

# 北京市亦庄某商场相关消防改造问题及处理方法

吴浩楠

高力国际物业服务公司, 北京 100000

**[摘要]**既有建筑消防报警系统改造面临新旧技术代际跨越的典型困境。以北京市亦庄某商场为例, 其采用的北京福赛尔火灾报警主机服役已逾十年, 设备通讯协议与国产主流系统存在本质差异, 这种跨系列集成难题在老旧商业体改造中具有普遍性。原系统架构基于早期区域报警模式设计, 无法满足现行规范对集中控制型系统的功能要求, 暴露出报警信号跨区传输延迟、联动逻辑冲突等系统级缺陷。改造过程中需攻克协议转换、空间重构、系统稳定性保障等多重技术关卡, 这对设备选型策略与集成技术创新提出更高要求。项目组通过技术路线比选, 确立了“原品牌迭代+定制化开发”的核心改造原则, 为破解进口设备改造困局提供新思路。

**[关键词]**民用建筑; 消防改造; 火灾自动报警; 应急照明

DOI: 10.33142/ucp.v2i2.16272

中图分类号: TU731

文献标识码: A

## Fire Protection Renovation Problems and Solutions for a Shopping Mall in Yizhuang, Beijing

WU Haonan

Gaoli International Property Service Company, Beijing, 100000, China

**Abstract:** The renovation of existing building fire alarm systems faces a typical dilemma of intergenerational transition between new and old technologies. Taking a shopping mall in Yizhuang, Beijing as an example, the Beijing Vsail fire alarm host it uses has been in service for over ten years. The communication protocol of the equipment is fundamentally different from the mainstream domestic system, and this cross series integration problem is common in the renovation of old commercial buildings. The original system architecture was designed based on the early regional alarm mode, which cannot meet the functional requirements of current standards for centralized control systems, exposing system level defects such as inter regional transmission delay of alarm signals and linkage logic conflicts. During the renovation process, multiple technical barriers such as protocol conversion, spatial reconstruction, and system stability assurance need to be overcome, which puts higher demands on equipment selection strategies and integrated technology innovation. The project team has established the core transformation principle of "original brand iteration+customized development" through technical route comparison, providing new ideas for solving the dilemma of imported equipment transformation.

**Keywords:** civil buildings; fire protection renovation; automatic fire alarm system; emergency lighting

随着城市更新进程加速, 既有商业建筑消防改造已成为城市安全管理的重要课题。北京市亦庄某商场作为 2008 年建成投用的区域商业地标, 其消防系统历经 15 年运营已显疲态, 既有设备老化、规范迭代、业态调整等多重压力叠加, 形成典型改造样本。原消防系统构建于 GB 50116—98 时代, 与现行 GB50116—2013 存在代际差异; 建筑空间经多次业态调整, 防火分区与疏散路径发生结构性改变; 机电系统跨品牌兼容困境突出, 制约改造效能。本项目面临三大核心挑战: 相隔近 10 年的新旧消防主机因跨代际协议不兼容导致的系统割裂、非集中控制型应急照明体系转型困难、动态商业布局引发的排烟量突变风险。这些痛点折射出我国商业综合体改造中普遍存在的历史遗留问题与技术适配矛盾, 其解决方案对同类项目具有示范价值。亦庄住建委将其列为 2024 年度重点改造示范工程, 要求形成可复用的技术路径。

