

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

President: SHANG Jin

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

社 长: 尚 进

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

Co—Managing Editor: LIU Ran, LUO Shangzhong, HU Yang

Administration Dept.: ZHAO Hong, WU Lixia

社 长 / 总编辑: 尚 进

副总编辑: 刘 然 罗尚忠 胡 杨

总 编 办: 赵 红 (主任) 邬利霞

Development Research Institute

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

Project Office: LI Hongfei

发展研究院

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 全存锦

项目办: 李鸿飞

Editorial Team

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

期刊编辑室

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

General Manager: HU Yang

Marketing Dept.: CUI Yafei, WANG Zeyi

Networking Technology: WU Zhaohui, LIU Xinjian, YU Jiangshan

Overseas Cooperation: Daniel Araya(USA), Tianyang Zhou(UK)

战略发展中心

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

国际部: Daniel Araya (美) Tianyang Zhou (英)

投稿热线 (Tel): 010—53396075
投稿邮箱 (Email): zgxxjzz@163.com

行政办公 (Tel): 010—82893641

印刷单位: 廊坊市瀚源印刷有限公司

网站地址: <http://www.zgxxjzz.com>

开 户 行: 兴业银行北京房山支行

账 号: 321580100100132922

开户名称: 《中国信息界》杂志社

通信地址: 北京市丰台区南四环西路 188 号一区 2 号楼 9 层

邮政编码: 100070

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

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

战略支持

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

中国信息界理事会

理事长单位

神州数码信息服务股份有限公司

副理事长单位

北京大学中国区域经济研究中心

吉奥时空信息技术股份有限公司

星环信息科技（上海）股份有限公司

江苏中科惠软信息技术有限公司

常务理事单位

北京大学智慧城市研究中心

北京国信融信科技产业有限公司

航天信息股份有限公司

软通动力信息技术（集团）有限公司

核心理事单位（按首字母先后顺序排列）

百度在线网络技术（北京）有限公司	北京长城企业战略研究所	北京巅峰智慧旅游科技有限公司
北京东方道迩信息技术股份有限公司	北京四信数字技术有限公司	黑龙江国裕天晟科技有限公司
北京互信互通信息技术股份有限公司	北京慧点科技有限公司	北京京东尚科信息有限公司
北京赛格立诺办公科技股份有限公司	北京随锐科技有限公司	北京天宏海阔科技有限公司
北京中农信达信息技术有限公司	北京中科院软件中心有限公司	北京中科华博科技有限公司
博康智能网络科技股份有限公司	成都高新信息技术研究院	东华软件股份公司
东软集团股份有限公司	广州城市信息研究所有限公司	杭州天涯若比邻网络信息服务有限公司
佳都新太科技股份有限公司	立得空间信息技术股份有限公司	辽宁智慧山水城科技发展有限公司
零点空间科技（北京）有限公司	美宅美换（北京）电子商务有限公司	普天信息技术有限公司
方正国际软件有限公司	山东蓝创网络技术有限公司	深圳太极软件有限公司
深圳中兴网信科技有限公司	世纪互联数据中心有限公司	首都信息发展股份有限公司
苏州盛景信息科技股份有限公司	太极计算机股份有限公司	同方股份有限公司
威海北洋电气集团股份有限公司	微软（中国）有限公司	亿阳信通股份有限公司
中创软件工程股份有限公司	北京三正科技股份有限公司	内蒙古朗坤科技有限公司
湖南农道建筑规划设计工程有限公司	青岛华高物联网科技有限公司	湖北升思科技股份有限公司

目录 CONTENTS

封面报道 · Cover Story

- 1 《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》中新质生产力及数字经济等相关内容解读
- 5 二十届三中全会《决定》解读——统筹强化关键核心技术攻关 / 张 泉 宋 晨
- 6 新型举国体制助力发展新质生产力 / 李 超
- 8 特别报道——继往开来新气象 谋篇布局再出发 2024 年中国信息协会年中工作会成功召开 / 中国信息协会

科技创新 · Technical Innovation

- 12 基于项目编码技术的科技项目群管理应用 / 顾嘉凤 吴恩琦 李奕婵 李 永
- 15 大数据时代人工智能在远程网络通信技术中的创新应用研究 / 林 辉 余 楷
- 18 基于情感化设计的智能工具 App 设计研究 * / 刘聪仪 李崧澹 谷彤彤 田 飞
- 21 基于高血压检测记录 App 设计流程的 App 设计师转化用户体验模式研究
/ 马 骁 尤金尼奥·巴格尼奥·科麦斯 司雅娣
- 26 电力工程自动化中人工智能技术的应用研究 / 牛娜娜 万雪枫
- 29 基于双目视觉的智能小车避障方法研究 * / 莫章洁 邓 睿
- 32 基于信息安全技术的智能电网建设研究 / 全文举 梁子键 覃健峰
- 35 基于 5G 技术的卫星空天地一体化网络安全研究 / 邱 涛 张聚明 杨 光
- 37 基于人工智能的计算机应用软件开发技术 / 王晓红
- 40 网络安全视角下的国产化 OA 办公系统部署与防护策略研究 / 伍均玺 胡冬梅
- 43 工业互联网供应链网络安全防护体系研究 / 徐 伟
- 46 基于云计算的计算机网络安全存储系统设计 / 占 明
- 49 智能信息系统中的分布式机器学习算法研究与优化 / 周 铭
- 52 智能审核系统提升检验收费精细化管理的实践 / 刘宗胜 刘艳龙 黄诚章

数字经济 · Digital Economy

- 55 基于 Android 系统的会员管理应用程序设计与实现 * / 阿依佳肯·阿曼太
- 58 高速公路企业负债率管理和资产流动性问题研究 / 程 龙
- 61 铁路通信系统中光纤通信技术运用分析 / 崔毅夫
- 64 云边协同技术助力大型企业集团能碳管理数字化转型 / 范魁元 安博雅 封晓炜
- 67 数字电网技术标准体系架构设计及需求分析 / 黄 蓉
- 70 一种微服务框架的研究与应用 / 金越成
- 73 区域增加值测算软件系统研究及实现 / 王裕基 张亚飞 张新新

目录 CONTENTS

- 76 浅谈智能网联汽车电磁安全行业发展现状 / 马 晨 化腾飞 边永亮 张起浩 韩 琴
- 79 关于办公室计算机办公软件的应用思考 / 许 芳 徐 朋
- 82 尖峰电价对用户用电习惯的影响 / 严瑞吉
- 87 基于 Unity 引擎的 AR 游戏开发 / 张懋楠 王 珂 李佩凌

数字政府 · Digital Government

- 90 基于深度学习的农村公路车载式路况图像识别巡检方法 * / 边国兴 李 頔 崔思颖 侯 颖 王文超
- 95 数据中台建设实践中的应用成效、问题反思与对策分析 / 颜才淦 郭佳豫
- 98 基于测绘地理信息技术的智慧城市建设 / 曾 露 潘 斌
- 101 智慧学习环境的分析与设计研究——以深圳实验学校中学部为例 / 黄桂林
- 110 关于提升科技部门信息公开水平的策略研究 * / 吕盛槐
- 113 数字化时代下的人事档案管理技术应用 / 康晓玲
- 116 城市信息系统中城市信息模型建设的造价分析 / 蓝洁琳
- 119 智慧老兵云上服务平台项目建设研究 / 刘 洁
- 122 基于手机信令的智慧城市应用场景探讨 / 刘 烨
- 125 中外合作办学项目信息化运行问题与对策——以四川建筑职业技术学院中澳合作办学项目为例 / 蒋梦默
- 128 信息化测绘技术在农业土地管理中的应用 / 潘 斌 蒋婷娟
- 131 应对核退役治理技术缺口的全球良好实践 / 任 勇 富晓霞
- 134 数字赋能开放教育工商管理专业人才培养模式变革 / 宁 宁
- 136 高校大型仪器全生命周期管理模式探索 * / 魏 涛 石艳芬 许 璐 徐 健
- 139 农村宅基地确权登记颁证测绘新技术的应用 / 张俊宇 周亿萍
- 142 基于大数据背景下市政工程施工专业教学质量保障体系研究 * / 朱先容 刘友林 刘 庆

数据要素 · Data Elements

- 145 电费抄核收集中智能化技术研究 / 田晓娜 于佳欣
- 148 基于大数据的呼吸专病临床数据库建设与应用 / 曾红华 黄志轩 陈文亮 刘达莎
- 151 人脸识别技术应用安全风险与对策分析 / 韩 晶
- 154 探索 AI 大模型时代云计算与智能化融合路径 / 李东升
- 157 数据安全信息化系统构建与应用实践分析 / 李雪松 廖 芳 李 迪 罗 磊 苏昌龙
- 160 公共数据授权运营之困境剖析及纾困策略 * / 李颖杰
- 164 基于聚类算法的不平衡数据分类 * / 林肖莹 胡敏杰 张 勇

目录 CONTENTS

167	基于大数据分析的医院信息化管理系统建设分析 / 刘 京
170	大数据处理技术在医院信息化建设中的应用分析 / 吕世萍
173	石油钻探企业档案数字化转型路径探索与实践 / 苏兴华 詹 胜 刘月月 常 军
176	价值共创视角下 AIGC 在可行性研究报告编制中的应用与思考 * / 周盼佳 沈 磊 吕 莹 吴欣蔚
179	数字化转型背景下的电力设计企业设计管理升级创新研究 / 蔡 丹 刘芮杉 张嘉旭

实践探索 · Practical Exploration

182	面向卡车无人驾驶需求的露天矿山 5G 网络规划与优化 *
	/ 冯 威 樵永锋 张 伟 赵孝泉 王 伟 王 焜
185	红外热成像联合运动感应控制技术在经穴锻炼系统中的应用 *
	/ 龚 祯
188	基于云计算的计算机网络安全评估设计 / 胡建敏
191	雷视融合水流速监测方法研究 / 黄亚楠
195	铁路 5G-R 互联互通测试体系分析 / 李宗洋
198	建构主义中先验经验在学习中的促进作用——基于 JASP 的数据可视化研究 / 刘凌光
201	基于信创云桌面的铁路信息系统可信方案研究 *
	/ 刘硕山 臧 钊
206	远程控制技术条件下劫机方式的可能变化及防范建议 / 刘羿良
210	铁路通信信息技术的发展与应用 / 马腾飞
213	自动化测试过程改进在民航信息库存管理系统中的应用 / 肖晶晶 曾宏霞 吕晓华 陈钟玉 左 琳
216	Python 程序设计在线课程与移动交互环境的构建 *
	/ 赵宏飞
219	面向民航等级保护的 Web 自动化渗透测试研究 / 沈 娴 全 岫 陈会容 蔺 东 贾宇茗
222	自适应通用闭式卡具的研究 / 李大伟 崔建琦 张华杰 徐 晨 杜 斌
225	机电专业实训数智化场景建设路径及应用 / 万东操
228	基于机器视觉的飞机铆钉划痕与尺寸检测技术 / 杨春晖 戴家隆 张 森 孙龙辉
233	MES 制造执行系统在钢管行业中的设计与应用 / 徐 强 杨 铎 杨 柳 赵德煜
236	基于 HMM 模型的机电安装物料名称勾稽关系建立实现 / 徐沈仁
239	区块链技术驱动下的物联网安全探究 / 许晶晶
242	一种基于深度学习的微孔识别定位方法 / 杨 明 张 杰 程礼锐 汪祖凤 夏自龙 王 岩
247	基于指标分配与组合赋值算法的训练评估方法研究 / 粘朋雷 李玉洁 陈春歌
250	动态舵叶条件下线谱起伏特性研究 / 张 地 张 松 李 旭 李 晋 王少博 王天宇
253	民航软件稳态研发过程的质量度量研究 / 张省娟 杨 英 黄艳波 牛晓艳

注：带 * 号的为基金资助论文

以新赛道新产业为载体 加快发展新质生产力

当前人类社会正处在以智能技术快速发展和普遍应用为特征的第四次工业革命时代，在高性能算力网络和 AGI 大模型创新应用的驱动下，新质生产力加速形成，其具体表现为对传统生产要素（如劳动者、劳动资料和劳动对象）进行整体智能化升级的过程；通过对三者的不断优化组合和升级，来实现产业技术逻辑的颠覆性革命，进而导致生产力从量变到质变的突破，并催生出一系列新产业、新模式、新动能。与前三次尤其是第三次由信息技术推动的工业革命不同，由于此次革命主要以智能技术为驱动，它所要替代的不仅是人类的体力劳动，更包括了人类的大部分脑力劳动，因此必然会依托新赛道新产业来激发新活力。

2024 年国务院《政府工作报告》将“大力推进现代化产业体系建设，加快发展新质生产力”作为首要政府工作任务，并指出应“充分发挥创新主导作用，以科技创新推动产业创新，加快推进新型工业化，提高全要素生产率，不断塑造发展新动能新优势，促进社会生产力实现新的跃升”。党的二十届三中全会通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》在强调健全推动经济高质量发展体制机制时，更进一步提出要“健全因地制宜发展新质生产力体制机制”“健全相关规则和政策，加快形成同新质生产力更相适应的生产关系，促进各类先进生产要素向发展新质生产力集聚，大幅提升全要素生产率”。

总的来说，新质生产力是符合新发展理念的先进生产力质态。发展新质生产力是当下我国立足新发展阶段的重大部署，是贯彻新发展理念的关键举措。推动新质生产力发展过程中，新赛道和新产业是关键载体。党的二十届三中全会《决定》中明确提出了“加强新领域新赛道制度供给”“建立未来产业投入增长机制”“以国家标准提升引领传统产业优化升级”等一系列部署。

与此同时，推动新质生产力加快发展，必须在明确新赛道和新产业的基础上，进一步发挥科技创新的强大引领作用，既要坚持全面系统的观念，又要抓住关键，以重要领域和关键环节的突破带动全局。此外，还应坚持大力推动产业转型升级，促进战略性新兴产业和未来产业加快发展，及时应用新技术改造提升传统产业，全面提高产业体系现代化水平。在此基础上，应健全因地制宜发展新质生产力体制机制。进一步全面深化改革，构建高水平社会主义市场经济体制，着力打通束缚新质生产力发展的堵点卡点，创新生产要素配置方式，让各类先进优质生产要素向发展新质生产力顺畅流动。鼓励不同地区从实际出发，根据资源禀赋、产业基础、科研条件等，因地制宜培育和发展新质生产力。

《中国信息界》杂志社社长



国家发改委等四部门：

完善数据中心建设布局 推进存量项目节能降碳改造

国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局、国家数据局联合印发《数据中心绿色低碳发展专项行动计划》，明确到 2025 年底，全国数据中心整体上架率不低于 60%、平均电能利用效率降至 1.5 以下、可再生能源利用率年均增长 10% 等一系列目标。

数据中心是支撑新质生产力发展的重要基础设施，也是当前我国能源消耗增速较快的领域之一。据介绍，随着数字中国建设进程的加速，数据中心用电将持续快速增长，预计年均用电增速将达到 15%。

行动计划提出，到 2030 年底，全国数据中心平均电能利用效率、单位算力能效和碳效达到国际先进水平，可再生能源利用率进一步提升，北方采暖地区新建大型及以上数据中心余热利用率明显提升。

为实现目标，行动计划部署了完善数据中心建设布局、严格新上项目能效水平要求、推进存量项目节能降碳改造、提升可再生能源利用水平、加强资源节约集约利用、推广应用节能技术装备等重点任务。

工信部等四部门：

引领人工智能产业高质量发展的标准体系加快形成

为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，加强人工智能标准化工作系统谋划，工业和信息化部、中央网信办、国家发展改革委、国家标准委等四部门近日联合印发《国家人工智能产业综合标准化体系建设指南（2024 版）》。提出到 2026 年，我国标准与产业科技创新的联动水平持续提升，新制定国家标准和行业标准 50 项以上，引领人工智能产业高质量发展的标准体系加快形成。开展标准宣贯和实施推广的企业超过 1000 家，标准服务企业创新发展的成效更加凸显。参与制定国际标准 20 项以上，促进人工智能产业全球化发展。

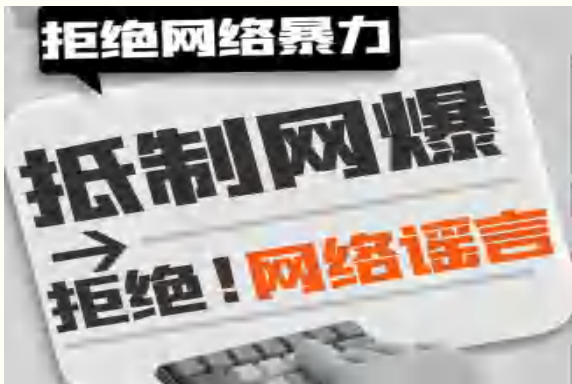
财政部等四部门：

撬动金融资源支持科技创新类中小企业发展

财政部、科技部、工业和信息化部、金融监管总局日前制定了《支持科技创新专项担保计划》，旨在深入实施创新驱动发展战略，更好发挥政府性融资担保体系作用，撬动更多金融资源支持科技创新类中小企业发展。

计划明确，国家融资担保基金（简称融担基金）发挥体系引领作用，在聚焦支小支农基础上，加大科技创新再担保业务规模和风险分担，引导地方政府性融资担保、再担保机构为更多科技创新类中小企业提供担保支持。银行和政府性融资担保、再担保机构按照市场化运作和商业可持续原则，自主选择有发展潜力的科技创新类中小企业，依法合规审贷放贷、提供融资担保。

根据计划，银行和政府性融资担保体系分别按不低于贷款金额的 20%、不高于贷款金额的 80% 分担风险责任。融担基金分险比例从 20% 提高至最高不超过 40%。省级再担保机构分险比例不低于 20%。有条件的省级再担保、担保机构可提高分险比例，减少市县级担保机构的风险分担压力。



国家互联网信息办公室等四部门：

加强网络暴力信息治理

近日，国家互联网信息办公室联合公安部、文化和旅游部、国家广播电视总局公布《网络暴力信息治理规定》（以下简称《规定》），自 2024 年 8 月 1 日起施行。

国家互联网信息办公室有关负责人表示，网络暴力信息严重侵害公民合法权益，受到社会各界高度关注。为治理网络暴力信息，营造良好网络生态，保障公民合法权益，维护社会公共利益，四部门联合出台《规定》，从明确网络信息内容管理主体责任、建立健全预防预警机制、规范网络暴力信息和账号处置、强化用户权益保护、加强监督管理、明确法律责任等方面，为加强网络暴力信息治理提供有力支撑。同时，网络暴力信息治理需要政府、企业、社会、网民等多方参与，促进形成积极健康、向上向善的网络文化，维护良好网络生态。

广东：

构建数据基础制度推进数据要素市场高质量发展

为深入贯彻习近平总书记关于发展数字经济的重要论述，落实中共中央、国务院《关于构建数据基础制度更好发挥数据要素作用的意见》精神，中共广东省委办公厅、广东省人民政府办公厅近日印发《关于构建数据基础制度推进数据要素市场高质量发展的实施意见》（以下简称《实施意见》），从数据产权、流通交易、收益分配、数据治理、数据赋能高质量发展、粤港澳大湾区数据协同发展等方面构建数据基础制度，提出 20 条政策举措。

《实施意见》以促进数据合规高效流通使用、赋能实体经济为主线，建立健全数据基础制度，推进全省统一数据要素市场体系建设，激活数据要素潜能，促进数据要素与实体经济深度融合，为服务全省经济社会高质量发展、推进中国式现代化的广东实践提供有力支撑。力争到 2030 年，广东数据要素治理体系趋于完善，数据基础设施更加集约智能，数据要素流通顺畅高效，数据要素市场生态体系多元繁荣，产业数字化转型迈上新台阶，数字产业化水平显著提升。

山西：

促进先进算力与人工智能融合发展

《山西省促进先进算力与人工智能融合发展的若干措施》（以下简称《措施》）日前印发。《措施》从支持算力高质量发展、支持提高算力应用水平、支持人工智能大模型发展、加强能源人才土地供给等方面提出 17 条措施，旨在充分发挥山西省算力资源优势，实现先进算力与人工智能协同发展，构筑新发展阶段山西高质量发展强劲引擎。

在支持算力高质量发展方面，《措施》对智能算力规模达到 100PFlops（1PFlops=1 千万亿次浮点运算 / 秒）以上的新建项目，按平台软件和硬件设备实际投资的 15% 给予补贴，最高不超过 5000 万元；对获得项目贷款的企业，给予贷款最高 2% 的贴息补助，补贴期不超过 2 年。

《措施》提出，强化算力产业科学布局，加大对算力产业相关主体支持力度，按照省级重点产业链相关扶持政策予以支持。对全省范围内能有效发挥示范带动作用的标杆项目，给予不超过项目数字化部分投资额 20% 的资金补助，最高不超过 3000 万元。

河南：

创新开展数据资产登记服务

近日，河南省工业和信息化厅、河南省发展和改革委员会、河南省科学技术厅、河南省通信管理局联合印发《2024 年河南省大数据产业发展工作方案》。目标提出，2024 年，全省大数据产业规模突破 1600 亿元，年增长达 25% 以上。《工作方案》提到，支持郑州数据交易中心争创国家数据交易场所，迭代升级数据要素综合服务平台，创新开展数据资产登记服务。建成行业数据专区和城市数据专区 10 个，城市数据运营中心 3 家，挂牌数据产品数量超 1500 个，数据交易额累计突破 15 亿元。支持省属国企率先在郑州数据交易中心开展数据资产登记，建设一批重点领域行业数据资产登记节点。



贵州：

建设管理公共数据平台 明确公共数据平台运营机构

近日，贵州省大数据发展管理局牵头起草并发布了《贵州省公共数据授权运营管理办法（试行）》，现向社会公开征求意见。其中规定，省人民政府数据主管部门负责健全完善公共数据授权运营相关政策、管理制度和标准规范，承担省级公共数据授权运营管理，指导、监督市、县两级公共数据授权运营工作。贵州省信息中心负责协调调度全省公共数据资源，建设管理公共数据平台，明确公共数据平台运营机构。公共数据采取分级授权模式，授权运营主体由各级人民政府数据主管部门统一授权，开发利用主体由各级政府部门授权。



北京人工智能数据运营平台发布

日前，作为 2024 北京智源大会主题论坛之一，“人工智能 + 数据新基建”主题论坛召开。论坛上，北京人工智能数据运营平台正式发布。

据介绍，北京人工智能数据运营平台是在国家发展改革委、国家数据局指导下，由北京市发展改革委主导，在市委网信办、市科委、市经信局、海淀区政府、中国网络空间安全协会人工智能安全治理专委会等单位支持下，由智源研究院牵头与京能数产等单位共建推动成立开放型数据运营平台。

数据平台在实现数据的汇聚管理、处理与加工等功能基础上，能够提供多种模态的数据标注功能，支持多源数据汇聚和使用形式。目前平台已汇聚超过 700 万亿字节的通用数据集和 4.33 万亿字节的行业数据集，未来将不断扩充数据规模，为大模型行业发展提供坚实的数据支撑。

中德双方共同签署

《关于中德数据跨境流动合作的谅解备忘录》

中国国家互联网信息办公室主任庄荣文在京会见德国数字化和交通部部长维辛一行，双方共同签署《关于中德数据跨境流动合作的谅解备忘录》。

庄荣文表示，今年 4 月，习近平主席与到访的朔尔茨总理深入交流，为双边关系和各领域务实合作指明了方向、作出了规划。中方愿同德方一道，落实好两国领导人合作共识，以签署《关于中德数据跨境流动合作的谅解备忘录》为契机，推进中德网络空间交流合作取得更多成果。

维辛表示，德方高度重视数据跨境流动、人工智能等领域工作，将与中方进一步加强交流合作，积极推动落实《关于中德数据跨境流动合作的谅解备忘录》。

中国国家互联网信息办公室将与德国数字化和交通部在《关于中德数据跨境流动合作的谅解备忘录》框架下，建立“中德数据政策法规交流”对话机制，加强在数据跨境流动议题上的交流，为两国企业营造公平、公正、非歧视的营商环境。

“中国信息协会数据要素应用创新大赛”正式启动

本次大赛已列入国家数据局 2024 年“数据要素 × ”大赛全国总决赛推荐资格的第三方赛事名单。

大赛以“数据驱动，赋能创新”为主题，挖掘、展示数据要素在科技创新中的乘数效应，征集、归纳、提炼数据在推进科技创新和企业高质量发展中的方法、路径和政策需求。大赛共设置“数据要素加速科技创新”和“数据要素赋能企业高质量发展”两个赛道，共八个赛题方向。

本次大赛由中国信息协会主办。中国信息协会科学数据专业委员会、中国信息协会信息化促进工作委员会、中国信息协会集团企业数字化工作委员会、中国信息协会产业互联网分会等分支机构具体承办。



内蒙古数据要素综合服务中心正式挂牌成立

近日，内蒙古数据要素综合服务中心（以下简称“中心”）正式挂牌，它是由呼和浩特市新城区政府和北京国信钧元科技有限公司联合设立，将立足呼和浩特市、覆盖内蒙古自治区提供数据要素综合服务。

中心位于新城区数字经济产业园，以 4 个数据要素综合服务窗口为载体，为企业提供数据资产登记和数据要素综合咨询服务。在产业园一层大厅主要用于接待、展示和开展部分业务工作；产业园二层为办公区，设立数据资产评估和入表区域、数据知识产权区域、数据流通交易区域、数据应用场景开发区域、数据资产金融服务区域等，聚集律师事务所、会计师事务所、资产评估机构、数据评价机构、数据治理公司、应用场景开发公司、金融服务机构等上下游机构，形成数据资产评估服务生态体系，为企业提供一站式服务。

中心将以数据资产登记和评估作为数据要素有序流通与价值挖掘的重要抓手，推动新城区、呼和浩特市、内蒙古自治区数据要素市场体系化建设发展。

封面报道

Cover Story

全面深化改革， 推进中国式现代化

7月15日至18日，中国共产党第二十届中央委员会第三次全体会议在北京召开。

这次全会是在新时代新征程上，中国共产党坚定不移高举改革开放旗帜，紧紧围绕推进中国式现代化进一步全面深化改革而召开的一次十分重要的会议。

全会圆满完成了各项议程，审议通过了《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》。

为贯彻党的二十届三中全会精神，《中国信息界》特别组织了本期封面报道，与广大读者共同认真学习领会。

《中共中央关于进一步全面深化改革、 推进中国式现代化的决定》中 新质生产力及数字经济等相关内容解读

一、新质生产力

第8条强调“健全因地制宜发展新质生产力体制机制”。

推动技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级，推动劳动者、劳动资料、劳动对象优化组合和更新跃升，催生新产业、新模式、新动能，发展以高技术、高效能、高质量为特征的生产力。加强关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新，加强新领域新赛道制度供给，建立未来产业投入增长机制，完善推动新一代信息技术、人工智能、航空航天、新能源、新材料、高端装备、生物医药、量子科技等战略性新兴产业发展和治理体系，引导新兴产业健康有序发展。以国家标准提升引领传统产业优化升级，支持企业用数智技术、绿色技术改造提升传统产业。

全会提出，“要健全因地制宜发展新质生产力体制机制”。“这个提法很有新意。”中国科学院科技战略咨询研究院研究员陆纪刚说，全会把体制机制这一属于生产关系范畴的概念与新质生产力结合起来，就是要通过体制机制改革形成新型生产关系，比如塑造更加合理的经济体制、科技体制、创新体系等，为发展新质生产力奠定良好的制度基础。

“因地制宜发展新质生产力的关键在于结合发展实际，释放数据这一生产要素的价值，通过完善数据基础制度，加快综合算力基础设施体系和全国一体化算力网建设，以智能算力激活新质生产力，释放数字经济发展新动能。”浪潮云信息技术股份公司

总经理颜亮说。云计算作为新质生产力发展的底座支撑，正在依托大数据、智能技术等新技术逐渐催生出一批新产品、新业态、新模式。

新材料是加快发展新质生产力、扎实推进高质量发展的重要产业方向。“材料科学为新材料产业发展提供了学科基础，未来材料科学的发展，应聚焦于更好地推动新质生产力发展。”上海交通大学材料科学与工程学院院长戴庆说。

为更好地在新材料领域培育新质生产力，戴庆建议，进一步提高基础研究转化为现实生产力的效率，构建以市场为导向的产学研用合作模式，建立具有区域优势的联合研发平台和创新中心，加速科技成果从样品变成产品、形成产业，打通从科技强到产业强、经济强、国家强的通道。

国研新经济研究院创始院长朱克力建议，要健全因地制宜发展新质生产力的体制机制，可以从以下几方面入手。一是建立灵活的政策调整机制，让各地能够根据本土实际情况制定和调整发展策略；二是加强产学研合作，推动科研成果转化和应用，确保科技创新真正服务于地方经济发展；三是优化人才培养和引进政策，为地区经济提供持续的人力资本；四是完善基础设施建设，为产业发展提供良好的硬件环境。通过这些措施，有望构建一个更适应地方特色、更具活力和创新性的生产力发展体制机制，加快实现“新”与“质”的双重飞跃。

二、数据要素

《决定》第三部分“健全推动经济高质量发展体制机制”第6条强调“培育全国一体化技术和数据市场”。

完善要素市场制度和规则，推动生产要素畅通流动、各类资源高效配置、市场潜力充分释放。构建城乡统一的建设用地市场。完善促进资本市场规范发展基础制度。培育全国一体化技术和数据市场。完善主要由市场供求关系决定要素价格机制，防止政府对价格形成的不当干预。健全劳动、资本、土地、知识、技术、管理、数据等生产要素由市场评价贡献、按贡献决定报酬的机制。推进水、能源、交通等领域价格改革，优化居民阶梯水价、电价、气价制度，完善成品油定价机制。

近日，国家数据局局长刘烈宏在国新办举行的“推动高质量发展”系列主题新闻发布会上，介绍推动国家数据事业高质量发展情况时表示：今年是中华人民共和国成立75周年，是实现“十四五”规划目标任务的关键一年，也是数据工作夯基垒台、提档加速的重要突破期。下一步，国家数据局将贯彻落实党的二十大和二十届二中、三中全会精神，研究出台我局学习宣传贯彻全会精神的实施意见，总结和运用改革开放特别是新时代全面深化改革的宝贵经验，进一步推动数据要素

市场化配置改革，统筹数字中国、数字经济和数字社会规划和建设，加快发展新质生产力，加快推进实体经济和数字经济深度融合，加快培育全国一体化数据市场，为中国式现代化建设贡献数据力量。

三、数字经济

第9条强调“健全促进实体经济和数字经济深度融合制度”。

加快构建促进数字经济发展体制机制，完善促进数字产业化和产业数字化政策体系。加快新一代信息技术全方位全链条普及应用，发展工业互联网，打造具有国际竞争力的数字产业集群。促进平台经济创新发展，健全平台经济常态化监管制度。建设和运营国家数据基础设施，促进数据共享。加快建立数据产权归属认定、市场交易、权益分配、利益保护制度，提升数据安全治理监管能力，建立高效便利安全的数据跨境流动机制。

《决定》第七部分“完善高水平对外开放体制机制”第28条强调“加强绿色发展、数字经济、人工智能等领域的多边合作平台建设”。

完善推进高质量共建“一带一路”机制。继续实施“一带一路”科技创新行动计划，加强绿色发展、数字经济、人工智能、能源、税收、金融、减灾等领域的多边合作平台建设。完善陆海天网一体化布局，构建“一带一路”立体互联互通网络。

当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，我国实体经济与数字经济融合程度不断加深。“推进产业智能化、高端化和绿

色化发展，为健全促进实体经济和数字经济深度融合制度提供了目标指引，以人工智能为代表的数字技术和以数据要素为代表的新型生产要素，则为实体经济转型升级提供了新动能新机遇。”北京理工大学公共管理系主任尹西明说。

在尹西明看来，瞄准产业链供应链薄弱环节，加强数字技术创新和应用赋能，为推进产业数字化和数字产业化“两化协同”提供了重要场景牵引。

“未来，需要进一步建设产

业科技创新体系，提升产业科技创新能力，加快场景驱动型国家人工智能创新体系建设；要发挥数字平台企业和数据交易所等的作用，健全数据要素流通交易体系，推动通用人工智能等新一代信息技术和数据要素同制造技术、产业场景融合，为加快发展新质生产力、扎实推进高质量发展注入新动能。”尹西明说，要在确保重点产业链供应链安全可控的基础上，进一步提高产业链供应链韧性。

四、科技体制改革

《决定》第四部分“构建支持全面创新体制机制”第14条强调“深化科技体制改革”。

坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，优化重大科技创新组织机制，统筹强化关键核心技术攻关，推动科技创新力量、要素配置、人才队伍体系化、建制化、协同化。加强国家战略科技力量建设，完善国家实验室体系，优化国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业定位和布局，推进科技创新央地协同，统筹各类科创平台建设，鼓励和规范发展新型研发机构，发挥我国超大规模市场引领作用，加强创新资源统筹和力量组织，推动科技创新和产业创新融合发展。构建科技安全风险监测预警和应对体系，加强科技基础条件自主保障。健全科技社团管理制度。扩大国际科技交流合作，鼓励在华设立国际科技组织，优化高校、科研院所、科技社团对外专业交流合作管理机制。

五、数字人才

《决定》第四部分“构建支持全面创新体制机制”第15条强调“深化人才发展体制机制改革”。

实施更加积极、更加开放、更加有效的人才政策，完善人才自主培养机制，加快建设国家高水平人才高地和吸引集聚人才平台。加快建设国家战略人才力量，着力培养造就战略科学家、一流科技领军人才和创新团队，着力培养造就卓越工程师、大国工匠、高技能人才，提高各类人才素质。建设一流产业技术工人队伍。完善人才有序流动机制，促进人才区域合理布局，深化东中西部人才协作。完善青年创新人才发现、选拔、培养机制，更好保障青年科技人员待遇。健全保障科研人员专心科研制度。

强化人才激励机制，坚持向用人主体授权、为人才松绑。建立以创新能力、质量、实效、贡献为导向的人才评价体系。打通高校、科研院所和企业人才交流通道。完善海外引进人才支持保障机制，形成具有国际竞争力的人才制度体系。探索建立高技术人才移民制度。

“推进中国式现代化离不开科技创新，科技创新靠人才，人才培养靠教育，教育、科技、人才三者构成一个完整的逻辑链，因此必须统筹推进教育科技人才体制机制一体改革。”宁波大学校长蔡荣根分析了统筹推进教育科技人才体制机制一体化改革背后的深层次原因。

“推进中国式现代化要靠高素质创新人才，而培养高素质创新人才的基础在教育。”蔡荣根认为，未来基础教育机制改革的取向，应该以培养和激发青少年的好奇心和创造性为主；高等教育应该成为教育科技人才一

体化发展的枢纽，深化体制机制改革，应该建设更多有优势特色的高校。

中国科学院科技战略咨询研究院研究员万劲波持有相似的看法。“科技是经济的供给侧，人才是科技的供给侧，教育是人才

的供给侧。教育、科技、人才内在一致、相互支撑。”万劲波说，此次全会提出统筹推进教育科技人才体制机制一体改革，就是要打破教育、科技、人才制度各自改革的边界，将三者融合起来才能真正统筹推进，通过一体化改革实现一体化发展，更好支撑中国式现代化。

中国科学技术发展战略研究院研究员石长慧表示，推进教育科技人才体制机制一体化改革要做好战略规划统筹，在制定教育、科技、人才发展规划时，在发展目标、发展思路和具体举措方面进行统一规划；要完善科教协同育人机制，坚持以科技创新需求为牵引，优化高等学校学

科设置，改进中小学科学教育，创新人才培养模式，着力培养造就拔尖创新人才，同时大力推进国家实验室、科研院所、新型研发机构、科技领军企业和高等学校联合培养研究生，在科技攻关一线锻炼培养科技人才。

六、网络治理

《决定》第十部分“深化文化体制机制改革”第40条提出“健全网络综合治理体系”。

深化网络管理体制改革，整合网络内容建设和管理职能，推进新闻宣传和网络舆论一体化管理。完善生成式人工智能发展和管理机制。加强网络空间法治建设，健全网络生态治理长效机制，健全未成年人网络保护工作体系。

由党建读物出版社和学习出版社联合出版的《党的二十届三中全会〈决定〉学习辅导百问》对此分析说，建立人工智能安全监管制度，是应对人工智能快速发展的必然要求。人工智能作为影响面广的颠覆性技术，可能带来改变就业结构、冲击法律与社会伦理、侵犯个人隐私、挑战国际关系准则等问题，将对政府管理、经济安全和社会稳定乃至全

球治理产生深远影响。必须高度重视人工智能可能带来的安全风险挑战，通过加强监管进行前瞻预防与约束引导，最大限度降低风险。

七、网络安全

《决定》第十三部分“推进国家安全体系和能力现代化”第50条强调“健全国家安全体系”。

强化国家安全工作协调机制，完善国家安全法治体系、战略体系、政策体系、风险监测预警体系，完善重点领域安全保障体系和重要专项协调指挥体系。构建联动高效的国家安全防护体系，推进国家安全科技赋能。

“网络安全、数字安全、智能安全与粮食安全、能源安全一样，是国家安全的重要基石，也是科技链、创新链、产业链的‘底板’。”奇安信集团董事长齐向东说，未来我们将持续锻造网络安全硬实力，力争为国家和社会筑起最坚实的网络安全防线。

改革风正劲，创新潮更涌。改革的催征鼓点再次敲响，今日中国，

向着强国建设奋进的脚步愈发铿锵。广大科技工作者将自觉肩负起时代赋予的重任，勇攀科技高峰，挺进科研“无人区”，以实干担当奋力推进中国式现代化。^[1]

（摘自新华社、科技日报等媒体报道）

二十届三中全会《决定》解读

——统筹强化关键核心技术攻关

文◆张 泉 宋 晨

7月21日发布的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》提出，深化科技体制改革。优化重大科技创新组织机制，统筹强化关键核心技术攻关，推动科技创新力量、要素配置、人才队伍体系化、建制化、协同化。

党的十八大以来，我国基础研究和原始创新不断加强，关键核心技术实现重大突破，创新主体和人才的活力进一步释放，我国成功进入创新型国家行列。但仍存在创新能力不适应高质量发展要求、关键核心技术受制于人状况没有根本改变等问题。

决定提出，加强国家战略科技力量建设，完善国家实验室体系，优化国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业定位和布局；改进科技计划管理，强化基础研究领域、交叉前沿领域、重点领域前瞻性、引领性布局。

“我们要不断完善科技创新组织方式和治理体系，加快健全



新型举国体制，统筹推进教育科技人才体制机制一体化改革，加强科技创新全链条部署、全领域布局，破解原始创新能力相对薄弱、一些关键核心技术受制于人等突出问题，加快实现高水平科技自立自强，为推进强国建设、民族复兴伟业提供有力支撑。” 科技部部长阴和俊说。

决定提出，强化企业科技创新主体地位，建立培育壮大科技领军企业机制；深化科技成果转化机制改革，加强国家技术转移体系建设；加快建设国家战略人才力量，着力培养造就战略科学家、一流科技领军人才和创新团队，着力培养造就卓越工程师、大国工匠、高技能人才，提高各类人才素质。

“近年来，高校在国家创新体系中发挥了重要作用。比如，在量子科技、生命科学、物质科学、空间科学等领域，取得一批重大原创成果。下一步，我们将着力强化高校有目标有组织的人才培养、科技创新和社会服务。” 教育部部长怀进鹏说。■

（来源：新华社）

新型举国体制助力发展新质生产力

文◆浙商宏观 李 超

《决定》指出，“统筹推进教育科技人才体制机制一体化改革，健全新型举国体制，提升国家创新体系整体效能”。我们认为，新型举国体制是发展新质生产力的重要助力，健全新型举国体制的关键在于深化科技体制改革。其中，健全科技社团管理制度，改进科技计划管理，加强有组织的基础研究，建立企业研发准备金制度，建立职务科技成果资产单列管理制度，深化职务科技成果赋权改革和建立科技保险政策体系等重要方面。

我们认为，健全科技社团管理制度有助于鼓励和规范发展科技类社会团体，有助于新型举国体制加强创新资源统筹和力量组织，深化科技评价体系改革。据民政部统计数据显示，全国科技领域社会组织有4万余家，其中，民政部登记全国性社会组织236家、国际科技组织17家。2023年底《科技部办公厅 民政部办公厅 中国科协办公厅关于开展促进科技类社会团体发挥学术自律自净作用专项行动的通知》中指出，要“推动科技类社会团体主动承担学术自律自净的职责使命”，“接受委托开展学术调查”，“制定实施学科学术评价规范”和“加大对青年科研人员支持力度”等举措，加强科研作风学风建设，在促进学术自律自净等方面发挥作用。

我们认为，在改进科技计划管理方面，加强有组织的基础研究，是新型举国体制凝聚科技创新能力重点发展新质生产力的着力点。

《决定》指出，要“强化基础研究领域、交叉前沿领域、重点领域前瞻性、引领性布局”，“提高科技支出用于基础研究比重，完善竞争性支持和稳定支持相结合的基础研究投入机制”。我们认为，由于基础研究领域具有投入周期长，研发成果不确定性较大的特点，需要有长期稳定的科技支出投入，相比于企业与个人，政府更具有与之匹配的支出能力，结合我国当前中央与地方的财政现实来看，中央财政在基础研究科

技支出上或更为重要，这也是新型举国体制与我国央地财权事权相匹配改革的统一表现。《决定》指出，“完善中央财政科技经费分配和管理使用机制，健全中央财政科技计划执行和专业机构管理体制”。

我们认为，建立企业研发准备金制度有助于强化新型举国体制中的企业科技创新主体地位。研发准备金是企业为保障研发项目的资金需要，在开展研发活动前或研发过程中提前储备的专门用于研发项目、单独核算的资

金。研发准备金制度是指规范研发准备金的形成、使用、核算、信息披露等相关事项的管理措施。此外，对领军企业、专精特新中小企业、中小微企业系统推进也是强化企业科技创新主体地位的体现。

我们认为，建立科技保险政策体系是金融助力新型举国体制发展新质生产力的重要增量。在科技的开发创新与应用中，涉及生产、研发、人员、贸易链、信用链等多个方面，按照时序可大致将科技风险划分为科技研发风险、成果转化风险和市场风险。科技保险有效地分散了研发项目的科技风险，提高了科技研发各方主体对于科技研发的积极性，同时降低了科技研发项目因科技风险而失败的可能，提高了科技研发的效率。具体来看，包括但

不限于首台（套）重大技术装备综合保险、重点新材料首批次应用综合保险、软件首版次质量安全责任保险等。

我们认为，建立职务科技成果资产单列管理制度，深化职务科技成果赋权改革，有助于进一步破除制约科技成果转化的制度障碍，激发科研人员创新创业创造活力，促进科技成果落地转化。职务科技成果，是指执行研究开发机构、高等院校和企业等单位的工作任务。《报告》相关内容可以通过科技创新成果的利润共享改革，激发科研人员活力。职务科技成果资产单列管理制度，完善科技成果资产确认、使用和处置等规范化的资产管理，建立健全市场导向的价值评估机制，此前已在河南等地试点，可以进一步破除制约科技成果转化的制度障碍，激发科研人员创新创业创造活力，促进科技成果落地转化。职务科技成果赋权改革，此前已在湖北等地试点，按照规定赋予科研人员职务成果所有权或不低于 10 年的长期使用权。允许高校、科研院所和医疗卫生机构对过往利用单位职务科技成果自主创办企业进行合规整改。推动落实以增加知识价值为导向的收益分配政策。

此外，我们认为，健全新型举国体制，也需要教育科技人才三位一体协同推进。一是，教育综合改革，以科技发展、国家战略需求为导向，“超常布局急需学科专业”。二是，科技体制改革，坚持四个面向，即面向世界科技前沿、经济主战场、国家重大需求和人民生命健康，强化关键核心技术攻关，国家、企业、科技人员三大主体分工明确。在国家层面，科技经费、验证平台和政府采购等是重要的支持方向。“深化科技成果转化机制改革，加强国家技术转移体系建设，加快布局建设一批概念验证、中试验证平台，完善首台（套）、首批次、首版次应用政策，加大政府采购自主创新产品力度。”在科技人员层面，科技人员更大的自主权是关键变量，尤其是在技术路线、经费资源调度和科技成果转化收益分配方面，我们认为这有助于充分激活科技人员创新活力。三是人才发展体制机制改革，重在加快建设国家战略人才力量，呈现梯队明确的特征。《决定》指出，要“着力培养造就战略科学家、一流科技领军人才和创新团队，卓越工程师、大国工匠、高技能人才，一流产业技术工人队伍。”⁸

特别报道——继往开来新气象 谋篇布局再出发

2024 年中国信息协会年中工作会成功召开

文 ◆ 中国信息协会



7月12日，2024年中国信息协会年中工作会在北京成功召开。中国信息协会会长王金平，副会长吴钰、李红、杨志强，监事长廖方宇出席会议，协会各分支机构、杂志社负责人和代表及协会各部门全体工作人员80余人参加会议。

王金平会长在会上作2024年中国信息协会年中工作报告。王金平以“继往开来，谋篇布局”精炼概括了协会上半年的工作成果，全面回顾了自换届以来，第七届领导班子带领全体干部职工开展的13项富有创新和开拓意义的重点工作：加强党的领导、制定战略规划、争取工作支持、健全治理结构、加强内外交流、构建良好生态、重启评选工作、首次参加评估、提升协会影响、维护协会权益、塑造协会品牌、喜迁办公新址、提升管理水平。

王金平在报告中深入分析了协会当前阶段的实际情况和外部发展环境，对协会未来的核心导向提出了“1234”的发展思路，即1个基调、

2个认识、3大战役、4大业务，强调“新起点、新征程、新辉煌”应成为协会全体成员共同追求的主基调。

王金平强调，协会全体成员要深刻领会和理解“脱钩管理”以及“信息时代”的深层含义，统一思想认识，增强市场敏锐度，强化协会的核心竞争力；在协会内部倡导“一家人、一条心、一盘棋、一起干”的团结协作精神，让会员单位、分支机构、地方信息协会都能感受到



强烈的归属感，努力构建全国信息行业组织的大系统，汇聚各方力量，形成协同发展的格局，共同推动我国信息化事业发展；在继续巩固和深化协会传统业务的同时，要全力攻坚“保留评比表彰”“实现评估预期”“解决遗留问题”三大战役，聚焦成果评选、政策咨询、标准制定、国际交流四大战略性业务。

会上，王金平对协会下半年工作进行了细致部署。王金平指出，要坚定不移地用习近平新时代中国特色社会主义思想凝心铸魂、武装头脑、指导实践、推动工作，不断加强党建引领，深化学习教育，从大视野、全方位、新角度谋划协会党建工作；在内部建设方面，要不断夯实基础管理，在战略规划、管理效率、品牌价值、渠道拓展、会员服务等方面持续发力，构建专业高效的协会秘书处；在业务发展方面，要主动求新求变，不断强化分支机构管理与赋能机制，做好协会品牌活动策



划、培训、评价、赛事、行业交流合作等工作。王金平强调，协会上下要认清形势，坚定高质量发展的信心不动摇，不等不靠、主动出击，以顽强的作风、切实的举措，全力落实协会工作部署，确保全年目标任务圆满完成。

王金平会长的工作报告不仅是对协会上半年工作的总结与回顾，更是对未来发展的殷切期许与规划部署。报告明确了协会的前进方向，提供了清晰的行动指南，激发了协会全体成员的信心和斗志，引领协会持

续创新、锐意进取，迈向更高的台阶。

会议由副会长兼秘书长李红主持。参加会议的分支机构和杂志社代表对协会年中工作报告给予高度认同，纷纷表示工作成果令人倍感振奋、催人奋进。

在交流发言环节，市场研究业分会会长赵新宇围绕“数据洞察”话题分会应对行业变化的工作创新实践；通用航空分会会长王砥详细汇报了第三届低空经济大会的筹备进展与低空经济发展前景；粮农信息分会会长张雪重点介绍了分会开展人社部职业技能等级认定工作和参与编制《中国数字粮食发展报告—仓储部分》的工作情况和心得体会；营商环境专委会执行会长斯兰介绍了专委会在推进标准化工作、组织定制化培训等方面的具体举措和取得的成效；产业互联网分会副会长兼秘书长张健作为新成立分支机构代表，详细介绍了分会筹备工作经验和成立以来开展的主要工作、取得的成果，《中国信息界》杂志社社长尚进介绍了探索期刊数字化转型以及全媒体平台优化调整的工作规划和进展情况。交流发言不仅展示了各分支机构和杂志社所取得的工作成绩，也表达了他们对未来工作的持

热切期待和坚定信心。

协会副秘书长兼会员与对外交流部主任张凤英就《中国信息协会分支机构管理办法（2024年修订稿）》《中国信息协会会员与会费管理办法（试行）》进行了说明，详细阐述了两个管理办法的修订内容和实施细则，让各分支机构更好地理解并遵循执行。

为贯彻落实中央社会工作部、民政部有关规定和要求，依法合规开展协会各项工作，强化内部管理，明确各部门、分支机构、杂志社等责任单位的工作任务，实现协会整体工作目标，协会制定了2024年任务责任书，要求

各责任单位结合自身实际情况，制定切实可行的实施计划，扎实落实各项工作，持续强化各责任单位的主体意识、责任意识。

会上，王金平会长代表协会分别与各分支机构、杂志社负责人签订《2024年中国信息协会任务责任书》，体现了协会对自身建设、各责任单位所承担任务的严肃态度和加强内部治理的坚定决心。协会将按照任务责任书要求，监督和敦促全体成员共同努力、积极行动，依法合规开展工作，实现协会整体工作目标和持续健康发展。

本次年中工作会的召开，既是对协会秘书处、各分支机构及杂志社上半年工作的总结，也是对协会2024年总体发展规划与战略布局的再动员。

在党的二十届三中全会即将召开之际，协会将以年中工作会为契机，认真落实中央社会工作部、民政部工作部署和要求，积极学习并深入贯彻党的二十届三中全会的精神，确保思想统一、齐心协力，汇聚全协会的力量，以更加饱满的热情和坚定的斗志，全力以赴做好下半年各项工作。让我们携手并进，在新征程上勇往直前，以实际行动向共和国75周年华诞献礼，共同为国家信息化事业发展谱写新的篇章！^[5]



科技创新

Technical Innovation

习近平总书记在党的二十大报告中强调，完善科技创新体系。坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，加快实现高水平科技自立自强。以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关，坚决打赢关键核心技术攻坚战。

科技已经成为当今世界发展的核心驱动力，它深刻地影响了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、智能化、信息化的时代，科技已经深入到我们生产生活的方方面面，成为人类生存和发展的必需品。中国高度重视科技创新工作，坚持把创新作为引领发展的第一动力。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。

基于项目编码技术的 科技项目群管理应用

文◆国网上海市电力公司经济技术研究院 顾嘉凤 吴恩琦 李奕婵 李永

引言

随着“碳达峰、碳中和”目标的稳步推进与新型电力系统构建的加快实施，科技项目已成为公司科技创新的主阵地，是落实“双碳”工作部署，全面建设新型电力系统的重要着力点。近年来，公司科技项目的数量不断增加、规模持续扩大，项目之间的关系也愈发交错复杂，孤立地管理任何项目都难以取得组织层面的技术突破。只有基于战略层面开展科技项目群管理，系统梳理科目关系、科学统筹项目、有效分配组织资源，才能更好地实现公司科技创新的目标。

项目编码是指通过制定一套规则和约定，为项目分配或创建一种特定的识别码、编号或标识符。本研究根据公司科技项目的特点，提出了一种以线分类法为主、面分类法为辅的科技项目混合编码方法，用于标识和分类公司的科技项目，为科技项目群的组建与跟踪管理提供重要支持。

1 编码原理与原则

本研究以国内现行相关规范及信息化技术为基本设计原理^[1]，采用线分类法为主，面分类法为辅的混合分类法，进行科技项目编码体系的设计。在设计过程中，本研究以科技项目编码的唯一性和永久性，以及公司科技创新智慧平台的连通性与可扩充性为出发点，对项目编码体系进行设计。

唯一性：单个项目编码不得重复，项目各模块编码也不得与自身项目及其他项目中的同类模块重复，确保项目群中所有模块编码存在且唯一。

永久性：编码一旦赋予某个项目模块，即永久有效，不因模块信息的变化而变更。

科技创新智慧平台连通性：指单个项目模块所含字符码及属性信息可以在各个项目、项目各个阶段以及各参与方之间进行无障碍流通，在平台上流转时可实现有效继承。

可扩充性：在项目实施阶段，如果出现原项目中不存在的模块，可基于原定规则进行新模块的扩充。

2 编码思路与模型

对于一个完整的科技项目编码体系，应使科技项目编码最大限度地承载各种属性信息，其中应包括管理属性、类别属性、技术属性、成果属性。管理属性是指项目的组织结构属性，包括项目的承担单位与合作单位；类别属性则是指该项目的类型，包括项目类型与项目类别；技术属性应包含项目的技术类别及关键技术；成果属性应包含项目的成果类型、成果层次等信息。科技项目编码结构如表1所示，将该体系框架按照管理、类别、技术、成果等属性进行结构化分解，以此实现众多科技项目的定义、识别、创建和使用。作为基础性标准，该体系还应确保各项目实施关联方、各阶段和各项任务之间对于编码成果（模型及其信

【作者简介】顾嘉凤（1992—），女，上海人，本科，研究方向：电气工程。

【通讯作者】吴恩琦（1988—），女，山东章丘人，硕士研究生，研究方向：技术经济及管理、能源电力经济。

表 1 科技项目编码结构

属性	结构
管理属性	承担单位—合作单位
类别属性	项目类型—项目类别
技术属性	技术类别—关键技术
成果属性	成果类型—成果层次

息）能够实现信息交换共享、模型整合和应用协同。

本编码体系由项目管理属性代码组、项目类别属性代码组、项目技术属性代码组、项目成果属性代码组 4 个代码组构成。为合理地对科技项目进行编码，研究梳理了科技项目属性（见表 2）。

表 2 科技项目属性

属性	结构
管理属性	承担单位 浦东公司、市区公司、市北公司、市南公司、松江公司、嘉定公司、青浦公司、奉贤公司、金山公司、崇明公司、长兴公司、超高压分公司、电缆公司、建设公司、物资公司、信通公司、电科院、经研院、客服中心、培训中心
	合作单位 久隆咨询、久湛科技、上海交大、柒志科技、朗新科技、杭途科技、武汉大学等
类别属性	项目类型 科技项目
	项目类别 基础共性技术、专业应用技术、专业管理技术、跨领域融合技术、决策支持技术、前沿技术、应用理论
技术属性	技术类别 /
	关键技术 /
成果属性	成果类型 论文 / 专利 / 标准 / 著作 / 奖项
	成果层次 北大核心、南大核心、中国科技核心、CSCD、社科院核心、SCI、SSCI、EI、其它 / 发明专利、实用新型专利、外观设计专利 / 国标、行标、地标、企标 / 专著、独著、合著 / 国奖、地市奖、行业奖、企业奖

由于科技项目申报过程中填写的技术领域颗粒度较粗，本研究将通过文本挖掘的方式先识别科技项目的技术主题^[2]，获取科技项目的技术属性，再进行统一编码。最终获得的科技项目编码由四组代码及半角下划线“_”组成，如项目管理属性代码组—项目类别属性代码组—项目技术属性代码组—项目成果属性代码组。

3 技术主题识别

科技项目的技术主题识别是指通过挖掘科技项目名称获得科技项目

表 3 科技项目技术主题

技术主题名称	代表性关键词	数量
电力数字技术	数字孪生、数字化、可视化、电网需求评估、碳足迹监控分析、多元负荷、交互式、云协同、变电站监控、自动验收	15
智能传感技术	物联网、定位技术、信号自动监听、传感器、电缆故障、档案管理、电缆终端、地下管廊孔位监测、输变电设备、户外 GIS 设备	15
“双碳”服务技术	碳市场、电力市场、耦合机制、仿真研究、碳排放计量、优化模型、碳排放权、碳测算、链路机理、虚拟电厂	15
运营管理技术	增值服务运营、优质供电、优化运行、需求潜力分析、HPLC 技术、市场协同、物联、电源结构转型、博弈交互、仿真研究	7
大数据分析技术	大数据分析、多源数据、信息模型、数据增值、预测分析、质量评价、数据融合、数据画像、数据监测、智慧应用	13
电力治理技术	电能质量治理、系统性治理、仿真模拟算法、配网协议、资源池优化、库存分级耦合、线路跳闸压减技术、柱上断路器控制器、校验系统、智能管控	13
人工智能技术	人工智能、机器学习、AI 技术、文本挖掘、知识图谱、智能交互、图像识别、神经网络算法、智能辨识、智能推荐	12

的主题。本研究以 2022 年公司 90 个举手制科技项目的名称为数据源，使用 BERTopic 主题识别模型获取技术主题，步骤如下。

（1）嵌入科技项目名称数据。将科技项目的名称输入一个基于英语 BERT 的模型，利用双向 Transformer 结构计算研究内容的词向量。

（2）降维+聚类。分别将每个科技项目名称的词向量输入 HDBSCAN，可以自动推荐最优的簇类结果。HDBSCAN 输出的聚类数量即为最终提取的各个科技项目名称的技术主题数量。

（3）创建技术主题表示。使用 TF-IDF 评价每个词对每个 HDBSCAN 聚类的重要性，对主题进行提取和精简，以提高最大边缘关联词的一致性。最终获取每个主题中的重要单词。

（4）根据技术主题划分科技项目数据。根据不同技术主题的主题词在每个科技项目名称中出现的频率，计算科技项目名称与主题的匹配程度。

经过训练得到科技项目的 7 个技术主题，即电力数字技术、智能传感技术、“双碳”服务技术、运营管理技术、大数据分析技术、电力治理技术、人工智能技术（见表 3）。表 3 包括技术主题名称、每个技术主题除去粗粒度关键词后的 10 个代表性关键词以及每个技术主题的科技项目数量。

4 项目自动编码

经过 BERTopic 主题模型训练提取技术主题后，对科技项目的所有属性代码进行统一编码，并建立科技项目编码清单。具体规则如下。

(1) 项目管理属性代码, 由承担单位与合作单位组成, 采用4位数字表示。其中, 承担单位从浦东公司到培训公司代码为01 ~ 20, 合作单位如久隆咨询、久湛科技等, 根据公司供应商库可从01依次编码。

(2) 项目类别属性代码组, 由项目类型与项目类别组成, 采用1位字母和1位数字表示。其中, 字母T表示科技项目, 数字1 ~ 7分别表示基础共性技术—应用理论。

(3) 项目技术属性代码组, 由技术类别与关键技术组成, 采用4位数字表示。其中, 技术类别从电力数字技术到人工智能技术代码为01 ~ 07, 各个技术类别下的关键技术代码为01 ~ 10。例如, 电力数字技术类别下的数字孪生代码为01, 可视化代码为02, 以此类推。

(4) 项目成果属性代码组, 由成果类型与成果层次组成。每种成果类型和成果层次分别采用1位字母和1位数字表示, 含多种成果的项目可自由拓展。其中, J表示论文, 1 ~ 9分别表示北大核心—其它; P表示专利, 1、2、3分别表示发明专利、实用新型专利、外观设计专利; S表示标准, 1 ~ 4分别表示国标、行标、

地标、企标; B表示著作, 1 ~ 3分别表示专著、独著、合著; A表示奖项, 1 ~ 4分别表示国奖、地市奖、行业奖、企业奖。

不同组代码之间用半角下划线“_”连接; 同一组代码中, 相邻层级代码之间依照顺序编制。根据科技项目编码清单, 可以自动得到如项目“地下电缆故障定位去干扰自学习神经网络算法研究”的编码为“0301-T01-0707-J9P1S3A3”。

5 科技项目群管理应用

5.1 组建项目群

以拟开展科技项目的相关管理属性、类别属性、技术属性和成果属性等为导向组建项目群, 有利于项目群内部项目之间的协同管理, 便于群内各项目的各类资源调配, 优化项目实施周期, 提高项目承接能力, 协调技术团队配置, 汇总编制总结报告, 并做好项目成果维护移交等事务。利用科技项目编码, 可以将属性编码相同的项目自动组建为科技项目群。例如项目“地下电缆故障定位去干扰自学习神经网络算法研究”的编码为“0301-T01-0707-J9P1S3A3”, 项目“基于文本挖掘的技术标准智能辨识技术研究及应用”的编码为“1701-T02-0704-JP2S1A1”。根据编码, 可知这两个项目的合作单位、技术类别相同, 因此能够组建在一个项目群中。

5.2 跟踪管理项目群

科技项目编码清单用于记录所有科技项目及其对应的编码, 项目群成员可以快速查找和定位特定科技项目。在科技项目群管理过程中, 项目群成员可以根据项目编码生成报告, 以便在项目群级别了解项目的进展、风险和绩效。同时, 通过聚合和分析项目编码相关的数据, 项目群成员可以更好地理解项目群的状态和趋势。此外, 在科技项目群管理过程中, 存在新科技项目的加入或项目的变更, 而灵活的项目编码体系能够容纳这些变化, 同时保持项目群管理的一致性。

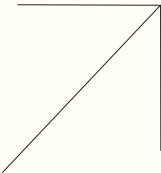
结语

本研究综合考虑了科技项目的管理属性、类别属性、技术属性和成果属性, 提出了一种以线分类法为主, 面分类法为辅的科技项目混合编码方法。研究借助资料收集法、BERTopic主题提取法, 系统地梳理了科技项目的属性内容, 并定义了科技项目的各个属性代码。管理人员可对照科技项目编码清单对科技项目进行编码。利用科技项目编码, 可以实现科技项目群的自动组建、快速查找与定位、跟踪管理与灵活应对, 提高科技项目群管理的可视性和效率, 对开展科技项目群管理具有重要意义。

引用

[1] 张静. 问卷调查中评价类问题的自动编码方法及其应用[D]. 天津: 天津商业大学, 2022.

[2] 刘智锋, 王继民. 社会科学数据集的跨学科性研究——以CHARLS和CGSS数据集为例[J]. 现代情报, 2023, 43(9): 165-177.



大数据时代人工智能 在远程网络通信技术中的创新应用研究

文 ◆ 中电科大数据研究院有限公司 林 辉 余 楷

引言

在大数据时代，人工智能技术在远程网络通信领域显示出了较好的应用潜力，特别是在网络安全和管理效率方面。通过深入探究人工智能在异常流量检测、智能运维、故障溯源以及网络优化等方面的应用，研究突显了人工智能如何提升网络通信系统的响应速度和安全性。此外，研究还涵盖了人工智能在智能化网络配置、自动化故障恢复、数据流量和带宽优化、网络安全监测、物联网通信以及远程诊断与维护的创新应用。该技术的集成不仅优化了网络资源的管理，还强化了网络的可靠性和安全防护能力。

1 人工智能技术概述

人工智能技术涉及诸多算法和计算模型，核心技术包括机器学习、深度学习和自然语言处理。机器学习技术使计算机系统能够基于经验数据进行预测和决策，无须进行明确的程序编写。深度学习技术作为机器学习的分支，模拟人类大脑的神经网络结构，通过多层处理和抽象能力，使计算机能够从数据中学习复杂模式。该技术不仅在图像和语音识别领域取得了革命性进展，还极大地推动了自动驾驶和机器人技术的发展。自然语言处理技术使计算机能够理解和生成人类语言，提供了从客户服务到全自动翻译系统的广泛应用。

在网络通信领域，人工智能的核心技术被应用于智能监控系统，实现对网络行为的实时监控和管理，有效预防网络攻击和系统故障。通过大数据分析，系统能够识别出潜在的异常模式，及时响应各种网络安全挑战。此外，人工智能技术在提高网络资源利用效率和优化网络配置方面也显示出巨大潜力，通过精确调控网络流量和自动配置网络资源，提高了网络服务的质量和用户体验。

2 人工智能在网络安全中的应用

2.1 异常流量检测

异常流量检测是通过应用人工智能技术实现对网络流量的实时监控

和异常识别。该过程通常依赖于机器学习和深度学习算法，其中常见的方法是使用基于统计模型的异常检测。假设，网络流量数据可以表示为一个时间序列 $\{x_t\}$ ，在正常情况下，这些数据服从某种已知的概率分布 $P(x_t|\theta)$ ，其中 θ 是模型参数。当网络流量异常时，这些数据的概率分布会偏离正常情况。通过计算每个时间点的异常评分 $S(x_t)$ ，可以检测出异常流量。异常评分的计算公式如下。

$$S(x_t) = -\log P(x_t | \hat{\theta}) c^2 \quad (1)$$

式(1)中， $\hat{\theta}$ 是通过历史正常数据估计的参数。较高的 $S(x_t)$ 值表明数据点 x_t 偏离正常分布，判定为异常流量。

机器学习模型，如支持向量机 (SVM) 和随机森林 (Random Forest)，通过学习正常与异常流量的特征，进一步提高检测的准确性。深度学习模型尤其是自编码器 (Autoencoder)，通过重建误差来识别异常流量，自编码器训练时使重建正常流量时的误差最小，对于异常流量则有较大的重建误差。此外，递归神经网络 (RNN) 和长短期记忆网络

(LSTM) 在处理时间序列数据时表现出色，能够捕捉流量随时间变化的复杂模式，进一步提升检测性能。

2.2 智能运维

智能运维 (Intelligent Operation and Maintenance, 简称 IOM) 是应用人工智能技术优化网络系统管理和维护的实践。在智能运维领域，人工智能主要通过预测性维护、自动化故障处理和资源优化配置来提高运维效率和系统可靠性。预测性维护通过机器学习模型预测设备故障和系统性能下降的可能性，允许运维团队在问题发生前就采取措施，减少系统停机时间和维护成本。例如，通过分析历史数据中的性能指标和故障记录，机器学习模型能够识别出故障发生的先兆，如温度异常升高或硬件性能持续下降。自动化故障处理通过自然语言处理和专家系统，实现故障诊断和问题解决的自动化，简化了问题解决流程并缩短了恢复时间^[1]。

2.3 故障溯源

在人工智能的帮助下，故障溯源过程变得更加自动化和智能化。通过采用深度学习和模式识别技术，故障溯源系统能够从海量的监控数据中迅速识别故障源。这一过程通常包括多个步骤，即数据收集、特征提取、故障诊断和故障定位。

(1) 数据收集阶段。系统通过各种传感器和日志收集器持续监控网络状态，收集与网络性能相关的各种指标，如流量数据、错误率、响应时间等。(2) 特征提取阶段。利用机器学习算法，如主成分分析 (PCA) 或自动编码器，从原始数据中提取出有助于故障诊断的特征。(3) 故障诊

断阶段。采用分类算法如支持向量机 (SVM) 或神经网络，对提取的特征进行分析，识别出潜在的故障模式。(4) 故障定位阶段。系统利用诊断结果，通过算法确定故障的具体位置和原因，指导维护团队进行快速响应。

2.4 网络优化

随着网络规模的不断扩大和网络流量的日益增加，传统的网络管理方法已经难以满足高效和灵活管理的需求。人工智能技术的引入，特别是机器学习和优化算法的应用，增强了网络优化的能力。机器学习模型能够根据历史数据和实时流量情况预测网络流量的趋势，提前调整网络配置，如调整路由策略和带宽分配，以适应预期的流量变化。此外，优化算法如遗传算法和粒子群优化算法被用来求解复杂的网络优化问题，如负载均衡和能源消耗最小化。这些算法能够在多个目标和约束条件下，找到最优或近似最优的网络配置方案。通过实时监控网络状态和自动调整网络参数，AI 驱动的网络优化不仅提高了网络资源的使用效率，还保证了网络用户的服务质量^[2]。

3 人工智能在远程网络通信技术中的创新应用

3.1 智能化网络配置管理

在传统网络设置中，配置管理通常依赖于网络管理员的手动干预，不仅耗费时间，还容易出错，尤其在大规模和复杂的网络环境中更是如此。引入人工智能后，智能化网络配置管理系统能够自动识别网络设备的状态和性能，自动应用最优配置。采用高级算法分析历史配置数据和网络性能指标，预测最佳的网络配置设置。例如，使用决策树、神经网络或强化学习模型，系统能够学习最有效的配置以及在特定情况下应如何调整配置以优化性能和资源利用率。此外，这些智能系统还可以实时监控网络状态，自动调整配置以适应网络负载变化和连接需求，减少网络故障的风险，提高网络的可靠性和弹性。这种智能化的配置管理方法尤其适用于数据中心、云计算环境和大型企业网络，其中网络设备众多且配置需求频繁变化。通过减少人为干预和自动优化配置，不仅提升了网络管理的效率，还改善了网络服务的整体质量和用户体验。

3.2 自动化故障恢复系统

自动化故障恢复系统利用机器学习算法来监测网络操作，实时检测和诊断潜在的故障或性能下降问题。一旦检测到问题，系统可以自动启动预设的恢复流程或使用从以往经验中学到的最佳实践来尝试修复问题。例如，通过分析网络故障历史和维护日志，深度学习模型可以识别故障模式并推荐相应的恢复策略，包括重新收集路由流量数据、重启服务或更换硬件配置。在更复杂的情况下，自动化故障恢复系统还能进行因果推理，确定故障的根本原因，并实施长期解决方案以防止问题再次发生。这种自动化的故障响应和恢复机制对于保持网络的持续可用性至关重要，尤其是在对时间敏感的商业环境中，如金融服务和在线交易平台。此外，随着物联网和智能设备在日常运营中的普及，自动化故障恢复系统在管理这些设备的网络连接和性能方面也显示出巨大的潜力，确保服务不间断和用户体验的连续性。

3.3 数据流量和带宽优化

数据流量和带宽优化是通过利用预测分析和实时数据处理，人工智能算法能够动态调整网络带宽分配和流量管理策略。例如，机器学习模型可以根据历史流量数据和用户行为模式预测网络高峰时段，提前调整路由策略和带宽资源。此外，深度学习网络被训练以识别和优化数据传输路径，减少延迟并避免拥塞，尤其是在多跳网络中。递归神经网络（RNN）特别适用于处理序列数据，能够预测未来流量趋势并实时更新网络配置^[3]。

3.4 增强网络安全监测

增强的网络安全监测是利用人工智能技术识别和防御网络威胁的关键应用，包括从基础的入侵检测到复杂的行为分析。人工智能系统通过整合和分析来自网络各个部分的数据，提供全面的安全状态视图。例如，通过实时分析网络流量、用户行为和应用活动，AI 系统可以迅速识别出异常模式，昭示着安全威胁的存在。网络安全监测中的人工智能应用如表 1 所示，展示了一个网络安全监测系统中的常见指标和人工智能模型的应用。该技术的实现依靠于复杂的数据处理和高级算法，使系统不仅能够响应已知的威胁，还能够适应新出现的挑战。通过不断学习和适应网络环境变化，人工智能增强的网络安全系统提供了一种动态的防御机制，更好地提高了网络的安全水平，这对于保护关键基础设施和敏感数据尤为重要^[4]。

表 1 网络安全监测中的人工智能应用

指标类型	描述	AI 模型应用
流量异常	流量突然增加或减少	使用异常检测算法如孤立森林
用户行为分析	登录地点、时间异常	应用聚类分析和异常点检测
应用层行为	应用程序行为模式变化	深度学习模型分析应用行为
网络性能	网络延迟和数据包丢失	时间序列预测模型

3.5 优化的物联网通信

人工智能通过高级的数据分析和自动化决策支持系统，能够实现物联网设备之间的优化通信，降低延迟，提高数据传输的可靠性。这一过程包括使用机器学习算法对设备间的通信模式进行建模和分析，以便识别和预测网络中的拥塞点，并自动调整数据流以避免这些问题。例如，通过实施神经网络和强化学习算法，系统能够学习从历史通信失败中恢复，自动调整传输协议和路由选择以优化未来的传输效率。此外，人工智能还能够设备故障预测、能源消耗优化以及安全漏洞检测等方面发挥作用，通过持续监控和实时分析，为物联网设备提供智能化的维护和管理，提升整个物联网系统的性能和稳定性。

3.6 远程诊断与维护

远程诊断与维护是通过先进的监测和分析工具提供及时的技术支持和问题解决方案，减少物理访问需求。在这一过程中，人工智能系统通过集成的传感器数据和实时网络监控信息，迅速识别和诊断网络中的问题或性能下降。利用深度学习算法，如卷积神经网络和递归神经网络，分析复杂的数据模式，预测潜在的故障并提前警告用户或服务提供者。自动化的故障诊断工具可以解析大量的日志文件和性能数据，通过模式识别技术确定故障的具体原因，智能推荐系统则可以提供修复建议或自

动执行某些维护任务^[5]。此外，人工智能驱动的远程诊断系统还能进行自我学习和适应，随着时间推移不断提升诊断准确性和维护效率，不仅大幅度提升了网络维护团队的工作效率，还优化了资源分配，确保了网络服务的持续性和可靠性，特别是在金融服务、医疗保健和制造业。

结语

人工智能技术已经成为远程网络通信领域的重要推动力。通过对网络安全的持续加强，异常流量检测、智能运维和故障溯源等功能的实现展示了 AI 的实际应用价值。同时，人工智能在物联网通信、远程诊断与维护等方面的创新应用正在重塑网络管理和优化的传统方法，提升了网络系统的自适应能力和操作效率。不仅提高了网络服务的质量和可靠性，还为未来网络技术的发展趋势提供了新的方向，预示着更加智能化和自动化的网络运维与安全管理模式。■

引用

[1] 赵笛杉.大数据时代计算机远程网络通信技术创新研究[J].科技视界, 2023,13(35):74-76.

[2] 刘小钧,张勇,陈艳.大数据时代计算机远程网络通信技术创新[J].山西电子技术,2022(4):64-65+69.

[3] 贺明华.计算机远程网络通信技术应用研究[J].科技创新与生产力, 2022(5):139-141.

[4] 郑秀毅.大数据时代计算机远程网络通信技术变革分析[J].电子元器件与信息技术,2021,5(5):59-60.

[5] 牛晓丽.大数据时代的计算机远程网络通信技术探析[J].电脑编程技巧与维护,2021(3):73-74+153.

基于情感化设计的智能工具 App 设计研究*

文◆湖南工业大学 刘聪仪 李崧澹 谷彤彤 田 飞

引言

2023 年，中国各地政府为持续应对日益加剧的老龄化现象^[1]，针对三孩政策实施了多种激励措施，这一举动被社会各界评价为能有效推动各方面完善配套措施、保障育龄妇女生育权利、为家庭生育三孩提供法治保障的务实之策^[2]。该政策为针对儿童群体的智能化 App 发展带来了巨大商机。目前，AI 人工智能技术已经逐步应用于数字化照片管理，并致力于改进数字化照片管理中的不足。该研究以现有智能相册优点为基础，为 AI 相册应用开发提供新方向。

1 研究背景

情感化设计是一种顺应或唤起用户内心情感需求的设计理念，旨在让用户产生积极的用户体验与行为。从消费者的角度来看，产品的形式不仅要符合人体工程学和心理学的标准，还要具有情感化元素。这意味着在满足理性需求的同时，也要使操作过程变得更加有趣。随着智能设备的普及，情感化设计也日益受到重视，并逐渐应用到各种应用程序中。

本文基于“以人为本”的设计理念^[3]，深入分析移动网络背景以及少子化社会环境下，父母用户在使用相册 App 时，对子女真实感受与情感建立过程，通过合理的分析与设计，实现在感性层面上为用户带来持久价值的目标。

2 情感化 AI 人工智能相册 App 体系构建

为深入了解用户的情感需求和市场智能相册类 App 的具体使用情况，本次调查运用了用户访谈法和问卷调查法，针对目标用户在情境设定下的选择性反馈进行筛查，并对现有信息化应用产品进行分类分析。

2.1 前期调研

2022 年 7 月—8 月，以线上方式展开问卷调查分析，本次调查中，最终发出问卷 202 份，收回 197 份，其中有效问卷 186 份。目标用户对产品需求态度调研如表 1 所示。

表 1 目标用户对产品需求态度调研

题项	样本量	肯定 / 前者	否定 / 后者	一般 / 中立
1. 您使用过照片管理类软件吗？	186	73	113	0
2. 您有为整理孩子照片的烦恼吗？	186	123	54	9
3. 如果有一个相册 App，能自动挑选并集合您小孩的所有照片，对您来说有用吗？	186	111	60	15
4. 您更愿意手动筛选孩子照片，还是借助人工智能自动挑选？	186	132	14	40
5. 您认为在相册管理 App 中加入智能时间轴设计会不会让您更方便地筛选出照片？	186	126	28	32
6. 您喜欢通过游戏式体验引导您更好地使用 App 吗？	186	97	23	66
7. 这个 App 还能自动归类社会实践或奖状照片，有用吗？	186	109	40	37

调研结果显示，多数用户面临的问题总结如下。常用相册软件难以自动关联孩子的成长阶段和相应分类，导致查找如“家庭阅读”“体育锻炼”等特定场景照片时效率低下；用户因隐私顾虑对 AI 技术的信任度不高；市面上缺乏针对儿童定制且以相册为核心功能的应用。

2.2 中期调研

以实地用户调研和结构化的问卷调查数据为核心依据，深入剖析现

*【基金项目】2022 年湖南省大学生创新创业训练计划项目（S202211535048）；湖南省大学生创新创业训练计划项目（S202211535088）

【作者简介】刘聪仪（2002—），女，黑龙江哈尔滨人，本科，研究方向：工业设计。

【通讯作者】田飞（1980—），男，陕西宝鸡人，硕士，副教授，研究方向：数字产品与交互设计。

有市场中同类产品的竞争态势，提炼出具有鲜明代表性的标签化用户画像，为后续产品设计优化与策略制定提供有力支持。

全方位了解用户需求，选取问卷中的典型问题，针对研究结果得出以下总结（见图1）。

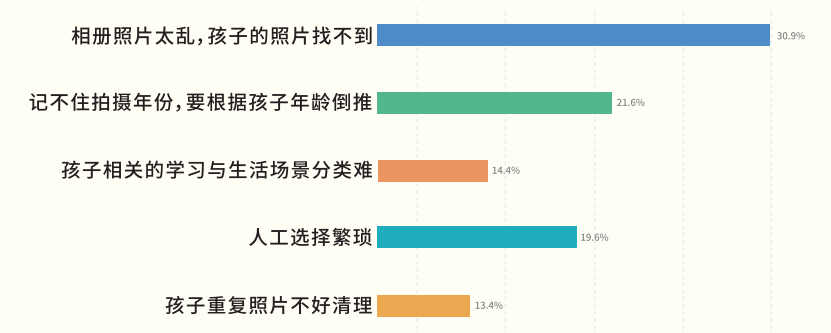


图1 典型问题分析

设计人员从时间线构建用户行为旅程，整合为完整的相册 App 使用流程，细致标注各阶段用户情感变化，绘制成情绪体验图。明确用户追求的互动感受，即时反馈 AI 智能分拣需求。用户旅程分析如图2所示。

通过分析市场和用户反馈，融合游戏元素，使照片管理更富趣味且高效。团队综合考虑功能结构、页面设计和交互逻辑，推进至高保真原型和 UI 切图制作阶段的进程，加速产品迭代。

3 情感化 AI 人工智能相册 App 创新策略

相册智慧管理 App 应着重将情感化设计融入产品^[4]。本文立足国内儿童市场智能相册 App 的发展现状，从产品的使用方式层级出发^[5]，分视觉、交互、技术、情感 4 个层面对 AI 人工智能相册 App 提出情感化设计创新策略分析。

3.1 视觉层面——童趣、清晰的界面框架处理

为适应儿童特性，相册管理设计应考虑其行为和心理特点，因现有时间线排序不便，故转向更符合家长习惯的智能时间轴与情境分类法。设计围绕时间、年龄、学段 3 层展开，为儿童打造跨年龄段、多样化情景的相册管理系统。

3.2 交互层面——游戏化模式

为解决 App 上传资料复杂、用户易被广告干扰以及面对冗长指引感到不悦的问题，采用游戏化设计革新引导流程。首次使用的用户会体验到一种融入了趣味互动的游戏化引导，通过“熊猫选选”小游戏抛掷照片来挑选样本，使其在享受乐趣的同时快速熟悉产品功能。

3.3 技术层面——隐私技术

本研究借助苹果 Testflight 收集数据，并通过问卷验证需求产出高保真设计方案。利用苹果 Vision 框架研发保护隐私的人脸识

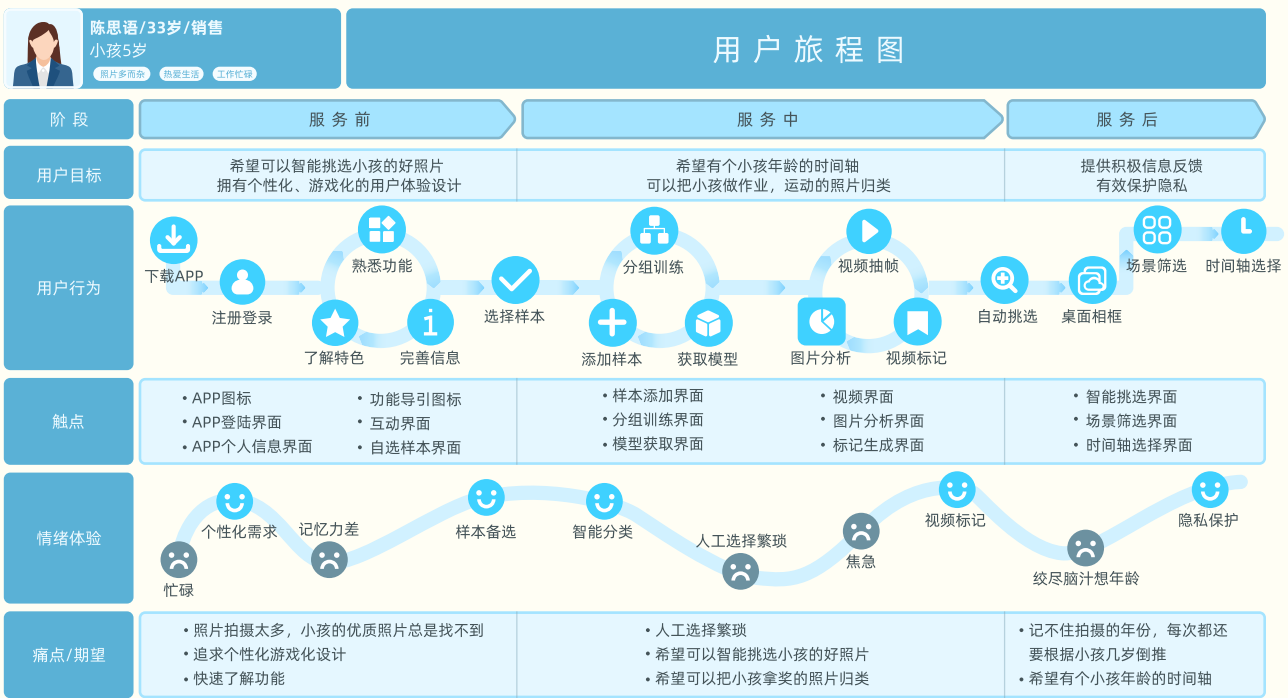


图2 用户旅程分析

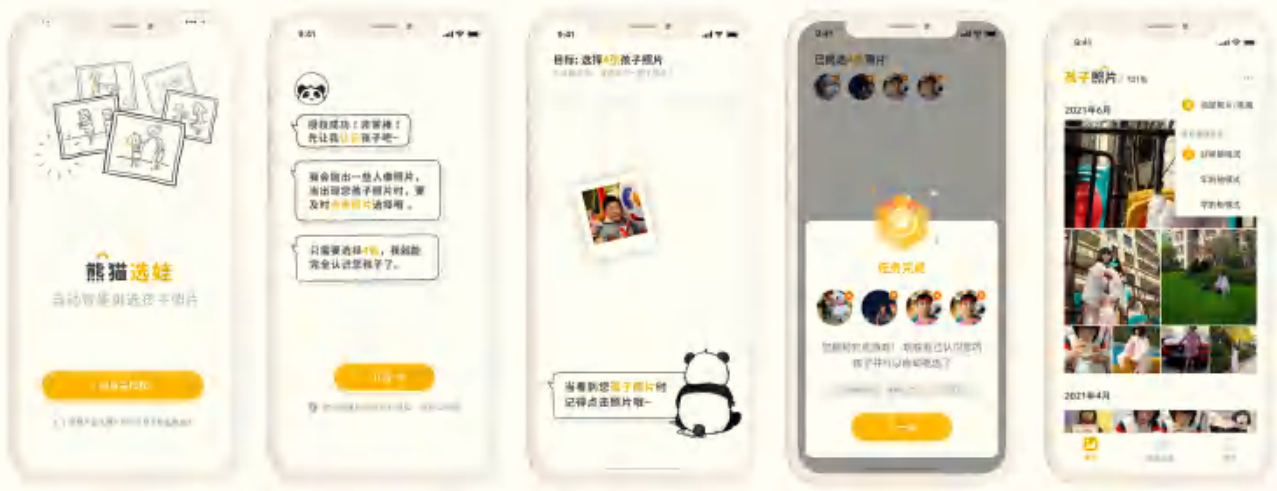


图 3 添加自选样本界面

别技术^[6]，实现“自动挑选儿童照片”功能，确保照片和面部信息不上传云端，保障用户隐私安全。

3.4 情感层面——人工智能服务于情感化产品

本次 App 设计超越传统功能实用主义，侧重于提升用户情感价值体验，利用温馨的卡通形象和视觉元素，加深情感联结，增强用户忠诚度。本产品创新性地

4 情感化 AI 人工智能相册 App 整体设计方案

4.1 体验设计与提升

设计方法利用产品中的知识产权（IP）角色“熊猫”来识别并分析 4 张儿童的面部图像。系统利用深度学习算法对这些图像进行特征提取和归纳，在用户的照片库中自动识别出与儿童相关的隐藏图像，从而实现儿童图像的自动突出显示功能。该产品基于苹果公司的官方 Vision 框架进行开发，训练了一种无需网络连接即可运行的离线人脸识别模

型。这种设计不仅提高了系统的可用性，还增强了用户隐私的保护。

4.2 产品设计与创新

在设计层面，产品团队采用了以实现情感化设计的方式，不仅提供了高效的技术功能，还向用户传达了人工智能技术的温暖和关怀。

在实际建设过程中，用户登录 App 后，开启首次使用授权，添加自选样本后，通过识别模型训练算法获得模型。之后遍历相册首次自动挑选分类出目标人物照片与视频，搜索是否存在新增或修改的样本，并进行智能检查，添加自选样本界面如图 3 所示。用户为平台提供实时服务信息传递，情感化互动式服务的 App 系统性构建也为儿童相册管理系统注入了更多活力。

结语

熊猫选娃 App 是在三孩政策背景下，开发出的让家长与孩子成长轨迹情感关联的情感化数字产品，产品为人们带来更佳的用户体验，也为解决社会问题作出了有益的尝试。本研究以情感化需求为理论基础，立足国内儿童市场的智能相册 App 的发展现状，通过情感化设计中的本能层、行为层、反思层作为产品开发策略的基础，借用游戏化策略，深入探讨智能相册 App 的设计开发路径，以期为今后的儿童类数字产品发展提供借鉴意义。

引用

[1] 倪泰乐,冉然,祁娜,等.就诊等待服务APP适老化设计研究[J].包装工程,2022,43(22):125-133.

[2] 常进锋,刘畅.建设生育友好型社会的现实困境与优化路径——以福利多元主义为视角[J].德州学院学报,2023,39(5):95-99+110.

[3] 向莉君.坚持以人为本增进民生福祉[J].当代贵州,2024(9):12-13.

[4] 郝玉瑶,詹云.基于沉浸式体验的博物馆APP设计路径[J].湖南包装,2022,37(4):147-150.

[5] 周明.产品使用方式行为层级建构[J].装饰,2016(5):136-137.

[6] 傅滨桢,孔敏,刘朝宗.人脸识别技术在开放教育考试中应用的思考[J].福建开放大学学报,2024,(3):30-33.

基于高血压检测记录 App 设计流程的 App 设计师转化用户体验模式研究

文 ◆ 马德里康普顿斯大学美术系 马 骁 尤金尼奥·巴格尼奥·科麦斯
卡斯蒂利亚拉曼却大学文学系 司雅娣

引言

随着信息技术的迅速发展，互联网应用极大地改变了人类的生产和生活方式。自 21 世纪以来，智能手机开始大规模普及，随之而来的是依附于智能手机的应用程序（App）行业的兴起，为人们的生活带来了各种便利。在 App 设计行业中，经验丰富的设计师可以凭借自己积累的设计能力有效处理和解释接收到的用户体验信息，从而提出完整的设计方案。然而，对于欠缺经验的设计师，他们转化用户体验的方式是否相同仍没有确切答案。本研究计划采用深入访谈法和口语分析法进行研究。通过深入访谈采集初始用户体验数据，然后使用口语分析法对受访设计师在设计手机 App 过程中从接收用户体验到设计完成的口头表达进行分析和整合，以获取不同经验的 App 设计师转化用户体验的模式。通过直观的方式展现他们转化模式的差异，有助于 App 设计公司制定新进设计师的培训和设计师的晋升标准。

在设计 App 产品时，设计师必须以用户为中心，关注用户与手机 App 之间的互动关系以及 App 在现实世界中的作用和用户体验。Pahl 和 Beitz 提出，在用户体验设计的过程中，从界定任务到概念设计再到具体设计和细节设计，概念设计阶段尤为关键，需要提出原则性解决方案^[1]。而不同资历的设计师在处理用户体验信息方面存在差异，了解这些差异并通过直观方式呈现，为新进设计师的培训和晋升提供重要参考。

1 理论研究

1.1 用户体验

用户体验（User Experience）是由认知心理学家 Donald Norman 提出的概念，指用户在使用特定产品、系统、服务时所产生的行为、情绪和态度。Hassenzahl 认为，用户体验包括用户接触产品和服务的过程

中建立的感受和认知。根据 ISO 9241-210 的定义，用户体验涉及用户在使用或预期使用产品、系统、服务时所产生的感受和行为反应，包括使用的前、中、后期，并涵盖情绪、信仰、偏好、感受、生理和心理反应、行为，甚至成就感^[2]。简而言之，用户体验是用户与产品互动过程中的整体体验，包括使用前、中、后的所有感受，并受到系统、用户和使用情境 3 个因素的影响。Kankainen 认为，用户体验是在特定目标下，用户有动机的行动所产生的心理结果，过往的经验和期望会影响当前的用户体验，而当前的用户体验也会带来更多的经验和期望的修改^[3]。

提升产品界面的用户体验需要融合技术、心理学、设计和人机工程学等各个领域的知识，以用户为中心进行设计。在这种方法中，常用“易用性”这个词来描述产品（如 App、网站或其他项目）适合人们使用的品质。也

【第一作者简介】马骁（1990—），男，江苏扬州人，博士研究生在读，研究方向：用户体验设计 / 设计思维转化模式。

【第二作者简介】司雅娣（1993—），女，河北石家庄人，博士研究生在读，研究方向：隐喻思维 / 语义学。

【第三作者简介】尤金尼奥·巴格尼奥·科麦斯（Eugenio Bargueño Cómez）（1953—），男，西班牙马德里人，博士，教授，研究方向：设计表现系统 / 图像塑性表达。

就是说，产品应满足用户的需求，让他们工作或娱乐更为方便，从而达到自己的目标。易用性与用户体验密切相关，是衡量用户体验要素的重要指标。简而言之，一个易用的产品应该具备 5 个特点，即易学（用户能够迅速掌握使用方法）、高效（使用该产品能够提高用户的工作效率）、好记（用户在一段时间后再次使用时无需重新学习即可使用）、少错（减少用户操作错误，且一旦发生错误，用户能够容易纠正）以及满意（用户在使用产品时感到愉快和满意）。

1.2 用户体验设计

Hassenzahl 最早提出了用户体验模型，从设计者和用户两个角度出发，关注了不同的元素。设计者在设计产品或服务时，通过产品的内容、外观、功能等传达特定的产品特点。产品本身有两种属性，一是实用性，二是趣味性。实用性关注产品的功能和易用性，而趣味性则关注用户与产品的互动，带来的感觉和体验。当用户使用产品时，他们会结合自己的期望来评价产品，决定它是否吸引人，同时也会产生不同的情绪体验。此外，Hassenzahl 还强调了用户的心理因素。用户体验具有主观性，不同的人会有不同的感受，而同一个人在不同情境下的体验也会有所不同，甚至会随着时间而改变。因此，综合考虑这些因素，设计出更符合用户需求 and 期望的产品十分重要。

用户体验要素是由 Garrett 提出的概念，它将用户体验的构建分为 5 个层级，即策略层（明确用户需求和网站目标，为设计提供指导）、范围层（确定功能规格和内容需求，概括所需提

供的功能和信息内容）、结构层（整合信息，设计交互界面和信息结构，规划网站的使用路径）、框架层（通过视觉化方式设计界面、信息和导航，通过布局和图像设计帮助用户理解信息）和表面层（打造网站的最终外观，使其视觉上吸引人）^[4]。5 个层级从抽象到具体，指导着设计师构建用户体验。最初这些概念用于网站设计，但也适用于移动应用等其他领域。这些层次相互影响，从核心到细节逐步发展，每个层级都有其独特的重点和目标。设计师在设计过程中应充分考虑这些层次，以确保用户能够获得良好的体验。

1.3 用户心智模型

心智模型最初由 Kenneth 提出，他认为，心智模型就是人们大脑里对周围世界的一种理解方式和思考过程。它来源于经验和想象力，能够推测、预测和做出反应，以应对各种情况。Susan 则认为，这种模型基于人们对事物的认知、想象和过去的经历，帮助人们理解世界并制定解决问题的方法。它是基于不完整信息、过去的经验和直觉的一种假设，影响人们的行为和决策^[5]。同时，Norman 给出了这种模型的几个特点，如不完整性（人们对事物的心智模型通常不完整，缺少一些重要信息）、有限性（人们在运用心智模型时，经常会受到限制，无法充分利用它们）、不稳定性（人们经常会忘记心智模型的一些细节，尤其是长时间没有使用它们之后）、没有明确的界限（类似的心智模型经常会混淆不清，边界不够清晰）、不科学（有时候人们会采取不太理性的方式，即使知道这些方式并不正确）和简约（人们倾向于采取更简单的行动方式，以减少心智负担）^[6]。从设计角度来看，人们将心智模型分为心智模式、设计模式和系统印象，它们相互作用，影响着人们对事物的理解 and 行为。

1.4 人机界面设计

人机界面（Human-Computer Interaction，简称 HCI）就像是人与机器之间的互动，是一个封闭的系统，人主动输入指令，机器接受后进行信息输出，然后不间断地运作形成一个循环。Preece 认为，人机界面的系统是机器通过接口传递给用户的，刺激感知器官接收信息，传递给大脑进行信息处理，然后由大脑发布指令控制肢体触点进行机器操作，而机器再通过接口回馈给用户^[7]。

在设计互动系统时，首先要了解用户的需求，确定系统的使用目标，即主要用于开发新的应用系统或者对现有系统进行更新^[8]。Preece 等指出，在设计互动系统时，应评估系统的操作是否简便易学、是否能够有效使用以及是否能给用户带来愉快的体验。因此，使用性目标是为了让用户更轻松地使用系统，提高他们的工作效率，其中主要包括有效性、迅速性、安全性、功能性、易学性和易记性^[9]。

2 研究方法与实验设计

由于手机 App 种类繁多，各种收集类 App 之间的用户体验差异很大，因此本研究选择了比较常见的“高血压检测记录 App”作为研究对象。且据统计，截至 2017 年，我国 60 岁以上流动人口高血压患病率为 31.92%^[10]，已严重危害人类健康，而高血压主要通过记录测量数据来观

察和调节。因此,手机软件商城中涌现出大量血压记录类 App,设计师对这种记录类 App 也有一定了解,在设计时能够更全面地理解产品。因此,本研究以使用“高血压检测记录 App”的用户体验作为设计师获取设计信息的来源。

在整个研究过程中,首先采用深入访谈法对用户体验进行研究,采集用户在使用过程中的体验,然后请不同资历的 App 设计师利用已有的用户体验进行 App 设计,并结合设计师在实验过程中的描述,采集本研究所需要的信息,对设计师在手机 App 设计过程中用户体验转化为设计思路的方法做出合理推断,再比较得出不同资历 App 设计师转化用户体验模式的异同。

验证阶段让另外一组 3 位不同资历的 App 设计师进行设计实验,以验证转化模式的可靠性。整个实验步骤规划分为 3 个阶段。

(1) 用户体验研究与采集。此阶段采用深入访谈法,深入了解高血压患者在自我血压监测和记录过程中的经验和情境,包括工具、记录项目和社交层面,为设计实验提供参考。

(2) 基于用户体验的设计实验。在此阶段,选取一组 3 位不同工作资历的 App 设计师,根据提供的高血压患者用户体验,分析并选择合适的用户体验,解释其选择的原因,再根据提供的 App 样本对血压检测记录 App 进行再设计,同时绘制概念草图并详细说明设计构想。最后对设计师进行简要访谈,以获取设计过程中概念细节。

(3) 对比验证阶段,此阶段将邀请另一组 3 位不同资历的 App 设计师参与相同实验。他们将根据相同的用户体验和素材进行设计,分析其概念草图和口头记录,以探索他们的转化模式与前组是否相同。这有助于确保研究的可信度和说服力,并确认设计模式的普适性。

2.1 用户体验研究与采集

此阶段将深入研究和采集高血压患者的使用经验。探讨高血压患者对血压记录的需求,并仔细观察他们在测量和记录血压时的方法和流程。同时,记录用户高血压的原因和背景。实验的对象是 40 ~ 70 岁的高血压患者,根据最新的高血压诊疗标准,将年龄段分为儿童与成人高血压诊断标准^[1]。鉴于儿童在实验中表达方面的限制,故选择高血压高发的高龄人群作为研究对象。通过这种方式,了解不同年龄段的用户在使用现有 App 时的用户体验,并分析这些结果作为设计师进行设计的依据。

研究对象选定了 4 名高血压患者,受测者的年龄范围在 40 ~ 70 岁之间,男女各两名,并且都有血压记录的经验。用户体验受测者均须符合以下条件。

(1) 血压持续或非同日三次收缩压 $\geq 140\text{mmHg}$ 和/或舒张压 $\geq 90\text{mmHg}$,并经过专科医生诊断患有高血压的患者。

(2) 被诊断出高血压的时间超过一年。

(3) 均有血压测量以及记录的经验。

通过深入访谈法与受测者进行焦点式访谈,并邀请受测者就现有的智能手机上的高血压检测记录 App,探讨其在记录过程中的不足之处。访谈的过程是受测者与研究人员进行一对一的深度访谈,时间大约为

1.5 ~ 2 小时之间,事先通过电话筛选合适的测试对象,并请受测者携带平时用于测量血压的仪器。

2.2 基于用户体验的设计实验

在完成用户体验研究与采集阶段后,进入设计实验阶段。本阶段实验的对象是两组,分别为 3 位不同工作年限和资历的 App 设计师。

实验的步骤共分为两个阶段、4 个步骤,两个阶段分别为实验阶段和对比验证阶段;4 个步骤分别为实验前说明、用户体验评估、绘制概念草图以及实验后访谈。

实验 4 个步骤的详细内容如下。

(1) 实验前说明。协助受测设计师了解本实验的运作流程,在进行受测前,根据准备的问题清单向受测设计师进行完整的说明。

(2) 用户体验评估。受测设计师在理解实验说明后,针对提供的用户体验进行参考和评估。该阶段的主要目的是了解受测设计师如何参考、评估、挑选和使用用户体验。这部分可以从设计师的语言记录中了解设计师如何根据已有的 App 模型,选择他们认为重要的用户体验,评估它们的重要性,并将其用于设计工作中。

(3) 绘制概念草图阶段。此阶段是受测设计师绘制概念草图的过程,请受测设计师利用本实验提供的用户体验,设计出 2 ~ 3 组血压记录的 App 模型。为了辅助实验分析,在受测设计师发展各个设计方案时,希望能从中获得有用的信息,包括想法来源于哪些用户体验、概念草图的特色以及草图特色与用户体验的关系。设计师在设计的过程中要时刻表达自己的想法,便于捕捉语

言中的设计思维，遇到不清晰的设计步骤可以在实验后要求设计师追加解释。

（4）设计实验后对设计师的访谈。实验后会对受测设计师进行一系列较为简单的访谈，以近似聊天的方式向受测设计师提出一些问题，希望从较轻松的访谈氛围中得到设计师如何使用用户体验发展设计构想的意见，并进一步补充实验中未收集到的信息或预期外的信息。

2.3 对比验证阶段

在验证阶段，邀请另外一组 3 位不同工作年限和资历的 App 设计师参与相同的设计实验。他们会被要求根据相同的用户体验，使用相同的素材进行设计，并仔细分析他们的概念草图和口头记录，试图总结出他们转化用户体验的模式。通过对这些模式的验证，可以确保此次研究的可信度，进一步提高研究的说服力和可靠性。同时，这种交叉验证的方法也有助于确认设计模式的普适性。

3 分析准则

将设计实验产出的 3 组案例，若干有效页面经过界面评估原则和现有归纳依据的分析之后，定义出以用户体验转化为设计概念的模式类型，以下针对各类型的分析准则进行介绍。

本研究定义了四大类型设计概念的构成因素，分别是操作提醒、信息提醒、规范提醒和情景重现。

3.1 操作提醒

操作提醒的判别准则是操作方式经验提醒的分析标准。通过对照用户体验，分析出不同类型操作提醒的转化模式。

3.2 信息提醒

信息提醒的判别准则包括信息聚焦化、切换信息和对应信息的要素。在解析概念草图时，将针对不同的信息强化方式进行区分，同时参照用户体验，分析出信息提醒的转化模式。

3.3 规范提醒

规范提醒的判别准则是屏蔽目标要素。在分析草图的过程中，将参照这个要素分析其中的概念表达，并根据用户体验，分析出属于规范提醒的转化模式。

3.4 情景重现

情景重现的判别准则在于用户在使用产品时产生的心理联想与界面的呼应。在分析应用元素的概念表达时，将参照此要素剖析，并根据用户体验，分析出属于情景重现的转化模式。

这些准则将有助于更清晰地理解设计概念的构成要素，从而为设计实践提供更有针对性的指导和建议。

4 App 设计师转化用户体验的方法

本实验选取的第一组 3 位受测 App 设计师，分别具有五年、三年和一年的工作经验。通过对受测设计师概念草图、口语记录中概念转化类型的分析，统计其使用转化类型的频率，依据分析准则，可得出以下 7 种转化模式。

4.1 操作提醒转化法步骤之一

- （1）分析用户在 App 中的操作模式，并将其与可反馈的功能对应起来。
- （2）根据操作对应的功能反馈，思考常见的操作方式。
- （3）以现有的 App 功能为基础，将用户操作经验等元素融入新的设计中。

4.2 操作提醒转化法步骤之二

- （1）分析用户在 App 中的操作模式，并将其与可反馈的功能对应起来。
- （2）根据操作对应的功能反馈，构想常见且普及的图形或造型元素。
- （3）以现有可实现的 App 功能为基础，将用户操作经验等元素融入新的设计中。

4.3 信息提醒转化法步骤之一

- （1）确定用户需要的信息反馈和操作过程中的重点内容。
- （2）对这些信息进行放大处理，使用鲜艳的颜色和独立的图形等方式增强吸引力。
- （3）在设计中加入操作的反馈，以引导用户更顺利地使用 App。
- （4）以实际可实现的 App 功能为基础，提出设计概念。

4.4 信息提醒转化法步骤之二

- （1）确定用户操作和操作反馈之间的对应关系。
- （2）对这些对应特征进行特殊处理，加强用户对其的认知。
- （3）以需要反馈提示的内容和实际 App 使用情境为基础，提出设计概念。

4.5 规范提醒转化法步骤之一

- （1）确定用户在操作中的步骤以及它们与目的信息的对应关系。

(2) 通过点击后对其他信息进行遮蔽或模糊处理的方式进行设计。

(3) 利用点击后的不同反馈,以实际可实现的 App 功能为基础,提出设计概念。

4.6 规范提醒转化法步骤之二

(1) 确定用户在使用过程中对于使用性认知不清晰的部分。

(2) 通过对信息进行特殊处理,让用户能够预测到信息的作用性,以便正确操作。

(3) 利用不同的提示方式,以实际可实现的 App 功能为基础,提出设计概念。

4.7 情景重现转化法步骤

(1) 深入了解用户在操作 App 过程中的意图。

(2) 借助感同身受的方式联想用户在使用过程中所处的环境和遇到的问题。

(3) 以实际可实现的 App 功能为基础,将环境特点或操作中遇到的问题呈现在设计中。

研究分析得出的转化方法旨在帮助 App 设计师在设计过程中使用用户体验中的信息来辅助设计概念的生成。尽管研究中得出的用户体验并不能代表所有用户体验的表达方式,但通过对第一组 3 位不同资历的设计师的转化模式分析,确实发现了四大类转化模式在快速有效地转化为设计方案方面的作用,且资深设计师使用转化模式的完整度均优于资历较浅的设计师。再经由与对照组 3 位不同工作年限和资历的受测 App 设计师实验结果分析之后,得到的结果基本符合第一组的结论,因此转化模式的分析结果基本可信。

结语

本研究通过两组不同工作资历的 App 设计师,将用户体验转化为设计理念的方法进行了比较和分析,提出了四大类转化模式,即“操作提醒”“信息提醒”“规范提醒”和“情景重现”。这些转化模式在不同资历的设计师间存在一定差异,但都旨在帮助设计师更好地理解如何将用户体验融入设计中。对资历尚浅的设计师和设计系的学生而言,这些研究成果提供了一个参考标准,帮助他们意识到与资深设计师在转化用户体验方面的差距,并提高自己的设计水平。对所有设计师而言,这些模式的提出有助于更好地自我定位,并与资深设计师相互学习,完善设计方法,从而提升设计质量。同时这些模式也有助于 App 设计公司制定新进设计师的培训和晋升标准。■

引用

- [1] Pahl G,Beitz W,Feldhusen J,et al.Engineering Design—A Systematic Approach[M].3.London:Springer,2007.
- [2] Hassenzahl M.The Thing and I:Understanding the Relationship Between User and Product[M].Blythe M A,Overbeeke K,Monk A F,et al,Dordrecht:Kluwer Academic Publishers,2003:31-42.
- [3] Kankainen A.Thinking Model and Tools for Understanding

User Experience Related to Information Appliance Product Concepts[D].Helsinki University of Technology,2002.

[4] Garrett J J.The Elements of User Experience:User-Centered Design for the Web[M].Berkeley: New Riders,2002.

[5] Susan C.Cognitive Science and Science Education[J].American Psychologist,1986,41(10):1123-1130.

[6] Norman D. Some Observations on Mental Models[M].Gentner D,Stevens A L,New Jersey:Lawrence Erlbaum Associates,1983 :7-14.

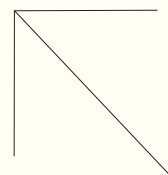
[7] Preece J.A Guide to Usability: Human Factors in Computing[M]. 1.London:Pearson,1993.

[8] Sharp H,Rogers Y,Preece J.Interaction Design:Beyond Human-Computer Interaction[M]. 2.Hoboken:John Wiley & Sons, 2007.

[9] Preece J,Rogers Y,Sharp H.互动设计[M].陈建雄,台北:全华科技图书股份有限公司,2006.

[10] 李亚杰,李剑波,莘军龙,等.老年流动人口高血压和糖尿病患病现状及与自评健康的相关性研究[J].中国慢性病预防与控制,2022,30(5):381-384.

[11] 娄东辉,陆强,史文宗,等.秦皇岛市儿童应用中国和美国儿童高血压诊断标准的比较[J].中华高血压杂志, 2012,20(8):733-737.



电力工程自动化中人工智能技术的应用研究

文◆国网山西省电力公司信息通信分公司 牛娜娜 万雪枫

引言

在我国计算机科技迅速发展的当下，人工智能技术能够通过对人的意识认知、逻辑思维能力进行模拟，建立仿真程度极高的AI应用模型。将该技术应用于各行各业的生产中，可以最大限度地降低人工成本，提高作业的专业水平。特别是在电力工程中，人工智能技术的融入不仅可以优化电力控制模型，还能推进智能化设备操控和精准机械施工，细化实际工作运行参数的调节，最大限度地削弱意外带来的不利影响，从而推动自动化发展趋势的基础目标达成。本文从清晰认知人工智能技术概述的前提出发，深入探讨人工智能技术在电力工程中的概念和应用意义，进一步推进电力工程中人工智能技术的应用和研究进程，在设备故障诊断、强化现场管控、完善网络识别、构建级别权限等方面，实现有效的创新尝试，旨在为相关人员提供新的思考角度，进一步推动现代电力工程建设迈向全新的转型方向。

1 人工智能技术

1.1 优化控制模型

在原有的电力工程中，作业

人员需要运用各种控制模型，实现整体项目的流程运转。应用人工智能技术可以更高效地优化控制模型。通过模拟历史模型的需求分析，结合先进的技术，对模型进行改良，实现功能上的扩展，从而减少使用的模型数量。针对模型使用中存在的一些问题，如运行加载数据时间长、无法中途变更需求以及限制严重等，人工智能技术的运用可以推动动态模型编程的建立。新型模型突破了原有形式的束缚，能够极大降低误差值，提高流程适配度，减少员工的工作压力。

1.2 推进智能操控

在电力工程的设备运行期间，工作人员需要定期查看作业状态，关注实践情况，避免其脱离自动化轨迹，失去控制。因此，项目运转期间对人工的需求较高。推动人工智能技术的普及和应用，可以更有效地实现流程的智能操控，提高机械辅助能力，进一步实现全面监测和精准预警，及时发现故障原因，并重点解决问题环节。

1.3 精准设备施工

使用人工智能技术对设备进行施工调控，可以显著提高设备施工的准确性，控制机械变动性，使其在规定区间内浮动。设备使用期间会产生磨损，磨损程度的严重级别会影响设备作业的精确度。通过智能化控制系统，能够依据精准记录的设备作业数据，推断磨损程度，进行效率评估，并针对设备问题，实施合适的处理手段。

1.4 细化参数调节

在电力工程施工期间，设备如出现设置偏差，传统的解决措施是选择专业的技术人员进行参数调节，但调整结果难以得到有效保证。然而，通过在作业中应用智能技术，可以及时解决简单问题。AI能够根据案例备用库中记载的信息，对关联参数进行细化调节，加强数据使用的扩展管理，提升电力工程的整体自动化水平。

2 电力工程中人工智能技术的实际应用研究

2.1 设备故障诊断

2.1.1 运行状态监控

在日常的电力设备工作中，人工智能技术需要对设备的实际运行状态进行动态监控。通常以智能与人工相结合的方式共同实现状态监控，

【作者简介】牛娜娜（1990—），女，山西太原人，研究生，研究方向：信息技术、人工智能。

通过对智能系统设置定期检查设备状态的任务，结合员工随机抽查监控信息的校验方式，进一步确保工程实施的安全性。

2.1.2 智能分析故障原因

运用智能技术，依据状态监控信息，以历史数据和当前状态信息实现资料整合。从案例库中搜索相对应的实况记录，如存在模糊检测结果，则判断其与记录问题的相似度。若相似度基本一致，则按照记录的问题产生原因进行分析，并给出最终结论；若相似度吻合程度低，则判断其为新问题，应新建文档，记录产生时间、情况、涉及环节，并在问题数据库中备案^[1]。备案后，将该问题记录上传至技术人员维修平台，标注新问题的类别，并尝试性列举其余相似数据，为技术人员提供参考。

2.1.3 优化处理手段

技术人员可以通过智能系统对设备问题的判断和分析，结合自身的专业知识，对问题现象进行仔细观察，从而更高效地确认其真实的产生原因^[2]。在设备维修、养护方面，智能系统起到了重要的辅助支持作用，有助于进一步提升处理效率和准确性。以变压器故障为例，传统的处理手段需要收集变压器中的气体，并逐一进行实验分析，以此得到诊断结果。该流程不仅会延长作业时间、浪费人力资源，而且诊断结果的精确度也存在较大差异。而利用智能系统，可以实现对变压器状态的实时监测和数据分析，快速准确地定位故障，从而大大优化处理流程。

2.2 强化现场管控

2.2.1 简化计算模型

在电力工程的作业流程中，维护其正常的工作状态，需要加强对相关的动态参数关注，强化现场管控。通过对作业现场设备和作业人员的管控，可以进一步确保工程自动化的顺利进行。运用人工智能技术，可以简化实际运行中的计算模型，实现更精准的参数调控。然而，模型应用过多会加大设备负荷，增加作业时长^[3]。因此，应用智能系统进行有效管控，迫在眉睫。

2.2.2 提高容错标准

人工智能技术在电力工程中的运用，能够加强现场管控，提高计算模型的精准度，进而优化容错能力，使建设、监测、养护质量都能得到显著提升。高标准的作业系统容错能力能够减少偏差数据带来的不利影响。通过合理对比运行数据和标准数据，可以降低内部变量的关系复杂度，帮助作业人员更好地掌握设备的使用技巧，从而加强安全操作性能。

2.2.3 控制模糊响应

模糊数据响应是人工智能技术针对电力工程运营数据总量进行高效搜索、计算的重要组成部分。通过简化原有的工程自动化运行系统，构建精确的动态响应程序，并利用关联变量，完成整体流程的操控。在现场管控中，应用模糊响应能力，可以实现对整个项目建设范围的检测，推荐应急措施，并处理环节需求变更申请，从而推动工程自动化向高质量转型发展。

2.3 实现远程遥控

2.3.1 监控界面直观化

使用智能技术构建全新的远程遥控体系，以信息技术的最新成果应用为基础，实现监控界面直观化，帮助安检人员对整体系统的运行状态

形成全方位、多角度的观察和认知意识。人工智能自动化的监控信息整理能力将重要的数据进行分类，形成更直观的图或表，展示给安检人员，为后续管理层实施的决策提供真实可靠的依据。

2.3.2 遥控开关高效化

在应用人工智能技术实现遥控开关高效化的情况下，工作人员要严格遵循安全规范和施工建设图纸，科学合理地利用远程遥控技术操作设备开关，实现规范作业。远程操作设备开关可以降低人工成本，优化流程细节，提升操作的专业化程度。

2.3.3 实时数据精准化

基于远程遥控技术，不仅能够传输电力工程作业数据，还能实现信息监控，将收取、发送的数据，在中央控制中心的后台储备库进行备注。备注通常包括类型（接收/发送）、时间（起始时间、传输时长、完成时间）、信息分类（故障检修/变更申请/业务回复）以及内容（具体事项）等。借助人工智能技术，推动远程遥控技术落实，进一步实现实时数据的精准化操作，为工程施工提供有效的信息支持。

2.4 完善网络识别

2.4.1 辨识非线性操作

针对网络识别技术进行优化，增强非线性操作的辨识能力，能够推进网络模型的简化发展进度。由于非线性操作具有难以明确阐述的特性，在面对网络化控制申请时，网络识别能力能够以此构建出适合的网络化控制模型，实现系统基础功能，得到灵活地应用和拓展。基于当前最优的选择条件，实施电力系统导入请求，并在充分利用大数据提升其自身的适应性和自主性的基础上，深化流程的优

化与应用，以期模拟基础的人类思维模拟，强化过程控制成效^[4]。

2.4.2 升级大数据处理

电力企业应对电力工程中的自动化进行升级，包括提高网络的识别、分析技术，以及提升大数据的处理效率。以工程作业时期内的记录数据和技术人员的检修报告等为基础，为应用最新人工智能技术做好前期准备。

2.4.3 加强智能搜索、检测

通过数据网络控制技术，设置智能故障征兆的收集与分析机制。从作业平台系统中的设备信号状态和工作情况中定向采集，搜索关键词，实现模型模拟预判和处理。人工智能技术中的大数据基础为后续技术人员在进行现场设备调控提供了依据，并通过模拟检测为技术人员提供高真实性的问题产生原因。此外，网络识别技术基于正常工作状态的监控信息，判断非线性操作，审查违规权限申请和异常状态警告，并提供详细的解析，进一步完善强大的后备辅助支撑。

2.5 构建级别权限

2.5.1 推动流程审核

在自动化的电力工程中，为确保作业流程的审核准确有效，需要设计一套完整、有效、精确的流转计划。在核心数据处理和重要需求报备更改时，智能系统必须获得管理层的权限命令。如果没有命令，系统无法依照更改需求的档案进行整体或部分工程结构的运行模式变更。在中央控制中心的计算机底层，应明确设计员工权限，包括管理员权限、技术人员权限、维修人员权限、安检人员权限等，确保业务流程的审核能够依照级别和权限高低进行。通过不同权限系统用户端

口的核实操作，系统可以，根据批复结果处理申请内容或报告。

2.5.2 明确责任归属

设置智能系统内部的权限机制后，可以确定各部门成员的责任归属，避免事故爆发后，无法进行追责处理，延误工程的交付工期。人工智能技术可以根据不同部门需求，构建专业的系统平台，确保不同需求能够定向输送到对应管理层账号系统中。例如，测量人员主要负责工程进度调查。在调查期间，若发现作业问题或安全隐患，员工需要在智能系统中，使用个人的测量人员账号及时反馈问题。智能系统会将该反馈记录上传至相关部门管理人员的待处理界面，等待管理层根据问题的严重程度，通过会议形式决定具体处理措施。一旦处理措施确定，智能系统会将详细的责任清单下发至环节负责人账号中，并以红色感叹号作为加急标注，催促其尽快办理该业务。

通过人工智能技术的深化应用，能够有效解决责权归属问题。对于工程现场或监控随机抽查中发现的安全风险，智能系统将通过层级的动态数据传输功能调动相关资料，并针对具体事宜确定核心问题，提高数据分析和处理能力，确保通过智能系统平台，实现大事开会，小事通知，无事报备的“三件事”要求。

2.5.3 精细业务列表

在电力工程作业系统实现自动化的基础上，需要进一步细化员工的业务列表。基于此，面对电力企业承包的各类工程，应按照该工程的管理现状、任务指标等，将其划分为多个小组类别。例如，管理人员的系统可以划分为多个应用模块，如当前项目（类型、人员构成、基本要求、建设现状、工期）、库存管理（材料、设备、供应商）、维修管理（当职人员、后备小组、任务进程）、日程表（待处理、已处理、复核）等。其中，当前项目可以切换为其他项目，同时关联板块的信息也会随之更新。

结语

随着人工智能技术应用水平的不断提升，其对电力工程自动化建设产生决定性的影响，增加了工程建设现有的经济效益和社会效益。通过智能技术，电力工程建设能够实现实时监控和定期检测，一旦发现设备出现异常现象，系统能依据运行状态表现，分析产生原因，并为技术人员提供适合的维修方案。智能系统的运用强化了现场管理，实现了专业化生产，并推动了遥控技术和权限审核技术的广泛应用，助力电力企业大幅降低资金损耗，促使其在新时期实现持续、稳定的发展。

引用

[1] 张卫斌.人工智能技术在电气工程自动化中的应用研究[J].河北农机,2023(7): 67-69.

[2] 彭乐伟.人工智能技术在电气工程自动化中的应用研究[J].光源与照明,2021 (2):107-108.

[3] 王光明.电气工程自动化中人工智能技术的应用[J].湖北农机化,2020(12): 155-156.

[4] 易汉鹏.智能技术在电力工程自动化中的应用[J].电子技术,2023,52(12):340-341.

基于双目视觉的智能小车避障方法研究*

文◆贵州师范学院 莫章洁 邓 睿

引言

随着技术发展,扫地机器人、无人物流车等智能小车的应用得到快速普及,小车避障技术也得到重视。目前,常见的避障方案有基于超声测距的避障技术、基于红外测距的避障技术和基于激光雷达的避障技术^[1,2]。前两者难以准确检测到如三脚架等具有镂空结构的复杂结构物体的距离,而后者则成本较高。基于此,本文提出一种基于双目视觉的智能小车避障方法。实验结果表明,此方法可有效实现小车前方障碍物检测功能。

1 双目视觉模型

双目视觉是利用两个相机,从不同角度采集同一三维场景的二维图像,再从两张二维图像中根据三角测量原理,获取三维场景中感兴趣目标相对于相机的纵深信息的视觉测量系统^[3,4]。双目视觉模型如图1所示,即水平布置左右两个相机的双目视觉深度测量系统模型。

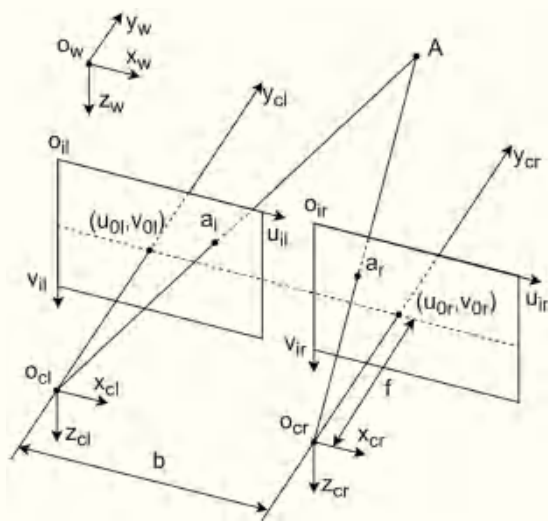


图1 双目视觉模型

双目视觉模型主要包含以下3个组成部分。

(1) 左相机坐标系 $o_{cl}-x_{cl}y_{cl}z_{cl}$ 和右相机坐标系 $o_{cr}-x_{cr}y_{cr}z_{cr}$ 。两个坐标系的原点 o_{cl} 和 o_{cr} 分别为两个相机的光心,光心之间的连线称为基线,

其长度记为 b 。 y_{cl} 轴和 y_{cr} 轴分别为左相机和右相机的光轴。两个光轴互相平行且朝向相机前方。在实际应用中,习惯令左相机为主相机,因此,以左相机坐标系作为双目相机坐标系。

(2) 左相机图像坐标系 $o_{il}-u_{il}v_{il}$ 和右相机图像坐标系 $o_{ir}-u_{ir}v_{ir}$ 。两个坐标系平面垂直于相机坐标系的光轴,其原点 o_{il} 和 o_{ir} 分别为各自相机成像平面的左上角。为了计算和分析方便,将其由相机光心的后方旋转平移至相机前方。 u_{il} 轴和 u_{ir} 轴在一条直线上且平行于基线。两个相机的焦距相等,记作 f 。光轴 y_{cl} 和 y_{cr} 与各自成像平面的交点为投影中心,其坐标参数分别为 (u_{0l}, v_{0l}) 和 (u_{0r}, v_{0r}) 。

(3) A 是三维场景中的一个点。它在左相机成像平面和右相机成像平面上的投影分别为 a_l 点和 a_r 点。为描述 A 点的空间位置信息,人为设定一个世界坐标系 $o_w-x_wy_wz_w$ 。此时, A 点的空间位置信息由其在世界坐标系中的坐标参数约束。因为世界坐标系和双目相机图像坐标系之间可通过刚体变换进行转换,所以 A 点在世界坐标系和双目相机坐标系中的坐标参数具有一一对应关

*【基金项目】贵州省普通高等学校青年科技人才成长项目(黔教合KY字[2022]297号)

【作者简介】莫章洁(1987—),男,贵州贵阳人,硕士研究生,研究方向:检测技术与自动化装置。

系。进一步，A点的空间位置信息可由其在双目相机坐标系中的坐标参数描述。

若已知A点分别在左、右相机成像平面上的投影点 a_l 和 a_r 的坐标参数 (u_{al}, v_{al}) 和 (u_{ar}, v_{ar}) ，以及相机焦距 f 、基线长度 b ，左、右相机投影中心坐标参数 (u_{0l}, v_{0l}) 和 (u_{0r}, v_{0r}) ，则可根据三角测量原理，用式(1)解算出A点在双目相机坐标系中的坐标参数 $(x_{acl}, y_{acl}, z_{acl})$ 。

$$\begin{cases} x_{acl} = \frac{b(u_{al} - u_{0l})}{u_{al} - u_{0l} + u_{0r} - u_{al}} \\ y_{acl} = \frac{b(v_{al} - v_{0l})}{u_{al} - u_{0l} + u_{0r} - u_{al}} \\ z_{acl} = \frac{b \cdot f}{u_{al} - u_{0l} + u_{0r} - u_{al}} \end{cases} \quad (1)$$

2 相机标定与图像校正

上述双目视觉模型要求左、右相机光轴平行，左、右相机图像坐标系的 u_l 轴和 u_r 轴在一条直线上。现实中，很难通过精确摆放相机的位置和姿态达到这个条件。为了使左右相机生成的图像满足这个条件，应求解左、右相机之间的位姿关系参数，再根据位姿关系参数对左、右相机生成的两幅图像进行后期立体校正。上述双目视觉模型还要求两个相机的成像平面与各自光轴垂直，但是，由于相机镜头装备工艺的限制，很难做到精确垂直，导致成像结果容易存在畸变。此外，对三维场景中某一点的空间位置信息的解算依赖于相机焦距 f 、基线长度 b 以及投影中心坐标 (u_{0l}, v_{0l}) 和 (u_{0r}, v_{0r}) 等相机参数。

为求解上述参数，本文使用“张正友标定法”进行相机标定。该方法的基本原理是首先拍摄一组包含棋盘格图案的特殊图片，

每张图片含有多个已知世界坐标系坐标参数的特征点。其次在拍摄的图片中识别这些特征点及其在图像坐标系中的坐标参数。最后根据这组图像中各特征点的世界坐标系坐标参数和图像坐标系坐标参数以及两个坐标系之间坐标参数的转换关系，解算出相机内部参数、畸变参数和左、右相机之间的位姿关系参数^[5]。

3 特征点检测与匹配

基于双目视觉测量双目相机视野范围内某个点在双目相机坐标系中的坐标参数，应首先获取该点同时在左相机图像坐标系和右相机图像坐标系中的坐标参数。使用ORB特征点检测算法实现特征点检测。该算法速度相对于经典的SIFT(Scale-Invariant Feature Transform)算法和SURF(Speeded Up Robust Features)算法可分别提高100倍和10倍，适合应用于嵌入式实时检测领域。

在对左相机图像和右相机图像的特征点检测后，应对其进行匹配，找出一组在两幅图像中均存在的特征点。为了确保每一轮匹配的精度，本文对两幅图像的特征点进行暴力匹配后，使用RANSAC(RANdom SAmple Consensus，随机抽样一致)算法对匹配结果进行筛选。该算法利用两幅图像间单应性变换的一致性原理，对不符合单应性变换结果的特征点暴力匹配结果进行舍弃，以提升匹配的准确性。

4 障碍物检测

基于特征点检测与匹配方法可得到同时存在于左相机图像和右相机图像的多个特征点，以及特征点在左相机图像坐标系和右相机图像坐标系中的坐标参数。将这些参数代入式(1)可计算出特征点在双目相机坐标系中的坐标参数。

对于小车避障，应获取的信息是小车前方规定的区域内是否存在障碍物。根据小车的尺寸人为设定前方规定区域的边界。例如，规定双目相机坐标系中， $x=250\text{mm}$ 的平面、 $x=-150\text{mm}$ 的平面、 $y=200\text{mm}$ 的平面， $y=0\text{mm}$ 的平面， $z=200\text{mm}$ 的平面， $z=-200\text{mm}$ 的平面，一共6个平面围成的区域为规定区域。其中，将垂直与 x 轴的平面设定为 $x=250\text{mm}$ 和 $x=-150\text{mm}$ 是因为使用双目相机的左相机坐标系作为双目相机坐标系，该相机原点相对双目相机的中点向左平移约50mm。接下来，将特征点的坐标参数与规定区域阈值进行比较，当特征点的坐标参数同时满足条件 $-150\text{mm} < x < 250\text{mm}$ 、 $0\text{mm} < y < 200\text{mm}$ 、 $-200\text{mm} < z < 200\text{mm}$ 时，判定为小车前方规定区域存在障碍物，反之则判定前方规定区域无障碍物。

5 实验与验证

为了验证基于双目视觉的智能小车避障方法的可行性，基于OpenCV开发了“基于双目视觉的智能小车避障系统”软件。并在桌面上搭建了实验场景。场景中以三脚架作为双目相机载具，模拟智能小车。场景中还摆放了眼镜盒、水杯、包装盒等物品，用于模拟障碍物。并且，为了测量障碍物与双目相机的实际距离，在桌面上铺设了坐标纸，实验场景如图2所示。

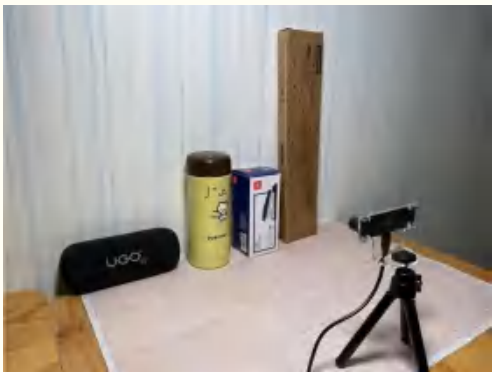


图 2 实验场景

首先，对双目相机进行标定，并对双目相机生成的图像进行校正。其次，启动系统，点击“基于双目视觉的智能小车避障系统”软件界面上的“开始检测障碍”按钮。再次，系统成功检测到了双目相机两幅图像中的特征点，并对特征点进行了成功匹配。同时，系统对三维场景中的障碍物进行了检测，无障碍时系统的检测结果如图 3 所示，系统检测结果为“无障碍”。初始状态下，眼镜盒等物品与双目相机的距离约等于 250mm，不在约束的“双目相机前方规定区域”内，因此检测结果与实际情况相符。

在保持其他物品位置不变的情况下，改变水杯的位置，将其移动到距离双目相机 150mm 处，即将其移动到约束的“双目相机前方规定区域”内。此时，系统依然能成功检测到双目相机两幅图像中的特征点，



图 3 无障碍时系统的检测结果



图 4 有障碍时系统的检测结果

并对特征点进行成功匹配，有障碍时系统的检测结果如图 4 所示，系统检测障碍物的结果显示为“有障碍”，与实际情况相符。

由实验结果可看出，基于双目视觉的智能小车避障方法能够较准确测量出双目相机前方规定区域内的障碍物，满足扫地机器人、无人物流车等智能小车应用场景的需求。

结语

基于双目视觉的智能小车避障方法使用双目相机采集的两幅环境图像，对图像中的 ORB 特征点进行检测、匹配和筛选。根据双目相机模型计算特征点在双目相机坐标系中的坐标参数。最后将特征点的坐标参数与规定区域阈值进行比较，判断双目相机前方规定的区域内是否存在障碍物。实验结果表明，该方法能够准确实现障碍物的检测，满足常规智能小车避障应用需求。

引用

[1] 王梓光.基于单目视觉的实时 6DOF 位姿定位手柄设计[D].成都:电子科技大学,2021.

