

建筑工程的智能化与自动化发展研究

周晴

430321*****2597

摘要: 随着建筑行业向现代化、信息化转型, 建筑机电安装工程作为建筑功能实现的核心环节, 其智能化与自动化水平成为衡量建筑品质的关键指标。本文结合当前建筑工程的发展现状, 系统分析智能化技术(如BIM技术、物联网技术)与自动化设备在机电安装各阶段的应用场景, 包括设计优化、施工管控、运维管理等环节。通过案例论证智能化与自动化技术对提升工程质量、降低施工成本、缩短工期的实际效果, 同时指出当前行业在技术应用、人才储备、标准体系等方面存在的问题。最后, 基于行业发展趋势, 提出加强技术研发、完善人才培养机制、建立统一标准体系等对策建议, 为推动建筑工程智能化与自动化高质量发展提供参考。

关键词: 建筑机电安装; 智能化技术; 自动化设备; BIM 技术; 工程管理

DOI: 10.69979/3029-2727.25.09.073

1 引言

建筑工程涵盖给排水、暖通空调、电气设备、消防系统等多个专业领域, 是保障建筑正常运行和使用功能的重要基础。传统机电安装工程以人工操作为主, 存在施工效率低、质量控制难度大、运维成本高、能源消耗大等问题, 已难以满足现代建筑对高效、节能、智能的需求。近年来, 随着人工智能、物联网、大数据、BIM 等技术的快速发展, 智能化与自动化技术在建筑工程中的应用逐渐深入, 推动行业从“传统施工”向“智能建造”转型。据中国建筑协会数据显示, 2024 年我国智能建筑市场规模突破 5000 亿元, 其中机电安装智能化改造贡献率超过 35%, 智能化与自动化技术已成为建筑工程升级发展的核心驱动力。本文基于当前行业发展背景, 深入研究建筑工程智能化与自动化的应用现状、发展趋势及优化路径, 为行业实践提供理论支持。

2 建筑机电安装工程智能化与自动化技术的应用现状

2.1 智能化技术在机电安装中的应用场景

2.1.1 BIM 技术在设计与施工阶段的应用

BIM(建筑信息模型)技术作为智能化建筑的核心技术之一, 已广泛应用于机电安装工程的设计、施工与运维全周期。在设计阶段, 通过 BIM 技术建立三维模型, 可实现各专业(如电气、暖通、给排水)的碰撞检测, 提前发现管线冲突问题。例如, 在某商业综合体机电安装项目中, 利用 BIM 技术进行管线综合优化, 减少管线碰撞点 32 处, 避免了施工阶段的返工, 缩短工期 15 天,

节约成本约 80 万元。在施工阶段, 基于 BIM 模型的施工模拟的技术, 可制定精准的施工进度计划, 同时通过移动端设备实时上传施工数据, 实现施工过程的可视化管控, 提升施工质量合格率至 98%以上。

2.1.2 物联网技术在设备监控与运维中的应用

物联网技术通过传感器、无线通信等设备, 实现对机电设备运行状态的实时监控。在高层建筑暖通系统中, 安装温度、压力、流量传感器, 实时采集设备运行数据, 并传输至云端管理平台。当设备出现异常(如温度超标、压力异常)时, 平台自动发出预警信号, 通知运维人员及时处理。某写字楼机电运维项目应用物联网技术后, 设备故障响应时间从 2 小时缩短至 30 分钟, 设备故障率降低 25%, 年运维成本节约约 12 万元。此外, 通过物联网技术采集的设备运行数据, 可进行大数据分析, 预测设备使用寿命, 实现预防性维护, 进一步降低运维成本。

2.2 自动化设备在机电安装中的应用实践

2.2.1 自动化安装设备提升施工效率

传统机电安装中, 管道、线缆的铺设多依赖人工, 不仅效率低, 且施工质量受人为因素影响较大。近年来, 自动化安装设备(如管道自动焊机、线缆自动敷设机)的应用逐渐普及。在某工业园区管道安装项目中, 采用管道自动焊机进行焊接作业, 焊接效率较人工提升 3 倍, 焊接合格率从人工焊接的 92% 提升至 99.5%, 同时减少了人工成本投入。线缆自动敷设机则通过机械传动装置实现线缆的快速铺设, 在某住宅项目电气安装中, 使用该设备完成 10 万平方米建筑的线缆敷设, 仅用 5 天时

