

地下空间消防设施的管理与维护策略研究

肖寇晨

江苏地下空间智慧运维工程技术研究开发中心金肯职业技术学院 江苏 南京 211156

摘要：地下空间消防设施的管理与维护是保障城市公共安全的重要环节。本研究聚焦其封闭性、人员密集性及火灾扑救难度大的特点，提出系统性策略：通过明确管理责任、健全规章制度与智慧化平台完善管理体系；依托智能化技术升级设施、强化联动响应提升维护效能；结合专业培训与应急演练增强人员能力。研究旨在构建全周期、多层次的维护机制，为地下空间消防安全提供科学参考。

关键词：地下空间；消防设施；维护策略

引言：随着城市化进程加速，地下空间（如地铁、商场、停车场等）的利用规模持续扩大，其消防安全问题日益凸显。由于通风条件差、疏散路径有限，一旦发生火灾，后果不堪设想。消防设施作为火灾防控的核心保障，其管理与维护水平直接决定应急响应能力。然而当前普遍存在责任不清、技术滞后、维护不到位等问题。因此探索科学高效的管理与维护策略，成为提升地下空间消防安全水平的迫切需求。

1 地下空间消防设施概述

1.1 消防设施类型

地下空间的消防设施主要包括以下几类：（1）火灾自动报警系统。通过烟感、温感探测器实时监测火情，及时发出警报信号；（2）消防供水系统。包含消火栓、喷淋装置及消防水池，确保灭火用水的持续供应；（3）防排烟系统。通过机械排烟与自然通风结合，降低烟雾浓度，保障疏散通道安全；（4）应急照明与疏散指示系统。在断电或火灾时提供照明，并通过指示标志引导人员快速撤离；（5）灭火器材。如灭火器、灭火毯等，用于初期火灾的扑救；（6）防火分隔设施。包括防火墙、防火门、防火卷帘等，阻止火势蔓延；（7）消防通信与广播系统：用于火灾时的应急指挥与信息传递。

1.2 消防设施功能与作用

各类消防设施在地下空间消防安全中承担不同职责；火灾自动报警系统通过实时监测，实现早期火情发现，为人员疏散和灭火行动争取时间。消防供水系统与灭火器材直接参与灭火，喷淋系统可自动启动，消火栓供专业人员使用。防排烟系统通过强制通风，降低有毒烟雾浓度，避免人员窒息或中毒^[1]。应急照明与疏散指示

系统确保人员在黑暗或烟雾环境中明确逃生路径。防火分隔设施将火灾限制在局部区域，防止火势向其他区域扩散。消防通信与广播系统保障火灾时指挥中心与现场人员的实时沟通。

1.3 地下空间消防设施的特殊要求

由于地下空间的特殊性，消防设施需满足以下额外要求：一是设备需具备防潮、防腐蚀性能，并配备备用电源（如UPS或发电机），确保断电时仍能正常运行。二是因通风条件差，防排烟系统需设计更大风量与压力，确保烟雾快速排出。三是疏散通道需独立设置，避免与火源区域交叉；应急照明与指示标志需高频次维护，确保清晰度。四是防火墙、防火门等需具备更高耐火极限，防止高温与烟雾穿透。五是结合物联网技术，实现消防设施远程监控与故障预警，提升维护效率。六是火灾报警系统需与通风、照明、电梯等设备联动，确保火灾时自动切换至应急模式。

2 地下空间消防设施管理现状

当前，地下空间消防设施管理面临着多重复杂挑战，亟待系统性破解。由于地下空间长期处于潮湿、密闭的特殊环境，消防设施极易出现设备老化、金属部件腐蚀或机械故障等问题。例如，消防水泵的轴承可能因湿气侵蚀导致运转失灵，火灾报警系统的探测器也可能因积尘或受潮而误报或失效。然而许多单位对设施的日常维护保养重视不足，缺乏定期巡检、清洁与功能测试，导致设备在火灾发生时无法正常运行，严重威胁人员安全。管理责任主体不明确、维护资金短缺及专业人员匮乏等问题普遍存在。部分单位对消防设施的管理职责划分模糊，导致设备维护推诿扯皮；一些老旧地下空间因资金不足，难以更新老化设备或升级智能系统；而专业维护人员的短缺，进一步加剧了设施“带病运行”的风险。更严峻的是，部分单位甚至存在消防设施配置

江苏地下空间智慧运维工程技术研究开发中心开放基金资助课题“地下空间消防设施管理及维护研究（课题编号：jsdxkjzh-2023-33）”

