

电力工程中变电站的现代化施工技术研究

李蓉

软通动力信息技术(集团)股份有限公司,北京100193

摘要:随着新型电力系统建设的推进,变电站作为电力传输与分配的核心枢纽,正经历从传统建造向现代化、智能化、绿色化转型的深刻变革。传统变电站施工模式存在效率低下、质量管控难度大、资源消耗高、协同性不足等问题,已难以满足现代电力工程对安全性、可靠性、经济性的高标准要求。本文以变电站现代化施工技术为研究对象,采用综述性研究,系统梳理了变电站现代化施工的核心技术体系,分析了各技术的应用原理与实践要点,探讨了当前施工技术应用中存在的问题,并对未来发展趋势进行展望,为电力工程中变电站现代化施工的推广与优化提供理论参考和实践借鉴,助力变电站建设向高效、智能、绿色、安全的方向发展。

关键词:电力工程;变电站;现代化施工;智能化技术;绿色施工

0 引言

变电站是电力系统的关键组成部分,承担着电能的变换、分配、控制和保护等重要职能,其施工质量与效率直接关系到电力系统的安全稳定运行和能源供应的可靠性。随着我国能源结构转型、电网智能化升级以及“双碳”目标的推进,传统变电站施工模式已逐渐暴露出诸多弊端,如施工流程繁琐、人工依赖度高、质量控制粗放、资源浪费严重、施工周期长等,无法适配新型电力系统对变电站建设的规模化、集成化、智能化需求。在此背景下,变电站现代化施工技术应运而生,通过融合数字化、智能化、绿色化等先进理念与技术手段,对传统施工模式进行全方位革新,实现施工过程的精准化、高效化、低碳化管控。近年来,各类现代化施工技术在变电站工程中逐步推广应用,形成了涵盖施工准备、土建施工、设备安装、调试验收等全流程的技术体系,推动变电站建设水平实现质的飞跃。本文旨在对电力工程中变电站的现代化施工技术进行全面综述,梳理核心技术类型、应用特点与实践路径,分析当前技术应用中的不足,展望未来发展方向,为变电站现代化施工技术的进一步完善与推广提供支撑,促进电力工程高质量发展。

1 变电站现代化施工技术的发展背景与核心内涵

1.1 发展背景

随着电力行业的快速发展,变电站建设面临着诸多新的挑战与需求。一方面,新型电力系统中新能源的大规模接入,对变电站的容量、灵活性、智能化水平提出了更高要求,需要变电站具备更强的电能调节能力和协同控制能力;另一方面,城市化进程加快,土地资源日益紧张,环保要求不断提高,传统变电站施工中存在的

占地广、污染大、资源消耗多等问题亟待解决。

同时,数字化技术、人工智能、物联网等新兴技术的快速发展,为变电站施工的现代化转型提供了坚实的技术支撑。传统依赖人工经验的施工模式已无法满足工程建设的高效化、精准化需求,推动施工技术向智能化、数字化、绿色化转型,成为变电站建设的必然趋势。此外,电力工程建设的规模化、标准化需求,也促使变电站施工逐步走向模块化、预制化,以提升施工效率、保证施工质量、降低施工成本。

1.2 核心内涵

变电站现代化施工技术是以传统变电站施工技术为基础,融合数字化、智能化、绿色化、模块化等先进理念与技术,实现施工全流程的优化升级,其核心内涵体现在四个方面。一是数字化施工,通过构建数字化模型,实现施工过程的可视化、仿真化,打破信息孤岛,提升施工协同效率;二是智能化施工,借助人工智能、物联网等技术,实现施工设备、施工流程的智能管控,减少人工干预,提高施工精度与效率;三是绿色施工,遵循环保理念,采用节能、环保、低碳的施工技术与材料,减少施工对环境的影响,实现资源的循环利用;四是模块化施工,将变电站的核心构件、设备集成预制,现场进行组装,缩短施工周期,提升施工质量的稳定性。

变电站现代化施工技术的核心目标是实现“高效、优质、安全、环保、节能”,通过技术革新,解决传统施工模式的痛点难点,推动变电站建设向标准化、智能化、绿色化方向发展,为新型电力系统的稳定运行提供保障。