间，较人工敷设缩短工期 7 天，节约人工费用约 6 万元。

2.2.2 智能控制系统实现设备自动化运行

智能控制系统（如 PLC 控制系统、变频控制系统）在机电设备运行中的应用，实现了设备的自动化调节与控制。在暖通空调系统中，采用变频控制系统根据室内温度、人员数量自动调节风机转速与空调负荷，实现能源的高效利用。某酒店暖通系统应用变频控制技术后，空调能耗降低 30%，年节约电费约 20 万元。在给排水系统中，PLC 控制系统根据水箱水位自动控制水泵启停，避免了人工操作的疏忽导致的溢水或缺水问题，提升系统运行稳定性。

3 建筑机电安装工程智能化与自动化发展面临的问题

3.1 技术应用层面的问题

3.1.1 技术集成难度大，兼容性不足

当前建筑机电安装工程中，智能化技术与自动化设备的应用多处于“碎片化”状态，不同技术（如 BIM、物联网、智能控制）之间缺乏有效的数据交互与集成。例如，部分项目中 BIM 模型数据无法直接对接物联网监控平台，导致施工阶段的模型数据与运维阶段的设备运行数据脱节，无法实现全周期的智能化管理。此外，不同厂家的自动化设备（如传感器、控制器）采用不同的通信协议，兼容性不足，增加了系统集成的难度与成本。某项目统计显示，因设备兼容性问题，系统集成成本额外增加 15%，且后期维护难度加大。

3.1.2 技术更新速度快，企业研发投入不足

智能化与自动化技术更新迭代速度快，而多数建筑机电安装企业以中小型企业为主，资金实力有限，研发投入不足。据行业调研数据显示，2024 年我国建筑机电安装企业研发投入占营业收入的比例平均仅为 1.2%，远低于制造业 3.5% 的平均水平。研发投入不足导致企业难以跟上技术发展步伐，无法及时引入先进的技术与设备，在市场竞争中处于劣势。同时，部分企业对现有技术的应用仅停留在基础层面，未能充分发挥技术的核心价值，例如 BIM 技术仅用于建模与碰撞检测，而未深入应用于成本控制、运维管理等环节。

3.2 人才与标准层面的问题

3.2.1 复合型人才短缺，制约技术应用

智能化与自动化技术的应用需要既掌握机电安装专业知识，又熟悉 BIM、物联网、大数据等技术的复合型人才。然而，当前行业内人才结构不合理，传统技术人才较多，复合型人才短缺。据中国建设教育协会数据

显示，2024 年建筑机电安装行业复合型人才缺口超过 20 万人，部分企业因人才短缺，不得不放弃智能化项目或降低技术应用标准。此外，企业对员工的培训不足，多数培训仅针对单一技术，缺乏系统性的复合型人才培养体系，导致员工技术能力无法满足智能化与自动化发展的需求。

3.2.2 行业标准不完善，缺乏统一规范

目前，建筑机电安装工程智能化与自动化领域的标准体系尚未完善，缺乏统一的技术标准、数据标准与管理标准。例如，BIM 技术在机电安装中的应用流程、模型深度要求尚未有全国统一的标准，不同地区、不同企业采用的标准各异，导致项目协作效率低，数据共享困难。自动化设备的性能指标、通信协议也缺乏统一规范，设备选型与系统集成无据可依，增加了项目风险。标准的缺失还导致工程质量评价缺乏统一依据，部分项目存在“重技术应用、轻质量管控”的现象，影响行业整体发展水平。

4 推动建筑机电安装工程智能化与自动化发展的对策建议

4.1 加强技术研发与集成，提升核心竞争力

4.1.1 加大研发投入，突破关键技术

政府应出台相关扶持政策，如研发补贴、税收优惠等，鼓励建筑机电安装企业加大研发投入，重点突破技术集成、数据交互、设备兼容性等关键技术。企业可与高校、科研机构建立合作机制，共建研发平台，开展产学研合作，推动技术成果转化。例如，针对 BIM 与物联网技术的集成问题，研发统一的数据接口标准，实现模型数据与设备运行数据的实时交互。同时，企业应关注行业前沿技术（如数字孪生、人工智能）的发展，提前布局研发，抢占技术制高点。

4.1.2 推动技术一体化应用，实现全周期管理

企业应改变“碎片化”的技术应用模式，推动智能化与自动化技术的一体化应用，实现机电安装工程全周期的智能化管理。例如，构建“BIM+物联网+大数据”一体化平台，将设计阶段的 BIM 模型、施工阶段的进度数据、运维阶段的设备运行数据整合至同一平台，实现数据共享与协同管理。某大型建筑企业通过构建一体化平台，实现了项目全周期的可视化管控，项目成本降低 10%，工期缩短 8%，运维效率提升 30%。

