

基于物联网的建筑消防电气联动控制技术应用

赵泽光

基准方中建筑设计股份有限公司

DOI：10.32629/jpm.v7i7.8979

[摘 要] 传统建筑消防电气控制系统存在监测不足、联动迟缓、抗干扰性差、运维低效等问题，本文搭建基于物联网的建筑消防电气联动控制系统。系统构建感知、传输、平台、应用四层架构，融合NB-IoT、5G、边缘网关技术，实现火情、电气、供水参数的全域采集与双向数据传输。系统完成智能报警、设施联动、故障预警设计，搭建供电冗余、线路防火、抗干扰防护、可视化运维一体化安全体系。依托商业综合体、写字楼、产业园工程实测，该系统可降低误报率，压缩联动响应时长，排查隐性消防隐患，完成消防电气管控的数字化智能升级，为智慧消防建设提供可靠技术参考。

[关键词] 物联网；建筑消防；电气联动控制；故障预警；智慧运维

Application of IoT-based Building Fire Protection Electrical Interlocking Control Technology

Zhao Zeguang

Benchmarkfang Architectural Design Co., Ltd.

[Abstract] Traditional building fire protection electrical control systems suffer from issues such as inadequate monitoring, sluggish interlocking responses, poor anti-interference performance, and inefficient operation and maintenance. This paper proposes an IoT-based building fire protection electrical interlocking control system. The system adopts a four-layer architecture comprising sensing, transmission, platform, and application layers, integrating NB-IoT, 5G, and edge gateway technologies to achieve comprehensive data collection of fire conditions, electrical parameters, and water supply parameters, as well as bidirectional data transmission. The system incorporates intelligent alarm mechanisms, facility interlocking functions, and fault early-warning capabilities, while establishing an integrated safety framework featuring power redundancy, line fire prevention, anti-interference protection, and visualized operation and maintenance. Based on field tests conducted at commercial complexes, office buildings, and industrial parks, this system can reduce false alarm rates, shorten interlocking response times, identify latent fire hazards, and facilitate the digital and intelligent upgrade of fire protection electrical management, thereby providing a reliable technical reference for smart fire protection initiatives.

[Key words] Internet of Things; Building Fire Safety; Electrical Interlocking Control; Fault Early Warning; Smart Operation and Maintenance

引言

现代建筑规模不断扩大、功能日趋复杂，传统建筑消防电气系统监测维度有限、联动模式固定、故障排查迟缓、抗干扰性能不足，难以满足高层建筑、商业综合体的复杂消防管控场景。传统消防采用本地总线控制，数据传输存在阻滞，设备潜

在隐患无法提前识别，应急联动运行效率偏低，建筑消防安全管控负担持续加重。物联网技术赋能消防电气控制系统是智慧消防行业的主要发展方向。结合各类建筑消防改造工程实践，研究构建物联网消防电气联动控制体系，完成架构设计、功能开发与安全体系搭建，全面优化建筑消防预警、设备联动与运

维能力，夯实建筑消防安全防护基础。

一、基于物联网的建筑消防电气联动控制系统整体架构

（一）物联网感知层消防探测单元架构

感知层作为系统前端采集单元，沿用传统烟感、温感、火焰探测器与手动报警装置，搭载 NB-IoT 通信模组、电气漏电及消防水情采集终端，构建全域立体感知网络^[1]。商业综合体

根据场地环境布设对应采集终端，智能元件捕捉场地烟雾、温度、明火等风险信息，设备内置自诊断芯片，监测自身供电与通信运行状态。系统通过标准化布点补齐监测盲区，传感数据转为标准数字信号并完成预处理，保留原有总线传输结构，增设无线物联网传输端口，实现火情与设备状态的双向数据交互，为上层平台运行提供多维数据支撑（见表 1）。

表 1 基于物联网的建筑消防电气联动控制系统四层架构核心参数表

系统层级	核心定位	核心功能	关键技术/配置	核心性能指标	适配典型场景
物联网感知层	系统前端数据采集端	全域风险信号精准捕捉、设备状态自监测、传感信号标准化预处理	NB-IoT 通信模组、电气漏电/消防水情采集终端、设备自诊断芯片、传统探测设备兼容	精准捕捉烟雾/温度/明火风险信号、实时监测设备供电与通信状态、保留总线传输+新增无线物联网双端口	商业综合体、批发市场、物流园区、超高层地标建筑
物联网传输层	数据与指令双向传输通道	双链路冗余组网、多协议数据转换、火情边缘预判、指令可靠传输	有线总线+无线物联网双链路、NB-IoT/5G/LoRa 混合组网、边缘网关、防火光纤、屏蔽防护线路	200ms 内完成简易火情预判、主链路故障毫秒级切换、火情确认后 15s 内联动指令顺畅收发、信号分通道传输防拥堵	超高层项目、大型商圈、产业园区等信号遮挡/传输可靠性要求高的场景
物联网平台层	系统核心管控中枢	全量数据存储、智能决策分析、分层联动指令下发、隐患预判、监管对接	云端联动主机、传统消防主机数据逻辑整合、标准化算法、119 指挥中心对接模块	90 天以上运行/告警/联动数据存储、本地断电数据留存、供电恢复自动同步设备状态、本地+云端双向协同管控	批发市场、多业态商业体、城市级消防监管场景
物联网应用层	终端执行与多角色应用载体	消防设备指令执行与状态回传、多端可视化管控、全流程闭环记录	物联网控制模块、可视化大屏、移动端 APP、监管网页	火情确认 0.3s 内触发应急照明、消火栓泵压力自动调节、「指令下发-执行-回传-留存」全闭环归档	设备运维人员、消防监管部门、建筑运营管理方

