

实践探索

Practical Exploration

近年来，我国信息化事业不断发展，在“全面提高信息化水平，推动信息化和工业化深度融合，加快经济社会各领域信息化”等战略方针的指引下，做出了大量的实践与探索，延伸到了社会、经济、政治、文化、军事等各个领域。移动互联网、云计算、大数据等技术的不断发展和普及，为信息化实践的推进提供了有力支持。此外，智慧城市与数字强国的建设需求也推动了信息化的探索进程，符合时代的要求与趋势。

信息化对经济发展的作用一直是较为重要的课题，在电子政务、电子商务、企业数字化转型、大数据分析应用等各个领域均取得了重大成果。同时，信息化实践探索的工作一直秉承着突破性与创新性齐头并进的态势向前发展。未来将继续以信息化实践与探索为基石，不断推动国民经济和社会信息化事业发展，加快释放信息化发展的巨大潜能，以信息化驱动现代化，全面建成社会主义现代化强国。



ChatGPT 在大学生教育领域应用的机遇、挑战与应对策略

文◆太原科技大学马克思主义学院 李赫男

引言

ChatGPT 全称 Chat Generative Pre-trained Transformer，是由美国人工智能公司 OpenAI 发布的一款生成式人工智能（AI-Generated Content, AIGC）最新技术成果，凭借基于人类反馈强化学习核心技术，成为具备强大的与人对话能力、信息检索能力和文本生成能力的自然语言处理工具。如今，以微软为代表的互联网公司已经基于 ChatGPT 推出了多种衍生产品。ChatGPT 作为与人类互动交流并完成撰写邮件、文案、代码和论文等任务的生成式人工智能工具，在大学教育领域有着广阔的应用前景，不仅可以满足大学生的论文写作需求，还可以提供及时的教育反馈和评价，成为智慧课堂建设的重要工具，在促进教育公平方面发挥重要作用。然而，大学生在使用 ChatGPT 过程中，面临学术不端和过度依赖困境，甚至存在法律风险，因此，政府应制定相应的法律法规和伦理道德规范，高校应切实有效地开展思政教育工

作，帮助大学生树立正确科学的 ChatGPT 应用观念。

1 ChatGPT 在大学生教育领域中的应用机遇

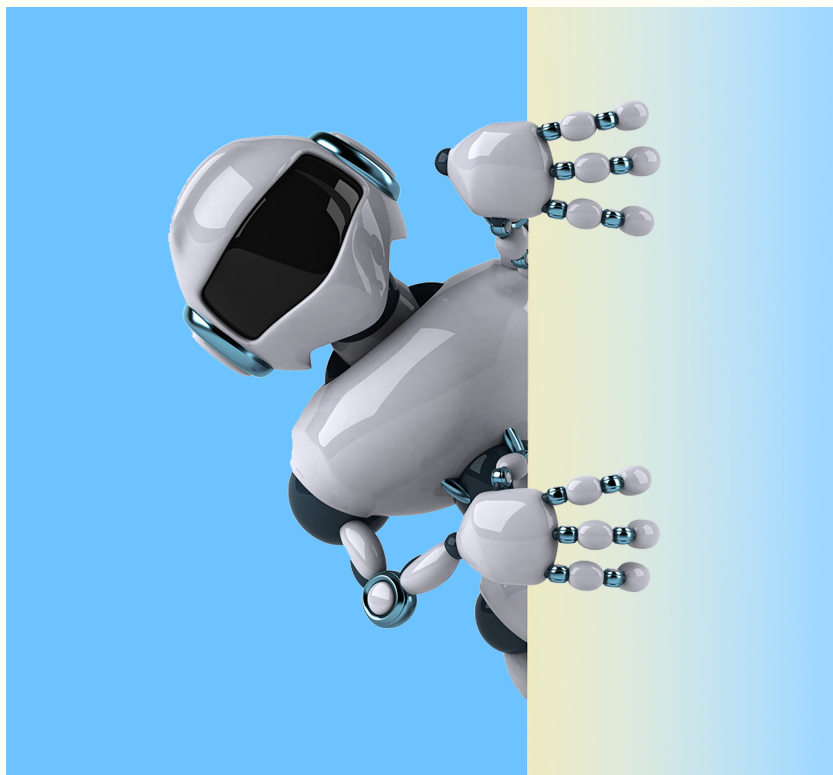
1.1 满足智能学习需求的“百科全书”

一方面，ChatGPT 有助于大学生智能化学习。大学生根据自身的学习节奏和兴趣爱好，使用 ChatGPT 定制学习计划和学习内容，更好地理解 and 吸收知识，提高学习效率。ChatGPT 具备的语音识别和图像识别功能，有利于进一步提高大学生智能化学习程度^[1]。另一方面，ChatGPT 满足了大学生的论文写作需求。ChatGPT 具有批判性思维，在同一问题上有着不同的语言表现，展现出的思想深度可以启发使用者拥有更多的视野和角度，激发大学生创作灵感。与传统搜索工具相比，ChatGPT 能为大学生提供更专业、更全面的知识，在一定程度上突破了视野局限，克服了收集信息和选择信息的障碍。同时，在知识经济时代，想要掌握专业知识与技能，就需要花费大量时间成本和金钱成本，部分专业领域甚至筑起了自己的“知识高墙”，ChatGPT 的应用，有利于大学生翻越“知识高墙”，提高知识获取的效率和质量。

1.2 促进智慧课堂建设的“智能管家”

智慧课堂是依托新兴信息技术产生的新型教学模式。与传统教学模式不同，智慧课堂突出互动性、智能化和数据化。智慧课堂为数字一代大学生的自主学习提供了新的渠道和环境，提高了大学生的自主学习水平，大幅度提升了教学效果。每一次新一代的信息技术的兴起，都会引发智慧课堂建设的研究和发展。ChatGPT 作为新兴生成性人工智能，将助推智慧课堂的新变革，其成果也将惠及每一个大学生。一方面，ChatGPT 可以提供针对性教学方式，增加智慧教学的趣味性，让大学生在智慧课堂中更有参与感和新鲜感；另一方面，ChatGPT 可以根据教学内容帮助教师布置随机的教学任务，生成不同难度的且富有创造性的问题和答案，升级教学策略和方式。

【作者简介】李赫男（1999—），男，山西吕梁人，硕士研究生，研究方向：思想政治教育。



1.3 提供教育评价反馈的“AI助教”

高校教学评价与反馈集中体现在课堂教学、期末考试和期末论文，在大学生日常练习与作业中表现并不明显。ChatGPT有效填补空缺，成为提供教育评价与反馈工作的AI助教，在文科和理工科领域发挥积极作用。在文科论文写作方面，ChatGPT具备对话情境理解能力，对大学生论文创作进行客观评价，为大学生提供改进思路。在理工科程序编写方面，ChatGPT具备程序语言解析能力，协助大学生生成相关代码片段，帮助大学生理解程序设计思路和编写方式，判断分析代码的正确性并修正，提升大学生程序编写能力。

2 ChatGPT在大学生教育领域中的应用挑战

2.1 学术不端——陷入诚信缺失和过度依赖困境

ChatGPT可以帮助大学生直接生成论文完成课程作业，在考试中作弊，教师难以分辨大学生自己写的答案和ChatGPT自动生成的答案^[2]。ChatGPT的推行伴随科技伦理问题，大学生使用ChatGPT时存在剽窃他人成果的问题，产生侵犯他人知识产权的风险。在与ChatGPT的高频率互动中，大学生失去独立思考和深度思考的能力，陷入过度依赖的困境，成为了人工智能机器的附庸。

2.2 信息错误——受知识水平限制容易混淆是非

ChatGPT不具备搜索引擎（如Google）提供原始信源的能力，甚至生成错误信息。主要表现在以下3个方面。一是信息不准确。ChatGPT生成内容存在事实性错误、知识盲区和概念误用，尤其涉及某些前沿领域和高深知识，ChatGPT的错误率较高。二是事实不一致。ChatGPT生

成的文字中会出现真实信息和虚假信息混杂的情况。三是胡编乱造。如果使用者故意编造一些不符合常识的问题向ChatGPT提问，ChatGPT非但不能指出问题的错误，还会基于本就错误的问题进行解答。

2.3 认知对抗——认知偏见和认知培养防不胜防

一方面，ChatGPT作为强传播的一方，具有随着大学生需求、态度和思想的变化及时调整沟通策略的能力，实现对大学生认知的深度干预。ChatGPT借助数据、算法和算力等技术优势，根据用户画像和议程设置等应用理论对大学生进行认知培养。基于用户画像的构建和精准投喂的功能，ChatGPT在与大学生的对话交流中扮演“指路牌”的角色，大学生的头脑将变成ChatGPT及其背后操纵力量的“跑马场”。另一方面，ChatGPT被用作意识形态认知战的锐利武器。ChatGPT不仅具有技术属性，还兼有用于实施意识形态认知对抗的政治属性^[3]。ChatGPT会成为高度拟人化的意见领袖，其制造的政治舆论碾压个体的声音，大学生个人的不同意见难以抗衡，不仅会在沉默的螺旋效应中变得更加微弱，甚至无法跨越背后算法的“天罗地网”。

2.4 触犯法规——接触来源和过程不受法律保护

一方面，接触正版ChatGPT来源不受法律保护。ChatGPT作为美国公司开发的产品，仅允许用户以海外手机号码注册使用，不支持中国大陆地区的电话号码登录，故国内大学生无法直接通过合法合规的渠道使用ChatGPT。另一方面，国内相关

软件信用和安全难以保证。一些不良商家通过贩卖相关产品赚取利润，这种没有办理行政许可而私自售卖的商家涉嫌非法经营。同时，相关产品的实际性能与正版 ChatGPT 相去甚远，基本不能满足使用者需求。

3 ChatGPT 在大学生教育领域中的应用引导策略

3.1 提升知识素养，灵活驾驭工具

提升利用人工智能的素养水平，掌握 ChatGPT 在不同学习工作情境下应用的基本方法，遵守 ChatGPT 应用的道德伦理规范，不利用 ChatGPT 炮制和传播虚假信息，做保护自身利益和维护国家安全的第一责任人。针对 ChatGPT 在回答时带有错误信息的情况，大学生在使用 ChatGPT 时，不能做 ChatGPT 答案的全盘接收者，应保持高度的怀疑精神，对获得的答案从多种渠道进行验证，练就一双“火眼金睛”，在自身的专业领域不断精益求精。此外，大学生要从 ChatGPT 的错误中学习总结，在批判谬误中发现真理。

3.2 打造自主品牌，寻求国产替代

我国在人工智能研发领域有实力、有潜力、有竞争力。营造创新环境，支持和鼓励互联网企业开展生成式人工智能大模型的研发，积极抢占科技竞争和未来发展制高点，破解在科技领域的“卡脖子”问题。同时，看待 ChatGPT 不应只将目光局限于研发领域，我国在 ChatGPT 的普及运用领域仍大有可为。我国有规模庞大的消费市场和多方面的需求，与 ChatGPT 广阔的应用前景相契合，因此，推出以 ChatGPT 为基础的下游产品，助推生成式人工智能“飞入寻常百姓家”，不仅可以使 ChatGPT 变为适合大学生的学习工具，还可以让 ChatGPT 成为服务于人民群众日常生活的智能产品。

3.3 加强思政教育，筑牢思想阵地

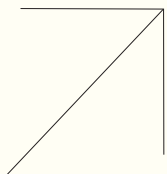
一方面，高校承担起帮助大学生“扣好人生第一粒扣子”的责任。为抵御西方国家以 ChatGPT 为武器推进西方文化霸权，我国应坚持马克思主义在意识形态领域的指导地位，加强和改进高校思想政治教育，帮助大学生提升识别分辨能力和自觉抵制能力，引导其树立正确的人生观、价值观和世界观。另一方面，凝聚价值共识，反对错误社会思潮。以 ChatGPT 为代表的生成性人工智能的兴起，使思想舆论传播格局发生了重要变革，高校要以社会主义核心价值观引领社会思潮，揭露错误思潮的迷惑性和欺骗性，做大做强主流舆论，增强大学生对中国特色社会主义的认同感^[4]。

3.4 健全法律政策，完善伦理规范

一方面，加强对人工智能伦理的研究，解决科技伦理治理中出现的突出问题。强化对科技创新中伦理问题的前瞻性研究，积极推动并参与到人工智能伦理的国际重大议题讨论和规则的制定中。鼓励高校开设聚焦科技前沿的人工智能伦理课，帮助青年大学生树立正确的人工智能伦理观念。另一方面，依法依规，推进 ChatGPT 法律制度建设。我国是最早对人工智能发展及其应用规范提出规划并落地的国家之一，为了确保人工智能持续健康发展，我国已出台多部关于人工智能的政策文件，ChatGPT 的相关法律制度建设应在此基础上不断完善发展，提高 ChatGPT 治理法治化水平，坚持严格执法、违法必究。^[5]

引用

- [1] 王少.ChatGPT介入思想政治教育的技术线路、安全风险及防范[J].深圳大学学报(人文社会科学版),2023,40(2):153-160.
- [2] 于水,范德志.新一代人工智能ChatGPT的价值挑战及其包容性治理[J/OL].海南大学学报(人文社会科学版):1-9[2023-08-01].
- [3] 王延川,赵靖.生成式人工智能诱发意识形态风险的逻辑机理及其应对策略[J].河南师范大学学报(哲学社会科学版),2023,50(4):1-7.
- [4] 饶旭鹏,王芳红.数字化技术赋能推进高校思政课教学模式创新研究[J].北京教育(高教),2023(7):18-23.



浅谈质量模型在产品测试中的应用

文 ◆ 中国电子科技集团第三十研究所 邓若岩

引言

测试是验证产品满足用户需求的重要环节，测试中使用质量模型，有助于提高测试效率和产品质量。本文阐述了质量模型与测试的关系，研究了质量模型在测试中的使用现状，通过分析测试案例，探索和总结了质量模型在测试中的使用方法，为提高测试质量、提升测试能力提供参考。

1 测试与质量

质量体现了满足用户需求的能力，包含产品既定或潜在需求，从用户角度看，分为基本、期望和奢望需求，当满足奢望需求时，将极大提高用户忠诚度。

一般来说，产品的生命过程包含需求分析、设计研发、测试部署和运行维护。从该过程看，提高测试质量，为用户提供期望或兴奋需求的产品时，测试是其中的重要环节。

2 质量与质量模型

产品质量是需求的直接体现，20世纪90年代，阿利亚拉5号火箭升空后自毁，原因是控制程序试图将64位浮点数写入16位整形空间而产生了溢出，导致系统崩溃，升空后自毁。

表1 产品基本测试类型与产品质量属性的关系

测试类型	类型说明	对应的质量属性
功能性	在特定环境下，能满足需求或潜在需求	功能性、容错性和可靠性
安全性	保护数据的能力	安全性和可靠性
兼容性	与周边产品对接能力	兼容性
配置	处理各种配置的能力	功能性、易用性和容错性
稳定性	长时间运行，产品的性能和可靠性	可靠性和功能性
易用性	产品使用、理解、学习的易用程度	易用性
性能	提供某功能时资源使用情况	效率、性能
安装	产品可安装并运行	易操作性、易修改性和安装性

该事故暴露了产品容错性低、编码不规范、测试时质量属性分析不充分、用例覆盖不全面的问题。因此，采用质量模型进行测试分析，有利于使需求分析更充分、用例覆盖更全面。因此，实际工作中尽量使用质量模型分析项目需求，并对需求进行充分设计实现，通过全面测试找出产品缺陷并修复，保证产品质量^[1]。

3 测试与质量模型

测试中，使用质量模型，选用恰当的测试方法，有利于增强测试的充分性。质量属性有多个维度，通常来说，优异的产品需要具备功能完整、性能优异、兼容性强、可维护性好、产品安全可靠和易于使用等基本属性。例如，一款网络产品必须具有通信安全可靠、性能优异、成熟稳定等质量特性。

只有利用质量模型梳理产品质量属性，理解产品需求，精准测试目标，才能牢牢掌握测试方法，拥有评价质量的“金钥匙”。

3.1 测试类型和质量属性关系
利用质量模型分析产品需求，明确产品的质量特性，对不同质量属性使用不同测试类型进行测试覆盖。测试类型一般分为

【作者简介】邓若岩（1985—），男，四川南充人，本科，工程师，研究方向：信息系统测试技术的研究与应用。

功能测试、性能测试、安全性测试、稳定性测试和兼容性测试等，产品基本测试类型与产品质量属性的关系如表 1 所示。

对照质量属性和测试类型的关系，充分覆盖产品需求，发现潜在缺陷，为修正错误提供更多信息，力求做到用较少的成本、发现更多问题，从而完善产品质量。

3.2 测试覆盖度与质量模型

提出测试抽样理论的道奇，曾论述测试应追溯到需求，测试不可能无穷无尽。因此，通过质量模型分析需求得到了质量属性，这样就可以按照测试类型，选择不同的测试方法进行测试。

其中，测试类型代表测试广度，测试方法代表测试深度。测试类型针对质量属性进行测试，与测试目的有关；测试方法用来描述测试类型的步骤，与测试深度有关。测试人员对测试类型掌握得越多，测试就会越全面；对测试方法掌握得越多，测试就会越深入^[2]。

3.3 案例中的质量模型分析

3.3.1 证书验证案例

案例：通信设备在进行通信协商过程中，故意篡改协商证书后 32 位数据，协商成功。

分析：协商需求不仅要进行证书校验，还要遵守设备协商规范。协商时，需验证证书颁发机构、证书版本号、序列号、签名算法、证书数据以及证书参数等数据的合法性和有效性。证书有效性的质量模型分析如表 2 所示。

3.3.2 网口寄存器配置案例

案例：通信设备运行中出现通信中断。

分析：设备网口寄存器节能模式配置与网络环境不兼容。应

表 2 证书有效性的质量模型分析

测试类型	潜在需求	测试说明	质量属性
功能性	否	证书在不同承载状态、会话阶段、数据处理等阶段的原理和作用	功能性和容错性
安全性	否	证书的保密性、完整性、抗抵赖性以及防篡改性	安全性
兼容性	是	证书与周边设备信息交互的兼容性测试	兼容性
配置	是	证书是否可替换	功能性和容错性
稳定性	是	长时间运行的情况下，测试设备性能；证书被篡改后设备运行状态	可靠性和功能性
性能	是	协商协议在一定时间内运行时设备资源性能	效率和性能
易用性	是	日志记录，告警提示信息	易用性
安装	是	证书安装容错机制	安装性和容错性
测试建议		1、验证证书各字段，避免恶意夹带、篡改证书数据，攻击设备或泄露关键信息	
		2、验证协议通信、数据处理等不同阶段的证书作用	
		3、覆盖关联协议间的业务测试用例	
		4、覆盖不同场景安全性测试，深度挖掘设备隐藏需求	
		5、测试中，监控设备内存、CPU、设备安全通信等	

表 3 网口功能的质量模型分析

测试类型	潜在需求	测试说明	质量属性
功能性	否	网口状态适应，电平稳定、能抵御通信干扰	功能性、容错性和易用性
安全性	否	数据的保护能力，能承受网络恶意流量攻击	安全性和可靠性
兼容性	是	与其他设备信息交互，电磁兼容满足要求	兼容性和可靠性
配置	否	准确处理各种网口状态配置	功能性和容错性
稳定性	否	长时间稳定运行	可靠性和功能性
性能	否	数据转发能力，丢包率、吞吐量、时延、抖动等指标满足质量要求	效率和性能
易用性	否	配置简单、网口状态指示清楚	易用性
安装	是	正确进行网口组配件安装	安装性和容错性
测试建议		1、与关联产品进行状态交互，适应各种网络环境	
		2、根据数通原理，标准通信协议，网口工作的原理，验证网口工作的正确性	
		3、覆盖网络攻击、监听等用例	
		4、深度验证网口功能、性能、兼容性、稳定性以及安全性等质量属性	

保证设备通信安全可靠和运行稳定，并遵守研制规范。网口功能的质量模型分析如表 3 所示。

4 质量模型使用与思考

4.1 质量模型的使用

使用质量模型测试中，清晰认识产品质量属性，分析测试需求，梳

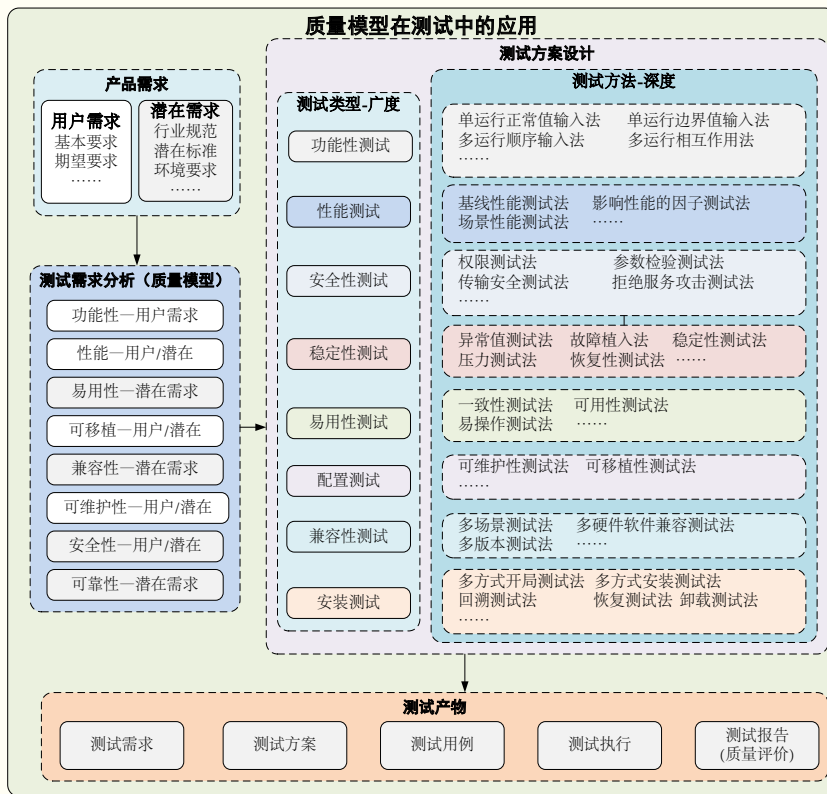


图1 质量模型在测试中的应用

理测试类型，增强产品质量属性，过程中使用恰当的测试方法，扩展测试深度，提高测试充分性，为产品质量评价和产品交付提供强有力的支撑，质量模型在测试中的应用如图1所示。

4.2 存在问题

在产品测试中，权衡测试质量和成本、测试能力建设和资源配置是达成高质量、低成本的终极愿景。

当下，由于测试能力、成本、项目周期和项目优先级等因素，导致出现质量属性分析不准确、测试设计不充分和测试执行不到位的问题。

第一，质量属性分析不准确。原因是测试能力不健全，产品原理剖析不深入，对产品规范和标准了解不全面。测试分析时仅依从主观认知，未正确使用质量模型分析出产品必备的质量特性，如网口寄存器配置的案例。因此，测试中使用质量模型分析，有助于准确识别产品质量要素，增强测试广度和深度。

第二，测试设计不充分。测试中由于受限于时间和产品周期，在进行测试需求分析后，未对测试方案进行有效评审。例如，证书有效性，如果产品立项时明确功能的具体需求，那么研发设计时就能内建该功能的质量特性，减少修改缺陷和反复测试的成本。

第三，测试执行不到位。针对某些高质量特性的功能，测试手段单一，测试广度和深度不够，受限于测试能力，执行不到位^[3]。

4.3 改进措施

进行质量属性分析时，应充分利用质量分析模型，针对产品进行持续性优化改进。

第一，提升能力。为避免测试人员理解能力、分析执行能力不同引发的质量风险，测试需要构建专业分析团队，牢牢掌握分析产品需求、挖掘产品问题、评价产品质量的核心能力。

第二，完善制度。制定测试制度，合理分配资源，完善测试计划，做好质量属性分析，完善测试方案，落实测试用例。同时，与项目成员建立健全互帮互助机制，深入沟通和探讨，保证产品质量分析全面。

第三，改进方法。无论是产品需求分析方法还是测试管理方法，无论是用例编写还是用例执行，使用的方法都需要因地制宜，实现成本和效益双赢。同时，开发或引入新的测试工具，以便透过现象深究内在质量问题，为产品质量添砖加瓦。

结语

测试中使用质量模型可全面识别产品质量属性，结合用户场景，梳理测试方案，完善测试用例，引入测试工具（如协议分析、性能、稳定性以及业务并发等工具），提高测试能力，完成产品测试，并做出应有的质量评价，为产品发布提供有力的数据支撑。

引用

[1] 陈琴,郑子颖,李中杰,等.《阿里测试之道[M].北京:电子工业出版社,2022.

[2] WhittakerJ,ArbonJ,CarolloJ.《Google软件测试之道》[M].北京:人民邮电出版社,2013.

[3] 徐拥军,王炯,郝进.《软件测试技术、方法和环境》[M].北京:北京航空航天大学出版社,2012.

基于决策树 C4.5 模型 在黄壁庄水库调度管理中的应用与研究

文◆河北省水务中心黄壁庄水库事务中心 刘明杰 齐扬

引言

本文采用决策树 C4.5 模型数据挖掘技术,挖掘黄壁庄水库调度规律的同时,从历史调度数据中挖掘影响水库精准调度的关键因素,对黄壁庄水库多年运行数据进行深度分析并生成决策树,探索数据之间的关联和规律,在水库防洪管理中应用数据挖掘技术,实现科学诊断、快速预警、智能决策和综合分析,为水库决策调度提供指导。

1 黄壁庄水库历史数据概况

黄壁庄水库总库容 12.1 亿立方米,是海河流域滹沱河中下游(I)型水利枢纽工程。水库主要承担防洪任务,兼顾灌溉、发电、工业及城市生活供水等^[1]。经过近 60 多年的运行管理实践,水库积累了大量的水情数据和调度管理经验,但也存在着数据质量不高、部分数据缺失、数据分析处理能力不高等突出问题。

2 数据挖掘技术在黄壁庄水库运行管理中应用的必要性

2.1 提高历史数据安全水平

随着数据管理技术的发展,

对大坝安全监测、水文资源、防洪调度、视频监控等各类数据进行梳理和整合,形成数据库资源目录,实现内容规范、统一,促进水库工程管理数字化、智能化。

2.2 充分发挥水库数据价值

经过多年运行管理,水库数据量非常丰富,但复杂的历史数据类型、简单的处理方式和大量历史数据不能充分发挥价值是突出问题。选用高效的数据挖掘算法探索历史水文资料中的关联信息,进行洪水预测、水库调度,为决策提供依据;通过分析大坝监测断面历史数据,实现大坝安全监测可视化,及时进行趋势分析,提高解决问题的时效。

2.3 提升水库数据可视化分析能力

在水库多年运行管理过程中,通常使用人工方式进行数据分析计算,工作效率较低,甚至在处理复杂数据时,人工方式无法实现。通过数据挖掘方式将计算机技术、人工智能等技术转化为某种程序,并将分析结果直观展示,有助于为管理决策提供参考,提高管理工作效率。

2.4 为其他大中型水库智能化运行管理提供参考

黄壁庄水库 1958 年始建,1959 年拦洪,1960 年建成蓄水,1965 年至 1968 扩建,2005 年 12 月完成除险加固。水库先后成功抵御了“63·8”“96·8”、2016 年“7·19”、2021 年秋汛、海河流域“23·7”特大洪水,在经济和社会效益上发挥了巨大作用。提升黄壁庄水库智能化调度管理水平具有典型代表意义,对全国各地大中型水库运行管理起到指导借鉴作用。

3 运用决策树 C4.5 模型算法提取黄壁庄水库调度规则

3.1 决策树 C4.5 模型算法的选取

根据黄壁庄水库现在使用的调度规则,综合考虑其数据量大、数据之间的函数映射关系复杂等因素,选用决策树 C4.5 模型算法提取水库调度规则。C4.5 算法是由 J.Ross Quinlan 提出,是对 Ross Quinlan 开发的 ID3 算法的改进,利用像 ID3 算法一样在机器学习、数据挖掘等分类问题上使用信息熵的概念,通过学习数据建立决策树^[2]。决策树 C4.5 模型算法大致有以下 4 个步骤。(1)对选取属性进行离散分级。(2)选

【作者简介】刘明杰(1986—),女,河北石家庄人,本科,工程师,研究方向:水利工程运行管理。

根节点，以某一条件属性为根节点，用选定条件属性生成新分支。(3) 继续划分新定条件属性，直至该节点样本全部归于同一类，或至该属性已无剩余部分为止。(4) 最终形成水库调度规则决策树，并以各种数据进行分类。

3.2 选用决策树 C4.5 模型算法建立黄壁庄水库调度规则

以黄壁庄水库多年历史调度数据为样本，通过拟合函数映射关系，得出水库调度规律。当下时段的决策变量（水库出库流量、时段末水库水位）与影响因子之间的函数映射关系，可以通过水库当下状态，确定水库出库流量、时段末水库水位等，即 $Y=F(X)$ ，其中 Y 是输出变量，即

表 1 黄壁庄水库流域内降水量划分标准

时段	阈值 /mm		
	1 级	2 级	3 级
6 月	0-40	40-60	> 60
7 月 -8 月	0-50	50-100	> 100
9 月 -10 月	0-20	20-40	> 40
当年 11 月 -次年 5 月	0-15	15-30	> 30

表 2 供水类别等级划分表

级别	标准
1	可以完成供水目标任务，必要时能根据用水需求提高供水量
2	可以保证农业灌溉和生活生产供水
3	不能保证农业灌溉供水，可以保证生活生产供水
4	不能保证农业灌溉和生活生产供水
5	停止农业灌溉供水

表 3 黄壁庄水库 2021 ~ 2022 年基础数据

日期	月初库水位 (m)	月初库容 (亿 m ³)	本月入库流量合计 (m ³ /s)	本月出库流量合计 (m ³ /s)	降水量 (mm)
2021 年 1 月	117.38	2.952	213.59	279.64	1.1
2021 年 2 月	117.28	2.9001	533.86	394.61	28.4
2021 年 3 月	117.49	3.0096	1742.38	2412.2	19.5
2021 年 4 月	116.26	2.3934	42.31	1282.18	6
2021 年 5 月	113.19	1.1839	974.64	827.1	46
2021 年 6 月	113.63	1.3329	1014.84	1004.2	48.6
2021 年 7 月	113.52	1.2949	3354.49	2705.63	433.6
2021 年 8 月	114.86	1.7931	1117	666.89	53
2021 年 9 月	116.03	2.2924	791.2	28.6	135.4
2021 年 10 月	117.42	2.9729	7298.7	6116.98	169.6
2021 年 11 月	119.17	3.9562	2094.9	2014	45.4
2021 年 12 月	119.33	4.052	1652.3	1679	6.1
2022 年 1 月	119.27	4.0159	1379.1	1455.3	5.2
2022 年 2 月	119.16	3.9502	1025.2	816.8	4.2
2022 年 3 月	119.45	4.1245	2224.6	2604.5	2.3
2022 年 4 月	118.98	3.8436	3171.1	3685.4	7.1
2022 年 5 月	117.98	3.2733	665.69	2272.6	30.4
2022 年 6 月	115.16	1.9147	651.3	1191.2	109.6
2022 年 7 月	114.15	1.5196	2697.1	2532.4	153.2
2022 年 8 月	114.47	1.6402	1293.2	222.39	108.2
2022 年 9 月	116.71	2.613	1373.4	107.3	3.6
2022 年 10 月	118.66	3.6572	893.8	373.8	44
2022 年 11 月	119.47	4.1366	1367.5	1226.4	34.2
2022 年 12 月	119.6	4.2159	736.07	848.91	0

水库出库流量、时段末水库水位等； X 是输入变量，也就是水库前期调度运行状态等影响因子^[3]。

根据水库历史数据特性，选定能够反映调度规律的 5 个属性生成调度决策树，即调度时段（月份）、入库流量、月初库水位、流域内降水量、供水类别。选供水类别为决策属性，其余 4 个属性定为条件属性，并对 5 个属性分级处理，从基础数据熵中提取黄壁庄水库调度规则。

3.2.1 调度时段划分等级

黄壁庄水库所在区域 6 月份进入汛期，按照上级主管部门调度进行预泄腾库，为水库后期优化调度奠定基础；7 ~ 8 月份进入主汛期，水库在确保安全度汛前提下进行兴利供水与发电，提高水资源利用率；9 ~ 10 月份进入后汛期，一般情况下入库水量减少，为提高水库后期供水保证率，水库以蓄水为主；当年 11 月 ~ 次年 5 月份，流域内径流量不大并逐渐进入稳定状态。经过上述分析，将水库调度时段按时间段划分为 4 个等级，即 6 月、7 ~ 8 月、9 ~ 10 月和当年 11 ~ 次年 5 月。

3.2.2 入库流量等级划分

黄壁庄水库多采用实时调度方式进行水库调节，通过分析研究多年历史水文数据、预测数据等因素，获得精准入库流量信息有一定难度。所以采用聚类方法分析研究水库中长期历史水文数据，将入库流量划分为 5 个等级，分别是枯、偏枯、平、偏丰、丰。

3.2.3 月初库水位等级划分

对水库调度人员而言，不同时段的水库水位会影响水库管理者的调度决策。为保证水库正常供

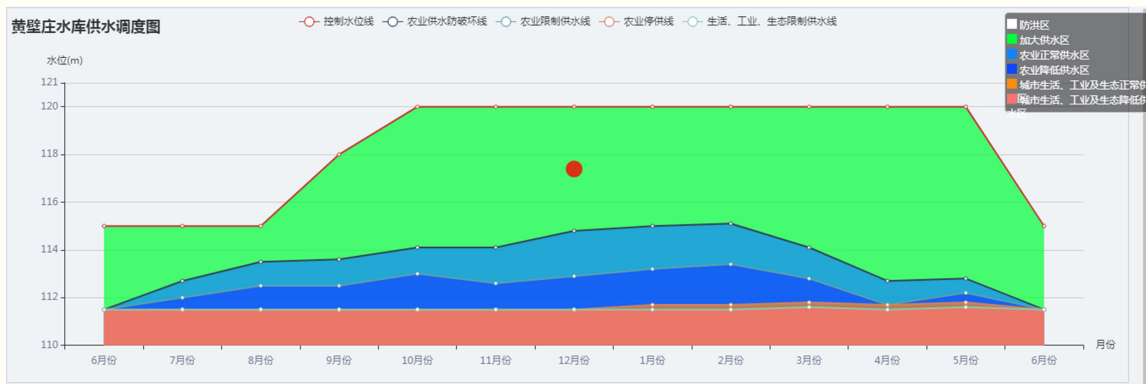


图1 黄壁庄水库历史供水调度数据分析图

水，维护水库工程，水库供水期间水位不低于 111.5m（大沽高程，下同），兴利水位是 120.0m。根据黄壁庄水库特征水位、多年水库运行情况等因素，将库水位划分为 5 个等级，分别为 111.5 ~ 112.5m、112.5 ~ 114.0m、114.0 ~ 116m、116 ~ 118m 和 118 ~ 120m。

3.2.4 对流域降内降水量进行等级划分

黄壁庄水库所在流域，年内降水量分配很不均匀，流域内多年平均降水量为 550mm 左右，受季风气候影响，年内降水量的 80% 以上集中在 6 ~ 9 月份。因此，按照调度时段等级划分规则对流域内降水量进行等级划分，具体划分标准如表 1 所示。

3.2.5 供水类别等级划分

黄壁庄水库主要供水对象为城市生活用水、工业用水、农业灌溉用水、生态用水及其他临时性用水。供水保障顺序为优先保障城市生活和工业用水，其次是生态用水，最后是农业灌溉用水。具体供水类别等级划分如表 2 所示。

4 运用决策树 C4.5 模型算法对黄壁庄水库历史数据进行分析

4.1 以选取的黄壁庄水库部分基础数据为例进行分析

黄壁庄水库 2021—2022 年基础数据如表 3 所示。

表 4 2021 ~ 2022 年历史调度数据格式

时段	月初水位 (m)	本月入库流量合计 (m ³ /s)	本月降水量等级	供水等级
2021 年 6 月	113.63	1014.84	2 级	1 级
2021 年 7 月	113.52	3354.49	3 级	1 级
2021 年 8 月	114.86	1117	2 级	1 级
2021 年 9 月	116.03	791.2	3 级	2 级
2021 年 10 月	117.42	7298.7	3 级	1 级
2021 年 11 月	119.17	2094.9	3 级	1 级
2021 年 12 月	119.33	1652.3	1 级	1 级
2022 年 1 月	119.27	1379.1	1 级	1 级
2022 年 2 月	119.16	1025.2	1 级	1 级
2022 年 3 月	119.45	2224.6	1 级	1 级
2022 年 4 月	118.98	3171.1	1 级	1 级
2022 年 5 月	117.98	665.69	3 级	2 级

运用决策树方法对各属性进行分级处理，依据属性分级标准整理 2021—2022 年调度数据，如表 4 所示。

运用决策树 C4.5 模型算法对黄壁庄水库 1980—2022 年调度资料分析研究，获取了黄壁庄水库调度运行规则，将调度规则通过图表形式展现，充分体现了数据分析可视化展示优势，如图 1 所示。

4.2 以选取的黄壁庄水库部分基础数据为例的分析结果

通过分析黄壁庄水库历史调度数据发现，不同调度决策与不同调度时段、不同时段库水位有紧密的关联。在水库调度实践中，根据实际情况输入影响调度决策的因素，如月份、库水位、某一时段内预测的入库流量、流域内降水量级别等，得到与之相对应的供水等级。将提取的调度规则植入到相应的管理系统平台，直观地展示数据分析结果，为管理者优化决策调度提供依据，为水库运行管理提供技术支撑。

引用

[1] 董文鹏.黄壁庄水库消落区现状分析与治理措施研究[J].中国水土保持,2022(2):58-60.
 [2] 田飞,展金梅.基于决策树C4.5模型的数据挖掘技术在学生成绩分析中的应用研究[J].电脑知识与技术, 2023,19(30):22-24.
 [3] 肖伟强.数据挖掘在黄壁庄水库调度管理中的应用研究[J].河北水利,2022(12):46-47.

楼宇自动控制系统质量把控探讨

文 ◆ 北京市轨道交通建设管理有限公司 耿佳旭

引言

随着社会发展和科技进步，楼宇自动控制技术取得了相应的成就，尤其在智能建筑方面被广泛应用。目前，楼宇自动控制系统已经逐渐成为人们关注的热点问题，从设计开始一直到验收结束的整个过程，都要对质量进行严格把控。基于此，本文对楼宇自动控制系统的质量把控进行探讨，为相关研究提供参考。

1 楼宇自动控制系统的基本概述

作为建筑技术、自动控制技术和计算机网络技术结合形成的产物，楼宇自动控制系统带有明显的智能建筑特点。在现代化建筑内部存在着大量的机电设备，具有数量多且分散的特点。一是设备数量、控制对象多，部分楼宇自动控制子项目近千项。二是控制子科目分布相对分散，整栋楼宇依靠统一系统控制。例如，建筑方采用楼宇分散管理方式，导致自动控制系统面临较大的工作压力，一旦部分设备发生故障情况，则会使系统出现迟滞情况。设计人员应根据楼宇对设备的使用需求，设计出自动控制系统使用容量，使建筑单位根据楼宇设备数量采用不同的自动控制系统^[1]。同时，设计单位要对楼宇机电设备使用数据进行全面采集，设计出不同楼宇自动控制系统容量，为建筑物提供更多智能化保障，有效降低建筑物施工成本支出。

楼宇自动控制系统如图 1 所示，组成包含传感器、控制器、执行器、操作软件、应用软件及系统集成等。作为智能建筑管理过程中的重要组成部分，楼宇自动控制系统（即 BA 系统）的功能主要是集中管理和分散控制。采取物联网形态化的方式，将智能建筑中的子系统集成到统一平台上，不仅便于统一管理和监控，还有助于实现数据共享。以满足控制要求为前提，楼宇自动控制系统不仅能够实现全方位节能，还有利于提升运行维护效率，避免发生设备损失或者失控的局面^[2]。

2 楼宇自动控制系统质量控制的关键点

从本质上而言，楼宇自动控制系统集成多种软硬件技术，本身具有非常强的兼容性和扩展性，可以对多种设备进行有效控制。如空调、采

暖等楼宇设备与建筑内部设备有着非常好的兼容性。系统设备和其他的专业之间有效衔接，为系统用户提供优质服务体验，使自动控制系统发挥更大作用。设计人员应根据建筑设计和设备使用数量，制定体系化系统化的设计方案^[3]。同时，在设计该系统的时候，选择具备较强专业设计能力的设计单位，不仅能够保障系统的坚固程度，还能够避免设计冲突和重复等不足的出现。除此之外，楼宇自动控制系统的质量控制可以按照相应的设计阶段，格外注意以下关键点。

2.1 设计阶段的质量把控关键点

一方面，设计单位加强对系统设计的重视。楼宇自动控制系统是完整的系统，紧密联系建筑内部的其他设备。在设计时，设计人员应重点考虑楼宇设计和施工情况，选择通俗易懂的施工说明，避免因施工单位和人员因素影响控制系统安装工作。基于自动控制系统采用新技术和新工艺较多，设计人员应做好系统集成工作，根据系统所需技术要求，吸引和培养更多专业人才，完善控制系统内在功能。我国对楼宇

【作者简介】耿佳旭（1986—），男，北京人，本科，工程师，研究方向：楼宇智能自动化。

自动控制系统研究时间相对较短，系统设计人才相对缺失，系统设计单位缺少楼宇设备自动控制数据，加之市场对自动控制系统接受前景不明朗，导致系统研究工作面临诸多挑战，尤其是楼宇设备和安装工艺方面。因此，系统设计单位应充分借鉴国内外楼宇自动控制成熟经验，加强与建筑设计和施工单位沟通联络力度，找准潜在客户对楼宇自动控制系统的真实需求，确保系统设计方向符合用户需求。系统设计单位在收集设计数据时，对现有技术实用性和应用范围摸底调查，根据核心技术研究和使用情况，组建完善设计团队，组织潜在用户参与到项目设计工作中，使自动控制系统取得更多应用效果，减少安装施工环节对系统应用的影响。系统设计单位根据安装队伍的专业情况，设计完善的系统安装说明，降低楼宇自动控制系统安装难度，提高系统实际应用效果。

另一方面，系统设计单位应优化整体架构。根据系统实际研究难度，构建完善系统设计架构，对所有设计人员岗位和职责加以明确，提高设计团队内部沟通联络力度，使设计团队根据系统研发进度，开展设计研发工作。同时，设计单位根据楼宇设备实际应用情况，模拟自动控制系统实际使用环境，为用户提供更好的自动系统使用体验。另外，各个专业的设计人员要对楼宇自动控制系统形成具有更加全面的掌握，对各个专业之间的配合程度和融洽程度等多加重视，保证设计工作的科学性和合理性。以昆山花桥建滔广场为例，作为昆山花桥经济开发区的地标

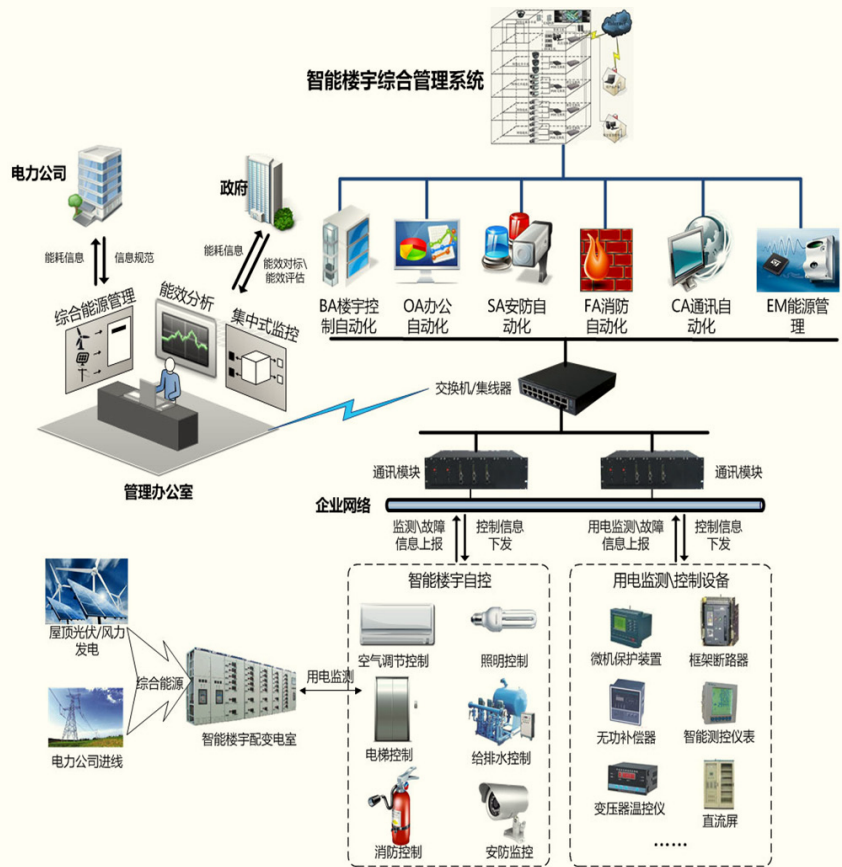


图1 楼宇自动控制系统

性建筑，南临中央公园景观湖，东北角与上海轻轨相接，在设计中结合了大自然与现代化设计，应用了一套有效的楼宇自动化解方案，通过跨建物间的整合管理与控制平台，节省物业管理者的管理成本与人力成本，达到远程实时管理的目标。

2.2 招标阶段的质量把控关键点

从楼宇自动控制系统设计和安装质量控制作为出发点研究发现，基于系统和楼宇设备需要大量连接工作，建筑单位应制定完善的设备采购计划，使设备能够和控制系统形成完善的体系。建筑单位要根据系统应用特点，采购相关楼宇设备，避免出现不必要的消耗。在实际采购设备时，购买设备的相关数据由楼宇自动控制系统设计或安装单位提供，确保楼宇设备和系统安装顺利进行。

自动控制系统安装需要大量硬件接口，特别是系统与监测设备和楼宇设备连接方式上，安装人员应确保信号采集与控制工作顺利进行。在设备控制方面，应用采集或控制元件安装方式。对楼宇配电设备控制系统安装时，应预留出符合控制系统安装的接口，在采购配点箱时提出相应要求。不仅使楼宇自动控制系统中有配电箱采购接入其中的情况得以避免，还减少了对工期和建设效果及投资增加等状况的影响。

从控制系统软件接口安装工作角度看，基于建筑物诸多设置都带有控制功能，尤其是在电梯安装方面，安装单位应根据控制系统软件兼容轻便概况，增加和楼宇控制设备软件兼容工作。建筑单位根据自动控制系统软件应用特点，在电梯设备采购时要求相关软件系统或扩展协议，

确保系统能够和控制设备有效连接，避免发生采购设备未明确接口或者所带接口和楼宇自动控制系统不相匹配的情况。

2.3 系统深化设计阶段的质量把控关键点

承包商负责深化设计，在进行深化设计前要立足项目本身，对工程的物业管理状况、业主和设计院对楼宇自动控制的要求等做全面了解。按照相应的管理职能，设计与系统框架相符合的内容，排除以商业利益为目的的设计。设计说明、系统图和设备平面图及设备软件配置等都是深化设计的内容。承包商为了得到某些工程，常常会在洽谈或者招投标阶段夸大系统的功能，但是实际项目设计工程中难以达成预期成效。基于此，系统设计单位应根据使用要求，深化设计，将深化设计部分详细讲述给承包商，作为控制系统的验收依据。

从自动控制系统总体设计架构分析发现，基于部分系统，设计单位会采用成熟系统架构，为系统深化设计提供有力支持，不仅使控制系统更加符合用户使用要求，还可以按照用户要求更改部分功能，无需对整体设计架构重新优化和调整。通过对我国建筑业主要发展方向研究发现，楼宇自动控制系统通常采用总线控制方式，设计单位只需要按照楼宇设备分布情况进行优化调整，就能有效满足建筑设备控制要求。

从建筑物系统设备整体设计方案作为出发点研究发现，建筑设备功能和使用要求是满足建筑物功能周边重要组成内容。系统设计和安装单位要充分研究建筑设备发展方向，不断扩充楼宇设备数据，构建楼宇设备数据库，为用户提供更多个性化服务。

2.4 施工阶段的质量把控要点

安装施工是提高楼宇自动控制系统应用效果的重要阶段。建筑和安装单位根据控制系统功能和设计参与进行重点研究，根据安装情况制定施工方案，提升控制系统应用性。加强图纸会审和技术交底工作，对影响控制系统的主要因素加以分析，确保楼宇设计和施工满足控制系统安装和应用。建筑单位还要做好各施工科目和专业衔接工作，减少不同施工科目对系统安装影响^[4]。时刻掌握安装情况，以便在出现意外情况或者操作方面的问题时实现有效对接和及时处理。当控制体统安装工作完成后，做好安装会审和技术交底工作。做好信号检测工作，给系统安装预留更多测试时间，确保系统能够按照顺序开展测试工作。控制设备的安装还要确保设备做出的设计反应符合设备的设计要求。

2.5 检测验收阶段的质量把控关键点

影响自动控制系统实用性不仅在于设计和安装阶段，检测验收也是影响控制系统应用的重要环节。建筑单位应根据楼宇自动控制系统测试要求，构建完善的系统测试方案，加大对楼宇设备实际控制情况的监管力度，确保各项功能完美实现，提升控制系统实用性。同时，转变传统控制系统安装思维，加强系统软硬件测试工作，确保控制系统能够正常使用。

在检测软件时，不仅要保证基本功能地实现，还要为相关管理人员使用提供便利。因此，必须要保证相应的管理人员具备良好的素质和能

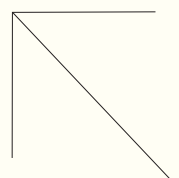
力，灵活操作和使用楼宇自动控制系统，确保楼宇自动控制系统作用最大化。

结语

楼宇自动控制系统的合格程度、用户管理要求和功能的完善程度及良好经济效益的创作有着重要的关系。基于此，相关的工作人员应当坚持高度负责的态度，精心策划各个阶段的内容，如项目决策、设计、施工和调试等，保证质量管理的有效性。除此之外，全面、系统和扎实的培养楼宇自动控制系统的使用者也是重要内容，有利于发挥楼宇自动控制系统的功效性，创造良好的社会价值。^[5]

引用

- [1] 王荣琮.关于智能建筑楼宇自动控制系统分析[J].机械工业标准化与质量,2019(6):40-42.
- [2] 简承勇.智能建筑楼宇自动控制系统研究[J].建材与装饰,2018(17):290-291.
- [3] 李颖.浅谈智能建筑楼宇自动控制系统[J].中国科技信息,2009(4):142-143+145.
- [4] 张哲,张晓萍.楼宇自动控制系统在智能建筑中的应用[J].智能建筑与城市信息,2014(10):60-61.



