

中国信息界

Supervised by: National Development and Reform Commission
Sponsored by: China Information Industry Association
Supported by: The State Information Center
Published by: Information China
Issued By: Beijing Press and Publication Administration
Publication Date: 28th of Each Month
Price: 60RMB
China Standard Serial Number: CN 11 — 4721/TN
International Standard Serial Number: ISSN 1671 — 3370
China Post Distribution Code: 82 — 706

主管单位: 国家发展和改革委员会
主办单位: 中国信息协会
支持单位: 国家信息中心
出版单位: 《中国信息界》杂志社
发行单位: 北京市报刊发行局
出版日期: 每月 28 日
定 价: 人民币 60.00 元
国内统一连续出版物号: CN 11 — 4721/TN
国际标准连续出版物号: ISSN 1671 — 3370
国内邮发代号: 82 — 706

President/General Editor: SHANG Jin
Vice President: HU Yang
Co—Managing Editor: LIU Ran, LUO Shangzhong, DAI Wei
Administration Dept.: ZHAO Hong, WU Lixia

社 长 / 总编辑: 尚 进
副 社 长: 胡 杨
副总编辑: 刘 然 罗尚忠 戴 伟
总 编 办: 赵 红 (主任) 邬利霞

Development Research Institute

发展研究院

Dean: SHANG Jin
Executive Vice—Dean: HU Yang
Deputy Dean: QIAO Congjun, LIU Ran
Secretariat: CUI Yafei, WU Lixia, JIN Xin
Research Dept. : PAN Pengfei, DU Yongchun, LIU Ying, TONG Cunjin
Specially appointed researcher: ZHU Cheng Liang
Project Office: LI Hongfei

院 长: 尚 进
常务副院长: 胡 杨
副院长: 乔聪军 刘 然
秘书处: 崔雅菲 邬利霞 金 鑫
研究部: 潘鹏飞 杜永春 刘 颖 仝存锦
特约研究员: 朱承亮
项目办: 李鸿飞

Editorial Team

期刊编辑室

Chief Editor: QIAO Congjun
Editorial Dept. : WANG Mengjie, XIE Yilin,
WANG Han, LI Zefeng, LIANG Pingli
Visual Director: LI Huijuan
Proofreader: ZHANG Jingyi
Issue: ZHAO Lei

主 编: 乔聪军
编 辑 部: 王梦杰 (主任) 谢宜霖
王 瀚 李泽锋 梁平丽
视觉总监: 李慧娟
校 对: 张静怡
发 行: 赵 磊

Business Development Center

战略发展中心

General Manager: HU Yang
Marketing Dept. : CUI Yafei, WANG Zeyi
Networking Technology: WU Zhaohui, LIU Xinjian, YU Jiangshan

总经理: 胡 杨
运营部: 崔雅菲 (主任) 王择熠
技术部: 吴兆辉 刘新建 于江善

投稿热线 (Tel) : 010—53396075
投稿邮箱 (Email) : zgxxjzz@163.com
行政办公 (Tel) : 010—63691340 转 8018
印刷单位: 廊坊市瀚源印刷有限公司
印刷单位地址: 河北省廊坊市安次区码头镇祁营村东三巷 6 号

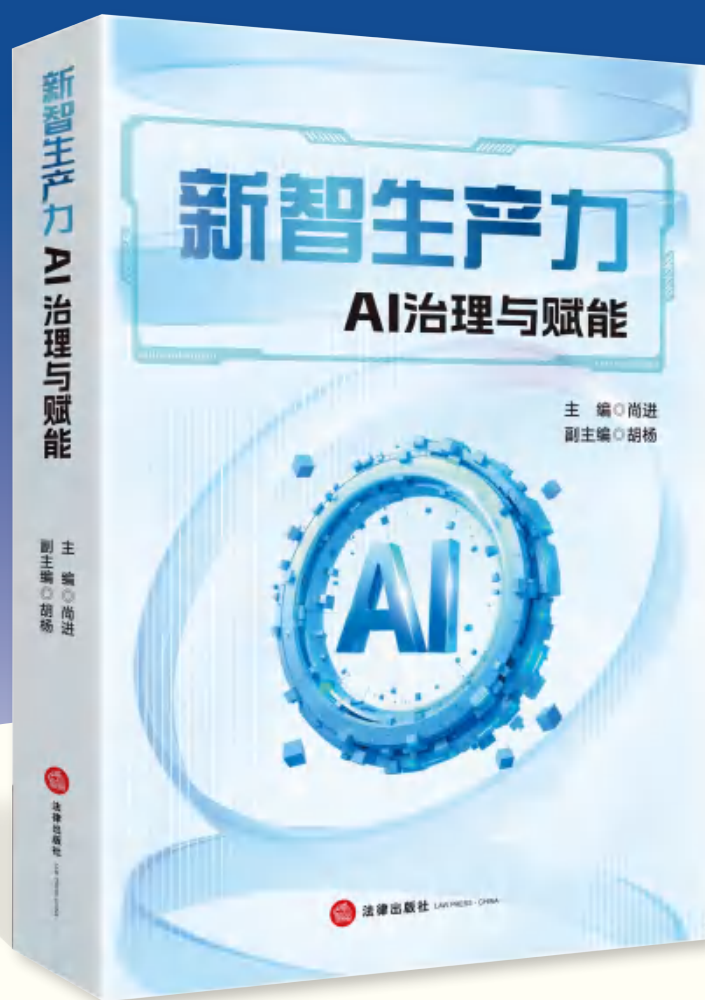
网站地址: <http://www.zgxxjzz.com>
开户名称: 《中国信息界》杂志社
开户银行: 工商银行北京市中关村分行
账 号: 0200095619200044930
通信地址: 北京市西城区广安门内大街 315 号信息大厦 B 座 4 层
邮政编码: 100053

声明: 本刊刊发的文章版权均属本刊所有, 未经许可不得转载

本刊已被 “CNKI 中国期刊全文数据库”
“中国核心期刊 (遴选) 数据库”
“中文科技期刊数据库”
“龙源国际期刊网” 等收录

以AI之“智” 铸产业之“质”

积极响应《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》



预购扫码！

订购热线 010-63691340 转 8016

顾问专家委

顾问

卢时彻 朱高峰 吕新奎 杨学山 许 勤 周宏仁 李国杰
高新民 乌家培 陈 禹 姚建铨 倪光南 邓寿鹏 金 碚

专家委

主 任 / 杜 平
副主任 / 刘延申 杨培芳 杨开忠

(按姓氏拼音为序)

安筱鹏 陈朝武 曹三省 陈国青 池天河 崔铁军 蔡维德
陈秀万 丁文锋 方 军 冯 钢 冯 光 傅伯岩 高舜礼
高 建 郭理桥 郭作玉 何留进 黄万盛 黄 伟 黄 璜
胡坚波 姜奇平 赖茂生 李广乾 李 凯 李 平 李 琦
刘大成 刘彦凯 刘治彦 林常乐 吕本富 吕卫锋 吕 欣
马 克 马 龙 孟 春 倪春洋 聂林海 綦成元 屈贤明
曲 刚 秦 海 秦 勇 单志广 尚 进 沈体雁 沈 阳
沈寓实 施凤海 童隆俊 童腾飞 汪向东 汪玉凯 王明明
王志良 王大成 王 俊 吴 钰 谢 耘 徐锭明 徐振强
熊 璋 邢春晓 杨京英 杨宜勇 杨子健 张新红 张守美
张 晓 张永刚 赵 刚 赵震声 周德铭 祝智庭 左美云

学术编委

(按姓氏拼音为序)

陈安安 陈国军 程慧颖 陈洁君 端木义静 邓文军 段海平
董 军 范 海 郭丽娜 李 杰 王坤季 王斯聪 魏 巍

战略合作与支持单位

战略合作

- 中国智慧城市发展研究中心
- 中关村智慧城市信息化产业联盟
- 中关村中小型科技文化企业促进会
- 中国通信企业协会数字化转型工委
- 中关村大数据产业联盟
- 中关村物联网产业联盟
- 中关村智慧城市产业与技术创新战略联盟
- 世界数字经济论坛
- 意大利一带一路研究院
- 中国云体系产业创新战略联盟
- 清华大学交叉信息研究院
- 中国智慧城市建设诚信联合体
- 中国数字乡村发展创新联盟
- 中国国际产业园区联委会
- 中国战略性新兴产业研究院
- 四川省大数据发展研究会
- 中国联通智能城市研究院
- 中国智慧养老 50 人论坛

战略支持

- 中国信息经济学会
- 北京大学中国区域经济研究中心
- 中国信息协会数字经济专委会
- 中关村城市大脑产业联盟
- 中国区域科学协会
- 中关村大数据产业联盟
- 中国信息协会城市运营分会
- 民革北京市委科技教育委员会
- 中国社会科学院信息化研究中心
- 清华大学媒介数据研究中心
- 京津冀协同发展联合创新中心
- 北京信息产业协会数字经济分会

目录 CONTENTS

权威观点 · Authoritative View

- 1 深入实施“人工智能+”行动 为高质量发展提供强大动能

特别策划 · Exclusive Report

- 4 大力发展数据标注产业 推动我国人工智能创新发展
6 强化数据标注基地引领作用 带动数据标注产业高质量发展
9 构建高素质人才队伍 助力数据标注产业发展

科技创新 · Technical Innovation

- 11 GIS+BIM 的高速公路巡查覆盖度分析关键技术研究 / 徐建华 王世伟 倪华华 蔡钦之 郭歌洋 王 晨
15 基于区块链的智能合约漏洞分析与风险防范 / 白 翔
18 面向灾害应急救援场景的通导控探一体化终端设计与实现 / 曹士龙 秦明峰 马立烨 李一凡
21 基于数字孪生技术的列车系统平台架构 / 崔玉龙 孙可心 朱耿明
24 基于智能感知的火力发电厂输煤系统除尘器协同控制 / 陆 刚
27 网络空间资产测绘与攻击面管理的技术分析 / 石 磊 雷 雪
30 地形图测绘中航空摄影测量技术的应用 / 于 伟 马春雨 梁尔奇
33 物联网数据采集系统设计中云平台与边缘计算运用分析 / 张雨萱 冯 巍 郭宗鹏
36 基于深度学习的境外银行支付密码器自动化操作研究 / 赵灵珊
39 低轨卫星导航增强系统扩频码设计与实现 / 孙一雄 刘晓旭 刘天立

数字经济 · Digital Economy

- 42 智能电网的特性及技术应用研究 / 高梦露 郑潇涵
45 城市全域数字化转型中的数字悬浮现象及其治理 / 周 健
51 新能源总承包项目管理信息化 BIM 系统的创建 / 陈垚桦
54 基于多维度数据模型的 GL 市电子烟市场现状分析与监管优化策略研究 / 李希强 费 静
57 电力物资供应链数据安全管理系统的设计与优化 / 李 猷
60 基于信息化的病案稽核医保违规问题分析及对病历质控的影响 / 孟海云
63 电信运营商数字化转型中的探索与实践 / 屈 罡 赵勃学 杜林辉 李守卿 关志刚
66 科技创新在推动电化学储能产业发展中的作用与路径探析 / 王 乐 张 攀 傅家亮 吴昌硕
69 平台用工算法对新就业形态从业者权益的影响及其规制 / 翁 馨
72 金融机构低延时网络与低延时交换机的应用 / 叶晓宛
75 新质生产力视角下高职院校信息技术类专业转型升级对区域高质量发展的促进机制研究 *
——以清远市为例 / 周怡燕 刘庭辉 张志立

目录 CONTENTS

78 新能源场站电力监控系统网络安全管理策略与机制研究 / 耿晓伟

数字政府 · Digital Government

- 81 创新多源数据融合赋能 AI+ 政务服务研究与实践 / 周伟奇 陈 俊 林维洪
- 85 基于 CiteSpace 的禁毒情报研究的动态演进与前沿趋势 / 汪德深
- 90 数字化转型视域下高校基层党建工作的逻辑理路、治理困境和赋能路径 / 马香品 伍昱霖
- 93 数智时代审计人才跨学科培养模式研究 *——基于应用型本科的实践探索 / 王 晓 任 佳
- 96 AI 时代下的数字化高校思想政治教育效果研究 / 王艳琴
- 99 信息化时代消防监督工作面临的挑战及应对策略 / 杨彦龙
- 102 数字政府背景下的城建档案信息化创新探索 / 丁楠楠 方 旭 陈学阳 滕玉波
- 105 加快数字政府建设分析与对策 / 刘占文 王兴阳
- 109 AI 驱动的大学生思想政治教育模式转型——从“传统灌输”到“智能交互” / 王 萍 刘强瑞

数智赋能 · Digital Intelligence Empowerment

- 112 传统国企数据治理的困境与破局 / 王姝颖
- 117 基于多元异构数据的前瞻性技术识别和态势研判研究 / 陈予欣 王 娜 张鹏飞 李 永
- 120 无人机影像与 GIS 结合的道路边坡病害空间分布特征研究 *
/ 张 志 胡孟师 陈振海 蒋 源 贺 怡 宁玉京
- 123 计算机视觉技术在开放教育中面向特殊人群的应用 * / 党 英
- 126 数智化背景下食药环侦专业课程体系探究 * / 侯小伟
- 129 基于人工智能深度学习的术后护理风险预测方法研究 / 季永康
- 132 基于 YOLOv8 的街景照片敏感信息处理研究 / 李 超 陈 瑞 张晋纶
- 135 民办高校数据治理的思考与建议 / 刘靖铭
- 138 AI 技术下高职院校国际学院跨文化交流的创新模式 / 刘义真
- 141 基于区块链的地产优质农产品认证溯源的设计与实现 * / 倪 雄 杨 昊 肖楚乔 陈 旭
- 144 人工智能驱动计算机辅助医疗系统的发展趋势 / 许云龙
- 147 人工智能技术赋能基础医学教育改革的路径探索与理论构建 * / 薛星莉
- 150 基于 AIGC 的数字人生成与应用研究 / 余树乔
- 153 AI 赋能计算机课程教学评价体系构建 / 赵镭瑶 黄晓波 于秋雨 王丽丽 褚 梅
- 156 城市数据资源治理思路及实践 / 葛 燕

实践探索 · Practical Exploration

- 159 数字化时代学术期刊编辑能力提升探讨 / 李 萍

目录 CONTENTS

162	动态图形在数字媒体广告中的情感化表达研究 / 张 冉
165	数智化背景下医院信息系统对资源调度效率提升的影响研究 / 陈静兰 郑 汉 古丽米拉
168	新质生产力背景下医院信息化转型探究 / 陈元媛 富大鹏
171	融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统研究 / 端佳红
174	商科大学生 AIGC 模型使用情况调查与分析 *——以福建商学院为例 / 傅金凤 林 航 刘心平
177	配电通信系统中基于多源数据融合的状态感知与智能诊断模型研究 / 高 扬
180	二维蜂窝状光子晶体的拓扑边界态研究 * / 何运鑫 张克非
183	智能化视域下医院信息化建设常见问题与优化措施 / 高正波
186	大规模信创操作系统替换研究与实践 / 李广博 班文娇 王 伟 杨 洪 阮 前 李 瑶
193	教育考试院信息系统安全防护中的数据加密与访问控制研究 / 袁小鹏 张建飞 蒙琴琴 张莽君 杨维旺
196	多智能体协同路径跟踪控制方法研究 * / 李佳佳
199	纳米镀膜技术与人工智能技术在光伏组件自清洁中的应用 / 林通达
202	国内某大型水电站 500kV GIS 隔离接地开关绝缘盆故障处理流程与工艺 / 刘松杭 赵 晨
205	基于局域网的手机照片备份系统设计与实现 / 陆天然
208	视觉框架视角下的图片报道建构探析——以《人民画报》2025 年典型图片报道为例 / 莫 倩
211	输配电价改革影响下电网逾龄资产管理策略优化研究 / 史松峰 李建设
214	新文科背景下应用型本科高校教师数字化教学能力提升路径研究 * / 孙 振 马 涛 贾骁骁 吴晓琳 钟 媛 武鹏艳
217	数字高精度时钟同步系统设计与实现 / 王 刚 刘晓旭 杨 轩 姚云峰
220	基于 Tausworthe 码的测距信号波形研究 / 王 同 孙洪驰 杨 轩
223	高速公路智能光纤资源管理调度系统的分层架构设计与优化 / 王文江 陈春谊 苏少勇
226	人工智能技术支持下的中职计算机教学资源开发系统设计 / 杨懿菲
229	基于 ROBOGUIDE 的工业机器人程序修正与联机调试 * / 杨 莹
232	电力通信网络智能运维故障诊断系统探讨 / 周富龙
235	“药事管理与法规” 数字化资源开发与应用 * / 赵迎春
238	一种井筒实时数据自动归档与发布的方法 / 钱浩东 金 亮 刘 伟
241	医疗器械 PC 端软件的网络安全测试技术分析 / 冯金玲
244	基于表面等离子体共振的光子晶体光纤液体浓度传感研究 * / 周奕伽 张克非
247	OBE 理念导向的数字化教学评价体系设计 * / 尚徐艳 李景秀
250	信息技术助力劳动课程体系改革 *——以药品经营与管理专业为例 / 陈建雯
253	基于机器视觉和改进 PID 的动车组行李机械臂智能码放控制研究 / 姜文林 瞿莉丽

注：带 * 号的为基金资助论文

以 AI 之“智”，铸产业之“质” ——迎接新智生产力时代

当前，我们正站在一个历史性的交汇点。人类文明的进程，总是伴随生产力的革命性突破。从蒸汽机轰鸣引发的第一次工业革命，到电力驱动照亮世界的第二次工业革命，再到计算机与互联网催生的信息革命，每一次技术浪潮都深刻重塑了人类社会的经济形态、社会结构，乃至文明走向。

而今，以人工智能为核心的新一轮科技革命正以前所未有的广度与深度席卷全球。2022 年底，ChatGPT 的横空出世，如同一道划破夜空的闪电，让人工智能从实验室瞬间走入大众视野，成为全球瞩目的焦点。人们蓦然惊醒：AI 不再是科幻小说中的虚无缥缈的构想，而已成为触手可及的现实力量。2024 年，国产大模型 DeepSeek 以巨量参数在多项关键测试中实现超越，标志着中国在通用人工智能领域的重大突破。这些技术的里程碑不仅象征着 AI 能力的飞跃，更预示着一场由智能驱动的“新智生产力”新时代悄然到来。

“新质生产力”是习近平总书记提出的重大战略概念，其核心要义在于以科技创新驱动生产力跃迁，摆脱传统经济增长方式，实现高质量发展。而“新智生产力”，正是“新质生产力”在人工智能领域的具体深化。它聚焦于 AI 这一核心引擎，通过对数据、算力、算法等新生产要素的深度整合与优化，系统性重构认知范式，颠覆传统生产要素的配置逻辑与价值创造路径，进而催生出前所未有的质的飞跃。这不仅是技术的升级，更是生产、生活乃至思维方式的全面重塑。

应此时代呼唤，历时半年，由我领衔撰写的《新智生产力：AI 治理与赋能》一书已于近日正式出版发行。此书不满足于技术层面的浅尝辄止，而是从历史维度、全球视野和战略高度，系统性地剖析了 AI 技术的核心原理、发展趋势、伦理治理及其在各行各业的变革性实践。全书分为五大板块：从揭秘 AI 技术与全球竞争格局，到阐述数据作为“新粮食”的关键作用；从展示 AI 在制造、金融、医疗、政务等多领域的革命性应用案例，到直面 AI 伦理、安全与全球治理的严峻挑战；最终展望人机共生的未来图景，为个人、企业及政府如何应对这一变革提供了具有前瞻性的“生存指南”。

书中特别强调，当前人工智能的发展已进入关键阶段，世界各主要国家纷纷布局核心技术和产业生态，力争抢占新一轮科技竞争的战略制高点和规则制定权。对中国而言，这既是实现加速突破，掌握主导权的重大战略性机遇，同时也面临着核心技术、顶尖人才等方面的挑战。我们拥有超大规模市场、完整产业体系和新型举国体制的优势，如何构建自主可控、开放协同的 AI 创新生态，是赢得这场全球竞争的关键。

正如物理学家奥本海默所言：“科技改变了世界，但我们需要智慧来引导它。”《新智生产力：AI 治理与赋能》一书的价值，在于为这场波澜壮阔的变革提供不可或缺的战略指引与智慧启迪。它旨在帮助政府决策者把握产业政策方向，助力企业管理者驾驭转型浪潮，启发技术精英开拓创新边界。

初秋九月，既是收获的季节，也是思考与展望的时节。以 AI 之“智”，铸产业之“质”，不仅是技术的融合，更是智慧与价值的共创。让我们共同翻开此书，深入思考 AI 的本质与影响，积极参与其创新与应用，共同构建负责任的治理体系，以确保这一强大技术真正服务于创造人类更美好的未来。

《中国信息界》杂志社社长



国务院：

十地区获批要素市场化配置综合改革试点，激发经济发展新活力

9月11日，国务院印发《关于全国部分地区要素市场化配置综合改革试点实施方案的批复》，同意自印发之日起两年内开展北京城市副中心、苏南重点城市、杭甬温、合肥都市圈、福厦泉、郑州市、长株潭、粤港澳大湾区内地九市、重庆市、成都市十个要素市场化配置综合改革试点。试点任务预计2027年完成。

国家发展改革委副主任李春临同日在国务院政策例行吹风会上指出，改革开放以来，中国绝大部分商品和服务都已实现了市场定价、自由流动，但要素市场体系建设相对滞后，发育还不充分，不利于发挥市场在资源配置中的决定性作用。此次改革试点的意义是，一方面，围绕当前要素市场领域的重点难点问题，发挥试点地区的先行先试和示范探路作用，为要素市场化改革探索可复制可推广的经验奠定基础；另一方面，通过改革试点为地方赋能，加强对经济发展优势地区的要素保障，激发经济发展内生动力和创新活力，打造全国高质量发展的重要动力源。

工信部等十一部门：

规范人工智能科技伦理治理 统筹高质量发展和高水平安全

为深入贯彻习近平总书记重要指示批示精神，落实《全球人工智能治理倡议》《人工智能全球治理行动计划》要求，规范人工智能科技伦理治理，统筹高质量发展和高水平安全，促进人工智能产业高质量发展，工业和信息化部会同中央网信办、国家发展改革委、科技部、农业农村部、文化和旅游部、国家卫生健康委、中国人民银行、金融监管总局、中国科学院、中国科协等起草了《人工智能科技伦理管理服务办法（试行）（公开征求意见稿）》。《人工智能科技伦理管理服务办法（试行）（公开征求意见稿）》是《关于加强科技伦理治理的意见》《科技伦理审查办法（试行）》等在人工智能领域的细化和落实。在编制过程中充分听取了企业、高校、研究机构意见，顺应人工智能发展趋势和伦理治理需求，参考国内外人工智能科技伦理治理经验，接轨国际、符合国情。文件明确了人工智能科技活动的伦理要求，强化标准建设、中小微企业服务等支持措施，帮助企业切实提升科技伦理风险防范能力，鼓励负责任创新，助力企业更快更稳融入全球市场，推动人工智能产业创新发展和赋能应用。

国家发展改革委、国家能源局：

加快推动人工智能与能源产业深度融合 支撑能源高质量发展和高水平安全

近日，国家发展改革委、国家能源局印发了《关于推进“人工智能+”能源高质量发展的实施意见》（以下简称《实施意见》）。《实施意见》提出八个能源领域“人工智能+”落地实施方向，包括“人工智能+电网”“人工智能+能源新业态”“人工智能+新能源”“人工智能+水电”“人工智能+火电”“人工智能+核电”“人工智能+煤炭”“人工智能+油气”。

《实施意见》提出2027、2030两个阶段性目标。到2027年，能源与人工智能融合创新体系初步构建，算力与电力协同发展根基不断夯实，人工智能赋能能源核心技术取得显著突破，应用更加广泛深入。到2030年，能源领域人工智能专用技术与应用总体达到世界领先水平。算力电力协同机制进一步完善，建立绿色、经济、安全、高效的算力用能模式。能源与人工智能融合的理论和技术创新取得明显成效，能源领域人工智能技术实现跨领域、跨行业、跨业务场景赋能，在电力智能调控、能源资源智能勘探、新能源智能预测等方向取得突破，具身智能、科学智能等在关键场景实现落地应用。

工信部、国家市场监督管理总局：

推动电子信息制造业稳增长 预期多项指标达成新高度

近日，工业和信息化部、国家市场监督管理总局联合印发《电子信息制造业2025—2026年稳增长行动方案》（以下简称《行动方案》）。《行动方案》提出，规模以上计算机、通信和其他电子设备制造业增加值平均增速在7%左右，加上锂电池、光伏及元器件制造等相关领域后电子信息制造业年均营收增速达到5%以上。到2026年，预期实现营收规模和出口比例在41个工业大类中保持首位，5个省份的电子信息制造业营收过万亿元，服务器产业规模超过4000亿元，75英寸及以上彩色电视机国内市场渗透率超过40%，个人计算机、手机向智能化、高端化迈进。此外，《行动方案》聚焦优供给、扩需求、强创新3方面部署了16项任务。一是促进产业转型升级，深化构建高质量供给体系。二是促进国内外市场畅通经济循环，深挖需求潜力。三是推动科技创新与产业创新融合，建设现代化产业体系。

北京：
激活数据要素价值赋能数字经济

近日，为落实财政部关于数据资产全过程管理试点要求，健全本市数据资产管理基础制度、释放数据价值、保障数据安全，北京市财政局联合市政务和数据局印发《北京市数据资产管理试点工作方案》（以下简称《试点方案》），为北京建设全球数字经济标杆城市提供有力支撑。此次《试点方案》科学确定试点主体，包含 12 家行政事业单位、10 家市属国企、7 个区，同时鼓励其他主体积极参与数据资产管理，形成“行政事业单位 + 市属国企 + 区级财政部门 + 其他主体”的分层分类试点格局。同时，《试点方案》以数据资产“全生命周期管理”为核心，明确重点任务方向：一是开展数据资源摸排，盘点梳理数据来源、存储、使用等信息，公共数据资源依托市大数据中心登记，企业数据资源鼓励在交易机构登记；二是推进数据资产登记，公共数据依托预算一体化系统登记资产卡片，企业数据按规定推动登记入表；三是聚焦价值评估、授权运营、交易流通、收益分配及风险防控等环节，稳妥推动数据资产开发利用，促进数据资产高质量供给，逐步释放数据经济价值。



广州：
系统部署全域数字化转型工作 营造良好数字化转型环境

近日，广州市政务服务和数据管理局印发了《广州市城市全域数字化转型试点实施方案》（以下简称《方案》），《方案》围绕深化数据要素市场化配置改革、提升数据底座和共性能力建设、推进数字经济领域高质量发展、推进数字社会高质量发展、推进数字政府提质增效、推进数字生态文明绿色发展共 6 大领域提出 25 项重点任务，对 2025—2026 年全市数字经济、数字政务、数字文化、数字社会、数字生态文明等“五位一体”全域数字化转型进行系统部署，为广州开展超大城市全域数字化转型试点提供了行动指南。

为营造良好数字化转型环境，《方案》还强调，将创新数字广州运营机制、建设制度体系，推进建设适数化制度改革先行试验田。强化科技创新，提升数字技术创新平台效能，优化创新成果转化孵化生态。推动协同发展，推进湾区数字化协同发展，积极开展对外交流合作。保障数字安全，完善网络安全防护体系，增强数据安全保障能力，持续打造更高水平的数字广州。



上海：
促进人工智能与制造业深度融合 形成制造业智能化发展生态

近日，上海市经济和信息化委员会、上海市发展和改革委员会、上海市国有资产监督管理委员会发布《上海市加快推动“AI+ 制造”发展的实施方案》（以下简称《实施方案》）。

《实施方案》提出实施“模型申城·AI + 制造”行动，明确三年发展目标，涵盖推动 3000 家制造业企业智能化应用、打造行业标杆模型与智能产品、推广示范应用场景、建设示范工厂以及培育专业服务商等。《实施方案》从多方面规划发展路径，包括攻关基础和前沿技术，如提升工业模型能力、突破前沿技术、发展数据治理和合成技术；建设关键要素平台，打造工业智算云平台、工业语料公共服务平台和融合创新基地；推动重点行业应用，赋能十大行业、打造共性示范场景、探索前沿制造模式、建设“AI+ 制造”工厂；打造“AI+”智能产品，涉及工业软件工具、工业产品与装备、消费终端；营造发展生态，培育专业服务商、推动平台升级、加快机器人应用等，旨在促进人工智能与制造业深度融合，形成制造业智能化发展生态。

浙江：
加快“人工智能 + 海洋”融合步伐 赋能关键领域创新发展

近日，浙江省海洋强省办印发《加快推动“人工智能 + 海洋”发展行动方案（2025 年—2027 年）》（以下简称《方案》），力争通过 3 年左右探索实践，打造形成 10 个以上“人工智能 + 海洋”标志性应用场景，形成一批人工智能赋能发展、融合创新的新范式。《方案》聚焦海洋渔业安全生产、大黄鱼种质创新与智能养殖、智慧港口建设、海洋新兴产业培育等关键领域，系统提出实施 4 大行动和 17 项重点任务。包括“人工智能 + 渔船安全治理”提升行动、“人工智能 + 大黄鱼养殖”提质行动、“人工智能 + 港口环境”升级行动、“人工智能 + 海洋新兴产业”赋能行动，发挥人工智能技术的创新赋能作用，提升产业发展能级和治理效能。《方案》还提出，将统筹“两重”（国家重大战略实施和重点领域安全能力建设）“两新”（大规模设备更新和消费品以旧换新）、海洋强省重大项目、浙江省海洋产业科技项目等资源，通过组织开展业务培训交流、遴选打造示范应用场景、举办“人工智能 + 海洋”相关活动等，对行动任务予以政策支持和服务保障。



国家数据局发布会总结“十四五”时期数字中国建设成就

近日，国家数据局在国务院新闻办发布会上，全面总结了“十四五”时期数字中国建设的显著成就，主要涵盖五个方面。数字基础设施全球领先。我国 5G 基站总数达 455 万个，千兆宽带用户达 2.26 亿户，算力总规模位居全球第二。数字基础设施的超前部署带动了网络购物、“5G+ 工业互联网”等新模式新业态发展，同时“东数西算”工程有效促进区域协调发展。数字技术创新突破。我国人工智能专利数量占全球总量的 60%，集成电路产业链完整，国产操作系统（如鸿蒙）生态设备总量突破 11.9 亿台，为手机、汽车、家电等产品提供智能支持。数据要素价值释放。2024 年全国数据企业数量超 40 万家，数据产业规模达 5.86 万亿元，较“十三五”末增长 117%。数字经济发展强劲。软件收入规模较 2020 年增长 80%，规模以上电子信息制造业增加值增长超 70%；产业数字化方面，建成万余家智能工厂，覆盖超 80% 的制造业行业大类。数据要素赋能千行百业，催生超 100 个新型职业。数字公共服务普惠便捷。教育、医疗、社保、养老等领域数字化水平大幅提升。此外，我国在数字经济国际合作方面也取得显著成效，与 26 个国家签署数字经济合作谅解备忘录，“丝路电商”伙伴国增至 33 个。这些成就体现了数字中国建设对经济社会高质量发展的有力支撑。

2025 中国国际大数据产业博览会成功举办

近日，2025 中国国际大数据产业博览会于贵州贵阳成功举办，本届数博会以“数聚产业动能 智启发展新篇”为主题，设置了数智领航、数智基建、数智服务、数智应用、数智创新、数智体验六大主题展馆。

国家发展改革委党组成员、国家数据局党组书记、局长刘烈宏在数博会开幕式上表示，我国积极推进实体经济与数字经济融合发展，按新的计算口径，预测到今年年底，数字经济增加值有望达到 49 万亿元左右，占 GDP 的比重将达到 35% 左右。数字经济核心产业增加值占 GDP 比重提前完成“十四五”规划目标。“目前，全国智算总规模达 78 万 PFlops，位居世界第二。”刘烈宏表示，八大国家枢纽节点集聚了 60% 以上的新增算力，智算规模达 62 万 PFlops，约占全国总量的 80%。西部地区数据中心建设运营成本约为东部的 50% ~ 70%。2024 年贵州省数字产业规模达 2500 多亿元，同比增长 18.3%，贵州不仅成为数字经济发展最具活力的省份之一，也成为“东数西算”最重要的枢纽节点之一。

国内首个交通建设数据要素服务中心在北京成立

9 月 5 日，北京国际大数据交易所交通建设数据要素服务中心在北京正式揭牌。该中心由中国交通信息科技集团有限公司与北京国际大数据交易所联合发起，是国内首个面向交通建设行业的数据要素服务平台。该中心将致力于构建统一的数据资产登记与认证体系，推动交通建设数据的合规化、体系化和规模化流通；通过市场化机制和可信技术环境，探索数据资产定价、评估和交易模式，推动交通数据要素化的价值实现；依托平台的服务能力，为工程建设、智慧交通、运营养护等全链条场景提供数字化赋能，助力行业数字化转型不断深化。



中国信息协会会长王金平出席 2025 低空经济发展大会

9 月 5 日至 7 日，2025 低空经济发展大会在芜湖市举行。大会由安徽省人民政府主办，以“场景创新引领 安全有序发展”为主题，聚焦低空经济国际化合作与技术创新，推动产业全球化发展。大会聚焦低空经济领域政策与产业新需求，开设 1 场主报告会和 12 场平行报告会，涵盖低空智联、国际需求、飞行器制造等多个产业热点。展区面积达 3 万平方米，集中展示低空经济全球发展成果，吸引了国内优质企业及新加坡、马来西亚、泰国、加拿大等 10 余个国家代表参会。中国信息协会会长王金平出席 2025 低空经济发展大会开幕式及主报告会，并在多场平行报告会上致辞。

大会期间，王金平会长与安徽省、芜湖市相关领导，与相关央企领导就低空经济发展、数字经济发展等进行了交流，表示中国信息协会将发挥社团组织力量，助力地方经济发展。同时，王金平会长出席“低空智联网络与低空数字底座建设报告会”“低空安全体系建设与风险防控报告会”“低空经济国际需求发布与产业对接会”“低空经济投融资发展报告会”并分别致辞。

权威观点

Authoritative View

在信息爆炸的时代，专业判断如同大海上的灯塔，为迷航者指引方向。

本专栏以“让权威观点穿透信息的迷雾”为使命，每期精选信息化与科技创新领域权威专家最具洞见的观点论述，为读者构建起思想的阶梯。

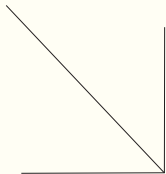
专栏的每一篇文章都经过严格的筛选：首先捕捉数字经济领域内最具时效性和争议性的关键命题，其次选取深度契合该议题的权威专家。确保每个观点都是一把打开认知维度的密钥，每篇文章都是一次与行业巅峰思维的深度对话。

我们坚信：真正的权威不在于响亮的名号，而在于经得起推敲的智慧光芒。让我们共同见证思想的力量如何穿透时间的尘埃，照亮国家信息化发展前行的航程。

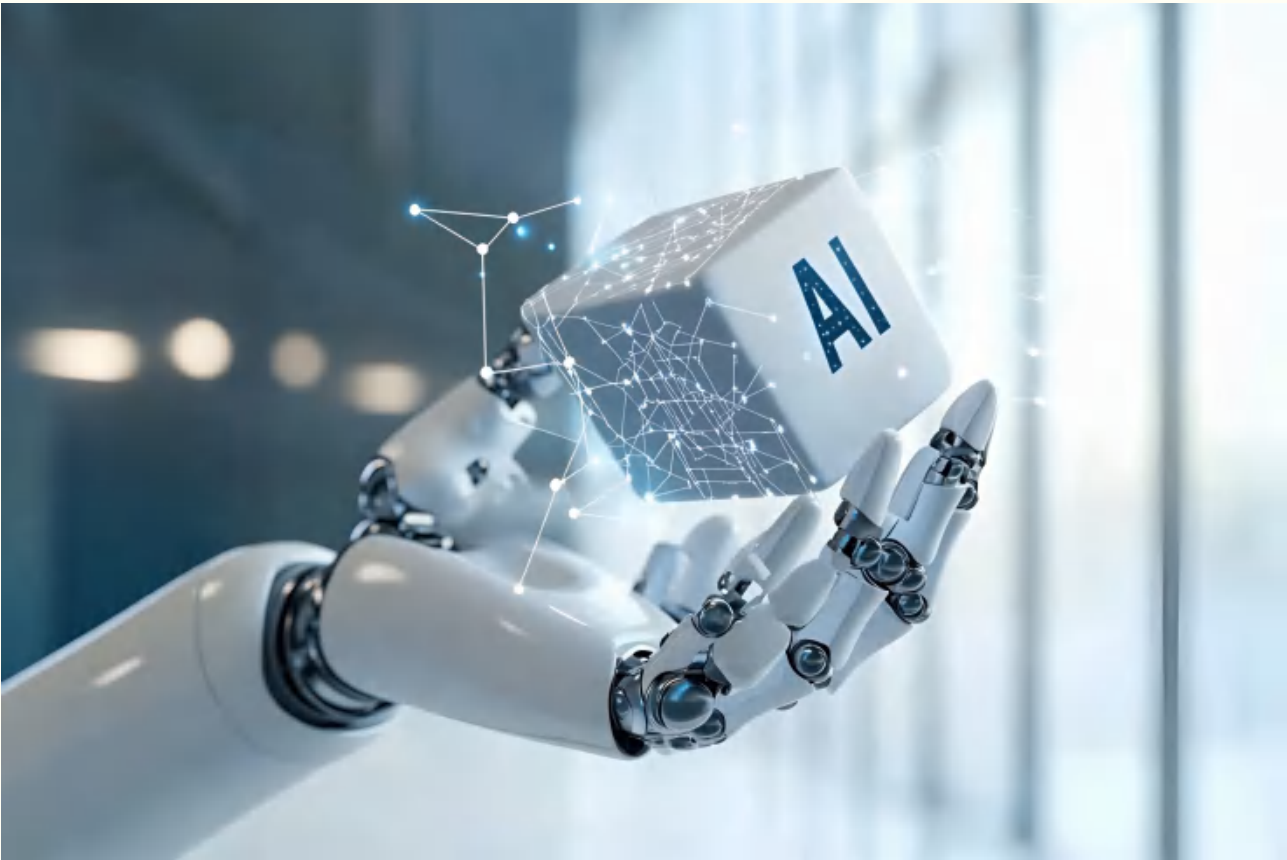


深入实施“人工智能+”行动 为高质量发展提供强大动能

文 ◆ 国家发展改革委



习近平总书记强调：“人工智能作为引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，深刻改变人类生产生活方式。”党的二十届三中全会明确将人工智能作为战略性产业，推动实现各行业的数智化转型，为经济高质量发展注入新动力。国务院日前印发《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》，从国家层面对各行业各领域人工智能应用发展提出指导意见，明确时间表、路线图。我们要深入贯彻落实党中央、国



务院决策部署，大力推进人工智能商业化规模化应用，加快人工智能与经济社会各领域广泛深度融合，为赋能高质量发展、更好服务社会主义现代化建设贡献力量。

深刻领会深入实施“人工智能+”行动的重大意义

当前，人工智能技术加速迭代演进，正在对经济发展、社会进步、国际政治经济格局等方面产生重大而深远的影响。深入实施“人工智能+”行动，推动人工智能与经济社会深度融合，既是我们当前面临的紧迫任务，更是关乎长远发展的战略命题。

深入实施“人工智能+”行动，是抢抓新一轮科技革命和产业变革机遇的战略选择。习近平总书记强调：“加快发展新一代人工智能是事关我国能否抓住新一轮科技革命和产业变革机遇的战略问题。”历史发展表明，每一次科技革命都带来生产力的指数级跃升，推动社会形态深刻演进。人工智能作为继蒸汽机、电力、互联网之后的又一划时代的变革性技术，正以前所未有的速度、广度和深度，驱动经济社会发展加快迈向智能化新阶段。实施“人工智能+”行动，体现了党中央、国务院对世界科技发展大势的深刻洞见和前瞻擘画，是赢得全球科技竞争主动权的重要抓手。

深入实施“人工智能+”行动，是培育发展新质生产力的内在要求。习近平总书记强调：“科技创新是发展新质生产力的核心要素。”作为新一轮科技革命的重要驱动力量，当前人工智能的快速发展与我国培育发展新质生产力、推动高质量发展形成历史性交汇。人工智能具有溢出带动性很强的“头雁”效应，通过对资本、劳动、技术、数据等要素创新性配置，显著提升全要素生产率，促进生产力革命性跃升。实施“人工智能+”行动，积极推动人工智能和实体经济深度融合，有助于推动产业向价值链高端迈进，促进增长方式从要素驱动转向创新驱动，不断催生新技术、新业态、新模式，形成新质生产力发展的核心引擎。

深入实施“人工智能+”行动，是满足人民美好生活需要的重要途径。习近平总书记强调：“要加强人工智能同保障和改善民生的结合，从保障和改善民生、为人民创造美好生活的需要出发，推动人工智能在人们日常工作、学习、生活中的深度运用，创造更

加智能的工作方式和生活方式。”实施“人工智能+”行动，要抓住民生领域突出矛盾和难点，加强人工智能在医疗、教育、交通、助残养老等关系群众切身利益的重点领域深度应用，促进全体人民共享人工智能发展成果。

深入实施“人工智能+”行动，是助力全球平等参与智能化发展进程的积极举措。习近平总书记强调：“人工智能可以是造福人类的国际公共产品。”当前，人工智能发展面临全球治理机制碎片化、阵营化等挑战，各国智能化发展差距不断加大，亟需完善全球治理体系，携手共赢发展。我国深入实施“人工智能+”行动，打造具有世界影响力的人工智能生态，深化人工智能领域高水平开放，推动人工智能技术开源可及，有助于推动形成具有广泛共识的全球治理框架和标准规范，助力各国平等参与全球智能化发展进程。

全面把握深入实施“人工智能+”行动的优势条件

在党中央、国务院的坚强领导下，我国人工智能快速发展，综合实力实现整体性、系统性跃升，发展优势进一步凸显，同时数据资源丰富、产业体系完备、应用场景多、市场空间大、人才资源富集，为深入实施“人工智能+”行动创造有利条件、奠定良好基础。

丰富的数据资源提供了关键要素支撑。数据作为人工智能模型训练和迭代的关键“原料”，其规模、质量、多样性和时效性直接决定人工智能的性能上限。当前，随着大模型技术发展，对高质量语料数据的需求正从通用化向专业化、场景化、多模态纵深拓展。我国依托网络化、数字化建设基础，积累起规模超大、类型丰富、动态鲜活的数据资源。2024年，全国数据生产总量达41.06泽字节（ZB），占全球数据总量的26.67%，用于人工智能开发、训练和推理的数据量同比增长40.95%。

完备的产业体系提供了强大物质技术保障。我国作为全球唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家，具备41个大类、207个中类、666个小类的工业体系，200多种主要工业品产量全球第一。这一链条完整、配套齐全、要素完备的产业生态，为人工智能技术从研发验证、产品设计到制造交付提供了全链条支撑，将极大促进技术创新迅速转化为产品与服务，

形成推动人工智能实现规模化落地应用的独特优势。

丰富的应用场景提供了广阔的发展空间。人工智能的生命力在于应用，真实场景中复杂的约束条件、多样化需求等，持续驱动人工智能技术演进和性能提升。我国具备类别齐全、层次多样的应用生态，覆盖智能制造、智慧医疗、数字金融、智能交通、智慧教育等关键领域，为人工智能尤其是复杂推理、动态决策和自适应学习等高级能力的锤炼提供了最佳“试验场”。目前，我国已发布超 1500 个行业模型，覆盖 50 个重点行业领域、700 余个场景。

巨大的市场空间提供了内生发展动力。我国拥有 14 亿多人口、约 2 亿经营主体和超过 4 亿的中等收入群体，连续 10 余年稳居全球第二大商品消费市场和最大网络零售市场。庞大的人口基数、持续升级的消费能力以及强大的企业创新活力，有利于摊薄研发成本、加速技术迭代升级、促进应用标准化，为推动新一代人工智能终端、智能体等人工智能应用提供了广阔市场空间。

超大规模的人才资源提供了信心底气。人工智能的理论创新、算法突破和落地应用均依赖多层次、跨学科人才。我国已建成世界规模最大且有质量的教育体系，人才资源总量、科技人力资源总量、研发人员总量均居世界第一，软件开发人员近千万人，在数学、计算机、工程等多学科领域积累了雄厚人才基础，为人工智能持续创新和规模化应用提供了强大人才保障和智力支持。

奋力开拓新时代“人工智能+”发展新局面

深入实施“人工智能+”是一项长期、复杂的系统工程。国家发展改革委将按照党中央、国务院决策部署，紧扣“人工智能+”行动总体安排，充分发挥统筹协调作用，加强部门协同、央地联动和社会参与，广泛凝聚各方力量，推动形成工作合力，扎实推进各项工作取得实效。

构建创新活跃的智能经济。加快推动人工智能驱动的新型科研范式变革，加速“从 0 到 1”重大科学发现进程、“从 1 到 N”技术落地和迭代突破。深入推动产业全要素智能化发展，加快工业、农业、服务

业智能化转型升级，发展智能原生技术、产品和服务体系，催生智能原生新业态。加强智能消费基础设施建设，推动智能终端“万物智联”，让人工智能走进“千家万户”“千商万店”。

打造更有温度的智能社会。优先在就业、健康、养老、教育、文化等民生领域降低人工智能技术应用门槛，加快健康助手、智能学伴等人工智能产品与服务的普惠化应用。有序推进人工智能在社会治理、安全治理、生态治理等中的应用，形成高效多元的治理格局。把人工智能作为造福人类的国际公共产品，推动人工智能普惠共享，助力各国平等参与智能化进程。

强化人工智能发展的要素支撑。加快高质量语料库和行业数据集建设，完善数据产权和版权、收益分配等制度，加强数据供给创新。统筹布局智算基础设施，充分发挥“东数西算”国家枢纽作用，强化数、算、电、网等资源协同配置。大力推进原始创新与开源生态培育，支持多路径技术探索和基础架构创新，提升模型基础能力。加强人工智能人才引育，超常规构建领军人才培养新模式。

完善人工智能应用的创新发展环境。强化政府部门和国有企业示范引领作用，完善应用试错容错管理制度，推动关键重点场景有序开放。加大人工智能领域金融和财政支持力度，完善风险分担和投资退出机制，进一步激发人工智能投融资市场活力。布局建设一批国家人工智能应用中试基地，搭建行业应用共性平台，降低应用创新门槛，促进创新成果高效转化。推动大中小企业融通发展，加快人工智能产业链上下游协同发展，构建资源共享、能力互补、良性互动的人工智能产业生态。

筑牢人工智能应用的安全防线。大力支持开展人工智能技能培训，激发人工智能创新创业和再就业活力，引导创新资源向创造就业潜力大的方向倾斜，加强人工智能应用就业风险评估，减少对就业的冲击。推动模型算法、数据资源、基础设施、应用系统等安全能力建设，建立健全人工智能技术监测、风险预警、应急响应体系，加快形成动态敏捷、多元协同的人工智能治理格局，推动人工智能应用合规、透明、可信赖。^[5]

(文章来源：《人民日报》2025 年 09 月 12 日第 10 版)

数据标注： 人工智能时代的基石产业

数据标注产业的兴起源于 AI 和大数据的双重需求。自 2010 年以来，机器学习特别是深度学习技术的突破，凸显了高质量标注数据的必要性——这些数据是将图像、文本、语音等非结构化信息转化为结构化训练样本的必要条件。随着物联网、云计算和 5G 的普及，数据爆炸式增长，AI 模型对标注数据的依赖日益增强。据 2024 年统计数据，全球数据标注市场规模已超 500 亿美元，年均增长 20%。

发展数据标注产业具有多维度的战略意义。首先，它是推动 AI 技术进步的核心引擎——通过提供高质量数据，标注确保模型训练的高精度和鲁棒性，加速技术落地。其次，该产业催化了多行业创新：在智慧城市中，标注数据支撑交通监控；在金融科技中，标注交易数据强化反诈算法；在教育领域，标注学习数据个性化推荐系统。更深远地，它重塑了劳动市场。作为新兴服务业，数据标注创造了数百万低门槛就业，尤其在偏远区域，促进经济包容性与数字鸿沟的弥合。

数据标注产业的价值体现在技术、经济与社会三大层面。技术价值上，标注是 AI 模型可靠性的基础——减少误差、提升泛化能力。战略上，数据标注是国家 AI 竞争力的关键。长期看，标注产业推动伦理进步，通过标注标准规范 AI 行为，减少算法偏见。

作为 AI 时代的“基石”，数据标注产业连接技术创新、经济繁荣与社会正义，其持续演进将决定人类智能革命的下一个里程碑。

为此，《中国信息界》组织本期特别策划，深入探讨发展数据标注产业的价值与意义。

大力发展数据标注产业 推动我国人工智能创新发展

文 ◆ 清华大学公共管理学院教授 孟庆国

人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量。数据标注是对原始数据进行采集、清洗、分类、标记、质量检验等专业数据治理活动，能有效提升数据供给质量，是人工智能发展的关键环节。大力发展数据标注产业，对推动人工智能创新发展、带动大学生就业和促进数字经济高质量发展具有重大意义。

一、发展数据标注产业的重大意义

（一）数据标注是提升数据供给质量的关键环节，是提升人工智能产业竞争力的先手棋

大模型已成为中美科技竞争的制高点，数据供给质量决定了模型的基础能力。当前，全球主流基础大模型，中文语料仅占全部语料的 1%，高质量中文数据成为制约我国基础大模型能力的瓶颈。训练一个领先的大模型，需要数百万甚至数千万条标注数

据。数据标注发展水平成为决定中美人工智能胜负的关键因素。美国在数据标注领域投入巨大，培育了一批数据标注独角兽企业，产业迅速发展。例如，OpenAI 在训练 GPT 系列模型时，投入数千人力和数亿资金进行数据标注，高质量语料集炼就了全球最好性能基础大模型。相比之下，我国虽是全球第二大数据资源国，但数据质量不高，开发利用比例低。全面提升中文语料质量，成为破解我国大模型发展和提升人工智能产业竞争力的关键环节。

（二）数据标注是充分释放数据要素价值的前提条件，是数据要素价值化的必选项

我国是全球第一个将数据资源作为核心生产要素的国家，加快数据要素市场化配置，发挥数据的倍增、叠加、放大效应，是实现数据要素价值赋能经济创新发展的关键。我国是数据资源大国，但不是数据资源强国。2023 年，我国数据资源 32ZB（泽字节），保存数据仅有 2.9%，数据留存率远低于发达国家水平。数据质量低，大量数据被浪费，成为制约我国数据资源价值发挥的瓶颈。数据标注能为机器提供高质量的数据，赋能机器学习、深度学习等人工智能算法的训练，从而实现数据价值转化。以医疗领域为例，通过对大量医疗影像数据进行标注，可以训练出精准的疾病诊断模型，提高医疗诊断的准确性和效率，为患者提供更好的医疗服务。目前，标注数据已广泛应用于生成式人工智能、自动驾驶、电子商务、精准医疗、智能制造等智能场景应用，是数据要素化的必选项。

（三）数据标注产业逐步向智能化、知识化和专业化迈进，是解决大学生就业的有效路径

随着人工智能从通用领域向专业领域演进，数据标注对专业性、技

术性的人才需求日益增长，数据标注产业也从劳动密集型，逐步向知识密集型转变，为大学生创造了数百万就业岗位。比如，美国从事数据标注的岗位超过 30 万，德国最大的数据标注公司 Clickworker 全球雇佣了 120 万标注员，印度到 2030 年数据标注人才的需求也将到 100 万。我国各地发展的数据标注基地，也对拉动大学生就业产生了显著效果。比如，日照数据标注基地，2024 年从业人员突破 1.1 万人。国内大型互联网公司在全国数据标注基地的人员都超过了数万人。通过发展数据标注产业，能够有效缓解大学生就业压力，促进人才培养与产业发展的良性互动。

（四）发达国家纷纷布局数据标注产业，使之成为数字经济发展的基础性、战略性产业

美国、德国、英国、印度等国家和地区纷纷将数据标注产业作为数字经济发展的基础性、战略性产业，支持数据标注产业发展。美国是数据标注产业发展的领航者，通过政府战略、企业创新、产业领先等方面，全方位推动了数据标注服务的高质量发展。特别是前沿技术的深度融合应用上。欧盟则通过构建“欧洲共同数据空间”和推动数据相关法案，整合了工业、绿色协议、移动、卫生、金融、能源、农业、公共行政、技能等多个战略性行业和领域的数据，试图构建欧洲统一数据市场并大力发展数据标注产业。印度凭借庞大的低成本数字人才优势，吸引全球科技巨头投资，大力发展数据标注产业，成为全球重要的数据标注基地。

二、推动我国数据标注产业发展的思路与重点

一是加快发展一批数据标注基地，培育壮大市场主体。今年 5 月，国家数据局公布首批全国数据标注基地建设城市名单，通过推动数据标注基地建设，以点带面大力发展数据标注产业，激发行业发展活力。以国家数据标注基地试点为抓手，围绕技术创新、行业赋能、生态培育、标注应用、人才就业和安全发展等六个方面做好试点，探索推进数据标注产业发展的最优路径。另外，通过加大财税政策支持力度、完善数据标注基础设施建设、制定行业标准规范、鼓励技术创新与应用、强化人才培养与引进等措施的实施，培育和壮大市场主体。

二是鼓励数据标注核心技术研发，提升数据标注水平。通过国家重

点研发专项，加大对人工智能技术在标注技术研发投入。加快数据标注技术研发费用纳入研发加计扣除，鼓励企业加快科技创新投入。重点布局跨语言、跨领域、跨模态语义对齐、4D 标注、大模型标注、数据合成等标注核心技术攻关项目。支持研发专家标注、多模态标注、众包标注、标注审查、质量评估等智能化高端化工具，提升数据标注科技水平。

三是围绕数据标注关键环节，制定数据标注标准。构建数据标注标准框架体系，加快制定数据标注的国家标准和行业标准，明确标注质量、流程、技术等方面的要求。建立健全数据标注标准实施与监督机制，促进协同创新。加强对数据标注企业和项目的监督和检查。

四是加大数据标注人才培养，提升人才专业化素养。加强职业教育和培训体系建设，支持高校和职业院校开设数据标注相关专业和课程。推动企业与教育机构合作，共建实训基地和培训中心，培养具备专业技能和职业素养的数据标注人才。制定吸引和留住高层次人才的政策措施，促进数据标注领域的国际交流与人才合作。^[5]

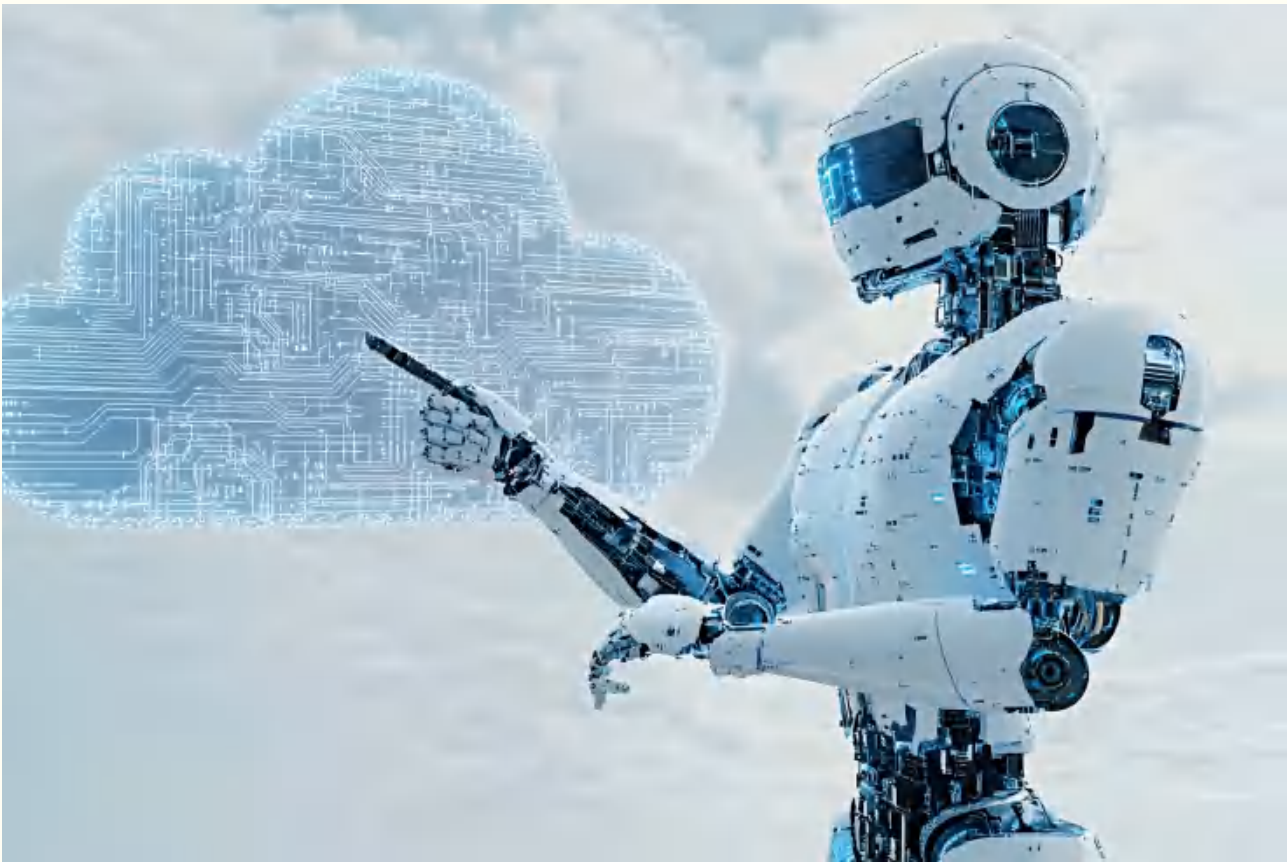
（文章来源：国家数据局公众号）

强化数据标注基地引领作用 带动数据标注产业高质量发展

文 ◆ 中国电子信息产业发展研究院院长 张 立

数据标注产业是对数据进行筛选、清洗、分类、注释、标记和质量检验等加工处理的新兴产业，对于提升数据供给质量，推动人工智能创新发展具有重要支撑作用。近日，国家发展改革

委、国家数据局、财政部、人力资源社会保障部联合印发《关于促进数据标注产业高质量发展的实施意见》（以下简称《实施意见》），明确提出要从深化需求牵引、增强创新驱动、培育繁荣生态、优化支撑体系等方面多管齐下、协同发力，同时强调要鼓励和支持数据标注基地先行先试，打造一批科技水平高、资源集聚强、辐射带动广的典型样板，为我国数据标注产业高质量发展指明发展方向和推进路径。



当前，在国家数据局的指导下，有关地方正在积极推动建设数据标注基地，推动产业集聚发展。下一步，有关地方应发挥数据标注基地的示范引领作用，从供需两端双向发力，构建高水平供给体系，全方位促进需求增长，推动数据标注产业高质量发展。

一、数据标注产业对推进“数据要素×”和“人工智能+”行动具有重要意义

发展数据标注产业是数据要素价值释放的前提条件。当前我国诸多领域数据要素开发利用仍处于摸索阶段，面临数据加工能力不足等问题。数据标注是数据加工的核心环节，发展数据标注产业有助于提升数据供给质量、提高数据开发利用水平、释放数据要素价值。发展数据标注产业是发挥我国海量数据规模和应用场景优势、推动数据要素在不同领域形成乘数效应的重要依托。

发展数据标注产业是推动人工智能创新发展的重要支撑。麻省理工学院等研究机构指出，互联网公域高质量文本数据将在2026年“耗尽”，人工智能发展将遇到数据壁垒。在此情况下，通过数据标注技术手段打开私域数据供给空间就成为人工智能创新发展的关键。数据标注构建了数据资源与人工智能应用的连接桥梁，为人工智能持续创新发展提供高质量数据集。大力发展数据标注产业对于“人工智能+”行动的顺利实施至关重要。

二、数据标注基地为地方产业发展提供新的增长引擎

为汇聚数据资源、提升数据质量、盘活数据要素价值，探索数据标注产业高质量发展的科学路径，国家数据局部署了成都、沈阳、合肥、长沙、海口、保定、大同等7个承担数据标注基地建设任务的城市，并支持上述城市在技术创新、行业赋能、生态培育、标准应用、人才就业、数据安全等方面先行先试。在技术创新方面，基地积极布局智能标注技术攻关。例如，沈阳市制定了《数据标注技术创新指导意见》，以“揭榜挂帅”形式支持建成人工智能医学图像分析系统，能够提供医学光镜图像、病理图像等数据智能标注，已标注10TB高质量数据集，并应用于有关大模型研发。在行业赋能方面，基地打造了一批行业高质量数据集。例如，成都市已储备金融、医疗、网络安全等领域的多模态高质量数据集5400TB，赋能训练30余个人工智能模型。长沙市天心经济

开发区已聚集地理、气象等8个领域共计700TB的数据资源，可支持智能交通、灾害预警、城市规划等人工智能应用。在生态培育方面，基地产业集群效应初步显现。例如，合肥市积极整合产业链资源，已与国内外上百家相关企业开展数据合作。海口市运营百度智能云人工智能基础数据产业基地，吸引大模型企业和数据标注企业等入驻，打造协同发展的产业生态。在标准应用方面，基地稳步开展标准体系建设。例如，成都市有关科研机构正在制定数据标注技术、数据加工分析能力评估、数据资源集成能力评估等地方和行业标准，为提升数据标注质量打好基础。在人才就业方面，基地推进产教融合多元培养成效显著。例如，大同市积极推进产教融合，培养数据标注人才，目前基地累计已培训就业数据标注相关人员约两万人次，其中本科及以上学历占比近三成。保定市举办首届人工智能基础数据标注职工职业技能大赛，旨在推动培养优秀数据标注人才，约93个团体400人参加。在数据安全方面，基地数据安全保障体系逐步建立。沈阳市、成都市、长沙市、大同市等从技术和制度两个维度强化数据标注全流程安全管理，例如搭建基于区

区块链技术的数据标注安全溯源机制、推动数据标注安全生产环境建设、开展数据合规认证、建立数据安全风险分级分类体系等。

三、提升四类供给，释放两类需求，做大做强做优数据标注基地

当前数据标注产业发展仍面临一些问题，从供给端看，面临智能标注技术供给不足、产业基础薄弱、标准体系不健全、高水平人才短缺等问题；从需求端看，面临数据标注市场需求规模低的问题。数据标注基地作为数据标注产业发展的示范标杆，应从供需两端双向发力，“提升四类供给，释放两类需求”，为解决上述问题提供指引和路径。

（一）供给端：多措并举，构建高水平数据标注供给体系

技术创新提升供给效率。《实施意见》强调技术创新对产业发展的推动作用，明确指出要加强数据标注领域关键技术攻关应用，加快科技成果转化和应用落地。数据标注基地应充分发挥高水平创新载体作用，加强前沿技术探索，推动数据标注技术融合创新，研发智能化处理工具和平台，以技术创新提高企业生产率，为市场提供更加精准、更

加多元、更加高效的数据标注服务。**生态培育提高供给规模。**《实施意见》指出，要着力壮大经营主体，培育数据标注领域龙头企业，加快中小企业发展步伐；要着力健全产业生态，推动数据标注产业上下游协同发展。数据标注基地应利用区位优势和资源禀赋，通过税收、资金、土地等优惠政策推动产业集聚，打造完善的产业链，促进技术、人才、资金等配置优化，形成数据标注产业集聚的规模效应，提升数据标注服务的供给规模。**标准完善保障供给质量。**《实施意见》指出，要围绕数据标注关键环节，建立标准体系框架，加快制定数据标注技术、质量、能力等方面的标准。数据标注基地应积极构建涵盖流程、安全管理、技术、质量检测、人员培训等多个方面的数据标注标准体系，保障数据标注产品服务的供给质量，形成数据标注基地品牌效应。**人才引育强化供给支撑。**《实施意见》明确提出，要加强数据标注人才队伍建设，通过引育高端专业人才、深化产学研融合、畅通人才发展通道等多种方式强化产业人才支撑。数据标注基地应牢牢把握人才引进和人才培养双管齐下的原则，着力构建高水平数据标注人才发展体系，利用优质人才资源助推数据标注应用场景不断深化，为数据标注产业高质量发展提供坚实支撑。

（二）需求端：需求驱动，推动数据标注产业蓬勃发展

释放公共数据标注需求。《实施意见》中提出，要深化人工智能在公共领域的应用，依法依规有序推动公共数据标注与开发利用，支持公共数据赋能实体经济发展。数据标注基地有关部门可结合实际，统筹安排数据标注服务采购费用，将标注后高质量公共数据开放或授权开发利用，释放公共数据标注需求。**挖掘企业数据标注需求。**《实施意见》明确指出，深挖企业生产管理全流程数据标注需求，加大企业数据开发利用。一方面，数据标注基地应引导企业通过数据标注开展数据资源管理，提升数据治理能力，助力企业乃至行业数字化转型，创造更多企业数据标注需求。另一方面，数据标注基地应通过开展供需对接、发放数据券等方式引导企业外包数据标注业务，释放更多企业数据标注需求。

展望“十五五”，在《实施意见》的指引下，数据标注产业的专业化、智能化及科技创新能力水平将显著提升，产业规模将大幅跃升，数据标注产业将成为地方新的经济增长点，数据标注产业将推进数据要素市场化配置改革，更好促进高质量发展。■

（文章来源：国家数据局公众号）

构建高素质人才队伍 助力数据标注产业发展

文 ◆ 商业信用中心主任 袁星煜

近年来，由 OpenAI 引领的大型语言模型（LLM）技术浪潮席卷全球，引发人工智能领域的深刻变革。以 ChatGPT 为代表的大模型异军突起，离不开海量训练数据、人工标注指令微调以及基于人工反馈的强化学习。近日，国家发展改革委、国家数据局、财政部、人力资源社会保障部联合印发《关于促进数据标注产业高质量发展的实施意见》（以下简称《实施意见》），明确提出要依托行业组织、院校、社会培训评价组织开展数据标注相关职业技能等级认定，支持分层次建设数据标注人才库，强化产业人才支撑。高质量、高精度的数据标注为人工智能算法模型赋予高效理解和决策能力，是解锁“人工智能+”赋能新质生产力跃迁的关键钥匙，而高素质数据标注人才正是夯实数据标注质量基

础，发挥人工智能高质量赋能作用的关键支撑力量。

一、加快人才培育引进工作

当前数据标注行业呈现出一般性初级人员占比过高，专业性、技术性人才短缺严重，人才结构已经无法满足数据产业的爆发式增长需求，面对这一挑战，应加强标注行业人才队伍建设。



支持与高校合作开设相关课程并提供实习机会，培养提升人才素质；强化行业培训与继续教育，推进国家职业标准与培训认证，促进人才队伍整体由劳动密集型转向知识密集型；加快多元化创新人才引进，留住用好高层次人才，形成国际交流与人才合作长效机制；呼吁政策支持与资金投入，创建人才信息库，汇聚各类高端人才和智力资源，打造专业化的交流平台，实现供需有效对接，为百万大中专院校毕业生创造就业岗位。

二、完善职业标准开发机制

数据标注产业作为数据产业的重要组成部分，需建立统一、规范、实用的数据标注职业国家标准规范，构建一套科学的职业技能等级体系，确保人才的专业性和适用性，夯实数据标注人才培养的基础，满足数据标注质量和技能的多样化、差异化需求。2022年9月审定颁布的《中华人民共和国职业分类大典（2022年版）》已经收录了“人工智能训练师S”职业和“数据标注员”工种，其原有的职业定义、主要工作任务等已经无法适应目前行业发展的要求，需加快

制（修）定数据标注、数据分析等相关国家职业标准，通过考培等方式提升职业技能，提高社会的认可度。

基于标准化的国家职业分类体系，构建分行业、分领域、分区域的多层次的职业培训模式，举办形式多样的行业技术技能竞赛活动，激励其不断提升自身素质，全面提升标注服务的规范性和可操作性。强化政产学研用的协同与融合，在“数据标注实践项目、继续教育和公共实训基地建设”领域通力协作，大力鼓励行业联盟、高校、科研院所和企业共建长期合作机制，增强基础理论与技能实践的有效衔接，推动数据标注产业的可持续发展。

三、探索职业发展新路径

因地制宜推进数据标注人才队伍梯度化结构体系，落实好人才培养、使用、评价、考核机制，实现数据标注领域职业资格与职业技能等级衔接互认，打破晋升阻碍，全面畅通人才发展通道，确保人才培养与市场需求相匹配，繁荣数据标注产业生态。

针对不同行业领域、不同阶段数字经济发展水平和产业结构禀赋特征，为数据标注人才成长绘制精准化、专业化职业发展“路径图”，比如一线城市重点推进“高精尖”复杂场景的标注人才实践与培养，强化跨领域跨学科数据理解和融合能力；二、三线城市及数字产业集群区域着重培养技能型、应用型数据标注人才；偏远及欠发达地区可通过线上培训与基础标注技能普及，挖掘潜在数据标注劳动力，扩充后备人才力量。

总结

随着人工智能技术的蓬勃发展，《实施意见》的发布将有利于加快破解目前人才队伍建设难题，助力数据标注产业实现从“小作坊”“计件工”向规模化、高端化转型，引领产业形成规模经济效应。通过部署好人才引进和职业标准制定，打造一支结构合理、创新创造、素质过硬的数据标注人才队伍，为产业发展输送源源不断的人才，立足优化产业服务，繁荣生态发展，赋能关键领域，完善安全保障，为我国在数字经济领域的核心竞争力提供坚实的人才支撑。^[8]

（文章来源：国家数据局公众号）

科技创新

Technical Innovation

习近平总书记在 2024 年全国科技大会指出，党的二十大明确了以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业的中心任务。中国式现代化要靠科技现代化作支撑，实现高质量发展要靠科技创新培育新动能。必须充分认识科技的战略先导地位和根本支撑作用，锚定 2035 年建成科技强国的战略目标，加强顶层设计和统筹谋划，加快实现高水平科技自立自强。

当前，科技已经成为世界发展的核心驱动力，它深刻地影响着人类生活的各个方面，促进了社会进步和经济繁荣。我们身处一个数字化、网络化、智能化的时代，科技已经成为人类生存和发展的必需品。它不仅可以帮助人们更高效地完成工作任务，更重要的是，它正在推动全球范围内的创新、跨界合作和知识分享，为人类未来的发展探索出一条光明的道路。

本栏目将持续追踪科技创新前沿动态，解读政策脉络，展示创新实践，与读者共同见证这场波澜壮阔的科技革命浪潮。



GIS+BIM 的高速公路巡查 覆盖度分析关键技术研究

文 ◆ 杭州杭千高速公路发展有限公司 徐建华 王世伟 倪华华 蔡钦之
中路高科交通检测检验认证有限公司 郭歌洋 王 晨

引言

为破解高速公路巡查“漏巡难知、低覆盖、高风险”的痛点，本文提出一种融合 GIS-BIM-IoT 的覆盖度智能分析框架。在 501.38km 杭千高速的示范中，研究通过“SuperMap+ArcMap”双引擎空间数据处理技术，整合 Turf.js 与 Java Topology Suite (JTS) 构建了多维度空间分析服务矩阵以及 GB/T 28181 与 JT/T 808 视频融合架构技术，实现了蜂窝网格量化分析巡查轨迹覆盖度的可视化自动分析。首次将巡查覆盖度的



【作者简介】徐建华（1976—），男，浙江桐庐人，本科，助理经济师，研究方向：经济学与公路智慧运营管理交叉领域。

监控管理从“经验估算”转换为“时空量化”，成果可为智慧高速“感知—分析—补巡”闭环提供技术范式。

1 研究背景与现状

随着新型城镇化进程加速，我国公路里程突破 543.68 万公里^[1]，传统人工巡检模式已难以满足道路安全管理的实时性需求。当前主流监测系统存在三大瓶颈：（1）空间数据切割精度不足导致定位偏差；（2）多源监控设备协议互斥难以大规模建立空间协同能力；（3）高并发场景下系统响应延迟显著。本研究通过多维技术创新，构建了“感知—分析—决策”闭环的智能监测体系。重点针对巡查覆盖度自动分析应用场景，为实现对现有道路面、线数据的精细化分段处理与深度分析，本文拓展了多项关键技术。

2 空间数据处理技术

2.1 SuperMap 空间数据处理技术

SuperMap GIS 技术体系以 SDX+ 空间数据库引擎为核心，构建了多源数据一体化存储架构。这一架构的特点主要体现在多粒度数据模型、高性能计算和 2024 年新发布的 AI 增强处理能力。技术优势在于具备对多源数据无缝集成能力，可直接对接 JT/T 808 车载终端数据流，同时支持分布式架构，能够进行亿级空间面对象的实时叠加分析^[2]。不足之处在于面对复杂道路交叉口的三维拓扑关系仍然需要人工干预，预处理与存储优化过程中精度处理的工作量较大。

2.2 ArcMap 空间数据处理技术

ArcMap 采用制图分区（Cartographic Partitions）技术应对大规模道路数据处理^[3]，通过要素分区切割，将超百万级道路线要素分解为 5 万数量级的逻辑单元，避免单次处理时的内存溢出。在合并分隔道路工具中，设置 0.5m 合并阈值，自动消除平行车道的符号化冲突，使高速公路在 1:50000 比例尺下呈现单线表达。在道路要素融合阶段，采用制图综合算法保留重要道路特征点，确保压缩率 65% 时关键路口形态不变形。该引擎重点优势在于拥有成熟的制图综合工具链，支持精细化道路符号化，并且提供基于 Python 的 ArcPy 脚本库，便于定制化处理流程。而对于分布式计算技术的支持，主要依赖于外部第三方生态，延迟较高，不适用于移动或车载终端应用。

2.3 双引擎融合空间数据处理技术

本文利用 SuperMap 与 ArcMap 两款专业 GIS 引擎的优势能力，通过融合 ArcMap 精细化预处理与 SuperMap 高性能计算的双引擎融合方法，构建了一套高效的空間数据分割处理体系，实现对本示范项目应用的道路面、线数据进行统一规则、高效率以及高精度的精细化切割与结构化存储，为后续分析提供高质量数据支撑。本文采用 ArcMap 的“聚合多边形”工具对道路面数据进行拓扑校正，消除高速公路互通与枢纽区域的垂直空间面片重叠错误。通过设置坐标偏移阈值（如设置 10m 坐标容差），修复了 23% 的异常拓扑关系。

本文针对 SuperMap 与 ArcMap 的互补特性，构建双引擎协同处理流

水线（见图 1），分别在数据预处理、核心处理以及存储优化三个阶段具体解决大规模空间数据处理中精度、并发和异常三大问题。

（1）数据预处理阶段。首先，采用 ArcMap 的制图分区技术将原始道路面数据分割为 5km×5km 的网格分块。其次，运用地理数据库版本控制（Versioning）实现多用户并发编辑。

（2）核心处理阶段。调用 SuperMap iObjects 的拓扑检查接口，检测悬挂点、伪节点等拓扑错误，再通过 ArcPy 脚本自动修复 SuperMap 标记的拓扑异常。

（3）存储优化阶段。利用 SuperMap SDX+ 的空间金字塔索引技术，将处理后的数据分层存储，同时建立 Oracle Spatial 与 ArcSDE 的双向同步通道，保障数据一致性^[4]。

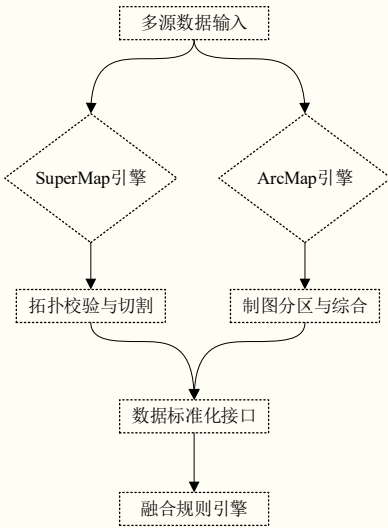


图 1 双引擎协同处理流水线路径图

3 空间分析技术增强

3.1 增强型空间分析矩阵

在 SuperMap iObject 原生分析算法的基础上，创新性地整合了 Turf.js 与 Java Topology Suite (JTS) 两大开源工具库，构建了多维度空间分析服务矩阵，可显著提升空间分析效率^[5]。具体实

现功能如下。

（1）空间查询与缓冲区分析：支持基于几何关系的快速检索与影响范围模拟。

（2）叠加分析与数据抽稀：实现多图层数据融合与冗余信息智能过滤。

（3）邻近点识别与桩号生成：通过拓扑关系计算，精准定位道路关键节点并自动生成桩号坐标。

（4）三维高度计算：结合 DEM 数据，实现道路高程信息的动态推演与可视化呈现。

3.2 多协议视频融合架构

平台深度整合了视频功能体系，通过应用国标 GB/T 28181 协议与交通运输部 JT/T 808 部标协议的双协议融合架构，实现了道路固定监控设备与车载移动监控终端的无缝对接。这一技术打破了传统监控系统的数据孤岛，构建了全域覆盖、实时联动的可视化监控网络，用户可通过统一平台界面实时调取道路沿线以及车辆行驶中的高清监控画面。

3.3 性能优化策略

针对高数据量、多分析场景下请求缓慢的问题，平台采用“实时计算 + 边缘缓存 + 智能调度”三位一体架构应用的优化策略，通过实时计算对关键业务流执行毫秒级响应处理。运用 Redis 缓存对高频查询结果进行预热存储，从而提升热点数据加载的精准高速。结合 Quartz 动态任务调度系统实现非实时业务的错峰执行。

4 巡查覆盖度自动分析场景应用

本研究方法应用于一条高速公路运营管理项目，每日全线车辆巡查总里程长度双向共计 501.38km，其中隧道路段 147km（信号弱，车辆 GPS 坐标漂移量大），共划分为三个管理分中心分区管理。巡查管理中对覆盖度与覆盖频次要求如下。（1）日常车辆巡查单日 1 次 100% 覆盖度巡查；（2）特殊情况调整为每 4 小时 1 次 100% 覆盖度巡查。未巡查路段需要协同获取路侧视频监控，开展远程协同巡查工作。

4.1 模型细节处理

首先，对原始的 BIM 模型进行蜂窝网格划分处理。蜂窝网格法在 BIM+GIS 融合分析应用中被采用^[6]。本文处理方式分别选取了 Turf.js hexGrid 10m、100m 和 1000m 蜂窝网格，进行性能和结果数据两项指标验证，选取最优网格精度实施全线应用（见图 2）。

经验证表明，针对高速公路长里程巡查覆盖度的分析应用场景，三个不同网格精度最终呈现的覆盖度结果几乎一致，但运行性能指标 1000m 蜂窝网格的运行耗时为 10m 网格的 1/20。

4.2 应用场景实现

通过对高速公路全线双向车道的三维建模，提取网格划分分析模型图层 501.38km，接入三个管理分中心巡查车辆每日 GPS 轨迹坐标点数

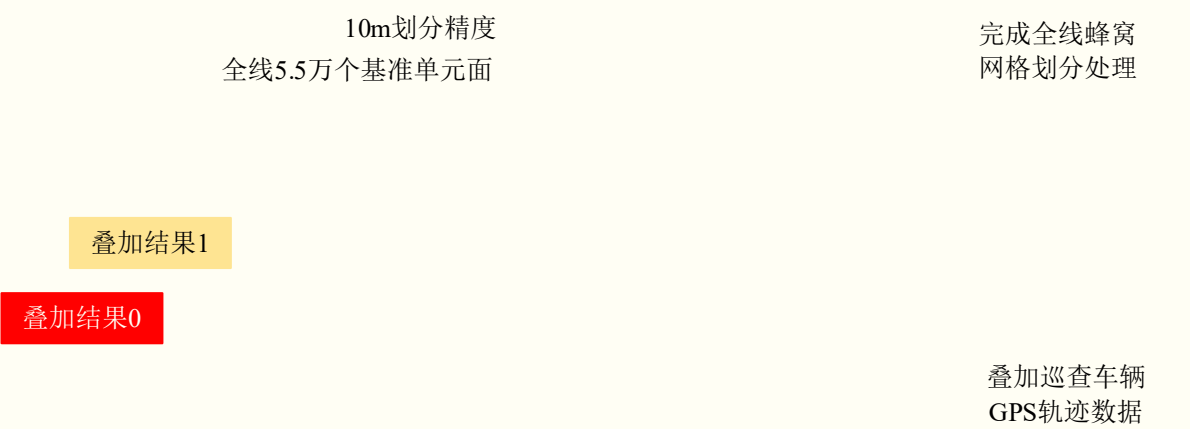


图 2 三维模型蜂窝网格划分→GPS 轨迹叠加→轨迹点落入网格状态分析计算流程

图 3 应用验证结果展示图

据。当轨迹点落入网格内分析结果值取 1，未落入网格内分析结果值取 0。取值为 0 的网格面连续里程小于 1km 的模型触发高亮（亮蓝色）渲染，显示并计入“未巡查路段”。输出每日累计巡查里程统计、未巡查里程统计以及未巡查率结果，分析结果通过空间分析、检索并标识出未巡查路段沿线视频监控点位，支持远程视频协同巡查。应用验证结果展示如图 3 所示。

结语

本研究构建的巡查覆盖度分析可视化应用平台，通过空间数据精细化处理、多协议设备融合接入、三维仿真可视化等技术创新，在“GIS-BIM-IoT”三维技术框架下，首次将巡查覆盖度从“经验估算”提升为“时空量化”。这一平台实现了对快速路况车辆巡查覆盖度的实时分析，能够精准定位未巡查路段，并辅助就近车辆调度实施补查或远程视频监控协同巡查等措施，从而高效落实高速公路巡查管理的完整性、及时性和规范性，有力保障道路运行的安全、畅通。

基于本文的研究成果，未来将进一步探索北斗高精度定位与车路协同技术的深度集成应用，无人机和人工智能生成内容（AIGC）技术结合推动“陆空一体”的高速运营管理的技术升级，同时构建数字孪生底座，将 BIM 构件病害信息与巡查轨迹实时耦合，形成“病害—巡查—养护”全生命周期闭环，为智慧高速 2.0 提供可复制、可推广的技术路径。

First-Tier Cities Based on Multi-Source Big Data[J].Land(2012), 2024,13(3).

[4] 聂沛.空间数据分布式存储与并行处理方法研究及其在林业领域的应用[D].哈尔滨:东北林业大学,2020.

[5] Turf.js Contributors.Turf.js:Advanced Geospatial Analysis for Browsers and Node.js[EB/OL].(2024-06-15)[2025-07-29].<https://turfjs.org>.

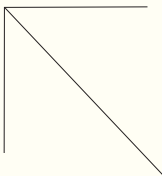
[6] Zhang,H.,Li,G.,Pu,M.BIM Data Model Based on Multi-Scale Grids in Civil Engineering Buildings.Remote Sens.2024,16, 690.

引用

[1] 交通运输部.2023年交通运输行业发展统计公报[EB/OL].(2024-06-18)[2025-07-29].https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202406/content_6957901.htm.

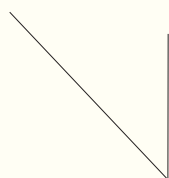
[2] Zhao L.,Chen L.,Ranjan R,et al.Geographical Information System Parallelization for Spatial Big Data Processing:A Review[J].Cluster Computing, 2016,19(1):139-152.

[3] Yang W,Ye Y,Fan B,et al.Identifying Land Use Functions in Five New



基于区块链的智能合约漏洞分析与风险防范

文 ◆ 山东经贸职业学院 白 翔



引言

区块链智能合约是一种基于区块链技术的可执行计算代码^[1]，区块链智能合约具有透明性、不可篡改性、可验证性、自动执行性、去中心化等特点，被广泛应用于各个领域，如金融、供应链管理、数字资产交易等，为合约执行带来了更高的效率和安全性^[2]。然而，智能合约同样存在诸多漏洞，且漏洞一旦暴露，会引发资产盗窃、系统瘫痪等灾难性后果。因此，应结合智能合约的漏洞类型，分析智能合约漏洞产生的原因，并建立健全智能合约漏洞风险防范机制。

1 基于区块链的智能合约漏洞类型

智能合约漏洞包括多种类

型，付梦琳等人总结了 10 种出现频率最高的智能合约漏洞类型^[3]，倪远东等人提出智能合约安全三层威胁模型并介绍了 15 类主要漏洞^[4]。综合以上研究成果来看，智能合约漏洞主要包括以下 8 种。

(1) 重入攻击。重入攻击的核心逻辑是利用外部调用的控制权转移特性，通过递归调用突破合约的状态一致性约束^[5]。在 EVM (Ethereum Virtual Machine, 以太坊虚拟机) 中，调用外部合约时，控制权会暂时转移至被调用合约。若被调用合约的回退函数中再次调用原合约的敏感函数，则会形成调用循环。此时，原合约的状态变量尚未更新，攻击者可重复触发转账操作，导致超额资产转移。重入攻击的本质是状态更新滞后于外部调用的时序错误。例如，在提现逻辑中，若先执行转账操作，再扣减用户余额，则攻击者可在转账回调中再次触发提现，利用未更新的余额重复转账。

(2) 整数溢出与下溢。Solidity 的无符号整数类型采用模运算规则，当运算结果超出类型取值范围时，会自动回绕而非抛出异常。若代码未对关键算术运算进行范围校验，则溢出 / 下溢会导致状态变量的异常变化。

(3) 时间戳依赖。区块链的区块时间戳由矿工节点提议并共识确定，存在 15s 的可操控空间。若合约将时间戳作为随机数源、奖励触发条件或关键业务逻辑的判断依据，矿工可通过调整出块时间影响结果，导致不公平或可预测的行为。

(4) 权限控制缺陷。权限控制是合约对升级、铸币、资金划转等敏感操作的访问限制机制。常见缺陷包括未限制访问权限、权限转移逻辑漏洞、过度授权，如关键函数未使用 `onlyOwner` 等修饰符，导致任意地址可调用。未验证新管理员地址的有效性或未设置二次确认机制，导致权限被恶意转移。

(5) Gas 限制攻击。EVM 通过 Gas 机制限制单次交易的计算量，若合约设计未考虑 Gas 消耗上限，可能导致循环耗尽 Gas、存储操作 Gas 优化不足等风险。以循环耗尽 Gas 为例，在遍历数组或映射的循环操作中，若集合规模过大，单次交易的 Gas 消耗可能超过区块 Gas 上限。

(6) 业务逻辑漏洞。业务逻辑漏洞源于对实际需求的错误抽象，常见于奖励计算、条件判断、状态转移等场景。其核心特征是代码逻辑与业务目标不一致，具体表现为条件判断不完整以及竞态条件。

【作者简介】白翔 (1983—)，女，山东济宁人，本科，讲师，研究方向：区块链在管理会计上应用及数据分析。

(7) 预言机操控。预言机是智能合约获取外部数据的桥梁。若预言机设计存在单点依赖或验证缺失，攻击者可操控数据输入，导致合约错误执行。以数据源攻击为例，若预言机仅依赖单一数据，攻击者可通过“闪电贷+砸盘/拉盘”临时操控价格，触发合约的错误清算或奖励。

(8) 函数可见性错误。Solidity 函数的可见性决定其调用范围。常见错误包括默认可见性、错误使用 external 函数、internal 函数暴露等。以错误使用 external 函数为例，external 函数只能被外部调用，若在合约内部调用则会浪费 Gas，且会因重入风险被利用。

2 基于区块链的智能合约漏洞成因

基于区块链的智能合约漏洞是多方面因素综合作用的结果，涉及技术特性、开发流程、外部环境等。

(1) 智能合约语言特性限制。Solidity 作为主流智能合约语言，其内在的设计缺陷为智能合约埋下状态可变性与外部调用冲突、类型安全缺失、继承与覆盖风险等隐患。从状态可变性与外部调用冲突的角度而言，合约状态与外部调用的执行顺序敏感，若状态更新滞后于外部转账，如重入攻击，会导致资产重复转移。从类型安全缺失的角度而言，早期版本无自动溢出检查，需手动引入 SafeMath 库，且 address 与 uint 类型可隐式转换，易引发数值操作错误。从继承与风险覆盖的角度而言，合约继承会导致函数覆盖冲突，如子合约未正确 override 父合约函数或 delegatecall 调用恶意库合约时篡改状态。

(2) 开发者安全意识与经验不足。多数开发者，仅注重转账、铸币等业务逻辑的实现，对输入校验、异常处理等边界条件缺乏足够的重视。重功能轻安全的开发理念增加了智能合约的漏洞风险，如 BEC 代币漏洞中，开发者未考虑 `cnt * _value` 的溢出风险。部分开发者，对区块链底层机制理解不足，不熟悉以太坊虚拟机 Gas 消耗、交易顺序、revert 处理等运行机制，导致出现逻辑漏洞。例如，未意识到 call 函数的异步性会触发重入攻击。此外，部分开发者过于依赖未审计的第三方代码，将其直接复用于开源合约，未审查其安全缺陷，导致漏洞传染。

(3) 测试与验证体系不完善。测试与验证体系不完善也是智能合约安全漏洞高发的重要因素。首先，测试覆盖不全。传统单元测试仅验证正常流程，忽视恶意输入、并发调用等异常场景。例如，The DAO 的测试未模拟递归调用场景，导致重入漏洞未被发现。其次，形式化验证门槛高。形式化验证需将合约逻辑转换为 Coq、F* 语言等数学模型，对开

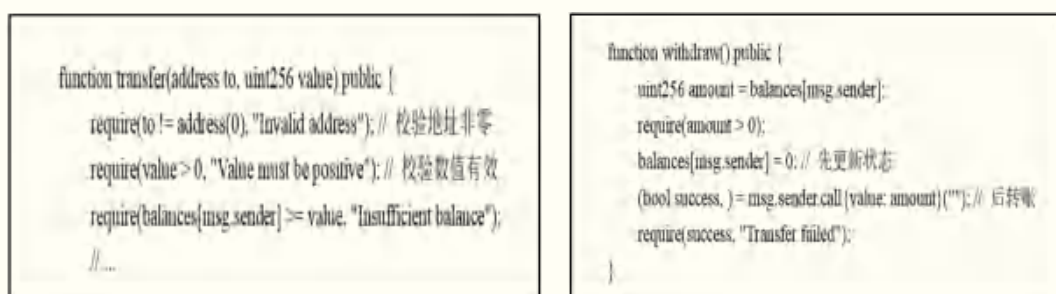
发者数学和编程能力要求极高，实际应用率较低。最后，动态测试效果不佳。模糊测试虽能生成随机输入，但难以覆盖所有可能的数值组合，如 uint256 的极大值。此外，符号执行受路径爆炸问题限制，复杂合约的分析时间可达数小时。

(4) 区块链底层机制的固有风险。除开发、测试、监控层面的原因，区块链底层机制的固有风险，如交易顺序可操纵性、不可篡改与升级矛盾也是智能合约漏洞的重要因素。一方面，矿工可通过调整交易打包顺序影响合约执行结果。另一方面，合约部署后无法直接修改代码，漏洞修复需通过复杂的迁移或代理模式，如 TransparentProxy，但升级逻辑本身会引入新漏洞。

3 基于区块链的智能合约漏洞风险防范

针对漏洞成因，需构建覆盖开发、测试、运行全生命周期的安全防护体系，重点做好编码规范、工具链支持以及运行时监控。

(1) 遵循安全编码规范。遵循安全编码规范是开发阶段智能合约漏洞风险防范的关键。首先，采用标准化安全库。优先复用 OpenZeppelin、ConsenSys Diligence 等经过审计的开源库。OpenZeppelin 涵盖 Ownable、Reentrancy



```
function transfer(address to, uint256 value) public {
    require(to != address(0), "Invalid address"); // 校验地址非零
    require(value > 0, "Value must be positive"); // 校验数值有效
    require(balances[msg.sender] >= value, "Insufficient balance");
    // ...
}

function withdraw() public {
    uint256 amount = balances[msg.sender];
    require(amount > 0);
    balances[msg.sender] = 0; // 先更新状态
    (bool success, ) = msg.sender.call (value: amount) (""); // 后转账
    require(success, "Transfer failed");
}
```

图 1 防御性编程图示

Guard、Safe Math 等模块，能够满足绝大部分的基础安全需求。Solmate 作为轻量级安全库，能优化 Gas 消耗，并支持 EIP-20、EIP-721 等标准实现。其次，开展防御性编程实践。通过输入校验（见图 1），对 `sg.sender`、`_value` 等外部输入进行严格检查，遵循“检查—生效—交互”模式，先更新本地状态再执行外部调用，防止重入攻击。Solidity 0.8.0+ 默认启用溢出检查，并支持 `unchecked` 块，避免 `delegatecall` 调用不可信合约。最后，坚持权限最小化原则。`mint`、`pause` 等关键函数需通过 `onlyOwner`、`onlyRole` 限制调用者。避免使用 `public` 修饰符暴露内部函数，减少攻击面。对管理员权限设置时效性，如通过多签合约限制 `owner` 的操作，防止单点失效。

（2）多维度验证安全。在测试与审计阶段，可通过自动化测试工具链、形式化验证、第三方审计来多维度验证智能合约安全，防范智能合约漏洞。自动化测试工具链是由单元测试、模糊测试、符号执行等测试工具构成的链条。单元测试采用 Hardhat、Truffle 框架编写测试用例，覆盖正常流程、异常流程以及边界条件。模糊测

试依托 Echidna、Foundry 生成地址、函数等随机输入，监控 `revert`、`panic` 等合约异常，发现逻辑漏洞。以 `batchTransfer` 函数为例，模糊测试可自动生成 `_receivers.length` 和 `_value` 的组合，触发溢出场景。符号执行采用 Manticore、MythX 遍历所有可能的执行路径，验证条件分支的完整性。形式化验证通过数学证明确保合约行为符合规范，适用于清算、铸币等高风险场景，如将 Solidity 代码转换为 F* 语言模型，以验证无重入、无溢出、转账原子性等安全属性。第三方审计由专业安全团队负责，围绕代码逻辑、交互安全以及合规性 3 个方面，展开代码审计。

（3）动态监控与应急响应。运行阶段的智能合约漏洞风险防范主要通过动态监控与应急响应来实现，具体包括代理模式、链上监控与预警以及应急响应机制。代理模式通过 Proxy 合约分离逻辑与状态，支持安全升级，具体的实现方式包括 OpenZeppelin Transparent Proxy 和 UUPS Proxy，前者可以防止代理合约与逻辑合约的函数冲突，后者则可以为逻辑合约自身控制升级权限。链上监控与预警通过 Tenderly、Dune Analytics 等监控工具的部署，实施检测大额转账、未授权操作、预言机异常等风险。例如，设置单笔转账的阈值，一旦单笔转账超出阈值，自动触发预警。监控、验证 `onlyOwner` 函数的调用者是否为管理员地址。对比 Chainlink、Band Protocol 等多个预言机数据源，检测数据操纵问题。应急响应机制能在漏洞检出后，第一时间采取暂停、资产冻结、保险赔付等应急措施，降低漏洞的危害。例如，通过 Pausable 模块，暂停转账、铸币等关键操作，为漏洞修复争取时间。提前于合约中设计 `freeze` 函数，并限制调用权限，对恶意地址的资产进行冻结。为 DeFi 协议等高风险合约购买区块链保险，降低资产损失风险。

结语

智能合约漏洞的本质是代码逻辑与 EVM 运行环境、业务需求的不匹配。从技术原理看，漏洞可分为重入攻击、整数溢出与下溢、时间戳依赖、权限控制缺陷、Gas 限制攻击、业务逻辑漏洞、预言机操控、函数可见性错误等。理解这些漏洞的形成机制不仅是构建安全开发流程的基础，还是抵御潜在攻击的关键，应根据漏洞成因，构建覆盖开发、测试、运行全生命周期的安全防护体系，提高智能合约的安全性。■

引用

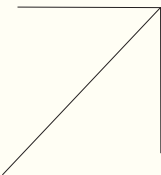
[1] 李芝.基于交易记录和智能合约的区块链安全检测[D].江苏:南京邮电大学, 2022.

[2] 薛伟.区块链智能合约安全性分析与改进方法[J].科学与信息化,2025(5):70-72.

[3] 付梦琳,吴礼发,洪征,等.智能合约安全漏洞挖掘技术研究[J].计算机应用, 2019,39(7):1959-1966.

[4] 倪远东,张超,殷婷婷.智能合约安全漏洞研究综述[J].信息安全学报,2020,5(3):78-99.

[5] 董伟良,刘哲,刘逵,等.智能合约漏洞检测技术综述[J].软件学报,2024,35(1): 38-62.

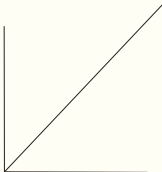


面向灾害应急救援场景的通导控探一体化终端设计与实现

文 ◆ 中国电子科技集团公司第五十四研究所 综合时空网络与装备技术全国重点实验室
曹士龙 秦明峰 马立烨 李一凡

引言

地震、滑坡和泥石流等地质灾害往往会对人类生产、生活设施以及生命财产造成严重破坏^[1]。一方面，地质灾害会导致地上地下空间原有通信、照明和供电等基础设施瘫痪，原有建筑空间结构被破坏，救援通道阻塞。另一方面，在灾害应急救援过程中，现场搜救装备的实时组网通信和精确定位导航是开展科学高效搜救的核心环节^[2-4]。传统单一的通信、导航和无人控制设备体积大，不便于携带，各装备功能单一，相互之间协同性差，严重影响搜救工作效率^[5]。基于此，本文提出了一种基于无人平台的通信、导航、控制和探测（简称通导控探）一体化通用终端设计方案。该方案以北斗导航和短报文功能为核心，分别从硬件和软件两方面进行设计，解决灾害场景下遮蔽空间内外连续定位、应急组网通信、无人平台控制和智能化探测等核心问题，实现通信、导航、控制和探测的四位一体服务，为应急灾害救援中的综合一体化装备设计和应用提供参考。



1 系统总体设计

通导控探一体化通用终端集通信、导航、控制和探测功能于一体。终端由天线模块、通信模块、导航模块、控制模块、探测模块、综合处理模块和电源模块组成。通导控探一体化通用终端系统组成图如图 1 所示。

天线模块主要包含北斗天线、4G 天线、短报文天线和自组网天线，分别负责接收北斗卫星信号、4G 通信信号、短报文卫星信号和自组网通信信号。

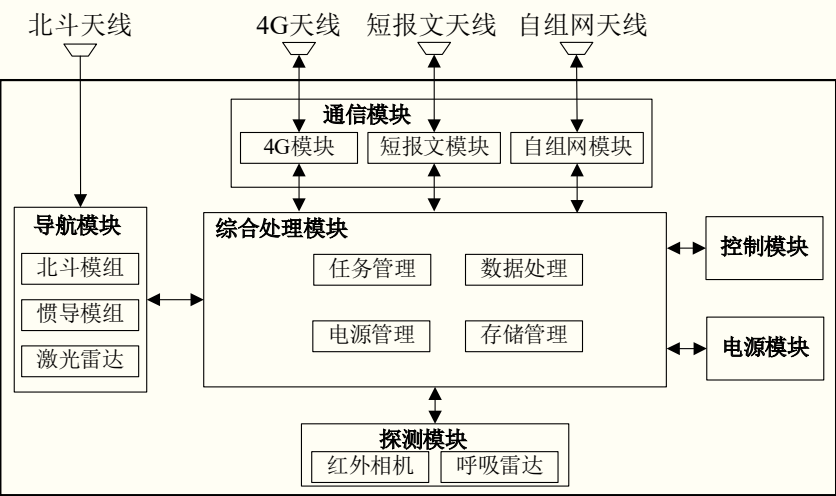


图 1 通导控探一体化通用终端系统组成图

【作者简介】曹士龙（1986—），男，河北石家庄人，博士，从事 GNSS 多源融合定位技术及智能导航硬件技术研究工作。

通信模块主要由 4G 模块、短报文模块和自组网模块组成。4G 模块负责常规场景下的数据通信服务，短报文模块和自组网模块负责灾害场景下的应急通信服务。

导航模块主要由北斗模组、惯导模组和激光雷达组成。北斗模组负责在开阔的室外区域提供高精度定位服务，为惯导模组和激光雷达提供初始化坐标信息；惯导模组和激光雷达负责在室内遮蔽空间提供导航定位服务。

探测模块主要由红外相机和呼吸雷达组成。红外相机负责在黑暗环境下识别被困人员，配合人体姿态智能识别算法^[6]，可识别被困人员的站立、蹲坐和平躺等体态；呼吸雷达负责探测被困人员的呼吸频率等生命体征。

2 系统设计

通导控探一体化通用终端中集成了多种异构传感器，为了满足多个传感器差异化供电需求，保证系统稳定性，同时保持各个模块间的相互功能协同，需要进行整机电源设计和数据接口设计。

2.1 电源设计

通导控探一体化通用终端主要应用于灾害应急救援场景。在灾害现场往往没有常规供电设施，因此终端采用锂电池供电为主、外部直流供电为辅的电源方式，既能满足便携使用时移动性需求，又能在有外部电源接入时保证设备持续运行并为锂电池充电。

(1) 锂电池供电。锂电池的选型需要考虑合适容量和电压、充放电特性、能量密度、循环寿命等因素。根据终端功耗以及工作时长要求，选择 18650 锂电池组，其标称电压为 DC24V，容量为 20Ah。充电电路采用专用充电

芯片 ME4084，该芯片支持“恒流—恒压”充电模式，充电电流可通过外接电阻设置。锂电池放电过程中，监测电池电压，当电池电压低于设定的欠压保护值时，发出告警信号，并降低终端功耗或自动关机，以保护锂电池和终端。

(2) 外部 DC 供电。为了适应不同外部电源输入，采用 9V ~ 36V 宽压输入方式。接口处设置滤波电容，滤除电源输入的杂波和干扰信号，采用 DC-DC 降压芯片 LM2596，将外部电压转换为适合终端工作的稳定电压，具备过压、过流保护功能，确保外部电源异常时不损坏终端设备。外部 DC 供电优先级高于锂电池供电，确保在有外部供电电源时，优先使用外部供电，提供终端的稳定性和可靠性。

(3) 供电无缝切换。利用二极管的单向导电性和 MOS 管的开关特性实现锂电池供电和外部 DC 供电间的无缝切换。当外部 DC 电源接入时，外部电源电压高于锂电池电压，二极管导通，外部电源为终端供电，并通过充电电路为锂电池充电。同时，MOS 管在控制信号的作用下截止、切断锂电池供电回路。当外部 DC 电源断开时，二极管截止，锂电池电压高于外部电源的输入端口电压，MOS 管在控制信号作用下导通，锂电池为终端供电。

2.2 接口设计

通导控探一体化通用终端的接口设计是实现“异构传感器数据融合、高效协同工作、灵活对接外部系统”的核心环节，需重点解决多类型传感器兼容、数据同步、高可靠传输、环境适应性 4 个关键问题，在设计阶段需要考虑兼容性、实时性、同步性和可扩展性。接口由内部集成接口与外部交互接口两部分组成。内部集成接口是传感器与终端综合处理模块的交互接口，需解决多类型传感器的高效接入与同步；外部交互接口是终端与外部系统间的交互通道，需满足多样化场景的交互需求，实现即插即用、数据互通、协同工作的目标。

(1) 射频接口。北斗天线、4G 天线、短报文天线和自组网天线的射频接口前端均为 SMA 接口，后端与主机板块接口为 mcx 和 mmcx 两种类型，这样便于连接和安装。外壳开孔较小，提高了终端的密封性。

(2) 数字接口。数字接口主要用于各模块之间的控制指令和原始数据传输，通常采用 uart、I2C 和 USB 等接口。激光雷达和自组网模块传输的数据量较大，对实时速率要求较高，因此采用 RJ45 网口进行传输。

(3) 时间同步接口。北斗模组可提供北斗卫星授时功能，采用“PPS+TOD”方式对外授时。同时，将北斗模组的 PPS 分路给激光雷达和惯导模组，可实现北斗模组、惯导模组和激光雷达 3 种原始采样数据的时间同步。

2.3 结构设计

通导控探一体化通用终端内部采用基于硅转接板的叠层立体组装技术，通过异构多模块再集成，让多源异质传感器实现即插即用，大幅简化系统搭建；外部采用优质铝合金型材加工，具有质量轻、成本低和散热好等优点。前面板包括电源开关、指示灯和 USB 等接口，后面板包括射频、网口等接口。

3 软件设计与实现

3.1 软件架构设计

主控软件是基于英伟达 Jetson Orin NX 平台开发。Jetson Orin NX 是一款高性能、低功耗的嵌入式 AI 计算平台，它基于英伟达 Ampere 架构，拥有 1024 个 NVIDIA CUDA 核心和 32 个张量核心，支持外部 NVM3。外形小巧，尺寸仅 69.6mm × 45mm，能提供高达 100TOPS 的 AI 性能。在硬件配置方面，16GB 版本采用 8 核 Arm Cortex-A78AEv8.2 64 位 CPU，“2MB L2+4MB L3”和 2xNVDLA v2.0 的 DL 加速器，能满足复杂视觉任务需求，配有丰富接口，方便与各类设备连接通信。基于英伟达完善的软件堆栈和生态系统，Orin NX 为通导控探一体化终端主控软件的开发提供有力支撑^[7]。

软件采用了面向对象和多线程的设计方式，同时采用模块化和分层化的设计原则，基于 QT 框架开发。主控软件的主程序由用户交互层、任务层、数据层和驱动层 4 部分组成。用户交互层主要为用户提供参数配置、状态显示和查询等功能；任务层主要负责多线程任务创建、任务运行等功能；数据层主要实现数据解析、数据组帧、状态监测、数据融合、时间同步和接口配置等功能；驱动层主要负责 uart、RJ45、USB、I2C 等接口的驱动管理以及 PPS 信号的生成。

通导控探一体化通用终端软件架构示意图如图 2 所示。

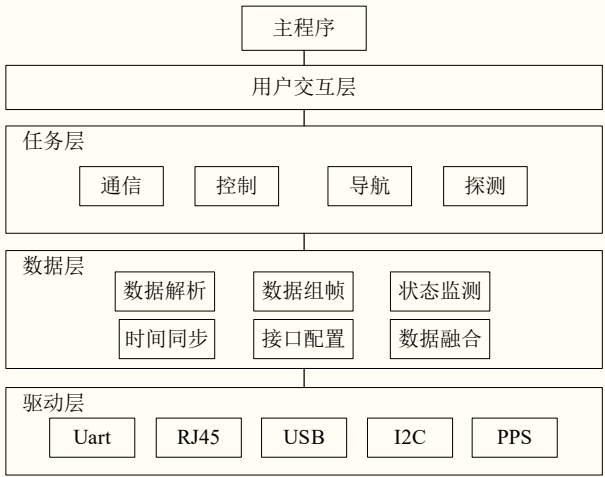


图 2 通导控探一体化通用终端软件架构示意图

3.2 工作流程设计

主控程序启动后，首先进行驱动层的初始化，包括惯导初始化、激光雷达初始化和驱动初始化。其次，程序从数据层的各个传感器接口中读取原始测量数据，分别进行组合导航解算、SLAM 定位解算、人体姿态识别和生命体征检测。再次，在任务层，主要实现导航轨迹生成、3D 点云模型生成，以及被困人员数量、姿态和生命体征提取等任务。最后，进入交互层，实现导航状态和轨迹回传、本地数据存储和飞行控制状态监控等功能。

结语

本文设计了一种适用于灾害应急救援场景的通导控探一体化通用终端，实现了通信、导航、控制和人员探测 4 种功能有机集成。经测试，

该终端样机能实现灾害场景下开阔空间和遮蔽空间的连续无缝定位功能、实时通信和远程控制功能、被困人员的生命体征探测功能，达到了预期目标，对应急灾害救援中的综合一体化装备设计和应用具有一定参考价值。

引用

[1] 付瑞平,丁继民,高文静,等.极端天气灾害应急救援如何更科学更高效[J].中国应急管理,2024(8):48-55.

[2] 于福泉.消防通信在重大灾害应急救援中的应用研究[J].中国减灾,2025(10):56-57.

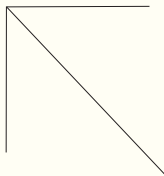
[3] 徐宏英,徐建华,张晓昊.基于重大灾害使命任务的装备和标准研究[J].中国标准化,2021(11):79-83.

[4] 王梓杨.WLAN技术及无人机在灾害应急救援中的应用[J].消防界(电子版),2021,7(2):112-113.

[5] 陈冠旭,刘经南,刘焱雄,等.海洋通导一体化系统的发展与趋势[J].哈尔滨工程大学学报,2023,44(11):1869-1882.

[6] 袁发培.人工智能在自然灾害应急救援中的应用[J].中国新技术新产品,2019(17):134-135.

[7] 涂宙霖,陈涵深.基于YOLOv7与Jetson Orin的路面破损检测系统的设计与实现[J].电脑知识与技术,2023,19(9):50-52.



基于数字孪生技术的列车系统平台架构

文 ◆ 中车青岛四方机车车辆股份有限公司 崔玉龙 孙可心 朱耿明

引言

数字列车系统平台以列车健康监控及故障预测为核心，基于海量列车运行状态数据，运用数字孪生技术，立体可视化地呈现列车及各部件运行时状态、姿态与故障情况，为列车安全健康运行提供保障，为列车检修调度、检修决策提供数据支撑。本文简要介绍了数字列车系统平台的架构组成，并分别从载入列车数据、引入虚拟模型、虚实数据轻量设计等方面，阐述了数字列车系统平台的具体设计思路。通过动态获取列车的各项数据，开展列车运行状态的数据信息分析；根据列车运行机理，创建相应的模型；利用模型分析方法及时发现和处理故障问题，大幅提高列车故障判断的准确率，提高故障检修调度的效率。

1 系统架构

1.1 整体架构

数字列车系统采取自下而上的系统设计方法，包括数字孪生仿真应用层、模型轻量化层、数字孪生模型构建层以及原始数据资料获取层，系统整体架构设计如图 1 所示。

(1) 数字孪生仿真应用层。

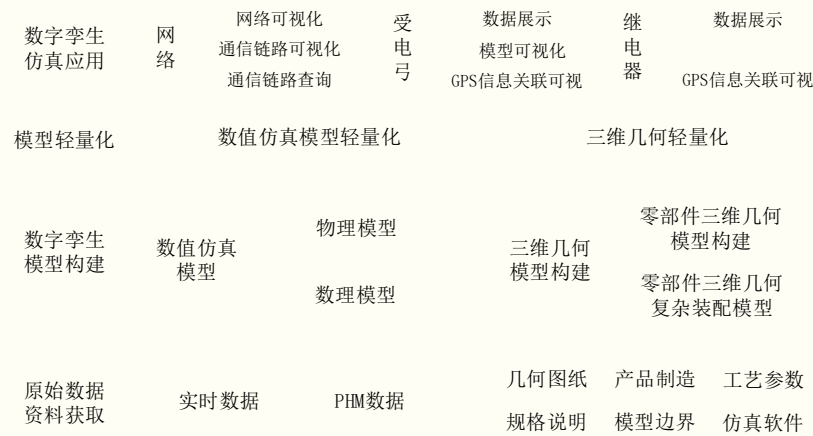


图 1 系统整体架构设计

利用可视化界面，动态展示列车实时状态、故障信息、故障预警、列车数字孪生状态等各类信息。(2) 模型轻量化层。对三维模型开展轻量化处理，去除无用的三角面，保证列车和子系统的主体结构，合理降低模型体量。(3) 数字孪生模型构建层。机理模型方面，在采集系统各类数据后，构建列车预警机理模型，实现列车故障预警。三维模型方面，在数字空间内构建数字列车模型、核心子系统模型，实现列车以及子系统的数字孪生呈现。(4) 原始数据资料获取层。主要包括列车设计数据、列车实际运行数据。

1.2 技术架构

技术架构设计如图 2 所示。

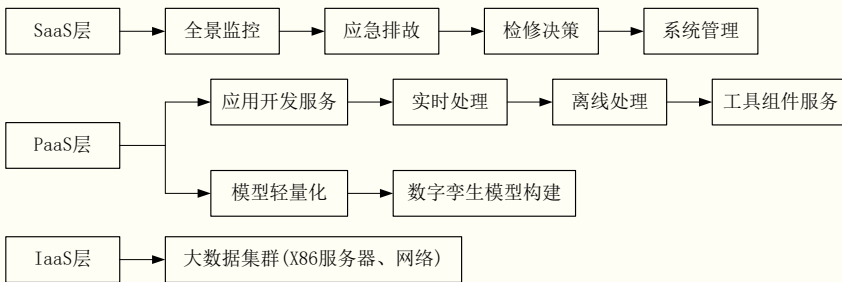


图 2 技术架构设计

【作者简介】崔玉龙（1983—），男，山东日照人，硕士研究生，正高级工程师，研究方向：控制理论与控制工程、数字列车。

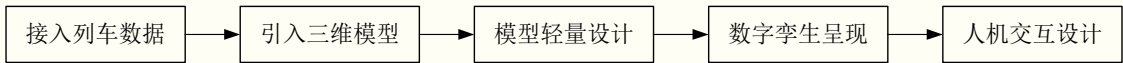


图 3 数字列车系统详细设计

(1) SaaS 构建全图监控、应急排故、检修决策、系统管理 4 个模型，用于满足车辆数字孪生、状态监控、健康检测、故障预警等功能，从而有效支撑运维业务。(2) PaaS 层数字列车系统使用微服务架构进行前后端分离开发，实现系统复杂逻辑计算。利用大数据集群能力实现列车数据实时处理与离线处理。通过模型轻量化以及数字孪生模型构建，实现列车与子系统数字孪生状态实时呈现和数据绑定。(3) IaaS 层数字列车系统基于大数据集群，开发数据接收和解析程序，实现列车数据接收落地。

2 数字列车系统详细设计

数字列车系统根据整体架构设计，自下而上开展，共划分为 5 个核心步骤（见图 3）。

2.1 接入列车数据

数字列车系统的底层基础是列车运行数据采集，列车数据采集需要保证数据的实时性、安全性和稳定性，通过配置与列车通信的 IP 地址与端口，编写适配于相应型号列车的数据解析协议，将列车数据实时接收并解析存储到地面数据库服务器。列车数据落地后，通过大数据平台对列车数据开展数据清洗、转换等处理，并将其存储于数据库内，数据处理过程中整合各子系统、各类型数据，最终根据前端页面需求和数字孪生展示需求回传至前端，实现数字列车系统的前端展示。

2.2 引入三维模型

数字列车项目建设前期需要根据系统功能架构和功能规划编制三维模型清单。编制三维模型清单过程中需要将三维模型与实车子系统、部件等一一对应，并编制特定编码规则对模型进行编码，形成模型的唯一标识，从而在后期项目开发过程中，实现虚拟模型与数据的双向绑定。

2.3 模型轻量化设计

2.3.1 模型轻量化

由于本项目三维模型源文件为工程模型，故本系统模型拥有系统组成复杂、构件较多的特点，为保障系统展示效果，保证页面展示以及三维模型展示流畅度，需要对三维模型进行轻量化处理，从而降低模型体

量，提高页面加载速度。由于本项目所用的模型为层次化结构模型，不同层次的模型可以满足相应的显示精度要求，而且支持对数据信息的层次化分析。从模型的结构上来看，本项目秉承了轻量化的原则，采用轻量化存储和加载模式，并根据具体的层次关系及名称，对模型进行了定位。整体来看，本项目在模型构建上采用了结构树的架构，凸显了层次化的特点，且此种结构模式支持模型的层次化分解，借此支持各层次子系统的构建^[1]。层次化模型图如图 4 所示。

根据动车组三维模型上述划分方案，可以针对不同层次，设置对应的精度要求，并结合实际精度要求，设置相应的轻量化操作方案，以提高信息网络传输速度以及文件显示效率，同时不干扰模型文件的应用与查询。

2.3.2 模型轻量化过程分析

(1) 存储方式转换。本项目的轻量化处理对象以工程模型为主。在此过程中，需先采用 CATIA 工具，利用其转化功能，将 CATIA 模型转变为 STP 模型，再继续转换成 OBJ 模型，借此达到一个轻量化处理的效果。经过上述轻量化处理后，模型数据量会被有效降低，且不会对其显示精度造成损害。(2) 层次化存储、显示设置。在本项目中，引入了装配文件来构建模型的存储和显示体系，并通过装配文件中记录模型间的装配关系来降低模型规模。当模型需要更新时，直接更新装配文件及配套的模型文件即可完成更新，这在很大程度

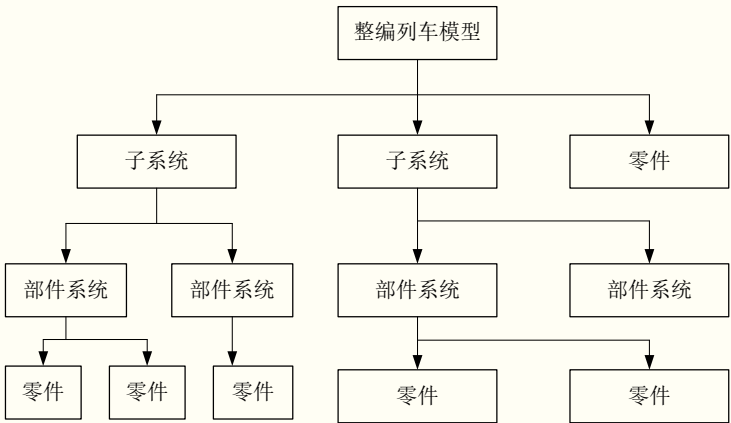


图 4 层次化模型图

上降低了模型的运维成本，同时也可以有效保证模型运行的安全与稳定。此外，上述存储、显示的轻量化设置，也适用于精度要求较高的零件级模型。（3）三角面片的优化设置。对于仅用于概览而不涉及精确信息查询的模型层级，如部件系统、子系统，考虑其显示文件属于非精确几何信息类，因此可使用三角面优化模式，实现轻量化处理。其中，三角面优化是指通过将原模型的曲面分解为多个三角面，以实现三角面密度调节，从而达到模型简化效果的处理模式。采用这种处理模式，可以让原始模型进一步轻量化，但此种方式会引起模型的失真问题，故不能将其用于有精度要求的模型。

2.3.3 三维模型优化策略

优化策略主要包含 3 个步骤。（1）抑制零部件、模型抽壳。（2）模型的表面处理。（3）对零件模型予以模型抽壳处理实现轻量级改进。在此流程中，对轻量级模型的装配处理操作，可以通过减少细节信息的量，对模型结构的复杂度予以弱化，让模型能够更

好地支持文件交互，达到轻量化的转变效果^[2]。

2.4 数字孪生呈现

2.4.1 模型调用

三维模型经过轻量化处理完成后，将存储于服务器内，同时系统会将模型编码、名称以及存放路径等信息存储于大数据平台中，供数字列车系统前端调用。当模型调用成功后，系统在计算过程中需要保证建模输入参数与实时计算输入参数一一对应，通过抽数脚本，根据输入参数配置文件，将数据抽取到本地，供模型计算使用。

2.4.2 三维模型效果制作

根据系统设计需求，基于轻量化三维模型进行进一步效果开发制作，实现复杂场景三维模型呈现与交互。

（1）模型数据效果制作。将完成 UV 制作和材质球赋予后的模型导出为不带重复结构的 .fbx 格式文件，并将该文件导入 Substance Painter 中进行模型效果制作。对于新导入的模型，需要进行烘焙操作，此操作主要为制作三维模型的各种信息文件，从而为制作最终效果而服务。（2）三维模型效果输出。将导出的材质贴图反贴至 3Dmax 中轻量化三维模型中，并复制出重复结构，对模型进行最终的分类归纳总结，得到整车以及各子系统附带材质贴图模型，并通过 blender 导出最终的 .gltf 文件与贴图文件。

2.5 人机交互设计

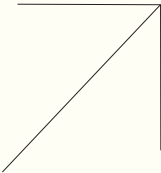
首先，通过载入第三方 js 和 .gltf 模型，创建相机、场景、照明等要素。其次，实现了模型动画功能，通过个性化配置字段展示形式，在动态数据库内获取实时数据，回传至三维模型，使实时数据与三维模型相互绑定。最后，利用渲染技术处理模型，使用 HTML 页面展示列车三维模型，并基于三维模型编号实现三维模型的交互及数据绑定。通过与三维模型的交互，可直观立体地呈现列车及子系统的部件运动姿态及相应状态数据。

结语

本项目利用数字孪生模型，创建了动车组数字列车系统。采取三维轻量化操作，有效降低三维模型体量，确保系统的流畅度和可用性，实现了常态化监控列车运行状态、运行故障的功能，从而保证列车运行安全。利用数字孪生技术立体呈现列车、核心部件的三维立体模型，便于运维人员快速定位故障部件。动态监控故障信息，有助于提升运维效率，确保运维决策准确。■

引用

[1] 樊孟杰,江海凡,丁国富,等.基于数字孪生的地铁列车性能评估系统[J].计算机集成制造系统,2022,28(8):2318-2328.
[2] 樊孟杰.面向性能评估的地铁列车数字孪生系统研究[D].成都:西南交通大学, 2021.



基于智能感知的 火力发电厂输煤系统除尘器协同控制

文 ◆ 四川白马循环流化床示范电站有限责任公司 陆 刚

引言

火电厂是供电单位，火电厂能否正常稳定运行直接决定了国家或地区经济社会的发展速度和发展水平。输煤系统是电厂燃料的重要来源，“生命线”指的是从受煤仓卸煤到把煤送到锅炉燃烧之前这段系统的工作过程，包括燃料接卸、贮存、掺烧、采制化等工作。其中，煤炭在搬运、破碎筛分以及输煤过程中产生的扬尘均占比较大。这些粉尘不仅会造成环境污染，无法达到国家相关要求，还会磨损输煤系统机械设备部件，造成维护成本增大，甚至引发粉尘爆炸事故，严重危及电厂的安全生产^[1]。

基于此，本文利用智能感知技术实现对火力发电厂输煤系统除尘器的协同控制，首先，分析输煤系统粉尘的来源及特点，并结合智能感知技术建立粉尘监测网；其次，设计除尘器协同控制策略，实现多设备联动调节；最后，试验验证优化方案。研究表明，基于智能感知的协同控制优化可有效提高除尘效率，降低能耗，对火力发电厂输煤系统的粉尘治理提供了一种新的方法。

1 输煤系统粉尘来源与特性分析

1.1 粉尘来源分析

火力发电厂输煤系统的粉尘主要来源于燃料接卸、存储、输送、破碎、筛分以及掺烧等环节。在燃料储存过程中，煤炭一般存放在煤场或煤仓中。使用堆取料机进行堆料或取料时，由于煤炭存在落差，会产生大量粉尘，经过风吹，煤炭表层会被带起尘土并飞散开来，形成扬沙。

在运输燃料时，皮带输送机通过转载点、落料点等位置时，因煤炭下落碰撞以及空气扰动等因素会产生大量粉尘。此外，皮带的跑偏、打滑等问题同样会产生大量粉尘^[2]。

在燃料破碎和筛分环节，煤炭在破碎机和筛分机中受到挤压、剪切、撞击等作用而被破碎和筛分，在此过程中会产生大量细小的粉尘颗粒，且由于设备内部的高速运动，粉尘会随气流而扩散到设备外部。

1.2 粉尘特性分析

该系统产生的粉尘以煤粒为主，其性质主要包括粉尘浓度、粒径分布、密度、比电阻等。其中，粉尘浓度方面，由于不同环节间存在一定差别，如破碎筛分环节粉尘浓度较高，而相对封闭的储存区域则粉尘浓度较低。粒径方面，输煤系统的粉尘粒径范围较大，从几微米到数百微米不等。粒径小于 10 μm 的粉尘具有较强的扩散性和吸附性，且容易随风飘扬进入人体，对人体健康造成损害；粒径大于 10 μm 的粉尘则易于沉降于设备表面或地面，不仅造成环境污染，还会影响设备

【作者简介】陆刚（1970—），男，江苏南通人，本科，工程师，研究方向：电厂输煤等。

运转。粉尘的密度随燃煤的种类及品质不同而有所差别，一般在 $1.2\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 之间。粉尘比电阻则是衡量静电除尘器除尘效果的重要参数。输煤系统的粉尘比电阻主要受到粉尘成分、温度以及湿度等因素影响，在不同工况下亦不相同。

2 除尘器协同控制策略的具体实施

2.1 协同控制架构搭建

搭建“监测—分析—决策—执行”的闭环协同控制架构，以智能感知获取的粉尘浓度、设备状态等数据为基础，通过数据处理中心的分析模型生成控制指令，再由各除尘器执行终端完成参数调整。其中，监测层负责实时采集输煤系统各环节的粉尘浓度、温湿度以及除尘器运行参数；分析层运用大数据算法识别粉尘变化趋势和设备运行规律；决策层根据分析结果制定最优控制方案；执行层则精准调节除尘器的风量、风压、清灰周期等参数，确保各设备协调运作^[3]。

2.2 分区域协同控制逻辑

针对燃料接卸区、破碎筛分区、皮带输送转载点等不同区域的粉尘特性，制定差异化协同控制逻辑。燃料接卸区出现瞬时高浓度粉尘时，先启动微雾抑尘装置形成水雾屏障，同时联动脉冲布袋除尘器处理逸散粉尘，二者配合时间控制在5s内；破碎筛分区持续高浓度扬尘时，由容积式导料槽进行初级沉降，再启动多管冲击式除尘器和湿式多级旋流除尘器分级处理，根据粉尘浓度动态调整三者的运行功率占比；皮带输送转载点粉尘浓度较低时，以无动力除尘器为主，当

浓度超过阈值，自动启动烧结板除尘器辅助过滤，同时适当降低皮带运行速度减少扬尘。

2.3 设备参数动态调节方法

基于实时监测数据，对各类除尘器的核心参数进行动态调节。脉冲布袋除尘器根据滤袋表面粉尘附着量调整清灰周期，当附着量达到设定值时，自动缩短清灰间隔；湿式多级旋流除尘器依据粉尘浓度变化调节进水量和风速，浓度升高时增加水量并提高风速，增强分离效果；微雾抑尘装置根据粉尘粒径分布改变雾粒大小和喷雾量，针对细小粉尘减小雾粒直径并加大喷雾强度，确保水雾与粉尘充分接触。

2.4 故障协同应对机制

建立设备故障协同应对机制，当某台除尘器出现故障时，系统立即启动备用设备或调整周边除尘器的运行参数，弥补除尘能力缺口。例如，若脉冲布袋除尘器发生滤袋破损，数据处理中心会迅速指令相邻的湿式多级旋流除尘器提高运行功率，并发出维修警报；若微雾抑尘装置因喷嘴堵塞停运，将自动增加对应区域脉冲布袋除尘器的风量，避免粉尘浓度上升，保障输煤系统除尘效果的稳定性。

3 实验验证与结果分析

3.1 实验方案设计

为验证基于智能感知的火力发电厂输煤系统除尘器协同控制优化模型的有效性，在某火力发电厂的输煤系统进行了现场实验。

该厂#1机组输煤系统原设计共有13台除尘器（布袋除尘器7台，静电除尘器6台），#2机组输煤系统原设计共有26台静电除尘器。先后对除尘器实施了以下改造。

（1）对#2机组二级破碎机室和#8转运站的4台静电除尘器、#1机组一级破碎机室和二级碎煤机室的4台布袋除尘器进行了无动力除尘装置改造^[4]。

（2）将#1、#2机组煤仓和筒仓的静电除尘器改造更换为“脉冲式布袋除尘器+煤仓落料口装防尘罩”和微雾抑尘装置。

（3）将#1、#2机组煤仓间转运站的静电除尘器改造更换为脉冲式布袋除尘器。

（4）将#1、#2机组转运站的原静电除尘器和反吹式布袋除尘器改造更换为脉冲式布袋除尘器。

（5）将#2机组一级碎煤机室的原静电除尘器改造更换为多管冲击式除尘器。

实验选取了输煤系统中的燃料接卸区、破碎筛分区、皮带输送转载点等粉尘浓度较高且具有代表性的区域作为实验对象，在这些区域布置了智能传感器，实时监测粉尘浓度、温度、湿度等参数，并对该区域的多台除尘器进行协同控制优化改造。

实验分为两个阶段。第一阶段采用传统的固定参数控制方式运行，让除尘器按照传统的控制方式连续工作一周，记录各个区域的粉尘浓度及除尘器的工作能耗情况。第二阶段运用基于智能感知的协同控制优化模型展开工作，同样连续运行一周并记录数据。

3.2 实验结果分析

数据显示,传统控制方式运行状态下,输煤系统所有实验区域的平均粉尘浓度均为 $12.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。其中,破碎筛分区最高,平均值为 $20.3\text{mg}/\text{m}^3$;燃料接卸区次之,平均值为 $15.6\text{mg}/\text{m}^3$;皮带输送转载点最低,平均值为 $8.2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

在协同控制优化模型运行后,相较于传统控制方式,各实验区的平均粉尘浓度均大幅降低,破碎筛分区降低到 $9.7\text{mg}/\text{m}^3$,燃料接卸区降到 $7.2\text{mg}/\text{m}^3$,皮带输送转载点可以降到 $3.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

经过协同控制优化模型改造后,输煤系统各个分区的粉尘浓度有所下降,总除尘效率提高了 53.6%,其中对于粉尘浓度最高的破碎筛分、燃料接卸区域除尘效率分别增加了 52.2% 和 53.8%,因此该协同控制优化模型可以有效针对不同的生产环节进行除尘。

能耗方面,在使用传统控制方法的运行阶段,实验区域除尘器的耗能在是 8650kWh。在协同控制优化模型的运行阶段,实验区域除尘器的耗能在是 6230kWh,相比之前的能耗降低率是 28.0%。

能耗下降的主要原因是,通过协同控制优化模型可以依照粉尘浓度的变化情况来调整除尘器运行的各项参数,粉尘浓度低时,降低除尘器的风量和风压等参数,以降低能耗;粉尘浓度高时则可针对性地提升部分除尘器的相关参数。在此情形下,避免了传统控制方式将除尘器长期维持在高能耗的状态运行的现象^[5]。

此外,不同除尘器间协调工作可以减少无效的能量消耗,避免出现重复除尘、过量除尘问题,从而降低整体能耗。

实验过程中检测了除尘器的运转情况,在采用常规控制方式时,因无除尘器设备运行状态的实时监控及报警功能,出现了 2 台除尘器轻微故障停机现象,进而导致除尘效果降低。而对于协同控制优化模型运行过程,在运行中利用智能感知技术检测到 3 起设备故障隐患,并提前进行了设备检修工作,消除了故障发生的风险,避免了因设备故障导致除尘器出现断续工况的现象。由此可见,协同控制优化模型对于设备运行效率和系统的安全、稳定运行都起到了较大的作用,有助于提高除尘效果,降低能源消耗量,提高设备的稳定性和可靠性。

结语

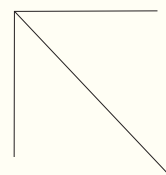
本文提出的基于智能感知的火力发电厂输煤系统除尘器协同控制优化模型,在现场进行了相关实验验证,通过与原始物理控制方案比较可知,应用该优化模型后能明显提高输煤系统的除尘效果,同时减少除尘器能耗,提高设备运行稳定性能。

就实际使用功能而言,这种协同控制优化模型可以有效利用智能化感知优势对输煤系统的粉尘浓度及设备运行状态实施动态检测与精确控制,同时依据实际工况对除尘器的运行参数进行动态调节,兼顾各种类型的尘粒。该模型适用于各类煤炭运输行业,在火电厂输煤部门使用可以使工作场地更加干净卫生,工人工作更加安全舒适;能降低设备维修费用,提高电厂的经济效益和环保水平;有利于火电厂输煤部门实现减人增效目标,保证安全生产。

然而,本研究尚存在一定问题。一是本文实验在某火力发电厂的输煤系统内完成,由于不同火力发电厂的输煤系统规模、设备配置和运行工况等各不相同,故该模型还需在其他类型的电厂中加以验证与调整。二是模型中采用的优化算法,在试验过程中达到了较好效果,但是对于更为复杂、非线性工况可能存在一定不足,仍需对其进行优化和完善。三是智能感知装置价格较高,运维成本相对较大,会对其他类别的电厂进行推广造成一定阻碍。^[6]

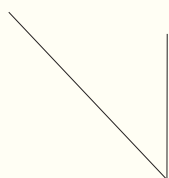
引用

- [1] 余玉霞,杨兴朋.一种输煤系统湿式除尘器:CN202421054614.3[P].CN222428239U[2025-07-13].
- [2] 闫立印.基于智能控制的哈尔乌素露天矿输煤系统高效除尘器应用[J].露天采矿技术,2023,38(1):32-34.
- [3] 吴晓平.输煤系统粉尘治理中的优化改造及应用——以张掖发电公司湿法静电除尘器为例[J].冶金管理,2022(7):57-59.
- [4] 赵桐.国能太仓电厂输煤系统火灾隐患综合治理改造[J].电力设备管理,2024(2):206-208.
- [5] 杨国鑫.火电厂输煤无动力除尘装置改造设计研究[J].电力设备管理,2024(20):107-109.