[2] 吕伟康.基于FPGA的水下超声波测距系统设计[J].机械工程与自动化, 2024(1):165-167.

[3] 孙立帅,王明泉,郝利华,等.基于双目视觉的无人机飞行高度测量方法研究[J].测试技术学报,2020,34(6):470-474.

[4] 侯禹光.基于双目视觉的手持式结构光测量技术研究[D].吉林:吉林大学,2023.

[5] 黄及远,李敏,谢兵兵,等.双目视觉关键技术研究综述[J].制造业自动化,2023,45(5):166-171.

基于信息安全技术的智能电网建设研究

文◆南方电网数字平台科技（广东）有限公司 全文举 梁子键 覃健峰

引言

智能电网的安全运转对于电力事业的发展具有深远意义。伴随着智能电网的建设，网络环境在电力体系运转中居于关键地位，潜在隐患因素侵入智能电网的概率也在增加。在智能电网建设中合理应用信息安全技术已成为重要课题。基于此，本文主要概括智能电网背景，探索信息安全技术的运行机制以及在智能电网中的应用策略。

1 智能电网安全现状概述

1.1 智能电网网络结构分析

智能电网系统由发电站、变电站和配电站系统组成，网络环境是数据调度网络。关于智能电网的网络模块，涉及生产控制区域以及信息管理区域两大部分。此前遇到的发电站等自动控制系统和数据调度网络都属于生产控制区域，而信息管理区域则涵盖了电力企业各个业务领域的管理系统^[1]。具体而言，在生产控制大区内的发电自动化系统中，包括RTU、智能仪表、开关、SCADA系统等组成部分，实现了智能电网设备监控、运行状态监控、远程通信等多种功能。在变电站自动化系统中，包括一次化的智能

设备，并对二次化设备进行网络分层，实现数字化电压、电流等参数的采集，做到信息集成与网络共享。关于配电自动化系统，涵盖了馈线管理以及配电管理两方面。以数据采集系统、配电信息系统和需求侧管理系统为依托，实现24h不间断远程监控与操作效果，智能电网运行更协调。同时，数据调度网络承载了数据信息传输的任务，并调度指挥指令。

1.2 智能电网的特点

第一，智能电网具有实时性、连续性的特征。控制系统应确保各类指令要素及时到达目标设备，同时保证电能生产连续。第二，在智能电网的生产网络中，不应有多余的软件，确保网络带宽资源应用高效，体现主机应用软件单一性特征。第三，智能电网高度集中，发电厂、供电公司等组织机构，都要听从智能电网的统一调度。第四，智能电网设备复杂多样，包括光、温湿度传感器、机械装置等多种设备，各个设备之间密切相关，体现出设备多样性特征。第五，智能电网中的认证机制不足。直接引入无线网络，则会增加控制设备暴露的概率，并带来安全隐患。

1.3 智能电网安全隐患分析

第一，由于智能电网业务相对特殊，无法为控制系统打安全补丁，会影响部分业务^[2]。同时，部分电网业务容易被杀毒软件识别，干扰部分业务的正常开展。第二，部分工业控制系统存在后门。虽然后门的存在降低了系统维护的难度并提升便利性，但是访问权限过大，容易为工业控制系统带来额外的威胁。第三，目前我国应用的工业控制系统多来自国外，其中会存在间谍程序。程序窃取智能电网数据后，基于无线网络发送数据。而且，智能电网系统的电磁屏蔽效应不足，对间谍程序的识别能力较弱。第五，智能电网工业控制系统的硬件和软件存在缺陷，测试过程中，部分节点问题被掩盖。

2 智能电网中的信息安全技术

2.1 入侵检测技术

在智能电网中，建立高级测量体系（Advanced Infrastructure，AMI）并形成AMI网络，具体组成部分有智能电表、集中器、计量服务器、通信网络等，是外部因素侵入的重点。目前，常见的AMI网络攻击包括基于连接的攻击、基于设备的攻击。因此，必须应用相应的检测方法，并

【作者简介】全文举（1979—），男，河北迁安人，本科，助理工程师，研究方向：计算机。

关注误用、异常和规范等方面^[3]。由于基于规范的检测成本较高，目前多采用基于误用和异常的检测模式。其中，基于误用的检测模式，应重点关注对特征代码库的匹配情况，并且只能检测已知的攻击行为。由于AMI网络系统属于新兴事物，对应的不是传统的攻击手段，可见基于误用的检测模式并不可靠。基于异常进行检测时，应收集智能电网用户行为并建立用户模型，利用机器学习方法，分析用户的活动行为。如果行为不符合正常模型，则判定为行为异常。可见基于异常的检测模式，能够适应AMI网络的应用特征。

第一，在检测恶意代码入侵现象时，可以根据信息熵以及ARM指令的统计特征，完成可执行代码的检测任务。但是，软件一旦被感染控制，经过字节置换处理，就能逃避检测。在实际操作中，可以提取4个不相关特征，基于SVM进行数据训练测试，有效提升检查精度^[4]。第二，针对DDoS攻击，应利用智能电表以及网络协议中的漏洞。应对DDoS攻击时，主要历经攻击防护与攻击检测两个阶段。在DDoS攻击发起前，应维护系统并完善协议安全等级，做好资源分配与审计工作。在攻击检测阶段，应关注攻击源并采取可靠的措施，如利用贝叶斯蜜罐博弈模型，提升攻击行为的检测效率并降低能源消耗。第三，关于电量数据欺骗的应对，应注意用户用电量与时间、位置和用户性质之间的联系。在提取上述要素的特征后，借助SVM区分正常数据和异常数据，或者根据不同的时间维度明确统计特征，随后利用PCA降维法与机器学习方法进行检测，增强对用户窃电的应对能力。

2.2 漏洞挖掘技术

基于智能电网的特征，一般从系统、终端与协议3个层次进行漏洞挖掘。系统通过污点传播分析、渗透测试等机制，验证仿真系统并检测发掘漏洞。关于终端设计，以Python语言的Fuzz开源框架为依托，发掘PLC、智能终端、继电保护等组件的漏洞，深入分析工控系统存在的问题。借助模糊测试机制，分析智能电网协议并检测攻击行为的特征。

在漏洞挖掘进程中，通常要同时使用多种挖掘技术。常见的漏洞挖掘技术只能应对浅层的漏洞，或者进行简单的分析。若能综合应用模糊测试以及符号执行方式，那么就能够找到二进制中的漏洞。模糊测试方式能够挖掘出智能电网公有协议中的漏洞，在综合应用隐马尔科夫、统计算法的基础上，形成优化重构法，让漏洞挖掘机制更加完善。同时，借助心跳检测的存活检测机制以及一致性的检测方法，判别被测系统的状态。在结合符号执行机制后，由模糊器探索兴趣路径，由此形成预约控制效应并增强系统性能。

检测漏洞后，还要验证漏洞。借助漏洞验证机制，挖掘并验证漏洞，分析漏洞的情况以及影响程度，避免漏洞漏报，使漏洞排查结果更准确。以智能电网系统漏洞为基础，设计攻击脚本并研发相关工具。以典型的电力工控实验环境为依托，明确漏洞检测以及攻击验证的具体程序。漏洞验证工具开发进程中，应用到Java语言和Python语言脚本。根据漏洞的构造原理，成功触发漏洞。关于识别已知漏洞的方面，采用CNVD、CNNVD等公开的漏洞库。关于挖掘潜在漏洞的方面，首先是建立测试用例，借助模糊测试方法进行测试，其次进行风暴测试以及

协议完整性测试，最后是弱口令检测。测试漏洞后，开发相关脚本以及攻击验证的工具，如拒绝服务漏洞验证、远程控制漏洞验证、信息获取漏洞验证等。

2.3 隔离交换技术

隔离交换技术是传统防火墙技术的升级，通过在智能电网中部署安全隔离交换设备，有效提升智能电网的安全性能。借助网络安全隔离交换机制，切断内外部网络的联系，及时阻断不同网络环境之间的数据交换。服务器负责保护智能电网的内部网络，从根本上避免数据库与操作系统被外部因素入侵^[5]。在内部网络环境中访问外网时，亦不会导致信息泄露现象。此外，通过数据交换平台机制，充分满足数据交换的业务需求。在智能电网安全隔离与信息交换技术的模型架构体系中，终端用户的访问行为以及对智能电网的运行监控过程，都在内部网络中进行。在内外部网络交互体系中，涵盖了缓存的交换处理以及安全保障机制。在安全保障体系中，融合了边界隔离、入侵检测、安全审计、身份鉴别等模块。在内外部网络的交互进程中，纳入了网络防病毒体系，以便及时检测数据交换进程中的病毒要素，最终满足智能电网在数据交换进程中的安全交互需求。

2.4 安全态势感知和预测技术

安全态势感知与预测是智能电网信息安全机制的重要组成部分。例如，构建多维度安全事件的关联分析模型，适应智能电网中的设备应用领域、出厂厂家、型号等要素差异巨大的特征，以及数据采集标准不一致的现象。在整合多元异构的数据并存储

后，基于安全事件的关联分析机制，有效融合上述数据，由此分析出潜在的异常活动以及网络攻击意图。分析多源数据后，通过聚类、分类、关联等处理，获得更高层次的安全态势信息。在智能电网业务环境中，利用多维事件安全分析机制，能够从资产关联、逻辑关联、时间序列等角度进行关联^[6]。同时，依托聚类算法、累积概率等机制，形成智能电网异常的识别模型，由此增强异常行为的识别能力以及网络安全预警的性能。另外，基于攻击场景的攻击链识别模型也是典型应用。依托恶意代码防护技术以及知识图谱技术，构建了攻击链的识别模块，增强对恶意代码与攻击链的监测识别能力。在网络攻击行为中深入发掘，绘制形成网络攻击链条，作为安全事件溯源的依据。基于大数据技术检索原始日志，评估攻击行为对智能电网的影响，以及安全体系的防御效果，同时体现出攻击全过程，帮助工作人员及时定位潜在的风险因素，有效弥补传统人工评价风险的短板。此外，立足于攻击链，能够建立智能电网安全处置图谱，开发智能电网安全事件的自动响应处置体系。一旦智能电网遭受攻击，借助自动匹配机制，自动形成网络安全的应急预案，由此提升智能电网安全事件的处理效率。

3 智能电网关键信息安全技术应用探索

在信息安全技术的应用分析阶段，以智能电网的调度系统为例，探索信息安全技术的应用方式。借助调度系统，及时掌握智能电网各个运行阶段的隐患，并

借助技术防护效应，避免数据信息泄露，降低智能电网的运行事故概率。在电网调度控制前期，通常隔离开系统网络与广域网，让全部设备软件在独立的环境中工作。伴随着电网的智能性不断上升，电网与终端的交互也愈发丰富，传统的隔离策略与防护体系难以为继。因此，应引入边界防护、安全等级防护等多种防护机制。

3.1 防护策略分析

在划分智能电网子系统的基础上，合理应用横向隔离方式保护系统，让智能电网运维进程更简易。依托各个子系统特性，做好数据传输的安全保护工作，并加大相关软件的开发力度，增强系统安全监控性能。随后，从安全防范与安全认证的角度出发，构建安全保护体系，进而监控智能电网数据运转全过程，降低人员主观因素对数据操作的影响。接下来，借助风险识别机制，让安全防御更主动。由于智能电网规模不断扩大，数据类型愈发复杂，借助安全态势与感知思想，综合发挥软件与硬件技术的优势，及时预测并杜绝智能电网运行中的危险因素，让安全保护系统更可靠。

3.2 基于可信技术建立主动防御体系

可信技术的应用意味着计算结果吻合预期，而且计算过程足够顺畅，确保数据信息安全可靠。关于“可信技术”的应用，就是在智能电网的硬件环境中建立一个受信任保护的网路。一旦外部因素侵入到智能电网，调度系统能够自动响应，由此形成自动化防御体系。可信计算平台的应用，实现了智能电网监控可视化。在智能电网调度控制系统的服务器内部，实现了可信加密模块的可信引导。依托信任链，让数据要素安全传输到操作系统，确保操作系统稳定工作。同时，从静态和动态两个角度，保证数据信息完整。静态完整性的评价是在保证检测度量完整性的基础上，确保智能电网系统可靠；动态完整性则关注系统数据以及代码段，评价量度是否可靠，由此评价智能电网是否可信，同时优化控制机制。

结语

信息安全技术的应用，对于智能电网的建设与发展具有深远意义。未来将继续加大智能电网建设中的信息安全技术探索力度，让智能电网体系更加稳定和谐，更好地服务全社会用电以及电力事业的发展进程。

引用

[1] 李志强.智能电网面临的安全隐患及防范策略[J].大众用电,2023,38(3):52-54.
[2] 田昊.智能电网信息安全风险及防范对策探究[J].中国管理信息化,2022,25(24):93-95.
[3] 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.
[4] 严彬元,刘俊荣,周琳妍.智能电网信息安全与网络结构优化路径[J].网络安全技术与应用,2020(11): 131-132.
[5] 程杰,尚智婕,胡威,等.智能电网信息系统安全隐患及应对策略[J].电气应用,2020,39(4):99-102.
[6] 张佳发.信息安全技术在智能电网中的应用[J].通信电源技术,2020,37(2):153-154.

基于 5G 技术的卫星空天地一体化网络安全研究

文◆广州广哈通信股份有限公司 邱 涛 张聚明 杨 光

引言

针对形势复杂多变的网络安全环境开展系统性的保障工作，已成为目前网络管理严峻形势的迫切需要。同时，卫星网络的诊断、发现和预警网络安全事件很难通过单一数据源和传统空间数据类型实现，因此 5G 技术的发展给卫星空天地一体化网络安全提供了新的思路。

1 卫星空天地一体化网络简介

卫星空天地一体化网络是指通过卫星、无人机、地面基站和终端设备的协调工作，实现广泛覆盖、无缝连接的网络体系^[1]。该网络利用 5G 技术的高速率、低延时和大连接优势，整合天地多种资源，提供高效稳定的数据传输服务。其应用涵盖广泛，从应急救援、远程监控到全球范围的应用，极大提升了信息传递的可靠性和实时性，为各类应用场景提供了坚实的技术支持。

2 空天地一体化监测体系

空天地一体化监测体系是通过集成天基、空基和地基监测手段，实

现全方位、多层次的综合监测网络。该体系包括卫星监测、无人机监测和地面监测 3 个主要部分。卫星监测主要利用高轨和中低轨卫星进行大范围、全天候的环境和网络安全监测。空基监测通过无人机和其他临空设备，提供灵活、高精度的实时监测，特别适用于灾害现场、交通枢纽等重点区域的监控。地面监测则由宏蜂窝、微蜂窝和皮蜂窝基站组成的地面网络来实现，采集和传输地面终端设备的数据，确保信息的快速汇集和处理。在数据处理方面，利用 5G 技术和大数据分析平台，快速处理和分析来自不同监测设备的大量数据，生成精准的监测报告和预警信息。

3 网络安全测绘方案

3.1 网络安全知识图谱构建技术

网络安全知识图谱构建技术是一种通过集成和关联多源信息，建立系统性、结构化网络安全知识体系的方法。天地一体化网络的网络安全知识图谱如图 1 所示，该图谱将各种安全事件分为 4 类，即回溯事件、脆弱事件、预警事件和活跃事件，每类事件又细分为子类，并通过实例

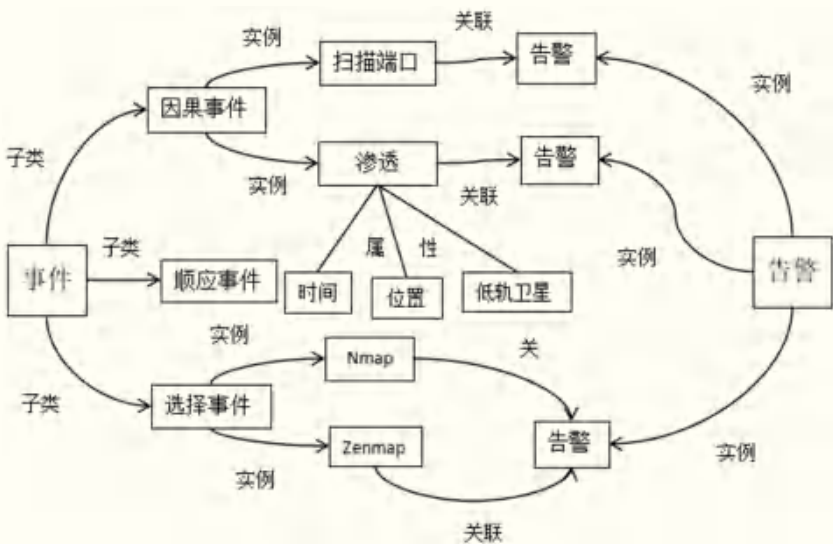


图 1 天地一体化网络的网络安全知识图谱

【作者简介】邱涛（1977—），男，湖北武汉人，硕士研究生，工程师，研究方向：5G 核心网设计与网络解决方案。

进行具体化。在知识图谱中，扫描事件和暴露事件通过关联节点进行连接，表示不同事件间的联系和影响。具体的安全工具如 Nmap 和 Zenmap，被用来进行事件的检测和分析，它们的功能性被映射到特定的安全事件中^[2]。结合 5G 技术知识图谱将传统的静态安全信息转化为动态的、可操作的安全知识，通过对事件的分类和关系的构建，使网络安全管理人员能够快速识别潜在威胁并采取有效的防御措施。

3.2 无人机信息采集

无人机信息采集是空天地一体化监测体系中的关键组成部分，无人机信息采集示意图如图 2 所示。无人机群在空中网络中执行多种任务，包括实时监测、数据收集和传输。无人机通过在近空平台系统内飞行，能够灵活地应对不同的监测需求，并将采集到的数据迅速传输至地面站。不同层次的网络架构如 GEO、MEO 和 LEO 卫星构成了空间网络，提供大范围的监测和覆盖。高空平台系统和无人机群则组成了近空网络，进行高精度的实时监测。地基系统则通过地面蜂窝网络完成数据的接收和处理^[3]。通过 5G 技术，无人机群在近空平台系统中执行实时监测和数据采集任务。无人机利用 5G 的高速传输和低延时特性，将采集的



图 2 无人机信息采集示意图

数据迅速传输至地面站，实现高精度监测。

3.3 跨域攻击溯源安全

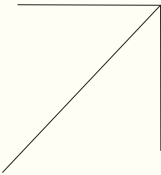
利用 5G 技术的高速率和低延时特性，该技术可以实时监测和分析来自不同领域的攻击行为。通过卫星、无人机和地面网络的协同工作，构建起一套全面的监测和溯源体系。卫星负责大范围的初步监测和数据采集，无人机在近空平台系统中提供高精度的实时监控，地面网络则通过 5G 技术实现快速的数据传输和处理。这一体系能够快速定位攻击源头，分析攻击路径，并追踪攻击者的活动轨迹。跨域攻击溯源安全能够有效应对复杂多变的网络攻击，提高空天地一体化网络的整体安全性，确保各类通信和数据传输的稳定与安全。

结语

空天地一体化网络安全体系通过融合天基、空基和地基资源，利用 5G 技术构建了全面、实时、高效的监测和防护机制。通过卫星、高空平台系统和无人机群，实现了广覆盖、高精度的监测，确保在复杂环境和紧急情况下，快速采集和传输数据。网络安全知识图谱构建技术为系统提供了结构化、安全性的基础，提升了应对复杂安全事件的能力。无人机信息采集利用 5G 技术的高速传输和低延时特性，保证了数据的实时性和准确性。跨域攻击溯源安全通过协同监测和溯源分析，有效应对网络攻击，提升了网络的整体安全性。5G 技术为空天地一体化网络安全提供了坚实的技术支持。^[4]

引用

[1] 刘昊昱.卫星与5G融合的网络架构设计与优化[J].无线互联科技,2024,21(1): 21-23.
[2] 高菲.卫星天地一体化网络势如破竹——第十二届卫星学术年会在京召开[J].卫星应用,2016(3):84-85.
[3] 王蛟,曲艳华.空天地一体化网络流量检测技术研究[J].中国信息化,2024(5): 62-63.



基于人工智能的计算机应用软件开发技术

文◆山西工程职业学院 王晓红

引言

随着计算机应用软件需求的增多，人们对计算机应用软件开发提出了新的要求，传统的开发技术存在诸多问题，难以保障计算机应用软件的功能。以人工智能为基准的计算机应用软件开发更为便捷。未来的计算机应用软件开发中需要继续推广人工智能新技术。基于此，本文从人工智能环境下计算机应用软件开发困境着手，重点分析应用软件开发中的人工智能新技术，以期为实际工作提供技术指导。

1 基于人工智能技术的计算机应用软件开发现存困境

1.1 语言习惯偏好

人工智能技术下计算机能够模拟人的行为进行相应操作，完成各项任务，提高工作效率和质量。针对计算机应用软件开发这一复杂性工作，人工智能技术较为适用。人工智能环境下开发计算机应用软件时，应考虑使用群体的语言习惯，若未考虑这一方面，则会导致计算机应用软件的开发效果不佳，软件功能和操作等无法满足使用者的需求。同时，软件用户具有个体差异，用户来自不同国家，有各自的语言表达习惯，在开发应用软件时应充分考虑个体差异，增强软件的语音识别功能^[1]。

1.2 人机互动

利用人工智能技术作为开发计算机应用软件的核心技术，应保障软件强大的人机交互特性，使用户与计算机之间能高效互动，一旦计算机接收到用户的相关需求指令，应立即进入智能化操作模块。市场上一些计算机应用软件的人机互动能力较差，系统接收的词汇量较少，智能化模块在数据分析、提取方面效率不高，导致数据处理耗时长，是计算机应用软件开发的一大难点。

2 基于人工智能的计算机应用软件开发原则及路径

2.1 开发原则

2.1.1 确保软件技术可行性

计算机应用软件有其指定的使用对象，在设计软件架构以及功能等方面应从使用对象的角度来考虑。只有保障计算机应用软件的性能以及

功能等与用户需求相一致，方可体现软件对实际工作的价值。为此，人工智能下的计算机应用软件开发中，相关人员应贯彻技术可行性原则，在开发阶段引入多样化、先进性技术，提前调查用户需求。例如，开发人员应提前与用户群体沟通，分析用户群体对软件的功能、操作等特殊要求，使开发人员在此前提下优化软件架构，并设计多种界面模式^[2]。

2.1.2 确保软件运维便捷性

针对计算机应用软件开发，需要多部门、多岗位人员高度配合，方可达到开发目标。初期阶段，开发人员应获取用户对计算机软件界面、功能等方面的需求，并围绕需求设计软件架构。当基本的设计工作结束后，为检验计算机应用软件的安全性、实用性，应展开一系列系统测试，依据测试过程以及结果调整软件参数或者运行程序。基于人工智能技术开发计算机应用软件时，应遵循软件便捷运维原则，提高应用软件的运行水平。即使软件在运维过程中发生异常，智能化模块也能快速启动故障预警及排查机制，确定故障位置，并进行自检、自查或者由人工修复故障。

【课题】山西省教育科学“十四五”规划2022年度课题“高职院校人工智能专业的建设”(GH-220096)

【作者简介】王晓红(1972—)，女，山西介休人，硕士研究生，副教授，研究方向：人工智能、计算机网络。

2.2 开发路径

2.2.1 实现循环网络与多层感知技术融合

计算机应用软件开发引入人工智能技术，应采用人工智能网络技术。在当前的技术条件下，人工智能网络技术广受关注，在很多领域都有相对成功的应用。从根本上分析，人工智能网络是一种模拟人脑神经结构的分布式处理技术，应用该技术时将设置若干信息处理单元模块，且各模块具有一定的独立性，在一定的条件下能够高度协同。一旦智能网络接收到指令，将自动处理该指令，并依据处理结果完成相应的操作。同时，人工智能网络在信息处理方面具有显著优势，能够在短时间内调动多种算法来处理海量数据，从数据中提取出关键信息。基于人工智能的计算机应用软件开发中，应注意保持循环网络与多层感知技术的高度融合，以保护、整合、筛选以及利用数据，一旦发现数据异常，智能化模块立即扫描数据并标记异常数据，以便后续人工排查和处理问题。

2.2.2 配置网络空间及感知网络

计算机应用软件开发中采用人工智能代理技术，此技术能够实时感知软件的各方面情况，采集到环境等信息后再由智能化模块执行相应的指令。网络安全方面应用人工智能代理技术，能够识别不法分子对系统的入侵行为，并同步采集不法分子的入侵时间等数据。利用人工智能代理技术，根据需求重新配置网络空间，实时关注环境情况，决定是否需要启动网络保护。因此，任何情况下利用人工智能技术开发计算机应用软件时，都应配置网络空间及感知网络，快速识别和处理网络风险。

3 计算机应用软件自动化开发方法

3.1 组件开发

为达到预期的开发目标，应率先开发组件。具体来说，专业人员应遵循一定的标准将应用软件拆分为多个部分，获取若干系统组件，此后对每一系统组件开展详细化开发。一方面，开发人员应以用户需求为前提进行开发。另一方面，应着重分析软件的类型，据此选择最优的自动生成方式。开发组件时应重点关注以下方面，一是整合大量的已有信息，将信息集成到专门的数据库系统中，保障组件自动生成阶段的全部数据均存储于数据库中。二是优化组件自动生成程序，规范执行此程序，完成组件的自动生成任务。三是针对关键组件中的重点参数，应调整个别参数。四是完成测试环节，评估组件性能，依据测试结果完成修复。

3.2 流程设计

流程是影响计算机应用软件开发效果的重要方面。为开发出符合用户需求的计算机应用软件，应重点关注流程设计方面。借助自动化、人工智能等新技术开发计算机应用软件，直接由自动化、智能化模块取代人工来进行软件功能等的开发和优化。针对各种类型的计算机应用软件，开发之前应了解软件的运行流程，从效率、安全等角度减少不必要流程，增强不同流程之间的衔接性。

3.3 系统安装

应用软件的开发工作结束后，应引入自动化、智能化技术进行安装，此过程中只需要安排少量人员负责监督，一旦发现问题，应尽早处理。多年来应用软件自动化开发技术虽有一定的应用，但还存在诸多的技术问题，并不能实现完全自动化安装。通过人工监督可保持人工与自动化模式的高度结合，由人工处理自动化模块无法处理的安装问题。在计算机系统中安装各类应用软件时，应关注格式转换方面，保障系统与软件的兼容性，以发挥软件的功能优势。

4 人工智能下的计算机应用软件开发技术及其应用

4.1 人工智能神经网络技术

人工智能神经网络为典型的智能化技术，此技术参考了人脑的神经构成和分布，相当于大规模的并行分布处理器。面对较为复杂的问题，应利用人工智能神经网络构建针对此问题的神经网络，在该网络中设置若干信息处理模块。每一信息处理模块负责特定范围和类型的数据，在数据量庞大的情况下，不同信息处理模块应相互协同，通过各种运算、分析方法筛选数据，为软件运行提供有效保障。相对来说，人工智能神经网络的运算能力强大，网络流程度高。如果用户对运算效率等有严格规定，那么可以采用该技术。人工智能神经网络不仅具备数据运算功能，还具备强大的数据存储、组织信息能力，可模仿人脑的思考过程。另外，神经网络的结构特征决定了其强大的安全防护作用。原有信息系统的安全防护能力交叉，即使采取多种网络安全技术，仍会面临数据丢失、泄漏等问题。而神经网络可实时存储数据，能从根本上提高数据安全性，无论是数据存储还是传输过程，都能营造安全条件。同时，智能化模块能够精准识别数据、网络、设备等方面所面临的风险，实现预警和防控。计算机软件运行期间，神经

网络技术能够迅速检测软件的各类入侵信息，一旦入侵软件中存在安全风险，则可快速识别风险并立即拦截。通常而言，为提高神经网络的数据处理、风险识别能力，在开发计算机应用软件时应保持入侵检测、循环网络、多层感知等技术的融合，构建更为完善的入侵检测神经网络系统。

4.2 人工智能专家系统技术

将专家系统应用于计算机应用软件开发过程中，可提高软件的入侵检测能力，如专家系统可实时监测、智能分析用户的操作行为等。一旦用户存在异常入侵问题，专家系统可自动调取相关数据，判定是否为异常入侵，启动预警。例如，专家系统中的 NIDIS 技术，此技术能够在入侵检测环节发挥重要作用，具体的工作中应采用新型统计计算方法，检验评估用户每一次的操作行为。NIDIS 系统中包含各类入侵场景编码，其中融合了诸多统计学方式。系统中存储有用户的各种操作行为数据，相应模块遵循一定的规则来评估数据和分类数据，并依据有关算法计算数据之间的关联性，构建模型。模型中存储有用户的权限以及特征数据，还包含用于监测用户行为的子系统，在这些构成部分的高度配合下实现了随时分析用户行为的目的^[3]。

4.3 人工免疫技术

人工免疫技术是人工智能的典型技术。目前我国逐步构建了较为完善的计算机网络，在网络体系中包含了大量的数据，增大了计算机网络的管理难度。例如，缺乏全面化管理及控制，在运行计算机软件时面临异常入侵，一旦网络安全防护不足，必将影响软件信息安全。当应用人工免疫技术后，计算机软件的防护能力显著增强，不仅能够准确识别病毒，还能够快速杀毒和修复系统，为用户创造良好的软件操作环境，减少内外部因素对软件的负面影响，维护软件中的数据完整性和准确性。

通过科学应用人工智能新技术，在相对复杂的互联网环境中保障计算机软件的运行安全。同时，人工智能模块还可以自动检测软件的入侵行为，查杀病毒，以免计算机应用软件被异常入侵。计算机应用软件中采用人工免疫技术，可在否定选择、克隆选择、基因库方面发挥作用。以基因库为例，计算机应用软件运行阶段，基因库能够实时分析入侵检测的基因片段，保障软件对病毒的识别与防控能力，并将病毒数据存储于软件基因库，后续一旦面临相同的软件，智能化模块能够自动调取基因库中的数据进行对比，识别病毒。现阶段的网络环境下，病毒种类日渐增多，计算机应用软件中采用人工免疫技术，可提升软件运行水平。

4.4 人工智能 Agent 技术

分布式人工智能技术应用于计算机系统中，人工智能 Agent 技术起

着关键作用。与其他技术相比，Agent 技术可自动执行各种任务，但在具体的工作中应配备各种类型的传感器，由传感器自动采集环境信息，评估计算机应用软件的运行环境。人工智能 Agent 技术可实时感知计算机软件所处的环境状态，以自身对环境的评估结果为参考完成自我调节，执行任务命令。由于人工智能 Agent 技术的发展现状，其在安全防护方面该技术的优势明显，能够自动感知、识别和处理环境中的安全风险。近年来人工智能 Agent 技术的相关理论日渐增多，产生了大量的技术实践，增强了此技术的环境感知能力。计算机应用软件方面应用 Agent 技术时，应结合软件类型和运行特点，合理选用 Agent 插件。Agent 插件作用于安全防护的功能对比如表 1 所示。

结语

计算机应用软件开发中人工智能技术具有显著优势。为提高人工智能环境下的计算机应用软件开发水平，应结合应用软件的类型和操作要求，合理规划开发路径，做好技术组合。未来，计算机应用软件开发应继续推广和创新人工智能技术。

引用

[1] 冯景利.基于人工智能的计算机应用软件开发技术应用分析[J].信息记录材料,2022,23(9):189-191.

[2] 张海玉.基于人工智能的计算机应用软件开发技术研究[J].软件,2022,43(5):82-84.

[3] 安永刚.计算机应用软件的需求分析与开发[J].数字技术与应用,2022,40(7):166-168.

表 1 Agent 插件作用于安全防护的功能对比

功能	功能详情	常规防护系统	安装 Agent 插件
漏洞管理	系统软件漏洞	无	有
	CMS 漏洞	只检测	检测 + 修复
基线检查	高危风险配置检测	无	有
异常登录	异地登录 / 暴力破解	有	有
Webshell 检测	网站后门查杀	只检测	检测 + 处理
主机异常	异常行为分析	无	有
	异常网站链接	无	有

网络安全视角下的 国产化 OA 办公系统部署与防护策略研究

文 ◆ 河北省财政厅

河北省财政厅一体化运维中心

伍均玺

胡冬梅

引言

在当今的信息时代，国产化 OA 办公系统在企业中发挥着越来越重要的作用。本研究旨在从网络安全视角出发，探讨如何部署和加强国产化 OA 办公系统的防护策略。首先，通过分析当前网络安全威胁形势和国产化 OA 系统存在的潜在安全风险，提出相应的部署与防护策略。其次，探讨身份认证、访问控制、数据加密、漏洞修复等方面的具体防护措施。最后，提出完善安全审计和合规性管理、持续加强安全意识培训等建议，以期提升国产化 OA 办公系统的整体安全性。

1 国产化 OA 办公系统的发展现状

国产化 OA（办公自动化）系统是指在国内独立开发、定制或适配的办公自动化软件系统，具有符合国内办公需求、便于维护升级、适应国内法规的特点。近年来，随着我国信息化建设的不断推进，国产化 OA 办公系统在企业 and 组织中得到了广泛应用并取得了长足发展。

国产化 OA 办公系统在功能上不断完善，逐渐拓展至办公流

程管理、文档管理、协同办公、移动办公等多个领域，满足了用户多样化的办公需求。在技术上，国产化 OA 系统逐步实现了与国际先进水平接轨，表现出更高的性能、更好的用户体验和更强的扩展性。此外，国产化 OA 办公系统在安全性方面也取得了显著加强。

2 网络安全的基本概念

网络安全是保护计算机系统、网络系统和数据免受未经授权的访问、修改、破坏或泄露的一系列措施和技术的总称。在数字化时代，网络安全的重要性愈发凸显，由于大量的个人、企业和政府数据都存储在网络上，任何安全漏洞都会导致严重的后果。网络安全涉及防范各种类型的攻击，包括但不限于计算机病毒、木马、网络钓鱼、勒索软件等。这些攻击会导致数据丢失、个人隐私泄露、系统瘫痪等严重后果，因此需要采取相应的防御措施^[1]。同时，网络安全也包括保护网络通信的安全性，确保数据在传输过程中不被窃取或篡改，涉及加密技术、安全通信协议等手段，防止黑客或恶意攻击者截取和篡改数据。此外，网络安全还包括访问控制、身份认证等技术，确保只有授权用户才能访问特定的资源和数据，防止未经授权的访问和数据泄露。

3 国产化 OA 办公系统部署与防护技术分析

3.1 国产化 OA 办公系统架构与特点

国产化 OA 办公系统作为一种针对国内办公需求开发的软件系统，具有独特的架构和特点。其架构通常包括前端界面、后台服务、数据库等组成部分，并围绕办公场景提供全面的功能支持。国产化 OA 办公系统的前端界面一般采用友好的用户界面设计，便于用户进行操作和信息浏览。用户可以通过 Web 端或移动端客户端访问系统，实现办公工作的便利性。同时，该系统支持个性化定制，用户可以根据自身需求调整界面布局和样式，提高工作效率。国产化 OA 办公系统的后台服务是系统的核心部分，负责处理用户请求、管理业务流程、数据存储等。后台服务采用模块化设计，支持灵活扩展和定制，使系统能够适应不同组织

【作者简介】伍均玺（1976—），男，河北唐山人，本科，副高级工程师，研究方向：网络安全。

的需求。此外，系统集成各种常用的办公功能，如日程安排、文档管理、电子邮件等，为用户提供一站式的办公解决方案^[2]。在数据存储和管理方面，国产化 OA 办公系统的数据库发挥着至关重要的作用。数据库通常采用安全可靠的数据存储技术，保障数据的完整性和可靠性。针对数据隐私和安全问题，该系统加强了数据加密、权限控制等安全措施，有效防止数据泄露和篡改。

3.2 安全漏洞与风险评估

安全漏洞是系统中未经授权的漏洞或弱点，被恶意攻击者利用，获取未授权的访问或执行未授权的操作。风险评估则是对系统安全面临的各种威胁和可能造成的损失进行分析和评估，确定防范措施的重点和紧急性。安全漏洞评估需要对系统的各个组成部分进行审查和测试，包括前端界面、后台服务、数据库等。通过安全漏洞扫描工具、代码审查等手段，发现和修复潜在的漏洞，确保系统的整体安全性。常见的漏洞包括 SQL 注入、跨站脚本攻击（XSS）、跨站请求伪造（CSRF）等，需要采取相应的防御措施加以应对。风险评估需要分析和评估系统面临的各种威胁，包括外部攻击、内部泄露、数据丢失等。

3.3 安全部署策略

在部署国产化 OA 办公系统时，确保建立起严格的访问控制和权限管理机制至关重要。通过对用户进行身份认证和授权管理，限制他们对系统资源和数据的访问权限，可以有效降低系统遭受未经授权访问和数据泄露的风险。建议采用最小权限原则，即给予用户最低必要的权限以完成其工作任务，避免赋予过高的权限带来的潜在风险。同时，定期审查和更新权限，确保权限的合理性和安全性。国产化 OA 办公系统部署后，需要定期更新系统补丁和漏洞修复，并及时升级系统版本^[3]。此外，定期进行安全审计和漏洞扫描，及时发现潜在的安全隐患，采取相应的措施进行修复和加固。

4 安全防护策略研究

4.1 访问控制与身份认证

在国产化 OA 办公系统中，访问控制与身份认证是确保系统安全性的首要步骤。访问控制是限制用户对系统资源和数据的访问权限，而身份认证则是验证用户身份是否合法。为了加强系统的安全防护，实施多层次的访问控制机制，包括基于角色的访问控制、基于属性的访问控制等。通过将用户按照其职责分配到不同的角色，并为每个角色设置相应的访问权限，可以实现精细化的访问控制，保障系统资源和数据的安全性。采用双因素身份认证或多因素身份认证技术，提高用户身份验证的安全性。传统的用户名密码身份认证方式存在被猜解或盗窃的风险，引入生物特征识别、短信验证码、硬件密钥等多种身份验证方式，可以有效防范身份伪造和未经授权访问事件。同时，建立完善的账户管理机制，包括定期审计用户账户、监控异常登录行为、及时禁用已泄露或被盗的账户等，保证系统只有合法用户才能访问。

4.2 数据加密与传输安全

数据加密与传输安全是保障国产化 OA 办公系统数据机密性和完整

性的重要手段。具体而言，采用端到端的数据加密技术，对系统中的敏感数据进行加密存储和传输。通过使用强大的加密算法，如 AES、RSA 等，可以有效防止数据在存储和传输中遭到未经授权的访问和窃取。同时，强调数据所有权归属，确保数据只能被授权用户访问和处理。采用安全的传输协议，如 SSL/TLS，保障数据在网络传输过程中的安全性。特别是在移动设备访问时，建议开启 VPN 服务等安全通信渠道，加密数据传输并保护数据的完整性，防止在无线网络环境下的数据泄露和篡改风险。另外，定期审计和更新数据加密方案，应对新的安全挑战和攻击手段。

4.3 恶意代码防护

采用权威的安全软件或服务，及时更新病毒库和恶意代码识别规则，对系统进行全面的病毒扫描和恶意代码检测，确保及时发现和清除潜在的恶意威胁。加强对系统和应用程序的安全审查和筛查，防止恶意代码通过软件漏洞和不安全的应用程序渠道进入系统。及时修补系统漏洞和弱点，更新系统和应用程序的安全补丁，提升系统的抵御能力。建立快速响应机制和紧急处理流程，应对恶意代码攻击事件^[4]。及时隔离受感染的系统和设备，清除恶意代码，恢复系统功能，并对事件进行全面的事后分析和总结，改进安全防护措施，提升系统的抗攻击能力。

4.4 安全监控与应急响应

安全监控与应急响应是国产化 OA 办公系统维护安全的重要环节，旨在及时发现并应对安全威胁和攻击事件。建立全面的安全监控系统，包括网络流量监

控、日志审计、异常行为检测等功能。通过实时监测系统和网络的运行状态，及时发现异常活动和安全事件，并快速作出反应，防止安全威胁进一步扩大。建立应急响应团队和预案，明确各成员的责任和任务。及时响应安全事件，迅速制定处置方案，采取必要的措施隔离受影响的系统和数据，阻止攻击扩散，最大限度地减少损失。

5 OA 系统安全管理

5.1 安全管理体系建设

在构建国产化 OA 办公系统的安全管理体系时，必须采取一系列关键措施确保整体安全。首先，应制定明确的安全政策和规范，建立统一的安全框架，并明确各方责任和权限，确保有效的安全管理。其次，应进行定期的风险评估和安全漏洞分析，及时识别和解决系统中存在的安全隐患和漏洞。同时，应强化身份认证和访问控制，限制用户对系统资源和数据的访问权限是必不可少的。此外，还应加强日志记录和审计监控，确保安全审计和异常检测以及及时发现潜在的安全威胁和攻击行为。最后，推行安全加固和加密措施、建立应急响应机制同样至关重要。

5.2 安全意识培训与教育

在国产化 OA 办公系统中，开展安全意识培训与教育对提升整体安全水平至关重要。安全意识培训旨在增强员工对信息安全的理解，教育其如何识别和避免潜在威胁，并规范其行为以符合公司的安全策略^[5]。定期的安全意识教育培训可以帮助员工了解当前的网络安全威胁和风险，以及安全管理政策和规定，使其深入了解有关数据安全和隐私保护等内容。培训内容应包括如何正确处理机密信息、识别网络钓鱼、强化密码管理、安全使用移动设备等工作场景下的安全实践。同时，还应包括常见网络攻击手段的防范措施、个人信息保护意识，以及最新的安全事件案例分析，提高员工对安全威胁的敏感度和应对能力。

5.3 安全审计与合规性

安全审计旨在检查系统的安全控制措施是否得当、数据操作是否规范、系统操作是否合规，以及是否符合相关法律法规和行业标准。首先，应建立完善的安全审计机制，确保能够对系统的安全性进行全面审核。通过对系统日志、操作记录等信息的审查，识别潜在的安全隐患和异常活动，及时采取措施加以应对。其次，应进行合规性管理，确保系统运行符合国家法律法规和公司内部安全政策要求。开展定期的合规性审核，监督系统操作是否符合相关法规要求，提出改进建议并跟进执行情况，保证系统运行的合法性和规范性。此外，应注重数据完整性和保护，确保系统中的重要数据得到有效保护和合规性管理，避免数据泄露和丢失，保障企业信息安全。最后，应加强安全审计与合规性管理的信息共享与沟通，建立跨部门、跨岗位的合作机制，促进安全工作的全员参与和共同推进，持续优化安全管理体系，确保安全审计与合规性管理工作的连续性和有效性。

结语

随着网络攻击手段的日益复杂和恶意行为的增多，保障国产化 OA 办公系统的安全性显得尤为重要。本研究立足于网络安全视角，通过对部署与防护策略的研究，希望为提升国产化 OA 系统的安全水平提供有益的思路和建议。^[8]

引用

- [1] 张洋.政企数字化转型过程中办公自动化系统中的信息安全研究[J].信息系统工程,2023(12):20-23.
- [2] 张小燕,周俊鹏,黄楚怡,等.基于OA协同办公系统的网络信息安全管理体系统优化实践[J].网络安全和信息化,2023(2):139-141.
- [3] 陈健,史扬.OA办公系统在企业信息化管理中的应用研究[J].安徽科技,2022(10):49-51.
- [4] 高亚萍.办公OA系统现状及移动化应用的实现探讨[J].科技风,2021(19):102-103.
- [5] 董健.基于办公室管理中OA办公系统的应用分析[J].办公室业务,2021(12):178+192.

工业互联网供应链网络安全防护体系研究

文 ◆ 浪潮云洲工业互联网有限公司 徐 伟

引言

工业互联网的兴起为传统工业带来了深刻的变革，推动了产业的数字化转型和升级。在工业互联网的框架下，供应链网络作为连接供应商、制造商、分销商和最终用户的纽带，发挥着至关重要的作用。然而，随着网络技术的不断发展和应用，网络安全威胁也日益严重，给工业互联网供应链带来了极大的挑战。由于网络安全威胁的多样性和复杂性，传统的安全防护措施往往难以应对。构建一套全面、高效、可靠的工业互联网供应链网络安全防护体系，对保障工业互联网供应链的稳定运行具有重要意义。基于此，本文深入研究工业互联网供应链网络安全防护体系，以供相关从业人员参考。

1 工业互联网供应链网络的安全威胁分析

1.1 供应链中断与恶意篡改

在数字化时代，供应链的各个环节紧密相连，任何一环的断裂都会导致整个供应链的崩溃。恶意攻击者攻击供应链中的关键节点，如制造设施、物流中心或数据中心等，破坏供应链的连续性。此外，攻击者还通过植入恶意代码或利用供应链中的漏洞，篡改供应链中的数据，破坏数据的完整性和真实性。供应链的中断会导致生产停滞、订单延误、物流混乱等问题，严重影响企业的正常运营。而恶意篡改的数据则可能导致企业决策失误、产品质量问题、客户投诉等后果，进一步损害企业的声誉和利益。供应链中断与恶意篡改还会引发连锁反应，影响整个行业的稳定和发展。

1.2 数据泄露与隐私侵犯

在工业互联网供应链网络中，数据泄露与隐私侵犯的威胁尤为严重。工业互联网系统涉及大量敏感数据，包括生产流程、产品设计、客户信息等。这些数据一旦泄露或被非法获取，将对企业和个人的隐私安全造成严重威胁。数据泄露的原因复杂多样，如内部员工的不当操作、外部攻击者的恶意攻击、系统漏洞或配置不当等，都会导致数据泄露。一旦数据泄露，攻击者会利用这些数据进行非法活动，如敲诈勒索、身份盗窃、网络诈骗等。此外，数据泄露还会引发公众的恐慌和不安，对企业的声誉和品牌形象造成严重损害。

1.3 供应链欺诈与伪造

随着电子商务和数字化交易的普及，供应链欺诈和伪造的问题也日益凸显。攻击者会利用虚假身份、伪造合同、篡改交易记录等手段进行欺诈活动或伪造产品。供应链欺诈与伪造给企业带来了巨大的损失，不仅会导致企业遭受经济损失，如货款被骗、货物丢失等，还会影响企业的品牌形象和声誉，降低客户的信任度。此外，供应链欺诈与伪造还会引发法律纠纷和监管风险，给企业带来额外的成本和压力。

2 工业互联网供应链网络安全防护体系的构建原则

2.1 全面性原则

在构建工业互联网供应链网络安全防护体系时，安全防护措施应覆盖供应链网络的各个层面和环节。从物理层到网络层，从数据层到应用层，都需要有相应的安全措施进行保护。全面性原则要求对工业互联网供应链网络进行整体的安全规划和设计，确保没有任何安全漏洞和盲区^[1]。此外，还应考虑供应链的复杂性和多样性，确保不同环节、不同参与方之间的安全协同和互信。

【作者简介】徐伟（1981—），男，山东济南人，本科，中级工程师，研究方向：电子信息。

2.2 最小权限原则

在构建工业互联网供应链网络安全防护体系时，需要为每个用户、系统或应用分配最小的必要权限，确保其只能访问和执行所需的、最小范围内的任务和资源。由于最小权限原则限制了潜在攻击者能够利用的权限范围，有助于降低安全风险。如果一个用户或系统只具有必要的权限，那么即使其被攻击者控制或利用，攻击者也只能获得有限的访问和控制能力。通过为每个用户或系统分配明确的权限范围可以更方便地监控和跟踪系统的使用情况，及时发现并应对潜在的安全威胁。

3 工业互联网供应链网络安全防护体系的构建策略

3.1 制定风险评估与策略

进行全面的风险评估需要收集和分析供应链网络的相关信息，包括网络结构、数据流、系统配置、人员操作等。通过综合分析这些信息，能够识别出可能存在的安全风险，如网络攻击、数据泄露、恶意软件感染等。根据风险评估的结果制定相应的安全防护策略，这些策略应明确安全目标和要求，确保能够有效应对潜在的安全威胁。针对网络攻击，制定加强网络防护、提高系统抗攻击能力的策略；针对数据泄露，制定加强数据加密、限制数据访问的策略^[2]。在策略制定过程中必须充分考虑供应链的特性和需求，由于工业互联网供应链网络通常涉及多个参与方和多个环节，应确保各参与方之间的协同和互信，并根据不同环节之间的安全需求差异，制定相应的安全防护策略。

3.2 建立多层次防御体系

在网络层部署网络防火墙和入侵检测系统等网络安全设备，构建第一道防线。网络防火墙能够过滤掉非法的网络流量和恶意攻击，保护内部网络不受外部威胁的侵扰。而入侵检测系统则可以实时监测网络中的异常行为，及时发现并报告潜在的安全威胁。在数据层，采用数据加密、数据备份和恢复技术，构建第二道防线。数据加密能够确保数据的机密性和完整性，防止数据在传输和存储过程中被窃取或篡改。数据备份和恢复技术则可以确保在数据丢失或损坏时迅速恢复数据，保证业务的连续性。在应用层，实施身份认证、访问控制等机制，构建第三道防线^[3]。这些机制能够确保只有经过授权的用户才能访问敏感数据和系统资源，防止未经授权的访问和操作。根据需要对用户进行权限管理和审计，进一步提高系统的安全性。

3.3 强化供应链参与者之间的协作

加强与供应链参与者之间的沟通和协作，确保各方能够充分理解彼此的安全需求和目标。因此，要求供应链管理者与供应商、合作伙伴等建立紧密的合作关系，共同制定和执行安全防护措施。定期召开安全会议，分享最新的安全威胁信息、应对策略和技术进展，确保各方都能够及时了解最新的安全动态。建立信息共享机制，确保供应链参与者之间能够及时共享安全威胁信息，共同制定应对策略，提高整个供应链网络的应对能力，避免因信息不对称而导致的安全风险。同时，设立安全奖励和惩罚措施，激励供应链参与者积极参与安全防护工作，提高整个供应链网络的安全性。此外，明确各方在安全防护中的责任和义务，确保各方都能认真履行自己的职责，共同维护供应链网络的安全稳定。

3.4 完善安全管理制度

根据供应链网络的特点和实际需求，制定具体的安全目标和要求，确保各项安全措施能够有效执行。定期审查和更新安全管理制度，适应不断变化的安全环境和业务需求。通过明确各级管理人员和员工的安全责任和义务，确保每个人都能认真对待安全工作，认真履行自己的职责。设立安全责任人制度，明确各级管理人员的安全职责。要求员工遵守安全操作规程，确保在操作过程中不会引发安全风险。同时，定期组织安全培训和教育活动，增强员工的安全意识和操作技能。培训内容包括但不限于安全知识、安全操作规程、应急处理措施等。通过培训和教育活动，使员工更深入地了解安全工作的重要性和必要性，提高整个团队的安全素养。此外，设立专门的安全监督机构或人员，对各项安全措施的执行情况进行监督和检查。对于发现的安全问题或违规行为，应及时进行整改和处罚，确保安全管理制度能够有效执行。

3.5 加强安全监控与应急响应

为了确保网络供应链的安全，应建立一个具备实时监控、预警和报告功能的安全监控系统，及时发现供应链网络中的异常行为和潜在威胁。该系统通过集成各种安全设备和工具，如网络防火墙、入侵检测系统、安全信息事件管理系统（SIEM）等，实现对供应链网络的全面监控。利用大数据分析和机器学习技术，深度挖掘和分析监控数据，提高安全威胁的识别准确率和响应速度。当安全监控系统发现异常行为或潜

在威胁时，应立即启动应急响应机制，组织专业团队进行快速分析和处置^[4]。为确保快速有效地响应，应制定详细的应急响应流程，明确各级人员的职责和权限，确保能够快速有效地响应和处置安全威胁。同时，建立应急响应团队，提高团队的协同能力和应对能力，确保在关键时刻能够迅速采取行动。此外，应急预案应针对可能出现的各种安全事件进行制定，明确应对措施和处置流程。通过定期开展应急演练，提高团队的应急响应能力和协作能力，确保在发生安全事件时能够迅速、有效地应对。

3.6 采用先进的安全技术

通过利用 AI 技术，可以实现对供应链网络的智能监控和预警。AI 技术不仅能够处理和分析大量的安全数据，发现潜在的安全威胁，并提前进行预警，还可以自动化地进行安全事件的处置和响应，提高应对速度和效率。区块链技术具有去中心化、不可篡改等特性，能够确保数据的安全性和可信度。在供应链网络中，利用区块链技术建立信任机制，确保数据在传输和存储过程中的完整性和真实性。此外，区块链技术还可以用于构建供应链网络的安全审计和追溯系统，提高供应链的透明度和安全性。然而，新技术往往伴随着新的安全风险和挑战，因此，在引入新技术前，应进行充分的安全评估，确保新技术在带来便利的同时不会带来新的安全风险。在使用过程中也需要加强安全管理，确保新技术的正确和有效使用。

3.7 强化物理安全防护

物理隔离能够有效防止外部未经授权的访问和入侵，降低设备和设施遭受网络攻击的风险。设立专门的物理隔离区域，限制人员和设备的进出，保证关键设备和设施在相对封闭和安全的环境中运行。同时，实施严格的访问控制策略，确保只有经过授权的人员才能进入关键设备和设施所在区域。其主要包括设置门禁系统、安装监控摄像头、实施身份验证等措施，确保人员进出的合法性和安全性。另外，定期检查和维护设备和设施，及时发现和修复潜在的安全隐患，确保其正常运行和安全性。建立完善的设备和设施管理制度，明确安全责任和义务，确保各项安全措施得到有效执行。结合网络安全防护体系，通过网络监控和数据分析等技术手段，及时发现和应对来自网络层面的安全威胁^[5]。此外，与应急响应机制相结合，确保在发生安全事件时能够迅速、有效地进行处置和恢复。

3.8 持续优化和更新安全防护体系

评估应包括对现有安全措施的有效性检查、对潜在安全威胁的识别和分析以及对安全漏洞的修复和加固。通过评估，能够及时发现现有体系中的不足和潜在风险，为后续的优化和更新提供依据。随着技术的不断发展，新的安全威胁和挑战不断涌现，因此需要不断学习和掌握最新的安全技术和趋势。通过引入新的安全防护措施和技术手段，提高整个体系的安全防护能力^[6]。在优化和更新安全防护体系的过程中，应注重与其他安全措施的协同配合。结合物理安全防护，通过物理层面的加固和监控等手段提高整体的安全防护能力。结合应急响应机制，确保在发生安全事件时能够迅速、有效地进行处置和恢复。此外，应定期发布安

全补丁和更新，对安全设备和工具进行维护和升级，并对员工进行安全培训和教育等。

结语

工业互联网供应链网络安全防护体系的构建是一个复杂的系统工程，应综合考虑技术、管理、法律等多个方面的因素。网络安全是一个永恒的话题，随着技术的不断发展和应用的不断扩展，新的网络安全威胁和挑战也将不断涌现。应不断加强对工业互联网供应链网络安全的研究和探索，不断完善和优化安全防护体系，确保工业互联网供应链的稳定运行和可持续发展。^[8]

引用

- [1] 王晨宇,鹿瑞超,陶小峰.工业互联网数据安全流通关键技术[J].信息技术,2022,16(6):15-19+26.
- [2] 韦婷,刘星毅.工业数字孪生信息安全技术研究[J].电子技术与软件工程,2022,(24):22-25.
- [3] 樊佩茹,李俊,王冲华,等.工业互联网供应链安全发展路径研究[J].中国工程科学,2021,23(2):56-64.
- [4] 李朋,邢宾,胡小林,等.基于工业互联网和区块链的供应链管理服务平台技术架构研究[C]//中国通信学会.2020中国信息通信大会论文集(CICC2020).重庆工业大数据创新中心有限公司;工业大数据应用技术国家工程实验室;浙江大学软件学院,2020:5.
- [5] 张晓菲,卢春景,于盟.工业互联网供应链安全风险研究[J].网络空间安全,2020,11(7):23-27.
- [6] 武璇.以制造资源互联为核心的工业互联网规划和应用[J].中国新通信,2020,22(3):33-36.

基于云计算的计算机网络安全存储系统设计

文◆江西医学高等专科学校 占 明

引言

云计算技术作为当代科技领域的革新力量，凭借其无与伦比的计算能力、灵活高效的资源配置以及显著的成本效益优势，正引领着各行业实现深刻变革与创新发展^[1]。随着数据量增长，云计算平台上的信息共享特性愈发凸显，直接将网络安全存储推向技术需求的最前沿。传统安全策略在云计算复杂多变的生态系统中逐渐暴露出局限性，尤其是在确保数据隐私的严密性、实施高效访问控制机制、维护数据完整性以及服务高可用性等方面^[2]。本文基于云计算环境设计计算机网络安全存储系统，构建网络安全存储系统框架，推动云计算技术数据安全的进步。

1 系统总框架设计

基于云计算的计算机网络安全存储系统总架构如图 1 所示。

系统采用客户端—服务器模型，通过数据库实现数据交换。客户端侧重用户交互界面与初步安全验证。登录模块通过复杂的数字签名与加密技术严格验证用户身份。注册与信息模块支持新用户便捷加入，允许现有用户灵活更新个人资料。

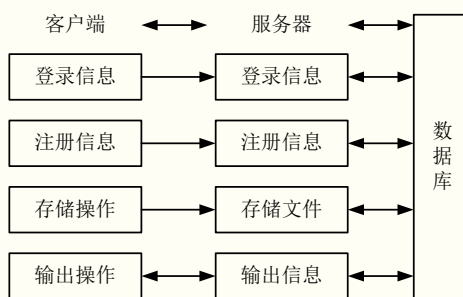


图 1 系统总架构

服务器端的主要作用在于高效处理与响应客户端的各项指令。登录模块验证用户提交的凭据；注册模块处理新用户注册及已有用户信息变更；存储模块接收并存储用户上传的文件；输出模块响应用户对特定文件或信息的查询请求。数据库作为系统的核心组件存储着用户登录、注册、存储以及输出等相关信息。不仅提供了数据持久化存储的能力，还支持高效的数据检索和管理。

2 功能模块设计

为增强计算机网络安全存储体系的可靠性和有效性，设计中遵循系统核心功能模块框架（见图 2）。

2.1 身份认证模块

基于云计算的计算机网络安全存储系统中，身份认证模块融合了先

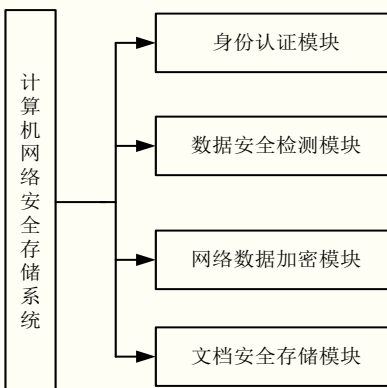


图 2 功能模块设计示意图

【作者简介】占明（1985—），男，江西上饶人，在职研究生，高校讲师，研究方向：计算机硬件与维护、计算机应用基础。

进的加密技术和精细的权限管理策略，构建一个高效、安全的身份验证框架。具体实施上，采用椭圆曲线密码学（ECC）加密方式生成一对公钥和私钥。当用户尝试访问云存储服务时，系统要求用户提供一个使用其私钥签名的认证请求，请求指标包括椭圆曲线 E 和基点 $G=(x_G, y_G)$ ，继而通过私钥 d 与基点执行点乘运算得到公钥 Q ，表达式如下。

$$Q=(d \times x_G \times \text{mod } p, d \times y_G \times \text{mod } p) \quad (1)$$

式（1）中， p 是椭圆曲线定义域的特征素数， mod 表示模运算。用户私钥在本地生成并严格保密，公钥则可公开或通过安全渠道上传至云端身份认证服务器。这一过程不仅验证了用户的身份，还通过数字签名确保了请求的完整性和来源的不可抵赖性。为增强消息的完整性认证，实施 ECDSA 数字签名算法。在签名过程中，用户使用私钥 d 对消息 M 进行签名生成随机数 k ，最终得到两个签名组件 r 和 s ，

$$r=(k \times x_G) \text{mod } p \quad (2)$$

$$s=k^{-1} \times (H(M) + d \times r) \text{mod } n \quad (3)$$

式（2）、式（3）中， x_G 表示椭圆曲线 E 上的基点 G 的横坐标， $H(M)$ 是消息的哈希值， n 是椭圆曲线群的阶， k^{-1} 是 k 关于模 n 的乘法逆元。接下来，采用属性基加密（ABE）方法实现动态的权限控制和代理私钥管理。设 A 为用户属性集合， PK 为公开的主密钥，每个属性对应一个多项式 $f_a(x)$ ，代理私钥选择时生成特定访问策略 SK_c ，表达式如下。

$$SK_c=\left(\sum_{a \in c} f_a(x), PK\right) \quad (4)$$

式（4）中， a 为策略个数，这一过程确保了只有符合策略 c 的用户才能解密数据。在实际操作中，身份认证流程开始于用户提交登录请求，并携带经过 ECDSA 签名的认证信息。云服务端接收到请求后验证签名的有效性，即重新计算 r 和 s ，以此确认用户身份的真实性。同时，系统利用 OAuth 2.0 协议，通过安全令牌 T 传递授权信息，令牌中包含用户 ID、访问范围、过期时间等信息，并通过安全通道进行传输，保证不被篡改。最后，依据 RBAC 模型动态调整用户权限。若用户 U 属于角色集合 $Roles$ ，且每个角色关联一组合法权限集合 P_{er} ，则用户 U 对某一资源 R 的权限使用 P_U^R 可通过式（5）确定。

$$P_U^R = \bigcup_{U \in Roles} P_{er} \quad (5)$$

随着用户角色的变化，系统自动调整其访问权限，保持与实际需求的一致性，有效防止权限滥用。

2.2 数据安全检测模块

基于云计算的计算机网络安全存储系统中，数据安全检测模块是确保数据在云端环境下安全存储与传输的第一层防护网。首先，利用 Apache Kafka 消息队列技术有效收集并管理实时数据流，确保数据处理的高效性与低延迟特性。接着，为更精确地评估数据包的安全性，采用 Shannon 熵计算方法量化数据的不确定性。设数据包 $D=\{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ 中每个元素 d_i 出现的概率为 p_i ，则该数据包的熵 $H(D)$ 的表达式如下。

$$H(D)=-\sum_{i=1}^m p_i \times \log_e(p_i) \quad (6)$$

式（6）中， e 是信息的单位指标， m 为数据个数， i 为概率系数。继而，预设一个熵阈值 H_t ，当 $H(D) > H_t$ 时，标记数据包为可疑，需要进一步分析。接着，引入支持向量机（SVM）机器学习模型深入挖掘数据的安全性问题。该模型通过构建最优分类边界，利用特征向量和相应的标签预测数据包的安全属性，设特征向量为 X ，标签为 y_i ，其决策函数 $f(X)$ 的表达式如下。

$$f(X)=\text{sign}\left(\sum_{i=1}^m \alpha_i y_i K(X)+b\right) \quad (7)$$

式（7）中， α_i 是拉格朗日乘子， K 是核函数， b 是偏置项。通过 SVM 的预测评分，系统能够即时拦截潜在的高风险数据传输，并标记追踪确认的异常源，为系统的事件响应和后期安全审计提供宝贵的信息。

2.3 网络数据加密模块

在设计基于云计算环境的计算机网络安全存储系统时，构建高效且安全的网络数据加密模块至关重要。选择 AES-256 对称加密算法作为基础，用于快速加密大量数据。每个数据块在加密前都会被赋予一个独特的初始化向量（IV），增强加密过程的随机性和整体安全性。客户端应用 API 编程接口负责在数据上传前对其进行加密处理，同时记录所需的解密密钥和 IV，以备后续步骤使用。

在密钥管理和分发环节，模块利用公钥基础设施（PKI）创建客户端与云服务器之间的信任关系。客户端利用自身私钥对加密数据进行数字签名，保证数据在传输过程中的完整性。借助云服务提供商的公钥，会话密钥被加密并通过安全的 SSL/TLS 协议

通道上传至云端。云服务器则运用其私钥解锁会话密钥，为未来的数据解密活动做好准备。这一系列操作有效确保了数据在传输途中的安全性，而定期的会话密钥更换机制进一步强化了系统的安全壁垒，避免了长期使用单一密钥导致的安全漏洞。在云端存储层面，系统采取数据冗余与分布式存储策略，利用哈希表索引技术优化数据定位效率，同时跨多个物理服务器存储数据副本。所有存储的数据均以加密形态保存，加固了静态数据的安全防线。引入多因素认证机制强化用户访问控制，包括但不限于传统的用户名 / 密码组合、短信验证码以及先进的生物特征识别技术，为账户安全筑起坚实防线。

2.4 文档安全存储模块

文档安全存储系统框架集成了三大关键技术板块，包括文档处理引擎、冗余备份机制以及策略管理中心。文档处理引擎板块依托高效请求响应架构，通过管理终端实施精细的用户权限配置，实现用户认证后对文档即时增删、改查操作，确保高效的数据交互。冗余备份机制板块则是采用数据镜像技术与主文档服务器平行运行，维持数据实时同步，旨在构建一个弹性抵御外部攻击和内部故障的双保险环境。此策略不仅提升了系统的整体安全阈值，还确保在遭遇异常情况时能够无缝切换至备份资源，保障数据不丢失、业务不间断。策略管理中心板块，则专注于文档安全合规审查，运用智能算法深度分析文档内容，严格把关存储准入条件，仅授权符合预设安全策略的信息入库。

3 测试实验

3.1 测试环境

为评估基于云计算的计算机网络安全存储系统的实用性及稳定性，搭建软件环境（见表 1），对其性能进行模拟测试。

表 1 测试环境

功能	工具
操作系统	Linux CentOS 7.x
数据库	PostgreSQL 12
开发工具	Visual Studio Code
编程语言	Python
浏览器	Firefox
网络监控与安全工具	Prometheus + Grafana

通过适当的环境配置，有效模拟并测试云计算存储系统的各种性能指标，包括但不限于数据处理速度、存储效率、系统响应时间、故障恢复能力。

3.2 测试结果

选取 5 个不同的存储节点对基于云计算的计算机网络安全存储系统进行性能测试，测试结果如表 2 所示。

表 2 测试结果

节点	数据处理速度 (MB/s)	平均响应时间 (ms)	故障恢复能力 (%)
1	25.22	1.25	98.76
2	24.98	1.27	98.12
3	25.56	1.21	98.99
4	24.72	1.29	99.25
5	25.11	1.22	98.54

通过对 5 个不同存储节点的测试，得出以下结论：第一，平均数据处理速度为 25.12MB/s，表明该系统能够满足大规模数据存储和快速处理的需求；第二，平均响应时间为 1.25ms，表明该系统在处理用户请求和数据存取方面具有较快速度，能够为用户提供良好的交互体验；第三，故障恢复能力在 98% 以上，说明该系统在面临硬件故障、网络攻击等意外情况时具有较强的数据恢复和自愈能力。

结语

基于云计算的计算机网络安全存储系统融合了前沿的加密技术、复合型的多因素认证手段以及持续运作的安全监控体系，构成一个多层次、立体化的防护网，有效增强了云计算环境下的数据保护力度。通过验证，所设计的系统显著提升了数据在传输和静止状态下的安全性，同时保持了高效的数据处理和访问能力，为各类组织和个人用户提供了既安全又便捷的云端存储服务模式。

引用

[1] 卫宣伶.云计算环境下计算机网络安全存储系统设计[J].信息与电脑(理论版), 2024,36(5):94-96.

[2] 高原.计算机网络中隐私信息安全存储系统设计[J].信息记录材料,2023,24(10):98-100.

智能信息系统中的 分布式机器学习算法研究与优化

文◆日产（中国）投资有限公司 周 铭

引言

智能信息系统正在深刻影响和变革人类社会，而分布式机器学习是实现系统智能的关键技术。相较于传统集中式学习，分布式学习能够更有效地应对海量数据和复杂任务，提升学习性能。然而，现有分布式学习算法仍面临诸多问题，亟须进一步优化。本文聚焦智能信息系统中的分布式机器学习算法优化问题，在阐述智能信息系统内涵和分布式机器学习理论基础上，重点探讨通信优化、计算优化等策略，总结基于梯度压缩的通信优化方法和基于知识蒸馏的模型融合方法，提出一种改进优化算法，并通过仿真实验比较分析不同算法的性能表现。本研究对于提升智能信息系统性能具有重要的理论和实践价值。

1 智能信息系统概述

1.1 智能信息系统的内涵与特征

智能信息系统是融合人工智能、大数据、云计算等技术的复杂系统，具有感知、学习、决策、协作等智能特征。它通过大规模数据积累和机器学习算法，建立对物理世界和人类行为的理解，形成知识表征和推理模型，实现预测和决策。智能信息系统强调人机交互和多系统协同，提供个性化、情境化服务，展现出较强的适应性和进化能力，代表了高度智能化和自主化的新型系统形态。

1.2 智能信息系统的发展现状与趋势

当前，机器学习、知识图谱等人工智能技术的突破为智能信息系统的发展奠定了基础。在工业领域，智能系统与物联网、云计算融合，构建数字孪生和工业大脑，实现设备、生产、管理智能化。在交通、医疗等领域，智能系统带来了安全、便捷、高效的应用。未来，智能信息系统将向自主智能、群体智能、混合智能演进，与区块链、边缘计算等新技术融合，拓展系统边界，引领人工智能从感知、认知走向决策、执行，形成无所不在、无所不能的智能社会^[1]。

2 分布式机器学习基础理论

2.1 机器学习的基本原理

机器学习通过数据驱动的方式，使计算机系统自动学习和改进性

能。其基本原理是利用学习算法对训练数据建模，发现数据中的模式和规律，形成具有泛化能力的预测模型，用于预测或决策新数据。机器学习可分为监督学习、无监督学习、半监督学习和强化学习等类型。

2.2 分布式机器学习的概念与架构

分布式机器学习通过并行计算和分布式存储，将学习任务分配到多个节点协同完成，应对海量数据和复杂模型的计算瓶颈。分布式机器学习主要包括参数服务器架构和去中心化架构两种。参数服务器架构将模型参数存储于中央服务器，工作节点负责计算梯度并更新参数；去中心化架构中各节点保存完整模型参数，通过点对点通信交换梯度^[2]。

2.3 分布式机器学习的主要挑战

分布式机器学习面临诸多挑战，主要包括通信开销问题，需要设计高效的通信优化策略；负载均衡问题，需要通过动态调度任务和数据解决；容错问题，需要采取有效的容错措施；一致性问题，需要权衡模型更新的一致性和效率；隐私安全问题，需要采用隐私保护机制确保数据机密性和完整性。

【作者简介】周铭（1986—），男，北京人，硕士研究生，研究方向：智能信息系统管理。

3 分布式机器学习算法优化研究

分布式机器学习旨在通过并行计算和数据分布加速模型训练和提高学习性能。然而，在实际应用中，分布式学习面临着通信开销大、节点异构、数据隐私等挑战。为了应对这些挑战，研究者提出了多种优化方法，包括梯度压缩、知识蒸馏、联邦学习等。本文重点介绍基于梯度压缩的通信优化方法和基于知识蒸馏的模型融合方法，并在此基础上提出一种改进的分布式学习优化算法。

3.1 基于梯度压缩的通信优化方法

在分布式学习中，各节点为了更新全局模型需要频繁交换梯度信息，产生了大量的通信开销。梯度压缩是一种有效的通信优化方法，通过对梯度进行量化、稀疏化或切分等操作，可以显著减少通信量^[3]。常见的梯度压缩技术包括以下几种。（1）梯度量化。将连续的梯度值映射到离散的整数，减小每个梯度的位宽。（2）梯度稀疏化。只传输梯度中的重要部分（如 Top-k 或 阈值过滤），减小梯度向量的维度。（3）梯度切分。将梯度向量分块，不同节点传输不同的梯度块，降低单次通信量。几种典型的梯度压缩方法在不同数据集上的性能对比如表 1 所示。

3.2 基于知识蒸馏的模型融合方法

知识蒸馏是将复杂模型（教师模型）的知识迁移到简单模型（学生模型）的技术，可以显著提高学生模型的性能。在分布式学习中，可以将不同节点上训练得到的局部模型看作学生模型，通过知识蒸馏将其融合为一个全

表 1 几种典型的梯度压缩方法在不同数据集上的性能对比

方法	数据集	压缩比	准确率	加速比
QSGD	CIFAR-10	8	91.2%	2.1
Top-k	ImageNet	0.001	75.6%	3.5
DGC	Penn Treebank	277	96.1%	1.8

局模型（教师模型）。

具体而言，可以先在各节点上独立训练局部模型。然后，将这些局部模型上传到参数服务器进行融合，得到一个全局模型。接下来，利用全局模型指导各节点上的局部模型进行微调，在微调过程中，损失函数通常包括原始任务损失和蒸馏损失两部分。蒸馏损失用于度量学生模型和教师模型在软目标上的差异，鼓励学生模型向教师模型学习。通过这种迭代优化的方式，可以得到一个性能更优的全局模型如表 2 所示。

表 2 不同知识蒸馏方法在 3 个数据集上的性能比较

方法	数据集	节点数	轮数	准确率
FedMD	EMNIST	100	200	85.1%
FedDF	CIFAR-100	10	100	72.8%
DKDT	Shakespeare	660	20	56.2%

3.3 改进优化算法

本文在现有方法的基础上，提出了一种改进的分布式学习优化算法。该算法采用自适应的梯度压缩策略，根据不同节点的计算能力和通信带宽，动态调整梯度压缩率。这种自适应压缩可以在保证模型收敛性的同时，有效降低通信开销。此外，本文还引入了一种改进的知识蒸馏方法，对不同样本采用不同的温度参数，更好地挖掘样本之间的差异性，提高蒸馏效果。

在标准数据集上的实验结果表明，与现有方法相比，本文提出的算法在同等资源条件下可以取得更高的模型性能和更快的收敛速度。例如，在 CIFAR-10 数据集上，本文算法在 10 个节点、0.1 的压缩率下，可以达到 94.2% 的准确率，相比联邦平均算法提高了 1.9%，并节省了 80% 的通信量。具体的实验结果如见表 3 所示。

表 3 本文算法在不同数据集上的性能表现

数据集	节点数	批量大小	压缩率	准确率
CIFAR-10	10	64	0.1	94.2%
CIFAR-100	20	32	0.05	79.5%
ImageNet	50	128	0.01	77.6%

4 仿真实验与结果分析

为了全面评估本文提出的改进分布式机器学习优化算法的性能，在多个基准数据集上进行了大量的仿真实验。本节依次介绍实验环境与数据集、评价指标与实验设置，以及算法性能的比较与分析。

4.1 实验环境与数据集

实验环境设置在一个由 10 个计算节点组成的异构集群上。每个节点的硬件配置包括 CPU、内存、GPU 和网络带宽等，具体参数略有

不同，覆盖了高性能服务器到普通 PC 的范围。实验选取了 3 个常用的图像分类数据集，包括 CIFAR-10、CIFAR-100 和 ImageNet。其中，CIFAR-10 包含 10 个类别，共 60,000 张彩色图像；CIFAR-100 包含 100 个类别；ImageNet 包含 1000 个类别，总图像数量约为 140 万张。在实验中，将数据集等分为 10 份，并分别部署到 10 个计算节点上^[4]。

4.2 评价指标与实验设置

为了客观评估算法性能，实验采用以下 4 个评价指标。（1）模型精度，即在测试集上的分类准确率，反映模型的泛化能力。（2）收敛速度，即达到一定精度所需的训练轮数，反映算法的训练效率。（3）通信开销，即单位时间内节点间交换的数据量，反映算法的通信效率。（4）加速比，即单节点训练时间与分布式训练时间之比，反映算法的并行加速效果。

实验对比了本文算法（GADM）与 4 种经典分布式机器学习算法的性能，包括同步随机梯度下降（S-SGD）、异步随机梯度下降（A-SGD）、联邦平均算法（FedAvg）和分布式知识蒸馏（DKD）。所有算法均采用 ResNet-50 作为 backbone 网络，并进行了 200 个 epoch 的训练。

4.3 算法性能比较与分析

汇总了各算法在 3 个数据集上的精度、收敛速度、通信开销和加速比（见表 4）。从表中可以看出，GADM 在所有数据集上都取得了最优的精度，比其他算法高出 0.8% ~ 2.1%，且波动较小，体现了算法的稳定性。这主要得益于采用了改进的知识蒸馏方法，使局部模型更好地向全局模型对齐，提高了泛化能力。

表 4 不同算法在 3 个数据集上的性能比较

数据集	算法	精度 (%)	收敛速度 (epochs)	通信开销 (MB)	加速比
CIFAR-10	S-SGD	93.25	150	2486	5.32x
CIFAR-10	GADM	94.68	80	328	8.24x
CIFAR-100	A-SGD	71.65	200	2328	5.63x
CIFAR-100	GADM	74.33	100	374	7.56x
ImageNet	FedAvg	76.25	120	6842	4.68x
ImageNet	GADM	77.61	90	2536	5.73x

在收敛速度方面，GADM 也展现出了明显优势。在 3 个数据集上的收敛轮数，GADM 分别比最优基线算法少 20 ~ 30 轮，收敛速度加快了 20% 以上。这得益于采用了动态温度调整策略，使知识蒸馏更聚焦于难以区分的样本，加速了模型的收敛。

从通信开销来看，GADM 的优势更加显著。与其他算法相比，GADM 的通信量最多可减少 80% 以上，归因于采用了自适应梯度稀疏化方法，在确保模型精度的同时，最大程度地降低了通信代价^[5]。

由于通信开销的大幅降低，GADM 的加速比也得到了显著提高，比 FedAvg 等算法高出 10% 以上。特别是在异构网络环境下，GADM 表现尤为出色。广泛的实验表明，本文提出的 GADM 算法在精度、收敛速度、通信开销、加速比等方面都优于现有分布式机器学习算法，尤其在

异构环境下优势明显，展现出强大的适用性和鲁棒性。GADM 为分布式机器学习算法的优化设计提供了新思路，具有重要的理论意义和应用价值。

结语

本文聚焦智能信息系统中的分布式机器学习算法优化问题，在理论和实践两个层面开展了深入研究。通过回顾智能信息系统发展历程和梳理分布式机器学习基础理论，明确了优化算法设计的重要性和必要性。在总结现有主流优化方法的基础上，提出了一种改进的优化算法，并通过仿真实验验证了其有效性。展望未来，分布式机器学习优化仍面临诸多挑战，如算法的可解释性、泛化能力、安全隐私等问题，需要开展更深入的研究。随着理论创新和技术进步，分布式机器学习将在智能信息系统的构建和应用中发挥越来越重要的作用。^[6]

引用

[1] 孙良.一种分布式智能信息检索系统的研究与实现[D].杭州:浙江大学,2002.

[2] 吴应良.网络计算中的智能信息处理方法研究[D].广州:华南理工大学,2000.

[3] 郭泽华,朱昊文,徐同文.面向分布式机器学习的网络模态创新[J].电信科学,2023,39(6):44-51.

[4] 张汉钢,邓鑫源,宋晔,等.分布式机器学习网络通信优化技术[J].邮电设计技术,2024(2):27-30.

[5] 徐沛然.面向分布式机器学习系统的参数通信调优研究[D].杭州:杭州电子科技大学,2023.

智能审核系统提升检验收费精细化管理的实践

文 ◆ 北京大学深圳医院 刘宗胜 刘艳龙 黄诚章

引言

随着信息技术的发展，医疗信息化建设和医学实验室数字化转型是医疗高质量发展的重要组成部分。医学实验室的数字化转型也使检验收费管理面临着新的挑战。如何利用信息化手段保障检验项目医保收费的合规性和高效性，成为实验室精细化管理一个不可忽视的方面。检验项目的日益增多、检测量的不断扩大、复杂的标本运转过程以及众多信息系统间的数据交互，为人为失误和特殊流程导致的收费差错创造了机会。这些问题的发生，不仅难以定位检验流程中的具体场景和节点，而且纠正错误收费的效率较低，也容易导致临床护士、护工和检验人员三方之间出现推卸责任的现象^[1]。因此，医院应提高自身物价收费监管力度，保障医保资金的合理使用，同时注重监管效率。本文以北京大学深圳医院为例，以检验费用智能审核系统建设为背景，旨在通过信息化技术，保障检验项目医保收费的合规性和高效性，阐述医学实验室医保收费精细化管理的设计方案和实施要点。通过检验费用智能审核系统的应用，

北京大学深圳医院实现了检验收费的精细化管理，节省了大量人力成本，显著提高了检验服务质量和整体管理效率。

1 智能审核系统设计方案

本文通过对北京大学深圳医院历次医保物价收费检查结果进行分析，总结该院检验收费违规情况主要原因有以下4点。（1）检验项目种类繁多（截至2023年11月，常用检验组套共计1943个，常用明细项目3627项），部分临床医生不能准确识别检验项目导致误开单，如孕期免费项目和收费项目混淆。（2）临床医生对医保政策的解读存在差异，不明确检验组套之间的收费交叉关系。（3）同一项目检验医嘱超频次收费。（4）检验流程复杂，两个门诊部以及外送业务的开展，标本转运步骤多，容易造成人为失误。针对上述问题和原因，利用智能审核系统的信息化技术，对费用审核环节进行规范化、标准化、智能化管理^[2]。

1.1 事前监管

医护人员作为医保基金使用的源头，多忙于临床工作，对医保政策、规则的掌握和熟练程度较差^[3]。尽管在住院结算时有费用审计系统进行把关，但纠正错误费用的过程通常需要跨越多个部门，导致效率较低。因此，在医生下达医嘱的环节实施检验申请监管变得至关重要，在检验医疗服务的源头上进行监管，可以有效降低违规医嘱的发生率。首先，系统自动识别潜在的收费违规医嘱，提供及时的提醒和指导，规范医生的开单习惯，帮助医生遵守医保政策防止错误发生的可能性。其次，实施检验申请监管还能够建立临床医生、院内医保物价管理部门、检验科之间更紧密的沟通桥梁，促进医务人员之间的信息共享。

1.2 计费审核标准化

在住院标本计费的过程中，通过对实验室信息系统（LIS）的改进，引入了计费时的标准化审核流程。这一流程的目的是通过调用规则库进行校验，以确保在计费过程中达到收费准确性的标准。在计费时，系统自动调用规则库，并根据患者的具体情况进行校验，包括检查医嘱的准确性、标本的正确性以及任何影响计费的相关信息。

【作者简介】刘宗胜（1990—），男，四川宜宾人，硕士研究生，信息系统管理工程师（中级），研究方向：医疗管理、医疗信息化。

1.3 事后核对和持续改进

1.3.1 检验费用智能核对

在检验报告发布后，检验费用智能核对系统调用规则库核对收费明细，纠正标本签收计费后到检验报告发布前这一时间段，由于特殊情况（如标本不合格需要退样退费、微生物培养增加医嘱收费、医嘱取消等）导致的错误费用。

1.3.2 智能审核系统日志报告

智能审核系统定期输出分析汇总报告，包括各科室送检标本费用错误率占比、各种收费错误类型数量和占比等，可用于识别收费错误问题需要重点关注的对象或流程，为持续改进提供依据。

2 智能审核系统实施要点

2.1 检验医嘱费用判断规则库的建立

（1）核准检验医嘱与报告项目对应关系。根据检验组套信息，建立检验医嘱与报告项目的关系参数表。将对应关系导入 HIS 系统，由检验科信息管理员维护和管理检验组套信息，全面核对检验组套信息，保证检验组套命名清晰标准化、各系统间命名一致。在医生下达医嘱时，HIS 系统根据组套对应关系从 LIS 系统中获取已维护的组套信息，确保医嘱信息来源的单一性和准确性。

（2）扩展 LIS 医嘱组套参数。在 LIS 医嘱组套参数表中扩展字段，用于存放和区分医嘱费用分组信息。由检验科医生和院内医保办工作人员参与，识别医嘱组套间的收费包含关系、交叉关系以及不同专业组中相似项目、同一收费代码项目和在 LIS 系统维护医嘱收费分组信息。

（3）建立重复收费类型的指引信息字典。创建指引信息字典，包括违反规则的分类信息，如组套间收费存在包含关系、组套间存在交叉关系等。明确不同规则的处理方式，如自动处理或需要医生确认。维护不同规则相应的提示信息。

2.2 医生检验申请实时监控

2.2.1 监管功能嵌入开单流程

在医生提交检验医嘱环节引入自动识别与判断功能，该功能通过将医生提交的检验医嘱与规则库进行匹配，识别违规的医嘱，以防后续产生违规的医疗收费。

2.2.2 规则匹配的维度

系统在判断过程中考虑多个维度，包括所有医嘱的完全重复、已提交但未执行（未采样送检）的医嘱以及在短时间内（如 1 天内）与已提交的医嘱是否重复等情况。通过建立的规则，系统能够在医生提交医嘱时全面判定患者所需检验项目，避免多次提交相同或相似的检验医嘱。这些准则的建立综合考虑了临床实际、医学标准以及医保物价管理需求，确保判断的准确性和实用性。

2.2.3 系统处理方式

（1）处理重复或包含关系的组套。系统自动识别并处理完全重复或存在包含关系的组套。医生在提交时，系统自动核对已有医嘱，避免冗余的检验项目，并告知医生处理的依据和结果。医生可查看系统判断规

则与处理日志，保证医疗流程的透明性和可追溯性。

（2）禁止不同检验专业组的同类项目同时提交。在系统中设置规则，禁止不同检验专业组的同类项目同时提交。当医生提交不符合规定的医嘱时，系统即时告知医生重新勾选组套。

（3）重复开单原因记录和智能选择。在需要重复开单的情况下，系统首次告知医生填写重复开单的原因，并将该原因保存到数据库中。在以后出现同类情况时，系统能够自动识别并提示医生快速选择曾经填过的常见原因，减少医生的工作负担。

（4）不同组套之间交叉项目的核算和自动纠正。系统能够识别不同组套之间存在交叉项目的情况，确保医生在有必要同时申请时，能够正确核算交叉重复的项目数量。

2.2.4 智能化开单指引

当临床医生开单被监控系统拦截时，系统会根据当前开单项目情况和合理合规的前提下提供建议方案，快速查看相关替换方案和相关检验项目临床意义，方便指引医生给病人做更详细的检查。

3 LIS 系统相关改造

优化医嘱计费程序（如检验样本交接时的计费程序、检验医嘱补计费程序等），调用检验医嘱费用判断规则库，根据检验医嘱的具体内容和情景进行费用计算，有助于避免漏算或错误计算的问题，确保每项服务都能够被正确计费。此外，为了验证系统在各种情景下的准确性，应进行反复计费和退费的测试验证。在这一过程中，模拟各种可能的情况，如医生修改医嘱、患者重新

检验、调整之前计费等。通过这些测试，确保系统在不同情景下的计费和退费操作正确执行，并且确保费用计算准确无误。

4 检验费用智能核对

检验费用智能核对是在检验报告审核后对患者检验费用进行核对，系统在短时间内处理大量数据，并生成详细的核对报告，避免因人工核对的疏忽而导致的费用错误，减轻医务人员的负担，使医务人员能够集中精力处理其他需要人工参与度更高的医疗工作。

检验费用合规不但要监管是否重复收费，还要判断是否遗漏收费。因特殊流程或操作失误导致检验报告已发但检验费未收的情况，检验费用智能核对系统在院内业务闲时，自动核对报告已发费未收的医嘱并收费，及时解决漏费问题。

5 持续改进

- （1）当医生的处理操作达到设定的阈值后，开单监管系统自动生成一条规则到处理方式规则库中。由检验信息管理员审核生成的规则，确保规则的合理性和有效性。审核后，规则生效并交付给系统自动运行。
- （2）检验费用智能审核系统在对不合理的费用进行纠正的同时记录处理日志，定期形成系统报告，该报告包括各临床科室检验收费错误发生总数和比例、检验收费错误的各种原因占比、各标本在检验流程节点中检验收费错误占比等，为下一步对相关医务人员操作规范进行培训提供依据和指导。
- （3）持续改进中信息管理员扮演着关键的角色，职责包括审查和更新系统参数，确保系统在

不同情境下的稳定运行，系统管理员须参与制定、维护和完善医嘱判断规则。系统管理员负责维护指引信息字典，确保其中的信息与最新的医学标准和医院政策一致，以指导医生的决策和操作。

6 效果

该智能检验费用审核系统实施以来，人工处理错误费用的次数大幅降低，减轻了医护人员的工作负担。从 2023 年 7 月至 12 月北京大学深圳医院医生主要开单违规拦截数量曲线图（见图 1）可以看出，通过系统的监控和指导，临床医生开单违规数量逐步降低，意味着医生开单的规范性显著提高。智能审核系统能在物价收费事前、事中、事后全面监控，实时纠正重复收费、违反诊疗规范收费、漏收费等问题，满足了检验收费精细化管理的需求。通过系统报告和分析数据能找到导致违规收费发生的主要环节，提升了物价收费的管理水平和医院整体运营效率。

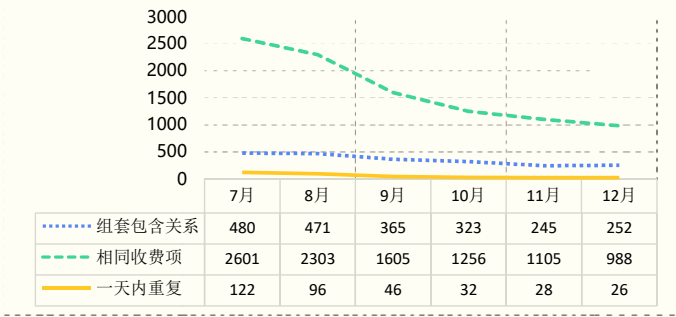


图 1 2023 年 7 月至 12 月医生主要开单违规拦截数量曲线图

结语

实施检验费用智能审核系统有助于提高医院收费的合规性，提升医务人员工作效率，并为患者提供更经济实惠的医疗服务。只有做好物价管理工作才可以保障患者和医疗机构的合法权益，确保医院的整体工作健康有序地运行^[4]。检验费用智能审核系统的运用既确保了医保收费的合规性，又通过精细化管理理念贯穿于检验收费事前、事中、事后的审查和分析，有效提高了临床医生下达医嘱的规范性，增强了收费的准确性和高效性，扩展了系统的可持续性，显著提升了检验收费精细化管理的范围和精度，对于医院在医疗服务质量、患者体验以及综合管理水平的提升，具有积极的推动作用。

引用

[1] 章伟帅,杨露茵.LIS功能升级和流程改进在检验标本管理中的闭环应用效果[J].中国乡村医药,2018,25(13):54-55.

[2] 黄德斌,毛勇全.成都医保信息化助推治理能力提升[J].中国医疗保险,2015(7):45-47.

[3] 封曦.新形势下医院医保工作面临的问题与对策[J].中国保健营养,2021,31(27):291

[4] 郎敏,金玲,李丽文.浅议公立医院物价管理的内部控制[J].经济研究导刊,2019,15(27):110-111.

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，其加快推动了社会和经济的整体性深刻变革。同时，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，促发了系统性、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。

数字经济是一种快速发展的经济形态，它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。

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，其发展对于经济社会发展的引领支撑作用日益凸显。

数字经济的构成主要包括四部分，分别是：

数字产业化：包括电子信息制造业、电信业、软件服务业等基于数字技术的产业。

产业数字化：通过数字技术改造传统产业，提高生产效率和产品质量，如智能制造、智慧农业等。

数字化治理：利用数字技术提升政府服务和监管效率，如电子政务、智慧城市等。

数据价值化：通过数据分析挖掘数据价值，为决策提供支持，如大数据分析在金融、医疗等领域的应用。

基于 Android 系统的会员管理应用程序设计与实现*

文◆喀什大学计算机科学与技术学院 阿依佳肯·阿曼太

引言

移动平台开发技术的迅速发展,影响着人们的学习和工作模式^[1]。尤其是服务业的工作模式有了很大的变化,越来越多的服务业(如餐饮业、批发和零售业等)使用智能移动设备来管理订单和会员信息^[2]。而 Android 系统作为目前比较流行的移动平台开发技术,无论是在人们日常学习、生活和工作中,还是在服务业的信息管理中都得到了广泛应用。本文针对小型实体店日常会员管理需要,首先分析会员管理应用程序的功能需求,其次根据功能需求确定应用程序的功能模块及数据表,最后用 Android 系统结合 SQLite 数据库设计并实现了基于 Android 系统的会员管理应用程序。

1 应用程序功能需求分析

分析日常会员管理,应确定该应用程序所需实现的功能。分析该应用程序的会员管理、积分管理、折扣管理、充值以及余额管理相关功能,然后根据此功能

需求分析,确定应用程序的功能模块。会员管理应用程序的功能模块可以从两个方面分析,一是会员信息方面,二是会员消费方面。因此,在应用程序中设置两大功能模块,即会员信息模块和会员消费模块。在会员信息模块里,可以添加会员信息、更改会员信息、删除会员信息和查询会员信息。在会员消费模块里,可以添加会员当次的消费信息并查看当次的消费明细。应用程序功能模块如图 1 所示。

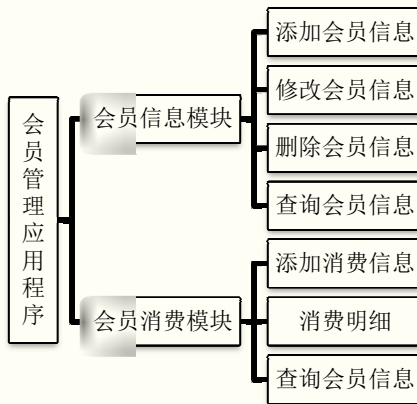


图 1 应用程序功能模块

2 应用程序分析

2.1 数据表设计

根据应用程序功能需求,数据表应有会员信息模块和消费模块需要字段(见表 1),如会员基本信息(姓名、电话号、地址、生日等)、会员等级、积分和余额等信息。

表 1 中将会员联系方式设为主键,即一个电话号只能记录一个会员。会员积分和充值余额在会员消费后应重新计算,因此将类型设为 integer。会员信息的类型设为 integer 或 varchar 均可,可用 switch 语句判断该会员等级以及对应的折扣。其余字段均设为 varchar。

*【基金项目】喀什大学教研教改课题(KJDY2202)

【作者简介】阿依佳肯·阿曼太(1987—),女,新疆乌恰人,硕士,讲师,研究方向:嵌入式系统、前端开发。

表 1 数据表

字段名	字段名	字段类型
会员姓名	xm	varchar
联系方式（主键）	lxfs	varchar
会员地址	dz	varchar
会员生日	sr	varchar
会员等级	dj	integer
会员积分	jf	integer
充值余额	ye	integer

2.2 程序界面设计

根据应用程序功能需求可以简单地确定应用程序界面，会员信息界面如图 2（左）所示，会员消费界面如图 2（右）所示。



图 2 会员信息界面和会员消费界面

会员信息界面中，输入客户基本信息后，可点击“添加”按钮将此会员信息添加到数据库，并在数据库里根据选择的充值额度自动生成对应的会员等级。根据条件（此程序中的条件字段是电话号），可点击“修改信息”“删除”“查询”按钮执行对应操作。

在会员消费界面里，输入会员购物项目的金额，若项目不够，可点击“添加项目”添加购物项目。当点击“结算”时显示消费明细。

在会员信息界面和消费界面都需要一个新的界面显示查询结果或消费明细。这个界面可以是单独的 XML 界面，当点击对应的按钮时，切换界面的同时将对应的参数传输到新界面，还可以在原界面里再放置高宽都为“match_parent”的布局控件，将其 android:visibility 属性设为“invisible”，并在 Java 用 setvisibility() 方法来控制这两个控件的可见属性。此程序采用的是后者，刚开始显示的是图 2 所示的界面，当点击“查找”等按钮时隐藏此界面并显示 Result 界面来显示查找结果。

3 应用程序功能实现

3.1 SQLite 在程序中的使用

SQLite 是 Android 系统中的一种数据存储方式，是一款 Android 系

统自带的轻型关系数据库，占用资源非常低，可以存储程序中的大量数据并对数据进行管理和维护^[3,4]。SQLite 数据库在本程序中使用步骤如下。

（1）第一步——创建数据库

SQLiteOpenHelper 类用于创建数据库。使用时定义类 sql_vipinfo 继承 SQLiteOpenHelper，并在类中添加其构造函数，简单的构造函数代码如下。

```
sql_vipinfo(Context context) {
    super(context, "vip_info.db", null, 1);
}
```

在此类中实现 onCreate() 和 onUpgrade() 两个回调方法来创建和更新数据库。当数据库创建时，即在 onCreate() 回调函数中根据表 1 所设计的数据表创建数据库表，对应 SQL 语句如下。

```
create table info(xm varchar,
lxfs varchar primary key,dz varchar,
sr varchar,dj varchar,jf integer,ye
integer)
```

（2）第二步——管理数据库

SQLiteDatabase 类用于管理数据库。SQLiteOpenHelper 类的 getReadableDatabase() 方法和 getWritableDatabase() 方法可获取 SQLiteDatabase 对象。有了 SQLiteDatabase 对象后，可用其 insert()、update()、delete()、query() 等方法添加、更改、删除以及查找数据。

3.2 添加信息功能的实现

SQLiteDatabase 对象 vip_data 的 insert() 方法可以向数据库添加记录。操作方法是首先获取 ContentValues() 对象 vip_cv，其次将数据添加到 vip_cv，最后调用 vip_data 的 insert() 方法。添加新记录时涉及的字段如表 1 数据表所示，其中初始积分为 0，会员等级是根据充值额来确定。

```
vip_cv=new ContentValues();
vip_cv.put("xm",name);
vip_data.insert("info",null,vip_cv);
```

3.3 删改功能的实现

vip_data 的 delete() 方法可以删除符合某个条件的记录。本应用程序中将联系方式作为条件字段来删除记录。

```
vip_data.delete("info","lxf=?",
new String[]{tel});
```

vip_data 的 update() 方法可以修改符合某个条件的记录，本应用程序中将联系方式作为条件字段来更改记录。实现更改数据功能时首先定义 ContentValues() 对象 vip_cv，其次将需要修改的字段值放到 vip_cv 里，最后使用 update 方法来进行修改。

```
vip_data.update("info",vip_cv,
"lxf=?",new String[]{tel});
```

3.4 查询信息功能的实现

在进行数据查询时使用的 query() 方法返回的是 Cursor 对象。

```
Cursor cs=vip_data.query ("info",
null,"lxf=?",new String[]{tel},null,
null,null);
```

Cursor 是一个游标接口，提供了遍历查询结果和获取字段内容的方法^[5]。下列代码中首先使用 moveToNext() 的方法将游标移动到下一条记录，其次使用 cs.getColumnIndex (字段名) 方法获取记录中字段的索引，最后使用 getString() 的方法获取字段内容。

```
while(cs.moveToNext()){result=
cs.getString(cs.getColumnIndex
("xm"))}
```

3.5 消费功能的实现

输入项目金额后点击“结算”按钮，将在新的界面看到消费明

细。用数据库的 query() 方法获取用户的会员等级、账号余额、积分等值后，重新对这些值进行运算并显示在消费明细界面。消费明细界面如图 3 所示。

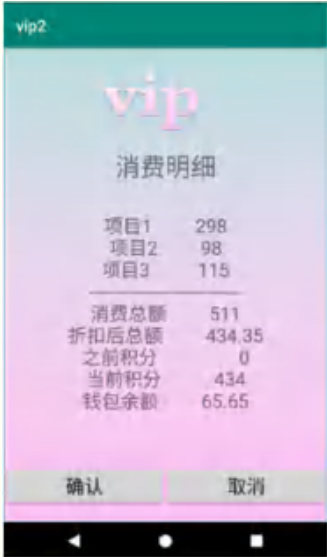


图 3 消费明细界面

若消费明细界面中的信息无误，可点击“确认”用 update() 方法更新数据中会员的积分、余额以及最新会员等级。若有误，可以点击“取消”回到上一个界面重新编辑。

结语

本文针对小型实体店的会员信息、会员积分以及会员充值消费等管理需要，设计并实现了基于 Android 系统的会员管理应用程序。该应用程序界面简洁、操作简单，涉及的功能一是会员信息的增删改查，二是会员等级、积分、充值额和余额的管理。同时，该应用程序需要安装在 Android 5.0 以上版本的移动设备后方可使用。

此应用程序目前只有用户信息管理和消费管理相关的简单功能，未来根据实体店的规模在这些功能基础上可以增加消费记录查询功能、退货退费功能（根据消费记录退款后更改积分、等级和余额）以及后台管理模块。^[8]

引用

[1] 闫东.服务业在线预订与运营管理系统研究与实现[D].太原:山西大学,2019.
[2] 曾慧群.基于Android的智慧点餐系统设计与实现[J].现代信息科技,2023,7(14):15-19.
[3] 陆怀宇.基于Android的时间管理APP设计与实现[D].武汉:华中科技大学,2021.
[4] 汪坤.SQLite数据库在Android平台下的加密设计[J].电子技术与软件工程,2020(3):210-212.
[5] 黑马程序员.Android移动开发基础应用程序教程[M].北京:人民邮电出版社出版,2022.

高速公路企业负债率管理和资产流动性问题研究

文◆国开证券股份有限公司 程 龙

引言

本文从高速公路企业的负债管理角度，讨论降低负债和盘活资产，提升资产流动性的途径。一是在化债形势下，负债管理难度加大，空间变窄，需要在企业层面进一步辗转腾挪。二是要务实选择工具方式，不应单纯追求“首单”“首批”。三是资产盘活除了财务操作，还应挖潜内部资源，提升管理精细度。

对于银行来说，高速公路企业降低杠杆、盘活存量有助于提高企业经营稳健性，信贷安全得到进一步保障，但是由此带来的提前还款、债务“悬空”等问题，应通盘考虑、统筹安排，提前做好应对。

表 1 2023 年末主要财务指标对比 单位：亿元、%

企业名称	负债率	总资产	净利润	经营现金流净额 / 有息债务
河北交通投资集团有限公司	75.56	3,411.14	-1.91	0.02
山东高速集团有限公司	74.51	15,137.43	125.17	0.09
广州交通投资集团有限公司	73.49	1,884.62	6.77	0.08
湖北交通投资集团有限公司	73.48	6,960.87	47.67	0.05
广东省交通集团有限公司	71.73	4,850.32	41.05	0.03
贵州高速公路集团有限公司	71.34	4,385.97	9.36	0.02
福建省高速公路集团有限公司	69.53	3,709.97	19.21	0.03
广西北部湾投资集团有限公司	69.07	4,211.51	25.19	0.11
四川高速公路集团有限公司	67.91	3,980.22	33.37	0.04
湖南省高速公路集团有限公司	67.86	6,797.90	31.48	0.03
浙江省交通投资集团有限公司	67.46	9,352.97	78.53	0.06
河南交通投资集团有限公司	67.26	7,090.40	46.01	0.07
广西交通投资集团有限公司	67.01	7,076.23	10.65	0.06
重庆高速公路集团有限公司	66.31	2,306.76	3.67	0.04
江西省交通投资集团	64.76	4,418.47	31.43	0.03
吉林省高速公路集团有限公司	61.78	3,110.82	12.30	0.11
江苏交通控股有限公司	60.79	8,343.53	145.21	0.05
河北高速公路集团有限公司	59.67	3,413.96	2.16	0.07
安徽省交通控股集团有限公司	57.79	4,111.42	68.66	0.08
甘肃省公路交通集团有限公司	56.21	1,796.42	10.51	0.05
重庆城市交通开发投资（集团）	48.86	3,626.33	2.77	0.18

1 研究背景及意义

2021 年 2 月，中共中央、国务院印发《国家综合立体交通网规划纲要》，《纲要》指出到 2035 年，要基本上建成现代化高质量国家综合立体交通网，实现国内交通网智能化。这对我国交通基础设施提出了新的建设要求。2022 年底，中国高速公路通车里程达 17.73 万公里，增加 0.82 万公里，国家高速公路里程 11.99 万公里，增加 0.29 万公里。

然而，随着通车里程的不断增长，交通基础设施的资产也在不断扩张。铁路、公路等交通项目最低资本金比例为 15% 左右，因此，建设模式决定了高资产必然是高负债。2023 年以来，国家相继出台严格的债务化解政策，管控债务、化解债务成为当前的重要工作。

2023 年，国务院国资委提出中央国有企业要将“控负债”变成“稳负债”。对于负债率的要求从“资产负债率要控制在 65% 以内”变成“资产负债率总体保持稳定”。从整体来看，基础设施企业的负债率仍然在高位徘徊。负债率基本在 60% 以上，个别诸如山东高速、河北交投、广州交投甚至超过 70%。2023 年末

【作者简介】程龙（1988—），男，山东泰安人，硕士研究生，高级副总裁，研究方向：企业融资和债务防范。

主要财务指标对比如表 1 所示。

2 债务率管理分析

2.1 负债率管理与企业发展的关系

企业在扩张阶段的资金来源为举借债务。对于基础设施企业来说，项目回报率较低，周期长，如果不通过举债无法完成大规模的项目建设。杨文军（2019）认为，降低资产负债势必制约企业的经济发展，企业的投资扩张势必伴随着融资规模的增长。对于负债与企业发展的关系讨论，重点不在于新增项目上，而在于存量债务上。一方面，使用低利率、超长期项目贷款建设基础设施具有必要性。另一方面，即使财务成本相对较低，但是当存量债务达到一定规模时，如果收益率无法同比提升，那么将放大企业经营的脆弱性。高速公路、高速铁路等新增路段的收支平衡难度尤为严峻。

2.2 负债率管理的方式

一是减少“分子”，直接降低负债规模。二是扩大“分母”，增加权益。负债率管理应相对降低债务规模，即降低债务绝对规模，调整债务内部结构，将债务水平和风险的敞口降到最低。

2.2.1 减少“分子”

（1）收费还贷中心模式。省级人民政府批准成立高速公路收费还贷中心，为事业单位性质，高速公路企业将路产无偿划转至还贷中心，由还贷中心负责还本付息，交投企业合并报表范围内不再持有划转后的高速公路资产，实现“出表”。由于划转的高速公路新通车运营、尚未实现收支平衡、还本付息压力较大、资产负债率较高，因此“出表”

实际上是将负债转出去，降低企业负债率，减少费用支出，提升盈利能力。还贷中心作为政府部门承担还本付息义务本身就是增加政府债务，与债务化解的大背景大趋势不一致。因此，在可以预见的一段时间内，还贷中心模式无法继续推广，现有模式下新增的高速公路暂时无法继续划转。

（2）联营企业模式。如果省内存在两个以上的相同基础设施公司，通过设立联营企业，将高速公路等资产划转至该企业，基础设施公司对该企业不控股、不并表，通过租赁的方式继续运营路产，在名义上实现“出表”。这种操作避免了增加政府债务的问题，同时又满足了降低负债的需求。因此，具有一定的操作可行性。但是需要指出的是，联营企业作为高速公路等资产的名义持有人，实际上无法具备独立还本付息的能力。同还贷中心模式一样，高速公路原始权益人负责运营的同时，还需实际承担偿还债务的责任。贷款银行的债权人对于划转资产的方式有不同看法，主要集中在划转资产后的债权“悬空”问题。特别是对于高速公路来说，债权人多数为“银团”，资产划转需要召开银团会议审议通过。所以，对于该模式来说，交投企业应重点考虑处理债务“出表”和债权“悬空”问题。

综上所述，从实质来看，“原始权益人”依然承担还本付息，依然承担运营工作，并没有实际减少费用支出。

2.2.2 增加“分母”

如果增加所有者权益，那么自然会将总资产扩大，负债率相对降低。因此，运用各种权益工具也是负债率管理的一种方式。从目前来看，主要是永续债，而并表型 ABN 已被监管叫停。在当前环境下，若使用，则要看交易所或银行间协会是否能够“新增”额度。

2013 年第一只永续债“13 武汉地铁永续期债”发行，之后永续债规模快速扩容。2014 年的《金融负债与权益工具的区分及相关会计处理规定》明确了企业发行的金融工具在满足一定条件下可以分类为权益工具。因此，通过添加一定的条款，可以将普通债券转变为权益性资产。

2021 年之后，高速公路类企业发行规模有较大提升，原因是国有企业降负债三年行动计划的考核要求。同时，叠加高速公路建设规模上升，2019 年 11 月 20 日，国务院发布《关于加强固定资产投资项目资本金管理的通知》，明确了对基础设施领域行业，鼓励通过发行权益型、股权类金融工具，筹措项目资本金。经过一年的储备，在 2021 年集中释放。因此，永续债除了降低负债率之外，其计入其他权益工具作为资本金的作用提高了永续品种的发行吸引力。

2023 年 4 月 26 日，国务院国资委印发《中央企业债券发行管理办法》，要求“严格按相关规定控制永续债占企业净资产比重，合理控制永续债规模”。按照之前文件规定，权益类永续债占净资产比例不得超过 40%。所以，通过持续发行永续债大幅调降负债率的办法，本质上行不通（见表 2）。

3 盘活资产、提升流动性的主要措施

高速公路企业最大的特性是重资产高负债，资产中绝大部分是固定

表 2 2019 年以来高速公路企业永续债发行利率持续下降

年份	加权平均票面利率（%）	发行规模（亿元）
2019	4.63	84
2020	4.02	95
2021	3.67	594
2022	3.49	574.5
2023	3.55	905.1
2024	2.94	367

数据来源：根据 wind 整理计算

资产、在建工程和无形资产。按照《国务院办公厅关于进一步盘活存量资产扩大有效投资的意见》，主要的盘活方式包括 REITs、交易、改扩建、挖潜等。

权益型 REITs。包括私募类 REITs 和公募 REITs，目前共有 8 单公募 REITs 实现上市。涉及项目合法合规文件较多，底层资产要求较高。对于企业来说，资产真实出表本身与实现经营发展存在一定悖论，因为能够符合要求的高速公路不管是车流量还是通行费收入，都足够优秀，而将此类资产转让给专项计划，企业虽收到了对价资金，但是也让渡了优质现金流。在当前形势下，企业更想要盘活的是低效资产，而非是“顶梁柱”资产。从近一年来公募 REITs 上市后的表现来看并不及预期，那么按照协议，高速公路企业作为经营机构还要承担业绩补偿的承诺。

开展 REITs 需要提前偿还银行贷款，解除抵质押等担保措施。因此，推行 REITs 会导致贷款银行部分优质资产流失。为了对冲资产减少，部分商业银行提供过桥融资、项目贷款、并购贷款、托管服务等针对性措施。

非标手段。主要是债转股和私募合伙基金。不同于发行公开产品，私募基金通过搭建合伙基金设立 SPV，将高速公路等项目公司股权并入 SPV 公司，对价支付股权转让价款。交投企业通过转让股权，实现资产出表。相较于公募 REITs，私募非标方式无需面向普通投资者，所以无需取得监管部门的审核，简单地说，只要有合适的投资者就能够实现落地。从前期来看，采用 SPV 模式主要是在项目建设阶段，也就是交投企业作为业主单位，通过设立合伙企业，引入项目施工方，共同出资作为项目建设资本金，待建设期结束，施工方退出。因此，非标模式的主要作用是解决项目资本金问题，但是在施工方退出后，谁来接续这一部分缺口又成了难题。对于交投企业来说，权益性的资本金和债务性的信贷资金是必须解决的关键问题，而两者存在直接单向的转换关系，即权益性资金变成债务资金，反之却极难。

从目前非标资金的主要供给市场来看，第一类是工商银行、中国银行、农业银行、建设银行、交通银行的专门金融投资公司（AIC），通过债转股提供权益资金。第二类是保险资金通过设立投资计划、投资基金等参与债转股，盘活存量资产。第三类是私募基金等，通过各种形式的合伙基金或资管计划实现债转股或资产出表。上述几类对主体企业要求较高，一般主体评级要求 AAA，所以更适合省级基础设施企业调整结

构和盘活资产。

内部资源挖潜。高速公路项目建设机制中地方政府的出资大多是土地作价，所以交投类企业积累了大量土地资产。一是利用高速公路的区位优势叠加低成本土地资源，布局物流、产业园区等多种产业链业态。二是探索高速公路衍生经济，发展分布式光伏发电项目，配套建设服务器充电桩。例如，山西交控装机容量达到 100 多兆瓦，实现收入 5000 多万元。既实现了资产盘活，增加收入，又能推动实现“零碳”公路建设。

结语

银行应提前应对盘活资产带来的业务规模冲击。对于银行来说，基础设施企业降低杠杆、盘活存量有助于提高企业经营稳健性，信贷安全得到进一步保障，但是对于由此带来的提前还款、债务“悬空”等问题，应通盘考虑、统筹安排，提前做好应对。

企业应务实选择工具和方式。对于难度高、涉及面广的操作方式，应慎重研究，不应单纯追求“首单”“首批”，而是重点研究解决权益资金到债务资金的单向转变问题，通盘考虑对企业整体的经营意义。

国资监管部门应推动提升企业管理精细度。资产盘活应实现从财务操作到资源整合挖掘的转变，国资监管机构在考核指标设置上、国有资产入场交易流程改进上提出更多有效措施，通过建立资产管理信息系统，实现电子台账式管理，做好基础设施企业负债管理和资产盘活的顶层设计。■

铁路通信系统中光纤通信技术运用分析

文 ◆ 中铁第五勘察设计院集团有限公司 崔毅夫

引言

本文简要分析光纤通信技术存在的不足，重点强调光纤通信技术发展现状，并以加强光纤通信技术在铁路通信系统中的应用对策作为切入点，更好地理解其在铁路通信系统中的价值，为未来系统的发展提供深刻见解。

1 光纤通信技术存在的不足

1.1 避免光纤接触到水

在光纤的应用过程中，应谨慎避免光纤与水直接接触。水与光纤的直接接触会导致光纤内的OH⁻损耗，影响光纤的正常使用，同时还会导致光缆内的金属部分被水腐蚀，降低光缆的强度^[1]。如果光缆内的水不能及时清除，那么会凝结成冰，对光纤造成压迫，最终导致光纤损坏。因此，无论是在制作、运输还是安装过程中，都应避免光纤直接与水接触，以确保光纤的稳定运行。

1.2 对设备要求较高

在光纤通信技术的应用中，光纤的安装过程涉及使用特定的光纤安装设备。光纤由于其相对较小的体积，尽管有利于施工和维护，但也因此导致普通的安装设备无法满足其特殊的安装需求^[2]。为了实现对光纤的切断或连接等操作，工作人员应使用专门设计的光纤安装设备，确保光纤在安装过程中能够得到精准而有效地处理，提高通信系统的稳定性和可操作性。

1.3 光纤质地较脆、容易断裂

在光纤通信技术应用中，应特别关注光纤的脆弱性，因为光纤相对较脆，容易发生断裂^[3]。为了克服这一问题，安装人员在进行光纤安装时应采取有效的防护措施，防止光纤暴露在容易发生问题的环境中。通过谨慎选择安装位置，从根本上提高光纤的使用寿命，并确保其功能能够完全发挥，对保障通信系统的稳定性和可靠性具有重要意义。

2 光纤通信技术的发展现状

光纤通信技术对比如表1所示。

2.1 光纤接入技术

光纤接入技术是一项针对未来宽带网络中光纤到路边和光纤用户的接入技术^[4]。在各行各业中，光纤接入技术是光纤通信技术应用的关键，尽管光纤通信技术主要利用光纤线路进行信息传输，但缺少光纤接入技术将无法满足不同用户日益增长的需求。该技术主要应用于连接光纤主干线路与用户，能够进一步提高光纤用户的传输速度，同时促使通信行业发展，为满足用户需求和推动通信行业的快速发展提供了重要支持。

表1 光纤通信技术对比

特征	光纤接入技术	波分复用技术
定义	面向未来的光纤到路边和光纤用户的宽带网络接入技术	将众多波长不同的光信号合并为一束光信号的技术
应用范围	光纤主干线路和用户之间的连接	信息传输初期，将不同波长的光信号合成一束进行传输
目的	提高光纤用户的光纤传输速度	最大程度地充分利用光纤低损耗区的宽带资源，提高利用率
提升效果	提高用户的光纤传输速度	提高光纤利用率，显著提升信息传输质量
对通信行业发展的推动效果	推动通信行业更快速地发展	从根本上推动光纤通信技术的发展，提高应用效果

【作者简介】崔毅夫（1994—），男，北京人，本科，研究方向：铁路通信信息。

2.2 波分复用技术

波分复用技术是一项将众多波长不同的光信号合并为一束光信号的技术，在光纤通信技术中具有重要的应用。在铁路通信系统中，光纤通信技术的应用应在同一根光纤内传输大量载有信息的光信号。波分复用技术被广泛应用于信息传输的初期，它能够将不同波长的光信号合成为一束，然后传输到同一根光纤线路中，实现了高效的信息传输。

采用波分复用技术，充分利用光纤低损耗区的宽带资源，提高光纤的利用率。在铁路通信系统中，每根光纤都具有重要的应用价值，波分复用技术则将这些光纤的应用效果最大化，使信息传输数量得以显著提升，推动了光纤通信技术的发展，提升了光纤通信技术的应用效果。

3 加强光纤通信技术在铁路通信系统中的应用对策

3.1 进行网络拓扑规划

网络拓扑规划涉及设计和构建光纤通信网络的物理结构和布局，对整个铁路通信系统的性能和可靠性起着关键作用。首先，网络拓扑规划应考虑铁路通信系统的覆盖范围和通信需求。通过全面了解铁路线路的布局、交叉口、车站等关键区域，确定网络节点的分布，确保光纤通信网络能够覆盖整个铁路线路并满足不同区域的通信需求。其次，考虑铁路通信系统的可靠性和稳定性，网络拓扑规划应采用冗余设计，包括多路径传输、备用光纤线路和设备冗余等手段，以应对发生的故障或意外情况，提高系统的鲁棒性，确保通信网络在各种条件下都能保持高可靠性。

此外，网络拓扑规划应综合考虑通信系统的扩展性和未来升级的需求。通过采用灵活的网络设计，实现系统扩展和升级，以适应铁路发展的变化和新技术引入，确保通信系统始终保持先进性和可持续性。

3.2 设备更新与升级

随着科技的不断发展，光纤通信技术不断推出新颖应用和更高性能设备，铁路通信系统亦需要不断进行设备更新与升级，以保持系统的先进性、高效性和可靠性。首先，设备更新与升级能够提升光纤通信网络的性能和带宽，满足日益增长的通信需求。通过引入更先进的光纤设备和通信技术，实现更高的传输速度和更大的数据容量，确保铁路通信系统能够快速、稳定地传输各种信息，包括语音、视频和数据等多样化的通信服务。其次，设备更新与升级有助于提高铁路通信系统的可靠性和稳定性。采用新一代的光纤设备和通信协议，可以降低系统的故障率，增强系统的抗干扰能力，提高通信质量和稳定性，确保铁路通信系统在各种复杂环境和恶劣天气条件下的正常运行。

另外，设备的更新与升级还能够改善系统的管理和维护效率。引入智能化的光纤设备和监控系统，实现对通信网络的实时监测和远程管理，有助于及时发现和解决潜在问题，提高系统的运维效率，降低维护成本，确保铁路通信系统的长期稳定运行。

随着铁路通信系统规模的不断扩大和信息传输需求的不断增加，设备更新与升级成为保障系统发展和应对未来挑战的必要手段。因此，铁路通信管理部门应定期进行设备的技术评估和更新计划，结合铁路运输发展战略，及时引入符合最新通信标准和技术趋势的设备，确保光纤通

信技术在铁路通信系统中发挥最佳作用。

3.3 引入故障预测与维护技术

引入故障预测与维护技术是加强光纤通信技术在铁路通信系统中应用的重要对策。随着铁路通信网络规模的扩大和技术的不断进步，系统的稳定性和可靠性对于铁路运输的安全和效率至关重要。通过引入先进的故障预测与维护技术，可以在故障发生之前及时发现问题、进行预测性维护，提高系统的可用性和减少维护成本。

首先，故障预测技术能够实现了对光纤通信系统的实时监测和分析，通过收集网络设备的运行数据、传输性能等信息，利用大数据分析和人工智能技术，提前识别潜在的故障迹象，使铁路通信系统能够在故障发生之前采取预防性措施，降低因故障导致的服务中断风险，提高系统的稳定性和可靠性。

其次，引入维护技术能够优化铁路通信系统的维护流程，实现精准维护。通过维护人员对光纤设备的定期巡检和维护，结合故障预测的结果，精准确定需要维护的设备和部件，减少不必要的维护工作，提高维护效率。同时，利用远程监控和维护系统，实现对分布在广大铁路网络中的设备进行远程管理，降低人力成本，确保系统的持续稳定运行。

最后，引入故障预测与维护技术有助于优化系统的升级计划。通过分析设备的寿命和性能趋势，合理规划设备的升级周期，避免设备在高负荷和高压状态运行，减少因老化设备引起的故障风险，有助于提高整个铁路通信系统的可持续发展能力，确保系统在面

对未来通信需求的同时，保持高水平的性能和安全性。

3.4 保证信息安全

保证信息安全是加强光纤通信技术在铁路通信系统中应用的至关重要的对策。随着铁路通信的数字化和信息化水平提高，大量的关键运输数据通过光纤传输，因此信息安全问题显得尤为突出。

首先，建立健全的信息安全管理体系是确保铁路通信系统安全的基础。制定相关的信息安全政策、规程和流程，明确信息安全管理责任分工，并建立定期的信息安全审核机制，及时发现并解决潜在的安全隐患，保障信息系统的稳定性。

其次，加强网络安全防护是保障信息安全的重要手段。采用先进的网络安全技术，包括入侵检测系统、防火墙、安全网关等，对网络流量进行实时监测和拦截，阻止潜在的网络攻击。同时，建立完善的身​​份认证和访问控制机制，确保只有授权人员才能访问关键信息，避免非法入侵和数据泄露。

再次，采用加密技术是保护光纤通信数据安全的有效手段。通过对敏感信息进行端到端的加密，确保在数据传输过程中不易被窃取或篡改，并引入高强度的加密算法，保障数据的机密性，防范信息被非法获取和利用。同时，建立完善的密钥管理体系，定期更新密钥，提高系统的抗攻击性。

最后，加强安全意识教育和培训是保障信息安全的重要环节。向工作人员普及信息安全知识，提高对信息安全风险的认知，培养正确的信息安全操作习惯。加强对应急响应培训，提高工作人员应对信息安全事件的能力，

确保在面对潜在威胁时能够迅速、有效地采取应对措施。

因此，保证信息安全是光纤通信技术在铁路通信系统中成功应用的前提和基础。通过建立健全的管理体系、采用网络安全技术、加密数据传输以及加强安全意识培训，全面提升铁路通信系统的信息安全水平，确保列车运行数据、乘客信息等关键信息得到有效保护，为铁路运输的安全和高效提供坚实的技术支持。

3.5 积极开展培训工作

为了加强光纤通信技术在铁路通信系统中的应用，积极开展培训工作是至关重要的对策。培训工作涉及培养专业技术人才、提高工作人员技能水平以及推广应用新技术，是确保光纤通信技术有效运用于铁路通信系统的重要手段。

首先，对铁路通信系统的工作人员进行专业技能培训。光纤通信技术作为一种高新技术，需要专业的技术人员进行维护、管理和升级。通过组织相关的光纤通信培训课程，使工作人员了解光纤通信的基本原理、设备使用和故障处理等方面的知识，提高其在实际工作中的应对能力。

其次，加强新技术的推广培训。随着光纤通信技术的不断创新和发展，新的技术手段和设备层出不穷。通过开展培训工作，使工作人员及时了解最新的光纤通信技术发展动态，了解新技术在铁路通信系统中的应用，提高其适应新技术的能力，更好地推动铁路通信系统的现代化建设。

再次，培训工作还包括安全培训。光纤通信技术的应用需要工作人员具备严格的安全操作意识，以防止意外事故和数据泄漏。通过培训，工作人员可以学到光纤通信系统的安全操作规程、紧急处理流程等，增强其在工作中的安全防范意识和操作规范。

最后，培训工作还应注重团队合作和沟通能力的培养。铁路通信系统是一个复杂的系统，各个部门和岗位之间需要紧密协作。通过培训工作，加强团队协作意识，提高工作人员的沟通和协作能力，确保光纤通信技术在整個铁路通信系统中的顺畅应用。

结语

光纤通信技术在铁路通信系统中的广泛应用是一项积极而必要的举措，将为铁路运输的安全性、效率性和智能化水平提供全面的提升，推动铁路通信系统不断迈向新的发展阶段。

引用

- [1] 刘政琦.铁路通信网光纤传输安全与保障措施研究[J].运输经理世界,2023(9):165-168.
- [2] 张文超,祝绘青,李丽萍.光纤通信技术在铁路通信系统中的应用探究[J].中国设备工程,2022(15):220-222.
- [3] 王亚男.浅谈光纤通信技术的特点及在铁路通信系统中的应用[J].哈尔滨铁道科技,2022(1):29-32.
- [4] 卢冬霞.一种铁路通信自动化光纤配线系统简介[J].长江信息通信,2021,34(2):184-187.

