

智能化技术在建筑消防机电系统中的应用研究

李 鹏

天津市龙润安消防科技发展有限公司, 天津 300000

[摘要] 为提升建筑消防机电系统的精细化管控水平, 适配现代建筑消防安全发展需求, 本文基于工程应用场景, 系统开展智能化技术在消防机电体系中的应用研究。文章分层梳理智能传感、联动控制、BIM 数字化等技术在消防报警、给排水、防排烟、应急保障系统中的落地形式。归纳智能改造的典型实操难点, 并针对性提出适配现场工况的优化改进方案。研究所得结论可为建筑消防机电智能化施工改造、常态化运维管理提供参考, 对推进智慧消防工程落地具备积极作用。

[关键词] 建筑消防机电; 智能化技术; BIM 管控; 智能联动; 机电运维; 消防改造

DOI: 10.64635/ja.2026.1495

中图分类号: TU892

文献标识码: A

Research on the Application of Intelligent Technology in Building Fire Protection Electromechanical Systems

Li Peng

Tianjin Longrun'an Fire Technology Development Co., Ltd., Tianjin 300000, China

Abstract: To improve the refined management and control level of building fire protection electromechanical systems and meet the development needs of modern building fire safety, this paper systematically studies the application of intelligent technology in fire protection electromechanical systems based on engineering application scenarios. It hierarchically reviews the implementation forms of technologies such as intelligent sensing, linkage control, and BIM digitalization in fire alarm, water supply and drainage, smoke prevention and exhaust, and emergency support systems. Typical practical difficulties in intelligent renovation are summarized, and targeted optimization and improvement schemes suited to on-site working conditions are proposed. The conclusions of this study can provide reference for intelligent construction renovation and routine operation and maintenance management of building fire protection electromechanical systems, and have a positive role in promoting the implementation of smart fire protection projects.

Keywords: building fire protection electromechanical system; intelligent technology; BIM-based management and control; intelligent linkage; electromechanical operation and maintenance; fire protection renovation

引言

城市建筑规模化、功能复合化发展, 持续提升建筑消防系统的运行保障压力, 消防机电设备的稳定联动与精细管护, 逐渐成为建筑消防安全管控的核心环节。伴随数字化技术发展, 各类智能管控手段逐步融入消防机电工程领域, 为系统提质升级提供全新技术路径。目前国内相关研究多聚焦智慧消防平台搭建与算法优化, 针对机电设备现场改造、实操痛点、落地适配的细化探讨相对不足, 研究成果的工程指导性较为有限。为此, 本文立足工程实操视角, 系统梳理智能技术在各机电子系统的应用优势, 总结现场落地难题并制定优化策略, 为消防机电智能化规范化落地提供实践依据。

1 智能化技术在消防机电各子系统中的应用

1.1 火灾报警机电系统的智能化升级应用

在传统运行模式下, 火灾报警系统依托单一烟雾、

温度传感器采集环境数据, 传感设备识别维度相对有限, 极易受施工现场及日常环境中的粉尘、水汽、温湿度波动等因素干扰。受环境干扰影响, 设备长期运行过程中误报、漏报问题频发, 且系统仅支持大范围分区报警, 无法精准定位故障点位与火情核心区域。与此同时, 设备自身无法有效区分环境干扰、部件故障与真实火情, 大幅增加消防值守人员的火情甄别压力与现场处置难度^[1]。相较于传统设备, 智能化报警系统搭载多传感采集模块, 可同步采集空间温度、烟雾浓度、气流扰动等多项环境参数, 依托数据交叉核验机制有效过滤各类无效报警信号。在此基础上, 系统可实现设备级精准定位, 快速锁定故障设备与火情具体位置, 同时能够根据环境数据动态变化划分差异化预警等级。这种分级预警模式可辅助工作人员快速研判火情发展态势, 有效缩短火灾初期处置耗时, 切实提升建筑火灾早期防控整体能力。

1.2 消防给水与防排烟机电系统智能管控应用

消防给水与防排烟设备作为火灾扑救与烟气管控的核心设施，其稳定运行可直接控制火灾蔓延范围，优化建筑内部逃生环境，是火灾应急处置的关键硬件保障。传统水泵、稳压装置、排烟及正压风机等设备运行模式较为固化，仅能按照预设程序完成启停操作，后台不具备实时状态监测功能。这就导致管网压力不足、水泵空转、风机卡滞、风阀闭合不严等隐性设备缺陷，难以在日常巡检中被及时发现，多数潜在隐患会在火灾触发后集中暴露，直接影响现场应急处置效果。而智能化改造可有效补齐传统设备的监测短板，通过在机电设备关键点位布设感知终端，实时采集设备电流、电压、启停状态以及管网水压、风口风量等核心运行参数。系统依托实时更新的运行数据完成自主诊断，提前识别部件老化、管网泄漏、设备故障等潜在问题，便于工作人员提前开展检修维护工作。在火情突发场景下，系统可结合防火分区位置与火情扩散范围，自适应调整各类设备运行参数，突破传统固定联动模式的局限性，最终实现供水、防排烟设备的精细化联动调控。

