

建筑电气与智能化技术在高校建筑中的应用研究

张仁君

四川省新力劳务有限公司, 四川 南充 637000

[摘要]随着教育数字化战略的纵深推进,高校建筑电气与智能化系统已成为智慧校园建设的重要基础设施。文中对系统组成架构和技术基础进行了梳理,主要从电气系统(供配电、照明、空调动力)和智能化技术(物联网、AI控制)的融合中出现的脱节问题入手,归纳出目前存在四个方面的主要矛盾。系统集成度不足与升级扩展能力有限、智能化设备运维管理效率偏低、能源管理精细化水平有待提升、信息安全与数据共享存在不足。针对以上问题,提出完善顶层规划和统一平台管理、提高电气系统协同控制和智能运维能力、建立智慧能源管理体系、加强网络安全和数据保障等优化措施。经过研究得知,把电气系统物理运行同智能化系统数字决策紧密联系起来,创建起以数据引领、系统联动、能效改善为方向的建筑电气和智能化体系,这是达成高校建筑智慧化运作的主要途径。

[关键词]高校建筑;建筑电气;智能化系统;智慧校园;能源管理

DOI: 10.33142/ect.v4i8.20340

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Research on the Application of Building Electrical and Intelligent Technology in University Buildings

ZHANG Renjun

Sichuan Province Xinli Labour Service Co., Ltd., Nanchong, Sichuan, 637000, China

Abstract: With the deepening of the digital education strategy, electrical and intelligent systems in university buildings have become important infrastructure for the construction of smart campuses. The article summarizes the system composition architecture and technical foundation, mainly starting from the disconnection problem in the integration of electrical systems (power supply and distribution, lighting, air conditioning power) and intelligent technologies (Internet of Things, AI control), and summarizes the four main contradictions that currently exist. Insufficient system integration and limited upgrade and expansion capabilities, low efficiency of intelligent device operation and maintenance management, need to improve the level of refined energy management, and deficiencies in information security and data sharing. To address the above issues, optimization measures such as improving top-level planning and unified platform management, enhancing electrical system collaborative control and intelligent operation and maintenance capabilities, establishing a smart energy management system, and strengthening network security and data protection are proposed. After research, it has been found that closely linking the physical operation of electrical systems with digital decision-making in intelligent systems, creating a building electrical and intelligent system guided by data, system linkage, and energy efficiency improvement, is the main way to achieve intelligent operation of university buildings.

Keywords: university buildings; building electrical; intelligent system; smart campus; energy management

引言

伴随大数据、云计算、物联网、人工智能等新一代信息技术不断渗入教育领域,高校建筑电气与智能化系统也由原来的供配电、照明等基础功能扩展为包含建筑设备监控、安防消防、能源管理、信息设施等各个方面的智能化体系。但是目前很多高校仍然将电气系统和智能化系统分

开设计、建设,供配电、照明等执行层与BA系统、能源平台之间缺乏数据互通和控制联动,导致电气系统能够执行,智能系统却难以指挥的脱节现象。在智慧校园向着数字化、智能化、生态化发展的时候,传统的建设模式已经不能满足个性化、精细化、绿色运营的需求了。同时高校智能化建设也存在价值内核塑造不足、绿色建设重视不够、

数据动态共享难、安全防护急需加强等状况,影响智慧校园的高质量发展。因此需要从建筑使用痛点出发,对信息设施、安全防范、设备管理、机房工程等子系统进行全方位的分析,给高校建筑智慧化升级提供参考。