2 变电站现代化施工的核心技术体系

2.1 数字化施工技术

数字化施工技术是变电站现代化施工的基础,核心是通过数字化建模与仿真,实现施工

全流程的可视化管控,打破设计、施工、运维等环节的信息壁垒,提升协同效率。其核心应用包括三维建模技术、BIM技术、数字化仿真技术等。

三维建模技术通过构建变电站的三维数字模型,将设计图纸转化为可视化的三维模型,清晰呈现变电站的整体布局、设备布置、管线走向等,便于施工人员直观理解设计意图,提前发现设计中的不合理之处,减少施工中的变更与返工。BIM技术作为数字化施工的核心手段,不仅能够实现三维建模,还能整合施工过程中的各类信息,包括设计参数、施工进度、质量检测数据等,实现施工全流程的信息化管理。通过BIM技术,施工人员可以进行施工流程仿真、碰撞检测、进度模拟等,优化施工方案,合理安排施工工序,提升施工协同效率。

数字化仿真技术则通过模拟施工过程中的各类场景,如设备吊装、混凝土浇筑、管线敷设等,提前预判施工中可能出现的问题,优化施工工艺与操作流程,降低施工风险。同时,数字化技术还能实现施工数据的实时采集与分析,为施工决策提供数据支撑,确保施工过程的精准管控。

2.2 智能化施工技术

智能化施工技术是变电站现代化施工的核心亮点,通过融合人工智能、物联网、自动化控制等技术,实现施工过程的智能感知、智能决策、智能操作,减少人工干预,提高施工精度与效率,降低施工安全风险。其主要应用包括智能测量定位技术、自动化施工设备、智能监测技术等。

智能测量定位技术通过采用高精度测量设备,结合卫星定位、激光扫描等技术,实现变电站施工过程中的精准定位与测量,确保设备安装、基础施工等环节的精度要求。相较于传统人工测量,智能测量定位技术不仅效率更高,还能有效减少人为误差,提升施工质量。自动化施工设备则主要应用于变电站的土建施工、设备安装等环节,如自动化搅拌设备、智能吊装设备、机械臂接线设备等,能够实现施工过程的自动化操作,减少人工劳动强度,提高施工效率,同时降低施工过程中的安全隐患。

智能监测技术通过在施工场地、设备、结构上安装各类传感器,实时采集施工过程中的温度、湿度、振动、应力等数据,借助物联网技术将数据传输至监控平台,进行实时分析与预警。当监测数据超出预警阈值时,系统能够及时发出预警信号,提醒施工人员采取措施,避免安全事故与质量问题的发生。此外,人工智能技术还能对施工过程中的数据进行深度分

析,预判施工风险,优化施工方案,实现施工过程的智能决策。

2.3 绿色施工技术

绿色施工技术是响应“双碳”目标、践行环保理念的重要举措,核心是在施工过程中减少资源消耗、降低环境污染,实现施工与环境的和谐共生。变电站绿色施工技术主要涵盖节能施工技术、环保施工技术、资源循环利用技术等。

节能施工技术主要通过采用节能设备、优化施工工艺,减少施工过程中的能源消耗。例如,在施工过程中采用节能型施工机械,合理安排施工工序,减少设备空载运行时间;利用太阳能、风能等可再生能源,为施工现场提供电力支持,降低对传统能源的依赖。环保施工技术则主要针对施工过程中的扬尘、噪声、废水、固体废物等污染问题,采取有效的防控措施。例如,在土建施工过程中采用喷淋降尘、密闭运输等措施,减少扬尘污染;选用低噪声施工设备,设置隔音屏障,降低噪声污染;对施工废水进行处理后循环利用,对固体废物进行分类回收与处理,减少对环境的污染。

资源循环利用技术则主要实现施工过程中各类资源的高效利用,减少资源浪费。例如,对施工过程中产生的建筑垃圾进行破碎、筛分处理,用于路基回填、场地平整等,实现建筑垃圾的资源化利用;对施工用水进行循环利用,提高水资源利用率;优先选用环保、可回收的施工材料,减少不可再生资源的消耗。

2.4 模块化与预制化施工技术

模块化与预制化施工技术是提升变电站施工效率、保证施工质量的重要手段,核心是将变电站的核心构件、设备集成模块,在工厂进行预制生产,然后运输至施工现场进行组装,实现“工厂预制、现场装配”的施工模式。