（二）物联网传输层消防数据通信架构

传输层实现数据与指令的双向传输，采用有线总线与无线物联网组合的双链路冗余组网。原有 LonWorks 总线作为本地有线主干，结合 NB-IoT、5G 组成混合无线通道，超高层项目增设 LoRa 中继网关与防火光纤，应对信号遮挡并完善传输备份。边缘网关支持多协议转换，200ms 内甄别火情、过滤误报，削减云端运行负荷^[2]。主链路故障时无线链路毫秒级切换，各类信号分通道传输避免拥堵。传输线路与强电回路物理隔离并做屏蔽处理，确保火情确认后 15s 内稳定收发联动指令，规避通信失效故障。

（三）物联网平台层联动控制主机架构

平台层以云端联动主机为核心，适配传统消防主机数据逻辑，搭建集数据存储、智能分析、指令调度为一体的管控模块。批发市场项目兼容原有设备接口，实现云端数据互通，汇总建筑火情与设备运行数据，依托标准算法输出分层联动指令。平台可留存 90 天以上运行、告警、联动数据，通过数据研判识别设备老化、性能衰减等隐性隐患，对接 119 指挥中心同步火情信息。设备断电时可留存本地数据，供电恢复后自动同步设备状态，实现本地终端与云端平台的协同管控。

（四）物联网应用层消防终端执行架构

应用层针对设备、运维、监管主体搭建多级应用终端，消防控制柜内置物联网模块，实现指令接收与设备状态回传。商

业综合体火情确认 0.3s 内切换应急照明，消火栓泵自动调控水压并同步水情数据。系统配备可视化大屏、移动端 APP 与监管网页，支持运维远程查数、监管线上核验工况。设备运行与人工操作数据全程存档，形成指令下发、设备执行、状态回传、记录留存的完整联动闭环。

二、基于物联网的建筑消防电气联动系统分项设计

（一）物联网智能火灾报警控制设计

该设计在传统报警硬件基础上增设云端智能判别机制，摒弃单一阈值触发模式。大型商圈改造将海量探测与手动报警终端接入物联回路，平台依托大数据算法结合环境特征，甄别真实火情与各类环境干扰，降低系统误报^[3]。手动报警触发时，系统联动周边设备数据交叉核验，配置本地声光、平台弹窗、手机推送三级报警，无人值守场景可同步对外告警。设备搭载长效备用电源，断电依旧稳定传信，支持远程设备损耗检测与更换预警，实现消防管控从被动响应到主动预防的升级。

（二）物联网驱动消防设施联动控制设计

系统依托物联网双向通信能力，突破传统本地联动的固有局限。产业园区消防设备加装物联控制模块，区域探测火情后平台下发分级指令，15s 启动排烟设备、迫降电梯、闭合防火卷帘，0.3s 开启应急照明并保障 90min 供电。消火栓泵智能调控出水流量，实时上传管网压力与水位数据，水位异常自动预警并锁定设备权限。设备参数与故障数据实时回传，支持远程

单机调试，联动结束自动生成报告、标注响应时延，优化整体联动时序逻辑。

(三) 物联网远程监测与故障预警设计

系统借助大数据模型完成消防电气设备全天候远程监管，物流平台两年运行累计实现五万余次隐患预警。设备持续采集供电、电流、通信、温度等百余项参数，参照历史数据拟合标准阈值范围，识别线路漏电、电流异常、终端离线等设备问题，依照风险层级向运维、监管人员推送预警。平台标注故障位置并匹配检修指引，构建设备寿命测算模型，根据运行状态判断老化周期并发出维保提醒。工作人员可远程读取故障数据、查看监测曲线，免拆机完成初步故障判定，提升设备检修工作效率。

