

智慧校园全生命周期建设：从规划设计到智能化运行的案例研究

何襄宜^{1*}, 王文超², 石欢吉², 樊旋², 张俊杰²

¹湖北江汉项目管理有限公司, 湖北 襄阳

²湖北襄投置业有限公司, 湖北 襄阳

收稿日期: 2024年10月27日; 录用日期: 2024年11月23日; 发布日期: 2024年11月28日

摘要

本研究以襄阳示范区智慧校园项目为案例, 详细分析了项目在规划、设计、施工、验收和运行各阶段的实施情况。通过对项目的具体实践进行总结, 提出了智慧校园建设的一些关键要点和实践经验。研究发现, 全面的整体规划与协调设计、智能化施工技术的应用、实时监测与数据分析以及用户体验反馈与持续改进, 是确保智慧校园项目成功的关键因素。通过科学规划和设计, 确保各系统的无缝对接和高效运行; 通过智能化施工技术, 提高施工效率, 确保施工质量; 通过实时监测和数据分析, 全面了解校园运行情况, 不断优化管理决策; 通过收集用户反馈和持续改进, 提高系统的用户满意度和使用效果。希望本研究的总结和建议, 能为其他智慧校园项目的建设提供有益的借鉴和参考, 推动智慧校园的不断完善和发展。

关键词

智慧校园, 新型建筑项目, 信息化管理, 物联网

Smart Campus Lifecycle Development: A Case Study from Planning and Design to Intelligent Operation

Xiangyi He^{1*}, Wenchao Wang², Huanji Shi², Xuan Fan², Junjie Zhang²

¹Hubei Jiangnan Engineering Consulting Co., Ltd., Xiangyang Hubei

²Hubei Xiangtou Real Estate Co., Ltd., Xiangyang Hubei

Received: Oct. 27th, 2024; accepted: Nov. 23rd, 2024; published: Nov. 28th, 2024

*通讯作者。

文章引用: 何襄宜, 王文超, 石欢吉, 樊旋, 张俊杰. 智慧校园全生命周期建设: 从规划设计到智能化运行的案例研究[J]. 管理科学与工程, 2024, 13(6): 1105-1113. DOI: 10.12677/mse.2024.136120

Abstract

This study uses the Xiangyang Demonstration Zone Smart Campus project as a case to thoroughly analyze the implementation process across the various stages of planning, design, construction, acceptance, and operation. By summarizing the specific practices of the project, the study identifies key points and practical experiences in smart campus development. The research reveals that comprehensive overall planning and coordinated design, the application of intelligent construction technologies, real-time monitoring and data analysis, as well as user feedback and continuous improvement, are critical factors for the success of a smart campus project. Scientific planning and design ensure seamless integration and efficient operation of all systems; intelligent construction technologies enhance construction efficiency and quality; real-time monitoring and data analysis provide a comprehensive understanding of campus operations, aiding in optimizing management decisions; and collecting user feedback and ongoing improvements elevate user satisfaction and system effectiveness. The findings and recommendations of this study aim to provide valuable insights and references for the development of other smart campus projects, thereby promoting the continuous improvement and advancement of smart campuses.

Keywords

Smart Campus, Innovative Building Project, Information Management, Internet of Things

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着现代通信与信息技术、计算机网络技术及智能控制技术的发展,建筑智能化水平得到了迅速提升。《智慧校园总体框架》GB/T 36342-2018 给出了智慧校园的整体框架,明确了智慧校园需要达到“智能感知,数据交换”的要求[1]。教育部在 2021 年印发的《高等学校数字校园建设规范(试行)》中提出,高等学校数字校园建设的总体目标是通过利用信息技术特别是智能技术,实现高等学校在信息化条件下育人方式的创新性探索、网络安全的体系化建设、信息资源的智能化联通、校园环境的数字化改造、用户信息素养的适应性发展以及核心业务的数字化转型[2]。

