

# 现代建筑施工中机电安装的创新技术与实践

王磊

420583\*\*\*\*\*0735

**摘要：**随着现代建筑向智能化、绿色化、大型化方向发展，机电安装工程作为建筑功能实现的核心环节，其技术水平直接影响建筑整体质量与运行效率。传统机电安装技术在施工精度、工期控制、资源消耗等方面已难以满足当前建筑行业的发展需求，创新技术的研发与应用成为突破行业瓶颈的关键。本文首先分析现代建筑施工中机电安装工程的技术应用现状及存在的问题，随后从BIM技术融合应用、装配式机电安装技术、智能化施工技术、绿色节能技术四个维度，系统阐述机电安装领域的核心创新技术原理与应用路径，最后结合工程实践提出创新技术应用的优化策略，为提升机电安装工程施工质量、降低施工成本、推动建筑行业高质量发展提供理论参考与实践指导。

**关键词：**现代建筑施工；机电安装；创新技术；BIM技术；装配式安装；智能化施工；绿色节能

**DOI：**10.69979/3029-2727.25.09.068

## 1 引言

机电安装工程是现代建筑工程的重要组成部分，涵盖给排水系统、暖通空调系统、电气工程系统、消防系统等多个专业领域，其施工质量直接关系到建筑投用后的功能稳定性、安全性与节能性。近年来，随着《“十四五”建筑业发展规划》等政策对建筑工业化、智能化、绿色化转型的推动，以及超高层建筑、智慧建筑、绿色建筑等新型建筑形态的涌现，传统机电安装技术面临诸多挑战：一方面，传统施工模式依赖人工经验，施工精度易受人为因素影响，导致管线碰撞、预留孔洞偏差等问题频发，后期返工成本较高；另一方面，传统技术在施工效率、资源利用率上存在明显短板，难以适应现代建筑对工期压缩、低碳环保的要求。在此背景下，机电安装创新技术的研发与实践成为行业关注的焦点，通过技术革新实现施工流程优化、质量提升与成本控制，已成为现代建筑施工企业提升核心竞争力的重要途径。

## 2 现代建筑机电安装技术应用现状与问题

### 2.1 技术应用现状

当前，我国建筑机电安装行业正处于技术转型阶段，部分大型施工企业已开始尝试将数字化、工业化、智能化技术融入施工全过程。在数字化方面，BIM（建筑信息模型）技术逐步应用于机电管线的碰撞检查、深化设计与施工模拟，有效减少了传统二维设计中的信息断层问题；在工业化方面，装配式机电安装技术在标准层建筑、公共建筑中得到一定推广，通过工厂预制构件、现场组装的方式，缩短了现场施工周期；在智能化方面，

智能监测设备（如管线压力传感器、设备运行状态监测仪）开始应用于施工质量与设备运行管理，实现了对施工过程的实时动态管控。此外，绿色节能技术（如变频节能设备、太阳能光伏与建筑一体化系统）在机电安装中的应用比例也逐步提升，符合建筑行业低碳发展的要求。

### 2.2 存在的主要问题

尽管机电安装技术创新取得一定进展，但行业整体仍存在以下问题：一是技术应用不均衡，BIM技术、装配式安装等创新技术主要集中在大型企业与重点工程项目中，中小施工企业受资金、技术人才限制，仍以传统施工技术为主，导致行业技术水平参差不齐；二是技术融合度低，部分项目虽引入创新技术，但未能实现各技术间的协同联动，如BIM技术仅用于设计阶段，未与施工进度管理、成本控制等环节深度融合，导致技术优势难以充分发挥；三是施工人员技术素养不足，创新技术对施工人员的专业能力要求较高，而现有施工队伍中，具备数字化操作、装配式安装技能的专业人才缺口较大，制约了创新技术的落地应用；四是标准体系不完善，装配式机电构件的规格标准、智能化施工的技术规范尚未完全统一，导致不同企业的技术成果难以通用，影响了创新技术的推广效率。

## 3 现代建筑机电安装的核心创新技术

### 3.1 BIM技术在机电安装中的融合应用

BIM技术作为数字化建筑核心技术，为机电安装提供全生命周期信息管理平台，其创新应用集中在以下三

方面：

### 3.1.1 管线综合深化设计

传统二维图纸设计易导致各专业管线碰撞，BIM 技术可将多专业模型整合至三维平台，自动识别管线空间冲突并优化调整，同时精准计算管线长度与构件规格，减少材料浪费，提升建筑空间利用率。