网络空间资产测绘与攻击面管理的技术分析

文 ◆ 北京禹宏信安科技有限公司 石磊 雷雪



是全方位系统化梳理、识别、定位网络空间资产的一种现代化手段，其借助多元化方法收集整合网络空间关于应用程序、系统、服务等方面的资产信息，进而打造出高度完整化的网络空间资产地图。其根本目的是扫描网络资产而构建自动化网络空间资产数据库，其功能涵盖以下 5 点。其一，资产发现。在大面积扫描与探测过程中识别出网络已知、未知、已备案、未备案、边缘化与隐藏化资产。其二，资产识别。细致化识别与分类所发现的资产，具体为服务应用、操作系统类型、开放端口等信息。其三，漏洞扫描。以资产识别结果为出发点，配合使用漏洞扫描技术，检测资产漏洞，找出其中隐藏的安全风险。其四，数据可视化。可通过地图、图表等形式可视化、直观化地呈现出扫描识别结果，使用户能够清晰理解与深层次分析网络空间资产整体状况与实际分布状况^[1]。其五，资产管理。其具备资产管理功能，可为用户网络资产管理与维护提供可行化建议，具体涵盖资产漏洞跟踪修复、资产清单管理、安全策略规划等。

引言

在我国当前数字化转型稳步推进的背景下，网络安全形势呈现出复杂化状态，为了进一步强化网络安全防御能力，应当积极探索网络空间资产测绘与攻击面管理的可行技术手段。本文以网络空间资产测绘功能为切入点，探讨了网络空间攻击面管理威胁态势，重点分析了网络空间资产测绘与攻击面管理技术要点，以期发挥新型网络安全技术的最大优势。

1 网络空间资产测绘功能

网络空间资产测绘技术指的

2 网络空间攻击面管理威胁态势

网络空间攻击面管理的威胁态势十分严峻，随着网络攻击技术的持续发展，攻击手段更新速度加快，安全漏洞出现频率更高，企业承受更为突出的攻击面风险，攻击者借由 APT 攻击、勒索软件、攻击链攻击以及 AI 技术等手段威胁企业的数据安全、业务安全以及品牌形象。一方面，从全球网络攻击威胁态势来看，首先，勒索软件攻击仍处于持续化高发状态，攻击目标持续扩大，涉及金融、政府、教育等核心领域。攻击者往往使用加密数据和破坏系统等方法勒索高额赎金，导致业务中断，使受害者遭受重大经济损失。其次，漏洞利用攻击仍然占据主导地位。攻击者可利用漏洞和弱点渗透并摧毁目标系统，这种攻击方法不需要大量投资，却具有出色效率，攻击者可以很容易地使用自动化工具和技术在短时间内快速攻击大规模目标。最后，攻击关键信息基础设施数量持续增多，APT 攻击更加活跃化。另一方面，从国内网络空间资产测绘与攻击威胁态势来看，首先，勒索软件攻击呈高速增长态势，攻击目标的针对性更强。攻击者已不再满足通过加密数据来勒索赎金，而是向

【作者简介】石磊（1980—），男，山东乐陵人，本科，研究方向：网络安全、攻防演练、应急溯源、数据安全。

【通讯作者】雷雪（1987—），女，河北廊坊人，本科，研究方向：网络安全。

国内关键信息基础设施攻击与大型企业高价值目标攻击倾斜，窃取机密数据后，以威胁被攻击者公开的方式而加大其赎金支付压力^[2]。其次，攻击链攻击是攻击面管理的关键难点问题。攻击者围绕软件漏洞、人员疏忽与第三方服务攻击目标，此种攻击方式的隐蔽性和破坏性都很高，若攻击成功，整个供应链都会陷入巨大的安全威胁。再次，网络空间资产测绘技术和国际高水平技术仍有较大差距，资产暴露情况较为严峻，仍被黑客、APT 组织等重点关注，这些组织会针对网络空间中暴露出的脆弱资产发起攻击。最后，由于网络空间资产测绘的漏洞精准定位能力仍需加强，资产漏洞评估速度较慢，尚未实现全生命周期响应监控，由此埋下了较大安全隐患。

3 网络空间资产测绘与攻击面管理技术要点

3.1 可视化技术

网络空间资产测绘与攻击面管理技术的研发，需以网络空间资产测绘与攻击面的根本特征为出发点。攻击面是指系统中可被攻击者利用开展攻击的各类元素集合，包括操作系统、安全漏洞、网络配置等内容。基于这一特征，攻击面管理可充分借助多种技术手段，其中可视化技术的应用尤为关键。在开展攻击面管理工作时，通过可视化技术对网络攻击面进行直观展示，有助于强化企业安全队伍的风险感知能力，从而能够在较短时间内识别网络空间中的风险问题。可视化技术以图形、图表等直观化形式为呈现载体，能够清晰、全面地展示企业的网络架构、系统漏洞以及被攻击路径等核心信息，为攻击面管理提供必要的方向与思路支持。此外，在攻击面管理过程中，若将可视化技术与机器学习算法和大数据分析技术相结合，还可实现对网络安全状态的实时化、持续化监测，并同步具备报警与响应功能，从而最大限度地降低攻击面造成的后果与不良影响。

3.2 资产探测技术

为防止网络空间资产测绘与攻击面管理存在局限性，应着重推动资产探测技术的落地应用，同时运用多类别探测技术引擎，使其充分发挥互补作用，为全面采集网络空间资产信息创造必要条件。其一，远程扫描技术。该技术的核心功能是，在网络可达的状态下，可以在短时间内完成资产信息收集任务。其作用的发挥需遵循相关技术要求，支持分布式子网探测，可快速识别 150 余种协议，满足资产指纹特征管理的根本要求。但是，该技术存在一定局限性，即对指纹准确度的依赖较高，无法实现资产信息的全面采集。其二，轻量代理技术。该技术能够深层次、精准地采集资产的多元化信息，为资产安全事件处置奠定基础。其可适配主流操作系统，CPU 和内存占用率较低，且具备自主式调节与一键关停功能。

3.3 资产指纹技术

资产指纹技术主要围绕五大维度层面开展工作，能够有效提高资产识别精准化系数。首先，管理域。该维度主要承担资产管理属性描述功能，可支持对 16 大类、158 小类的资产进行描述，能让资产特征记录更为详细，实现资产扩展属性自定义。其次，业务域。该维度聚焦于资产的

业务属性描述，通过对资产业务进行合理分域，可科学高效地划分资产的重要程度、责任归属与风险等级。最后，拓扑域、风险域、时间域也各有侧重。拓扑域主要围绕资产的邻近信息进行采集；风险域着重开展漏洞与异常风险的采集工作；时间域则侧重于对资产全生命周期的属性进行描述，通过识别资产归属、风险与异常情况的方式，在时间维度上实现对资产的全过程持续监控。

3.4 资产识别技术

在网络空间资产攻击面管理中，资产识别技术是一项关键技术，涉及多种技术类型，应用要点也十分丰富。

其一，主动扫描技术。该技术通过发送 ping、TCPSYN 等网络探测数据包，对目标网络的开放端口与活动主机进行探测处理，同时系统化识别主机的服务类型与操作系统等关键参数信息。在应用此技术时，可依托 Nmap 工具对目标网络进行扫描，在扫描过程中识别获取主机、操作系统、开放端口、服务版本等网络重点信息。其二，被动扫描技术。该技术与主动扫描技术有着显著区别，其通过监听 ARP 请求、DNS 查询等网络流量来识别网络内的活动主机和开放端口，同样可以精准识别主机的关键信息。企业在开展攻击面管理工作时，可选择使用 tcpdump 工具监听网络流量，并根据反馈的监听信息分析出网络流量的相关信息。其三，网络空间测绘技术。该技术是扫描与探测互联网上资产的重要手段，具体涉及网站、域名以及 IP 地址等，以此为根据识别企业的外部资产与攻击面。其四，威胁情报技术。在攻击面管理过程中，通

过多元化威胁情报收集与分析的方式，准确识别与企业资产密切相关的威胁信息。这里的威胁情报包括攻击事件、漏洞信息与恶意软件等。企业应加大对威胁情报平台的订阅力度，不仅能够高效获取最新出现的漏洞信息，还能及时识别出企业资产中容易受到消极影响的资产，从而及时采取相应的防御措施。其五，Agent 技术。该技术以 Agent 程序为实现载体，将程序安装在终端设备上以后，负责终端设备的信息采集任务，采集的核心信息包括硬件配置、软件安装以及操作系统等，同时将采集到的信息第一时间上传至攻击面管理平台，为统筹制定科学可行的攻击面管理方案提供有力支持。

3.5 攻击面识别技术

攻击面识别技术的功能作用在于对企业面临的各类安全风险与威胁进行准确化识别与深层次分析，涵盖配置缺陷、数据泄露、弱口令以及漏洞等方面。其一，配置检查。采取科学化的配置检查工具检查网络空间资产状况，从中找出资产在配置方面的缺陷与不足，具体包括网络设备所含有的弱口令以及账户默认等安全风险。其二，数据泄露检测。在数据泄露检测工具的有力支撑下，持续监控企业网络流量，重点判定在文件上传、下载、邮件发送等环节是否出现数据泄露行为。其三，漏洞扫描。使用漏洞扫描工具完成企业网络空间资产扫描工作，从而找出资产中隐含的安全漏洞。例如，通过漏洞扫描器扫描服务器漏洞，在发现服务器漏洞的同时对其风险等

级加以评估。其四，敏感信息识别。开展网络空间资产扫描工作时，应配合使用敏感信息识别工具，该工具是攻击面识别技术中的重要单元模块，通过它可发现资产中的机密文件、数据库密码、源代码等敏感信息的存储位置与访问权限。其五，威胁情报应用。在威胁情报平台获取攻击事件、恶意软件以及漏洞信息等最新的威胁情报，将其作为开展攻击面管理的根本依据。通过威胁情报平台订阅漏洞信息，便于第一时间掌握最新的漏洞信息，同时识别出企业资产中受到漏洞影响与干扰的相关资产。

3.6 攻击面入侵与模拟技术

攻击面入侵与模拟技术（BAS）的要点可细化为模拟攻击、攻击路径分析、安全验证、安全评估四大方面。其一，模拟攻击。该技术可对不同类型的攻击进行模拟，具体包括模拟攻击者借助社会工程学等手段获取初始访问权限、模拟攻击者进入内网后的横向移动状态、模拟 APT 攻击和勒索软件攻击等，以此作为企业安全防御体系有效性评估的根本依据。其二，攻击路径分析。全面分析攻击者会使用的攻击路径，同时识别出攻击路径中的薄弱环节。借助 BAS 手段，可分析掌握攻击者从互联网向企业内网关键服务器发起攻击的路径，并精确识别定位出攻击路径上的薄弱点，如弱口令以及未做补丁处理的漏洞等。其三，安全验证。该技术可满足对安全控制措施有效性的验证需要，重点围绕攻击入侵检测系统以及防火墙等措施展开。通过 BAS 模拟出攻击者对防火墙的攻击情况，测试判断出防火墙对攻击流量的实际拦截能力。其四，安全评估。该技术可深层次评估企业的整体安全状况，并给出可行的改进建议^[1]。以模拟攻击结果为基本导向，系统化评估判定企业安全防御体系是否处于稳定的安全状态、是否具备优越的安全防御能力等，同时向企业提出相关安全措施，如在原有基础上进一步加大企业职员安全意识培训力度、优化改进当前的安全策略以及积极引入与合理部署安全设备等。

结语

网络空间资产测绘与攻击面管理关乎企业 IT 基础设施对于资产风险和安全隐患的实际抵御能力，主要围绕可视化技术、资产探测技术、资产指纹技术、资产识别技术、攻击面识别技术、攻击面入侵与模拟技术展开，由此构建出具备敏锐力、感知力、阻断力的安全主动防御体系，做到高效化、准确化识别各类风险问题。^[2]

引用

[1] 曾颖明.基于攻击面的网络隐蔽信道安全检测技术研究[D].西安:西安电子科技大学,2024.

[2] 弭希超.面向软件定义网络饱和攻击的流表管理技术[D].北京:北京邮电大学, 2023.

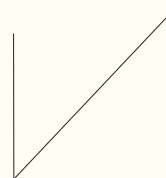
[3] 王雪莉,蔡均平,陈刚.网络空间攻击和防护策略运用研究[J].网络安全技术与应用,2020(10):9-10.

地形图测绘中航空摄影测量技术的应用

文 ◆ 北京迅联图业科技有限公司 于 伟 马春雨 梁尔奇

引言

地形图测绘是地理信息科学的一项核心任务。通过测绘，可以形成准确的地形图，为土地资源管理、工程建设、灾害监测等工作提供可靠依据。以往，地形图测绘通常采用全站仪等光学仪器开展工作，虽然能够达成一定的精度要求，但在面临复杂地形、大面积测绘场景中，往往也存在测绘效率较低、数据更新滞后等问题。因此，应用新的测绘技术以满足地形图测绘的新要求已是势在必行。航空摄影测量技术的发展，为地形图测绘提供了新的思路。通过航空平台搭载传感器，可以实现对地表信息的快速获取，相较于传统测绘方法优势明显。基于此，本文重点围绕地形图测绘中航空摄影测量技术的应用进行分析，以为地形图测绘实践提供一定的参考价值。



1 航空摄影测量技术及其应用优势分析

航空摄影测量技术是在航空器平台上搭载摄影测量设备，对地面实施摄影测量，从而获取地面物体形状、位置等信息的一种技术。航空摄影测量技术基于中心投影成像原理，利用飞行器平台搭载相机或传感器，从空中对地面进行连续拍摄，获取具有重叠度的航空影像。而后，基于中心投影的几何关系，通过影像上的像点坐标与地面点的空间坐标之间的数学转换，实现对地面点三维坐标的精确计算。可以说，航空摄影测量技术的出现，极大改变了地形图测绘的传统模式与效率格局，为地形图测绘带来了前所未有的技术变革。综合来看，航空摄影测量技术的优势主要体现在以下几个方面。

1.1 测绘效率高

航空摄影测量技术在地形图测绘中表现出极高效率。凭借飞行优势，它能够快速实现对被测区域的覆盖。这意味着通过单次飞行，即可覆盖数十乃至数百平方公里的范围，适合大范围的地形测绘。而传统的地面测量需要布设控制点，通常需要数周时间才能完成测绘。相比之下，航空摄影测量极大提高了测绘效率，提升了数据获取的时效性，能在有效时间内快速完成测绘作业。

1.2 数据准确

航空摄影测量技术搭载高分辨率摄像头和高精度传感器，能够从高

空识别地面的地形特征，并通过多视角影像生成三维点云，实现厘米级精度的测量，更好地支持复杂地形的精细表达。例如，在地形图测绘中，航测的平面精度通常在 $\pm 5\text{cm}$ 以内，高程精度误差不超过 $\pm 10\text{cm}$ 。不仅如此，通过自动化软件的处置，可以更好地对航测数据进行处理，减少人为误差因素导致的数据精度不足问题^[1]。

1.3 环境适应性强

航空摄影测量技术在地形图测绘中应用时，具有极强的环境适应性。高空飞行测量的特征使其不受地面物体的限制，航空器可以穿越峡谷、森林等多种地形

【作者简介】于伟（1987—），男，江苏宿迁人，本科，中级工程师，研究方向：工程测量。

障碍，获取传统方法难以获取区域的数据。尤其是无人机技术的成熟，凭借其体积小、自重轻、便于操作的优势，革新了航测技术的应用。即便是在复杂地形条件下，也可依靠航测技术来实现对各种地形数据的收集，提高地形图测绘的可靠性。

1.4 数据丰富

航空摄影测量能够实现多维度数据获取。一方面，高精度的航空影像提供了丰富的地表细节信息，包括地形地貌、植被覆盖等，能够辅助生成高精度的数字高程模型，精确反映地形起伏和地貌特征；另一方面，通过搭载多光谱传感器，可以获得多个波段的光谱信息，这些信息可用于地表物质的物理和化学特性，为地形图绘制提供依据。

2 地形图测绘中航空摄影测量技术的应用

2.1 空中三角测量技术

空中三角测量技术是一种利用少量地面控制点来确定影像外方位元素，并获取加密点地面坐标的一种技术。该技术的核心目标在于通过数学建模和计算，实现被测区域地形的三维重建。通常在室内环境下进行控制点的加密处理，而后计算加密点的高程和平面位置。空中三角测量技术通常需要先对影像进行预处理，通过几何校正、辐射校正消除影像中的畸变和噪声。获取影像特征点后，为后续的匹配提供良好的条件。借助特征匹配算法，在相邻影像之间自动匹配同名点，形成连接点。对被测区域进行划分，形成多个区域网，每个区域网均包含多条航带和若干影像，利用连接点和少量地面控制点，构

建误差方程，通过最小二乘法进行区域网平差，实现对影像外方位元素和加密点坐标的解算。然后，对平差结果精度进行评定，确认精度符合要求后，生成加密点坐标文件等成果数据，导入地形图测绘软件进行地形图的制作^[2]。在应用空中三角测量技术时，为获取稳定、可靠的数据，应在被测区域内布设一定数量的地面控制点，控制点精度直接影响平差结果。同时，要合理控制连接点精度，通过提高影像匹配算法的精度和鲁棒性，减少连接点误差，提高平差的可靠性。

2.2 相片控制测量技术

航空摄影测量中拍摄的一系列航空照片本身没有地理坐标信息，为了将这些照片用于地形图的精确测绘，需要建立精确的参考框架，该框架基于相片控制测量建立。相片控制测量是指在航空摄影获取的影像上，选择一定数量的控制点，利用地面测量或其他方法精确测定这些控制点的三维坐标。这些控制点的坐标通常用于校正和定向航空照片，从而建立影像与地面之间的几何关系，实现地形图的精确测绘。在应用相片控制测量技术中，需要先进行控制点布设，要求控制点在被测区域内均匀分布，覆盖整个测区，尤其是地形变化剧烈的区域，要确保控制点布设合理。利用全站仪、GPS 等技术精确获取控制点的三维坐标，然后在航空影像上准确识别并标记控制点，通过坐标转换将影像坐标转换为地面坐标，并借助平差算法确保精度满足地形图测绘要求。相片控制测量技术在地形图测绘中应用的优势在于，它提供了高精度的控制技术，使地形图能够基于该技术保证一定的精度和可靠性，确保地形图绘制的全面性和准确性。

2.3 DOM 技术

DOM 技术即数字正射影像图技术，是利用数字高程模型对经过几何纠正的航空影像进行差分纠正后，生成具有正射投影特性的影像图。简单来说，DOM 技术就是消除了几何变形，使影像效果更贴合地形图测绘标准，具有地图几何精度。DOM 技术在实际应用中，通常基于航空相机或数字相机获取航空影像，掌握地形图相关数据并通过选择定向方式对影像定向，生成数字高程模型。根据数字高程模型数据，对影像上每个像素进行差分纠正，消除几何变形。将多张纠正后的影像，拼接成一幅完整的影像图，而后按照范围对影像进行裁剪，得到所需的数字正射影像图。在影像定向环节，主要有 3 种定向方式，分别为内定向、相对定向、绝对定向，通过这 3 种定向可以获取可靠的数字正射影像模型。地形图测绘中，DOM 技术可以快速识别和提取地物信息，为地形图绘制提供可靠的依据。同时，该技术与空中三角测量技术的结合，可以更好地对测量区域特征进行识别，进而完成测区数据信息的有效处理，提高地形图测绘的质量^[3]。

2.4 数字线划图技术

数字线划图是基于矢量存储技术，对地形图要素进行数字化和结构描述的地理信息数据。简单来说，就是将纸质地图上的地貌、地物等要素，在相应编码规则和数据结构的支持下，转换为计算机能够识别和处理的矢量数据，这不仅可以精确表达地物要素的几何形状和位置等信息，还能够根据需要在不同比例尺下进行表达，更方便地进行编辑、修

改,为叠加分析、缓冲区分析等空间分析提供支持。数字线划图技术在实际应用中,通常以全数字摄影测量技术作为核心支撑,借助专业化的工作平台,对所采集的地形图数据进行全面且系统的测试分析。数字线划图技术应基于规范的操作流程,确保测试数据可以转化为高质量的成果资料。具体实施过程中,应注意以下几个方面的技术要点。其一,测绘阶段应确保地形基础数据的准确性,通过构建模型为数字线划图分析提供可靠的数据支撑;其二,在数字线划图生成过程中,应注意通过适度的人工干预对参数配置进行优化,提高数字线划图与影像数据之间的匹配精度;其三,为保障测绘工作的持续稳定性,应构建自动化交互处理体系,通过智能算法来实现对异常数据的监测和修正,确保最终结果的准确性;其四,成图之前,应采用不同色彩编码方案对图像要素进行分类表示,通过特定色系直观展现空间要素分布特征^[4]。

2.5 内业数据处理与采编

地形图测绘中,内业数据处理与采编是在外业数据采集后,在室内进行的一系列数据处理、分析和编辑工作,主要目的在于将原始的航测影像、控制点数据、外业调绘记录等转化为具有实用价值的数字地形图数据。内业数据处理与采编首先要进行数据预处理,检查原始数据完整性、正确性和一致性,并进行数据清洗,清除其中的错误和冗余信息。通过色彩平衡、畸变修正等手段对影像进行校正,精确定位地理位置信息。借助高性能计算机设备和专业的数据处理软件,识别和校正影像中存在的各类错误和不一致之处。采编过程是对处理后的影像进行信息提取和编辑的重要过程,应根据地形图绘制的实际需求,生成多种类型的地形数据成果,如绘制地形等高线、开展土地利用分类等。处理完成后,应注意对数据质量进行检查,确保几何精度、属性精度等满足地形图测绘的要求。

2.6 外业调绘修编

外业调绘修编是在内业处理的基础上,到实地进行调查、核实和补充地形图内容的工作。实际上,地形图测绘中不可避免地存在干扰因素,为更好地保证地形图测绘质量,需要在初步成型的地形图基础上进行一定的外业补测,以调整和补充地形图。外业调绘修编需要测绘人员亲临现场,核查地物位置、类型、属性等信息,并进行修正、更正、补充记录,如确认房屋类型是否与实际相符、补充地物名称、标注植被类型等。若遇部分地形信息缺失,可利用无人机灵活的特点,搭载航测设备对这些区域进行补测,获取高分辨率的地形信息,为地形图绘制提供补充依据。此外,需要注意的是,基于阴影特性的调绘,需对光照条件的影响展开深度剖析,精准辨别光照的直射与散射情况。鉴于外业作业环节直接影响地形测绘的成果质量,若想切实提高地形图测绘的效率,测绘人员应严格按照外业测绘操作规范进行作业,以避免对测绘效率带来不利影响^[5]。

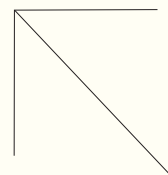
结语

航空摄影测量技术在地形图测绘中发挥着极为重要的作用,其凭借高效、快速等方面的优势,极大提升了地形图测绘的效率和精度。航空

摄影测量技术在实际应用中,应注意合理控制空中三角测量、相片控制测量等技术的相关参数,并做好内业数据处理与采编、外业调绘修编等工作,确保通过这些技术手段推动地形图测绘工作高效展开。随着技术进步,航空摄影测量技术也在持续发展,高分辨率影像、自动化数据处理等技术的应用,将使地形图测绘更加精确、可靠。^[6]

引用

- [1] 罗德敏.城市地形图测绘中航空摄影测量技术应用探讨[J].中国设备工程,2024(24):217-219.
- [2] 操振作.无人机航空摄影测量技术在地形图测绘中的应用研究[J].房地产世界,2024(21):164-166.
- [3] 邓绍波.地形图测绘中无人机航空摄影测量技术的应用[J].科技资讯,2024,22(21):24-26.
- [4] 陈晨.无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024(9):46-48.
- [5] 张津瑞.仿地摄影测量技术在高山地区大比例尺地形图测绘中的应用研究[J].长江信息通信,2024,37(2):30-31+38.



物联网数据采集系统设计中 云平台与边缘计算运用分析

文 ◆ 中车青岛四方机车车辆股份有限公司 张雨萱 冯 巍 郭宗鹏

引言

在现代科技迅速发展背景下，物联网（IoT）技术已经成为推动工业自动化、智慧城市建设和健康监控系统等多个领域革新的关键力量。随着物联网技术的飞速发展，数据采集系统正面临着数据处理及实时性方面的巨大挑战。为克服这些难题，本文以物联网数据采集系统为实证，研究云平台与边缘计算在物联网数据采集系统的应用情况。通过论述物联网数据采集系统核心组件，总结云平台与边缘计算各自的具体运用情况，以促进数据处理的高效性。

1 物联网数据采集系统核心组件分析

1.1 传感器和执行器

在物联网数据采集体系中，传感器和执行器作为关键前端设备，能够与物理世界进行互动。传感器的主要功能是监测周围环境的各种参数，如温度、湿度、压强、位置等，并将这些物理信号转换为电子信号，以便后续进行处理与分析。执行器需要按照接收到的指令作出反应，

其能够改变物理状态，如使装置开启或关停、调整机械部件的位置或更改环境条件。凭借这种能力，物联网系统不仅能进行环境监控，还可对环境实施干预，实现自动化管控操作^[1]。

1.2 数据转发装置

数据转发装置的主要功能是接收来自传感器的原始数据，进行必要的初步处理后再进行转发。一般来说，初步处理包括数据格式化和清洗，目的是确保发送到下一阶段的数据准确可用。格式化处理涉及将数据转换成一种更适合存储和分析的格式，而数据清洗则负责去除任何错误或无用的信息，如异常值或损坏的数据点。同时，数据转发装置还负责对数据进行有效压缩，以减少在网络上传输时所需的带宽，提高整体系统效率。这一点对于大规模物联网部署尤为重要，因为数据量非常庞大，需要高效管理以避免网络拥堵和数据处理瓶颈^[2]。除了数据处理外，这些装置还具有路由功能，能够根据数据类型或优先级决定数据应发送到云平台还是边缘计算节点。这种智能路由确保了数据处理的灵活性和效率，使系统能够根据实际需要，在云计算和边缘计算之间做出最优选择。

1.3 通信协议与网络

通信协议是一组规定如何在设备之间传输数据的规则 and 标准，它使得不同设备和技术之间能够实现兼容与有效沟通。通信协议还定义了数据如何封装、传输、解封装以及如何处理传输中的错误，这些都是确保数据准确送达的基础。数据可靠传输意味着数据在从源头到目的地的过程中不会丢失、损坏或被篡改，从而确保数据的完整性和准确性。网络架构涉及数据传输的路径选择和数据流量管理，一个良好的网络架构可以优化数据传输路径，减少延迟和阻塞，提高数据传输效率和可靠性。同时，网络还需要支持高并发连接，以应对大量设备同时在线和发送数据的情况^[3]。此外，通信协议与网络设计必须考虑各种可能环境条件和应用场景，以确保无论在任何情况下，系统都能稳定运行，数据传输始终保持高效和可靠。

【作者简介】张雨萱（2001—），女，河北张家口人，本科，助理工程师，研究方向：计算机技术。

2 云平台在物联网数据采集系统中应用

2.1 数据存储和管理

对于大规模数据的存储，云平台提供了多种有效方法，以确保数据安全、可靠且易于扩展。

分布式存储系统是处理大规模物联网数据的基石。该存储系统利用多个服务器存储资源，将数据分散存储，提高了数据的可靠性和访问速度。结合复制和分片技术，数据被复制到多个节点，即使部分节点发生故障，也不会导致数据丢失。分布式存储系统能够根据需要动态调整资源，增加更多存储节点以应对数据量的增加。对象存储是另一种适用于大规模数据处理的技术。对象存储将数据作为对象进行保存，并为每个对象分配一个唯一的标识符，使得数据存取变得更加高效。该存储方式非常适合存储非结构化数据，如视频、图片等，而这些都是物联网中常见的数据类型。相比较而言，对象存储的可扩展性极佳，可以无缝扩展到多个地理位置。此外，利用数据湖框架用以管理存储在不同物理位置的海量数据，数据湖支持多种数据格式的存储，包括原始数据和经过处理的数据。它允许用户直接在原数据上运行分析工具，无需进行数据转换，从而大大提高了数据处理的灵活性和效率。

2.2 数据分析和处理

在物联网数据采集系统设计中，云平台扮演着数据分析和处理核心角色。云计算提供了必要的硬件资源和高级分析工具，这些工具能够处理和分析从各种设备收集来的大规模数据集。

在数据预处理阶段，数据会被清洗和标准化，以适应后续分析。预处理包括去除异常值、填补缺失数据、数据归一化等操作，目的在于提高数据质量，确保分析结果的准确性。数据聚合环节，鉴于物联网设备会生成大量冗余数据，云平台巧妙运用数据聚合技术，将来自多个源的数据合并成更少的数据集，从而减少处理所需资源和时间。此过程还涉及时间序列分析，即将数据按照时间顺序进行整理，便于进行趋势分析或模式识别。特征工程阶段，云平台根据业务需求选择有助于分析任务的数据特征，包括转换变量、创建新的交互变量或提取关键指标。良好特征工程能够显著提升模型的表现和分析的有效性。此外，深度学习和机器学习模型应用是云平台数据分析的又一亮点。云平台利用其强大的计算能力训练模型，模型能够基于历史数据学习并预测未来趋势或行为。经过不断训练和调整，这些模型在准确性和可靠性方面得到优化。

2.3 用户接口和访问控制

在用户接口应用方面，需要进一步加强对用户界面的设计，开展适应性设计，确保用户界面能够在不同设备上均有良好展示，如手机、平板、笔记本电脑等。界面应自动调整布局以适应不同屏幕尺寸和分辨率，同时要求界面设计具有简洁明了的菜单结构和图标，使功能模块一目了然，减少用户的学习成本，并使用清晰的指示符和文档支持用户操作。此外，要为所有操作提供即时反馈，以增强用户操作的直观性。

在访问控制强化方面，以身份验证方式为基础，采用多因素认证机制，结合用户名和密码以外的身份验证方式，如短信验证码或生物识别技术，增加账户安全性。接着，根据用户角色分配访问权限，限定某些

敏感数据或操作功能仅对特定级别的用户可用。可利用基于角色的访问控制（RBAC）策略来实施这一点，设置会话超时限制，当用户在长时间未进行操作后自动登出系统，减少未授权访问的风险。同时，对所有会话活动进行记录，便于事后审计^[4]。

3 边缘计算在物联网数据采集系统中应用

3.1 实时数据处理

边缘计算中的实时数据处理功能，通常发生在数据源近端，即在生成数据设备或其附近的网络节点上。首先，在数据采集过程中，传感器会连续监测环境或设备状态，并生成数据流。以温度传感器为例，其每秒可产生若干数据点，形成时间序列数据，这些数据通过局部网络传输至最近的边缘计算节点。一旦数据到达边缘节点，立即进行初步数据清洗和预处理，数据清洗包括滤除异常值和填补缺失数据。例如，可利用一个简单的滑动平均滤波器来处理温度数据，其计算公式如下。

$$T(t) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} T(t-k) \quad (1)$$

式（1）中， $T(t)$ 是时间 t 时所对应的实际温度读数， N 是考虑范畴内的时间窗口长度， k 是经过滤波处理后的温度读数。利用此计算公式，可实现短期波动的平滑效果，更精准把握温度变化趋势。其次，边缘计算节点会借助更复杂算法对处理后的数据展开分析。例如，快速傅里叶变换（FFT）是一种有效算法，以实现时域信号到频域信号转变，该变换辅助识别数据内部的周期性模式，公式如下。

$$X(k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)\cdot e^{-i2\pi kn/N}\quad (2)$$

式(2)中, $x(n)$ 是时间点 n 所对应的输入信号, kn 是频率 k 给出的输出复数信号, N 是总样本数的标识。通过对频域表征的研判, 系统能实时对周期性变化开展检测与响应操作, 如检测设备产生的振动频率。最后, 凭借上述分析得出的结果, 边缘计算节点可迅速作出决策与响应。当面对温度超出阈值的情况时, 节点能自动发出控制信号调整相关设备状态, 从而避免设备陷入过热状态。实时分析结果是这一决策过程的基础, 可保障系统的高效可靠运行。

3.2 延迟敏感应用

针对需要快速响应的场景, 边缘计算能够提供即时或近实时的数据处理解决方案, 减少数据传输到云平台的时间延迟。其系统架构设计需进行优化, 以确保数据处理尽可能接近数据源。通过在物理设备近端部署边缘计算节点, 可以直接在数据产生点进行初步的数据分析和处理。这一策略显著降低了传输延迟, 因为数据不必长距离传输到中心服务器或云基础设施。针对操作的实时性, 边缘计算节点可以配置高性能处理器和专门的运算加速硬件, 如 GPU 或 FPGA, 这些硬件专为快速数据处理和复杂算法执

行而设计。边缘设备还可以通过预装机器学习模型来即刻分析数据, 使决策制定更加迅速和准确。而网络优化也是保证快速响应的关键一环, 使用更高效的通信协议和技术可降低数据传输延迟, 边缘节点之间的网络连接也需优化, 确保节点间的通信快速且稳定。在软件层面, 边缘计算节点应部署智能调度系统, 该系统根据数据处理优先级以及节点的处理能力动态调度任务。其中, 智能调度系统通过算法优化, 可确保紧急任务获得优先处理, 从而满足延迟敏感的应用需求。最后, 为进一步做好系统维护和监控, 应实施实时监控系統来持续跟踪边缘计算节点的性能状态, 及时发现并解决可能导致处理延迟的问题。

3.3 带宽节约和数据预处理

在物联网数据采集体系中, 边缘计算可通过在本地进行有效数据预处理来减少向云端传输的数据量, 进而实现带宽节约。其中, 常用的数据预处理技术之一是数据聚合, 此技术通过汇总多个数据点降低需传输到云端的数据总量。借助边缘设备实现数据聚合, 可以将采集到的大量细粒度数据转换为更凝练的信息。例如, 能把传感器收集的每分钟温度读数聚合成为每小时平均值, 从而达到减少数据点数量的目的。特征提取是数据预处理中的关键环节, 能够从原始数据中萃取出最有价值的信息。在边缘计算实施阶段, 能利用算法对原始数据进行分析, 仅提取关键特征后传至云端。这意味着仅上传最有价值的数 据, 能大幅降低数据流量。此外, 通过有效的数据压缩策略可以减轻带宽负担。在边缘设备中采用数据压缩技术, 可以在重要信息未受损失的情况下, 降低数据的大小规格。采用无损压缩算法可保障即便压缩后, 数据仍可完整地恢复后运用。

结语

本文针对物联网数据采集系统设计中云平台 and 边缘计算的关键应用进行了深度探讨。采用这两种技术可显著提高数据处理的效能、缩短响应时间, 并实现整体网络带宽使用的优化。云平台提供了强大的数据存储与深度分析能力, 边缘计算则在靠近用户端实现数据的实时处理。这种双重策略不仅加快了决策过程, 还增进了系统的可靠性与 安全水平。随着技术的进一步发展, 结合边缘计算与云计算的物联网系统将愈发智能, 为未来数字化转型挖掘新方向。因此, 需提升重视程度, 增进技术创新成效, 从而推动物联网领域向更广泛、更深度的应用迈进。

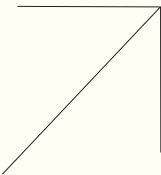
引用

[1] 孙望舒,倪夏冰,孙天瑜,等.基于边缘计算的云平台电力设备多传感可信数据自动集成[J].信息技术与信息化,2024(11):165-168.

[2] 戴瑞海,万燕珍,罗曼,等.基于电力数据驱动的云控平台边缘计算优化策略[J].电工电气,2024(10):37-41.

[3] 甄黎明,梁超,赵邦国.基于云平台与边缘计算的物联网数据采集系统设计[J].中国信息化,2024(9):46-48.

[4] 王曦,周惠兴,王舜,等.基于边缘计算的室内测量设备远程控制系统设计与实现[J].国外电子测量技术,2022,41(8):159-166.



基于深度学习的 境外银行支付密码器自动化操作研究

文◆龙源电力集团股份有限公司财务共享服务分公司 赵灵珊

引言

随着新能源行业的国际化发展，境外新能源场站的财务管理逐渐纳入财务共享中心的管理范畴。然而，境外银行支付方式与国内存在显著差异，尤其是支付密码器的操作流程复杂且语言障碍明显，给财务共享中心的自动化流程带来了巨大挑战。传统的人工操作方式存在效率低、易出错、人力成本高等问题，急需一种智能化、自动化的操作技术。而随着深度学习技术的迅猛发展，基于深度学习的自动化操作技术成为一种重要的解决方案。本文以境外银行支付密码器为研究对象，通过深度学习算法，提出一种基于深度学习的境外银行支付密码器自动化操作技术。该技术借助深度学习算法的图像识别和序列预测能力，系统可以更加准确地进行操作，并通过智能控制算法实现了自动化操作。仿真实验表明，该技术具有准确、高效、安全、自适应等优势，为新能源行业财务共享中心的操作提供了新的解决思路和创新方向，对财务共享中心的工作效率和安全性提高具有重要意义^[1]。

1 深度学习算法及自动化操作技术

1.1 支付密码器图像特征分析

1.1.1 支付密码器系统结构

境外银行支付密码器是一个复杂的系统，其系统结构由支付密码器本体、操作界面和后台系统组成。支付密码器本体是核心部分，包括硬件设备和加密算法，用于生成一次性密码（OTP）；操作界面用于输入PIN码和显示生成的密码；后台系统则负责管理支付密码器的使用记录和安全策略^[2]。

1.1.2 支付密码器图像特征分析

支付密码器的图像特征分析是实现自动化操作的基础。通过高清摄像头采集支付密码器的屏幕图像，分析其图像特征，包括数字、字母、符号以及操作提示等^[3]。这些特征是后续识别和操作的关键依据。

1.2 深度学习算法实现自动化操作

1.2.1 深度学习算法流程

深度学习算法用于实现支付密码器的自动化操作，其流程如下。

图像采集与预处理。使用高清摄像头采集支付密码器的屏幕图像，并进行灰度化、归一化等预处理操作^[4-6]。

特征提取与识别。利用CNN对预处理后的图像进行特征提取，识别屏幕上的数字、字母和符号。

序列预测与决策。将CNN提取的特征输入长短期记忆网络（LSTM），预测下一步操作指令，生成相应的按键序列。

机械臂控制与执行。根据LSTM的预测结果，控制机械臂进行按键操作，完成支付密码器的操作流程。

二次密码识别与反馈。摄像头再次采集屏幕图像，识别二次密码，并将结果反馈给操作人员或RPA系统。

1.2.2 深度学习模型

（1）卷积神经网络（CNN）

CNN用于图像特征提取，其结构如下。

输入层，接收预处理后的图像数据；卷积层，使用多个卷积核对输入图像进行卷积操作，提取图像的局部特征；池化层，对卷积层的输出进行下采样，减少数据量并保留重要特征；全连接

【作者简介】赵灵珊（1988—），女，黑龙江佳木斯人，硕士研究生，高级会计师，研究方向：财务管理。

层，将池化层的输出展平为一维向量，通过全连接层进行分类或回归预测，识别屏幕上的数字、字母和符号。

CNN 的前向传播公式如式 (1) 所示。

$$\begin{aligned} z^{(l)} &= W^{(l)} a^{(l-1)} + b^{(l)} \\ a^{(l)} &= f(z^{(l)}) \end{aligned} \quad (1)$$

式 (1) 中， $W^{(l)}$ 和 $b^{(l)}$ 分别是第 l 层的权重和偏置， $a^{(l)}$ 是第 l 层的激活值， f 是激活函数，如 ReLU。

(2) 长短期记忆网络 (LSTM)

LSTM 用于序列预测，其结构如下。

输入门，控制当前输入信息进入细胞状态的程度；遗忘门，控制细胞状态中信息的遗忘程度；输出门，控制细胞状态中信息的输出程度。

LSTM 的更新公式如式 (2) 所示。

$$\begin{aligned} i_t &= \sigma(W_i x_t + U_i h_{t-1} + b_i) \\ f_t &= \sigma(W_f x_t + U_f h_{t-1} + b_f) \\ o_t &= \sigma(W_o x_t + U_o h_{t-1} + b_o) \\ \tilde{c}_t &= \tanh(W_c x_t + U_c h_{t-1} + b_c) \\ c_t &= f_t \cdot c_{t-1} + i_t \cdot \tilde{c}_t \\ h_t &= o_t \cdot \tanh(c_t) \end{aligned} \quad (2)$$

式 (2) 中， i_t 、 f_t 、 o_t 分别是输入门、遗忘门和输出门的激活值， $\tilde{c}_t$ 是候选细胞状态， c_t 是当前细胞状态， h_t 是当前隐藏状态， σ 是 sigmoid 函数， $\tanh$ 是双曲正切函数。

1.3 模型训练

(1) 数据准备

收集不同境外银行支付密码器的屏幕图像及其对应的操作序列，作为训练数据^[7-8]。

(2) 损失函数

使用交叉熵损失函数来衡量模型预测与真实标签之间的差异，计算公式如式 (3) 所示。

$$L = - \sum_{i=1}^N y_i \log(\hat{y}_i) \quad (3)$$

式 (3) 其中， y_i 是真实标签， $\hat{y}_i$ 是模型预测值， N 是类别总数。

(3) 优化算法

使用 Adam 优化算法来最小化损失函数，更新模型参数，计算公式如式 (4) 所示。

$$\theta = \theta - \alpha \cdot \frac{m}{\sqrt{v} + \epsilon} \quad (4)$$

式 (4) 中， α 是学习率， m 和 v 分别是梯度的一阶矩估计和二阶矩估计， ϵ 是一个很小的常数，用于防止分母为零。

2 境外银行支付密码器自动化操作技术的应用

2.1 环境信息采集与处理

环境信息采集与处理是自动化操作的关键步骤。在环境信息采集方面，系统利用高清摄像头进行图像采集，以获取支付密码器屏幕的详细信息。为了保证信息的全面采集，并解决图像畸变的问题，系统会采用以下图像采集与处理流程^[9]。

2.1.1 图像采集

使用高清无畸变工业广角摄像头实时采集支付密码器的屏幕图像，确保图像的清晰度和分辨率；摄像头安装在机械臂的末端，能够根据需要调整角度和位置，以获取最佳的图像效果。

2.1.2 图像预处理

灰度化，将彩色图像转换为灰度图像，减少数据量，同时保留图像的主要特征；归一化，将图像像素值归一化到 [0, 1] 范围内，提高模型的训练效果；裁剪与缩放，根据支付密码器的屏幕尺寸，对图像进行裁剪和缩放，使其符合模型输入的尺寸要求；去噪处理，使用高斯滤波或其他去噪算法，减少图像中的噪声，提高图像质量。

2.1.3 图像增强

对比度增强，通过直方图均衡化或自适应对比度增强算法，提高图像的对比度，使数字和符号更加清晰；光照校正，对图像进行光照校正，确保在不同光照条件下都能保持较好的图像质量。

2.2 自动化操作流程

基于深度学习的境外银行支付密码器自动化操作技术的实现可以分为以下几个步骤。

2.2.1 识别支付密码器

使用卷积神经网络 (CNN) 对采集到的图像进行特征提取和识别，确定支付密码器的类型和状态，识别内容包括屏幕上的数字、字母、符号以及操作提示等，确保系统能够准确识别支付密码器的屏幕内容。

2.2.2 电脑端操作人员或 RPA 输入 PIN 码

操作人员或 RPA 在电脑端输入支付密码器的 PIN 码，该信息通过系统传输到控制机械臂的控制单元。系统对输入的 PIN 码进行验证，确保其正确性。

2.2.3 机械臂自动按键操作

根据识别结果和输入的 PIN 码，系统生成相应的按键序列。控制机

机械臂移动到指定的按键位置，并执行按键操作。机械臂的运动控制基于长短期记忆网络（LSTM）的预测结果，确保按键操作的准确性和高效性。

2.2.4 摄像头自动识别二次密码

在机械臂完成按键操作后，摄像头再次采集支付密码器的屏幕图像，识别屏幕上的二次密码。使用 CNN 对采集到的图像进行特征提取和识别，确保二次密码的准确识别。

2.2.5 反馈到操作人员电脑屏幕或 RPA 系统

将识别的二次密码显示在操作人员的电脑屏幕上，供下一步操作使用。同时，通过 API 接口将二次密码提供给 RPA 系统，供 RPA 下一步调用，完成整个操作流程。

2.3 应用案例与优势

2.3.1 应用案例

为了验证所提技术的可行性和有效性，某集团财务共享中心对下辖的境外新能源企业银行密码器进行了实际应用测试。测试环境包括多种境外银行支付密码器，如汇丰银行、花旗银行、渣打银行等。测试结果显示，该技术能够准确识别不同银行支付密码器的屏幕内容，并生成正确的操作指令，完成自动化操作^[10]。

2.3.2 技术优势

（1）高效性。自动化操作技术显著提高了操作效率，减少了人工操作的时间和错误率。（2）准确性。深度学习算法能够准确识别支付密码器的屏幕内容，生成正确的操作指令，确保操作的准确性。（3）安全性。通过摄像头实时监控操作过程，确保操作的安全性和可靠性。（4）自适应性。系统能够自动适应不同境外银行支付密码器的界面和操作流程，减少了人工干预的需求。（5）扩展性。该技术不仅适用于境外银行支付密码器，还可以扩展到其他类似的自动化操作场景。

结语

基于深度学习的境外银行支付密码器自动化操作技术在提高操作效率、准确性和安全性方面表现出显著优势，为新能源行业财务共享中心的操作提供了新的解决思路和创新方向。通过深度学习算法的图像识别和序列预测能力，系统能够准确识别支付密码器的屏幕内容，并实现自动化操作。实际应用测试表明，该技术在多种境外银行支付密码器上均能有效运行，具有广泛的适用性和良好的扩展性。■

引用

- [1] 王晓明.新能源行业财务共享中心建设与运营研究[J].财会通讯,2021(12):45-47.
- [2] 李明.深度学习在图像识别中的应用[J].现代计算机,2022(3):56-58.
- [3] 张华.财务共享中心RPA应用实践与思考[J].财会月刊,2020(8):33-35.
- [4] 刘洋.新能源企业国际化财务管理策略研究[J].财经纵横,2023(2):23-25.

[5] Goodfellow,I.,Bengio,Y., & Courville,A.(2016).Deep Learning. MIT Press.

[6] Hochreiter,S.,& Schmidhuber,J.(1997).Long Short-Term Memory.Neural Computation,9 (8),1735-1780.

[7] LeCun,Y.,Bengio,Y.,& Hinton, G.(2015).Deep learning.Nature, 521(7553),436-444.

[8] Kingma,D.P.,& Ba,J.(2014). Adam:A Method for Stochastic Optimization.arXiv preprint arXiv:1412.6980.

[9] Simonyan,K.,& Zisserman,A. (2014).Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition.arXiv preprint arXiv: 1409.1556.

[10] Redmon,J.,Divvala,S.,Girshick,R.,& Farhadi,A.(2016). You Only Look Once:Unified, Real-Time Object Detection.In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 779-788).

低轨卫星导航增强系统扩频码设计与实现

文 ◆ 综合时空网络与装备技术全国重点实验室 中国电子科技集团公司第五十四研究所 孙一雄 刘晓旭 刘天立

引言

随着卫星导航技术的持续发展，低轨卫星导航增强系统因其功率上的显著优势以及快速收敛特性而逐渐成为研究热点。低轨卫星导航增强系统旨在通过增强 GNSS 的定位授时精度、提升系统完好性、增强信号连续性和可用性，以满足日益增长的精准时空信息需求^[1-2]。而扩频码在实现低轨卫星导航增强信号多重接收中发挥重要作用。本文针对低轨卫星导航增强系统中扩频码的设计与实现展开研究，首先分析了低轨卫星导航增强系统的需求和特性，阐述了扩频码设计方面与传统卫星导航系统设计的差异之处。其次，研究了扩频码的设计原理与方法，提出了适用于低轨卫星导航增强系统的扩频码设计方案。再次，详细介绍了扩频码的实现过程，评估扩频码的平衡性、自相关性以及互相关性等关键参数。最后，总结了扩频码设计中的关键技术问题，并对未来的研究方向提出了展望。本文的研究可以为低轨卫星导航增强系统的信号处理和系统设计提供理论依据和技术支持。

1 现有卫星导航系统扩频码设计

通过对现有卫星导航信号扩频码生成方式的深入分析可以发现，其种类繁多且各具特性。依据生成方法的差异，常见的扩频码序列可划分为以下 3 类^[3-4]。

(1) 基于线性反馈移位寄存器 (LFSR) 生成的序列。此类序列包括经典的 m 序列、Gold 序列和 Kasami 序列等。这些序列凭借良好的自相关特性和易于硬件实现的特点，广泛应用于各类卫星导航系统。

(2) 基于数学算法推导生成的序列。例如，在 GPS 现代化进程中 L1C 信号所采用的 Weil 序列，通过复杂的数学构造，能够提供更优异的抗干扰和抗多径性能。

(3) 基于遗传算法优化测试生成的序列。例如，Galileo E1 OS 信号中的 random codes，即通过遗传算法优化测试生成，但其设计过程相对复杂，计算成本较高。

这些常见的扩频码序列为低轨卫星导航信号扩频码的设计提供了重要的理论基础和实践指导，可以根据以上思路，结合低轨卫星导航增强系统自身特点，进行伪码设计。

2 低轨卫星导航增强系统扩频码设计

2.1 设计思路

低轨卫星导航增强系统扩频码设计需要考虑以下方面。首先，是基于兼容性的考虑，低轨卫星导航增强系统是现有卫星导航系统的有效补充，在扩频码设计上与现有方式保持一致，可以提升系统兼容性。其次，应考虑低轨卫星导航增强系统的自身特点。低轨星座与以往星座最大的不同就是卫星数量繁多，现有卫星导航系统卫星数量一般在几十颗，伪码序列按照几十到一百多进行排布。而低轨卫星导航增强系统卫星数量一般都在几百颗甚至上千颗，这对扩频码的码族提出了更高要求，要求所用的扩频码生成算法能够支持如此庞大的星座系统。同时，也给接收终端的扩频码不确定性搜索带来了挑战。而低轨星座运行高度低，可见弧段相对于现有卫星导航系统较短，因此会频繁涉及卫星上下

【作者简介】孙一雄（1990—），男，河北饶阳人，硕士研究生，工程师，研究方向：低轨卫星导航增强技术。

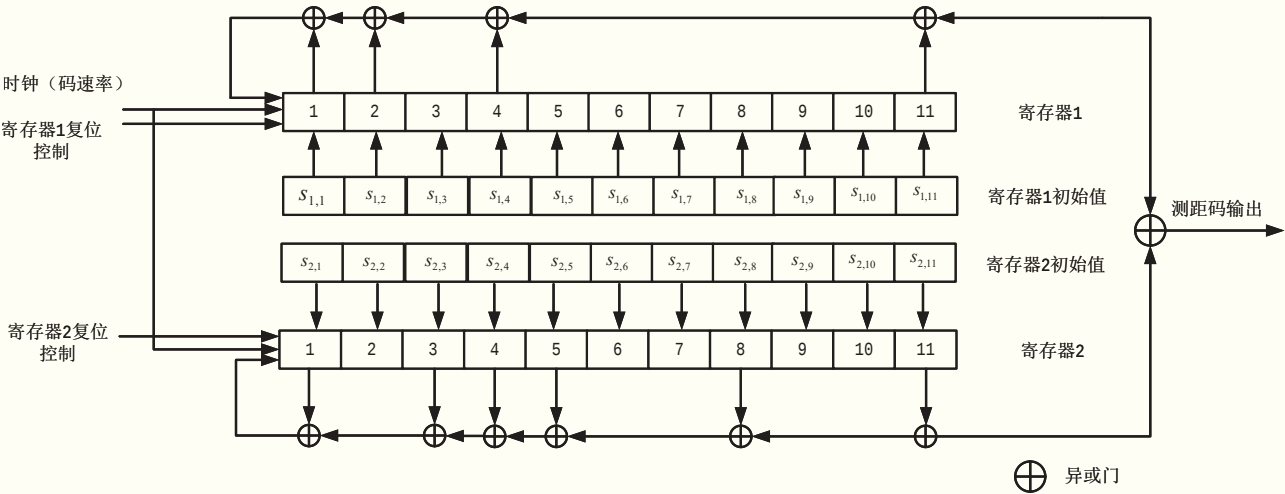


图 1 低轨导航增强系统伪码发生器结构

星操作，对地面应用终端提出了挑战。因此，低轨卫星导航增强系统伪码序列不宜过于复杂，不应使用无周期码等复杂度较大的伪码构成，可考虑引入复用机制，进一步提升终端的搜索速度。此外，低轨卫星落地功率电平高，抗干扰能力强，在扩频码增益方面应考虑适当弱化相关设计，不追求扩频码的长度，减轻地面应用终端的搜索负担。

2.2 设计流程

基于上述低轨卫星导航增强系统扩频码的设计思路，低轨卫星导航增强系统扩频码的设计流程如下^[5-6]。第一步，构造并初选扩频码。在所有 Gold 码序列中选取平衡性最优的码序列，将伪码序列转换为 ±1 序列，然后进行求和操作，结果为 0 即为平衡 Gold 码。同时，将 2046 长度的 Gold 码进行平衡性优化筛选，去除平衡性不佳的码序列。第二步，自相关优选。计算候选码序列的偶自相关函数、奇自相关函数，以自相关最大旁瓣为性能测度进行门限判决。同时，选择合适的门限，保留一定数量的符合条件的码序列。第三步，互相关测度计算。计算候选码序列的互相关函数，以偶互相关函数、奇互相关函数的最大峰值为测

度，采用算法优选扩频码，当码数等于 168 时停止。至此通过算法优选得到 168 组扩频码，输出其码序列及其生成参数。

3 扩频码设计方案与验证

基于上述方案进行伪码设计，低轨卫星导航增强信号测距码的码速率为 2.046Mcps，码长为 2046，码周期为 1ms。由两个线性序列 $g_1(x)$ 和 $g_2(x)$ 模二加产生平衡 Gold 码后截短生成。 $g_1(x)$ 和 $g_2(x)$ 序列分别由 11 级线性移位寄存器生成，其生成多项式分别如式 (1) 和 (2) 所示。

$$g_1(x)=1+x^1+x^2+x^4+x^{11} \quad (1)$$

$$g_2(x)=1+x^1+x^3+x^4+x^5+x^8+x^{11} \quad (2)$$

低轨导航增强系统伪码发生器结构如图 1 所示。

图 1 中，寄存器 1 的初始值随卫星而异，排列方式为 $[s_{1,1}, s_{1,2}, s_{1,3}, \dots, s_{1,9}, s_{1,10}, s_{1,11}]$ ，寄存器 2 的初始值均为 1。在测距码周期起始时刻，寄存器 1 和寄存器 2 同步复位。

根据生成的伪码序列，绘制 PRN1 号星伪码序列自相关函数如图 2 所示。

PRN3 与 PRN4 伪码序列互相关函数如图 3 所示。

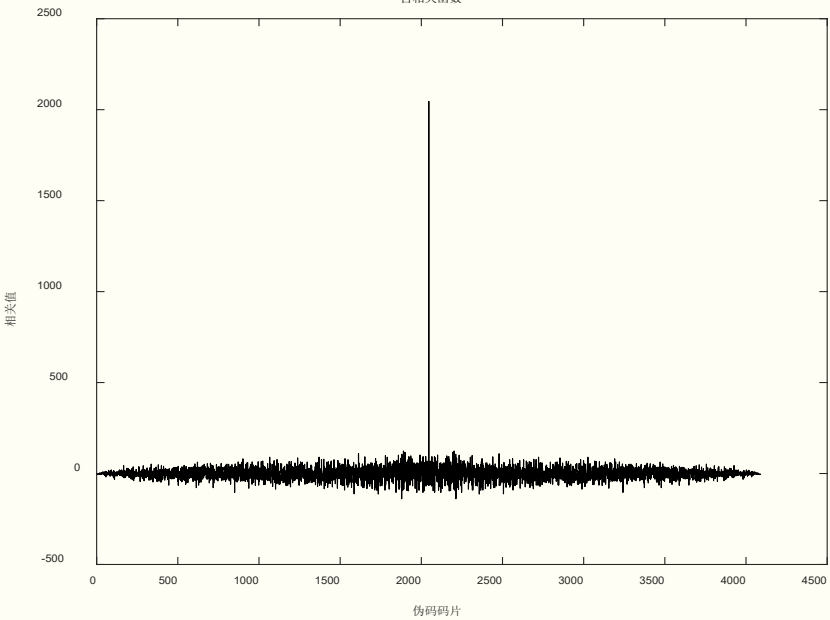


图 2 PRN1 号星伪码序列自相关函数

为验证本方案构造扩频码的性能和复杂度，以现有的卫星导航系统扩频码为对比目标进行测试验证。对比扩频码方案包括 GPS 系统 L1 C/A 信号扩频码、Galileo 系统 E1 信号扩频码，北斗系统 B1I、B2I 信号扩频码，扩频码长主要包括 1023、2046、4092 比特 3 种。以伪码平衡性、自相关峰值、互相关峰值为性能测度，比较扩频码性能（见表 1）。

结语

本文针对低轨卫星导航增强系统的扩频码设计与实现进行了深入研究。通过对低轨卫星导航信号特性的分析，结合扩频码设计的基本原则和性能要求，提出了一种适用于低轨卫星导航增强系统的新型扩频码设计方案。同时，对所设计的扩频码进行了性能测试。测试结果表明，所设计的扩频码在自相关特性、互相关特性方面有着优良表现，能够有效提高低轨卫星导航信号的精度和可靠性。随着低轨卫星导航技术的不断发展和完善，相信低轨卫星导航增强系统将在未来的全球导航卫星系统中发挥越来越重要的作用。

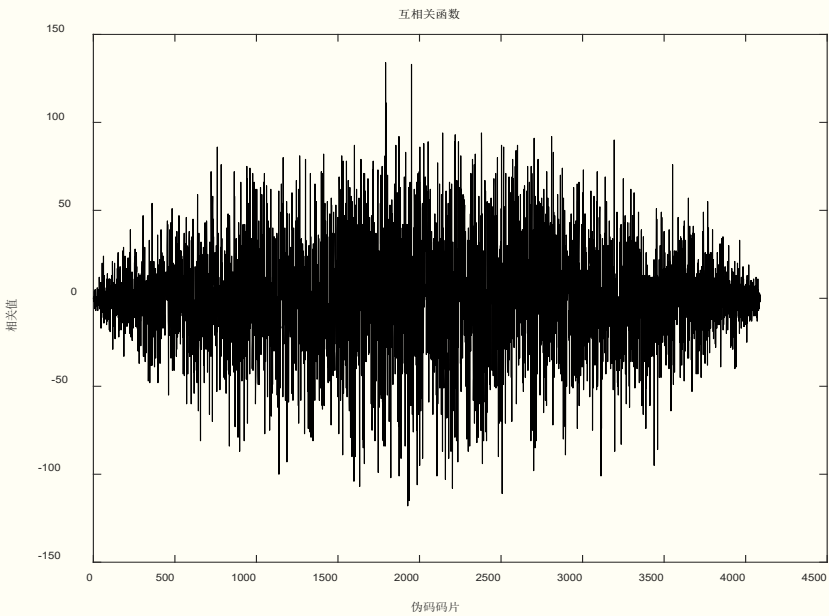
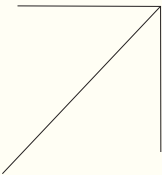


图 3 PRN3 与 PRN4 伪码序列互相关函数

表 1 扩频码性能比较

扩频码	本文方案	GPS L1C/A	BDS B1I/B2I	Galileo E1b
伪码码长	2046	1023	2046	4092
伪码数量	168	36	36	50
平衡性	1	1	2	0
最大偶自相关	166	65	170	212
最大奇自相关	166	131	156	218
最大偶互相关峰值	326	65	210	244
最大奇互相关峰值	314	153	198	246

引用

[1] 伍蔡伦,树玉泉,王刚,等.天象一号导航增强信号设计与性能评估[J].无线电工程,2020,50(9):748-753.

[2] 蔚保国,武子谦,伍蔡伦,等.天象一号低轨导航增强系统研究与在轨试验验证[J].导航定位与授时,2022,9(1):25-34.

[3] 牛满仓,战兴群,刘卫,等.卫星导航信号的扩频码设计[C]//中国卫星导航系统管理办公室,科学技术部高新技术发展及产业化司,国防科工局系统工程一司,交通运输部综合规划司,教育部科学技术司.第二届中国卫星导航学术年会电子文集.上海交通大学航空航天学院,2011:169-173.

[4] 夏轩,魏蛟龙,唐祖平,等.一种可用于卫星导航系统的新扩频码[C]//中国卫星导航系统管理办公室,科学技术部高新技术发展及产业化司,国防科工局系统工程一司,交通运输部综合规划司,教育部科学技术司.第五届中国卫星导航学术年会论文集-S2卫星导航信号体制及兼容与互操作.华中科技大学电子与信息工程系,2014:52-56.

[5] 朱建锋.卫星导航信号扩频码构造、优选和增强接收技术研究[D].北京:北京理工大学,2015.

[6] 左华汉.GNSS伪码优化设计[D].武汉:华中科技大学,2012.

数字经济

Digital Economy

自人类社会进入 21 世纪以来，数字技术的快速发展和广泛应用衍生出了数字经济，作为一种新的经济、新的动能、新的业态，它加快推动了社会和经济的整体性深刻变革。以人工智能、大数据和云计算为代表的数字技术加速融合发展，成为推动传统工业经济向新一代数字经济过渡的关键驱动力，并加速向经济社会各个领域渗透，引发了系统性、革命性以及群体性的产业变革，不断形成新的创新体系、生产方式和产业形态，持续优化、拓展数字经济的发展空间，为数字经济发展开启新征程。

数字经济是以数据资源为关键要素，以现代信息网络为主要载体，通过信息通信技术的融合应用和全要素数字化转型，促进公平与效率更加统一的新经济形态，其构成主要包括数字产业化，即电子信息制造业、电信业等基于数字技术的产业；产业数字化，即通过数字技术改造传统产业提升生产效率和产品质量；数字化治理，即利用数字技术提升政府服务和监管效率；数据价值化，即通过数据分析挖掘数据价值为决策提供支持这四部分。如今，数字经济已经成为推动世界经济包容性增长和可持续发展的重要引擎，对经济社会发展的引领支撑作用日益凸显。

本栏目将聚焦数字经济核心驱动力，追踪数字产业化基础与产业数字化融合的协同演进；探索技术融合催生的新业态、新模式及其对经济结构、增长动能与全球竞争格局的系统性变革，解码这一新经济形态引领的可持续发展路径。



智能电网的特性及技术应用研究

文 ◆ 国网湖北直流公司 高梦露 郑潇涵

的要求，且存在诸多问题，如输电损耗高、电能质量不达标、容易发生电压骤降和停电等。为实现“碳中和”和“碳达峰”的“双碳”目标，推动“智能电网”和“新型电力系统”的发展和建设是提升电能质量、保障供电稳定性的必要途径。

1 智能电网的定义及特性

1.1 定义

智能电网的概念并非突然提出，而是随着电网供配电系统的发展逐渐衍生而成。随着经济社会的发展，人们对于电能供应提出了不同要求。2000 年，美国学者率先提出了智能电网的概念。传统电网只专注于对电力的生产、传输以及过程监视与控制。智能电网与传统电网对比表如表 1 所示。

表 1 智能电网与传统电网对比表

智能电网	传统电网
双向实时通信	单向通信
集中 / 分布式发电系统辐射状网络	集中式发电系统放射状网络
涉及大量传感器	使用少量基本传感器
自动控制 / 控制范围广	机械控制 / 控制范围小
存在数据安全隐患	数据安全隐患小

当今的电网要求在用户和发电企业以及电网之间实现信息的双向流动。智能电网融入了大量信息化和自动化技术，利用先进的传感技术、测量技术、设备和决策系统^[2]，使电网的可靠性和智能性更高，能够经济高效地处理电力生产和电力输配等一系列流程。

1.2 智能电网的特性

1.2.1 可靠性

传统电网的可再生能源整合、微电网和需求侧响应方面存在问题。

引言

随着人民生活水平的不断提高，城市化进展逐渐加快，我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。而持续上涨的电力需求，对我国乃至全世界的电力网络带来了严峻考验。据相关研究表明，城市用电需求占据了总体用电需求的 75% ~ 80%，并形成了 80% 的温室气体排放^[1]。传统电网专注于电能的生产、输送和分配。随着用电需求量的急剧增加和供电质量的要求提高，传统电网的形式无法适应当代电力

【作者简介】高梦露（1992—），女，湖北宜昌人，硕士研究生，工程师，研究方向：高压直流输电、智能电网。

随着供电需求的增长,传统电网加入了大量可再生能源和微电网,使得电网的规模和复杂性急剧增加。智能电网能够较好地应对电网规模增长问题。智能电网有能力监控和存储从发电侧到用电侧的所有数据,并评估其可靠性。而诸如动态随机最优潮流等先进技术则有助于估算和优化智能电网中的电能流动。同时,随着通信系统的进步,智能电网的可靠性将进一步提升。

1.2.2 安全性

安全性是智能电网发展中最具挑战性的问题。随着自动化程度的提高,在智能电网中应用了大量自动化和通信设备,使得电网的远程监控和控制更容易受到网络攻击的威胁。例如,2015年,乌克兰电力系统遭恶意软件攻击,造成了大面积停电。针对智能电网的安全性问题,可以通过软件和算法进行实时评估,如智能电网系统威胁分析(Smart Grid Systems Threats Analysis, SGSTA)和集成系统安全威胁模型(Systems Security Threat Model, SSTM)等,可实时评估当前电网的安全薄弱点。

关于智能电网的安全性,关注点并不局限于发电侧和配电侧。在用电端,面向消费者的用电隐私保护也十分重要,如智能家居和智能计量表计也可成为不法分子攻击的对象。

1.2.3 需求侧管理

智能电网通过双向通信能力,为需求侧或用户提供了与电网互动的途径。其为消费者提供了更经济地使用电力的机会。通过对消费者进行经济激励,鼓励消费者改变、培养良好的用电习惯,以此减少对电网的需求和压力。消费者可以根据自身电力消费需求,与电网双向互动,使配电系统根据不同消费者的高峰负荷变化情况相应地给出适合消费者的用电方案。这种双向互动,引发了家用电器设备和公用电力设施的智能化发展。这些设备能够与电网通信,使用户自主、高效地进行电力消费。家庭用电和公用电力设施的智能化,也催生了不同网络协议的应用,如LoRA、ZigBee和Wi-Fi等,这些协议为无线控制家用电器提供了有力支撑。通信协议在智能电网中的应用如图1所示。

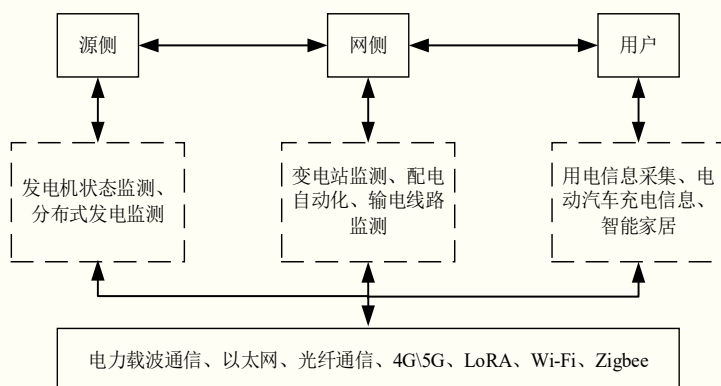


图1 通信协议在智能电网中的应用

1.2.4 微电网和可再生能源

利用可再生能源(如太阳能、风能)可以满足日益增长的电力需求并减少温室气体排放,有助于减轻电网压力。然而,可再生能源通常位于偏远地区,解决其电力消纳的方式有两种,一是通过超特高压输电技术将电能输送至负荷侧;二是使用微电网(Micro-Grid, MG),利用孤

岛模式和并网模式的切换,合理选择电能是就地消纳还是并网。但是,考虑到大量微电网的出现需要处理海量数据,需要配合大数据技术进行数据存储、传输和处理。

1.2.5 自愈性

对于智能电网,其功能不应仅局限于诊断电网中发生的故障,还应及时消除故障恢复供电。利用电网中广泛安装的实时通信设备和各类数字化组件,可实现实时监控电网运行状态;辅以计算机技术和人工智能技术,智能电网能够识别出由自然原因或人为错误引起的潜在故障,并对异常情况立即做出反应,进而防止事故进一步扩大。其自愈性可总结为3个方面,分别为实时监控和反应、故障预测、故障隔离或切除。

2 智能电网中的技术应用

2.1 电力物联网

由于智能电网具有网络属性^[3],结合物联网(Internet of Things, IoTs)技术,能够高效可靠地实现电力系统中人、事件和设备的交互。与普通交互不同,电力物联网能够实现以电力数据为基础的电力系统的全面感知。这种感知建立在更精确、更快速的传感和网络通信技术基础上。此外,电力物联网还跨越了电力设备和电力通信网的局限性,其利用卫星、第五代通信技术构建的广域电网,能实现电力数据在不同专业领域的开放和共享。电力物联网框架图如图2所示。

此外,伴随电力物联网而来的是严重的信息安全问题,包括身份冒充、数据篡改、过度操作、授权问题、隐私问题和网络攻击等。因此,基于物联网的智能电

网必须具备身份验证、保密性、用户隐私和数据完整性等服务，以避免发生安全风险。

2.2 与电动汽车结合的智能电网

电动汽车是解决传统燃油汽车带来环境污染的有效方法。大量电动汽车的充放电会对电网造成冲击。反之，如果电动汽车与电网的整合规划良好并遵循既定的充放电标准，电动汽车的充放电能够起到提高电能利用效率和电网稳定性的作用。通常，电动汽车只被视作负荷，实际上电动汽车也可被视作电源。电动汽车的剩余电能，在特殊情况下可以向电网反向供电。

2.3 大数据技术

智能电网完全依赖其接收的数据。数据不仅是电网的“眼睛”，还充当其“手足”。从发电、输电、变电到用电等环节收集的海量数据，为电网做出正确决策提供有力的数据支撑。电力数据具有典型的“4V”特征，即“Volume——体量”“Velocity——速度”“Variety——多样性”“Value——价值”。

智能电网信息类型表如表 2

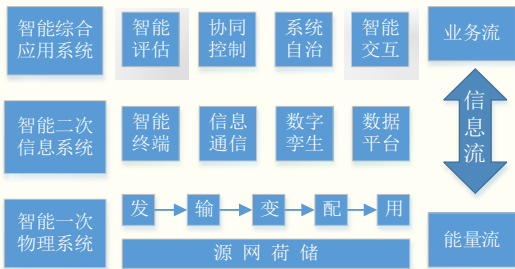


图 2 电力物联网框架图

表 2 智能电网信息类型表

数据类型	典型数据
负载数据	智能电表数据、补偿器数据
设备及电量数据	电压、电流、频率数据、断路器分 / 合数据、电机启 / 停数据
安全数据	温度数据、油位数据
其他数据	维护日志、运行日志

所示。

从不同传感器、有线以及无线通信中收集的大量数据存储于用户端、场站端、云端或是调度中心，通过数据处理将收集到的数据以可视化的方式进行展现。利用大数据技术，能够有效提高电网中电能的利用效率、运行的安全性和经济性。但大数据技术带来的负面影响也显而易见。（1）大量数据的实时收集和传输带来海量数据，这对电力系统的通信网络造成了额外负担，且会出现潜在的数据爆炸问题。对此的解决方案是采用云、雾计算的方式，将一部分数据储存在电网“边缘”，减轻主站的压力。（2）考虑到从发电端到用电端的数据都可以作为大数据的来源，这势必引起数据安全问题。用户个人的隐私乃至公共事业单位的用电数据一旦泄露，对用户乃至国家安全都会产生危害。

结语

智能电网是全世界电网建设的目标。在智能电网各个领域，仍有巨大的潜力可供未来研究进行挖掘。除了传统的负荷预测、潮流优化、通信、微电网整合、需求侧管理以及能源管理系统，智能电网的互操作性标准、传输数据加密以及发电、输电和配电自动化等领域都是值得研究的方向。

引用

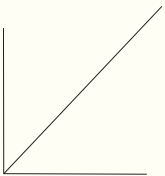
[1] Mohanty P S,Choppali U,Kougianos E.Everything You Wanted to Know about Smart Cities:The Internet of Things is the Backbone[J]. IEEE Consumer Electronics Magazine,2016,5(3):60-70.
[2] 方嘉祥.智能电网信息安全及新技术研究综述[J].科技与创新,2022(4):21-25.
[3] 杨挺,翟峰,赵英杰,等.泛在电力物联网释义与研究展望[J].电力系统自动化,2019,43(13):9-20+53.

城市全域数字化转型中的 数字悬浮现象及其治理

文◆苏州行政学院 周 健

引言

在信息化和数字技术快速发展的当下，城市的全域数字化转型升级已成为支撑经济实现高质量发展、社会治理现代化水平不断提升的重要布局 and 关键举措。“十四五”期间，在全球城市可持续发展战略部署的浪潮下，以大数据、智能化引领的城市转型成为地方经济社会跨越式发展的主要抓手，并以此重塑区域竞争格局。同时，大数据、云服务、人工智能等新一代信息技术的快速推广应用，催生了海量数据挖掘与智能应用，加速推动城市发展治理模式创新和社会运行方式变革，助力打造



【作者简介】周健（1977—），男，江苏苏州人，工学硕士，教授，研究方向：公共管理和数字化建设。

更智慧、更绿色、更具幸福感的城市。

然而，在城市转型的大潮中，必须正视一个正逐渐凸显的重要问题——数字悬浮。数字悬浮是指数字化应用与治理需求之间的不匹配关系，直观表现为数字平台看似建设良好，却未能有效解决实际的城市管理问题，甚至有时还会加剧信息孤岛、数据壁垒现象，不利于数字化改造的进一步推进。这既会降低数字技术本身的价值和对城市发展的正面效应，也有可能扩大数字鸿沟、损害社会公平，乃至威胁城市的数字化转型发展。如果这一状况不能得到有效缓解，将极大阻碍城市的全面数字化进程和智慧城市战略的实施。

因此，要克服数字悬浮带来的消极影响，让数字技术真正融入城市的生产生活，成为推进智慧化转型的关键环节之一。

1 城市全域数字化转型与数字悬浮概述

城市全域数字化转型是一个综合性的概念，旨在通过数据融通与开发利用，全面推动城市在规划、建设、管理、服务、运行等各个环节的数字化转型^[1]。这一过程不仅涉及对城市运作模式的数字化更新，还涉及城市的技术基础、管理程序、应用环境以及产业整合等多方面的彻底重构和提升。全域数字化转型强调以数据为基础资源和创新引擎，推动智慧城市技术架构的整体性重塑、城市管理流程的系统性变革和产城融合的一体化推进，旨在全面提升城市数字化转型的整体性、系统性、协同性，以更好地满足人民日益增长的美好生活需

要，支撑城市高质量发展、高效能治理、高品质生活^[2]。

而数字悬浮则是一种异化现象，指在数字化进程中，由于缺乏有效的制度保障和技术支撑，导致数字化应用无法深入到实际生产和生活中，形成表面上的数字化，而实际上并未真正提升效率和效益的现象^[3]。这种现象主要发生在基层数字治理中，用于赋能基层治理的数字技术在进入基层治理场域后与基层治理实际之间难以有效契合，形成悬浮化状态。这种状态可以理解为数字技术在嵌入基层治理场域时，由于治理结构的科层化、治理主体和对象的数字素养不达标、数字技术平台不适配与治理方式的经验性取向等诸多要素的影响^[4]，导致数字技术赋能的作用未能有效发挥，工具优势也未能被基层治理有效吸纳，基层治理数字化转型因此受限^[5]。若得不到有效治理，这种现象可能成为一种新的形式主义。

因此，在城市全域数字化转型推进中要重视数字悬浮问题的存在及其可能带来的问题，并采取相应措施防患于未然，保证数字化转型有序开展并且取得成效。同时，还需持续改进地方治理结构、增强治理参与者和对象的数字化能力及创新治理手段等，消除数字悬浮问题，使数字化更好地助力基层治理及城市发展。

2 数字悬浮对城市全域数字化转型的影响

数字悬浮现象作为城市全域数字化转型进程中的一大阻碍，正悄然影响着数字技术在城市治理中的深度融合与高效应用。数字悬浮不仅制约了数字治理效能的充分发挥，还给推进城市全域数字化转型带来了挑战。

2.1 阻碍数字化转型进程，可能导致数字形式主义

数字悬浮的核心问题在于技术与需求的错配，使数字化转型流于表面化、标签化。这种现象不仅浪费资源、延缓进程，还可能引发公众对数字化治理的信任危机。

一是规划脱离实际，盲目追求技术标签化。许多城市在数字化转型过程中，过于追求技术的先进性和指标的“好看”，而忽视了技术与实际需求的匹配度，一味打造所谓“智能化程度最高”的城市管理平台，但没有充分考虑本地实际的需求、技术基础和人才储备情况。只是单纯追求新概念、新技术的应用，如大量引入人工智能算法用于城市交通预测，却忽略了本地交通数据质量差、数据收集设备不完善等问题，导致这些先进技术无法真正落地发挥作用，使得这些平台在实际应用中却难以解决基层治理的实际问题，甚至无人使用，最终沦为“面子工程”。这种目标与需求的脱节，不仅浪费资源，还削弱了公众对数字化治理的信任。

二是缺乏系统性推进，数据价值难以释放。数字悬浮状态下，各部门之间缺乏有效的协同配合机制。例如，城市的政务服务数字化本应是打破部门壁垒、实现信息共享的过程，但不同部门各自为政，开发独立的数字化系统，如税务部门有自己的纳税申报系统，社保部门又有单独的社保缴费系统等。这些系统之间无法互联互通、数据共享，造成市民和企业办事时需要在多个系统中来回切换、重复提交资料，不仅没有提

升办事效率，反而增加了繁琐程度，严重阻碍了城市整体数字化转型朝着集成化、一体化方向的有序推进，使得转型工作难以形成合力，最终只能停留在表面形式上。

三是忽视用户体验度，转型成果难落地。一些城市在推进数字化项目时，只注重展示新技术带来的炫酷效果，而忽视了公众的实际使用体验。例如，建设了智能公交站亭，配备了电子显示屏可以显示车辆到站时间等信息，但界面设计复杂难懂，老年人很难操作查看相关信息；或者推出的城市服务 App 功能繁多，但操作流程繁琐，用户难以快速找到自己需要的服务入口。这种只注重形式而不关注实用价值的做法，让公众觉得所谓的数字化转型只是花架子，难以真正从中获得便利，进而对整个数字化转型进程产生抵触情绪，不利于其持续深入推进。

2.2 增加治理主体的数字负担，容易造成资源浪费

数字悬浮还将明显加剧城市治理主体的数字化负担。本欲借助技术增效赋能的数字政务若遭遇失范，将会迫使地方政府部门投入更多人力、物力与财力校正。

一是导致管理复杂度提升。基于数字技术和系统应用带来的诸多分散孤立的数据信息，城市管理者不得不辗转于不同部门间，协调各方的信息对接，处理诸如软件或平台互不兼容等一系列棘手的技术问题，大大增加了城市管理和协同处置的复杂程度，导致人力资源耗费与浪费等问题。尤其对一线执法人员而言，不仅要求他们学习如何熟练使用新操作流程和技术规范，有的时候还不得不额外聘请技术人员来辅助维持运行与维护。这不仅提高了管理成本，还降低了基层管理的效率。

二是运维成本的攀升与技术负担的加重。数字化系统的引入往往伴随着高昂的建设和运维成本。而数字悬浮所带来的众多碎片化、孤立的数字化应用，后续都需要投入大量资源进行维护。例如，城市各部门分散开发的小型数字化应用需要专门团队维护服务器、更新软件以及备份数据。由于系统数量多且分散，维护工作的总成本非常可观，而这些系统又未能发挥出应有的大规模、综合性效益，使得治理主体在数字化转型过程中不仅要承担高额的建设成本，还要面临不断攀升的维护成本压力，进一步加重了资源浪费的情况。

三是数据孤岛将引发决策失误与二次消耗。当存在大量数字悬浮现象时，各治理主体之间的数据无法有效流通共享，就会形成一个个数据孤岛，导致数据整合和分析能力不足，将造成治理主体决策失误。例如，城市规划部门因无法获取交通、环保数据而制定不合理方案，这很可能导致规划不合理，如新建的商业区周边交通拥堵问题严重、环境承载能力不足等。而为了弥补这些因决策失误带来的问题，又需要额外投入更多资源进行改造和修复，进一步加大了资源消耗和治理压力，形成恶性循环。

2.3 削弱公众对数字技术的信任和支持，影响公共服务质量

数字化转型使城市治理更加高效、便捷和智能化，但若公众不信任数字技术，反而会增加对数字化服务的依赖，转向传统的服务方式。这不仅违背了数字化转型的目标导向，也会继续影响公共服务的品质水平。

一是隐私泄露风险易引发担忧。数字时代下，因部分数字应用缺乏

有效的安全保护以及统一化数据处理标准，出现了诸多侵犯个人信息权利的现象。例如，在诊疗类应用程序中，由于部分功能在收集用户的就医记录和病历信息等涉密内容时并未采取如身份认证或权限授权等必要的安全手段，使得一些病患个人信息存在被盗用的可能性。这类情况一旦发生，极易引发公众对数字技术支持的城市治理环境的担忧，进而形成对公共管理机构使用大数据开展各项工作的忌惮心理，阻碍城市数字化转型目标的顺利实现。

二是服务质量参差不齐易导致公众体验感受不佳。由于数字悬浮导致的各类数字化公共服务应用分散且缺乏有效整合，公众在使用不同服务时会遭遇体验不一的情况。部分应用功能简单、便民服务，但也有应用界面粗糙，经常出现卡顿、报错等问题。这种服务质量的不稳定和参差不齐，让公众难以形成对数字化公共服务的良好预期，认为数字化并没有给自己带来可靠、高效的服务体验，从而降低对数字技术在公共服务领域应用的支持力度，也不利于城市通过数字化转型实现提升整体公共服务质量的目标。

三是互动反馈机制缺失易导致公众信任危机，对公共服务形成反噬。很多数字悬浮的公共服务项目没有建立起良好的公众互动反馈渠道。例如，一些城市的智慧管理系统对公众提出的合理化建议无法及时响应和处理，导致公众感觉自身意见和需求被忽视，参与感较低。长此以往，公众会对这类数字化公共服务失去信心和耐心，不再愿意积极使用相关服务，影响了数字化公共服务的普及和质量提升，也阻碍了

城市全域数字化转型中以公众需求为导向的持续改进进程。

2.4 制约数字经济的发展

数字经济是城市未来发展的重要引擎，其核心在于技术与产业的深度融合。然而，当数字技术无法有效融入实际场景时，数字经济的发展也将受到阻碍。

一是易导致创新生态不佳。当数字悬浮现象普遍存在时，城市内难以形成良好的数字技术创新生态。一方面，由于缺乏统一的数字化基础设施建设标准和数据共享平台等基础支撑，创新型的数字技术企业难以获得足够丰富、高质量的数据资源进行技术研发和模型训练，限制了新技术的创新突破。另一方面，数字悬浮带来的诸多问题也会让投资者对城市的数字经济发展信心不足，减少对相关创新项目的投入，导致创新氛围不活跃、创新人才流失等问题。长期来看，这种信心的缺失将削弱城市在数字经济领域的竞争力，进一步拉大与其他领先城市的差距。

二是易导致产业融合困难。数字经济的发展需要一个健康的产业生态，而数字悬浮使得各行业在数字化转型过程中各自为战，难以实现深度的产业融合。例如，传统制造业企业在尝试数字化转型时，如果周边的物流、金融等配套产业没有同步进行有效的数字化升级与之对接，就会出现生产环节与上下游供应链衔接不畅的问题。这种产业间数字融合的障碍会制约整个城市数字经济产业链的协同发展，使得数字经济的规模效应和集聚效应难以充分发挥出来。

三是易导致市场分割与竞争无序。数字悬浮容易引发城市

内部不同区域、不同部门之间的市场分割现象。一些地方的政务服务数字化改革仅局限于本地辖区范围，与其他区域之间无法实现业务协同办理，这就使得跨区域的数字经济市场主体在开展业务时面临诸多阻碍，增加了运营成本，降低了市场效率。同时，由于缺乏有效的统筹监管和规范引导，可能出现一些部门或企业利用数字技术进行不正当竞争的情况，比如通过设置数据壁垒来垄断某类数字服务市场等，破坏公平竞争的市场环境，不利于数字经济的可持续发展，使得城市全域数字化转型难以在健康有序的市场环境中顺利推进并发挥其对经济增长的带动作用。

3 治理数字悬浮，推动城市全域数字化转型的有效路径

在城市全域数字化转型的过程中，存在一定程度的数字悬浮现象。这一现象不仅影响了数字化转型的效果和体验，还在城市管理中阻碍了数字技术的深入普及与应用，进而导致资源配置失效、公众参与不足、数字经济发展失速等不利情况。因此，要克服上述问题，探寻打破数字悬浮局面的关键管理措施显得尤为重要。

3.1 强化顶层设计，构建协同治理体系

数字化技术和城市管理体系的不同步导致了数字悬浮现象。要解决这个问题，关键在于做好顶层设计，构建一个协同的城市管理体系，以实现数字化转型的目标。

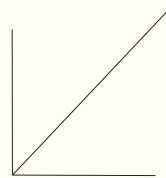
首先，制定统一的数字化转型规划是治理数字悬浮的基础。由政府主导制定覆盖全域的数字化转型总方案和配套实施方案，明确数字化发展的主要方向、发展阶段目标、重点领域、任务分工以及支持措施等内容，清晰划分不同层级政府、企业和社会团体的责任与协作机制，确保各级政府在整体战略方向上行动保持协调一致，避免各部门之间各自为政、重复建设系统而造成重复投资浪费的现象，形成上下同心的工作局面。

其次，整合资源、打破壁垒是实现数字化转型的重要途径。加强政府信息资源整合共享，完善跨部门、跨层级的数据共享交换平台和工作机制。通过打通部门间数据壁垒、消除业务孤岛，推进数据与业务流程的互联互通，提升城市治理整体效率；推动政企社合作，引导资源向数字化领域集中，营造多方参与、共建共享的良好局面。

最后，完善考核评价机制是促进数字化转型的重要保障。建立科学合理的城市数字化考核评价体系，将数字技术应用落地情况、数据开放共享程度以及公众感受度作为主要考核内容，摆脱以项目个数或技术前沿性为主的考核方式，突出数字化转型赋能城市治理能力和公共服务水平，发挥考核指挥棒的作用，激励各级各部门主动进行数字化转型，有效破解数字悬浮难题。

3.2 精准识别数字悬浮现象，明确治理方向

数字悬浮现象不仅耗费了宝贵资源，也可能成为数字化转型深度推进的障碍。要确保数字化技术的有效应用，精准识别并治理数字悬浮现象，是推动数字化转型向高质量发展的核心议题。这样做，能够为城市的数字化转型提供持续动力，促使其朝着更高质量发展。



首先，精准识别问题，全面摸底调研。治理数字悬浮问题的首要工作在于全面摸清现状。一方面，采用问卷、走访、座谈等形式，深入了解各地各部门各单位智慧化建设过程中存在的实际诉求、难点痛点和举措成效等问题；另一方面，要特别注重精准识别表面“智慧化”程度高、实际成效不明显的事项或问题，包括政务服务中的“僵尸 App”、城市管理中的“数据孤岛”等，这些问题存在表面大数据繁荣之下。

其次，深挖问题原因，分类治理。在问题识别后，借助大数据、专家智慧等分析手段，进一步剖析数字悬浮现象背后的原因，并据此分类治理。可能是技术选型不合适，无法融合到现行业务流程中；也可能是由于缺少部门之间数据共享机制，造成了信息孤岛。针对不同原因，采取对应的解决方案。例如，对于技术不合适的，可以调整优化所选用的技术工具或重新设计开发过程；对于形成的信息壁垒，应该着力完善跨部门的数据共享制度等。

最后，建立监测预警机制，构建长效治理体系。为了防止数字悬浮局面再次出现，必须建立实时监控和动态预警机制。利用数字技术建立监控系统，实时监测数字化转型进程中的重要指标数据，一旦出现可能引起悬浮的征兆，及时发出预警信号，相关部门能够及时采取针对性措施予以修正与改进，实现及时、准确的治理。

3.3 以需求为导向，提升数字化服务实效

解决数字悬浮问题的核心策略在于将市民需求置于首位，推动数字技术与城市管理、公共服务以及产业发展深度融合。随着数字化转型不断推进，城市将愈发智能，居民生活将更加便捷，数字服务也将成为推动城市高质量发展的关键驱动力。

首先，以市民需求为导向，打造智慧民生服务平台。建设智慧民生服务平台是消除数字悬浮的重要举措。该平台以广大人民群众的需求为出发点，基于教育、医疗、社保、养老、就业等公共服务信息资源的集成和利用，构建一体化服务模式，优化民生服务供给，提升广大人民群众的使用体验。通过民生服务平台，能极大满足广大人民群众在公共服务领域的信息化需求。例如，广泛推行电子健康码和医保电子凭证，极大地方便了广大人民群众看病挂号；广泛推行社保线上缴费功能，极大地方便了广大人民群众领取养老金及其他相关社保待遇。通过对广大人民群众需求的精准对接和满足，智慧民生服务平台的服务功能得到有效发挥，真正将数字化便民服务落到实处。

其次，推动数字化应用与城市治理深度融合。数字技术融合应用是城市治理现代化的重要抓手。借助物联网、大数据、人工智能等先进技术手段打造智慧城市运营管理体系，对城市道路桥梁、公共交通、公共安全、环境卫生、生态环境、产业经济等方面进行动态监测、智能分析和精准决策，实现城市运行和治理智能化与高效化。例如，当道路车流数据感应到交通拥堵后，大数据人工智能系统将自动延长信号灯绿灯时长，这大大有助于化解城市交通堵车问题；通过监控视频与图像识别技术，能进一步提升城市治安防控效率，为民众提供更加稳定的公共安全保障服务。数字技术与城市治理的深度融合运用，能为大众带来城市的智能化与精细化管理，让百姓感知到数字技术带来的便利与安全感。

再次，优化数字化服务体验，提升居民的满意度。数字化服务的核心目的是为居民提供服务，因此必须考虑提升数字服务满意度。提高数字服务满意度需要站在用户的角度解决问题，应简化线上服务流程，优化界面设计，提升老年人、残障人士等特殊群体的使用便利性^[6]。用好数字化服务能力，加快处理速度。例如，可以利用智慧客服等方式缩短响应时间，高效快速地回应并解决诉求。同时注重需求和服务导向，充分利用数据分析实现每位居民精准无差别的精细服务，使每个人都能感受到用心的服务过程。

最后，助力产业数字化转型，注入城市发展新动能。产业数字化转型是推动城市可持续发展的重要引擎。要充分发挥城市的产业优势，推动制造业、服务业、农业等传统产业的数字化升级改造。鼓励企业开展智能制造、工业互联网应用，提高生产效率和产品质量；支持电商、物流、金融等服务业创新发展模式，提升服务品质和竞争力；加强农业信息化建设，推动农业生产智能化、精细化管理。通过产业数字

化转型，不仅能培育新的经济增长点，还能城市治理提供更多资源支持，形成良性循环。

3.4 加强人才队伍建设，夯实数字化转型基础

要从根本上解决数字悬浮，关键在于强化人才基础建设，不断夯实人才底座。

首先，引进高端人才，汇聚智力资源。数字化城市建设急需一支既懂数字技术又懂城市管理的领军队伍。这支队伍必须经验丰富、创新能力强，能够在重点领域引领方向。要运用良好的引才机制将这样的优秀人才吸收到队伍中，政府、企业都要提供优厚待遇，如丰厚的年薪、优惠的住宿安排、宽松的研究支持政策等，营造理想的办公环境和氛围。优秀的尖端团队能为这座城市的信息化转型贡献专业知识和技术经验，并且可以通过示范效应带动团队成员共同进步、提高本领。

其次，培养本土人才，夯实转型基础。本土人才是城市数字化转型的中坚力量。加强与大学、科研院所的合作，设立城市数字化相关课程和培训项目，培养本土化数字化复合型人才队伍。同时，鼓励政府、企业内部员工参与数字化培训，提高数字化素养和运用能力。由此，培育和打造一支高素质本土人才队伍，提升

治理主体的城市数字化能力，增强数字技术与治理实践相结合的能力，为化解数字悬浮问题奠定人才基础。

再次，建立激励机制，激发创新活力。一个城市的数字化转型发展，关键是要激发人才创新活力。为此，要健全人才激励机制，对为推动城市数字化转型发展作出贡献的先进个人和团队给予表彰奖励，为人才营造良好的职业发展空间和晋升渠道，让人才在推进城市数字化转型中充分施展才华、实现价值。用合理的激励机制吸引和留住优秀人才，激励他们在技术创新和应用实践上不断突破。

最后，促进人才交流合作，增强协同作用。数字化转型是一项复杂的系统工程，需要跨领域、跨区域的合作。通过举办数字化人才交流活动，如学术研讨会、技术交流会和开展项目合作等，实现知识和技术经验的共享，提高数字化应用场景的创新性；通过地区间的合作，形成数字化人才资源共享机制，从而提高数字化转型升级的效能。

结语

数字悬浮现象作为城市全域数字化转型中不可小觑的问题隐患，其影响深远且多方面。它不仅阻碍数字化转型进程，导致数字形式主义；增加治理主体的数字负担，造成资源浪费，还削弱公众对数字技术的信任，影响公共服务质量；制约数字经济的发展。数字悬浮问题无疑对城市数字化转型的整体成效构成了重大挑战。

解决数字悬浮困境，具体而言，一是要求城市治理者坚持以问题导向为基本原则，在推进数字化转型过程中强化顶层设计、注重实际效果，避免过分强调技术的领先与先进；二是加强对数字悬浮问题的识别和处理，加大数据归集和互联互通力度以提高资源配置效率，并在此基础上增强公众对于数字技术的信任度、培育数字经济发展沃土以及重视人才队伍建设，这样才能使城市全域数字化转型升级有效落地生根，发掘数字赋能城市建设的最大红利。

展望未来，在数字化转型深入推进的过程中，有信心解决这一顽疾，进而有力推动实现城市全域数字化转型升级的美好愿景。

引用

[1] 杜壮.国家数据局解读全域数字化转型:打造智慧城市升级版[J].中国战略新兴产业,2024(19):11-13.

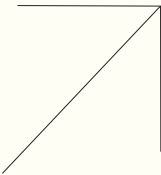
[2] 国家发展改革委、国家数据局、财政部、自然资源部.关于深化智慧城市发展 推进城市全域数字化转型的指导意见(发改数据〔2024〕660号)[Z].北京:国家发展改革委,2024.

[3] 范炜烽,白云腾.何以破解“数字悬浮”:基层数字治理的执行异化问题分析[J].电子政务,2023(10):59-70.

[4] 何东平.基层数字治理的悬浮化及其克服之策[J].领导科学,2023(1):45-49.

[5] 于水,区小兰,罗珞峻.基层治理中的数字悬浮:内涵表征、形成机理及消解策略[J].河海大学学报(哲学社会科学版),2024,26(4):79-88.

[6] 陈水生.城市治理数字化转型的整体性逻辑[J].兰州大学学报(社会科学版),2022,50(6):72-80.



新能源总承包项目 管理信息化 BIM 系统的创建

文 ◆ 中国电建集团四川工程有限公司 陈垚桦

引言

当前，人们对能源与电力的供应需求日益增长，大电网的供电模式也日趋复杂。同时，负荷特性恒功率化的问题仍然存在，难以满足可再生能源共生发展的需求。随着国家能源结构不断调整，光伏与风电装机总量持续增加。在此背景下，电力勘测设计行业需重视电力新能源总承包项目的推进工作。然而，现行项目管理软件是基于传统能源建设项目而开发，无法应用于新能源项目。基于此，本文旨在完善电力新能源总承包项目管理平台，探索在项目管理业务实现自动化、流程化、规范化的前提下，构建项目信息共享机制，以提升项目的精细化管理水平与工作效率。

1 新能源总承包项目管理信息化系统的功能

通过 BIM 技术制定新能源总承包项目的管理原则与方向，设计信息化平台，要求坚持便捷实用、灵活开放、安全性的原则。总承包项目管理平台架构如图 1 所示。

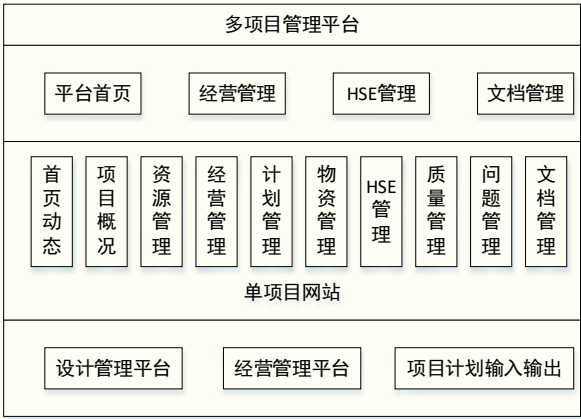


图 1 总承包项目管理平台架构

(1) 项目管理。聚焦新能源项目全流程的信息管控，利用信息化管理平台实时呈现项目关键信息的动态变化，涵盖到货状态、设备参数、工序进展等内容，便于工作人员及时分析信息变动，提升信息管理效率。

(2) 资源管理。针对新能源总承包项目中的资产、人员、组织等资源开

展系统化管理。其中，组织结构管理是工作重点，需明确各部门以及岗位的职责边界；资产设备管理需充分发挥项目资产的功能特性，保障资产的合理调配与高效使用；人员管理则根据工作人员的主要职责确定其在项目中的具体角色，确保人岗匹配，提升资源整体利用效率。

(3) 计划管理。对新能源项目实施全过程的计划管控，涵盖前期筹划与准备计划，具体包括施工计划、设计计划、采购计划等。在计划实施过程中，采用 WBS 技术进行管理，通过逐级编制 WBS 编号，清晰界定各工作包的范围，同时明确每个计划的开始与完成时间，避免因计划记录混乱影响项目推进。

(4) 物资管理。鉴于新能源总承包项目物资量大的特点，为

【作者简介】陈垚桦（1993—），男，重庆人，研究生，工程师，研究方向：项目管理。

避免因物资管理不当导致工期延误、成本浪费，需以项目合同为依据开展物资管理工作。将物资相关信息划分为两部分，一是已签署的付费合同，二是采购的到货计划清单，通过对这两部分信息的精准管控，保障物资供应与项目进度相匹配。（5）质量管理。在施工过程中，严格遵循国家以及相关行业的质量管理要求，以此推动项目进程、提升施工质量。此外，针对跨参建单位验收场景，设置单位工程工序完成情况统计功能，优化质量问题整改关闭流程，有效避免因验收程序时间差导致的进度卡壳问题，确保项目质量管控贯穿始终^[1]。

2 新能源总承包项目管理信息化系统的设计

2.1 多项目管理

（1）进度监控。借助马氏链择优原理，将项目资源的进度情况和动态变化进行直观呈现，为项目相关部门的资源配置与决策工作提供有力支持。（2）核心数据监控。记录新能源总承包项目中的实际收付费和相关计划情况，辅助财务部门制定资金计划，为项目的整体经营决策提供依据。（3）矩阵式 HSE 管理。结合项目 HSE 管理和多项目矩阵式管理的功能，构建集团、公司与项目部的三级 HSE 信息通道，实时管理项目信息。同时，创建与项目部、公司职能部门相匹配的管理模块，设置工时安全统计等相关内容。（4）文档管理。通过文档统计监控与现场志愿服务，实现工程进度与文档进度的精准匹配，进而提高文档的管理质量。

2.2 单项目管理

基于项目经理责任制度对项

目信息进行管理，单项目管理以项目部门机构为重点，通过独立设计模块内容，实现信息的互联互通。具体内容如下。

（1）项目动态。实时展现项目的里程碑节点、工序进展以及设备到货等情况，便于工作人员掌握项目的进展情况。月度计划涵盖尚未开展、已经完成、正在进行等类别，并根据 WBS 施工计划进程同步更新，确保计划与实际进度的联动。（2）项目概况。考虑到原有信息系统中的历史数据不完善与系统扩展性不足等问题，本系统将项目概况模块设计为独立的板块，主要包括项目进度信息、基本信息以及参建方信息等内容。其中，项目基本信息由公司经营管理平台完成合同评审后生成，并同步传输至项目网站。（3）资源管理。聚焦项目资产、人员角色和组织机构构成，是项目资源管理的主要功能模块。工作人员可通过系统选择对应角色进行维护；项目资产方面，主要涵盖项目部的机械设备信息，以实现资产的动态追踪与管理。（4）经营管理。根据新能源项目的资金与审计需求，将项目划分为施工分包、设计分包、设备分包、总包合同、收费清单等功能模块。通过经营管理平台可完成评审流程，项目人员则负责维护收付费清单，确保项目经营数据的准确与合规。（5）计划管理。根据国内、国际工程的不同需求进行自主配置，主要包括项目施工、采购与设计等计划。计划编制以一级计划为基础，通过新增下级计划明确开始时间、WBS 名称、编号、收费等要素，实现计划的层级化与精细化管理。（6）物资管理。新能源项目的设备量较大，为避免管理漏洞，系统依据合同内容对到货环节实施管控，具体包括设备分包合同管理与采购批次到货计划清单管理，确保物资供应与项目进度紧密衔接^[2]。

2.3 项目管理与协作平台

为提高新能源工程效率，需对项目进行协同化跨领域管理。因此设计项目管理与协作模块，以满足新能源工程建设的一站式运维需求。系统平台采用微服务架构设计，有效提升了系统功能与可维护性。此外，结合区块链技术设计去中心化管理架构，助力项目顺利开展，提高项目施工质量。系统中的项目任务通过平台智能合约功能开展，实现了调度资源的优化。为了以项目最小化成本与工期完成项目，采用深度强化学习框架对系统进行模拟，模型的目标函数如式（1）所示，模型的约束条件设计如式（2）所示。

$$\min_{\pi_{\theta}} E_{S \sim p^{\pi_{\theta}}, a \sim \pi_{\theta}} [a \cdot C(s, a) + \beta \cdot T(s, a)] \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^N x_i \leq R_k, \forall k \in \{1, 2, \dots, K\} \tag{2}$$

式（1）中， π_{θ} 是指资源分配策略， $C(s, a)$ 与 $T(s, a)$ 是指成本函数和工期函数。式（2）中， R_k 是指第 k 类资源总量约束，策略项目状态分布通过 $p^{\pi_{\theta}}$ 表示。

通过模型求解结果，制定资源的动态化分配方法，提高项目的管理效率。使用虚拟现实、增强现实等技术设计数字孪生系统，使项目的设计、施工与管理等环节更加透明化。此外，该系统能够满足多专业远程工作需求，提升新能源工程管理的智能化水平。

2.4 数据分析与决策支持

数据驱动决策为新能源工程管理工作提供有力支撑，通过数据分析

与决策功能，挖掘新能源领域的多源异构大数据的价值，为管理决策提供依据。根据谱聚类算法提取海量能源数据特征，结合能源场景学习、区域拓扑关联等技术创建能源知识图谱。在此基础上，利用长期记忆网络模型研究新能源和环境因子的关系，预测新能源的功率。同时，运用生成对抗网络设计场景样本，确保模型在极端天气下也能稳定运行。

在优化新能源项目节能减排效益时，应充分考虑政策、电价变动和技术更新等因素，通过随机多目标优化模型对投资决策进行优化。系统嵌入强化学习算法，利用蒙特卡洛树对不同情境下的目标进行鲁棒决策，增强新能源工程管理的灵活性。

2.5 微电网能量管理功能

通过微电网能量管理功能收集微网运行过程中的信息，对微网内部进行调度和协调，满足新能源项目管理的效率需求，主要功能如下。

实时监控。以微电网内部数据的收集与监视为基础，根据气象数据信息对微电网进行优化。通过自动发电功能控制微网并行联络线的有功功率，规避新能源的不确定性问题，提高微网频率与功率的稳定性。

(2) 优化调度。利用光伏功率的预测功能，预测光伏的输出功率，保证电网运行稳定性，满足微网调度决策的需求。针对负荷变化规律创建预测模型，纳入节假日、历史负荷等信息，提升系统对未来发展的预测效果。依据分布式发展预测结果优化微网与电源的负荷功能，创建多目标优化模型，实现能源互补。

(3) 能源管理。根据电源运行时的资源、设备等数据，对分布式电源全生命周期进行管理，确保管理效果符合相应的安全规范要求。通过制定发电计划保证微网在不同时期的电量平衡，结合分布式电源开关机的维修机制，分析发电计划实际执行情况。

3 系统的实验验证

为验证本文设计的新能源总承包项目管理信息化系统的有效性，搭建了仿真实验环境。通过设计 3 组实验，在 1000 个场景中开展测试对比，以此校验系统的优越性。不同模式下的系统优化结果如表 1 所示，

表 1 不同模式下的系统优化结果

新能源利用率				
管理模式	RER 均值 /%	RER 标准值 /%	RER 最大值 /%	RER 最小值 /%
传统方法	29.2	6.4	41.6	20.2
传统方法 1	35.7	4.1	44.5	28.2
本文方法	36.1	3.8	45.1	29.2
度电成本对比 (元 /kWh)				
管理模式	LOCE 均值	LOCE 标准值	LOCE 最大值	LOCE 最小值
传统方法	0.62	0.12	0.84	0.42
传统方法 1	0.51	0.08	0.65	0.38
本文方法	0.10	0.06	0.61	0.35
碳排放强度对比 (gCO ₂ /kWh)				
管理模式	CEI 均值	CEI 标准差	CEI 最大值	CEI 最小值
传统方法	719.5	95.1	902.3	583.1
传统方法 1	603.4	76.5	741.2	492.1
本文方法	535.0	58.1	649.2	441.6

呈现了不同模式下的系统优化结果。数据表明，本文所设计的系统能够提高新能源的消纳水平，降低新能源的生产成本，并实现对碳排放的精准调控，进一步说明，本文所创建的新能源工程管理系统为碳中和提供了实现方案，在今后研究中可结合主动配电网技术，对源网荷储协同方式进行优化^[3]。

结语

在全球能源转型与“双碳”目标推进的时代背景下，新能源的开发与应用已成为推动我国社会经济可持续发展的核心动力之一。为应对新能源总承包项目在多项目协同、跨领域管理、资源优化等方面的挑战，本文构建了基于 BIM 技术的总承包项目管理信息化系统，通过整合多项目管理、单项目精细化管控、协同协作平台、数据分析决策以及微电网能量管理。未来，随着信息技术与能源技术的深度融合，该系统可进一步拓展应用场景，持续优化源网荷储协同机制，为我国新能源事业的高质量发展以及“碳中和”目标的实现贡献更大价值。^[5]

引用

[1] 吴慧燕.BIM技术在建筑工程全过程造价管理中的整合应用——基于数据驱动的决策支持[J].工程造价管理,2024,35(6):69-73.

[2] 杨继清,杨继华,邱雁,等.基于BIM技术的小型装配式建筑在乡村民居中的应用前景[J].山西建筑,2024,50(23):25-28.

[3] 温烜花.BIM技术在民用建筑工程造价管理中的应用探讨[J].建材与装饰,2024,20(31):127-129.

基于多维度数据模型的 GL 市电子烟市场 现状分析与监管优化策略研究

文 ◆ 广西壮族自治区桂林市烟草专卖局 李希强 费 静

引言

近年来，电子烟因其新颖体验和“减害”宣传在全球迅速增长，用户已超过 2 亿，青少年使用率增长近 3 倍，引发公共卫生领域的广泛担忧。我国于 2022 年正式实施《电子烟管理办法》和《电子烟》(GB 41700-2022)^[1]，标志着电子烟监管进入“全流程管控”阶段，但仍面临区域风险不均、未成年人接触隐蔽性以及非国标产品流通等挑战。因此，利用数据建模技术识别风险驱动因素成为优化监管的重要课题。

本研究以 GL 市为样本，基于 1347 份用户问卷数据，构建地理热力图、卡方检验与逻辑回归模型，量化电子烟用户空间聚集特征，解析未成年人接触风险与购买渠道的关联，并验证多模型融合在风险预警中的有效性。研究发现 QX 区和 XF 区为高风险区域，线上渠道与非国标产品是未成年人接触的核心风险因子，为 GL 市的精准治理和全国电子烟监管体系升级提供了科学依据。

1 数据预处理与特征工程

1.1 数据来源

本研究数据来自 GL 市烟草

专卖局的电子烟用户调研，共回收 1469 份问卷，经过数据清洗后，剔除不合格记录，最终获得有效样本 1347 份，有效率达 91.7%。

1.2 数据清洗与转换

1.2.1 数据清洗

数据清洗过程中，采用分层插补策略填补缺失值，使用众数和均值对关键字段进行填补，标记非关键字段为“未知”。通过箱线图识别异常值，确保数据唯一性并验证用户位置，提升数据质量和可靠性^[2]。

1.2.2 数据转换

数据转换中，通过地理编码提取 472 条经纬度，采用独热编码处理分类变量，标签编码处理有序变量，对开放式问题进行分词及 TF-IDF 向量化，以增强数据分析深度。

1.2.3 数据集成

将清洗后的线上线下数据合并为统一数据集，并建立 MySQL 数据库，通过外键关联地理位置表，确保数据一致性。

1.3 特征选择与标准化

1.3.1 特征相关性分析

采用皮尔逊相关系数 (Pearson Correlation Coefficient) 筛选与目标变量“未成年人接触风险”显著相关的特征，计算公式如式 (1) 所示。

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

1.3.2 数据标准化

对数值型特征进行 Z-score 归一化，消除量纲差异，如式 (2) 所示。

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

式 (2) 中， μ 为特征均值， σ 为标准差。经标准化后，数据分布均值为 0，标准差为 1，提升模型收敛效率。

1.3.3 特征降维

针对高维稀疏特征，采用主成分分析 (PCA) 保留累计方差贡献率 $\geq 85\%$ 的主成分，将维度从 120 降至 18，兼顾信息保留与计算效率。

【作者简介】李希强 (1991—)，男，广西资源人，本科，研究方向：专卖管理。

1.3.4 数据质量评估

通过计算数据完整性指数（Data Integrity Index, DII）评估预处理效果，如式（3）所示。

$$DII = \frac{\text{有效字段数}}{\text{总字段数}} \times 100\% \quad (3)$$

本数据集 DII 达 98.6%，满足建模要求。最终生成的结构化数据集包含 32 个特征变量与 1 个目标变量，为后续模型构建奠定基础。

2 数据模型构建与算法实现

2.1 地理热力图（KDE）模型

地理热力图通过核密度估计（Kernel Density Estimation, KDE）量化用户空间分布特征，识别未成年人接触风险的高聚集区域，为监管资源精准投放提供空间决策依据^[3]。

2.1.1 数学原理

KDE 假设空间中每个样本点对周围区域产生连续密度影响，通过核函数平滑处理离散数据，形成连续的密度分布曲面。核心公式如式（4）所示。

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{2}{\sqrt{2\pi}h^2} \exp\left(-\frac{(x-X_i)^2}{2h^2}\right) \quad (4)$$

式（4）中， X_i 为样本点经纬度坐标， h 为带宽参数，控制平滑程度。本研究采用高斯核函数，因其对连续空间分布的适应性更强，并通过交叉验证法优化带宽至 $h=0.02$ ，以平衡分辨率与噪声抑制。

2.1.2 实现步骤

通过高德地图 API 将 1347 份问卷地址转换为 472 条经纬度，匹配率为 35%。利用核密度估计生成 GL 市风险热力图，采用 Folium 库可视化密度值，并标注电子科技大学和象鼻山等高频热点区域。

2.2 卡方检验与关联分析

通过卡方检验验证行政区与未成年人接触风险的统计关联性，识别具有显著差异的高风险区域，为分级监管提供统计依据。

2.2.1 数学原理

卡方检验用于验证地区与未成年人接触风险的统计关联性。构建 12×2 列联表（行：行政区，列：未成年人接触状态），计算期望频数，如式（5）所示。

$$E_{ij} = \frac{(\text{行合计}_i)(\text{列合计}_j)}{\text{总样本数}} \quad (5)$$

检验统计量如式（6）所示。

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad (6)$$

设定 $\alpha=0.05$ ，自由度为 $(12-1)(2-1)=11$ ，临界值 $\chi_{0.95,11}^2=19.68$ 。

2.2.2 算法实现

（1）数据预处理

对“行政区”字段统一编码（如 QX 区=1，XF 区=2），风险状态二值化（有=1，无=0），构建结构化列联表（见表 1）。

表 1 行政区与未成年人接触风险列联表

（部分）

行政区	有风险 (观测值)	无风险 (观测值)	行合计
QX 区	157	321	478
XF 区	121	264	385
XS 区	35	189	224

（2）显著性检验

使用 `scipy.stats.chi2_contingency` 函数计算总卡方值。若计算结果 $\chi^2 > 19.68$ ， $p < 0.05$ ，拒绝原假设，表明地区与风险状态存在显著关联。

2.3 逻辑回归模型

构建二分类逻辑回归模型，量化用户行为特征对未成年人接触风险的影响程度，识别可干预的核心风险因子。

2.3.1 数学原理

以二值变量“身边有未成年人使用电子烟”（1=有，0=无）为因变量，构建逻辑回归模型，如式（7）所示。

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_{\text{线上渠道}} + \beta_2 X_{\text{非国标产品}} + \epsilon \quad (7)$$

通过逐步回归法（AIC 准则）筛选自变量，保留线上渠道（ $OR=2.29$ ）与非国标产品（ $OR=1.84$ ）。

2.3.2 算法实现

（1）变量选择

采用逐步回归法（AIC 准则），从 23 个候选变量中筛选出显著因子（ $p < 0.05$ ），最终保留线上渠道、非国标产品、社交媒体广告接触、价格小于 500 元这 4 个变量（见表 2）。

（2）模型评估

本模型综合评估结果显示其具备较强的区分度和准确率。ROC 曲线 AUC 为 0.78，整体准确率为 82%，风险样本识别率为 76%。通过 10 折交叉验证，参数

表 2 逻辑回归模型变量选中表

变量	系数 β	p 值
线上渠道	0.83	0.001
非国标产品	0.61	0.013
社交媒体广告	0.47	0.021
价格 < 500 元	0.35	0.042

波动小于 5%，表明模型稳健性强，抗过拟合能力良好。

2.4 模型融合与技术优势

通过地理热力图、卡方检验、逻辑回归 3 类模型的协同建模，实现从空间特征描述到统计规律验证再到因果关系推断的递进分析，为电子烟监管提供了“数据建模—风险量化—精准施策”的完整技术路径，彰显了多维数据模型在公共政策研究中的应用价值。

3 模型结果

3.1 地理热力图的空间特征

通过核密度估计（KDE）模型生成的 GL 市电子烟用户密度热力图显示，用户分布呈现显著的空间聚集特征。QX 区用户密度最高为 0.53/km²，峰值在电子科技大学周边，为未成年人高发地。XF 区用户密度为 0.41/km²，主要集中在象鼻山景区便利店附近。

3.2 卡方检验的统计显著性

卡方检验结果显示地区与未成年人接触风险相关，QX 区风险比率为 34.4%，XF 区为 23.7%。QX 区高风险与高校周边违规销售相关，XF 区则与旅游便利店隐蔽交易模式有关，核心地区卡方检验贡献值如表 3 所示。

3.3 逻辑回归的风险预测

逻辑回归模型筛选出线上渠道（OR=2.29， $p < 0.001$ ）和非国标产品（OR=1.84， $p=0.013$ ）为

表 3 核心地区卡方检验贡献值

行政区	观察频数 (O)	期望频数 (E)	χ^2 贡献值
QX 区	157	95.2	8.92
XF 区	121	78.4	6.14
XS 区	35	27.5	2.05
DC 区	28	22.6	1.28
YS 区	12	9.5	0.66
全市合计	-	-	25.93

未成年人接触的核心风险因子。逻辑回归模型关键变量如表 4 所示，若线上渠道监管缺失，未成年人接触率将上升 18%。此外，敏感性分析表明，带宽调整（ $h \pm 0.01$ ）对热力图密度峰值的影响小于 5%，验证了模型的稳健性。

表 4 逻辑回归模型关键变量

变量	系数 β	OR 值	p 值
线上渠道	0.83	2.29	0.001
非国标产品	0.61	1.84	0.013
社交媒体广告	0.47	1.60	0.021
价格 < 500 元	0.35	1.42	0.042

3.4 模型对比与融合应用

通过多模型联动分析，KDE 与逻辑回归的结合显著提升了风险识别的全面性。QX 区线上渠道用户占比达到 65%，高于全市均值 38.8%，揭示了空间聚集与渠道风险的协同效应。为此，构建了“双高风险区”动态监测框架，将热力图风险等级与逻辑回归预测值相结合，为监管部门提供了优先级划分、资源调配和政策优化等监管策略的决策支持。

结语

本研究基于 GL 市 1347 份有效用户问卷数据，通过核密度估计、卡方检验和逻辑回归模型的多维分析框架，揭示了电子烟用户行为特征与未成年人接触风险的驱动机制。研究发现，QX 区和 XF 区为“双高风险区”，QX 区周边的密度峰值为 0.73/km²，且与未成年人接触风险显著相关。逻辑回归分析显示，线上渠道和非国标产品是关键风险因素，若监管缺失，未成年人接触率将增加 18%，为政策制定提供了实证依据。本研究通过数据模型驱动的方法，为 GL 市电子烟监管提供了科学依据与技术支撑。未来，随着数据采集技术的进步与分析模型的迭代，电子烟监管体系将逐步实现从“被动响应”向“主动预防”的转型，为全国电子烟治理提供可复制的经验。

引用

[1] 关于批准发布《电子烟》强制性国家标准的公告[J].中国标准化,2022(9): 235.
[2] 刘经南,方媛,郭迟,等.位置大数据分析处理研究进展[J].武汉大学学报(信息科学版),2014,39(4):379-385.
[3] 卢健,张倩,左世祥,等.Web地图热力图原理及应用[J].科技创新与应用,2019, 291(35):174-176.

电力物资供应链 数据安全管理系统的设计与优化

文◆新疆信息产业有限责任公司 李 猷

引言

电力物资供应链数字化转型进程中，数据安全治理已成为影响行业发展的关键要素。随着智能电表、输电设备在线监测等新型应用场景的快速普及，供应链各环节产生的运营数据呈现多样化特征，传统基于静态规则的安全管理模式已无法满足实时风险防范需求。尤其在物资采购、仓储运输、质量检测等核心业务领域，数据流转涉及多方主体协作，安全漏洞可能引发连锁式系统性风险。

1 电力物资供应链概述

电力物资供应链是保障电力系统稳定运行与持续发展的支撑体系，其涵盖了电力物资从规划起步，经采购、仓储、配送到使用和回收的全流程管理。该链条的高效运作，对维持电力生产、传输、分配以及消费的连续性和稳定性具有至关重要的意义。在电力物资供应链起始阶段，精确的物资需求预测以及规划极为关键，其依据历史数据、市场走向以及电网建设实际需求，为后续采购工作提供科学依据。采购环节经严格供应商管理以及招投标流程，保证电力物资质量、价格以及交货期符合要求。仓储作为电力物资供应链中转站，要求库存管理精准且高效，还要拥有对物资妥善保管以及快速响应的能力。借助智能化仓储管理系统，可实时监测库存状态，优化库存结构，降低库存成本，同时提升物资出库效率以及准确性。配送环节是电力物资供应链实现价值的关键所在，其要求迅速且准确地把物资送到需求点，保障电力建设与运维工作顺利开展。随着物流技术持续发展，电力物资配送已逐渐实现智能化与可视化，大幅提高配送效率与服务质量。同时，电力物资使用与回收环节形成供应链闭环，凭借有效资产管理以及废旧物资处理策略，提升物资使用效率，推动资源循环利用以及环境可持续发展^[1]。

2 数据安全管理体系的理论基础

数据安全管理体系的理论根基源自信息安全管理与密码学的深度融合，其目的在于保障数据在存储、传输以及处理环节中的完整性、机密

性与可用性。该系统以数据生命周期管理作为核心要点，综合运用多种技术手段以及管理策略，实现对数据安全的全方位防护。

在理论方面，数据安全管理体系按照严格的数据分类分级准则，针对不同敏感程度的数据开展差异化保护工作，系统参考了 OSI 以及 TCP/IP 等网络通信模型的安全观念，以此保证数据于物理层、数据链路层、网络层、传输层以及应用层等各个层面的安全传输与处理。同时，系统采用先进的信息安全管理框架，如

【作者简介】李猷（1985—），男，四川广安人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：电力系统及其自动化。

ISO/IEC 27001 等国际标准，为数据安全管理体系的构建提供了科学依据以及最佳实践指引。密码学作为数据安全管理体系的关键支撑技术，借助加密、解密、数字签名以及哈希函数等方式，为数据的机密性、完整性以及不可否认性提供了有力保障，对称密码学（如 AES 算法）和非对称密码学（如 RSA 算法），在数据保护过程中发挥了关键作用，各自适用于不同场景下的数据加密与密钥管理需求^[2]。

3 电力物资供应链数据安全管理系统设计

3.1 设计原则

在设计电力物资供应链数据安全管理系统时，需遵循以下核心原则以确保系统的有效性和实用性。首先，系统应把数据安全放在首要位置，运用先进的加密技术与严格的访问控制策略，防止数据出现泄露、被篡改或者遭遇非法访问的情况。同时，可对潜在的安全威胁进行实时监测并及时做出响应，保证电力物资供应链可以稳定运行。其次，系统应拥有高可靠性以及稳定性，保证在电力物资供应链的各个环节中数据均可准确、及时地传递与处理。再次，通过冗余设计与故障恢复机制，系统在面对硬件故障、网络中断等突发事件时可迅速恢复运行，减少业务中断时间。此外，随着电力物资供应链持续发展，系统应当具备良好的可扩展性，以便适应未来业务增长以及技术升级的需求。借助模块化设计及灵活的接口，系统可增添新功能或者集成第三方服务，保持与业务发展同步。最后，系统应重视用户体验，构建简洁明了

的操作界面与直观的功能布局，以此降低用户的学习成本以及使用难度^[3]。

3.2 架构设计

电力物资供应链数据安全管理系统架构主要包括数据采集层、处理层、管理层和应用层 4 个层次。数据采集层承担着从电力物资供应链的不同环节收集数据的任务，其中涵盖了物资信息、供应商信息、订单详情以及库存状态等多方面内容，借助 API 接口以及数据库连接等途径，系统得以实时获取这些数据，为后续的处理与分析工作奠定基础^[4]。处理层针对采集得来的数据开展清洗工作、转换工作以及整合工作，以此保证数据的准确性与一致性。同时，处理层还承担着执行数据加密操作的职责，运用先进的加密算法保护敏感数据，避免数据在传输及存储过程中出现被泄露的情况。管理层属于系统的关键构成部分，承担着数据存储、访问控制以及审计跟踪等诸多功能。首先，管理层借助构建安全的数据仓库以及高效的索引机制，实现数据的快速检索与高效运用。其次，管理层通过施行严格的访问控制策略，保证只有获得授权的用户才可访问敏感数据。最后，管理层负责记录用户的操作行为信息，为审计跟踪提供数据支持。应用层为用户提供了丰富的应用功能，其中涵盖了数据查询、报表生成以及预警通知等方面。应用层通过友好的用户界面与直观的操作流程，辅助用户迅速获取所需信息并做出决策。此外，应用层还支持与其他系统展开集成和交互，实现数据共享与协同工作^[5]。

3.3 核心功能模块

数据加密模块运用先进加密算法来处理敏感数据，保障数据在传输和存储期间的安全。该加密模块支持多种加密模式与密钥管理方式，可依照实际需求灵活开展配置。同时，加密模块还具有密钥更新与密钥分发功能，保证密钥的安全性与可用性。访问控制模块执行严格的访问控制策略，保证只有获得授权的用户才可访问敏感数据。该模块支持基于角色的访问控制（RBAC）与基于属性的访问控制（ABAC）等多种模式，可依照用户的身份、权限以及上下文信息，对访问权限作出动态调整。访问控制模块还具有日志记录与审计功能，用于记录用户的操作行为并生成审计报告，为安全事件的追溯和调查提供依据。审计跟踪模块承担着记录用户操作行为与数据访问情况的任务，可为安全事件的追溯与调查提供相应支持。该模块可实时捕捉用户的登录、注销、数据查询以及修改等各类操作行为，并记录操作时间、操作对象以及操作结果等详细信息。此外，审计跟踪模块还具有灵活的查询与报表功能，可支持用户依据自身需求生成审计报告及分析结果^[6]。

4 电力物资供应链数据安全管理系统优化要点

4.1 性能优化策略

性能优化策略作为系统优化的根基，可提升系统处理能力、响应速度以及资源利用率，契合电力物资供应链不断增长的数据处理需求。对于系统架构而言，可采用分布式部署及负载均衡技术，将数据处理任务分散至多个节点，达成并行处理与资源共享。如此一来，可提高系统处理能力与吞吐量，降低单个节点负载压力，防止单点故障致使系统崩溃。引入缓存机制，减少数据库访问次数与响应时间，提高系统整体性

能。在数据处理层面,利用大数据技术和机器学习算法,对电力物资供应链数据展开挖掘与分析,提取有价值信息与规律,为供应链决策提供数据支撑。同时,优化数据结构和算法,减少数据处理过程中的计算量与时间复杂度,提升系统运行效率。

4.2 安全策略优化

安全策略优化属于系统优化的关键部分,其作用是提高系统的安全防护能力及应对安全威胁的能力,以此保障电力物资供应链数据的安全性及完整性。具体而言,工作人员要强化系统的身份认证与访问控制机制,运用多因素认证及基于角色的访问控制策略,保证只有合法用户才可访问敏感数据并操作关键功能。借助定期更新并强化密码策略,预防密码泄露及暴力破解等安全事件。针对数据传输和存储期间的安全问题,可采用先进的加密技术与安全协议,如SSL/TLS、HTTPS等,保证数据在传输时的机密性与完整性。引入数据备份和恢复机制,保证数据在遭受破坏或丢失时能快速恢复,减少业务中断时间。加强系统的安全监控和预警机制,实时监测系统的安全状态与异常行为,及时发现并应对潜在的安全威胁。引入安全事件管理和应急响应流程,保证在发生安全事件时可迅速响应、有效处置,降低安全事件对电力物资供应链的影响。引入人工智能和机器学习技术,对安全事件进行智能分析与预测,提前发现潜在的安全风险,并采取针对性地防范措施。

4.3 用户体验优化

用户体验优化属于系统优化的关键部分,能够提升系统易用性、可靠性以及用户满意度,为电力物资供应链高效运转给予有力支撑。具体而言,应优化系统操作界面与交互流程,让其更简洁清晰、便于理解和操作。引入图形化界面、拖拽式操作以及智能提示等功能,降低用户学习成本与使用难度,提高用户操作效率和满意度。针对用户使用时遇到的问题 and 阻碍,应提供辅助文档和培训资源,如在线帮助、视频教程以及用户手册等,帮助用户迅速解决问题并熟悉系统使用方法。同时,设立客服热线和在线支持平台,为用户提供及时且专业的技术支持与咨询服务,保证用户使用时能获得充分帮助和支持。关注用户反馈和需求,定期收集并分析用户反馈数据,知晓用户对系统的使用体验和改进建议,为系统持续优化和改进提供依据。依据用户实际需求和场景,不断推出新功能和优化方案,提升系统实用性和竞争力^[7]。

结语

电力物资供应链数据安全管理系统的设计与优化,有效提升了电力物资管理的信息化水平和数据安全性。通过采用先进的数据加密和访问控制技术,确保了物资信息的机密性、完整性和可用性。随着技术的不断进步,该系统将持续优化,为电力行业的稳定发展和数字化转型提供有力保障。^[8]

引用

[1] 周栋,侯昆,戴晓俊,等.电力物资供应链全过程管理运营体系及优化策略探讨

[J].企业改革与管理,2024 (22):33-35.

