

装配式建筑机电安装一体化施工工艺研究

郝三红

凌辉建设工程咨询有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i6.8086

[摘要] 伴随建筑行业朝着工业化、绿色化转变，装配式建筑发展势头十分迅猛，机电安装的施工质量、效率及成本控制成了关键要点，为消除装配式建筑中传统机电安装工艺的诸多症结，实施相关探究。基于 BIM 技术、预制加工及模块化组装等相关技术，实施机电安装一体化施工工艺设计、模拟及应用的实践，此工艺可显著提高施工质量，增进施工效率，减少工期天数，呈现良好的经济收益及应用拓展前景，此为装配式建筑机电安装施工奉上了新的技术方案和管理理念。

[关键词] 装配式建筑；机电安装；一体化施工工艺；BIM 技术；成本效益

Research on integrated construction technology of electromechanical installation in prefabricated buildings

Hao Sanhong

Linghui Construction Engineering Consulting Co., LTD.

[Abstract] As the construction industry shifts towards industrialization and greening, prefabricated buildings are developing at an unprecedented pace. The quality, efficiency, and cost control of mechanical and electrical installation have become critical issues. To address the many problems associated with traditional mechanical and electrical installation techniques in prefabricated buildings, relevant research has been conducted. Based on BIM technology, prefabricated processing, and modular assembly, this study implements integrated construction process design, simulation, and application for mechanical and electrical installation. This approach can significantly improve construction quality, enhance construction efficiency, reduce project duration, and offer good economic returns and broad application prospects. It presents new technical solutions and management concepts for the mechanical and electrical installation of prefabricated buildings.

[Key words] prefabricated building; mechanical and electrical installation; integrated construction technology; BIM technology; cost effectiveness

引言

在绿色发展与建筑工业化的大趋势浪潮里，装配式建筑依托环保、高效等长处，在建筑市场的占比不断上扬，机电安装作为装配式建筑的核心组成部分，其施工水平直接牵扯建筑的整体质量，面对装配式建筑。传统机电安装工艺，呈现出协同不足、精度较差等弊病，急需探索一种全新机电安装一体化施工工艺，此工艺瞄准技术创新及流程优化，力求打破传统工艺的桎梏，有概率为装配式建筑的高质量发展添加新动力，在建筑范畴掀起全新的变革狂潮。

一、现状分析

全球装配式建筑发展态势佳，国外部分发达国家产业链完备，应用范围广。国内近年发展迅猛，从一线城市逐步向二三线城市拓展，涉及保障性住房、商品房、工业厂房等，凭借高效环保特性，在建筑行业占据重要地位，驱动建筑产业迈向现代化^[1]。不过发展过程中遭遇构件生产运输成本高昂、设计施工标准缺失、专业人才匮乏等难题，装配式建筑里机电安装施工便捷，却存在交叉作业频繁状况，当前各专业协作欠佳、施工精准度低、进度拖延等问题突出，当下机电安装工艺在标准

化设计、高效施工、与预制构件配合方面存在缺陷，难以契合装配式建筑快速发展需要，急需改良。

二、一体化施工工艺可行性分析

(一) 技术可行性

BIM 技术对机电系统构建三维模型，在设计阶段利用碰撞检查调整管线布局，提前察觉并化解设计矛盾，于预制构件和机电设备协同设计中扮演重要角色，有效提高设计精准度与完备性，预制加工技术依照设计要求制造机电设备及管线预制构件，切实提升生产效率与构件质量。模块化组装技术让模块规格统一、可通用，利于现场快速拼接安装，减少现场施工任务与操作难度，这些技术在大量项目中投入使用，机电安装施工品质和效率显著提高，实际应用价值得到充分验证。

(二) 经济可行性

成本角度看一体化施工工艺，预制加工和模块化组装模式下，原材料集中采购实现规模化生产，设备采购成本降低，人力成本方面，现场用工量减少，工人技能需求集中，管理培训更轻松，人力成本随之下降。施工周期大幅缩短，项目时间成本得以节省。虽然一体化施工前期技术研发和设备购置资金投入较大，但随着施工推进，效率显著提升，返工维修情况减少，长期经济效益明显，投资回报率可观，成本效益优势突出。