### 1 消防报警主机改造

#### 1.1 消防主机改造难点

该商场原火灾自动报警系统采用 2013 年设计时依据

GB 50116—98 规范未受 3200 点限制。改造需将系统拆分为改造区 1 至 4 层营业区域与非改造区 5 层及以上, 新增主机面临多重技术壁垒: 首先, 相隔近 10 年的新旧主机采用 CAN 总线进行跨代际协议通讯, 实测中新型主机需兼容原系统的 ModbusRTU 协议转换模块, 经协议逆向解析后仍存在 2.3% 的数据包校验失败率, 关键报警信号传输延迟控制在 9.8 秒; 其次, 改造区升级为集中控制型系统后, 通过增设逻辑控制单元重构设备联动关系, 成功规避非改造区遗留系统的联动冲突; 此外, 基于特殊消防性能化设计论证, 消控室采取纵向叠放方案, 将新增主机嵌入式安装于既有图形显示装置上方, 在保留原操作台 3.2 米长度的前提下, 通过三维空间优化实现双系统独立监控。

#### 1.2 消防主机改造难点处理方法

经技术经济比选, 最终采用原品牌新一代 F700 主机实现无缝兼容。具体实施中, 保留原 F500 主机作为区域控制器, 新增 F700 主机通过 E-Bus 总线接入原有回路, 利用品牌专用网关转换协议数据包, 实测信号传输延迟降

至 3.2 秒<sup>[1]</sup>。针对跨区联动难题，重新划分 12 个逻辑控制组，编写定制化联动脚本：当改造区烟感报警时，通过主机间光纤直连通道，触发非改造区消防泵启动指令；非改造区手动报警按钮信号则经逻辑模块过滤后，仅控制本区域声光警报器。消控室改造采用模块化设计方案，拆除冗余电话总机柜体，定制 L 型不锈钢操作台将新旧主机人机界面集成于同一视域范围，操作面板倾斜 15° 以符合人机工程学要求。调试阶段组织 3 轮 48 小时压力测试，模拟 3200 点同时报警工况下系统稳定性，最终实现 98.7% 的指令正确率，通过北京市消防技术服务机构专项评估。

## 2 应急照明改造

### 2.1 应急照明改造难点

原商场应急照明系统采用 220V 非集中控制型双头灯，灯具间距达 14m，远超出 GB51309—2018 规定的 8m 间距要求。现场检测发现，改造区原有嵌入式平顶灯中，72% 的灯具电源线与普通照明共用回路，断电后仅部分的应急灯可正常启动。天花内管线交叉严重，38% 区域因风管阻挡无法直接敷设新线路。强电井空间评估显示，标准防火分区的配电间可用墙面面积不足 1.2m<sup>2</sup>，而新增集中电源箱需占用 0.48m<sup>2</sup>，导致 23 个分区面临设备安装冲突。此外，消控室原有应急照明双切箱已占满配电柜空间，新增集中控制器需重新规划柜体布局，但建筑结构限制导致墙体不可拆除。2022 年冬季模拟断电测试中，C 区走廊应急照明持续供电时间仅 27 分钟，低于规范要求的 90 分钟标准，暴露出蓄电池容量不足与线路压降超标问题。

### 2.2 应急照明改造难点处理方法

基于 BIM 模型开展三维管线综合，将改造区灯具间距优化至 4.5m，选用飞利浦 LSP0422 型 A 类灯具，通过拓扑结构重组减少 30% 的回路数量<sup>[2]</sup>。针对强电井空间限制，研发双层壁挂支架系统：上层安装集中电源箱，下层布置增容电箱，利用防火分区走廊端头墙面实现零结构破坏安装，节省空间 46%。消控室改造采用德国威图 TS8 系列拼装式机柜，将原有双切箱迁移至柜体侧面，主控单元嵌入 19 英寸标准机架，空间利用率提升 58%。

电源系统升级方面，配置青鸟消防品牌系列智能配电箱，在 18 个重点区域增设电流互感器，实时监测回路阻抗变化。当线路压降超过 5% 时自动切换至备用回路，确保末端电压稳定在 31V 以上。蓄电池组采用宁德时代磷酸铁锂模块，通过均充-浮充智能管理系统，将充放电效率提升至 95%。施工阶段实施分层分段送电测试：首阶段完成 B1 层回路阻抗扫描，对 32 处压降超标点位更换 6mm<sup>2</sup> 阻燃电缆；第二阶段开展全负载 72 小时耐久试验，修正 12 个回路过载保护参数；最终阶段模拟市电中断工况，验证各区域持续供电时间均超 100 分钟。

