

新世纪德国民用相机行业的辉煌与衰落分析及启示

文 ◆ 吉林外国语大学 顾景元 李金圣 佟 庆

引言

相机行业在过去百年经历了多次技术革新和市场变迁。德国曾是全球相机行业的领导者，但自 20 世纪后期起，日本品牌迅速崛起，取代了德国的主导地位。本研究分析了新世纪以来德国民用相机行业的衰落原因，并探讨其对中国民族相机品牌发展的启示。从历史和时代背景出发，分为胶片时代和数码时代两个阶段，剖析德国相机行业的辉煌历史、技术优势、市场策略以及日本相机行业的崛起之路。对比德国与日本相机产业的发展历程，发现德国在技术创新和市场策略上存在诸多问题，未能及时适应市场变化，而日本品牌通过技术进步、市场策略调整和产业链整合实现了对德国的超越。同时，结合中国相机行业的发展现状，提出相应的启示和建议。

1 德国相机行业的历史与发展

1.1 德国相机行业的起源与发展

德国相机行业有着辉煌的历史，从 19 世纪末到 20 世纪中叶，德国在光学和照相技术方面一直

处于世界领先地位。

1846 年，卡尔·蔡司（Carl Zeiss）在耶拿创立了蔡司公司，专注于光学仪器的制造。

1902 年，镜头结构出现，代表性镜头是 Carl Zeiss Jena Tessar 50mm F/2.8，其因出色的图像质量和锐度而闻名。此外，Planar 50mm F/1.4 是一款经典的大光圈标准镜头，有着出色的图像质量和在最大光圈下也能提供锐利图像的能力。

1913 年，奥斯卡·巴纳克（Oskar Barnack）在德国莱茵金属公司（Ernst Leitz Wetzlar）研发了第一台 35mm 胶片相机，这就是后来闻名于世徕卡（Leica）相机。

1.2 康泰时（Contax）以及康泰时与徕卡的竞争——德国相机制造业的巅峰（1932）

1932 年，蔡司伊康公司（Zeiss Ikon）推出了康泰时（Contax）相机，以精湛的机械设计和优异的成像质量迅速成为高端相机市场的领导者。

康泰时与徕卡的竞争分析如下。两种相机的竞争集中在 35mm 的相机市场上。两种相机各有其技术创新和独特的设计，吸引了不同类型的摄影师。

从市场竞争的数据来看，两者之间的竞争达到了德国相机业的巅峰。Contax II 的双重快门和更高的镜头质量使其在专业摄影师中颇具吸引力，而徕卡的轻便性和可靠性使其在旅行和战地摄影中占据优势。

从 1932 年到 1937 年，徕卡和康泰时两个品牌之间展开了激烈的竞争，反映了德国相机产业在那个时代达到的巅峰状态。

2 日本相机行业的崛起与超越——一个工业奇迹的诞生和发展

在早期发展阶段，日本相机产业经历了从模仿到自主研发的艰辛历程。佳能的发展历程可以追溯到 20 世纪初期，几个日本年轻人在 1934 年成功研制出了日本第一架 35mm 焦平面快门照相机 KWANON。随着时间的推移，佳能逐渐成为全球影像巨头，其产品涵盖了从传统胶片相机到数码相机的多个阶段。

【作者简介】顾景元（2004—），男，江苏盐城人，本科，研究方向：数码技术。

20 世纪 80 年代，佳能在 1989 年推出了传奇的 EOS-1，相较于同时代的相机，EOS-1 在以下方面做了技术创新。（1）EOS-1 采用了佳能的先进自动对焦技术，配备 AF 传感器，使 EOS-1 在各种拍摄条件下都能快速准确地进行对焦。（2）EOS-1 采用了坚固的镁合金机身，具有高度的耐用性和防尘防滴设计。（3）EOS-1 具备高达每秒 5 张的连拍速度，高速连拍不仅提高了捕捉瞬间的成功率，还为后期选片提供了更多选择。

进入 21 世纪，佳能进一步拥抱数码革命，推出了多款数码相机和数码单反相机，进一步巩固了其在行业中的领导地位。

佳能、尼康、索尼等品牌，不仅引进了德国等国家的先进技术，还在此基础上进行了本土化的改良和创新，逐渐形成了具有日本特色的摄影器材产品。

3 胶片时代德国与日本相机产业的比较

Leica M3（1954 年推出，徕卡 M3）和 Nikon F2（1971 年推出，尼康 F2）分别是德国和日本胶片时代相机的标志性产品。Leica M3 以出色的光学性能和精美的机械设计著称，Nikon F2 因高效的操作性和极高的可靠性大受好评，两者代表了各自国家在胶片相机制造上的最高技术水平。

由此选择 Leica M3 和 Nikon F2 作为德国相机和日本相机在胶片时代的代表性机型，来进行技术对比。

Leica M3 通过其 Leica M 卡口设计，开创了胶片相机换镜头的新标准。M3 的取景器放大倍率达到 0.91，是所有 M 系列中最大且成本最高的相机，提供了更大、更清晰的取景视野，确保摄影师能够获得“所见即所得”的拍摄体验，需要人眼自我调整视觉参差^[1]。徕卡相机下的鲁迅公园如图 1 所示。



图 1 徕卡相机下的鲁迅公园^[2]

Nikon F2 使用了著名的 Nikon F 卡口，是一个 44mm 内径、三爪锁定的设计。这种设计允许快速更换镜头，兼容性极强。Nikon F2 镜头阵容涵盖从超广角到超长焦的各种焦距，能够满足不同摄影需求。

Nikon F2 相机在画面质量上的优势，得益于其卓越的镜头设计和精确的机械制造。Nikon F2 配备了尼康优质的 Nikkor 镜头，使 Nikon F2 能够在各种光线条件下拍摄出高质量的图像。

日本和德国的相机品牌各自具有明确的市场定位。日本相机品牌，如佳能（Canon）和尼康（Nikon），通常以其技术创新和性价比高的产

品占据市场。相较之下，德国品牌如莱卡则注重于高端市场，以精湛的工艺、卓越的光学性能和经典的设计赢得高端用户的青睐。

4 数码时代德国相机行业的衰落与日本的主导地位

4.1 数码相机的发展历程以及日本在数码相机时代的成功

1991 年，柯达（Kodak）推出了第一款商业化的数码相机——Kodak DCS 100。

2000 年，佳能推出了 EOS D30。EOS D30 的推出使数码单反相机技术进入了一个新的阶段。

2008 年，松下（Panasonic）推出了 Lumix DMC-G1，这是市场上首款无反相机（Mirrorless Camera）^[3]。

2020 年，佳能和尼康分别推出了全画幅无反相机 Canon EOS R5 和 Nikon Z7 II。这两款相机具备了高分辨率、高速连拍和先进的视频录制功能^[4-5]。

以上这些具有代表性意义的数码相机的出现都是来自日本的制造商，由此可见日本的相机行业在新时代数码行业的显著成功。

4.2 德国相机品牌在数码相机领域的衰落

在数码相机技术迅速发展的过程中，德国品牌在新技术采用和市场反应方面较为缓慢。尽管德国品牌在技术和质量上仍保持高水准，但在市场份额和消费者覆盖上逐渐落后于日本品牌。

例如，佳能和尼康作为日本的代表品牌，分别占据了 25% 和 20% 的市场份额，合计占据了全球市场的 45%。德国品牌徕卡虽然在高端市场中保持了强大的品牌忠诚度，但其全球市场占比仅为 10%。

5 对中国民族相机品牌的启示

5.1 中国相机行业的发展历程与现状

5.1.1 自主研发与市场表现

中国相机行业的发展可以追溯到 20 世纪 50 年代。当时，上海照相机厂成立，标志着中国相机工业的起步。上海照相机厂发展历程如图 2 所示。

进入 21 世纪后，随着数码技术的兴起，中国相机行业迎来了数码化转型。然而，由于技术和品牌建设的不足，中国相机在国际市场上仍处于劣势。近年来，国内一些企业通过引进先进技术和加强自主研发，逐步提升了产品的质量和竞争力。

5.1.2 存在的问题与挑战

尽管中国相机行业取得了一定的发展，但仍面临诸多挑战。首先，技术创新不足。其次，品牌建设和市场推广相对薄弱。最后，行业标准和监管体系不完善。

5.2 从德国辉煌到衰败的历程中获取的启示

从德国相机产业的兴衰中，中国相机产业可获得以下启示。（1）持续技术创新。应加强技术研发，紧跟新技术趋势。（2）多样化市场策略。应灵活调整产品线，覆盖不同消费群体。（3）现代化管理模式。应引入现代管理理念，优化内部结构，提高市场反应能力。通过学习德国经验，中国相机产业能够更好地应对未来挑战，实现可持续发展。

结语

本文分析了德国相机行业从辉煌到衰落的过程。德国品牌曾凭借技术创新、高质量和独特定位主导高端市场，但未能及时适应数码时代的变化，逐渐失去

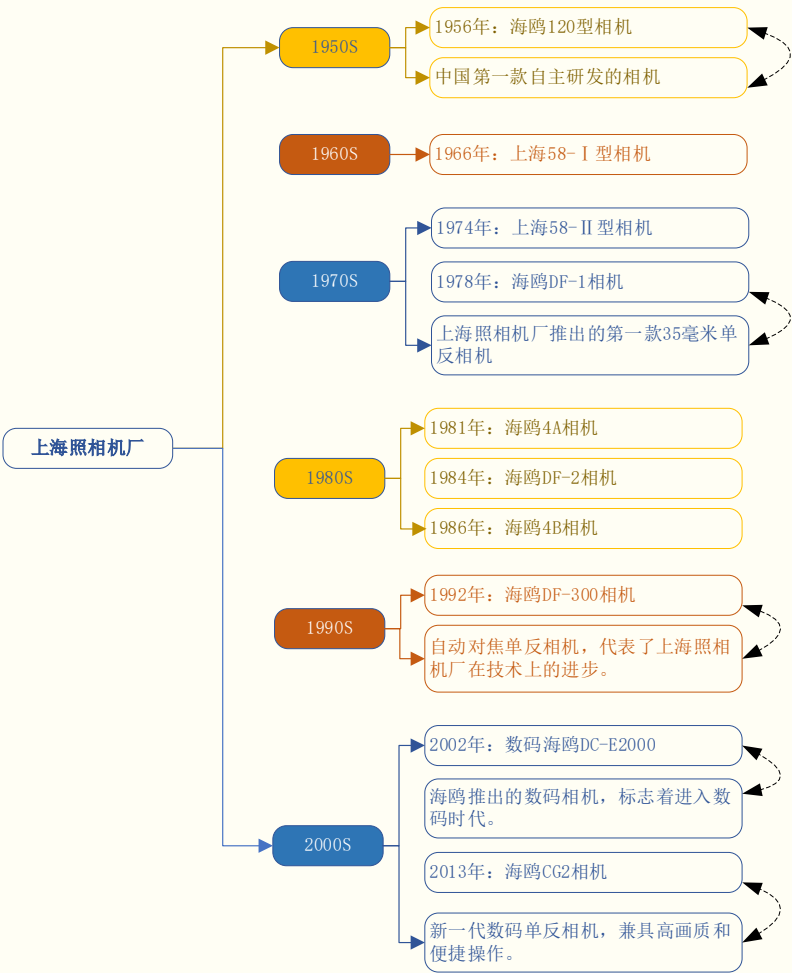


图 2 上海照相机厂发展历程

竞争力。相比之下，日本品牌如佳能和尼康通过技术创新和开辟多样化产品线，迅速超越德国品牌，占据全球市场主导地位。德国品牌如徕卡虽保持高端声誉，但因技术跟进慢、价格高和产品线窄，未能在大众市场取得优势。中国相机行业应从中吸取教训，加强技术创新、拓展产品线、优化管理和提升品牌，以实现可持续发展。

引用

[1] I50MM.开创者传说徕卡leica M3布道者[EB/OL].(2022-05-01)[2024-07-30].<https://i50mm.com/gear器材/不朽的徕卡m3/>.

[2] SSH-VUL.@SSH-Vul 的个人主页-微博[EB/OL].(2024-05-21)[2024-07-30].https://weibo.com/7135622265?refer_flag=1001030103_.

[3] DPREVIEW.Canon EOS-D30 Review:Digital Photography Review[EB/OL].[2024-07-31].<https://www.dpreview.com/reviews/canond30/2>.

[4] 太平洋科技.佳能EOS R5图赏:首款8K视频微单相机_数码相机_太平洋科技[EB/OL].(2020-08-06)[2024-07-31].https://picture.pconline.com.cn/article_source/380648.html.

[5] MCBAIN.Nikon Z7 II Camera with 24-70mm F4.0 S Lens[EB/OL].[2024-07-31].https://www.mcbaincamera.com/productdetail.php?mcbain_id=0240615.02.

闽南理工学院公共体育教学 采用俱乐部模式的可行性分析*

文◆闽南理工学院 洪肇卡

引言

大学体育教学改革势在必行，探讨公共体育教学实施俱乐部模式具有必要性。基于此，本文阐述了俱乐部模式的现实意义、存在的问题以及优化对策，提出了闽南理工学院公共体育教学采用俱乐部模式的可行性，在不断优化的过程中推动公共体育教学的发展。

1 研究背景

大学体育教育作为学校工作的重要组成部分，对推进学生素质教育、培养学生自主锻炼、树立终身体育意识有着重要的意义。同时，国家不同层面的重视也在不断推动着大学体育教学的改革。习近平总书记于2020年4月在中央全面深化改革委员会第十三次会议上明确指出，“要首先树立健康教育理念，促进青少年文化学习和体育锻炼协调发展，加强学校体育工作，完善青少年体育赛事体系^[1]”。此次大会还通过了《关于深化体教融合促进青少年健康发展的意见》。同年10月15日，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于全面加强和改进新时代学校体育工作的意见》，要求“健全体育锻炼制度，广泛开展普及性体育运动，定期举办学生运动会或体育节、组建体育兴趣小组、社团和俱乐部，推动学生积极参与常规课余训练和体育竞赛^[2]”。

在当前高校公共体育教学现状下，学生普遍对体育教学提出了更高的要求。传统体育教学很难激发学生的热情和兴趣，也不能完全满足现代大学生对各类新型体育活动的需求，但是高等院校的体育教学工作仍然面临着许多挑战。所以，大学体育教学改革势在必行，公共体育教学实施俱乐部模式具有必要性。

2 公共体育教学俱乐部模式的内涵与意义

2.1 公共体育教学俱乐部模式的内涵

俱乐部教学模式伴随着公共体育教学改革的不断深入而逐渐兴起，主要目的是实现全面发展和健康的理念，并基于学生的自主参与来实

施。这种模式依赖于学校的体育设施作为支持，专注于某个特定的运动领域，通过俱乐部的结构整合了体育课程、课后活动、体能锻炼与团队比赛等元素，形成一种独特的体育教学模式^[3]。有学者把“俱乐部”的概念界定为人们将个人的需要、能力、年龄、身体特点结合在俱乐部中，以求得有辅导、有监督的同时又能相互促进、相互帮助地从事各种身体锻炼活动^[4]。体育俱乐部教学模式最显著的特点在于把教学的焦点放在学员的需求层面上。在这种模式下，学生不会被迫接受知识的学习，他们可以自由挑选出对自我有吸引力的健身活动来参与其中，这样一来，学生多样的个人兴趣可以在课程内得以实现并获得支持。多样的课堂内容以及交互式的授课手段打破了一直以来单一且枯燥无趣的传统教授方式，同时也激励着学生展现自身的独特需要，这让体育课堂变得更有趣味性和更具活力感。

当前，中国高校体育俱乐部模式主要有课内、课外以及课内

*【基金项目】闽南理工学院教育教学改革研究项目“闽南理工学院大学体育实行体育俱乐部教学模式可行性探析”（JG-2022-TY2284）

【作者简介】洪肇卡（1978—），男，福建晋江人，硕士研究生，助教，研究方向：体育教学等。

外相结合 3 种类型。由体育教学模式衍生出的课程内部俱乐部，通过更新思想、组织、手段、方法、评价等方面，把现代教育理论融入其中，强调课堂学习的开放性、自我驱动性和随意性，使学生的学习行为更具主动性。同时，教师的主要职责在于设计课堂、辅助、监督和引导等工作，这对于推动素质教育、强化学生主导角色、塑造新的师生关系等方面有着显著的效果。此外，作为体育课程延展和补充的课外俱乐部具有多元化、多层级、灵活性的特性，并拓展了学校体育功能，实现了校内校外、有偿与无偿、自愿与要求的特点。最后，最常见的则是课内外相融合的体育俱乐部，该模式遵循终身教育的观念，致力于培育能应对知识型社会的技能，从全面的教育视角来考虑，将大学体育活动渗透至整个大学生涯中，具有综合性、阶梯性、开阔性的特征。

2.2 公共体育教学俱乐部模式的意义

作为高等院校中重要的教育教学部分之一，公共体育课是高校体育教学工作的重要环节，是促进学生身心健康、思想品德、文化、科学等与身体活动有机结合的教育过程，是完成“健康第一”“立德树人”的重要途径^[5]。相比于传统的授课形式而言，俱乐部教学模式更加灵活且符合个性化的原则，有利于进一步推进课内体育课的改革和持续进步，使其达到真正的课内外一体化目标，即培育学生养成终身参与各类活动的习惯。公共体育教学俱乐部模式突破了传统体育教学的局限性，让学生从兴趣的角度出发并自主选择的方式开展体育教

学，并基于对自身喜好的考虑选取相应的学科可以激发学生参加各种练习项目的热情度，有利于营造校园内浓厚的体育锻炼氛围。

3 闽南理工学院公共体育教学采用俱乐部模式的可行性

3.1 闽南理工学院公共体育教学现状

闽南理工学院是一所应用型本科院校，随着学校的不断发展和完善，体育设施得到了改善，也为闽南理工体育教学改革提供了物质基础。体育教学发挥良好作用的条件和保障是场所和设备，学校现有武术室 1 间、舞蹈室 3 间、标准田径场 2 个、300 米田径场 1 个、足球场 2 个、健身房 1 个、篮球场 14 个、排球场 5 个、羽毛球场 5 个、乒乓球台 10 张、网球场 4 个、体育馆 2 个、游泳馆 1 个以及户外基地 1 个。

闽南理工学院体育学院现承担公共体育课教学的教师有 37 人，教师数量储备较为可观，能够基本满足公共体育课的上课需求。其中，教授 2 人，占比 5.71%；副教授 5 人，占比 14.29%；讲师占比 42.86%，职称结构较为合理。目前，公共体育课一共开设 23 个项目，其中每个项目的班级成员大约在 30 ~ 40 人之间。所有项目中班级数量排名前五的是篮球 32 个班、跆拳道 25 个班、乒乓球 21 个班、排球 19 个班以及太极拳 11 个班。

3.2 闽南理工学院公共体育教学采用俱乐部模式存在的问题

(1) 项目开设供需不平衡。俱乐部模式在公共体育教学中的实施，面临着项目开设供需不平衡的问题。一方面，学生对某些运动项目有着浓厚的兴趣，但由于资源（如场地和设备等）限制，无法参与感兴趣的项目。同时，开设的项目数量有限，使学生难以自由选择并投入自己喜欢的体育活动中去学习和锻炼，无法满足所有学生的需求。另一方面，学校虽然开设了一些体育项目，但由于宣传不足或学生兴趣不高，导致这些项目的参与度较低，资源没有得到充分利用。

(2) 教学队伍问题。目前闽南理工学院公共体育课的教学模式主要以传统的教学模式为主体，教学内容遵循教学大纲规定，教学目的旨在教授体育知识、技术和技能，规范动作训练，从而增强学生体质。体育俱乐部的开展情况并不理想，其中包括指导教师缺乏清晰的目标设定、学生学习方向不明确等问题。部分老师由于自身的专项能力和特长的不足或者专长发展不协调，从而影响了教学质量的稳定性。此外，教学过程中过分重视老师的主导地位，忽略了学生的个人特点和兴趣爱好，使那些具有不同的个性和喜好、不同身体条件的学生接受同样的教学内容，无法满足学生个性化的需求。

(3) 管理机制不完善。公共体育俱乐部模式管理机制整体并不完善，如缺乏明确的规章制度、管理机制或执行力度不够等，影响了俱乐部教学活动的实效性，为培育学生的终身锻炼观念，实施“健康第一”的指导思想和教育带来巨大的困难和挑战。

(4) 单一的经费来源。资金支持对于建立和完善体育俱乐部教学模式至关重要，无论是在场地设施或设备购置上都需要资金的支持。实际操作过程中，资金的比例分配对体育俱乐部教学模式的效果有显著的影响。目前，仅靠学校的单一经费来源并不能完全符合大学体育俱乐部的

教育需求。

3.3 闽南理工学院公共体育教学全面采用俱乐部模式可行性的优化对策

(1) 优化项目配置。首先，建立科学的选课系统，提前进行意愿性选课，以便学校合理布排教师资源，调整教学结构。引入选课指导服务，帮助学生根据自己的兴趣、体质和技能水平选择合适的体育项目。其次，学校应开设更多种类的体育项目，以满足学生多样化的需求，如引入新兴项目、传统项目创新等。最后，学校应加强宣传，向学生普及体育俱乐部教学模式的相关概念和意义，让学生体会到公共体育课实施俱乐部模式的优点，帮助学生培养并树立起正确的体育价值观。

(2) 加强师资队伍建设和培训。相关部门应对现有的教师团队定期进行多元化培训。除了注重教师的专业技能，还应提升他们在其他体育项目的教学水平，构建一个全方位的培训系统，安排教师定时参加培训和考核，以增强他们的教学技巧。同时，鼓励教师参加学术会议、研讨会等活动，了解最新的体育教学理念和方法，不断提高教师教学的理论和实践能力。

(3) 完善管理监督机制。学校应构建健全的管理系统，对俱乐部的教学活动和管理工作进行定期审查与评估，以便及时发现和纠正问题，确保所有的规章制度和标准能够得到有效执行。同时，应建立完备的教师管理体系，涵盖教师的聘任、考核以及晋升等相关规定。加强对教师的管理和监督，确保教师能够认真履行工作职责。

(4) 拓宽经费来源。为了确保体育俱乐部教学模式的持续发展，相关部门应主动寻求多种资金渠道，包括但不限于来自学校的财政支持。此外，应加强对外推广和筹集捐赠，如与附近社区建立协作关系或对外开放体育场馆资源以吸引更多人参与其中。同时，采用市场化策略提高创收，以此为体育俱乐部提供充足的经费支持。

结语

公共体育课是各专业学生体育教育的基础，随着体育教学模式的深入改革，教育的每个环节应环环相扣。整体而言，体育俱乐部教学改革总体上能够有效改善当前体育课教学质量不足、学习效率低下的情况，改变目前学生被迫学习的局面，从根本上改变传统体育教学模式中仅传授体育知识、技术的普遍现象^[6]。在高等院校的体育教育改革进程中，闽南理工学院公共体育教学采用俱乐部模式展现出一定程度的实践价值、实效性和可行性，并通过持续完善，有助于增强学生的体育能力，有利于学生全方位成长，适应时代的进步；有助于推进各类公共体育教学活动的进展。此外，体育教师自身更需要认真执行公共体育教学计划，运用多种形式推行体育俱乐部活动，从而切实提升学校体育教学

的工作质量，进而不断增强学生的身体素质。^[8]

引用

[1] 潘盛.体教融合视域下中小学体育教学改革研究[J].教育界,2021(33):22-23.

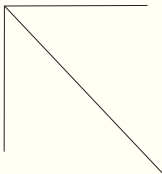
[2] 中共中央办公厅国务院办公厅印发《关于全面加强和改进新时代学校体育工作的意见》[EB/OL]. (2020-10-15)[2023-12-08].http://www.gov.cn/xinwen/2020-10/15/content_5551609.htm.

[3] 周英华,冯灿.大学体育俱乐部制教学模式实践探索[J].当代体育科技,2020,10(10):117-118+121.

[4] 张萍.体育俱乐部在我国体育发展中的作用[J].沈阳体育学院学报,1993(2):13-15.

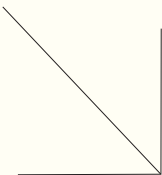
[5] 章翔,林秋菊,李斌,等.安庆师范大学公共体育课堂俱乐部制教学模式探讨[J].体育学刊,2020,27(6):118-122.

[6] 刘占鲁,冯嘉诚,龚建林.基于OBE理念的“大体育”教学体系研究[J].广州体育学院学报,2020,40(3):122-125.



基于问题导向的行业院校创新创业教育探索 ——以航空类交通运输专业为例

文 ◆ 中国民用航空飞行学院 黄静洋 袁 江 王 睿



引言

在新发展理念引领高质量发展的进程中，大学生就业趋势正在从“从业就业”向“创新创业”转变。创新创业教育不仅限于创业领域的小众教育^[1]，从创新创业活动的过程来看，其本质在于培养一套综合性的能力体系，包括资源整合、机会识别和风险控制等能力^[2]。不论是提升创新能力、增强创新意识，还是在实践中认识自我、科学选择社会分工，所有大学生都需要接受创新创业教育和培训。面对大学生在创新创业过程中遇到的诸多挑战，高校作为这一领域教育的主阵地，肩负着强化学生实践经验、提升其创新创业能力的使命。

1 聚焦三大关键问题

本研究对航空类特色院校交通运输专业的本科生和研究生发放了关于创新创业情况的调查问卷。目前，针对大学生创新创业活动的调研通常侧重于分析学生参加活动的驱动因素^[3]，而对于部分学生不愿参与的深层次原因则鲜有探讨。在创新创业人才培养质量的评价体系研究中，一级指标通常涵盖学生发展、师资队伍、学校保障以及利益相关方。

因此，本问卷覆盖了多个方面，包括参与双创项目和竞赛的意愿、过程中的困难与解决途径、信息反馈和提供、指导情况、相关基础服务以及针对性服务等。本次调查共回收 122 份问卷，其中有效问卷 118 份，通过初步筛查发现，受访者中 44 人未参与过创新创业活动，74 人有过相关经历。

1.1 信息服务不完善

有效的 118 份问卷结果显示，未参与创新创业活动的学生的主要原因集中于“听说过但没有渠道了解”以及“了解但缺乏思路”两个方面。对于已参与创新创业活动的学生，他们获取双创项目信息的主要渠道集中在辅导员发布信息、参与创新创业课程以及参与讲座宣讲活动。这一结果反映了学生参与创新创业活动前面临的挑战和信息获取的主要途径。

通过问卷结果分析，分别对参与过创新创业项目、未参与过创新创业项目与拟申请参与创新创业项目的 3 类学生进行了系统性访谈。在此过程中，发现一个显著现象，即“信息”一词的出现频率最高。由于缺乏对往届创新创业情况的详细介绍和展示，学生对于项目申请和竞赛报名仅知其存在。由于过程性信息的缺失，未能为学生提供有效引导。已参加的学生获取参考信息和支持信息的渠道很少，对于竞赛流程和历届获奖队伍的信息了解不足，在一定程度上影响了他们的参赛体验与成果。

1.2 能力培养不具体

在对参与创新创业的学生进行调研时，问卷显示许多学生在项目成果的转化上感到困难。他们在设计方案时想法很多，但缺少将其转化

【作者简介】黄静洋（1992—），女，四川广汉人，硕士研究生，讲师，研究方向：空中交通管理、新能源系统控制技术。

【通讯作者】袁江（1988—），男，山西朔州人，硕士研究生，讲师，研究方向：空中交通管理、大学生创新创业。

为实践的方法，在需要外界企业支持时，难以找到合适的合作单位。此外，学生在项目方案的可行性和必要能力等方面也存在困惑。另外还有部分同学认为在建立项目时找不到突破口，自身技术难以达到目标。

同时，学生感到困惑和能力欠缺的方面各不相同。大多数学生认为指导教师的参与度与指导针对性有待改进。对近三年的创新创业竞赛观察发现，有带队经验且曾入围不同等级复赛的指导教师主动性更高，指导也更具体，且此类指导教师带队入围率更高，形成了正向循环。相对而言，大多数参与创新创业训练的学生获得指导的机会集中于申请期和答辩期，各环节的具体指导十分缺乏。

1.3 教育体系不完整

对于中断项目和竞赛的学生，很多人在参与创新创业项目时并没有认真对待，更像是“赶鸭子上架”，导致他们缺乏持续发展的动力。这根本上是因为大多数学生对创新创业缺乏深入认识，创新想法与学校、专业、行业以及自身特点毫无关联，且对创新创业没有认同感，训练也未形成系统性规划。

根据调研结果，学生认为创新创业服务中的缺陷，除了信息服务不足外，教育体系中的具体问题还包括学校课程与创新创业教育的独立性、培训方式的单一性以及项目与交通运输专业和航空业脱节，使学生难以发挥特长，无法充分利用学校的专业资源。问卷显示学生认为创新创业服务的不足主要为缺少创新创业培养课程和指导、缺乏相关支持政策信息的渠道、能力培养针对性不强等。

2 基于问题导向的创新创业教育改进思路

在高等教育领域，创新创业教育是一个动态的过程，需要不断接收和反馈外部意见，推动改进与完善，形成新的教育输出再次纳入反馈的流程，进而形成一个螺旋上升的发展模式。通过审视创新创业教育过程中存在的问题，可以帮助学校更准确地把握发展现状与瓶颈，为社会、学校、教师和学生共同改善教育体系提供依据与方向。

首先，明确不同维度的创新创业教育改进目标。高校创新创业教育应实现学生、学校和社会的共同受益，培养质量和数量必须显著提升。改进目标可归纳为两个维度，即深度和广度。对于接触过创新创业的在校学生，应聚焦于深度培养，进一步优化创新创业教育方案，强化实践环节，提升创新创业能力。同时，对于全体在校学生，特别是行业特色鲜明的专业学生，需在广度上推动创新创业工作的全面开展，扩大创新创业教育覆盖面，让更多学生接触创新创业知识与技能。

其次，提出具体精准的创新创业教育改进方法。根据调查结果，应提出针对性的改进措施以帮助重构教育体系。教育体系的功能应聚焦三大关键问题，明确需要实现的功能并提出相应行为。已有研究表明，不同家庭经济情况、性别、成绩、是否为独生子女以及是否担任学生干部等因素均影响创新创业能力。因此，能力培养需以学生为主体，精准优化，以达到高质量发展的目标。

最后，构建高效协同的创新创业教育体系。如果教育体系内各部分缺乏高效的资源和信息协同，即使投入再多资源，创新创业人才的培养

仍难以显著提升。因此，需要重构教育体系的组织架构，明确参与主体以及支持方的作用，并确立以主体和支持方为核心的目标、功能和行动框架。实施过程中，应关注具体问题，促进各主体和支持方的协同，确保参与者在创新创业教育中获得充分的机会与收益。

3 基于问题导向的创新创业教育体系的构建与改进

创新创业教育在不同阶段和类型院校中存在各自的特点和问题。基于问题导向的培养要求，院校应主动发现问题并解决问题，以寻求新形势下的改进方法，推进创新创业教育的发展。在这一理念的指导下，由5个核心组成部分，即培养目标、功能定位、实施行为、主体构成和支持模块共同构建了金字塔型创新创业教育体系，由目标层向下找到该体系功能上的问题，再以问题为导向形成解决方法，分别应用于主体（即本科生和研究生），底层为政策、资金、行业和社会的支持。此体系主要包含三大改进方向，即信息服务综合化、培训指导个性化和培养计划常态化。

3.1 信息服务综合化

依托学生综合信息查询平台，嵌入创新创业信息查询功能。目前，许多高校虽然具有学生信息查询机或类似功能平台，提供成绩、学分、综合测评和事务办理进度等查询服务，但大多缺少创新创业信息的展示和查询渠道，导致学生无法获取相关信息。

在创新创业比赛报名时，应在学生综合信息查询平台的首页，以图片和文字形式展示报名通知，不同阶段的通知和讲座报名信息

也应在平台上发布。学生可以通过该平台的创新创业模块,按时间顺序查询已经完成成果转化的项目的公开信息,包括比赛获奖项目和已毕业学生的项目,帮助学生开拓思路,增强理解。

3.2 培训指导个性化

为每个立项的创新创业项目建立成长档案,并通过自查和更新实现进度追踪,以便指导教师和创新创业办公室能更好地安排指导和研讨。成长档案应包括前期规划、中期汇报、遇到的问题、所需支持、结题情况以及项目成果等。

在提升创新创业教育精准性方面,已有学者建议将小数据技术应用于教育平台,以弥补大数据技术的不足。然而,小数据技术往往更关注个体学习行为,对于不同项目组的数据分析不够充分。建立电子和纸质成长档案将更有利于了解学生的特质差异和项目组间差异,根据不同项目类型进行分类,配备相应专业的指导教师,部分项目还可引入校外

导师,成立校外实践基地,定期组织项目学生进行实地考察和成果转化探索。此外,定期研讨会的“定期”应根据各组的发展阶段调整,而非固定日期。通过成长档案,实现个性化的精细化培训与指导。

3.3 培养训练常态化

创新创业培养与训练须建立常态化机制,亦是实现持续且规范培养的关键,针对培养目标重塑育人模式。在创新创业教育改革中,应转变思想观念,完善课程模式,在课程中增加实践与创新环节,调整成长档案和训练计划适应匹配。按照创新创业项目流程分阶段制定计划,形成常态化的周、月、学期、年计划。在课程设置方面,不仅应设置独立的创新创业课程,还应在专业课程内容方面侧重于问题导向和高阶性,锻炼学生的创新能力。同时,增加部分实践课时,将实践与创新创业训练相结合,把创新创业思维融入日常课程和讲座。

据此,某航空院校的交通运输专业深度探索创新创业培养训练模式,依托实验教学与仿真实践平台、学院科研团队和科研项目等手段,有计划的在学生的现有课程安排中引入创新创业培养与训练,形成“教育、培育、化育三育并举,技能、实践、思想三维融合”的“三育三融”双创育人模式,并逐步搭建“创新创业工作站+双创团队+课程实验平台及科研项目”的创新创业培养训练常态化模式。

结语

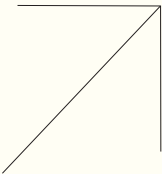
创新创业教育在不同高校面临的主要问题并不相同,尤其是在行业特色院校,专业导向和培养目标的差异使创新创业教育不尽如人意。需要根据实际情况,调研实际困难与不足,分析不同阶段的解决思路,并综合主要问题形成新型教育体系,以解决创新创业教育相对滞后的问题。未来可向成熟的创客中心学习,建议在学校层面设立专业办公室管理信息服务平台和创新创业实验室等。然而,这一方式适用于已开展创新创业教育的院校,对于起步阶段的院校和专业,应与相似专业的院校达成交流合作,根据调研结果形成初级教育体系。^[9]

引用

[1] 胡天佑,李晓.应用型本科高校“专创融合”的价值导向、阻滞因素及推进策略[J].黑龙江高教研究, 2022,40(12):127-131.

[2] Sánchez,J.C.University Training for Entrepreneurial Competencies:Its Impact on Intention of Venture Creation[J].The International Entrepreneurship and Management Journal,2011,7(2): 239-254.