模块化施工技术将变电站划分为若干个功能模块,如主控室模块、设备间隔模块、电缆沟模块等,每个模块在工厂进行标准化预制,包括构件加工、设备安装、管线布置等,预制完成后运输至施工现场,通过拼接、连接等方式完成整体组装。预制化施工则主要针对变电站的设备基础、构件、管线等,在工厂进行预制生产,现场进行安装,减少现场施工工作量,缩短施工周期。

模块化与预制化施工技术的应用,不仅能够提高施工效率,缩短施工周期,还能保证施工质量的稳定性,因为工厂预制采用标准化生产流程,质量管控更加严格,能够有效减少现场施工中的人为误差。同时,这种施工模式还能减少现场施工对环境的影响,降低施工现场

的噪声、扬尘污染,符合绿色施工理念。

3 变电站现代化施工技术的应用现状与存在问题

3.1 应用现状

近年来,随着电力行业的转型升级,变电站现代化施工技术在我国电力工程中得到了广泛的推广与应用,取得了显著的成效。在数字化施工方面,BIM技术已逐步应用于变电站的设计、施工、运维等全流程,许多变电站工程通过构建BIM模型,实现了施工过程的可视化、协同化管理,有效减少了施工变更与返工,提升了施工效率。在智能化施工方面,智能测量、自动化吊装、智能监测等技术已在多个变电站工程中应用,减少了人工干预,提高了施工精度与安全水平。

在绿色施工方面,节能、环保、资源循环利用等技术的应用日益广泛,许多变电站工程通过采用绿色施工技术,减少了资源消耗与环境污染,实现了施工与环境的和谐共生。在模块化与预制化施工方面,预制舱式变电站、模块化变电站等新型建设模式逐步推广,通过工厂预制、现场装配的方式,大幅缩短了施工周期,提升了施工质量。

总体来看,变电站现代化施工技术的应用已逐步常态化,形成了较为完善的技术体系,推动变电站建设水平实现了显著提升,为新型电力系统的建设提供了有力支撑。

3.2 存在问题

尽管变电站现代化施工技术在应用中取得了显著成效,但当前仍存在一些问题,制约了其进一步推广与优化。一是技术应用不均衡,部分地区、部分工程受资金、技术、人才等因素的限制,仍沿用传统施工模式,现代化施工技术的应用范围有限,尤其是在一些中小型变

电站工程中,智能化、数字化技术的应用较为滞后。

二是技术融合不足,数字化、智能化、绿色化等技术之间缺乏有效的融合,各技术各自为战,未能形成协同效应。例如,BIM技术与智能监测技术的融合不够深入,无法实现施工数据的实时共享与深度分析,影响了施工管控的精准度与效率。

三是专业人才短缺,变电站现代化施工技术涉及数字化、智能化、电力工程等多个领域,需要具备复合型知识的专业人才。当前,这类专业人才数量不足,现有施工人员的技术水平与现代化施工技术的要求存在差距,制约了技术的推广与应用。

四是技术标准不完善,目前,变电站现代化施工技术的相关标准还不够完善,不同技术、不同厂家的设备之间缺乏统一的标准规范,导致技术应用过程中出现兼容性问题,影响了施工效率与质量。此外,部分现代化施工技术的成本较高,也在一定程度上制约了其推广应用。

4 结束语

随着数字化、智能化、绿色化技术的不断发展,变电站现代化施工技术将朝着更加集成化、智能化、低碳化的方向发展。未来,需要进一步完善技术标准体系,推动各技术之间的深度融合,加强专业人才培养,降低技术应用成本,扩大技术应用范围,不断优化施工工艺与流程,提升变电站施工的效率、质量与安全性。变电站现代化施工技术的推广与应用,不仅能够推动变电站建设水平的提升,还能促进电力行业的高质量发展,为“双碳”目标的实现提供有力支撑。相信在技术创新与实践探索的推动下,变电站现代化施工技术将不断完善,为电力系统的安全稳定运行提供更加坚实的保障。

参考文献:

- [1] 郭泽钰. 电力工程中变电站施工技术的应用分析 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(4):4.
- [2] 汪东旭. 电力工程中变电站的现代化施工技术研究 [J]. 中国设备工程, 2025(10).
- [3] 张实英. 基于电力工程中变电站施工技术的实践分析 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023.
- [4] 朱宝雄. 电力工程中变电站施工技术分析与研究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017, 000(019):438-438. DOI:10.3969/j.issn.2095-6630.2017.19.422.

作者简介:李蓉(1983.01—),女,汉,河北,博士,研究方向:电力。