针对天花内管线冲突问题，采用微型顶管施工技术，在风管与结构梁间敷设  $\phi$  20mm 波纹管，穿设 ZR-RVS2 $\times$

2.5mm<sup>2</sup> 耐火导线。改造后经第三方检测，应急照明启动时间  $\leq$  0.3 秒，照度值达 5.7lx，2024 年 8 月通过亦庄多部门联合验收，成为首都商业体应急照明改造样板工程。

## 3 因业态变更导致的消防改造

### 3.1 业态变更所面临问题

项目招商过程中，原规划为零售的改为 A 做二层变更为餐饮集合区，导致排烟量需求从 10 次/h 暴增至 60 次/h。经实测，原排烟系统最大供风量仅 28600m<sup>3</sup>/h，与现行《建筑防烟排烟系统技术标准》要求的 43200m<sup>3</sup>/h 存在 46% 缺口。现场勘察发现，63% 的主风管位于混凝土结构夹层内，截面尺寸固定为 1200 $\times$ 400mm，无法通过常规扩容满足需求。某连锁火锅店入驻后，其厨房位置与 F3 防火分区卷帘轨道重叠，需将防火卷帘后移 4.2m，但受限于 800 $\times$ 800mm 结构柱，最小安装间隙不足 300mm<sup>[3]</sup>。此外，新增的 18 家餐饮商户中，7 家涉及明火操作，导致紧急关闭无法联动启动补风系统，存在爆炸风险隐患。业态调整还引发防火分区面积超标问题，如 C 区轻食吧扩建后面积达 680m<sup>2</sup>，超出规范限值 50m<sup>2</sup>，导致疏散距离增加至 42m。

### 3.2 业态变更处理方法

建立“三维预判-分级管控-动态适配”的技术体系：首先采用 TrimbleX7 三维激光扫描仪建立建筑点云模型，对拟变更店铺进行气流模拟与结构荷载分析。针对排烟量不足问题，在保留原主风管前提下，于吊顶内加装 6 台 EF-18 型射流风机，通过诱导通风技术将局部排烟效率提升 38%。防火卷帘位置冲突采用德国霍曼 FlexiFlex500 系列折叠式卷帘，其轨道宽度仅 180mm，较传统卷帘节省 62% 安装空间，耐火完整性达 EI120 标准。

防火分区面积超标问题通过“空间补偿法”解决：在 C 区轻食吧东侧增设两道 2 小时耐火极限的钢骨架硅酸钙板隔墙，形成面积 320m<sup>2</sup>+360m<sup>2</sup> 的子分区，同步调整安全出口导向标识系统，将最不利点疏散距离压缩至 34.2m。

对于结构夹层内不可改造风管，创新应用“双模式复合排烟”方案：白天营业时段启用屋顶 6 台 HTF-III-12 型消防排烟风机作为主排烟通道；非营业时段切换至商铺专用排油烟系统，通过文丘里阀动态调节支管风量。施工阶段实施“分时分区”改造策略：将 18 家餐饮商户分为 3 个批次，每批次改造周期控制在 7 天内，采用预制装配式风管组件减少现场焊接作业量 60%。最终改造后经第三方检测，排烟系统响应时间  $\leq$  28 秒，排烟口风速稳定在 10.3m/s，2024 年 8 月通过亦庄多部门联合验收，成为首都商业体应急照明改造样板工程。

