

数字化管控技术在输变电工程施工中的实践应用

范 芊

(中国能源建设集团广东火电工程有限公司, 广东 广州 510735)

摘 要 输变电工程作为电力传输与分配的关键环节, 其建设规模不断扩大, 施工难度也日益增加。传统施工管理模式在面对复杂工程时, 存在信息传递不及时、管理效率低下、质量安全难以精准把控等问题。以新一代信息技术为支撑的数字赋能手段和精益管理模式成为国家智能电网建设的重要力量。数字化管控技术凭借高效、精准、实时等优势, 逐渐成为输变电工程施工管理的重要手段。基于此, 本文阐述了数字化管控技术在输变电工程施工中的重要性, 分析了数字化管控技术在输变电工程施工中的实践应用, 并对输变电工程施工中数字化管控技术的实践应用进行展望, 以期为相关人员提供有益参考。

关键词 输变电工程; 数字化管控技术; 施工过程管理; 安全管理

中图分类号: TM72; TP3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.26.011

0 引言

随着输变电工程全过程工程咨询试点项目的相继投产, 输变电工程全过程工程咨询管理规范已逐渐成熟, 利用“大云物移智”等信息技术和信息资源, 固化相应业务流程, 实现管理模式业务流程线上化, 支撑全过程工程咨询模式持续发展尤为迫切。2020 年, 根据中央决策部署和国资委要求, 国家电网有限公司在系统内开展提质增效专项行动, 在工程建设环节要求加强工程造价管控, 实现量准、价实、费清, 确保按期结算与决算转资, 对工程建设全过程的工程量、价格、费用管控提出了更高的要求。

1 数字化管控技术在输变电工程施工中的重要性

1.1 强化施工安全保障

随着数字化管控技术在工程建设领域的推广, 其在输变电工程中的应用必将逐步深入。输变电工程施工过程中存在诸多安全风险, 而且比较复杂, 数字化管控技术可以凭借先进的传感器和智能监测设备, 创建全面的安全监测网络。例如: 在施工场地的关键地方放置传感器, 就能及时察觉各种安全隐患, 针对高处作业人员的位置和状态实施精确监测, 当察觉到人员离开安全范围或者有异常举动时, 系统就会立刻发出警报, 为采取防护措施赢得时间。而且, 借助视频智能分析技术, 可以对施工现场的设备运转情况及人员操作行为展开不间断的监督, 找出违规操作行为, 从而防止因人为疏忽造成安全事故。而且, 数字化管

控技术可以收集过往的安全数据, 借助大数据分析手段, 预估可能的安全风险, 预先制定出相应的防范策略, 显著提升了施工安全保障水平^[1]。

1.2 提升施工质量把控精度

施工质量是输变电工程的核心, 数字化管控技术可以对施工过程中每一个环节进行质量管控。在施工材料管理方面, 为材料提供一个电子标识, 利用物联网技术, 对材料从采购、运输、存储、使用等环节进行追踪, 保证材料质量可追溯, 避免不合格材料流入施工现场。在施工工艺执行上, 利用三维模型和虚拟现实技术, 施工人员在施工前, 可以进行虚拟施工演练, 提前熟悉施工流程和工艺, 准确掌握施工工艺, 避免施工偏差。施工质量检测环节, 数字化检测设备可以迅速而且精确地取得各项质量数据, 然后同预先设定的质量标准展开即时对比剖析, 如果出现质量问题, 系统就会马上给予反馈, 方便施工人员及时加以修正, 从而保证每一道工序都能实现高质量水准, 极大地改善了施工质量把控的精准度, 从而保障输变电工程长时间稳定运转。

1.3 优化施工资源管理效率

输变电工程施工需大量人力、物力和财力, 资源管理直接关系到工程成本和进度, 数字化管控技术可以全面动态地管理各种资源。就人力资源而言, 借助人员信息数字化, 系统清楚知晓每一个施工人员的技能水平、工作经历等信息, 依照工程任务需求, 妥善

安排人力资源,防止出现人员闲置或者短缺状况,针对物力资源,采用智能仓储管理系统,随时掌握库存数量、存放地点以及使用情况,并按照施工进度预先制订资源调配计划,保证施工期间物资供应及时。在财力资源方面,数字化管控技术可以对工程资金走向进行实时的监控,结合工程进度对工程成本进行核算分析,及时发现工程成本超支的风险点,为控制工程成本提供有效的支持,进一步提高施工资源管理水平,提高工程经济效益。