三、物联网环境下建筑消防电气防火安全保障体系

(一) 物联网双冗余消防供电稳定保障设计

系统搭载双路市电、UPS、柴油机组三重冗余供电体系，超高层项目对核心消防设备设置独立供电回路，市电切换响应

控制在 0.2s 以内。UPS 为报警与通信设备提供 3h 持续供电保障，柴油机组支撑排烟设备 0.5h 稳定运行。各供电回路布设物联监测终端，全天候监测压降、过载、亏电等供电异常，主电中断、电池容量不足时主动推送预警信息。云端留存电源运行数据，预判蓄电池性能衰减规律。物联网网关配置专属备用电源，建筑整体断电后可维持 2h 数据传输，保障系统通信稳定不中断。

(二) 物联网通信消防电气线路防火敷设规范

系统采用高耐火阻燃屏蔽铜芯线缆，执行标准化敷设工艺^[4]。商业综合体改造中，明装线缆套镀锌金属导管并做防火处理，桥架线缆分区布设、规范接地；暗敷线路保护层厚度不小于 30mm。强弱电桥架保持安全间距，交叉处加装隔离套管，管线避开恶劣环境与干扰区域。线缆接头防火密封并可靠接地，线路关键节点布设温度监测终端，实时监测线缆温升，高温自动推送预警，消除线路短路起火隐患（见图 1）。

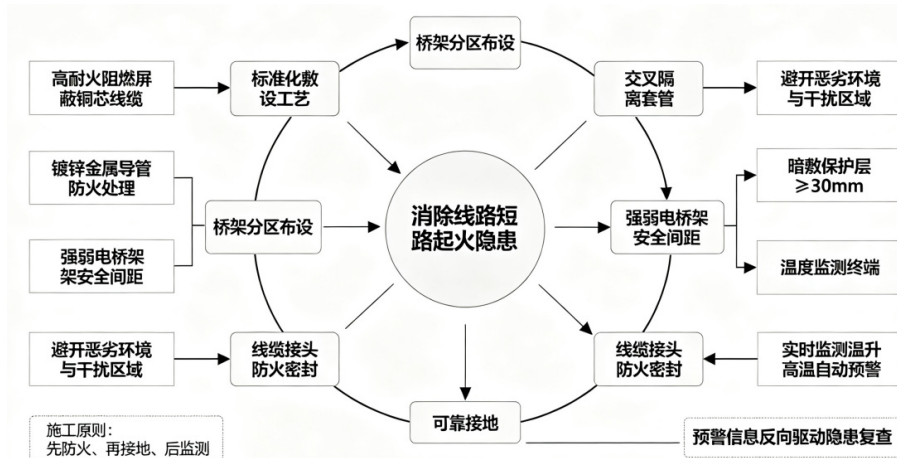


图1 物联网通信消防电气线路防火敷设规范

(三) 物联网设备电磁兼容与抗干扰防护方案

针对建筑机电设备电磁干扰问题，系统配套完备的抗干扰防护方案。产业园区项目中，物联网设备采用屏蔽双绞线布线，控制柜加装三级电涌防护模块，消防机房设置独立接地体，将接地电阻控制在 1Ω 以内。设备金属外壳与屏蔽线缆统一等电位接地，强弱电机房实施物理隔离，干扰区域网关加装金属屏蔽外壳。传输主干采用光纤环网隔绝传导干扰，平台内置滤波算法过滤杂波误报，同时设备出厂前完成极端环境稳定性测试。整套防护方案可降低 70% 以上系统故障，有效保障设备平稳运行。

(四) 物联网可视化常态化运维管控制

系统搭建三级标准化运维闭环体系，落实日巡查、季检测、年检修运维机制。可视化大屏实时展示设备状态、隐患点位与处置进度，自动生成每日运维报表。运维人员通过移动端处理维保工单，平台留存设备全周期运维档案。系统结合 AI 视频识别，抓拍消控室脱岗、通道堵塞等隐患，支持监管端随时调阅记录。平台设置处置时限，超期自动升级预警，以数字化台账替代纸质记录，保障火情 10s 内快速启动应急联动。

结语

本文完成物联网建筑消防电气联动控制系统的架构搭建与功能设计，构建了全方位消防电气安全保障体系。系统依托四层物联架构，实现消防数据全域采集、稳定传输与智能决策，解决传统消防系统联动滞后、误报率高、隐患排查不及时等问题。通过双冗余供电、线路防火、抗干扰防护及可视化运维机制，保障系统长效稳定运行。多项工程应用表明，该系统可快速响应火情、精准排查隐患、规范消防运维管理。

[参考文献]

- [1]李海健,孙伟伟.智能化技术在建筑消防电气工程中的应用[J].房地产世界,2025,(10):158-160.
- [2]李孟凡,代军.建筑消防电气工程中的智能化应用[J].中华建设,2025,(5):127-129.
- [3]侯春德.信息化技术在建筑消防电气工程中的应用[J].今日消防,2025,10(4):23-25.
- [4]尤坤鹏.智能化技术在建筑消防电气工程中的应用探讨[J].中国设备工程,2024,(16):26-28.