基于 BIM 技术的智能化桥梁施工管理

文◆青岛地铁集团有限公司第一建设分公司 王 铁

引言

在工程建设领域，随着施工技术和工业现代化的不断发展，智能化和立体化施工的应用越来越广泛。BIM 作为新兴起的一种三维可视化施工软件，在工程建设中可以实现数字化建模、可视化描述、科学化管理，被视为施工智能化的代表技术^[1]。

本文以新建京张高铁崇礼段赵川镇高架特大转体桥^[2]为研究对象，运用 BIM 技术对崇礼铁路赵川镇特大桥建立模型，对施工现状及存在的问题进行研究，验证了 BIM 技术在桥梁施工中的可行性和实用性^[3]，为类似工程提供参考和借鉴。同时，对 BIM 技术在桥梁施工中的优缺点进行分析和总结，为今后 BIM 技术在桥梁施工中的应用和发展提供有益的参考^[4]。此外，基于广联达 BIM5D 管理平台对桥梁施工阶段进行安全风险管控，该平台依托手机端、PC 端、网页端及 BIM 云端对施工全过程进行协同作业管理，实现实时数据传输。

1 工程概况

赵川镇高架特大转体桥，坐落于张家口市宣化区，作为京张高铁线路的关键性工程，桥梁起始段位于 DK17+641 ~ DK25+495，桥梁中点里程坐标为 DK21+568，桥梁的设计总长度是 7854.01m，是一座具有两条铁路线的特大桥。该桥采用了墩顶转体技术，其中转体部分的连续梁长 144m，主跨长 64m，边跨长 40m。现场施工过程中，桥梁需要横跨既有唐呼铁路，因此，设计时将该段施工方案设置为转体桥梁，不仅增加了难度与风险，还使施工过程变得极其复杂。

2 BIM 技术在施工过程的应用

在施工设计中，BIM 技术的应用主要体现在以下几个方面。首先，应用基于 BIM 技术的 Autodesk Revit 对桥梁各个构件进行三维建模，并将其拼接成整桥的三维立体模型。其次，将该模型导入 Navisworks 中进行碰撞检查和安全风险预警评估，确保施工过程中的安全性和可行性。在项目管理过程中，采用 BIM5D 平台对施工全过程进行云控制与云监控，实现了对施工进度有效控制和管理，进一步提高施工设计的效率和质

量，减少施工风险和降低成本。

2.1 建立桥梁 BIM 模型

Autodesk Revit 软件目前主要应用于房屋建设中，针对桥梁施工过程的 BIM 软件还没有。因此，利用 Autodesk Revit 软件中的“族”这一概念，按照施工图纸 1:1 建立桥梁各个部件模型，并将其导入总体模型中“拼接”成整个转体桥。

基于 Autodesk Revit 的建模规则，以“族”为单位精心构建了转体桥的每一个构件，创建了参数化的桩、承台、桥墩、转盘、主梁 A0-A10、B0-B8 块等族。严格按照施工图纸，为每个“族”在桥梁模型中确定精准的位置，并为它们赋予详细的平面坐标、标高及其他关键参数。通过这种方式，成功拼接出一个完整且精美的桥梁模型。

在绘制施工模型的过程中，运用同样的原理创建了各类施工用临时构件的参数化族，并将它们整合到了最终的施工模型中。不仅展现了专业技能，还凸显了对细节的极致追求。

当模型完成后，将 Revit 文件导入 Navisworks 中，以便进行深入的碰撞检查、净高控制、施

【作者简介】王铁（1980—），男，辽宁锦州人，本科，高级工程师，研究方向：城市轨道交通施工管理。

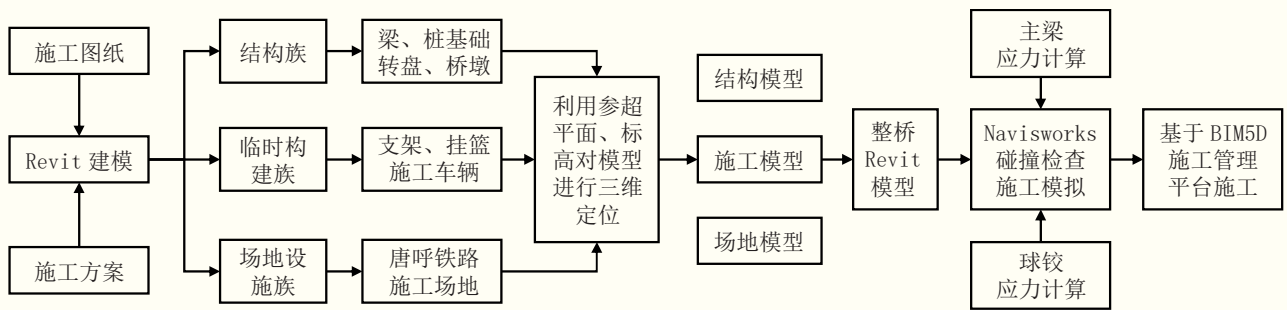
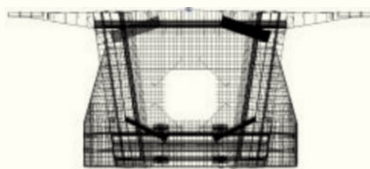


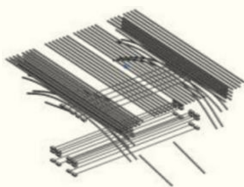
图 1 BIM 建模流程图

表 1 A0 段桥体钢筋存在的问题

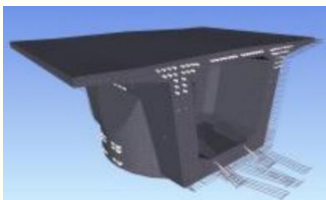
错误钢筋序号	钢筋型号	出问题原因
1	A5	数量不正确
2	A5b	未在 CAD 中找到对应标记
3	B2a	图纸不正确
4	B2d	图纸不正确
5	C5	图纸形状不正确
6	G2	图纸不正确
7	G5	数量不正确，尺寸错误
8	G8	尺寸错误



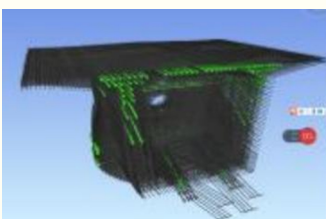
A0 段桥体钢筋模型



A0 段桥体预应力管道模型



钢筋模型与预应力模型共同导入一个模型中



进行碰撞检查，检测出 99 个碰撞，可供模型查验

图 2 钢筋、预应力管道及碰撞检查结果

工模拟和进度关联等各种分析工作。不仅提升了工作效率，更为项目的顺利推进提供有力保障。BIM 建模流程图如图 1 所示。

2.2 钢筋纠错及碰撞检查

根据甲方要求，精心构建了桥梁的普通钢筋和预应力孔道的 BIM 模型，确保了模型的精确性和完整性。在设计过程中，严格按照设计图纸进行，确保了模型的准确性和可靠性。

在构建过程中，发现了主梁段钢筋明细表中的设计错误，并及时进行了纠正。此外，利用 BIM 模型的碰撞检测功能，模拟了普通钢筋与预应力管道的碰撞情况，提前揭示了出现的施工问题。不仅避免了施工过程中的潜在冲突，还提高了施工效率和质量。因此，不仅满足了甲方的要求，更为桥梁的安全性和稳定性提供了有力保障。

按照施工图纸绘制钢筋三维模型时，发现钢筋存在尺寸或交叉重叠等问题，并将问题及时向施工单位汇报。A0 段桥体钢筋存在的问题如表 1 所示。

在制作主梁的预应力管道三维模型时，应完全按照施工图纸进行建模。预应力管道的设计初衷是为了与普通钢筋实现精准的碰撞检测。为了实现这一目标，设定外径为 80mm 和 90mm 两种

规格，满足不同场景下的应用需求。不仅确保了管道与钢筋之间的有效交互，还进一步提升了工程的安全性和稳定性。基于 BIM 建立的梁板 A0 端的钢筋模型、预应力管道模型以及两者的碰撞检查结果如图 2 所示。

经过仔细甄别，选取序号 3 的钢筋错误作为典型案例。这个错误出现在 A0 段顶板的弯起钢筋上，与顶板预应力孔道发生了冲突。为了深入剖析这一问题的根源，进行了精密的碰撞检测，并将碰撞报告以图文并茂的方式整理成图 3 和图 4，以便直观了解问题的全貌。弯起段与 TB 预应力孔碰撞如图 3 所示，弯起段与 T6-T10 预应力孔碰撞如图 4 所示。

在施工过程中，施工团队巧妙地运用了基于 BIM 的 3D 模拟技术，对预应力孔道和普通钢筋的绑扎过程进行了细致的碰撞检测。不仅成功避免了潜在的严重碰撞问题，还显著降低了工程返工的风险，使整个施工过程更加流畅、高效。

3 BIM5D 桥梁管理平台的应用

3.1 BIM5D 在转体桥中的应用

在崇礼铁路赵川镇特大桥项目中，运用了 BIM5D 平台，从进度、安全、质量、成本和物料管控等五大关键维度进行深入、精细化的管理与控制。旨在全面提升桥梁项目的综合效益，确保项目的高效推进和卓越品质。通过 BIM5D 平台的智能辅助，不断优化工作流程，确保项目各个环节紧密相连，形成高效协同的整体。

首先，运用 BIM5D 平台对项目进度进行精细化管理，通过模拟施工过程和优化施工方案，确保项目按计划顺利进行。将 Project 文件导入并与其模型进度相关联，对施工进度进行预警。当出现实际完成时间比计划完成时间有所滞后时，会导致后续工作出现延迟。此时，应及时进行方案纠正，有效监控项目进展，保证项目按时完成。

其次，在安全管理方面，借助 BIM5D 平台对施工现场进行实时监控，及时发现和解决安全隐患问题，确保施工安全。在现场，运用手机 App 的便捷功能，拍摄现场的安全隐患问题，随后将照片迅速上传至专门的软件中。这一流程既高效又直观，确保了及时记录和处理各类安全问题。随后，照片与相应的模型进行关联，将问题以文档图钉的形式展示在模型中。此外，管理人员在平台上查看和监控整个过程，如车辆乱停乱放和标志牌被遮挡等，确保问题得到有效解决。这种闭环式的管理方式有助于确保施工现场的安全问题得到有效解决。

再次，在质量管理方面，通过 BIM5D 平台对桥梁的各个部分进行质量检测和验收，确保桥梁质量符合设计要求和相关标准。在施工现场发现的质量问题，实时传输至网络系统，实现与相关模型的关联。针对这些记录，深入分析，找出问题根源，制定有效的整改措施和预防策略。在后续的施工活动中，设置预警机制，提前预防类似问题的再次发生。同时，对整改措施的执行情况进行动态监控，确保问题得到有效解决，并为类似问题的预防提供经验借鉴。

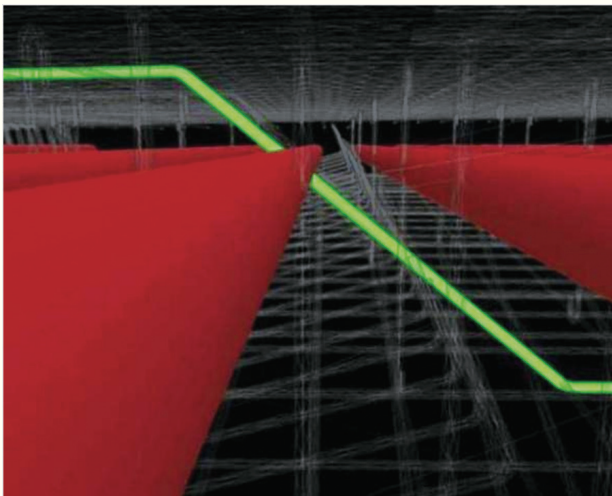


图 3 弯起段与 TB 预应力孔碰撞

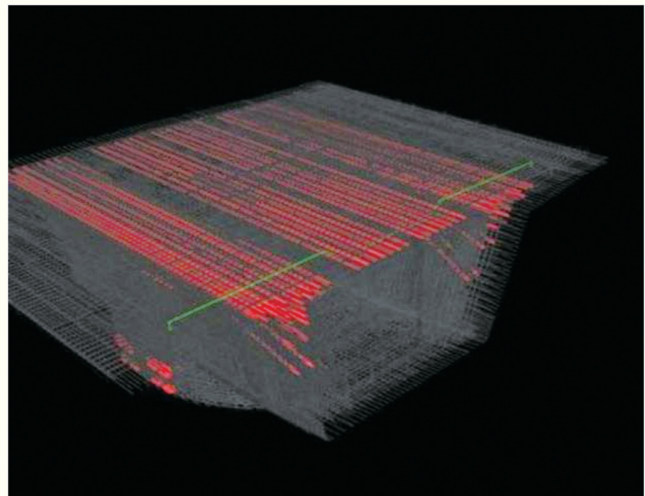


图 4 弯起段与 T6-T10 预应力孔碰撞

此外，在成本管理上，通过 BIM5D 平台对项目成本进行全面分析和有效控制，旨在优化资源配置并降低成本。运用合同规划、预算核算、进程量化及分包合同管理四大模块，对项目成本进行全方位的动态调控。该方法依照施工段、进度安排、时间轴和构建类型等维度精准提取工程量，在不同阶段对项目的预期收入、实际成本及实际发生成本进行细致的比对分析。

最后，在物料管控方面，通过 BIM5D 平台对桥梁所需的材料进行全面管理，确保材料的供应及时、质量可靠。依托详尽的资源曲线数据，进行精确的材料采购与施工策划。专业的材料管理人员，将根据每个施工班组的特定作业范围，实行精确的限额领料制度，确保各项资源以合理方式进行分配，使工程的每个阶段得到充足的资源保障。

3.2 BIM+ 技术指导转体桥梁施工

在转体桥地建设中，建设者们面临着一座曲线连续梁转体桥的挑战。这座桥梁的显著特点包括高主梁截面、悬臂挂篮作业以及转体施工等。这些特性要求在桥梁建设过程中，运用一种更科学、更精细的方法进行施工指导和过程管理。BIM 技术提供了一种理想的解决方案，可以用于指导桥梁建造施工和转体过程地实施。BIM+ 施工流程图如图 5 所示。

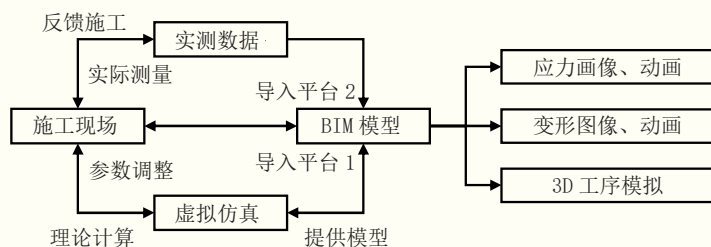


图 5 BIM+ 施工流程图

3.2.1 打通虚拟仿真技术与 BIM 模型连接壁垒

因原有的 BIM 模型无法直接应用于这些软件，因此，本工程需要借助数值软件进行重新建模和计算。为了完成此目的，研发了一个 BIM 模型导入平台，借助虚拟仿真技术将实测数据与三维模型相关联，实现模型与数值软件的完美结合，充分发挥 Revit 建模的优点，简化数值软件的处理流程。此外，该平台还能确保数值软件生成的云图与模型紧密相连，实现“图像”与“族”的有机结合。

3.2.2 打通 BIM 模型与监控系统数据连接壁垒

在繁忙的工程施工过程中，为减少冗余数据，采纳转体施工监控系统的智慧，将采集的数据以电子文档的形式存储并录入系统。通过精心研发的 BIM 模型与实际监测数据挂接平台，转体监测数据与 BIM 模型相互辉映，使模型能够随着数据的变化动态调整。这种将数据与模型完美融合的方式，不仅展现了数据价值，还在施工过程中注入了智慧与活力，提升了整体的施工效率。同时，为了补充降重方面的信息，采用文本相似度检测工具对重复内容进行检查，采取相应措施进行修改或删除，降低重复率。

结语

借助设计图纸与施工方案等详尽资料，运用 Autodesk Revit 软件，对曲线连续桥梁进行了精细化建模。在建模过程中，创新运用“族”库对桥梁的各个构件进行分类管理，构建了标准化的桥梁构件族库，为后续模型应用奠定了坚实的基础。运用 BIM 桥梁模型和 Navisworks 软件的强大功能，成功进行波纹管与振导管的碰撞检查，并对预应力筋与钢筋进行了精细的微调管理。

同时，为了进一步提升施工管理效率、清晰度和透明度，引入先进的 BIM5D 管理平台。该平台能够全面管理桥梁的全生命周期施工过程，涵盖进度、安全、质量、成本和物料等方面，为施工过程地顺利推进提供强有力的支持。此外，该平台还支持多方参与和协作，进一步提升了管理的效率和协作性。^[3]

引用

- [1] Michel Virlogeux.Recent Evolution of Cable-Stayed Bridges[J]. Engineering Structure,1999(21): 737-755.
- [2] 张联燕,程懋方,谭邦明,等.桥梁转体施工[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 元宇.淮南市淮海路跨京杭运河大桥工程设计BIM应用[J].土木工程信息技术,2017,9(1):45-49.
- [4] 龙腾,唐红,吴念,等.BIM 技术在武汉某高架桥工程施工中的应用研究[J].施工技术,2014,43(3):80-83.

基于 LDA 模型的 藏文文本主题发现方法研究*

文◆西藏民族大学信息工程学院 韩佳晖 白韦娟
西藏民族大学图书馆 艾金勇

引言

为了加快藏文信息化建设进程，自治区“十四五”相关规划中把推动藏文信息技术标准化工作列入重要推进计划^[1]。藏族地区的网络普及率逐年攀升，藏文信息处理技术和藏文使用地区网络通信快速发展^[2]，互联网成为藏文使用地区人民传递信息、共享资源的主要途径和传承藏族文化的重要方式。藏文文本数据和藏文网页均呈指数式爆炸增长，面对成千上万的藏文数据，快速高效地获取数据、整合数据和提取信息主题尤为重要。然而，在藏文的主题提取方面，由于存在数据量小、规范性低等问题，应用在英文和中文等主流语言上的模型大多无法取得较好效果，相关研究尚未成熟。基于此，本文依托现有爬虫技术，根据采集到的藏文网页数据，构建统一藏文语料库，在藏文文本分词基础上提出一种利用 TF-IDF(Term Frequency-Inverse Document

Frequency,TF-IDF)算法改进的 LDA(Latent Dirichlet Allocation, LDA)主题模型中开展藏文文本主题地分析，以弥补传统词袋模型忽略了词本身的区分度的缺陷。

1 研究现状

1.1 主题提取与发现技术

面向大规模语料较好的处理能力和降维能力，使 LDA 主题模型成为主题发现领域中炙手可热的研究方向^[3]。主题提取与发现是指将属于同一主题下分散的数据进行汇集，以实现在规模较大的数据集中高效获取所需信息的目的。主题模型最初是由隐性语义索引(Latent Semantic Indexing, LSI)^[4]发展而来，并不是概率模型，核心思想为主题模型的发展指明了方向。在 LSI 的基础上，Hofmann^[5]提出了第一个主题模型——概率隐性语义索引(probabilistic Latent Semantic Indexing, pLSI)，LDA 模型作为主题提取与发现中最典型的模型，于 2003 年由 Blei 等^[6]在 pLSI 基础上提出，该模型是用于挖掘文档主题的三层的贝叶斯生成模型，经过无监督学习，生成“文档—主题”和“主题—词”两种概率分布。因此，LDA 模型经常应用于大规模文本集的主题提取。

1.2 面向藏文的主题提取与发现技术

虽然 LDA 主题提取模型在中文、英文等语言上已经较为成熟，但是面向藏文的研究目前仍处于起步阶段。互联网的快速发展推进了藏文语料获取及资源增长，但当前系统的藏文数据集仍非常匮乏，阻碍了藏文信息处理。综上所述，由于藏文信息化发展的滞后性，目前基于藏文的主题提取研究较少。

1.3 面向藏文的其他相关技术

文本分类与主题发现最主要的区别在于，文本分类限定了主题，使

*【基金项目】西藏民族大学校内项目“基于融合特征的藏文文本分类方法研究”(22MDY022)

【作者简介】韩佳晖(1998—)，女，山东青岛人，硕士研究生，研究方向：藏文自然语言处理。

【指导教师】艾金勇(1983—)，男，湖北襄阳人，硕士研究生，副研究馆员，研究方向：藏文信息处理、数字图书馆技术。

目标文本“对号入座”，而主题发现则未限定主题，直接对目标文本提取主题。与藏文文本主题发现相关的藏文文本分类的研究有群诺等^[7,8]结合逻辑回归和SVM分类模型进行藏文文本分类；苏慧婧等^[9,10]将藏文样本输入KNN和高斯贝叶斯模型中进行分类；包晗等^[11]结合TF-IDF算法和随机树森林模型完成分类。

2 研究方法

2.1 藏文分词技术

基于条件随机场的藏文分词技术是以统计模型为基础，融合藏文语言特征的分词方法。条件随机场是一种序列标记模型，在藏文分词方法中，将藏文分词看作序列标记问题，生成无向图，构建条件随机场模型进行音节标注。在具体进行藏文分词的过程中，首先，把输入的原始藏文文本数据切分成音节序列。然后，采用条件随机场模型标注音节位置。最后，根据标注得到分词结果。

2.2 TF-IDF 方法

TF-IDF算法被广泛应用在信息搜寻和数据分析中，它采取了一种常见的加权策略，以引入词频和逆文本频率两个概念表示每个词项的重要性，进而筛选出大概率反映文章特性的词项，即关键词^[12]。

词频(TF)，表示词项出现次数与文本所含总数的比。一般情况下，词频越高，说明该词项与文本的主题相关度越大。采用以下公式计算词项 w_i 的TF的值。

其中， N_i 表示词项 w_i 在文本中出现的次数， n_i 表示文档 D_i 含有的词的个数。

$$TF(w_i) = \frac{N_i}{n_i}$$

逆文本频率(IDF)，表示语料库总数与含有某个词项的文档数的比。某个词项的逆文本频率越高，该词项的区分文本能力越差。采用以下公式计算词项 w_i 的IDF的值。

$$IDF(w_i) = \log \frac{m}{S_i + 1}$$

其中， m 表示语料库的文本总数， S_i 表示包含 w_i 的文本数。

利用词频和逆文本频率两个概念，采用以下公式计算词项 w_i 的TF-IDF的值。

$$TF-IDF(w_i) = TF(w_i) \cdot IDF(w_i)$$

经过预处理的藏文网站文本可以表示成 m 个含有 n_m 个藏文词的集合，即语料库的文本总数为 m ，语料库所含的藏文词总数为 $\sum_{i=0}^m n_m$ 。对于任一藏文文档 D_k ，有

$$D_k = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$$

其中， x_i 表示文档 D_k 中的一个藏文词， n_k 表示文档 D_k 含有的藏文词数量，本实验选取文档 D_k 中TF-IDF值前10的藏文词进行后续处理。

2.3 LDA 主题模型

LDA模型是当前主题模型中应用最为广泛的模型，其包含词、主题和文档3层结构。LDA主题模型最显著的特征是将若干文档按指定的数量分类成不同主题，减少人为干预和负担^[13,14]。在主题发现中，基于

机器学习的主题挖掘不但能够挖掘出更为全面详细的内容，而且同一主题下关键词的语义也更为相近，因此对于逻辑结构较为粗糙、语义关系较为模糊的文献的效果更为理想^[15]。模型中的主题数量需要通过人为指定，根据所指定的主题数量，进一步获得每个主题下所对应的词语分布概率以及每篇文档所对应的主题概率。

对于LDA模型的效果评估最常用的指标是主题困惑度^[16]，主题困惑度(Perplexity)是指对于目标文章属于主题类别的不确定度。困惑度越低，意味着聚合的成功率更高，模型也更出色。通过比较在不同主题数量下的主题困惑度，决定最佳主题数量。主题困惑度的计算公式为

$$Perplexity(D) = \exp \left(- \frac{\sum_{i=0}^m \log p(w_i)}{\sum_{i=0}^m n_m} \right)$$

其中， $\sum_{i=0}^m n_m$ 表示测试集中的词项总数。测试集中每个词项的出现频率通过 $p(w_i)$ 表示，其公式为

$$p(w_i) = p(z|d) \cdot p(w_i|z)$$

其中，在某个文档中， $p(z|d)$ 表示每个主题出现的概率，而 $p(w|z)$ 表示在某个主题下，数据集中每个词项出现的概率。本文采取主题困惑度指标以评估模型。

2.4 模型构建

通过梳理发现，由于LDA模型具有优秀数据降维能力和模型扩展性，在文本分析任务中被广泛应用^[17-19]。在中文、英文等其他通用语言上实现效果较好，但目前应用于藏文领域的效果较差。

TF-IDF算法能够识别文章内识别性强的词汇，剔除出现频率较高但识别性不强的词汇。因此，本研究决定在LDA模型的基础上，对其进行TF-IDF算法

优化, 构建能够进行主题挖掘的改进 LDA 模型。与传统的 LDA 模型相比, 优化的模型采用了 TF-IDF 算法代替 LDA 模型中所涉及的传统词袋模型, 弥补词袋模型忽略了词本身的区分度的缺陷, 在对藏文文本主题提取的处理方式上能够保证主题挖掘性能的同时, 进一步提升主题提取的准确率。

3 实验与分析

3.1 实验准备

3.1.1 数据采集

实验爬取了当前主流藏文网站文本数据作为实验数据集。该数据集具体包括中国西藏网、中

国西藏新闻网、藏地阳光和中国藏族网, 语料类别涵盖法律、时政、宗教和文学 4 个方面。每条语料包括以下 6 种属性, 即新闻来源、主题、作者、发表时间、标题和正文内容。文本主题选择四大网站共有主题, 由于藏文文本较少, 故收集了四大网站目标主题下载至 2022 年 10 月全部的文本, 并按照文本发表时间进行排序。

3.1.2 数据预处理

本实验对获取到的数据, 首先剔除正文不含有文字信息等无实际意义的数据, 获得有效数据。然后使用 TIP-LAS 藏文分词词性标注系统^[20]进行分词和词性标注, 并根据词性将代词、介词、连词和冠词作为停用词删除。

3.2 实验结果及分析

本实验共选取 4 个藏文网站的四大类别的数据, 分别针对文本进行分析, 通过 TF-IDF 算法得到高频词统计。使用改进前和改进后的 LDA 模型对四类新闻分别进行主题聚类, 如图 1 至图 4 所示为 4 种类型文本数据在传统 LDA 算法下和改进后 LDA 算法下的主题困惑度随主题数目取值的变化趋势图。

通过分别与 4 种文本类型下的传统 LDA 模型进行对比可知, 改进

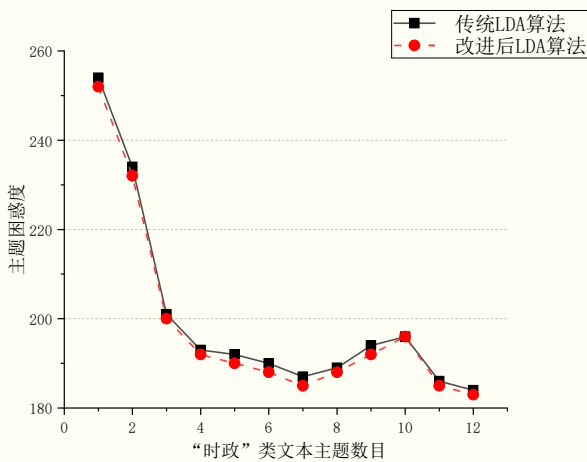


图 1 “时政”类主题困惑度变化趋势图

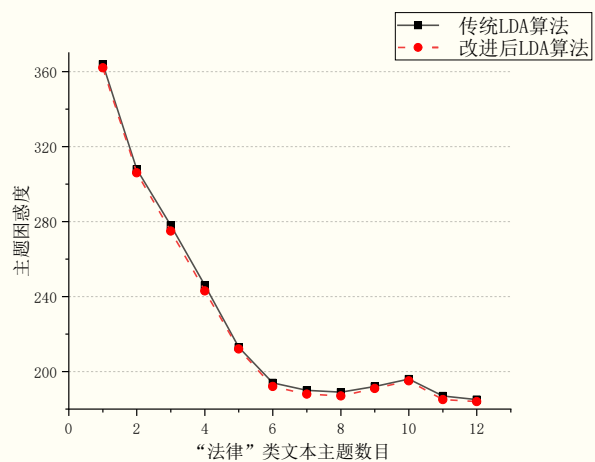


图 2 “法律”类主题困惑度变化趋势图

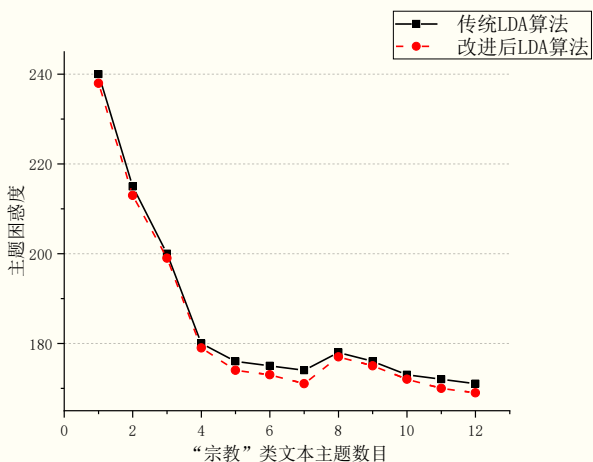


图 3 “宗教”类主题困惑度变化趋势图

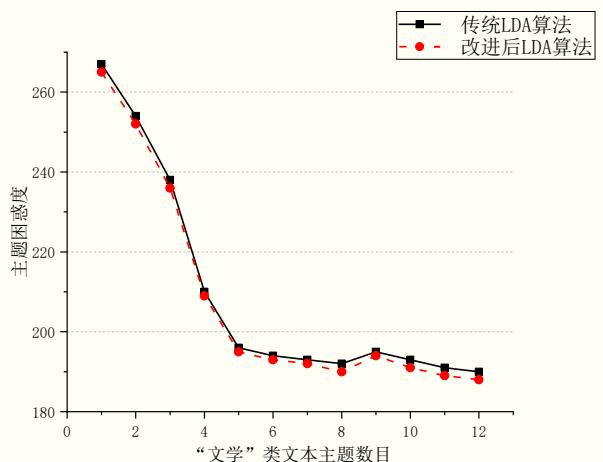


图 4 “文学”类主题困惑度变化趋势图

LDA模型的主题困惑度均有减少,平均减小约0.65%。同时,通过对比不同类型文本在不同类别数目的主题困惑度,确定“时政”类文本最优主题数目为 $n=7$ ，“法律”类文本最优主题数目为 $n=6$ ，“宗教”类文本最优主题数目为 $n=7$ ，“文学”类文本最优主题数目为 $n=7$ 。

结语

本研究开展了基于LDA模型的藏文文本主题发现方法研究,针对现有藏文文本主题提取研究较少的问题,提出了融合TF-IDF算法的改进版LDA模型。在传统的LDA模型的基础上,考虑使用TF-IDF算法对文本数据进行处理代替词袋模型,改进后的模型在对藏文文本主题提取的处理方式上能够保证主题挖掘性能。同时,该研究仍存在不足之处。采集到的藏文文本数量较小,涵盖的主题较少,导致提升效果较不明显。在后继研究中应包含更多网站更多主题的藏文文本数据,丰富研究场景。深度学习、神经网络等新兴方法逐步应用于主题提取与发现,在之后的研究过程中,考虑将深度学习、神经网络等方法应用于藏文文本的可行性,并对藏文文本主题提取模型进一步的完善和改进。■

引用

- [1] 西藏自治区国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要[N].西藏日报(汉),2021-03-28(006).
- [2] 胥桂仙,刘兰寅,张廷,等.基于预训练模型和图神经网络的藏文文本分类研究[J].东北师大学报(自然科学版),2023,55(1):52-64.
- [3] 张东鑫,张敏.图情领域LDA主题模型应用研究进展述评[J].图书情报知识,2022,39(6):143-157.
- [4] Deerwester S C,Dumais S T,landauer T k,et al.Indexing by Latent Semantic Analysis[C].Journal of the American Society for Information Science,1990.
- [5] Hofmann T.Probabilistic Latent Semantic Indexing[C].Proceedings of the 22nd Annual International SIGIR Conference.New York:ACM Press,1999:50-57.
- [6] Blei D M,Ng A Y,Jordan M I.Latent Dirichlet Allocation[J].Journal of Machine Learning Research,2003,3(4-5):993-1022.
- [7] 群诺,贾宏云.基于Logistic回归模型的藏文文本分类研究与实现[J].信息与电脑(理论版),2018(5):70-73.
- [8] 贾宏云,群诺,苏慧婧,等.基于SVM藏文文本分类的研究与实现[J].电子技术与软件工程,2018(9):144-146.
- [9] 苏慧婧,群诺,贾宏云.基于KNN模型的藏文文本分类研究与实现[J].高原科学研究,2019,3(2):88-92.
- [10] 苏慧婧,群诺,贾宏云.基于Gaussian NB模型的藏文文本分类研究与实现[J].青海师范大学学报(自然科学版),2019,35(4):1-4,54.
- [11] 包晗,西热旦增,郭龙银,等.基于随机森林的藏文文本分类[J].电脑知识与技术,2019,15(34):178-180.
- [12] Gerard Salton,Christopher Buckley.Termweighting Approaches in Automatic Text Retrieval[J].Information Processing & Management,1988(5):513-523.
- [13] 陈晓美,高铨,关心惠.网络舆情观点提取的LDA主题模型方法[J].图书情报工作,2015,59(21):21-26.
- [14] 徐戈,王厚峰.自然语言处理中主题模型的发展[J].计算机学报,2011,34(8):1423-1436.
- [15] 李秀霞,程结晶,韩霞.发文趋势与引文趋势融合的学科研究主题优先级排序——以我国情报学学科主题为例[J].图书情报工作,2019,63(11):88-95.
- [16] ARUN R,SURESH V,MADHAVAN C E V,et al.On Finding the Natural Number of Topics with Latent Dirichlet Allocation:some Observations[C].PacificAsia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining.Berlin:Springer,2010:391-402.
- [17] 阮光册.基于LDA的网络评论主题发现研究[J].情报杂志,2014,33(3):161-164.
- [18] 闫硕.基于餐馆评论文本的主题提取及情感分析方法研究[D].北京:北京化工大学,2018.
- [19] 刘仕阳,化柏林.基于LDA的公共文化主题提取与演化分析[J].图书情报研究,2021(2):28-37.
- [20] 李亚超,江静,加羊吉,等.TIP-LAS:一个开源的藏文分词词性标注系统[J].中文信息学报,2015,29(6):203-207.

一种基于能量叠加的信号检测算法

文◆中国电子科技集团公司第四十一研究所 何洪杰

引言

针对当前日益复杂的电磁环境，在对环境中的信号进行软件分析处理之前，首先需要将其中的信号进行快速准确地提取。本文从实际工程应用的角度出发，提出了一种基于检测数据多次累加的 Hits 值即能量叠加的信号检测方法，用户根据应用场景的不同通过设置固定值门限、历史门限和自适应门限等门限参数，经过信号检测模块和信号更新合并模块对检测信号进行信号特征提取等相关处理，最终检测环境中的信号。该方案检测效率高，已在工程实践中得到应用，能够较快的对各种类型的信号进行检测。

1 检测门限

与传统基于能量检测的信号检测算法一样^[1]，在对信号检测之前应确定检测门限，本文提出 3 种检测门限方法，即固定值门限、历史门限和自适应门限。用户可以根据不同的应用场景选择合适的门限方案。

(1) 固定值门限

固定值门限是指为搜索频段内的某一段或者多段搜索范围设定一个或者多个固定的门限值。

通常应用于需要粗略检测某些频段范围内的信号。

(2) 历史门限

历史门限是指记录一段时间内的搜索频段内每个频点值所对应的能量最大值所生成的门限曲线。它的应用场景主要是需要搜索某个环境下一段时间内未曾出现的信号。

(3) 自适应门限

自适应门限是指根据扫频值设定门限值，模拟实时的基底噪声实时计算出的门限^[2]。它是信号检测过程中最常用的门限，任何场景都可以使用自适应门限。用户可以根据实际检测需要，通过参数设置抬高或者降低门限值。

2 检测处理模块

本方案是根据多帧频谱能量叠加的检测方法，提出了“Hits”概念，Hit 是指一帧数据中每个点的能量值与该点的阈值相比较，当该点的能量值大于等于该点的阈值时，该点的 Hit 记为 1，否则记为 0。基于 Hit 值的概念，Hits 是指 N 帧数据累积后每个点 Hit 的累加值，其最大为 N，最小为 0。根据设定的门限方法和外界输入的频谱数据，经过预处理模块和检测处理模块以后可以生成初始信号集。

预处理模块的主要作用是生成若干个信号片段，主要完成数据的归一化和数据过滤两部分工作，数据归一化是指将原始数据每个点的 Hit 值做归一化处理。

用户在进行信号检测时需要设置检测概率的区间，概率是指某一信号出现的概率，检测模块指检测符合该概率区间的信号。数据过滤是根据设置的检测概率区间将不符合的 Hit 值置零，在完成数据过滤以后，根据连续 Hits 进行分段处理，分段处理的目的是生成若干的信号片段。

需进行 Hits 补偿的片段示意图如图 1 所示，通过图 1 圈出来的部分会发现在多个连续 Hit 值为 1 的点中夹杂着 Hit 值为 0 的点，在实际的应用中发现这些 Hit 为 0 的点会将实际原本为一个信号片段给分割成几段的问题，此时需要对其进行 Hits 补偿处理。

Hits 补偿是指在连续多个 Hit 值满足条件的情况下出现极少数的 Hit

【作者简介】何洪杰（1990—），男，山东青岛人，硕士研究生，研究方向：信号处理。

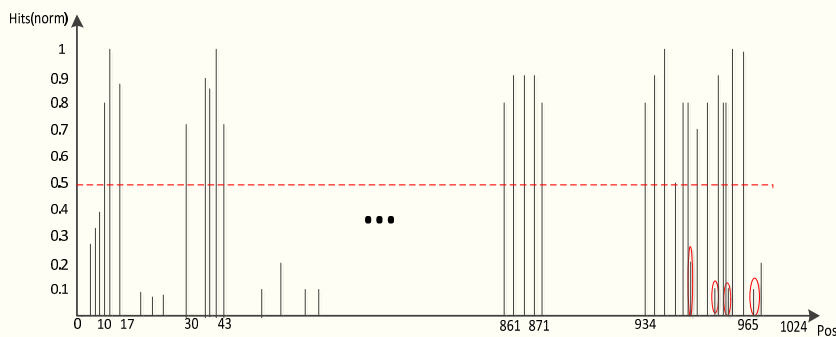


图1 需进行 Hits 补偿的片段示意图

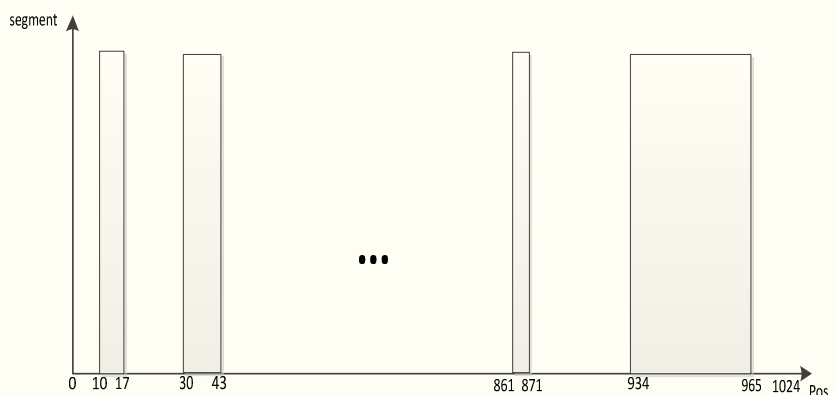
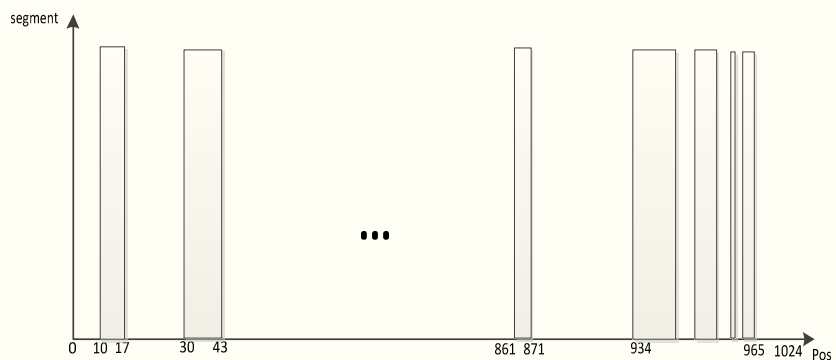


图2 Hits 补偿后的信号片段

值不满足的情况，此时需要将不满足条件的 Hit 人为进行补偿处理，使其满足条件。图 1 圈出的点为需要做补偿处理的点。Hits 补偿后的信号片段如图 2 所示，图 2 为进行 Hit 值补偿前后的对比图，从图中可以看出在经过补偿处理后，可以将某些分割成多段的信号片段重新归为一个信号。

3 信号更新及合并模块

信号更新及合并模块主要是将上述信号检测模块所生成的信号片段进行更新、合并、统计、分析形成信号特征参数以便发送给界面端进行显示。信号片段包含信号编号、中心频率统计值、带宽统计值、幅度统计值、信号出现的起始时间与终止时间等数据。信号片段数据源源不断的输入到信号更新及合并模块后，会计算获得信号的特征参数，信号特征参数主要包含信号编号、信号属性、信号中心频率、信号带宽、信号幅度、出现概率、首次出现时间、末次出现时间等。这些新检测出的信

号会与先前在数据库中存储的已存在的信号进行比对，如果满足合并条件会将该信号合并更新，如果不满足则会作为一个新的信号存储在数据库中。然后根据用户设置的查询条件，将其感兴趣的信号发送给客户端进行显示。

3.1 信号更新及合并模块功能组成

信号更新及合并模块由信号合并、信号特征统计、信号特征查询等功能组成。

信号更新及合并采用了基于时间与频率双重重叠因子的信号判定策略，用户设置频率抖动范围和时间抖动范围两个参数，取二者交集实现对信号的合并，信号合并条件判断如图 3 所示，左图中当①和②信号的重叠比例大于频率抖动范围并且右图中①的末次出现时间与②的首次出现时间差在时间抖动范围内，此时确定二者是同一个信号，反之二者是两个信号。该模块较好的实现了信号的更新及合并。

信号特征统计功能是将一个信号的大量信号片段特征数据进行统计分析，估算信号真实的中心频率、带宽和属性，获得信号出现的时间规律。

信号特征查询根据信号特征值进行搜索过滤，形成一个信号列表并发送给用户进行显示，在全频段扫描时，会检测到几百上千的信号，用户根据频率、带宽、时间等查询条件，只观测感兴趣的信号。

3.2 信号特征估计流程

信号更新及合并模块的核心功能是将信号片段合并、统计、分析形成信号特征参数。在信号参数估计和更新中，主要涉及到两种不同类型的信号，一是从当

前频谱数据中根据能量准则和带宽准则检索出来的信号片段。信号片段是指时间片段内的信号统计值，信号片段具有中心频率统计值、带宽统计值、幅度统计值、信号出现的起始时间与终止时间等数据。二是指所有出现过的历史信号，主要参数除了第一种类型的参数之外，还包括相关的统计信息值。信号参数估计和更新需要将当前从频谱数据检索出来的信号去更新历史信号中的相关记录。

首先，从当前检测出的信号列表记录中取出一条记录。其次，遍历历史信号库中的所有记录，判断当前截获信号是否已经在历史信号库中出现，若出现过，则将当前的信号信息和历史信号记录中的信息进行合并，修正历史信号记录中的频域与时域参数，融合后的结果去更新当前的历史记录信息；若未出现，则判定为一个新信号，直接添加到历史信号记录中。最后，遍历完

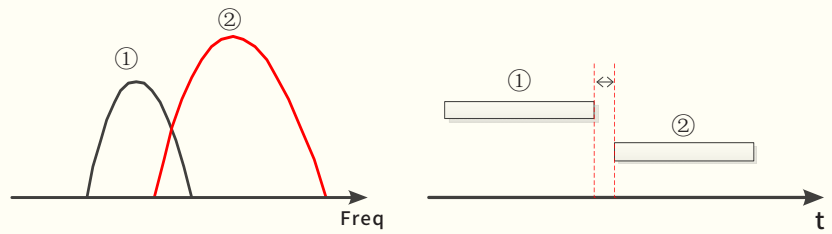


图3 信号合并条件判断

成历史信号后，完成一次截获信号集合更新。

从以上分析可以看出，整个参数更新的关键是判定当前截获的信号在历史信号库中是否已经出现。针对该问题，本文提出一种基于时间与频率双重重叠因子的信号判定方法。频率因子的判定原则是，如果截获信号在频域的所占频段与已有信号在频域的所占频段存在重合，且频段交集与频段并集的比例大于阈值，则判定两个信号的频率重合度满足要求。时间因子判定原则是，如果截获信号的出现时间段与已有信号的时间段，间隔小于阈值，则判定两个信号具有关联性。当频率重合度与时间重合度都满足条件时，判定其已经出现；否则，则认为其是一个新信号。

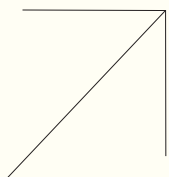
本方案提出的判定方法实现流程如下，首先，输入时间重叠因子与频率重叠因子，作为判定信号是否相同的依据。其次，从历史信号库中取出一条信号并从新输入的信号列表中取出待比较的信号，计算两条信号的频率重合度与时间重合度，两个重合度值都满足设置的重叠因子时，判定该信号在历史信号库中已经出现，如果有一条不满足，则认为是一个新信号。最后，将判定结果返回给调用程序，由调用程序根据结果更新历史信号列表。

结语

本文提出了一种基于能量叠加的信号检测算法，该算法通过对多帧频谱数据的叠加，计算出每个数据点的 Hits，经过数据归一化、数据过滤、数据补偿等处理得到信号片段。每次检测出的信号片段又会进行信号提取操作，得到的信号又进行信号更新及合并处理，最终得到信号列表。该方法具有较高的检测效率，用户可以根据不同的检测场景，通过变换检测门限设置，完后信号的快速检测。■

引用

[1] 高锐.复杂电磁环境下的信号检测技术的研究[D].陕西:西安电子科技大学, 2015.
 [2] URKOWITZ H. Energy Detection of Unknown Deterministic Signals[J]. Proceedings of the IEEE, 1967, 55(4): 523-531.



