

# 苏州观园维修改造项目弱电系统优化设计与实施研究

蒋姬

上海辰砂智能技术有限公司 200000

DOI:10.32629/ems.v8i3.18741

**[摘要]** 本文以2021年5~11月实施的苏州观园酒店维修改造项目为研究对象,针对既有建筑弱电系统改造中存在的“初设方案点位布局不合理”、“系统架构集成度低”、“技防规范适配性不足”等核心问题,以视频监控、门禁控制、楼宇自控等9大系统为研究对象,分析了初设阶段点位布置与系统架构的核心问题,提出针对不同区域提出优化方案,和针对“边运营边施工”场景下“时空分离式作业法”,并从施工流程、质量管控、验收标准三方面构建实施路径。实践表明,优化后的方案不仅满足苏州技防办验收要求,企业施工成本降低了10.15%、施工周期缩短10%、业主后期年运营成本降低16.5%,为同类既有建筑弱电改造项目提供了可借鉴的技术范式。

**[关键词]** 既有建筑改造; 弱电系统; 深化设计; 技防规范; 模块化施工

## 前言

既有建筑弱电系统改造是城市更新的重要组成部分,其核心矛盾在于老旧设施兼容性与新功能需求的冲突。苏州观园项目作为集会议、餐饮、公寓于一体的综合性建筑(地下1层停车场+地上5层多功能区),原弱电系统存在点位老化(设备使用超8年,故障率达35%)、架构冗余(多系统独立运行,数据孤岛严重)、功能单一(仅满足基础安防需求)等问题,亟需通过系统性改造实现“安全防护智能化、设备管理集成化、运维响应高效化”目标。

本文以苏州观园酒店维修改造项目为实证案例,在项目的实践中,形成了以下几点创新性成果:

●提出了“点位优化流程化”:通过“现场勘察→问题诊断→方案优化”的三步法,实现了监控系统从“存在盲区”到“全域无死角”的精准优化,为同类项目提供了可复用的设计流程。

●构建了“时空分离式作业法”:针对“边运营边施工”的核心难题,创新性地从“时间”与“空间”两个维度进行管理,通过噪声分级管理和柔性隔离带设计,实现了单次运营中断时间小于30分钟,施工期间客户0投诉率的良好效果。

●实践并量化了基于OPC UA的跨协议集成效果:成功打通江森楼宇自控(BACnet)、珠海派诺能耗(Modbus)等异构系统,实现了数据互联互通,联调效率提升40%,跨协议通信成功率≥99.8%,为多品牌、多协议的既有建筑系统集成提供了稳定可靠的技术路径。

## 1 国内外研究现状

国外:欧美国家在既有建筑改造中普遍采用“BIM+物联网”技术,如美国斯坦福大学研究团队提出的“建筑弱电系统数字孪生模型”,可实现全生命周期动态监测(Smith et al., 2023)。

国内:近年来,既有建筑弱电改造聚焦于模块化设计与节能优化。例如,王帅(2024)在《既有建筑弱电系统模块化改造技术研究》中提出的“分层分布式弱电架构”,通过标准化模块部署,在某酒店改造项目中实现了设备能耗降低22%的显著成效。

然而,与本研究相比,现有成果仍存在明显差异:王帅的研究侧重于“通用性节能”,而本项目则聚焦于“多场景混合建筑”(会议+餐饮+公寓)的复杂需求,不仅关注能耗,更深入解决了苏州地方性技防规范的深度适配问题(如DB3205/T 1016-2022对视频存储时长和报警响应时间的硬性要求),以及在“边运营”条件下如何保证施工可行性的工程管理难题。因此,本研究填补了“复合功能建筑在严苛地方规范下的一体化改造”这一研究空白。

## 2 研究内容与技术路线

研究内容:

- 1) 初设方案缺陷分析(规范符合性、架构合理性);
- 2) 深化设计优化策略(基于现场勘察与技防规范);
- 3) 施工与验收实施(基于质量管控与成本管控)。

技术路线:了解需求→问题诊断→方案优化→工程实施→效果验证。

## 3 项目概况与问题分析

### 3.1 项目功能需求

苏州观园项目集会议、餐饮、公寓于一体,分为地下1层停车场和地上5层多功能区,各楼层功能差异显著,本次对智能化系统的升级改造既要满足运营方现代化管理的要求,又要满足苏州市技防办的规范要求,还要满足建设方的降本增效要求。