[3] 程慧.数字技术背景下大学生创新创业意向影响因素分析——基于计划行为理论和技术接受模型[J].科技管理研究,2023,43(18):195-202.



数字技术融合下的科研设施转型

——研究生教学仿真实验平台的研究*

文◆天津理工大学 赵泽宁

引言

随着数字技术的飞速发展，科研设施的数字化转型已成为当前重要趋势。本文旨在探索数字技术融合下的科研设施转型方法，特别是在研究生教学中的应用。首先，分析数字技术的现状和趋势以及在科研设施中的应用情况。其次，重点探讨如何将科研设施转化为研究生教学仿真实验平台，并详细阐述平台设计、构建和使用过程中的做法和思路。本文的研究不仅有助于推动科研设施的数字化转型，还为研究生教学提供了新的思路和方法。

1 研究背景

近年来，数字技术快速发展，不仅深刻地渗透于科研领域中，还极大地影响了研究生教学的模式。研究生教育是培养高层次人才的重要阶段，对于研究生教育而言，提高动手实践能力是当前学生培养的新要求^[1]。在以往的教学过程中，科研设施转化式教学往往被忽略。在设施利用、成果转化以及实验教学方面，难以真正实现科研设施的高效转化以及充分利用^[2]。所以，针对数字技术对科研设施进行转型升级后，如何成功且有效运用到研究生教学中，成为目前研究生教学亟待解决的问题。

本研究以“区块链与数据智能安全”课程为例，旨在探讨数字技术融合下的科研设施转型，特别是研究生教学仿真实验平台的建设^[3]。通过构建区块链教学实训平台，解决传统教学中重理论轻实践、操作困难以及设备昂贵等问题，真正为研究生提供更加灵活、高效、安全的实验教学环境^[4]。

2 研究生教学仿真实验平台育人现状

根据中研产业研究院的报告，教学仿真平台市场的规模从2018年的42.9亿元增长至2023年的93.8亿元，其间年复合增长率为17%。这一增长得益于教育信息化建设的持续推进、国家政策的大力支持以及底层技术的融合发展。教学仿真实训平台主要涵盖虚拟课堂、模拟实验

室、互动教学软件等多元化产品与服务。其中，虚拟课堂因其便捷性、实时性和互动性受到用户的青睐，用户规模已超过数千万。教学仿真实验平台，可以摆脱真实世界的限制，从而拓展实验教学的广度和深度，如有些实验对象太过宏观和微观，学生难以理解，实验室也不能提供合适的实验条件；有些实验过程太危险，学校不敢让学生进行操作；有些实验仪器与材料价格昂贵，实验室不好搭建真实实验场景。

目前，教学仿真实验平台在高校实践教学中扮演了重要角

*【基金项目】2023年天津市高等学校研究生教育改革研究计划项目“强国建设背景下地方高校电子信息专业学位卓越工程人才培养模式研究”（TJYGZ45）

【作者简介】赵泽宁（1994—），男，河北石家庄人，博士研究生，讲师，研究方向：区块链、网络安全、数据分析。

色。然而，国内高校的教学仿真实验平台仍处于探索阶段，教学仿真实验平台建设方面仍然存在不足。例如，研究生教学仿真实验平台大多以鼠标作为交互方式，交互方式单一；在实验形式上，平台有特定的步骤，学生被引导着逐步做实验，达不到开放式的提高学生动手能力的效果^[5]。目前，一些高校将教学管理部门与人工智能技术进行深度融合，建立公共虚拟仿真实验教学平台，从而将虚拟仿真实验教学资源建设并开放共享。因此，当前的研究生教学仿真实验平台正试图利用科研设施转化，将实验平台的实践教学与理论教学相结合，实现研究生教育模式的改革，从而真正达到提升研究生的实践能力和创新精神的目的。

3 科研设施转化为研究生教学仿真实验平台在教学中的优势

- （1）资源优化与成本节约。通过数字化手段模拟实训场景，大幅降低了物质资源消耗，使稀缺或昂贵的实训资源得以广泛共享。
- （2）集中管理。教学仿真实验平台的首要优势在于集中管理，可实现教学资源的统一管理。
- （3）安全无风险。在一些高危实训领域，如有些化学实验直接操作会对操作人员造成伤害或者环境造成污染，教学仿真实验平台提供了零风险的学习环境。
- （4）灵活高效的学习体验。教学仿真实验平台打破了时间和空间的限制，学生可以根据自己的学习进度和时间安排，随时随地进行实验操作，而不用集中在固定教室中，实现了学习的自主性和灵活性。
- （5）个性化教学。教学仿真

实验平台能够根据每个学生的学习特点和进度，定制个性化的学习内容和实验任务，满足不同层次和类型的学习需求。

因此，教学仿真实验平台具有安全性高、时间灵活、可个性化推荐等特点，为各个专业提供了一个理想的学习环境。教学仿真实验平台的应用场景广泛，已经深入化工、医疗、航空、计算机、工业制造以及建筑工程等多个领域，成为提升学生专业技能的重要工具。

4 研究生课程仿真实验平台教学改革探索

4.1 以数字技术为主线，构建新的课程教学体系

现代教育强调对学生工程实践能力和创新能力的培养，应充分利用教师在区块链领域承担的大量科研项目中所积累的丰富实践经验，采取以区块链工程案例和实验为核心的教学模式，将区块链技术如智能合约、分布式账本、加密分析等带入课堂，不仅涉及传统的数据验证和传输方法，还包含最新的区块链技术和工具。在教学内容的设计上，通过具体的区块链技术案例将知识点巧妙地结合，拓宽学生的知识面，激发学习兴趣。在讲授区块链的基础理论知识的基础上，将相关课程的教学重点融入实训操作中，从而培养学生独立思考、实践操作和创新的能力。

4.2 以科研设施转化为引领，实现课内外相结合的实践教学模式

传统区块链实训平台开展的实验主要集中在基础验证性操作，但这些实验内容显得较为过时，所讲授的技术无法跟上区块链技术的发展速度。当前，最新的区块链项目平台已经与传统区块链实训平台的技术范围不同，核心功能和技术也进行了创新。仿真平台上的虚拟可视化操作体现了“软件即仪器”的理念，学生通过在通用的区块链项目平台上开发软件，能够实现区块链不同项目的功能。

此外，将虚拟化和可视化技术融入区块链项目平台的教学内容中，采用讲授与实验并行的教学方法，为抽象的理论提供直观展示，从而改变了传统的单一教学模式。例如，增加多个完整的区块链模块实现案例，每个案例都包含了完整步骤和分析，不仅帮助学生从整体上理解这两种方法的实现原理，还能让他们认识到各种方法在各种区块链上的差异和共性，为之后的工程实践中选择合适的区块链技术奠定了基础。

4.3 科研与教学的结合，将科研成果转化为实验教学设备

区块链技术是一个发展迅速且技术不断更新迭代的领域，如智能合约、分布式账本、分片、跨链等新技术层出不穷。为了解决教学内容和实验手段跟不上区块链技术发展的的问题，确立了将科研成果服务于研究生教学的理念，针对区块链教学进行了深入研究，并持续将最新的科研成果融入研究生日常教学和实验教学中，以此提升区块链课程的教学水平和质量，保证讲授内容具有较强的可操作性和可用性。

例如，在区块链项目平台的某项应用研究中，研究了基于区块链技术的异常交易行为监测系统。该系统利用区块数据和智能合约代码采集和分析交易数据，以识别潜在的异常行为。系统中的数据采集节点负责监控交易活动的各项指标，如交易频率、金额大小和交易模式等。该监测系统采用了区块链的分布式架构，其中各个节点设备负责区块数据采集、格式化存储以及流量采集和分析等任务。服务器负责接收交易数据，进行交易展

示、存储和分析，同时实现高效的人机交互界面。经过平台实际运行，该监测系统展现了高准确性、强可靠性和便捷的人机交互等特性。通过在实验过程中对这套系统进行适当的优化和改造，使其适应不同环境下的区块链交易行为监测，并取得了显著的效果，学生在实验过程中可以实现简单的数据分析，有效满足了未来区块链监测和风险管理等方面的需求。

4.4 多种教学方法运用，培养学生创新意识和创新能力

实施引导式教学法，增进师生互动，重视教学反馈，深化研究生对基础概念、核心原理以及基本分析技巧的掌握与练习。在授课过程中，激发学生的内在动力，促使他们探索新理论与实践知识。让学生在指导下按照教学逻辑顺序逐步深入，逐步理解教学中的重点与难点。因此，不仅在课程起始阶段阐述学习的重要性，还要在每一章节的开头向学生明确指出课堂内容的学习目的及其在工程实践中的应用。在备课时，应注重教学问题的设计，以激发学生对课程内容的浓厚兴趣，从而提升他们的学习热情，进而引导学生提高实践能力。同时，鼓励学生带着疑问听课，引领他们主动思考，将被动听课转化为主动吸收知识的过程，从而加深学生对知识的掌握。利用教学方针平台进行授课的过程中，应注重学生自身能力的培养，对于复杂问题，不应设置唯一解决方案。教师应该启发引导学生思考和寻求问题的解答，从而培养学生触类旁通的能力，真正做到灵活运用所学知识，提升分析问题和创新思维的能力。

通过各种样式的教学资料，扩充课堂讲授素材，如使用视频、动画、交互式仿真软件等。这类教学资料信息丰富、图文相得益彰、过程生动易于理解。教师通过运用各种数字技术，将抽象的理论、复杂的技术以及繁琐的操作步骤有序、直观、生动地呈现给学生，有效提升课堂教学的信息承载量，充分吸引学生的注意力，从而提升教学质量。

在“区块链与数据智能安全”课程的教学过程中，由于理论基础难点多、计算步骤繁琐、内容较为抽象、跨学科知识应用广泛等问题，学生们普遍反映学习难度较大，从而缺乏学习积极性。若采用传统的教学方法来传授这门课程，则很难达到理想的教学效果。针对这一问题，在该课程中尝试了“学导结合”的教学模式，并收获了显著的教学成果。这种教学模式倡导“先学后教”，遵循“以学生为中心”的原则，强调“自学→答疑→精讲→实践”的学习流程，使学生真正成为学习的主体，彻底摒弃了“填鸭式”的教学方式。同时，鼓励学生独立思考并勇于提问，将指导性自学贯穿于整个课堂教学中，既强调了学生的创新能力，还促进了师生之间的相互启发，亦是对启发式教学法的进一步发展与创新。

结语

在数字技术高速发展的背景下，科研设施转化为研究生教学仿真实验平台，在教学领域将产生深远影响。该方法将打破传统教学模式，为学生提供更便捷、安全、个性化的教学体验，以达到更好的学习效果。建立研究生教学仿真实验平台，能使教学资源利用更加便利。研究生在学习中能够保持科研探索的精神，从而提升自身能力，收获成就感。同

时，教学仿真实验平台为科研成果的快速转化提供了方向，推动了教学和产业的深度融合。学生在课后具备了在真实环境中开发的能力，这在一定程度上实现了产学研合作育人，对学生未来的发展产生重要影响。

引用

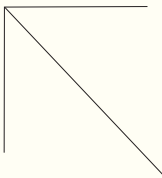
[1] 白玲,安立魁.智慧课堂:扩招背景下研究生教育教学改革的创新选择——基于研究生教改实践效果的追踪调查[J].教育科学探索,2022,40(4):56-64.

[2] 李祺,聂为之,房朝晖,等.基于虚拟仿真技术的线上项目式教学探索[J].实验技术与管理,2022,39(1):199-203.

[3] 尹婵娟,沈清明,郭盛.数字化赋能高校虚拟仿真实验教学共享平台构建与实践[J].实验科学与技术,2024(10):1-7.

[4] 李和平,方川,姜东君,等.研究生专业课程教学中的课程思政探索[J].高教学刊,2024,10(30):52-56.

[5] 刘昊,刘新华,郝敬宾,等.研究生教育中科研成果转化为教学资源现状及激励机制分析[J].中国教育技术装备,2022(14):29-31+35.



基于信息技术的师范生综合素质多维评价系统的设计与开发^{*}

文 ◆ 陇东学院文学与历史文化学院 黄 蓉

引言

随着现代教育理念的不断发展，教育评价不再局限于传统的学术成绩评定，而是更加注重学生综合素质的全面发展。对于师范生而言，作为未来教育工作者，其综合素质的高低直接影响其教学能力、职业道德、社会责任感以及创新思维等方面的表现，传统的师范生评价体系普遍存在一定的局限性，主要表现为过度依赖学术成绩和静态的评价标准，缺乏对师范生在多维度能力上的全面评估，尤其是在社会实践、创新能力、心理素质等非学术性因素的衡量方面尚显不足。本文旨在探索如何利用信息技术手段构建一个全面、科学、智能的师范生综合素质评价体系，推动教育评价模式的创新，促进师范生综合素质的提升，从而为我国教育改革和教师队伍建设作出贡献。

1 基于信息技术的师范生综合素质多维评价系统设计价值

1.1 提高评价效率

传统的师范生综合素质评价

主要依赖人工评分、问卷调查以及现场考核等方式，具有较高的时间成本和人工成本，且容易受到主观因素的影响。而信息技术的引入为评价过程带来了显著的优化，尤其是在提高评价效率方面。

基于信息技术的综合素质多维评价系统通过自动化的数据采集、处理和分析，能够极大地减少人工干预，提升评价的效率。通过数字化考试平台可以实时采集学生的学术成绩，在线问卷和调查系统可以快速收集学生的自我评估和他人评价信息，系统将自动整合各项数据进行汇总和分析^[1]。同时，信息技术能够支持多维度的评价指标同时进行处理，从而节省多次评价的时间。

1.2 优化资源配置

基于信息技术的师范生综合素质多维评价系统能够为教育资源的合理配置提供有力的数据支持，优化资源配置是其核心价值。基于精准的数据分析与动态跟踪，该系统能够帮助教育决策者实现对资源的优化配置，提升教育效果。具体而言，信息技术系统能够基于对师范生综合素质各维度的精确评估，实时动态地识别出不同学生的能力强项和短板。这种精准的评估结果能帮助教育管理者对不同学生进行分类管理，根据其综合素质的表现合理安排教育资源，对于学术能力较强的学生，可以提供更多的专业深造机会或参与科研项目的资源；对于实践能力较弱的学生，则可以安排更多的实践课程或教学实习机会^[2]。

2 基于信息技术的师范生综合素质多维评价系统的设计原则

2.1 全面性原则

基于信息技术的师范生综合素质多维评价系统的设计必须遵循全面性原则，全面衡量师范生在多个维度上的素质表现，评价系统设计需要覆盖学术素质、实践能力、创新精神、社会责任感、职业道德等多个维度，以全面评估师范生的综合能力。

为了确保全面性，系统应根据师范教育的特点，设计多样化的评价指标，并融合定性与定量的评价方式。例如，学术表现可以通过考试成

^{*}【基金项目】2024 年陇东学院横向项目“TPR 教学法在少儿英语教学中的应用”(LDXYHX2024)

【作者简介】黄蓉(1987—)，女，甘肃庆城人，硕士研究生，讲师，研究方向：英语教学、学生管理。

绩、课程报告等量化指标来评价，而教师素养、沟通能力等则可以通过实习反馈、同行评价等方式进行定性分析。

2.2 客观性原则

在教学评价中运用信息技术可以通过标准化的评价流程和量化的评价指标，确保评价结果的客观性和公正性^[3]。具体而言，师范生综合素质多维评价系统设计应采用量化的评价方式，将学生的各项表现转化为数字化指标，学术成绩可以直接通过考试分数来量化，实践能力可以通过实习评定或模拟教学成绩来衡量，社会实践的表现可以通过参与度、任务完成情况等进行量化。

除此之外，系统应具备数据分析与对比功能，能够通过自动化算法排除个体偏差，客观地分析学生在各项评价指标上的表现。例如，在进行同类别学生的评估时，系统可以对比学生的同类表现，避免某一项指标被过度重视或忽视，从而实现全面、均衡的评价，且系统可以通过对学生长期表现的数据跟踪，避免偶然因素对评价结果的过度干扰，从而增强评价结果的稳定性和可信度。

2.3 科学性原则

基于信息技术的师范生综合素质多维评价系统在设计和实施过程中，必须基于教育学、心理学和测量学等学科的理论与方法，确保评价标准、数据采集和分析方法具有理论依据和实证支持^[4]。在设计综合素质评价维度时，应确保这些维度涵盖了学生职业发展所需的核心能力，并且具有实际操作性和可量化性。除此之外，系统设计时应采用科学的测量方法，确保数据采集的有效性和可靠性，数据分析过程中应选择适当的分析模型，如回归分析、因子分析、聚类分析等，避免过度拟合和分析偏差，确保评价结果的科学性和公正性。

3 基于信息技术的师范生综合素质多维评价系统设计开发路径

3.1 明确评价维度，构建指标体系

师范生的综合素质评价不仅要涵盖学术能力，还要考虑多方面的能力与素养，设计合理的评价维度对于全面评估师范生的素质至关重要，具体的评价维度应结合师范教育的培养目标，涵盖学术素质、教育实践能力、创新精神、团队合作、社会责任感、职业道德等多个方面^[5]。学术素质是指师范生在专业课程学习中的表现，如学术成绩、研究能力等；教育实践能力则涵盖学生在教学实习、课堂管理和教育活动中的实际能力；创新精神关注学生的自主学习能力、创新思维的培养等；团队合作则评估学生在群体活动中的协作与领导能力；社会责任感则包括学生参与社会公益活动、关注社会问题等方面的表现；职业道德则体现了师范生作为未来教师应具备的职业素养和道德标准。构建评价指标体系时，需要将每个维度进一步细化成可操作、可量化的具体指标。

3.2 遴选先进技术，搭建系统架构

本次设计的系统具有大数据分析、人工智能（AI）、云计算、区块链等先进技术的应用。大数据分析能够对师范生的各类数据进行多维度的挖掘与分析，发现潜在的模式和规律，为综合素质评价提供科学依据；人工智能则可以帮助系统实现自我学习与优化，根据学生的表现动态调

整评价标准和算法；云计算技术能够支持系统的高效运作，实现数据的集中存储和实时处理，提升系统的扩展性和可维护性；区块链技术则能够确保评价数据的安全性和不可篡改性，增强系统的公正性和透明度。

在设计阶段，系统应采用模块化架构，将各个功能模块进行拆分和独立设计，如数据采集模块、数据存储模块、数据分析模块、结果呈现模块等。这样可以在系统维护和升级时具有较高的灵活性，减少对其他模块的影响。

3.3 设计数据模型，实现精准采集

数据模型的设计直接影响数据采集的全面性、准确性以及后续的数据分析和决策支持能力。在综合素质评价中，涉及的评价数据来源广泛，包括学生的学术成绩、课程报告、教师评价、同学互评、社会实践记录等，数据类型包括定量数据（如成绩、评分）和定性数据（如教师的反馈、同学的评价）。此外，数据模型应支持多元化的数据结构，能够同时处理不同来源和类型的数据。为此，系统应设计智能化的数据采集工具，自动化地从各个数据源获取数据并进行清洗和预处理。例如，系统通过与学校教务系统、学生信息管理系统、实践教学平台等对接，自动采集学生的学术成绩和实践表现，并对采集的数据进行实时监控与校验，确保数据的准确性和一致性。

3.4 开发评价算法，确保多维分析

算法设计必须能够整合来自不同维度的数据，虽然不同评价内容的来源和性质各不相同，但都需要被纳入统一的分析框架

中。为了确保数据的统一性和可比性，采用加权平均法、层次分析法（AHP）、模糊综合评价法等多维分析方法，根据不同维度的重要性进行加权处理，从而确保各个维度对最终评价结果的贡献具有合理性。同时，系统应根据师范生的具体情况、表现以及历史数据，动态调整评价算法。例如，对于某些学术能力较强但实践经验较少的学生，系统根据其学术成绩较高、实践评分较低的特征，进行量化评估时适当提高学术表现的权重，降低实践能力部分的影响，确保评价结果的个性化与全面性。

3.5 优化界面布局，提升交互体验

首先，界面设计应遵循简洁、直观的原则。无论是学生、教师还是教育管理者，都应该能够快速上手，理解各项功能并顺畅操作。因此，界面应当避免过于复杂的设计，核心功能应突出显示，操作路径应尽量简化。例如，在学生端，主要的评价结果、反馈信息以及建议应该清晰展示；在教师和管理员端，数据分析报告和操作面板应布局清晰，方便用户快速查看和处理相关信息。其次，交互设计应关注用户的个性化需求。系统应提供个性化的界面设置，让用户能够根据自己的需求定制界面元素、数据展示方式等。再次，系统应具备良好的可访问性。支持多种设备（PC、手机、平板等）与操作系统，确保用户在不同场景下的便捷访问。最后，界面设计应兼顾视觉体验和功能实现。配色方案要清晰明了，字体大小适中，操作按钮和信息框位置合理，避免用户因界面设计不当而产生困惑。

3.6 实施持续迭代，保障系统进化

教育领域在不断发展，新的教学模式、评价标准和技术工具不断涌现，系统必须具备良好的灵活性和扩展性，能够通过不断地更新迭代，适应这些变化，保障系统的持续进化。

在实际使用过程中，用户（如学生、教师、管理员）会遇到各种问题或提出不同的需求，系统应及时收集并分析反馈信息，进行必要的功能改进。例如，教师希望对评价标准进行微调，学生希望获取更多个性化的学习建议，管理员需要更高效的数据分析工具，系统应通过不断收集和分析这些反馈，迅速响应并进行功能优化。同时，随着大数据、人工智能、机器学习等技术的不断发展，系统应逐步引入这些新技术，提高数据分析的精准性和预测能力。此外，随着信息安全技术的不断进步，系统应不断更新安全防护措施，确保数据的安全性和隐私保护。

系统的迭代更新应以用户需求为导向，推动系统不断向智能化、个性化方向发展。例如，系统根据师范生的学习行为、发展趋势等，动态调整评价模型，从而为学生提供更加个性化的学习建议和发展规划。同时，系统应能够支持新的评价维度的引入，如社会责任感、创新能力等，确保随着教育模式的发展，系统能够及时进行功能扩展。

结语

基于信息技术的师范生综合素质多维评价系统通过提高评价效率和优化资源配置，能够有效实现教师与管理者对师范生素质的全面了解和精确评估，从而提升教育质量和学生发展水平。在设计与应用阶段，系统的设计原则涵盖了全面性、客观性和科学性，确保评价结果真实、可信，并能全面反映学生的各项能力与素质。系统的设计开发路径清晰，首先明确评价维度，构建科学合理的指标体系。再通过遴选先进技术搭建系统架构，确保数据的精准采集和处理。同时，开发评价算法和优化界面布局能有效提升用户体验，并确保系统的多维度分析和个性化反馈。最后，持续迭代的实施策略为系统的长期稳定与不断发展奠定了基础，保障了系统随着教育发展和技术更新的需求进行不断优化。总体而言，该系统的设计与开发将为师范生综合素质评价提供一种科学、有效、智能化的解决方案，推动教育改革和教学质量提升。

引用

[1] 吴钊和. “5G+智慧教育”评价系统促进小学数学课堂教学有效性的探索[J]. 广东教育(综合版),2024,(8):29-30.

[2] 梁志云.基于在线测评系统的高中信息技术课堂教学评价方式研究[J].中国现代教育装备,2024,(12):31-32+41.

[3] 陈艺岚,赵宇丹,刘婷婷.以AI赋能开放大学课堂教学智慧评价[J].在线学习, 2024(5):83-85.

[4] 成晓芳,秦永乐,江新清.实践教学过程监控与评价系统研究[J].教育教学论坛, 2024(17):85-88.

[5] 辛裕煜.师范生综合素质多维评价系统的设计与开发[D].桂林:广西师范大学, 2012.

美国网络空间安全人才培养政策措施研究

文◆信息工程大学网络空间安全学院 刘 彬

引言

网络空间安全作为国家安全的重要组成部分，对经济发展、国家安全和社

国家信息安全教育培训计划 (NIETP)，旨在为美国培养最高素质的网络安全人才。

1.2 小布什政府

2003 年，小布什政府发布《确保网络空间安全国家战略》(NSSC)，提出了三大战略目标和五项重点任务。其中，第三项重点任务就是国家网络安全意识和培训项目，可见小布什政府对网络安全人才培养非常重视。

1.3 奥巴马政府

奥巴马总统上任前后，发生多起网络战，引起世界各国的关注。奥巴马政府大力发展网络空

1 不断递进式的美国网络安全人才培养战略

美国历任政府都高度重视网络安全人才培养，各任政府先后发布的多份国家战略文件中，将网络安全人才培养作为国家网络安全战略的重要内容进行谋划布局。

1.1 克林顿政府网络安全人才战略

1999 年，克林顿政府发布《国家信息安全战略框架》，提出建立网络安全教育体系，国家安全局联合学术界、产业界一起合作启动了



【作者简介】刘彬（1981—），女，河南安阳人，硕士，副教授，研究方向：网络安全。

间军事力量。2009 年，宣布组建网络司令部，囊括来自四大军种约 6000 多名网络安全作战人员。2016 年，白宫发布首个《联邦网络安全人才战略》，称在网络安全人才方面面临巨大挑战，政府缺乏网络安全人才，尤其是精英人才，该战略提出要为联邦政府和国家挑选、招募、培养最优秀和最全能的网络安全人才^[1]，战略核心内容是 4 项关键计划。（1）在全国推行网络安全教育，拓展网络安全人才。（2）实行招募政策，在大学、企业等各个领域为政府招募网络安全人才。（3）联邦人事管理局（OPM）改革人事管理政策，推动网络安全人才职业发展。（4）明确细划网安领域人才专业分类，填补网络安全人才缺口。

1.4 特朗普政府

2017 年，特朗普下令将网络司令部升级为第十联合作战司令部，进一步加强了美军在网络空间的力量。2018 年，特朗普政府颁布《国家网络战略》，提出要培养优秀的网络安全人才，制定了 4 项优先行动。（1）建设和维护人才渠道，继续投资和加强建设国内人才渠道，改革移民方案。（2）扩大美国工人的再技能和教育机会，政府将与国会合作，促进和重振教育和培训机会。（3）强化联邦政府网络安全人才培养，政府将继续实行国家网络安全教育计划（NICE）框架来扩大联邦政府招聘和留住高素质的网络安全专家，在国土安全部管理下建立分布式网络安全人员的方案，参照私营部门给予适当的经济补偿和培训机会。（4）突出和奖励优秀人才，美国政府将突出网络安全教育者和网

络安全专业人员的重要性，利用公私部门合作开发和推广 NICE 框架，同时还将采取行动，准备、发展和维持一支能够保卫和加强美国关键基础设施的劳动力队伍^[2]。

同年，国防部发布《2018 年国防部网络战略》，提出了美国的网络空间目标，明确了实现该目标的战略途径，其中包含网络安全人才培养，具体实施内容如下。（1）维持一支战备网络人才队伍，包括招募高素质的网络安全人才，建设和保留好现有的人才队伍。（2）加强国家网络人才库建设，国防部将与其他联邦政府部门和机构共同协作，在美国小学和中学教育中推广科学、技术、工程、数学和外语学科教育^[3]。（3）将软件和硬件专业知识作为国防部核心能力的一部分，为计算机科学相关专业人士打造职业发展轨道。（4）制定网络安全顶级人才管理计划，为网络安全高级人才提供优秀的学习资源和技能培训机会。通过举办网络安全竞赛，遴选出最优秀的网络专家人才，解决目前所面临的高难度网络问题和挑战。

1.5 拜登政府

2020 年，“太阳风”入侵事件导致美国财政部、国土安全部等 9 个政府部门以及 100 多个私营公司遭到网络入侵。对此，拜登政府高度重视，将国家网络安全作为其上台后的首要任务。同时，多项数据表明美国存在网络安全人才的大量短缺。2021 年，拜登在白宫网络安全会议上表示，当前国家的网络安全人才数量的增长速度还不够快。2022 年《国家网络劳动力和教育峰会》公告中提到，目前大约有 70 万人的网络安全人才缺口，国家网络安全面临着巨大的挑战，必须马上积极应对。

2023 年 3 月，拜登政府颁布《国家网络安全战略》，提出了要制定国家战略，培养多元化和强大的国家网络人才队伍的战略目标，具体内容如下。（1）将采取统一协调的政策，提升网络安全人才数量，并且提高人才多样性，提升族群代表性，解决政府部门招聘和保留网络安全人才的难题。（2）解决所有经济部门对网络安全专业知识的需求，特别关注关键基础设施部门，在安全和富有弹性的下一代技术方面，创新发展网络人才能力。（3）将利用现有人才发展计划如国家网络安全教育倡议（NICE）、“网络兵团：服务性奖学金”计划、国家网络安全卓越学术中心计划、网络安全教育培训和援助计划以及“网络安全学徒计划”等持续培训出技能熟练的网络安全人才。（4）利用 NSF 等科研机构发展人才的计划来推动联邦政府的网络安全人才发展。

2023 年 5 月，美国网络司令部发布“掌控领域”新战略（Own the Domain）以及优先事项，该战略制定了三大优先事项，其中第一优先事项就是通过战备就绪、随机应变和任务改进来增强世界级部队的能力。《Own the Domain》优先事项一如表 1 所示。

表 1《Own the Domain》优先事项一

战备就绪	未来人才管理侧重于招募和保留等方式
随机应变	人才培养重点在于培养一支能够在当前冲突和未来挑战中与对手抗衡的随机应变人员队伍
任务改进	提高执行任务能力，增强战斗节奏所不可或缺的能力

2023 年 7 月，白宫国家网络主任办公室首次发布《国家网络人才和教育战略》，旨在促进用人单位、教育行业、政府和其他主要相关方之间的广泛合作，以满足紧急和长期人才需求。其中，《国家网络人才和教育战略》四大支柱如表 2 所示。

表 2《国家网络人才和教育战略》四大支柱

支柱 1	让每一个美国人掌握基本网络技能
支柱 2	改革网络教育
支柱 3	扩大和巩固美国网络人才队伍
支柱 4	加强联邦网络人才队伍建设

其中，三项指导原则始终贯穿各个支柱目标中，《国家网络人才和教育战略》指导原则如表 3 所示。

表 3《国家网络人才和教育战略》指导原则

原则一	建立协作式人才发展生态系统，满足网络人才需求
原则二	支持终身学习网络技能
原则三	通过提高多样性、包容性来强化网络人才队伍

《国家网络人才和教育战略》的提出标志着美国开启为期数年的系统性构建国家网络安全技能的计划，以解决网络安全人员的短缺问题，推动更广泛的网络安全技能培训和数字安全意识教育。

从克林顿政府到拜登政府，可以看出各任政府越来越重视对网络安全人才的培养工作，推出的网络安全人才培养战略文件越来越多，实施落地方面不断升级，越来越详尽，一直持续强化其国家网络安全人才培养。

2 美国网络安全人才培养具体政策措施

美国政府采取了多项措施激发网络安全人才的活力。尽管仍不能满足当前对网络人才的需求，但如果得到适当的授权、足够的资金支持并发挥好政府的职责作用，那么在未来也可以满足大部分网络人才需求。具体措施如下。

2.1 培训选拔网安人才

“网络兵团：服务性奖学金”（SFS）计划由美国国家科学基金会（NSF）组织，学习网络安全的学生如果承诺毕业后在联邦、州或地方政府就职两年，即可被减免两年或四年制大学学费。大约有超过 90% 的学生通过该计划进入联邦政府从事网络安全工作。

“网络安全学徒冲刺计划”由美国劳工部和商务部联合组织，主要用于培训和发展技术纯熟的网络安全人才。培训时间最短 1 ~ 2 周，最长 4 ~ 6 周，能够迅速培养出大批经验丰富的网络安全实战人才。2022

年 1 月，国防部联合劳工部合作建立了第一个联合军种军事学徒计划（USMAP），该计划联合各行业培训机构和高校，通过对现役人员培训，使其获得职业技能资格认证，提升其职业竞争力，拓宽其职业道路。

2.2 推行网络安全人才法案，改革网络安全人才管理和招聘

2014 年，美国国会通过《国土安全部网络劳动力招聘和保留法案》，以应对网络安全人才短缺和技能更新迅速地挑战，该法案对网络安全人才管理和招聘进行了重大改革，《国土安全部网络劳动力招聘和保留法案》改革举措如表 4 所示。

同时，国土安全部创建并发布网络安全人才管理系统，加速了网络安全人才招聘，拓宽了人才招聘渠道。

2.3 加强网络安全人才交流

将来自高校、企业的优质网络安全人才通通纳入联邦网络安全人才队伍管理，制定了人才交流制度，网络安全人才可在联邦政府、企业和军队之间顺畅流动。2019 年 2 月，美国参议院引入《网络安全交流法案》（Cyber Security Exchange Act），允许联邦政府从公司和高校招聘网络安全高级人才，并创建政府职员短期轮岗项目，允许政府文员到公司等机构学习交流网络安全技术，从而改善政府网络安全人才紧缺的情况。

2.4 加强网络安全人才奖励

2019 年，白宫发布《网络安全人才行政令》，旨在增强网络安全人才建设，提出对在网络安全和网络作战领域中表现突出的人才进行奖励，制定年度网络安全竞赛计划，联邦政府雇员和军

表 4《国土安全部网络劳动力招聘和保留法案》改革举措

举措一	明确网络安全人员岗位分类，将薪资与技术技能挂钩，不再注重服务年限
举措二	设立国土安全部网络安全公务员（DHS-CS）职位
举措三	提高薪资待遇
举措四	灵活动态评估衡量个人技能，并纳入战略人才管理流程

事人员均可参加“总统杯网络安全竞赛”，其目标是确定并奖励最优秀的网络安全从业者。

此外，注重网络安全人才培养，设立总统网络安全教育奖，表彰教授网络安全的中小学教师。

3 未来美国网络安全人才政策动向

随着世界网络空间安全问题不断发生，网络空间安全已经成为当前大国竞争的重要领域，网络安全人才必然是各国争夺的宝贵资源。未来，美国在网络安全人才的缺口还在继续增加，今后美国政府在网络安全人才的需求上还会不断增长，其人才政策和战略导向必将更加积极，并在以下几个方面进行加强。第一，进一步提高高级网络安全人才职位的薪酬，吸引并保留人才。第二，进一步加强与高校、培训平台的合作，加强对全国网络安全人才的专业技能培训。第三，网络安全人才技能评估越来越规范化和统一化。

4 对我国网络安全人才培养的启示

2022 年，国家网络安全宣传周发布的《网络安全人才实战能力白皮书》指明，我国网络安全人才存量较小，当前大约有 70 万 ~ 140 万的网络安全人才缺口。美国作为世界网络强国，其在网络安全人才培养方面的做法对我国具有一定的借鉴意义。

4.1 加快推进制定网络安全人才发展战略规划

作为互联网大国，我国高度重视网络空间安全，针对网络安全人才队伍建设制定了一系列重

要的部署举措。但是，目前还没有出台专门的网络安全人才战略文件，缺乏对网络安全人才培养的顶层设计。建议我国加快推进发布国家网络安全人才发展战略，制定培养高素质的网络安全人才的专项计划，综合全社会力量，培养更多优质的网络安全人才。

4.2 加强高校培养网络安全人才能力

高等教育阶段是培养网络安全人才的主要途径。2015 年，国务院学位委员会、教育部发布了《关于增设网络空间安全一级学科的通知》，在“工学”门类下正式设立“网络空间安全”一级学科^[4]。目前，我国约有 600 多所高校开设了网络空间安全专业，包括本科院校和高职院校。我国网络安全学科建设刚刚起步，迫切需要加大投入力度，构建要素齐全、系统完备、多元融合的人才培养体系。建议高校精准对接政企对网络安全人才的需求，进一步优化学科专业和人才培养结构布局，加强网络安全在渗透测试、逆向分析、安全测评等方向培养。

4.3 网络安全高级人才灵活招聘

一是建议构建国家网络安全人才库，推动实施网络安全人才千人计划等激励计划，促进网络安全优秀人才的发展。二是建议采用灵活的方式招聘网络安全高级人才，突破学历等固定思路的招聘条件，通过举办“网络安全竞赛”“网络安全比武”等方式，遴选优秀的网络安全人才。

4.4 推广网络安全人才定制化培训

建议高校、主流 MOOC 学习平台等针对政府、企业的紧急需求，开设定制化的培训班，制定定制化的教学计划，有针对性地为政府、企业和保密单位培训定制化的网络安全人才，缓解紧急的人才缺口问题。

结语

美国作为当前世界上的网络空间强国，为了维持其在网络空间的绝对优势，从克林顿政府到拜登政府都高度重视网络安全人才培养，制定了不同的网络安全人才培养战略。本文分析梳理了美国各任政府的网络安全人才战略发展过程以及美国政府的具体人才培养政策措施，研判今后美国网络安全人才培养的政策导向，对我国网络安全人才培养工作有一定的借鉴意义。^[5]

引用

[1] 邬江兴,王清闲,邹宏.《网络空间安全学科发展》[M].北京:电子工业出版社, 2018:46.

