

基于自动化技术的消防设施检测与维护研究

袁大猛

内蒙古天行安全技术有限公司, 内蒙古 呼和浩特 024070

[摘要] 伴随着城镇化进程加快以及建筑物体量越来越大, 消防器材安全可靠性能的要求也越来越高, 在此之前的手工检验及周期性保养方式存在着工作效率低下, 反应速度慢, 信息孤立等问题无法适应当今社会对建筑消防安全的需求。因此, 本文全面研究以自动化为基础的消防装备检测及保养系统并建立包含功能需求分析、系统结构设计、关键技术三大组成部分的技术体系。同时针对火警自动报警装置、自动灭火装置、排烟装置等重要装置进行自动化检验技术的相关讨论并给出基于状态监控、故障分析、预见性维修的智能化保养方法。研究发现, 自动化手段可以大幅度提高消防系统检验的时效性和精确度, 做到由被动应对到提前防范, 给智能化消防发展提供了指导意义和技术借鉴。

[关键词] 自动化技术; 消防设施; 检测技术; 智能维护

DOI: 10.64635/ja.2026.1096

中图分类号: TU998.1

文献标识码: A

Research on the Inspection and Maintenance of Fire Protection Facilities Based on Automation Technology

Yuan Dameng

Inner Mongolia Tianxing Safety Technology Co., Ltd., Hohhot 024070, Inner Mongolia, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the increasing scale of buildings, higher requirements have been placed on the safety and reliability of fire protection equipment. Traditional manual inspection and periodic maintenance methods suffer from problems such as low efficiency, slow response, and isolated information, and can no longer meet current demands for building fire safety. Therefore, this paper systematically studies an automation-based inspection and maintenance system for fire protection equipment and establishes a technical framework consisting of three major components: functional requirements analysis, system architecture design, and key technologies. It also discusses automated inspection technologies for major devices such as automatic fire alarm systems, automatic fire extinguishing systems, and smoke exhaust systems, and proposes intelligent maintenance methods based on condition monitoring, fault analysis, and predictive maintenance. The study shows that automation can significantly improve the timeliness and accuracy of fire protection system inspection, enabling a shift from passive response to proactive prevention, and providing both technical reference and practical guidance for the development of intelligent fire protection.

Keywords: automation technology; fire protection facilities; inspection technology; intelligent maintenance

引言

消防设施是建筑物防火安全的重要保障, 传统的手动检查和保养存在着检查时间久, 依靠人为经验, 资料分布凌乱等弊端, 无法适应现今的消防要求。伴随着物联网, 大数据, 人工智能等新技术的迅速发展, 消防器材检测及保养已经由过去的纯人工操作转向半自动化乃至全面自动化、智能化的方向迈进, 在此过程中也从一个点对点的监控转变为整体系统的集成化, 数字化, 预见性的防护。因此进行自动化技术应用于消防设备维护的研究有着非

常重要的理论意义以及实际价值。本文就自动化技术应用于消防设施监测与保养方面进行深入的研究, 从自动化技术的基本应用出发, 建立相应的技术体系以及设计系统结构, 针对重要消防设施进行自动化检测技术的研究, 给出自动化为基础的智能化保养方式, 构建完整的理论体系结构。

1 自动化技术在消防设施检测与维护中的应用基础

运用自动化技术进行消防设备检查、保养需要传感器

技术和通信、数据分析能力的支持,新型传感器可以及时监测到水压、流速、电流等重要数值变化,而 NB-IoT、LoRa、5G 等无线通信方式也克服了点多面广分布难及远程控制难题。此外,还需考虑如何将多个独立系统进行整合的问题,在开发时制定统一的标准以及接口协议,保证各系统之间的相互适应性和灵活性。

2 自动化消防检测与维护技术体系构建

2.1 消防设施检测与维护的功能需求分析

建立自动化的火灾监控及维护平台,在建立自动化平

台之前必须弄清楚所需要实现的功能有哪些,在对实际的消防设备的维护过程中,自动化系统应该达到以下几个方面的要求:实时监控要求、准确判断要求、迅速处置要求、信息处理要求以及系统的稳定性要求,具体如表 1 所示。