### 3.2 初设方案问题诊断

- 1) 监控系统存在盲区:停车场主干道监控覆盖不够,存

在盲区，不满足苏州当地技防规范要求。

2) 监控系统存储时间不足：现有 22 块 4T 硬盘录像存储时间只有 7 天，不满足苏州当地技防规范要求 (≥30 天)。

3) 入侵报警系统响应时间超时：入侵报警系统响应时间 >5 秒，不满足苏州当地技防规范要求 (≤2 秒)。

4) 停车管理系统不能实现无人值守：原停车管理系统采用传统 RFID 技术，陌生拜访车辆无法进出，需要人工登记放行。

5) 能耗管理系统不能实现全区计量：公寓部分电表未接入能耗管理系统，无法实现“按需节能”。

4. 方案优化

4.1 视频监控系统：

地下停车场主干道原设计不能实现全覆盖，图像不能首尾连接，不满足苏州技防办规范要求，深化设计后在主干道上新增 4 台 200 万像素星光级摄像机 (DH-IPC-HF5233E)，在车位上方增加 4 台 400 万像素球机 (DH-SD-49D425-HN-DB)，实现主干道及车位无死角覆盖，新增点位见图 1。

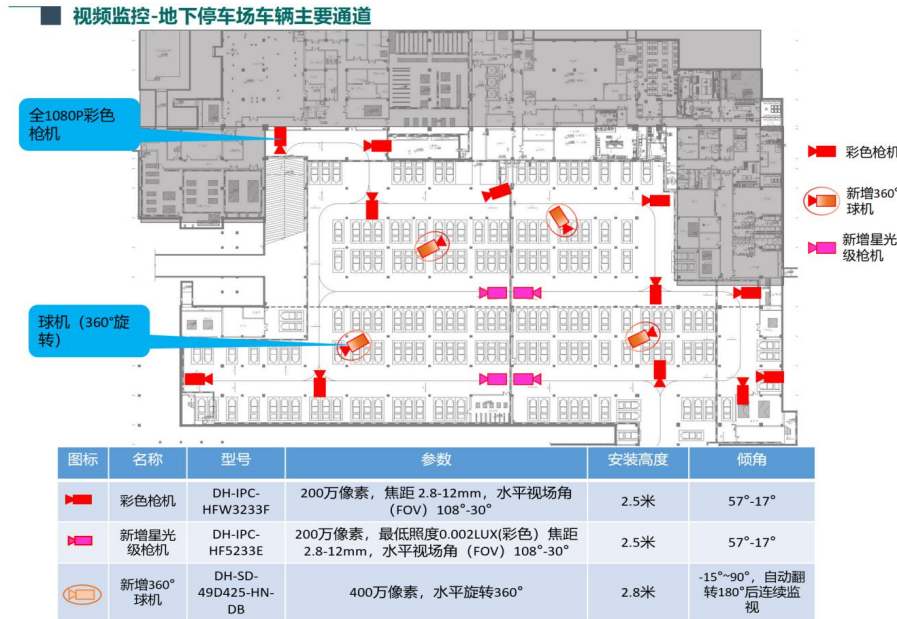


图 1 地下停车场主要通道监控点位优化

4.2 出入口停车管理系统：

原停车管理系统采用的是 RFID 技术，只有提前录入且配置 RFID 标签的车辆才可以自由进出，只适合内部车辆，临时车辆都需要人工 24 小时值守，登记后手动抬杆放行，效率低且用人成本高。通过技术对比 (见表 1)，优化方案采用“立方”车牌识别系统，基于 CNN 深度学习及 AI 模型对分割后的

字符进行端到端识别，结合立方自研的字符库比对算法，实现字母数字识别率 ≥99%、汉字识别率 ≥98% 的高精度输出，实现空余车位自动识别 (准确率 ≥95%)，并在入口 LED 屏实时显示分区车位数量，满足多场景下的需求，无需派专人值守，每年帮业主节约管理成本 23.4 万。

表 1 RFID 停车管理系统与图像识别停车管理系统对比分析

对比维度	RFID 停车管理系统	图像识别停车管理系统
核心技术原理	基于射频信号感应，通过车载 RFID 标签与阅读器的无线通信识别车辆信息。	基于计算机视觉，通过摄像头采集车牌/车辆特征，经算法识别比对完成车辆身份验证。
适用性	只适用预先安装 RFID 标签的固定车辆，对于未安装 RFID 标签的车辆需要人工登记、放行。	适用范围广，无论是固定车辆、还是临时车辆、甚至是无车牌车辆都能进行自动识别，无需派人值守。
成本	成本高，需为每个车辆配发 RFID 标签和读卡器。需要定期维护，检查标签磨损程度及读卡状况。	成本中等，无需额外硬件，只需配置支持图像运算的服务器，运维成本也低。
使用便捷性	安装 RFID 标签的车辆可以实现无感通行。其它车辆不行。	所有车辆都可以实现无感通行。