1 高校建筑电气与智能化系统组成及技术基础

高校建筑电气与智能化系统属于一个多层次、多子系统的综合性工程,主要包含供配电系统、照明控制系统、建筑设备监控系统、安全防范系统、消防联动控制系统、信息设施系统以及智能化集成管理系统。其中供配电、照明、空调动力为电气的核心层,设备监控、能源管理、智能照明为智能化的主要载体,两者用现场总线和物联网网关进行数据以及控制指令的双向传递。建筑智能化综合管理系统属于顶层架构,它对各个子系统进行统筹协调。技术上利用 BIM、物联网、大数据、人工智能,尤其是把电气参数(电压、电流、功率、负荷)同空间模型、人员行为数据融合起来,可以达到建筑运维智能化的目的。AI 驱动的智慧校园建设理念抛弃了以往只关注子系统功能实现的思维模式,坚持“统一规划、数据驱动、智慧赋能、持续演进”,它的目的不只是让各个子系统独立自动化,更重要的是贯通数据链路,让电气设备运行数据成为 AI 算法的输入,把优化后的控制策略(调压、调光、变频)反馈到执行机构,从而形成一个以数字基座为核心、以 4 大能力中台为支撑、以 N 个智慧应用为终端的总体架构。

2 高校建筑电气与智能化系统应用存在的问题

2.1 系统集成度不足与升级扩展能力有限

目前高校建筑电气与智能化系统存在着“各自独立”的碎片化现象。各个子系统由不同厂商在不同时期分别建设,造成系统融合程度低、数据共享不充分、场景应用单一等问题较为突出。典型表现为电气设备(配电柜、照明回路、空调配电)的数据大多独立采集,没有接入 BA 系统或者能耗平台;智能系统的控制指令也无法直接下发到断路器、调光模块、变频器等终端上,造成数据不通、指令不行的脱节。就技术而言,各个子系统之间的通讯协议、数据格式、接口标准不同,造成数据不能互相交换和整合。传统的校园管理系统的互操作性差、可视化程度低、智能化水平不高。从管理上来说,没有统一的顶层规划以及系统的集成设计,各个系统运维分别由不同的部门负责,造成信息孤岛、管理壁垒。另外早期系统大多采用封闭式的结构,硬件接口不开放,软件模块不灵活,新增功能或者接入新的设备时,一般要重新建设或者进行大规模的改造,

升级扩展的能力较差。

2.2 智能化设备运维管理效率偏低

高校建筑智能化设备运维管理长期存在低效的问题,已经成为影响系统效能发挥的主要因素。在管理模式上,传统校园运维依赖人工巡检、故障报修,存在响应迟缓、资源浪费等弊端^[1]。大量空调、电梯、照明、给排水设备仅能依靠定时巡查来掌握运行情况,难以及时发现潜在故障。电气设备的控制逻辑(空调时序、照明策略等)大多固化在本地 PLC 或者继电器中,无法通过智能化平台进行远程修改,运维人员需到现场手动操作,导致响应迟缓。在技术层面,设备异构、数据孤岛、管理流程落后三者相互叠加,使运维人员难以对分布在校园各处的设备进行统一的监控和调度。

2.3 能源管理精细化水平有待提升

高校建筑是高能耗建筑,教学建筑中有大量通风、照明及空调等用电设备,在传统管理手段下,难以实现按需使用、节能环保的精细化管理目标,不仅导致管理成本上升,也造成能源浪费。目前大多数高校仍然按照建筑整体进行总量计量,缺少分项、分户、分时的监测手段,难以精准定位高耗能区域和设备。很多高校在能源管理上缺乏系统、科学的策略,过度依赖经验管理,缺乏数据支撑和科学依据。能耗数据停留在统计报表层面,未能借助大数据分析挖掘节能潜力;空调、照明等主要设备大多按照固定时序或人工方式开关控制,普遍缺少基于人数、温度、光照等实时参数的动态调节功能,更缺乏电气侧(变频、调光、投切)与智能算法的协同配合。如何实现校园能耗的实时监控与科学管理,已成为高校相关管理部门面临的重要课题。