一种无动力设备智能定位终端及其方法

文◆中国华信邮电科技有限公司 江健 石琦玉

引言

机场地勤使用无动力小车，主要用于行李物品运输，如轮子运输车、气瓶拖车等。虽然不同地勤公司有统一的无动力设备管理规程，但是航空公司不同方向的航班、班次与流量区别很大，相对应的无动力设备的使用频率完全不同。无动力设备存在不同公司和不同地勤团队交叉使用的情况，难以按时准确的归还到自己的区域，重复购买无动力小车成为常态，导致资产管理困难。基于此，本文提出一种待机时间超长，能在机场室内和室外定位的定位终端，解决机场地勤的难题。

1 国内外研究背景

无动力车的管理需求是全球的通用需求，国内外现有的解决方案及优缺点如下。

1.1 卫星定位：GPS/北斗定位器+惯性导航

优点：技术成熟，可靠^[1]，成熟案例多，建设成本低。

缺点：(1) 机场或者野外设备充电困难；(2) 无动力设备需要实时运动轨迹，以便追踪设备位置，电量消耗大，现有定位器难以平衡超长待机时间和实时定位需求；(3) 在机场室内和某些场合，卫星信号微弱，定位难度大；(4) 无动力设备在没有卫星定位信号的地方停留较长时间，再次启用时，以目前流行的导航方式无信号区域采用GPS+惯导

的通用做法，无法满足这种场景下的定位要求。

1.2 RFID (Radio Frequency Identification 射频识别技术) 定位

优点：(1) 功耗小，待机时间长；(2) 工作效率高。

缺点：(1) 精度严重依赖地面通信网络基站的密度；(2) 建设成本高；(3) 安全性不够高^[2]；(4) 定位距离近；(5) 无法满足超长待机时间。

1.3 蓝牙 5.1 定位

情况与RFID定位类似，需要室内外有很高的基站密度，满足定位精度要求。但是容易受到干扰。

1.4 UWB (Ultra Wide Band 超宽带技术) 定位

情况与RFID定位类似，需要室内外具有很高的基站密度，才能满足定位精度要求。定位精度高，定位距离满足要求，但是成本昂贵^[3]。

2 解决方案

为了克服现有技术中存在的不足，应设计定位连续性好的无动力设备智能定位终端及其方法。主要包括MCU控制单元、定位模组、WiFi芯片、加速度计、防

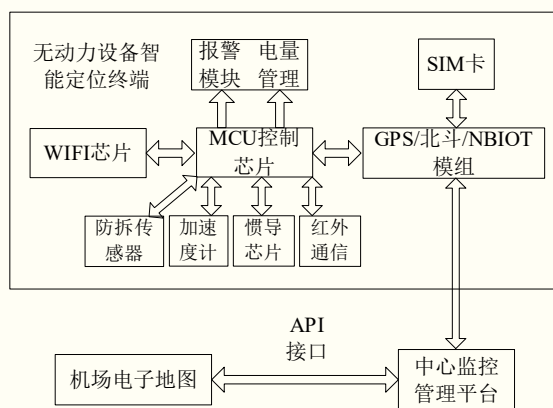


图1 系统构成框架图

【作者简介】江健（1975—），男，浙江衢州人，博士研究生，工程师，研究方向：机械制造及自动化。

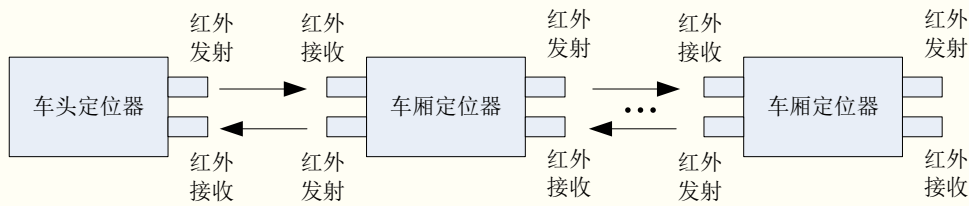


图 2 编组示意图

拆传感器和红外通信模块等，系统构成框架图如图 1 所示。

2.1 工作策略

(1) 采用“动力车头定位+车厢跟随”模式。动力车头与无动力小车车厢形成编组。车头有电瓶供电，车头定位终端不限制用电。车厢定位终端平时处于休眠状态，编组时被唤醒，完成编组后再次休眠。车辆编组示意图如图 2 所示。

(2) 以加速度计判断车辆的动停状态。当加速度计发现无动力车辆停止时，且车辆处于非编组状态、定位终端处于休眠状态时，耗电量极低。采用红外通信模块作为车队内的互相通信方式，指向性强，不会将无关车辆编入车队。

(3) 室外定位采用 GPS/北斗定位芯片+NBIOT 通信的模组。在室外有遮挡和卫星定位信号不佳的区域，惯导芯片作为室外定位的辅助手段。

(4) 室内定位采用 WiFi 定位。

(5) 通过 NBIOT 的 SIM 卡作为传输通道，与中心监控管理平台连接。中心监控管理平台通过 API 接口与机场电子地图连接，将小车轨迹显示在电子地图上。

(6) 加速度计为 3 轴加速度计，红外通信模块包括红外发射器和红外接收器。红外发射器和红外接收器均与 MCU 控制单元连接，包括报警模块和电量管理

模块，所述的报警模块和电量管理模块均与 MCU 控制单元连接。

2.2 室内定位

2.2.1 定位方式

WiFi 定位。WiFi 定位的优势主要是 WiFi 部署的广泛性^[4]。作为最重要的无线传输手段，在各种室内场合都有着最大的部署量^[5]，因此，WiFi 无处不在。由于机场无动力小车对精度要求不高，机场方面 WiFi 基站非常完善，经过实地测试，WiFi 基站覆盖机场的各个区域，从候机楼到仓库，从维修车间到地下室，到处都有 WiFi 基站。理论上，WiFi 的数据传输网络建设完毕后，通过假设定位引擎服务开通 WiFi 定位功能。

2.2.2 定位算法

三角定位算法。通过 3 个 WiFi AP (基站) 的无线信号强度，对无动力车辆进行三角定位。在广泛的应用领域内实现复杂的大范围定位、监测和追踪任务，总精度比较高，虽然用于室内定位时精度只能达到 10m 左右，但是对于无动力车辆的定位而言，只要能确保可以目视发现无动力车辆，那么精度已足够。

2.3 车辆编组

采用车头定位终端定位以及车厢定位终端跟随模式，车头定位终端有电瓶供电，车头定位终端不限制用电，具体操作步骤如下。

2.3.1 开始编组

客户点击动力车头定位器触摸屏上的“开始”按钮，开始编组，车头定位器向相邻的无动力车定位器发红外信号。无动力车的定位终端被唤醒，根据当前位置，采用卫星定位或者室内 WiFi 定位。发送当前无动力车的车厢位置、ID 和定位器电量百分比信息。客户点击车头定位器触摸屏上的“确定”按钮，完成编组，智能定位终端在接到车头编组完成的信号后，再次进入休眠。

车头将编组各车辆的“车厢自身的 ID 号、定位器电池电量剩余的百分比”，实时上报给“中心监控管理平台”，平台通过“机场的电子地图”的 API 接口，在手机端或者中心监控屏幕上，显示编组车辆在机场的实际位置。

2.3.2 再次编组

当车队需要增加或减少无动力车辆时，需要客户点击车头定位器触摸屏上的“开始”按钮，重新走编组的流程，再次编组。

2.3.3 完成编组

任务完成后，点击车头定位器触摸屏上的“完成”按钮，取消编组，车头不再实时上报车组各车厢的位置、ID 和定位器电量百分比信息。

2.4 定时上报位置

无动力车厢定位终端不管是否处于编组运动状态，每天固定时间点，车厢定位终端自动唤醒，启动 MCU 控制单元，打开定位模块，获取当前位置信息，将当前车厢的自身 ID 以及电池电量剩余百分比，通过定位模块的 SIM 卡上报给中心监控管理平台，通过机场电子地图的 API 接口，在手机端或者中心监控管理平台上，显示无动力车厢在机场的实际位置。每天定时唤醒定位终端，上报当前位置，防止无动力车辆因长期不使用，导致定位信息更新不及时的现象发生。

2.5 信息编码

为了避免机场复杂电磁环境对车厢定位终端信号的随机破坏，对车厢定位终端的无线信息编码采用 BCH 编码，达到每 15bit 任意 3 个数据出错的情况下，都可以恢复正确的数据，BCH 码的码空间在 GF(2) 上，校验空间在 GF(2^m) 上，通过 BCH 本原编码公式求解数学模型，如下^[6]。

$$G(x) = X^{15} + X^{11} + X^{10} + X^9 + X^8 + X^7 + X^5 + X^3 + X^2 + X + 1 \quad (1)$$

无线信息译码采用以下方法。

第一步，求伴随多项式 S_0 。

$$S_1 = e_{i_1} a^{i_1} + e_{i_2} a^{i_2} + \dots + e_{i_v} a^{i_v} \quad (2)$$

设 $Y_k = e_{i_k}$ ， $X_k = a^{i_k}$ ，对于二源码， $e_{i_k} = 1$ ， $k=1,2,\dots,v$ ，其中 i_k 为第 k 个错误的位置， X_k 是与这个位置相关的域元素， v 表示伴随式中系数为非零的个数，伴随多项式可写为

$$S_1 = Y_1 X_1 + Y_2 X_2 + \dots + Y_v X_v \quad (3)$$

对于 $J=1,2,\dots,2t$ 个联立方程组，有 v 个错误位置未知量 X_k 和 v 个错误程度未知量 Y_k

$$\begin{cases} S_1 = Y_1 X_1 + Y_2 X_2 + \dots + Y_v X_v \\ S_2 = Y_1 X_1^2 + Y_2 X_2^2 + \dots + Y_v X_v^2 \\ \vdots \\ S_{2t} = Y_1 X_1^{2t} + Y_2 X_2^{2t} + \dots + Y_v X_v^{2t} \end{cases} \quad (4)$$

定义错误定位多项式

$$U(x) = U_v x^v + U_{v-1} x^{v-1} + \dots + U_1 x + 1 \quad (5)$$

多项式的根是错误位置的逆 X_k^{-1} ， $k=1,2,\dots,v$ ，即

$$U(x) = (1 - xX_1)(1 - xX_2)\dots(1 - xX_v) \quad (6)$$

因此，只要知道错误定位多项式 $U(x)$ 的系数，便可求得错误位置 X_1, X_2, \dots, X_v 。

由此，可得如下矩阵。

$$\begin{bmatrix} S_1 S_2 & \dots & S_{v-1} S_v \\ S_2 S_3 & \dots & S_v S_{v+1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ S_v S_{v+1} & \dots & S_{2v-2} S_{2v-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_v \\ U_{v-1} \\ \vdots \\ U_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{v+1} \\ S_{v+2} \\ \vdots \\ S_{2v} \end{bmatrix} \quad (7)$$

错误定位多项式 $U(x)$ 的系数，可对伴随多项式 S 的矩阵求逆得到。

第二步，求解 $U(x)=0$ 的零点，从中可计算错误位置。

结语

本文提出的解决方案即采用“超低功耗芯片 + 用电策略管理”，待机时间可达 1 年以上。

引入编组管理策略，无动力车在由车头带动时，由车头实时上报位置，达到功耗和实时监控的平衡。采用红外通信作为车组内的互相通信方式，指向性强，不会将无关车辆编入车组。在室内和卫星定位信号不佳的区域，采用 WiFi 定位，保证了智能定位终端定位工作的连续性。■

引用

[1] LIU H, DARABI H, BANERJEE P, et al., Survey of Wireless Indoor Positioning Techniques and Systems[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 2007, 37(6): 1067-1080.

[2] 刘公绪, 史凌峰. 室内导航与定位技术发展综述[J]. 导航定位学报, 2018, 6(2): 7-14.

[3] 邓中亮, 尹露, 唐诗浩, 等. 室内定位关键技术综述[J]. 导航定位与授时, 2018, 5(3): 14-23.

[4] 王慧强, 高凯旋, 吕宏武. 高精度室内定位研究评述及未来演进展望[J]. 通信学报, 2021, 42(7): 198-210.

[5] 王行娟. 基于 WiFi 的分级室内定位[J]. 电讯技术, 2021, 61(10): 1291-1296.

[6] 卢中原, 范白涛, 冯卫华, 等. 井下短距无线数据传输系统的研发及应用[J]. 石油钻采工艺, 2018, 40(S1): 164-166+170.

基于 DRG 信息系统的 医院科室床位效率分析及配置探究

文◆惠州市中心人民医院 黄镇文

引言

为了更好地规范“十四五”期间医院科室床位资源，国家卫生健康委于2022年1月发布了《医疗机构设置规划指导原则(2021-2025年)》的通知，如何有效地提高病床利用率、合理调整科室病床数量是保证高质量医疗服务发展的关键^[1]。目前，我国医疗卫生体制改革正逐步深化，其中最重要的因素就是医疗费用的持续增长和医保控制的压力，为了有效控制医疗成本，国内各大医院都在尝试采用各种控制措施^[2]。以往的病床分配方式多以病床使用模式、综合评估法等为基础，逐渐不适用于医疗技术不断发展的今天^[3,4]。疾病诊断相关分组(DRG)是一种有效的医疗保健付费方式，也是一种有效衡量医疗服务效率的方法。在各种医疗成本控制方式中，DRG越来越被国内各大医院关注。医院必须对整体医疗水平、科室和医生绩效水平有清晰了解^[5]，建立一套高水准的DRG信息管理系统体系，才能让医院质量管理人员更好地进行数据维护，对医

院每个季度的病历数据有清晰地把握，促使医院在每年区域医疗评级中取得该有的医疗水平等级^[6]。

1 DRG 信息系统概述

DRG信息系统以卫健评估指标为中心，是CN-DRG分组智能管理的延伸。系统架构是基于J2EE体系的Web2.0开发技术路线进行设计的B/S架构，支持HTML、DHTML等通用的浏览器标准，同时提供统一的数据交换接口和应用服务接口，以XML作为统一的数据接口格式，使用中间件技术封装所有的业务逻辑，提供支持WebService技术的服务接口。DRG信息系统可根据病历首页抽取出的各项指标，结合医院的实际状况，以公平性、科学性为基础，充分考虑医院各科室的工作表现，并依据科室、病种、耗材、转归和医务工作者等多个方面的数据，致力于帮助医院提高绩效管理水平和实现精细化管理。DRG信息系统业务流程图如图1所示。

1.1 DRG 预期管理范畴分析

在预期管理范畴分析方面主要由基本情况、疑难病例、绩效分析、对比分析、费用统计以及三级公立医院绩效考核首页指标等组成。适用于专科发展的病种结构优化、医疗费用控制、医院/专科能力评估、医疗效率评估、医疗质量管理、医生临床能力评估等方面。在兼顾社会效益和经济效益的前提下，对各科室的床位进行优化。目的在于判断科室的病床分布是否合理。因此，通过加强各科室的分组管理与床位布局，合理利用人力和财力，以促进医疗卫生质量的优化。

1.2 DRG 预期常用指数

1.2.1 能力指数

(1) DRG 组

DRG组即所处理的疾病种类，数目越多代表着医疗机构的医疗服务领域越广泛。

(2) 总权重

【作者简介】黄镇文(1984—)，男，广东惠州人，本科，工程师，研究方向：医疗信息化建设。

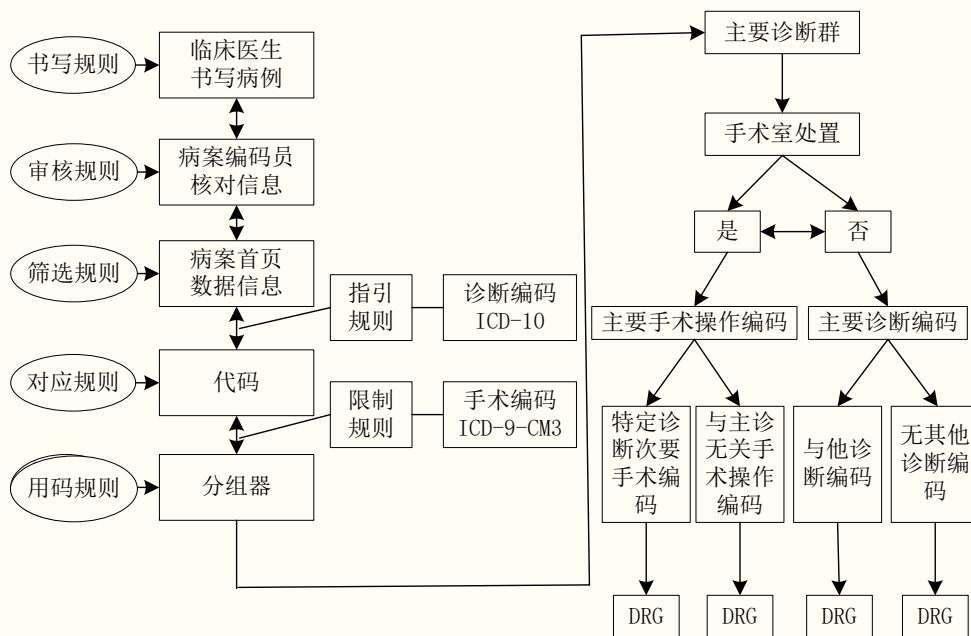


图 1 DRG 信息系统业务流程图

总权重即总住院服务产出（经风险调整）。总权重越高，医院的产出也就越高。总权重计算公式为“总权重 = \sum (DRG 的成本权重 \times DRG 患者的数量)”。

(3) 病例组合指数 (CMI)

病例组合指数 (CMI) 即处理的技术困难程度。CMI 越高，说明医院收治的患者疾病的疑难危重度越高，医保部门利用 CMI 数据建立最佳曲线模型，预测医院的平均住院费用，再结合医院预期业务量预测医院医保预付额度，CMI 计算公式为“CMI = 总权重 / DRG 患者的数量”。

1.2.2 效益指数

(1) 费用消耗指数

费用消耗指数用于表示治疗类似疾病的费用。在 1 左右代表接近平均值，超过 1 表示支出更高，低于 1 表示支出成本相对较少。反映了同一类型的医疗成本效益，成本支出指数越小，医疗成本效率就越高。

费用消耗指数 = \sum (DRGs 各组的费用率 \times DRGs 患者的数量) / 总住院患者的数量

(2) 时间消耗指数

若治疗时间为 1 代表接近平均值，超过 1 代表时间更长，低于 1 代表时间更少，数值越小。

时间消耗指数 = \sum (DRGs 各组的平均住院天数 \times DRGs 患者的数量) / 总住院患者的数量

(3) 低风险组死亡率

在低风险人群中的死亡率，即由疾病自身造成的死亡率非常低。

2 DRG 信息系统框架分析

2.1 全院预期

根据 DRG 信息系统的各项指标数据进行全覆盖的医院分析，包括 DRG

组数、CMI、总权重、时间消耗指数、费用消耗指数、低风险组死亡率、入组率等，通过对比分析可判断医院在各类医疗检查中所处的位置，预判出医院的实际情况与各项医疗检查指标的差距。为了便于用户操作，设置图表切换功能，支持数据钻取等操作；根据用户要求导出 PDF 或 Excel 等格式的分析表格。

2.2 科室预期

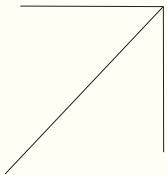
以 DRG 为基础，把全指标作为预期体系，深入到医院每个病区、每个科室，调查总体状况，包括 DRG 组数、CMI、总权重、时间消耗指数、费用消耗指数、低风险组死亡率、入组率等。对全院各科室进行排序，在对各个指标的科室排名结果分析后，作为调整科室床位配置的依据，并执行优化改进措施，直至达到预期目标。为方便用户进行数据分析，系统支持图表转换、数据钻取、数据输出等功能，用户通过系统功能以 PDF、Excel 等格式输出数据报表，完善相关数据统计。

2.3 病种预期

对医院和医院各科室的病种进行统计，了解每一种疾病的基本状况和相关费用状况，掌握各病种的病种以及疾病谱，了解各病种的病种治疗能力。通过对这些统计数据的应用，能为各病种主任更好地管理科室床位效率、提高科室服务效率、提升科室救治能力和控制科室成本提供强有力的数据支撑，为科室执行绩效分配变革和科室床位配置提供依据。

2.4 全指标预期

系统全指标预期模块支持病案资料地检索。对未入组病例、死亡病例等进行查询，为患者提供 DRG 的分组、费用消耗指数、CMI 等资料。不仅支持多个“与”和“或”的复合形式查询，还支持模糊查询，包括支持大于、小于、等于、编码域和多重选择查询。病案明细数据的查询结果输出以 Excel 表格为基础，方便临床人员开展有针对性的临床科研和比较分析。



2.5 疑难病例预期

根据患者的详细情况，从常见疑难病例的角度，对危重患者的医疗服务水平进行相关分析，并对不同的医疗服务质量、效率、水平进行比较。深入到各科室、各医师收治的外地患者，查阅相关详细资料。系统支持图表转换、数据钻取、数据输出等功能，用户可根据需求将需要的相关数据以 PDF 或 Excel 的格式导出。

2.6 绩效预期

根据医院的实际情况，在充分考虑医院的公平分配绩效的基础上，给出各科室的绩效分析结果，为医院每月、每季度、每年的业绩分配提供依据。以病人的主要诊断、ICD 码的分类等为主要指标，建立以病理解剖学和生理学为主要特征的 MDC 群，反映出各科室诊断、开展的医学专业。通过全面分析 MDC，了解各科室的病例总数、例均费用、平均住院天数、死亡率等指标，反映各科室的诊疗技术和能力。重点分析 CMI 和总权重，若 CMI 值高，说明医院收治的病人病情严重，不容易治愈，医院可以通过这些数据确定治疗研究的方向和人才培养的依据。

结语

运用 DRG 信息系统对病床资源进行质量管理与预期分析，不仅要兼顾各部门的医疗水平，还要兼顾对疑难病症的诊断与治疗，同时也有利于医院的量化、精细化、规范化管理。以 DRG 为切入点，坚持“控制总量、腾出空间、提高效率、调整结构和促进转型”的方针，促进医院合理健康发展。^[8]

引用

- [1] 方环景.质量管理工作循环理论在医院科室管理中的应用[J].中医药管理杂志,2021,29(2):173-174.
- [2] 谢冰珏,余颖,唐路,等.基于决策树模型的DRG优化分组探索:以新生儿疾病外科组为例[J].卫生经济研究,2023,40(2):47-51.
- [3] 张丹,宋雪骄,左先波.按疾病诊断相关分组背景下的精准医学助力慢病治疗管理[J].中国医学前沿杂志(电子版),2023,15(1):8-12.
- [4] 劳滢云,陈飞波,程晓英,等.基于数据包络分析的儿童医院DRG运营效率研究[J].中国医院,2021,25(11):70-73.
- [5] 李永刚,陈国强,张德刚,等.医院全面质控管理在医院内涵建设和外延发展中的作用[J].中国卫生事业管理,2019,36(11):819-822.
- [6] 魏安华,戴小喆,董登姣,等.基于社会网络分析的按DRG付费药物治疗方案优化实证研究[J].中国医院管理,2023,43(1):79-83.

2000 至 2023 年间我国同伴互评研究综述*

文◆云南师范大学信息学院 钟明霞
云南民族大学教育学院 杨在宝

引言

教育评价是教育活动中至关重要的一环，有利于科学分析教育信息，监测和评估教育效果，促进教育改革，提高教育质量。2020年10月，中央政府和国务院发布了《深化新时代教育评价改革总体方案》，强调教育评价要科学有效与结果过程并重，充分运用信息技术手段，提升教育评价水平。同伴互评作为一种重要的教育评价方式，不仅具备诊断学生学习情况的功能，还是培养学生高阶思维能力的有力工具。为了展示国内同伴互评研究的现状及发展趋势，本研究系统回顾了2000年至2023年间我国在同伴互评方面的最新研究成果，以期为后续研究提供理论依据和实践经验。

1 研究设计

1.1 文献筛选

本文数据来源从中国知网学术期刊数据库（CNKI）中，以“互

评”“他评”为关键词，精确检索2000—2023年期间CSSCI和CSCD源期刊论文，剔除与本研究无关的文献后，最终得到416篇文献，数据库的最后更新时间为2023年12月。

1.2 研究方法

本研究从发文数量和高频关键词对文献做量化分析，从同伴互评的平台、信息技术能力和评价量规等方面展开研究主题分析。梳理近二十余年我国同伴互评研究成果，探寻研究热点和发展动向，为预测未来发展提供参考。

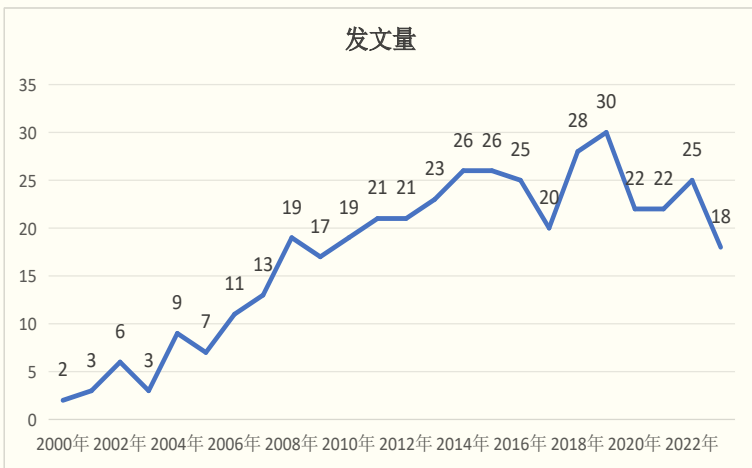


图1 发文量统计图

2 我国同伴互评的研究趋势

2.1 发文趋势

通过按年份统计筛选得到的文献，绘制了发文量统计图如图1所示。从图中可见，2000年以来我国同伴互评研究的论文数量呈现动态上升趋势。2005—2015年，随着计算机和网络技术的快速发展并广泛应用于教学领域，研究者开始探索新的教学模式和互评方式，同伴互评研究发展较快。伴随《关于深化教育体制机

*【基金项目】云南师范大学信息学院2023年度研究生科研创新基金项目“以同伴互评促进大学生批判性思维发展的实证研究”（CIC2023002）的阶段性研究成果，项目负责人：钟明霞。

【作者简介】钟明霞（1999—），女，云南西畴人，硕士研究生，研究方向：数字化学习。

【通讯作者】杨在宝（1979—），女，云南施甸人，博士，硕士生导师、教授，研究方向：信息化教学设计。

制改革的意见》(2017)《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》(2018)和《中国教育现代化2035》(2019)等文件的相继发布,关于同伴互评的有效性和质量的研究备受关注,发表论文数量逐年增加,2019年论文发文量达到近年来的高峰,单年发文量30篇。总体上看,对同伴互评研究的发文量还将继续呈增长态势,无论是“四新建设”“双万计划”打造“金专”“金课”,还是2022年8月吴岩司长谈到的锻造“金师”^[1],都指向了高等教育重视培养高质量人才,旨在强化学生主体地位,提高学生高阶思维能力,并为同伴互评提供更深入的研究空间。

2.2 高频关键词分析

通过对416篇文献的关键词提取并统计频次,频次为4次及以上的高频关键词11个(见表1),这11个高频关键词基本代表了我国2000—2023年同伴互评的研究热点。

从表1中可以看出,高频关键词中除了与检索主题词相关的“同伴互评”“同伴反馈”之外,占据较高频率的是“英语写作”,这是由于国外同伴反馈的研究始于写作反馈^[2],受到国外研究的影响,国内学者在英语教学和写作方面地尝试极大推动了同伴互评的本土化研究,使“大学英语”“英语教学”成为了研究热点。“协作学习”和“合作学习”是密切相关的概念,强调学生之间的合作、互助和共同学习。这两个关键词的高频出现反映了在同伴互评中对于培养学生合作能力和团队合作精神的重视。关键词“信息技术”“在线学习”和

表1 2000~2023年同伴互评的前11位高频关键词统计

排名	关键词	频次
1	同伴互评	88
2	同伴反馈	11
3	英语写作	11
4	大学英语	9
5	协作学习	8
6	合作学习	8
7	信息技术	8
8	英语教学	5
9	翻译教学	4
10	教学模式	4
11	在线学习	4

“教学模式”充分说明了在信息技术高速发展的推动下,计算机和网络在教学中得到广泛应用。为探索教学模式和实施同伴互评活动提供了技术和平台支持,使其变得更加便捷和高效。此外,这些关键词还反映了同伴互评领域对信息技术应用、教学模式创新以及在线学习发展的关注和探索。

3 我国同伴互评研究主题分析

为了进一步了解同伴互评的研究成果和不足,以38篇被引用量较高、杂志排名靠前的文献作为支撑,对同伴互评的平台、信息技术能力、评价量规等方面的研究成果进行综述,为后续探索同伴互评使用的影响因素和作用机制研究提供依据。

3.1 同伴互评平台

教育平台和软件作为同伴互评的重要支持工具,在客观题批改和反馈方面表现出了快速实现的优势,同时在主观类作业/任务中提供资源发放、活动设置、交流讨论、数据统计等功能。然而,尽管教育平台和软件在同伴互评方面发挥了积极作用,但是仍存在一些值得问题值得关注。首先,目前的教育平台和软件在提供个性化的评价和反馈机制方面还不够智能化,导致评价结果的单一性和标准化程度不足^[3]。其次,部分学习者认为,在人机互动环境中缺乏学习社区意识或归属感,降低了师生对同伴互评的使用意愿^[4]。除此之外,在进行同伴互评时,教育平台和软件需要更好地保障学生的隐私和数据安全,避免敏感信息泄露或被滥用。最后,部分老师和学生对教育平台和软件的操作和功能不够熟悉,需要更多的技术支持和培训。因此,未来的教育平台和软件设计需要更加注重解决这些问题,以提升同伴互评的效果和体验。

3.2 信息技术能力

在信息化时代,不断提升信息技术应用能力及运用水平已成为未来教育发展的重要趋势。学习者的信息技术应用能力在课堂评价中主要体现为以信息化评价知识为基础,借助信息化评价工具提升评价实效。通过提升学习者信息技术能力,不仅能有效清除学习过程中的技术干扰,

使其熟练运用信息化知识和工具完成对信息资源的处理和运用、知识建构、互评成果 / 作品质量效果的把控以及互评活动的操作, 还有助于学习者积极应对教学内容、教学及评价方式的变革, 提高同伴互评的易用性。因此, 未来教育应注重提升学习者的信息技术应用能力和运用水平, 加强信息化评价工具的研发和应用, 推进教育信息化发展。

3.3 评价量规

评价量规是连接教学与评价之间的重要桥梁。一个表述清晰、明确、可实施的评价量规能够降低互评中的主观随意性, 确保互评结果的客观性和公平性。研究表明, 与无量规的同伴互评相比, 有量规的同伴互评结果更接近于专家评价结果, 具有更高的信效度^[5]。评价量规的生成方式分为教师制定、学习者生成和师生协商制定 3 种。在教师制定量规和学习者生成量规方面的比较实验中, 研究显示在学习者的知识表征水平方面, 教师设置评价量规组的效果显著高于学习者生成评价量规组^[6]。若将两种评价量规生成方式结合起来, 能够更好地发挥其优势。韩庆年和柏宏权的研究肯定了这一说法, 他们认为师生共同讨论制定评价量规不仅使互评有依据, 还能加深学生对量规和互评活动的理解^[7]。然而, 目前对于师生共同讨论制定评价量规以及评价量规对高阶思维的影响方面的探索还较少。因此, 在未来的研究中, 应进一步探讨师生共同制定评价量规的效果以及评价量规对学生高阶思维的影响。

4 结论与思考

本研究从研究趋势和研究主题两个方面进行了分析, 综述了近二十年来我国同伴互评的主要研究成果, 梳理了我国同伴互评从研究数量到研究热点、重点, 分析现有研究的成果和不足, 有以下问题尚待深入探索。

4.1 完善政策, 推动同伴互评的广泛应用

从学校层面看, 教学质量始终是学校教育追求的目标, 改变教育评价政策并探索多元评价, 有助于全面准确评估教育教学质量。目前, 我国同伴互评研究主要集中在英语教学和语文写作中。因此, 制定相关评价政策, 推动同伴互评在更多学科和领域中的实践应用是未来研究的方向, 尤其是实验实践类课程。

从课程教学的角度, 合理规划课程的同伴评价活动以增强其有效性, 应充分考虑以下方面。(1) 同伴互评的次数、互评时间和互评作品数量;(2) 量规的设计、呈现方式和培训;(3) 成绩权重包括两个方面, 一是各次互评作品得分在课程成绩中所占比例, 二是同伴评分与教师 / 专家评分的所占比例;(4) 定性评价和定量评价的综合应用等问题。

4.2 加强同伴互评系统 / 平台建设, 提升同伴互评的易用性

教育平台和系统能够为同伴互评活动的开展提供活动设置、数据收集和分析等功能支撑, 提高作业的评判效率, 使反馈更加及时, 使真实、一致性高的互评结果更能被学习者接受。从评价量规、评价流程、评价建议、评价模板和结果校正等方面优化同伴互评平台和系统, 提升智能化程度。在提高互评有效性的同时, 增强其有用性, 扩大其使用范围。同时, 师生的信息技术应用能力对提升同伴互评的易用性亦是不可忽视的因素。因此, 在选择和设计同伴互评平台和系统时, 应考虑

到教育现场的实际情况, 并不断完善和优化。

4.3 加强同伴互评对学生能力培养作用机制的研究

同伴互评不仅是提高教学效率的评价工具, 更是促进学习和提升高阶思维的方法。因此, 探究同伴互评对学习者能力培养的作用机制将是未来研究的重点, 如学科、学习者的年龄、性别、知识储备和互评经验技能之间的差异影响学习者的高阶思维。同时, 应了解同伴互评活动对培养学习者不同能力方面的有效性以及不同的互评活动组织方式对高阶思维培养的影响等问题。■

引用

- [1] 吴岩, 打造“金专”“金课”, 锻造中国“金师” [OL]. <http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202208/t20220808_651488.html, 2022-08-08/2022-09-01>.
- [2] 张一宁, 林小萌. 基于CiteSpace的国内同伴反馈研究文献计量分析[J]. 外语电化教学, 2020(6):113-120+11.
- [3] 许嘉, 刘静, 于戈, 等. 面向在线教育的同伴互评技术综述[J]. 计算机应用, 2022, 42(12):3913-3923.
- [4] 许涛. 慕课同伴互评模型设计研究[J]. 开放教育研究, 2015, 21(2):70-77.
- [5] 梁云真. 基于量规的同伴互评对在线学习认知、情感投入度及学习成效的影响研究[J]. 电化教育研究, 2018, 39(9):66-74.
- [6] 马志强, 龙琴琴, 王靖, 等. 促进知识表征的在线协作评价机制研究[J]. 远程教育杂志, 2016, 34(4):93-101.
- [7] 韩庆年, 柏宏权, 杨晓敏. 移动学习环境下同伴互评对大学生学习动机的影响效应研究[J]. 中国远程教育, 2018(11):34-40.

基于 SERVQUAL 模型的 酒店前厅部服务质量分析 ——以常州富都 VOCO 酒店为例

文 ◆ 北京财贸职业学院旅游与艺术学院 罗清
江苏理工学院人文社科学院 段有慧 代青青

引言

酒店前厅部是酒店经营和管理的重要部门，作为核心部门，前厅部的服务质量直接影响到酒店顾客的满意度。本文以常州富都 VOCO 酒店为例，基于 SERVQUAL 模型设计适合常州富都 VOCO 酒店前厅部的调查问卷，从 SERVQUAL 模型的 5 个维度对顾客期望感知水平和实际感知水平的差距进行分析。通过 SPSS26.0 软件对问卷结果进行信度分析、效度分析、配对样本 T 检验分析以及问卷分析结果，结合酒店实际情况分析酒店存在的不同维度问题，根据发现的问题，为常州富都 VOCO 酒店前厅部提出建议。

1 研究背景

SERVQUAL 模型是一种衡量服务质量的工具，基于全面质量管理理论，提出了全新的服务质量评估系统，其理论核心是服务品质差异模式。SERVQUAL

模型将服务质量分为 5 个层面即有形性、可靠性、保证性、响应性和移情性。5 个维度又被细分为 22 个问题，通过调查问卷的方式，调查者不仅填写期望质量（ES），还要填写体验服务之后的实际感知服务质量（PS），通过综合分析，找出服务质量存在的问题，采取有针对性的措施加以改进，从而提高服务质量^[1]。根据常州富都 VOCO 酒店前厅部实际情况，结合 SERVQUAL 模型设计调查问卷，用 SPSS 统计分析法从 5 个维度找出常州富都 VOCO 酒店前厅部服务质量存在的不足之处，并提出相应的改善对策，提高酒店顾客满意度。

2 常州富都 VOCO 酒店前厅部服务质量现状调查和分析

常州富都 VOCO 酒店是 2021 年 7 月由香格里拉集团运营管理的常州首家国际品牌酒店——富都盛茂饭店，成为洲际集团旗下的高端品牌 VOCO 酒店。

酒店在前厅部设有酒店宾客意见表，宾客意见表对前厅进行明确细化，从前台、总机和礼宾服务 3 个方面了解客人对酒店的实际感知服务质量，所有的宾客意见表会被送到总经理办公室，在每周一例会将对宾客意见表进行讨论与总结。根据前台服务内容设置宾客意见表，有利于找出酒店服务的不足之处，改善常州富都 VOCO 酒店前厅部服务质量。

常州富都 VOCO 酒店前厅部服务质量调查问卷共发放 150 份，回收 120 份问卷，有效问卷 113 份，占样本总数 75.3%。

通过问卷调查和 SPSS26.0 软件分析，以折线图展示 15 个指标的期望与感知服务质量的比较，以柱形图展现 15 个指标的期望与感知服务质量的差距。

常州富都 VOCO 酒店前厅部各指标期望与感知均值比较图如图 1 所示，15 个指标的期望质量评分均在 4 分以上，说明顾客对常州富都

【作者简介】罗清（1965—），男，广西融安人，博士，副教授，研究方向：旅游管理。

【通讯作者】段有慧（1964—），女，湖南衡阳人，博士，副教授，研究方向：旅游管理。

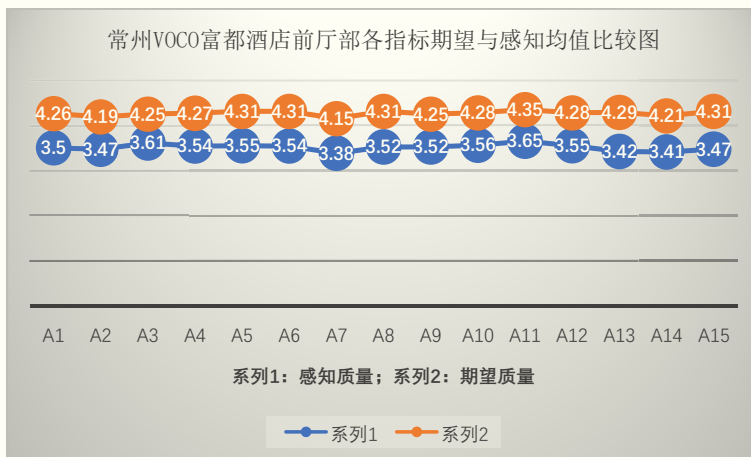


图1 常州富都 VOCO 酒店前厅部各指标期望与感知均值比较图

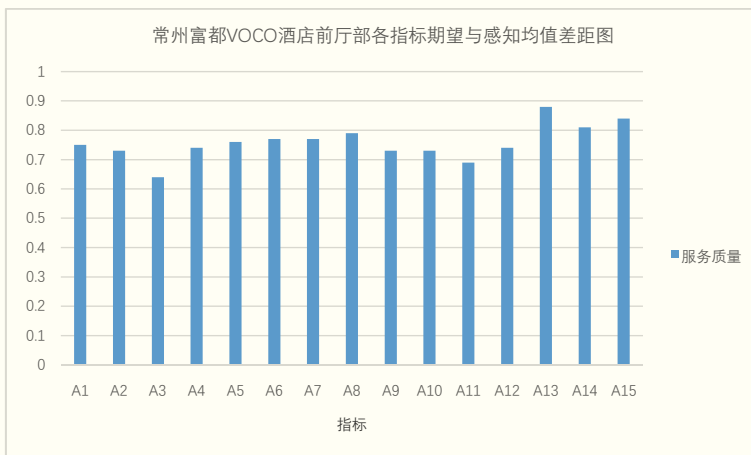


图2 常州富都 VOCO 酒店前厅部各指标期望与感知均值差距图

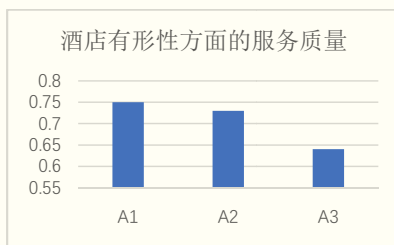


图3 酒店有形性方面的服务质量

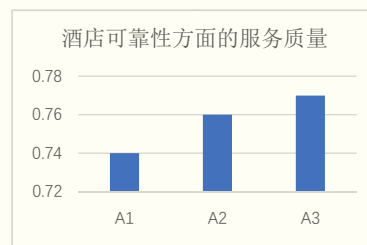


图4 酒店可靠性方面的服务质量

VOCO 酒店前厅部的服务有着较高的期待；评价最高的是指标 A11 “酒店人员对酒店的熟悉情况”，表示酒店员工能够为住店顾客准确介绍酒店。A3、A10 分别是酒店员工着装统一整洁、酒店员工态度温和、待人礼貌，表明顾客对前台员工的着装以及态度较满意。得分最低的是 A7 “酒店主动为您提供帮助”，说明前台员工主动服务意识不强^[2]。

常州富都 VOCO 酒店前厅部各指标期望与感知均值差距图如图 2 所示，A3 “酒店员工着装统一整洁” 相对其他指标差距最小，说明顾客在酒店员工着装统一整洁方面相对满意，A13 “酒店员工能为您提供个性化服务” 相对其他指标差距最大，说明酒店提供的个性化服务与顾客期待的服务差距较大。由于服务质量均为负值，下面分析将服务质量以正值进行比较，分值越高代表服务质量越差。下面将从 5 个维度对常州富

都 VOCO 酒店前厅部服务质量进行分析。

2.1 有形性

酒店有形性方面的服务质量如图 3 所示，“酒店设施设备实用齐全” 服务质量最差，其次是“酒店设计装修美观”，“酒店员工着装统一、整洁” 相对较好，也较容易改善。因此，常州富都 VOCO 酒店前厅部有形性方面主要问题是设施设备老化问题。如果酒店的操作系统在日常工作中出现了运行缓慢、延迟甚至死机的现象，将会对工作人员的工作效率造成较大影响。

2.2 可靠性

酒店可靠性方面的服务质量如图 4 所示，目前，酒店没有有效的前厅服务质量控制机制，酒店很难对前台员工进行有效管理。由于管理层人员的更换，新任的管理人员不能根据常州富都 VOCO 酒店前厅部的实际情况制定相关的规章制度，导致酒店员工不能按酒店规章制度工作，引发服务质量问题，直接导致顾客满意度降低^[3]。

2.3 响应性

酒店响应性方面的服务质量如图 5 所示，常州富都 VOCO 酒店服务现状是员工做得多和做的少薪酬都是同样的，所以奖励机制的不足导致员工欠缺主动服务的意识。

2.4 保证性

酒店保证性方面的服务质量如图 6 所示，酒店提供服务的保证性中包括酒店员工态度温和、待人礼貌，酒店人员对酒店的熟悉情况，酒店服务过程中，酒店员工提供的服务方便消费者。根据保证性的服务质量数据可知，在保证性方面最薄弱的环节体现

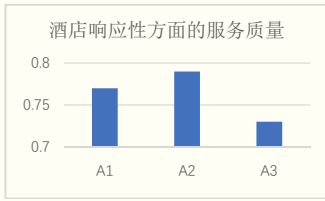


图5 酒店响应性方面的服务质量

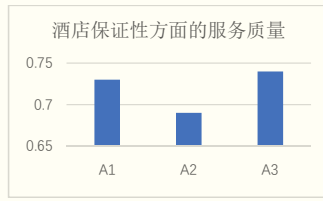


图6 酒店保证性方面的服务质量

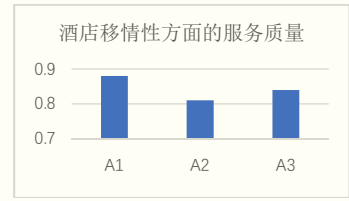


图7 酒店移情性方面的服务质量

在前台员工提供的服务并不方便消费者，其次为前台员工服务的态度。

2.5 移情性

酒店移情性方面的服务质量如图7所示，酒店服务的移情性中包括酒店员工能为顾客提供个性化服务、酒店员工理解顾客感情并提供关怀、酒店员工将顾客需求放在第一位。服务质量最差的为酒店员工为顾客提供个性化服务。个性化是现代酒店竞争的重要因素之一，也是最难突破的指标。常州富都VOCO酒店需重视个性化服务，客户流失的原因之一就是缺乏对客的个性化服务。

3 提升常州富都VOCO酒店前厅服务质量的对策

3.1 有形性：完善设施设备质量

酒店管理层应增加对巡查的重视，定期对酒店前厅部接待台、指示牌、灯光等设施设备进行检查，对老旧硬件设施进行替换，对损耗硬件设备进行常规维修。酒店前厅部应与工程部门协调合作，定期检查设备系统，增加每周检查次数和每月维护次数。如果设施设备严重损坏，那么酒店应及时更换。工程部除了维护酒店设施设备外，还要提供互联网技术支持。因此，酒店不仅要追求设施设备实用性，还要追求与时俱进性，提高整体服务质量，增加市场竞争力，为顾客提供更好的体验感^[4]。

3.2 可靠性：提高酒店管理能力

酒店前厅管理人员应加强理论与实践结合，提高业务水平。一方面，酒店前厅管理层应主动学习，提高前厅管理工作的学习意识，从理论上分析酒店前厅出现问题的原因，提出相应的解决对策，使今后的工作更具科学性。另一方面，不仅要具备充足的理论知识，还要将理论运用到实践中，在日常前厅管理工作中，巧妙地运用理论知识解决实际问题，避免恶性竞争和无效营销，使酒店朝长远发展目标迈进。

3.3 响应性：培养员工服务意识

让顾客有更好的服务体验是提高酒店前厅服务质量的主要目的，其重要组成部分之一是服务，要求酒店员工具有服务意识。酒店工作人员的态度对服务质量有直接影响，员工态度受外部因素影响发生变化。酒店应给予员工充足的关怀，给予员工劳逸结合的工作方式，提升员工的归属感。

3.4 保证性：完善员工培训体系

多数员工认为员工培训无用无聊，仅把员工培训当成一项任务。因此，酒店前厅部应丰富培训方式，在培训的过程中使用情景模拟法，增加培训趣味。

3.5 移情性：重视个性化服务

酒店前厅部应安排专门人员对客人进行记录。同时，在接待客人时，了解客人的基本情况，将客人资料及时输入系统，与酒店其它部门进行资源共享，及时补充客人资料，使客人的历史记录更加完整。努力提升酒店前厅部服务质量，提高客人的满意程度^[5]。

根据客户群体特征打造超出标准服务的创新服务即个性化服务。与其他一线部门合作，了解顾客需求，满足顾客期望，充分了解顾客喜好，记录顾客要求。多角度思考提高客人满意度措施，如细微服务、亲情服务、创新服务和特色服务等，全面提高服务质量。^[8]

引用

- [1] 尹华光,李文杰,袁国斌.张家界高星级酒店服务质量测评研究[J].消费经济,2015,31(5):73-77.
- [2] 张重阳,樊治平,于超,等.考虑顾客给出服务期望容忍区间的服务质量评价方法[J].工业工程,2016(2):88-94.
- [3] 由丽萍,白旭云.基于在线评论情感语义分析和TOPSIS法的酒店服务质量测量[J].情报科学,2017(35):13-13.
- [4] 李铭洋,赵晓杰.基于顾客在线评价信息的服务质量评价方法[J].辽宁大学学报:哲学社会科学版,2018(5):84-94.
- [5] 徐天歌.基于SERVQUAL模型的JRS景区服务质量提升研究[D].济南:山东师范大学,2022.