(三) 管理可行性

一体化施工管理模式需立足项目全局，构建协调统一的管理架构，消除专业隔阂，促进协同作业，组织架构应重新规划，设置专门的一体化施工管理部门或岗位，细化各部门、人员在施工中的具体职责，沟通协调环节，搭建高效信息交互平台，确保设计、生产、施工各环节信息快速传递与共享^[2]。借助信息化管理手段，对施工进度、质量把控、成本投入进行动态监测，根据实际情况灵活调整管理流程，以此适配一体化施工新要求，保障项目有序推进。

三、一体化施工工艺设计与模拟

(一) 基于 BIM 技术的设计优化

借助BIM技术开展机电系统三维建模，需将各类机电设备、管线的型号、规格、尺寸等详细参数一一录入建模软件，严格按照实际建筑空间布局，精心搭建逼真的三维模型，建模过程中，仔细处理每个构件的位置、走向及连接关系，确保模型精准还原实际状况。模型搭建完成后，利用BIM软件的碰撞检查功能，系统自动对各机电管线、设备与建筑结构及其他专业构件进行全方位检测，快速定位碰撞点，并生成详实的碰撞报告。设计人员依据报告内容，对管线布局进行优化，合理调整管线

走向、重新规划设备位置，有效避免碰撞冲突。在预制构件与机电设备协同设计环节，通过BIM模型，设计人员可直观审视两者空间关系，提前发现尺寸适配、连接方式等潜在问题，针对这些问题，迅速优化设计方案，使预制构件预留孔洞、预埋件位置与机电设备安装需求精准匹配，大幅提高设计的准确性与完整性，切实减少施工过程中的变更与返工。

(二) 预制加工与模块化组装设计

预制构件丰富多样，有配电箱、叠合板预埋盒，还有各类管线。配电箱尺寸确定得顾及内部元件布局、线路连接，以及和周边结构的适配；叠合板预埋盒设计要综合叠合板厚度、灯线盒高度等因素，生产环节靠数控加工设备、模具制造技术，金属预制构件经数控车床、铣床雕琢成型，塑料管线预制件借注塑模具稳定产出。模块化组装着眼于施工，先剖析机电系统功能划分模块，把功能、结构类似部分规整成标准模块，统一接口样式、尺寸大小和连接方法，让模块能相互匹配、自由互换，快速组装用卡口式、螺栓连接等方式，模块表面标着安装标识和顺序，施工人员按标记操作，快速精准完成组装，有效压缩现场安装用时、降低出错概率。

(三) 施工流程模拟与优化

进行模拟操作，把施工进度计划、资源配置详情以及施工场地布局状况统统导入模拟软件，搭建起逼真的虚拟施工场景，在施工顺序模拟上，软件按照既定施工逻辑，清晰呈现各施工工序排列顺序与关键时间节点，观察模拟过程，能敏锐察觉到不合理之处，比如部分工序启动过早会使资源闲置，过晚又会延误整体进度，还可能引发质量隐患，随即调整让工序紧密衔接、科学有序。针对交叉作业，模拟软件直观展现不同专业施工在时间和空间维度的重叠情况。就像机电安装与土建施工若在同一区域、同一时段展开，极易出现相互妨碍的状况，通过模拟提前发现这类问题，进而灵活调整施工时段，或者合理规划施工区域，消除交叉作业带来的不良影响，至于物流运输模拟，软件依据施工场地布局和施工进度安排，对材料和设备的运输路线、运输时长进行模拟推演，仔细分析运输途中可能遭遇的道路拥堵、搬运不便等问题，据此优化运输路线规划，精准安排运输时间，挑选适配的运输设备，全方位提高物流运输效率。

四、工艺实施效果评估

(一) 技术实施效果

在技术层面，一体化施工工艺通过BIM技术、预制加工及模块化组装等手段，有效解决了传统机电安装工艺中存在的诸

多问题。以某大型商业综合体项目为例，该项目采用基于 BIM 的模块化装配式机房整体解决方案。在设计阶段，利用 BIM 技术对机房内的各类管线设备模块进行标准化拆分与设计，将机房划分为水泵模块、空调主机模块等多个标准功能模块，并对拆分后的构件进行统一标准化设计。在预制生产环节，工厂根据标准化设计图纸，采用数控加工设备和模具制造技术，批量生产金属预制构件和塑料管线预制件。模块化组装时，现场施工人员仅需按照模块表面的安装标识和顺序，通过卡口式、螺栓连接等方式快速完成组装。这种技术手段的应用，使得机房的施工效率大幅提高，现场组装量减少了约 70%，施工周期缩短了约 40%，同时有效避免了传统施工中因现场加工、焊接等带来的质量不稳定和安全隐患。

