

电力工程中机电设备安装施工研析

张彦勇

天津市中电华旺电力工程安装有限公司 天津 300300

摘要：随着电力行业智能化、模块化转型推进，机电设备安装施工模式发生全面革新，传统施工工艺与管理模式已适配不了新型电力设备建设需求。本文结合当下电力工程发展现状，围绕机电设备安装施工整体概况、核心施工环节、新型施工技术应用、现存施工问题及优化路径展开分析。聚焦BIM建模、工厂预制、远程调试等新型施工手段，梳理现代化电力机电安装的施工要点，针对性解决传统施工效率低、适配性差、衔接不顺畅等行业普遍问题，为现阶段电力机电设备安装施工标准化、高效化推进提供实操参考。

关键词：电力工程；机电设备；安装施工

引言

当前国内电力基建规模持续扩容，新能源电站、智能变电站、算力配套电力工程等新型项目不断落地，机电设备作为电力系统运行的核心载体，其安装施工质量直接决定电力工程整体稳定性与使用年限。近些年智能装备、数字技术持续融入电力施工领域，机械化、数字化、模块化施工逐步替代传统人工施工模式。行业施工标准、设备类型、施工场景不断更新，原有施工方式的短板逐步凸显。基于行业全新发展态势，本文针对性研究现代电力工程机电设备安装施工的核心内容、技术应用与优化策略，适配新型电力工程建设需求。

1 电力工程机电设备安装施工整体概况

电力工程机电设备安装是电力基建的核心环节，覆盖变电站、输配电、新能源配套等各类电力项目，主要包含一次设备、二次设备及配套辅助设备的现场安装、对接调试、整合适配等工作。现阶段电力行业发展呈现全新特征，各类新型电力设备不断迭代，设备集成化、智能化程度持续提升，传统分散式现场施工模式逐步被工厂预制、现场组装的新型模式替代。以往机电安装施工主要依靠人工实操、现场逐一布线调试，施工流程繁琐，对施工人员经验依赖度高，施工周期长，设备对接误差率较高，很难适配当下大规模、高标准、快节奏的电力基建需求。目前国内新建电力工程普遍融入数字化施工手段，BIM精细化建模、物联网远程监测、智能机械施工等技术全面落地，施工环节的精准度和可控性大幅提升。同时，电力工程施工场景愈发复杂，山地、城区密集管网、新能源复合电站等特殊场景持续增多，对机电设备安装的适配性、灵活性、安全性提出更高要求^[1]。机电安装施工不再是单一的设备组装工作，而是涵盖前期规划、精准施工、智能调试、全程管控的系统化

工程。行业发展过程中，施工流程、技术体系、管理模式都在持续更新，老旧施工工艺逐步淘汰，标准化、模块化、数字化成为当前机电设备安装施工的核心发展方向，也是保障现代电力系统稳定运行的基础条件。

2 电力工程机电设备安装施工核心环节

2.1 施工前期筹备环节

施工前期筹备是保障机电设备安装顺利推进的基础，直接影响后续施工效率与施工质量，现代电力工程施工对前期筹备的精细化程度要求持续提升。筹备工作不再局限于简单的场地清理、设备清点，而是结合项目整体规划、设备参数、现场环境开展全方位统筹。工作人员需要提前核对所有机电设备的型号、规格、接口标准，匹配项目设计方案，排查设备出厂存在的适配问题。同时，结合施工现场地形、管网布局、电力负荷规划，利用数字化工具完成施工点位定位、施工路径规划，规避现场管线冲突、空间不足等问题。此外，前期需完成施工设备调试、施工人员岗前适配、施工流程梳理工作，明确各岗位施工分工，确定模块化施工、分段施工的具体方案。针对新型智能机电设备，还要提前梳理设备安装的特殊要求，匹配数字化调试配套条件，提前搭建基础施工保障体系，从源头规避后续施工中的衔接问题、返工问题，为现场标准化施工筑牢基础。

2.2 现场主体安装环节

现场主体安装是机电设备施工的核心实操环节，主要完成各类电力机电设备的定位固定、线路对接、设备组装、模块适配等核心工作。现阶段主流施工模式以模块化安装为主，多数机电设备在工厂完成预装、接线、调试工作，现场仅需完成吊装就位、标准对接、固定校准等简单操作，大幅减少现场施工工作量^[2]。施工过程中，工作人员需严格按照数字化建模后的施工点位开

