寒区高速隧道绿色能源耦合型智能消防系统运行效能优化关键技术研究

■中国中元国际工程有限公司 于水静

寒区高速公路隧道由于特殊的地理环境和恶劣的气候条件,具有明显的低温持续性、强风洞效应、浅层冻土分布等特点。传统的电网供电系统同电伴热防冻措施相配合,采用人工巡查加固定设备联动响应的方式在实际运行过程中出现了能耗过大、供水可靠性差的问题。为了解决以上问题,本文从绿色能源整合应用、消防管网动态监测等方面来设计出一套寒区高速隧道的智能化管理系统。通过光伏板、风力发电机等装置结合的方式大大提高了清洁能源利用率,降低了对外部电网的依赖程度,通过分区温度调节、智能微压泵站优化等方式来提高消防供水系统的性能稳定性,使用各种传感技术对系统进行数据采集和分析,利用数字孪生技术建立虚拟仿真平台,对系统运行状态进行准确预测,从而加快应急反应速度。该方案既加强了安全保证,又符合可持续发展国家战略的实现目标,给寒区公路隧道运营管理工作赋予了新的技术支撑和实际参照。

随着我国高速公路建设逐渐向高寒、高海拔以及山岭重丘地带发展,寒区高速公路隧道的数量也在不断增加。此类隧道冬季低温的时候,洞口因为车辆尾气效应和自然风力的作用会产生热力对流,造成热力分布不均。浅埋段、设备房、消防管线等重要部位的管道冻胀、阀门失灵、火灾报警系统误报或者迟报等问题。因为隧道内部环境封闭,火灾发生时火焰迅速蔓延,烟雾浓度急剧上升,能见度迅速下降,因此传统的固定式消防设施不能及时扑灭初起火灾,会造成严重的交通事故,也会导致长时间的交通中断和复杂的救援工作。在这种背景之下,以建设交通强国和碳达峰、碳中和目标为目标的“交通强国”战略正逐步推进,而寒冷地区高速隧道消防系统也正在朝着安全、节能、智能化、韧性为一体的综合性方向发展。基于可再生能源融合的智能化消防系统属于此发展趋势的代表之一,依靠分布式清洁能源供应手段配合物联网、边缘计算以及数字孪生技术搭建起集成化管理平台,并且大大提高了供水效能和应急反应速度,是保证寒区隧道长时间稳定运作的有力手段之一。

一、寒区高速隧道绿色能源耦合型智能消防系统

(一)系统总体架构

寒区高速公路隧道绿色能源协同智能消防体系是多种功能综合在一起的综合系统,由能源供给层、消防执行层、智能感知层、协同控制层和运维决策层组成。该绿色供能系统把洞穴及边坡区光伏电站、小型风力发电机、储能装置等结合起来,再融合地热或者空气源热泵技术,并且配合围岩蓄热以及机电设备余热回收装置。其主要目的就是给消防供水系统、管道保温层保养、安防监控网络、通信基础设施、智能巡检机器人等重要负荷给予稳定的电力和热能支撑,从而保证系统的稳定可靠运作。消防实体层主要包含有消防储水设施(蓄水池和高位水箱),供水增压装置,稳压供水系统,消火栓配置体系,泡沫及喷雾灭火设备,干粉灭火器材,防火门系统和排烟通风设施等。感知层由各种传感装置组成,有光纤光栅温度监测仪、火焰探测摄像机、烟雾浓度、一氧化碳含量、能见度传感器等,并且还集成了管道壁温、供水压力、流体液位、流速等参数的采集模块,另外还装有门禁系统和车辆通行监控设备。协同控制体系主要依靠点隧道监控中心或者边缘计算节点进行火灾检测、设备联合控制、区域划分管理和能源调节等一系列重要工作。依靠数字孪生技术、大数据的历史记录和机器学习算法的支持,在运维决策层面上可以达到风险预警、能源效率提升、设备运行情况监视、应急预案及时修改等一系列的功能。

(二)寒区场景下的特殊约束

热工参数的约束条件说明,消防用水如果出现结冰,将会直接影响到系统功能可靠性的稳定;管道温度过高不但会造成能耗成本增加,还会加快材料老化磨损和设备性能稳定性下降。根据管网稳定运行的要求,在隧道内应根据不同的区间设置不同的温控方案,不能采用全局高温的方式进行管理。在能源供应严重短缺的情况下,山区隧道区域电力基础设施比较薄弱,冬季光照少,风能发电的间歇性特点,对保证消防设施的正常运行造成了很大影响,必须建立储能系统、备用电源、多种能源并用。低温、高湿、高粉尘浓度、强车灯反光等各种恶劣环境下,都会对火灾监测的效果产生很大的影响。仅仅依靠视频分析或者烟雾传感器是不能够完成早期预警任务的。寒区复杂的救援环境,由于冰雪覆盖、坡道通行受限制以及通风条件不同等因素的存在,外部的救援力量无法很快地到达。在这种环境之下,隧道内火灾初期处置依靠的是系统本身的独立运作,主要承担起初期灭火、烟雾排出和人员安全引导等任务。