事件图谱在安检行业中的应用研究*

文◆同方威视技术股份有限公司 李博文 史曙光
全国海关信息中心 万振龙

引言

近年来，随着互联网的发展，新闻资讯呈爆炸式增长。对于安检行业的资讯而言，涉及到货物进出口、旅客进出境、缉私查毒等方面，这些与市场经济的运转、国家公共安全息息相关。对于安检行业资讯进行分析与挖掘，进行情报管理和知识组织将有利于国家安全体系和能力现代化的推进与实现。

从互联网上获取的行业资讯多为非结构的自然语言文本信息，将这些非结构的自然语言文本信息进行结构化处理入库，才能够进行有效的分析和挖掘。事件图谱^[1]就是一个非常好的结



*【基金项目】本文系十四五国家重点研发计划“海关税收征管与风险甄别防控技术研究及应用示范”(2021YFC3340500)研究成果之一。项目负责人：万振龙。

【作者简介】李博文(1987—)，男，江苏南京人，博士研究生，工程师，研究方向：机器学习平台、大数据分析、风险甄别模型、大模型等。

构化自然语言处理方式。为了生成事件图谱，首先，从原始文本中识别出感兴趣的实体名称。其次，获取实体间的关系，生成类似“实体 A—关系 B—实体 C”的三元组形式，多组三元组就会形成一张关系网，也就是所说的事件图谱。最后，根据生成的结构化事件图谱，从一个感兴趣的实体以及一些感兴趣的关系，拓扑式地向外进行发散，自动高效地完成行业资讯中知识内容的提取与关键信息的组织。

1 事件图谱技术介绍

事件图谱的实现主要包含命名实体识别^[2]以及实体间关系抽取^[3]两项主要技术。

1.1 本体构建

本体又称为实体，对客观世界的事物进行分解，发现其基本的组成部分，进而研究客观事物的抽象本质。本体的目标是获取、描述和表示相关领域的知识，提供对该领域知识的共同理解，确定领域内共同认可的词汇，并从不同层次的形式化模式上给出这些术语和词汇间相互关系的明确定义。本体的体系结构包括 3 个要素，即核心元素集、元素间的交互作用以及元素到规范语义间的映射关系。

在安检行业应用中，数据来源为海关总署所发布的新闻信息，根据新闻信息，定义相应的命名实体以及实体间的关系。所有的实体被分成 8 类，命名实体类别如表 1 所示。为了将识别出的实体之间进行连接，根据实体类别，实体之间的关系被分成 19 类，实体间关系种类如表 2 所示。根据定义好的实体类别以及实体间关系，对安检行业的资讯信息完

表 1 命名实体类别

实体种类	示例
监管机构名称	机构 A；机构 B
采取的措施或行动名称	“蓝天 202X”；“春风暖企”
物品名称	物品 1；物品 2
地理位置	南京市；美国
公司名称	邮政国际公司；一汽大众
人名	林某；倪某某
时间	202X 年 1 月 1 日；202X 年第一季度

表 2 实体间关系种类

实体 1 种类	实体 2 种类	关系
监管机构名称	监管机构名称	从属关系
监管机构名称	采取的措施或行动名称	采取的措施或行动
监管机构名称	物品名称	查获物品（有问题）
监管机构名称	物品名称	报备物品（无问题）
监管机构名称	地理位置	监管机构所在地
监管机构名称	公司名称	向监管机构报备的公司
监管机构名称	人名	该人在该监管机构任职
采取的措施或行动名称	物品名称	该项措施或行动中的查获物品（有问题）
采取的措施或行动名称	物品名称	该项措施帮助了某物品的进出口（无问题）
采取的措施或行动名称	地理位置	在该地采取该措施或行动
采取的措施或行动名称	公司名称	在该行动中查获了该公司（有问题）
采取的措施或行动名称	公司名称	某项措施帮助了某公司（无问题）
物品名称	地理位置	原产地或目的地
物品名称	公司名称	该物品是该公司的商品
地理位置	地理位置	两地之间有贸易往来
地理位置	公司名称	该公司位于该地或与该地有贸易往来
公司名称	公司名称	两公司间有贸易关系
公司名称	人名	该人在该公司任职

成分解，并且将信息重构成结构化的数据，完成本体构建。

1.2 命名实体识别

命名实体识别的定义为获取原始文本信息中的例如人名、机构名、地名、时间等信息，包括但不局限于上述的类别，针对特定的业务场景设置所需的实体类别。例如，对于原始文本“5 月 27 日，成都双流空港口岸迎来了疫情以来首批进境植物种苗。该批种苗为某企业自荷兰进口的马蹄莲种球，共计 14515 个、毛重 1.8 吨”，对其进行命名实体识别后，期待得到的信息应为“5 月 27 日—时间”“成都双流空港口岸—

地名”“荷兰—地名”“马蹄莲种球—物品”。

命名实体识别技术，在早期使用的方式为人工设置规则^[4]。这种方式在使用过程中极其不便利，原因是人工规则的完备性和合理性往往不能达到很高的标准。构建一套人工规则伴随着非常大的工作量，而且一旦更换应用场景，原有的标准也不再适用。因此，在少量标注语料的训练模型基础上，进行发散性判别，许多模型也因此应运而生。其中，隐马尔科夫模型（HMM）就是其中的典型模型，该模型是基于大量的标注语料进行训练，通过学习自动获得判别规则，使机器生成规则代替了人工。但是，该模型仍然有劣势存在，通过模型训练得到的规则，仍然基于字符进行，没有考虑到语义以及多义词的情况，故其准确率仍然有待提高，模型训练难度也很大。

相比较于传统的人工制定规则以及相对有所提升的HMM模型，采取预训练的语言模型 Bidirectional Encoder Representation from Transformers (BERT)^[5]。BERT模型是Google于2018年开源的预训练语言模型，一经提出，就刷新了11个自然语言处理任务的记录，主要用于问答系统、情感分析、垃圾邮件过滤、命名实体识别和文档聚类任务中，作为这些任务的基础设施即语言模型。BERT是基于Transformer模型的大型模型，如果网络中所有的参数都重新训练的话，其计算量十分庞大，

例如，BERT BASE模型需要训练的模型参数总量为110M，如此庞大的参数量，如果每次都需要从头开始进行训练的话，一是需要海量的标注数据，二是需要巨大的算力支持以及非常漫长的时间，这些都是制约模型训练的因素。因此，Google在开源的同时，也公布了预训练的参数集，将BERT实际应用的网络结构划分成了Pre-training（预训练）和Fine-tuned（微调）两部分。在实际使用过程中，只需要设计微调网络的结构接到预训练网络之后，依据少量待标注数据，对整体网络进行训练，只要很少的训练时间和训练成本，就可以达到很好的效果。

对于安检行业的资讯与情报，设计了命名实体标注符，如表3所示。在该标注方案中，总共分成了9类标记，前7类均为实体，分别为“监管机构名称”“采取的措施或行动名称”“物品名称”“地理位置”“公司名称”“人名”和“时间”，第8类为非实体的其余文字的标注。对于自然语言文本信息，其长度不定，故设置最长序列长度，如果自然语言文本的长度小于该最长序列长度时，不足的部分使用填充字符标记位进行标记。

命名实体识别网络结构示意图如图1所示。网络输入端在句首和句尾分别加入了[CLS]标记位和[SEP]标记位，两个标记位之间为原始的自然语言文本。经过BERT预训练网络将输入的原始文本按字分成独立的Token后，经过多层Transformer编码器进行编码后，得到每一个Token对应的词向量，再输入微调网络。微调网络在本方案中使



图1 命名实体识别网络结构示意图

表3 命名实体标注符

实体种类	示例	标注方案		
		起始字符	中间字符	结尾字符
监管机构名称	南京 ** 监管机构	B1	I1	E1
采取的措施或行动名称	“蓝天 202X”	B2	I2	E2
物品名称	象 ** 件	B3	I3	E3
地理位置	南京市	B4	I4	E4
公司名称	邮政国际公司	B5	I5	E5
人名	林某	B6	I6	E6
时间	202X年1月1日	B7	I7	E7
非实体		O	O	O
填充字符标记位		PAD	PAD	PAD

用的是全连接网络，在全连接网络后接一个 SOFTMAX 层完成多分类，损失函数定义为

$$LOSS = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (-y_{i,j} \ln \hat{y}_{i,j}) \quad (1)$$

式(1)中 M 为单独一个自然语言文本序列中 Token 的数量， N 为 Batch size， $y_{i,j}$ 为原始 Label， $\hat{y}_{i,j}$ 为预测结果。在训练过程中，不仅对微调网络进行训练，还对 BERT 预训练网络中的参数进行训练。

将训练好的网络，包括预训练和微调网络进行预测，得到的命名实体识别预测结果示例如表 4 所示。原始文本的预测结果会得到原始文本中每一个字所对应的分类结果，对于预测结果中满足“B—I—E”结构结果提取出来，得到对应分类。

1.3 实体间关系抽取

实体间关系抽取是在命名实体识别的基础上，抽取这些实体在语义上的关系的技术。在进行过命名实体识别后，虽然已经从原始的自然语言文本中抽取出了各种实体的名称及其对应的类别，但是无法联系起来。关系抽取则将无法关联的实体赋予关系，使实体通过各种关系形成联通图。

关系抽取技术初始和实体识别一样，利用人工构造语法规则实现，却无法适应灵活多变的语言结构。同时，由于人工构造语法规则的巨大工作量而无法进行大规模的应用，后期维护成本高。因此，在机器学习出现后，人工构造语法规则的方法逐渐被机器学习方法所代替。提前定义实体之间存在的所有关系种类，将关系抽取任务视作分类任务，研究的重点是将词语进行向

量化，在特征工程生成向量完毕后，后续支持向量机、条件随机场和逻辑回归等方案，均可以进行向量抽取。然而，使用机器学习方案的重点在于特征工程部分，因为机器学习中的分类器的输入均为数字化向量，在关系抽取任务中，原始输入为自然语言文本，而非数字化的向量，特征工程的质量对后续分类器的分类效果产生影响，故进行了大量关于表征语义特征工程的研究。相同的特征工程方案在不同的语料集中有着参差不齐的表现，没有一个特征工程方案可以很好的表征一个通用的语料库中的语义信息。在 BERT 出现后，这个问题得到了很好的解决。因为 BERT 是在海量语料且花费巨大算力和时间所进行的预训练，BERT 预训练的词向量学习到了通用语料的语义表征，解决了特征工程的问题。BERT 的微调网络部分，可以使用“全连接 +SOFTMAX 网络”的形式完成分类器的作用。

综合来看，使用 BERT 进行关系抽取与传统的使用机器学习算法进行关系抽取的思路完全相同，传统机器学习算法是先进行特征工程提取语义向量，再经过分类器完成关系的分类。BERT 预训练网络部分完成的工作是特征工程，也是将输入的自然语言文本数据经过多层 Transformer 编码后，得到特征向量，微调部分则是传统机器学习方案中

表 4 命名实体识别预测结果示例

原始语句	预测结果	处理结果
揭阳机构 A 查检科科长林某某介绍说	[CLS] B1 I1 I1 I1 E1 O O O O O B6 I6 E6 O O O [SEP]	揭阳机构 A：监管机构名称 林某某：人名
淮安机构 B 精准助力蝴蝶兰鲜切花再次“花开”韩国市场	[CLS] B1 I1 I1 I1 E1 O O O O O B3 I3 I3 I3 E3 O O O O O O B4 E4 O O [SEP]	淮安机构 B：监管机构名称 蝴蝶兰鲜切花：物品名称 韩国：地理位置
羊剪绒鞋在焦作机构 C 完成通关手续，即将启程运往荷兰	[CLS] B3 I3 I3 E3 O B1 I1 I1 I1 E1 O O O O O O O O O O O O O B4 E4 [SEP]	羊剪绒鞋：物品名称 焦作机构 C：监管机构名称 荷兰：地理位置

表 5 实体关系抽取标注方法示例

原始文本	实体 1 名称 / 类别	实体 2 名称 / 类别	标注后文本
揭阳机构 A 查检科科长林某某介绍说	揭阳机构 A / 监管机构名称	林某某 / 人名	# 揭阳机构 A#\$1\$ 查检科科长 # 林某某#\$6\$ 介绍说
淮安机构 B 精准助力蝴蝶兰鲜切花再次“花开”韩国市场	淮安机构 B / 监管机构名称	蝴蝶兰鲜切花 / 物品名称	# 淮安机构 B#\$1\$ 精准助力 # 蝴蝶兰鲜切花#\$3\$ 再次“花开”韩国市场
羊剪绒鞋在焦作机构 C 完成通关手续，即将启程运往荷兰	羊剪绒鞋 / 物品名称	焦作机构 C / 监管机构名称	# 羊剪绒鞋#\$3\$ 在 # 焦作机构 C#\$1\$ 完成通关手续，即将启程运往荷兰

表 6 实体间关系抽取结果示例

原始文本	实体 1 名称 / 类别	实体 2 名称 / 类别	实体间关系结果
揭阳机构 A 查检科科长林某某介绍说	揭阳机构 A / 监管机构名称	林某某 / 人名	该人在该监管机构任职
淮安机构 B 精准助力蝴蝶兰鲜切花再次“花开”韩国市场	淮安机构 B / 监管机构名称	蝴蝶兰鲜切花 / 物品名称	向监管机构报备的物品 (无问题)
羊剪绒鞋在焦作机构 C 完成通关手续，即将启程运往荷兰	羊剪绒鞋 / 物品名称	焦作机构 C / 监管机构名称	向监管机构报备的物品 (无问题)

的分类器，完成分类。

实体间关系抽取转变为分类问题的关键在于事先定义所有实体间关系的种类。在表 2 中定义了不同实体类别之间的关系，在此基础上，实

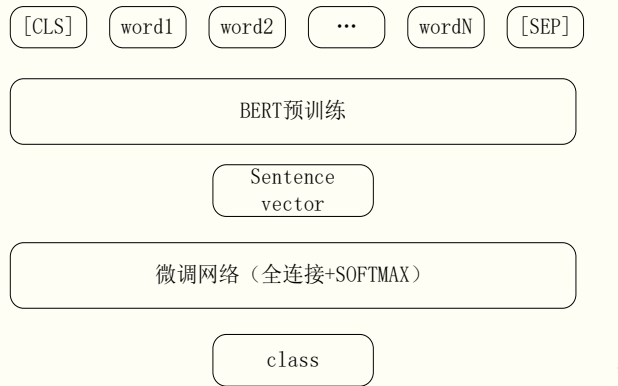


图 2 实体间关系抽取网络结构

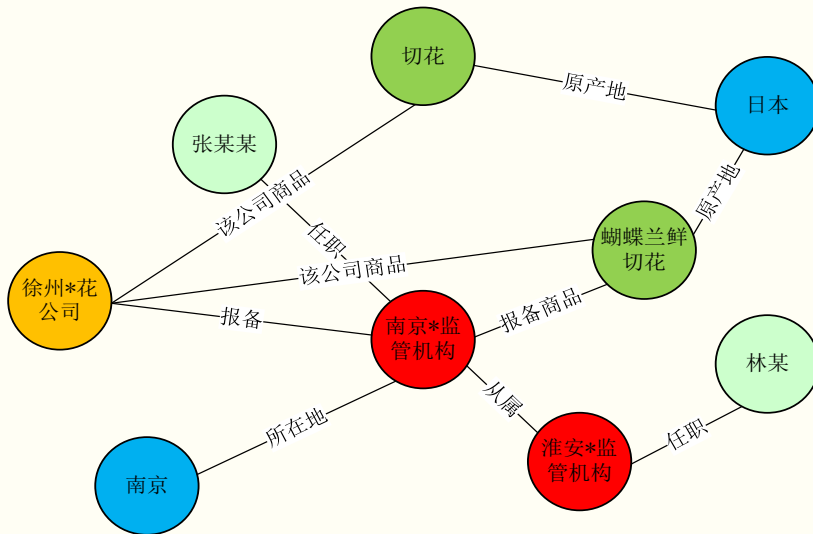


图 3 事件图谱结果示例 1

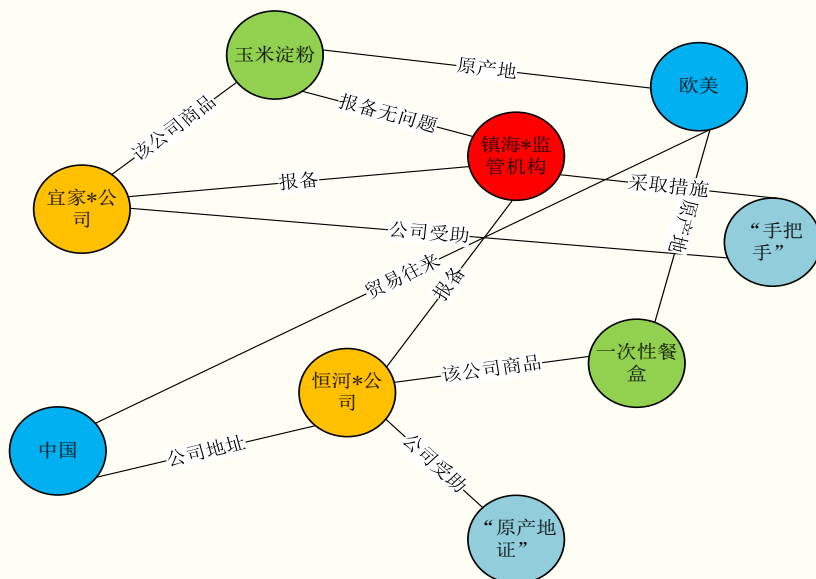


图 4 事件图谱结果示例 2

体间关系抽取任务转变为多分类任务。然而实体间的关系抽取，不能单纯地依靠两个实体就完成抽取，还需要将两个实体在具体的上下文关系中进行考量，才能得到实体间的关系，即便为相同的实体，在不同的上下文语料中，也会有不同的关系种类或没有关系。关键在于将需要判别关系的实体和上下文一同输入 BERT 网络。在本方案中，所设计的方案如下，在原始文本中，将所考量的两个实体在原始文本中采用特殊符号进行标明，同时将实体种类进行标明，实体关系抽取标注方法示例如表 5 所示。具体标注方式为在实体名称前后用“#”符号标记实体名称的起止位置，在实体名称后紧接着用两个“\$”符号标记实体类别，两个“\$”符号之间的数字为实体相应的类别。

完成标注工作并生成标注好的语料后，将标注后文本输入网络，实体间关系抽取网络结构如图 2 所示。

该网络结构与命名实体识别网络结构相似，不同点在于该网络结构在经过 BERT 预训练网络后得到的是一个句向量，而命名实体识别网络所得到的则为序列的词向量。经过微调网络后，该网络得到的为整个语句的分类结果，而命名实体识别网络得到的结果则为一个序列中每个词的分类结果。该网络的损失函数定义如下。

$$LOSS = \sum_{i=1}^N (-y_i \ln \hat{y}_i)$$

其中 N 为 Batch size, y_i 为原始 Label, \hat{y}_i 为 SOFTMAX 输出的预测值。在训练过程中，不仅对微调网络进行训练，还对 BERT

预训练网络中的参数进行训练。

将训练好的网络，包括预训练和微调网络，进行预测，得到的实体间关系抽取结果示例如表 6 所示。

1.4 事件图谱

基于表 1 中的命名实体识别和表 2 中的实体间关系抽取，可以生成相应的三元组：“实体 A—关系 B—实体 C”，将多组三元组进行相连，即可生成事件图谱。为了便于后续图谱的使用，采取了 Neo4j 图数据库进行图数据存放。

以两篇监管机构官方网站上发布的新闻语料^[6,7]为例，利用本文中所述的方式生成的事件图谱分别如图 3 和图 4 所示。

2 事件图谱应用

安检事件图谱将非结构化、碎片化的资讯与情报文本转换成结构化、带有行业聚焦度的结构化数据，便于知识的组织与管理，利于全面、快速掌控资讯与情报态势，其应用场景有以下 3 种。

(1) 商品进出口分析。通过将进出口商品图谱相关联，准确了解商品的进出口口岸、目的地、原产地和销售公司等，便于对口岸商品整体贸易动向把控。

(2) 案情关联分析。类似的案情往往具有相似的作案行为，通过将查获类似禁限品的案件相互关联，可有效对案件信息进行整理与线索挖掘。

(3) 专项行动分析。将相似目的的专项行动进行关联，联动分析各地区监管机构打击违法犯罪行为的效果，并对根本原因进行溯源与分析。

结语

安检行业的资讯与情报分析具有重要的社会意义，面对海量的原始自然语言文本，快速了解资讯情报的内容与关联成为非常困难的问题。因此，采用事件图谱，快速将非规则化的原始自然语言文本数据转变为规则化的三元组成为一项非常重要且有效的技术。事件图谱的生成又主要分为了命名实体识别和实体间关系抽取两项重要的组成技术。将这两项技术进行整合后，可从原始的自然语言文本中提取出三元组，进一步构建成事件图谱。

在事件图谱生成后，直观了解实体。例如，专注于监管机构的某项措施或行动，可以直接从事件图谱上查询该措施或行动以及与该措施或行动相关的所有实体以及它们之间对应的关系种类，帮助决策者了解情报及相关知识。现今已有多项和图学习相关的技术出现，如图卷积等技术在某些领域中被有效应用。图学习相关技术的前提条件是已有相应的图谱，因此，本文中所述技术可成为多种领域内领先技术的支撑和辅助。■

引用

- [1] Gottschalk S, Demidova E. EventKG: A Multilingual Event-Centric Temporal Knowledge Graph[C]//Gangemi A, Navigli R. 15th International Conference, European Semantic Web Conference 2018. Heraklion, Crete, Greece: Springer, 2018: 272-287.
- [2] Ritter A, Clark S, Mausam, et al. Named Entity Recognition in Tweets: An Experimental Study[C]//Association for Computational Linguistics. Proceedings of the 2011 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Edinburgh, Scotland, UK.: ACL Anthology 2011: 1524-1534.
- [3] Akoka J, Comyn-Wattiau I. Entity-relationship and Object-oriented Model Automatic Clustering[J]. Data & Knowledge Engineering, 1996, 20(2): 87-117.
- [4] Hanisch D, Fundel K, Mevissen HT, et al. ProMiner: Rule-based Protein and Gene Entity Recognition[J]. BMC Bioinformatics, 2005, 6(Suppl 1): S14.
- [5] Devlin J, Chang MW, Lee K, et al. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding[C]//Association for Computational Linguistics. Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers): ACL Anthology. 2018: 4171-4186.
- [6] 海关总署. 淮安海关精准助力蝴蝶兰鲜切花再次“花开”韩国市场(图)[EB/OL]. [2024-01-18]. <http://www.customs.gov.cn/customs/xwfb34/302425/3113210/index.html>.
- [7] 海关总署. 镇海海关主动服务“单项冠军”推动外贸稳增长[EB/OL]. [2024-01-18]. <http://www.customs.gov.cn/customs/ztl86/302414/302415/gmzy/2879222/3109529/index.html>.

北京市农村防汛预报预警体系建设研究

文◆北京市应急管理事务中心 刘秀明
北京市应急指挥保障中心 王静伟 杨岩

引言

农村防汛预报预警体系建设一直是防洪减灾工程中的重要内容。本文以北京市为例，分析当前农村防汛预报预警工作中的短板和薄弱环节，从查清洪涝灾害底数、增加预警设施设备、优化自动监测系统布局、建立完善监测预警平台、建设基层防汛视频会议会商系统、加强群测群防体系建设、推进“锇长”责任制建设等方面提出解决措施，提升北京市农村易受洪涝灾害区域的防汛预报预警能力，防御、减轻洪涝灾害造成的损失，对保障人民生命和财产安全具有重要意义。

1 研究背景

2023年7月29日，受台风“杜苏芮”影响，北京市遭遇了特大暴雨灾害，北京市前后共发布31条各类预警信号和安全提示信息，包括暴雨红色预警信号2条，洪水红色预警信号1条，地质灾害红色预警信号3条。全市因灾死亡33人，主要由洪水冲淹、冲塌房屋等原因造成，因抢险救援牺牲5人。此次洪涝灾害共造成近129万人受灾，房屋倒塌5.9万间，严重损坏房屋达到14.7万间，农作物受灾面积22.5万亩。从2012年“7·21”特大暴雨到2023年“23·7”特大暴雨，给北京市造成重大人员伤亡和巨大经济损失，给人民生命财产安全、社会稳定带来严重威胁。北京市农村作为经济、社会等方面与城市相比较落后的区域，造成的损失则尤为明显，成为洪涝等灾害的重灾区。

2 农村基层防汛预报预警体系建设必要性

党的二十大报告提出，“提高公共安全治理水平”“坚持安全第一、预防为主”“推动公共安全治理模式向事前预防转型”。2023年1月，全国应急管理工作会议明确要求，必须在工作重心上更加注重防的工作，并将“信息化监测预警”作为重要举措。为贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾工作的重要指示精神和对洪涝灾害防治工作提出的要求，北京市多年来在防洪治涝方面加强了人力、物力、资金等方面的投入，不断完善相关应急工程体系，成功抗御了洪涝等各类自然灾害的侵

袭。防汛预报预警体系作为应急工程体系的重要内容，在全面、及时、精确地提供各级各类相关的防汛防旱信息方面发挥了重要的前哨和决策支持作用，为提升应急响应能力、精准调度做出了突出贡献。农村作为洪涝灾害的重灾区，则成为北京市做好防汛工作的重中之重，加强农村防汛预报预警体系建设研究，建设农村基层防汛预报预警体系，为防灾、抗灾、救灾争取更多时间，有效防御洪涝灾害，减轻洪涝灾害损失。

3 现状分析

近年来，随着社会的快速发展，北京市农村地区也发生巨大变化，政治、经济、文化等都得到高速发展，但是农村基础设施仍然相对落后。特别是在水患等灾害来临时，农村灾害损失仍然严重，而农村防汛预报预警体系的薄弱是造成洪水等灾害的重要原因。经前期调查研究，主要表现在以下方面。

(1) 洪涝灾害底数未完全掌握。北京市人多面广，地质结构复杂，未能及时查清易涝灾害地

【作者简介】刘秀明（1987—），女，河北保定人，硕士研究生，从事应急值守、党建工作。

区分布范围、社会经济、水文气象和历史洪涝灾害等情况。洪涝灾区内的河流等涉水工程及平原区域洪涝灾害防治能力等基础信息掌握不全面，洪涝灾害底数未完全掌握。(2) 防汛预警基础设施设备缺失。农村地区防汛预警设备配置不足，预警信息发布依然存在盲区。防汛任务较重的村和危险区等地，布置预警设备不足，不能将防汛预警预报信息及发布到村、到户、到人。总体来看，发生洪涝灾害险情时预警预报信息传递还不够及时、迅速、有效。(3) 尚未建立基层监测预警平台。通过前期调查研究，北京市已经基本建成监测预警预报站点网，但相关建设主要分布在市级、区级和镇级3个层面，农村的监测预警预报系统大多未建或部分建设。农村大多依赖上级单位提供的远程服务系统，访问响应速度缓慢，存在预警信息显示及时性差等问题，容易造成机动性差、应急能力低和监测预警预报能力差等情况。(4) 基层防汛视频会议会商系统未建立。目前，北京市视频会商系统仅建立到市、区、乡镇三级。通常会议，村里负责同志需前往乡镇参会。若遇到洪涝等比较紧急的会议，不利于村负责同志及时接收最新信息和决策部署，不利于及时传达和落实，甚至造成举措落实延误。(5) 村民防灾避险意识欠缺。由于缺乏安全意识，一些村民在低洼处建房生活，易遭受洪涝灾害威胁。同时，农民对洪涝造成的灾难和隐患认识不够深刻，大多麻痹大意，存在侥幸心理，防灾减灾避灾知识缺乏，自救和互救意识和能力较低。(6) 预警预报信息不能及时传达到村

民。北京地处华北平原北部，其西部、北部和东北部三面环山。房山、门头沟、延庆、昌平和密云等地区存在大量山区，山区居民住宅较为分散，且日常以老人居多，有时不能及时收到预警预报信息。

4 建设目标、原则、要求

4.1 建设目标

建立覆盖范围广泛、准确可靠的北京市农村预报预警体系，提高农村基层防汛预报预警能力，提高农村防汛工作效率，确保农村居民在面临洪涝等灾害时及时获取预报预警信息，采取有效应对措施，最大程度减少灾害损失，降低农村防汛成本，保障农村居民生命财产安全，促进农村经济发展和社会稳定。

4.2 建设原则

一是因地制宜原则。根据区域的自然条件、河流山丘分布和人口结构等特点，采取灵活多样的措施和政策，实现最佳资源配置。二是科学规划原则。在制定建设内容时，充分依托科学技术手段，结合北京市农村实际情况进行全面、系统的分析和研究，确定关键任务和措施，确保各项工作稳步推进，达到预期效果。三是统筹协调原则。防汛工作涉及普通群众切身利益，强调各方面资源的整合、协同，政府部门间、行业间、群众间要协同配合、共同参与。四是注重实效原则。坚持问题导向，紧密结合北京市农村防汛预报预警体系实际，采取有效手段和措施，确保防汛预报预警体系建设真正落地见效。

4.3 建设要求

首先，注重科学规划的长远性和可持续性。在规划阶段，考虑未来气候变化趋势和环境变化对防汛预警体系的影响，制定具有前瞻性和适应性的规划方案，以确保预警体系能够长期有效地发挥作用。其次，注重跨部门和跨地区的协调合作。农村防汛预警体系的建设涉及多个部门和地区，建立联动机制和信息共享平台，促进各方资源的整合和优化配置，确保建设工作的顺利实施。再次，注重对建设成果的监测和评估。定期对预警系统的运行效果进行评估，及时发现问题和改进措施，保障预警系统持续发挥作用。最后，注重利用现代科技手段加强宣传培训。除了传统的宣传方式外，还可以利用互联网、移动应用等新媒体平台，开展多样化的宣传活动和在线培训课程，提高农村居民对防汛预警体系的认知和参与度。

5 建设内容

根据存在的问题、建设目标、建设原则和建设要求等，主要建设以下7方面内容。

(1) 全面查清洪涝灾害，摸清底数。建立洪涝灾害调查数据库，以行政村为基本单元，调查受洪涝灾害影响村庄的房屋、人口、户数等，调查中小河流现有防洪能力及防洪工程设计防洪标准，全面查清洪涝灾害分布范围、水文气象、社会经济和历史洪涝灾害等情况，掌握洪涝灾害区内的涉水工程以及平原区洪涝灾害防治现状等基础信息。分析平原区和山区的暴雨、洪涝特点，确定受中小河流洪水威胁沿河村落、低

洼易涝村落等现有防洪能力，划分危险区，结合实际确定水位预警指标和雨量预警指标。(2) 增加预警设施设备，提升预警信息发布能力。根据农村地区预警设施设备配置不足、防汛预报预警信息发布不高效等问题，应利用大喇叭、显示屏、警报器和手机 App 等，丰富街道（乡镇）、城乡社区（村）预警信息传播手段。同时，应配备足够的防汛预报预警设施设备，增强预报预警信息发布能力，提高灾害发生时预报预警信息传递的高效性，从而达到有效转移受灾群众的目的。其中，预警设施设备主要包括无线预警广播、简易雨量（报警）器、铜锣、简易水位（报警）器和手摇警报器等^[1]，并在购置后加强设备设施的保养维护，满足汛期使用需求，确保预警信息及时发布。(3) 优化自动监测系统布局，查漏补缺。全面梳理区域内雨水情监测站、视频监测站等建设情况，理清底数。结合各村实际情况，在现有建设范围内，进一步合理布设自动水情、雨情、汛情监测站和视频监测站等，进一步优化自动监测预警站网布局^[2]，查漏补缺，基本实现水情、雨情监测系统全覆盖，确保能够及时、准确地监测、收集所辖区域的雨情、水情、灾情等信息。(4) 建立、完善监测预警平台，为领导决策提供辅助支持。根据《省、地市级山洪灾害监测预警信息管理系统技术要求》《山洪灾害监测预警系统设计导则》等文件相关要求，加强监测预警平台的底层架构设计和顶层设计，利用“互联网+”、云计算和大数据等新技术，建设必要的网络、软硬件环境，建设重点包括实时水雨情监测、监视、存储、查询、预警信息发布、数据上报和信息共享等功能的基层监测预警平台。不断对硬件设备和软件功能进行补充、完善，实时查看雷达图、降雨预报、卫星云图，通过分析实时数据和测算未来雨量、水位走势，及时发布预报预警，为防汛工作决策提供依据，发挥“千里眼”“顺风耳”作用。同时，推动市、区两级预警信息发布平台与基层预警信息传播网络衔接。加强市、区、镇、村四级监测预警平台建设和共享共通，建立市、区、镇、村四级的实时雨水情数据共享汇集机制，主要包括测站基本属性、雨情、河道防洪指标、河道水情、大断面测验成果等，实时共享信息数据，不断满足防汛工作关于及时消息的需求。(5) 基层防汛视频会议会商系统建设，确保随时联通会商。建立市、区、乡镇、村四级的计算机网络、视频会商系统^[3]，将市区级平台延伸至乡镇再到各村，进行会商环境建设。主要包含大屏显示、集中控制、会议记录和音响控制等子系统，另包含多分屏高清视频会议功能、会议控制功能、音视频实时交互、双流视频会议、会场中文字幕、支持混速、图像轮巡、系统维护等功能，保障随时联通、随时通话、随时会商，为领导决策提供强有力技术保障，确保领导指示能够及时传达、落实到位。(6) 加强群测群防体系建设，织密基层群测群防网络。参照《山洪灾害群测群防体系建设指导意见》开展农村防洪减灾群测群防体系建设。进一步完善镇、村防汛责任制体系，明确群测群防相关责任人职责、任务，赋予基层责任人紧急应对处置权，增强基层干部应对组织能力。在特殊区域如景区、学校等地明确防御责任人，强化责任意识，加强培训演练，提高防灾避灾技能。编制镇、村级防御预案，成立专业防汛应急救援队伍，组织做好风险隐患排查整治、山洪灾害防御演练、人员培训。加强宣传培训，普及山洪灾害

避险自救常识，不断提高群众山洪灾害风险防范意识，提高防灾避灾知识储备，提升群众自救互救能力。(7) 推进“锣长”责任制建设，打通预警预报“最后一公里”。结合农村实际，探索建立“锣长”责任制。“锣长”由各自然村人担任，当接到预警指令后，“锣长”便在村里敲响手里的铜锣，鸣锣报警，挨家挨户动员村民撤离，打通灾害预报“最后一公里”的生命防线。同时，加强“锣长”业务培训，明确工作职责，增强灾害预警预报知识储备、应急处置能力，不断提高“锣长”工作能力和水平。

结语

农村防汛预报预警体系建设至关重要，直接涉及民生安全，关系到千家万户的生存与发展，对于维护社会稳定与高质量发展意义重大。鉴于目前农村防汛预警体系存在的不足，应加强研究，逐步完善预报预警体系机制，让其更符合农村实际情况，更加科学化、智能化、精准化，不断提升基层防汛抗灾能力，为基层防洪治理体系的现代化发展提供坚实保障，让人民群众在灾害面前有更多的安全感和信心。^[4]

引用

- [1] 王洪娜,廖敏杰.浅析福建省农村基层防汛预报预警体系建设实施方案[J].农村实用技术,2022(8):113-115+118.
- [2] 方婧.农村基层防汛预报预警体系建设实践与思考[J].探索与交流,2021(8):72-73.
- [3] 朱恒慷,李虎星,袁灿.河南省农村基层防汛预报预警体系建设[J].河南水利与南水北调,2021,50(4):18-19+25.

基于 GA-ABC 算法的 多目标优化约束应用研究*

文◆ 闽南理工学院信息管理学院 刘毅

引言

近年来，多目标优化约束问题在多个领域受到广泛关注，因其涉及多个冲突目标的最优化及约束条件。传统优化算法在解决这类问题时存在诸多局限。因此，本文采用基于遗传算法（Genetic Algorithm, GA）和人工蜂群算法（Artificial Bee Colony, ABC）的混合优化算法——GA-ABC 解决多目标优化约束问题^[1-2]。GA 模拟自然进化，ABC 模拟蜜蜂觅食行为，两者结合可提升求解效率和精度^[3]。本研究旨在应用 GA-ABC 算法解决多目标优化约束问题，并以实际问题为基础进行探索和分析。研究通过构建数学模型和实验验证，证实了 GA-ABC 算法在多目标优化约束问题中的实用性和有效性。实验结果表明，GA-ABC 算法在解决涉及资源分配和时间安排的实际问题时，表现出较高的求解效率和精度。与传统的优化算法相比，GA-ABC 算法在适应度值、资源利用效率和约束满足度等方面均表现出优势。本研究为多目标优化约束问题提供了新

的解决方案，对于相关领域的实践和应用具有重要参考价值。

1 多目标优化问题与约束

1.1 多目标优化概述

在决策问题中，经常需要同时优化多个目标，如生产调度中的成本与效率或资产配置中的风险与收益。多目标优化问题的目标是在有限资源下，找到多个冲突目标的最优解。生成“帕累托前沿”提供多种选择，生成前沿需要迭代优化过程，调整变量，评估解的性能，并尝试生成更好的解^[4]。

多目标优化问题涉及在有限资源下最大化或最小化多个冲突目标。通过生成帕累托前沿，为决策者提供一系列最优解，以供选择和权衡。解决这类问题需要采用适合的优化算法，如加权和法、NSGA、MOPSO 和 DRGA 等，以找到帕累托前沿，并根据实际情况进行决策^[5]。

1.2 多目标优化中的约束问题

多目标优化中的约束问题指的是在追求目标函数最优化的同时，还需满足一系列约束条件。这些约束条件包括等式约束、不等式约束、边界约束和条件约束。等式约束要求满足特定等式关系，如 $g(x)=0$ ；不等式约束则要求满足特定不等式关系，如 $h(x) \leq 0$ ；边界约束是对变量取值范围的限制，如 $lb \leq x \leq ub$ ；而条件约束则是满足特定条件，如 $f(x) \leq c$ 。

在求解多目标优化约束问题时，需要在满足约束条件的前提下，寻找优化目标函数的解。由于多目标优化问题的复杂性，约束条件的引入使得问题更加棘手。因此，应综合考虑约束条件和目标函数之间的平衡关系，寻求满足约束条件的优化解。

解决多目标优化约束问题通常需要借助先进的优化算法和技术。这些算法和技术在复杂的约束条件下，有效地搜索到满足目标函数最优化的解。通过合理设计和应用这些算法，可以更好地解决多目标优化约束问题，为实际应用提供更有效的解决方案。

*【基金项目】福建省中青年教育科研项目（科技类）（JAT210517）

【作者简介】刘毅（1998—），男，山西忻州人，本科，助教，研究方向：算法分析与设计。

1.3 传统算法在多目标优化约束问题中的局限性

传统算法在多目标优化约束问题中有局限性。难以找到全局最优解，忽视了目标函数之间的矛盾关系。处理约束条件时简单粗暴，无法满足所有约束。对于非线性和非凸问题，产生局部最优解。时间和计算资源需求大，效率低。启发式算法和进化算法如遗传算法、粒子群优化能较好地解决这些问题。平衡多个目标函数和约束条件，提高问题求解效果。

2 GA-ABC 算法

GA-ABC (Gravitational Search Algorithm Based on Artificial Bee Colony Algorithm) 算法是一种结合了遗传算法和人工蜂群算法的优化算法。它将解空间看作由随机移动的粒子组成的引力场，通过计算粒子间的引力调整粒子的位置以逼近最优解。该算法综合了人工蜂群算法和引力搜索算法的优点，全面探索解空间，提高求解效率。将粒子吸引到局部最优解附近，并通过粒子间的引力相互作用使其有能力跳出局部最优解，拓宽搜索范围。算法中有自适应参数，如引力常数和距离衰减系数，根据问题自动调整以优化算法性能和收敛速度。算法设计易于并行计算，利用多处理器或多线程处理不同粒子可显著提速求解过程。

GA-ABC 算法流程图如图 1 所示。

3 基于 GA-ABC 算法的多目标优化约束应用

3.1 问题描述

排课问题涉及课程、教师和教室资源的合理分配，是一个需综合考

虑课程时间冲突、教师可用性、学生需求及教室资源高效利用的多目标优化问题。GA-ABC 算法结合遗传算法的全局搜索与人工蜂群算法的局部搜索优势，专为解决此类多目标优化约束问题而设计。算法通过迭代不断改进解集，力求找到满足所有约束条件的最优解集。

实施 GA-ABC 算法解决排课问题的关键步骤包括明确问题与目标、初始化课程表、遗传操作执行、模拟蜜蜂行为、评估与选择最佳方案、迭代至收敛。GA-ABC 算法融合遗传算法与人工蜂群算法优点，高效解决多目标优化约束问题。平衡各方需求与约束，有利于教育机构优化排课方案。算法的不断进化，将在排课及其他多目标优化领域发挥更大作用。

3.2 数学模型

结合排课实际需求，构建基于 GA-ABC 算法的多目标优化约束模型，解决 N 门课程在 M 个时间段内的分配问题，确保每个时段仅排一门课程，满足课程特定教室和班级要求。

使用以下变量和参数表示模型。

变量： $x[i][j][t]$ 为第 i 门课程在第 j 个时间段安排在第 t 个教室， $y[i][j][t]$ 为第 i 门课程在第 j 个时间段安排在第 t 个班级。

参数： N 课程的数量， M 时间段的数量， T 教室的数量， C 班级的数量。

目标函数： $\max(F(x[i][j][t]), F(y[i][j][t]))$ ，其中 $F(x[i][j][t])$ 和 $F(y[i][j][t])$ 是与课程安排相关的目标函数，根据实际情况定义，如教室使用率最大化、班级人数平衡等。

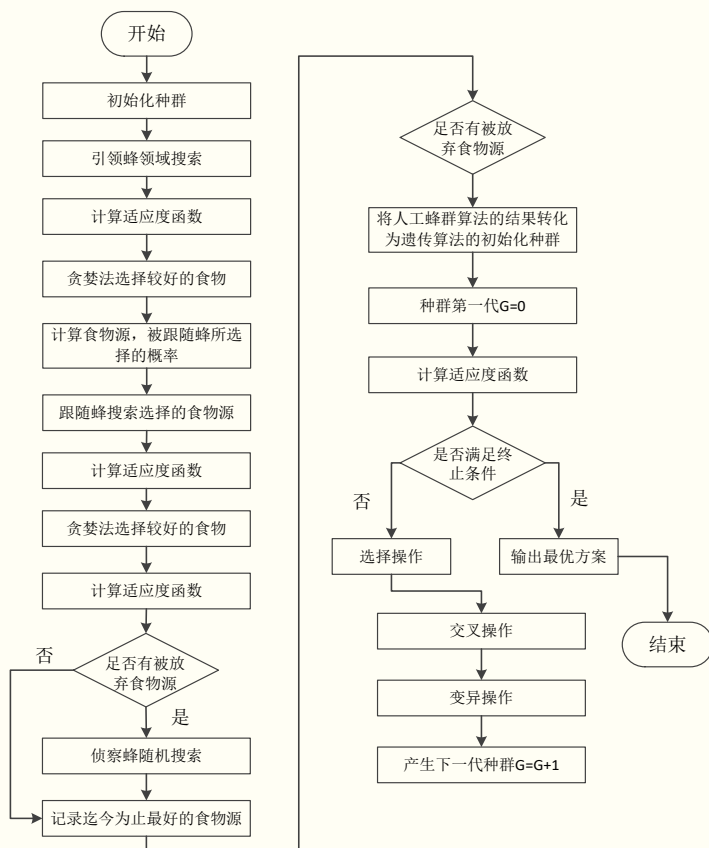


图 1 GA-ABC 算法流程图

(\text{Objective Function})
= α \times\text{Classroom Utilization}+\beta\times\text{Class Balance}

其中, (\alpha) 和 (\beta) 是权重系数, 根据实际情况调整。

约束条件: 每门课程在每个时间段只能在一个教室和一个班级中进行: $\sum(x[i][j][t]), \sum(y[i][j][t]) = 1$, for all i, j, t 。

使用 GA-ABC 算法, 课程安排被编码为二维矩阵, 通过交叉、变异生成新方案, 结合蜜蜂搜索提高精度。经迭代优化, 得到满足约束的近似最优方案。此数学模型有效解决了排课问题的多目标优化约束应用。

4 实验分析

4.1 实验说明

4.1.1 参数设置

N (课程数量): 100

M (时间段数量): 50

T (教室数量): 20

C (班级数量): 15

max_iterations (最大迭代次数): 200

population_size (种群大小): 50

4.1.2 评估指标

教室使用率: 所有时间段内被使用的教室数占总教室数的比例。

班级人数平衡: 每个班级在不同时间段内的学生人数差异的最小化。

约束违反次数: 在生成的课程安排方案中, 违反约束条件 (如教室容量、教师时间限制) 的次数。

4.1.3 实验环境

编程语言: Python。

算法库: 使用 NumPy 进行数值计算, 选用 DEAP 等进化算法库实现遗传算法部分。

运行环境: 普通个人计算机或服务器。

4.2 实验对比

为验证 GA-ABC 算法的有效性, 利用随机算法 (Baseline)、贪心算法 (Greedy Algorithm)、标准遗传算法 (Standard Genetic Algorithm, SGA) 进行对比实验。

实验结果如表 1 所示。

表 1 实验结果

算法	最佳适应度值	平均适应度值	教室使用率	班级人数平衡 (标准差)	约束违反次数	运行时间 (s)
GA-ABC	0.95	0.88	92%	2.5	0	360
随机算法	0.60	0.55	75%	5.0	15	5
贪心算法	0.80	0.75	85%	3.5	5	120
SGA	0.85	0.78	88%	3.0	3	240

通过以上数据可以看出, GA-ABC 算法在排课问题中表现优秀。具有比其他算法更高的适应度值和平均适应度值, 能够生成高质量的课程安排方案。在教室使用率方面优于其他算法, 生成的安排更均匀。符合约束条件, 相比贪心算法和随机算法, 约束违反较少。虽然运行时间比较长, 但计算复杂度并未显著增加。综上, GA-ABC 算法在满足约束条件的前提下, 生成高质量的课程安排方案, 并具有较好的计算效率。

结语

本文研究了基于 GA-ABC 算法的多目标优化约束应用, 并通过实验验证了在实际排课问题中的实用性和有效性。GA-ABC 算法结合了遗传算法和人工蜂群算法的优势, 旨在提高多目标优化问题的求解效率和精度。实验结果表明, GA-ABC 算法在适应度值、资源利用效率和约束满足度等方面均优于其他算法。此外, 与其他优化算法的比较分析进一步凸显了 GA-ABC 算法的优势和潜力。本文研究对于推动多目标优化约束问题的求解方法发展具有重要价值, 为相关领域的实践和应用提供了有益的参考和借鉴。

引用

- 胡珍妮, 张艳维. 基于遗传算法的混合技术用于解决多目标优化问题[J]. 电子设计工程, 2023, 31(13): 41-45+50.
- 孙思雨. 基于粒子群算法的大规模多目标优化问题求解方法[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2023.
- 王峰, 张衡, 韩孟臣, 等. 基于协同进化的混合变量多目标粒子群优化算法求解无人机协同多任务分配问题[J]. 计算机学报, 2021, 44(10): 1967-1983.
- 孙睿, 黄海超, 霍欣婷, 等. 多目标优化-改进遗传算法路径规划模型[J]. 贵州大学学报(自然科学版), 2023, 40(1): 95-100+124.
- 董敏, 刘可真, 赵庆丽, 等. 基于改进粒子群算法的综合能源系统多目标优化运行[J]. 电气传动, 2024, 54(2): 41-48+81.