这五方面的需求相互配合不可或缺。实时监控为基础,给后面诊断和处理提供了依据;准确判断为核心,直接影响了维修方案的准确性,迅速反应为标准,体现了自动化系统的优点;有效管理数据以及系统安全可靠作为保证,使整个系统可以长久可靠地工作下去。

表 1 消防设施检测与维护功能需求分析表

需求维度	具体需求内容	涉及消防系统	自动化实现方式	技术指标要求
实时监控	数据采集与状态感知	全系统	传感器网络+边缘采集	采集周期≤5 秒
精准诊断	故障识别与定位	火灾报警、灭火系统	多参数融合+故障库匹配	准确率≥95%
快速响应	报警推送与远程控制	全系统	移动端推送+远程指令	响应延迟≤30 秒
数据管理	记录存储与追溯分析	全系统	云平台+数据中台	存储周期≥3 年
系统可靠	容错与应急保障	全系统	冗余设计+断网续传	可用性≥99.9%

2.2 自动化系统总体架构设计

根据以上的需求分析,本文的设计了自动化消防安全检测及维护系统的整体框架结构,在这个框架体系中采用了分层式的结构设计,从底层到上层依次为感知层、网络层、平台层和应用层。其中感知层是整个系统的基石,它由各种各样的传感器以及探测装置等构成,感知层主要是在消防设备的一些主要部位安装一些相关的传感器,如:压力传感器、流量传感器、液位传感器、电流传感器、温度检测器件等,以达到对于这些设备进行全方位的监测的目的。感知层设备具有自我诊断的功能,可以实时向后台反馈自身的工作状况以及出现问题的信息,从而降低人工定期检查次数。而网络层则完成数据转发的作用,就是将感知层所获取到的数据发送至平台层。网络层结合有线加无线两种手段,室内重要节点使用有线稳定传输,在分布式部署地方用 NB-IoT、LoRa 无线等通讯方式,边缘网关在网络层起到纽带的作用,其承担着数据集纳、协议互通以及边缘计算的功能,预先将采集到的数据做简单处理再按照一定格式发送给云平台端,降低云平台端的运算负担。平台层为系统的主体部分,由数据中台、业务中台及技术中台组成。其中数据中台主要是汇集多个源头的数据并对它们进行清洗、归档保存及管理;业务中台封装各类业务规则,如警报规则引擎、工单流转引擎等等;技术中台则提供共性的技术服务支持等。云平台使用微服务架构,每个服务单元都分开部署以及伸缩,既能够适配大规模接入设备的需求也可以在业务量起伏的时候保证系统

的性能,管理层面面对的是最后的客户,给客户提提供图形化界面和服务,比如监控驾驶舱、移动运维 app、报表系统、工单系统等等来完成整个运维工作的闭环过程。

3 关键消防设施的自动化检测技术应用

3.1 火灾自动报警系统检测技术

火灾自动报警系统是建筑物消防系统的灵魂,在很大程度上决定了整个系统的稳定性及火灾警报速度。自动检测技术应用于火灾警报系统主要有三方面:探测器自检功能、回路监视以及主机会实时监控的功能;探测器自检指探测器具有自我检测自身工作的机能。新型智能探测器内部自带自检电路可以定时对传感器灵敏度,通讯线路状况等进行检测,一旦探测器灵敏度降低超出规定范围则系统会自动报警提示工作人员需要对其进行清洁或者是替换新的探测器。另外如果采用的是总线式的探测器,系统也可以自动辨别出探测器编码位置从而找到错误的探测装置大大节省了寻找的时间。环路检测是对报警回路进行总线监测的一种方法,而自动化检测是采用连续对回路上的电压和电流进行观测来监测报警回路是否有短路、断路、接地等问题发生,系统可以自行确定出故障种类以及具体的故障位置并在监控界面上作出故障点图示标记从而方便维护人员查找。主机状态远距离监测就是用来对火灾报警控制器工作参数进行远程查看的一种手段,通过对报警主机的工作情况、故障情况、报警信息进行数据采集并发送给管理中心,若主机出现故障则系统会将主机的故障号转换成文字信息告知对应的责任人。此外还能通过远