智慧校园作为现代教育改革的重要组成部分,通过引入信息化、智能化技术,提升了校园管理水平,优化了教育教学资源配置,增强了师生的学习和生活体验[3]。智慧校园建设不仅是教育信息化发展的必然趋势,也是提升高等教育质量和管理效率的重要手段。在“互联网+”背景下,高校智慧校园建设如火如荼,通过物联网、云计算、大数据及虚拟化技术的应用,智慧校园实现了资源的优化配置和管理效能的提升[4]。

孙连营等[5]研究了智慧建筑在建筑行业的发展方向,提出了物联网、云计算、大数据、BIM 技术以及人工智能等新一代互联网技术是实现智慧建筑的关键要素;王理等[6]进一步分析了互联网新技术对智慧建筑的影响,认为智慧建筑是智能建筑的升级版,将实现与环境的广泛连接、深度感知和智能分析;熊向阳等[7]构建了绿色智能建筑的综合评价体系,指出绿色智能建筑融合了绿色与智能的优势,能够实现节能、环保和高效的目标;杜明芳等[8]对智慧建筑 2.0 和建筑工业互联网的关系进行了探讨,认为智慧建筑 2.0 将更多依赖人工智能,并通过建筑工业互联网实现新模式和业态;岳栋等[9]强调了弱电工程

在智能建筑施工中的关键作用,认为其质量控制是智能建筑安全运行的重要保障;郭丽娜等[10]研究了物联网在智慧医院中的应用,指出物联网技术可以提升医院服务效率、减少差错、控制成本;赵海英等[11]则探讨了 BIM 技术在高层住宅施工中的应用,表明 BIM 技术能够显著提高施工效率,实现施工阶段的效益最大化。这些研究共同表明,新一代信息技术在智慧建筑的实现和发展中起着至关重要的作用,推动了建筑行业的智能化和高效化发展。

当前,关于智慧校园的研究较为丰富,不少学者从不同角度对智慧校园进行了深入探讨。杨霞[12]的研究探讨了智慧校园建设中的技术与文化双向融合的重要性,并提出了具体的行动路径;王爱军[13]提出了一套基于管理目标的高校智慧校园建设思路与框架设计,为智慧校园的有效实施提供了理论基础;周全[14]强调了“产学研用训”协同创新在高校智慧校园建设中的关键作用,指出了多方协同合作的必要性;黄凌洁[15]则通过对某高校新校区智慧校园设计的探索,提供了详细的实践案例,展示了智慧校园建设的具体应用。

2. 项目概况

2.1. 项目背景

襄阳示范区智慧校园项目旨在通过引入先进的信息技术和智能控制技术,打造一个高效、安全、智能的现代化校园。该项目的背景基于当前教育信息化和智能化发展的需求,旨在提升校园管理水平,优化教育教学资源配置,增强师生的学习和生活体验,推动教育信息化与现代化的深度融合。通过实施智慧校园项目,襄阳示范区希望在教育领域树立信息化和智能化管理的新标杆,进一步促进教育现代化发展。

2.2. 项目目标

智慧校园项目的主要目标包括提升教学质量、优化管理效率、保障校园安全、节能环保以及促进师生互动。具体而言,通过智能化教学设施和信息化资源平台,提高教学的互动性和有效性,促进个性化教学和自主学习;采用智能化管理系统,提升校园管理的自动化和精细化水平,提高行政管理和服务效率;通过智能监控和安全管理系统,增强校园安全防控能力,营造安全、和谐的校园环境;利用智能化控制技术,优化校园资源配置,降低能源消耗,建设绿色校园;通过多样化的信息化手段,提升师生之间的互动和协作,营造良好的学习和生活氛围。