二、寒区高速隧道绿色能源耦合型智能消防系统运行效能优化的关键技术

(一)多能互补供能优化技术

寒区隧道消防和防冻设施的负荷特性主要是基础负载相对稳定,但尖峰负载虽然短暂但是很大;供热和供电有密切联系。单独依靠光伏或者风力发电不能满足冬季高能耗的需求,光伏发电的波动性会造成系统的不稳定。传统电网对偏远地区的覆盖率不高,能源供应能力比较小。在这种情况下,以光伏、风电、储能、市电备用和热泵、余热回收等能源方式组合而成的多能互补系统具有十分重要的现实意义。

负荷分级与供电优先级划分:按照重要性评判准则,消防装置、火灾报警系统、安全照明设备、通讯网络和关键传感器都被界定为一级负荷,供热系统、普通监测仪器和巡检机器人属于二级负荷,景观照明、非关键通风等被列为可调节负荷,在遇到突发状况或者停电时,储能设备和备用电源必须首先保证一级负荷的电力供应持续。

源、储、荷协同调度:根据光照强度、风速、温度波动、交通流量、电价走势等多方面因素来创建一个针对日程的滚动优化调度模型,白天时可以利用光伏系统的多余电量给储能装置进行充电或者充电,在晚上或者是极端低温的时候,采用储能系统和风热联合供热的方式来共同运行,依靠电网对能量进行补充,在出现突然的火灾情况时,立刻切换到“紧急消防优先”的模式当中,保证关键负荷的正常运转,停止一切不必要的节能工作。

(二)寒区消防管网绿色防冻与微压水循环技术

防冻分区建模:根据隧道的空间特性可以将隧道分为四个功能区,即重度防冻区(进出口各200米、风口和浅埋段)需要采取高强度的温度调节和加热防护措施,中度防冻区(主干管、弯头、三通和低洼处)应采取适度的保温保护措施,普通防冻区(支管、消火栓和阀门设备)宜用基础性的隔热保温措施,洞外区(跨线管道和浅埋管道)配备简化的辅助加温设施。各分区根据实际情况的特点采取不同的温度控制与供暖方式,打破以前一种模式的传统限制。

太阳能一地源/空气源热泵耦合加热:该系统采用季节性和昼夜性双时段储能的方式:夏季或者白天用太阳能集热设备把能量储存在围岩、土壤或者蓄热水池里;冬季运行时,利用地源或空气源热泵从前端低品位存储介质中获取热量,再配合换热媒介对消防回水管路上的冷水进行加热,实现“夏储冬用”的能源转换作用。

三、结语

综上所述,该系统冲破了传统的设计范式,用安全保障作为核心导向,把低碳理念和技术融合进来,创建出一个一体化的综合工程体系。其主要目的就是能够在极端低温的环境下,使运行模式得到改善以达到节能和高效两个方面的效果,并且具有常态节能、低温稳定运行、火灾预警及时响应、后期数据追溯分析等多项功能的集成特点,表现出系统具有很强的复杂性和前瞻性。

企业人力资源管理数字化转型现状与提升对策

■玉林师范学院商学院 刘晓冬

随着“数字中国”建设深入推进和“人工智能+”行动加快实施,数字技术正加速融入企业管理的各个环节。人力资源管理数字化转型是企业数字化转型的重要组成部分,旨在促进人工智能、数字技术与人力资源管理全流程的深度融合,从而提高人力资源配置效率与管理精准度,为企业高质量发展奠定良好基础。在人工智能时代,企业人力资源管理面临流程繁杂、决策精准性不足等挑战,推进数字化转型成为提高管理效率与决策精准度、增强核心竞争力的必然选择。基于此,本文分析企业人力资源管理数字化转型的必要性与现状,并从搭建数字化人力资源管理平台、构建数据驱动管理决策机制、加强数字人才队伍建设三个方面提出提升对策,以期为企业推进这一转型提供参考。

