

校园建筑弱电智能化系统集成设计研究

李 春

天津华汇工程建筑设计有限公司, 天津 300000

[摘要]教育数字化转型背景下,校园建筑弱电智能化系统集成成了智慧校园创建的主要部分。系统集成就是利用统一的架构来实现综合布线、安全防范、建筑设备管理等子系统之间的互相连接、互相控制。从系统科学的角度来梳理校园建筑弱电智能化系统集成的内涵和设计原则,重点分析综合布线网络架构、安防和设备管理系统集成要点,提出创建统一集成架构、改善接口和数据共享机制、加强协同运维管理、加强安全保障和拓展能力的实施策略,从需求导向、技术融合、质量控制、智能运维四个方面给出优化路径,为绿色安全高效智慧校园创建提供理论参照。

[关键词]校园建筑;弱电智能化;系统集成;智慧校园

DOI: 10.33142/sca.v9i9.20367

中图分类号: TP393.09

文献标识码: A

Research on Integrated Design of Campus Building Weak Current Intelligent System

LI Chun

Tianjin Huahui Engineering Architectural Design Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

Abstract: Under the background of digital transformation in education, the integration of weak current intelligent systems in campus buildings has become a major part of creating a smart campus. System integration is the use of a unified architecture to achieve interconnection and mutual control between subsystems such as comprehensive cabling, security prevention, and building equipment management. From the perspective of systems science, this article summarizes the connotation and design principles of the integration of weak current intelligent systems in campus buildings, with a focus on analyzing the integration points of comprehensive cabling network architecture, security and equipment management systems. It proposes implementation strategies for creating a unified integration architecture, improving interfaces and data sharing mechanisms, strengthening collaborative operation and maintenance management, enhancing security guarantees and expanding capabilities. Optimization paths are provided from four aspects: demand orientation, technology integration, quality control, and intelligent operation and maintenance, providing theoretical reference for the creation of a green, safe, efficient and smart campus.

Keywords: campus architecture; intelligent weak current; system integration; smart campus

引言

伴随着教育信息化 2.0 行动的不断深入,校园建筑的功能定位也发生了深刻的变化,它已经由原来的物理教学空间变成了集教学、科研、管理、生活服务为一体的智慧化复合场域。在即将来临的 5G 网络时代移动智能化高校环境中,实现各个弱电子系统的集成一体化,需要对弱电系统有新的认识。但是目前大多数校园弱电系统还存在着信息孤岛现象,各个子系统各自为政、接口标准不同、数据共享困难,严重影响了智慧校园整体效能的发挥。怎样才能用科学的集成设计把分散的弱电子系统整合成一个有机的整体,成为校园建设领域急需解决的问题。

1 校园建筑弱电智能化系统集成设计概述

校园建筑弱电智能化系统集成就是在系统科学方法论的指导下,把校园内通信网络、安全防范、建筑设备管理、信息发布、一卡通等各个功能不同的弱电子系统,用统一的传输平台、数据标准和管理界面整合起来,使系统之间信息互通、资源共享、联动控制的过程。智慧校园是由智慧教室系统、智慧图书馆系统、校园信息管理系统、校园一卡通系统、广播系统、时钟系统、安防系统、火灾报警系统、校园机房服务器等组成的。集成设计的主要任务就是把不同的系统用统一的通信协议、数据格式和控制逻辑连接起来。集成设计要遵照三项基本原则,即标准化

原则, 优先选用国际或者行业标准协议来保证互操作性; 可靠性原则, 关键节点和链路必须要有冗余备份的功能; 可扩展性原则, 架构设计要为以后的技术升级和功能扩展留出接口和空间。