云边协同技术 助力大型企业集团能碳管理数字化转型

文 ◆ 中车信息技术有限公司 范魁元 安博雅 封晓炜

引言

国家碳达峰碳中和的双碳战略提出后，对企业的要求从能源消耗总量和强度控制逐步转向能碳双控，碳排放量的控制力度较原有的能耗控制更加严格，尤其是针对碳达峰时间，制定了具体且严格的要求。

1 应用场景分析

大型企业集团的碳排放总量大、强度高、社会责任大，是落实国家双碳战略的主力军，面临着巨大的减排压力^[1]。然而，大型企业集团所属企业覆盖全球多个国家和地区，涉及多个行业及领域，组织机构复杂，能源、碳排放等管理业务交互影响，数据间逻辑关系复杂，数据量巨大，业务节点多，统计周期长，数据溯源困难。如果继续沿用传统的以人工报表为核心的数据统计监测手段，难以保障能耗和碳排放核算数据的及时性和准确性，难以及时对所属企业能耗和碳排放总量和强度实施有效管控，难以满足能碳双控背景下企业经营管理的要求。

基于实时数据的能源和碳排放管理平台具有数据及时、准确、可追溯等特点，能够较好地解决大型企业在能碳绩效管理中的现实困难。为此，部分数字化基础较好的大型企业集团开展了利用实时数据建立数字化的能源和碳排放管理平台的尝试。然而，这些大型企业集团所属企业往往覆盖全球多个国家和地区。

2 云边协同技术概述

为满足大型企业集团精准、有效地开展能源和碳排放管理的现实需求，中车信息公司依托云、边、端协同的物联网技术，开发建设了中车能碳智云管控平台。通过平台的开发和深入应用，中车信息公司利用数字技术赋能双碳管理，实施管理创新，全面提升集团管控能力，支撑中车双碳战略的落地实施。

采集在端，端设备智能网关支持 Modbus TCP/RTU、TCP/IP、UDP、MQTT、OPC UA、104 规约等常见工业协议^[2]，实时采集企业能源计量仪表等设备的数据，对采集的数据格式进行规范化处理和动态加密后，通

过 4G 网络传输至边缘侧。处理在边，实时加密数据通过网络防火墙接入边缘侧，利用边缘侧的算力、存储、网络等资源进行数据的解密和存储，同时对实时数据进行进一步清洗和治理，以满足业务系统数据分析利用的要求。应用在云，根据国家对能源和碳排放统计核算的相关技术标准，利用实时数据和统计数据组合的方式，建立能源和碳排放管理监测系统。其中，利用实时数据开展能耗和排放趋势分析，以人工统计数据为核心建立了综合能耗、碳排放统计核算系统，满足通用的能源和碳排放管理实时化和规范化需求。结合行业特点建立基于行业能碳管理业务的应用功能组件，将相关业务逻辑模型和算法模型沉淀为适用于大型企业集团及下属企业的可复用、可共享的通用管理组件和适应行业特点的功能组件^[3]。

3 基于云边协同技术的能碳管控平台技术架构

能碳智云管控平台以云边协调和物联网技术为基础，结合业务需求和行业特点，围绕能源消

【作者简介】范魁元（1973—），男，北京人，本科，正高级工程师，研究方向：工业软件。

耗和碳排放绩效指标管控这一核心目标，解决传统统计监测系统数据获取周期长、数据质量难以保障的问题，实现数据从一级企业直接下钻到现场安装的每一台具体的计量仪表的全过程数据穿透、能碳数据的智能化分析和能碳绩效的数字化管控。

平台按照“数据自下而上，管理自上而下”的模式开展业务规划，基于分层管控思路建立能碳管控系统。平台以集团管控需求为出发点，遵循“战略指导业务、业务主导数据、数据支撑业务、业务支持管理”的原则，分层建设适应中车离散制造业业务需求和行业特点，以绩效管理指标管控为核心，覆盖中车全级次企业的能源、重点设备、碳排放、环保等相关业务领域管理的能碳智云管控平台。

平台对接生产型企业本地部署的能源管控系统实时数据，并为尚未构建能源系统的子企业提供快速构建能源系统的解决方案。系统借助基于物联网的智能数据采集装置，采集现场计量仪表的数据，经过数据清洗和加密后上传，实现了现场仪表实时数据的采集。实时数据流向图如图 1 所示。

4 基于云边协同技术的能碳管控平台业务架构

系统根据用户特点，为了满足集团级用户、各层级母公司、各单户企业的业务需求，建立了以下 8 个核心子系统，以满足大型企业集团不同层级用户的通用和专用需求。

4.1 实时监控子系统

利用物联网和互联网技术实时采集子公司部署的仪表和采集装置的数据，获取计量仪表的基

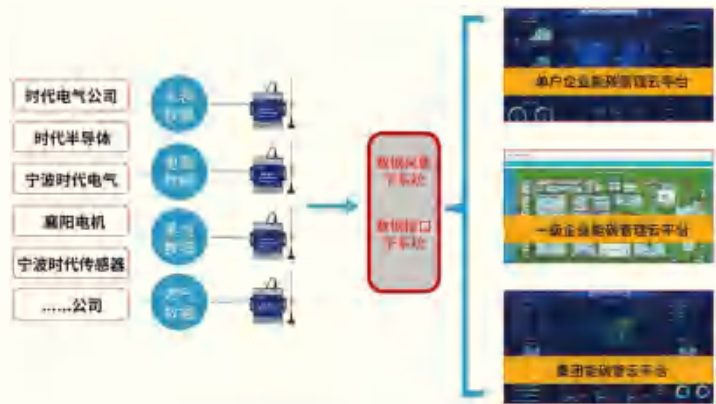


图 1 实时数据流向图

础数据，形成完善的能源消耗实时数据库，并通过图形化的数据趋势曲线进行展示，支持对单户企业每种能源、每台计量仪表数据的查询和追溯。同时，系统能自动反馈和预警异常数据、异常消耗，实现能源消耗量和能源费用的实时管控和精细化管理。

4.2 统计核算子系统

基于业务需求，建立手动报表和自动数据相结合的统计报表系统，定期形成计量统计报表、费用核算表、能耗统计表等一系列自动化的统计报表。建设全组织、全过程、全领域、覆盖全球全级次企业的能源、碳排放、环境绩效指标的集团线上管控系统，摒弃传统人海战术、数据手工汇总的落后管理方式，显著提高了管理效率。

4.3 趋势分析子系统

按照每分钟一次的采集频率获取和存储子公司计量仪表的原始能源消耗数据，并通过图形化的数据趋势曲线进行展示。为了实现对企业每种能源、每台计量仪表数据的查询和追溯，建立企业能源和碳排放数据趋势分析系统，分析数据变化趋势及能源和碳排放占比。

4.4 能效对标子系统

根据集团机、客、货产品能源单耗建模标准，开展中车集团、子集团以及各业务板块典型产品的能源及费用单耗对标，定期发布能源绩效对标分析报告。

4.5 产能利用子系统

利用企业每日耗电量数据和关键设备开动效能数据，实现对集团各业务板块重点企业的开动指数、开动率以及核心装备利用率等绩效指标的实时监测。

4.6 碳排放核查系统

以能源消耗数据为基础，建立二氧化碳排放统计监测系统，实现图形化的数据曲线趋势展示。根据数据源头，利用自动和手动数据组合的方式，统计不同统计周期的二氧化碳排放构成。

4.7 能碳知识库系统

平台依赖集团资源，组建能源管理以及双碳管理的专家库。各企业可以在线发布节能、降碳实践案例，经专家库专家评定等级后，各企业可以通过平台在线浏览其他企业分享的“优秀”案例，为各企业在节能降耗、低碳领域提供了交流学习的平台。

4.8 数据推送系统

数据推送系统充分利用邮箱或者手机 APP, 根据角色需求向集团领导、企业主管领导、部门领导、业务负责人等人员定期精准推送企业能源、碳排放、开工指数等绩效数据, 使相关人员快速了解本企业用能状况以及碳排放状况。

5 基于云边协同技术的能碳管控平台应用效果

云边协同技术在系统建设中发挥了重要的作用, 主要表现在以下几个方面。

(1) 实时数据采集。自主开发的边缘侧智能网关设备适配常用的自动化设备和仪表, 具有较好的适用性和安全性。

(2) 数据标记清晰。边缘侧智能网关支持边缘计算功能, 能够对采集的数据进行就地处理, 清洗掉不需要传输的冗余数据, 提供数据质量标记功能, 标记上传数据的时间戳记和质量戳记。

(3) 数据预处理技术。利用智能网关进行数据处理, 对不同种类不同厂家的计量设备采集到的实时数据进行标准化排序, 统一规范数据包的格式和大小, 在满足业务需求的前提下实现数据流量最小化, 同时减轻云端的数据处理压力。

(4) 实时数据加密传输技术。对企业重点能源数据进行实时采集和数据监测, 根据数据的产生、解析、加密、传输、解密、接收全过程, 通过端设备和云系统交互动态获取交互密钥, 实现对实时数据的加密保护, 解决通过公共网络传输实时数据的数据安全问题。

(5) 边端设备远程调试技术。搭建针对边缘侧智能物联网设备管控系统, 可以实现对网关的分组管理, 查看网关当前的运行状态和采集状态。此外, 该系统还支持远程修改网关的配置参数、远程升级智能网关固件版本以及远程修改特定品牌采集和控制设备的配置参数。这些功能极大程度上减少了智能网关的调试和维护成本, 提高了工程师的工作效率。

(6) 异常数据处理机制。在边缘侧数据预处理的基础上, 利用计量仪表变比、流量计常用流量、数据刷新周期等参数, 评估上传数据在业务上的合理性, 清洗异常数据, 减少异常数据对集团整体业务数据的影响。

(7) 建立能源和碳排放管控通用算法分析模型。在云端建立综合能耗核算和碳排放因子数据库, 依据国家标准开发了综合能耗和碳排放核算模型。同时, 还自主开发了用电负荷分析、能源结构和碳排放结构分析、产能利用开工指数以及企业开工率等一系列算法分析模型。

(8) 便利操作, 提升用户体验。为适应建立标准完备、流程合理、全域贯通的统计核算系统, 满足全球企业填报数据要求, 在保障数据安全的前提下, 开通了基于互联网的数据报送端口。建立手机端数据推送能力, 根据角色需求向各层级业务负责人等定期精准推送企业能源、碳排放、开工指数等数据, 提高了数据获取的效率。

结语

随着双碳目标的提出, 众多企业已经意识到能源与碳排放管控的必要性, 但目前适应集团化能碳管控系统产品尚不能满足大型企业集团的

管理需求, 主要问题在于产品架构与管控模式不适应。许多能源或者碳排放管理软件产品只支持本地部署, 导致集团公司下属各企业的数据被隔离在各自独立的系统中, 产品架构无法支撑集团开展多层次组织穿透的管理模式。

未来, 市场对此类产品的需求可大致归纳为“三全一适应”。“三全”分别是全组织、全过程、全领域。全组织是指要建立覆盖全球全级次企业的能源、碳排放、环境绩效指标的集团管控系统; 全过程要求能碳智云管控平台与企业零碳园区、零碳工厂等建设同步, 深化关键绩效指标管控, 实现全过程绿色低碳绩效的数字化管控; 全领域则强调要细化具体业务场景, 深化数据应用, 全面提升多业务系统的数据交互和多领域的业务支持能力, 优化算法模型和分析工具, 有力支持企业绿色低碳发展。“一适应”是指适应多场景需求。这要求在总结系统应用经验的基础上, 从企业到产业链, 涵盖服务与供应链以及优质用户。同时, 结合企业碳足迹核查业务的开展, 根据不同行业的特点和应用场景, 灵活适配系统的功能模块, 为大型企业集团碳达峰、碳中和战略的落地实施提供数字化的解决方案。^[1]

引用

- [1] 杨华磊, 杨敏. 碳达峰碳中和: 中国式现代化的能源转型之路[J]. 经济问题, 2024(3): 1-7.
- [2] 李波, 侯鹏, 牛力, 等. 基于软件定义网络的云边协同架构研究综述[J]. 计算机工程与科学, 2021, 43(2): 242-257.
- [3] 陈玉平, 刘波, 林伟伟, 等. 云边协同综述[J]. 计算机科学, 2021, 48(3): 259-268.

数字电网技术标准体系架构设计及需求分析

文 ◆ 深圳市南电云商有限公司 黄 蓉

引言

数字电网技术标准体系是实现“双碳”目标的关键，同时也是电力工业发展的核心要素。当前，数字电网技术标准体系已相对完善，但随着技术突破的涌现，数字电网的技术标准体系建设滞后于技术发展。因此，研究数字电网技术标准体系对于指导我国能源电力行业技术发展至关重要。为了促进数字电网和能源、环境等行业的融合发展，本文提出了一种多层次、全方位的数字电网技术标准体系，旨在确保电力系统的安全、高效和可持续发展^[1]。

1 构建策略

本文融合了从宏观到微观的“顶层设计”和从具体到抽象的“底层筛选”策略。在“顶层设计”层面，依据数字电网技术标准体系的未来走向和宏观愿景，同时参照国家和行业的技术标准体系要求，搭建了一个具有高度适应性和扩展性的框架，从战略高度对关键技术领域进行评估，并提出了一个概念模型。而在“底层筛选”层面，研究基于现有的电力系统标准进行了详尽的审查，分析了现行标准以及相关

体系的适用性，选取并保留了现行标准中有价值的部分，进而创建更为完善先进的标准体系结构。通过这种综合性的分析方法，本研究构建了一个完整且全面的数字电网技术标准体系。数字电网技术标准体系构建策略如图 1 所示。

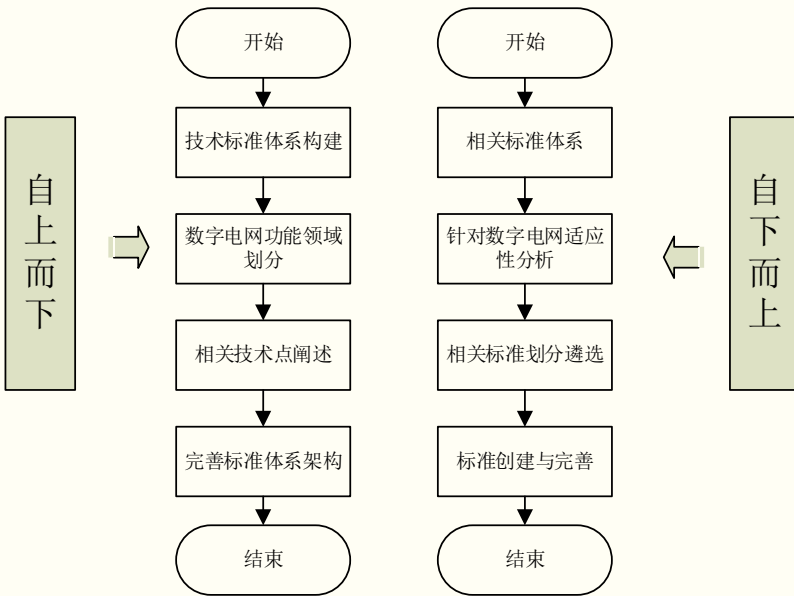


图 1 数字电网技术标准体系构建策略

2 数字电网技术标准体系构建

数字电网技术标准体系的构建应满足以下关键要求。第一，必须符合行业相关法规以及规范，确保其规范性和合法性。第二，该体系的建设应基于数字电网技术标准体系的特性和发展需求，进行创新性建设，以引领关键技术的进步。第三，应与国际相关标准体系保持对接和兼容，与国内国际的各种电力基础设备达到互联互通的效果。第四，标准体系的构建和更新应坚持需求导向和优先处理紧急需求的原则，同时应系统地整理现有标准，并进行科学的未来规划，以确保标准在数字电网技术体系中的支撑和指导作用。第五，应继承和遵循国家和行业对电力企业技术标准体系编制的规定，与现行的标准体系无缝对接。

基于以上要求，本文参考了汤国龙等人的电力物联网技术标准体系

【作者简介】黄蓉（1984—），女，陕西榆林人，本科，助理工程师，研究方向：数字电网标准服务。

研究^[2]，提出数字电网技术标准体系的概念模型。在该模式中，基本的公共标准充当了指导作用。与传统电网相比，数字化电网技术规范对保障电网的安全性、稳定性以及促进绿色低碳发展提出了更高的要求。随着大量新能源的并入，数字电网技术标准体系必须满足比传统电力系统更高的安全性和可靠性要求，同时应与数字化技术进行更紧密的结合，构建一个高效、智能的能源网络，支持能源电力系统朝着清洁低碳的方向演进。数字电网技术标准体系结构图如图2所示。

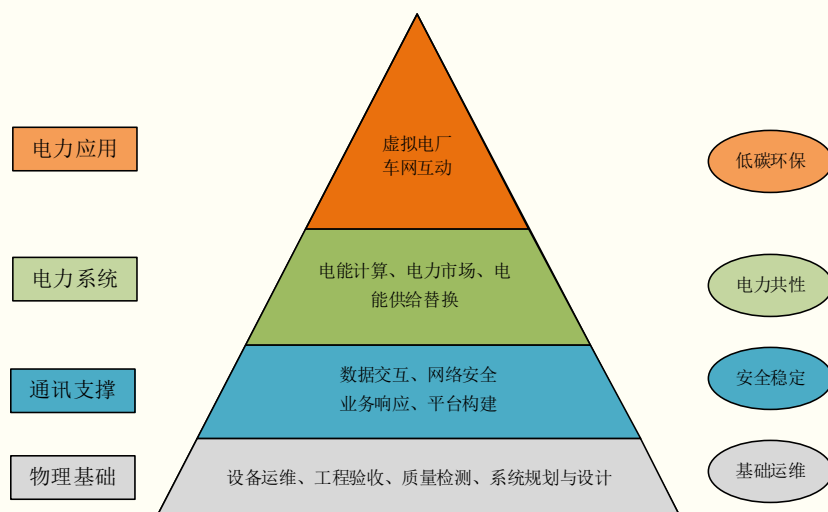


图2 数字电网技术标准体系结构图

图2中，从下到上，金字塔结构图的每一层都代表着电力系统的一个方面。第一层表示的是对电力设备的日常维护和管理，确保其安全和高效运行，同时也包括对新设备的安装和调试，以及对整个电力系统的规划和设计。第二层则强调了电力系统重数据交互的安全性和稳定性，以及如何通过平台构建提高系统对日益增多的电力设备的及时响应。第三层主要涉及使用数学模型和智能工具预测和分配电力资源，以及如何通过市场需求调整电力供应。最顶层的“虚拟电厂”和“车网互动”主要展示了数字电网与智能技术的深度融合发展，以适应和提高电力系统的效率，同时顺应时代发展，逐渐向低碳环保、可持续方向发展。

本文“数字电网”的标准体系可以分为基础技术标准和专业技术标准，图2中，底层和第二层为基础技术，所遵循的为技术标准；第三层和顶层定性为专业技术，因而遵循专业技术标准。基本技术标准代表了大部分的通用领域标准，在很多领域中都有着广泛的应用，并且有着更高的权威性。而专业技术标准则更多地涉及数字电力与能源、低碳等行业的融合发展，因而更具专业化，它是针对各个与数字电力融合发展的专业领域而制定的具有更高权威性的非全局标准，进而更加专业化、区域化。

针对数字电网与新能源融合发展带来的诸多问题^[3]，需要数字电网技术标准体系为数字电网和新能源的融合发展提供必要的支持与指导。针对上述问题，该体系为促进新型电力系统向低碳、安全、智能和经济高效的运营模式转变，针对具体融合发展的行业制定了一系列标准。

（1）低碳和环境通用标准。低碳和环境通用标准是数字电网技术标准体系构建的核心，旨在为经济社会的绿色转型和高质量发展提供新动

力，并为各专业和领域的标准制定提供了基础。

（2）安全稳定通用标准。随着电网结构复杂化、新能源接入规模扩大和新型电力设备的广泛应用，数字电网技术体系面临着更高的安全可靠要求，为电力系统的安全运行提供了基础。

（3）数字技术通用标准。数字化和智能化是实现新型电力系统目标的关键技术支撑。通过新一代数字技术，可以实现电力系统的智能化和有机融合，提升运行效率 and 安全性。

3 数字电网技术标准体系分析

3.1 技术标准分析

3.1.1 基础技术标准分析

在通用的安全规范中，现有的电力系统安全稳定相关标准涵盖了电网结构、机网协调、系统关停后的恢复和工作管理等多个方面。然而，伴随着新能源的大规模接入，电网的安全性和可控性受到了空前的挑战，对电网安全与稳定性的要求越来越高^[4]。

在低碳通用标准上，目前国内外有关低碳环保的标准主要针对碳排放量和碳中性，但目前我国的相关标准还不够完善，需要在新一代电网标准体系的构建中加以重视。具体内容包括建立和完善碳中和基准度量系统、构建绿色金融标准体系、建立碳交易市场的国家统一标准。

在数字通用标准上，应将其与电力系统的技术标准体系紧密结合，进一步促进新技术与新电力的交汇融合。

3.1.2 专业技术标准分析

在发电行业，现有的风力发电规范基本覆盖风电各生产阶段的技术要求，但仍存在一些问题。

在光伏产业，虽然行业标准规范较为完善，但随着技术发展和需求的不断提高，不论是分布式还是集中式的太阳能发电系统的技术要求也在不断提高。

在新能源开发利用和新能源大规模消纳的背景下，我国“风光水储”基地规划设计及相关标准的编制工作应加快脚步。在电力传输领域，新一代电力系统中，输电线路的输电、配电等核心技术标准亟须进一步完善。在上述研究基础上，进行电网智能运行监测、状态检修和数字化配电网等标准化研究，形成分布式电源、微电网与大电网的互联互通标准。同时，在配电网的规划、设计、测试、配电网的协调等工作中，也存在着一些亟待解决的问题。

在用电领域，应加大对 DSM 的标准化研究，特别是对 DSM 的开发和应用等方面的支持。在此基础上，建立健全各行业的电力规范准则和技术。

3.2 技术应用分析

数字电网技术标准体系主要可以应用到智能电力系统、车网系统以及虚拟电厂技术研发等。其中，基础技术标准主要可以应用在以下领域。

（1）安全稳定性标准的应用。通过应用智能化设备和控制系统，提高电网结构的灵活性和可靠性。采用先进信息通信技术实现发电机与电网的实时协调，提升电网的稳定性和响应速度。利用自动化技术和大数据分析，加快系统全停后的恢复速度，减少停电时间。通过数字化管理平台，实现对电网运行状态的实时监控和运维工作的精细化管理。

（2）低碳环保标准的应用。建立和完善碳中和基准度量系统，推动绿色电力项目的融资和投资，促进低碳技术的发展。

此外，专业技术标准的应用就显得更加专业化和方向化，主要用于以下几个领域。

（1）发电行业技术标准应用。确保风电场的稳定运行，同时促进光伏发电系统的效率提升。

（2）新能源开发领域。规划设计标准的应用有助于优化基地布局，提高新能源利用效率，提升输配电效率和安全水平。

随着新能源的发展和数字化转型的深入，数字电网架构的技术应用在基础技术标准和专业技术标准方面均取得了显著进展，并进一步促进了数字电网技术的全面发展，以适应可持续发展的需求。

结语

本文提出了一个数字电网技术标准体系的概念模型，该体系包括基础技术标准和专业技术标准。基础技术标准应完善电力系统安全稳定相关标准，并建立新能源高比例接入的运行与调控准则。低碳、环保通用标准要求建立碳中和基准度量系统和绿色金融标准体系。数字技术通用标准促进新型电力系统与新兴技术的深度融合，建立相关领域的标准体系。技术监督领域加快能源标准的更新换代，完善新能源并网和储能并网标准，并健全电能质量标准。

专业技术标准涵盖风力发电规范的完善，有助于提高能源行业的标准权威性。输变电领域开展电网智能运行检测、状态检修等标准化研究，建立分布式电源、微电网与大电网的互联互通标准。用电领域加大对 DSM 的标准化研究，建立健全电力替代标准。储能与氢能领域建立完善的储能和氢能技术标准体系。通过上述架构体系的研究，旨在指导数字电网的发展，同时确保其安全稳定和清洁低碳地运行。

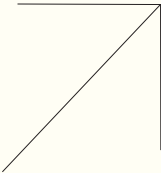
引用

[1] 李国庆,成龙,王振浩,等.电力物联网技术标准体系初探[J].电力自动化设备,2021,41(3):1-9.

[2] 汤国龙,朱朝阳,汪洋,等.电力物联网技术标准体系研究[J].电力信息与通信技术,2020,18(1):54-59.

[3] 张晶,胡纯瑾,高志远,等.能源互联网技术标准体系架构设计及需求分析[J].电网技术,2022,46(8):3038-3048.

[4] 张晶,代攀,吴天京,等.新一代智能电网技术标准体系架构设计及需求分析[J].电力系统自动化,2020,44(9):12-20.



一种微服务框架的研究与应用

文◆上海金融期货信息技术有限公司 金越成

引言

随着业务的不断发展,传统的单体架构已经无法满足业务的快速交付需求,尤其是在数字化转型的大背景下,瓶颈问题更加明显。微服务框架能够提升开发效率,但同时也引入了新的问题,如服务注册与发现、认证鉴权、配置中心管理以及服务间通信等。如何使业务开发人员专注于业务,测试人员专注于测试,运维人员专注于运维,是微服务框架需要着重考虑的问题。作为企业的基础架构,微服务框架已被诸多企业成功实施并开源。对比分析主流的微服务框架,吸收合适的设计与实施经验,形成研究与应用。

微服务架构描述了一种设计应用程序的方式,作为一套独立可部署的服务。一个业务被分散在多个独立的小服务中,每个小服务都运行在自己的进程中,并使用轻量级 API 进行通信。这些服务围绕业务来构建,并通过完全自动化部署机制独立部署。此外,服务可以使用不同的编程语言编写,以及采用不同的数据存储技术。

传统的企业级单体应用通常被构建成客户端用户界面、服务端应用、数据库 3 个主要部分。这 3 个部分通常由企业内不同的业务开发部门进行维护,任何细小需求的改变都涉及重新构建和部署一个新版本的应用程序。

1 基础架构选型

主流的微服务框架 Spring Cloud^[1],呈全家桶式样,一旦使用就需要全盘接受,无法吸收其他优秀的组件。其核心的服务注册中心组件 Netflix Eureka 已经闭源。配置中心组件依赖 git,对于没有将流水线与 git 打通的用户并不友好。Spring Cloud all in one 方案并不适合所有的场景,而且部分组件社区活跃度也相对较低。

随着云原生时代的到来,应用上云如何无缝兼容也成了重要的考虑点。Netflix Eureka 和 k8s 的 kube proxy 在定位上存在重合,因此应用上云后怎么自动切换到 kube proxy 也是一个选型的重要考虑点。

Dubbo 是阿里巴巴开源的基于 Java 的高性能 RPC 分布式服务框架,核心内容包括远程通信、集群容错、自动发现 3 个部分。

2 微服务框架设计

微服务框架开发的系统是分布式系统^[2],增加了系统的复杂性,主

要体现在以下几个方面。

(1) 服务之间存在复杂的依赖关系。一个业务由多个服务构成,服务间存在上下级的依赖关系,依赖的稳定性直接影响业务的可用性及性能,因此需要提供服务容错机制。当依赖服务某个节点发生故障时,能够将请求转移到正常的节点上。

(2) 高可用性要求高。在运行环境中,微服务的个数及状态均处于动态变化中,因此需要一套服务发现的机制,同时引入负载均衡和健康监测。

(3) 服务之间的通信。需要统一服务间的通信协议,便于服务消费方调用到自己需要的服务,无需关心服务提供方部署在哪里,以及是否可用。

(4) 会话问题。微服务呈分布式,因此应用的会话共享成为了一个挑战。在业务调用过程中,如何共享某些业务数据也是一个需要解决的问题。

(5) 权限问题。由于微服务是以对外暴露接口的形式存在,因此需要确保接口的访问权限得到妥善管理,防止出现越权问题。

3 总体架构

总体架构(见图 1)分为开发支撑,开发框架,运维支撑 3 个部

【作者简介】金越成(1986—),男,江苏宜兴人,硕士,工程师,研究方向:微服务架构应用。

分。开发支撑旨在简化开发人员的入门和上线过程，通过脚手架可以便捷地生成一个模板工程，开发人员在此基础上进行扩展。CICD 能够对接开发完的应用，利用流水线进行快速上线部署。开发框架将基础功能下沉，使开发人员聚焦于业务本身。运维支撑则负责应用上线后能够方便地进行服务监控、日志分析等。

在应用设计上，对应用进行前后台分离，并约定前后台交互协议。后台框架负责解决认证、鉴权、会话管理、缓存管理、负载均衡、服务发现、服务容错、远程调用插件、配置中心客户端、通用日志管理、审计日志客户端、健康检查等问题。同时，还设计一个插件市场，将具有相同业务功能的插件放到一起，实现了业务组件级的沉淀和积累。

4 各组件介绍

微服务开发框架分为核心框架和业务插件两部分。其中核心框架的组件有统一的版本号，任一组件升级时，其余组件也需要一起升级。而业务插件则各自独立，可以不依赖于框架版本的升级。

协议层：使用标准的 restful 协议。标准的协议能够更方便对接各种开源的工具，并借助社区的力量，使框架更具生命力。

认证插件：默认对接认证中心，可以扩展对接自定义的认证中心。其主要功能是进行会话的校验，区分请求是否为公共请求。若是非公共请求，则去认证中心校验会话的合法性。考虑到政府金融行业存在多个物理区域隔离的现状，设计了主从认证中心集群（见图 2）。所有的登录、登出请求都会先发送到主认证中



图 1 开发框架

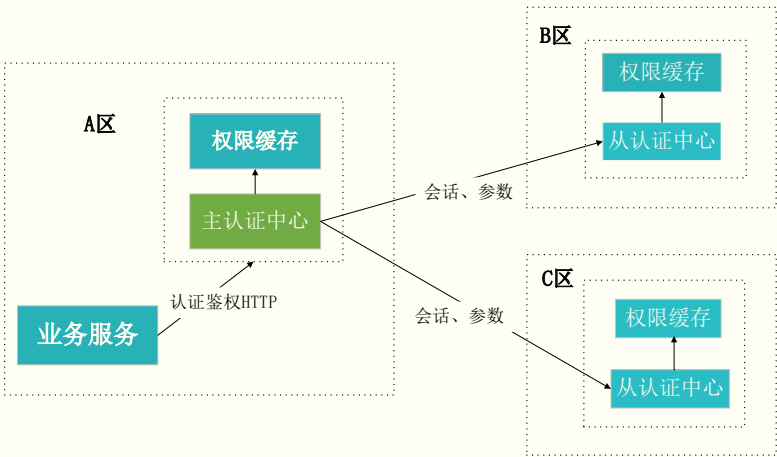


图 2 主从认证中心

心，然后再由主认证中心分发至各个从认证中心。

鉴权插件：默认对接鉴权中心，可以扩展对接自定义的权限管理中心。其主要功能是找到当前用户的所有权限，并判断当前请求是否有访问权限。

远程调用插件：使用 restful 协议的封装，底层采用 httpclient。封装了远程调用的协议，鉴权，自定义头等信息，使应用进行远程调用如同本地方法调用一样简单方便。

注册中心插件：封装了本地、zookeeper 集群、k8s 这几种部署的注册中心，当应用的部署方式改变，如一个传统部署的应用需要容器化，应用只需要修改配置，不用重发版本，也不用修改源代码。

服务注册与发现：微服务下的服务提供方和服务消费方相互之间不应该知道对方的部署情况。为了达到此目的，需要服务注册发现中心做解耦。相较于一般的服务注册发现组件，发明了专利《一种基于双队列及注册中心的动态负载均衡方法和系统》，创新性地引入了可用队列和不可用队列的双队列设计。两个队列维护的内容都能自动刷新，且提供了极端情况下的兜底措施，显著提高了整个微服务系统的鲁棒性。

配置中心：随着业务的持续发展，微服务的配置也会不断增长，包括数据库连接池、redis 配置、zookeeper 配置、业务配置等。另外，微服务上线经常会经过多个环境，每个环境的配置又存在诸多不同之处，需要一个配置中心系统来支撑。框架中包含配置中心客户端，而配置中心

服务端则维护了所有应用的配置。同时，配置管理员可以在线进行配置的管理。

网关：网关是微服务架构中的一个关键角色，用于保护、增强和控制对微服务的访问。主要有以下作用。

(1) 请求接入：管理所有请求接入，作为所有 API 接口的请求入口。

(2) 业务聚合：所有微服务后端都可以注册在 API 网关，通过 API 网关统一对外提供服务。

(3) 拦截策略：可以提供统一的增加安全，路由，流控等公共服务组件。

(4) 统一管理：提供统一的监控工具、配置管理工具等基础设施。

在多区域环境下网关的作用尤其显著。在跨区域访问需要开策略的情况下，统一经过当前区域的网关开策略是一个高效的方式。网关中存在跨区域的路由配置、白名单等控制策略，设计了一站式管理和分发软件，管理员可实时在线修改路由及策略，并下发到对应的网关使之生效。采用引入开源的 spring cloud gateway^[2] 作为网关的选型，在此基础上按需定制了各种 filter，也扩展支持了微服务的服务注册中心，能够实时发现区域内的微服务。

5 模式

5.1 开发模式

提供一个基于 maven 的开发脚手架给开发人员，可以选择框架版本号，勾选需要的组件和构建方式，最后一键生成工程模板。该模板是一个可运行的 hello world 项目，提供了一个无需认证的 restful 接口服务。开发人员可以直接开始进行业务逻辑的编写，无需关心其他基础性的功能。框架所有版本都发布到企业的 maven 二方仓库中，应用开发人员可以按需拉取框架版本。框架采用类似 springboot 的插件方式，各种插件可以像堆积木一样灵活组合^[3]。

5.2 调试模式

在微服务框架下，由于一个功能被拆成了多个微服务，因此在开发调试时如何与远端的服务调试成为了一项挑战。传统架构下，开发人员能够在本地 IDE 中完成单个功能的调试。而在微服务体系下，很可能存在本地的服务调用远端多个微服务的场景。为了解决这一问题，在测试环境中部署了整套完整的应用。当需要对其中某个服务做本地调试时，可以在本地配置文件中将服务注册与发现模式调成本地模式，并配置远端服务 A 的 IP 地址和端口，本地浏览器发出请求到 IDE 中的服务即可完成本地调用远程的调试模式。

此外，还有一种场景是需要将微服务调用链中间一个服务的流量引入本地 IDE 中进行线上问题的复现。针对这种情况，可以先将调用本地 IDE 服务的服务注册与发现模式调成本地模式，并将其调用的 IP 和端口改成本地 IDE 服务的 IP 和端口，然后把本地 IDE 服务调用远程的模式也调整成本地模式，配置远端服务 A 的 IP 地址和端口即可。

5.3 测试模式

框架提供了单元测试基类，开发人员只需要继承该基类，即可拥有

上下文，并且基础的单测 jar 包等都已经是在框架中引用，项目中无需单独引入，开发人员只需要实现单测逻辑即可。对于跨组件调用的单元测试，提供了测试模板，并使用 mock 技术，做到可重复执行。在流水线上，配置了单元测试覆盖率门禁，当测试覆盖率不达标时，将禁止版本的发布。

结语

目前微服务已经发展到了成熟阶段，尤其是云原生概念的出现，为微服务插上了飞翔的翅膀。本文从相关背景、基础架构、微服务框架设计以及各组件介绍（包括协议层、认证插件、鉴权插件、远程调用插件、服务注册与发现、配置中心、网关）等方面进行了详细的介绍。从总体设计到每个组件的设计及分析，提炼出了一套微服务框架的设计方法论。

该微服务框架已经在某金融行业得到了推广。作为自研的微服务框架，其各种组件能够按需进行自定义的扩展。该框架使开发人员、测试人员、运维人员能够专注于自己的领域，而将共性的需求下沉到框架层，不仅降低了系统开发的难度，还增强了系统的可运维性，提高了交付效率。^[4]

引用

- [1] 俞杭.微服务及容器在高速公路收费系统中的应用[J].中国交通信息化,2019(11):95-97.
- [2] 辛园园,钮俊,谢志军.微服务体系结构实现框架综述[J].计算机工程与应用,2018(19):10-17.
- [3] 温昱.软件架构设计:程序员向架构师转型必备[M].北京:电子工业出版社,2012.

区域增加值测算软件系统研究及实现

文 ◆ 北京奥开信息科技有限公司 王裕基 张亚飞 张新新

引言

随着区域经济体、前沿技术发展趋于成熟，实现国民生产总值快速增长逐渐困难，故提高了对宏观经济测算精度的要求。自2020年国家统计局实施地区生产总值统一核算后，地方统计的缺失以及弱化使一些特殊统计需求不能够被满足，地方政府不能准确掌握和监测本地区重点产业、特色产业以及新兴经济等产业的

增加值规模、结构变化等实际情况。上级核算为地方经济发展提供了自上而下的数据参考，而地方经济政策的制定和调整还需要利用企业层面数据来提供自下而上的应对策略。

目前，增加值测算的研究涉及诸多领域。例如，针对特定行业（如数字经济^[1]、文化创意产业^[2]等）增加值测算方法和测算技术的研究；针对第三产业经济测度技术的研究^[3]；针对港口等特定区域增加值测算方法的探讨^[4]；针对非公有制经济增加值的测算研究^[5]。然而，针对增加值测算软件系统设计和实现的研究并不多。

基于此，本文研究设计和实现了一套区域增加值测算系统，可以完成区域内所有季报和年报单位的单位增加值测算，并根据经普年度所有单位的普查数据，推算出该地区的年度和季度生产总值，实现地区生产总值的季度环比增速测算。同时，分行业、分街道、分园区等核算区域季度GDP，完成季度GDP的同比和环比增速测算。区域增加值测算系统的实现，可以更精准地观察地区宏观经济的增长和波动情况，分析经济增长和收入分配结构的变化，为地方政府部门精细化掌握经济发展情况提供了有力的决策工具。

1 区域增加值测算系统功能

1.1 系统总体功能

区域增加值测算系统总体功能包括以下方面。

- （1）完成单位增加值测算。
- （2）完成行业、街镇、园区等区域季度GDP核算。
- （3）测算行业、街镇、园区等区域季度GDP同比、环比增速。
- （4）测算地区GDP季度环比增速。

1.2 系统功能设计

（1）项目管理。系统根据地区名称建立对应项目以及目录树，分别建立年度和季度列表，建立数据库，导入原始数据，配置计算参数和算法，完成数据测算，记录测算过程日志，存储和查询结果数据。

项目管理模块框图如图1所示。

（2）功能模块设计。系统具有数据、参数计算、算法、汇总、测算、分劈、衔接、融合、搜索等功能模块。数据模块包括新建表、导入

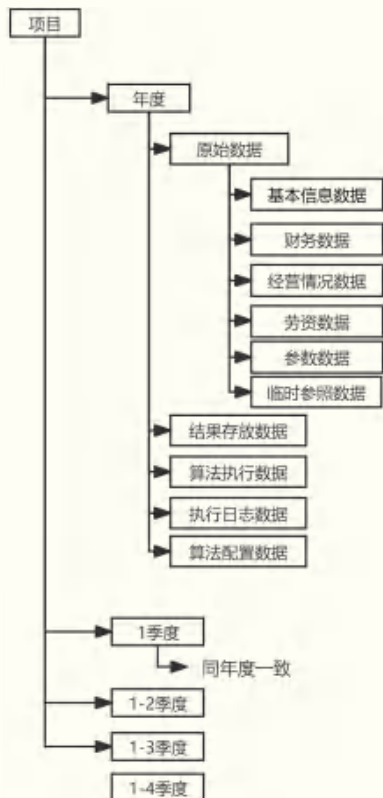


图1 项目管理模块框图

【作者简介】王裕基（1979—），男，北京人，博士研究生，高级工程师，从事大数据分析 & 智能硬件研发工作。

数据、删除数据、导出数据、数据查询子模块。参数计算包括计算总产出、计算劳动者报酬、计算生产税净额、计算固定资产折旧、计算营业盈余、计算三项费用之和、计算分劈系数等子模块。算法模块包括新建算法、删除算法、导出结果模块。汇总模块包括添加记录、批量添加记录子模块。测算模块包括匹配总产出、匹配劳动者报酬、匹配生产税净额、匹配固定资产折旧、匹配营业盈余等子模块。分劈模块包括匹配分劈系数、设置总行分劈系数、设置公共管理行业分劈系数、设置外区经营单位分劈系数等子模块。衔接模块包括信息业衔接、其他行业衔接等子模块。融合模块包括匹配规上比例、一键融入规上比例、计算规上比例子模块。搜索模块包括 sql 语句、查询导出等子模块。

系统主要功能模块框图如图 2 所示。

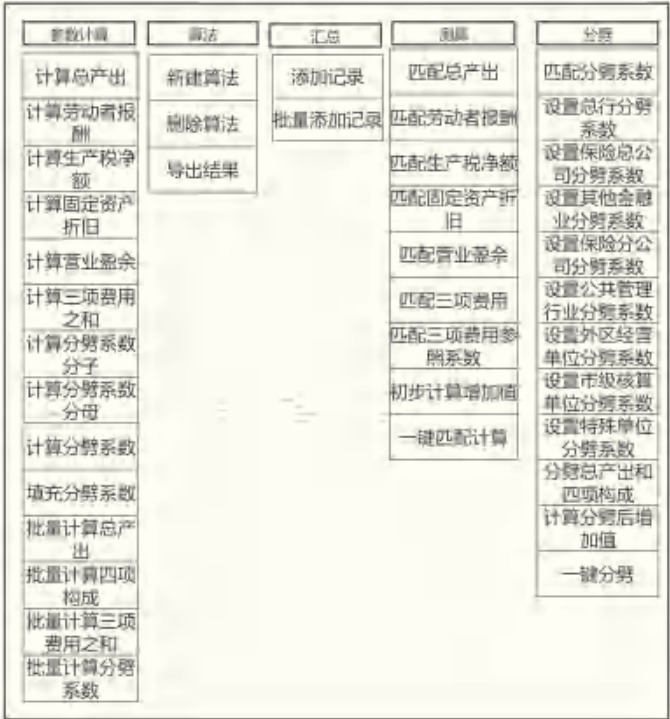


图 2 系统主要功能模块框图

2 区域增加值测算方法与流程

2.1 测算方法

- (1) 产业划分。测算的行业分类采用国家统计局制定的《国民经济行业分类》(GB/T 4754—2017) 和《三次产业划分规定》。在国民经济行业分类的基础上，对目标领域 / 行业的细分领域进行梳理，建立与国民经济行业分类的映射关系。
- (2) 增加值测算。本系统增加值测算采用收入法，收入法是从生产过程形成收入的角度，反映生产活动最终成果的方法，增加值由劳动者报酬、生产税净额、固定资产折旧和营业盈余 4 个部分组成。地区生产总值等于地区内各产业部门收入法增加值之和。
- (3) 增加值率核算方法。增加值率为增加值与总产出的比值，值的大小反映了投入产出效果。增加值率的表达式为“增加值 / 总产出”。其中，增加值等于各产业部门收入法增加值之和，总产出等于各产业部

门生产法总产出之和。

2.2 测算总体流程

系统采用的数据源为地区经济普查数据和地区年报与订报相关报表数据。首先，将报表数据导入系统，分别计算所有单位的四项构成。其次，经过跨区经营数据分劈，测算所有单位的增加值初步数。最后，增加值初步数应与上级单位的数据进行衔接，获得所有单位的增加值。增加值测算流程图如图 3 所示。



图 3 增加值测算流程图

2.3 测算实施

- (1) 年度增加值测算。地区年度增加值为地区内所有单位的年度增加值之和，以经普年度数据作为基准，测算出规上、规下

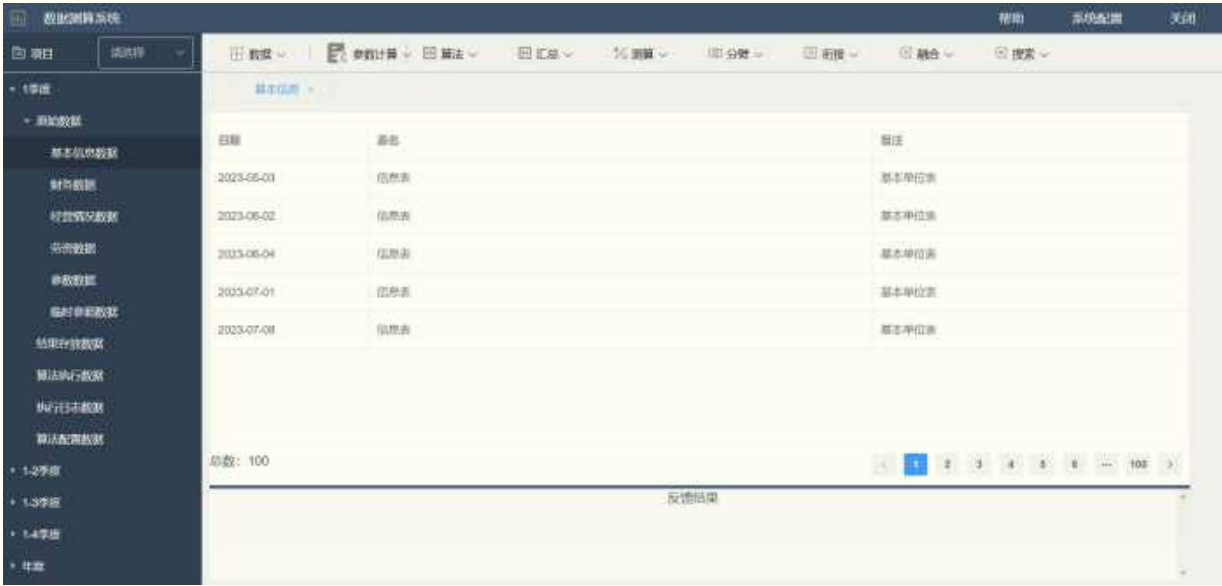


图 4 系统界面

单位的增加值比例。非经普年度采用规上单位年报数据，结合规下单位抽样数据，并根据上一个经普年度规上、规下单位的增加值比例推算非经普年度规下单位年度数据，从而完成地区年度增加值测算。

（2）季度增加值测算。季度增加值为所有单位的季度增加值之和。季度增加值测算以经普年度数据作为基准，推算规下单位季度数据，结合规上单位季度报表数据，完成季度增加值测算。

（3）季度增加值环比增速测算。扣除季节性影响因素，测算季度增加值环比增速。

3 区域增加值测算系统实现

3.1 技术架构

系统采用 J2EE 架构，各子系统的功能架构和系统实现架构都采取分层设计思想。每个层次之间，特别是界面逻辑与业务逻辑、业务逻辑与数据访问层之间采用面向接口的编程，从而减小小层次之间的耦合，系统更容易扩展和多种实现。

系统采用 B/S 模式，Java 为系

统后台开发工具，用 Python 进行数值计算和算法编程，浏览器客户端使用 HTML、CSS、JavaScript 与 AJAX 等技术实现。数据库采用 Mysql 数据库。考虑数据安全问题，系统采用本地部署模式。

3.2 数据表设计

根据经普年度数据报表和季报、年报报表格式，分别设计系统数据表字段，建立系统数据库，包括单位的基本情况、财务状况、从业人员及其工资总额、能源生产与消费情况、生产能力、生产经营和服务活动、固定资产投资、研发活动、信息化和电子商务交易情况等数据表。

3.3 系统实现

系统已开发完成，并实地进行了测试，功能良好，系统界面如图 4 所示。

结语

区域增加值测算系统的研究和实现，可以分行业、分街道、分园区计算季度 GDP 数据，测算季度 GDP 环比和同比增速，反映出地区的宏观经济增长和波动情况，推算出潜在的地区经济产出缺口以及通货膨胀情况。同时，利用 GDP 分类数据，进行经济增长结构变化分析、收入分配结构和净流向变化分析，为地方政府部门精细化掌握经济发展情况提供了有力的决策工具。^[8]

引用

[1] 杨凤娟,武丽沅,程甜甜.数字经济增加值核算方法研究[J].统计理论与实践, 2022(4):35-40.
[2] 邓红梅.文化创意产业增加值测算技术的研究[J].产业经济,2018(36):166-167.
[3] 陈馨.第三产业实测经济的测度技术及其对国民经济的贡献研究[D].重庆:重庆工商大学,2015.
[4] 王斌.关于港口增加值测算方法的探讨[J].港口经济论坛,2015 (10):5-6.
[5] 张琦.浙江非公有经济增加值的测算研究[J].统计科学与实践,2014(12):23-26.

浅谈智能网联汽车电磁安全行业发展现状

文◆中国电子科技集团公司第三十三研究所；中国-白俄罗斯电磁环境效应“一带一路”联合实验室

马晨 化腾飞 边永亮 张起浩 韩琴

引言

随着智能网联汽车快速发展，其电磁安全问题不断暴露引起了行业对电磁安全的关注，本文介绍了智能网联汽车电磁安全的含义，分析了相关政策标准的发展现状，并从整车厂商、创新服务平台和测试验证平台的全产业链角度介绍了相关发展布局，最后对我国智能网联汽车电磁安全行业发展现状进行了总结，以期引起智能网联汽车全产业链对电磁安全的重视与进一步发展思考。

2023年前三季度我国智能网联汽车L2及以上级别自动驾驶渗透率约49%，智能网联汽车是我国重点培育的战略性新兴产业，是5G、人工智能、机械、通信、电子、计算、新材料等众多新技术融合应用的重要场景平台^[1]。智能网联汽车在方便用户操作、提升驾驶体验的同时，电磁干扰、电磁数据泄露、电磁攻击等风险也日益加大，由此产生的安全事故，将严重危害用户人身和财产安全，甚至威胁国家和社会安全，开展智能网联汽车电磁安全防护对于智能网联汽车行车功能安全、无线网络安全、电磁数据安全具有重要意义。

1 智能网联汽车电磁安全含义

《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023版）》对电磁兼容标准进行了描述，主要包括智能网联汽车电磁兼容典型测试场景以及在测试场景下进行智能网联汽车电磁兼容性能评价的要求与试验方法，保证在复杂的车内外电磁环境影响下，智能网联汽车相关功能不会发生性能降低或失效，进而影响车辆操控、提示报警、数据记录、数据传输等安全相关功能^[2]。

《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023版）》中，电磁兼容标准关注智能网联汽车车辆自身电磁兼容性和电磁环境效应性，属于电磁安全中“电磁自扰”和“电磁互扰”的范畴。在以无线通信为基础的“车—路—云”的智能网联汽车中国方案下，还应对恶意破坏电磁信号传输安全和运行安全的“他扰”进行安全防护。

2 智能网联汽车电磁安全政策标准研究现状

国家高度重视电磁安全在汽车电子领域中的标准引领作用，全国汽

车标准化委员会设立汽车电子与电磁兼容（SC29）和智能网联汽车（SC34）专业分委会，负责开展标准研究和制修订工作，有力支撑汽车电磁兼容技术领域实现更好更快的发展。一是强化基础通用标准支撑，稳步开展电磁兼容基础方法类标准制修订，保障标准先进性和国际标准协调性。二是研究GB34660、GB/T18387等强制标准实施方案，推进整车与零部件电磁兼容试验一致性研究。三是推进电磁安全体系建设，有序推进汽车智能化、网联化电磁安全试验方法、测试场景、评价体系、开发设计规划、人体防护、电磁环境适应性的研究和标准制修订进程。四是探索新型测试评价技术，加深汽车电磁兼容理论研究，为汽车电磁兼容设计开发提供进一步的理论支撑。

3 智能网联汽车电磁安全产业链发展重点

3.1 智能网联汽车厂商电磁安全发展重点

中国一汽在白热化的智能网联汽车市场竞争中，将安全与健康作为首要业务。例如，红旗EH7不仅进行了电磁辐射和雷击等电磁兼容测试，还实现了基于

【作者简介】马晨（1981—），男，山西临汾人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：电磁安全防护和电磁防护技术。

干扰源主动抑制、高性能屏蔽材料等 12 项关键技术量产首发的电磁防护，经中汽研测试认定，其最大辐射量为国标限值的 2%。中国一汽投资 26.9 亿元建设中国一汽研发总院新能源智能网联创新试验基地，其中包括电磁兼容实验室，不仅对整车辐射抗扰度、静电放电抗扰度、车载接收机“无线电骚扰—辐射骚扰”等项目进行测试，还将成为国内首次通过电磁环境仿真与试验相结合的方式实现复杂抗扰与人体电磁防护验证的电磁兼容实验室。

长安汽车从事电磁兼容性能开发，不仅是为了符合电磁兼容法规要求，还注重司乘人员对汽车安全性、舒适性和可靠性的需求。长安汽车分别从整车级别和零部件级别角度思考，结合国家行业相关法规标准，从系统设计和整车验证方面完成和实现，如在整车设计初期，基于建立的整车 EMC 设计规范和仿真技术，重点对整车关键器件总布局、电器系统接地点布置、接地点分配等进行分析 and 优化，规避后期风险。在关键零部件方面，长安启源数智 AI 电驱是长安汽车在新能源技术领域的重要成果，首次在混动车型领域应用了 10 层 Hairpin 扁线电机技术，10 层结构大幅提高了系统复杂度，电磁性能难度成倍增加，长安汽车综合考虑多因素设计电磁方案，解决了一系列设计与制造难题。

北汽新能源建立了完善的电磁设计正向开发能力，解决了多个高电压大电流、高转速大扭矩模块复杂集成面临的电磁安全问题，建设了 10m 法电磁兼容暗室，涵盖多种特殊用车场景和干扰源，可充分验证车辆面对电磁

安全的可靠性。研发电磁干扰抑制、干扰滤除装置等技术提高电动汽车的安全性及可靠性，确保车辆以及车辆周围部件正常工作。

比亚迪建设有整车电磁兼容性测试实验室，具备完善的整车、系统和零部件的电磁兼容试验能力。比亚迪汉通过多次试验，整套 EMC 相关测试耗时 900 多个小时，在 120km/h 工况下，车内最大电磁辐射值约为 0.8V/m，低于普通家用白炽灯电磁辐射值；对外界环境电磁抗扰能力达到了 100V/m。

吉利汽车自建了行业领先的 EMC 实验室，深度研究电磁辐射对人体干细胞的成团力和老化指数的影响，形成细胞级的防辐射安全设计标准，并将电磁安全设计分解到了系统层面，研发出行业首创神盾电磁安全系统。对于高压电池包内部、高压电缆、电池、电驱等系统，都采用了有效的降辐射措施。吉利银河 L7 获得新能源汽车电磁防辐射 001 号证书，实现母婴级电磁防护。

3.2 智能网联汽车创新服务平台电磁安全发展重点

国汽（北京）智能网联汽车研究院有限公司是由中国汽车工程学会、中国汽车工业协会以及中国智能网联汽车产业创新联盟共同发起筹建的发挥国家智能网联汽车创新中心作用的行业级创新服务平台，其下建设了整车无线通信实验室、信息安全攻防实验室和 V2X 安全检测实验室。

整车无线通信实验室解决车载无线通信技术在现实部署中面临的各种挑战，建立涵盖天线系统测试、SISO 通信系统验证、MIMO 通信系统性能评估、整车自干扰分析、高精度定位系统测试、C-V2X 一致性与互操作性验证等在内的一体化解决方案。

（1）天线系统测试能力。测试制式天线安装到整车前后的辐射远场方向图信息，比对天线实际安装后的性能与仿真设计结果的偏差，发现潜在的风险，以解决车体结构对天线辐射特征产生干扰的问题，为天线的优化提供方向。

（2）SISO 通信系统验证能力。建立 SISO 通信系统测试能力，测试通信系统在整车集成后辐射功率 EIRP&TRP、接收灵敏度 EIS&TIS 等性能，验证无线通信系统是否符合无线电管理的法律法规，验证整车无线通信系统软硬件是否正常工作，排查系统性能故障，以解决接收机软硬件缺陷导致的接收灵敏度差、发射功率异常以及天线与接收机连接不匹配等问题。

（3）MIMO 通信系统性能评估能力。建立 MIMO 通信系统性能评估能力，模拟真实外场电磁环境，评估多天线通信系统的空口性能，以解决复杂的电磁环境导致的多径传输的问题。

（4）整车自干扰分析能力。建立整车自干扰分析能力，分析整车电子电气子系统之间的相互影响，提高无线通信性能，以解决整车收发机间的相互干扰问题。

（5）高精度定位系统测试能力。建立高精度 GNSS 测试能力，仿真复现真实世界中包括多径传输、欺骗信号、干扰信号在内的 GNSS 信号传输环境，测试整车高精度 GNSS 系统的性能，验证 GNSS 系统能否满足“人—车—路—云”协同系统对于定位精度和时钟同步的要求，以解决复杂电磁环境导致的 GNSS 定位精度差、时延高等问题。

(6) C-V2X 一致性与互操作性验证能力。建立 C-V2X 测试能力,测试云控场景下智能网联车 C-V2X 的应答和协议一致性。此外,可以与 ADAS/AD HIL 实时集成,针对 C-V2X 终端开展硬件在环测试,测试 C-V2X 设备的大并发时延和丢包率等性能指标,以解决车路协同中协议一致性和互操作性的问题。

信息安全攻防实验室以安全测试工具、虚拟靶场为基础,标准化/自动化测试为手段,开展自研及行业产品验证检测、合规准入检测等活动,在电磁安全方面主要关注蜂窝通信安全测试、蓝牙模块安全测试、WiFi 安全测试等无线信号安全,拥有 CMW500、beSTORM、USRP X310、ATEQ VT65s 等测试工具集。

3.3 智能网联汽车测试验证平台电磁安全发展重点

中国汽车技术研究中心有限公司是国务院国资委直属中央企业,致力于成为公众最信赖的权威机构,承担引导消费、促进汽车质量提升、为政府提供准确产品质量信息的社会责任,拥有全球领先、国内权威的汽车行业第三方检测认证平台。其下属中汽研汽车检验中心(天津)有限公司是具有行业影响力的独立第三方汽车产品检测及技术服务机构,被国家认证认可监督管理委员会(CNCA)授权为国家轿车质量检验检测中心、国家智能网联汽车质量检验检测中心(天津),具有覆盖汽车全产业链的电磁兼容服务能力,测试能力涵盖标准的行车、传导充电工况汽车 EMC 测试、转向工况 EMC 测试、制动工况 EMC 测试以及智能驾驶网联通信工况 EMC 测试等,建设了汽车整车电磁兼容测试平台、新能源关键部件测试平台、车规芯片电磁兼容测试平台和高压部件电磁兼容测试平台。

(1) 汽车整车电磁兼容测试平台。该平台建设有 10m 法半电波暗室,主要用于整车级电磁兼容相关测试,暗室内配备的转毂可以 360° 旋转,最大承重 20t,最长可满足 13.7m 商用车级别的试验需求,测试内容包括汽车行车状态电磁兼容测试、汽车充电状态电磁兼容测试、导航通信功能电磁兼容测试、驾驶辅助功能辐射抗扰测试、转向功能辐射抗扰测试、ABS 制动电磁抗扰测试等。

(2) 新能源关键部件测试平台。该平台建设有配备了测功机系统的 3m 法半电波暗室,进行电机加载工控下的电磁兼容测试。配备了 250kW 的电池模拟系统 VES,可以实现 1000V/500A 高压直流供电。在高压连接线束屏蔽效能测试技术取得了突破,牵头或参与了多项标准制修订工作。

(3) 车规芯片电磁兼容测试平台。该平台建立完善的芯片电磁兼容测试能力,覆盖 TEM 和宽带 TEM 小室法、IC 带状线法、1Ω/150Ω 直接耦合法及射频功率直接注入法等多种发射及抗扰测试方法,该平台将从源头提高部件或整车的电磁安全性能。

(4) 高压部件电磁兼容测试平台。建设有配备可移动式电机加载台架的 3m 法半电波暗室,实现了“电动汽车驱动总成”级别的新测试技术。该技术搭建了电动汽车的电机、电机控制器、电池包等驱动系统必要部件的模拟环境,使其单独运行并进行电磁兼容测试,从而可以直观地判断出驱动总成系统的电磁兼容性能,对于主机厂来说有着重大意

义。同时,该平台具有电池包电磁兼容测试能力,配备了可编程性双向型电源,可实现电池包的充放电无缝切换。

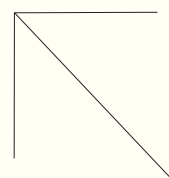
结语

随着我国汽车产业向新能源、智能化、网联化发展,尽管智能网联汽车产业在电磁兼容方面已开展了大量工作,但仍存在政策标准滞后于技术发展与应用、部分汽车厂商对电磁安全认识不足、部分车型对电磁安全投入不够、部分公众对电磁安全认识有偏见或存在误解等问题,需要全产业对电磁安全中的车辆本身自扰、车辆之间互扰、环境对车辆的干扰、车辆对司乘人员的干扰以及恶意电磁攻击的他扰不断加强重视、增加投入,支撑智能网联汽车健康安全发展。^[1]

引用

[1] 中国信息通信研究院政策与经济研究所.电动化、网联化、智能化时代新能源汽车产业链全要素生产率报告(2023年)[R].北京:中国信息通信研究院,2024.

[2] 苏东林,陈广志,胡蓉,等.提升我国电磁安全能力的战略思考[J].安全与电磁兼容,2021(5):9-11.



关于办公室计算机办公软件的应用思考

文 ◆ 枣庄市台儿庄区职业中等专业学校 许 芳 徐 朋

引言

随着科技的不断发展，计算机办公软件在办公室中的应用越来越广泛，不仅涵盖了文档处理、电子表格、演示文稿等功能，还具备强大的数据处理、云存储和远程协作能力，不仅提高了工作效率，还为企业的运营和管理带来了极大的便利。然而，如何更好地应用办公软件，使其发挥最大的效用是许多企业和员工需要深入思考的问题。本文针对办公室计算机办公软件的应用进行探讨，首先明确计算机办公软件的应用优势，其次深入探讨计算机办公软件的具体应用，最后针对计算机办公软件应用的注意事项进行思考。通过合理运用办公软件，企业能够优化工作流程、提高工作效率、降低成本，从而在激烈的市场竞争中获得优势。

1 计算机办公软件的应用优势

1.1 提高工作效率

传统的办公方式往往受到时间、地点和物理条件限制，计算机办公软件打破了这些限制。计算机办公软件的应用，使办公室工作变得更加高效。例如，使用 Microsoft Office 系列软件，员工可以快速完成文档编辑、数据统

计、幻灯片制作等工作，避免了传统纸质文件传递的低效和不便，员工可以随时随地访问和编辑文件，提高了工作效率和响应速度^[1]。

1.2 降低成本

运用计算机办公软件有利于降低企业的运营成本。首先，与传统纸质文件相比，电子文件所需的存储空间大大减少，降低了存储成本。电子文件的传递和使用更加便捷，减少了文件传递的人力和物力成本。其次，通过办公软件如 CRM、ERP 等系统，能够自动处理大量重复性工作，提高工作效率，减少人力资源的浪费。最后，远程办公成为可能。通过在线协作工具，员工可以在家中或其他地方随时随地进行工作，提高了工作效率，同时也为企业节省了大量的办公场地成本。

1.3 加强沟通和协作

运用计算机办公软件有助于加强企业内部的沟通和协作。例如，企业使用即时通信工具如微信、钉钉等，实现各部门、各员工之间的实时沟通。此外，通过在线协作工具如腾讯文档、石墨文档等，不同部门、不同地区的员工可以共同编辑、审阅文档，提高团队协作效率。

2 办公室计算机办公软件的具体应用

2.1 文字处理软件的应用

文字处理软件在办公室工作中具有广泛的应用，它是日常工作中最常用的办公软件之一。

第一，文字处理软件是撰写和编辑文档的主要工具。员工可以轻松创建、打开和编辑文档，如工作报告、会议纪要、产品说明等。软件不仅提供了丰富的文本编辑工具，如字体、字号、颜色、加粗、斜体等，还提供了各种排版功能，如段落格式、页边距、页眉页脚等。通过这些工具，用户可以轻松地完成文档的撰写和编辑，提高工作效率。以 Microsoft Word 为例，它是一款功能强大的文字处理软件，拥有数亿用户。使用 Microsoft Word，员工可以轻松地进行文档撰写和编辑。软件提供了许多实用的工具，如拼写和语法检查、自动编号、样式应用等，使文档编辑更加高效。调研数据显示，全球约 70% 的企业和员工在日常工作中使用 Microsoft Word 进行文档撰写和编辑，充分表明 Microsoft Word 在文字处理软件领域的市场占有率较高，是用户信赖的首选工具之一。

【作者简介】许芳（1995—），女，山东枣庄人，硕士研究生，助理讲师，研究方向：计算机教学与班级管理。

第二，文字处理软件广泛应用于文案策划、广告创意等领域。应用文字处理软件，用户可以轻松地完成广告文案、营销材料撰写和编辑。同时，利用软件提供的排版和设计工具，对文案进行美化处理，使其更具吸引力。数据显示，广告和创意领域的专业人员使用文字处理软件的频率较高，约 90% 的创意设计师和广告文案策划人员使用文字处理软件进行工作，充分表明文字处理软件在创意和广告领域的应用非常广泛。

第三，随着数字化时代的到来，文字处理软件的功能也在不断拓展和创新。例如，文字处理软件支持多人协作编辑、实时同步等功能，使团队成员更加高效地协作完成大型文档的撰写和编辑工作。同时，文字处理软件支持云存储和在线分享功能，方便用户随时随地访问和分享文档。诸多创新功能进一步提高了文字处理软件的实用性和便捷性。

2.2 表格处理软件的应用

表格处理软件在办公室工作中具有广泛的应用，主要用于数据整理、计算、分析和可视化。首先，表格处理软件提供了强大的数据整理功能，可快速创建和编辑表格，将数据录入电子表格，并进行格式化。以 Microsoft Excel 为例，通过使用数据验证、条件格式等工具，用户可以方便地对数据进行整理和规范，确保数据的准确性和一致性。Microsoft Excel 还支持从其他数据源导入数据，如文本文件、数据库等，进一步简化了数据整理的过程。其次，表格处理软件提供了各种函数和公式，可以对表格中的数据进行计算、分析和处理。以 Microsoft Excel 为例，软件提供了数百个内置函数，涵盖了数学、财务、文本处理等多个领域。用户可以使用这些函数进行各种计算，如求和、平均值、计数等。Microsoft Excel 还支持使用自定义公式和函数，根据特定需求进行数据处理和分析，高效完成数据的计算和处理，提高工作效率。最后，表格处理软件支持将数据可视化，通过图表、图形等形式展示数据。以 Microsoft Excel 为例，软件提供了丰富的图表类型，如柱状图、折线图、饼图等，用户可以选择合适的图表类型，将表格中的数据转换成图形形式。通过图表，用户可以直观地理解数据的变化趋势和关系，更好地发掘数据中的信息^[2]。

2.3 幻灯片制作软件的应用

幻灯片制作软件在办公室工作中也具有广泛的应用，主要用于制作演示文稿、产品介绍、培训资料等。幻灯片制作软件是制作演示文稿的重要工具，在商业演示、产品发布、会议演讲等场合，都需要使用演示文稿来展示信息和内容。通过幻灯片制作软件，用户可以轻松地创建、编辑和美化演示文稿。以 Microsoft PowerPoint 为例，它是一款常用的幻灯片制作软件，拥有广泛的应用基础。Microsoft PowerPoint 提供了丰富的模板、主题和设计工具，用户可以根据需要选择合适的模板，快速创建符合要求的演示文稿。同时，用户还可以通过插入图片、图表、视频等元素，丰富演示文稿的内容和表现形式。根据数据统计，全球约 80% 的企业和员工在日常工作中使用 Microsoft PowerPoint 制作演示文稿，充分表明 Microsoft PowerPoint 在幻灯片制作软件领域的市场占有率较高，是用户首选的工具之一。

此外，幻灯片制作软件还广泛应用于远程会议和在线教育领域。在

远程会议和在线教育中，演示文稿是一种重要的展示和交流工具。通过幻灯片制作软件，用户可以轻松地创建和分享演示文稿，与远程参与者或学生实时交流和互动，打破地域和时间的限制，使信息传递更加便捷和高效。

2.4 邮件收发软件的应用

邮件收发软件在办公室工作中不可或缺，是实现内部和外部沟通的重要工具之一。首先，邮件收发软件是实现快速、高效沟通的重要手段。在日常工作中，员工需要与同事、客户、供应商等进行频繁沟通，传递信息和文件。通过邮件收发软件，用户可以方便地发送和接收电子邮件，实现快速、准确的信息传递。邮件收发软件还支持发送附件、抄送、密送等功能，方便用户发送各种类型的文件和信息。其次，邮件收发软件具有存档和备份功能，方便用户管理和保存邮件。在日常工作中，用户会收到大量的邮件，需要对其进行分类、整理和存档。最后，随着移动办公的普及，邮件收发软件也在不断拓展其移动应用功能。通过移动设备上的邮件收发软件应用，用户可以随时随地接收和回复邮件，保持与同事、客户、供应商等的及时沟通，打破时间和地点的限制，使办公更加灵活和便捷。

2.5 文件管理软件的应用

文件管理软件在办公室工作中具有重要作用，它可以帮助用户高效地管理各类文件，提高工作效率。一方面，文件管理软件可以帮助用户建立有序的文件管理体系，在日常工作中，用户需要处理大量的文件，包括文档、图片、视频等各种类型。通过文件管理软件，用户可以创建文件

夹、子文件夹等结构，将不同类型的文件归类整理，使文件管理更加有序和规范。另一方面，文件管理软件支持文件的版本控制和权限管理，在日常工作中，用户在修改和更新同一份文件时，会导致出现多个版本。通过文件管理软件的版本控制功能，用户可以轻松跟踪和管理文件的版本历史，避免版本冲突和混乱。文件管理软件还支持权限管理功能，对不同用户设置不同的访问和编辑权限，保证文件的安全性和保密性，提高企业的信息安全管理水平。

3 计算机办公软件应用的注意事项

3.1 安全性问题

随着网络的普及，网络安全问题日益突出。在使用计算机办公软件时，企业应重视网络安全问题，采取有效的防护措施。

首先，应注意办公软件的安全性。办公软件作为一个平台，会面临网络攻击或恶意软件的威胁。因此，用户在选择办公软件时，应选择知名的品牌、可信的软件，不要下载并安装来历不明的软件。应定期更新软件，及时修复软件中存在的漏洞，确保软件的安全性。其次，应注意办公软件的数据安全。办公软件通常涉及大量的机密文件、个人信息和重要数据，泄漏这些数据会对企业和个人造成巨大损失。因此，用户应加强对数据的保护意识，如设置强密码、定期备份数据、限制对敏感文件的访问权限等。最后，应注意办公软件的病毒防护。计算机病毒是一种会传播和感染其他文件的恶意软件，

会导致计算机系统崩溃、文件损坏或数据丢失。用户在使用办公软件时，应及时更新病毒库，并进行病毒扫描和杀毒操作。谨慎打开陌生的邮件附件和下载未知来源的文件，避免感染病毒。

3.2 员工培训

在计算机办公软件应用中，员工培训是不可忽视的工作内容。办公软件的应用不仅需要员工具备一定的计算机操作基础，还需要员工掌握软件的具体功能和操作技巧，以提高工作效率。在日常工作中，许多员工只熟悉一些基本的计算机操作，对于办公软件的具体功能和操作技巧了解较少。通过培训，员工可以系统地学习办公软件的使用方法，掌握各种功能和操作技巧，提高自身的计算机操作水平，有助于员工更好地应对工作任务，提高工作效率。通过培训，员工可以培养主动性和创新意识，不断探索新的工作方法和技巧，提高工作效率和质量。此外，员工培训还有助于加强团队协作和沟通。在团队工作中，不同员工对办公软件的理解和应用水平存在差异，通过培训，员工可以相互交流和学习，促进知识的分享和传递，加强团队协作和沟通，有助于提高团队的整体工作效率和工作质量^[1]。

3.3 软件选型和定制

在计算机办公软件应用中，软件选型和定制是重要内容。不同的办公软件具有不同的功能和特点，适合不同的企业需求。企业应根据自身的工作流程、业务范围、人员规模等因素，选择适合的办公软件。企业还应考虑软件的扩展性和集成性，以满足未来业务发展的需求。如果企业需要定制化的办公软件，那么应注重软件的定制开发。定制化的办公软件能够更好地满足企业的特殊需求，提高工作效率。在定制开发过程中，企业应与软件开发商充分沟通，明确需求和期望，确保定制的软件能够满足实际工作需要。企业还应关注定制软件的后期维护和拓展，确保软件能根据企业发展进行相应优化。

此外，企业还应注重软件的更新和升级。随着技术的不断进步，办公软件的功能和性能也在不断更新和升级。企业应关注软件开发商的动态，及时更新和升级办公软件，以获得更好的使用体验和功能支持。

结语

计算机办公软件在办公室中的应用具有重要意义。通过提高工作效率、降低成本、加强沟通和协作等方面的优势，办公软件为企业的发展和管理带来了极大的便利。然而，企业在应用办公软件时，应注意安全性、员工培训以及软件选型和定制等问题。只有这样，才能更好地发挥计算机办公软件的效用，推动企业的发展和进步。^[2]

引用

[1] 林洋.计算机办公软件在办公室的运用分析[J].数字技术与应用,2023,41(11):69-71.
[2] 杜林.计算机办公软件在办公室的应用[J].黑龙江科学,2021,12(14):146-147.
[3] 龙斌.计算机办公软件的分析及应用[J].电子技术与软件工程,2021(5):46-47.

尖峰电价对用户用电习惯的影响

文◆国网市南供电公司 严瑞吉

引言

近年来，随着经济社会不断发展，电力需求迅猛增长，电力供需矛盾日益凸显，不断扩大的峰谷差已经严重影响电力系统的安全运行^[1]。同时，我国积极构建以新能源为主导的新型电力系统，尽管具有清洁环保的优点，但由于风、光资源的随机性和波动性较强，给电力系统实时平衡带来了艰巨的挑战^[2]。为了提高电力系统的可靠性，基于价格的需求响应（Price Based Demand Response, PBDR）这一重要调控手段在实践

中不断完善。

2021年7月，国家发展改革委提出，需要深入研究和完善分时电价机制，包括优化峰谷电价机制、建立尖峰电价机制、建立健全季节性电价机制^[3]，旨在通过分时价格的信号功能引导用户



【作者简介】严瑞吉（1999—），女，上海人，硕士研究生，研究方向：财务管理。

改变用电方式。

用户用电习惯的改变能够反映电价机制是否合理。不同行业的用户在调整用电习惯上的灵活性存在差异，尖峰电价对他们的影响程度也会不同。然而，现有研究主要集中在分时电价决策^[4]、峰谷分时时段划分^[5]、峰谷电价机制模型优化等方面^[6]，对用户侧响应行为的研究较少^[7]。目前尚未有研究关注不同行业用户在对尖峰电价政策响应上的差异。

本文基于电力价格弹性和电力交叉弹性理论，计算不同行业用户的夏季电价弹性矩阵，分析尖峰电价的实施对不同行业用户用电习惯产生的影响及影响程度，为理解尖峰电价政策在不同行业中的实施效果、电网企业负荷管理工作以及监管部门电价政策完善提供借鉴。

1 理论基础

1.1 尖峰电价政策

尖峰电价是 2021 年国家发

展改革委为了深化对分时电价机制的运行，激励用户“削峰填谷”而制定的一项政策。由于电能不像其他商品那样大规模存储，为尽可能保证供需双方的实时平衡、维持电力系统的可靠运行，国家发展改革委制定了分时电价政策（Time-of-Use, TOU）。通过设立峰、平、谷时的电价差引导需求侧调节用电习惯。尖峰电价是在此基础上，针对“一般工商业及其他两部制”和“大工业两部制”用户在夏季（7 月、8 月）和冬季（1 月、12 月）尖峰时段用电进一步实行的价格引导。新版尖峰电价与旧版分时电价（夏季）的时段与价格的对比如图 1 所示。

夏季新增的尖峰时段电价在高峰段电价基础上上浮了 25%，而高峰电价在平时段电价基础上上浮了 80%。因此，尖峰电价执行后，12:00–14:00 时段的电价相较于执行前平均涨幅为 85%。

1.2 价格弹性与交叉弹性理论

在微观经济学中，需求价格弹性度量了消费者需求对价格变动反应的敏感性，其准确的定义是“需求量变动的百分比除以价格变动的百分比”^[8]。弹性的计算中，通常采用两个价格的平均数 $(P_1+P_2)/2$ 代替单一的价格 $(P_1$ 或 $P_2)$ 作为弹性公式的分母。因此，式（1）所示为弹性的基础计算公式。

$$E_d = \frac{\Delta Q}{(Q_1+Q_2)/2} \div \frac{\Delta P}{(P_1+P_2)/2} \tag{1}$$

其中， Q_1 和 P_1 表示初始的需求量和价格，而 Q_2 和 P_2 表示变化后的需求量和价格。当商品的价格弹性较大时（富有弹性时），表示消费者对商品的需求对价格变动的反应较强；反之亦然。另外，具有替代品的商品一般比不具有替代品的商品的弹性更大。

电力是典型的必需品，其弹性较小。但需要特别指出的是，考虑到分时电价的存在，尖峰、峰时、平时及谷时的电力需求存在“替代效

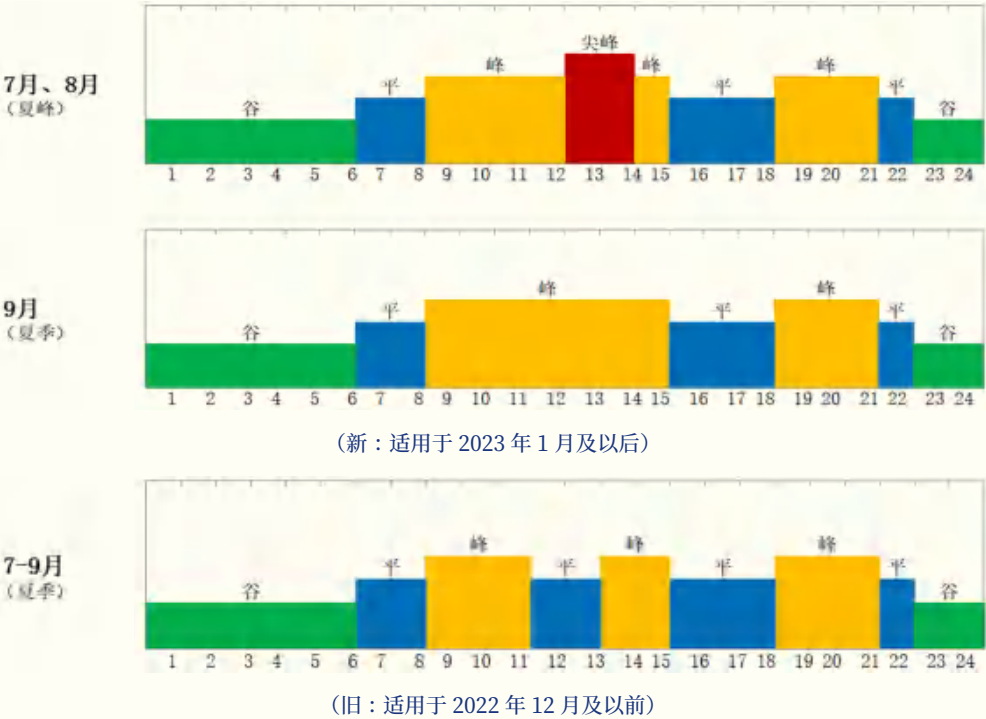


图 1 新版尖峰电价与旧版分时电价的时段与价格对比（夏季）

应”^[9]，即不同价格时段的电力为彼此的替代品，弹性较大，所以可以通过价格机制在一定程度上取得“削峰填谷”的效果。

1.3 电力的交叉弹性系数

弹性系数分为自弹性系数和交叉弹性系数两类。自弹性系数代表商品*i*自身的价格对自身的需求量的影响程度；交叉弹性系数代表商品*i*的需求量受其他商品*j*的价格的影响程度。式（2）为交叉弹性系数的计算公式。

$$E_{ij} = \frac{\Delta Q_i / Q_i}{\Delta P_j / P_j} \quad (i \neq j) \quad (2)$$

在执行分时电价的情况下，不同时段电力可被视为不同的商品。此时，式（2）中的*i*与*j*便用于代表不同的时间段， E_{ij} 表示*j*时段的电价变化对*i*时段内用户用电需求量的影响。

1.4 电力的电价弹性矩阵

在式（2）的基础上，若将一天的用电时段划分为*n*个（可划分为尖峰、高峰、平时、谷时，*n*=4），可构建*n*维负荷电价弹性矩阵*E*。式（3）所示为四维负荷电价弹性矩阵。

$$E = \begin{bmatrix} e_{尖尖} & e_{尖高} & e_{尖平} & e_{尖谷} \\ e_{高尖} & e_{高高} & e_{高平} & e_{高谷} \\ e_{平尖} & e_{平高} & e_{平平} & e_{平谷} \\ e_{谷尖} & e_{谷高} & e_{谷平} & e_{谷谷} \end{bmatrix} \quad (3)$$

需求负荷可以划分为刚性负荷和柔性负荷⁶。刚性负荷仅能在单一时间段内作出响应，其交叉弹性系数为0，在极端情况下的纯刚性负荷用户的电价弹性矩阵中，只有对角元素是非零的⁶。柔性负荷可在特定的时间范围内转移，从而实现多个时间段内的响应，需求负荷柔性越强，可供转移的时间范围（Distance, *D*）越大，矩阵中的非零元素越多⁶，代表着某时段（尖/高/平/谷）的电价可以影响用户用电量的时间范围越大。例如，*D*=2时，用户的电价弹性矩阵如式（4）所示。

$$E = \begin{bmatrix} e_{尖尖} & e_{尖高} & 0 & 0 \\ e_{高尖} & e_{高高} & e_{高平} & 0 \\ 0 & e_{平高} & e_{平平} & e_{平谷} \\ 0 & 0 & e_{谷平} & e_{谷谷} \end{bmatrix} \quad (4)$$

由于实际情况下，用户需使用多种需求负荷不同的用电设备，几乎不可能出现纯刚性的用电结构，因此矩阵中基本不会出现为零的弹性，但可以将其与“0”比较来判断负荷的刚柔性，借以评价价格机制对用户用电习惯作用的大小。

2 数据处理及评价标准

2.1 数据处理

本文所用数据涵盖了2022年7月、2022年8月、2023年7月、2023年8月期间所有两部制用户的电能示值。每户每日以15分钟为单位，共采集数据96条。

为便于与现行时段划分进行对比，本文在数据处理时以小时为单位，将每4个点采集的示值相减，并乘以电表倍率，得到每小时的用电量。对于数据采集失败的时段，使用python调用线性插值函数进行批量补充。为保证2022年与2023年结果的可比性，本文根据户号将2022年至2023年期间销户和新增的用户从样本中剔除，并将剩余样本按行业分类（不包括农林牧渔业，其不适用尖峰电价）。为消除经济复苏、用户增容等因素导致的行业总用电量变化对研究结果的影响，将行业基准年的各时段用电量乘以比率，确保同行业内的总用电量在基准年与分析年保持一致。

2.2 评价标准

本文构建的矩阵中，元素从左至右依次为*E*_{谷尖}、*E*_{平₁尖}、*E*_{峰₁尖}、*E*_{尖尖}、*E*_{峰₂尖}、*E*_{平₂尖}、*E*_{峰₃尖}、*E*_{平₃尖}。这些元素代表尖峰时段（12:00–14:00）的电价*P*上浮85%时，各时段用电量*Q*受到的影响。其中，*E*_{尖尖}为自弹性，其余均为交叉弹性。弹性矩阵每个元素对

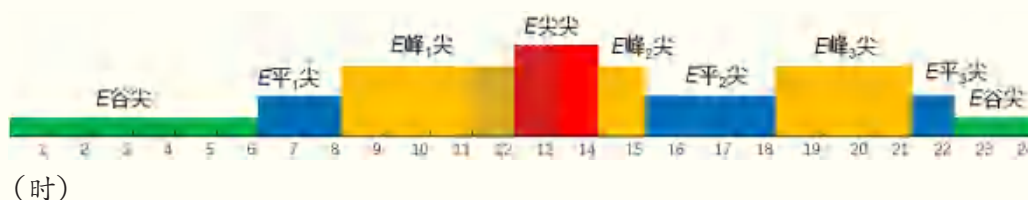


图2 电价弹性矩阵内各元素对应的时间段

应的时间段如图 2 所示。

基于弹性相关理论，本文对计算出的弹性矩阵评价标准如下。第一，矩阵中的交叉弹性系数大于 0 时，说明尖峰电价使该时段的用电量上涨；交叉弹性系数小于 0 时，说明尖峰电价使该时段的用电量下降。第二，矩阵中弹性系数的绝对值越大，说明用电量受尖峰电价的影响越大。第三，矩阵中大于 0 元素的出现位置越靠近两侧，说明该行业用电负荷可转移距离越长。

3 算例分析

3.1 受尖峰电价影响不明显的算例：工业

工业用户 7 月和 8 月电价弹

性矩阵表达式如下。

$$\begin{aligned} E_{7月} &= \begin{bmatrix} 0.001 & -0.076 & 0.016 & 0.017 & 0.021 & 0.027 & -0.021 & -0.031 \end{bmatrix} \\ E_{8月} &= \begin{bmatrix} -0.007 & -0.033 & 0.007 & -0.002 & 0.005 & 0.010 & 0.001 & 0.042 \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{5}$$

7 月工业用户在尖峰时段表现出轻微正弹性（0.017），说明尽管该时段电价增长，工业用电量仍然有所增加，同时意味着尖峰电价推出首月几乎未对工业用户的用电产生调节效果。8 月工业用户 E 尖尖为 -0.002，小于 0，说明行业开始对尖峰电价有所响应，略微减少了该时段的用电量。

工业行业的两个电价弹性矩阵内，接近半数的元素绝对值都小于 0.01，表明电价政策对工业的用电习惯的影响微乎其微。此外，矩阵中大于 0 的弹性主要集中在接近矩阵中央 E 尖尖的位置，表明工业用电负荷可转移时段较短。这是由于工业生产通常依赖于连续稳定的电力供应，许多工业流程不能轻易中断或调整，反映出工业极高的用电刚性。

3.2 受尖峰电价影响明显的算例：批发和零售业

式（6）所示为批发和零售业用户 7 月及 8 月电价弹性矩阵。

$$\begin{aligned} E_{7月} &= \begin{bmatrix} 0.262 & -0.149 & -0.190 & -0.291 & -0.096 & 0.008 & 0.015 & 0.291 \end{bmatrix} \\ E_{8月} &= \begin{bmatrix} 0.250 & -0.107 & -0.166 & -0.282 & -0.114 & 0.003 & -0.014 & 0.264 \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{6}$$

7 月批发和零售业的 E 尖尖为 -0.291，表现出较强的负弹性。在矩

表 1 十大行业 7 月弹性矩阵

	E 谷尖	E 平 ₁ 尖	E 峰 ₁ 尖	E 尖尖	E 峰 ₂ 尖	E 平 ₂ 尖	E 峰 ₃ 尖	E 平 ₃ 尖
工业	0.001	-0.076	0.016	0.017	0.021	0.027	-0.021	-0.031
建筑业	0.009	-0.070	0.006	0.008	-0.055	-0.014	0.036	0.058
交通运输、仓储和邮政业	-0.070	-0.031	0.018	0.143	-0.015	0.080	-0.011	-0.148
信息传输、软件和信息技术服务业	-0.002	-0.101	-0.024	0.010	-0.003	0.012	0.068	0.052
批发和零售业	0.262	-0.149	-0.190	-0.291	-0.096	0.008	0.015	0.291
住宿和餐饮业	0.199	0.132	-0.081	-0.154	-0.144	-0.120	-0.003	0.097
金融业	0.233	0.127	-0.113	-0.174	-0.186	-0.133	0.120	0.183
房地产业	0.152	-0.112	-0.081	-0.080	-0.066	0.000	0.055	0.084
租赁和商务服务业	0.146	-0.055	-0.081	-0.083	-0.077	-0.034	0.056	0.166
公共服务及管理组织	0.004	0.022	0.005	-0.024	-0.029	0.000	0.008	-0.015

表 2 十大行业 8 月弹性矩阵

	E 谷尖	E 平 ₁ 尖	E 峰 ₁ 尖	E 尖尖	E 峰 ₂ 尖	E 平 ₂ 尖	E 峰 ₃ 尖	E 平 ₃ 尖
工业	-0.007	-0.033	0.007	-0.002	0.005	0.010	0.001	0.042
建筑业	-0.081	-0.101	0.063	0.079	0.040	0.014	0.002	0.025
交通运输、仓储和邮政业	-0.053	0.048	-0.063	0.026	0.045	0.071	0.060	0.008
信息传输、软件和信息技术服务业	0.034	-0.066	-0.044	-0.025	-0.051	-0.027	0.072	0.065
批发和零售业	0.250	-0.107	-0.166	-0.282	-0.114	0.003	-0.014	0.264
住宿和餐饮业	0.169	0.057	-0.086	-0.135	-0.137	-0.092	0.030	0.116
金融业	0.295	0.122	-0.143	-0.201	-0.211	-0.148	0.143	0.216
房地产业	0.154	-0.036	-0.059	-0.087	-0.074	-0.012	0.026	0.048
租赁和商务服务业	0.106	-0.045	-0.062	-0.066	-0.067	-0.031	0.062	0.133
公共服务及管理组织	0.005	0.048	0.009	-0.034	-0.037	-0.016	0.009	0.007

阵中央电价 P 相对较高的峰₁时、峰₂时,弹性同样小于0;而在矩阵两端电价 P 相对较低的谷时、平₁时、平₃时,弹性则大于0。这表明尖峰电价对批发和零售业的用电习惯起到了较明显的“削峰填谷”作用。8月批发和零售业的弹性与7月类似。

与工业相比,批发和零售业弹性的绝对值明显较大,显示出其用电习惯更易受尖峰电价的影响。行业的正弹性主要出现在距离尖峰较远的谷时、平₁时、平₃,而非接近尖峰但电价较高的峰₁时、峰₂时、峰₃时。这一现象的出现主要因为批发和零售业相对容易调整运营时间以适应电价变化,展现出行业很强的用电柔性。

3.3 十大行业夏季弹性矩阵对比分析

以同样的方式计算剩余行业的夏季电价弹性矩阵,十大行业7月和8月弹性矩阵如表1、表2所示。

基于价格弹性理论、交叉弹性理论以及所述评价标准,比较分析适用尖峰电价政策的行业弹性。十大行业的用电习惯受尖峰电价的影响情况对比如下。

第一,从 E 尖尖与0的大小关系来看,7月尖峰电价未降低工业、建筑业、交通运输、仓储和邮政业以及信息传输、软件和信息技术服务业的尖峰用电量,主要因为行业对尖峰政策的响应有所延迟。8月尖峰电价仍未降低建筑业以及交通运输、仓储和邮政业的尖峰用电量。除上述行业外,其余行业在7月和8月电价弹性矩阵的 E 尖尖均小于0,表明这些行业减少了尖峰时段用电。

第二,从弹性系数的绝对值大小来看,十大行业受尖峰电价影响程度从大到小依次为批发和零售业、住宿和餐饮业、金融业、房地产业、租赁和商务服务业、公共服务业和管理组织、交通运输、仓储和邮政业、工业、建筑业以及信息传输、软件和信息技术服务业。行业 n 的弹性系数绝对值越大,其排序越靠前,意味着在尖峰电价 P 变化幅度相同时,该行业各时段用电量 Q 变化的幅度越大。

第三,从矩阵中大于0的弹性系数出现的位置来看,十大行业的尖峰用电负荷转移长度 D 可划分为3个等级。用电柔性最强的第一级包括批发和零售业、餐饮和住宿业、金融业、租赁和商务服务业,它们的正弹性的出现位置距离 E 尖尖最远;用电柔性一般的第二级包括房地产业以及信息传输、软件和信息技术服务业,它们的正弹性出现位置离 E 尖尖较近;用电柔性最弱的第三级包括工业、建筑业、公共服务业和管理组织以及交通运输、仓储和邮政业,它们的正弹性紧挨 E 尖尖两侧的高峰出现,甚至部分矩阵的 E 尖尖为正,说明这些行业尖峰时段的用电需求可转移距离 D 非常短,甚至大量用电需求无法转移。

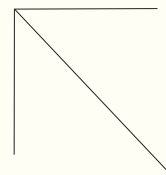
结语

鉴于电力供需矛盾加剧及新型电力系统转型带来的挑战,本文聚焦于尖峰电价机制这一关键调控策略,基于电力价格弹性和交叉弹性理论,对比分析了尖峰电价在促进不同行业用户用电行为转变中的作用与效果。对电网企业而言,本研究有助于其更准确地理解并量化不同行业对尖峰电价的敏感性和适应性,更精准地识别敏感度高、调整能力强的

行业用户,有效部署需求响应计划,确保电力系统的稳定与高效运行。对监管部门而言,本研究有助于其针对性地调整和完善电价政策,促进电力市场的健康可持续发展。^[8]

引用

- [1] 欧华钰.需求响应背景下分时电价研究综述[J].电气开关,2023,61(5):6-11+17.
- [2] 司荣国,贾艳刚,曹东,等.新能源消纳关键因素分析及解决措施研究[J].节能与环保,2019(10):86-87.
- [3] 国家发展改革委.国家发展改革委关于进一步完善分时电价机制的通知[EB/OL].(2021-07-26)[2022-06-17].
- [4] 赵爽,林铮,付娅璐,等.考虑电力用户响应特性的分时电价规划研究[J].电力科学与工程,2022,38(8):56-62.
- [5] 何英静,叶泽,魏文.考虑用户需求价格弹性的峰谷分时电价时段划分研究[J].价格月刊,2022(12):1-9.
- [6] 李建华,周灵刚.面向需求响应的峰谷分时定价策略量化研究[J].浙江电力,2020,39(12):58-64.
- [7] 李昭昱,艾芊.分时电价下居民用户用电需求响应估计方法[J].电力自动化设备,2023,43(10):121-127.
- [8] 张昕竹,刘自敏.分时与阶梯混合定价下的居民电力需求——基于DCC模型的分析[J].经济研究,2015,50(3):146-158.
- [9] 黄海新,邓丽,文峰,等.基于实时电价的用户用电响应行为研究[J].电力建设,2016,37(2):63-68.



基于 Unity 引擎的 AR 游戏开发

文 ◆ 郑州经贸学院 张懋楠 王珂
郑州航空港区实验小学 李佩凌

引言

随着科技的快速发展，增强现实（AR）技术已经逐渐渗透到人们的生活中，尤其在游戏行业，AR 技术的应用为玩家带来了全新的体验。Unity 作为一款强大的跨平台游戏开发工具，其丰富的功能和工具使得基于 Unity 引擎的 AR 游戏开发变得更加便捷和高效。

近年来，中国电影市场也取得了长足的发展，动画电影《哪吒之魔童降世》以其独特的主题和深邃的内涵赢得了广大观众的喜爱。哪吒顽劣调皮、敢与命运抗争的形象深入人心，为 AR 游戏的设计提供了丰富的素材和灵感。

本文基于 Unity 引擎和增强现实（AR）技术，以电影《哪吒之魔童降世》中敢与命运抗争的哪吒为主题，设计并实现了一款 AR 游戏。首先采用 3ds Max 进行人物建模，然后通过 Mixamo 平台完成骨骼绑定及动画制作，最后在 Unity 引擎中，结合 Vuforia SDK 实现了 AR 效果。为玩家提供一种勇于拼搏的游戏体验，增加游戏的趣味性和挑战性。

1 相关技术简介

1.1 增强现实技术

增强现实（Augmented Reality，简称 AR）技术，是一种将虚拟信息（图片、视频、声音等）与真实世界巧妙融合的技术，可以利用现代信息技术将原本在现实世界较难直接体验的实体信息进行处理，并将虚拟信息叠加到真实世界中，为用户带来超越现实的感官体验^[1]。通过光电显示、交互、计算机图形和可视化等技术，该技术能够构建三维虚拟对象。当用户和系统交互时，标识物会被识别，虚拟对象会被准确地“放置”在真实环境中，用户通过显示设备能够看到虚拟对象与真实环境融为一体，仿佛虚拟事物是周围真实环境的一部分。AR 技术利用实时头部跟踪等技术，将计算机生成的虚拟景物或数字信息叠加到真实世界的画面中，从而扩展用户对真实世界的认知。其核心技术包括三维注册、虚实融合、实时交互等^[2]。AR 技术能够使用户置身于虚拟与现实世界的交织中，为玩家提供更加丰富的游戏内容和广阔的探索空间。

1.2 Vuforia 插件

Vuforia 是一款将现实世界物体转变为互动体验的增强现实技术平台，支持 iOS、Android 和 Unity3D 平台，能够将虚拟的 3D 物体渲染到移动设备的显示屏上，并与摄像头捕捉的真实世界融合在一起^[3]。此外，Vuforia 还可以识别和跟踪具有特定 RGB 值的视频区域，并为这些区域添加透明度，便于开发者在现实世界中创建虚拟对象。

1.3 3ds Max 建模软件

3ds Max 是一款基于 PC 系统的三维动画渲染和制作软件，具备时间配置、关键帧以及轨迹视图编辑功能，可以制作高质量的三维模型和不同类型的动画^[4]。

1.4 Mixamo 人物动画制作平台

Mixamo 是一个基于 web 的在线 3D 动画制作平台，拥有庞大的模型库和角色动作库，用户不仅可以从中选择合适的模型和动作，还可以上传自己的模型进行创作。

1.5 Unity 引擎

Unity 是一款由 Unity Technologies 开发的跨平台 2D、3D 游戏引擎，

【作者简介】张懋楠（1989—），男，河南洛阳人，硕士，助教，研究方向：虚拟现实。

可用于创作实时互动的 2D、3D 内容。Unity 支持 PC、手机、游戏主机、平板电脑、增强（虚拟）现实设备等，开发者可以在平台上构建各种 AR 和 VR 互动体验。

Unity3D 作为一款强大的游戏引擎，其突出的特点与功能包括跨平台性，支持多种操作系统和设备；强大的图形渲染能力，可以创建高质量的 3D 场景和角色；丰富的开发工具和组件，便于快速构建各类游戏；支持 C#、Java、Python 等多种编程语言和开发工具。

2 游戏策划

承载着中华民族经典文化记忆的哪吒，是一个深受大众喜爱的文学形象，具有丰富的文化内涵与无穷的精神魅力。动画电影《哪吒之魔童降世》（2019 年上映）的核心主题是人与命运的抗争。影片中的哪吒阴差阳错变成了魔丸，身为“魔童”，他从一个英勇少年变成了“问题儿童”，并爆发了“我命由我不由天”的呐喊^[5]。面对众人的偏见，哪吒毅然选择与命运抗争，最终与敖丙联手共抗天劫，为百姓除害^[6]。敢与命运抗争的哪吒是绝大多数普通人为改变命运而努力奋斗的真实写照。AR 游戏《斗舞》以敢与命运抗争的哪吒为主题进行角色设计，玩家可以通过 AR 技术在真实环境中与其他虚拟角色进行比拼，从而体悟敢与命运抗争的拼搏精神。

3 《斗舞》游戏实现

3.1 三维角色建模

丑萌丑萌的哪吒身材矮小但肌肉结实有力，双发髻、齐刘海、黑眼圈、红肚兜、光脚丫是其标志性特征。哪吒的头发常常被扎成两个朝天的丸子状发髻，并系着红色长头绳，颈部还戴着乾坤圈^[7]。用 3ds Max 软件进行角色建模，将顽劣又调皮的哪吒塑造得栩栩如生。

3.2 骨骼与动画制作

使用 Mixamo 进行骨骼与动画制作。

（1）使用注册的 Adobe 账号登录 Mixamo 平台。

（2）点击“Upload Character”按钮，将从 3ds Max 中导出的 FBX

格式模型上传至 Mixamo 平台（Mixamo 支持 FBX、OBJ 和 ZIP 等格式）。

（3）待模型上传成功后，手动拖拽不同颜色的圆圈，选择对应的关节位置进行人物骨骼绑定（见图 1）。

（4）人物骨骼绑定成功后，从 Mixamo 的动画库中选择适合角色的动画，如行走、跑步、跳跃等各种动作。

（5）调整完动画后，可以预览动画效果。如果满意，点击“Download”按钮下载动画。下载的动画文件通常是 FBX 格式，可以直接导入到 3D 软件和游戏引擎中进行使用。

3.3 Vuforia 插件配置

Vuforia 可以识别多种类型的物体——图像、三维物体和环境。本文主要以图像识别为例进行游戏开发。

将 Unity 导入 Vuforia 步骤如下。

（1）Unity → Windows → Asset Store，搜索 vuforia engine，添加到我的资源中。

（2）打开 package Manager，导入工程中，或者在 vuforia engine 官网下载的 Unity 包导入。

（3）观察在 GameObject 菜单栏下是否有 vuforia engine 选项，或者在 Hierarchy 面板鼠标右键菜单下是否有 vuforia engine 选项。有则表示导入成功，反之则表示导入失败。

在 Unity 中使用 Vuforia 方法如下。

（1）登录 Vuforia 官网注册账号。

（2）获取许可证。

（3）创建识别用数据库。

（4）下载数据库并导入 Unity。

（5）填写 Key。在项目中找到



图 1 骨骼绑定

到 VuforiaConfiguration 文件，粘贴到指定位置。

3.4 Unity 开始界面的制作

在 Unity 中制作游戏开始界面，主要涉及 UI（用户界面）的设计和脚本的编写。本文使用 UGUI 系统进行 UI 界面的制作。

（1）界面布局设计。

打开 Unity 并创建一个新的 UI Canvas。UI Canvas 是 UI 元素（如按钮、文本等）的容器。在 Canvas 下添加所需的 UI 元素，如背景图片、标题文本、开始按钮、设置按钮等。调整 UI 元素的大小、位置和层级关系，确保 UI 元素在界面上的布局合理且美观。

（2）UI 元素美化。

为 UI 元素选择合适的颜色和字体，使其符合游戏的整体风格。为按钮添加图标或图片，提高用户的辨识度。

（3）交互功能实现。

为进入舞场按钮添加点击事件监听器。当用户点击该按钮时，执行跳转到游戏主场景或执行其他初始化操作。此外，为设置按钮添加类似的功能，便于用户调整游戏设置。

（4）脚本编写。

在 Unity 中创建一个新的 C# 脚本，用于控制开始界面的逻辑。在脚本中编写代码，实现 UI 元素的显示和隐藏、按钮的点击事件处理等功能。通过 Unity 的 UI 系统提供的 API 操作 UI 元素，如设置文本内容、改变按钮状态等。

3.5 游戏场景搭建

创建 AR 场景：在 Unity 中创建一个新的场景，并选择 AR 相机作为主摄像机。AR 相机会通过设备的摄像头捕捉现实场景，并渲染虚拟内容。

设计虚拟内容：根据需求分

析，在 AR 场景中设计虚拟内容，包括 3D 模型、特效、动画等。

添加虚拟交互功能：使用 VirtualButton 为场景添加虚拟按钮，实现交互效果。VirtualButton（虚拟按钮）在增强现实（AR）和虚拟现实（VR）应用中扮演着重要角色，允许用户在现实或虚拟环境中与图像或模型进行交互。用户可以在现实世界中触摸（通过 AR 设备或传感器），以触发一个动作的“热点”达到交互效果。

3.6 游戏运行效果

本文基于 Unity 引擎和 AR 技术，以《哪吒之魔童降世》中的哪吒为主题，设计并实现了一款 AR 游戏，运行效果如图 2 所示。

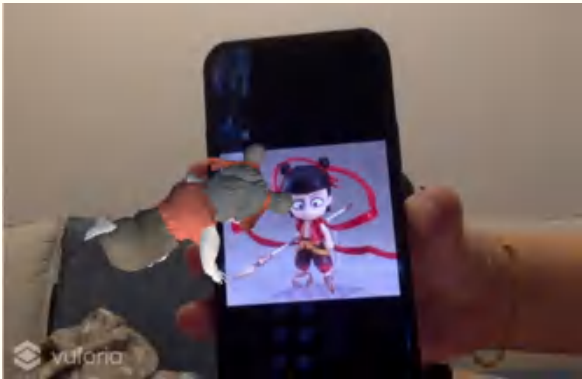


图 2 哪吒斗舞

结语

增强现实技术利用摄像头和传感器为用户带来虚实结合的强烈沉浸式体验，营造出身临其境的奇妙感受，实现了虚拟与现实的巧妙结合。《哪吒之魔童降世》中曾与世为敌、历经坎坷的哪吒，实则是大多数普通人的真实写照。基于 Unity 引擎和 AR 技术，以敢与命运抗争的哪吒为主题进行角色设计，运用 Unity 引擎的强大功能与 AR 虚拟信息与真实世界巧妙融合的技术，将“我命由我不由天”、努力拼搏、敢与命运抗争，同时又不失顽劣与调皮的哪吒生动地展示在游戏中，寓教于乐，使玩家在游戏中体悟努力进取、顽强拼搏、永不服输的民族精神。此项目将现代科技与中国传统文化有机结合，探索了游戏开发的新思路。

引用

[1] 徐永先,陈春先.增强现实技术的软硬件研究[J].机电产品开发与创新, 2024, 37(2):211-213.

[2] 张桢.增强现实技术和产业发展现状及趋势展望[J].新材料产业,2021(3):41-44.

[3] 王冬,夏乙,李伟,等.基于Vuforia的移动增强现实应用开发[J].重庆航天职业技术学院学报,2015(1):51-56.

[4] 高晓宇,李俊,李静.基于3DS Max在关键帧动画中的应用研究[J].电脑编程技巧与维护,2023(10):144-147.

[5] 路乔.动画电影中哪吒形象的流变研究[J].艺术科技,2023(16):110-112.

[6] 范红锐.妥协与抗争:精神分析视角下电影《哪吒之魔童降世》的人物形象解读[J].西部广播电视,2023 (2):108-110.

[7] 朱仪德.爱能打破一切成见[J].天风,2019(10):38-39.

数字政府

Digital Government

加强数字政府建设是建设网络强国、数字中国的基础性和先导性工程，是推进国家治理体系和治理能力现代化的重要举措。改革开放以来，我国政府信息化建设实现了从起步阶段到快速发展的跨越，数字政府建设的技术基础日益雄厚。进入 21 世纪以来，党和国家高度重视数字政府建设，先后出台了一系列相关政策文件，包括《国家信息化领导小组关于我国电子政务建设指导意见》《国家电子政务总体框架》《关于加快推进全国一体化在线政务服务平台建设的指导意见》《关于加强数字政府建设的指导意见》《数字中国建设整体布局规划》等。这些政策文件为全方位推进我国数字政府高质量建设提供了政策保障和实践指引。

数字政府高质量建设协同推进了数字经济、数字社会、数字生态以及数字公民的体系化发展，有效引导了地方政务服务改革。实践表明，全方位推进数字政府建设，有利于促进经济社会的可持续发展和转型升级。一方面，数字技术可以显著提升政府服务经济社会的能力，为企业创新发展、社会文明进步以及全民安全有序等方面提供智慧化支持；另一方面，数字技术高效应用的价值将在未来产业发展、人才培育、乡村振兴以及智慧城市建设中全面显现。

基于深度学习的农村公路 车载式路况图像识别巡检方法*

文◆陕西省交通规划设计研究院有限公司 边国兴 李 頔 崔思颖 侯 颖
贵州宽凳智云科技有限公司北京分公司 王文超

引言

本文针对陕西省的农村公路条件，积极探索农村公路道路病害智能化识别与评价的新方法。通过理论分析、现场实践等手段，重点研究基于深度学习网络模型的病害识别与定位、病害评价体系，为高效、便捷、低价的应用于农村公路养护的车载式路况图像识别巡检方法提供科学依据。

1 项目背景

农村公路的技术状况与行车环境和人民的生活息息相关。农村公路从修建完成就开始运营，在连续的交通荷载作用下，农村公路长期超负荷运转。部分公路的实际交通流量与荷载远超过设计指标，使其受到严重损害。此外，公路自身的结构材料也会随时间的推移发生变化，在生命周期内其结构状态和技术状态会逐渐老化，从而增加运行时发生交通安全问题的风险，给国家财产安全和人民生活带来了巨大的损失。

目前，农村公路日常巡查养

护大多还处在人工巡查阶段，具有体量大、检测养护需求高、养护资金短缺等特点。以陕西省为例，农村道路巡查主要以人工为主，人工巡查方式的有效性、结果的真实性和完整性都难以得到保障，非结构化的数据难以充分利用，无法推动农村道路精细化管理。同时，人工巡查还存在速度慢、效率低、安全隐患等问题。尽管进口大型检测设备可以准确完整地检测道路技术状况，但使用成本高、周期长、数据处理时间长，难以满足陕西省大体量中低等级道路的检测需求^[1]。

2020年8月，交通运输部发布《关于推动交通运输领域新型基础设施建设的指导意见》，要求推动智慧公路的先进信息技术应用，逐步提升公路基础设施规划、设计、建造、养护、运行管理等全要素、全周期数字化水平。

为了响应交通运输部、财政部相关文件，推动交通基础设施数字转型升级，实现从传统管理向现代化养护转型，农村公路急需高效率、自动化、低成本的检测系统。尽管国内检测设备与系统的研发层出不穷，但针对农村公路的自动化检测设备与高速公路等高等级公路的检测有所不同。农村公路路面关键技术指标包括路面破损与平整度，选用低成本、针对性较强的硬件设备，配合先进的深度学习等算法，实现对农村公路技术状况指标的高效自动化检测，更符合农村公路的检测需求。然而，目前这方面的研究落地应用较少，且算法的训练地域差异明显。因此，研发一套针对陕西省内农村公路自动化检测设备、深度学习网络以及病害计量标定方法具有重要的研究意义。

2 国内外研究现状

国内外道路检测技术的发展经历了从人工检测、半自动检测到智能无损检测。目前，自动化无损检测的优势在于能够集成破损、平整度、抗滑性能、车辙等多种检测功能于检测系统中，实现非接触、自动化、

*【基金项目】单位立项科研项目“陕西省农村公路自动化检测评估计量测试系统与装置研究”（KYXM-SJY202308010）

【作者简介】边国兴（1994—），男，陕西咸阳人，硕士，研究方向：智慧交通、数字交通。

【通讯作者】李頔（1994—），男，陕西西安人，博士，研究方向：智慧交通、数字交通。

智能化的高速检测^[2]。

国外的道路多功能智能检测系统起步较早，检测技术已相对成熟。2007 年以前，国内的道路多功能检测设备主要依赖进口，其中国外知名的系统包括澳大利亚的 Hawkeye 检测系统、加拿大的 ARAN 系统、瑞典的 PAVUE 系统以及美国的 PathRunner。近年来，国内的多功能道路检测系统快速发展，且进入商业化应用阶段，如中公高科研发的 CiCS 路面检测车^[3]、武大卓越科技有限责任公司研发的 ZOYOM-RTM 多功能路况检测系统以及清华大学周游佳等人研发的三维道路综合检测车等^[4]。

目前，国内外的道路综合检测系统研发已相对成熟，以二维图像信息检测路面破损信息，以激光测距仪与加速度计检测断面信息，可以实现高精度、自动化路面技术指标检测，但道路综合检测系统集成的一部分功能在农村公路技术评定中没有要求，其高昂的检测成本与后期处理周期不适用于农村公路检测。同时国内道路病害智能巡检应用还比较少，多处于应用推广起步阶段。典型产品如上海智能交通有限公司的路测宝、腾讯的道路病害巡检系统以及北京觉非科技的道路资产数字化及智能巡检系统，价格高，病害识别准确率水平不够稳定，没有与前沿算法相结合，检测效率与成本不满足农村公路检测的需求。虽然道路病害智能巡检系统已经实现了落地应用，但应用案例较少，存在问题较多。

3 技术路线

本文利用较为成熟的车载传感器，包含前视 500 万超高清摄像头、厘米级高精度北斗定位模块、5G 模块、后视双目 1000 万超高清摄像头、补光灯、车载边缘计算器，采集农村公路附带精确定位的道路高清晰度照片，应用深度学习模型等新兴技术对大量数据进行处理与学习，成功研发出一套能够高效、便捷、低价的应用于农村公路养护的道路病害智能巡检方法。

基于视觉的路面病害检测方案，主要包括数据采集、路面三维重建、识别正射图的生成、病害的识别与定位以及病害评价体系 5 个步骤（见图 1）。

4 技术要点

4.1 路面三维重建

本文采用的三维重建技术为 SFM（structure from motion）^[5]，包括图像特征点提取技术、图像特征点匹配技术、全局位姿优化与局部点云

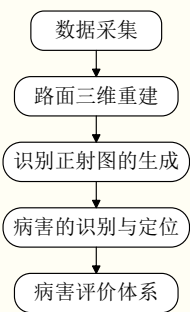


图 1 基于视觉的路面病害检测方案

生成、稠密点云、点云噪声过滤等步骤。图像特征点匹配主要依赖特征点的描述子。图像特征点提取和匹配网络 SuperPoint 如图 2 所示。基于该网络，可以同时得到特征点以及对应的描述子信息，通过描述子的相似性，可以进一步得到匹配的特征点。

基于匹配的特征点，采用三角法可以确定像素点对应的空间位置信息。利用已经计算的空间位置信息，通过 pnp 算法，可以进一步纠正图像的位姿。随着图像的不断增加，能够初步得到完整的空间信息与图像位置。然而，随着图像的不断累积，测量误差会不断累积。针对这种情况，采用 BA（Bundle adjustment）进行全局优化，包括同时优化相机位姿（运动参数）与测量的稀疏点云信息（见图 3）。

经过 BA 的全局优化后，得到了比较精准的相机位置信息和空间几何信息。精准的相机位姿信息是计算稠密点云的基础。

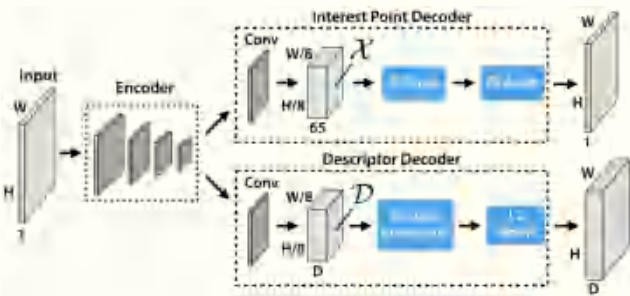


图 2 图像特征点提取和匹配网络 SuperPoint

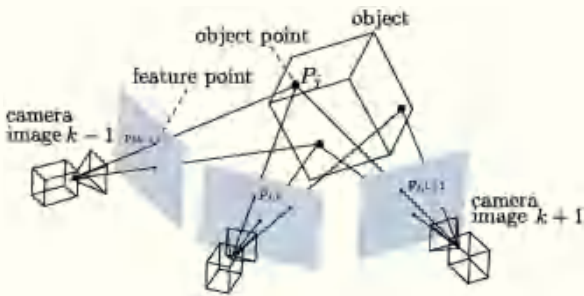


图 3 SFM 参数优化（Bundle adjustment）

稠密点云的计算涉及多个步骤。首先，计算每一个图像的深度图，根据各个像素的 RGB 信息和空间位置关系，进行像素纹理信息和空间位置的融合，得到最终的稠密点云信息。稠密点云既包括点的空间位置信息，也包括点与图像融合的纹理信息。一旦得到稠密点云信息，就相当于构建了地面的三维空间模型。针对局部路段生成路面点云模型，可直观地展示路面的高程变化情况。对于车辙、沉陷等在路面正射图上不易分辨的路面病害，可利用点云视图进行判定。路面三维点云模型如图 4 所示，路面的每一点均有高程值，测量对应的高程差即可计算出病害的深度值。

4.2 识别正射图生成

运用三维重建技术得到地面模型后，可以进一步生成识别正射图。识别正射图的每一个像素都对应着唯一的空间位置，并具有确定的分辨率。基于识别正射图，通过计算病害像素的数量确定病害的长度和宽度。识别正射图生成的基本原理主要基于相机的测量原理。单目相机测量原理如图 5 所示。

单目相机的测量原理，建立了图像像素和对应空间位置之间的联系，如下方公式所示。式（1）中， (u,v) 是像素坐标， (X_w, Y_w, Z_w) 是空间坐标， M_1 是内参矩阵， M_2 是外参矩阵， s 是 scale 系数。

$$s \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = M_1 M_2 \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \\ 1 \end{pmatrix} \tag{1}$$

实际中，由于已知地面模型，scale 系数可以被唯一确定，即每一个像素都对应唯一空间位置



图 4 路面三维点云模型

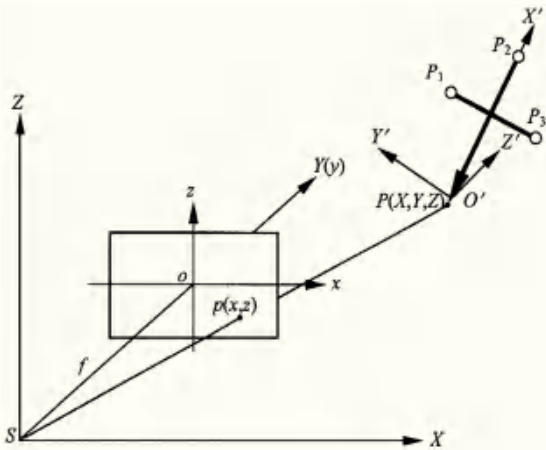


图 5 单目相机测量原理

点。像素的空间位置点，不仅包括水平方面的精度、纬度信息，还包括高程信息。

路面正射影像如图 6 所示，由于正射图的视角垂直于路面，其用于路面病害识别和测量时，判断依据将更加直观、标准化，并且能有效减少冗余的图像信息。公路部门对特定路段的路面进行快速排查时，也可以使用正射图视角提升排查效率或验证自动化识别成果。



图 6 路面正射影像

4.3 病害的识别与定位

病害的识别与定位旨在实现病害在原始图像上的精确定位，并进一步进行病害精准分类。在图像识别领域，实现病害识别与定位的技术是目标检测与语义分割。该技术通过网络自适应提取特征并进行分类和回归，对光照变化、遮挡、目标尺度变化等因素不敏感，能够适应于各种场景，优于传统方法。其主要内容包括多尺度病害的检测；在连续图像

上实现病害的稳定检测及精准定位，输出病害对应坐标；采用多类别分类算法，对检测到的各类病害进行准确分类。

自动化病害识别模型能够分析路面正射图数据，识别出特定类型的病害并对其进行测量、分类与定位。传统的目标检测和语义分割模型主要使用卷积神经网络作为主干网络，但这种方法在利用图像全局信息方面存在不足，仅能基于局部信息产生次优结果。随着 transformer 模型在自然语言处理领域的成功应用^[6]，transformer 在视觉领域的研究也逐渐获得成功，其主要优势在于能够建模图像各个区域之间的联系。本文基于 transformer 的目标检测和语义分割 pipeline 如图 7、8 所示。

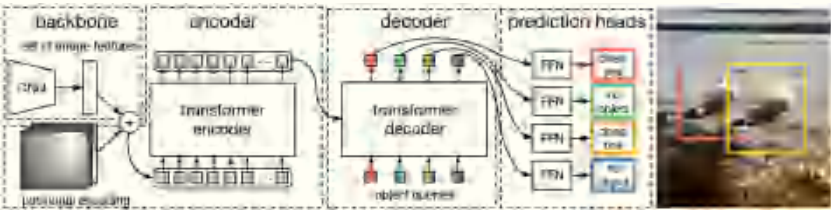


图 7 基于 transformer 的目标检测模型 DETR

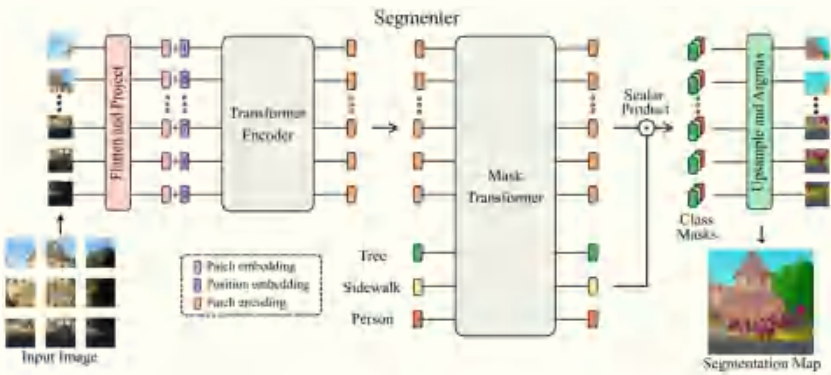


图 8 基于 transformer 的图像语义分割模型 segformer

自动化病害识别测量模型需要使用大量人工标注的图像数据进行训练。本项目中，已完成人工标注的病害数据累计超过 5500 张图片，涵盖 7 类沥青路面病害（包括横向裂缝、纵向裂缝、块状裂缝、龟裂、坑槽、车辙和拥包）以及容易与病害混淆的特征和人工构造物（如路面修补）。

路面病害检测模型训练集人工标注成果（右）如图 9 所示，根据模型的评估结果，训练集将进行定向扩充以优化模型的表现。

通过研究发现，使用低分辨率、长视野的正射图在病害识别和病害几何形状提取方面更为有效。在计算资源有限的情况下，高分辨率正射图可以提供更精细的路面纹理表达，但整体性不够；而低分辨率正射图则能提供更加完整的感知视野，有助于提高病害识别和病害几何形状提取的整体性。

路面病害图像语义分割及测量成果如图 10 所示，目前模型对于裂缝类病害和路面修补识别的参考指标为召回率大于 92%，准确率大于 90%。为了确保输出数据的质量，成果需要进行人工抽检。随着后续自动化流程的迭代和优化以及训练集的扩充，该指标将会持续提升。

5 病害评价体系

5.1 路面使用性能指数 (PQI)

本次采用路面使用性能指数 (PQI) 对路面破损和平整度进行综合性评价^[7]。路面使用性能指

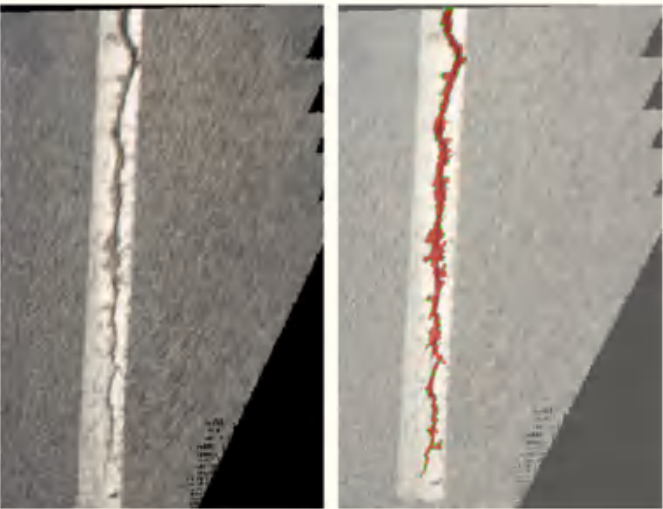


图 9 路面病害检测模型训练集人工标注成果（右）

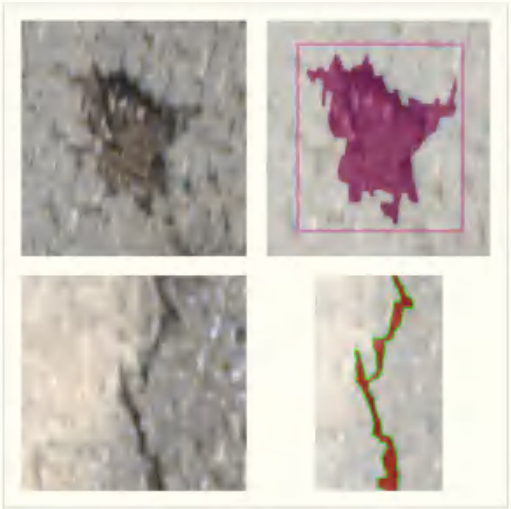


图 10 路面病害图像语义分割及测量成果

表 1 公路路面检测情况汇总表

地区名	行政等级	检测路线数	检测里程 (KM)	PQI 值加权平均	PCI 值加权平均	RQI 值加权平均
陕西省西安市	四级	14	50.257	73.58	73.58	87.38
优等路 (km)	良等路 (km)	中等路 (km)	次等路 (km)	差等路 (km)	优良路率 (%)	优良中路率 (%)
2.392	14.098	19.274	5.493	9.000	32.81%	71.16%

数 (PQI) 的计算公式如下。

$$PQI = w_{PCI} PCI + w_{RQI} RQI \quad (2)$$

式 (2) 中, PCI 为路面损坏状况指数; RQI 路面平整度指数; w_{PCI} 、 w_{RQI} 指标的权重系数遵循《公路技术状况评定标准 (JTG 5210-2018)》《低等级农村公路技术状况评定指南》。

PCI 路面损坏状况指数计算公式如下。

$$PCI = 100 - a_0 DR^{a_1} \quad (3)$$

式 (3) 中, DR 为路面破损率 (%); a_0 , 沥青路面采用 15.00, 水泥混凝土路面采用 10.66; a_1 , 沥青路面采用 0.412, 水泥混凝土路面采用 0.461。

$$DR = 100 \times \frac{\sum w_i A_i}{A} \quad (4)$$

式 (4) 中, A_i 为第 i 类路面损坏的累计面积 (m^2); A 为路面检测或调查面积 (m^2); w_i 为第 i 类路面损坏的权重或换算系数; i 为路面损坏类型, 包括损坏程度 (轻、中、重); i_0 为损坏类型总数, 沥青路面取 21, 水泥混凝土路面取 20。

只需要计算各种路面损坏的长度、宽度、面积即可。通过人工智能识别技术识别出图像中路面损坏的类型及位置, 计算出图像中像素单位的长度、宽度、面积等值, 并通过 1 像素 = 1mm 的转换原则, 计算对应空间单位上的长度、宽度、面积等值。

RQI 路面平整度指数计算公式如下。

$$RQI = \frac{100}{1 + a_0 e^{a_1 IRI}} \quad (5)$$

式 (5) 中, IRI 为国际平整度指数 (m/KM); a_0 , 高速公路和一级公路采用 0.026, 其他等级公路采用 0.0185; a_1 , 高速公路和一级公路采用 0.65, 其他等级公路采用 0.8。根据所选公路段一定距离范围内的纵断面的高程变化累积量与该公路范围的长度, 就可以计算平整度指数。

5.2 项目应用

本次检测总里程为双向共 50.257 公里, 路面类型为水泥。路面整体使用性能指数 (PQI)、路面损坏状况指数 (PCI) 和路面行驶质量指数 (RQI) 的检测结果总体分数如下。

陕西省西安市 2024 年度村公路路况检测项目的路况总体评价中, 路面技术状况指数 PQI 的平均值为 73.58, 评价为“中” 优良路率为 32.81%, 优良中路率为 71.16%; 路面损坏状况指数 PCI 的平均值为 73.58, 评价为“中”; 路面行驶质量指数 RQI 的平均值为 87.38, 评价为“良”。各评定等级里程情况如表 1 所示。

结语

本文通过硬件与软件组成的道路病害智能识别系统实现农村公路病害自动化识别、技术状况指标快速评定, 显著提高了农村公路巡查效率, 辅助农村道路养护管理与科学决策。文中点云数据来源于基于图像纹理的三维重建结果, 因此在雨天、雪天或者光照条件不好的情况下, 图像纹理质量较差, 会影响三维重建的效果与精度, 后续需要进一步研究。

引用

[1] 纪雅琪,程博文,龚煜.智能道路状态检测系统研究[J].长江信息通信,2023,36(3):154-156+159.

[2] 张德津,李清泉.公路路面快速检测技术发展综述[J].测绘地理信息,2015,40(1):1-8.

[3] 刘锦山.CiSD道路检测车在道路沥青路面检测中的应用[J].中国高新科技,2023,(21):108-110.

[4] 周游佳.基于线激光传感器的非惯性道路平整度检测[D].北京:清华大学,2018.

[5] 姜三,马一尘,李清泉,等.无序无人机影像的并行化SfM三维重建方法[J].测绘学报,2024,53(5):946-958.

[6] 王建社.基于旋转去噪Transformer的遥感图像目标端到端检测[J].工业控制计算机,2024,37(5):68-70+73.

[7] 陈志红.PQI在沥青路面检测中的应用及影响因素分析[J].交通世界,2023(24):23-25.