展作业,保障设备安装位置、水平度、对接精度符合建设标准。针对变压器、开关柜、二次智能设备等核心机电设备,需要做好设备减震、密封、接口防护等基础处理,避免现场环境影响设备后续运行状态。线路安装环节摒弃传统人工布线模式,采用标准化模块化连接组件,实现设备接口即插即用,降低线路错接、漏接概率。现场安装全程做好工序衔接,完成单台设备安装后及时做好初步校验,保障各设备、各模块之间适配顺畅,避免整体施工完成后出现系统适配问题。

2.3 后期调试与收尾环节

调试收尾是保障机电设备正常投运的关键环节,核心作用是排查施工隐患、校准设备参数、保障系统整体适配运行。现代电力工程机电设备调试不再依赖人工现场逐一检测,更多采用远程预调试、数字化联动调试模式,依托5G网络、物联网平台完成设备功能校验、参数校准、系统联调。调试工作需要覆盖单设备独立运行调试、多设备联动调试、整体系统适配调试三个维度,重点排查设备运行参数异常、线路对接故障、模块联动失效等问题。调试完成后,工作人员需要整理全程施工数据、调试数据,完成设备标识、现场清理、施工成果核验等收尾工作。同时,针对智能机电设备,需要完成设备数据上传、系统绑定、运行参数存档工作,保障后续运维、检修、升级工作可顺利推进。通过系统化的调试收尾,全面验证机电设备安装施工成果,保障设备满足电力工程长期稳定运行的基本要求。

3 现代电力机电设备安装施工关键技术及实施要点

3.1 BIM与GIS融合建模施工技术应用

现阶段BIM与GIS融合建模技术已成为电力机电设备安装施工的核心基础技术,在特高压工程、智能变电站、大型电力枢纽项目中实现大范围普及。该技术主要通过数字化手段对施工现场、机电设备、管网布局开展1:1精细化复刻建模,构建可视化的数字施工场景,彻底改变传统凭经验施工的模式。施工前期,工作人员依托融合模型完成施工方案模拟推演,提前排查设备安装、管线铺设、模块对接中的错漏碰缺问题,优化施工路径与工序安排,从源头减少施工返工情况。施工过程中,模型可实时匹配现场施工进度,实现施工点位精准定位、设备参数精准适配、施工工序标准化管控。相较于单一BIM建模,GIS技术的融入可精准匹配施工现场地形、空间环境、周边管网分布,适配山地、城区等复杂施工场景。针对智能变电站二次设备、集成式预制舱等新型设备,融合建模技术可实现“一台一档”可视化管控,明确每台设备的安装参数、对接标准、施工要求。

该技术的应用,让机电设备安装施工从粗放式人工操作转变为精准化数字化施工,有效提升施工精度,缩短施工筹备与现场施工周期,适配现代电力工程高标准的建设需求^[3]。目前该技术还可对接电力工程智慧工地管理平台,实现施工数据实时同步共享,建设、施工、监理各方在线协同核对施工方案与进度,解决传统施工多方沟通脱节、方案变更滞后的问题。同时可针对改扩建电力项目开展建模比对,精准识别新旧设备、新旧管网的适配差异,提前调整施工方案,有效规避改扩建工程中常见的对接冲突问题,进一步提升整体施工可控性。

3.2 工厂预制+现场组装模块化施工技术

模块化施工是近两年电力机电安装领域普及速度最快的新型施工模式,核心为工厂集中预制、现场快速组装,完全区别于传统全程现场施工的模式,广泛应用于新能源电站、算力配套电力工程、智能配网项目。该技术模式将机电设备的接线、组装、调试等复杂工序全部转移至工厂完成,通过标准化生产线完成设备模块集成、线缆对接、系统预调试,出厂前完成全系统功能校验。设备模块运输至施工现场后,仅需完成吊装就位、标准接口对接、整体固定校准即可完成安装施工。这种施工模式大幅压缩现场施工时长,减少现场高空作业、露天作业工作量,规避现场环境对施工质量的影响。目前行业内智能二次预制舱、高压配电模块、直流配电模块等均实现标准化预制生产,模块接口统一、适配性强,可实现即插即用。在大型电力项目中,模块化施工可实现多模块同步施工,分段推进、整体拼接,大幅提升施工效率。同时,标准化预制模块的精度统一,可有效降低人工施工带来的误差,提升机电设备安装的整体标准化程度,适配当下电力工程快速建设、批量建设的行业发展需求。当前模块化施工已实现标准化迭代升级,适配风光储一体化、综合能源站等新型复合电力项目,不同功能模块可按需组合适配不同项目建设需求。工厂预制采用统一的数字化质控标准,全程记录模块生产、组装、调试数据,实现模块质量可溯源。现场组装无需依赖大量熟练技工,标准化对接流程可降低人工操作门槛,有效解决行业专业施工人员紧缺、人工施工水平参差不齐的行业问题。