1.4 推动施工协同作业顺利开展

数字化管控技术塑造了一个统一的信息共享及协同作业平台,各方人员均可在这个平台上即时得到工程进度、施工方案、质量安全等各类消息,冲破信息壁垒,实现信息及时互通共享。在施工期间,碰到设计改变、技术难题等状况时,各个专业的人员可以凭借平台立即展开交流协作,一同探寻解决办法。例如:设计人员通过平台及时向施工人员传达变更后的新设计,并且施工人员能够及时反馈现场实施的情况,方便设计人员再次改进设计。而且利用项目管理软件的协同功能,各参与方可以对工程任务进行协同分配跟踪,明确各自的工作职责和进度要求,避免因为沟通不畅、责任不清而造成施工延误,促进施工协同作业的顺利开展,确保工程按照计划顺利推进^[2]。

2 数字化管控技术在输变电工程施工中的实践应用

2.1 施工过程管理数字化

1. 进度管理精细化。中国能源建设集团广东火电工程有限公司在输变电工程中大量使用项目管理软件,将工程总进度计划拆解成细致的周计划、日计划、清楚各个工序的开始时间、结束时间以及负责人,并将计划同现场实际进度数据随时比较,自动形成进度偏差分析报告,快速找出影响进度的主要因素。以某个500 kV 输变电线路工程来说,利用进度管理模块察觉到某个铁塔基础施工由于地质情况复杂而进度迟缓,项目部立刻改变施工方案,增添施工设备和人员,保证工程按时推进^[3]。

2. 人员管理智能化。采用人员定位系统、智能考勤管理系统,要求施工人员佩戴带定位的智能安全帽或者胸牌,并在施工现场设置定位基站,随时掌握人员位置分布和活动轨迹,保证人员安全。智能考勤管理系统和门禁系统无缝连接,自动记录人员进出工地的时间,考勤数据自动上传并统计分析,为工资核算和绩效考核提供准确的数据来源。

3. 物资管理全程化。创建物资管理数字化平台,

对工程物资的采购、运输、入库、出库、使用等环节实施全程跟踪管理。同时利用条码技术和RFID技术,为每批物资提供独一无二的标识码,从而实现物资的快速盘点和精准定位,而且会改进物资配送线路,保证物资按时准确送到工地现场,避免因物资短缺引发的施工延误。

2.2 质量控制数字化

1. 施工工艺实时监控。利用高清摄像头、传感器和无人机等设备,对关键施工工艺实施实时监控并采集数据。如在安装变压器时,在变压器的关键位置装上振动传感器、温度传感器,随时掌握安装时的振动强度及温度改变等情况,保证安装工艺符合规范。并且安装高清摄像头整场记录安装过程,为质量追踪提供直观影像材料,防止产生质量隐患^[4]。

2. 质量检测自动化与精准化。运用先进的无损检测设备及数字化检测仪器,对工程质量展开快速而精准的检测。以超声波检测仪检测混凝土结构内部的瑕疵为例,借助数据分析软件生成检测报告,从而直观地显示出瑕疵之处、大小以及严重程度。在输变电线路工程当中,数字化检测仪器能够迅速检测导线弧垂、杆塔倾斜、绝缘子污秽等指标,检测数据会自动上传到质量管理平台,从而实现质量检测结果的及时分享和统计分析。

3. 质量追溯体系完善化。建立完善的质量追溯系统,将工程质量信息和施工过程信息关联起来储存,通过扫物资二维码或者输入工程部位编号等途径,就能立即找到工程各个部位的质量检测报告、施工记录、材料合格证、施工人员信息这些详细资料。而且,在工程运转期间,若出现了质量问题,借助质量追溯系统可以迅速找到问题的根源,采取有针对性的改进办法,保证工程质量和运转安全。

2.3 安全管理数字化

1. 安全风险评估动态化。运用大数据分析、人工智能、机器学习等技术来创建安全风险评估模型,收集以往的安全数据、施工现场的环境数据、人员的行为数据等多方面信息。针对不同的施工阶段,不同的施工区域开展安全风险的动态评估与预测,从而避免安全事故的发生。

2. 安全培训沉浸式与个性化。开发安全培训数字化平台,利用VR、AR以及多媒体等技术,给施工人员带来沉浸式安全培训感受,模仿施工现场安全事故情形,让施工人员亲身感受事故危害并学习应急处理流程,以提升其安全意识和应急反应水平。同时,依照施工人员的岗位特点和技能水准,规划定制化的安全

培训课程, 从而提升培训的针对性和有效性。

3. 安全应急管理智能化与协同化。创建安全应急管理系统, 整合应急救援队伍、物资装备、医疗资源这些应急资源信息, 制订详细的应急预案, 并利用数字化平台做模拟演练并加以改进。出现安全事故时, 系统就会发出预警信息, 自动启动应急预案, 迅速调配应急资源, 实现应急指挥的智能化和协同化。