数据中台建设实践中的应用成效、问题反思与对策分析

文 ◆ 西北大学公共管理学院

颜才淦

西安海康威视数字技术有限公司

郭佳豫

引言

随着大数据、云计算等技术的飞速发展，数据中台以其强大的数据处理能力、高效的数据共享机制以及精准的数据分析能力，为公安工作提供了强有力的支撑。近年来，公安交警数据中台作为整合、处理和应用交通大数据的关键平台，其建设与实践日益受到业界和学术界的关注^[1]。

本文旨在通过对 X 市公安交警数据中台建设实践进行深入分析，探讨其应用成效、存在的问题以及相应的对策，重点分析交警数据中台在应用过程中取得的成效，包括提升交通管理效率、优化交通流程、提高服务水平等方面，对建设中出现的问题进行反思，分析其原因，并提出相应的解决方案。同时，为其他行业的数据中台建设提供借鉴和参考，推动大数据技术在更多领域的应用和发展。

1 数据中台建设实践概述

公安交警数据中台建设的主要内容涵盖数据整合、数据处理、数据分析与挖掘、数据服务等多个方面。X 市旨在构建一个高效、稳定、可扩展的数据处理与分析平台，为交通管理与决策提供有力支撑。采用“一中台、两分台”架构，在公安网部署数据中台，在互联网、视频专网部署数据分平台，并在公安网部署数据可视化分析建模平台。

数据中台建设是一个系统工程，应充分整合各类交通数据资源，打破“数据孤岛”，实现数据的互联互通。同时，充分认识到数据安全与隐私保护的重要性，采取有效的技术手段和管理措施，确保数据的安全性和隐私性。数据中台在提升交通管理效率、优化交通流程、提高服务水平等方面发挥了重要作用。然而，也暴露出数据质量不高、技术实施难度大等问题。针对这些问题，应进一步加强数据质量管理，提升数据处理和分析能力，优化系统性能，满足交通管理的需求^[2]。

2 交警数据中台应用成效分析

2.1 显著提升数据整合与共享能力

X 市公安交警数据中台理清了交管数据资产目录，汇聚了各类业务

数据，并持续开展数据接入和治理。已接入公安网、互联网、视频专网各业务系统数据百亿条，日增数据一亿条。完成了交通事故主题库、机动车主题库、驾驶人主题库、交通违法主题库、重点企业主题库、重点车辆主题库建设。根据数据敏感程度、开放范围、数据来源、数据种类、业务，构建科学合理的数据分级分类标准，建立了数据资产档案并形成 150 余类数据标准，完成了 200 类数据的数据编目。

除了接入各业务处室的数据资源外，还积极拓展数据来源，与停车服务公司以及共享单车公司建立了数据共享机制。成功接入了全市路侧停车场、封闭停车场的停车数据和美团、哈啰、青桔 3 家共享单车数据，反映了共享单车的使用情况和停放规律，有助于交警更好地理解 and 优化城市交通出行结构。接入多元化的数据资源，进一步丰富了交警数据中台的数据内容，提升了数据的全面性和准确性，为后续数据分析和应用奠定了坚实的基础。

数据中台为公安交警建立统一的数据交换共享功能，全面开

【作者简介】颜才淦（1995—），男，四川达州人，硕士研究生，工程师，研究方向：智能交通系统。

展合规数据共享，避免重复开展数据共享交换，强力支撑业务开展和项目建设。

2.2 显著提升交通管理与决策效率

公安交警以数据中台作为核心基座，部署了可视化分析平台，为开展各类事故高风险群体模型筛选工作提供了强有力的支撑。通过可视化分析平台，充分利用数据中台整合的丰富数据资源，运用先进的数据分析技术，对交通事故数据进行深入挖掘和分析。部署可视化分析平台，支撑交通安全情报研判闭环式处置、专班常态化开展各类事故高风险群体模型筛选，对成熟稳定的筛选模型进行标签化，定期自动生成目标数据。通过海量数据快速建模关联碰撞，建立了疲劳驾驶、闯禁行、超速、非备案驾驶人驾车、车辆加高帮改装、停运渣土车上路行驶等打击模型，持续开展高风险重点车辆分析研判，深入分析通行特点，研判筛选风险群体。

实现数据可视化展示，支撑重点节假日提供保障。通过将122报警定位信息直接上图，以热力图的形式显示事故多发点位，直观了解交通事故的分布情况，为大队开展事故隐患点位治理工作提供决策依据和资源调配指导。定制了“五一”、端午、国庆、春节等节假日实时数据流量看板，围绕全市重点商圈、景区调取实时车流、人流数据并进行可视化展示。包含过车流量、停车数据、热门景区实时人流量、交通压力排名等功能模块，辅助指挥中心实时掌握节假日期间全市路况及景区人流情况，为精准感知研判提供数据支撑。数

据中台的强大工具支持使X市公安交警能够更好地应对重点节假日期间的交通挑战，保障市民的出行安全和便利。

3 交警数据中台建设实践中的问题反思

3.1 数据质量问题

在建设进程中，由于数据工程师对业务数据的理解不够深入、与业务民警沟通缺乏紧密性，导致数据治理结果出现诸如翻译不全、治理流程不规范等问题。当业务数据被实际使用时，才暴露出治理的缺陷，进而需要重新开始治理过程，造成了反复的劳动和效率低下问题。影响了数据治理的质量和效率，浪费了宝贵的时间和资源，阻碍了交警数据中台的有效运行，对交警工作的正常开展造成不利影响。

3.2 数据更新同步滞后问题

在建设运行过程中，由于数据更新同步机制不完善，存在部分数据更新同步不及时的问题，并且缺乏实时数据接入监测的有效手段。民警在建模应用过程中，才发现数据已经中断多日，进而需要工程师耗费大量时间和资源重新排查数据中断问题。效率低下的状况长期存在，使民警对数据中台的数据更新情况产生了不信任感。

3.3 数据安全与隐私保护

数据中台建设与应用过程中，数据安全与隐私保护方面存在一些需要解决的问题。主要源于数据处理的复杂性、网络环境的开放性以及技术实施的局限性等方面。具体来说，数据中台在处理海量数据时，面临数据泄露、非法访问、篡改伪造等安全风险，对个人隐私和信息安全构成严重威胁。

3.4 规划资源不足后期扩容难

X市公安交警在数据中台的建设过程中，底层基座采用自建三网云平台，没有单独采购通用服务器和存储阵列。前期规划阶段对资源投入不足，导致后期需要进行扩容时遭遇了显著的困难。特别是云资源方面，资源限制和网段资源不足，旧的网段资源匮乏，但出于实际需求又必须在同一网段进行扩容。

3.5 建设参与度不够与使用率不高

交警数据中台建设过程中，显著问题是存在项目管理民警尚未掌握大数据处理规范，且对数据中台的重要性缺乏充分的认识。不仅影响了数据处理的准确性和效率，还制约了数据中台在交警业务中的应用和发展。基层民警使用数据中台频率低，大数据人才培养力度小，原因主要有两方面。首先，基层民警在日常工作中更注重实际操作和执行力，对于数据分析和建模工具的运用了解较少。其次，由于缺乏相关的培训和指导，对于数据中台的知识 and 建模技能掌握不够充分^[3]。

4 交警数据中台建设对策分析

4.1 优化数据质量管理体系

在数据中台建设过程中，为确保数据质量持续提升与有效管理，首要任务在于统一数据标准。不仅涉及数据模型、数据指标以及字典枚举值的标准化，还在于通过严谨的方法论构建数据标准体系，消除数据二

义性，确保各业务部门在数据使用与解读上的一致性。

建立问题处理的闭环机制。闭环机制涵盖了问题定义、发现、整改、跟踪以及效果评估等多个环节，形成完整的问题处理流程，及时发现并解决数据质量问题，确保数据质量持续提升。通过实际应用场景中的数据使用反馈，准确评估数据质量，发现潜在的问题并采取相应的改进措施。这种以应用为导向的评估方法，不仅能够提升数据质量的评估效率，还能确保数据质量与实际业务需求的高度契合。

4.2 优化数据更新同步机制

为了有效提升交警数据中台的可靠性，增强用户对数据的信任度，优化数据更新同步机制以及引入实时数据接入监测手段尤为关键，旨在确保数据的及时性和准确性，提升整个系统的运行效率和稳定性。

首先，针对数据更新同步机制优化，应根据现有机制的运行状况，针对性地开展改进措施。通过优化算法、提升数据处理速度、增强数据传输的稳定性等方式，有效提升数据更新同步的效率和质量。其次，引入实时数据接入监测手段是提升数据质量的重要一环。通过实时监测数据的接入情况，及时发现并解决数据接入过程中的问题，确保数据的准确性和完整性。此外，实时数据监测还可以更好地了解数据的流动情况，为数据分析和应用提供更为可靠的依据。最后，建立数据看板也是一种有效的监控手段。通过在看板中显示实时异常列表，每日巡查数据看板可以直观了解数据的异常情况，并及时进行处理，预防数据质量问题。

4.3 加强数据安全与隐私保护

深入研究数据安全与隐私保护技术，探索有效的解决方案。同时，结合隐私保护算法和匿名化处理等技术，有效保护个人敏感信息。加强数据安全管理和制度建设，规范数据处理和使用流程，确保数据安全与隐私保护工作的落实。

综上所述，数据中台数据安全与隐私保护是一个复杂而重要的问题，需要从技术、管理等多个方面入手，共同推动数据安全与隐私保护工作的不断完善和提升。

4.4 合理的规划和资源配置

资源短缺不仅限制了数据中台的性能提升，还使扩容的实施过程变得异常复杂。凸显了前期规划在数据中台建设中的重要性，同时也提示在未来的建设中应更加注重资源的合理配置和前瞻性的规划，避免类似问题再次出现。

在规划阶段，应考虑硬件扩容和配套推进。硬件扩容不仅能增加存储容量，还能提高数据处理的并发能力和响应速度，有利于支持数据分析和决策制定。在进行硬件扩容的同时，应注重配套推进。包括对扩容后硬件系统的优化配置和性能调优，确保硬件资源的充分利用和系统高效运行。

4.5 持续开展培训工作

首先，加强对项目负责民警的大数据处理规范培训，提升数据处理能力和对数据中台重要性的认识。其次，激发项目负责民警的热情和投入，积极参与数据接入和治理工作，协调各方资源，推动相关工作顺利进行，推动交警数据中台建设与发展。最后，解决数据中台使用率不高

问题的关键在于提高基层民警对数据中台和建模工具的认识和运用能力。为了培养建模人才，邀请专业的警务大数据培训机构持续对民警进行培养。X市交警自从2022年开始引进某大数据培训机构，颇受民警好评，但截至目前尚未建立系统化的建模培训体系。另外，与相关高校和研究机构合作，共享资源，实现优势互补，共同培养和选拔具备数据分析和建模能力的人才，为基层民警提供更好的技术支持和服务。

结语

在研究数据中台建设实践过程中，X市交警积累了丰富的经验，并对其在未来交通管理中的发展潜力有了更为清晰的认识。展望未来，交警数据中台在交通管理领域的发展潜力巨大。随着大数据、人工智能等技术的不断发展，数据中台将能够处理更加复杂、庞大的数据资源，实现更加精准、智能的交通管理。同时，交警数据中台作为坚实的基座，与行业大模型深度融合，不仅使数据中台的数据处理和分析能力得到显著提升，还能为大模型提供更加精准、丰富的数据支持，推动交通管理的智能化和精细化发展。^[8]

引用

- [1] 邵美科.智慧校园的数据中台建设与数据治理研究[J].网络安全技术与应用,2024(3):71-74.
- [2] 石秀峰.请不要将数据中台做成BI[J].大数据时代,2023(10):6-15.
- [3] 穆义龙.浅议数据中台在公安大数据建设中的应用[J].法制与经济,2020(10):27-28.

基于测绘地理信息技术的智慧城市建设

文 ◆ 广西壮族自治区自然资源信息中心 曾露 潘斌

引言

当前,越来越多城市积极转变城市发展方式,提升城市建设智慧化水平,着力推进城市智慧化转型发展。然而,建设智慧城市离不开数据和信息技术的支撑,特别是近年来测绘地理信息技术在与许多新兴信息技术互相融合赋能作用下,测绘地理信息的应用不断拓展了广度和深度,依托其数据和技术优势,为智慧城市建设创造了客观条件,并提供了技术支撑的能力,在智慧城市建设的发展规划、基础设施、空间布局等方面发挥着十分重要的基础性作用。因此,加强测绘地理信息技术在智慧城市建设的应用分析,有利于更好地应用该技术,推动智慧城市高质量建设。

1 智慧城市建设中测绘地理信息新技术

1.1 地理信息系统 (GIS)

地理信息系统 (GIS) 是一种集成了地理数据收集、存储、管理、分析和展示等功能的技术系统。在智慧城市建设中, GIS 的应用可以发挥以下作用。(1) 空间数据管理。GIS 可以对城市的地理空间数据进行集中管理,

包括地图、影像、地形、建筑物、道路网络等数据。通过 GIS, 可以有效存储、更新和查询这些数据, 为城市规划、土地利用和基础设施建设提供支持^[1]。(2) 空间分析。GIS 可以进行各种空间分析, 如缓冲区分析、叠加分析、网络分析等。通过这些分析, 可以对城市的空间特征和关系进行深入研究, 帮助决策者了解城市的空间结构和发展趋势, 为智慧城市建设提供科学依据。(3) 决策支持。GIS 可以将不同类型的地理数据进行集成和分析, 生成可视化的地理信息图层和报告, 帮助决策者更好地理解 and 评估城市的情况。通过 GIS, 决策者可以进行空间规划、资源配置、环境保护等方面的决策, 提高决策的科学性和准确性。(4) 空间数据展示。GIS 可以将地理数据以地图的形式展示出来, 通过可视化的方式呈现城市的空间特征和关系, 方便公众和决策者对城市的情况进行观察和理解, 促进公众参与和决策的透明度。

1.2 遥感技术

遥感技术是通过卫星、飞机等遥远距离获取地球表面信息的一种技术手段。在智慧城市建设中, 遥感技术的应用可以发挥以下作用。(1) 地表覆盖监测。遥感技术可以获取大范围的地表覆盖信息, 包括城市建筑、水体、植被、耕地等。通过遥感数据, 了解城市的土地利用情况、建筑物分布等, 为城市规划和土地管理提供数据支持。(2) 环境监测。遥感技术可以监测城市的环境变化, 如水体污染、土壤质量、植被退化等。通过遥感数据, 及时发现环境问题, 为环境保护和治理提供数据支持。(3) 基础设施管理。遥感技术可以监测城市的基础设施, 如道路、桥梁、管道等。通过遥感数据, 及时发现基础设施的损坏和变化, 为城市的维护和管理提供数据支持。(4) 灾害监测和应急管理。遥感技术可以监测城市的灾害情况, 如洪水、地震、火灾等。通过遥感数据, 及时掌握灾害的范围和影响, 为灾害应急管理提供数据支持。

1.3 全球卫星导航系统 (GNSS)

全球卫星导航系统 (GNSS) 是一种利用卫星进行导航和定位的技术系统, 其中最著名的是美国的 GPS 系统。在智慧城市建设中, GNSS 技术的应用可以发挥以下作用。(1) 交通管理。GNSS 技术可以实时监测车辆的位置和行驶状态, 包括车辆密度、速度、拥堵情况等。通过 GNSS 数据, 优化交通信号控制、智能交通管理系统, 提高交通效率和

【作者简介】曾露 (1986—), 女, 广西岑溪人, 本科, 工程师, 研究方向: 测绘与地理信息。

减少拥堵概率。(2) 导航服务。GNSS 技术可以为城市居民和游客提供精确的导航服务,包括行车导航、步行导航、公共交通导航等。通过 GNSS 数据,提供最短路径、实时交通信息、公共交通路线等,方便人们出行。(3) 物流管理。GNSS 技术可以实时追踪货物的位置和运输状态,提供物流管理和配送服务。通过 GNSS 数据,优化物流路径。提高货物运输效率,减少物流成本。(4) 紧急救援。GNSS 技术可以快速定位紧急救援的目标位置,提供准确的导航指引。通过 GNSS 数据,缩短救援响应时间,提高救援效率。GNSS 技术在智慧城市建设中的应用可以实现对城市空间位置的定位和导航。通过 GNSS 数据,优化交通管理、提供导航服务、改善物流管理和提高紧急救援效率,为城市的交通管理和导航服务提供支持。

1.4 无人机技术

无人机技术是指利用无人驾驶飞行器进行航空任务的技术。在智慧城市建设中,无人机技术的应用可以发挥以下作用。(1) 数据采集与监测。无人机搭载各种传感器和摄像设备,可以对城市空中的数据进行采集和监测。通过无人机技术,获取城市建筑物的外观、结构和状况信息,监测交通流量和道路状况,检测环境污染和气象变化等。(2) 城市规划和管理。通过无人机技术采集的数据,可以生成高精度的城市地图和三维模型,为城市规划和土地利用提供数据支持。同时,无人机可以用于巡查城市设施和基础设施,及时发现问题并进行维护和管理。(3) 灾害应急响应。无人机可以快速响应灾害事件,提供灾区的航拍图像和视频,帮助指挥部了解灾情和救援需求。同时,无人机还可以用于搜救、物资投送等任务,提高救援效率和减少人员风险。(4) 智慧交通。无人机可以用于交通监控和管理,通过航拍图像和视频,实时监测交通流量和拥堵情况,优化交通信号控制,提高交通效率。此外,无人机还可以用于交通事故现场勘察和证据收集。

2 测绘地理信息技术在智慧城市建设过程中的应用

2.1 构建三维模型

2.1.1 获取遥感影像

首先,进行相机标定。在不同位置和姿态对标定板进行拍摄,详细流程保留标定板制作、获取标定图像、相机标定以及精度测评 4 个步骤。其次,进行航测规划。根据上述分析可知,航测规划主要包括航摄高度、相片重叠度的设计以及航摄区域边界覆盖计算。再次,进行控制测量。为保障点云精度,需要获取精确的地理坐标,可通过 RTK 测量方法加以实现。最后,进行无人机航测,根据上述确定好的像元、飞行高度、分辨率、重叠度以及飞行速度等,进行倾斜摄影测量^[2]。

2.1.2 数据预处理

第一,影像光纤处理。基于无人机获得的影像照片,在光线、环境以及传感器等相关因素的影响之下,照片之间会存在色彩不平衡的情况,因此需要对其展开匀光匀色处理。第二,POS 数据处理。在此过程中,需要将 POS 文件信息写入影像当中,为后期三维建模奠定良好基础,用以展示影像位置和姿态。第三,像控点数据处理。对此需要使用 RTK

设备当中的数据处理软件,进行数据转换,并形成像控点数据。

2.1.3 三维实景建模

三维实景建模主要包括数据输入、像控点影像关联、空中三角测量以及密集匹配点云数据 4 个过程。其中像控点关联和空中三角测量一体化处理较为关键,主要包括影像数据输入、像控点输入、初步刺点、精化刺点以及精度检验等步骤。

2.1.4 精细化建模

在实际利用测绘地理信息技术进行三维建模的过程中,会存在模型粘连、纹理不清晰等情况,对此可借助建模软件进一步对三维模型进行精细化处理^[3]。首先,将空中三角测量得到的数据信息以及校正影像等输入相应处理软件当中。其次,建立线框模型,明确测绘区域基准点,由系统自动建立三维基准坐标,再对基准点周围较为清晰的影像进行筛选,以此绘制线框模型,并将其同步显示在三维模型中。再次,对影像当中的纹理进行映射处理,并针对其中产生的错误问题手动更正,当原始影像中存在疏漏时,应进行补充拍摄。

2.2 城市地形测绘

2.2.1 点云抽稀

在实际进行城市地形测绘过程中,像素匹配应逐个展开,而在此过程中点云数据量较大,数据冗余情况较为严重,对于点云数据的存储、处理以及传输等相关操作会产生较为严重的影响,相应数据使用和处理效率较低。对此,在对地形变化较小的区域内进行数据处理时,为保障数据处理效率、提高产品质量,应根据实际情况展开点云抽稀,在保障数据精度的情况下,适当降低

点云密度。当前点云抽稀主要包括以下 3 种处理方式。第一，随机采样。将点云数据输入系统中，结合抽稀需求，确定网格大小，并对点云展开分割，确保每个网格内具有一个代表性点，并确保该点与周围所有点的平均高程接近，以此实现抽稀处理。随机采样法适用于精度要求较低的情况下，具有原理简单、处理高效的优势。第二，基于距离和高差的抽稀方法。该计算方法是在输入点云后，以搜索半径参数，确定搜索范围，将高程差与高差阈值进行对比，若高程差值较小，则说明该点不符合抽稀要求，则进行下一个点的筛选。第三，点云离散度抽稀。以点云高程差异表示地形起伏，若高程差较小，则表示地面平坦，若地势较为复杂，则需要通过点云离散度进行分析，表达公式如下。

$$D_i = (Z[ij] - Z) / \left| \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (Z[ij] - Z) + \epsilon \right| \quad (1)$$

式 (1) 中， m 、 n 表示测试区面积， $Z[ij]$ 表示待定点高程， Z 表示测试区点云平均高程， ϵ 表示较小的正数，主要为避免出现分母为 0 的情况。经计算基于距离和高差的抽稀方法，不同搜索半径下的质量情况如表 1 所示。

2.2.2 像控点布设

在采用无人机进行城市测绘时，设置像控点十分必要，其设置的质量直接影响着测绘成果质量高低。因此，像控点的设置应根据测量区域的实际情况合理进行，在布置过程中应选择方便查找的位置，如斑马线的焦点等位置。如果没有明显的标志物，那么应采用人工喷漆的方式对标记位置进行确定。应选择固定、无

表 1 不同搜索半径下的质量情况

搜索半径 (m)	抽稀后数据大小 (kb)	抽稀率 (%)
0	579986	100
1	8790	1.53
2	3799	0.64
3	2452	0.41

遮挡、无阴影的区域作为像控点。此外，其布置应该根据地形和地貌的实际特点进行确定，对于比较复杂的地形和地貌，应根据实际情况酌情进行像控点数量增加，其精度应该控制在 5cm 之内，一般使用 RTK 定位方式进行精度控制，RTK 和无人机网络的接入点的端口应保持一致，更好地保证像控点布设的合理性和有效性。

2.2.3 相机参数调整

相机参数调整是经验型工作，调整的目的是获取更为清晰的航测图片，通常小型旋翼无人机携带的摄影机预置 AI 拍摄模式，但此模式具有一定局限性。在小型旋翼无人机起飞前应进行相机功能有关参数设定，云台角度拍摄选择正向 -90°，以获取最大效果，同时关闭畸变修正功能，以发挥照相机构的全域构图能力。同时，预设图片比例，根据测绘元素颜色进行曝光光圈 ISO 设置，以达成对测绘元素动态捕捉。

2.2.4 三角测量

在完成测量之后，根据其坐标情况采用摄影测量算法，若被测量模型其测绘点多于 4 个，则采用摄影测量方法对坐标进行分析。现如今，GodWork 是使用最广泛的数据处理软件，将采用摄影测量自动获得的影像进行处理，然后对其进行数据的校验，进而得到相片之外的方位元素，利用双像或者对象空间前方交会方法，获得全部加密点的坐标数据。在采用无人机进行测绘的过程中，除了无人机航测设备系统的性能和测量装置的精度之外，测量人员的作业水平以及影像之间的连接点精度也会影响地形测绘的基本质量。

结语

测绘地理信息技术作为智慧城市建设的关键技术，主要用于城市地形、地物的测绘以及三维模型构建等。在实际应用该技术过程中，应加强对于点云数据的获取以及点云滤波计算的重视，确保计算结果和三维模型的精确度。同时，结合实际需求进行点云抽稀处理，确保高程模型质量可靠，保障地物数字化处理过程中精度满足行业标准要求，提升智慧城市建设的智慧化水平。

引用

[1] 侯仁福. 智慧城市建设中测绘地理信息的作用分析[J]. 城市住宅, 2021(5): 128-129.

[2] 赵永雨, 陈立, 潘娜娜. 测绘地理信息系统在智慧城市测绘工程中的应用[J]. 智慧中国, 2023(10): 73-74.

[3] 王燕. 智慧城市与测绘地理信息技术分析[J]. 城镇建设, 2022(14): 364-366.

智慧学习环境的分析与设计研究

——以深圳实验学校中学部为例

文 ◆ 深圳市宝安区教育科学研究院 黄桂琳

引言

随着移动设备、云计算技术等新媒体和网络技术的不断发展,以个性化和智能化为典型特征的智慧学习环境受到了广泛的关注。目前,智慧校园、智慧教室以及智慧书包等智慧学习环境的研究已成为教育技术研究领域的热点问题。智慧学习环境是数字化学习环境发展的高端形态,代表着今后教育环境的发展趋势。其目标是使学习场景能感知学习情境,识别学习者特征,提供合适的学习资源与便利的互动工具,可以自动记录学习进程并对其进行评价,从而帮助学习者进行更为有效的学习。高校数字化学习资源的种类和特点展现了教育技术发展的成就和潜力^[1]。

1 数字化学习环境及其重要性

尽管国内外学者对数字化学习的概念表述存在差异,但其基本精神一致。概括地说,数字化学习不仅是信息时代的产物,还是时代发展的需要,集中体现了数字化学习的重要性。数字化学习是与网络化、数字化、电子化相关的一种学习方式,其优势在于提供了低廉、快速、高效、灵活的学习途径,是继续教育和终身学习的重要方式,并且其与时俱进,不断发展。

数字化学习环境是传统学习环境在网络科技影响下出现的概念。作为一种新的学习环境,它正日益引起人们的关注。数字化学习环境有多种表述,如网络学习环境、虚拟化学习环境、电子化学习环境等。数字化学习环境在美国信息科技网站上的定义为,“数字化学习环境是一系列的教学和学习工具,在学习过程中加强了学生的数字化和计算机的学习体验。随着信息技术日益发展,它为教学提供了丰富的资源和多模态的手段、平台、空间。这为创设良好的学习情境、促进教育理念更新和教学方式变革,提供了重要的支撑”^[2]。

2 数字化学习环境发展的必然趋势——智慧学习环境

2.1 社会信息化对学习环境的要求

首先,在信息时代,学习者对学习环境提出了新的要求。随着社会信息化的不断深入,信息技术手段正逐步渗透到人们的生产和生活中,

改变着人类的思维模式。与此同时,人们的能力观、知识观和学习观都在经历着深刻的变革,学习方式由原来的知识精加工学习逐渐向知识贯通式学习转变。

生于信息化社会的人们被称为“数字土著”或者“网络一代”,他们具有强烈的个人特征,能够快速地从外部接收到大量的信息,不仅喜欢同时处理多种任务,还喜欢同时运用多种媒体来表达和传递信息,如喜欢在文本前呈现图表、喜欢随机进入超文本。通常情况下,他们从外界和网络上获得的信息比教师的要多。在数字化的校园里,知识已经不仅仅是通过老师进行传授,智能化环境为学习者开展“多元交互式”评价提供了有效支持^[3]。

2.2 新兴技术发展对智慧学习环境的支撑

黄荣怀教授认为,人工智能技术、传感器技术、光纤传感器技术、网络的普及以及富媒体与移动终端的广泛应用,都对智慧学习环境起到了重要的技术性支持。而本文的研究则主要集中在云计算技术在智慧学习环境的应用。

云计算技术是一种新的计算模型,它基于网格计算、分布式计

【作者简介】:黄桂琳(1990—),女,研究方向:中等教育、初中信息科技、高中信息技术、人工智能教育、智慧校园。

算、并行计算和虚拟化技术，是下一代计算机网络平台的核心技术。在教育领域，云计算被视为未来的数字化学习环境基础平台，它提供了安全的数据存储、方便的互联网服务和强大的计算能力。

接下来，本文将探讨云计算技术作为数字化学习环境网络平台的性质和带来的益处。

2.3 智慧学习环境雏形的出现

目前，国内已有许多城市实现了“智慧校园”“智慧教室”等智慧学习环境的构建。从现有文献来看，最先提出“智慧学习环境”概念的是北京师范大学教授黄荣怀。他认为，“智慧校园”是一种智慧的学习环境，“智慧教室”则是一种典型的校园智慧学习环境。在我国，广东省佛山市禅城区“智慧校园”示范工程项目于2010年9月启动，2012年5月正式上线运行。该项目的研究人员蒋家傅等设计的智慧校园示范系统是基于教育云平台所构建，包括智慧校园管理系统、智能教学系统、移动学习系统、数字化实验系统、教育资源平台、智慧校园文化系统、家校通系统和数字图书馆系统。智慧学习是指学习者在开放、立体、多维、智能、个性化的学习环境中，借助人工智能这类先进的信息技术和手段，以相对迅速、灵活、正确、高效的方式获取最大的学习帮助，从而促进自身知识能力提升及智慧养成的新型学习方式^[4]。

3 智慧学习环境发展现状与构成

本文通过网络调研、文献调查，论述目前智慧学习环境的内涵及其在国内外的发展状况。

3.1 智慧学习环境的内涵

“智慧”（wisdom）一词是指

对事物能迅速、灵活、正确地理解和解决的能力。

“智慧学习”的理念是希望赋予学生更强的学习能力，同时赋予教师更灵活的课程准备和知识传递。它引入了一个数字化学习的新模式以实现这些目标。因此，这个拟建的模型旨在引导学生运用自己的智慧学习知识，而不是用知识指导学习或通过一个固定模式解决问题。

“学习环境”是指促进学习者发展的各种支持性条件的统合。促进学习者发展规定了学习环境存在 / 创设的指向或意义；各种支持性条件包括不同的资源、手段、人员、活动要素以及师生关系等；而统合则是指以学生的发展为中心，整合不同的支持性条件，以达到预期的目的。在统合多种支持性条件的作用下，不同的教育活动类型和形式常常会随着学习者的发展需求而发生变化。随着教育信息化的发展，数字校园在教育改革与发展的过程中起到了举足轻重的作用。它是教育教学变革和实现教育现代化的重要推动力，既可以为师生的日常工作、学习和管理提供多样化的信息化服务，也可以促进教育教学模式的变革，提高管理效率，加快学校的信息化建设^[5]。

3.2 教育信息化的发展与要求——智慧学习环境

本文从国内外教育信息化的发展概况出发，论述智慧学习环境是当前教育信息化发展的必然要求。

早在20世纪70年代，美国麻省理工学院就提出了e-campus（数字校园）计划。数字校园是一种特殊形态的校园网，也是人们对信息技术在教育领域应用未来发展趋势的一种向往。教育信息化在发展到某个程度后，对校园内的教育教学、研究和管理等诸多方面都产生了一定程度的影响，从而也成了追求综合应用、全面系统发展的标志。“智慧校园”是高校教育信息化发展的一个关键环节，它以现代信息技术为基础，建立起一套完整的教育管理系统，对新的教育资源进行了优化整合，建立了新型的教育教学环境，加速了新的教育模式的变革^[6]。

3.3 智慧学习环境构成要素

通过前文对智慧学习环境的内涵的概述，可以得出，智慧学习环境的设计是在围绕学习者发展需要的基础上，对各种支持性资源、人、活动、师生关系等要素进行的设计。通过该项设计，研究了一个更智能、更有效以及更合理的新的教学环境与模式。智慧教学具有多模态交互、混合式融合、情境式体验、反馈式优化等特征，这些特征分别体现了智慧教学在信息呈现、学习模式、情境背景、教学评价等方面的创新^[7]。研究得出，智慧学习环境主要由围绕学习者学习和教师教学的教学资源、智能工具、学习社群、教学社群、学习活动、教学方式6个部分构成（见图1）。

4 数字化学习环境现状分析——以深圳实验学校中学部为例

由于资源限制，每所学校的数字化教学设施各不相同。据调查了解，深圳市的深圳实验学校在数字化校园建设走在了全国前列。因此，以深圳实验学校中学部为实例，通过对师生进行问卷调查、对个别教职工进行深度访谈等行动调查法，对目前数字化学习环境的现状进行实地调研。

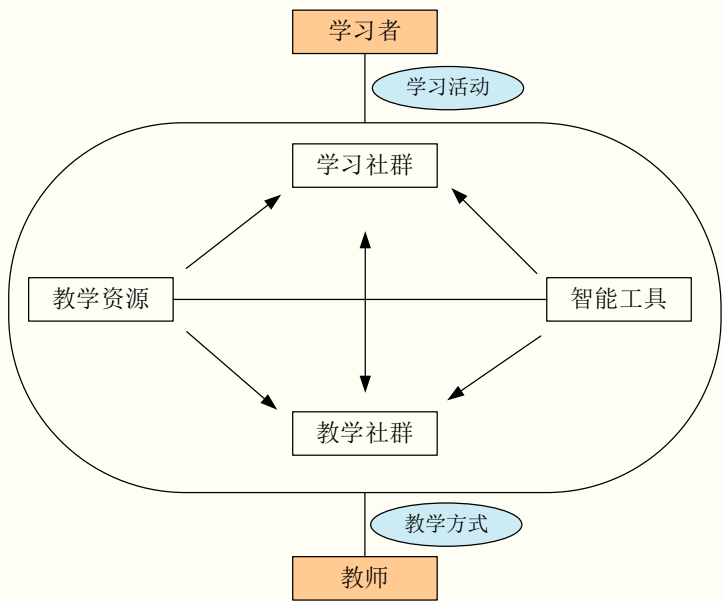


图 1 智慧学习环境构成要素图

4.1 调查重点分析

通过对部分师生进行问卷调查后发现，对于问题“使用数字化教学设备上课时，一节课内师生交流互动的的时间通常多长”的调查数据统计

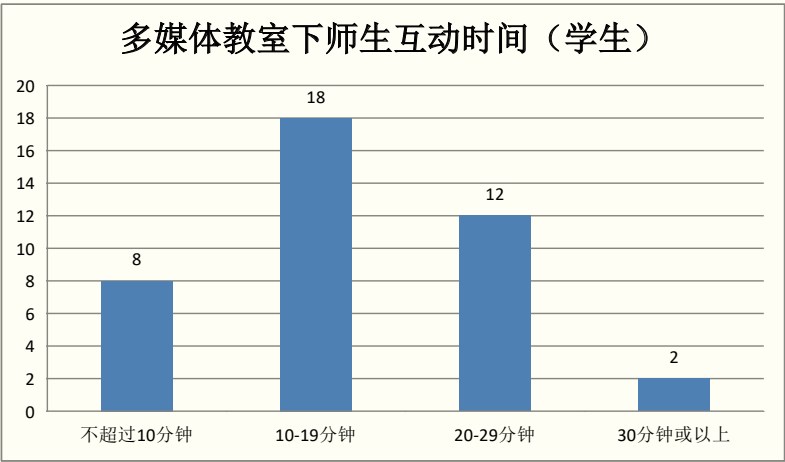


图 2 对学生在多媒体教室下师生互动时间的调查统计图

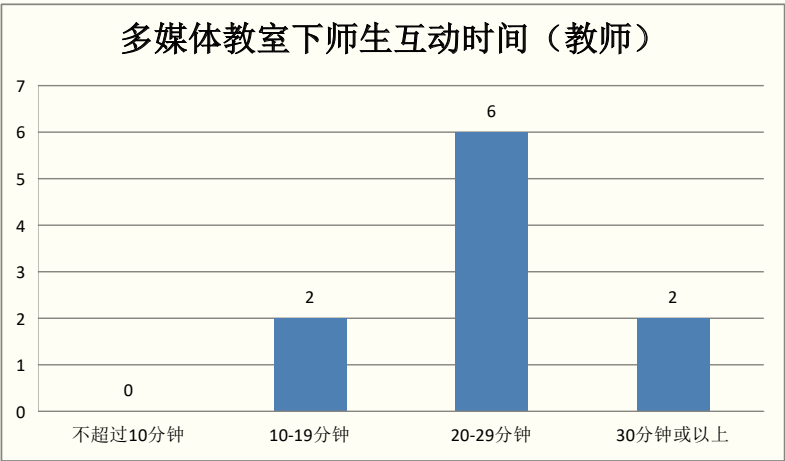


图 3 对教师在多媒体教室下师生互动时间的调查统计图

如图 2、图 3 所示。

调查结果显示，将近 50% 的学生认为，在一堂 40 分钟的课中，他们与老师的互动时间只有 10 ~ 19 分钟。而 60% 的老师则认为他们与学生的互动时间有 20 ~ 29 分钟。两者之间存在巨大的差异。

关于问题“你是否喜欢利用网络和电脑进行学习？”的数据统计如图 4 所示。

据调查结果，25% 的学生选择了“很喜欢”，60% 的学生选择了“要有趣的才喜欢”，仅有 18% 的学生选择了“不喜欢”。这意味着学生还是比较肯定数字化学习的作用。但大部分人选择了“要有趣的才喜欢”，说明了学生对数字化学习环境有一定的要求，侧面反映了如今的数字化学习环境仍需要进行一定的改善。

两种教学模式调查统计图如图 5 所示，在问及对比“粉笔+黑板”和“计算机+投影”两种课堂模式哪个更优越时，大部分教师认为“粉笔+黑板”配合上“计算机+投影”才是最好的课堂教学模式。这表明教师更青睐于传统教学配合多媒体教学，以实现二者优势互补。

4.2 数字化学习环境问题总结

结合对师生的问卷调查结果以及个别教师的深度访谈总结出，普通的数字化学习环境的弊端主要表现为以下 3 个方面。

第一，从培养学习者的认知能力方面来说，普通的数字化学习环境下的教学不利于学生认知能力的提高。教学中所用的多媒体呈现内容存在过多的“堆砌”现象。尽管投影机和投影屏幕已是国内目前大多数学校教室里的基本配置，成为教师展示教学内

容的主要媒介，教师上课已由原来的“粉笔+黑板”模式向“计算机+投影”模式迈进。但是，这仅仅是让 PPT 投影代替过去的黑板板书，内容也大多是静态文字，实际上没有发挥多媒体投影设备的真正作用。

第二，从培养学习者的思维能力方面来说，普通的数字化学习环境下的教学容易导致学生思维的不连贯。例如，在过去的传统课堂中，有经验的教师用粉笔在黑板上板书，就能将定理、公式、证明的推导过程、发展脉络等教学内容循序渐进地传授给讲台下的学生们，并能将重点内容保留在黑板上。相较于普通的数字化学习环境下的教学，这种传统课堂中的黑板书法更有利于学生对教学知识的理解以及对课程重点的把握。

第三，从课堂上的教学交流方面来说，普通的数字化学习环境下的教学不利于师生交流和生生交流。首先，讲台上固定的多媒体控制台无疑对教师课堂能力的发挥产生了一定的约束和限制。在当前多媒体教学过程中，教师为了操作课件或控制多媒体教学平台，“不舍得”离开讲台，一堂课下来大部分时间都面对着电脑屏幕，不走动，从而忽视了与学生的互动，不利于师生之间的双边交流。

4.3 智慧学习环境功能需求总结

第一，从培养学习者的认知能力方面来说，智慧学习环境应能够记录学习者的学习过程，及时向教师反馈学生学习情况，并建立交互式平台。这一平台应针对不同的时间、地点、学习者和学习活动，根据学习者模型和学

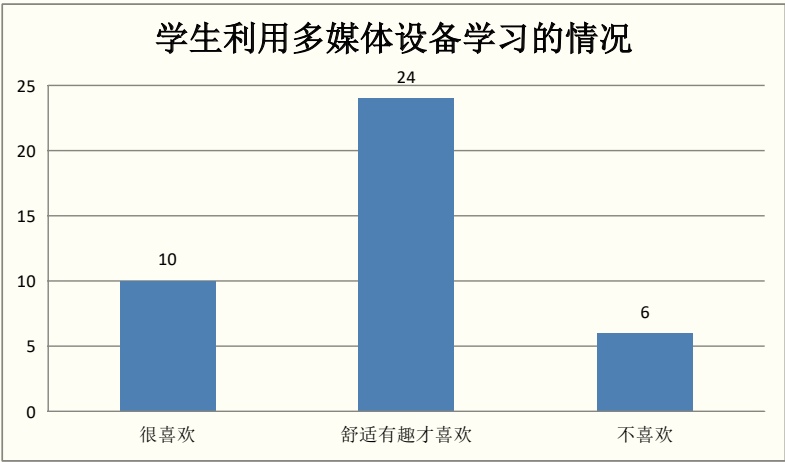


图 4 学生利用多媒体设备学习的情况调查统计图

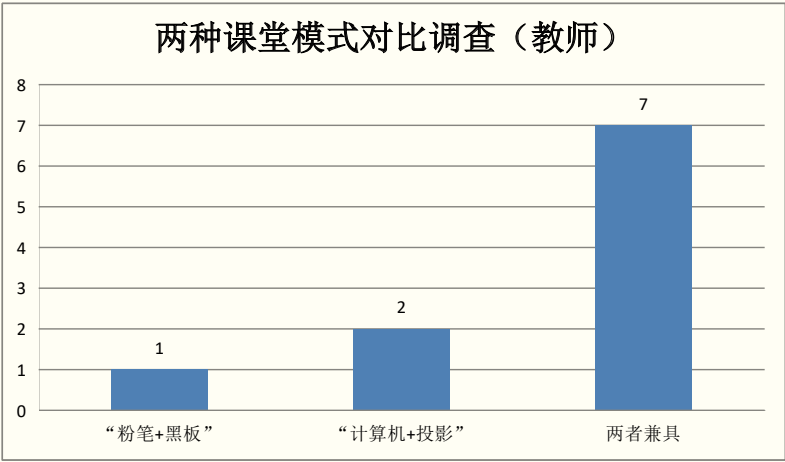


图 5 两种教学模式调查统计图

习情境提供个性化的学习资源和工具，以达到最佳的学习成效。

第二，从培养学习者的学习方式方面来说，随着“以学习者为中心”学习理念的兴起，协作学习、探究学习、基于项目的学习、基于问题的学习等多种学习方式不断涌现。因此，智慧学习环境下的教室需要灵活运用“矩形”“圆形”“阶梯式”和“马蹄形”等多种座位布局形式，以满足当前教学的多样化需要。

第三，从师生教学交流方面来说，智慧学习环境应具备多种交互式多媒体平台。例如，利用交互式智能平板电脑（如 iPad），通过教室内的无线 Wi-Fi 路由器与同学和老师的教学平台互联，进行学习上的讨论交流。

第四，从教师的角度来说，智慧学习环境应提供一个便于教师备课的平台，并能记录教师的教学过程。例如，配备交互式电子白板的设备，使老师能够按照备课的教学流程在电子白板上任意书写，既像写黑板一样轻松自如，又能随时保存教学内容。同时，还应具备 ID 认证系统保护个人隐私和权限。

5 智慧学习环境设计

根据调查结果，尝试对深圳实验学校中学部进行智慧学习环境的设

计，包括智慧校园和智慧教室的体系及模型设计。

5.1 智慧校园 (Smart Campus)

智慧校园 (Smart Campus) 应具有环境全面感知、网络无缝互通以及海量数据支撑三大特征。接下来，本文将围绕这三大特征进行基于云平台的智慧校园系统的设计。

5.1.1 基于云平台的智慧校园系统

基于云平台的智慧校园系统是利用云计算、物联网、移动互联网等技术，建立科学智慧的学校智能管理系统，旨在优化教育资源的利用，降低管理成本、提高管理效率和办学效益。它以服务学生、教师和管理者为宗旨，充分融合了云计算、物联网、智能控制等先进技术，搭建了

一个智能化、充分互动、环保节能的全网络式智慧平台。该平台提供涉及教学、科研、生活和管理等全面覆盖校园各项活动、便利快捷互动的多样化应用和服务。智慧教育的飞速发展对传统教育体系和学习系统产生了较大的冲击。如何优化校园智能教育和学习系统，提升整体教学质量和学习效率，已经成为当代教育的

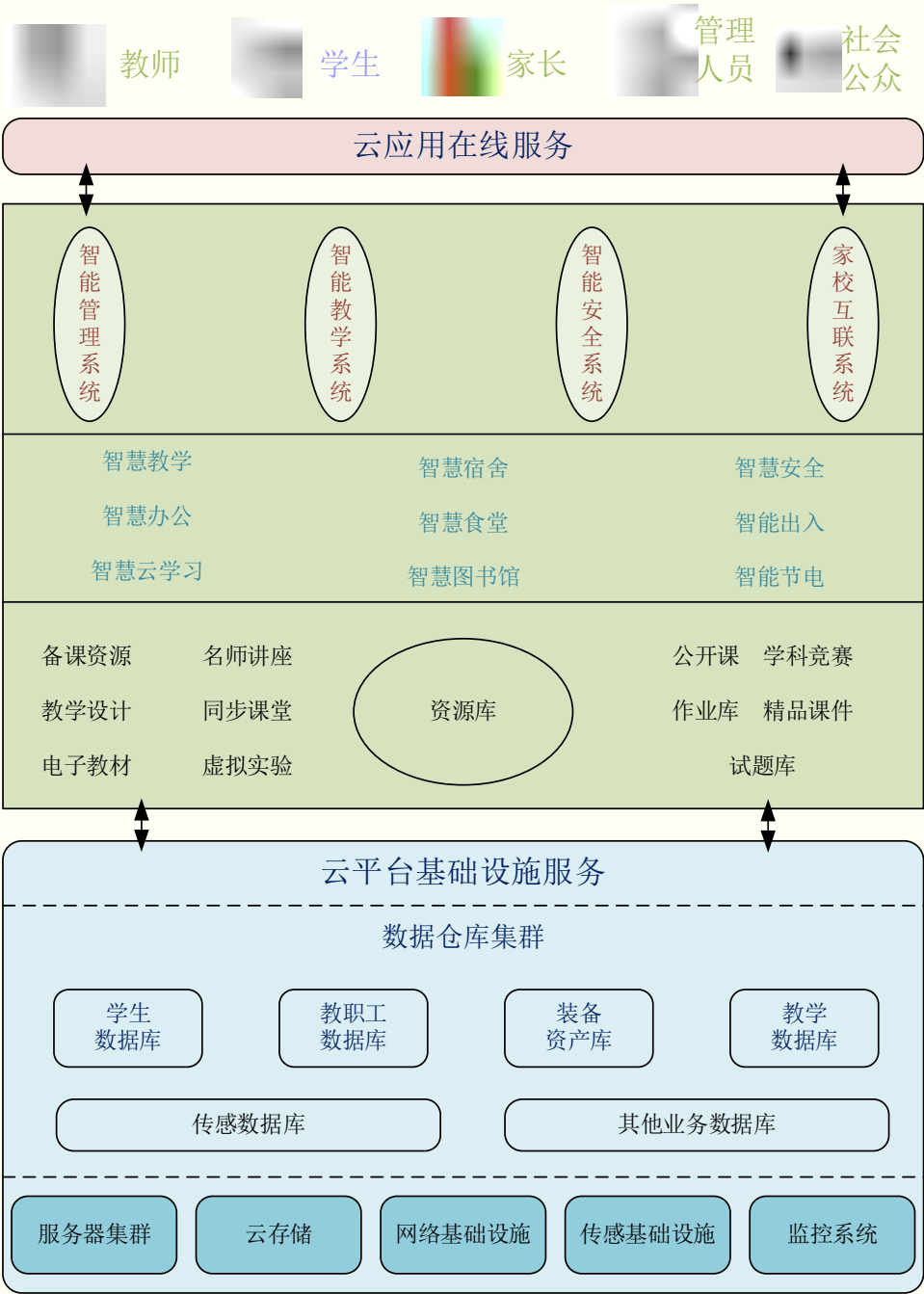


图 6 智慧校园云系统架构图

一个重要课题和长远发展战略目标^[8]。智慧校园建设的主要内容是“1个”平台、“4大”系统及其“9大”应用场景（见图6）。

5.1.2 智慧校园体系架构的基础——云平台

智慧校园体系架构的基础，即智慧校园云平台。这一平台基于云计算技术构建，包括基础设施平台和应用支撑平台，是整个校园的数据中心、信息中心和教学资源中心。通过集成3个层次的服务，本平台能全方位满足各级学校各类服务的需要。

基础设施即服务（Infrastructure as a service）：平台以服务的形式提供虚拟硬件资源和服务服务器租用等，使教育相关部门无需购买服务器、网络设备、存储设备，只需要通过互联网租赁即可搭建自己的应用系统。

平台即服务（Platform as a service）：平台能提供完善的平台即服务功能，包括云应用支撑服务、云系统支撑服务和智慧校园云服务总线。平台通过提供二次开发接口、教育软件定制接口等功能，以及开放式的支撑服务功能，为用户提供完善的应用服务引擎和应用编程接口，用户能通过应用服务引擎，构建相应的教学应用。

软件即服务（software as a service）：智慧校园服务平台的用户和客户端软件均能通过标准的Web浏览器使用云平台上的各类在线服务，用户不需要另外购买软件，因为平台能够为用户提供完善的软件即服务功能。

5.1.3 智慧校园体系的逻辑架构

本系统采用3层逻辑架构，其中涉及服务、接口和组件这3个概念。服务说明某一层为上一

层提供一什么功能，接口说明上一层如何使用下层的服，而组件涉及某一层的功能实现模块。

最底层是网络基础设施，其组件包括各种应用服务器、存储服务器、路由交换设备、传感器网络和监控系统。所有服务器、监控设备、传感器的流量都走IP网络传输，因此系统对网络带宽有较高的要求。为此，校园网络将采用千兆交换机连接到桌面，而机房核心层则采用万兆交换机。为了提高服务器的可用性，机房内需要安装UPS（不间断电源）。一方面，在出现断电情况时，不会立即影响系统运行；另一方面，提供了故障响应时间给技术人员进行设备的设置备份、设备关机、通知用户等操作。同时，机房还需要安装精密空调，以保障机房温湿度控制在适宜工作的状态。

数据与服务层位于网络基础设施层之上，主要包括学生数据库、教学数据库和知识库。学生数据库可以存储学生的学习习惯、学习情感和已有知识，为学习者提供自适应导航、教学材料和教学策略选择的个性化依据。数据来源包括学生参加在线测试以及教师的周期性录入。教学数据库主要存放由教师事先预置的教学辅导材料，或者在学习过程中通过学习者、学习合作伙伴、教师提供或从网络上获取并被系统整合的精选教学资料。而知识库则囊括了课程中的各个知识点，由教师在课前提前准备好，并随着学习者的学习进程的发展不断更新。

对于设备管理，可以通过设备动态管理系统对RFID标签中存储的信息进行无限次修改。从设备购入开始，即将设备的在用、维修、报废等状态及时地在标签中予以更新，使仪器设备的实际状态与管理系统中的状态始终保持一致，进而实现仪器设备的全过程动态管理，为学校的投资决策、设备更新等提供依据，提高仪器设备的管理效率。

应用层位于3层逻辑架构的顶层，主要提供信息查询等应用服务。数据库、传感器网络提供信息查询接口，给上层的应用系统提供服务。数据库还可以与学校的办公系统对接，使老师可以方便地修改学生、教学数据库的信息。

综上所述，本系统通过3层逻辑架构的设计，实现了功能完整、使用灵活的云平台基础设施服务模块，能够为上层应用和系统提供服务。

5.1.4 智慧校园体系的四大系统

“4大”系统分别是指智能管理系统、智能教学系统、智能安全系统和家校互联系统。以下是对这四大系统的详细介绍。

智能管理系统是在以RFID传感网为基础的感知层上，实现智慧校园系统的主要管理功能，并与各校现有的信息化系统、家校通系统集成。它主要监测物理状态，管理虚拟化的软件、硬件资源，并提供开放的API。这一管理系统可以增强软件平台的安全性。

智能教学系统是在学校信息中心服务器上部署Web应用服务器，并安装辅助教学的Web应用。在智能教学系统下，教师和学生都将采用移动设备进行办公、学习。因此，在部署移动应用的场景中，可以采用移动中间件技术，以节省开发者针对不同移动平台开发应用的时间和精力。

智能安全系统是利用RFID、传感器等技术实现校园智能安全管理。

它使用硬件防火墙保障平台的网络传输安全。在前端计算机上安装双网卡，将内部和外部网络隔离开。在系统区域网络中使用私有 IP 地址，并用 IPAT 技术实现网络地址转换，从而有效防止系统被非法侵入，保障校园信息环境安全。

家校互联系统是一个加强学校和家长之间联系的校园信息化服务管理系统。它融合了手机短信、计算机网络集成、综合服务等多种先进的 IT 技术，是新一代家校联系工具。家校互联系统提供了一种崭新的家校沟通方式，专门面向中小学生家长提供家校互动的服务。

5.1.5 智慧校园系统的应用场景

智慧校园系统具体可应用于智慧教学、智慧办公、智慧云学习、智慧宿舍、智慧食堂、智能出入、智慧图书馆、智能节电、智慧安全 9 个场景（见图 7）。

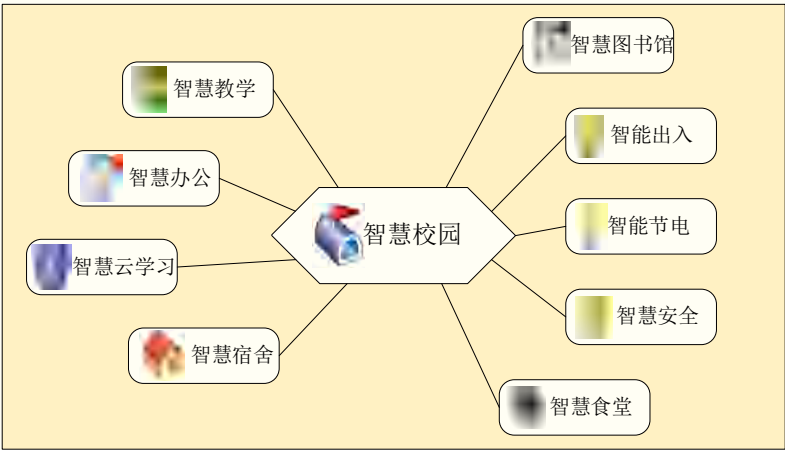


图 7 智慧校园场景应用图

智慧教学：老师在排课管理系统中公布课程计划，管理者与老师实时互动沟通，实现快速、人性化的高效排课。选课系统被部署到云平台，以减轻系统负载，满足短时间大容量的访问需求。学生可以采用多种终端登录选课。教学平台则负责推送上课时间、地点、学生数、网上课堂地址、课程信息变化通知等信息。利用计算机或便携终端进行电子考试，自动生成学生成绩，并支持考试成绩按预定格式导入系统，实现卷面分析、成绩排名统计。通过模式固化，系统能进行同比、环比、分布、分类等成绩分析，并通过邮件、手机信息等方式向学生推送成绩。学生也可运用多种方式远程登录进行成绩查询。此外，通过云计算平台，对教师评分以及学生反馈等信息和数据等进行深入研究，并结合课堂录像全面评估课程的教学效果，从而提高教学的效率、提升教学质量。

智慧办公：轻松实现了远程和移动智能化办公，解决了时间和空间的问题。它确保事务处理“零响应”，信息迅速传达到所有目标人员；使用户能迅速找到自己所需的文档资料；规范日常办公流程，减少人为错误；降低协作工作成本，提高协作效率；降低沟通成本，提供更方便的沟通方式，提高沟通效率。智慧办公用流程作为纽带整合各个孤立的数据，实现全面的协同，从而节约时间，提高决策效率。

智慧云学习：用户使用交互式平板电脑可以随意下载云学习应用组件。通过这些小应用组件，用户不仅可以随时随地进行学习、跟踪、作

业、评测，还能进行互动学习交流和知识共享。

智慧宿舍：可视门禁，更安全可靠；智能温度与湿度控制，让室内环境更舒适。智能控制晾衣架，根据天气情况自动伸开或收起；智能控制窗户，根据天气情况开闭；智能限电控制器（恶意负载识别装置），自动识别控制违规用电器（如热得快、电磁炉、电饭煲等）的使用，有效节约用电开支，尤其降低用电设备的安全隐患。

智慧食堂：让食堂可复用，学生们用餐后可开放为自习室。采用流动服务员模式，能够快捷地进行局部打扫，不会干扰到学生。整个食堂 24 小时开放，除了 6 个小时早中晚餐时间外，其余时间都可向学生开放，夜间学生也可以在里面看书。提供 Wi-Fi 无线接入，学生小组可围坐在一张餐桌旁，打开笔记本讨论 project。

智能出入：通过 RFID 电子车辆识别系统，远距离定向自动识别车辆信息。如是校内工作人员车辆或已登记探访的车辆，则 20 米内不停车自动抬杆。访客可通过网上或手机预约获取校园门禁一体化管理的临时口令或二维码，可识别后方可入内。车辆入园时进行自动拍照及车牌识别，保存相关信息。此外，基于智能导航应用提供校内电子地图、定位及导航服务。

智慧图书馆：通过系统图书采访、图书管理、公共查询等功能，实现对图书馆业务的高效管理。它为示范学校图书馆资源的共享以及管理提供了高效智能的途径。读者可以通过智慧图书馆系统与智慧校园一卡通系统的

无缝对接，实现借还以及催还图书、图书和其他馆藏资源的自动化与智能化。每层楼设定一个自助选座位系统，读者可通过智慧校园卡在该设备上刷卡并触屏选取座位、办理暂离以及离开的服务，如同选取飞机座位一样方便。该系统及时更改系统座位空闲信息，并在入馆门口自动公布馆内的可使用座位数量。

智能节电：该节能系统能有效节约用电开支，智能的限电设备能降低用电设备的安全隐患，智能的控制系统则能有效提高管理人员的工作效率，从而真正实现绿色环保的智慧校园。

智慧安全：校园安全监控涵盖物品遗漏、人数统计、入侵检测、车辆识别、异常奔跑、异常停留等方面。根据地图，系统能自动规划巡更路径并自动更新，避免出现固定模式。它可对保安进行定位记录、分析巡更情况，确保巡更到位。同时，系统将建筑物内独立的火灾报警系统联网，实现火灾的自动报警与区域联动机制。综合运用 GIS、数字视频监控等技术，在监控中心内对所有联网建筑物的火警进行实时监测，对消防设施进行集中管理。系统还布设智能红外线自动控制“水炮”，能自动感知并“精确制导”，既节约投资又减少大面积未着火区域因淋水造成的损失。此外，智慧校园系统还注

重安全维护，包括操作系统、网络以及其他智能应用系统的安全。平台使用硬件防火墙保障整个校园云平台的安全。

5.2 智慧教室 (Smart Classroom)

智慧教室是一种典型的智慧学习环境，其装备及与之匹配的教学模式的研究是学校信息化发展到一定阶段的内在需求，对于前文提到的解决目前数字校园建设的困境、消除多媒体教学面临的问题、促进学生创新能力的提高以及变革信息时代学与教的方式具有重要意义。因此，构建新型的教室环境是一种必然趋势，充分利用传感技术、人工智能技术、网络技术、富媒体技术等装备教室和改善学习环境已成为一个必然选择。

5.2.1 基于云平台的智慧教室

智慧教室是利用云计算、智能交互、智能感应等技术建立起来的智能学习环境，是现实课堂与虚拟课堂优势互补，融为一体的学习空间。在此环境下，教师借助智能化教学资源、平台和工具，智能化地分析、识别学习者特征，有针对性地组织高效教学活动，指导学生运用个性化、多元化、探究式、协同式的学习方式，从而培养学生灵性，完善学生人格、促进学生综合能力的发展。

5.2.2 智慧教室模型设计

根据对数字化学习环境现状调查发现的问题，设计了相应的解决方案模型，即基于云平台的智慧教室。该智慧教室主要由智慧教室云平台、智慧书包、教师工作台，交互智能平板以及感知与控制模块组成。

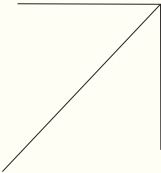
智慧教室云平台：智慧教室云平台作为前文提及的智慧校园云平台的子系统，利用云计算技术实现教学资源的分布管理与共享应用，以及教学资源与课程教学的无缝整合。它支持教师以“虚拟课堂”整合“现实课堂”的“双课堂”教学模式和多媒体学案导学教学模式，满足中小学教师创新教学、学生个性化学习、教师专业化发展以及教育管理者高效管理的需求。

智慧书包：智慧书包是以学生为主体、以个人电子终端和智慧教室云平台为载体的数字化学与教的系统平台。它是一种全面优化学生学习行为和教师教学行为的工具，也是智慧校园不可或缺的重要组成部分。智慧书包能够使预习、上课、练习、作业、辅导、评测等各个教学环节得到全方位优化，是构建新型学习环境的有力支柱。

教师工作台：教师工作台是一款优化教师备课和授课过程的系统软件。它支持教师在个人电脑上完成资料筛选、资料管理、教案（学案）制作、课件制作、作业布置以及课堂课件互动展播等工作，为教师提供了快捷备课、轻松授课的全程化、一站式的便捷服务。

交互智能平板：每位同学都配备一台交互式智能平板电脑（如 iPad）。通过教室内的无线 Wi-Fi 路由器，学生可以与同学和老师的教学平台实现互联，与老师的教学平台同步，并利用它与同学和老师之间互相传输文件，进行学习上的讨论交流

感知与控制模块：该模块设有全方位的麦克风，能自动跟踪教师声音位置并自动调节音量大小。同时，全方位摄像头及录音设备会全程录制课堂，并自动导入智慧教室云平台，便于学习复习、教师的教学反思



以及资源共享。

5.2.3 智慧教室的优越性

智慧教室云平台为教师提供了虚拟教室这一平台,让学生在正式上课前可以进行各种情景的模拟。该平台通过收集现实中各校中出现过的各种课堂环境,并建立起数据库。教师在使用该种功能时,由平台随机生成课堂环境进行模拟。这不仅有利于教师对正式课堂上各种会出现的问题或突发状况进行事先的预演和把握,防止教师在该情况下手足无措。建构主义认为,理想的学习环境应由情境、合作、交流和建构4个方面构成。现在以“互联网+”信息技术为基础,有利于创设包含这4种要素的理想的学习环境^[9]。

智慧书包与上文提到的云平台不同,是专门为学生所设计的系统。在许多知名的教育调研中都发现,现在学生最信任的人不是老师,不是长辈,也不是家人,而是身边的同龄的伙伴。这表示,也许最有效的教育是学生之间的互相学习。基于此,智慧书包的设计概念采取了在西方广为流行的学习小组模型^[10]。

教师工作台是教师们互相学习的平台。在这里,他们将互相交流制作课件或教育的经验,共同促进学习。该平台将运用到电子白板的设备,老师可以遵循先前备课的教学步骤,按部就班地在电子白板上选取素材进行播放,也可以按照具体教学需求,任意调整播放窗口的大小和位置,并在白板上进行书写,这种方式就像在黑板上书写一样便捷,而且可以随时保存。在课堂上,老师可以将通过电子白板练习题目发送给学生,学生利用智慧书包接收、作答并提交答案。每位学生的作答步骤和答题结果都会显示在老师的电子白板上,老师通过查看白板,就可以及时准确地掌握每位同学的学习状况。课堂练习的结果可以保存在课堂学习档案中。学生利用智慧书包按照老师控制的课堂活动进度自主学习、练习、提问和做笔记等。

交互智能平板的引入,有效解决了当前数字化学习课堂中教师因操作大量的多媒体设备而分散精力、忽略与学生的交流的问题。交互智能平板能完全替代键盘和鼠标的束缚,真正实现无尘、绿色课堂教学。同时,搭配多款交互多媒体教学平台,使其具备教学课件的批注、书写以及各种教学工具的辅助教学功能,从而大量减少教师操作设备的时间。

感知与控制模块设有全方位的麦克风,能自动跟踪教师声音位置并自动调节音量大小。全方位摄像头及录音设备全程录制课堂并自动导入智慧教室云平台。此外,智能温度与智能湿度控制将全方位为学生提供舒适的现实环境。

结语

本文主要通过文献调查法、实地调查法、问卷调查法等研究方法,研究了智慧学习环境分析与设计,分析了数字化校园和数字化学习环境的现状及遇到的问题,并总结出智慧学习环境是当前信息技术教育发展的必然趋势。在此基础上,本文对智慧学习环境的功能进行了分析与总结。通过了解学习者对新型学习环境的需求,发现可以在校园环境中建立基于云计算平台的智慧校园、智慧教室,让师生在一个智能、开放、

放松、安全、舒适的环境下进行教与学,以提高教学效率和校园管理效率。这一研究对于解决当前数字化学习环境的困难、促进学生创新能力的提高以及实现新兴信息技术与新课标倡导的教育理念的完美融合具有重要意义。

引用

- [1] 王娟娟.智慧教学背景下开放大学英语教师的专业发展与能力提升研究[J].江西开放大学学报,2024,26(2):72-78.
- [2] 张丽娜.高校数字化学习环境与纸质资源整合策略研究[J].中华纸业,2024,45(5):100-102.
- [3] 柯和平,龚自振,谢海先.智慧图书馆建设中混合式智慧学习空间的构建研究[J].现代教育技术,2024,34(4):112-121.
- [4] 侯守定,何芳.智慧学习环境下高阶数学思维培养的案例分析——以人教版数学“解一元二次方程”单元起始课教学为例[J].理科考试研究,2024,31(8):7-10.
- [5] 何跃华.信息技术与学科融合的教学实践[J].教育,2024(9):7-9.
- [6] 李盛林.数字校园助力高职云教材建设实践探究[J].河北职业教育,2024,8(1):83-86.
- [7] 陈新宇,梁宇杰,辛程远,等.基于智慧校园平台的协同办公系统建设的研究[J].中国新通信,2023,25(21):81-83+98.
- [8] 冯知岭.云平台下的智慧学习系统设计与应用[J].中国高新科技,2021(15):67-68.
- [9] 刘沛强.智慧校园综合服务平台设计与开发[J].信息技术与标准化,2021(7):77-80.
- [10] 王攀.智慧学习环境下中职学生高阶思维培养的发展与反思[J].电脑知识与技术,2021,17(19):228-229.

关于提升科技部门信息公开水平的策略研究*

文 ◆ 山西省科技成果转化促进与数据监测中心 吕盛槐

引言

进入 21 世纪以来，互联网成为推动我国经济社会发展的重要力量，基于互联网的电子政务在此期间迅猛发展，尤其是政府网站在信息发布、办事服务能力等方面实现了大幅提升。近年来，移动互联网逐渐渗透到人们生活、工作的各个领域，驱动着各产业不断探索新道路，同时对电子政务也提出了创新要求。基于此，课题组收集了全国各省、直辖市科技厅、山西省各厅局 2023 年政府网站年度报告，各部门编写了目前存在的主要问题。通过整理 29 家省科技厅和 32 家山西省属厅局主要问题，基本梳理出当前电子政务存在的主要问题。通过问题导向，提出了当前提升电子政务的必要措施。

1 存在的问题情况及改进意见

1.1 政策解读质量有待提高，科技政策解读形式单一

存在政策解读质量不高，形式单一的单位共有 48 家，针对普遍存在的问题，典型的表述和解决办法如下。

加大图文、视频解读数量，丰富政策解读形式。做好政策咨询问答库的建设和管理工作，进

一步扩大问答平台知识库储备，做到对科技政策问题应答尽答、应答优答。加强和改进政策解读工作，充分运用图片、图表、音频、视频、动漫等多种形式，将“政策语言”转化为“群众语言”，真正让群众“看得到、读得懂、用得上”，不断提升政策解读效果。开设“政策面对面”访谈解读专栏，录制制作 15 期深度政策解读栏目，丰富政策宣传形式。继续做好厅网站升级完善和数字科技平台建设，打通厅网站、数字科技平台、厅 OA 系统之间的数据接口，通过数字化、人工智能、大模型等技术手段提高政府信息公开工作的办理能力和办事效率。制作《政策问答知识库》专栏，常态化更新智能问答词库、12345 政务服务便民热线知识问答库信息共计 79 条，进一步扩大智能问答平台知识储备。

提升政策解读质量，及时主动回应社会关切问题，加强科技创新政策文件精准解读和宣传，对新出台的规范性文件均配套发布图文解读，以图文、动画、简明问答等形式对文件进行多维度解读，用深入浅出、形象直观的手段提升政策传播的吸引力和感染力，切实让企业、科研院所、高校等科技创新主体及时了解各类科技创新政策适用范围，帮助大众及时掌握最新政策动向。不断细化政策解读。通过多角度、多形式开拓解读新手段，从群众关切的堵点和重点出发，深入解读政策文件内涵，提升政策解读深度和温度。按照“谁起草、谁解读”的原则，针对政策文件的背景依据、目标任务、主要内容、涉及范围、惠民利民举措等，使用深入浅出、通俗易懂的语言，创新、拓展社会公众喜闻乐见的解读形式，运用数据化、图表图解、音频视频等方式展现，让群众看得懂、记得住、信得过、用得上。

1.2 工作人员专业素质有待提高，部分语言表达不规范

存在工作人员专业素质有待提高，语言表达不够规范的单位有 20 家，典型的表述和解决办法如下。

持续提升业务能力。强化业务培训，增强公开意识，积极参加政务公开培训和交流研讨。

聚焦社会影响力大、群众关注度高、涉及公共利益广的政府信息，加强宣传普及，进一步提升信息公开时效性。加大交流培训，提升工作人员的专业素养，抓严保密审核流程，进一步完善保密审查制度。持续开展政务公开业务培训，组织交流研讨和实地观摩等，多角度、立体式

*【基金项目】山西省科技战略研究专项（202204031401011）

【作者简介】吕盛槐（1979—），男，山西文水人，本科，副研究员，研究方向：政务信息化。

地推动从业人员的专业素能提升。切实提高全市政府信息公开申请工作规范化水平,进一步压实各地、各部门信息公开工作主体责任,聚焦依申请公开疑难点问题,抓住关键环节,加大培训力度,强化队伍建设,全面提升履职能力。

加强组织领导,理顺工作机制。强化“主要领导亲自抓、分管领导抓业务、业务人员抓具体”的意识,优化工作机制,明确责任分工,细化任务措施,确保各项工作落实到位。开展业务培训,提升工作能力。通过培训增强工作人员政务公开意识,明确政务公开工作的重点难点,找准推动工作的着力点和突破口。强化全市政府信息公开队伍建设,进一步增强信息公开主动意识。持续开展全市政务公开培训及交流工作,加强对全市公开工作的研讨培训和交流指导,持续提升工作人员的业务素质和工作水平。

1.3 政府信息公开管理相关制度需要完善,信息公开质量有待提高

存在相关制度需要完善,信息公开质量有待提高问题的单位有 21 家,典型的表述和解决办法如下。

拉高工作标杆,压实各处室工作责任,加强督促督办,深化主动公开,推进依申请公开工作标准化、规范化,促进政府信息公开工作水平整体提升。完善政务公开制度,进一步健全政务公开制度,进一步提高政务公开水平。建立健全政务公开工作考核和责任追究机制,实现信息公开的制度化、规范化、常态化,形成信息公开长效机制。健全网民来信办理机制,实行信件分类分级处理,对常见、共性问题统一回复并第一时间在省科技厅网站公开,不断缩短回复时限。进一步强化政府信息公开制度建设,严把法律关、政策关、文字关和保密关,对政府公开信息进行全面梳理、科学归类,确保政府信息公开及时、准确、规范、高效。以群众需求为着力点,坚持问题导向,通过网站、微信、微博等大众化信息渠道突出做好各领域的信息公开工作,让公众看得到、能了解、好查询、易办事^[1]。

1.4 网站和政务多媒体设计水平有待提升,办事效率有待提升

存在网站和政务多媒体设计水平有待提升问题的单位有 36 家,典型的表述和解决办法如下。

充实公开内容,及时完善更新主动公开的政府信息目录,提高政府信息公开申请处理效率,加强政府信息公开咨询服务工作。进一步加大信息化建设力度。完善厅门户网站板块和服务能力,围绕人社热点问题增强互动性,多角度、多形式开展解读工作,更好回应社会关切。进一步优化门户网站栏目设置和信息分类,方便企业和群众快捷获取信息。调查征集意见反馈结果实质性内容不够丰富。加强网站政府信息公开搜索能力,完善政策信息网上咨询渠道,主动回应社会关切问题,提高答复专业化水平。进一步加强厅门户网站和微信公众号建设,严格信息发布审查制度,抓好政务公开培训,加强政务公开队伍建设,定期进行经验交流,推广学习好的经验做法,改进工作机制和方法,不断提高政务公开工作能力水平。打造更加全面的政务公开平台、更加权威的政策解读和舆论引导平台、更加及时回应关切和便民服务平台,全面提升厅网站服务水平,由传统被动发布型网站向主动服务型网站转变。优化门户

网站,进一步完善信息发布、解读回应、办事服务、互动交流等功能,开展门户网站移动端适老化及无障碍改造工作,方便老年人、残障人士获取信息,助力特殊用户群体跨越“数字鸿沟”。

切实推进公开平台建设,不断完善政府网站、政务新媒体管理机制,加强日常巡查检查,督促问题整改,强化经费保障,落实保障团队,持续加强各级政务公开专区建设,通过线上线下融合,为企业和群众提供“一站式”的政策咨询服务,提高政府信息公开申请和网民留言办理效率,及时回应社会关切。加大政府信息主动公开力度,做到应公开、尽公开,全面保障社会公众的知情权、参与权、表达权和监督权。推动利用政府网站、政府公报、政务新媒体、新闻媒体等多种平台以及传统方式开展政策发布工作,提高政策知晓度和到达率。将闭环式发布流程进行优化梳理,向各处室单位进行宣传解读,并在申请上网期间进行提醒督促,确保文件上网发布要素齐全。

2 相关问题系统解决措施

各有关单位均分析了目前存在的问题现状和对应的解决方案,为了更系统地解决信息公开中存在的问题,课题组分别从政策、制度和执行人员的角度来分析解决措施。

2.1 加强政策全过程管理

在政策发布前应做好充足的准备预案。部门负责人和专家学者应深入研究政策边界、热点和堵点,为后续执行中遇到的问题做好预案。对需要用户提交的材料应发布样例模板,明确每一

份材料的具体填写方法，对长篇的辅助材料应明确统一提纲，用样例直接对照解释文字性描述，降低用户的使用门槛。

在政策实施中应以人民为中心，提高办事效率，第一时间解决问题。对共性问题应及时整理汇总，形成知识库和问题库，并及时向用户发布。不断提升政策解读的深度，方便用户理解吃透相关政策。

在一个周期结束后，应分析总结政策的各项指标，判断是否达到预期。并对参与的用户情况进行比较分析。根据分析的结果进一步优化政策模式，提高政策的全面性，提高科技部门相关政策的针对性和支持力度。

2.2 加强制度的分类管理

为实现科技部门信息公开的建设目标，根据国务院和省政府相关文件要求，由科技厅网站和政务多媒体发展办公室牵头，会同专家组和专业实施团队，制定科技厅网站和政务多媒体运行管理中涉及的各项制度，主要包括政府网站、多媒体管理制度、信息报送制度、互动回复制度、内容审批发布制度等，每一项制度应从实用性出发，指定相关责任人，明确办理流程，做到既明确

重点又方便实用，确保制度的合理性和可操作性。

对管理制度应分为三个类别。第一类，探索开拓新业务的制度，应制定相应规划，保证实施的过程中符合法律法规。第二类，成熟运转的业务要有标准，保证业务分配给不同的人完成，并且保证完成的质量。第三类，日常的业务要有考核的标准，通过考核来保证业务的数量和质量。

随着科技的发展，人工智能正在被应用到越来越广泛的领域，数据资源越来越集中，数据资产的价值也越来越被充分挖掘。国家对信息公开和保密的要求也越来越清晰。相关单位应不断学习新的有关法律，确保已有的制度与新的法律不冲突。既要保证用户的信息获取权和知情权，又要保护数据资源的产权。

2.3 加强人员关怀管理

首先，应提高从业人员的责任心。各部门要压实主体责任，明确各系统的责任人，设立信息专员，制定信息公开目标任务，激发工作人员的责任心和荣誉感。建立并严格执行信息公开各项制度，通过严格的审批流程避免工作人员的失误，从而提升发布内容的质量^[2]。

其次，应加强干部教育培训，提高从业人员素质。定期组织开展培训，把提升网上履职能力作为培训的重要内容，不断提高相关人员知网、懂网、用网的意识和水平。加强专业人才培养，建设一支具备信息采集、选题策划、编辑加工、大数据分析和安全保障等综合能力，熟悉政务工作和互联网传播规律，具有高度政治责任感和工作担当的专业化队伍。

再次，应建立科学、公正的考核标准和奖励机制，通过考核对优秀人员进行绩效激励、薪酬福利、晋升机会等方式的奖励，进一步调动从业人员的工作积极性。

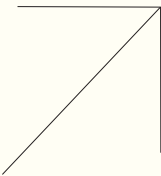
最后，应通过设立特殊岗位分担人员责任。设立统一的信息发布岗，把好最后一道发布关口，负责发布政府网站信息内容和政务新媒体信息。设立专门阅读岗位，借调下属单位人员或新入职的人员，与岗位人员签订工作责任书，对所有信息进行发布前审阅，避免出现低级错误。增加文件校验流程，避免出现年份、数量、版面排序等低级错误，引发舆情热点事件。设立读网专员，每周对所有栏目和所有功能进行巡检，提前发现异常情况，及时反馈修改。

结语

本文通过分析整理全国各省市科技厅和山西省各厅局等 61 个部门 2023 年的年报，总结了各部门编写了目前存在的主要问题和解决思路。通过问题整理，基本梳理出当前电子政务存在的主要问题。经过查阅相关资料，结合实际工作经验，从政策、制度、从业人员等方面提出了当前提升电子政务的解决策略，以期对中国科技部门的信息公开工作提供借鉴。^[3]

引用

[1] 王玥,郑磊.中国政务微信研究:特性、内容与互动[J].电子政务,2014(1):66-77.
[2] 冯淑珍.地方政府政务新媒体发展思路探究——以天水市为例[J].甘肃科技,2018,34(20):1-4.



数字化时代下的人事档案管理技术应用

文 ◆ 惠安县就业和人事人才公共服务中心 康晓玲

引言

在数字化时代，干部人事档案的管理办法面临着一些新的挑战 and 机遇。数字化建设应用已成为提升人事档案管理水平的关键，而传统的纸质档案管理方式已难以适应现代化管理的需要。以前主要依靠纸质档案记录和管理干部的详细情况，但随着信息化手段的快速发展和广泛应用，电子档案逐渐浮出水面，成为管理干部人事档案的核心手段。干部人事档案管理的革新不仅是形式的变革，更是档案管理方式的全面升级，以及效率和安全性的提升。本文将探讨如何利用数字化技术进一步优化干部人事档案管理，旨在提高管理效率、保障数据安全、满足机关事业单位日益增长的管理需求^[1]。

1 数字化档案管理概述

数字化档案管理已成为当今信息技术迅猛发展的重要管理手段。数字化档案管理（Digital, FileManagement）是指利用计算机技术、扫描技术、数据库技术等信息技术手段，将传统的纸质档案转化为数字化的形式，从而进行保管、管理和查询。数字化档案管理是现代档案管理的重要发展方向，既提高了档案管理的效率，又为档案的长久保存和利用提供了有力支持^[2]。

数字记录管理能提供诸多重要效益。一是数字化档案管理，档案管理效能明显提升。传统的纸质档案管理需要耗费大量的人力、物力，而数字化档案管理则可以通过计算机系统快速、准确地进行查找和管理，使工作效率得到极大提高。二是数字化档案管理使档案资料的保管、备份等工作更为简便。纸质档案容易因损坏或丢失造成损失，而电子档案则可以轻松复制到多种存储介质中，有效避免这一风险。三是数字化档案管理也使档案的共享利用变得更简便。不同的部门或组织可以通过计算机网络，便捷地共享和利用档案资源，从而最大化档案利用率。

2 数字化档案管理在人事档案管理中的应用

数字化档案管理在人事档案管理中的应用，特别是在干部人事档案方面，展现了显著的优势和重要的价值。以下是数字化档案管理在干部人事档案方面的主要应用。

2.1 档案数字化存储与备份

随着信息化的迅猛发展，传统的纸质干部人事档案管理方式已难以适应现代化管理的需要。纸质档案不仅占用较大的物理空间，而且存在易损毁、易丢失等隐患，而数字化档案管理则有效解决了这些问题。作为数字化档案管理的核心环节，档案的数字化保管和备份具有显著优势。一是将纸质档案通过数字化保管方式转化为电子资料，节省了保管空间，实现了档案资料的长久保存。二是由于通过电脑或云端存储，保证了档案资料的安全性和稳定性，避免资料损毁或丢失。三是在数据遭受损失的情况下，能够及时通过恢复数字备份策略的制定和执行，确保档案信息的完整性和可用性。

2.2 档案查询与检索

以计算机为基础的数字化档

【作者简介】康晓玲（1980—），女，福建泉州人，本科，研究方向：人事档案管理。

案管理不仅优化了档案的存储与备份方式，还显著提高了档案的查询与检索效率。传统的纸质档案管理由于查询和检索通常需要花费大量的时间和人力，而数字化档案管理利用关键词搜索和条件筛选等功能，使用户可以迅速定位到所需的档案信息，提高了办事效率。此外，数字化档案管理还支持多种检索方式，如全文检索和模糊检索等，以增加档案查询与检索的灵活性和精确性。这一便捷的查询方式既方便了用户的使用，又为档案管理提供了一种更高效的服务方式，是数字化档案管理的优势所在。

2.3 数据分析与挖掘

数字化档案管理不仅仅局限于存贮、备份和查询，更重要的是能够深入分析、挖掘干部人事档案资料。通过统计、对比、分析大量档案资料，为人事决策提供有力的数据支撑，揭示干部人事档案工作的内在规律和动态。资料分析挖掘运用范围广，在干部选拔、任用、考核等各个环节都能运用到资料分析。同时，通过挖掘干部人事档案，可以发现组织管理中存在的问题和不足，为优化管理工作提供借鉴和参考。

3 数字化档案管理面临的主要问题及对策

数字化档案管理面临的主要问题包括数据安全与隐私保护、缺乏统一的标准与规范、技术更新与维护难题以及人员培训与素质提升不足等，共同制约了数字化档案管理的有效推进和档案管理水平的提升。

3.1 数字化档案管理面临的主要问题

(1) 数据安全与隐私保护。

随着信息化技术的深入应用，数字化档案管理已成为新时期干部人事档案管理工作的必然趋势。然而，在这一过程中，数据安全和隐私保护问题日益凸显。数字化档案管理涉及的信息管理十分广泛，既包括干部基本履历、学历、工作经历等常规信息，又包括个人身体健康状况、家庭出身等敏感信息。一旦数据被泄露或滥用，不仅会给有关单位和组织带来难以估量的损失，还会对个人隐私造成严重侵害。在整个数字化档案管理过程中，从数据的收集、传输、保管到使用，每个环节都存在潜在的安全隐患^[3]。

(2) 标准化与规范化不足。标准和规范是数字化档案管理的核心问题。尽管数字化档案管理得到了广泛的推广和应用，但由于缺乏统一的管理标准和操作规范，导致各单位在档案格式、内容、分类等方面存在显著差异，对档案的互通性、共享性提出了巨大挑战。一是档案资料格式多样，造成资料交换困难。不同的单位采用不同的文件格式、编码标准或数据结构，导致数据在不同的系统之间的交换困难，不仅影响了档案信息的流转和利用效率，还增加了资料出错、丢失的风险。二是档案内容的差异，造成检索和利用信息的不便。各单位对档案信息的描述和分类方式会因缺乏统一的内容和分类标准而有所差异，使业务人员难以迅速找到所需的信息资源，降低了信息检索的准确性和效率。

(3) 技术更新与维护难题。随着信息技术的迅速发展，数字化档案管理所需的技术和装备也在不断更新和升级。然而，部分单位仍面临着资金、技术等方面的困难，导致技术更新与维护难度较大，不仅对数字化档案管理工作的效率、质量造成了影响，还制约了档案管理工作水平的进一步提升。首先，资金问题是技术更新和维护的主要障碍之一。由于资金紧张或预算有限，部分单位难以承担高额的技术更新和维护费用，导致这些单位无法及时引进档案管理系统的新技术、新设备，难以提高档案管理系统性能、稳定性。其次，技术难题也是技术更新与维护的重要制约因素。尽管数字化档案管理系统的功能和性能不断提高，但在系统升级和维护过程中，部分单位由于缺乏专业的技术保障队伍或技术人员，不能有效应对出现的技术难题，使数字化档案管理工作的正常运转受到系统升级失败或维护不及时的影响。

(4) 人员培训与素质提升。数字化档案管理不仅对管理人员的信息素养提出了更高的要求，还要求管理人员具备出色的业务技能。然而，目前部分单位在人员培训、素质提升等方面存在不足，导致管理人员难以适应数字化档案管理工作的要求，对数字化档案管理的成效造成了负面影响，同时制约了档案管理人员的职业发展。随着数字化档案管理的普及和应用，管理人员需要掌握更多的信息技术知识和技能，包括档案管理的基本理论、操作流程，以及数字化档案管理系统的使用和维护。但一些单位在人员培训方面存在投入不足，培训内容与实际需求脱节等问题，导致培训效果不佳^[4]。

3.2 对策与建议

为了增强数字化档案管理的安全性和规范性，提高管理人员的业务水平和综合能力，实现档案管理工作的高效、智能、准确化，以及为组织的发展提供有力支撑，提出以下对策与建议。

(1) 加强安全防护措施。在数字化档案管理过程中，面对可能发生的数据外泄、损坏等风险，必须高度重视资料的安全与保密工作，落实一系列严格的安全防护措施。第一，建立完善的资料安全保护机制，规定数据安全政策与流程，明确资料保护的职责，确保资料的完整性、可用性和保密性。第二，加强资料安全防范工作的考核和监控力度，及时发现与处理潜在的安全隐患。第三，熟悉并运用先进的加密技术和信息访问控制策略，确保只有经过授权的人员才能对相关数据进行访问和操作。

(2) 制定统一标准与规范。为提高数字化档案管理的效率和质量，应制定一套全面、统一的管理标准和操作规范，促进数字化档案管理的标准化和规范化。一是确立管理规范、操作规范。这些标准和规范应明确每一项工作的要求和流程，涵盖档案的收集、整理、保管、利用等各个环节。同时，应根据实际应用情况和技术发展趋势，对管理规范和操作规范不断加以改进和更新，确保其具有应变性和实效性。二是加强标准和规范的宣传和推广。通过举办培训班、研讨班等活动，将标准和规范的内容和要求普及至档案管理人员，提高档案管理人员的管理水平和工作效率。

(3) 引进先进技术与管理系统。由于数字化档案管理技术与装备不断更新换代，为了保持与时俱进，各单位必须加大对数字化档案管理技术装备的投入，确保相关技术装备得到及时的更新和升级。主要包括服务器、存储设备、网络安全设备等硬件设备的更新，以及档案管理系统、数据分析工具等软件系统的升级优化。通过引进先进的技术和管理系统，实现高效、智能、精准的档案管理。例如，运用大数据分析技术，深入挖掘、分析干部人事档案，为干部选任、培养提供决策的科学依据；利用人工智能技术，对档案进行自动化的分类、整理、检索，提高工作效率和档案管理工作质量。

(4) 开展定期培训与考核。为使培训与实际需求结合得更紧密，各单位在制定培训方案时，应以科学理论和实际案例为依据，从实际需要出发，选择适合的培训方式与途径。首先，应制定科学合理的培训计划，明确培训目标和内容，确保培训与实际需求相结合。其次，应选择合适的培训方式和方法，如线上培训、现场指导等，增强培训效果。同时，应加强培训效果的评估和反馈，及时调整培训内容和方式，确保培训成果能够转化为实际工作能力的提升。此外，为了激发管理人员的学习热情和工作积极性，各单位还可以建立健全的激励机制和评价体系。通过设立奖励机制、提供晋升机会等方式，鼓励管理人员积极参与学习和实践，不断提升自身的专业素养和综合能力。

结语

在干部人事档案领域，数字化档案管理的意义重大。对这一传统领域而言，数字化档案管理在干部人事档案领域的应用，无疑是一场革命

性的变革。在信息技术迅猛发展和普及的今天，数字化档案管理已成为公共机构不可或缺的一环。通过深入研究和探讨干部人事档案管理中数字化技术的运用，可以发现数字化档案管理在保证档案安全可靠的同时，也提高了管理效率，但在实际操作中仍面临诸多难题与挑战。为促进干部人事档案领域数字化档案管理工作的健康发展，通过分析数字化档案管理面临的问题和挑战，提出了相应的对策和建议。未来，还应继续关注数字化档案管理的发展趋势和实践经验，以优化数字化档案管理的方法和策略。

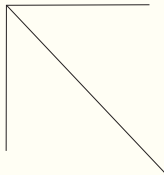
引用

[1] 周文波.新时代干部人事档案数字化管理策略研究[J].兰台世界,2023(6):113-115.

[2] 徐敏.数字化时代中医院档案管理发展的新突破[J].兰台内外,2022(4):19-21.

[3] 许炜卿.“互联网+”环境下医院人事档案管理策略研析[J].城市情报,2023(11):94-96.

[4] 刘澎.数字化时代档案管理信息化建设分析[J].品牌研究,2023(27):68-70.



城市信息系统中城市信息模型建设的造价分析

文 ◆ 深圳市前海建设投资控股集团有限公司 蓝洁琳

引言

在全球化和信息化迅猛发展的背景下，我国正面临着千载难逢的机遇。信息化不仅重塑了社会的各个方面，也为经济发展带来了前所未有的推动力。特别是进入“十四五”时期，我国信息化建设已经进入一个全新的阶段，即加速数字化的进程，致力于建设数字中国。根据中央网络安全和信息化委员会印发的《“十四五”国家信息化规划》（以下简称《规划》），我国在未来五年将着重推进城市信息模型（CIM）的建设与完善，探索数字孪生城市的构建。《规划》明确提出，将通过完善城市信息模型平台和运行管理服务平台，实施智能化市政基础设施建设和改造，促进城市“一张图”数字化管理和“一网统管”模式的推行。基于此，本文深入分析城市信息系统中城市信息模型建设的造价，并提出优化措施，以支持我国信息化发展的宏伟蓝图^[1]。在造价分析方面，从建设前期的准备与设计，到中期的实施与部署，再到后期的运维与升级，逐一阐述了各阶段的关键成本因素。然后，特别提出了采用模块化设计、选择开源技术和工具、

引入云计算服务以及实行严格的项目管理和成本控制等造价优化措施，以确保 CIM 项目的经济效率和技术前瞻性，从而推动城市管理向数字化、智能化转型，为建设可持续发展的智慧城市奠定坚实基础。

1 城市信息模型的概述

1.1 内涵

城市信息模型（CIM），起源于建筑信息模型（BIM），是对建筑与城市级别的数字化转型的扩展。CIM 不仅是一种技术或工具，还代表着对城市空间各构成元素（如建筑物、设施、资源及环境等）的综合数字化表达。这种模型整合了地上与地下、室内与室外、历史与现状未来的多维多尺度信息，构成一个全面的三维数字城市空间。

1.2 主要功能

城市信息模型的主要功能可以概括为三个核心方面。（1）城市场景表达。CIM 能够全面反映城市的时空特征和综合场景，不仅数字化地表达了城市中的人文、地理以及社会要素，还展示了这些要素的空间分布、演化过程以及相互作用机制。CIM 提供了一个能统一表达语义描述、空间定位、几何形态以及演化过程的平台，支持城市信息的三维动态可视化。（2）信息聚合。通过提取和聚合城市中的各类信息，CIM 构建了一个多层次、多尺度、多时间维度的智慧信息模型，为城市管理提供决策支持。（3）广泛应用。CIM 技术的应用促进了城市信息的共享与更新，实现了跨部门业务的协同作业以及城市规划、建设与管理的综合应用，推动了政务服务的现代化和城市运营的智慧化。

2 城市信息模型建设的造价分析

城市信息模型的建设，是城市规划和管理的一种革新方式。然而，实施这种先进技术的造价问题，常常成为城市决策者考量的重点^[2]。

2.1 建设前期：准备与设计

首先，需要深入研究现有的城市管理体系，评估其信息化的现状与短板。在此过程中，须聘请城市规划和信息技术领域的专家，进行多轮讨论与咨询，确保所得数据全面且精确。方案设计则依据需求分析的结果，通过创造性的思维构建整体的系统架构，包括但不限于数据流向、

【作者简介】蓝洁琳（1989—），女，广东深圳人，本科，信息系统项目管理师，研究方向：建设工程信息化系统。

系统模块划分以及用户交互界面。此部分造价主要体现在专业人员的劳务费用及初步的设计软件投入上。

其次，进行技术评估与选择。团队需要从众多的软件与硬件选项中筛选出最符合项目需求的技术产品。这不仅包括基础的 BIM 软件，还涉及 GIS 系统、数据管理工具等。此阶段的关键在于平衡性能与成本，避免因过度追求高端而造成预算浪费。具体造价表现在软件的购买或租赁费用，以及必要的硬件设备投资上。

最后，设计阶段的末尾，为确保项目的顺利推进，技术团队与操作人员需要对选定的 CIM 技术进行充分学习与适应。此处的造价主要涉及培训材料的准备、专业培训师的聘请以及相关场地和设备的租用费用。

2.2 建设中期：实施与部署

CIM 建设的中期阶段关注系统的实施与部署，旨在将设计理念转化为实际操作的功能实体。此时段的造价分析需要细致入微地考察从系统开发到实际部署的全过程。

系统开发阶段是 CIM 项目中技术实现的关键，需要编制详尽的软件开发计划，包括前端用户界面和后端数据处理功能的实现。专业的软件工程师团队将按照设计规范，开发出满足城市运营需求的定制软件解决方案。这一过程中，系统的可扩展性和安全性是造价控制的重要考量点。软件定制开发费用涉及的成本包括人力资源投入、软件测试以及第三方服务费用。定制化的解决方案通常需要较高的开发费用，因为它们需要独特的配置以适应特定的城市数据和操作流程。CIM 系统的效能依赖于多源数据的有效集成。数据集成费用涉及数据格式转换、数据清洗以及系统间的数据对接。专业的数据工程师必须确保数据的一致性和完整性，以便系统能够无缝运行。

硬件部署是实现 CIM 功能的物理基础，主要包括服务器的安装、数据存储设备的配置以及必要的网络硬件的搭建。网络建设确保了数据的高速传输和信息的实时更新。硬件采购与安装费用不仅包括硬件的购买成本，还涉及安装和调试的相关费用。选择高性能的服务器和网络设备可以提高系统的响应速度和处理能力，但同时也会增加造价。此外，随着数据量的增加，网络安全成为不可忽视的问题。投资于高级的安全设备和软件，可以防止数据泄露和系统攻击，保障城市运营的安全^[3]。

2.3 建设后期：运维与升级

CIM 的建设后期阶段主要聚焦于系统的运维管理和技术升级。这一阶段的成本虽然是持续存在，但通过优化操作和提升系统效率，从长远来看，能够为城市管理带来更大的经济效益和社会价值。

CIM 系统的运维管理是一个持续性的成本中心，涉及系统监控、故障排查、日常维护以及数据更新等多个方面。（1）系统监控与故障排查。实时监控系统的运行状态，及时发现并解决技术问题，是确保服务不间断的关键。通常需要投入专业的 IT 支持团队，并使用高级的监控软件，以防系统出现宕机或数据丢失。（2）日常维护费用。包括定期检查系统硬件、更新安全补丁、优化数据库性能等。这些活动虽常规但至关重要，需要定期的资金投入以维持系统的最优性能。

CIM 系统的有效性依赖于数据的时效性和准确性。因此，定期的数

据更新是不可或缺的部分，其费用主要包括数据采集、处理和集成的成本。随着城市的发展和变化，需要将新的数据不断集成到 CIM 系统中，涉及从多个来源收集数据，如传感器、公共记录以及市民反馈等，并对这些数据进行清洗及格式化处理。同时，将数据集成更新到现有的 CIM 系统中，需要技术人员使用专业软件确保数据的一致性和兼容性。

随着技术快速发展，系统设备和软件也在快速迭代。为了保持 CIM 系统的先进性和竞争力，定期的技术升级成为必要的投入。软件平台的升级可以提高数据处理能力，增强用户界面的友好性，以及增加新的功能，但通常需要额外的软件许可费用和定制开发费用。随着数据量的增加和计算需求的提升，原有的硬件设备将难以满足需求，需要进行更换或升级，主要涉及新硬件的采购及旧硬件的淘汰，同时也需要专业人员进行安装和配置。

3 城市信息模型建设的造价优化措施

3.1 采用模块化与可扩展的设计

在 CIM 的建设中，采用模块化与可扩展的设计策略是确保项目可持续发展的关键技术手段。此策略涉及将整个系统拆分为独立但互联的模块，每个模块负责系统的一个具体功能。实施此策略的过程包括以下步骤。（1）与项目团队和利益相关者合作，确定系统必需的核心功能，并据此划分模块。例如，数据采集、处理、分析以及用户界面等，每一部分均设计为一个独立的模块。（2）为确保模块之间的高效

通信，必须精确定义各模块间的接口。接口规范应明确，便于各模块之间能够无缝对接，同时保证数据和命令的准确传递。(3) 每个模块应独立开发和测试，确保其在加入主系统前的功能完整性和性能稳定性，不仅能够减少系统整体的开发风险，也加快了开发进程。(4) 在模块独立开发和测试后，进行模块间的集成。集成过程中应持续验证系统的整体功能和性能，确保新增模块不会影响已有系统的稳定性^[4]。

3.2 选择开源技术和工具

选择开源技术和工具是降低 CIM 建设成本的有效策略。开源技术提供了成本效益高、社区支持强的解决方案，其实施过程涉及以下步骤。(1) 对可用的开源技术进行全面评估，包括其功能性、可靠性以及社区活跃度。评估时应考虑技术的成熟度和项目需求的匹配程度，确保选择的技术能够满足 CIM 的长期和复杂需求。(2) 进行风险分析，制定相应的风险缓解措施。例如，加强内部安全审查，或与活跃的开源社区合作，以获得及时的技术支持和更新。(3) 定制与集成。大多数开源技术需要一定的定制以适应特定的项目需求。开发团队应根据 CIM 系统的具体需求，进行必要的修改和增强。(4) 由于开源项目会频繁更新，因此选择开源技术后，团队应持续跟踪社区的动态，以便及时更新系统中使用的开源软件，确保技术的当前性和安全性。通过采用开源技术，CIM 项目不仅能节约成本，还能利用全球开发者的智慧，促进技术创新。

3.3 引入云计算服务

云计算提供了灵活的计算

资源，能够根据项目需求动态调整，从而实现成本优化和运维高效。实施云计算服务的步骤如下。一是服务供应商选择。评估并选择具有可靠性和高性价比的云服务供应商。考虑因素包括数据中心的地理位置、服务的可用性以及供应商的安全标准和合规性。二是系统架构设计。与云服务供应商合作，设计适合 CIM 需求的云基础架构，主要包括确定适合的云模型（公有云、私有云或混合云）和服务模式（IaaS、PaaS、SaaS），以及必要的资源分配（CPU、存储、带宽）。三是制定详细的数据迁移计划，确保从现有系统到云平台的数据迁移顺畅且无数据丢失。同时，实现 CIM 系统与其他城市管理系统的集成，优化数据流和工作流程。四是在云平台实施严格的安全策略，包括数据加密、访问控制和定期安全审计，以确保数据的安全性和隐私保护。

3.4 实行严格的项目管理和成本控制

严格的项目管理和成本控制可以确保 CIM 项目按预算和时间表成功完成。这要求采用结构化的管理方法和持续的成本监控，具体实施策略包括以下方面。采用国际认可的项目管理方法（如 PMBOK 或 PRINCE2），建立项目管理的标准流程，包括项目启动、计划、执行、监控和收尾等阶段的明确划分。制定详细的预算计划，包括所有预期的开销和投资回报分析，并实施成本审批流程，确保所有支出都经过严格审核，符合项目目标和预算限制。使用项目管理软件跟踪项目进度和成本，实时更新项目状态。识别项目中的风险因素，制定相应的应对策略。通过定期的风险评估会议，更新风险管理计划，确保项目团队对风险有充分的准备^[5]。

结语

随着“十四五”规划的实施，CIM 已成为推动我国智慧城市发展的关键技术之一。本文对 CIM 项目优化策略进行了深入探讨，不仅识别了提升项目经济效益和运行效率的方法，还强调了严格的项目管理和成本控制的必要性。这些策略为未来的城市信息化建设提供了坚实的基础，助力我国在全球智慧城市建设中保持领先地位。未来，随着技术的不断进步和政策的持续推动，CIM 技术的应用将更加广泛，功能也将更加强大，进一步促进城市管理的智能化，提高城市生活的质量和效率。^[6]

引用

[1] 苏辉卿.城市信息模型(CIM)平台在智慧城市建设中的应用[J].绿色建筑与智能建筑,2023(9):126-128.

[2] 冉先进.关于城市信息模型赋能城市管理的建设研究与思考[J].中国建设信息化,2022(16):64-66.

[3] 刘玲,沈玉龙,胡奕仁.工程造价信息数据智能统计测算模型研究[J].工程经济,2023,33(9):72-80.

[4] 陈银河.建筑信息模型与云数据在项目造价管理中的应用[J].建筑施工,2023,45(9):1896-1898.

[5] 孙立志,付海龙.城市信息模型(CIM)平台建设关键技术研究[J].城市勘测,2023(6):12-15.

智慧老兵云上服务平台项目建设研究

文 ◆ 北华航天工业学院 刘 洁

引言

退役军人是国家的宝贵资源，在军队中积累了丰富的专业知识和技能，但是在退役后往往面临着就业困难、社会融入等问题。本文立足于目前退役军人的信息化服务现状，建设创新型“互联网+”退役军人智慧服务平台，主要功能模块包括高龄优抚紧急呼救器、在线调研精准学习机、基于区块链的电子优待证以及“互联网+”智慧爱国拥军服务平台等，旨在为退役军人提供更好的就业、创业和生活服务，激发他们的创新潜能，实现自身价值，促进社会 and 经济发展。

智慧老兵云上服务平台项目依托区块链、大数据、人工智能等最先进的技术，为退役军人管理服务部门提供综合全面的解决方案，包括相关服务和智能硬件产品。协助全国各地市区县退役军人管理部门在退役军人服务工作中，梳理各项业务流程，研发相关软硬件产品，提高退役军人管理部门工作效率，丰富服务形式，确保服务质量，提升服务品质。

1 退役军人信息化服务现状

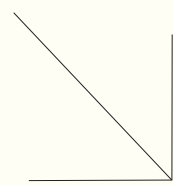
作为一个重要的社会群体，退役军人在融入社会和享受应有的福利待遇时面临着许多挑战。为了提高退役军人生活质量，国家退役军人服务中心 2019 年 2 月 26 日在北京正式挂牌成立。服务中心的建立对于加强退役军人工作力量，进一步提升退役军人服务保障水平具有重要意义^[1]。就政策方面而言，随着政府高度重视退役军人服务，一系列政策的制定推动了信息化建设。各地设立了退役军人事务局，负责统筹和协调退役军人的服务工作，在具体服务方面，各地积极建设退役军人服务中心，提供“一站式”服务，通过信息技术手段简化退役军人的手续办理过程。例如，通过退役军人服务平台，为退役军人提供便捷的政策查询、业务办理和咨询服务。就就业方面而言，政府与多家企业合作，通过网络招聘平台和专场招聘会，为退役军人提供丰富的就业机会，同时建立职业技能培训数据库，方便退役军人选择合适的培训项目，提高就业竞争力。然而，尽管信息化服务取得了一定成效，但是仍存在一些问題。第一，部分软件公司将其他领域的管理信息系统直接应用于退役军人事务局，导致系统功能不完善，无法满足退役军人事务的特殊需求，如一些系统缺乏对退役军人个人身份信息、医疗情况、就业安置等方面

的定制化支持，导致信息管理不完善，服务质量无法得到保障，不仅影响了退役军人事务的高效运转，还会对退役军人的个人利益和隐私造成潜在威胁。第二，由于管理信息系统的应用领域差异，直接转用于退役军人事务局的系统通常缺乏对军人事务的专业理解和支持。军人事务涉及的政策法规、服务流程、福利待遇等方面具有独特性和专业性，如果软件系统无法与之契合，将难以发挥预期作用，甚至会对退役军人造成不利影响。第三，未经充分验证和测试的系统在实际应用过程中会引发未知的风险和问题。由于将管理信息系统直接移植到退役军人事务局的做法忽视了对系统与实际业务环境的匹配度检验，导致系统稳定性、安全性和可靠性方面存在隐患，一旦出现系统故障、信息泄露等问题，将对退役军人事务的正常开展和退役军人的权益造成严重影响，甚至引发重大社会负面效应。

2 智慧老兵云上服务平台项目建设

随着社会的发展，退役军人事务保障工作愈发受到社会各界的重视。为了更好地服务退役军

【作者简介】刘洁（1980—），女，河北邯郸人，硕士研究生，讲师，研究方向：计算机软件用户体验设计、交互设计、UI 设计。



人，智慧老兵云上服务平台项目应运而生，该项目致力于通过全方位、多角度、无缝衔接的方式，使退役军人事务局的各项服务工作更加便捷、智能，从而更好地服务辖区的广大退役军人。通过整合各种资源和服务，为退役军人提供全方位的服务。过去，退役军人需要到不同的机构或部门办理各种事务，流程烦琐且耗时，而智慧老兵云上服务平台项目的出现，实现了各项服务工作的一站式办理，方便了退役军人的生活。退役军人可以通过平台办理相关手续、查询政策法规、申请福利待遇等，避免了因信息不对称或流程不清晰而导致的办理难题。

2.1 高龄优抚紧急呼救器

随着人口老龄化趋势的显著加剧，退役军人群体的养老和医疗需求日益凸显。高龄优抚紧急呼救器是一项针对退役军人的服务项目，旨在为这一群体提供全面、及时的紧急呼救和服务。高龄优抚紧急呼救器的一键呼叫儿女和村镇区退役军人服务部门的功能，使退役军人能够在遇到紧急情况时，快速联系到自己的亲人或相关部门，获得及时的帮助和支持。同时，该呼救器的关键号码自动接听、超大音量、超长待机、充电语音提示等特点，保证了其在紧急情况下能够可靠地

发挥作用，不会因为电量不足或信号不好而影响求助效果。这些特性使该呼救器在实际使用中更加可靠和便捷。值得一提的是，通过云服务平台的支持，高龄优抚紧急呼救器具有更多智能化的功能。诉求及时反馈、慰问及时传达、实时数据采集、实时状态监测以及异常及时报警等功能的实现，不仅提升了呼救器的可用性和智能化水平，还为退役军人提供了更加全面和及时的服务保障。在老龄化社会中，退役军人由于年龄较大，常常面临各种意外和突发状况，因此及时的紧急呼救和服务显得尤为重要，而有了云服务平台的支持，高龄优抚紧急呼救器能够更好地满足退役军人在紧急情况下的需求，使他们能够更加安心地生活^[2]。在项目建设的过程中，应充分考虑退役军人的实际需求和场景。第一，在设计呼救器的外观和功能时，应考虑到高龄用户的实际情况，保证产品的易用性和实用性。第二，在云服务平台的建设上，应考虑数据安全和隐私保护等问题，确保退役军人的个人信息不会被泄露或滥用。第三，在推广和普及阶段，应注重宣传和培训，让退役军人和他们的家人了解这一项目，并且能够正确使用和维护呼救器，确保项目的顺利实施和运行。

2.2 在线调研精准学习机

在线调研精准学习机为退役军人提供了精准学习和服务支持，旨在通过云服务技术为退役军人提供更便捷、高效的学习和服务体验。在线调研精准学习机具有精准推送、播报全国范围内退役军人服务工作新闻的功能，为退役军人提供了及时、精准的信息服务。通过该功能，退役军人可以足不出户地调研学习全国范围内的优秀工作经验与成果，开阔视野、拓展思路。此外，精准学习机还提供了随时随地学习的功能，使退役军人能够根据自身时间和地点进行灵活性学习，大幅提升了学习的便捷性和高效性。在功能优化方面，精准学习机在提升服务品质方面也进行了精细化的设计，小巧、携带方便的特点使退役军人可以方便携带学习设备，随时随地进行学习，同时通过云服务平台的技术支持，学习范围可以实现可控，主动推动学习提醒，实时记录学习状态信息，支持精简模式提升学习效率，满足不同群体的使用习惯。

由于云服务平台的特殊性，对于数据的安全性和隐私保护有着极高的要求，因此在线调研精准学习机建设过程中应建立完善的技术支持体系，确保平台的高可用性和安全性。一方面，针对精准学习机的功能特点，应建立稳定可靠的云服务平台，保证学习资源的及时推送和播报。同时，对于敏感信息和个人隐私数据，应建立完善的安全保障机制，包括数据加密、权限管理、安全审计等措施，有效防范数据泄露和信息安全风险，保障退役军人的权益和利益^[3]。另一方面，针对智慧老兵云上服务平台的可持续发展，技术支持也应在平台的扩展性和灵活性方面进行优化，如通过云计算、大数据分析等先进技术手段，不仅可以实现平台的动态扩展，还可以为退役军人提供个性化的学习和服务支持，从而为智慧老兵云上服务平台的未来发展奠定坚实的技术基础。

2.3 基于区块链的电子优待证

智慧老兵云上服务平台引入了基于区块链的电子优待证功能，极大地提升了社会救助资源的精准发放和管理效率。第一，区块链技术的引

入使社会救助资源得以精准发放和管理。区块链技术的核心特点是去中心化和不可篡改,意味着一旦救助资源被记录到区块链上,就无法被篡改或者擅自调整。与传统的纸质优待证相比,电子优待证可以更加精准地记录老兵和老年人的消费和领取情况,避免资源浪费和滥用。例如,退役老兵可以在指定的服务网点使用电子优待证进行消费和领取物资,而这些消费和领取的记录将被实时地记录到区块链上,实现了对救助资源的实时监管和管控,对于提高资源利用效率,减少资源浪费具有重要意义。第二,基于区块链的电子优待证在保障优待证的安全性和不可篡改性方面表现出了显著优势。由于区块链的不可篡改特性,一旦优待证的信息被记录到区块链上,就无法被篡改或者伪造,能够有效避免优待证被盗用或者伪造,对于提升老兵和老年人的权益保障具有重要意义,有助于提升社会救助工作的公正性和公平性。第三,区块链技术的去中心化特点使所有的交易记录都被公开记录在区块链上,任何人都可以对交易记录进行查阅和核实,这一特性保障了社会救助资源的使用过程公开透明,有效避免了资源被挪用或者滥用的可能性,同时还可以利用智能合约等技术手段实现更加智能化的管理和监管,为社会救助工作提供更多的技术支持和保障^[4]。

2.4 “互联网+”智慧爱国拥军服务平台

随着信息技术的飞速发展,互联网已经渗透到了各行各业,为军事领域提供更广阔的应用空间和发展前景。“互联网+”智慧爱国拥军服务平台的建设旨在巩固发展同呼吸、共命运、心连心的新型军政军民关系,形成“让军人军属得实惠,让军人职业受尊崇”的良好社会风尚,平台的建设目标在于采用互联网行业内先进成熟的技术,借助微信公众平台的感召力和影响力,让更多的人和社会团体成为爱国拥军志愿者,让更多的企业加入爱国拥军联合会,让现役军人、退役军人、军属充分感受到整个社会的尊重爱戴,实现“优待落实在每一个细节”^[5]。平台建设内容包括以下几个方面。(1)形式为微信小程序,无需下载安装,产品功能更新不打扰用户,直接访问或通过微信公众号访问,极大提升用户体验,增强平台的互动性和便捷性。(2)面向社会公开展示爱国拥军联合会会员单位及其拥军承诺,通过信息化手段,让更多的社会团体和机构了解和参与到爱国拥军事业中来,形成更加紧密的社会关系,有助于打造一个更加和谐稳定的社会环境。(3)吸纳爱国拥军联合会成员常态化,在线提交申请、在线审批、发放爱国拥军联合会会员电子证书,通过数字化手段,更加高效地管理成员信息,提高服务效率和准确度。(4)发放电子优待证,让享受“优待”更加便捷,通过数字化的方式,实现优待证的便捷发放和使用,为军人军属提供更加便捷和舒适的服务体验。(5)建设爱国拥军大数据,分析历史。将通过数据分析和挖掘,为爱国拥军事业提供更为科学的决策依据和发展方向,为军民融合提供更为全面的支持和保障。

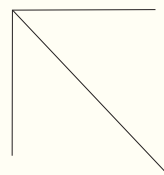
结语

退役军人信息化服务的发展是一个重要的课题,政府和社会应共同努力,解决当前面临的挑战,不仅是对军人的尊重,还是国家安全和社

会稳定的保障。智慧老兵云上服务平台项目通过引入高龄优抚紧急呼救器、在线调研精准学习机、基于区块链的电子优待证以及“互联网+”智慧爱国拥军服务平台等功能模块,为退役军人提供更加全面、便捷和精准的服务,提升了退役老兵生活质量和社会救助工作的效率和公平性。未来,随着信息技术的不断发展和应用,退役军人能够获得更好的服务和支持,从而更好地融入社会,为国家和社会做出更大的贡献。■

引用

- [1] 姚星宇.弘扬双拥优良传统提升服务保障效能不断开创全市退役军人事务工作和双拥工作新局面[N].九江日报,2024-05-14(001).
- [2] 谢良红.提高服务水平与管理效能做好退役军人创业就业工作的策略研究[J].市场瞭望,2024(6):151-153.
- [3] 何新红.以实际行动为服务新时代新征程退役军人工作高质量发展贡献力量[J].秘书工作,2024(1):28-29.
- [4] 马新莎,金坤.关于精准服务退役军人工作的思考和探索[J].中国军转民,2023(17):69-70.
- [5] 谢晓雪.多维服务加持,退役生活也精彩[J].中国社会工作,2023(22):14-15.



基于手机信令的智慧城市应用场景探讨

文 ◆ 中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司 刘 烨

引言

国家高度重视发展以数据为关键要素的数字经济。在这种背景下，探讨如何依托手机信令数据，设计符合数字经济时代发展的智慧城市应用场景。智慧城市的应用场景主要围绕智慧人口、智慧交通、智慧文旅3个场景开展。以手机信令大数据赋能千行百业为基础，形成基于“时一空一人”的智慧城市应用场景解决方案。

2020年4月，国家出台《中共中央 国务院关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》，数据成为与土地、劳动力、资本、技术并列的生产要素，成为国家基础性战略资源。手机信令数据包含基础用户数据、位置数据、通信数据以及上网行为等，具有多维度的用户标签和应用模型，可以聚焦城市治理、城市交通规划、文化旅游等智慧城市管理维度，解决智慧城市在运营、管理、决策方面缺乏大范围、长周期、高真实性的专业数据的痛点，统筹推进数字中国、数字经济、数字社会规划和建设，推动激活数据要素潜能^[1,2]。

1 智慧城市需求分析

1.1 智慧城市业务场景理解 “数据二十条”的发布加速

了政务运行、经济活动、社会服务与民生等领域拓展数据应用的步伐，将推动更多领域实现数据驱动与数字化转型。手机信令数据具备超大规模、全面连续、时效性强、真实度高、关联价值显著等特征。在智慧文旅、智慧交通、智慧城市规划管理3个业务场景有丰富的研究实践。

1.2 智慧文旅场景洞察分析

在节假日旅游景点客流量情况、消费水平和习惯、旅游趋势分析、景点人数是否超出阈值等应用场景下，依托手机信令数据的人流监控管理服务能力/交通出行OD分析能力等4个能力，结合市文体旅、各区县文体旅、景区的大数据服务经验，可沉淀文旅行业客群洞察优质行业解决方案。该方案以景区、游客为主要监测对象，为文体旅、景区提供游客人次、来源地分布占比、性别占比、年龄占比、交通工具占比、不同交通工具游客来源、热门景点分析、热门商圈分析、住宿酒店分析等多维度客群洞察服务，为旅游主管部门和景区提供数据监测，实现旅游业信息化管理以及旅游资源合理配置，提高游客的旅游体验，帮助旅游景区、政府等部门对旅游市场进行精准定位、营销和开发，实现效益转化。

1.3 智慧交通场景洞察分析

依托手机信令数据实时性、真实性、持续性等特点，提供客群流动分析、站点客流监控、站点周边客群分析等大数据服务，能够对交通路线规划、地铁路线规划及结算、公交线路规划、物流全局规划分配等需求场景进行深入研究和实践落地。同时，还可针对机场、高铁站点以及地铁线路等提供类似分析，助力交通单位、物流单位实现科学布控，降本增效。

1.4 智慧城市规划管理场景洞察分析

随着城市规模的不断扩张，城市安全管理水平、运行保障水平和城市可持续发展水平将成为城镇化面临的三大核心问题，对城市的信息化支撑提出了更多的要求，如城市人口洞察、城市经济分析、城市规划建设以及城市安全方面的防火安全、城市重特大公共安全事故的预防。因此，亟需科技助力打造智慧安全之城。依靠新一代信息技术，提高城市规划以及应急管理智慧化水平是顺应信息化发展大势、实现应急管理能力智慧化的重要举措。在此背景下，手机信令数据人流监控管理服务能力/交通出行OD分析能力等4个能力以及大数据洞察能力赋予的人流准确性、实时性以及多元化特点，提供了宏观人口洞察、流动迁徙分析、文旅洞察、出行洞察、应急预警等数据监测服务，打造智慧化城市

【作者简介】刘烨（1985—），男，广东深圳人，硕士，研究方向：数字化运营与运维。

规划管理大数据解决方案，不仅可以助力政府单位做好城市应急管理，避免人民群众的财产和生命损失，还可以增加创收、提高效率与经济效益，综合提升公司整体社会形象^[3]。

2 应用场景和方案

通过手机信令数据搭建基于城市智慧管理规划的人口热力图大数据应用体系，提供城市、区域、街道、重点商圈和景点的人流以及标签的分析与应用，为区域人口管理和监控提供技术支撑，同时也为城市人口洞察、城市经济分析、城市规划建设以及城市安全方面的防火安全、城市重特大公共安全事故的预防提供抓手，并被广泛应用。

2.1 手机信令大数据服务能力方案

（1）人流监控管理服务能力。基于手机信令大数据时空定位、客户标签等技术，研发人流监控管理服务能力，实现对移动用户到区域级别的历史轨迹描画，记录用户在各区域的日常行程、时段活动路线，为疫情防控、自然灾害防控、交通客流监测等提供有力支持。

（2）交通出行 OD 分析能力。依托手机信令大数据能力和位置数据，结合模型算法，识别交通出行旅客，并基于旅客的出行规律和特征，沉淀出 8 个交通出行 OD 分析服务，包括高铁、机场、普铁、水域来源地或者目的地日分布统计，为政务、旅游、交通、城市规划领域提供客流分析洞察能力支撑。

（3）交通枢纽综合监控能力。基于区域态势感知、人群画像分析等基础能力，聚焦陆运、港口、机场等主要交通枢纽区域，打造交通枢纽综合监控能力，为省级及以下各级政府、交通运输厅、交通局、公安厅、公安局等交通行业客户，提供空运枢纽监测及预警、陆运枢纽监测及预警、海运枢纽监测及预警等服务应用，有效解决了交通枢纽预警监测力不足、出行服务体验差、综合管理成本高等行业痛点。

（4）地铁乘客路径分析能力。地铁乘客路径分析能力是基于用户手机运动速度、轨迹、基站位置等移动数据，融合地铁路线规划 GIS 数据，采用移动定位算法、轨迹拟合算法等，较为准确地识别用户地铁线路和

换乘关系。同时，开展热点分析、拥塞分析，获得实时准确的乘坐信息。

2.2 方案潜在优势

首先，以上应用场景均基于手机信令大数据底层数据能力，具备管道入口优势（所有的位置信息、通信行为、上网行为、搜索行为都要经过管道）和客户规模优势。其次，以上能力展现了数据中台的能力优势。数据中台能够实现汇聚、融合全域数据，抽象共性数据能力，进而形成企业级可复用的数据资产。它具备丰富灵活的工具组件能力，使数据能够按需获取，敏捷自助，并推动数据从资源向资产、资本的转换。同时，这些数据能力还有助于政府提升城市管理效率和治理能力，通过将手机信令大数据能力与其他城市各类数据融合，可以实现对城市经济发展、公共安全、交通运行、政务服务、民生服务、生态环境等重点领域运行态势的监测、预警、分析，形成数据关联融合，进一步形成城市管理服务体系，全面呈现城市管理与服务的综合态势，感知风险和发展趋势，便于各级管理部



图 1 方案整体架构



图2 手机信令大数据优势

门调整相应处置方法和政策。

3 智慧城市应用示例分析

3.1 应用方案框架

方案整体架构如图1所示，通过手机信令大数据以及基于人流监控管理服务能力/交通出行OD分析能力/交通枢纽综合监控能力/地铁乘客路径分析能力等数据中台能力，以API/SAAS/报告形式，提供基于手机信令大数据的“时—空—人”客群洞察行业应用解决方案。

时：包括按不同时间粒度、时间跨度、时间范围统计人数。

空：涵盖全国境内移动基站覆盖的地理空间范围。

人：包括固有的画像特征和随时空变化的画像特征。

3.2 解决痛点和问题

(1) 提升政府规划管理和应急能力。文旅行业在遇到突发意外的情况时，景区管理者应以最短时间提供危险事件的预警，同时调动各应急资源，以便旅游局和各景点的监控人员对景区内的实时情况进行全面掌握。交通行业可有效解决交通枢纽预警监测能力不足、出行服务体验差、综合管理成本高等行业痛点。在政府规划管理上，提供宏观人口洞

察、应急预警等数据监测服务，助力政府单位做好城市应急管理，避免人民群众财产和生命损失。

(2) 助力客户精细化运营和效益转化。文旅行业实现旅游业信息化管理以及旅游资源合理配置，提高游客的旅游体验，帮助旅游景区、政府等部门对旅游市场进行精准定位、营销和开发，实现效益转化。同时，增加创收、提高效率与经济效益，综合提升公司整体社会影响力。交通应用方面，在交通路线规划、地铁路线规划及结算、公交线路规划、物流全局规划分配等场景，助力交通单位、物流单位实现科学布控和运营，降本增效。

3.3 应用实践优势

手机信令大数据具有客户规模大、数据代表性强等不可替代优势（见图2）。对比互联网数据服务商，手机信令大数据在实时性、持续性、规模性、真实性、安全性、全面性六大方面都具有优势，客群画像群体代表性强、位置数据连续性高，适用于远距离、百米级范围、长周期、多画像标签的统计业务分析场景，故在文旅、交通、城市规划应急等场景具备较大能力优势。

结语

本文提出的基于手机信令的大数据的智慧城市应用，是从智慧城市顶层设计角度提出，针对智慧城市整体性、长期性、基本性问题进行思考、考量和设计的整套行动方案，可有效、全方位地指导智慧城市建设，统筹解决智慧城市建设中的数据抓手问题，是智慧城市发展的创新应用。手机信令大数据相关产品和应用在智慧城市的应用是顺应信息化发展大势、实现城市管理能力智慧化的重要举措。■

引用

[1] 陈栋,张翔,陈能成.智慧城市感知基站:未来智慧城市的综合感知基础设施[J].武汉大学学报(信息科学版),2022,47(2):159-180.
[2] 汤丽霞.智慧城市建设中技术应用反思[J].合作经济与科技,2021(11):37-39.
[3] 郭骅,侯柏屹,张文洁,等.智慧城市数据运营中心:系统概念、建设要素和展望[J].情报杂志,2021,40(7):157-165+65.

中外合作办学项目信息化运行问题与对策

——以四川建筑职业技术学院中澳合作办学项目为例

文 ◆ 四川建筑职业技术学院 蒋梦默

引言

合作双方院校共同搭设信息化平台，是中外合作办学质量提质增效的重要途径之一。针对当前中外合作办学项目信息化运行问题，阐述中外合作办学教务管理信息化建设的现状及面临的挑战。基于相关理论分析，以四川建筑职业技术学院中澳合作办学项目为例，设计并验证一套合理的转换机制，能够将澳方的合格制成绩转化为相应的百分制分数，并在实践中得到了有效应用。

当代信息化趋势日益显著，国内高职院校逐渐倾向于应用尖端信息技术和虚实结合的教学模式，以提高教学质量、丰富教学资源、加强教学监督管理、提升教师教学水平、优化毕业生实践转化能力等。作为中国最前沿的国际教育模式，中外合作办学更需要在信息化建设中处于领先地位，与国际接轨。而教务管理是维系高校正常教学机制的重要环节，是提高教学水平的重要保障^[1]。

1 中外合作办学教务管理信息化建设中存在的问题

中外合作办学网络信息化建设存在与国际网络信息标准对接、境内外技术维护和用户支持、信息安全、联合在线教学全球同步实现等一系列特殊要求^[2]。目前，中国大陆大多数开展中外合作办学的院校教务管理信息化建设还处于尚未开发或起步阶段，存在诸多问题，主要包括以下几方面。

1.1 信息化建设投入不足

教务管理信息化建设中，部分院校缺乏顶层设计理念，重视程度不足。尽管多数学校已使用教务管理系统，但这些系统多为国内教育模式设计，难以满足中外合作办学中课程设置、教学形式、管理模式、评价体系和过程监督的需求。直接沿用国内系统，无法支撑教学改革与中外

合作办学的要求。为适应特殊需求，需投入大量资源开发适配的教务系统。然而，一些学校在短期利益驱动下，倾向于增加人力成本维持现状，而非在信息化建设上进行投资和创新。

1.2 在教务管理与合作办学领域兼具造诣的人才资源匮乏

截至 2023 年 7 月，我国已经同 26 个国家建立了高等职业教育的中外合作办学项目，在 1139 个中外合作项目中，排名靠前的主要是一些经济发达的欧美国家和与我国邻近的亚洲国家^[3]。由于合作方国家众多、教育体系各异，中方院校的发展历史和专业优势也各不相同，需针对具体项目开发个性化的教务管理系统。此过程要求具备教务管理与合作办学经验的人员参与需求分析和设计。合作办学项目多处于学校边缘的二级学院，学生规模有限，人员稀缺，且负责教务管理的人员通常缺乏校级管理经验，对教务系统整体框架认知不足，专业人才

【课题】本文系四川建筑职业技术学院立项的 2023 年院级科研课题“中外合作办学项目信息化运行问题与对策——以四川建筑职业技术学院中澳合作办学项目为例”（2023JY37）

【作者简介】蒋梦默（1993—），女，四川成都人，硕士，助教、中级工程师，研究方向：中外合作办学和高职土建类专业课程双语教学。

匮乏，进一步增加了系统开发的难度。

1.3 传统的教务管理系统在中外合作办学模式下存在的主要问题

已有的教务管理系统在合作办学模式下的教学管理方面表现欠佳，无法有效应对合作办学项目所适配的教学模式与评估机制的复杂性。外方课程教学模式融合线上信息化平台和线下外籍教师授课，采用角色扮演、项目作业等多样化手段，模拟真实工作场景并进行多维度评价。学生需要在外方院校平台上提交过程性作业。相比之下，国内教师更倾向通过试卷考核知识掌握程度，结合平时与期末成绩按比例评定，最终以百分制计算。两种评定形式的差异要求中方建立科学的分数转换机制，以将外方成绩转换为符合百分制的标准。若仅依靠中方教务人员主观判断进行转换，尽管结果或许不变，但会导致课程过程评估的缺失。

现有教务管理系统不支持双语切换，导致学校在与外籍教师交流中面临多重障碍。系统界面仅支持中文，外籍教师难以有效操作，限制了其掌握课程信息和教学管理，削弱了教学效率并增加教务工作的复杂性。此外，多数院校依赖中方教务人员录入成绩，虽解决了学生成绩查询问题，却造成了学生与外教之间的沟通瓶颈。同时，国内主流教务管理系统缺乏针对学生学习状况的实时监测和预警机制，无法有效掌握学生的学习进展，导致教学过程缺乏灵活性和个性化，与外方课程的评价体系存在明显不匹配之处。这种缺陷不仅影响教学质量和学习效果，还使部分学

生在国际升学竞争中处于劣势，影响其未来职业发展。

高职院校的学籍异动管理除休学、退学外，还包括参军入伍、退伍复学等特殊情况。国内教务管理系统在更新学籍信息时，通常无法及时通知外方院校，且外方院校系统账号的申请和更新程序烦琐，耗费时间。中方教务人员在录入外方成绩时，学生信息不一致的情况时有发生，严重影响了成绩管理，不仅削弱了学生的学习积极性，还阻碍了其学业进步。

2 四川建筑职业技术学院中澳合作办学项目教务管理信息化运行实践

四川建筑职业技术学院与墨尔本理工学院的中澳合作办学项目，作为西部高职院校的龙头项目，自 2005 年建立以来，已深耕 19 年。双方通过“3+0”专科学历教育，融合制定教学计划和培养方案，学生在专业课程与语言教学中并重学习，由中外教师共同承担教学任务，达到毕业标准的学生可获得中澳两校的双证书。尽管合作历史悠久，双方在教务管理信息化系统上仍未达成共识。澳方成绩仅分为合格与不合格，无法直接与四川建院的教务系统对应。本研究以此项目为对象总结经验教训，探讨科学合理地将外方成绩转换为百分制分数的方法。

2.1 制定转换原则

中外合作办学项目规定，每门外方课程的出勤率应高于 80%，学生才能获得澳方成绩合格的资格。任何仅靠提交作业而不参与课堂学习的行为均被明令禁止。基于此准则，若澳方成绩为合格，则中方成绩将被设定在 60 分以上；反之，则低于 60 分。

2.2 确定权重比例

通过深入分析澳方课程的人才培养方案与教学计划，并与澳方外教充分沟通，细化了影响成绩的权重比例。目的在于确保所设计的转换机制不仅具备科学性和准确性，还能够充分反映学生在学习过程中的真实表现和综合能力，更加精准地体现每个因素对学生成绩的实际影响。

在澳方课程学习的安排中，学生需要通过外方合作院校的信息化 Moodle 系统提交评估。例如，若某门课程包含 5 个评估，则学生必须确保完成全部评估并成功提交。其中，外方系统评估提交的成绩占比 52%，出勤率占比 10%。当学生出勤率达到 80% 以上且所有评估均提交时，学生的转换成绩至少能够获得 60 分，即视为达到国内教务管理标准的通过线。此外，评估提交质量分数占比 20%，由外教依据统一标准进行评分。每个评估是否按时提交分数占比 8%。课程参与度与随堂练习的进度追踪属于过程学习分数，共计占比 10%。这 5 个方面的考量共同构成了 100% 的总评成绩，与国内系统的百分制相对应。

2.3 计算总成绩

以四川建筑职业技术学院中澳合作办学项目某课程为例。

(1) 对于有澳方成绩合格资格，且提交全部作业评估的学生。

总成绩 = 评估完成百分率 * 100 * 52% + 出勤率 * 10 + 评估提交质量分数 + 评估按时提交分数 + 过程学习分数

(2) 对于有澳方成绩合格资格，未提交全部评估的学生。

总成绩 = 出勤率 * 10 + 评估提交质量分数 + 评估按时提交分数 + 过程学习分数

表 1 外方成绩转换表

姓名	评估完成百分比 比例如 (3/5)	出勤分数 (出勤率 *10)	Moodle 评估分数 (评估 完成百分比 *100*52%)	外方课程成绩 (if 出勤分数 +Moodle 分数> 60, 则为 SC, 反之为 CNA)	评估提交质 量 (20 分)	评估按时提 交 (8 分)	过程学习 (10 分)	总分 (100 分)
张三	5/5	9.44	52.00	SC	10.00	8.00	10.00	89.44
李四	3/5	8.61	30.00	CNA	5.00	3.00	10.00	26.61
王五	5/5	5.50	52.00	CNA	0.00	0.00	0.00	57.50

(3) 对于无澳方成绩合格资格, 也提交全部评估的学生。

总成绩 = 评估完成百分率 *100*52%+ 出勤率 *10

某成绩转换表格示例如表 1 所示。

2.4 实验结果与分析

以某班级为例, 转换后的成绩分布呈现出一定的特点。成绩大于 90 分的比例达到 64%, 80 ~ 90 分的比例为 22%, 而不及格率为 14%。这种成绩分布与国内常见的平时成绩和期末成绩按比例相加后得出的百分制成绩分布规律有所不同, 这主要归因于澳方课程的核心在于 Moodle 系统上的作业评估。只要学生按时提交作业评估并保证 80% 以上的出勤率, 基本分数即可达到 60 分, 并且通过额外加分项, 如评估提交质量和过程学习等, 使澳方成绩合格的学生在国内教务信息化系统中的成绩普遍高于 80 分。这一结果准确地反映了学生的学习情况, 转换后的成绩有助于提升学生的绩点, 方便学校对奖学金、专升本排名等方面进行评定和管理, 进而有助于学生综合能力的精准评估和认知, 更好地引导学生的学习和成长。

在成绩计算过程中, 各项因素的合理权重分配确保了评估分数、出勤率、评估提交质量、评估按时提交及过程学习等因素对学生综合表现产生的合理影响。值得注意的是, 评估分数在总成绩中扮演主导角色, 充分展现了学生在课程学习中的整体水平。虽然出勤率在总成绩中的权重相对较小, 但在确认学生是否符合澳方成绩合格标准时发挥了关键作用, 这与澳方院校对本地学生的管理政策如出一辙, 进一步验证了转换机制的可行性。经过对大量学生成绩数据的深入分析, 发现学生自评和教师评价与转换后的总成绩之间存在显著的一致性。学生自评反映了他们对个人学习情况的深刻认知, 而教师评价则从专业视角全面评价了学生的学习表现。这两者与总成绩之间的高度相似, 进一步印证了该转换机制的科学性和准确性。

结语

合作双方院校共同搭建信息化平台是中外合作办学质量提质增效的重要途径之一。这种平台可以确保信息的有效传递, 实现中外优质教育资源的整合, 推动中国职业教育的改革和发展。教务管理信息化是一种新的趋势, 同时也是时代发展至今的重要产物。在高等职业教育稳步发展的过程中, 只有让教务管理适当融入信息化手段, 同时融合多样化信息元素, 才能提高中外合作办学的基本效率, 推动职业教育的顺利发展。

针对当前中外合作办学项目信息化运行问题, 以四川建筑职业技术学院中澳合作办学项目为例, 设计并验证了一套合理的转换机制, 能够

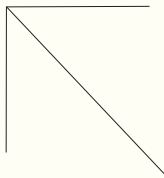
将澳方的合格制成绩转化为相应的百分制分数, 并在实践中得到了有效应用。这一机制为中外合作办学项目的成绩评估提供了科学依据, 解决了因成绩转换而导致评估不准确的难题, 为国内对于奖学金、专升本排名等的评定和管理提供了便利, 提升了对学生综合能力的评估和认知, 更好地参与指导了学生的学习和成长。同时, 该机制还为高职院校的教育教学改革提供了借鉴和启示, 为解决中外合作办学教务管理信息化方面的问题贡献了力量。

引用

[1] 俞世海,黄晖.中外合作办学管理网络信息化建设研究[J].金陵科技学院学报:社会科学版,2015,29(1):75-79.