4.2 完善人才培养机制，解决人才短缺问题

4.2.1 优化人才培养体系，培养复合型人才

高校应调整专业设置，增设“建筑机电智能化”“智

能建造”等专业方向，开设 BIM 技术、物联网技术、智能控制等课程，培养具备专业知识与技术能力的复合型人才。同时，企业应加强与高校的合作，建立实习基地，为学生提供实践机会，实现人才培养与市场需求的对接。此外，企业应完善内部培训体系，定期组织员工参加智能化与自动化技术培训，开展技术比武、案例分享等活动，提升员工的技术水平。例如，某企业每年投入 200 万元用于员工培训，培养了 50 余名复合型技术人才，有效支撑了企业智能化项目的实施。

4.2.2 完善人才激励机制，吸引与留住人才

企业应建立完善的人才激励机制，通过提高薪酬待遇、提供晋升空间、给予项目分红等方式，吸引行业内优秀的复合型人才。同时，为人才提供良好的工作环境与发展平台，鼓励员工参与技术研发与创新项目，对有突出贡献的人才给予奖励。政府也应出台相关政策，如人才补贴、住房优惠等，帮助企业吸引与留住人才，缓解行业人才短缺问题。

4.3 建立统一标准体系，规范行业发展

4.3.1 制定技术标准与数据标准

政府相关部门应联合行业协会、企业、科研机构，加快制定建筑机电安装工程智能化与自动化领域的技术标准与数据标准。例如，制定 BIM 技术在机电安装中的应用流程、模型深度标准，统一物联网设备的通信协议与数据格式，规范自动化设备的性能指标与检测方法。标准的制定应充分考虑行业实际需求，兼顾先进性与实用性，确保标准的可操作性。

4.3.2 完善质量评价与管理标准

建立智能化与自动化机电安装工程的质量评价体系，将技术应用水平、设备运行效率、能源消耗、运维成本等指标纳入评价范围，形成科学、统一的质量评价标准。同时，完善工程管理标准，规范项目招投标、施工过程管控、竣工验收等环节的管理流程，确保智能化与自动化技术在项目中得到有效应用。通过标准体系的建立，规范行业发展秩序，提升行业整体发展水平。

5 结论与展望

5.1 研究结论

本文通过对建筑机电安装工程智能化与自动化的研究，得出以下结论：首先，智能化技术（BIM、物联网）与自动化设备在机电安装工程的设计、施工、运维阶段已得到广泛应用，有效提升了工程质量、施工效率，降低了成本与能耗；其次，当前行业发展面临技术集成难度大、研发投入不足、复合型人才短缺、标准体系不完善等问题，制约了智能化与自动化水平的进一步提升；最后，通过加强技术研发与集成、完善人才培养机制、建立统一标准体系等对策，可推动建筑机电安装工程智能化与自动化高质量发展。

5.2 未来展望

随着数字技术、人工智能技术的不断发展，未来建筑机电安装工程的智能化与自动化将向更深层次、更广范围发展。一方面，数字孪生技术将与 BIM、物联网技术深度融合，构建虚拟与现实相结合的数字孪生平台，实现机电设备全生命周期的动态模拟与智能管控；另一方面，人工智能技术将在设备故障预测、能源优化调度等方面发挥更大作用，通过机器学习算法分析设备运行数据，实现故障的精准预测与能源的高效利用。同时，随着“双碳”目标的推进，智能化与自动化技术将更加注重节能与环保，推动建筑机电安装工程向绿色、低碳方向发展。未来，建筑机电安装工程将逐步实现“无人化施工”“智能化运维”，成为智能建造的核心组成部分，为建筑行业的高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1] 孟杨, 杨洋. 基于电气自动化的机电安装工程节能方案研究[J]. 奥秘, 2025(9): 21-23.
- [2] 徐建. 关于建筑机电安装工程施工管理的研究[J]. 建筑·建材·装饰, 2014.
- [3] 邓建华. 建筑消防自动化应用及发展研究[J]. 建筑知识: 学术刊, 2013(1): 2.
- [4] 刘晓锋. 建筑机电电气自动化发展趋势研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2018, 000(016): 4060.
- [5] 夏磊. 机电智能在建筑行业的应用[J]. 全文版: 工程技术, 2016(6): 218-218.