

电子智能化系统在机电安装工程中的节能优化与效益评估

王银鹏

济南恒达新科技发展有限公司 山东济南 250013

摘要: 在“双碳”目标与绿色建筑发展理念共同推动下,机电安装行业正将节能化转型视为高质量发展的核心方向。电子智能化系统凭借其数字化、智能化特性,深度渗透至机电安装工程全生命周期,工程师们通过该系统对设备运行状态、能源消耗数据进行精准管控,实现节能优化目标,为工程降本增效提供关键技术支撑。本文从电子智能化系统节能应用的理论基础展开,详细梳理其在机电安装工程设计阶段通过智能选型降低能耗、施工阶段运用BIM技术优化管线布局减少材料浪费、运维阶段利用物联网平台实现设备预测性维护等具体场景的节能优化实践,深入剖析当前应用中存在的系统集成度不足、数据标准不统一、运维人员技能短板等问题,构建包含能耗指标、经济指标、环境指标的多维度节能效益评估体系,提出加强顶层设计、完善标准规范、强化人才培养等针对性优化策略,为机电安装工程绿色发展提供理论依据与实践指导。

关键词: 电子智能化系统; 机电安装工程; 节能优化; 效益评估; 绿色建筑

引言

机电安装工程是建筑工程核心,能源消耗在建筑总能耗中占比大,在全球能源危机加剧、生态保护需求迫切下,降低其能耗、提升能效成行业转型迫切任务。电子智能化系统整合多先进技术,能为机电安装工程节能化发展提供新路径。当前国内外学者虽有相关研究,但多聚焦单一设备或阶段,缺乏全生命周期节能逻辑系统性分析,节能效益评估体系也无统一标准、效果难量化对比^[1]。因此深入探讨其节能优化机制、构建科学评估体系意义重大,本文将全面综述相关内容以提供参考。

1 电子智能化系统在机电安装工程中的节能应用基础

1.1 核心技术构成与节能原理

电子智能化系统节能以多技术融合构建“感知-分析-决策-调控”链条,物联网采集数据,人工智能与大数据分析挖掘节能潜力点,自动控制系统精准调控设备,数字孪生、云计算等技术强化精准性与高效性;其节能原理核心是“按需分配、精准调控”,通过实时监测建筑内人员密度、环境参数及设备运行负荷,动态调整设备状态与能源供给量,使能源消耗与实际需求匹配,降低无效能耗,提升能源利用效率。

1.2 节能应用的核心特征

电子智能化系统在机电安装工程中的节能应用呈现三

大核心特征。全生命周期方面,节能优化贯穿机电安装工程设计、施工、运维全流程,从源头设计节能方案规划,到施工阶段节能技术落地,再到运维阶段动态调控,形成完整节能闭环。协同联动性方面,智能化平台整合各专业机电设备,实现跨系统、跨设备协同调控,如空调系统与新风系统联动运行、给排水系统与能耗监测系统协同优化,避免单一设备调控致系统能耗失衡^[2]。数据驱动性方面,以实时采集的能耗数据与设备运行数据为核心,通过数据分析支撑节能决策,实现从“经验型调控”向“数据型调控”转型,提升节能优化科学性与精准性。

2 电子智能化系统在机电安装工程中的节能优化场景

2.1 设计阶段: 节能方案协同优化

设计阶段是机电安装工程节能源头^[3],电子智能化系统融入实现节能方案协同优化。基于大数据技术分析同类工程能耗数据与节能案例,结合建筑功能、使用场景、气候条件等因素,为机电设备选型、系统布局设计提供科学依据。例如,大型公共建筑设计中,分析不同空调系统能耗特性与适用场景,选择变频多联机空调系统并搭配智能控制系统,提升空调系统节能潜力。借助BIM技术构建三维节能模型,整合机电各专业设计数据,优化管线布局与设备安装位置,减少能源传输损耗。同时,利用数字孪生技术模拟机电系统运行过程,预测不同设计方案能耗水平,对比分析节能效

果，优化设计参数。例如，模拟不同供水压力、空调温度设定值下能耗变化，确定最优设计参数。通过碰撞检测功能优化管线走向，缩短输送距离，降低水泵、风机等设备运行能耗。此外，设计阶段嵌入智能化控制逻辑。

2.2 施工阶段：节能技术的实施与过程监控

施工阶段是节能方案执行的关键时期，电子智能化系统助力施工节能控制与技术提升。安装设备时，利用智能化监测工具即时检测安装精度，确保满足节能运行标准。如对空调机组、水泵等设备的平整度、密封状况精确监测，防止安装不当致效率降低、能耗增加；通过物联网技术，实时计量与监控临时电力、水资源使用，及时发现并控制浪费现象。