一、企业人力资源管理数字化转型的必要性

在新时代背景下,企业人力资源管理数字化转型包括管理数据化、决策智能化、流程自动化和服务个性化等核心环节,涵盖了企业人才招聘、培训管理、绩效管理、薪酬福利和员工服务等模块,通过大数据与AI技术分析各个部门、员工工作数据,为管理层决策提供数据支持,提高企业人力资源管理决策精准度和工作效率。同时也要看到,当前企业人力资源管理数字化转型仍面临部门协同壁垒、数据治理机制不健全、数字化人才不足等现实问题,需要企业结合自身实际系统推进。

(一)提高人力资源管理效能

大数据、智能算法和图像识别等数字技术为企业人力资源管理数字化转型提供了新载体,有利于提高核心业务流程自动化水平,实现员工入职调离、考勤管理和绩效核算的智能化管理,减少人工重复性劳动,降低人工核算失误率,有利于提高人力资源管理效率。同时,数字技术还可以帮助人力资源管理人员实时、自动收集和分析各类业务数据,并自动生成各类报表,有效提高工作效率和数据准确性,使管理人员能够把更多精力投入到企业战略规划、人才引进与培养等工作上,为企业数字化转型、高质量发展打下坚实基础。

(二)提高人力资源配置与企业发展的适配度

在大数据、AI算法和知识图谱技术的支持下,企业人力资源管理人员可以对员工职业技能、绩效、职业规划、科研能力、创新能力等数据进行分析,为员工精准画像,为其安排适配岗位、制定员工培训方案,优化人力资源配置,提高人力资源配置与企业人才需求的适配度。同时,人力资源部门可以利用数字化招聘平台招贤纳士,借助大数据精准筛选符合岗位需求的应聘者,降低招聘成本,为企业选拔优秀人才,提高人力资源配置的精准性。

(三)提升人力资源管理决策精准度

企业人力资源部门可以通过数字化办公平台分析各部门人才需求、员工行为,例如员工工作绩效、培训经历、职称评审等,以及各部门绩效完成度、报销流程等,智能分析部门人才需求、员工职业发展需求,精准调整招聘、培训方案,从而提高人力资源管理决策有效性。例如人力资源部门通过分析员工绩效、技能数据,科学预测员工职业技能提升需求,提前规划培训方案;精准分析员工离职原因,科学评估薪酬、绩效和晋升机制,及时调整相关制度,留住优秀人才,避免人才流失。

二、企业人力资源管理数字化转型现状

(一)部门协同壁垒突出,存在数据“孤岛”

很多企业已经建立了数字化OA办公平台,为人力资源管理数字化转型奠定了良好基础。但目前企业OA办公平台仍存在跨部门数据壁垒,难以实现各部门业务数据共享,无法帮助人力资源部门收集和分析员工工作情况、各部门人才需求,影响了绩效考核、员工培训和招聘工作的有效开展。此外,企业人力资源与业务、采购、财务等部门之间缺少协作,容易形成部门壁垒,跨部门协作效率较低,影响了人力资源管理工作的时效性与工作效率。

(二)数据治理机制不健全

企业人力资源管理数字化转型涉及多个部门、多项业务,相关数据量非常庞大,不仅关系着员工个人隐私数据安全,也关系到企业商业机密。但是目前企业人力资源部门数据管理机制尚不健全,只是简单收集与汇总员工考勤、业绩和培训等数据,没有及时更新员工数字档案,影响了人力资源数据的准确性;对员工隐私数据安全不够重视,没有明确数据查阅权限,无形中影响了人力资源数据管理效率与安全性。

(三)数字化管理人才不足

数字化管理人才不足是影响企业人力资源管理数字化转型的关键因素之一,体现在以下两个方面。第一,企业数字化人才引进与培养机制不完善,更注重引进具有行政管理、公共管理等相关专业背景的人才,却忽略了引进精通人工智能技术的相关人才,难以为人力资源管理数字化转型提供人才支持。第二,人力资源部门工作人员虽然具备基本的数字化办公能力,但是大数据、AI算法和知识图谱等新技术应用能力相对薄弱,影响了数据分析、数字化决策工作的开展,难以充分发挥数字化人力资源管理系统的价值。