[2] 桂畅旋.特朗普政府《国家网络战略》内容评述及影响评估[J].信息安全与通信保密,2019(11):51-60.

[3] 刘彬,胡建伟,康维.美国网络空间军民一体化组织运行体制及启示[J].网信军民融合,2019(2):56-58.

[4] 国务院学位委员会.教育部关于增设网络空间安全一级学科的通知[EB/OL]. (2015-06-11)[2024-10-15].http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/201511/t20151127_221423.html.

高频感应钎焊技术 在复合介质基板天线子的应用与研究

文 ◆ 中国电子科技集团公司第三十八研究所 刘炳龙

引言

复合介质基板天线子以其优异的电气性能和机械性能，在无线通信领域得到了广泛应用。目前，传统天线子与复合介质基板焊接方法有3种，分别是热台焊、烙铁焊和气氛保护焊。但是传统的焊接方式存在很多问题，热台焊适合于小尺寸基板焊接，且对基板平整度要求高，当底部不平整、与热台无法充分接触时，工件的对流、辐射方式散热的效率大于传导方式加热的效率，最终无法达到要求的钎焊温度。烙铁焊时天线子的焊料分布在焊缝表面，焊缝内部无焊料，导致焊接强度不足，且当天线子尺寸较大，则需要多次烙铁焊，易形成不光滑焊点。气氛保护焊在焊接过程中焊接面内很容易裹夹气泡而造成空洞，影响焊接质量，且加热腔尺寸受限，大尺寸的基板不适用这种方法。

高频感应钎焊作为一种新型焊接方法，具有加热快、热影响区小、焊接强度高特点，为此，本文提出将高频感应钎焊技术应用于复合介质基板天线子加工，以期解决上述问题。

1 高频加热原理

无论是介质材料的介电损耗还是金属材料的涡流加热，都是利用电磁场与材料相互作用产生的热量来实现快速、高效的加热过程。不仅提高了工业加热的效率和精度，还减少了传统加热方法带来的环境和安全问题^[1]。

对于介质材料，当置于高频电场中时，材料内部的分子会发生极化并按照电场方向排列。由于高频电场的方向变化十分迅速，分子也不断地调整方向，试图与电场方向一致，这种快速的方向变化使分子之间发生摩擦，产生大量的热能，这就是介电损耗。这种加热方式高效且均匀，广泛应用于塑料制品焊接、材料改性等领域。

对于金属材料，当高频电流通过感应线圈时，线圈内部产生快速变化的强磁束。将金属工件放置在强磁场中，磁束会贯穿整个工件并在其内部产生与原有电流方向相反的涡电流。由于金属自身存在电阻，这些涡电流在金属内部流动时会因电阻而产生大量焦耳热，从而迅速加热金

属。这种加热方法不仅效率高，还能够精确控制加热区域和深度，广泛应用于金属热处理、焊接和熔炼等工艺。

2 影响质量的工艺参数

2.1 输出功率

输出功率是感应加热过程的关键参数，其直接影响工件达到所需钎焊温度的时间。输出功率越高，理论上加热速度越快，工件达到钎焊温度的时间就越短。然而，过高的功率会导致温度分布不均匀。相反，过低的功率则会使加热时间过长，增加能源消耗和生产时间。

室内温度、湿度以及周围空气流动都会影响加热效率和工件的冷却速率。不同规格的导管需要不同的功率设置和加热策略。感应线圈的匝数会影响磁场的强度和分布，进而影响加热效率和模式。通过优化这些参数，可以实现高效且均匀的加热，从而提高钎焊质量和生产效率。

2.2 钎焊温度

应对钎焊温度进行精确控制。在实际操作中，使用温度计或热

【作者简介】刘炳龙（1982—），男，山东东营人，硕士，高级工程师，从事中电三十八研究所微波集成组装工艺技术研究、智能制造工艺技术研发及应用工作。

像仪等工具监测钎焊温度的变化。同时，应注意焊接过程中的其他参数，如焊接时间、焊接压力等，以确保焊缝的质量。

在保证焊料充分熔化的同时，避免母材金属的温度过高。根据不同化学成分的焊料，其熔化温度也会有所差异。对于常见的 Sn63Pb37 成分的焊膏，钎焊温度应高于焊料液相线（183℃）约 30℃，这样可以确保在钎焊过程中，焊料能够充分熔化并保持良好的流动性和湿润性。然而，如果钎焊温度过高，会导致钎料铺展外溢或过焊，不仅影响焊缝的外观，还对电气指标产生负面影响。因此，控制钎焊温度至关重要。相反，如果钎焊温度过低，钎料无法充分熔化，会导致冷焊现象的发生^[2]。

2.3 钎焊时间

钎焊时间是影响钎焊接头质量的关键因素，其决定了焊料中元素对母材金属的铺展程度。钎焊时间的长短直接影响焊料在母材金属上的铺展效果，进而影响焊接质量。如果钎焊时间过短，焊料无法充分铺展在母材金属上，会导致冷焊现象的发生。冷焊会严重影响焊接接头的质量和可靠性，因此必须避免。为了确保焊料能够充分铺展和润湿被焊母材金属，钎焊时间应足够长。

然而，当钎焊时间达到一定值后，焊料对母材金属的熔解达到饱和状态。此时，再延长保温时间并不会增加熔接厚度，反而会导致焊料中的某些元素挥发，从而影响焊缝的质量。因此，在保证焊料充分铺展和润湿被焊母材金属的前提下，钎焊时间应尽量缩短。焊接时间的具体设置可以参照对应焊料的焊接曲线。通过参考焊接曲线，可以确定达到

金属间化合物标准要求所需的时间。同时，金层合厚度也是衡量焊接质量的重要指标之一。金层合厚度应均匀连续，且不大于 5μm，以确保焊接接头具备良好的机械性能。

2.4 装配间隙的影响

因为钎焊是通过钎料的毛细作用填缝形成有效的钎焊接头，间隙太小，阻碍钎料流动；间隙太大，破坏钎料的毛细作用^[3]，钎料不能填满间隙，会对钎焊接头机械性能、内部质量以及接头外形几何尺寸有很大的影响。例如，钎焊接头机械性能下降，内部钎缝处容易出现气孔、未钎透等缺陷质量^[4]，间隙大的一侧外表面钎料容易发生塌陷现象，而内表面则相应容易发生钎料流出现象。因此间隙的大小会直接影响钎料在母材金属上的铺展程度，进而影响焊接接头的质量和可靠性。

2.5 感应圈与零件间隙

感应加热电源负载对象各式各样，而谐振逆变器与负载是一个有机的整体，负载匹配与否直接影响电源的有效利用率和运行可靠性。通过试验，研究了感应线圈的负载匹配与电源有效利用率的极限关系，并且根据工件尺寸、形状，绕制相应尺寸、形状的感应线圈。感应线圈示意图如图 1 所示。

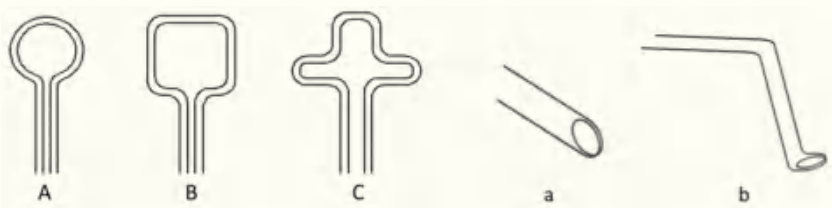


图 1 感应线圈示意图

表 1 感应线圈参数表

序号	紫铜管		线圈	
	壁厚 (mm)	外径 (mm)	匝数 (匝)	内径 (mm)
1	0.1	1.6	1	10
2	0.1	2	2	10
3	0.1	2	2	12
4	0.1	2	2	18

感应线圈参数表如表 1 所示，感应圈与零件间隙是感应器设计中的重要参数，其是指有效圈内表面至零件侧表面之间的距离。根据感应加热原理，间隙的大小对感应器效率有着显著的影响。首先，间隙越小，感应器效率越高。这是因为当间隙较小时，磁通能够更有效地传递到零件上，从而提高加热效率。然而，当距离增加时，输送给零件的功率将显著下降。具体来说，当距离增加 1 倍时，功率下降约 58%；当距离增加 2 倍时，功率下降 75%。这种功率下降的主要原因是漏磁通的增加，导致感应加热的能量传递效率降低。间隙的具体数值应根据工件的形状和加热要求来确定。一般来说，可以通过实验和经验来找到最佳的间隙大小，以确保感应器的效率和工件的质量。

3 试验材料及方法

3.1 焊接设备

高频感应焊接系统由高频发生器、导线、变压器、感应器等组成，本焊接设备采用型号高频感应加热设备，主要电气参数为输入电压，单相 220V，50 或 60Hz；最大振荡功率 15kVA；最大额定输入功率 15kW；振荡频率 30 ~ 100kHz。

3.2 钢网设计

钢网为沉积涂敷焊料的专用工装，应根据焊盘及其天线子焊接面设计钢网开孔图形，其厚度、开孔设计直接影响焊膏释放率，网板开口尺寸应满足如下要求。

孔径比即 $W/T > 1.5$ ，开口面积 / 开口四周孔壁面积比大于 0.66。对于圆形孔，面积比公式为 $D/4T$ ；对于矩形孔，面积比公式为 $LW/(2(L+W)T)$ ，其中， L 表示开口长度， W 表示开口宽度； T 表示网板厚度； D 表示圆形开口直径。

3.3 钎料选择

钎料选择 Alpha 的 OL107E 锡膏，该锡膏颗粒度 25 ~ 38um，主要合金成分 Sn63Pb37，熔点 183℃，黏度 200Pa.S，具有润湿性好、残留物少、焊接质量好的特点。

3.4 试验方法

3.4.1 焊前准备

使用棉花蘸取酒精擦拭复合介质基板和天线子焊接区域，确保工件表面无油污和其他杂质。

3.4.2 涂钎料

OL107E 锡膏从冰箱取出，室温放置 4h，再放入搅拌机中搅拌 5min 左右，使用刮刀在复合介质基板焊接处均匀涂抹锡膏。

3.4.3 焊接

制作感应线圈，感应线圈的内径大于天线子端头外径 2mm，使用限位工装，在复合介质基板上装配、固定天线子，使其位于感应线圈中间，并设置焊接工艺参数，高频发生器功率 3kW，功率比 50%，加热

通电时间 30s。焊接结束后自然冷却，取下线圈。焊后使用吸锡带清除多余的钎料。

3.4.4 清洗

用无水乙醇清洗焊点，确保焊点表面以及四周无焊剂残留，表面无划伤等现象。

4 焊接结果

焊后对所有焊接面进行外观检查，确保焊缝处的钎料饱满、无缝隙。用 X-Ray 射线检测钎透率，确保满足 $\geq 75\%$ ，射线检测效果见图 2 右所示。

结语

利用高频感应发热效应，证明天线子接头处焊料熔化，实现天线子接头与复合介质基板的钎焊连接具有可行性，热影响区域小，热量集中，整体变形小，焊接质量高；焊接时间短，焊料氧化少，焊缝质量高；整体装焊周期短，生产效率高，该方法简单有效，技术新颖，具有较大推广价值。

引用

[1] 刘峰.不锈钢导管高频感应钎焊钎角裂纹故障分析[J].现代制造技术与装备,2022(9):174-176.
[2] 张培勇.铝合金材料的高频感应钎焊技术研究[J].电子世界,2017(16):9-10.
[3] 孙宁.感应加热钎焊技术的应用[J].金属加工(热加工),2010(24):47-49.
[4] 薛忠明.钛合金与不锈钢高频感应钎焊工艺试验研究[J].航天制造技术,2004(6):31-35.

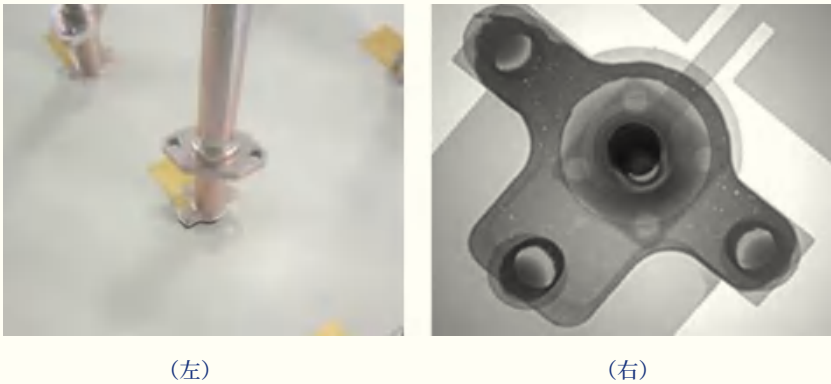


图 2 天线子焊接效果图

三维建模在数字油田中的应用

文 ◆ 大庆油田有限责任公司第三采油厂地质研究所 刘 宇

引言

在全球能源需求持续攀升，传统能源开采面临诸多挑战的当下，石油行业正站在转型发展的关键节点。新一轮科技革命如同汹涌浪潮，云计算、大数据、人工智能等新兴技术强势袭来，彻底改写了各行业的发展轨迹，也为传统油田产业带来了破局的曙光。

作为能源领域的中流砥柱，油田产业虽根基深厚，但在新时代的发展浪潮中，也亟须突破传统生产模式的束缚。在此背景下，三维数字建模技术应运而生，以其独特的直观性与形象性，成为构建数字油田的关键力量，悄然改变着油田的勘探、开发、管理与运营模式。本文将重点探讨三维建模技术在数字油田领域的发展脉络、应用实践与未来展望。

1 数字油田发展概况

当前，新一轮科技革命和产业革命正在发生，云计算、大数据、人工智能等新兴科技以革命性的姿态对传统产业产生巨大的冲击和影响，各行各业都在积极拥抱新兴科技，传统企业在新一轮科技浪潮的影响下，将焕发新

的生机与活力。作为传统的能源企业，油田近些年也在不断尝试对新兴科技与传统生产方式的融合，如数字化管理、智能操控等，但与大多数传统企业一样仍然处于起步探索阶段，在这个过程中，三维数字建模以其直观、形象的优势在数字油田的建设中发挥了重要的作用^[1]。

2 三维建模技术概述

三维建模是利用计算机或其他视频设备对物体进行 720° 全方位立体显示的技术，广泛应用于工业设计、建筑设计、游戏、电影等领域。近些年，随着大数据、云计算、人工智能、3D 打印（3D Printing）、虚拟现实（Virtual Reality，简称 VR）等新兴科技的发展，三维建模技术正以全新的方式与之不断融合并在生产生活中得到广泛应用。在油田开发过程中，三维建模主要为数值模拟提供基础模型以及用于油藏的整体评价。20 世纪 50 年代引用地质研究以来，地质统计学一直是地质建模的核心，但多年的实际应用表明，单纯依靠地质统计学不能把三维建模更深入地引入油田的开发生产中。随着 GIS（Geographical Information System 地理信息系统）技术、新兴科技的发展，三维建模正以新的方式逐渐应用于数字油田的建设中。

2.1 三维建模方式

（1）利用三维软件手工建模。通过三维软件（3ds Max、Maya、Solidworks 等），利用基本几何元素（如球体、立方体、圆柱体等），通过一系列几何操作（如平移、旋转、拉伸、挤压、布尔、放样等）来构建复杂的几何场景，建模方式包括几何建模、行为建模、物理建模、对象特性建模等，几何建模是虚拟场景造型的重点。

（2）利用仪器设备自动建模。通过三维扫描仪对现实世界的实物进行扫描，以获得物体表面每个采样点的三维空间坐标，同时将立体彩色信息转换为计算机能够直接处理的数字信号，某些扫描仪也可以获得物体内部结构数据或色彩纹理贴图。最后将这些信号转换为数字模型文件，直接在输出设备上输出，其是当前 3D 打印技术的主要建模方式。优点是精确度高、便捷；缺点是售价高、作业速度慢，采集信息单

【作者简介】刘宇（1979—），女，黑龙江大庆人，本科，工程师，从事计算机相关工作。

一，对复杂形状的实物扫描效果不佳，有些扫描数据尚需后期人工调整。因此，将二者结合，发挥各自的优势是提高建模效率的有效方式。

(3) 根据图像或视频建模。通过对二维图像的识别与解析，采用 IBMR (Image-Based Modeling and Rendering 基于图像的建模和绘制) 技术，直接将二维图像恢复成三维几何结构，与传统的利用建模软件或三维扫描仪进行建模方式比，基于图像建模方式成本低廉，真实感强，自动化程度高，是当前计算机图形学界极其活跃的研究领域，大量应用于新兴科技增强现实 (Augment Reality, 简称 AR) 中。随着研究的不断深入，未来将改变人们对计算机图形学的认知和理念。

2.2 三维建模工具

现行主流建模工具包括 AutoCAD、3ds Max、Sketch up、Solidworks、Rhino、Maya、Cinema4D、Multigen Creator 等，每个软件都有各自的优势，实际工作中往往是多个软件间的相互配合共同完成。

(1) AutoCAD。专业的工程图软件，多用于二维工程图绘制，也可通过二维数据直接生成三维模型，但模型精度低，难以适应复杂模型的生成。

(2) Sketch up。基于平面建模的软件，多用于建筑、景观、城市规划，操作简便、直观、修改灵活，多用于前期出方案，对于复杂曲面建模难以适应。

(3) 3ds Max。基于多边形建模的软件，可用于建筑、室内、景观、产品、影视、机械等多种建模制作，是一款综合性软件，但是因其综合性的特点，导致其在特定的专项领域优势不够明显，容易被专向软件取代，目前大多仅用于建筑、室内等领域以及进行后期渲染等操作，常与 AutoCAD、Sketch up 结合使用。

(4) Solidworks。全参数化特征的建模软件，用于机械设计的软件，能够实现复杂零件的三维实体建模、装配以及生成工程图。

(5) Rhino。一款基于 NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline 非均匀有理 B 样条曲线) 为主的建模软件，对复杂的曲面建模具有超强效能。软件小巧、配置要求低，多用于工业设计、产品设计等领域，常与 3Dmax、Cinema4D 等软件结合使用。

(6) Maya。顶级三维动画软件，多用于影视广告、角色动画、电影等领域。功能完善、效率高、渲染真实感强，但价格高昂，操作复杂。

(7) Cinema4D。近年国内逐渐流行的高效三维建模软件，与 Maya 类似，但比 Maya 更易操作上手，无论多边形建模还是复杂曲面建模，无论建筑、产品、角色还是特效，无论前期操作还是后期渲染都非常便捷高效，且超强的插件以及与其他软件的无缝对接更是独树一帜，正在成为一流艺术家和电影公司的首选。

(8) Multigen Creator。一款虚拟仿真建模软件，拥有针对实时应用优化的 OpenFlight 数据格式，强大的多边形建模、矢量建模、大面积地形精确生成功能，能高效、最优化地生成实时三维 (RT3D) 数据库，并与后续的实时仿真软件紧密结合，在实时仿真领域有着世界领先的地位。

此外，其他一些专项建模软件如 World Creator (专门用于三维地形生成的模型软件)、realflow (专门用于流体建模的软件) 等根据不同需求

与相应软件配合使用。

2.3 三维建模流程

2.3.1 数据获取

(1) 三维建模首要任务是收集建模数据。单个较小的物理实体最有效的方式是实物直接观测，也可通过照片进行观测^[2]。如果对模型精度要求高可通过手工测量的方式进行获取，也可查阅相关设计图纸以及文档资料等来获取。

(2) 对于较大的物理空间场景的数据获取，如城市地图、管网道路、油田井网等，可通过 Google 数字地图二维图像进行描绘，如果对精度要求较高，那么可通过的专门数据地图软件获取或直接采集 GIS (Geographical Information System 地理信息系统) 数据库。

2.3.2 建模

(1) 实体建模。数据采集后，选择相应的专业软件进行建模。

(2) 虚拟物体建模。对于虚拟的物体 (如尚未成型的产品)，第一可以绘制草图；第二可以先利用二维软件绘制二维图，待想法成熟后再转向三维软件进行建模。此过程往往需要具备一定的设计思维和创意思维。

(3) 建模完成后，可对模型进行赋材质、灯光、渲染等操作以提高模型的真实度。

2.3.3 与相应软件对接

建模工作完成后，根据不同需求，将模型输出成相应的格式，与相应数字软件对接或置入数字化管理平台，以实现技术的可视化运用以及人与数据模型间的交互操作。

3 三维建模技术在数字油田中的应用

3.1 在 GIS 中的应用

三维 GIS 可以和现有的二维

地理信息数据、规划数据、井网数据结合，形成三维地理系统、三维规划系统等，以展示油田的真实地理环境。利用油田信息中心已有的空间信息、井位信息、属性信息等建立三维数字场景，并在可视化的环境中实现信息查询和分析等功能。

3.2 在油田管理中的应用

利用三维建模技术，可以较好地对油田实际生产过程中的危险及安全隐患进行动态模拟，对各类信息进行可视化查询，有助于预测安全事件的发生以及为决策提供依据。此外，利用三维建模模拟虚拟环境、利用全景软件生成交互式功能是一种全新的媒体展示形式，更加直观和便捷，可用于展览展示员工风貌、队伍建设、创新成果、员工培训等活动事件。

3.3 在油田规划中的应用

三维建模可以预演油田的未来形态，并根据规划结果对油田的不足进行实时修改，从而获得更好的科学性依据，促使油田更好的规划，井网更好的布局^[3]。

3.4 在远程操控中的应用

利用通信技术与大数据结合，实现远程对仪器仪表或地下设备的操控，利用三维建模真实模拟设备状态，形成可视化的操控场景。通过对虚拟设备的操控完成对实体设备的控制。

4 三维建模在数字油田中的未来展望

4.1 数字孪生

数字孪生是指针对物理世界中的物体，通过三维建模等数字化手段来构建一个数字实体模型，利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多

物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成物理映射，形成物理维度上的实体世界和信息维度上的数字世界共生共存、虚实交融的格局，借此实现对物理实体的了解、分析和优化。在远程监控、资产管理、生产优化、故障检测、维护维修方面将发挥重要作用。例如，远程测调水井流量变化，可利用三维建模复制出相同的虚拟的配水器和堵塞器以及整个地层的三维形态，物理空间和实体空间的信息和数据实时更新，通过调整虚拟空间的堵塞器水嘴大小即可映射到物理空间的实体堵塞器变化，空间分布图如图 1 所示。



图 1 空间分布图

4.2 增强现实

戴上增强现实眼镜，目及之处，相关大数据信息实时出现在眼前。例如，从某口井路过，该井况信息瞬间定位并出现；在油田建设规划过程中，规划效果直接叠加到真实场景中。

结语

三维建模技术在数字油田的发展进程中已展现出不可忽视的重要作用。从当前的应用情况来看，其在 GIS、油田管理、规划以及远程操控等多个方面，都为油田的运营与发展带来了新的活力与变革。不仅提升了信息展示的直观性与管理决策的科学性，还在一定程度上推动了油田生产模式的优化升级。展望未来，随着 5G 等新兴技术的蓬勃发展，三维建模技术将与数字孪生、增强现实等前沿科技深度融合，为数字油田的建设开辟更为广阔的前景。数字孪生技术有望实现油田设备与生产流程的全面实时映射，极大地提升远程监控、资产管理等环节的效率与精准度；而增强现实技术则能为油田工作人员提供更为便捷、高效的信息交互方式，使井况监测、规划评估等工作更加智能、直观。

在这场数字化转型的浪潮中，三维建模技术无疑将成为数字油田迈向智能化、高效化的关键驱动力。在持续的技术创新与应用探索下，数字油田必将以全新的姿态迎接未来的挑战，为能源行业的可持续发展注入源源不断的动力。

引用

[1] 何贞铭,吴信才,何幼斌,等.基于GIS的数字油田基础平台[J].地球科学(中国地质大学学报),2010,35(3):490-494.
[2] 王彦佐.地上-地表-地下空间对象一体三维可视化系统研发[D].北京:清华大学,2010.
[3] 林承焰,董春梅,任丽华,等.油藏描述技术发展及启示[J].中国石油大学学报(自然科学版),2013,37(5):22-27.

数字信号处理技术在电子信息工程的应用研究

文 ◆ 招远市社会保险服务中心 马黎明

引言

在人们日常生活、学习和工作中，电子信息技术被广泛应用。数字信号处理技术作为常见的信息处理技术，能够将相关内容转变为数字形式，以提高信息处理的准确性。因此，将数字信号应用于电子信息工程，有助于创新通信方式，确保数字信息规范性。基于此，本文主要探究数字信号处理技术在电子信息工程中的应用，以期对相关研究提供参考。

1 数字信号处理技术

数字信号处理技术主要是通过将目标信号进行数字化处理完成信息传输，数字信号处理流程图如图 1 所示。

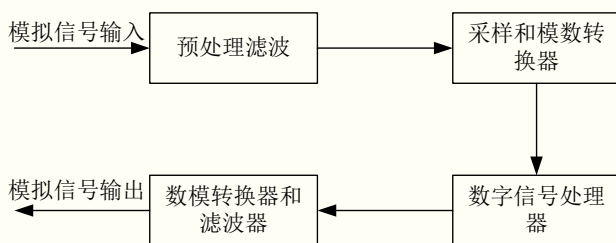


图 1 数字信号处理流程图

由图 1 可知，数字信号处理技术在应用过程中，首先，应对模拟信号进行滤波处理。其次，通过采样和模数转换器对已经预处理后的数据进行转换，转换为数字信号后使用数字信号处理器对信息进行处理和传输。最后，通过数模转换器和滤波器将数据信号中多余的噪声消除，得到高质量的模拟信号，以实现模拟信号输出^[1]。

2 数字信号处理技术应用于电子信息工程的原则及特点

2.1 数字信号处理技术应用于电子信息工程的原则

2.1.1 科学性原则

在应用数字信息处理技术时应综合考量现实环境中的技术条件，通过分析已有数据，对结果进行合理拓展，并合理运用于电子信息工程，使其朝向自动化、智能化方向发展。实现这一目标的基础有两点，首先是要有可行的技术支持，其次是要充分考虑相关法律法规，保障电子信息工程长远发展。

2.1.2 客观性原则

在电子信息工程中应用数字信号技术时，工作人员需要对工程管理结构、运营情况进行客观分析，对所收集到的数据信息进行多角度、多层次客观探究。全面反映工程运行结果和组织形式，为工程施工提供数据支持，为高层决策提供依据，最终提高工程质量^[2]。

2.1.3 环保性原则

在当前能源危机、环保问题层出不穷的背景下，我国正在努力建设环境友好型社会。数字信号处理技术在电子信息工程中的应用，应基于工程可持续发展的目标，保障各设备顺利运行，以最少资源实现最大价值，带来经济效益的同时也要带来社会效益。

2.2 数字信号处理技术应用于电子信息工程的特点

2.2.1 集成度高

根据数字信号处理技术应用情况来看，处理器结构主要由两种芯片构成，分别为高位计算芯片与高速计算芯片，两种芯片体积小、功能强，不仅能够提高信息工程集成度，还确保了数据信息传输质量满足工程要求。

2.2.2 过程可控性好

电子信息工程应用数字信号

【作者简介】马黎明（1982—），男，山东招远人，硕士研究生，研究方向：电子信息工程。

处理技术时，借助计算机网络能够实现工程全方位管理，各设备实现相互协同，以达到有效处理数据的目的。工作人员可以查看各设备运行情况，下达各项指令，并可以在短时间内收到数据反馈，一旦发现问题能够及时采取解决措施，有效防止故障影响扩大化。

2.2.3 数据处理能力强

数字信号处理技术应用于电子信息工程中，会在信号处理器中使用一块专用芯片，芯片内部有两个独立空间，指令执行与数据处理分别在不同的单元空间内，两者运行不受彼此影响。这一结构被称为“哈弗结构”，有利于增强数字信号处理器的运行效果，并实现多种数据、指令同时处理。

3 数字信号处理技术在电子信息工程的具体应用

数字信号处理技术在电子信息工程中的具体应用主要体现在短波通信、软件无线电、运动控制卡、集成电路等方面。

3.1 在短波通信领域中的应用

短波通信多应用于图形静态处理、音频信号处理领域，数字信号技术的加入，能够对信号通道进行扩频和扫描，以实现数字化处理，完成信号传送，最终实现信息传输。通常情况下，在该领域所应用的数字信号处理技术具有低能耗、高可靠、低成本的特点。在具体应用过程中，需要对短波通经常用信号形式调制

解调，以满足其通信需求。涉及浮点、定点的选择时，应结合通信场景和通信要求确定^[3]。定点信号处理具有高信噪比、小动态范围处理的特点，一般应用于电话线路音频信号处理工作中。相较于定点信号，浮点信号具有大动态范围处理、低信噪比、高精度等特点，通常应用于声呐信号、无线电等处理工作中。

3.2 在软件无线电中的应用

软件无线电系统如图 2 所示，在软件无线电系统中，数字信号处理技术的应用主要表现在两个方面。一方面是高速处理部分。A/D 变换器将无线电信号转变为宽带中频信号，此时数字信号处理技术对中频信号进行统一批量处理，将其转变为数字信号，提高 A/D 变换器运行效率。另一方面为数字变频技术。通过对系统中的大量数据信息进行过滤，能够提高滤波速度。在此过程中涉及大量数据，由于需要对采样点进行上千次处理，此时需要借助可编程数字芯片将转换的不同数字信号组合，最终实现信息过滤与传输，提高软件无线电处理水平。

3.3 在运动控制卡中的应用

运动控制卡作为电子信息工程的重要组成部分，其应用前景较为广阔。数字信号处理技术在运动控制卡中的应用能够提高其运行性能，缩短指令执行时间。在传统的运动控制卡应用中，主要采用步进式电机作为其集成控制载体。虽然能够对周边条件进行探测，也能够传输数据规避障碍，但是指令响应时间长、动作缓慢。数字信号处理技术的引进能够对该问题进行优化，提高数据信息传输速度，压缩信号传输时间，提高其运动性能。

以控制多轴运动控制卡为例，数字信号在该运动控制卡应用时，利用数模转换器提高数据传输速度，实现位移算法，并且将相关信号处理结果传输至下一级伺服控制单元。在此过程中，如果出现数据拥堵问题，应增设数模转换电路与通信双口 RAM，简化指令传输过程，最终促使指令执行速度实现 40MIPS，单一指令时间缩短到 25ns，提高了多轴运动控制卡反应速度^[4]。

在运动控制卡中，数字信号处理器根据规模可以分为大规模嵌入式应用与小规模复杂器件两种。前者成本低，适用于软件、外围支持硬件，采用便携式电池供电，能耗大。后者算法严格，通常应用于精密探测领域。

3.4 在集成电路中的应用

集成电路作为电子信息工程的重要组成部分，数字信号处理技术的应用能够有效降低该环节成本，并且可以进一步拓宽其存储器限制条件。例如，在高速专用数字信号处理的集成电路中，可以将快速傅里叶变换算法作为突破口，研究数字信号处理芯片，提高数据信息传输质

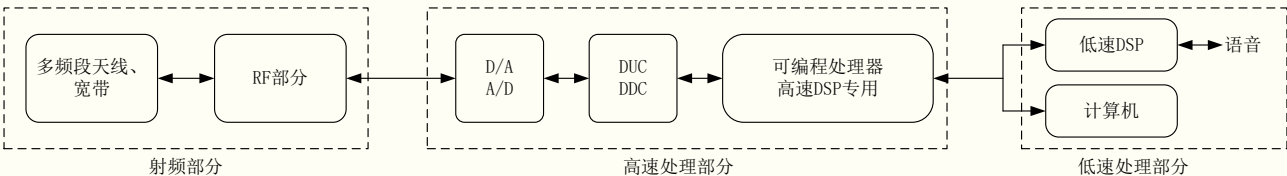


图 2 软件无线电系统

量。在此过程中应结合开发需求对集成电路进行测试,按照等比例缩小的原则,确定器件尺寸,将不同类型集成电路互相镶嵌,完成数字信息加工。在此过程中,关键内容为频域频谱分析、时域数字滤波。频域、时域转换过程中,基本运算为快速傅里叶变换算法。在时域序列一定的前提下,可以直接运算相关信号频谱,完成运算后将结果传输至下一环节,配合浮点处理,将最终结果转变为块浮点。整个过程吞吐率高,读写实时进行,控制简单,兼容性高。

3.5 在通信结构中的应用

传统通信结构存在效率低、反应慢等问题,数字信号处理技术在电子信息工程中的应用,能够有效解决这一问题。通过优化通信结构,能够缩短数据信息传播时间。根据工程实际需求,在通信结构发送端设置数字上变频,提高信号传输频率与质量,在接收端设置数字下变频,负责有效还原传输信号。在此过程中将射频信号下变频到中频信号,而后变频到零中频信号,最终完整、清晰地接收信号。数字下变频包含滤波抽取、下混频两部分,下混频又为窄带信号,通过多次 A/D 转换实现采样,A/D 采样后将其转换为数字信号。随后通过混频技术处理,得到数字信号处理结果。需要注意的是,最后一个过程需要对数据信号滤波操作,以去除多余频率与噪声,避免出现频谱混叠现象,提高数据传输质量。

4 数字信号处理技术在电子信息工程中的应用前景

4.1 与微处理器相结合

根据微处理器应用情况来看,可以智能定向控制任务,运行成本较低,但是设备数字信号处理能力较差,因此适用范围有限。将数字信号处理技术与微处理器相结合,不仅可以弥补设备缺陷,还可以赋能数字信号处理技术,借助单一芯片处理器实现智能控制与数字信号处理,这一举措将加快我国无线网络产品、智能电话的开发,降低技术应用能耗,提高系统应用效益,推动电子信息工程实现高效发展。

4.2 与 FPGA 相结合

根据市场情况来看,可编程数字信号处理技术驱动引擎仍旧是无线应用,将其与现场编程门阵列器件集成于同一片芯片,能够有效提高信号处理质量,提高处理效率。推动数字信号处理技术与 FPGA 融合发展,有利于扩大数字信号处理技术在电路、芯片等领域的应用范围,进一步发挥数字信号处理技术作用。

4.3 同时支持定点和浮点计算

未来,数字信号处理技术的发展方式趋向于支持定点、浮点同时计算,将两者结合时应保证技术的应用性能。同时,数字信号处理技术将朝 32 位方向发展,对其内核结构进行优化升级,实现多通道结构,能够兼顾各种指令数据,进一步提高数字信号处理技术应用效果,缩短信息处理时间。

4.4 实现跨领域应用

在 5G、大数据技术支持下,数字信号处理技术有利于拓展电子信

息工程应用范围,如智能驾驶、智能家居、图像音频处理、医疗诊断等。

结语

数字信号处理技术在电子信息工程领域的地位举足轻重,其从技术原理到应用实践均展现出独特的优势与巨大的潜力。通过遵循科学性、客观性与环保性原则,凭借集成度高、过程可控性强、数据处理能力卓越等特点,在短波通信、软件无线电、运动控制卡、集成电路以及通信结构等多方面发挥着关键作用,为电子信息工程的高效运行与创新发展提供了坚实支撑。展望未来,数字信号处理技术与微处理器、FPGA 的融合,对定点和浮点计算的优化支持以及跨领域应用的拓展,必将进一步推动电子信息工程在智能化、高效化、多元化的道路上大步迈进,在科技浪潮中持续掀起创新的波澜,为人们的生活、学习和工作带来更为深刻和广泛的变革,开启电子信息工程崭新的辉煌篇章。^[8]

引用

- [1] 谷桐宇.电子信息工程中数字信号处理技术的应用探讨[J].数字技术与应用,2023,41(3):20-22.
- [2] 程政铭.数字信号处理技术在电子信息工程中的应用[J].电子测试,2021(1):123-124+117.
- [3] 曾辉.电子信息工程中数字信号处理技术的应用研究[J].电子质量,2022(09):81-84.
- [4] 张小武.数字信号处理技术在电子信息工程中的应用[J].电子元器件与信息技术,2021,5(2):60-61.