## 4 现场施工中其他与消防改造相关问题

### 4.1 现场施工中其他与消防改造相关问题

#### 4.1.1 防火卷帘侧方铝板尺寸误差问题

中庭区域 12 樘防火卷帘安装过程中，施工方未考虑热胀冷缩效应，原设计预留的 5mm 间隙因铝板切割公差及

龙骨焊接变形,导致实际有效间隙仅剩 0.7~1.2mm。2023 年 3 月调试期间,卷帘下落测试中 9 樘卷帘底部铝板出现挤压变形,最大形变量达 4.3mm,超过《建筑装饰装修工程质量验收标准》规定的金属饰面板安装允许偏差。变形区域集中于轨道末端 300mm 范围内,摩擦系数检测显示铝板表面粗糙度 Ra 值从 0.8  $\mu\text{m}$  增至 3.2  $\mu\text{m}$ ,影响卷帘密封性能。

#### 4.1.2 风管下喷淋头标注缺失问题

BIM 模型与施工图比对发现,2 层美食广场上空 3 处 1.5m $\times$ 2.4m 矩形风管下方未按《自动喷水灭火系统设计规范》第 7.1.11 条要求设置下喷淋头,形成总面积 42.5m<sup>2</sup> 的防护盲区。设计院复核确认,原图纸仅在设计说明中要求“超过 1.2m 风管需增设下喷”,但未在平面图标注具体点位,导致施工遗漏率达 59%。热烟测试显示,盲区内烟气层下降至距地面 1.8m 仅需 127 秒,较规范要求的 300 秒疏散时间缩短 57%。

#### 4.1.3 前厅消火栓管道冻裂问题

北侧玻璃幕墙前厅冬季热工计算表明,幕墙传热系数 K 值达 3.8W/(m<sup>2</sup>·K),夜间无供暖时温度骤降至-18℃。2022 年 12 月监测数据显示,DN65 消火栓管道表面温度低至-12℃,管内积水结冰膨胀导致 4 处法兰焊缝开裂,漏水速率达 1.2L/min。管道材质检测发现,原设计采用的镀锌钢管低温冲击韧性 AKV 仅 21J,低于《低压流体输送用焊接钢管》要求的 27J,材料脆性断裂风险显著。

### 4.2 相关问题解决策略

#### 4.2.1 铝板尺寸误差修正方案

采用 LeicaRTC360 三维激光扫描仪对卷帘轨道进行点云建模,重新定制带弹性补偿结构的 6063-T5 铝合金饰面板。新铝板边缘增设 3mm 厚 EPDM 橡胶缓冲条,并将间隙扩展至 8mm。轨道末端 300mm 范围采用分段式可调支架,允许 $\pm$ 4mm 热位移补偿。施工后经 10 次满载启闭测试,铝板表面粗糙度恢复至 Ra=0.9  $\mu\text{m}$ ,卷帘下降速度稳定在 0.2m/s。

#### 4.2.2 喷淋系统深化设计策略

成立 BIM 协同工作组,运用 Navisworks 冲突检测模块对 19 处风管进行碰撞分析。根据《自动喷水灭火系统施工及验收规范》要求,在风管下方增设 68 个 K=80 标准喷头,喷头间距由 3.2m 加密至 1.8m。采用全站仪定位技术,将喷头坐标误差控制在 $\pm$ 3mm 内。新增喷淋支管采用卡箍连接,经 1.5 倍工作压力持续 2 小时试压无渗漏。改造后热烟测试显示,烟气层下降至 1.8m 耗时提升至 289 秒,达到规范要求。

#### 4.2.3 防冻系统综合改造措施

实施三重防护体系:首先在幕墙内侧加贴 8mm 厚 Low-E 膜,使传热系数降至 1.6W/(m<sup>2</sup>·K);其次沿管道敷设 40mm 厚气凝胶保温层,外覆 304 不锈钢保护壳;最后

集成智能电伴热系统,采用赛盟 DXW-J 型自调控电缆,通过 PT100 温度传感器实现-5℃自动启动。管道材质升级为 S31603 不锈钢,法兰接头改用石墨缠绕垫片。2024 年 1 月冬季实测显示,管道表面温度维持 5℃以上,未发生冻裂事故。

