

电气设计中消防电源与应急照明系统研究

张经纬

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]消防电源及应急照明系统构成了建筑电气消防的重要环节, 它的稳定性直接影响着火时人们是否能够顺利逃生以及消防设备是否能保持正常运作。如果消防供电电源突然断电, 将使得消防水泵、排烟风机、防火卷帘门、火灾自动报警系统等一系列重要的消防装置无法得到电力支持, 大大降低了建筑体总的抗灾能力水平; 同时应急疏散指示灯具布置失误或者不够明亮也会使得逃生路线难以辨认从而堵塞甚至踩踏。基于现行规范及相关规定的要求, 针对目前建筑工程中普遍存在的消防供电不稳定、应急照明布置错误、联动控制功能差、系统测试不合格、后期维护保养滞后等现象进行了剖析讨论。在此基础上提出了优化消防用电配置、加强双回路切换及备用电源防护、正确安置疏散应急指示灯和标识标牌、强化系统的智能监控和联动控制、建立完善的常规巡查与维护制度、推广使用科学节能低碳高效型电气消防产品等措施来增强建筑电气消防安全性可靠性。

[关键词]消防电源; 应急照明系统; 电气设计; 消防联动控制; 系统可靠性

DOI: 10.64635/ja.2026.1207

中图分类号: TU85

文献标识码: A

Research on Fire Protection Power Supply and Emergency Lighting Systems in Electrical Design

Zhang Jingwei

Hebei Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei 050000, China

Abstract: Fire protection power supply and emergency lighting systems are important components of building electrical fire protection, and their stability directly affects whether people can evacuate safely in the event of a fire and whether fire protection equipment can remain in normal operation. If the fire protection power supply is suddenly interrupted, important fire protection devices such as fire pumps, smoke exhaust fans, fire shutters, and automatic fire alarm systems will lose power support, greatly reducing the overall disaster resistance capacity of the building. At the same time, improper layout or insufficient brightness of emergency evacuation indicator lamps may make escape routes difficult to identify, leading to congestion or even stampede accidents. Based on the requirements of current codes and relevant regulations, this paper analyzes common problems in building projects, including unstable fire protection power supply, improper emergency lighting layout, poor linkage control functions, unqualified system testing, and delayed later-stage maintenance. On this basis, measures are proposed to enhance the safety and reliability of building electrical fire protection, including optimizing fire protection power configuration, strengthening dual-circuit switching and standby power supply protection, properly arranging evacuation emergency indicator lamps and signage, enhancing intelligent monitoring and linkage control of the system, establishing a sound routine inspection and maintenance system, and promoting the use of scientific, energy-saving, low-carbon, and efficient electrical fire protection products.

Keywords: fire protection power supply; emergency lighting system; electrical design; fire linkage control; system reliability

引言

在火灾事故中, 消防电源及应急照明对保障人们生命财产安全具有十分重要的意义。消防供配电系统是为消防水泵、防排烟风机、消防电梯等重要消防设备供电, 应急照明是在发生火灾时为人们疏散提供足够的亮度以及指

示方向。消防电源系统是高层建筑物消防设施的心脏, 在很大程度上依赖于它来完成火灾等突发事件中的人员逃生以及灭火工作。随着我国工程建设标准越来越健全和完善, 对消防供电的设计以及施工验收的要求也越来越严格。但是, 在许多实际工程中, 消防电源的设计还远远不

够完善,应急照明的布置也不能很好地满足人员疏散的要求。GB 17945—2024《消防应急照明和疏散指示系统》强制性国家标准自 2025 年 5 月 1 日起施行,我国消防应急照明进入智能化时代,对消防电源以及应急照明的设计及改进进行探讨具有十分重要的现实意义。

