

大型电厂设备安装过程中的质量控制与技术要点分析

陶毅

上海祥舜电力技术服务有限公司, 上海, 202150;

摘要: 大型电厂设备安装质量直接关系到机组运行稳定性、能源转化效率、设备服役周期及生产安全保障能力, 是电力工程建设全流程管控的核心环节。本文系统解析电厂设备安装全过程的精度管控、工艺适配、流程协同、动态校验等核心原理, 阐述高合规性、高适配性、高稳定性、高效率的安装管控优势, 围绕设备进场核验、安装工艺分层优化、现场施工协同管控、全过程质量追溯与闭环管控等维度, 提出大型电厂设备安装质量控制体系构建与技术落地路径, 旨在提升设备安装精度与工程建设实效, 为大型电力工程标准化、高质量建设提供理论依据与实践支撑。

关键词: 大型电厂; 设备安装; 质量控制; 技术要点; 工程管控

DOI: 10.69979/3029-2727.26.02.073

引言

大型电厂设备安装是衔接设备制造与机组投产运行的关键纽带, 直接决定电力生产系统能否长期安全、稳定、高效运行。传统设备安装模式存在管控流程碎片化、工艺执行不规范、检测手段滞后、质量追溯缺失等问题, 难以匹配大容量、高参数、智能化电厂的建设标准与运行需求^[1]。设备安装质量管控依托全流程标准化体系与动态监测特性, 可实现安装工艺精准落地、工序衔接高效协同、质量缺陷提前预警与快速处置。基于此, 本文从大型电厂设备安装质量控制实践优化出发, 为电力工程建设提质增效、安全运行提供系统化解决方案。

1 质量控制在大型电厂设备安装中的核心价值

1.1 保障安装精度合规, 维持系统运行稳定性

大型电厂核心设备对安装公差、同轴度、水平度、垂直度等指标要求严苛, 质量控制依托全过程精度监测与偏差校正, 可实时识别安装偏差与工艺缺陷, 并快速完成工艺调整与参数修正。该模式突破传统安装管控中精度把控模糊、校正滞后的局限, 能够针对锅炉、汽轮发电机组、变压器等不同设备的安装标准, 实现工艺参数与检测手段的精准匹配。其动态响应能力可有效消除现场温度、湿度、地基沉降等外部扰动, 将安装偏差控制在规范允许范围内, 进而保障单体设备与整体系统安装质量的高度一致性, 为机组长期安全稳定运行、降低故障发生率奠定坚实基础^[2]。

1.2 强化工序协同效能, 提升工程建设效率

设备安装质量管控体系可实现进场核验、基础处理、设备就位、精度校准、系统装配、调试验收等工序的联

动调节, 打破各环节各自为政、衔接不畅的工程壁垒。通过构建多维度同步管控逻辑, 使各工序达成时序匹配、标准统一、责任明晰, 有效缩减工序衔接的冗余时间。同时企业的精准调控能力可实现安装工艺、检测强度、验收标准的柔性调节, 适配不同施工阶段、不同设备类型的安装需求, 全面提升工程建设效率与资源配置合理性。

1.3 规避安全运行风险, 强化全生命周期保障

大型电厂设备运行参数高、系统结构复杂, 安装质量缺陷会直接引发设备振动超标、泄漏、过载、短路等安全隐患。质量控制以标准化工艺、全过程检测、闭环式整改为核心手段, 从源头消除安装缺陷, 降低设备运行故障概率。相较于传统粗放式安装模式, 全过程质量管控使设备安装从“经验主导”转变为“标准主导、数据支撑”, 大幅提升设备安装可靠性与运行安全性, 延长设备服役周期, 降低全生命周期运维成本。

1.4 支撑智能化建设, 契合电力行业发展趋势

随着大型电厂向智能化、数字化、高效化方向升级, 设备安装对精度管控、数据追溯、系统联动的要求持续提升。质量控制体系依托数据采集、实时监测、偏差预警、整改闭环等技术手段, 可与电厂智能化管理平台深度融合, 实现安装过程数字化记录、质量问题可视化呈现、整改措施精准化落地, 为电厂数字化建设、智能化运维提供前置支撑, 契合现代电力工程高质量发展的核心趋势。

2 大型电厂设备安装质量控制与技术要点实践路径

2.1 设备进场精准核验，夯实安装质量基础

大型电厂设备安装质量的初始管控精度，直接决定后续施工质量与系统运行可靠性。在电力工程高质量建设导向下，传统设备进场核验模式存在检测项目不全、标准执行不严、记录不完整等问题，易引发设备缺陷入场、参数不匹配等隐患，难以满足大型电厂高标准安装需求。企业作为工程质量把控的核心，需以进场核验为关键节点，构建“资料核验-实体检测-参数校准-台账归档”的三维管控体系，破解传统核验的片面性难题，为设备安装筑牢精度根基。