油田作业工序设计审核系统的实现

文◆大庆油田有限责任公司第一采油厂 孟令嘉

引言

井下作业是油田生产良性循环的重要环节，在整个生产过程中流动着一组信息流，从采油队提出施工申请，到交井验收，信息层层调用，各级部门层层把关。信息的准确性、及时性成为责任考核、经济结算的重要依据。因此，对这部分数据实施一体化管理，遵循“谁产生的数据谁录入、谁审核的数据谁负责”的原则，提高数据的准确性；实现作业数据的网上查询、网上审核以及信息的高度共享；加强对施工进程的全面跟踪，加大考核监督力度，对于提高生产效率、提升油田生产的现代化管理水平以及保障企业生产的良性循环具有重大意义。本文详细介绍了作业工序设计审核系统的建立过程及其关键技术——ActiveForm 控件的开发，旨在通过信息化建设，进一步提升油田井下作业的管理水平。

1 作业工序设计审核系统概述

作业工序设计审核系统是施工作业的关键步骤，功能结构图如图 1 所示，全面指导整个施工过程。该系统主要负责汇集、录入、修改作业施工所需的各类数

据，包括静态数据、方案数据和工艺设计管柱数据，并辅助编制工序、审核设计工序以及数据、分配施工单位、打印施工通知单、备份设计数据以及修改设计用的编码规则。本系统采用 C/S 和 B/S 结构相结合的方式进行开发，以确保用户应用的便捷性和高效性。

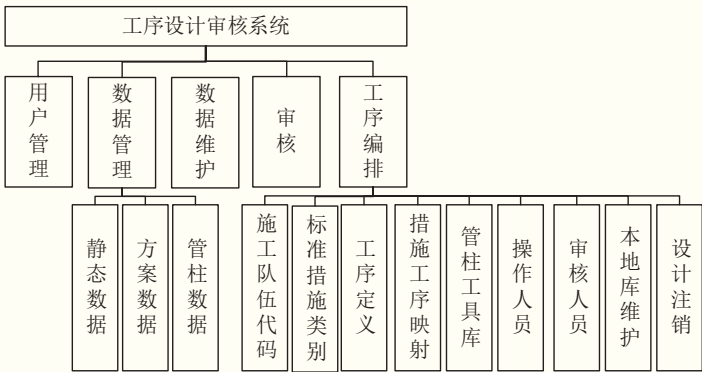


图 1 功能结构图

2 工序设计审核流程和数据结构

油田井下作业施工技术具有施工要求高、施工难度大的特点。因此，需要专业的施工人员按照制定的解决措施对井下作业产生的故障进行维修，以保障事故得到有效解决，确保油田的正常生产运行。工序设计环节主要是从标准工序中筛选出所需工序，形成一个工序集合，这一过程称为编制工序。而工序审核则是对已完成的工序设计进行检查，以确保工序设计的正确性^[1]。工作流程图如图 2 所示。

该流程主要包含以下数据表。

- (1) gxsj.dbf 工序设计（主要存储库）。
- (2) Sgsj_jh.dbf（工序设计跟踪标志库）。
- (3) Curryjgz.dbf（录取或修改后储存管柱数据）。
- (4) Dde01.dbf（标准工序代码库）。
- (5) Dde02.dbf（措施与工序的映射）。
- (6) Dm_csmc.dbf（标准措施代码库）。
- (7) Dm_gjmc.dbf（工具名称与图标名称映射库）。
- (8) Shry.dbf（审核人员库）。

【作者简介】孟令嘉（1999—），男，河北秦皇岛人，本科，助理工程师，研究方向：油田软件开发和数智化建设。

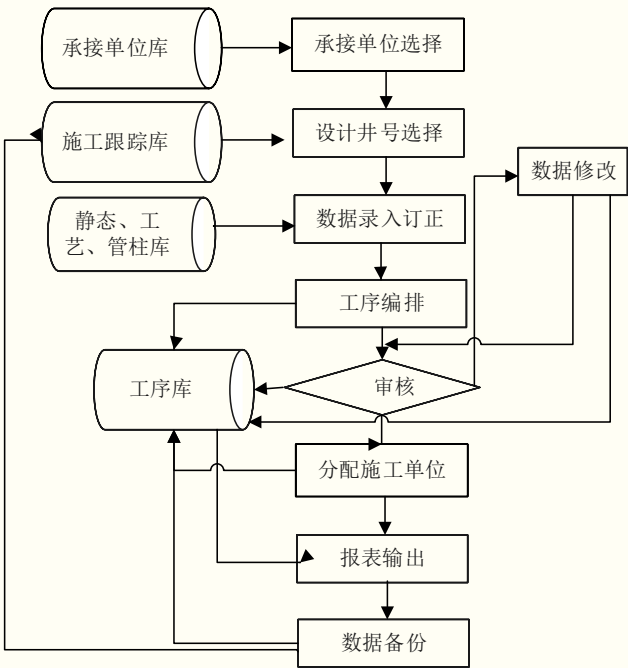


图 2 工作流程图

- (9) Gzry.dbf (设计人员库)。
- (10) Dm_jb.dbf (井别代码)。
- (11) Dm_sgdw.dbf (设计人员库)。

3 系统主要功能的实现

3.1 管柱设计模块

管柱设计模块是专门用于设计井下管柱结构的工程环节，管柱设计

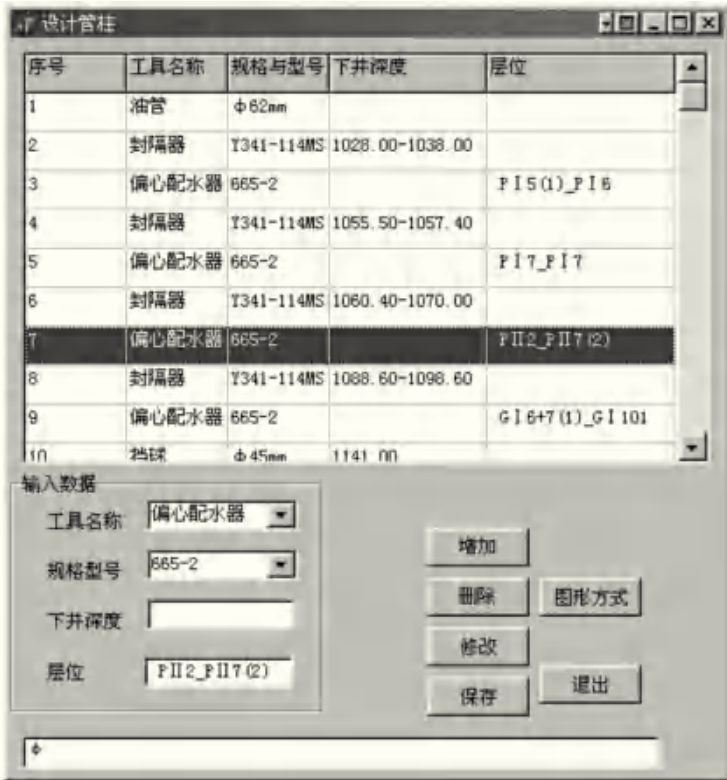


图 3 管柱设计界面

界面如图 3 所示。该模块包括选择合适的管材、配件以及确定管柱的配置和尺寸，对于确保油气井的机械稳定性、提高生产效率和保障长期运行安全至关重要。

3.2 工序编排模块

油田施工中的工序编排模块是专门负责组织和协调施工过程中各个环节顺序的系统，工序设计界面如图 4 所示。该模块确保从钻井到采油等所有步骤都能按照既定的时间表和逻辑顺序高效执行，并且涉及资源分配、风险评估和进度控制，以优化施工效率并及时应对现场变化。

3.3 ActiveForm 控件开发

多层 B/S 结构有多种实现方式，最直接的是选用支持三层 C/S 结构的数据库前台开发工具。考虑到所有客户端界面的一致性和 Internet 的应用，采用多层的 B/S 结构来实现，形成“浏览器—Web 服务器—应用服务器—数据库服务器”的结构，这种结构实质上是对三层结构的扩充，形成多层结构^[2]。

3.3.1 建立应用服务器程序

建立应用服务器程序，然后注册或安装应用服务器，接着创建客户程序。如果客户程序与应用服务器不在同一系统中，必须在客户计算机上注册或安装应用服务器，以便在设计期间就可以连接应用服务器。以下是创建一个服务器的过程^[3]。

(1) 使用“File”→“New Application”开始一个新项目。选取菜单“File”→“New...”，从 Multitier 选项卡中选取“Remote DataModule”。

(2) 将一个数据集构件（如 Ttable、Tquery 或 TstoredProc）放到远程数据模块上，并进行有

关设置，使其能访问数据库。同时，将 TdataSetProvider 或 Tprovider 构件也放到远程数据模块上，确保每个数据集构件都有一个对应的 TdataSetProvider 或 Tprovider 构件。设定 dataset 连接指定的 Tquery 控件。

(3) 保存、编译、注册或安装应用服务器。

(4) 需要安装有关的运行期软件，因为这些连接方式需要运行期软件的支持。例如，以上创建的服务器就需要安装并运行 ScktSrvr.Exe^[4]。

3.3.2 建立客户端应用程序

用 DELPHI 创建 ActiveX 控件的基本步骤如下。

点击“File”菜单中的“New”子菜单，在出现的选项里选择 Activex 标签下的 ActiveForm 图标。选中“Include About Box Include”和“Include Version Information”两个选项，然后点击“OK”，就创建了一个 ActiveForm 控件。

增加接口。点击“edit”菜单中的“Add to interface”子菜单，在 declaration 中增加“property strtext: widestring”用于接收参数。程序中会自动增加两个过程（用于接受参数）：

```
function TActiveFormX.Get_
strtext: WideString;
begin
end;

procedure TActiveFormX.Set_
strtext(const Value: WideString);
begin
end;
```

在 set_strtext 中使用外部传来的参数进行存储。将中间件连接构件加到数据模块上。依据 TCP/IP 协议，将数据集构件放到数据模块上，设置远程服务器并

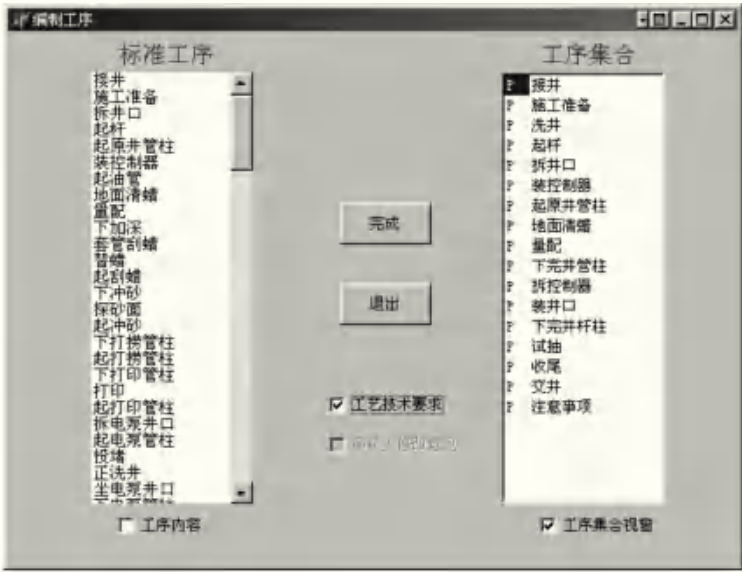


图 4 工序设计界面

指定一个连接构件。经过设置，客户端就可以通过数据提供接口与应用服务器进行通信^[5]。

3.3.3 发布 ActiveForm

为了测试 ActiveForm，首先需要将其发布到 Web 服务器上供下载使用。为此，使用“项目”菜单上的“网页发布”命令设置有关 Web 发布的选项，主要是指定活动页面在 Web 服务器上的 URL。然后使用“项目”菜单上的“网页发布”命令将活动页面发布到 Web 服务器上。对于需要重新发布的控件，需要修改控件的版本信息，点击“Project”菜单中的“Option”子菜单，选择出选项卡 version info，升级版本号，并修改相关引用控件的 Web 页面。

结语

本文详细介绍了作业工序设计审核系统的建立过程及其关键技术 ActiveForm 控件的开发。该系统实现了井下作业设计与管理的标准化、规范化、信息化，设计效率提高了 40%。通过 ActiveForm 技术的运用，整个开发过程变得简便易行，系统易于安装、使用和维护。用户可以通过浏览器访问数据库，利用控件技术开发的功能插件进行操作，方便快捷地解决了信息化建设的关键难点。该系统的成功实施，为油田生产的现代化管理提供了有力支撑，也为类似系统的开发提供了有益参考。^[8]

引用

[1] 启明工作室.Delphi SQL Server数据库应用系统开发与实例[M].北京:人民邮电出版社,2005:112-130.
[2] 明日科技.《Delphi开发技术大全》[M].北京:人民邮电出版社,2007:93-97.
[3] 叶核亚,陈瑞译.《Delphi程序设计实用教程》[M].北京:电子工业出版社,2007:55-59.
[4] 陆岚.Delphi案例开发集锦[M].北京:电子工业出版社,2008:34-56.
[5] 杨长春,刘俊.Delphi程序设计教程[M].北京:清华大学出版社,2016:26-40.

虚拟数字人在瑶族盘王节文化传承中的设计研究*

文◆桂林电子科技大学 艺术与设计学院 彭玉元 蒋雨轩

引言

2006年瑶族盘王节被列为国家级非物质文化遗产，面对新一代用户对非遗了解的不足和传统的保护手段（如实物保存、文字记录和数字影像）难以满足现代需求的现状，数字化赋能进入人们的视线。随着数字技术的进步，数字化保护逐渐成为主流，其中虚拟数字人技术以其突破时间和空间限制的能力，为文化传承提供了新的视角和方法。本研究深入挖掘盘王节文化资料，设计了具有瑶族特色的虚拟数字人物形象，利用三维建模与动作捕捉技术精确还原人物动作，利用AI和语音交互技术实现虚拟数字人的动态表现，提升文化传承的互动性和沉浸感，为瑶族盘王节非遗文化的保护与传播提供创新的解决方案，探索虚拟数字人技术在非遗节庆文化传播中的新途径。

1 研究现状

元宇宙被视为互联网未来的发展方向，融合了所有数字技术，引起了广泛关注。虚拟数字人作为元宇宙的重要组成部分，具备数字化外形和互动能力，已在娱乐、教育、金融和博物馆等多个领域得到广泛应用。殷硕函^[1]认为虚拟数字人不受时空限制，可重复使用，适合非遗的数字保护。

瑶族文化的数字化研究起步较晚，但内容全面。郭传燕^[2]在黄泥鼓舞的数字化采集和传播中创新了非遗保护方式。成文昊^[3]参与湖南瑶族服饰数字化保护项目，将研究成果应用于数字博物馆的建立。然而，盘王节文化的数字化研究仍有不足，整体研究多集中于服饰、舞蹈方面，盘王节的具体数字化实践仍需加强，以更好地融入村寨居民的日常生活，满足现代需求，以应对非遗保护挑战。

2 虚拟数字人在非遗文化传承中的技术优势及应用场景

2.1 技术优势

虚拟数字人技术突破时空限制，为非遗文化传承提供了新途径。常青^[4]强调，虚拟数字人技术使国际受众可以随时随地轻松接触非遗文

化，且可重复使用的特点降低了传承成本。洪少华^[5]提到随着技术成本的降低，虚拟数字人已在多个行业广泛应用，成为传承非物质文化遗产的新载体。此外，技术的互动性和沉浸感有助于用户更深刻地体验盘王节文化。

2.2 应用场景

虚拟数字人技术拓宽了传统文化传播的边界。例如，粤剧虚拟数字人“小勤”以李淑勤为原型，成为粤剧文化的现代传播者，活跃于演出、博物馆导览以及线上线下互动；“苏小妹”作为眉山的数字代言人，通过各类活动推广当地文化；教育领域中，“河开开”等虚拟数字人通过教学活动帮助学生深入了解历史文化；文化活动中，“柳夜熙”“五糯糯”和“筱竹”等虚拟数字人结合传统与现代元素，传承非遗文化；“刘三姐”通过短视频和直播的方式推广广西文化旅游资源；中国国家博物馆的“艾雯雯”等虚拟形象，利用智能交互技术提供知识讲解服务。

2.3 瑶族盘王节数字人的制作方法

虚拟数字人的制作流程如图

*【基金项目】桂林电子科技大学研究生教育创新计划项目（2024YCXS083）；广西研究生教育创新计划项目课题（JGY2022125）

【作者简介】彭玉元（1983—），男，湖南祁东人，博士研究生，副教授，研究方向：数字媒体艺术、虚拟现实技术。

【通讯作者】蒋雨轩（1999—），女，陕西西安人，硕士研究生，研究方向：数字媒体艺术。

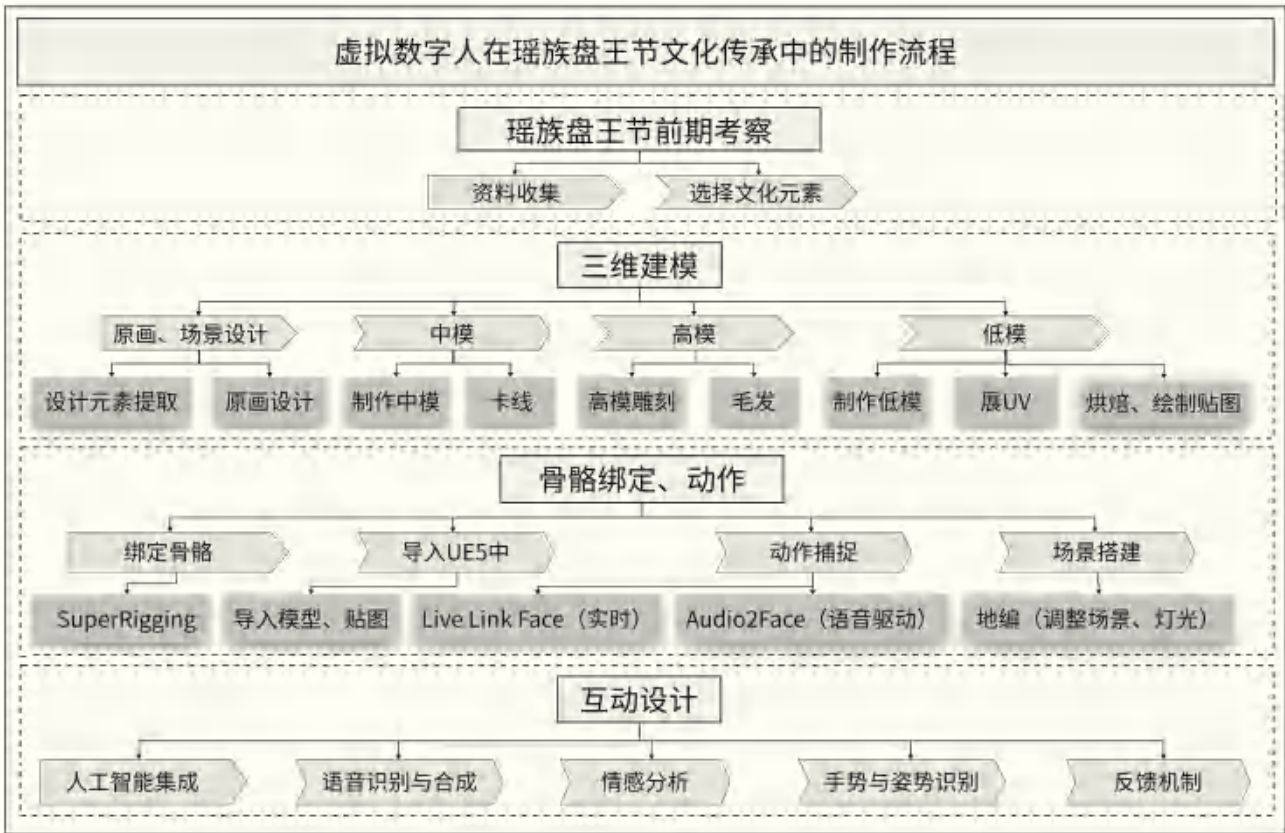


图1 虚拟数字人制作流程

1 所示，包括前期考察、三维建模、模型绑定、动作捕捉、互动设计。

2.3.1 资料的收集与文化元素的选择

盘王节是瑶族祭祀祖先的重要节日，包括祭祀仪式、唱盘王

歌和跳长鼓舞等活动。祭祀仪式的核心角色是师公，其他参与者包括歌娘、童男、童女等。目前，盘王节的仪式已简化为敬奉盘王、唱盘王歌、跳盘王舞、黄泥鼓舞、对歌交流、祭祀仪式以及庆祝丰收等环节。唱盘王歌和对歌交流中，歌娘扮演关键角色，因此本研究以歌娘为原型，设计虚拟数字人形象。

盘瑶是瑶族中最大、分布最广、历史最悠久的支系，占瑶族总人口约 80%，主要分布在广西。因此，盘王节的虚拟数字人形象设计采用盘瑶形象。盘瑶的服饰色彩深沉，刺绣图案以红色和橘色为主，象征吉祥和信仰，文化元素的选择注重体现盘瑶人对祖先的敬畏和对生活的热爱。

2.3.2 原画设计与三维建模

二维原画设计基于实地考察和网络收集的盘瑶文化影像，力求还原传统服饰的特点。歌娘形象设计采用黄色、红色和深蓝色等主色调，帽檐、胸前和背后装饰有红色流苏，刺绣图案主要采用橘色线，并点缀少量的绿色、红色和金色线。刺绣图案包括几何、植物等纹样，表现盘瑶的文化内涵。盘王节虚拟数字人原画设计如图 2 所示。

在创建盘瑶虚拟数字人时，保留瑶族文化特色至关重要，尤其是服饰上的刺绣纹样。传统制作方法使用 Substance Painter 或 3D Painter 进行刺绣纹样绘制或者使用拍摄的刺绣图案转成灰度图，但是难以捕捉真实刺绣的丰富色彩和质感。Substance 3D Sampler 提供了一种更快速地生成立体刺绣效果的方法，更贴近瑶族的传统形象。

三维建模的核心是中模、高模和低模的精细制作。PBR 渲染技术通过模拟真实光线行为，使三维模型的视觉效果更为逼真。在中模制作



图2 盘王节虚拟数字人原画设计

中，使用 ZBrush 雕刻皮肤纹理和衣物细节，形成高模，增强角色生动性和表现力。低模则经过布线优化，确保动作自然流畅，减少动画过程中的变形。最终利用 Marmoset Toolbag 或 xNormal 进行贴图烘焙，生成基础色、法线等 PBR 材质贴图，为角色提供丰富的视觉细节。

2.3.3 骨骼绑定与动作捕捉

Metahuman 平台提供了超写实风格的角色模型，允许用户自定义面部特征，但在个性化上存在局限性。通过 Wrap4D 工具包裹高模生成低模，结合 Substance 3D Painter 绘制贴图，再通过 SuperRigging 工具绑定角色，保留个性化设计并提高工作效率。动作捕捉使用光学面部捕捉和 Live Link Face 工具，使面部表情和动作更加自然，降低技术门槛。

Audio2Face 技术通过录制语音自动生成口部动画，增强了虚拟角色的表现力。构建盘王节特色的虚拟场景也为用户提供了沉浸式体验，以传达节日的深层文化意义。

2.3.4 互动设计

互动设计通过整合人工智能、语音识别、情感分析和手势识别技术，增强虚拟数字人的互动能力。人工智能赋予虚拟角色自然语言交流能力，语音识别让用户能够与虚拟角色对话，获取盘王节文化的相关知识。情感分析技术根据用户反馈做出反应，手势识别增加了互动的多样性。这些技术提升了用户体验，加深了他们对盘王节文化的理解和参与感。

3 虚拟数字人在盘王节文化传承中的途径与挑战

3.1 非遗传播新路径

虚拟数字人技术数字化记录盘王节的主持人和盘瓠祭祀技艺，能够精确捕捉仪式细节，为非遗文化传承提供新途径。技术实现高保真三维模型和交互式虚拟场景，通过 VR（虚拟现实）和 AR（增强现实）设备提供沉浸式体验。虚拟数字人利用语音识别和 AI 技术，能够智能对话、解答问题，提供个性化讲解。由此可见，数字化手段有利于文化传播突破时空限制，拓宽文化传播道路，提升文化影响力。

3.2 沉浸体验扩大影响

在盘王节的虚拟数字人设计中，用户体验是成功的关键。未来研究应设计有效的用户体验评估和反馈机制，收集和分析用户对虚拟盘王节的反馈，识别并解决现有问题，优化界面和互动设计，提高用户满意度。开发适合广泛受众的虚拟盘王节体验项目，以确保所有用户都能充分参与和感受瑶族文化的独特魅力。

3.3 保护与商业平衡

在推进虚拟数字人技术应用于文化传承时，应平衡文化保护与商业应用。未来研究应探索如何在商业化过程中保持文化的真实性和独特性，避免同质化和失真。制定相关文化保护标准和指南，以确保应用符合伦理和文化保护原则。通过创新商业模式，如文化旅游和教育培训，

实现文化传承与商业应用的双赢，推动瑶族盘王节文化在现代社会中的可持续发展。

结语

本研究探讨了虚拟数字人在瑶族盘王节文化传承中的设计方法，旨在解决新一代用户对非遗文化了解不足的问题。通过三维建模、动作捕捉、人工智能和语音识别技术，创建了具有瑶族特色的虚拟数字人。这项技术突破了时间和空间的限制，精确还原了盘王节的文化元素，并通过互动设计提升了用户的文化体验，为瑶族盘王节的数字化保护提供了创新的解决方案，也为其他非物质文化遗产的保护和传播提供了新的思路。

引用

- [1] 殷硕函.基于虚拟数字人的非遗动态性保护[J].艺术市场,2023(4):92-95.
- [2] 郭传燕,汪全先.数字化时代瑶族非物质文化遗产的保护与传播——以广西金秀瑶黄泥鼓舞为例[J].广西科技师范学院学报,2016,31(2):10-13.
- [3] 成文昊.基于移动端的湖南瑶族服饰文化数字体验馆设计研究[D].长沙:湖南师范大学,2017.
- [4] 常青,丁红菊,秦振宇.“数字+博物馆”:元宇宙视域下讲好中国故事的路径——以杭州南宋官窑博物馆为例[J].传播与版权,2024,(6):76-80.
- [5] 洪少华,卢晓华,刘洪静.虚拟数字人在国内主流媒体的应用实践与完善路径[J].传媒,2023(23):58-60.

基于语言模型的小学语文 易错字纠正与个性化学习系统分析

文 ◆ 安徽省阜阳市颍上县实验小学 曩永慧

引言

语文教育中的易错字问题，不仅影响学生的成绩，还严重挫伤学生的学习自信心和动力。面对这一长期存在的教育难题，传统的教学方法已经显得捉襟见肘。随着人工智能的迅速发展，基于语言模型的易错字纠正系统应运而生。系统通过对大量文本数据的预训练，从而具有强大的语言理解能力。例如，n-Gram 模型通过捕捉上下文词汇的统计特征，

能够有效定位错别字。而更为强大的预训练语言模型则能够深度理解复杂语境，并通过序列到序列模型进行精准纠错。此外，智能系统不仅能够找到并纠正错误，还能为学生提供具有针对性的学习反馈，并根据每个学生的学习特点提供定制化的教育方案，从而提升学习效果和兴趣。

1 易错字纠正与学习模型构建

1.1 易错字纠正模型构建

1.1.1 n-Gram 模型与纠错算法

n-Gram 模型通过统计语言中的连续词语或字符片段，掌握文本的局部上下文信息，从而发现易错字所在的语言环境^[1]，基于 n-Gram 语言模型的 query 纠错如图 1 所示。

对于语文学习中的错别字问题，n-Gram 模型能够有效捕捉常见的



【作者简介】曩永慧（1985—），女，安徽阜阳人，本科，二级教师，研究方向：小学语文教学。

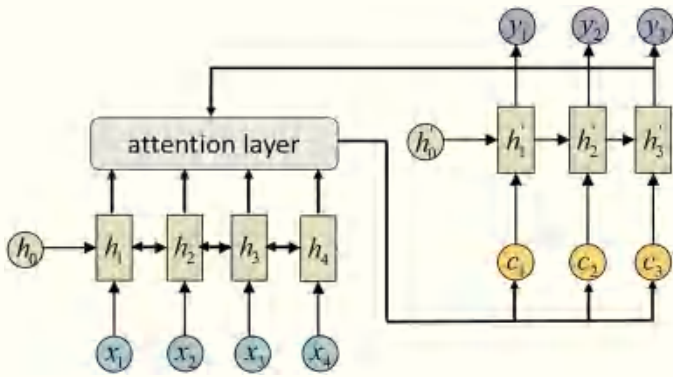


图 1 基于 n-Gram 语言模型的 query 纠错

拼写错误模式。为了实现这一目的，需要定义 n-Gram 模型的具体形式。n-Gram 的概率表示如式（1）所示。

$$P(w_i | w_{i-1}, w_{i-2}, \dots, w_{i-n+1}) \approx \frac{C(w_{i-n+1}, \dots, w_i)}{C(w_{i-n+1}, \dots, w_{i-1})} \tag{1}$$

式（1）中， $P(w_i | w_{i-1}, w_{i-2}, \dots, w_{i-n+1})$ 表示在前面 n 个词条件下，第 i 个词 w 的条件概率， $C(w_{i-n+1}, \dots, w_i)$ 则表示这些词的联合出现次数。为了处理大规模文本中的稀疏数据问题，常常引入平滑技术，如拉普拉斯平滑，其表示如式（2）所示。

$$P(w_i | w_{i-1}, w_{i-2}, \dots, w_{i-n+1}) \approx \frac{C(w_{i-n+1}, \dots, w_i) + 1}{C(w_{i-n+1}, \dots, w_{i-1}) + V} \tag{2}$$

式（2）中， V 为词汇表的大小。通过计算上下文的条件概率，可以得出最有可能的词语组合，从而进行错别字的检测与纠正^[2]。

1.1.2 预训练语言模型与纠错算法

文本预测采用的主要方法之一是基于 Transformer 架构的模型（见图 2）。

另外，采用基于掩码语言模型（Masked Language Model, MLM），目标是根据上下文预测被掩盖的词语，定义如式（3）所示。

$$P(x_i | x_{-i}) = \text{soft max}(W \cdot h_i) \\ \text{Attention}(Q, K, V) = \text{soft max}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V \tag{3}$$

式（3）中， x_i 表示被掩盖的词语， x_{-i} 表示上下文，其隐藏向量 h_i 由双向 Transformer 得到， W 则是学习到的权重矩阵。

此外，纠错算法常采用序列到序列模型（Seq2Seq）配合注

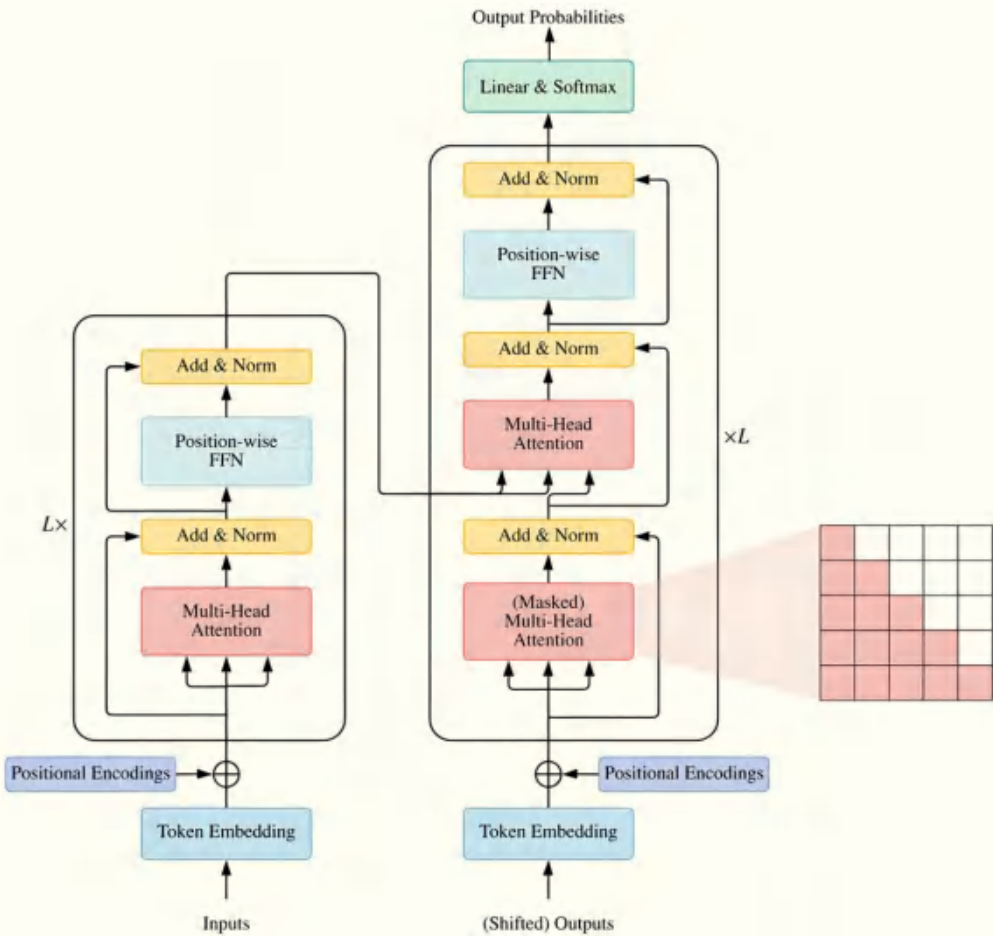


图 2 Transformer 架构的模型

意力机制。注意力机制通过计算权重矩阵来选择输入序列中最具信息量的部分，其表示如式（4）所示。

$$Attention(Q, K, V) = \text{soft max}(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}})V \quad (4)$$

式（4）中， Q 、 K 、 V 分别为查询矩阵、键矩阵和值矩阵， d_k 是键的维度。

1.2 易错字学习模块构建

在构建易错字学习模块时，模型不仅需要纠正错误，还需要从中发现规律，从而制定针对性的学习策略。概率图模型尤其是隐马尔可夫模型（Hidden Markov Model, HMM），在这一过程中显得尤为重要。HMM 通过隐状态和观测状态的转换，精确建模易错字的生成机制，从而提供有效的学习路径。其核心如式（5）所示。

$$P(O|\lambda) = \sum_{all Q} P(O|Q, \lambda) P(Q|\lambda) \quad (5)$$

式（5）中， $P(O|\lambda)$ 表示给定模型参数 λ 的观测序列 O 的概率， Q 表示所有可能的隐状态序列，进一步拆解为状态转移和观测概率的乘积^[3]。

2 易错字纠错与学习系统设计

在设计易错字纠错与学习系统时，系统架构采用“服务器—

客户端”模式，旨在高效处理大规模数据和实时响应用户需求。数据层作为底层支撑，主要用于存储庞大的语料库和用户历史数据，保证数据的高可用性和安全性。业务逻辑层是系统的核心，集成了多种自然语言处理算法，其中包括 n-Gram 模型、隐马尔可夫模型（HMM）等，主要用于易错字检测和纠正。此外，深度学习模型主要用于个性化学习路径推荐。应用层面向用户提供友好的用户界面，实现易错字即时校对、个性化学习建议展示以及实时反馈功能。在业务逻辑层，易错字纠正模块基于预训练语言模型，通过上下文理解来精确定位和纠正易错字；学习模块则利用机器学习模型分析用户的错字模式并生成个性化的练习题库。

3 实验设置与结果分析

本系统运行于搭载双 Intel Xeon 处理器的服务器上，配备 64GB 内存和 1TB 固态硬盘，确保实验环境的稳定。初步数据处理包括文本分词和词性标注，随后算法模型进行易错字检测和纠正。在实验过程中，系统依次采用 n-Gram 模型、隐马尔可夫模型（HMM）和预训练语言模型进行比较，评估不同模型在纠错和学习效果上的差异。为确保结果的可靠性和有效性，采用准确率、召回率和 F1 值作为评估指标，实验结果如表 1 所示。

表 1 实验结果

模型	准确率 (Accuracy)	召回率 (Recall)	F1 值 (F1 Score)
n-Gram	85%	80%	82%
HMM	88%	83%	85%
预训练模型	92%	89%	90%
组合模型	95%	93%	94%

分析发现，组合模型综合了 n-Gram 和预训练模型的优势，准确率达到 95%，明显提高了易错字的检测和纠正能力。高召回率和 F1 值显示出其在实际应用中的有效性。结合用户反馈，系统显著降低错误率并提升学习效果，充分验证了系统设计的合理性和先进性。

结语

结合 n-Gram 模型与预训练语言模型构建的智能纠错系统，不仅提高了纠错的效率和准确性，还为个性化学习提供了重要支持。通过大数据和人工智能技术的应用，这些模型能够捕捉学生在不同阶段的易错点，提供有针对性的学习建议。实验结果证明，这种系统设计不仅减少了书写错误，还增强了学生的学习兴趣 and 自信心。未来，随着技术的不断进步，智能教育系统将扩展到更多学科，以全面提升教育质量。^[8]

引用

- [1] 李敬灿,肖萃林,覃晓婷,等.基于大语言模型与语义增强的文本关系抽取算法[J].计算机工程,2024,50(4):87-94.
- [2] 吴立业.易错字类型及综合性教学策略分析[J].语言文字应用,2024(1):1-2.
- [3] 石崇娟.语文易错生字问题归因与对策研究[J].作家天地,2020(7):78-78,80.