Frequentis 语音交换系统中编码原理的研究

文 ◆ 中国民用航空华北地区空中交通管理局大兴空管中心 邱瑞鑫

引言

Frequentis 语音交换系统是民航系统中进行空中交通管制时使用的重要语音通信设备，在飞行员和地面管制员的语音通信和空中交通指挥中扮演着极其重要的角色。其主要功能之一是将管制员所发送的模拟语音转换为数字信号，在系统中传输。通过系统提供的各种类型的接口，如模拟无线接口（ERIF）、模拟有线接口（BCB）和 IP 接口（GPIF 05.40），将系统内部信号转换为对应接口类型语音信号发送出去，发挥语音数据交换的功能。其中，语音信号的数 / 模、模 / 数转换，即由模拟信号与数字码组之间的转换过程是最核心的原理。基于此，本文对在民航系统中广泛使用的 Frequentis 语音交换系统中的 PCM 编码原理以及 G.711 编码原理在 VOIP 技术中的应用进行了阐述。脉冲编码调制（Pulse Code Modulation, PCM）是一种使用最为广泛的波形编码方式，具有概念简单，理论完善等特点。VOIP 是一种基于互联网的语音通信技术，通过 G.711 编码规则，将语音信号转换为数字信号，并封装为 IP 数据包在网络中传输和处理，包括编码类型、编码原理、编码规则以及实际运行中的 IP 抓包样例。

1 编码类型

编码的类型分为信源编码与信道编码。

1.1 信源编码

以提高通信有效性为目的，对信源符号进行变换，针对信源信号进

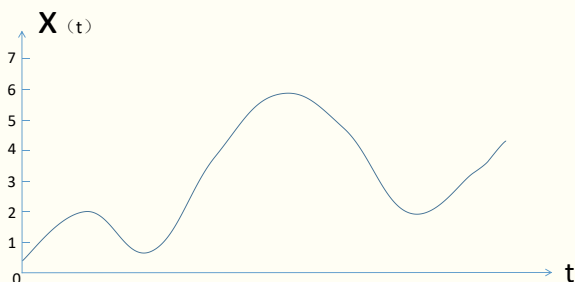


图1 被采样信号

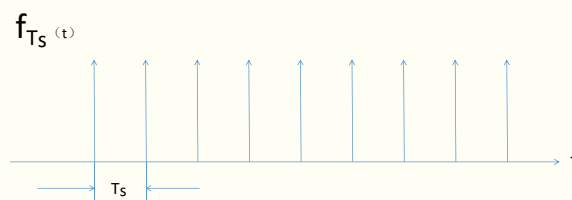


图2 冲激信号

行编码，使其用最短的码字序列，传递更多信息，保证在译码后可以无失真地恢复原来的码字序列。信源编码通常有两个作用，即数据压缩和信源信号的数模转换（用于实现模拟信号的数字传输）。

1.2 信道编码

为了保证通信过程中传输的可靠性，克服信道中的噪声和干扰，根据一定的规则在待传输的信息码元中加入必要的码元或进行变换。在接收端设定与发送端相同的规则，进行差错检测和纠错，以提高信息码元传输的可靠性。

2 信源编码

2.1 PCM 编码原理

在 Frequentis 语音交换系统中，语音信号的模 / 数转换采用 PCM 的方式，分为采样、量化、

【作者简介】邱瑞鑫（1994—），男，北京人，学士，工程师，从事民航地空 VHF 通信系统、语音交换系统、语音记录系统、自动化系统等工作。

编码 3 个过程。

2.1.1 采样

采样是把模拟信号以其信号带宽 2 倍以上的频率提取样值，变为在时间轴上离散的抽样信号的过程。

被采样信号 $x(t)$ 为原始模拟语音信号，如图 1 所示。

语音频率为 300 ~ 3400Hz，根据奈奎斯特抽样准则 ($f_s \geq 2f_{max}$)，则 $f_s=8000\text{Hz}$ ，则使用 8kHz 的冲激信号作为采样信号，如图 2 所示。

采样过程，即将原始信号与采样信号通过非线性器件，如图 3 所示。

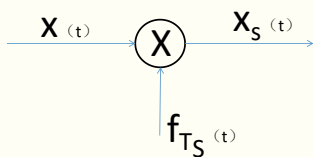


图 3 采样过程

采样过后，最终输出的信号即为得到的采样结果，如图 4 所示。

2.1.2 量化

量化是将模拟信号的连续值，近似为某个离散值的过程。采样结果在时间上是离散的信号，其幅值在一定范围内有无限多个值。但对于无限多个采样值，无法逐一给出一组数字码组对应这组采样值，所以为实现以数字码组表示采样值，必须采用“近似”的方法把样值取整，使一定取值范围内的采样值由无限多个值变为有限个值，这一过程称为“量化”。

量化前后的采样信号相比较会有所失真，且不再是连续的模拟信号。这种量化失真在接收端还原模拟信号时表现为噪声，并称为量化噪声。量化噪声的大小取决于把样值取整的方式，分的级数越多，即量化级差或间隔越

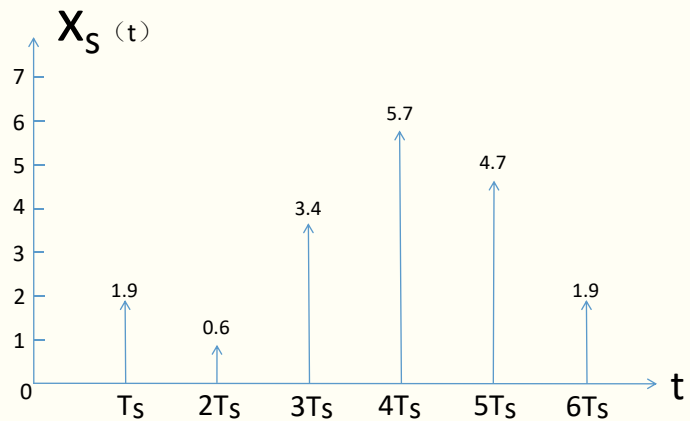


图 4 采样结果

小，量化噪声也越小。

在实际的语音通信过程中，信号幅值的概率分布是不均匀的，即小幅度信号出现的概率远大于大幅度信号。因此在量化过程中，使用一种合理的方法，使小信号范围内划分较多的量化级，而在大信号范围内划分较少的量化级，这种技术叫做非均匀量化。在 PCM 编码的量化过程中使用的方法就是非均匀量化。

在 X 轴将 0 ~ 1 分为 8 个不均匀线段，取点 1/128, 1/64, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2, 1。在 Y 轴将 0 ~ 1 分为 8 个均匀线段，取点 1/8, 2/8, 3/8, 4/8, 5/8, 6/8, 7/8, 1。A 律 13 折线如图 5 所示。

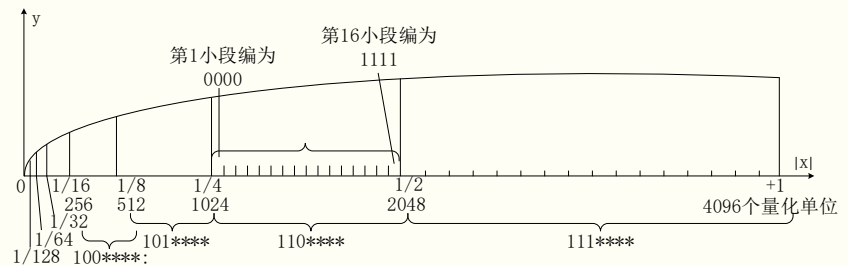


图 5 A 律 13 折线

由这各 8 个点构成 8 条线段分布在 (0,1) 上，在 (-1,0) 上也取同样 8 条线段与该 8 条线段成原点奇对称，其中靠近原点 4 条线段（正、负各两条）斜率相同，实际为一条线段，总共构成 13 条斜率不同的直线段，故称为 13 折线。

对于 X 轴正（或负）半轴来说，共有 8 个量化段落，每个段落落在段内平均分为 16 个量化区间，每个量化区间由多个量化单位组成。当采样电平落在某一量化区间内时，会将其值近似为该区间函数对应取值的平均值。

量化区间如图 6 所示，第一段落第一个量化区间，包含 2 个量化单位。当采样电平“A”落在该图中的量化区间时，量化结果并非“0”点或者“C”点对应的值，而是取其平均值，即“B”点的值。故最小量化单位应为最小量化区间取值范围的 1/2。该量化段落长度为总长度的 1/128，则该段落 1 个量化区间为总长度的 1/128 × 1/16=1/2048，1 个量化单位为总长度的 1/128 × 1/16 × 1/2=1/4096。共有 4096 个量化单位。

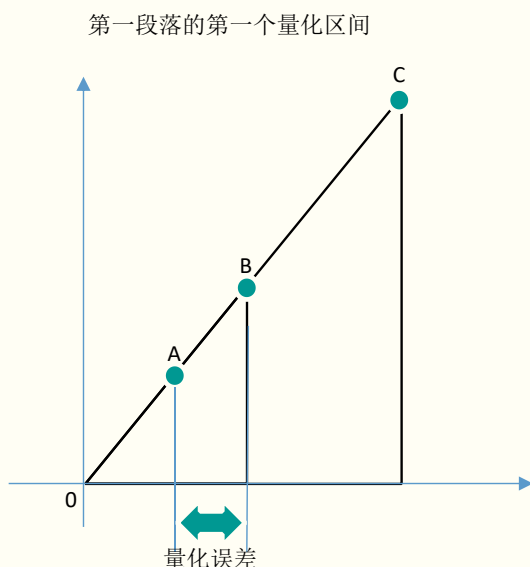


图 6 量化区间

而采样电平值“A”与量化后电平值“B”之间的差值，即为量化误差。

2.1.3 编码

A 律 13 折线采用 8 位二进制数进行编码，码组结构如下。

$C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8$

其中 C_1 为极性码， $C_1=1$ 表示信号极性为“+”； $C_1=0$ 表示信号极性为“-”。

$C_2 C_3 C_4$ 为段落码，表示量化电平所在量化段落的段落编号， $C_2 C_3 C_4=“0 0 0”$ 表示在第 1 量化段落， $C_2 C_3 C_4=“1 1 1”$ 表示在第 8 量化段落。

$C_5 C_6 C_7 C_8$ 为段内码，表示量化电平所在量化区间的区间编号， $C_5 C_6 C_7 C_8=“0 0 0 0”$ 表示在第 1 量化区间， $C_5 C_6 C_7 C_8=“1 1 1 1”$ 表示在第 16 量化区间。

量化与编码对照表如图 7 所示。

段落	段落码	起始量化单位	段内量化单位
7	111	2048	128
6	110	1024	64
5	101	512	32
4	100	256	16
3	011	128	8
2	010	64	4
1	001	32	2
0	000	0	2

图 7 量化与编码对照表

2.1.4 PCM 编码样例

若编码器输入范围为 $[-6, +6]$ ，抽样脉冲幅值为 $-2.4V$ 。

(1) 将输入信号幅值归一化
 $-2.4 / 6 = -0.4$ ； $-0.4 \times 4096 = -1638.4$ 个量化单位。

(2) 判断极性

输入为负值，则极性码为“0”。

(3) 判断量化段落

1638.4 位于 1024 ~ 2048 量化单位对应的段落内，则段落码为“110”。

(4) 判断量化区间

该段落内每个量化区间包含 64 个量化单位， $1638.4 - 1024 = 614.4$ ， $64 \times 10 > 614.4 > 64 \times 9$ ，即该幅值落在该段落第 10 区间内，即段内码为“1001”。

(5) 编码器输出值为“0 110 1001”。

(6) 量化误差

对应的量化单位为“-1632”，即“ $1024 + 64 \times 9 + 32$ （因为取样点位于量化区间中点，所以需要加上区间内包含量化单位总数的 1/2）”，则本次量化的量化误差为 $(-1638.4) - (-1632) = -6.4$ 量化单位。

2.2 G.711 编码在 VOIP 中的应用

G.711 是国际电信联盟 ITU-T 制定的一种语音压缩标准，它代表了 PCM 抽样标准，主要用于语音传输。在 VOIP 中，G.711 将 13bit 的 PCM 数据编码为 8bit 的数据流，并封装打包为 IP 数据包的形式进行传输。在接收端收到数据包后，逐层解包，并将此 8bit 的数据流还原成 13bit 的数据再进行播放。

如 2.1.4 中所述样例，该抽样脉冲幅值为 $-2.4V$ ，对应的量化单位为“-1632”，该值对应的 13 位线性码为“0 0110 0110 0000”。

第 1 位数字“0”代表极性为负，后 12 位为“1632”的 2 进

制表达形式，如 $-0 = 0\ 0000\ 0000\ 0000$ ，“ $0\ 0000\ 0000\ 0000$ ”表示第一个量化段落的第一个量化区间的量化电平数为 4096 个量化单位中的第一个，并不是原始信号的幅值为 0。

使用相应的算法，将 13 位原始数据，压缩成 8 位，规则如下。

(1) 符号位 s 取反得到 s' 。

(2) 取高强度位 eee 和高位样本 $wxyz$ 。

(3) 将上述码组合为 $s'\ eee\ wxyz$ 。

(4) 逢偶数位取反，得到对应的 8bit 码。

(5) 将 8bit 码使用十六进制形式表示，得到数据包中显示的码组。

高强度位和高位样本取值方法，与 8bit/十六进制转换方法如图 8 所示。

如上述样例中线性码“ $0\ 0110\ 0110\ 0000$ ”，即“ $0\ 01\ 1001\ 100000$ ”。

(1) 极性码取反 $s = "1"$ 。

(2) 高强度位 $eee = "110"$ ，高位样本 $wxyz = "1001"$ 。

(3) 组合为“ $1\ 110\ 1001$ ”。

(4) 逢偶数位取反，得到最终输出值为“ $1011\ 1100$ ”。

(5) 转化为 16 进制表示，即在 IP 数据包中显示为“ ac ”。

3 信道编码

在 Frequentis 语音交换系统中，模拟语音信号转换为数字信号后，在内部信道中传输时使用 HDB3 编码规则进行码元传输。

HDB3 码 (High Density Bipolar of Order 3 code) 是在 AMI 码的基础上，将连续的 4 位“0” (低电平) 变换为“B00V”，减少因为连续“0”导致的误码。

输入值	高位样本 $eee =$	组合为 $s\ eee\ wxyz =$
$s\ 0000000\ wxyz^*$	000	$s\ 001\ wxyz$
$s\ 0000001\ wxyz^*$	001	$s\ 001\ wxyz$
$s\ 000001\ wxyz^{**}$	010	$s\ 010\ wxyz$
$s\ 00001\ wxyz^{***}$	011	$s\ 011\ wxyz$
$s\ 0001\ wxyz^{****}$	100	$s\ 100\ wxyz$
$s\ 001\ wxyz^{*****}$	101	$s\ 101\ wxyz$
$s\ 01\ wxyz^{*****}$	110	$s\ 110\ wxyz$
$s\ 1\ wxyz^{*****}$	111	$s\ 111\ wxyz$

0	0000	1	0001	2	0010	3	0011
4	0100	5	0101	6	0110	7	0111
8	1000	9	1001	a	1010	b	1011
c	1100	d	1101	e	1110	f	1111

图 8 压缩方式及编码转换

初始码	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
AMI 码	-1	0	0	0	0	+1	0	0	0	0	-1	+1	0	0	0	0
HDB3 码	-1	0	0	0	-V	+1	0	0	0	+V	-B	+1	-B	0	0	-V

图 9 编码规则

HDB3 码规则如下。

(1) 当连续“0”少于 4 个时，规则与 AMI 码相同，即“0”为“0”，“1”为“+1”“-1”交替出现。

(2) 当连续“0”不少于 4 个时，将“0000”变换为“B00V”。B 为“+1”“-1”“0”；V 与前一位非“0”极性相同。

(3) 当“B00V”第一次出现时，B 为“0”；当“B00V”之间“1”的个数为奇数时，B=0；当“B00V”之间“1”的个数为偶数时，B=1，极性与前一个 1 相反。

编码规则如图 9 所示。

结语

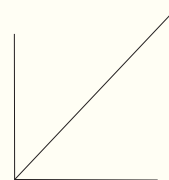
本文对在民航系统中广泛使用的 Frequentis 语音交换系统中的 PCM 编码原理以及 G.711 编码原理在 VOIP 中技术中的应用进行了阐述，并针对两种编码方式进行举例说明。随着空管保障任务不断加重，空管设备的功能性与多样性不断增强，各种新设备、新技术也逐渐运用到空管系统之中。在日常维护的同时，对空管系统的运行原理进行更深层次的研究，能让设备保障人员更加了解系统，对系统维护、故障排查、都有更深远的意义。^[5]

矿山地质工程测量相关技术研究与应用

文 ◆ 锦州市自然资源服务中心 王一笑

1 数字化测量技术

日常生活中有许多种类的数字化测量技术，这些技术包含但不限于三维数字化软件、图像处理技术、光电测距技术、全自动陀螺仪和导线测量技术等经典的技术。所有的科技都可以向矿业职员传递高度的数据，进一步增强工作效益与保障。利用这种方法，能够增强矿石勘查的精确度，减轻工作人员的挖掘困扰，够保障工作人员的生命健康，减少意外风险。在矿业勘查领域，数码测量方法被大规模运用，它的测量设施包括5个部分，其中包括收集部分，核心任务就是收集矿业勘查的数据，然后对这些数据进行电子化。



【作者简介】王一笑（1981—），女，辽宁义县人，本科，高级工程师，研究方向：地质矿产。

2 矿山地质工程应用测量技术的重要性

对于矿业地质勘查来说,精确度管理是一项极其关键的职责。将矿山地质工程测绘技术应用到实际操作中,提升工作效率和品质。采用卫星传播技术进行矿产地质调查,获得矿区的地理坐标。因为电磁波的特性包括其特定的频率与波长,所以可以利用特性进行信息传递。在实际操作时,应确保电磁波在地下环境中的传播速度一致。在电离层,信号通过波段方式进入对流层,使电子传播速度不断提高,导致映射结果与实际数据的偏差,因此产生了误差。鉴于此类情况,在探索的过程中,必须严格控制测量的准确性。若缺乏精确可靠的接收设备,就必须运用精确的测量技术确保观测的准确性。通常选择在辽阔的草原、湖泊以及其他宽广的区域进行测量,以减少由于测量错误引发的不良后果。

3 矿山地质工程中应用的测量数字化技术

3.1 RTK 测量技术

RTK 测量技术是一种基于 GPS 技术的高精度测量方法,能够实时获取厘米级的定位数据。通常使用载波相位实时差分技术进行实时测量,因为它的全日制、准确性以及效能等特性,已经在众多的工程勘察项目上得到了大量的运用,并且发挥了关键作用。在最近的几年里,这项测量技术以惊人的速度迅速发展,并在矿山测量领域的应用范围也在不断扩大。

在进行矿产勘查时,首先设定一个数据收集的参考点,然

后通过电磁波将这些数据传递给移动设备,保证了数据的精确度与稳定性。经过对获取的初步信息地解读,能够确认在搜索范围内的目标地点的具体位置及其数量。在对数据进行分类整理后,移动站会把相关的信息数据发送到数据处理系统,使用专业的软件进行数据优化处理。经过对初始资料的深入研究和比较,能够精确地了解矿山的开采状况,为未来的安全生产提供关键参考。

3.2 3S 技术和地理信息技术

主要包含 GPS、GIS 以及 RS 3 种科学技术。3s 技术是地理信息科学的关键,但它的使用领域并非仅限于此,它还融入了诸如遥感和地理信息系统这样的尖端科技。地理 IT 的核心职责是为从事相关任务的人员提供地理数据,这些数据具备多元的空间和动态特性,能够为地理研究和决策提供强大的支持。当执行矿产资源调研任务时,职员能够借助地理信息科技,通过手机获取的测绘数据,将获取的资料进行全面的梳理,构筑一个矿产资源的信息数据库,为接下来的项目实施提供强大的助力。

3.3 对工程测绘图像进行数字化加工处理

在常规的数据分析流程里,受到外界元素的影响,工程地图的分析准确性往往无法达到预期,然而,采用数码测量技术可以成功解决此类困境,进一步增强了初级地图的分析准确性。当对工程测绘图像进行数字化处理时,使用分层的数据存储方法。这种方法通过减少原始图层的数据来研究其特定特征,从而能够迅速地获取所需的信息,并对这些信息进行有效处理,以弥补一些不全面的信息,为未来的工程测量带来了方便。

在这些技术中,人工追踪矢量输入是应用最广泛且最为完善。为达到智能化的扫描向量输入方法,需要使用特定的扫描设备,全面解读储存的地质信息以及图片信息,同时也需要对这些图片信息中的每一项元素进行向量化操作。电脑的数码图像处理技术以及常规的摄影器材构成了数码输入。

3.4 三维可视化测量技术

三维可视化测量技术的应用,在矿业的实践操作过程中,有助于收集数值资料与三维影像,进一步让有关专业人士有机会清晰地审阅这些资料,增强了地质资料的展示效果,并且给予了专业技术人员稳定的依据,有助于全方位的研究矿区的地理环境及其空间分布。

矿产区的地理状况非常复杂,其覆盖的面积很大,然而其稳定性却不尽如人意。因此,当进行矿产勘查的过程中,必须依赖众多的数字化信息技术,才能确保得到精确无误的地理数据。

结语

鉴于矿山资源的开发强度增强和矿山地质工程测量的工程化趋势,必须在生产过程中运用尖端的设备,以达成从服务型向决策型的转变。此外,还需要优化管理体系,对有关的机构实施严密监督,以确保测量信息精确且稳定,为开采工作提供参考。■

缺陷预防在民航信息系统的探索与实践

文◆中国民航信息网络股份有限公司 谢丽丽 曾宏霞 孙丽颖 刘婕 杨柳 牛晓艳

引言

随着民航信息系统的不断发展，许多业务逐渐从主机系统向开放系统转移，各个开放系统之间的调用关系也日趋复杂。一个完整的业务，往往需要依赖多个信息系统的实现，而每个信息系统是由独立的研发团队进行开发测试的，这就会导致一个在开发阶段的缺陷，会经过每个系统的测试，直到系统集成测试阶段才会发现。如何减少系统集成测试阶段的缺陷，是我们面临的挑战。本文将从测试人员的角度，秉持着缺陷预防的思想，从测试流程的各个阶段，采取流程控制、风险分析及应对措施等手段，减少缺陷流入系统测试集成阶段，从而提高系统集成测试的效率及效果。

1 缺陷预防的重要性

1.1 软件缺陷耗费成本高

美国国家标准与技术研究所报告显示，80%的开发成本花费在确定和修复缺陷上，每年由于测试不足而导致的成本高达600亿美元。《软件制胜之道》中提到，在开发过程中，测试至少消耗了总成本的一半。软件缺陷带来的成本，无论是开发成本、还是测试成本，都是非常可观的，这也就凸显了缺陷预防的重要性。

1.2 缺陷发现越晚修复成本越高

因为需要修改设计与编码，需要重新进行功能测试、集成测试以及考虑对其他功能和系统的影响，因此导致返工数量大幅上升。行业研究已经表明，如果在设计时修正一个缺陷的成本是1，那么在软件发布之后进行修正的成本将是100。如果研发团队能够在早期预防缺陷，而不是在后期发现和修正缺陷，那么将大大降低软件的成本，提高软件的质量，而产品、开发和测试等相关人员也将从中受益。

2 软件缺陷产生的原因以及和人类错误的关联关系

2.1 软件缺陷的定义

“软件缺陷”是软件产品中存在的不足，会导致软件的运行与预期不同。

2.2 软件缺陷产生的原因

所有人都会犯错误，因此在由人设计的程序代码或文档中也会引入缺陷。通过研究人类的错误，确定和理解软件出现缺陷的根本原因。人类错误的结构化视图将错误分成了三大类：技能性错误、知识性错误和规则性错误。技能型错误发生的原因是一个人知道如何去做，而且有过成功经验，只是疏忽了。知识性错误发生的原因是一个人没有能完全理解与一个问题相关的全部内容，因此不知道如何去做。规则性错误是由于应用或误用已有的规则所犯的错误。

2.3 人类错误与软件缺陷的关联关系

人类错误与软件缺陷关联关系表如表1所示，列出了人类错误类型、人类错误以及会引发的软件缺陷，针对人类的错误类型采取相应的手段来预防软件缺陷。本文中的项目实践就是通过分析人类错误，制定出相应的工作流程，进而实现缺陷预防的。

3 缺陷预防技术的分类及目标

3.1 缺陷预防技术的分类

缺陷可以预防，在研发的

各个阶段利用各种技术进行过程改进，以减少软件中的缺陷。缺陷预防技术分为3个层次：缺陷检测技术、缺陷分析技术和缺陷预防技术^[1]。需要注意“缺陷预防技术”是整个“缺陷预防”中的一个特定技术子类。缺陷检测技术和分析技术都是缺陷预防技术。第一个层次缺陷检测技术包括代码检查、边界值、等价类、判定表等测试方法、用户测试。对软件进行反复测试，直到找出全部可发现的缺陷并进行修正为止。使用检测技术中存在很多缺陷，这些缺陷信息可以作为缺陷分析技术的输入。第二个层次缺陷分析技术包括风险分析、缺陷分类法、根本原因分析法。分析先前发现的缺陷，以寻找趋势，深入理解它们是如何发生的，以及之前为什么没有被发现。第三个层次缺陷预防技术包括故障模式和效果分析、故障树分析和使用“预防标签”，这是最佳方法，因为尚未发生的缺陷是不需要捕获、修正的，从而节省了资源和时间，降低了成本。本文中的项目实践就是通过缺陷分析技术中的风险分析法，利用风险预测模型CAIRO对风险进行预测，并制定出相应的对策，进而实现缺陷预防的。

3.2 缺陷预防技术的目标

缺陷预防的最终目标是避免引入缺陷，缺陷检测技术的目标是识别软件缺陷，缺陷分析技术的目标是分析缺陷以确认根本原因，然后找出方法来改进开发过程，从而消除缺陷。缺陷预防技术的目标是在缺陷可能发生并导致错误之前，进行预测和主动预防。随着缺陷预防技术层次的提高，所需要投入的成本也将随之增长。

表1 人类错误与软件缺陷关联关系表

人类错误类型	人类错误	软件缺陷
技能性错误	开发人员未注意到代码中的逻辑错误	单击按钮没有进行任何操作
技能性错误	开发人员忘了对文件复制功能的代码进行错误校验	复制了一份被损坏的问文件，导致软件崩溃
知识性错误	开发人员没有理解客户的业务场景	软件不能满足客户的需求
知识性错误	开发人员由于缺乏安全相关知识，没有针对安全弱点对软件进行审核	黑客可以利用软件的安全弱点进行攻击
规则性错误	开发和测试人员没有遵循与用户环境一致性的要求，在速度较快的电脑上开发和测试软件，性能显得很好	在那些使用较旧、较慢的计算机的用户看来，软件的响应速度太慢
规则性错误	开发人员没有遵循配置管理的要求，在未通过测试的基线上开发新功能	导致软件的缺陷密度升高

4 缺陷预防在民航信息系统的探索与实践

4.1 背景

基于民航业务的复杂性，民航信息系统中的各个系统调用关系复杂，本次系统集成测试涉及的业务场景就充分体现出了这个特点，共涉及了1个前端系统、1个主机系统、5个后台业务处理系统和1个外部系统。通常业务人员拿到用户需求后，将需求拆解到各个系统中，由各个系统的软件团队开发并测试，各个系统功能测试通过后，再进行系统集成测试，最后安排用户验收测试。

4.2 通过分析人类错误，制定出相应的工作流程

为了降低系统集成测试阶段的缺陷数量爆发的风险，从测试流程的各个阶段，通过分析人类错误，制定出相应的工作流程，进而达到缺陷预防的效果。研发各阶段工作流程表如表2所示。

4.3 通过风险分析法，制定出相应的对策

风险预测模型CAIRO，最初是用来分析改动的代码的，我认为该方法同样适用于测试阶段的风险分析。CAIRO代表特征（Characteristic）、数量（Amount）、影响（Impact）、理由（Reason）和所有权（Ownership）。

风险描述及应对措施如表3所示，利用风险预测模型CAIRO分析出的风险及应对措施，为了突出风险及应对措施，风险编号、等级、概率等信息不在表中体现。

4.4 缺陷预防获得良好效果

经过对流程的控制及风险应对措施，96%的缺陷都在各个系统功能测试阶段发现，只有4%的缺陷遗留到了系统集成测试阶段。和以往系统集成测试至少执行3轮的情况相比，本次系统集成测试仅仅进行了两轮，大大缩短了系统集成测试阶段的时间，达成了缺陷预防的效果。

结语

在业务复杂性较高的民航信息系统中，缺陷预防对于为用户提供质量更加过硬的系统起到了积极的作用。通过分析人类错误和使用风险分析的方法，制定出更加完善的工作流程以及有效的风险应对措施，以达到缺陷预防的效果。每个项目都有其特点，在实际项目中，要具体分析项目的特点，开展缺陷预防工作。缺陷预防属于前瞻性工作，还需要不

表 2 研发各阶段工作流程表

研发阶段	错误类型	人类错误	工作流程
需求分析阶段	知识性错误	测试人员不能深入理解客户需求，很容易局限于需求文档和设计文档中，造成偏差	测试工作前移，系统集成测试负责人和业务人员一起到客户现场收集需求，了解客户提出的需求是为了解决什么问题，希望达到的效果是什么
编码及测试用例设计阶段	技能型错误	代码的修改，可能会对原有功能造成影响，开发人员专注于开发新功能，忽视了这点	代码修改完成后，要执行原有的单元测试，保证源于功能正常。如存在未通过的，要分析原因，不能直接修改原有单元测试
	规则性错误	开发人员在开发的过程中没有按照代码规范开发	完成开发后进行 Sonar 扫描，保证代码等级为 A
	知识性错误	开发人员不具备软件安全相关的知识	完成功能开发后先在白盒扫描平台上进行扫描，修复相关安全漏洞，修复完毕后再进行功能测试
	知识性错误	各个系统的测试人员缺乏对业务全流程的认知	在开发阶段系统集成测试负责人，编写全流程的测试用例，并召开用例评审会，邀请客户、产品人员、各个软件开发和测试人员一起进行评审，确保各方人员对业务理解一致
各系统测试执行阶段	规则性错误	各系统测试人员未按照要求进行测试准入检查	规范测试准入检查流程，在提测申请单中增加相关检查项的截图
	知识性错误	系统集成测试负责人不熟悉各个系统业务处理细节	系统测试负责人参加各个系统需求评审和用例评审，一方面可以了解业务处理逻辑，另一方面可以提前发现与总体流程相悖的处理逻辑
系统集成测试阶段	规则性错误	各系统测试人员忘记将测试通过的部署包部署到集成测试环境	在集成测试前，通知各个软件测试人员更新集成测试环境版本，并提供参与测试集成的版本信息及检查方式

表 3 风险描述及应对措施

风险预测模型	风险描述	应对措施
特征 Characteristic	业务场景需要多个系统的支持，每个系统为独立的软件开发测试团队，存在沟通成本高的风险	开发团队和测试团队各指定一名接口人，负责沟通协调工作
数量 Amount	该业务涉及的系统数量：1 个前端系统+1 个主机系统+5 个后台业务处理系统+1 个外部系统，涉及系统较多，存在环境不稳定和接口设计不合理的风险	1、开通系统集成测试环境与外部系统的访问策略 2、按照不同业务流程画出系统调用关系图 3、在项目启动会上提议明确各系统开发两两联调完成时间点
	数据有效性在多个产品中校验，数据准备及一致性存在风险	梳理各个系统对数据、账号、级别、场景对应关系的要求 1、保证后台业务处理系统中的数据信息和外部系统中的相应信息保持一致 2、保证主机账号与外部系统保持一致 3、保证前端系统账号的级别、场景对应关系与后台业务处理系统配置一致
影响 Impact	涉及的 8 个系统只要有一个延误就会造成整体进度的延误，存在进度延误的风险	邀请各产品开发、测试同事参加项目双周例会，及时了解各产品开发、测试进度以及问题
理由 Reason	各个产品修改的功能比较零散，且开发完成时间点不一致，因此前期都是接口测试，存在 SIT 阶段缺陷爆发的风险	1、梳理系统测试的测试重点，将对于系统测试来说是配置信息的功能，联测放到各系统功能阶段 2、后台测试人员参与前台联测工作
所有权 Ownership	可能存在各产品开发质量低和测试不充分的风险	功能测试阶段：1、将完整业务需求文档同步给各产品测试人员，避免开发人员功能遗漏，测试人员也可以站在业务需求的角度测试自己的产品；2、系统测试负责人参与核心后台业务处理系统的测试工作 系统集成测试用例设计阶段：对于业务核心逻辑采用“判定表”的设计方法，力求覆盖全面 系统集成测试用例评审阶段：邀请用户参与测试方案以及用例评审，确认测试场景优先级，以及业务逻辑正确性 系统集成测试执行阶段：安排用户参与系统集成的冒烟测试。系统集成测试后安排 UAT 测试

断探索和实践，不断优化工作流程，不断提高全员的缺陷预防意识，为打造高质量的民航信息系统提供强有力地保障。^[5]

引用

[1] (美)麦克唐纳(Marc McDonald),(美)马森(Robert Musson),(美)史密斯(Ross Smith),等.《完美软件:缺陷预防最佳实践》[M].北京:清华大学出版社,2010.6.

基于动态风险评估的盾构施工智能管理

文 ◆ 中铁二十局集团第四工程有限公司 徐磊

引言

在地铁施工过程中，及时准确地识别风险源，采取相应合理的风险管控措施是降低工程风险、保证隧道安全高效建设的重要手段。从管理的视角出发，不协调的运作和潜在的事故状况可能是事故风险产生的根源^[1]。自上个世纪90年代，Einstein^[2]首次将风险管理理论引入到地铁建设项目中之后，风险管理在地铁建设中逐渐获得广泛应用。随着风险管理在工程中的不断应用，众多学者不断将风险管理方法进行总结与归纳，为我国隧道盾构区间的风险管理提供了指导^[3]。基于识别得出的风险因素，利用多种方法针对施工过程中的安全问题进行评估，实现对项目的风险控制^[4]。

本文针对地铁盾构施工地质水文特点及施工的重难点，以青岛地铁某盾构区间施工为研究对象，利用WBS-RBS进行盾构隧道施工风险因素的动态识别，并融合专家调查法、风险矩阵法以及模糊层次分析法（FAHP）进行综合风险评。基于评估结果实现工程项目智能施工风险管理。

研究成果对项目管理实践具有一定的参考价值，对类似工程项目具有指导意义。

1 工程概况

青岛地铁一号线“薛瓦区间风井—瓦屋庄站区间”（简称“薛瓦区间”）位于青岛市黄岛区，平行于黄岛滨海大道，位于道路下方约20m处。该区间隧道采用盾构法施工，盾构机在瓦屋庄站南端头左线始发，推进至暗挖段出洞，再空推100m到达右线，再空推163m，推进至暗挖段出洞，再空推27m到达右线大里程端接收井拆解吊出。该区间地质条件较为复杂，为青岛典型的上软下硬复合地层，场区内存在断层破碎带等不良地质，隧道洞身大部分位于强风化岩层当中，围岩等级为V级。此外，区间有丰富的地下水，受大气降水和侧向径流补给；周边环境较为复杂，下穿城市建筑物，周边地下管线较多。复杂的地质条件带来了许多潜在的风险源，易出现隧道坍塌、盾构机卡顿、刀盘磨损等问题，影响了施工安全和效率。

2 盾构施工安全风险识别

通过工作分解结构（WBS）对盾构施工过程进行细致、全面分解，清晰掌握施工中的各个环节。利用风险分解结构（RBS）系统地解析盾构施工过程中的风险因素，深入了解潜在的安全隐患。结合WBS和RBS形成的WBS-RBS耦合矩阵，有效地将施工任务与潜在风险相对应，实现对施工事件的精准分类。这种矩阵的应用，有利于动态识别地铁盾构施工过程中的风险源，为施工安全提供有力保障。

在着手工作之前，构建WBS结构是至关重要的首要步骤。这一过程涉及对盾构施工活动的系统性分解与细致规划。本文严格遵循隧道施工的专业规范，将整体施工流程划分为6个关键阶段，即盾构施工前的前期准备、盾构机的启动与出发、盾构的常规掘进作业、盾构穿越风井的专项施工、盾构刀具的状态检查与必要更换以及盾构机抵达目的地并完成接收工作。通过系统性地划分，构建了地铁隧道盾构施工的WBS

【作者简介】徐磊（1981—），男，河南郸城人，本科，工程师，研究方向：城市轨道交通施工管理。

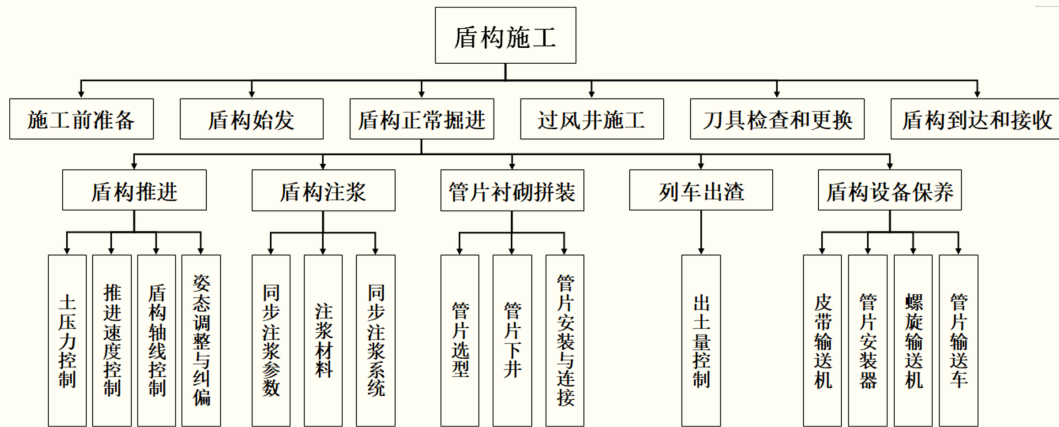


图1 地铁隧道盾构施工 WBS 结构

结构，如图1所示，以确保施工过程的严谨性、稳定性和高效性。

随后，进行RBS结构地构建工作。地铁隧道建设的风险分为两大类，分别为外部风险和内部风险。其中，内部风险主要涵盖水文地质因素、气候因素以及周边环境因素，并细分为组织管理因素、施工工艺因素、人为因素以及设备因素。经过精心构建，形成了地铁隧道盾构施工RBS结构，如图2所示。

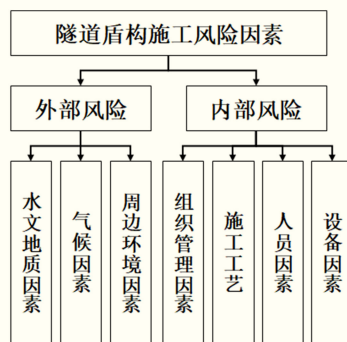


图2 地铁隧道盾构施工 RBS 结构

经过对隧道盾构施工过程的细致分析，采用工作分解结构（WBS）和风险分解结构（RBS）进行系统性解构。在此基础上，构建了WBS-RBS耦合矩阵，隧道施工WBS-RBS耦合矩阵如表1所示。为确保矩阵中各因素的准确评估，依托专家团队的丰富经验，对潜在风险及可能对

表1 隧道施工 WBS-RBS 耦合矩阵

WBS RBS	地质勘测	周边环境	施工图放样	盾构机选型	管片注浆 孔安装	专项方案 编制	抢险物资 准备
水文地质因素	1	0	0	1	0	0	0
气候因素	0	0	0	1	0	0	0
周边环境因素	0	0	0	0	0	0	0
组织管理因素	1	1	0	0	0	0	0
施工工艺	0	1	0	0	0	0	0
人员因素	0	0	1	1	1	1	1
设备因素	0	1	1	1	1	1	1

施工造成损失的因素进行甄别。对于高风险或高损失的因素，标记为“1”，对于低风险或可忽略的因素，标记为“0”。经过专家团队的深入研讨与综合评估，最终形成隧道盾构施工风险清单，以确保施工过程的稳健与安全。

3 盾构施工安全风险评估

基于WBS-RBS耦合方法识别得到的风险因素，利用风险评估矩阵和模糊层次分析法进行风险评估。

3.1 基于风险矩阵法的盾构施工风险定性评估

采用风险矩阵法科学评估并分类项目中存在的各类风险因素。风险矩阵法是一种经过广泛验证的风险评估方法，它通过综合考虑风险因素的发生概率及其导致的后果，实现对风险的科学量化和分级。在此方法中， P 代表风险因素的发生概率， L 代表风险引发的实际损失。根据风险因素的性质和潜在影响，对 P 和 L 进行了严谨的定性分级。

通过综合考量 P 和 L 的分级结果，计算出每个风险因素的风险水平 R 。这一计算过程以矩阵形式呈现，计算公式为 $R=P \times L$ 。为确保评估的准确性和公正性，

应严格遵循《地铁及地下工程风险指南》的指引，将风险因素的发生概率 P 和影响后果 L 均划分为 5 个等级。

基于上述分析，构建风险等级评价矩阵，确定每个风险因素的具体等级。不仅有助于全面、客观地了解项目面临的风险状况，还为制定针对性的风险应对策略提供重要依据。最终，得出五级风险水平 (R) 评价矩阵，各等级分别对应可忽略风险、可容许风险、可接受风险、不可接受风险和无法接受风险。评价结果将为项目决策和管理提供坚实的数据支撑和决策依据。

对于 1 级、2 级风险，保持日常管理和审视即可。对于 3 级风险，需要对风险源采取重点防范监控措施。对于 4 级风险，需要通过决策制定控制预警措施。对于 5 级风险，应当立即停止施工，进行施工调整或方案整改。

3.2 基于模糊层次分析法 (FAHP) 的盾构施工风险定量评估

模糊层次分析法 (FAHP) 是层次分析法 (AHP) 与模糊逻辑

相结合的一种决策分析方法。FAHP 将 AHP 的层次结构与模糊逻辑相结合，以便更好地处理现实世界中不确定性和模糊性的问题。在 FAHP 中，专家评价因素之间的相对重要性时，可以使用模糊逻辑的概念，而不是严格的定量评价，更好地反映决策者的主观认知和模糊性判断。

FAHP 的步骤如下所示。

- (1) 确定决策层次结构，包括目标、准则和备选方案等级。
- (2) 对每个层次进行定量或模糊的专家评价。
- (3) 使用模糊逻辑运算，将专家评价转换为模糊矩阵。
- (4) 应用模糊逻辑的规则和算法，计算各个因素的权重。
- (5) 进行一致性检验，确保专家评价的一致性。
- (6) 最终得出决策结果。

经过风险矩阵法的初步评估，识别出 3 级和 4 级风险源。为确保风险评估的准确性和全面性，决定采用模糊风险层次法和专家调查法对这些风险因素进行进一步的划分和深入评估。同时，针对施工过程中出现的重大风险因素，将进行权重计算和分析，量化各因素的重要性。根据分析结果，明确盾构施工过程中的关键风险因素，并在施工建设阶段对其进行重点控制和管理，确保施工安全顺利进行。

结语

本文介绍了一种基于风险识别、评估的地铁盾构施工安全风险管理工作方法。通过 WBS-RBS 分析方法对盾构法施工安全风险因素进行了识别，形成了地铁盾构施工安全风险清单。在此基础上，针对盾构施工风险因素，应用专家调查法、风险矩阵法和模糊层次分析法对风险因素进行全面分析和评价，针对施工过程中的重大风险源，采取相应的控制措施，实现安全施工。^[4]

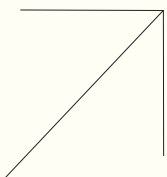
引用

[1] Shaojun,Wang.The Risk Management of Cooperation between E-Commerce and the Third Party Logistics Enterprise[C].Proceedings of 2015 3rd International Conference on Social Science and Education (ICSSE 2015 V74),2015:262-266.

[2] Einstein H H.Decision Aids for Tunneling:Update[J].Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board,2004, 1892(1892):199-207.

[3] 何永智.建筑工程项目管理中的风险规避对策分析[J].居舍,2020(13):115.

[4] 常昇宏,唐娱瑛.LEC风险评价法的改进及其在隧道施工中的应用[J].交通标准化,2014,42(9):137-139.



高级修场景的智慧指挥中心技术研究

文◆中车青岛四方机车车辆股份有限公司 宋孙释然 郭宗鹏 暴长春

引言

智慧指挥中心作为一种新型的运维管理手段，在铁路运输领域的应用备受关注。本文以高级修场景为背景，深入研究了智慧指挥中心系统的应用与发展。首先，介绍了智慧指挥中心的定义、功能和特点以及高级修场景的需求与特点。其次，探讨了智慧指挥中心在数据采集和处理、数据分析和决策支持、可视化技术、智能算法与模型等方面的研究进展。再次，结合高级修场景，分析了智慧指挥中心在该场景中的应用案例和技术开发实践。最后，总结了智慧指挥中心在高级修场景中存在的问题与挑战，并展望了其未来发展前景。

1 高级修场景的智慧指挥中心概述

1.1 智慧指挥中心的定义和功能

智慧指挥中心是基于先进信息技术构建的运维管理平台，核心功能包括实时监控、数据分析和智能决策等。通过对装备运行状态进行实时监测和数据分析，智慧指挥中心可以为运维管理人员提供全面、准确的运行数据和状态信息，从而帮助他们做出及时、有效的决策，提高装备运行效率和安全性。通过与智慧检修管理系统、数字化调试系统等信息系统数据打通，实现高级修车辆段内各个系统数据整合、综合呈现、跨专业协同。通过对厂区、车间、工艺、工位、设备等进行全生命周期的仿真以及生产数据汇总分析，实现对全段生产要素的监控与调度指挥。

1.2 高级修场的特点与需求

高级修作为铁路运输系统中的重要环节，其特点主要包括装备种类繁多、维修工艺复杂、运行环境恶劣等。在这样的场景下，智慧指挥中心的的需求凸显出对装备运行状态实时监控、维修工艺数据精准分析、智能决策支持等方面的要求，以应对复杂多变的运维管理需求。

智慧指挥中心还能够帮助动车段实现生产数据的集中管理。通过集成的信息系统，生产计划、进度、质量控制等关键数据得以集中存储和处理，提高了数据的透明度和可追溯性。不仅为管理层提供了全面、准确的生产情况，还便于进行生产调度和资源优化，从而提高生产效率和产品质量。同时，智慧指挥中心还需具备数据分析和挖掘能力，为动车

段的管理决策提供科学依据。通过对生产数据的深入分析，指挥中心能够揭示出潜在的生产效率提升点和成本节约机会，为动车段的长期发展规划和战略决策提供有力数据支持。

1.3 相关技术综述

智慧指挥中心涉及的技术包括数据采集和处理、数据分析和决策支持、可视化技术、智能算法与模型等多个方面。在数据采集和处理方面，需要借助传感器、监测设备等实现对装备运行数据的实时采集和处理。数据分析和决策支持需要结合机器学习、人工智能等技术，对数据进行深度分析和挖掘，为运维决策提供科学依据。可视化技术可以将复杂的数据以直观、易懂的方式呈现给用户，帮助其快速理解和分析数据。

2 智慧指挥中心技术研究

2.1 数据采集和处理技术

在高级修场景的智慧指挥中心的中心，数据采集和处理技术至关重要。针对复杂的动车段运维环境，采用多种数据采集手段，包括传感器、监控设备、实时监测系统，实现了对车辆运行状态、设备运行情况等数据的实时

【作者简介】宋孙释然（1997—），男，山东青岛人，本科，助理工程师，研究方向：列车检修信息化。

采集。在数据处理方面,采用分布式存储和计算技术,结合流式处理和批处理技术,实现对大规模数据的高效处理和分析^[1]。

2.2 数据分析和决策支持技术

在智慧指挥中心中,数据分析和决策支持技术是实现智能化运维决策的关键。采用机器学习、数据挖掘和人工智能等技术,对采集到的数据进行深度分析,发现数据之间的关联和规律,挖掘潜在的问题和风险^[2]。同时,开发智能决策支持系统,建立模型和算法,实现对运维过程中的异常情况进行识别和预测,提供优化方案和决策建议,帮助运维人员及时处理问题,保障列车运行安全和稳定。

2.3 可视化技术

在智慧指挥中心中,可视化技术是实现数据展示和信息传递的重要手段。采用先进的可视化工具和技术,将采集到的数据以直观、清晰的形式呈现给用户,包括实时监控画面、数据统计图表、故障分布地图等。通过可视化界面,用户可以直观地了解到列车运行状态、设备运行情况、故障分布情况等信息,快速发现问题和异常,提高运维效率和决策效果。

2.4 智能算法与模型

在智慧指挥中心技术研究中,开展智能算法与模型的研究工作,旨在提高运维决策的智能化水平。针对动车段运维过程中的特点和需求,设计一系列智能算法和模型,包括故障预测模型、设备健康评估模型、运维优化模型等。这些模型和算法基于大数据分析和机器学习技术,能够实现对列车和设备运行状态的预测和评估,为运维决策提供科学依据和支持。

3 智慧指挥中心技术应用与开发

3.1 高级修场景的智慧指挥中心技术应用案例

在高级修场景中,成功应用智慧指挥中心技术,实现对列车运维过程的全程监控和智能化管理。通过实时数据采集和分析,发现列车和设备的异常情况,提出相应的解决方案和优化建议,保障列车运行的安全和稳定。同时,开发智能决策支持系统,为运维人员提供科学的决策依据,提高运维效率和服务质量。

3.2 技术开发实践与成果展示

在技术开发实践方面,采用敏捷开发和迭代式开发方法,与高级修场合作,共同推进智慧指挥中心技术的研发和应用。经过多次试验和优化,取得了一系列技术成果和应用效果,为动车段运维管理提供了可靠的技术支持和解决方案。同时,将技术成果进行展示和推广,吸引更多单位和企业的关注与合作,促进智慧指挥中心技术在铁路运输领域的推广应用^[3]。系统主要提供以下功能模块。

(1) 高级修集控中心。实现厂区各车间及建筑物图形化展示。工位基本信息、工作进度情况、各线路列车状态信息展示。实现在修车辆、修竣车辆、待修车辆数据汇总和统计展示。实现高级修修时、出勤天数数据汇总,实现高级修组均修时、人员出勤天数数据统计展示。建立检修年度计划,实现所有车型本年度计划执行情况数据汇总,包括实修和计划修数据可视化展示。建立检修月度计划,实现所有列车检修工作从开始计划到修竣的状态监控。

(2) 高级修监控中心。将所有列车检修计划任务状态及进度进行监控,记录检修计划开始和完成时间。对当日工单总数量和已派工数量、交活数量、质检完成数量汇总更新展示,对总装车间、转向架车间、调试车间当日工单完成率和七日工单完成率进行统计展示,可分别设置完成率警戒线。对总装、转向架、调试、质检情况进行统计,分自检、互检、质检维度分别进行汇总展示。实现对出勤人数、作业人数、月度计划、已完成数量、设备开机率、异常数量等主要生产信息和参数的数据汇总展示。根据总装、转向架、调试历史数据和当日齐套率,实现预测总装、转向架、调试三日内齐套率功能。对节拍达成率进行统计和展示,对不同车型和不同修程人员投入最少人数、平均人数、当前人数进行记录和展示。

(3) 高级修资源中心。对员工总数、员工学历信息、职业生涯序列分布情况的统计,对员工不同维度能力情况进行评价。按照段内岗位业绩对员工进行评价,每月更新、统计员工评价的等级及分数。实现对生产设备情况和故障设备情况信息、设备关键指标参数、日常维护情况、车间周转件返场进度、库存明细情况、配台方案信息、偶换件高低频存储进行统计和展示。

(4) 总装、转向架、调试高级修集控中心。实现总装、转向架、调试生产线建筑布局、轨道、台位、生产线流程图形化展示,对各车间关键参数(当日交出/计划、当日已检/完工、已交付/月度计划、作业/出勤人数、作业设备/设备总数、温度上下限/实际温度、月度项目信息)进行汇总展示。对各个车间关键设备故障发生时间、故障时长、故

障内容等信息进行记录。对计划工单数、库存不足数量、生产异常数据进行汇总统计，对当日计划完成率、工位节拍达成率图形化统计展示。实现各个车间对不同车型和不同修制造周期的最短周期、平均周期、当前周期进行记录和展示。

(5) 过程能力指数模型功能。针对过程能力指数建模的对象主要涉及到车体、转向架、总装3个区域。对涉及的3个区域进行建模计算，计算出过程能力指数数值，进行预警，推送给相关责任人进行处置。根据不同业务需求，可选择项目和车型是否配置，推送信息分为通用推送和专用推送内容，并设置多个部门和多个推送人。

(6) 事件提报。生产过程中的事件提报主要包括3个模块，即故障管理、异常管理以及质量管理。在自检、互检过程中，发现检修对象出现故障进行故障处理的闭环管理。故障信息主要包括故障数据、故障流程、故障图表。在检修作业过程中，超出检修车间、班组、作业人员的职责或处理能力，引起检修计划停滞或超时进行异常处理的闭环管理。异常信息包括异常数据、异常流程、异常图表。在检修作业过程中，超出检修车间、班组、作业人员的职责或处理能力，引起检修计划停滞或超时进行异常处理的闭环管理。异常信息包括异常数据、异常流程、异常图表。

(7) 系统管理。系统提供包括组织机构管理、用户管理、角色管理、菜单管理、配置管理等模块。实现权限管理和基础数据配置管理功能，为系统提供基础支撑。

4 智慧指挥中心技术与开发中存在的问题与挑战

4.1 技术瓶颈

现场数据的采集需要依赖于多种传感器和监测设备，这些设备的性能直接影响数据的质量和完整性。此外，数据处理效率也是一个重要问题。随着数据量的激增，传统的数据处理方法已经难以满足实时性的需求。尽管机器学习和人工智能技术在数据分析领域取得了显著进展，但在特定场景下，构建准确有效的模型仍然是一个挑战。模型需要能够处理复杂的数据集，并从中提取有用的信息以支持决策^[4]。在追求效率和精度的同时，数据安全性和系统稳定性也不容忽视。随着高级修场景中智慧指挥中心的广泛应用，系统面临的安全威胁也在不断增加。确保数据在传输和存储过程中的安全、防止数据泄露和篡改是必须重视的问题。

4.2 应用难点

智慧指挥中心技术在高级修场景中的应用存在应用难点，包括技术应用的复杂性、人员培训的难度、运维流程的改进等方面的挑战。在实际应用过程中，需要深入理解用户的具体需求，设计出更为模块化和用户友好的技术解决方案，提供详尽的技术文档和支持，降低技术应用的复杂性。采用更为灵活和高效的培训方法，采用自动化和智能化的运维工具等方法，不断优化和改进技术应用流程，提高系统的可操作性和用户体验。

4.3 发展趋势

未来智慧指挥中心技术在高级修场景中的发展趋势主要体现在数据智能化、决策智能化、应用集成化等方面。随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，智慧指挥中心技术将在更广泛的领域得到应用，为提升铁路运输安全性、效率性和智能化水平发挥更加重要的作用。随着信息技术的不断发展和铁路运输行业的不断改进，智慧指挥中心技术在国铁高级修场景中的应用将不断拓展和深化，为提升铁路运输安全性、效率性和智能化水平发挥更加重要的作用。

结语

开发智慧指挥中心系统为铁路运输领域的智能化运维管理提供了理论支持和实践经验。在应用智慧指挥中心技术的过程中，也面临着诸多挑战，如技术瓶颈、应用难点等问题。因此，后续应进一步深化研究，不断优化智慧指挥中心技术，为铁路运输行业的发展贡献更多的智慧和力量。

引用

- [1] 史天运,孙鹏.动车组管理信息系统的建设与发展[J].铁路计算机应用,2013,22(1):1-4+9.
- [2] 陈彦,张惟皎,李樊,等.智慧动车段综合解决方案研究[J].铁路计算机应用,2017,26(7):7-10+14.
- [3] 朱湘,周明涛,张海涛,等.动车组高级修工艺数字化管理系统关键技术研究[J].铁路计算机应用,2024,33(2):43-48.
- [4] 扈海军.基于分布式技术的动车组车载大数据存储与检索技术研究[J].铁道机车车辆,2024,44(1):100-107.

