

本文系统探讨人工智能技术在燃气安全管理中的应用现状、关键技术与发展趋势,针对传统管理方式中存在的效率低、预警滞后、覆盖不足等问题,提出覆盖风险预警、泄漏检测与应急响应的全链条智能化解决方案。研究显示,基于Transformer神经网络的智能分析模型可实现高达98%的泄漏识别准确率;大数据预警模型使管网风险评估效率提升5.07%;结合数字孪生与强化学习的智能巡检系统显著提高了隐患排查效能。人工智能正推动燃气安全管理模式从被动处置转向主动预警、从依赖经验判断转向数据驱动决策,为智慧城市安全屏障的构建提供了关键技术支撑。

一、引言

燃气作为城市能源供应的重要组成部分,其安全管理事关千家万户的生命财产安全和城市稳定运行。据统计,每年在中国发生的燃气事故中,有超过80%是由厨房燃气泄漏、爆炸或火灾引起。这些事故不仅造成了人员伤亡和财产损失,也给社会带来了负面心理影响。

随着我国城镇化进程加快,燃气管网规模不断扩大,传统依赖人工巡检和定期排查的管理模式已难以满足现代城市安全需求。人工巡检存在实时性差、效率低等问题,日均排查仅5千米,难以发现微小泄漏,无法满足智能化、无人化风险管理需求。

人工智能技术的迅猛发展为燃气安全管理提供了全新解决方案。通过机器学习、大数据分析、物联网等先进技术,燃气安全管理正从“人防”向“技防”转变,从事后处置向事前预警演进。基于人工智能的燃气安全管理系统能够实时监测燃气使用状态,精准识别潜在风险,并及时采取控制措施,从而显著提升燃气安全管理的准确性和及时性。

二、人工智能技术的核心应用

(一)智能风险预警与评估

人工智能在燃气安全风险预警领域的应用已展现出显著成效。基于大数据分析的预警模型通过整合多源数据,实现了对燃气管网安全风险的精准评估。研究显示,综合考虑内外因素的预警模型比仅考虑内部因素时,模型准确率可提高5.07%。深圳燃气通过建设“管道完整性管理系统”等智慧管网体系,实现了对近11000千米管线、50座场站的数字化监控,提升了风险评估与预警能力。

在具体实施层面,智能预警系统通过多种传感器实时采集燃气使用的相关数据,包括流量、压力、温度等。研究表明,基于Transformer神经网络的智能预警系统准确率达到98%,召回率为97%,F1值同样达到98%。相比而言,传统方法的准确率通常在91%至94%,召回率和F1值也相对较低。新系统在运行效率方面表现优异,处理时间仅需12.5秒,内存占用为

人工智能在燃气安全管理中的革命性应用与前景展望

■深圳市燃气集团 田炎军 ■深圳市开鸿明心技术有限公司 杨军岐

256MB(兆字节),显著优于传统方法。

(二)泄漏检测与诊断

当前的智能泄漏检测系统已能够实现从地下到空中的立体化监控。在地下管网层面,智能检测设备可深埋地下检测管网锈蚀情况;在地面上,激光巡检车每日扫描地下管道,搭载高精度传感器实时捕捉微泄漏;空中则通过无人机搭载高清摄像头与气体传感器,识别施工围挡内的机械作业。深圳燃气基于CIM/BIM数字底座搭建的燃气物联网与数字孪生平台,集成了无人机、机器人、AI监控、压力及泄漏监测等数百万感知设备,实现了对管网状态的全方位、立体化感知。

防爆激光甲烷泄漏监测系统布设在液化天然气储罐顶部制高点,通过360度转动的激光探头,实现全天候监测。

(三)智能巡检与实时监控

在多机器人巡检场景中,数字孪生辅助强化学习算法展现出显著优势。仿真结果表明,与传统算法相比,该方法具有更高的任务完成率,能有效提高多机器人系统的巡检效率。深圳燃气依托5G、物联网等技术,实现了燃气运营数据的实时流转,并通过数字孪生燃气管理平台优化巡检路径与资源配置,提升了运营效率与安全水平。

在具体应用场景中,智能巡检系统通过多种智能物联网设备实现全面监控。智能物联网设备实时采集城市燃气管网的运行数据,并传输至智能运营中心进行分析决策。同时,智能监控系统通过多种感知设备,实现对危险作业全过程的实时监测。

(四)应急响应与决策支持

基于大数据和机器学习算法,智能应急响应系统能够对异常情况进行预测,输出报警等級和建议措施。在具体实践中,智能运营中心在收到告警信息后,会自动派发工单并开启自动外呼功能,形成完整的闭环管理。深圳燃气通过“智能语音呼叫系统”等智慧服务系统,实现了告警信息的自动外呼与闭环处置,提升了应急响应效率。