基于可靠性的隧道机电设备运行状态评估*

文◆江苏联合职业技术学院苏州分院 苏州高等职业技术学校 阙明婧

引言

在隧道运营管理中，机电设备起到了至关重要的支撑和保证作用，保证了隧道的安全稳定运行^[1]。然而，在实际施工中，由于多种因素影响，设备会出现故障或损坏，严重时甚至会威胁到行车安全。由于隧道机电设备具有技术含量高、专业性强、维护难度大等特点^[2]，因此，科学评估隧道机电设备的运行状态，及时发现安全隐患，加强维护管理，具有十分重要的现实意义。基于此，本文利用可靠性分析，对隧道内的机电设备运行状态进行全面评价，计划从设备的技术状态、操作环境和维护管理等多个角度来探讨影响机电设备运行的各种因素，并据此构建一个全面的评估指标体系。此外，将采用层次分析法和模糊评价法，创建一个综合评价模型，用于评估机电设备的运行状态并进行实例分析，从而获得比较准确的隧道机电设备运行状态，对系统的运行趋势进行评估，为隧道机电设备管理提供参考和借鉴。

1 隧道机电设备组成状况分析

1.1 隧道通风设备

用于管理通风的控制系统利用一氧化碳和能见度传感器提供的数据，结合风机的数量、风向和运行时长等信息，实现节能效果^[3]。同时，该系统能在火灾发生时能够执行适当的烟雾管理措施，保障隧道安全和操作环境的舒适度^[4]。通风设备主要包括射流风机和轴流风机，附属装置还包括空气压缩机^[5]。

1.2 隧道照明设备

隧道照明设施涵盖了灯具及其配套的支架、照明标识和照明线路等，为隧道内的交通提供照明功能，确保驾驶安全^[6]。

目前，隧道内照明灯具主要分为两类。一类是高压钠灯，钠蒸气发出的光可直接用于照明。另一类是LED灯，具有低光衰减、高显色指数、长寿命、价格合理、安全性能良好以及节能环保等优点，在隧道照明设备中占据主导地位。

1.3 隧道消防设备

隧道消防设备包括消火栓、消防管网、高低位水池、灭火设备和消

防逃生设施等。消火栓通过高压差将深水井中的水抽到消防水池，以确保消火栓有足够的水源供应。消防管网多呈环状设置，一般设有石棉和泡沫等绝缘设施。关于高低位水池，消防储水池的出水管道需保证可以完全利用其有效容量。灭火设备通常选择水基型、磷酸铵盐干粉或泡沫类的灭火器。消防逃生设施则主要包括供人员通行的横洞和供车辆通行的横洞，相关的设备包括这些横洞的防火门、防火门控制器以及逃生指示标志等。

1.4 隧道监控设备

隧道的监控设备由众多子系统组成，包括火灾报警系统、交通监控系统、有线广播系统、通风控制系统等。这些子系统通过以太网实现互联，确保隧道内各个出入口和路段的监控系统能够实时互通信息。

1.5 隧道供配电设备

隧道供电和配电设施主要为通风设施、照明设施、监控设施和火灾报警设施等提供电力供应，保证系统的正常运行。隧道供配电设备主要有高、低压配电柜、EPS应急电源和备用电源等。

*【基金项目】江苏省教育科学规划课题“以就业为导向，优化五年制高职顶岗系统设计的实践与研究”（D/2018/03/22）

【作者简介】阙明婧（1985—），女，江苏苏州人，本科，高校讲师，研究方向：智能制造、自动控制、职业教育。

2 隧道机电设备运行影响因素分析

2.1 隧道机电设备运营管理

在机电设备的运营与管理过程中，核心环节涉及设备的日常使用和保养维护，具体包括设备的保养管理、备用配件的管理以及设备故障的处理等具体方面。

（1）养护管理。机电设备养护管理主要包括日常维护与定期维护两方面。日常维护侧重于定期检查和故障修理，通过预防性监控设备，及时发现并处理潜在问题。而定期维护则是在固定时间间隔内进行的特定任务，如数据备份、设备清洁等，旨在消除潜在风险，确保设备稳定运行并防止事故发生。

（2）备品备件管理。在管理隧道机电设备的备用部件时，需权衡项目的规模、系统维护的稳定性以及长期积累的维护记录和数据，定期制定适当的备品备件库存计划，保证满足维护和修理工作的实际需求。

2.2 隧道环境因素分析

2.2.1 交通环境

（1）交通量。交通量主要影响事故频率，随着交通量的增加，隧道内发生事故的也会相应上升。（2）车速。道路速度限制是评估交通流畅性的关键，超速行驶往往是事故的主要原因。（3）交通组成。交通组成是指大型车辆的组成比例，以此来反映交通组成对交通状况的影响。在混合交通模式下，由于大型车辆尺寸和性能差异，拥有更多的道路使用权，使混合交通流变得不稳定。

2.2.2 自然环境

（1）CO 浓度。车辆尾气含 CO 和碳氢化合物等有害成分。

夜间与白天时段隧道内有害物质的浓度相差甚大，交通量、风速等因素是影响隧道环境中 CO 浓度的主要因素。（2）能见度。隧道的封闭环境导致气体扩散不良，影响视线清晰度，从而增加交通事故的风险。（3）风速。通风不良时，污染物会积聚，影响视线和驾驶安全。为提升隧道安全性，需进行彻底检查。在火灾情况下，隧道横截面会出现高浓度烟雾区域，对消防救援造成不利影响。（4）噪声。噪声主要来源于车辆行驶和机电设备操作。隧道内噪声水平因多次反射而提高，通风不良或空气流动不畅也是噪声源之一，尤其是风机操作产生的噪声尤为显著，对隧道内人员的听觉健康构成潜在威胁。

3 隧道机电设备运行状态评估指标

3.1 基础指标

在评估机电设备的运行状态时，主要基于以下 3 个维度构建评估指标体系。（1）技术状态指标。设备完好率反映了设备整体的技术状况；故障率则用于衡量设备出现故障的频率；设备寿命则体现了设备的使用寿命和耐用性。（2）运行效果指标。运行效率衡量了设备的工作效率；能耗水平反映了设备的能源利用效率；排放达标率则用于评估设备对环境的影响。（3）维护管理指标。保养计划执行率体现了维护工作的落实情况；备件库存充足率保证了设备故障时能够及时更换备件；故障响应时间则反映了维护团队对设备故障的响应速度。在评估过程中，将利用模糊层次分析法来确定各项指标的权重系数，以综合考量不同因素对设备性能和使用效率的影响程度。

3.2 指标筛选

在筛选评价指标的过程中，主要遵循以下步骤。

（1）重要性。确保所筛选的指标能够直接反映隧道机电设备运行的关键状态和信息，对评估结果的准确性和有效性起着决定性作用，通常由专家通过评分的方式进行初步评估。（2）必要性。在构建指标体系时，关键在于评估各个指标是否不可或缺，并检查是否存在不必要的重复，有助于揭示子系统或各个要素之间是否协调一致，从而影响整个系统的效能。（3）完整性。即所构建的指标体系能否正确地揭示事物内部的内在规律以及对这些规律在一定条件下是否可以发挥作用。通常基于定性的分析来作出决策。

此外，为全面评估隧道机电设备运行状况，构建了包含多个指标的基础指标体系。

4 隧道机电设备运行状态评估

4.1 评估方法选取

鉴于隧道环境的复杂性以及机电设备的技术品质难以明确界定，因此评估其运行状况显得尤为重要。本研究采纳了层次分析法和模糊评价法，创建了一个用于评估隧道机电设备运行状况的模型。

4.2 综合评价关键过程

4.2.1 确定评价对象

（1）明确评估目标的相关因素集合

在进行隧道机电设备运行状态评估时，需要明确评估的具体目标及其相关联的因素集合。隧道机电设备运行状态影响因素指标如表 1 所示。

表 1 隧道机电设备运行状态影响因素指标

目标层	序号	一级指标	序号	二级指标
隧道机电设备运行状态	A1	技术状况	B1	照明系统
			B2	通风系统
			B3	火灾报警系统
			B4	监控系统
			B5	供配电系统
	A2	运行效果	B6	CO 浓度
			B7	照明效果
			B8	平均车速
			B9	交通密度

(2) 确定评价对象的评价集
设优、良、好、一般以及差为评价等级。

层次分析法的基本流程包括根据待评价的事物的性质和特点等，划分若干组成因素；按照因素间的层次关系，划分若干层次小组；分析各因素间的关系并明确其重要性；通过系统分析得出各因素的相对重要性权重。

通过专家问卷收集数据，对不同评价指标进行细致分析，剔除最高和最低分值后，取平均分以确定指标体系的相应权重值。隧道机电设备运行状态影响因素评分表如表 2 所示。

表 2 隧道机电设备运行状态影响因素评分表

一级指标	平均分	二级指标	平均分
技术状况	0.62	照明系统	0.257
		通风系统	0.066
		火灾报警系统	0.087
		监控系统	0.247
		供配电系统	0.346
运行效果	0.38	CO 浓度	0.625
		照明效果	0.437
		平均车速	0.099
		交通密度	0.113

4.2.2 评估结果分析

在整个隧道机电设备运行状态评估中，技术状况这一指标的隶属度相对较高，表明其处于相对重要的水平。不仅证实了隧道机电设备正常运行，还证实了设备良好的技术状态。运行状态评估指标值（隧道机电

表 3 运行状态评估指标值（隧道机电设备）

指标评估	数据	初始值	处理后指标值
灯光系统	设备完好率 (%)	96	0.96
排风系统	设备完好率 (%)	98	0.98
火灾报警系统	设备完好率 (%)	99	0.99
监控系统	设备完好率 (%)	94	0.94
供配电系统	设备完好率 (%)	97	9.97
CO 浓度	CO 浓度 (ppm)	29.25	0.67
照明效果	照明效果评分	94	0.94
平均车速	平均车速 (Km/h)	78.54	0.59
交通密度	密度 (veh/km.lane)	10	0.01

设备）如表 3 所示。各项指标的评估结果显示，隧道机电设备的运行状态整体评价为优。

结语

本文深入研究了隧道机电设备的运行状况，并构建了一个评估指标系统。该系统通过数学模型精确计算设备性能指标，并据此进行分级评定。本文详细分析了影响设备正常运行的技术状态、操作环境和维护管理等因素，并进行了敏感性分析，排除了不切实际的因素。同时，探讨了实时和阶段性评估的方法，旨在为隧道的安全运营提供科学的理论支持。鉴于机电设备技术和管理手段的不断更新，评估标准体系也需要同步更新，以适应不断变化的需求。

引用

[1] 姜造成,沈文忱.基于LSTM-SAE网络的隧道内机电设备智能监控系统设计[J].机电工程技术,2024,53(7):283-286+291.

[2] 黄本锐,苏爱斌,覃荣武.基于人工智能的高速公路隧道机电设备管理系统的设计与应用[J].自动化应用,2024,65(13):49-51+55.

[3] 王慧军.隧道机电系统维护及管理分析[J].交通科技与管理,2024,5(13):173-175.

[4] 郑莉.高速公路隧道机电设备安装方案与调试分析[J].科学技术创新,2024(12):184-187.

[5] 闻煜杰,陈月平,周乐言.基于MLR的高速公路隧道机电系统状况评价[J].中国新技术新产品,2024(10):106-108.

[6] 龙新明.高速公路隧道机电设施技术状况评价方法研究[J].价值工程,2024,43(14):45-47.

连续刚构桥梁施工监控关键技术

文 ◆ 云南省交通投资建设集团有限公司 孙 玉
云南云岭高速公路工程咨询有限公司 刘 敏

引言

连续刚构桥通常采用悬臂浇筑法进行施工，其施工是一个漫长而复杂的过程。悬臂浇筑法施工过程中存在着不可消除的立模、测量、预应力张拉等误差，且受材料性能、施工质量、温度等因素的影响，使桥梁施工过程中的每一个状态不能与设计状态完全吻合，结构的受力和变形过程变为非稳定的随机过程。为了及时有效减小实际施工状态与设计理想状态之间的误差，施工监控成为预应力混凝土连续刚构桥施工必不可少的一项技术性工作。本文对连续刚构桥施工监控工作流程、控制计算等内容进行介绍，以期为同行技术人员开展连续刚构桥的施工监控工作提供参考依据。

1 施工监控工作内容

桥梁施工监控工作主要包括控制计算、施工过程监测、数据分析与反馈控制 4 项内容。

1.1 控制计算

1.1.1 施工过程模拟分析方法

对各个施工阶段的变形计算

和受力分析是桥梁施工监控中最基本的内容^[1]。预应力混凝土连续刚构桥施工控制计算方法包括正装分析法和倒装分析法。

(1) 正装分析法

正装算法是按照桥梁结构的实际施工加载顺序来进行桥梁结构变形和受力分析，其能够较好地模拟桥梁结构实际施工历程，并得到桥梁结构在各施工阶段的位移和受力状态，不仅可以指导桥梁设计和施工，还能为桥梁施工控制提供依据。采用正装分析法能够较好地考虑一些与桥梁结构形成历程有关的因素，如结构的非线性问题、混凝土的收缩和徐变问题。

(2) 倒装分析法

倒装分析法是按照桥梁结构实际施工加载顺序的逆过程来进行结构行为分析。倒装分析法的目的是获得桥梁结构在各个施工阶段理想的安装位置（主要指标高）和理想的受力状态。倒装分析法从设计图中给出的最终成桥状态开始，逐步的倒拆计算来得到施工各阶段中的理想状态和初始状态^[2]。

1.1.2 施工控制计算

(1) 计算内容

施工控制计算包括设计符合性计算、施工模拟计算、施工跟踪计算和参数敏感性分析计算。设计符合性计算是按照设计文件以及选取的合理计算参数，考虑施工过程，对主体结构强度、刚度和稳定性进行计算。设计符合性计算内容包括以下内容，第一，各构件理论重量、几何特征。第二，收缩徐变影响结束时的主梁线形。第三，主梁施工过程中各阶段线形。第四，主梁预拱度设置参数。第五，主墩预抬高量。第六，主梁、桥墩关键截面应力。第七，合龙时，结构配重参数等。

施工模拟计算是依据施工组织设计确定的施工顺序和施工荷载，根据相关试验成果，修正计算模型和计算参数，分析得出各个施工阶段以及成桥状态的结构内力和几何等控制计算目标的过程。施工跟踪计算是根据实际的施工流程，按照监测数据分析、反馈控制更新计算参数进行

【资金资助】云南省数字交通重点实验室（202205AG070008）；云南省交通投资建设集团有限公司科技创新项目“基于北斗及 AI 的视频智慧养护巡检关键技术应用研究”（YCIC-YF-2022-12）

【作者简介】孙玉（1994—），男，云南宣威人，本科，工程师，从事公路养护管理工作。

施工分析的过程。施工模拟计算和施工跟踪计算内容如下。第一,主梁预拱度设置、主墩预抬高量。第二,施工阶段主梁、桥墩控制截面变形和应力。第三,支架、托架、挂篮的强度和变形。第四,合龙时,结构配重参数等。

敏感性分析计算是一种研究和分析施工过程中某个或多个参数的变化对工程关键指标(如结构内力、变形、稳定性等)影响程度的计算方法。主要用于评估参数的不确定性对工程性能和施工结果产生的影响。敏感性分析包括日照温差、合龙温度与设计温度差、主墩墩高差异、材料弹性模量和容重、预应力孔道偏差系数和摩阻系数、收缩徐变和截面尺寸偏差、环境和荷载等参数变化对计算结果的影响。

(2) 施工预拱度

施工预拱度通过桥梁施工模拟分析正装计算施工过程模拟,逐段叠加得出。

(3) 成桥预拱度

连续刚构桥在主梁施工前应确定成桥预拱度的设置方法与数值,不应在悬臂施工期间临时调整。成桥预拱度设置依据经验曲线分配法,在立模标高中实现,跨径在80m及以上的桥梁应采用余弦曲线分配。成桥预拱度设置示意图如图1所示。

图1中,A曲线、B曲线和C曲线的计算公式分别如式(1)(2)(3)所示。

$$y = \frac{f_a}{2} [1 - \cos(\frac{2\pi x}{L_2})], (0 \leq x \leq L_2) \quad (1)$$

$$y = \frac{f_c}{2} [1 - \cos(\frac{\pi x}{L_1 - l_1})], (0 \leq x \leq L_1 - l_1) \quad (2)$$

$$y = \frac{f_a}{2} [1 - \cos(\frac{2\pi x}{L_2})], (0 \leq x \leq l_1) \quad (3)$$

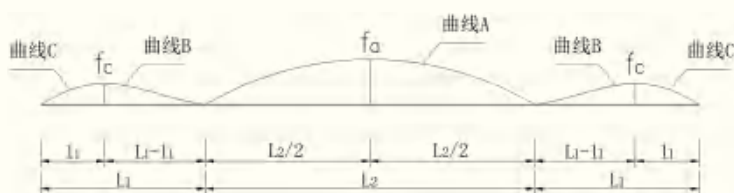


图1 成桥预拱度设置示意图

(4) 支架、挂篮变形

支架、挂篮变形值可通过其结构计算结果结合预压试验结果数据综合考虑确定。

(5) 立模标高确定

悬臂浇筑过程中,梁段立模标高的合理确定关系到主梁的线形是否平顺、是否符合设计的重要问题。如果在确定立模板标高时考虑的因素比较实际,并加以正确的控制,那么最终桥面线形较为良好。如果考虑的因素与实际情况不符合,控制不力,那么最终桥梁线形会与设计线形有较大误差。立模标高计算公式如式(4)所示。

$$H_i = H_{i0} + f_{ia} + f_{ib} + f_{ic} + f_{id} \quad (4)$$

式(4)中, H_i 为待浇箱梁底板前端模板标高; H_{i0} 为立模计算点设

计标高; f_{ia} 为箱梁施工预拱度; f_{ib} 为箱梁成桥预拱度; f_{ic} 为支架或挂篮变形预测值; f_{id} 为预拱度调整值。

1.2 施工过程监测

连续刚构桥施工监测的参数主要包括几何状态参数和内力状态参数两类。几何状态参数主要包括主梁线形、成桥桥面线形和基础沉降。内力状态参数主要包括主梁、桥墩构件控制截面应力。

1.3 数据分析

在进行施工过程监测中采集到各项监测数据后,需对以下基本数据进行分析。(1)结构材料(容重、弹性模量);(2)荷载(机具、临时荷载等);(3)受力(应力、预应力);(4)几何(标高、位移、变形等);(5)环境(温度、风力等)。进行数据分析前,需对数据相关性进行分析与识别,剔除异常数据。

当监测数据与施工跟踪计算结果之间的误差超过规范或设计限值时,需分析误差对结构几何状态和内力状态的影响,并采取相应的反馈控制措施。

1.4 反馈控制

连续刚构桥是“施工→量测→施工→识别→修正→预告→施工”的循环过程,其实际就是使施工按照预定的理想状态(主要是梁体标高)顺利推进。而实际上不论是理论分析得到的理想状态,还是实际施工都存在误差,所以,施工控制的核心就是对各种误差进行分析、识别和调整,对结构未来状况做出预测^[3]。

连续刚构桥施工控制通常采用自适应控制法(见图2),该方法是在施工监控开始后,发现实际原计算参数与实际情况不完全相符时,通过对参数的估计和

系统识别进行参数修正，使计算值与实际相符，以减小误差。

鉴于连续刚构桥已完成阶段的不可控性以及施工中对线形误差的纠正措施有限，控制误差的发生极为重要。当结构的实测状态与模型计算结果不符时，采用自适应控制法，将误差参数纳入施工模拟计算参数的考虑范畴，进行施工跟踪计算分析，施工控制流程示意图如图 3 所示。经过反复辨识、计算，最终使计算模型与实际结构一致，从而对施工过程进行有效控制^[4-5]。

2 监控成果报告

监控成果报告应做到结构清晰、层次分明。报告中的数据应来源于实际监控过程，确保准确无误。对于关键数据，应提供详细的采集、处理和分析过程，以便读者了解数据的来源和可靠性。在数据分析部分，应对监控过程中收集到的数据进行深入剖析，揭示数据背后的规律和趋势。同时，结合桥梁施工实际情况，对异常数据进行合理解释，并提出相应的处理措施。报告结论应基于数据分析结果得出，明确具体且有针对性。

结语

连续刚构桥的施工监控是一



图 2 自适应控制法

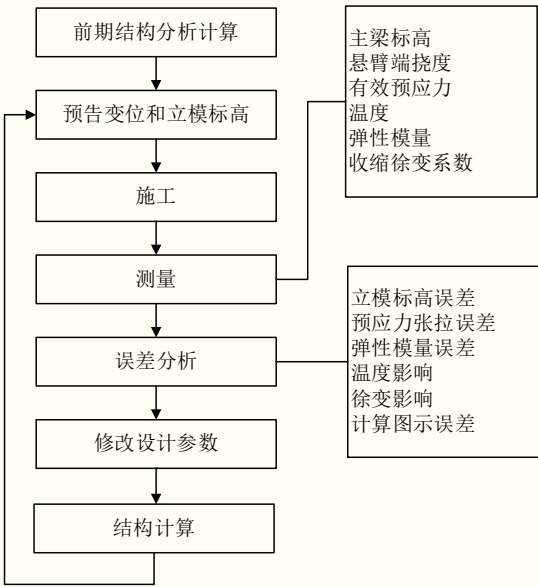
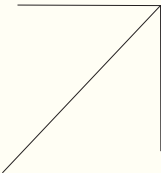


图 3 施工控制流程示意图

项系统且精细的工作，涵盖控制计算、施工过程监测、数据分析与反馈控制等关键环节，并最终形成详实且严谨的监控成果报告。通过精准的控制计算方法，无论是正装分析法对实际施工历程的模拟，还是倒装分析法对理想状态的追溯以及施工预拱度、支架与挂篮变形等多方面的细致考量，都为桥梁施工奠定了坚实的理论基础。施工过程监测确保了几何与内力状态参数的实时掌控，数据分析则甄别异常、洞察规律，反馈控制借助自适应方法有效调整误差，使桥梁施工能在动态中趋向理想状态。监控成果报告不仅是数据的汇总，还是整个施工监控智慧与经验的结晶，为连续刚构桥施工质量的保障、结构性能的稳定以及未来同类桥梁施工监控工作的开展提供了参考与借鉴，推动着桥梁工程领域在技术与管理上的持续进步与完善。^[5]

引用

[1] 马德云.大跨度连续刚构桥施工控制研究[D].成都:西南交通大学,2008.
[2] 蔡宇鹏.大跨径桥梁施工控制理论分析[J].中国水运:理论版,2006(5):63-64.
[3] 向中富.桥梁施工控制技术[M].北京:人民交通出版社,2000.
[4] 王韶翔.曲线连续刚构施工线形控制及空间仿真分析[D].西安:长安大学,2008.
[5] 杜骞.高速铁路连续梁桥线形监控分析[J].甘肃科技,2011,27(23):136-138.



多媒体设备精准管理与精细维护的策略

文 ◆ 临泉县城东街道胜利小学 王玉丽
阜阳市颍东区教育局 刘创见

引言

随着现代教育需求的变化，中小学多媒体设备成为教学不可或缺的一部分。但在设备的使用过程中，却存在管理松散、维护不力的现象。如何结合先进技术实施精准管理成为当务之急。智能设备管理平台的构建为此提供了强有力的解决方案，不仅能够完善设备管理流程，还能够提高设备使用效率。而基于 RFID/NFC 的设备跟踪与管理，则在实时性和准确性上为设备管理开辟了新的途径。通过新路径的实践和探索，不仅保障了设备的正常运转，还为师生创造了一个高效、可持续的教学环境。

1 多媒体设备技术策略

1.1 智能设备管理平台

在中小学教育中，多媒体设备的使用已成为日常教学的标配，然而其管理的复杂性和多变性要求必须构建一个智能设备管理平台，以实现海量设备的高效管理。智能设备管理平台的核心在于整合软硬件资源，赋能设备全生命周期的精细化管理^[1]。通过该平台，数据驱动的设备配置、使用以及维护成为可能。利用云计算与大数据技术，平台能够实时采集和分析设备运行状态和历史故障信息，为决策提供数据支持。

1.2 基于 RFID/NFC 的设备跟踪与管理

在多媒体设备的技术策略中，基于 RFID 的设备跟踪与管理技术展现

了其在高效性和精确性方面的独特优势。RFID 即射频识别技术，通过在设备上安装 RFID 标签，利用无线电信号实现设备的信息读取和跟踪，RFID 模型如图 1 所示。

每个 RFID 标签包含一个独特的电子产品代码（EPC），该代码通过 RFID 读写器读取，无需物理接触即可完成数据采集和传输，提升了设备管理的便利性和准确性^[2]。RFID 系统主要由标签、读写器、天线和数据管理系统组成，其中标签根据电源供给方式分为有源标签和无源标签。有源标签内置电池，适合需要长距离读取的场景，而无源标签则通过读写器发送的电磁波供电，更为小巧、成本低廉，适用



图 1 RFID 模型

【作者简介】王玉丽（1981—），女，安徽阜阳人，本科，一级教师，研究方向：信息化教学及设备管理。

于近距离应用。在多媒体设备管理中，RFID 技术不仅能实时监控设备位置和状态，还能通过与中央数据库的联网，实现设备生命周期管理，包括库存控制、维护记录和使用统计。

2 设备精细维护的技术措施

2.1 远程故障诊断与自动化维护技术

在现代教育设施管理的领域中，远程故障诊断与自动化维护技术正逐渐成为设备精细维护的重要手段。远程故障诊断通过利用物联网技术，将设备的状态信息实时传输到中央管理系统，使管理者能够快速掌握设备的运行状况，远程诊断流程如图 2 所示。

自动化维护技术需要借助智能算法和机器学习，实现对设备健康状态的评估，并自动安排维护计划^[3]。其核心在于通过系统集成的分析模型，计算出设备的健康指数（HI），计算公式如式（1）所示。

$$HI = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - X_{ref}}{X_{max} - X_{min}} \right) \quad (1)$$

式（1）中， X_i 表示设备状态的各项参数， X_{ref} 为参考值， X_{max} 和 X_{min} 分别为参数的最大和最小值。根据健康指数，系统能够预测设备的剩余使用寿命（RUL），这一预测依赖于加权残差平方和（WRSS）模型，具体表示如公式（2）所示。

$$RUL = \frac{\sum_{t=1}^T w_t (y_t - f(x_t, \beta))^2}{\sum_{t=1}^T w_t} \quad (2)$$

式（2）中， w_t 为权重， y_t 和 $f(x_t, \beta)$ 分别为实际观测值和模型预测值。通过这些数学模型的支持，系统能够显著提升维护决策的准确性和及时性。



图 2 远程诊断流程

2.2 基于监测传感器的状态评估技术

多媒体设备的状态评估是确保其高效运行和延长使用寿命的关键环节。通过引入基于监测传感器的状态评估技术，可以实时、准确地获取设备的运行参数和健康状态，从而为维护决策提供科学依据。传感器技术的发展和应用，使设备的各个部件和系统能够被全面监控，数据采集的频率和精度大幅提高。例如，温度传感器可以监测设备内部的温度变化，具体如公式（3）所示。

$$T(t) = T_0 + \alpha \cdot P(t) \quad (3)$$

式（3）中， $T(t)$ 表示设备内部在时间 t 的温度， T_0 表示环境温度， α 表示热敏系数， $P(t)$ 是设备在时间 t 的功率，有效评估设备的散热性能，预防过热故障。振动传感器则能监测设备的机械振动，通过分析振动频率和振幅的变化，及早发现机械部件的磨损或松动。湿度传感器和压力传感器也能为设备的环境适应性和密封性能提供重要数据。结合这些传感器数据，可以构建一个综合的状态评估模型，通过机器学习算法，自动识别设备的异常状态，并生成维护建议。此外，基于传感器的状态评估技术还能与远程故障诊断系统无缝对接，实现故障的提前预警和故障排除，从而大幅提高了设备的稳定性和可靠性。通过精细的状态评估和及时的维护措施，多媒体设备不仅能够保持最佳运行状态，还能有效延长其使用寿命，降低维护成本，提升用户体验。

3 案例分析与效果评估

在当今的教育环境中，中小学班级多媒体设备的有效管理和精细维护至关重要，如同在大型医疗机构中多媒体设备管理有着重要意义一

样。为了验证多媒体设备精准管理与精细维护策略的有效性，本研究选取了一所大型医疗机构的多媒体设备管理系统作为案例研究对象。该医疗机构采用了智能设备管理平台、基于 RFID/NFC 的设备跟踪与管理技术、远程故障诊断与自动化维护技术以及基于监测传感器的状态评估技术，形成了一个综合的设备管理与维护体系。通过这一系统的应用，设备管理的效率和维护的精准度得到了显著提升。首先，在引入智能设备管理平台后，设备的注册、分配和回收等管理流程实现了自动化，大幅减少了人为错误和管理成本。其次，基于 RFID/NFC 的设备跟踪技术，使每台设备的位置和状态都能实时掌握，避免了设备丢失和闲置问题。再次，远程故障诊断技术的应用，使设备故障能够在第一时间被发现并处理，避免了设备长时间停机对医疗工作的干扰。最后，基于监测传感器的状态评估技术，通过实时数据采集和分析，为设备的健康状态提供了科学保障。通过对该医疗机构多媒体设备管理系统的运行效果进行评估，结果表明，设备的故障率从之前的 15% 下降到 3%，设备的平均无故障时间（MTBF）从 1200h 提高到 2000h，维护成本降低了 40%。此外，用户的满意度调查结果显示，超过 90% 的用户表示设备的使用体验得到了显著改善。具体对比数据如表 1 所示。

表 1 具体对比数据

指标	应用前	应用后
设备故障率	15%	3%
平均无故障时间（MTBF）	1200h	2000h
维护成本	100,000 元 / 年	60,000 元 / 年
用户满意度	70%	92%

综上所述，从实际效果来看，大型医疗机构通过这些策略使设备故障率大幅下降、平均无故障时间显著提高、维护成本明显降低以及用户满意度显著提升，中小学班级多媒体设备若借鉴采用这样的精准管理与精细维护策略，也有望在这些方面取得良好成果，让多媒体设备在教学过程中始终保持稳定、高效的运行状态，为中小学的教学活动提供有力的技术支撑，提升整体的教学质量和师生使用多媒体设备的体验。因此，医疗机构的成功实践为中小学班级多媒体设备的精准管理与精细维护提供了有益的参考范例，值得深入学习并应用相应的策略与技术手段。

结语

中小学多媒体设备智能管理平台的使用以及 RFID/NFC 技术的引入，已经在个别学校中表现出显著的高效性和便捷性，然而这一研究不

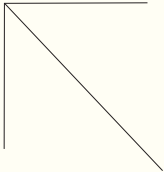
应就此止步，应广泛推广与因地制宜应用，各学校根据自身的设备状况和人员配置做出适合于自己的差异化策略，真正将这些科技手段的价值最大化。此外，管理和技术人员的培训以及意识的提升，也是确保设备更加高效运营的保障。若未来能够将这些技术普及开来，建立统一标准的管理体系，不仅能增加设备的使用寿命，还能让全社会享受到教育现代化带来的重大改革红利。

引用

[1] 李晓芬.多媒体技术在中小学音乐教学中的应用[J].电子技术(上海), 2022(7): 1-2.