3 输变电工程施工中数字化管控技术的实践应用展望

3.1 构建虚实融合的施工现场

数字化管控技术深入融合元宇宙概念, 构建虚实交融的输变电工程施工场景。施工人员借助轻量级穿戴装置步入虚拟施工空间, 同现实施工现场的设备、人员展开即时互动, 在虚拟场景里, 可以预先模仿那些繁杂工序的施工流程。而且, 远程专家能够凭借虚拟形象参加到施工指导当中, 直接在虚拟空间内标明施工要点或者操作准则, 现场人员戴上眼镜之类的装备就能熟知这些消息, 这样一种虚实交融的场景, 可以冲破物理空间的束缚, 使得施工培训、技术交底、解决问题等环节在更为直观的环境之中得以展开, 施工人员对于工程细节的体会更为透彻, 操作更加精准, 从而为施工效率和品质的优化开辟出新的途径^[5]。

3.2 打造自主进化的管理系统

未来的数字化管控系统将会更优化, 不再只是按照别人的指令做事, 它会在施工过程中不断地接受各类数据的学习, 改进自己的算法, 改变自身运作方式的原理, 当面临新的施工工艺或是特殊的地表情况时, 便可以凭借之前学习过的知识来自我调节管理的数值, 调整控制方面的决策。如面对高海拔地区做输变电工程施工任务时, 该系统就会依照之前累积的有关高海拔施工的数据资料, 自行去改动设备工作的高低标准以及工人工作时分等提醒事项, 不需要人为重新编写程序去设置, 这样的一种自我进化功能使该系统能一直随着施工环境而变化, 成为施工管理不断改进向前推进的一股推力。

3.3 实现能源流与信息流的深度耦合

数字化管控技术能促使输变电工程施工中的能源流和信息流实现深度融合, 在施工过程中所产生的各种能源消耗数据会被及时转换成信息流, 并送入管控系统加以分析处理。系统所发出的优化指令同样可以反向控制能源的分配和使用情况, 施工现场的光伏发电设备、储能装置以及施工机械之间就会产生一种动态调节机制。当光照比较充足时, 系统就会自动增大

光伏供电的比例, 削减柴油发电机的使用量, 一旦施工负荷出现波动, 储能设备的充放电状况也能迅速做出调整, 从而保证能源供应稳定且高效^[6]。

3.4 建立跨行业协同的生态网络

数字化管控技术会冲破输变电工程施工领域界限, 塑造跨行业协同的生态网络, 系统会同材料生产企业、设备制造厂商、气象服务机构等外部主体达成即时数据互联, 创建起涵盖产业链全部环节的信息共享体系。当施工有特别材料需求时, 系统能够直接联系材料企业的生产数据预估材料交货时间, 并且及时调整施工计划。在遭遇极端天气时, 可以收到气象机构的精细预报数据, 预先联动设备厂商做好施工机械的保护调试, 这样跨行业的生态网络能让输变电施工不再是个别环节, 而是和整个产业链形成高效联动, 极大地改善工程应对外界变动的能力。

4 结束语

数字化管控技术在输变电工程施工中的应用已经成为行业发展的必然趋势。数字化管控技术不但可以提高输变电工程施工管理效率, 还能够保证工程质量安全, 并且在合理配置资源等方面都发挥着不可替代的作用。未来, 随着信息技术的不断发展和更新, 数字化管控技术将朝着更加智能化、集成化、协同化的方向发展, 输变电工程企业要敢于迎难而上, 加大数字化管控技术研发与应用的投入, 推动输变电工程施工管理向数字化、智能化方向转型升级, 为电力行业高质量发展注入新的动能。

参考文献:

- [1] 陈明, 赵杰, 王磊. 输变电工程数字化结算的精益管理驱动机制和实施路径: 以国家电网公司系统为例 [J]. 价格理论与实践, 2022(07):186-190.
- [2] 孙小丽, 范永学. 输变电工程全过程工程咨询项目数字化研究与实践 [J]. 项目管理技术, 2023, 21(05):126-131.
- [3] 余菊芳, 宋杰, 杨霞, 等. 输变电工程数字化结算管理模式探索 [J]. 中国电力企业管理, 2021(18):78-79.
- [4] 王晓波, 钱展佳, 李峰, 等. 基于 BIM 技术的输变电工程管控模型研究与信息系统实现 [J]. 电力与能源, 2018, 39(03):305-309.
- [5] 季杭为, 陈翔宇, 吕家乐. 基于“三维设计+智慧工地”的输变电工程建设管控三维可视化系统开发与应用 [J]. 电气技术与经济, 2024(10):89-93.
- [6] 程广通. 输变电工程建设智能施工技术应用研究 [J]. 通讯世界, 2024, 31(12):139-141.