

电子智能化技术在机电安装工程中的协同应用与质量管控研究

王银鹏

济南恒达新科技发展有限公司

DOI:10.32629/acair.v3i4.17913

[摘要] 建筑行业推进工业化与数字化转型时,建筑企业将电子智能化技术融入机电安装工程,这成为行业发展的关键趋势。机电安装工程作为建筑工程的核心部分,其施工质量直接影响建筑整体功能的稳定与安全。电子智能化技术凭借精准、协同与高效的特点,在机电安装工程的设计、施工及运维中发挥重要作用,如通过智能传感器实时监测设备状态,优化多专业协同作业,并推动质量管控从经验型向智能精准型转变。本文从电子智能化技术在机电安装工程中的协同应用逻辑出发,梳理了BIM技术、物联网、人工智能等核心技术的应用场景,如BIM技术实现三维可视化设计与碰撞检测,物联网支持设备远程监控与数据采集,人工智能用于故障预测与智能决策。同时,分析了协同应用与质量管控中的现存问题,并从技术融合、流程优化、体系构建等角度提出优化策略,为提升机电安装工程质量、促进行业高质量发展提供参考。

[关键词] 电子智能化技术; 机电安装; 协同应用; 质量管控

中图分类号: TU85 **文献标识码:** A

Research on the Collaborative Application and Quality Control of Electronic Intelligent Technology in Mechanical and Electrical Installation Engineering

Yinpeng Wang

Jinan Hengda New Technology Development Co., Ltd.

[Abstract] As the construction industry advances its industrialization and digital transformation, building enterprises are integrating electronic and intelligent technologies into mechanical and electrical installation projects, which has become a key trend in the industry's development. Mechanical and electrical installation projects, as a core part of construction engineering, directly affect the stability and safety of the overall functionality of buildings through their construction quality. Electronic and intelligent technologies, with their precision, coordination, and efficiency, play a significant role in the design, construction, and operation and maintenance of mechanical and electrical installation projects. For example, they enable real-time monitoring of equipment status through smart sensors, optimize multi-disciplinary collaborative work, and promote the shift from experience-based to intelligent and precise quality control. This article starts from the collaborative application logic of electronic and intelligent technologies in mechanical and electrical installation projects, outlining the application scenarios of core technologies such as BIM technology, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence. For instance, BIM technology achieves three-dimensional visualization design and collision detection, IoT supports remote equipment monitoring and data collection, and AI is used for fault prediction and intelligent decision-making. At the same time, it analyzes existing issues in collaborative applications and quality control, and proposes optimization strategies from perspectives such as technological integration, process optimization, and system construction, providing references for improving the quality of mechanical and electrical installation projects and promoting high-quality development in the industry.

[Key words] electronic and intelligent technologies; mechanical and electrical installation; collaborative application; quality control

引言

机电安装工程涉及给排水、暖通空调等多个专业,技术密

集、流程复杂^[1]。现代建筑向智能化、绿色化发展,传统机电安装面临协同不畅、精度不足、质量管控效率低等挑战。电子智

能化技术通过数字化、网络化手段,打破信息壁垒,实现全流程协同联动,为质量管控提供数据支撑。当前,学者多聚焦单一电子智能化技术应用,缺乏多技术协同逻辑的系统分析,对质量管控关键节点研究不足。探讨电子智能化技术与机电安装工程的协同机制,构建质量管控体系,对提升施工质量和效率、推动行业数字化转型意义重大。本文综述电子智能化技术在机电安装工程中的协同应用与质量管控,为相关研究与实践提供参考。

1 电子智能化技术在机电安装工程中的协同应用基础

1.1 核心技术体系构成

电子智能化技术以多技术融合为核心^[2],形成涵盖设计、施工、运维的完整体系。BIM技术作为核心载体,构建三维模型,整合各专业数据,实现信息共享与协同作业;IoT技术部署传感器等设备,实时采集设备状态与施工参数,为决策与管控提供数据支撑;AI技术分析数据,实现缺陷识别、故障预警等智能化应用,提升管理精准性;大数据、云计算、数字孪生等技术进一步强化协同深度与广度,构建新管理模式。

1.2 协同应用的核心逻辑

电子智能化技术遵循“数据互通、流程协同、目标一致”的逻辑。数据互通打破各阶段与专业间的壁垒,实现信息实时共享;流程协同嵌入全流程,优化关键环节,实现高效联动;目标一致以提升质量、降低成本、缩短周期为核心,整合资源,避免决策偏差。这种逻辑提升管理效率,推动工程建设向集成协同转型。

2 电子智能化技术在机电安装工程中的协同应用场景

2.1 设计阶段:多专业协同优化

设计阶段是质量管控源头,电子智能化技术实现多专业设计协同优化。基于BIM的三维协同设计平台整合各专业数据,通过碰撞检测提前识别问题。如大型商业综合体机电设计中,BIM模型直观呈现布局,自动检测冲突点,设计人员协同修改,避免返工。同时,大数据分析同类工程案例与缺陷数据,为优化方案提供参考。数字化设计交底平台减少信息传递偏差,为施工协同奠定基础。