施工组织上，利用智能化调度系统合理安排流程与机械使用，减少设备闲置和无效能耗。如综合分析施工进度与能耗数据，优化机械启停时间和作业顺序，防止多台设备低效工作；通过移动设备实现即时通讯，灵活调整方案，减少能源浪费。同时，同步调试节能设备和智能化系统，确保协同工作，验证节能控制功能，为运维阶段节能优化打基础。

2.3 运维阶段：动态调整与智能节能管理

运维阶段是机电安装工程能耗主要产生阶段，电子智能化系统实现能耗动态调整与智能优化。空调系统节能方面，通过传感器收集数据智能调整运行参数，如夏季高温提高设定温度，夜间无人切换节能模式，根据区域负荷差异精确供冷供热；利用 AI 技术分析运行数据，发现故障隐患并及时维护^[4]。

给排水系统节能方面，通过流量传感器实时监测用水量，智能调整水泵运行频率，实现恒压和按需供水；通过水质传感器监测供水质量，优化水处理设备运行，减少药剂和能源消耗；智能控制雨水回收系统，提高水资源循环利用率。

电气系统节能方面，通过智能电表实时监测用电量，识别高能耗设备和异常能耗；利用智能照明系统自动开关灯具、调节亮度；监测电气设备运行状态，优化负荷分配，减少无功损耗。此外，智能化运维平台整合能耗数据，生成分析报告，为节能策略优化提供数据支持。

3 电子智能化系统在节能应用中面临的挑战

3.1 节能优化缺乏整体性与协同性

目前，电子智能化系统在机电安装工程中的节能应用多侧重于单一系统的优化，多系统协同不足。部分工程仅对空调或照明等单一系统进行智能化节能改造，忽视了机电各

系统间的协同节能，导致系统间能耗调控失衡。例如，空调系统与新风系统运行不协调，新风量调节未考虑室内温度和人员密度变化，造成能源浪费；此外，节能优化多集中在运维阶段，忽视了设计和施工阶段的节能潜力，未能形成全生命周期的系统性节能体系，影响整体节能效果。

3.2 节能效益评估体系不完善

目前，机电安装工程中电子智能化系统的节能效益评估缺乏统一标准和科学方法。评估指标多集中在能耗降低率等单一指标上，忽视了经济成本、环境效益、运行稳定性等多维度因素；评估方法多采用简单的前后对比法，缺乏对节能效果的量化分析和长期跟踪评估，难以准确反映智能化系统的节能价值。同时，不同项目的评估标准不一致，导致节能效益缺乏可比性，不利于节能技术的推广和应用。

3.3 技术融合深度不够与设备兼容性问题

部分项目中，电子智能化系统与机电设备的融合深度不足，智能化技术仅停留在数据采集和简单调控层面，未能充分发挥 AI、大数据等技术的分析和优化潜力。例如，虽然部署了能耗监测系统，但未对数据进行深度挖掘以发现节能潜力点，导致节能调控缺乏科学性；此外，不同厂家的机电设备与智能化系统存在兼容性问题，数据接口不统一，难以实现跨设备、跨系统的协同调控，限制了节能优化的深度和广度。

3.4 专业人才短缺与运维管理滞后

电子智能化系统节能应用依赖既懂机电安装专业知识又熟悉智能化技术与节能管理的复合型人才。目前行业内这类人才储备匮乏，现有从业人员大多缺乏智能化系统操作能力和节能优化思维，系统节能功能难以充分发挥。部分项目运维管理机制陈旧，没有专业运维团队对智能化系统定期维护优化，系统运行一段时间后出现数据采集不准确、调控响应迟缓等问题，影响节能效果持续性。

4 电子智能化系统节能效益评估体系构建

4.1 评估指标体系设计

技术人员建立多维度、全周期的节能效益评估体系，覆盖技术、经济、环境三大维度，确保评估全面。技术效益指标反映节能技术效果，包括能源利用效率提升、设备运行达标率、能耗降低、系统响应及调控精准度等。经济效益指标关注节能经济回报，如成本节约、投资回收期、单位能耗成本降低等。环境效益指标体现节能对生态的积极影响，如