2.4 信息安全与数据共享存在不足

随着高校建筑电气与智能化系统日趋复杂、数据量呈指数级增长,信息安全及数据共享问题日益严重。从信息安全角度看,智能化系统涉及大量敏感数据,包括师生个人信息、建筑安防视频、门禁通行记录、能源消耗数据等,在 AI 大模型全面助力教育数字化转型的背景下,高校面临多模态数据治理繁杂化、隐私保护与数据共享之间矛盾突出、制度供给迟缓等诸多系统安全难题。数据动态共享难以实现,各子系统之间普遍缺乏数据流通,严重限制了跨系统协同分析与综合决策。尤其是电气参数(负荷、电压、谐波)与智能应用(能耗预测、故障诊断)之间尚未建立有效的数据通道,电气数据多局限于配电房内,无法进入数据中台供 AI 分析利用。面对高校数字化转型带来

的跨部门、跨层级数据共享需求，系统尚未形成统一的数据标准、接口规范和共享机制^[2]。

3 高校建筑电气与智能化系统优化措施

3.1 完善智能化系统顶层规划与平台统一管理

解决系统集成度低、升级扩展能力差的困境，首先要做好智能化系统顶层规划设计。从规划角度看，高校应将建筑电气和智能化系统纳入学校事业发展规划的重要内容，制定信息化建设方案，明确“优化顶层设计，统一平台创建，加强数据管理，契合师生需求”的发展目标与实施路径。规划阶段要明确电气设备的通信协议（现场总线协议、楼宇级通信协议等）、数据采集标准及控制接口（干接点、模拟量调光接口、串行通信接口等），确保电气系统从建设之初即具备“可感知、可控制、可优化”的数字化能力。在平台建设层面，应构建统一的智能化综合管理平台，采用开放式、模块化架构设计分层式校园物联网统一管理平台，以统一的数据标准、开放的接口协议、灵活的模块化配置实现各子系统的有效集成，并为后续功能拓展与技术更新预留空间。工程建设自规划之初就应将数据视为比设备更重要的资产，所有设计及施工均围绕数据的顺畅采集、高效传输、安全汇聚与价值挖掘展开。

3.2 提高建筑电气系统协同控制与智能运维能力

提升智能化设备运维管理效率的关键在于构建协同控制和智能运维一体化的技术体系，推动从“被动响应”向“主动预防”转变。协同控制层面，应建立包含数字校园基础设施、物理校园运行管理及融合发展成果的多维运营平台，将安防、楼控、消防、能源、信息设施等子系统纳入统一管控架构，实现数据互通与协同联动，打破信息壁垒和响应断层。尤其需要强化电气执行层与智能决策层的闭环联动，智能平台产生的调光、变频、启停等指令能够精准下发至电气控制模块，配电系统实时负荷数据亦能反馈至平台，形成“感知-决策-执行”的完整闭环。智能运维可依托数字孪生技术，融合 BIM、IoT 传感器及 AI 算法，对空调、电梯、照明、给排水等关键设施实施全生命周期管理，建立数字化档案和健康图谱，融入自动化巡检与预测性维护。借助设备监控、健康度预警、定制化运维报表等手段，推动运维工作从事后处置向事前预防转变，显著降低突发故障的概率^[3]。在技术架构层面，构建“感知层、传输层、平台层、应用层”四层体系，在设备关键部位部署各类传感器采集运行参数，利用云边协同技术与 AI 算法模型进行数据处理分析，感知层负责数据采集，传输层保障数据高效流通，平台层实现数据汇聚与智能分析，

应用层为运维人员提供直观可视化的操作界面及决策支持。

3.3 建立智慧能源管理体系

针对能源管理精细化程度不足的问题，应构建包含监测、分析、控制、优化等环节的智慧能源管理体系。在监测方面，依托物联网技术、云计算与大数据分析，可对各建筑楼宇的能源消耗进行实时监测。通过加装辅助监控与测温装置、升级计量表计、建设电力集控系统等方式，可对供电运行状态实施远程监测、通断状态显示、故障报警、运维管理等，进一步提升学校用电管理的精细化与透明化水平。在分析方面，可利用大数据分析功能对能耗数据进行深度挖掘，识别隐藏的能源浪费环节并加以改进。在控制方面，应建立智慧空调与照明管控平台，通过物联网温湿度传感器实时采集各楼宇室内温湿度与光照数据，实施按需供冷与照明，有效降低能源消耗。同时安装空调智能控制插座，建立空调智能管理系统，可对公共教室空调进行远程控制、故障诊断与报警，并支持自定义场景模式设置。上述智能控制的实现最终需依托电气执行机构（变频器、调节阀、智能开关等），使优化算法与实际电力调控深度融合。通过数据驱动的精细化管理，实现能源消耗的精准监测、科学分析与智能调控，表 1 所示。