[2] 江山.基于区块链技术的电力物资供应链数据共享管理平台设计[J].电气技术与经济,2024(11):101-103.

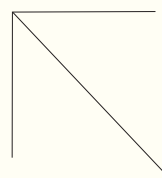
[3] 柴利达,史蕾,李诗瑶,等.基于生成对抗网络的电力物资供应链风险识别方法[J].电气技术与经济,2024(6):237-240.

[4] 杨博焜,周瑞.电力企业物资供应链风险预警模型[J].电气技术与经济,2024(4):203-205.

[5] 王艳艳,金义,钱诚,等.基于特征迭代的电力物资供应链数据去重研究[J].微型电脑应用,2024,40(4):144-148.

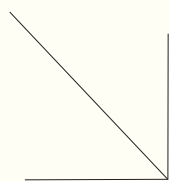
[6] 赵劲志,李敏,马馨兰,等.基于物联网的电力物资供应链智能调配算法[J].自动化与仪器仪表,2023(11):312-315.

[7] 李媚媚.基于多数据融合的电力物资供应需求量预测方法[J].信息与电脑(理论版),2023,35(21):76-78.



基于信息化的病案稽核 医保违规问题分析及对病历质控的影响

文 ◆ 济宁市兖州区人民医院 孟海云



基金的不合理支出，给医疗保障体系带来了沉重负担^[1]。在此背景下，医院迫切需要从病案管理这一核心环节寻求突破，借助信息化手段加强管控。长期以来，全国各医院高度重视医保病案质控工作，将其列为医院管理的核心任务之一^[2]。为了强化病案质量管理，医院积极引入病案质量监控系统，依托大数据分析和智能算法，精心制定出契合实际且科学合理的病历内涵评价标准。通过这一举措，能够精准识别和有效减少医疗资源的浪费以及医保基金的不合理使用，从而实现对医保违规问题的高效管控。因此，本研究聚焦于基于信息化的病案稽核医保违规问题分析，旨在为病历的高质量质控提供坚实的理论依据和实践指导。

1 基于信息化的病案稽核医保违规问题分析

1.1 部分医疗机构出现违法违规行为

在当前医疗信息化不断发展的背景下，尽管医疗机构积累了大量的患者诊疗数据，但在部分医疗机构中，医生与患者之间的信息不对等问题依然突出。这种信息差导致医院内部管理不够规范，尤其是在医保基金使用的监管上存在漏洞。部分医疗机构受利益驱动，利用信息系统的漏洞，采取过度用药、过度治疗等手段。例如，通过不规范的电子病历录入，将本应不属于医保基金支付范畴的医药费用纳入医保结算体系，从而出现了医保结算违背诊疗规范的不法行为。这些行为不仅破坏了医疗资源的合理分配，还给医保基金带来了沉重的负担。

1.2 医疗机构对医保政策缺乏足够认知

在医保信息化建设不断推进的今天，医保政策的复杂性和专业性日益增强。然而，调查数据显示，当前仍有部分医疗机构对基本医保政策缺乏深入了解和准确理解。部分医疗机构错误地认为，只要费用金额与医保报销金额大致相当，就可以规避审核。例如，通过信息系统将本应属于自费的检查项目串换为可医保报销的项目，试图蒙混过关。这种行为在信息化环境下更容易实施，但也更难以被及时发现和纠正。此外，还有一些医疗机构对于医保报销的范围和标准认识不清，致使将不符合报销条件的治疗项目通过信息系统纳入医保报销范畴，导致医保基金的

引言

在当今数字化快速发展的医疗环境中，病历作为患者诊疗过程的全面记录载体，其重要性愈发凸显。其不仅是医患之间信任与沟通的重要桥梁，还是医院医疗服务水平与技术实力的直接体现。从法律层面审视，病历有着严格且详尽的规范要求。一份高质量的病历，能够如实反映医院的诊疗过程与质量。然而，在当前病案稽核的实际工作中，诸多问题逐渐浮现。其中，不合理治疗、过度检查等医保违规使用行为频发，这不仅造成医院有限医疗资源的大量浪费，还导致医保

【作者简介】孟海云（1981—），女，山东济宁人，本科，助理研究员，研究方向：医疗保障制度。

不合理支出。这不仅损害了医保基金的安全，还影响了医疗保障体系的公平性和可持续性^[3]。

1.3 医保监管能力存在不足

随着医疗信息化的快速发展，各级医保经办机构的监管能力面临新的挑战。一方面，尽管引入了先进的信息技术，但稽核队伍的专业化程度仍然较低。部分稽核人员缺乏医学专业知识和信息技术应用能力，在审核病案时难以准确判断医疗项目的合理性。特别是在面对复杂的病情和治疗方案时，无法利用信息系统进行有效评估和监控。另一方面，人力严重不足的问题在信息化时代愈发凸显。以某地区为例，负责医保稽核的工作人员数量有限，面对众多定点医疗机构的大量电子病案，根本无法做到全面、细致地审核。同时，由于缺乏专业的稽核软件和数据分析工具，无法运用先进的数据分析技术和专业的审计方法对病案进行深入挖掘和分析，不能及时发现问题。此外，难以对定点医疗机构提供科学完善的住院费用监管服务，从而使医保病案问题频发^[4]。例如，在部分医院的电子病案中，存在虚报住院天数、分解住院次数等问题，但由于监管不到位且缺乏有效的信息化监控手段，这些问题未能及时发现和纠正。

2 基于信息化的病历质控影响因素分析

2.1 医保覆盖范围扩大带来的审核需求增加

随着城乡居民医保、城镇职工医保以及商业医疗保险的全面普及和信息化推进，医保人群的实际受众覆盖面积日益扩大。这使得各地医疗机构收治的参与医保的患者数量不断增多，且患者就医时部分甚至全部医疗费用均由医保承担。例如，在部分大型综合性医院，来自不同医保类型的患者数量大幅增长，医院每天需要处理大量的医保费用结算申请。在信息化环境下，医保机构通过信息系统在进行医疗保险费支付时，为确保费用的合理性和真实性，需要对医院的收费清单与处方数据进行严格核验。对于重大检查以及贵重药品的使用，更会进行重点核验。这是因为这些项目通常费用较高，若不加以严格审核，就会导致医保基金的不合理支出。同时，医保机构还需要通过信息系统对病案中记录的医嘱、检查报告以及病程记录等数据进行仔细核实印证。例如，若医嘱中存在不明确的用药指示或者检查报告结果与实际病情不符，医保机构会要求医院作出解释或进行整改。如果病案记载内容存在缺陷或不完整的情况，那么保险机构有充分的理由拒付医疗费，这直接影响到医院的经济利益和患者的正常就医流程^[5]。

2.2 商业医疗保险赔付的特定需求

在商业医疗保险赔付过程中，由于部分患者涉及重大疾病、人身意外伤害以及伤残等特殊情况的保险理赔，保险机构对病案的要求更为严格。在信息化时代，保险公司通过理赔信息系统对病案进行审核。例如，对于一位因意外事故导致伤残并购买了相应商业保险的患者，保险机构需要依据病案中详细的既往病史与现病史判断伤残与意外事故之间的因果关系以及伤残的程度是否符合保险赔付标准。在这种情况下，基于信息化系统的准确而详细的历史病情记录至关重要。如果病案中对患

者既往的健康状况、患病历史等记录模糊不清或缺少关键的诊断信息和治疗过程描述，保险机构会对理赔申请产生质疑，甚至拒绝赔付。这不仅会给患者带来经济损失，还容易引发保险纠纷，影响商业保险市场的正常秩序。例如，在某起涉及商业医疗保险的赔付案例中，患者因罹患恶性肿瘤向保险公司提出理赔申请。然而，在审核患者的病案时，保险公司发现病案中关于患者肿瘤的发现时间、治疗过程以及病情进展情况的记录存在多处矛盾和不一致之处。由于这些关键信息的缺失和模糊，保险公司难以准确判断患者的肿瘤是否属于保险责任范围，进而对理赔申请产生了疑虑。经过多次与医院和患者的沟通，虽然最终达成了赔付协议，但这一过程耗费了大量时间和精力，给保险公司和患者都带来了麻烦。这一案例充分说明了在商业医疗保险赔付中，基于信息化的病案质量的重要性。因此，医疗机构需要进一步加强病案管理，提高病案质量，以满足商业医疗保险赔付的特定需求。

2.3 不同医疗保险类型对病案质量的共同依赖

无论是城乡居民医疗保险、城镇职工医疗保险还是商业医疗保险，虽然它们在保障范围、报销比例等方面存在差异，但均高度依赖高质量的病案。以城镇职工医疗保险为例，当参保职工因病住院治疗后，医保部门需要依据病案来审核医疗费用的报销信息情况。在信息化系统的支持下，如果病案中存在信息错误，如入院时间填写错误、治疗方案与病情不符等，会导致医保报销出现问题，影响职工享受正常的

医保待遇^[6]。对于商业医疗保险而言，如前文所述，准确的病案记录是理赔的重要依据。而在城乡居民医疗中，同样需要完整的病案来确保农民患者在就医后能够顺利获得相应的医保补偿。所以，病案质量的高低直接关系到各种医保类型的顺利实施和患者的切身利益。此外，对于医保部门而言，高质量的病案也是制定和调整医保政策的重要依据。通过对病案的统计分析，医保部门可以了解疾病的流行趋势、医疗资源的利用情况等信息，从而为制定更加科学合理的医保政策提供数据支持。

2.4 新型医疗模式给病案质量带来的挑战

随着医疗行业的不断发展，多学科联合诊疗（MDT）模式逐渐普及。在MDT模式下，患者的病案涉及多个科室的协同诊断与治疗信息。这对病案质量提出了更高要求，需要准确整合各科室的检查结果、会诊意见、治疗方案等内容。然而，实际操作中由于不同科室在书写病案时侧重点和规范存在差异，容易导致病案信息不一致、衔接不顺畅。例如，在肿瘤MDT诊疗中，外科

医生关注手术相关信息，内科医生注重药物治疗情况，影像科医生聚焦检查影像结果，若缺乏统一规范和有效的沟通协调，患者的病案会出现治疗过程逻辑混乱、关键信息遗漏等问题，影响医保审核和后续诊疗，也为病历质控带来新的难题。此外，远程医疗的兴起，使异地专家参与诊疗成为可能。但远程医疗产生的电子病历数据在传输过程中，会受到网络稳定性、数据格式转换等因素影响，出现数据丢失或错误，同样对基于信息化的病案稽核和病历质控构成挑战。面对新兴医疗模式带来的挑战，在多学科联合诊疗方面，医院应制定统一的MDT病案书写规范，明确各科室在病案记录中的重点与标准格式，定期开展跨科室培训，强化不同科室间的沟通协作，每月组织MDT病案书写研讨会分享经验解决问题。针对远程医疗，医疗机构需加强网络基础设施建设，保障数据传输稳定，并统一远程医疗数据格式。建立数据传输校验机制，在接收远程医疗数据后，自动对数据完整性和准确性进行校验，一旦发现问题及时反馈并重新传输，确保病案数据质量，进而保障医保审核顺利进行和病历质控工作的有效开展，维护医保基金安全与患者的合法权益。

结语

病案稽核医保违规问题的分析以及对病历质控的影响已引起广泛关注。通过深入剖析医保违规问题的根源，发现医疗机构管理不规范、对医保政策认知不足以及医保监管能力缺失是导致这些问题的重要因素。同时，随着医保覆盖范围的扩大、商业医疗保险赔付需求的增加以及不同医保类型对病案质量的共同依赖，病历质控面临着前所未有的挑战。面对这些挑战，需要采取更加积极有效的措施来加强病案管理，提高病历质量。一方面，医疗机构应加强对医护人员的培训和教育，提高他们的专业素养和责任意识，确保病历记录的准确性和完整性。另一方面，医保经办机构也应加强监管力度，提高稽核队伍的专业化水平，运用先进的数据分析技术和审计方法对病案进行深入挖掘和分析，及时发现并纠正问题。此外，还应加强信息化建设，利用现代信息技术手段提高病案管理的效率和准确性。■

引用

[1] 康周,谷成胜,马崇淇.智能病案首页质控系统的应用效果评价[J].中国卫生信息管理杂志,2024,21 (5):758-763+776.

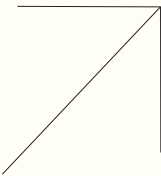
[2] 王纓,钱露华,傅颖.常州某三级医院电子病案首页智能化质控分析[J].中国卫生标准管理,2024,15 (18):1-4.

[3] 孟庆涛.医院信息化建设面临的网络安全问题研究[J].无线互联科技,2019,16 (18):28-29+34.

[4] 王德国.浅论新病历书写基本规范颁布实施的医学伦理学意义[J].中国医学伦理学,2010,23(3): 104-105.

[5] 马志晖.从病历书写的时限性谈应用电子病案的意义——对电子病案的再认识[J].中国病案,2007(7): 26-27.

[6] 韩国梁.医院信息化建设中网络安全问题的研究[J].石河子科技,2022(5):76-78.



电信运营商数字化转型中的探索与实践

文 ◆ 中国联合网络通信有限公司陕西省分公司 屈 罡
中国联合网络通信有限公司西安市分公司 赵勃学
联通（陕西）产业互联网有限公司 杜林辉 李守卿 关志刚

引言

在数字经济快速发展的背景下，电信运营商正面临前所未有的机遇与挑战。电信运营商作为数字基础设施的重要提供者，不仅要满足社会传统的通信服务需求，还要积极推动自身的数字化转型，以适应新经济形态下对战略新兴产业和未来产业的更高要求。电信运营商由传统的通信服务商向数字化转型专家转变，意味着它们将承担起支撑各行各业数字化进程的重任。电信运营商通过建立系统性的转型体系与实施路径，能够实现内部结构优化和业务创新等核心竞争力的提升，进一步为推动新质生产力的培育而贡献力量。而中国联通的转型实践为其他运营商提供了宝贵借鉴，且展示了电信运营商在数字化时代如何有效整合资源及提升服务能力，并成为各行各业数字化转型的重要引擎。

1 电信运营商数字化转型的现实背景

1.1 数字化转型的时代要求

党的二十大报告明确指出高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务，新质生产力是驱动高质量发展的核心动力，其培育依赖于数字化转型的深入推进^[1]。而数字化转型作为新质生产力的关键支撑，已成为推动高质量发展的必然要求。高质量发展核心是通过质量变革、效率变革以及动力变革实现经济社会发展的质效提升与可持续性，其本质是满足人民对美好生活的需要。

从地域视角分析，我国的数字化转型呈现出“东部地区强劲，西部地区相对较弱；南部地区发展迅速，北部地区相对稳定”的格局。具体而言，长三角和珠三角地区的数字化转型整体水平领先，西南地区则成为中西部数字化发展的重要推动力。国家相继推出了一系列政策，旨在推动数字化转型，构建了从战略引领到全面布局，再到分类施策，最终实现精准落地的完整链条。

1.2 电信运营商数字化转型的定位

电信运营商的演变，从“通信命脉”到“数字引擎”，深刻反映了

数字经济时代对基础设施提供商角色的重新定义。在数字化时代，运营商不仅需要提供高质量的网络连接服务，还应成为数字技术的集成商、数字化解决方案的提供者以及数字生态的构建者。这主要包括以5G为代表的通信网络基础设施、以人工智能和云计算为代表的新技术基础设施以及以数据中心和智能计算中心为代表的算力基础设施。运营商通过构建完善的数字基础设施体系，为各行各业的数字化转型提供了坚实的技术基础和能力支持^[2]。电信运营商的角色正向千行百业的数字化转型服务商转变，这要求他们具备深入的行业理解能力和提供系统性解决方案的能力。运营商需要深入洞察不同行业的业务特点、痛点、需求和发展趋势，并将自身的网络和技术优势与行业需求紧密结合，以提供定制化和专业化的数字化转型服务。此外，运营商还需构建开放的生态体系，并与产业链上下游的合作伙伴协同合作，共同为客户提供端到端的数字化转型解决方案^[3]。

【作者简介】屈罡（1979—），男，陕西华阴人，硕士，研究方向：企业管理。

【通讯作者】关志刚（1978—），男，山西潞城人，本科，研究方向：数字化转型、工业互联网、商业价值。

1.3 电信运营商数字化转型的实践

作为央企数字化转型的先锋，中国联通于 2020 年全面启动了数字化转型进程，并充分利用了其混合所有制改革所聚集的上下游数字产业链的独特优势，全力支持和服务于社会各界的数字化转型。中国联通的数字化转型不仅推动了自身业务的创新，还为其他企业提供了可借鉴的实践路径。通过合并原有的五家专业子公司，中国联通成立了联通数字科技有限公司（以下简称“联通数科”），充分发挥了能力融合的优势，并致力于成为“可信赖的数字化转型专家”。联通数科在 31 个省份设立了分公司，并依托中国联通的四级营销体系，拥有 10000 余名数智服务专家，为客户提供全面的运营服务。此外，中国联通还设立了 18 个针对不同行业的“数字化军团”，为智能制造、能源、电力、化工、钢铁等行业提供了系统性的数字化解决方案。

中国联通已成功为 300 多家大型企业的数字化转型改造提供了服务，通过数字化转型，中国联通不仅实现了自身业务模式的创新和竞争力的提升，还成为推动各行各业数字化转型的重要力量，为培育新质生产力和推动高质量发展作出了重要贡献。

2 电信运营商数字化转型的体系建设

2.1 转型能力体系构建

电信运营商在构建数字化转型能力体系时，以技术能力为核心，通过 5G 和人工智能等数字技术的深度融合，打造了适应数字化时代的新型技术能力体系。5G 技术以其高速率、低时延和

大连接的特性，为工业互联网和智能制造等应用场景提供了坚实的网络支持。云计算技术通过资源虚拟化和服务化，实现了计算资源的弹性供给和按需使用。人工智能技术则利用机器学习和深度学习等算法，实现了数据的智能分析和决策优化。

数字化服务能力。聚焦于数字化转型的成熟度评估与咨询服务，运营商通过组建专业的咨询服务团队和建立标准化的评估体系，为客户提供全面的数字化转型支持。数字化转型成熟度评估依托于国家标准的 DLMM 模型，结合线上与线下诊断、定性与定量分析以及知识模型与专家经验的融合，帮助企业清晰地识别自身当前的发展水平，并精准定位其在数字化转型坐标系中的位置^[4]。

数字化生态能力。通过产业链的协同合作和数字化军团组织模式的创新，构建了一个开放共赢的数字化转型生态系统。运营商充分利用混合所有制改革带来的优势，与产业链合作伙伴建立了紧密的合作关系，形成了技术互补、资源共享以及风险共担的合作模式。

2.2 转型支撑体系完善

一方面，通过获得数字化转型成熟度、数据管理能力成熟度等权威评估认证，资质认证体系的建设展示了运营商在数字化转型领域的专业技能和服务水平。获得数字化转型成熟度国家标准 DTMM 四级证书，证明了运营商在数字化转型方面的国内领先地位。同时，数据管理能力成熟度评估 DCMM5 级认证彰显了运营商在数据治理管理方面的卓越能力。运营商遵循“一套制度规范，一个数据中台，一套治理方法”的原则，推进了高水平数据治理管理实践^[5]。另一方面，通过万名数字服务专家队伍，为数字化转型提供了坚实的人才支持。运营商建立了完善的数字化人才培养体系，涵盖了技术研发以及方案设计等各个环节，形成了专业化和高素质的数字化转型服务团队。此外，通过参与行业数字化转型标准的编制，推动了数字化转型标准化体系的完善与发展。运营商积极参与煤炭、化工等行业数字化水平评价标准等团体标准的制定工作，并将自身在数字化转型方面的实践经验与理论成果转化为行业标准。

3 电信运营商数字化转型的实现路径

3.1 “五转”系统化方法论

一是转战略，体现了从封闭的价值体系和静态的竞争战略向共创共享的开放价值生态和动态竞合战略的转变。传统企业通过规模化运营和成本控制来实现盈利增长，在数字化时代，这种模式正面临日益严峻的挑战。数字化转型要求企业构建一个开放的价值生态体系，并与产业链合作伙伴与客户建立共创共享的合作关系。通过价值共创，实现多方共赢的战略转变，不仅改变了运营商的竞争方式，还改变了价值创造的逻辑与模式。

二是转业务，实现了从技术专业化分工的垂直体系向需求驱动以及能力赋能的开放式生态的转变。数字化转型促使企业构建以客户需求为中心的开放式业务生态，并通过能力开放、生态合作和场景创新等手段，为客户提供个性化和定制化的数字服务。这种业务模式的转变显著提升了客户价值的创造能力。

三是转技术，实现了从以技术要素为主的解决方案向以数据要素为核心的系统性解决方案的转变。传统企业的技术应用主要集中在网络建设和运维管理上，技术与业务的融合程度相对较低。数字化转型要求运营商将数据作为核心生产要素，通过数据的采集、存储、处理和分析应用，实现技术与业务的深度融合。数据驱动的系统性解决方案不仅提升了服务效率和质量，还创造了新的商业模式和价值空间。

四是转管理，实现了从封闭式的自上而下管控向开放式的动态柔性治理的转变。数字化转型要求企业构建一个能够敏捷响应的组织体系和柔性化的管理机制，并通过扁平化组织、项目化运作和生态化协同等方式，提升组织的适应性和创新能力。

五是转模式，实现了从传统的注重产品质量提升、成本控制和效率提升，向关注数字新业务和绿色可持续发展的转变。数字化转型促使企业探索新的商业模式和盈利途径，通过培育数字新业务、实现生态价值以及推动可持续发展等手段，实现了从传统的商业模式向数据驱动的数字化商业模式的转变。

3.2 “五步”系统化实施路径

第一步，晓长短阶段。通过多维度诊断分析，助力企业清晰地认识数字化转型现状。采用线上与线下诊断相结合、定性与定量相结合以及知识模型与专家经验相结合的方式，帮助企业精准定位在转型坐标系中的位置。诊断分析覆盖企业数字化转型的总体得分、发展阶段、成熟度等级及其水平档次等多个维度，深入分析与洞察企业数字化转型的优势与短板，形成全面且客观的诊断报告，为后续的转型规划提供重要依据。

第二步，明蓝图阶段。基于诊断评估结果，开展系统化的数字化转型战略规划设计。从发展战略、数字能力以及系统性解决方案等方面探索转型发展路径，并制定一系列发展举措。依据数字化转型成熟度模型，结合企业愿景与目标，系统地提出转型的总体目标与阶段目标、推进路径与重点任务，精准描绘出企业可操作、可落地并能见实效的数字化转型规划方案。

第三步，推落地阶段。根据数字化转型规划与蓝图设计，制定数字化转型解决方案并实施信息化数字化项目。运营商按照“数据要素、技术驱动、流程优化、组织匹配”的互动创新与持续优化方式，循序渐进地进行数字化升级改造，实现提升质量、降低成本以及提高效率的目标。最终，创造全新的商业模式与价值，为企业带来长远的发展与竞争优势。

第四步，知定位阶段。采用数字化转型成熟度评估等方法，对数字化项目实施成果进行评估评价。通过数字化转型成熟度评估、数据管理能力评估以及智能制造成熟度评价等方法，精准定位企业数字化转型的成熟度等级与水平档次，明确向更高发展等级与水平档次跃升的方向与路径，确定下一阶段数字化转型的主要任务与举措。

第五步，塑名片阶段。基于企业通过数字化转型所取得的成就，深入分析与总结其中的经验与方法，提炼出具有代表性与示范意义的卓越

案例。通过案例申报、宣讲阐释以及交流分享等多种途径进行展示与推广，塑造企业在数字化转型领域的领先地位。这些举措能进一步增强企业的品牌影响力与行业内的权威性，并为企业赢得更多的发展机遇。

结语

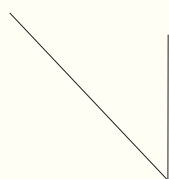
电信运营商的数字化转型是一项涵盖战略重塑和业务创新等多方面的系统性工程。通过构建系统化的转型架构和实施路径，电信运营商不仅实现了自身的数字化转型，还成为推动各行各业数字化发展的重要力量。中国联通的转型实践充分证明了系统化方法论的指导作用和体系化能力建设的重要性以及深度行业场景融合的价值。这些实践为我国数字经济高质量发展和新质生产力的培育提供了有力支持。^[1]

引用

- [1] 王晋.电信运营商行业网络安全数字化转型实践[J].网络安全和信息化,2024(10):117-119.
- [2] 曹春江,赖苏,龚潇,等.电信运营商数字化转型评价指标体系的构建及应用[J].通讯世界,2024,31(1):10-12.
- [3] 何巧芝.浅谈电信运营商助力企业数字化转型[J].经济师,2023(11):281-282.
- [4] 赵占纯,范琨,耿岩,等.电信运营商网络数智化转型思考[J].邮电设计技术,2024(3):7-11.
- [5] 翟颖奇.运营商家庭宽带网络数字化转型与运营研究[J].邮电设计技术,2023(1):64-70.

科技创新在推动电化学储能产业发展中的作用与路径探析

文◆宁波钢铁有限公司 王 乐 张 攀 傅家亮 吴昌硕



角，从多维度探讨科技创新在电化学储能产业发展中的作用，并提出一套独特的创新路径。通过“仿生储能材料设计”“智能储能系统自进化机制”“跨领域融合创新”等创新思路，旨在为电化学储能产业的未来发展提供全新的理论支持和实践方向。

1 科技创新对电化学储能产业发展的推动作用

1.1 技术创新提升储能性能

技术创新是电化学储能产业发展的核心力量。当前，锂离子电池技术已发展至相对成熟阶段，但在能量密度以及安全性方面仍面临难以突破的瓶颈。钠离子电池、液流电池等新型储能技术虽具备一定发展潜力，但在实际应用中仍存在诸多问题。因此，科技创新一方面要在现有的技术基础上进一步优化完善；另一方面要突破传统思维束缚，引入全新的设计理念与技术手段，唯有如此，才能推动电化学储能性能实现本质性的巨大飞跃。

1.2 材料创新降低成本

材料是电化学储能技术发展的根基。传统的材料创新多聚焦于成本以及性能的权衡，然而就当前而言，现有材料体系在资源的可持续利用以及环境友好性方面仍存在一定不足。展望未来，材料创新需从资源可持续性、环境影响以及全生命周期成本等多个维度进行深入思索，从而开发出更具竞争力的新型材料体系^[1]。

1.3 系统集成创新拓展应用场景

电化学储能系统的集成创新是其应用拓展的关键。当前，储能系统与可再生能源发电系统的融合尚处于初级阶段，协同优化深度不足。未来，系统集成创新需突破传统技术边界，引入智能化、自适应的系统设计理念，推动储能系统在复杂多样的能源场景中实现高效运行。

2 科技创新推动电化学储能产业发展的独特路径

2.1 仿生储能材料设计

仿生学（Bionics）是一门新兴的交叉学科，其核心在于研究生物系

引言

在全球能源结构处于转型的背景下，电化学储能技术已成为解决可再生能源所存在的间歇性以及不稳定性等问题的关键手段。当前，其正面临着前所未有的发展机遇，同时也面临着诸多挑战。传统研究往往将目光聚焦于现有技术并加以改进以及促使成本得以降低等方面。然而，要想真正实现电化学储能产业的突破性发展，必须引入全新的具有创新性的思路以及与之相匹配的发展路径。本文突破传统研究视

【作者简介】王乐（1986—），男，湖北荆门人，本科，高级工程师，研究方向：电气工程及其自动化。

统的结构、功能以及工作原理，为工程技术提供全新的设计思路与原理。仿生设计学（DesignBionics）作为仿生学与设计学的交叉领域，融合了生物学、材料科学、工程学等多学科知识，主要通过模仿自然界经长期演化形成的高效解决方案，解决人类工程技术领域的各类复杂问题。

在电化学储能材料设计中引入仿生理念，可从生物材料的独特结构以及功能中汲取灵感，进而开发出性能更优、功能更强的新型储能材料。以生物细胞膜为例，其离子通道具有高度选择性和高效离子传输能力，这一特性的结构基础是细胞膜上特定的蛋白质通道和脂质双分子层的协同作用。模仿此类结构设计新型电解质材料，有望显著提升电化学储能系统的离子传导效率以及稳定性。此外，仿生设计还注重从生物系统的自适应性和多功能性中获取灵感，以开发出可以适应复杂环境变化的智能储能材料。

生物组织的自修复能力在材料科学领域具有重要应用价值。通过模仿生物组织的自修复机制，可开发出具备自修复功能的电极材料与电解质材料，这些材料在受损后能够自动完成修复，从而延长储能系统的使用寿命。例如，部分生物材料受损后，可通过化学键的重新形成或生物合成过程实现自我修复^[2]。将这种机制引入电化学储能材料，可通过涉及含动态化学键或自修复聚合物的材料实现此类功能。

生物材料常常具备能量存储、信号传导以及环境感知等多种功能。开发多功能储能材料，一方面可以实现能量存储，另一方面还可以集成传感器、通信等功能，使储能系统更具智能化特点。例如，仿照生物体内的信号传导机制，在储能材料中嵌入传感器网络，可实现对储能系统内部状态的实时监测与反馈控制。这种多功能集成的设计思路，不仅提升了储能系统的性能和可靠性，还为未来智能能源管理系统开辟了新的发展方向。

2.2 智能储能系统自进化机制

自进化机制是复杂适应性系统理论的重要组成部分，其核心是依据系统内外部环境的动态变化，通过自我学习、自我调整以及自我优化等方式，适应不断涌现的新需求。该机制的关键在于，系统可以按照预设的优化规则，自主调整自身结构以及功能，从而实现性能的持续提升。

在电化学储能系统中引入自进化机制后，系统可在运行期间实时监测自身状态以及外部环境变化，并依托自我学习与优化算法，自动调整充放电策略、电池模块连接方式以及功率分配等。这种机制和生物进化过程中的自然选择以及适应性进化具有相似性，系统通过持续迭代优化，淘汰低效或不适应的运行模式，保留并强化高效的运行策略。

自进化机制的理论基础涵盖系统论、控制论、信息论以及进化算法等多学科知识。以进化算法为例，其通过模拟生物进化过程中的选择、变异以及遗传等操作，实现对系统性能的优化^[3]。

2.2.1 智能充放电策略

在电化学储能系统中，智能充放电策略是自进化机制的重要应用方向。通过引入机器学习算法，系统能够依据历史数据以及实时运行状态，自主调整充放电策略。具体而言，系统首先借助传感器网络收集电池电压、电流、温度等运行参数，同时整合外部环境中的负荷需求、可

再生能源发电状况等相关信息。其次，运用机器学习算法对收集到的数据进行分析处理，识别出影响系统性能的关键因素以及对应模式。最后，基于分析结果，系统会自动调整充放电策略，实现能量管理的精准调控，从而提升系统效率并延长使用寿命^[4]。例如，系统可依据预测的负荷需求与可再生能源发电情况，提前调整充电功率，避免过充或欠充，同时优化放电过程，确保系统在不同工况下均能稳定运行。

2.2.2 自适应系统架构

自适应系统架构是电化学储能系统中自进化机制的另一关键应用方向。系统可以根据不同的应用场景与负载需求，自动调整系统自身架构。例如，在分布式能源系统中，储能系统需依据可再生能源发电的波动性与间歇性特征，动态调整电池模块的连接形式以及功率分配。通过引入自适应系统架构，储能系统可基于实时监测的发电功率数据与负荷需求信息，自动调整电池模块的串并联方式，以实现最优的功率输出和能量存储效果。此外，系统还可凭借自适应算法优化电池模块的功率分配，确保各个模块在不同工况下实现均衡使用，从而延长系统的使用寿命。这种自适应系统架构不仅提升了储能系统的灵活性以及适应能力，还增强了系统的可靠性和稳定性^[5]。

2.2.3 跨领域融合创新

跨领域融合创新是指将不同领域的技术与理念引入电化学储能产业，以此打破传统技术边界，实现技术的交叉运用与创新。其理论依据主要涉及多学科的交叉协同，包括认知科学、信息科学、计算机科学、材料科学以及

生物科学等。这种融合旨在构建综合性的知识融合理论体系，该体系既强调知识的异构性与复杂性，也突出不同领域知识间的互补性与互操作性。通过整合不同领域的知识和技术，跨领域融合为电化学储能产业的发展提供了全新的思路与解决方案，对推动技术创新以及产业升级具有重要助力作用。

材料科学和信息科学的融合是跨领域融合的重要应用方向。依托纳米材料的优异性，结合大数据与人工智能技术，能够研制出能量密度更高、综合性能更出色的新型储能材料。以纳米材料为例，其独特的物理与化学特性（如高比表面积、优异的电导率等），可显著提升电化学储能系统的性能。同时，大数据与人工智能技术能够在材料设计与性能优化中发挥重要作用，通过机器学习算法分析海量实验数据，实现对材料性能的预测，从而加快新型储能材料的研发进程。这

种融合方式不仅提高了材料研发效率，还降低了研发成本，为电化学储能产业的发展提供了切实支撑。

2.3 跨领域融合创新

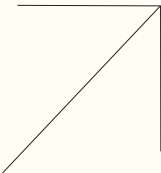
跨领域融合创新是打破电化学储能产业发展障碍的关键路径，其核心要点在于引入其他领域的先进技术以及创新理念，凭借多学科交叉协同的方式构建完备的知识融合体系。这种融合一方面凸显出不同领域知识所具有的异构特性，另一方面又能充分施展知识之间的互补优势，为电化学储能产业在技术突破以及应用拓展方面给予全新的思路方向。在材料科学和信息科学相融合方面取得的成效格外显著，把纳米材料独特的物理化学性质与大数据分析、人工智能算法相互结合，精准研发能量密度高、稳定性强的新型储能材料。其中，机器学习算法借助对海量实验数据展开深度挖掘，能够高效预测材料性能，在很大程度上加快了研发进程，明显降低研发成本，为新型材料实现产业化应用筑牢基础。能源领域和交通领域的融合催生出车网互动（V2G）技术，电动汽车的动力电池在车辆闲置之际可充当分布式储能单元接入电网，参与电网的调峰调频工作，有效平抑电网负荷出现的波动情况。当前，国内大部分城市已经开展了V2G试点项目，通过智能控制系统达成电动汽车与电网的双向能量互动，以验证该技术具备的可行性以及应用价值。电化学储能和建筑行业融合之后便形成了分布式储能建筑一体化模式，将光伏建筑与储能系统有机结合起来，不但能够满足建筑物自身所需的电力需求，还可以存储多余的电能，用于用电高峰时期或通过电网回馈机制实现电能共享，这一模式极大地拓宽了电化学储能的应用范围，有力推动了建筑领域的能源发展。

结语

科技创新在推动电化学储能产业发展中发挥着无可替代的作用。本文引入了“仿生储能材料设计”“智能储能系统自进化机制”以及“跨领域融合创新”等独特的创新路径，为电化学储能产业的未来发展提供了全新的理论支撑与实践方向。这些创新路径不仅能够提升电化学储能系统的性能、提高其运行效率，还能拓展应用场景，降低系统成本，进而推动该产业向可持续方向发展。

引用

[1] 新能源材料与器件“表界面”专刊序言[J].矿冶,2024,33(6):780.
[2] 徐简. 铋基氧化物电极材料的结构调控及水系电化学储能性能研究[D]. 长春: 吉林大学,2024.
[3] 李殊慧,王旭岑,潘英明. 探秘生活中的电化学技术[J]. 大学化学,2025,40(3): 302-307.
[4] 石柳蔚. MOFs及其衍生物材料在锂离子电容器中的应用研究[D]. 成都: 电子科技大学,2024.
[5] 邹才能,李士祥,刘辰光,等. 新质生产力赋能新型储能技术及其商业模式[J]. 石油学报,2024,45(10):1443-1461.



平台用工算法

对新就业形态从业者权益的影响及其规制

文◆西南交通大学公共管理学院 翁 馨

引言

随着数字技术的深度应用，平台用工算法在优化生产要素配置的同时也引发以外卖骑手为代表的新就业形态从业者劳动权益受损等诸多问题。通过对外卖骑手劳动权益保障困境进行场景化研究，深入分析用工算法控制下，从业者知情权、休息权、公平就业权、劳动安全权、报酬取得权、社会保险和福利权、提请劳动争议处理权等具体劳动权益受损的问题，并由此探寻维权之道。

1 平台用工中的算法控制

算法（Algorithm）本是计算机科学中的基本概念，本质上是指一组明确的、有限的、确定性的规则集合，用以阐明如何从输入数据推导出特定输出结果。具体到平台用工领域，其是指平台运用算法技术对用工数据进行分析处理，通过筛选、监控、调度、评价、奖惩等手段实现对从业者的自动化管理^[1]。由此，算法成为平台人事管理中无形且强大的“看不见的手”。正如国际劳工组织在《未来的劳动世界》报告中描绘到，“新的力量正在改变劳动世界”^[2]。

平台用工中的算法控制具体表现在以下5个方面。第一，算法派单。虽然从形式上来看，外卖骑手具有接单自由，但频繁拒单将在算法系统中留下负面记录。因此，算法派单实质上是一种明确和带有强制性的工作指示。第二，算法监控。平台企业通过算法借助高科技手段对骑手的路线、位置、速度甚至是服务态度等劳动过程进行监控，并将相关数据全过程留痕，作为奖惩依据。第三，算法定价。骑手接单的收费标准以及抽成比例由平台企业通过算法规则来确定，对骑手的行为产生引导作用。第四，算法评分。平台通过算法规则对骑手进行考核评价，评分等级形成骑手的“数字信誉”，将直接影响骑手的收入水平和订单资源。第五，算法奖惩。对于考核评价优良的从业者，算法将按规则给予奖励，反之则给予惩戒。

2 用工算法控制下从业者的劳动权益困境

尽管算法的正负向激励在提升效率和效益的优势上显而易见，但是由于算法的开发、运用和调整是在平台企业的控制之下，从业者劳动报酬的构成、工作标准的制定、平台费用的提取比例、单项订单的价格、劳动监管奖惩制度等，均由平台单方主导，这就不可避免地产生平台滥用算法侵犯从业者权益的问题。

一是算法黑箱，从业者知情权缺乏保障。用工算法内部构成复杂，一个完整的用工算法通常包括多个利用不同数据组和参数的次级算法，有负责预估订单完成时间的算法、规划导航路线的算法、计算从业者收入的算法、

【作者简介】翁馨，女，福建福州人，本科，研究方向：行政学与行政法。

还有专门评估从业者等级的算法等^[3]。同时，随着开发者对数据参数的调整，用工算法不断地被迭代和重新调整，实际上总是处于变动和不可知的状态。外卖骑手分散且流动性大，组织化程度低，也没有相应的专业知识，不仅无法了解算法的数据模型和运作过程，也没有能力参与算法设定并对影响从业者利益的关键问题提出反驳意见。

二是算法蚕食，从业者休息权缺乏保障。在算法分配下，外卖骑手的工作时间普遍呈现碎片化特征。在碎片化工作时间之余，骑手往往都不是在休息而是在不断刷新接单或者等待算法派单，这种长时间“待机”使骑手劳动与休息的界限日益模糊。算法黑箱和市场白热竞争下的单价的不断下降，使得大部分骑手不得不主动延长劳动时间。《四川省新就业形态从业者权益保障报告》显示，“从工作强度看，41.76%的受访者工作时间高达10小时以上，工作时间在8小时以上的占79.23%”。

三是算法歧视，从业者公平就业权缺乏保障。算法歧视是指在订单分配、报酬计算、绩效考核和奖惩等方面，基于从业者性别、年龄、健康状况等先天属性，对特定群体从业者实施不公平的对待。例如，女性在外卖骑手群体中已经有一定比例，并且这一比例还在不断扩大，但算法对劳动绩效的评估往往没有考虑女性的特殊生理特点，事实上造成女骑手受到不公平对待；算法设计者中以男性居多，缺乏为女性调整算法的性别平等意识。

四是算法过严，从业者劳动安全和生命健康权缺乏保障。出

于对效率的过度追逐，算法贪婪地实行“时间压缩”策略，骑手的劳动强度也由此持续强化。据报道，美团平均配送时长从41min缩短至30min，饿了么平均每单配送时长已缩短至28'36"^[4]。在利益驱动下，一些算法设置的配送时限逐渐不合理化。例如，算法配送时间往往是根据最短路线或个别情况“抄近路”等特例情形计算得出，事实上却极不合理。速度不断提高的直接后果是骑手如果不逆行、不超速就不可能每单都按时送到，极大增加了骑手的职业伤害风险，对社会公众安全造成了严重威胁。

五是算法强势，从业者维权困难。根据现行规定，判断外卖骑手与平台之间是否存在劳动关系，关键是要看平台企业对骑手是否实施了实质上的“劳动管理”。但是，在以算法作为用工管理模式的背景下，能够证明平台对骑手实施劳动管理的数据都存储于算法之中，而掌握算法主导权的平台则可以删除或者屏蔽重要证据，使骑手难以证明平台对其实施了劳动管理。算法也会将申诉次数较多的骑手标记为“问题骑手”，无形中提高了骑手的维权成本，使其不敢维权。

3 加强用工算法的立法规制，把算法关进制度的笼子里

3.1 加快完善新就业形态的法律法规

欧盟于2024年颁布了《改善平台工作条件指令》，其中第三章直接将“算法管理”（CHAPTERAL III GORITHMIC MANAGEMENT）列为标题并进行专门规定^[5]。在我国，虽然已有不少规范性文件将算法作为规制对象，但是这些规定的层级偏低。现行的劳动法、劳动合同法和社会保障制度是根据传统就业方式而制定，新就业形态从业者的法律地位、与平台企业的法律关系及其权责，都尚无明确的法律界定。面对算法对新就业形态从业者权益的种种侵害，加快完善与新就业形态相适应的法律法规势在必行。

3.2 明确与用工算法相适应的劳动关系认定标准

平台用工表面上从属性有所弱化，但实际上平台凭借对算法技术和数据的单方强势以隐蔽的方式对从业人员进行工作指引、绩效考核、奖惩，使从业者的每个劳动环节（如接单、拒单、转单、休息）的自主性都受到算法全方位的管理与控制，使两者之间具有较强的人格从属性、经济从属性、组织从属性。因此，如果囿于传统劳动关系的“劳动从属性”认定标准，简单地以二者之间没有劳动合同为由否定劳动关系的存在，那么将会使平台可以堂而皇之地规避本应承担的法律责任。因此，平台凭借算法对从业者的实际控制，应当作为认定“劳动从属性”的标尺，从而为保护平台从业者的劳动权益提供法律支持。

3.3 重构用工算法的举证责任分配规则

在平台用工关系中，电子化数据资料均由平台方掌握，在双方信息对比显著失衡的条件下，应当在平台用工权益纠纷中实行举证责任倒置。在从业者初步举证与平台存在用工事实之后，如果平台否定劳动关系，那么应承担主要的举证责任。如果平台怠于举证或者故意隐匿数据，那么应当承担不利的法律后果。对于算法侵权的案件，如果从业者有初步证据证明算法存在黑箱、歧视、过激或者其他侵犯从业者权益的情形时，那么平台企业应当举证证明算法不存在违反法律法规和公序良俗的

情形，否则就应当承担相应的侵权责任。

4 借鉴域外经验，构建完善用工算法的行政监管体系

4.1 推进平台算法透明化

欧盟《通用数据保护条例》(GDPR)强调“公平且透明的数据处理”(Fair and Transparent Processing),要求“个人数据必须以透明的方式处理”。欧盟《人工智能法案》则在人工智能系统运行方面对透明度提出要求,尤其要求高风险人工智能在进入市场前就达到足够的透明度^[6]。平台应当对从业者实现有意义的算法透明,行政主管部门应当引入具有人工智能、计算机数据以及软件分析能力的专业技术机构对算法进行第三方评估或建立由技术专家、劳动专家、法律专家组成的算法监督委员会,协助主管部门对算法应用场景以及数据、模型可能造成的劳动安全风险进行专业评估。

4.2 防范和制止算法歧视

欧盟《通用数据保护条例》(GDPR)实行“数据清洁”原则,要求在自动化决策中移除种族、性别、基因等敏感数据,以防止对特殊群体的歧视^[7]。一些国家已经将其作为执法监管的依据。2021年8月,意大利的个人数据保护监管机构卡兰特(Garante)曾对本国最大的两家在线食品递送公司户户送(Deliveroo)和福迪诺(Foodinho)处以高额罚款,处罚的理由是“这两家公司未能证明其对算法的应用不存在歧视,违反了GDPR的有关规定”^[8]。我国行政主管部门应当借鉴域外经验,把劳动法中的非歧视原则运用到平台用工场景。

4.3 将最低工资、法定休息日加班补贴等纳入算法

2023年,澳大利亚工党提议的零工经济改革方案建议,将使用数字化平台工作的“雇员式”工作者划为新的分类,但新类型在工资支付、保险等方面同样需设定最低标准。这一经验值得我国借鉴。平台从业者的工作时间不仅包括累计接单时间,还应当包含必要的待机接单、工作准备等时间,并以此计算最低工资标准,加班、法定节假日接单还应予以相应补贴并纳入算法。

4.4 严禁“最严算法”

2021年1月,欧盟理事会和欧洲议会通过了一项决议,要求欧盟委员会在欧盟层面提出有关劳动者离线权的立法^[9]。欧盟理事会和欧洲议会认为,离线权是数字时代新的工作模式下劳动者不可或缺的一项基本权利,雇主有义务采取措施,为劳动者离线权的行使提供保障。平台制定用工算法时应当合理限制从业者连续工作时长,当从业者连续接单达到一定时限,应当强制其进入工休时间。订单的送达时限应通过算法合理确定,预留必要的休息时间等。在极端天气发生时,及时放宽订单送达时限、豁免超时扣款。对于因算法压缩配送时限导致交通违章和交通事故高发的事件,要予以处罚和信用惩戒,保障从业者和社会公众生命健康权。

形态相适应的法律法规、明确劳动关系认定标准、重构举证责任分配规则等方面加强对用工算法的法律规制。同时,借鉴域外经验,构建完善用工算法监管体系,推进平台算法透明化,防范和制止算法歧视,将最低工资、法定休息日加班补贴等嵌入算法,严禁“最严算法”,使算法在法治的推力下“向善向上”。^[9]

引用

- [1] 吴勇.超越劳动关系:平台用工算法管理规制的三重维度[J].中国应用法学,2025(2):51-66.
- [2] 张成刚.就业变革—数字商业与中国就业新形态[M].北京:中国工人出版社,2020.
- [3] 张健.论我国平台用工算法的法律规制:反思与重构[C]//《智慧法治》集刊2023年第1卷——数学法学研究文集.华东政法大学,2023:30-46.
- [4] 金旻矣.超时不扣钱差评能申诉小哥为何还频频违法“抢时间”[N].新民晚报,2025-02-26(006).
- [5] 田野.平台经济时代用人者责任制度的反思与完善[J].现代法学,2025,47(1):41-55.
- [6] 张平.透明度原则在人工智能治理中的适用[J].数字法治,2025(1):20-27.
- [7] 郭利.人工智能时代算法伦理问题及治理思路[J].中国工业和信息化,2025(1):70-76.
- [8] 陈姿含.人工智能算法决策中的敏感个人信息保护[J].法律科学(西北政法大学学报),2024,42(6):63-75.
- [9] 葛家欣.数字时代劳动者离线权保障:欧盟经验与中国路径[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2022,35(5):95-105.

结语

为维护新就业形态从业者的劳动权益,有必要从加快完善与新就业

金融机构低延时网络与低延时交换机的应用

文 ◆ 光大证券股份有限公司信息技术总部 叶晓宛

引言

本文介绍了金融机构对低延时网络的具体需求，以及低延时交换机的工作原理、特点和优点。结合证券公司真实的低延时网络项目，通过硬件设备性能参数展示低延时交换机在生产环境中的强大优势，以期为今后类似项目计划的组织提供技术参考与建议。

1 金融机构对低延时网络的需求

金融机构对低延时网络的需求首先体现在高频交易和实时数据分析方面。投资者需要极快地获得市场数据并实时分析处理，进而做出准确决策并立即执行交易指令。低延时网络可以提高该过程的效率，加速数据获取和分析，增加投资者盈利机会。

2 金融机构使用低延时网络主要的技术重点

国内某证券公司从2018年开始便对低延时网络展开技术调研。2020年前后，相继完成了上交所与深交所数据中心的低延时网络环境的部署，并引入了多家头部私募机构客户。通过低延时网络基础环境，这些机构客户的量化交易系统均收益显著，且

已逐步向人工智能方向主动转型。

通过技术调研与项目实践，金融机构搭建低延时网络时，技术层面上主要应考虑以下几点。

2.1 高性能硬件技术

硬件方面必须采用比传统网络设备更高效的低延时交换机，同时采用高性能服务器并配合低延时网卡等硬件设备。这类硬件最大的技术特点在于采用芯片代替操作系统转发数据并处理网络协议，可以大幅提升数据转发速度。

2.2 网络架构合理化

网络架构应当以高性能、低延时、高可用为核心，构建支持组播技术行情高效信息传递的结构，确保市场交易行情能够以组播的形式高效传递到指定节点，并通过硬件多直通架构完成极速交易动作。

2.3 网络的高速连接

市场交易与行情数据均应采用光纤网络传输，并配合微波技术进行优化，以此作为低延时网络环境的基础，满足数据实时传输的要求。

2.4 低延时协议算法

采用低延迟网络专用数据传输协议和算法，例如，采用RDMA（远程直接数据存取）技术，可以减少CPU负载，使数据在传输过程中更快、延迟更低。

2.5 安全性与可靠性

低延时网络应分配专属数据通道并实现大带宽独享，以确保传输安全。通过多重路由保护机制避免单点故障，提高可靠性，实现高可用。

2.6 业务全面深度优化

对延迟敏感业务进行深度优化，通过技术手段减少交易链条上各节点的时间间隔，包括网络延迟、协议延迟、操作系统延迟和应用延迟等。

3 低延时交换机概述

低延时网络中组网的硬件核心是低延时交换机。其依托自身强大的数据转发性能，成为数据中心、实时计算、高频交易等关键领域的硬件设施基础。从前文证券公司在上交所与深交所数据中心机房搭建的低延时网络环境来看，组网重点核心硬件就是低延时交换机。较为典型的型

【作者简介】叶晓宛（1984—），男，广东深圳人，硕士研究生，研究方向：信息安全、人工智能、网络通信。

号有 Arista 7130 系列、Arista 7150 系列和思科 Cisco Nexus 3548 系列。

3.1 低延时交换机的工作原理

低延时交换机的设计思想主要依托高效硬件架构来优化组合数据处理过程。其高效的数据运算处理核心是 ASIC 或 FPGA 两种芯片，优势在于通过芯片定制解决特定需求，使之既能保证稳定又能降低延时，这尤其适用于通信密集型数据流^[1]。

ASIC (Application Specific Integrated Circuit, 专用集成电路) 芯片技术可以根据个性化需求和特定电子系统定向设计制造。其内部采用的并行处理与多级流水线技术，可瞬间解析数据包并进行路由转发。ASIC 芯片技术分为全定制和半定制。思科 Cisco Nexus 3548 系列低延时交换机采用的就是根据自身需求开发的专用芯片^[2]。

FPGA (Field Programmable Gate Array, 现场可编程逻辑门阵列) 技术是 ASIC 技术中的一种半定制化分支。它既能避免定制电路适用类型过于单一且开发过于繁琐的问题，又能克服可编程电路数量有限的缺点。FPGA 可以在批量产品参数框架内无限次编程，且延时仍旧较低。相比 GPU 芯片只有数据并行能力，FPGA 芯片不仅拥有数据并行能力，还具有流水线并行能力，而且实时性能强、灵活性高。该技术逻辑上是通过向芯片静态存储单元加载编程数据指令，利用存储器单元中的数据和参数值定义逻辑单元里的功能，再通过确定各模块之间或各个模块与 I/O 之间的联接方式，最终实现所有功能。理论上，FPGA 允许无限次编程。用户无需介入芯片的布局布线和工艺问题，可以随时灵活改变逻辑功能，程序中改错成本几乎为零。Arista 7130 系列交换机就采用了 FPGA 技术，实现了低至 5 纳秒的端口转发延时^[3]。

3.2 低延时交换机的特点与优点

采用 ASIC 芯片和 FPGA 芯片的低延时交换机，其主要技术特点包括采用直通模式转发数据、配备配合大带宽网络线路的接口高速率，以及通过定制化专用芯片处理特定网络协议。在金融领域的使用场景下，相较于传统交换机，它具有极低的网络延时、能大幅度提升交易速度、增强系统响应能力等优点。

在直通转发模式下，当网络数据包的头部信息抵达低延时交换机后，核心定制化芯片将立即开始数据转发。这种工作过程不同于传统数据转发过程，传统方式必须先接收完整数据包才能进行转发。而直通转发模式明显减少了数据包转发耗时，从而大大降低了延迟。

为了对接大带宽网络以实现高速数据传输，低延时交换机采用了高速率接口。常见的接口类型有 10GbE (10 吉比特以太网) 接口，传输速率达到 10Gbit/s；40GbE (40 吉比特以太网) 接口，传输速率达到 40Gbit/s。低延时交换机还设置有更高速率的接口，以满足大规模低延时数据传输的需求。

低延时交换机的定制化核心芯片处理器能够有针对性地处理网络协议，主要体现在核心数据转发运算与低延时网卡核心方面。这种特殊的技术设计大大降低了硬件在自身操作系统层面的延迟。

在金融领域，相较于传统交换机，低延时交换机具有以下显著优点。(1) 构建高速低延时网络架构。通过直通转发技术与高速接口技术

相配合，低延时交换机进行组网可降低整个网络架构的延迟，形成高速的低延时网络架构。这种架构是完成高频交易、高速市场行情获取的基础网络环境。(2) 提升交易系统处理速度。在金融市场中，为了把握更多交易机会并提高交易成功率，低延时交换机能够大幅提升交易系统的处理速度，使交易指令更快响应。(3) 增强其他系统响应能力与稳定性。除了交易系统之外，低延时交换机和低延时网络架构还可以增加信息安全系统、环境安全监控系统、智能化办公系统等其他系统自身的响应速度，提升系统自身的响应能力与稳定性^[4]。

4 低延时交换机在金融机构项目中的性能分析

4.1 低延时交换机主要性能参数指标

在衡量低延时交换机的性能时，应当主要从以下几个参数指标进行技术比较^[5]。

(1) 延迟 (Latency)，该参数主要是衡量数据包从进入交换机到离开交换机所需时间的指标。低延时交换机通过优化硬件架构和数据处理流程，将延迟降至最低，通常以微秒或纳秒为单位。目前，性能最高的低延时交换机甚至能把该参数降低到皮秒 (1/1000 纳秒) 级别。

(2) 吞吐量 (Throughput)，即单位时间内低延时交换机可以处理的数据总量。高吞吐量意味着交换机能够同时处理大量数据流量，确保网络高效运行。低延时交换机通常具备极高的吞吐量，能够满足数据中心和高频交易等对带宽要求极高的应用场景。

(3) 抖动 (Jitter)，用来衡量

数据包到达时间的波动情况。抖动越低说明数据流在传输过程中越趋于稳定。低延时交换机通过优化缓冲区管理和流量控制机制，有效降低抖动，确保数据传输的平稳性。

（4）丢包率（Packet Loss Rate），衡量低延时交换机组网后数据传输网络的可用性与可靠性。低丢包率意味着交换机在高速数据传输过程中能够有效避免数据包的丢失，确保数据的完整可靠。低延时交换机通过高效的队列管理和流量控制算法，将丢包率降至最低。

4.2 某知名券商采用的低延时交换机的性能介绍

思科 Cisco Nexus 3548 低延时交换机广泛应用于数据中心和企业网络。其采用 ASIC 芯片和直通式交换技术，延迟低至 190 纳秒。该设备还具备出色的可扩展性和可靠性，支持多种网络协议和冗余设计，适用于对延迟和可靠性要求极高的应用场景。

Arista 7150 系列交换机以其卓越的低延迟和高吞吐量著称，特别适合高频交易和金融行业。其延迟低至 350 纳秒。相比思科 Cisco Nexus 3548 系列，Arista 7150 系列产品的自身抖动和丢包率性能参数更出色。Arista 7150 系列还支持

灵活的网络配置和实时监控，能够满足高频交易对网络性能的极致要求。

Arista 7130 系列交换机则专注于超低延迟和高密度端口配置，适用于需要大量连接和高性能的网络环境。其 1 层转发时延迟低至 5 纳秒，仅相当于一米的光纤或铜缆互连，抖动微乎其微。Arista 7130 系列产品可以与现有的 FPGA 工具集成。其 L1+ 层功能可以在单个设备上实现分路、一对多复制、遥测和全面的端口统计信息，节省机架空间并降低复杂性。Arista 7130 产品广泛应用于交易所数据中心、云计算和实时计算等领域，能够有效提升网络性能和响应速度。

5 低延时网络项目实际成果

国内某知名券商于 2021 年通过低延时网络项目在深交所南方中心数据机房建成并投产了 Co-location 低延时基础环境。通过低延时环境，所有极速交易或行情系统服务器均能实现一跳光链路报盘、一跳光链路接收 L2 行情、同系统一跳进行光链路通信。其中，通过全光链路连接，低延时托管客户接收行情链路时延从 280 微秒下降到 110 微秒；交易链路时延从 250 毫秒降到 40 微秒；配套机房间实现 18.2 毫秒的极低延时。利用低延迟、高并发、超稳定的全 FPGA 处理机制，可以实现支持指数行情、逐笔委托和逐笔成交转发、Lev2 的快照行情，以及基于逐笔委托和逐笔成交生成的订单簿深度行情。再利用低延时数据交换设备，使得客户网络传输时延小于 100 纳秒。客户全链路行情传输时延为 1 ~ 2 微秒。相比于现有的传统软件行情传输时延，其性能可以提高上千倍。最终行情穿透各个节点时延仅有 200 纳秒，相对于传统的软件解析上百微秒的传输速度可以提高几百倍。

结语

通过以上的技术分析和实际项目来看，低延时网络通过高性能硬件架构、高效数据处理等技术，实现了低延迟、高吞吐、低抖动等成果，满足了金融机构在高频交易方面低延迟的网络需求。

虽然不同型号的低延时交换机在性能上各有千秋，但通过灵活的组合都可以满足低延时网络需求。随着人工智能时代的到来，低延时网络技术也将得到更快发展，在大数据的运算和传输领域更加重要。低延时交换机也将继续在提升网络性能方面发挥关键作用。

引用

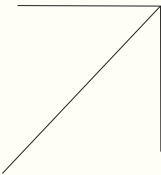
[1] 屈晨昕,邱志雄,田硕,等.基于FPGA的以太网MAC层交换机设计与实现[J].信息技术与信息化,2021(5):217-219.

[2] Barr Keith著.ASIC设计混合信号集成电路设计指南[M].孙伟锋,译.北京:科学出版社,2009.

[3] 天野英晴,著.FPGA原理和结构[M].北京:人民邮电出版社,2020.

[4] 安莹,罗熹,著.面向延迟容忍网络的拥塞控制机制研究[M].西安:西安交通大学出版社,2019.

[5] 曾捷,肖驰洋,著.5G低时延通信中的非正交多址接入关键技术[M].北京:人民邮电出版社出版,2023.



新质生产力视角下高职院校信息技术类专业转型升级对区域高质量发展的促进机制研究^{*}

——以清远市为例

文◆广东南华工商职业学院 周怡燕 刘庭辉 张志立

引言

随着我国迈入高质量发展阶段，信息技术作为推动产业升级和区域竞争力提升的关键要素，正加速重构传统产业形态和就业结构。高职院校信息技术类专业因此肩负着转型升级和服务区域发展的双重使命。

清远市作为广东北部生态发展区，产业转型和数字经济布局成效初显，对高质量技术人才的需求持续增长。然而，本地高职院校信息类专业仍存在同质化严重、课程滞后、校企合作不足等问题，难以有效支撑区域新质生产力的发展。

本文以清远市为例，基于“新质生产力”视角，探讨高职信息技术类专业的转型路径及其对区域高质量发展的促进机制，提出专业结构优化与产业融合的策略建议，以期教育改革与地方发展提供实践参考。

1 理论基础与相关研究回顾

1.1 新质生产力的内涵基础

“新质生产力”^[1]是一种以科技创新为主导、以高素质人才为关键的新型生产力形式，强调通过智能化、绿色化和高效率方式实现发展模式转型。信息技术作为其核心支撑，既代表数字化技术的前沿成果，也助力传统产业转型。高职院校信息类专业因此被视为新质人才的重要培养阵地，是推动区域生产力升级的关键通道。

1.2 区域发展理论与人才支撑逻辑

区域高质量发展需要依赖高效的“区域创新系统”，强调教育、科研、产业等多元协同。在此框架下，高职院校作为技能型人才的供给主体，通过教育外溢效应提升地方企业的创新能力和转型效率，支撑区域经济向高端化、绿色化方向演进^[2]。信息技术类专业的转型因此不仅是教育任务，更是区域产业体系优化的战略基础。

1.3 信息类专业转型的研究进展

当前研究主要聚焦产教融合、课程重构与能力导向等方向。张跃峰^[3]提出信息技术专业应顺应“数字产业化”趋势，与行业标准深度对接；李松等^[4]强调“岗课赛证”育人模式在提升岗位适配力方面的成效；王传毅^[5]指出当前专业转型面临协同机制不足与资源整合滞后的困境，尤其在中小城市更为显著。

^{*}【基金项目】2023 年度清远市产教融合社科专项课题“探索高职信息技术类专业构建具有“双元、双真”产教融合协同育人特色的人才培养模式研究”（ZJCYJY202372）；2024 年度清远市哲学社会科学规划课题“新质生产力视角下高职院校信息技术类专业转型升级对清远高质量发展的影响机制与策略研究”（QYSK2024123）

【作者简介】周怡燕（1985—），女，江西吉安人，本科，副教授，研究方向：信息技术。

1.4 研究综述与创新点

现有研究虽在实践层面提供了诸多启示，但缺乏以“新质生产力”为核心视角的系统性探讨，未能充分对接区域经济结构变革需求。本文拟构建“专业转型—人才供给—区域发展”分析框架，强调高职教育在区域经济演进中的战略功能，并结合清远市的实践情况提出可行策略，拓展高职教育研究的区域经济维度^[6]。

2 高职信息技术类专业转型的逻辑起点与基本方向

在数字经济背景下，高职信息技术类专业正经历由技术导向向复合能力导向的全面转型。其逻辑起点在于适应社会生产结构变革和区域产业升级，发展方向可归纳为“专业重塑—能力重构—系统再造”三大路径。

2.1 面向数字经济的专业重塑逻辑

传统信息类专业内容已难契合产业需求，应向大数据、人工智能、云计算等新兴领域拓展。通过“智能+行业”融合设计，构建如“人工智能+农业”“大数据+制造”等交叉专业方向，实现与区域重点产业精准对接，提升专业前瞻性和适配度。

2.2 聚焦岗位能力的育人目标重构

育人目标应从单一技能转向“技术+知识+素养+价值”协同发展，推动学生由“适应型”向“引领型”转变。强化系统思维、数字素养与跨界整合能力，培养具备创新能力和持续学习能力的技术型人才。

2.3 实现“岗课赛证创”一体化的课程体系再设计

课程体系是落实育人目标的

关键载体。面对快速演化的数字岗位需求，应以岗位能力为牵引，以典型项目为载体，以多元成果为导向，构建“岗课赛证创”一体化的人才培养体系。具体路径包括基于“岗位群”构建课程群，围绕区域核心产业链条设定核心岗位群及其能力结构，构建高度对接的课程模块体系；推动课程项目化，将真实企业任务、真实技术工具、真实数据资源引入课堂，提升学生学习的实践性与情境性；融合技能竞赛、行业证书和创新创业成果评价，实现“以赛促学、以证促教、以创促能”，激发学生的学习主动性与专业成就感；加强课程标准与职业标准的对接，推动课程标准嵌入行业标准、地方标准甚至国家标准体系中，形成“课程—能力—职业”贯通的育人链条。

2.4 构建多主体协同的专业治理体系与产教融合机制

高职专业转型需要形成“政、校、企、行”多方协作机制。政府统筹规划，企业深度参与课程与评价，院校推进项目化教学与跨部门协同，共同构建资源共享、人才共育的专业治理体系。

综上所述，信息类专业的系统转型不仅回应了产业需求，更是推动新质生产力落地的核心支点^[7]。通过课程改革、能力重构与协同治理，将实现高职教育从“适应型培养”向“战略性支撑”的跃升。

3 清远市高职信息技术类专业发展现状与瓶颈分析

清远市作为广东省北部的地级市，近年来经济稳步增长，GDP 达 2007.4 亿元，展现出良好的发展潜力。依托丰富的自然资源和地理优势，清远市在红茶、生态旅游、现代农业等特色产业上具备独特基础。

随着数字化转型深入推进，当地可借助信息技术推动乡村旅游升级、农业增效和新材料发展，构建基于本地资源的新型产业链。这一过程对高素质技术人才提出更高要求。

高职教育，特别是信息技术类专业的转型升级，将在提升本地人力资源质量、服务区域新质生产力发展中发挥关键作用，为清远实现绿色化、智能化发展提供人才支撑和智力支持。

从整体来看，清远市高职信息技术类专业当前处于“基础建设已起步、内涵发展尚薄弱”的过渡阶段，表现出如下典型特征。一是“有体系、缺系统”，专业设置虽初步成型，但课程标准、能力结构、评价方式尚未形成一体化逻辑；二是“有合作、缺融合”，校企合作形式多样，但资源共建、任务共担、成果共享机制尚未打通；三是“有热度、缺温度”，专业招生势头较好，但学生就业满意度和专业归属感仍有待提高^[8]。

因此，在新质生产力背景下，亟须以系统观思维重新审视清远市信息技术类专业发展战略，着力破解结构错位、能力不适、机制不畅等关键堵点，推动高职信息技术类专业从“规模扩张”向“质量跃升”转型升级。

4 以广东南华工商职业学院为例的信息技术类专业转型优化路径与区域促进机制探析

作为清远职教城的重要力量，广东南华工商职业学院积极对接区域

发展需求，构建了面向新质生产力的信息技术类专业提升路径，形成了可推广的专业发展范式。

4.1 聚焦产业需求，优化专业布局

学院围绕智能制造、数字农业、文旅融合等领域，设置人工智能、大数据、移动互联等专业方向，构建“专业—课程—师资—协同”四位一体联动机制。

4.2 模块化课程体系，注重复合能力

推进课程“模块化、项目化、交叉化”改革，建设“IT+ 行业”课程群，融合数字素养、系统思维与创新意识，实现知识、技能、素养的协同培养。

4.3 深化校企协同，健全协同育人机制

学院联合中兴通讯、东软集团、粤嵌科技等龙头企业打造“企业课堂+ 项目教学+ 双导师制”模式，实施真实项目驱动式教学。

4.4 完善师资培养，构建“双元提升”机制

教师通过企业研修、项目服务提升实践能力，学院设立激励机制与职称制度，推动“教研服企”一体化教师队伍建设。

4.5 推动数智赋能，创新教学模式

依托智慧教育平台和云端实训系统，学院建成“教学资源库+ 虚拟实验+ 大数据评价+ AI 辅助教学”的信息化教学环境。推进线上线下混合式教学、沉浸式实训和动态学习评估系统应用，实现教学全过程的可视化、个性化和精准化。

4.6 加强区域统筹，构建政校企协同发展机制

学院主动融入“广清一体化”和清远市职业教育发展规划，与市政府、人社局、行业协会共建“区域产教融合联盟”，协同参与人才标准建设、实训平台共建、科研服务下沉等项目。形成“地方出题、校企答题、师生解题”的区域协作模式，有效推动产业链、人才链、教育链、创新链四链融合。

4.7 发挥服务外溢功能

学院依托信息技术专业研发能力，服务地方政府推进“数字乡村”“智慧政务”等项目，开发多项信息化平台系统，参与基层治理与产业数字化升级。同时，组织师生团队提供企业数字化转型诊断、应用系统设计等公益技术服务，推动高校专业能力向区域治理能力和技术供给能力转化。

综上所述，该校通过“产业导向—能力驱动—协同育人—机制保障”的系统路径，为区域新质生产力发展提供了有力支撑，也为中小城市高职教育改革提供了可复制的实践样本。

结语

本文立足“新质生产力”视角，结合清远区域发展与高职教育变革，系统分析了信息技术类专业的转型基础、现实问题与优化路径。以广东东南华工商职业学院为例，归纳出信息技术类专业在服务区域发展中的协同机制与实践经验。研究表明，信息技术类专业的重构不仅关乎教育改革，更关乎区域产业、人才与创新链的深度融合。唯有坚持服务导向、

系统重构与机制协同，方能实现专业由“适应性培养”向“引领型支撑”的转变，助力高职教育与区域发展双向共赢^[9]。

引用

[1] 潘懋元.教育与生产力关系的历史与逻辑[J].高等教育研究,2023(6):4-11.

[2] 姜大源.职业教育学[M].北京:高等教育出版社,2022.

[3] 张跃峰.高职信息类专业适应“数字经济”发展的策略研究[J].现代职业教育,2021(12):52-55.

[4] 曾天山,李松.“岗课赛证”融合的职业教育教学改革探索[J].教育与职业,2022(3):10-15.

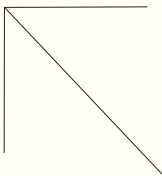
[5] 王传毅.职业教育专业建设的逻辑重构与路径优化[J].中国职业技术教育,2020(25):15-21.

[6] 徐国庆.高职教育服务区域经济发展的路径研究[J].中国高教研究,2021(9):65-70.

[7] 刘焱,李红.产教融合背景下高职院校“双师型”教师队伍建设研究[J].职业技术教育,2022,43(8):78-82.

[8] 国务院.国务院关于印发国家职业教育改革实施方案的通知[EB/OL].(2019-02-13)[2025-03-30].https://www.gov.cn/zhengce/content/2019-02/13/content_5365341.htm.

[9] 王钰.高职院校推动区域高质量发展的机制与路径[J].中国高教研究,2023(2):40-45.



新能源场站电力监控系统 网络安全管理策略与机制研究

文 ◆ 内蒙古上都发电有限责任公司 耿晓伟

引言

随着新能源占比快速提升，电力监控系统面临日益复杂的网络安全挑战。传统防护体系难以应对 APT 攻击、内部人员违规操作以及硬件供应链风险交织的复合型威胁。本文聚焦新能源场站监控系统特性，通过剖析典型攻击路径与脆弱环节，构建“技术防护+管理机制”双轮驱动的安全架构。研究目标在于形成覆盖全生命周期的安全管理范式，提升对恶意代码、数据篡改、设备失控等典型场景的防御韧性，为能源行业数字化转型提供可量化的安全保障方案。

1 系统安全风险分析

1.1 外部网络攻击威胁分析

网络攻击者通过系统存在的安全漏洞或使用简单密码作为突破口，对电力监控系统实施非法入侵。此类攻击行为会导致监控画面被篡改、设备控制指令遭劫持、恶意程序被植入系统核心模块等问题，进而引发发电单元异常运行甚至整体停电事故。境外情报机构以能源数据为目标，通过长期网络侦察手段窃取发电设

备技术参数、电网调度策略等核心信息，直接威胁国家能源战略安全。

1.2 内部人员操作风险剖析

运维人员因专业技能不足或操作疏忽，引发系统配置错误、关键数据丢失等操作事故。特别是在执行设备隔离、参数整定等高风险操作时，细微失误都会造成保护装置误动或监控数据失真。更需警惕的是，部分内部人员基于利益驱使，故意破坏系统防护机制、违规外传敏感数据，这种主观恶意行为具有极强的隐蔽性和破坏性。

1.3 硬件设备安全隐患梳理

服务器、测控终端等关键设备因元器件老化或极端环境影响出现性能衰退的问题，导致数据采集异常或通信中断。更值得关注的是，设备全生命周期各环节均存在安全风险，如生产环节被植入恶意芯片、物流环节遭遇固件篡改、部署环节遗留后门程序等，这些隐患在设备投运前就已埋下安全定时炸弹^[1]。

2 安全防护策略

2.1 网络边界防护方案

在电力监控系统与外部网络的交界区域部署专业级工业防火墙，根据业务类型建立精细化访问控制规则集。通过持续更新威胁特征库，确保能够有效拦截非常规端口扫描、恶意代码传播等攻击行为。配套部署入侵检测与防御系统，该系统可实时分析网络流量，识别异常数据包特征，及时触发告警并执行自动阻断操作。针对远程运维需求，采用 IPSec VPN 技术构建加密传输隧道，确保跨网段数据交互的机密性和完整性。

2.2 数据安全保障机制

建立多层次数据保护体系，对关键业务数据实施 AES-256 加密存储，配合 RSA 非对称加密算法实现密钥安全交换。制定“3—2—1”数据备份策略，即至少保留 3 个备份版本，采用 2 种不同存储介质，其中 1 份存储至异地灾备中心。构建基于角色的精细化权限管理系统，将用户划分为系统管理员、运行值班员、设备维护员等角色，通过属性证书实现最小权限分配，确保数据访问操作全程留痕可追溯。

【作者简介】耿晓伟（1993—），男，内蒙古锡林浩特人，本科，助理工程师，研究方向：通信、自动化。

2.3 工控系统防护措施

开展工控设备安全基线加固，强制实施 12 位以上复杂密码策略，关闭闲置网络端口和服务，建立固件完整性校验机制。对 Modbus TCP、DNP3 等工控协议实施深度包检测，通过数字证书认证通信实体身份，采用 HMAC-SHA256 算法保障协议数据完整性。实施网络纵深防御，将监控系统划分为生产控制大区、管理信息大区等安全域，各区域间部署工业防火墙和单向隔离装置，建立“安全接入区”作为内外网数据交换的唯一通道^[2]。

3 防护管理机制

3.1 主动防御机制

3.1.1 漏洞全生命周期管理机制

电力监控系统运营单位应建立规范化的安全漏洞管理流程，通过部署自动化漏洞扫描工具定期执行全系统安全检测。检测范围需覆盖操作系统、数据库、应用软件以及网络设备等核心组件，重点排查未授权访问、弱口令、配置缺陷等典型漏洞。技术人员需依据 CVSS 评分体系对漏洞危害等级进行量化评估，针对高危漏洞建立 48 小时应急响应机制，中低危漏洞实施月度整改计划。整改完成后，必须通过回归测试验证修复效果，并建立漏洞修复档案库，实现从发现到闭环的全流程追踪管理。

3.1.2 威胁情报驱动防御策略

网络安全团队应构建多源威胁情报收集网络，通过订阅行业权威威胁情报平台、加入能源行业信息共享联盟等方式，实时获取 APT 攻击组织动向、工业控制系统专用恶意软件样本、零日漏洞利用代码等关键信息。依托安全大数据分析平台，建立威胁情报关联分析模型，对攻击者 TTPs（战术、技术、程序）进行画像构建。根据情报研判结果，动态调整防火墙策略规则，更新入侵检测系统特征库，在关键网络节点部署蜜罐系统诱捕攻击行为，形成预测性防御能力。

3.1.3 安全配置基线强化工程

应参照等保 2.0 以及电力行业特殊安全要求，制定覆盖主机终端、网络设备、安全设备的配置基线标准，具体包括禁用不必要的网络服务端口、实施最小化权限分配原则、强化日志审计功能配置、规范加密算法使用策略等。通过部署基线配置核查工具，每月开展全系统合规性检查，对偏离基线的配置项生成整改工单，要求责任部门在规定时限内完成修正，确保系统始终处于安全基准状态。

3.2 应急响应机制

3.2.1 预案体系化设计方法

需结合电力监控系统业务特性，构建“1+N”应急预案体系。其中“1”为总体应急预案，明确应急组织架构、响应分级标准、处置流程框架；“N”为专项处置方案，涵盖勒索软件攻击、数据篡改、设备失控等典型场景。预案需细化到具体岗位操作手册，明确各岗位在事件处置中的职责边界、决策权限、操作步骤，并通过沙盘推演验证预案可操作性。

3.2.2 实战化演练实施规范

每半年组织全员参与的应急演练活动，演练场景应包含但不限于

DDoS 攻击导致监控系统瘫痪、恶意代码感染工程师站、虚假数据注入引发调度误判等。演练过程采用“双盲”模式，不预先通知演练时间与攻击向量，重点检验值班人员应急响应速度、部门间协同效率、备用系统切换能力。演练结束后必须召开复盘会议，运用鱼骨图分析法梳理处置环节存在的问题，针对性完善预案内容。

3.2.3 事件处置闭环管理

当发生网络安全事件时，值班人员应立即启动应急预案，按照“识别—隔离—取证—恢复—复盘”五步法开展处置。需使用网络隔离装置快速切断受影响系统与生产控制大区的连接，通过全流量分析设备捕获攻击流量，利用数字取证技术固定电子证据。事件平息后，需在 72 小时内提交完整的事件分析报告，从攻击路径、漏洞利用、影响范围等多个维度进行技术复盘，并将处置经验转化为防御能力提升项。

3.3 认证管理机制

3.3.1 多因子身份鉴别机制

建立覆盖人员、设备、应用的立体化认证体系。人员认证采用动态口令令牌与生物特征识别相结合的方式，关键操作岗位部署“人脸识别+行为特征”分析系统。设备认证通过数字证书体系实现，为每台接入设备颁发唯一身份凭证，在接入层部署 802.1X 认证网关。应用系统访问实施基于角色的权限控制（RBAC），重要操作需经过双因素认证以及审批流程。

3.3.2 设备准入控制方案

在网络边界部署下一代防火墙（NGFW），启用设备指纹识别功能，建立合法设备特征库。当新设备接入时，系统自动采集 MAC 地址、操作系统版本、安装软件

列表等特征信息，与特征库进行比对验证。对于未注册设备，强制跳转至隔离区进行安全检查，通过病毒查杀、漏洞修复后方可接入生产网络。

3.3.3 操作行为审计系统

构建基于大数据的行为分析平台，实时采集用户操作日志、系统事件日志、网络流量日志。通过用户实体行为分析（UEBA）技术，建立正常行为基线模型，对异常登录时段、特权账号滥用、数据批量导出等风险行为实时告警。关键操作实施二次授权机制，如保护定值修改、遥控指令下发等操作，需经过值班长电子签批方可执行，所有操作记录保存时间不少于 18 个月^[3]。

4 实践与应用

4.1 策略与机制实施过程

4.1.1 纵深防御部署

在互联网出口部署工业级下一代防火墙，配置基于业务特征的访问控制策略，拦截非法访问流量。同步部署全流量检测设备，运用机器学习算法建立正常通信基线，实现异常行为自动识别。针对远程运维需求，构建双因素认证的 VPN 通道，采用国密 SM4 算法保障数据传输安全。

4.1.2 数据全生命周期保护

建立“AES-256+SM2”混合加密体系，对风机功率曲线、变桨系统参数等核心数据实施加密存储。部署分布式存储架构，在本地和千里外灾备中心同步执行每日全备、每小时增量备份。开发基于角色的权限管理系统，精准映射 8 类用户角色与数据操作权限，通过操作日志审计实现行为全追溯。

4.1.3 工控系统专项加固

对 PLC 控制器实施安全基线配置，强制启用白名单机制，关闭未使用的 135、445 等高危端口。联合设备厂商完成 Modbus TCP 协议深度加固，增加双向认证和报文校验机制。将生产网划分为风机控制区、升压站监控区、管理信息区 3 个安全域，通过工业防火墙实现区域间逻辑隔离。

4.2 实施效果评估

4.2.1 主动防御机制

建立周期性漏洞管理流程，运用自动化工具每周开展全网扫描，发现的 127 个漏洞均在 72 小时内完成修复。接入电力行业威胁情报中心，实时更新入侵检测规则库。制定 238 项安全配置基线，每月通过合规检查工具验证系统状态。

4.2.2 应急响应体系

编制涵盖 17 类场景的应急预案，组建跨部门应急小组，每季度开展攻防对抗演练。2023 年三季度演练中，成功在 28 分钟内完成勒索病毒事件处置。配置热备冗余系统，确保核心业务 7×24 小时连续运行。

4.2.3 统一认证平台

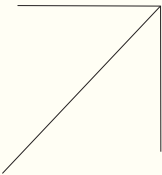
部署数字证书认证系统，实现人员、设备双因子认证。开发设备准入控制系统，对接入终端执行合规性检查，阻止 12 台非授权设备联网。建立操作行为分析中心，通过 UEBA 技术识别异常操作模式，拦截高危指令 23 次。

结语

本文提出的新能源场站电力监控系统安全防护体系，通过实战化演练验证了其技术可行性与管理有效性。案例实施表明，基于威胁情报驱动的动态防御机制可使高危漏洞存活时间降低 92%，双因子认证体系阻断非授权访问成功率达 100%。未来需持续关注量子计算对加密体系的冲击及 AI 攻击技术的演进，通过构建自适应安全大脑实现从“被动防御”到“主动免疫”的跨越，为新型电力系统安全稳定运行奠定基石。^[5]

引用

[1] 雷亮,谭小瑶,刘漫,等.新能源场站电力监控系统网络安全薄弱环节分析[J].信息记录材料,2022,23(9):198-200.
[2] 吴勤勤,周安,付佳佳,等.新能源电厂电力监控系统网络安全防护[J].数字技术与应用,2022,40(5):222-224.
[3] 刘博,李梁,刘军娜,等.新能源场站电力监控系统网络安全薄弱环节分析[J].电工技术,2021(18):78-80.



数字政府

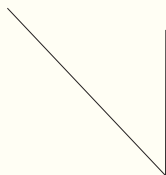
Digital Government

数字政府是信息技术革命与国家治理深度融合的战略产物，其本质在于通过数据要素重构政府履职逻辑，驱动治理模式从“经验决策”转向“数据驱动”、服务供给从“被动响应”升级为“主动感知”。当前，以全国一体化政务平台为枢纽，以人工智能、区块链为技术底座的新型治理体系正加速形成——它既打破层级壁垒实现“一网通办”，更以精准化政策匹配激活市场活力；既以“城市大脑”赋能风险防控，亦通过数据开放生态催生新质生产力。这一变革不仅是技术应用，更是制度创新的中国式现代化实践，标志着政府运行从“物理整合”迈向“数智融合”的新纪元。

本栏目聚焦人工智能、大数据等技术在政府治理核心领域的深度应用与实践创新。追踪智能感知预警、精准服务供给、智慧决策支撑三大维度；剖析政务云平台赋能跨部门协同的底层架构，揭示区块链存证在行政审批、司法公证等场景的制度突破；探索技术如何重构应急指挥、生态环保、食药安全等领域的治理范式，展现数字政府对提升公共安全韧性、优化营商环境的系统性变革价值。

创新多源数据融合赋能 AI+ 政务服务研究与实践

文 ◆ 坪山区政务服务和大数据中心 周伟奇 陈俊 林维洪



引言

在全球数字化浪潮下，政务服务正从电子化向智能化、分散化向一体化转型。我国作为数字政府建设积极践行者，以政策与技术双轮驱动模式变革。深圳市坪山区率先探索“多源数据+AI赋能”路径，破解政务服务碎片化、低效化难题。本研究立足深圳市坪山区实践，剖析多源数据融合的技术路径、制度创新与场景赋能，提炼可推广的“坪山模式”，为全国政务服务数字化转型提供参考范式。

1 研究背景

政务服务智能化转型中，国家政策引导、技术创新驱动与现实服务需求形成合力，为多源数据融合赋能 AI+ 政务服务提供了坚实基础。政策方面，2022 年以来，国家密集出台一系列政策文件，《国务院关于加强数字政府建设的指导意见》《关于进一步优化政务服务提升行政效能推动“高效办成一件事”的指导意见》《关于加快公共数据资源开发利用的意见》以及《政务数据共享条例》等文件法规，从数据融合、AI 应用、壁垒破除等方面提供顶层支撑^[1-2]；技术方面，AI 实时分析政务数据、大数据打破“数据孤岛”，二者协同驱动转型^[3-4]；实践方面，传统政务服务存在数据共享短板，多源数据融合与 AI 技术可优化流程、精准响应需求，推动政府治理现代化进程。

2 多源数据融合赋能 AI+ 政务服务体系构建

2.1 总体架构

在数字政府建设进程中，多源数据融合赋能 AI+ 政务服务的落地，需依托清晰的技术架构实现“数据—模型—应用—机制”的全链条协同。多源数据融合赋能 AI+ 政务服务架构如图 1 所示，本架构遵循“分层解耦、能力聚合、场景驱动”原则，构建“四层基座+三大体系”的闭环逻辑，通过体系化整合基础设施、数据资源、模型能力与业务应用，为政务服务智能化改造和数字化转型提供可扩展、高适配的整体技术方案^[5]。

2.1.1 政务服务应用层

政务服务应用层是 AI+ 政务服务的核心交互界面与场景化服务载体，以智慧政务码、智能导办等五大模块为核心，依托多源数据融合与 AI 大模型技术，构建覆盖“身份核验—需求解析—资源调度—事项办理—沉浸服务”的全流程智能体系，推动服务从“分散办事”向“一码通办、无感智办”升级，智慧政务码串联全流程数据，政务数字人填补非工作

【作者简介】周伟奇（1976—），男，湖南娄底人，本科，高级工程师，研究方向：智慧城市

【通讯作者】林维洪（1988—），男，湖南邵阳人，本科，高级工程师，研究方向：智慧城市。

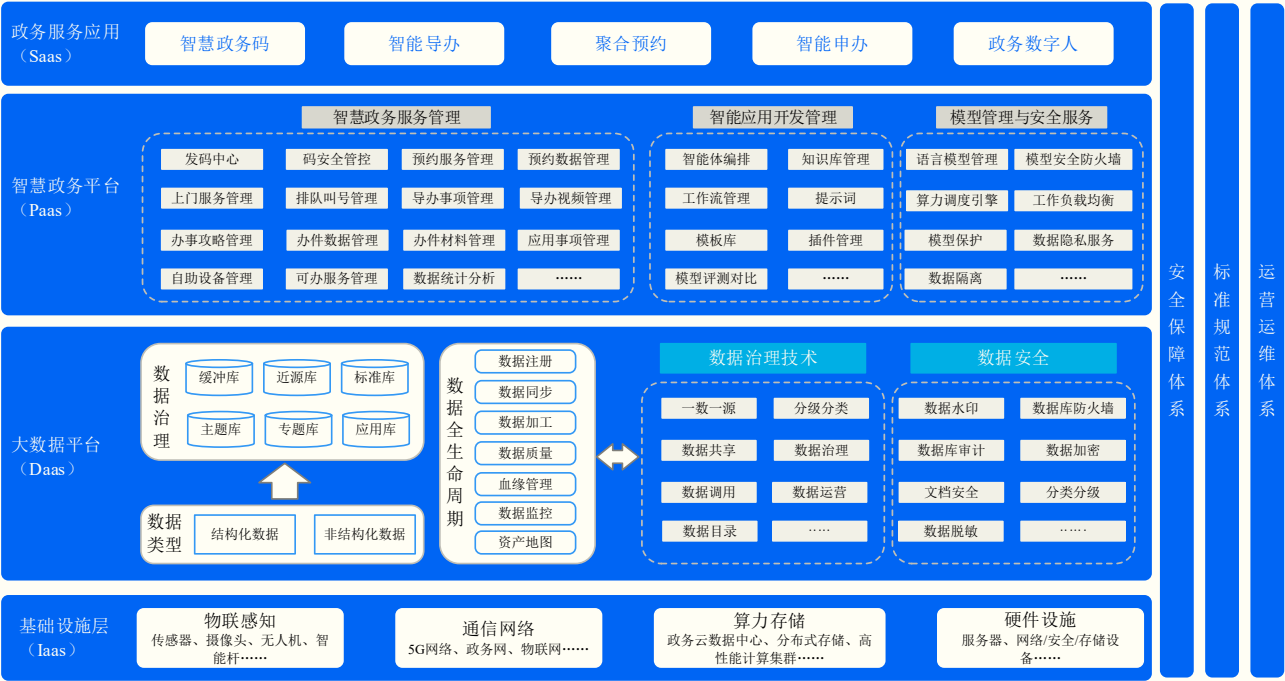


图 1 多源数据融合赋能 AI+ 政务服务架构

时段空白，形成“以人民为中心”的服务闭环。

2.1.2 智慧政务平台层

智慧政务平台层是 AI 与政务场景融合的全栈支撑中枢，聚焦“通用模型政务化、政务应用模型化”，以三大核心能力赋能。一是智慧政务服务管理，覆盖码安全管控、导办视频管理等保障上层应用运转；二是政务智能应用开发框架，借智能体编排、知识库与插件管理让通用大模型理解政务规则；三是模型管理与安全服务，通过数据分析 Agent 实现“数据—模型—决策”闭环，保障输出可解释、可追溯。

2.1.3 大数据平台层

大数据平台层是连接基础设施与上层应用的核心枢纽，承担政务数据“汇聚—治理—赋能”全生命周期管理职能。通过建立“六库体系”实现数据从采集到场景化应用的全流程转化，搭配数据全流程质量管控确保数据可用；以“一数一源”建立目录与分级分类机制，推动跨部门共享并借 AI 能力提升管理效率；构建“技术防护 + 管理审计 + 合规管控”安全体系，平衡数据共享与隐私保护。

2.1.4 基础设施层

基础设施层聚焦底层硬件、算力与网络支撑。布局物联感知终端实现“人—事—物”全域数据采集，智能算力集群满足 AI 资源需求并按需分配算力，构建“5G 专网 + 政务外网 + 物联网”体系，保障低延迟交互与数据安全传输。

2.1.5 三大体系

构建“全链路安全、标准规范、运营运维”三大体系。安全体系覆盖数据、模型、应用全流程；标准体系统一数据格式、模型合规要求与服务流程，推动技术与业务协同；运营运维体系通过实时监控、跨部门协同与智能故障自愈，保障系统稳定运行。

2.2 系统关联设计

构建“一个核心平台 + 多类数据双向流转”打破数据流通壁垒。一个核心平台是坪山区政务服务云平台，其向上对接省市数据，横向整合业务系统，向下整合物联数据；通过“接口超市”开放数据服务，“工具超市”提供 AI 能力，降低应用门槛。多类数据双向流转是指基础数据“上下协同”，统一标准、动态更新，支撑基层复用；业务数据“全域贯通”，跨域联动、层级复用，形成场景闭环。

2.3 数据管理模式

多源数据融合赋能 AI+ 政务服务的数据协同机制，多源数据融合管理模式架构如图 2 所示。横向形成“供—用—管”三角协同，供数侧负责数据采集与初始治理，用数侧聚焦场景化调用与反馈，管数侧以制度规范和技术管控监管全流程；纵向构建“运—治—护”闭环，运数侧靠工单库调度数据、管控质量，治数侧建

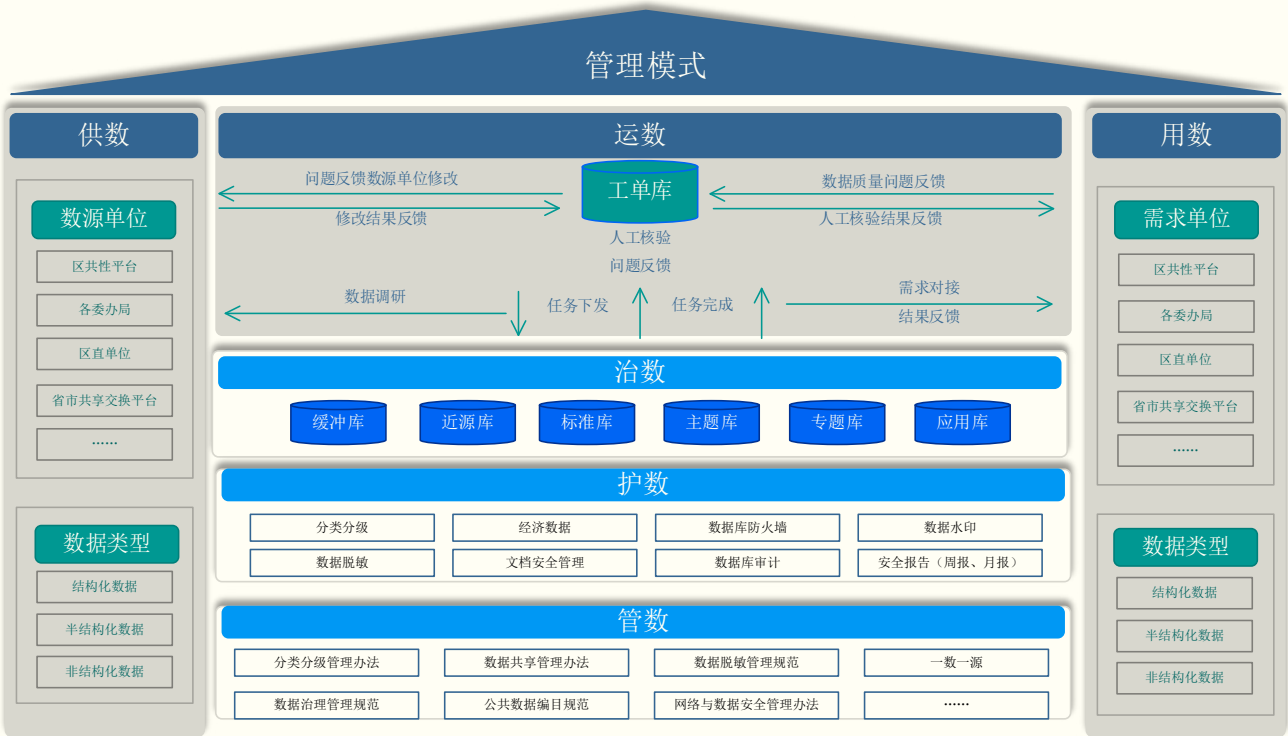


图2 多源数据融合管理模式架构

“六库体系”加工数据，护数侧通过技术防护与审计保障安全，形成“问题发现—整改—验证”数据治理闭环。

2.4 关键技术

多源数据融合赋能 AI+ 政务服务的技术体系，以多源数据融合技术解决数据分散、异构、关联弱等问题；借 AI 大模型适配技术实现“通用模型+政务服务”融合，建立政务服务专用大模型支撑；利用安全合规融合技术保障数据“可用不可见”，确保输出安全可解释；以技术协同形成“应用—评估—优化”闭环，提升政务服务业务整体效能。

3 多源数据融合赋能 AI+ 政务服务实践（以深圳市坪山区为例）

3.1 现状及需求分析

坪山区政务服务现存 3 个方面的待优化问题。第一，政务服务能力方面。区政务服务中心进驻 31 家单位，设立 54 个办事窗

口，覆盖 1737 项事项，构建区、街道、社区三级网络且 2024 年办件超 31 万宗，却存在预约系统分散、纸质材料依赖高、“一码通办”未落地的短板。第二，业务流程方面。高频事项效率有所改善，但部分跨部门业务因数据未通等待超 30 分钟，文字类办事指南也导致群众材料错漏率高。第三，数据治理与安全方面。虽然建成人口、法人等基础库支撑智能申办材料复用机制，但企业全维度信息等关键数据尚未完全治理，且隐私计算未大规模落地、动态权限管理适配不足，制约 AI 应用。综上所述，在业务实践中，结合坪山政务服务现有技术平台能力和发展趋势，提出以下工程实践思路。首先，统一“智慧政务服务码”，实现“一码通办”，逐步减少操作步骤。其次，建立统一预约平台，线上预约覆盖率提升至 100%。再次，推动材料电子化，降低纸质材料使用率，提高政务数据复用率。最后，整合 29 类增量数据，提高多源数据融合率和 AI 场景渗透率。

3.2 政务服务实践

结合坪山区实际，创新多源数据融合赋能 AI+ 政务服务应用场景。第一，应用层面以五大场景协同覆盖办事全周期，通过事前推送、事时无感办理、事后优化，实现群众体验、政府效能与数据价值的提升。第二，平台层面采用“数据中台+模型中台”双架构，集成 AI 能力和知识图谱，降低应用门槛，以支撑 AI 人工智能技术规模化落地。第三，数据层面建立“一数一源”追溯机制，横向整合进驻单位数据，纵向对接省市平台，运用 OCR 与 NLP 处理非结构化数据，激活数据价值，支撑 AI 场景应用。

3.2.1 智慧政务服务码

智慧政务服务码以全国一体化政务服务码为标准，是贯通政务全

流程的“人一证一事一厅”关联纽带。其融合坪山区统一身份认证、电子证照、历史办件、预约等多源数据，结合 AI 身份核验技术，集成身份认证、预约、材料提交等功能，实现“一码关联一人、一人关联全数据”，打破跨部门数据壁垒，让群众无需反复提交纸质材料，扫码/亮码即可取号、办事、授权，推动“免证办”并简化环节。

3.2.2 智能导办

智能导办定位为从“通用指引”升级为“个性化服务”的 AI 驱动体系，以大模型自然语言理解、融合政务事项清单等数据的“事项—材料—问题”知识图谱以及用户画像为支撑，解析需求输出“视频+流程图+材料清单”，精准推送办事攻略，提升市民办事问题覆盖率、材料准确率。

3.2.3 聚合预约

聚合预约定位为“全域服务智能预约调度平台”，打破预约渠道壁垒，支撑多渠道预约数据与人口、政务事项、窗口负载数据融合的 AI“需求—资源”匹配模型。整合全域公共场所（如文化综合体、公园、学校等）预约渠道，实现“一站式”管理。用户端实时预测等待时长，管理端动态调配资源，实践中线上预约覆盖率从 70% 升至 100%，排队时长缩短 40%，上门服务效率提升 50%。

3.2.4 智能申办

智能申办定位为以“数据复用”为核心的极简填报体系，核心支撑多源数据共享、OCR 识别技术与大模型文本生成技术，可自动填充表单、将纸质材料 OCR 识别为结构化数据，AI 分类存储材料实现“一次上传、多次复用”，管理端还能 AI 核验材料完整性并标记缺失项，实践中减少表单填写、降低纸质材料使用率，数据复用率提升至 80%，材料退回率显著降低。

3.2.5 政务数字人

政务数字人定位为填补非工作时段服务空白的“沉浸式交互载体”，以多模态大模型、数字孪生技术以及方言识别算法为支撑，覆盖咨询解答、办事指引、政策宣讲场景，并具备多轮对话与方言交互功能。在实践中，通过在政务大厅 24 小时自助终端区部署数字人服务，借助非工作时段的持续性服务供给，有效弥补传统政务服务的时间缺口，进而提升公众办事体验与服务满意度。

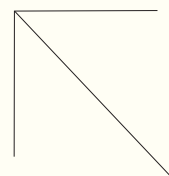
结语

基于多源数据融合与 AI 技术结合，推动政务服务从“人工主导”向“智能协同”转型。未来，坪山区将聚焦三个方向。一是机制体制方面，深化落实首席数据官制度，以政务数据共享条例为契机，建立以各单位首席数据官牵头的政务数据共享责任体系。二是管理方面，协同政务数据共享和政务服务事项联合审批机制，统筹推进政务服务事项共享数据全面覆盖。三是技术方面，基于省市区政务数据一体化共享平台，

优化完善人工智能支撑平台和全领域知识管理系统，加快推进政务服务智能体落地，以政务服务事项“高效办成一件事”为目标，打造大湾区政务服务标杆。^[8]

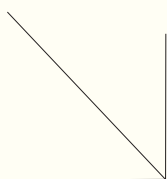
引用

- [1] 国务院.关于加强数字政府建设的指导意见[J].中华人民共和国国务院公报,2022(19):12-20.
- [2] 国务院.关于进一步优化政务服务提升行政效能推动“高效办成一件事”的指导意见[J].中华人民共和国国务院公报,2024(3):14-21.
- [3] 国务院.政务数据共享条例[S].2025.
- [4] 深圳市政务服务数据管理局.深圳市数字政府和智慧城市“十四五”发展规划[S].2022.
- [5] 李岩.基于知识图谱的问答系统在政务数据领域的应用研究[D].贵阳:贵州大学,2022.



基于 CiteSpace 的 禁毒情报研究的动态演进与前沿趋势

文 ◆ 安徽公安学院 汪德深



引言

禁毒情报作为公安情报学的专业分支，具备行动导向性、时效敏感性与多源异构性的核心特质，其“缉毒工作，情报先行”的实践准则凸显了情报驱动的战略地位。当前毒品犯罪呈现三重发展趋势，一是跨国协同化与组织智能化进而催生了暗网加密交易、区块链洗钱^[1]等新型犯罪形式；二是毒品物质形态变异与制毒工艺水平升级大幅提升了毒品监测的难度；三是反侦查反情报^[2]技术迭代更新深度冲击传统禁毒情报的收集机制。

面对系统性挑战，亟须从学理层面解构禁毒情报研究的知识

图谱结构与动态演进机制，从而弥合理论供给与实战决策的断层。本研究引入文献计量学方法，运用 CiteSpace 揭示禁毒情报研究领域知识结构、作者与机构合作网络以及热点的历时性迁移规律，突破定性研究的局限性。

1 研究设计

1.1 数据来源与处理

本研究数据源于中国知网（CNKI），利用中国知网的高级搜索功能，采用复合检索方式（（禁毒 + 毒品 + 缉毒 + 涉毒）* 情报）扩展主题外延。经过系统筛选，排除非学术性文献，剔除不相关主题和内容，最终从 728 篇初检文献中精炼出 199 篇高相关度样本，构建禁毒情报研究领域核心文献集。

1.2 研究方法

CiteSpace 能够直观反映出相关研究学科或知识领域在一定时期内的发展趋势，并呈现其演变历程^[3]。利用 CiteSpace 对文献数据进行分析，可以客观揭示该研究领域的知识结构、识别核心的研究作者、追踪相关的情报知识与技术的演变，从而为优化禁毒情报工作流程和体系提供一定的学理支撑。

2 禁毒情报的时空特征分析

2.1 年度发文量分析

年度发文量可以直观反映出该研究领域的整体发展趋势。禁毒情报研究的年度发文趋势图如图 1 所示，可以看出，关于禁毒情报研究文献首次出现在 1995 年《贩毒案件的侦察对策研究》，提到关于禁毒情报的调研。在此之后，禁毒情报逐渐进入学者的研究视线。徐晋熙认为我国缉毒情报的调研工作依靠人工，导致我国的缉毒工作处于慢节奏状态^[4]。杨郁娟指出禁毒情报工作具有目标特定、内容多元、覆盖范围广等特质^[5]。钱吉伟强调要加大对禁毒情报调研的力度，构建符合现代禁毒情报工作的模式^[6]。禁毒情报发展呈现显著的三阶段特征。

【作者简介】汪德深（1997—），男，安徽亳州人，硕士研究生，助教，研究方向：公安情报。

(1) 初始萌芽期(1995 年—2002 年)。年均发文量极低(约 1.9 篇), 累计增长缓慢。此阶段说明对禁毒情报的研究属于初步探索阶段, 文献基数小。禁毒情报的研究因具有滞后性, 前期的政策影响会缓慢释放。1990 年, 国家禁毒委员会成立确立组织框架。同年 12 月, 全国人大常委会通过《关于禁毒的决定》, 标志着中国禁毒工作开始有法可依, 步入初期的缓慢增长阶段。

(2) 稳定发展期(2003 年—2013 年)。年均发文量提升至约 5.5 篇。2011 年《戒毒条例》出台后在 2012 年形成小高峰。累计文献量开始形成一定规模, 表明研究关注度逐步提升。2007 年是中国禁毒工作的关键转折点, 全国人大常委会通过《中华人民共和国禁毒法》, 这是中国第一部全面规范禁毒工作的法律。同年, 公安部成立禁毒情报技术中心, 标志着我国禁毒情报工作进入了发展新阶段。

(3) 快速增长期(2014 年—2025 年)。年均发文量跃升至约 10.4 篇(剔除 2025 年不完整数据)。特别是 2018 年后显著加速(年均约 11.6 篇)。2022 年达到历史峰值, 显示禁毒情报研究热度在近年急剧攀升。

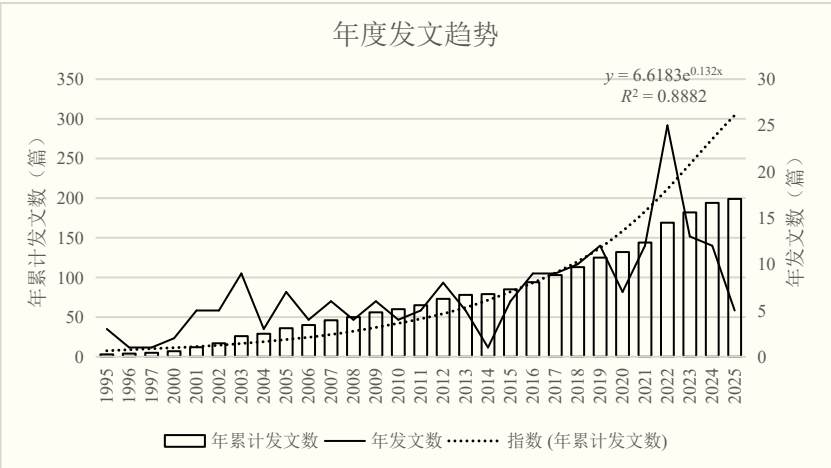


图 1 禁毒情报研究的年度发文趋势图



图 2 研究机构合作网络图谱

累计文献量呈指数型增长趋势, 尤其在后期表现突出。这表明禁毒情报的研究主要是在实际需求与政策技术的推动下发展前进, 预示着禁毒情报工作正从发展期向相对成熟期过渡。2023 年, 全国禁毒工作电视电话会议强调要坚定不移走中国特色毒品问题治理之路, 部署了清源断流、除冰肃毒等专项行动, 显示中国禁毒工作已然进入系统化、专业化治理新阶段。

此外, 图 1 中可以看出年累计发文量曲线清晰地展示了从缓慢积累到加速增长的过程。从 1995 年仅 3 篇到突破 100 篇(2017 年, 103 篇)耗时 23 年, 而从 100 篇增长至近 200 篇(199 篇, 截至 2025 年中)仅用了 8 年。这种后期加速增长表明禁毒情报的研究是在实际需求与政策技术推动下发展前进的, 预示着禁毒情报工作正从发展期向相对成熟期过渡。

2.2 研究机构与作者网络

2.2.1 研究机构

研究机构合作网络图谱如图 2 所示, 由图 2 可知, 发表与禁毒情报相关文献的机构主要是高校和研究机构。高校包括中国人民公安大学、西南政法大学、云南警官学院、中国政法大学等; 研究机构有公安部禁毒情报技术中心、法大法庭科学技术鉴定研究所、公安部物证鉴定中心等。高校占据发文数量最多的位置, 主要集中在公安院校和政法类院校。

根据机构合作网络分析结果显示, 合作网络密度为 0.0071, 表示平均每机构合作 0.7 次。这意味着在禁毒情报研究领域是由多个相对独立的小团体组成。机构合作图谱显示大部分节点都是独立存在, 少部分呈现小团体合

作形式，各机构之间关联性整体较弱。同时还反映了在禁毒情报研究领域存在碎片化状态，呈现“高密度、弱关联”态势。合作网络形态呈现“核心—边缘”结构，即少数机构由诸如中国人民公安大学之类的高校主导合作，多数机构处于孤立状态。这说明情报生产者（高校）与使用者（基层）分离，理论与基层实战联系不紧密，合作不足。

2.2.2 研究作者

研究作者共现图谱如图 3 所示。分析结果显示，在禁毒情报研究领域作者群体规模中等，反映出在该领域内活跃的作者数量有限。合作边数为 177，说明合作网络系数，跨团队协作不足。网络密度 0.0056 远低于社会科学网络均值（0.1），表明学术共同体高度碎片化。作者合作网络图谱呈现出部分小团体之间有合作，但是团队之间合作较少。结合年发文量在 2022 年文献爆发，侧面说明新进入的研究者激增但尚未形成稳定合作网络。从图谱色彩可以看出近五年无新晋高产学者，最高的发文数仅两篇。例如，姜斌祥等人分析区块链在毒品检验中的适用性，构建了一种融合三链的拓扑模型^[7]；杜然等人通过系统分析 16 份毒品样品的掺杂物，总结出一系列合成大麻素类毒品情报^[8]。

3 研究热点和主题演进

3.1 研究热点分析

研究热点可以通过关键词共现频率反映，关键词共现图谱如图 4 所示。根据图 4，在禁毒情报领域研究热点呈现“一核多维”结构，一核心是禁毒情报，多维度是毒品犯罪和大数据。禁

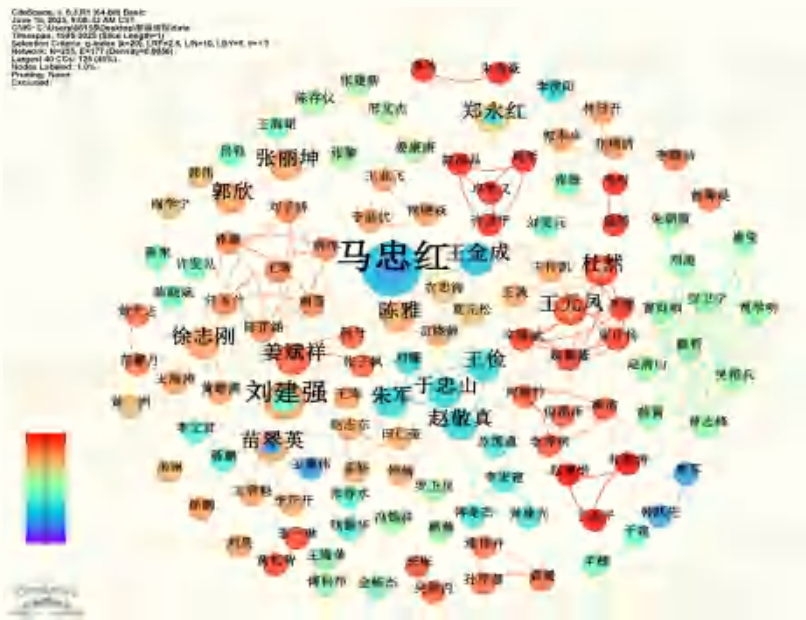


图 3 研究作者共现图谱

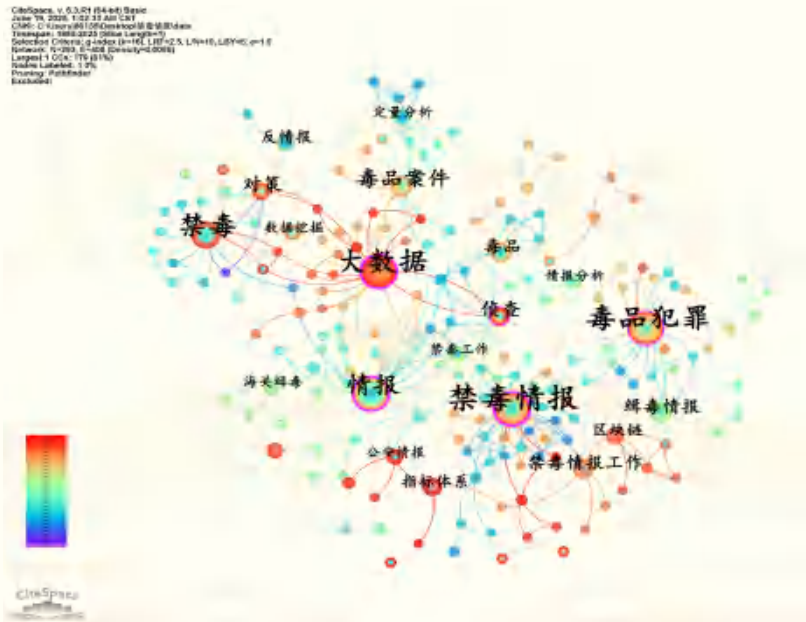


图 4 关键词共现图谱

毒情报以频次 22 和中心性 0.33 双指标位居首位，其核心地位源于禁毒实战的决策服务本质——情报完整性直接关联禁毒行动效能和缉毒民警安全防护。毒品犯罪与大数据构成关键支撑维度，其中大数据自 2015 年兴起后持续在禁毒情报研究领域渗透。

郭冠男聚焦禁毒情报工作的现实挑战，引入大数据技术，旨在提升情报工作的协同效能与决策支撑水平^[9]。阎学宁等人依托大数据，设计并实现了一套禁毒情报智能分析系统，显著强化了情报的分析研判能力^[10]。朱虹以贵州省禁毒情报工作为例，利用大数据技术建立省、州（市）、县三级公安机关禁毒情报信息工作体系^[11]。王森研发了一套基于大数据技术的禁毒情报系统，对涉毒情报数据进行深度分析，精准识别隐性涉毒人员^[12]。刘茜等人基于“大数据 + 禁毒”理念，研发了以毒

品实验技术为中枢的毒情监测系统，支撑毒情态势的精准量化评估与研判^[13]。

关键词聚类图谱如图 5 所示，图中清晰呈现出 8 个聚类，说明各知识研究领域存在割裂的情况。轮廓值 S 值 0.9661 接近理论最大值 1，反映聚类内相似度极高，说明禁毒情报研究呈现出内部高度重合、外部相互独立孤岛的格局。总体上看，理论研究、技术研究和犯罪研究各自扎堆。禁毒情报和区块链、禁毒和大数据有少量交集，但仅是表面重叠，未深度结合。大数据、区块链以及定量分析形成独立子群，体现技术工具正在逐步渗透到禁毒情报研究领域。图 5 中明显可以看出区块链与禁毒情报重叠，如曹卿晨等人运用区块链技术构建涉毒数据资源库，并对其进行分析研究，有效促进资源的构建与共享^[14]。未来发展区块链将深度融入情报体系，用大数据链接实际案例，提高禁毒情报工作效率。情

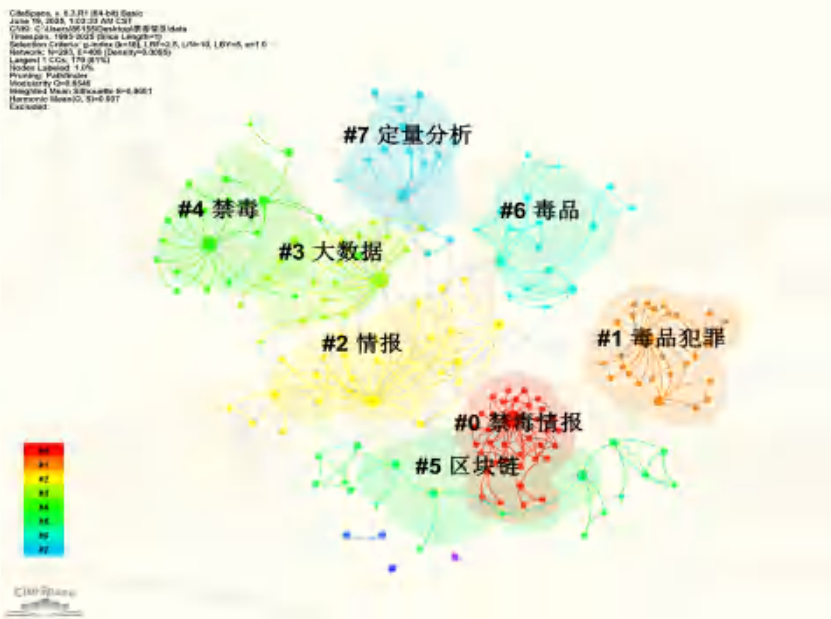


图 5 关键词聚类图谱

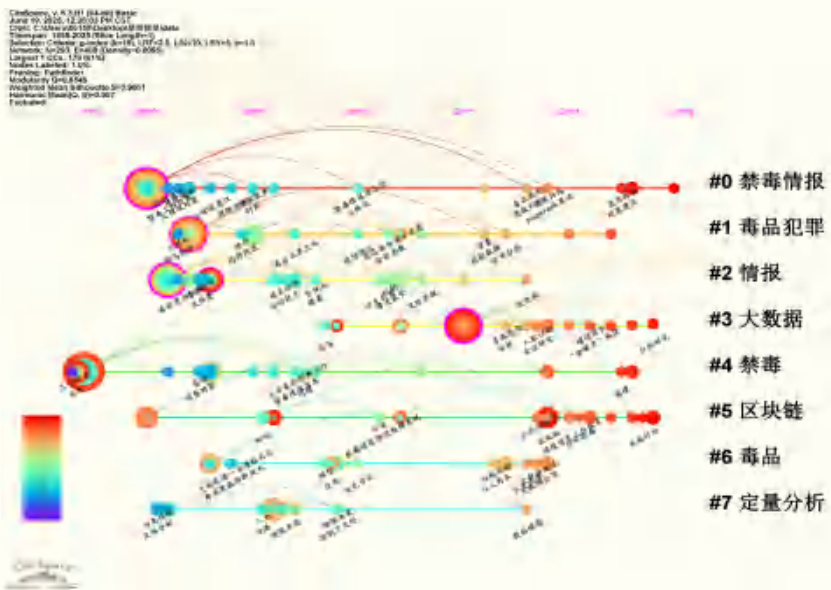


图 6 关键词时间线图谱

报作为独立聚类与禁毒情报存在分离现象，反映了通用情报理论还未能有效地指导禁毒实践工作。

3.2 演进路径与阶段性特征分析

关键词时间线图如图 6 所示，根据图 6，其演进路径呈现三阶段特征。第一阶段是基础概念建构期（1997 年—2005 年），核心概念禁毒、禁毒情报自 1997 年出现后长期占据主导地位。第二阶段是技术萌芽过渡期（2006 年—2014 年），情报、毒品犯罪等概念持续深化，但技术要素缺席，定量方法多为传统统计分析，未升级为数据驱动形式，造成了理论与技术应用间形成显著代际断层的情况。不过该阶段的理论探索也在客观上为 2015 年后大数据、区块链等新技术的融合预设了关键接口。第三阶段是技术发展融合期（2015 年—2025 年），2013 年被广泛认为是“世界大数据元年”，在这一年，大数据的技术和概念得到爆发性的关注和发展。在禁毒情报研究领域中，大数据、区块链等新技术概念迟滞出现，与禁毒基础理论概念存在浅层叠加，研究范式未有重大改变。

4 研究前沿和趋势预测

关键词突现图谱如图 7 所示，由图 7 可知，大数据突现强度高达 4.08，在所有关键词中最强且持续时间最长，说明这是近十年最持续的热点。结合当前智慧禁毒形势，预估未来将会持续深入研究。区块链等新技术虽能提升禁毒情报效率，但其落地存在一定困难。初步推断未来研究核心在于深化新技术的业务渗透深度与实战转化效能，通过构建“技

术—情报—实战”的闭环，将大数据、区块链、AI等前沿技术转化为禁毒决策的直接支撑力。禁毒情报工作、区块链与禁毒的连续突现，构成了“实践需求牵引→技术工具响应→基础理论回调”的演进周期。这一现象揭示了当技术应用遭遇渗透瓶颈时，研究重心将溯源至基础概念体系。未来需着力构建“理论—技术—实践”动态适配机制，重点突破基础概念的形式化建模与技术落地的制度性通道，实现基础理论演进与技术迭代的同频共振。

结语

本研究基于文献计量学方法，系统分析1995年至2025年禁毒情报研究领域的年度发文趋势、机构与作者合作网络以及关键词演进特征，得出以下结论。一是发文量呈指数增长，2015年后年均增速>24%，反映在禁毒情报研究领域关注度持续提升。二是合作网络高度碎片化，公安大学团队形成局部核心但跨机构协作薄弱，各小团队分散缺乏联络机制。三是热点演进三阶段，总体上呈现出“理论概念奠基→技术发展迟滞→融合效能受限”的递进特征。基础概念建构期确立了禁毒、毒品犯罪等政策术语主导框架；技术萌芽过渡期暴露定量方法与技术应用的代际断层；技术发展融合期虽实现大数据、区块链技术爆发，却因渗透不足导致工具化悬浮，未能重构基础理论体系。

当前研究积极拥抱新技术，正推动禁毒情报工作向智能化、融合化、协同化方向发展。未来需着力突破基础理论更新、融合

图 7 关键词突现图谱

技术与理论和实战，打通理论研发、技术验证与实战应用的知识流动通道，从而全面提升情报在禁毒斗争中的核心支撑能力和战略价值。^[8]

引用

[1] 王燕,潘振生,贾林鹏.区块链3.0时代虚拟货币洗钱犯罪情报分析研究[J].情报杂志, 2024,43(8):59-65.

[2] 李一沐.边境地区毒品案件中的反情报活动现状与对策研究[J].武警学院学报, 2015,31(7):14-17.

[3] 陈悦,陈超美,刘则渊,等.CiteSpace知识图谱的方法论功能[J].科学学研究, 2015,33(2):242-253.

[4] 徐晋熙.浅谈我国缉毒斗争的难点[J].云南公安高等专科学校学报,1997(1):30-32+38.

[5] 杨郁娟.论禁毒情报调研的特点及方式[J].云南警官学院学报,2004(3):31-33.

[6] 钱吉伟.对构建现代缉毒情报工作模式的思考[J].公安学刊.浙江公安高等专科学校学报,2005(1):88-90.

[7] 姜斌祥,许鸿奎,何丹.基于区块链的毒品检验大数据效率改进[J].吉林大学学报(工学版),2022,52(7):1666-1678.

[8] 杜然,李珊,魏紫薇,等.合成大麻素类毒品情报分析:掺杂成分的监测[J].分析试验室,2023,42(2):182-190.

[9] 郭冠男.大数据视野下禁毒情报工作存在的问题及对策[J].河南司法警官职业学院学报,2016,14(3):116-119.

[10] 阎学宁,韩伟.大数据在禁毒情报智能分析系统中的应用[J].天津职业院校联合学报,2017,19(10):120-124.

[11] 朱虹.大数据背景下对贵州省毒品情报信息工作体系的思考[J].贵州警察学院学报,2020,32(1):100-106.

[12] 王森.基于大数据技术的禁毒情报系统的设计与实现[D].郑州:郑州大学, 2020.

[13] 刘茜,陆亚娟,赵永霞,等.基于大数据技术的实验室毒情监测系统构建研究[J].中国信息界,2025(2):146-148.

[14] 曹卿晨,李晓洁.区块链在公安禁毒情报工作中的应用研究[J].天水师范学院学报,2021,41(4):102-107.

数字化转型视域下高校基层党建工作的逻辑理路、治理困境和赋能路径

文◆黔南民族师范学院 马香品 伍昱霖

引言

近年来,随着云计算、大数据、5G、区块链、人工智能等数字科技的快速发展,其正逐步深入各行各业,对人类的思想和行动产生了深远影响。根据《中国共产党普通高等学校基层组织工作条例》要求,高校党建主要包括思想建设、组织建设、作风建设、纪律建设和制度建设五大方面。在此背景下,高校要跟上时代步伐,改变传统的党建工作方式,把党建与数字化创新工作进行协调与平衡,积极构建多元平台,探索智慧党建新局面,将数字化工作模式全面融入党员教育培训、组织生活管理、党务公开监督等各个环节,着力培养既懂党建业务又掌握数字技术的复合型人才队伍,推动高校党建工作质量全面提升。

1 数字化转型视域下高校基层党建工作的逻辑理路

1.1 数字教育必然趋势

在党的二十大报告中,明确指出要通过教育信息化建设“学习型强国”。数字教育不只是一种教育形态的数字化,还有一种将立德树人为根本任务贯彻到教学活动中的结果,通过数字技术对传统的教育观念和模型进行多层面、多维度的变革。作为高校教育的一项重要内容,基层党建工作应当根据我国高等教育的数字发展潮流,对其过程进行优化,从数据的广度、视角的高度和领域的深度3个方面来构建高校党建的新画卷。第一,在全覆盖范围内,将大数据规模全面融入党建培训、信息流转、有效性分析、党建督导等环节,推动传统党建信息平台的规范化、迭代更新。第二,从全局视角来看,在数字化形态的架构下,以党的全面领导为核心,构建由嵌入到融合的数字化党建模式,覆盖了思想引领、组织动员、意识形态融入、高校治理模式、过程效果评估以及方式6个方面。第三,从前瞻性思考、整体性谋划和全局性推进的角度,构建数字化党建的科学体系。在这个领域里,需要在高校党建数字化进程中打破常规的运行方式,通过激发数字化的力量来推动其自身的改革与提升,数字教育并非目的而是进路,数字党建也是一种适应高等教育

数字化发展的必由之路。

1.2 打造高校基层党建多维互动平台

数字化技术实现了高校基层党建工作模式的全面变革,通过构建多维度交互的网络平台,构建以数字化为导向的“智慧”党建。智慧党建平台将党员管理、学习教育、互动交流、组织生活等多种功能整合在一起,形成了一个全方位的数字管理体系。通过应用云计算、大数据等手段,实现校园党建数据的互联与共享,突破“信息孤岛”,提升数据的使用效能与精度。通过智慧党建平台,可以将党建工作动态、活动通知等内容进行即时公布,让党员能够反馈自己的看法和意见,从而实现良性互动。同时,根据对大数据的分析结果,智慧党建平台可将更精准的服务提供给党员。例如,根据党员的学习需求,为其量身定做教学资源;根据党员的思想状况,适时给予关心、疏导等。为此,数字化技术通过建设智慧党建平台,实现多维联动,实现了数字化党建的引导,为高校基层党建工作

【课题】贵州省教育厅2025年党的创新理论研究阐释和思政课建设课题:教育强国目标指引下贵州思政引领力的提升路径

【作者简介】马香品(1974—),女,陕西西安人,博士,教授,研究方向:数字经济、政治经济学。

带来了新的生机，提高了党组织的凝聚力、战斗力，促进了高校党建工作的整体发展^[1]。

1.3 网络强国数字中国

在党的二十大报告中，“网络强国，数字中国”这一重大战略措施，需要各级党委加强对基层治理平台的网格化、精细化和信息化管理，充分意识到数字科技对党的建设的作用，努力实现网络所及地方党建工作的覆盖面，促进基层党组织效能的整体提升。互联网背景下，在高校组建一支具有良好政治意识和网络能力的工作团队，既可以利用新媒介的方式传播党的路线方针，增强学生们的政治认同，也可以提升他们的责任意识、政治素养和信息能力，建设一支综合实力和技术实力都很强的党建工作团队，通过大数据、互联网和智能科技，提升思政工作的时代性和感染力，以新型的教学方式，为祖国培育出一批合格的社会主义建设者和可靠接班人。

2 数字化转型视域下高校基层党建工作的治理困境

2.1 党建与数字技术管理存在差异

通过对数字时代下大学党建工作的研究，可以看出二者存在明显差异。基于数字化技术的一种量化管理方法，其优势非常明显，能全程跟踪教师和学生的身心发展动态，便于党员管理和评估。然而，这种定量的治理方式与政党的治理效率存在本质上的区别，两者不能等同。数字化技术使党的组织形态、传播和展现方式发生了深刻变化，为组织建设的信息化建设提供了有力的技术支持。但是对于党建工作的评

价、工作流程、工作方法以及对党务信息的管理，学校还存在误区，学校花费大量的时间、精力和资源购置了网络设施，虽然建立了网站平台，但将工作重点完全集中于建设平台，忽略了对平台的及时更新和引导，导致平台作用有限。此外，过度强调在线党建，过度依赖数字化的党建工作平台，忽略了“面对面”的基层组织工作，难以发挥其为师生服务的作用。

2.2 基层党建工作制度尚不健全

要实现高校基层党建工作目标，应建立健全的组织体系。虽然当前部分高校已通过大数据和互联网等技术进行了智慧党建的建设，并取得了一定成果，但整体上各方面的工作品质参差不齐，缺少有效的交流和整合。究其原因，在于对数字基层党建的整体规划不健全，缺少有效运作与保证，尤其是党组织生活、党费管理、党员档案管理、党员流动管理等数字化管理制度的缺乏。同时，缺乏信息数据监测机制和安全管理机制，成为制约基层党建工作深入发展的瓶颈。

2.3 缺乏复合型数字化党建队伍

当前，随着数字经济的发展，高校基层党建工作面临着新的考验，对其工作提出了新的要求。从总体上看，多数高校党务工作人员有强烈的政治意识，经过几年的实际工作，已经形成了比较成熟的工作方式。但是，在对数字技术的认识方面，他们常常表现出一种偏狭与局限性，对数字化知识的积极学习与探究的主动性显然不够。在实际工作中，还存在以传统方式进行党建工作的惯性思维，机械地完成各种工作，缺少与数字化技术的有机结合与创造性运用。目前，我国高校党建工作存在着工作方法单一、信息传递效率较低、数据分析能力较弱等问题，已成为阻碍我国高校党建工作向现代化发展的瓶颈。此外，当前我国高校党建工作中的突出问题是学生数字应用能力培养的关注度不足。由于缺少系统性的训练，有关工作人员的工作方式落后，不能满足数字化时期对党建工作的新需求，这使其与时代发展的脱节状况愈发严重。

3 数字化转型视域下高校基层党建工作治理路径

3.1 转变传统理念，平衡党建与数字化创新

在复杂变化的外界条件下，高校要提高警觉性，主动改变原有的党建工作方式，积极贯彻数字化思想，把这种思想贯彻到整个高校基层党建工作中，保证高校基层党建工作与时俱进^[2]。

第一，高校要建立并贯彻数字化的思想，对当前高校基层党建工作进行合理分析，了解师生的学习、工作、生活状况，正确把握数字时代下党建工作与数字化创新工作间的联系。高校基层党建工作在学校的各项工作中处于核心地位。在对传统基层党建工作方式进行变革的过程中，要积极继承传统，处理好变化与非变化的关系，掌握好比例，对在不同时期、不同情况下的工作进行合理剖析。其中，党建工作是思想政治工作的中心，不可动摇，高校要把党建工作摆在第一位，增加投资和扶持，保证数据技术可以为党建工作提供更好的支持。基于这一点，高校要根据时代发展的变化，对其传播途径、工作平台和表现方式进行相应的优化，从而更好地满足高校师生的工作和学习需求。

第二,高校需要协调和平衡线上党建与线下党建的关系。党建工作比较严肃,是意识形态工作的重点,关乎整体的育人方向和育人质量。高校需要避免直接用线上党建代替线下党建,而是将数字技术作为党建工作的重要工具,利用这一技术弥补传统党建工作的不足。

第三,高校应理性分析新时代背景下高校党建工作的具体变化以及新要求,以线下党建为主导,以严肃党内生活为根本,针对性地开展线上党建活动,丰富活动内容和形式。

3.2 完善制度确保数字化党建同频共振

第一,从顶层设计上,要建立较为完善、面向未来的数字化党建体制机制。该制度应该保证党委对学校的统一和坚强领导,并促进学校内部各部门的密切协作,从而建立起一个上下贯通、高效运行的领导体制。

第二,要保证数字党建工作体系得以切实、高效地实施与运作,迫切需要构建一种动态的体系运作机制。例如,对以党员信息资料为基础的数字化党员管理系统进行研发和使用,系统应包括数字化档案管理、数字化党组织生活开展和数字化党委管理等方面,以此提高整个基层党建工作的总体效能和水平。

第三,在建立安全保障制度上也不能忽视。首先,要构建并不断健全对信息数据的监测体系,主动利用大数据技术,深度发掘并准确分析基层党建数字化平台上的舆情信息等数据,从而实现对互联网舆情发展的及时、动态把握,从而为制定科学、高效的互联网突发事件预防与应对措施提供强大的数据支持。其次,要对信息数据的安全体系建设给予足够的关注,通过制定和完善相应的体制和措施,对由病毒攻击、人为错误等原因造成的各类安全风险进行防范。最后,要对党建工作中的监管制度进行完善,明确监管职责,保证所有的数字措施都能被严格执行,使党建工作信息化的充分实施和发展成为可能^[3]。

3.3 加大教育投入,并培养复合型数字化人才团队

在全面改革和党建工作过程中,高校应增加教育投入,把学生和教师党员的数字素养放在首位,充分提高教师和学生党员对数字技术的认识和理解,提高学生和教师党员的数字技能,为党建工作奠定坚实的智慧基础。

第一,高校应从数字素养与数字技能的深层内涵出发,以数字化获取、运用、评估、交互、共享等能力作为参考,确定师生党员素质培养的基础,对数字社会中公民学习、工作、生活所需要具备的关键能力进行合理分析,主动突破师生党员之间的信息茧房和数字鸿沟,为党建工作数字化建设与智慧党建建设扫清障碍。

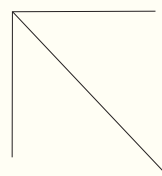
第二,高校应面向社会引入高质量的数字技术人才,加强外部联系,扩大对外合作关系,建立完善的精准帮扶机制,培养一支专业的数字化党建工作团队,将专业人才和大数据进行有效融合,保证这支队伍不仅能够熟练掌握各种数字化技术,还能对党建工作的业务需求进行灵活运用,对党建工作进行改革,确保党建工作的可靠性、真实性,提高该工作的智能化和数字化水平。

结语

数字化转型为高校基层党建工作带来了前所未有的机遇与挑战。通过深入剖析其逻辑理路、治理困境以及赋能路径可知,数字化转型不仅是技术层面的革新,还是新时代党建工作理念、模式与方法的系统性重塑。以习近平同志关于“网络强国”的重要论述为指引,各级高校要充分利用数字技术的优势,推动党建工作的智能化、精准化,只有这样,才能在新世纪的征程中,不断开创高校基层党建工作的新局面,为实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量。^[4]

引用

- [1] 左腾,骆泳岐,刘奔腾.数字化赋能高校基层党建的特征、困境及进路[J].教书育人(高教论坛),2024,(33):25-29.
- [2] 许静雪.高校基层党组织党建数字化改革的探索与实践[J].浙江工商职业技术学院学报,2022,21(3):30-32.
- [3] 张厚德,刘明昊,魏博言.数字化技术赋能高校党建工作的现实问题与路径优化研究[J].中共石家庄市委党校学报,2025,27(3):17-20.