程监控设备参数设置以及时间校准等工作,降低到现场检修次数。

3.2 自动灭火系统检测技术

自动灭火系统主要有自动喷水灭火系统、气体灭火系统等等,其可靠程度直接影响着火源发生初期时候的扑救效果。自动化检测技术应用于自动灭火系统主要涉及管网压力监测、泵组状态诊断、末端水压巡检以及气体瓶组监测等方面内容。管网压力监测是喷淋系统自动化检测中的重点内容,在消防管网重要位置安装压力传感器,实时获取管网的压力值大小,通过监控管网压力的变化情况来推测是否出现了管网破损或者堵塞的现象,一旦检测到管网的压力有下降的趋势且超过了安全范围后就会发出警报并且提示可能存在泄漏的风险区域在哪。泵组状态诊断技术用来观察消防水泵工作的美好状况。在泵组上加装振动传感器、电流传感器以及温度传感器,在泵机组上收集泵组的振值、电流谐波以及轴承温度等等一些信息,通过多种传感器获取的信息进行综合判断,系统能判定出泵组出现不平衡,不对中,轴承磨损等初期的故障,在出现数据异常的时候,系统会自行生成报修单,并将检修意见一起传递给检修人员。末端水压自动巡检解决了传统末端试水需人工操作的问题。对喷淋系统末端配置电动试水装置,系统可以定时自动控制开启试水阀来检查末端的压力及水流量情况。巡视完毕后系统自动生成测试报告,如果存在异常马上发送警报同时告知具体的末端点位。气灭系统的自检主要是针对气瓶的压力以及泄漏情况监测,在灭火剂瓶组上加装压力探测器,实时观测瓶内的情况,设置压力衰减的临界值,一旦出现压力衰减速率超出标准就判定发生泄漏报警,提醒补加或者更换。

3.3 防排烟与通风系统检测技术

消防排烟及通风系统在发生火警情况下完成排烟散热、保障人员逃生路径安全的作用。自动测试技术包括风机监控以及电动风阀的位置信息采集和连锁关系验证三个部分组成。风机监控是在风机电机中加装电流电压以及温度传感器,随时了解风机工作情况;系统依靠电流值大小来辨别当前的工作负重程度,在电流数值偏高或者偏低时会发出警报信号;振动参数主要是用来监测轴承以及叶片情况,在振动量超过设定值的时候提示设备存在问题。风阀门位置信息采集是在风阀内加装位置传感器,实时传递阀门开启度以及状态信息,系统自动判定电机是否按要求运转,在未达到预期状态时立刻发出报警并且指出具体原因。联动逻辑检测是在系统检测中的一个较高层次的应

用。系统处于非火灾环境的情况下主动发出模拟火灾警报信号促使防排烟系统的联动工作,并记录下各个设备的动作时间和工作状态的变化情况。联动检测结束后由系统产生联动检测报告,包含风机开始运转的时间以及风阀开启顺序等重要参数来保证联动逻辑满足设计标准。

4 基于自动化的消防设施智能维护模式

4.1 状态监测与数据驱动维护机制

状态监测是智能化维修的基础,在对消防设施重要指标进行实时的收集、处理之后,系统可以了解到设施的即时情况,并依据不同的情况进行有针对性的维护措施,相对于传统的定时性的检修方式来说,基于状态监控而来的维修方案有其突出的优势之处,即维修时间点更合适,不会出现过度或者不足检修的问题;发现问题更迅速,在问题扩大之前就予以解决;维护资源配置更为科学合理^[1]。以数据为基础进行的维修方式就是构建起一个设施状况评估模型,整个系统在历史数据以及实时信息的基础上,形成一套消防设备健康状态评分标准,其中包含了设备的工作参数、之前的故障经历、服役年限、环境状况等等因素。通过各个维度指标赋予不同的权重得到设施完好率分数,若完好数低于预警门限则系统发出维修提示,此基于数据分析的方法,把原来的凭经验作出维修判断改为依据数据做出分析判断。