三、企业人力资源管理数字化转型提升对策

(一)搭建数字化人力资源管理平台

在人工智能时代下,企业要加大投入,制定统一的数据标准,搭建集成化数字人力资源管理平台。平台可划分为人才招聘、员工培训、考勤管理、绩效考核、人事管理和员工服务等模块,并通过统一账号体系与分级权限管理,在保障数据安全的前提下实现跨部门数据共享,打破数据“孤岛”,为跨部门协作奠定良好基础。人力资源部门要明确每个模块负责人,确保流程标准化、数字化,逐步提高人力资源管理效率。例如招聘模块引入AI算法与大数据技术,实现AI精准筛选简历、线上视频面试、线上职业技能测试,简化简历筛选、应聘者面试过程,帮助人力资源部门精准筛选优秀应聘者。培训模块推出在线课程,针对不同岗位开发线上课程,满足员工个性化需求,并自动记录和汇总员工线上学习行为,为其建立学习档案,精准识别他们职业发展需求,推出个性化课程,提高员工职业技能、信息素养和职业规划能力,并为员工晋升、绩效考核提供准确数据。绩效考核模块嵌入AI算法,自动采集员工、管理层工作数据,支持KPI、OKR等多种考核模式,提高绩效考核准确性。薪酬管理模块则是借助AI算法计算员工考勤、绩效、社保和公积金等数据,自动生成相关报表,为财务部门提供数据支持,提高跨部门协作效率与质量。

(二)构建数据驱动管理决策机制

第一,企业要加强人力资源管理数据管理,建立数据库,定期对人力资源管理数字化平台、OA办公系统数据进行清洗、备份和整理,确保各项业务数据的准确性与完整性。例如人力资源部门工作人员可以利用大数据、AI算法汇总特定时间内招聘入职、离职人员数据,精准分析各部门人才供需、离职风险和绩效评估等影响因素,自动生成数据报告,为人力资源管理决策提供数据支持,不断优化人力资源配置,从而提高人力资源管理数字化转型水平。第二,人力资源部门要建立“数据采集、分析洞察、决策落地、反馈优化”决策机制,明确各个节点数据挖掘、计算原则,并明确数据管理职责,把责任落实到个人,确保人才招聘、员工培训、考勤管理、绩效考核、人事管理和员工服务数据的完整性和准确性,实现动态化管理,从而提高人力资源管理质量。此外,人力资源部门工作人员要增强数据保护意识,一方面要及时更新数字化平台相关补丁、杀毒软件,避免受到网络病毒或黑客攻击,确保员工与企业数据的安全性;另一方面要严格遵守数据保密原则,避免违规查阅或泄露员工个人隐私数据,依法保障员工与企业数据安全,彰显人力资源管理数字化转型优势。总之,人力资源部门要以数据治理为基础,以数据驱动决策为核心,把数据管理贯穿人才招聘、培训、绩效考核等全流程,构建“用数据说话、靠数据决策”的人力资源管理体系。

(三)加强数字人才队伍建设

为了加快人力资源管理数字化转型,企业要重视人力资源部门数字化人才队伍建设,逐步完善招聘、培训和绩效考核体系,提高员工综合能力。首先,企业要制定数字化人才招聘方案,把AI素养、数字技术应用能力、人力资源管理能力作为招聘要求,通过招聘网站、校园招聘等方式招贤纳士,优先引进具备扎实人力资源管理技能、精通数字技术应用的复合型人才,为深化人力资源管理数字化转型提供人才支撑。人力资源部门还要完善员工培训体系,构建“线上+线下”培训模式,结合各部门、员工需求推出数字化管理线上课程,讲解AI工具在业务管理、财务管理、人事管理和职业规划中的应用,激发员工学习数字技术的热情,并开展线下集训、数字化管理竞赛等活动,提高员工数字技术应用能力。其次,人力资源部门还要优化绩效考核体系,把数字技术应用能力、AI素养、创新能力和数字化管理能力纳入到员工绩效考核体系中,对在数字化转型过程中表现突出的个人和团队给予奖励,并把数字化管理能力作为员工晋升考核指标,激发员工参与企业数字化转型的热情,培养更多复合型人才,从而推进人力资源管理数字化转型。例如人力资源部门可以借助大数据评估员工职业技能、信息素养、创新能力、考勤与职业道德等数据,动态开展绩效考核,及时发现员工培训、职业发展和职业道德培养中存在的问题,为后续员工培训、绩效考核、职称晋升提供数据支持,从而提高人力资源数字化管理科学性,为企业可持续发展奠定良好基础。

四、结语

总之,人力资源管理数字化转型是企业高质量发展的现实需要,是提高企业核心竞争力的关键举措。因此,企业要加快人力资源管理数字化转型,从数字化平台建设、数据管理决策和数字化人才培养入手,打破部门壁垒与数据“孤岛”,实现人力资源管理全流程的智能化、精准化和个性化转型,并强化员工数字技术应用意识,提高其数字技术应用能力、AI素养和创新能力,从而提高人力资源管理数字化转型效能。未来,企业要积极培育数字化文化,引导全体员工学习大数据、人工智能、知识图谱等新技术,持续提升全员数字素养;同时不断加强数字化管理团队建设,提高人力资源部门的数字化工作水平,从而在数字经济浪潮中赢得先机,为企业高质量发展注入持久动力。