数智时代审计人才跨学科培养模式研究*

——基于应用型本科的实践探索

文 ◆ 绵阳师范学院数字经济与管理学院 王 晓 任 佳

引言

应用型本科院校以培养满足社会需求的实践型人才为目标，而审计专业在现代企业组织中具有高度的实践性与应用价值，是应用型本科人才培养的重点学科。在数智时代，大数据、人工智能、区块链等新兴技术在审计领域的应用愈发广泛。大数据技术能实现对海量审计数据的快速采集、存储与分析，极大提升了审计效率和精准度。区块链技术则能确保审计数据的真实性、完整性和不可篡改，为审计监督提供坚实的技术保障。然而，这些技术的运用并非单一学科知识所能支撑，而是需要计算机科学、数学、统计学与审计学等多学科知识的深度融合。

1 数智时代审计转型与人才新需求

1.1 技术驱动下的审计范式变革

1.1.1 审计数据采集与存储的变革

在传统审计模式下，审计人

员主要从被审计单位的财务系统获取结构化数据，数据来源相对单一，采集过程依赖人工操作，效率较低。当前数智时代背景下，审计数据来源日益广泛、多元。除了传统的财务数据，还涵盖业务数据、日志数据、社交媒体数据等非结构化数据。同时，云存储技术为海量数据的存储提供了可靠解决方案，打破了本地存储的容量限制，实现了数据的实时共享与备份，极大地提高了数据采集和存储的效率与安全性。

1.1.2 审计数据分析方法的革新

传统的抽样审计方法基于概率论和数理统计原理，选取部分样本进行分析，以此推断总体特征。这种方法在面对海量数据时，难以发现隐藏在数据中的潜在风险。在数智时代，审计人员借助数据挖掘、机器学习等技术，能够对全量数据进行分析，挖掘数据之间的关联关系和异常模式。

1.1.3 审计范围的拓展

除了传统的财务审计，信息系统审计、数据安全审计、网络安全审计等新兴领域逐渐成为审计工作的重要内容。信息系统审计关注被审计单位信息系统的安全性、可靠性和有效性，确保系统能够正常运行，数据不被泄露或篡改；数据安全审计重点审查数据采集、存储、传输和使用过程，保障数据的合规性和安全性；网络安全审计则主要评估企业网络环境的安全性，防范网络攻击和数据泄露风险。

1.2 审计专业人才的新需求

1.2.1 技术能力需求

(1) 数据分析与挖掘技能。数智时代数据规模庞大的特性，对审计人员的数据分析能力提出了更为严苛的要求。审计人员必须掌握新型技术与工具来对大量的结构化和非结构化数据进行收集、整理、分析和可视化展示。通过数据分析，发现数据中的异常模式、趋势和关联关系，为审计工作提供线索和证据，提高审计效率和准确性^[1]。(2) 信息系统

*【基金项目】教育部产学研合作协同育人项目“数字经济时代基于人工智能的智慧审计专业师资培训实践”(2409205809)；教育部供需对接就业育人项目第四期“新文科背景下数智化审计学复合型人才培养的探索与实践”(2024091471302)；教育部供需对接就业育人项目第四期“数字经济下基于‘双碳’目标的审计专业人才培养实训基地建设”(2024102180917)；绵阳师范学院校级教改项目“数字经济下基于知识图谱的《企业运营管理实验》课程内容优化设计”(Mnu-JY240118)

【作者简介】王晓(1977—)，女，河北辛集人，博士研究生，副教授，研究方向：数字审计。

审计与数字化工具运用能力。随着企业信息系统的广泛应用，现代企业希望审计人员熟悉各类信息系统的运作原理和内部控制机制，能够对信息系统进行审计，评估其安全性、可靠性和合规性。同时，熟练使用数字化审计工具和平台，提高审计工作的效率和效果。

1.2.2 专业知识需求

(1) 行业特定知识。随着不同行业数字化转型的深入，审计人员需要具备特定行业的业务知识和运营流程理解。(2) 跨学科知识。审计人员除了要具备传统审计、财会等专业知识外，还要具备计算机科学、信息技术、数据分析、经济学、管理学、统计学等跨学科知识。

2 应用型本科院校审计人才跨学科培养面临的困境

2.1 跨学科发展不足

2.1.1 跨学科培养理念重视度不足

部分应用型本科院校在审计人才培养理念上，对跨学科发展的重视程度不够，对审计专业跨学科人才的内涵认识不足。仅仅简单地认为跨学科人才就是掌握多个学科的基础知识，而忽视了各学科知识之间的融合与应用能力。

2.1.2 跨学科课程占比低、融合度不够

当前，诸多应用型本科院校在审计专业课程体系构建过程中，依然受困于“审计即审计审查”这一传统理念，致使课程体系存在诸多不合理之处。例如，审计学理论课程在学分设置中占据较大比重，而诸如计算机审计等高度契合行业现实需求的课程却被设置为选修课程。同时，跨学科融合能力普遍不足，即使开设了跨学科课程，也存在课程之间相互独立、融合度不高的问题。

2.1.3 缺乏跨学科培养机制

应用型本科院校普遍缺乏完善的跨学科人才培养机制，如跨学科专业设置、跨学科课程体系构建、跨学科师资队伍建设等方面的制度和措施。同时，在教学管理、学生考核评价等方面，也没有形成有利于跨学科发展的激励机制，影响了学生和教师参与跨学科学习和教学的积极性。

2.2 师资力量薄弱

2.2.1 跨学科知识储备不足

在应用型本科院校中，多数教师仅在审计或其相关的单一学科领域有深厚造诣，缺乏跨学科知识体系。部分教师虽具备相关理论知识和实务经验，但对人工智能等信息化技术了解不足，还有部分教师虽认识到信息化技术的重要性，但对其理解多停留在理论层面，难以与审计知识体系融合。

2.2.2 师资引进机制不完善

应用型本科院校在吸引跨学科背景的审计专业人才时面临诸多困难。与综合性大学相比，其在学术声誉、科研条件等方面存在差距，难以吸引既有扎实审计专业知识又具备跨学科背景的高端人才。长期以来，应用型本科院校审计专业师资来源主要呈现为两个渠道。其一，由高校毕业生直接入职任教。这类教师虽具备坚实的理论知识根基，但在企业实际操作层面存在经验欠缺问题，致使其实践教学能力较为薄弱。

其二，师资来源于实务部门的兼职教师或转任教师。这类教师拥有丰富的实践经验，能够较好地理论知识与实践操作相结合，但在理论知识的深度掌握以及教学方法的灵活运用方面的能力仍有待提升。

3 应用型本科审计跨学科人才培养模式构建

3.1 推动审计专业跨学科融合

3.1.1 优化课程体系设置

首先，推动跨学科和跨院系的教学合作，整合审计学、计算机科学、统计学、法学等多学科知识，构建以审计专业课程、计算机课程、数学统计课程、创新实践（实训）课程为核心的四大基础课程群，设立如“数字化审计技术与应用”“审计数据分析与挖掘”“审计法规与合规实务”等核心课程^[2]。其次，开设专门的数智审计实践课程，如“大数据审计实践”“信息系统审计实训”“智能审计应用实践”等。课程内容紧密围绕数智时代审计工作的实际需求，设置真实案例分析、模拟项目操作等教学环节。最后，合理安排实践课程的先后顺序与教学内容，确保各实践课程之间相互衔接、循序渐进。先通过基础审计实践课程巩固学生的审计基本技能，再逐步引入数智化审计实践课程，提升学生运用数智技术解决审计问题的能力。

3.1.2 培养学生的跨学科思维与能力

引导学生树立跨学科学习的意识，鼓励学生自主学习和探索不同学科领域的知识。学校可以提供丰富的在线学习资源、学术讲座和学术交流活动，为学生创

造良好的自主学习环境。

通过学科竞赛、小组项目、团队实践等活动，让学生学会与不同学科背景的同学进行有效沟通和协作，共同完成学习任务。

3.2 增强审计实践教学保障

3.2.1 优化实践教学资源建设

要加大对审计实验室的资金投入，购置先进的数智化审计设备与软件，配备功能强大的大数据审计分析平台，引入智能审计机器人开发套件，更新信息系统审计工具^[3-4]。

3.2.2 促进产学研深度合作

积极与各类企业、会计师事务所、金融机构等建立长期稳定的合作关系，拓展校外实习基地数量与类型。与合作单位共同制定实习计划与考核标准，确保学生在实习期间能真正参与到实际审计项目。特别是与拥有智能审计系统的企业建立合作平台，通过安排学生参与企业调研和集中实习，让学生理解企业运营与审

计的关联，直观体验新技术在审计领域的应用，从而提高学生的实际操作能力。

3.3 加强审计专业师资队伍建设

3.3.1 优化师资引进机制

要主动积极地引入具备计算机科学、信息技术、统计学、法学等跨学科背景且对审计学有深入理解的专业人才，强化数字化智能技术教学团队的整体实力，推动师资结构的优化进程。同时，从审计实务领域招聘具有丰富实践经验的资深审计师、企业内部审计主管等。

3.3.2 提升教师专业素养与实践能力

要组织校内审计专业教师参加大数据审计、人工智能审计、区块链技术在审计中的应用等数智技术培训课程。选派教师参加企业实践培训，建立教师定期到企业、会计师事务所等实务单位挂职锻炼的机制。

3.3.3 促进教师间的交流与合作

要打破学科壁垒组建跨学科教学团队，由审计学、计算机科学、法学等不同学科的教师共同组成教学团队。教师之间可以相互交流、分享知识和经验，共同解决跨学科教学中的难题，提高教学质量。定期举办校内审计学术研讨会，鼓励教师分享自己在数智审计领域的研究成果与教学经验。组织教师参加国内外高水平审计学术会议，拓宽教师学术视野，了解行业前沿研究动态。

结语

数字技术变革在数字化时代正推动审计职能的持续转型，传统的审计学科建设和本科人才培养模式已不再适应新经济形态和模式的需求，迫切要求高校对审计人才培养体系进行创新。本文在数智时代背景下，探讨了应用型本科院校在数智化审计人才培养方面存在的问题，如跨学科发展不足、跨学科教师力量薄弱等。针对这些问题，提出一系列改革举措，如构建跨学科课程体系、培养学生的跨学科思维与能力、优化实践教学资源建设、促进产学研深度合作、提升师资水平等。这些措施有助于打破学科壁垒，培养学生跨学科思维与能力，提高其运用数智技术和跨学科知识解决复杂审计问题的能力，增强学生的职业竞争力和综合素质。^[5]

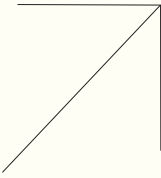
引用

[1] 唐大鹏,王伯伦,刘翌晨.“数智”时代会计教育重构:供需矛盾与要素创新[J].会计研究,2020(12):180-182.

[2] 马永强.新技术背景下的教育变革与会计类专业人才培养转型——西南财经大学的思考与实践[J].会计研究,2023(3):175-189.

[3] 董南雁,张俊瑞,郭慧婷.面向数智时代的会计范式探索与高端人才培养[J].会计研究,2023(1):179-189.

[4] 孔祥维,王明征,陈熹.数字经济下“新商科”数智化本科课程建设的实践与探索[J].中国大学教学,2022(8):31-36.



AI 时代下的 数字化高校思想政治教育效果研究

文 ◆ 三亚学院 王艳琴

引言

随着人工智能技术在高校思想政治教育领域的深度渗透，高校思想政治教育正从单一的人文理性转向人文与技术的双重理性，并逐渐形成新的“人机协同育人”模式。在“AI+”思想政治教育中，有3个着力点值得关注。一是内容。借助AI技术可以实现教学内容的智能辅助推送，既能拓展大学生获取思想政治教育资源的广度与深度，又能精准匹配学生的多元化学习需求，从而增强思想政治教育的有效性和针对性。二是手段。通过AI模拟情景教学环境、优化教学方法，以提高思政教学形式的丰富性和有效性。三是评价。利用AI辅助开展学生评价工作，实现个性化评价学生思政学习状态和表现，提升评价的质量与力度。目前，部分高校已开始探索利用AI等新兴技术实现教学内容、教法教情、教学评价等方面的变革，并积累了一定实践经验。

1 AI时代高校思想政治教育的现状分析

1.1 现有思想政治教育模式与方法

在高校思想政治教育的发展进程中，随着教学体系、社会实践活动以及网络教育模式的不断建设，已形成了多样的教学方法。以往的教学模式以课堂教学为核心，以思想政治理论课、形势与政策课等课堂教学为主。从课程内容设计来看，主要是对思想理论教学内容系统性的集中培训，要求将思想、道德、理论全面细化、完善，故在理论性知识的层面重视较多，在课堂互动性、针对性上考虑不足^[1]。

1.2 AI技术在高校思政教育中的应用现状

人工智能在思政课教学中的应用正不断丰富教学手段与资源。借助人工智能生成教学课件、开展智能答疑、进行模拟仿真等，能有效充实教学内容；在教学管理方面，智慧课堂、智慧学习和学习分析技术的运用，对课程资源和教学内容实现“千人千面”精准推送；通过大数据技术，对思政教育实现评价，多维度采集学生的学习情况、活动表现、网络言论等信息，构建全面的学习画像，为科学施策提供科学依据；VR/AR技术打造的虚拟仿真互动式教育场景，能更生动、形象、具体地将

深奥的理论教育具象化、鲜活化、可视化、情景化。

1.3 存在的问题与挑战

(1) 技术融合功能匹配度低。目前，高校在推进人工智能与思政教育融合时，多聚焦于提高教与学的多样性和有效性，如智能答疑系统、语音识别、推送系统等，但这种融合更多停留在工具层面，尚未从思政教育“立德树人”的根本任务出发，无法为价值观引领、情绪激发以及人文融入等方面提供有效支持，致使人工智能更多只是“用工具的技术”而不是发挥“有意义的技术”的作用，不仅难以从根本上解决问题，还会成为虚无化的“表演技术”，削弱思政课程的意义和价值。

(2) 教师数字素养与应用能力不足。我国高校思政课教师中，大多数教师在人工智能的技术原理和使用方法上缺乏系统科学的学习和了解，导致AI辅助教学的效果不佳。此外，相关的技术应用教学资源、软件平台以及培训体系较为匮乏，不少教师对新技术存在拒斥和过度依赖的心理，难以让技术充分发挥“赋

【作者简介】王艳琴（1986—），女，山西孝义人，研究生，助教，研究方向：高校思政。

能”作用。同时，新旧教学观念也随之产生，进而无法将 AI 运用到教学中成为开展育人工作的“利器”，反而成为实践中的“剪刀差”，无法有效融入教学过程。

2 AI 技术对高校思想政治教育效果的影响机制

2.1 AI 技术对思政教育内容传递的影响

当前，使用生成对抗网络（GAN）等图像生成技术，能够将抽象的马克思主义、革命历史等深奥的理论和精神通过动态图像的形式进行可视化，再现历史场景，增强教学内容的直观性和生动性。这种图像化的方式可以让学生在感性层面更容易理解理论内容，提升其认知效果。然而，现有的应用主要局限于基础图像和视频展示，未深入结合虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术，应通过沉浸式的方式进一步提升学生的情感认同和深度理解。未来，结合 VR 和 AR 技术，思政教育通过交互式场景重建，让学生身临其境地参与历史事件和理论情境中，不仅能增强其认知感知，还能深化其情感共鸣和价值观内化。此外，自然语言处理（NLP）技术的应用，能简化政治理论中复杂的表达，使理论内容更加简洁易懂，更贴合学生的认知习惯。然而，当前的 NLP 技术仍局限于表面层次的语言简化，并未充分挖掘学生的思维深度。未来，结合生成式 AI（如 ChatGPT 等），可以实现更加个性化的文本分析，帮助学生深入理解和讨论复杂的政治理论。这不仅能提高学生的认知接受度，还能增强他们的主动学习兴趣。

2.2 AI 技术对思政教育方法的变革

虚拟现实（VR）和混合现实（MR）技术为沉浸式情境教学提供了新的可能，使学生能够置身于真实的历史情境或理论情境中，增强了教育的情境感和现场体验感。这种基于 VR 和 MR 的沉浸式教学，不仅能帮助学生更好地理解历史事件，还能通过身临其境地体验，激发学生的情感认同和价值观内化。然而，现有的技术应用多集中于情境再现和历史事件模拟，尚未充分发掘学生在情感层面的深入参与^[2]。

2.3 AI 技术对思政教育评价的重塑

AI 技术的引入，尤其是通过行为感知和多模态感知技术，能够实时监控学生的学习进展，捕捉学习过程中每一阶段的细微变化。通过分析学生的学习记录、在线行为和情感反应，AI 可以为每个学生提供更加精准和个性化的学习评估。这种过程性评价的方式能够实时反映学生在课堂中的注意力、情绪波动和学习深度，而不是仅局限于对最终结果的评估。因此，AI 为思政教育带来了更加动态、全面的评价机制。此外，人脸计算机视觉技术的应用可以实时捕捉学生的注意力状态、眼睛疲劳度和面部表情等信息，这些数据可以帮助教师即时调整教学内容和方式，从而提高课堂的互动性和学生的学习投入度。然而，现有技术主要集中在学生的情绪和生理反应，未能充分结合学生的认知策略、学习动机等非情感因素。

3 AI 时代高校思想政治教育效果的实证研究

3.1 研究设计

根据上述理论，本文提出如下假设。（1）假设 1：AI 技术使用能显著提升思政教育认知效果，深入学生头脑中的马克思主义理论理解层面。（2）假设 2：AI 技术使用能提升思政教育情感效果，增强价值观认同。（3）假设 3：AI 技术使用能提升思政教育行为效果，促进理论到实践的转化^[3]。以上 3 个假设可以细化为 3 个子假设，假设 1a：智能推荐提升了学习内容的适切性；假设 1b：虚拟仿真通过提供情境提升了马克思主义理论理解；假设 2a：智能交互提升了师生的情感交流；假设 3a：AI 驱动实践平台促进了理论到行动的转变。

本研究通过便利抽样法选取了来自两所高校的 600 名学生和 10 位教师作为研究对象。为了增强样本的代表性和研究结论的普适性，除了原有的两所高校外，研究进一步扩大了样本范围，增加了来自不同地区和类型院校的样本。具体来说，除了选择了来自某一线城市的知名文科院校（如北京大学）和理工类院校（如清华大学），还选取了来自二线城市的普通高校（如厦门大学）以及三线城市的地方高校（如南昌大学）。通过选择这些不同层次和类型的院校，确保能够涵盖各类学科背景的学生群体，并反映出不同地区和院校类型在 AI 技术应用中的差异化效果。

在样本的选取过程中，特别考虑了学生的性别、年级、专业等基本人口学变量，确保样本具备多样性。每所高校通过随机分班的方式将学生分为实验班和对照班，实验班使用 AI 辅助教学，对照班则采用传统

授课方式。最终样本包括了4个实验班和4个对照班，共计600名学生（实验班300人，对照班300人）。此外，所有参与的学生均为全日制本科生，且在同一学期内接受相同的教学内容和课程安排。

本研究使用了“AI参与思政教育效果评价量表”，该量表涵盖认知、情感、行为3个维度，共设计了30道认知维度题项、25道情感维度题项和20道行为维度题项，采用李克特五级量表进行评分。在量表的设计过程中，首先通过专家审核，确保其内容效度，随后进行因子分析，确认了量表的三因素结构，模型拟合良好（CFI=0.937，RMSEA=0.042）。信度方面，认知维度的Cronbach's α 为0.892，情感维度为0.875，行为维度为0.883，符合一般研究的要求。

为了提高量表的可靠性和效度，研究还将进一步验证构想效度和效标关联效度，并通过更多样本进行信度测试，以确保量表在不同群体中的适用性和一致性。此外，在访谈过程中，还结合了半结构化访谈大纲和案例分析框架，对教师的教学感受和AI技术的应用效果进行了质性研究。

3.2 数据收集与分析

本研究采用网络调查的方式，成功发放了600份问卷，回收率为100%。问卷设计围绕学生对AI技术的认知、情感和行为等维度，使用了李克特七分制进行评分。问卷的设计涵盖了30个认知维度题项、25个情感维度题项和20个行为维度题项，确保对AI技术的多维度感知进行了全面评估。

数据分析使用了探索性因子分析（EFA）来提取主要因素，并采用了结构方程模型（SEM）来验证各因素间的关系。虽然这些方法能够提供初步的结果，但为了进一步深入分析AI技术在思政教育中的复杂作用机制，在后续研究中应引入多层次线性模型（HLM）。在对问卷数据进行回归分析时，研究还使用多元回归分析来探讨AI技术在提升学生认知、情感和行为层面的作用。回归分析结果显示，AI技术的使用在各个维度上对学生的动机、参与度等方面具有显著的正向影响。特别是在认知维度，AI学习者的学习意愿和参与度显著高于传统教学组（ t 认知=5.45, $p < 0.001$ ； t 情感=4.75, t 行为=4.10, 均为 $p < 0.001$ ）。通过这些分析，研究揭示了AI技术在学生的学习动机和行为转化上的重要作用^[4]。

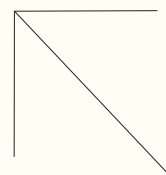
为了进一步验证量化数据的结果，本研究对10位教师进行了半结构化访谈，访谈对象包括使用AI技术的教师和使用传统教学方式的教师各5位。访谈内容主要聚焦于教师在教学设计中的变化、师生互动的形式、教学感受以及技术支持的环境等方面。访谈结果表明，使用AI技术的教师普遍认为AI技术能够有效提升教学效率和激发学生的参与度。一些教师提到，AI技术中的智能推送系统不仅提高了作业批改和反馈的效率，还大幅减轻了教师的工作量。然而，也有教师提到，系统的稳定性、信息安全以及人文关怀方面仍然有待提升。通过结合定量和定性研究，能够更全面地理解AI技术在思政教育中的应用效果。后续研究可以进一步探讨教师对AI技术的培训、使用设备的情况以及技术与课程内容的匹配度等因素如何影响教学效果^[5]。

结语

通过本文的研究分析，AI有助于提升思政教育中的情感认同效果、知识传授的“到位”和“精准”以及个人教学的“精准”，但是融合AI与思想政治教育的应用要致力于教师数字素养提升、技术应用的伦理问题和数字技术与人文关怀的关系处理，从而确保未来数字技术的优化发展，能够在更为广博的范围内通过AI来促进思想政治教育，达成教育目标的多元化、个性化。^[8]

引用

- [1] 郑鉴航.新时代高校思想政治教育效果优化研究[J].新丝路,2025(2):117-119.
- [2] 张伟.智媒时代红色文化融入高校思想政治教育的逻辑必然、现实审视与优化路向研究[J].黑龙江教师发展学院学报,2025,44(1):40-44.
- [3] 刘鹏飞.新时代高校思想政治教育工作一体化育人体系研究[J].成才之路,2025(5):1-4.
- [4] 徐峰.新时代法治观念融入高校思想政治教育研究[J].学校党建与思想教育,2025(5):91-93.
- [5] 宋云帆.新媒体时代高校思想政治教育的机遇、挑战与创新路径研究[J].新丝路,2025(3):157-159.



信息化时代 消防监督工作面临的挑战及应对策略

文 ◆ 新疆消防救援总队昌吉支队 杨彦龙

引言

在当今信息化社会环境下，我国消防监督工作正面临着前所未有的发展机遇和严峻考验。本文深入剖析当前信息化时期消防监督工作的状况，认为目前虽然已经取得长足进步，但在信息安全性、信息整合等领域仍存在诸多问题。针对这些问题，本文指出现有管理模式存在局限性，在数据管理、数据共享以及新科技手段运用等方面亟待改进。为提高消防监督工作的效能与准确性，推动其向智能化、高效化方向发展，需采取相应措施。

1 信息化时代消防监督工作的现状

目前，我国火灾监管信息化建设呈现全方位发展态势。“智慧消防”已取得显著进展，借助物联网、大数据、云计算等技术，实现了对消防设施和火灾隐患的实时监控与动态管理。例如，智能防火物联网云平台通过配置智能烟感、温度传感器等设备，涵盖火灾预警、电气防火等多个方面，对火灾、烟雾等因素进行实时监控和控制。在火灾预

警方面，采用图像识别、红外等多源信息融合方法，有效提高了消防监督的精度与效率^[1-2]。此外，将大数据、人工智能等技术引入火场环境的监测与应急管理，利用深度学习等方法预测火场情况，并规划智能化逃生路线。从管理层面上看，随着信息科技发展，公安机关开展了应急预案数字化、大数据调度等工作，使工作更加科学、及时。然而，在信息安全和数据集成方面，仍存在诸多问题。

2 信息化时代消防监督工作面临的挑战

2.1 传统管理模式的局限性

2.1.1 传统人工检查和纸质记录的低效性

在信息社会中，火灾监管仍存在传统人工检查和纸质记录效率低下等问题。传统人工检查主要依靠消防员逐点进行，不仅费时费力，还容易因工作劳累和疏忽而遗漏安全风险，难以实现全方位、高频率的覆盖。纸质记录方法存在工作效率低、数据传输与更新滞后等问题，难以有效治理安全风险。这种传统模式难以满足当前社会对高效精准监管的要求，迫切需要通过数字变革提高监管效能与品质。

2.1.2 信息不对称导致隐患排查和整改不及时

在消防监督工作中，信息不对称是一个突出问题。消防部门、社会单位以及公众之间，消防安全信息的传递存在障碍。消防部门难以及时、全面地掌握社会单位真实的消防安全状况，一些单位为逃避监管，故意隐瞒存在的消防隐患。而社会单位对消防部门的要求和标准理解不透彻，在隐患整改过程中缺乏专业指导，导致整改不到位或整改不及时。同时，公众缺乏有效的消防信息获取渠道，对身边的消防安全隐患认识不足，无法及时向相关部门反馈。这种信息不对称的局面，使得消防隐患不能被及时发现和有效处理，小火苗可能酿成大灾难，严重威胁着人民群众的生命财产安全和社会的稳定^[3]。

2.2 数据管理与共享问题

2.2.1 数据分散、整合困难

信息化时代，消防监督工作产生了海量的数据，但这些数据却分

【作者简介】杨彦龙（1988—），男，新疆昌吉人，本科，初级专业技术职务，研究方向：消防监督检查。

散在不同的系统和部门中。消防部门内部的业务系统、社会单位的自查系统以及相关行业的管理系统等，各自独立运行，数据格式不统一、标准不一致，导致数据难以整合。例如，建筑消防设施的数据、人员密集场所的疏散信息、消防水源数据等，分散在多个地方，无法形成一个完整、统一的数据库。这不仅造成了数据的冗余和浪费，还使得消防部门在进行分析和决策时，难以获取全面、准确的信息，无法充分发挥数据的价值，影响了消防监督工作的效率和效果。

2.2.2 缺乏数据共享平台，影响决策科学性

目前，消防监督工作缺乏一个统一的数据共享平台，各部门、各系统之间的数据无法实现有效共享和交互。消防部门在制定消防规划、开展火灾隐患排查整治等工作时，由于不能及时获取其他相关部门的数据，如城市规划、建筑审批、人口信息等，导致决策缺乏全面性和科学性。例如，在进行消防站点布局规划时，如果不能了解城市的人口分布、建筑密度等信息，就可能使消防站点的设置不合理，无法满足实际灭火救援的需求。此外，缺乏数据共享平台也不利于消防部门与其他部门之间的协同作战，降低了应对火灾等突发事件的能力^[4-5]。

2.3 新技术应用的挑战

2.3.1 信息化技术更新快，消防部门适应困难

随着信息技术的飞速发展，新的信息化技术不断涌现，如大数据、云计算、物联网、人工智能等。这些技术在消防监督领域有着广阔的应用前景，但消防部门在适应和应用这些新技术时面临着诸多困难。一方面，消防部门的人员大多缺乏信息技术方面的专业知识和技能，对新技术的学习和掌握需要一定的时间和过程。另一方面，新技术的更新换代速度极快，消防部门在引进和应用新技术时，往往还未来得及完全熟悉和运用，就又出现了更先进的技术。这使得消防部门在信息化建设过程中容易陷入被动局面，难以跟上时代的发展步伐，影响了消防监督工作的现代化进程。

2.3.2 智能化设备和系统的推广难度大

智能化设备和系统在消防监督工作中具有重要作用，如智能火灾报警系统、消防设施远程监控系统等，可以提高火灾预警和防控能力。然而，这些智能化设备和系统的推广难度较大。从成本方面来看，智能化设备和系统的价格相对较高，对于一些经济欠发达地区或小型社会单位来说，难以承担购置和安装的费用。从技术层面分析，智能化设备和系统的安装、调试和维护需要专业的技术人员，而目前这方面的专业人才相对匮乏。此外，部分社会单位对智能化设备和系统的认识不足，存在抵触，认为传统的消防设施已经能够满足需求，不愿意投入资金进行升级改造，这也给智能化设备和系统的推广带来了一定的阻碍^[6]。

3 信息化时代消防监督工作的应对策略

3.1 加快智慧消防平台建设

随着科技的不断进步，消防监督工作正迎来智能化变革的契机，加快智慧消防平台建设成为必然趋势。要充分利用物联网、大数据、云计算等前沿技术，构建一个集信息采集、传输、分析、处理于一体的综合

性智慧消防平台。通过在各类消防设施、重点区域部署传感器，实时收集消防安全数据，并借助平台强大的数据分析能力，精准识别火灾隐患，实现火灾风险的早期预警。同时，智慧消防平台还应具备高效的指挥调度功能，在火灾发生时能够迅速整合各方资源，为消防救援提供科学决策依据和精准行动指引。此外，平台要具备良好的兼容性和扩展性，以便与不同部门、不同系统的数据进行对接和共享，打破信息壁垒，形成消防监督工作的强大合力，全面提升消防监督的智能化、现代化水平。

3.2 加强人才培养与引进

3.2.1 开展信息化技术培训，提升消防人员专业技能

在信息化时代，为提升消防人员专业技能，需系统且有针对性地开展信息化技术培训。一方面，制定全面且科学的培训课程体系，涵盖物联网、大数据、人工智能等在消防领域的应用知识，以及信息化消防设备操作与维护技能等内容。通过理论授课，让消防人员深入理解信息化技术在消防工作中的原理和作用；结合案例分析，剖析实际火灾场景中信息化手段的应用及效果，增强其感性认识。另一方面，注重实践操作培训，搭建模拟火灾现场的信息化实训平台，让消防人员在模拟环境中运用所学信息化技术进行火灾监测、预警、指挥调度等操作，提高其实际操作能力和应对复杂情况的能力^[7]。

3.2.2 引进信息技术专业人才，充实消防监督队伍

在信息社会中，引入专业的IT人才充实消防监督团队，是

推动消防监督工作发展的重要途径。目前，我国消防工作人员普遍缺乏既懂消防知识又掌握 IT 技术的高素质专业人才，这已成为消防监督信息化建设的瓶颈。对此，消防机关应通过与高等院校、科研院所合作，开展消防院校与消防机关的“人才孵化”、职业技能训练、教育进修等项目。例如，南京消防支队与南京大学等多所院校开展火灾管理方面的项目研究，对消防队员进行心理辅导和体能训练等方面的专门培训。同时，要建立健全相关制度和薪酬体系，以吸引更多专业人才投身消防监督工作。通过上述措施，可进一步提高我国消防监督工作的信息化程度，推动其向智能化和高效化方向发展。

3.3 推动政策与标准落地

3.3.1 出台更多政策文件，推动智慧消防标准化建设

在信息化时代，为推动智慧消防标准化建设，需出台更多针对性政策文件。政府相关部门应组织消防领域专家、学者以及企业代表，开展广泛深入的调研，了解当前智慧消防发展中的痛点、难点和标准化需求。在此基础上，制定涵盖智慧消防基础设施建设、数据管理、系统应用等方面的政策文件，明确各环节的标准规范。例如，国家市场监督管理总局联合多部门，依据智慧消防发展趋势和实际需求，出台《智慧消防标准化建设指导意见》，对智慧消防数据采集、传输、存储的格式和安全要求，以及消防物联网设备的性能指标、接口标准等进行详细规定。同时，建立政策文件的动态更新机

制，根据技术发展和实际应用情况及时调整完善，确保政策的时效性和指导性，为智慧消防标准化建设提供坚实的政策保障^[8]。

3.3.2 制定统一的消防监督技术标准

制定统一的消防监督技术标准是提升消防监督工作效能的关键策略。由国家消防救援局牵头，联合消防科研机构、行业协会以及相关企业，成立专门的消防监督技术标准制定小组。该小组要广泛收集国内外消防监督的先进经验和技術成果，结合我国消防工作实际情况，开展深入研究和论证。制定标准时，要涵盖消防设施检测、火灾报警系统评估、消防信用评价等各个方面。例如，制定《消防设施检测技术标准》，明确各类消防设施（如自动喷水灭火系统、火灾自动报警系统等）的检测项目、检测方法、检测周期以及合格判定标准；出台《火灾报警系统评估规范》，规定火灾报警系统的性能指标、评估流程和评估报告格式等。同时，建立标准实施监督机制，定期对标准的执行情况进行检查和评估，及时修订完善标准，确保消防监督技术标准的科学性、实用性和权威性，打通各部门之间的“信息孤岛”，实现数据共享和协作，推动消防监督向智能化和标准化方向发展。

结语

今后，在信息化水平日益提高的背景下，公安机关的火灾监控工作需持续探索与创新，使信息化应用更加深入。一方面，要完善“智慧消防”平台，提升其智能化程度；另一方面，要强化各行业间的协作，建立健全信息共享体系，推动全社会参与火灾监管。总而言之，在信息时代，消防监督具有广阔的发展前景，必须主动适应新形势，发挥自身优势，切实履行职责，使我国消防监督工作更加高效，为维护社会稳定、保障人民群众生命财产安全作出贡献。

引用

[1] 曾雨蒙.信息化方法提高消防监督工作的策略研究[J].中国新通信,2023,25(22):37-40.

[2] 宋林.大数据信息时代下消防监督检查工作的策略探究[J].水上安全,2024(7):70-73.

[3] 王永惠.信息化时代防火监督管理工作策略[J].中国科技纵横,2023(12):161-166.

[4] 李丽.信息化背景下消防监督管理工作优化探究[J].消防界,2023,9(14):61-65.

[5] 周瑾.信息化时代下防火监督工作的优化研讨[J].科学与信息化,2021(6):164.

[6] 齐晓倩.基层消防队伍在消防监督工作中面临的挑战与改进策略[J].今日消防,2024,9(5):136-138.

[7] 沈翔.新形势下消防监督执法工作面临的挑战及加强执法工作开展的策略[J].今日消防,2020,5(7):102-105.

[8] 赵明.消防防火监督工作的标准化创新策略探究[J].大众标准化,2024(18):95-97.

数字政府背景下的城建档案信息化创新探索

文◆营口市城乡建设与公用事业中心 丁楠楠
营口市医疗保障事务中心 方旭
营口市自然资源执法大队 陈学阳
营口市自然资源事务中心 滕玉波

引言

在数字政府背景推动下，城建档案管理正面临前所未有的技术变革。传统的人工管理模式已难以应对海量、多元化的档案资源，迫切需要以信息化为代表的新兴技术注入创新活力。城建档案作为城市记忆和发展脉络的重要载体，其管理水平不仅关乎历史传承，还是城市治理现代化的重要体现。在这一背景下，探索信息化在城建档案管理中的深度应用，成为推动城市信息化建设的必然选择和战略方向。档案管理数字化、信息化转型是一项依托现代化信息技术手段，促进档案管理工作全方位、根本性变革的活动，对于突破传统档案管理中物理空间大、存储成本高、资源利用率有限等问题的限制具有促进作用。基于此，如何立足自身实际发展需求，发挥《“十四五”全国档案事业发展规划》等文件的指导作用，创新制定并细化数字政府背景下的城建档案信息化方案，已成为许多城建单位关注的重要课题。

1 数字政府概述

数字政府是指通过运用数字技术，推动政府在服务、管理、决策等领域实现全面数字化转型的治理模式。其通过整合信息资源、优化业务流程，有效提高政府工作效率和服务质量。数字政府与城建档案密切相关，城建档案作为城市规划、建设和管理的重要基础资料，借助数字化手段可以实现高效存储、检索和共享，从而为政府部门在城市规划、建设、管理等方面作出科学决策提供有力支撑。同时，数字政府还可以通过城建档案的数字化，进一步提高公共服务水平，促进城市可持续发展。总之，数字政府为城建档案的管理与应用提供了强大的技术支持，对提升城市治理能力具有重要意义^[1]。

2 数字政府背景下的城建档案信息化创新价值

2.1 创新城建档案管理理念

当前，我国城镇化建设速度不断加快，与此同时形成的城建档案的

规模与数量也在日益增加，城建档案作为城市发展历史的记录和见证，不仅具有重要价值，还对城市规划、管理以及后期维护等方面都有借鉴意义。在数字政府背景下，信息技术的推动使档案管理模式得到了革新，尤其是电子文档管理模式的出现为实现城建档案信息共享奠定了坚实基础，进而使得城建档案管理工作更加高效便捷。

2.2 实现电子档案同步移交

在传统项目建设中，施工资料的形成主要依靠资料员个人搜集、整理和归档，导致城建档案与项目进度无法有效衔接，造成档案资料长期处于“两张皮”状态，严重影响了项目进度。而在数字政府背景下，信息技术的出现改变了这一现状，各部门之间能够及时进行数据交换，并通过计算机等现代工具来完成相关数据的处理、存储与传输工作，从而确保档案的完整性、准确性以及及时性。同时，还能将不同来源的资料按照统一格式规范地录入数据库，以便后续查阅利用^[2]。

【作者简介】丁楠楠（1985—），女，辽宁营口人，本科，馆员，研究方向：信息化档案。

2.3 拓展了档案服务模式

传统档案信息资源开发强调馆藏基础，虽然其内容较为丰富，但缺乏针对性。而信息化档案信息资源则要求档案管理要根据实际情况提供多元化、个性化的服务方式，以满足社会需求。随着城建档案的网络化、数字化程度逐渐提高，城建档案信息资源开发不再局限于纸质载体形式，而是向更多新媒体领域延伸，如互联网上发布、下载各类城建档案信息资源，极大地方便了读者查询利用。

3 数字政府背景下的城建档案信息化创新要点

3.1 系统整合资源明确数据标准

数字政府背景下的城建档案信息化创新可综合引入大数据、人工智能等相关技术对传统档案进行数字化采集。对于传统纸质档案，可采用高速扫描设备、OCR 识别技术，将其快速转化为电子文本，其中先进的高速扫描设备能以每分钟数百页的速度对纸质档案进行扫描，而 OCR 识别技术则可对扫描后的图像进行文字识别和转换，将档案转化为可编辑的电子文本，有助于提高城建档案的数字转化率。对于相关公开数据，城建档案可开发专门的数据采集工具，即实时监测政府官方微博、微信公众号等平台信息，系统收集和整理政策文件、通知公告、群众留言等，丰富档案内容，为城建决策提供有力支持。此外，完善数据标准机制是城建档案管理数字化转型工作落实的基石，旨在统一来自不同渠道、不同部门、不同环节的档案数据格式，实现档案数据

互联互通与部门资源协同共享。

3.2 提升技术应用水平推动技术融合

先进的技术是城建档案管理数字化、信息化转型的核心驱动力，而城建单位只有不断提升技术应用水平，增强技术融合意识，方能逐步提高城建档案管理的效率和质量。搭建统一的档案管理平台是重中之重，相关人员应系统梳理不同类型档案的管理流程、使用需求和业务特点，明确平台的功能模块，制定详细的落实计划，为技术融合下搭建档案管理平台指明具体的方向。同时，明确技术选型与架构设计，为平台功能的顺利实现创造有利环境。以某城建单位档案管理数字化转型工作为例，相关人员以云计算、大数据、人工智能、区块链 4 项技术为依托展开了架构设计，即云计算架构支持弹性扩展和按需付费，云存储为数据读写和备份恢复提供了便利；使用 Hadoop 生态系统，对大规模档案数据的分布式存储和处理，辅以数据挖掘算法，从中提取价值信息；引入自然语言处理技术，用户输入自然语言查询指令即可快速定位相关档案，而机器学习算法则可自动对档案进行分类处理，有效减少了人工成本；在档案流转过程中，区块链技术发挥了极大优势，其可准确记录档案的每一次操作时间、操作人员与操作内容，有效提高了档案的可信度。基于多项技术手段，该城建单位档案管理信息化平台具备了更为智能的档案录入、存储管理、检索查询、权限管理、借阅管理、数据分析等功能，助推档案管理效率提升^[3]。

3.3 完善安全保障体系确保信息安全

安全是城建档案管理的生命线，而科学且完善的安全保障体系可有效降低档案信息被窃取、篡改或泄露的概率，对于维护城建单位及政府单位公信力和公民权益具有重要意义。城建档案管理数字化、信息化转型工作落实过程中，应积极引入先进的数据加密技术，即采用 AES（高级加密标准）等加密算法，对档案数据进行加密处理，有效提升档案存储安全。依托 SSL/TLS（安全套接层 / 传输层安全）协议，加密传输档案数据，并辅以完善的数据备份和恢复机制，以日、周或月为单位对档案进行全量备份或增量备份，以此降低数据彻底丢失的风险。从网络安全层面出发，相关人员可依据档案管理信息化平台的实际运行情况，部署先进的防火墙、入侵检测系统（IDS）和入侵防御系统（IPS）。其中，防火墙可有效过滤网络流量，阻止未经授权的访问和恶意攻击，IDS 能实时监测网络活动，一旦发现入侵行为将发出警报，而 IPS 则可在发现入侵行为时，自动采取阻断连接、屏蔽攻击源等防御措施，提升网络安全。密码、指纹识别、短信验证码等多因素身份认证方式，对于保证用户的真实性和合法性至关重要，即以用户的工作需要和职责范围为基本指标，为用户分配最小化的访问权限，可有效降低越权访问和数据泄漏风险。此外，相关人员还需建立严格的档案库房管理制度，通过布设高精度温度、湿度、光照等传感器设备，实时监测并及时调整相关参数，以此营造一个良好的档案存储环境。

3.4 强化科技创新提升档案开发利用

新时期城建档案信息化管理要依靠现代信息技术的支持，建成“一库一网二模二平台”即以数字档案馆为核心、以云计算和大数据等新一

代网络技术应用为支撑，以统一用户身份认证系统（CIM），基于 B/S 架构的电子政务系统以及基于 GIS、GPS、移动通讯、电子印章和安全保密等关键技术研发的智能综合管理系统。通过数据集成、应用集成和成果集成，建立起具有高安全性、高可用性、高效率的城市建设档案管理体系，实现城市规划与建设、工程项目管理与造价控制、工程质量与进度管理、项目运营维护等全过程业务化数字化、网络化和智能化管理。同时，在监测网络建设中，应侧重于“掌动态、预趋势”，即从基础数据库、专题数据库、辅助决策模型 3 个层次对各专业领域进行全面、连续和实时监控，及时了解其运行状态和发展趋势，及时发现并解决各种问题，确保各项工作能有序有效开展。对于已建成的城市建设档案信息资源，必须坚持统筹规划、分步实施的原则，按照规划要求，逐步将现有存量以及增量档案整合起来，形成完整而规范的档案信息管理系统。

3.5 建立城建档案资源的共享机制

共享机制的核心在于促进各部门之间的信息流通与协作，打破信息孤岛，实现资源的高效利用。（1）政府应制定相关政策，明确各部门在档案共享中的责任与义务，确保信息的及时传递与更新。这一过程需要建立统一的信息平台，使不同部门可以便捷访问和使用档案数据。通过这种方式，城市管理者能够实时获取各类信息，从而在决策过程中基于更全面的数据进行分析。（2）在推进档案资源共享的过程中，应注重保护个人隐私和敏感信息，制定相应的安全措施，确保数据的合法使用。定期组织各相关部门的培训与交流，提升工作人员的档案管理和信息共享意识，使其能够熟练操作共享平台，积极参与信息共享的实践。（3）在建立城建档案资源共享机制的过程中，推动跨部门合作至关重要。各部门应定期召开协调会议，分享各自的需求和经验，促进信息的互通有无。这种合作不仅可以帮助识别档案资源的重复和冗余，还能挖掘潜在的利用价值，从而实现资源的优化配置。（4）利用现代信息技术，增强档案共享的透明度和可靠性。区块链技术可以确保档案数据的不可篡改和可追溯性，而大数据分析则可以从海量的数据中提取出有价值的信息，辅助决策。（5）建立反馈机制非常重要，鼓励各部门在使用共享档案资源后提出意见和建议，以不断优化共享平台的功能和服务。通过反馈机制，可以及时发现问题并进行改进，确保共享机制的有效运行。同时，建立城建档案资源共享机制还需注重公众的参与与反馈。通过开放部分档案信息，增强社会对档案资源的认知和使用，能够促进社会各界对城市发展的关注与参与。政府可以通过设立在线平台，允许市民访问部分非敏感的档案数据，鼓励公众提出建议和意见。这不仅增加了档案使用的透明度，还能通过公众的智慧与经验，为城市管理提供丰富的视角和建议。（6）为了进一步保障共享机制的有效性，应建立跨部门的工作小组，专门负责档案共享工作的协调与推进。该小组应定期评估共享机制的实施效果，收集各部门的反馈，分析当前存在的问题，并提出改进措施^[4]。

结语

数字政府背景下，城建档案信息化建设要始终坚持以科学发展观为指

导，在明确其地位与作用的基础上，从提升技术应用水平、完善安全保障体系、强化科技创新提升档案开发利用、建立城建档案资源的共享机制等方面着手，着力打造特色信息平台，促进城建档案业务工作的全面发展。同时，还要注重人才引进与培养，注重对相关人员进行培训，不断提升工作人员的素质能力，使之更好地适应新形势下的要求。唯有如此，才能保证城建档案信息化建设朝着更加健康稳定的方向推进，真正发挥出它应有的作用，从而推动我国城市现代化进程。^[5]

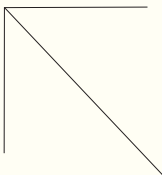
引用

[1] 刘明珠.“数字智能”时代城建档案管理的信息化建设与理论探讨[J].未来城市设计与运营,2024(12): 86-89.

[2] 荣雅新.智慧城市建设背景下城建档案信息化建设研究[J].黑龙江档案,2024(5):72-74.

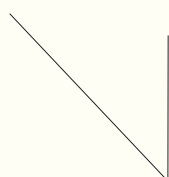
[3] 郭桂炫.大数据时代城建档案信息化管理路径分析[J].兰台内外,2024 (27):35-37.

[4] 顾宗全.互联网背景下城建档案信息化管理探析[J].黑龙江档案,2024 (1):195-197.



加快数字政府建设分析与对策

文 ◆ 沈阳农业大学 刘占文 王兴阳



技术，大力发展数字政府，促进政府职能转变，提高行政工作效率，提升政府治理体系和治理能力现代化水平，进而促进政务信息化建设走进以数据赋能、协同治理、智慧服务为主要特点的新阶段、新起点、新征程^[1]。

1 数字政府面临的挑战

当前数字政府建设已经取得了较大成就，建设体系不断成熟完善，但仍有较大的进步空间。尤其是在数字技术标准、服务应用场景、配套制度机制等方面依然有诸多不足之处，数字政府的运营体制机制、数据安全、数据共建共享等方面仍有较大探索发展空间。

1.1 数字政府数据共享融合程度有待提升

当前，我国不同省市地区数字政府建设发展水平差异明显，尤其是数据跨部门、跨层级共建共享的标准和制度尚不完善，导致政务数据存在开放共享不充分等问题。数据资源的管理职能分散在多个政府部门，各政府部门间存在不同程度的“数据孤岛、系统孤岛、业务孤岛、管控孤岛”的问题。打通政务数据，实现政务数据跨层级、跨部门、跨地区、跨系统、跨业务的融合对接和共享共用是当前数字政府建设的重点和难点工作。

1.2 数字政府应用场景有待深入挖掘

政务数据主要发挥公共价值，将数据取之于民，用之于民。当前，政务大数据作为国家重要的战略性资源，其所产生的经济效益和社会价值已被广泛认可。数据的价值体现在数据质量的提升、跨部门的数据融合应用等方面，突出数据的“可用”和“好用”的使用价值。政务数据资源的深度决策支持价值还有待进一步挖掘，数字技术赋能智能辅助决策的场景建设有待加强，一些民生领域应用尚未得到重视和应用。

1.3 政府网站新媒体管理方面有待加强

部分政府网站对发布的信息没有实行严格校对，发布内容信息存在表达错误或有歧义；部分政府网站内容管理运营不到位，栏目内容长期不更新；部分政府网站对互动栏目内容反馈不及时，存在超时的问题。在新媒体方面，对发布的信息审核把关不严，发布内容出现严重表述错

引言

“党的二十大”擘画了新时代数字发展宏伟蓝图，明确将加快推进网络强国与数字中国建设列为关键任务，深度挖掘数字经济潜力，全面塑造发展新动能与竞争新优势，推动各领域数字化转型从表层应用向核心业务渗透，为经济社会高质量发展注入强劲动力。一系列重大决策、一项项具体部署，使我国数字政务建设进入了一个快速发展的阶段。当前，提升数字政府治理能力对强化我国的国家治理能力十分重要。因此，应依托现代信息

【作者简介】刘占文（1981—），男，辽宁沈阳人，硕士，高级工程师，长期从事信息化建设、网络安全、数据安全等领域研究工作。

误的现象时有发生；部分政务新媒体存在内容更新不及时，功能不完善的问题。

1.4 数据安全面临严重挑战

政务数据在进行共享处理的过程中，存在被第三人非法劫取和利用的风险，进而导致数据泄露或丢失。政务数据共享后，数据使用者误用数据，将数据用于不当用途，从而对数据主体造成不良影响。政务数据中包含大量的个人敏感信息，部分数据对外发布前，未经过脱敏、转义、遮挡等处理，极易导致个人信息泄露。

1.5 数字化平台使用率有待提升

当前，各级政府政务大厅均会开展数字政府相关宣传工作，但要让广大群众全面熟悉并掌握数字政府服务，仍需经历一个长期过程。从群体差异来看，不同年龄段群众的数字政务普及程度存在明显分化。老年人习惯前往政务大厅办理业务，中年人偏好通过电脑端办事系统操作，青年人则习惯使用手机 App、微信小程序完成各类事项。从接受能力上看，青年群体数字素养普遍较高，对数字政务服务以及新鲜事物的适应能力更强，接受程度也较高；而中老年群体对数字政务的接受度普遍较低，在使用过程中易遇到障碍，因此需要加强针对性引导，并开展辅助培训。

2 夯实数字政府建设基座，打通数字服务“最后一公里”

2.1 加强政府数字化转型顶层设计

省市政府部门要全局统筹，加强对数字政府的总体规划和顶层设计^[2]。要加快推进政府数字化转型，制定政府数字化转型总体框架，统筹各类公众服务、政务服务和决策服务，明确公共服务、社会管理、经济调节等重要领域的数字政府建设方向和内容，拓展医疗、教育、文旅、税务等领域智慧应用。

此外，政府数字化转型要以“一盘棋”的全局思维、系统思维统筹推进数据治理，大力推行数据治理，保障信息系统安全，以共享和集约化利用为导向，打通信息壁垒，消除政务数据整合归集、跨机构流通共享等方面存在的障碍。加快建设全国和省市一体化政务大数据体系，促进政务服务线上线下一体化，满足群众和企业的政务服务需求，实现高效能治理、高质量发展。

2.2 重视基础设施建设

政府要融合 5G、云计算、大数据等多方面能力，聚焦数字政府服务职能，助力打造数字政府公共服务平台。加快 IPv6 规模部署和 5G 移动无线政务专网应用，打造一张集约化、标准化、简单化的政务网络。同时，推动政府物联网建设，建立物联感知数据共享体系，加强统一管理和运维。当前，多数省市的政务云已经进入规模化部署阶段，逐步成为政务数字化、智能化的重要基础设施，推动政务云升级扩容、推动政务应用迁移上云，已经成为必然选择。因此，应建立本地区统一的云资源服务平台，实现云资源统一调度调配，提升资源利用率，构建完备的异地数据远程备份安全体系。创新政府购买服务机制，统筹数字政府建设资金管理，避免重复投资，做到基础设施共建、共管、共用、共享，

尽力节约政府支出总体资金成本。

2.3 强化数据聚合共享分析处理能力

要以省市为基本单位，建立线上基础应用开发平台，提供普通业务能力开发能力，支撑政府各类微应用快速开发并上线。建设和完善区域统一身份认证平台、可信电子证照平台、电子印章平台等基础应用支撑服务保障体系。深化与国家、部委数据平台的数据共享和互动，逐步建立数据归集、应用、共享、评价、监管的闭环体系，建设数据统一、入口统一的信息化应用，全面提高服务能力和服务水平。

打破政务数据壁垒，需将数据共建共享作为最核心基础，着力搭建贯通区域、跨越系统、联通部门的新型政务数据共享平台，充分释放数据要素聚合效应，推动政务数据实现高效流动与深度融合。各省市数据管理部门应主动担当，全面提升区域内数据整合共享的统筹协调与供给保障能力，通过建立统一规范、科学完备的数据共享标准体系，确保政务数据在采集、存储、传输、使用等全流程环节的标准化与规范化。同时，建立健全数据共享标准规范，完善数据审批制度，加快推进系统数据、业务数据的连接共享，确保数据的准确性、完整性和及时性。大力推进数据一次采集、多次应用，提升数据资源使用效益，全面提升政府在数据共享服务、资源汇聚共享、数据安全保障等多方面的一体化治理水平^[3]。

2.4 建立网络与数据安全屏障体系

网络数据安全建设和业务系统建设要“同步规划、同步建设、

同步验收、同步运行”。要建立健全数据分类分级保护、数据脱敏、安全风险评估、评估检测认证、代码安全审计机制，不断完善安全漏洞通报、安全监测预警和应急事件处置预案。要加强信息系统数据安全防控，建立安全研判机制，从数据的形成、存储，到数据的传输、应用、共享，在数据的整个生命周期全过程，形成完整的监管和审计体系。结合应用系统实际情况，建立多维度、多层次的立体信息安全保障体系，及时研判网络安全态势，做好网络和数据安全风险评估，建立信息安全应急机制，适时做好安全应急演练。要进一步梳理信息资产，认真落实信息化资产安全管理职责及运营者主体责任。建立数据资产台账，通过对不同分类数据进行标记，实施数据分类分级管理。加大研发和创新，为数字政府建设和个人信息保护提供安全可靠的技术支撑。要强化安全自主可控，增强密码技术的应用，筑牢数字政府网络安全防线。

3 释放数字服务潜能，让数字政府服务普联普惠

3.1 提升在线办事服务能力

继续深入推进“互联网+政务服务”建设，通过信息技术对相关政务服务系统、政务服务平台进行整合，建立统一的全市政务服务平台。提升规范便捷的政务服务能力，以建设人民满意的服务型政府为目标，打造优质高效的政务服务体系。提升统一申办受理平台支撑能力，实现政务服务事项“一个入口”申办。实现群众办事少带少交材料就能办好事。推行电子印章、电子证

书、人脸识别、指纹识别等技术手段，打造新一代智慧政务，推进全流程网办、“跨省通办”、跨市通办、一件事一次办、免证办、自助办等便民办事模式，优化办事流程，减少非必要环节，不断提升企业群众办事效率^[4]。

3.2 优化营商环境，加强放管结合

持续优化营商环境，要求政府各部门打通行政壁垒、优化行政审批流程，同时提高政府信息公开水平与政务服务质量，而政府的数字化转型恰好能为这些需求提供关键支撑。通过推进政务平台集约化建设，促进部门间的信息高效共享，实现政策动态更新、智能推送等服务。立足新发展格局，高效数字政府建设是主动顺应经济社会数字化转型趋势的必然选择，既能充分释放数字化发展红利，更肩负着全面开创数字政府建设的新使命与新担当。

此外，要综合运用信息化新技术手段，提高监管的及时性、精准性和有效性。一方面，应加大监管信息共享力度，以数据互通打破监管“信息孤岛”。另一方面，应加强“大数据+”信用监管，构建以信用为核心的监管体系。同时，以数字化改革助力政府职能转变，发挥数字化在政府履行经济调节、社会管理、公共服务等方面职能中的支撑作用；进一步完善线上线下涉企服务体系，为企业提供低成本、高效率的生存环境，推动生产要素向企业聚集，从制度上、资源上不断为推动企业创新发展创造环境。

3.3 建立数字政府，增强人民群众获得感

数字政府以“为人民服务”为核心基点，从民众需求出发，推动数字政府政务与人民需求精准对接、深度契合，进而提供更高质量、更便捷高效、更多元层次的立体化公共数字信息服务，真正实现改善民生、服务群众的目标。因此，要全方位构建智慧便捷、公平普惠、泛在可及的数字化服务体系，践行“让百姓少跑腿、让数据多跑路”的理念，提升群众满意度。一方面，探索建立以互联网为载体的政民互动渠道，拓宽民众参与公共事务治理的路径。另一方面，持续拓展教育、医疗、社保、就业、住房等领域的数字化公共服务，加快全民健康平台、社区治理服务平台等载体的建设与应用。推动数字普惠发展，消除地区间、群体间的数字鸿沟。在乡村领域，应以数字化助力乡村振兴战略落地，全面提速数字乡村建设。进一步扩大网上政务服务覆盖范围，将便捷高效的办事场景延伸至乡村社区各个角落，构建一体化、智能化的农业农村政务信息化服务体系。这不仅能激发农业农村产业发展新动能，助力乡村建设提质增效，还能为乡村治理现代化注入科技力量。在社区领域，积极搭建智慧社区公共服务平台，深度融合线上线下服务资源，为居民提供全方位的生活服务、精细化的社区治理方案以及均等化的公共服务，切实增强群众生活的便捷性与幸福感。

3.4 加强网站和新媒体管理，促进政府与民众互动沟通

各级政府要重视政府网站和政府系统政务新媒体的作用，做好日常信息发布、互动和运维工作。政府网站要健全完善解读机制，规范解读程序，将政策解读与规章制度有机融合、协同推进。积极推进政策咨询问答库建设，注重运用问答、访谈、新闻发布会等方式开展实质性解

读,准确传递政策意图。进一步加强运维保障,切实做好政府网站和政府系统政务新媒体网络安全工作,有效提升数字政务信息系统安全防护水平,坚决防范重大网络信息安全事件。进一步提高政府网站和政府系统政务新媒体信息发布时间,及时准确发布本地本部门的重要政务信息以及与群众生产生活密切相关、社会关注度高、需要广泛知晓的政务信息,持续优化政府网站页面设计、栏目设置,加大利企便民应用的探索 and 开发。

3.5 数字政府建设引领社会经济全面协调发展

要充分释放数据价值,需以政务数据共享为基础,主动关联行业数据、社会数据以及其他必要数据资源,统筹建设数据仓库,并逐步推动数据管理与数据运营职能分离。应引导各责任主体在依法依规的前提下,规范开展数据采集、计算分析服务,培育壮大数据产业群。在城市发展领域,推动智慧城市建设,以智能化为目标,不断改造城市基础设施,积极探索建设数字城市。在农业农村领域,进一步拓展农业农村大数据应用场景,通过数字技术推动优质医疗、教育、文化等公共服务资源向农村地区规模化延伸覆盖。此外,应进一步规范推进数字经济发展,建立健全数据市场准入制度,建立公平竞争审查和监管制度,使数据市场环境更加规范有序。

3.6 以数字政府建设引领全民数字素养与技能提升

将数字政府建设相关理论知识纳入领导干部日常学习培训内容中,增强干部队伍数字化意识、网络化思维,强化领导干部自身的数字技能和数字素养^[5]。不断加强全民数字素养和技能培育,营造社会化自主学习的良好氛围,采用群众喜闻乐见的形式,向广大群众宣传普及网络安全法律法规、数据安全、个人信息保护、数字政府平台使用方法等方面知识,增加数字政府的宣传力度和影响力,共同营造安全可靠、高效便利的数字环境。同时,数字政府平台建设过程中,要消除老年人使用障碍,持续推进适老化改造以及信息无障碍服务,网站平台和 App 应做好适老化改造,针对老年人突出字体和图标显示等;建立数字政府建设决策专家咨询机制,支持各高校、科研单位对数字政府建设中发现的问题开展科学研究。

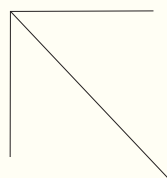
结语

加强数字政府建设是加快转变政府职能、发挥政府积极作用、提高社会治理水平的有效途径,已成为推动经济高质量发展的强大引擎^[6]。因此,应深刻领会建设数字中国战略要求,牢牢把握以数字技术为代表的新一轮科技革命和产业革命新机遇,加快数字化转型步伐,大力推进数字政府建设,持续增强政府治理效能,形成全面振兴发展的新动能。数字政府、数字政务的服务对象是人民群众,必须坚持把解决企业和群众的急难愁盼问题作为根本出发点和最终落脚点,持续深化数据共享能力,提高在线数字服务能力水平。同时,进一步创新数字服务理念,深化数字创新思维,全力打造泛在、智慧、便捷、公平、普惠的数字化服

务体系,让数字政府服务最简、营商环境最优,不断提升政务服务水平。^[7]

引用

- [1] 国务院.国务院关于加强数字政府建设的指导意见[J].中华人民共和国国务院公报,2022(19):12-20.
- [2] 于江.数字政府建设的意义、困境及路径——以江苏省泰州市为例[J].中共合肥市委党校学报,2023(22):25-28.
- [3] 蒋敏娟.机构改革背景下的政府数据治理:逻辑理路与行动框架[J].学海,2023(3):33-41.
- [4] 广西壮族自治区人民政府.广西壮族自治区人民政府关于加强数字政府建设的实施意见[J].广西壮族自治区人民政府公报,2023(5):2-15.
- [5] 刘赫,徐斯,魏琪嘉.构建数字政府助力宏观经济治理的长效机制[J].数字经济,2023(Z1):38-41.
- [6] 郭占恒.从“加快建设数字浙江”看“加快建设数字中国”[J].浙江经济,2022(12):11-16.



AI 驱动的大学生思想政治教育模式转型

——从“传统灌输”到“智能交互”

文 ◆ 甘肃医学院马克思主义学院 王 萍
甘肃医学院附属医院 刘强瑞

引言

从孔子“因材施教”的育人智慧，到朱熹“格物致知”的治学理念，教育方法的革新始终与时代精神同频共振。进入数字化时代，人工智能技术的迅猛发展正在重塑知识传播的基本范式，传统思想政治教育的单向度知识传输难以适应 Z 世代大学生的认知习惯，标准化教学内容无法满足个性化学习需求，静态化评价体系滞后于动态发展的教育目标，呼唤着教育模式的根本性变革。智能交互式思想政治教育不仅是技术赋能的必然产物，更是实现“全员育人、全程育人、全方位育人”的关键突破口。因此，探索 AI 驱动的大学生思想政治教育模式转型策略，既是应对数字原住民认知特点的必然选择，更是提升思想政治教育针对性、实效性的重要举措。在实践路径上，高校需要构建智能教育基础设施，打造沉浸式学习场景；开发自适应教学系统，实现精准化内容推送；采用创新互动

的教学方法，提高大学生的参与度；注重机制保障，促进教育模式的良性转型。

1 AI 驱动的大学生思想政治教育模式转型的作用

1.1 重构教育主客体关系，实现人机互动学习

传统思想政治教育长期受制于单向传输的固有范式，教师主导的课堂讲授往往陷入“言者谆谆，听者藐藐”的困境，这种仅限于文字或语言的知识灌输无法满足个性化学习的时代需求。智能交互技术的引入，从根本上打破了传统教育的主客体关系，为学生重塑主导学习身份^[1]。

这种教育主客体关系重构表现如下。智能对话构建的虚拟导师提供智能问答服务，学生就理论困惑、时事热点等问题展开深度探讨，教育主客体关系从“单向接受”转变为“双向获取”。情感计算技术赋予了人类情绪的能力，可以分析学习者的面部表情、语音语调等生物特征，准确识别学生认知状态，调整教学策略，使教育主客体关系实现“互动成长”。区块链技术构建去中心化学习网络，每个学习者既是知识的接收者，也是价值的传播者，教育主客体关系呈现出平等与互助的特征。

1.2 提升教育内容适配性，为学生提供精准资源

智能教育在教育内容上的改变体现在以下 3 个维度。其一，基于深度学习算法的用户画像技术，精准捕捉每位学生的学习习惯、知识结构和兴趣偏好^[2]，构建多维度的个人学习档案，为个性化内容推荐奠定数据基础。其二，动态知识图谱技术使教学内容保持持续进化。系统实时追踪时事热点和政策变化，自动将最新案例与理论知识点进行智能关联，确保教学资源始终与时俱进。其三，多模态资源匹配引擎实现了教学内容的最优呈现。针对不同类型的学习者，系统智能选择文字、视频、虚拟现实等最适合的媒介形式，对视觉型学习者推送信息图表，对听觉型学习者提供音频讲解，使知识传递效率最大化。

【课题名称】甘肃医学院 2025 年第一批校级教学质量提升工程建设项目：思政课程示范课——马克思主义基本原理（编号：YJG2025S0005）

【作者简介】王萍（1975—），女，甘肃静宁人，本科，副教授，研究方向：思想政治教育。

【通讯作者】刘强瑞（1974—），男，甘肃静宁人，本科，主任医师，研究方向：青少年心理疏导。

1.3 创新教育方法手段，提供适应性的学习体验

智能教育系统的创新性主要体现在以下3个层面。首先，虚拟现实技术创造了沉浸式的学习场景。通过构建历史事件的数字孪生环境，学生可以“亲身经历”重要历史时刻。其次，自适应学习系统实现了教学进度的动态调整。系统通过实时监测学生的知识掌握程度，智能调节教学难度和进度，确保每位学生都能在最适合自己的节奏中完成学习任务。最后，智能助教系统提供全天候的学习支持。基于自然语言处理技术的问答系统能够即时解答学生的理论困惑，使思想政治教育突破时空限制，实现“无处不在”的泛在学习。

1.4 促进教育资源整合，构建全方位培育条件

高校思想政治教育的教育主体间缺乏有效协同，严重制约了育人效果的全面提升。人工智能技术的深度应用，可以打破这种资源壁垒，实现思想政治教育资源的优化配置与高效利用，为大学生成长成才创造更加优越的条件。

智能教育平台的资源整合功能主要体现在以下3个关键领域。首先，区块链技术的应用可以实现校际优质教育资源的智能共享，学生可以通过智能终端随时随地获取跨校区的优质教育资源。其次，混合现实技术推动了线上线下教育空间的有机融合，教师可以在实体课堂中调用海量数字资源，学生也可以在虚拟空间中参与真实的集体讨论，提升学习体验连贯性。最后，智能协同平台构建了家校社会三位一体的育人网络。家长可以通过专属端口了解学生的思想动态，社会各界可以通过平台提供实践机会，学校则负责统筹协调，形成强大的育人合力^[9]。

2 AI 驱动的大学生思想政治教育模式转型策略

2.1 打造智能化教育基础条件，改变教育整体模式

思想政治教育作为落实立德树人根本任务的关键环节，其数字化转型涉及教育理念、教学方式和育人生态的深层次变革。当前，AI技术与思想政治教育的深度融合已从理论探讨迈向实践探索阶段，应通过系统性基础设施建设重构教育教学的整体模式。

一方面，应构建基于全国高校生态的AI教育云平台，实现教育资源的智能化整合与集约化管理。在教育资源整合上，将分散在各高校的优质课程资源、师资力量和教学数据进行云端汇聚。通过对海量资源进行标签化处理和关联性分析，形成结构化、可追溯的知识网络体系。这一平台能够为高校思想政治教学提供分类清晰、属性鲜明的数字资源库，如红色教育资源、社会主义核心价值观案例库、新时代思政课程资源包等分类模型，搭建起互联互通、共建共享的智慧教育生态系统。

另一方面，在高校微观环境层面，应全面升级高校的智能终端设备，打造虚实融合的沉浸式学习环境。在硬件配置上，应在教室、实验室和公共空间部署VR/AR设备、智能交互屏幕和物联网感知装置。在软件设计上，要开发适配不同教学场景的智能化应用程序。这些技术装备是高校的思想政治教育转型的必要条件，能够让学生的教育环境从单一的课堂讲授，转变为多维互动的智能空间，学生可以实现主动学习、沉浸式学习的个性化需求，体验到身临其境的知识获取过程。

2.2 开发自适应教学系统，实现智能化教学

思想政治教育的智能化转型必须突破传统教学系统的刚性框架，构建具有动态适应能力的教学新范式。应构建智能化教学系统的核心技术架构，这一系统应包含教学内容库、学生特征库和教学方法库的三维模型体系，通过协同运作，实现教学内容和方法的精准智能匹配。

例如，在“习近平新时代中国特色社会主义思想概论”课程教学中，教师可采用自适应教学系统开展智能化教学。首先，要求学生通过系统测试理论基础，判断每位学生的理论掌握程度及知识薄弱点。其次，教师可要求学生开展下一步学习，根据系统推送的匹配性教学资源完成学习任务。同时，充分利用系统实时监测学生的在线学习行为，检查学生的视频观看完成率、测试正确率、互动讨论参与度等指标，在教学系统中动态调整教学内容的呈现方式和难度等级。再次，教师还可以根据学生的专业背景，利用这一系统智能匹配学习案例，如为经管类专业学生推送供给侧结构性改革的实践案例，为理工科学生推送中国特色社会主义道路发展中的科技创新驱动发展的典型案例，为人文社科学生提供人文治理的生动实例，为医学专业学生推送健康中国战略实施中的医疗改革成果案例。最后，教师可根据系统自动生成的多维学习报告，包括知识掌握程度、思维发展水平、价值观认同度等维度，精准评估教学效果。教师根据系统建议，对存在认知偏差的学生推送补充学习资料或组织专题研讨活动。

2.3 创新智能交互教学方法，提升学习参与度

高校应开发多元化的智能交互教学工具，为教师提供教学辅助功能，实现全天候、全方位的教学互动。高校可重点建设三类核心工具，一是智能问答系统，即时解答学生在理论学习中遇到的困惑；二是虚拟仿真实验平台，让学生在虚拟环境中获得沉浸式学习体验；三是协作学习系统，支持多人在线讨论和团队项目实践。

以高校爱国主义教育为例，在具体教学环节，教师可设计一个学生与机器、学生与学生之间的多维互动教学模式。第一步，教师利用VR技术重现历史场景，学生以“参与者”身份进入虚拟环境，如学生“参与”“五四运动”等重要历史事件，在与历史人物的互动中感受爱国青年的热血情怀，系统通过语音交互和动作捕捉实现人机互动。第二步，AI虚拟导师根据学生行为数据实时调整教学策略，通过提问、提示等方式引导学生自主思考，AI虚拟导师提出如“你认为‘五四运动’中青年学生的哪些行为最值得我们学习？”“如果身处当时的历史环境，你会做出怎样的选择？”等一系列问题或者由学生提问，AI虚拟导师基于知识图谱给予针对性解答，实现学生与智能系统的互动化学习。第三步，系统自动分组并推送讨论主题，如“新时代青年如何传承五四精神”“当代大学生的历史使命”等，要求学生在虚拟空间中开展团队研讨，AI助手记录分析讨论过程。第四步，

通过情感识别技术分析学生参与度，结合知识测试和行为数据生成立体化学习报告。经过这一沉浸式、个性化的交互式教学，教师可获得系统对学生的评估结果，包括知识掌握程度、情感认同度、思维发展水平等，还会获得每个学生的延伸学习建议，教师可针对性开展线下辅导。

2.4 健全保障支持机制，促进教育模式良性转型

人工智能技术与思想政治教育的深度融合是一项系统工程，其顺利实施离不开完善的保障机制支撑。这就要求高校从家校合作、社会融入和统筹协调等多个维度协同发力，为智能化教育转型提供持续动力。

首先，应建立基于AI的家校合作教育模式，高校可开发智能家校协同平台，通过大数据分析学生的学习表现和思想动态，为家长提供个性化的家庭教育建议。平台可设置“成长档案”“家校互动”“教育指南”等功能模块，实现家庭教育与学校教育的无缝衔接。

其次，通过智能化平台分析学生在专业课上的思想政治价值观、行为特征以及兴趣特长等，为该学生提供社会实践方向和个性化成长建议。例如，对表现出社会责任感的医学专业学生推荐基层公共卫生服务项目，对具有人文创新思维的马克思主义专业学生推荐社区基层治理实践。高校将建立社会实践资源数据库，与社会组织开展深度合作实践项目，根据学生的专业背景、能力特点，结合思想政治观推荐匹配度高的实践岗位。例如，为社会责任意识强的法学专业学生推荐社区普法宣传岗位；为具有高尚品德的医学专业学生推荐基层医疗卫生服务岗位等。

最后，基于智能决策系统，开展统筹协调工作。该系统整合教学、管理、服务等各环节数据，通过算法分析为学校提供思想政治教育资源配置、课程优化、活动安排等方面的决策支持。同时，建立跨部门协作机制，确保思想政治教育与专业教育、实践教育等有机融合，形成育人合力。

结语

AI驱动的大学生思想政治教育模式转型，绝非单纯的技术更迭，而是一场深层次的教育生态变革。面向未来，应重点完成更高的任务目标。一是构建“智能+思政”融合创新体系，实现技术创新与育人本质的有机统一；二是打造具有人文关怀的智慧教育场景，使技术应用始终服务于学生的全面发展；三是建立科学的质量评价机制，在提升教学效能的同时确保育人质量。

引用

[1] 王雨欣.人工智能时代大学生思想政治教育有效性提升的实践路径[J].大众文艺,2025(5):141-143.

[2] 祝小妹,胡恒钊.人工智能时代大学生思想政治教育精准化研究[J].南京开放大学学报,2025(1):1-8.

[3] 蒋道平,陈承佳锦.生成式人工智能赋能大学生思想政治教育:现实图景、实际挑战和未来路向[J].西南科技大学学报(哲学社会科学版),2025,42(2):105-112.

数智赋能

Digital Intelligence Empowerment

“数智赋能”是数字化与智能化技术融合驱动的能力提升过程，旨在通过数据驱动和智能技术应用，为个人、组织或社会赋予新的决策、创新与协作能力。

通过数智工具，可以激发赋能对象的能力跃迁，如企业利用数据驱动决策实现精准营销，或乡村治理中通过数智平台提升公共服务透明度等。其作用涵盖从无到有的能力创造和从有到优的能力升级。

数智赋能既是技术驱动的价值创造过程，也是数字化转型的核心路径，其核心在于通过“数据 + 算法 + 算力”的协同释放要素潜能。

本栏目将聚焦数据要素市场化改革与价值释放路径；剖析轻量化分析工具赋能中小企业的实践案例；以连接、聚合、智能等视角观察产业生态重构，形成新质生产力的过程；探索“制度—技术—生态”三维支撑体系落地进程，共绘数字文明新图景。

传统国企数据治理的困境与破局

文 ◆ 中铁电气化局集团有限公司 王姝颖

境，严重制约了企业数据价值释放和数字化转型。因此，国有企业需要充分认识到数据治理的重要性，深入研究数据治理工作的内涵，探索有效的数据管理方法和路径，通过加强数据管理，提升数据治理水平，释放数据要素价值，推动国有企业的数字化转型，为数字经济发展贡献国企关键力量^[2]。

1 传统国企数据治理现状及困境

传统国企响应国家政策，自上而下进行数据治理活动，但通常效果不佳，突出表现在以下几个方面。

1.1 数据孤岛现象

数据孤岛是指在一个组织内部，不同部门或系统之间的数据相互隔离、无法有效共享和整合，导致信息孤立、重复和低效的现象。在传统国有企业中，数据孤岛现象尤为突出。由于部分传统国企在信息化建设的不同阶段，各分支机构根据自身业务需求独立开发或采购各自的信息系统，多采用不同的技术架构、数据标准和接口协议，且各业务部门（如人力、财务、生产、采购等）职责分明，数据仅在本部门内部流转使用，缺乏跨部门的沟通协作，数据难以在各系统之间交换共享，形成信息壁垒。同时，各部门与各分公司为保护自己的数据资源，设计过度的安全访问控制措施，职工往往需要花费大量时间在不同系统之间录入重复信息，加剧了集团内部的数据孤岛现象，使管理层无法全面、准确地获取数据信息，进而影响决策判断。

1.2 数据标准不一致

由于传统国企各部门与各分公司使用的信息系统多由不同的开发组织设计，在采集和存储数据时，多使用不同的数据格式和编码方式。同时，各业务口径对同一指标的定义、计算方法、统计范围亦有差异，且业务系统数据来源不一、数据更新不同步，常常导致数据在采集、处理过程中出现重复、矛盾、缺失等现象，使数据难以实现统一和比较，严重影响了数据的一致性和可用性。尤其是财务、经营等关键指标的显著差

引言

在当今数字经济时代，数据已成为继土地、劳动力、资本、技术之后的第五大生产要素，数据不再仅仅是支撑决策的辅助工具，更是推动经济增长和社会发展的关键资源^[1]。国有企业作为国民经济的重要支柱，掌握着大量高价值数据。然而，传统国有企业在数据治理的工作中遇到的诸如数据孤岛现象、数据标准不统一、数据质量不高、数据安全风险、缺乏数据管理机制等困

【作者简介】王姝颖（1990—），女，土家族，湖北襄阳人，本科，工程师，研究方向：数据管理、数据治理。

异，不仅影响企业内部的信息共享和协同效率，给企业的运营决策、资源分配等带来困扰，还会引发外部审计风险，损害企业的信誉和合规性。

1.3 数据质量不高

由于传统国企早期信息化程度不高，信息流转多采用纸质文档与手工录入的方式，虽推行无纸化办公，但仍无法彻底实现线下转线上，同时各业务人员对业务定义和表述的理解偏差，也使得不同部门在处理相同业务时所依据的数据出现冲突差异，数据重复录入、错误记录和信息缺失等现象严重影响了数据的完整性、准确性、一致性和及时性，无法反映企业当前真实情况，甚至需要花费额外的时间和精力处理纠正错误数据，使企业流程效率低下，限制了企业的创新能力和市场竞争力。

1.4 数据安全风险

许多传统国企的数据存储方式较为传统，缺乏备份和灾难恢复机制，一旦发生硬件故障、系统崩溃或是恶意攻击，则会导致业务停滞或重要记录信息丧失无法恢复，直接影响企业的正常运营。同时，由于安全管理意识不足，数据泄露事件时有发生，特别是在处理敏感数据（如财务数据、职工信息、合同项目信息等）时，如果缺乏系统内部管理制度、严格的加密措施和分类分级的访问控制，那么部分职工会由于个人疏忽或利益等原因，擅自访问或篡改企业的关键数据，不仅破坏了数据的完整性，还会给企业带来巨大的法律和信誉风险。

2 传统国企数据治理活动困境的成因分析

2.1 管理层对数据治理重视不够，缺乏顶层设计

数据治理是一项复杂的系统性工程，需要企业在战略层面进行统筹规划和实施，以确保数据资产能够得到有效管理和利用。数据作为企业的核心资产之一，对企业的运营决策、市场竞争力以及长期发展都具有深远影响。然而，传统国有企业的管理层往往对数据治理的重视程度不够，对数据价值的认知也较为局限，未从企业战略高度规划数据治理。

长期以来，传统国企更关注生产、采购等可以直接为企业创造价值的传统业务指标，忽视数据作为战略资源的重要性。当出现具体的数据问题时，才将数据治理工作视作具体项目被动应对，采取临时的应急措施，针对具体问题设计解决方案。这种“头痛医头、脚痛医脚”的做法使数据治理工作浮于表面，缺乏前瞻性和系统性，呈现出碎片化、无序化的局面。

此外，在实践中，各业务部门在数据治理工作中各自为政，根据自身需求制定适应各自的数据标准和管理流程，导致数据标准不统一、管理流程混乱，数据孤岛现象严重。不同的数据定义和格式，使数据难以整合共享，信息流通受阻。这种分散化的管理模式不仅降低了数据的可用性和一致性，还增加了数据管理的复杂性和成本。同时，由于缺乏统一的顶层设计和整体规划，企业在数据采集、存储、处理和分析等环节中存在诸多漏洞，数据质量亦难以保障。

2.2 过于注重技术层面，忽视组织、流程的影响

传统国企在数据治理中常常陷入一种“重技术、轻管理”的误区，将数据治理简单理解为技术层面的数据清洗或存储，倾向于将数据治理

的责权完全交由信息部门主导，热衷于投资先进的工具与技术。然而，这种治理思维不仅忽视了组织架构、流程优化以及数据管理工作本身的重要性，还轻视了数据治理在业务优化、决策支持等方面的战略价值，导致企业数字化转型陷入“数字悬浮”的困境，数据资产始终难以有效转化为业务价值，技术投入与实际成效严重脱节。

传统国企的数据治理工作多流于形式，在数据管理的各项关键环节中，缺少贯穿数据全生命周期的质量控制、安全管理等节点，数据的所有权、使用权和管理权界定不清，数据质量难以保障。同时，企业技术投入缺乏相应的组织架构和管理制度的支撑，难以转化为实际业务价值。

这种“技术至上”的治理思维，制约了数据价值的释放，阻碍了企业数字化转型的推进。因此，传统国企亟须转变治理思维，将技术、组织、流程和管理有机结合，构建全方位、多层次的数据治理体系。通过明确数据的战略定位，优化企业组织架构、制定统一的数据标准和相应的管理规范、建立跨部门协同共享机制，确保数据的准确性和一致性，以实现数据驱动的业务创新与高质量发展，促使数据资产成为企业核心竞争力。

2.3 关注短期的经济效益，忽视数据的长效价值

部分传统国企将数据视为运营过程中的附属品，而非战略资产。这种观念导致企业在数据治理方面的投入和重视程度远远不够。数据治理是一项需要长期投入的工作，其价值往往难以量化，其效益无法短期内体现在业绩绩

效中。

部分决策者在数据治理的投入上更倾向于选择可视化工具等短期能够产生效益的项目，他们关注的是数据如何被直观地呈现和使用，希望通过各种精美的数据大屏和可视化报表，快速获取业务信息，为决策提供支持。然而，实际上可视化工具的作用仅限于数据展示，而非数据深度利用。真正具备可视化和使用价值的^①数据是可形成资产的数据，只有经过有效治理的数据才能形成真正的数据资产。

如果企业忽视数据本身的资产化过程，一味追求可视化工具的开发和应用，缺乏统一的数据标准、完善的数据管理流程、系统的数据质量考核机制等基础性的数据治理活动，那么即使花费大量资金打造出华丽的大屏，所显示的数据也会呈现出不准确、不完整、不一致的问题。最终不仅无法有效推动决策，还会造成资源浪费，对决策产生误导。

2.4 缺乏持续的数据治理机制，缺少相关专业人才

部分传统国企数据治理仍以项目驱动为主，在数据管理方面仍然停留在被动、临时性的状态，缺乏系统化、制度化的长期数据治理流程和机制，导致数据治理工作零散无序、不成体系。数据治理并非一蹴而就的一次性项目，而是一个需要长期坚持、持续推进、不断优化的动态过程。在此过程中，不仅需要构建一个涵盖数据全生命周期的管理框架，还离不开专业技术和优秀人才的有力支持。

有效的数据治理需要熟悉数据质量评估、数据标准化等技术

领域的专家。随着相关法律法规要求日益严格，数据的隐私保护和安全性愈发重要，亟须专业的安全人才进行数据合规审查。然而，很多国企在这方面人才储备薄弱，亦缺乏系统性的培训和清晰的职业发展路径。

同时，即便企业通过外部招聘或第三方合作引入相关数据人才，但由于这些人员对企业内部业务流程、组织架构以及核心需求缺乏深入理解，往往难以准确把握业务痛点，导致数据治理工作在实际推进过程中出现“业务”“数据”“技术”脱节的局面。业务需求无法准确转化为数据治理目标，技术团队专注搭建平台而忽视业务适配。这种“业务需求模糊化、数据资产碎片化、技术方案空心化”的三维割裂，导致数据治理效率低下，沦为形式工程。

2.5 缺乏数据治理文化，全员参与度低

国有企业在长期的发展历程中，形成了一套较为固定的管理体系和^②工作流程，这些保守的体系和流程与数据治理的理念实践脱节，无法在数据流动性、分析能力和技术应用上形成优势。许多国企尚未形成以数据为驱动的文化氛围，决策层和职工对新的管理模式与技术手段持保留态度，在决策时更多依赖个人经验而非数据支持。这就导致了国企在面对市场需求变化和技术更新时，难以通过数据驱动精准调整决策。这种认知偏差使管理层缺乏推动数据治理的动力，职工也难以意识到自身在数据质量维护、数据安全保障等方面的责任。缺乏自上而下的重视和自下而上的参与，数据治理难以融入企业的日常运营。

由于传统国企的组织架构层级分明，部门壁垒严重，各个部门的数据往往被视为“私有财产”，许多职工对数据治理的重要性和具体流程缺乏了解，将数据治理工作视为少数技术人员或特定部门的职责，与其他职工无关，使数据治理作为一项需要跨部门协作的工作难以得到全员参与，无法形成合力。普通职工不知道如何正确地使用数据，也不知道如何参与数据治理，对数据采集、整理、分析等工作缺乏主动性和积极性，认为这是额外的工作负担。在数据录入环节，职工为图方便随意填写数据，影响数据的准确性和完整性。在数据的使用过程中，缺乏对数据的深入挖掘分析，仅停留在表面的统计和报表生成工作上，限制了企业对市场变化的快速反应能力。

此外，由于缺乏有效的激励机制和专业培训，职工参与数据治理的积极性不高，相关技能亦有所欠缺。管理层将数据治理等同于信息系统升级，忽视数据资产化价值；业务部门视其为额外负担，未将数据质量纳入绩效考核体系；缺乏跨部门的联合治理组织，数据标准制定与业务审批流程脱节，历史数据确权争议使共享机制空转。这些问题都需要通过改革和创新来解决。

3 突破传统国企数据治理困境的对策

3.1 提高管理层对数据治理活动的认识，将数据管理工作纳入企业战略规划

在当今数字化时代，数据已成为企业重要的战略资产之一，数据资产作为企业创造价值的新质生产力，其治理成果直接影响企业的运营效

率、决策质量和竞争力。在此背景下，数据治理作为一项系统性工程，必须由企业高层管理者亲自推动，成为企业的“一把手工程”，高层管理者需要理解数据资产的价值，并将其纳入企业战略管理的核心范畴。

首先，数据治理是一项复杂的、高度依赖跨部门协作的工作，要求各部门遵循统一的标准和流程，而这离不开高层管理者的深度参与。高层管理者需明确表态支持数据治理工作，同时清晰界定各部门在数据治理中的责任和角色，促使其在数据治理进程中各司其职、各负其责，从而打破部门壁垒，实现数据的顺畅共享与高效协同。

其次，数据治理作为一个长期而持续的过程，期间需要投入大量的资源，包括但不限于资金、人员、技术和时间。只有高层管理者高度重视、亲自参与、授权赋能，推动文化变革，才能充分保障这些资源，持续推进数据治理活动。

最后，数据治理工作需要符合企业的战略目标，只有一把手才能从战略高度规划数据治理工作，明确数据治理的方向和预期成果。只有得到最高领导的重视和支持，数据治理工作才能真正落地，切实为企业创造价值。如果没有领导层的强力推动，那么数据治理项目易因缺乏资源、协调困难等导致失败。因此，领导层的积极参与和持续关注是数据治理成功的关键因素。

3.2 建立数据治理组织架构，明确职责与分工

由于传统国企的组织特性，数据分散在各个部门，容易出现“谁都不管”或“谁都想管”的局面。数据治理活动往往缺乏统一规划和有效执行，亟须建立“数据—业务—技术”协同的组织架构。

2024 年底，国家数据局、中央网信办、工业和信息化部、公安部、国务院国资委联合印发的《关于促进企业数据资源开发利用的意见》中

指出，提高数据治理能力，鼓励企业建立首席数据官制度，健全数据资源管理机制。推动数据管理相关国家标准贯标，规范开展数据治理能力评估，强化企业数据治理和质量管理能力建设^[3]。企业需要一个能够站在企业高度的数据管理组织，结合业务和 IT 视角，跨系统梳理并整合数据资产。通过建立数据管理组织，设立专门的管理岗位来统筹数据资源，确保数据治理的权威性和专业性。

建议企业参考 DCMM 数据管理能力成熟度评估模型，组建数据治理管理委员会。数据治理管理委员会应自上而下由决策层、管理层、执行层构成（见图 1），确保层级管理、统一协调。决策层制定战略方向、做出战略决策；管理层制定具体方案、统筹制度与标准；执行层负责实施这些方案，形成层级管理机制。明确数据治理的主责部门，负责跨部门的协调与监督，避免多头管理问题。通过合理的组织架构，明确责任归属，协调各方利益，提升数据治理效率，有效提升企业决策效率和业务价值。

3.3 建立数据治理体系，完善数据管理流程

数据治理体系是数据治理活动的核心框架，其涵盖数据管理的各个关键要素，如数据战略、组织架构、数据质量、数据标准等。数据治理体系不仅需要确保数据的准确性、完整性、安全性和一致性，还需要确保数据能够被有效利用和共享。

数据管理流程是数据治理体系的重要组成部分，其涉及数据收集、存储、处理、分析、共享和保护等各个环节。完善的数据

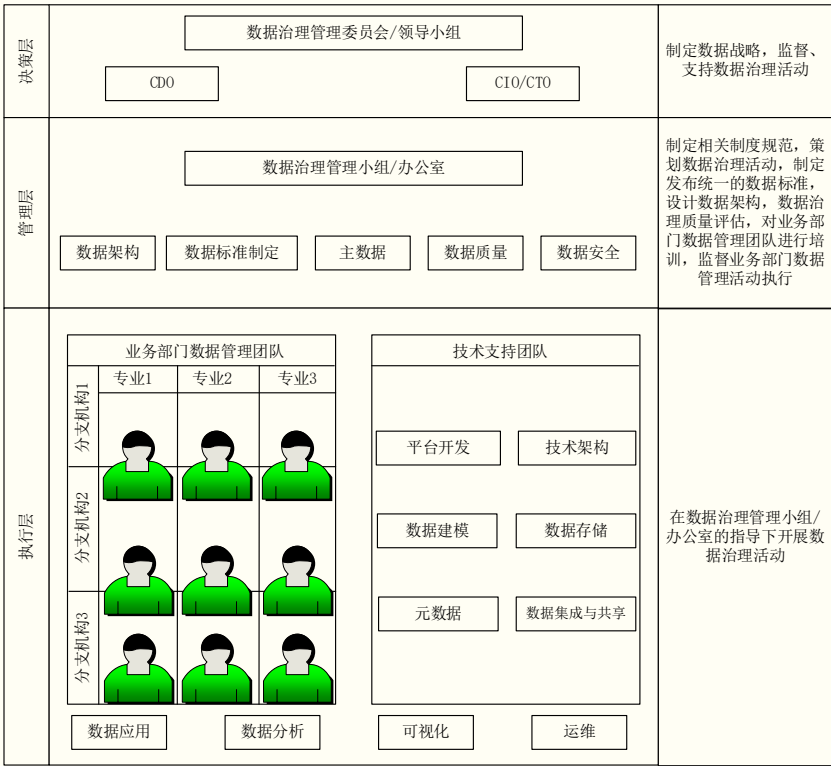


图 1 数据治理组织架构图

管理流程需要明确各个环节的职责和权限，建立规范的数据流转规程，以确保数据的准确性和可靠性。

DCMM 框架图如图 2 所示，DCMM 框架从八大能力域、28 个能力项，开展数据管理工作，制定符合企业当前状态的数据治理策略，进行数据治理能力评估，识别改进点，进行全生命周期的数据治理^[4]。

3.4 加强数据管理培训，增强数据驱动文化，提升全员参与意识

企业需要制定详细的数据治理培训计划，包含数据战略宣贯、数据管理技能培训等内容。通过这些培训，职工可以了解数据战略的使命、愿景、目标和计划，提升对数据治理必要性的认识。同时，提升职工数据收集、处理和分析的能力，确保他们能够有效使用数据工具和平台。

高层领导应带头推动数据驱动的决策和管理方式，并为职工提供足够的支持和资源。定期在企业内部开展沟通交流活动，分享通过数据驱动决策带来的业务价值和成功案例，让职工看到数据驱动决策的实际好处。设立激励机制，鼓励职工在工作中更多地依靠数据支持，推进数据驱动文化的深入发展。

企业一方面可从外部引进数

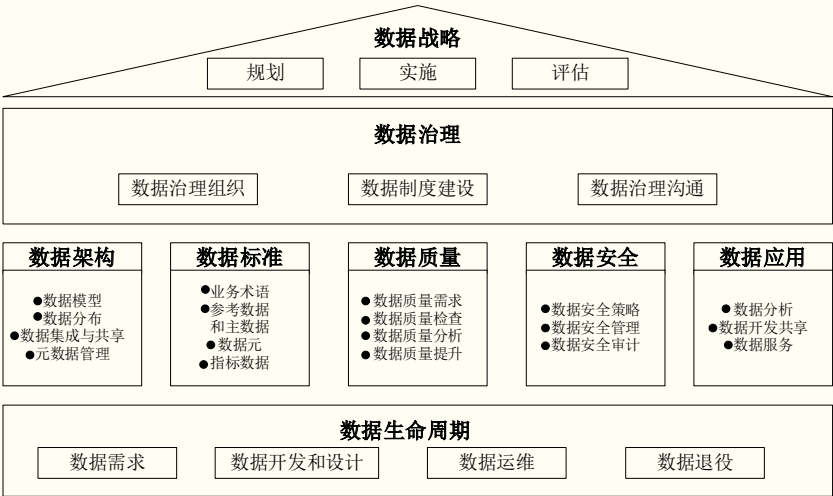


图 2 DCMM 框架图

据人才，选择试点项目深入一线，了解具体业务，探索数据与业务的匹配度。另一方面可从业务一线选取了解业务的人员学习数据治理相关技能和数据管理思维体系，使数据治理策略能够适应一线业务，避免“数据悬浮”。让每名职工都能够明确自己在数据治理中的角色和责任。建立持续沟通机制，通过会议、论坛等形式，让职工参与到数据治理的策略制定、实施和反馈过程中，提升全员参与意识。

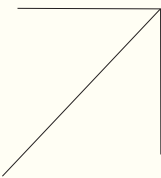
结语

传统国有企业在数据治理方面面临诸多困境，这些困境的根源在于管理层重视程度不足、过于注重技术层面、只关注短期经济效益、缺乏持续的数据治理机制和文化氛围。要突破这些困境，企业必须从战略高度重视数据治理工作，构建完善的组织架构和治理体系，加强数据管理培训，增强数据驱动文化，提升全员参与意识。

对于国有企业而言，数据治理不仅是提升管理效率和决策质量的关键，还是推动数字化转型和适应经济社会发展新趋势的必由之路。只有通过系统性的数据治理实践，国有企业才能充分释放数据要素的价值，推动企业的数字化转型，适应数字经济时代的发展需求。只有在全员参与和协同合作的基础上，才能真正实现数据驱动的决策与管理，推动企业可持续发展，为国家经济的转型升级贡献力量。

引用

[1] 王建伟.发挥数据要素价值加快数据潜能释放[J].软件和集成电路,2022(6):20.
[2] 国务院.国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知[EB/OL].(2021-12-12)[2025-06-22].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-01/12/content_5667817.htm.
[3] 国家数据局,中央网信办,工业和信息化部等.国家数据局等部门关于促进企业数据资源开发利用的意见[EB/OL].(2024-12-20)[2025-06-21] .https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202412/content_6994570.htm.
[4] 全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28).数据管理能力成熟度评估模型:GB/T 36073-2018[S].中国标准出版社,2018.



基于多元异构数据的前瞻性技术识别和态势研判研究

文◆国网上海市电力公司电力科学研究院 陈予欣 王 娜 张鹏飞
上海久隆企业管理咨询有限公司 李 永

引言

新一轮科技革命和产业变革加速推进，人工智能、新能源等新兴技术不断涌现。如何及时识别并把握其演化趋势，已成为推动新型电力系统建设与能源转型的关键。现有前瞻性技术识别方法虽涵盖专家判断、文献与专利计量分析、机器学习自动化识别等，但仍存在三方面不足。一是依赖单一数据源，难以全面呈现技术演进；二是方法停留在浅层统计，难以捕捉深层语义；三是评价体系不完善，标准主观性强且可复制性差。为此，本文提出融合论文、专利等多元异构数据的识别方法，揭示技术演化趋势，并构建融合语义表示、时间建模与神经网络分析的前瞻性技术识别与研判方法，为战略布局提供数据支持与决策参考。

1 前瞻性技术识别方法研究综述

一是文本分类法。主要用于将大量非结构化文本按照内容划分至对应类别。早期方法依赖专家手工制定分类规则。进入机器学习阶段后，朴素贝叶斯、支持向量机等算法被广泛应用。二是主题识别法。传统统计方法如 TF-IDF 由 Luhn (1957)^[1] 提出，后由 Sparck Jones (1972)^[2] 引入逆文档频率 (IDF) 概念，用于关键词提取。Blei 与 Lafferty (2006) 提出动态主题模型 (DTM)，Wang 等 (2008) 进一步提出连续时间模型 (CTM)^[3]，可刻画主题随时间的演化趋势。三是深度学习模型。BERT 模型由 Devlin 等 (2019)^[4] 提出，具备强大的上下文建模能力，常与聚类算法结合用于语义主题识别。此外，BP 神经网络也被用于前瞻性技术评价指标的建模任务，在本研究中发挥重要作用。

2 研究方法与技术路径

为实现多元异构数据驱动下的前瞻性技术识别与态势研判，本研究构建了涵盖数据获取、主题提取、指标评价与模型预测的系统性研究路径。

2.1 前瞻性技术主题提取

采用 BERTopic 与 CTM 相结合的方法对多元异构文本中前瞻性技术

主题识别。首先，通过 BERT 模型对文本进行向量化表示，获取词语的上下文嵌入表示。其次，利用 UMAP 对高维语义向量降维，并通过 HDBSCAN 实现无监督聚类，从而识别出若干潜在的技术主题。最后，将聚类结果输入 CTM 模型，对主题在时间维度上进行连续建模，提取其生命周期曲线与变化趋势。

2.2 构建前瞻性技术主题评价体系

为科学判断潜在技术主题的前瞻性特征，构建包含“技术新颖性、技术持续性、技术影响力、技术扩散性”四大维度的前瞻性

【作者简介】陈予欣 (1998—)，女，上海人，工程管理学硕士，研究方向：电力市场、智能电网及电力大数据等方面。

技术主题评价指标体系（见表1）。

（1）篇均非专利引用量。 R_{avg} 为篇均非专利引用量， C_i 为第 i 篇文献的非专利类引用次数， N 为技术主题相关文献的总篇数。具体计算公式如式（1）所示。

$$R_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^N C_i}{N} \tag{1}$$

（2）篇均科学引用量与总引用量的比率。 R_{ratio} 为篇均科学引用量与总引用量的比率， $R_{science}$ 为篇均科学引用量， R_{total} 为总引用量，计算公式如式（2）所示。

$$R_{ratio} = \frac{R_{science}}{R_{total}} \tag{2}$$

（3）时间跨度。 S_{time} 为时间跨度，单位为月， T_{last} 为技术主题最后一次被文献或专利记录的时间， T_{first} 为技术主题首次被文献或专利记录的时间，具体计算公式如式（3）所示。

$$S_{time} = T_{last} - T_{first} \tag{3}$$

（4）热度持续性。 $S_{continuity}$ 为热度持续性得分， T 为技术主题在其生命周期内的总时间窗口数， I_t 为时间窗口 t 的热度值是否达到阈值（阈值为0或1）， H_t 为时间窗口 t 的热度值， θ 为热度阈值，表示最小的有效热度值。具体计算公式如式（4）所示。

$$S_{continuity} = \frac{\sum_{t=1}^T I_t}{T} \tag{4}$$

（5）学术影响力。 $I_{academic}$ 为学术影响力得分， N 为技术主题对应的论文总数， W_p 为第 p 篇论文的权重，若该论文发表在核心期刊上，则 $W_p=1$ ，否则 $W_p=0$ ，计算公式如式（5）所示。

$$I_{academic} = \sum_{p=1}^N W_p \tag{5}$$

（6）专业转化能力。 $T_{conversion}$ 为专业转化能力得分， $N_{enterprise}$ 为技术主题下由企业持有的专利数

表1 前瞻性技术主题识别指标体系

一级指标	二级指标	数据来源
技术新颖性	篇均非专利引用量	论文及专利引用数据
	篇均科学引用量与总引用量的比率	论文及专利引用数据
技术持续性	时间跨度	CTM 曲线
	热度持续性	论文及专利发表数量
技术影响力	学术影响力	核心期刊论文数量
	专业转化能力	专利拥有情况
技术扩散性	学术扩散性	篇均中图分类数量
	专业扩散性	篇均技术分类（IPC）数量

量， N_{total} 为技术主题下的专利总数量，计算公式如式（6）所示。

$$T_{conversion} = \frac{N_{enterprise}}{N_{total}} \tag{6}$$

（7）学术扩散性。 AE 为学术扩散性， N 为技术主题相关的论文总数， D_i 为第 i 篇论文的中图分类数量，计算公式如式（7）所示。

$$AE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N D_i \tag{7}$$

（8）专业扩散性。 PE 为专业扩散性， M 为技术主题相关的专利总数， C_i 为第 i 件专利的 IPC 分类数量，计算公式如式（8）所示。

$$PE = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M C_i \tag{8}$$

各指标通过归一化处理计算得分，并结合熵权法确定各指标权重，最终汇总形成前瞻性技术得分，用于不同技术主题间的横向比较与排序。引入 BP 神经网络模型，对各技术主题前瞻性得分进行非线性拟合与预测。

3 实证分析

3.1 数据来源与数据处理

对检索到的论文、专利信息进行数据筛选，共得到 15w+ 论文数据，300w+ 专利数据。最后对专利数据进行 0.5% 抽样得到 15w+ 专利数据，并提取关键信息字段。

3.2 技术主题识别与提取

通过文本嵌入模型，可以计算出文本的特征向量，选择使用 Sentence Transformer 进行文本嵌入，并使用 BERTopic 进行主题建模。经过主题建模后，将每条文本数据放入模型中，最终获得每条数据对应的主题和概率。

3.3 技术主题前瞻性评价

根据设计的技术主题评价体系对提取出的主题进行打分，排名前 5 名主题得分情况如表 2 所示。

3.4 基于大模型的前瞻性技术识别

利用 BP 的神经网络生成能力，为筛选后的主题生成主题名称，针

表 2 排名前 5 主题得分情况

主题	篇均总引用量	篇均科学引用量与总引用量的比率	时间跨度	热度持续性	学术影响力	专业转化能力	学术扩散性	专业扩散性	综合评分
19	0.49	0.001	0.01	0.09	1	0.6	1.667	3.95	0.822
27	0.036	0.002	0.022	0.248	5	0.5	1.495	4	0.522
263	0.07	0.01	0.024	0.043	4	1	1.621	0	0.484
12	0.495	0.001	0.005	0.851	3	0.5	1.182	2.25	0.406
418	0.5	1	0.006	0.03	0	0.849	2	2.161	0.36

表 3 排名前 5 主题及得分情况

主题名称	主题评分
新能源并网消纳	0.822
锂离子电池及储能技术	0.522
有机太阳能电池受体材料研究与应用	0.484
永磁电机设计与控制技术	0.406
摩擦纳米发电机及其应用	0.36

对每个技术主题，将同一个技术主题下的所有数据的篇名、关键词中文摘要合并后输入至 BP 神经网络，然后输出技术主题，排名前 5 主题及得分情况如表 3 所示。

3.5 前瞻性技术分析

通过对高分主题进行分析，为新型电力系统技术布局提供支撑。以新能源并网消纳技术为例，该主题在学术影响力（1.0）和扩散性方面得分较高，学术扩散性 1.667，专业扩散性 3.95，显示其具备跨学科传播与多行业应用能力。但其时间跨度（0.01）与热度持续性（0.09）较低，表明仍处于快速发展初期。作为新型电力系统建设的关键技术，该主题对提升可再生能源接入比例和电网灵活性意义重大。

结语

随着能源电力行业科技的快速发展，早期识别潜在颠覆性技术并评估其影响，成为推动产业升级和能源转型的关键。本研究基于多元异构数据，提出一种前瞻性技术识别方法，结合 BERTopic、CTM 等模型构建系统化识别与评估框架。通过前瞻性技术主题评价体系、时间演化建模与神经网络分析，将技术识别从单一维度拓展至多维综合评价，并利用 BP 神经网络优化结果，提高模型准确性和预测能力。本研究在前瞻性技术识别方法上取得了重要进展，但仍然存在一些不足之处。如何进一步提高模型的实时性和适应性，尤其是在大规模数据处理和复杂环境下，仍然是未来需要解决的重要问题。■

引用

[1] Luhn H P.The Automatic Creation of Literature Abstracts[J].

IBM Journal of Research and Developmen,1958,2(2):159-165.
[2] Jones S K.A Statistical Interpretation of Term Specificity and Its Application in Retrieval[J]. Journal of Documentation,2004, 60(5):493-502.
[3] Wang C,Blei D,Heckerman D.Continuous Time Dynamic Topic Models.[C].Proceedings of the Twenty-Fourth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence,Helsinki,Finland,2008: 579-586.
[4] Devlin J,Chang M W,Lee K,et al.BERT:Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding[C]// Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics:Human Language Technologies,vol.6.long and short papers:Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics:Human Language Technologies(NAACL HLT 2019), 2-7June 2019,Minnea polis,Minnesota,USA.:Association for Computational Linguistics,2019:4171-4186.

无人机影像与 GIS 结合的 道路边坡病害空间分布特征研究*

文 ◆ 山西二建集团有限公司

太原理工大学土木工程学院

北京交通大学土木建筑工程学院

山西园区建设发展集团有限公司

张 志 胡孟师 陈振海

蒋 源

贺 怡

宁玉京

引言

无人机影像技术凭借高灵活性、低成本、快速获取数据和高分辨率等优势，可迅速采集大面积边坡影像数据。地理信息系统（GIS）技术拥有高效的数据存管、空间剖析与可视呈现能力，可对多源地理数据开展整合与剖析，为揭示地理现象的空间规则给予技术助力。本文基于道路边坡病害调查的实际要求，经案例剖析确定病害空间分布特性与主要影响因子，为道路边坡病害的动态监控与科学整治提供理论根据和技术参考。

1 无人机影像与 GIS 技术原理

1.1 无人机影像技术

无人机影像技术依托无人机作为飞行载体，配备光学相机、多光谱相机等传感器，按预设航线于空中飞行并拍摄影像，并获取目标区域地表情况。主要原理是依托摄影测量学，处理同一目标区域的多张重叠影像，打造目标区

域的三维模型与正射影像地图，由此提取目标的几何特征与纹理细节。

1.2 GIS 技术

GIS 技术即地理信息系统技术，依托计算机软硬件，对地球表层空间地理分布相关数据开展采集、存储、分析与呈现的技术体系，关键是把地理数据和空间位置结合起来进行数据分析，建立地理数据和空间位置的关联，实现地理现象空间规律的挖掘与可视化呈现。

2 无人机影像与 GIS 结合的研究方法

2.1 数据采集与预处理

2.1.1 无人机影像采集

开展影像采集工作前，对研究区域展开现场调查，弄清楚地形地势、障碍物分布状况和交通情形，确定影像采集的范围与关键区域，借助无人机飞行控制软件开展航线的规划工作，确定飞行高度、速度、航向重合度、旁向重合度等相关参数，并根据影像分辨率确定飞行高度，分辨率计算公式如式（1）所示。

$$GSD = \frac{H \times d}{f} \quad (1)$$

式（1）中， GSD 为地面采样距离（单位：cm/px），其表示影像中每个像素对应的实际地面距离， GSD 越小，影像分辨率越高； H 为无人机飞行相对高度（单位：m）； d 为相机传感器像素尺寸（单位： μm ）； f 为相机焦距（单位：mm）。根据研究需求，本次研究将 GSD 控制在 2cm/px ~ 5cm/px，结合相机参数（像素尺寸 3.76 μm ，焦距 8.8mm），计算得出飞行高度设置为 50m ~ 120m。

2.1.2 GIS 数据收集与整理

利用 GIS 工具（如 ArcGIS）把地形图转化成矢量数据，提取道路

*【基金项目】2023 年度山西省住房和城乡建设厅项目（JJkj2023010）；山西省大学生创新创业项目（20210112）

【作者简介】张志（1972—），男，山西万荣人，本科，正高级工程师，从事建筑施工与管理工作。

中心线条、边坡边界线、等高线等要素，构建地理基础数据库。对采集的 GIS 数据开展前期处理，涵盖转换数据格式、统一坐标、开展拓扑检查与实施数据清洗，统一把全部数据转换为 Shapefile 格式，使坐标系统全部采用 WGS84 坐标系，保障无人机影像数据和 GIS 数据的坐标相同。同时，开展拓扑检查并修复矢量数据存在的拓扑差错，去除冗余与错误的数据，提高数据质量^[1]。

2.2 数据融合与分析

2.2.1 无人机影像与 GIS 数据融合方法

开展数据融合期间，为衡量数据融合精准度，把点位中误差当作精度评判指标，计算公式如式（2）所示。

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x'_i)^2 + (y_i - y'_i)^2}{2n}} \quad (2)$$

式（2）中， M 为点位中误差（单位：m）； n 为检查点数量； (x_i, y_i) 为检查点在 GIS 矢量数据中的坐标； (x'_i, y'_i) 为检查点在无人机正射影像上量测的坐标。本次研究选取 20 个检查点进行精度评估，计算得出点位中误差为 $\pm 0.15\text{m}$ ，满足边坡病害调查的精度要求。

2.2.2 基于 GIS 的空间分析方法

利用核密度估计方式来分析边坡病害在空间上的分布密度，该方法可算出各点周边特定范围的病害点数量，制作病害密度图，清晰展现病害的聚集分布地带^[2]。核密度计算公式如式（3）所示。

$$f_n(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (3)$$

式（3）中， $f_n(x)$ 为点 x 处的核密度估计值； n 为病害点数量； h 为带宽，决定核函数的影响范围， h 越大，密度分布越平滑， h 越小，密度分布越详细，本次研究通过交叉验证法确定 h 值为 50m； d 为空间维度，本次研究为二维空间， $d=2$ ； $K(\cdot)$ 为核函数，采用高斯核函数； x_i 为第 i 个病害点的坐标。

3 案例分析

3.1 研究区域概况

本次研究将我国某山区公路 K25+000—K30+000 段道路边坡设为研究区域，该路段位于我国西南区域，长度为 5km，处于构造剥蚀形成的低山与丘陵区域，地势高低落差明显，海拔处于 650m ~ 980m 范围，研究区域中有 32 个边坡，边坡高度介于 5m ~ 30m，坡率为 1:0.5 ~ 1:1.5，边坡防护手段主要涵盖锚杆框架梁、挂网喷浆以及植草防护方式。案例



图 1 案例区域 BIM 建模 + 航拍融合图

区域 BIM 建模 + 航拍融合图如图 1 所示。

3.2 病害空间分布特征分析

运用无人机影像与 GIS 融合的技术手段，开展研究区域边坡病害的调研剖析，监测结果图如图 2 所示，共提取病害点 48 个，其中滑坡 12 个、崩塌 18 个、剥落 18 个。

从病害类型占比来看，坍塌与剥落类病害占比颇高，岩质边坡易出现崩塌病害，剥落病害大多分布于土质边坡以及风化程度高的岩质边坡，呈现为边坡表层的土层或风化岩层呈片状脱落；浅层滑坡病害多出现于残坡积黏土较厚的边坡，因雨水渗入，土体抗剪切强度下降，易引发浅层滑坡现象^[3]。

通过核密度分析可知，病害表现出显著的空间聚集特征。高密度区域大多集中在 K26+500 至 K27+500 以及 K28+500 至 K29+500 这两个路段，从 K26+500 到 K27+500 的边坡，主要构成是页岩与残坡积黏土层，坡面倾斜度高（1:0.5 ~ 1:0.8）。该路段有一处小型断层，地质结构繁杂，致使病害集中显现；K28+500 至 K29+500 路段的边坡高达 20m ~ 30m，部分防护路段出现损坏状况。因雨水冲刷，低密度分布区集中在 K25+000 至 K26+000 和 K29+500 至 K30+000 这两个路段，此区域边坡多为砂岩，而且坡率比较平缓（1:1.2 ~ 1:1.5），防护手段完备，边坡具备良好稳定性。

将病害图层与坡度、坡向图层进行叠加分析，边坡中坡度处于 $25^\circ \sim 35^\circ$ 的病害发生概率为最高，此区间病害数量占病害总数的比例为 62.5%。坡度低于 25° 的边坡病害发生率为 22.9%。

边坡坡度大于 35° 的情况下病害发生率为 14.6%。从坡面朝向角度分析，南坡、东南坡、西南坡等阳坡病害发生率达 68.8%，阴坡（涵盖北坡、东北坡、西北坡）的病害发生比例是 31.2%。主要原因在于阳坡接受日照的时间长，温度起伏较大，致使岩石风化加速，同时阳坡植被覆盖度较低，边坡防护效能差。

3.3 病害影响因素分析

运用 GIS 叠加与统计分析相融合的手段，自地质情况、地形特性、气候要素以及工程办法 4 个方面实施定量与定性剖析。

地质条件作为影响边坡稳定性的内在要素，把地层岩性图层与病害图层进行叠加，统计各岩性边坡病害的发生情形。残坡积黏土边坡病害出现概率最大，关键在于黏土颗粒彼此间的黏结力微弱，碰到水之后含水率上升、抗剪强度明显降低，进而容易引发浅层滑坡^[4]。页岩边坡出现病害的比例达 58.3%，页岩存在显著的层状结构，一旦遇水软化，层间的抗滑动能力就会下降，会导致崩塌与剥落情况出现。

地形状况经由改变边坡的受力情形和外界环境，对病害产生间接作用，整合 DEM 数据和病害统计成果，25° ~ 35° 坡度的边坡中，病害所占比例达 62.5%，处于该坡度时，边坡土体的下滑力与抗滑力处于临界平衡状况。20m ~ 30m 坡高的边坡，其病害发生率为 66.7%，显著高于边坡高度 5m ~ 10m 时的 18.2%。由于边坡坡高增加，边坡所积聚的势能增大，病害出现时，其破坏规模和严重程度会更大，阳坡以 68.8% 的病害发生率远超阴坡的 31.2%。

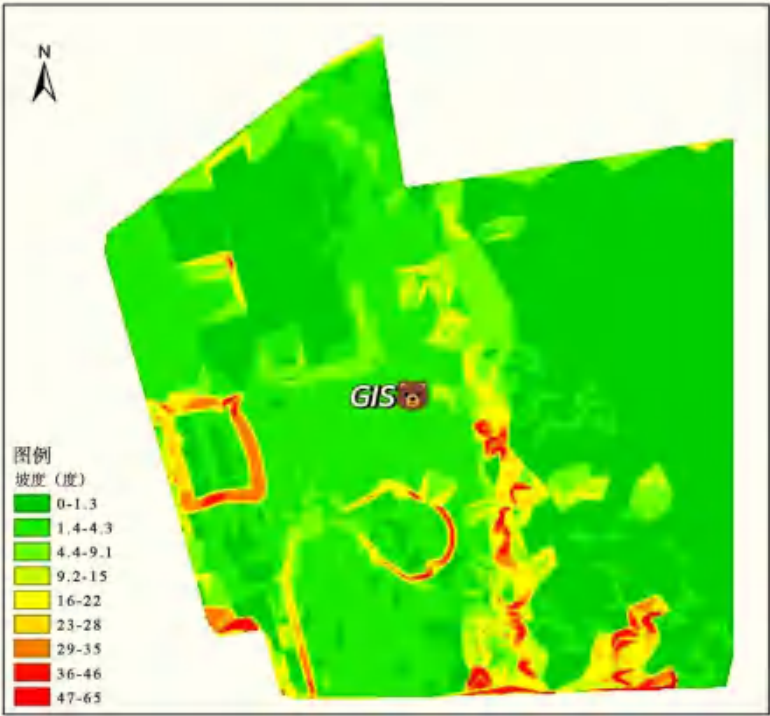


图 2 监测结果图

研究区域亚热带季风气候的降雨特征是病害发生的重要外部触发因素。统计结果显示，可知防护措施完好的边坡病害发生率仅为 18.2%，而防护措施损坏的边坡病害发生率高达 83.3%。锚杆框架梁防护的边坡稳定性最佳，病害发生率仅 11.1%，框架梁可有效约束边坡土体变形，锚杆能将边坡深层岩体与浅层土体锚固为整体，提升抗滑能力。

结语

本研究针对道路边坡病害空间分布特性开展探究，搭建了融合无人机影像与 GIS 的技术方法架构，内在核心要素为地质条件，残坡积黏土与页岩构成的边坡以及断层影响区域病害频发。关键的外部诱因是降雨，6 月至 9 月雨季期间病害占比超八成。防护工程的完好程度直接关乎抗灾能力大小，锚杆框架梁防护成效最为突出，防护措施受损的边坡出现病害的比率高达 83.3%。未来探究可融入深度学习算法来完善病害识别模型，同时融合多时段无人机影像与 GIS 搭建边坡病害动态监测系统，达成病害早预警与精准处理，为道路交通安全提供更周全的技术支持。

引用

[1] 梁玉球.基于无人机倾斜摄影技术的道路边坡变形测量[J].北京测绘,2024,38(12):1739-1744.

[2] 罗生民,许贵阳,魏培勇,等.基于YOLO-LCMT的铁路边坡典型病害无人机图像智能检测方法[J].铁道建筑,2025,65(4):122-128.

[3] 罗勋.无人机倾斜摄影与BIM技术结合在市政道路设计中的应用[J].交通科技与管理,2024,5(20):192-194.

[4] 张青青,熊剑,戴巍.无人机航拍摄影在营运公路边坡病害检测中的应用研究[J].广东公路交通,2020,46(5):21-27.

计算机视觉技术 在开放教育中面向特殊人群的应用 *

文 ◆ 延安开放大学 党 英

引言

信息技术的快速发展推动了开放教育的普及和创新。虽然开放教育在推广教育公平和普及知识方面取得了显著进展，但特殊人群（如听障、视障人士等）的参与度仍然有限。随着计算机视觉技术的不断发展，手语识别技术逐渐成为国内外研究的热点，目的是将手语转换为文本信息，从而消除沟通障碍^[1]。国内外专家普遍认为，从传统技术到智能识别方法的演变，不仅为手语识别的技术融合提供了新思路，还拓展了特别是面向听障人士的手语识别的应用场景^[2]。同时，文本检测与识别技术主要结合卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）等深度学习模型为场景文本检测提供技术支持，但在模型复杂性与场景适应性方面仍存在改进空间。丁慧洁等^[3]发现现有的读屏软件是基于文本的读取方式，而无法识别图片等类型的非文本信息，这一发现揭示了技术的局限性，为视障人士远程学习问题提出了改进方向。

1 计算机视觉技术的应用优势

计算机视觉技术在开放教育中的应用（特别是针对特殊人群手语和图像转语音系统的实现），提升了开放教育的无障碍性和包容性。手语是听障人士和健听人士之间沟通的桥梁，但复杂多样的手语动作增加了手语的学习成本，给听障人士和健听人士交流带来了阻碍。而计算机视觉技术的手语识别和翻译技术消除了沟通障碍。手语识别是将手语所表达的一个或多个手语词逐个识别，并映射为对应的标注文本；手语翻译则是在其基础上进一步将手语标注序列转换为符合自然语言语序的句子。通过视觉特征提取和上下文信息捕捉，手语识别与翻译能够将输入的手语视频转化为文本输出。

图像文本转语音为视障人士的学习提供了诸多便利。许多学习材料和参考书籍通常以图片和文字的形式呈现，视障人士难以直接获取这些信息。而通过图像文本转语音模块，能够将学习材料能够迅速转换为语音，视障人士可以随时随地获取所需知识。这种方式增强了视障人士的

学习主动性，使他们能够自主参与学习。

2 平台系统构建

2.1 系统架构设计

系统架构主要由手语识别、图像转文本和文本转语音 3 个核心模块组成。输入类型包括手语视频和图像两种输入形式。第一，手语识别模块。首先，手语识别需要采集大量的手语视频素材，包括不同性别、年龄以及手势习惯的手语使用者，并对素材进行去噪和增强对比度等预处理。其次，采用 OpenPose 算法进行关键点检测，提取出手语的关键点特征。再次，结合 CNN 和长短期记忆网络（LSTM）来捕捉手语的空间与时间特征。最后，输出为文本。第二，图像转文本模块。首先，对输入的图像进行去噪、增强对比度和裁剪等预处理，以提高后续处理的效率和准确性。其次，基于目标检测的受控场景文字定位方法，从预处理后的图像中精确提取文字区域的关键特征。最后，利用序列学习框架进行文字行的识别，该框架使用 CNN 提

*【基金项目】陕西开放大学 2024 年度科学研究项目“计算机视觉技术在开放教育中对特殊人群的应用”（2024KY-B22）

【作者简介】党英（1997—），女，陕西渭南人，硕士，研究方向：计算机应用、开放教育。

取文字区域的空间特征，并生成相应的文本输出。第三，文本转语音模块。首先，通过文本前端将获得的原始文本转换为字符或音素序列。其次，利用声学模型将这些字符或音素转换为声学特征。最后，利用声码器将这些声学特征合成为波形输出生成的语音。

2.2 手语识别

传统手语识别方法根据获取手语信息的方式，可分为基于可穿戴设备的手语识别方法和基于视觉的手语识别方法。基于可穿戴设备的手语识别方法相比基于视觉的手语识别方法，只需普通摄像设备即可完成数据采集和处理。但传统手语识别方法主要依赖人工特征提取，提取的特征泛化性较差，仅能应用于特定场景且算法复杂。而基于深度学习的手语识别逐渐取代传统方法成为当前研究的主要方向。该方法能显著提升手语识别的准确性和拓宽应用范围。

2.2.1 数据采集与标注

实现数据采集需要构建多种手语手势的数据集。该数据集不仅要包含手语的多样性，还要能够反映出现实交流的复杂性，如手势的形状、手部的运动轨迹等。数据采集主要通过摄像头录制视频或拍摄图像的方式获取，在录制视频时需考虑不同的光线条件、背景环境以及摄像设备的角度和分辨率，以保证数据的适用性。同时，为了应对多样化的实际应用场景，数据集的类别需要包含不同性别、不同年龄和不同手势习惯的人的手语手势信息。

完成数据采集后要对数据进行准确标注。标注过程要将每个手势与其对应的手语含义进行分类和标识，同时需要记录手势开

始和结束的时间、手势的位置变化等关键特征。此外，引入关键点检测算法来辅助标注过程，以提高标注的效率和精度。

2.2.2 图像预处理及特征提取

(1) 图像预处理。首先，通过高斯滤波等方法，有效去除图像中的随机噪声和冗余信息。其次，通过调整图像的对比度、亮度和锐化细节等，改善图像质量使手部轮廓和手势特征更加清晰。其中，手部检测是图像预处理的核心，通过 Faster R-CNN 目标检测算法对视频中的手部区域进行实时检测和定位。

(2) 特征提取。在经过预处理后的图像上，进行关键点检测与特征提取，以捕捉手部的关节和手指位置，从而提取能够描述手势的重要特征信息。OpenPose 关键点检测算法采用自上而下的方式，通过特征图上的热力图和局部亲和场生成关键点的候选位置，并解析这些候选点之间的几何关系和约束，从而能够准确定位出手部关键点的坐标，标记出手部关节的坐标并准确追踪手指的运动。为了提高特征提取的性能，通过多模态优化并利用深度摄像头获取手部三维关节坐标，进一步提升特征提取的精准度。同时，在光照条件复杂或存在遮挡的场景下，通过融合 RGB 图像与深度图像，提高关键点检测的稳定性，从而增强模型在复杂环境下的适应能力。

2.2.3 深度学习模型的设计

传统的 CNN 在处理长期依赖关系和时间序列数据方面存在局限性，而 LSTM 作为递归神经网络的一种变体，能够捕捉序列数据中的长期依赖关系，显著提升模型的预测能力。因此将 CNN 和 LSTM 相结合，能有效提高模型对图像序列的处理能力。

在手语识别中，经关键点提取后，识别模块采用多层次结构模型，能够同时捕捉手语的空间特征和时间特征。模型设计基于 CNN-LSTM 的混合架构。首先，通过 CNN 对预处理后的手势图像序列进行特征提取，捕捉手指的弯曲角度、相对位置、手掌形状等空间特性。其次，将 CNN 提取的高维空间特征输入 LSTM，对手势动作的时间序列特征进行建模，捕捉手语动作在时间维度上的动态变化。再次，在模型中引入注意力机制，提升对手部动作的捕捉能力。最后，将模型最底层设计为全连接层，并将其作为时间序列特征映射的具体手语类别，结合 Softmax 函数实现多分类任务。

2.2.4 模型训练与优化

模型的训练需要使用大量标注好的手语数据集，并通过调整学习率和批量大小等参数来优化性能。在验证阶段，使用与训练数据分离的验证集，通过评估损失函数、准确率和召回率等来评估模型的性能。在测试阶段，需要使用没有训练的数据集，评估模型的泛化能力，特别是在手语识别的实际应用中，实现手语识别的实时性和精准性。因此在测试过程中，不仅要关注模型的识别准确率，还需测试实时响应性能。

2.3 图像转文本

随着计算机视觉技术的发展，图像文本提取转语音（ITTS）技术已被广泛应用于电子书语音阅读、辅助阅读工具等场景。该技术适合视力障碍者和阅读困难人群，能够从图像中提取文本信息，将其转换为语

音，从而提高他们获取信息的便捷性。

光学字符识别（OCR）和文本转语音（TTS）技术的出现为 ITTS 技术的广泛应用提供了一定的技术支持^[4]。OCR 通过 CNN 和 RNN 实现了对复杂场景文本的高精度识别，即使在低分辨率、光照不均的情况下也能够准确提取出图像中的字符信息。同时，TTS 技术借助生成对抗网络等深度学习框架，形成了自然的语音，使生成的语音在语调、情感和流畅性上与真人声音更加接近。

2.3.1 图像预处理

实现图像文本提取转语音的首要步骤是对图像进行预处理。首先，对输入图像的大小、分辨率和颜色等进行优化。其次，通过高斯滤波方法去除图像中的噪声，降低环境对识别效果的干扰影响，同时利用边缘增强技术突出图像中的边缘区域。再次，采用直方图拉伸技术，增强文本区域与背景之间的对比度，使文字在复杂背景下更加清晰。最后，通过裁剪图像去除无关的背景区域，不仅降低了计算复杂度，还减少了背景信息对文字检测过程的干扰。

2.3.2 光学字符识别

OCR 技术是一种基于计算机视觉的文本提取技术，通过检测暗、亮的模式确定其形状，用字符识别方法将形状翻译成计算机文字^[5]。传统的 OCR 技术采取自上而下的切分式，适用于版面规则、背景简单的场景。而基于深度学习的 OCR 技术能够处理复杂的背景、多样的字体和多角度排布的文本。该过程首先对输入图像进行预处理，其次进行文字检测。选择基于 Faster R-CNN 的受控场景文字定位方法，该方法适用于结构化文本场景，能够在规则版面中精确识别文字区域；选择基于 FCN 的非受控场景文字定位方法，能够处理复杂背景、多种字体和不规则排布的文字区域。此外，通过基于序列学习的识别框架进行文字行的识别，该框架利用 CNN 提取文字区域的空间特征，再通过 RNN 建模字符的顺序关系，实现对文字行的高效识别，最后输出文字识别结果。因此，基于深度学习的 OCR 技术能显著提升复杂场景文本的识别能力。

2.3.3 文本处理

文本处理是确保转语音效果流畅且准确的关键环节。首先，去除提取的文本内容中多余的字符、符号以及可能干扰语音输出的冗余信息。其次，调整文本的排版格式，使其符合语言的逻辑顺序和语法规则。最后，对文本内容进行拼写错误的检查和修正，从而提升语音输出的准确性，避免因拼写问题导致生成的语音出现错误或不连贯。

2.4 文本转语音

文本转语音（TTS）技术是一种从文本到语音端到端的语音合成技术。首先，输入原始文本，通过文本前端模块将其转换为字符或音素。在这一过程中，需要对输入文本进行断句、词性分析和归一化处理。其次，利用声学模型将字符或音素转换为声学特征，如线性频谱图和线性预测编码特征等，这些特征能够精确描述语音的频率分布和音色特性，为语音生成提供基础数据。最后，声码器将生成的声学特征转换为波形输出。该过程依赖深度学习模型的支持，使生成的语音自然流畅，接近人类语音的真实效果。

结语

本文主要研究了计算机视觉技术在开放教育特殊人群中的应用，为提升开放教育的包容性提供了技术支持。首先，分析了计算机视觉技术的优势。其次，针对开放教育的教学场景，研究设计了手语视频与图像转语音系统。系统结合手语识别与文本转语音技术，实现手语视频到音频或文本的双向转换，并引入多模态融合算法，提高复杂环境下的识别准确性，为听障群体搭建起高效的“沟通桥梁”。未来，随着算法迭代与硬件升级，该技术体系有望进一步拓展应用场景，如结合智能教学终端实现个性化学习支持或融入远程协作系统促进特殊人群的社交参与，从而推动开放教育真正迈向“全纳、公平、高质量”的发展目标。■

引用

[1] 李宇楠,耿熙,苗启广.基于计算机视觉的手语识别与翻译研究综述[J].微电子学与计算机,2025,42(6):15-36.