企业需优先完成设备资料与资质核验，夯实安装前置基础。针对大型电厂设备种类多、参数复杂、标准严苛的工程特点，整合设计文件、采购合同、制造图纸、出厂试验报告、质量合格证明等核心资料，开展全要素核验。重点核查设备型号、规格、性能参数与设计要求的一致性，确认制造工艺、材质标准、公差范围符合国家及行业规范，同步审核设备制造过程中的质量检测记录与缺陷整改报告，提前规避设备先天缺陷引发的安装风险。同时建立设备进场核验台账，对每台设备的进场时间、资质文件、检测结果、存放条件进行详细记录，关联安装工序与质量验收数据，确保设备全流程可追溯、可核查，为不同设备安装环节快速适配与质量迭代提供数据支撑。

企业应强化实体性能检测，搭建双维度设备质量保障。依托专业检测设备与标准化流程，对设备外观、结构尺寸、密封性能、绝缘性能、转动部件灵活性等关键指标进行现场检测，检测数据采集间隔严格控制在规范要求范围内，精准匹配设备安装标准。针对锅炉受压元件、汽轮机转子、发电机定子、高压电气设备等核心装置，推行“外观检测-无损检测-性能试验”的分级检测模式，关键参数检测精度控制在行业标准允许范围内，确保设备质量满足安装与运行要求。将设备进场合格率、缺陷整改完成率纳入工程管控考核，权重占比不低于40%，倒逼企业严格执行核验标准。

企业需完善进场后闭环管理，维持设备状态稳定性。搭建设备质量管控闭环系统，整合核验数据、检测记录、整改结果与实际安装效果，建立设备质量数据库，通过数据比对持续修正进场核验标准。为保证设备长期稳定适配安装需求，制定设备存放与维护计划，实行“进场点检-定期养护-安装前复测”的全周期管理，同步检查设备存放环境温湿度、防护措施、部件完整性，确保设备安装前性能无衰减、参数无偏差。通过全周期管控，使

设备进场核验准确率保持99%以上，为安装施工提供可靠设备保障。

2.2 安装工艺分层优化，适配多类型设备施工需求

作为大型电厂设备安装的核心执行环节，安装工艺直接关系到施工质量与工程进度。将工艺优化方案全面融入设备安装全流程，可实现不同类型、不同精度要求设备安装的精准适配与质量稳定管控^[3]。

企业可搭建“工艺设计-现场适配-效果迭代”的安装优化实施路径，以现场施工条件、设备特性、验收标准为核心支撑，贯穿基础处理、设备就位、精度校准、系统连接、密封防腐等各个工序，达成工艺优化与设备安装实践的深度衔接。建立安装工艺与工程质量效益的联动机制，将质量稳定目标拆解为工艺适配、精度调控、现场适配等具体任务。针对锅炉本体、汽轮发电机组、循环水系统、电气控制系统等不同装置，采用模块化安装工艺单元，替换传统粗放式施工模式，通过实时精度监测与偏差补偿，动态校正施工误差。同步优化工序梯度与检测方式，降低施工过程中的质量风险，将核心设备安装精度达标率控制在98%以上，提升工序衔接效率与施工质量。

同时推动安装工艺标准与电力工程管理体系深度融合，将工艺规范、操作流程、质量要求纳入工程施工制度。在工艺优化过程中，由工程管理部门联合设计单位、施工单位、监理单位梳理不同设备安装的质量痛点与工艺难点，结合电力工程建设经验，制定分设备、分场景的安装工艺优化方案，形成“工艺改进-质量提升-现场适配”的协同推进模式，确保工艺优化落地见效。

2.3 现场施工协同管控，实现安装流程与质量目标协同

在电力工程高质量升级的导向下，企业需以现场协同管控机制革新为核心抓手，将工序衔接、质量管控、安全保障、进度匹配等关键环节转化为实际工程效能。

企业可搭建“工序精准衔接、目标实时同步、执行动态响应”的三维现场管控体系，以“精度优先、协同联动、闭环优化”为核心逻辑。该体系摒弃传统施工“单向推进、各自为政”的孤立模式，将大型电厂设备安装的技术特性、施工要求与现场管控参数深度绑定。通过工序衔接模块的梯度优化、质量目标模块的进度同步、现场执行模块的工艺适配三方联动，形成“工序保顺畅、目标强协同、执行提质量”的闭环运行模式。其核心在于将现场管控从“单一工艺调节”转向“多维度协同适配”，从“静态设定”升级为“动态响应调控”。现场施工端通过