城市安全风险智能地图能够对各类燃气企业实现一网统管,政府监管部门可通过这一系统实时掌握区域安全态势。基于大模型技术的智能助手整合了海量安全知识,为工作人员提供多维度、长周期的交互与决策支持。深圳燃气在户内安检中探索应用AI图像识别技术,能够自动识别安检图片中的安全隐患并及

时预警,提升了安全监管的智能化水平。

三、关键人工智能技术及其作用

在燃气安全管理领域,各类人工智能技术展现出独特优势。深度学习与神经网络技术在泄漏检测和风险预警中表现突出,其中Transformer模型在泄漏识别中准确率达98%,展现出高精度模式识别和强泛化能力。大数据分析技术在风险评估和预测维护方面发挥重要作用,随机森林算法使风险评估效率提升5.07%,能够有效发现深层规律并进行趋势预测。

数字孪生与强化学习技术在巡检路径规划和资源优化中成效显著,通过虚拟仿真和动态优化,数字孪生辅助PPO算法可提升巡检效率20%。机器视觉与自然语言处理技术在行为识别和智能交互领域应用广泛,AI视觉识别违规施工准确率超过90%,大幅提升了监管效率。

四、挑战与对策

(一)数据质量与完整性

高质量的数据是人工智能系统有效运行的基础,然而燃气安全领域常面临数据质量不足的挑战。针对这一问题,可采取多种数据预处理技术,包括数据清洗、特征变量确定与提取、缺失值填补等。研究表明,采用KNN算法对缺失值进行填补,能够有效恢复数据的完整性。

(二)模型可解释性与可靠性

针对模型可解释性不足的问题,可采用多种技术提高模型透明度。一方面可以引入可解释性技术对模型决策过程进行解释,另一方面可以考虑采用本身具有较好可解释性的模型,在准确性和可解释性之间取得平衡。

(三)系统集成与标准化

为实现平滑集成,可以采用基于微服务的架构,将AI功能封装为独立的服务,通过标准接口与其他系统交互。同时,需要建立统一的数据标准和通信协议,促进系统间的互联互通。深圳燃气通过构建覆盖“智慧管网”“智慧服务”“智慧运营”的智慧燃气体系,并基于统一的城市数字底座(CIM/BIM)搭建平台,为多系统集成与数据融通提供了实践范例。

(四)隐私保护与网络安全

通过数据脱敏、差分隐私等技术保护用户隐私,构建多层次网络安全防护体系。同时应建立严格的数据访问控制机制,确保只有授权人员才能访问敏感数据。

五、未来展望

(一)技术融合与创新

人工智能与物联网技术的结合将进一步加强,边缘计算能力的提升使得更多智能分析功能可以在终端设备上实现。基础模型在燃气安全领域的应用将克服当前专用模型的局限,实现在少量样本下的快速适应和迁移学习。深圳燃气已在探索AI在户内安检等场景的应用,未来将进一步深化AI与物联网、5G等技术的融合创新。

(二)智能燃气安全管理体系

未来燃气安全管理将向全域立体化监控方向发展。空天地一体化监测网络将逐步完善,通过卫星遥感、无人机巡航、地面传感器,构建从宏观到微观的全方位监测体系。城市级燃气安全数字孪生平台将成为重要基础设施。深圳燃气已初步构建了基于数字孪生的管理平台,未来将持续推动向城市级、全要素、全生命周期的智慧燃气安全体系演进。

(三)商业模式与行业变革

传统燃气企业将逐步转向能源综合服务商,基于数据分析和AI预测,为用户提供节能优化、设备运维等增值服务。燃气行业也将迎来跨界融合的发展趋势,形成创新的产业生态。深圳燃气通过推行智能燃气表、实现业务线上办理等智慧服务举措,正从传统燃气供应商向综合能源服务商转型,提升了市民的服务体验。

六、结论

人工智能技术正在深刻改变燃气安全管理的方式和效果,推动行业从传统“人防”向现代“技防”转变。以深圳燃气为代表的行业先行者,通过构建智慧管网、智慧服务与智慧运营体系,将人工智能技术深度融合于燃气安全管理的全链条,显著提升了风险预警、泄漏检测、智能巡检与应急响应的能力与效率。然而,人工智能在燃气安全领域的应用仍面临数据质量、模型可解释性、系统集成等挑战,需要从技术、标准、管理等多个层面寻求解决方案。

未来,随着多技术融合创新和全域立体化监控体系的构建,燃气安全管理将向更加智能、协同、高效的方向发展。人工智能技术不仅将提升燃气企业的安全管理水平,也将推动行业商业模式创新和生态重构,为构建智慧城市安全屏障提供关键支撑。