[2] 孟巾凯,彭健钧,肖智东,等.模块化连续手语识别算法及技术综述[J].小型微型计算机系统,2024,45(10):2428-2441.

[3] 丁慧洁,张晓霞,李芷筠.以英国开放大学视障人士学习为视角分析我国视障人士远程学习的障碍及对策[J].中国多媒体与网络教学学报(上旬刊),2021(2):54-56.

[4] 陈曦,陆利坤,王彤,等.基于视觉语言的文字识别方法综述[J].北京印刷学院学报,2024,32(6):35-43.

[5] 张亚停.多语种TTS文本语料库构建关键技术研究[D].北京:北京印刷学院,2023.

数智化背景下食药环侦专业课程体系探究^{*}

文◆内蒙古警察学院 侯小伟

引言

内蒙古地处北部边疆，是我国北方重要生态安全屏障、祖国北疆安全稳定屏障、国家重要能源和战略资源基地、国家重要农畜产品生产基地、国家向北开放重要桥头堡。随着数智化智能技术的快速发展，生态环境与食品药品犯罪呈现隐蔽化、网络化、跨区域化等新特征，对食品药品环境犯罪侦查（简称“食药环侦”）技术人才提出了更高要求。本文基于数智化背景，分析当前边疆地区食品药品环境犯罪侦查人才队伍面临的挑战，提出“技术赋能、实战导向、多维协同”的创新培养路径，构建“教学研练战”一体化的课程体系，为新时代食品药品环境犯罪侦查人才培养提供理论参考和实践方案。

1 数智化背景下食品药品环境犯罪侦查技术专业课程体系改革的必要性

1.1 国家战略与区域发展的需要

内蒙古地处北部边疆，东西相距约 2400 公里，南北最大跨度约 1700 公里，内与 8 省区相邻，外与俄罗斯、蒙古国两国接壤，

有 4200 多公里边境线，是我国北方面积最大、种类最全的生态功能区，是我国重要的生态安全屏障，对于维护全国生态稳定具有不可替代的作用。内蒙古的生态安全不仅关系全区各族群众生存和发展，还关系华北、东北、西北乃至全国的生态安全^[1]。

“五大任务”涉及国家生态安全、能源安全、粮食安全、产业安全、边疆安全，均为我国国家安全的重中之重，“中国式现代化是人与自然和谐共生的现代化”，推动绿色发展是推动民族地区社会经济持续健康发展的必然要求^[2]。为深入贯彻落实国家安全战略和习近平总书记在内蒙古考察时的重要指示精神，加快落实“五大任务”，推动高质量发展，回应人民群众对健康生活和美好环境的新期待，服务国家民生发展、生态安全新需求，提升内蒙古公安打击环境资源和食品药品领域违法犯罪的能力，加快培养专业的食品药品环境犯罪侦查技术人才，提高公安机关的打击能力，显得尤为重要。

1.2 适应公安工作新形势的需要

目前，内蒙古已全面构建起自治区、盟市、旗县三级侦查打击体系，但队伍建设仍存在诸多问题。民警学历结构中，专科及以下学历占比较高；专业背景单一，主要集中于公安专业和法律专业，而检验鉴定、环境工程等专业技术人才极度匮乏。亟须补充具备案件现场勘查、物证检验、证据搜集等专业能力的执法人才，以此充实侦查执法队伍，提升打击食品药品环境犯罪侦查领域违法犯罪的专业水平。

1.3 助力公安新质战斗力升级

随着互联网等信息技术的发展，犯罪分子利用互联网络销售假劣食药违法犯罪提供了便利条件，与网络售卖相伴的快递运输成为食药安全犯罪的重要流通手段，危害越来越大。在当前科技日新月异的时代背景下，公安工作正面临着前所未有的机遇与挑战^[3]。物联网、云计算、人工智能等新一代信息技术的嵌入使警务工作逐渐趋于精准性、高效性、互联性，智慧警务已成为提升公安机关新质战斗力的关键力量。2024 年全国公安工作会议再次强调“加快形成适应新型犯罪形态的公安新质战斗力”。公安工作新质战斗力是应对新型犯罪、维护国家安全的核心抓手，为食品药品环境犯罪侦查技术专业人才培养、技术手段创新以及

^{*}【基金项目】内蒙古警察职业学院院级科研项目资助（NMJY2024-LX-YB016）

【作者简介】侯小伟（1983—），女，内蒙古乌海人，硕士研究生，副教授，研究方向：食品药品环境犯罪侦查。

协同机制完善提供了航标指引。以科技赋能公安实战为导向,推动大数据、人工智能、区块链等技术应用,提升内蒙古公安工作智能化水平,助力自治区实现“科技强警”目标。探索具有边疆特色的食品药品环境犯罪侦查技术专业人才培养路径,为内蒙古公安机关乃至全国创新“专业+机制+大数据”新型警务运行模式提供有力的人才保障和智力支持,贡献重要力量。数智化侦查技术的应用成为破解此类犯罪取证难、溯源难、打击难的关键支撑,这一背景对食品药品环境犯罪侦查技术专业人才培养提出了全新要求。

因此,基于 OBE 理念推进课程体系改革,既是适应数智化侦查技术发展的必然选择,也是培养高素质应用型侦查人才、提升打击食品药品环境犯罪效能的迫切需求。

2 OBE 教育理念的内涵

OBE (OutcomeBasedEducation, 成果导向教育) 理念是 1981 年由美国学者斯派蒂率先提出,主张学校应把所有的课程和教学精力都聚焦于清晰界定的学习成果,以学生预期成果为指引,并在最后展示课程的学习预期。

OBE 教育理念通过打破课堂教学时间与空间的限制,激励学生参与教学活动,深入理解相关教学内容,从而有效提升学生的学习效果^[4]。该理念是一种以学生为中心、以学习成果为导向的教育理念,其核心内涵在于通过明确人才培养的预期成果,反向设计教学目标、课程内容、教学模式和评价体系,最终实现学生能力与社会需求的精准对接。

OBE 理念运用于食品药品环境犯罪侦查技术专业课程体系构建具有特别的价值。该理念要求课程体系建设必须紧密围绕食品药品环境犯罪侦查岗位的数智化转化能力需求,明确学生需掌握的数智化侦查技术(如电子数据恢复、大数据犯罪画像、智能监测设备操作等),并通过反向设计确保教学全过程服务于这一核心目标,从而培养出既懂侦查业务又精通数智化技术的复合型人才。

3 数智化背景下基于 OBE 理念的食品药品环境犯罪侦查技术专业课程体系探索

3.1 以培养数智化食品药品环境犯罪侦查人才为导向设计教学目标

基于 OBE 理念,课程体系的的教学目标应紧扣数智化侦查岗位对人才的核心能力要求。通过调研食品药品监管部门、环境执法机构、司法鉴定中心等实务单位,明确岗位能力清单,再将其转化为可量化、可评估的学习成果,构建“知识—技能—素养”三位一体的目标体系。

在知识目标层面,要求学生掌握食品药品环境犯罪侦查相关的法律法规、侦查逻辑框架,同时系统学习数智化侦查技术基础知识,包括数智化应用基础、人工智能基础、大数据基础与实务、大数据技术概论、数据分析与实战、生态大数据分析与应用、涉网新型案件勘查等,形成“法律+侦查+技术”的复合型知识结构。

在技能目标层面,聚焦数智化侦查能力培养。一是电子数据获取与分析能力,如运用专业工具恢复被删除的交易记录、识别食品生产流程

中的数据篡改痕迹。二是智能设备操作能力,包括使用环境监测传感器、无人机航拍取证、便携式光谱仪检测伪劣药品等。三是大数据应用能力,如通过数据挖掘识别跨区域制假售假网络、利用算法模型预测犯罪热点区域。

在素养目标层面,强调数智化时代的侦查思维与职业伦理。培养学生的批判性思维,能够识别数据造假与技术漏洞;强化跨学科协作意识,学会与技术人员、司法鉴定人员高效配合;树立数据安全与隐私保护意识,确保侦查过程中电子数据的合法性与规范性。

3.2 对接数智化侦查岗位需求,优化和创新教学内容

3.2.1 开设数智化侦查课程

新增《数据分析与实战》《电子物证检验》《信息化侦查》《生态大数据分析与应用》《高光谱遥感》《大数据概论》《涉网新型案件勘查》等课程,系统讲解区块链在食品供应链溯源中的应用(如通过分布式账本固定生产、运输、销售全流程数据)、物联网技术在环境监测中的实践(如实时采集排污数据并预警异常值)、大数据算法在犯罪网络分析中的使用(如基于交易数据识别制假窝点)等内容,填补传统课程的技术空白。

3.2.2 传统课程融入数智化元素

在食品药品犯罪取证技术相关课程中增加“光谱分析数据的智能解读”模块,教授学生使用 AI 算法快速识别伪劣药品成分;在环境和自然资源犯罪取证中引入“无人机三维建模与数据建模”内容,提升复杂现场的取证效率。

3.2.3 引入前沿技术与实战案例紧跟数智化侦查技术前沿,

构建“技术原理—应用场景—实战案例”三位一体的教学内容。以“制假窝点位置预测”为例，讲解如何利用生成式 AI 分析历史案件数据中的地理特征（如靠近物流枢纽、隐蔽厂房密度等），生成窝点可能分布的热力图，再结合实地侦查验证预测结果。同时，警示学生防范 AI 模型因训练数据偏差导致的误判风险。以解析“药品全生命周期区块链溯源系统”案例，通过展示某省药监部门如何将药品生产批号、检验报告、流通记录等信息写入区块链，实现从药厂到药店的全流程可追溯，训练学生在假药案中调取区块链存证数据、验证证据真实性的操作规范。结合内蒙古黄河流域生态保护实战，引入“水质传感器阵列+边缘计算”监测系统，学生通过分析传感器实时传回的 pH 值、溶解氧等数据，运用异常值检测算法识别突发性排污行为，同步联动无人机快速抵近取证，构建“监测—预警—取证”的闭环链条。

3.2.4 强化法律与技术的交叉融合

开设《食品药品环境法律法规》课程，选取“利用区块链固定的食品溯源数据被法庭排除”等典型案例，组织法学、计算机、侦查学专业教师联合授课，拆解技术操作与法律程序的衔接要点，让学生理解“技术先进不等于证据有效”，培养“先合法、后高效”的侦查思维。

3.3 以项目驱动方式构建实践教学模式

3.3.1 模拟项目贯穿教学全过程

以典型案件为原型设计教学项目，如“某跨境销售伪劣保健

品案侦查”项目，要求学生分组完成全流程任务。在数据获取阶段，学习通过电商平台 API 接口调取交易数据、恢复嫌疑人社交软件聊天记录。在分析阶段，运用大数据工具构建买家分布热力图、识别物流中转节点。在取证阶段，使用区块链技术固定关键电子证据，最终形成数智化侦查报告并模拟法庭质证。通过项目拆解，将分散的知识点转化为连贯的实战能力。

3.3.2 建设数智化实训基地

联合食品药品检测机构、环境监测部门共建实训基地，配备电子数据取证实验室（含数据恢复工作站、手机取证箱）、智能监测实训室（含水质、土壤污染物快速检测设备）、大数据分析中心（部署犯罪预测算法平台），让学生在仿真环境中练习数智化侦查技能。例如，在实训中模拟“某化工厂偷排污水案”，学生需操作物联网传感器采集水样数据、通过 AI 模型分析排放规律、使用区块链存证监测结果，完整复现实战场景。

3.3.3 推行“双导师制”实战训练

每学期安排学生参与实务部门的真实案件辅助工作，由学校教师与一线侦查人员共同指导。在校内完成案件数据分析模型构建，在实务单位参与数据筛查、证据固定等环节，形成“理论设计—实战检验—反思改进”的闭环。例如，协助环境执法部门分析企业排污数据异常点，运用课堂所学技术定位偷排时间与地点，提升解决实际问题的能力。

3.3.4 构建多元化评价体系

打破传统考试模式，采用“过程性评价+实战成果评价+第三方评估”相结合的方式。过程性评价关注学生在项目中的协作表现、技术应用能力。实战成果评价以实训报告、案件分析质量为核心。引入实务部门对学生实习表现的评估，确保评价结果与岗位需求一致。同时，通过数智化平台记录学生的技能达成数据，动态调整教学策略，实现持续改进。

结语

通过以上改革，食品药品环境犯罪侦查技术专业课程体系将实现从“知识传授”向“能力培养”的转变，培养出适应数智化侦查需求的高素质人才，为打击食品药品环境犯罪、保障民生安全提供有力支撑。^[8]

引用

[1] 杜勇锋.内蒙古:筑牢屏障促发展“五大任务”见实效[J].党课参考,2025(8):81-90.

[2] 朱晓俊.从安全意蕴认识和把握习近平总书记交给内蒙古的“五大任务”[J].内蒙古师范大学学报(哲学社会科学版),2025,52(5):28-30.

[3] 韩培培.智慧警务赋能公安机关新质战斗力:衔接逻辑、现实困境与实践路径[J].广西警察学院学报,2025,38(4):10-17.

[4] 吕学军.OBE教育理念融入公安院校教学改革路径探究以宁夏警官职业学院“治安案件查处”课程教学改革为例[J].宁夏教育,2025(6):72-73.

基于人工智能深度学习的 术后护理风险预测方法研究

文 ◆ 南京市江宁医院 季永康

引言

对于临床行手术治疗的患者来说，手术结束并不代表治疗结束。很多接受手术治疗的患者虽然顺利完成了手术治疗，但手术本身是一种有创治疗，在术后容易出现伤口感染、出血等并发症，给患者的术后康复带来消极影响。因此，在为手术患者进行术后护理干预的过程中，术后早期风险预测有助于医护人员提早评估患者术后可能出现的护理风险，并采取积极措施进行有效应对，以降低手术患者术后并发症的发生概率。然而，传统的手术患者术后风险评估主要基于医护人员的临床经验，这种评估方式有较高的主观性，且无法基于患者术后生命体征的变化及时调整护理干预方案^[1]。本文基于人工智能深度学习技术，围绕手术患者术后护理风险预测提出了一种融合多模态数据与注意力机制的深度学习预测模型。通过整合电子病历、生命体征时序数据以及医学影像，利用长短时记忆网络（LSTM）捕捉时序特征，卷积神经网络（CNN）提取影像特征，并结合 Transformer 的多头注意力机制实现数据间深度交互。实验结果表明，该模型在术后并发症预测任务中，AUC 值达到 0.94，较传统方法提升 18%，为临床术后精准护理提供了有效技术支撑。

1 基本需求分析

随着目前临床医学技术的发展，患者对临床护理干预工作提出了更高的要求。对于行手术治疗的患者来说，手术创口会导致手术患者在术后存在较高的并发症发生概率。并发症的发生不仅给患者带来了健康威胁，还会影响患者的康复进程。为此，针对行手术治疗的患者进行科学、有效的术后护理风险评估十分必要。

根据临床手术患者的术后护理风险评估现状，临床进行手术患者术后护理风险评估主要有两种方式。一种是依托医护人员丰富的临床护理经验，根据患者的病历资料以及手术信息对患者术后护理风险做出相应评估。另一种则是基于固定的评分量表（如 POSSUM、NSQIP）进行评估。两种方式均存在一定程度的不足，因此，为提升手术患者术后护理风险预测精准性，需要建立基于深度学习的术后护理风险预测模型。本

文提出的基于深度学习的术后护理风险预测模型在患者术后护理风险的预测上具有突出的准确性、及时性和可解释性，并能够根据不同患者的个体情况差异为患者提供个性化的术后护理风险防范方案。

2 基于深度学习的术后护理风险预测模型构建

2.1 数据采集和预处理

在构建基于深度学习的术后护理风险预测模型过程中，要想实现患者术后护理风险的精准预测，前提是要全面采集患者的个体信息，包括患者的病历资料信息、手术信息等。在全面获取患者的个人信息后，为确保多模态

【作者简介】季永康（1996—），男，江苏南京人，本科，研究方向：手术室护理。

数据的高效融合，需要对所有获取的数据进行标准化处理，从而确保所有获取的数据具有统一的格式，满足模型应用对数据格式的需求。

在电子病历数据的处理方面，对数据中存在的所有数值型数据进行归一化处理，如患者的年龄信息、性别信息以及患者的手术时间信息等。而对于部分其他类型的数据（如患者的既往病史、手术的类型等），则引入独热编码（One-Hot Encoding），将这些数据转换成统一的变量，以满足模型应用对数据格式的需求。

在数据采集过程中，由于数据采集的频率具有差异性，因此必须统一所有采样频率。在具体实践中，采取时间序列插值法，引入滑动窗口技术（窗口大小设为 12h）将连续数据分割为固定长度的序列，并将每个窗口作为一个独立的输入样本，具体的实现方式如下。

在对患者的生命体征时序数据（如患者的心率、血压以及血氧饱和度等）进行处理过程中，考虑到医院不同检测设备对应的采样频率差异，需要在进行重采样时引入线性插值法，确保所有数据采样保持统一的频率。

统一了所有的采样频率后，需要分割连续的时序数据，设定窗口是 12h（设定每分钟为一个数据点，共计为 720 个时间步），同时滑动步长设定为 1h（60 个时间步）。通过对窗口的不断滑动，分割长时序数据到不同固定长度子序列。

而在处理医学影像数据时，结合模型数据应用的需求，考虑到多数医学影像图像为彩色图像，首先需将所有彩色图像

转换为灰度图像，以简化后续计算流程。其次，对所有图像进行标准化处理，消除不同图像间的差异。最后，提取图像特征，完成二维图像到 256 维图像的特征向量转化。图像转换为灰度图像通过式（1）完成。

$$Gray=0.299 \times R+0.587 \times G+0.114 \times B \quad (1)$$

式（1）中， R 、 G 、 B 对应的是图像中单一像素点对应的红、绿、蓝通道值。通过式（1）完成彩色图像到灰度图像的转换，从而降低后续计算复杂度。在获取转换成功的灰度图像后，还要对图像进行标准化处理，即减去图像均值后除以标准差，从而确保获取图像的像素值处于特定阈值。具体而言，经过标准化处理后获取的像素值为 $\hat{x}$ 可以通过式（2）获取。

$$\hat{x} = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2)$$

式（2）中， σ 为标准差， μ 为图像的像素均值， x 为原始图像的像素值。获取到 $\hat{x}$ ，则可以采取预训练的 ResNet-50 网络完成标准后图像的特征提取。

2.2 模型构建

本文给出的基于深度学习的术后护理风险预测包括 3 个主要模块，分别是特征提取模块、注意力融合模块以及护理风险预测模块。

（1）特征提取模块在运行时，生命体征时序数据的特征提取采用双向长短时记忆网络（Bi-LSTM）实现。通过双向传播机制捕捉数据的前后依赖关系，输出时序特征向量。医学影像特征提取则参考以上方式。

（2）注意力融合模块则基于 Transformer 的多头注意力机制（Multi-Head Attention）的应用，采取 Query-Key-Value 对患者的个人病历特征、时序特征以及影像学特征的注意力权重进行计算，实现对不同模态数据中关键信息的聚焦，以确保数据的深度交互和融合^[2]。

（3）护理风险预测模块的作用是实现手术患者术后护理风险预测。在提取所有数据特征后，首先将相应的数据直接输入全局平均池化层（Global Average Pooling），降低数据维度。其次，通过全连接层与 Softmax 函数，输出术后并发症发生的概率。最后，根据手术患者术后护理风险的评级，分为高、中、低三类风险。

2.3 模型训练与优化

模型训练采用交叉熵损失函数作为优化目标，优化器选择 Adam（Adaptive Moment Estimation，自适应矩估计），初始学习率设为 0.001，并通过学习率衰减策略防止过拟合。为提高模型的泛化能力，采用五折交叉验证方法划分训练集与验证集，在训练过程中动态调整超参数（如注意力头数、LSTM 隐藏层维度等），最终以受试者工作特征曲线下面积（AUC）、准确率、召回率作为模型性能的评估指标^[3]。

2.3.1 定义损失函数

优化模型时，设定目标函数为交叉熵损失函数（Cross-Entropy Loss）。就术后护理风险预测而言，输出的是患者术后风险（高、中、低风险）发生概率。其本质是多酚类问题，为此损失函数的定义如式（3）所示。

$$L = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^C y_{ij} \log(p_{ij}) \quad (3)$$

式（3）中， N 为样本数量，共计有 C （ $C=3$ ，即对应高、中、低风险）

个类别，对应第 i 个样本属于 j 类的真实标签，用 y_{ij} 表述，模型预测的第 i 个样本为 j 类的概率是 p_{ij} 。基于此能够确保模型最终的输出与真实标签最为贴近。

2.3.2 优化器选择和参数设置

模型训练使用 Adam 优化器完成。其能够自适应调整每个参数的学习率，在加速收敛的同时避免陷入局部最优解。设定初始学习率是 0.001，该值在实验初期通过网格搜索（Grid Search）进行初步筛选，并在后续训练过程中根据模型表现实现动态调整。Adam 优化器的核心参数如下。 β_1 用于计算梯度的一阶矩估计，默认值设为 0.9； β_2 用于计算梯度的二阶矩估计，默认值设为 0.999； ε 是一个非常小的常数（ $1e-8$ ），用于防止分母为零。

2.3.3 学习率衰减

为避免模型在训练后期出现过拟合的情况，同时适当提升收敛速度，需要引入指数衰减法（Exponential Decay），如式（4）所示。

$$learning_rate = initial_rate \times decay_rate^{\frac{global-step}{decay-steps}} \tag{4}$$

式（4）中，初始学习率为 $initial_rate$ ，取值为 0.001；衰减率为 $decay_rate$ ，此处取值 0.96，同时当前训练对应步数是 $global-step$ ，衰减步数为 $decay-steps$ ，将衰减步数设定为 1000 步学习率进行一次衰减。基于此不断减少学习率，从而促使模块快速完成学习，并在后续实现局部参数的针对性调整。

3 基于深度学习的术后护理风险预测模型的测试

本研究从某三甲医院电子病历系统、生命体征监测系统以及影像归档系统中，采集 2023—2024 年间 100 例术后患者数据，涵盖普外科（35 例）、骨科（28 例）、胸外科（220 例）、泌尿外科（15 例）等多个科室。将数据集按照 7:3 的比例划分为训练集（700 例）和测试集（300 例），并通过分层抽样确保各科室、风险等级的样本分布均衡。测试结果显示，该模型的 AUC 值为 0.94，准确率为 90.2%，召回率为 88.6%。模型应用于不同科室的预测效果如表 1 所示。

表 1 模型应用于不同科室的预测效果

科室	AUC	准确率	召回率
普外科	0.93	89.5%	87.8%
骨科	0.92	88.9%	86.7%
胸外科	0.95	91.2%	89.3%
泌尿外科	0.94	90.8%	88.9%

表 1 结果表明，本文给出的术后护理风险预测模型在不同手术科室中均保持较高预测精度，验证了其在多样化临床场景中的适用性。

此外，实验结果表明，MAFN 模型在各项指标均显著优于对比模型。其中，AUC 值较传统 Logistic 回归提升 18%，证明该模型能够更准确地地区分高风险与低风险患者；召回率的显著提高（达到 88.6%），意味着

模型能够有效识别潜在风险，减少漏报情况，为临床护理提供更可靠的预警支持。

结语

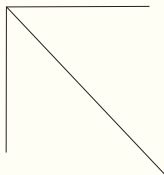
本文针对传统术后护理风险评估的局限性，提出一种融合多模态数据与注意力机制的深度学习模型。通过整合电子病历、生命体征时序数据与医学影像，结合 LSTM、CNN 与 Transformer 架构，实现了术后并发症的精准预测。实验结果验证了该模型在性能上的优越性，为临床个性化护理方案的制定提供了科学依据。

引用

[1] 陈永平.基于深度学习的实时大数据流处理框架优化与性能分析[J].中国信息界,2025(1):138-140.

[2] 徐鸣.人工智能深度学习算法在信息化数据分类中的应用与性能提升研究[J].中国战略新兴产业,2025(12):27-29.

[3] 马欣雨,王爽,程环毓,等.老年髋膝关节置换术后患者亚谵妄综合征风险预测模型的构建及验证[J].护理学杂志,2025,40(8):31-35.



基于 YOLOv8 的 街景照片敏感信息处理研究

文 ◆ 自然资源部第一地理信息制图院 李 超 陈 瑞 张晋纶

引言

随着城市化进程的加速推进和数字技术的蓬勃发展，街景照片作为城市空间数字化的重要载体，在城市规划、智能交通、环境监测等领域发挥着日益关键的作用。然而，这些富含细节的图片数据在记录城市风貌的同时，也无可避免地捕捉到大量敏感信息（人脸、车牌等），若处理不当极易引发隐私泄露风险。研究街景照片敏感信息自动化处理技术意义重大，其不仅能有效识别并去除敏感信息、切实保护个人隐私、为公众信息安全筑牢防线、助力构建和谐社会，还能推动街景数据脱敏化，使其符合法律法规，促进合规使用，为城市管理和服务提供有力支撑^[1-2]。

随着计算机视觉技术的发展，深度学习技术广泛应用于目标检测、目标识别、数据分类等领域^[3-5]。传统依赖人工标注的模糊化处理方式效率低下、质量参差不齐，且难以应对海量街景数据的处理需求。本文基于 YOLOv8，结合人脸数据集（Wider Face）和车牌数据集（Chinese City Parking Dataset, CCPD），采用像素化模

糊技术，实现街景照片中人脸和车牌敏感信息自动化处理，大幅提升数据处理效率与准确性，降低人为风险，有效防止了个人敏感信息的无意泄露，增强了公众对街景照片的信任度，促进了街景数据的合法合规使用，推动了计算机视觉在隐私保护领域的应用发展，为相关技术提供了有价值的实践案例，为解决类似问题提供经验借鉴。

1 数据获取及处理

1.1 人脸数据集 Wider Face

Wider Face 数据集是人脸检测领域的重要基准数据集，具有丰富的数据量和多样化的场景。其以其庞大的数据规模、详细的标注信息和多样化的场景，为人脸检测技术的发展提供了强大的支持。Wider Face 数据集包含 16102 张图像照片和 393703 个高精度人脸标注框。每个人脸标注包含了边框的位置（x1, y1, w, h）、模糊程度（blur）、表情（expression）、曝光程度（illumination）、遮挡情况（occlusion）和姿势（pose）等信息，这些详细的标注信息为研究人脸的尺度、姿态、表情、遮挡和光照等变化提供了丰富的数据支持。该数据集的人脸在尺度、姿态、光照、表情、遮挡等方面具有高度可变性，这增加了人脸检测的难度，但也更符合真实世界中的情况。

1.2 车牌数据集 CCPD

CCPD（Chinese City Parking Dataset）是一个大规模的中国车牌检测与识别数据集，由中科大（USTC）团队于 2018 年发布。该数据集专注于中国车牌（蓝牌、黄牌、绿牌等），包含不同光照、天气、遮挡和角度变化条件下的真实场景车牌图像，是目前最全面的中文车牌数据集之一。CCPD2019 包含超过 30 万张车牌图像，涵盖不同天气（晴天、雨天、雾天）、光照（白天、夜晚、逆光）、车牌类型（普通蓝牌、新能源绿牌、警车车牌等）的场景，所有数据均来自中国城市道路监控和停车场，具有较高的实际应用价值。

1.3 数据处理

（1）Wider Face 人脸数据集转为 YOLO 格式数据集

【作者简介】李超（1989—），男，陕西汉中人，硕士研究生，工程师，研究方向：地理信息应用开发。

Wider Face 标注格式如下：

0--Parade/0_Parade_marchingband_1_849.jpg # File name

1 #Number of bounding box

449 330 122 149 0 0 0 0 0 # x1, y1, w, h, blur, expression, illumination, invalid, occlusion, pose

YOLO 数据集标注如下：

class, cx, cy, w, h (坐标为归一化后的数值)

0 0.04248046875 0.5455729166666666 0.0283203125 0.046875

先将 Wider Face 转为 voc，然后转为 YOLO 格式。

(2) CCPD 数据集转化为 YOLO 格式数据集

CCPD 数据集文件名通过分隔符 (-) 分层编码信息，例如：

3061158854166666665-97_100-159&434_586&578-558&578_173&523_159&434_586&474-0_0_3_24_33_32_28_30-64-233.jpg

倾斜角度：97_100 (水平倾斜 97°，垂直倾斜 100°)

边界框：159&434_586&578 (左上角 (159,434)，右下角 (586,578))

四个顶点坐标：558&578_173&523_159&434_586&474 (右下、左下、左上、右上)

车牌号码：0_0_3_24_33_32_28_30 (第一位为省份缩写“皖”，后续为号码)

亮度与模糊度：64 (亮度)，233 (模糊度，数值越小越模糊)

YOLO 数据集标注如下：

class, cx, cy, w, h (坐标为归一化后的数值)

例如：0 0.04248046875 0.5455729166666666 0.0283203125 0.046875

2 实验验证

2.1 验证数据

选取陕西省第二次地名普查中地名相关照片，筛选包含人脸的照片 60 张，人脸信息共 225 个；包含车牌的照片 60 张，车牌信息 107 个。

2.2 YOLOv8 模型

YOLO (You Only Look Once) 是一种基于单个神经网络的目标检测系统，由 RedmonJ 等人于 2016 年提出。YOLOv8 由 Ultralytics 公司于 2023 年 1 月 10 日开源发布，它是 YOLOv5 的后续版本，引入了全新的骨干网络 (Backbone) 和 Anchor-Free 检测头，同时采用了先进的损失函数和数据增强技术，显著提升了模型的性能和灵活性^[6]。

YOLOv8 被构建为一个统一的框架，支持对象检测、实例分割和图像分类等多种任务。YOLOv8 能够灵活应对不同的应用场景，满足用户多样化的需求。与传统的基于锚框 (Anchor) 的检测方法不同，YOLOv8 采用了无锚检测策略。这种策略直接预测对象的中心位置和尺寸，避免了锚框设置的复杂性，提高了检测的准确性和效率。YOLOv8 采用了全新的 C2f (Cross Stage Partial connection) 结构作为骨干网络，这种结构增加了网络的梯度流动，使得模型能够更好地学习深层次的特征表示。相比之前的 C3 结构，C2f 结构在保持计算效率的同时，大幅提升了模型的性能。YOLOv8 在损失函数的设计方面，采用了 Task Aligned Assigner

(TAA) 正样本分配策略，并引入了 Distribution Focal Loss (DFL) 等先进技术，使得模型在训练过程中能够更加关注难样本和不平衡问题，从而提高了检测的准确性和鲁棒性。YOLOv8 提供了从 Nano 到 Extra Large (XL) 等多种尺度的模型选择，用户可以根据自己的需求和硬件条件选择合适的模型进行部署。

YOLOv8 在性能上取得了显著提升，这得益于其在架构设计、优化算法和训练数据等多个方面的改进。在 COCO 数据集上，YOLOv8 相比 YOLOv5 在 AP (平均精度) 上有了显著的提升。例如，YOLOv8n (Nano 版本) 相比 YOLOv5n 在 AP 上提高了 10%。YOLOv8 在设计过程中充分考虑了模型的泛化能力，通过引入更多的数据增强技术和正则化方法，使得模型在不同数据集和场景下都能够保持良好的性能表现。

Head 部分较 YOLOv5 而言有两大改进，具体如下。

(1) 换成了目前主流的解耦头结构 (Decoupled-Head)，将分类和检测头分离。

(2) 从 Anchor-Based 换成了 Anchor-Free。

Loss 部分的改进如下。

(1) YOLOv8 抛弃了以往的 IOU 匹配或者单边比例的分配方式，而是使用了 Task-Aligned Assigner 正负样本匹配方式。

(2) 引入 Distribution Focal Loss (DFL)。

Train 部分，训练的数据增强部分引入了 YOLOX 中的最后 10 epoch 关闭 Mosaic 增强的操作，可以有效提升精度。

Backbone 和 Neck 的具体变化如下。



图 1 街景照片处理前后对比图

- (1) 第一个卷积层的 kernel 从 6x6 变成了 3x3。
- (2) 所有的 C3 模块换成 C2f。
- (3) 去掉了 Neck 模块中的 2 个卷积连接层。
- (4) Backbone 中 C2f 的 block 数从“3—6—9—3”改成了“3—6—6—3”。

(5) 查看 N/S/M/L/X 等不同大小模型，可以发现 N/S 和 L/X 两组模型只是改了缩放系数，但是 S/M/L 等骨干网络的通道数设置不一致，没有遵循同一套缩放系数。

2.3 敏感信息模糊处理

对于检测到的人脸和车牌，采用像素化模糊技术对检测出的区域进行模糊化处理，通过设置颜色、像素值等方式，对敏感信息模糊化处理，在保障隐私安全

的同时保留背景完整性，兼顾合规性与视觉自然度，有效解决传统人工处理效率低、漏检率高的问题。街景照片处理前后对比图如图 1 所示。

2.4 模型验证

使用处理好的 Wider Face 数据集和 CPPD 数据集，对 YOLOv8 模型进行训练，并使用地名的街景照片数据进行验证，人脸检测准确率达到 94.2%，车牌检测准确率达到 94.4%。

结语

本文将 YOLOv8 与传统图像处理技术相结合，利用 Wider Face 和 CCPD 数据集训练深度学习模型，精准定位街景照片中的人脸和车牌等敏感信息，采用像素化模糊技术进行动态脱敏，在保护隐私的同时保留街景特征，高效高质量完成批量街景照片敏感信息处理，确保敏感信息脱敏的同时保持图像整体可用性，有效防止了个人敏感信息的泄露，增强了公众对街景照片的信任度，促进了街景数据的合规使用，具有广阔的应用前景。同时，由于某些街景照片中人脸、车牌等存在遮挡或者目标很小，导致敏感信息漏检，下一步将继续对模型进行优化训练，进一步提升算法准确率和处理速度，适应更复杂的街景环境。

引用

[1] 张鹏,孔韦韦,滕金保,等.基于多尺度特征注意力机制的人脸表情识别[J].计算机工程与应用,2022,58(1):182-189.

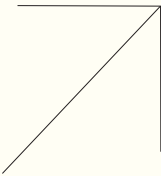
[2] 雷建云,马威,夏梦,等.基于DenseNet的人脸图像情绪识别研究[J].中南民族大学学报(自然科学版),2023,42(6):781-787.

[3] 邵薇.基于深度学习的人脸检测与识别研究[D].大连:大连交通大学,2025.

[4] 龚超.基于深度学习的中国车牌识别算法研究[D].合肥:合肥工业大学,2022.

[5] 徐澳谱.基于改进YOLOv8与LPRNet的实时车牌识别算法研究[D].武汉:湖北大学,2024.

[6] Redmon J,Divvala S,Girshick R,et al.You Only Look Once:Unified, Real-time Objectdetection[C]//Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.2016:779-788.



民办高校数据治理的思考与建议

文 ◆ 武昌首义学院 刘靖铭

引言

随着国家教育信息化建设与教学改革不断推进，校园智慧化管理越来越受到重视。数据是建设智慧校园的核心资产，数据治理则是实现校园信息化的关键环节。由于部分民办高校信息化建设较早，缺乏有效管理、对数据准确性不够重视，积累了大量重复、无效、错误的数据。这些数据不仅涉及学校隐私，还会直接影响管理决策的准确性。如何保证数据的准确性成为智慧校园建设的难点。因此，本文旨在通过深入探讨民办高校数据治理存在的问题，分析具体原因，并提出建议，以期为民办高校智慧校园建设提供新的思路与方法。

1 民办高校智慧校园数据治理存在的问题

1.1 缺少数据标准和顶层设计规划

民办高校在早期信息化实施过程中，缺乏数据标准和顶层设计规划。大多数业务部门会根据自身的业务需求采购信息化系统，不同部门采购信息化系统的时间点也不尽相同，每个系统厂商采取的数据标准和数据库也不一样，各个系统之间彼此独立。同时，各部门系统管理员没有从校级层面思考未来的数据共享与流通，导致各部门协同业务处理起来较为困难，基础数据重复管理，数据资源也无法实现高效共享。

1.2 数据维护权责不清晰

高校人员类别繁多，包含教职工、学生、第三方服务人员、附属单位人员、校友、访客等。本科教务系统和研究生教务系统中的学生数据质量较高且相对规范，可以作为学生的权威数据来源。在编教职工一般以人事系统作为权威数据来源。部分民办高校还包含校企合作人员和外聘专任教师，这些第三方人员均由各个教学单位或者业务部门进行聘用，人员流动性极大。很多高校人事部门并不直接管理第三方聘用人员，甚至部分民办高校该类人员的数据还是以各个部门线下记录为主，没有确定的数据来源，数据维护权责不明确。

1.3 业务系统之间数据无法相互流转

由于缺乏统一的数据标准、规范接口以及系统管理人员专业知识不足等原因，数据在不同系统间的共享和流通受到阻碍，对高校整体的运行效率和管理效能产生了负面影响。数据标准的缺失导致采购的不同系

统分别采用各自厂商不同的数据格式和定义方式，使数据在不同系统传输和转换过程中容易出错。统一规范接口的缺乏导致系统集成更为复杂、数据传输效率低。而系统管理员由于专业知识不足，难以准确对接数据以及快速解决数据共享中的问题，导致数据共享和流通失败，耗费问题处理时间。

1.4 信息化部门处于弱势地位

民办高校信息化部门在数据治理工作中往往处于弱势地位，面临着权责不匹配的困境。信息化部门通常被视为辅助性部门，在学校决策和资源分配中处于边缘位置，使得在推动数据治理工作时缺乏足够的话语权和领导支持。信息化部门在数据治理中承担着重要的技术支持和协调职责，但由于缺乏足够的话语权和约束力，在与各业务部门沟通协调数据治理工作时，往往难以达到预期效果。

1.5 各个部门之间沟通不顺畅

民办高校信息化部门在推动数据治理工作的过程中需要经常与校办公室、学工部门、教务部门和保卫部门等保持紧密联系和沟通，便于及时了解当前业务系统的数据质量和存在的数据问

【作者简介】刘靖铭（1995—），男，湖北潜江人，本科，中级工程师，研究方向：高校信息化建设。

题。然而，各业务部门工作人员在日常工作中并没有深刻理解数据治理的重要性，大多数认为与自己的业务无关，甚至觉得工作量反而会有所提升，导致信息化部门工作人员在与其他部门工作人员沟通时极为不顺畅，无法达到数据治理的预期进度和效果。

2 高校现阶段数据治理困难原因分析

2.1 软件厂商的数据标准不统一

在软件开发过程中，同一个软件厂商的不同产品由不同的研发团队负责，如果这些团队在开发前未能充分沟通，那么会导致同一厂商的不同产品在相同字段上使用不同的数据代码。当该类软件被高校采购后，高校信息化部门想要获取不同业务系统的基础字段时，就会出现冲突。例如，某系统厂商的学工系统和教务系统，学籍代码字段不一致，学工系统 04 为未报到新生，而教务系统中 04 代码为停学，这导致高校在不同系统中进行数据流转时会出现学籍冲突问题，影响了数据流转的效率和利用率。

2.2 各部门缺乏统一的数据标准

各部门或系统有各自的数据标准。例如，招生部门和教务部门均涉及“专业”这一字段，但由于面向对象不同，二者的专业名称存在差异。招生系统的专业名称来源于国家高考志愿填报系统，主要针对高中毕业生；而教务系统的专业名称则面向在校生，且高校的“专业”字段通常以教务系统为权威流转到其他业务系统，二者的专业名称和代码不一致，导致新生数据流转往往成为

难题。民办高校的学生数据来源于招生系统，但学号和班级等数据是由教务部门进行编制，专业名称和专业代码等数据则大多数由教务部门提供权威版本。如果各部门坚持自己的数据标准，那么必然会影响源数据流转到业务系统的效率。

2.3 系统管理员信息化素质参差不齐

当前，多数民办高校各业务部门的系统管理员和信息技术部门的技术人员往往不是计算机专业人员，且一人身兼多职，业务部门的系统管理员都是业务员兼职系统管理员。对于系统操作和数据管理理解较浅显，学习能力和意愿不高，导致业务和技术出现脱节。部分信息技术部门的技术人员对于部门间的业务缺乏了解，缺少与业务部门之间的沟通，不了解业务部门具体业务的难点和痛点，无法识别业务系统数据之间的关系。换言之，懂业务的人员不愿意花更多的时间学习技术，懂技术的人员不愿意花更多的时间学习业务。

2.4 数据治理资金投入不足

首先，由于校领导更关注短期、直观的教育成果，而数据治理的成效往往需要较长时间才能凸显，因此不会将其作为优先事项。其次，民办高校资金来源较单一，多数来源于学费，难以满足数据治理的资金需求，同时缺乏吸引外部投资的能力，如校企合作、校友捐赠等。最后，数据治理需要长期、持续的资金投入，这对于资金有限的民办高校来说是一个极大的挑战，导致民办高校在数据治理上普遍投入不足。

2.5 各部门沟通存在壁垒

数据治理是一项需要高校多个部门协同合作且长期复杂的工作。例如，教学实验系统分布在各个学院，而这些学院又所处不同的位置。在组织数据治理沟通会议时，召集各学院的系统管理员本身就是一个挑战。这种情况无意中导致了校园内的“信息孤岛”现象，阻碍了有效沟通和交流。特别是在信息技术部门话语权较低的情况下，将各个部门和学院的系统管理员聚集起来探讨数据治理问题变得更加困难。这种沟通壁垒不仅影响了数据的整合和共享，还限制了数据治理的整体效能。

2.6 数据治理优先级不高

在民办高校的日常运营和长远发展中，由于资金来源单一，教学和科研无疑是其核心使命和主要任务。相比之下，数据治理虽然对提升教学质量、优化科研管理以及增强决策支持等方面具有重要作用，但在实际中往往被边缘化。具体体现为许多高校管理者和教师认为数据治理是一项辅助性工作，其直接效益不如教学和科研那样立竿见影。此外，数据治理涉及的技术复杂性、长期投资回报的不确定性以及跨部门协调的难度，使得它在资源分配时往往不如那些看似更为紧迫和直接的任务受到重视。

3 民办高校智慧校园数据治理执行思路

3.1 建立以应用为牵引的数据治理策略

民办高校在面对资金投入不足、缺少数据顶层设计和数据标准、校领导不够重视等多重挑战时，应分阶段开发数据中心资源，逐步构建多个查询应用并将其部署到移动门户。这些查询应用将为教职工和学生提

供在线信息查询功能,如学生宿舍异常记录、学分查询、空闲教室、书籍借阅等查询应用。同时,为教师提供学生学业信息查询,如学生上课签到时间和网上作业完成情况。每一个应用的上线都是对校园数据进行治理的契机,师生在查询过程中发现问题,及时联系信息技术部门收集异常数据,通知数据源头部门进行修改,这种方式可以提升部分数据质量。通过若干轮应用的上线,可以逐步提升数据质量。这样以应用为牵引的数据治理将逐步推进,数据治理的规模也将逐步扩大,最终实现校园数据的整体优化和提升。

3.2 建立数据标准和顶层设计

制度章程是确保数据治理有效实施的保障,通过制定一系列的数据治理管理制度,建立完善的数据流程管理体系,保证数据在管理的过程中系统化、可视化^[1]。应加强顶层规划设计,明确数据标准,统一校级数据标准制度建设思路,建设三级联动的校级数据标准库、集中式数据服务平台和大数据查询应用。通过分阶段规划、梳理业务部门迫切需求,以大数据查询应用为牵引,逐步对数据进行治理。制定明确的数据规范管理办法,明确数据采集、使用、同步规则,为全校数据治理提供统一的方向。此外,在业务部门采购系统时,尤其是采购同一家厂商的多个系统,应要求厂商保持不同应用系统间基础数据的一致性。对于单个应用系统的采购,应确保基础数据是通过数据中心获取权威部门的源头数据,包括组织机构代码和名称、学号、教工号、专业号和专业名称等关键基础信息。以上措施均有助于维护数据的一致性和准确性,从而提高数据治理的整体效能。

3.3 遵循数据质量管理原则

对校内现有身份数据进行质量评估,身份数据的准确度、规范度、完整度和连贯度是重点治理方向,围绕姓名、工号、学号、手机号、证件类型和证件号、身份、职务等字段进行评估^[2]。根据数据质量标准,验证数据的完整性,如非空性、唯一性,验证邮箱是否为空、手机号是否重复、字段长度是否符合标准、工号是否重复等,以识别无效值。管理部门应遵循“谁生产数据谁负责”的原则,将这些数据问题反馈给数据生产的源头部门,要求对数据进行修改整理,补齐或修正相关数据,以确保数据的正确性。通过数据中心与权威系统人员信息进行对比,识别出存在空值、重复值、长度不匹配等错误或无效的人员信息,并将其反馈给数据源头的业务部门进行整改处理。

3.4 大力推动数据素养能力的提升

数据治理不仅是技术层面的工作,还有一种协同办公的团队文化。通过营造良好的数据治理氛围,使高校领导和教师都认识到数据的规范管理、合理使用对高校发展的重要性。高校应加强对相关业务人员的培训,提高他们在数据采集、清洗、整理、分析等方面的专业技能。在数据治理准备或实施过程中,举办多层次、多形式的培训活动,邀请数据治理领域的企业、专家为教师讲解数据治理的前沿理论、实践案例,使其全面了解数据治理的内涵和价值。组织走访其他高校或企业,学习他们在数据治理方面的先进经验和做法,拓宽师生的视野。开展调研活动,深入了解师生在数据使用过程中遇到的问题和需求,为改进数据治

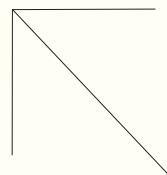
理工作提供依据。通过研讨活动,鼓励师生积极发表意见,共同探讨数据治理的有效途径,增强师生的参与感和责任感。

结语

数据是教育现代化的信息之源,数据治理是教育信息化的重要基石。民办高校在数据治理过程中普遍存在校领导不够重视、缺乏数据标准顶层设计和资金投入不足等问题,导致数据质量较差,无法实现多个业务系统之间的数据共享。针对民办高校数据治理困境以及智慧校园建设需求,应尽早开展数据治理工作,做好顶层规划设计,建立数据标准,实现多系统数据共享,从而为建设智慧校园提供准确、有效的信息化服务。^[3]

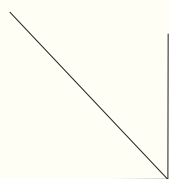
引用

- [1] 周志成,李艺谋,杜宪华,等.高校智慧校园数据治理的研究与应用[J].吉林化工学院学报,2023,40(11):84-88.
- [2] 叶宁.高校人员身份信息化数据治理策略研究[J].信息记录材料,2023,24(10):16-19.



AI 技术下高职院校 国际学院跨文化交流的创新模式

文 ◆ 韩国大真大学 刘义真



引言

在全球化背景下，跨文化交流已成为高职院校国际学院教育的重要内容。人工智能（AI）技术的迅猛发展，为高职院校国际学院的跨文化交流带来了新的机遇。AI 技术凭借其在自然语言处理、机器翻译、知识图谱等方面的优势，为跨文化交流提供了有力的技术支撑。高职院校国际学院应积极探索 AI 技术在跨文化交流中的应用，创新交流模式，提高学生跨文化交际能力，培养具有国际视野的高素质技术技能人才。

1 AI 技术在跨文化交流中的应用现状

1.1 AI 翻译技术突破语言障碍

语言障碍是跨文化交流的主要障碍。AI 翻译技术特别是神经机器翻译的发展，极大提高了翻译的准确性和效率。例如，谷歌翻译、百度翻译等 AI 翻译工具已广泛应用于跨文化交流实践^[1]。AI 同传技术也开始在国际会议、论坛中崭露头角，为不同语言背景的交流者提供实时高质量的翻译服务。

1.2 智能对话系统促进文化互动

智能对话系统利用自然语言处理和知识图谱技术，能够实现与用户之间类人化的对话交流。在跨文化背景下，智能对话系统可作为虚拟文化助理，回答学生关于异国文化的问题，提供个性化文化百科服务。部分研究机构开发了情感感知的对话系统，能够识别不同文化背景下的情感表达差异，促进文化间的情感互动。

1.3 虚拟现实技术提供身临其境的文化体验

虚拟现实（VR）技术利用计算机图形学和传感技术，生成逼真的虚拟环境，让用户沉浸式体验异国文化。部分博物馆利用 VR 技术再现了历史文化场景，让观众身临其境地感受不同时空的异域文化。高校将 VR 技术应用于跨文化教学，搭建虚拟校园、虚拟课堂，为学生提供沉浸式的异国文化学习体验。

2 基于 AI 技术的跨文化交流创新模式

2.1 搭建智能翻译平台，畅通语言交流

随着 AI 技术的快速发展，智能翻译已成为跨文化交流的重要工具。高职院校国际学院应紧跟这一趋势，积极搭建智能翻译平台，为师生提供便捷高效的跨语言交流服务。这不仅能够帮助学生突破语言障碍，畅通与外国师生的交流渠道，还将极大提升国际学院的教学和管理水平，为培养国际化人才创造良好条件。智能翻译平台的建设要立足实用性和可操作性^[2]。首先，平台要集成多种主流语言的翻译引擎，覆盖英语、法语、西班牙语、阿拉伯语等国际学院常用语种，确保翻译的广度。其

【作者简介】刘义真（1978—），男，山东潍坊人，博士，企业一级人力资源管理师，研究方向：高校行政管理。

次，平台要支持文本、语音、图像等多种输入方式，满足师生在不同场合下的翻译需求。最后，着力打造智能翻译的移动端应用，让师生可以随时随地利用碎片时间开展跨语言交流。移动端应用要设计良好的交互界面，提供在线词典、例句库等配套资源，方便学生学习语言和文化知识。智能翻译平台的应用要嵌入国际学院的各个环节。在教学方面，智能翻译可用于辅助外语课程教学，帮助学生快速理解课堂内容，提高学习效率。教师也可利用智能翻译优化教学设计，如提供双语教学资源、设计跨文化交流任务等。

2.2 利用 VR 技术开展异地文化体验活动

VR 技术以其身临其境的体验感和强大的互动性，为跨文化交流注入了强劲动力。高职院校国际学院应抓住这一机遇，积极与海外友校开展基于 VR 技术的异地文化体验活动，为学生提供沉浸式、多元化的文化交流平台。通过 VR 文化体验，学生可以突破时空限制，足不出户就能“走进”异国文化场景，亲身感受不同国度的风土人情，拓宽全球视野。开创了国际学院文化交流的新模式，助力学生成长为具有家国情怀和国际视野的高素质技术技能人才。VR 异地文化体验活动要紧扣跨文化交流的核心要义，体现文化的多样性和交融性。国际学院可围绕节日、艺术、生活等跨文化交际的重点领域，与海外院校共同策划 VR 体验主题。通过丰富立体、形象生动的 VR 体验，学生可直观感受中外文化的差异与交融，加深对不同文化的理解和尊重。VR 异地文化体验活动要充分发挥学生的主体性和创造性。活动前，组织中外学生开展线上交流，共同确定 VR 场景的选题、内容、形式等，激发学生跨文化合作的热情。在 VR 场景搭建过程中，学生可结合专业所长，参与 3D 建模、动画制作、音效设计等环节，提升跨文化交流和创新创业能力。活动中，为学生提供充足的自主体验时间，鼓励学生在 VR 场景中进行探索互动、角色扮演等，深度参与文化体验。活动后，引导学生对 VR 文化体验进行反思分享，梳理跨文化交流的心得体会，并讨论 VR 活动的改进优化措施，促进文化交流活动的可持续发展。VR 异地文化体验是高职院校国际学院创新跨文化交流模式的有效尝试。

2.3 建设 AI 导师系统，提供文化指导服务

随着人工智能技术的蓬勃发展，高校教育迎来了智能化变革的新契机。面向日益频繁的跨文化交流需求，高职院校国际学院应顺势而为，积极利用智能对话等 AI 技术，建设集知识传授、能力训练、策略指导于一体的智能文化导师系统。智能文化导师系统的建设要以知识图谱为基石，通过爬虫技术获取、知识融合等方式，构建一个涵盖世界主要国家历史、地理、艺术、生活习俗等方面的文化知识库。借助自然语言理解技术，系统可准确解析学生的文化提问，并利用知识推理与问答技术，从浩瀚的知识海洋中检索、组织和呈现最相关的文化知识点，为学生答疑解惑，扩展文化视野。智能文化导师系统要着力培养学生的跨文化交际能力，系统可利用多模态情感识别技术，全面感知学生在跨文化交流中的语音语调、面部表情、肢体动作等信息，并利用 AI 算法分析学生跨文化交际过程中的优势与不足。在此基础上，导师系统可为学生提供针对性的语言表达、身体语言、交际策略等方面的指导和训练。通

过个性化、情境化、体验式的训练，学生可掌握跨文化交际的核心技巧，提高文化理解和传播能力。智能文化导师要嵌入学生跨文化交流的全过程，通过桌面端和移动端应用的开发，系统可为学生提供随时随地可访问的文化指导服务。学生在课堂学习、校园交流、海外访学等不同场景下，都可以与 AI 导师进行流畅的人机对话，寻求文化疑问的解答、文化活动的建议等。系统还可通过学习分析技术，跟踪学生的跨文化学习轨迹和能力发展，适时推送符合学生特点和需求的文化资讯、交流任务等个性化服务，调动学生文化学习的积极性。例如，当学生跨文化交际能力达到一定水平时，导师可为其推荐更高阶的文化挑战任务，如参与国际学术会议的交流、承担外国友人的接待等，促进学生在真实情境中强化文化实践能力。

2.4 开发文化学习 App，实现个性化文化学习

移动互联网时代，App 已成为当代大学生学习生活的重要工具。开发一款贴合学生需求、体验优质的跨文化学习 App，既顺应信息化发展大势，又能为高职院校国际学院开展文化交流教育提供助力。跨文化学习 App 应以个性化智能推荐为核心功能，借助机器学习算法，App 可对学生的文化学习行为进行全方位、动态化的数据采集和分析，包括学习时长、浏览内容、互动情况等，从而构建学生个人的知识图谱和学习画像。基于此，智能推荐引擎可为每位学生量身定制专属的文化学习路径和资源，满足学生的个性化需求。例如，对意大利文化感兴趣的学生，系统可重点

向其推送意大利历史、艺术、美食等方面的学习内容；对于学习风格偏视听型的学生，App可优先推荐纪录片、音乐剧等形式生动的文化学习材料。个性化、精准化的智能推荐可帮助学生聚焦感兴趣的文化主题，提高学习针对性和效率。移动化、碎片化的学习是跨文化App的另一亮点，App要充分利用移动互联网的便捷优势，为学生打造随时随地、随手可得的文化学习环境。学生可利用课间、午休、通勤等零碎时间，通过手机、平板等移动终端访问App，开展短时高效的文化学习。为适应碎片化学习，App中的知识点要设计精练，如文化tips、单词卡片、名句欣赏等，每个知识单元控制在5~10min内，既符合学生的注意力特点，又能产生学习的成就感。同时，通过设置文化学习任务推送、打卡提醒、森林种树等激励机制，培养学生利用碎片时间持续学习的习惯，让文化学习融入日常生活，提升学习获得感和幸福感。跨文化学习App要创设丰富有趣的文化学习体验，将游戏化理念融入App设计，不仅能激发学生的文

化学习兴趣，还能让学生在沉浸式体验中实现潜移默化的文化习得。

3 AI 技术在跨文化交流中的优势与展望

3.1 优势

3.1.1 AI 技术优化跨文化交流体验

AI技术在语言翻译、知识服务、情感识别等方面的优势，可显著提升学生的跨文化交流体验。智能翻译让学生无需担心语言障碍，随时随地与外国友人交流。海量的文化知识库让学生可便捷获取异国文化信息，拓宽国际视野^[3]。情感感知的AI系统可引导学生在跨文化交流中恰当表达情感，体验高质量的文化互动。

3.1.2 AI 技术促进文化理解和包容

AI技术为学生提供了沉浸式、多样化的异国文化体验，引导学生在体验中加深对不同文化的理解。AI导师可教授学生换位思考、尊重差异的跨文化交际策略，培养文化包容意识。个性化的文化学习让不同背景的学生都能找到感兴趣的文化切入点，提高文化学习积极性。

3.2 展望——打造智慧化跨文化交流生态

未来，高职院校国际学院应以AI技术为支点，打造融合虚拟与现实、在线与离线的智慧化跨文化交流生态。线上，师生可通过智能对话、VR体验、直播互动等方式，与海内外伙伴开展多元化的远程文化交流^[4]。线下，AI驱动的智能场景识别、同声传译、情感感知等技术将嵌入校园空间，营造身临其境的异域文化氛围。随着5G、物联网等新技术与AI的融合，未来的跨文化交流将突破更多时空界限，让不同国度的青年在“云端”无缝链接，成为真正的“地球村民”。

结语

AI技术为高职院校国际学院的跨文化交流注入了强劲的动力，面向未来，国际学院应立足AI前沿，不断创新跨文化交流模式。通过数字孪生、全息投影等黑科技，为学生营造身临其境的异国文化场景；利用类脑智能，研发能读懂文化内涵、把握交流情境的高级AI系统；基于区块链技术，构建安全可信的跨文化信息交互网络。国际学院要将跨文化交流的理念融入人才培养全过程，以“AI+文化”的融合创新，培养具有家国情怀、国际视野、跨文化交际能力的高素质技术技能人才，为构建人类命运共同体贡献智慧和力量。

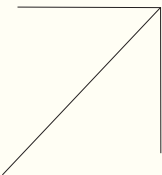
引用

[1] 王国红.中俄跨文化交际障碍及应对策略研究[J].文化创新比较研究,2018,2(16):197-198.

[2] 徐爱君.谈高职英语教学中跨文化交际能力培养对策[J].江西电力职业技术学院学报,2019,32(5):42-43.

[3] 张彩霞.跨文化交际视角下大学英语教学的改革[M].北京:中国水利水电出版社,2017.

[4] 李睿.旅游管理专业学生跨文化交际能力培养[J].教育与职业,2013(35):137-138.



基于区块链的 地产优质农产品认证溯源的设计与实现*

文◆上海市大数据中心 倪雄 杨昊 肖楚乔 陈旭

引言

随着我国经济的快速发展，人们对食品安全问题越来越关注。农产品溯源作为保障食品安全的有效手段，逐渐成为行业关注的焦点。本文针对地产优质农产品溯源问题，提出了一种基于区块链技术的溯源系统，通过分析区块链技术的特点，设计了一套完整的溯源体系，实现了农产品从生产、加工、运输到销售全过程的信息透明化，为消费者提供了安全可靠的农产品，同时有助于宣传和保护地产优质农产品品牌。

1 农产品的溯源问题

近年来，国家陆续颁布的法律法规以及政策文件强调各级农业部门应对振兴乡村、推广地产优质农产品、农业数字化转型、智能化转型等工作起到指导作用，对区块链技术在农业领域的深入应用有明确要求^[1-4]。上海市发布的多项文件要求中也对大力提升农业数字化水平提出了明确要求，打造“农业+政务区块链”应用^[5-7]。

本文以地产优质农产品品牌建设、农产品溯源、服务监管、跨部门数据查验为主要建设目标，利用区块链技术的分布式账户保存、不可篡改等特点，搭建农产品认证溯源平台，结合涉农主体、监管主体，提升

数据采集效率，保障数据真实性，实现同步记录数据、信息实时共享，实现地产优质农产品从田间到餐桌的全生命周期追溯，塑造一批品质过硬、特色突出、竞争力强的地产优质农产品，促进农民增收，进一步提升现代农业产业功能、服务功能、生态功能。

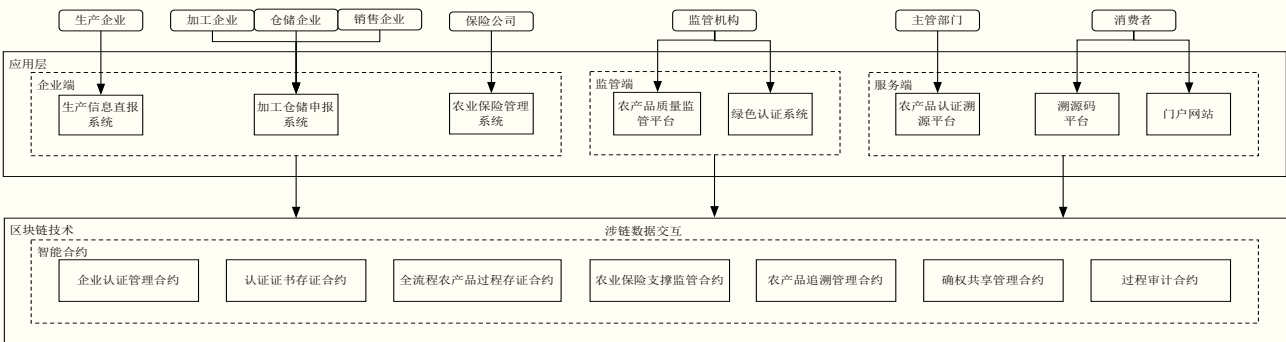


图1 农产品认证溯源总体架构图

*【基金项目】区块链全流程智能监管技术研究与应（24BC3201200）

【作者简介】倪雄（1979—），男，上海人，研究生，高级工程师，研究方向：区块链、大数据、人工智能。

2 农产品认证溯源体系的设计与实现

农产品认证溯源总体架构图如图 1 所示，通过区块链链通各企业端接入的各生产 / 经营主体、监管机构，实现地产优质农产品的全生命周期追溯，进一步打造优质地产农产品品牌，提升消费者信任，促进智慧农业发展。

2.1 企业端的设计与实现

2.1.1 生产信息直报系统

生产信息直报系统支持农业生产经营主体对经营主体信息、农产品种源信息、生产采收信息进行填报并上链存证，确保生产信息可溯源，实现地产优质农产品品牌的认定，提升品牌价值。

2.1.2 加工仓储申报系统

加工仓储管理系统针对深加工农产品，提供申报页面，实现数据从收集、存储、加工等后端环节的记录。同时，基于企业数字身份完成数据上链存证，串联农产品从生产到加工的全过程。

2.1.3 农业保险管理系统

农业保险管理系统是为了实现政策性农业保险的全流程线上化操作，与农业生产地块绑定，实现保险数据上链存证，以保单为抓手串联农业生产的全流程。

2.2 监管端的设计与实现

2.2.1 农产品质量监管平台

农产品质量监管平台可实现日常巡查记录台账数据上链，确保上链数据可追溯、可追责。

2.2.2 绿色认证系统

通过开发企业和农产品的绿色认证功能，实现企业、农产品绿色认证数据以及绿色认证证书上链，并支持查询与验证。

2.3 服务端设计与实现

2.3.1 农产品认证溯源平台

农产品认证溯源平台包含数

据治理、上链数据管理、溯源管理以及成果展示大屏等模块，通过采集各端应用上链的业务数据，经数据治理服务后形成统一规范化的数据形式，配置串联规则，通过合约自动提取链上数据形成产品溯源信息，并形成数据统计报表，通过大屏动态直观展示农产品上链总体情况。

2.3.2 溯源码平台

溯源码平台包括发码管理、扫码管理和申码管理，确保物码的申请、生成、发放、使用与监管流程的顺畅与高效。地产优质农产品溯源查询实现与 App、小程序对接，通过扫码展示地产优质农产品溯源相关信息。

2.3.3 门户网站

通过系统门户显示地产优质农产品上链概况，包含区块链应用场景统计分析、区块链可信查验。

3 区块链在应用领域的设计与实现

各环节数据上链确保数据的不可修改，可以实现地产优质农产品各环节的可信溯源以及去向可信追溯，实现企业以及产品的公众信任赋能。

3.1 企业认证管理合约

基于智能合约对业务系统中身份认证行为与结果进行上链存证和判定，对认证过程状态变更进行链上留痕，作为后续数据确权以及共享保护的依据，确保数据来源可信可追责。

3.2 认证证书存证合约

在区块链上创建绿色食品、食品认证等认证证书，生成多方公认的证书标识，向其他应用链共享，实现跨链核验。

3.3 全流程农产品过程存证合约

开发一组全流程存证共享的合约，对地产优质农产品从种源、生产、加工、监管、保险、认证、销售等全流程核心信息、认证证书信息、高价值数据实现数据上链共享、信息验证等功能。各环节数据经由认证的可信源实时上链存证，根据授权凭证开放共享使用的权限。

3.4 农业保险支撑监管合约

对农业保险的投保和理赔要约规则进行链上共识，实现农业保险险种的自动投保以及理赔，提升保险的业务效率。

3.5 农产品追溯管理合约

对追溯节点完整性、各环节数据链接以及可信溯源评定规则进行共识，自动提取全流程数据并组装形成完整追溯链条，进行来源可信、上下游对账以及链条完整性等可信溯源判定。

3.6 确权共享管理合约

对链上数据分类分级，确认数据归属，对数据上链、更新与共享使用过程进行确权验证。自动按照共识的预置授权规则以及用户凭证对共享数据的使用行为进行验证，保证数据经授权后使用。

3.7 过程审计合约

基于智能合约对于数据不合规上链、身份认证异常、数据确权异常、未授权共享查询、数据异常更新、关键可信控制规则违规等行为自动进行审计，通过区块链驱动业务系统整改，助力业务系统规范化，提高公信力。

4 业务流程

4.1 数据上链流程

各环节业务主体完成相关数据采集后进行上链存证，各环节上链流程如下。

(1) 生产企业通过生产信息直报系统申报信息，生成合格证信息，实现数据上链。

(2) 仓储企业、加工企业、销售企业通过加工仓储管理系统实现农产品的仓储信息、加工信息的数据上链。

(3) 保险公司通过农业保险管理系统实现生产主体的投保信息、保单信息以及理赔信息的数据上链。

(4) 监管机构通过农产品质量监管平台以及绿色认证系统实现生产主体的巡查信息、绿色认证信息和生产主体的认证证书信息的数据上链。

4.2 数据用链流程

为提升数据上链的价值，支持系统内外业务主体对链上数据的获取及利用，分为以下三类。

(1) 农产品业务数据串联规则上链，自动提取各环节链上数据进行组合，形成完整溯源信息并发码。消费者通过扫码溯源，可以查询认证信息、溯源流程，提升信任度，打造优质农产品品牌。

(2) 实现链上数据确权保护以及数据共享控制，自动提取相关数据推送至对应的业务系统，提升跨委办业务数据共享协同效率。

(3) 预设保险投保理赔规则，自动提取链上数据自动判定，实现保险的自动投保或理赔判定，提升保险业务效率。

结语

本文针对高价值农产品溯源问题，提出了一种基于区块链技术的溯源系统。该系统具有较高的安全性、透明性和可追溯性，为农产品安全提供了有力支持。

相较于单一单位中心化掌控的传统溯源系统，本文结合区块链技术，打通多方业务系统，实现多场景多系统之间的数据协作，打通数据壁垒，形成地产优质农产品完整溯源体系并实现跨委办数据共享，解决了政府、企业、消费者之间信息不对称带来的信任问题和协同困难，探索区块链在农业服务、市场监管等场景中应用。^[8]

引用

[1] 中华人民共和国国务院.国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知[R/OL].(2021-12-12)[2025-06-10].https://www.gov.cn/gongbao/content/2022/content_5671108.htm.

[2] 农业农村部办公厅,国家乡村振兴局综合司.社会资本投资农业农村指引(2022年)[R/OL].(2022-06-30)[2025-06-10].http://www.moa.gov.cn/nybgb/2022/202206/202206/t20220630_6403799.htm.

[3] 农业农村部.农业农村部关于拓展农业多种功能 促进乡村产业高质量发展的指

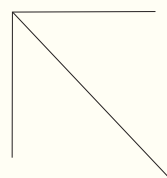
导意见[R/OL].(2021-11-17)[2025-06-10].http://www.moa.gov.cn/govpublic/XZQYJ/202111/t20211117_6382387.htm.

[4] 农业农村部.农业现代化示范区数字化建设指南[R/OL].(2022-08-23)[2025-06-10].http://www.moa.gov.cn/xw/bmdt/202209/t20220905_6408568.htm.

[5] 上海市人民政府.推进上海经济数字化转型 赋能高质量发展行动方案(2021—2023年)[R/OL].(2021-07-10)[2025-06-10].<https://www.shanghai.gov.cn/hqcyfz2/20230627/cd5630fe83c54942aa9ace3c61fb799f.html>.

[6] 上海市农业农村委员会.2023年上海市农产品质量安全监管工作要点[R/OL].(2023-04-21)[2025-06-10].<https://www.shanghai.gov.cn/gwk/search/content/543b63c1ce414d9fad61416fde543e0>.

[7] 上海市经济信息化委.上海市推进城市区块链数字基础设施体系工程实施方案(2023—2025年)[R/OL].(2023-07-31)[2025-06-10].<https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20230731/74d21b6a0d7e4f909168ad372c2b4f82.html>.



人工智能驱动 计算机辅助医疗系统的发展趋势

文 ◆ 金塔县人民医院 许云龙

引言

在医疗技术与信息技术深度融合的今天，计算机辅助医疗系统已成为医疗领域创新发展的重要驱动力。随着医疗数据规模呈指数增长，医疗需求日益复杂，传统的医疗模式已难以满足现代社会的健康服务需求^[1]。计算机科学与技术凭借其强大的数据处理、智能分析和资源整合能力，为医疗保健行业带来了新的变革。从新一代人工智能算法突破医疗数据处理难题，到医疗级计算架构优化和运算效率提升，再到数据管理技术保障医疗数据安全，计算机辅助医疗系统已在多个数量维度上实现技术创新，并逐渐在丰富的应用场景中扎根。但在其发展过程中，也面临着许多亟待解决的问题。

1 计算机辅助医疗系统的核心技术突破

1.1 新一代人工智能算法创新

在人工智能算法层面，通过算法创新突破医疗数据处理瓶颈。传统的机器学习算法难以解析复杂的高维医疗数据，而新一代的深度学习基于 Transformer 架

构，形成多头注意结构（见图 1），以有效处理电子病历中的自然语言文本，并通过语义理解提取重要的医疗信息，提高诊断效率。联邦学习算法利用分布式计算框架，交换加密参数，实现跨机构数据协同训练，在保护患者隐私的同时，实现医疗保健的目标。同时，解决数据分散难题，提高人工智能诊断模型在医疗场景中的普及化能力。



图 1 Transformer 架构

1.2 医疗计算与数据技术的融合发展

医疗级计算架构通过融合 CPU 逻辑控制、GPU 并行计算以及 ASIC 芯片加速特性，实现医疗图像与基因组分析等任务的高精度计算调度。例如，AlphaFold 借助定制芯片与 GPU 集群加速蛋白质结构预测，边缘计算则通过嵌入式设备实现医疗数据本地化实时处理^[2]。在数据处理与管理方面，差分隐私、知识图谱以及区块链技术构建起安全的数据生态系统，分别实现数据匿名共享、碎片化数据结构化整合以及防篡改存储追溯，这些技术共同推动医疗智能化向更高水平发展。

2 计算机辅助医疗系统的典型应用场景

2.1 智能医学影像分析系统

2.1.1 三维可视化与影像分割技术

计算机图形学与深度学习算法的融合，为三维可视化与影像分割技术带来突破。在三维可视化方面，利用计算机强大的图形处理能力，将二维医学影像数据重构为三维模型（见图 2）。例如，通过 CT 或 MRI 扫描获取的人体断层图像，借助计算机的渲染算法，能够构建出立体的器官、组织模型。这种可视化技术不仅可以从多个角度观察病灶，还能通过调整透明度、旋转模型等操作，更精准地判断病变位置与范围。

影像分割技术则依赖深度学习算法，如 U-Net 网络，该网络通过“编码—解码”结构，在医疗影像中精准识别并分割出不同的组织与病灶区域。以肺部 CT 影像为例，计算机能够自动识别出肺部轮廓、肺结

【作者简介】许云龙（2002—），男，甘肃酒泉人，本科，助理工程师，研究方向：计算机。

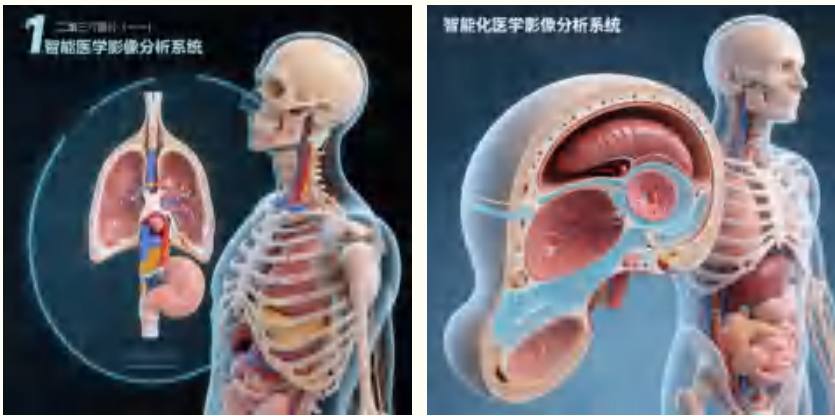


图 2 智能医学影像分析

节等，为诊断肺癌提供关键信息。相较于传统人工分割，计算机辅助的影像分割技术效率大幅提升，且分割精度更高，减少了因人为失误导致的漏诊、误诊情况。

2.1.2 影像 AI 云平台的部署与应用

云计算是构建影像人工智能云平台的基础。通过在云服务器上部署图像分析算法，医疗机构无需购买昂贵的本地设备，就可以通过网络访问人工智能图像分析服务。例如，整合多家医院的影像数据和分析模型，一线医院可以将患者的 X 光和 CT 等影像上传到云端，利用强大的计算资源和深度学习模型，快速进行图像分析，并将诊断结果反馈给医院。该模式实现了医疗资源的共享和优化配置，提高了基层医疗的诊断水平。它还支持多用户协作，不同地区的专家可以在云上检查相同的图像，共同讨论治疗方案。

2.2 医疗决策支持系统

2.2.1 基于知识图谱的智能推理引擎

知识图谱利用计算机数据库构建了庞大的医疗知识和病例数据结构化的知识网络。在医疗决策支持系统中，智能推理引擎根据知识图谱进行逻辑推理^[3]。输入诸如患者症状和测试结果等信息后，推理引擎将在

知识地图中搜索类似病例和医学知识，并分析疾病诊断和治疗方法。例如，对于复杂的心血管疾病，可以使用知识图谱将患者的病史、家族遗传信息、当前症状和各种测试指标联系起来，快速推断出最有可能的疾病类型并推荐相应的治疗方案。

2.2.2 强化学习优化医疗流程自动化

强化学习算法通过计算机模拟不同的医疗流程，并根据预设目标（如缩短患者等待时间、提高资源利用率）不断调整流程策略。在医院的病房管理中，利用强化学习算法可以优化病床分配、医护人员排班等流程。计算机模拟不同的病床分配方案，根据患者的病情轻重、预计住院时间等因素，通过不断试错与学习，找到最优的病床安排方式，提高病床周转率。在药品配送流程中，强化学习算法可以根据药房库存、科室需求等信息，自动规划配送路线与时间，实现药品的高效配送，提升医院整体运营效率，医疗决策支持系统流程图如图 3 所示。

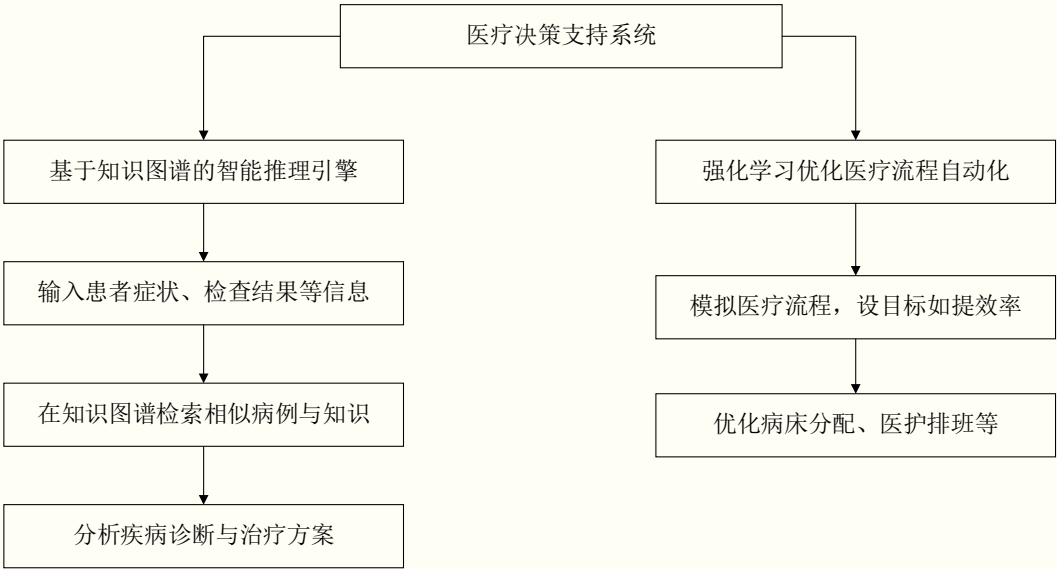


图 3 医疗决策支持系统流程简图

2.3 远程医疗与健康监测系统

2.3.1 5G 与物联网支撑的远程诊疗

5G 网络的高速率、低延迟特性与物联网技术的结合，为远程诊疗提供了可靠保障。在远程手术场景中，通过计算机操作远程手术机器人，5G 网络能够确保手术指令即时传输到手术机器人端，同时高清视频流将手术部位的画面实时传回操作端，实现远程精准手术。此外，物联网设备（如智能摄像头、传感器等）可以实时采集患者的生命体征、手术部位状态等数据，并通过网络传输给操作端。计算机对这些数据进行实时分析，辅助医生做出精准的手术决策，最终打破地域限制，让优质医疗资源能够惠及更多患者。

2.3.2 智能可穿戴设备的数据挖掘

智能可穿戴式设备集成了各种传感器，可以实时获取心率、血压和睡眠等生理数据。这些数据通过物联网发送到云端服务器，通过机器学习算法进行深度挖掘。例如，通过分析用户的长期心率数据，计算机可以预测用户患心脏病的风险；根据睡眠数据，评估用户的睡眠质量并提供改进建议。因此，根据数据挖掘的结果，智能可穿戴式设备可以向用户推荐个性化的健康管理方

案，从疾病治疗到健康预防，用户可以充分管理自己的健康。

3 系统发展面临的技术挑战

3.1 算法性能瓶颈与系统安全隐患

在计算机辅助医疗系统中，算法性能与系统安全问题紧密相连，阻碍了系统发展。深度学习算法处理医疗数据时，存在计算资源与泛化能力的双重困境^[4]。以医疗图像诊断为例，高分辨率的 X 射线和 CT 图像数据量大，普通 GPU 难以实时处理，易造成诊断延迟。同时，算法在不同医院设备采集影像上的泛化能力不足，成像参数、噪声差异会使诊断精度大幅下降。算法可解释性也较低，如病理图像合成中 GAN 生成结果缺乏科学依据，限制了医疗决策应用。同时，系统安全风险严峻，恶意攻击者可利用网络漏洞注入对抗样本篡改医学图像，医疗物联网设备也存在被黑客攻击的风险，硬件老化、软件故障等问题还会威胁系统稳定性，导致数据丢失、诊断中断。

3.2 跨系统兼容性与标准化难题

医疗信息系统与设备存在严重的兼容性和标准化缺失问题。不同医疗机构采用的数据格式和标准各异，如大型医院的电子病历系统多使用 HL7，基层医院却常采用自定义格式，这使得 AI 诊断系统整合多源数据时困难重重。同时，医疗设备接口标准混乱，超声波、核磁共振成像等设备通信协议不同，导致人工智能辅助系统无法高效访问多设备数据，严重阻碍了医疗资源的互联互通与协同利用。

结语

计算机辅助医疗系统在技术创新和应用实践中已取得显著成果，但其发展道路仍充满挑战。算法性能、安全性、兼容性问题制约着系统应用的扩展和深化。未来，计算机辅助医疗系统将在人工智能的驱动下，朝着更智能、更精准、更普惠的方向发展。多模态数据融合技术不断成熟，全面整合患者各类信息，助力医生做出更精准判断。大模型将发挥关键作用，在复杂疾病诊断、治疗方案制定等方面提供更强大的支持，突破现有辅助系统局限。同时，随着边缘计算和物联网发展，医疗服务将实现更广泛覆盖，远程医疗、居家健康监测更加便捷高效，提高医疗公平性。但前行之路仍需攻克数据安全、伦理规范、技术标准统一等难题，确保技术健康可持续发展，为全球医疗事业带来深刻变革。^[8]

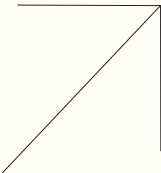
引用

[1] 陈钊,曾祥卫,孙志刚,等.人工智能医疗器械软件网络安全技术考量[J].中国医疗器械信息,2022,28(15):5-7.

[2] 甄鹏华,韩玉冰.基于边缘智能的心电信号处理方法及监测系统[J].信息技术与网络安全,2021,40(7):108-115.

[3] 刘再毅,石镇维,梁长虹.推进联邦学习技术在医学影像人工智能中的应用[J].中华医学杂志,2022(5):318-320.

[4] 张虹,周航,马玉骁.智能医疗领域标准发展分析[J].信息技术与标准化,2022(4):49-55.



人工智能技术赋能基础医学教育改革的 路径探索与理论构建*

文◆山西医科大学 薛星莉

引言

基础医学教育是培养卓越医学人才的重要环节，其教学目标不仅在于传授医学科学知识，还在于培养学生的批判性思维、临床推理能力和终身学习能力。然而，当前基础医学教育面临诸多挑战，如医学知识更新迅速、基础课程内容复杂、教学资源有限以及传统教学模式的互动性和个性化支持不足。这些问题已成为影响医学人才培养质量提升的重要瓶颈。

以人工智能（Artificial Intelligence, AI）为代表的新一代技术在教育领域展现出广泛应用前景^[1-2]。AI技术在图像识别、自然语言处理、知识图谱构建和个性化推荐等方面的强大能力，使其成为推动教育改革的重要工具。尽管AI技术在基础医学教育中的潜力已得到关注，但其应用仍处于试点阶段，尚缺乏系统化的理论支撑与整体性路径设计。本研究从理论与实践两个层面，探索AI赋能基础医学教育的具体路径，提出“AI赋能基础医学教育三维模型”，并结合“智慧医学教育生态系统”构想，为基础医学教育的智能化转型提供理论依据与实践指导。

1 AI 赋能基础医学教育的理论基础

随着教育范式的不断演进，人工智能在教学系统中所扮演的角色已由工具性辅助向认知拓展、思维重塑方向延伸^[3]。因此，要实现AI技术与基础医学教育的有机融合，必须立足教育学与认知科学的经典理论基础。

1.1 建构主义学习理论：以主动建构促进认知发展

建构主义强调学生在具体情境中主动获取与内化知识^[4]。AI技术通过提供探索式学习环境为学生创造问题驱动、交互反馈、持续探索的学习空间，有效激发学习动机，促进认知深化，突破传统“灌输式教学”的瓶颈。

1.2 情境学习理论：以临床场景实现“学用结合”

情境学习强调知识必须嵌入真实任务和社交互动中^[5]。AI技术通过

构建临床情境模拟系统将抽象的医学知识转化为具体问题，增强学生的实战感与医学直觉，推动知识迁移与能力提升，提高学生基础与临床的融合能力。

1.3 联通主义理论：以知识网络支撑复杂认知

联通主义认为学习是跨节点的知识网络构建过程^[6]。在基础医学教育中，AI可通过构建知识图谱、语义分析和跨学科推荐等方式，帮助学生打破学科壁垒，构建结构化、动态化、逻辑严密

*【基金项目】2024年度山西医科大学教育教学研究课题“AI技术赋能医学基础教育阶段教学改革推动卓越医生教育培养的实践研究”（XJ2024190）

【作者简介】薛星莉（1993—），女，山西太原人，硕士，讲师，研究方向：大学生思想政治教育。

的知识体系，提升综合认知与跨学科整合能力。

1.4 适应性学习理论：以精准教学实现个性化发展

适应性学习强调学习路径应根据学习者的个体差异动态调整^[7]。AI 系统可分析学生行为轨迹、学习数据和反馈信息，动态推送学习资源，调整教学策略，实现千人千面的精准教学，提升学习效率与效果，体现现代医学教育“以学生为中心”的理念。

2 AI 技术在基础医学教育中的典型应用路径

2.1 智能教材与个性化推荐系统

AI 技术通过自然语言处理与知识图谱构建，实现数字教材的智能化升级。例如，被誉为“人体谷歌地图”的“BioDigital Human”平台，将三维解剖模型与多维医学知识数据库相结合，动态联动解剖、病理与手术内容^[8]。基于 AI 的个性化推荐系统可根据学生的学习进度、兴趣点与行为数据，推送符合其认知需求的学习资源，显著提高学习效果与参与度。

2.2 虚拟仿真实验与三维可视化教学

AI 结合虚拟现实与增强现实技术，提供了全沉浸式教学环境。例如，“Anatome Table”三维解剖系统让学生能够交互式探索人体器官、组织与病变结构，提升空间认知能力与实验操作技能^[9]。虚拟仿真实验还可模拟稀缺或高风险的临床场景，为学生提供更广泛的实践机会。

2.3 智能评估与学习反馈机制

AI 驱动的智能评估系统能够实时收集与分析学生学习数据，识别其知识薄弱环节，并提供

个性化反馈，实现评估与教学的深度融合。

2.4 临床思维训练与动态病例推演

基于大语言模型的医学问诊模拟系统能够与学生进行交互式对话，模拟问诊、病情分析与治疗决策全过程，从简单病例逐步过渡到复杂情境，帮助学生形成系统化、逻辑化的临床推理路径。

3 AI 赋能基础医学教育三维模型

3.1 知识传授革新：从静态到动态的多模态学习

AI 技术突破了传统医学教材的静态性与线性结构限制，使知识传授从“教师讲授—学生记录”的单向模式，转变为“智能推荐—深度建构”的动态、互动式学习模式。通过知识图谱和三维建模技术，AI 将复杂的医学理论知识以可视化的形式呈现，如将心脏泵血循环等抽象生理过程通过动态 3D 模型直观展示，提高学习效果同时激发兴趣；借助自然语言处理技术，AI 驱动的数字化教材能自动整合最新研究文献和临床数据，实现内容动态更新；基于学生的学习历史、行为数据与认知水平，AI 的个性化推荐系统能动态调整学习资源，形成个性化知识推送，从而全方位提升医学教育的效率与质量。

3.2 能力培养增强：从记忆型学习到高阶思维训练

AI 技术为医学教育从知识记忆向高阶能力培养的转型提供了重要支持，通过临床思维模拟、虚拟实验与多维反馈机制，帮助学生发展批判性思维、临床推理能力与创新能力。AI 生成的动态病例系统为学生提供了真实感强、复杂性高的临床训练场景，让学生完成诊断和治疗方案制定的同时获得实时反馈，培养逻辑思维与临床决策能力。结合虚拟现实技术，AI 创造了全沉浸式的虚拟实验环境，如 VR 模拟寄生虫生活史与病理解剖，学生能直观观察形态特征和生命周期，既提升空间认知能力，又为实际操作奠定基础^[10]。在此基础上，AI 技术支持学生在复杂情境中进行问题解决与创新训练，基于真实病例数据提出新的诊疗假设或研究设计并验证其可行性，鼓励主动思考和探索，形成创新性思维能力，从而实现医学教育从知识传授向能力培养的深刻转型。

3.3 学习方式重构：从被动接受到自主建构

AI 技术为基础医学教育提供了数据驱动的个性化学习路径、协作式问题探究平台以及智能评估机制，促进学生从被动接受转向自主建构与协同探究，实现学习方式的根本性变革。通过分析学生的学习行为轨迹与认知特征，AI 系统能够动态调整教学策略与学习内容，实现“千人千面”的精准教学。同时，AI 赋能的协作学习平台创造了虚拟环境，使学生能够共同解决复杂医学问题，既提高了团队合作能力，又增强了对跨学科知识整合的理解。此外，AI 驱动的学习反馈系统能够实时生成学习报告，帮助学生反思学习过程，促使其不断改进学习策略，提高学习成效，从而在医学教育中构建起一个更加主动、协作与反思的学习生态体系。

4 推动智慧医学教育生态系统建设

人工智能赋能基础医学教育的效果不仅体现在教学工具和技术手

段的改变，还引发了教育生态系统的深刻变革。智慧医学教育生态系统是指基于人工智能、大数据、云计算等技术手段，融合教学、管理、评估、资源与协同机制，构建起“以学生为中心、以教师为主导、以技术为支撑”的多维度、交互性教育环境。这一系统的构建是实现医学教育现代化与卓越医生培养目标的关键支撑。

4.1 角色重塑：教师与学生的新定位

在智慧医学教育生态系统中，教师从单一的知识传授者转变为学习引导者、教学设计者和技术融合者；学生则从被动学习者转变为知识构建的主体。

4.2 教学资源的动态整合

智慧医学教育生态系统强调教学资源的动态化升级和多维度整合，通过 AI 技术实现资源的实时更新、个性化匹配与多学科联动展示。AI 驱动的知识图谱与内容管理系统能够动态整合最新的医学研究成果与临床数据。智慧教育生态系统支持资源以多模态形式呈现，包括 3D 解剖模型、动态病例视频、虚拟实验场景等。AI 技术还促进了教学资源的区域共享与均衡分布，减少教育资源的不平衡问题，实现教育公平与普惠化发展。

4.3 教学管理的智能化升级

智慧医学教育生态系统中的教学管理以数据驱动为基础，实现了决策的精准化与管理的自动化。AI 技术通过实时收集与分析学生学习数据，生成个性化学习报告与教学改进建议。同时，支持全过程性、动态化的教学评价，相比传统的静态考试模式更加全面、科学，有助于提升教育质量。

4.4 协同创新机制：教育、临床与科研的深度融合

智慧医学教育生态系统强调教育、临床与科研的跨界协同，构建“教育—实践—科研”联动机制。通过虚拟临床仿真平台，实现教育内容与真实临床场景的无缝衔接，提高教学的实践性与临床关联性，支持学生将学习成果转化为科研选题。

结语

人工智能技术为基础医学教育的智能化、个性化与生态化发展提供了重要契机。“AI 赋能三维模型”与“智慧医学教育生态系统”的构建，描绘了从理论创新到实践落地的改革路径。通过政策支持、技术优化与机制创新的协同推进，新时代卓越医学人才的培养将迎来更广阔的空间与更深远的变革潜力。■

引用

- [1] 王茹,李毅恒,孙世仁,等.人工智能在医学教育中的应用前景与挑战[J/OL].中国医学教育技术,1-7[2025-04-24].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1317.G4.20250410.1143.002.html>.
- [2] 王慧君,袁羽西,杨坤蓉.ChatGPT时代下的医疗实践变革:潜能、挑战和应对[J].中国医学教育技术,2025,39(2):153-157.

- [3] 王斌,田士来,王小成,等.以Chat GPT为代表的人工智能技术在医学教育中的机遇与挑战[J].医学教育研究与实践,2023,31(4):402-405.

- [4] 牟英君.浅谈建构主义学习理论在人体胚胎学教学中的应用[J].现代职业教育,2016(24):131.

- [5] 李萌.情境学习理论的发展与教学应用研究[J].山西能源学院学报,2023,36(4):31-33.

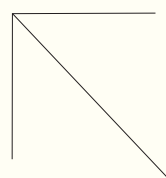
- [6] 赵仕红.基于联通主义学习理论的高校混合式教学研究[J].科技风,2024(35):89-91.

- [7] 陈仕品.适应性学习支持系统的学生模型研究[D].重庆:西南大学,2009.

- [8] 马思然.智能3D可视化数字病人表达方法与临床应用研究[D].上海:中国科学院大学(中国科学院上海技术物理研究所),2020.

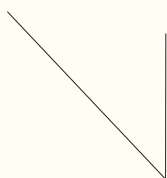
- [9] 梁冰,吴皓,范宇琴,等.耳鼻咽喉“互联网+”教学体系的构建探讨[J].基础医学教育,2022,24(10):798-801.

- [10] 齐艳伟,张玉红,马长玲.人工智能在“人体寄生虫学”教学中的运用[J].医学教育研究与实践,2025,33(2):264-268.



基于 AIGC 的数字人生成与应用研究

文 ◆ 中南财经政法大学 余树乔



应用演进趋势，为数字人技术的标准化、系统化发展提供理论依据与实践参照。

1 AIGC 驱动下的数字人核心技术

1.1 多模态生成技术

AIGC 技术的本质是大模型驱动的内容生成，涉及语言、图像、视频、音频等多模态协同。当前，Stable Diffusion、Make-A-Video、AnimateDiff 等模型可实现高质量的图像与视频合成，而语音生成模型（如 VALL-E、Bark、XTTS）则支持多情绪、多语种、多音色的语音表达^[2]。多模态生成系统正在推动内容从静态走向动态、从单一走向融合，为数字人提供了语义理解与表达能力的双重支持。

1.2 语音驱动与动作建模

语音驱动下的表情和肢体动作同步是实现数字人“拟人化”的关键。当前技术通过语音信号到音素的映射，再结合唇形同步技术（如 Viseme Mapping）、骨骼动画系统与动作迁移模型（如 Audio2Motion、StyleGestures），实现自然语言驱动的实时面部与身体表达^[3]。此外，还可通过深度学习网络对语义内容进行情感分析，使数字人在语调、表情、动作表现上实现情境感知。

1.3 视觉建模与神经渲染

高保真度的数字人需要依赖精细的视觉建模技术，如 3D 建模、纹理贴图与面部表情捕捉。神经渲染技术（Neural Rendering）通过引入神经网络对图形渲染进行优化，可在保证真实性的同时提高渲染效率。同时，结合表情迁移与头部重定向（Head Reenactment）技术，可实现任意人物形象在不同语境下的自然表达。

1.4 知识驱动与语义理解

为实现更自然的人机对话，AIGC 数字人须具备复杂语义理解与知识生成能力。大型语言模型通过预训练与微调机制，具备强大的语境适应能力。此外，通过 RAG（Retrieval-Augmented Generation）机制，数字人可结合外部教学资源、数据库与实时信息，实现更高可信度的内容输出。

1.5 实时渲染与边缘部署

为了适应多场景应用，数字人必须具备实时响应能力。Unity、Unreal

引言

数字人（Digital Human）作为人机融合的产物，借助 AIGC（Artificial Intelligence Generated Content）技术在形象生成、语音驱动、动作捕捉、情感交互等方面取得了显著突破。自 ChatGPT、Sora 等生成模型面世并不断发展迭代以来，数字人逐步从“高成本、低智能”的特效模型，演变为“低门槛、高可用”的虚拟个体，被广泛应用于新闻播报、虚拟客服、品牌代言以及教育陪伴等领域^[1]。本文以 AIGC 为技术基础，从底层能力到行业落地进行系统研究，力图揭示数字人从“生成”到“赋能”的路径逻辑，以期探索其在多元行业场景中的

【作者简介】余树乔（1996—），男，湖北黄冈人，硕士研究生，助理工程师，研究方向：教育信息化。

Engine 等游戏引擎结合 NVIDIA Omniverse、WebRTC 与 5G 网络，实现了数字人图像与语音的低延迟渲染与传输。此外，轻量化部署方案不断涌现，使数字人真正走进日常应用环境，通过边缘计算与分布式架构，用户可在资源有限的终端实现流畅交互^[4]。

2 数字人场景应用分析

2.1 数字媒体与智能传播

在数字媒体领域，AIGC 驱动的数字人正在重塑内容生产与传播逻辑。数字主播、虚拟主持人、AI 记者等应用形态广泛出现在新闻与媒体平台中。例如，新华社的“新小微”、韩国 MBC 的 AI 主播，能够不间断自动播报新闻、生成多语言内容，对特定用户群的个性化推送实现粉丝粘性与传播影响力的同步提升。技术上，这类应用依托文本生成（NLG）、语音合成（TTS）与表情驱动（Facial Animation）融合，实现在不同场景中的高效输出。

2.2 智慧政务与服务辅助

在政务系统中，数字人逐渐承担起服务引导、政策讲解、办事辅导等多重角色。例如，政务大厅上线的“数字导办员”，可提供人脸识别登录、语音交互引导、材料填写辅助等功能，提升政务效率与体验满意度。技术上，这类数字人常集成语义理解（NLU）、人脸识别、自然语音对话系统（NLDS）以及业务知识库，具备语境适应与多轮对话能力。在政策宣贯场景，虚拟代言人可承担复杂内容的可视化解释任务，通过动画演示、即时问答等方式帮助民众更好地理解法律法规与政务信息。

2.3 智慧教育与沉浸式教学

教育是当前 AIGC 数字人应用中最具变革潜力的领域之一。在智慧教育环境中，数字人不仅可承担虚拟教师角色，还可作为学习伙伴、课程助手、评测反馈系统的核心组成。例如，基于课程内容生成的虚拟讲解员可通过多模态输入（语音 + 图像 + 文字）实现知识点讲解、难题解析与实验演示，尤其适用于理科类、工程类课程的抽象内容展示。在个性化教学方面，数字人可结合学生的学习数据生成差异化学习路径，提供有针对性的问答与知识补强。同时，数字人还可实现考后错题分析、心理健康引导、跨文化交流等功能，进一步拓展教育的服务边界^[5]。此外，在特殊教育与边远地区教育场景中，数字人提供了优质资源的远程复制能力，能够解决师资不足、教学资源不均的问题。因此，AIGC 数字人所打造的沉浸式、互动式、可迁移式的教学环境能提升教育公平性与普及率。

2.4 数字人直播“带货”与商业创新

在商业领域，数字人正成为营销推广的重要工具，尤其在直播电商场景中展现出独特优势。数字人直播带货结合了 AI 智能生成内容与虚拟形象驱动能力，突破传统主播的人力成本与时间限制，实现“全天候不下播”的营销模式。技术上，这类应用主要依赖语音合成（TTS）、动作捕捉驱动（Motion Capture）、知识图谱构建与实时语义识别，实现与用户的语义互动、表情同步与个性化引导。相比真人主播，数字人可根据用户画像与购买行为数据，动态调整话术、推荐逻辑与展示节奏，提

升转化率与用户粘性。同时，数字人形象可高度定制，支持品牌化 IP 构建与多风格适配，从而形成持续化、差异化的品牌传播路径。更重要的是，数字人具备可复制、可扩展的优势，适用于跨区域、跨平台的多场景部署，尤其适合中小品牌在初期拓展市场、提升曝光方面的应用需求。

3 面临的挑战与发展趋势

随着 AIGC 与数字人技术的快速发展，其在各行业的应用潜力日益显现，但仍面临多方面挑战。本研究通过综述文献资料与实际应用情境，将数字人技术存在的挑战与发展趋势分为三大类，通过分析这些技术和应用瓶颈，以期推动数字人从概念验证走向广泛落地。

3.1 拟真度与身份识别方面

数字人在拟真度与身份识别方面较前些年已经有了大幅进步，但是仍然存在诸多发展瓶颈与问题。首先，计算机运算得到的高精度视觉还原的挑战。真实人脸拥有丰富的细微肌肉运动、皮肤光影变化和动态皱纹，这些都需要通过高分辨率 3D 扫描、动态纹理映射和神经渲染等技术来模拟。神经渲染（Neural Rendering）和神经辐射场（NeRF）技术正逐步解决视角切换和光照一致性问题，但计算资源需求高，实时渲染仍是瓶颈^[6]。其次，语音自然性和情绪表达。目前语音合成虽然已经实现多音色、多语调的生成，但如何做到符合人物身份、上下文以及情绪的高度拟合依然困难。多情绪语音生成和自适应说话风格模型（如基于情感编码器的 TTS）是未来发展重点。再次，语音的情绪识别与反馈机制

尚不完善，限制了数字人与用户的深度情感交流。最后，身份伪造与伦理风险在数字人的应用中也值得重点关注。深度伪造技术（Deepfake）带来的身份欺诈风险日益严峻，数字人的身份验证、版权保护和隐私安全亟须建立技术和法律双重保障机制。利用区块链技术进行身份溯源、多模态水印以及数字指纹技术是当前研究热点，能有效提升数字人内容的可信度和可追踪性。

3.2 多轮交互与情感理解

不论是简单的人工智能对话助手，还是高阶的数字人模型，目前大多数数字人只能处理单轮或短对话，缺乏对长时间、多轮交流的上下文记忆和语义理解能力。大型语言模型（LLM）虽然具有强大的语言生成能力，但如何结合对话状态管理、知识库检索（RAG 技术）和用户画像实现个性化、持续性的智能交互仍是技术难点。此外，为了提升用户体验，数字人需结合用户行为数据、偏好和情感状态进行动态调整。基于多模态感知（语音、面部表情、肢体动作）的情感计

算（Affective Computing）和行为预测模型正逐步被引入，但如何在保护隐私的前提下高效收集和利用数据仍是瓶颈，因此融合多源传感器数据、强化学习驱动的情感表达优化以及模拟人类社会行为的伦理框架设计是数字人应用的发展趋势。

3.3 泛场景部署与系统集成

在数字人应用和实践过程中，多数数字人应用依赖定制化开发，导致系统难以复用和扩展，且平台化与模块化设计不足，限制了多场景快速部署和功能迭代。未来需构建基于微服务架构的模块化平台，实现语音、视觉、动作、知识库等能力的松耦合集成，支持跨行业、跨场景的灵活组合。此外，实时性与算力平衡也是需要重点考虑的问题，数字人应用对实时响应性能要求极高，融合边缘计算、云端分布式协同和硬件加速技术（如 GPU、TPU）是未来趋势。数字人依赖语音、视觉、动作等多模态数据协同工作，保证各模态间的语义一致性和时间同步至关重要。多模态融合算法、时序同步机制和数据标准化方案仍处于发展阶段，亟须提升模型的协同感知与实时适应能力。

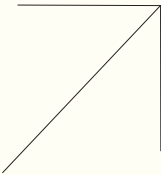
人工智能的飞速发展使得大众对安全隐私保护的关注度越来越高，数字人涉及大量用户数据和交互记录，因此必须严格遵守数据安全规范。而如何设计安全可信的交互协议、数据加密方案以及用户隐私保护机制，是数字人平台必须面对的长期课题。

结语

随着生成式人工智能的快速发展，数字人作为其重要应用形态之一，正在各行业场景中广泛落地。本文从 AIGC 核心技术出发，梳理了数字人生成的关键环节与技术演进路径。通过该技术的主流应用场景，本文分析了 AIGC 数字人在其中的作用与局限，最后提出 AIGC 数字人未来在情感计算、身份拟真与自主交互等方面的发展方向。未来，数字人将在教育、传媒、政务等领域持续深入融合，成为人类认知与交互方式的重要补充。面对技术挑战与伦理问题，亟须从算法优化、制度设计、场景创新多维协同，推动 AIGC 数字人健康、可持续发展。

引用

[1] 郭全中.虚拟数字人发展的现状、关键与未来[J].新闻与写作,2022(7):56-64.
[2] 赵星,乔利利,叶鹰.元宇宙研究与应用综述[J].信息资源管理学报,2022,12(4):12-23+45.
[3] 程思琪,喻国明,杨嘉仪,等.虚拟数字人:一种体验性媒介——试析虚拟数字人的连接机制与媒介属性[J].新闻界,2022(7):12-23.
[4] 钟世镇,李华,林宗楷,等.数字化虚拟人背景和意义[J].中国基础科学,2002(6):14-18.
[5] 李楠.基于媒介场景理论的陪伴型虚拟数字人研究[D].广州:广州美术学院,2022.
[6] 谢新水.虚拟数字人的进化历程及成长困境——以“双重宇宙”为场域的分析[J].南京社会科学,2022(6):77-87+95.



AI 赋能计算机课程教学评价体系构建

文 ◆ 空军勤务学院 赵镭瑶 黄晓波 于秋雨 王丽丽 褚 梅

引言

在人工智能（AI）迅速发展的大时代背景下，各行各业迅速与 AI 相融合，形成了“智能+万物”的新局面，为社会高速发展提供了动力。2022 年，我国启动实施教育数字化战略行动，以期通过数字技术为教育创新赋能^[1]。目前，AI 与教育教学融合推动了课程改革，改变了传统教学模式和方法手段。教学评价作为监控教育质量的重要环节以及提升教学能力的关键抓手，必须与 AI 相融合，才能更好地促进智能化教学理念和手段生根落地。由于传统教学评价难以适配新教学课堂，难以满足计算机课程教学的评价需求。基于此，本文结合计算机基础课程的属性特点，利用 AI 技术的数据采集、处理和分析能力，构建覆盖教学全流程的课程评价体系，并剖析其中的关键技术，从而为“AI+ 教学评价”发展提供参考。

1 计算机课程教学评价困境

当前，教师教学的评价范式正在经历从量化范式、描述范式、表现性范式向数据驱动的第四代范式演化^[2]。结合现实情况看，大多数的教

师教学评价还是以精细化标准框架下的专家评价为主，少部分利用机器学习和自然语言处理技术评价教师的教学行为和学生的学习行为；利用深度学习算法捕捉教学视频中的对象表情，分析教学效果；利用大语言模型分析课堂中的教师和学生的对话语言等。Deepseek、通义千问等生成式人工智能的出现，为教育注入了新的活力，但容易在教育应用中流于形式，未能充分发挥效能，反而还容易降低教学效率。因此，除了借助人工智能所提供的技术优势来改进教学评价外，更要关注教学评价体系是否全面合理、科学有效。关于计算机课程教学评价在实施中存在的问题，可以总结为以下 3 个方面。

1.1 教学评价要素单一

现阶段的教学评价过于关注某一方面的内容，评价要素过于单一，不能全面合理地评估教学质量。从评价主体上看，计算机课程注重操作技能的培训，课堂教学由原来的教师主讲转变为强调学生是教学活动的主体，更多地强调发挥学生的主观能动性，助力学生全面发展。但是在教学评价实践中，往往只突出了



【作者简介】赵镭瑶（1996—），女，山东淄博人，硕士研究生，助教，研究方向：教育教学。

【通讯作者】褚梅（1982—），女，江苏徐州人，本科，讲师，研究方向：数字媒体。

教师的主导地位，更多地依赖于教师的经验评估，而忽略了专家、学生等主体参与。从评价内容上看，只用作业和考试的方式进行评价，容易造成学员创新思维的缺失，不是真正意义上的过程性评价。关注学生的核心素养发展，不能单一地将知识掌握情况量化为评价的唯一指标，更要将能力素养纳入教学评价指标体系。从数据采集维度上看，传统课堂往往面临教学评价佐证不足、数据维度单一的情况，难以客观评价学生在学习过程中的表现。在计算机课堂中，操作等数据更容易采集，但也容易忽略。因此，遵循教学评价“为谁评、评什么”的根本内涵，需要构建一个数据驱动的全要素、多元化的教学评价体系。

1.2 教学评价过程偏颇

教学评价是反馈教学质量的重要手段，是教学活动中不可或缺的一环。但是现在很多教学评价只是“为了评而评”，流于形式，不能真正发挥教学评价的作用。一方面，教学评价过于聚焦课堂内的活动，很少关注课堂外的发展，但是课前、课中、课后的活动因素同样影响着教学评价。尤其是对于计算机等课程，其所学内容广，知识性强，技术更新迭代快，更应该关注全流程的教学评价。另一方面，教学评价应是动态化、精准化的过程，能及时反馈教学评价结果，是快速调整教学活动的前提。只有如此，才能形成“教学—评价—改进”的良性循环。而教学评价全过程、动态化的实现离不开人工智能的支撑，只有充分利用其数据采集与处理能力才能提高教学评价的效率。

1.3 教学评价方式固定

在计算机教学中，常常存在学习能力差异、学前知识储备分层的现象，采用单一的评价方式并不能科学有效地反馈实际情况，不能精准地反哺学生。因此，针对学生个体在学习能力、学习风格上存在的较大差异，在教学评价时不能一概而论，要改变原有单一的教学评价模式，结合学生的原有基础和个体差异，构建精准的教学评价体系。

2 AI 赋能计算机课程教学评价体系构想

为实现计算机课程教学评价从“经验驱动”转向“数据驱动”、从“结果导向”转向“过程追踪”、从“统一标准”转向“个性适配”，可利用大语言模型、语音识别、计算机视觉等 AI 技术，构建“数据采集—智能分析—动态反馈”的计算机课程教学闭环系统^[3]，服务“教学目标设计—教学内容与方法设计—教学实施—教学评价—教学反馈”的计算机课程教学全链路，赋能计算机课程教学评价体系。

2.1 数据采集

服务计算机课程教学评价的数据采集应坚持“体系设计、应采尽采”的原则，构建覆盖教学全流程、多维度、动态化的数据采集框架^[4]，聚焦“教师与学生”双主体，教师端采集教学日志、课堂实录、实操指导记录等数据，学生端采集实验报告、结业成绩、实践案例等数据，同时采集专家评价、调查问卷、第三方教学平台等多维数据，构建面向教学全过程的数据架构。利用语音识别技术转录课堂互动实录，运用自然语言处理技术分析处理教学日志、实验报告、转录文本等数据，接入第三方教学平台 API 引接学生学习行为数据，充分利用智能化手段丰富数据来源。

2.2 智能分析

面向计算机课程教学过程的智能分析应把握“因果溯源、多维融通”的原则^[5]，避免单一指标，突出多维度数据融合，挖掘教学环节间的内在关联，揭示教学效果的影响因素，实现教学评价的全流程介入。基于深度神经网络构建教学特征提取模型，实现教学视频、课堂交互日志和评估结果等多源数据的特征融合，精准识别教学过程中的优势特征与薄弱环节；运用知识图谱技术构建动态演化的学科知识本体库，采用图嵌入算法实现知识点关联关系的量化表征；设计基于强化学习的个性化路径生成算法，通过分析学生多维学习轨迹，动态优化学习路径推荐策略。这种智能化的教学分析方法为计算机课程教学评价提供了新的方法论框架，通过建立教学过程的数字孪生模型，实现了对教学质量的可计算化表征。

2.3 动态反馈

动态反馈机制需实时响应教学过程，基于智能分析结果，生成个性化反馈报告，辅助教师调整教学策略，帮助学生优化学习方法，确保教学目标与实际效果的高度契合，形成良性教学循环。通过数据可视化技术，直观展示教学效果，助力教师精准施教，学生高效学习。动态反馈机制还应结合实时教学数据，动态调整教学内容与进度，确保教学活动与学生学习需求同步，最大化教学效益。通过智能推荐系统，精准推荐

个性化学习资源，助力学生查漏补缺，全面提升学习效果。

3 AI 赋能计算机课程教学评价关键技术

目前，自然语言处理、机器学习、知识图谱、大语言模型、数据可视化等 AI 技术取得了空前发展，逐步运用于工业、服务、电商、教育等各行各业，在教学改革与教学评价中也有着广泛的应用前景，但也面临着诸多挑战。

3.1 自然语言处理

自然语言处理技术可应用于多模态数据分析。例如，通过情感分析识别学生对课程内容的情绪反馈；利用文本分类技术自动评估开放式作业质量；借助实体识别技术提取学生讨论中的高频知识点；辅助教学设计与改进。此外，为实现 NLP 技术在教学评价深化运用，现阶段还需进一步优化上下文感知模型，提高适应教学场景的低资源语言适配性。

3.2 机器学习

机器学习可整合多源数据（如课前预习记录、课堂互动、实验操作日志以及期末考试成绩），动态分析学生学习行为特征，实现个性化评价与教学干预。通过聚类算法识别学习困难群体，利用回归模型预测学业表现，从而优化分层教学策略。现阶段，其应用难点主要体现在数据质量与标注成本高、特征维度复杂导致模型解释性不足以及教学场景下模型泛化能力不足等方面。

3.3 知识图谱

知识图谱通过动态采集课前预习、课堂互动、实验操作以及阶段性测试等多维数据，构建覆盖“教、学、评”全链条的能力驱动评价体系，实现学习进度追踪、学习路径推荐，显著提升评价的全面性与时效性。面向计算机课程教学的知识图谱构建仍需解决实体泛化与关系爆炸问题，如课程知识点边界模糊等导致的模型泛化能力受限。

3.4 大语言模型

大语言模型可应用于个性化学习反馈生成、课程内容适应性优化以及学生能力动态评估等环节。然而，模型的可解释性不足，导致评价的可信度较低，且需依赖高质量标注数据，并基于计算机课程专业领域进行微调。

3.5 数据可视化

通过整合数据挖掘与可视化工具（如 Matplotlib、Plotly 等），能够实现对学生学习行为、成绩趋势以及教学效果的动态分析，从而为个性化教学策略的制定提供依据，辅助面向教学全流程的动态教学评价。因此，高效的数据处理与可视化设计，是推动教学评价科学化与精准化的关键路径。

结语

本文构建了 AI 赋能的计算机课程教学评价体系，通过整合自然语言处理、机器学习、知识图谱、大语言模型以及数据可视化等 AI 技术，

实现了教学评价从“经验驱动”向“数据驱动”、从“结果导向”向“过程追踪”、从“统一标准”向“个性适配”的范式重构。该体系以“数据采集—智能分析—动态反馈”的闭环架构为核心，覆盖教学全流程，不仅提升了评价的实时性与精准度，还通过多模态数据融合与智能推理，揭示了教学效果的内在关联，为个性化教学与自适应学习提供了科学支撑。然而，当前体系仍面临模型可解释性不足、异构数据融合复杂度高等挑战。

随着边缘计算、具身智能等技术的发展，未来教学评价系统将进一步向“实时感知—动态演化—自主决策”的智能化阶段演进，最终形成以学习者为中心、AI 技术为支撑的教学评价新生态，为计算机课程的数字化转型提供持续动能。^[1]

引用

- [1] 孙婧,杨子婷.人工智能时代教学评价改革的主要动因、基本原则与实践路径[J].课程.教材.教法,2024,44(5):64-70.
- [2] 季益龙,逯行,张家华,等.智能技术赋能教师教学评价:理论框架与实践路径[J].当代教育科学,2024,(2):71-80.
- [3] 骆飞,马雨璇,焦雨珍.迭代驱动转型:DeepSeek的技术特质如何赋能教育数字化转型[J].苏州大学学报(教育科学版),2025,13(3):28-39.
- [4] 葛海丽.“数据驱动”教学评价的现实困境与破解之路[J].教学研究,2025,48(2):65-70.
- [5] 刘静.“计算思维+人工智能”赋能大学计算机课程教学改革与创新[J].现代职业教育,2025(9):137-140.

城市数据资源治理思路及实践

文 ◆ 广州市工业和信息化产业发展中心 葛 燕

引言

2023年10月13日，经济合作与发展组织（OECD）发布了一份题为《智慧城市的数据治理：挑战与前进之路》的重要报告，报告指出，要实现智慧城市的美好愿景，构建一套行之有效的数据治理战略、政策和框架至关重要，不仅要着力提升数据的质量和應用广度，确保数据能够充分服务于城市管理和公共服务的各个方面，还必须在确保数据透明度的前提下，严格保障数据安全和个人隐私，为智慧城市建设奠定坚实的信任基础。在此背景下，本文将深入探讨城市数据资源治理的核心思路与实践路径，以期为智慧城市的可持续发展提供有益参考和借鉴。

1 城市数据资源治理存在问题

1.1 数据权益保障与共享的困境

在城市数据资源治理中，数据共享的基础制度尚不完善，成为制约数据有效利用的首要因素^[1]。数据所有权以及相关权益难以得到明确保障，各方在数据使用、流转过程中缺乏明确的规则指引，导致数据共享的积极性不高。同时，数据汇集与开放的

力度不足。例如，在部分城市的公共服务领域，本可以通过共享数据提高服务效率，但由于数据无法有效汇集和开放，各个服务部门只能各自为政，数据资源被闲置浪费。

1.2 基础数据的权威性和基准性问题

政府部门在获取自然人、法人基础数据时面临诸多难题。一方面，数据来源分散，往往需要从多个部门汇集或者自行采集，形成了“多数多源，多源并用”的复杂局面。这种情况直接导致了数据的重复采集，不但耗费大量的人力、物力和时间成本，而且效率低下。另一方面，多个部门的数据权威性难以认定^[2]。不同部门采集的数据存在差异，当这些数据汇集到一起时，就会出现数据冲突的情况。例如，在企业注册信息方面，工商部门和税务部门由于采集标准和时间的不同，对同一企业的某些关键信息记录不一致，不仅给政府部门的管理工作带来困扰，还增加了群众办事的时间成本。

1.3 数据底数不清，数据碎片化问题

数据是通过各部门的业务而产生，然而由于各部门在数据采集频率、标准、存储等方面存在不一致性，使得数据难以整合和有效利用。从采集频率来看，不同部门根据自身业务需求设定不同的采集周期，有的部门按日采集，有的部门则按月或按年采集，导致数据在时间维度上的不连贯。在采集标准方面，各部门对数据的定义、格式要求等各不相同。例如，对于地址信息，有的部门详细到具体门牌号，而有的部门只记录到街道名称。在存储方面，不同的存储系统和方式也给数据的整合带来了障碍，数据如同散落在各个角落的拼图碎片，难以拼凑出完整准确的图像。

1.4 数据资源建设和应用脱节问题

当前，虽然数据在城市治理中得到了前所未有的重视，在数据资源采集、存储、处理方面投入了大量的信息化建设资源，但数据应用方面的成效却并不突出，呈现出建设和应用脱节的现象。在数据采集方面，大量的设备和技术被用于收集各种各样的数据，存储设备不断扩容以容纳海量的数据，数据处理技术也日益先进^[3]。然而，在实际应用中，这些数据并没有充分发挥其价值。例如，在城市交通治理中，虽然安装了大量的交通监测设备采集交通流量、车速等数据，并且有强大的存储和

【作者简介】葛燕（1969—），女，回族，江苏无锡人，本科，高级工程师，研究方向：智慧城市、数字政府建设管理。

处理能力，但在优化交通信号灯设置、规划道路建设等方面，并没有充分利用这些数据进行科学决策，导致数据资源的浪费，城市治理的效率和质量也无法得到有效提升。

2 城市数据资源治理重点

2.1 摸清数据资源家底

(1) 开展事项梳理优化和数据权责关系建模。针对政府内部流动的数据资源，利用现有事项标准化、电子证照目录管理的成果，开展事项梳理优化以及数据权责关系建模，推动部门依权责填报部门数据责任清单、系统数据清单、数据需求清单等“三张清单”，形成全市业务字典和数据字典。推动部门事项梳理优化、数据关系建模和数据资源填报工作常态化，建立事项与数据资源关系，为事项和数据资源建账立目。

(2) 建立数据资源目录分级分类管理制度。通过数据资源目录统一管理，实现与政务事项梳理的“三张清单”有机衔接，建立数据权责关系模型，支撑按照统一流程和规范注册、审核、发布数据资源目录，规范数据资源共享、开放等分类标签，支持数据分级分类管理，满足数据资源目录精细化管理的需要^[4]。

(3) 完善全市数据资源目录“一盘棋”动态管理模式。按照各级部门填报、服务团队技术实施、市运营中心审核发布的流程，利用事项梳理优化和数据权责关系建模的成果，依托数据资源目录管理系统，升级完善全市统一的数据资源目录，建立权责事项数据共享与用证用数规则，打造数据共享长效机制，实现全市数据资源目录“一盘棋”动态管理。

2.2 深化依职能按需共享

(1) 明晰数据供需关系。基于数据权责关系模型初始化数据供需关系，切实推进依职能共享模式，各部门依据履职需要在线提出共享申请，已建立供需关系的，直接驱动共享服务实施；未建立供需关系的，经数据提供部门确认并更新供需关系；供需双方仍无法达成一致的，由管理部门协调确定并更新供需关系。

(2) 实施统一数据服务。根据已确定的供需关系，数据提供部门通过数据库表、电子文件、服务接口等方式挂接数据资源；管理部门通过数据共享交换平台进行数据接口开发和封装，提供统一数据服务；部门按履职需要使用数据服务，定期向数据提供部门反馈数据资源使用情况。

(3) 推进社会数据接入。社会企业按照共享目录，通过数据库表、电子文件、服务接口等方式按时按质提供数据资源，并推动人工智能、可穿戴设备、车联网、物联网等领域数据采集接入标准化。

(4) 完善政务数据资源管理机制。完善政务数据资源管理机制，出台依职能按需共享实施细则，完善依职能按需共享考核机制，从定义、采集、共享、使用、反馈等环节对数据资源进行全流程管理，规范化社会数据资源管理与应用，完善共享评价指标体系，实现“以评促建、以评促用”。

2.3 完善基础库动态更新

(1) 建设完善人口基础数据库。结合数据汇聚归集时效性不高、质

量参差不齐、数据缺乏动态性和准确性的问题，基于现有人口基础数据库以及四标四实数据库，以公民身份证号为标识，以户籍人口和流动人口为重点，汇聚公安、卫健、民政、人社、教育等部门业务数据，通过人生事件（出生、入户、入学、工作、结婚、生小孩、退休、死亡等）驱动，建立出生医学证明、户口簿、身份证、学籍证明、社保卡、结婚证、离婚证、退休证、死亡证明等权威的行政结果数据更新维护人口基准信息的规则，关联人口数源部门的共享数据，确保人口基础数据库及时更新，基于自然人档案建设自然人图谱，实现“一人一档”，满足人口基准信息应用的需要，同时为四标四实数据库建设提供数据支撑。

(2) 建设完善法人单位基础数据库。结合数据汇聚归集时效性不高、质量参差不齐、数据缺乏动态性和准确性的问题，基于现有法人基础数据库以及四标四实数据库，以统一社会信用代码为标识，以企业为重点，汇聚市场监管、民政、编办、司法等部门的业务数据，通过法人单位经营活动事件（登记、纳税、许可、注销等）驱动，建立营业执照、完税证明、资质许可、工商注销等权威的行政结果数据更新维护法人单位基准信息的规则，关联法人单位数源部门的共享数据，确保法人单位基础数据库及时更新，基于法人档案建立法人单位图谱，实现“一企一档”，满足法人基准信息应用的需要，同时为四标四实数据库建设提供必要的的数据支撑。

(3) 完善自然资源和空间地理基础数据库。结合数据汇聚归

集时效性不高、质量参差不齐、数据缺乏动态性和准确性的问题，基于现有自然资源和空间地理基础数据库以及四标四实数据库，以房屋为重点，结合不动产登记证书，建设完善自然资源和空间地理基础库，为各级部门提供在线空间地理信息服务，同时为四标四实数据库建设提供必要数据支撑。

（4）提供“原点”数据服务。依托权威、高质量、动态鲜活的基础数据库为各级各部门提供人口、法人、房屋等“原点”数据服务，满足个人和企业基础数据应用需求。

2.4 推动部门数据治理

（1）持续开展部门数据质量治理。数据提供部门确保责任采集的数据符合数据标准和质量要求，降低问题数据比率。运营中心负责数据质量检测、数据清洗比对、反馈问题数据。数据提供部门对清洗和使用过程中反馈的问题数据进行核准，采取必要措施修复部门业务数据，并及时更新共享。

（2）强化部门数据关联。根据本部门管理服务需要，围绕部门业务对象，基于“两人一地”基础库，加强部门业务数据关联，逐步消除部门内部数据碎片化问题。例如，以人口基础库的基础数据关联整合人口管理部门的业务数据。

（3）深化部门业务应用。结合部门事项梳理优化报告，部门充分利用市政务信息共享平台的数据支撑，结合部门主数据建设成果，深化部门业务应用，提高部门履职能力。

（4）建立问题数据核准机制。建立数据采集更新核准机制，按

照“谁采集，谁核准；谁使用，谁反馈”的原则，形成“数据使用、发现问题、反馈问题、核准数据、提升质量”的闭环^[5]。

3 城市数据资源治理应用实践

3.1 实施精准救助，促进社会公平

广州市落实《广州市居民家庭经济状况核对办法》，民政部门通过与公安、税务、人社等政府职能部门以及银行、保险等金融机构的跨部门、跨领域的信息互通共享，开展低保、低收、医疗救助、公共租赁住房保障社会救助等救助核对业务，准确核查社会救助申请人信息，节约各项社会救助资金，有效保障社会救助的科学、公平实施。

3.2 简化审批程序，优化营商环境

广州市交通部门通过网上及现场一站式受理市民和企业指标申请，将相应信息通过共享平台发送到税务、公安等部门对中小客车牌照申请并联审批，免除各个业务系统分别建立对接关系，再将审核结果返回到交通部门。同时，在网上受理市民、企业的复核申请，无需企业与市民往返各部门登记和审查，实现快速复核资料，确保“限牌”政策的顺利实施。按市民和企业每到一个部门办理业务需要 0.5h 来计算，每年可节约市民和企业办理时间上千万小时。

3.3 强化信用建设，解决企业资金困难

利用自然人、法人基础库，通过跨部门、跨层级信息共享，关联整合信用主体的管理类、登记类、监管类、资质类、判决类、违约类、执行类、公益类信息，形成权威、准确的信用主体档案，根据主体授权提供金融机构以及政府资金扶持部门核查企业情况，加快融资贷款和奖补资金审批效率，有效破解企业融资难题，助力政府产业扶持工作。

结语

城市数据资源治理承载着极为重要的现实意义与深远的历史使命，其不仅直接关联到城市管理现代化与智能化水平的飞跃，还是智慧城市建设全面铺开、数字经济蓬勃兴起以及城市可持续发展的重要基石。只有通过不断优化治理策略与实践路径，才能更有效地挖掘和利用城市数据资源的巨大潜力，为城市的未来发展铺设一条智慧、绿色、可持续的道路。

引用

[1] 金福子,卢衍航.以“不变”应“万变”:城市数据治理的系统逻辑与生态建构[J].中共天津市委党校学报,2024,26(4):67-76.

[2] 邵轩,时绿艳.市县级自然资源多源数据融合治理研究与设计[J].中国信息界, 2024(1):75-78.

[3] 康岩龙.智慧蓉城数据资源体系建设实践[J].信息技术与标准化,2024(5):7-12.

[4] 吕志奎,易雅婷.数据驱动的城市公共安全风险协同治理机制探析[J].中国高校社会科学,2023(1):143-153.

[5] 洪武扬,王伟玺,苏墨.全域全要素自然资源现状数据建设思路[J].中国土地, 2019(5):47-49.