[2] 白雪.高职院校教务管理信息化存在的问题与对策[J].知识经济,2011(7):5+7.

[3] 季秀霞.高等职业教育中外合作办学项目的现状分析和发建议[J].华章,2023(11):30-32.



信息化测绘技术在农业土地管理中的应用

文 ◆ 广西壮族自治区自然资源信息中心 潘 斌 蒋婷娟

引言

近年来，随着乡村振兴战略的深入实施，我国全面推进乡村振兴，优先加快农业农村现代化发展。农业强国建设已迈出了新的步伐，特别是在保障粮食安全和农业产业发展等方面，对农业土地管理提出了新的要求。为满足这些要求，必须提升农业土地信息化管理水平，实现农业土地的信息化、动态化、规范化和全面化管理。在遥感、全球定位系统以及地理信息系统等信息化测绘技术应用的普及下，农业土地测绘迎来了新的发展机遇。这些信息化测绘技术在农业土地管理中不断得到应用，有效解决了传统测绘效率低、数据准确度不高以及数据不全面等问题。因此，信息化测绘技术的应用显得尤为重要，直接关系到农业土地信息化管理的质量和效率。为了更好地应用信息化测绘技术，助力农业土地管理迈上新台阶，相关技术人员需要加强对该技术的深入研究。

1 信息化测绘技术在农业土地管理中应用的优势

近年来，遥感技术、全球定位系统以及地理信息系统等

信息化测绘技术已成为农业土地管理工作中最为重要的辅助工具，已在农业土地管理多个应用场景中得到了广泛应用，其技术优势显著高于传统测绘技术。在农业土地管理中，遥感技术的应用优势主要体现在以下方面。（1）数据获取高效。遥感技术通过人造地球卫星或无人机等设备搭载高分辨率成像传感器，可在短时间内快速、高效地完成土地测绘任务，有效降低外业土地测绘人力和物力成本。（2）数据客观真实。在人造地球卫星或无人机等设备的协助下，遥感技术在农业土地测绘获取土地数据过程中，利用高分辨率传感器从高空对地面辐射、反射电磁波信号，获取地表的遥感成像数据。整个过程可免受人为因素干扰，确保数据客观、真实可靠。（3）数据获取全面。农业土地传统测绘容易受到外界因素的干扰，特别是地域限制性较大，使得获取准确而全面的土地数据变得较为困难。而应用遥感技术，则能不受农业土地地形地貌的限制。该技术具有视点高和视域广的特点，应用该技术能够轻松针对大范围的农业土地快速完成测绘任务，具有获取测绘区域内全面遥感数据的优势。（4）数据可追溯。遥感技术利用人造地球卫星绕地球周期性运行的特点，可以不断获取农业土地新的遥感图像数据或追溯以往的历史土地数据，通过土地数据的分析，为农业土地实施有效管理提供重要的决策依据。地理信息系统的应用优势主要体现在以下几方面。（1）能对采集到的相关数据进行快速分析和处理，并将处理后的有效数据储存至数据库，实现农业土地空间数据的有效管理。（2）在数据库管理功能作用下，便于查询土地数据，用户能及时、准确、直观地了解土地相关信息。（3）该技术能促进农业土地信息化管理水平的提升，可将农业土地资源、农业生产等基础数据收集整理后形成不同的电子文档，为农业土地信息化管理服务平台提供强大的技术支撑。而全球定位系统的优势在于能实现农业土地的科学规划和有效管理，确保土地资源合理利用和发展可持续性^[1]。

2 信息化测绘技术类型

2.1 遥感测绘技术

遥感测绘技术是一种集成了多门学科的信息化测绘技术，涵盖了空间学、光学、电子、计算机通信以及地理学等学科。其技术主要应用于

【作者简介】潘斌（1986—），男，广西钦州人，在职研究生，工程师，研究方向：土地工程技术、测绘与地理信息。

人造卫星、无人机等设备平台上，通过搭载的成像传感器对地表地物辐射和反射电磁波信号进行探测，并获取目标测绘区域内的遥感成像数据。近年来，在土地土壤调查、土地确权、土地利用规划和土地资源调查测绘等技术应用场景中，遥感测绘技术已成为不可或缺的工具。凭借其成熟的技术及多项技术优势，在推进农业强国建设新征程中，遥感测绘技术应用前景必将更加广阔和出色。

2.2 全球定位系统

全球定位系统，又称为卫星导航定位系统，是一种利用人造地球卫星实现全球定位和导航服务的先进技术系统，该系统由人造地球卫星、地面控制站和用户接收设备共同构成，能够全天候、全天时为用户提供高精度、全覆盖的定位和导航服务，其应用领域十分广泛。在测量与测绘领域内，全球定位系统通常作为大地测量、地籍测量、工程测量等应用的测绘技术，测量精度可精确到厘米级。因此，在农业土地测绘中，全球定位系统的应用能够快速、精确地对测量地块进行实时定位和获取测量坐标，进而获得测量区域的边界和面积数据。全球定位系统不仅能精确实施土地测量，还能在土地规划方面提供重要支持，为土地规划提供科学决策依据。当前，全球定位系统除了应用于农业土地调查、土地确权、土地利用规划测绘以及土地资源监管外，还被广泛用于农业生产管理中，为农业现代化发展带来革命性变革，有力推动传统农业向现代化农业发展，并在农业土壤监测、灾害监测、生态环境监测以及农业机械化自动化等方面展现出显著作用。

2.3 地理信息系统

地理信息系统是一个综合计算机科学、地理学、信息学和管理学等多学科的空间信息处理和应用技术系统。通常是在计算机硬件和软件的协助下，对空间地理分布的地理数据进行收集、存储、管理、分析、处理、显示以及应用，能为各行各业在规划、管理、决策等方面提供有价值的信息。目前，地理信息系统已在众多领域得到广泛应用。如城市规划、资源调查、农林牧业、环境管理和土地管理等。近年来，随着农业强国建设的提出和农业现代化发展战略的落实，农业土地管理需要乘势而上，跟上农业现代化发展的步伐。在农业土地管理中，地理信息系统的应用已成为必不可少的选择。它可参与土地土壤调查、土地确权、土地利用规划、土地资源管理以及农业生产管理等多个方面，有助于加快实现农业信息化、集约化和精准化管理，优化农业土地生产布局，减少农业土地资源浪费。此外，通过地理信息技术建立农业地理信息化管理平台。在该平台的支持下，农业土地管理可以对土地资源进行有效地整合与分类等，为农业土地利用规划提供有价值的信息支撑，进一步充实农业土地管理工作的内容。由于农业土地管理所包含的土地属性信息和土地数据量庞大，使用传统方法查找土地数据既费时又费力。而地理信息系统技术建立的信息化管理平台具有强大的信息检索能力，用户只需要在土地相关数据库的检索框内输入要查找的关键词，即可轻松查找和使用相关内容。因此，地理信息系统是推动农业现代化发展重要的技术支撑之一^[2]。

3 信息化测绘技术在农业土地管理中具体应用

3.1 农业土地土壤调查

在农业土地管理中，农业土地土壤调查是一项复杂而重要的工作，事关耕地保护、粮食安全以及农产品质量等，意义重大。近年来，针对耕地、园地、林地、草地等农业用土地和部分还没利用土地的土壤“三普”调查已在各地开展，旨在全面查清当地农业土地土壤资源数量和质量底数。为了确保农业土地土壤调查工作的顺利开展以及土壤调查成果的质量，信息化测绘技术发挥着关键作用。在土壤调查中，遥感技术的应用主要是利用人造地球卫星或无人机搭载高分率传感器，对大范围内农业地块土壤数据进行快速采集和分析，极大地减少外业调查人员的工作强度和成本的投入等。此外，农业土地土壤调查不仅要做好土壤数据采集，还要做好数据管理，借助信息化测绘技术的地理信息系统，可以为土壤调查构建标准化、规范化的土壤空间和属性的数据库，实现对土壤调查数据的有效管理，为农业土地土壤调查成果提供可靠数据支持。

3.2 农业土地确权

农业土地是农业之本、农民之根。为强化农业土地管理，切实保护农民承包土地合法权益，促进农业农村经济健康发展，农业土地实施了新一轮的确权工作。为了使土地确权成果更具权威性，土地确权以信息化测绘技术作为技术支撑，确保测绘结果公平公正。在农业土地确权中，传统测绘方法提供的工作基础底图效果往往存在土地信息不全面、

分辨率模糊、精确度不高等问题。而应用遥感技术可以提升土地确权工作地图的绘制效果，特别是在遥感影像技术的作用下，不仅能对土地特征、土地位置以及土地地物特点等信息进行系统性的分析，还能将农业不同类型土地的地形地貌等相关信息以直观、生动、全面实景缩放的形式展示出来。在土地边界划定、土地面积精准测量和土地空间位置明确等方面，应用全球定位系统能对具体土地实现精准坐标定位和高效测绘，获取准确的土地数据信息，并运用相关软件绘制出地块平面图。土地确权，不仅要划清土地边界、明确土地位置、准确测量土地面积，还要明晰土地的权属关系。地理信息系统能快速整合与分析不同类农业土地权属关系等相关数据，并将处理后的数据储存在农业土地管理相应的数据库中，从而实现数据的可视化展示。然而，由于农业土地的地形地貌环境复杂，土地确权应根据农业环境实际情况，合理选择信息化测绘技术。例如，在农业土地环境变化不大、地物少的区域，应用遥感技术能表现出比较好的技术优势。而在环境复杂、地物丰富的区域，遥感技术优势则会大打折扣。农业土地确权事关重大，全面准确获取土地数据信息至关重要，应用好信息化测绘技术能发挥出重要的技术支撑作用^[3]。

3.3 农业土地利用规划

推动农业高质量发展，提高农业土地利用率、减少农业土地资源浪费，合理利用和规划农业土地已成为当前社会关注的焦点。农业土地利用规划必须遵循

土地可持续性的重要原则，通过综合考虑农业土地各种因素，优化农业生产布局，使土地规划更具科学性和实用性，从而实现农业土地资源优化配置和可持续性利用。因此，农业土地合理利用规划需要运用多种信息化测绘技术手段和方法，如遥感、地理信息系统、全球定位系统等。在实际应用中，遥感技术可以帮助农业土地规划者快速、高效地获取土地规划所需的数据，并对获取的数据进行分析和处理，得到有价值的土地规划数据和图片信息。地理信息系统在强大的数据处理和分析能力的基础上，能够根据农业不同类型的土地利用情况，构建具有可视化功能的数据库，并基于土地利用模型与土地实际情况进行有效模拟，分析土地利用规划设计的效果。全球定位系统在农业土地利用规划中，可以与各种传感器和设备联合运用，不受外界因素干扰，对大范围内农业土地进行实时测量，获取高精度的测量数据。同时，全球定位系统还能对具体的农业土地进行勘测，确保农业土地资源得到最大限度的保护^[4]。

3.4 农业土地资源动态监管

近年来，信息化测绘技术作为农业土地管理重要辅助工具，显著提升了农业土地信息化管理水平。在农业土地资源管理方面，借助信息化测绘技术的支持，实现了对土地资源的动态监管，增强了对农业土地资源的保护和监管力度，严格禁止了违法占用耕地和私自改变农业土地用途等行为，确保了粮食安全和农业产业发展。在信息化测绘技术应用过程中，遥感技术可利用卫星全天候运行的特点对农业土地资源动态信息进行不断收集，根据收集到的信息判断农业土地出现的异常变化区域。随后，利用全球定位系统的精准定位功能对目标区域的具体情况进行分析，再将相关数据信息输入地理信息系统中进行处理，并将土地变化情况以动态信息图的形式展示出来，从而实现对农业土地资源的实时动态监管。

结语

信息化测绘技术在农业土地管理中的应用，显著提升了农业土地管理的信息化水平，取得了良好的效果。相关部门应根据农业土地的实际情况，重视信息化测绘技术的应用，以实现农业土地管理的全面化、信息化、规范化和动态化，适应新时期社会和经济发展的需要，加快推进农业强国建设。■

引用

[1] 游仁龙,罗小珊,雷蕾.现代测绘技术在农业土地管理中的应用[J].农业工程技术,2023(14):86-87.

[2] 闫庆伟.信息化测绘在农村土地利用与管理中的应用[J].智慧农业导刊,2021,1(3):72-74.

[3] 孟凡贵.现代测绘技术在农业土地管理中的应用[J].速度,2022(24):244-246.

[4] 李琳,董英姿,李峰,等.信息化测绘技术在农业土地规划中的运用[J].数字农业与智能农机,2022(14):39-41.

应对核退役治理技术缺口的全球良好实践

文 ◆ 中核四川环保工程有限责任公司 任 勇 富晓霞

引言

随着一些国家的国防核设施和早期核能利用设施陆续进入关停退役阶段，过去 30 年里，不少国家实施了大量的退役和环境治理（D&ER）项目，并取得了实质性进展。根据国际原子能机构数据，全球目前约有 420 座核动力堆在运行，超过 200 座核动力堆已经永久关闭，其中 21 座已经完全退役。此外，约有 450 座研究堆和 150 多座燃料循环设施也已完全退役^[1]。在国防核设施退役方面，美国、法国、中国等国家已取得显著进展。

然而，许多国家在退役治理项目的实施上仍面临着显著困难。国际原子能机构将与项目实施相关的制约因素归为 4 类。（1）国家政策、立法和监管框架。（2）技术问题和基础设施。（3）资源和项目管理。（4）社会和利益相关方关切^[2]。每一类制约因素都包括若干个子因素，各类或各个因素对不同国家、不同设施和项目的影响程度存在差异，但这些因素在退役治理项目规划和实施中都必须被充分考虑。其中，技术对退役治理项目的完成发挥着重要作用，应采取适当的策略应对技术方面的制约因素。全球在退役治理技术发展和应用方面已形成诸多良好实践，包括制定和实施技能发展计划，在技术选择方面保持技术和经济的平衡，从其他行业引入成熟技术，重视机器人、无人机和人工智能等新技术的研发和应用以及发挥操作人员在技术研发和创新中的作用。

1 核设施退役治理面临的技术挑战

管理原子武器项目、核能和平利用项目以及其他利用放射性物质的行业所遗留的场址是国家面临的重要挑战。其中，退役的设施包括反应堆、燃料循环设施、核材料生产设施、同位素生产设施以及放射性废物贮存设施等。此外，放射性污染场址还包括研究或国防场址、铀矿生产设施以及受核或放射性事故影响的区域。不同类型的民用和商业核设施对退役提出了不同的要求，同时在退役所需的技术方面也带来了不同挑战。如果事件或事故导致放射性物质外溢至设施的其他区域或释放到环境中，应制定特定的技术方案应对这些设施独特的退役挑战^[3]。部分老旧设施因其独特的设计，在退役和清污过程中面临巨大的技术挑战^[4]。

部分核电站反应堆在建造时，并未预先考虑未来的退役问题，特别是早期设计的反应堆，导致在退役过程中必然面临诸多挑战，包括设施的特性调查、部件的可达性和大型部件与混凝土结构的安全拆卸等。许多研究堆的设计和建造都具有独特性，以满足其特定的需求。然而，这些独特性给退役工作带来了诸多挑战。经验表明，建设期所使用的施工方法和材料往往缺乏足够的文件记录，运行操作历史亦是如此，因此退役工作变得更加复杂。根据研究堆的类型和用途，设施中存在超铀和特殊放射性核素。准确检测这些放射性核素，实施专项调查工作也面临诸多困难。核燃料循环设施在建造

【作者简介】任勇（1970—），男，四川德阳人，本科，工程师，研究方向：核设施退役与放射性废物治理科技情报。

【通讯作者】富晓霞（1986—），女，甘肃武威人，本科，一级翻译，研究方向：核设施退役与放射性废物治理科技情报。

和运行方面同样具有独特性，给退役和新技术应用带来了特有的挑战。核燃料处理设施内有剪切以及溶解的重型设备，水池和贮罐存有污染水和泥浆。燃料后处理设施具有高污染、高辐射的特点，导致退役活动复杂，应使用远距离操作技术。在钚处理设施退役活动中，必须考虑临界问题。此外，拆卸工作应配备手套箱或在具有通风设施的封闭系统中进行，以避免 α 污染的扩散，降低人员的摄入和吸入风险。

2 退役治理项目技术问题应对策略

2.1 技术问题应对策略概述

在退役治理活动中，由于存在诸多制约因素导致退役治理活动低效或失败。制约因素可归为 4 类，其中一类是技术问题和基础设施，可以细分为缺乏适合的退役治理技术；缺乏动力、道路等基础设施；缺少退役治理废物管理设施；工作环境制约。基础设施和放射性废物管理设施是技术应用的前提条件，工作环境对技术应用和技术方案实施具有较大影响，这些因素与技术问题密切相关，本文仅针对缺乏适合的技术进行深入讨论。

从全球退役治理项目的经验来看，可以利用现有技术实施退役治理项目，但新技术的开发能有效提高项目实施效果。应用新技术的目的在于提高项目实施效率、经济性和对公众和环境的安全性。退役项目需要使用去污、设备切割、厂房拆毁、废物处理和包装以及放射性监测和分析等特定技术。对于环境治理，技术选择还应考虑场址特性调查和

监测、污染物扩散建模、废物处理和工程屏障设计等因素。由于国内缺乏相应技术或对该技术具有使用经验的人员，能否获得具体退役治理项目所需的适合技术对国际原子能机构的许多成员国是一个主要挑战。针对缺乏技术这一制约因素，可采取以下策略。（1）采购技术并雇用有技术使用经验和知识的人员。（2）国家开发适当的技术并提高技术应用能力。（3）在已有技术需要大改进的情况下，为特定用途开发新技术。

2.2 德国铀矿退役治理技术问题应对策略

1991 年，德国成立了国有公司 Wismut，承担铀矿开采、选冶和其他设施的退役以及场址修复。从 1946 年到 1990 年，由于开采低品位铀矿，堆积在各场址的废石料、放射性泥浆和剥离物高达 8 亿吨。矿石开采和加工导致萨克森州和图林根州约 10000km² 的区域受到严重影响。

1991 年，Wismut 开始场址修复工作，但当时缺乏尾矿稳定化、尾矿池和废石堆的封盖设计和建造、大宗废物有效运输（废物堆转移）、污染土清理、环境友好性拆毁技术、物料去污、废水处理、反应性护墙建造、有机废物处理、废物处置前的处理和固定、危险废物和有机物处置、土地和物料监控测量方法以及监测方法（如蓄水层地下水取样）等领域的技术和专门知识。为了弥补这些不足，Wismut 通过外包或与咨询公司签订长期合同的方式获得专门知识。在 20 世纪 90 年代中期，该公司向外部工程公司和咨询公司采购的预算高达几百万欧元。在项目早期，场址整治的专门知识主要来源于澳大利亚、加拿大和美国。这些国家同样面临着复杂的铀尾矿和加工场址治理的挑战，但整治工作已达到先进水平。Wismut 还从美国铀尾矿治理行动项目（UMTRA）中汲取了宝贵经验，对德国隆内堡 / 塞灵施泰特场址大型尾矿整治的启动起到了关键作用。此外，该公司建立了实施退役治理工作的工程能力。在 20 世纪 90 年代初，雇用了 20 ~ 30 名大学和研究机构的年轻科学家和工程师，并与重要大学和科研中心开展合作。

自 1991 年以来，Wismut 为治理萨克森州和图林根州受铀矿开采破坏的地区，已投入了 70 亿欧元。目前，铀矿遗留设施治理项目已进入新阶段，放射性废物堆、尾矿池、露天矿和铀矿开采其他残留物已得到有效清理。在图林根，自然景观得到了恢复，并成为珍稀动物的栖息地。该公司将继续履行治理和长期监测的任务。

3 应对技术缺口的良好实践

3.1 制订技术和技能发展计划

为了明确执行的任务，英国核退役管理局建立了各场址通用的项目控制流程和程序以及工作分级结构。各场址制定了生命周期计划，包括估算费用、工作范围和进度安排等。各场址的计划合在一起构成了国家退役生命周期计划。英国核退役管理局面临的技术挑战巨大，各场址编制了技术发展计划，并详细列出了实施退役生命周期计划所需的技术。此外，英国核退役管理局还制定了各场址实施退役生命周期计划的技能发展战略，旨在识别“技能差距”，并采取综合应对策略。该战略包括发展“技能金字塔”的各层级技能的举措^[5]。

3.2 注重技术和经济的平衡

在技术选择过程中，英国核退役管理局首先考虑技术因素，其次才是商业因素。即使需要增加成本，也更倾向采用最佳技术。与此相反，比利时在 BR-3 反应堆的蒸汽发生器、稳压器、中子屏蔽和其他部件拆除的招标中，尽管 3 家竞标单位均采用相同技术，且 BR-3 反应堆退役资金充足，比利时从经济角度考虑，选择了最低价中标的单位，导致项目延期两年。比利时从 BR-3 退役得到的教训使其以后在选择中标单位时将不再采用最低价中标的方法。

3.3 重视新技术开发和应用

从国际来看，现有核设施退役技术能满足研究堆、动力堆和燃料循环设施退役，但针对一些特定设施的退役仍需要专门的技术研发。放射性废物处理和整备技术总体上能满足放射性废物管理的需求，但中放泥浆（ α 泥浆）、石墨废物、高放沉积物、 α 有机废物的处理和整备仍是世界难题。对这类废物的处理和处置还需要开展大量的研究工作。开发退役新技术的主要驱动因素包括应对现有技术缺乏或不足的挑战、减轻退役过程中的风险、提高安全水平，缩短工期，降低成本。

近年来，机器人、无人机和数字化技术等新兴技术在退役中的应用逐渐受到重视。尽管“简单即最佳”的理念在退役治理界是一种共识，且以往相比其他行业而言，对新技术的应用并不积极，但这种情况在过去十年间已发生显著变化。3D 扫描和建模已被广泛应用于构建退役设施的准确 3D 图像，以支持退役规划目的；虚拟现实和增强现实已用于支持退役培训；无人机和机器人已用于核设施退役的特性调查。此外，建筑信息模型（BIM）与全球定位系统（GPS）或位置感知无线网络耦合，能够部署全自主机器人系统和无人机。

3.4 引入其他行业技术

其他行业的一些现有和成熟技术经改造后，可以用于退役治理，应鼓励和支持这一趋势^[6]。在全球范围内，大量的治理项目正在采用先进的技术和相应的技术解决方案。技术解决方案将继续从油气勘探和冶金等其他领域向退役治理领域转移。一旦新技术被成功开发并经过示范，技术转移的成功与否取决于对新环境下技术的理解。

3.5 发挥操作人员在技术研发和创新中的作用

在预计采用新技术的情况下，退役规划应充分考虑对技术适合性进行试验和示范的要求。重要的是，在适合的情况下，应让操作人员参与退役技术的开发工作，操作人员的参与对退役技术开发或选择都极为有益。对于改进已经在用的技术，操作人员的经验至关重要，因此应尽早让他们参与进来。

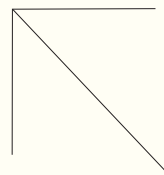
结语

退役治理项目，尤其是针对遗留场址的退役治理项目，面临着显著的技术挑战，技术对项目实施的制约尤为明显。在缺乏适合的现有技术的情况下，退役治理新技术的开发显得尤为重要。新技术开发需要经过试验和示范过程，且应尽早规划和实施，为技术研发和发展留足时间。

放射性废物管理设施以及动力、道路等基础设施的可利用情况与技术方案的实施密切相关，也是退役项目规划和实施必须考虑的重要因素。^[8]

引用

- [1] Patrick O'Sullivan.核退役正视过去,确保未来[J].国际原子能机构通报,2023(4):4-7.
- [2] IAEA.Advancing Implementation of Decommissioning and Environmental Remediation Programmes CIDER Project:Baseline Report[R]. Nuclear Energy Series No.NW-T-1.10,Vienna,2016.
- [3] IAEA.Global Status of Decommissioning of Nuclear Installations[R].Nuclear Energy Series No. NW-T-2.16,Vienna,2023.
- [4] IAEA.Safe Decommissioning for Nuclear Activities[C].//Vienna, 2002.
- [5] IAEA.Lessons Learned from the Decommissioning of Nuclear Facilities and the Safe Termination of Nuclear Activities[C].//Vienna, 2007.
- [6] IAEA.Advancing the Global Implementation of Decommissioning and Environmental Remediation Programmes[C].//Vienna,2017.



数字赋能开放教育 工商管理专业人才培养模式变革

文 ◆ 丹东开放大学 宁 宁

引言

随着信息技术的快速发展，开放教育逐渐实现了教学资源的数字化、学习方式的便捷化以及考核方式的多样化。然而，在数字化转型过程中，逐渐暴露出一些问题，如教育资源分布不均、数字素养认识不足、教学模式创新滞后等，制约了开放教育的进一步发展。本文主要通过培养学习者的数字素养，提升工商管理专业学生在数字化时代的核心竞争力，为经济社会发展提供有力的人才保障。

党的二十大报告明确提出，“加快建设数字中国”“加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合”“推进教育数字化，建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”^[1]。同时，将数字化作为教育高质



【课题】辽宁省现代远程教育学会 辽宁开放大学“开放教育教学质量提升”（2023KFJZT-09）专项课题
【作者简介】宁宁（1984—），辽宁丹东人，本科，讲师，研究方向：工商管理线上教学。

量现代化发展的重要支撑。在此背景下,开放教育工商管理专业依托符合学科建设的育人理念、数字化的教学技术和完善的教学评价体系,努力探索培养一批适合经济社会发展的专业人才。

数字赋能不仅是对数字技术的掌握和运用,还包括了利用信息技术对数字信息进行筛选、识别、处理和实践应用的能力。在开放教育的背景下,数字素养的提升、课堂教学模式的转型以及健全评价机制或将成为工商管理专业人才培养不可或缺的重要组成部分,有助于提升本专业学生的自主学习能力和终身学习水平。

1 提升数字素养,助力教学数字化转型

数字素养的提升可以从教师和学生两个方面同时展开。一方面,开放教育现有工商管理专业教师对专业课理论基础较好,而对数字化教学实践和企业人才智能化了解滞后。要想转变工商管理专业人才培养目标,首先要提高教师对数字化教学的认知。学校应定期开展教师数字化教学能力培训,走进企业了解最新工商管理专业岗位需求并及时更新专业人才培养目标,由单一型管理人才向复合型数字化人才转变。另一方面,企业培训机构和商业培训机构的商科教育也对应用型高校工商管理类专业教育产生较大的冲击,一些大型企业设立商科教育培训,更加注重理论与实践深度融合,与应用高校工商管理专业教育“重理论轻实践”相比,更具有竞争力^[2]。在职成人教育学生与应用高校相比更具实践优势,他们可以利用自身工作岗位发现问题解决问题,充分发挥数字知识技能提高工作效率。

2 创新课堂教学模式,凸显数字化教学优势

数字化技术冲击传统工商管理类专业课堂教学模式^[3]。在传统的课堂教学中,除了受限于教学手段单一、教学资源匮乏外,还总以教师为主导,大量地采用单向灌输式教学,忽略了以学生为中心的教学定位。而数字化教学为创新课堂教学模式提供了丰富的资源和手段,从技术领域全面革新教学模式,利用混合式教学提升教学的灵活性和趣味性,学生根据自己的学习需要有针对性地选择相应知识点进行学习,反复观看教学资源。在采用直播教学时,可以通过连线回答、讨论区互动、答题奖励等方式,激发学生的学习兴趣 and 积极性,提高线上课堂互动性和参与度。工商管理专业还可以发挥学科特色,采用案例教学解决如数据链供应、电子仓储等问题。总而言之,创新课堂教学模式、凸显数字化教学优势是当前工商管理专业人才培养模式的主要发展趋势。应积极探索和实践数字化教学的新模式和新方法,为经济社会培养新时代人才贡献力量。

3 健全评价机制,体现专业特色

数字化教学考评机制的健全是提高教学质量和人才培养模式变革的关键所在。在评价机制的设立中应多方面考量适合工商管理专业课程的教学目标、实施手段、考核结果等。特别是采用线上教学的部分评价目标应涵盖学生的自主学习情况和实践创新情况,应充分利用大数据、云

计算等技术手段,对学生学习数据、教师教学数据以及课程与资源数据进行收集和分析,体现工商管理专业的实践特点,保证评赋分的科学性和可操作性。同时,还要注重评价方式的多样性和灵活性,以适应不同学生的学习需求。学校对教师的教学数据进行挖掘和分析,可根据评价结果适时调整教学的各个环节内容,为教学质量提升提供有力支持。

结语

数字经济时代充满机遇与挑战,开放教育工商管理专业应充分发挥专业特色,加强校企合作,以培养社会需要的数字化人才为课程教学改革目标。过程中应重视培养目标、课堂教学模式改革、健全评价机制等。在数字化发展飞速的今天,应不断更新育人理念,提升教师和学生的数字素养能力,探索符合专业特点的个性化教学,为开放教育数字化教学拓宽教学思路,为数字赋能育人变革不懈努力。^[5]

引用

- [1] 习近平.高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[EB/OL].(2022-10-25)[2023-4-29].https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm.
- [2] 王建明.数智时代新商科人才培养的变与不变——以工商管理类专业人才培养为例[J].新文科教育研究,2022(4):103-116+144.
- [3] 陈鹏.数字化转型背景下应用型本科工商管理类专业人才融合培养模式研究[J].新文科教育研究,2023(17):16-18.

高校大型仪器全生命周期管理模式探索*

文◆徐州医科大学公共实验研究中心 魏涛 石艳芬 许璐
泰安市妇幼保健院 徐健

引言

百年大计，教育为本，党的二十大报告提出“实施科教兴国战略”“坚持科技是第一生产力”^[1]以及“到2035年建成教育强国、科技强国、人才强国”^[2]，充分体现了党和国家的事业对高等教育和科学技术的强烈需求。科学技术的进步离不开大型高端仪器的支撑^[3]，随着国家对科研经费投入的增大，高校大型仪器种类和数量大幅增多^[4]。如何保障大型仪器使用率和工作寿命一直备受高校资产管理者和科研工作者高度重视。然而，由于购置前论证不充分，购置后管理不善，造成部分大型仪器使用率偏低甚至成为“僵尸仪器”，最后不得不走报废途径，未能充分发挥大型仪器在科研事业上的作用，造成国家资源严重浪费。

1 高校大型仪器管理现状分析

1.1 购置前调研论证阶段

仪器调研阶段，部分高校采购部门或个人自我意识强，国有资产概念淡薄，不主动甚至逃避对本校或本区域院校同类设备使用情况的调研工作，盲目申请购

置，增加了设备的重复购置风险。论证阶段，部分专家评委缺少全局观念，常常侧重于考虑主要院系或部分重点课题组需求，出具的论证意见具有较多的主观性，导致部分仪器购置后使用机时不达标。

1.2 购置和验收入库阶段

(1) 购置阶段。一般高校仪器招标部门不了解仪器性能对科研工作的重要性，感性认为只要符合用户参数要求就能满足使用需求。制定评审指标时，主要考虑价格、参数和售后，忽略了仪器质量、性能、产品的可塑性、软硬件升级、运行维护以及使用能耗等，导致设备使用过程中出现仪器性能不稳定、运行成本高、软硬件更新困难等，甚至不能正常运行，从而影响设备的使用率。

(2) 验收制度不完善。大型仪器价格昂贵，性能指标复杂，投入使用前验收工作是执行采购合同最后一个关键环节，然而，由于验收制度不完善，没有明确规定验收细节，验收时只是简单对照仪器品牌、型号和配置，忽略仪器软件操作和实际测试效果，造成验收通过后出现软件运行不畅或测试效果不良等问题。

1.3 使用阶段

1.3.1 共享管理制度不完善

国务院2014年印发《关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》(国发〔2014〕70号)，2022年出台《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核实施细则》(国科办基〔2022〕93号)^[5]，这些制度的出台彰显了国家对大型仪器开放共享管理的重视程度，多数高校积极响应国家政策，及时建立适合本校大型仪器开放共享的管理制度，有效提高了仪器使用效率，但仍有少数高校大型仪器开放程度不达标。近几年科技部对高校科研院所大型仪器使用考核评价结果显示部分单位仪器共享优秀率较低，也说明了仍有一些高校大型仪器管理制度、共享理念和智能化程度等方面存在问题^[6]。究其原因，一是部门领导或课题组长站位不高，思想狭隘，认为设备为本部门科研经费购置，理应为本部门科研服务，忽视了仪器是国有资产，为民所有，服务好本部门的同时，应该向其他部门甚至社会开放使用。二是缺乏信息

*【基金项目】2022年江苏省大型科学仪器开放共享自主研究课题(配套)(KY14092202)

【作者简介】魏涛(1981—)，男，河南商丘人，硕士研究生，高级实验师，研究方向：高校实验室和大型仪器管理。

化管理，部门之间大型仪器使用状态互不了解，即使有意对外开放，信息传达不出去，共享设备就成为“纸上谈兵”。

1.3.2 专职管理人员配备不合理

随着科学技术的进步，大型仪器设备逐步向高精尖方向发展，主要表现在仪器功能多样化、操作智能化和结果分析自动化，这些特点均要求专职管理人员具有扎实的计算机和专业理论基础以及熟练实践操作技能。然而，目前很多高校配备专职实验技术人员数量有限，存在一人监管多台大型仪器设备的现象，没有精力参加计算机和专业理论以及仪器技能操作培训，更谈不上熟练操作，机器管理人员日常工作只能保障仪器开关机和简单故障排除，达不到国家规定的专人管理要求，仪器操作只能交给有实验需求的研究生使用，由于研究生操作水平参差不齐，经常出现错误操作致使设备损坏，甚至出现仪器“一键报废”，造成国家资源浪费。

1.4 设备报废管理制度不健全

目前，大型仪器报废主要有以下原因。一是设备使用年限长，超过机器服役最长时间，不能正常工作。二是机器损坏，维修经费不足，机器长期处于“睡眠”状态，内部电子元件老化，主板、芯片等关键部件损坏，仪器维修成本增加。三是购置前论证不充分，导致购置后“使用成本高”“服务领域单一”，出现“用不起”“没人用”现象，最后不得不报废。

2 构建大型仪器全生命周期管理模式，提高仪器使用率

综合调研分析发现，大型仪器设备从购置到报废每个环节管理出现纰漏，均能影响其使用率和社会效益，因此构建大型仪器全生命周期管理模式，进行全过程、多方位管理好大型仪器每个生命周期阶段是保障仪器正常运转，提高仪器使用率的有效措施。

2.1 规范经费预算申报，加强购置论证环节管理

申报大型仪器购置预算是全生命周期管理模式的第一个阶段，加强预算审批环节至关重要。每年预算申报时，高校财务部门应与大型仪器管理部门充分沟通，加强管理效能，对大型仪器设备预算实行扎口管理，大型仪器管理部门可利用大型仪器共享信息和实地考察，做到充分调研，根据学校科研和教学实际需求制定预算，从源头上保障经费用到实处，避免使用率不高的设备重复购置，让每台大型仪器充分利用起来，为科研和教学做好服务。

对购置环节进行充分论证，不断完善论证管理方案，避免购置前论证成为“走形式”工作。加强管理人员责任制，做到谁申请谁负责，谁审批谁负责。申请人应根据实际需求进行编制预算，并且提供必要的依据材料，向学校大型仪器管理部门承诺，如果购置后使用率不高，不能产生实际效益，大型仪器管理部门将有权限制其以后购置申请。做好大型仪器查重管理制度，设备管理部门可以根据学校同类设备使用情况研究购置的必要性，确保不必要的重复购置。对价格昂贵的高精尖大型设备，除充分调研本校使用情况外，还要利用省级共享平台或国家级平台调研校外企业、周边高校使用情况。另外，对一些利用率低，价格昂贵

的设备，科研又有需求的设备，可以采用“送样检测”或“租借仪器”方式完成实验，为国家节省经费预算。

2.2 规范采购和验收环节管理

采购和验收环节是大型设备能否顺利进入实际工作的根本保障，关系到使用过程中能否避免一些不必要的困扰因素。

2.2.1 完善采购参数

从设备生命全周期运行成本考虑，高校采购设备成效主要考虑科研项目、论文和专利情况，很少考虑经济效益。因此采购参数制定，应充分考虑后期安装、运行、改造、升级、维护、报废等成本。因此，制定参数时，不仅要考虑价格、技术指标和售后保障，还要重视运行过程产生的费用部分。

2.2.2 加强验收工作

高校投入巨额经费购置大型仪器设备，应保障购置后仪器各项指标符合招标合同要求，做好设备验收工作。首先，严格执行验收管理制度。货到后，使用部门联合资产管理部门进行接货，做好清点工作，在完成安装后，使用部门在资产管理部门监督下，按照采购参数逐一实测。其次，按照采购合同要求进行试运行一段时间后，由使用部门向资产管理部门提交验收申请，资产管理部门组织技术专家按照合同要求进行严格验收，并填写验收报告留档，保障验收后机器能够正常稳定使用。

2.3 使用阶段的管理

大型仪器设备使用阶段是指仪器试运行后，经验收达到合格后正式投入使用，这个阶段是大型仪器产生价值的阶段，做好各方面的管理尤为重要。

(1) 创建大型仪器共享平台，是大型仪器用好、管好的根本保障。创建大型仪器共享管理网络平台，将大型仪器设备全部纳入平台统一管理，严格按照国家大型仪器开放共享政策制定大型仪器管理办法，对于开放共享机时不达标的仪器，查明原因，制定整改方案，对于共享好的仪器设备，制定奖励措施，激励设备管理人员积极性。

(2) 制定实验技术人员配套职称晋升政策。大型仪器使用过程中，起到关键作用的是专职管理人员，多数高校管理设备的人员为实验技术系列，该系列人员往往在学校同等职称情况下工资报酬最低，但是晋升职称条件要求却与教师等系列类似，而且实验系列最高职称为高级实验师（即所谓的“副高”），这种不平等规定严重降低了实验技术人员的工作积极性和获得感，他们为了改变“命运”实现自身价值，利用业余时间刻苦学习考取博士转成教师系列，或者通过调岗申请到管理岗位工作，造成有经验的专职技术人员流失，也为新入职实验技术人员“指明”进步道路，这种不稳定的工作状态很难使实验技术人员全身心地管理好大型仪器，造成仪器不能正常发挥其应有的价值。目前，多数高

校已经意识到这种不合理的职称晋升现象，并制定与实验技术人员工作相配套的职称晋升政策，也有部分高校已经开通了晋升正高级实验师的渠道，这些政策的实施，提高了实验技术人员的工作积极性和稳定性，为管理好大型仪器创造了有力保障。

2.4 严格大型仪器报废审核程序

大型仪器报废即是该设备的生命周期终结的阶段，因此，负责仪器报废的审核部门应重视购置前以及使用中的各个环节^[7]。第一阶段，应从购置大型仪器前可行性论证阶段进行审核，包括使用部门提出的购置申请的必要性与可行性和大型仪器购置前专家论证的意见等，如果是因购置前论证不充分造成的仪器使用不合理导致的报废，那么要追究相关部门或人员的责任。第二阶段，应审核仪器使用和维护记录，操作人员是否经过专业培训取得上机证，专人管理是否到位，如果因为这些原因导致仪器损坏而报废，那么将追究使用部门责任。第三阶段，应审核仪器服役期间使用价值，包括使用机时、科研成果、社会效益和功能开发等，如果这些指标与购置前差距较大，那么将暂停报废流程，查明原因，并限制该部门以后大型仪器购置申请。第四阶段，应组织校内和校外技术专家对预报废设备是否符合报废条件进行客观鉴定，如是否可以维修好、是否还有残余功能可以利用等，对于这些不符合报废条件的大型仪器设备，及时向使用部门反馈审核意见，督促其做好维修维护或调拨到其他部门再次发挥机器使用价值，对于符合报废条件的仪器设备，尽快办理报废手续，减少仪器占用实验室空间。

结语

大型仪器是高校科技创新的重要资源，从购置到报废每个环节的管理疏忽都会影响仪器的使用价值，本文探索大型仪器设备全生命周期管理模式，旨在响应国家大型仪器管理政策，提高大型仪器使用效率和共享效益，推动高校科研和人才培养快速发展。■

引用

[1] 郑淼.科研机构管理体制促进实践创新驱动发展——评《大转制:中国科研机构管理体制二十年》[J].科技管理研究,2022,42(20):后插2.

[2] 石中英.教育强国:概念辨析、历史脉络与路径方法——学习领会党的二十大报告中有关教育强国建设的重要论述[J].清华大学教育研究,2023,44(1):9-18.

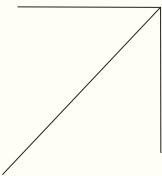
[3] 余芳,朱丽丽,冯晓文.借鉴国外先进经验优化大型科研仪器开放共享[J].山东化工,2023,52(19):218-220.

[4] 刘长斌,薛丽贞,李晓佩,等.地方高校大型仪器开放共享实践与成效[J].中国教育技术装备,2023(10):11-14.

[5] 杨赛,李莹,焦驰宇,等.地方高校大型仪器开放共享的探索与实践[J].实验室研究与探索,2024,43(3):248-252,264.

[6] 解成喜,唐军,张正方.大型仪器设备共享平台建设研究[J].实验技术与管理,2010,27(10):1-3.

[7] 何畔,王益民,张小蒙,等.大型仪器设备报废管理工作重点及问题对策[J].中国现代教育装备,2014(17):10-12.



农村宅基地确权登记颁证测绘新技术的应用

文◆广西建设职业技术学院 张俊宇
广西精图测绘科技有限公司 周亿萍

引言

随着测绘新技术发展和广泛应用，在农村宅基地确权登记颁证中测绘新技术成为重要帮手，目的是要全面摸清农村宅基地底数，划清宅基地边界，明确宅基地权属关系，解决农村宅基地长期以来存在的各种问题和难题，切实保护广大农民应该享有的合法权益。因此，各地区因地制宜积极应用测绘新技术，确保当地宅基地确权登记颁证工作高质高效以及成果令人满意。

农村宅基地确权登记颁证工作是深化推进集体土地制度改革的一项重要措施，也是落实严格耕地保护制度和农村节约用地制度的重要手段，对农民和新农村建设具有重要意义。通过农村宅基地确权登记颁证不仅可以有效减少因宅基地边界问题和权属问题等引发的邻里矛盾纠纷，还可以为农民提供更多的金融服务，盘活农村大量闲置宅基地，促进农村土地资源有效流转，提高农村土地资源管理和利用水平。同时，有利于加快农村宅基地制度完善和优化。因此，农村宅基地确权测绘是一项重要的核心工作。为了保证宅基地确权登记工作的全面开展，应深入现场勘察实际情况，展开针对性调查。但是调查过程中如果采用传统方式测绘，那么势必会投入大量人力、物力以及资金作为支持，耗时相对比较长。由于传统图解法或者勘丈法在精准度方面相对比较差，必须要结合当前现实情况，引进先进的技术手段，实现传统测绘方法与新测绘技术手段之间的有效结合，保证宅基地确权登记工作全面有序开展。

1 农村宅基地测量的基本工作内容

在农村宅基地测量阶段，首先应清楚测量的基本内容，其次才能结合新的测绘技术。测绘新技术主要有以下特点。新技术采用地图数字信息技术，将数字信息技术实现精准数据测量和收集，收集数据之后，建立测绘数据模型库，根据测绘数据形成属于测量对象的3D模型。测绘人员直接在模型上面选取重要的数据，减少测绘工作的资金投入，节省工作时间。整个测量流程首先是测量区域的资料分析，在接到测量工作后，测量人员应对宅基地资料进行收集和分析，对周围地形做好勘测工作^[1]。掌握第一手测量区域数据后，为后续测量技术和测量方法选择做

好准备。在测量阶段，利用旧数据获得宅基地的数据信息或者采用大数据技术收集新数据。旧数据主要指数据库中测量的数据，主要是以前地籍测量人员测量所得。新数据应重新测量并收集调查区域内的数据，不仅可以作为调查参考，还可以存储在数据库中，以便将来进行测量，因此整个宅基地的测量流程包含了测量数据的收集、分析、编辑和整理入库等。

2 农村宅基地确权登记颁证行为和测绘调查方式中存在的问题

2.1 农村宅基地建房结构混乱 长期以来农村宅基地建房规

【作者简介】张俊宇（1985—），男，广西来宾人，硕士研究生，高级工程师，从事地理信息应用技术、工程测量、测绘工程管理等教学及其他相关工作。

划普遍存在混乱现象，各类遮盖物对房屋遮挡比较严重，不能准确体现房屋的基本情况，摄影测量成图结果对各类遮盖物的处理不完善，造成房屋变形、房屋间相互关联位置错误、折拐角错误等。导致调查时宗地范围和界址点设置错误，造成房前屋后地形地物的遗漏或错误。

2.2 农村宅基地住户管理信息不全

当前，农村居住者大多进入城镇或外出务工，留守在农村的多为老弱和幼童，入户调查较为困难，收集宅基地权籍信息不全，收集宅基地权属资料和建房手续材料较为困难。

2.3 农村宅基地无偿使用的政策要求

农村宅基地使用权采用无偿使用的原则，户主对于宅基地登记权属的意识不足。按照土地管理法、物权法等要求，其中并未明确规定禁止农民转让、出租宅基地。按照物权法的相关规定，特别是宅基地转让使用权主体发生变化后，受让人获得宅基地使用权，应依法办理转让登记手续。

3 测绘新技术在农村宅基地确权登记颁证中的主要应用

3.1 数字遥感技术

遥感技术（RemoteSensing，简称RS）在宅基地测量阶段，利用较快的时间和较高的空间分辨率进行信息采集。遥感技术主要完成数据信息的收集、处理和分析工作。同时，不与宅基地接触，直接通过卫星定位、卫星成像等方式，将宅基地的所有信息展现在数据库中，方便工作人员进一步提取关键信息，减少间接的操作风险。在农村宅基地测量中，

利用遥感技术完成土地确定项目地拍摄，经过数据提取和处理工作，得到较高分辨率的图像信息。遥感技术分为数字影像技术和卫星遥感技术，这两项技术现如今发展比较成熟，也是目前遥感技术朝着多方面发展的趋势结果^[2]。特别是针对一些大面积的宅基地测绘工作，传统测绘方法难度较大，容易引起误差。利用遥感器技术有利于提高数据的精准度，直接通过卫星成像，将所有宅基地及其房屋轮廓展现在工作人员面前，有利于降低人为误差的影响。

3.2 摄影测绘新技术

先进的摄影测绘技术是通过摄影直接对采集到的信息进行科学处理。当前的摄影测绘技术正朝着数字化方向发展，在应用过程中，测绘人员利用图像处理技术对整个宅基地进行测绘。该技术可提供三维动态空间信息，为测量工作的数据准确性提供可靠保证，在实际数据的支持下项目的实际运行分析。运用该技术，在不与宅基地接触的前提下实现了测量工作，减少了测量的户外工作量，整体测量效果良好。目前，部分农村地区出现宅基地密集情况，结合摄影测绘技术，实现在人口密集的地方开展测量工作，高效获取数据并制出大面积成图，精准度较高，为新农村地区的规划建设提供了数据支撑。此外，摄影测绘技术的重要运用，使测量工作人员的工作环境从室外转成室内，提供了良好的测量环境，降低了测量难度，提高了测量的精准度。

3.3 无人机倾斜摄影测量技术

近些年来，无人机倾斜摄影测量技术是当前测绘领域最为常用的技术。该技术主要利用无人机飞行平台搭载多部传感器，大范围、全方位、多角度对地面地物低空航飞测绘，实现高效、全面、高精度获取测量区域内的真实影像数据^[3]。在农村宅基地确权测绘中该技术被优先应用，它能够实现自动化测绘，不仅能够减少测绘过程中人为干预，还能够有效降低外业测绘任务量以及减少测绘时间和外业人员投入。在实际测绘工作中应严格遵守各项技术规定与要求。例如，在某地区开展农村宅基地房屋权籍调查的测绘工作，测绘区域范围大约0.8km²，该测绘采用无人机倾斜摄影测量技术实施测绘工作，事先合理选择好无人机和倾斜摄影测量相机，并设置好其相应的参数。无人机将采用大疆M600pro，使其旋转角速度俯仰轴设为300°/s，航向轴设为150°/s，航飞高度约为2500m，测量相机采用睿博RIY-DG35镜头倾斜摄影相机，像幅设为6000×4000，相机焦距为40mm，像元尺寸为3.9μm。同时，设置好无人机航飞轨迹，使航向重叠度约为80%，旁向重叠度约为70%以及相机地面分辨率为20cm，确保获取的影像数据清晰，且具有全面性和完整性。无人机倾斜摄影测量技术在实际测绘应用中，测绘技术人员应根据测绘区域的现场具体情况，在航测作业前对测绘区域内合理设置像控点，每个像控点之间的距离一般不得超过200m，遇到特殊情况可以适当增加距离。若测绘在平坦地区且房屋规整区域，可以使用大疆无人机如M600，免像控航摄。完成以上各项准备工作后，确定好航测作业时间，开展宅基地房屋权籍调查数据航测采集。

在农村宅基地房屋权籍调查中利用无人机倾斜摄影测量技术，使用其预处理软件对航测采集到的影像数据、POS数据、地面控制点数据进

行专业化快速处理，相关技术人员根据测区范围内的影像重叠度、照片质量、飞行质量等开展全面检查，若不符合要求影像数据，则应重新安排航测采集数据。在立体测图过程中，为了得到高精度的测绘结果，可利用三维测图软件完成对应的工作，在该软件中输入已获取的三维数据，进入软件的三维编辑界面完成对各种矢量数据地采集和编辑，并按照规定绘制宅基地房屋权籍图。因此，为保障测绘结果的有效性，相关测绘人员还要在实际的工作中做好精度分析，具体的精度分析主要是将宅基地房屋界址点点位误差和面积测算精度作为参考依据。通过数据均匀抽检技术验证调查测绘成果精度。在外业数据调查测量方面，外业测绘技术人员要对宅基地房屋界址点坐标和面积进行准确测量，对于宅基地房屋内外难以测量或者部分遮挡的情况，应及时在开展外业测绘后进行补测。必要情况下测绘技术人员应联合应用 RTK、全站仪等测量技术来开展相应工作，使测量数据更全面、更完整和更准确^[4]。

3.4 全站仪加 RTK 测距仪测量

在开展农村宅基地房地一体化测绘工作过程中，常常面临很多测绘难题。例如，由于存在房檐或者其他建筑物遮挡影响，导致航测成图效果不佳，成图存在问题，房屋存在明显的变形现象、房屋位置不正确、边长测量数据与实际存在偏差、拐角测量数据缺失；未在航测过程中对房屋前后的沟坎、植被等开展全面测量，或者即使在现场开展了测量工作，得到的测量结果也存在一定的偏差，与实际不相符；存在房屋遗漏或者多余的问题，导致界址点设置错误或者宗地范围与实际存在偏差，利用“全站仪 +RTK 测距仪”测量实现对相关调查数据地获取。

3.5 无纸化电子签名技术

随着信息化技术快速发展及应用，无纸化电子签名技术应运而生。在当前农村宅基地确权登记中引入无纸化电子签名技术，并推出从调查、审核到登记的电子签名系统，开启全流程电子化登记新模式，利用该技术通过“无纸化”方式，实现农村宅基地确权登记的智能化转变，有效解决因家中无人签名盖章以及申请登记等难题。权籍调查人员不用再将调查成果打印出来多次上门找权利人和四邻签名确认，只需通过事先已开发好的移动调查 App 小程序，将调查成果推送给权利人，权利人直接打开小程序查看调查资料，扫描小程序上的二维码以及人脸识别完成签名确认。因此，在农村宅基地确权登记颁证工作中，应用无纸化电子签名技术，能够最大程度保护农村宅基地权利人的知情权和签名权等合法权益，同时，确保宅基地确权登记成果的完整性、规范性和准确性，推动农村宅基地确权登记工作提质提速。

结语

在农村宅基地确权登记颁证过程中，航空倾斜摄影成图法有助于保

证精度、提高效率，“全站仪 + RTK 测距仪”解决了局部由于遮挡的图形与精度问题。移动平板结合 GIS 农村房地一体调查登记系统提高了信息采集的速度，保证了质量，无纸化电子签名盖章提高了签字确认工作的效率，改变以往必须上门面签确认的方式，实现异地智能化签名确认，保护宅基地权利人的合法权益，推动农村宅基地确权登记颁证工作如期高质量完成。^[5]

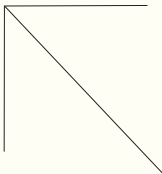
引用

[1] 关宇.浅析测绘新技术在农村宅基地测量中的运用[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2021(1): 297-298.

[2] 孔振杰.测绘新技术在农村宅基地测量领域的实践[J].新农民,2023 (23):28-30.

[3] 乔子龙.测绘新技术在农村宅基地测量中的应用研究[J].中国住宅设施,2022(5):166-168.

[4] 张宇.测绘新技术在农村宅基地测量中的应用研究[J].工程技术研究, 2019,4(19):36-37.



基于大数据背景下 市政工程施工专业教学质量保障体系研究^{*}

文◆重庆工商学校 朱先容 刘友林 刘 庆

引言

随着信息技术的迅猛发展，大数据已成为推动社会各行各业变革的重要力量，在教育领域，大数据技术的应用正逐步改变着传统的教学方式与管理模式，为教学质量的提升注入了新的活力。特别是在市政工程施工这一实践性极强的专业领域，引入大数据不仅为教学内容的更新、教学方法的创新提供了有力支持，还为构建科学、高效的教学质量保障体系奠定了坚实基础。基于此，本文旨在探讨如何利用大数据技术优化中职市政工程施工专业的教学过程，构建科学、高效、全面的教学质量保障体系，以应对新时代对职业教育提出的新挑战与新要求。

1 研究背景

市政工程施工专业是职业教育体系中的重要组成部分，其教学质量直接关系到未来城市建设者的专业技能水平和实践能力。然而，在当前的教育实践中，市政工程施工专业教学仍面临着

诸多挑战。一方面，随着城市化进程的加快，市政工程项目日益复杂多样，对从业人员的专业技能和综合素质提出了更高要求。另一方面，传统教学模式在教学内容更新、教学方法创新等方面存在局限性，难以满足行业发展的需求。大数据技术的兴起为这些问题的解决提供了新的思路，通过大数据技术的应用，可以实现对教学全过程的精准监控与深入分析，为教学质量保障提供科学依据。

2 大数据背景下市政工程施工专业教学现状

2.1 数据应用不足

一方面，数据采集的广度和深度有限。市政工程施工专业教学涉及课程设计、实验实训、实习实践等多个环节，每个环节都蕴含着丰富的数据资源，包括学生的课堂表现、作业完成情况、技能掌握程度以及教师的教学方法和效果等。然而，这些数据往往分散且格式不一，缺乏系统性地收集与整理，导致信息孤岛现象严重，难以形成完整的学生学习画像和教学反馈机制。另一方面，数据整合与分析能力薄弱。即使部分学校开始尝试使用教学管理平台或学习管理系统来记录学生的学习数据，但由于缺乏专业的大数据分析工具和人才，数据往往只能停留在表面，无法深入挖掘隐藏在其后的教学规律和学生学习行为模式。这不仅限制了教学质量的精准评估，也阻碍了个性化教学和智能辅助决策的实施^[1]。

2.2 数据驱动的教学创新滞后

第一，教学内容与现实脱节。大数据分析能够揭示行业动态和未来趋势，帮助教学内容与实际需求保持同步。但目前许多中职学校在更新课程设置时，往往忽视了对最新行业数据的分析，导致学生所学知识和技能与市场期望存在差距，降低了毕业生的就业竞争力。

第二，教学方法缺乏个性化。大数据分析能够根据每位学生的学习习惯、兴趣和能力提供定制化的教学方案，实现真正的因材施教。然而，中职市政工程施工专业的教学仍普遍采用“一刀切”的传统方式，

^{*}【基金项目】本文系国家级职业教育教师教学创新团队课题研究项目子课题“市政工程施工专业群创新团队教学质量评价体系研究与实践”（ZI2021060106）研究成果

【作者简介】朱先容（1981—），女，重庆人，本科，高级讲师，研究方向：职业教育教学。

忽视了学生个体差异，未能有效激发学生的学习动力和创新能力。

第三，评估体系不全面。传统评估往往侧重于知识点的记忆和理解，而大数据技术可以综合考量学生的实践能力、团队协作能力和解决问题能力等多维度指标。当前，中职学校的评估体系尚未充分利用大数据手段，无法全面反映学生的真实能力和成长轨迹^[2]。

3 市政工程施工专业教学质量保障体系的构建策略

3.1 数据全面采集，精准分析学情

教师应运用现代教育技术，系统性地收集学生在课堂互动、作业完成、考试成绩、技能实训等各方面的数据。同时，通过数据挖掘和分析工具，精准识别学生的学习偏好、知识盲点以及技能短板，制定个性化教学计划，优化教学资源分配，确保每位学生都能得到有针对性地指导和支持，全面提升教学质量和学生的学习成效^[3]。

首先，利用现代信息技术手段，建立全方位的数据采集机制。不仅应关注学生在课堂上的表现，如参与度、提问频率、回答正确率等，还应拓展至课外学习活动，如在线课程的完成情况、自主学习时间的分配、作业提交的及时性与质量等。同时，通过实习实训环节收集的数据同样重要，能够反映学生在真实工作环境下的技能应用和问题解决能力。

其次，注重数据的精准分析技能。教师应掌握基本的数据分析技能，运用统计软件或专门的教育数据分析平台，对收集到的数据进行深度挖掘。例如，分析学生在市政工程施工专业中的不同知识点上的错误率，识别教学难点；利用时间序列分析技术，观察学生学习行为的变化趋势，预测学习障碍；通过聚类分析，发现学生群体中的共同特征，为实施差异化教学提供依据。

最后，建立持续的数据反馈循环机制，将分析结果应用于教学实践中，并根据反馈不断优化教学方法。定期审视数据报告，识别有效的教学策略，及时改进策略，调整课程设计、教学方法和评估标准。例如，如果数据分析显示大部分学生在某个概念上遇到困难，教师可以安排额外的辅导课或设计针对性的练习题；如果发现学生的实践操作技能较弱，可以增加实训课时并邀请行业专家进行指导。通过这种闭环式的反馈机制，教师能够持续提升教学质量，确保每位学生都能获得最适合自己的教育体验^[4]。

3.2 动态调整课程，紧跟行业需求

一方面，积极参与行业调研，与企业建立紧密联系，了解市政工程施工领域的新技术、新工艺和新材料^[5]。通过参加行业会议、研讨会或实地考察，教师可以获取第一手的行业信息，洞悉市场趋势。同时，建立与企业的合作机制，邀请行业专家定期到校举办讲座或担任客座教授，分享实践经验，确保课程内容与行业前沿保持同步。此外，利用大数据分析工具监测行业新闻、招聘信息和项目招标公告等公开数据，提取关键词和热点话题，有助于教师及时调整课程重点，强化相关领域的教学。

另一方面，基于大数据分析，教师应当定期评估课程的有效性和相关性。通过收集毕业生就业数据、雇主反馈以及行业认证标准，教师可以量化分析课程与行业需求之间的契合度。例如，利用回归分析预测特定技能组合对毕业生就业率的影响，或者通过对比分析，识别与行业认证考试

关联度最高的课程模块。基于分析结果，教师可以做出有依据的决策，如增加或减少某些课程模块，更新教材内容、重新设计整个课程框架等，以更好地满足行业对人才的具体要求。

3.3 资源优化配置，强化实践教学

首先，精准识别实践教学需求。通过大数据分析，教师可以深入理解学生在不同技能领域的掌握程度，识别出普遍的技能缺口和个别的学习难点。例如，分析历年毕业生成绩单和实习反馈，可发现学生在施工安全规范、材料选择和成本控制等方面的知识掌握相对薄弱。基于此，学校可以调整实验室和实训基地的设施布局，增加相关设备的投入，如引入先进的施工模拟软件和虚拟现实（VR）训练系统，以增强学生在关键领域的实践体验。

其次，高效调配教学资源。大数据分析能够帮助教师和管理人员精确掌握现有资源的使用情况和效率，避免资源浪费。例如，分析历史数据，发现市政工程施工专业实训课程的设备利用率较低，学校据此合理调整设备采购计划，优化资源配置。同时，大数据还能帮助识别高性价比的供应商，确保实训材料和耗材的质量和价格优势，在保证教学质量的同时控制成本。

最后，持续优化实践教学模式。利用大数据分析学生在实践教学中的表现，基于这些数据，教师可以设计更加吸引人、更具挑战性的实践项目，激发学生的学习兴趣 and 主动性。同时，大数据分析还可以帮助教师评估不同教学法的效果，如翻转课堂、项目制学习或同伴互助学习，选择

最适合市政工程施工专业特点的教学模式，确保学生在实践中获得有效的学习体验。

3.4 案例数据分析，深化专业知识

首先，收集并分析大量真实工程项目的数据，提炼出关键知识点与技能点。在大数据的支持下，教师可以获取到丰富的市政工程案例，包括桥梁建设、道路铺设、地下管道安装等，通过对比不同项目的成本预算、施工进度、质量控制以及环境影响等多维度数据，教师能够引导学生识别和总结成功项目的经验与失败项目的教训。例如，在分析某个桥梁建设项目的成本超支原因时，教师可以引导学生关注材料价格波动、施工工艺选择、天气条件变化等因素，进而深化对成本控制策略的理解。

其次，利用大数据平台，教师能够创建动态的教学案例库，使学生接触到最新的行业趋势和技术进展。传统的教材往往滞后于行业发展，而大数据平台可以实时更新案例，确保教学内容的时效性和实用性。教师通过数据挖掘技术筛选出最具代表性和教育意义的案例，设计成问题导向的学习活动。例如，针对近期某城市因暴雨导致排水系统瘫痪的事件，教师可以组织学生分析该城市的排水系统设计缺陷，探讨改善方案，让学生在解决实际问题的过程中深化对市政工程中排水系统设计原理的认识。

最后，运用案例数据分析来培养学生的批判性思维 and 创新能力。分析过往项目的数据，学生不仅能够学习到专业知识，还能够培养多角度审视问题的能力，提出创新解决方案。教师鼓励学生

生对比不同案例中的相似与差异之处，思考如果自己是项目经理在处理特定的工程难题时采取的措施。例如，在分析两个相似规模的市政道路建设项目时，一个项目提前竣工，另一个则延期，学生需要分析造成这种差异的各种因素，并讨论如果面对类似情况时，如何通过优化施工流程和提高团队协作效率来避免延期风险。

3.5 多元教学评价，提升教学效果

首先，建立学生自评和互评机制，激发学生主体性。教师应鼓励学生参与自我评价和同伴评价，通过在线平台或移动应用，设计问卷调查、电子日志或反思报告，让学生定期评估学习进度、技能掌握情况以及团队合作表现。同时，通过小组讨论、项目评审等方式，促进学生之间的相互评价，不仅能够增强学生之间的交流与合作，还能培养批判性思维和自我反思能力。

其次，教师评价应更加注重过程性评价，而不仅仅是结果导向。教师在日常教学中，应利用学习管理系统或其他智能教育平台，持续监控学生的学习动态，包括课堂参与度、作业完成质量、实验实训表现等。通过大数据分析，教师可以快速识别出学习难点和优秀案例，及时给予个性化指导和反馈。同时，教师评价还应包括对学生创新能力和解决问题能力的评估，以鼓励学生在实际工程项目中应用所学知识，增强实践技能。

最后，引入企业评价，确保教学与行业需求紧密对接。与市政工程施工行业的企业建立合作关系，定期邀请企业专家参与到课程评价和学生技能考核中，企业评价可以基于学生在实习实训期间的表现、项目作品的质量以及毕业后的工作适应性，通过大数据平台，收集和分析企业对毕业生的反馈。教师可以了解行业对人才的具体要求，调整课程内容和教学方法，确保学生所学与市场需求高度匹配。

结语

本文在大数据背景下，针对中职市政工程施工专业的教学质量保障体系进行了深入探讨，通过数据全面采集、动态调整课程、优化资源配置、分析案例数据以及构建多元教学评价体系等策略，为中职教育的现代化转型提供了可行路径。未来，随着技术的不断进步，教学质量保障体系将更加智能化、个性化，助力培养更多符合社会需求的高素质市政工程施工人才。

引用

[1] 郭雅,李娜.“道路施工技术”课程线上、线下混合式教学案例[J].低碳世界, 2023,13(10):193-195.

[2] 郭雅,唐莹.基于新疆地区的市政行业需求的市政工程施工专业人才培养实践与思考[J].太原城市职业技术学院学报,2023,(4):149-152.

[3] 郭雅.项目教学法在市政工程施工专业实训课中的应用与实践[J].职教通讯, 2017(18):60-65.

[4] 卓为顶,臧华,马莹,等.面向市政工程施工的课程教学改革与探讨[J].山西建筑, 2021,47(6):182-183+188.

[5] 张赛威.市政桥梁工程施工课程教学改革[J].电大理工,2016,(3):52-53.



数据要素

Data Elements

数据作为新型生产要素，是数字化、网络化、智能化的基础，已快速融入生产、分配、流通、消费和社会服务管理等各环节，深刻改变着生产方式、生活方式和社会治理方式。

数据要素是指以电子形式存在的、通过计算的方式参与到生产经营活动并发挥重要价值的数据资源。在数字经济中，数据被视作与土地、劳动力、资本、技术并列的五种生产要素之一。数据要素是推动数字经济发展的核心引擎，是赋能行业数字化转型和智能化升级的重要支撑，也是国家基础性战略资源。

2023年正式成立的国家数据局，负责协调推进数据基础制度建设，统筹数据资源整合共享和开发利用，统筹推进数字中国、数字经济、数字社会规划和建设等，不仅体现了对数据资源的战略性管理和规范化利用的需求，也体现了国家层面对数字经济发展和数据治理的重视。

电费抄核收集中 智能化技术研究

文◆国网齐齐哈尔供电公司 田晓娜 于佳欣

引言

供电企业为顺应现代化发展趋势，提升供电质量和服务水平，除了需要创新产品和服务形式、内容外，还需要做好电费抄核收工作。随着智能化技术的发展，供电企业可以尝试将智能化理论应用于电费抄核收环节，发挥智能技术的优势，以智能设备取代人工操作，提高抄核收工作的便捷性。电费智能化抄核收过程中涉及多种新技术，相关人员需要结合行业趋势，创新智能技术的类型及应用形式。

1 智能电费抄核收模式

智能电费抄核收是基于传统抄核收工作应用集中化、智能化技术的结果。与传统模式相比，智能电费抄核收具有智能化特征，其电费收缴包括抄表准备、自动远程抄表、异常处理、智能电费收缴、验证电费结果等流程。当系统自动检验账单的正确性后，即可生成并打印账单，随后发送给用户。用户接收账单后，可直接用银联等电子支付方式进行缴费操作。

2 电费抄核收智能化的基本特点

电费抄核收智能化本质上采用“集抄集收”模式，可以在供电过程中实现用电信息的全面采集、全面覆盖，达到高效化、集约化、智能化的工作目标。与传统的抄核收模式相比，电费抄核收智能化具有以下特点。

2.1 提高工作效率，实现人员最精化

传统的电费抄核收工作主要以人工操作为主，很多环节都需要专人专管，人员需要采集、整理和分析数据，工作效率低、耗时长。而电费抄核收智能化中应用了人工智能等新技术，构建了“集抄集收”模式，由系统自动采集用电信息，并进行存储、分析和利用，提高了抄核收工作效率。按照现有的工作理论，抄核收智能化模式下抄表时间大幅缩短，比原先的传统抄表时间缩减了1/3，抄表人员数量也减少至原先的2/3，工作效率高、耗时少^[1]。另外，智能化模式下智能化模块能进行各种工作，如电费催收、现场巡查、全面监控等，人员投入少，可围绕工作量、工作难度调配人员，实现人员精简化分配。

2.2 丰富工作手段，实现服务最优化

电费抄核收智能化模式下需要构建智能化平台。该平台包含多个模块，实现信息共享、数据集成，并具备了多样化工作手段。由于电力用户的数量庞大，每个用户都有其各自的产品及服务需求。在构建抄核收智能化平台时，相关人员能提前获取用户需求，针对性地开发产品和提供服务，赋予平台更多的工作手段，使平台更能满足用户的个性化服务需求。例如，以用户的电费支付为例，智能化平台集成了充值卡、银行卡、支付宝、村邮站等多种缴费渠道，用户能根据自身需求选择缴费方式^[2]。与此同时，一体化催费系统能智能化识别用户的电费收缴情况，在部分电力用户存在欠费情况时，自动发送短信通知，提醒用户及时缴费。

2.3 打破专业限制，实现效益最大化

供电企业在原有的抄核收模式下，营销、生产、调度等各专业具有相对独立性，很多时候无法为用户提供优质的电力服务。通过抄核收智

【作者简介】田晓娜（1992—），女，内蒙古扎兰屯人，硕士研究生，中级工程师，研究方向：国网电力营销；

于佳欣（1994—），女，黑龙江齐齐哈尔人，本科，中级工程师，研究方向：国网电力营销。

能化系统，可以充分利用信息技术、智能技术等集成性优势，打破营销、生产、调度等专业限制，促进不同专业、业务之间的融合，从用户利益出发，调整电费缴费方式，保障效益最大化。

3 电费抄核收智能化的关键技术

3.1 自动化抄表技术

电费抄核收智能化平台中，采用了自动化抄表技术替代传统的人工抄表。在实际操作过程中，遵循一定的标准分组归类管理现有抄表段，形成更高级别的大抄表段。基于这一前提，各地市供电企业应清晰了解本单位和下属单位的抄表段工作任务，并指定责任人，推行分组维护管理机制。维护信息主要包括分组编号、名称、管理单位、相应责任人、班组、抄表段信息、电费发行日等。关于抄表段分组编号的管理，设定统一格式完成编号，确保编号在全省范围内具有唯一性。

抄核收集中智能化平台具备自动制定抄表计划功能。实际工作中，相关人员需要在平台中增设自动化抄表计划制定模块。从每月的1、2、3日开始，系统自动对上月已关账的地市单位，根据抄表段分组、优先级等情况，生成抄表计划，并同步发起工单。自动制定抄表计划中的抄表段，其抄表周期应与当月对应的周期月保持一致。例如，在单月情况下，系统发起抄表周期为每月或单月的抄表计划；双月情况下，则发起抄表周期为每月或双月的抄表计划^[3]。任何情况下，系统在确定抄表计划时，必须区分此抄表段是否在当月历史计划或当前计划中，若存在则无需重复发起计划。

一旦抄表段制定了抄表计划，智能模块在接收该信息后，会自动发起工单。与此同时，抄表计划数据信息会被自动加载到数据准备队列中的待处理工单，并发送给数据准备环节。如果未成功制定抄表计划，系统将自动反馈结果，并呈现相应的过程和结果，便于有关人员能够据此自动定位异常位置，锁定责任人。

在自动化抄表方面，采集校验是重要的一环。智能化平台应添加集中自动化采集校验队列，该队列基于数据准备队列所保存的自动化采集待处理队列数据。为保障采集数据的完整性和准确性，相关人员应灵活调用现有的采集接口，充分发挥接口作用。采集完相应的数据后，应通过示数智能校验管理校验采集的示数。在采集成功和检验通过的情况下，系统自动保存电费计算数据，并将其纳入待处理队列数据范畴，随后调用流程自动传递方式，开始进入电费智能计算阶段。

如果用户自动化采集失败，或者示数校验未通过，平台将自动拆分和剥离这一部分的抄表计划、工作流程，保障这部分工作的独立性。上述工作结束后，平台自动调整抄表例日至次日，并依据参数情况重新设计自动化采集队列。平台将按照最大请求次数，以天为周期发送请求。若超过平台的请求次数上限且还未采集到用户示数，则需要将流程自动传递到人工操作环节，由专业人员完成相应的抄表工作。

为达到线损精细化管理的目标，相关人员应结合抄表段的各项关键参数，调取智能化平台中的相应工作成果，并进行一系列调整。例如，在抄表段的调整方面，应在抄表段属性中增加“抄月末零点冻结示数”标志。若操作时点击“是”选项，说明仅抄月末零点冻结示数；否则，按

正常流程执行抄表计划。此外，抄表段调整流程应增加对该标志的维护和审批等功能。如存在特殊需求，还应采取更有针对性地调整措施。

3.2 示数智能校验

为了在电费抄核收智能化平台中实现示数的智能校验，应率先在平台中增加示数校验库管理模块，在专有库中集中示数校验的检验规则和维护管理标准，确保新增或维护校验规则能够经过全面化检验。验证通过后的规则经系统管理员审批后即可生效，作为检验评估的一大依据。

为了有效减少各种因素对校验过程的干扰，校验规则的验证主要采取数据库存储过程方式。专业人员应参考示数校验规则预先设计并发布存储过程方法，由智能化平台统一发放，确保其他模块和主体可以熟悉这些存储过程方法。此后，通过会话临时表，将不符合检验规则的数据列入临时表，以便后续直接调用。

智能化抄核收平台的构成较为复杂，其中存储了各种来源及格式的数据。一般来说，相关人员应参考数据应用维度，合理完成分类数据，将平台中的数据划分为若干类别。每一类别的数据在数据传输方面的要求和技术等存在显著差别。根据电费抄核收智能化、一体化思路，平台数据可以分为结构化数据与非结构化数据两种。再进一步细分，结构化数据主要为元数据、编码数据、业务数据与流程数据，非结构化数据以文件数据为代表^[4]。

接收处理自动化采集抄表示数数据，自动调取检验库中的校验规则，完成校验任务。对于未通过校验的抄表数据，则需要自

动保存在平台的指定位置。校验通过的抄表数据由自动化采集校验队列自动传递到电费计量模块，并保存电费计算队列待计算队列信息。检验不通过的抄表数据，后续应由人工进行处理。

3.3 电费智能计算

通过智能化工作模式，可以提高电费抄核收工作效率，保障计算结果的准确性。为此，相关人员在具体的工作中应审计和改造电费计算队列，接收处理示数校验流程传递前所保存的电费计算待计算计划数据。一旦智能化平台运行期间正常完成计算任务，且结果准确，平台自动保存电量电费审核待处理队列数据，并同步启动流程自动传递方式，将流程传递到电量电费审核环节。如计算错误，失败用户的抄表计划、工作流程等需要经系统审核与评估后拆分和剥离，据此形成单独的抄表计划和工作流程，最后由专人负责处理。

3.4 电费智能审核

对于电费智能审核任务，应将电费审核库管理作为重点工作。从本质分析，电费审核库管理就是提供电费审核的验证规则和维护管理，可由平台自动审核、检验新增或维护的审核规则。一旦检验通过，此规则应由系统管理员继续审批，通过后生效。电费审核的工作难度较大，与智能示数校验具有高度的一致性。因此，审核规则的验证同样为数据库存储过程方法。专业人员应按照电费审核规则，预先开发并发布存储过程方法，通过会话临时表，系统将不符合审核规则的数据纳入临时表，确保后续出现相应问题时，可直接从临时表中调取相关信息。

智能化平台应增设电量电费审核队列，接收处理电费计算流程传递前所保存的待审核电量电费队列数据。为检验这些数据的完整性和准确性，可直接调用平台中前期自定义的审核规则，利用这些规则得到可靠的审核结果。如果相应数据未正常通过审核，那么应将电量电费数据保存于平台的指定位置，按照审核规则所确定的自动异常工单属性，自动执行异常工单流程，或者在有需要的情况下生成单独的抄表计划、工作流程，并将这些任务传送到人工部分，由专业人员审核、计算与分析。

审核通过的电量电费数据，同样被保存于平台中，但其与未通过审核的电量电费数据的保存路径不同。通过审核的电量电费数据最终被保存至电费发行待处理队列数据，随后自动将流程传递到智能发行部分。即使在这些工作中存在异常工单，其发起用户的需求、操作等，均不影响审核通过的用户。审核通过的用户可依据既定流程开始发行，完成相应操作。异常工单本质上为重新生成的独立流程，其计算、审核与发行等较常规流程有所不同。

以智能化电量电费审核规则库中的相应规则为参考，智能化平台可自动进行电量电费的审核。当审核规则库定义审核规则为自动发起异常工单属性时，未通过审核的电量电费数据由系统自动发起异常工单，进行标记，或者参考异常分类标准纳入单独的数据库中^[5]。在同一抄表计划下，即使某一用户发起异常工单，其他用户的电费发行过程也不受任何影响。

3.5 电费智能发行

为顺利进行电费发行，相关人员在构建抄核收智能化平台时，应适当升级集中电费发行队列，调整电费发行数据库存储过程对象，接收处理电量电费审核流程传递前所保存的待发行电量数据。一旦电费按照相应的流程、标准顺利发行，即可立即通过流程自动传递，将相应的流程归档到平台中的指定部分。然而，如果电费发行异常，则需要将抄表计划、工作流程拆分与剥离，形成独立的抄表计划、工作流程，并自动将流程传递到电费发行的人工操作部分，由专人负责处理。

结语

电费抄核收智能化包含了诸多现代化技术，为提高电费抄核收智能化水平，相关人员应紧跟行业发展趋势，积极探究电费抄核收智能化目标，创新智能化技术形式与路径，提高抄核收工作水平。^[6]

引用

[1] 邹梦雪,张欣然.电费抄核收的集中智能化设备发展探析[J].中国设备工程, 2023(11):45-47.

[2] 游红群.基于智能用电的营业抄核收工作创新研究[J].电器工业,2023(8):74-76.

[3] 向黎黎,冉婧,冉艳,等.电费抄核收一体化智能系统模式应用[J].电子世界,2020 (24):170-171.

[4] 陆慧.智能用电下抄核收全过程自动化流水线式分析[J].微型电脑应用,2020, 36(11):171-173.

[5] 陈曼君,邓志亮,林靖雯,等.一种电费一体化抄核收智能管理系统设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2020,20(9):82-85.

基于大数据的呼吸专病临床数据库建设与应用

文 ◆ 福建医科大学附属第二医院 曾红华 黄志轩 陈文亮 刘达莎

引言

呼吸系统疾病作为全球范围内的重要健康问题，其发病率和死亡率均呈上升趋势，给社会带来了沉重的经济和医疗负担。尤其是慢性阻塞性肺疾病（COPD），已成为我国慢性病死亡率第四大疾病，其复杂性和多变性对临床诊疗提出了更高要求。此外，随着信息技术的飞速发展和区域化医疗的深入推广，多中心、跨区域、大样本的“医疗+大数据”复合学科发展模式逐渐成为临床研究的新热点。然而，当前各医疗机构在数据管理和应用上仍存在诸多挑战，如数据接口不规范、整合难度大、信息系统间孤立存在等，导致数据难以共享，形成信息孤岛现象。本研究探讨了基于大数据和人工智能技术的呼吸专病临床数据库建设及其在智慧医疗中的应用。通过对呼吸专病临床数据进行全面采集、治理和标准化处理，构建了一个高效、精准的专病数据库。采用自然语言处理和机器学习算法，将非结构化的临床文本数据转换为结构化数据，并实现了数据的实时同步与共享。系统的实施有效提升了呼吸科临床数据的管理水平，为临床诊疗和科研提供了强有力的支持。

1 大数据技术在医学领域的应用

1.1 呼吸专病临床数据库的现状

大数据技术在医学领域的应用迅速发展，特别是在呼吸专病领域。2014年至2023年间，利用EMR数据监测慢性呼吸系统疾病住院患者的吸烟行为，显著提高了临床决策的准确性，改善了住院患者的治疗效果^[1]。基于国家住院样本数据库的研究分析，2016年至2020年期间，阻塞性睡眠呼吸暂停对经导管主动脉瓣置换术后住院结果的影响，揭示了阻塞性睡眠呼吸暂停在住院患者中的临床相关性和流行率^[2]。此外，心力衰竭预测在利用大数据和深度学习技术后得到了显著改善。通过整合心肺运动试验的呼吸数据和临床数据，采用深度学习生成神经网络模型，可以有效预测心力衰竭的结果^[3]。机器学习技术也被用于ICU中脓毒症患者早期预测急性呼吸窘迫综合征（ARDS），进一步证明了大数据在临床预测中应用的潜力^[4]。上海市医学会儿科分会呼吸学组等多个机构联合发布高质量呼吸音数据库建设及管理规范专家共识，推动了几科

呼吸音数据库的建设与管理标准化，提升了医疗科研水平^[5]。不仅帮助医疗机构了解疾病的经济负担，还为制定公共卫生政策提供了依据。

在中国，基于FDA不良事件报告系统数据库的研究，通过信号挖掘发现了德曲妥珠单抗导致的呼吸系统不良事件^[6]。研究表明，大数据技术在药物安全监测中具有重要作用。阻塞性睡眠呼吸暂停诊治中心基于大样本专病数据库，分析了多导睡眠监测受试者十年来的临床特征变化，提供了宝贵的流行病学数据^[7]。同样，研究分析MIMIC-IV数据库，发现老年营养风险指数在预测术后急性呼吸衰竭方面具有显著价值^[8]。

【课题】泉州市科技项目：呼吸智能科研一体平台建设的可行性研究（2021N031S），负责人：曾红华

【作者简介】曾红华（1973—），女，福建泉州人，本科，副研究馆员，研究方向：医院行政管理、医院信息化。

1.2 数据治理与标准化的必要性

数据治理与标准化在呼吸专病临床数据库建设中至关重要。由于医疗数据的多样性和复杂性，特别是非结构化数据与结构化数据的混合使用，数据质量和一致性面临巨大挑战。有效的数据治理能够确保数据的完整性、准确性和可用性，从而提高数据的可信度和体现分析价值。

2 呼吸专病数据库的设计

2.1 数据采集与治理

本研究从 EMR、HIS、LIS 和 PACS 等多源系统中采集结构化和非结构化数据，制定详细的数据采集流程和 SOP 确保数据的全面性和准确性。在数据治理上，采用 NLP 和机器学习算法将非结构化数据转换为结构化数据，并建立基于国际标准如 ICD-10 的医学术语标准体系。

2.2 数据库设计与构建

数据库设计与构建是呼吸专病临床数据库建设的核心部分。为了实现高效、精准的数据管理，本研究采用了三层 B/S 架构设计，通过多种接口方式，将医嘱、检查、检验、费用、设备、处方等数据建立一对一或一对多的关系，利用分布式数据库，调用对方存储过程来实现数据交互^[9]。

呼吸专病临床数据库的整体架构包括数据采集、数据治理、数据中心和数据平台。本研究注重数据标准化和结构化，通过统一数据模型和医学术语标准确保数据一致性。系统具备高效的数据处理功能、可扩展性和安全性，支持大量数据和多用户访问，并符合医疗数据管理法规。

2.3 人工智能与机器学习技术应用

人工智能技术在数据治理中至关重要，通过 NLP 技术实现非结构化文本数据的结构化转换，运用 CRF、Gradient Boosting、DNN 和 LSTM 等算法提取关键信息并标准化，同时利用机器学习和知识图谱技术确保数据质量^[10]。AI 还促进了数据共享和互操作性，通过 DICOM3.0、HL7 和 Web Service 等标准，支持远程医疗和科研合作。

3 实验与结果分析

3.1 系统实施

福建医科大学附属第二医院进行了为期 6 个月的呼吸专病临床数据库系统实施实验，验证了其实际应用效果。系统采用三层 B/S 架构，前端基于 Java 和 Android，后端采用 MySQL 数据库，配置高效。实验期间，系统成功连接医院多个信息系统，采集并治理了 15000 名患者的数据，准确率达 98%。临床应用测试显示，系统有效提高了临床决策的准确性和效率，减少了 30% 的医生诊疗时间。系统响应迅速、处理能力强，且受到医生和患者的高度认可。此外，系统还显著减少了因数据错误导致的医疗纠纷。

3.2 数据分析与结果

(1) 测试队列。出院病人数量数据显示，随着系统的逐步实施，每月出院的患者数量显著增加。从 1 月份的 240 人次增加到 6 月份的 340 人次，增长了约 42%。充分表明了系统的引入提高了医院的工作效率，使医生能够在相同时间内处理更多的患者病情。

(2) 平均诊断时间。平均诊断时间从 1 月份的 20 分钟减少到 6 月份的 12 分钟，缩短了约 40%。反映了系统在辅助诊断和数据处理方面的有效性，医生能够更快速地获取和分析患者信息，从而做出准确的诊断和治疗决策。

(3) 系统响应时间。系统的响应时间从 1 月份的 1.2 秒减少到 6 月份的 0.6 秒，减少了一半。系统的高效性不仅改善了用户体验，还减少了医生在操作系统时的等待时间，进一步提升了工作效率。

(4) 医疗纠纷数量。医疗纠纷的数量从 1 月份的 5 起减少到 6 月份的 2 起，减少了 60%。数据质量和标准化处理的提高以及系统提供的详细和准确的患者信息，有助于减少数据错误或信息不完整而引起的医疗纠纷。

4 研究结果

本研究通过构建基于大数据和人工智能技术的呼吸专病临床数据库，探索了其在智慧医疗中的应用与效果。系统的成功实施和应用不仅提升了医院的工作效率，还显著改善了临床决策的准确性和及时性，充分展示了大数据和人工智能技术在医疗领域的巨大潜力。以下是本研究的主要结论。

4.1 数据标准化与治理的成功实现

通过对多源异构数据的标准化处理和治理，实现了数据的统一性和

一致性。采用自然语言处理（NLP）和机器学习算法将非结构化数据转换为结构化数据，确保数据的完整性、准确性和可用性。

基于国际标准如 ICD-10 建立医学术语标准体系，有效提升了数据的互操作性和共享能力，打破了“信息孤岛”的现象。

4.2 系统架构的高效设计

系统采用三层 B/S 架构，前端基于 Java 和 Android，后端采用 MySQL 数据库，配置高效。通过多种接口方式，实现了医嘱、检查、检验、费用、设备、处方等数据的一对一或一对多关系，确保数据交互的高效性。

分布式数据库的应用提高了系统的可扩展性和处理能力，支持大量数据和多用户访问，并符合医疗数据管理法规，保证了数据安全性。

4.3 人工智能技术的有效应用

人工智能技术在数据治理和临床决策支持中发挥了重要作用。通过 NLP 技术实现非结构化文本数据的结构化转换，运用 CRF、Gradient Boosting、DNN 和 LSTM 等算法提取关键信息并标准化。

机器学习和知识图谱技术的应用确保了数据质量，并通过 DICOM3.0、HL7 和 Web Service 等标准支持远程医疗和科研合作，促进了数据的共享和互操作性。

4.4 实验与实际应用效果

在福建医科大学附属第二医院的 6 个月系统实施实验中，系统成功采集并治理了 15000 名患者的数据，准确率达 98%。临床应用测试显示，系统有效提高了临床决策的准确性和效率，减少了 30% 的医生诊疗时间。^[8]

引用

- [1] Li J,Su J,Tong Z,et al.Utilizing EMR Data for Smoking Behavior Surveillance in Hospitalized Patients With Chronic Respiratory Diseases and Its Impact on Clinical Outcomes-Beijing Municipality,China,2014-2023.[J].China CDC weekly,2024,6(22):530-534.
- [2] 陈海杰,徐少华,张静.基于倾向性得分匹配的吸烟与不吸烟合并心血管疾病的慢阻肺患者的临床特征分析[J].中华健康管理学杂志,2024,18(5):333-338.
- [3] Ross J H,Peikari M,Nielsen V K K J,et al.Predicting Heart Failure Outcomes by Integrating Breath-by-breath Measurements from Cardiopulmonary Exercise Testing and Clinical Data Through a Deep Learning Survival Neural Network[J].European Heart Journal.Digital Health, 2024,5(3):324-334.
- [4] 彭晓霞,苏健,蔡思雨,等.开发专病临床数据交换标准协会病例报告表助力我国真实世界数据生态建设[J].中华流行病学杂志,2021,42(12):2201-2207.

[5] 上海市医学会儿科分会呼吸学组,福建省医学会儿科分会呼吸学组,江苏省医学会儿科分会呼吸学组,等.高质量呼吸音数据库建设及管理规范专家共识[J].中华实用儿科临床杂志,2023,38(7):481-485.

[6] 唐雨辰,易彬,杨健,等.基于FDA不良事件报告系统数据库的德曲妥珠单抗致呼吸系统不良事件信号挖掘[J].临床药物治疗杂志,2024,22(3):73-77.

[7] 杨佳鑫,刘玉璞,孟丽丽,等.阻塞性睡眠呼吸暂停诊治中心多导睡眠监测受试者十年临床特征变化:基于大样本专病数据库的资料分析[J].中国耳鼻咽喉头颈外科,2023,30(12):794-799.

[8] 王世杰,章黎,周品闻,等.老年营养不良风险指数对外科重症病人术后急性呼吸衰竭的预测价值:一项基于MIMIC-IV数据库的研究[J].肠外与肠内营养,2023,30(6):321-327.

[9] 董小荣,马莉,马德胜,等.急性呼吸窘迫综合征患者1年内死亡风险的预测诺模图:基于MIMIC-III数据库回顾性研究[J].中国实用内科杂志, 2023,43(9):755-759+774.

[10] 管策,周磊.基于万方数据库的阻塞性睡眠呼吸暂停综合征相关研究文献统计分析[J].内蒙古科技与经济, 2022(24):152-154.

人脸识别技术应用安全风险与对策分析

文 ◆ 长春教育学院 韩 晶

引言

在全面建设数字中国的进程中，以人脸识别技术为代表的人工智能技术在人们的生活中得到了广泛应用，包括教育、金融、交通以及住宅等方面均实现了快速落地。通过对人脸面部数据信息进行采集和处理，各个领域用户认证的应用呈现出更加高效、准确的成果。然而，由于涉及人脸面数隐私数据的采集与处理，这一过程中面临着泄露、伪造以及篡改等风险。若违规滥用人脸数据，将会造成严重的隐私安全问题。基于此，本文对人脸识别技术使用过程中的安全风险进行探讨，并分析造成安全风险的成因，进而从法律制度和公众意识两个角度提出了相应的安全防护对策，以期解决人脸识别技术在使用过程中的风险问题。

1 人脸识别技术应用安全风险

1.1 违规采集

在人脸识别技术应用过程中，首要任务是对人脸信息进行采集，这也是整个技术流程中最为明显的风险点。在现代社会生活中，监控摄像头无处不在，但人们往往无法区分哪些是普通记

录画面的摄像头，哪些是对人脸数据进行自动采集的摄像头。在不知情的情况下，人们的人脸信息被无感采集，摄像头以最自然的状态采集人像数据，并应用在违法违规事项、营销等方面，而被采集者却无从得知人脸数据信息的使用情况，从而导致自身合法权益受到损害。

人脸识别技术在现代社会的各个领域均有所应用，而这些应用往往具有一定的强制性特征。例如，部分手机 App 在登录时需要进行人像认证，同时还需要用户启动后台使用权限，开启摄像头。除了在认证人像时摄像头开启，使用者无法得知 App 在切换至后台时摄像头是否仍旧处于开启状态。尽管各大厂商明确表示获取摄像头权限仅仅是为了人像识别时使用，其他时间不会开启，但是这样的保证并不能消除人脸识别的安全隐患。众多手机软件在使用过程中申请访问用户相册等敏感信息，若用户不开启权限，则无法使用软件，这种强制性使用特征加剧了个人信息泄露的风险^[1]。

1.2 信息泄露

随着人脸识别技术在各类全新技术领域的广泛应用，数据泄露问题逐渐显现。一方面，在使用人脸识别技术时，相关安全规范以及使用说明尚不完备。对于人脸数据在收集、储存、处理等流程，没有建立明确的安全处理措施。没有明确规划人脸数据使用者的责任以及义务，人脸数据主体本身的权利也无法得到保障。另一方面，承载人脸识别技术的软件、系统以及设备等，均存在着一定的安全漏洞，在大众无法察觉的情况下会造成信息泄露。例如，市面上常见的相机软件程序，在使用过程中获取摄像头权限拍摄使用者人脸照片，是否存在保管不当造成泄露或是转授其他平台用作其他用途等风险，也引发了人们的高度关注。

人脸识别技术在对人像数据进行收集利用的过程中，必然会涉及传输和储存。若在传输路径过程中受到介质或是管理主体的影响，也将造成一定的泄露风险。除了人们在社交媒体上自主上传个人照片会受到别有用心的人泄露盗取利用外，同时也存在着倒卖人脸数据的违法产业链。近年来的数据调查显示，在受访的 20000 名受众中，超过 30% 的人群表示自身曾因人脸数据泄露而造成一定的经济损失，证明人脸识别技术的信息泄露风险十分严峻。

【作者简介】韩晶（1977—），男，吉林长春人，本科，讲师，研究方向：计算机教学、普通话教学与测试研究。

1.3 信息伪造

2019年,人脸识别技术蓬勃发展,其中一款名为“ZAO”的软件一夜爆红。该软件主打利用AI技术实现随意“换脸”,众多使用者陆续通过软件识别自己的照片,将自己的脸替换到明星的表演中,从而达到仿真表演的效果。在使用之初,该软件的新颖有趣深受广大用户的喜爱,用户陆续下载并跟随软件的指引拍摄照片以完成面部动作的动态识别。在这一过程中,软件通过AI算法对用户的面部数据进行计算,从而模拟脸部表情与动作,形成了极具真实效果的画面。该软件一经问世瞬间引发了社会广泛关注,但与此同时,由于随意换脸对个人隐私极具冲击性,这一行为也受到了公众质疑。因此该软件在上市4天后受到了工信部的约谈。

如果仅仅通过几张照片就能模仿最真实的人脸画面制作动态视频,那么包括身份验证、视频通话等各类涉及人像画面的场景就不再安全。随意替换人脸数据、模拟人像画面是否也将会应用到违法活动中,人们不得而知。伴随人脸识别技术快速发展的还有深度伪造技术。通过系统学习、图像更改以及AI计算等方式,创建出合成人像画面,对于破解人脸验证、出入授权以及账户支付等造成了一定的风险,若使用者的面部数据被伪造,会引发冒名顶替或是其他类似的活动,导致社会信任危机发生,严重者将会造成国家信息安全受损。

2 安全风险成因

2.1 法律边界不明确

近年来,我国在人脸识别技术广泛应用的过程中相继出台了众多法律法规制度加以管制。以《个保法》为例,该法明确表示,在对个人信息进行处理时应秉持诚信以及必要的原则,且相关人员认为在收集个人信息时应注重合理适度。然而,如何适度、何为必要却成为一大难题^[2]。关于必要性的数据采集并不具备明确的边界,是导致人脸数据被违规采集的主要原因之一。尽管人脸识别技术作为一种全新的人工智能技术在社会的各个领域被应用,且为人们带来了一定的便利,但并非所有情况都属于必要的人脸识别。例如,小区安防,仅仅是为了方便用户进出设置刷脸进门的程序,完全可以使用门禁卡进行管理,而使用刷脸进门的方式则属于超出了必要的边界,将会造成一定的安全风险。

同时,由于人脸识别更多情况下涉及公共用途,此时的授权边界不够明确。在相关法律法规制度中没有明确做出个人获取同意授权的相关规定,进而导致在公共场合中,即使没有获得授权同意,大众的人脸信息也会被信息处理者进行处理。例如,在火车站以及机场等公共场合利用监控展开人脸识别获取犯罪嫌疑人的活动信息时,不少公众的活动轨迹也会被公开审视。在未经授权的许可的情况下,这一行为也对民众的肖像权以及个人隐私造成了侵害。

2.2 公众防护意识薄弱

人脸识别技术的广泛应用成为当前社会热议话题。在高清摄像头全方位覆盖下,没有人能够完全躲避摄像头的拍摄。正如在当前智慧化建筑工程建设中引用监控摄像头以及人脸识别门禁等,导致所有业主面临

着较大的个人信息安全风险问题。但对广大受众来讲,能够意识到这一问题并与物业进行抗争的居民寥寥无几,证明人民的安全防护意识比较薄弱。尽管刷脸支付、软件验证以及门禁等人脸识别技术在人们的生活当中得到了广泛应用,但人们却难以对此形成良好的安全防护意识。

一方面,由于人们对于人脸识别技术的认知不够清晰,并不知道自己在使用此项技术时会面临信息泄露、伪造等风险。民众作为被采集者,处于被动地位,与主动获取人像数据信息的主体之间存在信息不对称的情况。另一方面,由于民众维权的难度较大,包括刷脸入户等起诉物业时的举证难度相对较大,无法获得对自己有利的维权证据,且即使胜诉也难免保证不会造成二次泄露。在防不胜防的情况下,人们已经不想再费力维权。

3 防控对策

3.1 明确法律边界

依据技术风险管理条例中的相应内容,将风险苗头扼杀在摇篮中是管控风险的最佳手段。因此,针对人脸识别技术违规采集背后的法律边界不明确的问题,应通过法律手段展开事前管控。当前,我国出台的《中华人民共和国个人信息保护法》中已经提出了对于采集处理行为的界定,对人脸识别技术起到了一定的约束规范作用,但由于该技术在实际应用中的链路较长,各领域在应用时经常性出现擦边球的问题。若不能通过法条明确规定,将会增加监管难度^[3]。因此,首先应在法律制度中明确“知情化”,确保在采集人脸数据前获得用户授权,包括

不明边界的使用情况。例如，在小区内应用刷脸入户等技术时，应根据《中华人民共和国个人信息保护法》中的条例与业主签订授权协议，向用户明确告知登记采集人脸数据的具体用途，做好使用声明。同时，应严格遵守法律条例中以最小范围授权采集的标准，体现适度原则。此外，必须承诺采集的用户人脸数据仅用作登记信息，杜绝随意泄露、滥用或是转授等情况。在协议中，向用户告知有关人脸识别的安全风险。若用户不同意授权，则须由物业方提出其他满意的方案。

其次，除通过事前控制外，还应进一步完善刑事处罚的相关法律制度，强化刑事处罚效力，提高法律威慑力。可仿照国际做法，引进有关生物识别在内的全部刑法保护机制，以高昂的违法成本限制人脸识别技术违规利用。例如，在刑法条例中补充人脸数据窃取的罪名，包括非法盗用指纹、声音并使用等，若造成经济损失，则依情节轻重追究刑事责任；增加生物信息伪造罪，若利用 AI 等人工智能盗取他人公开照片或视频，并围绕信息以获取利益等，则依法追究刑事责任。同时，严厉打击以任何形式存在的非法数据信息交易产业链，针对人脸数据信息通过刑法进行严厉保护，并在用户受到侵害后，以更加完善的民事赔偿机制提供赔偿，从而更好地在人脸识别技术应用下保护大众的合法权益。

3.2 提升民众意识

公共管理部门应积极针对公众技术认知低、安全防护意识差等问题，及时开展科普教育。通过集中组织讲座的方式，帮助民

众充分了解人脸识别技术在应用过程中存在的风险。公共管理者可以在社区、银行或商场等众多公共区域张贴海报，通过简洁明了的图文内容向公众讲解人脸识别技术的优劣。同时，利用官方公众号、短视频等新媒体方式向群众进行科普教育，使用户对于人脸识别技术使用过程中潜在的安全风险形成自主评估，从而保护自身的人像数据。

公共管理部门也应对各类使用监控设备或人像采集系统的企业与机构提出明确要求，在设备旁做好标识，如“内有监控，谨防盗窃”等，形成一定的明确规范约束，告知被采集者信息使用范围。同时，要求各类利用人脸识别技术的 App 软件或系统等对应企业在官方网站中设置说明书以及宣传手册等，向使用者提供技术科普。充分利用一切社会资源开展人脸识别科普，使民众形成良好的安全防范意识。

鼓励民众积极对生活中的违法滥用人脸数据行为进行投诉。针对举证阶段难以获得充足的证据，导致民众维权艰难这一问题，应由公共管理部门接收民众投诉反馈，并组织专人介入调查。在调查前，明确要求相关机构与单位不得随意删除或挪动采集的人脸数据信息等证据，如恶意销毁证据，相关人员与单位应负全责^[4]。同时，积极为民众打造更加广阔的投诉渠道。民众大多数对诉讼具有一定的抵触与畏惧心理，应鼓励民众参与人脸识别技术监管，创建更加日常的投诉渠道，包括创建投诉热线的方式，打造全新的人脸识别技术监管反馈热线。经过民众监督检举，一旦发现任何违法行为，即可进行投诉。由公共管理部门核实后进行处理并向投诉者提供处理反馈。此外，创建更加便捷的网络投诉渠道，包括政府部门的官网、微信公众号、小程序以及政务软件等，广泛欢迎民众对日常中的人脸识别技术违规行为进行投诉，从而形成全民监督的良好格局，有助于降低安全风险。

结语

以人脸识别技术为代表的先进信息技术，在社会发展前进过程中为人们的生活与工作提供了诸多便利的同时，但也带来了一定的安全隐患，个人隐私信息的泄露会造成一定经济损失和麻烦，包括违规采集、信息泄露、伪造等问题，严重影响了民众的正常生活与公共秩序，因此，应从宏观与微观两个层面出发，通过明确法律边界、提升民众意识的方式，建立良好的技术应用格局，降低不必要的安全风险发生概率。⁸

引用

[1] 宋喆夫.PON技术在人脸识别数据传输中的安全性优势[J].上海轻工业,2024(3):114-117.

[2] 安博,陈宏伟.人脸识别技术在智慧校园中的安全应用分析[J].中国信息界,2024(2):135-137.

[3] 李东风.人脸识别技术在智慧校园中的安全应用研究[J].现代信息科技,2023,7(24):152-156.

[4] 刘佳,李彦宣.智慧机场背景下AI人脸识别的侵权风险及法律规制[J].南昌航空大学学报(社会科学版),2023,25(3):117-124.

探索 AI 大模型时代云计算与智能化融合路径

文 ◆ 南京中兴新软件有限责任公司 李东升

引言

为进一步加强 AI 大模型在新时代背景下的训练与部署，满足复杂 AI 模型训练中对计算资源与存储能力的大量需求，应深入了解云计算的优势，结合用户的实际需求应用云计算实现对资源规模的灵活调整，降低在硬件设备部署方面的投资，解决行业发展中的业务问题。本文基于 AI 大模型与云计算相关内容，结合 AI 大模型时代下模型训练与部署的实际需求，深入分析云计算与智能化的融合路径。

1 AI 大模型

随着人工智能在近年来的快速发展，AI 大模型的兴起已经成为必然，特别是在应用 Transformer 架构的 T5、BERT 等以深度学习为基础的模型中，利用大量的参数信息在合成语音、识别图像、处理自然语言等方面表现出优良性能，使当前 AI 领域的格局发生较大变化。从 AI 大模型的实践应用效果来看，相比于普通模型，在实际应用中具有更强大的泛化能力与学习能力，在处理各种任务中均可表现出突出的性能优势。例如，大图像模型可确保对图像识别和生成的准确性，大语言模型可确保语言文本生成的连贯性与自然性。同时，对大模型地训练与部署展开深入分析，将其划分为预训练与微调两个阶段。在预训练阶段用大规模数据表示学习通用，在微调阶段根据不同的特定任务实现对 AI 大模型整体部署。利用 AI 大模型构建形式，不仅可以降低模型建设过程对数据量的需求，还能在小样本情况下表现出色。然而，AI 大模型在构建和应用中也存在一些问题^[1]。例如，在训练环节对计算集群和数据集提出较高需求，在为其提供大量数据和计算资源期间增加投资成本，在应用大量数据完成训练的过程中，存在一定的隐私泄露与安全风险。

以简单的神经网络模型为例，首先，在 AI 大模型中的输入层、隐藏层和输出层分别设置 3 个、4 个、2 个神经元，通过随机初始化权重和偏置完成模型训练。其次，输入层的输入与隐藏层的输出分别为 x 和 h ，完成两者之间权重矩阵的构建。再次，设定输出层的输入与输出，计算输出层与隐藏层的权重矩阵，设定隐藏层与输出层的偏置，计算两者之间的偏置向量。假设输入层与隐藏层、隐藏层与输出层之间的激活函数分别为 ReLU 和 Softmax，则可分别用 $f_{(x)} = \max(0, x)$

与 $g_{(x)} = \frac{e^x}{\sum_{i=1}^n e^x}$ 表示。最后，结合损失与学习率完成对输入层和隐藏层梯度下降的科学计算。

2 云计算

云计算在大量计算机分布计算任务，利用互联网提供计算资源和服务实现动态可伸缩的网络计算环境，可实现对基础设施与应用程序的虚拟化处理，最终根据用户的不同需求提供相应服务，具有按量付费、使用灵活的特点。这种计算方式不仅是一种先进的技术手段，还可作为一种资源管理方法和商业模式在产业发展中得到有效应用，以更低的服务器资源利用率和网络带宽，提高服务质量与计算效率，用更低的成本灵活实现各种业务。云计算主要包括基础设施即服务（Infrastructure as a Service, IaaS）、平台即服务（Platform as a Service, PaaS）和软件即服务（Software as a Service, SaaS）3 种模式。

基础设施即服务指的是将网络、存储、计算等基础设施资源作为一种公共产品，用户通过对基础设施租用完成软件测试、系统部署、软件开发等工作，并为其

【作者简介】李东升（1987—），女，江苏徐州人，硕士研究生，工程师，研究方向：云及核心网。

提供按需付费、自动化、虚拟化管理,满足用户资源需求的同时,降低在硬件方面的成本投入。平台即服务指的是将数据库、操作系统等核心软件、编程语言以及相关平台资源作为一种服务,通过为企业提供计算资源池的方式完成调度和管理资源的目的,对应用程序的开发、运行、部署起到良好的支持作用。软件即服务指的是通过互联网向用户提供应用程序、数据、软件等功能^[2]。在全球领先的 IT 研究和咨询公司、国际数据公司 (IDC) 与腾讯云联合发布相关文件指出,随着 AI 大模型的快速发展,推动智能云核心能力进一步增强,中国公有云市场在 2022 ~ 2027 年五年间的年复合增长率将达到 26.9%,其中增速最快的是 PaaS,为 30.5%,其后是 SaaS,为 28.7%。随着智能聊天机器人 ChatGPT 火爆全球,相比于经常答非所问的手机语音助手,ChatGPT 在内容搜索深度和文本创作方面具有显著的智能化优势。深入分析 ChatGPT 的本质可以发现其背后基建端主要包括算法、算力、数据 3 个部分,主要涉及 AI 芯片公司和云服务商等相关厂商,在云计算的支持下形成该 AI 工具。

3 云计算与智能化在 AI 大模型时代的融合路径

3.1 高性能算力支撑

为充分发挥云计算平台在训练和部署 AI 大模型方面的优势，贯彻 MaaS 的理念，应用 AI 大模型完成产品与技术设计和相应服务体系搭建。在此基础上，围绕 AI 大模型预训练和大规模的基本属性对其能力泛化的决定性作用，以行业与场景为目标，实现模型层次化结构的创新发展，构

建面向多模态场景的预训练大模型，降低 AI 大模型在社会各个行业领域中的应用门槛。以基础大模型为基础，加强垂直领域模型的发展，完成多端模型服务部署，形成立体化服务机制，基于 AI 大模型的多端模型服务部署如图 1 所示。



图 1 基于 AI 大模型的多端模型服务部署

在 AI 大模型时代下云计算与智能化的融合中,应结合 AI 大模型通用化的发展方向以及对计算和存储资源的巨大需求,从平衡性能与成本的角度出发,加强对 AI 模型压缩技术、模型剪枝技术、模型蒸馏技术的应用,结合低比特量化、权重量化等方式使模型计算复杂度与参数数量减少,提高 AI 大模型训练与部署效率,并通过大模型的云端训练,在边缘设备上完成对蒸馏后小模型的应用,在维持稳定性能的基础上减轻计算负担。在不影响模型性能的情况下, AI 模型压缩和优化技术可使模型服务消耗的计算资源降低到原来的 1/8。面对构建大模型计算集群这一难题,可通过对计算系统总线提高计算性能,再加上存储技术的合理应用确保数据交换的高效性^[3]。在实现云计算与智能化融合的高性能算力支撑中,阿里云发布了灵骏集群,灵骏集群超高性能算力如图 2 所示。针对 AI 算力产品应用软硬件一体技术实现深度优化,以高性能网络技术设计系统结构为基础,可对 10 万卡规模的顶级 AI 集群构建起

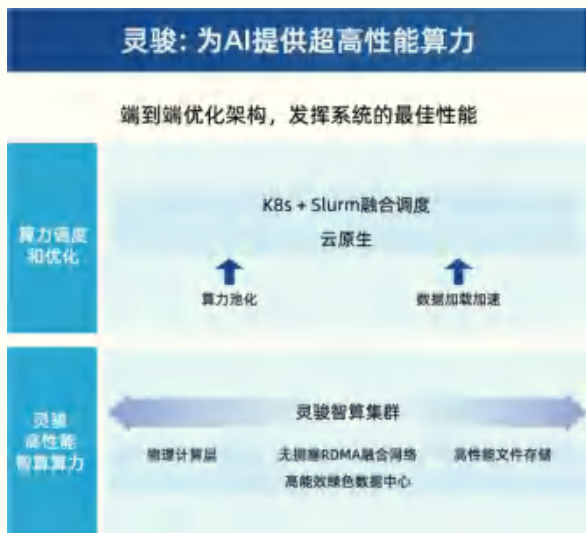


图 2 灵骏集群超高性能算力

到良好的支持效果，综合运用数据缓存加速、多级存储、RDMA 网络技术将端与端的时延缩短至微秒级，并实现 TB 级数据吞吐能力，模型训练速度提升 16% 左右。

3.2 分布式模型训练

以高性能的算力支撑为基础，在实现云计算与智能化融合的过程中，应加强对底层能力的有效应用，使硬件的算力得到释放。因此，利用云计算平台在 AI 大模型训练中的天然优势，应用人工智能平台（Platform for AI, PAI）与大模型计算集群相结合，完成高性能分布式模型训练平台建设。在具体完成模型训练的过程中，应用云计算平台为 AI 大模型训练提供计算集群支撑，将一个完整模型的训练任务分解成多个小任务，并使其在多个计算节点上完成分布，同步完成训练任务。

在分布式模型训练的执行机制中，结合训练期间计算、内存、网络等实际变化对执行方案进行动态调整，为不同计算节点合理分配不同的数据样本，使各个阶段高效完成局部数据的训练任务，最终汇总训练结果，以最优化的分布式训练执行方案完成对大规模数据集的高效处理，有效缩短训练时间，加快训练速度，提高训练效率。随着相关技术的不断创新和持续积累，通过大量模型训练对人工智能平台实际的应用性能进行考验，最终获得可完成 10 万亿参数规模大模型的训练，实现万卡的单任务分布式训练规模。这种分布式加速比与线性十分接近，可使线性扩展效率达到 93% 以上，在部分训练场景下使训练效率提高 10 倍左右。

3.3 低延时模型推理

在完成 AI 大模型训练任务后，采用与模型训练相同的分布式推理完成云计算平台中大模型地部署。一方面，通过分解任务的形式将推理任务分解成多个小任务，并使其在多个计算节点上完成分布，保证推理过程的高效性。另一方面，充分发挥云计算平台对大模型训练和推理的支持效果，应用分布式存储技术，高效读取并传输模型参数和数据。

以阿里云低延时推理模型和服务平台的应用为例，随着云计算与智能化技术的持续发展，充分发挥云计算的优势，阿里云在全球范围内已经共设有 29 个数据中心，在完成大模型推理期间，结合业务群体的所在位置，选择与之相接近的区域完成所有模型部署，确保服务提供的低延迟与高效性。同时，在 AI 大模型部署中，阿里云还为模型推理方完成对资源的自动扩缩容提供帮助，通过对低延时模型推理与服务平台负载变化的自动监测，推动模型推理效率进一步提高。阿里云综合运用灵机模型服务和人工智能平台搭建的低延时模型推理与服务平台，具有一键式模型部署的功能，可突破传统技术体系在完成模型推理环节寻找底层资源、模型上载等操作，仅借助一行代码就能在云平台完成模型的高效部署与推理。此外，在应用开发中应用 Model 的 ID 和 API Key 实现模型能力的快速结合。

3.4 开放式服务平台

为满足不同业务的实际需求，切实解决业务问题，以 MaaS 理念为指导，在云计算与智能化融合中以优化用户体验为目标，构建开放式的服务平台，利用一站式模型的社区快速找出可解决不同问题的模型^[4]。

例如，在 2022 年发布的魔搭社区即为模型服务开放平台的典型代表，在该社区中可快速调用自然语言、语音、视觉处理等预训练模型，并为模型训练与调试提供充足的开放性数据集。魔搭社区一经发布，受到大量 AI 大模型开发者的广泛关注，该社区内的模型下载量短时间内突破 1700 万次，使各类模型在开发过程中得到有效应用，在各个行业领域中的实际问题中实现真正辐射。随着魔搭社区模型数量的不断增加，为云计算与智能化融合提供了大量优质 AI 模型，所有模型开发者都可将开发成果上传至该平台，并对其模型的技术能力进行验证，深入了解该模型的商业化模式和应用场景。

结语

在 AI 大模型中，应用智能化技术强化云计算的自适应和智能化水平，进而强化云计算对大模型在计算资源和存储方面的支撑作用，进一步推动了全球数字技术的快速发展。^[5]

引用

- [1] 任伟伟.AI大模型时代云计算与智能化融合的路径与策略[J].南北桥, 2024(5):196-198.
- [2] 张晓东,张朝昆,赵继军.边缘智能研究进展[J].计算机研究与发展, 2023,60(12):2749-2764+2769.
- [3] 叶航晖.大模型时代全面加速城市数字化转型[J].数字经济,2023(8):90-93.
- [4] 聂磊,朱立标,詹晓航.5G专网部署AI大模型能力的研究[J].长江信息通信,2024,37(1):202-205.

数据安全信息化系统构建与应用实践分析

文 ◆ 大数据安全工程研究中心（贵州）有限公司 李雪松 廖 芳 李 迪 罗 磊 苏昌龙

引言

在信息化社会中，数据安全已成为企业和机构关注的核心问题。数据安全信息化系统通过整合多种技术手段，实现对数据的全面保护，确保数据在传输、存储和处理过程中的安全性。本研究探讨数据安全信息化系统构建的必要性，详细分析系统的架构设计、关键技术工具以及安全策略与措施。同时，结合具体应用场景展示系统在实际应用中的实践效果，并通过安全性和性能评估以及用户反馈，全面评价系统的应用成效，旨在为未来的数据安全建设提供参考。

1 数据安全信息化系统的必要性

在当今信息化社会中，数据已成为各类组织的重要资产，其安全性直接影响业务的顺畅运转和组织的声誉。随着网络攻击日益猖獗，黑客利用复杂的技术手段，如钓鱼攻击、恶意软件、拒绝服务攻击等，试图窃取或破坏数据。同时，内部威胁同样不可忽视，员工的无意失误或恶意行为都会导致数据泄露。随着数据量的爆炸式增长，数据管理的复杂性逐渐增加，传统的安全措施已难以应对多样化和高频次的安

全威胁。数据的跨境流动和云计算的普及使数据保护的边界更为模糊，增加了数据泄露的风险。此外，合规性要求不断提升，各国和地区对数据保护的法律法规日益严格，企业必须遵守如 GDPR、CCPA 等法规，确保数据处理和存储过程的合规性^[1]。

2 数据安全信息化系统的构建

2.1 系统架构设计

系统整体架构通常包括数据采集层、数据传输层、数据存储层和数据处理层。（1）数据采集层。部署传感器、日志记录器和其他数据收集设备，实时获取数据。这些设备需要具备高灵敏度和高精度，确保数据采集的全面性和准确性。（2）数据传输层。负责将采集到的数据从采集点传输到存储和处理中心，必须采用加密传输协议如 TLS 或 IPsec，确保数据在传输过程中不被窃听或篡改。（3）数据存储层。数据存储层是数据安全信息化系统的核心，应采用分布式存储技术，如 Hadoop 或 NoSQL 数据库，保障数据的高可用性和容灾能力。同时，存储设备应具备强大的访问控制和加密功能，防止未经授权的访问和数据泄露。（4）数据处理层。数据处理层需要具备高性能计算能力，支持海量数据的快速处理和分析^[2]。对存储的数据进行分析和处理，采用大数据分析技术和机器学习算法，实时监控和预警潜在的安全威胁。

2.2 关键技术与工具

加密技术包括对称加密和非对称加密。对称加密如 AES，用于数据快速加密。非对称加密如 RSA，用于安全密钥交换，确保数据在传输和存储过程中的保密性。身份认证和访问控制技术通过多因素认证（MFA）和基于角色的访问控制（RBAC），严格限制数据访问权限，防止未经授权的访问。防火墙和入侵检测系统（IDS）作为网络安全的基础设施，可以实时监控网络流量，识别并阻断异常行为，防止外部攻击。区块链技术因其去中心化和不可篡改的特性，在数据安全领域得到广泛应用，通过构建分布式账本，确保数据的完整性和透明性。数据脱敏技术通过对敏感数据进行变形处理，使其在分析过程中不可逆转，还原原始数据，保护个人隐私。数据备份和恢复技术采用快照、镜像和异地备份等方法，确保在发生数据丢失或损坏能够快速恢复数据，保证

【作者简介】李雪松（1992—），男，土家族，贵州铜仁人，硕士研究生，工程师，研究方向：数据安全、密码学。

业务的连续性。日志管理和安全信息和事件管理（SIEM）工具通过对系统日志的集中管理和分析，实现对全网安全事件的实时监控和快速响应，提高系统的整体安全性和管理效率^[3]。

2.3 安全策略与措施

实施多层次的安全策略包括网络安全、主机安全、应用安全和数据安全等方面。（1）在网络安全方面，部署防火墙、入侵检测和防护系统（IDS/IPS），实时监控和阻断可疑流量，防止外部攻击。采用虚拟私有网络（VPN）和加密隧道技术，保护数据在传输过程中的机密性和完整性。（2）在主机安全方面，配置强密码策略，定期更新系统补丁，防止因漏洞而被攻击。同时，采用主机防护软件，如杀毒软件和防火墙，检测和阻止恶意软件和非法访问。（3）在应用安全方面，对应用程序进行代码审计，采用安全编码规范，防止SQL注入、跨站脚本攻击（XSS）等常见漏洞。对敏感操作进行多因素认证（MFA），提高安全性。（4）在数据安全方面，实施数据加密、数据脱敏和数据分级保护策略。数据在存储时，使用强加密算法，如AES-256，确保数据即使被盗取也无法被解读。数据脱敏技术通过掩码处理敏感数据，防止未经授权的访问。数据分级保护根据数据的重要性和敏感性，采取不同的保护措施，确保关键数据得到严格保护^[4]。

3 数据安全信息化系统的应用实践

3.1 应用场景与案例分析

数据安全信息化系统在多个行业和应用场景中被广泛应用，尤其是在金融、医疗、教育和政府部门中表现突出。在金融行业，数据安全系统通过加密技术和多层防护机制，确保客户信息和交易数据的安全性。例如，某大型银行通过部署数据安全信息化系统，实现了对50万条客户数据的加密存储和传输保护，防止数据泄露和非法访问。系统每天处理的数据量超过2TB，确保了实时交易的安全性。在医疗行业，数据安全信息化系统对患者的电子健康记录（EHR）进行全面保护，通过数据加密和访问控制，确保患者隐私得到有效保护。例如，某综合性医院通过该系统管理了20万份电子病历，每日新增数据量达到100GB。系统的高效性和安全性显著提高了医院的数据管理能力。在教育领域，数据安全系统为学生和教师的个人信息、学术数据提供了强有力的保护。例如，某大学部署该系统后，实现了对10万名学生信息的集中管理，每学期数据更新量达到500GB。通过数据加密和分级保护措施，确保了信息的安全性和完整性。政府部门利用数据安全信息化系统，提高了公共服务和行政管理的安全水平。例如，某市政府通过该系统保护了市民个人信息和政务数据，总数据量超过5PB，系统支持每秒5000次数据请求，极大地提高了数据处理和保护能力。

3.2 系统实施过程

数据安全信息化系统的实施过程包括需求分析、系统设计、技术选型、系统集成与测试、部署与上线等多个关键步骤。

需求分析阶段，团队深入了解客户的业务流程和数据安全需求，制定了详细的项目实施方案。例如，在某金融机构的项目中，需求分析阶

段确定了对客户信息和交易数据需要高强度保护的要求以及系统每天处理2TB数据的性能指标。系统设计阶段，团队设计包括网络安全、主机安全、应用安全和数据安全在内的多层防护架构，确保系统的全面安全性。技术选型阶段，选择了适合的加密算法和安全工具，如AES-256用于数据加密、SIEM系统用于安全信息和事件管理。系统集成与测试阶段，通过模拟各种攻击场景和负载测试，确保系统能够在高强度运行下仍保持稳定和安全。例如，在某市政府的项目中，系统通过了每天5000次数据请求的性能测试和多重攻击场景的安全测试，确保了系统的高可靠性和安全性。部署与上线阶段，团队在客户现场进行系统部署，并进行最后的安全审查和优化，确保系统无缝集成到客户的业务环境中。例如，在某大学的项目中，系统成功部署后，实现了对10万名学生信息的集中管理和保护，确保了数据的安全性和可用性。

3.3 问题与解决方案

常见的技术问题包括系统兼容性、性能瓶颈、数据一致性和网络安全漏洞等。例如，在某金融机构的项目中，初期系统集成过程中发现现有的核心银行系统与新部署的数据安全系统存在兼容性问题，导致数据传输效率低下。为解决这一问题，技术团队通过优化数据接口和采用中间件技术，实现了不同系统之间的数据无缝对接，大幅提升了数据传输效率。在医疗行业项目中，由于电子健康记录系统每天新增数据量巨大，系统在高峰时段出现性能瓶颈。技术团队通过引入分布式存储和计算架构，采

用 Hadoop 和 Spark 等大数据处理技术，成功提升了系统的并发处理能力和数据读写性能，确保系统在高负荷下仍能高效运行。此外，技术团队还通过引入强一致性协议和分布式事务处理机制，确保了不同节点之间的数据一致性和完整性，从而提升了系统的可靠性。网络安全漏洞是系统实施过程中必须严防的隐患。例如，在某市政府项目中，系统在上线前的安全审查中发现了多个潜在的网络安全漏洞。为解决这些问题，技术团队采用多层防护机制，包括入侵检测系统（IDS）、防火墙和加密技术等，进一步增强了系统的网络安全防护能力^[5]。

4 数据安全信息化系统的效果评估

4.1 安全性评估

在某金融机构的实际应用中，系统通过严格的安全评估流程，采用了多层次的安全策略，包括数据加密、身份验证和访问控制等技术手段。（1）所有数据在传输和存储过程中均采用 AES-256 加密技术，有效防止了数据窃取和篡改。（2）系统引入了双因素认证（2FA）机制，通过结合密码和动态验证码的方式，增强了用户身份验证的安全性。（3）基于角色的访问控制（RBAC）确保只有授权用户才能访问特定数据，防止了未经授权的访问。通过这些措施，系统在多次模拟攻击测试中均能有效防御包括 SQL 注入、跨站脚本攻击（XSS）和拒绝服务攻击（DoS）在内的多种攻击方式。评估数据显示，系统在应对网络攻击时的防御成功率达到 98.7%，在数据泄露事件的检测和响应时间上也缩短至

2min 以内，显著提升了系统的整体安全性。

4.2 性能评估

数据安全信息化系统的性能评估主要涉及系统的处理速度、响应时间和并发处理能力等方面。在医疗行业的应用实例中，系统经过多次性能测试和优化，展现出卓越的性能。系统采用分布式计算和存储架构，引入 Hadoop 和 Spark 技术，实现了大规模数据的高效处理。在处理电子健康记录（EHR）数据时，系统的数据读写速度达到了每秒 1200 条记录，并发用户处理能力提升至 8000 用户。系统的平均响应时间保持在 0.05s 以内，确保了在高并发情况下依然能够提供快速的服务。系统的故障恢复能力得到显著增强，数据恢复时间从原来的 5min 缩短至 1.5min。实际应用结果表明，系统在日常运营中的稳定性和可靠性得到了显著提升，在 200h 的无中断运行测试中，系统表现出极高的稳定性，为医疗数据的安全处理和高效管理提供了坚实保障^[6]。

4.3 用户反馈与满意度

在数据安全信息化系统实施后，通过用户反馈和满意度调查得到了广泛的积极评价。用户反馈显示，系统的用户界面友好且易于操作，大幅提升了数据管理的效率和安全性。尤其是在处理敏感数据时，用户对系统的加密和访问控制机制表示高度认可，认为其有效保护了数据的隐私和安全。满意度调查结果显示，95% 以上的用户对系统的整体性能和安全性表示满意，特别是在数据访问速度和系统稳定性方面给予了高分评价。此外，用户对系统的安全报警和事件响应功能表示赞赏，认为其显著提高了数据安全事件的发现和处理效率。

结语

通过系统架构设计、关键技术应用和安全策略实施，有效提升了数据管理的安全性和效率。在实际应用中，各种场景和案例分析表明，系统在数据保护、性能优化和用户满意度方面表现突出。用户反馈高度肯定了系统的稳定性和易用性，进一步验证了系统设计的合理性和实用性。未来，随着技术的不断发展，该系统有望在更广泛的领域中推广应用，持续保障数据安全。^[7]

引用

- [1] 孟大淼.基于云计算的医疗信息化系统设计与实现[J].网络安全和信息化,2024(3):113-115.
- [2] 徐国锋,王鹏,刘昆.大数据时代教学信息化系统网络安全防护研究[J].信息与电脑(理论版),2023,35(24):230-232.
- [3] 张文强.从大数据视角分析政务系统信息化和网络数据安全建设问题[J].数字通信世界,2023(12):81-83.
- [4] 刘思伽.大数据环境下企业会计信息化创新对策探讨[J].产业创新研究,2023(23):166-168.
- [5] 柳江波.大数据时代公立医院财务管理信息化探析[J].中国产经,2023(22):167-169.
- [6] 刘永林,方平山.电力信息化系统数据的安全认证与加密传输方法[J].信息与电脑(理论版),2023,35(21):199-201.

