

# 装配式建筑机电安装施工技术应用

韩本虎

青岛新华友建工集团股份有限公司 山东 青岛 266000

**摘要：**装配式建筑机电安装施工技术以模块化、标准化为核心，通过预制构件机电预埋、模块化机电单元集成、装配式管线连接及BIM协同设计等技术，实现机电系统与建筑模块的精准匹配与高效安装。该技术强调前置规划与协同配合，提升施工效率与质量，减少现场作业量。然而，当前仍面临标准化不足、人员技能参差不齐等挑战。未来，智能化、绿色低碳及全产业链协同创新将成为重要发展方向。

**关键词：**装配式建筑；机电安装；施工技术；应用

引言：随着建筑工业化进程的加速，装配式建筑以其高效、环保、质量可控等优势逐渐成为建筑行业的新趋势。机电安装作为装配式建筑的重要组成部分，其施工技术直接关系到建筑的整体性能与使用功能。因此，研究并应用先进的装配式建筑机电安装施工技术，对于提升施工效率、保障工程质量、推动建筑行业可持续发展具有重要意义。本文将围绕装配式建筑机电安装施工技术应用展开探讨，以期对相关实践提供参考。

## 1 装配式建筑机电安装技术理论基础

### 1.1 装配式建筑特点与机电安装需求

装配式建筑核心特点体现为模块化设计、标准化接口与预制构件集成化，三者对机电安装产生关键影响。模块化设计要求机电系统与建筑模块精准匹配，需提前规划系统布局；标准化接口为机电部件的通用互换提供保障，降低安装适配难度；预制构件集成化则推动机电管线与构件同步预制，改变传统现场布设模式，对安装的前置规划与协同配合提出更高要求，需实现机电安装与建筑装配流程的深度融合。

### 1.2 机电安装技术核心原则

(1) 标准化设计原则：以BIM技术为核心开展协同设计，整合建筑、结构与机电专业数据，实现设计信息共享；同时规范机电接口类型、尺寸与连接方式，确保各部件适配性，为后续预制与装配奠定基础。(2) 工厂预制化原则：将管线预埋、设备支架等工序转移至工厂完成，通过精准加工提升施工质量，减少现场作业量；推行机电模块化集成，实现卫生间、厨房等功能区域机电单元整体预制。(3) 现场装配化原则：依托定位放线技术实现机电部件精准就位，采用快速连接工艺简化现场安装流程，提升装配效率，降低施工误差。

### 1.3 关键技术分类

(1) 预制构件机电预埋技术：针对预制墙板、叠合

板等构件，提前规划管线走向与预埋位置，采用专用固定措施确保预埋管线稳固，避免构件生产与安装过程中管线损坏。(2) 模块化机电单元集成技术：聚焦卫生间、厨房等核心区域，整合给排水、电气、暖通等系统部件，在工厂完成单元组装与调试，实现现场整体吊装对接。(3) 装配式管线连接技术：采用快速接头、卡压式连接等工艺，简化管线拼接流程，提升连接密封性与可靠性；推广柔性连接技术，适应建筑沉降与温度变形需求<sup>[1]</sup>。(4) BIM协同设计与施工模拟技术：利用BIM模型开展机电管线冲突检测，提前优化设计方案；通过施工模拟预判安装难点，合理规划施工工序与人员配置，保障施工顺利推进。

## 2 装配式建筑机电安装施工关键技术应用

### 2.1 预制构件机电预埋施工工艺

(1) 预埋管线定位精度控制：采用激光定位技术与模板固定技术相结合的方式保障定位精准性。施工前，基于BIM三维模型提取管线预埋坐标数据，利用激光投线仪将定位点精准投射至预制构件模板上，标记管线走向、接口位置及预埋深度。针对不同类型管线，选用专用模板固定件，如PVC管线采用卡扣式固定卡，金属管线采用焊接式支架，确保管线在混凝土浇筑过程中不发生位移。同时，建立二次复核机制，浇筑前通过全站仪对定位点进行全面校验，偏差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内，杜绝因定位偏差导致后续管线对接困难<sup>[2]</sup>。(2) 预埋件防渗漏、防损坏措施：在预埋件与构件交接处采用多道密封工艺，对于穿墙套管、预埋箱体等部位，先在接口处涂刷密封胶，再铺设防水卷材，形成双重防护，避免后期使用过程中出现渗漏问题。在构件生产、运输及吊装环节，实施严格的成品保护措施，对预埋管线端口采用封堵帽密封，防止杂物进入；对突出构件表面的预埋件加装防护盖板，避免碰撞损坏。同时，在运输过程中合理