2.3. 项目规模



Figure 1. Overall planning rendering
图 1. 整体规划渲染图

襄阳示范区智慧校园项目规模庞大,按照校区学生 10,000 人,教职工 800 人的规模进行规划设计。项目建设内容包括泛在互联的通信网络、有线/无线网络、光网络、物联网多网合一的架构;建设数据中心和高性能计算平台;建设模块化机房;部署智能通行管理系统、公共广播系统、视频监控系统及各类物联网智能设施;以及实施智能化的能源管理系统和环境监测系统,实现校园的全面智慧化管理。整体规划渲染图如图 1 所示。

2.4. 智慧校园与传统校园的差异

智慧校园与传统校园在多个方面存在显著差异,主要体现在技术应用、管理模式、教学方式、安全保障和资源利用等方面。传统校园主要依赖人工管理和传统教学方式,信息化程度较低;而智慧校园广泛应用物联网、云计算、大数据、人工智能等先进技术,实现信息化管理和智能化教学。在管理模式上,传统校园依赖人力资源,管理效率较低;智慧校园则采用智能管理系统,提升管理的自动化和智能化水平,实现高效管理。在教学方式上,传统校园以教师为中心,教学方式单一,缺乏互动性和个性化;智慧校园则以学生为中心,采用智能化教学工具和资源平台,促进个性化教学和自主学习。在安全保障上,传统校园主要依赖人力,监控手段有限;智慧校园通过智能监控系统 and 安全管理平台,构建全面的安全防控体系,提升安全保障能力。在资源利用上,传统校园资源利用率低,节能环保意识不足;智慧校园通过智能化控制技术,优化资源配置,降低能源消耗,实现绿色校园建设。

3. 规划与设计阶段

3.1. 整体规划

在智慧校园建设的规划阶段,项目首先明确了整体的建设目标,即通过信息化和智能化手段,打造一个高效、安全、绿色的现代校园环境。为实现这一目标,规划过程中充分考虑了校园管理、教学需求、学生生活等各方面的实际情况,力求使规划方案能够满足未来的长期发展需求。项目团队在前期进行了深入的需求调研,广泛收集了校园内各类用户(包括教师、学生、管理人员等)的意见和建议,确保规划方案能够充分反映校园内各主体的需求。

为了保证智慧校园的整体性与协调性,规划阶段强调了系统集成的重要性,提出了构建统一的数据共享平台的概念,确保各子系统之间能够实现无缝对接和信息互通。同时,项目组根据校园的实际情况,制定了校园网络、信息系统、智能设施等各项系统的整体架构规划,对各个子系统的功能定位、技术标准、接口规范等进行了详细的顶层设计。规划中还对网络安全、数据安全提出了明确的要求,制定了多层次的安全保障体系,以确保校园信息系统在未来运营中的安全性和稳定性。

在建筑空间的规划方面,项目团队对校园各建筑的功能进行了合理布局,确保智能化设施的覆盖范围最大化,信号传输畅通无阻。例如,规划阶段就对机房的集中布置、监控中心的位置、无线网络的覆盖范围等进行了明确的规定,保证了后期设计与施工的顺利进行。此外,规划中也充分考虑到未来的扩展性,为后续系统的升级和新技术的引入预留了足够的空间与接口,确保智慧校园能够长期保持先进性。

3.2. 详细设计

在详细设计阶段,项目组根据前期的规划方案,进一步细化了各子系统的设计方案,以确保每个部分都能在实际建设中落地实施。在通信网络设计方面,采用了高性能的光纤网络骨干架构,确保校园内各区域的网络传输高速、稳定。无线网络设计则根据校园建筑结构和人流密集程度进行了详细规划,确保重点区域如教学楼、图书馆、宿舍等实现全方位的无线信号覆盖。同时,在网络设备的选型与布置上,注重设备的稳定性、可扩展性,确保网络系统能够满足未来不断增长的使用需求。

在智能设施设计方面,项目组针对校园的实际需求,设计了多种智能化系统。门禁系统采用先进的身份识别技术,实现对校园出入口的智能化管理,确保校园安全。监控系统则覆盖了校园的各个角落,配备高清摄像头和夜间监控设备,能够对校园内的各类活动进行实时监控和记录,确保出现异常情况时能够及时响应。对于公共广播系统,设计上注重多功能性,不仅可以发布紧急通知,还能用于日常信息广播和背景音乐播放。