2.2 施工阶段:全流程协同管控

施工阶段是机电安装工程质量形成的关键环节^[3],电子智能化技术协同应用让施工全流程得到精准管控。施工团队在施工准备阶段运用BIM技术进行施工模拟,优化施工组织方案和资源配置,明确各专业施工顺序和交叉作业时间节点,防止施工冲突发生。他们利用物联网技术对施工材料和设备进行溯源管理,通过RFID标签记录材料进场检验数据和设备安装参数,保障施工物料质量可控。施工团队在施工实施阶段借助移动终端和现场传感器,实时采集和上传施工进度与质量数据,管理人员通过云端平台实时监控施工进度,及时协调解决施工过程中的问题。他们通过AI视觉识别技术对施工现场的管线焊接质量、设备安装精度等进行实时检测,自动识别漏焊、错装等质量缺陷并及时发出预警。各专业施工队伍在交叉作业协同方面基于数字化协

同平台实时共享施工进度和现场情况,合理安排作业时间和空间,避免相互干扰,提升施工效率和质量。

2.3 运维阶段:智能化协同管理

运维阶段协同应用聚焦于机电设备长期稳定运行,电子智能化技术构建了“预测性维护、协同响应”的运维管理模式。运维人员基于物联网技术实时采集机电设备运行参数,如温度、压力、振动、能耗等,通过大数据和AI技术分析设备运行状态,预测潜在故障风险并自动生成维护提醒和应急预案。运维人员对中央空调系统、给排水泵组等关键设备建立设备数字孪生模型,模拟设备运行状态,实现故障提前预警和精准定位。运维人员构建智能化运维协同平台整合物业管理人员、设备供应商、维修技术人员等多方资源,当设备出现故障时平台自动匹配专业维修人员,共享设备运行数据和故障信息,实现快速响应和协同维修。运维人员通过对运维数据持续分析为机电设备更新改造和工程质量持续改进提供数据支撑,形成“设计-施工-运维”闭环协同体系。

3 电子智能化技术协同应用与质量管控的现存问题

3.1 技术协同融合不足

当前电子智能化技术在机电安装工程中的应用多呈现“单一技术应用为主、多技术协同不足”的情况。部分工程仅在设计阶段应用BIM技术进行碰撞检测,或在施工阶段利用物联网进行数据采集,缺乏对BIM、物联网、AI等技术的深度融合,技术优势难以充分发挥。部分项目虽构建了BIM模型但未与物联网数据实时联动,模型无法反映施工过程实际情况,难以实现动态协同管理。不同技术平台数据标准不统一,BIM模型数据、物联网采集数据、AI分析数据之间难以互通,形成“数据孤岛”,制约协同应用深度。

3.2 质量管控体系不健全

电子智能化技术在质量管控中的应用缺乏系统化体系支撑。质量管控指标体系不完善,未结合电子智能化技术应用特点制定覆盖设计、施工、运维全流程的精细化质量管控指标,质量管控缺乏明确导向。质量管控流程与电子智能化技术适配性不足,传统质量检测与验收流程难以满足智能化技术应用需求,AI识别的质量缺陷缺乏标准化判定流程与处理机制,影响管控效率。质量管控责任划分不清晰,部分参与方对电子智能化技术支持下的质量管控职责认识不足,协同管控流于形式^[4]。

3.3 专业人才储备不足

电子智能化技术与机电安装工程协同应用对专业人才提出更高要求,需要既掌握机电安装专业知识又熟悉BIM、物联网、AI等电子智能化技术的复合型人才。当前行业内这类复合型人才储备严重不足,现有从业人员多专注于单一专业领域,缺乏对多技术协同应用的理解与操作能力。部分施工管理人员虽具备丰富机电安装施工经验,但对BIM平台操作与协同管理逻辑不熟悉,难以发挥技术协同优势。技术人员缺乏机电安装工程实践经验,开发智能化应用与工程实际需求脱节。人才短缺导致电子智能化技术应用深度与广度受限,制约协同应用与质量管控水平提升。

3.4 信息安全与标准缺失

信息安全与行业标准问题成为制约电子智能化技术协同应用的重要因素。机电安装工程协同应用涉及大量设计数据、施工方案、设备参数等敏感信息,当前部分项目信息平台缺乏完善安全防护体系,存在数据泄露、篡改等风险。电子智能化技术在机电安装工程中应用缺乏统一行业标准与规范,数据格式、技术应用流程、质量评价指标等未统一。

4 电子智能化技术协同应用与质量管控的优化策略

4.1 强化技术融合,构建一体化协同平台

工程师以“数据互通、功能集成”为核心构建一体化电子智能化协同平台。他们整合BIM、物联网、AI、大数据等核心技术统一数据标准与接口规范,达成设计数据、施工数据、运维数据、质量检测数据的实时共享与互联互通。例如,工程师将BIM模型与物联网传感器数据实时联动构建动态更新的数字孪生模型,该模型直观呈现施工过程中设备安装状态、管线布局变化与质量检测结果,为协同决策提供可视化支撑。工程师利用云计算技术搭建云端协同平台,支持设计人员、施工单位、监理单位、建设单位等多方在线协同,实现设计方案修改、施工问题反馈、质量检测结果确认等流程实时联动。企业加强技术研发投入,推动关键技术融合创新,例如,开发基于AI的BIM模型自动优化算法提升设计协同智能化水平。

