

把科技创新的论文写在齐鲁大地上

记山东潍坊抽水蓄能电站重大科技创新成果应用

卢熙舜 陈颜春 冉景勇

走进山东潍坊临朐县嵩山生态旅游区,青山葳蕤阡陌连绵,雾锁平川叠嶂层峦。这里书写着千古雄图天半落的豪迈,更见证了水电六局人的五载鸿绩汗中来。一幅壮观的蓝图,一项大规模、高难度的国之重器工程,凝聚着六局人上下求索的艰辛与壮志,高科技赋能全工程管理与施工工艺,更镌刻下他们矢志奋斗、研索创新的智慧结晶。

山东潍坊抽水蓄能电站是山东省内建设的第四座抽水蓄能电站,由中国水电六局承建。电站位于临朐县嵩山生态旅游区,距潍坊市、济南市分别约80公里和120公里,是山东省首届儒商大会签约项目和新旧动能转换重大项目,也是临朐县单体投资最大的项目。工程总投资81.18亿元,总工期72个月,预计2027年建成投产。电站工程规模为一等大(1)型,电站额定水头326米,装机规模120万千瓦,安装4台单机容量30万千瓦可逆式水泵水轮机组,以500千伏线路接入山东电网。

电站投产后,可有效缓解山东电网调峰能力不足,优化电源结构,改善供电质量,提高电网运行的经济性、安全性和稳定性。电站投运后,每年可减少原煤消耗约30.66万吨,减排二氧化碳约51.9万吨、二氧化硫约0.98万吨、氮氧化物约0.28万吨,对提升区域内能源资源的有效利用,促进节能减排,改善生态环境,推动地方经济平稳发展具有重要意义并产生深远影响。

数字化赋能,打造工程管理“智慧”大脑

2021年9月,水电六局山东潍坊抽水蓄能电站项目部成立,项目党支部在第一时间就将智慧工地建设列入该项目前期规划,与工程施工同部署、同设计,与业内多家权威科技公司通力合作,研发了三维智能化大坝施工管理子系统、运料车辆智能监控子系统、堆石料上坝智能加水子系统、大坝填筑过程智能监控子系统、沥青混凝土温控全流程智能管理子系统和施工期安全管控子系统,用数字化、智慧化引领项目全过程升级,实现了项目的“智慧化”精细管控,坚持以高屋建瓴的统驭智慧、高瞻远瞩的战略眼光、运筹帷幄的沉潜胸怀,把项目的施工管理方式打造为全科技覆盖的“5G”智慧工地。

所谓智慧工地,就是将人工智能、传感技术、虚拟现实等高科技植入到建筑、机械、人员的穿戴设备、场地进出口等各类物体中,并且利用互联网技术将所有部门联系在一起,以高科技实现工程管理人员与工程施工现场的覆盖与整合,最终实现零误差、零事故的安全、高效作业。

通过精心研究和部署,项目部运用现代信息和传感等技术,运用物联网进行信息交换与通讯,充分利用先进的网络信息技术、物联网技术、GNSS定位技术、云技术、数据融合技术、BIM技术、AI智能识别技术、入侵报警技术、热成像技术、无人机扫描技术,结合现场实际的施工管理体系,实现面向发包人、设计、监理、承包商单位的大坝工程施工信息采集与质量、进度、安全控制的综合管理系统,实现对施工现场管控、项目实施流转的有效控制,从而降低成本、提高效率、优化服务;通过建立监测、分析、反馈、处理机制,实现大



坝全生命周期智能化管理,提升潍坊抽水蓄能电站工程建设管理水平,实现工程建设的创新化管理,为打造优质精品工程提供强有力的技术保障;将自动化、可视化、可控化、智能化、系统化、网络化、电子化的发展成果运用到智能电站建设,全力推进智能电站建设,提升公司基建管控决策分析服务能力。通过对智能化信息技术的应用,可以实现工程全生命周期状态的“全面感知、真实分析、实时控制”,为建成“无缝大坝”及保障大坝长期安全稳定运行提供了创新解决方案,同时也为建设者减轻了压力,让大家体验了全新科技感的建设过程,提高了工程建设的效率。2022年11月9日,潍坊抽水蓄能电站大坝施工智能系统的后台监控系统正式投入使用。

近年来,“智慧工地”成为六局提升工程项目建设技术和管理水平的“桥头堡”,是实现项目高质量履约的重要保障,并为企业高效和平稳发展奠定了坚实的基础。

精细化创研,焕新科技助力工程“掘金”

“智慧工地”的构建为工程项目管理营造了一座坚不可摧的靠山,让每一项具体的施工工作在步步为营的落实中井然有序。项目部本着打造创新品质工程的目标,激励参建人员发挥满腔热情,启发“头脑风暴”参与研究,使得创新技术如雨后春笋般勃然绽放,切实保障了工程建设的质量和效率。

