

装配式机电安装技术在电力工程中的应用及经济性分析

王一烽 赵春鹏

天津市西青津诚供电服务有限公司 天津 300000

摘要：装配式机电安装技术以“工厂预制、现场装配”为核心，具有高效、优质、绿色等特点，与电力工程机电安装的高精度、标准化需求高度契合。本文阐述该技术的核心内涵与构成，结合电力机房、管线、配电设备等场景的应用实践，分析其全生命周期内的成本、工期及综合效益，剖析应用难点并提出对策，论证其在成本节约、效率提升、绿色环保等方面的优势，为装配式机电安装技术在电力工程中的推广应用提供理论与实践参考。

关键词：装配式；机电安装技术；电力工程；应用；经济性

引言：随着智能建造与建筑工业化协同发展，电力工程对机电安装的效率、质量及绿色性要求不断提升，传统现场加工、手工安装模式已难以适配行业发展需求。装配式机电安装技术凭借标准化生产、模块化装配的优势，可有效解决传统施工工期长、误差大、能耗高的痛点。基于此，本文围绕该技术在电力工程中的应用场景展开研究，结合经济性分析，挖掘其应用价值与优化路径，助力电力工程实现提质增效与低碳发展。

1 装配式机电安装技术相关理论与电力工程应用基础

1.1 装配式机电安装技术核心内涵与特点

（1）核心内涵：装配式机电安装技术是将机电系统的各类构件在工厂标准化预制生产，经检验合格后运输至施工现场，通过模块化拼接、精准对接完成安装的新型技术，核心是“工厂预制、现场装配”，实现机电安装的标准化、集约化与高效化。（2）核心特点：具有标准化程度高、施工效率高、质量可控性强、绿色环保的特点，可减少现场湿作业，降低人力成本，缩短施工周期，同时能有效规避现场施工误差，提升机电系统运行稳定性。（3）与传统机电安装技术的差异：传统技术以现场加工、手工安装为主，工期长、误差大、人力消耗多；装配式技术以工厂预制为核心，现场仅需装配对接，大幅减少现场作业量，且质量更易管控，适配规模化、标准化工程需求。

1.2 装配式机电安装技术核心构成

（1）预制构件生产技术：核心是按照统一标准设计构件，通过专业化设备加工生产，涵盖管道、支架、配电箱等机电核心构件，重点保障构件精度与适配性，满足现场直接装配需求。（2）现场装配施工技术：聚焦构件运输、吊装、对接、固定等环节，采用专用装配工具，遵循标准化流程，确保构件拼接精准，减少现场调整，提升装配效率与施工质量。（3）BIM数字化协同技

术：依托BIM模型实现构件设计、生产、装配全流程可视化协同，提前排查构件冲突，优化装配方案，实现设计、生产、施工的无缝衔接，降低施工风险。

1.3 电力工程机电安装核心需求与特点

（1）核心内容：涵盖电力变压器、开关柜、电缆线路、接地系统等机电设备与管线的安装、调试，是保障电力工程安全稳定运行的核心环节。（2）技术要求：对安装精度、设备适配性、安全防护要求极高，需满足电力系统高效传输、安全运行需求，杜绝安装隐患导致的电力故障。（3）适配性：电力工程机电系统模块化程度高、构件规格相对统一，与装配式技术的标准化、集约化特点高度契合，可有效提升电力机电安装效率与质量^[1]。

1.4 装配式机电安装技术在电力工程中的应用前提

（1）技术标准与规范支撑：需完善装配式机电安装相关行业标准、电力工程专项规范，明确构件生产、装配、验收的技术要求，为应用提供依据。（2）施工团队专业能力要求：施工人员需熟练掌握预制构件装配流程、专用工具操作及BIM模型应用技能，具备专业的装配与调试能力。（3）预制构件生产与运输保障：需具备专业化预制生产能力，确保构件质量与供应时效；同时配备专用运输设备，保障构件运输过程中不损坏、不变形，满足现场施工进度需求。

2 装配式机电安装技术在电力工程中的具体应用实践

2.1 装配式机电安装技术在电力机房中的应用

（1）预制化机房构件的设计与生产：结合电力机房功能需求，依托BIM模型完成构件模块化设计，明确冷水机组、配电柜、管道支架等核心构件的规格、尺寸及接口参数，确保构件通用性与适配性。生产过程采用标准化工艺，严格控制构件精度，对预制构件进行除锈、防腐处理，经检测合格后标记分类，保障构件质量符合电力机房运行要求。（2）机房装配式装配施工流程与要