创意普惠化 生产数智化 场景多样化

以人工智能技术提升文化创新创造活力

■华中科技大学设计学院 蔡新元

人工智能是人类发展的新领域,是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量。今天,人工智能日益融入生产生活的方方面面,为千行百业赋能,为千家万户造福,催生文化生产与消费新模式、提升公共文化服务水平、创造多元的文化体验……人工智能为我国文化高质量发展提供了新动能,在推进文化强国建设中发挥着重要作用。面向未来,我们要科学把握技术工具与文化价值之间的关系,紧紧抓住数智化浪潮赋予文化创新创造的战略机遇,为文化繁荣发展注入强劲动力。

把握创意普惠化趋势,提升文化供给效能。人民群众是社会实践的主体,也是文化创新创造的主体。人工智能能够拓展人们的认识和实践边界,推动人们更好表达对主观世界的感知。比如,借助AI绘图工具,只需输入简单的提示词并选择目标图像风格,就能创作作品;通过AI音乐创作工具,能让非专业音乐人也体验到创作的乐趣。人工智能进一步推动文化创新创造的大众化,让人们以更加平等、开放的姿态参与到文化创新创造中,共同塑造丰富多彩的文化生态。

从创意普惠化角度看,以人工智能技术提升文化创新创造活力,要完善文化数据资源共享服务,充分发掘文化数据资源的重要战略价值,将公共文化数据采集、加工、挖掘与服务纳入经常性工作范畴,为文化数据资源的转化共

力,深入挖掘文化内涵,对文化内容进行解读与重构,为创作者提供更多元的视角与灵感,为文化内容的创新与质量把控提供有力支持。

加快生产数智化发展,要提高从业者人工智能素养与技能水平,比如,完善高校人工智能学科教育体系,加强课程体系改革,优化学科专业设置,开设“人文+AI”等交叉学科课程,在人文底蕴与技术思维的共生共融中培育创新基因,加强教育培训与人才交流合作,支持高校、科研院所、企业等围绕人工智能领域开展人才联合培养,培养更多适应文化发展需要和文化产业升级需求的专门创新人才。

推动赋能文化新场景新业态,超前布局前沿领域,充分展现人工智能在内容策划、个性化推荐、剪辑制作等方面的技术优势,挖掘更多新的文化产业增长点,进一步深化以人工智能为代表的数字技术应用,促进文化产业与前沿科技产业双向赋能,以科技提升文化产品创意能力和表现力,给人们带来更多精神上的满足,进一步激发人们的文化消费热情,推动文化产业数字化、智能化发展,塑造文化产业创新发展新动能,为经济社会发展注入新的活力。

开展人工智能技术应用能力培训,围绕人工智能发展促进知识更新,举办培训班、国际交流活动等各类人工智能技术应用能力提升活动,强化人工智能技术快速发展背景下文化人才培养的针对性和实效性,有效提升文化人

才的专业素养和创新能力,建设一支规模宏大、结构合理、锐意创新的高水平文化人才队伍。

着眼场景多样化方向,促进文化活态传承。依托人工智能赋能,沉浸式演出、线上博物馆和虚拟展览等新兴文化场景不断更迭,文化消费逐渐从单向感知向双向互动转变,推动了文化遗产传承与文化产品创新。比如,在湖北省博物馆举办的“钟鸣楚天元宵夜”主题灯会上,文物精灵“楚音”和“楚铁”,外形由人工智能艺术超级计算平台分别提取“虎座鸟架鼓”和“越王勾践剑”中典型的文化要素生成,大脑由大模型实时驱动,通过数智化手段,实现游客与文物的跨时空对话,不仅让观众亲身感受到历史的厚重与文化的韵味,更激发了无数中华儿女内心深处的自豪感与归属感。

面向未来,要发掘中华文化资源,提取其中文化元素、符号和标识,为借助人工智能技术全面梳理中华文化资源、呈现中华文化全景奠定基础。

优化文化产品和服务供给,加强对人民群众精神文化需求的跟踪研判,高质量建设智慧图书馆、智慧博物馆等数字化文化载体,进一步活化利用文化资源、丰富文化的创新展示和当代表达,突破传统意义上地域与时间的双重限制,更好实现文化资源的整合与共享,提升优质文化资源触达率。

推动人工智能技术突破,促使人工智能在利用算法精准解析和识别作品中的对象、构成、色彩等结构化表征的基础上,进一步识别表层元素背后蕴含的文化符号、隐喻象征等隐性内容,更好展现中华文化的独特魅力。

(《人民日报》2025年6月23日,内容有删减)