4.2 系统架构集成化改造

横向联动：构建以“江森楼宇自控系统与珠海派诺能耗

系统、监控系统、门禁系统”为核心的集成平台，打通楼宇自控与能耗系统数据接口，开发定制化联动模块 (见图 2 能

耗系统与 BA 系统联动系统图、表 2 接口清单表)。打通后，能源管理系统将分布在建筑各个角落的电表、水表、蒸汽表的数据收集到系统后台集中处理，对建筑日常运行维护和用户耗能的行为方式实施有效管理，通过对数据统计、分析、生成智能报表（见图 3），并自动形成“使用建议”，用户可

以根据“使用建议”制定相应的策略推送给楼宇自控系统去执行。打通后，除公区外 86 个房间的计量也纳入能耗系统，系统检测到客房无人状态（通过红外传感器判定）持续 30 分钟后，空调自动切换至节能模式（温度设为 26℃，风速低挡），照明系统关闭非必要回路。实现真正意义上降本。

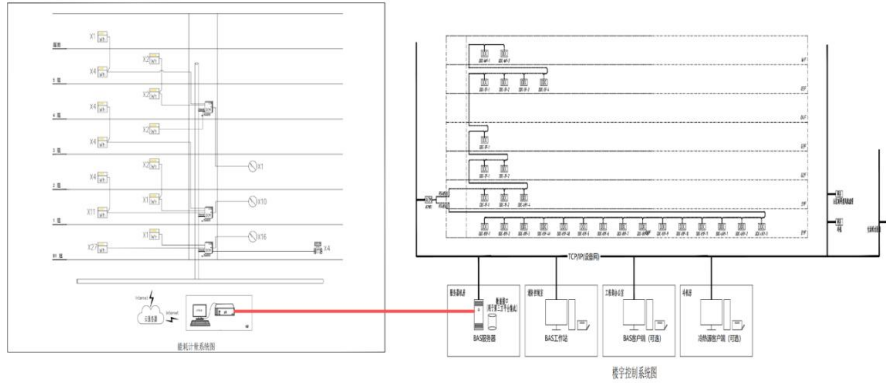


图 2 能耗系统与 BA 系统联动系统图

表 2 接口清单表

字段名称	字段类型	单位	刷新频率	最大允许延时	异常处理策略
Room_Temp	Float	° C	30s	5s	连续 5 次超时，触发“数据丢失”告警，启动本地缓存数据
Room_Humidity	Float	%	30s	5s	同上
Occupancy_Status	Boolean		30min	10s	超时视为“无人状态”，启动节能模式
HVAC_Mode	String		30s	5s	模式更新失败，保持上次模式



图 3 能耗检测系统图表

4.3 技防规范符合性验证

依据苏州技防办要求，重点优化：

入侵报警系统优化：优化后最终选用霍尼韦尔 VISTA-128BPT 报警主机（图 4），最多支持 128 个防区，详细参数见表 3，更换后对系统内所有 31 个防区进行了共计 40 次独立的触发与响应测试。其中长距离末端防区、靠近主机的防区、易受干扰区域的防区进行了 2 次以上测试。测试响

应时间包括从前端探测器被触发开始，到监控中心管理主机屏幕上弹出告警信息并发出声光报警的整个过程耗时。测试完对 40 次测试数据进行了统计，平均响应时间 1.68 秒，中位数响应时间 1.7 秒，最大响应时间 1.8 秒。最大响应时间 1.8 秒小于苏州市安全技术防范系统建设规范（DB3205/T 1016-2022）要求的 2 秒，符合当地规范要求。