### 3.1.2 施工模拟与进度管控

结合施工进度计划构建 4D（三维模型+时间）模拟模型，直观展示工序顺序、时间节点与资源配置，提前发现施工流程问题并调整。通过模型信息关联功能，对比计划与实际进度，偏差时自动预警，保障工期推进。

### 3.1.3 运维阶段的数字化管理

将施工阶段设备参数、管线走向、施工记录等信息整合至运维模型，为后期设备检修、管线维护提供数据支持。运维人员通过移动端访问模型查询设备信息，结合智能监测数据预判设备运行状态，降低故障概率与运维成本。

## 3.2 装配式机电安装技术

装配式机电安装技术是建筑工业化在机电领域的重要体现，其核心是通过“工厂预制、现场组装”的模式，替代传统的现场加工、焊接、敷设等施工方式，该技术的创新点主要包括：

### 3.2.1 标准化构件生产

装配式机电安装技术以标准化设计为前提，通过制定统一的构件规格标准（如预制管道支架、模块化管线集成单元、预制机房），实现构件的工厂化批量生产。工厂生产环境可控，可通过自动化设备（如管道预制生产线、支架焊接机器人）确保构件的加工精度，减少现场施工的误差。同时，标准化构件可实现重复利用，降低建筑废弃物的产生。

### 3.2.2 模块化组装施工

装配式机电安装将多个专业的管线、设备整合为模块化单元（如卫生间机电模块、空调机房模块），在工厂完成模块的组装、测试后，运输至现场进行整体吊装、拼接。模块化施工减少了现场交叉作业的工作量，降低了高空作业、动火作业的安全风险，同时大幅缩短了现场施工周期。例如，传统空调机房施工需 20-30 天，采用模块化施工后，现场组装仅需 5-7 天，施工效率提升 60% 以上。

### 3.2.3 与建筑结构的协同适配

装配式机电安装技术需与建筑结构设计同步进行，在结构设计阶段预留构件吊装孔、管线接口等，确保机电模块与建筑结构的精准适配。同时，利用 BIM 技术实

现机电模块与建筑结构模型的碰撞检查，提前解决模块安装过程中的空间冲突问题，确保施工顺利进行。

## 3.3 机电安装智能化施工技术

智能化施工技术通过引入自动化设备、物联网（IoT）、人工智能（AI）等技术，实现机电安装施工过程的自动化、精准化与智能化，主要包括以下技术方向：

### 3.3.1 自动化施工设备应用

在机电安装施工中，自动化设备的应用有效替代了传统人工操作，提升了施工精度与效率。例如，在管道安装中，采用管道自动焊接机器人，可实现管道的精准对接与焊接，焊接合格率达 99% 以上，且焊接效率较人工提升 3-5 倍；在电缆敷设中，使用电缆敷设机器人，可在狭窄空间内完成电缆的自动牵引、敷设，减少人工劳动强度，降低电缆损伤风险。

### 3.3.2 基于 IoT 的施工过程监测

利用 IoT 技术构建施工过程监测系统，在机电设备、管线构件上安装传感器（如温度传感器、压力传感器、位移传感器），实时采集施工过程中的关键数据（如焊接温度、管道压力、构件位移），并将数据传输至云端平台进行分析。管理人员通过平台可实时掌握施工质量与进度情况，当数据超出预设阈值时，系统自动发出预警，及时排查质量隐患。例如，在管道压力试验中，IoT 监测系统可实时监测管道压力变化，避免因压力骤升导致管道破裂，确保试验安全。

### 3.3.3 AI 辅助的质量检测与决策

AI 技术在机电安装质量检测与施工决策中发挥重要作用。通过训练 AI 模型，可对机电安装的施工图像（如管道焊接接头图像、管线排布图像）进行自动识别，判断施工质量是否符合规范要求，检测效率较人工提升 10 倍以上，且避免了人工检测的主观误差。此外，AI 模型可结合历史施工数据、当前施工条件，对施工方案进行优化，如自动调整管线安装顺序、优化设备配置方案，提升施工决策的科学性。

## 3.4 机电安装绿色节能技术

在“双碳”目标背景下，绿色节能技术通过降低机电系统能耗与环境影响实现创新，核心应用集中在三方面：

### 3.4.1 节能型机电设备应用

推广高效节能设备替代传统高能耗设备，如暖通系统用变频离心式冷水机组（节能 30%-40%）、给排水系统用变频水泵、照明系统用 LED 灯具（节能 70% 以上），从设备端减少能源消耗。