[2] 王琳,崔丽娜.多媒体技术在农村中小学教学中的整合运用实践分析[J].中国多媒体与网络教学学报(下旬刊),2022(9):117-120.

[3] 高瑞光.基于多媒体技术的小学语文互动教学[J].电脑校园,2022(7): 4301-4302.



人工智能时代大学生科技竞赛组织构建研究^{*}

文◆西安邮电大学网络空间安全学院 魏雅娟 李 珅 张文波

引言

我国正迅速步入“人工智能+”时代，大学生作为当今社会不可或缺的创新力量，其创新潜能可以通过参与大学生科技竞赛得以充分锻炼与彰显。科技竞赛的顺利进行离不开有效的组织构建。本文引入贝尔宾角色理论，分析科技竞赛中不同参与人员的角色特征对竞赛举办的影响，分析得出，一个成功的竞赛组织构建模型应以学生团队为核心，指导老师为辅助，院校和企业提供支持和协助。

1 研究背景

2024年全国两会期间，政府工作报告不仅3次提到了“人工智能”，还首次提出了开展“人工智能+”行动，这一创新性的表述背后蕴含着深远的战略意义^[1-2]。中共中央总书记习近平就人工智能发展现状和趋势发表重要讲话，强调要想赢得全球科技竞争主动权，必须紧紧抓住发展人工智能这一重要战略抓手。只有如此，才能推动我国科技跨越发展、产业优化升级以及实现生产力整体跃升的重要战略目标^[3]。大学生群体作为新时代社会创新的重要

推动者，结合自身掌握的基础理论知识，通过参加大学生科技竞赛，在实践中不断提高自身的创新水平，为成为人工智能技术的创新者、开发者、普及者和监督者奠定坚实基础。因此，作为大学生培养创新能力的重要平台，科技竞赛的组织构建模式是否合理和有效，直接影响到竞赛的顺利进行和成果的实现。

2 研究现状

2.1 科技竞赛发展历程

国内科技竞赛的最早雏形可追溯至1956年举办的中学生奥林匹克数学竞赛，该竞赛的成功举办得益于著名数学家华罗庚的倡导。之后，北京物理学会和北京高校物理研究会于1984年举办首个地区级大学生物理类竞赛，成为大学生科技竞赛的雏形。四年后由中国力学学会委成功协办的首届“全国青年力学竞赛”，标志着中国大学生科技竞赛活动正式走入大众视野。

2.2 科技竞赛的研究现状

大学生科技竞赛在中国已成为备受关注的教育活动，得到了各级政府、高校、学会和企业的积极响应。现将关于科技竞赛主流的研究方向概括如下。

第一，直接总结某项竞赛对人才培养的效果。据白钰莹等人^[4]的研究显示，数学建模竞赛明显提升了大学生的创新能力，并对他们日后的就业表现有实际帮助。左浩江等人^[5]的研究中指出，针对卫生检验与检疫专业的知识技能竞赛，不仅规范了学生的实验操作，还提高了学生的实操水平，学生通过参与此竞赛锻炼了解决实际问题的能力，进而提升了其综合素质和就业竞争力。高玲茹^[6]从生态学的角度出发，发现职业技能大赛对于支持人才培养生态系统具有可持续发展的优势。而丁三青^[7]通过关注“挑战杯”竞赛，揭示了目前应试性教育与功利性竞赛的痛点，并提出应该抵制“以赛代学”的不良风气，构建以创业教育为导向的大学生培养模式。

第二，间接分析科技竞赛对教育改革的作用。丁三青等^[8]总结了近10年来“挑战杯”竞赛的发展情况，不仅深入探讨了该竞赛对中国高

^{*}【基金项目】西安邮电大学2023年校级教学改革研究“大学生科技竞赛的组织管理模式研究与实践”（JGB202302）

【作者简介】魏雅娟（1991—），女，陕西西安人，博士，工程师，研究方向：信息安全、计算机视觉。

等教育所带来的挑战,还对我国大学生创新创业教育形势进行了反思。杨钰等^[9]在调查研究时发现,单靠实践类课程的被动学习无法满足大学生实践探索的需求。陈卓^[10]提出,企业作为科技竞赛的主办方,通过举办大学生科技竞赛能够为建立良好的校企合作奠定基础,对于促进校企共建的教育合作平台具有重要的启示。然而,关于科技竞赛组织构建方向的研究较少。刘小瑜^[11]提出大学生科技竞赛团队建设应体现融合性和梯度性,竞赛信息传递建设应体现互通性、预备性和指导性,竞赛赛制设计应体现培育性,竞赛激励机制应体现调动性,竞赛项目管理应体现累积性和共享性。郭金玲等^[12]采用问卷调研方式分析高校科技竞赛存在的痛点,并提出应建立合理的科技竞赛平台以及规范大学生创新能力培养的管理模式的建议。

通过以上总结发现,当下对于大学生科技竞赛组织构建的研究大多从现实出发,剖析竞赛组织构建中存在的问题,并提出解决方案。很少形成一个抽象的管理模型,分析科技竞赛的组织构建形式。基于此,本文提出了一种新型的科技竞赛组织构建模型,探讨了在模型中不同角色对于大学生科技竞赛组织构建的影响,并进行量化分析研究。

3 基于贝尔宾团队角色理论的科技竞赛组织构建模型

被称为“团队角色理论之父”的贝尔宾博士及其团队于1981年提出了一个以角色为导向的团队角色理论^[13]。该理论认为一个高效的团队应该包含9种角色,分别是鞭策者(SH, Shaper)、执行者(IMP, Implementer)、完成者(CF, Completer Finisher)、智多星(PL, Plant)、专业师(SP, Specialist)、审议员(ME, Monitor Evaluator)、协调者(CO, Coordinator)、外交家(RI, Resource Investigator)和凝聚者(TW, Teamworker)。

通过对贝尔宾角色理论的介绍发现,大学生科技竞赛组织构建中,合理分配团队内的角色至关重要。已知竞赛环节涉及的参与者众多,现以学生团队、指导老师、院校和企业为代表,以全国大学生信息安全竞赛为例,通过调查问卷的形式,统计了上述参与者在科技竞赛中对自身角色的定位。调查发现,同一实际角色会担任多个贝尔宾角色模型内的角色。最后,绘制了基于贝尔宾角色模型的科技竞赛组织关系图(见图1所示),以便梳理好各个环节,从而更有效地管理竞赛。

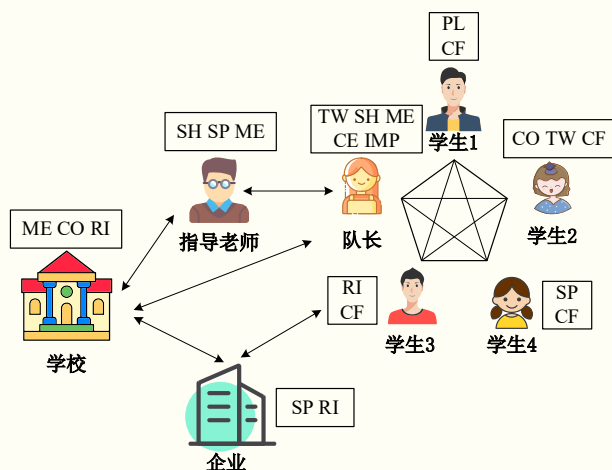


图1 基于贝尔宾角色模型的科技竞赛组织关系图

以一个由五人组成的参赛团队为例,结合调研统计结果,得到了基于贝尔宾角色模型的科技竞赛组织关系图。在这张图中,院校、企业、指导老师与学生团队分别扮演着不同的角色。学生团队内最重要的成员是队长,其扮演的角色包括“凝聚者(TW)”“鞭策者(SH)”“审议员(ME)”“完成者(CF)”和“执行者(IMP)”。前3个角色的适用场景是当团队成员之间出现个人利益冲突、意见分歧时,队长需要及时解决并调解矛盾,保持团队的和谐氛围,加强团队凝聚力。而当出现团队成员遭遇动力不足、任务完成困难等问题时,队长则需要以鞭策者的身份振奋团队士气,帮助团队克服种种困难。另外,队长在团队完成初版竞赛作品后,需要扮演审议员和完成者的角色,负责对作品进行初次审核,找出存在的问题,并协调团队成员进行改进。随后,队长需要代表团队与指导老师和院校进行沟通,获取指导意见,并执行改进竞赛作品的任务。此外,学生团队内涵盖了贝尔宾模型的全部角色内容。其中作为“外交家(RI)”的学生拥有卓越的沟通和社交能力,能够通过与企业工程师等外部资源的积极交流,获取相关经验和外援,为团队的科技竞赛之路提供有力的外部技术支持。

指导老师在大学生科技竞赛组织构建模型中主要担任的是“审议员(ME)”的角色。指导老师应与学生团队的队长保持密切沟通,全面掌握团队参赛情况,有责任对准备提交的参赛作品进行审核和打磨,并提出相关修改意见。此外,指导老师在指导学生过程中也逐渐体现出“鞭策者

(SH)”和“专业师(SP)”的角色。作为鞭策者,指导老师需要督促学生团队及时对参赛作品出现的问题进行修改,设定明确的时间表,鼓励学生努力克服困难,以实现既定的团队目标。

作为校内组织结构的顶层,院校主要扮演“审议员(ME)”和“协调者(CO)”的角色,职责是对所有参赛作品进行审查和协调,并在更高维度上把握参赛作品的主题和立意。在必要时,院校需要与指导老师沟通,为参赛作品提供相关整改意见。同时,对于优秀的竞赛作品,院校可以帮助参赛团队将其推进至更高层次的比赛平台,让参赛团队有机会获得更高的竞赛荣誉。在校外,院校积极响应校企合作的号召,承担“外交家(RI)”这一角色。例如,邀请企业专家定期举办学术研讨会,拓宽学生的视野,并通过相关企业参与的实践活动提升学生的动手能力。此外,院校与企业的跨界合作不仅有助于提升学生的实践能力,还促进了校企双方的合作发展。

企业作为科技竞赛的主办方之一,在组织模型中主要扮演着“外交家(RI)”的角色,成为促进校企合作与学生成长的关键推动者。企业应当主动与高等院校建立密切的合作关系,通过举办科技竞赛选拔出符合企业需求的优秀人才,为企业发展注入新的动力。同时,企业也承担着“专业师(SP)”的角色。企业工程师结合自身的实践经验和专业知识,为学生参赛作品提供专业性的指导和建议。

结语

本文通过引入贝尔宾角色理论,提出了基于贝尔宾角色理论的大学生科技竞赛的组织构建模型。通过深入调研和量化建模,锁定模型中的主要参与成员为学生团队、指导教师、院校和企业。在贝尔宾角色理论中,一个合理的团队中应包含9种角色,在组织构建模型中结合调研实际结果,将贝尔宾理论所含角色与实际竞赛参与成员进行了一对多的映射,实现了角色多元化分配。因此,一个成功的竞赛组织构建模型应该以学生团队为核心,指导老师为辅助,而院校和企业则应在上层提供相应的支持和帮助。只有通过这样的组织构建方式,才能实现“多赢”的局面。

引用

[1] 曹斯,罗祖兵.人工智能应用于教学的困境、限度与理路[J].电化教育研究,2024,45(4):88-95.

[2] 中国政府网.政府工作报告__中国政府网[EB/OL].[2024-04-02].https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202403/content_6939153.htm.

[3] 中国政府网.习近平主持中共中央政治局第九次集体学习并讲话[EB/OL].[2024-04-02].https://www.gov.cn/xinwen/2018-10/31/content_5336251.htm?allContent.

[4] 白钰莹.数学建模竞赛参与对大学生创新能力影响的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2021.

[5] 左浩江,裴晓方,李兆芹,等.知识技能竞赛在卫生检验与检疫专业人才培养中的效果及思考[J].现代预防医学,2019,46(12):2297-2300.

[6] 高玲茹.职业技能大赛对高职人才培养生态的影响[D].天津:天津职业技术师范大学,2019.

[7] 丁三青.中国需要真正的创业教育——基于“挑战杯”全国大学生创业计划竞赛的分析[J].高等教育研究,2007(3):87-94.

[8] 丁三青,王希鹏,陈斌.我国高校学术科技创新活动与创新教育的实证研究——基于“‘挑战杯’全国大学生课外学术科技作品竞赛”的分析[J].清华大学教育研究,2009,30(1):96-105.

[9] 杨珏,张文明.以科技竞赛为载体提升大学生创新实践能力[J].中国高等教育,2014(20):30-32.

[10] 陈卓.校企合作机制的新探索——基于大学生科技竞赛视域[J].重庆大学学报(社会科学版),2016,22(6):218-224.

[11] 刘小瑜.应用型高校经管专业学生科技竞赛组织管理研究[J].河南教育学院学报(哲学社会科学版),2023,42(4):74-76.

[12] 郭金玲,张婷,丁峰.省属综合性高校大学生科技竞赛活动组织管理模式探索[J].文教资料,2021(4):125-127.

[13] 邓莹.贝尔宾团队角色理论下的高校思想政治理论课参与式教学方法[J].教育与职业,2015(21):115-117.

面向新质生产力的现代 企业管理软件（ERP）创新升级及实践指南

文◆中国软件评测中心（工业和信息化部软件与集成电路促进中心）
上海博科资讯股份有限公司
金蝶软件（中国）有限公司

吴 婷
赵 栢
李仁鹏

引言

ERP（Enterprise Resource Planning，企业资源计划）创新升级是推动企业现代化、加快发展新质生产力的关键。ERP系统通过整合企业的关键业务流程和资源，以实现提高管理效率的目标，是实现企业数智化的核心工具。现代企业通过深化数智化转型，能够整合内外部资源，优化运营流程，实现管理效能的飞跃。为确保ERP系统能够适应快速变化的内外部环境，企业应重视ERP系统的创新性和安全性。同时，企业ERP创新升级应充分考虑方案可行性、组织保障等因素，确保充足的预算支持，并注重持续优化，以实现企业管理和业务高质量发展，加

快发展新质生产力。

1 现代化企业加快发展新质生产力须ERP创新升级

企业强则产业强，产业强则国家强，国家现代化离不开企业现代化^[1]。企业作为推动经济发展的主要力量，加快发展新质生产力是提升我国企业现代化水平



【作者简介】吴婷（1988—），女，山西运城人，硕士研究生，高级工程师、经济师，研究方向：信息技术应用创新产业研究、电子信息产教融合等。

的必然选择。加快发展新质生产力，应发挥企业对市场化机制的深刻理解，主动运用数智化、信息化等新质生产工具，获取企业现代化运营管理的优势，以企业为新质创新主体，以科技创新为核心，实现科技与产业创新互相促进^[2]。

1.1 数智化是企业形成新质生产力的重要途径

数字化和智能化是相互依存、相互促进的关系。数字化是将信息转换为数字格式的过程，智能化是在数字化的基础上，通过人工智能、大数据等技术，使系统或设备具备自主处理和分析的能力。数字化是智能化的基础，其为智能化提供必要数据支持。智能化则是数字化的归宿，通过智能技术的应用，进一步挖掘和利用数字化数据，实现更高级别的自动化和智能化。

数智技术是数字化和智能化的有机融合，可以理解为“数字化+智能化”，是在数字化基础上融合应用机器学习、人工智能等智能技术的过程。数智化是新型工业化的鲜明特征，是企业形成新质生产力的重要途径。

1.2 ERP 是企业数智化发展的关键载体

数智化转型指的是企业以数智技术与思维模式对业务模式和流程重新规划，并转变企业核心文化的过程，是企业响应时代发展需求的关键战略。其涵盖业务模式创新、流程优化、数据驱动决策以及安全隐私保护等多方面，旨在提升企业的运营与管理能力，推动企业高质量发展。

ERP 系统是企业的一套集成业务管理软件，包括财务会计、管理会计、销售、采购、制造、

质量、供应链、项目、资产设备等多领域管理模块，可帮助企业全面识别、规划并有机整合企业各项管理和生产资源，承载着“人财物项”信息管理和贯穿着“产供销服”等业务优化等核心功能。ERP 系统作为企业重要信息基础设施，是企业数智化转型的核心载体，对于企业运营和管理起着关键作用。

1.3 ERP 是企业加快发展新质生产力的突破口

ERP 完全符合新质生产力的内涵特征。新质生产力代表先进生产力的演进方向，是由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生的先进生产力质态。ERP 系统承载了企业的人、财、物、技术、数据、知识、管理模型、管理流程等各生产要素资源和相互之间的优化组合关系，是一个体现高科技、高集约、高质量的重载系统。世界一流企业均部署并持续优化其全球 ERP 系统，对企业各类生产要素和上下游资源进行整合与优化。

新质生产力主要是生产力在量上和质上有新的变化，既是各单一生产要素的量和质的变化，又是相互之间优化组合的变化。第一，在量的方面，ERP 应用的领域和行业逐年扩大，从初期以财务为核心实现业财一体化，到突出各行业特点，扩大到更多领域，支持企业卓越运营。第二，在质的方面，ERP 系统采用新的信息技术的变化，包括 ERP 应用创新升级后形成的新技术体系的质变：支持国内的软硬件计算环境，融入人工智能、自动化等技术带来生产力的质变。

生产关系制约生产力发展。企业的生产关系由生产资料所有制、人们在生产中的地位 and 交换关系、产品分配关系和由其直接决定的消费关系 3 个基本方面构成，体现在生产、分配、交换和消费 4 个环节之中，而 ERP 系统正好是企业承接生产、分配、交换、消费 4 个环节的最关键的数字化平台，其实施的好坏，直接影响企业的运营效率、管控能力和客户服务水平。

因此，ERP 是企业加快发展新质生产力和调节生产关系的主要枢纽系统。因为企业新质生产力的形成条件体现在生产要素及其组合当中，生产关系又体现在生产、交换、分配和消费当中，而这两方面又有机地整合进了企业的 ERP 系统当中。

2 ERP 创新升级的契机

企业是否要升级 ERP，主要考虑以下两个方面因素。一方面，从 ERP 产品视角来看，ERP 相关技术或产品，首先会遭受“卡脖子”或停服风险，必须尽早升级。其次，目前使用的 ERP 产品版本老旧、时间久远，该版本已经或即将停止提供服务，该产品功能弱、性能差、安全隐患突出、运维和改造成本居高不下。另一方面，从企业发展视角来看，近年来企业高质量发展与变革给原先的 ERP 提出了新的要求，如业务快速增长、并购重组、战略转型、管理深化、集团运营等，ERP 由于设计实施时的局限，小的缝缝补补已经很难满足新的企业业务发展需求，ERP 的升级换代迫在眉睫。

目前，一些国内企业在遭受某些国家制裁或技术限制的时候，其使用的 ERP 软件解决方案因为里面包含该国的一些技术，使用和服务均

会受到限制。使用该国技术的企业受地缘政治影响，甚至关闭了相关服务，致使那些国家的企业运营受到重大影响。2019年，某公司在面对外部环境的压力和自身业务挑战时，决定启动创新升级ERP。2019年至2023年，该公司投入数千人，联合咨询专家、产业伙伴和生态伙伴攻坚克难，研发出超大规模云原生ERP，并成功完成对旧ERP系统的创新升级。据该公司消息，创新升级后的ERP覆盖了该企业全部业务场景和多数业务量，保障了其正常持续运营。

因此，ERP创新升级时还应注意要对ERP的关键环节具备较强的把控力，ERP在面临挑战时企业能确保其安全稳定运行，取决于企业所面临风险水平的高低，即ERP关键技术、各个关键组件等部分遭到破坏或停止服务的风险性等。

3 ERP创新升级的成功要素

一是存在整体方案可以覆盖甚至超出原有ERP产品的方案选择，否则用差的方案换掉以前好的方案，只会造成企业管理水平的下降。二是新的ERP方案在社会上已经形成一定的知识积累、经验积累和咨询实施、第三方测评人才积累。三是企业在战略层已达成统一共识，对ERP全面升级的长期价值有明确清晰的认知，投入充分的组织保障和投资保障。

大中型企业多数会选择依托成熟商用软件定制自身更为适用的ERP系统。个别企业采取自行研发的策略，对企业提出了更高要求，这些企业通常行业独特，市场高度集中，企业规模大、利润高，企业内部IT人员众多，薪资达到甚至超过主流软件公司的水平，能够长期对ERP产品研发投资，金额达数亿甚至更多。ERP创新升级应准备的资源如下。

(1) “一把手工程”。ERP不同于其他信息系统更新项目，本质是企业管理和ERP同期升级，实质是一次企业管理业务变革和信息系统全面实施，因此必须“一把手”亲自挂帅。ERP升级不是对原ERP系统简单复刻，其企业现有整体业务和未来业务的规划、管理的设计、配套的变革、资源的保障等都需要上至企业领导，下到各部门领导的全力支持与参与。国内某大型国际公司的ERP创新升级成功，是其自上而下的“一把手工程”，是企业坚定的意志和巨大资源投入的复合成果，不仅仅是乙方实施公司的“交钥匙工程”，甲方的参与程度直接影响项目的实施效果。

(2) 合理的预期。ERP升级不是一蹴而就的过程，现有国内ERP产品仍有很多待改进完善的方面，需要更多的时间打磨，需要勇挑重担、积极进取。例如，某央企集团经过一年左右的调研规划，在能用、够用的情况下，全面启动了ERP升级工程，计划用3年左右时间完成ERP升级，在实施过程中，该集团与ERP供应商、咨询规划和第三方测评方，共同计划实际业务情况和使用效果，不断打磨系统，持续迭代更新。

(3) 充足的预算。选择成熟的ERP套装软件，需要足够的实施预算，应选择高质量的实施资源，避免“最低价优先”。如果选择自行研发ERP，那么投资更大、周期更长、运维成本更高。以我国某两家企业为例，投入金额在数亿乃至数十亿元人民币后才实现对原有ERP软件的全面升级。

(4) “无感”的升级。ERP升级被业界生动地称为“开着飞机换引擎”。首先，要保证新ERP系统基本功能与原有系统相当，管理理念和操作习惯得到延续，那么原ERP系统用得好的功能应保留，不好的地方应修改，同时注意主动提升用户体验，确保流程、管控、数据、接口兼容，这样才能做到“无感”升级，降低企业升级ERP的风险。例如，某央企ERP项目的成功，实现了“心脏匹配、血管再造、心脏复跳”的三大步，集成数十套周边系统，平稳切换。

(5) 持续优化。ERP升级不能限定为一次性工程，后续还需要企业内部团队的能力转型，以支持新的ERP系统。企业应不断完善新系统以取得持续性成功，并保障优化所需的预算和资源。

4 ERP创新升级的实践指南

大部分企业建设ERP时选择了Oracle EBS或者SAP ERP，本文针对这两款ERP提出具体建议。

4.1 针对Oracle EBS升级的具体建议

如果Oracle EBS仅使用了其财务模块（总账、应收、应付、资产等），那么升级难度相对较低（以电信服务业为主，如电信行业）。企业可在国内ERP商业软件中选择解决方案，进行整体功能升级；也可选择以自研开发的方式升级。由于Oracle EBS各子模块之间相对独立，耦合度较低，通过接口表来同步数据，因此可以采取按子模块的方式自研解耦、逐步升级，以降低自研难度和风险。

如果企业业务复杂，选择了

Oracle EBS 更多的模块，全面自研的难度就很高，建议选择已有 ERP 商业软件作为基础来升级。例如，某些领域的制造业、能源行业等使用的模块，特别对于能源行业的 Oracle EBS 客户，资产设备管理（EAM）多数采用了 IBM Maximo，建议在 ERP 升级过程中统筹考虑。制造业、能源行业的客户多数是采用 SAP，建议在升级过程中，充分吸收 SAP 方案的优点，应用到未来的系统设计中。

4.2 针对 SAP ERP、S/4 升级的具体建议

首先，SAP 的升级难度远大于 Oracle。因为 SAP ERP 本来的功能完整性和管理颗粒度明显好于 Oracle EBS，尤其是针对复杂制造业领域。国内的能源电力、石油化工、矿业冶金、汽车机械、飞机高铁、半导体、电子、生命科学、消费品、农牧食品、地产等众多行业及其细分子行业的主要企业，基本选择了 SAP，且使用模块众多，直接驱动了企业整体供应链运营，很多企业把 SAP 不仅定位在经营管理类，还定位在了生产运营类。由此可见，作为企业最大的 IT 投资，SAP 对企业至关重要。大部分企业指出，SAP 出问题会直接影响生产经营或月底财报。因此，使用 SAP 的企业，在升级 ERP 时要极为谨慎。对于已经升级到 SAP 最新的 S/4 的客户，对升级 S/4 更为谨慎，对国产系统的功能和性能要求更高。

其次，SAP 的升级在 ERP 的功能和供应商的服务能力方面，建议选择对照 SAP 的核心功能整体可以全面升级的 ERP 系统，做

到企业架构、数据结构、业务对象、业务流程、关键管控点基本覆盖或者兼容 SAP 的设计，这样才可以做到在行业内更好地与历史接轨、与国际接轨。ERP 应提供便捷增强模式和“二开”能力，以便快速重构这些年在 SAP 系统中积累的“二开”程序，这样才能实现升级工程不出现核心功能缺失的问题。此外，SAP 的业务覆盖面广，企业的内部顾问、关键用户、数科公司以及广大的 SAP 顾问生态等，都是其升级的优秀资源。

最后，SAP 的升级在企业业务高质量发展方面，建议结合企业集团管控的提升，做好咨询规划，同步推进集团统建的系统平台（如主数据治理、司库、财务共享、采购平台、电商、全面预算、合并报表、商业智能等）落地。同时，推进企业现场的数字化建设（如数字化工厂、数字化仓储、数字化物流、园区一卡通、数字化质量跟踪与追溯、数字化研发等），与 ERP 构建新一代的数智化运营体系。通过咨询规划后，具备实施条件的企业亦可通过试点方式导入智能场景。例如，使用 RPA（Robotic Process Automation，机器人流程自动化）减少人工操作，通过 AI Agent（AI 智能体 / 助理 / 助手）实现人机协同，达到部分业务的自主决策与行动。目前，某央企集团推动“1+N+M”的数字化工程，以 ERP 升级为契机，同步完成集团统建系统平台在成员单位落地，试图完成成员企业的数字化工厂升级，让集团和企业的数智化水平达到一个新高度。

结语

ERP 创新升级在企业现代化进程中占据着举足轻重的地位。其既是企业形成新质生产力的关键推动力量，通过数智化转型承载企业核心业务与资源管理功能，成为企业发展新质生产力的突破口与主要枢纽系统，又在面临诸多内外部因素时迎来创新升级的契机，如技术风险、业务发展需求变化等。而 ERP 创新升级的成功离不开整体方案的科学规划、知识经验人才的积累、企业战略层面的共识与资源保障等要素，且在实践中针对不同类型的 ERP 如 Oracle EBS 和 SAP ERP 有着各自的升级要点与路径。企业唯有深刻认识 ERP 创新升级的重要性，精心谋划、稳步推进，充分整合资源并持续优化，才能在快速变化的市场环境中借助 ERP 这一强大工具，实现管理效能的大幅跃升、业务的高质量发展，进而在全球产业竞争格局中脱颖而出，有力推动企业现代化进程的加速，为我国经济的持续稳健增长与创新发展注入源源不断的动力与活力，在新质生产力发展的浪潮中稳健前行，开创企业发展的崭新局面，达成企业战略目标与长远愿景，促进产业升级与经济结构优化调整。^[1]

引用

[1] 陈劲,李根祎.科技强国战略下新时代中国创新范式[J].科学学与科学技术管理,2024(1):1-16.
[2] 尹西明,薛美慧,丁明磊,等.面向新质生产力发展的企业主导型产业科技创新体系:逻辑与进路[J].北京理工大学学报(社会科学版),2024,26(4):29-37.

新工科背景下 物理、机械、光信息交叉融合教学与研究探索

文 ◆ 贵州民族大学物理与机电工程学院 杨 会 徐艳丽 刘江涛

引言

本文探讨了物理、机械以及光信息交叉教学与交叉研究融合的重要性，并提出将学科前沿研究引入教学实践中，使学生了解先进的技术知识，培养学生的跨学科创新思维能力，增强其在复杂情境下的应用能力。同时，通过对微机械光调制器进行分析计算，将物理、机械以及光信息知识有机结合，使学生在多学科交汇中深入理解“力—光”耦合、微腔调控、光信息处理等先进技术。这种教学与前沿研究的相互融合，有助于培养出具有创新能力、独立科研素养以及实践能力的跨学科人才，为未来的科技创新和工程应用奠定坚实基础。

1 物理、机械以及光信息交叉学科概述

自然界中一切事物都是相互联系的关系，不同学科领域之间也存在联系，其相互渗透交融，共同促进知识的创新与发展。这种跨学科与综合性的交叉学科是不同学科之间思维方式的碰撞，有利于人们从多角度看待问题和研究事物的本质。尤其在当前科学技术快速发展的背景下，跨学科的融合对促进学科间知识传递、创新研究以及工业应用起着重要作用。

物理学是一门研究物质间相互作用的自然科学。最早的物理学并非一门独立的学科，而归属于自然哲学。随着人们对自然基本规律的深入探索，在 17 世纪 ~ 19 世纪，物理学逐渐脱离自然哲学范畴，成为一门独立的学科。物理学的蓬勃发展推进了社会科技的飞速进步，为技术改革与创新提供了坚实的理论基础，是人类社会科技发展的理论基石。

机械学科的研究，在现代社会中与物理学、材料学等领域的知识紧密相连。工业革命的兴起，标志着人类对机械研究的深入与全面改革。在此之前，社会生产依赖于人力、牲畜或者其他简单的工具，生产效率低下。蒸汽机的发明，使社会生产从传统的手工生产模式转变为高度机械化和自动化的新兴工业生产模式，大幅提高了社会生产力和生产效率，促进了社会经济结构的革新。目前，科技持续发展，人们对美好生活的追求不断升级，机械学科的研究显得尤为重要。

光信息处理领域，则聚焦于光与电子、半导体材料以及光纤等之间的相互作用。该领域整合了光学、电子学和材料学等学科领域的科研成果，致力于提高光信息处理的速度，对于推动现代科学技术水平进步、提高通信速度、实现生活生产设备智能化以及促进环保事业具有深远影响。

近年来，科学界取得的许多重大成果与突破，均得益于学科交叉的推动。单一的学科知识已难以应对复杂多变的实际问题，因此，将不同学科之间的知识串联整合成为大势所趋，交叉学科教育势在必行。其中，物理、机械和光信息在现代科技的快速发展中有众多交集，通过相互融合和相互作用，推动了前沿科技的创新和发展。三者的结合能够实现跨学科的技术突破，如光通信、医疗应用、智能制造与自动化等领域。通过在教育和研究中加强这三者的融合，可以为未来的工程技术发展和应用提供强大的理论支持与实践基础。在教学中，将前沿科学的发展成果引入课堂教学，能够让学生关注到当下科技的发展，也可以将科研成

【作者简介】杨会（2000—），女，贵州织金人，研究生，研究方向：光学。

果转换为教育资源,构建基于实际生活问题的教学案例,让学生在实践中理解学科交叉的应用潜力,不仅有利于掌握理论知识,还有利于培养学生的创新实践能力与独立科研素养,将学习与未来科技发展紧密相连。

2 对跨学科模型的理论分析

近年来,物理、机械以及光信息学科的交叉融合催生了众多研究成果。2019年,Mehdi Ahmadian等人提出了一种基于石墨烯的光学微电机系统加速度计传感器,光学灵敏度达到 0.2111nm/g ,运行带宽为 8kHz ^[1],该光学传感器可以应用于消费电子、火山和地震探测、汽车和惯性导航等领域。2021年,Xu等人将微机械系统与光子晶体微腔相结合,实现了高分辨率、快速和宽色域的动态色彩调制,在干涉调制器中具有重要应用价值^[2]。此外,诸如滤波器、力传感器和光谱仪等也是物理、机械以及光信息知识交叉融合的研究成果^[3-5]。

为了更好地展现三者之间的交叉融合,本文以微机械光调制器为例。通过数值计算和解析,展示了如何将物理、机械和光信息知识整合到教学改革中。具体来说,将ZnS质量块悬挂在石墨烯条带上,石墨烯条带的两端分别固定于两个高度不同的柱子顶端。在ZnS基底上方放置白色发光LED作为光源,ZnS在可见光波段有较高的折射率,为 2.59 ^[6]。上下两个ZnS反射层与它们之间的空气层共同构成了一个劈尖形微腔。

LED的发光原理是,当向LED中注入电流,注入的载流子在发光层中复合并发出光子,注

入的电流越大,载流子在发光层中复合发出的光子越多,LED的亮度越大,反之则越小。发光器件发出的光在微腔的上下表面之间发生多次反射。当满足干涉条件时,反射光线会发生干涉相长或干涉相消现象。当腔长为某些特定的值时,光在微腔中的传播将形成驻波模式。当满足微腔共振条件时,微腔可以增强微腔共振波长附近的光的强度,同时抑制其他波长的光的强度。因此,微腔的腔长与光波的传播模式和共振波长息息相关。

在劈尖形的微腔中,腔长随位置变化,微腔共振波长也随之改变,形成不同波长的空间分布。这使劈尖形微腔能够动态调控不同波长的光的增强效果,在光通信、彩色光谱、调节LED光源的色彩、光传感等领域具有广泛应用前景。通过施加外部激励(力的作用)改变微腔的腔长,可以有效提高不同波长的光的强度。

2.1 力学模型

自2004年英国曼彻斯特大学物理学家安德烈·盖姆和康斯坦丁·诺沃肖洛夫在实验室成功将单层石墨烯从石墨中分离以来,石墨烯由于其独特的性能(石墨烯的厚度极薄,单层石墨烯厚度为 0.34nm ,杨氏模量高达 1TPa ,电荷载流子迁移率高达 $200000\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$,在可见光波段单层石墨烯的吸收仅为 2.3% ,实验延展性 $>20\%$)被研究人员广泛关注^[7]。

石墨烯条带悬挂ZnS质量块的机械结构可以近似为弹簧—质量系统。当施加外部激励时,外力作用会使石墨烯条带发生形变,改变劈尖形微腔的腔长,从而对不同波长的光的发光强度进行调控。由于劈尖斜率非常小,因此悬挂在石墨烯条带上的ZnS质量块和ZnS基底近似于平行。当在石墨烯条带的中心处施加垂直向下的力时,石墨烯条带在力作用下的位移可以用以下表达式描述^[8]。

$$F = 2 \frac{EWD^3}{L^3} Z + \frac{EWH}{L^3} Z^3 + 2 \frac{\sigma WH}{L} Z \quad (1)$$

式(1)中, E 、 W 和 D 分别为石墨烯条带的杨氏模量、宽度和厚度, L 为沟槽宽度, σ 为石墨烯条带的内应力。当在石墨烯条带中心处施加 $87\mu\text{N}$ 的力时,悬挂的ZnS质量块左端与基底表面之间的距离将从 $1\mu\text{m}$ 减小到0。

2.2 微腔效应

劈尖形微腔的腔长随位置发生变化。不同位置处,光传播的光程不同。因此,不同波长的光在传播过程中会在微腔的不同位置达到共振,从而得到增强,这种选择性增强现象使特定波长的光强显著增加。同时,微腔效应可以显著提高发光器件的光发射强度。当光的波长接近微腔共振波长时,微腔会增强该波长的辐射。微腔的光谱发射强度可以以下表达式描述^[9]。

$$I = \frac{T_t \left[1 + R_b + 2\sqrt{R_b} \cos\left(\frac{4\pi n z}{\lambda}\right) \right]}{1 + R_b R_t - 2\sqrt{R_b R_t} \cos\left(\frac{4\pi L}{\lambda}\right)} I_0 \quad (2)$$

式(2)中, R_t 、 T_t 分别为劈尖上表面的反射率与透射率, R_b 为下表面的反射率, n 是微腔中介质的折射率, λ 为发光器件在自由空间中的发射波长, z 为发射器到顶部反射层的距离, L 为微腔的腔长,通过 $L = h_0 + kx$ 计算得到, I_0 为白光LED在自由空间中的发光强度。在这里, $h_0 = 1\mu\text{m}$ 。

微腔的劈尖结构使其不同位置对应的腔长不同,因此,光在微腔中会产生随位置变化的共振波长分布。随着微腔的腔长增大,微腔共振波长向长波方向移动(红移),干涉条纹的数量和微腔的腔长成正比,微腔腔长越长,得到的干涉条纹越多。当在石墨烯条带中心处施加作用力时,悬挂在石墨烯条带上的 ZnS 反射层向下移动,劈尖的上表面会向下平移,使得各个位置处微腔的腔长整体减小。此时,随着微腔腔长减小,光在微腔中的传播路径变短,干涉条纹的数量减少,波长范围增大。计算中使用的参数如下,劈尖的斜率为 $k=8 \times 10^{-4}$,石墨烯条带的杨氏模量为 0.22TPa,宽度为 0.2mm,厚度为 0.68nm,沟槽宽度为 7 μm 。 R_t 、 R_b 的值均为 0.196, $T_r=0.804$ 。

2.3 物理、机械以及光信息学科之间的相互作用

通过分析计算以上机械结构,将物理、机械和光信息知识交叉串联起来。首先,力学对微腔腔长的影响至关重要。在石墨烯条带中心处施加力,石墨烯条带发生位移,进而改变微腔的腔长,而腔长的变化直接影响微腔的谐振,这将改变光在微腔中的传播路径。若选择不同材料的条带来悬挂 ZnS 质量块,由于不同材料的杨氏模量不同,其在力的作用下的形变程度也不同。杨氏模量越大,相同位移下需要的作用力也越大。根据需求挑选合适的材料可以更加灵敏地控制腔长,选择机械性能优异的材料可以提高微腔的响应精度。

其次,微腔的光学效应与其机械结构密切相关。微腔的腔长决定了微腔的谐振频率,通过施加力改变腔长,可以有效调控微腔的谐振波长,实现对光的选择性增强。而光在微腔中的传播模式依赖微腔的结构,光程随着腔长的改变而变化,导致不同波长的光在微腔中发生不同程度的干涉。

最后,通过力学调节微腔的腔长可以实现高精度的光学传感器或光调制器。例如,通过测量谐振波长或光的强度变化,可以精确得到所受力的大小。这样的器件设计在高精度压力传感器、应力传感器中具有重要的应用前景。此外,还可以将其应用到可调谐发光器件中。当腔长发生变化时,微腔的谐振波长随之发生变化,从而输出不同波长的光,用于光通讯、新型显示技术等领域。

结语

随着科学技术的不断发展与创新,不同学科之间的交叉融合已成为必然趋势。任何高精尖技术的突破与创新都不再仅仅依赖于单一学科的知识,而是需要多学科知识的综合应用。本文通过结构设计与数值计算方法,以微机械光调制器件为例,通过对其力学模型和光在劈尖形微腔中的光学调制研究,整合物理、机械以及光信息这 3 个不同领域的知识,打破了传统学科界限,培养了学生的创新思维能力和批判性思维能力。这将有助于他们在面对复杂问题时更加从容地应对并找到解决方案。■

引用

[1] Ahmadian M,Jafari K.A Graphene-based Wide-band MEMS Accelerometer Sensor Dependent on Wavelength Modulation[J].IEEE Sensors Journal,2019,19(15): 6226-6232.