4.2 故障诊断与智能预警技术

故障检测技术是智能化维护的重要部分,在出现消防设备问题之后,系统要及时地对故障性质、位置以及原因作出判断。自动化的故障检测手段主要有两类,即规则库检测法和模型检测法^[2]。规则库检测方法就是由专家积累的经验来建立相应的规则进行判断是否出现了相应的问题,然后通过比较当前的数据指标和规则设置的标准值来进行比较从而得到的结果。此方法原理简单明了易于理解,适合故障现象比较直观的情形。比如,如果是管网内有漏水的现象那么管网的压力就会不断地下降并且水泵不会工作;如果水泵已经启动但是管网内的压力缓慢提升,则可以判定是泵站出故障或者是阀门没有打开。模型诊断是以机器学习建模的方法建立故障分类模型,在对大量的历史故障案例的学习后,能自动判断出故障的种类。支持向量机、决策树、随机森林等多种算法都可以用于故障诊断的工作当中。优点就是可以对复杂而隐秘的非线性故障模式予以发现。智能报警技术是在故障发生前就给出报警提示,完成由事后处理到事前防范的改变。通过对参数变化情况加以研究辨别出早期出现的问题现象来:如水

泵电流慢慢升高是轴承损坏预兆,传感器灵敏度渐渐减弱是光电器件老化迹象,系统对它们作出量化的统计当发现有异常情况持续下去的时候就会提前发出维修警报。

4.3 预测性维护与全生命周期管理

预知维修是最高等级的智能化维修方式,它是以基于

设备状态信息和磨损模型的基础上进行设备可运行寿命预估,在设备出现故障前进行维修。相比于传统的维修方式来讲,在保证设备可靠的前提下,尽可能的延长设备的工作时间及减少维护费用,对比见表2。

表2 消防设施维护模式对比分析表

对比维度	传统定期维护	状态监测维护	预测性维护
维护触发方式	固定时间周期	参数超过阈值	模型预测结果
数据基础	无或少量	实时监测数据	历史+实时数据
维护时机	可能过早或过晚	故障发生时	故障发生前
人力资源投入	高	中	低
备件库存成本	高	中	低
设备寿命利用率	60%~70%	80%~85%	90%~95%
适用复杂度	简单系统	中等复杂度	复杂系统
技术实现难度	低	中	高

全生命周期管理是将整个消防设施的设计选型、安装调试、运行维护至报废更新的过程中进行全面数字化管理的过程。自动化手段给予全生命周期数字化的支持。在设计过程时,系统收集到设备的相关参数以及安装的位置信息,在运行过程中系统对设备的运行情况实时进行监测,当设备出现故障时,系统对其进行维修或零部件更换的信息都一一记录下来,在设备要被淘汰的时候,系统通过健康程度模型给出是否该更换此台设备的意见^[3]。通过对全生命周期的管理,建立起了一个完整的电子记录,从而可以为选择更好的设备型号以及制定出更合理的维护方案提供参考依据。

5 结语

本文全面探讨了依托自动化技术实现消防设备巡检保养系统的建设。传感器技术的发展、通信技术的进步以及数据分析技术的应用使消防设备智能化改造有了技术支持。设计了包括实时监控、精确判断、及时应对、信息存储、整体稳定五大核心要求的技术框架;并提出感知层、网络层、平台层、应用层四个层次的设计理念。对火警探

测报警系统、喷水灭火装置、通风排烟设备等重要消防设施确立了相应的自动化检测的技术路线。建立了基于监测、诊断、预维修的技术性的智能化的维护方法论;并且对各种维护方法进行了比较,明确了各自优点及其适用范围。目前自动化的转化仍然存在传感器耐久度低、信息规范化、法律法规兼容等问题。以后在物联网、AI、数字孪生等新技术的发展推动下,消防系统的检查及保养会向着智能、协作的方向发展并逐步构建起一个从摇篮到坟墓的全方位消防智慧管理系统。

[参考文献]

- [1]徐瑞蓉.浅谈消防监督管理中智慧互联技术的应用[J].工程建设与设计,2026(04):104-107.
- [2]贾鲁峰.基于物联网的智能消防监测平台设计与应用研究[J].中国建设信息化,2026(03):42-45.
- [3]唐磊.基于物联网技术的消防安全监控与预警系统设计[J].软件,2026,47(01):150-152.

作者简介:袁大猛(1982.01—),男,本科,汉族,专业:电气工程及其自动化。