1.3 消防供配电与应急疏散系统智能化应用

消防供配电系统承担所有消防机电设备的电力供给工作，供电连续性与稳定性是保障整套消防系统正常运行的基础前提。传统配电系统管控模式较为被动，缺乏动态监测技术手段，线路过载、温度异常、电压波动、回路断电等运行隐患无法被及时识别，容易引发设备停机、电气故障等各类问题，大幅削弱消防系统的应急保障能力。针对这类问题，智能化配电系统可对消防专用供电回路开展全天候动态监测，精准捕捉回路负载、线路温度、电压电流等核心参数，在监测到异常工况时即刻触发预警，同步完成故障回路切断与备用电源切换，最大限度保障消防设备持续稳定供电。除供电系统外，传统应急疏散指示设备同样存在运行短板，固定导向的运行模式无法适配动态变化的火情场景，存在人员引导偏差的风险。为改善这一问题，智能疏散系统依托现场火情监测数据，实时判断烟雾扩散方向与通道通行状态，动态调整疏散指示路径，主动规避危险区域、规划最优逃生路线，进而有效提升复杂建筑人员疏散的安全性与高效性^[2]。

1.4 BIM 技术在消防机电全生命周期的智能化应用

BIM 技术具备可视化、参数化、信息化的核心优势，能够全面覆盖消防机电工程设计、施工、运维全流程

环节，对提升机电系统建设质量与管护精细化水平具有重要作用。传统工程建设依托二维图纸开展设计施工，图纸表现力有限，存在管线排布直观性差、空间碰撞无法提前预判等固有缺陷，使得施工阶段容易出现管线冲突、设备安装偏移等问题，进而引发返工整改，影响整体施工精度与建设效率。依托 BIM 三维建模技术可完整还原消防水管、风管、桥架及各类消防设备的空间布局，通过前置碰撞检测提前优化管线排布方案，有效规避施工阶段的安装冲突与尺寸偏差，稳步提升施工质量与建设效率。在运维阶段，工作人员可依托 BIM 模型整合设备参数、安装点位、维保周期、故障记录等全维度信息，搭建标准化数字化设备台账，彻底替代传统纸质台账粗放落后的管理模式。在火灾应急场景中，工作人员可调取 BIM 模型快速核查设备布局与实时运行状态，精准定位故障点位，为设备检修、隐患处置、应急救援提供直观、可靠的数据支撑。

2 建筑消防机电智能化应用现存关键问题

2.1 设备品牌繁杂，系统集成兼容度不足

当前消防机电设备市场品类较为繁杂，不同厂家设备的通信协议与数据接口未形成统一标准，新建及改造项目普遍存在多品牌设备混用的情况。施工现场搭配不同品牌的报警主机、水泵、风机等设备，容易造成子系统数据无法互通、联动指令互不匹配的问题。该问题在老旧建筑改造场景中表现更为显著，原有传统机电设备普遍无法适配新型智能通信协议，新增智能监测设备难以直接对接原有控制系统。现场多通过临时加装转换配件完成适配工作，但这类改装方式稳定性较差，设备长期运行易出现信号中断、联动失效、数据丢失等故障，大幅影响智能系统运行稳定性，制约智能技术的实际应用成效。

2.2 联网智能化带来系统安全隐患

传统消防机电系统为封闭式独立运行结构，无需接入外网，运行工况不易受到外界信号干扰。智能化改造落地后，消防设备普遍接入网络平台实现远程监测与数据传输，系统运行模式的转变也衍生出新的安全隐患。部分项目为简化日常管理流程，将消防监测内网与办公外网直接互通，开放的网络链路大幅降低了系统运行安全性。常规的网络波动与外部信号干扰，会引发设备数据错乱、预警信号异常等问题，极端情况下还会造成设备误启停、报警紊乱等故障，给建筑消防安全带来隐性风险。

2.3 重建轻运维，系统智能效能闲置

现阶段多数建筑消防智能化改造存在建设重心偏移的问题，工程建设过度侧重智能硬件铺设，普遍忽视后期运维配套体系的搭建与人员适配工作。智能设备升级完成后，多数物业运维人员仍沿用传统人工巡检模式，对智能平台数据核查、隐患甄别等基础操作掌握不足。智能系统可精准识别管网水压异常、设备故障、传感装置失效等细微隐患并上传后台，但运维人员专业能力不足，无法及时处置各类设备隐患。这使得智能监测、预警、诊断等核心功能长期闲置，设备管护依旧依赖传统人工排查，智能改造的提质效果难以落地，造成设备资源与改造成本的不必要浪费。