2 校园建筑弱电智能化系统集成设计的关键内容

2.1 综合布线系统与通信网络集成设计

综合布线系统是弱电智能化系统的基础, 是各子系统信号传输和能源供应的载体, 综合布线系统的质量好坏直接影响到整个智能化系统能否稳定、高效地运行。综合布线系统由工作区子系统、水平子系统、管理间子系统、垂直子系统、设备间子系统、建筑群子系统和进线间子系统组成^[1]。集成设计要协调好语音、数据、视频等各种信息点的分布密度以及带宽需求, 还要考虑到校园建筑功能分区的不同之处。工作区子系统普通教室应设不小于 4 个数据点、2 个语音点, 多媒体教室及大报告厅信息点密度可增加, 保留高清视频传输接口, 行政办公室、会议室按办公人员多少来定, 保证每个工位都有独立的数据接入。水平子系统应该使用六类非屏蔽双绞线, 传输频率为 250MHz, 可以满足千兆到桌面和未来 2.5Gbps 的升级需求, 水平线缆长度不能大于 90m。垂直主干用多模或者单模光纤, 多模光纤适合于楼宇间距小于 300m 的情况, 单模光纤适合于长距离传输, 损耗小、带宽高, 可以满足万兆互联的需求。

通信网络集成设计的重点是把有线和无线网络结合起来。每间教室都装有 AP, 用 UTP6 线来传输信号, 使校园无线信号无死角。AP 的布点要使用蜂窝式分布方式, 2.4GHz 和 5.8GHz 两个频段同时使用, 支持 Wi-Fi 6 标准, 无线控制器对全校的 AP 进行统一管理, 自动调节信道、功率等参数, 保证高密度环境下的顺畅使用。网络架构用 VLAN 划分来实现教学网、办公网、安防网、设备网等业务域的逻辑隔离, 各个 VLAN 通过三层交换机路由互通, 并且部署访问控制列表来保证关键业务优先传输。核心交换机用双机热备方式来保证关键链路的可靠性, 在不影响业务的情况下可以实现数据传输的备份。出口带宽要按照用户数量来计算, 一般的大学应该设置至少 10Gbps 的互联网出口, 然后加上智能流量管理设备。

2.2 安全防范与建筑设备智能化系统集成设计

安全防范系统集成包含视频监控、门禁管理、入侵报警、电子巡更等子系统。视频监控摄像头对重点区域实行 24h 不间断工作, 实时监控出入人员活动情况, 图像经由网络传输, 保证实时图像清楚流畅, 可以清楚地分辨出人员的体貌特征。集成设计要实现监控图像和门禁记录、报

警信息的联动, 当门禁异常开启或者入侵报警发生的时候, 监控系统会自动调取对应的区域画面并发送告警信息。门禁系统应该同教务管理系统、人事管理系统相联接, 从而达到人员权限依照课程安排和岗位变动而自行更新的目的。电子巡更系统依靠设置巡更路线和时间节点来保证安保人员按照预定的计划进行巡查。

建筑设备管理系统集成就是对暖通空调、照明、给排水、电梯等机电设备进行监控和优化控制。对于目前大部分教学楼设备单独控制、手动控制的情况, 以及人们对教学环境安全性和舒适性的不断提高, 需要设计教学楼设备智能化控制系统。该子系统要同能耗监测平台对接, 完成设备运行状况的即时搜集, 能耗数据的剖析以及节能办法的自动执行^[2]。空调控制可以根据教室课表提前预冷或者预热, 照明控制可以结合自然采光和人员感应实现按需照明, 给排水系统可以通过水位监测和变频控制实现恒压供水。设备管理系统所产生出的运行数据, 可以给校园建筑节能改造提供决策依据。

3 校园建筑弱电智能化系统集成设计的实施策略

3.1 构建统一的智能化系统集成架构

统一的集成架构为系统互相连接打下了基础。宜用分层式架构设计, 自下而上分为基础设施层、数据传输层、业务应用层和用户交互层。基础设施层是各个弱电子系统的前端设备和末端执行器; 数据传输层依靠综合布线和网络设备来完成数据的汇聚; 业务应用层通过集成平台把各个子系统数据融合起来并加以逻辑联动; 用户交互层用统一的管理门户来实现一站式操作。按照设计的步骤, 设计师首先到项目现场进行实地勘查调研, 与业主负责人就总体规划及各建筑物的需求展开分析, 重点对智慧教室系统、监控系统等体量较大的系统进行分析, 综合布线系统给智慧校园各个子系统运行提供网络连接等支持。架构设计时要确定各个层次间的接口标准以及数据流向, 保证层级之间具有松耦合的特点。