设计阶段还特别注重智慧教学的建设。为了满足现代教学的需要,项目设计了智慧教室、电子图书馆、远程教学平台等一系列智能化教学设施。例如,智慧教室中配备了电子白板、投影设备、互动教学系统等,支持多媒体教学和远程互动,使教学方式更加多样化和现代化。电子图书馆则整合了大量的数字资源,方便师生随时随地获取学习资料,提升了教学资源的利用效率。

在能源管理方面,项目组设计了智能能源管理系统,对校园内的水、电等资源进行实时监测和调控。系统可以根据实际使用情况,自动调整照明、空调等设备的运行状态,实现节能降耗。同时,设计阶段还考虑了将太阳能等可再生能源引入校园,为智慧校园的可持续发展提供了技术保障。

BIM 技术在设计阶段得到了充分运用,通过三维建模对校园建筑和智能化设施进行了详细模拟。BIM 技术的应用不仅提高了设计的准确性,避免了传统设计中可能出现的错漏问题,还为后续施工阶段提供了直观的指导。通过对管线、设备、空间布局等的三维展示,提前发现设计中的潜在问题,减少了后期的返工与调整成本。

4. 施工与验收阶段

4.1. 施工阶段

在施工阶段,智慧校园的建设严格按照设计图纸和规划方案展开。为了确保施工过程的高效性和准确性,项目组引入了 BIM 技术(建筑信息模型)对整个施工过程进行全面管理。通过 BIM 模型,施工团队能够提前预见可能的施工难点,合理安排各专业工种的工作流程,减少施工过程中的冲突与返工现象,提高施工效率。在 BIM 的指导下,施工单位能够清晰了解各系统、设备、管线的位置和布置,确保施工按照设计方案有序进行。

施工阶段的一个重点是对各类智能化系统的安装与调试,包括智能通行系统、视频监控系统、公共广播系统等。对于这些系统,施工团队严格按照设计要求进行设备的安装、布线和调试,确保各设备的连接准确、信号传输稳定。对于弱电系统的布线,施工团队采用了集中布线的方式,确保线缆的合理排布,避免了线路交叉与干扰问题,确保后期各子系统的稳定运行。

在施工过程中,项目团队高度重视施工质量的控制与管理,制定了一系列施工质量标准与流程。施工人员严格按照标准进行操作,并由专业监理团队对施工质量进行监督与检查,确保每个环节符合设计和规范要求。特别是在设备的安装与调试方面,项目团队要求施工单位进行多次测试与调整,确保设备能够稳定运行,避免因施工问题导致的后期故障。

同时,施工阶段也对网络与信息系统的布设进行了重点施工。为了确保校园网络的高效覆盖,施工团队对光纤网络的铺设、无线网络的设备安装进行了精细化的操作,确保各区域的信号覆盖和网络传输质量。施工过程中,针对施工现场复杂的环境,团队进行了多次信号测试和调整,确保网络信号强度和稳定性满足智慧校园的使用需求。

4.2. 验收阶段

在施工完成后,项目进入验收阶段。验收阶段的重点是对各智能化系统的功能、性能、安全性等方面进行全面测试,确保系统能够满足设计要求并正常运行。验收工作由施工方、监理方、校方以及相关

专业技术人员共同参与，按照国家和行业相关标准对各项系统和设备进行逐项检查和测试。

验收工作首先对弱电系统进行了全面检查，包括线路连接、设备运行、信号传输等方面，确保线路无断点、设备运行正常、信号传输稳定。对于智能通行系统，验收团队重点测试了门禁识别、通行效率、人员信息管理等功能，确保系统能够准确、快速地识别进出校园的人员，并实现数据的实时更新与管理。视频监控系统的验收则主要集中在摄像头的清晰度、监控范围、夜间监控效果等方面，确保系统能够对校园各区域进行全面、无死角的监控。