实践探索

Practical Exploration

近年来，我国在“全面提高信息化水平，推动信息化和工业化深度融合，加快经济社会各领域信息化”等战略方针指引下，围绕信息化事业展开大量实践与探索，其触角延伸至社会、经济、政治、文化、军事等各个领域，而移动互联网、云计算、大数据等技术的不断发展普及，为信息化实践推进提供有力支撑，智慧城市与数字强国的建设需求也同步推动着信息化探索进程，契合时代要求与趋势。同时，信息化对经济发展作用重大，在电子政务、电子商务、企业数字化转型、大数据分析应用等领域均取得重大成果，且相关实践探索始终秉持突破性与创新性齐头并进的态势。未来我国将继续以信息化实践与探索为基石，持续推动国民经济和社会信息化事业发展，加快释放信息化发展巨大潜能，以信息化驱动现代化，助力全面建成社会主义现代化强国。

本栏目聚焦信息化技术在千行百业的深度渗透与范式重构，围绕三大核心维度展开。一是基础设施智能化升级，如追踪通信网络、能源系统、交通脉络等国家关键信息基础设施的智能运维与效能跃升。二是垂直领域数字化转型，解析高端制造、医疗教育等场景中技术驱动流程再造的实践路径。三是交叉融合创新实践，探索技术赋能社会治理、生态保护、学科建设等跨界融合的新范式。通过揭示技术从实验室走向产业肌理的落地逻辑，展现信息化作为现代化体系“连接器”与“催化剂”的底座性价值。

数字化时代 学术期刊编辑能力提升探讨

文 ◆ 山东非金属材料研究所 李 萍

1 数字化时代出版编辑的角色转型

1.1 从纸质出版编辑向数字出版编辑转变

随着数字化时代到来，人工智能等技术快速发展，互联网普及率明显提高。在此背景下，出版行业发生了显著变化，数字化出版受到了人们的广泛关注。相对而言，数字化出版的优势明显，具体表现为传播速度快、范围广、成本低。但是，编辑要从纸质出版编辑转为数字出版编辑，需要学习新的行业规范，重构知识体系。以数字化出版为例，编辑应了解电子书、网络文学、数字期刊等数字化出版刊物的制作流程，并具备版权意识，掌握数字营销等专业知识^[1]。此外，数字化时代诞生了很多数字化出版工具与软件，学术期刊编辑也应掌握这些软件与工具的使用方法。

1.2 从内容编辑向多媒体编辑转变

学术期刊出版时渗透数字化理念，期刊内容越发丰富，不再局限于文字与图片，相关内容能以音频和视频的形式呈现出来。现阶段读者的需求越发多样，期刊编辑应从内容编辑转向多媒体编辑。具体来说，主要表现在以下3个方面。第一，编辑应具备新媒体编辑能力，可应用各种图片和视频软件处理图片和视频，还能剪辑音频等资源，可将媒体资源转化为大众所需的形式^[2]。第二，编辑应准确把握用户需求，规范处理各类素材。例如，编辑应具有媒体策划能力、审美意识，可依据学术期刊的受众特点，筛选和整理媒体素材。第三，编辑应关注行业的前沿动态，掌握现代化编辑理论与技能。

1.3 从线性编辑向交互式编辑转变

数字化给出版行业带来的影响，决定了学术期刊不再为单纯传递信息的载体，而是需要与读者保持有效互动。从这一角度，学术期刊编辑开始从线性编辑转向交互式编辑。第一，编辑在负责学术期刊的出版时，应考虑受众年龄等因素，科学设计出版物的交互功能与界面。第二，编辑应积极与读者取得联系，了解他们对期刊内容的要求，并进行满意度调查。当编辑获得了读者的体验反馈后，可在后续工作中优化出版物

引言

随着信息技术的迅猛发展，数字化浪潮带来了学术出版形式的重大变革。作为知识传播与学术交流的重要载体，学术期刊面临数字化、智能化转型机遇期。正因如此，学术期刊编辑不再是单纯的文稿加工与校对者，而是要兼任多重身份，利用数字化技术成为学术服务者、技术协调者。为应对日渐激烈的学术竞争，学术期刊应具有数字化转型意识，尤其是编辑人员，应重新进行角色定位，不断学习数字化理论与技术，将这些新技术应用到学术期刊出版方面。

【作者简介】李萍（1980—），女，山东德州人，本科，副编审，研究方向：期刊编辑。

的界面、排版与字体等内容。第三，编辑应持续探索新型交互技术与工具，如虚拟现实、增强现实等技术，创造具有沉浸感的阅读环境。

2 数字化时代下提高学术期刊编辑能力的策略

2.1 个人学习层面：构建数字胜任力成长飞轮

2.1.1 完善技术认证体系

为提升编辑能力，应逐步构建技术认证体系，为编辑人员提供明确的能力提升路径。第一，形成分层分类的技术认证框架。考虑到学术期刊的编辑岗位众多，分为文字编辑、技术编辑和学术编辑等，再加上数字化转型趋势，应构建差异化的岗位认证标准。例如，基础层级应包含 XML 排版、学术不端检测工具操作、Altmetrics 分析等通用技能；提升层级聚焦人工智能辅助审稿系统应用、FAIR 数据标准实施等专项能力^[3]。为提高技术认证标准的合理性，国家主管部门、行业协会等应积极协商，围绕学术期刊的数字化转型趋势，出台具备行业公信力的认证课程与考核标准。作为编辑人员，应利用业余时间学习这些课程，并参与行业考试、资格认证。第二，促进认证体系与职业发展的有效关联。在编辑职称评审中增加技术认证内容，如《出版专业技术人员职业资格规定》中，增加“数字出版能力”考核内容，明确考核指标与方法。

2.1.2 更新知识结构

作为编辑人员，在数字化时代下应不断学习新知识，掌握新技能，更新知识结构。为此，出版机构应建立技术跟踪清单，完整、准确地记录编辑人员的学习、培训、技术认证等情况。同时，出版机构应根据数字化转型要求，为编辑人员增设多种课程，通过线下培训与线上学习的方式，引导他们掌握大量理论知识与实践技能。例如，对资深编辑，应为他们安排数字出版技术（JATS XML 标引、ORCID 系统管理）、新兴出版模式（如 Overlay 期刊、数据论文）等相关培训；青年编辑的能力偏弱、经验较少，应着重为他们安排学术伦理判断、国际出版规范等基础课程。每次培训过程中，技术跟踪清单应实时呈现编辑人员的学习情况，并记录最终的考核结果，以便于他们从清单中了解其学习和提升情况，更新知识结构。

2.2 机构培养层面：重构编辑部组织资本

2.2.1 革新岗位体系

学术期刊机构为迎合数字化时代的要求，应重新设置岗位，构建现代化岗位体系，具体应采取以下措施。第一，打破传统的单一编辑岗位模式，建立“专业序列+技术序列”的双轨制发展路径。在专业序列中，细分为学术编辑、学科编辑等岗位，强化编辑人员的学术鉴赏力、学科前沿把握能力；在技术序列中，增设数字出版编辑、数据分析师等新岗位，由这些人员负责 XML 结构化排版、可视化内容制作等技术任务^[4]。第二，采取能力矩阵管理模式。专业人员应建立编辑数字能力“九宫格”，从基础能力、核心能力与发展能力考察编辑的综合素养，引导编辑学提高自身的工具应用、数字编校、信息甄别、数据管理、开放科学、伦理治理、技术整合、生态构建、创新引领等方面的能力。

2.2.2 组建期刊“智库”

数字时代对学术期刊的出版内容和形式等提出了一系列新要求。为保障出版内容与学术一线内容相匹配，编辑人员应积极与学术界知名学者、编委、审稿专家等保持联系，创建专业期刊“智库”，收录学术领域的相关报告、研究结果。值得注意的是，“智库”依托大数据建成，可以是学术信息库，也可以是各领域专家学者组成的人才组织。“智库”成员在工作中应分享其见解，编辑可向其他人员汲取经验。期刊出版单位应邀请“智库”成员短暂加入学术期刊审稿团队或者编委会，为稿件筛选和评议等提供合理化建议。如有条件，还应建立编辑团队与“智库”成员的沟通机制，形成在线工作模式。编辑人员若在工作中遇到挑战，则可在线与“智库”团队沟通，协商处理意见。

2.2.3 构建智能化融合发展体系

为提高编辑能力，数字化时代应打造平台矩阵，聚合重组学术资源。在建立平台矩阵后，还应适当普及化、新闻化处理期刊学术信息，保障更多受众学者从学术期刊平台获取学术资源。编辑人员在此过程中应学习学术资源的处理方式，尤其应熟悉智能化技术的应用方式。以某学术期刊平台为例，编辑人员利用智能化自然语言处理学术资料后，可提高资料的真实性，剔除其中真伪难辨的投稿，再依据相关学者的需求，进行个性化推荐。编辑人员在参与这一工作时，可增强自我版权意识，熟悉自然语言处理方式与智能化算法。此外，为保护知识产权，编辑人员还应动

态追踪学术资源，即使为出版后的内容，也应追踪其下载量、用途等，切实维护作者和出版单位的权益。

2.3 行业支持层面：打造数字素养生态系统

2.3.1 优化数字资源供给和服务

数字化时代要提高学术期刊的编辑能力，行业应给予较大的支持。第一，优化数字资源建设体系。出版管理机构与各出版单位间应积极合作，共同搭建专业化数字资源集成平台。值得注意的是，在建设此平台时，编辑人员应参与其中，结合数字化趋势，着重关注以下方面。制定统一的数字出版内容标准规范；针对学术期刊的发展特点，研发智能化学习支持系统，建立编辑能力评估模型，为编辑推荐个性化学习方案；结合各学科的特征，打造差异化学习资源库。第二，构建更为开放的数字资源生态。数字时代的核心特征在于资源的互联互通，因此需建立跨机构、跨领域的资源共享机制。换言之，相关部门应发挥统筹作用，打通期刊出版机构、科研院所、信息服务平台和高等院校之间的资源壁垒，形成学术资源协同网络，保持学术资源的全面共享^[5]。第三，创新应用数字技术。出版主管部门与科技企业之间应围绕学术期刊出版等展开合作，联合开发智能化编辑辅助系统。但在开发该系统之前，应与编辑人员协商，了解编辑的流程与需求等，科学确定系统架构与功能。一般而言，该系统应兼具强大的选题策划、稿件组织、评审编辑、多媒体出版等功能。同时，出版单位与科技企业等均需要加大在编辑环节的技术研发投入，并基于

现有的技术条件，进行技术攻关，构建现代化技术体系。第四，完善评价机制。相关单位应尝试建立符合数字化特点的期刊评价体系。新的评价标准应突破量化指标的限制，构建多维度的综合评价框架，细分为学术影响力指标（如引用率、影响因子）、传播效果指标（如转载量、即时指数）、质量评价指标（如学术创新性）、发展潜力指标（如数字化水平、人才培养）等。

2.3.2 打造规模化发展平台

行业应带头打造规模化发展平台，为编辑人员的成长和发展创造良好条件。第一，打破地域限制，按学科专业特点组建跨区域的学术期刊联盟，保障该联盟下可完成以下工作。通过资源整合与优势互补，提高期刊整体质量；防止同质化竞争引起的资源浪费，促进差异化发展；围绕优势学科领域打造特色期刊集群，促进品牌建设。第二，推进编辑与出版职能的优化重组。对于部分学术期刊单位，应尝试“编营分离”的新型模式，也就是将出版发行职能完全交由专业学术出版机构负责，该机构应以提高期刊质量为首要追求；建立权威期刊构成的学术评审联盟，推行集中审稿制度，增强学术评价的客观性；加强职能分工管理，形成各司其职的工作局面。第三，竭力完善智能化数字出版服务体系。该体系中应包括平台的功能划分、建设路径等。从平台的功能着手，智能化数字出版平台的定位如下。集成化编辑出版平台，从投稿到发行的全部流程，均采用数字化管理理念和方式；智能化学术服务平台，提供个性化推荐、精准检索等服务类型；开放化的资源共享平台，促进国内外、不同学术领域资源库的互联互通。在上述工作中，编辑应积极参与其中，了解相应的工作流程、理论内容以及技术成果等。遇到问题时积极与有关单位联系，协商处理问题。

结语

数字化时代对学术期刊编辑能力提出了一系列新要求。编辑人员应找准自身定位，不断学习，提升自我能力。同时，期刊单位也应为编辑人员的成长创造良好条件，以数字化转型驱动编辑人员学习新理论、应用新技术。未来出版行业数字化发展的过程中，编辑人员应继续提高自我水平，保障编辑效率与质量。^[8]

引用

[1] 赵国燕.学术期刊数字化转型与新媒体融合[J].科技创新与生产力,2024,45(12):37-40.

[2] 路相宜.数字出版时代学术期刊编辑面临的挑战与应对策略探究[J].新闻研究导刊,2024,15(22):239-242.

[3] 周琰,吴希婕.数字化赋能学术期刊高质量发展:现实困境与实现路径[J].河南大学学报(社会科学版),2024,64(6):145-151+156.

[4] 徐云帅.数字时代学术期刊编辑素质能力框架及培养路径研究[J].中国传媒科技,2024(8):111-115.

[5] 辛冲冲,王丹竹.“编研一体”视域下新时代学术期刊高质量发展研究[J].传播与版权,2024(12):10-12.

动态图形在数字媒体广告中的情感化表达研究

文◆山东理工职业学院 张 冉

引言

随着数字媒体的蓬勃发展，广告的形态与传播方式发生了深刻的变革。动态图形（Motion Graphics）凭借其独特的视觉冲击力和信息承载能力，成为数字媒体广告的核心表现形式之一。本文旨在深入探讨动态图形在数字媒体广告中的情感化表达，分析其如何通过运动、色彩、构图、字体以及声音等元素的协同作用，引发受众的情感共鸣，从而提升广告的传播效果与品牌价值。本文首先阐述了情感化表达在现代广告中的重要性，其次从心理学层面剖析了动态图形引发情感反应的机制。核心部分将详细解构动态图形中关键视觉与听觉元素的情感化设计策略，并结合成功案例进行分析。最后，本文对动态图形在未来广告领域的发展趋势进行了展望，旨在为相关领域的创作与研究提供理论参考与实践指引。

1 情感触动：动态图形引发情感反应的心理学基础

动态图形之所以能够有效触动人心，其背后有着深刻的心理学与认知科学依据。人类的大脑天生对运动的物体高度敏感，这源于远古时期为了生存而形成的本能。一个动态的视觉刺激能比静态刺激更快地被边缘系统（Limbic System）捕捉，该系统是人类大脑中处理情绪、记忆和唤醒的中枢。

唐纳德·诺曼（Donald Norman）在其著作《设计心理学3：情感化设计》中，将人的认知与情感处理分为3个层次，即本能层（Visceral）、行为层（Behavioral）和反思层（Reflective）。动态图形的情感化表达正是在这3个层次基础上与用户产生交互^[1]。

（1）本能层，外观与感官的即时冲击。这是设计给人的第一印象。动态图形中流畅的缓动（Easing）、富有弹性的挤压与拉伸（Squash and Stretch）、鲜明的色彩变换和富有冲击力的视觉效果，都能在用户还未深入思考广告内容之前，就直接引发本能层面的愉悦感或兴奋感。

（2）行为层，使用的乐趣与效率。这一层次关乎设计的功能性和易用性。在数字广告中，一个清晰、流畅的动态引导（如箭头动画、按钮

的交互反馈）不仅能提升用户操作的效率，其灵动的设计本身也能带来使用的乐趣，从而产生积极的情绪。行为层的愉悦感强化了用户对品牌专业、贴心的认知。

（3）反思层，个人化的意义与品牌联想。这是情感化设计的最高层次，关乎广告所讲述的故事、传递的价值观能否引发用户的个人联想、文化认同和深度共鸣。动态图形通过叙事性的动画、富有象征意义的视觉符号和精心编排的节奏，能够构建一个完整的情感故事，触动用户的记忆与渴望，将品牌信息与用户的个人

【作者简介】张冉（1986—），女，山东济宁人，硕士研究生，副教授，研究方向：艺术设计。

价值联系起来，形成持久的品牌忠诚度。

2 动态图形情感化表达的核心元素解构

动态图形的情感化表达是一个多维度协同作用的系统工程，其核心在于对运动、色彩、字体、构图和声音等元素的精准控制与巧妙融合。

2.1 运动的语言：节奏、轨迹与物理模拟

运动是动态图形的灵魂，不同的运动设计能够传达不同的情感信息。

（1）节奏与速度，广告的整体情感基调往往由运动的节奏决定。平滑、匀速或缓慢的运动通常传递出宁静、优雅、高端和值得信赖的感觉，常用于奢侈品、金融或健康产品的广告。而快速、急促、富有变化的节奏则能营造出活力、激情、年轻、有趣的氛围，适用于运动品牌、快消品和科技产品。例如，某运动品牌的广告中大量使用快速剪辑和富有爆发力的动态图形，与品牌“Just Do It”所倡导的拼搏精神完美契合^[2]。

（2）轨迹与缓动，物体运动的轨迹同样富有表情。平直、有序的线条给人以稳定、严谨之感；而优美、流畅的曲线则更容易让人感到舒适、自然和人性化。缓动（Easing）效果，即物体运动速度的非线性变化（由慢到快或由快到慢），是模拟真实世界物理规律的关键，其能让动画显得更加自然、可信，避免了计算机生成的僵硬感，从而拉近与观众的心理距离。

（3）物理模拟与角色动画，“挤压与拉伸”“跟随与重叠动作”

（Follow Through and Overlapping Action）等源自经典动画十二法则的原理，通过模拟物体的质量感、弹性和惯性，赋予了图形以生命般的活力。当一个抽象的图形展现出类似生物的动态特征时，观众会不自觉地产生移情作用，更容易对其产生情感联系。

2.2 色彩的情绪：色调、饱和度与动态变化

色彩是视觉传达中最直接、最富有情感感染力的元素。在动态图形中，色彩不仅以静态形式存在，其动态变化本身也成为一种强大的表达工具。

（1）色调的心理联想，不同的色调与特定的情感紧密相连。暖色调通常与热情、活力、幸福、警告等情绪相关；冷色调则容易引发平静、专业、信赖、悲伤等感受。广告主会根据品牌定位和期望引发的情感来选择主色调。

（2）饱和度与明度，高饱和度、高明度的色彩显得鲜艳、活泼，能有效吸引眼球，传递年轻、积极的情绪。相反，低饱和度、低明度的色彩则显得沉稳、内敛、高级或带有怀旧感。色彩明度与饱和度的动态渐变，是引导观众情绪流转的有效手段。例如，从黑白过渡到彩色，常用来象征从困境到希望的转变。

（3）在一些物联网解决方案的网页设计中，会通过渐变色彩和动态动画来展现创意与科技感。如以亮橙到电光蓝渐变为主视觉，通过交互式地图呈现交通流量、空气质量及公共设施运行数据。在电商促销广告中，常利用色彩的动态变化来吸引消费者的注意力。比如字体颜色随倒计时闪烁变换，从沉稳蓝色渐变为热烈红色，光影在字体表面流动，模拟金属质感，强化促销的紧迫感与吸引力，让受众更易聚焦关键信息。此外，游戏中的场景也会根据时间和天气的变化而改变色彩，如在夜晚场景中，整体色调会偏暗，以蓝色和黑色为主，而在日出或日落时，场景会呈现出温暖的橙色和红色调，增加游戏的沉浸感。

2.3 字体的动态生命力

动态排版（Kinetic Typography）让文字不再仅仅是信息的载体，而是成为富有表现力的视觉角色。

（1）字形的情感属性，衬线字体（Serif）通常显得经典、正式、可信赖；无衬线字体（Sans-serif）则更具现代感、简洁、友好^[3]；手写体则带有人情味、艺术感和亲和力。字体的选择为信息奠定了情感基础。

（2）文字的动态化，通过对文字的大小、位置、透明度、出现与消失方式进行动画设计，可以极大地增强其表达力。一个单词的逐字出现可以营造悬念；一个词语的震动或模糊可以表达紧张或不安；文字如行云流水般地组合与消散，则能带来诗意和美感。例如，谷歌（Google）在其很多产品介绍视频中，就大量运用了简洁、流畅的动态排版，以清晰、友好的方式解释复杂的技术概念，传递出品牌智慧而亲切的形象。

2.4 声音的沉浸式渲染

声音是动态图形中不可或缺的情感放大器，其与视觉信息相互补充，共同构建一个完整的感官体验。

（1）背景音乐（BGM），音乐是渲染气氛、引导情绪最有效的工具。激昂的交响乐能提升史诗感和品牌格局，轻快的尤克里里则能营造轻

松、愉悦的氛围，而简约的钢琴曲则常用于讲述温情故事。音乐的节奏与动态画面的节奏同步（踩点），能够产生强烈的视听快感。

（2）音效（SFX），精心设计的音效能够极大地增强动态图形的真实感和趣味性。无论是物体运动时的风声、碰撞声，还是 UI 交互时的清脆点击声，都能让虚拟的图形世界变得更加可信、可感。一些拟人化的、有趣的音效，如“biu”“ding”等，还能为广告增添幽默感和记忆点。

（3）旁白（Voice-over），富有磁性、情感真挚的旁白，能够直接向观众传递品牌故事和情感诉求，与动态画面形成互补，引导观众对画面信息进行更深层次的情感解读。

（4）多模态融合深入。轻量化模型研发，为解决复杂声学建模与移动端耗能的矛盾，需研发轻量化神经声学模型，如通过神经声学辐射场实现复杂环境声场的实时预测，结合轻量化 HRTF 生成网络，突破个性化适配瓶颈，在维持毫秒级时延的同时，控制降低系统功耗。异构硬件协同：采用异构计算架构及自适应渲染策略，边缘计算与端侧 NPU 的协同架构可提升计算能效，支持全景声场的无感化渲染^[4]。

3 案例分析：情感化表达的实践应用

（1）Mailchimp（邮件营销平台）。Mailchimp 的品牌动画以其独特的插画风格和幽默、怪诞的角色动画而闻名。其动态图形广告中，一个可爱的猴子吉祥物（Freddie）和各种富有想象力的角色，通过流畅而富有弹性的动画，演绎出一系列轻松、有趣的小故事。这些广告并不直接推销产品功能，而是通过营造一种创造力无限、工作充满乐趣的品牌氛围，与目标用户（主要是创意工作者和小型企业主）建立了强烈的情感共鸣，成功塑造了其友好、易用且充满人情味的品牌形象。

（2）Airbnb（爱彼迎）。在其“Belong Anywhere”（四海为家）的系列品牌宣传中，Airbnb 运用了大量象征连接与融合的动态图形。一个圆点平滑地演变成一个心形，再演变成一个房屋的符号，最终幻化为品牌的“Bélo”标志。整个过程如行云流水，色彩温暖柔和，配合舒缓的音乐，精准地传达了品牌的核心价值——不仅仅是提供一个住处，更是创造人与人之间的连接、归属感和爱。这种抽象而极富情感张力的动态图形，超越了语言和文化的隔阂，在全球范围内引发了广泛共鸣。

结语

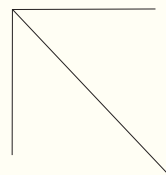
动态图形作为数字媒体时代广告传播的利器，其核心价值不仅在于信息的高效传递，还在于其强大的情感表达能力。通过对运动、色彩、字体、声音等元素的精心设计与协同运用，动态图形能够在人类认知的本能、行为和反思 3 个层面上全面触动受众，构建起品牌与消费者之间稳固的情感桥梁。成功的动态图形广告，是将设计美学、心理学洞察与品牌战略深度融合的产物，其用无声的视觉语言讲述动人的品牌故事，最终将品牌的商业意图内化为用户的情感认同。

展望未来，随着技术的发展，动态图形的情感化表达将呈现出更加多元和深入的趋势。交互性将成为重要的发展方向，用户不再只是被动的观看者，他们的点击、滑动等操作将能实时影响动态图形的变化，从

而获得个性化的情感体验。同时，数据驱动的动态图形广告也将出现，系统可以根据用户的偏好和实时情绪反馈，动态调整广告的节奏、色彩和内容，实现真正“千人千面”的情感化沟通。此外，随着增强现实（AR）和虚拟现实（VR）等沉浸式媒体的普及，动态图形将拥有更广阔的三维空间作为舞台，进一步拓展情感化表达的维度和深度。对于广告创作者和品牌方而言，持续探索和善用动态图形的情感力量，无疑是在未来激烈的市场竞争中赢得人心的关键所在。■

引用

- [1] 张宝君,成硕.数字媒体赋能高校思想政治教育的实践路径[J].白城师范学院学报,2025,39(3):28-36.
- [2] 朱雄轩.数字媒体艺术在短视频创作领域的应用[J].记者摇篮,2025(7):48-50.
- [3] 彭岷.平面设计中的维度拓展及其应用研究[D].北京:北京工业大学,2024(6):153-155.
- [4] 苏州地域性文化元素在空间中的提取和运用——以苏韵文化驿站为例[J].设计,2024(8):32-35.



数智化背景下医院信息系统 对资源调度效率提升的影响研究

文 ◆ 新疆博尔塔拉蒙古自治州人民医院 陈静兰 郑 汉 古丽米拉

引言

数智化技术在医疗行业中的应用已成为推动医院管理现代化进程的关键因素。特别是在医院信息系统的实施过程中，数智化技术不仅改进了医疗服务质量，还显著提升了资源调度效率。有效的资源管理是医院运营工作的核心要求，涉及人力、物资以及设备的优化配置，直接影响医疗服务的响应时间和患者满意度。随着全球医疗需求的增加和医疗环境日益复杂，如何通过技术手段有效解决资源分配问题，已成为医疗管理领域研究的热点。因此，探讨医院信息系统在不同文化和技术环境下的实施效果，对于指导全球医疗服务的优化具有重要的理论和实践价值。

1 数智化技术与医院信息系统的基本理论

1.1 数智化技术概述

数智化技术，亦称为数字化智能化技术，指的是利用数字技术和智能算法来改善和优化各种业务流程与服务模式的技术。其核心在于通过数据集成和智能分析，实现决策的自动化和服务

的个性化。数智化技术的概念最早源于信息技术的广泛应用，随着互联网、大数据、人工智能等现代技术的发展，这一概念得到了极大地扩展和深化。

从 20 世纪末的信息化简单阶段，到 21 世纪中叶的智能化阶段，数智化技术已经穿透了工业制造、零售、金融等多个行业，极大地提升了这些领域的管理效率。在这一发展过程中，不仅技术本身得到了飞速的进步，其应用范围和深度也在不断扩展。例如，初期的数字化主要关注数据的电子化和信息的数字化处理，而现阶段的智能化则更多地涉及数据的深度学习、预测分析和自动决策支持。

1.2 在医疗行业中的应用现状

在医疗行业，数智化技术的应用已成为推动医疗服务革新的重要动力。这些技术在提高医疗效率、确保患者安全以及提升服务质量方面发挥了关键作用。自动化设备（如手术机器人和自动配药系统）已在许多医院中得到应用，不仅提高了手术的精确性和药物分发的准确性，还减轻了医护人员的工作负担。

智能诊断系统通过利用机器学习技术分析大量的健康数据，能够帮助医生更快地诊断疾病。在某些情况下，系统能够预测疾病的发展趋势，为患者提供早期预警。电子健康记录系统（Electronic Health Record, EHR）也是数智化技术在医疗领域中的重要应用^[1]。通过 EHR 系统，医疗机构能够存储和管理患者的健康信息，使医生能够跨时间和地点访问这些关键信息，提供更连贯、更个性化的医疗服务。EHR 系统不仅提高了信息共享的效率，还增强了医疗服务的连续性和安全性。

2 医院信息系统对资源调度的影响机制

2.1 资源调度的概念及重要性

在医院管理中，资源调度涉及多种资源的优化配置，主要包括人力资源、物资资源以及医疗设备资源。人力资源不仅指医护人员，还包括行政、后勤等支持人员；物资资源则包括药品、医疗器械、消耗品等；设备资源涉及各类诊疗和辅助设备，如 CT 机、心电监护设备等。这些

【作者简介】陈静兰（1988—），女，湖南益阳人，硕士研究生，中级信息工程师，研究方向：医院信息管理系统。

资源的有效管理是确保医院运营效率和服务质量的关键。

资源调度的基本目标在于确保资源的最优使用，提升服务效率，降低运营成本，同时快速响应医疗需求。为达成这些目标，医院通常遵循以下基本原则。一是效率优化，即通过科学调度提高资源使用效率；二是成本控制，通过精细化管理降低不必要的开支；三是响应时间最小化，特别是在紧急医疗服务中，快速响应是挽救生命的关键^[2]。

2.2 信息系统的作用分析

医院信息系统在资源调度中起到至关重要的作用，具体表现在数据收集与数据处理方面。信息系统能够实时收集医院内各类资源的使用状态和需求信息，如病床使用情况、药品库存量、设备使用频率等，并对这些数据进行处理和分析。不仅能够帮助医院管理者了解当前资源状况，还能预测未来的资源需求，让管理者做出更为精确的调度决策。

通过集成的数据分析工具，医院信息系统还能提供决策支持，帮助管理者优化资源分配。例如，系统可以基于历史数据分析出高峰时段的人流和资源使用情况，预测未来的资源需求趋势。这些信息能够使管理者事先调整人力配置和物资供应，确保资源得到有效利用^[3]。此外，系统还可以识别资源使用中的瓶颈和浪费现象，提出改进措施，进一步提高资源使用的精确度和效率。

3 医院信息系统对通用医疗对接方案的影响

3.1 方案设计

在医院信息系统中，通用医疗对接方案的设计旨在实现跨部门、跨系统和跨机构的资源协同与数据共享。制定该方案的基本原则包括以下4点。一是互操作性，方案需确保不同医院信息系统间的无缝对接，采用统一的数据接口标准（如 HL7、FHIR 等）来实现跨系统通信和协作。二是实时性，信息的更新和传递必须高效，以确保资源调度和患者信息管理的及时性。三是安全性，针对医疗数据敏感性，方案设计需符合隐私保护法规，并采用加密传输和分级访问权限。四是可扩展性，方案须具备适应未来需求和技术升级的能力，能够灵活增加模块或对接新系统。

3.2 对接方案的实施与资源优化

在实施通用医疗对接方案的过程中，医院通过一系列简单有效的技术手段，实现了对资源配置的全面优化。首先，医院通过 BI 平台提取实时的病床占用情况、医疗设备使用状态和物资库存等基本数据，为医院资源调度提供实时数据支持。原本在不同系统之间分布的不同数据会在医院内部管理平台上进行整理、存储，并通过用户友好的界面展示，方便管理人员随时查看各项资源的使用情况^[4]。其次，系统还通过对历史数据的简单分析，帮助医院管理人员对未来的资源需求做出初步预测。医院基于过去的门诊量和住院人数等数据，预测未来一段时间内会出现的资源需求变化。这种基于历史数据的简单预测方法，使医院能够根据预测结果提前做好准备，合理调配病床和医护人员等资源，避免资源浪费或不足。最后，医院积极利用统一的检验检查互认平台，及时更新并共享检验检查情况，遇到资源紧张或不均的情况时，管理人员能够灵活调整人员和设备分配，确保门诊和住院资源得到高效利用。不仅避

免了资源分配不均和过度集中的问题，还避免了患者重复检查造成的经济损失。

3.3 患者体验提升与对接方案效果评估

实施通用医疗对接方案后，医院注重患者体验的提升，特别是在候诊时间、就医流程便利性、医疗服务响应速度等方面的改善。这些改进不仅提高了患者的满意度，还有效提升了医疗服务的整体效率。为了评估方案实施效果，医院可以通过定期收集和分析患者反馈数据进行综合评估。

患者的满意度是衡量对接方案实施成功与否的重要指标。医院通过结合后台系统自动生成的候诊时间和服务响应时间数据，客观验证患者满意度的变化。这一评估标准考虑了多方面因素，包括患者的候诊时间、就医流程的便利性、医护人员的沟通质量、医疗服务的响应速度以及医疗费用的合理性等。医院结合这些评估标准，不仅能够通过数据化的方式进行定量分析，还能够通过访谈的形式收集患者的主观感受信息，确保评估结果的全面性与客观性。

为了深入了解患者体验，医院特别关注以下几个方面的改进。首先，缩短候诊时间是患者最为关注的关键指标。传统的医疗流程中，患者通常需要长时间等待才能得到医疗服务，影响了整体就医体验。而在新的系统和方案实施后，通过优化流程和资源调度，医院能有效减少患者的等待时间，使候诊时间显著缩短。其次，患者对就医流程的便利性提出了较高要求。医院通过优化预约系统、完善引导流程等措施，让患者能够更顺畅地完成挂号、

排队、就诊等一系列环节，从而提高患者的就医便利感和效率。

4 “一带一路”中哈科技论坛医院信息系统的案例研究

4.1 外国患者接诊流程信息改造的背景与实施

在改造前，医院针对外国患者的接诊流程存在以下问题。一是信息不对称，患者就诊前无法准确获取挂号信息、医生排班或检查费用，导致浪费大量时间。二是手续复杂，患者需手动填写多份纸质表格，包括个人信息、病史和保险资料等，这些数据不能直接录入信息系统。三是支付困难，国际患者的支付方式不统一，无法实现高效结算。四是语言障碍，医院缺乏实时翻译系统，导致医患沟通效率低下。这些问题直接导致了接诊时间长、患者满意度低、医务人员工作负担增加。

为了解决外国患者接诊流程中存在的沟通不畅、信息不对称和支付难等问题，医院实施了一系列信息化改造。首先，医院改造了门诊收费、门诊挂号、住院

预检等系统，以方便外国患者识别，同步改造 PC 端、移动端、自助机端，支持的介质类型包括外国人永久居留证、护照等。改造后的电子病历系统，患者的病史、检查报告和处方信息可以快速录入信息系统，并在各部门间实现共享，避免了院内医疗信息繁琐的手工记录和传递过程。其次，为了方便患者，医院设立了外国患者窗口，外国患者可通过人工窗口、手机应用等多种方式，查询医生排班、科室位置和检查费用等信息，同时系统提供简单的导诊服务，帮助外国患者快速找到相关科室和检查地点。最后，为了确保患者信息的安全，医院利用加密技术保护个人数据信息，防止信息泄露。所有患者数据都经过加密存储和传输，以确保符合相关的数据安全标准，确保患者的隐私得到有效保护。通过这些改造，医院成功解决了外国患者在就诊过程中遇到的多种问题，提高了接诊效率，增强了患者的整体体验^[5]。

4.2 案例研究的效果分析

改造后的信息系统显著简化了外国患者的接诊流程，提高了服务效率和资源利用率。外国患者在沟通和支付方面的体验得到极大改善，整体满意度显著提升。系统通过优化流程，提升了医患之间的交流效率，解决了语言障碍和支付问题，进一步提升了患者的就诊体验。此外，医务人员的工作压力也得到了有效缓解。通过自动化流程，减少了重复性劳动，帮助医务人员更高效地完成工作，提高了整体工作满意度。这一改造不仅提升了服务质量，还为医院带来了更高效的运营效率。

结语

在数智化技术的推动下，医院信息系统的优化与应用已不再局限于提升医疗效率，而是更深刻地体现了技术对医疗服务模式的重新定义。资源调度的精准化和接诊流程的智能化改造，为医疗机构在应对复杂医疗需求和国际化挑战中提供了有力支持。通过技术与医疗深度融合，改善了患者体验，提升了服务质量。未来，随着技术的进一步发展，医院信息系统将成为推动全球医疗服务公平化、智能化的重要引擎，为构建更加高效和人性化的医疗生态系统奠定坚实基础。

引用

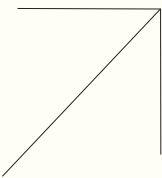
[1] 王泉.人工智能在医疗资源优化配置与医院运营管理中的决策支持作用[J].数字通信世界,2024(12):141-143.

[2] 祁建明.基于云计算的医院电子信息系统架构设计[J].长江信息通信,2024,37(11):138-140+156.

[3] 张伟.基于云计算的医院大数据信息化集成云测试系统设计[J].自动化与仪器仪表,2024(8):212-218.

[4] 魏宗洋.医院电子信息管理系统的设计与应用[J].电子元器件与信息技术,2024,8(8):45-47.

[5] 任勇嘉.基于数智技术赋能的医院后勤管理韧性提升研究[D].重庆:重庆理工大学,2024.



新质生产力背景下医院信息化转型探究

文 ◆ 北京市中关村医院 陈元媛 富大鹏

引言

在新质生产力蓬勃发展的时代背景下，医疗行业迎来了全新的变革契机。本文深入剖析新质生产力对医院发展的深刻影响，全面探讨医院在这一背景下实现信息化转型的必要性、面临的挑战以及转型策略。通过优化医疗服务模式、升级医疗技术、强化人才队伍建设以及推动管理创新，医院能够有效提升自身的核心竞争力，为患者提供更优质、高效、便捷的现代信息化医疗服务，推动医疗行业的高质量发展。

1 新质生产力的内涵与特征

新质生产力是创新起主导作用，摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径，具有高科技、高效能、高质量基本特征，符合新发展理念的先进生产力质态。其依托数字技术、生物技术、新能源技术等前沿科技，展现出强大的创新性、融合性和可持续性。在医疗领域，新质生产力推动了医疗技术、服务模式和管理理念的深刻变革，为医院发展带来了新的机遇与挑战^[1]。

2 新质生产力对医院发展的影响

2.1 驱动医疗服务模式创新

新质生产力促使医院从传统的以疾病为中心的服务模式向以患者为中心的全生命周期健康管理模式转变。借助互联网、大数据、人工智能等技术，医院可以开展远程医疗、在线问诊、健康监测等服务，打破时间和空间的限制，为患者提供更加便捷、个性化的医疗服务。例如，通过智能穿戴设备，患者可以实时监测自己的健康数据，并将数据传输至医院的信息系统，医生根据这些数据为患者提供及时的健康指导和治疗建议^[2]。

2.2 推动医疗技术升级

新质生产力带来了一系列先进的医疗技术，如基因检测、精准医疗、机器人手术等，这些技术的应用极大地提高了疾病的诊断和治疗水平。基因检测技术可以帮助医生更准确地了解患者的疾病风险和遗传特征，为个性化治疗提供依据；机器人手术则可以提高手术的精度和安全

性，减少患者创伤，缩短术后恢复时间^[3]。

2.3 促进医院信息化管理创新

在新质生产力的推动下，医院管理模式也在不断创新。借助信息化技术，医院可以实现精细化管理，优化业务流程，提高运营效率。例如，通过建立医院信息管理系统（HIS）、电子病历系统（EMR）等，医院可以实现医疗数据的实时共享和管理，提高医疗服务的协同性和准确性。同时，大数据分析技术的应用可以帮助医院进行决策支持，优化资源配置，降低运营成本^[4]。

3 新质生产力背景下医院信息化转型的必要性

3.1 满足患者日益增长的医疗需求

随着社会经济的发展和人民生活水平的提高，患者对医疗服务的质量、效率和便捷性提出了更高的要求。传统的医疗服务模式已经难以满足患者的需求，医院必须通过转型、创新服务模式，提升服务质量，赢得患者的信任和满意。

3.2 应对医疗行业竞争的加剧

在新质生产力的推动下，医

【作者简介】陈元媛（1987—），女，北京人，研究生，助理研究员，研究方向：公共卫生管理。

【通讯作者】富大鹏（1972—），男，辽宁开原人，本科，副主任医师，研究方向：医院管理。

疗行业的竞争日益激烈。不仅传统医院之间的竞争加剧，新兴的互联网医疗企业、第三方医疗服务机构等也纷纷进入市场，对传统医院构成了挑战。医院只有通过转型，提升自身的核心竞争力，才能在激烈的市场竞争中立于不败之地。

3.3 适应科技发展的趋势

科技的快速发展为医疗行业带来了巨大的变革。医院如果不能及时跟上科技发展的步伐，就会在技术和服务上落后于竞争对手。因此，医院必须积极拥抱科技，推动自身的数字化、智能化转型，以适应科技发展的趋势。

4 新质生产力背景下医院信息化转型面临的挑战

4.1 数字技术应用与整合的难题

医院内部以及跨机构的系统间，技术兼容性成为一大障碍。不同医疗设备、信息系统之间缺乏统一标准，导致数据孤岛现象严重，难以实现信息的有效共享与利用。此外，技术的快速迭代使设备或系统的升级频繁，进一步加剧了兼容性问题。在数字化转型过程中，患者数据的安全与隐私保护成为焦点。医疗数据的敏感性特征要求医院必须建立严格的数据安全管理体系，如加密技术、访问控制、数据备份与恢复策略等，以防数据泄露、篡改或非法使用。然而，这些措施的实施需要投入大量资源与精力，且需持续监控与更新，以应对不断演变的网络安全威胁。新技术的引入要求医护人员以及管理人员具备相应的技能与知识。当前，既懂医学又精通信息技术的复合型人才稀缺，成为技术有效

应用的瓶颈。医院需投入资源开展针对性培训，提升员工的技术应用能力。同时，还需考虑如何吸引并留住高端人才。技术的引入不仅是工具的更新，还是业务流程的深刻变革。如何确保技术变革与业务流程的顺畅对接，避免“技术先行，管理滞后”的情况，是医院面临的又一挑战。这要求医院在转型初期就需进行细致的流程设计，确保技术与业务的高效融合。

4.2 新兴技术人才短缺与结构不合理

随着医疗技术的飞速发展，特别是人工智能、大数据、远程医疗等新兴技术的应用，医院对高技能人才的需求日益增长。然而，当前许多医院面临的是传统医疗人才多、跨界复合型人才少的尴尬局面。这类人才不仅需要深厚的医学专业知识，还需掌握信息技术、数据分析等跨领域技能，以应对复杂多变的医疗环境和患者需求。人才短缺不仅限制了医院服务水平的提升，还阻碍了技术创新和科研进展，成为医院转型升级的一大瓶颈。人才结构的不合理是另一个值得关注的挑战。一方面，高层次的管理人才、科研领军人物以及创新型医护人员匮乏。另一方面，初级岗位与辅助性岗位人员过剩，导致人力资源配置效率低下。这种“头重脚轻”的结构不仅影响了医院的运营效率，还削弱了整体创新能力。此外，缺乏合理的晋升机制和职业发展路径，使许多有潜力的员工难以看到个人成长的空间，进而影响了工作积极性和团队稳定性。新质生产力背景下的医院转型需要大量既懂医学又懂信息技术的复合型人才。然而，目前我国医疗行业的复合型人才短缺，人才结构不合理的问题较为突出。此外，传统的医学教育模式注重专业知识的传授，对学生的信息技术和创新能力培养不足，难以满足医院转型的需求。

4.3 数据安全与隐私保护的挑战

随着医疗数据的采集、存储、分析、利用日益广泛，包括患者个人信息、诊疗记录、基因信息在内的敏感数据成为攻击者的目标。网络攻击、内部人员泄露、第三方服务商安全漏洞等都会导致数据泄露，不仅损害了患者隐私，还影响了医院声誉以及运营安全。在促进医疗科研、教学以及服务质量提升的同时，如何有效管理和利用数据而不侵犯个人隐私，是医院面临的一大难题。过度收集、不当使用或共享个人信息会引发法律纠纷和社会信任危机，而缺乏必要的技术支持则会影响医疗决策的科学性和有效性。

5 新质生产力背景下医院信息化转型策略

5.1 优化医疗服务模式

5.1.1 构建全生命周期健康管理体系

医院应树立以患者为中心的服务理念，构建全生命周期健康管理体系。从疾病预防、诊断、治疗到康复，为患者提供全程、个性化的健康管理服务。通过开展健康体检、健康讲座、慢性病管理等活动，提高患者的健康意识和自我管理能力。同时，加强与社区卫生服务机构的合作，建立双向转诊机制，实现医疗服务的无缝对接。

5.1.2 拓展线上医疗服务渠道

充分利用互联网技术，拓展线上医疗服务渠道。开展远程医疗、在

线问诊、预约挂号、在线缴费等服务，方便患者就医。同时，通过互联网平台，为患者提供健康咨询、用药指导等服务，提高患者的就医体验。

5.2 升级医疗技术

5.2.1 引进和应用先进医疗技术

医院应积极引进和应用基因检测、精准医疗、机器人手术等先进医疗技术，提高疾病的诊断和治疗水平。加强与科研机构、高校的合作，开展科研项目，推动医疗技术的创新和转化。同时，加强对医务人员的培训，提高他们对先进医疗技术的掌握和应用能力。

5.2.2 推动医疗技术的融合与创新

鼓励医务人员开展跨学科的研究和合作，推动医疗技术的融合与创新。例如，将人工智能技术与医学影像诊断相结合，提高诊断的准确性和效率；将生物技术与医疗器械研发相结合，开发新型医疗产品。

5.3 强化人才队伍建设

5.3.1 培养复合型人才

改革医学教育模式，加强对医学生信息技术和创新能力的培养。在高校医学教育中，增设相关的信息技术课程，开展实践教学，培养学生的实际操作能力。同时，医院应加强与高校的合作，开展在职培训和继续教育，为医务人员提供学习和交流的机会，培养既懂医学又懂信息技术的复合型人才。

5.3.2 优化人才结构

制定科学合理的人才招聘和引进政策，吸引优秀的医学人才和信息技术人才加入医院。同时，建立完善的人才激励机制，充分调动医务人员的积极性和创造性。通过优化人才结构，提高医院的整体实力。

5.4 推动管理创新

5.4.1 实施精细化管理

借助信息化技术，实施精细化管理。建立医院信息管理系统，实现医疗数据的实时采集、分析和管理。通过数据分析，优化业务流程，提高运营效率^[5]。例如，通过对患者流量的分析，合理安排医务人员的工作时间和排班，提高医疗资源的利用率。

5.4.2 加强数据安全与隐私保护

建立健全数据安全和隐私保护制度，加强对医疗数据的管理和保护。采用先进的加密技术、访问控制技术等，确保医疗数据的安全。同时，加强对医务人员的数据安全和隐私保护意识教育，提高他们的风险防范能力。

结语

大数据信息化为医院产业转型带来了难得的机遇，同时也使医院面临诸多挑战。医院要积极应对挑战，抓住机遇，通过转变管理理念、加强数据安全与隐私保护、提升医疗数据质量、加大信息化建设投入、加强专业人才培养与引进、推动医疗服务模式创新等策略，实现产业转型升级。在转型过程中，医院要结合自身实际情况，制定合理的转型方案，

并不断探索和实践，以适应大数据时代的发展要求，为患者提供更加优质、高效、便捷的医疗服务，推动医院的可持续发展。未来，随着大数据技术的不断发展和应用，医院产业转型将不断深入，医疗行业也将迎来更加美好的发展前景。医院应持续关注大数据技术的发展动态，不断优化和完善转型策略，在大数据信息化的浪潮中勇立潮头，实现自身的价值和使命。^[6]

引用

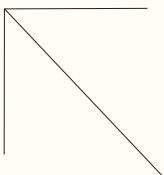
[1] 陈蓉.信息化时代医院文书档案管理建议[J].兰台内外,2021(12):57-58.

[2] 黄黎.医院办公室文书档案电子化管理的实践探索[J].中国卫生标准管理,2021,12(8):30-33.

[3] 杨扬.基于医院办公室文书档案管理信息化建议[J].黑龙江档案,2021(2):164-165.

[4] 赵光曦.对医院文书与档案工作有效衔接的体会[J].办公室业务,2021(6):70-71.

[5] 巩伊玲,杨逢柱.发展新质生产力背景下的公立医院数据治理研究[J].中国信息界,2025(4):107-111.



融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统研究

文 ◆ 南京市江宁医院 端佳红

引言

在现代医学领域中，手术作为医学治疗的有效手段，在很多疾病的治疗方面具有重要的作用。但是在重视手术治疗的同时，也要关注患者的手术护理。科学的手术护理能够为患者提供更为全面的手术支持，从而改善患者的手术治疗效果。然而，在患者手术护理干预上，传统的手术护理主要依托人工，凭借护理人员的经验为患者提供手动护理干预。

该护理模式不仅信息滞后，而且监测不精准，在手术器械管理方面效率较低^[1]。随着人工智能的发展，深度学习技术凭借强大的图像识别、时序数据分析能力，为推动手术护理流程的智能化提供了技术支撑。通过在手术护理流程中融入深度学习技术，并在此基础上构建智能监护系统，实现对患者手术全环节的智能感知，评估患者的护理需求，并给出精准的护理决策，提升手术护理质量^[2]。

1 融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统的设计需求分析

在医院对患者的治疗中，手术治疗是有效的治疗方案之一。但是在为患者进行手术治疗的同时，患者的护理干预同样重要。目前，医院针对手术患者的护理干预主要包括术前常规准备工作、术中监护以及术后护理3个环节，每个环节都有相应的护理干预标准和要求。术前准备



【作者简介】端佳红（1996—），女，江苏南京人，本科，研究方向：手术室护理。

阶段主要是根据患者手术治疗的需求完成术前一系列的准备工作，包括严格按照患者的诉求录入患者的个人信息，并按照手术要求做好患者术前的护理干预和指导、根据手术内容准备好手术器械等^[3]。术中护理主要是基于患者手术护理的要求做好患者在手术过程中基础生命体征的监测、配合主治医师完成患者的手术操作等。术后护理阶段则是评估患者的术后恢复情况，并根据患者的术后护理需求提供针对性的护理干预。

因此，在设计融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统时，核心需求在于结合手术患者的围手术期护理需求，实现对手术护理全流程的智能化管理和监控。从系统设计层面来看，其应具备出色的信息采集功能，能够与医院既有的信息系统紧密衔接，并结合对医院信息系统数据的采集，全面收集患者围手术期的数据信息。同时，对获取的数据信息进行分析，根据分析结果制定最适合患者的围手术期护理干预方案。

2 融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统的设计

2.1 系统整体设计

在设计融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统时，根据需求分析，系统设计需要契合围手术期患者智能监护的需求。融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统的整体设计如图 1 所示。

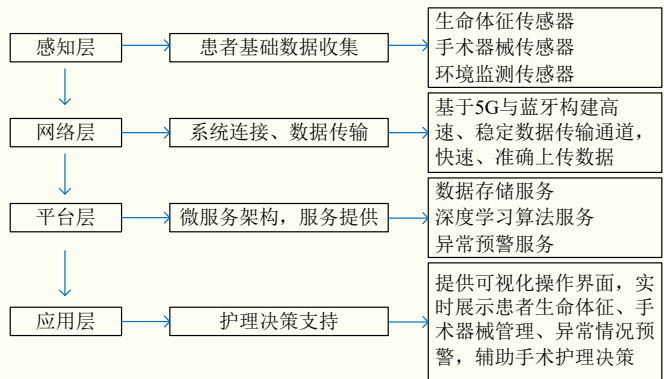


图 1 融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统的整体设计

感知层主要是收集所部署的传感器的患者相关数据，包括生命体征传感器（如心电图、血压、血氧传感器）、手术器械传感器、环境监测传感器等，实现手术相关数据的实时采集。网络层主要是基于系统运行需求，引入 5G 网络与蓝牙技术，完成高速、稳定的数据传输通道构建，从而确保所有采集获取的数据能精准传输至平台层^[4]。平台层采用微服务架构，将系统功能拆解为独立的服务模块，如数据存储服务、深度学习算法服务、异常预警服务等。应用层为手术医生、护理人员提供可视化操作界面，实现患者生命体征实时展示、手术器械管理、异常情况预警等功能，辅助手术护理决策。

2.2 深度学习模型构建

在设计融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统时，采取 Java 语言开发后端服务，利用 Spring Cloud 框架实现微服务的搭建与管理，前端采用 Vue.js 框架开发用户界面。深度学习模型基于 Python 语言，在 TensorFlow 框架下进行训练与部署。系统部署在私有云平台上，同时在手术室边缘节点部署边缘计算设备，实现部分数据的本地化处理。

基于融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统的应用需求，系统设计 4 个模型，分别是生命体征监测和预测模型、手术器械识别和管理模型、手术风险评估模型以及患者护理决策模型。以生命体征监测模型构建为例，流程如下。

在构建模型时，对于患者的生命体征监测与预测模型构建使用 LSTM 网络，在原始数据的采集方面，获取的主要是患者的历史生命体征数据信息，如患者的历史心电图数据（ECG）、血压（BP）、呼吸频率（RR）等时序数据。在数据采集时，设定数据采集的时间间隔为 Δt （ t 的取值根据实际情况决定）。在完成数据采集后，获取到原始数据集 $D=\{x_1, x_2, x_t\}$ ，其中， x_t 代表的是在 t 时刻的特征向量，维度为 n （如 $n=3$ ，分别对应 ECG、BP、RR）。

完成所有的数据收集后，对收集的数据进行预处理，针对特征 $x_{t,i}$ 而言， i 代表特征维度，并对其进行归一化处理，对应的处理公式（1）如式（1）所示。

$$x_{ti} = \frac{\hat{x}_{t,i} - \mu_i}{\sigma_i} \tag{1}$$

式（1）中， μ_i 和 σ_i 分别表述的是特征 i 对应的均值以及标准差。在完成归一化处理后，则是完成数据集的划分，共计有 3 个集合，分别是训练集 D_{train} 、验证集 D_{val} 以及测试集 D_{test} ，比例通常为 7:1:2。

而后构建 LSTM 网络架构。在架构的输入层规划上，未接收长度是 L 的时序序列，即输入的长度应该是 $L \times n$ 。对于 LSTM 层而言，堆叠 1 ~ 2 层 LSTM 单元，每个单元输出维度为 h 。则对应的 LSTM 单元公式如下。

表 1 基于融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统和传统人工护理结果比较

组别	生命体征监测异常生命体征识别准确率	预警时间	手术器械管理遗漏或是错用	手术时间
融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统	98.9%	1 ~ 4min	0.5%	平均缩短 15%
传统人工护理	94.3%	3 ~ 10min	1.4%	/

遗忘门： $f_t=\sigma(W_f\cdot[h_{t-1},x_t]+b_f)$
输入门： $i_t=\sigma(W_i\cdot[h_{t-1},x_t]+b_i)$
细胞状态更新：
 $\tilde{C}_t=\tanh\sigma(W_c\cdot[h_{t-1},x_t]+b_c)$
细胞状态：
 $C_t=f_t\odot C_{t-1}+i_t\odot\tilde{C}_t$
输出门： $o_t=\sigma(W_o\cdot[h_{t-1},x_t]+b_o)$
隐藏状态： $h_t=o_t\odot\tanh(C_t)$

在上述公式中， σ 代表 Sigmoid 函数， $\odot$ 为逐元素相乘。在全链接层完成 LSTM 对应输出 h_t 到预测维度的映射，基于此通过模块获取未来 k 时间患者的基础生命体征情况。

完成模型构建后，采取损失函数对模型进行训练。训练时使用均方误差（MSE）对预测值 $\hat{y}_t$ 和实际值 y_t 二者之间存在的差异进行计算，如式（2）所示。

MSE = $\frac{1}{N}\sum_{t=1}^N\sum_{i=1}^n(\hat{y}_{t,i}-y_{t,i})^2$ （2）

式（2）中， N 表示样本数量。引入 Adam 优化器对模型进行优化，通过动态调整学习率，完成网络参数 θ 的更新处理。通过不断优化，确保获取的模型有较高的预测准确率。

3 融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统的测试

筛选上海市三甲综合性医院 A（以下简称“A 医院”）在 2023 年 4 月至 2024 年 6 月期间收治到院接受手术治疗的 100 例患者作为测试样本进行测试，就传统人工手术护理和本次研发的融合深

度学习与手术护理流程的智能监护系统护理结果进行比较（见表 1）。根据表 1，A 医院在引入融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统后，在生命体征监测方面表现更优，异常生命体征识别准确率从传统人工护理的 94.3% 提升至 98.9%，预警时间也从 3min ~ 10min 缩短到 1min ~ 4min，能及时准确地发现患者生命体征的异常情况。在手术器械管理上，该系统大幅降低了遗漏或是错用的概率，从传统人工护理的 1.4% 降至 0.5%，保障了手术的安全性和规范性。引入智能监护系统后，手术时间平均缩短了 15%，证实了该系统的应用不仅提高了手术效率，还能减少患者在手术中的风险和痛苦。这些优势表明，融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统在提升手术护理质量和效率上具有显著效果，能够为患者提供更优质的医疗服务^[5]。

结语

随着医学技术的飞速发展，患者对医疗服务的需求不断提升。在为临床手术患者行手术护理时，传统的护理依赖人工进行，导致护理人员有较大的护理工作压力。同时，由于传统人工护理存在精力分散、易疲劳等问题，难以做到全方位、实时且精准地护理。而融合深度学习与手术护理流程的智能监护系统的出现，为解决这些问题提供了有效途径。该系统基于深度学习技术，通过对大量患者数据的学习和分析，能够更准确地监测患者生命体征、管理手术器械，从而提高手术护理的质量和效率。从测试结果来看，本文给出的智能监护系统在生命体征监测、手术器械管理和手术时间控制等方面均表现出明显优势。这不仅有助于降低患者手术风险、减少患者痛苦，还能减轻护理人员的工作压力，极大地提高临床手术护理工作的效率和质量。^[8]

引用

[1] 陈红,何国龙,张春瑾,等.智能化手术安全核查流程的设计与应用[J].护理学杂志,2024,39(21):51-54.
[2] 陈美璇,蒋岚,梁升豪.人工智能与机器人辅助护理工作的研究进展[J].循证护理,2024,10(21):3873-3876.
[3] 蒋玖艳,冯娜.智能辅助系统在心电监护拔牙中的应用进展[C]//中华口腔医学会牙及牙槽外科专业委员会.中华口腔医学会牙及牙槽外科专业委员会第6次全国牙槽外科学术年会论文集.四川大学华西口腔医院;2024:623.
[4] 郑杰,郑树森.人工智能在外科临床中的应用[M].北京:人民卫生出版社,2021.
[5] 宋海波,朱锴,王晓,等.临床手术信息采集和分析系统[J].计算机应用,2016,36(S2):309-311+315.

商科大学生 AIGC 模型使用情况调查与分析*

——以福建商学院为例

文◆福建商学院国际经贸学院 傅金凤 林 航 刘心平

引言

当前,人工智能迅速渗透至社会各个领域,人工智能生成内容(Artificial Intelligence Generated Content,简称“AIGC”)技术的崛起被认为是第四次科技革命的核心技术之一。近年来,AIGC从应用探索迈向广泛普及,对教育领域的影响愈发显著,商科教育与AIGC技术的融合已成为时代发展的必然趋势。《教育强国建设规划纲要(2024—2035)》提出“实施国家教育数字化战略”,强调借助现代信息技术推动教育创新。AIGC作为新兴数字技术代表,凭借强大的内容生成能力,为教育提供丰富的教研资源并引发教学模式的创新,人工智能助力教育变革势在必行且意义重大。商科教育的目标是培育适应经济社会发展的高素质应用型人才。在数字化时代,AIGC为商科教育发展带来了新的发展契机^[1]。当前AIGC技术正处于从研发逐渐成熟到应用快速落地的发展变革期,商科大学生对AIGC模型的具体使用状况尚不明晰,使用中面临的问题与挑战也亟须调研,以便为AIGC技术在商科教育中的合理应用提供现实依据,推动教育数字化战略实施,助力新时期商科教育的高质量发展。本文以福建商学院为例,对商科大学生AIGC模型的使用情况开展问卷调查。调查发现,商科大学生普遍了解AIGC技术,但使用频率和深度存在差异,主要应用领域为课程作业,且普遍认可AIGC模型的学习效果。在商科大学生使用AIGC模型的过程中,也存在AI课堂教学意识薄弱、学生AI认知度和使用能力有待提升以及对数据隐私和知识产权存在担忧等问题。因此,亟须共同探索提升商科大学生AIGC模型使用水平的具体措施。

1 商科大学生 AIGC 模型使用现状

本研究以福建商学院为例,采用访谈法和问卷调查法对在校商科大

学生AIGC模型使用现状进行调查,调查时间为2024年12月29日至2025年1月5日。福建商学院商科专业占学校现在专业数七成以上,其他非经管类专业也以商科应用为特色,调研单位具有较强的商科典型性。本次调查累计发放问卷370份,回收366份,其中有效问卷325份,有效率为88.8%;男生151人(占46.46%),女生174人(占53.54%);大一、大

*【基金项目】本文系2024年国家级大学生创新训练项目“AIGC时代新商科人才核心能力重构与学生因应策略”(202411313003)与2024年福建省本科高校教育教学研究项目“AIGC时代新商科人才培养模式的构建与实践”(FBJY20240096)的研究成果

【作者简介】傅金凤(2004—),女,福建泉州人,本科,研究方向:贸易经济研究。

【通讯作者】林航(1978—),男,福建福州人,博士,副教授,从事文化贸易、贸易经济研究工作。

二、大三、大四学生的比例分别为 15.38%、20.62%、46.15% 和 17.58%，专业涉及经济学类、管理学类、金融学类、会计学类及其他。

1.1 总体状态：商科大学生普遍了解 AIGC 技术

调查发现，AIGC 模型正在以其显著实用性，逐步融入商科大学生的学习生活中。问卷数据显示，88.88% 的受访者表示听说过或了解过 AIGC 技术，说明当前 AIGC 技术在商科学生群体中具有较高的知名度和关注度。在 AIGC 技术的传播路径中，社交媒体和网络新闻发挥了关键作用。这些媒体平台凭借其广泛的传播范围、高效的传播速度和多样化的传播形式，成为商科学生获取 AIGC 相关信息的重要渠道，为他们在未来商业管理领域的发展奠定了坚实的技术认知基础。

1.2 认知评价：AIGC 模型的工具价值获得认可

AIGC 模型在商科学习中的工具价值形成普遍的共识。调研数据显示，68% 的受访者认为掌握 AIGC 技能“非常重要”或“比较重要”，仅 7.2% 的受访者持否定态度。这一分布特征表明，当前商科大学生对 AIGC 技术重要性的认识显著增强；AI 技术实用性与职业发展预期是驱动商科大学生学习使用 AIGC 模型的关键变量，印证了将 AIGC 技术知识融入商科教育的必要性。

1.3 使用情况：商科大学生 AIGC 的使用频率存在差异

商科大学生使用 AIGC 大模型的频率呈现差异化特征。基于对商科大学生抽样调查，28.62% 的受访者表示每周使用若干次

AIGC 大模型，27.69% 的受访者表示偶尔使用，超半数学生未形成稳定使用习惯；20.31% 的受访者将其作为常规学习工具，17.23% 的受访者为高频用户（每日多次使用），体现出个体技术采纳程度差异明显。在工具选择上，文心一言使用率为 63.38%，显著高于其他模型；豆包（59.69%）、Kimichat（50.46%）、通义千问（47.38%）构成第二梯队。

1.4 使用痛点：数据隐私和安全问题最受关注

针对商科大学生使用 AIGC 模型的学习调查发现，学生普遍关注生成内容的安全性与使用隐私性。具体而言，67.69% 的学生最关注生成内容质量，担心其产生重复或低质量文本影响学习；61.54% 的学生担忧模型被恶意利用，如生成虚假或操控内容；60.92% 的学生对算法偏见和潜在歧视问题表示忧虑；57.85% 的学生担心数据泄露，害怕学术资源或个人信息被泄露。

2 商科大学生 AIGC 模型使用存在的问题

2.1 AI 课堂教学意识较薄弱

调研发现，当前商科教育在 AI 工具的应用上仍存在显著不足。教师利用 AI 工具开展教研活动的现象并不普遍，而将 AI 工具有效融入课堂教学的意识也相对薄弱。在案例单位和不少高校商科院系中，仍普遍存在着课堂前要求学生上交手机的传统管理方式。这种做法无形中阻碍了学生与 AI 技术的充分互动与交流。项目式教学和任务导向型教学是适应 AIGC 时代需求的重要教学模式，它们能够为学生提供实践操作和应用 AI 工具的机会，培养学生的创新能力和解决实际问题的能力。然而，这些教学模式在当前商科教育中的开展还不充分。导致他们使用 AI 开展自主学习的意识较低，无法深入挖掘和充分利用 AI 技术在学习和未来职业发展中的巨大潜力和价值。

2.2 存在对数据隐私和知识产权的担忧

商科大学生在使用 AIGC 模型时，普遍对数据隐私泄露风险感到担忧。AIGC 模型运行需要用户输入大量个人数据，若处理不当或被非法获取，隐私将遭受严重侵犯。除隐私问题外，知识产权侵犯也是受访学生关注的法律焦点。AIGC 生成内容时，会涉及版权、专利或商业秘密。受访者担心使用时无意侵权，引发法律纠纷与赔偿。尤其对于正在撰写学位论文和从事文化创意工作的学生来说，他们更重视知识产权保护问题。侵权不仅损害声誉，还对职业发展有严重的负面影响。

2.3 学生的 AI 使用能力欠缺

商科大学生在使用 AIGC 模型时暴露出诸多能力短板。首先是辨别 AI 生成内容真伪的能力欠缺。由于高校课堂尚未普及 AI 相关课程，学生面对 AI 生成的信息时，往往因判断力和批判性思维不足，难以甄别其准确性和可靠性，容易被大模型所误导。其次是学生的提问能力亟待提升。在 AIGC 技术蓬勃发展的当下，学生若缺乏精准的提问技巧，就无法有效与 AI 互动，难以获取高质量的输出信息。这些能力不足与当前大学教育现状紧密相连，应采取措施加以改进。

3 提升商科大学生 AIGC 模型使用水平的具体措施

为推动 AIGC 技术与商科教育的深度融合与高效应用，培养出契合数智经济时代需求的复合型商业人才，亟须高校、学生和大模型企业等 3 个层面协同发力，探索提升商科大学生 AIGC 模型使用水平的具体措施，以期优化商科教育生态、提升商科大学生综合素养提供有益参考^[2]。

3.1 学校层面

在 AIGC 技术飞速发展的背景下，为培养适应时代需求的商科大学生，可通过系统举措提升学生运用 AIGC 的能力。学校应开设涵盖理论知识、实践应用与案例分析的 AIGC 系列实践课程，让学生在实操中提高操作技能与问题解决能力；定期组织 AIGC 模型使用培训、讲座以及研讨活动，让学生及时了解行业动态、促进学术交流合作。同时，学校需提升教师群体 AI 素养，借助研修营、专项基金、企业专家讲座，助力教师掌握 AIGC 工具、开展跨学科研究、更新知识体系，形成“技术赋能—教学创新—学术反哺”的良性循环。此外，将 AIGC 模型使用能力纳入商科学生评价体系，通过课程考试、实际项目以及竞赛成果，全面评估学生对 AIGC 模型的学习与应用情况，激励学生主动学习与运用 AIGC 技术。

3.2 学生层面

在学习意识塑造上，学生要主动培养自主学习与探索意识，踊跃参与学校开设的 AIGC 课程，借助线上学习平台，获取 AIGC 领域的前沿理论与经典应用案例。同时，秉持勇于探索的精神，将 AIGC 模型融入商业案例分析、市场预测等商业场景中，通过反复实践，深化对模型的理解与运用。在实践能力锻炼层面，学生应积极投身各类学术竞赛和项目实践，借助“互联网+”创新创业大赛、商业计划书大赛等平台，获取真实场景下应用 AIGC 模型的机会。在激烈的竞赛与复杂的项目实践中，不仅能提升实操能力，还能进一步加深对 AIGC 模型的理解，做到学以致用。在学科交叉融合上，商科大学生应主动跨学科合作。例如，与计算机专业学生携手，整合双方优势资源，共同开发 AIGC 模型在商业数据分析、客户关系管理等领域的应用。通过跨学科合作，拓宽知识视野，打破学科壁垒，全方位提升对 AIGC 模型的综合理解与应用能力，培养适应时代需求的综合素养^[3]。

3.3 大模型企业层面

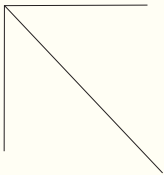
在实践赋能方面，大模型企业可与高校开展紧密的合作项目，为商科大学生创造丰富的实践机会。通过举办 AIGC 商业应用竞赛，设定多元商业场景和任务，引导学生组队参赛，促使其在竞赛过程中深度探索模型功能，发挥创新思维，进而提升对模型的理解与灵活运用能力。在技术支持与迭代优化层面，企业要为商科大学生提供全方位技术支持，设立专门客服渠道，及时解答学生在模型使用过程中遇到的问题。同时，搭建有效的反馈机制，鼓励学生围绕模型使用体验、功能需求等提出意见，据此对模型进行针对性优化，提升模型性能与适用性。

结语

高校商科教育与 AI 大模型相结合，是 AIGC 时代新商科人才培养的应有之义。当前商科大学生普遍了解 AIGC 技术，但使用频率和深度存在差异，在使用 AIGC 模型的过程中，也存在 AI 课堂教学意识薄弱、学生 AI 认知度和使用能力有待提升以及对数据隐私和知识产权存在担忧等问题。因此，高校、学生和大模型企业等 3 个层面协同发力，共同探索提升商科大学生 AIGC 模型使用水平的具体措施。^[8]

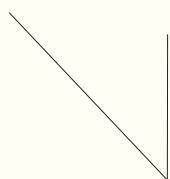
引用

[1] 祝智庭,戴岭,胡姣.AIGC技术赋能高等教育数字化转型的新思路[J].中国高教研究,2023(6):12-19+34.
[2] 周杰.AIGC赋能教育数据治理变革:机理与应对[J].湖州师范学院学报,2024,46(12):35-42.
[3] 陈雅赛.高校出版教育的AIGC技术融合应用与人才培养模式重塑[J].编辑学刊,2025(1):37-43.



配电通信系统中基于多源数据融合的状态感知与智能诊断模型研究

文 ◆ 江苏华晟信息科技有限公司 高 扬



引言

传统的配电通信系统主要依赖人工操作和基于规则的诊断方法，面临着设备复杂性日益增加、运行环境不断变化、突发故障频发等挑战，其本身的影响因素使传统的故障诊断方法显得力不从心，无法及时、准确地识别故障源及其传播路径，从而影响了配电网的可靠性与稳定性^[1]。随着配电网的规模扩展和智能化需求的增加，配电通信系统的数据维度和种类也迅速增加，来自设备监测、通信链路、环境变化、负荷波动等多个方面的数据汇聚到系统中^[2]。这些多源异构数据虽

然为监控和诊断提供了更多的信息支持，但也带来了数据融合、异常检测和故障诊断等方面的技术难题。本研究提出一种基于多源数据融合的智能诊断模型，利用先进的深度学习、图神经网络和贝叶斯推理等技术对配电通信系统进行状态感知与故障诊断。该模型通过集成来自通信链路、智能终端、传感器等多维度数据，提升了故障检测的准确性和及时性，并为配电系统的自愈与优化决策提供了理论支持，为配电通信系统的智能化改造提供创新的解决方案，为智能电网的安全稳定运行打下坚实的技术基础。

1 配电通信系统的架构与原理

配电通信系统是现代电力系统中不可或缺的重要组成部分，主要用于实现配电网内设备间的通信与信息传输。其核心目标是保障配电网各设备间的实时信息交换，支持智能化调度、故障监测以及系统自愈等功能。配电通信系统通常由 3 个主要部分构成，即通信网络、终端设备与数据管理系统。

1.1 通信网络

通信网络是配电通信系统的基础设施，负责实现配电网各个环节之间的数据传输。根据不同的应用场景和需求，配电通信网络可采用多种技术，通常包括光纤通信、无线通信（如 GPRS、Wi-Fi）、PLC（电力线载波通信）等。在智能配电系统中，通信网络的稳定性和高效性直接影响到系统的实时性与可靠性。

1.2 终端设备

终端设备包括配电网中的各类智能设备，如智能电表、远程终端单元（RTU）、智能开关、传感器等^[3]。这些设备通过通信网络将现场数据（如电流、电压、温度等）实时上传至中心系统或云端，便于集中监控和管理。同时，终端设备能够接收上级指令，执行开关操作、调整设备参数等。终端设备的精准性与高效性是配电通信系统稳定运行的关键。

1.3 数据管理系统

数据管理系统是配电通信系统的“大脑”，负责处理、存储和分析

【作者简介】高扬（1987—），男，江苏徐州人，硕士研究生，中级工程师，研究方向：通信与信息系统。

来自终端设备的数据。系统通过对大量数据进行分析,帮助运维人员实时掌握配电网的运行状态,及时发现潜在问题,并提供决策支持。数据管理系统通常结合 SCADA 系统(监控与数据采集系统)和 DMS 系统(配电管理系统),实现对配电网的全面监控与智能调度。

2 基于多源数据融合的配电通信系统状态感知方案

2.1 多源数据采集与预处理技术

在配电通信系统中,数据源种类较多,包括电力设备的运行数据(电流、电压、温度)、通信链路的性能数据(带宽、丢包率、延迟)、环境监测数据(湿度、温度)以及来自智能终端与传感器的实时数据等。由于数据在时间戳、采样频率、数据格式以及精度等方面存在较大差异,因此数据预处理是比较重要的一环^[4]。数据预处理的关键技术主要包括数据清洗、数据归一化、数据去噪以及数据缺失值填充等。

2.2 特征提取与深度学习技术

配电通信系统由于数据源多,存在多个维度,在对数据源进行处理时常常只能提取出故障的外在特征。因此,利用深度学习技术(主要包括卷积神经网络 CNN 以及递归神经网络 RNN 等深度学习模型),能够自动挖掘数据中未知的模式、非线性的特征。应用实践中将多源数据进行融合处理形成高维特征向量,再使用深度学习模型进行特征选择和降维,从而提取与系统运行状态相关性强的特征。例如,使用卷积神经网络处理时序数据能够获取时序数据中的局部与全局特征;递归神经网络处理有序数据(如设备的运行时间顺序)能够挖掘出其中的时序依赖关系。

2.3 多模态数据融合与决策模型

除了配电业务中的部分标准化数据外,配电通信需要融合环境数据、视频数据和来自配电运维人员的大量操作记录等不同模态数据(时间、图像、文字等),而如何高效地将多模态数据融合在一起并从中提取出能够支撑准确状态感知的决策依据,是实现配电精准状态感知的关键。多模态数据融合常用的融合方法有加权融合、特征级融合、决策级融合等,而在加权融合中,根据数据的重要性和可靠性等因素为每种数据赋予权重,最终将多种数据源的信息通过加权平均融合。

3 基于多源数据融合的配电通信系统的智能诊断模型设计

3.1 异常检测与故障预测算法设计

配电通信系统的大部分数据属于时序数据,如电流、电压、链路延时等,这类数据具有连续性和周期性特征。在异常检测过程中,首先利用自编码器(Autoencoder)对时序数据进行重构。自编码器由编码器和解码器构成,编码器对输入数据进行压缩并映射至低维特征空间;解码器则基于这些低维特征完成数据重构^[5]。训练阶段仅采用正常数据对模型进行训练,使模型学习数据的普遍模式。当输入新数据时,模型会计算重构误差,若该误差超过预设阈值,对应数据点即被判定为异常点。本设计采用长短期记忆网络(LSTM)对时序数据进行建模,以捕获数据的远期依赖关系。通过学习设备运行状态的历史数据,构建能够反映系统正常运行趋势的模型,从而及时探测偏离正常趋势的异常事件,如设备性

能恶化、通信链路延时增加等。

配电通信系统包含传感器数据、通信网络数据、设备数据等多种数据类型。为充分利用这些多源、多类型数据的信息价值,本文提出基于加权融合的多模态异常检测方法。针对不同数据源异常检测模型,采用加权融合策略,通过在线调整数据源间的加权融合方法与策略,自动确定各类数据源在异常检测中的可靠性和相关程度。具体而言,首先对每个数据源分别执行孤立森林(IsolationForest)、K-means 聚类等经典异常检测算法,获取各数据源的局部异常行为。其次,通过加权方式对上述数据源的异类结果进行融合。最后,完成综合异常判定。这种加权融合算法能够有效应对数据源的异质性问题,并通过整合多源数据,提升异常检测的可信度。

此外,故障预测并非针对异常行为的检测,而是对故障或隐患发生的概率进行预测和分析,其核心是推算电网运行过程中未来可能发生的故障或隐患的概率。因此,本文采用卷积神经网络(CNN)和长短期记忆网络(LSTM)的联合网络分析多维时序数据。CNN 用于提取时序数据中的局部特征,LSTM 用于捕获时序依赖关系,使模型能够精准理解设备或通信链路的运行状态。同时,将该联合网络与贝叶斯网络(Bayesian Network)构建的因果模型相融合,基于历史数据和当前监视数据,进一步推算设备或链路发生故障的可能性及其影响范围。

3.2 智能诊断与决策支持模块设计

在配电通信系统中,智能诊

断与决策支持模块是实现高效故障检测、诊断和决策的核心部分。基于多源数据融合的智能诊断模块能够通过综合各类数据来源，分析系统状态，并生成智能决策。

3.2.1 基于图神经网络（GNN）的智能诊断

图神经网络（GNN）通过构建设备间的拓扑关系图捕捉设备和通信链路的相互作用，为智能诊断提供深度理解支持。在该方法中，每个设备节点对应配电通信系统的一个组件，节点间的边则表征设备间的通信和依赖关系。借助 GNN，系统既能在节点层面开展状态评估，又能在边层面分析设备间的故障传播模式。

具体而言，可利用图卷积网络（GCN）实现对配电系统设备的状态感知。该网络通过节点间的信息传递与聚合，不断更新各节点的状态信息。此方法能够高效融合通信链路状态、电力传感器数据、环境条件等多源数据，进而实时评估系统各部分的健康状态与运行风险。同时，GNN 具备处理设备间复杂依赖关系的能力，可挖掘隐性故障链条，有助于及时定位并隔离故障，提升系统的鲁棒性。

3.2.2 基于强化学习的决策支持系统

为提升故障应对的智能化水

平，可采用强化学习（RL）技术设计决策支持系统。该系统通过模拟不同故障场景，利用历史数据训练智能体，使其能在实时运行过程中依据当前状态作出最佳决策。当故障发生时，强化学习模型可评估不同的操作方案，如设备重启、负载转移、备用设备启用等，并以最小化停机时间和损失为目标选择最优策略。此模型通过奖励机制优化决策过程。当智能诊断模型识别出潜在故障时，强化学习模型能够实时反馈系统当前状态，并基于对系统未来状态的预测动态调整决策策略。通过持续迭代训练，模型可逐步适应不同的操作环境，提供智能化的维护建议和故障恢复方案，从而有效减少人为干预，提升配电系统的自愈能力。

3.2.3 基于贝叶斯推理的故障风险评估

在智能诊断与决策支持系统中，贝叶斯推理方法被广泛应用于故障风险评估。借助贝叶斯网络模型，系统可根据传感器数据、设备历史故障记录和实时运行数据计算故障发生的概率，并评估其影响范围。该方法不仅能够量化故障风险，还能提供不同故障类型的后果分析，为决策提供数据支持。具体实现中，贝叶斯网络以节点表示系统的不同状态（如设备运行状态、链路质量等），以边表示这些状态的概率依赖关系。基于实时输入的数据，系统能够更新状态信息，进而推算故障发生的条件概率。由于贝叶斯推理具备处理不确定性和复杂因果关系的能力，因此适用于多源数据融合后的推理任务，可辅助运维人员做出精准的维护决策和资源调度。

结语

基于多源数据融合的配电通信系统智能诊断模型设计，以其创新的技术架构和多层次的分析方法，为配电通信系统的智能化管理和故障诊断提供了坚实的理论与技术支持。通过多源数据的有效融合，结合图神经网络（GNN）、强化学习（RL）和贝叶斯推理等先进技术，系统能够实现对配电网络状态的全面感知、精准的故障诊断以及高效的决策支持。该模型不仅提升了系统的故障预测能力和应对灵活性，还通过智能化机制提高了配电系统的自愈性和抗风险能力。通过动态的决策支持与风险评估策略，系统能够在复杂和不确定的环境中做出快速反应，有效保障配电通信网络的安全、稳定与高效运行。

引用

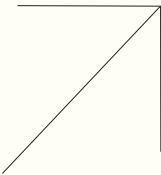
[1] 陈嘉,田志峰,吕为,等.新型智能化配电网通信柜的研制[J].中国设备工程,2023(18):33-35.

[2] 韩晋,谢思先,范坤,等.基于5G通信的配电网自愈控制系统的设计[J].电力信息与通信技术,2025,23(2):86-93.

[3] 钦伟勋.基于通信技术的配电自动化系统设计与优化[J].集成电路应用,2024,41(12):210-211.

[4] 张洋,郭赵君.大规模新能源接入下的电网通信网络优化[J].光源与照明,2024(11):231-233.

[5] 李军.输配电及用电工程中大数据分析 with 5G 通信技术的应用研究[J].中国宽带,2024,20(11):168-170.



二维蜂窝状光子晶体的拓扑边界态研究*

文◆西南科技大学数理学院

何运鑫

西南科技大学计算机科学与技术学院 张克非

引言

利用光子晶体 (Photonic crystal, PC) 周期性的结构特点, 可实现对光的操纵, 提升光波传输的局域性和可灵活调节性, 在未来的光子集成芯片等领域具有广阔的应用前景。光在光子晶体中的传输存在散射与损耗, 而拓扑性质的引入, 为光子晶体在通信领域的应用注入了新动力。2008 年, Haldane 等^[1]提出拓扑边界态实质为单粒子的波动性表现, 其满足麦克斯韦方程组。同年, Raghu 和 Haldane^[2]推测由二维光子晶体组成的光波导可以实现单向传输特性。2014—2015 年, Skirlo 等^[3-4]在铁磁光子晶体中, 通过打破 Dirac 锥和非线性简并点获得了拓扑绝缘体和对应的多重单向传输模式。2018 年, 徐婷等^[5]用异质结构型的正方光子晶体实现了双偏振态下 1550nm 的单向传输。2020 年, 杨瑞^[6]对磁性光子晶体的边界态进行研究, 在慢波系统中将光速降低至 17m/s, 以满足通信网络中信号低损耗的需求, 使传输效率大幅提高。2021 年, 徐秀来^[7]基于拓扑角态设计并优化了二维拓扑光子晶体微腔, 具有高 Q 值和低模式体积。

因此, 通过在光子晶体中引入光学拓扑态, 可以有效管理光传输, 从而实现高效传输和低损耗。本文提出了一种二维蜂窝状光子晶体结构, 通过“缩、放”单元晶胞的大小, 实现拓扑相变; 把相变前后的光子晶体组合起来, 实现了缺陷免疫并具有单向传输特性的拓扑边界态, 这种性质可为非互易器件提供新的设计思路, 为实现集成化的光子设备打下基础。

1 蜂窝状全介质型拓扑光子晶体结构的理论分析和模型建立

1.1 光子晶体结构

基于类石墨烯结构的对称性和拓扑结构不变性, 提出一种周期性的蜂窝状全介质型拓扑光子晶体结构, 其基本的单元结构为六边形六格点原胞。六格点原胞的基本单元结构中, 圆圈填充材料为硅, 其余衬底材料为空气。晶格常数 a 表示两个相邻原胞的中心距离, R 表示原胞的中心

到相邻圆介质柱的中心距离, r 表示圆介质柱的半径。该六角晶格处于倒格子空间内相应布里渊区 (Brillouin Zone, BZ) 的原胞结构。由“ $K-\Gamma-M$ ”所围成的区域称为不可约布里渊区 (irreducible Brillouin zone, IBZ), IBZ 表示晶胞内部所有的点均不等价。

1.2 能带分离与模式反转

不同于现有研究^[8]的参数设置, 本研究设计的拓扑光子晶体的晶格常数 $a=1\mu\text{m}$, 六边形晶格中心到介质柱中心的距离 $R=a/3$, 每个介质柱的半径 $r=0.15a=0.15\mu\text{m}$ 。介质圆柱的相对介电常数 $\epsilon_s=12$, 背景材料空气的相对介电常数 $\epsilon_0=1$ 。通过压缩晶格得到 PC-I, 扩张晶格得到 PC-II, 其中压缩晶格 $a/R=3.1$, 扩张晶格 $a/R=2.9$ 。

利用 COMSOL 仿真软件对拓扑光子晶体结构在 TM 模式下的能带结构进行模拟仿真, 得到一个标准的蜂窝状光子晶体结构, 即 $a/R=3$ 。且根据能带显示在第一布里渊区的点呈现出四重简并的双 Dirac 点。

在对六角蜂窝状晶格进行压缩至 $a/R=3.1$ 时, 位于 Γ 点的简并

*【基金项目】国家级大学生创新创业训练项目 (202310619062)、2021—2023 四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目 (JG2021-882)

【作者简介】何运鑫 (2003—), 男, 四川泸州人, 本科, 研究方向: 光电信息科技与工程。

【通讯作者】张克非 (1968—), 男, 四川剑阁人, 本科, 副教授、硕士生导师, 研究方向: 计算机网络、光通信工程。

现象消失了。且在 $0.3891 (2\pi c/a)$ 到 $0.4045 (2\pi c/a)$ 的频率范围内，产生了一个宽度为 $0.0154 (2\pi c/a)$ 的完整带隙。在这种情况下，第一能带 $p_{\pm}$ 位于能带隙下方，而第二能带 $d_{\pm}$ 位于能带隙上方。

当扩张晶格时，即 $a/R=2.9$ ，位于 Γ 点的简并同样也消失，但此时能带发生了反转，在 $0.3881 (2\pi c/a)$ 到 $0.4055 (2\pi c/a)$ 的频率范围内，形成了宽度为 $0.0174 (2\pi c/a)$ 的完整带隙。这种情况下，其能带也发生了反转。第一能带 $p_{\pm}$ 位于能带隙的上方，第二能带 $d_{\pm}$ 位于能带隙的下方。

当压缩六角晶格时，PC-I 中偶极模 $p_{\pm}$ 位于能带低频处，高阶四偶极模 $d_{\pm}$ 位于高频处，产生的是拓扑平庸 (Topologically trivial) 态的带隙。而当扩展六角蜂窝状晶格时，PC-II 中发生了能带的反转现象，即偶极模 $p_{\pm}$ 位于能带高频处，高阶四偶极模 $d_{\pm}$ 位于低频处，产生的是拓扑非平庸 (Topologically non-trivial) 态的带隙。

1.3 电场分布与拓扑相变

基于上述内容， Γ 点处的两个双重简并点分别是两个偶极子模式和两个四极子模式，两种模式相伴出现。因为与电子系统中的 p 、 d 轨道对称性相同，所以被分别称为 p 态和 d 态 (p 态和 d 态分别为奇、偶对称)。两对二重简并的 p 带和 d 带相互交叉，所以 Dirac 点也称为拓扑相变点，光拓扑绝缘体可以通过 p 态和 d 态之间的宇称反转实现^[9]。

将晶胞基元沿晶格中心进行压缩形变后 ($a/R=3.1$)，仍然保持 C_6 对称性，根据相应的能带结构可知， Γ 点处能带分离，原因是标准蜂窝状光子晶体晶胞空间的对称性被打破。类比电子系

统的 BHZ 模型， p 带可以作为价带， d 带作为导带。当对晶胞基元沿晶格中心进行拉伸形变后 ($a/R=2.9$)，根据相应的能带结构可知， Γ 点处能带再次分离。在 Γ 点， p 和 d 轨道发生反转，分别计算第一布里渊区 Berry 相位的积分，可以得出赝上、下自旋轨道的参数为 $C_{\pm} = \pm 1$ ，即光子上、下自旋态分别对应电磁波轨道自旋角动量 1、-1。

综上，对晶胞基元进行压缩后，光子带隙被打开，而后续在对晶胞基元进行扩张的过程中，光子带隙经历了从闭合到再打开的过程，该过程中 p 态和 d 态之间的宇称反转，即拓扑相变过程，该过程出现了光子拓扑绝缘态。

2 基于蜂窝状拓扑光子晶体结构的边界传输

2.1 拓扑边界结构

利用 COMSOL 仿真软件创立一个二维结构模型。模型为矩形结构，上半部分是拓扑平庸态的光子晶体，下半部分是拓扑非平庸态的光子晶体，中间水平红色虚线表示上下部分的分界面。

根据光子晶体整体结构具备的周期性和重复性，构建超原胞，其中超原胞是由界面上下两侧各放置 5 个不同拓扑态的光子晶体原胞组成，衬底材料为空气。进一步对其进行仿真研究，将波矢 k 设置为对称的范围，并将该结构 x 方向两侧的边界条件设置为周期性边界条件。

2.2 边界态的产生和传导

利用 COMSOL 波动光学模块进行计算，当此方程中的频率无解时，即为光子带隙，沿界面 x 方向的色散关系，即为能带的结果。

从投影能带色散曲线可知，在 Γ 点处 Dirac 点发生分离，中心部分放大后的局部能带，其中心部分矩形宽度表示拓扑结构中实现单向边界态的工作带宽。而中间的曲线则表示光子晶体的边界态。

经归一化处理，设计的该拓扑光子晶体可在 $0.4973 (2\pi c/a) \sim 0.5210 (2\pi c/a)$ 的带隙范围之间实现边界态，且它们的能带频谱关于波矢 k 对称。

分析可得，模场被局限在两种结构的边界处。通过对超晶胞对应的模场电场的观察，模场主要局限在两种结构的边界附近。由放大后的能流可知，该处的波印廷矢量，展示了能量传输的方向和强度，表现出了赝自旋的属性。

能流矢量的涡旋偏向拓扑非平庸的一侧。从能流的旋转方向看，在拓扑非平庸侧是顺时针赝自旋，证明在组合界面处存在边界态，且对应特定的赝自旋，方向固定。

2.3 Z 字通道的构建和验证

对 y 轴数据的表达式进行替换，不做归一化处理，换算为实际工程应用中的频率范围。经计算得到的结果 (见图 1)，表明该拓扑结构的工作频段为 $149.2\text{THz} \sim 156.5\text{THz}$ 。

利用组合的拓扑光子晶体可以在界面处实现拓扑态的这一特殊性质，可实现将特定频段和路径的电磁波进行局限和传输的功能。以下提出一种 Z 字通道结构 (见图 2)，橙色部分为拓扑平庸态光子晶体，黑色部分为拓扑非平庸态光子晶体。基于本文提出的结构，以空气作为基底材料，硅介质作为填充材料，分别压缩和扩张单元晶格，设计了边界

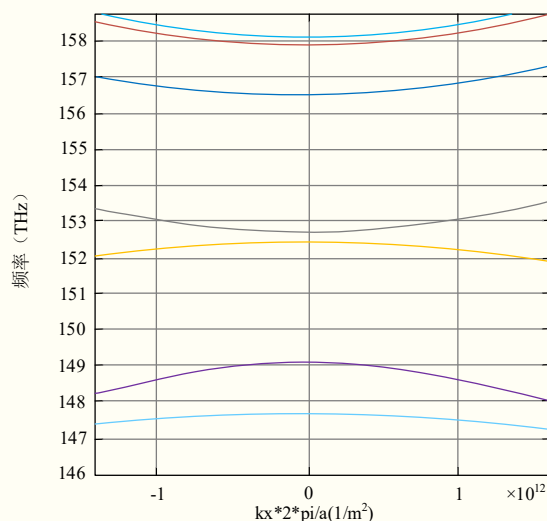


图1 常见频段下的能带图结果

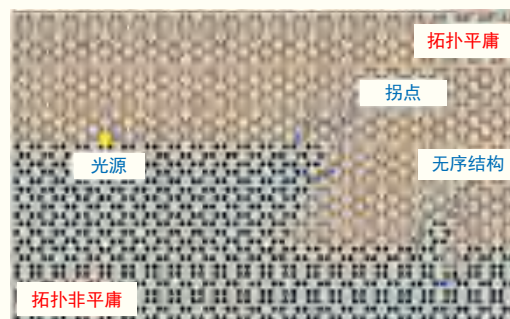


图2 Z字通道结构图

态传输的波导结构。

边界两侧由两种拓扑光子晶体周期性排列构成，并在该结构边界处的左侧设置顺时针旋转的线性电流（相位成等差关系），作为赝自旋的激发源 S^* ，光源的频率设置符合上述计算的带隙范围。同时，为了验证该结构的拓扑传输的强鲁棒性，在该Z字通道内设计了拐角，并模拟了可能存在无序的情况。

模拟电场 E_z （152.14THz）沿Z字形边界进行单向传输，光波沿着拓扑平庸态和拓扑非平庸态的交界面稳定传播，在传输过程中几乎无损耗，该结构起到了波导的作用。即便面对该结构中的拐角、无序等缺陷，仍表现出较强的拓扑鲁棒性。本文设计的光子晶体结构，在无施加外界磁场的条件下，频率在带隙范围内的光波均能实现具有良好抗背向散射、稳定约束光波的拓扑边界传输拓扑保护的边界态。

结语

本文设计了二维蜂窝状周期性排列的光子晶体结构，并进一步提出了可实现边界传输的Z字通道结构，该结构的单向边界传输的工作范围为149.2THz ~ 156.5THz。可将特定光波局域于边界态中，且对应特定方向的赝自旋，在不施加外场的条件下，实现抗散射的拓扑保护态。对于传输路径上的急转弯、无序等情况，也能有效进行缺陷免疫，进行保护式的无损传输。相比于磁光光子晶体，需要外部施加磁场条件实现拓扑态，应用在高度集成化的光子器件中易产生电磁干扰且成本较高。本文填充介质材料硅来源丰富，将其引入光子晶体中，大幅降低了设计成本。^[9]

引用

- [1] Haldane F D M, Raghu S. Possible Realization of Directional Optical Waveguides in Photonic Crystals with Broken Time-reversal Symmetry[J]. Physical Review Letters, 2008, 100(1): 013904.
- [2] Raghu S, Haldane F D M. Analogs of Quantum-hall Effect Edge States

in Photonic Crystals[J]. Physical Review A, 2006, 78(3): 1-23.

[3] Skirlo S A, Lu L, Igarashi Y, et al. Experimental Observation of Large Chern Numbers in Photonic Crystals[J]. Physical Review Letters, 2015, 115(25): 253901.

[4] Skirlo S A, Lu L, Soljačić M. Multimode One-way Waveguides of Large Chern Numbers[J]. Physical review letters, 2014, 113(11): 113904.

[5] 徐婷, 李琳, 费宏明, 等. 实现双偏振光波信号单向传输的二维光子晶体异质结构设计[J]. 太原理工大学学报, 2018, 49(4): 606-611.

[6] 杨瑞, 杜立国, 崔海瑛, 等. 磁性光子晶体的边界态特性及其应用[J]. 大众标准化, 2020(24): 150-151.

[7] Satchi K, Alok K, Sarang M. Slow Light in Rod Type 2D Photonic Crystal Waveguide Comprising of Cavity: Optimization and Analysis[J]. Optik, 2021, 231.

[8] 何柳. 二维光子晶体单向边界模式传输特性及其应用研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2019.

[9] 王彦兰, 李妍. 二维介电光子晶体中的赝自旋态与拓扑相变[J]. 物理学报, 2020, 69(9): 187-196.

智能化视域下 医院信息化建设常见问题与优化措施

文 ◆ 金湖县中医院 高正波

引言

随着医疗技术持续进步和智能化技术的广泛运用，医院信息化建设已成为提升医疗服务质量和效率的重要方式。然而，在此背景下，医院信息化建设依旧面临诸多挑战和问题，如信息系统集成程度偏低、数据共享不顺畅、智能化应用不足等。基于此，本文着重对医院信息化建设中存在的各类问题展开分析，同时给出相应的优化办法，旨在推动医院信息化建设朝着更高水准发展。

1 医院信息化建设现状分析

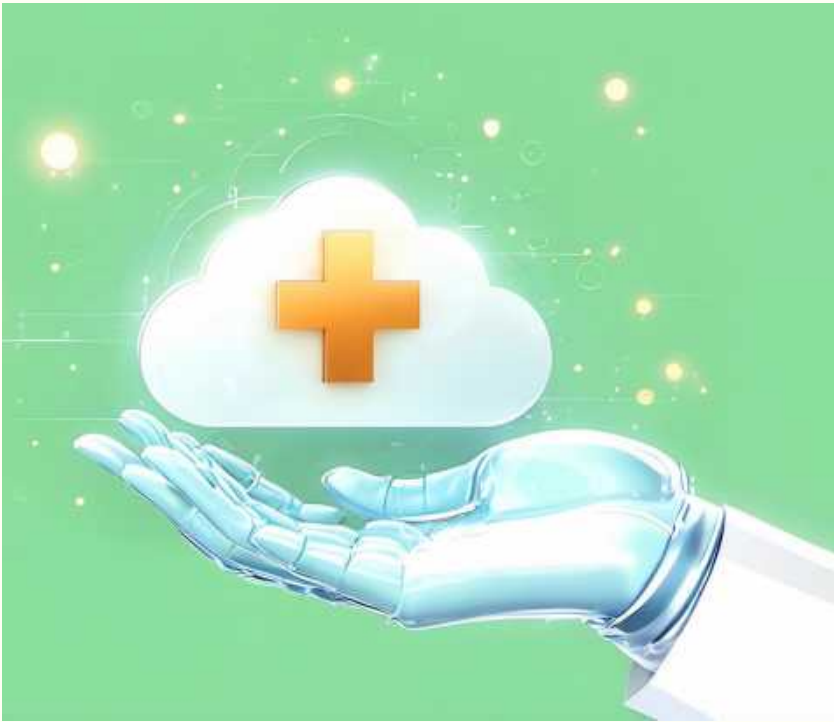
1.1 信息系统建设成果显著

近年来，信息技术持续不断发展，且发展迅速。在此背景下，医院信息化建设取得了显著成效。大部分医院已搭建相对完善的信息系统，如医院信息系统（HIS）、电子病历系统（EMR）、医学影像存储与传输系统（PACS）等。系统搭建完成后，实现了医疗数据的数字化、网络化以及智能化管理，极大地提升了医疗服务效率和准确性。HIS 系统使医院的挂号、收费以及药房管理等

一系列工作开展起来更加方便快捷且高效。EMR 系统成功实现了病历的电子化存储以及查询功能，使医生更方便了解病人病史并作出诊断。PACS 系统使医学影像资料在存储、传输以及查阅等方面更加便捷。

1.2 信息技术应用日益广泛

信息技术在医疗领域的运用日益广泛，为医疗服务发展带来了前所未有的变革。远程医疗、移动医疗、智能辅助诊断等新型医疗服务模式不断涌现，显著提升了医疗服务的便捷性。其中，远程医疗让患者足不出户便能获得专家的远程诊断和治疗建议，有效减轻了患者四处奔波的负担；移动医疗借助手机 App、智能穿戴设备等工具，实现了对患者健康状况的实时监测和预警；智能辅助诊断则运用人工智能技术对医学影像资料进行分析诊断，从而提高了诊断工作的准确性和效率。



【作者简介】高正波（1994—），男，江苏淮安人，本科，助理工程师，研究方向：医院信息化建设和管理。

2 智能化视域下医院信息化建设存在的问题

2.1 信息系统集成度低导致信息孤岛

由于其他因素和技术条件的限制，医院内部使用的信息系统多由不同的供应商在不同时期开发而成。因此，各种系统普遍缺乏有效的集成机制与协作能力。由于各个信息系统在数据格式、接口标准等方面存在差异，医院各部门之间的医疗数据难以实现共享和交换。这种“信息孤岛”现象不仅影响了医疗服务的连续性和协调性，还增加了医院管理成本和难度^[1]。例如，医生在诊断过程中需要查阅患者的病史信息、影像数据等资料，但这些数据分散储存在不同的系统中，导致医生不得不耗费大量时间与精力进行搜索和整合，严重影响了诊断工作的效率和准确性。

2.2 数据共享不畅制约医疗资源优化

医疗数据是医院信息化建设的基础，也是优化医疗资源配置的重要依据。然而，由于缺乏统一的数据标准、格式以及数据共享机制，跨机构、跨区域的医疗数据共享面临极大困难。不仅限制了医疗资源的优化与共享，还影响了医疗服务的便捷性和效率。例如，患者在不同医疗机构就诊时，由于医疗数据无法共享，医生需重新了解患者的病情和病史，既耗费时间，还会使诊断出现重复和遗漏。同时，医疗数据共享不畅也制约了医学研究的发展，科研人员难以获取足量医疗数据进行研究和分析。

2.3 智能化应用不足影响服务效率

尽管智能化技术在医疗领域的应用日益广泛，但医院在智能化实践中仍存在诸多问题。部分医院在开展智能化建设时，既未制定清晰明确的规划，也未设立具体目标，这使得智能化应用的深度和广度受到限制。当前，智能化应用多局限于简单的辅助诊断和病历管理等场景，没有深入挖掘智能化技术的潜在价值。同时，智能化应用所需的技术条件和人才储备不足，也制约了智能化技术在医疗服务当中的落地效果。例如，部分医院虽引入了智能辅助诊断系统，但由于缺乏专业技术人员进行维护和优化，使得系统诊断准确率难以达到较高水平，甚至出现误诊的状况。这种情况不仅没有提高医疗服务的效率和质量，反而给患者带来麻烦和损失。

2.4 数据安全与隐私保护问题凸显

随着医疗数据的持续增长和共享范围的逐步扩大，数据安全以及隐私保护问题日益凸显。医疗数据包含大量个人隐私信息，一旦发生泄露或者被滥用，必将给患者带来一系列严重后果。从目前情况来看，医院针对数据安全所采取的措施尚不全面，存在较多安全隐患。例如，部分医院的信息系统存在着漏洞和缺陷，容易遭黑客攻击和入侵；部分医院对数据访问缺乏严格控制，导致信息被非法访问和篡改；部分医院在数据共享全过程中缺乏有效的安全保护措施，导致数据在传输环节发生泄露。这些问题不仅严重威胁医疗数据的安全性和隐私性，还影响患者对医院信息化建设的信任度和接受度。

3 智能化视域下医院信息化建设的优化措施

3.1 加强信息系统集成

为了解决信息系统集成度低的问题，医院应加强信息系统集成相关

工作，突破信息孤岛的局限性，实现医疗数据共享和交换。具体而言，可从以下方面采取措施。

(1) 建立统一信息平台。在信息化建设中，应有效整合与集成内部各系统，实现数据的集中存储与管理。通过这种方式，有助于突破“信息孤岛”的局限，提升数据共享性和交换效率。此外，统一信息平台还能够为医院提供全方位的信息管理支持，从而提高管理效率和决策水平^[2]。

(2) 采用标准化技术和协议。在医院信息系统建设中，运用标准化技术和相应协议，确保各系统间的兼容性与互操作性。这种方法不仅能够降低系统集成的成本，还能够提升系统集成的效率。同时，标准化技术和协议也为医院日后信息系统的扩展和升级提供了便利。

(3) 强化接口管理工作。医院应构建统一的接口管理机制，对各系统间的接口进行统一管理 and 维护。如此一来，能保障接口的稳定性和可靠性，从而提升系统集成质量^[3]。同时，通过对接口实施优化与升级，可进一步提高各系统间数据交换和共享的效率。

(4) 引入中间件技术。中间件技术作为一种高效的系统集成工具，可以在不同系统间搭建桥梁，实现数据的无缝连接和交换。医院引入中间件技术后，可灵活整合各个系统的数据和应用，进而提升信息系统的集成度和协同性。

3.2 促进数据共享优化资源配置

为解决数据共享不畅的问题，医院应重点加强数据共享工作，推动医疗数据实现跨机构、跨区域共享，以优化医疗资源配置。具体而言，可从以下两个方面采

取相应措施。

一方面，建立数据共享机制。制定与数据共享相关的政策和标准，明确数据共享的范围、方法和责任。同时，搭建数据共享平台，为各个医疗机构提供数据共享服务。通过这种方式，有助于实现医疗数据的集中存储和管理，提升数据的共享性和利用率。另一方面，强化数据标准化建设。制定统一的数据标准和格式，确保各医疗机构间的数据能够相互识别、顺利交换。通过这种方式，不仅有助于降低数据共享成本，还能够提升数据共享效率。此外，已经完成标准化处理的数据，能够为医疗领域的科研工作和决策提供精准且可靠的数据支撑。

3.3 推广智能化应用提升服务效率

为促进智能化技术在医疗服务领域的广泛应用，医院应强化智能化应用相关工作，以提高医疗服务的便捷性和效率。具体而言，可以采取以下措施。

（1）制定智能化应用规划。结合医院当前的实际需求和发展目标，制定智能化应用规划，明确在智能化应用过程中需要关注的方向和重点领域。通过这种方式，有助于确保智能化应用具备较强的针对性和有效性，防止出现盲目跟进和造成资源浪费的情况。（2）加大智能化技术应用力度。在医疗服务各环节全面推广智能化技术，包括智能辅助诊断、远程医疗以及移动医疗等场景。例如，借助智能辅助诊断系统，医生可以更快速地诊断患者病情；引入远程医疗系统后，患

者足不出户便能接收专家的远程诊断和治疗建议^[4]。（3）强化智能化技术研发。鼓励医院相关科研人员参与智能化技术研发和创新工作，推动智能化技术持续升级迭代。同时，深化与科研机构、企业的合作，携手促进智能化技术在医疗服务领域的广泛落地。

3.4 加强信息安全保障

从智能化角度来看，在医院信息化建设中，信息安全无疑是极为重要的环节。医院若要有效保障医疗数据的安全性和隐私性，需要从以下几个方面加强信息安全的保障工作。

（1）建立信息安全管理体制。医院需制定出完善的信息安全管理制度和标准，明确信息安全管理的职责和流程。同时，建立信息安全监测和应急响应机制，以便及时发现和处理信息安全事件。（2）强化数据加密和访问控制。医院需对医疗数据进行加密处理，确保数据在传输与存储环节具备足够的安全性。同时，构建严格的访问控制机制，限制对敏感数据的访问和操作等行为^[5]。（3）加强员工安全意识教育。医院需定期开展信息安全意识教育活动，提升员工对信息安全的认知和重视程度。活动内容可包含信息安全知识讲座、案例分析和模拟演练等。同时，医院应鼓励员工参与信息安全政策的培训和学习，确保其依照相关规定和要求行事。

结语

医院的信息化建设是一个耗时且复杂的系统工程，需要持续投入各类资源并不断推动创新。通过加强信息系统的集成工作、推动数据共享、广泛推行智能化应用、加强信息安全等举措，能够促使医院的信息化建设朝着更高的水准发展。未来，智能化技术将不断发展和演变，而医疗需求也将不断变化，医院的信息化建设必然遇到更多挑战，同时也伴随着诸多机遇。因此，必须始终保持敏锐的洞察力和创新精神，不断探索和实践新技术，唯有如此，才能推动医院信息化建设不断向新的高度发展。■

引用

[1] 刁发权.智能化视域下医院信息化建设常见问题及优化措施探究[J].信息系统工程,2025(3):106-109.
[2] 孟冬青,庄洪杰.医院信息化建设中网络安全维护策略分析[J].中国新通信, 2025,27(5):39-41.
[3] 严金瑶.基于医疗大数据技术的医院信息化建设研究[J].网络安全和信息化, 2025(3):8-10.
[4] 王映涛.人工智能驱动医院信息化建设的现状及管理策略[J].数字技术与应用, 2025,43(2):7-9.
[5] 李庆.“互联网+”背景下医院信息化建设策略探析[J].数字技术与应用,2025, 43(1):58-60.

大规模信创操作系统替换研究与实践

文◆中移动信息技术有限公司 李广博 班文娇 王伟 杨洪 阮前 李瑶

引言

在信息时代的大潮中，操作系统作为软件生态的基石，其重要性不言而喻。长期以来，我国在操作系统领域的对外依存度高，形成了对国际厂商的深度依赖^[1]。这种依赖不仅构成了潜在的安全威胁，还阻碍了我国软件行业的自主创新步伐。随着全球信息化的加速推进，信息安全与科技自立自强已成为国家发展的核心议题，因此推动信创国产化操作系统的普及与应用成为我国实现科技自立自强的关键一环。

信创操作系统作为国家信息技术创新的重要组成部分，承载着提升我国软件行业竞争力、保障国家信息安全的重任。尽管近年来信创操作系统已逐步崭露头角，但在大规模替换现网中存量的非信创操作系统

时，面临的挑战不容小觑。这些挑战包括技术迁移的复杂性、业务连续性的保障、用户习惯的转变等，如何在确保业务系统连续性和稳定性的同时，实现信创操作系统的平稳替换，成为亟待解决的问题。

为了深入探讨信创操作系统的发展现状与未来趋势，剖析大规模替换的关键技术与策略，本



【作者简介】李广博（1988—），男，河北邢台人，本科，研究方向：云计算、自动化。

文旨在构建一套既能确保业务系统连续性和稳定性，又能兼顾安全性的替换方案。研究中，聚焦信创操作系统的实际应用，通过分析替换实施案例，评估替换效果，提炼出一系列有效策略。这些策略不仅涵盖技术层面的考量，还涉及业务流程的优化和安全风险的管控，为信创操作系统的推广和应用提供了实践指导。

1 信创操作系统现状与发展

1.1 国产操作系统的技术进展

自 21 世纪初以来，中国在国产操作系统的研发上取得了显著进展，其中最具代表性的是 OpenEuler、OpenAnolios、KylinOS、UOS、BCLinux 等操作系统^[2]。这些操作系统在内核设计、安全机制、用户体验以及兼容性方面进行了大量创新与改进，逐步缩小了与国际主流操作系统的差距。

在内核设计方面，中国国产操作系统多基于 Linux 内核进行二次开发，不仅保证了系统的稳定性和安全性，还充分利用了开源社区的丰富资源。例如，OpenEuler 操作系统采用了自主可控的安全可信内核，通过优化内核调度算法，显著提升了系统的响应速度和处理能力。

安全机制方面，国产操作系统在用户权限管理、数据加密、网络防护等方面进行了深度定制，以适应复杂多变的网络环境。KylinOS 以其严格的安全策略和先进的防火墙技术，在政府机构和军事领域得到了广泛应用，有效保障了国家信息安全。

用户体验方面，国产桌面操作系统也进行了诸多创新。KylinOS、UOS 操作系统界面设计人性化，操作流程简洁，支持多

种办公软件和应用，极大地提高了工作效率。同时，为了满足用户个性化需求，还提供了丰富的主题和软件商店，使用户能够轻松定制属于自己的操作系统。

兼容性方面，国产操作系统通过引入兼容层技术，实现了对大量现有应用软件的支持，有效缓解了软件生态建设初期的兼容性问题。KylinOS、UOS 均支持 Wine 兼容层，能够运行大量基于 Windows 平台的应用程序，大幅提升了系统的实用性和普及率。

值得一提的是，国产操作系统在特定领域的应用上也取得了突破性进展。例如，在云计算领域，基于国产操作系统的云平台能够提供高效、稳定的服务；在移动设备和嵌入式系统领域，国产操作系统展现出了强大的适应性和生命力。

国产操作系统在技术进展方面取得了令人瞩目的成就，不仅提升了国家的信息安全水平，还为我国软件行业的自主创新注入了新的动力。然而，面对复杂多变的信息技术环境，国产操作系统仍需在技术、生态、市场推广等多方面持续努力，以实现更广泛的应用和更深入的发展。

1.2 信创生态与市场需求分析

信创生态的构建与市场需求的洞察是推动国产操作系统向前发展的双轮驱动^[3]。信创生态不仅涵盖了操作系统本身，还包括了硬件设备、应用软件、开发工具、服务支持以及教育培训等各环节的协同发展。一个完善且健康的信创生态，能够为用户提供全方位的技术支持和解决方案，从而提升用户满意度，加速国产操作系统的市场渗透。

硬件兼容性是构建信创生态的基石。随着国产 CPU、服务器、存储设备等硬件技术的不断突破，信创操作系统与国产硬件的兼容性得到了显著提升。例如，基于飞腾、龙芯、兆芯等国产 CPU 架构的服务器，与 OpenEuler、OpenAnolios、KylinOS、UOS、BCLinux 等操作系统实现了无缝对接，共同构建了安全可控的信息技术底座。

软件生态的繁荣是信创生态发展的关键。国产操作系统通过建立应用软件适配中心、开发者社区等平台，吸引了大量软件开发者和独立开发者参与其中。这些平台不仅提供了软件开发、测试、优化的环境，还鼓励开发者基于国产操作系统进行创新，丰富了软件库，提升了用户体验。例如，OpenEuler、OpenAnolios、KylinOS、UOS 操作系统建立了自己的软件商店，内置了办公、设计、编程等各类应用，满足了不同用户群体的需求。

服务支持与教育培训是信创生态不可或缺的组成部分。为了解决用户在使用国产操作系统过程中遇到的技术难题，建立了专业的技术支持团队和在线服务平台。同时，针对不同层次的用户，开设了线上线下结合的培训课程，帮助用户快速掌握操作系统的基本操作和高级应用。这不仅增强了用户对国产操作系统的信心，还培养了一批熟悉并支持国产操作系统的 IT 人才。

市场需求的洞察与响应能力是信创生态持续发展的动力。通过深入分析不同行业、不同领域的用户需求，国产操作系统厂商能够及时调整产品策略，推出符合市场需求的定制化解决方案。例如，针对金融、医疗、教育等行业，开发了专用版本的操作系统，满足了行业特定的安

全、稳定和功能需求。

信创生态构建与市场需求洞察，相辅相成，共同推动了国产操作系统的发展。未来，随着信创生态的不断完善和成熟，国产操作系统将能够更好地服务于国家的发展战略，为我国软件行业的自主创新和信息安全提供更强大的支撑。

2 大规模替换的关键技术与策略

2.1 业务系统连续性的保障机制

在大规模替换信创操作系统的过程中，业务系统的连续性是首要考虑的因素。为了确保替换过程中的业务不中断、数据不丢失，必须有一套完善的保障机制。本节将深入探讨如何在替换过程中保障业务系统的连续性，包括数据迁移策略、应用兼容性解决方案、测试与验证流程以及应急响应机制。

2.1.1 数据迁移策略

数据迁移是业务系统连续性保障的关键环节。在替换操作系统时，必须确保数据的完整迁移，避免数据丢失或损坏。为此，可以采取以下策略。

(1) 增量备份与恢复。在迁移开始前，对业务系统进行全面增量备份，确保所有数据、配置信息能够被准确无损地保存。迁移过程中，使用自动化的恢复工具，将备份数据快速恢复到新的操作系统上，减少业务中断时间。

(2) 数据转换工具。针对不同格式的数据，开发或选用合适的转换工具，确保数据在不同操作系统间的格式兼容性，避免迁移过程中由于数据格式不匹配而导致的问题。

(3) 数据验证。迁移完成后，实施严格的数据验证流程，通过数据比对、一致性检查等手段，确保迁移后的数据与原始数据完全一致，无任何遗漏或损坏。

2.1.2 应用兼容性解决方案

应用兼容性是影响业务系统连续性的另一个重要因素。确保现有应用在新的操作系统上能够正常运行，是替换过程中的重要任务。

(1) 兼容性测试平台。构建兼容性测试平台，对所有关键应用进行预先测试，识别并解决应用在新操作系统上的兼容性问题。测试应涵盖功能测试、性能测试和稳定性测试，确保应用的全面兼容性。

(2) 应用适配层。开发应用适配层或使用已有的中间件，如 Wine、Docker 等，以解决应用与操作系统之间的兼容性问题。适配层可以模拟应用所需的环境，使其在不同的操作系统上运行无异。

(3) 应用迁移工具。使用自动化应用迁移工具，简化应用从旧操作系统到新操作系统迁移的过程，减少人工干预，提高迁移效率和成功率。例如，中国移动集团信息技术中心自研的信创操作系统智能管控平台，实现了非信创操作系统向信创操作系统无缝迁移，保障了业务系统的稳定性和高可用性，实现了操作系统自主可控。

2.1.3 测试与验证流程

测试与验证是确保业务系统连续性的必要步骤。通过系统化的测试，可以及早发现并解决潜在的问题，降低替换过程中的风险。

(1) 环境搭建。在替换前，搭建与生产环境完全相同或相似的测试环境，用于模拟真实业务场景，进行测试和验证。

(2) 多轮测试。进行多轮单元测试、集成测试和系统测试，确保替换过程中的每一个环节都经过充分验证，没有遗漏。

(3) 用户验收测试。在内部测试完成后，邀请关键用户参与验收测试，通过实际操作验证替换后的系统是否满足业务需求，无任何功能或性能上的缺陷。

2.1.4 应急响应机制

尽管有周密的计划和预防措施，但在大规模替换过程中，仍会遇到不可预见的问题。因此，建立一套应急响应机制，对于保障业务系统连续性至关重要。

(1) 快速回滚方案。制定快速回滚方案，确保在替换过程出现问题时，能够迅速将系统恢复到替换前的状态，减少业务中断时间。

(2) 技术专家团队。组建由技术专家组成的支持团队，提供 7×24h 的技术支持，一旦出现紧急情况，能够立即响应，解决问题。

(3) 通信计划。制定详细的通信计划，确保在替换过程中，所有相关方都能够及时获得信息、了解替换进度以及任何可能影响业务的变更。

通过实施上述策略和机制，可以大幅降低大规模替换信创操作系统过程中对业务系统连续性的影响，保障业务的平稳过渡，为后续的国产化替代工作奠定坚实的基础。

2.2 系统稳定性与兼容性提升策略

系统稳定性与兼容性是衡量

操作系统性能的关键指标，尤其在大规模替换非信创操作系统的过程中，这两点显得尤为重要。为了确保信创操作系统在替换后的稳定性以及与现有业务环境的兼容性，本节将重点探讨一系列提升策略，旨在构建一个既能满足业务需求，又能适应复杂环境的信创操作系统生态。

2.2.1 系统稳定性提升策略

（1）内核优化与安全加固。内核作为操作系统的核心，其稳定性直接影响着整个系统的运行状态。通过优化内核调度策略，提升资源分配效率，可以显著增强系统的稳定性和响应速度^[4]。此外，实施严格的安全策略，如限制用户权限、启用防火墙和入侵检测系统，能有效防止潜在的系统崩溃和安全漏洞。

（2）自动化监控与故障预测。建立一套全面的自动化监控体系，实时监测系统运行状态，包括 CPU 使用率、内存占用、磁盘 I/O 等关键指标。利用大数据

分析和机器学习技术，对监控数据进行深入分析，提前预测可能的故障点，及时采取预防措施，避免系统故障的发生。

（3）连续性集成与部署。采用持续集成（CI）和持续部署（CD）的开发模式，确保每一次代码变更都能经过严格测试，无误后自动部署到生产环境。这样不仅能提高开发效率，还能减少人为错误，保持系统的稳定运行。

2.2.2 兼容性提升策略

（1）构建兼容性测试框架。开发一套兼容性测试框架，用于测试信创操作系统与现有硬件、软件的兼容性。该框架应涵盖各种设备驱动、应用软件、网络协议等，确保在替换后，业务系统能够无缝运行。

（2）应用虚拟化与容器化。利用虚拟化技术，如虚拟机或容器，可以为特定应用创建独立的运行环境，解决直接硬件兼容性问题。通过容器化，可以在信创操作系统上运行原本为其他操作系统设计的应用，同时保证业务的连续性和系统的稳定性。

（3）应用程序接口（API）标准化。制定统一的应用程序接口标准，确保在不同操作系统之间，应用软件能够通过标准接口进行通信和数据交换，从而提高跨平台的兼容性。例如，采用 POSIX 标准，使应用能够在多种 UNIX 和类 UNIX 系统上运行，而无需修改。

（4）用户反馈与迭代优化。建立用户反馈机制，收集用户在使用信创操作系统过程中遇到的兼容性问题，及时进行调整和优化。通过持续迭代，逐步提升系统的兼容性，满足更多用户的需求。

通过上述策略的实施，可以显著提升信创操作系统的稳定性与兼容性，为大规模替换工作提供坚实的保障。这不仅有助于提升业务系统的运行效率，还能增强用户对国产操作系统的信心，促进信创生态的健康发展^[5]。



2.3 安全性增强与风险防控措施

在大规模替换信创操作系统过程中，安全性增强与风险防控是不可忽视的环节。面对复杂的网络环境和潜在的安全威胁，必须采取一系列措施，确保替换过程中的数据安全、系统安全以及业务安全。本节将深入探讨如何在大规模替换中增强安全性以及实施有效的风险防控措施。

2.3.1 数据安全防护

数据安全是信创操作系统替换中的首要安全问题。在替换过程中，数据面临泄露、篡改或丢失的风险。为了保护数据安全，可以从以下几个方面入手。

（1）加密技术应用。在数据传输和存储过程中，采用先进的加密技术，如 AES、RSA 等，确保数据在传输过程中的安全性，防止未授权访问和数据泄露。

（2）访问控制策略。实施严格的访问控制策略，包括基于角色的访问控制（RBAC）和最小权限原则，确保只有授权用户才能访问特定数据，减少数据泄露的风险。

（3）数据备份与恢复计划。制定详细的数据备份与恢复计划，定期进行数据备份，并确保备份数据的安全存储。在数据丢失或系统故障时，能够迅速恢复，减少业务中断时间。

2.3.2 系统安全加固

系统安全是保证业务连续性的基石。在大规模替换信创操作系统时，应采取以下措施，增强系统安全性。

（1）安全配置与补丁管理。对信创操作系统进行安全配置，关闭不必要的服务和端口，减少攻击面。定期更新操作系统和应用程序的补丁，修复已知的安全漏洞，降低被攻击的风险。

（2）入侵检测与防御系统。部署入侵检测系统（IDS）和入侵防御系统（IPS），实时监测网络流量，识别并阻止潜在的攻击行为，保护系统免受恶意软件和网络攻击。

（3）安全审计与日志分析。实施安全审计，记录系统和网络的所有操作，定期分析日志，及时发现异常行为，对潜在的安全威胁进行预警和响应。

2.3.3 业务安全与连续性

在确保数据和系统安全的同时，业务安全和连续性同样重要。为了保证替换过程中的业务安全，可以采取以下措施。

（1）业务影响分析。在替换前进行业务影响分析，评估替换过程对业务连续性的影响，制定相应的风险缓解计划。

（2）业务恢复计划。建立业务恢复计划，包括灾难恢复和业务连续性计划，确保在遇到突发事件时，能够快速恢复业务运营，减少经济损失。

（3）用户培训与意识提升。对用户进行安全培训，提高其对网络安全威胁的意识，教育用户识别和防范网络钓鱼、恶意软件等安全风险，减少人为因素导致的安全事件。

2.3.4 风险防控措施

为了有效防控替换过程中可能遇到的风险，实施以下措施。

（1）风险评估与管理。在替换前进行全面的风险评估，识别潜在的

风险点，制定风险防控策略。持续监测风险变化，及时调整防控措施。

（2）多层防御体系。构建多层防御体系，包括网络边界防护、应用层防火墙、数据库审计等，形成纵深防御，提高系统的整体安全性。

（3）应急响应机制。建立应急响应机制，包括安全事件响应流程、人员培训和演练，确保在发生安全事件时，能够迅速响应，将损失降至最低。

通过实施上述安全性增强与风险防控措施，可以显著提升大规模替换信创操作系统的安全性，确保业务的连续性和稳定性，为信创操作系统的广泛应用奠定坚实的基础。这不仅有助于提升国家的信息安全水平，还是推动信创产业健康发展的重要保障。

3 替换实施案例与效果评价

3.1 关键行业替换实践

在信创操作系统的大规模替换实践中，关键行业成为探索与应用的前沿阵地^[6]。这些行业包括政府、金融、电信、能源和教育等，它们对系统的稳定性、安全性和业务连续性有着极高的要求，因此其替换实践具有重要示范意义和研究价值。

3.1.1 政府机构的替换实践

政府机构作为信创操作系统的首批用户，其替换实践具有标杆作用。以某省级政府为例，该政府在推进信创操作系统替换过程中，首先进行了全面的业务系统评估，识别了关键业务流程和应用软件。其次，构建了测试环境，进行了多轮的系统兼容性和稳定性测试，确保替换后的系统能够平稳运行。最后，在替换过

程中，政府机构还加强了数据安全防护，采用了加密技术、访问控制和数据备份策略，确保了政务数据的安全。通过这一系列的准备和实施，政府机构成功完成了信创操作系统的替换，不仅提升了系统的安全性，还促进了政务流程的优化和效率的提升^[7]。

3.1.2 金融行业的替换实践

金融行业因其业务的敏感性和复杂性，对信创操作系统的替换提出了更高的要求。银行、保险和证券等金融机构，在替换过程中重点考虑了系统的交易处理能力和数据安全性。其采用了虚拟化和容器化技术，确保了金融应用在信创操作系统上的稳定运行。同时，金融机构还加强了安全审计和风险控制，实施了全面的入侵检测和防御机制，有效保护了金融数据和客户信息的安全。此外，金融行业还注重用户体验的提升，通过优化用户界面和提供定制化的培训，加快了用户对新操作系统的适应，保证了业务的连续性。

3.1.3 电信行业的替换实践

电信行业作为信息技术服务的关键提供者，其信创操作系统替换实践对整体网络稳定性和服务质量有着重大影响。在替换过程中，电信运营商着重于网络设备的兼容性和系统的高可用性。其引入了冗余设计和故障切换机制，确保了网络服务的连续性。同时，电信行业还加强了网络安全防护，通过实施防火墙、入侵检测系统和加密通信，增强了网络的抗攻击能力。此外，电信运营商还通过建立用户反馈机制，持续优化系统性能，提高了网络服务质量。

3.1.4 能源行业的替换实践

能源行业尤其是电力和石油等关键基础设施，对信创操作系统的替换提出了严格的安全性和稳定性要求。在替换实践中，能源企业注重工业控制系统（ICS）的兼容性和安全性。其采用了定制化的操作系统版本，确保了工业应用的稳定运行。同时，能源行业还加强了现场设备的安全防护，实施了物理隔离和访问控制，有效防止了外部攻击对生产系统的影响。通过这些措施，能源行业成功实现了信创操作系统的替换，不仅提升了系统的安全性，还促进了数字化转型和智能化运维的进展。

3.1.5 教育行业的替换实践

教育行业在信创操作系统替换过程中，重视了教学资源的兼容性和用户体验的提升。学校和教育机构通过建立应用软件适配中心，有效解决了教学软件在新操作系统上的兼容性问题。同时，教育行业还加强了技术支持和用户培训，通过提供在线课程和面对面培训，加快了师生对信创操作系统的适应。此外，教育行业还通过建立软件生态，吸引了更多开发者参与，丰富了教育软件库，提升了教学效率和质量。

通过上述关键行业替换实践的分析可知，信创操作系统的替换不仅消除了操作系统供应链风险，还促进了行业数字化转型和智能化升级。这些实践为信创操作系统的广泛推广和应用提供了宝贵的经验和案例，为我国信息技术发展的自主创新和信息安全保障奠定了坚实的基础。

3.2 实施效果与用户反馈分析

在对关键行业进行信创操作系统的大规模替换后，实施效果的评估与用户反馈分析成为衡量替换方案成功与否的重要标准。通过对政府、金融、电信、能源和教育等领域替换实践的深入研究，可以从系统稳定性、业务连续性、安全性增强以及用户体验提升等多个维度，全面评估替换实施的效果，并分析用户对新操作系统的接受程度和反馈意见。

3.3 系统稳定性与业务连续性

替换实施后，系统稳定性得到了显著提升。关键行业通过采用优化的内核调度策略、自动化监控与故障预测机制以及持续集成与部署的开发模式，有效保障了业务系统的平稳运行。在业务连续性方面，通过实施数据迁移策略、应用兼容性解决方案、测试与验证流程以及应急响应机制^[8]，关键行业成功实现了业务的无缝过渡，确保了业务的连续性和数据的安全性。

（1）安全性增强。安全性增强是大规模替换信创操作系统的重要目标。关键行业通过实施数据安全防护策略、系统安全加固措施以及业务安全与连续性的保障机制，显著提升了系统的安全性。加密技术、访问控制、安全配置与补丁管理等措施的应用，有效防止了数据泄露和系统攻击，构建了多层防御体系，为业务安全提供了坚实的保障。

（2）用户体验提升。用户体验是衡量替换成功与否的关键因素。关键行业在替换过程中，注重提升用户的操作便利性和应用兼容性。通过优化用户界面、提供定制化培训、建立应用软件适配中心以及丰富软件库，关键行业有效提升了用户对信创操作系统的接受度和满意度。此外，建立用户反馈机制，收集和分析用户意见，为后续系统优化和升级提供了宝贵的参考。

(3) 用户反馈分析。根据用户反馈，信创操作系统在稳定性、安全性和用户体验方面得到了广泛认可。用户普遍反映新操作系统在日常操作中更加流畅，系统响应速度得到了提升。在安全性方面，用户对数据加密、访问控制和入侵检测等功能表示满意，认为这些措施有效保护了业务数据和用户信息的安全。同时，用户对应用软件的兼容性和操作界面的优化表示赞赏，认为这些改进显著提升了工作效率和操作体验。

然而，用户反馈中也提到了一些挑战和改进建议。部分用户反映在替换初期遇到了软件兼容性问题，需要更多的时间和资源进行适配。此外，对于部分非技术背景的用户，系统迁移过程中的操作流程和术语解释需要更加清晰和详细。用户还建议增加更多行业专用软件的支持，以满足特定业务需求。

通过综合评估替换实施效果和深入分析用户反馈，信创操作系统的替换在提升系统稳定性、业务连续性和安全性方面取得了显著成效，同时也促进了用户体验的提升。然而，为了进一步优化替换方案，增强用户满意度，还需要在软件兼容性、操作流程的简化和行业应用支持等方面不断努力和改进。这些反馈和建议将为未来大规模替换提供宝贵的参考，推动信创操作系统向更加成熟和完善的阶段发展。

结语

本文深入探讨了大规模替换信创操作系统的关键技术与策略，通过对关键行业替换实践的案例分析和效果评价，验证了替换方案的可行性和有效性。研究发现，通过保障业务系统连续性、提升系统稳定性和兼容性、增强安全性与风险防控以及重视用户体验提升，信创操作系统的替换不仅能够满足业务需求，确保系统的平稳过渡，还能显著提升系统的安全性，促进用户对新操作系统的接受度。此外，政府、金融、电信、能源和教育等关键行业在替换实践中的成功经验，为信创操作系统的广泛应用提供了宝贵案例，为我国软件行业的自主创新和信息安全保障奠定了坚实基础。

展望未来，信创操作系统的普及和应用将呈现以下趋势。一是技术融合与创新加速。随着 5G、云计算、大数据、人工智能等新技术的融合应用，信创操作系统将面临更多技术挑战和创新机遇，需要在技术兼容性、性能优化、安全策略等方面持续创新，以适应信息技术的快速发展。二是生态建设与应用丰富。为了进一步提升信创操作系统的市场竞争力，必须加强生态建设，吸引更多的软件开发商和独立开发者参与，丰富应用软件库，提升用户满意度，促进信创生态的成熟和繁荣。三是国际合作与标准制定，在全球化的背景下，加强与国际技术社区的交流合作，参与国际标准的制定，将有助于提升信创操作系统的国际影响力，促进技术的开放共享和互操作性。四是人才培养与教育推广，为应对技术迭代和市场变化，需要加大人才培养力度，建立多层次、多领域的培训体系，提高 IT 人才的技能水平，同时加强信创操作系统的教育推广，提升公众对国产操作系统的认知和使用率。总之，未来信创操作系统将不仅服务于国内市场需求，还将走向世界，展示中国信息技术创新的能力和风采。

引用

[1] 王美娟,林美丽,刘如月,等.PK 体系对国家信息安全的意义案例研究——以天津海河教育园区南开学校开展信息科技课堂教学为例[J].实验教学与仪器,2023,40(5):119-121.

[2] 林然.操作系统:信创核心环节国产替代空间广阔[J].股市动态分析,2023(5):52-53.

[3] 贾雲博.开源Linux自研操作系统在信创产业中的应用研究[J].产业创新研究,2023(20):93-95.

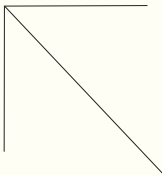
[4] 贵重,李艳,李云翔,等.国产操作系统发展及分析[J].电信工程技术与标准化,2023,36(6):76-80.

[5] 王继伟,庄培锋,黄榕,等.基于全栈国产化平台的医院信创改造与全场景应用[J].中国数字医学,2024,19(4):17-22.