3.2 优化弱电子系统接口与数据共享机制

接口标准化、数据规范化属于打破信息孤岛的技术重点。从硬件接口上来说, 应该先选用 BACnet、Modbus、OPC UA 这些开放性的协议, 对于必须使用私有协议的子系统, 可以借助协议转换网关来完成对接工作。从数据层面上来说要创建统一的元数据模型以及数据字典, 确定各个子系统之间数据交换格式和共享准则。根据各个系统使用功能结合项目自身具体情况灵活设计, 用 BIM 设计对关键技术进行验证。BIM 模型可以给各个系统赋予统一的空间定位标准, 从而达成设备位置、管线走向的可视管

理。数据共享上要创建统一的数据总线架构，各个子系统采用发布订阅的方式进行数据交流，防止出现点对点直连所引发的接口数量激增状况。

3.3 强化智能化平台协同管理与运维设计

集成平台应该具有跨子系统联动策略的设置功能，比如消防报警联动门禁开启和广播切换、环境监测联动空调和照明调节等。校园一卡通属于数字化校园的重要组成，具备综合消费类、身份识别类、金融服务类、公共信息服务类等多重功能。一卡通系统应该深入到集成平台上，实现门禁、考勤、消费、图书借阅等各个场景应用的一体化服务。运维设计上平台应该具备统一的设备状态监控、故障诊断和告警管理功能。系统应该具有自动巡检的功能，定时对各种设备和链路进行健康检查，发现异常立即发出报警信号并形成工单。平台要支持运维知识的积累和分享，把常见的故障处理办法加入到知识库中。

3.4 完善系统安全保障与后期扩展设计

应当创建起纵深防御的安全保障体系。在网络层面设置防火墙和入侵检测系统，用网络分段隔离不同的业务域，减少横向移动的风险，在数据层面上对敏感信息进行加密传输和存储，严格控制访问权限和操作审计，所有的数据访问行为都有日志记录可以追溯，物理上保证弱电设备之间环境安全和供电可靠，设备间要配置 UPS 不间断电源，后备时间不少于 30min，关键设备配备双路供电。本次估算根据教学区 6 类信息点 5000 个、宿舍区超 5 类信息点 7000 个来计算。由于布线可以一次性完成，网络设备可以分期进行安装。扩展设计注重主干链路和管井容量的前瞻预留，主干光纤应留有百分之三十以上的备用芯数，弱电管井尺寸及管孔数量要考虑到未来业务增长的需求，保证将来新增子系统或者升级设备时不需要进行大规模的基础管线改造。集成平台应当采用模块化结构，各个功能模块可以独立升级、替换，不会因某个模块的升级而使整个平台停止使用，系统的开放性、可持续性得到较好的保证。

4 校园建筑弱电智能化系统集成设计的优化措施

4.1 坚持需求导向提升系统集成科学性

设计单位服务内容作为专项主设单位，对其他平行设计单位、设备、设施厂家的成果进行汇总复核和协同调度管理，满足设计成果协同一致的要求。设计前期要对用户需求做充分的调研，了解不同的场景下师生对于教学互动、安全防护、环境舒适、管理便捷等各方面的需求，从而确定各个子系统功能配置和集成程度。需求调研要涵盖校方管理部门、一线教师、学生代表、后勤运维人员等各个用户群体。根据需求分析的结果编写出功能需求说明书，把刚性需求和弹性需求区分开来，并对建设投资规模进行合理的控制。

4.2 推进数字化技术与智能化平台深度融合

伴随着智慧校园的建设与发展，智能化优化设计与实施也变得越发重要。应当把物联网、大数据分析、人工智能等技术充分融入到集成平台当中。在重要的地方设置物联网传感器，对环境参数和设备状态进行实时的采集，给系统联动提供数据支持。室内温湿度、二氧化碳浓度、光照强度、人员密度等环境参数应该被当作控制变量加入到空调和照明系统的自动调节当中^[3]。用数据分析算法来识别用能异常和设备故障的征兆，使从被动应对转向主动预警成为可能。采用人工智能技术对安防视频进行智能识别和行为分析，即人脸识别通行、行为姿态异常检测等。