公共数据授权运营之困境剖析及纾困策略^{*}

文◆湖南师范大学法学院 李颖杰

引言

数字经济时代，数据成为兼具基础性和战略性的关键生产要素，公共数据授权运营引入市场机制，一跃成为数据赋能政府治理升级、优化公共服务、释放公共资源价值的新手段。然而，公共数据授权运营作为新型数据利用方式，面临着数据安全保障、数据权力监管、市场公平维护 3 个方面的困境，亟须健全公共数据授权运营监管机制，完善公共数据立法，引入竞争机制，保障数据安全，确保数据流动透明公正，以顶层设计引领公共数据授权运营持续高质量发展。

1 公共数据授权运营的规范检视

数字经济时代，数据成为兼具基础性和战略性的关键生产要素，数据要素市场化配置是我国数字经济发展水平达到一定程度后的必然结果^[1]。随着“开放政府”这一命题的持续深入，传统的“政府信息公开”已然不能契合数字政府建设和数字社会发展趋势，历经“政府数据开放”，“公共数据授权运营”引入市场机制，一方面突破了政府内部科层体制，缓解了公共数据部门人、技、财方面的多重压力，另一方面激发了市场主体开发公共数据的潜能，有利于推动数据产品和服务高质量发展，一跃成为数据赋能政府治理升级、优化公共服务、释放公共资源价值的新手段，对公共数据授权运营进行问题研判是完备公共数据授权运营制度的有力抓手。

从宏观层面看，公共数据盈千累万，为了实现公共数据的有效供给，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出“开展政府数据授权运营试点，鼓励第三方深化对公共数据的挖掘利用”。国务院印发的《“十四五”数字经济发展规划》《国务院办公厅关于印发要素市场化配置综合改革试点总体方案的通知》以及国家发展和改革委员会印发的《“十四五”推进国家政务信息化规划》均提出探索开展政府数据授权运营试点。2022 年，“数据二十条”从数据产权、流通交易、收益分配、安全治理 4 个方面为公共数据授权运营提供了方向指引。由此，公共数据授权运营在宏观层面被正式提出，地方政府在顶层设计下纷纷推进公共数据授权运营立法。就地方规

范而言，各地方政府初步形成了不同的公共数据授权运营机制雏形，以“公共数据”为关键词在北大法宝检索规范，共出现 6 部地方性法规，16 部地方政府规章。从微观层面而言，公共数据规范内容涵括授权运营的形式、授权运营协议的内容、利益分配规则以及授权运营组织管理 4 个方面，初步构建了较为系统的规范体系，但总体而言，实施细则仍较为粗糙，留待实践检验以进一步明晰和细化。因此，公共数据授权运营在实践运行中深陷形式化泥沼，在数据安全、主体权责等方面存在诸多模糊。公共数据授权运营的开发机制诱发数据安全质疑，其中蕴含的大规模数据流转和数据兼并更是引发了权

^{*}【基金项目】湖南师范大学 2023 年湖南省科研创新项目“自动化行政的法律规制研究”（CX20230472）

【作者简介】李颖杰（2001—），女，湖南邵阳人，硕士研究生，研究方向：宪法学与行政法学。

力监管挑战和市场失衡担忧，充分发挥公共数据授权运营这一新型数据利用方式的优势，亟须寻求破局之道，保障公共数据授权运营持续高质量发展。

2 公共数据授权运营的困境剖析

2.1 公共数据社会化开发机制诱发数据安全质疑

公共数据的资源价值应得到最大化挖掘利用，一套行之有效的社会化开发机制是重中之重。在这套机制中，存在着如下利益格局，即数据提供方、数据中介方与数据使用方主张独占利用政府数据的特殊利益；限制授权的第三方利益在于保护其他人对数据再利用的衍生利益，包括作为信息来源方的公民、企业享有个人信息、商业秘密免受侵害的利益；社会公众享有公共服务与禁止少数人阻碍公共资源利用的利益^[2]。其中，数据掌控方和信息来源方之间的利益存在明显张力，数据是安全是羁绊二者的界限。在当前社会向数字化社会迈进之际，数字人权作为第四代人权的核心之一，是全体社会成员需要且应当享有的新型人权^[3]。随着数据人权的兴起，对公共数据授权运营的市场主体而言，自觉保障个人数据安全和隐私安全，提供阳光透明的数据使用政策和过程说明是公共数据合理合法挖掘的应有之义。但出于对巨大的数据红利的追逐，数据掌控方尤其是被授权的市场主体易缺乏自制，凭借自身的技术、资本影响力突破数据安全红线，对公共数据进行非法采集和过度开发，侵害数据来源方正当权利，甚至引发影响极其恶劣的数字化暴力事件。更有甚者，公共数据

往往关涉民生，具有极高敏感性，若发生不当泄露将会影响公共安全。从利益格局出发，现有社会化开发机制过于注重利益的分配平衡，对数据流转的监管缺乏足够关照，给被授权市场主体提供了逃避监管的空间，使公共数据安全难以得到有效保障，进而引发个人权益和国家安全层面的数据安全问题。

2.2 公共数据大规模流转加大权力监管难度

公共数据授权运营不仅会对个人产生不可忽视的影响，公共数据的大规模流转还会加大权力监管难度。诚然，通过公共数据授权运营，公权力与私权力的对话和协作更为普遍平等，不仅有助于打破信息壁垒，还能使数据在自由流动中释放其潜在价值。同时，权力在数据的世界里悄然从原来的以政府为中心向虚拟社会互联网信息空间流动，数据占有量的多少也成为拥有权力能力的重要衡量标准^[4]。在公共数据社会化开发机制中，政府主要承担制度设计以及相关管理职责，而市场主体凭借技术，承担了公共数据的信息系统建设和数据运营开发等工作，市场主体的私权力被嵌入公权力运行的诸多环节，本应是政府与市场主体双向数据共享的过程或将演变为市场主体单向获取数据的过程，长此以往，一些市场主体或以技术和资本作为交易筹码，变相换取数据权力。基于对市场主体技术和资本的依赖，政府数据授权运营中的“监管俘获”将强化授权企业的数据权力，进而加大政府监管的难度。就现状而言，在公共数据授权运营中，责任的阶段性较为模糊。第一，公共数据的边界不清晰。公共数据的内涵外延本身存在争议，主要有3种观点。其一是最狭义的公共数据，仅指履行公共管理和服务职能的政务部门在依法履行职责或者提供公共服务过程中制作和获取的数据。其二，较为狭义的公共数据将数据主体进行了扩充，包括但不限于从事公共管理服务的事业单位和其他依法管理公共事务的组织等。例如，《浙江省公共数据条例》第三条将公共数据定义为“本省国家机关、法律法规规章授权的具有管理公共事务职能的组织以及供水、供电、供气、公共交通等公共服务运营单位，在依法履行职责或者提供公共服务过程中收集、产生的数据”。其三是最为广义的公共数据定义，如《网络数据安全条例（征求意见稿）》第七十三条中将公共数据定义为“国家机关和法律、行政法规授权的具有管理公共事务职能的组织履行公共管理职责或者提供公共服务过程中收集、产生的各类数据以及其他组织在提供公共服务中收集、产生的涉及公共利益的各类数据”。公共数据的概念边界是确定数据收集主体的关键，其边界的模糊会直接导致数据收集阶段责任主体难以确定。第二，公共数据处理活动由算法直接完成，导致传统意义上的追责机制难以适应算法等数据使用环节。此外，责任的产生更加隐蔽。例如，数据产品带来的负面后果（如偏见、歧视等），既是开发主体的设计偏误，又是应用主体的违规操作，还是原始数据本身的质量缺陷，导致责任难以界分^[5]。在公共数据大规模流转背景下，责任形态的多样化、责任阶段性的模糊无疑给政府部门监管能力带来了多层次的挑战。申言之，公共数据授权运营的最终实现应具体到工作人员，在这一过程中权力运行容易出现私人化倾向，“在一定意义上来说，权力的公共性是权力的应然性特征，权力的私人性是权力的实然性特征。权力的

然性特征必然受制于权力的实然性特征”^[6]。因此，若不加强权力规范和监督，公共数据授权运营将会偏离法治轨道运行，甚至异化为个人满足私欲的工具，将严重损害政府公信力。

2.3 公共数据兼并引发市场不公平担忧

在公共数据授权运营中，基于私权力的逐利本质，被授权主体一旦拥有控制地位，将极易出现寻租行为，其更倾向于利用自身技术和资本优势，对获取的数据进行兼并独占，进而引发垄断等市场失衡现象。若私权力扩张无度，以至超出公共数据授权运营中权力让渡的边界，将极大危害市场经济的健康发展，背离公共数据授权运营初衷。比较典型的案例是2022年9月在北京知识产权法院受理的“公共数据反垄断第一案”。在此案中，上海彘菡汽车科技有限公司对北京与车行信息技术有限公司提起诉讼，称后者滥用在国内二手车车险数据线上查询服务的市场支配地位，实施了不公平高价和差别待遇行为。这起案件的争议点在于，国资建设的全国车险信息平台作为权威的行业数据平台，是否独家授权北京与车行，从而推出涉嫌垄断运营的“中国汽车流通协会二手车信息服务平台 CADA 柠檬查”服务。尽管此案最终以和解撤诉结束，但足以窥见公共数据授权运营背后招致的市场不公平可能性，这种可能性中蕴含着数据价值随私权力滥用而异化的巨大风险。

综上所述，公共数据授权运营面临着数据安全保障、数据权力监管、市场公平维护3方面的问题，公共数据授权运营的法治化运营事关数据资源价值的高质量挖掘，事关公共服务水平的长足优化，事关政府治理的稳质升级，应针对性提出优化路径。

3 公共数据授权运营问题的纾困策略

3.1 健全监管机制，保障数据安全

公共数据授权运营涉及诸多算法，亟须健全监管程序机制。一方面，政府应督促市场主体提高社会责任感，加强行业自治，在内部自觉建立行之有效的监督机制。另一方面，应依据公共数据授权运营特征构建特色监管制度。例如，有研究提出在数字金融监管中加快实现机构监

管向功能监管转型，重视监管科技（监管沙箱）的试验性、动态性价值发挥，加强功能监管和穿透式监管、嵌入式监管和行为监管的协同^[7]。公共理性是制约权力并促成其理性化运行的实质要素^[8]，从完善监管的配套制度设计层面来看，应深入探索构建多元主体协同参与机制，确保政府、企业、社会相互之间形成有效监管制约。

针对公共数据中备受关注的个人信息保护，应根据个人信息重要程度作类型化区分、分级别保护，并且在数据利用和开放中结合实际情境，全面分析信息的私人性与公共性，通过利益平衡合理界定不同信息的保护程度。应运用比例原则判断数据授权运营的界限。概言之，公共数据的授权运营要基于社会公共利益等目的正当性，运用妥当手段进行开发利用，对于经利益衡量后必须授权运营的公共数据要通过手段必要性考量，进行安全等级评估并采取一定保护措施（如脱敏化处理）进行二次开发利用。

3.2 完善公共数据立法，明晰权责边界

公共数据授权运营实践伴随着私权力的膨胀，授权市场主体往往倾向于利用政府让渡的部分数据权力谋取私利，遏制私权力的过度扩张应是公共数据授权运营安全发展的题中之义。毋庸置疑，随着数字技术的普及，必须警惕数字资本的权力逻辑，完善公共数据立法，让政府在数据开发和利用方面扮演主导角色，在可控范围内把握数据流向和使用方式，充分考虑各方利益。公共数据立法应当明确公共数据基本范畴，明晰数据收集阶段责任主



体，为政府监管提供有效指引。有效市场需有为政府，在处理公共数据授权运营中的权力边界时，应注意平衡公权力和私权力之间的关系，“新制定的法律应当具有对冲突各方的利益进行平衡的能力，通过对资源的合理配置调节失衡的权力架构”^[9]，实现各主体权责清晰，齐头并进。在立法中可引入分布式责任，在现有治理体系无法提供定责依据时，秉承双重对称的原则，依次根据“权力—能力”尺度、处在算法行政中的结构性位置与对结果的贡献程度确定责任^[10]。此外，可引入政府担保理念，明确政府的“兜底职能”，让政府对授权运营过程中的责任进行保障和担保，督促政府积极承担监管责任，避免公共数据授权运营公益目的落空，并以此引导其他主体积极参与到政府数据授权运营下政企合作的建设之中^[11]。

3.3 引入竞争机制，确保数据流动透明公正

面对公共数据授权运营导致的市场不公平现象，可以分两条进路予以控制。第一，为防止数据资源被独家掌控，引入末位淘汰考核等竞争机制，确保在同一领域中有多个运营单位可供选择，避免出现垄断等市场不公平

现象。同时，应确保评估标准公正透明，通过制定明确的规则和程序以保障评估过程的客观公正。第二，为了确保公共数据流动的透明性，并有效避免垄断式授权，应结合当前的数据登记制度，探讨建立国家级的公共数据运营统一披露登记机制，要求所有涉及公共数据运营的单位，包括政府机构、企事业单位以及第三方服务提供商等，进行登记并公开相关信息，包括授权运营方的身份和背景、数据运营的具体范围和目的、数据获取和使用的方式等。通过统一登记机制，公众和监管机构可以更方便地获取相关信息，并对公共数据运营情况进行监督和评估，以保障数据流动的透明公正。在建立公共数据运营统一披露登记机制时，应制定相应的法规以规范登记和披露的程序和要求。同时，监管机构应加强对登记机制的监督和管理，确保信息的真实、准确和及时性。例如，探索建立独立第三方监管机制，兼具发挥监管和救济功能，让政府部门、行业协会等具备专业知识和经验的工作人员充分参与，综合考量各方利益，定期审查评估被授权运营方是否遵守公平竞争原则，为市场公平保驾护航。

结语

公共数据授权运营是公共数据价值化和要素化的关键举措，是推动数字经济高质量发展的重要途径，有利于促进数据资源共享流通，激发市场开发公共数据潜能，促进数字政府建设。本文检视了公共数据授权运营规范，针对数据安全保障、权力监管和市场公平维护3个方面的困境提出了对应纾困策略。随着公共数据授权运营的不断推进，应持续关注实践发展，及时解决掣肘因素，充分发挥公共数据授权运营机制优势。

引用

[1] 刘学涛.数字经济视野下数字政府发展与实践图景[J].南海法学,2022(2):102-115.

[2] 吴亮.政府数据授权运营的公私协作趋向及其法治完善[J].东方法学,2023(6):43-52.

[3] 于文佳,吴永科,樊传超.试析数字化时代下数字人权的困境和出路[J].牡丹江大学学报,2023(12):17-25.

[4] 刘茂盛.论政府治理变革与行政法发展[M].武汉:湖北人民出版社,2020:66.

[5] 颜佳华,曾玉芝.公共数据授权运营的风险研判及应对策略[J].中国行政管理,2023(9):155-157.

[6] 董长春.权力的私人性及其法律控制[J].政治与法律,2005(5):71-76.

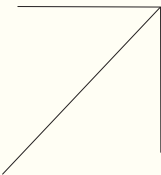
[7] 郝志斌.数字金融的功能监管及其精准化实施[J].行政法学研究,2023(5):149-152.

[8] 王锡锌.数字法治政府建设的底层逻辑及展开路径[J].数字法治,2023(2):7-11.

[9] 尚海涛.网络平台私权力的法律规制[M].北京:科学社会文献出版社,2021:145.

[10] 肖梦黎.算法行政责任的分布式重建[J].国家检察官学院学报,2023(2):42-56.

[11] 郭兵,黄伟豪,谢真强.政府数据授权运营下政企合作的责任承担[J].贵州省党校学报,2024(2):107-116.



基于聚类算法的不平衡数据分类*

文◆ 闽南师范大学计算机学院 林肖莹 胡敏杰 张 勇

引言

现有的不平衡数据分类问题通常采用重采样和重加权等类重平衡策略，使决策边界倾向于准确分类尾部类的数据。但在类重平衡策略实施后，每个类别的类内分布变得更加松散，损害了深层特征的代表能力。因此，本文提出采用多粒度数据增强策略生成的新平衡样本集重新进行表征学习和分类。具体来说，对图像特征进行聚类，在每个带标签的父类中生成伪子类标签，将粗粒度原始父类数据分支的特征和细粒度子类数据分支的特征进行融合并生成类激活图。通过类激活图技术对尾部数据进行转换，生成新的平衡样本集，再迭代地进行训练直到模型收敛。

1 研究背景

近年来，随着信息技术的发展，数据样本数量呈指数级增长^[1]。绝大多数的样本属于极少数的类别，大部分的类别（尾部类别）样本数目较少。尾部类别统计特性不强，导致在训练传统的基于均匀分布的分类模型时，尾部类别的损失被淹没在头部类别的损失中。更重要的是，由于尾部类别样本数目不足无法充分刻画其类内差异性，使得基于这些样本训练得到的模型在该类别上的泛化能力较差。

现有工作采用重采样策略，如合成尾部样本的过采样技术、基于聚类的头部样本欠采样技术等。但采样技术会增加模型构建中过拟合的可能性。欠采样技术中多数类中存在的有用数据会被消除。此外，还会采取重加权策略，如采用均衡损失（EQL）、均衡损失 v2（EQLv2）等损失函数，解决正负梯度不平衡的问题。但在类极端不平衡的情况下，重新加权往往使优化变得困难，且训练效果更差。针对这种情况可以应用 CutMix、Remix、基于 CAM 等数据增强技术来创建合成样本，扩充训练数据集。

针对长尾数据特点以及传统方法的局限，研究发现数据分布调整是直接解决类别不平衡问题的方法，将不平衡数据转换为平衡数据，以消除类别不平衡带来的影响，但数据分布调整会改变原始数据的分布。因此，应采用合适的类激活映射技术保留有用信息，提高有效数据的利用率，生成新的平衡数据集，迭代训练提高分类的准确度。

2 相关工作

为了能着重学习尾部特征，本文采用具有类激活映射模块网络进行分类。这种网络能够突出显示类区别性强的特征区域，有助于生成更具有类别特征的平衡数据集。类激活映射（CAM）^[2]是一种通过全局池化层之前的最后一个卷积层的激活映射的线性加权组合来识别判别区域的技术。CAM 将卷积层每个通道的重要性与之后的全连接层的相应权重相结合，生成一个分数作为类别置信度。根据是否使用梯度计算权重发展出两种类别，使用梯度的方法如 Grad-CAM^[3]、Grad-CAM++^[4]、LayerCAM 等，而不使用梯度的方法有 Ablation-CAM、Score-CAM 和 Eigen-CAM^[5]等。本文使用 Grad-CAM 和 Eigen-CAM 结合的 EigenGrad-CAM 方法对图像进行分类并生成类激活图。

2.1 Grad-CAM 方法

假设神经网络 $Y=A(I)$ ，第 l 层为最后一个卷积层。类别 c 的 Grad-CAM 激活图 $L_{Grad-CAM}^c$ 定义为式（1）。

$$L_{Grad-CAM}^c = ReLU(\sum_k \alpha_k^c f_l^k) \quad (1)$$

式（1）中， f_l^k 表示第 l 层

*【基金项目】基于聚类算法的不平衡数据的分类研究，福建省教育厅科技项目（JAT200318）；面向层次结构数据的特征选择方法研究，福建省自然科学基金项目（2021J011006）

【作者简介】林肖莹（1983—），女，福建漳州人，本科，实验师，研究方向：数据挖掘。

第 k 个通道的特征图。将 $ReLU$ 应用于映射的线性组合，可以增加属于 Y^c 的正像素，减少图像中其他类别的负像素。Grad-CAM 使用最后一个卷积层的梯度信息来表示每个神经元对感兴趣的决策的重要性。将这些回流的梯度 $\frac{\partial Y^c}{\partial f_l^k}$ 进行全局平均合并，以获得 c 类第 k 个神经元的权重 $\alpha_k^c = GP\left(\frac{\partial Y^c}{\partial f_l^k}\right)$ ， $GP(\cdot)$ 表示全局池化的操作，Grad-CAM 将 α_k^c 的定义扩展为类置信度 Y^c 相对于特征图 f_l 的梯度。Grad-CAM 使用正梯度来加权特征，并为更大的梯度分配更高的权重，但没有考虑特征空间中的冗余或特征空间中流形的形状，因此可以采用 Eigen-CAM 解决这个问题。

2.2 Eigen-CAM 方法

输入第 l 层的图像为 I ，大小为 $d \times k$ ，其对应的类激活映射为 $L = W_l^T I$ 。其中， W_l 大小是 (m, n) 的前 l 层的组合权重矩阵。使用奇异值分解对 L 进行因子分解，以计算 L 的主分量， $L = U \Sigma V^T$ 。 U 为 $M \times M$ 正交矩阵， U 的列是左奇异向量， Σ 是大小为 $M \times N$ 的对角矩阵，沿对角线具有奇异值， V 是 $N \times N$ 正交矩阵， V 的列是右奇异向量。激活图 $L_{Eigen-CAM}^c$ 由 L 在第一特征向量上的投影给出式 (2)。

$$L_{Eigen-CAM} = L V_1 \quad (2)$$

式 (2) 中， V_1 是 V 矩阵中的第一特征向量。图像中的所有相关空间特征将被保留，而非相关特征将被正则化或平滑化，且能够与任何框架或网络一起工作，而无需跨层修改、训练或反向传播任何参数。Eigen-CAM 只在最终卷积层学习特征表示，独立于分类层，所以 Eigen-CAM 无法对

类别进行区分。

2.3 EigenGrad-CAM 方法

网络结构类似于 Eigen-CAM，但支持类别区分，使用了激活图的“第一主成分 $\times$ 梯度”的方式 $L_{EigenGrad-CAM}^c = \alpha^c f_l$ 。

$$\text{其中, } \alpha^c = GP\left(\frac{\partial Y^c}{\partial f_l} V_1\right) \quad (3)$$

这样的激活映射倾向于在有区别性的图像部分上激活，无法关注到图像全部特征。因为分类器的目标不需要“看到”优化损失函数的整个图像特征，导致削弱分类器的分类能力。本文将自监督子类别发现这个任务集成到分类器的目标里，以便强制网络从更多的图像部分中进行学习。

无监督学习能够学习到图像更好地表示，并能够在未标记的数据集上应用学习到的特征。Coates 等^[6]验证了带有 K-means 的特征学习模块的模型可以训练未标记数据以提取有意义的特征。据此提出在 EigenGrad-CAM 网络中引入该模块，以无监督的方式发现子类别。子类别目标不但能提供额外的梯度以增强特征表示，还能够提高预测的性能并改进类激活图的生成。

3 算法概述

3.1 通过 EigenGrad-CAM 进行初步分类

本文使用具有 EigenGrad-CAM 结构的分类网络。该网络的架构由卷积层作为特征提取器 E 。全局池化层和一个全连接层 H_p 作为分类器输出。给定输入图像 I ，使用分类损失 L_p ，用图像级标签 Y_p 训练网络。通过式 (3) 来获得每个类别 c 的激活图 $L_{EigenGrad-CAM}^c$ 。由于学习目标基于类置信度，模型不可避免地生成不完整的类激活图。本文引入无监督方案来增强特征表示 f ，同时探索子类别信息来改进类激活图。

3.2 无监督聚类

对于每个父类 p_c ，定义 K 个子类 s_c^k ，其中 $k=\{1,2,\dots,K\}$ ；每个图像 I 的父类标签设为 $Y_p^c \in \{0,1\}^c$ ，其中类别 c 对应的子类标签为 $Y_s^{c,k} \in \{0,1\}^k$ 。如果父类标签不存在（即 $Y_p^c = 0$ ），则其对应的所有子类标签也为 0，即 $Y_s^{c,k} = 0$ ， $k=\{1,2,\dots,K\}$ 。本文的目标是学习用 θ_s 参数化的子类分类器 H_s ，同时与父分类器 H_p 共用相同的特征提取器 E 。与父类的分类损失 L_p 类似，采用适应细粒度类别空间 Y_s 的子类分类损失 L_s 。

由于没有子类别的真实标签来直接优化子类分类损失 L_s ，通过无监督聚类生成伪标签。先通过特征提取器 E 提取图像特征，即为父类图像特征，再对每个父类分别进行聚类。对于父类 c ，其聚类目标如下。

$$\min_{D \in \mathbb{R}^{d \times k}} \frac{1}{N^c} \sum_{i=1}^{N^c} \min_{Y_s^c} \|f - T Y_s^c\|_2^2, s.t., Y_s^{c,T} \mathbf{1}_k = 1 \quad (4)$$

式 (4) 中， T 是一个 $D \times K$ 的质心矩阵， N^c 是类 c 中图像的数量， $f = E(I) \in \mathbb{R}^D$ 是提取的特征。将每个图像聚类后分配到的 Y_s^c ，作为子类别伪标签来优化子类分类损失 L_s 。

3.3 联合训练

在获得子类别伪标签 Y_s 之后，本文联合优化了父分类器 H_p 和子分类器 H_s 。

$$\min_{\theta_p, \theta_s} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L_p(H_p(f_i), Y_p) + \lambda L_s(H_s(f_i), Y_s) \tag{5}$$

式（5）中， N 是图像总数， λ 是平衡两个损失函数的权重。父分类器通过使用 L_p 的监督训练学习特征空间，而子类别目标 L_s 探索特征子空间并提供额外的梯度以增强图像特征表示 f 。

3.4 生成平衡数据集

聚类后，本文发现同一个父类下各个子类数量差别较大。根据子类中图像数量由多到少，表示为 $N_i^c, i=\{1,2,\cdots,K\}$ 。图像数量最多的 3 个子类（即大簇）需要减少的图像数量和图像数量最少的 3 个子类（即小簇）需要增加的图像数量均为 N_m^c ，计算如式（6）所示。

$$N_m^c = [(N_i^c - N_{K+1-i}^c)/2], i=1,2,3 \tag{6}$$

对于 3 个最大的簇，依次从每个簇中随机移除 N_m^c 个图像。对于 3 个最小的簇，依次从每个簇中随机采样 N_m^c 个图像。对这些图像的前景和背景根据所有采样图像的 EigenGrad-CAM 平均值进行分离，其中前景包含大于平均值的像素，背景包含其余像素^[7]。最后，在保持背景不变的情况下对前景进行转换，随机选择水平翻转、平移、旋转或缩放等方式，生成新的 N_m^c 个带有类区别信息的图像。此方法与重采样现有方法相比，具有显著的准确性，但额外成本较小。

3.5 迭代优化

新生成的平衡数据集加强了尾部特征的表达，将新生成的平衡数据集重新输入网络中进行迭代训练直到训练结果收敛。

4 实验及结果

将 ResNet-38 架构用于 EigenGrad-CAM 模型网络中。该网络由 38 个卷积层组成，随后是一个具有 512 个信道的 3×3 卷积层，一个用于特征聚合的全局平均池化层以及 2 个全连接层，分别用于图像和子类别分类。使用 PyTorch 实现这个框架，并在具有 12GB 内存的 2 个 RTX 3060 GPU 上进行训练。为了训练分类网络，使用 Adam 优化器，初始学习率为 $1e-3$ ，权重衰减为 $5e-4$ 。在所有实验中使用 $\lambda=5$ 和 $K=10$ 。在 CIFAR-10-LT、CIFAR-100-LT、iNaturalist 2018 和 ImageNet-LT 4 个长尾数据集上进行实验。最终发现模型在训练 3 轮后收敛。Top-1 错误率如表 1 所示，可以看出，重加权的 Top-1 错误率较高，表明当类的数量增加时，直接使

用重加权方法不合适。重采样的 Top-1 错误率有所降低，表明直接使用重采样方法会有轻微的改进。与前几种经典的方法相比，该方法具有一定的优势。^[8]

引用

[1] 胡敏杰.多粒度特征关联的分层分类谱特征选择[J].闽南师范大学学报(自然科学版),2024,37(2):8-19.

[2] B.Zhou.Learning Deep Features for Discriminative Localization[C].In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition,pages 2921-2929,2016.

[3] R.R.Selvaraju.Grad-cam: Visual Explanations from Deep Networks Via Gradient-based Localization[C].In ICCV 2017,pages 618-626.

[4] A.Chattopadhyay.Grad-cam++: Generalized Gradient-based Visual Explanations for Deep Convolutional Networks[C].In 2018 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV),pages 839-847.IEEE,2018.

[5] M.B.Muhammad.Eigen-cam: Class Activation Map Using Principal Components[C].In 2020 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN).https://doi.org/10.48550/arXiv.2008.00299.

[6] A.Coates.Learning Feature Representations with K-means[J].In Neural Networks:Tricks of the Trade,pages 561-580.Springer, 2012.3

[7] Wei. Selective Convolutional Descriptor Aggregation for Fine-grained Image Retrieval[J].IEEE Transactions on Image Processing, 2017,26(6):2868-2881.

表 1 Top-1 错误率

Datasets	CIFAR-10-LT		CIFAR-100-LT		iNaturalist 2018 ImageNet-LT	
	Imbalance factor					
	100	50	100	50		
Backbones	ResNet-32		ResNet-32		ResNet-50	ResNet-10
Baseline (Vanilla ResNet)	30.18	24.78	61.73	57.90	39.89	65.99
Focal loss	29.62	24.75	61.90	57.56	39.70	67.36
CB Focal	25.43	20.73	60.40	53.79	38.88	—
Random under-sampling	34.14	26.91	67.23	60.98	—	—
Random over-sampling	33.24	26.53	67.00	61.11	—	—
Class-balanced sampling	30.44	23.97	67.34	61.48	—	—
Backbones	ResNet-38		ResNet-38		ResNet-38	ResNet-38
K-means+EigenGrad-CAM(Ours)	21.36	17.72	54.68	50.41	32.81	58.35

基于大数据分析的 医院信息化管理系统建设分析

文 ◆ 邯郸市第一医院 刘 京

引言

为了探讨基于大数据分析的医院信息化管理系统建设的重要作用和效果，本文采用了文献综述和案例分析方法，研究了大数据分析在医院信息化管理系统建设中的积极作用。结果表明，大数据分析在医院信息化管理系统建设中具有显著的积极作用。首先，大数据分析提高了医疗服务质量，通过数据挖掘和分析，医院能够更好地了解患者需求，提供个性化的医疗服务。其次，大数据分析降低了医院经营管理成本，通过精细化管理和资源优化，医院能够有效控制成本，提高经营效率。最后，大数据分析提高了医院信息化建设水平，构建了更加智能和高效的信息化管理系统，为医院的发展和管理提供了有力支持。因此，基于大数据分析的医院信息化管理系统建设具有广阔的应用前景和重要的实践意义。

1 大数据分析方法

大数据分析方法的重要性在于其能够处理海量、多样化的数据信息，并从中发现隐藏的规

律和趋势，为各类组织和机构决策提供支持。这种分析方法涉及 3 个关键步骤，即数据采集、数据处理和数据分析。数据采集是大数据分析的第一步，包括获取内部数据和外部数据两个方面。内部数据主要来自企业、机关单位和政府内部的信息网站，通过这些网站可以获取组织内部运营和管理的相关数据，为决策提供支持。当内部数据不足或无法满足需求时，应借助外部数据，如行业报告数据、国家统计局部门的数据等，为决策提供更全面的信息背景和参考^[1]。数据处理是确保数据准确性和可用性的关键步骤。在数据处理过程中，应进行异常数据处理、缺失值处理、数据转换、数据聚合以及数据准确性检验等工作，确保数据格式的一致性和准确性，为后续数据分析提供可靠的基础。数据分析是大数据分析的核心环节，通过各种分析方法和模型，发现数据中的规律和特点，为决策提供参考依据。常见的数据分析方法包括漏斗分析、RFM 模型、波士顿矩阵、帕累托分析和关联规则分析等。这些方法可以帮助组织了解业务流程中的转化情况、用户价值和忠诚度、产品结构优化点、资源分配重点以及用户消费习惯等，指导决策和优化运营策略。

2 大数据分析对医院信息化管理系统建设的积极作用

2.1 提高医疗服务质量

大数据分析在提高医疗服务质量方面发挥着积极作用。首先，大数据分析可以帮助医疗机构实现精细化管理。通过对海量医疗数据地收集、整理和分析，深入挖掘患者的病历信息、就诊习惯、药物反应等数据，为医疗机构提供全面的患者画像，实现个性化诊疗方案的制定。其次，大数据分析可以提高医疗决策的科学性和准确性。医疗决策往往需要考虑多个因素，大数据分析可以通过建立多维度的数据模型，帮助医生、管理者等决策者更全面地了解患者病情、疾病趋势、医疗资源配置等情况，做出更科学、更合理的决策^[2]。此外，大数据分析还可以提升医疗服务的智能化水平。通过将大数据技术与人工智能、机器学习等技术相结合，实现医疗过程中的自动化、智能化操作，提高医疗服务的效率和质量。例如，利用大数据分析预测患者就诊需求，优化医疗资源调

【作者简介】刘京（1981—），男，河北威县人，本科，高级工程师，研究方向：电子工程。

度，提升医疗服务的及时性和有效性。

2.2 降低医院经营管理成本

大数据分析在降低医院经营管理成本方面发挥着积极作用。首先，大数据分析可以优化资源配置和利用。通过对医院运营数据、人力资源数据、财务数据等多方面数据进行分析，可以发现资源利用的瓶颈和低效问题，有针对性地调整和优化，减少资源浪费，提高资源利用率，降低经营成本。其次，大数据分析可以帮助医院实现精细化运营管理。通过对各个环节的数据进行监控和分析，及时发现问题，预测风险，有针对性地管理和控制，减少人为错误和失误带来的成本，提高运营效率和管理水平^[3]。最后，大数据分析可以支持医院进行智能化采购和供应链管理。通过对医疗物资、药品、设备等供应链数据进行分析，全面监控和管理供应链，优化采购流程和库存管理，降低采购成本和库存成本，提高物资的使用效率和成本效益。

2.3 提高医院信息化建设水平

大数据分析在提高医院信息化建设水平方面发挥着积极作用。首先，大数据分析可以帮助医院实现信息资源的集中化管理与整合。医院内部涉及的各种信息数据，包括患者的电子病历、医疗设备的运行数据、药品的库存信息等，应用大数据技术可以整合和统一管理，使信息资源更加高效、便捷地被利用和共享。其次，大数据分析可以促进医院信息系统的智能化升级。通过对海量数据的分析和挖掘，发现医院信息系统中的潜在问题和改进空间，进而对信息系统进行智能化优化和升级，提高系统的稳定性、安全性和智能化水平，为医院信息化建设提供更加坚实的基础。最后，大数据分析支持医院开展精准医疗和个性化医疗服务。通过对患者的大数据分析，可以更加准确地了解患者的病情、疾病趋势、治疗反应等信息，为医生提供个性化的诊疗方案和医疗建议，提高医疗服务的质量和效率^[4]。总体来说，大数据分析在提高医院信息化建设水平方面发挥着重要作用，可以帮助医院实现信息资源的集中化管理与整合、促进信息系统的智能化升级以及支持精准医疗和个性化医疗服务，从而提高医院信息化建设的效益和水平。

3 基于大数据分析的医院信息化管理系统建设

3.1 医院信息化管理系统的建设原则

医院信息化管理系统的建设原则涉及多个方面，其中基于大数据分析的系统建设是一个重要方向。首先，系统建设应充分考虑医院的实际需求和特点，确保系统具有高度的可定制性和灵活性。系统应根据医院不同科室、业务流程和管理需求进行个性化配置，包括数据采集、分析模型、报表展示等方面，以满足医院各个层面的管理需求。其次，系统建设应注重数据安全和隐私保护^[5]。医院信息化管理系统涉及大量敏感数据，包括患者的病历信息、医疗资源分配情况等，因此在系统设计和开发过程中必须严格遵循相关的数据安全标准和法律法规，确保数据的保密性、完整性和可用性，同时建立健全权限管理和审计机制，防止数据泄露和滥用。再次，系统建设应注重用户体验和易用性。医院信息化管理系统地使用涉及医生、护士、管理人员等多个角色，因此系统界面

设计和操作流程应简洁明了、符合用户习惯，同时要提供良好的培训和技术支持，以使用户能够快速上手并熟练使用系统。最后，系统建设应注重持续优化和创新。随着医疗技术和管理理念的不断发展，医院信息化管理系统应不断更新和改进，引入新的技术手段和管理模式，提升系统的性能和功能，以适应医院管理的不断变化和提升。综上所述，基于大数据分析的医院信息化管理系统建设应遵循个性化定制、数据安全保护、用户体验和持续优化创新等原则，以实现系统的高效运行和持续发展。

3.2 医院信息化管理系统数据架构

医院信息化管理系统的数据库架构是系统设计中至关重要的一环，尤其是在基于大数据分析的医院信息化管理系统建设中更是如此。首先，数据库架构设计应基于医院业务需求和大数据分析的要求，确保系统高效收集、存储、处理和分析各类数据。在数据库架构中，应包括患者信息、医疗记录、医疗设备数据、药品库存、财务信息等多个方面的数据，并且应考虑数据的实时性、完整性、准确性和安全性。医院信息化管理系统的数据库架构应具备良好的扩展性和灵活性。随着医院业务的发展和技术的更新换代，系统所需处理的数据量会不断增加，数据种类和格式也会发生变化。因此，数据库架构应设计成可以根据需求灵活扩展和调整的结构，保证系统在未来的发展中高效稳定运行。数据库架构设计还应考虑数据的互操作性和共享性。在医院内部，不同部门和系统之间需要进行数据交换和共享，以

实现信息流通和协同工作。因此，数据架构应设计成符合标准化的数据格式和接口，以便不同系统之间实现数据的无缝对接和共享。数据架构的安全性也是非常重要的一点。医院信息化管理系统涉及大量的敏感数据，包括患者隐私信息、医疗记录等，必须保证数据在传输、存储和处理过程中的安全性和保密性。因此，数据架构应考虑数据加密、权限控制、数据备份和灾备恢复等安全机制，避免数据被非法获取和篡改。

3.3 医院信息化管理系统功能设计

医院信息化管理系统功能设计是整个系统建设中至关重要的一环，特别是基于大数据分析的系统建设，其功能设计必须充分考虑数据采集、处理、分析和应用等方面。首先，在数据采集方面，系统应设计具有高效稳定的数据采集模块，能够实时、准确地收集医院各类数据，包括患者信息、医疗记录、药品使用、设备运行等数据，确保数据的完整性和及时性。其次，在数据处理方面，系统应具备强大的数据处理能力，能够对大量的数据进行清洗、整理、归类和存储，建立完善的数据仓库和数据模型，为后续的数据分析和挖掘提供有力支持。在数据分析方面，系统应设计多种数据分析功能，包括统计分析、趋势分析、关联分析等，深入挖掘数据背后的规律和价值，为医院管理决策提供科学依据和支持。另外，系统应具备数据可视化和报表生成功能，将复杂的数据信息转化为直观的图表和报表，便于医院管理者和决策者进行数据分析和决策。此

外，系统应设计智能化的数据应用功能，根据数据分析结果自动化生成预警信息、优化方案和决策建议，提高医院管理效率和水平。总体来说，基于大数据分析的医院信息化管理系统的功能设计应综合考虑数据采集、处理、分析和应用等方面，确保系统具备高效稳定的数据处理能力、多样化的数据分析功能、直观智能的数据展示方式，为医院管理和决策提供全方位的支持和帮助。

3.4 系统模拟测试

在医院信息化管理系统建设中，系统模拟测试是至关重要的一环，尤其是基于大数据分析的系统。首先，系统模拟测试可以有效评估医院信息化管理系统在实际应用中的性能和稳定性。通过模拟真实场景下的数据流动、交互操作等情况，发现系统在高负荷、复杂环境下的运行情况，及时调整和优化系统结构和算法，保证系统在实际运行中具有良好的性能表现。其次，系统模拟测试可以验证医院信息化管理系统的的功能准确性和完整性。通过模拟各种数据输入、处理和输出的过程，检验系统在数据采集、清洗、分析等环节中的准确性和完整性，确保系统输出的数据具有可信度和可用性，为医院决策提供可靠的数据支持。此外，系统模拟测试还可以检验医院信息化管理系统的安全性和可靠性。通过模拟各种安全攻击、数据丢失、系统故障等情况，评估系统在面对不同安全威胁和风险时的应对能力，及时修复漏洞和强化系统安全防护，确保系统运行的稳定性和可靠性。总体来说，系统模拟测试在基于大数据分析的医院信息化管理系统建设中扮演着关键角色，可以有效评估系统的性能、数据质量、安全性等方面，为系统的稳健运行和持续发展提供重要保障。

结语

基于大数据分析的医院信息化管理系统建设具有显著的积极作用。大数据分析提高了医院的信息化建设水平，提升了医疗服务的质量，降低了经营管理成本，为医院的发展和管理带来了巨大的改变和提升。然而，在推动医院信息化管理系统建设过程中，仍面临着技术应用、数据隐私、信息安全等诸多挑战和难题。因此，未来应进一步加强大数据分析技术在医院信息化管理系统中的应用研究，完善相关政策法规，加强数据安全保护，推动医院信息化管理系统建设迈向更加智能化、高效化和安全化的方向。

引用

[1] 杜柯,阳学凤.医院人力资源管理信息系统的发展历程与建设策略分析[J].市场周刊,2024,37(5):17-20.

[2] 杨乐.医院档案规范化信息化建设对管理工作的实施影响分析[J].中国标准化,2024(4):229-232.

[3] 魏杰.医院管理信息系统建设及分析[J].移动信息,2024,46(1):76-79.

[4] 孙伟.医院档案管理中档案信息化建设的作用及价值分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)社会科学,2024(1):97-100.

[5] 张丽丽.公立医院财务管理信息化建设现状及发展对策分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)经济管理,2024(1):119-122.

大数据处理技术在医院信息化建设中的应用分析

文 ◆ 临沂市妇幼保健院信息科 吕世萍

引言

大数据处理、云计算等信息技术的飞速发展，为医院信息化建设工作提供了基础保障。现如今，我国对于医疗领域的发展和体制改革给予了非常高的重视度，并提出了要大力推进信息化建设的工作要求。在此背景下，加大信息技术在医院信息化建设工作中的应用，旨在通过该技术，提高医院大数据的处理和管理效率，为医院高质量、可持续发展目标地实现奠定坚实基础。基于此，本文重点研究大数据处理技术在医院信息化建设中的实际应用，以介绍医院大数据的特征为基础，以研究大数据处理技术的应用特点为核心，总结分析目前医院常用的大数据处理技术以及详细的应用策略，为医院信息化建设顺利实施提供支持。

1 医院大数据的特征

1.1 数据量大

医院产生的各种医疗数据包括患者病历、检查报告、药物处方等，数据量巨大且不断增长，给医院管理和医疗决策带来了挑战和机遇。传统的纸质病历逐渐被电子病历取代，医院内部各个部门之间的数据共享和交换更加便捷，导致数据量大幅增长。同时，随着医疗设备的更新换代和信息化水平的提升，医疗检查、诊断等过程产生的数据量也在不断增加^[1]。医院大数据数据量大的特点也给数据处理和存储带来了挑战。海量的数据需要有足够的存储空间来保存，且需要高效的数据处理和分析方法提取有价值的信息。医院应投入大量的人力、物力和财力建设和维护数据平台，确保数据的安全性和可靠性。

1.2 数据更新速度快

医院大数据涵盖了来自各个部门和系统的数据，包括患者病历、医学影像、实验室检查、药物处方等。这些数据源的更新速度非常快，每天都有大量新的数据生成。医院应及时更新数据，确保医疗决策的准确性和及时性。此外，医院大数据的更新速度快的特点为数据分析和挖掘提供了更多的可能性。医院运用大数据分析技术，能够发现患者的疾病风险因素、治疗效果、疾病传播规律等信息，为医院管理和医疗决策提供科学依据^[2]。

1.3 数据类型多

医院大数据包含了来自各个部门和系统的大量数据，其中最显著的特征之一就是数据类型的多样性。在医院大数据中，涵盖了各种不同类型的数据，使医院能够更全面地了解患者的病情和治疗过程，提高医疗服务的质量和效率。医院大数据中包含大量患者的基本信息，可以帮助医护人员更好地管理患者的健康档案，进行个性化的治疗方案设计。病历数据是医院大数据中最为重要的部分。通过对病历数据的分析，医生可以更好地了解患者的病情发展趋势，为患者提供更有效的治疗方案^[3]。医院大数据中还包含了大量的检查结果数据，如血液检查、影像学检查等，可以帮助医生更准确地诊断患者的病情，提前发现疾病的风险因素，及时采取治疗措施。

1.4 数据安全性要求高

医院大数据的特征之一是数据的敏感性。医院大数据中包含大量的患者个人信息，如姓名、年龄、性别、病史等，这些信息一旦泄露将会对患者造成严重的隐私侵犯。因此，医院在收集、存储和处理大数据时必须采取严格的安全措施，确保数据不被未

【作者简介】吕世萍（1977—），女，山东临沂人，本科，高级工程师，研究方向：医院信息化建设、医院大数据分析。

经授权的人员访问和使用。另一个特征是数据的复杂性。医院大数据涉及多个部门和系统之间的数据交换和共享，数据量庞大且格式各异^[4]。要确保医院大数据的安全性，应建立完善的数据管理体系，包括数据加密、访问权限控制、数据备份和灾难恢复等措施。医院大数据具有数据的实时性和准确性。医院大数据应及时更新和反馈，以支持医院决策和临床实践。因此，医院应建立健全的数据采集和更新机制，确保数据的准确性和及时性，并及时发现和处理数据异常。

2 医院信息化建设中大数据处理技术的应用意义

2.1 有利于满足数据处理安全性的要求

在医院信息化建设中，大量的患者病历、诊断报告等敏感数据需要进行处理和存储。大数据处理技术能够提供强大的加密和隐私保护功能，确保敏感数据不被未经授权的人员访问和泄露。大数据处理技术能够实时监控医院信息系统中的数据流动和访问情况，及时发现异常行为并进行预警，有助于医院及时采取措施，防止数据被恶意篡改或窃取。此外，医院信息系统中的数据量巨大，一旦发生数据丢失或损坏，会对医院的正常运转造成严重影响^[5]。大数据处理技术能够提供高效的数据备份和恢复功能，确保数据的安全性和可靠性。因此，在医院信息化建设中，应充分利用大数据处理技术，提高医院信息系统的安全性和可靠性。

2.2 有利于处理海量数据

大数据处理技术具有强大的数据处理能力，能够快速准确地

处理海量数据。在医院信息化建设中，医疗数据的量级往往非常庞大，传统的数据处理方法已经无法满足需求。大数据处理技术通过分布式计算、并行处理等方式，能够有效提升数据处理的效率，帮助医院更好地管理和分析数据。大数据处理技术支持多维数据分析，能够从不同角度对海量数据进行深入挖掘和分析，包括患者信息、病历数据、医疗资源分布等^[6]。利用大数据处理技术，医院可以更好地了解患者的健康状况、优化医疗资源配置，提高医疗服务质量。

2.3 有利于实现数据的动态化管理

随着信息化建设的不断深入，医院管理逐渐向数字化、智能化方向发展。在这个过程中，大数据处理技术的应用成为医院信息化建设中的重要组成部分。医院每天产生大量的患者信息、医疗记录、药品信息等数据，传统的数据处理方法已经无法满足这些数据的快速处理需求^[7]。大数据处理技术可以通过并行计算、分布式存储等方式，实现对海量数据的快速处理和分析，提高数据处理的效率。医院的数据来源多样，包括医疗记录、检查报告、药品信息、人员信息等。大数据处理技术能够整合多样化的数据源，实现数据的统一管理和分析，为医院决策提供更全面、准确的数据支持。大数据处理技术通过机器学习、人工智能等技术能够实现对数据的自动分析和挖掘，帮助医院发现隐藏在数据中的规律和价值，为医院提供更深入的数据洞察，指导医院管理和服务优化。

2.4 实现多类型数据的快速处理

医院日常工作需要及时、准确的数据支持，特别是在急救、手术等紧急情况下，必须迅速获取和分析相关数据，以便进行决策和治疗。因此，对于多类型数据的快速处理成为医院信息化建设中的一个重要挑战。大数据处理技术通过分布式计算、并行处理等方法，可以有效地处理多类型数据^[8]。

3 大数据处理技术在医院信息化建设中的具体应用

3.1 数据挖掘技术

在医院信息化建设中，数据挖掘技术作为大数据处理技术的一种重要手段，能够帮助医院更好地管理和利用海量的医疗数据，提高医疗服务质量和效率。数据挖掘技术在医院信息化建设中的应用可通过分析患者的病历、生理指标、药物反应等数据，帮助医生预测患者疾病，提前进行干预和治疗。辅助医生进行疾病诊断，提高诊断的准确性和及时性。帮助医院管理人员和医生分析医疗数据，发现潜在的规律和趋势，为临床决策提供科学依据^[9]。例如，分析患者的就诊记录和治疗方案，优化医疗资源分配，提高医疗服务的效率和质量；帮助医院分析药物的疗效和副作用，发现新的药物组合和治疗方案，提高治疗效果，降低治疗成本。

3.2 网络安全技术

随着信息化技术的不断发展，医院信息化建设已经成为医疗行业的重要趋势。大数据处理技术作为信息化建设的重要支撑，在医院信息化建设中发挥着越来越重要的作用。其中，网络安全技术是大数据处理技术在医院信息化建设中的关键应用领域。在医院信息化建设中，大量

的患者病历、医疗记录等敏感数据需要存储和传输。为了保护数据的安全性,首先,应充分利用大数据处理技术中的数据加密技术。通过对数据进行加密处理,有效防止数据在传输和存储过程中被窃取或篡改,确保患者隐私信息的安全。其次,应充分利用大数据处理技术中的安全监测与预警技术。通过对医院信息系统中的网络流量、日志等数据进行实时监测和分析,及时发现异常行为,并提前预警,保障系统的安全运行^[10]。最后,为了防止未经授权的用户访问医院信息系统,应利用大数据处理技术中的安全访问控制技术。通过对用户身份进行认证和权限管理,确保只有合法用户才能访问系统,并限制其操作权限,有效防止信息泄露和系统被攻击的风险。

3.3 分布式计算机技术

在医院信息化建设中,分布式计算机技术作为大数据处理技术的一种重要形式,发挥着不可替代的作用。分布式计算机技术是指将一个计算任务分解成多个子任务,分配给多台计算机并行处理,将结果合并得到最终结果的一种计算方式。一方面,医院每天产生大量的医疗数据,包括患者病历、检查报告、医嘱等,采用分布式计算机技术可以实现对这些数据的高效处理和管理,提高数据的存储和查询效率。另一方面,医学影像是医生进行诊断的重要依据,但是大量的医学影像数据处理需要耗费大量的时间和资源^[11]。分布式计算机技术可以加快医学影像的处理速度,提高诊断的准确性。

3.4 构建数据信息管理平台

在医院信息化建设中,构建数据信息管理平台是非常重要的一环,有助于医院更好地管理和利用海量的医疗数据,提高医疗服务质量和效率。在医院信息化建设中,首先需要进行数据采集工作。通过各种传感器、医疗设备等技术手段,实时采集患者的生理参数、病历资料、医疗影像等数据。这些数据会被存储到数据信息管理平台中,为后续的分析 and 应用提供基础。其次,应建立高效的数据存储系统。大数据处理技术可以帮助医院建立分布式存储系统,实现数据的高可靠性和高可扩展性。同时,通过数据压缩、去重等技术手段,降低数据存储的成本。最后,数据信息管理平台需要具备强大的数据分析能力,以帮助医院挖掘数据中的有用信息。

结语

医院作为保证人民身体健康的核心机构,在新时代发展背景下,应大力开展信息化建设工作,以建设现代化医院为核心目标。通过将大数据处理技术应用在医院信息化建设工作中,能够有效提高医院数据处理的效率,同时能够解决医院面对海量数据以及多类型数据处理工作效率低以及安全性低等方面的问题。因此,医院应结合自身情况,积极运用数据挖掘、网络安全等大数据处理和管理技术,助力医院高质量发展目标的实现。^[8]

引用

[1] 倪凌.大数据处理技术在医院信息化建设中的运用分析[J].信息与电脑(理论

版),2020,32(19):30-32.

[2] 葛思立.大数据处理技术在医院信息化建设的应用分析[J].信息记录材料,2020,21(10):166-168.

[3] 董伟.大数据处理技术对医院信息化建设的应用[J].信息记录材料,2020,21(10):163-164.

[4] 王剑.浅论大数据处理技术对医院信息化建设的应用[J].科学技术创新,2020(18):92-93.

[5] 马垒.大数据处理技术对医院信息化建设的应用[J].计算机产品与流通,2020(5):135-135.

[6] 朱演涛.大数据处理技术对医院信息化建设的应用研究[J].信息通信,2020(4):136-138.

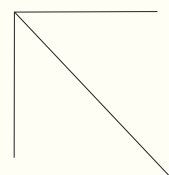
[7] 杨旭.大数据处理技术对医院信息化建设的应用[J].电脑知识与技术,2019,15(21):32-33.

[8] 刘东亮.医院信息化建设中大数据处理的应用研究[J].信息通信,2019(6):106-107.

[9] 王文波.试论大数据以及大数据处理技术在医院信息化建设中的应用[J].电脑编程技巧与维护,2019(5):103-105.

[10] 李琼珍,吴新华,戴建京,等.探讨大数据以及大数据处理技术在医院信息化建设中的应用[J].电子世界,2019(8):198-199.

[11] 郑燃燃.大数据处理技术在医院信息化建设中的应用研究[J].计算机产品与流通,2019(3):118-118.



石油钻探企业档案数字化转型路径探索与实践

文 ◆ 川庆钻探工程有限公司长庆钻井总公司 苏兴华 詹 胜 刘月月 常 军

引言

在数字经济的背景下，石油钻探企业的数字化转型成为必然的发展方向，也是企业高质量发展的重要任务和主要抓手。

档案工作是构建高效、现代的石油钻探企业运营体系的基础性工作，具有信息性、知识性、服务性、文化性、教育性、行政性、赋能性等属性，其发展水平是企业能力建设的重要反映，也是企业文化传承和技术积累的重要载体。2021年6月，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《“十四五”全国档案事业发展规划》，要求从技术融合、管理变革、数字转型等方面丰富档案信息化战略转型内涵，提出要加强大数据、人工智能等新一代信息技术的应用^[1-3]。在企业数字化转型发展目标下，档案工作在融入企业业务管理、打造高效敏捷企业运营体系、赋能企业高质量发展方面，值得各界人员深入探究。

基于此，本文首先分析了档案数字化转型中存在的问题。其次，提出了企业重构企业档案工作体系、强化档案资源建设和信息服务职能的思路。再次，探讨了流程融合和数据融合发挥档案信息价值，目标协同和主体协同

融入企业数字化转型体系，全面覆盖和多样化数据服务夯实数据赋能基础的数字化转型路径。最后，介绍了石油钻探企业档案数字化转型实践案例。

1 企业档案数字化转型的现实背景

1.1 企业档案管理的现状分析

企业档案管理的定位是为企业提供全面、准确、可靠的档案信息服务。在实际企业运营中，档案部门相对生产业务部门，其业务单一，属于“成本单位”。一方面，企业长期积累形成的各种档案数据，特别是设计、科研、生产等数据，为推动企业高质量发展奠定了坚实的数据基础。另一方面，档案管理在人员、制度以及技术等方面存在诸多顽瘴痼疾需要破除。一是档案管理人员普遍存在人员结构老化、知识陈旧、创新动力不足等问题。二是制度方面仍以传统档案管理和双套制为主，相关业务标准规范存在重复、不一致、不完善、不适应等现象，不能满足电子文件单套制对业务提出的新要求。三是档案的软/硬件建设没有跟上数字经济时代步伐，在档案收管存用等方面的能力建设和业务创新不足。

1.2 企业档案数字化转型内驱因素分析

1.2.1 企业数字化转型的内生需求

优化企业内部管理架构，构建符合数字化企业发展的档案数字化管理格局已成为必然需求。首先，归档对象的载体越来越趋于电子化和数据化，电子文件的归档管理正在从双套制向单套制转型。其次，随着企业员工数字化意识和能力提升，使全员参与、多元主体成为可能。最后，企业内部协调机制不断优化，各部门能够更高效、精准地服务企业。因此，企业档案与信息工作应相互融合，将资源优势与数据赋能相结合，融入企业数字化转型，提高企业服务的精准度。

1.2.2 企业档案工作专业性的内在要求

档案是企业各业务运营实践活动中形成的全过程真实记录，横向覆盖了各部门、各单位生产经营的主要活动，纵向跨越了企业从成立起步到发展的重要节点，档案数据已经渗透到企业的各项工作中，逐渐形成了海量的核心数据资源，档案工作应主动融入企业数字化转型的生态体系中，参与到企业运营、文化建设、技术创新的各个方面，为企业业务向智慧化发展发挥数据要素作用。

【作者简介】苏兴华（1968—），男，四川安岳人，本科，企业一级工程师，研究方向：信息工程。

2 企业档案数字化转型的体系建设

2.1 企业档案工作重定位

企业档案工作应坚持目标导向，制定档案管理规章制度以及技术标准规范，注重档案数据资源的开发与利用，开展全员参与、全程实施、全方位转型的数字化转型工作，使企业档案管理工作由传统意义的档案实体管理向信息管理、知识管理转变，提高档案工作服务效能，成为企业数字化运营的重要组成部分。

2.2 企业档案工作体系

2.2.1 制度保障：加强顶层设计

企业档案工作是体现企业运营质量和管理水平的重要标志之一。国家档案局制定的《企业档案管理办法》指出，“企业档案工作是企业不可缺少的基础性工作，是维护企业和职工合法权益，服务党和国家工作大局的一项重要工作”。企业档案工作功能的发挥必须有制度保障，将档案工作纳入企业数字化转型升级中，整体布局，系统规划，有效避免档案工作出现的缺位和功能发挥不充分的问题。

2.2.2 组织依托：搭建协同平台

建立多个部门资源共享和业务协同机制以支持企业档案工作的转型升级。一是要建设业务协同平台，加快推进各部门信息资源互联互通、共建共享，克服在转型过程中主体多元、力量分散、能力不足等问题。二是建设数据协同平台，整合集成各单位的档案信息^[4]，确定信息共享的具体范围、种类、规模、数量、标准和流程，有效提升档案服务质量和效率，推进档案信息资源共享集约化发展。

2.2.3 精神支撑：坚守职业道德

档案工作者专业精神应强调“守正创新”，不但要有精益求精的工匠精神，还要顺应时代发展变化，由经验型管理向科学化管理转变，始终秉承“对历史负责，为现实服务，替未来筹划”的工作态度，以高度的责任感和专业精神，拥抱数字经济，加强能力建设，发挥主观能动性，使档案在企业发展中发挥应有的价值。

3 企业档案数字化转型的实现路径

3.1 融合：档案工作为企业运营提供支撑

3.1.1 流程融合，发挥档案工具价值

档案保留了原始的企业发展轨迹记录，具有不可替代的记忆工具属性。企业档案工作应主动对接企业发展战略，融入业务管理流程，贯穿数据从形成、积累到整理、归档整个生命周期，发挥档案的工具价值。通过企业业务流程的高效化重塑、组织架构的扁平化适配，围绕企业业务主线的流程融合，构建生产组织简洁、安全保障有力、技术服务高质、经营管理高效的企业运行体系。

3.1.2 数据融合，发挥档案信息价值

系统梳理数据源头，确保数据一次性录入、全域复用，实现数据在企业组织和生产环节间的自由流转，构建企业级数据的融合共享机制。为了保证档案数据的真实性、完整性、可用性和安全性（通常称“四性”）^[5]，在业务系统开发过程中，注重各个业务系统间的数据关联性和一

致性，并通过数据关联关系、数据安全机制和技术保障措施来实现，确保数据在收集阶段满足档案“四性”检测的要求。

3.2 协同：档案工作融入企业数字化转型体系

3.2.1 目标协同，参与企业数字化转型的业务服务

档案部门应积极参与企业数据资源建设，通过实施存量档案数字化、增量档案电子文件单轨单套制和数据标准化^[6]，为企业运营提供高质量的数据服务，实现数据驱动的智能决策、降低运营成本、提升创新能力、提高企业收入、提升客户满意度和忠诚度的企业数字化转型的目标^[7]。

3.2.2 主体协同，参与企业数字化转型的业务实践

企业数字化转型涉及部门和单位众多，档案馆作为档案信息的存放地和利用场所，应发挥资源和场域优势，与各业务主体密切协作，集成各业务信息系统，打造企业数字化转型的数据基础平台，支撑和拓展新型业务应用场景，成为企业数字化转型的重要阵地。

3.3 赋能：释放档案数据的价值

为了更好地发挥档案数据的价值和提升电子文件的“四性”检测质量，从数据采集入手，提升数据质量、扩大数据范围、打破数据壁垒，积极探索单轨制单套制新模式，从以人为主服务向人机并重的多样化服务转变，充分释放档案数据的价值，发挥在企业数字化转型的基础信息支撑作用。

3.3.1 前端控制，提升数据采集质量

“前端控制”原则是重点关

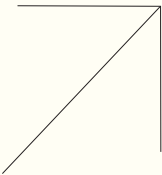
注档案数据形成过程的管控。通过档案部门职能触角向前端业务延伸，以促进数据形成、流转过程的全生命周期的标准化管理。通过提高前端数据自动化采集率，以提升档案数据质量和档案服务精度。通过数据清洗、智能处理等技术手段，以实现采集的数据准确、完整、可信和可用。

3.3.2 全面覆盖，扩大数据采集范围

石油钻探涉及多个业务领域，应坚持数据应采尽采的原则，扩大企业归档数据采集的业务范围、时间跨度，实现企业业务场景全覆盖和业务应用全感知，实现从井设计、拆搬安、开钻到钻进、固井、测井、完井的全工序时间域全面覆盖。

3.3.3 全域治理，打破数据交互壁垒

通过企业档案资源内容整合与治理、资源结构优化与建设，建立统一规范的数据标准，打破业务板块间的信息壁垒，实现企业全域数据的充分共享与交换，满足企业日益精益化和科学化的运营需求，形成数据全域共享、全域赋能的局面，为企业创新发展提供高质量的数据支撑。



4 石油钻探企业档案数字化转型实践案例

川庆钻探工程有限公司是中国石油集团下属企业，主营钻井工程、综合地质研究、录井、固井、储层改造、试修井以及油气合作开发等业务，在服务长庆油田五十余年的石油勘探开发中，形成了大量涉及油气勘探地质成果、井史档案以及施工经验的档案，记录了油气田工程技术业务从施工、管理、技术等方面的演进轨迹，为油气田开发、技术研究、方案制定、工程施工、编史修志、思政文化等各个领域提供了不可替代的真实性、权威性与唯一性的证据，这是企业业务实践和活动的见证，也是企业几代人的集体智慧结晶，更是企业文化和数据资产的主要组成部分。

在档案数字化转型体系建设方面，一是对归档数据开展了数据范围、数据价值、数据质量、数据固化和数据可访问性等数据鉴定，制定了《石油工程结构化数据归档规范》《石油工程结构化数据归档元数据规范》等企业数据标准。二是将数据档案的“四性”检测要求前置化，对数据采集、变更、封装等过程进行监测和控制，确保数据质量。三是建设石油工程结构化数据归档一体化管理平台，通过标准管理、数据汇聚治理、数据审核、数据封装、数据交互和积分管理等功能模块支撑石油工程结构化数据单轨单套制归档模式。四是通过对归档数据进行多样化表示，满足人/机服务对数据的不同需求。

结语

在数字经济时代，企业档案工作应围绕企业主营业务、中心工作和发展目标，推进企业档案数字化转型，拓展档案工作职能，转变档案工作方式，突破发展瓶颈和摆脱发展困境。企业档案工作应发挥档案数据的全面、安全、可信、可用和多源特点，围绕企业主营核心业务，完善数据采集从业务中来、赋能到业务中去的数据流程控制闭环，开展业务档案数据的确权和交易机制探索，夯实数据资产化管理基础，丰富新时代企业档案工作的专业内涵并积极创造数据价值，实现从以管理服务为主向以价值创造为主的业务转型。

引用

[1] 文利君,周文泓.我国档案信息化建设政策法规体系研究——面向《“十四五”全国档案事业发展规划》目标要求的调查与展望[J].档案与建设,2023(1):28-32.

[2] 吴雁平,刘永.目标·任务·行动——《“十四五”全国档案事业发展规划》档案数据能力建设分析[J].档案管理,2022(2):37-40.

[3] 冯亮秋,王治,尚喆,等.基于《“十四五”全国档案事业发展规划》的档案信息化战略转型研究[J].档案管理,2021(5):46-47.

[4] 安小米,钟文睿,白文琳,等.我国国家数字档案资源整合与服务研究现状及未来研究建议[J].档案学研究,2014(2):4-8.

[5] 陈丽莎,李雪莲,高军涛.支持数据完整性验证的可问责数据交易方案[J].系统工程与电子技术,2022,44(4):1364-1371.

[6] 蔡盈芳.试论企业档案工作数字化转型[J].中国档案,2020(8):70-71.

[7] 王强.企业档案工作数字化转型:实践探索与理论框架[J].浙江档案,2020(9):16-20.

价值共创视角下 AIGC 在可行性研究报告编制中的应用与思考^{*}

文◆宁波国际投资咨询有限公司 周盼佳 沈磊 吕莹 吴欣蔚

引言

工程咨询行业在推动社会经济发展、优化资源配置、确保工程质量和提升投资效益等方面发挥着重要作用。在工程咨询领域的核心工作中，可行性研究报告编制占据着举足轻重的地位。然而，其背后庞大的资料搜集和深入分析过程往往耗费巨大的人力和时间资源。为解决这一问题，一方面，通过价值共创理论论证 AIGC 与可行性研究报告编制的内在联系，认为二者相互赋能，以提高可行性研究报告的编制效率。另一方面，探讨目前 AIGC 在自动生成可行性报告方面存在的问题，并提出知识增强、能力提升和质量控制 3 个方面的优化思路。未来，随着 AIGC 的发展和在可行性研究报告中的拓展和应用，将推动中国工程咨询行业智能化转型，并最终实现自动化编制系统的产业化应用。

AIGC 的发展深入各行业中，在工程咨询领域，可行性研究报告作为核心工作之一，项目前期存在大量重复性工作。为解决这个问题，本文将基于价值共创理论，就 AIGC 能否处理这些问题展开讨论，探索生产领域中 AIGC 与可行性研究报告编制的内在联系。本研究不仅填补了 AIGC 在工程咨询行业研究中的空白，不仅为 AIGC 提升工程咨询行业咨询效率奠定理论基础，还为中国工程咨询行业智能化转型提供基础理论支持。

1 AIGC 在工程咨询行业中的发展

AIGC 通过学习和分析大规模语料，建立词汇表征和上下文，并使用神经网络进行概率预测，以此产生符合语言规律和语境的文本。其核心是利用神经网络进行自然语言的概率建模^[1]。经过大量语料模型训练，将最大化证实下一词的概率，不断优化模型参数^[2]。训练完成后，AIGC 能够生成连贯、语法正确、语义连续的文本、图像、音频和视频等内容，如新闻报道、社交媒体内容、电影剧本、专业报告等。目前，AIGC 已在税务、法律等咨询活动中有所应用。2023 年以来，多家咨询巨头积极寻

求与人工智能公司合作，共同创新“AIGC+ 咨询”业务模式，以期加速 AIGC 在企业层面的广泛应用，如麦肯锡的 Lilli 和毕马威的 KymChat 等。

我国工程咨询业是改革开放的产物，不仅在促进投资决策科学化、民主化和提高工程建设项目质量、效益方面发挥着重要作用，还在引领和带动投资领域贯彻落实科学发展观以及政府宏观经济管理中逐步发挥出不可替代的积极作用。在中国的工程咨询行业中，人工智能技术处于应用初级阶段。例如，中国国际工程咨询有限公司等对数字化转型有了数字智库等初步成果；浙江省发展规划研究院与阿里巴巴展开交流合作等。

可行性研究基于可行性调研和分析，能够用标准化和规范化的业内语言进行表述和论证，并进行项目评估。其报告撰写需要系统收集资料，对项目的市场、技术、管理、财务等方面进行充分调研，并对调研信息进行分析梳理，找出项目的优势、劣势、机

^{*}【基金项目】宁波国际投资咨询有限公司 2023 年度公司创新研究课题“AIGC 在可研报告编制中的应用研究”（文件号：甬国咨[2023]19 号）

【作者简介】周盼佳（1995—），女，浙江宁波人，硕士，研究方向：产业传播。

会和威胁。编制前期涉及大量基础资料收集、整理、消化，格式文书编写，内容分析、演绎等机械化、结构化、重复性工作，需要耗费大量人力和时间。此外，在日趋严峻的市场竞争中，业主对可行性研究报告的生产效率和质量有更高的要求。为解决以上问题，本文引入 AIGC 作为新质生产力助力可行性研究报告迎接编制的新要求和新挑战作为探讨的重点，为 AIGC 在可行性研究报告编制的必要性提供理论依据。

2 价值共创理论的应用

价值共创理论在管理学中作为一种全新的价值创造模式^[3]，打破了传统的价值理论。企业不再是唯一的价值创造者，顾客参与到企业的产品设计、生产和消费环节，与企业形成互动，实现共同创造价值^[4]。由于企业与顾客在价值共创过程中的角色依据价值创造的情境而变化，故价值共创存在产品主导、服务主导、顾客主导 3 种内在逻辑。此外，有研究依据企业与顾客在价值共创不同阶段所扮演的角色，将这一情境划分为两个领域，以两种范式（生产领域和消费领域）分析价值共创^[5]。Grönroos 等认为，价值共创只发生在主体双方直接互动的情况下，即二者的交叉领域^[6]。袁亚忠等将价值共创理论的发生机制分为生产领域、交叉领域和消费领域的价值共创^[7]。在工程咨询行业的生产领域中，咨询员在编制可行性研究报告的过程中不仅创造了项目价值，还融合了业主的需求，因此可行性研究报告成果是价值共创的体现。同时，AIGC 被视为与人类共同完成社会互动的智能体，

AIGC 参与可行性研究报告编制，两个主体能够相互影响，进而创造共同价值。

3 价值共创视角下 AIGC 与可行性研究报告编制的相互赋能

3.1 AIGC 赋能可行性研究报告编制

（1）AIGC 使收集处理信息高效化。AIGC 技术通过自动化工具，迅速捕获并清洗海量数据，为可行性研究报告的编制提供了坚实的数据基础。传统的人工收集方式虽然可行，但是在效率、成本和准确性上存在局限。而 AIGC 凭借其卓越的数据处理能力，不仅提高了数据收集的速度，还在文本生成方面展现出强大潜力。利用自然语言处理和预训练模型，AIGC 能自动生成高质量的文本，如项目背景、研究目的等，为报告编制者减轻负担，同时确保了文本的准确性和可读性。这一技术的运用，不仅提升了研究报告的编制效率，还有效节约了人力成本，为研究工作注入了新的活力。

（2）AIGC 使报告分析评估精准化。在可行性研究报告中，市场分析和风险评估至关重要。然而，传统方法在面对复杂多变的市场环境时显得捉襟见肘。AIGC 凭借其强大的机器学习算法，不仅能高效搜集详尽的市场数据，还能自动分析并生成精准的趋势图表和预测模型。不仅为咨询员提供了深入的市场洞察，使其能更准确地把握市场动态，还助力其科学制定风险应对策略。AIGC 的预测能力为决策制定提供了有力支持，极大提升了项目成功率。整体来看，AIGC 的精准化分析评估能力，为可行性研究报告的编制注入了新的活力，推动了项目决策的科学化和高效化。

（3）AIGC 改变工作方式推动行业变革。若 AIGC 完全参与可行性研究报告的编制，其角色将超越工具范畴，重塑行业生态。通过学习大量报告，AIGC 将掌握编制的核心逻辑，为自动化生成报告奠定基础。未来，AIGC 有望实现报告的自动化生成，极大提升工作效率，减少人为错误，确保报告的一致性和标准化。咨询员将能专注于 AIGC 无法替代的领域，释放更多创造力。此外，AIGC 还能根据实时数据和市场变化，动态更新报告，使研究成果更具前瞻性和实用性。这一变革将引领工程咨询行业迈向更高效、精准的新时代。

3.2 可行性研究报告丰富 AIGC 算法和应用场景

（1）可行性研究报告锻炼 AIGC 算法。在内容生成方面，可行性研究报告由市场调研和数据分析、技术可行性分析、用户行为分析和内容偏好研究、风险评估和应对策略建议等部分组成。投喂大量可行性研究报告内容能够为 AIGC 提供丰富的数据支撑和需求分析框架，这些数据不仅包括市场规模、增长趋势等宏观信息，还涉及用户画像、消费习惯等微观层面，有助于 AIGC 更准确地理解市场需求，优化算法模型，提升内容生成的精准度和个性化水平。在技术可行性方面，可行性研究报告通过评估不同技术的成熟度、稳定性以及成本效益等因素，帮助 AIGC 确定最佳的技术方案。另外，通过深入分析用户的阅读习惯、兴趣偏好以及信息获取方式等，AIGC 可以更加精准地定位目标受众，制定个性化的内容生成策略，提升内容的吸引力和传播效果。不仅如此，

可行性研究报告还能提升 AIGC 在发展过程中提升决策效率和风险管控能力,全面评估项目面临的风险因素,并提出相应的应对策略和建议,为 AIGC 的决策提供科学依据。

(2) 可行性研究报告促进应用场景拓展。通过学习充足数量的可行性研究报告, AIGC 技术能够运用其先进的算法对市场趋势进行精准预测,并有效识别潜在的应用场景。该技术不仅能够拓展全新的应用领域(如项目前期的谋划工作),为编制项目规划和政策文本提供参考依据,还可以延伸至整个工程咨询行业的文件编制流程。此外, AIGC 还拥有跨界融合与应用潜力。通过前期可行性研究深入分析不同行业的特性与需求,针对性地开发出适应各行业的定制化解决方案,不仅满足了不同行业的个性化需求,还能够提升工程咨询行业的市场竞争力,推动整个行业的创新与发展。

因此, AIGC 与可行性研究报告编制相互赋能。AIGC 能够为可行性研究报告地编制提供精确数据和详尽背景资料,使报告的分析评估更加精准,还可以改变工作方式,推动工程咨询行业的变革。同时,大量可行性研究报告能够训练 AIGC 算法,使其在内容生成和技术可行性中有更好的表现,并拓展 AIGC 应用场景。

4 目前 AIGC 于可行性研究报告编制工作中的问题

首先, AIGC 的工程咨询行业背景知识不足。目前, AIGC 还无法完全掌握工程咨询行业的专业知识和背景信息,导致报告中的分析和论述不够专业和准确,无法对生成报告进行自动审阅和质量控制,依赖人工审核校对,造成人工成本浪费。

其次, AIGC 的创新性分析不足。当前语言模型更擅长依赖于已有的数据和样本进行模仿和复制,而非真正地创新思考。相比之下,人类则擅长于从多角度、多维度进行深度思考,进而提出新颖、独特的见解。因此,在报告中对项目的创新看法,如果仅仅依赖于 AIGC 进行生成,那么会导致观点不够丰富多样,缺乏深度和广度。

最后, AIGC 的内容生成能力有限。第一, AIGC 的计算机视觉能力有限,难以对图表、公式等进行解释和分析,也无法自动生成报告所需的各类图表。第二,长篇报告生成能力有限,目前 AIGC 的文本往往较短,长篇报告的逻辑关系处理存在困难,个性化程度不高,缺乏针对特定项目和情境的个性化表达。第三, AIGC 语言表达生硬,语言模型的语言表达能力仍然有待提高,部分生成文本会出现语句不通顺等问题。

5 AIGC 在编制可行性研究报告的未来发展方向

第一,在知识增强方面,通过继续预训练、融合工程咨询行业知识图谱,强化 AIGC 对专业领域的知识掌握;联合工程咨询行业相关搜索引擎、知识库等外部知识来源,使 AIGC 连接更多专业知识;使用小样本学习技术,减少训练语料依赖。

第二,在能力提升方面,加强多模态理解能力,通过结合计算机视觉、数据结构理解等能力,提升 AIGC 对非文本信息的处理;探索引入可行性研究报告内容规划模块,加强全文逻辑和篇章关系处理,提升 AIGC

对长文本的生成;运用工程咨询语言风格迁移、对话生成等技术,实现 AIGC 的专业化语言表达。

第三,在质量控制方面, AIGC 可以引入自动审阅模块,建立质量评估机制,辅助人工审阅以及报告修改优化;加强人机交互,启发式方法、强化学习等辅助语言模型理解定制需求;通过对可行性研究报告的不同模块的处理报告数据、文本、图表、论证等,集成一个完整的可行性研究报告。

引用

- [1] Bengio,Yoshua."A Neural Probabilistic Language Model"[J]. Journal of Machine Learning Research 3.Feb(2003):1137-1155.
- [2] Goldberg,Yoav.Neural Network Methods for Natural Language Processing[C].Synthesis Lectures on Human Language Technologies, (2017).
- [3] 胡观景,袁亚忠,张思,等.价值共创研究述评:内涵、演进与形成机制[J].天津商业大学学报,2017,37(2):57-64.
- [4] Sheth,J.N.Usley,C. Implications of the Revised Definition of Marketing:From Exchange to Value Creation[J].Journal of Public Policy & Marketing,(2007), 26,302-307.
- [5] 万文海,王新新.共创价值的两种范式及消费领域共创价值研究前沿述评[J].经济管理,2013,1(1):189-191.
- [6] Grönroos,C.Conceptualising Value Co-Creation:A Journey to 1970s and Back to the Future[J]. Journal of Marketing Management, (2012),28,1520-1534.
- [7] 周灵.价值共创视角下AIGC对数字出版的型构[J].编辑之友,2024 (2):48-53.

数字化转型背景下的 电力设计企业设计管理升级创新研究

文 ◆ 中国能源建设集团陕西省电力设计院有限公司 蔡 丹 刘芮杉 张嘉旭

引言

随着数字化技术的广泛应用，电力设计企业正面临前所未有的转型机遇与挑战。这一转型不仅改变了企业的运营模式，还对设计管理流程产生了深远影响。高效的设计管理是电力设计企业提升竞争力的关键，本文分析了数字化转型的主要影响，识别了设计管理中的核心难点，并提出了针对性的创新策略。通过构建无边界团队、优化设计管理体系以及完善设计评估和反馈机制，电力设计企业可以实现设计流程的高效化和精准化。

1 数字化转型对电力设计企业的影响

数字化技术的引入彻底改变了传统的设计流程，大幅提升了设计效率。例如，基于 BIM（建筑信息模型）的设计工具在电力设计中的应用，实现了三维模型的精细化管理和多专业协同设计，极大地缩短了设计周期，提高了设计准确性。数据驱动的设计方式使企业能够在设计阶段就充分考虑到项目的全生命周期管理，通过对大数据的分析与处

理，优化资源配置和成本控制^[1]。据统计，通过数字化手段进行设计管理，企业可减少设计变更次数约 30%，缩短项目周期约 20%。此外，数字化转型促使了电力设计企业在智能化和自动化方面不断探索。

2 数字化转型背景下电力设计企业设计管理分析

引入先进的信息技术，企业在设计管理中实现了数据的实时共享和处理。具体而言，利用 BIM 技术可以实现各专业之间的数据共享和协同工作，极大地提高了设计效率和准确性^[2]。例如，某电力设计企业在应用 BIM 技术后，设计变更次数减少了 25%，项目周期缩短了 15%。此外，数字化工具如 CAD、CAM 等软件的普及，使设计人员能够更加高效地进行复杂设计，提高了设计质量和精度。大数据分析技术的应用，则使企业能够在设计初期就进行精准的需求分析和风险评估，优化设计方案，提高了资源利用率。据统计，通过大数据分析，某企业在项目成本控制方面节约了约 18% 的费用。在管理层面，数字化转型促进了 ERP 系统的应用，管理者可以实时掌握设计项目的进展和资源分配情况，及时做出决策和调整^[3]。同时，数字化平台的建设使企业能够更好地与客户和供应商进行沟通和协作，通过智能化的客户关系管理系统（CRM），企业能够更精准地把握客户需求，提高客户满意度。数字化转型也推动了设计管理流程的标准化和规范化，通过实施 ISO9001 等质量管理体系，企业在设计管理过程中实现了流程的标准化控制和质量保障，设计错误率降低了约 20%，数字化转型对设计管理的影响如表 1 所示。

3 数字化转型背景下的电力设计企业设计管理难点

尽管数字化工具和平台极大地提高了设计效率，但不同技术系统之间的兼容性和数据集成仍然是重大挑战。首先，许多企业在应用 BIM、CAD、CAM 等技术时，发现这些系统之间的数据接口和协议不一致，导致信息无法高效共享和利用，增加了设计管理的复杂性和工作量。其次，数字化转型需要大量的资金和技术投入。根据市场调研，电力设计企业在数字化转型初期，通常需要投入年收入的 5% ~ 10% 用于购买

【作者简介】蔡丹（1983—），女，陕西渭南人，硕士，副高级工程师，研究方向：电力工程。

表 1 数字化转型对设计管理的影响

指标	转型前数值	转型后数值	改善百分比
设计变更次数（次）	40	30	25%
项目周期（天）	120	102	15%
项目成本节约（费用）	-	18%	18%
设计错误率	10%	8%	20%
客户满意度	80%	95%	15%

软件、硬件设备以及员工培训，这对于中小型企业来说是一笔较大的开支。据统计，缺乏数字化培训的企业，其设计错误率比培训充分的企业高出约 15%。最后，传统的设计管理模式难以适应数字化转型带来的变化。很多企业依赖于传统的层级管理结构和决策流程，这与数字化时代要求的快速响应和灵活性相冲突，导致企业在应对市场变化和客户需求时显得滞后。

4 数字化转型背景下的电力设计企业设计管理升级与创新策略

4.1 提高数字化水平

引入先进的数字化工具和技术，企业能够实现设计流程的自动化和智能化。例如，利用 BIM 技术进行三维建模，可以在设计初期进行多方案的模拟和分析，大幅提高设计的准确性和效率。研究表明，应用 BIM 技术的电力设计项目，其设计变更次数平均减少 30%，设计周期缩短 20%。此外，云计算平台的应用使设计数据的存储和共享更加高效和安全，促进了设计团队之间的协同合作，解决信息孤岛问题，提高信息的实时性和准确性。同时，通过大数据分析，企业可以在设计阶段进行精确的需求预测和风险评估，优化设计方案和资源配置，降低项目成本和风险。据统计，利用大数据分析技术的项目，其成本控制能力提高了约 18%。

4.2 实现设计管理与信息融合

企业可以通过实施集成化的设计管理平台，将 BIM 技术、CAD 软件、ERP 系统等不同的信息系统无缝连接，实现数据的实时共享和协同工作。例如，在一个典型的电力设计项目中，通过将 BIM 与 ERP 系统集成，设计人员可以实时获取项目进展、成本控制和资源配置等信息，极大地提高了设计决策的准确性和时效性。数据融合的实施还需要建立统一的数据标准和接口规范，确保不同系统之间的数据能够无缝对接，避免信息孤岛现象，提升数据的互操作性和一致性。企业还应加强与供应商和客户的协同合作，通过建立基于云平台的协同工作环境，实现供应链管理的数字化和智能化，提高供应链的透明度和响应速度。

4.3 构建无边界团队

无边界团队是指打破传统部门和专业界限，形成跨部门、跨专业的协同工作团队，以应对复杂项目的设计需求和技术挑战。这种团队结构能够实现资源的最优配置和信息的高效流通，促进创新和灵活应变。通过引入协同设计平台，企业可以实现团队成员在不同地理位置上的实时合作。例如，某电力设计企业在引入无边界团队后，设计周期缩短了 25%，设计变更次数减少了 20%。

具体而言，无边界团队的构建需要通过以下几方面实现。第一，通过数字化协同平台，如 BIM 和 PLM(产品生命周期管理) 系统，实现设计信息的实时共享和跨部门协同，提高设计决策的及时性和准确性。第二，构建灵活的组织结构，减少层级管理，增强团队的自主性和创新能力。研究表明，拥有无边界团队结构的企业，其项目完成时间比传统团队结构企业缩短了约 30%。第三，加强团队成员的综合素质培训，提高其跨领域合作和创新能力。通过定期的跨专业培训和项目经验分享，提升团队的整体素质和协作能力。无边界团队实施效果统计如表 2 所示，经过跨专业培训的团队，其项目问题解决率提高了约 15%。第四，利用大数据和人工智能技术对团队成员的工作绩效和项目进展进行实时监控和分析，及时发现和解决设计中的问题，提高团队的工作效率和项目成功率。

4.4 优化设计管理体系

企业应遵循 ISO9001 等国际质量管理标准，建立统一的设计流程和质量控制规范，确保每个设计环节严格按照标准执行，减少设计过程中的误差和返工，实施 ISO9001 标准的企业，其设计错误率平均降低了 20%。模块化设计方法的应用能够有效提升设计效率和灵活性。通过将复杂的设计任务分解为多个标准化模块，企业可以实现模块的独立设计和快速组合，缩短设计周期，提升设计的灵活性和可重用性。例如，某电力设计企业通过模块化设计方法，将设计周期缩短 30%，设计变更次数减少 25%。

智能化设计管理体系的构建需要借助先进的数字化工具和技术，如 BIM、PLM 系统和人工智能技术。BIM 技术可以实现设计信息的三维可视化和全生命周期管理，提高设计决策的准确性和效率。PLM 系统能够对产品从概念设计到退役的整个生命周期进行管理和控制，实现设计信息的集成和共享。人工智能技术的应用可以对设计数据进行深度分析和挖掘，提供智能化的设计方案优化建议和风险评估。例如，通过人工智能技术的应用，某企业在项目风险管理方面的效率提高了 40%，项目成功率提升 15%。此外，优化设计管理体系还需要加强设计过程中的协同工作和信息共享。

4.5 完善设计评估和反馈机制

有效的设计评估和反馈机制能够帮助企业在设计阶段及时发现和解决问题，优化设计方案，提高设计成果的可靠性和可行性。

第一，企业应建立系统化的设计评估流程，利用先进的数字化工具进行全程监控和分析。通过引入 BIM 技术，企业可以在设计过程中进行三维可视化评估，实时检测设计中的错误和冲突，提前进行修正，避免后期返工和资源浪费。

第二，企业应通过大数据分析技术，对设计过程中的各项数据进行深度分析，识别潜在的设计问题和优化点。例如，某电力设计企业通过大数据分析，发现某项目设计中的关键节点存在重复设计和资源浪费的问题，通过优化设计方案和资源配置，使项目成本降低了 20%。

第三，人工智能技术的应用能够提供智能化的设计评估和优

表 2 无边界团队实施效果统计

指标	实施前	实施后	改善百分比
设计周期（天）	120	90	25%
设计变更次数（次）	50	40	20%
项目完成时间（天）	200	140	30%
项目问题解决率	85%	100%	15%

化建议，提高设计决策的科学性和准确性。例如，某企业利用人工智能技术对项目风险进行预测和评估，项目成功率提升了 15%。

第四，企业应建立高效的反馈渠道，确保设计团队能够及时获取设计评估的结果和改进建议。实施基于云平台的协同工作系统，设计团队可以实时共享评估数据和反馈信息，快速响应和调整设计方案，提升设计效率和质量。研究表明，实施云平台协同系统的企业，其设计问题解决率平均提高了 25%。

第五，企业应定期进行设计评估和反馈总结，形成系统化的设计优化经验库，通过不断积累和分享设计经验，提高团队的整体设计水平和创新能力。例如，某企业建立设计经验库，将过去项目中的成功经验和失败教训进行系统总结和分享，使新项目的设计效率提高了 20%，设计错误率降低了 15%。因此，通过完善设计评估和反馈机制，电力设计企业能够在数字化转型过程中不断提升设计质量和效率，实现高质量的设计成果和持续创新。

结语

数字化转型为电力设计企业带来了前所未有的机遇与挑战。引入先进的数字化技术，如 BIM、云计算、大数据分析和人工智能，企业能够实现设计流程的自动化、智能化和高效化。提升数字化水平、实现设计管理与信息融合、构建无边界团队和优化设计管理体系是企业应对数字化转型的关键策略。同时，完善设计评估和反馈机制，能够确保设计质量的持续提升和创新能力的增强。研究表明，这些策略不仅能够有效降低设计错误率和项目成本，还能显著提高设计效率和客户满意度。因此，电力设计企业在数字化转型过程中，应通过科学的管理策略和技术手段，不断提升自身竞争力，最终实现可持续发展。

引用

[1] 黄雅倩. 电力企业数字化转型背景下的资金管理策略研究[J]. 财经界, 2023 (29):54-56.

[2] 洪婷. 数字化转型背景下市政设计企业文书档案管理工作探析——以上海市市政总院为例 [J]. 办公室业务, 2023(11):60-62.

[3] 韩明月. 数字化转型背景下能源电力企业非财务绩效评价研究[D]. 广州: 广东财经大学, 2023.

实践探索

Practical Exploration

近年来，我国信息化事业不断发展，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”等战略方针的指引下，做出了大量的实践与探索，延伸到了社会、经济、政治、文化、军事等各个领域。移动互联网、云计算、大数据等技术的不断发展和普及，为信息化实践的推进提供了有力支持。此外，智慧城市与数字强国的建设需求也推动了信息化的探索进程，符合时代的要求与趋势。

信息化对经济发展的作用一直是较为重要的课题，在电子政务、电子商务、企业数字化转型、大数据分析应用等各个领域均取得了重大成果。同时，信息化实践探索的工作一直秉承着突破性与创新性齐头并进的态势向前发展。未来将继续以信息化实践与探索为基石，不断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的巨大潜能，以信息化驱动现代化，全面建成社会主义现代化强国。

实践探索

Practical Exploration

面向卡车无人驾驶需求的
露天矿山 5G 网络规划与优化*

文◆辽宁首钢硼铁有限责任公司 冯 威

丹东东方测控技术股份有限公司 樵永锋 张 伟 赵孝泉 王 伟 王 焜

引言

随着科技的飞速发展，5G 网络已成为当今社会的核心技术之一，其在各个行业中的应用潜力巨大。特别是在露天矿山这种复杂环境中，5G 网络的高速度、低延迟和大连接数特性为卡车无人驾驶技术的实现提供了可能。露天矿山的运营对于高效、安全和环保的要求日益提高，传统的通信手段在这种场景下难以满足需求。因此，面向卡车无人驾驶需求的露天矿山 5G 网络规划与优化显得尤为重要。

1 项目概况

A 集团东露天矿的 5G 专网运营平台为响应智能化示范煤矿建设号召，开放 5G 专网自服务平台的云服务能力，向网络用户提供云化部署模式，满足企业云管理需求，进一步推动了煤矿行业的智能化发展^[1]。该平台采用 5G 独立组网（SA）和移动边缘计算（MEC）相结合的架构，通过网络模拟设计，精确规划宏站位

置，以最少的建设成本实现矿区的全面覆盖，消除网络盲区。5G 专网运营平台具备资源管理、告警管理、性能管理和运维管理等功能，并通过开放接口和云服务能力，支持上层应用的灵活部署和扩展。为满足客户对数据安全和监管的需求，提供私有化部署选项，将专网能力和系统部署在客户侧，实现“监管控”一体运维。

2 露天矿山 5G 网络规划

2.1 网络拓扑设计

核心网设计采用冗余设计原则，设置主备核心网元，实现负载均衡和故障切换。传输网设计利用高速光纤环网构建传输网络，确保数据传输的低时延和高可靠性。露天矿山 5G 网络拓扑设计如表 1 所示。

5G 基站布局在装载区域、运输道路、排土区域等关键位置部署 5G

表 1 露天矿山 5G 网络拓扑设计

项目	设计原则 / 技术	数据参数
核心网设计	采用冗余设计原则，设置主备核心网元，实现负载均衡和故障切换。	主备核心网元数量：2 套
		故障切换时间：< 50ms
传输网设计	利用高速光纤环网构建传输网络，确保数据传输的低时延和高可靠性。	最大负载均衡能力：10Gbps
		光纤类型：单模光纤
		传输速率：100Gbps
5G 基站布局	在装载区域、运输道路、排土区域等关键位置部署 5G 基站，形成连续覆盖。	环网保护方式：MSP（多业务保护）
		基站数量：50 个
		基站间距：500m
		覆盖半径：1 ~ 2km
		频谱带宽：100MHz
		下行峰值速率：10Gbps
		上行峰值速率：1Gbps

*【基金项目】辽宁省揭榜挂帅科技攻关项目（2021JH1/10400011）

【作者简介】冯威（1988—），男，辽宁本溪人，本科，助理工程师，研究方向：采矿工程。

【通讯作者】张伟（1980—），男，黑龙江密山人，本科，正高级工程师，研究方向：工业在线监测分析及工业自动化。

基站，形成连续覆盖，确保无人驾驶卡车在矿山任何位置都能获得稳定的 5G 信号。

2.2 网络参数配置

频谱分配根据矿山具体需求和可用频谱资源，为无人驾驶业务分配专用频段，避免对其他业务的干扰。时隙配置优化时隙结构，以满足无人驾驶业务对低时延的要求。根据矿山的业务需求和可用频谱资源，为无人驾驶业务分配专用频段，确保数据传输的稳定性和避免对其他业务的干扰。频段选择应考虑矿山的地理位置、现有通信系统的频谱占用情况以及国际电信联盟（ITU）或当地频谱管理机构的规定。

信道带宽是影响 5G 网络传输速率和容量的关键因素。根据无人驾驶业务的数据传输需求和预期的网络性能，可以计算所需的信道带宽，公式如下。

$$B = \frac{R}{\log\left(1 + \frac{S}{N}\right)} \tag{1}$$

式（1）中， B 为信道带宽（Hz）， R 为目标传输速率（bps）， S 为信号功率（W）， N 为噪声功率（W），通过该公式能够估算在给定噪比（SNR）条件下，实现目标传输速率所需的信道带宽。

为满足无人驾驶业务对低时延的要求，优化了 5G 网络的时隙长度。在给定帧结构和信道带宽的条件下，时隙数量与数据传输速率存在一定的关系。一般来说，增加时隙数量可以提高数据传输的灵活性，但也会增加额外的开销和处理时间。因此，应根据具体需求和网络性能要求，进行合理的时隙数量配置^[2]。

在 5G 网络中端到端时延是一个重要的性能指标。对于无人驾驶业务，应确保网络时延低于一定的阈值以保证行驶安全。时延预算可以表示为以下公式。

$$D = D_p + D_i + D_p + D_q \tag{2}$$

表 2 露天矿山 5G 网络参数配置

参数	数值	技术说明
基站数量	50	矿山范围内部署的 5G 基站数量
频谱频段	3.5GHz	分配给无人驾驶业务的专用频段
信道带宽	100MHz	每个基站的信道带宽
时隙长度	0.5ms	优化后的时隙长度，以满足低时延要求
MIMO 配置	4×4	采用 4×4 多输入多输出（MIMO）技术
最大吞吐量	10Gbps	网络的最大数据传输速率
端到端时延	10ms	保证无人驾驶业务的低时延要求
传输功率	200W	基站的传输功率
调制方式	QAM-64	采用 64-QAM 调制方式提高传输速率
编码方式	LDPC	使用低密度奇偶校验码（LDPC）进行信道编码
网络架构	C-RAN	采用集中式无线接入网络（C-RAN）架构，实现资源共享和灵活扩展
前传 / 回传网络	光纤传输	使用高速光纤网络进行前传和回传，确保数据传输的高可靠性和低时延
核心网设计	冗余设计	设置主备核心网元，实现负载均衡和故障切换，确保网络的高可用性

式（2）中， D 为总时延， D_p 为处理时延， D_i 为传输时延， D_p 为传播时延， D_q 为排队时延。

减少数据传输的时隙间隔，降低端到端时延。MIMO 技术应用采用多输入多输出技术，提高 5G 网络的吞吐量和传输效率，确保无人驾驶卡车能够实时上传大量传感器数据。协议栈设计以及资源管理策略等手段，可以降低各项时延成分，满足无人驾驶业务的低时延要求，最终得出露天矿山 5G 网络参数配置（见表 2）。

2.3 网络覆盖优化

针对露天矿山的复杂地形和建筑物遮挡问题，采用定向天线、波束赋形等技术手段，增强特定区域的信号覆盖。运用智能干扰管理算法，动态调整基站发射功率和频率资源，降低网络内部的同频干扰，提升信号质量。基站可以根据接收到的信号质量和干扰水平，动态调整其发射功率。

$$P_{tx} = \min\left(P_{max}, \frac{SINR_{target}}{G_{total}}\right) \tag{3}$$

式（3）中， P_{tx} 为基站的发射功率， P_{max} 为基站的最大发射功率， $SINR_{target}$ 为目标信干噪比， G_{total} 为路径损耗、阴影衰落、天线增益等在内的总增益。通过合理的频率复用和分配策略，可以降低相邻卡车之间的同频干扰。优化 5G 网络的切换算法和移动性管理机制，确保无人驾驶卡车在高速移动过程中能够保持稳定的网络连接。

为了确保无人驾驶卡车在高速移动过程中能够保持稳定的网络连接，应进一步优化 5G 网络的切换算法和移动性管理机制，包括以下几个方面。

第一，在无人驾驶卡车高速行驶的过程中，由于移动速度较

快，频繁地切换基站会对网络连接的稳定性产生影响。因此，应优化切换算法，减少切换次数，提高切换成功率，确保网络连接的稳定性。

第二，在无人驾驶卡车行驶过程中，由于车辆的位置和速度不断变化，网络覆盖范围也会随之变化。因此，应优化移动性管理机制，根据车辆的位置和速度动态调整网络覆盖范围，确保网络连接的连续性和稳定性。

第三，在无人驾驶卡车行驶过程中，多个车辆会同时连接到同一个基站，导致网络负载过大。因此，应实现负载均衡和流量控制机制，根据车辆的数量和网络负载情况动态调整基站的工作状态，确保网络的稳定性和高效性。网络连接网络覆盖范围及负载情况如表 3 所示。

从表 3 中可以看出，随着车辆速度的增加，切换次数和网络负载也随之增加，而网络覆盖范围和切换成功率则相应减少。

综上所述，优化 5G 网络的切换算法和移动性管理机制是确保无人驾驶卡车在高速移动过程中保持稳定网络连接的关键。应在这些方面进行深入研究和技术创新，为无人驾驶卡车的广泛应用提供可靠的网络支持。

3 项目实践结果

3.1 试验设计

在采场西帮地表区域从南向北布设 5 座 5G 基站，确保试验区域 4km² 范围内的 5G 网络全覆盖，满足无人驾驶的网络通信要求。投入 1 台液压反铲配 6 台无人驾驶线控卡车。挖掘机斗容为 6m³，卡车载重为 35t。选择采场南帮 +536m 水平作为试验区域，

表 3 网络连接网络覆盖范围及负载情况

序号	车辆速度 (km/h)	切换次数	切换成功率	网络覆盖范围 (m)	网络负载 (Mbps)
1	60	5	90%	500	20
2	80	8	85%	450	30
3	100	12	80%	400	40
4	120	15	75%	350	50
5	140	20	70%	300	60

排土场设在 +596 m 水平，运距约 3.5km，爬升高度 60m。道路设计为隔离的双向双车道，全线覆盖电信的 5G 网络。划定无人驾驶封闭作业区域，确保提供安全可靠、固定单一的作业环境。无人驾驶装载点与卸载点往返 1 次行程约 7km，平均时速设计为 35km/h，单趟平均时间预计为 25min。通过技术优化提升，设定单车单日平均拉运趟数由 8 趟提升至 24 趟的目标。

3.2 试验结果分析

最终，成功搭建矿山无人驾驶场景，实现单编组无人驾驶车队的连续稳定运行。单车单日平均拉运趟数由 8 趟提升至 24 趟，显示出技术优化的优秀成果。同时，无人卡车平均时速由 30km/h 提升至 35km/h，符合设计预期。通过实现双班运行，极大提高了运行效率。在标准运距和提升高度作业条件下，无人驾驶试验运行效率达到了人工平均的 90% 以上。“5G+” 卡车无人驾驶试验至今已安全测试 257 天，总里程达到 17.35 万公里。在测试期间，共拉运土方 51.95 万 m³，显示出系统的高稳定性和可靠性。在监控与调度方面，成功搭建无人驾驶云端调度指挥平台，实现对无人驾驶运行数据、车辆视频、挖机视频的实时监控。无人驾驶的高精度矢量地图能够清晰呈现出矿山的整体结构和各个作业区域，使管理人员能够更加全面地了解矿山的生产状况。而矿上的 CAD 现状图则能够详细地展示出矿山的各种设施和设备的分布情况，为无人驾驶车辆的运行提供了更加精确的导航和定位服务^[3]。

结语

面向卡车无人驾驶需求的露天矿山 5G 网络规划与优化具有重要意义。通过不断完善和优化 5G 网络覆盖、提升数据传输和处理能力、加强网络安全防护等方面的工作，将推动露天矿山无人驾驶技术向更高水平发展，为矿山行业的智能化转型注入新的动力。同时，也将为其他类似复杂环境下的无人驾驶应用提供有益的参考和借鉴。^[8]

引用

[1] 高德旭.露天矿山无人驾驶网络通信技术探究[J].露天采矿技术,2023,38(2): 98-102.
[2] 盛国庆,殷亮子.浅析露天矿山无人驾驶矿卡的维护与管理[J].工程机械与维修,2022(5):21-23.
[3] 杨雄.基于5G+无人驾驶铲运机远程出矿技术及应用[J].采矿技术,2023,23(3): 155-159.

红外热成像联合运动感应控制技术在经穴锻炼系统中的应用*

文◆浙江商业职业技术学院 龚 祯

引言

我国人口老龄化已经步入快速发展期，中国老龄人口的比重正在增加，随之而来的社会问题亟待解决。面临的最突出的问题就是老年人的健康状况。老年人群容易患上各种慢性病，医疗资源不足，医疗费用高昂。我国超过 1.8 亿老年人患有慢性疾病，老龄人口的健康问题大部分呈现出得病概率较高、发病时间较早、患病伴随时间较长等问题，幸福老龄化、积极应对老龄化已经明确上升为国家战略。

中医目前是我国重要的医疗卫生资源，在当前“积极老龄化”思想的背景下，中医更须秉承精华、因势而新，为“积极老龄化”添砖加瓦。大量临床实践证明，经络按摩锻炼在人体养生保健方面，尤其是在老年人群中，表现出积极的临床效果。通过中医辨证疗法指导经络穴位刺激可以调整机体脏腑功能，促进新陈代谢，修复局部肌肉，恢复骨骼和神经功能等。但目前老年人群按摩保健锻炼往往依赖医生，医疗资源紧张。同时，由于老年人群个体体型、体质、人体反应感知差异和自我认知力的限制，在自主穴位按摩锻炼过程中无法精准取穴，无法保证按摩保健锻炼的稳定性和持续性。目前围绕按摩保健锻炼的研究也多只注重进行效果探讨，缺乏对技术手段的革新。

1 基于红外热成像联合运动感应控制技术的发展趋势

红外热成像技术可以直观反映物体的热分布并形成图像，通过观察人体表面的温度场以揣测分析机体内在状况和变化，目前已广泛用于中医辨证诊断、经络腧穴探索、体质辨识研究等领域中，为中医整体观提供了可量化、可视化数据支持。红外热成像技术还可从穴位的温度特性出发，揭示穴位的特异性，为医生或患者提供客观高效的自动穴位定位方法。很多重要的生理和病理信息在人体穴位的红外辐射中呈现，并且在临床中常见的多种疾病经穴红外辐射都存在特异性改变的现象^[1]。

动作感应控制技术以人为中心，由机器通过某些特殊方式对用户的

动作进行辨识、解析，并按照预定感测模式，对相应动作在机器端作出反馈。动作感应控制技术在医学领域中目前主要应用于医疗康复、保健、医学影像学 and 心理学，尤其在医疗保健领域发展十分迅猛^[2]。动作感应控制技术能营造沉浸式体感交互环境，将抽象的中医保健理论以简单形象的模型来展示，通过经络穴位的数字化与可视化，即刻实时反馈出锻炼治疗过程的生理数据，为老年人群的自主锻炼保健提供实现的可能。

本文将依据中医经络腧穴理论，将中医经络按摩保健锻炼法与红外热成像和动作感应控制保健手段深度融合，深入探讨其作用机理；开发动作感应控制经络按摩自主保健锻炼系统，提升老年人群免疫机能，改善老年人群健康生存质量。随着新技术模型的完成，研究将为动作感应控制经络按摩自主保健锻炼系统的应用研究奠定良好的医学基础，为老年人群养生自主保健提供一种崭新的思路，促进中医康复技术的革新。

*【基金项目】2023 年度浙江省高等学校国内访问工程师“校企合作项目”立项课题“基于红外热成像联合运动感应控制技术的经穴锻炼系统研发”（FG2023084）

【作者简介】龚祯（1987—），女，浙江慈溪人，硕士，副教授，研究方向：电子商务与人工智能。

2 中医与运动感应控制经穴锻炼模型的互助互建

在中医经络领域的基础上，将红外热成像技术与动作感应控制技术创新地结合起来，形成人体经穴锻炼新模型，进一步推动中医康复领域的创新。从中医指导经络穴位功能的背景入手，创新经穴锻炼模型的主要路径^[3]。

2.1 经穴自主锻炼创新模型的关键技术及创新点

本文结合红外热成像、动作感应控制技术进行经络按摩康复手段的优化与革新，致力于提升老年人群的生存质量，并实现新技术的临床应用，具有重要的现实意义。创新模型充分利用红外热成像与动作感应控制技术手段，综合揭示人体运动执行系统功能再造、神经功能重塑、人机交互控制与交互感知的基本科学规律。针对不同使用者的体质体征进行客观评估与选穴，采集整理使用者体质体征的红外热像图，结合灰度投影法与穴位分布的先验知识自动定位自主保健穴位。构建动作感应控制自主保健锻炼模型，分析动作感应控制交互操作的力量大小、运动参数和保健的影响，以数字化的形式将穴位的准确定位以及按压穴位时的角度和深度等测量结果进行呈现。开发动作感应控制经络按摩养生自主保健锻炼系统。利用并集成高性能的计算机软硬件以及各类医疗传感器，设计沉浸式体感交互环境，利用混合建模的方法对素材进行三维建模并组合以及性能优化，自定义事件与感应器 API 控制操作信息的输入输出，实现经络保健运动人机交互方式。

经穴自主锻炼系统证明了动

作感应控制经络按摩锻炼具有改善老年人群生存质量的作用，揭示了其通过红外热成像联合动作感应控制技术实现个性化精准理疗的途径，阐明了其软硬件主动锻炼方案的实现机制，为中医临床针对老年人群感应控制经络自主锻炼按摩疗法的应用提供新的思路和方法。通过采集研究使用者红外热像图，揭示了老年人群个体的体质体征与经络穴位配伍关系，从影像学视角进一步阐明老年人群按摩养生保健锻炼手段的必要性和可行性，属于原创性研究。从创新改革角度出发，研究建立了“经穴养生体质体征辨证分型与保健穴位数据库”，数据库不仅包含老年人群体质体征分类描述等结构化数据，还包含养生保健经络定位图等非结构化数据，精确完整的信息结构为动作感应控制经络按摩保健锻炼提供数字化支持。此外，创设了沉浸式体感交互环境，为老年人群设计了可视化运动保健感知模型，实时捕捉经穴保健过程中的肢体形变、肌电运动信号、局部体温等身体信息，实现准确的经络自主保健指导，为老年群体经穴按摩养生保健锻炼提供了新工具和新思路。

2.2 中医与经穴自主锻炼创新模型的协作配置目标

本经穴自主锻炼创新模型的研究方法内容相对较为复杂，据此，中医与经穴自主锻炼创新模型的协作配置方案实施步骤具体如下。第一，选择 108 名老年人作为研究对象，结合红外热像图分析老年人群不同个体中医体质证型与辨识，自主保健需求的经络、腧穴和特定穴运用规律。提出腧穴功效研究设计方法；阐明常用腧穴的主要功效与效应机制，制定老年人群体质辨证分型与临床保健腧穴配伍优化建议方案。第二，充分利用红外热成像与动作感应控制技术手段，综合揭示人体运动执行系统功能再造、神经功能重塑、人机交互控制与交互感知的基本科学规律。构建动作感应控制经穴自主按摩锻炼模型，分析动作感应控制交互操作的力量大小、运动参数和功效的影响。运用疼痛测量仪毛刷测量痛觉过敏以及迟钝的方法，从压力感受器的角度分析穴位感受器穴位处阈值在经穴治疗前后的变化。第三，开发动作感应控制经穴自主按摩锻炼系统。实验对照动作感应控制经穴锻炼疗法治疗与常规按摩锻炼疗法治疗模式，进行动态比较检验老年人群按摩锻炼成效，并进行结局评价和改进。据此，中医与动作感应控制经络按摩自主保健锻炼系统的协作配置技术路线图如图 1 所示。

3 运动感应控制技术协作配置经穴自主锻炼创新模型发展的有效机制

解决基于经穴主动按摩锻炼方案缺乏客观数据支撑的问题。老年人群普遍存在生理功能下降或体质虚弱的问题，容易形成老年慢性疾病。不同时期的中医体质证型是老年人群所处一定阶段的慢性病病因、病位、病性、病势等病理过程的高度概括，也是经穴主动按摩锻炼方案的选穴依据。本机制拟应用红外热成像技术分析老年人群慢性病肢体部位的代谢与血流变化，通过观察体表温度变化来预测分析机体内在生理病理，通过可视化数据论证中医理论的真实性，为中医辨证施治提供量化依据，为中医体质证型辨识提供数据支持。从而判定数字化经穴自主按摩锻炼方案的适用性、有效性以及可行性。

解决老年人群由于慢性病导致的部分肢体肌肉、神经的改变导致老

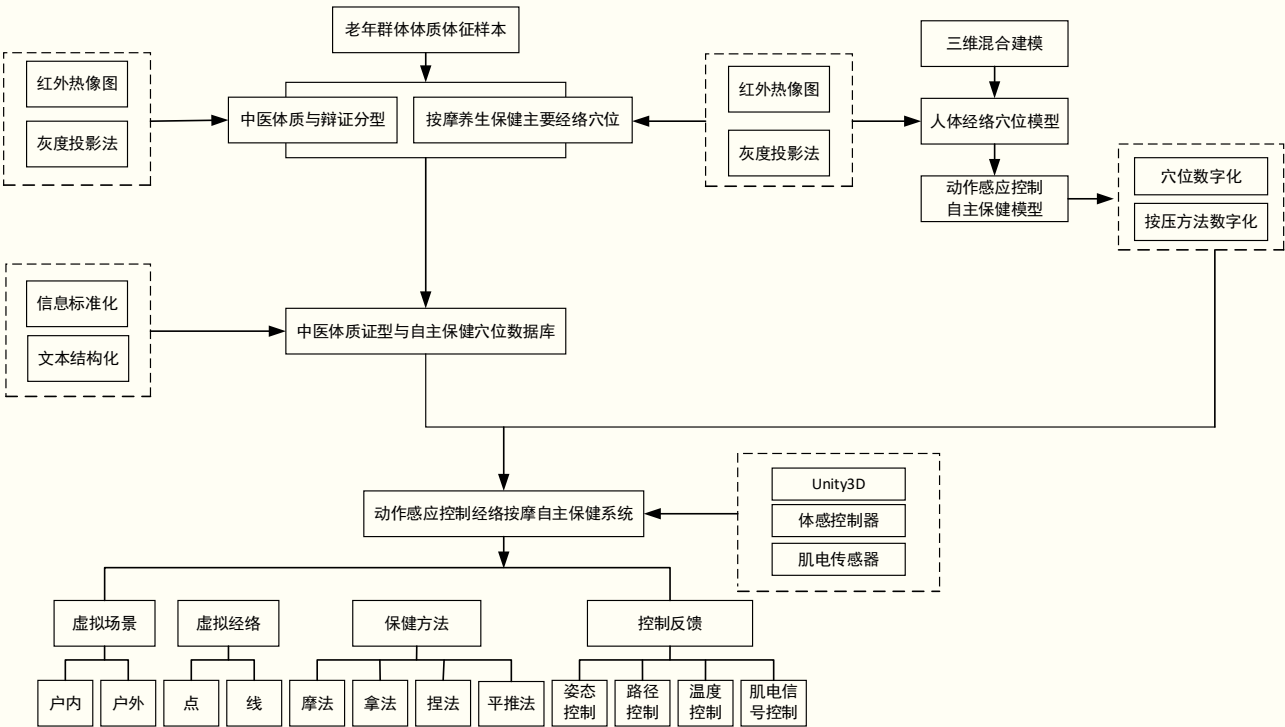


图 1 协作配置技术路线图

年人群自主按摩时选穴定位困难问题。老年人群在机体功能下降后容易引起老年慢性病，老年慢性病将会引起肢体肌肉神经受损，从而引起肢体部分炎症反应和异常的血运状况，导致患侧的表层温度分布异常。本模型拟对患者红外热图像进行预处理，包括采用改进的中值滤波算法进行图像去噪和差值图像技术进行对比度增强，并采用全局阈值法对肢体区域和穴位进行分割，然后结合温度特异性检测和边缘检测算法，通过肢体生理结构导致的温度的差异性和随着温度变化形成的图像边缘自动定位肢体主要器官穴位的水平和垂直位置坐标轴，利用穴位与主要器官位置坐标轴的相对距离自动定位穴位按摩锻炼所需的主要穴位。

解决基于动作感应控制技术的经穴自主按摩锻炼手势精准识别问题。穴位自主按摩锻炼手势识别主要提取自主按摩锻炼过程中手指的按摩位置坐标从而得到手部所有关节的坐标，确定指尖最优按摩锻炼路径。本模型系统拟采用 Google MediaPipe Holistic SDK 获取手指指尖信息，实时采集真实穴位按摩锻炼手势，获取完成手势运动序列，数据处理单位为帧，去除无效帧，保留有效帧。并将特征数据导入卷积神经网络模型（Convolutional Neural Network, CNN）与预定义的姿态动作库进行匹配，识别老年人群的经穴自主按摩锻炼姿态，通过动作感应控制经穴按摩主动锻炼系统的虚拟环境自然交互，实时指导纠正老年人群按摩锻炼动作。

结语

我国将进入深度人口老龄化阶段，为了进一步落实健康老龄化、积极应对人口老龄化，针对老年群体的中医按摩养生自主保健依从性需求日益增大。本研究致力于开发的动作感应控制经络按摩养生保健锻炼法是结合传统中医经络学、动作感应控制技术与体感控制设备的一种新型

物理按摩保健锻炼法。此系统用于老年群体日常养生保健穴位按摩锻炼，系统投入落实发展后将在合作医院或社区卫生院进行系统推广。同时，此系统可有效减少老年慢性病的发生率，提高老年群体按摩养生保健锻炼的自我管理水平，让老年群体获得更高的生存质量，促进中医康复自主锻炼技术的创新与发展。

引用

[1] 陈龙畅,马晗,王永吉,等.红外热成像技术在中医基础与临证应用的研究[J].中国中医药图书情报杂志, 2022,46(3):72-77.

[2] 张培宇,朱忆宁,周天钧,等.体感交互技术在医疗护理领域中的应用现状[J].护理研究,2021,35(5):874-877.

[3] 周晓玲,周娅妮,唐农,等.基于红外热成像技术探讨人体阴阳本体结构[J].时珍国医国药,2020,31(2): 468-471.

基于云计算的计算机网络安全评估设计

文 ◆ 恩施职业技术学院 胡建敏

引言

随着计算机网络技术的快速发展,人们逐渐提高了对信息化服务能力的关注,各部门只有完善网络安全防御系统,才能满足用户的工作、生活等方面的需求。基于此,本文结合实际思考,首先分析了云计算技术的优势,然后阐述了基于云计算的计算机网络安全评估方法,最后提出了基于云计算的计算机网络安全评估设计方案。

1 云计算技术的优势

1.1 安全性

操作者将云计算应用于计算机网络中,可以强化计算机网络的安全性能。例如,访问管理、身份验证、数据加密等,可以确保云供应商能够提高网络环境中的数据灵敏度,实现安全处理并进行存储,依靠加密的 MySQL 数据库,防止数据丢失,强化移动计算机的灵敏度,增加其中的敏感数据,防止计算机受到恶意程序攻击,保障计算机的整体安全性。

1.2 可扩展性

云计算可以满足用户在不同场景、不同时段,对资源的动态需求,其运用扩展资源的方式,

防止系统发生超预算的情况。用户仅需凭借软件设备,就可完成数据内容的快速部署,并结合自身的需要,将新业务以及已有的业务进行有效拓展。利用云计算技术,完成动态内容的拓展并增加其他服务器的应用,从而保证其所需执行的任务能够在规定时间范围内完成。同时,结合虚拟化资源的动态拓展情况,强化计算机云计算的操作能力。

1.3 虚拟化

将虚拟化技术应用于计算机内,展现出虚拟化云计算高效、方便、可扩展以及灵活的优势。用户在操作时不需要考虑硬件实体,仅通过云服务供应商所提供的账号,进入云控制台或购买配置服务,即可实现虚拟化。同时,虚拟化技术可以帮助用户在任何位置都能获取终端服务,方便用户掌握数据内容的具体运行位置,让其利用 PDA 或笔记本电脑等设备,依靠网络强化各种服务能力。用户此时在获取数据资源时,既打破了空间、时间等诸多方面的禁锢,又可以凭借云计算随意在系统中移动,调节 PC 并控制资源,使云服务商能够以用户为中心,为其提供服务。

1.4 弹性伸缩

云计算具有弹性伸缩的优势,其可以结合用户的需求,实现对资源的扩展和缩减。用户不需要提前配置物理机或订购物理机,仅需依托云计算的拓展服务,增加基础设施在此过程中的支持,保证用户的业务需求得到满足,从而灵活地调节资源配额,满足用户在不同场景中的需求。

2 基于云计算的计算机网络安全评估方法

基于云计算实现对计算机网络安全评估,应通过以下操作模式完成。

2.1 威胁建模

应以威胁建模为主,执行安全评估操作,分析系统并进行建模,了解其中隐藏的漏洞和潜在的风险,夯实网络评估工作基础。同时,从结合系统的角度出发,探索其整体架构,了解系统在不同环节及其内部组建的情况,以识别威胁,减少计算机网络内的安全风险。

2.2 扫描漏洞

应提高漏洞扫描工具的利用率,实现对系统情况的全面评估,主动了解漏洞和弱点存在的位置,以降低对计算机网络安全所带来的影响。

【作者简介】胡建敏(1980—),女,土家族,湖北利川人,本科,讲师,研究方向:计算机网络。

另外，从系统中的应用层、网络层以及操作层的角度出发，执行漏洞扫描工作，确保系统正常运行。

2.3 评估安全策略及风险

根据系统的运行状态，优先执行安全策略评估操作。借助自身经验，判断系统是否具备充足的安全保障；基于系统出发，执行访问和控制工作，以简化安全策略评估流程；运用加密、认证等方式，提高用户在系统中的安全性。同时，在实行风险评估操作时，应基于系统的基本情况，了解内部潜在的威胁和风险，及时制定应对方案，以保障系统的可用性、数据的安全性以及系统的可靠性，最终达到提高系统安全性的目的。

2.4 安全测试

安全测试是云计算系统运行期间的最后一步，运用全面安全测试的方式，有效验证系统的可靠性和安全性。运用白盒测试、黑盒测试等方式，了解系统中出现的安全隐患，做到全面验证，确保计算机网络的安全运行。

3 基于云计算的计算机网络安全评估设计方案

3.1 系统架构设计

结合用户的需求，依托服务器、浏览器以及其他的架构模式，实现对计算机网络安全评估系统的设计，使工作人员能够凭借系统，保护用户信息，保证用户在网络环境中的安全性。同时，应运用数据加密、签名认证等方式，让系统展现出高效的数据传输和存储能力，满足系统架构的设计要求。凭借云端接口，实现与系统的对接，让在线数据自行上传和下载，保证系统能够在数据池内展现出自身的独立性，让系统能够给到存储空间一定的位置，使云计算服务更加集中于节点集群当中。通过云控制服务中心，实现对不同区域内数据内容的统一管理，保证数据池的整体安全性。此外，还应注重以下两种环境的搭建，实现对计算机网络安全评估的设计。

第一，设计软件环境。通过配置程序的应用，实现对数据库、编程语言、操作系统、浏览器以及多模块内容的开发。在夯实好系统设计功能后，营造出相对良好的网络环境，调整系统架构，满足计算机网络软件环境的设计要求^[1]。

第二，设计硬件环境。运用数据库、配置应用、客户端等服务器，设置硬盘、CPU 以及内存等性能指标，为后续硬件环境的运行做好铺垫，进而满足系统架构的设计要求^[2]。

如此，用户在登入系统前期，应掌握硬件环境和软件环境的状态，优先完成账户注册工作，方可登入系统。若注册信息与实际信息一致，则可通过 HTTPS 协议。而操作人员根据用户所输入的信息，实现对其管理，使顺利进入系统的用户能够在云端读取数据信息并将重点数据进行加密，以保证文件信息的安全性，同时使整个过程能够完全保密，确保计算机网络系统的安全运维。

3.2 拓扑结构设计

基于云计算了解计算机网络安全内存在的拓扑结构情况。通过中心

节点的设置，有效提升系统中心节点的可伸缩能力，加强对不同节点的管控能力，使不同节点都能完整动态地分配工作。运用对不同节点状态的了解，执行精准管控操作，在确保节点管控工作实施效率的同时，使数据池之间相互连接，保证数据传输工作的顺利开展。同时，及时接收用户的请求，利用客户端发出相应指令，使云端与客户端完成点对点通信。

3.3 重点模块设计

3.3.1 节点管控模块设计

结合系统情况，创设节点管理模型，融入云计算服务，保证系统的整体安全性。首先，为防止恶意程序、黑客的入侵，应采用攻击测试的方式，第一时间掌握系统内存在的云服务器漏洞和安全风险。利用测试结果，及时修复系统，防止系统中安全隐患增加。其次，应运用节点资源预测、统计以及分配的方式，使不同节点能够在网络渠道内处于最佳状态，若用户此时向系统发出请求，节点可自行分配，而初始节点则应实行初始化操作，保证各个节点能够分配到对应的位置，保持良好的运行状态。最后，若客户已经接收到请求，可运用云服务控制中心，及时掌握节点管理模型的情况，有效识别空闲节点，运用回收的方式，释放系统中的空间，拓展节点信息的应用渠道，使其更加安全。

3.3.2 身份认证模块设计

在设计身份认证模块时，应合理应用网络数据，通过椭圆曲线保证存储系统的安全性。首先，列出加密序列，根据用户的网络数据访问情况，设置代理私钥，在有效防止恶意程序入侵的

同时，用户利用密码验证身份，减少外界干扰带来的影响。其次，用户在访问计算机网络时，运用身份认证的方式，快速匹配系统设置的用户信息，使用户信息真实有效，加快计算机网络的安全运行效率。

3.3.3 数据加密模块设计

数据加密模块作为系统中的第二道安全防线，在设计过程中应基于网络存储安全模型进行考虑，运用模型辅助的方式，提高网络数据内容的利用率，使数据存储与传输的安全系数有效提升。因此，只需设置加密模块与数据签名，就可以实现数据内容的快速传递，完成对数据内容的验证以及解密。

例如，数据接收方或数据传送方，首先通过椭圆数据参数，执行在网络渠道内的还原处理工作，用户根据要求进入安全通道，将所需处理的内容进行整理，还原私钥，使得到的结果能够传输到传输方的手中，完成数据信息的一次传递。其次，用户运用数据签名，使散列的数据内容被高效处理。系统在数据传输过程中形成私钥，生成对应的签名信息，在签名内容和密文内容一致后，方可让接收方获取所需信息，不仅可以实现对数据内容的加密处理，还可以帮助数据接收方尽快获得所需的内容。再次，用户通过身份验证的方式，实现对云服务器数据内容的获取。最后，用户运用私钥完成文件的解密操作，或者通过公钥验证的方法，加强对数据信息的解密并凭借云存储安全模型，得到所需的数据内容。

3.3.4 数据存储模块设计

为保证计算机网络渠道内的数据信息能够安全存储，在数据存储模块设计时应重视管理端模块、文档服务器模块以及备份服务器模块，合理设计，满足数据信息的存储要求。

（1）管理端模块设计。根据计算机的运行状态，实现对系统内容的分析以及判断，确认文档中的内容是否合格，保证文档信息安全存储。

（2）文档服务器模块。应了解本模块的使用情况，根据用户发送的请求，执行对应操作。在提高系统响应速度的同时，管理人员应依靠管理端，完成用户相关模块的创设，使操作者可以根据服务器系统中的内容，将用户的信息进行初始化处理，直至用户再次登入系统，才能生成用户的访问记录。操作人员运用删、增、查看和修改的方式，保证文档服务模块的高效运行。

（3）备份服务器模块。操作者为保证数据信息的准确应用，通过对服务器模块的备份处理，降低恶意程序或非法用户篡改信息的可能性。将需要备份的内容，上传到云端，使文档服务器与原服务器保持一致，用户文档数据与用户数据库能够同步运行，最终实现对用户信息的保护，避免系统受到攻击和入侵影响。

3.4 测试分析

为验证计算机网络的安全性，采用安全性测试的方式，执行5次试验，设置10个数据包，识别误差为0%，掌握风险数据进入系统的风险点。

例如，在5次安全测试中，将云计算融入计算机网络后，当数据包数量为10、风险数据包数量为7时，风险数据包识别数量也为7。当数据包数量为10、风险数据包数量是5时，风险数据包识别数量也为5。由此类推，可得出结论，为降低计算机网络中的安全影响，可通过云计算技术的应用，减少系统中的安全隐患，使风险数据包识别数量与风险数据包的数量保持一致，使数据流入不会对系统带来干扰。同时，若实行性能测试，工作人员可以利用椭圆曲线系统、DES系统、云计算系统的对比，确认不同用户数据数量下的系统变化情况，有利于提高数据信息的安全性。

结语

云供应商为保证计算机网络的安全性，应提升系统的运行性能和安全性，将云计算技术应用于计算机网络安全评估系统当中，保证系统的整体安全性。同时，工作人员应明确云计算技术的应用优势，选择合适的网络安全评估方法，实行系统架构设计、拓扑结构设计、重点模块设计以及测试分析，确保数据传输的安全性和稳定性。

引用

[1] 李明秀.云计算视域下计算机网络安全存储系统设计策略[J].信息系统工程, 2023(10):28-30.
[2] 崔英敏.基于云计算的计算机网络安全存储系统设计与实现[J].电脑编程技巧与维护,2023(7):170-172.