摆放构件，避免预埋部位受压，吊装时选用专用吊具，确保受力均匀，保护预埋件完好。

## 2.2 模块化机电单元安装技术

(1) 模块化设计流程：以建筑功能分区为核心，明确卫生间、厨房、设备机房等不同区域的机电功能需求，梳理给排水、电气、暖通等系统的管线走向与设备配置。基于标准化设计原则，统一模块尺寸、接口类型及连接方式，确保不同模块之间的通用性与互换性。设计过程中依托BIM技术进行模块内部管线排布优化，避免管线冲突，同时预留检修空间，保障后期维护便捷性。完成设计后，在工厂进行模块预制组装，同步开展压力试验、通电调试等检测工作，确保模块出厂质量合格。(2) 现场吊装与连接工艺：根据模块重量与安装高度，选用合适吨位的起重机及专用吊具，吊装前对吊装点进行加固处理，确保受力稳定。吊装过程中采用专人指挥，配合水平仪、经纬仪实时监测模块水平度与垂直度，偏差控制在规范范围内。模块就位后，采用快速对接技术完成管线与接口的连接，对于给排水管线采用卡压式快速接头，电气管线采用插拔式端子连接，大幅缩短现场连接时间。连接完成后，再次进行系统调试，检查接口密封性、设备运行状态等，确保模块功能正常发挥<sup>[3]</sup>。

## 2.3 装配式管线综合布置技术

(1) 管线排布优化原则：遵循“小管让大管、有压管让无压管、支线让干线”的排布原则，结合建筑结构特点，合理规划管线走向，避免占用主要通行空间与设备安装空间。在管线密集区域，采用分层排布方式，利用梁下、吊顶内等空间进行立体布置，提升空间利用效率。同时，充分考虑后期维修需求，在管线排布时预留足够的检修通道，重要管线设置标识牌，明确管线功能与走向，方便后期维护。(2) 支架系统标准化设计：支架系统采用标准化、模块化设计，根据管线类型、管径及重量，精准计算支架承载力，确保支架强度满足使用要求。针对装配式建筑特点，选用可调节式支架，方便管线安装定位与后期调整。同时，支架设计需符合抗震要求，采用抗震连接件与建筑结构可靠连接，在地震作用下能够有效限制管线位移，保障系统安全。支架加工在工厂标准化生产，现场仅需进行组装固定，提升施工效率与安装质量。

## 2.4 BIM技术应用实践

(1) 三维模型协同设计：构建建筑、结构、机电多专业一体化BIM三维模型，实现各专业设计信息的实时共享与协同。利用BIM模型的碰撞检测功能，自动识别

机电管线与结构构件、管线与管线之间的冲突点，生成碰撞检测报告。设计人员根据报告优化管线排布方案，提前解决设计阶段的矛盾问题，避免后期施工过程中出现返工整改，大幅提升设计质量与效率。(2) 施工过程模拟与进度管理：基于BIM三维模型融入时间、成本维度，构建4D（三维+时间）、5D（三维+时间+成本）施工模拟模型。通过4D模拟直观展示机电安装各工序的施工顺序、作业时间及人员配置，预判施工过程中的难点问题，优化施工方案。利用5D模型实现施工进度与成本的联动管理，实时跟踪施工进度偏差，及时调整施工计划，确保工程按时、按质完成。同时，通过BIM模型进行施工技术交底，提升施工人员对施工方案的理解程度，保障施工过程规范有序<sup>[4]</sup>。

## 3 装配式建筑机电安装施工质量控制与安全管理

### 3.1 质量控制要点

装配式建筑机电安装质量控制需贯穿施工全流程，重点把控进场验收与过程检测两大核心环节。(1) 预制构件进场验收标准：严格依据《装配式混凝土建筑技术标准》(JGJ1-2014)等规范，对进场预制构件的尺寸偏差进行检测，确保墙板、叠合板等构件的长宽高偏差、平整度偏差符合设计要求，管线预留孔洞位置偏差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 内。同时，全面核查预埋件完整性，检查管线预埋是否通畅、接口封堵是否严密，预埋件型号、数量与设计图纸是否一致，杜绝不合格构件投入施工。(2) 安装过程质量检测方法：采用无损检测技术对管线连接质量进行排查，利用超声波检测判断焊缝密实度，借助红外热成像检测管线渗漏隐患；对给排水、暖管线实施压力试验，按照设计压力的1.5倍进行水压试验，保持规定压力30分钟无渗漏为合格，确保管线系统密封性。此外，通过激光测距仪校验模块安装垂直度与水平度，保障安装精度。