2.4 智能改造与消防规范适配性偏弱

消防工程施工与验收具备严格的强制性规范标准，行业规范更新节奏滞后于智能技术迭代速度，多数新型智能设备与拓展功能暂无细化验收条款。部分施工单位为凸显智能化改造效果，擅自改动设备原有联动逻辑，随意调整手动启停、本地应急联动等合规基础功能，此类违规改造会直接造成项目验收滞后、无法正常交付。同时，动态智能疏散、设备自主诊断等新型智能功能已逐步普及，但配套施工与验收标准尚未完善，现场调试缺少统一参考依据，经常出现设备安装调试完成、核心功能无法合规备案的实操难题。

3 建筑消防机电智能化应用优化对策

3.1 推行标准设计，提升设备集成兼容性

为有效解决现场设备适配性差、系统集成难度高的实操问题，项目建设阶段需从源头把控设备选型与施工标准。在项目前期选型阶段，建设与施工单位可统一设备采购规范，同一建筑消防机电系统优先选用同品牌、同系列设备，从根源规避设备协议与接口不匹配的问题。针对老旧建筑改造工程，无需全盘更换原有可用设备，可采用经济性更强的利旧改造模式。对于传统报警主机、老旧水泵等性能完好的老旧设备，现场可加装通用型数据采集终端与协议转换模块，顺利实现新旧设备数据互通以及与智能平台的稳定对接^[4]。同时在施工阶段统一数据传输格式与联动指令标准，打通各机电子系统的运行壁垒，既能有效降低系统集成难度，也可合理控制改造施工成本。

3.2 搭建防护体系，筑牢系统安全防线

针对外网接入引发的系统不稳定、网络安全隐患等问题，现场施工与运维环节需落实精细化组网防护

措施。施工阶段采用分区独立组网模式，将消防设备控制网络与项目日常办公网络分开布线、独立运行，全程杜绝外网直接接入消防核心控制系统，从物理层面规避网络干扰风险。在运维管理层面，进一步细化岗位操作权限，构建分级管控模式，普通运维人员仅开放数据查看基础权限，设备参数修改、远程调试、联动逻辑调整等高风险操作，交由专人专项负责管控。与此同时，运维班组需建立常态化网络巡检机制，每月定期排查网关设备运行状态、线路信号稳定性，及时清理系统缓存数据、修复各类网络异常问题，全方位保障智能系统长期稳定联网运行。

3.3 健全运维体系，强化人员专业能力

为切实改善智能功能闲置、运维与智能系统适配不足的现场问题，运维单位需结合智能设备运行特点，建立适配智能化管控模式的常态化管护流程。结合水泵、风机、传感设备等核心设备的运行特性，依托智能平台设置分级检修提醒机制，制定月度常规排查、季度深度检修的分层管护方案。同时配套开展针对性实操培训工作，培训内容重点聚焦平台数据读取、基础故障判别、简易设备调试等贴合一线运维工作的实操技能，逐步提升运维人员专业能力^[5]。日常巡检工作摆脱单一人工核查模式，采用平台数据核对与现场实地核查相结合的方式，及时处置系统推送的设备异常、参数偏差等各类隐患，充分发挥智能系统前置预警的应用优势。

3.4 严守规范底线，实现合规智能建设

消防机电智能化改造的前提是合规施工，所有智能升级工作均需严格贴合现行工程验收规范，施工过程中优先保障基础消防功能合规有效。在设备智能化升级改造过程中，需完整保留手动应急启停、本地独立联动、强制疏散等规范明确要求的基础功能，各类智能模块仅作为辅助管控手段，不得改动系统核心合规配置。为规避验收不符问题，施工前期需对照现行消防规范全面梳理、细化施工方案，针对动态疏散、设备智能诊断等暂无细化标准的新型功能，提前对接验收部门明确调试与备案标准。

4 结论

本文通过梳理各类智能技术在建筑消防机电细分系统的应用场景，明确智能化改造对提升设备联动精度、故障识别效率、运维管控质量的积极作用。研究结合工程实操工况，归纳设备兼容适配、网络组网防护、运维配套建设、规范落地衔接等维度的优化路径。研究结果可有效改善消防机电智能系统的落地效果，

助力建筑消防管护模式向精细化、数字化方向转型，能够为同类智慧消防机电改造项目提供可借鉴的实践思路。

〔参考文献〕

- [1] 程秀琴. 建筑智能化消防机电系统分析 [J]. 绿色环保建材, 2017, (6): 243-244.
- [2] 施敏敏. 智能化技术在建筑消防电气工程中的应用实践 [J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 713-714.
- [3] 曹全红. 火灾报警系统现状及智能化未来探讨 [J]. 今日消防, 2023, 8(7): 94-96.
- [4] 金央. 浅析 BIM 技术在消防泵房机电工程中的应用 [J]. 今日消防, 2020, 5(1): 14-15.
- [5] 雒凯明. 新时期消防工程机电系统智能化分析 [J]. 工程技术研究, 2022, 7(13): 121-123.

作者简介：李鹏（1990.08—），毕业院校：湖北工业大学，所学专业：工程管理，当前就职单位：天津市龙润安消防科技发展有限公司，职务：经理