潍坊抽水蓄能电站由上水库、下水库、输水系统和地下厂房组成。上水库工程土石方开挖1552.52万立方米,填筑1310.04万立方米,最大难点在于其所处的地理位置四周山势陡峭,施工面狭窄,故而使开挖和填筑工程规模巨大,是目前国内施工难度最大的上水库工程,对大坝建设中最基

本也最耗时耗力的碾压施工工序提出了严峻挑战。碾压工序是大坝填筑质量的关键环节,传统的碾压施工是重复的高强度人工作业,操作枯燥乏味。为保障填筑质量,提高施工效率,降低施工成本,保障施工人员职业健康,更快更好地完成工程任务,项目部与国网新源潍坊公司、中国电建北京院、中国电建华东咨询等单位通过“联创共建”,成立了“上水库开挖填筑施工技术创新工作室”,旨在为职工搭建展示才能、自主创新、建功立业的阵地。

随着工程建设中对新工艺的开发,项目部对新技术的实践应用逐渐臻达只闻机器轰鸣,不见人迹踪影的“空无境界”。“5G+”智能无人值守大坝碾压系统、智能无人碾压机群协同作业技术等一系列智能科技的应运而生,让充满科技感的工地变得无比“聪明”。

“5G+”智能无人值守大坝碾压系统避免了传统的碾压施工中重复的高强度人工作业、操作枯燥乏味、碾压质量参差不齐的弊端,尤其解决了在高海拔气候等恶劣气候条件和现场复杂施工环境下,施工人员出现明显降效,不利于大坝施工质量高标准控制的问题。该系统基于5G技术的高速传输、低延迟、大容量特点,以北斗导航系统为核心的高精度空间定位技术、传感技术,采用底层改装方式,实现碾压作业无人化控制,并基于5G技术,融合智能算法生成的作业策略,实现现场施工状态、无人控制参数的双向通讯及碾压作业过程实时智能分析与反馈,可以有效提升碾压作业智能化管控水平,进一步提升施工质量和效率。该系统定位精度高达10厘米,可实现碾压机群24小时全天候无人值守作业。

在潍坊抽水蓄能电站智能无人碾压机群协同作业技术中,智能无人驾驶技术起到核心作用。该技术通过对无人碾压

单机智能化改造技术,研究通过加装感知设备以实现碾压机的自主感知;加装智能避障等安全保障模块以确保无人作业安全;实现坝料作业面条件下无人碾压作业轨迹的高精度自主控制,实现行进、转向、振动与制动等车体运动控制。通过无人碾压机群协同作业技术,实现机群态势共享,协同全覆盖路径规划,协同施工控制,涵盖生产管理、设备调度、智能采运、协同作业、安全检测、数据分析等全方面智慧工地建设所需的功能。

在面对水利工程复杂环境带来的施工功效低、人力耗损大等艰巨挑战时,采用智能无人驾驶技术,能够保障填筑质量,提高施工效率,降低施工成本,保障施工人员职业健康,对保证潍坊抽蓄建设质量、进度和安全、提升筑坝智能化水平、打造行业示范标杆具有重要意义。

细腻化巧思,为品质工程再添锦上添花

科技的发展靠人力推动,智慧的管理需要“以人为本”来构建参建者与科技之间良性互动的发展模式,促进科技与人的协同发展。

2022年6月17日,山东潍坊抽水蓄能电站投入200万元建设的安全培训教育基地正式落成启用。基地内的科技感安全体验馆和室外体验中心打破传统方式,采用视觉、触觉体验相结合的三维立体式安全教育,通过视觉、听觉、语言、动态、动作等四种不同的时空情景模式,模拟施工现场可能发生的各种安全事故,让体验者参与其中,让学习安全知识更生动形象,帮助体验者熟练掌握安全操作规程以及紧急情况下的安全对策,实现提升职业技能、增强安全素质的目的,大大降低了安全事故发生的概率,以实际行动贯彻“安全至上,生命至上”的理念。

项目部还充分应用BIM(建筑学、工程学及土木工程的新工具)为工程建设过程建立模型,为决策和分析问题提供可视化的依据。除此之外,现场还开发应用了“PM+”系统、自动加水系统、无人机测绘等技术,得到了业主、监理、设计单位以及地方政府的高度评价。

2022年,《山东潍坊抽水蓄能电站智能化施工》获评电力建设工程智慧工地管理三等成果;《提高上水库库盆开挖预裂爆破一次验收合格率》获评2022年度电力建设质量管理小组活动三等成果、水利工程质量优秀质量管理小组Ⅲ类成果。

创新是引领发展的第一动力,山东潍坊抽水蓄能电站项目部将稳扎一线继续耕耘,为齐鲁大地人民造福承使命,为企业品牌建设创殊荣。