[6] 李森,刘先群.基于国产操作系统对开源软件编译方法的研究与应用[J].计算机应用文摘,2023,39(11):48-53.

[7] 陈颀,李兴新,侯玉华.面向政企移动办公的信创云手机产品解决方案[J].邮电设计技术,2023(8):5-8.

[8] 王丽芳,武瑞娟,樊彩霞.操作系统中进程同步与互斥思政教学设计[J].计算机时代,2021(6):102-105+109.



教育考试院信息系统安全防护中的 数据加密与访问控制研究

文 ◆ 甘肃省教育考试院

兰州乐智教育科技有限责任公司

袁小鹏 张建飞 蒙琴琴 张莽君

杨维旺

引言

教育考试院信息系统承担招生考试、成绩管理、信息发布等重要职能，系统中储存着大量考生个人信息、考试数据等敏感信息。随着信息化程度不断提高，系统面临着日益严峻的安全挑战。传统单一防护措施难以满足当前安全需求，亟须构建系统化安全防护体系。数据加密技术结合访问控制机制成为解决问题的关键方案，通过加密算法保障数据安全性，借助访问控制确保授权访问。开展系统安全防护研究对提升教育考试院信息系统安全防护水平具有重要意义。

1 教育考试院信息系统的理论概述

根据教育考试招生业务实际需求，教育考试院信息系统围绕“业务、数据、指挥”三条主线，遵循实现“三库两流一图”的新要求，采取“一级（省级）建设、四级应用”的建设模式，涵盖考试基础数据库建设、考试业务系统、决策指挥系统、综合管理系

统、数据交换平台以及技术支撑体系等六大建设任务，实现对教育考试的全局统一指挥、全程分级管理、全域实时监控。

从理论层面来看，系统整体架构遵循分层设计思想，包含基础设施层、数据层、支撑层、业务层、表现层 5 个主要层级。数据层负责存储考生信息、考试题库、成绩数据等关键信息；业务层承担数据处理、逻辑运算、权限控制等功能；表现层则为用户提供操作界面。针对数据存储环节，采取加密技术确保数据机密性；针对数据传输过程，运用安全通信协议保障传输安全；针对用户访问，实施严格的身份认证与授权管理。随着教育考试院业务范围不断扩大，教育考试院信息系统面临着来自内外部多重安全威胁，外部主要表现为黑客攻击、网络窃听、恶意破坏等，内部则存在违规操作、数据泄露等风险。通过系统性地开展数据加密和访问控制的业务研究，提升教育考试院信息系统数据安全防护水平就显得尤为重要。

2 数据加密技术与密钥管理

2.1 数据加密算法选择设计

教育考试院信息系统涉及大量敏感数据，选择加密算法时，需要综合考虑数据量、安全等级、性能开销等多个因素。针对静态存储数据，采用对称加密算法中安全性较高的高级加密标准，密钥长度选择 256 位，分组长度 128 位，加密模式采用密码分组链接模式^[1]。加密过程中，明文分组 P 经过加密变换得到密文分组 C ，其数学表达如式（1）所示。

$$C = E(K, P) \quad (1)$$

式（1）中， K 为加密密钥， E 为加密变换函数。

在密码分组链接模式下，第 i 个分组的加密过程如式（2）所示。

$$C_i = E(K, P_i \oplus C_{i-1}) \quad (2)$$

式（2）中， $\oplus$ 表示异或运算。对于用户身份认证信息，使用非对称加密算法，密钥长度选择 2048 位，保障认证过程安全性。

【课题项目】甘肃省科技重点研发项目：基于人工智能的高频开关变换器和小型化天线的磁建模及基础产业化应用研究（24YFGA028）；兰州市科学技术局：有限网络带宽约束的核用多智能体系统协同控制研究（2024-3-4）

【作者简介】袁小鹏（1981—），男，江西都昌人，博士研究生，高级教师，研究方向：数字化转型及数智化。

考虑到系统性能需求,设计混合加密方案,即对数据采用对称加密,对会话密钥采用非对称加密。在具体实现中,根据不同数据类型选择合适加密强度。考生个人信息采用全字段加密;考试成绩数据对关键字段进行加密;普通信息采用轻量级加密方案。通过差异化加密策略,在保障安全性基础上提升系统运行效率。系统采用分层分级的密钥分发架构,通过多重认证确保密钥安全传递。

2.2 密钥生命周期管理

密钥生命周期管理贯穿产生、使用、更新、销毁全过程。密钥生成采用硬件随机数发生器,保证随机性,生成记录类型、用途、有效期等属性信息。使用过程中严格限制使用次数,超出阈值强制更新,系统自动记录使用情况。更新采用无缝切换策略,确保业务连续性,更新前对原数据重加密保证访问不受影响。系统支持有效期自动管理,临近到期提前预警。

2.3 数据加密传输过程

数据加密传输采用多层防护策略,构建安全传输通道。传输开始前,双方进行身份互认,建立信任关系^[2]。认证通过后,协商生成会话密钥,用于数据加密传输。传输数据按固定大小分块处理,每块数据独立加密。对传输数据块 D_i 进行哈希计算,得到校验值 H_i ,计算公式如式(3)所示。

$$H_i = H(D_i || K_i) \quad (3)$$

式(3)中, H 为哈希函数, K_i 为当前数据块的校验密钥, $||$ 表示拼接操作。

接收方通过相同方式计算校验值并比对,验证数据完整性。数据块加密使用会话密钥,减少计算开销。系统记录数据传输过程,实现传输行为追溯。针对互联网传输场景,增加安全隧道加密。实际应用中,校验过程所需时间 t 与数据块大小 n 呈线性关系,如式(4)所示。

$$t = \alpha n + \beta \quad (4)$$

式(4)中, α 为单位数据处理时间, β 为系统基础开销。

传输系统具备断点续传功能,提高传输可靠性。数据接收完成后,自动清除会话密钥,降低泄露风险。传输过程采用动态路由机制,提升传输安全性。系统支持传输性能动态调节,确保传输质量。针对远程传输需求,设计多级加密传输方案。

3 系统访问控制模型构建

3.1 角色属性管理的定义

教育考试院信息系统中角色属性管理采用多维度定义方式。根据工作职责,划分管理员角色、考务人员角色、数据分析人员角色等基本类型。管理员角色负责系统配置、用户管理、安全策略制定;考务人员角色执行考试组织、成绩管理、信息发布工作;数据分析人员角色负责数据统计分析、报表生成。各类角色根据工作区域分为省级、市级、区县级3个

层次。角色属性包含基本信息属性、权限属性、时效属性、安全属性。基本信息属性记录角色名称、描述;权限属性定义数据访问范围;时效属性控制角色有效期限;安全属性规定访问控制级别。

3.2 访问控制层级组成

教育考试院信息系统访问控制层级从底层到顶层依次包含数据访问层、资源控制层、权限管理层、策略控制层^[3]。数据访问层直接与数据库交互,实现数据读写控制;资源控制层管理系统资源访问,采用资源池化管理方式;权限管理层负责角色权限分配、权限校验、权限传递;策略控制层制定访问控制规则,协调各层级工作。层级间通过标准接口通信,保证控制策略顺畅执行。各层级部署安全审计模块,记录访问控制过程。系统设置层级间数据缓存机制,不同层级采用独立加密方案,确保层级安全隔离。

3.3 授权管理机制流程

授权管理机制通过规范化流程实现精确授权控制。授权请求经过身份认证、权限校验、流程审批3个环节(见图1)。身份认证采用多因素认证方式,结合密码、数字证书、生物特征等手段。权限校验包括角色权限验证、时效性检查、安全级别核对。流程审批按预设审批链进行,需经过直接主管、安全管理员、系统管理员逐级审批。紧急授权设置快速审批通道,但权限使用期限严格限制。授权过程全程记录,系统定期扫描已授权账号,对过期权限自动清理。针对敏感操作权限,实施双人授权机制。

3.4 模型层级设计分析

教育考试院信息系统访问控制模型采用分层递进结构。基础

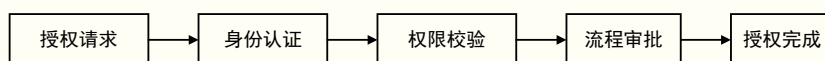


图1 授权管理机制流程

层实现身份识别鉴别功能，采用身份认证矩阵管理用户信息^[4]；安全层负责权限分配管理；业务层处理访问请求；扩展层支持临时授权、紧急访问、权限代理等特殊需求。模型各层级通过安全信道传递控制信息，协同配合构建完整的安全防护体系。

4 系统实验结果分析

4.1 系统环境参数设置

实验环境采用分布式架构部署，主服务器配置双路处理器，内存为 64GB，存储采用固态硬盘阵列。网络环境使用千兆以太网互联，实验数据库部署在独立服务器，配置主备双机热备份。客户端测试设备包括台式工作站、笔记本电脑、移动终端等不同型号设备。软件环境中操作系统选择稳定版本，数据库采用分布式集群部署。实验数据集包含百万级用户信息记录、千万级考试数据记录，数据类型覆盖文本、图像、文档等多种格式。测试工具采用专业性能测试软件，支持并发压测、性能监控、数据采集等功能。

4.2 功能实现测试分析

功能测试围绕数据加密传输、访问控制、权限管理 3 个核心模块展开（见表 1）。数据加密传输测试验证了加密算法正确性、传输可靠性，测试数据表明，加密解密准确率达 99.99%，传输成功率达 99.95%。测试过程中模拟断网、网络延迟、数据包丢失等异常情况，系统均能正常恢复工作。访问控制测试验证了角色权限分配、访问策略执行情况，结果显示，权限分配准确率为 100%，越权访问拦截率为 100%。权限管理测试重点关注授权流程执行、紧急授权响应、

权限自动清理等功能，测试结果表明，授权流程执行正常，紧急授权响应时间控制在 5s 内，过期权限清理准确率为 100%。功能测试覆盖率达到 98%，关键功能测试用例执行结果符合预期。

表 1 系统功能测试数据对比表

测试指标	优化前	优化后	提升比例
加密解密准确率	98.5%	99.99%	1.49%
传输成功率	97.8%	99.95%	2.15%
权限分配准确率	98.9%	100%	1.1%
越权访问拦截率	99.2%	100%	0.8%

4.3 性能指标测试结果

性能测试重点关注系统响应时间、并发处理能力、资源占用情况（见表 2）。在正常负载下，系统平均响应时间保持在 200ms 以内，其中数据加密平均耗时 50ms，权限验证平均耗时 30ms^[5]。并发测试显示，系统能够稳定支持 1000 名用户同时在线操作，极限并发数达到 1500 名用户，超出阈值后系统通过任务排队机制确保平稳运行。资源监控数据表明，处理器使用率峰值达 75%，内存占用率峰值达 65%，存储读写速度维持在 300MB/s。在持续 72h 压力测试中，系统运行稳定，未出现功能异常、数据错误、响应超时等问题。性能指标测试数据证实，系统具备支撑教育考试院日常业务运转能力。

表 2 系统性能测试数据对比表

测试指标	优化前	优化后	提升比例
平均响应时间	350ms	200ms	42.9%
并发用户数	600	1000	66.7%
数据加密耗时	85ms	50ms	41.2%
权限验证耗时	55ms	30ms	45.5%

结语

教育考试院信息系统安全防护方案通过将数据加密技术与访问控制相结合，实现了对敏感数据的保护和精确的授权管理。混合加密方案在保证安全性的基础上兼顾了系统性能，多层级访问控制体系实现了灵活的权限管理。实验结果证实，该系统具备较强的安全防护能力，能够满足实际应用需求。未来，将在现有数据加密和访问控制的基础上，持续完善安全防护机制，为教育考试院信息系统的安全稳定运行奠定坚实基础。

引用

[1] 姜韬.深度学习技术在网络数据加密与解密中的应用研究[J].网络安全和信息化,2024(10):37-39.

[2] 沈锬麒,李中禹.基于随机策略更新的大数据访问控制方案及实验分析[J].中国高新科技,2024(18):41-43.

[3] 李莉,陈介,朱江文.多权威可撤销密文策略属性基加密数据共享方案[J/OL].计算机科学,1-10[2024-11-28].https://link.cnki.net/urlid/50.1075.tp.20241023.0933.004.

[4] 刘炜,李淑培,田钊,等.基于区块链的去中心化多授权机构访问控制方法[J].郑州大学学报(理学版),2025,57(5):46-53.

[5] 马益帆.基于区块链的云存储访问控制机制研究[D].西安:西安工业大学,2024.

多智能体协同路径跟踪控制方法研究*

文◆天津工业职业学院工业与信息化系 李佳佳

引言

党的二十大报告指出,要研究信息化智能化战争规律,创新军事战略,加快无人智能作战力量发展。过去十年,我国经济实力和综合国力显著增强,但仍需认识到科技创新的重要性。无人智能技术^[1-2]在军事和日常生活中的作用日益凸显,但目前的无人系统多独立运作,缺乏协同能力。

多智能体技术^[3-4]通过协同合作已在航空航天、精准农业、深海探索 and 军事行动等领域展现出巨大潜力。然而,当前研究存在局限性,如忽视一般轨迹问题、协同难度随智能体数量增加而剧增,同时还面临外部干扰、控制输入饱和、碰撞风险和通信拒止等挑战。因此,深入研究多智能体协同路径跟踪控制问题,具有重要的理论和实践意义。

1 系统模型

1.1 智能体运动学模型

考虑外界风扰,建立智能体运动学模型,如式(1)所示。

$$\begin{cases} \dot{x}_i = v_i \cos \varphi_i + W_x \\ \dot{y}_i = v_i \sin \varphi_i + W_y \\ \dot{\varphi}_i = \omega_i \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中, $\begin{cases} W_x = v_\omega \cos \varphi_\omega \\ W_y = v_\omega \sin \varphi_\omega \end{cases}$, $v_\omega = \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \leq v_{\omega \max}$, 其中, φ_i 为智能体的前进方向角度, v_i 和 ω_i 分别为速度以及角速率。 φ_ω 和 v_ω 是风向和风的平均速度,且 v_ω 受到 $v_{\omega \max}$ 约束。

智能体的最小移动速度受限,且其前进方向的角速率受驱动功率和侧倾角度等因素的饱和约束,如式(2)所示。

$$0 < v_{\min} \leq v_i \leq v_{\max}, -\omega_{\max} \leq \omega_i \leq \omega_{\max} \quad (2)$$

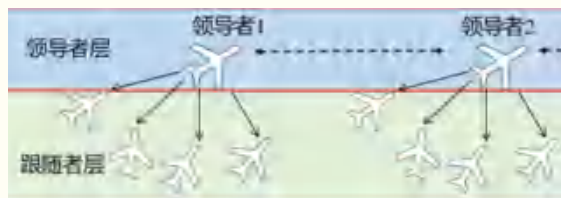


图1 多智能体系统控制架构

1.2 分层控制体系结构

多智能体系统控制架构如图1所示,在多智能体系统中,将所有智能体划分成多个独立的群组,每群组设立领导者和跟随者。

2 控制算法设计

2.1 领导者路径跟踪控制

设定每个领导者智能体追踪其规划路径上的虚拟目标点。通常二维路径跟踪问题在 Frenet-Serret 坐标系中定义,该坐标系随虚拟目标点移动,并且以其切线方向为 x 轴。在 Frenet-Serret 坐标系中的路径误差如图2所示。

图2 在 Frenet-Serret 坐标系中的路径误差

利用坐标系变换的误差动力学模型如式(3)(4)(5)所示。

$$\begin{cases} \dot{e}_s = v_i \cos \tilde{\varphi}_i - (1 - \kappa(l_i) e_d) \dot{l}_i + W_{ex} \\ \dot{e}_d = v_i \sin \tilde{\varphi}_i - \kappa(l_i) e_s \dot{l}_i + W_{ey} \\ \dot{\tilde{\varphi}}_i = \omega_i - \kappa(l_i) \dot{l}_i \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} W_{ex} = W_x \cos \tilde{\varphi}_i + W_y \sin \tilde{\varphi}_i \\ W_{ey} = -W_x \sin \tilde{\varphi}_i + W_y \cos \tilde{\varphi}_i \end{cases} \quad (4)$$

*【基金项目】天津工业职业学院 2024 年科研项目“多智能体协同路径跟踪控制方法研究”(202409)

【作者简介】李佳佳(1997—),女,河北石家庄人,硕士,助教,研究方向:控制科学与工程。

$$\begin{aligned} v_{\omega} &= \sqrt{W_x^2 + W_y^2} \\ &= \sqrt{W_{ex}^2 + W_{ey}^2} \leq v_{\omega max} \end{aligned} \quad (5)$$

式(3)(4)中, $\tilde{\varphi}_i$ 表示第 i 个 Frenet-Serret 坐标系相对于惯性系下的旋转角度。 $\tilde{\varphi}_i$ 为前进方向误差, e_{s_i} 和 e_{d_i} 是前向误差与侧偏距误差。

用 $\mathcal{O}_i = [e_{s_i} e_{d_i} \tilde{\varphi}_i]^T \in R \times R \times [-\pi, \pi]$ 来体现第 i 个智能体的路径跟踪误差, 用 $e_i = [e_{s_i} e_{d_i}]^T \in R^2$ 作为第 i 个智能体的位置误差。

接着, 采用向量场^[5]的方法来调整智能体的方向。

选定向量场如式(6)所示。

$$\varphi_{di} = -\varphi^{\infty} \frac{e^{2ke_{di}} - 1}{e^{2ke_{di}} + 1} \quad (6)$$

式(6)中, $k > 0$, $\varphi^{\infty} \in (0, \pi/2]$ 。

采用滑模控制方法设计控制律, 如式(7)所示。

$$s_i = \varphi_{di} - \tilde{\varphi}_i \quad (7)$$

当 $\varphi_{di} - \tilde{\varphi}_i$ 时,

同时令 $\dot{l}_i = k_s e_{s_i} + v_i \cos \tilde{\varphi}_i$, $k_s > 0$ 。

为减小滑模控制中的抖振现象, 可用连续函数替代符号函数,

如式(8)(9)所示, δ_i 为正数。

$$\dot{s}_i = -\varepsilon_i \frac{s_i}{|s_i| + \delta_i} \quad (8)$$

$$\dot{s}_i = \dot{\varphi}_{di} - \dot{\tilde{\varphi}}_i = \dot{\varphi}_{di} - \omega_i + \kappa(l_i)\dot{l}_i = -\varepsilon_i \frac{s_i}{|s_i| + \delta_i} \quad (9)$$

则可得到式(10)。

$$\omega_i = \dot{\varphi}_{di} + \kappa(l_i)\dot{l}_i + \varepsilon_i \frac{s_i}{|s_i| + \delta_i} \quad (10)$$

最后, 对领导者控制律进行仿真验证, 本文设计的控制律可使领导者智能体有效跟踪曲线和圆形路径。在风干扰条件下, 领导者智能体在控制律作用下仍能实现精准跟踪。

2.2 跟随者路径跟踪控制

对于跟随者, 其跟踪目标是与直接领导者方向一致并与其直接领导者保持期望距离 $[d_x, d_y]^T$ 。跟随者与其领导者的相对位置如图3所示。

图3 跟随者与其领导者的相对位置

2.3 群组间领导者协调控制

领导者智能体间的协同通过调节虚拟目标点在期望路径上的更新速



率来实现。假设能够通过变量 θ_i 唯一确定路径上的点，则实现智能体间协同需达成如式 (11) 所示的控制目标。

$$\theta_i(t) - \theta_j(t) \rightarrow \theta_{ij}^d \quad (11)$$

设计控制律如式 (12) 所示。

$$\dot{\theta}_i = -\beta \tanh \left(\sum_{j \in N_i} k_{\theta} (\theta_i - \theta_j - \theta_{ij}^d) \right) + \gamma_d \quad (12)$$

所设计的协同控制律可以确保任务完成，使多组领导者智能体在运行时保持设定间距 (300m)。同时，设定最小速度为 20m/s，并约束偏向角为 $[-\pi/2, \pi/2]$ 。

3 多智能体避障策略

针对多智能体系统的碰撞问题，应用碰撞锥算法快速确定避碰方向，其原理为视线矢量法 (见图 4)。

图 4 视线矢量法

图 4 中， r_s 和 v_{ou} 分别表示智能体和“障碍物”的相对位置和速度矢量。 d_c 表示“障碍物”影响范围。避碰开始条件如式 (13) 所示。

$$r_s \cdot v_{ou} \geq 0, D(t) \sin \phi < d_c \quad (13)$$

避碰检测角的计算如式 (14) 所示。

$$\phi = \begin{cases} \cos^{-1} \left[\frac{r_s \cdot v_{ou}}{|r_s| |v_{ou}|} \right] \\ \pi / 2, r_s = 0, v_{ou} = 0 \end{cases} \quad (14)$$

具体如式 (15) 所示。

$$\sigma_L = \beta^+ - \phi, \sigma_R = \beta^- - \phi \quad (15)$$

式 (15) 中， $\beta^- < \phi < \beta^+$ 。在规避“障碍物”时，智能体会选择成本较小的方案。

根据所需转角大小评估避障成本，以此决定智能体的转向方式，表达式如式 (16) 所示。

$$\sigma = \begin{cases} |\sigma_L|, |\sigma_L| \leq |\sigma_R| \\ |\sigma_R|, |\sigma_L| > |\sigma_R| \end{cases} \quad (16)$$

避碰完成条件为 r_s 在 v_{ou} 上的投影小于 0。

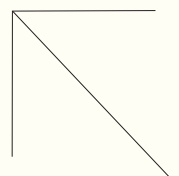
最后，对该避障策略进行仿真验证。

结语

本文提出了一种复杂环境下多智能体协同控制方法，主要贡献如下。一是设计了分层控制架构，降低协同规划复杂度。二是建立了考虑约束和干扰的智能体运动学模型，构建 Frenet-Serret 坐标系误差模型。三是采用滑模控制方法设计控制律，并通过李雅普诺夫方法验证了系统稳定性，保障复杂环境下的协同。四是采用了碰撞锥算法，增强动态环境下的安全性。最后，进行仿真验证，结果表明，该方法在控制约束和外界干扰下，能有效实现路径跟踪并避免碰撞。^[8]

引用

- [1] 曾照洋, 彭文胜, 李云凯, 等. 智能无人机集群可靠性技术内涵、发展及挑战[J]. 兵工学报, 2025, 46(3): 3-20.
- [2] 张涛, 李清, 张长水, 等. 智能无人自主系统的发展趋势[J]. 无人系统技术, 2018, 1(1): 11-22.
- [3] 丁思敏, 王刚, 孙立辉. 多智能体系统编队控制技术研究综述[J]. 智能计算机与应用, 2024, 14(10): 50-55.
- [4] 李杨, 徐峰, 谢光强, 等. 多智能体技术发展及其应用综述[J]. 计算机工程与应用, 2018, 54(9): 13-21.
- [5] 王祥科, 陈浩, 赵述龙. 大规模固定翼无人机集群编队控制方法[J]. 控制与决策, 2021, 36(9): 2063-2073.



纳米镀膜技术与人工智能技术在光伏组件自清洁中的应用

文 ◆ 福建省福能新能源有限责任公司 林通达

引言

光伏组件在使用过程中易发生氧化、腐蚀、污染等问题，严重影响了光伏组件的光电转化效率。采用纳米镀膜技术与人工智能技术可以有效改善光伏组件的洁净、抗污染状况，提高光伏组件的效率与稳定性。通过比较试验，优化后的光伏组件在耐污、抗氧化等方面表现出良好的耐污染、抗氧化能力，并在很长一段时间内保持高效。这为纳米镀膜技术与人工智能技术在光伏组件中的应用开辟了新的途径，也为光伏组件的研究和开发开辟了新的思路。

1 纳米镀膜技术与人工智能技术概述

1.1 纳米镀膜技术

纳米镀膜技术是一种新型的表面处理方法，核心是通过纳米颗粒在材料表面沉积一层膜。该方法通过对纳米颗粒的产生、运输、沉积和成膜工艺的精细调控，使其具有耐腐蚀、耐磨损、抗氧化和耐高温等综合性能。纳米镀膜技术与人工智能技术在航空航天、汽车制造、电子电器、

生物医药、光学元件和包装材料等领域具有广阔的应用前景。

1.2 人工智能技术

人工智能技术在光伏组件自清洁方面通过智能监控、预测分析和自动控制的方式，并利用计算机视觉、深度学习以及物联网等手段，对光伏组件表面受污染的程度进行实时监控与评估。利用卷积神经网络（CNN）建立污损检测模型，通过无人机或固定点位相机采集光伏组件图像，并进行分析，同时利用模型辨识出灰尘、鸟粪、积雪等不同污染源，量化污染程度。结合气象因素（风速、降雨量、PM2.5 浓度）、过往清洁记录以及通过随机森林算法、LSTM 等机器学习模型计算受污染程度，根据受污染程度决定机器清洁周期。此外，利用人工智能驱动自动清洁机器人通过路径规划，减少人工投入。人工智能技术在光伏自清洁系统中的应用流程如图 1 所示，工作流程涵盖数据采集、智能分析、决策执行与反馈优化等环节。该技术的集成不仅提升了清洁效率，还通过自适应学习不断优化系统性能，为光伏电站的智能化运维提供了关键技术支撑。

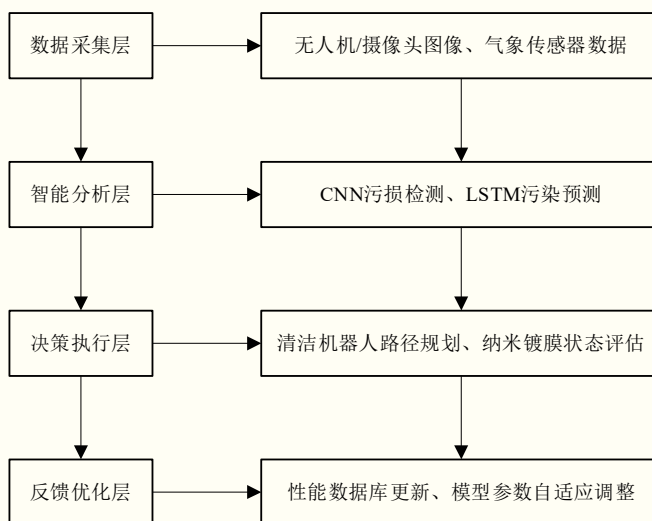


图 1 人工智能技术在光伏自清洁系统中的应用流程

【作者简介】林通达（1974—），男，福建泉州人，本科，高级工程师，研究方向：新能源投资开发运营技术咨询。

2 材料与方法

2.1 纳米镀膜材料选择

将纳米镀膜技术应用于光伏组件自清洁的研究中，纳米镀膜材料的选择至关重要。需综合考虑材料的耐磨性、耐腐蚀性、光学性能以及自清洁效果。二氧化硅（SiO₂）纳米镀膜材料因其高硬度、低摩擦系数和良好的光学性能，成为优选之一。此类材料能有效提高光伏组件表面的抗污染能力，减少灰尘和污垢附着，同时保持较高的透光率，确保光伏组件在长期使用过程中维持高效率。此外，应关注材料的稳定性和环境适应性，以确保在多种气候条件下均能发挥良好的自清洁效果^[1]。

2.2 纳米镀膜制备方法

本文介绍了一种制备纳米涂层的生产和镀膜技术工艺流程。通过溶胶凝胶法制备纳米 SiO₂ 分散液，通过控制纳米 SiO₂ 的粒径、分散度以及表面官能团调控其亲疏水特性，加入添加剂提高涂层的耐久度，并通过喷雾法制备光伏纳米涂层。首先，将纳米涂层母液与去离子水、乙醇按照一定的比例混合，利用超声波进行分散，保证了纳米粒子在溶液中的均匀分布，从而改善涂料的均匀性和质量。其次，调整喷雾设备的喷涂速度控制涂层厚度，制备厚度均一的纳米光伏镀层。

2.3 光伏组件的纳米镀膜处理

本文以 20 块光伏组件模组为研究对象，采用纳米涂层喷涂技术进行试验验证。在喷涂之前，必须先将光伏组件模组的表面清理干净，提高涂层与玻璃板的界面粘接强度，同时保证其不受污染而影响后续处理。为了保证施工质量，需要选择晴天和无风的天气状态。首先，用清洁剂或去离子水清洗光伏组件，并将组装件的表面置于无风、无尘的环境中自然晾干，实现涂层表面清洁无污染的施工前状态。其次，采用喷雾或滚涂的方式，将纳米涂层溶液均匀地喷射到组件的表面，通过控制喷射器的流速等参数保证涂层的厚度和覆盖率。最后，在喷涂完毕后，将组装好的部件干燥 24h，使涂料充分干燥以及与纳米 SiO₂ 交联。该方法可在光伏组件板上制备 100nm 左右的纳米镀层，有效阻止污染物黏附，提升光伏组件的自洁性能。

2.4 自清洁性能测试与评价方法

通过设计不同的对比试验，探索纳米镀膜技术与人工智能技术对光伏组件的自清洁特性的影响。本研究选择不同型号和规格的光伏组件模组，并将其分成实验组与对照组。其中，在实验组组装体上，用喷雾法制备厚度为 100nm 的 SiO₂ 纳米镀膜，该镀膜具有减反增透、自清洁等特性。同时，研究借助人工智能技术，对实验组与对照组组件在自然环境条件下（持续 15 天）的运行状态进行实时监测与综合性能评价。

3 纳米镀膜对光伏组件自清洁性能的影响

3.1 纳米镀膜对光伏组件表面污染的抑制作用

结合实际生产过程的操作数据，深入研究纳米镀膜技术与人工智能技术对光伏组件自清洁能力的影响。

污染程度对比表如表 1 所示，测试期间，采用纳米镀膜技术与人工智能技术工艺的各组样品的污染度均略低于未处理的样品。在 60 天测

试中，未进行任何处理的零件的污染指数是 56，而采用纳米镀膜技术与人工智能技术的零件则达到了 50。研究结果显示，纳米镀膜技术与人工智能技术对光伏组件具有良好的抑制效果，可以有效保证电池清洁度和光学性能。

表 1 污染程度对比表

时间 / 天	未处理组件污染指数	纳米镀膜组件污染指数
0	0	0
15	18	16
30	35	32
45	48	44
60	56	50

3.2 纳米镀膜对光伏组件性能的影响

通过实验探究纳米镀膜技术与人工智能技术对光伏组件的光电转化效率以及透过率的影响。光电转化率及透过率污染程度对比表如表 2 所示。

从表 2 中可以看出，与未经处理的样品相比，纳米镀膜技术与人工智能技术组装体的光电转化率和透过率都有所提高。在试验 60 天时，未经处理的元件的光伏转化效率为 19.5%，而纳米镀膜技术与人工智能技术元件的光电转化效率达到 20.6%。同时，样品的透过率为 85%，纳米镀膜技术与人工智能技术的透过率达到 91%。因此，利用纳米镀膜技术与人工智能技术可有效提高太阳能电池的光电转换效率，增强太阳能电池组件的光能利用率，进而提高器件综合性能。

4 纳米镀膜技术与人工智能技术在光伏组件自清洁中的应用优化

4.1 纳米镀膜材料与工艺优化在光伏组件自清洁技术中的

革新中，纳米镀膜材料与工艺优化扮演着至关重要的角色。这一领域的进步不仅提升了光伏组件的清洁效率，还延长了其使用寿命，降低了维护成本^[2]。

沉积工艺参数优化。优化沉积工艺参数，得到所需的高质量纳米涂层厚度、沉积速率、基底温度和气氛等。调节不同参数可以得到不同性质的纳米涂层，只有将不同参数精密控制到合理范围内，才可以得到质量较高、均匀致密且附着力和耐久性好的纳米涂层。其中，磁控溅射和化学气相沉积可对纳米涂层的厚度和成分进行调节，使纳米涂层具有最佳的自清洁能力。

4.2 基于人工智能技术的污染监测与评估系统

为进一步掌握光伏组件的污染状况并准确评估光伏组件表面污染物对光伏发电效率造成的影响，采用人工智能污染监测评估系统实现光伏发电时光伏组件表面污染情况的实时监测，并针对污染情况进行分类。结合气象数据、光伏组件表面污染物对光伏发电效率的影响的历史数据，建立模型预测光伏组件表面污染物对光伏发电效率的影响程度，从而辅助工作人员合理制定清洁方案。

4.3 智能清洁决策与执行系统

基于人工智能技术的污染监测结果，智能清洁决策与执行系统能够自动制定并执行清洁计划。这一系统包括动态清洁周期优化算法、机器人路径规划与协同控制两大核心模块。

4.3.1 动态清洁周期优化算法

动态清洁周期优化算法基于光伏组件污染程度、天气情况和

表 2 光电转化率及透过率污染程度对比表				
时间 / 天	未处理组件 光电转化效率 / %	纳米镀膜组件 光电转化效率 / %	未处理组件 透光率 / %	纳米镀膜组件 透光率 / %
0	22.5	22.5	95	95
15	21.5	22.4	93	94
30	21.1	21.9	89	93
45	20.0	21.5	87	92
60	19.5	20.6	85	91

发电效率需要等情况自主调整清洁周期。例如，光伏组件污染程度低或天气条件差不宜清洗时，其可适当延后清洗周期，节约使用过程中不必要耗费的电量和成本；若污染程度高、发电效率要求高，则可根据实际情况提前实施清洗工作，保证光伏发电量处于理想状态。

4.3.2 机器人路径规划与协同控制

机器人路径规划与协同控制模块负责指挥清洁机器人高效、有序地完成清洁任务。通过综合考虑光伏组件的布局、污染分布以及机器人的移动速度与能耗，该模块能够规划出最优的清洁路径，并确保多台机器人之间的协同作业，从而在最短时间内完成大面积光伏组件的清洁工作。

4.4 系统集成与性能验证

为了实现纳米镀膜技术与人工智能技术的深度融合与高效应用，系统集成与性能验证是不可或缺的一环。这一过程包括将纳米镀膜工艺、人工智能技术污染监测与评估系统以及智能清洁决策与执行系统进行无缝对接，构建完整的自清洁解决方案。通过实验室测试与实地应用验证，评估该方案在提升清洁效率和发电效率以及成本节约等方面的综合性能。实验结果表明，该方案能够显著降低光伏组件的污染程度，提升发电效率，并减少维护成本，具有广阔的应用前景。

结语

纳米镀膜技术与人工智能技术是一种有效的光伏组件自清洗方法，具有显著的优势和广阔的应用前景。本项目拟从涂料选择、制备工艺、后处理等方面进行深入研究，以提高涂料的自清洁能力，提高涂料的使用寿命。利用纳米薄膜对太阳能电池进行自清洁，可以有效提高太阳能电池的光电转化效率，降低其维护成本，为太阳能电池的高效、稳定运行创造有利条件。■

引用

[1] 杨子建,王越超,陈思远,等.纳米镀膜技术在光伏组件自清洁中的应用[J].大众标准化,2023(23):144-146.

[2] 金胜利,郭振兴,干建丽,等.光伏电站组件清洁技术研究综述[J].能源工程,2023,43(5):1-11.

国内某大型水电站 500kV GIS 隔离接地开关绝缘盆故障处理流程与工艺

文 ◆ 雅砻江流域水电开发有限公司 刘松杭 赵 晨

引言

某大型水电站主变 A 相高压侧 500kV GIS 隔离接地开关气室 SF6 气体压力异常，导致现场处理时绝缘盆破裂。分析认为是绝缘盆内部缺陷长期累积，在降压过程中因压差增大而破裂。为此，组建了专门的缺陷处理团队，分工明确，制定了详细计划和多个方案，有序进行工器具准备、气体回收、设备拆装回装、测试试验等处理流程。同时，明确了润滑脂、导电膏、胶的作用，阐述了吊点作用和关键更换工艺。通过全面检查试验，找到了绝缘盆故障的根本原因，为设备维护提供了宝贵经验，确保了设备的稳定运行。

1 故障概况

电厂 #6 主变 A 相高压侧 500kV GIS 50061 隔离接地开关气室 SF6 气体压力下降，从 0.56MPa 降至 0.48MPa。经现场检测，发现隔离开关与 CT 母线间法兰面漏气。在处理 50061 气室降压时，隔离接地开关气室与 CT 母线气室间的绝缘盆破裂，当时两气室压差为 0.39MPa。

2 故障原因分析

分析显示，绝缘盆在制造过程中有微小缺陷。长时间带电运行后，缺陷扩大成细小裂纹，导致微漏气。现场降压处理时，绝缘盆两侧压差增加，裂纹使其无法承受正常工作压力，最终破裂（设计工作压力为 0.8MPa，破裂时承受压力为 0.39MPa），缺陷部位如图 1 所示。

3 精准处理流程

3.1 气体回收作业

气体作业小组迅速完成了气隔气体回收作业，包括 15-11A、



图 1 缺陷部位

【作者简介】刘松杭（1988—），男，重庆九龙坡人，本科，研究方向：电气一次设备技术管理。

【通讯作者】赵晨（1990—），男，陕西商南人，本科，研究方向：电气一次设备技术管理。

15-12A 和 15-10A 气隔的气体回收、抽真空和大气平压。同时，15-9A 和 15-15A 气隔也进行了气体回收，确保气压范围在 0.02MPa ~ 0.05MPa。

3.2 隔离接地开关 50061 A 相气隔 (15-11A) 拆除、回装作业

气体回收作业结束后，根据拆除方案的步骤，成功拆除了设备，并安全运送至厂家维修。设备安全返回后，根据回装方案的步骤，成功完成设备回装。

3.3 气隔抽真空、充气、分解物和微水测试及检漏作业

设备回装后，气体作业小组对 15-12A 和 15-10A 气隔抽真空，并向 15-9A、15-10A、15-11A、15-12A 和 15-15A 气隔充入新 SF6 气体，压力维持在 0.56MPa。静置 24 小时，小组进行法兰面包扎检漏和分解物微水测试，确认设备无漏气且测试结果符合标准。

3.4 零起升压试验、局放试验及分解物和微水测试

经过 3 小时的零起升压试验和局放试验，设备性能和可靠性得到验证。试验后，特定气隔的分解物和微水测试结果符合标准。

4 关键更换工艺

4.1 缺陷处理中吊点的作用 (见图 2)

吊点 1、2：固定主变室垂直段、水平段管路；辅助 GIS 中间层水平段管路与垂直段分离或对接。吊点 3：固定 GIS 中间层水平段管路，使其与垂直段分离或对接。吊点 4：固定气隔 (15-10A)。吊点 6、9、11、12：平缓传导，吊气隔 (15-11A) 至气隔 (15-10A) 下方或转运至货车；吊点 6、9 固定或对接 / 分离气隔 (15-11A)。吊点 5：辅助吊点 6、

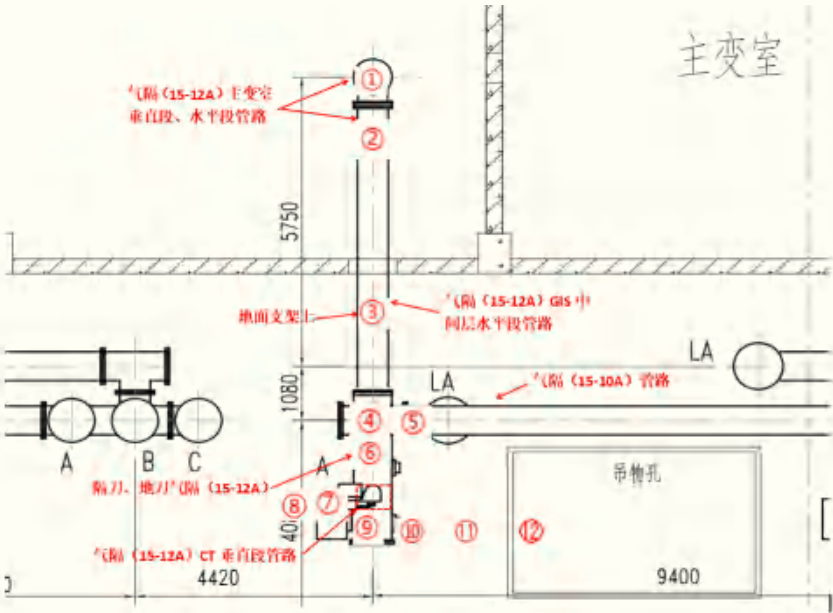


图 2 吊点分布图

9 对正气隔 (15-11A)。吊点 7、8、10：固定 GIS 中间层垂直段或对接 / 分离；平缓传导，吊至气隔 (15-11A) 下方或转运至地面；吊点 7、8 拆除或回装导体。

4.2 6B 高压侧 A 相气隔 (15-12A) CT 垂直段导体支撑绝缘子更换工艺

将 CT 垂直段管路内导体绑扎牢固，用葫芦拉出并放置指定位置，用塑料薄膜防护。拆除 CT 垂直段管路内 L 型导体座固定螺栓，移出并放置指定位置，用塑料薄膜防护。拆除 CT 垂直段导体支撑绝缘子盖板，移出并放置指定位置，用塑料薄膜防护。安装新的 CT 垂直段导体支撑绝缘子，紧固底部螺栓，并校验力矩合格。用酒精和真丝布清洁导体支撑绝缘子盖板以及法兰面，更换密封圈，涂抹润滑脂。回装导体支撑绝缘子盖板，紧固螺栓，并校验力矩合格。用酒精和真丝布清洁 L 型导体座，涂抹润滑脂，安装至原位，紧固螺栓，并校验力矩合格。用酒精和真丝布清洁 CT 垂直段导体，绑扎牢固。用吊带、手拉葫芦将 CT 垂直段导体放回管内导体座上，确认导体完全插入并固定。

4.3 6B 高压侧 A 相波纹管与气隔 (15-12A) 垂直段管路对接法兰拆除工艺

拆下波纹管与气隔 (15-12A) 的垂直段管路法兰螺栓，压缩波纹管至 600 ± 10mm。波纹管法兰断开后，用塑料薄膜保护法兰和管路，防止异物和灰尘污染主变高压套管。使用手拉葫芦、吊带和管路支撑小车，将气隔 (15-12A) 的垂直和水平段管路平移至主变室上游侧，确保气隔 (15-12A) 水平段与 CT 垂直段法兰相距 600 ± 10mm，平移时用水平尺确保管路水平。

4.4 6B 高压侧 A 相隔离接地开关气隔 (15-11A) 安装工艺

将隔离接地开关气隔 (15-11A) 运输至吊物孔下方，移除运输盖板，清洁绝缘盆。用 GIS 桥机吊起气隔至 GIS 中间层，关闭吊物孔。配合 GIS 桥机、手拉葫芦、吊带，将气隔 (15-11A) 吊至气隔 (15-10A)

下方。清洁气隔（15-10A）内 L 型导体座和气隔（15-11A）与气隔（15-10A）间短导体，涂抹润滑脂（B8）。清洁绝缘盆、法兰面及触座，更换密封圈（M7333070#570），涂抹润滑脂（B8）。在绝缘盆法兰密封圈外侧涂防水胶（RTV382），在气隔（15-10A）与气隔（15-11A）法兰面涂润滑脂（TSK5403）。插入短导体至绝缘盆触座，确认插接良好。拆除气隔（15-10A）管路观察孔盖板，标记以便回装。使用手拉葫芦、吊带平稳上移气隔（15-11A），插入气隔（15-10A）内 L 型导体座。在气隔对接时使用水平仪保持水平，安装导向套，上移气隔（15-11A）直至法兰面对接，检查导体插接状态。两人对角紧固绝缘盆法兰螺栓，紧固剩余螺栓，CT 管路定位后，用 $150\text{N}\cdot\text{m}$ 和 $220\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩扳手校验，绑扎气隔（15-11A）本体，捆绑隔刀操作机构，调节管路水平。

4.5 6B 高压侧 A 相气隔（15-12A）CT 垂直段管路安装工艺

使用高纯度酒精和真丝布清洁绝缘盆、法兰面以及触座，更换密封圈（M7333070#570），并涂抹润滑脂（B8）。用 RTV 专用胶枪在法兰密封圈外侧涂防水胶（RTV382），形成“8”字形状；在气隔（15-12A）与气隔（15-11A）法兰面上涂润滑脂（TSK5403）。使用手拉葫芦和吊带，通过吊点将气隔（15-12A）CT 垂直段管路平稳吊至气隔（15-11A）绝缘盆法兰下方，保持 300mm 距离。拆除 CT 垂直段导体支撑工装以及清洁绳，确保管道及导体干净无遗留物。安装导向套，通过手拉葫芦和吊带平稳上移 CT 垂直段管路，直至与气隔（15-12A）法兰面对接，确认导体与绝缘盆底座间隙 $20\sim 30\text{mm}$ ，插接良好。使用手拉葫芦和吊带绑扎 CT 垂直段管路，保持拉紧状态，调节管路水平。在气隔（15-11A）、气隔（15-10A）上方放置水平尺，保持安装过程水平，安装 CT 垂直段管路基础底座，校核底座水平度，紧固管路与底座、底座与基础螺栓，力矩校验合格。两人对角紧固绝缘盆法兰螺栓，依次紧固剩余螺栓，定位后先用 $150\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩扳手对角紧固，再用 $220\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩依次校验合格。拆除气隔（15-10A）、（15-11A）和气隔（15-12A）CT 垂直段管路上的吊带。

4.6 6B 高压侧 A 相气隔（15-12A）CT 垂直段与水平段管路对接工艺

用高纯度酒精和真丝布清洁 CT 垂直段和水平段法兰面及导体插接部位，清洁后更换水平段法兰密封圈（M7333070#570），并在法兰面以及导体插接部位涂抹润滑脂（型号 TSK5403 和 B8）。使用手拉葫芦、吊带和管路支撑小车，将气隔（15-12A）平移 $570\pm 10\text{mm}$ 至主变室下游侧，安装导向杆后拆除支撑工装。继续使用手拉葫芦等工具将气隔（15-12A）平移至 CT 垂直段与水平段法兰面对接，确保导体与 L 型导体座间隙为 $20\sim 30\text{mm}$ 且插接良好。设置激光坐标仪于基准位，调整激光中点至管路基准线，确保水平、垂直线及交叉点与基准线重合。旋转激光坐标仪 90° ，使背垂激光线与 CT 垂直段管路基准垂线对齐，检查并调整管路位置直至与基准重合。两人同时对角紧固绝缘盆法兰螺栓，随后依次紧固剩余螺栓。CT 垂直段管路定位后，先用 $150\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩扳手紧固，再用 $220\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩校验。两人同时对角紧固绝缘盆法兰螺栓，随后依次紧固剩余螺栓。CT 垂直段管路定位后，先用 $150\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩扳手

紧固，再用 $220\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩校验。

4.7 6B 高压侧 A 相波纹管与气隔（15-12A）垂直段管路清扫、安装工艺

用专用吸尘器清理波纹管内部灰尘，用高纯度酒精和真丝布全面擦拭，确保管路内无灰尘。在波纹管法兰表面涂润滑脂（TSK5403）。在波纹管上方管路法兰对角螺杆上安装导向杆，调节波纹管 8 个螺栓与上方管路法兰对接。两人同时对角紧固绝缘盆法兰螺栓，依次紧固剩余螺栓，CT 垂直段管路定位后，先用 $150\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩扳手对角紧固，再用 $220\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩校验。调节波纹管 8 个螺栓至 $650\pm 10\text{mm}$ 。拆除波纹管上方管路检查孔盖板，用高纯度酒精和真丝布全面擦拭检查孔法兰面等部位，确保管路内无灰尘。在上下短导体插接部位、高压套管侧触座、垂直管道内导体座表面涂润滑脂（B8）。紧固高压套管侧触座螺栓，并用 $25\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩校验。在 6B 高压侧 A 相隔离接地开关气隔导电回路电阻测量后，平稳插入下部短导体至高压套管侧触座，确认插接良好。再插入上部短导体至垂直管道内导体座，确认间隙在 $14\sim 24\text{mm}$ 且插接良好。最后安装 U 型导体并紧固螺栓，用 $45\text{N}\cdot\text{m}$ 力矩校验。

结语

绝缘盆故障属于非典型故障，不能单从外观判断故障原因，本文通过一系列检查、试验找到了设备漏气和缘盆故障的根本原因，为后续设备维护提供了借鉴意义，为设备稳定运行提供了有力技术保障。^[5]

基于局域网的手机照片备份系统设计与实现

文 ◆ 安徽财贸职业学院 陆天然

引言

随着移动通讯的普及与智能手机的广泛应用，手机摄影得以迅速发展，高像素和多摄像头配置为用户带来了优质的摄影体验。手机文件系统中存储的照片数据对用户而言具有重要价值，但手机一旦损坏或丢失，会导致照片无法恢复，给用户造成损失和困扰。

当前，云备份应用功能已趋于成熟，可将手机照片上传至公有云进行备份，然而照片存储在云服务器存在隐私泄露的风险。传统的照片备份方式是通过数据线连接手机和电脑 USB 接口，手动将照片复制到个人电脑，这种人工操作不仅繁琐，还存在误删手机系统文件的可能。

国内外现有的跨设备文件传输系统（如 BackupPC、NetBackup 等）采用全量式文件传输方式^[1]，无法满足照片备份所需的增量式传输需求。局域网文件收发系统虽然在机房教学等场景应用广泛^[2]，P2P 文件共享系统也能实现文件分发备份，但后者多节点分散的特点易引发隐私泄露的安全隐患^[3]。鉴于此，考虑到 Android 平台兼具开放性和兼容性，本研究开发一款 Android 端和 PC 端照片同步

备份系统，实现手机照片向同一局域网内电脑指定目录的自动备份，既能满足用户对照片备份需求，又能消除其对隐私泄露的顾虑，具有切实的应用价值。

1 系统设计

1.1 总体结构设计

手机照片备份系统分为 Android 端应用和 PC 端应用两个部分，Android 应用分为文件管理、文件发送和照片备份 3 个功能模块；PC 端应用具有文件接收功能，手机照片备份系统功能结构图如图 1 所示。文件管理模块提供查看文件和查看文件属性功能；文件传输模块通过手机与 PC 设备之间的局域网 IP 共享，基于局域网文件传输实现 Android 端文件发送和 PC 端文件接收；照片备份模块实现手机照片自动增量式备份。

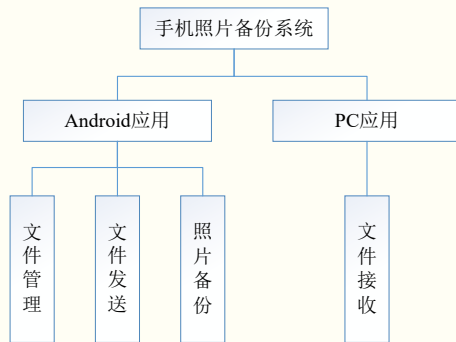


图 1 手机照片备份系统功能结构图

1.2 核心功能设计

1.2.1 文件收发功能

文件收发功能基于 TCP/IP 协议实现 PC 设备和手机设备的连接。在局域网环境中，需通过 IP 地址定位文件接收设备，从而完成跨设备的点对点文件传输^[4]。文件发送端必须获取接收端的 IP 地址，方可建立 Socket 连接并向其发送文件。

本系统采用 UDP 技术实现 IP 地址的自动获取。UDP 作为一种无连接的传输层协议，无需建立连接即可发送数据包，适用于网络环境良好的场景，在局域网中具有较高的传输效率^[5]，具体流程如下。（1）PC 设备将数据包发送至同一广播网络内的 Android 设备，发送成功后开启

【作者简介】陆天然（1997—），男，安徽巢湖人，硕士研究生，助教，研究方向：大数据技术、软件工程。

指定端口的 Socket 服务，以接收 TCP 连接。(2) Android 设备接收到 PC 设备发送的数据包后，解析并获取其 IP 地址，接着利用该 IP 地址和指定端口向 PC 设备发起 TCP 连接请求。(3) 当 TCP 连接成功建立后，PC 设备和 Android 设备可基于 TCP/IP 协议进行文件收发。文件收发功能活动图如图 2 所示。

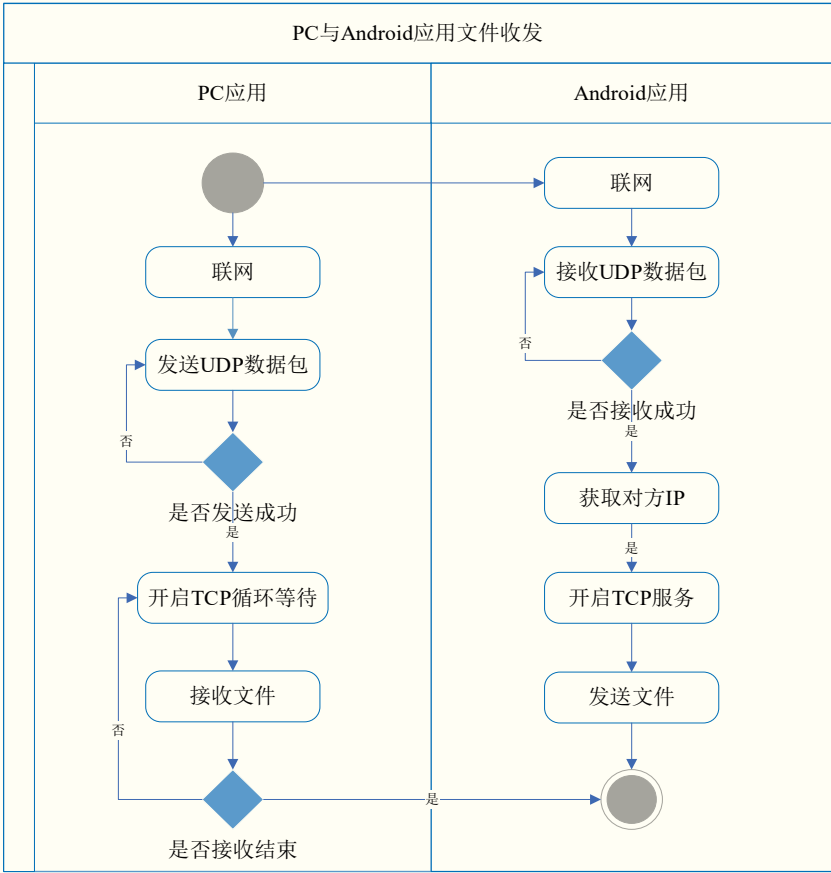


图 2 文件收发功能活动图

1.2.2 照片备份功能

照片备份功能活动图如图 3 所示。根据局域网文件传输的需求，首先需将照片发送设备和接收设备接入同一局域网，可通过连接 Wi-Fi 或热点的方式实现。用户开启“照片自动备份”按钮后，本机照片自动备份功能即被激活。此时，Android 端应用会定时检测设备内的照片，一旦发现新照片，便自动将照片传输至 PC 端进行备份，备份方式采用单向增量备份。若需停止备份，用户可随时通过关闭“照片自动备份”按钮实现。

2 系统实现

2.1 系统开发环境

(1) Android 端应用开发测试。Android 端采用 Android Studio 进行开发，使用模拟器测试和真机测试相结合的方式对 Android 端应用进行测试，以确保应用的运行稳定性和功能完整性。在开发环境搭建时，需要注意 Android SDK 和 Android Studio 的版本匹配性，二者版本不兼容会直接导致程序无法正常编译。考虑到 Android Studio 自带的安卓模拟器存在消耗资源大、开启和运行缓慢的问题，本系统选用轻量级且性能更

优的 Genymotion 模拟器，以提升开发调试效率。

(2) PC 端应用开发。PC 端应用基于 Eclipse 开发，主体架构使用 AWT (抽象窗口工具包)，按钮的设计与定义则借助 Swing 框架实现，二者的技术特性适配系统需求。AWT 在图形用户界面开发中具备内存占用少、响应速度快、健壮性好等优势。其组件可直接通过本地操作系统实现，且编译后的代码在系统启动时已完成装载，能够大幅减少启动事件数量，提升运行效率。Swing 组件具有强大的延展性，不仅提供丰富的标准化组件，还支持海量第三方组件库，可满足多元化功能需求。同时，由于采用 MVC (模型—视图—控制器) 模式，Swing 的 API 兼容性更优，便于后续功能扩展与维护。

2.2 功能模块实现

2.2.1 文件管理模块实现

文件管理模块的实现流程主要分为 3 个步骤，分别是读取手机存储的文件信息、文件数据的可视化展示、点击事件的交互响应。

(1) 读取手机存储的文件信

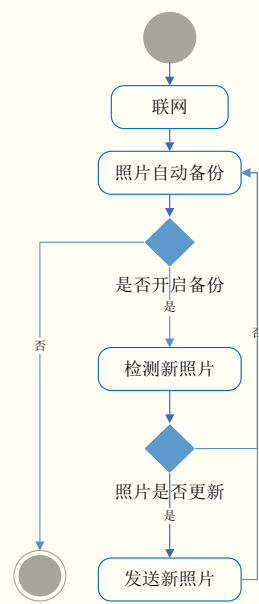


图 3 照片备份功能活动图

息。首先，权限配置。由于涉及手机存储卡访问，需在配置文件 AndroidManifest.xml 中添加权限声明，确保应用具备读取存储的基础权限。其次，路径与实例获取。权限申请通过后，调用系统 API 获取手机存储的总路径，基于文件路径生成文件实例，进而扫描该文件的子文件夹，提取子文件夹的名称和路径信息。最后，数据存储与排序。使用 Array List 数组队列存储文件信息，并按照文件名称的升序排列，为后续可视化展示奠定有序的数据基础。

（2）文件数据的可视化展示。采用线性布局（Linear Layout），使显示路径的文本框（Text View）和展示文件数据的列表（List View）呈线性排列，确保界面结构清晰。ListView 实现流程如下。首先，定义实体类，封装文件的属性信息。其次，准备资源图标，为文件夹、不同类型文件配置差异化图标。再次，自定义布局子项，设计 ListView 中每个 item 的布局样式。最后，适配器绑定，通过适配器（如 BaseAdapter）将布局子项的控件 ID 与文件数据关联，实现数据到界面的映射。

2.2.2 文件收发模块实现

针对局域网文件传输多为单一文件传输的局限，若直接用于手机照片备份，则用户需多次手动操作，无法满足实际需求。因此，本系统设计引入深度优先算法，实现同一目录下图片文件的自动连续传输。当用户选定目标目录后，系统通过深度优先算法遍历该路径下的所有子文件，经文件类型判断筛选出图片格式文件，再通过 Socket 通信技术将其批量传输至 PC 端。为了保证

传输过程中图片数据的完整性，系统在线程内部建立 TCP 传输短连接，使 Android 端的传输线程与 PC 端接收线程形成一一对应的映射关系。

设备连接与 IP 地址获取流程如下。Android 设备发送文件前，会自动与局域网内可连接的 PC 设备完成匹配连接，并动态获取其 IP 地址。具体而言，PC 设备通过广播地址 255.255.255.255 向同一局域网内的 Android 设备发送数据包；Android 设备接收到数据包后，通过解析提取 PC 设备的 IP 地址；获取成功后，PC 设备终止 UDP 广播流程。

Socket 点对点通信可以实现文件在不同设备间的传输。PC 设备作为 Socket 服务端，Android 设备作为 Socket 客户端。Android 端应用通过配置 PC 设备的 IP 地址与端口发起 Socket 连接请求；连接建立后，Android 端开启数据流读取待发送的文件数据，且在传输文件本体前，先发送文件名和文件大小信息。此举既便于 PC 设备提前获取文件元数据以监测文件传输进度，又能有效避免连续传输时出现的数据粘连问题。

Socket 服务端初始化时，先通过 Server Socket 绑定监听端口；再调用 accept 方法等待客户端连接；客户端调用 Connect 方法后，双方建立连接。连接成功后，服务端先接收客户端传来的文件名和文件大小信息，随后接收文件数据主体。

2.2.3 照片备份模块实现

照片备份模块的数据传输机制采用流式处理方案。在点对点通信的数据发送阶段，系统将文件数据流按固定厂督分段读取并转换为字节形式，再通过网络发送。针对图片等长度各异的文件数据，统一采用 4096 字节的单次读取策略。Android 端应用持续读取本机文件输入流，将数据转化为字节流发送至已连接的 PC 设备，直至整个文件数据读取完毕。

结语

本系统分为 Android 端应用和 PC 端应用，Android 端应用具有文件管理、文件发送、照片备份功能，PC 端应用具有文件接收功能。系统采用 UDP 技术实现局域网安卓设备和 PC 设备的连接，采用 Socket 通信技术实现局域网文件传输，采用 Alarm 机制实现照片自动备份。照片传输备份采用局域网点对点在线传输方式，不经过第三方服务器，有效解决了照片备份安全性和隐私性问题。^[8]

引用

[1] 兰善瑞,王晓懿.基于增量式同步的文件分发系统[J].铁路通信信号工程技术,2022,19(12):12-18.

[2] 章芬芬,杨云海.局域网文件收发系统的设计与实现[J].现代信息科技,2024,8(18):120-124.

[3] 金浩.面向隐私保护的文件共享系统的研究与实现[D].沈阳:辽宁大学,2023.

[4] 麻文韬,江海峰.基于局域网的文件传输功能设计与应用研究[J].科技资讯,2024,22(24):47-49.

[5] 虞炳文,龚建泽,丁思炜,等.国产平台下可靠文件传输软件的设计及实现[J].计算机测量与控制,2023,31(7):214-221.

视觉框架视角下的图片报道建构探析

——以《人民画报》2025 年典型图片报道为例

文◆中国外文局中东欧与中南亚传播中心（人民画报社） 莫 倩

引言

人工智能、大数据等科学技术的进步和由此带来的传播媒介的演变，使信息获取越来越倾向于视觉为先。在图片报道成为媒介传播重要方式的当下，如何通过视觉内容传达编辑观点、如何通过视觉信息实现与读者有效沟通，如何在人工智能赋能信息传播之时实现图片的智能可视化传播，是值得研究的重要课题，也是图片编辑的重要功课。本文在视觉框架理论的指导下，以《人民画报》相关报道为例，从文本描述、视觉效果、社会意义、深层背景 4 个方面进行分析，并在人工智能深刻影响新闻生产的背景下，深度探讨智能可视化对增强图片传播效果、深化报道主题方面起到的积极作用，以期为图片报道的建构工作提供有益思路。

1 理论依据与研究对象

1.1 理论依据

在探讨新闻报道的构建方式时，框架理论是学者们常用的核心理论之一。1974 年，社会学家戈夫曼在著作《框架分析》中，将“框架”概念引入传播研究场景，促进了该理论的后续发展。框架理论在后续发展过程中呈现出多元研究侧重。根据学者瑞兹的观点，框架理论的内涵分为三类，一是聚焦新闻框架产生的传播效果，二是关注框架本身的构建过程，三是探讨框架对信息的筛选机制^[1]。但从核心逻辑来看，框架理论的本质始终是通过选择对事实的呈现、对特定意义的突出强调，以表达相关的思路或观点。

在新闻传播领域，框架理论常用于新闻文本的构建分析，在对视觉元素的分析上相对有限^[2]，这也为新闻图片报道框架分析研究留下了拓展空间。新闻图片与文字存在显著差异，文字常以直接陈述的方式阐释观点、输出立场，而图片常被认为是现实世界的“客观真实留影”。但事实上，作为新闻报道的重要组成部分，新闻图片同样无法脱离框架理论的作用范畴。在新闻把关人构建报道的过程中，新闻图片的选择与呈现始终遵循框架理论逻辑，其不仅是新闻报道的视觉支撑，还传达着图

片编辑的传播意图和核心观点。

1979 年，戈夫曼进一步提出“图像框架”概念，推动框架理论向视觉传播领域延伸。学者露露·罗德里格斯等人将视觉框架的构成体系分为 4 个层次^[3]：一是指称系统，包括标题、字幕、题词以及其他带有视觉效果的文本描述；二是符号文体系统，涵盖拍摄视角、拍摄距离、色彩选择以及画面主焦点设定等因素；三是内涵系统，通过符号组合、信息压缩和视觉修辞中的隐喻手法，挖掘并传递图像背后隐含的社会意义；四是意识形态系统，关注图像报道更深层次意

【作者简介】莫倩（1989—），女，山东莱芜人，硕士，记者，研究方向：视觉传播。

义的成因^[4]。

在此基础上，本文将从文本描述、视觉效果、社会意义、深层背景以及图片的智能可视化方面进行探讨，分析图片报道如何能够更好地展现选题内涵、目的和背景。

1.2 研究对象简介

创刊于1950年的《人民画报》，是中国国家画报，在70余年的发展历程中，始终以图片报道为主要方式，持续不断地向全世界展现中国的发展和变化。在《人民画报》的众多栏目中，“特别策划”为图片专题报道栏目，其主题明确，有大量的新闻图片和深入的文本内容，能够为新闻传播领域的学术分析提供丰富的信息支撑。本文选择了更能体现当下社会发展的2025年相关报道作为研究对象。

2 文本描述

文本描述，是指新闻图片报道中具有直接视觉冲击力的元素，如标题、图片说明、抽文等。相较于内文报道，与图片黏连度高的文本能够凭借显著的版面位置、差异化的视觉设计（如字号、字体、颜色等），与图像形成视觉联动，共同凸显报道的核心主题，传递视觉信息。以《人民画报》相关报道中的《马王堆：中华文明的璀璨一隅》为例，从标题、图片说明、抽文3个方面进行如下具体分析。（1）标题中“马王堆”“中华文明”“璀璨一隅”3个核心词汇，明确了报道主体和主题，点明了马王堆汉墓的文化定位——中国古代文明的重要见证者和展现者。（2）图片说明中，以清单式呈现了“马王堆一

号墓”“素纱单衣”“帛书”“木椁”“漆棺”“漆耳杯”“食物”“双层九子彩绘漆奁”等关键信息，直接呈现了马王堆汉墓中的代表性文物。（3）报道中的抽文使用了区别于其他文字的金色文字设计，在版面中极具视觉辨识度；内容层面，抽文不仅对文物所处历史文化环境进行了背景解读，还进一步延伸了文物本身蕴含的文化内涵。以上3个方面共同展现了马王堆汉墓主人丰富多彩的日常生活以及西汉时期的灿烂文明。

3 视觉效果

视觉效果主要聚焦图片的拍摄角度、景别、颜色以及画面中心点4个维度，向受众传达具体的内容信息或情感倾向。在拍摄视角方面，俯视视角常用来展现宏大的场景；平视视角侧重人眼自然观察状态；仰视视角则主要凸显拍摄对象的威严、庄重等。在景别方面，景别的由远及近，本质是视觉焦点的逐步聚焦，由客观的第三视角逐步转换为第一视角的沉浸式观察。在颜色方面，色彩与感情倾向存在相关性，冷暖色调分别代表着严肃和活力，黑白图片更多在纪实或特定语境下使用。在画面中心点方面，其传达了内容聚焦点的信息。以《人民画报》中老铁路专题报道的图片为例，上述视觉元素的协同作用具体解读如下。在图片拍摄角度和景别上，多为平视视觉和中近景的组合，画面中心点以人物为主，传达出中老铁路为旅客带来的舒心体验、中老铁路工作人员的认真工作态度以及中老铁路为沿途带来的积极变化。在部分场景的俯视视角中，镜头聚焦中老铁路本身，不仅直观展现了中老铁路建设过程中克服地形地质等困难的不易，还呈现了其连接沿线区域的必要性，让读者深入思考铁路对沿线发展的积极影响。在色彩的选择上，图片以鲜艳的暖色调为主，画面中心多为身着鲜艳色彩服装的工作人员和旅客以及充满动能的车体，共同传达了积极向上的情绪和未来可期的发展预期。

4 社会意义

社会意义方面，需以画面内容承载的画面符号为基础，揭示视觉符号背后隐含的社会意义。在对图片内容的社会意义解码过程中，不仅要注重图片内容本身，还要结合历史文化背景、当下社会环境与国际舆论场等信息进行综合解读和全面分析。对于处在同一历史文化圈的读者，他们对于背景信息有着相似的认识和理解。但在跨文化传播场景中，应避免因文化壁垒造成的传播效果衰减。以《人民画报》中《以牡丹为媒 著花样文章》专题报道为例，报道中涉及大量的牡丹形象以及与牡丹相关的人物或故事。在中国传统文化中，牡丹不仅有着植物的自然属性，还是一个标志性的社会符号。“国色天香”“雍容华贵”，是人们在花的层面对它的认识 and 解读。而从深层次上来看，人们赋予了牡丹“国泰民安”“繁荣昌盛”之意。报道除聚焦牡丹这一社会符号外，还搭配了一系列具有生活气息的视觉元素，如充满烟火气的城市面貌、在城市中热爱工作并恣意生活的人们、华美秀丽的汉服、农民转变为职业画师等，一方面体现了“牡丹经济”具有的活力和释放的生产力，另一方面也呈现了人民对美好生活的向往，更强化了牡丹所具有的国泰民安之意。

5 深层背景

图片报道的深层背景方面，核心在于图像构建过程中潜在的社会背景支撑。与社会意义的关注点不同，深层背景更关注媒介实践的目标。《人民画报》中《循一缕炊烟 见万里河山》是对中国拥有的联合国旅游组织 15 个“最佳旅游乡村”的专题报道。专题报道中的图片，反映了当下中国乡村独特的自然风光、多元的文化表现形式和不同的发展模式。更重要的是，专题致力于展现 3 个深层次的内容。第一，国际维度。截至 2024 年底，中国有 15 个乡村入选联合国旅游组织“最佳旅游乡村”，位居世界第一。这意味着中国乡村旅游可以为世界旅游发展贡献更多中国理论与实践^[5]。第二，文化维度。近年来，中国文旅热、乡村旅游蓬勃发展，旅游消费场景的不断创新，也是人们文化自信不断增强的缩影。第三，国家战略维度。全面推进乡村振兴是全面建设社会主义现代化国家的重大历史任务，2024 年乡村全面振兴已取得了明显成效^[6]。

6 智能可视化

智能可视化，是近些年随着人工智能的发展所兴起的技术和传播手段。在智能可视化技术的帮助下，文本、数据等信息内容能够被有重点、有条目地进行归纳、分析、呈现，形成更易读、更易理解、更可视化的信息内容。由此，信息的主题、关键词、趋势、数量增减等能够更直观地体现。在图片的智能可视化中，智能技术能够大幅增强图片内容的传播效果。例如，静态图片可以合理地动起来，平面图片可以成为立体画面；读者在相关设备的辅助下还能够在图片内容的感知上有着更为沉浸式的感受。

结语

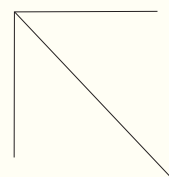
通过本文分析，在构建图片报道时，可以通过以下方式深化报道主题。在文本层面，标题、抽文、图片说明等文本元素要主题明确、位置显著、用词具体、简洁易懂凝练。在完整叙述的同时避免冗长的语句结构，言简意赅、表达有力量。若要在文字上留有一定悬念，则需把握分寸。在视觉效果层面，视觉效果要服务于报道框架，不仅要以文章主体和感情色彩为依据，还要与主题内容相契合。若画面中心点为人物形象，则需根据主题内容以及人物职业、所处环境等因素对人物的面部表情和肢体动作进行抓取。同时，色彩作为情感传递的重要载体，在图片拍摄或编辑时应注意冷暖色调的适配。在社会意义层面，新闻图片内容所呈现的信息，部分信息具有象征性，如鸽子代表和平、笑脸代表希望、儿童代表未来等，这些都是事物符号背后的社会深层次含义。同时，在构建报道时，应注意甄别具有消极意义的社会符号。在报道背景与更深层次的内容体现上，应在选题设立之初确定，否则将缺乏目标性，导致专题报道在思想深度上有所欠缺。

此外，图片报道与智能可视化的结合将成为重要方向。当前，全球大众媒介普遍进入“读图时代”，而智能可视化技术既能为实现图片报道“一图胜千言”的期许贡献力量，为新闻图片报道注入新的活力，也能为

图片报道的国际传播提供技术支撑，推动图片报道在新时代传播语境下实现更高质量的发展。^[8]

引用

- [1] 孙彩芹.框架理论发展35年文献综述——兼述内地框架理论发展11年的问题和建议[J].国际新闻界,2010,32(9):18-24.
- [2] D'Angelo P,Lule J,Neuman WR,et al.Beyond Framing.A Forum for Framing Researchers[J].Journalism and Mass Communication Quarterly,2019,1(96):12-30.
- [3] 何辉,蔡惠.“抗美援朝、保家卫国”视觉框架中的意义元分析——以1950年至1953年《人民画报》中的图像为研究对象[J].现代传播(中国传媒大学学报),2024,46(11):93-102.
- [4] Rodriguez L,Dimitrova DV.The Levels of Visual Framing[J].Journal of Visual Literacy,2011,30(1):48-65.
- [5] 戴斌.我国乡村旅游可为世界贡献更多中国方案[N].新华每日电讯,2023-10-23(8版).
- [6] 陈晨.乡村全面振兴取得明显成效[N].光明日报,2024-12-19(10版).



输配电价改革影响下 电网逾龄资产管理策略优化研究

文 ◆ 国网上海市电力公司经济技术研究院 史松峰
上海景洪信息科技有限公司 李建设

引言

输配电价改革背景下，电网企业的逾龄资产因无法纳入有效资产范围，其管理面临着巨大挑战。本文基于输配电价改革的背景，分析了输配电价改革主要政策的影响，从技改、报废、售后回租以及调整折旧策略4个方面提出了逾龄资产管理策略优化的具体举措。

1 逾龄资产政策简介

2015年3月，国务院下发《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》，由此拉开新一轮电力体制改革序幕。迄今为止，国家发展改革委先后启动了三轮输配电价监管周期，发布了一系

列政策文件，对输配电价改革的办法与要求作了规定。其中，与省级电网输配电价核定和逾龄资产管理最相关的政策是《输配电定价成本监审办法》（以下简称《成本办法》）和《省级电网输配电价定价办法》（以下简称《定价办法》）。

1.1 《成本办法》简介

国家发展改革委、国家能源局联合发布的《输配电定价成本监审办法》，明确了输配电定价成本构成和输配电定价成本核定的相关要求，主要内容如下。

（1）输配电定价成本构成。输配电定价成本包括折旧费和运行维护费。折旧费是对输配电业务相关的固定资产按照《成本办法》规定的折旧方法和年限计提的费用。运行维护费是电网企业维持电网正常运行的费用，包括材料费、修理费、人工费和其他运营费用。其他运营费用是指电网企业提供正常输配电服务发生的除以上成本因素外的费用。

（2）输配电定价成本核定。计入定价成本的折旧费，按照监审期间最末一年的可计提折旧输配电固定资产原值和《成本办法》规定的输配电固定资产分类定价折旧年限，采用年限平均法分类核定。可计提折旧的输配电固定资产指政府核定的经履行必要审批手续建设的符合规划的输配电线路、变电配电设备以及其他与输配电业务相关的资产，不包括从电网企业分离出来的辅助性业务单位、多种经营企业以及“三产”资产等。

1.2 《定价办法》简介

国家发展改革委发布的《省级电网输配电价定价办法》指出，核定省级电网输配电价，应先核定电网企业输配电业务的准许收入，再以准许收入为基础核定分电压等级和各类用户输配电价，并对准许收入、输配电价的计算方法作了详细规定。其中，准许收入是由省级电网输配电准许收入由准许成本、准许收益和税金构成，而准许成本是基期准许成本和监管周期预计新增（减少）准许成本之和，准许收益是可计提收益的有效资产与准许收益率之积。

【作者简介】史松峰（1978—），男，河南郑州人，高级工程师，研究方向：电网工程造价管理与技经研究。

【通讯作者】李建设（1969—），男，安徽亳州人，硕士，研究方向：电网企业管理。

其中，可计提收益的有效资产是指电网企业投资形成的输配电线路、变电配电设备以及其他与输配电业务相关的资产，包括固定资产净值、无形资产净值和营运资本。

2 逾龄资产政策影响

2.1 冲击原有盈利模式^[1]

从收入方面来看，新一轮电改按照“准许成本加合理收益”原则，核定电网企业准许总收入和分电压等级输配电价，电网企业传统上以购售电价差作为收入的主要盈利模式不复存在，收入主要来自准许成本和准许收益。

从成本方面来看，改革前的成本包括购电成本、折旧费和运维成本；改革后，购电成本消失，折旧费以及管理费用大比重上升，成本费用需要进行严格监审。

从市场竞争方面来看，改革后，随着售电侧的逐步放开，电网企业面临的市场竞争压力增大。新售电主体的出现或将蚕食电网企业部分市场份额，使电网企业的收入和利润空间受到压缩。

2.2 增加经营管理压力

(1) 加大资产管理难度。输配电价改革背景下，核对有效资产直接影响了电网企业的市场竞争力，各类型、各电压等级资产构成直接决定了分类电价水平。电网企业的固定资产管理颗粒度、账卡物一致管理、逾龄资产管理、固定资产折旧政策、资产更新策略等现行资产管理体系都需要适应新的监管需求^[2]。

(2) 影响投资能力。在“准许成本加合理收益”的输配电价定价机制下，一方面，输配电价的核定会影响电网企业利润，从而对未来电网投资成本产生影响。另一方面，每年新增的电网资本性投资将会纳入有效资产，投资越大，有效资产就越高，对下一轮输配电价的核定产生影响。

3 逾龄资产管理策略优化

逾龄资产管理策略优化的核心思路是提高逾龄资产使用寿命和效率，夯实有效资产规模。基于外部监审要求，主要从技改、报废、售后回租三方面重塑逾龄资产价值；基于内部运营需要，主要从资产折旧策略方面着手，减少逾龄资产规模。

3.1 技改

(1) 确定技改资产。针对已逾龄资产，结合公司技改规划和资产规模、健康状态等数据，明确纳入技改的主要资产类型或清单，优先选择安全系数低、经济效益低、逾龄年限高、运维成本高的资产进行更新改造。

(2) 选择技改方案^[3]。技改方式可分为（多次）局部技改和整体一次性技改两种。实际制定策略时，在技改投资总额一定的条件下，可构建逐年局部技改动态规划模型。以不同技改模式下资产技改后整体使用年限最大为目标，确定最优的技改方案。在此基础上，计算出技改后的资产加权平均尚可使用年限。

(3) 调整折旧年限。《国家电网公司固定资产管理办法》指出，对实施技术改造的资产，应在改造完成后综合考虑设备健康状况等因素，

对其继续使用的年限进行评估。电网企业对技改后的逾龄资产应调整财务折旧年限，重新计算折旧费用。

3.2 资产报废

(1) 明确报废对象。对于逾龄资产是否报废，需要技术鉴定部门提出建议。电网企业应综合报废原因、报废规模及其占比确定逾龄资产报废清单和具体对象。例如，《国家电网公司固定资产管理办法》定义了因“运行日久”而报废的资产特征。电网企业可梳理符合相应特征的逾龄资产，研究其报废可能性和必要性。

(2) 规范报废流程。逾龄资产的报废，涉及技术鉴定、拆除回收、报废审批、竞价处置、资金回收、实物交接等一系列环节，应界定好相关部门的职责，加强各环节科学管理和风险管控。

(3) 提升报废合规性。逾龄资产报废的技术鉴定、报废处置等环节，应符合相关技术标准和政策要求。尤其是针对危险废旧物资、对环境损害较大的物资，其报废应符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《国家电网公司废旧物资管理办法》等规定。

(4) 提升报废处置效率。对流程多、耗时长的跨省转运报废审批进行重点关注，酌情加快批复速度；对基层单位，加强关于资产报废政策、环保要求相关专业规范和法规的培训，加快危废品备案和审批速度；建立并不断完善与固定资产信息化管理相适应的管理架构和组织体系，提升逾龄资产报废处置信息化利用和管理水平。

(5) 提升报废处置收益。一是建立评估机构轮换制。委托第三方评估机构进行估价，并对评

估机构出具的评估报告进行评价，报告质量最差的评估机构暂停下一批次的评估业务。二是建立回收商末位淘汰制。每年底对在册回收商进行资质复审，对于证书过期或资质不符的回收商进行淘汰。对回收商履约行为进行综合评价，对得分排名靠后的回收商进行末位淘汰。三是优化网上竞价处置策略^[4]。网上竞价批次安排方面，严格顺应金属现货市场波动情况，不在金属行情下跌期间过多安排竞价批次；标包大小、排序方面，标包的划分应尽量合理，不应过大或过小，尽可能将溢价率低的标包往好的次序上放置，以提升其溢价率；标包底价设置方面，应结合历史成交价格合理制定。

3.3 售后回租

电网企业可以开展融资性售后回租，将已提完折旧但运行状态良好的逾龄资产（与其他资产打包）出售给有资质的金融单位，再以租赁方式租回使用，租赁期满后按名义售价回购设备。逾龄资产的售后回租应重点围绕减少成本和降低风险两方面来提升售后回租成效。

（1）优化成本管理。一是选择合适的租赁公司。一般优先选择国网系统内的租赁公司，因其对电网业务熟悉度更高，对电网资产的性能等状况比一般租赁公司更加熟悉，能更充分地了解电网资产的价值。二是针对利率、租金、还款期限等租金成本核心要素进行详细了解和优化。电网企业应重点关注整体金融环境的影响、详细了解租赁公司的情况，并根据融资需求、实际经营状况、资金或现金流情况，选择恰当的融资规模和融资期限（条款）^[5]。

（2）加强风险管控。电网企业应重点加强违约风险、税务风险和政策风险管控。违约风险方面^[6]，设立专项资金并进行专项监管，用于售后回租项目租金及相关费用支付。注重关键财务指标的控制，重点做好应收账款指标的监控，尤其是加强对大客户、重点客户电费回收工作的管理。税务风险方面，重点做好税务风险的提前控制安排、税收风险规避。学习、了解营改增相关的政策法规，明确售后回租业务会计处理和税务处理之间的不同，把控税务风险。政策风险方面，重点关注政策对售后回租业务的规定和限制（如售后回租业务占比）。电网企业应加强对《关于促进金融租赁公司规范经营和合规管理的通知》等重点政策的研究与学习，在开展售后回租业务、选择租赁公司时，确保自身和租赁公司（合同）遵守相关政策规定。

3.4 调整资产折旧策略

电网企业应认真研究并确定合理的资产使用寿命和折旧年限，缩小财务折旧年限与定价折旧年限之间的差距，以缓解逾龄资产增速，降低核价风险。

针对已技改逾龄资产，应根据技改后资产剩余使用年限对折旧年限进行调整。针对一般逾龄资产，一方面在核定定价成本时，对按照财务折旧年限属于逾龄资产、但按定价折旧年限不属于逾龄资产的部分，向成本监审组尽力争取按定价折旧还原逾龄资产净值并纳入有效资产范围。另一方面，根据电网资产的实际使用寿命，还原折旧年限，针对逾龄资产规模占比高、财务折旧年限和定价折旧年限差异比较大的资产类别，争取合理且最优的折旧年限，并逐步推广至其他类别资产^[7-8]。

结语

逾龄资产是已提足折旧但仍在继续使用的资产。输配电价改革背景下，有效资产成为影响电网企业发展的重要因素，逾龄资产无法纳入有效资产范围。因此，探讨如何优化逾龄资产管理策略具有非常重要的现实意义。■

引用

[1] 张旭滢.输配电价改革对电网企业盈利模式的影响研究——以HBDL公司为例[D].武汉:中南财经政法大学,2022:22-24.

[2] 诸葛霄璐.输配电价改革对电网企业财务管理的影响探究[J].现代国企研究,2018(14):69.

[3] 戚沁.电网逾龄资产差异化技术改造投资策略[J].现代企业,2022(10):164-166.

[4] 王梦,霍然,和新.电网报废物资网上竞价处置策略优化研究[J].招标采购管理,2023(12):47-50.

[5] 王胜军.企业开展融资租赁售后回租业务探讨[J].河北企业,2016(7):111-112.

[6] 方之奇.上市公司“售后回租”融资租赁的战略动因及效果评价探讨——以天保重装为例[D].南昌.江西财经大学年份,2018.

[7] 孔聘涛.电网企业逾龄资产管理存在的问题[J].中国农业会计,2019(11):39-41.

[8] 徐兆伟.基于输配电价改革的电网企业逾龄资产管理优化研究[J].企业改革与管理,2022(21):40-41.

新文科背景下应用型本科高校教师 数字化教学能力提升路径研究*

文◆新疆科技学院 孙振 马涛 贾骁骁 吴晓琳 钟媛 武鹏艳

引言

新文科建设是适应新时代发展需求，推动文科教育创新发展的重要举措。在新文科背景下，应用型本科高校承担着培养具有创新精神和实践能力的应用型文科人才的重任。数字化教学能力作为教师开展有效教学的关键能力，对于提升教学质量、促进学生全面发展具有重要意义。然而，目前应用型本科高校教师在数字化教学能力方面还存在诸多不足，难以满足新文科教育教学的要求。因此，深入研究新文科背景下应用型本科高校教师数字化教学能力的提升路径具有重要的现实意义。基于此，本文提出了提升应用型本科高校教师数字化教学能力的路径，旨在为提高应用型本科高校教学质量、培养适应时代需求的创新型人才提供理论支持与实践指导。

1 新文科背景下应用型本科高校教师数字化教学能力的内涵

1.1 新文科的内涵与特征

新文科是在传统文科基础上，融合多学科知识，运用新技术手段，推动文科教育理念、内容、方法和模式创新的教育形态。其特征包括学科交叉融合、注重实践应用、强调创新能力培养以及借助数字化技术等。

1.2 应用型本科高校的特点

应用型本科高校以培养应用型人才为目标，注重学生实践能力和职业素养的培养。与研究型大学相比，更强调与行业企业的紧密联系，教学内容紧密围绕实际应用需求展开。

1.3 数字化教学能力的构成要素

教师数字化教学能力涵盖多个方面，主要包括数字化教学设计能力（即运用信息技术进行教学目标设定、教学内容组织、教学活动设计等）、数字化教学实施能力（如利用数字教学工具开展课堂教学、组织线上线下混合式教学等）、数字化教学评价能力（通过信息技术对学生学习过程和结果进行全面评价）以及数字化教学创新能力。

2 新文科背景下应用型本科高校教师数字化教学能力的研究现状

2.1 国外研究现状

一是技术工具的应用与效果评估。虚拟现实（VR）、增强现实（AR）、人工智能（AI）等新兴技术应用于数字化教学，成效十分显著，教师运用这些技术时遇到的技术门槛以及心理障碍不可轻视，需要依靠专业培训去解决。

二是核心能力框架的构建。以欧洲为例，欧盟委员会颁布的《数字素养框架 2.0》（Digital Competence Framework 2.0）为教

*【基金项目】新疆新文科教育联盟 2024 年新文科研究与改革实践项目“新文科背景下应用型本科高校教师数字化教学能力提升路径研究”（XWKJG202411）

【作者简介】孙振（1991—），男，山东泰安人，硕士，讲师，研究方向：新文科教育、数字化教育。

师数字化教学能力的评估以及提升提供了清晰指引。该框架把数字化能力分为信息管理、内容创造、安全意识、问题解决等若干维度，并强调教师应具备运用技术促进学生深度探究学习的能力。美国教育技术协会则主要强调教师借助技术进行教学设计、协作与反思的能力。

2.2 国内研究现状

一是教师培训与支持体系的构建。教师提升数字化教学能力，依赖系统培训以及支持，借助定期开展工作坊与技术培训，辅助教师学会新型教学工具的运用方法^[1]，学校同样建立起数字化教学资源库，为教师供给大量的教学素材与案例参考。

二是政策支持与实践探索。《中国教育现代化 2035》明确宣称要推进教育信息化建设工作，着重培养教师的数字化教学能力。同时，多数高校推行了各式各样的数字化教学改革试点项目，不仅为师生提供了多样的在线课程资源，还运用数据分析帮扶教师优化教学构思。例如，复旦大学引入翻转课堂模式，鼓励教师利用视频资源安排课前预习，以此提高课堂上的互动效率。

2.3 国内外文献述评

国内外的文献研究着重指出教师数字化教学能力的重要意义，且将其看作教育现代化的关键因子，共同关注点包括技术工具的应用和教师角色的转变。国际研究更看重理论框架的创建和技术工具的效果评定；国内研究则倾向于结合本地实际情形，探求具体的实践路径，同时在政策支持与资源投入方面优势明显，但在跨学科合作与国际化眼界层面仍有提升的空间。现今研究多

数聚焦在通用性的数字化教学能力，但对新文科背景下跨学科融合具体要求重视不高，如何在数字化教学里呈现新文科的理念，仍然需要进一步探索。此外，不同年龄与学科背景的教师在数字化教学能力方面表现差异显著，数字化教学能力的提升并非一朝一夕之功，要搭建长效机制来加以保障^[2]。

3 新文科背景下应用型本科高校教师数字化教学能力提升困境分析

3.1 数字素养水平不高

当前应用型本科高校教师在数字素养方面普遍存在不足。部分教师对数字技术的认知和理解不够深入，缺乏运用数字技术进行教学的意识和能力^[3]。此外，部分教师虽然具备一定的数字技术应用技能，但在教学实践中仍难以有效运用。

3.2 应用和创新能力不足

应用型本科高校教师在数字化教学方面的应用和创新能力普遍较弱。一方面，教师在教学实践中缺乏将数字技术与文科专业知识相结合的能力，难以创新教学模式和方法^[4]。在教学模式创新方面，教师尝试较少，多数仍以传统课堂讲授为主，对线上线下混合式教学、翻转课堂等新型教学模式的应用不够熟练。另一方面，教师在数字化教学资源的获取、管理和应用方面也存在不足，难以充分利用现有资源提升教学效果。部分教师不熟悉如何筛选优质的在线教学资源，且自主开发数字化教学资源的能力较弱^[5]。

3.3 培训和支持体系不完善

当前，应用型本科高校在教师数字化教学能力提升方面的培训和支持体系尚不完善。一方面，学校缺乏系统的数字化教学培训体系，难以满足教师的培训需求。多数教师掌握基本的数字化教学工具，如 PPT 制作等，但在复杂数字技术的应用上存在困难，如虚拟现实（VR）、增强现实（AR）技术在教学中的应用。另一方面，学校在数字化教学资源和环境建设方面投入不足，缺乏优质的数字化教学平台和资源库；对教师数字化教学的激励机制不健全，教师开展数字化教学的积极性不高^[6]。

4 新文科背景下应用型本科高校教师数字化教学能力提升路径

4.1 教师个人层面

首先，增强数字化教学意识。教师要积极留意教育领域的数字化发展走向，主动投身相关培训以及学术交流活动，掌握新文科背景下数字化教学的理念与方式，深刻体会数字化教学对提高教学质量以及培养学生创新能力的重要性，进而增强自身借助数字化技术开展教学的意识。

其次，提升数字化教学技能。教师要制定个人学习计划，以系统学习的方式掌握计算机基础、网络通信、多媒体制作等数字化技能，采用参与线上线下培训课程、阅读专业相关文献、观看教学视频等手段，持续增进自身在数字化教学设计、推行、评价等方面的能力，积极参与教学实践活动，把所学技能运用到实际教学中，利用不断反思和改进提升数字化教学技能水平。

再次，加强数字化教学资源开发与利用。教师要利用多样渠道获取

优质的数字化教学资源,贴合教学实际要求,自行创制数字化教学资源(如制作教学微视频、开展虚拟实验等)。在教学实施期间,恰当整合并利用这些资源,充实教学内容,优化教学成效。

最后,创新数字化教学模式。教师要勇于尝试新的数字化教学模式,如线上线下混合的教学模式、项目式学习法、探究式学习途径等,结合教学目标和学生特点,安排合理的教学流程与活动,充分释放数字化技术的优势力量,挑起学生的学习兴趣与主动劲头,培养学生的自主学习能力与创新想法。

4.2 学校层面

首先,完善教师数字化教学能力培训体系。学校应制定系统化的教师数字化教学能力培训计划,按照教师的水平与需求,按层次按类别开展培训。培训内容包含数字化教学理念、教学技能、教学资源开发、教学模式创新等范畴,培训方式可采用线上线下相组合、专家讲座与实践操作相融合等多种形式,提升培训的针对性与实效性。

其次,加强数字化教学资源建设。加大对数字化教学资源建设的投入力度,构建功能齐全的数字化教学平台,把各类优质的数字化教学资源整合到一起,如在线课程、虚拟实验室、教学案例库等项目。促进教师参与数字化教学资源的开发与分享,建立配套的激励机制,对优良的数字化教学资源颁发奖励。

最后,建立健全教师数字化教学激励机制,营造数字化教学氛围。将教师数字化教学能力纳入绩效考核体系中,为在数字化教学中表现拔尖的教师给予表彰与奖励(如教学成果奖项、优秀教师奖励等),在职称评定、岗位晋升等相关事项里,合理倾向于数字化教学能力强的教师,激发教师提升数字化教学能力的积极性。

4.3 社会层面

首先,加强政策支持与引导。政府教育部门宜发布相关政策,鼓励、扶持应用型本科高校开展新文科建设与数字化教学改造,制定教师数字化教学能力标准与评价体系,为提升教师数字化教学能力提供政策支撑与指引。加大对应用型本科高校数字化教学的资金投入,优化学校的数字化教学环境。

其次,促进产学研合作。增进行业企业与应用型本科高校的协作,建立产学研共同合作机制。企业为高校教师给予实践机会与行业前沿技术培训,让教师可以知晓行业需求,把实际案例嵌入教学环节。高校为企业供给人才支持以及技术研发服务,实现互惠双赢,勉励企业参与高校数字化教学资源的开发与组建,共同促进新文科背景下应用型本科高校数字化教学的进展。

最后,搭建教师交流与学习平台。社会机构应设立跨校、跨地区的教师数字化教学交流与学习平台,如教师专业发展联盟、数字化教学论坛等。采用举办学术研讨会、工作坊等活动,为教师搭建交流数字化教学经验、分享教学成果的平台,平台可邀国内外专家学者开展线上的讲座和指导工作,拓宽教师的视野边界,提高教师的数字教学能力。

结语

新文科背景下应用型本科高校教师数字化教学能力的提升是一项长期而艰巨的任务。采用强化数字素养培训工作、改进评价的机制办法、促进产教融合的深入实施、营造良好的数字化教学氛围以及提升教师信息技术应用能力等手段,可有效提升教师数字化教学能力和水平。随着数字技术的逐步发展和新文科建设的不断深入,应用型本科高校教师数字化教学能力的提升将面临更多契机和挑战,未来应持续探索、创新适应新时代规定的教师数字化教学能力提升路径,为培育具备信息化技能和创新能力的文科人才作出更大贡献。^[8]

引用

- [1] 付明明.数字经济时代教师数字素养提升路径探析[J].黑龙江教师发展学院学报,2025,44(3):16-18.
- [2] 陈星,金志杰,范国睿.教师数字素养框架研究:全球经验与实践启示[J].西北师大学报(社会科学版),2025,62(2):75-85.
- [3] 张刚要,杨俊善.教师数字素养驱动数字教育发展的机理研究[J].中国电化教育,2024(11):37-44.
- [4] 魏非,单俊豪,郑珊珊,等.教师数字素养发展跃升的团队化路径:走向人机结队[J].教育发展研究,2024,44(18):19-26.
- [5] 郭丽萍.数字化转型背景下高职院校教师数字素养提升的困境、诉求与路径[J].职教论坛,2024,40(8):56-62.
- [6] 刘邦奇,尹欢欢.人工智能赋能教师数字素养提升:策略、场景与评价反馈机制[J].现代教育技术,2024,34(7):23-31.

数字高精度时钟同步系统设计与实现

文 ◆ 综合时空网络与装备技术全国重点实验室 中国电子科技集团公司第五十四研究所

王 刚 刘晓旭 杨 轩 姚云峰

引言

本文提出了一种基于 FPGA 的数字时钟同步系统，融合快速傅里叶变换（FFT）相位检测技术以及时域噪声整形技术，通过对欠采样数据进行 FFT 算法提取混频信号的相位差，结合 $\Sigma-\Delta$ 调制和滑动平均滤波，实现高精度的测相位差与时钟调节。实验表明，待同步时钟达到了与参考时钟相当的稳定度指标，为卫星导航、量子通信等领域提供全数字高精度同步解决方案。

在日益互联和数据驱动的时代背景下，时钟同步特别是高精度时钟同步扮演着至关重要的角色。其是协调分布式系统中各个独立时钟的基础，能够确保它们在统一的时间基准下运行^[1]。即便时钟在初始设定时非常精确，但由于固有的时钟漂移（即不同时钟以微小差异的速率计时），它们之间的差异会随时间不断累积。在分布式计算、通信网络、金融交易系统以及科学实验等诸多领域，时间的精确管理直接影响系统的性能、可靠性和一致性。例如，在金融交易中，纳秒级的时间戳对于保证交易的公平性和可追溯性至关重要；在通信

网络中，精确同步是实现高效数据传输和避免数据冲突的前提。

1 系统框架与核心模块

系统框架与核心模块如图 1 所示。该系统主要由信号输入与调理模块、模数转换模块（ADC）、基于 FFT 的相位检测模块、相位误差计算与数字环路滤波器模块、 $\Sigma-\Delta$ 调制与高分辨率 DAC 模块以及本地时钟调谐模块构成。整个系统的核心控制与信号处理逻辑均在 FPGA 平台上实现。

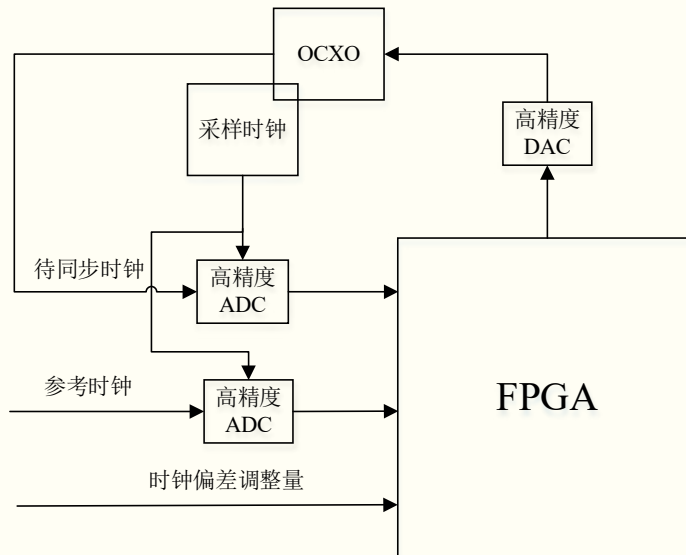


图 1 系统框架与核心模块

图 1 中，参考时钟与待同步时钟均通过高精度 AD 芯片量化为数字信号输入 FPGA，FPGA 依次进行低通滤波、FFT 相位测量、 $\Sigma-\Delta$ 调制、噪声叠加、环路滤波、输出控制字至高精度 DAC 调节待同步时钟，实现相位的闭环同步。

2 基于 FFT 的相位检测模块

FFT 算法将时域信号转换到频域，从而可以分析信号的频谱分量，包括各频率点的幅度和相位。对于本系统，FFT 分别处理来自参考时钟路

【作者简介】王刚（1987—），男，陕西榆林人，硕士，高级工程师，研究方向：卫星导航信号处理技术。

径和本地待同步同频时钟路径的信号, 信号通过高精度 AD 量化为数字信号, 量化后的信号可以是欠采样信号或者原始信号。通过分析 FFT 输出结果中对应于频率点的复数值, 可以提取出该频率分量的相位信息。

假设输入信号为 $f(t)$, 若从 0 时刻开始的一段时间 T 内对该信号进行采样, 则可以对应地得到长度为 N 的采样序列 $f(n)$ 。该序列的离散傅里叶变换^[2] 如式 (1) 所示。

$$F(k) = \sum_{n=0}^{N-1} f(n) e^{-ikn\left(\frac{2\pi}{N}\right)} = \sum_{n=0}^{N-1} f(n) \left(\cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) + i \sin\left(-\frac{2\pi kn}{N}\right) \right) \quad (1)$$

通过 $|f(k)|$ 模型运算求出各频点的幅值, 第 k 个频点的相位如式 (2) 所示。

$$\theta_k = \arctan \left(\frac{\sum_{n=0}^{N-1} f(n) \left(\sin\left(-\frac{2\pi kn}{N}\right) \right)}{\sum_{n=0}^{N-1} f(n) \left(\cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \right)} \right) \quad (2)$$

通过搜索最大峰值, 计算出两路信号的相位, 通过相减即可求出相位差。

3 高精度时钟调节

通过向低位 DAC 输入信号中叠加高频抖动噪声 (Dithering) 并结合数字噪声整形 (Noise Shaping) 技术, 利用时间平均效应将量化噪声能量转移到高频区域, 从而在目标频带 (如低频控制信号) 内提升有效分辨率。其核心思想是以时间换取分辨率, 实际应用中通过 $\Sigma-\Delta$ 调制和滑动平均滤波实现。高精度时钟调节方案如图 2 所示。

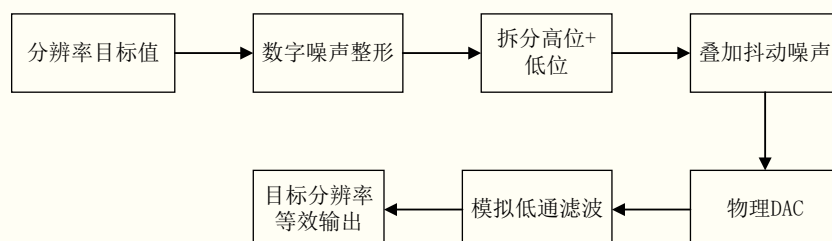


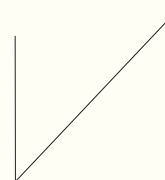
图 2 高精度时钟调节方案

3.1 $\Sigma-\Delta$ 调制

$\Sigma-\Delta$ 调制是一种广泛应用于高精度数据转换的技术。在 DAC 应用中, 其基本原理是将一个高分辨率的数字输入信号, 通过一个数字 $\Sigma-\Delta$ 调制器, 转换成低分辨率 (通常为 1 位或几位, 但以极高频率切换其输出电平的“平均效果”) 但采样频率极高的数字码流^[3]。这个高速码流随后驱动物理 DAC。 $\Sigma-\Delta$ 调制器的核心是一个负反馈环路, 其中包含一个或多个积分器 (决定调制器阶数) 和一个量化器。这个环路的作用是将量化噪声“整形”, 即将其频谱能量从信号的低频带推向高频区域^[4]。最终, 通过一个模拟低通滤波器滤除这些高频噪声, 恢复出高精度的模拟输出。

对于一个 L 阶的 $\Sigma-\Delta$ 调制器, 过采样率 (OSR) 与 (SNR) 的关系如式 (3) 所示。

$$SNR = 6.02N + 1.76 + 10(2L+1)\log_{10}(OSR) - 10\log_{10}((2L+1)/\pi^{2L}) \quad (3)$$



式 (3) 中, SNR 为信噪比, N 为 DAC 位量化位数, L 为阶数, OSR 为过采样率。通过提高 OSR 与 L 即可等效地提高量化分辨率。

3.2 滑动平均滤波

滑动平均滤波器是一种有限冲激响应 (FIR) 滤波器, 其频域响应类似于 sinc 函数, 因此也常被称为 sinc 滤波器^[5]。其对 $\Sigma-\Delta$ 调制器产生的高速、噪声已整形 (高频噪声为主) 的数字码流进行低通滤波。通过对一定数量的连续输出样本进行平均, 不仅滤除了被推向高频的量化噪声, 还提高了基带信号的有效分辨率。

取滑动滤波窗口数据长度为 N , 则滤波输出与输入数据的数学表达式如式 (4) 所示。

$$y[n] = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x[n-i] \quad (4)$$

式 (4) 中, $x[n]$ 为输入信号, $y[n]$ 为滤波结果。

4 仿真验证

4.1 相位差测量精度

采用高精度周期信号发生器产生 10MHz 信号, 通过功分器生成两路信号分别送入两路 16bit 高精度 ADC, 采用欠采样

表 1 FFT 测相位差结果

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
相位差	0.464861	0.464811	0.464813	0.464972	0.464977	0.464874	0.464796	0.464855	0.464935	0.464879

技术对信号进行量化，采样时钟 10.24MHz。取整周期采样，FFT 点数为 8192 点， $\Delta f=1.25\text{Hz}$ ，则信号落在了第 192 根谱线，共进行 10 次样本采样。FFT 测相位差结果如表 1 所示。

从表 1 中可以看出测量分辨率可以达到 0.001° ，表明仿真验证实现了高精度的相位差测量。

4.2 时钟同步系统验证

采用外部高稳原子钟作为参考时钟，输入其中一路高精度 ADC，待同步时钟为恒温晶振（OCXO）输入另一路高精度 ADC，在经过数字信号处理后，OCXO 的稳定度与原子钟的稳定度测试结果如图 3 所示。

从图 3 中可以看出，同步前，OCXO 的长期稳定度较差；同步后，时钟 OCXO 的稳定度与参考时钟高稳原子钟的稳定度趋势一致，长期稳定度得到改善。

结语

高精度时钟同步是支撑众多前沿科技发展的关键技术。本

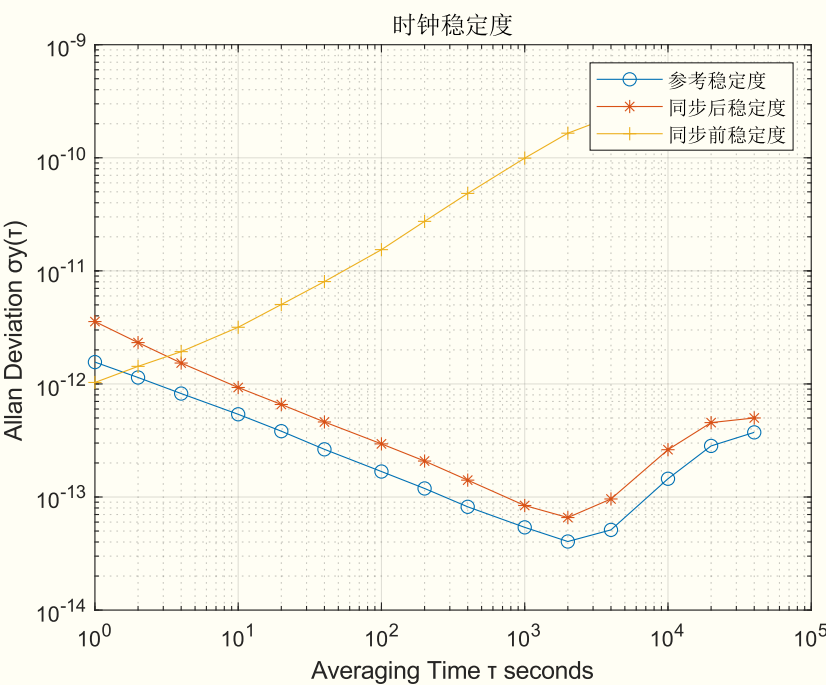


图 3 OCXO 的稳定度与原子钟的稳定度测试结果

文提出并设计实现了一种基于 FPGA 的全数字高精度时钟同步系统，该系统通过创新性地集成 FFT 相位检测、时域噪声整形以及 $\Sigma-\Delta$ 调制 DAC 分辨率增强等核心数字信号处理技术，成功应对了传统同步方法在精度、稳定性和集成度方面的挑战。

实验结果充分验证了本系统的卓越性能。实现了 0.001° 的相位差测量分辨率，同时使得待同步时钟几乎达到了参考时钟的稳定度，长期稳定度得到了改善。这些指标不仅实现了设计目标，还在多个方面展现了与现有高端同步方案相媲美甚至超越的潜力。[8]

引用

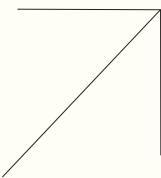
[1] Coulouris G,Dollimore J,Kindberg T,et al.Distributed Systems: Concepts and Design[M].5th ed,New York:Pearson,2012:95-110.

[2] 崔永俊,宋雪莹,刘坤,等.基于FFT的高精度相位测量系统设计[J].电子器件,2019,42(5):1190-1194.

[3] Michael Clifford,Fundamental Principles Behind the Sigma-Delta ADC Topology:Part2[Z].Analog Devices,2016:2.

[4] Schreier R,Temes G C.Understanding Delta-sigma Data Converters[M].Hoboken:Wiley,2005:15-22.

[5] 李婷.高精度音频Sigma-Delta ADC调制器的研究与设计[D].成都:电子科技大学,2023.



基于 Tausworthe 码的测距信号波形研究

文 ♦ 中国电子科技集团公司第五十四研究所 综合时空网络与装备技术全国重点实验室 王 同 孙洪驰 杨 轩

引言

伪码测距技术是航天测控系统的重要发展方向^[1]，为了应对空间测距任务的需求，国际空间数据系统咨询委员会（CCSDS）推荐了两种再生伪码测距标准，2 倍加权平衡 Tausworthe 码（T2B）和 4 倍加权平衡 Tausworthe 码（T4B）^[2-3]。T2B 具有较弱的测距时钟分量，以牺牲一定测距精度获得更小的捕获时间，被推荐用于低信噪比测距任务中；T4B 测距时钟分量更强，测距精度较高，但捕获时间相对较大，被推荐用于测距精度要求较高的测距任务中^[4]。

码片波形是影响系统码跟踪环路和测距精度的另一个主要因素^[5]，如何设计一种测距精度较高，能适用不同应用场景的测距信号波形，是伪码测距技术中一个亟待解决的问题。本文主要针对 CCSDS 推荐的 T2B 和 T4B 序列，开展测距信号波形设计研究。

1 测距信号生成

T2B 和 T4B 序列均来自 Tausworthe 码族，其结构相似，都是由不同长度的 6 个子码序列经逻辑组合生成，子码序列逻辑组合如图 1 所示，子码序列的长度分别为 2、7、11、15、19、23。每个子码序列都被放置

在一个与子码序列长度相同的移位寄存器中，经过特定的组合逻辑加权相加，同时每个移位寄存器的输出会被反馈至输入端，这样每个子码以子码序列的长度为周期进行自我重复^[6]。

T2B/T4B 序列的组合逻辑可表示为式（1）。

$$\begin{cases} C_{T2B} = \text{sign}(2C_1 + C_2 - C_3 - C_4 + C_5 - C_6) \\ C_{T4B} = \text{sign}(4C_1 + C_2 - C_3 - C_4 + C_5 - C_6) \end{cases} \quad (1)$$

式（1）中， sign 为符号函数，子码序列 C_1 为测距时钟分量，T2B 和 T4B 的区别仅在于测距时钟分量的权值不同，T2B 为 2，T4B 为 4，这也是决定它们测距精度性能的根本因素。由于构成 T2B 和 T4B 序列的 6 个子码序列长度彼此之

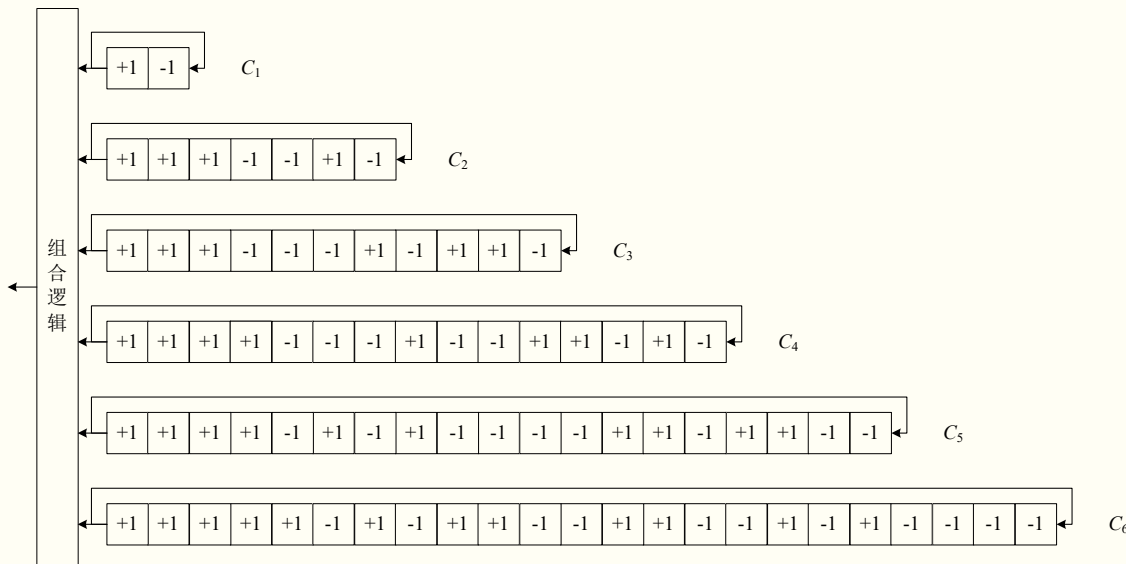


图 1 子码序列逻辑组合

【作者简介】王同（1995—），男，河北石家庄人，博士，工程师，研究方向：信息与通信工程。

间互质，因此 T2B 和 T4B 序列的周期长度可表示为式 (2)。

$$L_c = 2 \times 7 \times 11 \times 15 \times 19 \times 23 = 1009470 \quad (2)$$

得到伪码序列后，将其经过线性相位调制即可得到伪码测距信号，其数学表达式如式 (3) 所示。

$$x_c(t) = \sum_k c_k g_c(t - kT_c) \quad (3)$$

式 (3) 中， c_k 为 T2B 和 T4B 序列， $g_c(t)$ 为脉冲成型函数， T_c 为码片周期。

2 码跟踪环路

码跟踪环 (Code Tracking Loop, CTL) 是接收机的关键模块，为改善传统数据转换跟踪环在低信噪比情况下性能较差的问题，本文设计了一种改进型 CTL。码跟踪环路原理框图如图 2 所示。

一方面，由于 T2B 和 T4B 序列的测距时钟分量较强，可以被视为误差较小的方波，因此可以用 ± 1 交替序列来代替同相积分支路，与中相积分器的输出相乘来提供正确的 CTL 校正。另一方面，由于测距时钟分量与发射机的载波频率相关，故可以采用码片速率与载波环路误差相加来控制数控振荡器 (NCO) 的频率。其中，载波环路误差提供了对测距信号的多普勒估计，可以在一定程度上改进 CTL 的捕获性能。数控振荡器的输出频率可用于驱动移位寄存器，在测距码生成器模块中生成 6 个子码序列。

CTL 输入的测距信号 $r_c(i)$ 是由载波正交信道导出，根据式 (3) 可以表示为式 (4)。

$$r_c(i) = A_c \cdot \sum_k c_k \cdot g_c(iT_c - kT_c - \tau_c) + N_i \quad (4)$$

式 (4) 中， A_c 为测距码片

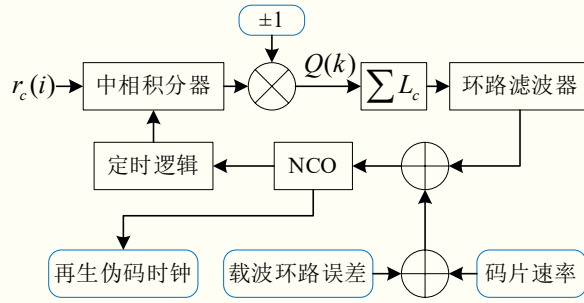


图 2 码跟踪环路原理框图

的幅度， t_c 为采样周期， τ_c 为待估计的相位值， N_i 为零均值高斯白噪声，其采样后的方差为 $\sigma_i^2 = N_0 / 2t_c$ 。假设 CTL 输入信号 $r_c(i)$ 的前沿变化时刻为 $kT_c + \tau_c$ ，接收机本地生成的信号前沿变化时刻为 $kT_c + \hat{\tau}_c$ ，则定时误差 ε 可定义为式 (5)。

$$\varepsilon = \tau_c - \hat{\tau}_c \quad (5)$$

3 测距抖动

CTL 的测距抖动 σ_ε 是影响系统测距精度的重要指标，根据线性理论，只需确定环路的 S 曲线和等效加性噪声的频谱密度，即可确定 σ_ε 。S 曲线的定义为以定时误差为条件的误差控制信号的平均值，数学表达式如式 (6) 所示。

$$S(\varepsilon) = L_c \cdot E(Q_k | \varepsilon) \quad (6)$$

式 (6) 中， $E(\cdot)$ 为统计期望， $Q_k = Q(k)$ 为正交支路输出， L_c 代表 CTL 正交支路之后的积分清除累计长度，即测距伪码序列的周期长度。

根据图 2 和式 (4)，中相积分器的输出 Q'_k 可表示为式 (7)。

$$Q'_k = \sum_i r_c(i) \quad (7)$$

式 (7) 中， i 的范围如式 (8) 所示。

$$\left(k - \frac{1}{2}\right)T_c + \hat{\tau}_c \leq iT_c < \left(k + \frac{1}{2}\right)T_c + \tau_c \quad (8)$$

为了给 CTL 提供正确的校正，需要将 Q'_k 乘以 ± 1 交替序列以得到正交支路的输出 Q_k ，则 Q_k 的均值可计算为式 (9)。

$$E(Q_k) = \frac{A_c \cdot \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} g_c(T_c/2 + t) dt}{t_c} \quad (9)$$

因此，式 (6) 中的 S 曲线可改写为式 (10)。

$$S(\varepsilon) = \frac{L_c A_c \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} g_c(T_c/2 + t) dt}{t_c} \quad (10)$$

CTL 的鉴相增益 K_ε 可用 S 曲线在原点处的斜率来表示，如式 (11) 所示。

$$K_\varepsilon = \left. \frac{\partial S(\varepsilon)}{\partial \varepsilon} \right|_{\varepsilon=0} = \frac{L_c A_c [g_c(T_c/2 + \varepsilon) + g_c(T_c/2 - \varepsilon)]}{t_c} \Big|_{\varepsilon=0} = \frac{2L_c A_c g_c(T_c/2)}{t_c} \quad (11)$$

只有当环路处于跟踪状态时，得到的 S 曲线表达式才具有意义，此时 $\varepsilon \rightarrow 0$ ，则经过 L_c 次累加后，鉴相器输出的等效加性高斯白噪声的方差 σ_N^2 可计算为式 (12)。

$$\sigma_N^2 = L_c \cdot \frac{T_c}{t_c} \cdot \delta_i^2 = \frac{L_c T_c}{t_c} \cdot \frac{N_0}{2t_c} = \frac{L_c T_c N_0}{2t_c^2} \quad (12)$$

则其频谱密度 S_N 可表示为式 (13)。

$$S_N = \sigma_N^2 \cdot (L_c T_c) = \frac{L_c^2 T_c^2 N_0}{2t_c^2} \quad (13)$$

至此, 可通过 CTL 的线性模型来估计环路的测距抖动方差 σ_ε^2 为式 (14)。

$$\sigma_\varepsilon^2 = 2B_L \frac{S_N}{K_\varepsilon^2} = 2B_L \frac{L_c^2 T_c^2 N_0}{2t_c^2} \left[\frac{t_c}{2L_c A_c g_c(T_c/2)} \right]^2 = \frac{1}{4g_c^2(T_c/2)} \cdot \frac{B_L T_c^2}{A_c^2 / N_0} \quad (14)$$

式 (14) 中, B_L 为 CTL 的单边环路带宽。由于测距信号的功率满足 $P_c = A_c^2$, 则可表示为式 (15)。

$$\sigma_\varepsilon^2 = \frac{1}{4g_c^2(T_c/2)} \cdot \frac{B_L T_c^2}{P_c / N_0} \quad (15)$$

在 CTL 实际工作中, 由于环路滤波器的存在, 测距信号的功率并不全用于跟踪环路, 而只使用测距时钟分量 C_1 。因此, 需要将上式中的 P_c 替换为时钟分量的功率 P_{RC} 。设 $L_{ck} = P_{RC} / P_c$ 为时钟分量的功率相对于整个伪码信号功率的衰减, 可表示为式 (16)。

$$L_{ck} = \left(\frac{C_1 \text{同相相关值}}{L_c} \right)^2 \quad (16)$$

式 (16) 中, 同相相关值指时钟分量 C_1 与 T2B/T4B 序列对齐时的码片数量。通过重复 C_1 序列, 直到其长度与 T2B/T4B 序列的周期相同, 即可得到整个伪码周期上 T2B 序列的 C_1 同相相关值为 633306, T4B 序列的 C_1 同相相关值为 947566, 则 T2B 和 T4B 序列的时钟功率衰减分别为 0.3936 和 0.881。

通过上述分析, 最终得到以米 (m) 为单位的单程测距抖动 σ_m , 如式 (17) 所示。

$$\sigma_m = \frac{c}{2} \cdot \sigma_\varepsilon = \frac{c T_c}{4g_c(T_c/2)} \cdot \sqrt{\frac{B_L}{L_{ck} \cdot P_c / N_0}} \quad (17)$$

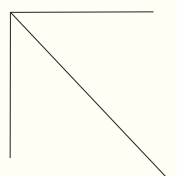
从式 (17) 可以看出, 信号的测距抖动主要与信号的码片周期 T_c 、脉冲成型函数 $g_c(t)$ 、CTL 的单边环路带宽 B_L 、时钟功率衰减 L_{ck} 以及载噪比 P_c / N_0 有关, 其中脉冲成型函数是测距信号设计的重点。 $g_c(T_c/2)$ 所代表的码片波形的中心峰值越大, 测距抖动越小。但码片波形的中心峰值过大时, 波形的能量会过多地集中在中心峰值附近, 导致信号的带宽变窄, 频谱效率降低。因此, 设计伪码测距信号波形时, 应根据实际需求综合考虑测距抖动与频谱效率的权衡。

结语

本文主要研究了基于 Tausworthe 码的测距信号波形, 首先介绍了 T2B、T4B 序列的生成方式与脉冲成型函数, 其次设计了基于 Tausworthe 码的跟踪环路, 最后分析了影响系统测距抖动的主要因素。结果表明, 测距信号波形的中心峰值越大, 系统测距抖动越小。本文的研究成果可为伪码测距信号的设计提供有力的支撑。■

引用

- [1] 李中伟. 基于伪随机码的测距技术研究[J]. 信息技术与信息化, 2020(6):120-122.
- [2] The Consultative Committee for Space Data Systems. Pseudo-Noise(PN) Ranging Systems[S]. 2014.
- [3] Ripani B. Study of Advanced Techniques for Simultaneous Transmission of PN Ranging and High Bit Rate[D]. Torino: Politecnico Di Torino. 2021.
- [4] Angkasa K S, Border J S, Duncan C B, et al. Regenerative Ranging for JPL Software-defined Radios[J]. IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine, 2019, 34(9):46-55.
- [5] The Consultative Committee for Space Data Systems. Simultaneous Transmission of GMSK Telemetry and PN Ranging[S]. 2017.
- [6] 彭保童, 马宏, 毛鑫峰. 基于再生伪码测距的复合码分析[J]. 电子测量技术, 2017, 40(10):171-175.



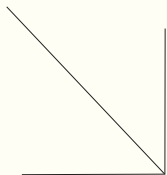
高速公路智能光纤资源管理调度系统的 分层架构设计与优化

文◆广东高速科技投资有限公司

广东广珠西线高速公路有限公司

王文江 陈春谊

苏少勇



引言

随着智能交通系统（ITS）的快速发展，高速公路通信网络面临着巨大的挑战。本文提出了一种高速公路智能光纤资源管理调度系统，目的是优化光纤链路利用率、实现智能故障诊断与定位以及资源动态调度优化。系统采用三层协同架构，包括物理层、数据链路层和网络层，并通过改进的粒子群算法、遗传算法和模糊控制技术进行优化。实验结果表明，该系统能够有效提升光纤资源利用率、降低故障发生率和缩短故障处理时间，为智能交通系统的稳定运行提供有力保障。

1 高速公路智能光纤资源管理调度系统概述

1.1 高速公路通信需求分析

当前，全国高速公路光纤通信网络承载业务量呈现爆发式增长，年均增长率达 23.6%。这种增长主要来自 3 个方面。（1）视频监控系统全面升级至 4K 分辨率，单路视频流在采用 H.265 编码标准下需要占用 20Mbps 带宽。以典型八车道高速公路为例，每公里需要部署 6 ~ 8 个摄像头，这意味着每公里仅视频监控就需要 120 ~ 160Mbps 的稳定带宽。（2）ETC 系统的普及，使交易数据传输需求激增。在车流量高峰时段，单个收费站每秒需要处理超过 50 笔交易，每笔交易数据包大小约为 2KB，这就要求传输延迟必须控制在 50ms 以内才能保证交易成功率^[1]。（3）应急通信系统的可靠性要求日益提高。当高速公路事故发生，通信系统必须在 2min 内完成应急通道建立，这对光纤网络的快速响应能力提出了严峻考验。典型业务带宽需求如表 1 所示。

表 1 典型业务带宽需求

业务类型	带宽需求 (Mbps)	时延要求 (ms)	年增长率	业务类型
视频监控	15 ~ 20	< 100	28.5%	视频监控
ETC 交易	2 ~ 5	< 50	35.2%	ETC 交易
气象监测	1 ~ 3	< 200	15.7%	气象监测
应急通信	10 ~ 15	< 30	42.3%	应急通信

1.2 智能光纤资源管理调度系统的作用

1.2.1 光纤链路利用率优化

采用动态波长分配技术和弹性光网络架构，通过实时监测光功率精度 $\pm 0.5\text{dBm}$ 、频谱占用率等参数，实现波长资源的动态重构。系统支持最小 12.5GHz 的频率间隔分配，将 C 波段 1530 ~ 1565nm 的频谱利用率从传统固定分配的 58.3% 提升至 89.1%。基于软件定义光网络的控制平面，可在 50ms 内完成波长资源调整，使光纤平均利用率达 $86.4 \pm 2.7\%$ 。

【作者简介】王文江（1982—），男，广东惠州人，本科，高级通信工程师，研究方向：智慧交通。

1.2.2 智能故障诊断与定位

集成光时域反射监测模块空间分辨率 1m 和机器学习算法，构建包含典型故障特征的数据库。系统通过分析瑞利散射动态范围 45dB 和非涅尔反射信号，实现故障点定位误差 ≤ ±3m。同时，结合历史故障数据和实时监测信息，智能诊断模块能够快速识别光纤断裂、连接器松动、弯曲损耗等多种故障类型。一旦检测到故障，系统会立即触发报警机制，并通过可视化界面向管理人员展示故障位置、类型以及建议的修复措施，极大地缩短了故障响应时间^[2]。

1.3 系统设计原则与目标

1.3.1 可靠性原则

采用双控制平面冗余架构，主备控制单元间通过 BFD 协议实现 50ms 级故障检测与切换。关键节点设备配置“1+1”电源冗余和“2+1”风扇冗余，光交叉连接矩阵采用 3D-MEMS 技术，切换时间 < 20ms。系统通过 ITU-TG.8032 以太网环境保护协议实现 50ms 级业务保护倒换，确保关键节点可用性达到 99.999%，年中断时间 ≤ 5.26min。光传输设备 MTBF 平均无故障时间 ≥ 10 万小时，符合 GR-63-CORE 三级抗震标准。

1.3.2 实时性原则

系统采用分布式采集架构，部署高精度光功率计 ±0.2dB 测量精度和 OTDR 模块 1m 空间分辨率，数据采集周期 ≤ 100ms。控制平面基于 TSN 时间敏感网络技术，时延抖动控制在 ±50μs 范围内。通过优化南向接口协议栈，将“采集—分析—决策—执行”流程时延压缩至 180 ± 15ms，其中光开关动作时间 ≤ 30ms，满足应急通信的实时性要求。

2 分层架构设计

2.1 系统总体架构

本系统采用三层协同架构设计，各层之间通过标准接口协议进行数据交互。（1）物理层。负责光纤基础设施的物理状态监测，包括光功率、色散、偏振模色散等参数的实时采集，采样频率达到 1Hz。该层部署了超过 2000 个分布式传感单元，构成完整的物理状态感知网络。（2）数据链路层。采用 SDH/OTN 混合组网技术，其中 SDH 用于保障 TDM 业务的可靠传输，OTN 则提供大颗粒业务承载能力。通过引入 FlexE 技术，实现了 5Gbps ~ 100Gbps 的灵活带宽调整。（3）网络层。基于 IP/MPLS 构建智能流量工程，支持 DiffServ 和 IntServ 两种 QoS 模型。部署多台核心路由设备，形成全网状连接，确保任意两点间存在至少 3 条可选路径^[3]。

2.2 物理层设计

物理层设计的核心是建立精准的光纤性能监测体系。光功率衰减是评估光纤健康状况的关键指标，其计算公式如式（1）所示。

$$\alpha = \frac{10}{L} \log_{10} \left(\frac{P_{in}}{P_{out}} \right) \quad (1)$$

式（1）中，α 为衰减系数，单位 dB/km；L 为光纤长度，单位 km；P_{in} 为输入光功率，单位 dBm；P_{out} 为输出光功率，单位 dBm。

以某省高速公路 G.652 光纤的实测数据为例，1310nm 窗口下，平均 α=0.38dB/km，标准值 ≤ 0.4dB/km；1550nm 窗口下，平均 α=0.33dB/km，标准值 ≤ 0.35dB/km。系统设置了三级告警阈值，预警阈值下，实测值超过标准值 10%；重要告警下，实测值超过标准值 20%；紧急告警下，实测值超过标准值 30%。通过这种分级机制，运维人员可以提前发现潜在故障，将被动维护转变为主动预防。

2.3 数据链路层设计

数据链路层采用动态带宽分配（DBA）算法，相比传统静态分配方式具有显著优势。时隙利用率从 65% 提升至 92.4%，提升幅度达 41%。算法核心是根据业务优先级动态调整时隙分配，不同业务优先级分配策略如表 2 所示。

2.4 网络层设计

网络层采用基于 RFC4594 标准的 DiffServQoS 架构，通过 6 位

表 2 不同业务优先级分配策略

优先级	带宽保障比例	抢占权限	时延上限	抖动要求
1（应急）	100%	是	< 30ms	< 5ms
2（收费）	80%	否	< 50ms	< 10ms
3（监控）	60%	否	< 100ms	< 20ms
4（管理）	40%	否	< 200ms	< 50ms

DSCP（差分服务代码点）标识业务等级。具体技术实现如下。

2.4.1 业务分类与标记

EF类DSCP46分配30%带宽，采用双令牌桶算法，承诺速率（CIR）设置为链路容量的30%，峰值速率（PIR）为35%。AF类DSCP18~26分配50%带宽，配置4个丢弃优先级，每个优先级设置独立的队列深度阈值64/128/256/512KB。BE类DSCP0分配剩余20%带宽，采用尾丢弃策略，队列深度限制为1MB^[4]。

2.4.2 队列调度机制

采用层次化加权公平队列（H-WFQ）算法，调度周期10ms、EF队列权重30%、AF队列权重50%、E队列权重20%、最小带宽粒度1Kbps。

3 系统优化策略

3.1 基于遗传算法的资源优化分配

遗传算法用于解决多维资源分配问题，具体实现如下。染色体编码采用实数编码方式，每个基因代表一条光路的带宽分配值。适应度函数设计如式（2）所示。

$$f = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n (B_{reqi} - B_{alloci})^2} \quad (2)$$

式（2）中， B_{reqi} 为第*i*条业务的需求带宽， B_{alloci} 为实际分配带宽， n 为业务总数。

该设计通过遗传算法实现。在满足业务需求 B_{reqi} 的前提下，根据网络状态实时优化带宽分配，相比人工配置提高资源利用率。这是典型的组合优化问题求解框架，适用于高维、非线性的资源分配场景，其数学本质是在解空间中寻找使适应度函数最大化的最优解。

3.2 基于粒子群算法的业务调度优化

采用改进的粒子群优化算法实现业务调度优化，通过智能化的动态调整机制显著提升网络资源利用效率。算法采用多维度粒子编码技术，每个粒子代表一个完整的业务调度方案，包含优先级、带宽分配和路由路径等关键参数。系统内置的自适应参数调整模块能够根据网络负载状况实时优化惯性权重和学习因子，确保在不同业务场景下都能保持最佳性能^[5]。

3.3 基于模糊控制的光纤网络故障处理

本系统构建的智能故障诊断平台采用多层次模糊推理技术，实现对光纤网络故障的快速识别和精准定位。系统集成完善的特征数据库，包含常见故障的诊断指标，覆盖光纤断裂、连接器污染、设备异常等多种故障类型。通过实时监测光功率、色散、误码率等关键参数的变化趋势，系统能够提前发现潜在故障隐患。智能诊断引擎采用规则推理与案例推理相结合的混合判断机制，支持多维度故障特征的综合分析。系统内置的自学习功能可以持续优化诊断规则，不断提升识别准确率。系统提供详细的故障分析报告和处置建议，极大提升了运维人员的工作效率。

结语

本文提出的高速公路智能光纤资源管理调度系统，通过分层架构设计和多种优化策略，有效解决了高速公路通信网络面临的挑战。系统实现了光纤链路利用率优化、智能故障诊断与定位以及资源动态调度优化，显著提升了高速公路通信网络的性能和可靠性。未来，将进一步研究如何将人工智能技术应用于系统优化，以实现更智能、更高效的网络管理。^[6]

引用

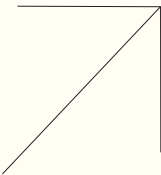
[1] 黄雅楠,王磊,苑凤均,等.新型光纤资源管理平台的开发与应用[C]//吉林省电机工程学会.吉林省电机工程学会2023年学术年会获奖论文集.国网四平供电公司,2023:426-432.