能源管理系统的验收主要针对能源监测的准确性、控制的灵活性等方面，确保系统能够实现对校园水、电、暖等资源的实时监测与智能调控。对于公共广播系统，验收团队测试了信息发布、音量控制、紧急广播等功能，确保系统能够在各场景下正常运行，并能迅速响应突发事件。

验收过程中，项目团队针对发现的问题进行了及时的整改与优化，确保每个系统、每个设备都达到了设计要求和国家相关标准。验收结束后，项目组组织了一次综合测试，模拟智慧校园的日常运行场景，对各子系统之间的数据传输、信息共享、协同工作等进行了全面测试，确保系统整体能够协调高效地运行。

5. 运营与持续优化阶段

5.1. 水电节能数据分析

数据收集与监测是节能管理的基础。在智慧校园中，所有建筑均安装了智能水电表，能够实时记录用水和用电情况。这些数据通过物联网平台上传至中央控制系统，形成详细的用水用电报告。表 1 展示了一年内平均每月在实施节能措施后，部分建筑物的用电、用水量的变化情况。

Table 1. Energy saving data for hydropower construction in Phase I
表 1. 一期建设水电节能数据

建筑物/设施	用电量(无节能措施预计值)	用电量(节能后)	电能节约量	节电率	用水量(无节能措施)	用水量(节能后)	水资源节约量	节水率
新材料科教融合中心	31,280 kWh/月	26,598 kWh/月	4682 kWh	14.97%	684.50 m³/月	615.21 m³/月	69.29 m³	10.12%
新能源与智能网联汽车科教融合中心	29,640 kWh/月	25,130 kWh/月	4510 kWh	15.21%	620.30 m³/月	558.47 m³/月	61.83 m³	9.97%
先进制造科教融合中心	38,340 kWh/月	31,392 kWh/月	6948 kWh	18.12%	849.60 m³/月	742.15 m³/月	107.45 m³	12.65%
先进信息技术与网络通信科教融合中心	35,780 kWh/月	30,353 kWh/月	5427 kWh	15.17%	764.30 m³/月	691.85 m³/月	72.45 m³	9.48%
大数据与人工智能科教融合中心	34,460 kWh/月	29,303 kWh/月	5157 kWh	14.97%	732.80 m³/月	659.28 m³/月	73.52 m³	10.03%
智能交通科教融合中心	33,120 kWh/月	28,095 kWh/月	5025 kWh	15.18%	710.50 m³/月	639.50 m³/月	71.00 m³	9.99%
现代管理与金融科教融合中心	27,360 kWh/月	23,898 kWh/月	3462 kWh	12.65%	596.70 m³/月	538.26 m³/月	58.44 m³	9.80%
智慧生态城市与绿色资源科教融合中心	30,050 kWh/月	25,563 kWh/月	4487 kWh	14.93%	650.20 m³/月	584.68 m³/月	65.52 m³	10.08%
学生宿舍	52,500 kWh/月	43,890 kWh/月	8610 kWh	16.40%	1305.50 m³/月	1175.76 m³/月	129.74 m³	9.94%
教师公寓	36,280 kWh/月	30,781 kWh/月	5499 kWh	15.16%	741.30 m³/月	667.21 m³/月	74.09 m³	9.99%
食堂	47,450 kWh/月	39,980 kWh/月	7470 kWh	15.74%	1162.40 m³/月	1043.40 m³/月	119.00 m³	10.24%
配电房	12,500 kWh/月	10,688 kWh/月	1812 kWh	14.50%	165.80 m³/月	148.90 m³/月	16.90 m³	10.20%
门房	9230 kWh/月	7837 kWh/月	1393 kWh	15.09%	132.10 m³/月	119.15 m³/月	12.95 m³	9.80%
总计(一期)	419,450 kWh/月	354,515 kWh/月	64,935 kWh	15.49%	8915.90 m³/月	8158.03 m³/月	757.87 m³	10.00%