[2] Xu Y,Li H,Zhang X,et al.Single Pixel Wide Gamut Dynamic Color Modulation based on a Graphene Micromechanical System[J].Optics Express,2021,29(20):32491- 32504.

[3] Liu W,Li G,Chen C,et al.Broadly Tunable Filter based on a Graphene MEMS-phonic Crystal Composite Structure and its Application in Single-pixel Full-color Displays[J].Journal of Materials Chemistry C,2024,12(18):6588-6595.

[4] Li G,Liu F,Yang S,et al.High-sensitivity MEMS Force and Acceleration Sensor Based on Graphene Induced Nonradiative Transition[J].Carbon,2023,209:118001.

[5] Deng X,Li G,Xu Y,et al.High-Resolution Imageable Miniaturized Spectrometer Based on Graphene Micro-electro-mechanical Systems[J].Optics and Lasers in Engineering,2024,178:108244.

[6] 刘江涛,童红,蔡勋明,等.利用转移矩阵方法模拟大学物理中的薄膜干涉[J].高考,2018(6):147-147.

[7] Xu Y,Li H,Zhang X,et al. Single Pixel Wide Gamut Dynamic Color Modulation Based on a Graphene Micromechanical System[J].Optics Express,2021,29(20):32491-32504.

[8] He C,Ding J,Fan X.Modeling and Simulation of Graphene-Based Transducers in NEMS Accelerometers[J].Micromachines,2024,15(3):409.

[9] Hofmann S,Thomschke M,Lüssem B,et al.Top-emitting Organic Light-emitting Diodes[J].Optics Express,2011,19(106):A1250-A1264.

高校大型仪器共享平台建设的思考*

文◆兰州大学草种创新与草地农业生态系统全国重点实验室 兰州大学草地农业科技学院 杨 梅 常生华

引言

近年来，我国高等教育进入快速发展期，国家对高等教育的投入力度逐年加大，高校实验室建设已成为推动高校“双一流”建设的主要任务，大型仪器设备数量和管理水平是衡量高校科研水平和综合实力的主要指标^[1]。随着高校大型仪器数量的持续增加，大型仪器管理过度分散、使用封闭、利用率低下、购置重复、开放程度不足等问题逐渐凸显^[2-4]。为做好高校大型仪器共享平台建设，提高大型仪器设备资源利用效率，亟须通过对高校大型仪器共享平台使用现状分析，解析其建设和运行中存在的问题，并提出科学的管理对策，为我国高校大型仪器共享平台的优化与升级提供参考，助力一流大学和一流学科的建设。

1 高校大型仪器共享平台建设的现状与问题

1.1 高校大型仪器配置缺乏顶层设计，仪器购置不系统

高校大型仪器的购置流程涉及多个部门，通常是由二级学院提出，规划处组织论证审批，招

标办公室组织招标，实验室与设备管理部门组织签订合同、采购与验收，国资部门负责登记国有资产，财务部门进行账务处理，最后交付需方使用（见图1）。

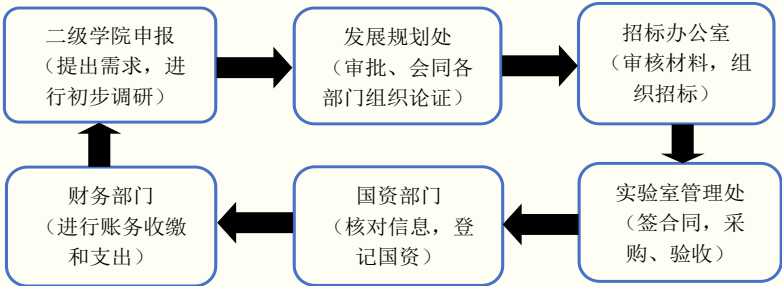


图1 高校仪器设备的购置流程

在这一流程中，高校仪器购置以学院为单位进行申报，学院组织研究所、课题组等提出仪器设备需求，汇总后统一向学校申报，因此，学院是仪器设备申报主体，调研和配置要求等由不同课题组或研究所完成。然而，这种申报方式存在一个问题，即提出层面缺乏系统的顶层设计和大局意识，往往忽视了学校层面的设备占有率、使用率等采购前期的调研和论证工作，对学校整体同类设备的现状缺乏足够的了解，导致了盲目购置、重复购置的现象，所购置设备零散且小而不精、大而不全，购置后出现设备闲置、利用率不高、资源浪费等问题，不利于共享平台建设。同时，所购置的设备也无法高效支撑系统全面的科学研究，一定程度制约了科学研究的系统性，阻断了学科间的交叉融合，进而影响了一流学科的建设 and 一流人才的培养，阻碍了高校的整体发展。

1.2 大型仪器平台管理人员专业技能不高，仪器使用不充分

目前，大部分高校仪器设备使用按照“谁申报、谁使用、谁负责”的原则。大型仪器共享平台是由学校相关职能部门构建的一个共享化平台，集中了全校大型仪器设备，供校内外研究人员共享使用，进而提高仪器设备利用率。实际管理是由各学院实验技术人员负责，学校统一规范进行管理。大多数高校管理大型仪器的实验技术人员具备本学科专业背景，可为本学科实验教学、科研设备利用和维护、实验技术研发与创

*【基金项目】国家自然科学基金青年项目（32201475）；大型仪器设备开放共享专项经费项目（LZU-GXJJ-2024-003）
【作者简介】杨梅（1992—），女，甘肃平凉人，博士，中级实验师，从事大型仪器设备管理和平台建设工作。
【通讯作者】常生华（1978—），男，甘肃民勤人，硕士，高级实验师，从事大型仪器设备和实验室管理工作。

新等提供技术支撑，但同时专业局限性致使大型仪器的设备功能未能得到充分挖掘，部分仪器设备仅发挥了基本功能，对仪器设备的新功能开发和技术创新则难以实现，致使难以满足不同学科背景仪器使用者的需求，也无法达到仪器设备高效利用的目标，进而影响大型仪器平台的运行效果。

1.3 平台仪器使用服务补偿机制不健全，管理人员积极性受挫

大型仪器共享平台服务补偿机制是影响仪器利用率和使用寿命的重要因素。高校大型仪器共享平台的服务对象包括校内、校外多个层次，虽然已设置收费标准和规范，但在具体操作中，按标准收费却面临诸多困难。首先，仪器设备的主要使用者是校内师生，针对该层次的收费往往仅能保证购置试剂耗材的费用，基本不预留仪器设备的维护费用，这种较少的费用导致仪器设备经常处于超负荷运转状态，无法得到及时维护。其次，仪器使用缴费并不由大型仪器平台的管理人员自由支配，有时学校会将大型仪器平台的收入进行统筹，用于其他方面的支出，导致付出劳动的仪器设备无法得到及时保养，影响利用率。最后，仪器设备管理人员往往无法按照服务补偿的要求得到相应的报酬和绩效，他们的劳动和付出得不到对等的酬劳，严重挫伤了管理人员的工作积极性，进而影响大型仪器设备的使用效果。

1.4 平台仪器使用流程制度不规范，仪器使用不高效

许多高校在建立大型仪器共享平台时，都制定了平台运行的相关规章制度，目的是保障平台高效良好地运转。然而，在平台实际运转过程中，却存在诸多问题，导致效率低下。首先，奖惩制度和激励制度尚不健全。管理制度中未明确将仪器设备的使用效率与管理技术人员的收入、绩效、职称等挂钩，致使平台仪器管理人动力不足。其次，仪器管理人员配比不足，且技术人员专业技能与仪器设备不匹配。管理制度中未明确技术人员业务职责、技能要求、培训制度以及进修计划等，致使仪器利用与管理人员业务技能、人员结构以及上机人员复杂多变之间的矛盾，进而影响仪器使用寿命和效率。最后，陈旧的管理制度和信息化管理时代的矛盾也是制约仪器使用效率的重要因素。大型仪器共享平台应采用全新的管理模式，但现实中，许多高校的管理制度仍沿用老模式，尤其在西部欠发达地区，这种现象更为普遍。因此，亟须对管理制度进行修正和革新，以适应现代化的信息管理需求。

1.5 平台建设的信息化程度不足，仪器使用不透明

高效大型仪器共享平台是依托信息化技术，通过网络、视频、信息等技术手段让使用者能够随时掌握所需用的仪器设备的使用状况。然而，目前达到预期目的的高校并不多，绝大多数高校的大型仪器共享平台在信息畅通性方面存在不足，无法实现远程操作等功能。这主要是由于建设目标不明确、管理体制不适宜所致。一方面，管理单位和使用单位的目标不一致。大型仪器共享平台归学校职能部门管理，使用方则是各个学院、重点实验室或教学中心。管理单位的目标是利用信息化技术实现大型仪器的高效和快捷利用，而使用单位则更注重本单位使用的方便性、优先性，以期获得更好的科研效益。另一方面，使用单位在仪器使用过程中以期获得更好不愿意将全部信息公开，导致使用状态模糊不

清，尤其是一些使用频率较高的仪器，此种现象更为普遍。

2 高效大型仪器共享平台建设管理对策

2.1 增强顶层设计，科学规划，系统配置，提升共享平台综合能力

在大型仪器购置方面，高校应加强顶层设计，从学校层面集中调研与充分论证，综合考虑学科交叉需求，合理配置各学科所需的仪器设备。为此，学校应成立专门的学术委员会和管理委员会，指导大型仪器共享平台的设备购置、管理以及长期规划（见图2）。对于共性需求强烈的设备，学校应集中购置，并由学校大型仪器平台管理中心组织专家进行深入调研与科学规划，实现系统配置与统一管理。通过集中有限资金购置急需的仪器设备，确保共享平台精准、系统且完善，促进学科交叉融合，并推动各学科的快速、均衡发展，最大化设备投资效益。

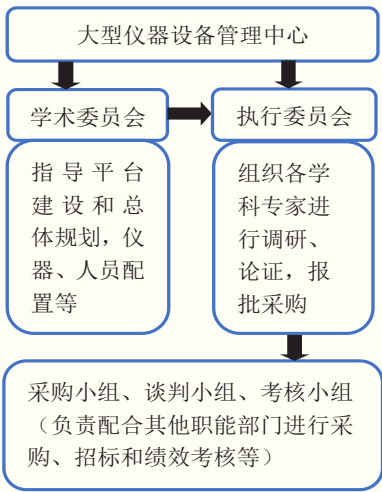


图2 大型仪器设备管理中心构架

2.2 提升管理人员业务能力，提高仪器利用率

高校大型仪器共享平台的管理效率与运行效果，很大程度上

取决于管理人员的业务水平与管理能力。为提高管理人员的综合素质，平台应定期组织专业技能和业务素质提升活动，鼓励管理人员深入研究仪器设备的使用和功能开发。通过不断拓展设备功能、改进使用方法，并及时总结经验、公开发表研究性学术论文、申报专利与标准，将技术成果与管理人员的考核绩效挂钩，激励他们积极探索创新，将仪器设备的管理、使用和研究视为专业追求，从而有效提高高校大型仪器的利用效率，为共享平台的持续发展奠定坚实的技术基础。

2.3 建立仪器使用有偿服务机制，激发人员管理动力

有偿服务是激发管理人员积极管理和使用大型仪器设备的有效手段。学校应为每台共享平台的大型仪器设立有偿使用账户，明确收费标准与收费流程。所收费用应合理分配，一部分用于设立共享基金，以支持所有加入大型仪器共享平台的仪器设备；一部分专门用于仪器设备的维修与维护，确保其保持良好运行状态；还有一部分则直接作为管理人员的技术酬劳和奖励，旨在让实验技术人员享受到技术成果带来的成就感，从而提升他们对仪

器设备管理工作的认同度和职业幸福感。此举将有效调动实验技术人员钻研业务的积极性，促进其管理水平和业务素质的提升，保证大型仪器设备的完好率，进而推动大型仪器共享平台实现健康、持续的发展。

2.4 建立规范的使用流程和运作模式，保障平台持续运行

为了促进高校大型仪器共享平台的长期稳定运行与高效利用，必须建立一套规范的使用流程和运作模式。这要求平台管理者深入调研各类仪器的使用需求与特性，制定出既符合仪器操作规范，又能满足用户多样化需求的详细流程。流程应涵盖仪器预约、使用前培训、实际操作、数据记录、维护保养以及故障报告等各个环节，确保每一步都有章可循，有据可依。同时，运作模式上需采用灵活多样的服务方式，如设立开放服务时段、提供远程操控选项、开展定期技术交流等，以增强平台的吸引力和服务范围。此外，还应建立健全的监督与反馈机制，通过用户评价、使用效率分析等手段，不断优化流程和服务，保障平台的持续稳定运行。通过这些措施，不仅能够提高仪器的使用效率，还能有效促进科研资源的共享与优化配置，为科技创新提供强有力的支撑。

2.5 建立高效的信息化平台，增强仪器开放性

信息化建设是大型仪器共享平台成功运行的基础。高校应构建一个功能完善、运行高效的信息管理系统，涵盖仪器设备的基本信息、功能介绍、药品耗材使用规范、预约登记、仪器状态、维护检修记录等各个模块。系统应确保信息内容丰富、更新及时、全面透明，为用户提供便捷的信息获取渠道。同时，加强信息畅通与渠道多样化建设，确保使用者能够第一时间掌握仪器的功能信息、操作规程、注意事项、使用流程等，避免因信息不畅造成使用仪器障碍。此外，还要积极开发仪器的网络功能，拓展应用领域与灵活使用方式，促进大型仪器平台的开放性与共享性，有效提升平台效益与仪器利用率。

结语

高校大型仪器共享平台是现代教育科研资源共享化与资源利用节约化的重要体现，也是高校“双一流”建设的重要支撑。通过加强顶层设计、提升管理人员业务培训、建立有偿使用机制、规范使用流程以及构建信息化平台等措施，可有效促进高校大型仪器资源的共享与利用，助力多学科协作共进与一流人才的培养。

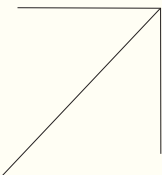
引用

[1] 徐文,徐斌.扬州大学大型仪器设备“1+X”开放共享模式探索与实践[J].实验技术与管理,2020,37(10):9-12.

[2] 金仁东,柯红岩,崔家瑞.高校大型仪器设备共享平台建设与管理实践[J].实验技术与管理,2018,35(1):21-24.

[3] 谷文媛,朱臻,曹莹方.大型仪器设备共享管理与服务信息化建设的思考与实践[J].实验室研究与探索,2021,40(6):272-275.

[4] 吴冠仪.科教融合视角下高校大型仪器设备全生命周期管理[J].实验室研究与探索,2021,40(4):280-283.



长输油气管道 阴极保护电位智能监测技术应用研究

文◆湖北省天然气发展有限公司 张浩 黄宇航 尹凡 高月婷 尧善霞

引言

埋地长输油气管道长期处于复杂多变的土壤环境中，易发生腐蚀破坏，严重威胁管道的结构完整性和使用寿命，造成巨大的经济损失和环境污染。阴极保护是预防和控制管道腐蚀的重要技术手段，通过在管道表面施加一定的阴极极化电流，使管道的电位保持在电位以下，从而达到防腐的目的。

本文针对长输油气管道阴极保护电位监测面临的实际问题，提出了一套基于物联网的智能监测系统方案。系统采用模块化设计，由现场监测单元、通信网络、监控平台和移动客户端组成，能够实现管道阴极保护电位的自动采集、远程传输、实时监控、智能分析和预警。同时，重点研究了测量电极选型以及布置优化、数据无线传输、故障诊断等关键技术，并通过工程应用实践，验证了系统的可行性和有效性。

1 阴极保护电位智能监测系统的总体架构

1.1 现场监测单元

现场监测单元是系统的信息采集前端，主要由测量电极、数据采集仪、数据传输模块等设备组成，安装在管道沿线，负责管道对地电位和管地电流等参数的自动测量与实时采集。其中，测量电极是埋设于管道周围土壤中的参比电极，用于测量管道对地电位。考虑到测量电极的选型和布置方式会直接影响电位测量的准确性和代表性，本系统采用高稳定性的锌基参比电极，并结合管道的埋深、土壤电阻率等因素进行测量点位的优化设计，在距离管道一定范围内多点布置，提高电位测量的可靠性。数据采集仪可通过多路模拟量输入接口同时接入多个测量电极，负责各测点电压信号的采集、滤波和 A/D 转换。数据传输模块主要包括 GPRS DTU 或 LoRa 模块，利用无线通信网络将采集的数据实时上传至监控平台。监测单元通过太阳能电池板和蓄电池供电，具备较强的环境适应性，可在管道沿线无人值守运行。

1.2 通信网络

通信网络是连接现场监测单元与监控平台的数据传输通道。管道阴

极保护监测点分布广、跨度大，所处环境条件复杂，对通信网络的覆盖能力和传输稳定性提出了较高要求。本系统针对不同应用场景，灵活选择 GPRS 或 LoRa 无线通信方式，综合考虑覆盖范围、功耗、成本等因素进行网络规划设计。管道铺设地区通信覆盖差的偏远区域可采用 LoRa 组网，利用其超远距离、低功耗的特点实现稳定可靠的数据传输；人口密集区等 GPRS 信号较好的区域则直接利用运营商网络传输数据。同时，预留了以太网、RS485 等有线接口，作为无线通信的补充和备份。

1.3 监控平台

监控平台是系统的数据管理和应用服务中心，通常部署在管道运营企业的监控中心。平台基于云计算架构搭建，包括数据接收存储、可视化展示、统计分析、预警等多个功能模块。实时接收现场监测单元传输的阴极保护电位和管地电流数据，并存储在时序数据库中，便于后续查询和分析。利用数据可视化和图表呈现技术，直观展示管道阴极保护电位和电流的时空分布特征，为阴

【作者简介】张浩（1986—），男，四川南充人，本科，中级工程师，研究方向：自动化。

极保护效果评估提供直观的判断依据。监控平台还内置了大数据分析算法模型，可对海量监测数据进行统计分析、相关性分析、异常检测等，及时发现阴极保护系统的故障隐患，并通过短信、邮件等方式推送预警信息，为阴极保护运维管理提供决策支持。

1.4 移动客户端

移动客户端采用 Android、iOS 等主流移动操作系统开发，可以便捷地安装在智能手机、平板电脑等移动终端。管道运维人员通过 WiFi、4G 等无线网络登录移动客户端，即可随时随地查看管道阴极保护电位和电流的实时监测数据，了解阴极保护运行状态，客户端还具有故障报警、巡检任务管理等功能，结合监测平台的数据分析结果，有助于及时处置阴极保护异常问题，提高管道运维的智能化水平。移动客户端提升了管道运维的移动办公效率，为一线作业人员提供现场决策支持^[1]。

2 长输油气管道阴极保护电位智能监测的关键技术

2.1 测量电极选型及布置优化

测量电极是获取管道阴极保护电位数据的关键传感器，其性能和布置方式直接影响监测数据的可靠性。锌基参比电极因其电位稳定、抗干扰能力强、使用寿命长等优势，在土壤腐蚀环境下得到广泛应用。本系统选用高纯锌棒作为测量电极材料，将锌棒装入陶瓷套管中，内部填充特定配方的盐溶液作为电解质，电极表面包覆一层隔离保护层，再用环氧树脂密封，构成一个封闭的电化学体系。该结构增强了电极的绝缘性和机械强度，提高了测量稳定性。

测量电极的空间布置需要兼顾管道全线覆盖和局部重点监测。通常根据管道敷设环境和腐蚀风险情况，沿管道纵向每隔一定距离设置一个监测断面，每个断面根据管径大小设置 2 ~ 8 个测量电极。在阀室、三通、弯管、穿越等管道腐蚀高风险区，适当增加测点密度。此外，测量电极与管道的距离和埋深也会影响电位测量值，应进行合理设置。本系统开发了测量电极布置优化算法，通过管道和地形数据建模，计算不同布置方案的电位测量盲区和误差，进而得到测量电极的最优布置参数，在保证测量精度的同时减少测点数量，节约了监测成本。

2.2 数据无线传输技术

管道阴极保护监测环境恶劣，现场数据的实时、可靠传输是系统有效运行的前提。系统选择 GPRS 和 LoRa 作为数据传输的主要无线通信方式，形成互补的异构网络。GPRS 传输时延低、实时性好，适合数据量大、传输频率高的场合；LoRa 覆盖范围广、穿透性强，更适合地形复杂、通信资源匮乏的偏远管段。

GPRS DTU 采用工业级无线通信模块，支持多种网络制式，内置看门狗和掉线重连机制，可智能切换基站，保证传输的连续性。DTU 通过 RS485 接口连接数据采集仪，以 Modbus RTU 协议采集各监测点的数据，设置的传输间隔为 5min。为降低通信功耗，DTU 设有多种工作模式，可根据数据传输的紧迫性，动态调整休眠时间，DTU 还支持远程升级、参数配置等管理功能。

针对管道穿越山区、沙漠等通信条件恶劣的区域，系统采用 LoRa 组网实现远距离数据传输。LoRa 是一种基于扩频技术的超远距离无线通信方案，单跳通信距离可达 10 ~ 20km，传输功耗低，数据吞吐量一般为 0.3 ~ 5 kbps。LoRa 模块采用星形组网，接入点 AP 设置在管道沿线通信条件相对较好处，末端节点分散安装于各监测点附近。考虑到 LoRa 组网的容量和冲突限制，末端节点按一定的时间间隔轮询上报数据，AP 汇聚数据后通过 GPRS/4G 回传监控平台^[2]。

2.3 数据分析与故障诊断技术

海量监测数据的分析和挖掘是实现阴极保护智能化的关键。本系统构建了管道阴极保护大数据分析模型，对异构多源的电位、电流、地理信息、环境等监测数据进行关联融合分析，评估管道阴极保护有效性，识别腐蚀高风险区域。系统对管道全线的阴极保护电位时空分布特征进行可视化分析。通过管道地理信息系统（GIS）与实时电位监测数据的融合映射，直观展现不同时间、不同位置管段的阴极保护电位水平，量化阴极保护不足或过保护区域的长度比例，评判阴极保护总体有效性。

系统内置了基于支持向量机（SVM）的阴极保护故障诊断模型。选取管道电位平均值、最小值、最大值和方差等统计特征，管地电流均值、脉动等特征参数，训练 SVM 模型。当监测数据出现异常时，模型可快速判断故障类型，如参比电极故障、绝缘损坏、阴极断线、干扰等，缩小故障排查范围。针对腐蚀易发区，系统还搭建了基于电化学噪声 Spectroscopy 和 Machine learning 的腐蚀预测模型。提取管道电位和电流信号的噪声特征频谱，结合环境温度、湿度、pH 值等影响因子，通过深度神经网络算法建立管道腐蚀速率与这些参数的映射关系，及时预

警高腐蚀风险，并优化阴极保护控制参数^[3]。

3 长输油气管道阴极保护电位智能监测系统的应用实践

某输油管道全长 500 余公里，穿越不同地貌和土壤类型区域，对阴极保护智能监测提出了较高要求。因此在该管道建设了一套阴极保护电位智能监测系统，对关键技术进行了工程应用验证。

3.1 监测系统现场安装与联调联试

在现场安装测试阶段，沿管道纵向每隔 5 ~ 10km 布设一个测量断面，每个断面根据管径布置 2 ~ 6 个锌基参比电极。针对管道穿越河流、公路等高风险段，加密了测点布置，电极埋设在距管道 0.3 ~ 2m，埋深 0.5 ~ 1m 的范围内。所有电极引线汇集至就近的测量桩中，由数据采集仪统一采集。数据通信方面，管道中东部地区主要采用 GPRS 无线传输，西北部山区和沙漠区域则以 LoRa 组网为主。

系统调试阶段，对各监测点位的参比电极稳定性和极化情况逐一测试，个别电位漂移超过 20mV 的电极重新施工。数据采集仪连通性、测量准确度、A/D 转换误差均调试合格。GPRS DTU 和 LoRa 模块与监控平台的数据通信稳定，传输成功率达 99% 以上，满足系统实时性要求^[4]。

3.2 系统功能测试与性能验证

完成安装调试后，对系统功能进行了全面测试。系统能够实现管道全线阴极保护电位和管地电流数据的自动采集和实时传输，数据刷新周期小于 5min。监控平台服务器性能稳定，支持百万级的并发数据请求，平均响应时延小于 1s。Web 端用户界面友好，数据可视化和统计分析功能齐全。移动客户端支持 iPhone 和安卓系统等多种机型，离线地图、扫码识别等现场作业功能可靠。在性能评估方面，使用手持辅助电极对监测系统的测量精度进行了抽样复核。实测表明，系统测量的管道平均电位与人工测量的误差小于 3mV，满足行业规范要求，监测系统连续运行 72h，数据完整率 100%，未出现通信中断和死机故障，具有较高的稳定性。

3.3 长期运行稳定性与测量准确性跟踪评估

监测系统投入使用后，对系统的长期运行情况进行了跟踪评估。除个别测点受外力破坏外，大部分测点运行良好，测量电极性能稳定。定期对系统时钟和 A/D 值进行校准，监测数据准确度符合预期。系统上线运行一年来，通过大数据分析，准确识别管道存在阴极保护不足和绝缘破损的多个高风险区段，为管道检修和加强阴极保护提供了数据支撑，有效消除了管道泄漏风险。监测数据与管道实际腐蚀状况吻合度良好，验证了系统的实用性^[5]。

3.4 典型故障工况下的诊断分析案例

2018 年 6 月，系统监测到东段 67km 处阴极保护电位突然升高到 -0.65V(vs.Cu/CuSO₄)，与相邻测点电位差异明显。系统预警推送后，运维人员利用移动终端导航至该测点，地面巡查未发现明显异常。遂判断为地下故障，结合系统诊断提示的“阴极断线”信息，在附近管线检修口进行开挖核查。经确认，原先焊接在管道底部的引线头松动脱落，导致该点阴极保护电流中断。重新焊牢引线后，电位恢复正常，验证了故障诊断的准确性。

结语

长输油气管道阴极保护电位智能监测是管道完整性管理的重要技术手段。本文设计并实现了一套基于物联网的管道阴极保护电位监测系统，突破了测量电极优化布置、LoRa 远距离无线通信、大数据挖掘等关键技术，实现了管道阴极保护状态的实时采集、智能分析和预警。经现场应用实践，系统运行稳定可靠，测量准确度高，极大提升了阴极保护的智能化水平和管道运行安全性，具有良好的推广应用前景。未来，随着 AI、区块链等技术的发展和融合，必将驱动阴极保护监测实现泛在感知、决策智能、高度协同的智能化变革，形成管道全生命周期内腐蚀防护的立体化监管体系，从而保障管道输送的高效、清洁、安全。同时，需要多学科交叉创新，推动油气管道产业与信息产业的深度融合，不断探索前沿理论与实践应用。^[6]

引用

- [1] 梁文杰.基于分布式光纤传感的油气管道安全监测基础研究[D].成都:电子科技大学,2012.
- [2] 王红军,张胜国.长输油气管道阴极保护电位智能监测技术[J].石油石化物资采购,2024(4):143-145.
- [3] 唐勇,丁帅.长输油气管道阴极保护电位智能监测技术[J].天然气工业,2022,42(5):46-46.
- [4] 臧琰,汤江文,唐勇,等.石油天然气长输管道阴极保护采集电位智能分析模型研究[J].中国测试,2024,50(S01):182-190.
- [5] 薛凯琳,胡志强,刘乐乐.埋地保温管道腐蚀监测技术应用效果评价与改进方法研究[J].材料保护,2023,56(8):201-209.