数字化转型服务职业教育 治理能力提升路径研究*

文 ◆ 四川邮电职业技术学院 冯 健 邓海鹰 于中华

引言

随着社会发展对技能型人才的需求不断增长，职业教育正面临着多样化和多元化的教学任务，因此应通过新技术寻求提升教育治理能力的新路径。本文以职业教育的特点和困境为出发点，分析实现职业教育数字化转型的可行路径，提出数字化优化专业和课程设置、数字化提升教师发展水平、数字化强化学生实践能力、数字化赋能学校教育教学管理、数字化保障质量体系运行 5 个方面的推进思路。

1 职业教育数字化转型背景

目前，职业教育已经从无到有、从零星到系统地形成了一个专业类型的教育体系，成为国家教育体系中不可或缺的重要组成部分。《教育部 2022 年工作要点》提出，实施教育数字化战略行动，要求强化需求牵引、深化

融合、创新赋能、应用驱动，积极发展“互联网+教育”，加快推进教育数字化转型和智能升级，这也是教育回应数字时代到来的具体行动。大数据智能技术与教育转型的融合正为教育治理能力赋予新的组织形态、生存空间、社会主体和行为模式，成为构建教育转型的基础环境和重要工具^[1]。

在这一进程中，推动人工智能与职业教育的深度融合与创新发​​展愈发显得至关重要。然而，并不足以应对当前的转型挑战，基于 TAM 技术接受模型的研究成果而言^[2]，教育工作者迫切需要以“技术—社会”融合的维度，深入研究大数据、智能化驱动的职业​​教育数字化转型理论。

精确厘清系统要素，明晰澄清作用机制，完整解析系统结构和功能，化解制约因素，明确发展路径等多方面进行深入探讨，为职业教育发展在数字经济和新时代背景下的改革创新提供有益借鉴和深刻参考^[3]。

2 数字化转型服务职业教育转型的理论逻辑

2.1 信息技术爆炸式发展

随着信息技术进步速度的不断提高，未来新型信息技术层出不穷，大数据、云计算和智能技术等领域更被视为人类突破认知极限、超越自身智慧的“临界点”“奇点”和“爆​​发点”，在推动社会治理体系和治理能力进程中发挥巨大作用^[4]。ChatGPT 的涌现和成功不仅证明了在大规模数据的预训练基础上产生复杂系统的可能性，也实现了真正的“大力出奇​​迹”。文献调研揭示，当前教育数字化转型的研究大多以教育事业发展为逻辑起点，涉及教育质量、管理、督导和系统等方面，但较少从技术角度思考推进这一进程的方式。智能技术地崛起为解决教育发展中

*【基金项目】西华师范大学四川省哲学社会科学重点研究基地-四川省教育发展研究中心 2023 年资助立项课题（CJF23056）数字化赋能高等职业教育治理转型研究；四川省教育厅 2022-2024 年职业教育人才培养和教育教学改革项目（GZJG2022-644）基于校本大数据的职业院校内部质量保证体系建设实践与研究；四川省科技厅 2022 年软科学科研项目（2022JDR0039）大数据驱动职业教育治理体系现代化。

【作者简介】冯健（1983—），男，四川成都人，硕士研究生，副教授、高级工程师，研究方向：教育数字化转型、大数据、教育评价。

的棘手问题提供了新的思路，同时数据驱动更被认为是大数据时代教育的必然趋势^[5]。

2.2 数字化重塑职业教育治理的思维脉络

大数据技术和人工智能技术代表了颠覆性的技术革新，这两者能够量化人类社会在学习、生产、生活以及教育治理方面的各个维度，正逐渐重塑着人们做出决策的方式。以大数据智能化技术为基础的治理系统能够收集和分析更广泛、更全面和更长周期的数据信息，为职业教育治理决策提供全新的视角和思路。有学者认为，教育数字化转型涵盖了教育管理体系和实施能力的数字化。教育管理体系的数字化包括价值追求、教育制度和教育政策的数字化，而教育实施能力的数字化包括理解能力、执行能力和创新能力的数字化^[6]。

2.3 数字化引导职业教育治理的决策模式

数字化技术的广泛应用正在深刻改变职业教育治理的决策模式，使其从传统的经验主义过渡到基于数据的科学决策。通过智能化数据的收集和分析，治理决策变得更为精准和科学，揭示不同社会群体对治理的多样看法和态度。数据驱动的决策模式依赖于数据分析和挖掘技术，有利于充分利用大数据中蕴含的信息以支持决策过程，注重数据的可视化和交互性，通过数据呈现和可视化手段直观地传递信息给决策者，使其能够快速获取数据并进行深度分析，支持决策制定和执行，实现真正的以客观公正的数据指导教学决策地制定。

2.4 数字化实现职业教育干系人行为预测

大数据的出现使得人类社会留下了无所遁形的电子踪迹，这种“数字面包屑”使得职业教育的场景可重现性和行为可预测性与自然科学相媲美。通过构建多层次、跨领域的现实模型，大数据扩大了教育行为主体的认知范围。在职业教育领域，利用大数据智能工具对个体、群体乃至整个系统的行为进行研究和预测，实现了行为可预测性。通过大数据分析技术，预测干系人的行为，包括管理、合作、决策和监督等行为规律性地揭示，从而提高了职业教育决策的科学性和准确性。以创新为导向，基于大数据应用的职业教育数字化转型为职业教育干系人行为预测提供了可行性和可靠性。

2.5 数字化重构职业教育系统结构

技术催化治理革命，职业教育领域一直在思考摆脱官僚体制的束缚的方式。随着大数据智能化技术的飞速发展，职业教育组织的管理体制、职责、流程和运作方式等经历了革命性重塑。表明传统的等级科层制官僚体系下的信息结构正经历着颠覆性的变革，逐步迈向去中心化、非科层化和多元化的网络型职业教育系统结构。与此同时，大数据技术的崛起使职业教育组织具备了跨时空场景重建的能力，为更为精准的管理决策提供了坚实支持。数据采集通过传感器、RFID、智能设备等方式实现数据的实时、高效、准确获取。人工智能技术则实现了对职业教育系统的自动化管理和决策支持，提高运行效率和管理水平。这些技术的综合应用使职业教育系统得以重新构建，打造更加智能化、高效化、人性化的教育服务模式。

2.6 数字化提升职业教育转型绩效

通过采用共享数据字典等技术手段，职业院校构建本校大数据平

台，实现本校数据的统一运营，提升教育管理的绩效。有学者认为，这种由“碎片化”管理转向“网格型”管理的趋势是在大数据引领下的“随数而行”的重要体现。不仅强调数据的整合和共享，还注重数据的分析和应用，有助于建立更为灵活、高效、透明的管理体系，从而实现职业教育更为精细化和智能化。

3 数字化转型服务职业教育数字化转型的实施路径

3.1 优化专业和课程设置

职业院校的专业与课程设置对毕业生成就与市场需求契合度至关重要。大数据技术为职业院校提供市场需求分析的利器，透过就业市场数据深度剖析，准确定位热门行业与职业，为专业与课程设置提供明晰方向。避免盲目追随或过度迎合学生数量，提升毕业生的就业竞争力。助力职业院校课程优化，透过学生学习数据解析学习状况、兴趣爱好和不同专业学生在各学段的难点，有针对性地调整和优化课程，提升课程实用性。此外，大数据支持教学评估，透过学生成绩、作业、考勤等数据深入分析教学过程问题，以调整教学策略，提升教学质量和效果。运用专业的智能画像技术实现对专业和课程成长的可视化表达，为职业院校的专业与课程设置提供科学规划。

3.2 提升教师发展水平

数字化技术对于提升教师发展水平具有深远的潜力与重要作用。首先，数字化为教师提供更广泛的教学资源和信息，实现更精准的学生指导。透过数据分析了解学生学习情况，制定精准的教学计划和策略。评估和监控

教师教学表现,实时调整教学策略,提高教学效果。其次,数字化为教师提供自我提升和发展机会,通过分析教学数据,提供个性化培训计划和课程,助力教师了解最新教育理论和方法,提升专业水平。教师通过大数据获取学生学习数据,差异分析促使个性化教学,便捷获取行业动态和前沿知识,保持教学时效性,将最新知识融入教学内容中。职业院校通过大数据及时掌握教师发展水平,进行整体技术规划和个性化定制服务,提升工作成效。

3.3 强化学生实践能力

数字化技术通过学生学习数据分析,深度了解学习状况与个性化需求,为其制定个性化实践计划提供支持。对学生学习行为数据进行深入分析并洞悉其兴趣和学习习惯,为不同学生量身定制实践活动和项目。大数据技术对学生实践数据的精准分析,可揭示其实践能力和经验,为学生提供精准的实践指导。同时,通过对学生实践成果的评价,数字化技术为学生提供公正客观的评价。学校通过对学生实践成果进行数据分析,了解学生在实践中的表现与成果,为学生提供更公正客观的评价,为其提供更精准的成长建议。

3.4 赋能学校教育教学管理

数字化技术在教育教学管理方面的应用,呈现出深远的变革潜力。首先,通过大数据技术实现教育教学数据的集成和管理,涵盖学生信息、课程信息、教师信息等多维度数据,以确保数据的完整性、准确性和实时性。其次,借助大数据技术对教育教学数据进行深度分析和挖掘,揭示

学生学习行为、教师授课情况、课程质量等方面的深层次洞察。这些数据为制定教学计划、调整课程设计和制定师生互动政策提供科学依据。最后,通过大数据技术分析学生学习数据,实现个性化服务和辅导,深入了解每个学生的学习特点和需求,为教学提供更加精细化、个性化的支持。这些方面的综合应用将推动教育教学管理的现代化转型,为提升教育质量和效率提供了全新的可能性^[7]。

3.5 保障质量保证体系运行

数字化技术在职业院校的教学质量管理中起到动力源泉的作用。职业院校借助数字化技术对教学质量数据进行深度分析和挖掘,构建数据模型,制定科学的评价标准和指标体系,深入挖掘数据所蕴含的信息,准确识别问题并提出有针对性的改进措施。通过大数据技术,全方位监测和评估教学过程和学生学习情况,及时发现问题和不足,进行科学的定量评估和分析,提高教学质量管理的精细化水平,实现动态监控和评估教育教学质量的目标,引领职业院校教学质量管理的现代化治理转型,为教育质量的提升提供全新的可能性。

结语

数字化技术发展和嵌入应用给职业教育转型带来了巨大挑战。通过资源整合、系统耦合构建大数据智能化生态体系,并优化设计提升职业教育运行能力。然而,这并不意味着大数据技术和人工智能技术只会带来正面影响,它们还存在一些隐性风险。例如,加剧阶层固化、产生技术依赖和盲目崇拜,甚至颠覆转型的本来内涵,陷入“数字利维坦”的陷阱。因此,在数字化驱动职业教育转型过程中,应注意调整职业教育转型与技术之间的互动关系,实现技术与社会的共存、共生、共融,强化风险评估、规避及危机应对机制,构建一种配合适当、边界清晰、协调有序的动态管理体系,让数字化转型更好地服务于职业教育治理能力提升。■

引用

- [1] 袁振国.数字化转型视野下的教育治理[J].中国教育学刊,2022(8):1-6+18.
- [2] Davis,F.D.(1989).Perceived Usefulness,Perceived Ease of Use,and User Acceptance of Information Technology.MIS Quarterly,13(3): 319-340.
- [3] 张青山.数字化赋能职业教育高质量发展的思考[J].中国职业技术教育,2022(11):59-63.
- [4] 汤贝贝,薛彦华.大数据背景下高等教育治理转型:机遇、挑战与应对策略[J].重庆高教研究,2019,7(2):77-86.
- [5] 刘福才,高杰.数字时代教育治理转型:困境与应对[J].中小学校长,2022(11):6-10.
- [6] 戴娅玲,孟川杰,冯健,等.职业教育数字化与学习型社会建设研究[J].中国教育信息化,2022,28(12):13-19.
- [7] 王佑镁,李宁宇,王旦,等.新时代新征程我国职教数字化转型的扬弃与创变[J].中国电化教育,2023,No.435(4):57-64.

高性能集群计算环境下实景三维高效建模*

文◆ 三亚学院信息与智能工程学院 三亚学院陈国良院士团队创新中心

汪舜敏 杨博雄 李社蕾 于营 杨婷婷 梁志勇

引言

实景三维（3D Real Scene）是对人类生产、生活和生态空间进行真实、立体、时序化反映和表达的数字虚拟空间^[1]，是构建数字孪生城市，实现城市管理精细化、动态化和智能化的数据基础。倾斜摄影测量是近年来航测领域发展起来的新技术，通过无人机搭载倾斜摄影测量相机是当前构建城市实景三维模型的主要手段。利用倾斜摄影测量技术获取丰富的纹理信息数据，生成密集三维点云和不规则三角网（Triangulated Irregular Network, TIN）模型，并结合自动化实景建模，实现大范围三维场景的快速、高效、低成本的真实还原^[2]。

随着无人机续航能力以及摄影测量相机分辨率的大幅提升，倾斜摄影测量广泛应用于大规模城市级实景三维精细建模领域^[3,4]，意味着无人机倾斜摄影所采集的地面空间像片数量成倍增多，增加了实景三维自动化建模的负担，对计算机的算力提出了更高要求。传统的单机单 GPU 的硬件环境难以满足建模需求。杨博雄^[5]等详细介绍了各种高性能计算资源及其特点与使用方法；魏金明^[6]等详细介绍了搭建倾斜摄影实景三维数据处理集群的过程；何雁如^[7]等利用实验室多台普通 PC 机实现了某测区实景三维集群建模；姚艳丽^[8]等基于集群技术实现了实景三维建模。因此，充分利用高性能计算集群是解决当前制约实景三维高效建模问题的有效途径。

本研究针对实景三维建模的时间成本、算力消耗问题^[9]，基于三亚学院高性能集群计算中心，采用专业建模软件——重建大师，对 A、B 测区机载五相机数据建立实景三维模型，并详细探讨了高性能集群计算环境下倾斜摄影测量实景三维高效建模方法。

1 环境部署

本研究高性能 GPU 集群计算硬件环境为 64GB 内存，Windows Server 2019，Standard 64 位操作系统，GPU 类型为 NVIDIA GeForce RTX 3080，建模软件采用重建大师 V5.1.1.1410 试用版。在建模过程中，共使用 6 个子

节点，每个子节点含 8 块 GPU，“一机两开”即每个子节点使用两块 GPU。在每个子节点中，安装重建大师后，设置相同任务目录和本地引擎实现集群，将所有节点重建大师的任务目录与本地引擎监控目录设置为相同的网络路径，实现并行计算，同时，以集群的方式倍速实现自动化建模过程。

2 建模流程

本研究采用国产专业建模软件——重建大师，开展实景三维建模，重建大师建模流程图如图 1 所示，包括数据导入、空三、重建、模型导出四大步骤。在导入数据前，对原始数据进行数据预处理，如删除无人机起飞未到达目的地之前所拍摄的无关照片。

3 建模作业效率

测区 A 分为 3 个子区块，总耗时 18 小时 49 分钟，入网率 99.61%，以测区 A 子区块 1 空三报告为例，展示本研究建模作业效率。

3.1 工程概况

测区 A 照片总数 21715 张，

*【基金项目】海南省科技专项资助（ZDYF2022GXJS005）；海南省院士创新平台科研项目资金资助（YSPTZX202144）；三亚学院“四新”研究与改革实践项目（SYJGSX202240）

【作者简介】汪舜敏（1995—），女，湖南湘潭人，硕士，助教，研究方向：实景三维建模、倾斜摄影测量、人工智能。

连接点 1430865，地面覆盖范围 9.59948km²，单张照片连接点平均数 65，单张照片特征点平均数 349，分为 3 个子区块。其中，子区块 1 的照片总数为 6490 张，入网率 100%，地面覆盖范围 3.261km²，耗时 3h7min，时间成本远远缩小。

3.2 重投影误差

重投影误差如图 2 所示，图 2 左图区域所示是测区 A 子区块 1 对应的重投影误差。从图 2 中可以看出，颜色表示以像素为单位的重投影误差，平均重投影误差为 0.536 像素，较好的符合标准。

3.3 场景覆盖率

每个照片的最小连接点数量为 68，最大数量为 823，每张照片观察到的平均连接点数量为 352，根据此数据可以看出符合标准。

4 精度评估

因测区 A 数据无控制点，此处以含控制点的测区 B 为例，进一步评估本研究所提出的方法。测区 B 工程照片总数 4495，控制点数为 15，入网率为 99.93%，地面覆盖范围大约 1km²。

测区 B 实景三维模型精度统计如表 1 所示，重投影误差单位为像素，水平误差、高程误差以及三维误差单位为 m，可以看出，重投影误差符合建模标准，其他误差均满足建模标准，测区 B 的模型精度符合建模需求。通过高性能集群计算，快速建立了测区 B 的实景三维模型，建模单体如图 3 所示，左图所示是不含控制点的测区 A 建模单体，完全按照普通四大建模步骤开展建模，并没有进行其他精细的还原操作。从图 3 左图可以看出，模型单体整体较为模糊，且形状较

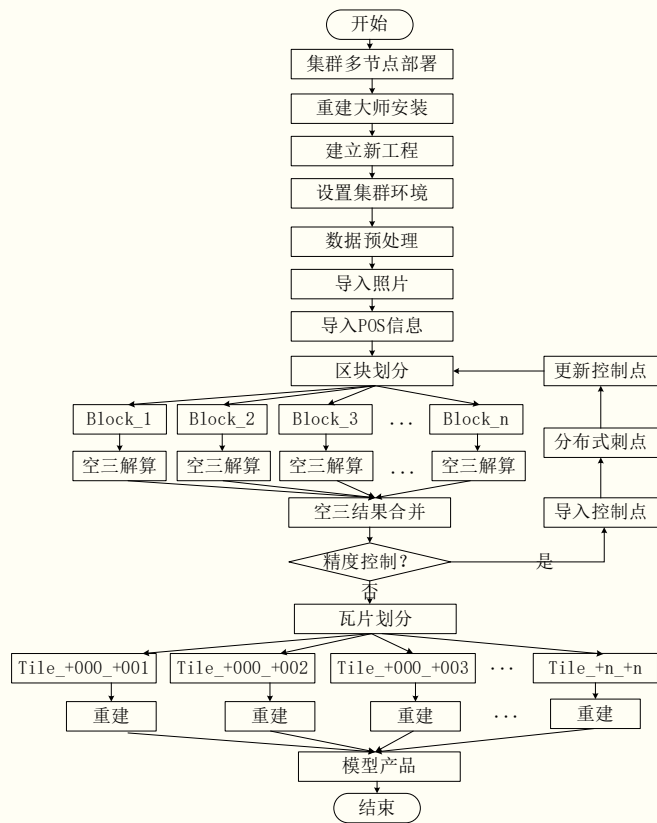


图 1 重建大师建模流程图

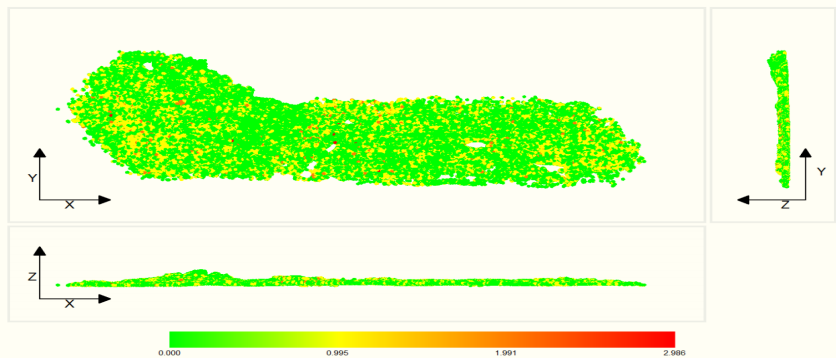


图 2 重投影误差

为扭曲，色彩分布与实景环境下有所差异，需要后期修复的部分较多；图 3 右图所示为测区 B 建模单体，在四大建模步骤基础上相对来说，对色彩、光照、控制点等方面进行了参数调整，很明显能看出图 3 右图含控制点的模型单体更加真实且清晰，体现了重建大师在实景三维模型中多方面细节的设置与优化。从整体上分析，该模型整体效果良好，建筑物非常清晰，模型精度符合测区 B 要求，但由于测区 B 地形复杂，高低差较大，导致水域面积大的水面存在较大空洞等问题，需要后期人工修补，因此，模型效果还有待进一步提升。

结语

数字孪生城市依赖的重要基础数据就是直观、信息化的三维模型，而实景三维模型能够为城市建设提供全流程的可视化支撑，已成为我国新型基础测绘的标准化成果之一。本文基于高性能集群计算环境，对机

表 1 测区 B 实景三维模型精度统计

序号	控制点	照片数	X	Y	Z	估算 X	估算 Y	估算 Z	误差 X	误差 Y	误差 Z	重投影误差	水平误差	高程误差	三维误差
1	ZT44	27	434358.009	2158697.247	83.891	434358.009	2158697.246	83.890	0.000	0.001	0.001	0.201	0.001	0.001	0.002
2	ZT45	29	434348.287	2158578.978	88.332	434348.286	2158578.976	88.335	0.001	0.002	-0.003	0.262	0.002	0.003	0.004
3	ZT46	25	434338.961	2158465.425	85.946	434338.962	2158465.425	85.946	-0.001	0.000	0.000	0.171	0.001	0.000	0.001
4	ZT47	26	434394.940	2158395.166	82.793	434394.938	2158395.165	82.791	0.002	0.001	0.002	0.247	0.002	0.002	0.003
5	ZT48	20	434510.157	2158418.776	83.575	434510.157	2158418.776	83.576	0.000	0.000	-0.001	0.237	0.000	0.001	0.001
6	ZT49	22	434457.237	2158508.429	87.731	434457.240	2158508.424	87.735	-0.003	0.005	-0.004	0.323	0.006	0.004	0.007
7	ZT50	30	434530.426	2158544.831	88.998	434530.426	2158544.831	88.998	0.000	0.000	0.000	0.199	0.000	0.000	0.000
8	ZT51	25	434469.757	2158574.887	90.627	434469.757	2158574.887	90.630	0.000	0.000	-0.003	0.208	0.000	0.003	0.003
9	ZT52	25	434411.169	2158545.521	89.399	434411.167	2158545.525	89.393	0.002	-0.004	0.006	0.345	0.005	0.006	0.008
10	ZT53	26	434427.924	2158616.530	88.728	434427.927	2158616.530	88.730	-0.003	0.000	-0.002	0.258	0.003	0.002	0.004
11	ZT54	28	434484.769	2158690.287	86.836	434484.768	2158690.288	86.835	0.001	-0.001	0.001	0.255	0.002	0.001	0.002
12	ZT55	26	434608.019	2158691.987	82.844	434608.020	2158691.986	82.845	-0.001	0.001	-0.001	0.283	0.001	0.001	0.001
13	ZT56	30	434694.502	2158664.251	81.839	434694.502	2158664.251	81.839	0.000	0.000	0.000	0.190	0.000	0.000	0.000
14	ZT57	26	434649.271	2158581.201	84.390	434649.271	2158581.201	84.391	0.000	0.000	-0.001	0.165	0.000	0.001	0.001
15	ZT58	30	434598.158	2158504.093	85.212	434598.156	2158504.095	85.212	0.002	-0.002	0.000	0.252	0.003	0.000	0.003



图 3 建模单体

载五镜头测区数据开展实景三维高效建模方法的研究，建模结果表明，本研究在保证模型质量的前提下，极大地缩减了建模的时间成本，有利于高效完成实景三维建模。在未来的工作中，将会应用到更多的实景三维建模项目中，通过直接扩充 GPU 计算节点提高建模效率。^[8]

引用

[1] 自然资源部.实景三维中国建设技术大纲(2021版)[Z].自然资办(2021)56号, 2021.
 [2] Boxiong Yang,Faizan Ali,Bo Zhou,et al.A Novel Approach of Efficient 3D Reconstruction for Real Scene using Unmanned Aerial Vehicle Oblique Photogrammetry with Five Cameras[J].Computers and Electrical Engineering,2022,99(4):107804.
 [3] 任旭斌,康建锋,于东海.无人机倾斜摄影测量在房屋建筑面积测算中的应用[J].测绘通报,2022(3):116-120+126.

[4] Boxiong Yang,Faizan Ali, Ping Yin,et al.Approaches for Exploration of Improving Multi-slice Mapping Via Forwarding Intersection based on Images of UAV Oblique Photogrammetry[J]. Computers & Electrical Engineering. 2021,92(4):107135.
 [5] 杨博雄,张德军,吴亦奇.基于高性能计算的深度学习理论与实践研究[M].武汉:武汉大学出版社,2019.
 [6] 魏金明,赵向阳.使用Context Capture软件搭建倾斜摄影实景三维数据处理集群[J].测绘通报,2021(6):103-105.
 [7] 何雁如,徐敬海,秦骏.集群技术下的实景三维建模[J].测绘通报,2019(4):119-124.
 [8] 姚艳丽,刘铭扬,孙炜.基于集群技术的实景三维建模研究[J].路基工程, 2020(6):123-127.
 [9] 李德仁,张洪云,金文杰.新基建时代地球空间信息学的使命[J].武汉大学学报(信息科学版),2022(2):1-10.

基于深度学习的彝文分词系统设计与实现

文◆中央民族大学中国少数民族语言文学学院 王承先

引言

分词作为自然语言处理(Natural Language Processing, NLP)中重要的基础性任务,已经广泛应用于信息检索^[1]、文本分类^[2]、机器翻译^[3]、智能问答^[4]等多个领域,并且分词任务的准确率直接影响着任务的性能^[5]。按照技术划分为三大类:基于词典、统计和基于深度学习方法。其中,基于词典方法需要构建足够大的词典,通过正向、逆向或双向匹配等匹配规则,将词典中的数据与待分词文本匹配进行分词^[6-7]。但该方法对词典质量要求高,容易产生未登录词难以识别、分词后容易产生歧义的问题。基于统计的方法也称基于语料的分词方法,主要思路是通过计算字符序列最大出现概率获得分词结果^[8],常见的模型包括隐马尔可夫模型(Hidden Markov Model, HMM)、最大熵隐马尔可夫模型(Maximum Entropy Markov Model, MEMM)以及条件随机场模型(Condition Random Field, CRF)等。但该方法对语料要求高,模板设计复杂,计算成本高。相比于传统的方法,深度学习模型近年来应用更加广泛,其最大特点是可

以从数据中自主学习重要特征,一方面减少了人为设计特征模板的工作量,另一方面替代了人为特征设定的局限性。

国内学者对分词展开了深入研究。其中,中文分词技术发展较为成熟,取得了一定成果。Chen XC等人^[9]将长短期记忆网络(Long Short-Term Memory neural Network, LSTM)应用于中文分词,获得了很好的进展。胡婕等人^[10]针对单向LSTM无法考虑上下文信息的问题,引入双向长短期记忆网络(Bi-directional Long Short-Term Memory, BiLSTM),取得了较好的分词效果。张子睿等人^[11]提出双向长短期记忆网络结合条件随机场模型(Bi-directional Long Short-Term Memory Conditional Random Field, BiLSTM-CRF),不仅保留了上下文信息学习能力,还通过CRF层考虑输出标签之间的依赖关系。在此基础上,众多中文分词系统和工具相继问世。张博等人^[12]最先提出中文开源分词系统ICTCIAS,分词准确率高达97.58%。丁洁等人^[13]提出基于Lucene的分词系统,架构完整,识别精度高。曹勇刚等人^[14]提出自适应分词系统BUAASEISEG,解决识别歧义及多领域识别精度下降问题,识别效果较好。随着社会的发展,民族之间不再仅满足自身交流,相互之间信息传递也尤为重要,使民族文字信息化得到一定发展,分词作为基础研究也取得一定成果。

少数民族语言分词属于交叉型学科,相较于中文,区别在于人工分词需要母语人或者有相关语言学背景人参与,同时,学者还需要具备一定计算机编程能力才能实现。国内众多具备交叉学科能力的高校学者对其进行深入研究。Jiang T等人^[15]提出采用条件随机场进行藏文分词,取得了不错的效果。才让卓玛等人^[16]提出基于词性约束的藏文分词策略,在处理歧义现象和未登录词上面表现较好。王莉莉等人^[17]分析藏文词特点,将BiLSTM-CRF用于解决藏文分词问题,取得了较好的分词效果。孙雅静等人^[18]充分研究维吾尔语形态特征,并构建分词语料库,将深度学习模型用于解决维吾尔语分词,分词精准度高。在此基础上,少数民族分词系统被开发。刘汇丹等人^[19]提出使用最多匹配法进行藏文分词,双向切分检测歧义并利用高频词消歧,分词准确度高。史晓东等人^[20]利用隐马尔可夫模型构建藏文分词系统,实用性较强。于永斌等人^[21]提出BiLSTM-CRF构建藏文分词系统,并已经在工程上推广。

【作者简介】王承先(1995—),男,北京人,博士研究生,研究方向:自然语言处理。

相较汉、藏、维而言，彝文分词技术较为落后，研究成果较少。

彝文同汉文一样，每个字的大小基本相同，汉文被称为“方块字”，彝文被称为“石块字”。而且，字与字之间有明显的分界，字与词或词与词之间没有明显的界限，不按词分写。此外，彝语中的词没有固定或明显的词头、词尾和性、数、格变化等分词标志。彝文和汉文的这些相同的特点，决定了彝文面临着同样的分词问题。陈顺强^[22]根据《信息处理用现代汉语分词规范》^[23]设计了《彝文分词规范》，并设计了基于词典和基于隐马尔科夫模型的分词方法，取得了一定成果。王成平等人^[24]提出的彝文分词架构，在彝文新词识别上具备一定优势。在此基础上，陈顺强等人^[25]设计了基于统计模型的彝文分词系统，实用性较强。孙善通等人^[26]构建了基于词典和统计的分词系统，可以通过网页进行访问。

本文以彝文文字为基础，通过结合深度学习技术进行分词，对彝文分词系统的搭建进行了探讨，对设计一个分词能力强、便于操作以及可扩展性强的深度学习彝文分词系统进行尝试性探索。

1 深度学习模型及分词架构介绍

本节讨论各种深度学习模型的特点，其中包括 LSTM、BiLSTM、BiLSTM-CRF 模型。在最后，本文给出深度学习彝文分词架构。

1.1 LSTM 模型

LSTM 模型^[9]的是 RNN 的一种变体，该模型解决了 RNN 梯度消失和梯度爆炸以及长距离信息学习能力不足的问题。LSTM 在原有 RNN 的基础上，添加了输入门、输出门、遗忘门和细胞状态。LSTM 模型图如图 1 所示。

遗忘门 f_t 主要功能是对上一层细胞状态进行筛选，判断丢弃信息还是保留信息，其计算公式如式（1）所示。

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (1)$$

其中， h_{t-1} 表示前一时刻的隐层状态， x_t 表示当前时刻的输入， σ 表示 sigmoid 激活函数， W_f 和 b_f 分别表示遗忘门的权重和偏置。

输入门 i_t 对控制将新的信息中哪些部分保存到细胞状态中。结合细胞临时状态 \tilde{c}_t 一起计算获得当前细胞状态 c_t 。如式（2）~（4）所示。

$$c_t = f_t \otimes c_{t-1} + i_t \otimes \tilde{c}_t \quad (2)$$

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (3)$$

$$\tilde{c}_t = \tanh(W_c \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_c) \quad (4)$$

其中， c_{t-1} 和 c_t 分别表示上一层和当前细胞状态； \tilde{c}_t 是临时细胞状态； $f_t \otimes c_{t-1}$ 和 $i_t \otimes \tilde{c}_t$ 分别表示删除信息和新增信息； i_t 是输入门的值； W_i 和 W_c 是分别为输入门和细胞状态的权重， b_i 和 b_c 是输入门和细胞状态的偏置。

输出门通过结合前一时刻隐藏状态、当前输入值与当前细胞状态判断当前隐层状态，如式（5）和式（6）所示。

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = o_t * \tanh(c_t) \quad (6)$$

LSTM 的缺点是信息只能正向转播，无法考量上下文全部信息，影响分词准确性。

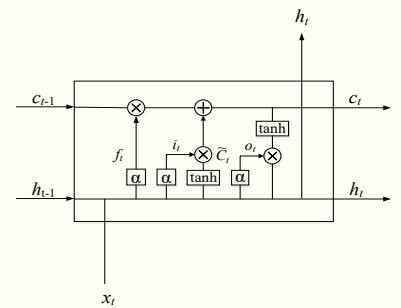


图 1 LSTM 模型图

1.2 BiLSTM 模型

BiLSTM 模型是针对 LSTM 模型的一种改进，通过将正向 LSTM 与反向 LSTM 进行拼接。正向学习时学习到了从左到右的历史信息，反向学习时学习到了从右到左的未来信息。更好的学习了上文以及下文内容，BiLSTM 模型图如图 2 所示。

输入层一般输入的是字向量和词向量，这里使用彝文字符序列作为输入，得到字向量；前向隐层负责前向特征提取，得到彝文文本中每一个字的表征上文；后向隐层负责反向特征提取，得到彝文文本中每一个字的表征下文；输出层得到彝文文本的上下文表征向量序列。

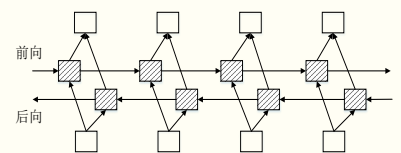


图 2 BiLSTM 模型图

1.3 BiLSTM-CRF 模型

虽然通过 BiLSTM 模型已经可以得到最终分词标签，但仅依靠最大概率选取标签会出现 MS、BS 等错位现象，因为 BiLSTM 模型无法学习位置信息。为此，通过引入 CRF 模型学习标签之间的依赖关系，BiLSTM-CRF 模型图如图 3 所示。

CRF 层对 BiLSTM 层的输出序列 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 对应标签 $y =$

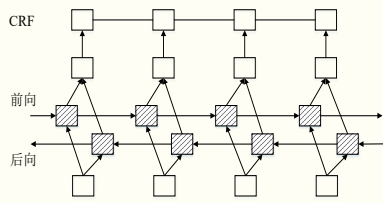


图 3 BiLSTM-CRF 模型图

$\{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, n 是输入词序列长度, 字符标签序列得分定义如式 (7) 所示。

$$score(X, y) = \sum_{i=0}^n A_{y_i, y_{i+1}} + \sum_{i=1}^n P_{i, y_i} \quad (7)$$

其中, A 表示状态转移权重矩阵, $A_{i,j}$ 表示标签 i 转移到 j 的概率, 值越大转移可能性越大。 P 表示输出的打分矩阵, $P_{i,j}$ 表示第 i 个字符在第 j 个标签标记上的概率。句子 X 被标记为序列 y 的可能性概率计算如式 (8) 所示。

$$p(y|X) = \frac{e^{score(X, y)}}{\sum_{\tilde{y} \in Y_X} e^{score(X, \tilde{y})}} \quad (8)$$

其中, Y_X 表示给定句子 X 的情况下, 标签序列所有可能的方案。训练时采用最大似然估计法最大化序列值。计算如式 (9) 所示。

$$\log(p(y|X)) = score(X, y) - \log\left(\sum_{\tilde{y} \in Y_X} e^{score(X, \tilde{y})}\right) \quad (9)$$

解码时使用如 Viterbi 算法得到最高得分序列 y^* , 如式 (10) 所示。

$$y^* = \arg \max_{\tilde{y} \in Y_X} score(X, \tilde{y}) \quad (10)$$

1.4 分词架构

利用深度学习进行彝文分词时, 通常会将分词问题转化为序列标注问题。每个词中的字符都对应一个词位信息, 本文采用四词位标注 (B 、 M 、 E 、 S), 其中, B 表示字符在词的首位, M 表示在词的非首尾位置, E 表示字符在词的末尾, S 表示可以单独作为词汇。文本在训练过程中会标注每个词位信息, 测试时则会生

成词位信息, 最终查看测试数据分词结果评估分词效果, 深度学习分词架构图如图 4 所示。

由图 4 可知, 分词架构主要包含向量化和模型两个部分。由于模型无法直接读取文本信息, 需要在输入模型前将原始文本序列进行向量化, 向量之间的映射关系可以刻画字与字在语义和语法上的相关性, 以此作为神经网络模型地输入。将向量化后的文本输入到深度学习模型中, 学习标签与字符的映射关系。

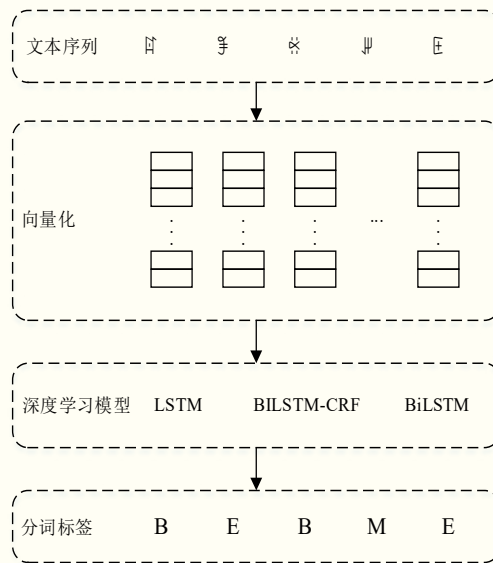


图 4 深度学习分词架构图

2 系统设计

2.1 设计目标

设计深度学习彝文分词系统主要目的是为研究人员提供一种方便易使用的辅助学习研究工具。通过确定彝文词汇边界, 确定信息处理基本单位, 进而为彝文后续任务做好前期准备工作。为此, 本文提出的设计目标如下。

(1) 分词系统必须具备较好的分词能力。分词性能直接关乎后续任务的进行, 因此本系统需要具备较高的分词能力。

(2) 分词系统必须具备良好的自适应能力。一是分词系统必须对平台具有足够的兼容性, 二是分词系统必须具备随着数据变化能做出一定调整的功能。

2.2 系统架构及功能模块

根据系统设计的要求配置计算机的运行平台, 在 PC 计算机 Windows 系统中选择利用 Python 作为系统开发语言, 应用“PyCham2019+Python3.8+MySQL8.0”实现深度学习彝文分词系统的设计开发。本文所提出的基于深度学习的彝文分词系统结构图如图 5 所示。

如图 5 所示, 本文所设计的架构主要包含 3 个模块, 采集模块、训练模块以及分词模块。

2.2.1 采集模块

采集模块主要目的是爬取指定范围日期内的新闻数据, 可设置参数包括起始日期和终止日期, 点击采集即可获得指定时间范围内的新闻数

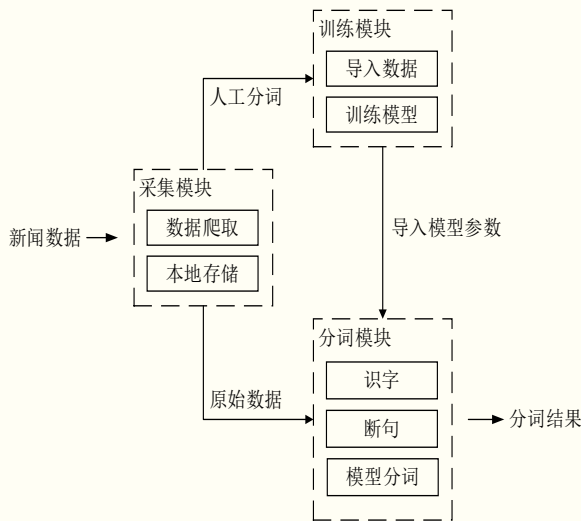


图5 基于深度学习的彝文分词系统架构图



图6 数据采集模块界面

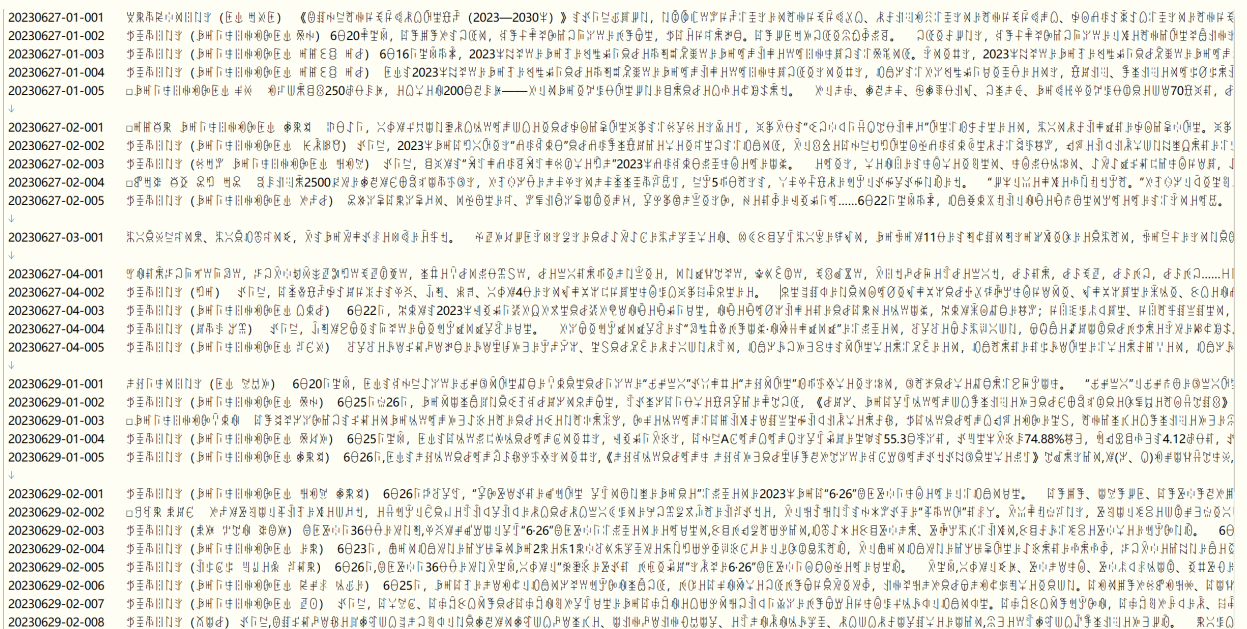


图7 数据示意图

据，保存在本地为TXT格式文档。数据采集模块界面如图6所示。

保存在本地的数据以一定格式呈现，格式为“年月日—版面—新闻正文内容”，数据示意图如图7所示。

2.2.2 训练模块

训练模块主要包括数据集导入和模型训练，导入预处理后符合条件的数据，进入训练阶段。本文提供多个选项，可以选择深度学习模型，训练完毕在当前文件会生成权重文件和分词结果文件，可通过分词结果评估分词效果。训练模块界面如图8所示。

2.2.3 分词模块

分词模块对输入的内容进行分词，主要包含分词前和分词后的内容，分词后词与词之间用反斜杠“/”分开，分词模块界面如图9所示。

3 实验设计及结果分析

3.1 实验数据及预处理

目前，暂无公开彝文分词数据集，本文收集凉山日报新闻语

料和 10000 句彝文新闻数据，采用 Python 爬虫的方式获取形成 TXT 文档。

获取到的文本数据去除其中无效语句、字符以及标点符号。参考《彝文分词规范》^[22] 建立彝文的分词规则，通过词典对语料进行初步分词，进行手工调整。语料完成标注后，以母语为彝语并且从事语言学研究的进行二次校对，最终完成人工分词。将校对完成的数据按照 8:1:1 划分成训练、验证和测试数据。

3.2 实验环境

本文环境参数主要如下。操作系统为 Window10 64bits；内存为 32GB；处理器为 Inter(R)Core (TM) 5-10300H CPU @ 2.5Hz；图形加速器为 NVIDIA GeForce GTX3060 12G；编程语言为 Pyhton；深度学习框架为 Pytorch。

模型参数地选择对模型训练起着至关重要的作用，本文设置参数如下。词向量维度为 128 维；批处理大小为 64；神经网络隐藏单元数为 128；Dropout 值为 0.2；神经网络层数为 1；初始学习率为 0.001；Epoch 为 50。

3.3 评估指标

本文采用准确率 (Precision, P)、召回率 (Recall, R) 和综合指标 F_1 值评估系统中不同模型分词性能，由于 P 和 R 是矛盾指标，无法完全体现算法优劣。因此， F_1 值作为重点关注指标。计算公式如式 (11)~(13) 所示。

$$P = \frac{A}{A+B} \times 100\% \quad (11)$$

$$R = \frac{A}{A+C} \times 100\% \quad (12)$$

$$F_1 = \frac{2 \times P \times R}{P+R} \quad (13)$$

其中， A 表示分类正确的样本数据， B 表示错误的划分到该



图 8 训练模块界面图



图 9 分词模块界面图

表 1 分词结果

模型	P	R	F_1
CRF ^[15]	0.918	0.903	0.910
LSTM ^[9]	0.922	0.917	0.917
BiLSTM ^[10]	0.942	0.937	0.939
BiLSTM-CRF ^[11]	0.949	0.944	0.946

类别的样本数， C 表示属于某类，但没有划分到该类的样本数。

3.4 实验及结果分析

实验对比传统模型与深度学习模型，包括李等人^[15]提出的 CRF 模型、Chen 等人^[9]提出的 LSTM 模型、胡等人^[10]提出的 BiLSTM 模型以及张等人提出的 BiLSTM-CRF^[11]模型，分词结果如表 1 所示。

由表 1 可知，BiLSTM-CRF 模型表现最佳， F_1 值达到了 0.946，相比 BiLSTM 模型，加入了 CRF 考虑了模型之间依赖关系，标签预测更准确。BiLSTM 模型性能优于 LSTM 模型，因为考虑了上下文信息，精度上有所提升，深度学习分词模型 F_1 值高于传统模型。

结语

本文设计了基于深度学习的彝文分词系统，该系统集数据采集模块、训练模块和分词模块于一体，相较于传统分词算法具备更强的分词能力，同时操作便捷、可扩展性强。

本文提出的系统虽然能有效地进行分词并具备较高的分词精度，但仍有较多方面可以进行优化。一方面分词结果中存在未登录词和歧义切分问题，后续尝试改进。另一方面利用深度学习分词属于序列标注问题，后续将尝试应用于命名实体识别、词性标注等任务。■

引用

- [1] 曹桂宏,何丕廉,吴光远,等.中文分词对中文信息检索系统性能的影响[J].计算机工程与应用,2003, 39(19):78-80.
- [2] 程雅倩,黄玮,金晓祥,等.5G环境下高校图书馆自媒体平台多标签文本分类方法研究[J].情报科学,2022,39(2):155-161.
- [3] Tran P,Nguyen T,Vu DH,et al.A Method of Chinese-Vietnamese Bilingual Corpus Construction for Machine Translation[J].IEEE Access, 2022(10):78928-78938.
- [4] Yin D,Cheng S,Pan B,et al.Chinese Named Entity Recognition based on Knowledge based Question Answering System[J].Applied Sciences, 2022,12(11):5373-5392.
- [5] 唐琳,郭崇慧,陈静锋.中文分词技术研究综述[J].数据分析与知识发现,2020, 4(1):1-17.
- [6] 李霞婷.基于改进型正反向最大匹配中文分词算法的研究[J].信息技术与信息化,2015(6):204-205.
- [7] 麦范金,王挺.基于双向最大匹配和HMM的分词消歧模型[J].现代图书情报技术,2008(8):37-41.
- [8] Peng F,Feng F,Mccallum A.Chinese Segmentation and New Word Detection Using Conditional Random Fields[M].Association for Computational Linguistics,2004:562-568.
- [9] Chen XC,Qiu XP,Zhu CX.Long Short-Term Memory Neural Networks for Chinese Word Segmentation[M].Proceeding softhe 2015 Conferenceon Empirical Methods in Natural Language Processing,2015: 1197-1206.
- [10] 胡婕,张俊驰.双向循环网络中文分词模型[J].小型微型计算机系统,2017,38 (3):522-526.
- [11] 张子睿,刘云清.基于BI-LSTM-CRF模型的中文分词法[J].长春理工大学学报:自然科学版,2017,40(4):87-92.
- [12] 张博,姜建国,万平国.对互联网环境下中文分词系统的一种架构改进[J].计算机应用研究,2006, 23(11):176-180.
- [13] 丁洁.基于Lucene的中文分词系统设计与实现[J].自动化与仪器仪表,2016 (5):208-210.
- [14] 曹勇刚,曹羽中,金茂忠,等.面向信息检索的自适应中文分词系统[J].软件学报,2006,17(3):356-362.
- [15] Jiang T,Yu HZ,Jam YK. Tibetan Word Segmentation System based on Conditional Random Fields [M].2011 IEEE 2nd International Conference on Software Engineering and Service Science,Beijing.2011:446- 448.
- [16] 才让卓玛,才智杰.基于词性约束的藏文分词策略与算法[J].中文信息学报,2020,34(2):33-37.
- [17] 王莉莉,王宏渊,白玛曲珍,等.基于BiLSTM-CRF模型的藏文分词方法[J].重庆邮电大学学报:自然科学版,2020,32(4):648-654.
- [18] 孙雅静,李成华,杨斌,等.基于BI-LSTM-CRF模型的维吾尔语分词研究[J].青海师范大学学报(自然科学版),2019,35(04):5-12.
- [19] 刘汇丹,诺明花,赵维纳,等.SegT: 一个实用的藏文分词系统[J].中文信息学报,2012,26(1):97-104.
- [20] 史晓东,卢亚军.央金藏文分词系统[J].中文信息学报,2011,25(4):54-57.
- [21] 于永斌,陆瑞军,尼玛扎西,等.基于长短时记忆和条件随机场藏文分词模型[J].情报工程,2023,9(2):108-116.
- [22] 陈顺强.信息处理用彝文分词规范研究[J].西南民族大学学报(自然科学版),2011,37(1):158-160.
- [23] 刘源.信息处理用现代汉语分词规范及自动分词方法[M].北京:清华大学出版社,1994.
- [24] 王成平,金骋.基于既定词表的彝文自动分词技术研究[J].科学技术与工程,2012(10):2328-2332.
- [25] 陈顺强,马嘿玛伙.基于隐马尔科夫模型的彝文分词系统设计与开发[J].西南民族大学学报:自然科学版, 2012,38(1):146-149.
- [26] 孙善通,王嘉梅,李炳泽,等.彝文网页文本分词平台[J].计算机系统应用, 2016,25(11):243-246.