### 3.4.2 可再生能源与机电系统集成

将太阳能、地热能等可再生能源与机电系统结合，如太阳能光伏系统供电、地源热泵系统提供冷热源（节能 25%~30%），同时通过余热回收技术利用设备余热供应生活热水，提升能源利用效率。

### 3.4.3 绿色施工技术应用

施工中采用低污染、高循环的技术手段，如无尘除锈替代传统喷砂除锈、低烟尘焊条配合烟尘收集设备减少空气污染、临时污水处理设施实现废水循环使用，降低施工对环境的影响。

## 4 机电安装创新技术的实践优化策略

### 4.1 加强技术研发与成果转化

一是加大创新投入，鼓励施工企业与高校、科研机构合作，建立产学研合作平台，针对机电安装领域的技术痛点（如复杂空间管线排布、装配式构件连接技术）开展联合攻关，研发具有自主知识产权的核心技术；二是完善技术成果转化机制，通过建立中试基地、开展试点工程，将实验室技术转化为可落地的施工技术，同时加强技术推广，通过技术交流会、现场观摩会等形式，分享创新技术的应用经验，推动中小施工企业技术升级。

### 4.2 构建协同化技术应用体系

打破创新技术间的应用壁垒，实现各技术的协同联动。例如，将 BIM 技术与装配式机电安装技术结合，利用 BIM 模型完成装配式构件的深化设计与模拟组装，确保构件生产精度与现场安装精度的匹配；将 IoT 技术与 AI 技术融合，通过 IoT 采集的施工数据训练 AI 模型，提升 AI 模型的质量检测精度与决策科学性。同时，建立统一的数字化管理平台，整合 BIM、IoT、AI 等技术的数据资源，实现施工全过程的信息共享与协同管理。

### 4.3 提升施工人员技术素养

一是完善人才培养体系，针对创新技术应用需求，制定专项培训计划，开展 BIM 操作、装配式安装、智能化设备运维等专业培训，培养既懂传统施工技术又掌握创新技术的复合型人才；二是建立人才激励机制，通过设立技术创新奖励、晋升绿色通道等方式，鼓励施工人员主动学习创新技术，参与技术革新；三是加强校企合作，在职业院校开设机电安装创新技术相关专业，培养

适应行业发展需求的技能型人才，缓解人才缺口压力。

### 4.4 健全技术标准与监管体系

一是加快制定完善的技术标准，针对装配式机电构件的规格、BIM 技术的应用流程、智能化施工的技术要求等，制定统一的国家标准或行业标准，规范创新技术的应用；二是加强施工过程监管，利用数字化监管手段（如无人机巡检、视频监控），对创新技术的应用过程进行实时监督，确保施工符合标准要求；三是建立质量追溯体系，通过 BIM 模型记录施工全过程的质量数据，实现机电安装工程质量的可追溯，一旦出现质量问题，可快速定位问题原因，降低返工成本。

## 5 结论

现代建筑施工中，机电安装创新技术的应用是推动建筑行业高质量发展的重要支撑。BIM 技术、装配式机电安装技术、智能化施工技术、绿色节能技术的研发与应用，有效解决了传统机电安装技术在施工精度、效率、能耗等方面的问题，为机电安装工程的提质增效提供了技术保障。然而，创新技术的推广应用仍面临技术融合度低、人才短缺、标准不完善等挑战。未来，需通过加强技术研发、构建协同应用体系、提升人员素养、健全标准监管体系，进一步优化创新技术的实践应用，推动机电安装行业向数字化、工业化、智能化、绿色化方向转型，为现代建筑功能的实现与可持续发展奠定坚实基础。

### 参考文献

- [1] 王海朋. 工程项目机电安装技术的创新与探究 [J]. 电子乐园, 2021(6): 0223~0223.
- [2] 王维. 浅析建筑工程设备安装技术的实际应用 [J]. 引文版: 工程技术, 2016, 000(005): P. 58~58.
- [3] 王靓. 超高层建筑机电安装技术的实践研究 [J]. 华东科技 (综合), 2021(9): 157~157.
- [4] 李辉. 浅谈建筑机电安装施工技术 [J]. 商品与质量, 2015.
- [5] 刘双. 试析制药厂机电安装项目技术创新 [C]//2023 年全国工程建设行业施工技术交流会. 中国建筑第二工程局有限公司, 2023.