4.3 建立全过程质量控制与调试验收机制

设计阶段要组织专家对集成方案的合理性、接口匹配性和扩展裕度进行评审。施工阶段严格按照线缆敷设、设备安装、接地防护等工艺规范进行，施工现场线缆标签清楚，桥架安装横平竖直，标准化、规范化。线缆敷设要防止强电干扰，信号线和电源线间距符合规范要求。调试阶段要对各个子系统的功能以及子系统间的联动逐项进行测试，形成完整的调试记录和联调报告。验收阶段要按照设计指标和实际使用要求来制定验收标准，保证系统建成之后能够立即投入使用，并且能够正常使用。

表 1 校园建筑弱电智能化系统集成平台功能模块对比

功能维度	传统独立子系统模式	集成平台协同模式	模式差异与优势分析
设备监控界面	各子系统拥有独立管理界面，操作人员需分别登录不同系统进行操作	统一门户集中监控，单点登录即可访问所有授权子系统功能	操作入口统一后，管理人员学习成本显著降低，运维效率大幅提高
告警信息处理	各系统分散告警，告警信息碎片化呈现，缺乏关联分析	跨系统关联告警与联动响应，触发条件可自定义配置	告警从单一通知升级为联动处置，响应速度与处置质量同步提升
数据存储与共享	各系统数据封闭存储，系统间无法互通共享	统一数据标准与共享机制，通过数据总线实现按需交换	数据壁垒打通后，跨系统数据分析成为可能，管理决策获得有力支撑
新增系统扩展	新增系统需独立建设管理界面与数据库，重复投入较大	遵循统一接口标准即可即插即用，灵活接入集成平台	扩展成本显著降低，建设周期大幅缩短，系统开放性持续增强

4.4 健全智能运维体系提升系统运行效能

应当建立设备巡检、故障响应、系统升级、数据备份等方面的运维管理制度,依靠集成平台来完成运维流程的数字化管理。智慧校园工程体量大,经过前期设计方案的优化,施工过程按照施工方案顺序表进行,按照设计图纸进行线路连接,保证各系统、各设备之间信号和电源连接正确。定期对系统进行健康评价,按照教学需要的改变和技术更新的速度来制订升级改善方案。运维过程中产生的各种运行数据,经由数据分析挖掘出它们对于管理优化的参考意义,从而促使运维工作由经验驱动转向数据驱动。

5 结语

校园建筑弱电智能化系统集成就是用统一架构、标准接口、协同管理把功能不同的弱电子系统整合成一个感知、传输、控制、服务一体化的智慧化平台。从设计概述、关键内容、实施策略、优化措施四个方面展开论述,对综合布线、安全防范、设备管理等主要系统集成设计要点做了详细的阐述,并提出统一架构构建、接口数据优化、协同

运维管理、安全保障扩展等实施途径。系统集成的关键之处在于冲破各个子系统之间的壁垒,让数据可以自由流动并且业务能够互相配合,这是技术方面的融合革新,也是管理观念上的根本转变。未来随着人工智能、物联网技术不断渗透到校园弱电系统集成当中,将朝着更加智能、低碳、人性化的方向发展,给学习中心这样的新教学空间创建提供强大的技术支持,从而有效地推动教育数字化转型战略目标的实现。

[参考文献]

- [1]吴亦立.智慧校园弱电智能化优化设计和实施[J].新一代信息技术,2023,6(24):35-40.
- [2]黄少芬,连嘉星,邱广萍.教学楼智能化控制系统研究及应用[J].自动化应用,2022(7):44-47.
- [3]张鑫.建筑弱电智能化安装施工的技术要点[J].智能建筑与智慧城市,2024(2):151-153.

作者简介:李春(1995—),女,汉族,甘肃人,工程师,天津城建大学毕业,现就职于天津华汇工程建筑设计有限公司,从事民用建筑电气设计工作。