表 1 传统能源管理与智慧能源管理关键指标对比

对比维度	传统能源管理	智慧能源管理
能耗监测精度	建筑级总量计量	分项、分户、分时精细化监测
数据采集方式	人工抄表、月度统计	物联网传感器实时采集
控制方式	固定时间表/人工开关	AI 算法动态智能调控
故障发现	被动报修、事后处理	远程监测、实时报警
节能效果	缺乏精准量化	空调与照明系统综合节电效果显著
管理覆盖范围	单一能源、单栋建筑	电、水、暖等多能源全场景

3.4 加强网络安全与数据安全保障

解决信息安全与数据共享方面的不足，需从技术防护、制度建设、数据治理三个维度协同推进。在技术层面，应按照国家网络安全等级保护要求，部署态势感知系统、Web 应用防火墙、日志审计等设备，实现网络流量的全天候监控，对异常访问与网络攻击进行预警和拦截；建立等级保护体系，配置下一代防火墙、威胁感知系统等，实现对攻击和入侵的实时监测与报警^[4]。对于涉及电气控制的网络通道，应设置工业级防火墙及指令校验机制，防止攻击者通过平台非法操控配电开关、调光模块等执行设备。在制度建设层面，应完善网络安全制度体系，搭建网络运维与 IT 资产全生命周期管理平台，全面梳理校内信息系统，对存在安全隐患或功能落后、难以运行的系统实施改造或

淘汰,确保资产清晰、责任到人。在数据治理层面,应采用统一的数据标准与数据治理体系,搭建校级数智治理平台及数据中台,实现教学、科研、管理、服务等各类数据的互联互通,尤其需要贯通电气数据与业务数据之间的壁垒,将能耗、负荷等数据纳入校园数据湖,供各系统按权限共享使用。通过技术防护、制度规范与数据治理的有机结合,构建安全可信、互联互通的数据环境。

4 结语

建筑电气与智能化技术在高校建筑中的应用正从传统的“功能实现”向“智慧运营”演进。目前系统集成度不高、运维效率偏低、能源管理粗放、信息安全防护薄弱等问题仍然存在,其根源在于电气系统的物理执行与智能化系统的数字决策尚未实现深度融合。随着数字孪生、AI 算法、物联网等技术的不断突破,高校建筑电气与智能化系统将向着数据驱动、智能决策、协同闭环的方向持续发展。高校应把握智能化转型的战略机遇,将数字化转型作为学校事业发展规划的重要任务,从顶层规划、协同

控制、能源管理、安全保障等方面系统推进,构建以数据引领、系统联动、能效优先的建筑电气与智能化体系,真正实现“电气为体、智能为用”的融合目标,推动高校建筑从传统运维向智慧运营全面迈进,为绿色校园与智慧校园建设提供有力的基础设施支撑。

[参考文献]

- [1]朱方海.智能化技术在建筑电气工程质量控制中的应用研究[J].中国建筑知识仓库,2025,19(1):13-16.
- [2]李晨.应用智能化技术,推动建筑电气照明工程提质增效[J].楼市,2026,11(4):87-89.
- [3]武爱红.基于智能化技术在建筑电气设计中的应用分析[J].中国住宅设施,2026,12(2):13-15.
- [4]周宇.智能化技术在建筑电气工程质量控制中的应用[J].中国房地产业,2026,12(6):30-33.

作者简介:张仁君(1985—),男,四川南充人,工程师,北京吉利大学计算机应用专业毕业,现就职于四川省新力劳务有限公司,从事工民建机电安装施工管理工作。