雷视融合水流速监测方法研究

文 ◆ 中安特联（无锡）科技有限公司 黄亚楠

引言

水流速作为水文监测中的重要指标特征，单一的传感器测试手段如毫米波雷达、转子流速仪、视觉图像等，容易受到天气环境、水环境、安装方式等条件干扰，测量精度难以保障。本研究利用毫米波雷达和视频图像相融合的手段（以下简称雷视融合），通过边缘计算网关抽取明渠视频流，利用时空影像测速法测量水流速，同时读取雷达测速数据，采用自适应加权融合算法将雷视数据融合计算并输出计算结果。经实验验证，利用雷视融合水流速测量算法可以有效降低单一传感器的测量干扰，提升测量的稳定性和准确性，为流速监测奠定更好的基础。

1 概述

近年来，我国极端天气事件频发，洪水、干旱、咸潮交叠并发，防御形势极其复杂。水文监测效率直接关系着危险情况预警，通过实时监测水位、水速、流量等数据，能够及时掌握河流水位变化趋势，利用数学模型和计算机技术，结合历史洪水数据，能够在早期对发生的洪涝灾害进行评估和预警，以便相关部门和居民能够及时采取应对措施。水文监测主要包括水位、流速、流量、雨量、浊度、水质等水文要素，其中，水流速作为水文监测中的重要指标特征，通过流速面积法原理，结合过水面积计算水流量，相关部门根据河道的流速流量提前做出应对措施，防范洪涝灾害事故的发生。

现有水流速测量方法主要包括转子式流速计、超声波时差法、ADCP多普勒流速剖面仪、毫米波雷达以及新兴的视觉图像测速等方法^[1-2]。不同的测量设备由于不同的安装方式、安装环境、天气环境等因素，测量精度也会有相应的误差。现有技术都是通过单一手段测量水流速，容易受到天气环境、水环境、安装方式等条件干扰，测量精度难以保障；有些重点区域也会部署有多种传感器，但是多种传感器之间并没有做融合，只是根据测量结果做人工最终的判断。现有的测速点位，在部署毫米波雷达的同时，大部分也同步部署了视频监控，但是视频监控仅仅作作为人工核查，视频并不具备测速能力。

多传感器融合技术是将多个不同或相同传感器接收的数据进行融合，以提高最终测量结果的准确性和可靠性^[3]，多传感器可以是不同类

型的传感器如激光雷达、毫米波雷达、加速度传感器、视频图像等，也可以是相同类型传感器，如一个房间内在多个位置部署相同的温湿度传感器。多传感器融合技术目前在自动驾驶、安防入侵、智能交通等领域已经有广泛应用^[4-6]，但是目前在水文测量领域应用较少。

本研究针对流速检测中单一流速监测的不足，基于毫米波雷达测速原理和视频图像测速原理，结合两种测量方差进行动态自适应加权融合，得到更加准确稳定的测量结果。对于已经部署了毫米波雷达和监控摄像头的点位，可以利用原有监控摄像头视频图像数据，部署边缘计算网关，抽取原有视频数据，计算水流速，并和毫米波雷达测量数据做动态融合，提升最终测量精确度，有效

【作者简介】黄亚楠（1991—），男，江苏无锡人，硕士研究生，工程师，研究方向：物联网终端产品技术研究。

降低测量偏差，具有重要的工程意义。

2 雷达和视频测量水流速原理

2.1 雷达测量水流速原理

毫米波雷达测速主要根据多普勒原理^[7]（见图1），当雷达发射固定频率的电磁波，如遇到活动目标，回波的频率与发射波的频率出现频率差。雷达和水流方向夹角为 α ，发射频率 f_0 ，接收频率 f_r ，频率差为 Δ_f ，真空中电磁波传播速度 $V_{\text{波}}$ 是固定常数，测量水流速为 V 。

$$\Delta_f = f_r - f_0 = 2f_0 \frac{V}{V_{\text{波}}} \cos \alpha$$

$$V = \frac{\Delta_f V_{\text{波}}}{2f_0 \cos \alpha}$$

2.2 视频测水流速原理

视频测流法通常可分为大尺度粒子图像测速法（Large-Scale Particle Image Velocimetry, LSPIV）和时空影像测速法（Space-Time Image Velocimetry, STIV）两类^[8]。STIV 算法相对于 LSPIV 算法计算效率更高，且分辨率可以达到像素水平^[9]，因此采用 STIV 算法。

AI 边缘网关抽取视频图像帧，并在视频图像平行于水流速方向画一条测速线（见图2）；提取测速线上的像素点的灰度值，对 N 个图像帧的测速线像素点进行拼接（见图3）；拼接后像素点灰度形成夹角 β （见图3）。

假设取视频流时间为 t （s），视频帧率为 fps （帧/s）， t 秒内共有帧数为 m ， t 秒内移动像素数为 n ， $m=t \cdot fps$ ， $n=m \cdot \cot \beta$ ，像素和真实距离比为 k （像素/m），水流速为 V ， $V=k \cdot fps \cdot \tan \beta$ 。

3 视视融合算法

视频测得的水流速为 V ，毫

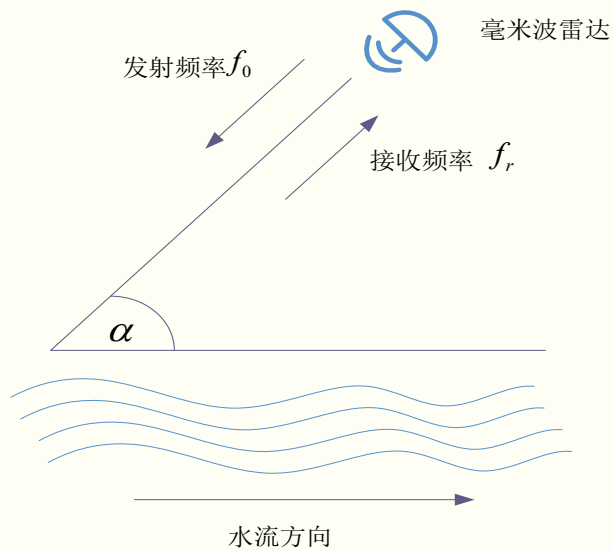


图1 雷达测速原理



图2 取测速

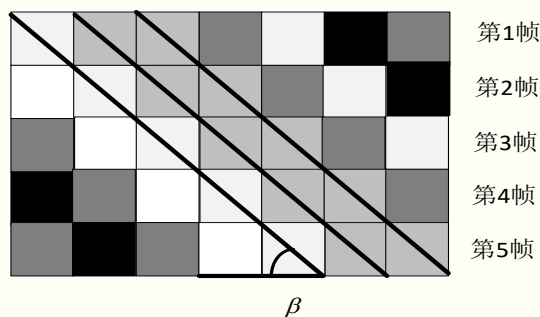


图3 测速线拼接

米波雷达测得的水流速为 C ，融合后输出水流速为 K 。边缘计算网关每隔 t 秒从毫米波雷达取一次测量数据，共取 n 个数据，有序列 C_n ；边缘计算网关每隔 t 秒抽取一次视频流，并做测速计算，共取 n 个数据，有序列 V_n 。序列 V_n 的平均值为 $\hat{V}$ ，方差为 δ^2 。

$$\hat{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

$$\delta^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_i - \hat{V})^2 \quad (2)$$

序列 C_n 的平均值为 $\hat{C}$ ，方差为 σ^2 。

$$\hat{C} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} C_i$$

(3)

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (C_i - \hat{C})^2$$

(4)

融合计算后的水流速为 K ，其中 p 为视频测水流速加权重， q 为毫米波雷达测水流速加权重。当其中某一个传感器受到干扰产生大幅度测量偏差时，波动变大，方差变大，则其加权重随之就会减小，加权重会根据测量值动态变化。具体计算公式如式（5）所示。

$$\begin{aligned} p + q &= 1 \\ p &= \frac{\sigma^2}{\delta^2 + \sigma^2} \\ q &= \frac{\delta^2}{\delta^2 + \sigma^2} \\ K &= p \cdot V + q \cdot C \end{aligned}$$

(5)

4 实验分析

4.1 系统搭建

系统整体包括摄像头、毫米波雷达和边缘计算网关3个部分（见

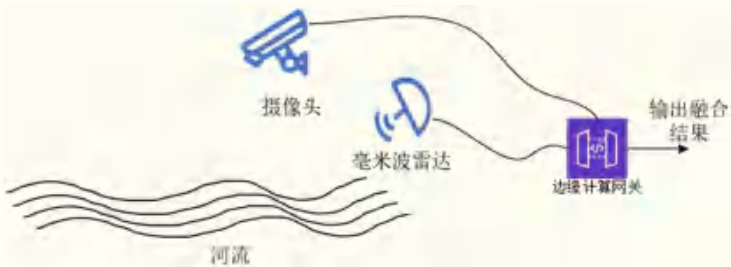


图 4 雷视融合测速系统

图 4)。(1) 边缘计算网关通过 RS485 接口读取毫米波雷达测速结果 C 。(2) 边缘计算网关通过 RJ45 接口抽取摄像头视频，根据图像算法计算出水流速 V 。(3) 边缘计算网关通过动态融合算法，将 C 和 V 数据融合，输出水流速 K 。

4.2 算法配置及数据分析

(1) 边缘计算网关每隔 m 秒向摄像头抽取一次视频数据，并进行计算水流速 V ，共取 n 次，分别为 $V_{t-n} \cdots V_{t-2}, V_{t-1}$ ，当前 t 时刻测得数据为 V_t 。

(2) 边缘计算网关每隔 m 秒向毫米波雷达读一次测量数据 C ，共读取 n 次，分别为 $C_{t-n} \cdots C_{t-2}, C_{t-1}$ ，当前 t 时刻测得数据为 C_t 。

(3) 计算序列 $V_n[V_{t-n} \cdots V_{t-2}, V_{t-1}, V_t]$ 方差，计算序列 $C_n[C_{t-n} \cdots C_{t-2}, C_{t-1}, C_t]$ 方差 σ^2 ，根据方差计算出权重 p 和 q 。

(4) 根据权重计算出当前 t 时刻的流速 $K_t = p \cdot V_t + q \cdot C_t$ 算法部署时配置 $m=300, n=10$ 。

t 时刻前数据如表 1 所示，

表 1 t 时刻前数据

时刻	$t-10$	$t-9$	$t-8$	$t-7$	$t-6$	$t-5$	$t-4$	$t-3$	$t-2$	$t-1$
V	3.123	3.212	3.215	3.234	3.101	3.229	3.165	3.377	3.21	3.243
C	3.201	3.112	3.219	3.133	3.267	3.317	3.136	3.208	3.244	3.189

表 2 t 时刻后数据

时刻	t	$t+1$	$t+2$	$t+3$	$t+4$	$t+5$	$t+6$	$t+7$	$t+8$	$t+9$
V	3.131	3.200	3.228	3.212	3.199	3.201	3.112	3.199	3.300	3.266
C	3.211	3.223	3.167	2.000	3.234	4.000	3.169	3.312	3.145	3.216
δ^2	0.005714936	0.005011484	0.005039529	0.005038634	0.004995435	0.00375056	0.004732275	0.004551944	0.002524089	0.002883346
σ^2	0.003698655	0.003732255	0.002980255	0.135962073	0.137565218	0.209612455	0.207411291	0.209315291	0.209296964	0.208966055
p	0.392905837	0.426848811	0.371612841	0.964265183	0.964959231	0.982421695	0.977693053	0.97871603	0.988083862	0.986389641
q	0.607094163	0.573151189	0.628387159	0.035734817	0.035040769	0.017578305	0.022306947	0.02128397	0.011916138	0.013610359
K	3.180	3.213	3.190	3.169	3.200	3.215	3.113	3.201	3.298	3.265

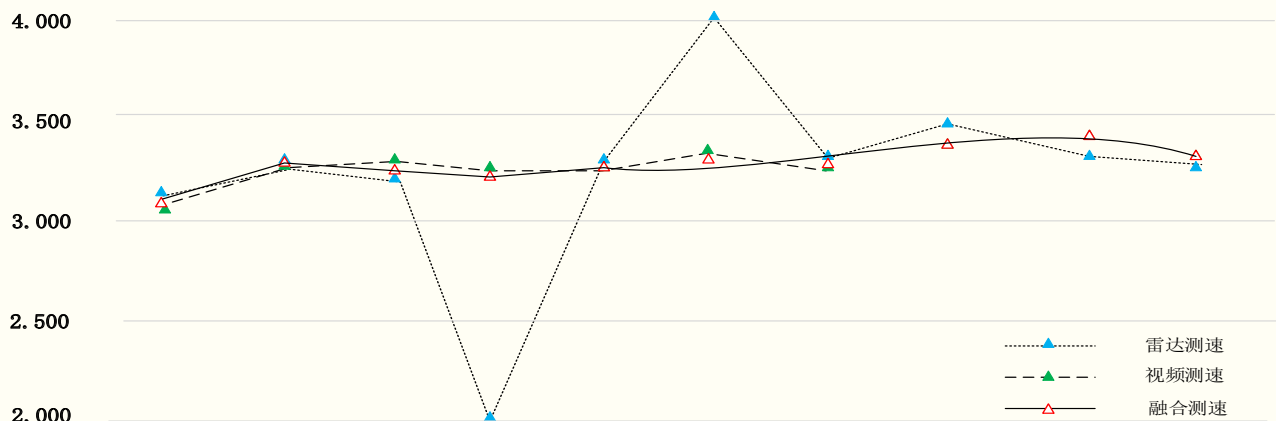


图 5 融合折线图

作为初始方差计算数据。

抽取的 t 时刻后的 10 个数据如表 2 所示，其中在“ $t+3$ ”和“ $t+5$ ”时刻人工干扰雷达测量数据，模拟环境干扰，人工加入扰动后，雷达融合权重明显降低。

融合折线图如图 5 所示，实线折线为雷视融合结果，短虚线折线为雷达测试结果，长虚线折线为视频图像测试结果，如图折线所示，当雷达数据突然受到干扰大幅变化时，融合测量结果依然保持平稳，融合数据更加接近真实水流速。

结语

本文采用自适应加权融合算法，融合视频图像测速和雷达测速，通过实验数据分析可以发现，雷视融合测量水流速可以有效降低单一传感器受到环境影响产生的测量偏差，提升实际测量的准确性和稳定性。在实际工程中，可以利用原有的摄像头和雷达测速仪，降低部署难度和成本，提升稳定性和准确性。

引用

[1] 徐立中,张振,严锡君,等.非接触式明渠水流监测技术的发展现状[J].水利信息化,2013(3):37-44+50.

[2] 吴志勇,徐梁,唐运忆,等.水文站流量在线监测方法研究进展[J].水资源保护,2020,36(4):1-7.

[3] 刘严岩.多传感器数据融合中几个关键技术的研究[D].合肥:中国科学技术大学,2006.

[4] 苏越.基于多传感器数据融合技术的一体化安防系统[D].西安:西安科技大学,2021.

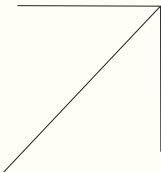
[5] 初宏伟,张颖.自动驾驶汽车状态估计的矩阵加权自适应扩展卡尔曼滤波方法[J].汽车技术,2022,(5):50-55.

[6] 陈澄,孔繁星,贾小溪,等.多传感器融合智能温度检测研究[J].吉林化工学院学报,2023,40(11):45-49.

[7] 周冬生,宗军,蒋东进,等.雷达流速仪测量精度关键技术研究[J].水文,2018,38(5):67-70.

[8] 黄剑,张振,罗晶玉,等.图像识别技术在河流不同水文情势监测中的应用[C]//中国水利学会,黄河水利委员会.中国水利学会2020学术年会论文集第五分册.江西省吉安市水文局;河海大学计算机与信息学院,2020:11.

[9] 赵浩源,陈华,刘维高,等.基于河流表面时空图像识别的测流方法[J].水资源研究,2020,9(1):11.



铁路 5G-R 互联互通测试体系分析

文 ◆ 中铁第五勘察设计院集团有限公司 李宗洋

引言

本文深入分析铁路 5G-R 互联互通测试体系，旨在阐述该测试体系的构建与实施方法。首先，介绍铁路 5G-R 技术及其在铁路通信中的应用，突出其相较于传统技术的先进性以及关键性能指标。其次，描述测试体系的架构与测试流程设计，并具体阐释测试环境搭建、测试用例与场景设计、测试执行和数据采集过程。通过这些技术性分析，提供了一套完整的测试体系实施框架，旨在提升铁路 5G-R 技术的应用效率和互操作性。

1 铁路 5G-R 互联互通测试体系概述

1.1 铁路 5G-R 技术简介

5G-R 技术即为铁路定制的 5G 通信技术，是在标准 5G 通信技术基础上针对铁路运输环境和特定需求进行的优化和定制。5G-R 技术具有高带宽、低延迟、高可靠性和高密度连接等特点，能够满足铁路通信中各类应用需求，包括列车控制系统、紧急通信、车站内部服务等。5G-R 的关键技术特性具有以下 3 个方面。第一，增强移动宽带（eMBB）。支持高速数据传输，为乘客提供高速互联网接入，同时为列车上的多个应用提供数据支持。第二，超可靠低延迟通信（URLLC）。保证信号控制的即时性和可靠性，对于安全性至关重要，尤其是在自动驾驶列车系统中。第三，大规模机器类通信（mMTC）。允许铁路系统中大量的传感器和设备进行通信，适用于监控和维护等场景。

5G-R 技术在铁路通信中的应用如下。第一，列车控制和信号系统。5G-R 为列车控制系统提供了可靠和低延迟的通信能力。第二，视频监控。铁路运输安全依赖于全面的视频监控系统。5G-R 技术支持高定义视频流的实时传输，为铁路站点、车厢和重要基础设施提供 24/7 的监

控服务。第三，紧急通信。在紧急情况下，5G-R 能够提供优先和快速的通信通道，确保了关键信息的即时传递，保障乘客和员工的安全。第四，车载 WiFi 服务。利用 5G-R 的高带宽特性，铁路运营商可以为乘客提供高速的车载 WiFi 服务，改善乘车体验。第五，资产监控和维护。通过 5G-R 网络连接的多种传感器可以对铁路资产状况进行实时监控，预测性维护替代传统的周期性检查。第六，无人驾驶列车。5G-R 技术的低延迟和高可靠性特性为无人驾驶列车的实现提供了技术基础。实时数据处理和远程控制能力使自动驾驶成为可能。

铁路 5G-R 技术的关键性能指标（KPIs）如表 1 所示。从表 1 中可以看到，铁路 5G-R 技术应用后，相较于传统铁路通信技术，各项性能指标均得到极大提升，可进一步提高铁路系统的综合运行效率。

1.2 测试体系结构和测试流程

（1）测试体系的组成。铁路 5G-R 互联互通测试体系主要包括以下 5 个方面。1）测试管理平台。负责测试案例设计、测试计划制定、测试数据收集以及结果分析和报告。2）5G-R 无线

表 1 铁路 5G-R 技术的关键性能指标

性能指标	传统铁路通信技术	铁路 5G-R 技术	优化目标
峰值数据速率	300 Mbps	1 Gbps	提升至少 3 倍
网络延迟	10 ms	1 ms	减少 10 倍以上
服务可用性	99.9%	99.999%	提高 0.099%
移动性	250 km/h	500 km/h	提高速度上限，保证连接稳定

【作者简介】李宗洋（1989—），男，河北廊坊人，本科，研究方向：铁路通信信息。

通信系统。包括基站（gNodeB）、核心网（5GC）、无线传输设备、终端设备等。3）互操作性测试设备。专门设计的硬件和软件工具，用来模拟网络中的不同节点，包括仿真器和协议分析器。4）性能和安全测试模块。用于评估 5G-R 网络在高速移动环境下的数据吞吐量、端到端延迟、连接稳定性以及加密机制的有效性。5）环境模拟器。模拟不同的铁路运行环境，如隧道、桥梁、高速移动等。

（2）测试流程的设计和实施步骤。1）需求分析。确定测试的目标和需求，包括性能指标和互操作性要求。2）测试案例设计。根据需求分析的结果，设计详尽的测试案例，包括不同的操作场景、边界条件和异常情况。3）测试环境搭建。配置测试设备，设置测试网络，确保测试环境符合实际铁路运营环境。4）测试实施。按照测试计划执行测试案例，采用自动化脚本提高效率和准确性。5）数据收集与分析。收集测试过程中产生的各项指标数据，进行统计分析，并与预设的性能基准进行对比。实施步骤如下。

（1）环境准备

1）设置 5G-R 网络，配置模拟的铁路运行环境，对应的代码如下。

```
class TestEnvironment:
    def __init__(self):
        self.gNodeB = setup_gNodeB()
        self.coreNetwork = setup_5GC()
        self.emulator = setup_emulator()
        self.testDevice = setup_test_device()
```

2）配置基站参数，对应代码如下。

```
def setup_gNodeB(self):
```

3）配置核心网络参数，对应代码如下。

```
def setup_5GC(self):
```

4）配置环境模拟器参数，对应代码如下。

```
def setup_emulator(self):
```

5）配置测试终端设备，对应代码如下。

```
def setup_test_device(self):
```

（2）测试执行。启动测试，记录从发送端到接收端的时间戳，以“执行延迟测试”为例，对应的代码如下。

```
def test_e2e_latency(env):
    send_timestamp = env.testDevice.send_data()
    recv_timestamp = env.emulator.receive_data()
    latency = recv_timestamp - send_timestamp
    return latency
```

（3）数据分析。分析延迟数据，判断是否符合预期的性能指标。假设预设的延迟性能指标是 10ms（EXPECTED_LATENCY=10），对应的代码如下。

```
def analyze_latency(latency_data):
    average_latency = sum(latency_data) / len(latency_data)
    return average_latency
```

判断是否符合性能指标的设定。其一，如果测试通过，意味着平均延迟符合预期。其二，如果测试未通过，意味着平均延迟超出预期。需要注意，上述代码提供了一个高度抽象的概念模型，实际的测试脚本和分析工具会更加复杂，应考虑同步问题、测试精度、异常处理等多项因素。实际的测试平台还会使用专业的测试框架和高级统计分析软件来实现这些功能。

2 铁路 5G-R 互联互通测试方法和实施

2.1 搭建测试环境

（1）硬件环境要求。搭建铁路 5G-R 互联互通测试环境的硬件基础是确保模拟真实铁路运营场景的前提条件。1）5G-R 基站（gNodeB）。部署多个 5G-R 兼容的基站，以支持高速移动下的无缝覆盖，同时应具备铁路专用频段的工作能力。2）核心网（5GC）设备。建立 5G 核心网设备，用以处理数据路由、用户身份验证以及服务质量（QoS）控制。3）传输网络。包括高速光纤链路和微波传输设备，确保数据高速、低延迟传输。4）终端设备。包括 5G-R 兼容的车载通信终端、调度指挥终端等，必须支持铁路运营中的特定通信协议。5）测试仪器。信号分析仪、网络分析仪和模拟测试设备等，用于捕获和分析 5G-R 信号的质量和性能。6）环境模拟器。高速移动模拟器和铁路场景模拟器，用于模拟列车在不同地理环境下的运行条件。

（2）软件环境与仿真工具的配置。软件环境的配置需要实现对硬件设备的有效控制和仿真以及确保可以进行准确的数据分析。1）操作系统和驱动程序。所有测试硬件必须安装兼容的操作系统和驱动程序，以确保硬件设备的正常运作和互联互通。2）测试管理软件。用于设定测

试参数、控制测试流程、收集测试结果和生成报告。高级的测试管理软件可以自动化这些过程，提高测试效率和准确性。3) 仿真软件。仿真软件用于模拟 5G-R 网络中的不同实体，如用户设备 (UE)、核心网元素、服务等。还能够模拟网络状态的变化，如信号衰减、干扰和不同的流量负载。4) 网络协议分析工具。这些高级工具用于捕捉和分析网络协议交换的信息，验证通信协议的实现是否符合标准以及识别潜在的互操作性问题。5) 数据分析与可视化工具。用于处理收集到的大量测试数据，进行统计分析和生成易于理解的图形和报告，以帮助技术人员评估系统性能和发现问题。

2.2 测试用例与测试场景设计

(1) 基于铁路运营场景的测试用例设计。在铁路 5G-R 互联互通测试中，用例设计应当紧密围绕实际铁路运营场景，确保测试结果的实用性和有效性。以下为针对不同铁路运营场景的测试用例设计要点。1) 起停控制。模拟列车的启动、加速、运行以及停止过程，测试 5G-R 连接是否稳定，是否能够适应列车速度变化导致的信号切换。2) 紧急通信。设计用例验证列车在紧急情况下（如紧急刹车、设备故障报警等）的通信优先级处理和信息传递的准确性。3) 定位与同步。测试 5G-R 网络在连续定位、时间同步等方面的性能，以确保列车调度与轨道资源分配的准确性。4) 数据传输与处理。验证实时传输大量监控视频、传感器数据等能力以及后端系统对数据的处理速度和准确性。5) 智能调度。模拟智能调度系统下，列车的自动化驾驶、路线优化等功能的通信需求，测试网络的响应速度和数据吞吐量。

(2) 不同通信场景下的测试案例。铁路通信场景复杂多变，测试案例应覆盖不同的通信环境，以验证 5G-R 网络的适应性和稳定性。1) 隧道通信测试。隧道内信号衰减和反射特殊，应设计测试案例以验证 5G-R 在隧道环境下的信号覆盖和数据传输质量。2) 高速运行测试。在高速行驶场景下，测试 5G-R 网络的手 Over 性能和服务中断时间，确保在高速状态下依然能保持高质量通信。3) 复杂地形测试。山区、桥梁等地形对信号有特殊影响，测试案例应涵盖这些特殊地形，以评估 5G-R 网络的适应性。4) 极端天气测试。在雨、雪、雾等极端天气条件下，测试 5G-R 通信的可靠性，以确保在恶劣天气也能保持正常运营。5) 跨区域漫游测试。设计用例测试列车从一个 5G-R 网络覆盖区域进入另一个区域时，网络的漫游能力和服务连续性。

2.3 测试执行与数据采集

(1) 自动化测试流程的实现。自动化测试流程是提高测试效率和准确性的关键，在铁路 5G-R 测试中，自动化测试执行包括以下步骤。第一，测试脚本编写。根据设计的测试用例，编写自动化测试脚本，包括预定操作、事件触发和性能指标检测。第二，测试环境准备。自动化工具配置必要的硬件和软件环境，包括网络状态、仿真器参数和终端设备设置。第三，执行测试。自动化测试工具按照脚本执行测试，模拟各种操作和场景，同时监控网络性能和事件日志。第四，异常处理。在测试运行过程中，自动化系统应能够识别异常和错误，并进行基本的故障排

除或记录详细信息以供后续分析。通过自动化测试流程，确保大量重复性测试的一致性，减少人为错误，同时提高测试周期的效率。

(2) 数据采集方法与数据处理技术。数据采集是测试过程中的重要环节，直接关系到测试结果的准确性和分析的深度。第一，数据采集方法。利用测试仪器和软件工具实时捕获网络性能参数，如吞吐量、延迟、丢包率等。同时，记录网络事件、系统日志以及用户体验数据。第二，数据同步。确保来自不同来源和仪器的数据具有时间同步性，对于后续的数据关联分析至关重要。第三，初步数据过滤。自动化工具在数据采集过程中应对数据进行初步过滤，剔除明显的无关数据，减少数据处理的负担。

结语

本文分析了铁路 5G-R 互联互通测试体系，从测试体系概述到具体的测试执行，为铁路通信行业提供了详实的技术实施指南。通过对测试环境的严格设定、针对性的用例设计以及精确的数据采集与分析，确立了一种可靠的测试方法论。此外，故障模拟与问题定位的技术探讨，进一步提高了测试体系的适应性和实用性。总体而言，该测试体系不仅提升了铁路 5G-R 技术的互操作能力，还为铁路通信系统的安全稳定运行提供了坚实保障。未来，随着技术的不断进步与应用的不断深化，铁路 5G-R 互联互通测试体系将继续发挥其至关重要的作用，推动铁路通信技术向更高层次发展。■

建构主义中先验经验在学习中的促进作用

——基于 JASP 的数据可视化研究

文◆广西大学 刘凌光

引言

当前在建构主义学习理论领域的研究多集中于理论探讨，对于实证性研究的报道相对匮乏。本研究旨在实践中收集数据，并利用 JASP 软件实现数据的可视化分析，以探讨学习者的先验经验在学习新知识中的作用。研究结果表明，学习者的先验经验显著影响学习效果，当新知识与既有经验相似时，学习效果更佳；当二者差异较大时，学习效果不尽如人意。

1 建构主义学习理论

建构主义学习理论是一种教育学习理论，它认为知识不是被动接受，而是学习者通过其认知活动主动建构。这一理论起源于 20 世纪初，受到认知心理学、哲学、社会学等多学科的影响，特别是皮亚杰和维果茨基的理论对其发展影响深远。皮亚杰的认知发展理论提出，儿童通过与环境的互动，通过同化和顺应过程来建构知识。维果茨基的社会文化理论则强调了社会互动在认知发展中的作用，提出了“近端发展区”的概念，指出学习者可以在更有经验的人的帮助下完成某些他们独立时无

法完成任务，即通过社会互动来促进认知的发展。其中，建构主义学习理论的核心观点包括学习是一个主动建构的过程，学习不是简单地吸收信息，而是主动地构建自己的知识体系。每个人的知识结构具有独特性，因为它是基于个人过去的经验和当前理解的基础上构建形成。知识的建构与学习者所处的情境和文化背景紧密相关，学习不是脱离实际情境的抽象过程，学习是一个社会过程，学习者通过与他人交流和合作来建构知识，社会互动是学习过程的重要组成部分。知识建构需要学习者的反思，学习者需要对自己的理解进行反思和调整，以促进更深层次的理解和知识的内化^[1]。

2 研究现状

建构主义学习理论认为，学习是通过自身经验和现有知识主动建构新知识的过程，强调学习者的主动参与和社会性建构。这一理论在教育实践中广泛应用，并随着数字技术的发展不断演变。刘兆熙（2022）探讨了后疫情时代下建构主义在国际中文教育中的应用^[2]。游戏化学习是建构主义实践中的热门领域，通过将游戏元素融入学习过程增加动机和参与度，郭振国（2021）详细介绍了这一模式的发展^[3]。在建构主义环境中，教师角色转变为指导者、促进者和合作伙伴，研究重点在于设计和引导学习活动以及评估学习过程和成果（如孙瑞，孟瑞森，文萱，2015）^[4]。建构主义强调个性化学习，研究者探索如何利用技术满足个别学习者的需求，如自适应学习系统和 AI 辅助学习（王春梅，王曙燕，邢锐锋，2023）^[5]。李海峰和王炜（2023）提出的人机协同深度探究性学习模型显著提升了学生的学习绩效和批判性思维能力^[6]。尽管建构主义在理论方面有大量研究，但在实践应用以及先验经验对新知识学习的积极影响方面仍需进一步探索。基于此，本实验将探究在学习者学习的实践过程中，学习者的先验经验是否会对新知识的学习产生影响以及这种影响是积极的方面还是消极的方面。

3 研究方法

3.1 被试

本研究关注 20 名男性广西大学学生，他们不仅有相同的学术背景，

【作者简介】刘凌光（1998—），男，安徽淮南人，硕士，研究方向：对外汉语教学。

还都是有经验的 MOBA 手游玩家。为了探讨不同游戏经验对新手游学习的影响，基于 JASP 的数据可视化研究，将这些学生随机分为实验组和对照组。实验组学生转向 FPS 手游，以评估他们在适应不同游戏类型时的学习曲线和技能迁移能力；对照组学生则继续与他们已有经验相同的 MOBA 手游。

在实验初始阶段，对所有参与者进行了一次游戏成绩测试，以评估他们的技术水平，确保两组在起点上的公平性，并采用了独立样本 *T* 检验。初试成绩 *t* 检验表如表 1 所示，结果显示，两组在游戏技能上的表现无显著差异，*t*(18)=-1.105，*p* 值大于 0.05，表明实验过程中观察到的学习效果差异不会由起始技能水平差异引起。通过这种方法，探索了不同游戏类型经验对新游戏技能学习的潜在影响以及技能迁移现象。

表 1 初试成绩 *t* 检验表

独立样本 <i>T</i> 检验						
独立样本 <i>T</i> 检验						
总成绩	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>	SE Cohen's <i>d</i>	
	-1.105	18	0.284	-0.494	0.461	
注 .Student's t-test						
描述统计						
分组描述统计						
	分组	<i>N</i>	均值	标准差	SE	变异系数
总成绩	实验组	10	84.700	3.713	1.174	0.044
	对照组	10	86.500	3.567	1.128	0.041

3.2 实验过程

本研究设计了一个为期 30 天的实验方案。实验组被分配至 MOBA 手游，参与者从零开始，初始成绩为 0 分，满分为 100 分。实验期间严格控制变量，不允许外部干扰。对照组进行 FPS 手游，同样从新手关卡起步，成绩从 0 分开始，满分为 100 分，实验流程中也不受其他因素干扰。

为了标准化实验条件，两组参与者每天固定在晚间八点至九点进行

练习，以模拟日常游戏习惯，并提供标准化的数据收集时间框架。在第 15 天，将进行中途测试，评估半程成绩，分析学习进度和技能提升情况。最终，在第 30 天进行全面成绩测试，统计和评估参与者的总体表现。

4 实验结果

4.1 第 15 天的游戏成绩分析 (见表 2)

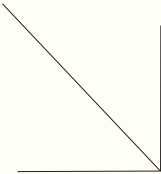
分析所得数据揭示了两组之间存在显著性差异 (*t* (18) =8.162, *p* < 0.001)，根据这种差异的显现进行初步推断，在控制其他变量不变的前提下，参与者在 New Game 学习过程中的先验经验起到了决定性的作用。此项发现强调了先验经验对于游戏学习能力的重要性，在未来的研究中应深入探讨先验经验因素如何影响学习过程和成果。

4.2 第 30 天游戏成绩分析 (见表 3)

根据所提供的数据，得到一个统计上极其显著的 *t* 值 (*t*(18)=14.429)，同时 *p* 值远小于 0.001 的阈值，这一结果强烈显示两组间在成绩上存在显著差异。同时，对比第 30 天与第 15 天的成绩差异，观察到 *t* 值有所增加，表明在统计学上，第 30 天的成绩与第 15 天相比，其差异性有所上升。较大的 *t* 值通常意味着两个样本均值之间的差异更为显著，因此，可以推断得出，在经过更长时间的间隔后，即在第 30 天时，样本成绩的变化更为显著，其差异性超过了在第 15 天时的水平。这一结果指向了成绩变化随时间的发展趋势，或者反映了先验经验这一持续的影响因素在作用。

表 2 第 15 天成绩 *t* 检验表

独立样本 <i>T</i> 检验						
独立样本 <i>T</i> 检验						
总成绩	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>P</i>	Cohen's <i>d</i>	SE Cohen's <i>d</i>	
	18	<.001	3.650	0.931	8.162	
注 .Student's t-test.						
描述统计						
分组描述统计						
	分组	<i>N</i>	均值	标准差	SE	变异系数
总成绩	实验组	10	62.600	5.358	1.694	0.086
	对照组	10	44.900	4.280	1.354	0.095



5 结论

5.1 数据结果

经过 30 天的设计与实验，综合分析结果得出结论。先前积累的经验在学习新技能过程中发挥了重要且积极的作用。这一发现不仅支持了建构主义学习理论的实效性，还展示了其实际应用价值。在实验中，共招募 20 名志愿者参与实验组，他们在接触新的电子游戏过程中，能够将之前在 MOBA 类游戏经验转化为掌握新游戏操作技巧的能力。实验组成员通过对 MOBA 游戏的深入理解和持续练习，在实验结束时整体表现显著超越了主要由无相关游戏经验个体组成的对照组。对照组成员普遍反映，在学习全新类型的 FPS 游戏时，缺乏相关经验使过程更加艰难。这些反馈信息进一步支持了提出的假设，即在学习新技能过程中，有效利用已有知识和技能对提升学习效率至关重要。此外，研究结果显示，个体在学习新知识或技能时，能否将既有经验与新情境结合是影响学习成效的关键变量。这对教育实践和技能培养领域具有重要启示。因此，在设计教学方案和培训课程时，应考虑学习者的前置知识和经验背景，以促进新知识的吸收和技能的掌握。

5.2 本实验的现实局限性

本研究探讨了先验经验在新

表 3 第 30 天成绩 *t* 检验表

独立样本 <i>T</i> 检验						
独立样本 <i>T</i> 检验						
总成绩	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>	Cohen's <i>d</i>	SE Cohen's <i>d</i>	
	14.429	18	<.001	6.453	1.511	
注 .Student's t-test.						
描述统计						
分组描述统计						
	分组	<i>N</i>	均值	标准差	SE	变异系数
总成绩	实验组	10	84.800	2.700	0.854	0.032
	对照组	10	66.900	2.846	0.900	0.043

型游戏学习环境中的作用。然而，这一领域研究不足，特别是能否普遍适用于其他学习领域或实践教学实践。此外，本实验未深入探讨新知识与已有经验一致时是否加速或抑制学习。这些问题对理解学习过程至关重要，但仍不明确。

研究样本仅限于广西大学学生，会导致结论的局限性，难以反映所有人群的学习特性，样本代表性不足，影响结果普适性，有效数据数量受限也会影响结果的可靠性和有效性。

数据收集和分析受参与者主观因素影响，如动机、情绪状态和个人背景，这些因素难以完全排除且会影响实验表现。建构主义学习理论强调学习是一个涉及认知、情感和社会互动的复杂过程，这些过程通常内隐，难以直接观察和量化。因此，本研究未能精确捕捉这些复杂的内部变化和动态过程。为了全面评估建构主义学习理论的效果，应开展更长期的纵向研究，但本实验时间跨度仅为 30 天，在时间维度上存在不足。

最后，本实验的研究技术和方法不足以全面捕捉建构主义学习理论中的所有维度，尤其是在复杂的真实世界环境中的应用。未来的研究还应开发更精细的工具和方法，以便更准确地评估和理解建构主义学习的多方面效果。^[8]

引用

[1] 孔宪遂.试论建构主义理论对教学的启示[J].清华大学教育研究,2002(S1):128-133.

[2] 刘兆熙.线上国际中文教学模式的探索与实践——基于建构主义学习理论视角[J].国际中文教育(中英文),2022,7(2):67-75.

[3] 郭振国.游戏化学习的理论发展[J].求学,2021(28):25-26.

[4] 孙瑞,孟瑞森,文莹.“翻转课堂”教学模式在对外汉语教学中的应用[J].语言教学与研究,2015(3):34-39.

[5] 王春梅,王曙燕,邢锐锋.AI时代高校计算机类专业赋能教育新模式的研究[J].当代教育实践与教学研究,2020(13):89-90.

[6] 李海峰,王伟.人机协同深度探究性教学模式——以基于ChatGPT和QQ开发的人机协同探究性学习系统为例[J].开放教育研究,2023,29(6):69-81.

基于信创云桌面的铁路信息系统可信方案研究*

文◆中国铁路北京局集团有限公司 刘硕山 臧 钊

引言

随着信息技术的飞速发展，铁路信息系统在提升运输效率、保障行车安全、提升服务质量等方面起到了至关重要的作用。对铁路信息系统而言，采用云桌面能够提高数据处理能力，保证信息的安全与连续性，降低系统运维成本。

当前已经有很多云桌面系统在铁路信息系统建设中应用的报道，如视频监控终端、智慧指挥中心、高铁列控集成测试系统等^[1-5]，这些报道说明了云桌面技术对推动铁路通信以及信息领域的现代化和智能化发展发挥重要作用。在其他领域，云桌面也有很多实际应用案例，如自然资源管理、民航气象终端、林业和草原管理、基层银行、行政服务中心等^[6-10]，验证了其在各个领域实际工作环境中的效用。

在学术领域，有非常多的学者开始研究云桌面技术在实际应用中的技术创新，以满足更多的应用需求，如安全性、流畅性等方面的优化需求。为了提高云桌面的安全性，石琦研究了云桌面网络准入控制技术^[11]，李昶研究了云桌面的资源受控保护系统^[12]，金晓刚等人研究了云桌面的安全性设计方案^[13]。为了提高云桌面的访问流畅性，浪潮通信技术有限公司提出了一种动态调整信创云桌面 GPU 的方法^[14]，高金金等人提出了一种基于云端融合和虚拟广播域的云桌面屏幕广播方法^[15]，郑弘迪提出了云桌面屏幕更新数据的端到端传输机制^[16]。这些学术成果，从不同角度为云桌面提供了优化的方案，应用前景广阔。

综上所述，云桌面技术已经在近几年内有了长足的进展，并且在很多应用领域实施和应用，其中包含铁路信息系统建设领域。但铁路信息系统建设领域非常广泛，目前缺少综合性的云桌面系统的建设方案，尤其是能满足当前国内信息系统产品的全面国产化需求的方案。

1 研究背景

当前，铁路信息系统 IT 终端数量庞大，分布点众多，终端运维管理需要花费大量人力和物力。首先，铁路站段机关和现场车间班组的网络监控、日常办公、教育培训等需要大量 PC 终端，按专业和办公用途分属不同部门维护和管理。其次，全网提升网络信息安全同样是目前最大

的工作重点。随着信息技术的不断更新和发展，铁路办公信息化、自动化的应用爆炸式增长，传统网管运维采用专用信息服务器或 PC 终端的模式，已经不能满足不断变化的网络管理需求。最后，国家对事业单位的信息系统建设提出了全面国产化需求。过去中国 IT 底层标准、架构、产品、生态大多数都由国外 IT 商业公司制定，由此存在诸多的底层技术、信息安全、数据保存方式被限制的风险，而当前中国要逐步建立基于自己的 IT 底层架构和标准，这就是信创产业的由来。基于自有 IT 底层架构和标准建立起来的 IT 产业生态便是信创产业的主要内涵，为此有很多国内 IT 企业开始推出自有知识产权产品，也就是信创产品。在这个背景下，中国铁路集团的现有非国产化信息系统需要更新，后续的信息系统建设也必须使用信创产品，因此，基于信创产品的信息系统建设方案在未来几年内都是热门需求。

2 关键技术

云桌面技术，也被称为虚拟桌面基础设施（VDI），是一种虚

*【基金项目】中国铁路北京局集团有限公司科技研究开发计划项目（2023AX01）

【作者简介】刘硕山（1974—），男，河北唐山人，硕士，高工/处长，研究方向：科信管理、运输管理。

拟化解决方案，它允许用户通过互联网远程访问桌面环境。与传统的基于 PC 的桌面环境不同，云桌面将操作系统、应用程序和数据从本地计算机移到托管在云中的服务器。用户可以通过任何支持远程桌面协议的设备（如个人电脑、笔记本电脑、平板电脑或智能手机）访问云桌面。基本技术原理是将服务器端显存所存储的数据，经过某种高效压缩算法，传输到客户端，由客户端解压，并能够在屏幕上恢复重现，而客户端键盘鼠标重定向到服务端作为键鼠输入。云桌面技术的主要特点主要有 5 个方面。

（1）集中管理。企业可以集中管理用户的桌面环境，方便进行更新、补丁和安全措施的部署。（2）安全性。由于数据存储在中心服务器而不是本地设备上，因此减少了数据丢失或被盗的风险。（3）灵活性和可访问性。用户可以在任何设备上通过互联网连接访问自己的桌面环境，支持灵活的工作安排和远程工作。（4）成本效益。通过减少硬件成本、维护成本和能源消耗，云桌面能够降低企业的总拥有成本。（5）快速部署和可扩展性。快速为新员工设置桌面环境，并根据实际需求进行扩展或缩减资源。

3 建设需求

基于云桌面技术的铁路信息系统建设需求可从以下维度进行考虑。

（1）数据中心和网络基础设施。对数据中心的安全性、稳定性和扩展性有较高的要求，应满足多站点、多地域的覆盖。应具备高性能的网络连接，保证数据传输的低延迟和高带宽，尤其在

铁路运行关键应用中。（2）系统集成和标准化。应集成铁路行业各种应用系统，如票务系统、调度系统和监控系统等，确保这些系统能够在云桌面环境中顺畅运行，因此应设计一定的标准化流程，保证在铁路信息系统全局范围内顺利推广。（3）安全性和合规性。铁路系统的数据敏感性决定了应为云桌面部署强化安全措施，应满足国家关于铁路信息安全的所有法规要求以及行业标准，如系统备份、灾难恢复和应急响应计划的制定和实施。（4）性能和可用性。应保证云桌面服务的高可用性和容错能力，确保铁路运营过程中的信息系统随时可用。对于关键的应用性能有严格要求，能够实现资源的弹性分配以保证响应速度。（5）增效减耗。云桌面构建了一套高度可用的桌面架构，借助自动备份和集中式运维管理，提高集团公司对终端硬件的管理效率，使传统 PC 端发生故障到故障优化的时间由几小时缩短至几分钟，提升用户办公效率。同时，用户的数据和应用均存储在数据中心，即使发生设备丢失或故障问题，用户仍可以通过其他设备登录个人账户，并迅速恢复中断的工作。得益于云桌面的模块化部署、派生和更新技术，运维人员可轻松、快速地创建多个桌面，并在数分钟之内将应用程序和配置文件推送至上千个虚拟桌面，减轻了运维人员日常维护的工作量。（6）全域办公。打造“全域通”无缝切换办公的创新理念。针对铁路系统经常异地办公的情况，通过“云桌面 + 云电脑”的方式，实现“工作在云上，随身不伴身”，可在任意地点登录个人账户，使用和查看个人资料，随意调出自己未完成的任务。基于此，为后续研究通过移动端实现云办公打下良好基础。

4 技术方案

4.1 系统组成

本方案中提出的云桌面系统组成图如图 1 所示。

各层功能分别如下。（1）终端层。支持各类终端，包括台式机、笔记本、瘦客户机、手机、PAD、软终端、云终端等，终端操作系统包括但不限于 Windows、统信 / 麒麟等信创操作系统、Android、IOS 系统、MAC 等。（2）接入层。云桌面接入层，使用现有 VPN 网关或云接入网关，实现用户安全接入以及云桌面资源提供服务器的负载均衡。（3）桌面管理层。桌面会话管理软件层，负责整个云桌面系统的调度，如新云桌面注册以及将云桌面请求指向可用的系统。用户通过与控制进行交互进行身份认证，最终获得授权使用的桌面。（4）虚拟化管理层。桌面虚拟化资源调度软件层实现 IT 基础资源云化，负责计算资源池、存储资源池、网络资源池的统一管理、按需分配部署、资源动态调度，支持资源池整合以及资源的分配调度。（5）系统层。操作系统虚拟化平台，提供操作系统、KVM 虚拟化能力。（6）硬件层。硬件架构包括存储资源、计算资源和网络资源。网络连接应支持移动接入，出于对安全性的考虑，应对移动接入网络进行专门设计。本方案给出的移动接入部署图如图 2 所示。

总体划分为 4 个区域，即物联网接入区、外部服务网区、隔离防护区和内部服务网区。通过物联网专网技术保证移动终端接入业务平台的安全性，通过外部服务网进行准入控制和协议阻断，通过隔离防护区进

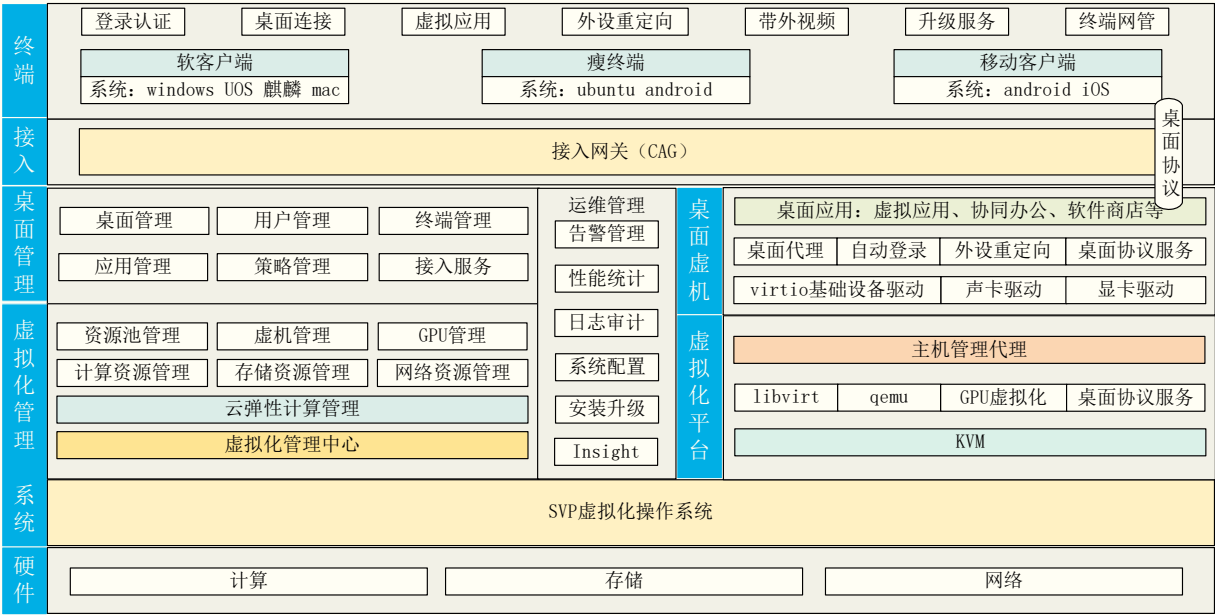


图 1 系统组成图

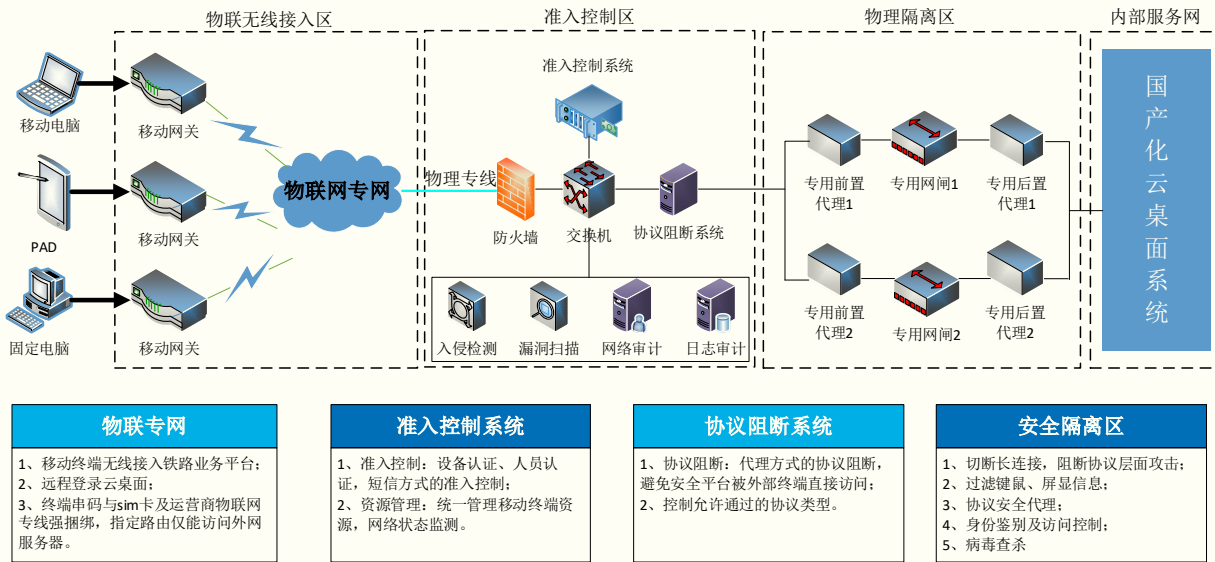


图 2 移动接入部署图

行协议阻断、原始数据摆渡、流量控制、病毒防护、访问控制等，通过内部服务网区的虚拟化云桌面平台进行资源共享，共同构建出一套完善的移动接入安全解决方案。

（7）运维管理功能。对桌面管理层和虚拟化管理层实现有效管控，提供云终端的运维管理子系统，包括云终端系统刷机、软件更新、设备控制终端监控和安全管控等功能。提供云桌面的运维管理子系统，包括资源池管理、云桌面管理、软件商店管理、告警管理、性能统计管理、日志管理、系统配置、安装升级等功能。提供智能感知运维系统，智能感知用户体验和系统运行状态，实现高效运维、资源可视化、系统运行情况智能预测、运营决策支持、硬件故障自动检测自动告警、用户感知智能预测、故障定位、平台健康度趋势和分析、为经营决策提供数据支撑、用户感知、智能运维、用户质差分析和干预。

4.2 技术实现

（1）国产化技术。充分利用党政领域的国产化经验，按照“自主可控、自主安全、适配通用”的研究理念，基于主流国产化产品和技术，对集团现有应用系统在国产化云桌面环境进行适配应用，包括信创操作系统、数据库、中间件、国产化服务器、瘦终端等，打造全栈式国产化软硬件云桌面平台。（2）云桌面传输协议。云桌面客户端跟终端建立

通信链路，虚拟桌面的数据流和控制消息都通过主机中转。云桌面传输协议应融合各种传输协议关键技术栈，确保优异的网络自适应能力以及极低网络带宽需求，实现云桌面文本和图像的流畅传输。

(3) 虚拟化技术。云桌面的实现建立在虚拟化技术上，包括计算资源虚拟化、存储资源虚拟化、网络资源虚拟化。

(4) 重定向技术。重定向技术是云桌面能够支持外部设备接入的关键技术，应支持 USB 存储设备、USB key、扫描仪设备、身份证扫描仪等外设进行重定向；支持串并口设备（如打印机）的重定向；支持语音设备、摄像头等音视频设备的重定向；支持双摄像头高拍仪、TWAIN 协议高拍仪重定向。

(5) GPU 技术。在需要使用显卡的场景如视频监控、2D 设计、3D 设计等场景需要用到 GPU 技术，其中包括 GPU 虚拟化、GPU 透传和 GPU 共享。

(6) 安全隔离与信息交换技术。安全性是铁路信息系统建设的重中之重，本方案在外部服务网和内部服务网之间部署了安全隔离交换平台，该区域内部署安全隔离交换链路，在移动终端和内网虚拟云主机之间，形成逻辑强隔离防护机制。隔离链路为“2+1”结构，“2”表示连接铁路外服网的前置代理服务器、连接铁路内服网的后置代理服务器（以下简称“前/后置”），“1”表示前/后置之间负责隔离交换的双向网闸。采用双向网闸传输，利用双向网闸解决两网之间的信息交换，切断协议连接，剥离协议封装，还原应用层数据，实现边界的安全隔离和数据的交换，确保比防火墙更加安全的边界逻辑强隔

离。采用前后置代理模式，前后置代理系统分摊双向网闸处理性能瓶颈压力，确保单向链路的可靠性和可用性，实现文件采集推送、数据库采集推送、应用协议对接、身份认证、安全过滤和检查、监控与审计等功能。本方案推荐的安全架构设计如图 3 所示。

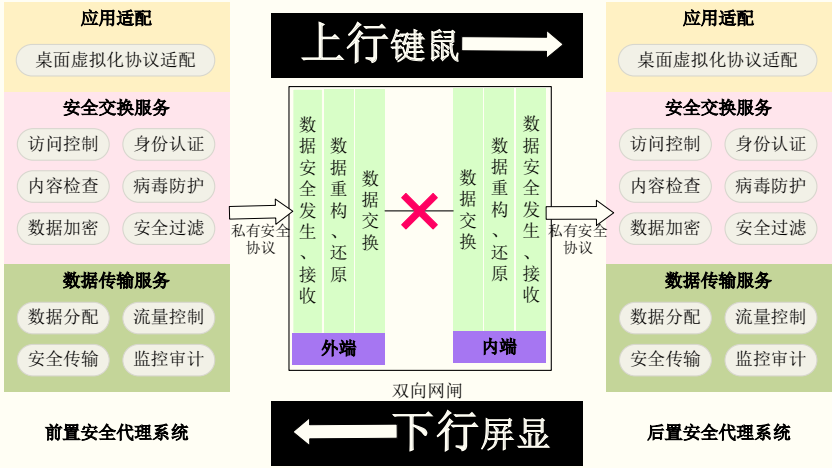


图 3 安全架构设计

4.3 技术关键

(1) 服务器、瘦终端等使用全国产化硬件，采用虚拟化技术。

(2) 云桌面传输协议。主要集中在 VMWare 的 PCoIP 协议、Citrix 的 ICA/HDX 协议、Microsoft 的 RDP 协议和 RedHat 的 SPICE 协议，不具备自主可控的特点。本次使用自主可控的 RAP 远程桌面接入协议，在低码高清和低时延上特色明显，性能指标在业界居前，在带宽要求上平均 250Kbps，最低在 120Kbps 可正常办公。

(3) 操作系统支持文件系统加密，默认支持指纹、指静脉、虹膜等多种生物特征识别。

(4) 通过网络远程访问计算机桌面和应用程序，实现远程办公。

(5) 标准防护。依据《GB/T22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求》中“一个中心三重防护”的原则建设。

(6) 合规防护。内网业务系统与外部对接系统之间形成物理级安全隔离。

(7) 高安全系统架构。通信网络传输通道采用物联网专网技术“Mpls 隧道 + 物理专线”，网络边界采用“双主机 + 隔离硬件”的硬件架构，使用安全隔离网闸构建一个在网络边界处抵御已知和未知攻击行为的高安全屏障。

(8) 准入控制。采用资源盘点、设备认证、身份认证的多重准入控制机制，从网络安全防范的源头入手采取控制措施，提高信息网络的可用性和安全性。

(9) 极强的网络适应性。安全隔离网闸支持透明代理、代理以及路由 3 种模式，适应用户各种网络环境，支持与主、备交换机负载冗余互联。

5 系统测试

5.1 产品选型推荐

本方案介绍的铁路信息系统建设方案需要一个实际的产品选型方可具体实施，本节介绍中国铁路某局集团有限公司中实施的系统选型，作为可用的信创产品的推荐。

(1) 硬件性能。服务器规格为国产 CPU（16Core,2.5GHz,135W）*2，192G 内存，2.4T*10 硬盘；瘦客户端采用 CPU* ARM 四核 2.0GHz，内

存 2GB DDR4, 存储 8GB eMMC, 网卡 10/100M/1000M 自适应网卡。(2) 软件选型。操作系统为国产操作系统, 云桌面系统为国产云桌面系统, 集群软件为国产集群软件, 云服务器操作系统为国产操作系统。

5.2 测试内容

信息系统上线前应进行全面测试, 对于铁路信息系统, 应进行的云桌面功能测试包括且不限于以下方面。

(1) 性能测试。吞吐量、并发用户数(压力测试)、响应时间、错误率。(2) 兼容性测试。云桌面环境下的字库缺失、显示适配、浏览器兼容性、打印机等外设兼容。(3) 适配性测试。各应用系统在云桌面上的适配以及解决方案。(4) 安全测试。登录与权限、超时限制、加密与解密限制、外设控制、病毒防护。(5) 互联网接入测试。通过中铁信安网闸接入互联网, 测试云终端网络功能、性能、安全能力。

结语

通过深入分析和广泛测试, 本研究成功提出并验证了一种基于信创产品的云桌面铁路信息系统建设方案。该方案不仅响应了国家对于信息系统全面国产化的号召, 还展现了云桌面技术在铁路信息系统建设中的可行性与高效性。通过对信创云桌面技术架构以及关键技术的实施, 本文验证了一个能够满足铁路信息系统多样化需求的安全、高效的解决方案。该方案实现了虚拟桌面环境的集中管理, 增强了数据安全, 提高了灵活性与可访问性, 同时具有成本效益, 且易于部署和扩展。

在实现与测试阶段, 选用全国产化的硬件与软件产品, 构建了兼容强、性能稳定的信息系统平台。经过一系列严格的测试, 包括功能测试、性能测试、兼容性测试、适配性测试、安全测试以及压力测试, 证明了该方案在实际铁路信息系统中的有效性和可靠性, 初步验证在一台满配置国产化服务器(CPU(16Core,2.5GHz,135W)*2、192G内存、2.4T*10硬盘)、单用户配置为4G内存、500G硬盘的情形下, 满足40个用户的正常并发使用。特别是在性能与安全方面的优异表现, 确保了铁路信息系统的稳定运行和安全性。

在未来信息系统设计与实施过程中, 本研究提出的方案可作为铁路信息系统基于云桌面技术发展的重要参考。推广和优化信创云桌面铁路信息系统建设方案, 不仅将有助于提升铁路系统的信息化水平, 还将推进中国铁路在智能化、自动化方面的发展, 同时促进国内信息产业的自主创新和发展。通过持续改进和更新, 该云桌面系统有望在未来支持更多高性能、高安全性的铁路信息服务, 为铁路乘客和运营商提供更为优质的体验和服务。^[8]

引用

- [1] 郑移权.桌面云技术在铁路行业中的应用[J].铁道通信信号,2020,56(12):77-80.
- [2] 毛若羽.徐州东站房综合视频监控终端整合方案研讨[J].铁道通信信号,2021,57(11):51-53+56.
- [3] 黎巍,曾朝峰.探索铁路轮渡一体化智慧指挥中心建设新模式[J].海峡科技与产业,2022,35(2):73-76.

[4] 张军政,张浩,郝建,等.基于云平台的高铁列控集成测试系统设计及应用[J].铁道标准设计,2021,65(12):136-140+145.

[5] 董明.分析云桌面技术的智能化应用[J].百科论坛电子杂志,2021(18):740.

[6] 周杰,毕雯珍,杜鸣良,等.信创桌面云在自然资源管理中的应用[J].浙江国土资源,2023(10):35-36.

[7] 张宏伟,吕春光,刘竹涛.民航气象终端业务的一体化管理模式研究[J].计算机技术与发展,2023,33(10):209-215.

[8] 李鑫,滕飞.内蒙古自治区林业和草原局桌面虚拟化系统建设意义[J].内蒙古林业调查设计,2023,46(1):85-86+98.

[9] 林炜,周俐娜.基层央行信息化项目绩效评价的探讨——以基层行云桌面信息化项目为例[J].金融科技时代,2020(3):35-40+46.

[10] 张成娟.“桌面云”在海东市行政服务中心信息化建设中的应用[D].兰州:兰州大学,2019.

[11] 石琦.桌面云网络准入控制技术研究[J].信息技术与信息化,2023(6):166-169.

[12] 李昶.基于桌面云的资源受控保护系统设计与实现[D].北京:北京交通大学,2018.

[13] 金晓刚,刘鸿博.桌面云及安全性设计[J].信息安全与通信保密,2013(9):73-75+78.

[14] 浪潮通信技术有限公司.一种动态调整信创云桌面GPU的实现方法:CN202310310960.7[P].2023-07-07.

[15] 高金金,路芳瑞.基于云端融合和虚拟广播域的云桌面屏幕广播方法[J].软件,2022,43(6):55-58.

[16] 郑弘迪.桌面即服务中屏幕更新数据的端到端传输机制研究[D].成都:四川大学,2021.

远程控制技术条件下 劫机方式的可能变化及防范建议

文 ◆ 南京航空航天大学金城学院 航空运输与工程学院 刘羿良

引言

现代飞机，无论是大型客机、货机、军用飞机，还是结构简单、宛如风筝大小的无人机，均大量使用了计算机控制技术，使飞行变得更加安全、精准和舒适。然而，随着网络和远程控制技术的发展和普及，催生了电脑“黑客（Hacker）”，他们精通计算机编程和各类操作系统，能够破译飞行控制系统密码，远程操控飞机。在不稳定因素不断加剧的国际形势下，利用远程控制技术实施的高科技劫机风险日益增加（为便于研究，本文将以往的劫机事件称为普通劫机，将使用网络技术远程控制他人航空器的行为称为高科技劫机）。

高科技劫机除了具有普通劫机的方式多样性、过程隐蔽性和危害严重性三大特征外，还具有非接触式、武器化和不可逆转性等新的特征。高科技劫机的方式相比于普通劫机更多样，处置更困难。劫机对象也不仅局限于民航客机，还包括无人机等其他飞行器。从全方位保障航空安全的角度看，相关部门和工作人员应高度重视高科技劫机，加强防

范、多方联动、标本兼治、防患于未然。

1 普通劫机

1.1 劫机的定义

各国对劫机的定义虽有所不同，但主要依据是国际民航组织与成员国之间缔结的《东京公约》《海牙公约》和《蒙特利尔公约》，基本认同劫机（Aircraft hijacking）是以暴力或其他足以影响飞行安全的手段妨碍正常飞行或迫使飞机改变航向，严重威胁飞行安全的犯罪行为^[1]。

1.2 劫机的特征

分析大量的劫机事件后，发现普通劫机具有以下三大特征。

第一，方式多样性。早期劫机多为个人携带刀具、枪弹登机后伺机要挟空勤人员，随后出现了团伙作案的情况。“911事件”便是有组织的团伙劫持多架飞机的恐怖活动。劫机目的也各不相同，冷战时期劫机事件政治色彩浓厚，70年代初期则多为经济目的，80年代后恐怖活动逐渐露出苗头。

第二，过程隐秘性。劫机者通常有充足的准备时间。例如，“911事件”的劫机者提前半年抵达美国，租住在比较偏远的城郊公寓，以普通人的身份生活，改了英文名字，开立了银行账户，申领汽车驾照，并在驾驶中遵守交通规则。一旦时机成熟，劫机者会迅速行动，令人措手不及。在“911事件”中，当地时间7点59分，美国航空公司第11次航班起飞。12分钟后，两名劫机者突然起身释放刺激性喷雾气体，用小刀劫持空乘，控制驾驶舱。26分钟后，劫机者与乘客语音对话，错按了塔台按钮，才引起波士顿航管中心的注意。46分钟后，飞机撞向了世贸大厦一号楼。

第三，危害严重性。航空安全网（Aviation Safety Network）记录了1919年以来全球民航系统飞行事故信息。截至2022年4月8日，已有1.1万余条原因明确的飞行事故信息，可归为十二大类113个具体原因。其中，劫机原因导致的事故最多（见表1）^[2]，往往造成重大人员伤亡。例如，“911事件”直接造成了2996人死亡。劫机事件处置极为困难，一是担心伤及乘客性命，二是飞机空间狭小、燃料有限，处置危机的空间和时间不足。

【作者简介】刘羿良（1990—），男，湖南凤凰人，硕士研究生，讲师，从事飞行技术和民航管理等研究工作。

表 1 民航事故分类及“安全状态”类事故的具体原因

事故类型	数量（件）	占比（%）	具体原因	数量（件）	占比（%）
安全状态	2874	25.5	劫机	1089	37.9
			射击	744	25.9
			地对空射击	429	14.9
			地面上被毁坏	304	10.6
			空对空射击	193	6.7
			炸弹破坏	91	3.2
			乘客自杀	24	0.8
飞机机身	2396	21.2			
相互碰撞	2024	17.9			
着陆起飞	1129	10.0			
天气原因	684	6.1			
飞行员失误	642	5.7			
未知原因	447	4.0			
火灾引发	328	2.9			
货物引发	259	2.3			
外部因素	198	1.8			
空管导航	163	1.4			
维修原因	133	1.2			
合计	11277	100.0		2874	100.0

数据来源：根据陈华罗等人相关文章数据整理

2 高科技劫机

2.1 劫机可能死灰复燃

1931 年 2 月 21 日，秘鲁反政府组织成员劫持一架三发飞机，制造了世界上第一起劫机事件。20 世纪 40 ~ 50 年代主要是东欧人劫机逃往西方。60 年代末出现劫机高潮，1969 ~ 1971 年间发生了 240 起劫机事件。80 年代后，由于种族冲突、大国干涉等原因，导致政治色彩的劫机事件增多，再次出现高峰。1980 ~ 1985 年间发生了 182 起劫机事件^[3]。2001 年 9 月 11 日，发生了震惊世界的“911 事件”。

“911 事件”是劫机的转折点。该事件发生后，国际社会形成了联合反恐的高压态势，迅速建立健全了相关法规制度，完善了安检安保和技术防范措施，从而有效遏制了劫机事件的高发态势^[4]。多年来，全球范围内再未发生过劫机事件。然而，常规的安全措施对于依赖网络技术进行远程控制的高科技劫机的防范作用相对有限，高科技劫机成为新的航空安全威胁。

2.2 高科技劫机的特征

高科技劫机除了具有普通劫机的三大特征外，还具有以下 3 个新特征。

第一，非接触式。普通劫机的劫机者需要进入飞机才能控制飞机；高科技劫机则主要利用网络技术对飞机进行非接触式的远程控制（见表 2）。

第二，武器化。普通劫机的劫机者身处飞机上，一般不会引爆飞机；高科技劫机则通过远程控制飞机，可以毫无忌惮地以飞机为武器攻击特定目标。劫持无人机攻击对方目标相对简便，但无人机飞行距离短、速度慢，因此不排除劫持民航等大型飞机作为攻击武器的可能性，特别是考虑到商业客机存在一定的安全漏洞^[5]。

第三，不可逆转性。普通劫机表达的是个人或小团体的利益诉求，有谈判或心理疏导的机会和时间；而高科技劫机一旦发生，由于找不到谈判对象，没有斡旋时间，几乎没有逆转的可能性。

3 高科技劫机的可能性

3.1 国际不稳定因素的触发机制

当前国际形势极其复杂，不稳定和不确定因素不断加剧。北约东扩和俄乌冲突加剧了北约与俄罗斯之间的对抗，巴以冲突导致国际社会进一步撕裂。这是二战以来最严峻的国际形势，国际冲突的复杂性已经难以用传统的

表 2 高科技劫机与普通劫机的区别

普通劫机		高科技劫机	
劫机方式	劫机者携带管制器械或化学危险品等违禁品，规避安检登机；暴力胁迫空勤人员就范，或使用有毒气体造成空勤人员丧失意识、行为失常	劫机者利用网络技术对飞机进行远程控制，飞行员难以察觉或无法干预纠正	劫机者远程篡改地面指挥系统的飞行指令或发布错误指令，导致飞行员错误地操纵飞行
劫机者远程修改飞机的飞行参数，造成飞行员错误判断和错误操作			
劫持对象	民航客机		无人机、民航客机或其他飞行器

战争与和平二分法描述，政治战、经济战、军事战、信息战、外交战等多种形式的“混合战争”随处可见^[6]。远程控制对方飞行器以达到某些目的的可能性显著增加。

3.2 远程操纵的技术条件完备

在现代社会中，互联网化和开放化给人们带来了便捷的同时，也增加了信息安全风险，诸多领域面临着网络渗透和攻击的挑战。2018 年，全球发生的网络攻击事件超过 200 万起^[7]。曾任以色列国家信息安全局局长、国家网络安全委员会主任的埃雷兹·科雷尔披露，由于飞行软件错误导致波音 737MAX 接连坠毁后，有人提出了“黑”进民航客机电脑系统，远程控制客机，以避免类似事故的发生^[8]。

3.3 航空系统和飞行器存在漏洞

航空系统缺乏独立的网络平台和飞行操纵系统。大多数国家民航信息传输依赖于网络运营商提供的平台，难以杜绝“黑客”的攻击^[9]。同时，航空公司的商务信息系统通常使用大型主机应

用系统 USAS^[10]。民航对乘客开放空中互联网接入功能后，黑客完全可以通过乘客的电脑系统侵入客机操作系统。

无人机小巧轻便，自身防范措施相对简单。通过研究无人机的信号，分析其调频规律和无线协议格式，攻击者可以伪造地面控制器劫持正在空中飞行的无人机。例如，2022 年，在欧洲黑客大会上展示了针对无人机的劫持攻击技术^[11]。

4 高科技劫机的防范建议

4.1 正确认识，科学防范

到目前为止，虽然尚未发生过民航界认定的高科技劫机事件，但是人们对高科技劫机的认识不足，甚至缺乏基本意识，因此需要做到以下几点。

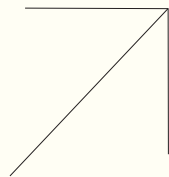
第一，强化意识，提高警惕。在当今社会的工作和生活中，网络不可或缺，网络攻击和远程操控屡见不鲜，成为民航安全的全新挑战和严重威胁。因此，必须强化防范意识，做好防范工作。

第二，健全体系，科技赋能。加强领导，健全机构，完善机制，创新管控。构建主体明确、权责清晰、运转高效的高科技劫机防范工作体系，组建专业队伍，制定应急预案，加强日常监控。聚焦科技智慧赋能，依托互联网、大数据、人工智能、区块链等技术，及时发现和掌控可疑的网站、App 等信息，提高监测和防范的智慧化水平，增强对犯罪苗头的发现能力，并提高精准监测和有效打击犯罪行为的工作效能。

4.2 多方联动、全面合作

高科技劫机是远程控制行为，需要多方合作，才能起到全面封控的作用。

第一，国际合作，立法保障。国际民航组织与国际刑警组织在联合打击跨国犯罪活动中发挥着重要作用，但国际间反劫机联合行动仍处于松散的合作状态。应在联合国框架下建立多国参与的统一机构，构建联合协调机制，共同打击劫机犯罪行为。面对新形势、新情况，应强化国



际间打击劫机犯罪行为合作机制的法制化建设,为加强国际间惩治劫机犯罪的法律衔接,促进多边数据共享、联合行动提供法律支撑,并达成防范高科技劫机公约。

第二,空地结合,各司其职。普通劫机的处置重点在飞机上,机长、机组人员和乘客都是反劫机的主角。然而,由于高科技劫机空中处置技术有限,难度很大,应充分发挥地面信息、技术和资源优势,空地结合,迅速控制事态变化。一旦发现高科技劫机苗头,地面指挥人员应迅速确定和判断危机的性质、问题所在、发展方向和可能的结果,并根据应急预案做出决策,果断切断网络系统或关闭自动驾驶等电子系统。同时,机长应沉着冷静,保持与地面指挥部门沟通,指挥机组成员手动操纵飞行,使飞机平安降落。

4.3 标本兼治,防患于未然

高科技劫机具有不可逆转性,因此首要任务是防患于未然,力争将高科技劫机犯罪苗头扼杀在萌芽状态,从根本上阻断高科技劫机渠道。

第一,强化技术防范,实现智能化监控。在加强人防、物防的基础上,强化技术防范,实现对高科技劫机网络监控的智能化。针对网络攻击,国内外开展了大量的防范技术研究。例如,中国星网网络创新研究院研制的反制网络攻击装置和系统,能够对网络攻击进行检测、防护和情报协同^[12]。同时,一种安装在飞机系统中的防劫机装置已经在军用飞机上试验成功,即便是劫机者控制了地面飞行管制中心,该系统仍能够自动接管飞行,安全降落^[13]。飞行网络中的GPS欺骗是一种易发起的攻击方式。国外研究人员提出多种对策解决飞行网络中的GPS欺骗攻击^[14],可以借助强大的技术防范力量主动出击,搜索恶意软件,分析异常数据,追踪远程连接域名和服务器,确认劫机者位置,应用“诱饵”软件诱惑对方执行程序,对犯罪行为提前预判,并精准打击。

第二,系统隔离,让“黑客”无从下手。飞行操纵系统是控制大型客机安全飞行的关键,对飞行至关重要,应重点排查。此外,还应检查进口设备和其他关键软件、机组与乘客使用的电脑系统、飞机与机场塔台之间的ADS-B通信等是否完全隔离,评估被外界侵入控制的可能性,坚决封堵安全漏洞。为满足飞行员频繁访问机上网络和数据的需求,民用飞机实现了从公共网络域到飞行控制网络域,甚至机载电子设备的连接。这些服务将民用飞机机载电子系统从一个孤立的信息孤岛转变为一个开放的网络空间,更易受到来自公共网络的外部威胁。为了防范这些威胁,应出台相关法规或规范,如RTCA DO-326规范,减少外部网络威胁对飞行安全的影响^[15]。从根本上阻断飞行操纵系统被远程控制的办法较多,重点是自主研发替代的飞行操纵系统,并推动国产大飞机早日进入民航市场。■

引用

- [1] 蔡妍珊.论劫持航空器罪[D].广州:暨南大学,2015.
- [2] 陈华罗,卢红宇.乘飞机安全吗?我们用两万多条数据进行了验证[N].新京报,2022-05-13.
- [3] 王超群.国际国内劫机问题的全球治理研究-个人、国家、体系分析视角[J].青

年与社会(下),2014(9):326-328.

[4] 杨保筠.国际反恐斗争任重而道远[J].新视野,2003(2):76-78.

[5] Randall,B.,Harris,M.,Jones,D,et al.Civil Aviation as a Target for Terrorism:An Analysis of the Threat and Potential Countermeasures[J].International Journal of Aviation Management,2018(3):110-114.

[6] 陈翔.“混合战争”与俄乌冲突[J].外交评论,2023,40(2):104-126.

[7] 中新网,报告称2018年发生百万起网络袭击 损失逾450亿美元[N].环球网,2019-07-11.

[8] 马俊.在网安大会感受网络战“硝烟”[N].环球时报,2019-08-21.

[9] 储鹏.浅谈民航网络安全[J].科技创新导报,2018,15(15):131-132.

[10] 李巍伟,何宁,王宗强,等.基于开放平台的民航大型主机跟踪数据存储和查询[J].信息记录材料,2022,23(8):179-182.

[11] 绿盟科技.无人机系统安全问题和防护技术[N].安全牛,2023-02-03.

[12] 付俊,赵鹏,王智辉,等.网络攻击事件的处理方法,装置,系统和可读存储介质.CN202211213461.8[P]2023-12-21.

[13] 邹广元.安装在飞机上的反劫持装置:CN88103336.7[P].CN1038434[2023-08-05].

[14] Altaweel,A.,Mukkath,H.,&Kamel,I.GPS Spoofing Attacks in FANETs:A Systematic Literature Review[A]IEEE Access,2023(11):55233-55280.

[15] Quanxin,C.,Linfang,Y.,Bin,C.,et al.Enhancing Network Security Strategies against External Threats to Civil Aircraft.[A] IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems,2016(1):110-115.

铁路通信信息技术的发展与应用

文 ◆ 中国铁建股份有限公司东北区域总部、中铁建北方投资建设有限公司 马腾飞

引言

本文旨在探讨铁路通信信息技术的发展历程及其在现代铁路系统中多样化的应用。首先，追溯铁路通信技术从最初的电报和无线电通信到当前的数字化和网络化通信手段的演变历程。其次，重点介绍当前铁路通信技术的进展，包括 5G-R 移动通信、卫星导航集成技术以及物联网的融合应用，这些技术正在重塑铁路行业的运作模式。最后，预测未来铁路通信的发展趋势。在技术应用部分，分析铁路通信技术在提升铁路运行控制和安全、优化乘客服务以及改进维护与管理方面的具体实践和效益。本文的讨论和分析为理解铁路通信信息技术的重要性及其在现代铁路系统中不可或缺的地位提供了深刻见解。

1 铁路通信信息技术的发展分析

1.1 铁路通信技术的历史回顾与演化

铁路通信技术的发展与演化

和铁路行业的扩张、信息技术的进步密切相关。

铁路通信技术的发展如表 1 所示。具体来说，1830s ~ 1900s，电报技术。在铁路通信初期，电报是连接远距离铁路站点的主要手段。通过电报技术，列车调度员能够快速传递信息，提高了调度效率并减少了列车间的事故。电报技术是铁路通信历史上的第一个里程碑^[1]。1900s ~ 1950s，无线电通信。无线电通信的引入为列车控制和紧急通信提供了重要工具，标志着铁路通信从有线到无线的转变。无线电增强了移动通信能力，提高了列车运行的灵活性和安全性。1960s ~ 2000s，数字化通信。数字化通信的发展，尤其是全球移动通信系统——铁路（GSM-R）的实施，实现了对列车的实时监控和高速数据传输。该技术的应用提高了铁路通信的可靠性，为后续的技术发展奠定了基础。2000s ~ 现在，5G 和物联网技术。随着物联网和 5G 技术的融合应用，铁路通信网络的带宽和数据处理能力得到了极大提升^[2]。这些技术提供了更高速度的数据传输和更广泛的网络覆盖，使远程监控和预防性维护成为可能，并进一步增强了铁路系统的性能和可靠性。

1.2 当前铁路通信技术的最新进展

当前铁路通信技术的最新进展呈现出高速化、智能化和综合网络化的特征。首先，5G 通信技术的引入是近期变革中的关键力量。5G 技术以高带宽、低时延的特性，为铁路通信提供了前所未有的速度和可靠性，支持了大量数据的即时传输，使实时列车监控和远程控制成为可能。这对提升列车运行的安全性和时效性具有重要意义。其次，物联网（IoT）的应用正在改变着铁路通信的面貌。通过在铁轨、车辆、信号系统中安装感测器，铁路管理者能够实时收集关于其状态和性能的数据。对这些数据进行分析 and 利用，能有效预防故障，降低维护成本，同时通过分析乘客行为提供更加个性化的服务。再次，卫星导航技术和铁

表 1 铁路通信技术的发展

时间段	技术里程碑	关键应用领域	影响 / 改进
1830s ~ 1900s	电报技术	列车调度、事故报告	提高了调度效率，减少了列车间的事故
1900s ~ 1950s	无线电通信	列车控制、紧急通信	增强了移动通信能力，提升了响应速度
1960s ~ 2000s	数字化通信（如 GSM-R）	实时列车监控、数据传输	提高了通信的可靠性和数据传输速度
2000s ~ 现在	5G、物联网技术	远程监控、预防性维护	极大提升了网络带宽，加强了设施监控能力

【作者简介】马腾飞（1991—），男，北京人，本科，研究方向：铁路通信信息。

路通信的集成为列车定位提供了更为准确的手段。结合地面基站，能够实现对列车精确位置的实时跟踪，进一步提升了铁路调度的准确性和效率。此外，云计算和大数据分析的融合应用正在加速铁路通信技术的智能化。运营商借助云平台的强大计算能力，对海量数据进行分析，优化铁路运行模式，提高能源效率，并预测客流，为乘客提供更加便捷的购票和出行体验。最后，在安全方面，加密技术和网络安全措施的加强为铁路通信提供了更加坚固的防线，确保数据传输的安全性和系统的稳定运行。

1.3 铁路通信技术的未来趋势

铁路通信技术的未来趋势主要围绕着更深层次的智能化、自动化以及数据驱动的决策支持系统。随着人工智能和机器学习技术的发展，铁路系统将能自动识别并响应各种运营情况，提升运维效率和安全水平。自动驾驶列车的研发和实施有望成为铁路通信技术发展的重点之一，这需要更高级别的通信系统来确保实时数据传输和处理。同时，随着大数据分析技术的不断成熟，铁路系统能够更有效地处理乘客流量和运输需求，实现更加动态和灵活的调度。实时数据分析将助力铁路运营商即时调整运营策略，优化资源分配，提供更加个性化的乘客服务。在网络架构方面，未来铁路通信将更多地依赖分布式网络和边缘计算技术，减少对中央服务器的依赖并缩短数据处理时间，使数据处理更加接近数据产生的源头，从而降低延迟，提高系统响应速度。

2 铁路通信信息技术的应用

2.1 铁路运行控制与安全

铁路通信信息技术在铁路运行控制与安全方面的应用具有多样性的特点，主要通过实现实时数据传输、处理与分析，确保列车运行的准时性、安全性和效率性。现阶段，铁路通信信息技术在铁路运行控制与安全保障方面的具体应用如下。

(1) 自动列车运行控制系统 (ATO)

自动列车运行控制系统 (ATO) 通过整合传感器、无线通信、数据处理等技术，实现列车运行的自动化控制。ATO 系统的控制算法采用“速度—位置”控制函数，其形式可以简化为以下公式。

$$v(t)=f(x(t),xdes,vdes) \quad (1)$$

式 (1) 中， $v(t)$ 表示列车在时间 t 的速度， $x(t)$ 表示列车的实时位置， $xdes$ 和 $vdes$ 分别是列车的目标位置和目标速度。ATO 系统根据这些参数调整牵引力和制动力，平滑和高效地控制列车。

(2) 通信基于列车控制系统 (CBTC)

通信基于列车控制系统 (CBTC) 利用无线数据通信系统实现列车精确位置监测与控制。CBTC 系统中的列车最小安全间隔 (Headway) 是其关键的技术参数，表达式如下。

$$H=S/V+Tr+Tb \quad (2)$$

式 (2) 中， H 是列车头间距， S 是列车的安全停车距离， V 是列车的运行速度， Tr 是反应时间， Tb 是制动时间。CBTC 通过实时更新这些参数，确保列车之间保持安全的距离。

(3) 正时控制系统 (PTC)

正时控制系统 (PTC) 集成了 GPS 定位、无线通信以及计算机系统预防列车碰撞、脱轨等安全问题。PTC 系统处理的关键数据包括列车位置、列车速度、线路信息 (限速、曲线半径、坡度等)。PTC 系统的核心是实时风险评估与拦截算法，可以简化为以下公式。

$$R=f(L,V,Vmax,O) \quad (3)$$

式 (3) 中， R 表示风险等级， L 表示列车位置， V 表示实时速度， $Vmax$ 表示该区段的最大允许速度， O 表示其他运营参数，如信号状态、作业指令等。

(4) 列车完整性监测系统

列车完整性监测系统对于安全运行至关重要。现代系统采用无线射频识别 (RFID) 技术或车载摄像头，配合图像识别算法，实时监控车钩、车厢的连接状态。

(5) 网络安全系统

网络安全系统是铁路通信技术的重要方面，铁路通信网络采用多层安全措施。1) 数据加密。采用公钥基础设施 (PKI) 和对称加密算法确保数据安全。2) 入侵检测系统 (IDS)。监测网络活动，并使用机器学习算法分析异常模式。3) 访问控制。通过角色基础的访问控制 (RBAC) 限制对系统的访问。

铁路通信信息技术通过先进的控制系统、算法以及安全措施，实现了铁路的高效和安全运行。这些系统和技术的发展与实施需要不断研究，以适应复杂的铁路网络和变化的运输需求。

2.2 乘客服务质量与乘客体验

铁路通信信息技术对提高乘客服务质量和乘客体验具有显著

影响。具体来说，基于铁路通信信息技术可以构建相关系统，为铁路乘客提供各项优质服务。

(1) 实时列车定位和预测系统

对于列车到达时间的预测模型，可以使用如下公式。

$$T_{\text{预测}} = T_{\text{实时}} + (D_{\text{剩余}} / V_{\text{平均}}) \quad (4)$$

式(4)中， $T_{\text{预测}}$ 表示预测到达时间， $T_{\text{实时}}$ 表示当前时间， $D_{\text{剩余}}$ 表示列车到站剩余距离， $V_{\text{平均}}$ 表示基于历史数据的列车平均速度。

(2) 车厢拥挤度监测与信息传播

拥挤度的评估公式如下。

$$C = (N_{\text{当前}} / N_{\text{最大}}) \times 100\% \quad (5)$$

式(5)中， C 表示拥挤百分比， N 表示车厢的当前人数， $N_{\text{最大}}$ 表示车厢的最大承载人数。

(3) 无线上网服务

无线网络服务(WiFi)的数据传输速率计算公式如下。

$$R = n \times W \times \log_2(1 + P / (N_0 + I)) \quad (6)$$

式(6)中， R 表示数据传输速率， n 表示使用的频道数量， W 表示每个频道的带宽， P 表示接收信号的功率， N_0 表示噪声功率， I 表示干扰功率。

(4) 个性化服务

个性化服务的推荐算法可以简化描述为以下公式。

$$S = f(U, H) \quad (7)$$

式(7)中， S 是推荐的服务， U 代表用户的偏好和历史行为数据， H 代表历史旅行数据。

(5) 客户服务机器人

客户服务机器人的平均响应时间可以使用以下公式进行评估。

$$T_{\text{响应}} = (1/N) \times \sum T_i \quad (8)$$

式(8)中， $T_{\text{响应}}$ 表示平均响应时间， N 表示收到的请求总数， T_i 表示单个请求的响应时间。

上述服务的整合有助于铁路运营商通过通信信息技术改善服务质量，从而提供更准确的信息，改善乘客体验，并提供更个性化的服务。

2.3 铁路维护与管理优化方面的应用

铁路通信信息技术在铁路的维护和管理中扮演着核心角色，极大地提高了效率 and 安全性。

(1) 预测性维护。通过铁路系统中安装的传感器收集的数据，结合大数据分析和物联网技术，维护团队能够监控关键设施的健康状态。通过对比历史和实时数据，机器学习模型可以预测铁轨、列车和信号系统等设施的潜在故障，这意味着可以在问题发生前进行维修，避免意外停运，减少维护成本。

(2) 资产管理。现代化的资产管理系统能够追踪铁路网络中的每一项资产。通过使用地理信息系统(GIS)，铁路公司能够准确定位资产并有效规划维护工作。这些系统可以帮助铁路公司确定需要优先维护的资产以及有效分配资源和人员。

(3) 无人机和机器人检测。在铁路巡检中，无人机和机器人被用于访问人类难以到达的地方。无人机可以捕获高分辨率的视频，而机器人能在轨道上进行自主巡检。这些技术不仅提高了检测效率，还提高了工作人员的安全性，降低了检测成本。

(4) 通信基础设施升级。Q11 先进的通信技术，如 GSM-R 和 LTE-R，为铁路系统提供了更加可靠和快速的数据传输通道，保证从列车到控制中心，所有必要的信息都能实时传输，从而确保铁路操作的连贯性和安全性。

结语

随着铁路通信信息技术的不断进步，铁路系统在安全性、效率和乘客体验等方面取得了显著的提升。技术的发展让铁路运输成为支持现代社会快速发展的坚实后盾，同时也对铁路运营商提出了更高的技术和管理要求。未来铁路通信信息技术将继续以其革命性的创新推动铁路行业向更智能化、网络化的方向发展，对于解决日益复杂的运输挑战提供更有效的工具和手段。本文探讨描绘了一个全面而深入的铁路通信技术发展与应用景象，为铁路行业的决策者和工程师提供了宝贵的信息和启示。随着科技的持续进步，铁路通信信息技术的未来发展必将开启新的篇章，为全球铁路运输业创造更多的可能。^[8]

引用

- [1] 万方毅.BIM技术在铁路通信信息设计中的应用[J].数字技术与应用,2021,39(2):45-47.
- [2] 钟青,刘立海,李一凡,等.BIM技术在铁路通信信息设计中的应用[J].信息通信,2020(1):224-226.

自动化测试过程改进 在民航信息库存管理系统中的应用

文 ◆ 中国民航信息网络股份有限公司 肖晶晶 曾宏霞 吕晓华 陈钟玉 左琳

引言

随着民航业的蓬勃发展，民航信息系统日益复杂，功能日益丰富。为确保生产环境软件运行的稳定性，测试工作变得愈发重要。近年来，计算机行业新技术不断涌现，推动了民航信息系统的创新与升级。民航信息系统融合了民航业与计算机行业的技术特点，利用云化平台进行开发与测试，以满足更多需求、应对更复杂场景，并提升用户体验。在此过程中，自动化测试成为测试工作的关键一环。本文重点探讨民航信息系统库存管理功能在云化平台中自动化测试过程改进的最佳实践。

1 民航信息库存管理系统测试工作的重要性

1.1 测试工作的重要性

软件测试在确保软件质量、提升用户体验、降低开发成本以及维护企业声誉等方面具有关键作用。对于民航信息系统的库存管理功能而言，软件测试不可或缺。通过测试，及时发现并修复软件中的缺陷和错误，确保软件在实际应用中稳定可靠，满足用户需求。同时，也是对国家安全和人民福祉的重要贡献。

1.2 自动化测试在测试工作中的地位

自动化测试在测试工作中的地位日益凸显，在提高测试效率、保证测试质量以及降低测试成本等方面发挥着重要作用。自动化测试在测试工作中具有不可替代的地位。自动化测试为软件测试工作的成功提供了有力保障。对于民航信息系统的库存管理功能来说，通过不断精进自动化测试技术，不仅能够大幅提升软件的质量，还能够确保民航信息系统的库存管理功能在上线后稳定运行，为用户提供更加安全、可靠的服务。因此，对自动化测试工作的重视和投入是追求卓越、打造高品质软件的重要一环。

2 库存管理功能自动化测试过程改进

2.1 库存管理功能自动化测试改进原因

第一，随着云化平台在民航信息系统库存管理功能软件中的广泛应用，开发阶段已经全面迁移至云平台。为了保障测试的连贯性和高效

性，自动化测试工应进行相应的迁移和适配，以确保在云平台顺利执行测试任务。不仅有助于提升测试效率，还能够确保测试环境的稳定性和可靠性，从而保障民航信息系统的库存管理功能在云化平台的顺利运行。

第二，基于开发架构在云平台的应用微服务化趋势，自动化测试的设计理念和思路应该相应地进行调整。微服务架构将应用拆分成多个小的、独立的服务，每个服务都可以独立部署、扩展和升级。因此，自动化测试用例的设计也应与微服务架构相适配，以确保测试用例能够覆盖到每个微服务的功能点，并且在不同的微服务之间进行联动测试，有助于提高自动化测试的效率，降低人力成本和维护成本。同时，通过与开发框架的紧密联系和高度适配，自动化测试能够更加精准地发现问题，提高测试质量。

2.2 库存管理功能自动化测试改进过程

2.2.1 库存管理功能自动化测试过程改进分析

民航信息系统的库存管理功能自动化测试工具迁移是关键改进点。由于不同工具之间的不

兼容性，原有的自动化测试用例无法直接复制粘贴到新平台，而是需要全部重新编写。尽管这一过程在初期带来了较大的工作量，人力和时间成本较高，但长远来看，其带来的优势非常显著。一旦完成自动化测试用例的迁移，民航信息系统的库存管理功能自动化测试工作将变得更加容易执行。首先，新的云平台工具能够更好地支持测试流程，确保测试活动的顺畅进行。同时，新的云平台测试工具的强大功能将使测试的通过率更高，减少了因工具限制而导致的测试失败情况。其次，迁移后的自动化测试工作效率将得到显著提升。云平台工具通常具备更高效的执行方式，能够更快速地完成测试任务。不仅减少了测试人员的工作负担，还加快了项目整体的开发和交付速度。这些改进后的优势离不开云平台强大功能的支持。再次，云平台提供了更强大的计算资源和存储能力，使自动化测试工作能够更加高效地进行。最后，云平台还提供了更丰富的服务和工具，使测试人员能够更好地利用这些资源来改进测试流程和提高测试质量。

另一方面，自动化测试理念、设计思路的转变。测试用例的设计主要侧重于多模块间的系统交互测试，即更偏向于整体系统测试，而独立的接口测试相对较少被考虑。这种设计思路在测试环境方面，特别依赖于与民航信息系统的库存管理软件存在交互的上下游系统环境。然而，这种依赖其他系统测试环境的方式存在显著的局限性。例如，上游软件测试系统的任何重启或数据变更都会对库存管理功能软件的自动化测试结果产生不一致性，进而导致自动化用例运行失败。需要明确的是，这些由于环境或数据变化导致的失败，并非源自开发代码本身的问题。这种情况不仅降低了自动化用例的回归测试通过率，还延长了分析自动化用例回归结果的时间。同时，为了排查和定位环境和数据的问题原因，也需要投入大量的人力成本。因此，随着自动化测试工具的迁移与升级，有必要对测试环境和测试设计思路进行同步改进与优化。

2.2.2 库存管理功能自动化测试改进具体实施过程

第一，重新设计自动化回归测试方案。用例改进过程中，部分用例完全参考旧的工具上的原有自动化用例设计思路，部分用例完全重新设计，将原来的用例按照测试覆盖点进行拆分，保证转移过程中测试点不缺失，简化测试步骤。

自动化测试用例改造过程如图 1 所示，改造后，接口自动化用例数占 90%，场景自动化用例数占 10%。简化的每一条测试用例执行时间大幅缩短，分析和修改用例的过程逐渐简化。既保证了多接口场景用例需要验证的测试点不缺失，又保证了自动化回归测试效率。

第二，测试环境方面的改进。减少交互系统软件测试环境依赖。过去民航信息系统的库存管理软件自动化测试是系统集成测试环境进行的自动化回归测试，依赖上下游系统，环境不稳定会导致用例不通过的数量变多。改造后，自动化测试所用环境为库存管理软件自己独立的环境，不依赖上下游，对所需要的下游数据进行 MOCK 测试，不会再因为其他系统的数据和环境导致自动化用例结果失败。

第三，自动化测试工具的迁移。云平台自动化测试工具存在以下优势。

- (1) 同步接口平台的接口定义解析入参出参结构。
- (2) 使用协议调用，与生产一致。

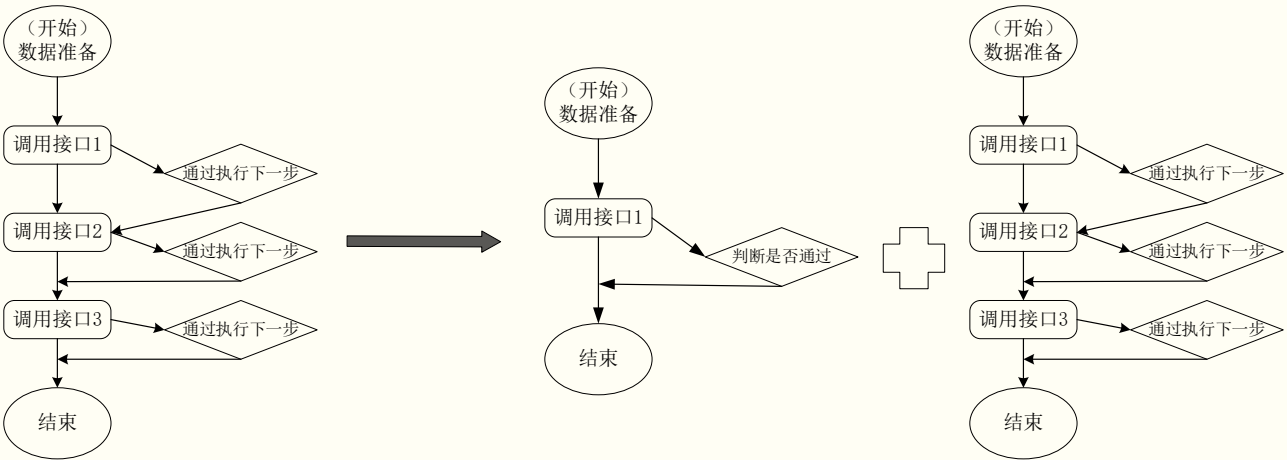


图 1 自动化测试用例改造过程

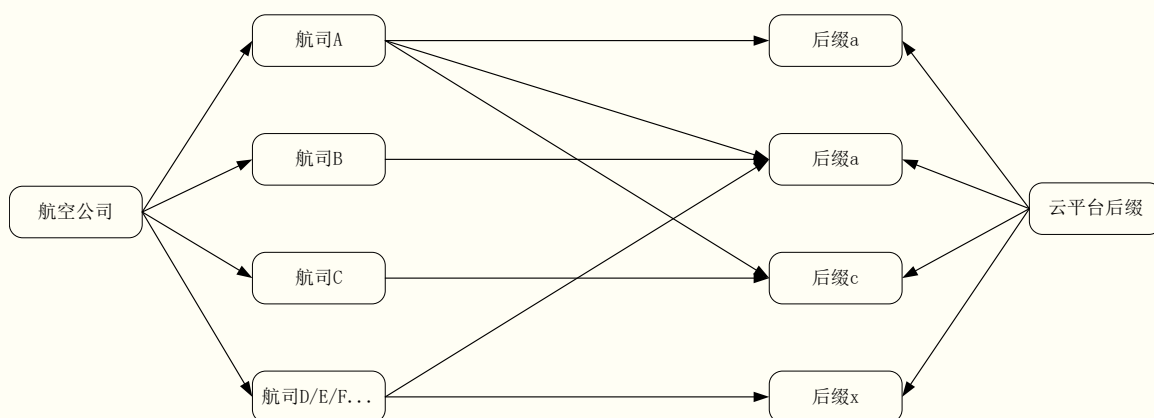


图 2 自动化测试用例设计思路

(3) 支持多环境执行、开发和测试共用一套用例。

(4) 与流水线充分结合, 在开发环节冒烟测试和内测环节接口自动化自动执行任务测试的用例并统计执行结果。

(5) 支持并行执行用例，执行效率更高。

改造前用例除了工具选择的问题还存在用例设计、测试环境、应用场景的问题。这些问题都是导致改造前自动化用例执行通过率不高的原因。改造前库存管理软件的自动化测试用例只有库存管理软件测试人员使用,改造后库存管理软件开发人员也可以用测试用例来提前验证所改代码。

第四, 自动化测试思路的改进。针对民航信息系统的库存管理软件云化版本的应用程序, 自动化设置多个参数, 支持在库存管理软件的任何一个用户后缀的环境下进行分用户测试。自动化测试用例设计思路如图 2 所示。

图 2 中, 用户和后缀可以随意组合。虽然图 2 中没有画出所有用户和后缀的组合情况, 但是可以推导出, 在平台上任何一个后缀环境下, 可以随意切换成任意一个用户的数据来进行自动化测试回归。既具有灵活性特点, 又可以减少用户相同需求的大部分用例重复编写工作。同时, 针对不同用户的个性化需求, 不会采用参数设置, 而是把用户对应的个性化需求用例固定针对用户设置, 但是用户的个性化需求较少。

3 实施效果

库存管理软件在每个版本更新时都会进行严格的自动化回归测试，以确保软件质量和稳定性。在这个过程中，自动化测试用例的执行时间、通过率、执行方式以及编写方式都对整体测试进度产生着重要影响。经过对自动化测试用例的改造和优化，取得了显著的成效。首先，回归测试的时间得到了大幅缩短，这意味着测试团队能够更高效地验证新版本的功能和性能。其次，测试通过率从原先的 70% 左右提升到了 90% 以上，显著提高了测试结果的可靠性，减少了因测试失败而导致的额外工作量和时间消耗。在实际测试执行中，由于自动化用例的改进，不再需要花费大量时间去分析那些由非程序变更引起的不通过用例，不仅节省了回归测试时间，还提高了整体测试进度。最后，测试团队能够专注于发现和解决真正的软件问题，从而确保库存管理功能软件的质量。

结语

随着民航信息系统的库存管理功能在云化平台中自动化测试的改进，不仅见证了库存管理模块软件质量的显著提升，还看到了这一成功模式在民航信息系统其他软件测试工作中的广泛推广与应用。这一变革不仅为民航信息系统的整体产品质量提供了更为坚实的保障，还为整个民航行业的信息技术发展注入了新的活力。在改进过程中，充分利用智能云平台的强大功能，与开发团队紧密合作，实现了测试工作的自动化、智能化和高效化。不仅使测试工作变得更加容易开展，还大幅提高了测试效率和准确性，从而确保了软件质量的稳步提升。更重要的是，通过与计算机行业新技术的紧密结合，自动化测试系统能够支持更多样化、更复杂的测试场景，满足了民航信息系统在不断发展中的多样化需求。不仅提升了用户体验，还为民航信息系统的持续优化和升级提供了有力的技术支持。

未来，将继续深化自动化测试在民航信息系统中的应用，不断探索和引入新的测试技术和方法，为民航信息系统的发展提供更加坚实的技术保障。^[8]

Python 程序设计

在线课程与移动交互环境的构建*

文◆中国人民警察大学（广州） 赵宏飞

引言

随着科技的飞速发展和移动互联网的普及，教育领域正经历深刻变革。传统的教学模式逐渐被在线教育所补充。Python 作为一门易学且强大的编程语言，其在线教学需求日益增长。如何优化 Python 程序设计在线教学模式，更好地适应移动学习趋势，提升学生的学习体验和教学效果，成为教育者和实践者关注的焦点。

首先，阐述 Python 语言教育的现状，探讨当前 Python 在线课程的结构、内容和教学方法，分析其在适应移动学习环境方面所面临的挑战，如课程内容的更新速度、互动性、个性化以及学习资源的便捷性等。这些问题的解决不仅关乎编程教育的质量，还会影响教育公平性和学生的自主学习能力的培养。其次，回顾移动学习理论，分析移动设备改变学习者的学习习惯的方式以及移动交互特性为编程教育提供新的可能。讨论移动学习的优势，与 Python 教学相结合，增强学

生的学习动力和理解深度。再次，构建融合移动交互特性的 Python 在线课程的教学新策略，强调以学生为中心，利用移动平台的优势，通过项目驱动、情景模拟和协作学习等方法，实现编程学习的个性化和有效性。阐述教学模式的设计理念，预期通过定制化的移动应用程序，打破时空限制，让学生随时随地实践编程，提升 Python 在线课程的教学质量和学习成效。最后，深入探讨在线 Python 编程教育的现状与挑战和移动交互环境的潜在优势，为教育研究者和实践者提供了重新审视编程教学模式的视角，推动在线编程教育的创新与发展。

1 Python 程序设计在线课程的现状与挑战

1.1 传统在线课程教学模式的局限性

第一，课程内容的更新速度往往滞后于技术的发展，使学生在学习时接触的是相对过时的编程知识和实践方法。随着 Python 语言的不断更新迭代及其在各领域的广泛应用，如人工智能、数据分析等，保持课程内容的时效性至关重要，否则会导致学生所学知识与实际需求脱节。

第二，传统在线课程的互动性较弱。尽管视频教学和课件提供了一定的自我学习资源，但缺乏即时的反馈和互动交流，学生在遇到问题时难以得到及时地解答和指导，一定程度上影响了学习效果。传统在线课程通常以教师为中心，强调知识的单向传授，忽视学生的主动参与和实践环节，对于培养学生的创新思维和问题解决能力不够充分。

第三，传统在线课程在个性化教学方面存在不足。每个学生的学习风格、进度和兴趣点存在差异，传统课程往往是“一刀切”的教学内容，难以满足每个学生的个性化需求。因此，课程设计应更加灵活，能够根据学生的学习情况提供定制化的学习路径和资源，以激发学生的学习兴趣 and 动力。

第四，传统在线课程在学习资源的便捷性方面 also 存在问题。尽管网络资源丰富，但学生在查找和筛选相关资料时会耗费大量时间。一个整

*【基金项目】全国高等院校计算机基础教育研究会 2023 年立项课题“Python 程序设计在线课程与移动交互学习环境构建”（AFCEC202301161）

【作者简介】赵宏飞（1984—），男，河南新乡人，本科，讲师，研究方向：计算机基础教育及自主无人系统。

合了高质量资源，且易于访问和使用的移动应用程序，能够极大提高学生的学习效率。

第五，传统在线 Python 课程的教学模式在内容更新、互动性、个性化和资源便捷性等方面存在局限性。为了适应移动学习趋势，提升学生的学习体验，教育工作者应寻求新的教学策略，充分利用移动设备的特性，打破局限，推动 Python 在线教育的创新与进步。

1.2 移动交互环境对课程学习^[1]的影响

移动交互环境的引入为 Python 程序设计在线课程带来了革命性的变化，不仅提升了课程的灵活性和便捷性，还通过增强互动性和情境化学习，提高了学生的学习动力和理解深度。

第一，移动交互环境的灵活性满足了现代学习者随时随地学习的需求。通过智能手机和平板电脑，学生可以在通勤、休息、户外活动中进行学习，打破传统课堂的时空限制。这种灵活性使学习成为生活的一部分，而不是一个孤立的事件，有助于培养学生的自主学习习惯。

第二，移动设备的实时互动性增强了教学效果。通过移动应用程序，教师可实时监控学生的学习进度，提供个性化的反馈和指导。学生也可以通过应用程序提问、讨论、提交作业，实现与教师和同伴的即时互动。这种互动性增强了学习过程中的参与度，有助于更好地理解和应用所学知识。

第三，移动交互环境下的情景模拟为 Python 教学赋予了生动性和实践性。通过开发具有真实场景的编程任务，学生在模拟环境中应用 Python 解决实际问题，加深对语言特性和应用的理解。

第四，移动交互环境下，协作学习更加便捷。学生通过应用程序分享代码、参与项目，共同解决问题。这种协作培养学生的团队合作精神，有利于在交流和互助中提升编程技能、理解知识的多样性和深度。

第五，移动学习资源的整合和个性化推荐为学生提供更高效的学习途径。通过应用程序，学生可以访问精选的编程教程、视频和实践案例，内容根据学生的学习进度和兴趣进行推荐。使学习资源的选择更加个性化，有助于学生有针对性地提升技能。

第六，移动交互环境对 Python 程序设计在线课程影响深远。通过提供灵活的学习方式、增强互动性、促进情境化学习和协作，优化学习资源，有力地提升课程的吸引力和教学效果。充分发挥移动交互环境的优势，在课程设计、教学方法和评估体系上及时调整，以确保移动学习的高效性和可持续性。

2 基于 Python 的在线课程教学模式^[2]改进

2.1 交互式编程学习工具的设计与应用

在 Python 程序设计在线课程的教学模式改进中，交互式编程学习工具的设计与应用是关键的一环。不仅能够弥补传统在线课程在互动性和个性化方面的不足，还能充分利用移动设备的便捷性，帮助学生有效学习和掌握编程知识。

首先，交互式编程学习工具的核心是提供即时反馈和互动性。例如，通过开发基于 Web 的编程环境，如 Repl.it 或 CodePen，让学生在浏览器中直接编写、运行和调试代码，无需安装额外软件，并提供实时错误检查和

代码提示，有助于学生在实践中快速学习和改正错误，提升编程技能。对于移动设备，可以开发类似的应用程序，如 SoloLearn 或 Khan Academy 的编程平台，让学生在移动设备上同样可以进行互动编程实践。

其次，情境化的编程任务是交互式学习工具的重要组成部分。通过构建贴近生活、与实际应用相结合的项目，学生可以将所学的 Python 知识应用到具体情境中，如创建简单的游戏、数据分析工具或网站。这种基于项目的学习（Project-based Learning）方法不仅增强了学习的趣味性，还帮助学生建立理论与实践的联系，提高问题解决能力。

再次，协作和分享功能也是交互式学习工具不可或缺的特性。通过在线编程协作平台，如 GitHub 或 GitLab，学生可以创建和管理代码库，与同伴共享代码、讨论问题，甚至共同完成项目。不仅可以培养学生的团队合作精神，还提供了学习他人代码、理解不同解决方案的机会，有助于提高他们的编程水平和创新思维。

此外，对于个性化学习，学习工具应能够根据学生的进度和理解程度，推荐适合的练习题和资源。通过算法分析学生的学习行为和成绩，生成个性化学习路径，确保每个学生都能在自己需要的地方得到强化。例如，使用机器学习技术分析学生的代码，识别他们的误解或困难，并推荐相应的教程或示例。

同时，评估体系的改革也是交互式学习工具设计的重要组成部分。除了传统的考试和作业，工具可以引入形式多样的评估方式，如编程挑战、项目评估和同

伴互评等，以更全面地评价学生的能力。实时反馈和自动评估功能，如 CodeSignal 或 LeetCode，能够让学生即时了解自己的表现，发现薄弱环节，从而进行有针对性地提高。

最后，交互式编程学习工具的设计与应用是改造 Python 在线课程教学模式的关键。通过提供即时反馈、增强互动性、情境化学习、协作分享和个性化学习路径，极大地提升学生的学习体验，促进 Python 编程技能的习得。随着移动交互环境的深入发展，这些工具将成为未来编程教育不可或缺的组成部分，助力在线编程教育的优化与创新。

2.2 Python 应用案例分析与实践

Python 语言的广泛应用为在线教学提供了丰富的实践资源。通过实例化教学，学生能够将理论知识与实际应用相结合，提升编程技能。下面通过分析几个具有代表性的 Python 应用案例，以展示其在移动交互环境中的教学实践。

数据分析是 Python 的一大优势领域，适用于各行业的专业人员。课程中设计一个基于移动应用的案例，让学生使用 Python 及其数据分析库（如 Pandas 和 Matplotlib）处理实时获取的移动设备使用数据。例如，分析手机使用时长、App 访问频率等信息，挖掘用户行为模式，预测用户行为。通过这种方法，学生能学习到数据分析的基本技能，体验到移动设备数据的实时处理，增强真实场景中的问题解决能力。

Python 在机器学习和人工智能领域的应用是热门教学内容^[3]。设计一个移动图像识别项目，利

用移动设备的摄像头功能，通过 OpenCV 库实现物体识别^[4]。学生在学习 Python 编程的同时，可以了解机器学习的基本概念和算法，如卷积神经网络（CNN），并在实际操作中调整模型参数，提升识别性能。这种结合移动交互特性的实践，有助于学生深入理解机器学习的原理和应用。

Python 的 GUI 框架如 Tkinter 可以用于开发移动应用程序。课程中可以引导学生设计一个简易的移动日历应用，通过 Python 实现日期选择、事件添加和提醒功能。不仅能教授 GUI 编程，还能让学生体验到从概念到实现的全过程，增强他们对编程应用的理解。

移动游戏^[5]开发是 Python 教学中一个富有吸引力的实践领域。通过课程，学生学习如何使用 Pygame 库开发简单的 2D 游戏，如扫雷或俄罗斯方块，并通过移动设备运行和调试。此举不仅能够锻炼学生的逻辑思维，激发他们的创造力，还能通过游戏化学习提升学习兴趣。

在实施这些案例时，教师可以提供详细的指导文档和代码模板，让学生在移动应用平台上逐步完成任务。随着项目的推进，学生不仅可以巩固 Python 语法，还能学习到项目管理、版本控制和协作等软技能。同时，通过在线讨论区，学生可以分享编程经验，解决问题，进一步增强互动性和合作学习。

通过这些 Python 应用案例分析与实践，移动交互环境中的教学不仅能够让学生掌握编程基础知识，还能让他们在实际操作中体会 Python 的实用性和强大功能，从而提高学习满意度和编程技能。随着移动设备的普及和移动交互环境的优化，这些案例将为 Python 在线课程提供更加生动、有趣的学习体验，推动编程教育的创新和进步。

结语

通过研究，深入分析了 Python 在线教育的现状与挑战以及移动交互环境为编程教育带来变革的方式。克服传统在线课程的局限性，加快内容更新速度，增强互动性，提供个性化资源，发挥移动学习的优势，提供灵活、即时与情境化学习。移动学习平台构建和教学资源的智能化整合，将是推动在线编程教育创新的关键。此外，教师角色完成了转变，从知识的传递者转变为学习的引导者，充分利用移动技术的优势，不断优化教学策略，以满足新时代学习者的需求，培养更多具备创新思维和实践能力的编程人才。^[8]

引用

[1] 刘佳.基于移动终端的网络音乐课程学习云平台设计与实践[J].自动化技术与应用,2020(7):148-150.

[2] 闫丽.基于SPOC的混合式教学模式在Python语言程序设计课程教学中的应用研究[J].通化师范学院学报,2019(10):137-140.

[3] 孙伟峰.C/C++程序设计多元协同实验教学平台构建[J].实验室研究与探索,2019(3):144-148+233.

[4] 安康.移动物联网智能垃圾分类投放系统实验设计与实现[J].实验科学与技术,2023(6):19-26.

[5] 陶健.智慧学习环境下的教育探究——以Python程序设计为例[J].现代商贸工业,2024(5):262-265.

面向民航等级保护的 Web 自动化渗透测试研究

文◆中国民航信息网络股份有限公司 沈 娴 全 岫 陈会容 蔺 东 贾宇茗

引言

为革新传统航空系统技术，全面提升民用航空的管理水平与运营效率，在广泛应用大数据、物联网等先进技术手段的背景下，对民用航空的网络安全提出更高的要求。本文结合民航等级保护的标准实施与当前民航网络安全的严峻形势，应用 Web 渗透测试方法、Web 爬虫技术和漏洞知识库，从增强民用航空对网络安全隐患的感知角度出发，设计面向民航等级保护的 Web 自动化渗透测试系统，以供参考。

1 民航等级保护与 Web 自动化渗透测试

由中国民用航空局人事科教司提出的民航等级保护标准，对民航网络安全等级保护工作的目标、对象、流程、任务、分工等作出明确要求。民航等级保护标准中将二级以上的民用民航各级行政管理机构、直属单位、航空运输保障单位、民用航空运输机场、航空公司、空管部门的基础网络与核心业务系统均划分至民用航空网络和信息系统的范围。在此基础上，根据信息系统安全保护等级要求，应用安全管理、技术保障、安全防护等多种手段完成对网络和信息系统的保护。为增强民用航空网络安全防御能力，做好民用航空重要网络和信息系统的建设工作，全面提高其可靠性与安全性，应完成以下几项主要任务。

(1) 根据国家相关管理规范的标准要求，民航各企事业单位应对信息系统的范围进行识别，通过对系统的科学分析确定等级。(2) 收集并整理所有提出备案需求的信息系统等级保护报告与表格，应用完备的资料规范实施备案手续的办理。(3) 根据信息系统等级确定的最终结果全面掌握相应等级的保护要求，立足于民航网络安全等级保护全局，规划设计相应的安全防护措施。(4) 在民航等级保护的安全防御措施方案通过评审后，有序开展安全建设与实施工作，以网络安全等级保护具体需求为依据，确保选用的网络安全产品符合相应标准规定，提高网络安全工作开展的成效。(5) 选择符合条件的信息安全服务结构，对民航各企事业单位的信息系统完成安全评估与网络安全等级测评工作。(6) 结合网络风险评估与网络安全等级测评结果，按照报告内容整改系统的安全措施，加强信息系统安全保护措施的优化和完善，保证系统建设的安全防护效果。(7) 根据民航等级保护要求，在系统运行的全过程中开展多角度、全

方位的网络安全核查、处置、运维等相关工作。(8) 在系统终止阶段应对其中的残余信息进行妥善处理，有效控制民航信息资产的安全性^[1]。

为验证网络安全防护措施是否按照预设要求保障设备设施正常运行，可应用针对 Web 应用程序的渗透测试对黑客攻击手段进行模拟，评估测试目标的安全性。在开展 Web 渗透测试的过程中，不仅可以及时发现安全漏洞和隐患，还能通过非破坏性的手段降低测试操作对系统正常运行造成的不利影响。根据相关规范标准，在开展渗透测试的工作中，应完成四个阶段。准备阶段，开展渗透测试的基础性工作。在获得相关部门书面授权后，可以围绕测试目标设计相应的测试技术方案，并确立监督管理计划，实现设备、人员的科学规划。探测阶段，明确相关信息系统常见的入侵方式。测试人员可结合外界攻击对信息系统的信息了解不够充分的现实情况，完成渗透测试模拟收集和分析信息的环节。当获取信息达到一定量后，分析系统的端口和服务，便于后续测试攻击的顺利开展。实施阶段，结合探测结果开展渗透测试，同

【作者简介】沈娴（1985—），女，江西九江人，硕士研究生，工程师，研究方向：民航软件、自动化测试。

时监测系统本身编制情况和系统内外运行的安全性。在改换接应前，提前为测试人员赋予互联网设备和系统的操作权限，确保整个渗透测试实施过程的有效性。报告阶段，编制渗透测试的检测结果，科学评估信息系统网络的安全性。根据这一阶段的开展成果，可以有效整改信息系统网络安全措施，及时修复系统安全漏洞，对民航等级保护产生一定的强化作用，充分发挥渗透测试的重要优势和作用。

2 Web 自动化渗透测试的要点

2.1 Web 渗透测试方法

在 Web 应用程序的安全防护中，认证机制起着至关重要的作用。然而，许多系统都存在一些常见的认证缺陷，这些缺陷如果不及时修复，就会成为黑客利用的突破口。弱密码策略是 Web 应用程序中的一大隐患。部分用户为了方便记忆，通常选择使用简单的密码，如“123456”或“password”等。而一些系统也没有强制要求用户设置复杂的密码，这就为攻击者提供了可乘之机。为了检测认证缺陷，渗透测试人员会使用常见的密码进行登录尝试，以验证系统的密码策略是否足够强大。暴力破解漏洞也是认证安全中的一大隐患。攻击者会利用自动化工具尝试各种可能的密码组合，以破解用户的账户。为了检测这种漏洞，渗透测试人员会使用暴力破解工具对系统进行攻击，以验证系统是否能够抵抗这种攻击。

除了认证缺陷外，会话管理不当也是一个常见的安全问题。如果会话令牌的安全性不足或有效期过长，攻击者就能够利用这

些令牌窃取用户的身份。为了检测这种漏洞，渗透测试人员会检查系统生成的会话令牌，确保其具有足够的复杂性和随机性，并尝试在令牌过期前进行长时间的会话保持测试。

此外，信息泄露同样是一个需要警惕的安全问题。如果应用程序在处理用户请求或记录日志时不谨慎，就会泄露敏感信息。这些信息包括数据库凭据、API 密钥、用户密码等。为了检测这种漏洞，渗透测试人员会仔细审查应用程序的响应和日志文件，以查找可能泄露的敏感信息。同时，他们还会检查应用程序的错误处理机制，确保错误消息不会泄露过多的信息。

2.2 Web 爬虫技术

最初，网络爬虫为搜索引擎而设计，用于构建和维护庞大的网页索引。目前，网络爬虫已成为搜索引擎中不可或缺的一部分，并在数据收集、市场研究、内容监控等领域发挥着重要作用。网络爬虫通过特定的策略遍历互联网上的网页，这些策略通常基于图的遍历算法。网络爬虫的主要目标是高效地访问和收集这些节点（即网页）上的信息。

深度优先策略是一种经典的图遍历算法，从一个起始节点（即种子链接）开始，沿着路径深入搜索图的分支，直到到达一个无法再深入的叶子节点（即没有超链接的 HTML 文档）。然后，它会回溯到上一个节点，并尝试其他未访问的分支。这种策略的优点是能够确保所有节点都被访问到，包括位于深层的节点。然而，缺点是会导致爬虫陷入某个分支而无法及时返回并探索其他分支，尤其是在网络结构复杂且存在大量链接的情况下。此外，由于需要不断回溯，深度优先策略会导致大量的重复工作和网络开销。

广度优先策略是一种分层遍历图的算法，首先访问起始节点（种子链接）的所有相邻节点（即与起始节点直接相连的其他网页），然后对每个相邻节点进行相同操作，访问其所有未被访问的相邻节点。这个过程会持续进行，直到所有节点都被访问到。由于广度优先策略先访问离起始节点较近的节点，因此其优点是能够在较短时间内覆盖较大的网络区域。然而，这种策略会消耗大量的网络资源，因为它会不加选择地访问所有相邻节点，包括与搜索主题不相关的节点。此外，由于需要维护一个较大的候选节点队列，广度优先策略会导致较高的内存开销^[2]。

最佳优先策略是一种基于广度优先策略进行改进的算法。它并非简单地按照节点被发现的顺序进行访问，而是根据某种评估函数（也称为启发式函数）为每个节点分配一个权重（或优先级），并根据权重选择下一个要访问的节点。评估函数通常基于节点的某些特征（如与搜索主题的相关性、网页质量等）计算权重。最佳优先策略的优点是能够根据实际需要调整爬虫的行为，便于更快地找到与搜索主题相关的网页。然而，这种策略需要定义合适的评估函数和权重计算方法，需要一定的专业知识和经验。此外，由于需要根据权重选择节点进行访问，最佳优先策略会导致较高的计算开销和复杂性。

2.3 漏洞知识库

在 Web 应用的信息安全领域中，一系列关键技术共同构筑了坚实的防线，确保网站内容的安全性和稳定性。这些技术首先体现在 Web

应用指纹数据库的构建上，它如同一个巨大的数据库，储存了各类 Web 应用特有的标识信息，如参数名称、目录结构等。这些信息不仅能快速识别目标系统，还是版权保护的重要工具。基于 Fuzzing 技术的指纹识别流程，则如同一个智能侦探，通过生成大量的测试链接，自动获取目标系统的响应信息，从而精准识别目标系统所使用的 CMS 框架及其版本。该技术显著提高了工作效率，使得在海量信息中快速定位目标成为可能。

而源代码分析和目录结构识别等技术，则如同放大镜，能够深入剖析目标系统的内部结构，找到被忽略的安全隐患。通过仔细分析源代码和目录结构，能够发现潜藏的安全风险，并及时采取措施进行防范。此外，模糊指纹库和漏洞特征库的建立，为安全防护体系提供了强大的支持。这两个数据库分别储存了海量的模糊指纹信息和已知的漏洞信息，通过正则表达式进行特征匹配，能够自动化地执行漏洞扫描和评估工作。这种技术能够快速、准确地发现目标系统中的安全漏洞，为后续的漏洞修复和风险防范提供了有力保障。

3 面向民航等级保护的 Web 自动化渗透测试系统建设

3.1 总体架构

在面向民航等级保护的 Web 自动化渗透测试系统建设中，运用模块化思想理论和模糊测试方法，设计了该系统的总体架构，其中包括针对目录穿越漏洞、网络爬行漏洞、目录猜想漏洞、XSS 漏洞和 SQL 漏洞等检测功能。在具体应用中，测试人员不仅可根据不同任务要求完成检测参数的设置，还能按照默认配置简化工作流程。在系统运行时，可以先完成 Web 网页结构抓取，随后对抓取到的网页进行系统漏洞检查。待系统运行完成后，自动形成可视化的网络系统安全报告^[3]。

基于模糊测试思想和模块化设计理论的 Web 自动化渗透测试系统，以网络爬虫作为起点，先提取一个 Web 网站的在线页面信息，然后分析并处理提取到的信息内容。接着，向渗透测试模块提交信息分析和处理结果，并进行漏洞检测。最后，将检测结果存入数据库，并通过用户友好的界面以更加直观的方式呈现 Web 系统的漏洞情况，便于用户快速获取漏洞检测结果，从而全面提升系统的可靠性和安全性。

3.2 功能模块

用户接口模块作为面向民航等级保护的 Web 自动化渗透测试系统中的关键组成部分，可为用户提供易于操作和直观展示的界面，主要用于实现人机交互功能。在设置该功能模块时，系统需要对访问用户的身份进行验证，仅对通过验证的用户开放访问权限。同时，对于不同用户的需求，系统还加强了用户权限管理，保证每位用户只能访问个人职责权限内的数据信息和系统功能，保证了系统安全。此外，用户接口功能模块还允许用户自动调整系统配置或更改设置，并将最终的测试结果以直观形式展示给用户，同时自动生成检测报告。

为自动提取目标网站上的页面信息，系统设置了网络爬虫模块，通过高效的异步编程与多线程技术完成目标网站链接整理、页面内容解析、关键信息提取，并在网站地图中呈现更有价值的信息。

此外，系统还设置了渗透测试模块，用于检测目标系统的弱点与安全漏洞；数据库模块用于存储和管理渗透测试的相关数据；安全评估模块用于准确评估目标系统的安全性。

3.3 测试分析

利用 Docker 容器完成开发环境的系统部署，聚合运行环境、配置与代码，同时实现共享内存、应用程序隔离等目标。在该系统的功能测试中，首先完成了 Web 服务器的建立，然后以 Apache 作为中间件，以 MySQL 作为后端数据库，在 WWW 目录下放置了 DVWA 的源代码，并使其连接 MySQL 数据库。通过这种方式完成漏洞测试环境的搭建。经过测试，发现该系统具有较强的实用性。

结语

结合民航 Web 应用系统的特点，构建面向民航等级保护的 Web 自动化渗透测试系统，对各种安全漏洞展开针对性地探索，为加固系统安全体系、强化民航组织系统与数据的安全保护提供有力支持。■

引用

- [1] 方星宇.基于民航等级保护的 Web 自动化渗透测试方法的研究与实现[J].信息与电脑(理论版),2023,35(15):209-211.
- [2] 王斌.渗透测试在网络安全等级保护测评中的应用[J].网络安全技术与应用,2023(7):18-20.
- [3] 白宇晨.针对民航空管流量系统的渗透测试及问题分析[J].网络安全技术与应用,2023(4):131-134.

自适应通用闭式卡具的研究

文 ◆ 国网浙江省电力有限公司嘉兴供电公司

李大伟 崔建琦 张华杰

嘉兴恒创电力集团有限公司华创信息科技分公司 徐晨 杜斌

引言

随着输电线路技术的迅速发展，电力企业对于高强度、耐磨损、安全可靠的输电线路闭式卡具提出了更高的要求。目前，输电线路闭式卡具在安装和拆卸过程中出现不通用的问题，导致施工效率低下，影响电力工程的输电进度。为了解决这一问题，基于自适应通用闭式卡具的设计理念，利用先进的材料科学和机械设计技术，结合实际施工经验，开发出一种能够适应不同输电线路需求的闭式卡具。该卡具采用高强度材料制成，具有优良的耐磨性和抗腐蚀性，能够承受高电压、大电流的冲击，具有灵活的适应性，能够根据不同的输电线路结构进行调整，实现自适应安装。

在电力企业输电线路实际应用过程中，通过解决输电线路闭式卡具不通用的问题，提高施工效率、降低成本、提高安全性，不断优化和完善自适应式通用闭式卡具的设计和制造工艺技术的优点。同时，针对不同输电线路结构进行详细的研究和试验，确保其适应性和可靠性，提高电力

企业输电线路的施工效率，建立完善的维护保养制度，确保卡具的长期稳定运行。

1 自适应通用闭式卡具研究背景

当输电线路上的绝缘子出现零值或自爆时，运维人员应及时发现并更换失效的绝缘子，保持线路的安全稳定运行。在更换过程中，应采用闭式卡具，但需要注意不同厂家、不同型号的绝缘子钢帽卡口不同。目前所使用的卡具仅能用于同厂家同种型号的绝缘子更换，对于同厂家同型号但不同生产批次的绝缘子以及产品生产尺寸偏差导致的更换困难，检修人员无法进行绝缘子更换工作。由于存在多种不同吨位、不同型号、不同厂家的绝缘子，导致卡具型号繁多，备品备件数量增加，资金以及库房场地占用增加，作业人员负担增加，检修工作效率降低。因此，应进一步研究和开发适应不同厂家、不同型号、不同批次的绝缘子更换卡具，以提高检修工作的效率和安全性^[1]。

2 项目概况

首先，在传统的闭式卡具结构的基础上，充分发挥传统闭式卡具结构简单、可靠，操作方便等优点，在更换夹套结构的改良技术下保障内外卡具结构统一^[2]。绝缘子是输电线路的重要组成部分，直接影响线路的安全稳定运行，盘型玻璃/瓷质绝缘子由多片绝缘子组成绝缘子串，如220kV线路，一般由13片绝缘子组成一串，一串中良好绝缘子片数不得少于9片，应及时进行更换。输电运检中心现管辖35kV~1000kV线路长度4275km，绝缘子数量较庞大。以220kV线路为例，大约有72万片各种型号绝缘子。运维人员应及时处理失效的绝缘子，利用托瓶架、大刀卡、闭式卡等工具完成更换。由于绝缘子型号、厂家多种多样，目前使用的闭式卡具应根据不同型号的绝缘子定制，每一套卡具只能用于该厂家同批次同型号的绝缘子，给运维工作带来一定不便。

其次，自适应通用卡具是一种新型的线路缺陷处理工具，能够大幅缩短缺陷处理流程时间，提高处理效率，使线路快速恢复良好状态。据

【双创项目】嘉兴恒创电力集团省管产业科技（双创）项目资助（2023-KJZZ-HC-002）

【作者简介】李大伟（1983—），男，江苏宿迁人，本科，研究方向：电力系统及其自动化。

统计,若采购闭式卡具备品备件数量约为70套,单套价格按照平均7万元计算,本成果推广后,可适用于7t~21t各种型号绝缘子,可将备品备件数量减少至4套,单套价格按照8万元计算。

因此,应研究一种通用的闭式卡具,以适应不同厂家、不同型号的绝缘子,从而提高整体的运维效率^[3]。

3 自适应通用闭式卡具研创内容及卡具技术要求

3.1 研创思路及创新点

第一,设计一种自适应式通用卡具,可用于在一定范围内匹配不同型号的绝缘子。该卡具采用三爪结构,通过扳手转动前面的壳体,带动里面的三爪实现对刀具的夹紧,其夹持范围为1~13、3~16和5~25等规格,其中1~13和3~16规格比较常用。该卡具的结构为三爪、前后套、中心对称,具备精度高、夹持力强、夹持范围广等优点,其三大主要参数为精度、夹持力和夹持范围,通过调整三爪的角度和距离,可以实现对不同直径的绝缘子的精确夹持和固定。发挥手枪钻钻夹头的通用性特点,设计自适应式通用卡具,在不同直径的绝缘子上实现灵活应用,提高生产效率和产品质量。

第二,借鉴手枪钻钻夹头的功能,研制出一种通用卡具,适用于多种直径的钻头固定夹紧,同时卡紧玻璃/瓷质绝缘子。该卡具采用楔形机构的自锁力与滑槽滑块结构相结合,实现自适应功能,无需人工调节,可根据需更换的绝缘子自动卡紧到位。初步设计适用于210kN及以下绝缘子,涵盖目前220kV及以下所有线路的单片绝缘子更换工作,适配丝杆的设计保证其有效工作长度,为更换工作提供便利。

3.2 研创内容及卡具技术要求

为了解决绝缘子钢帽尺寸不匹配的问题,应遵循研创内容及卡具技术要求^[4]。借鉴手枪钻的钻夹头设计一种自适应式通用卡具,该卡具可在一定范围内匹配不同型号的绝缘子,利用楔形装置的自锁力和滑孔滑块结构实现闭式卡具变径功能,并进行相应的统计分析、确定通用卡具的变径范围和进行强度校核、零件制作等工作,通过第三方检测和模拟现场使用等方式,对通用卡具的功能、安全、稳定等方面进行检查评估,以确保性能的可靠性和安全性。

4 自适应通用闭式卡具总体结构设计方案

4.1 总体结构方案

本设计为一款自适应通用闭式卡具,旨在满足多种工况下的夹持需求,具有通用性强、操作简便、适应范围广等特点。主体结构设计采用铝合金材料,设计成闭式卡具,以保证夹持精度和稳定性。采用多轴联动夹持机构,根据工件大小和形状自动调整,实现精确夹持。自适应锁紧机构通过液压或气压方式实现夹具与工件的紧密锁紧,确保夹持稳定性。移动机构设计移动滑台,以适应不同位置的工件。工程师根据以上结构设计方案,将绘制自适应式通用闭式卡具的三维图,包括各个部件的尺寸、形状和位置关系,并清晰标注各个部件名称、连接方式等信息制造工艺技术^[5]。

4.2 卡爪关键机构设计方案及型号的确定

首先,根据DL/T 463-2006《带电作业用绝缘子卡具》电力行业标准中对于绝缘子卡具型号的规定,自适应式通用闭式卡具的型号应确定为卡具卡爪夹持绝缘子钢帽内侧和绝缘子钢帽外侧,这种设计使卡具能够适应不同尺寸和形状的绝缘子,具有较高的稳定性和可靠性,适用于各种带电作业场合和重要部件卡具卡爪的结构设计方案。

其次,自适应通用闭式卡具关键机构是自适应卡爪机构,要求绝缘子钢帽内外侧夹紧采用同一卡具,关键是卡爪的设计。经过反复比较设计,最终同时满足绝缘子钢帽内外侧夹持目的。

4.3 卡具力学分析

依据自适应通用闭式卡具结构分析,零件强度最薄弱处有3处,第一处是卡爪头部受压力和弯曲力;第二处是卡具体上开滑孔,卡具体受剪切力;第三处是卡具体的耳朵根部受弯曲力。具体受力分析如下。

(1) 自适应通用闭式卡具受力分析。绝缘子二端受拉力作用,为了更换中间绝缘子,卡具承受二端绝缘子的拉力,促进绝缘子二端受拉力作用。

(2) 自适应通用闭式卡具的卡爪受力分析,主要分析卡爪受压力。

1) 绝缘子钢帽内卡爪受力中, F 是卡爪受到的压力, Ff 是卡爪与卡具的摩擦力, $FN = F \sin \alpha$, $Ff = FN \mu$ 。2) 绝缘子钢帽外卡爪受力中, FN 是卡爪与卡具的正压力, α 是卡爪压力方向与卡爪摩擦面夹角(压力角)。

(3) 卡爪压力方向与卡爪摩

擦面压力角(α)的力学模型。卡爪压力方向与卡爪摩擦面压力角(α)的力学模型中,绝缘子拉力(F)通过钢帽作用在卡具的卡爪上。当卡爪受力时,要求卡爪与卡具之间不允许移动,确保卡爪不会脱开。当卡爪的拉力(F)小于卡爪与卡具之间的摩擦力(Ff)时,卡爪就不会移动。卡爪与卡具之间的摩擦力大小与压力角(α)有一定的关系。当压力角(α)增大时,摩擦力(Ff)也相应增大,这是因为压力角越大,接触面上的法向压力对接触点两侧的切向摩擦力的合力就越大,从而增大了摩擦力。因此,在设计和使用卡具时,应根据具体工况和要求选择合适的压力角(α),以确保卡爪不会脱开且不会产生过大的摩擦力导致卡具磨损,卡爪压力方向与卡具摩擦面压力角(α)的力学模型对于确保卡爪的稳定性和防止脱开具有重要意义。

(4) 卡爪受弯曲力分析。当卡爪受到压力时,卡爪会弯曲,从而受到弯曲力,卡爪受弯曲力是由于压力的作用。在绝缘子钢帽外卡和内卡爪中,卡爪受到的压力会通过轴承等零件传递到卡爪上,从而产生弯曲力。弯曲力的大小取决于压力的大小、力臂的长度以及卡爪的结构等因素。根据力学原理,卡爪受到的弯曲力可以表示为 $F=M*L$,其中 F 为卡爪受到的弯曲力, M 为卡爪受到的弯矩, L 为力臂长度,弯矩 M 是作用在物体上的一股力量,它会使物体产生弯曲变形。绝缘子钢帽内卡爪受弯曲力分析如下,绝缘子钢帽的内卡爪与外卡爪结构相似,会受到压力和弯

曲力的作用。由于绝缘子钢帽的结构和材料等因素,内卡爪所受到的弯曲力比外卡爪更大。在进行机械设计和制造时,应考虑卡爪的结构和材料等因素,以减小弯曲力的影响,提高机械的稳定性和可靠性。

4.4 自适应通用闭式卡具应力校核计算

卡具应力校核计算中,自适应通用闭式卡具的卡爪强度校核非常关键。不同型号的绝缘子对卡爪的受力大小不同,导致卡爪伸出长度不同,进而产生不同的应力大小。另外,绝缘子拉力越大,卡爪受力越大,绝缘子拉力与卡爪受应力成正比,以确保卡具的强度和可靠性。

第一,卡具抓卡 LXY3-210 绝缘子时,卡爪受拉力最大;卡具抓卡 LXY1-70 绝缘子时,卡爪伸出最长,受弯曲力最大。两种情况为卡爪受力极限状态。其中,选用卡爪材料的依据是屈服强度 329.2N/mm^2 ,抗拉强度 493.8N/mm^2 。

其中, $F\tau$ 内 = $LF\sin\alpha/31.29 = F\sin\alpha[(65-B/2)/\sin\alpha-10.28]/31.29$
= $F(65-B/2-10.28\sin45^\circ)/31.29 = F(1.845-0.016B)$

即: $F\tau$ 内 = $F(1.845-0.016B)$

第二, $F\tau$ 外 = $LF\sin\alpha/31.29 = F\sin\alpha[(65-C/2)/\sin\alpha-22]/31.29$
= $F(65-C/2-22\sin45^\circ)/31.29 = F(1.58-0.016C)$

即 $F\tau$ 外 = $F(1.58-0.016C)$

从外侧卡爪对卡具体剪切力数学模型图中找到,在抓卡 LXY-120 绝缘子时,卡爪对卡具体剪切力最大为 $F\tau$ 外 = 7.05kN 。

得出结论:卡爪对卡具体最大额定剪切力是在抓卡 LXY-120 绝缘子时, $F\tau_{1\text{max}} = 7.34\text{kN}$ 。

结语

针对输电线路使用的绝缘子进行吨位、厂家、钢帽卡径统计,确定钢帽卡径范围,根据闭式卡具的功能范围以及不同吨位绝缘子占比,确定通用卡具的通用范围,初步确定在 $70\text{kN} \sim 210\text{kN}$ 通用。工程师根据确定的钢帽卡径范围,设计通用卡具的自适应结构,并进行卡具结构分析、力学分析、应力校核计算和整体设计,同时制作样品并进行测试,以确保安全性和通用性。完成测试后,对样品进行型式试验和第三方检测,确保合格后进行模拟测试和现场实际使用,根据使用情况评估通用卡具的安全性和通用性。同时,制定自适应通用闭式卡具的技术标准和使用指导手册,并进行成果推广转化,确保该卡具在输电线路中得到广泛应用,提高输电线路的安全性和稳定性。■

引用

[1] 常伟,何易桓.多功能闭式卡的研制及应用[J].电力与资源,2013(7X):78-79.
[2] 付斌,杨莹,吴向东,等.运用在带电作业中的可调式绝缘子闭式卡[J].湖北电力,2014,38(2):38-39+43.
[3] 李睿,尹维崴,张玉峰,等.万能绝缘子卡具研制与应用[J].科技创新与生产力,2015(12):102-103.