不全或违规停用的现象,例如为节省成本关闭防排烟系统,埋下重大安全隐患。智能化管理水平参差不齐,部分系统缺乏实时监测与预警能力,难以实现多设备联动响应。尽管相关法规逐步完善,但监管力度不足、执行标准不统一等问题仍制约整体效能提升。

3 地下空间消防设施管理策略

3.1 完善管理体系

地下空间消防设施管理需建立清晰的权责体系。首先需通过立法或政策明确产权单位、使用单位及物业管理方的职责,避免责任推诿。例如,产权单位需承担设施建设的主体责任,使用单位负责日常运行维护,物业管理方则需配合监督与应急响应。其次,应推行“消防安全责任人”制度,要求各单位指定专人统筹消防设施管理,并纳入绩效考核。制定符合地下空间特点的消防设施管理规范,细化设施检查、维护、更新流程。例如,规定每月对火灾报警系统进行功能测试,每季度对消火栓水压进行检测,每年对防排烟系统进行全面检修。建立设施档案管理制度,记录设备型号、安装时间、维护记录及故障处理情况,实现全生命周期管理。政府相关部门需加强对地下空间消防设施的监管力度,通过定期检查、随机抽查等方式确保制度落实。例如,对违规停用设施、未按规定维护的单位实施罚款或停业整顿^[2]。可引入第三方评估机构,对消防设施管理效能进行量化评价,并将结果向社会公示,形成“政府监管+社会监督”的双重约束机制。利用物联网、大数据等技术,构建地下空间消防设施智慧化管理平台。该平台可实时监测设施运行状态(如消防水泵压力、探测器灵敏度),自动预警故障并生成维护工单。同时平台需与消防部门、物业管理方数据互通,实现火灾发生时的快速响应与协同处置。

3.2 提升管理技术水平

(1) 引入智能化消防设施。传统消防设施需向智能化方向升级。例如,采用具备自诊断功能的火灾探测器,可自动识别灰尘积累或老化问题并报警;推广图像型火灾探测器,通过视频分析技术精准定位火源。智能消火栓可实时监测水压、水位,并通过手机APP推送异常信息,提升维护效率。(2) 优化防排烟系统设计。针对地下空间通风不足的问题,需改进防排烟系统。例如,采用双速风机或变频控制技术,根据火灾规模动态调整排烟量;在排烟路径中增设空气净化装置,减少有毒烟雾扩散。结合地下空间结构特点,设计“分区排烟”方案,避免烟雾交叉污染。(3) 应用远程监控与诊断技术。通过传感器与云计算技术,实现对消防设施的远程

监控与故障诊断。例如,在消防水泵、喷淋泵等关键设备上安装振动传感器,实时监测运行状态;利用AI算法分析故障数据,预测设备寿命并提前预警。可开发移动端应用,方便管理人员随时随地查看设施状态。(4) 强化设施联动与应急响应能力。构建消防设施联动控制系统,确保火灾发生时各系统协同工作。例如,火灾报警系统触发后,自动关闭非消防电源、启动防排烟系统、开启应急照明,并引导疏散通道指示标志切换至应急模式。同时,通过模拟演练优化联动逻辑,减少误报率与响应延迟。

3.3 加强人员培训与教育

针对消防设施管理人员,需定期组织专业技能培训。内容包括设备操作、故障排查、应急处置等,例如通过模拟火灾场景训练人员快速定位并修复报警系统故障。培训需结合地下空间特点,强调潮湿、高温环境下的设备维护要点,并颁发从业资格证书以提升职业认可度。面向地下空间使用者(如商户、居民),开展消防安全知识普及活动。通过宣传手册、视频演示、应急演练等形式,提升公众对消防设施的认知度。例如,教授如何正确使用灭火器、识别疏散标志,以及在火灾中保持低姿逃生的技巧。制定年度应急演练计划,模拟火灾、烟雾扩散等场景,检验消防设施的实效能与人员响应能力。演练后需进行总结评估,针对问题优化预案。例如,若演练中发现疏散通道堵塞,需立即整改并加强巡查。通过设立举报奖励机制,鼓励公众监督消防设施管理漏洞。例如,对举报违规停用设施、堵塞消防通道的行为给予奖励,并保护举报人隐私。利用媒体宣传典型案例,形成全社会共同关注地下空间消防安全的氛围^[3]。