二氧化碳减排、污染物减排、水资源节约及废弃物减少，符合绿色发展理念。

4.2 评估方法选择与应用

评估人员结合机电安装工程特点，选择多种评估方法结合的综合模式，提升评估准确性。对比分析法通过对比智能化系统应用前后能耗、设备效率、成本等指标，直观反映节能效益，并与同类未应用智能化系统工程对比，凸显优势。生命周期成本法（LCCA）涵盖智能化系统全生命周期成本，全面评估长期经济效益。层次分析法（AHP）通过构建层次结构模型确定指标权重，结合模糊综合评价法量化评分，实现综合效益科学评估。评估人员需明确评估周期，结合工程实际情况选择短期、中期与长期评估，跟踪节能效益动态变化，为优化节能策略提供依据。

5 电子智能化系统节能优化与效益提升策略

技术人员以全生命周期理念为指导整合设计、施工、运维各阶段节能优化工作形成协同联动节能体系。设计阶段强化节能方案系统性与前瞻性充分考虑各系统协同节能需求优化设备选型与系统布局；施工阶段加强节能技术落地质量管控确保设备安装与系统调试符合节能设计要求；运维阶段建立常态化节能优化机制通过数据分析持续挖掘节能潜力。同时搭建全生命周期节能信息平台实现各阶段节能数据实时共享与协同决策提升整体节能效果。

5.2 完善节能效益评估标准与方法

行业推动制定统一电子智能化系统节能效益评估标准明确评估指标、数据采集规范、评估流程与方法实现评估结果标准化与可比性。企业结合项目特点细化评估指标体系采用多种评估方法相结合模式加强对节能效益长期跟踪评估。同时利用大数据技术构建节能效益评估数据库整合不同类型、不同规模工程评估数据为评估方法优化与节能技术推广提供数据支撑。

5.3 深化技术融合与提升设备兼容性

企业加大研发投入推动AI、大数据、数字孪生等技术与机电安装工程深度融合开发基于数据驱动的智能节能优化算法提升节能调控科学性与精准性。加强行业技术标准建设统一设备数据接口与通信协议解决不同厂家设备与系统兼容性问题实现跨设备、跨系统协同调控。此外鼓励企业开展产学研合作联合科研机构与高校开发专用节能智能化系统提升技术针对性与实用性^[5]。

5.4 强化人才培育与优化运维管理机制

构建多元化人才培育框架，鼓励高校及职业院校增设智能节能、机电一体化等前沿专业课程，以培育具备跨学科能力的技术精英；企业应加大对在职员工的培训力度，通过专题研讨、实践操作、行业互动等形式，增强其智能化系统操作技能与节能优化意识。同时，优化运维管理机制，成立专业化的智能化系统运维小组，制定周期性维护规划与应急响应方案，强化系统的日常监控与保养，保障节能功能持续稳定运行。设立运维成效评价与奖励机制，将节能成效与运维团队业绩挂钩，激发运维管理的主动性与效率。

6 总结与未来展望

电子智能化系统在机电安装工程中的节能优化与效益评估是推动行业绿色低碳转型的重要途径，通过智能化技术实现设备精确控制与能源高效利用，并构建效益评估框架为量化改进提供依据。当前存在技术融合不足、评估体系不完善、人才匮乏等挑战，限制了节能效益最大化。可通过构建全生命周期协同节能体系、完善评估方法、促进技术融合、强化人才培养等策略提升节能成效。未来，随着人工智能等技术进步，电子智能化系统与机电安装工程融合将更深入，节能优化将向智能化、协同化、精准化发展，节能效益评估将更关注环境与长期效益，绿色节能技术将持续创新普及，需深化研究与实践，完善相关体系，为机电安装工程绿色可持续发展提供保障。

参考文献：

- [1] 曹锡龙. 机电安装技术在建筑工程中的运用核心要点构架 [J]. 价值工程, 2020, 39(30):181-183.
- [2] 李剑南. 探讨机电工程系统中的智能化应用技巧 [J]. 农家参谋, 2020(07):107.
- [3] 朱宏镇, 傅先珺, 朱子健, 张秀宏. 数据中心机电安装设计与施工技术论述 [J]. 科技与创新, 2025(18):138-141.
- [4] 朱正, 唐秀芳, 王绍文, 顾一宇, 俞铮. 机电管家: 在运维管养领域显神通 [J]. 安装, 2020(12):13+16.
- [5] 谭占进, 白诚. BIM 技术在综合交通枢纽工程机电安装深化设计与施工中的应用 [J]. 现代城市轨道交通, 2022(S2):145-149.

作者简介：王银鹏（1990.09—），男，汉族，山东省莱州市，专科，研究方向：电子智能化、机电安装、电子信息等。