基于 Toad 模型的设备评分系统设计与开发

文 ◆ 中国电子科技集团公司第三十研究所 朱 俊 李开文

引言

当前，众多部门、机关均运行着重要的通信设备，运维人员需时刻关注其运行状态以确保设备间的通信畅通无阻。然而，传统的管理系统仅能展示设备的当前和历史运行情况，无法对设备运行情况做出准确判断，给运维人员的日常管理带来了巨大挑战。因此，建立一套设备运行评分机制显得尤为必要，有助于对设备状态进行全面预判。对于评分较高的设备，用户可以放心使用；而对于评分较低的设备，运维人员则需深入了解具体情况，以便及时作出更换、维修的决策，从而保障设备的持续健康运行。评分系统的构建依赖机器学习算法，基于设备的各项数据指标，如当前工作运行状态、历史变化状态、硬件运行指标、日志事件和告警、设备策略配置、基本信息完善程度等特征变量，进行综合研判。在国内外，评分系统常被用于风控研究，如银行对贷款客户的信用评分^[1]。在国内，针对设备的运行状态的分析与预测，大多采用单一的机器学习算法。例如，张瑞聪提出了基于时间卷积网络的设备运行状态预测

方法并进行了实现^[2]；和征等基于数字孪生与k-近邻算法对车间设备运行状态进行了预测研究^[3]。当前，银行个人信用评分模型的应用已相当成熟。借鉴这一模型，本文对设备运行评分进行了研究。采用Toad标准化评分卡模型^[4]工具，对数据进行筛选和建模，具体步骤包括收集各项设备运行指标数据、进行相关性检查、特征筛选、数据分箱、WOE转换、逻辑回归建模，并最终将结果转换为评分。

1 Toad 简介

Toad 是一款功能强大且丰富的风险评估模型建立工具包，其采用Python语言编写，对数据分析的各阶段都进行了封装，提供了成熟的函数，能助力用户快速建立模型。其建模流程主要包括数据预处理、数据检测、特征筛选、数据分箱、WOE转换、模型转换以及评分转换等步骤。

1.1 数据预处理

数据预处理是建模过程中的重要环节，其涵盖提取多尺度特征、文字数据离散化、剔除明显错值和缺失值、为部分缺失值补全默认值等操作。在收集到原始数据后，还需要相关专家根据经验对每条数据进行标签划分，标记出设备状况是否良好，并据此将设备分为好设备与坏设备两类（注：设备的好坏是相对的）。

数据集包括设备运行状态、工作状态、各种策略、流量、硬件数据、事件、告警以及标签等共计36维数据（见表1）。

表1 数据集

id	流量	cpu 温度	运行态	工作态	策略1	策略n	事件	告警	...	标签
1	14524	56	在线	正常	已下发	已下发	3	2	...	0
2	5420	63	在线	异常	已下发	已下发	0	0	...	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2000	56902	75	离线	离线	未下发	未下发	12	11	...	1

1.2 数据检测

数据检测亦称为数据探索分析，是特征筛选的前置条件。数据检测统计出每列特征的相关信息，包括数据类型、缺失值、唯一值、离散值众数、数值类型平均值。然后，根据标签值算出每个变量的IV值、基

【作者简介】朱俊（1990—），男，四川巴中人，硕士，工程师，研究方向：信息系统管理。

【通讯作者】李开文（1981—），男，河南周口人，本科，工程师，研究方向：信息系统管理。

尼系数、熵、唯一值等。Toad 提供了 quality 方法对数据进行检测。

IV 值, 即变量的信息值, 用于确定变量的预测能力, 其公式如式 (1) 所示。

$$IV_i = \left(\frac{Bad_{x_i}}{Bad_{total}} - \frac{Good_{x_i}}{Good_{total}} \right) * Ln \frac{Bad_{x_i} / Bad_{total}}{Good_{x_i} / Good_{total}} \quad (1)$$

式 (1) 中, Bad_{x_i} 为 x 特征的第 i 个分箱情况下的异常样本设备数量, Bad_{total} 为异常样本设备总数, $Good_{x_i}$ 为 x 特征的第 i 个分箱情况下的正常样本设备数量, $Good_{total}$ 为正常样本设备总数。

$$IV = \sum_{i=1}^n IV_i \quad (2)$$

从式 (2) 可以看出, IV 值是对 WOE 的加权求和, 且一定是正数。该指标体现了变量对异常风险的影响权重, IV 越大, 该变量触发风险的概率越大。因此, 在建模过程中, IV 值常被用作筛选变量的依据。 IV 值经验参考表如表 2 所示。

1.3 特征筛选

特征筛选主要是根据变量的 IV 值、缺失值、变量间的相关性对数据集进行初步的特征筛选。缺失值占比较高 (如 0.9) 或 IV 值低于 0.02 的变量对模型几乎没有预测能力, 而对于相关性较强的变量, 只需保留一个即可。Toad 模型对特征筛选进行完美封装, 通过调整缺失值、变量相关性、 IV 值等参数的阈值从而达到对特征的筛选。Toad 模型提供了 selection 方法, 以便执行这一特征筛选功能。

1.4 数据分箱

数据分箱是按照特定方式对同一变量进行分类, 从而实现数据的离散化, 增强数据稳定性的过程^[5], 其本质是对变量值进行多分类或分组。分箱具有直观了解数据分布、简化数据、加快训练速度、增强模型稳定性等优点。常见分箱包括无监督与有监督两种类型, 本文使用的是卡方分箱, 属于有监督分箱。Toad 模型 transform 类提供了 fit、export、load 等方法用于建立、查看分箱节点以及手动调节分箱等。

分箱的结果对后续的 WOE 转换至关重要。为了使分箱结果具有业务解释性, 可以通过 python 对分箱结果作曲线图, 在此过程需手动对分箱进行调整。结合 Python 中 matplotlib.pyplot 以及 Toad.plot 库函数对 badrate (坏样本率) 与分箱结果作曲线图, 观察变量分箱的单调趋势。通过尝试拆分、合并调整分箱, 使其呈单调趋势。如果分箱结果只有一个分类, 则需要移除该变量。

1.5 WOE 转换

WOE (证据权重) 转换是对数据变量进行转换的一种编码方法。其将分箱后的变量分组转换为数值型数据, 以量化每个分组对目标结果的影响程度。WOE 计算公式如式 (3) 所示。

$$WOE_{x_i} = Ln \frac{Bad_{x_i} / Bad_{total}}{Good_{x_i} / Good_{total}} \quad (3)$$

WOE 的计算公式反映了当前变量所在分组对结果的影响的方向和程度。当 WOE 值为正时, 表示该分组对结果有正向影响; 反之, 则为负向

表 2 IV 值经验参考表

IV 值	预测能力
<0.02	无
0.02 ~ 0.1	较弱
0.1 ~ 0.3	一般
0.3 ~ 0.5	较强
>0.5	强

影响。WOE 值的大小表示了影响程度。WOE 编码增强了数据的解释性, 不同变量间可以直接通过 WOE 进行对比。Toad 模型提供了 WOETransformer 方法来实现变量的 WOE 转换。

2 建立模型

逻辑回归是作为评分模型中最为常用的方法之一, 在评分领域内占据着举足轻重的地位^[6]。其具有输出概率意义、简单易懂、计算效率高、应用广泛等优点。本文通过 sklearn 实现逻辑回归模型的建立。

2.1 建模步骤

(1) 开始遍历全部变量, 每个变量与目标值建立模型, 选择与模型效果拟合最好的一个变量作为第一个变量。

(2) 在第一步的基础上, 增加一个变量, 开始遍历剩余变量, 选择与模型结果拟合最好的变量作为第二个变量。

(3) 在第二步的基础上, 继续增加变量, 然后选择与模型结果拟合最好的变量作为第三个变量。

以此类推。

(4) 当添加的变量无法再加强模型的效果, 则无需再添加变量, 停止遍历。

通过以上步骤, 筛选出来的变量具有代表性。将筛选出的变量放入逻辑回归模型中, 即可得到最终模型。



图 1 设备运行得分图

2.2 模型评估

在评估模型预测结果时，常用的评价指标包括 KS、AUC、PSI 等。其中，PSI 是群体稳定性指标，通常用于衡量同一指标在训练集和测试集上的分布差异，包括变量的 PSI 以及模型的 PSI 两种。KS、AUC 是评分模型中使用较高的评价指标，通常用于评估二分类。KS 值能直观表示该模型区分好坏样本的能力，一般来说，KS 值越大，表示模型性能越佳。但值得注意的是，当 KS 大于 0.8 时，模型的表现则过于优秀，以至于令人怀疑，此时需要仔细排查，如是否有否存在具有一票否决的特征影响了模型。

2.3 转换评分

Toad 模型提供了将逻辑回归模型转换为标准评分卡的 ScoreCard 函数，支持传入回归参数、专家评分卡等，并基于通过 WOE 编号后的数据计算出每个分箱的最终分数。一旦分数确定，就可以通过原始变量值计算相应的分数。每个变量的分箱范围及对应的分箱得分会被保存至数据库中，作为设备得分的依据。

3 应用实例

本文基于 Toad 模型对设备的运行情况进行评分，并将该评分方法应用于设备综合运行系统中。对于任意设备，双击设备后，会弹出一个详细信息的窗口。在这个过程中，系统会从数据库中获取该设备的各变量值，并将这些值映射到具体变量分箱内。然后，根据分箱得分，计算出设备的最终得分，设备运行得分图如图 1 所示。

结语

本文成功实现了基于 Toad 模型的评分系统设计。从数据检测到模型建立，再到评分转换，Toad 模型均提供了成熟且易用的函数支持。通过数据清洗、各阶段调参，确保了模型的高可靠性和可解释性。评分模型一旦建立，就可以对设备当前状态进行评分。然而，评分模型并非一劳永逸，为了保持分数的准确性，应定期建立新模型替换老模型。Toad 模型在设备评分领域的成功应用，充分展示了其在更多常见场景中的广泛应用潜力。

引用

[1] 唐春玲.基于机器学习的信用评分卡研究与设计[D].长沙:湖南大学,2022.

[2] 张瑞聪.基于时间卷积网络的设备运行状态预测方法与实现[D].青岛:中国石油大学(华东),2021.

[3] 和征,李忠鹏,杨小红.基于数字孪生与k-近邻算法的车间设备运行状态预测研究[J].制造技术与机床,2024(3):193-199.

[4] 徐英浩.信用评分系统的设计与实现[D].杭州:浙江工业大学,2020.

[5] 夏晨琦.局部最优分箱及其在评分卡模型中的应用[J].统计与决策,2019,35(7):63-67.

[6] 张俊涵,赵寿为.基于卡方分箱法和逻辑回归算法的财务危机预警模型研究[J].中国物价,2021(7):107-109.

少儿图书馆区域合作探析

文 ◆ 国家图书馆参考咨询部 张 丽

引言

2010年,文化部发布了《文化部关于进一步加强少年儿童图书馆建设工作的意见》。该意见明确指出,“少年儿童图书馆是我国图书馆事业的重要组成部分,是以广大未成年人为对象的重要的社会教育机构,是未成年人的第二课堂。加强少年儿童图书馆建设,是保护广大未成年人的文化权益、建立健全公共文化服务体系的重要举措。”自文件发布至2022年,我国少儿图书馆总量和总藏书量均发生了巨大的变化。据《中国统计年鉴》中少年儿童馆总藏书量统计,2010年我国少儿图书馆97个,总藏量21592千册件;2016年少儿图书馆122个,总藏量4231万册件;2020年少儿图书馆147个,总藏量9856万册件;2021年少年儿童馆143个,总藏量5491万册件;2022年少儿图书馆146个,总藏量5644万册件。2022年总藏书量为2010年的2.6倍,因此,少年儿童馆(室)的馆藏建设尤为重要。

随着经济发展,我国各地区文化合作逐渐增强。通过合作,不仅促进了人才与文化的深入交流,还推动了科技、文献、信息等各类基础性教育资源的全面线上联网共享。因此,各省市少年儿童图书馆在致力于为少年儿童提供舒适的阅读环境的同时,也应注意加强与其他相关机构合作,以确保能够为少年儿童提供全方面的阅读服务。基于此,本文主要对区域性少儿图书馆合作的构建意义、面临的难题进行分析,并有针对性地提出合作的具体途径。

1 区域性少儿图书馆合作的构建价值

目前,随着信息技术的飞速发展和教育理念的不断更新,少儿图书馆作为儿童获取知识与启迪智慧的重要场所,其重要性日益凸显。然而,面对日益增长的少年儿童阅读需求和多元化的文献资源,单个少儿图书馆往往难以独立满足所有需求。因此,探索和实践区域性少儿图书馆的合作模式,成为提升服务质量、拓宽资源渠道的有效途径。以下,将从几个方面详细探讨这一合作模式的构建价值。

(1) 有利于文献资源整合。当前,大部分少儿图书馆已实现书籍数据的自动化管理,拥有广泛的少儿文献资源。然而,由于各少儿图书馆所拥有的少儿文献覆盖面较为广泛,但区域间少儿图书馆尚未做到线上

联合编目,极大地限制了少年儿童对文献的充分利用。为了打破这一瓶颈,少儿图书馆通过与本区域范围内相关机构或公共图书馆进行合作,共同创建一个线上少儿阅读数据库。通过采用统一的分类标准、编目规则和检索平台,实现各少儿图书馆文献资源的无缝整合和高效共享。通过这一合作机制,不仅可以加强区域内少儿图书馆之间的联系协作,还能显著提升文献资源的利用率和覆盖面,为少年儿童提供更加丰富、多元的阅读选择。

(2) 可实现文献资源共建共享。随着儿童阅读活动的不断推广,儿童读物的出版量剧增。据《中国统计年鉴》各地区少年儿童读物情况统计表中全国儿童读物统计,2009年有15591种,共计28445万册;2012年增至30965种,47702万册;2015年达到36633种,55564万册;2018年进一步增长至44196种,88858万册;2021年为46322种,96994万册;而到了2022年,种类略有减少至43560种,但总量已突破至104579万册。自2009年至2015年,儿童读物以较平稳的速度增长,2016年较2015年有小幅增长,2022年则突破了10万万册。儿童读物

【作者简介】张丽(1986—),女,北京人,本科,馆员,研究方向:图书馆学。

的大量出版,不仅增加了少儿图书馆筛选文献的工作量,还导致馆藏量激增。对于一些馆舍面积较小的图书馆来说,很难容纳下如此庞大的文献量。因此,通过区域合作,可实现本区域内文献资源的共建共享,有效解决这一问题。

(3) 优化资源配置与缓解资金压力。少儿图书馆在我国普遍存在馆藏资源不足、种类单一等问题,不仅导致了资源浪费,还加剧了资金压力。通过构建区域合作模式,少儿图书馆可避免文献资源重复建设,实现资源的共享和互补,从而优化资源配置^[1]。具体而言,区域合作可以帮助图书馆根据服务范畴和该区域内人口居住的实际状况进行有针对性的布局调整。同时,通过合作采购、联合活动等方式降低成本、增加收入,有效缓解资金压力。

(4) 促进少儿图书馆的均衡发展。通过合理构建区域性少儿图书馆合作机制,可有效减轻各区域内少儿图书馆文献信息不足以及不同读者需求多样化之间的矛盾。同时,区域合作还能够为资源共建、共享以及馆际合作起到一定示范作用,推动少儿图书馆事业的均衡发展。

2 区域性少儿图书馆合作构建困境

全民阅读的实现,依赖于真正意义上资源的共建共享。随着信息化的发展,各类信息纷繁复杂,读者难以有效筛选这些信息,容易受误导。少儿图书馆拥有专业的人才和丰富的文献资源,在长期读者服务中积累了丰富的专业知识,能较好地指导读者筛选文献,并进行有针对性的阅读指

导。然而,各少儿图书馆在文献资源存储量和服务对象上具有差异性,使构建区域性少儿图书馆合作面临一定困难。

首先,缺乏少儿图书馆区域合作理论支撑。当前,国内少儿图书馆区域合作的案例较少,而国外模式因国情、馆情不同无法直接照搬。因此,各少儿图书馆在进行区域合作探讨时,尚无相关理论支撑,导致合作难以达成或成效不明显。

其次,区域合作经费不足,导致合作难以实现。各少儿图书馆购书经费相对较少,若要实现区域合作,还需投入资金用于合作网站、设备以及数字资源的建设和维护。经费短缺进一步加剧了区域合作的困境。

再次,人才分布不均,各方面利益难以均衡。一些经费充足的少儿图书馆人才充足,且专业知识完备,但一些区、县少儿图书馆则人才匮乏,往往仅有几名工作人员。人力资源的不平衡导致各少儿图书馆发展不均衡,发展较好的少儿图书馆缺乏参与区域合作的积极性。

最后,各省市少儿图书馆分布不平衡。据《中国妇女儿童状况统计资料 2022 年》,2021 年北京、天津、河北、山西、内蒙古共有少年儿童图书馆 5 个,其中天津和山西为 0 个;辽宁、吉林、黑龙江共有少年儿童图书馆 22 个,其中辽宁有 16 个;上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东共有少年儿童图书馆 45 个,其中安徽有 17 个;河南、湖北、湖南、广东、广西、海南共有少年儿童馆 36 个,其中河南有 11 个;重庆、四川、贵州、云南、西藏共有少年儿童图书馆 16 个,其中云南有 6 个;陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆共有少年儿童图书馆 20 个,甘肃有 10 个,宁夏为 0 个。上述资料显示各区域少年儿童图书馆数量差距较大,部分省市甚至尚未建立少儿图书馆。

3 区域性少儿图书馆合作的构想

3.1 加强少儿图书馆区域合作的基础性建设

在推动区域性少儿图书馆合作的进程中,加强基础性建设是至关重要的第一步,包括但不限于完善各成员馆的硬件设施、提升服务水平以及优化馆藏资源配置。首先,各成员馆应加大对基础设施的投入,如升级图书借阅系统、增设电子阅读设备和自助服务终端等,以提高服务效率和读者体验。其次,重视图书馆员的专业培训,提升其业务能力和服务意识,确保能够为读者提供高质量的服务。同时,各成员馆还应根据自身的定位和特点,合理规划馆藏资源,既要注重数量,也要注重质量,确保馆藏资源的多样性和针对性,以满足不同年龄段、不同兴趣爱好的少儿读者的阅读需求。通过这些基础性建设,为少儿图书馆的区域合作奠定坚实的基础。

3.2 制定并保障实施合作的基本原则和规章制度

区域合作是各成员馆在自愿的基础上,为了发展需要而形成的合作。因此,需要制定一定的规章制度进行约束,以确保合作的初衷得以实现并持久发展。例如,华盛顿研究图书馆联盟(WRLC)的成功得益于合作协议和法规的制定,其协议明确了成员的权力和责任以及有利于组织稳定和资金投入的特殊规定,既保证了联盟成员的连续性,又确保了联盟组织结构的稳定性^[2]。

在制定区域合作协议和规章制度时,应充分考虑各成员馆的利益,规范各成员馆的权利和义务。在制定初期,各成员馆应协商一致,广泛征求各方意见。征得所有成员馆的认可后,方能正式签署协议。协议一经签署,应严格执行,以保障其权威性。

3.3 加强成员馆间的沟通与交流

各少儿图书馆的馆藏资源具有独特性,由于经费差异,馆藏资源建设存在明显不同。馆藏资源充足的成员馆应根据各馆经费状况和该区域读者的阅读需求,为其定制馆藏文献采购建议,以实现区域内各成员馆之间文献资源的共建共享。

各成员馆之间应定期开展业务交流培训^[3]、学术报告会、经验交流会等活动,以促进知识共享和经验交流。有条件的成员馆还可以派驻馆员到经验丰富的少儿图书馆进行学习,以吸取先进经验,增强自身理论知识的学习,不断提高自身业务素质,以适应新化时代背景下少年儿童图书馆事业发展的需要。

3.4 少儿图书馆编目系统改版与联合编目中心建立

目前,各级各类少年儿童图书馆的文献编目系统为《中图法》,但少儿文献应方便小读者检索使用,在类目的设置上更应充分考虑少年儿童的检索习惯。因此,天津市少年儿童图书馆2011年提出《中图法》第五版的少儿版修订工作,天津图书馆编委与《中图法》主副编参与组织修订和审定工作,该版已于2013年11月正式出版并改名为《中图法·未成年人图书馆版》(第四版),同时发布了Web文本版。

《中图法·未成年人图书馆版》实现了我国儿童图书馆分类编目的标准化。各级各类少年儿童图书馆应根据各馆实际情况,做好改版工作。例如,建议馆藏10万册(件)以下的成员馆,实行切实可行的改版方案;馆藏文献在10万册(件)以上的成员馆,则可实行两套系统并存的方案,对新购置的文献采用《中图法·未成年人图书馆版》进行编目,并按照新的排架顺序和分类目录进行上架。在人力和财力允许的条件下,可对原馆藏文献按照《中图法·未成年人图书馆版》进行编目,以实现馆藏文献目录和编目系统的统一。

少儿文献编目中心的中心馆为天津市少年儿童图书馆,其接受全国联编中心的监督和指导。然而,目前全国联编中心成员馆中,少年儿童图书馆所占比例较小,因此,建议各级各类少年儿童图书馆积极加入,共同努力,尽快建立少儿图书馆联合编目中心,以降低区域合作馆的人力、物力和财力消耗,最大限度地减少编目成本。

3.5 推动数字化建设与资源共享平台建设

在信息化时代背景下,少儿图书馆的区域合作必须高度重视数字化建设与资源共享平台的建设。通过构建统一的数字化平台,不仅能够实现馆藏资源的数字化存储与高效管理,还能促进各成员馆之间的资源快速流通与共享。首先,应加大对数字化建设的投入,包括资金、技术和人力资源。通过引入先进的数字化设备和软件,提升馆藏资源的数字化水平,确保资源的准确性和完整性;培养专业的数字化人才,负责资源的采集、处理、上传和维护工作,确保数字化建设的顺利进行。其次,

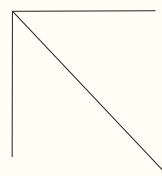
建立区域性的资源共享平台,实现各成员馆之间的无缝对接。该平台不仅应具备强大的检索功能,方便读者快速找到所需资源,还应支持资源的在线预览、下载和打印等功能,提升读者的使用体验。最后,还应注重资源的更新与维护。各成员馆应定期上传新的馆藏资源,确保平台的资源丰富性和时效性。建立资源审核机制,对上传的资源进行严格的审核和筛选,确保资源的合法性和准确性。

结语

区域性的少儿图书馆合作已经成为一种新的发展趋势,该合作模式有助于满足儿童阅读的个性化需求,实现同一区域内儿童特色资源的共建共享,同时节约了少儿图书馆自身的成本,对其今后发展具有重要意义。^[8]

引用

- [1] 闫顺呈.公共图书馆少儿阅读推广多元合作模式探讨[J].河南图书馆学刊,2018,38(5):35-36+45.
- [2] 陈琳.地区性图书馆联盟建设的思考[J].图书馆论坛,2004(6):276-277.
- [3] 李小玉.区域性公共图书馆提供专利信息服务的探讨[J].农业图书情报学刊,2018(4):164-167.



智能手机全面屏技术发展概述与自动化检测功能的设计实现

文 ◆ 软通动力信息技术集团 李 晨
荣耀终端有限公司 王孟禾
山东仁仁科技有限公司 李 阳

引言

智能手机的发展日新月异，而全面屏技术是智能手机发展的重要方向，对于智能手机厂商来说，全面屏技术成为产品迭代中不可或缺的一环。基于此，本文将针对全面屏的核心问题进行深入概括和探讨，提出现有全面屏

技术的优化解决方案，进一步寻找未来智能手机发展的突破点。

1 背景

当今社会，智能手机的发展日新月异，从硬件技术的更新到软件系统的优化，每一款手机的推出都在追求创新，而全面屏技术是智能手机发展的重要方向。随着“全面屏”时代的来临，“刘海屏”的处理、屏下摄像头的设计、曲面屏和极窄边框屏的工艺突破等是决定全面屏素质的因素，影响着屏幕的整体体验。



【作者简介】李晨（1992—），男，山东临沂人，硕士研究生，研究方向：电子元器件与材料。
【通讯作者】王孟禾（1994—），男，陕西西安人，硕士研究生，研究方向：电子元器件与材料。



图 1 几种手机屏幕发展的典型代表

几种手机屏幕发展的典型代表如图 1 所示。手机屏幕从最开始的按键手机逐步过渡到触摸大屏，但仍然保留了底部的核心功能键位。随着手机性能改善，为了追求更高的屏占比，逐步缩小了两侧的手机边框；当手机两侧的空间几无提升后，又发展出了“刘海屏”进一步压缩顶部的空间提升屏占比。但是，手机底部的边框空间始终要比另外三条边框更宽。如果想把底部边框缩小至另外三边的宽度，那么不仅涉及手机中框设计和整机工艺组装问题，还涉及显示屏幕模组的设计与工艺等显示器件问题^[1]。因此，本文重点探讨显示屏幕和模组底部边框的设计与技术改善方案，并针对主流全面屏技术 COF 工艺的金属导线断裂问题，提出了一种自动化失效分析与检测的技术方案，进一步提升了全面屏的质量与效率。

2 全面屏技术的发展历程概述

2.1 最初屏幕的传统封装技术——COG

传统的 COG（Chip On Glass）封装技术，是将芯片绑定在玻璃背板上，驱动玻璃背板上的显示单元发光，COG 产品具有装配工艺简便、易于小型化、特别适用高密度、大容量的 LCD 显示模块等优点，随着信

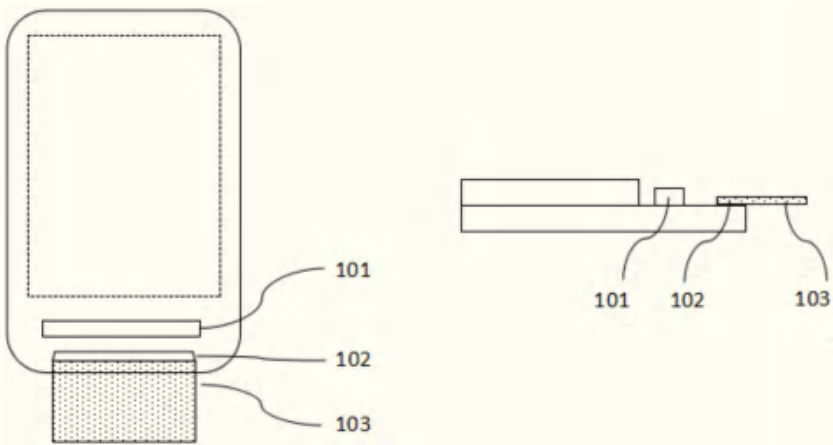


图 2 COG 结构示意图

（101—驱动 IC，102—ACF，103—FPC）

息化程度的不断提高和数字通信技术的广泛应用，近年来得到了前所未有的发展，但是随着便携式应用产品越来越多，导致芯片体积较大，进而导致边框较宽，主要体现在底部排线的一端，即手机的“宽下巴”^[2]。COG 结构示意图如图 2 所示，其有一块 LCD 显示屏以及 IC 和引线，采用 ACF 各向异性导电胶，通过热压直接将 IC 绑定到 LCD 屏上，绑定后的整个模块还要通过 FPC 或金属引脚与 PCB 板连接在一起。

很多早期的全面屏智能手机则对于底部排线未做任何处理，延伸下来之后直接放到智能手机的“下巴”里，导致智能手机“下巴”处比较宽而粗。全面屏发展初期大部分的手机显示屏主要采用 COG 技术进行驱动芯片的封装。18:9 显示屏仍然可以采用 COG 工艺，但是后来随着全面屏从 18:9 向 19:9 甚至 20:9 的长宽比演进，COG 工艺已不能适应智能手机的组装流程。

2.2 全面屏的进阶技术——COF

COF（Chip On Film）封装技术是将芯片绑定在 FPC 上，原本封装在基板上的芯片可以随 FPC 向后翻折，缩减了一个 IC 厚度以及相关排线的距离，大约 1.5mm，底部空间得到提升。对于全面屏而言，基于 COF 的工艺相比于 COG 工艺可以进一步提升显示面积。采用 COF 方案下边框尺寸极限可以由 3.4 ~ 3.5mm 缩减至 2.3 ~ 2.5mm，对于产品性能和消费者用户体验的提升是极大的进步^[3]。

2.3 柔性 OLED 屏幕特有的 COP 技术

尽管 COF 工艺技术已经为全

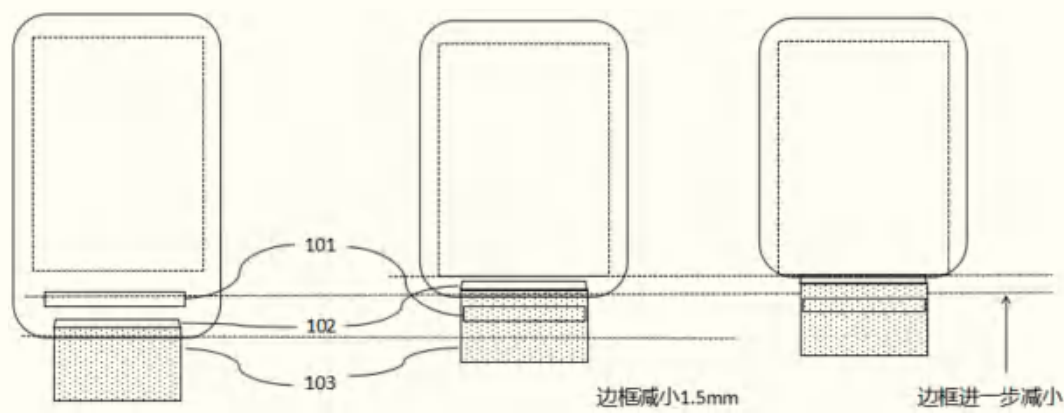


图 3 COG 与 COF、COP 工艺技术对比

面屏的发展贡献了极大的力量，但是在柔性 OLED 屏幕领域，还有一种更有优势的技术，即 COP（Chip on Plastic/PI）封装技术，这种技术可以最大限度压缩屏幕模组，利用柔性屏可以弯曲的特点，将屏幕的底边弯曲，从而缩小边框可以达到近乎无边框的效果。目前，主流手机品牌旗舰手机（如苹果 iPhone 系列等）均采用 COP 技术，利用三星、京东方等柔性 OLED 屏幕并使用 COP 封装工艺，做到真正的底面极窄边框^[4]。COG 与 COF、COP 工艺技术对比如图 3 所示，分别展示了 3 种工艺技术的边框效果和截面结构示意图，可以看到 COP 对于全面屏的极窄边框提升巨大。

3 COP 技术现有的难题瓶颈与解决方案

3.1 现有不良难题

COP（Chip on Plastic/PI）封装技术尽管可以最大限度压缩屏幕模组，利用柔性屏可以弯曲的特点，将屏幕的底边弯曲，从而缩小边框可以达到近乎无边框的效果^[5]。但是压缩比率越高，带来了更高的成本和更低良品率问题，同时，弯折部位的 Panel（Pad bending 区）相较 FPC 更为

脆弱，受碰撞或挤压等不可避免的机械冲击现象的影响，显示面板的 Pad Bending 弯折区很容易出现裂纹，导致异显、亮线、触摸失效等问题。因此，提高 COP 技术的工艺良率以及预测 COP 技术发展趋势成为从业者们探讨的核心问题。

3.2 解决方案

本文根据屏幕产业链技术发展的趋势以及现有行业问题，提出并总结了针对全面屏的一种自动化检测 COP 功能不良的设计技术路径方案，以作进一步探讨。探讨方向主要从弯折区电容机理出发，自动检测金属走线失效，并提升弯折区抗冲击强度等方面进行改善提升。

4 一种自动化检测 COP 功能不良的设计实现

4.1 基于电容机理的弯折区金属走线失效检测

目前，金属弯折区（即 Pad bending 区）无任何裂纹检测措施，无法监测金属弯折区走线的开裂风险以及金属弯折区中的严重的金属走线开裂的情况，因此会导致亮线不良，早期拦截手段较多。然而，对于金属弯折区两侧边缘存在微裂纹的屏幕模组，在未伤及走线的情况下，若在出货前无法暴露问题，用户端的机械应力、环境温度等因素都会导致微裂纹扩展，进而使金属弯折区走线断裂，最终导致屏幕显示不良^[6-7]。

因此，本章的目的在于提供一种显示面板弯折区微裂纹的检测方法，能够对显示面板弯折区两侧边缘位置是否存在微裂纹进行识别检测，并能够检测出具体存在微裂纹的部位，有效降低不良屏幕模组流入用户端的风险。

为解决上述技术问题，本章提供了一种检测方式，应用于显示面板的弯折区和显示屏驱动芯片，检测单元设计布局如图 4 所示，其特征在于左右两侧分别具有第一、第二检测线 209、连接引脚 210 以及检测单元 211；检测单元设置于显示屏驱动芯片 213 内，检测线连接至连接引脚，连接引脚与检测单元对应连接；检测单元用于采集、缓存、输出电容容值数据^[8]。

通过这种方式，在屏幕模组的弯折区左右侧边缘均设置检测线，第一检测线与第二检测线形成电容，通过对电容容值的检测，判断各个检测区域是否存在微裂纹以及微裂纹的存在位置，以便于制造商提前处

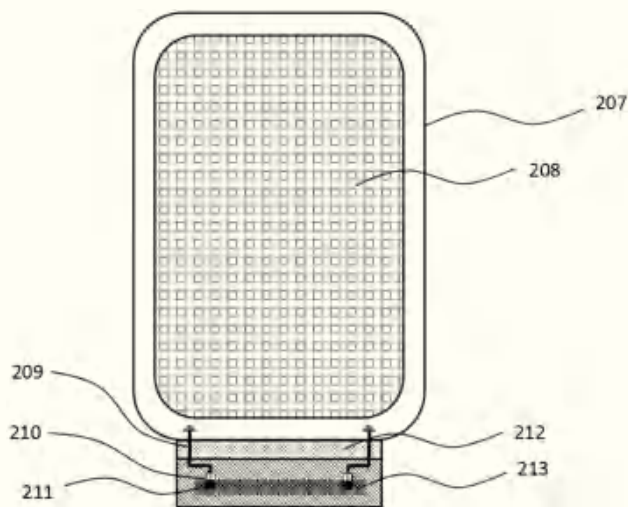


图 4 检测单元设计布局

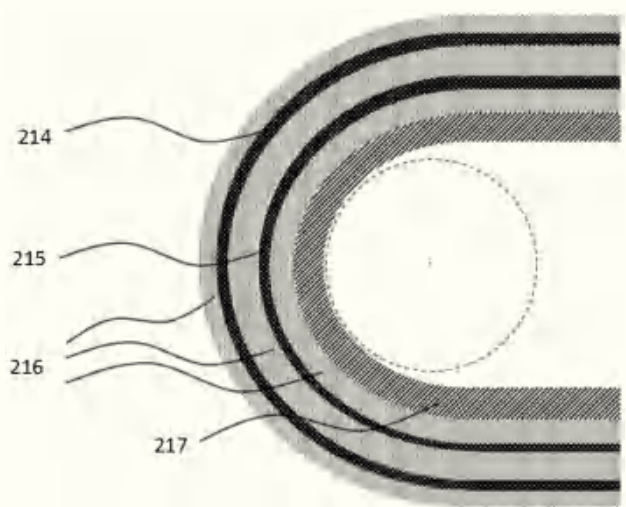


图 5 弯折区检测线截面示意图

理，避免不良模组流入下一道工序中。

4.2 工作原理展示

弯折区检测线截面示意图如图 5 所示，214 和 215 为金属检测线，216 为绝缘层，当弯折区两侧，第一检测线 214 与第二检测线 215 间存在微裂纹时，该区域介质的介电常数发生变化，从而导致两个检测部位之间的电容改变，进而实现对弯折区是否存在微裂纹进行检测。另外，当第一检测线或第二检测线本身出现微裂纹时，第一检测线与第二检测线的正对面积发生变化，从而影响第一检测线与第二检测线之间的容值。值得一提的是，当第一检测线与第二检测线之间，出现平行于检测线的微裂纹时，通过电阻法无法检测出，而此电容检测方法则可以较为精确检出。

结语

本文探讨了智能手机等电子产品中全面屏技术的发展过程与当下面临的问题，从多个方面来进行论述，首先从传统的屏幕封装方式入手，过渡到柔性 OLED 屏幕的 COP 工艺，进而引出 COP 工艺中的现有技术难题和提升方向，提出和总结了针对全面屏和 COP 工艺设计的技术路径和方案。特别是从弯折区金属走线失效检测、弯折区抗冲击强度提升方面来进行探讨，通过设计基于电容机理的弯折区金属走线失效检测功能为全面屏和极窄边框手机提供了解决方案，并为显示技术的发展指明了方向。

引用

[1] 张军,苏子芳,关星,等.一种窄边框的液晶显示面板设[J].液晶与显示,2015,30(3):467-471.
[2] 马东阁.OLED显示与照明——从基础研究到未来的应用.液晶与显示,2016,31(3):229-241

[3] SEMI.SEMI发布最新中国LED Fab业更新及制造材料市场报告[J].现代显示,2013,1(1):58.
[4] 王大巍.OLED产业化历程与问题分析[J].液晶与显示,2022,37(6):709-717.
[5] 周永山,张峰,袁高,等.一种显示面板及电子设备:114141141A[P].2022.03.04.
[6] 郑宏兵,汪洋,王宁,等.基于COF区弯折的柔性屏金属层应力影响因素分析[J].液晶与显示,2021,36(8):1121-1127.
[7] 刘正周.柔性OLED屏幕折叠过程及弯折性能影响因素分析[D].武汉:华中科技大学,2019.
[8] 龚林辉,李晨,刘超,等.显示面板及其制备方法、显示装置及拼接显示装置:113270457A[P].2021.8.17.