[2] 田庆婧,周义.浅谈光纤资源管理软件的设计与应用[J].现代电视技术,2023(8):110-113.

[3] 黄志新,余冬玲.基于全自动探测技术的光纤数字化管理系统研发与应用[J].数字通信世界,2022(11):140-142.

[4] 韦熹,唐林林,徐志强,等.基于光交叉矩阵的智能光纤资源调度系统设计[J].现代信息科技,2022,6(5):64-67.

[5] 尹悦.分布式光纤监测管理软件平台研究与实现[D].北京:北京邮电大学,2021.



人工智能技术支持下的 中职计算机教学资源开发系统设计

文 ◆ 宣恩县中等职业技术学校 杨懿菲

引言

鉴于传统中等职业学校教学资源开发模式存在诸多局限，对教师个体经验比较依赖、教材资源开发周期长、内容更新滞后等，难以满足当前职教改革背景下“岗课赛证”综合育人教学资源的迫切需求^[1]。特别是计算机专业，由于技术迭代迅速，易导致教材、教学案例滞后于实践应用，不利于学生及时了解和掌握前沿技术。人工智能凭借其在自然语言处理、知识图谱构建、机器学习以及智能推荐算法等领域的技术优势，为中职计算机教学资源开发系统的设计提供了有力支撑，可实现开源学习资源、产业技术信息和优秀教案的智能化采集，并基于知识图谱技术动态构建学科知识体系^[2]。通过对学习者画像与学习行为进行分析，有望实现对教学资源的智能匹配，辅助中职教师对计算机专业教学资源进行动态化重组与情境化适配。

1 系统设计理念与原则

1.1 以学生为中心，赋能个体发展

在充分了解中职学生的个体差异、认知特点、发展需求的基础上，将人工智能作为洞察个体学习画像的核心引擎。全面采集、分析学生在实验操作、代码调试、测试表现等学习过程中的各种行为数据，动态构建出学生多维度、个性化的能力画像和知识状态图谱，将学生能力画像与教学资源目标进行智能匹配，生成具有高度适配性的学习路径与资源组合，降低学生的认知负担。

1.2 聚焦岗位，强化技能实践导向

在系统设计开发过程中，应紧密对接计算机产业的快速发展和真实岗位技能要求，确保教学资源内容供给始终瞄准前沿且与培养目标高度契合。建立并持续更新基于“1+X 证书”与岗位任务分析的动态技能知识图谱，以此为依据，开发教学资源。系统内置的 AI 引擎，根据企业真实场景，生成相应的微型项目或业务流程，让学生在实践模拟中提高技能，并通过代码分析、操作过程监控等 AI 技术，实现学生操作细节的自动诊断，及时识别技能短板。

1.3 赋能教师，提升开发效能及质量

在开发设计本系统时，应坚持以教师为核心，人工智能只是效率工具与决策支持助手，并不能取代教师^[3]。因此，系统开发的核心目标是提升教师的资源开发效率与质量。例如，通过智能组件的集成，为教师开发教学资源提供支持。基于教学大纲或知识点，合理生成教案/课件框架；按照不同的难度、区分度、知识点覆盖要求定制习题与试卷；实现教学视频关键片段的智能剪辑并自动生成字幕，大幅节省教师基础性、重复性劳动，让教师能更好地聚焦教学设计。

2 系统总体架构设计

2.1 数据与算力支撑层

该层整合多类型存储技术，通过 MySQL 类关系型数据库，保证用户信息、资源元数据、系统配置等数据的一致性；利用 NoSQL 数据库灵活存储代码片段、项目文件、富文本等；依托 MinIO 类分布式文件存储系统，高效管理视频、图像、虚拟仿真文件。利用 Neo4j 专用教学知识图谱数

【作者简介】杨懿菲（1992—），女，土家族，湖北恩施人，本科，初级教师，研究方向：计算机科学的人工智能。

数据库，对技能点、学科概念及各资源间的语义关联进行存储，为智能化应用夯实基础。利用强大的 AI 算力平台，实现学习模型的高效训练，该平台通过整合处理基础任务的 Scikit-learn 和专门处理文本、图片的 Hugging Face Transformers、OpenCV，实现各种智能处理需求。

2.2 智能服务引擎层

智能服务引擎层是该系统的智能中枢，由三大引擎协同驱动，一同助力中职计算机教学资源智能化理解与生成。

（1）知识理解与建模引擎。首先，利用 BERT、GPT 等预训练语言模型，对教材和课程标准进行解析，智能提取学科核心概念、关键技能点以及逻辑层级关系，建立一个能动态变化演进的知识图谱，对中职计算机学科的知识脉络进行清晰描绘。其次，聚焦于学习者个体进行学情分析，运用 K-Means 聚类分析法和 XGBoost 分类算法，自动分析学生的作业、测试、实验操作等数据。

（2）智能内容生成引擎。依托前沿人工智能生成（AIGC）技术，对教学资源进行智能化、自动化生成。LLaMA、ChatGLM 等大语言模型可自动生成与中职计算机专业教学需求相匹配的教学案例、习题题干等；Diffusion 模型可创建清晰的技术原理图解及软件操作示意图；Codex 类代码生成模型可辅助代码教学示例。智能引擎可紧密结合前述模型，自动生成多样化的习题题型。

（3）资源优化与适配引擎。该引擎有利于提高教学资源与学生学习需求之间的适配性。通过融合 Item-based CF 和 TransE、RotatE 技

术，能基于学生的能力画像和知识图谱信息进行个性化资源推荐，如根据能力差距或者相似学习路径推荐相应的教学资源。同时，利用计算机视觉技术智能标注和裁剪教学图片，通过自然语言处理技术调整资源的复杂性，以适应不同水平学生。

2.3 核心应用服务层

该层直接服务于中职计算机教学资源开发与管理的实际需求，主要由以下两大服务构成。

（1）资源智能开发服务。该服务旨在提升教学资源的构建效率与智能化水平，其一是提供基于 Web 的集成开发环境，让教师如同使用专业编程工具，进行在线协作，通过集成 Git 版本控制，实现多人在线协同编辑。内置 AI 代码补全功能，并接入自动化测试框架。其二是提供智能内容组装工具。教师无需重新构建课件或项目，只需简单拖拽知识图谱中的知识点节点，即可自动生成各知识点间的逻辑关系，智能匹配并组合各项教学资源。

（2）资源智能管理服务。该服务通过智能标注与检索、智能质量评估，自动分析上传资源的具体内容，并对资源质量进行初步把关。根据对班级整体情况或学生个体的学情分析，形成精准的“用户画像”，自动规划并推荐最优的学习路径，形成个性化的学习引导。

2.4 用户交互层

该层是系统与各类用户的接触“窗口”，其主要目标是为用户提供直观、高效、智能化的操作体验。该层采用多角色门户设计，以适配不同用户群体的实际需求。

（1）教师开发门户。教师可借助智能创作助手，提高教学资源开发效率，通过直观展示资源使用率、学生反馈热力图等数据，对教学资源质量持续进行评估、迭代，实现数据驱动的教学资源建设，并不断优化教学资源。

（2）学生应用门户。为学生提供个性化学习空间，基于学生用户画像，规划和推荐适配的学习资源与学习路径，根据代码自动评判、精准的错误定位和具有针对性的提示，及时为学生提供教学辅助，不断提高学习效果。

（3）管理员控制台。管理员可实时查看系统服务状态、资源存储分布情况，负责维护更新知识图谱，以确保智能推荐更加精准、可靠，根据管理权限分配资源审核流程，维护系统秩序，确保系统运行稳定、资源规范。

3 核心功能模块设计

3.1 知识图谱构建与管理模块

该模块是系统的核心知识引擎。首先，基于课程标准、职业等级标准、经典教材，自动构建覆盖计算机专业的结构化知识图谱。构建过程应深度融合人工智能技术，利用实体识别、关系抽取等自然语言处理 NLP 技术，智能解析知识图谱中的关键内容，从中提炼重要知识点及其关联特征，支持教师或专家进行节点与关系的增删改查等可视化编辑^[4]。

3.2 多模态资源生成与编辑模块

该模块主要包括智能内容生成与智能内容增强两大功能。

(1) 智能内容生成。基于知识图谱与技能点描述，自动化生成各种教学资源初稿，便于教师及时调整生成资源的风格与难度层级，满足个性化的教学需求。同时，结合代码理解技术，生成经典错题案例及其解析的学习资源。利用预设模板库，辅助教师高效构建测验题目以及交互式模拟操作环境的初步雏形，为后期精细化系统开发夯实基础。

(2) 智能内容增强与编辑。利用 AI 辅助工具，优化已有或新生成的教学资源。自动识别上传的各类资源中的知识点和技能点，将其与知识图谱关联，对教学资源进行语义化标注，自动提取冗长的文本内容及视频资源中的要点，帮助师生快速把握重点。在开发编程类教学资源时，集成智能化高级功能，提升开发效率，并保障代码资源的质量。集成 AI 媒体工具，简化多媒体资源的处理流程，降低技术门槛。

3.3 资源匹配与个性化推荐模块

该模块旨在实现教学资源的精准定位与按需推送，其主要运作环节如下。

(1) 维度特征提取。深度分析系统内资源库，基于图谱标注提取资源的核心知识点、认知目标层级、资源类型、难度系数、预估学习时长、适用教学场景等。通过深度剖析以上资源库，提炼出所有资源的特征标签，构成资源“数字画像”。

(2) 情境化精准推荐。针对不同用户角色及场景提供智能推荐，从教师视角来看，是进行资源开发辅助，减少教师重复劳动，激发其教学设计的创新灵感。教师在创建资源时，系统能对其真实意图与需求进行实时分析，推荐高度适配的优质参考资源。从学生视角来看，通过精准对接学习管理系统数据，系统能够根据学生的历史学习路径、知识掌握情况以及学习风格偏好、当前学习任务，在资源库中进行最优匹配。例如，根据学生知识掌握薄弱点，合理推荐微课与练习或为学有余力的学生推荐拓展型学习资源等。

3.4 资源评价与优化反馈模块

该模块为改进优化中职计算机教学资源提供智能化支持，通过汇总分析各类评价数据，系统自动化收集并整合来自师生的显性反馈以及通过 xAPI 学习分析技术捕获的隐性行为数据，建立教学资源画像^[5]。随后进行 AI 资源诊断，运用自然语言处理 NLP 技术分析“讲解是否清晰”“案例是否陈旧过时”等问题。应用机器学习模型关联资源特征与学生使用情况，对资源在教学中的有效性进行量化评估。最终，基于诊断结果提供智能化决策支持，系统自动生成个性化的学习优化建议。例如，针对“知识点 A 讲解关联练习 B 完成率低”的情况，建议“补充前置微课或简化步骤”；针对“项目案例 C 被指脱离实际”的情况，建议“更新为行业主流技术栈案例”等。此外，该模块还具备自动识别预警过时低效的资源，辅助教师精准保质地完成资源迭代与优化。

结语

本文针对中职计算机专业教学资源开发周期长、更新滞后、难以匹配“岗课赛证”综合育人和技术快速迭代需求的现状，以学生为中心，聚焦岗位实践，赋能教师增效，设计了基于人工智能的教学资源开发系统。该系统由四层架构构成，包含多个功能模块，以“精准化教学、实战化技能、智能化增效、持续化演进”为遵循，深度融合人工智能核心技术，旨在将 AI “智能”特性转化为教学资源适用、好用与常用的特性，打造一个紧密围绕中职计算机教育实际需求，且集智能化、自适应、可持续发展于一体的教学资源开发与供给生态系统。

引用

[1] 康映辉.基于人工智能技术的中职计算机教学资源开发系统研究[J].信息与电脑(理论版),2024,36(22):236-238.

[2] 何聪翀.基于人工智能研究的初中信息科技校本课程开发与实践[J].学周刊,2023(35):82-84.

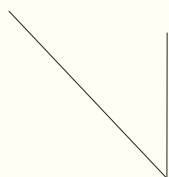
[3] 李剑琴.面向问题解决能力培养的初中人工智能课程数字化教学资源设计与开发[D].广州:广东技术师范大学,2024.

[4] 邓璇,刘学敏.中学信息技术教师数字化教学资源整合能力调查研究[J].中国教育技术装备,2025(7):65-68+77.

[5] 蒙江,劳传媛.基于xAPI的三分屏课件学习跟踪研究[J].电脑知识与技术,2023,19(19):127-129.

基于 ROBOGUIDE 的 工业机器人程序修正与联机调试*

文 ◆ 遵义职业技术学院 杨莹



引言

随着全球制造业竞争的加剧，提高生产效率、降低生产成本成为企业发展的关键。工业机器人作为自动化生产的重要组成部分，其编程方式直接影响生产线的灵活性和产品质量。工业机器人的程序编写方法有在线示教编程和离线编程两种^[1]。在线示教编程需要操作者在生产现场操作工业机器人示教器，依靠人眼观测手动调整机器人的位置和姿态，同时在示教器中添加各种程序指令，从而编写机器人的运动控制程

序。然而，在线示教编程过程繁琐，需要编程人员反复点动机器人，且示教精度完全取决于操作人员的目测。尤其在焊接、切割等较为复杂的机器人工作中，机器人运动轨迹复杂多变，机器人在线示教编程难以完成。离线编程技术的出现，为解决这些问题提供了有效途径。

1 离线编程与仿真技术的认知

工业机器人离线编程软件主要利用三维仿真技术对机器人工作站进行三维建模，建立一个与现实工作环境相同的虚拟工作场景，采用规划算法对机器人及其工作站的各环节进行控制和操作，最终生成机器人的运动程序。离线编程的出现有效弥补了在线示教编程的不足。

目前市场中，离线编程与仿真软件的品牌较多，但其基本流程大致相同。首先，在离线编程软件的三维界面中，用模型搭建一个与真实环境相对应的仿真场景。其次，软件通过对模型信息的计算来进行轨迹、工艺规划设计，并转化成仿真程序，实现机器人实时模拟仿真。最后，通过程序的后续处理和优化过程，向外输出机器人的运动控制程序。

虽然离线编程可以提前规划机器人的运动轨迹，但在实际应用中往往需要根据现场情况对程序进行在线修正。因此，研究如何在不中断生产过程的情况下实现机器人程序的快速修正，对于提升自动化系统的柔性具有重要意义。

2 ROBOGUIDE 简介

ROBOGUIDE 软件作为一种先进的离线编程工具，能够提前规划机器人的运动轨迹，实现程序的快速修改和优化，显著提升生产效率。ROBOGUIDE 是与 FANUC 工业机器人配套的一款软件，主要功能包括 3D 模拟、运动学分析、路径规划、碰撞检测、程序编辑和调试等。这些功能使用户可以在虚拟环境中完成机器人程序的设计和验证，确保程序的正确性和安全性。

*【基金项目】2023 年下半年贵州省职业教育“技能贵州”行动计划项目—智能制造现场工程师培养计划—黔教函（2023）100 号

【作者简介】杨莹（1984—），女，重庆人，工学硕士，副教授，研究方向：机电一体化技术。

ROBOGUIDE 是一款核心应用软件，其常用的仿真模块有 Chamfering PRO、HandlingPRO、WeldPRO、PalletPRO 和 PaintPRO 等。其中，Chamfering PRO 模块用于去毛刺、倒角等工件加工的仿真应用；HandlingPRO 模块用于机床上下料、冲压、装配、注塑机等物料搬运仿真；WeldPRO 模块用于焊接、激光切割等工艺仿真；PalletPRO 模块用于各种码垛仿真；PaintPRO 模块用于喷涂仿真。不同模块决定了其实现的功能不同，相应加载的应用软件工具包也不同。

3 程序修正及联机调试

在 ROBOGUIDE 的虚拟环境中，模型尺寸、位置等数值的控制是一种理想状态，也是现实世界难以到达的境界。即使虚拟工作场景按照实际工作场景 1:1 绘制和布局，也无法改变由于机器人运动精度、现场安装精度等因素造成的位置误差，从而引起机器人离线程序在实际工作运行时发生位置偏差。

为了解决以上问题，ROBOGUIDE 提出了校准修正程序的办法，即在不改变坐标系的情况下，将仿真机体与真实机体的偏移量计算出来，并且通过自动偏移功能实现离线程序的每个记录点的位置调整，达到真实环境与仿真环境中的工作站相对位置完全相同。

4 ROBOGUIDE 在线修正的实例演示

4.1 示教一个简单形状

三维软件中的轨迹台如图 1 所示，采用虚拟示教器编程的方式，在三维软件中的轨迹台上示教一个正方形轨迹程序，并设置程序名称为 GUIJI001。

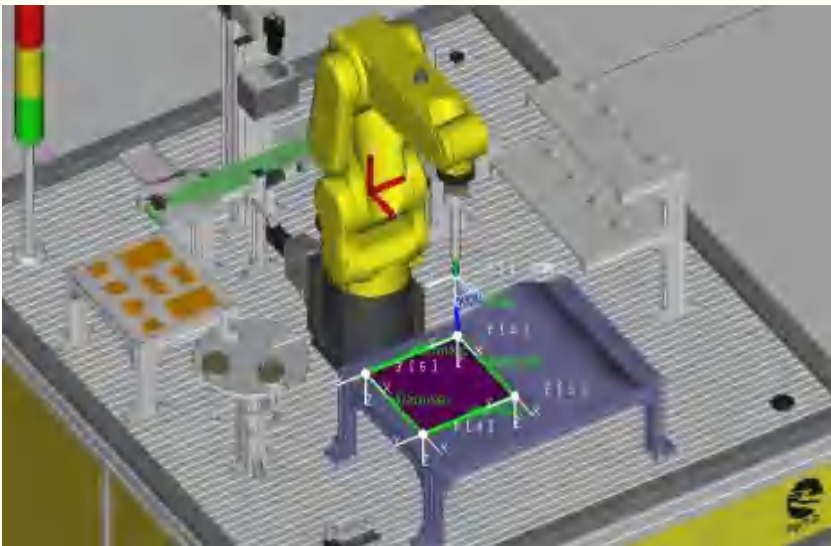


图 1 三维软件中的轨迹台

4.2 校准 Calibration 功能

Calibration 功能是通过在仿真软件上示教 3 个不是同一直线上的点和实际环境中同样位置的 3 个点位后，生成偏移数据。ROBOGUIDE 通过计算实际与仿真的偏移量，从而自动对程序和目标模型进行位置修改^[2]。

(1) 双击上述任务中创建的程序所在的轨迹台模型，在弹出的属性

设置窗口中选择【Calibration】选项卡，点击【Step1】，自动生成校准程序“CAL****.TP”。

(2) 在弹出的虚拟示教器对话框中采用程序中调用的“工具坐标系 4”和“用户坐标系 0”示教指令中的 3 个位置点，且注意三点不能在同一条直线上（这里将其设置成轨迹台上平面部分的三个点）。同时，按下 SHIFT 和 TOUCHUP 键记录点。

(3) 示教完成后，点击示教器底端【Virtual Robot Settings】选项卡，确认程序备份文件夹位置。

(4) 双击轨迹台模型，弹出属性设置窗口中【Calibration】选项卡，选择【Step2】，自动将校准程序备份到对应文件夹上，点击【确认】。

(5) 使用存储设备（U 盘）将校准程序“CAL****.TP”下载到机器人上。

(6) 在真实的机器人上设置同一个工具坐标系和用户坐标系号，并在实际环境中将相同的 3 个位置分别示教更新 3 个特征点的位置。

(7) 修正好的程序再放回原来文件夹中（直接覆盖），属性设置窗口中【Calibration】选项卡选择【Step3】，画面中的数据即所生成的偏移量，点击【Accept Offset】，即可选择需要偏移的程序。

(8) 在窗口中将要联调的仿真程序打勾，这里以创建的程序“GUIJI001”为例，选择该程序，点击【OK】确定进行偏移。会发现三维视图中的轨迹台模型与程序关键点一同发生了偏移。

(9) 然后下载程序到实际环境中的机器人上，运行程序完成联调。

5 ROBOGUIDE 程序修正的应用

生产过程中的不确定性因素包括工件的定位误差、工具磨损、环境变化等，这些因素会导致预设程序无法满足实际生产需求。例如，在焊接作业中，通过 ROBOGUIDE 的在线修正功能，可以实时调整焊接路径以适应工件的实际位置；装配作业对精度要求极高，ROBOGUIDE 的在线修正功能能够快速响应并精确调整机器人的运动轨迹；在搬运作业中，利用 ROBOGUIDE 进行在线修正，可以解决因工件位置偏差导致的问题，但具体的修正策略必须结合实际工作内容进行决定。

5.1 错误诊断与修正

(1) 错误检测。ROBOGUIDE 通过其仿真功能，能够在实际执行前发现编程错误。其利用图形化编程界面模拟机器人运动，使操作者可以在不同条件下对机器人路径进行测试。

(2) 实时反馈。软件提供即时的反馈信息，包括机器人路径的潜在碰撞，无法到达的点以及超出工作范围等问题。

(3) 纠错指导。一旦检测到程序中的错误，ROBOGUIDE 会提供修正建议，并指导用户进行更正，这种提示系统能够帮助用户减少机器人调试时间。

(4) 迭代修正。通过不断仿真和修正，可以逐步完善程序，直至达到预期的机器人运动和作业效果。

5.2 程序优化

(1) 动作序列优化。ROBOGUIDE 可以分析和优化机器人的动作序列，消除冗余动作，从而提升工作效率。

(2) 工作路径优化。软件能够计算并优化机器人的工作路径，减少不必要的移动，降低周期时间。

(3) 负载分析。通过对机器人负载的分析和优化，确保在各个工作步骤中机器人运行流畅，避免因超载导致的性能下降或故障。

(4) 多机器人协同优化。在涉及多个机器人的作业中，ROBOGUIDE 能够协调它们的动作，优化工作流程，实现同步和避免冲突。

5.3 安全增强

(1) 安全区域设定。用户可以在 ROBOGUIDE 中设置安全区域，防止人员或其他设备进入机器人工作范围内的特定区域，降低安全风险。

(2) 碰撞检测。软件提供碰撞检测功能，能够在程序执行前预测和警告可能的碰撞，保障人员和设备安全。

(3) 紧急停止与恢复。在紧急情况下，ROBOGUIDE 能够控制机器人立即停止操作，并在问题解决后，指导用户如何安全地恢复程序执行。

(4) 可视化安全教育。通过 ROBOGUIDE 的动画和 3D 视图，为操作员提供直观的安全教育，帮助他们理解机器人操作的潜在风险。

6 ROBOGUIDE 程序修正的改进措施

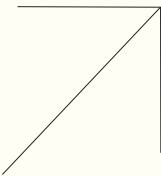
为了适应更加复杂的作业任务和变化多端的工作环境，提高其效率和准确性，可以从以下 3 个方面对 ROBOGUIDE 的在线修正效果进行改进。一是对 ROBOGUIDE 的在线修正算法进行改进，如改进路径规划算法、增强碰撞检测能力等。二是硬件的性能和稳定性直接影响在线修正的效果，可以通过硬件升级和系统集成来提高整体性能。三是改进 ROBOGUIDE 的用户界面设计，提供更加直观的操作流程和反馈信息，提升用户的工作效率和满意度。

结语

ROBOGUIDE 程序修正的应用与改进是工业机器人领域不断追求高效、精确和安全作业的重要方向。通过技术创新和功能完善，ROBOGUIDE 将继续为工业自动化的发展作出贡献。

引用

[1] 冶维财.ROBOGUIDE仿真软件在机器人焊接实训教学中的应用研究[J].造纸装备及材料,2022,51(12):245-247.
[2] 钟德钧.基于PowerMill Robot结合Roboguide的机器人数控加工方法[J].机电工程技术,2023,52(4):227-230+252.



电力通信网络智能运维故障诊断系统探讨

文 ◆ 国网泉州供电公司 周富龙

引言

本文聚焦于电力通信网络智能运维故障诊断系统的关键内容，深入剖析了通道类故障、设备类故障和网络拓扑类故障的成因和影响。通过构建包含数据采集层、数据处理与分析层以及故障诊断与决策层的系统架构，实现了对电力通信网络的实时监控和故障预警。同时，本文还详细分析了机器学习技术、大数据分析技术和人工智能芯片技术在故障诊断中的应用，并通过某地区供电公司光纤通信网络故障诊断和某变电站通信设备故障预警与诊断两个案例，展示了该系统在实际应用中的有效性。研究表明，智能运维故障诊断系统能够显著提升电力通信网络的稳定性和可靠性。

1 电力通信网络故障类型分析

1.1 通道类故障

在电力通信网络中，通道是数据传输的基础，包括光纤、载波、微波等多种类型。以光纤通道为例，其常见故障主要包括光纤中断、光功率衰减过大以及色散严重等。光纤中断是一种较为严重的故障，由外力施工破坏或自然灾害等因素引起。例如，在某城市的地铁建设施工过程中，由于施工人员未能准确掌握地下管线的位置，不慎挖断多条地下电力通信光缆。这不仅会造成大面积的通信中断，还会影响电力信息的传输，给电力系统的稳定运行带来巨大风险。光功率衰减过大也是光纤通道常见的故障之一，原因是光纤接头损耗过大或光纤老化等。当光信号在光纤中传输时，如果遇到接头损耗过大或光纤材质老化，光功率就会逐渐减弱，从而导致数据传输误码率增加、通信速率下降，甚至通信完全中断。这些通道类故障对电力通信网络的稳定性和可靠性构成了直接威胁，需要及时采取措施进行修复和维护^[1]。

1.2 设备类故障

通信设备是电力通信网络的核心组成部分，包括光端机、交换机、路由器等关键设备。设备类故障主要表现为硬件故障和软件故障两个方面。硬件故障通常涉及设备的物理损坏，如电源模块损坏、端口故障

等；软件故障则主要指设备中的操作系统崩溃、网络协议配置错误等问题。一次网络风暴事件就是典型案例，由于路由器上的网络协议配置不当，导致大量数据包在网络中泛滥，占用了大量网络带宽。这会使正常的电力数据传输受到严重阻碍，甚至导致整个网络陷入瘫痪。因此，对于通信设备进行软硬件维护和检查同样重要，以确保电力通信网络的稳定运行。

1.3 网络拓扑类故障

电力通信网络的拓扑结构复杂多样，包括环形、链形、星形等多种类型。网络拓扑类故障主要涉及网络连接的异常情况，如链路冗余失效和网络环路等。链路冗余是为了提高网络可靠性而设计的一种备份机制，但当链路冗余失效时，网络的可靠性会大幅降低；网络环路会影响网络的正常通信功能，导致大量电力监控数据无法正常上传至控制中心。这不仅会影响电力系统的实时监控能力，还会对电力系统的安全稳定运行构成潜在威胁。因此，在设计和运维电力通信网络时，必须充分考虑网络拓扑结构

【作者简介】周富龙（1988—），男，福建连城人，本科，工程师，研究方向：10kV 配电电力系统站房及线路设备运行维护、检修。

的合理性和稳定性，以避免类似故障的发生。

2 电力通信网络智能运维故障诊断系统的架构设计

2.1 数据采集层

数据采集层作为电力通信网络智能运维故障诊断系统的坚实基础，承担着收集网络中各类设备和链路运行状态信息的关键任务。其采集的数据类型丰富多样，涵盖光功率、误码率、设备温度以及端口流量等重要参数。为了实现对数据的实时、准确采集，需要在通信设备上精心安装传感器和监测装置。例如，在光纤链路上部署光功率监测传感器，能够实时捕捉光功率值的动态变化，并通过高效传输机制将这些数据及时送达数据处理中心。同时，借助网络管理协议（如 SNMP），可以全面、系统地采集通信设备的端口流量、设备状态等详细信息，为后续精准的故障诊断提供全方位、高质量的数据支持，确保故障诊断系统能够基于完整、可靠的数据进行分析和判断^[2]。

2.2 数据处理与分析层

数据处理与分析层处于故障诊断系统的核心位置，主要负责对海量采集数据进行深度处理和科学分析。首先，针对原始数据存在的噪声、误差等问题，需要进行严格的清洗、去噪操作，并对数据进行归一化处理，以提升数据质量，使其符合后续分析的要求。在此基础上，运用先进的数据分析算法对数据进行挖掘和分析，提取出具有代表性和区分性的故障特征。常用的数据分析算法包括聚类分析、关联规则挖掘以及时间序列分析等。当某一

类数据出现异常波动时，系统能够敏锐察觉到潜在故障的发生。关联规则挖掘则致力于发现不同设备或链路之间的故障关联关系，这种关联关系的揭示有助于快速、准确地定位故障根源，为故障诊断提供有力依据。

2.3 故障诊断与决策层

故障诊断与决策层依据数据处理与分析层的分析结果，对电力通信网络的整体运行状态进行全面评估和精确诊断。一旦检测到故障特征，系统会立即启动故障诊断流程，利用预先构建的故障诊断模型对故障的类型、发生位置以及严重程度进行准确判断。该故障诊断模型通常基于机器学习算法构建，如支持向量机（SVM）、决策树、神经网络等先进算法。以神经网络为例，通过学习大量历史故障数据，它能够自动识别不同类型的故障模式，展现出强大的自适应和学习能力。在确定故障的具体信息后，系统会按照预设的决策规则迅速生成相应的故障处理建议和维修方案。这些方案包括隔离故障设备以避免故障扩散、启动备用链路以保障网络通信的连续性、及时通知专业维修人员进行抢修等。通过为运维人员提供科学合理的决策支持，可有效提高故障处理效率，降低故障对电力通信网络的影响。

3 智能运维故障诊断系统的关键技术

3.1 机器学习技术

机器学习技术在电力通信网络智能运维故障诊断系统中扮演着举足轻重的角色。其核心在于通过深度学习历史故障数据，使模型具备自动识别故障模式与特征的能力，从而显著提升故障诊断的准确性与效率。以支持向量机为例，该算法通过精巧的数学构架，将复杂的故障数据映射至高维空间，旨在寻找能最大化分隔不同故障类型的超平面。而神经网络则凭借其强大的非线性拟合能力，能够捕捉并处理复杂的故障数据关系。在实践应用中，常借助如 TensorFlow、PyTorch 等深度学习框架来构建并训练神经网络模型。这些模型经过大量故障数据训练后，能够精准地对新出现的故障进行分类和预测。例如，通过对历史故障数据进行深度学习，模型能够迅速识别出当前故障的类型、位置以及原因，为运维人员提供故障诊断支持，从而极大提高维修效率和电力系统的稳定性。

3.2 大数据分析技术

电力通信网络在运行过程中会产生海量数据，这些数据蕴含着丰富故障信息和运行状态信息。因此，大数据分析技术在电力通信网络智能运维故障诊断系统中显得尤为重要。利用分布式文件系统，可以实现对海量数据的高效存储和组织，方便后续查询和调用。而大数据处理框架则提供了强大的数据处理能力，能够对数据进行批处理和流处理，实现实时分析和挖掘。具体来说，通过 Hadoop、Spark 等大数据处理框架，可以对电力通信网络的实时数据流进行快速处理和分析^[3]。例如，Spark Streaming 能够对接收到的数据流进行实时处理，及时发现其中的异常波动和潜在故障信息。这些技术的应用，不仅提高了故障预警的准确性，还为故障诊断提供了及时支持，使运维人员能够迅速定位并处理故障，

确保电力系统的稳定运行。

3.3 人工智能芯片技术

随着人工智能技术的飞速发展，人工智能芯片技术在电力通信网络智能运维故障诊断系统中的应用也日益广泛。人工智能芯片以其高性能、低功耗的特点，为故障诊断系统提供了强大的计算支持。这些芯片能够加速机器学习和数据分析算法的运行速度，提高故障诊断的效率。在实际应用中，一些专门设计的人工智能芯片能够并行处理多个神经网络模型的计算任务。例如，在边缘计算场景下，将人工智能芯片部署在电力通信网络的边缘节点，如变电站、配电站等，可以实现对本地数据的快速分析和处理。这种本地化处理方式不仅减少了数据传输延迟，还提高了系统的实时性和可靠性^[4]。通过人工智能芯片的助力，电力通信网络智能运维故障诊断系统能够更快速地响应故障事件，更准确地诊断出故障原因，并为运维人员提供及时有效的维修建议，从而确保电力系统的安全稳定运行。

4 智能运维故障诊断系统的应用案例分析

4.1 某地区供电公司光纤通信网络故障诊断

某地区供电公司的光纤通信网络出现大面积的数据传输中断故障。智能运维故障诊断系统首先通过数据采集层收集各条光纤链路的光功率、误码率等数据。数据处理与分析层对采集到的数据进行异常检测和分析，发现部分光纤链路的光功率突然下降至阈值以下，且误码率急剧上升。利用故障诊断模型对数据进行分析后，判断可能是因外力因素导致光纤断裂^[5]。系统迅速定位了故障光纤的位置，并通知维修人员前往现场处理。维修人员到达现场后，证实确实是施工挖掘导致了光纤断裂。通过及时修复光纤，恢复了光纤通信网络的正常运行，避免了因通信中断对电力供应造成的影响。

4.2 某变电站通信设备故障预警与诊断

某变电站内的一台光端机出现了异常发热现象，但尚未影响到设备的正常运行。智能运维故障诊断系统通过安装在设备上的传感器采集到光端机的温度数据，并将数据传输到数据处理与分析层。系统利用时间序列分析算法对温度数据进行分析，发现温度呈现出逐渐上升趋势，且超过了正常温度范围的预警阈值。根据故障诊断模型的判断，故障可能是由于光端机的散热风扇出现故障导致散热不良。系统及时发出故障预警信息，提醒运维人员进行检查和维护。运维人员对光端机进行检查后，发现散热风扇确实存在故障，更换散热风扇后，光端机的温度恢复正常，避免了因设备过热引发的更严重故障^[6]。

结语

电力通信网络智能运维故障诊断系统通过整合先进的机器学习技术、大数据分析技术和高性能的人工智能芯片，为电力系统的稳定运行提供了强有力的保障。通过对历史故障数据的深度挖掘和实时数据的精准分析，该系统不仅能够快速准确识别并定位故障，还能为运维人员提

供科学的决策支持。未来，随着技术的不断进步和应用案例的积累，智能运维故障诊断系统将在电力行业发挥更加重要的作用，进一步推动电力通信网络向智能化、高效化方向发展。^[8]

引用

[1] 刘梦旭,土伟政.利用大数据和人工智能优化电力通信网络运维管理的方法探讨[J].信息记录材料,2025,26(1):41-43.

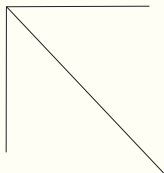
[2] 张梦凡,史普鑫,孟繁林,等.电力通信网络智能运维故障诊断系统研究[J].自动化仪表,2024,45(2):8-12+18.

[3] 吕华辉,明哲,樊凯,等.基于数据感知融合的电力通信网络智能运维[J].电信科学,2024,40(1):136-143.

[4] 王浩.电力通信网络智能运维系统研究[J].通信电源技术,2024,41(12):227-229.

[5] 范洵,王文涛,姜苏,等.基于数据感知融合的电力通信网络智能运维方法[J].通信电源技术,2024,41(15):55-57.

[6] 汤震.基于数字孪生驱动的电力通信机房智能化运维系统设计[J].通信电源技术,2024,41(18):216-218.



“药事管理与法规” 数字化资源开发与应用 *

文 ◆ 江苏省徐州医药高等专科学校 赵迎春

引言

随着新一轮科技革命和产业变革深入发展，职业教育对经济社会发展的重要作用得到显现，职业教育数字化改革的发展进一步加快。2020 年，《职业院校数字校园规范》对职业教育信息化基础设施建设的内涵外延、标准要求做出规定^[1-2]。2022 年，国家职业教育智慧教育平台建构完成，全方位推动职业教育数字化发展。“党的二十大”首次将“推进教育数字化”写入报告，明确了职业教育数字化未来发展的行动纲领^[3]。职业教育数字化的发展需要共建共享数字化资源，在线精品课程建设、专业教学资源库建设、超星泛雅等教学平台的发展为职业教育数字化改革提供了实施途径。“药事管理与法规”数字化资源的开发与应用，进一步突出了数字化场景在“药事管理与法规”课程教学各方面的广泛应用，符合职业教育数字化发展趋势。基于此，本文系统阐述了该课程的定位和目标，围绕课程结构、课程内容与课程团队建设，探索了数字化资源开发和应

用的方式，为药学类专业课程的数字化资源开发与应用提供参考。

1 “药事管理与法规”课程的定位与目标

“药事管理与法规”是五年制高职药学类专业的专业核心课程，是国家执业药师职业资格考试以及药学类专业职称考试的主要科目。“药事管理与法规”数字化教学课程以立德树人为根本任务，以药品全生命周期药品质量监管为主轴主线，以综合培养知法、懂法、守法高素质技术技能医药卫生人才为中心任务，依据人才培养方案和课程标准的要求，通过校企合作、赛证融通、优化课程等，使学生熟练掌握药品质量监管所必需的法律知识和实践技能，充分具备运用药事法规去分析、解决药学实践问题的能力，为后续延伸课程学习奠定基础。

2 “药事管理与法规”数字化资源开发建设

2.1 课程框架结构建设

“药事管理与法规”数字化资源的建设依托超星泛雅教学平台，聚焦职业岗位的任职要求，依托药品监管系列法律法规，遵循学生认知规律和学情特点，不断拓宽学生的职业技术能力的培养。将课程内容细化为 11 个项目 49 个知识点 152 个任务点，形成了系统化的知识框架。同时，将全国医药行业特有职业技能竞赛标准、“1+X”国家职业资格鉴定标准、药品监管最新动态、医药行业社会热点问题以及课程思政元素有机融入课程，实现了岗位核心技能全覆盖。

2.2 课程内容建设

“药事管理与法规”课程内容多且晦涩难懂，学生自主学习的积极性不高。为了提高学生学习的积极性，在保证知识体系完整性和系统性的前提下，对课程内容进行了颗粒化打造，将项目分解成任务，每一个任务设教学目标、思维导图、数字化教材、数字化课件、原创微课、随堂小测、思政融合 7 个部分，配套建设了相关教学资源，能够满足学习需求，做到能学辅教，体现课程思政建设要求。

*【基金项目】徐州市第四期职业教育教学改革研究课题“《药事管理与法规》数字化资源开发与应用研究”（ZKG447）

【作者简介】赵迎春（1979—），女，江苏徐州人，硕士，副教授，研究方向：药事管理与法规。

2.2.1 教学目标

课程目标是确定课程内容、教学目标和教学方法的基础。“药事管理与法规”数字化资源建设依据人才培养方案中确定的培养目标、培养规格以及课程教学要求,突出在药品研制、生产、经营、使用以及全过程的药品质量监督管理等能力培养,按照知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观3个维度,确定教学目标。

2.2.2 思维导图

思维导图又称脑图或思维地图,是一种有效而且高效的思维模式。“药事管理与法规”课程通过建设每一个项目、任务的思维导图,将《中华人民共和国药品管理法》《药品注册管理办法》《药品生产质量管理规范》等法律法规以“药品研制、生产、经营、使用”为主线整合,形成可视化法律网络,促进知识系统化,提高学生记忆的效果。

2.2.3 数字化教材

“药事管理与法规”数字化资源中的数字化教材是通过文档、图片、视频展现且学生可以自主阅读的电子课本。不仅包含教材的电子版,还包括最新颁布的法律条文以及相关权威解读、国家药品监管的最新动态和时事案例,紧跟学科前沿发展^[4]。

2.2.4 数字化课件

“药事管理与法规”教学课件为学生自主学习提供了清晰的知识框架,帮助学生系统掌握课程知识体系,内容丰富,逻辑清晰。同时,依托超星泛雅平台,可与数字化教材、微课等数字化资源联动跳转,满足个性化的学习需求,提高自主学习的积极性,提升教学质量。

2.2.5 原创微课

微课资源库是数字化课程建设的核心环节^[5]。“药事管理与法规”课程所有的知识点都配备原创微课,短小精悍、主题突出,适合学生利用碎片化时间自主学习,课前预习知识;课后巩固学习成果,增强了学生自主学习的成就感。

2.2.6 随堂小测

“药事管理与法规”课程按照课程标准的要求创建了习题库,包括单项选择题、配伍选择题、多项选择题、判断题、名词解释、问答题、案例分析等多种题型。习题难度分为易、中、难三档,覆盖所有知识点,还包含全国医药行业特有职业技能竞赛模拟试题、“1+X”国家职业资格证书考试模拟试题和国家执业药师考试模拟试题,学生可以根据自己的需求有针对性地进行选择。课前学生通过习题,知晓自己的预习效果,提高后续学习的针对性;课后通过习题,强化对知识点的记忆和应用。教师根据线上学生的答题情况,为学生提供个性化的指导,促进教学效果的提升。

2.2.7 思政融合

“药事管理与法规”讲述国家对药事的宏观管理以及药事各部门内部的微观管理,聚焦医药发展时政要点,具有实施课程思政的先天优势。在“药事管理与法规”数字化资源建设中,通过专业知识与职业道德、能力培养与立德树人的有机融合,深入挖掘思政元素,将严于律己的职业操守、甘于奉献的职业精神、民族自强的家国情怀等有效融入数字化

课程,潜移默化地培养德才兼备的药学专业人员。

2.3 课程团队建设

药事管理与法规数字化资源开发团队是一个专业能力强、年轻精良的团队。团队成员来自高等职业学校、药品经营企业和医院药学团队,均为硕士研究生和“双师型”教师,学历、职称、年龄结构和师资配置合理。成员教学时探索教学方法的改革和创新,努力提升信息化教学水平,将最新药品监管相关的法律法规、行业动态传授给学生。聚焦社会热点问题,将课程思政与教学内容有机融合,落实立德树人根本任务,对提高教学质量和培养学生的职业素养起到促进作用,教学成果积累丰富。

3 “药事管理与法规”数字化资源应用

3.1 教学活动过程

“药事管理与法规”教学依托超星泛雅网络教学平台,教师通过“实时点名”“微话题”“网上作业”“远程考试”等功能开展在线指导与测评,及时解决学生的疑难问题。教学中以问题为导向,线上线下混合式教学,“课内”与“课外”并重,强调“讲练结合”,结合视频案例和互动交流讨论,以学生为中心,激发学生学习兴趣,促进师生之间、学生之间进行资源共享、问题交流和协作学习,实现师生、生生的深度有效互动。下面以项目四药品监督管理的2个课时为例,介绍数字化教学资源在课程中的应用。

3.1.1 课前

教师通过超星泛雅教学平台向学生发布预习任务“如何识别

假劣药”，要求学生登录教学资源库，观看相关教学视频，结合思维导图阅读药品含义、特性、质量特性以及假药和劣药相关知识的文档资料。

学生自主观看微课、教学课件等数字化资源，记录重点和疑问，完成习题预习，检验学习效果。

3.1.2 课中

（1）知识回顾与导入。教师利用思维导图投影，回顾学生课前预习的重点内容，引导学生思考并回答；播放“齐二药事件”等新闻案例视频，引出本节课的主题——药品辨识，引导学生对药品辨识重要性的深度思考，激发学生的学习兴趣 and 探究欲望。

（2）知识讲解。教师播放微课展示新旧《中华人民共和国药品管理法》中对假劣药定义的变化，强调新定义的科学性和合理性，加强课程思政教育，引导学生树立正确的职业观和价值观，严格遵守法律法规，坚决抵制假劣药。

（3）实训演练。教师播放微视频讲解药品辨识的方法，在虚拟仿真界面演示药品信息查询全过程。学生们登录超星泛雅平台观看“药品信息查询”视频，分组总结药品信息查询方法。根据教师提供的药品信息，进行信息查询和信息比对。教师随时解答学生在操作中遇到的问题。查询结束，各组分享药品信息查询结果，其他小组进行补充和质疑。教师对各组发言进行点评和总结，进一步强化学生对假药和劣药辨别方法的理解和掌握。

（4）课堂总结与拓展。教师对本节课的重点内容进行总结，强调药品辨识的重要性以及假药

和劣药的危害，鼓励学生积极参与打击假劣药行动，增强社会责任感。

3.1.3 课后

教师通过教学平台布置课后作业，考查学生对本节课知识的掌握程度；在学习通发布微话题，讨论在查询过程中遇到的问题与解决方法。学生对自己的学习过程和成果进行反思，总结学习中的收获和不足，为后续学习做好准备。

3.2 课程考核评价

课程团队建立多元化、多维化、多样化的考核评价体系。教学过程中开展过程性评价，教学过程结束后开展终结性评价。同时，引入同行和企业专家评价，评价学生是否掌握了符合岗位要求所必须具备的知识技能和职业素质，对课程教学效果进行概括性评价^[6]。

3.3 教学效果

“药事管理与法规”课程数字化教学资源类型丰富，课程团队紧随时代发展步伐，持续对教学资源进行建设。截至2024年12月，数字化教学资源296个，其中视频资源111个，视频总时长1030分钟，动画虚拟仿真资源7个，方便学生有效开展个性化学习与合作学习。学生对课程教学满意度高，课程参与度高，线上教学资源学习率95%以上，提高了学生自主学习能力，增强了学习效果。同时，教师信息化教学能力得到提高，教学团队配合默契。

此外，课程在超星泛雅网络教学平台累计选课2369人，累计浏览量2187797次，为在校学生、有升学需求的同学、行业培训、社会学习者提供了自主学习的途径，取得了良好的教学效果。

结语

“药事管理与法规”数字化资源建设是一个持续的过程，数字化教学资源需不断更新和完善。“药事管理与法规”数字化资源的开发和应用，不仅提高了数字化教学水平，取得了良好的教学示范效果，还为药学类专业课程数字化资源开发与应用提供参考意见。

引用

[1] 陈本锋.高职院校数字化教学资源的共建共享机制研究[J].工业和信息化教育,2022(12):81-85.

[2] 何静,曾绍玮.职业教育数字化转型的价值、动力、逻辑与行动方略[J].教育与职业,2023(5):85-92.

[3] 马陆亭.加快推进教育数字化建设教育强国[N].中国教育报,2022-12-09.

[4] 马艳,陈健,李媛,等.职业教育课程内容动态更新机制研究——以药事管理与法规课程为例[J].卫生职业教育,2022(11):9-11.

[5] 张雪勤,陈志斌,徐爱国.“火灾自动报警系统”数字化课程资源建设探究[J].科技风,2024(2):49-51.

[6] 赵迎春,谢晴.构建“药事管理与法规”课程思政诊断体系的思考[J].保健医学研究与实践,2022,19(12):212-216.

一种井筒实时数据自动归档与发布的方法

文◆中国石油川庆钻探工程有限公司钻采工程研究院 钱浩东 金亮 刘伟

引言

在钻井管理领域，现有数据处理平台在复杂石油勘探数据（如实时钻井监控数据）处理中存在诸多不足。首先，平台以时间节点顺序归档数据，与钻井业务流程适配性不足，导致数据检索效率低。其次，传输敏感数据时，缺乏符合钻井特殊业务需求的数据保护措施，存在安全隐患。再次，现有的数据处理平台虽然基础性能良好，但面对钻井场景下的特殊需求时无法提供定制化服务，需要额外增加平台管理维护成本以适配业务流程。最后，平台未能充分发挥 EISC 系统的大数据资源优势，无法实现快速发布数据和归档数据处理^[1-5]。基于此，本文提出了一种井筒实时数据自动归档与发布的方法，利用先进的缓存机制（Redis）和实时数据推送技术（WebSocket），确保数据的即时传输。通过制定满足钻井业务需求的归档标准，提高数据的可检索性，降低数据存储和管理的成本；利用 Redis 缓存技术避免在高负载时的系统卡顿或响应延迟；实施严格的访问控制机制，用于确保授权的个人或系统可以访问重要的操作数据和商业信息。结果表明，本方法的归档数据速率较传统方案提高 30%，数据发布速率提高 50%，确保了连续的业务运行和数据完整性。

1 井筒实时数据自动归档与发布方法研究

1.1 自动归档与发布流程

首先，从钻井设备和传感器实时收集数据，对收集的数据进行初步处理，并存储在缓存中。其次，通过黑白名单机制检查数据访问请求的合法性。再次，按照预定的归档规则将数据存储到数据库中。最后，将处理后的数据通过安全接口发布给授权用户，同时应用 SignalR 技术辅助提升实时数据传输速度。接口安全管理与 SignalR 技术应用说明如下。通过绿盟漏扫、长亭洞鉴定期扫描，结合一体化发布漏洞扫描，同步采用建立调研闭环表、开展现场询问等手段，实现接口安全问题的全面发现。针对发现的问题，执行漏洞封堵并形成闭环，同时输出整改清单，将接口漏洞和风险信息纳入工信中心项目管理系统的安全管理模块，进行全生命周期跟踪管控，最终实现网络安全问题的完整封堵闭环。SignalR 技术能够实现服务器到客户端的即时通信，核心优势如下。

首先，自动选择 WebSockets、SSE、长轮询最优传输技术，实现智能传输。其次，自动完成连接的开启、维持和关闭操作，实现自动化连接管理。最后，支持多种浏览器，包括旧版浏览器，确保在所有支持环境下提供最佳实时通信体验。归档流程图如图 1 所示。

1.2 实时数据采集

负责从钻井设备、传感器及相关物联网设备中实时采集关键数据，数据涵盖多类信息。例如，钻机数据包括钻井压力、旋转转速、钻井液循环速率、钻井扭矩等；录井数据涉及岩屑类型和形态、气测数据、钻井参数等；井控数据包含井口压力、井

【作者简介】钱浩东（1968—），男，四川成都人，本科，高级工程师，研究方向：石油信息技术。

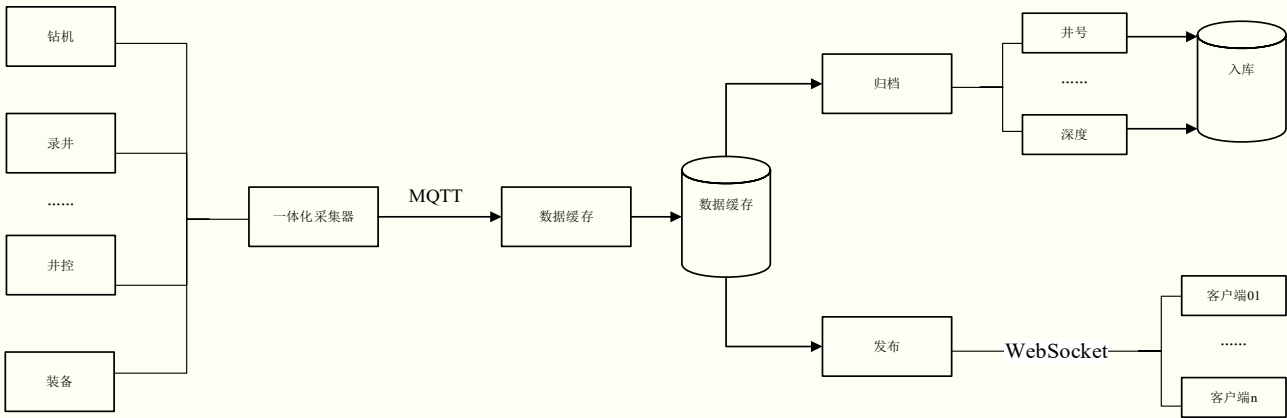


图 1 归档流程图

控设备状态、井涌或井喷预警信息等；装备数据则有设备运行状态、设备维护信息等。这些数据主要通过部署在现场的物联网设备（如压力传感器、温度传感器等）自动采集，经 PC 端监控系统进行数据整合和实时分析，确保钻井过程中各项作业参数的可视化和可控性。

1.3 数据处理与缓存

收集到的数据将被传入该模块进行初步处理。初步处理包括数据清洗、格式化、压缩以及简单的实时分析和筛选。例如。清理无效或异常的噪声数据，确保数据准确性；将不同来源的数据转化为统一格式，便于后续处理和存储；对数据进行适度压缩以减少存储空间和提高传输速度；系统根据预设规则筛选出关键数据，标记或过滤不相关数据。处理后的数据暂存于缓存中，以便快速访问和进一步分析。这一流程提升了系统的响应速度，并保障了数据的实时性与准确性。

1.4 数据归档和检索

按照井号、时间和深度等多维度对数据进行归档，便于未来数据检索和分析。除了这 3 个基础维度，还可以根据具体项目需求添加地层信息、钻井参数、设

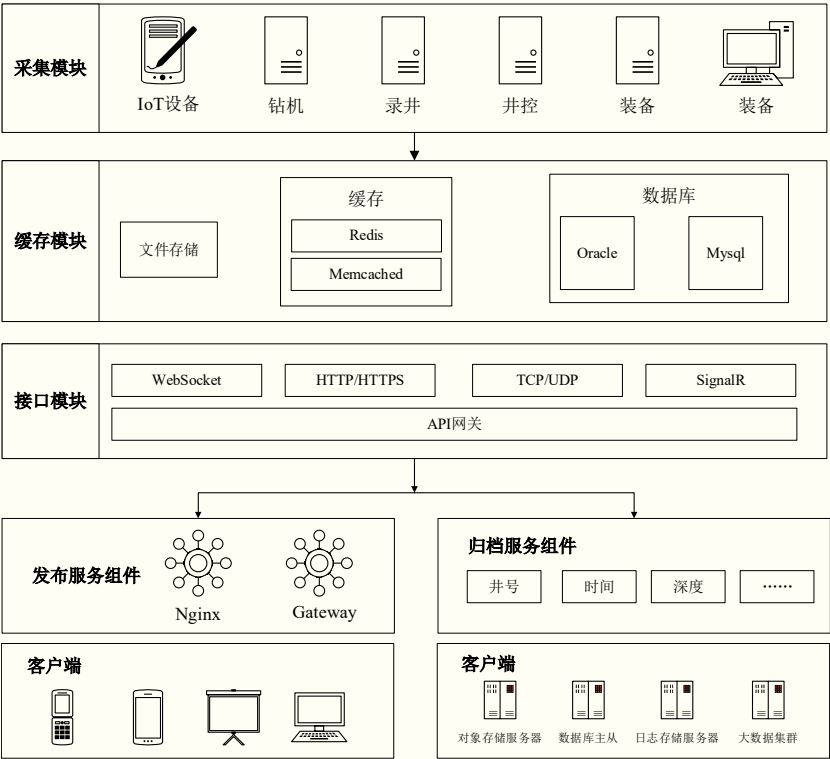


图 2 井筒实时数据自动归档与发布核心组件图

备运行状态、作业环境条件和事件记录等维度。通过这些维度的组合，数据能够更加精确反映钻井过程中的各项关键指标，便于后续分析和决策。这些多维度归档方案的确认，既基于以往的实践经验，又依赖于钻井作业中的具体需求。通过对钻井数据的长期管理和分析，证明这些维度对后续数据检索和使用有重要参考价值。

1.5 数据发布和接口

确保数据可以通过安全的接口发布到不同的终端，如监控中心、移动设备等。井筒实时数据自动归档与发布核心组件图如图 2 所示。

1.6 数据归档与发布

数据归档过程图如图 3 所示，路线①中的实时数据通常是从井场数据库通过消息中间件获取，尤其是针对单井场的数据监控场景。若为多个井场数据管理，则从川庆实时数据库中获取数据，即路线②。

表 1 新旧方案部分数据对比统计

序号	井号	旧方案				新方案			
		归档数据速率	发布数据速率	系统检索速率	系统稳定性	归档数据速率	发布数据速率	系统检索速率	系统稳定性
1	磨溪 XX 井	100 MB/s	80MB/s	150ms	96%	130 MB/s	120 MB/s	109.5ms	99.5%
2	威 204XX 井	95MB/s	85MB/s	155ms	97%	123.5 MB/s	127.5 MB/s	113.15 ms	99.9%
3	自 XX 井	98MB/s	80MB/s	148ms	96%	127.4 MB/s	116 MB/s	108ms	99.6%

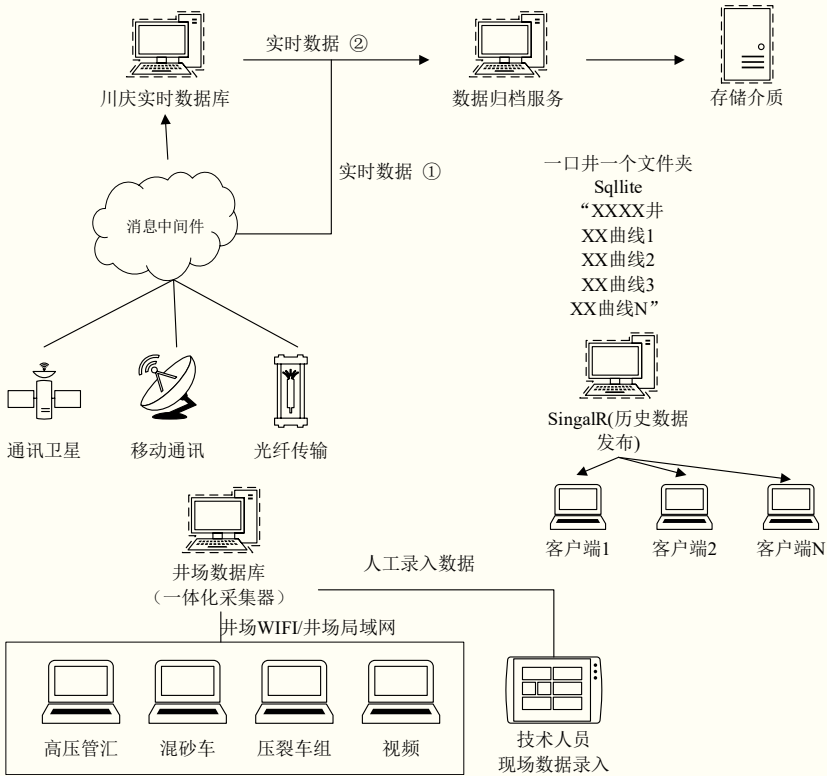


图 3 数据归档过程图

2 现场应用

该方法自应用以来，已在磨溪 XX 井、威 204XX 井、蓬深 XX 井等 30 口井进行归档试验，累计运行时间超过 6000h，得益于该方案对数据的高效处理，实现了在钻进过程中的实时数据分析，满足了高精度钻井定位要求，有效提升了钻井效率。该方法为专家提供了实时数据支持，为钻井工程数字化、信息化转型提供了有力的支撑。方法的归档数据速率比传统方案快 30% 左右，数据发布速率提高 50% 左右，系统检索速率提升 27%，系统稳定性整体提升幅度为 3.29%，确保了连续的业务运行和数据完整性。新旧方案部分数据对比统计如表 1 所示。

结语

本文提出的井筒实时数据自动归档与发布方法，通过 Redis 缓存、WebSocket 等技术，结合多维度归档与安全管控，解决了传统平台适配性、安全性等问题。现场 30 口井应用显示，数据归档、发布速率分别提升 30%、50%，检索与稳定性优化显著。该方法为钻井工程数字化转

型提供支撑，保障业务连续与数据完整，具有实践推广价值。8

引用

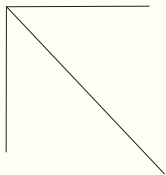
[1] 王密.我国科学数据归档研究[D].苏州:苏州大学,2023.

[2] 强明辉,张琳琳,马永伟.基于OPC技术的WinCC实时数据归档[J].电气自动化,2015,37(3):21-23+39.

[3] 王章.海量历史数据库系统研究[D].武汉:华中科技大学,2012.

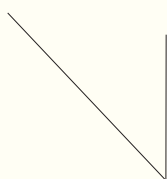
[4] 周盛成.OPC技术和SQL Server在组态软件开发中的应用研究[D].兰州:兰州理工大学,2012.

[5] 刘犇,王猛.基于服务器推送技术的Web数据实时更新[J].电脑开发与应用,2011,24(6):45-47.



医疗器械 PC 端软件的 网络安全测试技术分析

文 ◆ 广安门医院济南医院 冯金玲



引言

在医疗设备智能化趋势下，医疗器械 PC 端软件不仅能够处理敏感医疗数据，还能够直接控制设备运行。当前医疗软件面临的网络安全威胁日益复杂，包括黑客攻击、数据泄露、通信协议漏洞等。建立专业的网络安全测试体系，既是技术发展的必然要求，也是保障医疗安全的重要防线。本文聚焦该领域网络安全测试技术，分析渗透测试、漏洞扫描、通信安全验证以及代码审计四大核心技术。通过解析外部攻击、内部威胁以及软件缺陷等风

险，提出多技术协同的测试策略，构建覆盖软件全生命周期的安全防护体系。研究证实，专业化测试可显著提升医疗软件安全防御能力，为行业标准化测试流程提供实践指导。

1 医疗器械 PC 端软件网络安全测试概述

1.1 网络安全测试的重要性

医疗器械 PC 端软件作为医疗业务流程的核心载体，直接介入患者诊疗数据的采集、处理与存储环节，其网络安全状态与患者生命健康、医疗体系数据资产安全形成强绑定关系。当软件遭受网络攻击或出现安全漏洞时，则会引发诊疗指令误判、设备控制异常等风险。例如，远程恶意代码注入会导致影像诊断系统数据篡改，进而影响医生临床决策，甚至诱发误诊误治等严重医疗事故。同时，医疗数据具有高度敏感性，包含患者身份信息、诊疗记录等隐私内容，若因网络安全防护失效导致数据泄露，不仅违反《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》等法律法规，还会对患者隐私权造成侵害，引发公众对医疗行业的信任危机。从行业发展层面看，构建完善的网络安全测试体系，能够提前识别软件在网络通信、数据交互、权限管理等环节的安全隐患，通过修复漏洞、优化架构等技术手段，保障软件在复杂网络环境下的稳定运行，为智慧医疗系统的规模化应用筑牢安全底座^[1]。

1.2 常见网络安全风险

医疗器械 PC 端软件面临的网络安全风险呈现多元化特征，其中外部攻击威胁首当其冲。黑客常利用软件暴露的网络端口、未修复的系统补丁等薄弱环节，实施渗透攻击与恶意代码植入。例如，钓鱼邮件携带木马程序，一旦用户点击执行邮件，即可获取软件后台管理权限，进而对患者电子病历数据库进行窃取或篡改；勒索软件则通过加密关键业务数据，向医疗机构索要高额赎金，导致系统瘫痪与诊疗服务中断。而内部威胁表现在医疗人员操作失误或权限滥用可能引发数据安全事件，如误将包含患者隐私的数据包发送至非安全网络区域或因账号密码管理不善导致未授权用户访问系统。同时，部分软件仍采用安全性较低的传输

【作者简介】冯金玲（1980—），女，山东济南人，本科，工程师，研究方向：机械电气。

协议，如未加密的 HTTP 协议传输患者影像数据，容易被中间人攻击截取并篡改；即使使用 HTTPS 协议，若证书配置不当或加密算法存在漏洞，仍会导致数据传输过程中的机密性与完整性丧失^[2]。此外，软件设计缺陷更是长期潜伏的安全隐患，输入验证机制缺失会引发缓冲区溢出攻击，越权访问漏洞会导致低权限用户获取敏感操作权限，而会话管理漏洞则会被利用进行会话劫持，冒充合法用户执行恶意操作。

2 医疗器械 PC 端软件网络安全核心测试技术分析

2.1 渗透测试技术

2.1.1 黑盒测试的边界攻击实践

黑盒测试聚焦软件外部暴露面，通过模拟真实攻击场景验证边界安全性，测试人员利用 Nmap 等工具枚举开放端口与服务版本，针对 HTTP 接口实施 OWASP Top10 漏洞验证，如构造畸形 URL 触发路径遍历或通过 Burp Suite 篡改请求参数尝试越权访问。典型案例中，某影像管理软件因未限制 API 调用频率，被发现可通过自动化脚本暴力破解医生账号，存在暴露患者影像数据强制访问的风险。

2.1.2 白盒测试的代码级漏洞挖掘

白盒测试基于代码可读性优势，深入函数逻辑检测潜在缺陷，通过分析设备控制模块的 C 语言代码，可发现未对用户输入做长度校验的 strcpy 函数调用，存在缓冲区溢出风险。针对 Python 编写的后台服务，可定位未经验证的反序列化操作，防止恶意构造对象引发远程代码执行。结合 Coverity 等静态分析工具，能精准识别空指针解引用、竞争条件等底层代码问题，尤其关注多线程数据交互场景的同步机制漏洞。

2.1.3 灰盒测试的混合信息利用策略

灰盒测试结合部分系统设计文档与运行时状态，重点突破权限边界。例如，在测试医疗数据导出功能时，已知业务逻辑需调用加密中间件，可通过 Wireshark 抓取传输数据，验证 AES 加密密钥是否动态生成且符合国密标准。针对登录模块，利用已知的账号权限分级规则，构造跨角色权限调用请求，检测服务端是否缺失强制访问控制（MAC）机制，如普通护士账号能否绕过逻辑直接下载全院患者数据。

2.2 漏洞扫描技术

2.2.1 静态扫描的代码缺陷检测

静态扫描工具通过语法分析与规则匹配，在代码编译前识别结构性漏洞。SonarQube 可检测 SQL 语句硬编码问题，提示使用参数化查询防止注入攻击。针对医疗设备通信模块，需特别检查 DICOM 协议解析代码是否存在未处理的异常字段，避免恶意构造的畸形数据包导致程序崩溃。此外，对配置文件的扫描不可或缺，如 nginx.conf 是否禁用了 TRACEMethod，防止 HTTP 方法滥用引发的安全风险^[3]。

2.2.2 动态扫描的运行时漏洞验证

动态扫描在软件运行环境中模拟攻击行为，捕捉内存泄漏、逻辑错误等动态缺陷，可使用 OWASPZAP 对设备控制接口进行模糊测试，向串口通信函数发送随机字节流，观测是否出现缓冲区溢出导致的程序异常终止问题。针对 HTTPS 服务，通过模拟 TLS 握手失败场景，验证是

否存在降级攻击漏洞，如客户端能否被强制使用 SSLv3 协议，进而利用 POODLE 漏洞解密数据。

2.2.3 立体化扫描策略的实施路径

立体化扫描需构建“开发阶段—集成测试—上线前”的全周期扫描体系，在开发阶段采用 IDE 插件实时检测代码提交中的高危函数（如 C++ 的 std::getline 未指定长度限制）。集成测试阶段部署 Nessus 扫描器，重点检测第三方组件漏洞，如某版本 OpenSSL 的心脏出血漏洞。上线前结合人工验证，对扫描结果中的“误报”进行二次确认，避免因过度依赖工具导致关键漏洞漏检，如医疗专用协议解析模块的定制化漏洞需人工比对协议规范。

2.3 通信安全测试技术

2.3.1 数据加密传输的协议安全性验证

针对医疗数据传输，需验证 TLS 协议配置的合规性，可使用 SSL Labs 工具检测服务器支持的加密套件，禁用 RC4 等弱算法，确保证书链完整且未被吊销。在 DICOM 图像传输测试中，通过构造无效的 TLS 证书强制连接，观察软件是否具备证书校验熔断机制，防止中间人攻击篡改影像数据。同时，需测试加密性能，避免因 AES-GCM 算法调用异常导致的传输延迟影响设备控制实时性。

2.3.2 通信协议的合规性与健壮性测试

协议测试需对照 HL7FHIR、DICOM 等医疗标准，以 HL7 消息为例，故意构造缺少必选字段的异常消息，验证软件是否拒绝处理并记录日志。针对设备控制使用的 Modbus TCP 协议，模拟连续发送未认证的写寄存器指令，

检测是否触发访问控制机制，防止恶意设备伪造指令篡改治疗参数。此外，需验证协议版本兼容性，如旧版软件能否正确解析新版 DICOM 文件的加密元数据。

2.3.3 身份认证与访问控制的旁路攻击测试

在双因素认证（2FA）测试中，尝试绕过短信验证码机制，如通过拦截通信接口伪造验证码接收响应或利用会话固定攻击劫持已认证的会话。对于基于角色的访问控制（RBAC）系统，需验证权限边界是否清晰。例如，低权限的护士账号是否可通过修改 HTTP 请求中的用户 ID 参数，访问其他患者的诊断报告。此外，针对医疗软件的本地认证（如 Windows 登录集成），需检测是否存在缓存凭证泄露风险，如通过内存 dump 工具提取明文密码。在生物识别认证场景中，需测试指纹识别模块的抗伪造能力，使用硅胶指纹膜模拟非法身份验证，验证系统是否具备活体检测机制。

2.4 安全代码审计技术

2.4.1 自动化工具的规则化漏洞扫描

在 Java 开发的医疗信息系统中，Checkmarx 可检测不安全的反序列化漏洞（如使用 Apache Commons Collections 库的默认配置），此类漏洞会导致远程代码执行。针对 Python 代码，Bandit 工具可识别加密函数的不当使用，如使用 MD5 进行密码哈希存储。此外，针对医疗软件特有的数据脱敏模块，需定制化规则检测敏感信息（如身份证号、医保卡号）的脱敏策略，确保掩码处理符合 GB/T35273 等个人信息

保护标准，避免因正则表达式错误导致部分敏感字段未被过滤。自动化工具的输出需结合人工复核。例如，误报的“未使用 HTTPS”警告可能因测试环境配置差异产生，需排除环境因素干扰^[4]。

2.4.2 人工审计的逻辑漏洞挖掘

人工审计侧重业务逻辑缺陷，如预约系统的时间戳校验是否存在跨日漏洞，导致患者预约时间被错误覆盖；在设备校准功能中，检查是否缺少二次确认机制，防止未授权用户通过伪造 HTTP POST 请求触发设备参数重置。针对权限管理，需逐行审查 ACL（访问控制列表）配置，确认“只读账号”是否被错误赋予数据修改权限，尤其关注复杂业务流程中的权限传递逻辑，如实习生账号通过多级跳转获取管理员操作界面的漏洞。

2.4.3 代码缺陷的修复与防护体系构建

对于缓冲区溢出漏洞，需采用安全编码实践（如使用 strncpy 替代 strcpy），并启用编译器防护技术（如 GCC 的 -fstack-protector）。针对 SQL 注入风险，推广参数化查询（如 PreparedStatement）而非拼接 SQL 语句。修复完成后需进行回归测试，验证补丁是否引入新漏洞。例如，某 PACS 系统修复文件上传漏洞后，应测试是否导致合法 DICOM 文件无法正常导入。同时，构建持续集成/持续部署（CI/CD）管道中的安全门禁，将代码扫描工具集成至 Jenkins 流水线，强制要求漏洞修复率达到 100% 方可发布。此外，针对医疗行业的长期维护需求，需建立代码版本控制系统（如 Git）的安全分支策略，确保历史版本漏洞在补丁回退时可追溯。例如，为遗留系统创建独立的安全维护分支，定期同步通用漏洞库（CVE）的修复方案。

结语

医疗器械 PC 端软件的网络安全测试，是技术规范与医疗伦理的交汇点。通过渗透测试模拟攻击场景、漏洞扫描实现风险可视化、通信协议验证保障数据传输安全以及代码审计筑牢安全防线，可构建多层次防御体系。实践表明，将测试技术融入软件研发全流程，是应对网络威胁的有效途径。医疗行业需持续完善测试标准，推动技术创新与临床需求融合，实现安全与效率的平衡发展。^[5]

引用

[1] 吴王震,李敏.医疗器械PC端软件网络安全测试方法研究[J].电子质量,2025(2):19-22.

[2] 林香,侯建勋,古锐鹏,等.浅谈医疗器械软件网络安全[J].网络安全技术与应用,2024(8):109-110.

[3] 郝鹏飞,李庆雨,柴蕊,等.医疗器械软件信息安全现状分析[J].中国医疗设备,2023,38(7):120-123.

[4] 肖斌,陆晓琳.医疗器械的网络安全质量控制途径分析[J].中国设备工程,2023(10):247-249.

基于表面等离子体共振的光子晶体光纤液体浓度传感研究*

文◆西南科技大学数理学院

周奕伽

西南科技大学计算机科学与技术学院

张克非

引言

表面等离子体共振发生于电介质与金属的分界面上,由于该现象对金属膜表面的电解质折射率非常敏感,因此表面等离子共振传感器^[1-2]被广泛使用。2012年,E K Akowuah等^[3]对PCF传感器引入了模式同时检测的概念,为多分析物/多通道传感开辟了新思路。该传感器分辨率对于x和y模式的分辨率分别为 5×10^{-5} RIU和 6×10^{-5} RIU的分辨率。2015年,Zhen等^[4]提出了两种基于解析填充光子晶体光纤的新型等离子体高灵敏度折射率传感器,将金属金和银作为表面等离子体共振活性金属。该传感器的平均灵敏度分别为7040nm/RIU和7017nm/RIU,对于金层和银层的传感器,线性度几乎相同。2017年,Hasan等^[5]提出了一种基于金和铌纳米膜的等离子体传感器,传感器最大波长灵敏度和振幅灵敏度值分别为8000nm/RIU和1560RIU-1。2018年,周剑心等^[6]设计了一种新型基于光子晶体光纤结构的带隙表面等离子体共振传感器,可分辨出折射率差值在0.01以内的待测液体的浓度。2021年,田家国^[7]设计了一种准D型PCF-SPR传感器,折射率监测范围为1.21到1.32,最大灵敏度达到了12000 nm/RIU。

本文设计一种基于表面等离子体的新型光子晶体光纤传感器结构,可实现同时对两种液体浓度的检测。在乙二醇溶液和蔗糖溶液的检测试验中,其灵敏度为-1.6nm%和-1.08nm%,拟合曲线线性度为0.99533和0.99795,实现了一种宽检测范围、高传感特性和溶液浓度检测的新型PCF-SPR传感器。

1 理论分析与模型建立

1.1 溶液折射率与浓度的关系

对于浓度较小的溶液,根据电磁场理论、洛伦兹理论、光强定义以

及朗伯—比尔定律,可得出溶液浓度与其折射率之间的关系式^[8],如式(1)所示。

$$\delta \approx \frac{4\pi\gamma\omega}{\alpha\lambda(\omega_0^2 - \omega^2)} n - \frac{4\pi\gamma\omega}{\alpha\lambda(\omega_0^2 - \omega^2)} + \frac{\pi\gamma\omega}{2\alpha\lambda(\omega_0^2 - \omega^2)} \frac{N_2 e^4 (\omega_0^2 - \omega^2)^2 - \gamma^2 \omega^2}{\epsilon_0^2 m^2 (\omega_0^2 - \omega^2 + \gamma^2 \omega^2)^2} \quad (1)$$

1.2 模型建立

本文提出了双液体检测的光子晶体光纤表面等离子体共振传感器,光纤包层填充材料为二氧化硅,在纤芯与传感通道之间的小空气孔用来降低局部二氧化硅的平均折射率,直径大小为 $d_1=0.7\mu\text{m}$ 。气孔设计为方形晶格结构,相邻两个气孔之间距离为 L ,稍大空气孔直径为 $d_2=1\mu\text{m}$ 。4个大圆总体呈“十”字排布,其中两个大圆填充空气,直径为 $d_4=1.6\mu\text{m}$,另外两个为液体传感通道,并在内沉积了厚度为 t_1 和 t_2 的金属层,以激发表面等离子体共振现象。

包层材料二氧化硅的折射率是随入射光波长变化而变化的变量,其折射率为^[9]如式(2)所示。

*【基金项目】:国家级大学生创新创业训练项目(S202110619042)、2021—2023四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(JG2021-882)

【作者简介】周奕伽(2003—),女,四川达州人,本科,研究方向:光通信工程。

【通讯作者】张克非(1968—),男,四川剑阁人,本科,副教授,研究方向:计算机网络、光通信工程。

$$n^2 = 1 + \frac{A_1 \lambda^2}{\lambda^2 - B_1^2} + \frac{A_2 \lambda^2}{\lambda^2 - B_2^2} + \frac{A_3 \lambda^2}{\lambda^2 - B_3^2} \quad (2)$$

式(2)中, n 为随入射波长 λ 变化的二氧化硅折射率, Sellmeier 常数分别为 $A_1=0.6961663$ 、 $A_2=0.4079426$ 、 $A_3=0.8974794$ 、 $B_1=0.0684043$ 、 $B_2=0.1162414$ 、 $B_3=9.896161$ 。

满足相位匹配条件后, 金作为传感材料更加容易激发 SPR 效应, 考虑到传感器性能稳定和加工难度与成本, 选用金作为激发表面等离子体共振的金属材料, 介电常数的表达式^[10]如式(3)所示。

$$\varepsilon_{Au}(\omega) = \varepsilon_{\infty} - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + i\omega\omega_r} \quad (3)$$

当入射光波矢和 SPW 波矢相等时, 会发生谐振, 产生 SPR 现象, 利用 COMSOL 仿真软件对光子晶体光纤进行仿真, 通过数值计算得到其由复数形式表达的基膜折射率如式(4)所示。

$$n_{eff} = \text{Re}(n_{eff}) + i\text{Im}(n_{eff}) \quad (4)$$

由式(4)可知, 限制损耗与入射波长有关, 即不同波长对应不同的限制损耗。

2 模型参数分析与优化

通过改变传感器的某些参数进行计算, 并绘制损耗图谱, 分析这些参数对传感器的影响, 最后得到传感性能最佳的结构参数。

2.1 不同金属厚度对传感器的影响

当 $L=2.6\mu\text{m}$ 、 $d_1=0.7\mu\text{m}$ 、 $d_2=1\mu\text{m}$ 、 $d_3=1.6\mu\text{m}$ 、 $d_4=1.6\mu\text{m}$ 时, 在 $t_1=40\text{nm}$ 、 t_2 分别为 35nm 、 40nm 、 45nm 时对 x 偏振与 y 偏振的损耗光谱图进行分析。

由分析可知, 两者的损耗图

谱存在着明显差异。当 $t_1=40\text{nm}$ 不变, t_2 从 35nm 增加到 45nm 时, x 偏振方向的共振波长逐渐蓝移, 即向短波长方向移动, 且损耗峰也逐渐降低; 而 y 偏振方向的损耗峰与共振波长几乎没有变化, 即改变 t_2 的大小仅仅会影响 x 偏振方向的损耗图谱, 而 y 偏振方向与 t_2 的变化无关, 故可说明两个模式之间并未出现串扰的情况。

同理, 在 $t_2=40\text{nm}$ 时, t_1 分别为 35nm 、 40nm 、 45nm 时对 x 偏振与 y 偏振的损耗光谱图进行分析。两个模式之间也并未出现串扰的情况。

2.2 不同空气孔间距对传感器的影响

基于 $d_1=0.7\mu\text{m}$ 、 $d_2=1\mu\text{m}$ 、 $d_3=1.6\mu\text{m}$ 、 $d_4=1.6\mu\text{m}$ 、 $t_1=40\text{nm}$ 、 $t_2=45\text{nm}$ 进行仿真, 仿真了空气孔间距分别为 $L=2.4\mu\text{m}$ 、 $L=2.6\mu\text{m}$ 、 $L=2.8\mu\text{m}$ 时的损耗图谱。

随着空气孔间距的增大, 共振波长都向右移动, 但损耗峰值几乎不发生变化。这是由于空气孔间距越大, 被限制在纤芯的能量越强, 而导致基膜与等离子体膜的耦合增强。综合参数选择要求, 最后选择 $L=2.8\mu\text{m}$ 。

2.3 待测溶液通道大小对传感器的影响

基于 $L=2.8\mu\text{m}$ 、 $d_1=0.7\mu\text{m}$ 、 $d_2=1\mu\text{m}$ 、 $d_4=1.6\mu\text{m}$ 、 $t_1=t_2=40\text{nm}$ 进行仿真。仿真了两个待测溶液通道大小同时分别为 $d_3=1.4\mu\text{m}$ 、 $d_3=1.6\mu\text{m}$ 、 $d_3=1.8\mu\text{m}$ 时的损耗图谱。

随着 d_3 的增大, 共振波长发生红移, 同时损耗峰值也逐渐增大, 即 SPR 效应增强, 这是由于待测液体通道越大, 所镀金属可暴露在光场的面积也越大, 在激发 SPR 之后, 导致基膜与等离子体膜的耦合增强, 故被限制在纤芯的能量越弱。综合参数选择要求, 最后选择 $d_3=1.4\mu\text{m}$ 。

通过绘制不同条件下损耗值随波长变化的曲线, 初步证明 x 、 y 模式在传感时互不影响, 分别确定最佳结构参数 $t_1=40\text{nm}$ 、 $t_2=45\text{nm}$ 、 $L=2.8\mu\text{m}$ 、 $d_3=1.4\mu\text{m}$ 后, 两个偏振方向的有效折射率与损耗图随波长而变化, 表明了共振波长处光纤内反射光的能量大幅地耦合到表面等离子体波中, 使得损耗最大。

3 仿真实验与数据分析

上文对不同条件下的损耗图谱进行了分析, 得到最佳结构参数 $t_1=40\text{nm}$ 、 $t_2=45\text{nm}$ 、 $L=2.8\mu\text{m}$ 、 $d_3=1.4\mu\text{m}$, 下面在改变两种分析物浓度的情况下进行模拟仿真, 选择乙二醇溶液和蔗糖溶液作为分析物, 并将 x 偏振用于乙二醇溶液的检测, y 偏振用于蔗糖溶液的检测。

当设置蔗糖溶液浓度 c_1 为 10% 时, 乙二醇溶液浓度 c_2 以 5% 的步长逐步由 0% 增长到 15% 。当 c_1 一定、 c_2 逐渐增大时, 仅 x 偏振方向的共振波长蓝移, 损耗峰值略微减小; 而 y 偏振的共振波长几乎不变。

当设置乙二醇溶液浓度 c_2 为 10% 时, 蔗糖溶液浓度 c_1 以 5% 的步长逐步由 0% 增长到 15% 。当 c_2 一定、 c_1 逐渐增大时, 仅 y 偏振方向的共振波长蓝移, 损耗峰值略微减小; 而 x 偏振的共振波长几乎不变。

该传感器 x 偏振可用于乙二醇溶液的检测, y 偏振可用于蔗糖溶液的检测, 且二者在同时检测时, 不会发生模间相互影响。

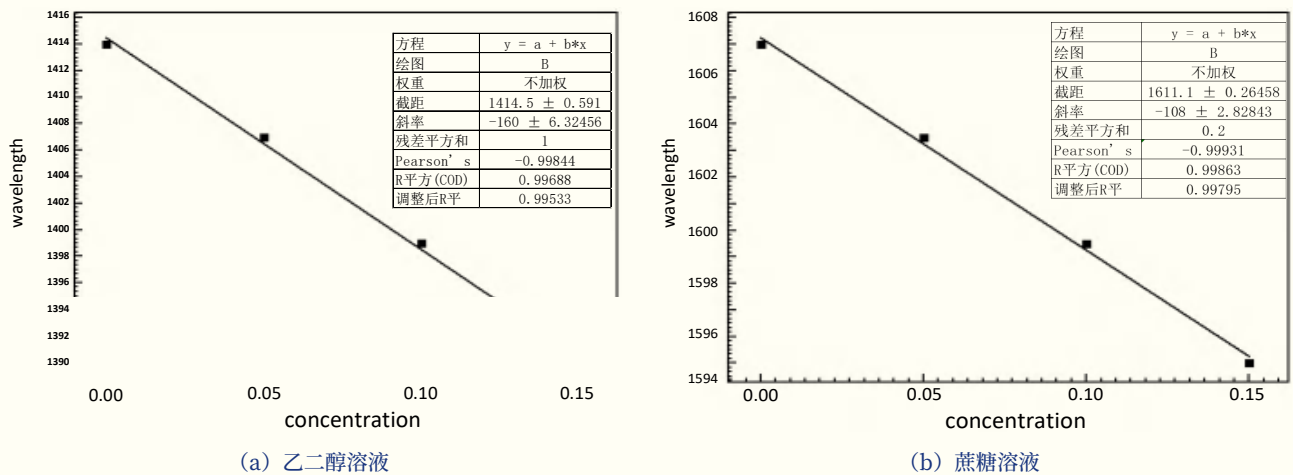


图1 不同液体浓度下的损耗峰值波长变化拟合曲线

当相应溶液浓度变化时，会导致共振波长的移动，通过分析液体浓度变化量以及损耗峰值的偏移的关系得出相应溶液的检测灵敏度。

不同液体浓度下的损耗峰值波长变化拟合曲线如图1所示，展示了两液体的浓度与损耗峰值的关系，拟合后可得两条曲线的斜率，在一定浓度范围内，其拟合曲线线性度极高，接近于1。

结语

构建一种新型方形晶格的双液体检测的光子晶体光纤表面等离子体共振传感器，其中设计的两个传输通道呈90°排列用来减小模间串扰的影响，使传感器对两种液体检测时两个方向的偏振互不干涉，基于最佳参数，可满足工业等领域的测量需求。

引用

[1] Homola J,Yee S S,Gauglitz G. Surface Plasmon Resonance Sensors[J]. Sensors and Actuators B:Chemical,1999,54(1-2):3-15.

[2] Chen Y,Ming H.Review of Surface Plasmon Resonance and Localized Surface Plasmon Resonance Sensor[J]. Photonic Sensors,2012,2(1):37-49.

[3] Akowuah E K,Gorman T,Ademgil H,et al.Numerical Analysis of a Photonic Crystal Fiber for Biosensing Applications[J].IEEE Journal of Quantum Electronics,2012,48(11):1403-1410.

[4] Zhenkai F,Shuguang L,Qiang L,et al.High Sensitivity of Refractive Index Sensor Based on Analyte-Filled Photonic Crystal Fiber With Surface Plasmon Resonance[J].IEEE Photonics Journal,2015,7(3):1-9.

[5] Rabiul M H,Sanjida A,Kawsar A,et al.Plasmonic Refractive Index Sensor Employing Niobium Nanofilm on Photonic Crystal Fiber[J].IEEE Photonics Technology Letters,2018,30(4):315-318.

[6] Zhou J X,Liu S,Wei L.Design of a Novel Photonic Crystal Fiber Sensor and Theoretical Study of Liquid Concentration Detection[J].Chinese Journal of Lasers,2018,39(4):68-72.

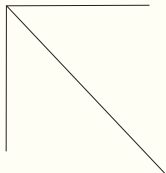
[7] Tian J.Design and Characteristics of Photonic Crystal Fiber Sensor

Based on Surface Plasmon[D]. University of Electronic Science and Technology of China,2021.

[8] Zhang Z W,Yin W F,et al. Theoretical and Experimental Study on the Relationship Between Solution Concentration and Refractive Index[J].Journal of North University of China,2009, 30(3):281-285.

[9] Yu X,Zhang Y,Pan S, et al.A Selectively Coated Photonic Crystal Fiber Based Surface Plasmon Resonance Sensor[J]. Journal of Optics,2010,12(1):015 005(4pp).

[10] Gao D,Guan C,Wen Y,et al.Multi-hole Fiber Based Surface Plasmon Resonance Sensor Operated at Near-infrared Wavelengths[J].Optics Communications, 2014,94-98.



OBE 理念导向的 数字化教学评价体系设计*

文◆广东白云学院 尚徐艳 李景秀

引言

2025 年,《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》明确提出实施国家教育数字化战略。教育数字化是指通过信息技术与教育的深度融合,推动教育理念、教学模式和教育治理整体性变革,实现教育资源的优化配置和教学质量的全面提升。在教育理念的演进过程中,成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE)逐渐成为全球教育改革的重要方向。其核心在于以学习产出为中心来组织、实施和评价教育。评价环节聚焦学习成果,构建多元和梯次的考评体系,为 OBE 体系持续改进提供依据。传统的教学评价方式难以契合 OBE 理念对过程性评价与个性化反馈的要求,削弱了教学评价的测量效度和改进实效^[1]。通过数字赋能,教学评价提质增效具备了新的实现路径^[2],本文从 OBE 导向下数字化评价体系的设计原则出发,搭建评价框架,旨在推动教学评价的多元化、阶梯化、个性化,充分发挥教学评价的监测和调节作用,提高 OBE 教学理念的实施成效。

1 OBE 理念导向的数字化教学评价体系设计原则

1.1 个体成长与整体评估相统一

数字化赋能下,教学评价应在整体评估基础上,突出对学生个体差异的尊重和个性化需求的回应,促进学生全面成长。教学评价体系应充分利用大数据分析、人工智能、云计算等技术,收集和分析学生在学习过程中产生的各类数据,建立个性化学习成长档案^[3]。通过深入挖掘档案数据,教师可以了解学生的学习风格和特点,提前干预潜在的学习困难,为学生提供个性化学习路径。此外,数字化教学评价体系也要关切同一主体在不同阶段的需求变化。

1.2 质性分析与量化测度相协同

数字化教学评价方式应实现从侧重定量评价转向定性评价与定量评价结合。当前 OBE 课程体系中实证研究范式下的教学评价具备量化清晰、操作客观的特点,然而量化评价难以记录课堂中的情感交流、即时反馈等非结构化互动,忽视学习过程中的隐性成长,无法充分解释产出结果“如何达成”^[4]。数字化教学评价能够识别情感变化趋势等质性数据,兼容“输出—过程”双维度,平衡量化与质性评价。

1.3 管理监督与持续改进相并行

当前教学评价及其结果主要表现为离散的片段化数据,对教学全流程信息的归纳整理、解读分析、总结反馈、激励应用不足。数字化教学评价体系需要借助数字技术共享、提取、整合评价数据,将多元主体、多维指标、多阶段评价信息梳理形成师生个人的综合教学评价报告,结合专业深度解析,提出结论和建议,使评价结果更有实践指导意义。此外,鼓励将评价结果应用于教学改进、教学竞赛、教改项目等方面,拓展教学评价结果的应用范围。

2 OBE 理念导向的数字化教学评价体系设计框架

结合 OBE 视域下数字化教学评价体系的设计原则,搭建多层级教学评价体系框架,发挥数字化技术的优势,全面提高评价的科学性、准确性,使教学评价服务于教学质量改进与提升,服务于师生个体发展与成长。

*【基金项目】广东省教育评估协会 2023 年课题“OBE 理念导向的数字化教学评价体系设计”(BDPG23112)

【作者简介】尚徐艳(1989—),女,河北石家庄人,硕士研究生,讲师,研究方向:国际贸易、跨境电商、教研教改。

表 1 评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	权重（三级指标）	评价方式
1. 价值引领（18%）	1.1 培养使命（50%）	立德	50%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		树人	50%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
	1.2 培养目标（50%）	匹配需求	63%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		核心课程目标覆盖率	28%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		动态调整机制	9%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
2. 师资水平（12%）	2.1 师资结构（30%）	学历结构	32%	客观指标：统计数据
		职称结构	56%	客观指标：统计数据
		年龄结构	12%	客观指标：统计数据
	2.2 师资数量（30%）	师生比	100%	客观指标：统计数据
	2.3 教学能力与专业素养（20%）	教学成果	100%	客观指标：统计数据
	2.4 支持与激励机制（20%）	教学培训	30%	客观指标：统计数据
		学术交流	30%	客观指标：统计数据
3. 教学资源（12%）	3.1 课程体系（50%）	教学质量奖励制度	40%	主观指标
		课程思政	31%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		数字化课程	21%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		实践课程	26%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		跨学科课程	9%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		企业合作课程	13%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
	3.2 教材（25%）	教材审核制度	20%	主观指标
		马工程 / 规划教材	40%	客观指标：统计数据
		数字教材	40%	客观指标：统计数据
	3.3 教学平台（25%）	实验室	33%	客观指标：统计数据
		实践基地	33%	客观指标：统计数据
		数字化教学平台	17%	客观指标：统计数据
4. 教学过程（23%）	4.1 第一课堂（60%）	创新创业平台	17%	客观指标：统计数据
		教学管理	20%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		课程教学	40%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
	4.2 第二课堂（40%）	实践教学	40%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		创新与学科竞赛	50%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
5. 教学保障（12%）	5.1 教学管理（60%）	课外活动	50%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		教学管理制度健全性	16%	主观指标
		教学计划执行情况	54%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
	5.2 教学设施（40%）	教学质量监控与反馈	30%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		教学场地与设备适应性	60%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		图书资料与信息资源丰富性备	20%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
6. 学生成长（23%）	6.1 综合能力（27%）	信息化教学环境建设	20%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		信息获取及信息技术应用能力	50%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
	6.2 专职能力（36%）	团队合作能力	50%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		学科知识	7%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		应用能力	42%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		创新能力	18%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		沟通表达能力	24%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		国际视野	9%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
	6.3 从业道德素养（17%）	人文底蕴	25%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		科学精神	25%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		职业素养	50%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
	6.4 持续发展能力（9%）	学习发展	100%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
	6.5 就业发展（11%）	就业率	35%	客观指标：统计数据
		就业质量	24%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		升学率	17%	客观指标：统计数据
		学生满意度	14%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得
		用人单位认可度	11%	客观指标：通过学生、教师的问卷调查获得

2.1 评价目标层

构建三层递进式目标体系，首先是宏观目标，支撑专业人才培养目标的达成，通过评价学生整个学习阶段的表现，确保其在毕业时具备专业所需的综合能力和素养。其次是中观目标，聚焦课程教学目标的实现，针对每门课程设定的知识、技能和素养目标，衡量学生是否达到预期学习成果。最后是微观目标，追踪学生个体学习过程中的阶段性成果，及时发现学习问题，为个性化教学提供依据。

2.2 评价指标层

在目标层指引下，构建三级评价指标体系，将定性与定量数据、过程与结果数据有机结合，全面客观反映教学情况。评价指标体系如表 1 所示。

本文采用层次分析法（AHP）确定各个指标的权重，具体步骤如下^[5]。

（1）步骤 1：构造判断矩阵。邀请专家对各层级之间指标的重要性进行打分，并且依据表 2 给出的判断矩阵标度，采用全部打分结果构造判断矩阵。

（2）步骤 2：一致性检验。受知识水平与经验判断等因素影响，各专家对指标重要性判断存在差异，最后得出的判断矩阵往往不具有完全一致性。因此，需检验判断矩阵与完全一致性存在多大差距，当判断矩阵具有完全一致性时，其最大特征值为 $\lambda_{\max}=n$ 。本文采用式（1）和式（2）进行一致性检验。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \tag{1}$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{2}$$

式（1）中， $\lambda_{\max}$ 为判断矩阵的最大特征值；式（2）中， RI 为

表 2 判断矩阵标度

a_{ij}	含义
1	表示两个指标相比，具有相同重要性
3	表示两个指标相比，前者比后者稍重要
5	表示两个指标相比，前者比后者明显重要
7	表示两个指标相比，前者比后者强烈重要
9	表示两个指标相比，前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述相邻判断的中间值
$1/a_{ij}$	若指标 i 与指标 j 的重要性之比为 a_{ij} ，那么因素 j 与因素 i 重要性之比

随机一致性指标， CR 为一致性比例。当 $CR < 0.1$ 时，认为判断矩阵具有较好的一致性，计算出的指标权重可以接受。

（3）步骤 3：计算各指标权重。本文采用公式（3）计算权重。

$$W_i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}} \tag{3}$$

最后，通过上述步骤，计算出每个指标对应的权重，最终得出评价指标体系如表 1 所示。

2.3 评价反馈层

教学反馈服务于师生成长和教学持续改进。通过学习成果画像，对标毕业要求展示其优势与不足，便于学生有针对性地规划学习重点。根据实时数据，推荐个性化学习资源，动态调整评价指标，实现个性化、差异化评价。教师可通过评价结果回溯教学过程，核验“目标—教学—评价”的反向设计是否具有 consistency。对专业而言，自动生成专业 OBE 达成度报告，分析毕业要求达成情况，结合历史数据，为修订人才培养方案提供数据支撑。

结语

教学评价数字化为提升 OBE 理念的实践效果提供了可能。探索如何深入推动数字技术与教学评价深度融合是重要课题，既要充分发挥数字技术的优势，又要兼顾教育主体的需求和教学活动的规律。因此，本文提出了 OBE 理念下教学评价数字化设计框架，以期将数字技术融入教学评价各层面，以数字技术赋能教学实践，提高人才培养质量，推动立德树人根本任务的实现。

引用

[1] 张男星,张炼,王新风,等.理解OBE:起源、核心与实践边界——兼议专业教育的范式转变[J].高等工程教育研究,2020(3):109-115.
[2] 王艳,温容.基于OBE理念的数字赋能教学质量评价体系研究[J].西部素质教育,2023,9(16):5-8.
[3] 赵幸,卜怡凡.数字化赋能高校教学评价转型的表征样态、现实挑战及实现路径[J].教育评论,2024(4): 31-39.
[4] 赵磊磊,蒋馨培,代蕊华.内在主义技术伦理:教学评价智能化转型考量[J].中国远程教育,2023,43(1):40-48.
[5] 姜晓萍,张伟科.新文科理念下高校教学质量评价体系构建研究[J].中国大学教学,2023,(10):75-81.

信息技术助力劳动课程体系改革*

——以药品经营与管理专业为例

文◆红河卫生职业学院 陈建雯

引言

随着教育数字时代的到来，高职院校劳动教育的数字化转型已成为必然，在劳动教育课程体系中融入数字技术，有重要的价值和意义。为深入推动高职院校专业劳动教育数字化转型，本文以红河卫生职业学院药品经营与管理专业数智融合劳动教育实践路径探索，构建可复制的劳动教育模式，对高职院校劳动教育数智改革提供借鉴。

1 劳动课程体系建设现状

当前高职高专劳动课程体系建设虽在政策推动下取得一定进展，但在实践中仍面临多维度挑战，具体表现为以下3个方面。

(1) 认知与实践脱节问题突出。部分院校对劳动教育的理解存在偏差，将其窄化为“体力劳动实训”，课程内容中简单重复的体力活动占比过高，与专业技能培养脱节明显。这种“为劳动而劳动”的模式导致学生对劳动教育的价值认同度低，劳动观念普遍薄弱，难以将劳动实践与职业发展建立关联。(2) 课程体系与现代劳动需求脱节。课程内容陈旧固化，仍以传统工业劳动为主，对数字经济时代的新型劳动形态覆盖不足，与产业升级和技术变革的适配性较差。(3) 评价机制与师资队伍存在短板。评价体系“重形式轻内涵”，主要依赖“劳动时长”“参与次数”等量化指标，对学生劳动态度、责任意识、创新能力等核心素养的评估缺失，难以全面反映劳动教育成效。

总体而言，当前高职高专劳动课程体系尚未形成“理念先进、内容适配、机制健全”的建设格局，需在课程体系构建、内容革新、评价优化和师资强化等方面突破瓶颈。

2 药品经营与管理专业课程体系与劳动课程体系的结合现状

当前药品经营与管理专业课程体系与劳动课程体系的结合，呈现出“政策引导下的初步融合、实践载体较明确但系统性不足”的特点，具

体表现如下。一是政策驱动下的目标融合初步显现。部分院校在专业培养目标中明确纳入劳动教育要求，部分院校通过医药职业道德、健康教育等拓展课程，尝试将劳动价值观融入专业教学。二是实践教学成为劳动教育的主要载体。利用校内实训场景化、校外岗位实习深度参与、实践学时占比突出优化。但呈现出融合瓶颈——课程体系构建以及系统性与评价机制待突破。

此外，药品经营与管理专业课程体系与劳动课程体系的结合，是基于行业特殊性、专业培养目标与劳动教育本质要求的内在统一。(1) 行业合规性与责任意识培养的必然要求。药品经营与管理专业直接服务于医药健康产业，其核心职责是保障药品质量安全与公众用药权益，行业法规对从业人员的合规操作、责任意识、职业伦理有刚性要求。劳动课程体系强调“劳动态度与价值观”培养，二者结合可通过“真实劳动场景中的合规实践”，将抽象的法规条款转化为

*【基金项目】云南省教育厅科学研究基金项目“大健康视域下药品经营与管理专业劳动教育融入专业教育提质培优培养体系实践路径探究”(2022J1643)；2022年度云南省职业教育现代学徒制人才培养项目“红河卫生职业学院药品经营与管理专业”(云教发〔2023〕30号)；云南省第一批职业教育教师教学创新团队项目“红河卫生职业学院药学专业团队”

【作者简介】陈建雯(1987—)，女，云南开远人，硕士，副教授，研究方向：药学类专业建设工作及课程建设、项目建设管理。

学生的职业行为准则，避免“纸上谈兵”式的理论学习，从根本上筑牢医药行业“安全第一”的劳动底线。（2）专业技能与职业劳动能力融合的实践需要。药品经营与管理专业的核心课程聚焦“药品流通全链条的技术与管理能力”，而劳动课程体系的本质是“通过实践培养劳动素养与技能”。二者结合可实现“专业技能训练”与“职业劳动体验”的深度绑定。（3）“德技并修”人才培养目标的内在驱动。高职院校是面向服务、管理、生产一线职业岗位，培养具备较高职业技能和职业操守的应用型专门人才的学校，是输送社会主义劳动者的主渠道^[1]，以“培养高素质技术技能人才”为核心，强调“德技并修、工学结合”。劳动课程体系是“德育”与“技育”融合的重要载体，而药品经营与管理专业的服务对象是“人”，更需兼具“精湛技能”与“人文关怀”。医药职业教育在云南省红河州的办学规模、人才培养质量、服务发展能力都得到明显提高，但人才培养“两张皮”的问题仍然存在^[2-3]。二者结合可通过“劳动场景中的价值塑造”，将工匠精神、服务意识、团队协作等劳动素养融入专业教学，避免专业课程陷入“只教技能、不育品德”的误区，最终实现“技术过硬、品德高尚”的医药行业人才培养目标。

药品经营与管理专业课程体系与劳动课程体系的结合，既是行业安全责任、专业实践需求、人才培养目标的必然要求，也是适应行业劳动形态变革的现实选择，最终实现“专业技能、劳动素养、职业精神”三位一体的高素质医药经营管理人才培养。

3 药品经营与管理专业课程体系中数字化专业劳动教育课程体系设计

3.1 药品经营与管理专业课程体系在数字化劳动教育方面的问题

结合药品经营与管理行业数字化转型趋势以及专业培养目标，当前课程体系在数字化劳动教育方面存在以下核心问题。（1）课程内容与行业数字化需求脱节。首先，技术覆盖不足。现有课程体系以传统医药管理和基础药学知识为主，对数字化工具与技术应用的教学不足。其次，政策与技术融合缺失。随着 GSP（药品经营质量管理规范）数字化升级，课程对数字化合规管理的教学仍停留在理论层面，未结合实际监管平台（如国家药品追溯协同服务平台）开展实操训练。（2）实践教学环节数字化程度低。首先，实训场景滞后。多数院校仍依赖模拟药房、传统 ERP 软件开展实训，缺乏虚拟仿真技术（如 VR 智能药房运营）、真实企业数字化系统接入（如医药电商 O2O 平台、医院 HIS 系统）的沉浸式训练。其次，数据驱动能力培养薄弱。培养目标中虽要求“具备医药市场信息收集与分析能力”，但课程未强化数据清洗、可视化工具（如 Tableau）、预测模型搭建等核心技能，导致学生难以应对行业对“数字化决策”的需求。（3）师资与教材体系数字化转型滞后。首先，存在“双师型”教师缺口。现有教师多具备医药学或管理学背景，但缺乏数字化项目实战经验，难以指导学生掌握前沿技术工具。其次，教材内容更新缓慢。教材仍以传统案例为主，未纳入互联网医疗等新业态、新政策相关的数字化实践内容。

3.2 数字化专业劳动教育课程体系设计方向

针对上述问题，结合行业数字化转型与专业劳动教育目标，课程体系设计需从“内容—实践—支撑”三维度发力，构建适配行业需求的数字化劳动教育体系。（1）课程内容：构建“行业需求导向”的模块化课程群。围绕药品经营全流程数字化场景，划分三大核心模块。一是数字化合规管理模块，二是数字化运营模块，三是数据驱动决策模块。（2）实践教学：打造“虚实结合”的分层实践体系，构建“基础实训—综合实训—企业实战”三级实践链条。（3）支撑体系：推进“双师型师资+动态教材”建设。师资方面，建立“校企互聘”机制。教材方面，编写“活页式”数字化教材，按季度更新行业政策、企业案例，配套线上资源库，实现教材内容与行业发展同步迭代，为数字化劳动教育提供核心支撑。

4 数字化专业劳动教育课程体系构建

4.1 劳动教育课程体系目标确定

确定五维度数字化目标。一是积极树立马克思主义劳动价值观，搭建数字化思政课程体系模块。二是积极培养职业素养与劳动伦理，搭建数字化公共基础课程模块、数字化专业基础课程模块以及专业课程模块。同时，进行技能整合，设计“三阶梯”，即“基础技能—综合能力—安全规范”层层递进。三是在课程模块建设中融入创新与可持续发展理念。

4.2 劳动教育课程体系构建

药品经营与管理专业劳动课程体系构建按照思政模块引领、公共基础课程强基、专业课程赋能模式建设。

表 1 数字化思政课程体系模块

模块	具体内容	数字化手段应用
课程目标	1. 知识目标：掌握专业知识同时，理解劳动教育价值观内涵和劳动精神意义。2. 能力目标：培养学生增强劳动实践和创新能力。3. 素质目标：树立正确劳动观念等劳动精神。	大数据分析、在线学习平台设置目标达成度测评
课程理念	将劳动教育价值观融入专业教学全过程、结合专业特色和数字化发展趋势开展教学、知行合一，培养学生劳动精神。	虚拟教研室开展理念研讨、社交媒体收集学生反馈
课程内容	1. 专业课程：介绍劳动者奋斗故事，培养职业精神。2. 劳动实践课程：药品盘点等实践，亲身体验劳动。3. 思政专题课程：劳动教育专题讲座，邀请行业劳模分享经验。	慕课、微课、虚拟现实（VR）技术模拟劳动场景
学业质量	1. 考核指标：专业知识、劳动实践技能、劳动精神和价值观等。2. 考核方式：线上线下结合。3. 评价主体：多元。	利用教学管理系统、人工智能算法进行学业质量分析和预警

表 2 数字化公共基础课程模块

模块	具体内容	数字化手段应用
课程目标	树立劳动的科学态度，强化规范意识、效率观念，培养创新精神。	大数据分析学生学习起点与目标差距，精准调整课程目标
课程内容	例如：语文：选取药品说明书撰写，培养学生文字表达的规范性与准确性。	在线课程平台、虚拟仿真软件模拟药品经营管理场景
教学方法	1. 项目式学习：以药品市场调研项目，让学生在实践中遵循规范、提高效率。2. 案例教学：分析药品行业劳动模范案例，培养科学态度与创新精神。3. 小组合作学习：通过小组药品宣传策划，增强团队协作与规范意识。	学习管理系统、在线讨论工具开展案例分析与小组交流
考核评价	1. 过程性考核：包括课堂表现、作业完成情况，重点考察规范意识与效率。2. 终结性考核：以笔试、实践操作。3. 评价主体多元化。	教学平台自动记录与统计学生过程性数据、人工智能辅助批改客观题
资源建设	1. 数字化教材。2. 教学案例库。3. 试题库	云存储实现资源共享与更新、运用人工智能技术实现智能组卷与试题推荐

表 3 数字化专业基础课程及专业课程模块

模块	具体内容	数字化手段应用
课程目标	1. 专业基础课程目标：掌握专业基础理论知识，具备基本专业技能，通过项目式学习和劳动情境培养劳动意识与规范操作能力。2. 专业课程目标：深入理解专业核心知识，运用知识解决实际问题，真实劳动任务中提升创新能力和职业素养。	大数据分析、在线学习平台展示
课程内容	1. 专业基础课程：开展药物制剂识别项目，创设家庭小药箱整理情境；进行人体生理指标测量项目，模拟社区健康服务情境。2. 专业课程：“医药市场营销实务”，开展药品市场调研项目，以校园周边药店为情境；“物流管理”，进行药品仓储规划项目，模拟企业仓库管理情境。	虚拟仿真软件、在线资源平台
教学方法	1. 项目式教学：教师布置项目任务，学生分组完成。2. 实践教学：增加实验室操作、企业参观实习等动手环节。3. 情境教学：创设日常生活劳动情境。	学习管理系统、直播平台
考核评价	1. 过程性考核：包括项目完成情况、课堂表现等，评价劳动态度和规范。2. 终结性考核：以笔试、项目成果展示等检验知识掌握和综合能力。3. 评价主体多元化。	教学平台自动记录学生过程性数据、人工智能辅助批改
资源建设	1. 数字化教材：动画、案例、互动练习的电子教材。2. 项目案例库：收集药品经营与管理各类项目案例。	云存储、人工智能技术

（1）数字化思政课程体系模块。在课程目标、理念、内容和学业质量等方面渗透劳动教育价值观和劳动精神等教育内容（见表 1）。

（2）数字化公共基础课程模块。注重培养学生劳动的科学态度、规范意识、效率观念和创新精神等教育内容（见表 2）。

（3）数字化专业基础课程及专业课程模块。在专业基础课程以及专业课程中开展项目式学习活动，增加动手做的教学环节，创设日常生活劳动情境，设计真实劳动任务（见表 3）。

结语

高职药品经营与管理专业劳动教育的数智化转型，是破解当前课程认知脱节、内容滞后、评价单一等问题的关键路径。红河卫生职业学院通过构建“思政引领—基础强基—专业赋能”的三维数字化劳动课程体系，以模块化内容适配行业需求、分层实践强化能力、双师教材提供支撑，实现了专业技能、劳动素养与职业精神的协同培养。该实践既契合医药行业合规性、数字化发展要求，也为高职专业劳动教育数字化改革提供了可复制的模式参考。未来需进一步深化校企协同，持续迭代课程

内容与技术应用，助力高素质医药经营管理人才培养，推动高职劳动教育高质量发展。

引用

[1] 嵇娥.新时代高职劳动教育的意义、特点及内容研究[J].现代职业教育,2021(30):36-37.

[2] 范高福,刘修树,胥振国,等.基于高等职业教育生物医药类专业人才培养实践教学体系的改革与探索[J].中国药房,2017,28(12):1718-1721.

[3] 马欣悦,石伟平.高职扩招背景下职业教育人才培养课程体系的审视与变革[J].现代教育管理,2021(4):121-128.

基于机器视觉和改进 PID 的 动车组行李机械臂智能码放控制研究

文 ◆ 兰州交通大学自动化与电气工程学院 姜文林 瞿莉丽

引言

伴随着高速铁路的进一步发展，动车组行李处理系统自动化和智能化需求日益紧迫。以往传统的行李码放方式是以人工操作方式为主，效率较低，同时也面临着诸多安全隐患。为了进一步提升行李处理的自动化水平和作业效率，应结合实际情况开发一种基于机器视觉和改进 PID 控制算法的动车组行李机械臂智能码放控制系统。机器视觉技术是人工智能领域中非常重要的方面，呈现出了高速度且高精度的特征，在工业自动化领域中得到了广泛应用。通过引入机器视觉技术，能够精准识别和定位行李，为机械臂的精准抓取和码放提供重要的数据支撑。基于此，本文研究了机器视觉和改进 PID 的动车组行李机械臂智能码放控制系统，以供参考。

1 研究背景和现状

1.1 研究背景

(1) 动车组行李管理的需求与挑战。随着我国高铁网络的快速发展和客流量持续增长，动

车组车厢内的行李码放效率、安全性以及空间利用率问题日益凸显。传统人工码放存在效率低、劳动强度大、易引发安全隐患的问题，如行李滑落、通道堵塞等问题。尤其在高峰期，行李数量多、尺寸差异大，亟须一种智能化的行李自动码放系统，以提高车厢秩序和改善乘客体验。(2) 机械臂技术在轨道交通中的潜力。工业机械臂已在制造业、物流仓储等领域广泛应用，但其在高铁场景中的应用仍面临特殊挑战。首先，动态环境方面，列车行驶中存在振动、光照变化、乘客移动等干扰因素。其次，复杂任务方面，行李形状多样、码放需满足稳定性和空间优化。最后，实时性要求，需在短时间内完成识别、抓取、码放全流程^[1]。(3) 技术融合趋势。一是机器视觉技术，为机械臂提供目标定位、姿态估计和环境感知能力。二是智能控制算法，传统 PID 控制难以应对非线性、时变系统，需结合改进算法，提升动态响应精度。

1.2 国内外研究现状

(1) 机器视觉在机械臂控制中的应用。第一，目标检测与定位。主流方法包括基于深度学习的 YOLO、Mask R-CNN 等算法，可实现高精度目标分割和位姿估计；轻量化模型适配嵌入式设备，提升实时性；针对遮挡、反光等复杂场景的鲁棒性优化。第二，三维视觉技术。双目视觉、结构光、ToF 传感器用于获取行李三维信息，但需解决计算量大和噪声干扰问题。国内中车集团等企业开展了车厢环境下的视觉系统研究，但公开文献较少，多聚焦于基础算法验证。(2) 改进 PID 控制在机械臂中的进展。固定参数难以适应负载变化、非线性摩擦与外部扰动，易导致超调、振荡。通过模糊规则动态调整参数，适应不确定性环境，基于模型参考或在线辨识调整参数，代表研究如模型预测控制与 PID 结合。利用遗传算法、粒子群优化进行参数自整定，提升收敛速度。部分企业已将改进 PID 用于高速高精度机械臂，但多针对结构化工业场景，高铁动态环境下的应用仍需探索。(3) 智能码放系统的集成研究。“视觉 + 力觉传感”实现“抓取—放置”柔顺控制，避免行李损坏。北京交通大学、西南交通大学等团队在高铁智能装备领域开展了机械臂相关研

【作者简介】姜文林（2004—），男，山东青岛人，本科，研究方向：机器视觉、模式识别与智能系统控制。

【通讯作者】瞿莉丽（1982—），女，甘肃兰州人，硕士，讲师，研究方向：轨道交通安全控制、优化算法设计等。

究,但针对行李码放的系统化方案仍处于实验室阶段。基于机器视觉和改进 PID 的动车组行李机械臂智能码放控制研究,是轨道交通智能化升级的重要方向。当前需突破复杂环境感知、高精度动态控制、系统集成等关键技术,并结合实际场景验证可靠性^[2]。

2 工程案例与成效

(1) 动车组行李智能码放系统的场景需求表现为高铁站行李需在有限时间内完成高密度、多规格码放,传统人工方式效率低且易出错。采用 3D 视觉引导与改进 PID 控制,机械臂根据行李尺寸动态规划码放层高和排列方式,空间利用率超 70%。具体的效果表现为日均处理量达 2 万件,码放成功率达到 99% 以上,人工干预率降低 90%。(2) 机场行李智能搬运系统。以某码垛机器人为例,其搭配双目视觉,支持多材质行李抓取,重复定位精度 $\pm 0.5\text{mm}$,抓取成功率 99%。某机场实测显示,系统每小时可连续处理行李,减少人工搬运导致的错分问题。(3) 电商物流混码单元。库卡机械臂结合梅卡曼德 3D 相机,实现多 SKU 纸箱无序混码,无需人工示教,系统部署周期缩短至 1 周。连续码放 50 个随机尺寸箱子,空间利用率达 75%,超越人工码垛效率 30%。

该技术通过机器视觉的精准感知与改进 PID 的动态控制,在动车组行李码放中实现了高效、柔性化作业。实际工程案例表明,其空间利用率和稳定性显著优于传统方法。

3 机器视觉在行李码放中的应用

随着高铁动车组的普及,行李快速、安全码放成为提升运营效率的关键。传统机械臂依赖预设路径,难以适应动态环境。本案例结合机器视觉与改进 PID 控制,开发智能码放系统,以提升精度与适应性。

(1) 在图像采集与预处理期间,采用工业级 RGB-D 相机,结合抗振动支架,适应动车组环境。使用自适应直方图均衡化消除光线不均,通过滤波降低噪声。采用轻量化 YOLOv5 模型,实时检测行李位置、尺寸与类别,准确率达 98%。结合深度信息生成 3D 点云,利用 PCL 库进行平面分割,提取行李中心坐标以及姿态。基于多视角融合或时序预测,补偿遮挡区域的定位误差。(2) 以往传统 PID 的局限性表现为动车组振动导致负载突变,传统 PID 参数固定,易出现超调或响应延迟。这就需要引入模糊逻辑,加入前馈补偿,抵消机械臂关节摩擦与外部振动影响。视觉系统以 30Hz 频率输出行李位姿,通过机器人操作系统与 PID 控制器通信,延时小于 10ms。基于 RRT 算法生成无碰撞轨迹,结合动力学约束优化加速度曲线,依据行李尺寸选择吸盘或夹爪,压力传感器实时反馈确保稳定抓取。利用视觉系统实时监测码放结果,一旦偏差超过阈值,触发 PID 二次调整。

当前,模拟动车组车厢环境,随机放置 20 件不同尺寸行李,体积范围为 $20\text{cm}^3 \sim 50\text{cm}^3$,机械臂为 6 自由度协作型。其中,“传统 PID+预设路径”平均码放时间为 8s/件,定位误差 $\pm 5\text{mm}$,复杂场景成功率 70%,改进方案为平均码放时间控制在 5s/件,定位误差 $\pm 1.5\text{mm}$,复杂场景成功率 95%。

经过结果分析,改进方案在振动环境下仍保持较高精度,码放效率提升 37.5%,误抓率降至 2% 以下。该案例通过机器视觉与模糊 PID 的融合,全面提升了动车组行李码放的智能化水平。未来可探索数字孪生技术预演码放过程或引入强化学习,进一步优化控制策略^[3]。

4 改进 PID 控制在机械臂码放操作中的应用

基于机器视觉和改进 PID 的动车组行李机械臂智能码放控制技术,是一种结合图像处理技术和先进控制算法的自动化系统,可以有效提高行李码放的效率、精度和环境适应性。

(1) 技术背景与需求。一是高精度要求:机械臂需在有限空间内完成毫米级定位,通常要求控制在 $\pm 1\text{mm}$ 以内。二是抗干扰能力:需有效抑制列车运行中的振动、光照变化等干扰因素。三是高实时性约束:码放周期需控制在 3s ~ 5s 范围内,以满足高铁站的作业效率要求。

(2) 系统架构设计。智能码放控制系统通常采用分层结构设计。第一,机器视觉层关键技术。通过多视角 3D 重建技术,采用 RGB-D 相机或双目视觉设备获取行李点云数据,实时检测行李边界框;利用 ICP 算法匹配模板点云,定位误差可控制在 2mm 以内;结合 RRT 算法生成无碰撞轨迹。第二,改进 PID 控制层设计。针对传统 PID 控制的不足,系统可采用多种改进策略。一是模糊自适应 PID,通过隶属度函数在线调整 $K_p/K_i/K_d$,在动车场景中可适应 0kg ~ 30kg 范围内的行李重量变化。二是神经网络

PID，引入切换函数增强系统鲁棒性，应用于动车场景时可使关节耦合误差降低 40%。三是滑模变结构 PID，通过切换函数提升抗干扰能力，在振动干扰环境下将超调量控制在 3% 以内。四是分数阶 PID，支持微分积分阶次可调，能将轨迹跟踪误差减小至 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

综上所述，通过改进 PID 与机器视觉的融合方案，首先系统动态响应性能得到显著优化。阶跃响应上升时间从 1.2s 缩短至 0.8s，超调量由 15% 降至 5% 以内。其次，定位精度与系统鲁棒性同步提升。稳态误差方面，X/Y 轴控制在 $\pm 0.3\text{mm}$ ，Z 轴控制在 $\pm 0.5\text{mm}$ ，即便在 10Hz 振动干扰环境下，仍能保持定位精度。最后，系统对负载突变的适应性大幅增强。当负载由 20kg 骤增至 30kg 时，恢复时间可控制在 0.5s 内。目前，该技术方案已在国内 CR400BF 型智能动车组中试点应用，这一突破标志着我国轨道交通装备在向智能化、柔性化方向迈出了关键一步。

5 机器视觉和改进 PID 的动车组行李机械臂智能码放控制系统的整体优势

（1）提高码放精度与效率。系统通过机器视觉技术，能够实

现对行李的精确识别和定位，避免了人工操作带来的误差。改进 PID 控制算法的应用，使得机械臂能够按照预定轨迹平稳、准确地码放行李，大幅提高了码放精度。同时，自动化操作减少了人工干预，显著提升了行李处理的效率。（2）增强系统稳定性与可靠性。机器视觉技术能够实时监测行李的位置和状态，为机械臂提供准确的反馈信息，有助于系统快速响应外界干扰，保持码放过程的稳定性。改进 PID 控制算法具备自适应能力，能够根据机械臂的负载大小和外界环境的变化，自动调整控制参数，确保系统在各种工况下都能稳定运行^[4]。（3）降低人力成本与安全风险。自动化码放系统的引入，减少了人工操作的需求，降低了人力成本。机械臂代替人工进行行李码放，避免了人工操作带来的安全风险，如重物搬运导致的伤害等。高效的行李码放系统能够缩短乘客等待行李处理的时间，提升用户体验，精确的码放操作能够减少行李在运输过程中的损坏风险，提高服务质量。同时，智能化、自动化的操作方式也符合现代人对便捷、高效服务的需求。

结语

该系统已经在国内部分高铁站的行李处理系统中得到应用。通过机器视觉技术，系统能够自动识别行李的大小、形状和位置，然后通过改进 PID 控制算法，引导机械臂进行精确抓取和码放。这一流程大幅缩短了行李处理的时间，提高了整体效率。传统的人工行李处理方式存在诸多安全隐患，如重物搬运导致的伤害、行李掉落等。而该系统通过自动化操作，避免了这些安全隐患，确保了行李处理过程的安全性。自动化系统的引入，使得原本需要大量人工参与的行李处理工作变得更为高效和便捷。这不仅降低了人力成本，还提高了工作的准确性和可靠性。

随着人工智能、大数据和物联网等技术的不断发展，机器视觉和改进 PID 控制算法将不断融合创新，进一步提升系统的智能化水平。例如，通过深度学习算法，系统可以实现对行李的更精细分类和识别；通过物联网技术，系统可以实现与其他设备的互联互通，提高整体运营效率。除了动车组行李处理领域，该系统还可以拓展到其他领域，如机场行李处理、物流仓储等。这些领域对行李处理的效率和准确性要求同样很高，该系统具有广阔的应用前景^[5]。

引用

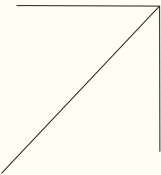
[1] 马天兵,周青,杜菲,等.基于机器视觉和改进PID的压电柔性机械臂振动控制[J].光学精密工程,2020,28(1):141-150.

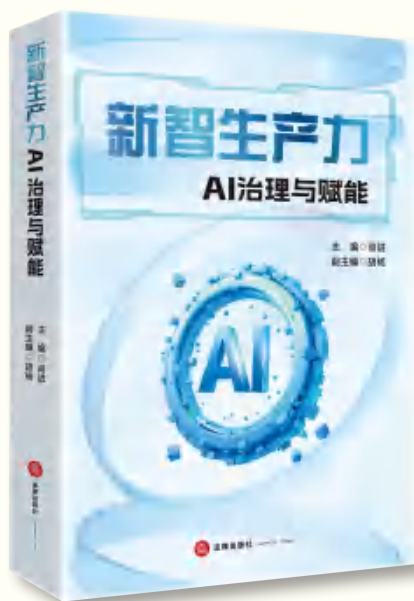
[2] 赵娟,杨慧中.机械臂运动的智能自适应模糊控制策略[J].机械设计与制造,2020(8):192-196.

[3] 唐立伟,颜红芹.基于PSO算法的串联机械手位置跟踪模糊PID控制(英文)[J].机床与液压,2020,48(12):72-76.

[4] 王娜.基于Simulink的机械臂PID算法优化设计与实现[J].电子设计工程,2020,28(4):158-162.

[5] 陈丽敏,孟令新,王集镇.采用混合算法优化的并联机械臂能量消耗与误差仿真研究[J].中国工程机械学报,2018,16(2):136-141.





《新智生产力：AI 治理与赋能》

当前，人工智能正以前所未有的力量重塑世界运行方式，如何统筹发展与治理、释放 AI 赋能千行百业的巨大潜力，已成为新时代的关键命题。本书深入探讨 AI 驱动的新质生产力演进路径，聚焦治理框架、伦理平衡与产研实践，为数字化转型提供前瞻思路和实战指南。与此同时，面对 AI 技术爆发背后日益紧迫的伦理与监管挑战，本书还系统阐释了如何在创新与规范、效率与公平、赋能与安全之间取得平衡，为 AI 时代的可持续发展提供扎实的理论框架和实施路径。

全书 32 万字，由法律出版社出版发行，特邀《中国信息界》杂志社社长尚进博士领衔 16 位业内权威学者，历时半年倾力打造。作者从历史维度、全球视野和战略高度，深入剖析 AI 技术的核心原理、最新发展趋势、行业监管及其在各行各业中的变革性实践，系统展示人工智能如何作为新质生产力的核心引擎，深度重塑产业格局，为读者绘制一幅 AI 驱动创新发展的全景图。本书兼具理论深度与实操价值，是专家学者、决策者和实践者不可多得的权威战略指南！

有
书
共
读

关于征集《中国信息界》学术编委的通知

为凝聚广大专家和优秀学者的专业力量，进一步提升《中国信息界》的学术影响力和办刊水平，搭建优质学术交流平台，《中国信息界》杂志社现正式面向学术界同仁征集期刊学术编委，欢迎广大专家及学者积极申请加入，携手促进期刊高质量发展。



申请条件

1. 求真务实，治学严谨，无学术不端行为。
2. 申请者主要研究领域符合本刊的定位和办刊方向。
3. 有较强学术创新能力和较高学术影响力，在国内外相关领域权威学术期刊上发表过 3 篇（部）或以上高水平论文或专著。
4. 热心期刊事业，关心期刊发展，愿为期刊发展建言献策，积极参与、宣传期刊等学术交流活动。
5. 具有副高及以上职称或具有硕士以上学位，具备较强科研能力，主持或核心参与过重点科研项目或科研课题。
6. 本刊优秀作者优先入选。



编委权益

1. 入编在《中国信息界》杂志社网站、官方公众微信号、纸质出版物等显著位置刊登学术编委会委员名单，并获得学术编委荣誉聘书，聘期为一年（共 12 期）。
2. 可在聘期内以《中国信息界》学术编委的名义参加社会活动，对外开展学术交流。
3. 以第一作者或通讯作者撰写的优秀稿件经同行评议、编辑部录用后，享有优先发表权。
4. 在《中国信息界》杂志社网站、官方公众微信号等新媒体平台进行科研成果推介，提升个人或团队学术影响力。适时对编委会成员个人风采、学术动态、学科建设等情况进行宣传。
5. 对《中国信息界》贡献特别突出的编委，将获重点推荐至中国信息界专家委员会，申报参加“中国信息界智库入库专家评选”，经专家委综合评议通过后，获得“中国信息界智库入库专家”荣誉证书，亦可增补为《中国信息界》下一届学术编委。
6. 优先推荐学术编委推选的学术成果参加“中国信息界学术成果评选”活动。
7. 优先获邀参加《中国信息界》杂志社举办的各类学术会议及有关活动，或与《中国信息界》杂志社合作开展有关活动。
8. 在具备条件情况下，可申请担任《中国信息界》杂志“专题主编”，围绕相关主题开设专题栏目，策划专题 / 专栏。
9. 在具备条件情况下，可申请在学术编委会框架下搭建专业领域学术交流平台，汇集更多相关领域专家，共谋科研发展。



编委职责

1. 积极参与期刊审读和推介等工作，提高期刊质量。积极参与打造期刊学术品牌，维护期刊声誉，在国内外学术会议、学术活动或其他学术渠道，通过多种方式积极宣传、推介期刊，扩大期刊学术影响力和社会影响力。
2. 积极参与、动员和组织人员参加期刊主办的各类学术交流活动，协办或者承办与期刊相关的学术、科普和公益活动。



报名方式

请联系邮箱 zgxxjzz@163.com 索要“《中国信息界》编委会委员申请表及附加支撑材料”，邮件主题为“《中国信息界》学术编委申请”。

通讯地址：北京市西城区广安门内大街 315 号信息大厦 B 座 4 层

邮政编码：100053

联系电话：《中国信息界》编辑部 010-53396075

网站地址：<http://www.zgxxjzz.com>