农业灌溉运行管理措施探究

文◆山东省聊城市茌平区水利局 王 艺

引言

农业灌溉是为提高产量、节约能源而修建的多功能水利设施，在我国经济建设和耕地开发方面发挥着重要的作用，它可以实现对农田环境的调控和改善，增强农田抵御自然灾害的能力，促进农业的良性循环，提高农作物的产量。因此，农业灌溉管理体系也显得尤为重要。加强农业灌溉的组织与管理，有助于有序用水，降低损失，实现对水资源的合理利用，使管理逐步规范化，避免水纠纷等问题，进一步推动农业发展。

1 农业灌溉运行的重要性

1.1 避免水资源浪费

我国既是人口大国，又是农业大国，对用水的需求量较大，其中，农业用水量超过60%。过去，我国采用的是比较粗放的农业灌溉方法，如大水漫灌等方法，容易出现渗漏等问题，从而导致水资源浪费。通过科学管理农业灌溉，可以有效提高使用效率，节约用水，缓解水资源浪费问题。

1.2 增加粮食产量

水资源是制约我国农业发展

的关键要素，直接关系到我国粮食产量的高低。推动农业工程的建设，指导农户在农业灌溉中持续改进农业种植结构，提高农业灌溉用水效率，确保水资源与农业种植结构的协调。不仅增加了粮食产量，还保证了食品安全，推进了农业现代化发展进程^[1]。

1.3 提高农业收益

目前，随着自然气候变化，灾害天气增加，只有提高耕地的利用效率，才能增加粮食产量。为此，要加强农业灌溉等基础设施建设，确保运行和管理工作以健康、科学的方式进行，为农户提供更多的安全保障，解决农户的后顾之忧。此外，推广运用市场经济，及时调节用水，制订合理的水价标准，使农户在用水上的开支得到有效减少，使水价的调节功能得到最大限度的发挥，提高农业收益，从而使农民的总体生活品质得到改善^[2]。

1.4 保持社会和谐

农业是国家经济的支柱产业，只有对经济结构和相关基础设施进行科学合理地进行调整，如建设农业水利设施、增加农产品的产量等，才能保证农业的可持续发展，促进我国经济的迅速发展，保障社会稳定。

2 农业灌溉运行管理现状及存在的问题

2.1 管理制度不完善

目前，缺少各个区域的农田水利建设方面的法规。由于各地具体情况不同，很难拥有统一的标准体系。但是，管理体制是制约各行业健康发展的根本因素，因此，各地应根据实际情况，制订符合本地实际情况的农业灌溉管理制度。作为一个传统的农业国家，我国的农业发展已经有了一定的基础，水利设施也在逐步完善。当前，从整体环境看，我国大部分农村地区仍然处于发展相对较弱、管理相对滞后的状况，这对我国水利灌溉设施的发展造成了阻碍。另外，由于成本等原因，当地政府在水利灌溉设施方面仍然采用传统的管理方式，缺少创新，使水利设施既不能满足现代社会的发展需求，也不能满足农业现代化发展的需要，影响了农户的参与热情。到目前为止，我国还没有一个清晰的农业灌溉设施管理体制，致使农业灌溉管理体制仍不完善^[3]。

【作者简介】王艺（1981—），女，山东聊城人，本科，研究方向：农田水利经济。

2.2 配套系统不完善

当前，我国大部分水利设施建设处于边远山区，其中大部分属于国家认定的贫困县，不具备水利建设的基础条件。地方政府很难确保其在水利工程建设中获得足够的资金支持，也很难从地方上筹集到足够的资金。由于收费制度不健全，许多地区在征收灌溉费用方面都有困难，加之投入不足，一些项目甚至停工，造成大量珍贵的水资源处于闲置状态。与此同时，由于配套体系不健全，许多水利设施都没有防渗衬砌工程，有的还在用土渠，因为服役年限长，缺少维护和维修，已经出现了堵塞、渗漏等问题，地方水利灌溉体系的有效运行得不到保障，已经成为制约地方经济发展、农业稳定增收和农业现代化发展的瓶颈。

2.3 灌溉技术水平不高

目前，我国灌溉规模较小，且设施种类较少，质量较差，技术水平较低。例如，没有将低压管线的管件进行标准化；喷灌技术中的关键装备如喷头等控制系统耐用性差，均匀性差；微灌工艺中存在设备老化的问题，滤水系统容易发生堵塞，从而使整个系统无法正常工作；灌溉技术的田间配套体系比较落后，管件的制造工艺需要进一步提高；膜下滴灌存在膜破损、不能回收等情况，造成农田“白色污染”等问题，机制、适应性等问题尚需进一步研究。

2.4 农业灌溉用水较为混乱

目前，由于农业灌溉设施建设不完善，对水资源的合理利用和对灌溉装备的科学操作是制约我国农业持续健康发展的重要因素。农业灌溉用水较混乱，没有完善的节约用水系统。没有实施与灌溉相关的政策，使相关工作人员无法进行有效调查，对部分边远地区的农业发展状况不甚了解，导致我国边远地区的农业发展滞后。

3 提高农业灌溉运行管理措施

3.1 健全农业灌溉管理机制

要想完善农业灌溉管理体制，提高农业灌溉管理工作，就必须让管理者们深入到田间，与农民们进行充分地交流与沟通，对他们的具体要求有清晰的认识。同时，在对农田的灌溉状况进行深入分析后，还要对其进行科学规划，从而制订出提高灌溉管理水平的方案。首先，针对农田的实际灌溉状况，建立一套农田灌溉管理责任体系，确定各个管理主体的职责，把责任落实到个人，保证在农田灌溉管理中出现问题的時候，能够在最短的时间内找到相应的管理责任人，以免出现互相推卸责任的情况。其次，根据国家相关价格制度和法律规定，建立一个适合地方实际的价格体系，以保证供水企业和农户的利益，保证价格的合理性。通过“一次批复、小步微调”的方式，适时进行价格调整，保障水利工程的运营和维修费用充足；采用水价、电价联动机制，对电力、水力进行同步调节，既能保证作物生长，又能节约用水，降低农户负担^[4,5]。

3.2 改进现有技术

首先，采用薄膜浇灌法。该灌溉技术是我国自行研发的一种专门用于地膜覆盖的灌溉方式。所有的耕地都可以用土层薄膜覆盖，在土层上

进行灌溉。通过在植物的播种放苗孔或专用的灌水孔，将植物所需的水分都灌进膜中，以达到灌溉的总体效果。其次，采用闸渠灌溉。闸渠灌溉解决了水源在其他田地里流动的问题。在这一段，供水管道是由一种柔软的塑料制成，配以入水口，不仅具有防紫外线的作用，还能精确控制光线、水分和温度。该体系作为一种综合体系，在渠灌去区得到了广泛使用，并与井灌入区互相连通。再次，采取农田分期灌水法。该方法一般用于缺水地区，耕地面积很大。这种方法将长畦分隔开来，并加上一条配水管道，以便进行相应的灌溉作业，有效进行上、下地灌溉。该方法在国内也被普遍采用，具有省时、省力的特点。最后，采用畦灌方式。这种方法是指在灌溉作业实行的沟畦上，灌满一条沟，中间隔一条沟。该方法适用于水资源极度匮乏的地区，其效果优于上述每一种方法^[6]。

3.3 重视灌溉工程建设

大力推广灌溉的基本目标是在不改变农业用水总量的前提下，逐步扩大灌溉面积，增加粮食生产，提高经济效益。一些地区将渠道防渗改为管输，再由管输改为滴灌、喷灌，方式多样，但面积未明显增加，造成巨额投资浪费。而且在一些地区，只要谈到节约用水，就要建新的供水项目，不能把有限的投入发挥出最大的作用。所以，在建设工程时，要以有水源的地区或纯粹的干旱地区为主要对象，合理利用水利设施，持续扩大灌溉面积。另外，在拓宽灌溉面积的同时，有目标地提高灌溉工程的科技水平，从而有效解决科技水平不

高、解决方法单一等问题。

3.4 遵循因地制宜的原则，避免“一刀切”

由于我国地域广阔，各个区域的自然地理条件各不相同，加之社会、经济发展水平也各不相同，因此，在对灌溉技术进行合理选择的前提下，应坚持形式多样、因地制宜的基本原理，以免出现“一刀切”的现象。当前，国内推广和采用的灌溉技术有很多种，如膜下灌、管道输水和水渠防渗等，各措施的使用范围各不相同。例如，在大中型灌溉工程中，采取渠道防渗措施；在北方小灌区中，采用低压输水；在部分有较好条件的地方，采用喷灌技术；在干旱地区，采取“水窑法”“集雨”等方式；在果园或菜地中，采取喷灌的方式。在对各个区域进行灌溉技术的选择时，一定要进行充分论证，根据各地的生产、管理制度和经济发展水平等因素，进行科学设计。尽量采取容易把握、投资合理的节约用水方式，不能一味地追求形式，造成项目规格越高收益越低的问题。另外，不能简单认为自动化程度越高，灌溉技术越好，最后导致“有人在施工，却无人来管理”，从而不能起到良好的效果。特别是在进行灌溉开发时，要充分尊重科学，避免形式主义，发挥自己的特色^[7]。

3.5 科学调整水价

发展节约用水有关整个社会集体，应激励农户及其它各方大力发展灌溉。强化灌溉主要是从解决水资源的供求关系入手，而农户进行灌溉，也是为了获得更多的利益，不仅是为了提高产量，也是为了提高经济效益，否

则将降低生产者的积极性。对于项目的管理者而言，也存在着一定的问题。如果实施了节约用水项目，降低了企业的经济效益，企业管理者的积极性亦会下降。要想有效解决这一问题，最重要的对策就是合理地调整水价，让经营者与农户都能从中受益。要实现这一目标，就必须使经营者和农户之间的利益达到一种均衡状态。首先，本研究让农户认识到，采取措施后，尽管价格有所提高，但总的灌溉成本却明显减少。其次，让管理者认识到，由于灌溉面积的增加，总用水量也会增加，不仅不会对企业造成伤害，反而会得到更大的益处，从而促进了灌溉工程的发展。

3.6 注重保养农业灌溉设备

为了保证设备地维护管理，应对设备定期管理，对各类装备和机器技术的操作进行分析，同时通过信息技术分析装备的用水消耗，提高装备的利用率。特别注意的是，农业灌溉设备的维护人员要对仪器的作用和仪器的准确性进行分析，发现问题后，提出相应的解决办法。例如，掌握管道、喷灌、滴灌和渠道等的作用，对管道漏水情况进行分析，并对其进行必要的监控，提高工程的经济效益。加强管理人员培训，加强管理团队建设，分析节约用水技术的人力、物力和财力表现，尤其是对当地管理因素和节约用水管理的关系进行分析，通过定期培训和定期管理提升员工的综合素质。

结语

在全球变暖与农业用水短缺的双重背景下，我国农业灌溉面临着新的发展机遇。在此基础上，提出了适合不同区域、不同作物特点的高效灌溉技术方案。此外，通过强化科技示范基地建设，为农户提供了更多的实践操作、交流经验。同时，应与农业政策相结合，把灌溉技术列入国家农业发展规划中，促进该技术在全国的普及。随着我国农业灌溉技术的不断普及与推广，我国农业生产将进一步提高可持续发展水平，为我国农业绿色发展与水资源保护做出积极贡献。^[8]

引用

- [1] 徐永峰.农田水利灌溉工程管理存在的问题及解决对策[J].现代农机,2022(1):46-47.
- [2] 王培银.当前基层农田水利灌溉管理存在的问题研究[J].农业科技与信息,2021(22):99-100.
- [3] 古丽加米娜·塔吾克力.农田水利灌溉渠道工程运行维护及管理措施[J].水电水利,2021,5(10):34-36.
- [4] 程江.农田水利灌溉中的常见问题及解决思路[J].农村实用技术,2021(10):141-142.
- [5] 银海邦.农田水利灌溉管理中存在的问题及其对策分析[J].南方农业,2021,15(12):230-231.
- [6] 马良霄.农业水利工程的技术和策略[J].江西农业,2020(6):54-56.
- [7] 赵金龙.浅谈加快农业灌溉技术的措施[J].门窗,2012(7):114-116.

加强冷链物流建设促进烟台经济发展*

文◆山东城市服务职业学院 温宝莉 吴培培 吕泽辉

引言

随着我国经济快速发展，冷链物流已经成为现代物流的重要组成部分，是保障食品安全、提升农产品流通效率和品质的关键手段，对于实现食品从生产到消费全过程的质量控制具有决定性作用。不仅服务于餐饮连锁企业确保食材新鲜安全，降低损耗，还对乡村振兴、扶贫、产业升级等国家战略实施产生直接影响。通过建设冷链物流网络与仓储设施，可以有效连接农产品主产区与消费市场，促进农民增收，丰富城市居民菜篮子，保证供应链稳定高效运行。烟台作为全国五大“中国食品名城”之一，2023年烟台生鲜农产品总产量1325.03万吨，跨区域生鲜农产品集散量约2000万吨，稳居全国前列，冷链物流市场需求巨大，发展空间广阔。

1 烟台市农产品冷链物流发展现状

2023年6月12日，国家发改委发布《2023年国家骨干冷链物流基地建设名单》，烟台位列其中，表明烟台在生鲜农产品产业链规模、农产品加工产业集群发展等方面具有明显优势。烟台市正依托农产品优势产区和重要集散地的地位，统筹规划布局冷链物流基础设施，包括货运枢纽、主要港口、铁路物流基地和枢纽机场等，完善干支衔接、区域分拨和仓储配送等服务功能。通过冷链物流项目地实施，烟台期望能够反季销售农产品和海产品，调整农业及渔业结构，增加居民收入，推动本地农业和渔业产业的可持续发展^[1]。

2 烟台市农产品冷链物流发展存在问题

2.1 基础设施分布不均，冷链运输设备不足

烟台作为具有较好区位条件和产业发展基础的城市，冷链物流的基础设施分布并不均衡。导致部分地区无法享受高效的冷链服务，限制了农产品在储存和运输过程中的保鲜能力，增加了损耗率，影响整体的物流效率。烟台市气候条件温和湿润，对冷链运输设备的需求量大。但由

于投入不足，冷链运输设备的覆盖面积相对较小，不能满足农产品运输的需求，影响农产品的新鲜度和安全性。

地域分布不均衡。表现为市区与郊区、沿海与内陆地区之间冷链设施的布局差距较大。烟台作为沿海城市，市区及港口周边地区的冷库、冷藏物流中心等设施建设相对完善，偏远或农村地区的冷链设施较为落后甚至缺失。

设备总量不足与陈旧。冷藏车辆数量不足，难以满足日益增长的生鲜产品以及其他需要冷链运输物品的需求。同时，由于投入不足或更新换代滞后，部分冷链运输设备较陈旧，制冷效果不佳，能耗较高，难以达到全程恒温控制的标准。

农产品供应链短板。烟台作为重要的农产品产区之一，尤其是海产品资源丰富，然而从产地到消费地的冷链运输环节存在断链现象，使得“最先一公里”到“中间一百米”以及“最后一公里”的环节存在配备不到位的现象，导致产品质量下降和经济损失^[2]。

*【基金项目】山东省重点扶持区域引进急需紧缺人才项目《中餐预制菜品品质提升关键技术研发及产业化示范》、烟台市校地融合发展项目《生态调味料食疗干预技术创新平台》阶段性成果。

【作者简介】温宝莉（1995—），女，山东平度人，硕士研究生，助理讲师，研究方向：食品营养与健康。

投资与规划欠缺。在基础设施建设上,面临投资不足、规划不合理等问题,无法快速适应市场变化和消费需求升级对冷链物流提出的新要求。

2.2 配送效率低下,成本相对较高

烟台的农产品冷链物流配送效率较低,主要依赖人力操作,导致工作效率不高、成本增加、误差率大。此外,农产品的季节性和区域性特点导致物流交通量不稳定,也进一步降低了配送效率。冷链物流的成本相对较高,高昂的成本使冷链物流服务价格上升,影响消费者的接受度和企业的利润空间。一是配送效率方面,配送路线规划不合理,导致运输距离增加和时间延长;货物在途时间过长,使整体配送周期延迟;货物在配送过程中多次装卸、转运,增加了损耗和时间成本;信息流与物流不同步,导致无法实时掌握货物状态,影响决策效率;订单处理效率低,包括订单确认、拣货、打包等环节耗时较长。二是成本方面,能源消耗大,特别是对于需要持续制冷的冷藏运输设备;设备购置和维护费用高,如冷藏车辆、冷库设施等;由于效率低下,导致相同运量下需更多的运输次数和人员,提高了人工成本;在城市地区,冷链车辆受限于交通规则和停车限制,增加了配送难度和成本;对于易腐食品等特殊商品,为了确保品质,通常需要更快的配送速度和更低的温度要求,进一步推高成本^[3]。

2.3 人才短缺,标准化程度不高

专业的冷链物流人才是推动行业发展的关键,人才缺乏会

制约冷链物流的整体发展。标准化是提高物流效率和降低损耗的重要因素,缺乏统一的标准和规范,导致整个冷链系统的运作效率低下,影响产品质量和服务水准。一是物流人才短缺,主要表现为专业技能缺乏、操作不规范、管理层面缺失、研发创新缓慢、服务质量不高。二是标准化程度不高,主要表现为操作流程不统一、设备标准差异大、数据信息不互通、监管体系不健全、质量控制不严格。

2.4 监管体系不健全,信息化水平偏低

冷链物流的监管体系在烟台还不够完善,影响食品安全和质量保障,增加食品安全风险。与发达国家相比,烟台的冷链物流信息化水平还有待提高。技术装备相对落后,限制了冷链物流在运输与冷藏环节之外的发展,影响了整个供应链的信息流通和协同效率。一是监管体系不健全,主要表现为缺乏统一、完善的冷链物流国家标准和操作规范,导致冷链各环节难以形成有效的标准执行和质量监控;行业监管部门对冷链物流的全过程监管力度不足,包括从生产源头到消费终端的温度控制、食品安全追溯等方面缺乏有效监管手段和技术支持;法律法规体系不够完善,冷链物流企业在运营过程中的违法违规行得不到及时纠正和严厉惩处。二是信息化水平偏低,主要表现为冷链物流信息系统的建设滞后,多数企业没有实现全程温控实时监控、数据自动采集和传输,无法确保易腐食品在整个供应链中的恒温 and 品质保障;信息孤岛现象严重,不同冷链物流节点之间的信息系统对接困难,数据共享程度低,影响了整体供应链的协同运作效率;缺乏集信息发布、资源调度、数据分析等功能于一体的公共信息服务平台,使得供需匹配度不高,市场透明度不足,不利于行业的健康发展。

3 烟台市农产品冷链物流发展建议

3.1 加大基础设施建设,用好国家骨干冷链物流基地

一是用好“国字号”招牌优势,打造全国冷链物流桥头堡。国家骨干冷链物流基地承担产业引领、城市服务、中转集散、口岸贸易等功能。着力将烟台基地打造成为全国冷链产品的“云仓”,推动全国冷链物流上下游产业集聚发展。二是用好冷链物流基地功能优势,形成产业优势新高地。按照“主体协同示范、渠道品牌共建、集聚拓展融合”的思路,推动基地运营主体培育、项目体系建设、设施互联成网、配套措施保障,促进冷链物流与相关产业深度融合发展,打造全国领先的现代化冷链物流新高地。三是用好政策叠加优势,提升冷链物流全产业链发展水平^[4]。国家对骨干冷链物流基地,赋予基地建设税收、土地、人才、资金等方面优惠政策。充分运用政策多重叠加优势,打造冷链物流灯塔园区,加强与农业生产基地的无缝对接,统筹建设以“速冻食品(预制菜)+肉类+蔬菜+水果”产业链串联、多品类协同为特色的冷链物流基地,为烟台经济社会高质量发展贡献力量。

3.2 提高冷链技术水平,推动标准化和规范化

一是技术升级,引进和研发先进的制冷、保温和监控技术,如智能温控系统、物联网技术等,实现对冷链全过程的精准控制。提高冷藏车、冷冻库等硬件设备的技术标准,确保其高效节能且能长期稳定运

行。二是建立标准化体系，制定和完善农产品冷链物流作业流程、设施设备、操作规范、质量控制等地方或行业标准，与国家冷链物流标准体系对接。三是构建认证监管机制，建立冷链物流服务企业的资质认证和等级评价体系，对达到标准的企业给予相应的市场准入及优惠政策。加强市场监管力度，定期对企业冷链服务质量进行检查和评估，确保执行相关标准规范。四是促进产业联盟合作，鼓励行业协会、科研机构和企业组建冷链物流技术与推广联盟，共同探讨并解决行业发展中的共性问题。推广成功案例和最佳实践，引领整个行业向更高水平、更高质量的方向迈进。

3.3 培养冷链专业人才，加强信息化建设

通过与高校、科研院所开展合作，加强对冷链物流专业人才的培养和教育，为行业提供持续的人力资源支持。支持高等院校增设冷链物流相关专业课程，开展职业教育培训。鼓励产学研合作，推动冷链物流关键技术的研发与创新。利用大数据、物联网等信息技术，提升冷链物流的管理水平和透明度，优化供应链管理。加强冷链物流信息平台建设，提高冷链物流的运输效率和准确性，提高冷链物流运输的可控性和可追溯性。充分利用互联网的开放性和互动性优势，以肉类、速冻食品、水果、蔬菜“四大品类冷链物流”为主体，聚焦“产、运、销”环节，优化和提升冷链物流信息平台综合服务能力，加快无线射频识别技术、导航定位、物联网、蓝光存储等信息技术推广应用，为提高物流运营效率、优化全链路配送体系等提供全方位、全渠道信息技术支持和服务保障^[5]。

3.4 注重环保与可持续发展，降低物流成本

一是采用环保技术，选择使用高效且环保的冷链设备和技术，如采用天然制冷剂、节能的照明和设备等探索可再生能源地使用，如太阳能或风能，减少对传统能源的依赖。二是优化包装材料，使用可回收或可降解的包装材料，减少塑料等不可降解材料地使用。此外，设计合理的包装形式，降低包装材料的使用量，减少浪费。三是提高运输效率，通过优化运输路线、提高装载率和使用高效的运输工具，降低能耗和排放。实施联合配送、共同配送等模式，提高配送效率。四是秉持循环经济理念，鼓励企业采用循环经济理念，实现资源的再利用和回收，如回收冷却水中的热量进行再利用，降低能源消耗。五是建立绿色供应链，从供应商到消费者，整个供应链都应注重环保和可持续发展。包括选择符合环保标准的供应商、采用绿色运输方式等。六是节能减排，在仓储和运输过程中，采取措施降低能耗和排放。例如，使用节能灯具、合理设置温度范围以降低制冷设备的能耗等^[6]。

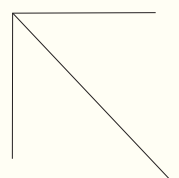
结语

随着乡村振兴战略地实施以及食品安全、绿色低碳等国家战略地推进，冷链物流作为关键一环，在国家层面上将得到更多的政策支持和资金投入，对地方经济转型升级起到积极推动作用。冷链物流网络的完善可以加强不同地区之间的经济联系，促进区域市场的整合，实现资源共享和优势互补，推动区域经济的一体化进程^[7]。因此，为提高产品市场竞争力，增强品牌效应，烟台市农产品冷链物流未来发展应更加注重技

术升级、绿色与可持续发展、标准化与规范化、信息化与数字化、供应链整合、个性化服务以及国际化发展。这些将更好地服务于现代农业发展和消费升级的需求，有助于提高物流效率、降低成本、满足消费者需求并促进行业的可持续发展。^[8]

引用

- [1] 刘雪.区域物流与农业经济协同发展研究[D].烟台:烟台大学,2023.
- [2] 张甲艺.农产品“最先一公里”冷链物流的发展研究——以烟台栖霞苹果为例[J].物流科技,2023,46(6):126-130.
- [3] 陆书童,田润东.浅析烟台市鲜食葡萄贮运保鲜现状与对策[J].中国食品工业,2021(1):89-90.
- [4] 王星紫,丁明智.基于引力模型的轴辐式冷链物流网络构建研究——以山东省冷链物流为例[J].浙江交通职业技术学院学报,2022,23(2):18-24.
- [5] 吴鑫,李君,茅智慧,等.烟台苹果物流发展存在的问题及对策[J].浙江万里学院学报,2021,34(4):32-37.
- [6] 杜文慧,宋清华.烟台市农产品冷链物流存在的问题及对策探析[J].山西农经,2019(6):85+87.
- [7] 王瑶,肖永庆.冷链物流引领新“鲜”时代[N].烟台日报,2023-11-30(002).



电气自动化工程控制系统的现状及其发展趋势

文◆江苏省常州技师学院 肖振华

引言

进入 21 世纪之后，人们的生活质量发生了巨大的变化，对于科学技术的运用也逐渐成熟，科技成为人们物质生活的保障。与此同时，电气工程行业的发展对人们的生活也有着极大的影响。因此，电气自动化技术在电气工程中的应用能够有效提高产品质量，促进电气工程行业的发展。与传统的自动化技术相比电气自动化技术的应用使电气工程行业得到了进一步发展，电气自动化技术比传统的自动化技术包含的范围更加广泛、功能更加强大大^[1]。但是，我国将自动化技术应用到电气工程的过程相对较晚，这就需要相关人员在这方面付出努力，学习国外优秀的先进技术，促进我国电气工程行业的稳定发展。

1 电气自动化技术在电气工程中的应用现状

1.1 技术水平低

现今，对于任何行业而言，人才永远是未来行业发展的第一要素。电气工程十分重视优秀人才地培养，因为人才是整个电气工程的核心，没有优秀的工程

技术人才就无法顺利完成电气工程，亦无法保证电气工程的质量。在对电气自动化技术进行应用的工程中，电气自动化系统作为整个自动化技术的核心，操作过程十分复杂。因此，需要技术人员具有较高的技术水平。然而，根据实际情况发现，我国大部分电气自动化的技术人员的专业水平以及专业素养都处于一种较低的水平。造成这种情况的原因与电气工程行业的快速发展有一定关系，由于电气工程行业的迅猛发展，电气自动化技术的应用更加迫切，使电气自动化技术人员快速增加，但是增加的同时技术人员的专业素养参差不齐，造成我国电气自动化技术人员的整体技术水平较低。现阶段我国电气工程对于电气自动化的人才需求量较大，社会对于电气自动化技术人才培养已经无法满足工程发展的需求。

1.2 系统不符合电气工程的要求

电气自动化技术广泛应用于各个行业以及领域，但是，由于各个行业之间的需求不同，使电气自动化系统不能够满足所有行业的要求。例如，电气自动化系统对电气工程进行控制中，由于涉及的机械电子设备广泛，操控方式及运作模式也不尽相同，出现电气自动化系统无法对设备进行匹配的问题。充分说明了现有电气自动化系统按照统一的标准进行研发制定，没有针对不同的设备进行改进，导致部分电气设备无法使用统一系统进行稳定运转。

2 电气自动化技术在电气工程中的应用原则

2.1 稳定性、安全性、经济性

电气工程是一个涉及大量设备的领域，一旦出现问题，不仅会导致停工，还会对工厂运行和人们的正常生活造成影响。因此，对电气工程进行电气自动化至关重要。电气自动化系统在整个电气设备中发挥着极其重要的作用，其稳定性和安全性对于保障正常生产运行至关重要。要科学合理地使用电力控制系统，必须确保整个电气自动化系统的稳定性和安全性。目前，常见的设备包括单元集成、智能控制终端和智能测量仪等过程层设备地增加，在电气自动化系统的应用中发挥关键作用，有利于更全面、准确地监测电气设备的状态和性能。单元集成地引入使设

【作者简介】肖振华（1984—），男，江苏常州人，本科，研究方向：电气自动化。

备之间的运行协同度更高，有利于实现更高效的生产运行。智能控制终端地使用使操作更为智能化，能够更灵活地应对各种工况。由于在电气自动化系统中监控系统的检测功能至关重要，因此智能测量仪的应用提供了更精确的数据采集，有助于及时发现潜在问题并进行预防性维护。过程层设备地引入使得监控系统更加完善，有助于实时监测电气设备的运行状况，预防故障、提高设备可靠性和延长设备寿命。通过实践和应用监控系统的检测功能，更好地理解设备的运行特性，为系统的优化提供数据支持。此外，电气自动化通过过程层设备的合理运用，有助于提高系统的安全性，降低潜在风险^[2]。例如，智能控制终端实现对设备的远程监控和操作，避免人工干预可能带来的安全隐患。同时，智能测量仪的高精度数据采集有助于实时监测设备的运行状态，及时发现异常并采取措​​施，确保系统的稳定运行。在研究与应用监控系统的检测功能方面，不仅有着理论上的积累，更有实际的应用效果。通过不断优化监控系统，提高设备的智能化水平，更好地适应复杂多变的生产环境，对于提高电气自动化系统的整体效能、降低生产成本具有积极的意义。

2.2 电气自动化系统中测控功能的完备性

在面对相量测量同步问题时，会出现数据同步不准确、测量误差较大的情况，原因是设备间通信延迟、信号干扰和设备质量差异等。因此，需要对同步机制进行深入研究，优化通信协议，提高数据传输的精准性和稳定性。此外，采用先进的同步技术，如 GPS 同步和网络时钟同步等，有效解决相量测量同步问题，提高系统的准确性。对于非智能化设备的检测问题，存在检测不及时和不准确等情况，原因是传统设备缺乏自主感知和反馈机制，难以适应复杂多变的工作环境。因此，通过引入智能传感器和先进的检测技术，使设备具备自主感知能力，实现对设备状态的实时监测和反馈。有效提升非智能设备的检测性能，使其符合现代电气自动化系统的需求。此外，为了确保电气自动化系统的稳定性和可靠性，需要针对系统进行不断调试和优化。通过调整参数、升级软硬件等手段，保障系统的正常运行，逐步适应不同电气设备的监控需求。紧密结合实际工程经验，根据具体情况灵活运用各种调试手段，确保系统在各种工作环境下发挥最佳性能。

3 电气自动化技术在电气工程中的应用策略及发展趋势

3.1 机械制造过程中的应用

现阶段我国机械设计制造发展需要引进电气自动化技术，有利于机械设计制造的发展，不仅加快了我国机械设计制造业的智能化进程，还有效提高了机械设计制造行业整体效率和产品质量。机械设计制造的智能化赋予机械设备一定的思维能力，处理设备运行中存在的问题，如在生产过程中检查生产产品的质量，分离残次品等，最终实现管线全自动生产。智能化建设完成后，根据输入的指令完成适当的生产流程。将电气自动化技术应用于机械设计制造行业，不仅有利于推动行业智能化的发展，还有利于未来的产业性能提升与发展。除此之外，电气自动化技术中的重要组成部分中，虚拟化技术在机械设计制造行业中的实际应用至关重要，不仅能有效提升整个行业的生产水平，还能够强化机械设计

制造技术的发展^[3]。

3.2 设备自动化监控系统的安全、稳定运转

即使实现了完全自动化，也会存在安全隐患。最好的解决办法，一是完善设备自动化监控系统，使整个生产过程稳定运转。设备应具备智能检测功能，通过物联网、云计算、大数据和人工智能等技术实现设备智能检测。二是针对生产控制进行自动化调试。通过计算机程序自主工作，提升电气生产过程的效率，节约人工成本。

3.3 规范电气设备的调试与移交

在电气自动化调试当中，要与生产情况相适应，制定符合实际情况的管理系统，包括规范电气设备的调试与移交。因此，相关企业应进行合理管理，制定合理的规程制度约束相关人员的行为，发现问题及时解决，保证企业顺利发展。

3.4 电气自动化工程控制系统的创新技术

在追求发展产品自身的技术创新方面，我国电气自动化工程注重在控制系统方面进行不断的技术升级和创新。通过引入最新技术，不断提升产品的智能化水平，以适应不断变化的市场需求。同时，不断改进和优化工程控制系统，使其更加灵活、高效，为各行业提供更为先进的解决方案。更为重要的是，我国电气自动化工程致力于拥有自主知识产权的产品研究。通过深入研究和创新，推动我国电气自动化工程走向自主创新的道路。在全球经济竞争日益激烈的背景下，拥有自主知识产权的产品不仅能够提高我国电气自动化工程在国

际市场上的竞争力，还能够保障我国在技术层面的独立性和可持续发展。

我国电气自动化工程在引入、消化、重新吸收的创造能力方面采取积极态度。通过吸收国际先进技术和经验，将其融入到我国电气自动化工程中，以弥补我国在某些领域的技术差距。通过本土化创新，重新吸收国际经验，形成适合我国国情和市场需求的电气自动化工程解决方案。电气自动化工程的长期发展计划不仅关注产品技术层面的创新，还关注产业链的整体升级。通过推动产业链上下游的协同发展，形成完整的产业生态系统，实现电气自动化工程的可持续发展。在这一过程中，政府、企业、科研机构等各方需共同努力，共同推动电气自动化工程的繁荣与壮大。随着全球科技的不断进步，电气自动化工程的未来充满挑战和机遇。我国电气自动化工程将继续保持开放的姿态，与国际先进水平保持紧密联系，不断提高

创新能力和核心竞争力，为推动整个产业的升级和我国经济的持续增长做出重要贡献。

3.5 统一化的电气自动化工程系统

在电气自动化工程系统中，实施统一管理有助于将整个开发周期的活动有机结合在一起。从设计到完工，每个环节有序进行，避免信息传递和协调方面的困扰。有助于各个环节之间的紧密协作，减少因信息传递不及时而导致的沟通问题。通过对整个周期的有效管理，更好地掌握项目的进度和质量，确保项目的顺利进行。实现电气自动化系统的统一管理关键在于满足客户需求。不仅包括产品功能的满足，还涉及项目进度、成本、质量等多个方面。通过系统的规范化管理，能够更好地满足客户的期望，提高客户满意度。另外，将开发系统从运行系统中独立出来，使整个电气自动化工程更加灵活，能够更好地适应不同客户的需求，提高系统的可定制性。

3.6 通用化的电气自动化工程系统

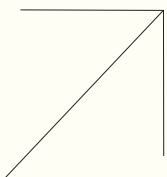
在电气自动化工程控制系统的统一管理中，通用化是关键目标。通过使系统具有通用性，可以实现多个项目之间的资源共享，减少重复设计和开发工作。不仅有助于提高工程效率，还能够降低成本，提高系统的可维护性。通用化还可以为后续的项目提供更为便捷的参考和复用意见，加速新项目的启动和推进。在实施网络的体系计划时，使用现场总线或通讯系统的以太网，确保控制元件级到办公室的环境之间自动化的整体通讯。通过网络规划和设计，确保各个环节之间的信息传递顺畅、实时、可靠。现场总线和以太网的选择需要根据实际需求和系统特点进行合理权衡，满足不同应用场景的通讯要求。网络的体系计划不仅是为了实现信息传递，更是为了提高系统的整体智能化水平。合理的网络设计可以实现设备之间的高效协同工作，提高系统的自动化程度。此外，网络的体系计划还需要考虑安全性、可靠性和扩展性等方面的因素，确保系统在各种环境下都能够稳定运行。

结语

电气自动化技术的发展为电气工程行业带来巨大的机遇和挑战。通过持续创新、人才培养和系统优化，应对未来电气自动化工程的发展，推动整个行业不断迈向新的高度。在这一进程中，各方共同努力将为电气自动化技术的发展提供坚实的基础，为实现智能、高效、安全的电气工程贡献更多的力量。■

引用

- [1] 刘海旺.浅析电气自动化技术在电气工程中的应用[J].数字化用户,2019(18):99-100.
- [2] 张开坤.自动化技术在电气工程中电气自动化技术的应用研究[J].今日自动化,2019(2):32-33.
- [3] 高其昌.浅析电气工程中电气自动化技术的应用[J].中国高新区,2019(8):154.



基于信息模型的核电站数字化布置设计研究

文◆中国原子能科学研究院 许业强

引言

基于信息模型的核电站数字化布置设计在设计深度、设计准确性和对工程量的精确控制方面具有较大优势。核电站复杂的系统若能精细地考虑设备和管道的布置空间,就可以满足设计、施工、调试、运行、检修和核电站退役整个生命周期的各项要求。借助三维布置协同设计平台,对核电站进行全三维、数字化建模设计,实现零碰撞精确布置,适应工程总体设计和布置。同时,考虑到核电站特殊的放射性安全要求,合理的数字化布置更为重要。

1 基于信息模型的数字化布置设计现状与发展趋势

数字化设计技术在国内外各个行业得到广泛研究与应用。在反应堆工程领域,将数字化技术与反应堆工程相结合,基于先进科学架构的建模与仿真技术,经过 20 多年的发展,在核科学领域的建模仿真硬件系统及模块化、集成化、高精度、可视化和三维数字化设计等方面进行了很多突破性的探索和研究,将先进的数字化反应堆技术引入核电系统设计,是核电工程技术发展的重要方向。

根据以往核电站的建设经验,核电施工中,管道和支架等物项碰撞对现场施工产生了不利影响。这种碰撞常见且多发,不仅增加了施工现场的安全风险,还增加了返工成本。导致管道损坏、支架失效等问题,进而造成系统故障和延误施工进度。碰撞还会引起现场打孔和管件用量增加,使原本预埋件无法使用,提高了工程成本。因此,减少管道碰撞对施工的影响,精确控制材料用量是核电施工中需要注重解决的问题。

传统的设计方法在实时协同沟通方面存在困难,难以准确识别设计变更对相关系统的影响。大量变更留到现场安装时才做出调整,这必然给现场安装带去麻烦^[1]。同时,现场打孔和管件用量增加,使原本的预埋件无法使用,造成工程成本提高。因此,新的技术发展针对解决传统布置设计问题提出明确方法,数字化布置设计是核电设计发展的必然趋势^[2]。随着科技的不断进步,需要更加精细化的三维布置适应发展形势。传统的布置设计手段只能提供二维设计方案,无法充分展现新技术的复杂性和立体感。因此,精细化的三维布置设计变得至关重要,有利

于展示新技术的特点和优势,为其发展提供更多可能性。

核能发达国家在数字化反应堆基础上,开发了反应堆及系统的数字化设计研发平台,逐步实现了核电、核动力设计的数字化、集成化与协同化,缩短研发周期,节约研发成本。精细化模型在计算机集群硬件环境下,强调从系统论的角度,提升反应堆总体设计与各专业之间的协同能力,实现设计过程中资源、数据和流程的紧密集成。通过设计过程的多个专业领域紧密耦合,将分散、局部的系统进行集成、耦合与优化,提高反应堆及系统的整体性能,实现在设计初期预测、分析反应堆及系统全寿期的性能,评估与优化研发和运行方案,减少部分实体研制实验,达到提高研发与运行效率和节约成本的目的。

2 基于信息模型的数字化布置设计要求

应用数字化信息模型技术提高核电系统设计和分析能力,为反应堆技术的应用实施提出总体方案,为系统设计提供高效、便捷的技术支持,提升研发设计能力水平。

【作者简介】许业强(1987—),男,内蒙古满洲里人,硕士,高级工程师,从事核能科学与工程工作。

基于信息模型的数字化布置设计要求，将传统的布置设计转化为数字化形式。要求将建筑或产品的各种信息（如几何、材料、构造、功能等）整合到统一的数字模型中，用于设计、分析、仿真、施工和维护等各个阶段。数字化布置设计要求高度精确的数据输入，以确保模型的准确性和可靠性。此外，要求设计人员具备数字化工具的操作能力，以便有效创建、修改和管理信息模型。通过信息模型，设计人员可以更好地理解和展示布置设计的各个方面，提高设计效率和质量。同时，数字化布置设计的要求还体现在设计手段和设计过程管理中的细节方面^[3]。

2.1 施工图范围和深度

通常施工图包括主要设备、管道和支架等，对于核电工程，往往 DN40 以下管道不在施工图中体现，有些系统如取样与检测系统、气体取样与检测管道等也只出示意图而不标注详细定位尺寸，依靠安装单位现场定位和配制。同理，电缆敷设也仅为示意图，电缆桥架占用率依靠人工统计。在数字化布置设计要求下，所有管道均须出设计图并统计材料，出图方式通常为 ISO 轴测图^[4]。在布置设计时，嵌入力学计算，支架调整，检查碰撞，在模型中加入材料和规格等信息，形成信息模型，有利于工程材料清单统计^[5]。

2.2 精确控制工程量

大型核电站作为商用推广的反应堆，应考虑其经济性，在设计之初控制总体工程的造价。信息模型的数字化布置设计的重要目标之一是精确控制工程量和工程造价。首先，实现精确量化，通过三维模型和相关数据，帮助工程师准确计算所需材料和

资源，准确估算成本和资源需求。其次，实时更新工程量信息，有助于跟踪和管理项目的成本和资源使用情况，使管理更加高效。再次，减少手动量化和计算带来的错误，提高工程量的精确性，避免成本和资源浪费。最后，在设计阶段优化工程量，通过模拟实施不同方案，提前发现潜在问题并进行改进，减少施工浪费并提高效率。

3 基于信息模型的数字化布置设计理念

3.1 顶层设计理念在布置设计中的应用

目前，核电厂工艺系统设计采用总体设计到工艺系统设计，系统的设计需求及主要功能来自总体设计，但是系统设计的结果应对需求进行验证。不同专业之间、系统与系统之间、设备与系统之间的资料互换以接口传递方式进行，接口信息的更新又需要实时反馈到设计中。布置设计是系统设计中的关键分支，作为现场施工的依据，布置设计应建立顶层设计理念，亦是制约设计效率的关键举措。布置设计需建立完善的需求管理，需求管理是在每一层完成需求捕获、需求分析、需求确认、需求分配和需求验证的循环迭代过程。为了将复杂系统的需求管理过程变得简单和可追溯，采用分层次的方法对系统功能进行分解，将系统工艺需求分为系统层、分系统层和设备层进行管理，每层的需求管理过程相似。首先，收集总体/上游设计要求、功能要求、接口要求和运行工况要求等，提出对本系统设计的总需求。其次，分系统层来自系统功能的定义，系统范围和组成是对顶层设计地分解，包括架构设计、功能分解和结构配置。最后，落实到设备层，完成布置设计。基于信息的数字化模型在顶层设计理念的驱动下可高效的完成迭代升级，解决传统设计方法引发的变更无法传递或者不匹配等问题。同时，采用更先进的三维设计技术使精细化布置理念得以实施。

3.2 智能设计理念在布置设计中的应用

随着科技的不断发展，人工智能等技术理念是设计发展的趋势。核电厂设计具有复杂性和严谨性，需要考虑诸多因素，包括安全、效率和成本等。而智能自动布置出图技术的应用，可以大大提高设计效率和精度，为核电厂设计带来革命性的变革。

传统的核电厂设计需要大量人力和时间完成各种图纸的布置工作，并且容易出现错误。采用智能自动布置出图技术，通过计算机程序快速生成各种图纸，减少了设计时间和人力成本，提高了设计效率。同时，由于计算机的高速计算和精确性，提高图纸的准确性和一致性，减少设计中的错误和漏洞。

核电厂设计需要考虑的因素非常多，包括结构设计、管道布置和设备选型等。智能自动布置出图技术预先定义规则和标准，通过模拟和优化算法，快速生成最优的设计方案，提高设计的精度和可靠性。根据实际情况进行快速或者实时调整，保证设计方案的灵活性和适应性。

将智能设计理念应用于布置设计中，提高设计效率和精度，降低设计成本，确保设计安全性，为核电厂设计和选择方案提供高效的支撑。

3.3 精细化设计理念在布置设计中的应用

核电厂作为高投资行业，其设计需经过严格的安全性评估和审查。

精细化设计理念可避免工程量的大幅偏差。在设计之初，通过三维建模和仿真技术，快速生成最优设计方案及详细的设备材料清单，实时自动统计工程量，便于与工程量控制目标进行对比。材料和零部件清单直接从三维设计模型准确提取，避免人为统计计算的错误，节约人力，提高效率，为材料采购订货提供准确可靠的依据。设计积极配合总包采购信息，进行材料代换和变更等。按总包标段划分设计，分标段出图，汇总材料，提供工程量。

4 布置设计原则

基于信息模型的布置设计，以顶层设计、智能设计和精细化设计理念为基础作为布置设计的原则，预先设定计算机可读取的规则信息，保证设计的准确性和标准的符合性，主要包括设备布置原则和管道布置原则。

4.1 设备布置原则

首先，设备布置应满足生产工艺要求。设备的平面位置和高低位置，应符合工艺流程和工艺条件的要求。设备之间或设备与墙之间的净距离大小，应结合设备大小、设备上连接管线的多少、管径的粗细、检修的频繁程度等因素，根据生产经验，决定安全距离。同时，考虑设备及附属设备所占的位置，考虑设备与设备之间或设备与建筑物间的安全距离。

其次，满足经济性要求。同类型的设备或操作性质相似的有关设备，尽可能布置在一起，设备要排列整齐，避免过挤或过松，有效利用车间建筑面积，便于管理、操作和维修。

最后，满足可操作性要求。考虑设备位置的合理性，应有足够地操作、通行及检修需要的位置。设备安装和维修时运入和搬出车间，对于外形尺寸特大的设备，可设安装洞，即外墙预留洞口，设备运入之后，再行砌封；对于需要更换的大型设备，应设永久性出入口；对于核电厂放射性相关的设备，应考虑屏蔽和隔离。

4.2 管道布置原则

管道布置取决于管道内介质特性，禁止在电气屏或机柜的上面穿过。液体管道布置应有一定的倾斜度，便于液体排放。易燃易爆介质的管道，不得敷设在生活间、楼梯间和走廊等处。严禁在距输送易燃液体的管道和外壁温度大于 100℃ 的热管道和小于 1m 范围内布置电缆。不允许使用能吸附易燃液体的保温材料，当不得不使用时，保温材料外应加金属密封保护层，防止保温材料吸附易燃液体。易燃流体回路的管道连接采用焊接方式，当不得不用法兰连接时应采用承插焊式法兰，所有螺母应锁紧，尽量减少管道的接头数量，少用软管连接，当不得不使用时应选择耐火性能最好的软管。

放射性管道应与非放射性管道分开，放射性管道的布置应尽可能利用现有结构作为屏蔽。除必须供屏蔽体内部使用的管线外，非放射性系统的管线不应布置在生物屏蔽内。在高辐射区布置的管道和阀门，在要求运行和维修人员操作时，应采用合理措施使辐射水平降至最低，手动阀、阀门操作装置、就地控制器、远距离操作阀或部件和仪表盘的操作台应设置在屏蔽外，传动轴禁止阻碍设备维修。

结语

数字化布置设计是未来布置设计发展的主要趋势。数字化布置设计遵循国际化的设计标准，扩大设计范围，深化设计深度，实现小口径管道出图，精细考虑设备和管道的布置空间，满足它们在全寿命周期内的运行、检修和维护等需求。消除在设计阶段的碰撞，精确控制项目的工程量，实现项目全寿命周期管控目标。在未来核电站设计中，数字化布置的思想将得到广泛应用，为核电站设计推向国际化先进水平提供保障。同时，提高设计团队的设计能力，使之成为管道布置设计的有机整体。三维设计平台只是工具，重要的是将这种数字化布置的思路延伸到每个设计人员，全局考虑，优化设计。基于信息模型的数字化布置手段结合系统工程的理念，实现布置基于需求驱动的设计，通过模型传递的方式，统一上下游设计，对现有设计过程以及设计经验模型化。为核电厂布置设计提供高效、便捷的技术支持，提升设计能力水平。■

引用

- [1] 王坚.火力发电厂布置技术与信息化手段运用[J].电力建设,2010,31(4):82-85.
- [2] 汤蕴琳.大型火电厂设计优化思路[J].电力建设,2005,26(12):1-5.
- [3] 黄增宏,郭晓克,孙岳武.数字化电厂设计实现的探讨[J].吉林电力,2004(6):27-29.
- [4] 宋元鑫.三维协同设计平台在核电工程设计中的应用分析[J].工业技术创新,2020,7(4):131-134.
- [5] 王凯,龙球.PDMS在核电站布置设计中的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2018(2):2.