点：施工前完成现场清理与基层验收，精准定位构件安装位置；先进行机房框架、基础构件装配，再依次安装设备支架、管线及各类机电设备，最后完成接口对接、密封处理与调试。要点是控制构件拼接精度，避免接口渗漏、设备偏移，做好设备接地保护，确保机房整体运行安全^[2]。（3）应用案例分析：某变电站配电机房采用装配式技术，预制配电柜、电缆沟支架等构件，现场仅用15天完成装配，较传统施工缩短工期40%；某电厂装配式冷水机房，通过预制管道、模块化机组装配，减少现场焊接作业，施工效率提升35%，且运行期间设备稳定性显著提高，降低了后期维护成本。

2.2 装配式机电安装技术在电力管线中的应用

（1）预制管线与成品支架的选型与预制：根据电力工程管线敷设需求，选型符合国标要求的预制管线，优先采用耐腐蚀、高强度的管材，成品支架选用标准化模块化产品，适配不同管线规格。预制过程中严格把控管线壁厚、接口精度，支架进行防腐处理，确保管线与支架的适配性和耐用性^[3]。（2）现场管线装配式拼接与固定工艺：采用专用拼接工具，对预制管线进行精准对接，接口采用密封胶密封或机械连接，确保无渗漏、无松动；成品支架按预设位置固定，调整支架水平度与垂直度，管线固定后进行复核，避免管线偏移、晃动，保障管线敷设规范，满足电力传输安全要求。（3）应用案例分析：某输电工程电力电缆桥架采用装配式安装，预制桥架构件现场拼接，施工周期较传统工艺缩短50%，且拼接精度高，有效避免了电缆磨损；某变电站管线综合装配项目，通过预制管线与成品支架组合应用，解决了传统管线敷设混乱、施工效率低的问题，后期管线维护便捷性大幅提升。

2.3 装配式机电安装技术在配电设备安装中的应用

（1）预制配电模块的设计与生产：结合电力配电需求，设计标准化预制配电模块，涵盖配电箱、配电柜、接线端子等核心部件，模块内部线路提前预制接线，明确接口位置与规格，确保模块之间可快速对接。生产过程严格遵循电力设备安全标准，对模块进行绝缘测试、耐压测试，保障配电模块安全可靠。（2）配电设备装配式安装流程与质量控制：施工前核对预制配电模块规格与现场安装位置，采用吊装设备将模块精准就位，完成模块之间的接口对接与线路连接，然后进行绝缘测试、调试运行。质量控制重点是确保模块对接紧密、线路连接规范，杜绝接触不良、绝缘破损等隐患，保障配电设备正常运行^[4]。（3）应用案例分析：某智慧园区智慧配电箱装配式安装项目，预制配电箱模块提前完成内部接

线，现场仅用2天完成10台设备安装与调试，较传统施工节省人力60%，且设备运行稳定，实现了配电系统的智能化管控；某变电站预制配电模块应用，有效减少现场接线错误，提升了配电设备安装质量与效率。

2.4 装配式机电安装技术在电力工程中的应用难点与解决对策

（1）核心应用难点：一是预制构件精度要求高，部分复杂电力工程构件规格多样，易出现构件适配性不足的问题；二是现场装配与设计衔接不够紧密，易出现构件冲突、安装偏差；三是专业施工人员不足，缺乏装配式装配与调试的专业技能，影响施工质量与效率。（2）针对性解决对策：针对构件适配性问题，优化BIM协同设计，提前排查构件冲突，采用标准化、模块化设计，提升构件通用性；针对衔接问题，建立设计、生产、施工协同机制，加强现场技术交底，及时调整装配方案；针对专业人员不足，开展专项培训，提升施工人员的构件装配、工具操作及调试技能，同时引入专业装配式施工团队，保障施工质量。

3 装配式机电安装技术在电力工程中的经济性分析

3.1 经济性分析的核心维度与评价指标

（1）核心分析维度：成本维度聚焦全生命周期内的各项资金投入，涵盖前期设计、构件预制、现场装配及后期运维等环节；工期维度重点分析装配式技术对电力工程施工周期的缩短效果，以及工期缩短带来的连锁效益；效益维度包括直接经济效益、间接经济效益，同时兼顾社会效益与环境效益，全面衡量技术应用的综合价值。（2）关键评价指标设定：成本指标包括单位面积安装成本、构件预制成本、运维成本系数；工期指标包括施工总工期、装配作业工期占比、工期缩短率；效益指标包括投资回报率、成本节约率、能耗降低率、安全事故发生率，同时设定社会效益评价指标（如施工扰民程度）和环境效益指标（如建筑垃圾减排率），构建全面的经济性评价体系。