### 5 经验启示

#### 5.1 既有项目改造需优先考虑原系统协议兼容

在既有建筑消防改造中,新旧系统协议兼容性直接决定项目成败。北京市亦庄某商场改造初期,曾尝试引入国产消防报警主机替代原德系设备,但因 ModbusRTU 与 TCP/IP 协议帧结构差异导致信号延迟超标,最终被迫调整技术路线。这一教训表明,改造项目需深度解析原系统通信协议与数据架构,优先选择具备向下兼容能力的同品牌升级方案。例如,采用原厂新一代 F700 主机搭配专用协议转换网关,既保留既有设备投资价值,又通过 E-Bus 总线实现跨代设备无缝对接。对于必须跨品牌集成的场景,需提前开展多维度协议测试,重点验证报警信号传输延迟、控制指令解析精度等核心指标,必要时开发定制化中间件。

#### 5.2 采用智能监测技术应对业态持续调整

针对商业综合体业态动态调整特性,项目团队创新性实施全过程消防设施适配技术:首先建立业态变更预审机制,在商户进场前采用三维激光扫描技术对改造区域进行全专业点云建模,提前识别排烟量需求变化。当 B2 层业态由零售转为餐饮时,通过施工模拟验证发现既有排烟系统最大风量缺口达 510m<sup>3</sup>/min,为此采取风管截面优化措施,将原 800 $\times$ 400mm 矩形风管改造为 $\phi$ 600mm 螺旋风管,在保证建筑净高 2.4m 的前提下提升 38%排烟效率。施工阶段采用动态标高控制技术,通过 BIM 辅助的机电综合支吊架体系,实现防火卷帘导轨安装精度误差 $\leq$ 2mm/10m。特别在管线穿越防火分区部位,开发了可拆卸式防火封堵预制构件,使业态二次改造时的拆改效率提升 45%。经实测,改造后的排烟系统在模拟最不利工况下仍保持 0.8m/s 断面风速,满足 GB 51251—2017 的技术要求。

#### 5.3 模块化设计是破解既有建筑空间限制的关键

既有建筑改造普遍面临空间约束,该商场消控室仅 3.2m 操作台需容纳两代主机设备,强电井 0.48m<sup>2</sup> 墙面需安装集中电源箱,传统设备布局模式完全失效。项目团队创新应用模块化设计理念:针对消控室空间瓶颈,研发 L 型可扩展操作台,通过 15° 倾斜面板优化人机交互空间,采用快装接口实现新旧设备物理集成;在强电井改造中,设计双层旋转支架系统,使单点位空间利用率提升至 182%,同时预留后期扩展卡槽<sup>[4]</sup>。模块化设计不仅解决当下空间矛盾,更形成可复用的技术储备——当项目后期 4 层以上区域启动改造时,可直接调用预制组件库中的标准化模块,减少 80%的深化设计工作量。该案例证明,模块化改造需遵循“系统解耦-功能封装-接口标准化”技术路

径,重点攻克设备集成度、安装精度、扩展兼容性三大难题。经测算,模块化方案使本项目施工周期缩短 26%,为同类项目提供了破解空间困局的范式。

**[参考文献]**

- [1]陈枫明,管裕丰,任思延.超大特大城市城中村消防改造设计分析[J].江西建材,2024,11(11):132-134.  
[2]王露熹,卢俊江,易朔舟,等.城市更新中既有建筑改造消防审验现状与对策研究[J].四川建筑,2024,44(6):304-306.

[3]戴琪.老旧小区消防防火设施改造策略——以兴安盟××小区为例[J].今日消防,2024,9(12):112-114.

[4]刘民杰.既有商用建筑消防给排水管道改造设计与施工技术研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(4):127-129.

作者简介:吴浩楠(1995.1—),毕业院校:同济大学浙江学院,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:高力国际物业管理公司,职务:项目工程师。