通过对比智慧校园建设前后的水电使用数据，可以评估节能效果。在襄阳示范区智慧校园项目中，通过实施智能灯光控制系统和智能温控系统，实现了整体能耗的显著降低。智能灯光控制系统能够根据环境光线和人员活动情况自动调节灯光亮度，避免不必要的电能浪费。智能温控系统则根据室内外温度自动调节空调设备的运行状态，提高了能源利用效率。数据分析结果显示，智慧校园建设后，整体能耗降低了 15%，达到了预期的节能效果。

根据数据分析结果，提出进一步的节能优化建议。除了现有的节能措施外，还可以推广使用智能插座和电器自动断电装置，进一步减少待机能耗。此外，定期进行节能宣传教育，提高师生的节能意识，形成良好的节能习惯也是重要的措施。例如，通过组织节能讲座、张贴节能标语和开展节能竞赛等活动，可以增强师生的节能意识，促进校园的可持续发展。

5.2. 门禁系统使用频次分析

数据收集是使用频次分析的基础。智能门禁系统能够记录每次刷卡、指纹识别和人脸识别的使用情况，这些数据包括使用时间、用户身份和通行地点等详细信息。通过物联网平台，这些数据被上传至中央控制系统，形成门禁使用的详细报告。系统可以生成每日、每周和每月的使用频次报告，展示各时段和各入口的使用情况。

通过对门禁系统使用频次的分析，可以识别出高峰时段和重点通行区域。表 2 展示了优化措施前后，部分建筑区域的门禁系统使用效率变化情况。数据分析显示，早晨上课前和下午下课后的门禁使用频次最高，这些时段是学生和教职工进出校园和各教学楼的高峰期。此外，教学楼、图书馆和宿舍等重点建筑的入口使用频次明显高于其他区域。通过这些分析，管理人员可以了解人员流动的主要路径和高峰时段，为优化通行管理提供依据。

Table 2. Usage of access control system

表 2. 门禁系统使用情况

建筑物/区域	用户类别	平均每日使用次数	平均等待时间(无优化措施)	平均等待时间(优化后)	高峰时段(无优化措施)	高峰时段(优化后)	高峰时段等待时间总计(无优化)	高峰时段等待时间总计(优化后)	通行效率提升率	用户满意度(优化后)
教学楼 A	学生	2480 次/日	5.2 分钟	3.3 分钟	07:35~09:25, 11:20~12:55	07:35~09:05, 11:20~12:40	176 分钟	131 分钟	25.57%	84.6%
教学楼 B	教职工	1820 次/日	4.1 分钟	2.6 分钟	08:05~09:10, 12:05~13:35	08:05~08:50, 12:05~13:10	153 分钟	118 分钟	22.88%	87.3%
图书馆	学生	2215 次/日	5.8 分钟	3.6 分钟	08:40~10:35, 13:55~15:50	08:40~10:05, 13:55~15:20	240 分钟	185 分钟	22.92%	82.5%
宿舍楼 A	学生	2950 次/日	7.1 分钟	4.2 分钟	06:25~07:55, 18:10~19:25	06:25~07:40, 18:10~19:00	175 分钟	130 分钟	25.71%	80.2%
宿舍楼 B	学生	2780 次/日	6.3 分钟	3.8 分钟	06:55~07:55, 18:35~19:50	06:55~07:40, 18:35~19:20	155 分钟	120 分钟	22.58%	81.7%
实验楼	教职工	1530 次/日	4.7 分钟	3.1 分钟	08:55~10:20, 14:05~15:25	08:55~10:05, 14:05~15:00	170 分钟	130 分钟	23.53%	87.9%
食堂	学生/教职工	3980 次/日	8.2 分钟	5.1 分钟	11:55~13:25, 18:05~19:35	11:55~13:10, 18:05~19:10	185 分钟	135 分钟	27.03%	75.8%
行政办公楼	教职工	1215 次/日	4.9 分钟	3.2 分钟	09:10~10:05, 15:10~16:00	09:10~09:50, 15:10~15:50	115 分钟	90 分钟	21.74%	83.4%
综合管理服务 中心	学生/教职工	1710 次/日	5.3 分钟	3.5 分钟	10:05~11:25, 13:55~15:20	10:05~11:00, 13:55~14:50	175 分钟	125 分钟	28.57%	85.1%
体育馆	学生	2190 次/日	6.8 分钟	4.1 分钟	16:05~18:10, 19:25~20:55	16:05~17:35, 19:25~20:30	205 分钟	150 分钟	26.83%	78.9%
总计/平均	-	22,870 次/日	5.8 分钟	3.6 分钟	-	-	1749 分钟	1264 分钟	27.71%	83.2%