实时精度校正、工艺分段适配、过程闭环纠偏策略,实现施工节奏、检测时序与质量标准的动态匹配,使现场协同管控体系成为驱动大型电厂设备安装提质增效的核心动力。

企业推行这一体系时,应制定“三维现场管控执行标准清单”,将工序偏差阈值、质量同步精度、工艺响应速度等要求量化落地,以标准控精度、以流程督质量、以实效验成果,推动现场管控全环节规范化运行。

2.4 全过程质量追溯与闭环管控,完善安装质量保障体系

全过程质量追溯与闭环管控是大型电厂设备安装质量控制的核心支撑,更是稳固设备安装质量、提升运行可靠性与工程建设成效的关键举措。企业作为工程实施的核心,肩负着保障安装质量、落实规范标准、防范安全风险的双重责任,需破解质量检测单一、反馈滞后、整改脱节、追溯困难的工程痛点,构建“过程监测—标准导向”一体化管控体系,夯实设备安装长效发展的工程根基。

企业应搭建“三维联动”质量追溯闭环机制,以设计标准与行业规范为导向明确管控维度,以现场监测数据优化管控策略,以质量达标强化安装效果,实现不同设备、不同工序安装全周期的精准适配。在工程实施层面,需组建由项目负责人牵头、施工团队、监理人员、技术专家协同参与的管控小组,打破施工与管控制裂壁垒,建立跨工序质量数据共享与联动改进机制。针对不同设备类型、安装工序的施工特点,将安装精度、工艺执行度、密封性能、绝缘性能、振动指标等核心质量目标,转化为可监测、可评价、可追溯的具体指标,嵌入设备安装全流程。

聚焦施工过程中的质量卡点与工艺短板,围绕锅炉安装、汽轮机组对中、发电机装配、电气设备接线等核心工序制定分级管控量表,为基础安装工序设定95%工艺执行达标线、核心设备安装设置98%精度合格率、系统联动调试明确99%运行稳定性达标率,搭配实时采集安装数据、工艺操作记录、偏差类型、整改结果等核心信息,以可视化方式呈现各工序、各设备达标情况与薄弱环节。针对基础工序工艺执行偏差,即时推送标准化操作指引;对核心设备安装精度偏差,自动生成校正方案与复测要求;为系统调试开放性能优化与参数调整流程。管控标准与现场施工需求精准契合,企业依托量化

数据实时调控施工强度与校正频次,将核心设备安装达标率提升至98.5%,有效强化对安装全过程的精准把控。

2.5 关键设备安装技术要点落地

大型电厂核心设备安装技术要点是质量控制的具象化落地环节,需结合设备特性与规范要求,实现技术参数与施工工艺的精准匹配。锅炉安装需严格把控钢架垂直度、横梁水平度、承压部件焊接质量,采用分段安装、逐级检测的方式,确保炉膛密封性能与受热面安装精度符合设计要求。汽轮发电机组安装以转子对中、轴承装配、滑销系统调整为核心,采用激光校准技术,将轴系同心度、扬度偏差控制在微米级范围内,消除运行振动隐患。发电机安装重点把控定子就位、转子穿装、绝缘处理、接线规范,严格执行电气试验标准,确保电气性能稳定可靠。辅机系统与管道安装需遵循“先主管后支管、先高压后低压、先设备后管路”的原则,严控管道坡度、法兰密封、焊接质量,杜绝泄漏、堵塞等问题。电气设备安装以接地系统、电缆敷设、保护装置调试为要点,确保电气连接可靠、保护动作准确,满足电厂电气安全运行要求。

3 结论

质量控制体系可有效解决大型电厂设备安装过程中的精度不足、协同不畅、管控缺失、追溯困难等工程难题。通过设备进场精准核验、安装工艺分层优化、现场施工协同管控、全过程质量追溯与闭环管控、关键设备技术要点落地等路径,能显著提升设备安装精度、工程建设效率与运行安全水平,让复杂安装流程标准化、模糊质量管控数据化、潜在质量缺陷前置化,为大型电厂高质量建设、安全稳定运行提供可靠理论与实践支撑。

参考文献

- [1] 丁富春. 电力系统电气设备安装与调试技术分析[J]. 电气应用, 2025, 44(08): 94-98.
- [2] 薄文静. 电厂电气设备安装造价控制研究[J]. 中国设备工程, 2024, (10): 222-224.
- [3] 邓振华. 电厂设备安装过程中的质量控制与管理研究[J]. 电气技术与经济, 2024, (04): 243-245.

作者简介: 陶毅(1989.12-), 男, 苗族, 籍贯: 云南省昭通市, 学历: 大专, 职称: 无, 研究方向: 电气(电站设备)。