3.3 物联网远程智能调试技术应用

随着电力机电设备智能化水平持续提升,传统人工现场调试模式已无法适配智能设备、集成化系统的调试需求,物联网远程智能调试技术逐步成为主流施工调试手段。该技术依托5G网络、物联网感知设备、云端数据平台,搭建远程调试体系,实现机电设备预调试、在线

校验、参数远程校准。施工过程中,施工人员可在远端平台完成现场设备的功能检测、联动校验、故障排查,无需逐一近距离操作设备。针对变电站各类智能机电设备、新能源并网配套设备,可通过远程调试系统完成批量设备同步调试,大幅提升调试工作效率。同时,该技术可实现无源远动调试,无需搭建正式传输通道,即可完成多台设备的预调试工作,有效解决传统调试通道搭建繁琐、调试周期长的问题^[4]。调试过程中,系统可自动记录设备运行参数、调试数据,自动识别参数异常、对接故障、联动失效等问题,替代人工肉眼排查、人工记录的模式,提升调试精准度。此外,远程调试可适配偏远、复杂施工场景,减少人员现场作业频次,降低施工安全风险,同时实现施工调试数据全程留存,为后续设备运维、故障溯源、设备升级提供完整的数据支撑。现阶段远程智能调试技术已接入电力大数据平台,可实现调试数据自动分析、智能研判,提前预判设备投运后可能出现的运行隐患。

3.4 智能机械化施工配套应用要点

当前电力施工行业全面推进“机械化换人、自动化减人、智能化无人”的转型目标,各类智能施工装备广泛应用于机电设备安装环节,彻底改变传统纯人工施工的作业模式。现阶段机电安装常用的智能装备包含智能吊装设备、无人机验收设备、自动化组塔设备、智能定位校准设备等,覆盖设备运输、吊装、定位、安装、验收全流程^[5]。智能吊装设备可根据设备重量、安装点位自动调整吊装角度、吊装力度,保障大型机电设备吊装就位的稳定性与精准度,避免人工吊装出现的偏移、碰撞问题。无人机设备主要用于施工现场验收、施工点位复核、隐蔽工程排查,快速校验设备安装位置、施工工艺是否符合标准,弥补人工验收视野局限、效率偏低的短板。自动化组塔、布线设备可完成标准化支架搭建、线路规整工作,统一施工工艺标准,减少人工操作误差。在复杂地形施工场景中,轻量化智能施工装备、碳

纤维轻量化设备配套设施的应用,可解决传统重型设备运输、部署困难的问题,提升复杂场景施工适配性。智能机械化施工的落地,不仅提升机电设备安装的施工效率与施工精度,还能大幅减少高空、高危岗位人工投入,降低施工安全隐患,适配现代电力工程规模化、高质量、安全化的施工发展需求。目前智能施工装备已实现互联互通,各类设备施工数据可同步上传至智慧施工管控平台,管理人员可实时掌握设备施工状态、施工进度、施工精度数据。部分高端智能装备搭载自动纠错系统,施工过程中出现微小偏差可实时自主调整,无需人工二次整改。

结语

电力行业数字化、智能化、模块化转型,推动机电设备安装施工模式与技术持续革新,彻底取代了传统粗放的人工施工体系。本文梳理了电力机电安装的施工概况、核心环节,分析了BIM建模、模块化预制、远程调试、智能机械化施工等新技术的应用要点。当前行业已形成数字化、标准化、智能化的施工新格局,后续需持续落地新型施工技术,优化施工流程,解决复杂场景施工适配、精度管控等问题,持续提升施工水平,为新型电力系统建设与安全运行提供支撑。

参考文献

- [1]王金亮.电力工程中机电设备安装施工的措施研究[J].行车指南,2024,(1):0277-0278.
- [2]王金亮.电力工程建设中机电设备安装施工的要点及策略探索[J].湖北画报(下半月),2023,(7):141-142.
- [3]何意祥.电力工程电缆敷设施工中三维牵引技术解析[J].电力设备管理,2025,(24):238-240.
- [4]夏冠群.电力工程中机电设备安装主要环节及改进策略[J].电子乐园,2021,(4):186-186.
- [5]李文涛,吴新华.电力工程安装施工中的技术要点与细节问题研析[J/OL].中国科技期刊数据库工业A,2021,(1):00133-00133.