### 3.2 常见质量问题与防治措施

(1) 常见质量问题分析：管线预埋偏差多因定位基准不精准、浇筑过程中管线移位导致，易造成后续管线对接困难；接口渗漏主要源于密封工艺不到位、接头选型不当，影响系统正常运行；模块连接松动则与吊装就位偏差、紧固件未按规范紧固相关，存在安全隐患。(2) 标准化施工流程与防治措施：制定标准化施工流程，严格遵循“定位放线-预制预埋-工厂校验-现场装配-检测验收”的步骤推进。引用《建筑机电工程施工质量验收规范》(GB50303-2015)等标准，明确各工序质量要求。针对预埋偏差，采用BIM精准定位+二次复核机制；对于接口渗漏，选用合格密封材料，规范密封施工

流程并加强试压检测；针对模块松动，严控吊装精度，采用扭矩扳手按规定力矩紧固连接件，确保连接可靠<sup>[5]</sup>。

### 3.3 安全管理策略

(1) 高空作业防护：模块吊装前搭建稳固的临时支撑体系，采用满堂脚手架或独立支撑，确保支撑承载力满足要求。作业人员需佩戴全身式安全带，悬挂于牢固的安全绳上，吊装区域设置警戒区并安排专人监护。选用符合要求的吊装设备与吊具，吊装前进行荷载试验，严禁超载作业，确保模块吊装过程平稳安全。(2) 消防与用电安全管控：严格执行临时用电规范，采用TN-S接零保护系统，配备漏电保护器，电缆敷设规范有序，避免碾压、破损。动火作业前办理审批手续，清理作业区域易燃杂物，配备消防器材，作业后检查确认无火灾隐患。施工现场按规定配备消防水源、消防器材，定期开展消防演练，提升施工人员应急处置能力。

## 4 装配式建筑机电安装的挑战与未来发展趋势

### 4.1 当前技术瓶颈

(1) 标准化程度不足、预制构件与机电系统兼容性差：当前行业内缺乏统一的机电安装标准化体系，不同企业的预制构件规格、接口类型差异较大，导致机电设备与构件的适配难度增加，不仅延长了施工周期，还提升了返工率。部分预制构件生产时未充分考虑机电系统的安装需求，预留空间、管线走向设计不合理，进一步加剧了兼容性矛盾，影响系统整体运行稳定性。(2) 施工人员技能水平参差不齐、信息化管理工具普及率低：装配式机电安装对人员综合技能要求较高，需同时掌握预制构件特性、机电系统原理及装配工艺，但现有施工队伍中，熟练掌握新型装配技术与信息化工具的专业人才匮乏，技能水平差距较大，难以保障施工质量的统一性。此外，BIM、物联网等信息化管理工具的普及率偏低，多数项目仍依赖传统管理模式，无法实现施工全过程的精准管控与数据共享，导致进度跟踪、质量追溯等工作效率低下。

### 4.2 未来发展方向

(1) 智能化技术应用：大力推广AI优化设计，借助人工智能算法快速完成机电管线排布优化、模块选型等

工作，提升设计效率与精准度；积极应用物联网实时监测技术，在机电设备、管线及预制构件上安装传感器，实现施工过程与运行阶段的状态实时感知、数据同步传输，及时预警故障隐患，保障系统安全稳定运行。(2) 绿色低碳技术融合：推动可再生能源与机电系统的深度集成，如太阳能光伏发电、地热能供暖等技术的规模化应用；推广使用节能型机电设备，优化系统运行方案，降低能源消耗与碳排放。同时，采用环保型材料与工艺，减少施工过程中的环境污染，契合绿色建筑发展理念。(3) 全产业链协同创新：构建设计-生产-施工-运维一体化协同平台，打破产业链各环节的信息壁垒，实现数据全流程共享。通过平台整合设计参数、生产进度、施工质量、运维数据等核心信息，推动各环节高效协同，优化资源配置，提升项目全生命周期管理效率，助力行业实现高质量可持续发展。

### 结束语

装配式建筑机电安装施工技术的应用，是推动建筑行业现代化转型的关键一环。通过模块化设计、标准化施工及信息化管理，不仅显著提升了施工效率与工程质量，还有效降低了资源消耗与环境污染。面对未来，我们应持续探索智能化、绿色化技术融合，加强全产业链协同创新，不断突破技术瓶颈，以更加高效、环保、可持续的装配式建筑机电安装技术，引领建筑行业迈向高质量发展新篇章。

### 参考文献

- [1]李泽昌.装配式建筑机电安装施工技术应用[J].大众标准化,2025,(15):150-152.
- [2]李越.装配式建筑机电安装线管预埋分析[J].中国建筑装饰装修,2022,(17):122-124.
- [3]常婧.智能监测技术和预制墙板安装施工技术在装配式建筑的应用价值[J].建材发展导向,2025,23(14):103-105.
- [4]杨军.装配式建筑机电安装质量控制方法与关键施工技术研究[J].建筑施工,2025,47(07):160-164.
- [5]魏仲发.装配式建筑机电安装工程施工技术[J].大众标准化,2025,(09):117-119.