图 4 VISTA-128BPT

表 3 VISTA-128BPT 参数详情

型 号	VISTA-128BPT
防 区 数	128
用 户 数	150
门 禁 数	250
事件日志容量	512
VistaKey 模块	8

视频存储优化: 现有方案监控 288 路, 硬盘容量 88T, 录像时间 7 天, 不满足苏州市安全技术防范系统建设规范 (DB3205/T 1016-2022)》存储时间不小于 30 天要求, 优化后将录像存储编码格式由 H. 264 编码格式升级为 H. 265+编码格式, 同时支持智能动态录像 (移动侦测时提升码率, 静态时降低码率), 单路摄像头日均存储容量由 25GB 降至 10GB, 录像存储时间 31 天, 符合苏州市安全技术防范系统建设规范要求。

## 5. 关键技术优化措施及效果

### 5.1 边运营边施工的抗干扰措施

本项目施工期间会议和餐饮处于正常运营的状态, 利用“时空分离式作业法”从时间和空间 2 个维度分化处理, 保证施工时不影响会议和餐饮的正常运营。具体措施如下: 首先采用柔性隔离带将施工通道和客流通道进行完全隔离, 确保运营和施工互不干扰。同时对工艺和施工工序进行重新排列组合, 将高噪音作业安排在晚上 10 点之后, 将低噪音的作业安排在白天。上述技术措施极大地降低了对客户运营的干扰, 施工期间平均运营中断时间<30 分钟/次, 客户投诉率为 0。

### 5.2 管道二次利用技术

为了最大限度的减少施工对运营造成的影响, 我们选择了对旧管道进行二次利用, 由于业主不能提供原管线图, 我们采用了内窥镜探查+钢丝疏通+高压气泵疏通等多技术组合模式, 最大限度地减少开凿预埋等周期长、噪音大、破坏性高的工作, 节约施工成本 15 万元。

### 5.3 优化效果及经济效益

改造完成后, 监控录像存储时间 (31 天)、监控点位覆盖率、入侵报警系统响应时间 (小于 2 秒) 均满足当地技防规范要求。

施工方的经济效益:

施工工期缩短了 15 天节约成本约 10 万元; 旧管道的二次利用节约成本约 15 万元; 存储技术 H. 264 升级为 H. 265+后节约硬盘成本 3 万元; 出入口管理系统识别技术升级后节约 RFID 读卡设备成本 6 万元; 整体施工成本节约 34 万元, 总成本降低率达 10.15%。

建设方的经济效益:

出入口管理系统升级后实现了无人值守, 年节约用人成本约 23.4 万元; 能耗系统和楼宇自控系统联动后年节约能源费 32 万元, 整体年节约运营成本约 55.4 万元, 年投资回报率达 16.5%。

## 6. 结束语

本项目通过 4.5 月的实践, 针对“边运营边施工”场景, 通过“时空分离式作业法”解决扰动问题, 采用探查+疏通技术解决老旧管道的复用, 减少不必要的装修破坏, 施工周期缩短 10%; 改造后盲区消除率达到 100%, 联动响应时间降至 1.8S, 符合苏州技防办规范要求; 通过集成 AI 算法 (车牌识别、能耗预测), 提升运营效率; 帮建设单位每年节约成本 55.4 万元, 年投资回报率达 16.5%, 同时也帮助施工企业节约成本 34 万元, 成本降低率达 10.15%。

### 6.1 研究局限与后续工作

尽管本项目取得了显著成效, 但仍存在一定的局限性: 首先, BIM 技术的应用主要停留在三维模拟阶段, 尚未贯穿设计、施工到运维的全生命周期, 导致部分隐蔽工程信息未能数字化留存。其次, 视频存储仍依赖本地硬盘, 未探索云存储或边缘计算的可行性, 未来可能面临扩展性瓶颈。

### 6.2 后续工作建议:

1. 深化 BIM 应用, 建立涵盖弱电系统在内的建筑数字孪生模型, 实现运维阶段的可视化化管理。
2. 探索基于边缘计算的智能视频分析, 将部分 AI 算力下沉至前端, 减轻中心服务器压力。
3. 建立长期的运维数据反馈机制, 持续监测能耗联动策略的实际节能效果, 并根据入住率、季节变化等因素动态优化控制逻辑。

### [参考文献]

- [1]王帅. 既有建筑弱电系统模块化改造技术研究[J]. 建筑电气, 2024, 43 (2): 35-40.
- [2]Smith J, et al. Digital Twin for Building 弱电 Systems: A Case Study[J]. Automation in Construction, 2023, 148: 104856
- [3]苏州市市场监督管理局. 安全技术防范系统建设规范 (DB3205/T 1016-2022) [S]. 2022.
- [4]中国建筑科学研究院. 智能建筑设计标准 (GB 50314-2015) [S]. 2015.