4.2 完善质量管控体系,实现全流程精准管控

企业构建适配电子智能化技术应用的全流程质量管控体系。企业建立精细化质量管控指标体系,结合机电安装工程的专业特点与技术协同需求制定涵盖设计、施工、运维各阶段的质量指标,包括设计方案合理性、材料设备质量合格率、施工工艺达标率、设备运行稳定性等,明确各指标检测方法与判定标准。企业优化质量管控流程,将电子智能化技术嵌入质量检测、缺陷处理、验收交付等关键环节,例如,利用AI视觉识别技术实现施工质量缺陷自动检测与分类,通过协同平台实时推送缺陷信息至责任方,跟踪整改过程直至闭环。企业健全质量管控责任体系,明确各参与方在技术协同与质量管控中的职责,建立考核与激励机制强化各方协同管控意识^[5]。

4.3 加强人才培养,打造复合型人才队伍

高校与职业院校建立多维度人才培养体系满足电子智能化技术与机电安装工程协同应用需求。高校与职业院校调整专业设置,增设BIM技术应用、智能建造、机电工程数字化管理等相关课程培养兼具专业知识与技术应用能力的复合型人才。企业加强对现有从业人员培训,通过专题讲座、实操培训、项目实训等方式提升施工管理人员、技术人员对电子智能化技术操作能力与协同管理水平。例如,企业组织BIM技术、物联网平台操作、AI质量检测系统应用等专项培训,鼓励员工参与行业交流与认证考试。企业建立人才激励机制吸引具备跨领域知识专业人才加入,打造结构合理、素质过硬的复合型人才队伍。

4.4 健全标准规范,强化信息安全保障

相关部门加快制定电子智能化技术在机电安装工程中应用

的行业标准与规范,明确数据格式、技术应用流程、质量评价指标、平台建设要求等内容,实现技术应用标准化与规范化。例如,相关部门制定BIM模型在机电安装工程中的交付标准、物联网传感器数据采集与传输规范、AI质量缺陷识别的判定标准等,提升不同项目、不同参与方之间兼容性与互操作性。企业强化信息安全保障构建多层次安全防护体系。在技术层面,企业采用数据加密、访问控制、安全审计等技术手段防止数据泄露与篡改。在管理层面,企业建立信息安全管理制度,明确数据使用权限与保密责任,加强对协同平台安全运维与监控,确保信息安全。行业协会发挥桥梁纽带作用,组织企业、科研机构参与标准制定,推动技术应用规范化发展。

5 结论与未来方向

电子智能化技术和机电安装工程的协同应用,是行业向数字化转型的必经之路。这种协同借助数据共享、流程配合和智能管理,有效应对了传统机电安装工程中专业间协作困难、质量控制效率不高等挑战,为提升工程品质和推动行业进步打下了坚实基础。目前,这种协同已渗透到设计、施工、运维的各个环节,催生了多种应用场景。然而,在技术整合、质量控制体系、人才培养、标准制定等方面,仍存在不少难题,阻碍了技术潜力的充分挖掘。

通过加强技术融合来搭建一体化协作平台、完善质量控制体系以实现全流程精细化管理、加大人才培养力度来培养复合型人才、完善标准规范来确保信息安全等措施,可以显著提升电子智能化技术的融合应用和质量控制能力。展望未来,随着人工智能、数字孪生、元宇宙等前沿技术的不断进步,电子智能化技术与机电安装工程的协同应用将更加深入、广泛和智能。技术融合将更加深入,构建起“感知-分析-决策-执行”的完整智能协作链条;质量控制将具备“预测性”,通过精准分析施工和设备数据,提前预防质量问题;同时,绿色低碳理念与电子智能化技术的结合,将引领机电安装工程向环保、节能方向转型。因此,需持续深化相关理论研究和实践探索,不断优化协同应用和质量控制体系,为机电安装工程行业的数字化、智能化、绿色化升级提供坚实保障。

[参考文献]

- [1]朱正.机电工程绿色建造研究[J].安装,2021(08):7-9.
- [2]孔磊.建筑智能化系统的设计与施工技术分析及应用[J].电子世界,2020(08):145-146.
- [3]白振华.建筑工程施工阶段机电安装监理工作存在的问题及对策[J].建设监理,2025(10):61-63.
- [4]马欣如.试论智能化电子信息技术发展及应用[J].信息记录材料,2021,22(02):246-247.
- [5]黄建祥.电子工程中智能化技术的运用[J].电子技术与软件工程,2020(13):87-88.

作者简介:

王银鹏(1990--),男,汉族,山东省莱州市人,专科,研究方向:电子智能化、机电安装、电子信息等。