根据使用频次分析结果，提出优化管理的措施。针对高峰时段的通行情况，可以调整门禁系统的开放时间，增加高峰期的通行速度。例如，在早晨上课前和下午下课后，增加门禁通道的开放数量，减少人员排队和等待时间。此外，在重点通行区域增加自助通行设备，如自助刷卡机和人脸识别终端，提高通行效率。同时，可以定期进行设备维护和升级，确保门禁系统的稳定运行和高效管理。

5.3. 智能设施设备使用频次分析

数据收集是智能设施设备使用频次分析的基础。通过物联网平台，实时监测各类智能设施设备的使用情况，包括智能教室、实验室、图书馆等。数据记录了设备使用的时间、使用者信息和使用频次，形成了详细的使用报告。例如，系统可以生成每日、每周和每月的使用频次报告，展示各类设备的使用情况和使用者的行为模式。

通过对智能设施设备使用频次的分析，可以识别出高利用率设备和低利用率设备。表 3 展示了部分设施设备的使用情况及相关的资源配置建议数据。分析显示，智能教室和实验室的使用频次较高，特别是在考试和科研活动集中期。这些高利用率设备需要确保其始终处于良好状态，以满足教学和科研的需求。另一方面，智慧图书馆的使用频次在期中、期末考试前明显增加，平时使用相对均衡。通过这些分析，可以了解各类设施设备在不同时间段的使用特点，为优化资源配置提供依据。

Table 3. Usage and suggestions for intelligent device facilities
表 3. 智能设备设施使用情况及建议

设施/设备	使用者类别	平均每日使用次数	设备占用率 (%)	考试期间每日使用次数	科研活动期间每日使用次数	用户反馈评分/(10)	资源配置建议
智能教室	学生/教职工	273 次/日	85.6%	341 次/日	312 次/日	8.7	增加数量，延长开放时间
实验室	学生	212 次/日	78.3%	290 次/日	255 次/日	8.5	增加数量，延长开放时间
图书馆	学生/教职工	298 次/日	90.2%	367 次/日	333 次/日	9.0	延长开放时间，增加自习空间
智能实验设备	学生	184 次/日	70.1%	245 次/日	221 次/日	8.3	延长开放时间，增加维护频次
计算机房	学生/教职工	241 次/日	80.7%	304 次/日	276 次/日	8.6	增加数量，延长开放时间
自主学习室	学生	165 次/日	66.4%	201 次/日	190 次/日	7.8	优化管理，增加宣传
多媒体教室	学生/教职工	219 次/日	82.9%	282 次/日	254 次/日	8.4	延长开放时间，增加维护频次
会议室	教职工	138 次/日	61.2%	176 次/日	164 次/日	7.5	优化管理，提高预订效率
体育馆设施	学生/教职工	194 次/日	73.5%	246 次/日	225 次/日	8.1	延长开放时间，增加维护频次
自主学习设备	学生	129 次/日	55.8%	162 次/日	148 次/日	7.3	增加宣传，提高使用率