基于近邻传播聚类的 电商商品信息个性化推送研究

文◆阿里巴巴（上海）网络有限公司 张博君

引言

在当今数字化时代的电商环境中，向用户提供个性化的商品信息推送成为关键任务。近邻传播聚类是一种先进的数据聚类方法，可以有效地对用户和商品信息进行分类，实现精准的个性化推送。近邻传播聚类是一种基于数据相似性的聚类算法，能够在海量数据中发掘出数据的内在结构，为电商商品信息个性化推送提供有力支持。为了更好地应用近邻传播聚类算法进行电商商品信息个性化推送，本文开发了一种基于近邻传播聚类的电商商品信息个性化推送系统^[1]。该系统采用了近邻传播聚类算法，通过对用户和商品信息的分析，实现精准的个性化商品推荐。未来，将继续优化算法，提升系统的性能和准确率，为电商行业提供更加优质的信息个性化推送服务。

1 设计基于近邻传播聚类的电商商品信息个性化推送方法

1.1 基于近邻传播聚类的电商商品信息挖掘

为了从海量的电商商品信

息中挖掘出对用户有利的信息数据，采用近邻传播聚类技术。在利用近邻传播聚类进行信息挖掘时，应培训数据集，通过综合学习产生多个决策树以达到运算目标。但就电商产品信息来说，因为它是一类极度不均衡的信息，所以这种方法很难取得令人满意的效果^[2]。在近邻传播聚类的迭代过程中，对信息量小的类，采用随机选择的方法替代主类中的信息量相等的信息。在保持数据多样性的同时，避免出现拟合现象。接下来，对电子商务产品信息进行分类。在此过程中，无需修剪，保证决策树得到充分探索和利用。通过修改后的分类回归算法，对每个决策树的结点进行特征检索，以此找到最优的分类特性。经过 n 次以上的运算，将所得结果进行整合，再利用组合表决策法获得最终预报结果。基于近邻传播聚类的电商商品信息挖掘流程如图 1 所示。

电商商品信息挖掘流程表示为

$$R = \arg \max \sum_{m=1}^M rfH(x, y) \quad (1)$$

式(1)中 R 为经过近邻传播聚类挖掘的电商信息特点 H 为遍历函数^[3]； r 为决策树预测结果 x 为电商商品信息特征 f 为决策树表决结果 y 为特征数量。

1.2 电商商品信息聚类

在对电商产品信息进行深度挖掘后，能够有效减少冗余，但仍需对不同信息的雇佣信息进行聚类，以提升推荐准确率。从电子商务产品信息

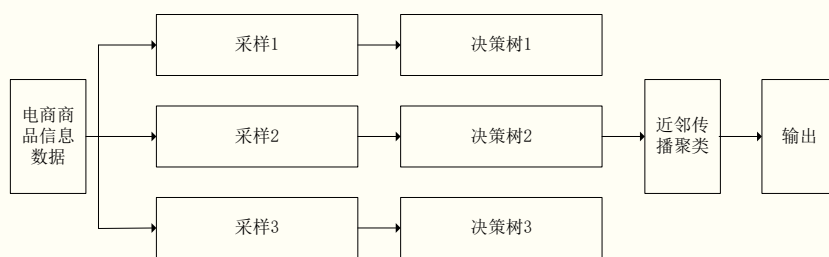


图 1 基于近邻传播聚类的电商商品信息挖掘流程

【作者简介】张博君（1987—），女，上海人，本科，研究方向：人工智能在电商平台的应用。

息中抽取 k 个样本，在此基础上，综合以上所抽取的电商产品信息特点^[4]，对聚类训练样本进行训练，将培训样品表达为

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (2)$$

式(2)中 Y 为聚类训练样本， n 为数据集中电商商品的数目，各个样品都会有 m 维特性。基于以上运算，设定簇数目 k ， k 的取值与最后的聚类结果有关。通过反复训练和聚类效应反差调节簇数目 k ，直至最后一个簇达到收敛，这时的数值就是簇数目 k 的值。对于每个电商产品信息，其特征映射到集群中心的距离都是经过计算的，公式为

$$d = \arg \min |s - u|^2 \quad (3)$$

式(3)中 d 为电商商品信息样本到聚类簇中心的距离 $|s-u|$ 为从某一电商商品信息样本 s 至某一质心集合 u 的间距。针对电子商务产品的多维度特性，提出基于多维空间计算的电子商务产品信息样本到形心的空间距离的方法。

1.3 计算用户综合情景相似度

基于以上研究，分析目标使用者的历史记录，并计算出用户的综合场景相似性。在此过程中，获得目标使用者与其它已注册使用者的网路行为类似的网路行为，获得一个或多个数据集，以“最近邻居”的形式使用该数据集。根据相似系数^[5]，核实用户在平台行为的相同性，公式如下。

$$Q = \frac{\sum a(D_1 - D_2)(D_1 - D_2)^2}{b\sqrt{(D_1 - D_2)}\sqrt{(D_1 - D_2)^2}} \quad (4)$$

式(4)中 Q 为平台上的用户行为相似性， a 为目标使用者， b 为“最近邻居”的应用者； D_1 为历史行为， D_2 为具有相互的历史行为。形成计算后，在获得有关资料后，整合使用者网路行为资料，向有类似行为模式的用户推荐产品信息，之后进行计算用户综合情景相似度，公式如下。

$$P = Q \frac{\sum_{(i,j)} (p_{ij} - p_x)(p_{ij} - p_y)}{\sqrt{\sum_{(i,j)} (p_{ij} - p_x)^2 (p_{ij} - p_y)^2}} \quad (5)$$

式(5)中 P 表示用户情景相似度， i 表示为项目数据， j 表示情景数

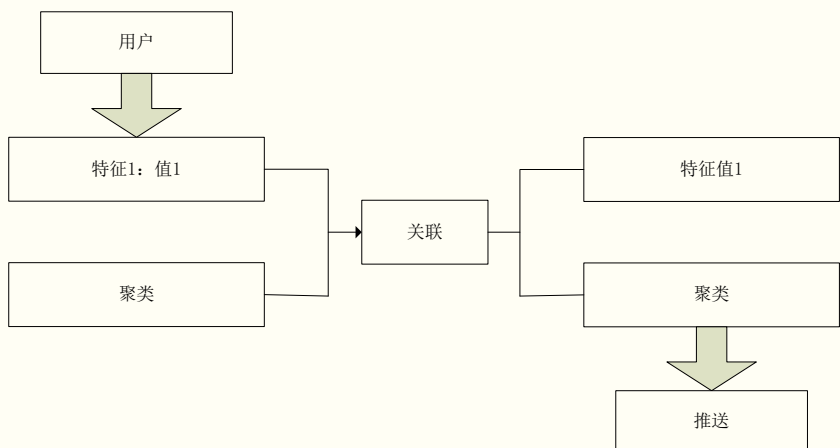


图2 个性化智能推荐流程

据， p_{ij} 表示为共有分数的集合， p_x 、 p_y 表示平均使用者等级^[6]。通过上述方式，完成用户综合情景相似度计算。

1.4 个性化智能推送

根据用户情景相似度计算结果，对电商商品信息进行分类，实现个性化推荐。自动推荐同类商品给用户，方便其快速找到所需商品，提升购物体验。通过分析用户相似度计算结果，自动推荐适合的电商商品信息，从而在海量信息中帮助用户找到所需商品。个性化智能推荐流程如图2所示。

按照此种方式，用户可以更方便地找到自己需要的电商商品信息，提高购物体验，至此实现对电子商务平台商品的智能化、个性化推荐。

2 实验证明

在此基础上，以基于近邻传播聚类的电商商品信息个性化推送方法为实验对象，以传统推荐方式1基于广义回归神经网络的网络信息资源个性化推荐方法和传统推荐方式2基于改进加权信息熵的数字图书馆资源个性化推荐方法为控制组，分别进行以下实验研究。

2.1 实验准备

为测试3种推荐方法的效果，选择一个电商网站中的商品作为实验对象，该网站拥有大量的商品信息和用户行为数据。随机选择2500个数据作为测试集，并收集在网站上的浏览、购买和评价记录等数据信息。在实验过程中，提出传统方法1基于广义回归神经网络的网络信息资源个性化推荐方法和传统方法2基于改进加权信息熵的数字图书馆资源

源个性化推荐方法和本文方法的3种不同的算法，并将其应用于测试集。为进行公正的对比，选择在个人电脑上进行3种推荐方法的实验，并保持参数一致，实验环境配置如表1所示。

为实现对推荐效果的对比，选择将推荐商品的相关性作为评价指标。推荐商品的相关性是指推荐给用户的商品与用户实际需求之间的匹配程度。推荐商品的相关性的表达式如下。

$$\partial = \frac{1}{N} \sum (y^2 - y)^2 \quad (6)$$

式(6)中， y 表示商品累积增益， N 表示样本个数。

2.2 实验结果分析与结论

根据上述准备，在电商商品数据集上分别对3种个性化推送方法进行实验对比，不同推送方法的推荐商品的相关性对比结果如图3所示。

在商品推荐的相关性指标上，本文提出的个性化资源推荐方法表现优异，相关度高达约83%。对比之下，传统方法1基于广义回归神经网络的网络信息资源个性化推荐方法和传统推荐方式2基于改进加权信息熵的数字图书馆资源个性化推荐方法的相关性得分较低，分别为78%和77%。这些数据充分显示，本文的基于近邻传播聚类的电商商品信息个性化推送方法在提高商品信息个性化推送的效果方面具有显著优势，有助于提升电商平台的用户购买率和满意度。

结语

本研究通过分析用户在电商网站上的行为数据，提取出用户的兴趣和购买习惯，利用近邻传播聚类算法对数据进行聚类。通

表1 实验环境配置

名称	配置信息
系统	Win10 Professional
显卡	英伟达精视 RTX 2080Ti
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-9700k CPU 3.60 UHz
内存	30GB
编程语言	Anncondn5.2.0
深度学习框架	Tensorflow-Gpu 1.12.0

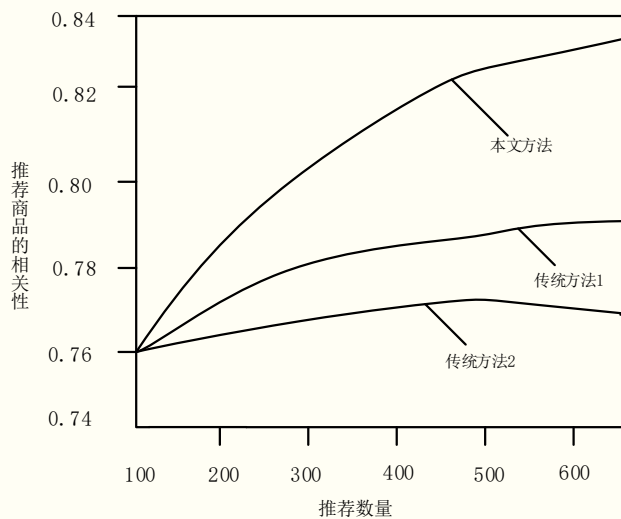


图3 不同推送方法的推荐商品的相关性对比结果

通过对聚类结果的分析，理解用户的需求和兴趣，为每个用户群体提供个性化的商品推荐。实验结果表明，近邻传播聚类算法可以有效对用户数据进行聚类，并能够根据不同用户群体的需求和兴趣进行个性化推送。这种方法的优点在于其能够自动确定聚类数量，无需人工干预，同时能够处理非线性和高维数据，具有较高的准确性和可解释性。■

引用

[1] 吴赟婷.基于广义回归神经网络的网络信息资源个性化推荐方法[J].信息与电脑(理论版),2023,35(5):38-40.
 [2] 翁宝凤.基于改进加权信息熵的数字图书馆资源个性化推荐方法[J].长江信息通信,2022,35(12):99-100+103.
 [3] 胡德敏,光萍.基于Transformer的融合用户负反馈的重排序推荐方法[J].智能计算机与应用,2022,12(12):196-201.
 [4] 孙光灵,周景,陈冲.基于Transformer的融合多层次语义信息的会话推荐方法[J].合肥师范学院学报,2022,40(6):8-14.
 [5] 万晓燕,安述照.基于大数据技术的信息安全专业校企合作人才推荐方法[J].信息与电脑(理论版),2022,34(20):158-160.
 [6] 张磊.基于情景感知技术的网络信息资源个性化推荐方法[J].河北北方学院学报(自然科学版),2022,38(1):21-26.

基于物联网的烟草制造关键设备智能监控

文◆山东中烟工业有限责任公司青州卷烟厂 张琪 冷瑞英 杨阳 赵建 郭倩玉

引言

在现代工业生产中，尤其是在烟草制造行业，关键设备的高效管理对于提高生产效率和产品质量具有重要意义。随着物联网技术的发展，利用智能监控系统对关键设备进行实时监控和维护，已成为提高生产效率和降低运营成本的有效手段。本文介绍了一种基于物联网的烟草制造关键设备智能监控系统。该系统集成了实时数据采集、处理、分析以及自动报警响应功能，有效提升设备监控管理效率。系统实施后，在优化设备性能、降低生产中断风险以及提高产品质量方面展现了显著成效。不仅提高了烟草制造行业的设备运行效率，还为未来物联网和机器学习技术在工业设备管理中的应用提供了新视角。

1 研究背景

1.1 烟草制造关键设备管理现状

在当前烟草制造行业中，关键设备管理主要依赖传统方法，即以人工监视和定期检查为主。包括但不限于烘烤机、切叶机和包装机，它们在生产流程中扮演着至关重要的角色，其高效运作对于提高产品质量和生产效率至关重要。然而，传统的管理方法存在诸多局限性。人工监视容易受人为主观因素的影响，如操作员的疲劳度和专注度波动，导致监控的不连续性和效率低下。定期检查无法及时发现设备的故障或磨损，增加了生产过程中意外停机的风险。反应式的维护策略不仅增加了维护成本，还导致生产延误问题和产品质量问题。因此，烟草制造行业迫切需要智能和高效的关键设备管理方法^[1]。智能监控系统的引入能够实时监测设备状态，提供持续的数据分析，有助于设备性能维护和优化。

1.2 烟草制造关键设备智能监控需求

烟草制造行业对关键设备的智能监控需求日益增长，主要源于对生产效率和产品质量的不断追求。智能监控系统实时捕捉和分析设备的运行数据，使管理者即时了解设备状态，提高对故障和性能下降的响应速度。例如，在切叶机或烘烤机出现性能偏差时，系统能够迅速发出警报，确保问题在影响生产之前就得到解决。这种即时监控不仅提升了生产过程的稳定性，还有助于降低由于设备故障导致的成本损失。智能监

控系统通过收集和分析大量数据，支持精准的预测性维护^[2]。与传统的定期维护相比，预测性维护根据设备的实际使用情况和性能指标制定维修计划，有效延长设备寿命，减少不必要的维护工作。这种数据驱动的方法不仅提高了维护效率，还减少了因设备故障或不当维护而导致的生产中断的问题。同时，智能监控为烟草制造企业提供了更多的数据洞察，有利于优化生产流程和提高产品质量。通过对智能监控系统数据地分析，企业能够更好地理解生产过程中的各种变量对最终产品的影响，为决策提供支持。

2 基于物联网的烟草制造关键设备智能监控系统设计

2.1 总体架构设计

基于物联网的烟草制造关键设备智能监控系统的设计融合了先进的硬件和软件组件，形成了多层次和高度集成的架构。在硬件层面，系统由多种传感器构成。传感器安装在关键设备上，用于实时收集各种数据，如温度、湿度、速度和压力等，反映了设备的运行状态和环境条件。同时，为了实现远程监控，系统

【作者简介】张琪（1993—），男，山东青州人，本科，工程师，研究方向：企业管理、安全管理、自动化、电子信息。

中还包含了通信模块，如 WiFi 或蜂窝网络模块，将收集的数据传输至中央处理系统。在软件层面，系统包含强大的中央处理单元，利用先进的数据处理和分析算法处理传感器数据，不仅负责数据收集和存储，还包括用于数据分析和决策支持的复杂算法，识别潜在的设备故障模式，预测维护需求，优化设备性能。因此，通过将传感器和通信模块与互联网相连，实现系统的物联网集成。

2.2 功能模块设计

(1) 数据采集模块。开发高效的数据采集系统，使用多种传感器实时监控设备状态，如温度、压力和速度等。将传感器精确安装在关键位置，确保数据的准确性和及时性，最大程度地覆盖设备的关键指标，确保系统获取所有必要的的数据。

(2) 数据处理模块。创建强大的数据处理框架，用于处理和标准化传感器收集的数据。确保数据质量，为分析和决策提供可靠基础。数据处理过程包括多个步骤，如数据清洗、去噪、缺失值处理和格式化，确保数据在进入分析模块前的准确性和一致性。

(3) 数据分析模块。设计先进的分析模块，采用机器学习和数据挖掘技术，识别设备运行中的模式和潜在问题。利用历史数据建立预测模型，通过持续学习和调整，不断提高对设备状态的分析精度和预测能力。

(4) 报警系统模块。构建灵敏的报警系统，根据分析结果自动触发警报，并通知相关人员及时处理。系统中设定了多级警报机制，确保在不同程度的设备问题出现时，能够及时采取相应的措施。

(5) 用户界面模块。为操作

员提供直观、易于理解的界面，用于监控系统状态、查看分析结果和响应警报。此界面是与系统其他部分进行交互的主要渠道，使操作员能够轻松管理和控制整个监控系统。

3 基于物联网的烟草制造关键设备智能监控系统的实现

3.1 系统开发与运行环境

为了处理大量实时数据，执行复杂的数据分析任务，Python 因其高效性和易于使用性成为了首选。Python 丰富库支持，例如，NumPy 和 Pandas 用于数据处理；SciPy 和 Scikit-learn 用于数据分析和机器学习任务；JavaScript 以及流行框架（如 React 或 Angular）用于创建响应迅速且用户友好的界面；关系型数据库系统（如 MySQL 或 PostgreSQL）用于管理和存储数据。

系统服务器应具备高速性能、多核处理器和充足的内存，以支持开发数据处理和分析任务。例如，采用具有至少 16 核心的 CPU 和 32GB 以上的内存，可以确保高效的数据处理能力。考虑到数据存储需求，服务器应配备大容量且高速的 SSD 存储。为了保障数据的安全性和可靠性，应实施定期的数据备份和恢复策略，采用适当的安全措施，如防火墙和加密技术，防止数据泄露或未经授权的访问。服务器部署在本地数据中心或者选择云计算平台，如 AWS 或 Azure，云计算平台具有灵活性、可扩展性以及减轻硬件维护负担的优势。

3.2 接口设计

系统接口设计遵循了模块化和标准化的原则，以支持多种设备和平台的兼容性。系统提供传感器和监控设备的直接接口，采用标准化的通信协议，如 MQTT 或 CoAP，既轻量又可靠，适合物联网应用。通过标准化的通信协议，系统能够实时接收来自各种传感器的数据，如温度、湿度或运行状态信息。为了实现设备间的有效通信，系统还包括了 RESTful API，使其他系统（如企业资源规划（ERP）系统和质量管理体系）能够访问和使用监控系统的数据和服务。数据层面，系统接口设计考虑了数据的多样性和复杂性。为了适应不同类型的数据和格式，系统采用灵活的数据模型和交换格式，如 JSON 或 XML，这些格式易于解析和集成，支持跨平台的数据交互。系统的数据库接口设计不仅需要支持高效的数据写入和查询操作，还要保证数据的完整性和一致性。通过使用标准的 SQL 接口或者 ORM（对象关系映射）技术，与多种数据库无缝对接，有助于存储和管理大量监控数据。

3.3 功能模块实现

3.3.1 数据采集模块实现

在烟草生产的关键设备上安装多种传感器，如温度、湿度、压力传感器以及用于监控设备运行状态的传感器。采用物联网技术，如无线传感器网络，确保传感器实时且稳定地将数据传输至中央监控系统。部署网关设备收集传感器数据，通过安全的网络连接将数据传输至云端或数据中心。

3.3.2 数据处理模块实现

设计数据处理流程，包括数据清洗、归一化和转换，提升数据质

量，确保数据一致性。实施数据缓存策略，应对高速数据流，降低中央处理系统的压力。开发数据处理脚本或应用程序，运用在云端或本地服务器上，以便处理大量实时数据。

3.3.3 数据分析模块实现

利用机器学习算法和统计方法开发数据分析模型，从数据中识别出设备性能趋势和潜在故障风险。部署模型到服务器或云平台，实现实时数据分析和决策支持。定期更新和优化分析模型，以适应设备性能的变化和新的数据模式。

3.3.4 报警和响应系统实现

设计多级报警机制，根据数据分析结果自动触发警报，包括即时设备故障警报和预防性维护提示。集成电子邮件、短信和移动应用通知系统，确保及时向运维人员和管理人员传达警报信息。开发报警日志和历史记录功能，方便事后分析和维护决策。

3.3.5 用户交互界面实现

开发基于 Web 的用户界面，提供实时数据监控、历史数据分析、报警日志和系统状态报告。设计界面友好、响应迅速，确保用户能够轻松访问和管理监控系统。提供定制化的仪表板和报告工具，以满足不同用户的特定需求。

3.4 数据库设计

系统的数据库不仅需要处理来自传感器的实时数据，还需要支持复杂的查询和长期的数据存储^[3]。因此，选择合适的数据库类型至关重要。鉴于系统需求，选择关系型数据库（如 PostgreSQL 或 MySQL），提供强大的数据管理能力，支持结构化查询语言（SQL），使数据具有一致性和完整性。数据库的架构设计采用模块化和规范化的方法，减少数据冗余并提高查询效率。例如，将实时传感器数据、历史记录、设备信息和用户数据存储在不同的表中，通过关键字和索引进行关联，以便快速访问和分析。高效的数据处理和优化策略有利于数据库的实现，例如，通过实施数据分区和索引优化，提高了大量数据的查询速度。同时，考虑系统的实时性要求，实现数据缓存机制，减少对数据库的直接访问频率，提高整体性能。为了确保数据安全和完整性，数据库还集成了备份和恢复机制。包括定期数据备份至安全存储位置以及在数据丢失或损坏时的快速恢复能力。

4 系统应用效果

系统实施后，设备运行效率显著提升。通过实时监控和数据分析，生产线上的关键设备故障预测和诊断变得更加迅速和准确。例如，在试运行期间，系统成功预测并警告了多次潜在的设备故障，使维护团队能够提前介入，执行维护和修复工作，减少生产停机时间。数据驱动的维护策略降低了维护成本，维护工作精准地针对实际需要，不再依赖于定期或预定的维护计划。系统的应用提升了产品质量。通过对生产过程中的关键参数进行持续监控和调整，提高了产品的一致性和符合标准的比例。例如，通过监控和优化烘烤设备的温度和湿度控制，改善了烟草质量。不仅增强了最终产品的市场竞争力，还提高了消费者满意度。系统

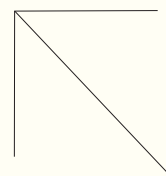
的应用还增强了生产流程的透明度和可追溯性，使得管理层能够更好地理解和优化整个生产过程。由此可见，基于物联网的智能监控系统不仅提高了烟草制造过程的效率和质量，还为企业带来了长远的经济和运营效益。

结语

本文详细介绍了基于物联网的烟草制造关键设备智能监控系统的设计与实现。通过实践应用，提高了设备的运行效率和产品质量，降低了维护成本和生产中断风险。实时数据监控和分析，结合预测性维护策略，为烟草制造行业创造了一种新的、高效的管理方式，证明了物联网技术在工业设备管理中的巨大潜力和价值。未来，随着物联网技术和机器学习算法的发展，系统的功能和效率有望得到进一步提升。■

引用

- [1] 陶世成,姚彬,李和芮,等.百色烟草物流“车联网”信息共享应用模型研究[J].中国物流与采购,2023(23):95-96.
- [2] 程子健.基于物联网的智慧烟叶数据采集与控制系统[D].襄阳:湖北文理学院,2023.
- [3] 王迅,郝浩浩,张健.物联网技术在烟草育苗管理中的应用[J].农业工程技术,2022,42(36):24-25.



基于事件本体的核新闻知识库构建方法研究

文◆中国核动力研究设计院 兰洋 黄禹 张玥

引言

当前,随着国际政治的不断演化,核领域相关事件偶有发生,相关信息会大量以非结构化和碎片化的数据在互联网以新闻形式呈现。但由于自然语言具有歧义性、非规范性和个性化表达等特点^[1],对常见的以结构化数据为对象的数据采集与加工批处理模式带来了新的挑战,最终影响了响应效率。本文聚焦核领域事件,以互联网开源新闻信息为数据源,采用文本分析以及事件本体技术,运用知识自动识别、提取和表示,研究了核新闻事件知识库构建,通过“美国核潜艇海洋事故”对该构建方法进行实证研究,初步实现了一个“美国核潜艇海洋事故”新闻事件本体知识库,并进行数据分析,绘制事件知识地图。基于此,本文聚焦核领域事件,在以互联网开源核新闻信息作为源数据样本基础上,采用文本语义抽取分析和事件本体建模等技术和方法,研究核新闻事件知识库构建和核新闻事件领域知识的自动填充表示,以期为基于本体构建核领域专题知识库的相关研究提供参考和借鉴。

1 相关研究

1.1 事件本体研究

本体是某一领域内实体及其属性、实体间关系的概括化、抽象化的表示。事件是指某个特定时间点或时间段在特定位置上发生的一件事情。事件本体是一种表示事件的本体模型,可将事件结构化的呈现或描述出来,包含发生时间、发生地点、涉事主体、涉事客体、事件状态、事件影响等相关要素。事件本体基于事件本体知识模型完成事件类知识的抽取填充与结构化说明,并在此基础上围绕事件主题进行知识表示、语义化和知识推理。

在事件本体应用方面,刘炜等基于共享词汇的环境污染事件本体模型,实现对多种污染事件中的语义关系的提取^[2];朱宇倩等以安全信息认知模型为构建对象,基于安全事故事件本体,动态描述了安全事故案例及其场景,为事故分析和预测提供决策依据^[3];唐英英等基于事件本体的Web服务组合^[4]以及朱文跃等使用事件本体进行新闻推荐^[5]的研究也为丰富事件本体应用,为领域知识表示提供了参考与借鉴。

1.2 知识库研究

知识库是知识管理与信息技术交叉研究领域内的研究主题之一,是在知识表示、推理、专家系统等基础上工程化应用产生的新概念。目前已经被广泛应用于管理、工业、制造、金融等诸多领域^[6]。随着对知识库研究的不断拓展与深化,当前有部分学者提出了知识组织视角下的专题知识库研究^[7],即针对特定领域问题求解的需要,对该领域的关联知识采用适当的知识表示方式,实现知识集合的有序化组织、处理和管理,最终以结构化方式完成知识可视化,为用户提供辅助决策的专题知识服务^[8]。目前,一些学者对专题知识库的设计与构建进行了深入研究,引入本体建模、数据挖掘、信息抽取等技术,深度揭示领域知识,使专题知识库提供更高层次的知识服务^[9]。

钱智勇以张謇研究知识库系统建设为实例,研究了以张謇为知识主体、地方文献为信息源,构建本体知识获取、整理、加工、存储和知识服务的过程^[10];马雨萌等基于文献知识抽取实现中药活血化瘀专题知识

【作者简介】兰洋(1979—),女,重庆人,硕士研究生,副研究馆员,研究方向:战略研究与知识管理。

【通讯作者】黄禹(1994—),男,四川成都人,硕士研究生,工程师,研究方向:知识管理与战略研究。

库的本体、关系和属性抽取分析与自动化构建^[11]；文忠等提出专题知识库总体设计的体系框架结构并在图书馆信息资源服务中探索专题知识库的构建^[12]；靳红等以“药物研究开发知识库”为例探讨了特色专题知识库的特点和建设路径。

2 核新闻知识库构建方法技术路线

本文综合利用网络信息、文本分析、自然语言处理、本体知识模型构建等技术，以开源新闻为主体，组合形成基于事件本体的核新闻知识库构建方法。

(1) 利用大数据平台获得互联网上的核新闻动态数据。(2) 利用 NLP 文本分析技术识别并抽取事件关键要素，构建事件对象要素填充列表。(3) 结合事件关键特征设计事件本体知识模型。(4) 将事件要素列表自动充实到事件本体知识模型中，并以三元组形式存储在图数据库中，完成知识库构建。

基于事件本体的核新闻知识库构建技术路线如图 1 所示。

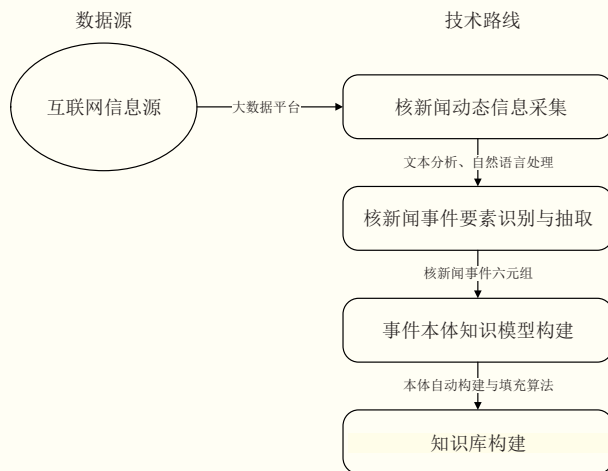


图 1 基于事件本体的核新闻知识库构建技术路线

为验证基于本体事件的核新闻知识库构建方法的有效性，本文以“美国核潜艇海洋事故”为例进行实证研究，分步骤实现“美国核潜艇海洋事故”知识库。

3 “美国核潜艇海洋事故”知识库构建

3.1 事件新闻动态

为实现国外核新闻相关数据的动态与实时获得，通过大数据平台获取到相关站点新闻类文本信息约数十万余条。

为获取“美国核潜艇海洋事故”文本数据，使用关键词“美国”“核潜艇”“康涅狄格”“海洋”等关键词进行组合检索，时间限定在 2021 年 10 月到 2023 年 10 月，通过检索，大数据平台共采集到数百条自事故发生以来的相关数据，本文将这些文本信息作为知识库构建的基础语料。

3.2 事件关键要素识别与抽取

运用中文自然语言处理的代表性工具 HanLP 处理数百条事件相关语料，通过文本读取、文本分词、命名实体识别、词性标注和角色语义标注等步骤，规范事件情报语料库，并且将语义角色标注作为确定事件关键要

素的依据，以语料文本谓词为核心，识别其他词性成分与谓词的结构搭配组合关系，实现关键信息要素抽取，为事件本体知识模型构建提供依据。

本文以其中一条事件相关新闻为例，展示基于 HanLP 工具包进行事件关键要素提取的过程。

核新闻事件要素提取过程示例如表 1 所示，首先，HanLP 通过对读取的文本按照默认规则进行分词处理。其次，使用命名实体识别算法提取文本中的命名实体集，主要提取核新闻内包含的组织机构、地名、人/物名等；通过对分词文本进行词性标注，得到新闻分词结果的词性标注信息，为后续基于主、谓、宾三元组结构和动名词匹配词性形式对分词块进行重新组合提取事件关键信息奠定基础。最后，以文本谓词为中心标注提取各组合成分间的关系，其中，ARGM-TMP 代表时间，ARG0 为语义角色中的主体标识（事件主体），ARG1 为语义角色中的受事者（事件客体），PRED 为核新闻文本语料中的核心谓词，即事件的触发动作，如“碰撞”“出发”“开始”等。围绕核心谓词，将语义角色标识与文本内容自动一一对应，以要素列表的形式存储。为自动化实现上述流程，本文基于 Python 编码实现核新闻事件要素列表自动化识别抽取与构建算法，将语义角色标注后的事件描述按照 ["ARGM-TMP", "LOC", "ARG0", "PRED", "ARG1"] 和 ["ARGM-TMP", "LOC", "ARG0", "PRED"] 两种排列方式进行重新组合，以期准确描述客观事件。

按照表 1 的文本分析过程，

表 1 核新闻事件要素提取过程示例

文本分析	处理结果
文本读取	2021 年 10 月 2 日, “海狼” 级攻击型核潜艇 “康涅狄格” 号 (SSN 22) 在海洋航行时与水下不明物体发生碰撞
文本分词	(分词为 31 个文本块) 2021 年 /10 月 /2 日 /, / / “海狼” / “级 / 攻击型 / 核潜艇 / “ / 康涅狄格 / ” / 号 / (/SSN/22/) / 在 / 海洋 / 航行 / 时 / 与 / 水 / 下 / 不明 / 物体 / 发生 / 碰撞 /。
命名实体识别	[“海狼” 级攻击型核潜艇, "ORGANIZATION", 4, 10], [“康涅狄格”, "ORGANIZATION", 10, 13], [“海洋”, "LOCATION", 19, 21], [“不明物体”, "ORGANIZATION", 26, 28]
词性标注	2021 年 /NT 10 月 /NT 2 日 /NT, /PU “/PU 海狼 /NR ” /PU 级 /NN 攻击型 /NN 核潜艇 /NN “/PU 康涅狄格 /NR ” /PU 号 /NN (/PU SSN /NN 22 /OD) /PU 在 /NR 海洋 /NR 航行 /VV 时 /LC 与 /P 水 /NN 下 /LC 不明 /JJ 物体 /NN 发生 /VV 碰撞 /NN。 /PU
语义角色标注	[[“2021 年 10 月 2 日”, "AGRM-TMP", 0, 3], [“海狼” 级攻击型核潜艇 “康涅狄格” 号 (SSN 22)”, "ARGO", 4, 18], [“在海洋航行时”, "AGRM-TMP", 18, 23], [“与水下不明物体”, "ARG1", 23, 28], [“发生”, "SUP", 28, 29], [“碰撞”, "ARG0", 29, 30]]
事件要素列表	[[["ARGM-TMP", "ARGM-LOC", "ARGO", "PRED", "ARG1"], ["2021 年 10 月 2 日", "在海洋", "“海狼” 级攻击型核潜艇 “康涅狄格” 号 (SSN 22)", "碰撞", "水下不明物体"], [[["ARGM-TMP", "ARGO", "PRED", "ARG1"], ["在海洋航行时", "“海狼” 级攻击型核潜艇 “康涅狄格” 号 (SSN 22)", "碰撞", "水下不明物体"]],

发生时间、发生地点、事件主体、事件客体、事件动态及状态等事件要素被确定，构成了核新闻事件本体的基本结构，为事件本体模型的设计奠定基础。

3.3 事件本体知识模型构建

本文参考朱文跃等提出的事件类本体知识模型框架，王思丽等提出的领域本体概念与事件识别方法，通过上文对事件关键要素的分析与抽取，确定事件的关键要素，并将核新闻事件以六元组的形式进行界定。

$$E=(Tim, Loc, Sub, Act, Obj, Sta) \quad (1)$$

式 (1) 中, E 代表一则核新闻事件; Tim 为事件发生时间; Loc 为事件发生地点; Sub 为事件主体; Act 为事件动作或触发方式; Obj 为事件客体; Sta 为事件状态, 体现当前事件的发展状况, 由触发动作与作用对象构成状态短语。

基于确定的事件要素, 利用本体建模工具构建核新闻事件本体知识模型, 以刻画事件本体为

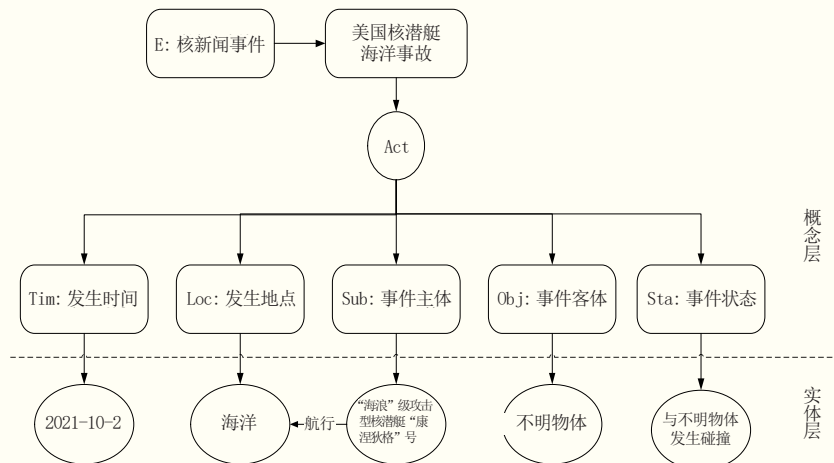


图 2 核新闻事件本体模型

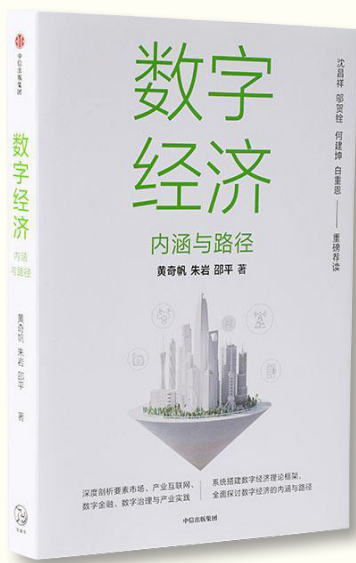
基本结构, 该本体由事件主体、作用对象等概念以及刻画概念间关系和实例状态的一系列属性组成, 是事件知识表示的基本框架。核新闻事件本体模型如图 2 所示。

3.4 事件知识库构建

将事件要素列表中的相关要素转换为三元组形式, 生成三元组图结构语义本体数据, 基于核新闻事件本体知识模型, 使用核新闻知识库自动构建、填充算法将事件要素区分为实例、关系、属性及属性值, 以三元组形式数据依次自动填充到事件本体知识模型的实例层中。

最终, 基于数百条新闻文本数据, “美国核潜艇海洋事故” 知识库共包含 36 个实体、38 对关系, 初步实现了一个新闻知识库地构建, 各节点关系知识图谱如图 3 所示。

对知识库内数据进行分析, 绘制事件知识地图, 美国核潜艇海洋事件知识图谱如图 4 所示。

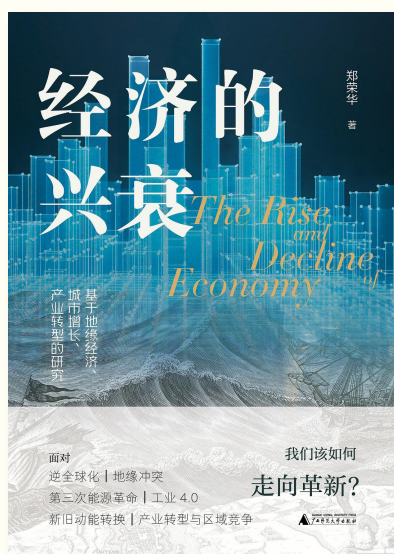


《数字经济：内涵与路径》

当今世界正经历百年未有之大变局，新冠肺炎疫情肆虐全球加速了世界经济格局的重构。人类历经数百年建立的经济、金融秩序随着全球产业链、供应链面临冲击而改变，基于全球数字化浪潮而出现的各种经济发展模式、金融创新模式层出不穷，哪个国家能够在数字化发展模式上取得理论和实践上的突破，哪个国家就拥有了未来。

《数字经济：内涵与路径》这本书从人类社会经济发展的哲学脉络出发，力图梳理数字经济发展的理论体系，按照数字经济在人类社会进步过程中所引发的基础秩序改变的底层逻辑，分析论述建设数字经济过程中可能遇到的一些基本问题以及解决问题的基本路径。

黄奇帆，研究员，中国金融四十人论坛学术顾问，国家创新与发展战略研究会学术委员会常务副主任。曾任重庆市市长、第十二届全国人民代表大会财政经济委员会副主任委员。

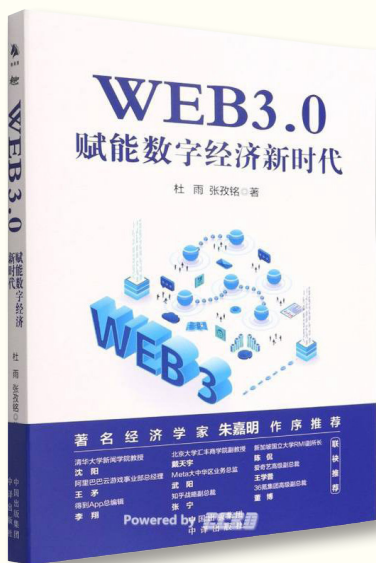


《经济的兴衰》

《经济的兴衰》是一本对城市经济增长和产业发展转型等具有实际指导作用 and 价值的经济学著作。作者结合多年从事经济工作的观察、实践和总结以及当前的国际经济形势，通过对大量数据和案例的分析，整理出了中国经济发展的优势和存在的问题，并以合肥、杭州、苏州、佛山、长沙等城市案例和国际城市发展案例以及经济学理论为依据，提炼出了新的城市经济增长点和产业转型之路。作者打破了固有的经济发展思路和以经济学原理套国家治理的思维方式，为应对逆全球化、全球经济衰退、地缘冲突等危机，迎接第四次工业革命、第三次能源革命提出了经济学理论依据和可行性发展方案。

郑荣华，经济学家、智库专家，长期从事城市增长与产业集聚理论研究，著有《城市的兴衰》。曾任报社记者、中国 500 强企业高管，是区域经济发展与城市开发的重要参与者。现任浙江大学、上海财经大学等高校特聘教授，兼任浙江省城市治理研究中心客座研究员，浙江工商大学、浙江财经大学等高校客座教授，多地政府经济发展顾问。

有
书
共
读



《WEB3.0：赋能数字经济新时代》

有
书
共
读

第三次科技革命以来，互联网的发展一直与人类文明的进步相伴相随。从Web1.0到Web3.0，我们经历了从只能读取信息，到可以读取和写入信息，再到可以拥有互联网本身的转变，而数字经济的形态也经历了从信息经济、平台经济到通证经济的演进。DeFi、NFT、DAO等新兴理念重塑了整个互联网，在推动世界进入Web3.0时代的同时，也将数据的所有权真正还给了用户，全方位赋能数字经济新时代。本书结合生动的比喻和有趣的案例，向所有关注互联网未来的从业者、投资人、创业者、监管部门以及对此感兴趣的大众普及Web3.0的全景。

《WEB3.0：赋能数字经济新时代》全书共分为六章。第一章系统梳理了从Web1.0到Web3.0时代互联网发展的相关概念、历程与反思；第二章用通俗易懂的实例讲解了比特币、以太坊及新时代区块链生态的底层原理与运行机制；第三章至第五章详述了DeFi、NFT、DAO的相关概念、生态概况、风险与监管及其应用项目；第六章则从用户、创业者、投资人、政府的角度，结合中国数字经济的发展实践，分析了Web3.0对不同主体的影响及相关哲思。

杜雨，武汉大学金融工程学学士，北京大学金融学硕士，香港中文大学经济学硕士，中国社会科学院数量经济与技术经济研究所博士研究生，G20青年企业家联盟中国理事会青年委员，朝阳国际青年创投联盟首届成员。

张孜铭，华中师范大学信息管理与信息系统、华中科技大学计算机科学与技术双学士，北京大学管理学硕士，新加坡国立大学金融工程硕士。

杜链同志追思会在京举办

3月31日上午，国家信息中心原副主任、中国信息协会原副会长杜链同志追思会在中国科技会堂举办。杜链同志的夫人肖雨、儿子杜宁华等家属及生前好友、同学和单位领导、同事等百余人参加追思会。

追思会由中国信息协会会长王金平主持。王金平会长深情地表示，杜链同志的一生诠释了为共产主义事业奋斗终生的崇高理念，在55年的革命生涯中，杜链同志忠于党、忠于人民，始终坚持共产主义信念，有着强烈的事业心和责任感，终身实践全心全意为人民服务的宗旨。特别是作为中国信息系统建设和信息化发展的第一代优秀代表人物，发挥了“开路先锋”和“平地起高楼”的忘我奋斗和开拓精神，以实际行动诠释了为共产主义事业奋斗终生的崇高理想。杜链同志一生光明磊落，认真做事，真诚待人，体现了一名共产党人的高贵品质。

国家信息中心党委书记、主任徐强同志代表中心党委、领导班子和全体干部职工对杜链同志的猝然离世表示沉重哀悼和深切追思，高度评价了杜链同志在国家经济信息系统、电子政务外网、“金桥工程”“金宏工程”等重点信息化工程建设以及国家信息中心组建和运营中所作出的杰出贡献。

会议播放了纪念杜链同志的专题纪录视频，大量珍贵的照片和文字资料展现了杜链同志的成长经历、学习生活和成就，令与会人员无比动容。

原国家信息化专家咨询委员会常务副主任周宏仁、故宫博物院原副院长谭斌、海军装备技术部原副部长管维拉、发改委办公厅副主任保密专员李新、信息化专家何华康以及杜链同志的爱子杜宁华等从不同侧面回忆了与杜链同志共事、学习、生活的点滴，让现场的每一个人深刻感受到杜链同志卓越的工作成就、勤奋的学术态度和令人敬佩的品格。

与会代表和未能到会的亲友、同事也通过现场发言或视频等形式，表达了对杜链同志的深切追思，追思会庄重而感人。

最后，大家向杜链同志献上寄托思念的玫瑰，向家属表示慰问，与杜链同志深情告别。

追思无限·感念往昔·美好永驻——杜链同志的一生，是革命的一生，光辉的一生，是为信息化事业奋斗的一生，令人尊敬、使人怀念，他的奉献精神 and 人格魅力将激励我们继续前行，为实现国家信息化事业的新发展，推动和实现中国式现代化贡献我们的力量。



- 数字经济发展战略规划
- 数字政府服务效能提升
- 智慧城市及园区优化升级
- 大数据与人工智能应用场景搭建
- 区块链系统建设及可靠性评估
- 数据要素资产化实施
- 数字产业集聚整合
- 数字城乡发展助力
- 信息化发展水平评价
- 新型基础设施建设布局

旗下资源平台

- 《中国信息界》杂志
- 中国信息界专家委员会
- 中国信息界发展研究院
- 中国信息界联合理事会
- 中国信息界开放创新联合体
- 中国智慧城市开放创新实验室
- 中国智慧城市建设诚信联合体
- 中国智慧城乡投资联合体

战略合作

010-82893346

平台核心业务

- 智库建设
- 课题公关
- 媒体宣传
- 政策咨询
- 产业规划
- 标准建设
- 发展评估
- 资源导入
- 融资服务
- 平台运维
- 高端会展
- 成果转化
- 人才培养
- 品牌策划
- 国际合作



中国信息界官方微信公众号



中国智慧城市导刊公众号



数字经济决策参考公众号