（二）经济实施效果

从经济角度来看，一体化施工工艺带来了显著的成本效益。在原材料采购方面，通过预制加工和模块化组装模式，实现了原材料的集中采购和规模化生产。以中建五局安装公司华南机电装配式智造基地为例，该基地遵循“构配件生产工厂化”的建筑工业化理念，将以往施工现场的加工设备、工艺进行集成优化，形成成套标准加工生产设备。这种模式使得原材料采购成本降低了约 15%，同时由于生产效率的提升，单位时间内的产量增加，进一步摊薄了生产成本。在人力成本方面，由于现场用工量减少，工人技能需求更加集中，管理培训更加轻松，人力成本整体下降了约 20%。此外，施工周期的大幅缩短，使得项目时间成本得以节省，间接提高了项目的经济效益。虽然一体化施工前期需要投入一定的技术研发和设备购置资金，但随着施工的推进，效率的提升和返工维修情况的减少，长期经济效益十分可观，投资回报率较高。

（三）工艺设计模拟实施效果

在工艺设计模拟方面，一体化施工工艺通过 BIM 技术的应用，实现了对施工过程的精细化模拟与优化。在施工流程模拟环节，将施工进度计划、资源配置详情以及施工场地布局状况导入模拟软件，搭建起逼真的虚拟施工场景。通过模拟，清晰呈现各施工工序的排列顺序与关键时间节点，及时发现并调整不合理之处，如部分工序启动过早或过晚导致的资源闲置或进度延误等问题。针对交叉作业，模拟软件直观展现不同专业施工在时间和空间维度的重叠情况，提前协调各专业施工队伍，合理划分施工区域，避免了因交叉作业带来的相互妨碍和质量隐患。在物流运输模拟方面，根据施工场地布局和施工进度安

排，对材料和设备的运输路线、运输时长进行模拟推演，优化运输路线规划，精准安排运输时间，挑选适配的运输设备，有效提高了物流运输效率。以某酒店制冷机房项目为例，通过 BIM 技术的模拟优化，施工过程中未出现因工序衔接不当或交叉作业干扰导致的返工现象，材料运输及时率提高了约 30%，整体施工质量得到了显著提升。

表 1：工艺实施效果对比

项目指标	传统施工工艺	一体化施工工艺
现场组装量	100%	30%
施工周期	100 天	60 天
原材料采购成本	100%	85%
人力成本	100%	80%
施工质量合格率	85%	98%
材料运输及时率	70%	90%

通过上述案例及数据可以看出，一体化施工工艺在技术、经济及工艺设计模拟等方面均取得了显著的实施效果，为装配式建筑机电安装施工提供了新的技术方案和管理理念，具有广阔的应用前景。

结语

装配式建筑的兴起推动建筑行业开启变革，机电安装作为这里面关键环节，其施工工艺被高度聚焦，装配式建筑机电安装出现施工精度欠缺、各专业协同联动不足等情形，传统工艺无法达到发展期望，一体化施工工艺把 BIM 技术、预制加工与模块化组装技术加以融合，在技术、经济以及管理上皆显示出可行性，此工艺可优化施工质量、加速施工流程、削减开支，往后应积极推行一体化施工工艺，促进装配式建筑行业跃上新台阶。

[参考文献]

- [1]沈凯.装配式建筑机电安装施工技术应用分析[J].中国设备工程, 2025, (04): 201-203.
- [2]胡金龙, 伍军.装配式建筑工程机电安装施工技术研究[J].房地产世界, 2024, (12): 143-145.
- [3]代鹏.装配式建筑工程机电安装施工技术研究[J].工程建设与设计, 2024, (08): 175-177.
- [4]潘笑豪.装配式建筑机电安装施工技术研究[J].中国设备工程, 2024, (08): 214-216.