机电专业实训数智能化场景建设路径及应用

文 ◆ 黔南民族职业技术学院 万东操

引言

当前汽车行业正处于快速发展阶段，数字化技术的融入使汽车制造和维修领域发生了翻天覆地的变化。而在汽车专业教育中，实训教学一直发挥着重要作用，但传统的实训模式已无法满足日益增长的行业需求。因此，本文通过探讨如何利用数字化技术优化汽车专业实训教学，构建更符合时代要求的数智能化教学场景，期望能更好地培养适应未来汽车行业发展的技术人才。

1 实训教学数智能化概述

在新课程改革背景下，职业教育和高等教育开始关注教学实践环节，通过理论与实践联系，提高学生的实践创新能力。而实训教学作为实现这一目标的主要方法，会直接对人才培养质量产生影响。随着数字化技术在汽车制造、维修和服务领域的广泛应用，传统的实训教学模式，已经无法满足学生和行业的需求。实训教学数智能化通过引入虚拟现实（VR）、增强现实（AR）技术辅助教学以及互联网技术等手段，创造更真实、高效的学习环境，使学生能够在模拟情境下解决真实场景中的问题^[1]。

2 汽车专业实训教学数智能化场景建设现状及差距

2.1 汽车专业实训教学数智能化场景建设现状

2.1.1 提升重视度

近年来，随着国家对应用型和技能型人才培养的重视程度不断提升，高职院校积极响应国家政策，加大了对汽车专业实训教学的投入。通过与行业内领先企业的紧密合作，建立了一系列校企合作实训项目，并共同搭建了实训基地，致力于为学生提供更加贴近实际工作需求的学习环境和机会。这些合作项目和实训基地不仅为学生提供了较为丰富的实践机会，还给学生搭建了与专业人士交流、学习的平台，促进了教学工作理论与实践的融合。通过这些努力，高职院校已经在汽车专业实训教学方面取得了显著的进展，为进一步推动实训教学数智能化场景的建设打下了坚实的基础。

2.1.2 更新设施设备

学校积极购置先进的实训设备，确保学生能够在现代化的实践操作环

境中学习。这些先进设备不仅可靠、安全，还能模拟真实的汽车工作场景，为学生提供了更加贴近实际工作的实践体验。通过这些设备的更新，学校不但提升了实训教学的质量，还给学生的职业技能培养奠定了坚实的基础^[2]。设备的引入令学生能更好地理解 and 掌握汽车专业的理论知识，培养他们在实际工作中所需的操作技能，提高解决问题的能力。

2.1.3 改革课程体系

在课程体系改革方面，高职院校积极探索将实训内容与专业课程体系有机融合，倡导“做中学”“学中做”的教学理念和模式，不仅将理论知识与实践技能相结合，还把实践性教学归入到课程体系的核心地位，旨在培养学生全面发展的能力。通过这种教学模式，学生在学习专业知识的时候，也能够直接参与到实践操作中，通过动手实践巩固，加深对知识的理解。不仅有助于提升学生的动手能力和技能水平，还能培养他们解决实际问题的能力和创新思维。此外，这种课程体系改革也有助于打破传统课堂教学的束缚，激发学生的学习兴趣 and 主动性，促进他们在实践中不断探索、实践和创新。

【作者简介】万东操（1973—），男，重庆人，硕士研究生，研究方向：计算机、智能制造。

2.2 汽车专业实训教学数智化场景建设存在的差距

2.2.1 实训与理论结合不够紧密

虽然近年来实训环节得到了高职院校的重视，但在理论教学与实训教学融合上仍然存在一定程度的不足，实际表现为“重理论轻实践”或“实践与理论脱节”。这种现状导致学生在实践中无法有效运用所学的理论知识，或者在理论学习中缺乏对实操的深入理解。造成这一情况出现的核心原因就是教学内容设计和教学方法缺乏考量，没有充分考虑如何将理论知识与实践操作相结合。另外，教学资源匮乏也是导致这一问题产生的重要原因。

2.2.2 实训过程记录不足

高职院校当前实训教学在记录方面存在的不足主要表现在实训内容和形式较为单一，仍然采用传统的线下教学模式。在这种模式下，学生的作品、成绩和作业没有形成电子记录，导致后期梳理和管理难度较大^[3]。首先，由于缺乏适用的教学管理系统或工具，教师无法有效记录和管理学生的实训过程和成果。其次，传统线下教学模式导致学生的实训作品和成绩只能以纸质形式存在，容易造成资料遗失或混乱，进而增加了后期管理的难度。

2.2.3 实训与产业需求对接不够紧密

实训与产业需求对接不够紧密是指部分实训内容没有充分考虑行业和岗位的实际需求，导致学生所学技能与市场的需求之间存在一定程度的脱节。这一现象是由多种原因共同造成。首先，教学内容设计未贴近实际工作场景，或者教师与行业之间的信息沟通不畅。其次，随着行业

技术的快速更新和发展，一些传统的实训内容已经无法匹配当前的市场需求，需要在教育环节及时调整和更新。最后，学校缺乏对行业内部的实际情况的了解与合作机会，导致实训内容与实际工作岗位之间产生脱节。

2.2.4 实训评价体系不完善

在实训评价体系方面存在的不完善主要体现在对实训效果的考核和评价方式有待优化方面。现阶段对学生的实践能力和综合素质的全面评价机制并没有形成，一定程度上存在欠缺与不足。这一情况的出现主要是因为实训教学环节缺乏系统化、科学化的评价标准和方法。传统的实训评价过于关注简单的实训成绩或者学生表面性的操作技能考核忽视了对学生的综合能力和创新潜力的评价工作。

2.2.5 实训资源利用不充分

实训资源利用不充分的问题主要体现在针对建设的实训室和实训设备的利用不够完全方面。一方面，由于宣传力度不够，导致学生不能及时了解实训室资源，从而无法充分利用。学校在宣传实训资源方面投入不足，信息传递渠道较为单一，学生缺乏对实训资源的深入了解 [4]。另一方面，管理机制不完善也是导致实训资源利用不充分的原因。因为学生无法提前了解实验室和设备的忙闲情况，也无法了解实训室管理老师的具体要求和管理规定，所以难以充分利用实训资源。

3 汽车专业实训教学数智化场景建设路径

3.1 实训安全管理建设

在汽车专业实训教学数智化场景建设路径中，实训安全管理的建设尤为重要。为了确保实训过程中的安全性，学校应注重实训安全管理的各个环节。首先是实训安全教育。通过学校构建统一的安全在线学习和考试平台，给学生提供更加全面系统的实训安全知识学习资源。通过自主学习、在线练习和自主考试等方式，学生可以全面掌握必要的安全操作知识和技能，同时具备自救自护的素养和能力。在考试合格后，学生能够获得各个实训室的准入资格，确保实训过程的安全性。其次是安全巡检。学校应定期对实训室内的设备、门窗、水电气等进行巡检和抽查^[5]。

3.2 实训教学管理建设

在实训教学管理方面，高职院校应建立完善的教学资源管理系统，便于教师上传和发布学习资料，布置学习任务，并对学生的学习进度进行统计和跟踪。运用系统能够有效管理教学资源，确保学生能够及时获取自身所需要的学习资料，提高学习效率。同时，实训教学与评价也需要教师予以重视。以实训课程为中心，打造实训教学的课前、课中、课后全环节，实现课前备课与预习、实操过程评估、课后作业管理、随堂测验、课程评价等功能，最终全面评价学生的学习情况和实际操作能力。此外，实训巡课也是教学管理的核心方法。通过在线监控实时巡课，教学管理人员能够及时了解实训课程的教学质量与进度，确保教学过程的规范和有效性。另外，示教考评系统和技能竞赛系统的建设能够有效提升教学质量和学生竞争力。示教考评系统能够集教师示范、学生训练、学生考试、教师讲评、赛训过程录制为一体，实时呈现、及时传

达教师的示范动作，有效解决围观式教学问题，提升学生学习效果。而技能竞赛系统则能够从赛前、赛中、赛后 3 个阶段对竞赛全过程实现数字化管理，为竞赛的顺利进行提供便利，这一管理措施有助于激发学生的学习热情和竞争意识。

3.3 实训资源管理建设

在实训资源管理建设中，实训室管理作为重要组成部分，涵盖了多个方面的内容。首先是管理实训室的基础信息，包括实训室的名称、位置、面积等基本属性，以便对实训室进行准确地标识和定位。其次是实训室设备的管理，包括设备的基础信息的新增、编辑、删除、导入和导出等操作，确保实训室设备信息的及时更新和准确性。再次，实训耗材管理也是不可忽视的一环，需要从耗材的采购、入库、领用、出库、归还、调拨等一系列流程入手，保障实训教学所需物料能够及时供应和合理利用^[6]。此外，开放实训室预约也能强化实训资源管理工作。实际工作开展过程中，需管理实训室的开放、预约、审批和使用等流程，并且统计实训室预约使用情况，合理安排实训室资源的利用。最后，建立完善的实训资源管理系统，有效提高实训室资源的利用效率，优化实训教学的组织和管理工作，为学生提供更好的实践学习环境和条件。

3.4 实训数据可视化系统建设

系统建设的核心目标是全面展现全校实训数据，为教学管理者提供全面、直观的数据分析和决策支持。系统将包含有关实训楼的 3D 建模，通过逼真的虚拟场景，展示实训楼的结构、布局和设备分布，使教学管理者能够清晰了解实训设施的整体情况。同时，系统还将统计和分析实训室的类型、实训设备的使用情况、实训课程的开设情况以及实训室预约情况等关键数据。通过数据可视化的方式，教学管理者可以直观地了解各项实训指标的变化趋势和数据分布情况，及时发现问题，并采取相应的管理措施。不仅能够提高实训教学管理的效率和精度，还能促进实训资源的合理配置和利用，推动实训教学质量的提升。因此，实训数据可视化系统的建设对于推动实训教学的数字化转型和智能化发展具有重要意义。

3.5 基础平台建设

基础平台将涵盖一系列配套系统的基础信息，包括学期管理、部门管理、教师管理、学生管理、班级管理等信息。首先，学期管理模块需要负责管理学校各学期的开设情况、学期时间安排以及学期课程的相关信息，为教学计划和课程安排提供依据。其次，部门管理模块会对学校内部各个部门的基本信息和组织结构（如部门名称、负责人、联系方式等）进行管理与把控，便于实现部门之间的协同合作和信息共享。教师管理模块可以直接记录教师的个人信息、教学经历、资质证书等，给教师的教学安排和管理提供便利。学生管理模块应统计学生的基本信息、学籍信息、选课情况等，给学生的学习跟踪和管理提供支持。最后，班级管理模块主要管理各个班级的基本信息、班级成员名单、班级课程安排等，确保为班级的教学管理和组织活动提供依据。综上所述，建立完善的基础平台，有助于实现对各项教学管理信息的统一管理和便捷查询，为实训教学的顺利开展和持续改进提供有力支持。

结语

在汽车专业实训教学数智化场景建设中，应持续关注实训教学的创新与改进。加强实训环节投入、更新设施设备、改革课程体系、加强实训与理论相结合等策略，为实现汽车专业实训教学的全面提升和智能化发展提供助力。不仅能够更好地培养学生的实践能力和创新意识，还能更好地满足汽车行业对高素质人才的需求，推动汽车专业教育的可持续发展。

引用

[1] 钟全能. 新能源汽车专业实训基地建设与实践教学研究[J]. 教育教学论坛, 2023(49):145-148.

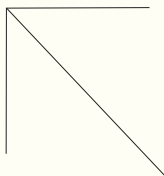
[2] 易娇. 基于CIPP模式的高职汽车专业虚拟仿真实训教学评价研究[J]. 时代汽车, 2023(24):43-45.

[3] 唐珍珍. 高职院校汽车专业实训教学的问题与对策探析[J]. 专用汽车, 2023(11):125-127.

[4] 余海涛. 高职汽车专业实训课教学创新措施探讨[J]. 汽车测试报告, 2023(20):119-121.

[5] 吴晓金. 高职汽车维修专业实训教学改革研究[J]. 汽车测试报告, 2023(15):101-103.

[6] 马永升. 基于职业能力培养的汽车专业教学探讨[J]. 中国教育技术装备, 2023(9):85-87.



基于机器视觉的飞机铆钉划痕与尺寸检测技术

文 ◆ 陕西飞机工业有限责任公司

南京航空航天大学 机电学院 江苏航鼎智能装备有限公司

江苏航鼎智能装备有限公司

杨春晖

戴家隆

张 森 孙龙辉

引言

铆钉是飞机装配必不可少且大量使用的紧固件，其质量和尺寸决定了铆钉连接的强度和质量。飞机装配时选用无表面缺陷和尺寸正确的铆钉是保证铆接质量的关键。本文采用机器学习的方法来实现铆钉表面的划痕和轮廓尺寸检测，使用 Laplacian 算子对采集到的图像进行划痕检测，再通过面积和结构因子参数进行区域筛选，提取铆钉划痕。对经过优化处理的图像进行 ROI 区域提取，实现铆钉轮廓检测，并计算得到铆钉尺寸。本文使用的方法划痕检测准确，轮廓尺寸计算精度较高，能够满足使用要求。

1 研究背景

铆钉在飞机装配过程中应用广泛。据相关资料统计，装配一架大型飞机大约需要 150 万 ~ 200 万个铆钉和螺栓紧固件^[1]。铆钉作为一种重要的飞机紧固件，其尺寸和质量决定了铆钉连接的强度和质量，不合格的飞机铆钉会造成连接部位受力不均匀或者达不到紧固的标准，从而造成危险

事故的发生。为了保证飞机的安全飞行，飞机铆钉的检测对于保证飞机连接质量和精度具有重要意义^[2]。

影响航空铆钉质量的因素中，除了涉及表面缺陷之外，还包括航空铆钉各部位尺寸等^[3]。传统的铆钉检测主要是人工使用工具测量，但对工人要求较高，工作效率极低，并且人工检测受主观因素影响大，严重制约检测的效率和精度。随着视觉传感技术、图像处理技术和计算机技术的快速发展，基于工业相机的视觉检测在智能制造生产中得到了广泛地应用和普及，并推动了铆钉自动检测技术的发展。与传统的检测和测量手段相比，基于机器视觉技术实现铆钉的自动化检测，具有非接触、高精度、自动化等特点^[4]。

梁莹等^[5]针对大型薄壁结构铆接点位自动化检测问题，提出了基于条纹投射三维测量的铆钉检测技术，实现了铆钉铆头尺寸特征高精度测量以及裂纹缺陷自动化识别。谢小辉^[6]等提出了一种铆钉表面裂纹缺陷机器视觉检测方法，实现了铆钉端面 and 柱面的裂纹检测。邢雪亮^[7]等通过阈值分割算法和分水岭算法进行图像分割，经过平滑、形态学、轮廓提取等处理，实现了航空铆钉头部直径尺寸的高精度测量。XIE 等^[8]利用三维扫描仪实现了铆接点的自动化分析，使用商用三维激光扫描仪获取铆接的飞机蒙皮的三维数据，然后进行多重结构拟合来检测铆钉，但现有扫描设备测得点云质量较差、噪声严重、轮廓缺失且点云密度各向异性，影响算法稳定性。庄志炜等^[9]提出了一种基于机器人视觉的铆钉检测与输送技术，对多型号散堆铆钉的识别与定位、铆钉拾取、铆钉尺寸测量、铆钉输送等关键技术展开了系统的研究，但是对于铆钉的检测仅限于外轮廓尺寸测量，无法检测铆钉表面的凹坑、凸起、裂纹和飞边等缺陷。

为实现铆钉质量的一体化自动化检测，本文提出了一种基于机器视觉技术的铆钉检测技术，可以实现铆钉轮廓尺寸的检测和表面质量的检测，识别出不合格产品。该检测方法，可快速识别出表面缺陷与零件的尺寸，通过机械臂的协作，可实现自动化、便捷化检测，大大提高了检测效率。

【作者简介】杨春晖（1990—），男，陕西城固人，本科，工程师，从事飞机技术改造工作。

【通讯作者】戴家隆（1987—），男，江苏南京人，博士研究生，从事机器人运动规划工作。

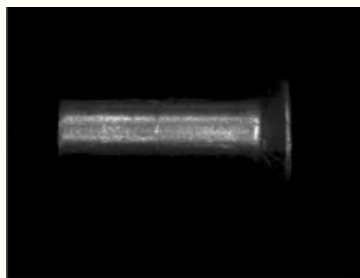


图1 有划痕的铆钉



图2 多种型号的铆钉

2 理论分析

2.1 特征分析

在使用击芯铆钉时需要对其进行多次击打,使其发生塑性变形,因此划痕对铆接质量有着重要潜在影响^[10]。为避免使用带有划痕的铆钉,应对铆钉的划痕特征进行提取,铆钉的划痕特征多为不规则曲线,有划痕的铆钉如图1所示。

在实际铆接时,需要使用到多种型号的铆钉,选用正确的铆钉型号是确保铆接质量的关键。不同型号铆钉具有不同的长度和直径,应选择铆钉的长度和直径作为区别不同型号铆钉的特征。多种型号的铆钉如图2所示。

2.2 图像滤波方法

由于图像采集的设备受到电流、工作环境干扰以及图像信号在传输过程中也会产生噪声,会对采集到的图像产生影响,使图像变得模糊。因此去除图像中的噪声是图像处理中非常重要的一步。图像滤波是图像噪声去除的重要方式,可以去除图像中不必要或者多余的信息^[11],常用滤波方法如图3所示。

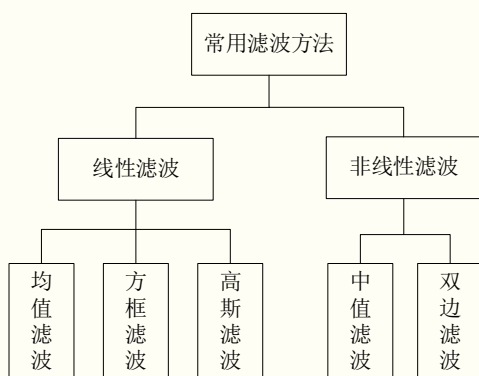


图3 常用滤波方法

为去除图像采集过程中产生的噪声以及图像背景中的噪声,本文采用双边滤波对图像进行处理。

双边滤波是一种综合考虑滤波器内图像空域信息和滤波器内图像像素灰度值相似性的滤波算法,可以实现在保留区域信息的基础上实现对噪声的去除和对局部边缘的平滑处理^[12]。双边滤波对高频率的波动信号起到平滑作用,同时保留大幅值变化的信号波动,进而实现对保留图像中边缘信息的作用。双边滤波器是两个滤波器的结合,分别考虑空域信息和值域信息,使滤波器对边缘附近的像素进行滤波时,距离边缘较远的像素值不会对边缘上的像素值影响太多,进而保留边缘的清晰性。

双边滤波原理的数学表达式如(1)所示。

$$g(i,j) = \frac{\sum_{k,l} f(k,l) \omega(i,j,k,l)}{\sum_{k,l} \omega(i,j,k,l)} \quad (1)$$

式(1)中, $\omega(i,j,k,l)$ 为加权系数,其取值取决于空域滤波器和值域滤波器的乘积。空域滤波器的表示形式如式(2)所示,值域滤波器的表示形式如式(3)所示。

$$d(i,j,k,l) = e^{-\frac{(i-k)^2 + (j-l)^2}{2\sigma_d^2}} \quad (2)$$

$$r(i,j,k,l) = e^{-\frac{\|f(i,j) - f(k,l)\|^2}{2\sigma_r^2}} \quad (3)$$

两者相乘,得到如式(4)所示的双边滤波器。

$$\omega(i,j,k,l) = \frac{e^{-\frac{(i-k)^2 + (j-l)^2}{2\sigma_d^2}} e^{-\frac{\|f(i,j) - f(k,l)\|^2}{2\sigma_r^2}}}{e^{-\frac{(i-k)^2 + (j-l)^2}{2\sigma_d^2}} e^{-\frac{\|f(i,j) - f(k,l)\|^2}{2\sigma_r^2}}} \quad (4)$$

2.3 边缘检测算子

图像的边缘是指图像中像素灰度值突然发生变化的区域,如果把图像中每一点的像素值都描述为一个关于灰度值的函数,那么图像的边缘可以用函数的一阶导数来刻画。在像素突然变化的区域,该区域函数的导数值较大,在像素变化平缓的区域,该区域的导数值接近于零。图像边缘是图像中的重要信息,提取出图像中的边缘信息是分析铆钉表面划痕、计算表面轮廓尺寸的关键。常用的边缘检测算子有 Sobel 算子、Scharr 算子、Laplacian 算子、Canny 算子等^[13]。

Laplacian 算子是一种二阶数算子,具有各方向同性的特点,能够对任意方向的边缘进行提取,具有无方向性的优点^[14],因此使用 Laplacian 算子提取边缘不需要分别检测 X 方向的边缘和 Y 方向的边缘,只需要一次边缘检测。

Canny 算子是目前最优越的

边缘检测算子之一，该算子由 John Canny^[15] 提出。Canny 算子能够有效解决去除噪声和精确定位这一对矛盾，Canny 利用数值计算方法对边缘检测算子进行分析，并得到了边缘检测算子性能优劣标准。（1）低误判率，避免误判及漏掉边缘点。（2）精度高，被检测的边缘点落在真正的边界上。（3）单像素边缘，虚假边缘得到抑制，保证得到的边缘为 1 个像素。

在对铆钉划痕提取时采用 Laplacian 算子，对铆钉进行尺寸轮廓计算时采用 Canny 算子。同时，为了保证划痕的提取效果，采用更小的焦距和更浅的景深。不同算子边缘提取结果如图 4 所示，其中，图 4（a）为 Laplacian 算子边界提取结果，图 4（b）为 Canny 算子边界提取结果。

3 实验结果与分析

3.1 划痕检测

3.1.1 检测流程

对于采集到的铆钉图片，检测流程包括图像优化处理、区域筛选、划痕提取。其中，图像优化处理包括对图像进行二值化、形态学闭运算、双边滤波去噪以及使用 Laplacian 算子进行边缘检测等步骤。铆钉划痕检测流程如图 5 所示。

为从边缘区域中筛选出划痕，本文对铆钉划痕的特征参数进行处理。描述划痕缺陷的特征参数包括面积、周长、结构因子、圆形度等^[16]。经过 Laplacian 算子提取的边缘包含许多伪划痕，通过计算划痕区域面积进行粗筛选后，还需要根据结构因子对划痕进行精筛选。结构因子的计算公式如式（5）所示。



图 4 不同算子边缘提取结果

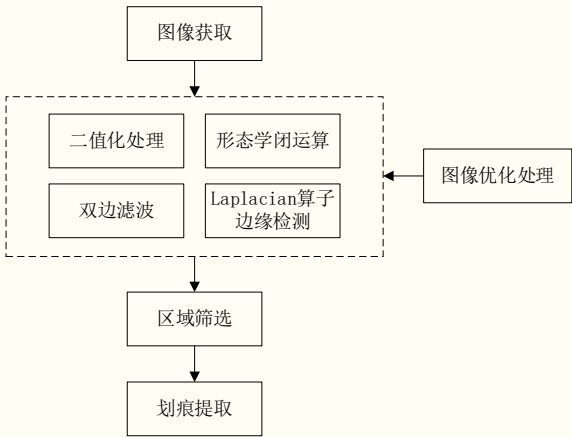


图 5 划痕检测流程

$$\begin{cases} a = \frac{L}{W} \\ b = \frac{LW}{S} \\ c = a - b \end{cases} \tag{5}$$

式（5）中， L 、 W 、 S 分别为划痕最小外接矩形的长度、宽度和面积，单位均为像素； a 、 b 、 c 分别为划痕最小外接矩形的长宽比、划痕区域的蓬松度和结构因子，区域越细长、蓬松度的值越大，结构因子的值越大。

利用结构参数对划痕区域筛选的具体过程如下。

- (1)

根据各划痕区域面积 S 设定阈值，对划痕进行粗筛选。
- (2)
- 根据划痕细长的特性，设定较大的阈值
- c
- ，对划痕进行精筛选。

3.1.2 检测结果与分析

检测到的铆钉划痕如图 6 所示，其中图 6（a）为铆钉图像二值化处理结果，图 6（b）为铆钉划痕提取效果。通过对比可以看出，该方法能够有效检测出铆钉划痕是否存在。

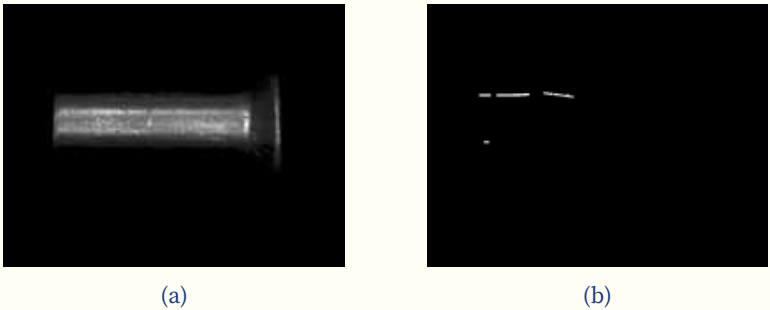


图 6 检测到的铆钉划痕

各取 3 种不同型号的铆钉 50 颗进行划痕检测，划痕检出率如表 1 所示。

表 1 划痕检出率

型号	划痕数量	检出数量	划痕检出率
1	21	19	90.47%
2	37	32	86.49%
3	9	8	88.89%

3.2 轮廓尺寸检测分析

3.2.1 检测流程

对于采集到的图像，其检测流程包括图像优化处理、ROI 区域提取和直径长度计算，其中，图像优化处理包括二值化处理、双边滤波和 Canny 边缘算子检测。铆钉轮廓尺寸检测流程如图 7 所示。

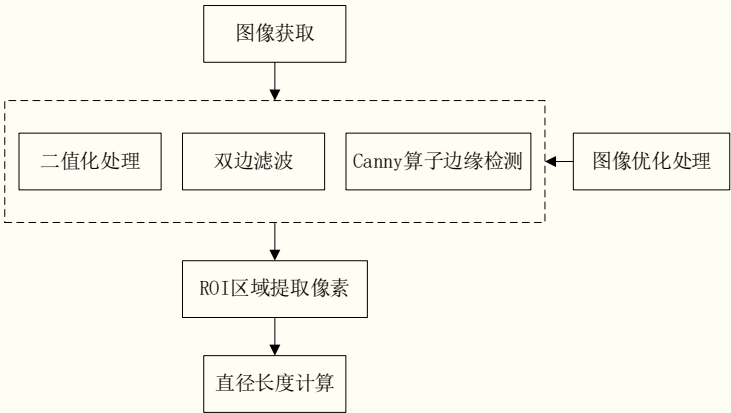


图 7 铆钉轮廓尺寸检测流程

对获取的待测铆钉图像进行优化处理，之后提取图像中的 ROI 区域，通过 ROI 区域内图像的处理，获得铆钉图像的像素尺寸。对于铆钉的总长和直径的测量，采取两种方法，对铆钉的图像分别进行不同的 ROI 区域提取，然后同步进行计算。针对目标铆钉的总长测量，计算出将 ROI 区域内的部分铆钉完全包含的最小矩形，其中矩形的长即为铆钉



图 8 (a) 铆钉总长检测示意图

图 8 (b) 铆钉直径检测示意图

表 2 比例系数计算结果

铆钉编号	像素值	实际尺寸 (mm)	比例系数
1	119	30	0.2479
2	121		
3	121		
4	120		
5	123		
6	123		
7	120		

的总长。对于钉杆直径的测量，在 ROI 区域中计算出包含该铆钉的最小矩形，矩形的长即为铆钉的钉杆直径。

在进行检测前应预先测量多个铆钉的像素尺寸，根据铆钉的实际尺寸计算得到两者之间的比例关系。其中比例系数 k 的计算公式如式 (6) 所示。在进行铆钉尺寸检测时，依据预先获得的比例系数 k 和测量得到的铆钉尺寸像素值，即可计算得到铆钉的尺寸参数。

$$k=L_r/L_p \tag{6}$$

式 (6) 中， L_r 为铆钉实际尺寸，单位为毫米； L_p 为铆钉检测尺寸，单位为像素。

3.2.2 尺寸检测结果与分析

比例系数计算结果如表 2 所示。获取比例系数后，得到的 3 种铆钉轮廓尺寸检测结果。图 8 (a) 中方框表示计算铆钉总长时检测到的包含该铆钉的最小矩形，该矩形的长即表示铆钉的总长。图 8 (b) 中较大方框表示提取出的 ROI 区域，较小方框即为 ROI 区域内包含铆钉的最大矩形，矩形的长即为钉杆直径。

将实验所用的 3 种铆钉计算尺寸与真实尺寸经过对比后，由表 3 可以看出，本文的铆钉尺寸检测方法其绝对误差均在理想范围内，相对误差均在 0.1% 以下，均满足检测要求。在 3 种不同型号铆钉各取 50 颗进行尺寸检测准确性验证，铆钉直径和总长的相对误差均在 0.1% 以下视为达到验证要求，尺寸检测准确性验证结果如表 4 所示。

结语

本文使用基于机器视觉的方法，针对铆钉划痕检测，通过

对划痕的特征信息进行提炼总结, 设定阈值, 利用特征信息进行多次筛选。在对图像进行预处理后, 对铆钉划痕的特征参数进行处理, 利用结构参数对划痕区域进行筛选, 实现了铆钉表面划痕缺陷的检测。对于铆钉尺寸检测, 依据铆钉的实际尺寸与像素尺寸之间的比例关系, 在通过计算 ROI 区域中的矩形框尺寸后, 得到了对应的铆钉尺寸参数, 实现了飞机铆钉轮廓尺寸检测, 避免了使用参照物进行尺寸换算时由于参照物的图像畸变而导致铆钉尺寸计算不准确的问题, 同时也提高了操作的便捷性并且具有较好的检测精度。

本文所提的铆钉尺寸检测和划痕检测方法, 有助于降低人工检测失误率, 提高工作效率, 便于机器人自动化钻铆技术应用。同时, 对于其他较小零件的表面划痕和轮廓尺寸检测, 提高自动化钻铆系统可靠性, 具有较高的实用价值。■

引用

[1] 王芳芳,黑东盛,赵嗣徽.基于飞机结构装配的紧固件连接设计研究[J].科技资讯,2019,17(22):65-66.
[2] 王富治.视觉检测的几个关键问题研究[D].成都:电子科技大学,2011.
[3] 郑大伟.基于图像识别的飞机铆钉尺寸检测系统开发[D].南京:南京航空航天大学,2016.
[4] 王波.基于机器视觉的全自动高精度铆钉筛选系统[D].成都:西南交通大学,2018.
[5] 梁莹,王云帆,林时雨,等.基于条纹投射三维测量的铆钉自动化检测技术[J].上海航天(中英文),2023,40(2):157-164.
[6] 谢小辉,黄钊.大型回转体铆钉裂

表 3 铆钉尺寸检测结果

尺寸参数	铆钉类别 编号	检测结果 (像素)	计算值 (mm)	实际值 (mm)	绝对误差 (mm)	相对误差 (%)
直径	1	12	2.9748	3.00	0.0252	0.84
	2	16	3.9664	4.00	0.0336	0.84
	3	20	4.9580	5.00	0.0420	0.84
总长	1	48	11.8992	12.00	0.1008	0.84
	2	120	29.7480	30.00	0.2520	0.84
	3	65	16.1135	16.00	0.1135	0.71

表 4 尺寸检测准确性验证结果

铆钉数量	铆钉类别	达标数量	准确率
50	1	48	96%
	2	49	98%
	3	49	98%

纹机器视觉在线自动检测[J].中国测试,2021,47(S1):136-140.
[7] 邢雪亮,甘文波,蒋朝根.基于机器视觉的航空铆钉尺寸检测技术[J].计量学报,2020,41(5):518-523.
[8] XIE Q,LU D N,DU K P,et al.Aircraft Skin Rivet Detection Based on 3D Point Cloud Via Multiple Structures Fitting[J].Computer-Aided Design,2020,120:10285.
[9] 庄志炜.基于机器人视觉的铆钉检测与输送技术研究[D].南京:南京航空航天大学,2021.
[10] C.Krejci.LTD Bolt Injection System[J].SAE International Journal of Aerospace,2011,4(2):1435-1440.
[11] Jialiang Z,Chuheng C,Kai C,et al.Local Adaptive Image Filtering Based on Recursive Dilation Segmentation[J].Sensors (Basel,Switzerland),2023,23(13).
[12] Yang Y,Xu M,Chen C,et al.Removing Rain Streaks from Visual Image Using a Combination of Bilateral Filter and Generative Adversarial Network[J].Applied Sciences,2023,13(11):6387.
[13] Wang Q,Chen W,Peng H.An Intelligent Image Detection Method using Improved Canny Edge Detection Operator[J].International Journal of Information Technology and Management,2022,21(4):369-381.
[14] Control and Systems Engineering;National University of Defense Technology Details Findings in Control and Systems Engineering (Edge Agreement of Multi-agent System with Quantised Measurements Via the Directed Edge Laplacian)[J].Journal of Engineering,2016,13(10):1583-1589.
[15] J.Canny.A Computational Approach Edge Detection[C].IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence,1986,18(6):679-698.
[16] 田洪志,王东兴,林建钢,等.基于双阈值图像区域生长法的冲压件划痕检测[J].锻压技术,2020,45(6):175-181.

MES 制造执行系统在钢管行业中的设计与应用

文◆中国昆仑工程有限公司 徐 强 杨 铎 杨 柳 赵德煜

引言

随着信息技术的快速发展，制造执行系统（MES）在钢管行业中扮演着越来越重要的角色。本文深入探讨了 MES 系统在钢管行业中的设计与应用，提供了系统在整个架构、技术架构、体系架构和详细功能设计等方面的研究方案与设计思路，同时提出了系统配置和系统安全性方面的解决思路和系统优化策略。

1 整体架构设计

1.1 功能架构设计

MES 系统总体架构由数据层、应用层和展现层 3 个层级组成^[1]。其中，数据层包括基础数据管理和文件数据管理；应用层包括生产任务单管理、质量管理、岗位工作中心、库存管理、报表管理以及系统管理；展现层包括综合展示平台、数据大屏和移动应用。

1.2 技术架构方案

1.2.1 软件方案

系统采用目前最流行的 Java 框架进行开发。系统后端采用视图层、服务层、数据访问（DAO）层 3 层结构设计。系统前端采用 Bootstrap 页面进行展示，采用 jQuery 进行逻辑处理。移动端采用 uni-app 平台，其可以实现一次编码，同时生成多个应用程序，大幅提高了系统开发效率。数据大屏采用 Vue 框架，可实现视图和数据之间的自动同步。数据库采用具有可靠性、扩展性、安全性和灵活性等特点的 MySQL 数据库。

1.2.2 硬件方案

系统采用云化部署，云平台主要提供计算资源、存储资源和网络资源，系统使用资源主要占用计算资源和存储资源。系统部署开发系统、测试系统、生产系统 3 套环境，系统所需的硬件资源表如表 1 所示。

1.3 体系架构设计

1.3.1 应用架构方案

从用户与系统的信息交互方面来说，系统分为用户层、交互层和前端应用层^[2]。系统可支持不同类型用户通过个人电脑、移动设备等多种渠道对系统进行访问，实现互联互通。

用户层支持被授权的用户，以不同的身份登录系统，实现线上操

表 1 硬件资源表

序号	资源类型	用途	备注
1	负载均衡	负载均衡	可选
2	应用服务器	应用部署	
3	数据库	数据存储	
4	缓存服务器	数据缓存	
5	分布式存储	文件存储	

作与协同；交互层为用户提供了 PC 端、移动端等多种访问渠道与交互方式；前端应用层包含了系统所有的功能模块，这些功能模块组成了企业的实际业务服务，支撑前端业务应用。

1.3.2 部署方案

系统采用私有化部署方案进行部署，使用前置 Nginx 服务器作为 Web 静态资源管理器的请求负载服务，Application 以及 Storage 使用集群方案进行集群化部署，保证服务的高可用性，数据库采用 MySQL 数据库的容灾备份和高可用方案。

2 系统功能设计

2.1 业务功能设计

系统功能包括生产任务单管理、质量管理、岗位工作中心、库存管理、报表管理、系统管理和移动端管理。业务功能设计如表 2 所示。

2.1.1 生产任务单管理

用户在系统中对生产任务单

【作者简介】徐强（1987—），男，山东临朐人，硕士，工程师，研究方向：信息工程。

表 2 业务功能设计

功能级别一	功能级别二	功能点编号
MES	生产任务单管理	01-01
	质量管理	01-02
	岗位工作中心	01-03
	库存管理	01-04
	报表管理	01-05
	系统管理	01-06
	移动端管理	01-07

信息进行维护和下发，为加工车间的生产派工提供业务基础。同时通过上传该任务单的生产工艺卡和检验工艺卡信息，将工艺参数的上下限数据维护到系统中，从而对生产过程数据和质量检验数据的校验提供了数据基础。发货通知单管理则为成品入库后的发货提供了基础信息支撑。

2.1.2 质量管理

质量管理包含了原材料理化试验、开垛管理和钢管复取 3 个子功能^[3]。质量管理人员对所有入场的原材料进行质量检验，质检人员将检验记录通过人工或检验仪器的自动数据采集录入到系统中，同时系统根据检验工艺卡中的工艺参数信息，对质量检验数据进行验证。

对于在制品的过程检验，系统通过探伤、水压、成品检验岗位来进行。系统通过与 PLC 设备进行数据交互，自动采集检验数据判断生产过程的检验结果是否合格。若合格则生产加工继续进行，若不合格则由质量管理人员发起退库流程，库存管理人员进行退库确认，再由成品检验人员发起逆流程，对不合格钢管进行处理。

在钢管加工完毕质检合格后，会进入成品库。在发运之前，库存管理人员根据订单情况对成品钢管进行开垛并填写发货通知单。

2.1.3 岗位工作中心

系统基于车间实际加工情况，设立了拆卷、刨边板探、成型焊接、飞剪、水压、切管、探伤、成品检验以及喷板交库岗位。岗位操作人员通过手工或设备的自动采集将加工过程数据录入到系统中，系统根据生产工艺卡参数和检验工艺卡，对录入的加工数据进行分析，对于不合格品可发起逆流程。

2.1.4 库存管理

用户可在系统中对原材料以及成品钢管进行出入库管理。原材料在完成入厂检验流程且合格后，即可进入原材料库，此时原材料可进行派工。原材料经过岗位加工完成后，进入成品库，库存管理人员在系统中记录库存当前存量、可开垛量以及出库量，对库存内钢管进行统一管理。

2.1.5 报表管理

根据实际业务需求，系统生成各类统计报表以供公司管理层使用，通过报表数据对各项生产数据进行深度分析，找出企业在生产管理中存在的问题。同时，企业管理层可根据报表中的数据和分析记录，做出科学合理的决策，从而提高企业的运营效率。

2.1.6 系统管理

系统管理包括组织管理、用户管理、权限管理、角色管理、字典管理、班组管理、班次管理、库区管理。包含组织结构以及用户创建、角色建立以及分配、系统字典管理、班组班次管理和库区的详细划分等。

2.1.7 移动端管理

系统支持在移动端的使用，特定用户如质检管理人员和库存管理人员可根据实际需求使用移动端来完成相应的业务操作。

2.2 应用功能设计

2.2.1 PC 端功能设计

为满足业务功能，系统针对不同的业务特点分别进行了不同的功能设计。其中一级功能菜单包括生产任务单管理、质量管理、岗位工作中心、库存管理、报表管理以及系统管理。生产任务单管理包括生产任务单编制、工艺参数维护和发货通知单管理；质量管理包括原材料试验数据管理、理化试验数据管理、开垛管理和钢管复取管理；岗位工作中心包括拆卷、刨边板探、成型焊接、飞剪、水压、切管、探伤、成品检验以及喷板交库岗位报工；库存管理包括原材料管理、任务单派料管理、钢管退库确认、钢管库存管理和钢管出库管理；报表管理包括各类统计报表的分析和导出；系统管理包括组织管理、用户管理、权限管理、角色管理、字典管理、班组管理、班次管理、库区管理。

2.2.2 移动端功能设计

系统移动端功能设计包括岗位记录填写和工艺卡查看。

3 基础架构配置设计

3.1 资源配置设计

系统部署在企业本地，用户对服务的稳定性、数据的安全性全面负责，用户根据企业自身的实际需求对资源进行管理，系统环境资源如表 3 所示。

表 3 系统环境资源

部署环境	资源类型	规格	数量	用途	备注
生产环境	负载均衡	VIP	1	负载均衡	可选
	虚拟计算资源	16C32G	≥ 1	分布式存储	
	虚拟计算资源	16C128G	≥ 1	数据库	
	虚拟计算资源	4C32GB	≥ 1	应用服务器	
	虚拟计算资源	4C32GB	1	缓存服务器	
测试环境	负载均衡	VIP	1	负载均衡	可选
	虚拟计算资源	16C128G	1	数据库	
	虚拟计算资源	4C32GB	1	应用服务器	
开发环境	虚拟计算资源	16C128G	1	数据库	
	虚拟计算资源	4C32GB	1	应用服务器	
灾备环境	虚拟计算资源	16C128G	1	数据库	
	虚拟计算资源	4C32GB	1	应用服务器	

3.2 数据库配置设计

MES 系统数据库选型根据以下原则进行选择^[4]。（1）稳定性。稳定可靠的数据库可以保证应用常年运行，而不会因为数据库的宕机而遭受损失。（2）可扩展及灵活性。系统的数据量和单位时间的事务处理量逐渐增加，可根据实际需求进行扩展。（3）安全性。保护数据库避免不合法地使用而造成的数据泄露、更改或破坏。（4）丰富的开发工具。目前流行的数据库管理系统大都遵循统一的接口标准，所以其开发工具都可以面向多种数据库的应用开发。依照以上原则，系统采用 MySQL 数据库。

4 信息安全设计

4.1 服务器安全设计

系统在服务器安全方面应始终保持软件与操作系统的安全性修补程序处于最新状态。定期使用漏洞扫描工具扫描安全漏洞并更新软件与操作系统开发商发布的安全补丁。同时，为防止来自不明主机的攻击，服务器应维护一套 IP 白名单，仅允许指定的 IP 地址与服务器产生交互，按需开放访问端口并进行定期安全审核，检查日志中是否有异常活动。

4.2 应用安全设计

应用服务器应具备多台弹性计算服务可以使用负载均衡服务组成集群，消除单点故障，提升应用系统的可用性。弹性计算服务部署在宿主机上，当检测到弹性计算服务所在的宿主机发生故障时，系统会启动保护性迁移，把弹性计算服务迁移到正常的宿主机上自动恢复，保障应用的高可用性。

4.3 数据安全设计

（1）结构化数据安全设计。关系型数据库通过数据库自身的实例隔离机制进行多用户安全隔离，用户仅有数据库实例权限，同时对数据库服务器进行安全加固。

（2）非结构化数据安全设计。分布式存储服务使用基于 Access Key 的对称密钥机制进行身份验证，Access Key 由 Access Key ID 和 Access Key

Secret 组成，其中 ID 是公开的信息，用于标识用户身份；Secret 是秘密的信息，用于用户鉴别。

4.4 移动端安全设计

采用企业移动沙箱技术隔离个人数据，所有本地隐私数据都应进行加密存储。根据等保要求对移动端进行基本安全加固，包括通过源代码混淆、反编译防护、防调试保护、防篡改保护、高强度深度加密加壳、应用签名保护、完整性保护、数据加密保护等方式保护移动端的安全。

结语

企业通过对 MES 系统的使用，加强了对生产车间加工过程的管理。通过对车间现场各类生产数据进行实时采集和共享应用，实现了从原材料进厂到产品入库全过程的跟踪监控和有效管理，使生产过程透明化，生产指挥高效化，生产操作便捷化，提高了生产效率，降低了生产成本，保证了产品质量，为企业的精细化管理和打造数字化工厂奠定基础。

引用

[1] 刘艳,宋雷雷,赵云峰.智能制造背景下精益生产制造执行系统的应用[J].城市轨道交通研究,2024,27(5):190-193.

[2] 史慧杰,王立平,王冬.基于微服务的制造执行系统架构研究[J].现代制造工程,2024,(1):45-50.

[3] 吴洪坤,任剑.生产执行系统在显示面板制造行业中的应用[J].电子工艺技术,2023,44(6):48-51.

[4] 张鹤鹏,谢鹏志,杨威,等.航空典型产品数字化车间制造执行系统快速实施研究[J].制造业自动化,2023,45(8):1-6.

基于 HMM 模型的 机电安装物料名称勾稽关系建立实现

文 ◆ 上海市安装工程集团有限公司 徐沈仁

引言

机电安装专业是建筑行业中的重要领域之一，建立施工预算材料名称和企业标准材料名称之间的准确关系对于项目管理和成本控制至关重要。然而，由于预算材料名称来源的多样性和企业标准材料名称命名规则的不一致性，建立起它们之间的关联一直是一个难点。为了解决这一问题，本文提出了一种基于马尔可夫模型的方法，旨在通过自学习的方式提高预算材料名称和标准材料名称之间关系建立的成功率。

1 研究背景与文献综述

1.1 机电安装材料命名的复杂性

机电安装工程涉及的材料种类众多且复杂，不同项目、地区甚至不同工程师对相同材料的命名可能各不相同。这种命名上的不一致性给项目成本估算和材料采购带来了显著挑战。为此，建立材料库并对所有材料建档和编号来解决这一问题。施工过程中，将各图纸中材料名字和材料库进行人工匹配。但目前这一过

程需依赖经验丰富的工程师人工搜索关键字从数据库中找到对应材料并进行匹配，效率不高且易出错。

1.2 中文分词技术的发展

中文分词技术是自然语言处理（NLP）领域的基础且关键的研究课题。尤其是隐马尔可夫模型（HMM），显著提高了分词性能。HMM 等统计模型通过学习大量语料库中的词语使用模式，能更准确地进行文本分词。

1.3 马尔可夫模型在材料名称关系建立中的应用

在机电安装材料领域，马尔可夫模型用于建立施工预算材料名称与企业标准材料名称之间的对应关系。通过分析历史数据中的命名习惯和模式，马尔可夫模型可以预测不同命名之间对应关系，从而辅助材料管理和决策过程。

1.4 研究意义

本研究旨在通过结合隐马尔可夫模型和马尔可夫模型的优势，开发出一种更加准确和自适应的方法。这种方法不仅有望提高中文分词的准确性，特别是在处理专业术语方面，还能有效建立施工预算材料名称与企业标准材料名称之间的对应关系，进而促进整个建筑行业的数字化转型。

2 理论基础

2.1 隐马尔可夫模型（HMM）的基本原理

隐马尔可夫模型（HMM）是一种统计框架，主要用于建模一个隐藏的马尔可夫链如何生成一系列可观测事件的过程。HMM 的核心假设是系统状态的“隐藏”属性，即状态本身不能直接观测，但其产生的结果具有可观测性。HMM 包括两个主要组成部分，即隐藏状态和观测序列。模型中的每个状态都有一定的概率造成特定的观测结果，状态之间的转换遵循概率模式。在中文分词的应用中，隐藏状态可以表示词的边界，观测序列则由输入的字符序列构成。

【课题】2023 年上海市会计协会科研立项课题项目（SHKJ2023YBLX01）

【作者简介】徐沈仁（1982—），男，江苏苏州人，本科，高级工程师，研究方向：建筑领域机电安装专业数字化。

2.2 马尔可夫模型的特点

马尔可夫模型是描述系统状态随时间变化的概率模型（见图1）。核心特点是“无记忆性”，即系统的未来状态只与当前状态有关，与过去状态无关。在简单的马尔可夫模型中，状态空间通常可观测，每个状态转移到下一个状态的过程遵循特定的概率分布。在材料名称关系建立的应用中，马尔可夫模型用于分析和预测不同材料名称之间的转换概率，以实现更准确的名称匹配。

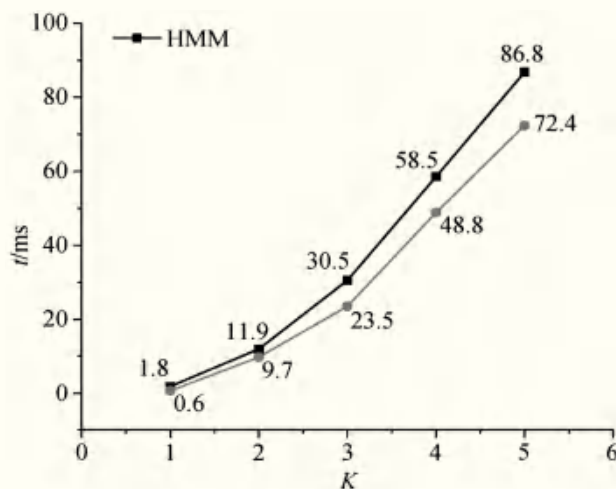


图1 马尔可夫模型概率模型

2.3 模型在中文分词中的应用

在中文分词中，HMM 有效地处理了词边界不确定性的问题。传统的中文分词方法依赖词典和固定规则，但在面对新词和专业术语时往往不足。HMM 通过学习大量标注语料，更灵活地识别新词和语言用法的变化。在这一过程中，每个字的角色（如词的开始、中间、结束或单独成词）被视为隐藏状态，字本身则构成观测序列。

2.4 综合应用的优势

将隐马尔可夫模型和马尔可夫模型综合应用于机电安装材料领域，可以充分发挥两者在序列数据处理方面的优势。本研究旨在开发一种既能高效处理中文分词中词边界问题，又能准确建立材料名称之间对应关系的综合方法^[1]。这种方法的应用，有助于提高机电安装领域材料名称处理的准确性和效率。

3 模型训练与测试

模型在经过预处理和标注的大型语料库上进行训练，随后在独立测试集上进行验证，以评估其分词能力的准确性。

马尔可夫模型在材料名称匹配中的应用。针对机电安装材料名称的匹配问题，开发了一种基于马尔可夫模型的算法。该算法旨在有效匹配施工预算材料名称与行业标准材料名称。（1）数据预处理。收集大量施工预算材料名称和行业标准材料名称数据，进行必要的清洗和规范化处理。（2）构建状态转移矩阵。将不同的材料名称视为马尔可夫模型中的状态，通过分析历史数据建立状态转移矩阵，表示不同材料名称间的转换概率。（3）模型应用。对于给定的施工预算材料名称，使用马尔可夫

模型计算其转移到各个企业标准材料名称的概率，选择概率最高的标准名称作为匹配结果。（4）模型评估与优化。在实际项目数据上测试模型的匹配效果，根据反馈持续调整和优化模型参数。（5）综合应用与优化。在实际应用中，首先使用优化后的隐马尔可夫模型（HMM）处理项目文档，以准确识别和分割材料名称^[2]。其次，利用马尔可夫模型对分割出的材料名称进行匹配和关联。这种综合方法不仅提高了材料名称处理的准确性，还通过自动化方式显著提升了工作效率。

在未来的工作中，将根据实际应用中遇到的新情况和问题，不断调整和优化算法，以确保其在不断变化的实际环境中保持高效和准确。

4 实验设计与数据收集

4.1 实验目的与设计

本研究的实验部分旨在验证基于隐马尔可夫模型（HMM）的中文分词算法以及基于马尔可夫模型的材料名称匹配算法的有效性。实验设计涵盖了两个主要阶段，即测试中文分词的准确性和评估材料名称匹配的效果。

4.2 实验流程

4.2.1 中文分词实验

利用收集的标注语料训练HMM模型。在测试集上执行分词算法，收集分词结果，评估分词准确率，包括精确度、召回率和F1分数。

4.2.2 材料名称匹配实验

使用马尔可夫模型处理经过分词处理的材料名称。在测试集上执行匹配算法，将预算材料名称与标准材料名称进行匹配。计

算匹配准确率，并分析匹配错误的原因。

4.3 数据分析与评估

实验结果将通过多种统计方法进行分析，以确保评估的全面性和准确性。对于中文分词，将采用常规的自然语言处理评估指标；对于材料名称匹配，将重点分析匹配成功率和错误类型。此外，将对结果进行定性分析，探讨模型在特定类型文本或特定情况下的表现以及改进方向。

5 实验结果

5.1 中文分词实验结果

（1）性能指标。在测试数据集上，基于隐马尔可夫模型（HMM）的中文分词算法显示出良好的性能。具体来说，该算法达到了 92% 的精确度（Precision），90% 的召回率（Recall）以及 91% 的 F1 得分。这表明该算法能够有效识别并正确划分大部分词汇。

（2）错误分析。分析错误分词的案例发现，大多数错误发生在新词识别和专业术语处理上。这些错误通常由于语料库中这些词汇的稀缺性或缺乏相关上下文信息导致。

5.2 材料名称匹配实验结果

（1）匹配成功率。在材料名称匹配方面，基于马尔可夫模型的算法在测试集上的整体匹配成功率达到了 85%。这一结果表明，该算法能够有效将施工预算材料名称与企业标准材料名称正确匹配。

（2）错误类型。对匹配错误进行分析后发现，主要错误类型包括材料名称的微小变体未能识别、相似材料名称之间的混淆以及个别情况下的完全错误匹配。

这些错误源自数据集中的噪声、材料名称的多样性和复杂性以及算法的某些局限性。

6 讨论

6.1 面对新词和术语的挑战

实验过程中暴露出的一大挑战是新词和专业术语的处理。虽然 HMM 在处理已知词汇时表现出色，但在面对新出现的术语或少见词汇时，准确率有所下降。未来，应更多关注动态词库的构建和更新以及考虑引入更为先进的语言模型，如基于深度学习的模型，以增强对新词的识别能力。

6.2 材料名称匹配的复杂性

材料名称匹配的准确性直接影响到项目成本的估算和控制。针对实验中观察到的匹配错误，如相似材料名称的混淆，应更细致地处理材料名称的微小变体和相似性。解决方案包括采用更复杂的算法，如条件随机场（CRF）或基于图的匹配方法以及增加人工审核环节，以提高最终的匹配质量（见图 2）。

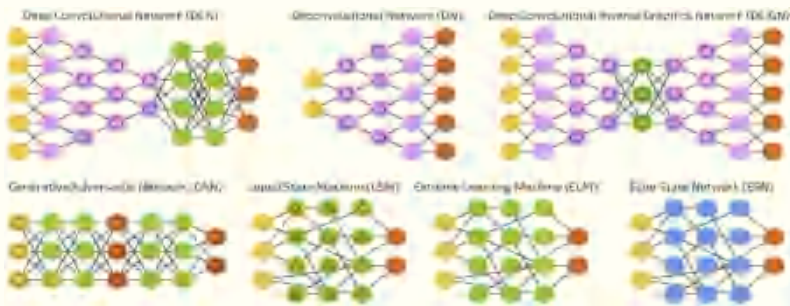


图 2 其他深度学习的模型

结语

本研究成功设计并实现了基于隐马尔可夫模型（HMM）的中文分词算法和基于马尔可夫模型的材料名称匹配算法。这些算法专门针对机电安装领域中的材料名称处理问题，旨在提高项目管理的效率和成本控制的准确性。

实验结果显示，改进的中文分词算法能够有效识别和处理技术文档中的专业术语，分词准确率显著提高。同时，材料名称匹配算法在将施工预算材料名称与企业标准材料名称对应方面也显示出较高的准确率^[3]。这些成果表明，将这些算法应用于机电安装项目能够显著提升材料管理的效率和准确性。■

引用

[1] 李贵山,王亚军.基于隐马尔可夫模型的中文分词研究[J].中文信息学报,2015,29(2):101-108.
[2] 张华,李刚.基于HMM的建筑材料自动识别方法研究[J].建筑科学,2017,33(4):45-50.
[3] 赵天宇,王晓光.机电工程材料采购与管理的信息化策略[J].现代工业,2020(11):156-158.

区块链技术驱动下的物联网安全探究

文 ◆ 青岛市招生考试院 许晶晶

引言

当前物联网技术存在弊端，即安全性不足的问题，不仅影响了用户的隐私安全，还在一定程度上限制了物联网技术的发展。区块链技术驱动之下，可以将相关的数据信息分布式记录，并且存储在物体节点中，有效提升物联网的安全性，有效保护用户个人隐私安全，对于物联网技术进一步发展大有裨益。因此，本文首先对区块链技术驱动下的物联网安全进行概述，其次介绍物联网中不同的安全问题，再次分析区块链技术驱动下的物联网中应用的特点，最后提出不同策略和路径，以期促进物联网安全性的全面提升。

1 区块链技术和物联网安全的概述

物联网技术通过各种有线或无线网络实现与互联网的结合，进而实现信息的实时传递。伴随着 RFID 技术逐步发展成熟^[1]，以 RFID 设备和移动智能终端表现出一定的滞后性，其支持的互联网应用也开始表现出更多的安全问题。综合来看，物联网的安全问题和威胁主要来源于应用层、网络层和感知型。

区块链的概念在《2014—2016 全球比特币发展研究报告》中提出，

其本质是一个去中心化的数据库，区块链的优势之一就是对外公开，每位用户都可以看到区块链中的数据记录，近年来区块链技术下的物联网安全研究逐渐成为热点，并且在一定程度上提升了物联网的安全性^[2]。

2 物联网发展过程中的安全问题

2.1 隐私保护问题

一直以来，物联网被人所诟病的主要问题就是隐私保护方面，主要原因在于传统物联网在用户隐私和信息安全传输方面存在较多不足。例如，标签被嵌入任何物品，用户在没有察觉的情况下个人隐私被暴露，对于个人



【作者简介】许晶晶（1984—），女，江苏宿迁人，本科，工程师，研究方向：信息技术、项目管理。

隐私安全极为不利。另外，物联网设备产生的数据往往被多个组织或平台共享和交叉分析，以提供更精准的服务。然而也带来了数据隐私的风险。例如，一家健康监测设备制造商会将用户的健康数据与医疗机构共享，如果数据不受到充分保护，那么会导致敏感信息泄露。同时，物联网设备的广泛应用使个人行为和活动被实时监测和记录。

2.2 认证与访问控制问题

在传统物联网应用过程中，认证与访问控制是物联网中重要的安全机制，用于确保只有经过授权的实体可以访问和操作物联网设备和数据。在物联网中，认证是确认用户或设备身份的过程。然而，一些认证问题会导致未经授权的访问和潜在的安全威胁。例如，使用弱密码或默认凭证进行认证，黑客可以轻易破解并访问设备。缺乏双因素认证机制也会增加认证的风险。例如，智能家居系统使用简单密码进行认证，黑客可以通过暴力破解或社交工程攻击获取系统的控制权。此外，访问控制是控制用户或设备对物联网设备和数据的访问权限的过程。在传统物联网中，访问控制问题包括不恰当地授权、权限过高或过低等^[3]。例如，智能城市的监控摄像头系统存在访问控制问题，导致未授权的个人或组织访问和操控摄像头，侵犯居民的隐私权。同时，过高的权限会导致滥用和未经授权的数据访问，而过低的权限会限制合法用户的正常操作。

2.3 数据安全问题

在传统物联网中，数据安全问题是一个非常重要的议题。由于物联网设备通常涉及大量敏

感数据的收集、存储和传输，因此数据泄露和滥用的风险也随之增加。伴随着智能家居的兴起，导致目前市面上的物联网设备数量空前的“多”，由于物联网设备的数量庞大，管理和维护成本高昂，因此存在未经授权的访问和攻击。同时，物联网设备产生的数据可以被多个组织或平台共享和交叉分析，以提供更精准的服务^[4]。如果数据不受到充分的保护，那么会被滥用，如用于广告推销或个人信息收集等。

3 区块链技术在物联网中应用的特点

3.1 去中心化

区块链技术的最大特点是去中心化，它可以有效解决传统物联网中集中式管理的问题。传统物联网中，设备和数据都由中心化的服务器进行管理和控制，这种模式容易受到攻击，而且难以保障数据的安全性和隐私性。而区块链技术可以通过分布式的节点来管理设备和数据，从而实现去中心化的管理，提高系统的安全性和可靠性。

3.2 数据隐私保护

在传统物联网中，设备产生的数据通常被集中存储在云端服务器，这样会暴露用户的隐私信息。而区块链技术可以通过加密算法和共识机制来确保数据的隐私性和安全性。每个节点都有一个完整的数据副本，只有经过授权的节点才能访问和修改数据，从而保证数据的隐私性和安全性。

3.3 智能合约

智能合约是区块链技术的核心应用之一，它可以帮助物联网设备自动执行合约规定，从而实现设备间的自动化交互。传统物联网中，设备之间的交互通常需要依赖中心化的服务器进行调度，这样会增加系统的复杂度和故障率。而区块链技术可以通过智能合约来实现设备之间的自动交互，从而提高系统的效率和稳定性^[5]。

4 区块链技术驱动下的物联网安全

对于物联网安全来说，其面临的最大挑战其实就是目前物联网服务器 / 客户端模式的生态架构，这种滞后的架构模式目前已经无法适应日益强大的物联网生态环境。而区块链技术评价自身的去中心化等特点，可以有效改善物联网安全现状，并且降低物联网应用的成本，对于物联网安全发展具有重要的现实意义。具体的对策方面可以选择以下几方面。

4.1 物联网经济的安全保障

在设备身份认证方面，传统的中心化身份认证方式容易受到攻击和伪造，而区块链技术可以通过为每个设备分配唯一的身份标识，并将其记录在区块链上，从而实现设备身份的不可篡改和可验证性，防止未经授权的设备接入网络，提高整个物联网系统的安全性，对应的物联网经济安全也可以具有很好的保障，对于用户和物联网整体至关重要。在数据完整性验证方面，物联网中的数据完整性是一个关键问题。区块链技术可以通过将数据的哈希值存储在区块链上，实现数据的完整性验证。当数据被接收方接收后，通过比对哈希值来验证数据是否被篡改，确保数据的可信度和完整性。

4.2 物联网环境的弱中介化

区块链技术的引入可以在物联网环境中实现弱中介化，从而提供更高的安全性和保障。首先，在物联网环境中，数据的完整性至关重要。传统方式往往依赖于中心化的数据存储和验证机构，容易受到攻击和篡改。通过区块链技术，数据可以被分布式地存储在多个节点上，并使用加密哈希算法进行验证。任何对数据的篡改都会被其他节点检测到，从而保证数据的完整性。这样可以减少对中介机构的依赖，提高数据的安全性和可信度^[6]。其次，在传统的物联网环境中，数据共享通常需要通过中心化的数据平台或中介机构进行。这种方式存在数据隐私和安全性的风险。通过区块链技术，数据能够以去中心化的方式存储和共享。设备可以直接将数据上传到区块链上，并授权其他设备或参与者访问。这种去中心化的数据共享方式可以减少中介机构的依赖，提高数据的安全性和隐私保护水平。

4.3 公共服务安全保障

区块链技术是一种去中心化的分布式账本技术，可以实现数据的安全存储和共享。在物联网环境中，区块链技术可以用来保证数据存储的隐私安全。

(1) 医疗健康领域

在医疗健康领域，患者的个人健康信息需要进行安全存储和共享。传统方式往往依赖于中心化的医院或医疗机构，容易受到攻击。通过区块链技术，患者的个人健康信息可以被分布式地存储在多个节点上，并使用加密算法进行保护。只有授权的医生或医疗机构才能访问这些信息，从而保证患者的隐私安全。

(2) 金融领域

在金融领域，客户的个人财务信息需要进行安全存储和共享。传统方式往往依赖于中心化的银行或金融机构，容易受到攻击。通过区块链技术，客户的个人财务信息可以被分布式地存储在多个节点上，并使用加密算法进行保护。只有授权的金融机构才能访问这些信息，从而保证客户的隐私安全。

(3) 物流领域

在物流领域，货物的位置信息需要进行安全存储和共享。传统方式往往依赖于中心化的物流公司或运输机构，容易受到攻击或伪造。通过区块链技术，货物的位置信息可以被分布式地存储在多个节点上，并使用加密算法进行验证。只有授权的物流公司或参与者才能访问这些信息，从而保证货物的隐私安全。

4.4 保证数据存储的隐私安全

事实上，众多用户在使用物联网技术的过程中都具有很强的数据存储方面的需求。目前区块链技术驱动下的物联网，其去中心化、数据加密以及每个节点都存储数据的特点使其适用于存储和处理隐私数据，可以有效保障物联网安全。例如，政府单位、部门掌握着大量的数据，包含医疗、指纹、土地等，区块链技术驱动之下，通过数据加密技术可以对其进行安全保护。因为数据存储在区块链上，用户能够在不访问原始数据的情况下对数据进行访问，即便黑客入侵服务器，也不会得到用户

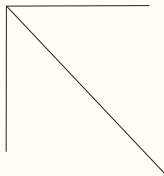
的信息，同时对于用户来说还具有保护保全的作用。

结语

物联网在现代社会大众生产生活中扮演着重要角色，发挥着至关重要的作用，然而，其长期以来存在的安全性问题一直所为人诟病，其中区块链技术驱动之下，有助于提升物联网安全性，为物联网的进一步发展和应用奠定良好基础，这也是新时期物联网安全性提升过程中的必经之路，同时还具有较大的挖掘空间。^[8]

引用

[1] 张磊,黄晔华,吕敬.基于区块链技术的物联网信息共享安全机制研究[J].数字通信世界,2023(6):35-37.
[2] 陈云云.区块链技术驱动下的物联网安全研究综述[J].网络安全技术与应用,2020(12):34-36.
[3] 田晓芸.区块链技术驱动下的物联网安全研究综述[J].信息通信,2019(12):41-42.
[4] 邓传华,邵彦宁.区块链技术驱动下的物联网安全探究[J].数字技术与应用,2019,37(1):212-213.
[5] 连和谬.区块链技术驱动下的物联网安全研究综述[J].数字技术与应用,2018,36(8):186+188.
[6] 赵阔,邢永恒.区块链技术驱动下的物联网安全研究综述[J].信息网络安全,2017(5):1-6.



一种基于深度学习的微孔识别定位方法

文◆湖北中烟工业有限责任公司襄阳卷烟厂 杨明 张杰 程礼锐 汪祖风 夏自龙
河南中心线电子科技有限公司 王岩

引言

烟支打孔是调整卷烟烟气和提高感官品质的重要方法，目前约40%左右的烟支产品采用接装纸打孔。卷烟打孔技术作为一种影响卷烟吸食体验和身体健康的重要工艺，打孔质量对烟支的物理指标、烟气成分和有害物质含量都有不同程度的影响，同时也明显影响了卷烟的口感和品质。例如，打孔过程中的错打、漏打、孔径不均匀或分布不均等因素会导致打孔数量变化，从而对消费者的吸食体验以及烟支产品整体质量产生较大影响。因此，烟支打孔的准确识别定位是保证烟支打孔形态准确检测和卷烟出厂前保证产品质量的关键。该方法主要采用一种基于深度学习算法的打孔识别定位方法，为快速实现打孔指标的精确检测提供了新的方法，为烟支打孔三维参数的计算奠定了基础。

1 研究背景

目前，已有的卷烟打孔检测方法主要依靠人工目测或者二维视觉图像法。其中，人工目测法主要依赖人工目测卷烟打孔的数

量^[1]，该方法效率低下，容易产生视觉疲劳。二维视觉图像法采用线阵CCD相机的方式采集打孔点位透光的图像信息，通过识别光斑特征定位孔的位置并计算参数^[2,3]。然而，二维视觉图像方法易受外界光因素的干扰，易出现漏采以及错采的情况，且光斑的形态与孔的实际形态存在差异，部分参数的测量数据无法真实反映孔的形态特征，因此，现有检测方法无法准确识别判断打孔参数。

机器视觉技术是一门涉及人工智能、计算机科学、图像处理、模式识别等多个领域的交叉学科^[4-6]，深度学习具有快速、准确、无损的检测特点^[7]，近年来在烟草加工领域得到广泛研究和应用。为快速识别烟支打孔，提出了一种基于深度学习算法的烟支打孔识别定位方法，利用激光扫描得到烟支打孔点云数据，使用三维深度学习模型^[8]进行烟支打孔三维点云特征提取，完成对烟支打孔点云数据的初步识别分割，接着通过灰度化、对比度、轮廓检测等图像处理算法，以得到对应牌号烟支中每个打孔的准确坐标和要裁剪的区域，同时为此搭建一套符合其算法的实验设备。

2 实验设备搭建

图像采集系统如图1所示，其硬件系统主要由外观机架、三维激光轮廓扫描系统、伺服系统三大部分组成。点云图像采集使用基恩士公司官方提供的LJ-X Navigator软件，激光触发模式设置为编码器触发，以

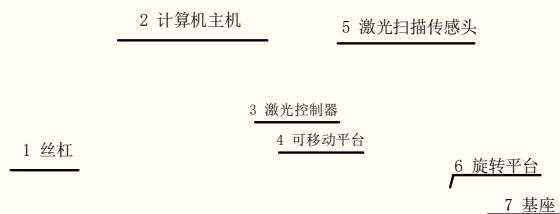


图1 图像采集系统

【作者简介】杨明（1973—），湖北襄阳人，本科，工程师，研究方向：卷烟质量管理与分析检测。

【通讯作者】张杰（1992—），男，河南南阳人，硕士，助理工程师，研究方向：卷烟质量检测与分析。

保证在伺服电机转动的同时激光获取烟支打孔的轮廓信息，采集到的点云图通过双绞线传输至计算机。三维激光轮廓扫描系统获取激光扫描得到的烟支打孔点云图像，用点云处理算法对烟支点云数据进行预处理。点云预处理算法主要包括点云数据的裁剪、点云数据滤波、点云数据下采样等。

3 流程及方法

整体流程包括烟支点云数据采集、点云数据预处理、深度学习识别预测、生成灰度图、取反、对比度处理、边缘轮廓检测、识别定位并框选打孔、判断干扰数据、识别定位打孔并判断是否要执行剔除干扰操作，至此就完成了烟支打孔点云孔位的准确识别，算法整体流程图如图 2 所示。

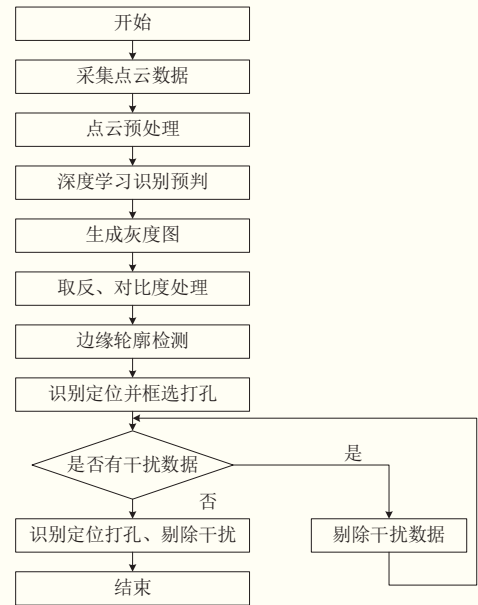


图 2 算法整体流程图

一种基于深度学习算法的烟支打孔识别定位方法研究，方法是烟支在旋转过程中通过激光扫描获取烟支滤嘴处的三维点云数据，原始点云

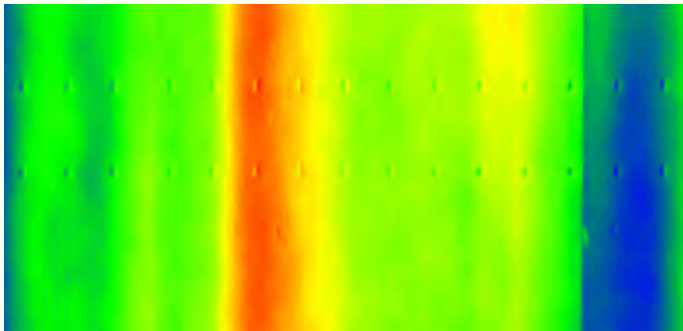


图 3 原始点云图

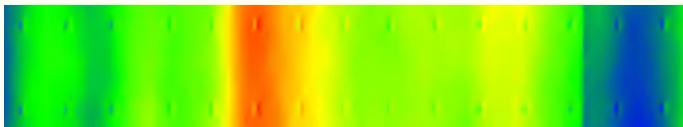


图 4 裁剪后的点云图

图如图 3 所示。

对于采集到的烟支打孔原始点云图像，打孔数据只占据了整个点云图的一小部分，其余都为无用的背景信息，过多的背景信息送入网络不仅会增加神经网络的训练和推理时间，还会引入过多的干扰元素影响模型的性能。因此，为了减少送入网络模型的有效信息，需要对原始点云进行裁剪，只保留有打孔部分的点云图，裁剪后的点云图像如图 4 所示。

虽然裁剪后的每张三维点云图有数万个点，但是网络模型要完全处理这些点及其耗时，应保持打孔数据的原始特征信息。因此，应对滤波后的三维点云图像进行下采样，这种处理方式不仅可以减少网络模型的处理时间，还可以缓解背景数据与孔数据点云数量不平衡问题。该流程既可以减少模型输入的干扰和数据输入量，同时也维持了打孔形态数据的完整性。

对预处理后的烟支点云图像进行标记，得到对应的烟支点云标签图像，标记后的点云图如图 5 所示，经过神经网络处理后的图像数据保存成 TXT 格式，并将标记后的数据划分为训练集和验证集，为后续送入神经网络做准备。

卷积神经网络所处理的数据多为 RGB 形式的彩色图像，但在三维卷积神经网络中也可以以点云数据作为输入送到网络模型中进行训练学习，所以不论是二维卷积神经网络还是三维卷积神经网络，卷积层是不可或缺的特征提取工具，也是 CNN 最重要的组成部分，用来提取图像中的多层次特征。卷积层的处理主要模拟人类的视觉系统对图像中的

一小块局部特征进行提取和分析，通过卷积核与输入特征图的局部区域进行卷积运算来完成特征图的特征获取。卷积层如图 6 所示，后一个卷积层中每个神经元仅与前一层神经元中一个小矩形区域内的神经元相连接，若第一层为图像，则只与一个小矩形区域内的像素相连接，该结构使 CNN 的前一个卷积层专注于相对低级的特征，后一个卷积层整合前一个卷积层的特征，形成相对复杂的特征。这种层次结构与视觉皮层的处理方式极其类似，是 CNN 在图像识别领域中具有优势的原因。卷积示意图如图 7 所示。

通过卷积操作，完成对输入图像的降维和特征抽取，但特征图像的维数还是很高，其维数高不仅计算耗时，还会导致过拟合，为此引入了下采样技术，池化的做法是对图像的某一个区域用一个值代替，如最大值或平均值。如果采用最大值，叫做 Max 池化；如果采用均值，叫做均值池化。除了降低图像尺寸外，下采样带来的另外一个好处是平移、旋转不变性，因为输出值由图像的一片区域计算得到，对于平移和旋转并不敏感。

池化层的具体实现是在进行卷积操作之后对得到的特征图像进行分块，将图像划分成不相交的块。常见的池化操作有最大池化和平均池化，池化层是由 $n \times n$ 大小的矩阵窗口滑动来进行计算的，类似于卷积层，只不过不是做互相关运算，而是求 $n \times n$ 大小矩阵中的最大值和平均值等。池化层的主要作用有以下 3 点。一是挑选不受位置干扰的图像信息。二是对特征进行降维，提高

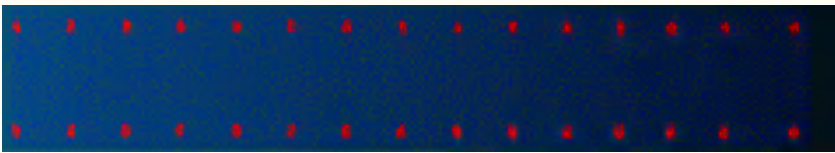


图 5 标记后的点云图

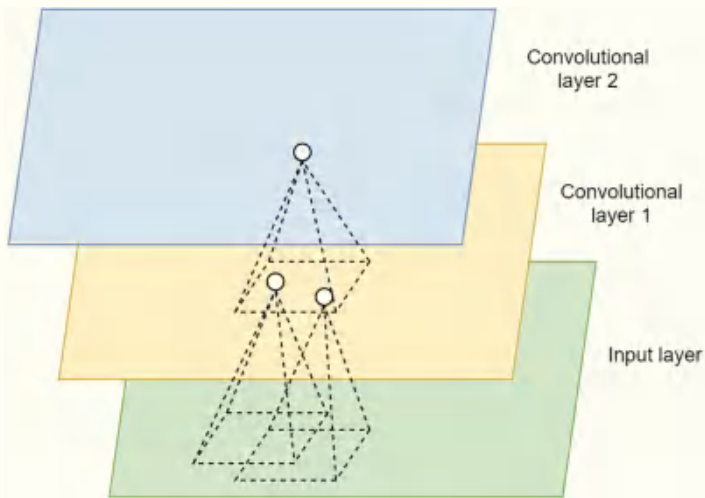


图 6 卷积层

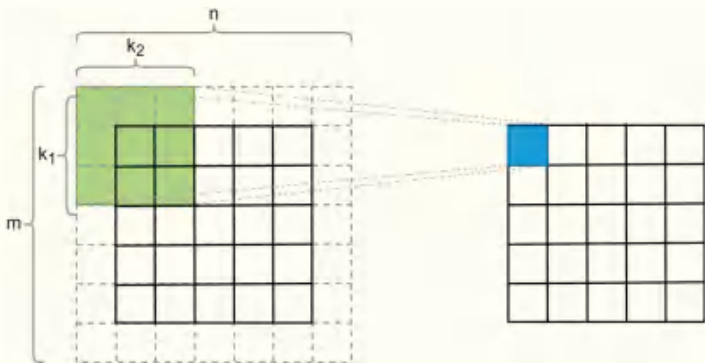


图 7 卷积示意图

后续特征的感受野，也就是让池化后的一个像素对应前面图片中的一个区域。三是因为池化层不会进行反向传播，而且池化层减少了特征图的变量个数，所以池化层可以减少计算量。最大池化和平均池化如图 8 所示。

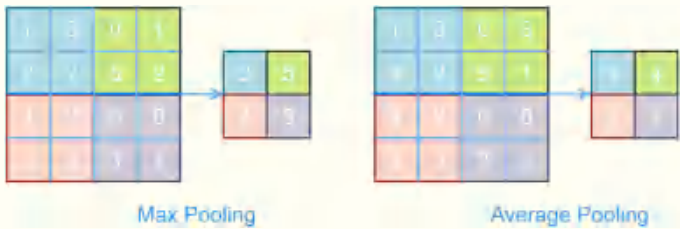


图 8 最大池化和平均池化

将烟支打孔点云数据集加入三维神经网络中进行训练和验证，虽然经过神经网络后已经完成了对烟支打孔点云的绝大部分识别，但是此时无法得到单个打孔数据，同时在识别得到的三维点云数据中，存在个

别异常干扰数据。为了去除异常干扰数据，首先，将得到的神经网络识别点云数据经过高度映射后，得到以高度值的大小表示灰度图，通过灰度化处理，能够避免失真，方便后续对高度映射后的灰度图进行分析处理，高度映射后的灰度图如图 9 所示，其中灰度图的亮度的明暗程度代表着高度的深浅变化，灰度图较暗的区域对应的高度值较小，灰度值较亮的区域对应的高度值较大。其次，对映射后的灰度图进行取反操作，方便后续孔位识别分割以及异常数据剔除，灰度取反效果图如图 10 所示，对灰度化后的图像进行对比度、图像增强和平均平滑处理操作。图像增强为将灰度图像转换为更适合于分析处理的形式，增加对比度的意义在于让灰度图中亮的地方更亮，暗的地方更暗，以至于更好地体现出烟支打孔的轮廓细节，具体操作方法为调节灰度图 HSV 颜色空间中的 V 值，因为 V 值是控制灰度图的明度通道，使 V 值小的更小、大的更大，其计算公式如式（1）所示。

$$V=255 \times (0.5-(0.5 \times \cos((V/255)/0.314))) \quad (1)$$



图 9 高度映射后的灰度图

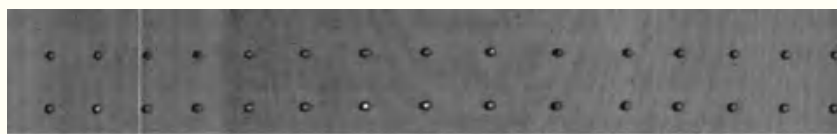


图 10 灰度取反效果图

对比度、图像增强、平均平滑处理效果图如图 11 所示，有选择地突出正视图像中的孔，改善图像质量，丰富图像信息，有利于加强图像识别效果，提高图像识别精度。例如，采用直方图均衡化和中值滤波对正视图像进行图像增强处理；平均平滑（即均值滤波）是对正视图像采用平均模板进行平均平滑的相关滤波处理，能够滤除正视图像中的噪点，抑制噪声，减少干扰，有利于提高图像识别精度；将预处理后的图像像素尺寸转换为实际的物理尺寸，方便后续步骤对灰度图上的孔的位置坐标和尺寸信息进行计算，有利于提高孔的识别和定位精度。



图 11 对比度、图像增强、平均平滑处理效果图

从灰度图像中分别提取各个孔以及干扰区域的轮廓边界，并对灰度图像依次采用 Canny 边缘检测算法^[9]、膨胀算法、腐蚀算法和骨架提取算法进行处理，Canny 边缘检测、膨胀、腐蚀、骨架提取算法处理效果图如图 12 所示，以此获得灰度图像中的所有边界。



图 12 Canny 边缘检测、膨胀、腐蚀、骨架提取算法处理效果图

图 12 中，Canny 边缘检测算法的步骤如下。对灰度图像进行高斯平滑，以去除噪声，降低边缘检测错误率；计算灰度图像中每一个像素点的灰度梯度幅值和梯度方向，根据梯度方向找寻灰度图像中灰度强度变化最强的位置，获得灰度图像中的边缘；根据梯度方向对正视灰度图像中每一个像素点的灰度梯度幅值进行非极大抑制，以将灰度图像中的边缘变得清晰；采用双阈值算法检测和连接灰度图像中的边缘，得到灰度图像中的边界。

通过膨胀算法，使灰度图像中的边界与相邻边界连接，扩大 Canny 边缘检测后边界线宽度，以寻找灰度图像中边界的极大值区。通过腐蚀算法，寻找灰度图像中边界的极小值区，从而分割出正视灰度图像中的所有边界。通过膨胀算法和腐蚀算法能够消除噪声，排除正视灰度图像中的小型黑斑干扰点，以使烟支打孔灰度图像中的所有打孔边界更加清晰、精确。通过骨架提取算法，提取灰度图像中的所有边界的中心像素轮廓，中心像素轮廓为单层像素宽度的边界，从而精确地提取出灰度图像中各个孔以及干扰区域的所有边界，边界提取精准度高。

得到灰度图像中各个孔以及干扰区域的所有边界后，接着通过判断提取各个孔以及干扰区域的拟合边界的形状特征，带有预测孔以及干扰区域识别图如图 13 所示，其中绿框所框选的为对应烟支打孔的最小外接矩形，其面积公式如式（2）所示。

$$Area_i = h_i \times w_i \quad (2)$$

式（2）中， h_i 为对应烟支打孔的最小外接矩形的高度值，

w_i 为对应烟支打孔的最小外接矩形的宽度值, i 为对应烟支灰度图中的第 i 个孔。

为了保证裁剪识别点云的过程中对识别点云进行准确的裁剪, 需要对图 13 中以红框为中心的对应的烟支打孔的最小外接矩形的边界进行扩充, 以保证后续流程中对识别点云进行准确裁剪, 图 13 中红框所框选区域即为以对应烟支打孔最小外接矩形为中心对其边界进行扩充后的效果, 每个边界对其扩充 60 像素的宽度, 其面积公式如式 (3) 所示。

Area_Expand=

$$(h_i+60) \times (w_i+60)$$

(3)

式 (3) 中, h_i 为对应烟支打孔的最小外接矩形的高度值, w_i 为对应烟支打孔的最小外接矩形的宽度值, i 为对应烟支灰度图中的第 i 个孔。

通过烟支打孔与干扰区域的明显形状特征差异来剔除异常数据, 并通过图像处理算法对烟支打孔与干扰区域进行像素计算, 以获得其对应的面积特征, 正常烟支打孔对应的轮廓面积较大, 而干扰区域对应的轮廓面积较小。形状特征可以为一个或多个, 也可以通过设置其他预设条件来进行干扰数据剔除以及打孔数据分割, 烟支打孔识别图如图 14 所示。

至此完成烟支打孔点云孔位的准确识别, 得到每个烟支中每个打孔的准确坐标和要裁剪的区域, 通过坐标转换把灰度图中的像素坐标转为要裁剪的点云坐标, 以保证准确裁剪烟支打孔点云数据, 为后续准确测量烟支打孔形态数据做准备。



图 13 带有预测孔以及干扰区域识别图



图 14 烟支打孔识别图

结语

本文提出的基于深度学习算法的烟支打孔识别定位方法具有准确率高、可用性强、快速性等特点, 可以解决多牌号烟支打孔的识别定位并框选、裁剪、提取对应单孔的点云数据。使用三维深度学习模型进行烟支打孔三维点云特征的提取, 完成对烟支打孔点云数据的初步识别分割, 接着通过灰度化处理、对比度、轮廓检测等图像处理算法, 得到对应牌号烟支中每个打孔的准确坐标和要裁剪的区域, 解决了人工识别易疲劳等问题。与相同方法不同实验搭建平台相比, 数据准确性、稳定性均得到有效提升, 证明此实验设备的搭建符合其算法的应用。经验证, 本方法能够快速有效地实现烟支打孔的识别定位。采用先进的机器视觉技术与基于多标签分类的深度学习网络智能识别方法, 能够做到快速、准确地检测, 在技术方面保证了其先进性。

引用

[1] 燕振振,姜锐,王永红,等.一种卷烟激光打孔人工自检装置:中国,CN201921587964.5[P].2020-06-09.

[2] 杨利,熊竹隐,胡东东,等.烟支滤嘴激光打孔的在线检测方法及系统:中国,CN202211637893.1[P].2023-06-06.

[3] 李华文,焦俊,赵宇,等.一种卷烟烟支端激光打孔在线检测装置:中国,CN202121604357.2[P].2022-03-29.

[4] 邵延华,张铎,楚红雨,等.基于深度学习的YOLO目标检测综述[J].电子与信息学报,2022,44(10):3697-3708.

[5] 刘继云,林曼琪,黄敏怡.机器视觉在质量控制中的应用[J].质量与市场,2023(12):7-9[6] LIN T Y,DOLLAR P,GIRSHICK R,et al.Feature Pyramid Networks for Object Detection[C]//IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.Honolulu,HI:IEEE,2017:936-944.

[7] 吴思东,袁建英,刘甲甲,等.机器视觉基础实验平台设计[J].科技风,2023(16):63-65.

[8] QI C R,SU H,MO K,et al.PointNet:Deep Learning on Point Sets for 3D Classification and Segmentation[C]//IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition,2017:77-85.

[9] 吕彦诚.图像边缘检测及模式识别技术研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2019.

基于指标分配与组合赋值算法的训练评估方法研究

文 ◆ 91550 部队 41 分队 粘朋雷 李玉洁 陈春歌

引言

针对训练效果评估缺乏科学、客观的定量考核方法的问题,本文以吊车模拟训练为例,在建立训练指标体系确定训练指标的基础上,基于组合赋权算法,研究提出一套适用于评分系统的训练评估方法。该方法在建立训练指标体系确定训练指标的基础上,采用组合赋权算法对训练结果进行定量评估,既兼顾了主观赋权方法中的专家意见,又最大限度地利用了客观赋权方法的真实数据,从而提高操作手训练成绩评价的客观性。

训练效果评估是训练系统应该具备的重点功能之一,对操作手的训练进行评估打分需要从两方面进行研究。一是对需要训练的项目进行分析,按照操作的关键步骤进行分解,将这些关键步骤因素作为评估指标实现对操作手的评估^[1-3];二是根据每步操作对训练结果的影响分别确定各项指标的权重大小^[4-6]。

1 指标选取

在对一次操作训练进行评估时,应充分分析此项操作的每一个步骤以及该步骤对操作结果的影响,从而得到操作训练的综合评估。选择哪些步骤的评估数值作为关键指标以及如何处理这些指标,成为确保评估科学合理的关键问题。

指标的选择直接影响评估的结果,因此应选择能够通过数值描述的指标,且这些指标能覆盖需要评估的训练全过程。从指标能否定量表述来看,可以根据操作步骤是否能通过具体数值进行确定,将其评估指标分为定量指标(如操作用时、操作精度等)和定性指标(如熟练度、紧张程度等)。

2 训练指标体系

对于吊车操作,由于要求操作手在短的时间内熟练且精准地完成工作,因此可将操作训练的评估模型大致分为时间类、精度控制类、误操作类、心理素质类等。在评估过程中,每一类指标都应根据控制的难易

程度设定相应的评分标准。以下是对吊车模拟训练指标选取以及评分标准的详细说明。

2.1 时间标准

吊车模拟训练中,所用时间越短,越能优于对手完成任务。结合模糊评判原则,根据吊车模拟训练操作时间,时间项依次得 100 分、80 分、60 分、40 分、0 分。

2.2 精度标准

吊车模拟训练时,根据实际物体放置点与目标点的距离确定操作精度。根据放置点距目标点的远近,精度项依次得 100 分、90 分、80 分、70 分、60 分、0 分。

2.3 科目误操作标准

按照误操作数量,误操作标准依次得 100 分、80 分、60 分、0 分。

2.4 常识误操作标准

按照有无常识误操作,误操作标准依次得 100 分、0 分。

2.5 心理标准

按照紧张程度,心理标准依次得 100 分、80 分、60 分、0 分。

3 基于组合赋值算法的训练评估

在对操作手的吊车模拟训练进行评分时,一个指标的权重越

【作者简介】粘朋雷(1986—),男,山东莱阳人,博士研究生,工程师,研究方向:装备试验训练鉴定。

大,说明该指标对训练的影响越大,在整个训练指标体系中的地位更关键。指标权重的确定决定着评估结果的合理性,同时影响着对操作手的评价和后续的训练重点。本节主要分析主观赋权方法和客观赋权方法的特点,并综合两种方法优点的组合赋权算法应用于吊车模拟训练评估中。

3.1 主观赋权法

主观赋权法是指由行业专家根据每个指标对训练结果的影响程度,确定每个指标所需赋值大小的方法。此方法根据专家前期获取的经验,确定训练中各个指标之间的相对重要程度,从而在训练评估时确保重要的指标得到更高的权重,使各指标权重维持在一个相对合理的范围内。主观赋权法的缺点在于,由于专家经验的差异性、对训练结果认识角度的不同以及对指标理解的不同,权重的赋值存在一定争议。

3.2 客观赋权法

客观赋权法是指通过对各训练指标进行统计,确定每个指标所需赋值大小的方法。此方法主要基于对各指标的统计分析,根据各指标的关联性,利用数学理论确定各指标的权重,避免决策者主观意愿的影响。客观赋权法的缺点在于忽略了训练实施人员对训练焦点的侧重,未达到训练的主要目的。

3.3 组合赋值算法

主观赋权法和客观赋权法有各自的优缺点,且两者能够互相弥补彼此的不足。为了使评估结果更加合理,既能够充分利用训练结果得到的客观数据,又能确保训练目的的达成,通常采用组合赋值法。

设 $S=\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ 为训

练方案所组成的集合, $F=\{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ 为各评估指标所组成的集合, $W=\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ 为各指标权重所组成的向量集合, s_i 中 f_i 的评价为 x_{ij} , $i \in N, j \in M$, 其中 $N=\{1, 2, \dots, n\}$, $M=\{1, 2, \dots, m\}$ 。

假设在确定指标权重时,采用 p 种主观赋权方法,表达式如下。

$$u_k=\{u_{k1}, u_{k2}, \dots, u_{km}\}, k=1, 2, \dots, p \quad (1)$$

式(1)中, $\sum_{j=1}^m u_{kj}=1, u_{kj} \geq 0 (j \in M)$ 。

在确定指标权重时,采用 $q-p$ 种客观赋权方法,表达式如下。

$$v_k=\{v_{k1}, v_{k2}, \dots, v_{km}\}, k=p+1, p+2, \dots, q \quad (2)$$

式(2)中, $\sum_{j=1}^m v_{kj}=1, v_{kj} \geq 0 (j \in M)$ 。

设 $w=\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ 为集成后的指标权重, $\sum_{j=1}^m w_{kj}=1, w_{kj} \geq 0 (j \in M)$, 则通过下式可得综合评价值。

$$y_i=\sum_{j=1}^m w_j z_{ij}, i \in N \quad (3)$$

为综合利用客观信息,同时统筹训练的主要目的,利用最小二乘法分别求取组合赋值算法与主观赋权法和客观赋权法的偏差,表达式如下。

$$d_i^k=\sum_{j=1}^m [(w_j-u_{kj})z_{ij}]^2, i \in N, k=1, 2, \dots, p \quad (4)$$

式(4)中, d_i^k 是指方案 s_i 中,利用第 k 种主观赋权法得到的综合评价值与组合赋值法得到的综合评价值的离差值。

$$h_i^k=\sum_{j=1}^m [(w_j-v_{kj})z_{ij}]^2, i \in N, k=p+1, p+2, \dots, q \quad (5)$$

式(5)中, h_i^k 是指方案 s_i 中,利用第 k 种客观赋权法得到的综合评价值与组合赋值法得到的综合评价值的离差值。

为了组合赋值法得到的指标权重最合理,需要使目标函数最小,表达式如下。

$$\min[\mu \sum_{k=1}^p a_k (\sum_{i=1}^n d_i^k) + (1-\mu) \sum_{k=p+1}^q a_k (\sum_{i=1}^n h_i^k)] \quad (6)$$

式(6)中, μ 越接近于 0, 则组合赋值法确定的权重越偏客观;若 μ 越接近于 1, 则组合赋值法确定的权重越偏主观。目标函数的最优解如下。

$$w_j=\left[\mu \sum_{k=1}^p a_k u_{kj} + (1-\mu) \sum_{k=p+1}^q a_k v_{kj} \right] \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i=1, w_i \geq 0 (i \in N)$$

3.4 训练权重算法实现

采用组合赋值算法给操作训练的各个指标权重赋值,其计算公式如下。

$$w_j=[\mu \sum_{k=1}^p a_k u_{kj} + (1-\mu) \sum_{k=p+1}^q a_k v_{kj}] \quad (8)$$

根据操作的训练目的,前 p 项的权重按照主观的层次分析法,根据专家对各训练项目的经验认识确定;后 $q-p$ 项的权重按照客观的离差最大化法计算。此训练的离差最大化公式如下。

$$\omega_j=\frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n |r_{ij}-r_{kj}|}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n |r_{ij}-r_{kj}|}, j \in M \quad (9)$$

对于某次操作训练, n 为操作手的总人数, m 为此次训练中需要评估的指标数量。根据各操作手的操作情况和训练结果进行打分,得到各项训练成绩(见表 1)。

根据组合赋值算法,不同算法指标权重赋值如表 2 所示。

通过 $Y=\sum_{i=1}^m w_i y_i$ 计算操作手的训练综合成绩, Y 为操作手的最终成

表 1 操作手训练详细结果

编号	时间项	精度项	科目误操作项	常识误操作项	心理项
1	80	70	80	100	60
2	100	100	100	100	100
3	80	80	100	100	80
4	100	70	100	100	100
5	80	80	60	100	80
6	60	60	100	100	60
7	0	60	0	0	60
8	80	80	100	100	100

表 2 不同算法指标权重赋值

评估算法	时间项权重	精度项权重	科目误操作项权重	常识误操作项权重	心理项权重
离差最大化	26.75%	12.88%	25.84%	17.44%	17.09%
专家赋值	25%	30%	10%	15%	20%
组合赋值 $\mu=0.7$	25.53%	24.86%	14.75%	15.73%	19.13%
组合赋值 $\mu=0.5$	25.88%	21.44%	17.92%	16.22%	18.54%

绩， y_i 为表 1 中对应的各训练项成绩， w_i 为表 2 中各训练项的权重，则最终训练成绩（见表 3）。

表 3 不同算法成绩

编号	离差最大化	专家赋值	组合赋值 $\mu=0.7$	组合赋值 $\mu=0.5$
1	78.78	76	76.83	77.39
2	100	100	100	100
3	88.66	85	86.10	86.83
4	96.14	91	92.54	93.57
5	78.32	81	80.20	79.66
6	77.31	70	72.19	73.66
7	17.98	30	26.39	23.99
8	92.07	89	89.92	90.54

结语

本文通过建立训练指标体系确定训练指标，采用组合赋值算法对训练结果进行定量评估。相较于传统的专家主观赋予权值的方法，虽然最终成绩排名并未有明显的变化，但由于综合了各操作手训练成绩的得分

差异，随着 μ 的变小，排名成绩的层次差异更加明显。此外，若将某一个操作手多次训练成绩进行评估，则可以考核其个人的训练稳定性。^[8]

引用

[1] 薛昭,杜晓明,裴国旭,等.军事训练评估研究综述[J].飞航导弹,2017(2):55-56.

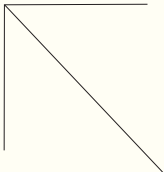
[2] 聂朝永.步兵团军事训练成绩评价及影响因素分析[D].长沙:国防科学技术大学,2015(5):84.

[3] 徐小峰,刘巍,张满超,等.军事训练评估研究综述[J].中国新通信,2009,21(13):79-80.

[4] 汪克夷,栾金昶,武慧硕,等.基于组合客观赋权法的科技评价研究[J].科技进步与对策,2009,26(6):129-132.

[5] 镇常青.多目标决策中的权重调查确定方法[J].系统工程理论与实践,2021(12):16-24.

[6] 查奇芬,董洁,陈祖功.主客观组合赋权法在科技成果转化评价分析中的应用[J].统计与决策,2009(16):152-154.



动态舵叶条件下线谱起伏特性研究

文◆中国电子科技集团公司第五十四研究所 张地 张松 李旭 李晋 王少博 王天宇

引言

舰船辐射噪声按照产生机理可以分为螺旋桨噪声、机械噪声和水动力噪声，在 LOFAR (Low-Frequency Analysis and Recording) 图中体现为线谱和连续谱的叠加。一方面线谱能量通常比连续谱强，常被用于目标检测和测向；另一方面，由于线谱包含了航行器自身的物理特征，常被用于目标判别。低频端线谱主要由机械噪声、螺旋桨叶片周期切割流体产生的低频系列线谱噪声以及舰船壳体或某些部件受水流冲击产生共振而形成的线谱噪声组成^[1-2]。

目标在航行过程中会与周围流体发生相互作用。对于实际问题，湍流场的计算往往只能依靠数值计算求得近似解。胡健等研究了桨叶涡流场对舵表面脉动压力的影响，发现位于梢涡流场区的舵叶表面脉动压力具有较强周期性^[3]。由于航行器周围存在复杂且不断变化的流速场，会导致线谱信号频率受到多普勒效应的影响，使接收信号瞬时频率随时间发生变化。Zhang 等研究了不同来流方向对水下航行体及其舵叶流场的影响，并分析了流速对水下航行体辐射线谱频率起伏特

性的影响^[4]。鉴于水下航行体舵叶通常会根据姿态控制系统指令周期摆动，本文将进一步研究周期摆动舵叶条件下，水下航行体辐射线谱频率起伏特性。为此，建立了水平舵叶片摆动计算流体力学模型和时变流场条件下多普勒频移累积模型，仿真研究了动态舵叶条件下辐射噪声线谱频率随时间起伏的变化特性。仿真结果表明，舵叶尖部声源辐射线谱频率随时间发生周期性起伏，起伏周期与舵叶摆动周期一致。由于流速在 0° 方向投影变化最剧烈，该方向声路径上接收信号线谱起伏的动态范围最大。对于频率为 100Hz 的线谱，线谱起伏的动态范围最大约为 0.5Hz。

1 数值计算模型

1.1 舵叶几何模型

舵叶几何形状如图 1 所示，水平舵叶总长 4.5m，图中虚线围成的圆为叶片最大厚度处内切圆，叶片最大厚度为该圆直径即 0.8m，叶片转动中心为该圆的圆心，舵角 χ 为叶片长度方向与水平方向夹角。

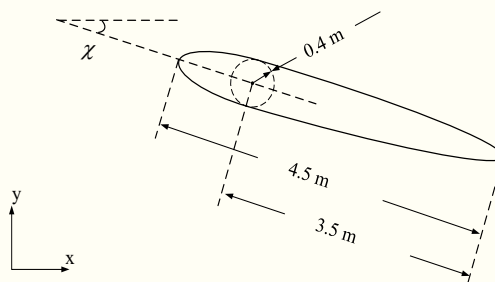


图 1 舵叶几何形状

1.2 流场数值计算方法

利用不可压缩流体雷诺平均 Navier-Stokes 方程描述由物体绕流产生的复杂流场，表达式如下。

$$\begin{cases} \frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \\ \frac{\partial(\rho u_i)}{\partial t} + \rho u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \\ = \rho \varpi_i - \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\eta \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \rho \overline{u'_i u'_j} \right) \end{cases} \quad (1)$$

【作者简介】张地（1994—），男，河北冀州人，研究生，工程师，研究方向：水声信号处理。

式(1)中, u_i 和 u'_i 分别为平均流速和扰动流速在二维平面 $x_i(i=1,2)$ 方向上的投影, 这里定义 x_1 为 x 轴方向, x_2 为 y 轴方向, σ_i 为体积力在某方向上的投影, $\bar{p}$ 为时间平均压强, η 为海水动力粘滞系数, $-\rho\overline{u'_i u'_j}$ 为雷诺应力张量。

为了方便不同舵叶偏角时流速输入边界条件的设定, 将流体仿真区域设置为一个直径为 50m 的圆, 圆心与舵叶旋转中心重合(见图2)。将计算流体区域边界分为两个半圆, 位于上游的半圆为速度输入边界, 位于下游的半圆为出流边界。舵叶边界为固定壁面边界。图2右下角展示了舵叶附近网格划分情况。为便于仿真舵叶转动, 设置了一个直径为 9m 的滑动网格边界。有限体积法将非线性偏微分方程转化为网格单元上的线性代数方程, 然后求解线性方程组得到流场中每一点的流速、压强等变量的值。

采用二阶迎风格式求解通量, 本地单元边界点的值通过上游网格控制点值的二阶 Taylor 展开计算所得, 即上游网格控制点的值与一个增量的和。对于压力和速度耦合问题, 采用半隐式方法加快求解收敛速度^[5]。标准 $k-\omega$ 模型包含低雷诺数影响、可压缩性影响和剪切流扩散, 因此适用于尾迹流动计算。剪切应力输运 $k-\omega$ 模型综合了 $k-\omega$ 模型在近壁区计算的优点和 $k-\omega$ 模型在远场区域计算的优点, 因此选用 SST $k-\omega$ 模型作为流场数值计算的湍流模式理论。

1.3 流场中信号多普勒频移模型

对于水平舵叶片周围流场引起的接收声信号瞬时频率随时间变化的问题, 假定声源位于叶片尖部, 频率为 100Hz, 各条声路径自声源向各方向传播, 长度为 20m。以舵角 $\chi = 60^\circ$ 为例, 给出不同声路径示意图(见图3)。

当声传播路径上流速不为 0 时, 流速会使声信号发生多普勒效应。当传播路径上流速场随时间起伏时, 声信号瞬时频率也会随时间发生起伏。由于流场空间分布不均匀, 为了简化计算, 假设声波在较短距离内沿直线传播, 且对于某一时刻发出的声波在传播过程中流场不随时间变化。在声传播路径上进行空间采样, 则接收信号在某时刻瞬时频率可以表示为在该时刻声传播路径上每一采样点多普勒频移效应的累积, 其表达式如下。

$$f_r = f_0 \prod_{i=1}^n \left(1 + \frac{\Delta v_i}{c} \right) \quad (2)$$

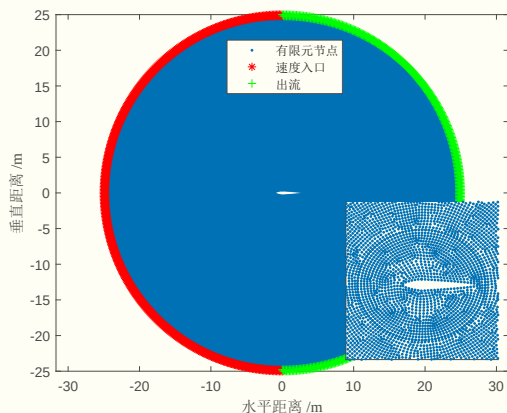


图2 数值计算网格划分与边界条件设定

式(2)中, f_0 为声源频率, f_r 为接收信号瞬时频率, c 为静水声速, Δv_i 为声传播路径上自声源起第 i 个采样点流速 v_i 与第 $i+1$ 个采样点流速 v_{i+1} 的差值, 其表达式如下。

$$\Delta v_i = v_i - v_{i+1} \quad (3)$$

式(3)中, 数值的正负分别代表速度方向是靠近或是远离接收点。特别地, Δv_1 表示目标航速与第2个空间采样点流速在该方向投影的差。

仿真中水流从左至右流过静止的叶片, 对应实际中叶片是从右向左穿过水体, 因此需要对仿真输出流速进行坐标变换, 得到实际流速, 流速坐标变换公式如下。

$$\hat{v} = \bar{v}' + \Upsilon \cos \theta \quad (4)$$

式(4)中, $\hat{v}$ 、 $\bar{v}'$ 分别为实际流速和仿真输出流速在声传播路径上的投影, $\Upsilon = -2.9 \text{ m/s}$ 为航速, 负号表示航速指向 x 轴负方向。将坐标变换得到的不同时刻空间各点实际流速在声路径方向投影 $\hat{v}$ 代入得到接收信号瞬时频率随时间变化情况。

2 仿真计算结果

假设舵叶每 10 分钟完成一个周期的摆动, 单侧摆动舵角为 60° , 则摆动角速度为 $\pi/450 \text{ rad/s}$, 输入流速 2.9m/s, 方向指向 x 轴

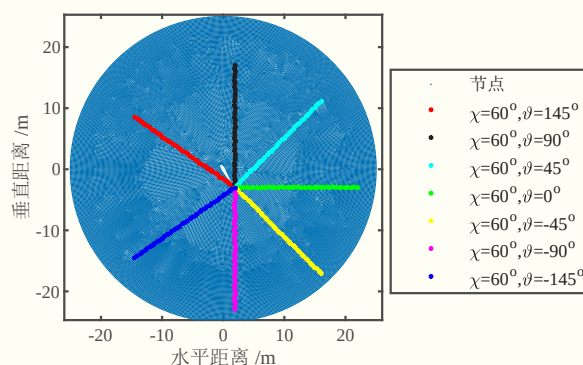


图3 不同方向声传播路径

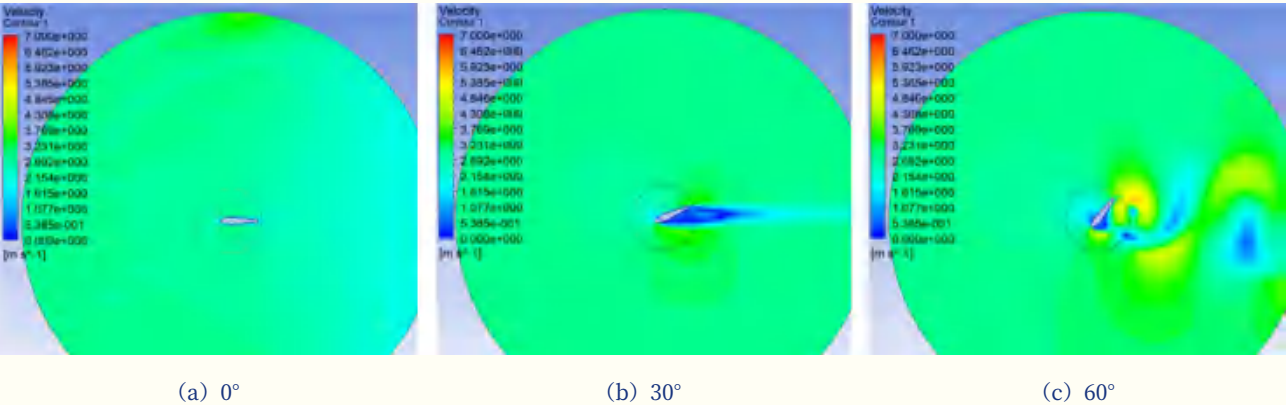


图 4 不同偏角水平舵叶片周围流场

正向，仿真周期摆动舵叶条件下，流速场随时间变化情况。

舵角为 0° 时，水平舵叶片周围流速场几乎不随时间发生变化。随着舵角增大，叶片相对水流的横截面积增大，后端流速场随时间、空间发生明显变化。当舵角超过某一临界值后，流场发生剧烈变化并出现卡门涡街，在叶片上下交替出现旋转方向相反的旋涡脱落，在流速场中表现为叶片上下交替出现高流速区和低流速区，并向后扩散（见图 4（c））。

根据时变流速场多普勒频移累积模型，计算舵叶尖部单频噪声源辐射信号在不同路径上发生的频率变化情况（见图 5）。各路径瞬时频率均随时间周期起伏，起伏周期为 10 分钟。由于流速在各个方向投影不同，因此各条路径接收信号中心频率不同。0° 方向接收器径向远离声源的速度最大，因此瞬时频率变化最为剧烈，动态范围约为 0.5Hz。而 -145° 方向声源径向靠近接收点，信号频率高于声源频率。由于该方向上流速变化小，瞬时频率变化范围也较小。

结语

本文建立了水平舵叶片摆动

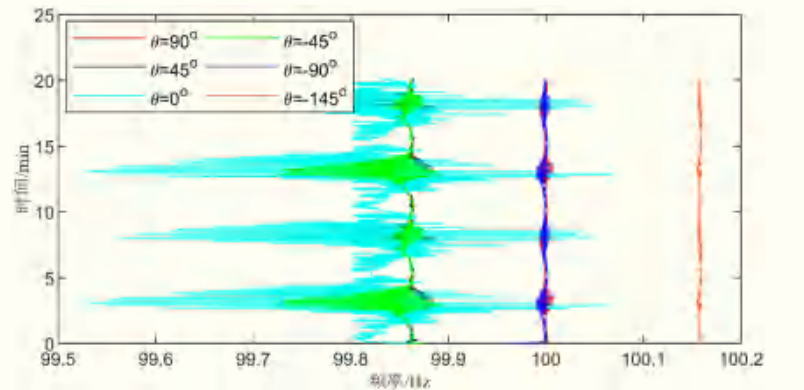


图 5 不同方向声路径线谱频率随时间变化情况

环境下周围流速场流体力学模型和多普勒频移空间累积模型。在匀速来流环境下，水平舵叶片摆动会引起周围流速场随时间不均匀变化，进而使辐射噪声线谱频率随时间发生起伏，起伏周期与舵叶摆动周期一致。对于频率为 100Hz 的线谱信号，频率起伏动态范围最大约 0.5Hz。后续研究中将开展水池试验，验证摆动叶片条件下声信号频率起伏特性。[8]

引用

[1] Arveson P T,Vendittis D J.Radiated Noise Characteristics of a Modern Cargo Ship[J].The Journal of the Acoustical Society of America,2000,107 (1):118-129.

[2] 张效慈,司马灿,吴有生.潜艇舵低速颤振现象及其预报[J].船舶力学,2001, 5(1):70-72.

[3] 胡健,张维鹏,汪春辉.桨叶涡流场中舵表面脉动压力的数值模拟[J].哈尔滨工程大学学报,2019,40(10):1690-1695.

[4] Zhang D, Zhou S, Qi Y, et al. Simulation Analysis of the Effects of the Flow around Underwater Moving Bodies on the Acoustic Signal,F 2021.7.14-17,2021[C].IEEE.

[5] 常欣.Fluent船舶流体力学仿真计算工程应用基础[M].哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2011.

民航软件稳态研发过程的质量度量研究

文◆中国民航信息网络股份有限公司 张省娟 杨 英 黄艳波 牛晓艳

引言

在新时期背景下，当前民航领域已经拥有系统化的民航软件，实现对整个民航业务的高效管理和运营服务。民航软件基于解决民航领域企业运营发展实际需求的目的而研发，保障民航软件的研发质量和应用效果是推动当前民航领域发展的重要依据和基础。本文以民航软件为主要研究对象，基于当前民航领域民航软件研发应用的实际需求，深入分析民航软件稳态研发过程的质量度量。通过更科学的系统评价体系保障民航软件的研发质量和应用效果，以期为民航领域的发展提供有价值的借鉴思路和经验。

1 民航软件研发应用需求

1.1 民航系统建设现状

结合民航领域的实际发展情况，民航软件主要是指民航领域基于自身业务发展需要，在应用计算机系统和技术原理的前提下，由民航企业研发的信息软件系统，用于开展民航业务。这些软件符合当前民航领域信息化发展的主要趋势。近年来，随着科学技术的不断发展，民航领域所应用的民航软件已经取得了显著的应用成果^[1]。为充分发挥民航系统和软件的作用，当前我国民航信息化基建方面已经完成了空管以及商务通信网的有效布局，以技术改造的方式形成了基于 IP 的开放网络结构，满足多种应用环境下应用民航系统软件的需求。

在此基础上，一些民航企业运营发展期间应用的民航信息系统，在实际发展中也取得了显著的成效。例如，基于民航领域业务开展的实际需要，民航企业在推动空管系统、旅客订座系统、机场离港系统以及办公自动化等方面取得了较为显著的成果。现阶段，基于民航系统软件的航空客运 B2C 业务和移动终端应用的普及与推广，已经成为民航企业推动信息化建设发展的重要内容。

1.2 飞机运行管理要求

将民航软件应用于民航企业的运营发展中，首要目的是发挥信息技术和数字化技术的优势，建立飞机与地面信息管理中心之间的联系，实时监测飞机飞行过程中的轨道以及飞机自身运行状态等内容，从而实现

对飞机飞行过程的有效管控，保障飞机飞行安全的同时，实现对机场所

有飞机航线以及飞行时间等方面的合理规划与安排^[2]。因此，研发和设计民航软件时，应符合民航领域业务开展的实际需要，确保民航软件响应的时效性和准确性，在合理控制民航软件研发成本的基础上，保障民航软件的应用质量和效果。

1.3 飞机维修预测分析

从保障飞机飞行安全的角度出发，民航软件应用于飞机日常维护和检修工作中。它能够针对具体的问题结合监测获得的相关数据进行具体分析，在最短的时间内实现对相关异常和故障问题的有效管控，从而有效减轻因异常和故障问题对飞机飞行情况以及整个民航系统运行效果的影响^[3]。基于机场以及飞机运行情况的实时监测和数据收集，可以针对实

【作者简介】张省娟（1988—），女，陕西西安人，本科，工程师，研究方向：民航软件测试、自动化测试。

际检测中发现的各类隐患问题，结合飞机的日常检修频率，规划设计出合理的飞机维修计划方案，为飞机的运行维护工作提供有效的参考。

2 民航软件稳态研发过程的质量度量分析

在新时期背景下，伴随信息技术、数字化技术水平的不断进步，以推动民航领域信息化建设发展为总体目标，从民航企业应用的民航软件角度入手，为保证民航软件研发应用的实际质量和应用效果，应在对民航软件的稳态研发过程中加强对质量和度量的管控^[4]。基于此，在分析民航软件稳态研发过程时，引入以先进技术为基础的科学评价指标体系，将其作为评价软件应用功能研发效果的主要依据。主要从以下几方面入手，为后续民航企业民航软件的研发和优化提供参考。

2.1 民航软件稳态研发质量评价概况

结合当前我国民航领域民航企业应用的民航软件研发情况，以衡量和评价民航软件质量为总体目的，基于过程管理思想方法的原理，从民航软件的稳态研发过程入手，通过对民航软件研发过程的规范和优化调整，保障民航软件的应用质量。这一过程主要引入了度量模型的概念，构建符合民航软件实际应用情况的度量模型，结合健全完善的评价标准，对民航软件的质量进行更为科学的评价。这一度量模型能够更真实地反映软件运行的实际状态和效果，为后续对软件产品进行质量管理和研发优化提供依据。基于保障民航飞机飞行安全的目的，民航软件的研发必须强

调安全性和可靠性。现阶段，民航软件稳态分析过程通常涵盖需求、设计、编码、测试以及投产 5 个重要的环节。在每个环节，软件的相关功能和应用效果必须通过相应的评审标准，才能进入下一环节的评审。为保障民航软件稳态研发全过程的稳定性和可靠性，可以尝试将度量模型与评价指标体系相结合，从民航软件的稳态研发过程入手，利用质量度量方法验证民航软件的应用效果，进而将其作为后续评价民航软件应用效果的主要依据^[5]。

2.2 过程质量度量表现形式

在民航软件的稳态研发过程质量度量中，构建符合民航实际业务开展情况的度量模型至关重要。该模型既反映机场现有飞机自身的飞行状态以及相关运行参数，又从机场整体的运行调度角度出发，为民航软件系统的运行提供相关参数。为确保构建的度量模型符合民航领域发展的实际情况，以往专家学者在研究过程中，探索了应用 GQM 范例度量模型、SADT 方法作为描述软件过程的工具，旨在及时发现民航软件开发中的问题。在构建度量模型时，这些专家学者将度量要求与项目的总体目标紧密结合，从而实现对度量目标的细化。在此基础上，进一步将度量目标引入到软件建模过程中。通过在既有的度量模型的度量层上增加一个用于数据分析的数据项分层，以便将过程度量中产生的特定活动融入过程模型的构建中，使其以民航软件过程活动的形式呈现。

2.3 过程质量度量评价体系构建

结合当前民航软件在民航领域的发展应用情况，并依据前人的研究成果，选择某一具体的度量模型方法构建度量模型。在此过程中，重点从民航软件稳态研发过程和质量度量评价体系的角度出发，设计一套更符合民航软件应用需要的评价体系。

基于民航软件的实际应用情况，将针对民航软件稳态分析过程的度量模型分为过程阶段、指标分类以及质量特性分析 3 个部分。其中，过程阶段主要聚焦于民航软件稳态研发过程的 5 个具体阶段；获得针对过程阶段的模型分析数据后，根据第 2 层分类得到的指标，对各个过程阶段中民航软件相关功能的应用过程质量以及结果质量进行分类；依据第 3 层的质量特性分析，基于确定的具体质量度量指标，对民航软件的应用质量进行评价。

为保障评价体系在民航软件稳态研发过程中的应用效果，在实际研发过程中，必须确保各类控制工具应用的齐全性，并针对民航软件稳态研发过程每个阶段的产出物，利用更高级的民航软件配置管理工具进行相关数据和产出物的采集。在采集到民航软件的稳态研发过程数据后，直接将这些数据直接作为度量数据，基于制定的评价指标范围，对质量指标值进行计算，进而依据计算结果对民航软件的应用质量效果进行科学评价。

这一过程中，为保障评价体系应用的设计效果能够发挥先进技术的作用，应将信息化、算法、大数据分析等技术应用于民航软件的评价体系中，以智能化的技术方法代替人工，实现对具体评价指标得分情况的计算分析，从而有效保障评价结果的真实性和准确性。

2.4 过程质量度量评价体系运用

为保障过程质量度量评价体系的应用效果，关键在于设计评价指标

时，确保评价指标以及具体的评价标准范围能够符合民航软件的实际应用效果。因此，在设置评价指标内容时，应充分考虑民航软件稳态研发过程的具体阶段，并引入过程阶段打分法实现对整个稳态研发过程的量化评价。在这一过程中，应结合当前民航领域对民航软件研发设计的要求，明确各个具体阶段的质量指标值，并参考以往应用于民航软件评价的标准要求和评定等级，对每个具体的过程阶段进行合理打分。

2.5 应用效果评价

为验证本文提出的评价指标体系在民航软件稳态研发过程质量度量中的应用效果，选择某民航企业应用的民航软件进行分析。该民航软件的研发过程主要分为两个具体的建设项目。一期建设项目为传统业务开展思想下的民航软件功能；二期建设项目则为新时期背景下，为了促进民航软件功能研发优化而提出的建设项目。该民航软件以验证民航信息准确性和保证信息传递及时性为主要目的，在实际应用中，要求能够基于民航航班调度安排、旅客信息规划管理、离港安排等业务，为旅客提供相应的服务，为机组人员提供工作安排的依据。民航企业人员可以借助该民航软件，及时获取相关飞机以及航行工作的航行情报、旅客信息、航班信息、重要文件等信息，有效提高了民航机场工作的效率，并作为保障飞机飞行安全的工具，促进民航企业经济效益的提升。这一过程中，民航软件结合民航企业的民航信息调度和验证要求，具体涉及航班、班次、旅客、飞行目的地、时间、航行通告、气象形势等方面的资料信息。在明确民航软件功能设计的基本要求和目的后，开发人员结合该民航企业的实际运营情况和飞行员的日常工作，在原有民航软件系统的基础上，设计研发了功能更健全的民航软件系统。为了综合评价民航软件系统应用情况，确保民航软件的应用效果，应从稳态研发过程的角度，对该民航软件的应用情况进行分析，验证其实际应用效果。

结合当前我国民航领域民航软件系统的运行情况，在基于民航软件应用要求的基础上，利用本文分析的评价指标体系，获取民航软件在年度研发过程中各过程阶段的数据和得分情况，并据此对民航软件的质量指标值以及过程质量得分进行计算，明确得出某民航软件在需求阶段的得分为 70，设计阶段得分为 70，编码阶段得分为 56，测试阶段得分为 53，投产阶段得分为 70。将各个过程阶段的具体指标经过权重换算后汇总相加，得到该民航软件的总体质量得分为 91.85 分。将得分带到事先设定的评价等级中，不仅能够证实该民航软件可以有效保障一定的应用质量效果，还能明确该民航软件在后续的研发优化过程中，应加强对编码和测试阶段的重视。

基于这一评价分析的结果，可以确认该民航软件满足了民航企业运营发展和飞行员行前准备工作的要求。为了不断提高和推动民航企业发展，应在实际评价中重视编码和测试阶段评价结果，并在后续的研发过程中不断促进民航软件应用功能和效果的提升。

结语

民航软件在推动民航领域发展方面发挥着重要作用。为保障民航软件的研发应用效果，应在结合当前民航领域发展现状的基础上，明确民航软件研发应用的总体目标和要求。对于研发获得的民航软件产品，应进行质量和度量的科学评价，并引入更先进的评价方法和指标体系，确保真实反映民航软件的应用质量和效果，从而为民航领域的持续发展奠定良好的工具基础。

引用

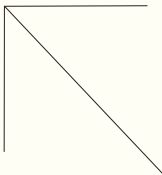
[1] 吴岳洲,傅强,罗银辉.新工科背景下民航“软件测试”知识体系升级与教学[J].教育教学论坛,2023(12):18-21.

[2] 袁媛,张杰.民航软件系统交付实施路径分析[J].空运商务,2023(3):59-64.

[3] 张骐.运用线上教学软件提升英语听说能力的技巧——以民航英语教学为例[J].校园英语,2022(25):58-60.

[4] 吴瑶清.基于DDS框架的民航客舱应用软件中间件开发[D].成都:电子科技大学,2022.

[5] 高健媛,彭明田,李永进.基于STRIDE和民航威胁知识库的软件威胁建模[J].中国民航大学学报,2020,38(5):41-45.





《大数据与智慧社会》

大数据正在改变人们的生活、社会的运行方式以及各行业的竞争生态，是提升政府治理水平和企业竞争力的核心要素。然而，政府和企业如何才能抓住大数据带来的宝贵机遇，改善公共服务、激发商业创新？推进大数据应用的进程对现有技术框架、管理机制、评价体系又有哪些新的要求？

针对这一系列问题，《大数据与智慧社会》一书做出了系统的回答。《大数据与智慧社会：数据驱动变革、构建未来世界》从全局出发，对大数据的基本内涵进行了系统描述，概括了大数据的前世今生，揭示了其哲学本质；以技术为主线，深刻剖析了大数据的技术框架，预测了大数据的技术发展趋势；理论与实践相结合，形成大数据系统评价标准；选取大数据在生活、政务、交通、医疗、金融领域落地应用的实战案例，进行深入分析和解读，以期为我国的政府治理、经济发展、企业创新提供有效的指导和帮助。

张克平，江苏省无锡市信息化和无线电管理局局长、北京邮电大学兼职教授、清华大学客座教授、2016 中国智慧城市百城会首任执行会长，长期致力于无锡物联网和智慧城市建设并取得突出成绩。