3.2 成本分析

（1）前期设计与预制构件生产成本：前期设计需投入BIM建模、模块化设计等费用，虽高于传统设计成本，但可提前规避施工冲突，降低后期调整成本；预制构件生产成本主要包括原材料、加工设备、人工及检测费用，因采用标准化生产，批量加工可降低单位构件成本，且构件质量可控，减少后期返工成本。（2）现场装配施工成本：现场装配无需大量现场加工、焊接作业，可大幅减少人工投入，降低人工成本；同时减少脚手架、模板等辅助材料使用，降低材料损耗，且施工流

程简化,减少机械租赁费用,整体现场施工成本较传统技术降低15%-25%。(3)后期运维成本:装配式构件精度高、质量稳定,接口密封性能好,可减少管线渗漏、设备故障等问题,降低维修保养频次;模块化设计便于后期设备更新、管线改造,减少运维工作量和运维成本,全生命周期运维成本较传统技术可降低20%以上。

(4)与传统机电安装成本的对比分析:短期来看,装配式技术前期设计与预制成本较高,初始投资略高于传统技术;但长期来看,装配式技术可大幅降低现场施工成本和后期运维成本,全生命周期总成本较传统技术降低10%-18%,尤其适用于大型电力工程,规模越大,成本节约效果越显著。

3.3 工期与效益分析

(1)装配式安装对电力工程工期的影响:装配式技术实现“工厂预制与现场施工并行”,构件生产可在现场施工准备阶段同步进行,大幅缩短施工周期;现场装配作业效率高,较传统手工安装工期缩短30%-50%,尤其在电力机房、管线敷设等关键环节,可快速完成装配,确保电力工程提前竣工、投入使用。(2)经济效益:直接效益主要体现为成本节约、工期缩短带来的投资回报提前,以及减少返工、维修带来的费用节省;间接效益包括电力工程提前投运产生的供电收益,减少施工人员投入带来的人力优化效益,以及规避施工延误导致的违约损失,综合经济效益显著^[5]。(3)社会效益与环境效益:社会效益方面,装配式施工减少现场作业量,降低施工噪音、扬尘污染,减少对周边环境和居民生活的影响,同时降低施工安全事故发生率,提升施工安全水平;环境效益方面,工厂预制可减少现场建筑垃圾产生,构件可回收利用,降低材料浪费,符合绿色建筑发展要求,助力电力工程实现低碳环保目标。

3.4 经济性影响因素分析与优化建议

(1)主要经济性影响因素:一是构件生产规模,批量生产可降低单位构件成本,小规模工程因生产批量

小,成本优势不明显;二是设计合理性,设计方案不合理易导致构件浪费、装配冲突,增加成本;三是施工管理水平,管理不当会导致工期延误、构件损耗,影响经济性;四是市场价格波动,原材料、人工价格波动直接影响预制和施工成本。(2)经济性优化建议:优化构件设计,采用标准化、模块化设计,提高构件通用性和复用率,减少浪费;扩大构件生产规模,实现批量生产,降低单位生产成本;加强施工全过程管理,优化施工流程,减少构件损耗和工期延误;建立成本动态管控机制,应对原材料、人工价格波动,合理控制成本;加大技术研发投入,提升预制构件生产效率和质量,进一步降低全生命周期成本。

结束语

装配式机电安装技术凭借标准化、模块化、绿色化的优势,在电力工程机房、管线、配电设备等场景中应用成效显著,可有效缩短工期、降低成本、提升质量,兼顾经济效益、社会效益与环境效益。尽管目前该技术在应用中仍存在构件适配、协同衔接等难点,但通过优化设计、强化管理、提升人员专业能力等对策可逐步解决。未来,随着技术的不断升级与行业规范的完善,该技术将成为电力工程机电安装的主流模式,为电力行业高质量、低碳化发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]宋永红,尹金红,陈继东,等.机电安装工程预制装配式技术应用[J].建筑技术,2021,50(8):113-114.
- [2]庞珍伦,王佳龙.机电安装工程预制装配式施工研究[J].建材与装饰,2023,14(52):196-198.
- [3]张彦,吴治国.探究机电安装工程预制装配式施工技术及其发展趋势[J].城市建设理论研究,2022,8(23):118-121.
- [4]王祚远.机电安装工程预制装配化施工技术分析[J].居舍,2023,7(12):58-61.
- [5]孙华泉.机电安装工程预制装配式施工技术及其发展趋势探讨[J].门窗,2022,11(20):108-112.