4 地下空间消防设施维护策略

地下空间因其封闭性、人员密集性及火灾扑救难度大的特点,对消防设施的可靠性提出了极高要求。为保障设施在紧急情况下正常运行,需制定科学、系统的维护策略。

4.1 制定维护计划

维护计划需以设施功能完整性为核心目标,结合设备类型、使用频率及环境特点制定差异化周期。例如,火灾自动报警系统应每月进行全面测试,消火栓系统每季度检查水压与阀门灵活性,防排烟风机每半年进行启停试验,灭火器每年更换药剂或充装。针对地下空间潮湿、易腐蚀的特性,需缩短金属部件(如消防管道、阀门)的防锈保养周期。根据国家标准及行业规范,将维护内容分解为具体任务。例如,火灾探测器需清洁镜

头、测试灵敏度,喷淋系统需检查喷头堵塞情况、测试水流指示器信号,应急照明灯具需验证持续供电时间。每项任务需明确合格标准,如探测器报警响应时间应小于30秒,消火栓静压应不低于0.07MPa。维护计划需根据设施运行数据、故障记录及环境变化动态优化。例如,若某区域探测器连续出现误报,需分析原因并调整安装位置或灵敏度参数;若地下空间进行改造导致通风条件变化,需重新评估防排烟系统效能并调整维护方案。明确维护责任主体(如物业管理部門、专业维保单位),并配置充足的人力、物力资源。例如,每万平方米地下空间应配备至少1名专职维护人员,并储备关键备件(如喷头、电池)。同时将维护费用纳入年度预算,确保资金专款专用。

4.2 加强日常巡查与检测

针对火灾风险较高的区域(如电气设备房、停车场、疏散通道),需增加巡查频次。例如,每日检查消防通道是否畅通、灭火器压力是否正常,每周测试手动报警按钮功能。巡查人员需记录设施状态,发现异常立即上报并启动应急处理流程。引入便携式检测设备提升巡查效率。例如,使用红外热成像仪检测电气线路温度,利用超声波探测器定位管道泄漏,通过烟雾穿透仪测试防火分隔密封性。智能化工具可快速发现肉眼难以察觉的隐患,如隐蔽部位的线路老化或防火门闭合不严。对巡查中发现的隐患(如探测器积尘、阀门锈蚀),需按“发现-记录-整改-验收”流程闭环处理。例如,轻微问题(如指示灯损坏)应24小时内修复,重大隐患(如管道漏水)需立即停用相关设备并启动抢修。整改完成后需复查并归档记录,避免问题反复。建立数字化巡查档案,记录设施运行参数、故障类型及维修历史。通过数据分析识别高频故障点(如某区域探测器故障率偏高),针对性优化维护策略。例如,若某品牌探测器在潮湿环境下易失效,可更换为防潮型产品。

4.3 实施专业维护保养

针对复杂系统(如消防水泵、防排烟风机),需委托具备消防设施维保资质的单位进行年度深度维护。维

保内容应包括设备拆解检查、轴承润滑、密封件更换、控制系统升级等。例如,对消防水泵进行叶轮平衡测试,对防排烟风机进行叶轮静平衡校正。维保单位需遵循国家《建筑消防设施维护管理规范》,按“检查-清洁-测试-修复-记录”流程作业。例如,维保喷淋系统时,需逐个检查喷头玻璃球颜色(对应不同温度响应等级),清洗报警阀组滤网,测试水力警铃响度(应不低于70dB)。每季度组织多系统联合测试,模拟火灾场景验证设施协同效能。例如,触发火灾报警后,测试防排烟系统是否在规定时间内启动、应急广播是否覆盖全区域、消防电梯是否自动迫降至首层^[4]。联合测试可暴露单一系统检测中难以发现的问题,如联动逻辑错误或信号传输延迟。要求维保单位提供详细报告,包括维护项目、更换部件、测试结果及责任人签字。业主方需随机抽查维保记录与实际状态是否一致,例如通过对比维保前后水压数据验证消火栓系统维护效果。对违规操作或虚假报告的维保单位,应纳入黑名单并追究责任。

结束语

地下空间消防设施的管理与维护是一项长期性、系统性的工程,需技术、管理与制度协同发力。未来,应进一步推动智能化监测技术深度应用,完善全链条责任体系,强化人员专业能力建设,实现从“被动应对”到“主动防控”的转变。唯有如此,才能筑牢地下空间消防安全防线,为城市高质量发展提供坚实保障,切实守护人民群众生命财产安全。

参考文献

- [1]李世隆.建筑消防设施维护保养检测问题及策略研究[J].消防界(电子版),2024,10(6):39-41.
- [2]戴金富.建筑消防设施维护保养现状分析及改进措施探究[J].陶瓷,2024(6):214-215.
- [3]杨喆.加强高层建筑消防设施标准化管理的思考[J].中国住宅设施,2022,(08):43-45.
- [4]钱明成.高层建筑消防设施设备管理与维护探究[J].工程建设与设计,2023,(19):50-52.