根据使用频次分析结果，提出资源配置和管理优化的措施。针对高利用率设备，可以增加设备的数量或开放时间，满足用户的需求。例如，在考试和科研活动集中期，增加智能教室和实验室的开放时间，确保学生和教职工有足够的时间和空间进行学习和实验。对于低利用率设备，可以通过优化管理和宣传，

提高其利用率。此外，定期进行设备维护和保养，确保设备在高强度使用下的正常运行，提高设备的使用寿命和效率。

6. 参考与建议

(1) 全面规划与协调设计。在规划和设计阶段，必须进行全面的整体规划，确保各智能系统的无缝对接与高效运行。这有助于避免系统间的不协调，确保未来扩展时的灵活性和适应性。

(2) 智能化施工技术应用。施工阶段应充分利用 BIM 技术、智能监控等智能化施工技术，并制定标准化流程，确保施工质量与效率。这将提高施工效率，减少错误，缩短工期，确保高质量的工程实施。

(3) 实时监测与数据分析。在运行阶段，使用智能管理系统对各类数据进行实时监测与分析，以及时了解校园的运行情况。这样能够发现问题，优化资源配置，提升管理效率与资源利用率。

(4) 用户体验反馈与持续改进。定期收集用户反馈，针对系统的实际表现进行优化和调整，提高用户满意度。这将确保系统持续满足用户需求，保持智慧校园的高效与便捷。

参考文献

- [1] 程利容. 物联网技术在智慧校园中的应用——评《智慧校园建设研究》[J]. 中国高校科技, 2022(9): 106.
- [2] 王瑶琪, 聂建峰, 张芳. 加快智慧校园建设推进大学治理现代化[J]. 中国高等教育, 2021(19): 24-26.
- [3] 赫玲河. “互联网+”背景下高校智慧校园建设——评《智慧校园建设研究》[J]. 中国高校科技, 2021(12): 103.
- [4] 洪李甜, 王俊杰. 数智化管理下的现代高校智慧校园设计与创新——评《智慧校园建设研究》[J]. 建筑结构, 2022, 52(7): 142.
- [5] 孙连营, 王理. 建筑行业智慧建筑技术路线图研究[J]. 建筑科学, 2016, 32(5): 121-125.
- [6] 王理, 孙连营, 王天来. 互联网+智慧建筑的发展[J]. 建筑科学, 2016, 32(11): 110-115.
- [7] 熊向阳, 马晓国, 欧阳强. 绿色智能建筑综合评价体系的构建与应用[J]. 科技管理研究, 2017, 37(3): 95-99.
- [8] 杜明芳. 智慧建筑 2.0 和建筑工业互联网[J]. 中国建设信息化, 2018(6): 28-31.
- [9] 岳栋. 浅析智能化建筑弱电工程的技术施工与质量管理[J]. 智能城市, 2016, 2(6): 182-183.
- [10] 郭丽娜, 路杰, 郭玮娜. 浅谈物联网在智慧医院建设中的应用[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2016, 13(3): 299-302.
- [11] 赵海英, 薛俭, 王海鹏. 智能建筑 BIM 技术在高层住宅施工中的应用[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2019, 41(2): 159-162.
- [12] 杨霞, 范蔚. 技术与文化双向融合: 智慧校园建设的价值选择与行动路向[J]. 电化教育研究, 2022, 43(11): 45-52.
- [13] 王爱军. 基于管理目标的高校智慧校园建设思路与框架设计研究[J]. 北京联合大学学报(人文社会科学版), 2023, 21(2): 106-113.
- [14] 周全, 李有增. 面向高校智慧校园建设的“产学研用训”协同创新研究[J]. 中国电化教育, 2021(3): 104-110.
- [15] 黄凌洁. 某高校新校区智慧校园设计探索[J]. 智能建筑电气技术, 2024, 18(3): 52-57.