1 消防电源与应急照明系统的设计要求

消防电源及应急照明设计应符合国家相关标准要求,依据《建筑防火通用规范》GB 55037—2022 规定,消防用电负荷分为特级负荷、一级负荷、二级负荷以及三级负荷。建筑高度大于 150m 工业与民用建筑的消防用电应为特级负荷供电,应急电源的消防供电回路应采用专用线路接入专用母线段,同时供电电源干线应有两个及以上不同路由。一类高层民用建筑、建筑高度大于 50m 的乙丙类厂房等消防用电负荷不应低于一级,二类高层民用建筑及其他某些重要建筑不应低于二级。除按照三级负荷供电的消防用电设备外,消防控制室、消防水泵房的消防用电设备以及消防电梯等的供电,在其配电线路的最末一级配电箱处设置自动切换装置。疏散照明由两个独立电源供电,应急照明在主电源故障时由备用电源供电的时间不超过 5s。消防应急照明和疏散指示标志的备用电源的连续供电时间:建筑高度超过 100m 的高层民用建筑不应低于 1.5h;医院等重要场所不应低于 1h。

2 电气设计中消防电源与应急照明系统存在的问题

2.1 消防供电可靠性不足

消防供电可靠性差是目前建筑工程电气设计和施工管理方面比较明显并且严重的现象之一。一些工程设计时不符合标准要求来确定供电负荷等级,使消防负荷等级不符合其建筑本身的防火等级,特别是在一些中小型的城市中的高层建筑工程里,其消防电源等级较低,达不到一级或特级负荷供电的要求,埋下了隐患。另外,消防设备末端配电箱布置不合格的现象也比较常见,有些配电箱安装了不带双电源自动切换装置的,还缺少明显的“消防用电源”的标志牌,不利于日后的巡视检查以及故障停电状态下找到位置并迅速处理,很难做到完全按标准规定的要求去做。对于采用一路市电高压供电,另一路由备用发电机组供电的一级负荷系统来说,备用发电机组一般要由人工合闸送电到低压母线上运行,很容易产生供电转换时间长的问題,不能达到火灾发生后快速切断的情况^[1]。而一类高层建筑其备用发电机组必须具有自动投入的功能,并且要在 30s 之内恢复对大楼进行供电,然而在实际的一些项目

当中很多的备用发电机组都没有配备电压监视和自动控制装置,只能靠人手去操作,使电力供应得不到保证,大大降低了整个消防系统的应急供电稳定程度。

2.2 应急照明布局不合理

应急照明布局不合理对疏散造成不利影响,在电气设计中疏散照明灯一般采用嵌入式安装方式,但是设置在顶棚上的疏散照明灯不宜采用嵌入式安装方式,嵌入方式不利于地面水平最低照度达到要求,而且发生火灾后烟气会上升容易在嵌入式灯具内部形成“烟窝”,降低疏散照度。应急(疏散)照明灯主要为广照型,嵌入式安装方式不利于地面水平最低照度的要求,而且发生火灾后烟气会上升容易在嵌入式灯具内部形成“烟窝”,降低疏散照度。疏散走道地面最低水平照度低于 1.0lx、人员密集场所低于 3.0lx,或者蓄电池供电持续时间不足,建筑高度超过 100m 的公共建筑设置成 30min 而不是 90min,都存在严重问题。

2.3 联动控制系统稳定性不足

消防联动控制系统稳定程度决定了火灾发生时消防设备能否及时发挥作用。而火灾自动报警回路以及消防联动控制线路均存在线路压降问题,在建筑规模较大、层数较多、线路较长情况下更加明显,会造成线路末端电压不足以使消防设备工作。线路压降影响比较严重的是电源总线上,电磁阀类联动设备需要较大电流,防火卷帘门、排烟风机、消防水泵等都是由中间继电器控制,较大电流会在线路上造成很大压降。由于探测器灰尘积累导致误报率高,潮湿空气或者油烟等都会导致探测器误动作。编程时逻辑关系错误或控制器联动设置中被禁用,都会造成联动时被控设备无法工作。消防联动逻辑混乱,比如不能做到“报警之后发出声光警报并且在 30s 之内联动关闭防火阀”,都可能使整个系统失效。

2.4 后期维护管理不到位

由于后期维护管理不到位导致系统可靠性随着时间而降低。集中电源型和自带电源型两种供电方式各有利弊,在工程应用中一般忽略后期维护费用问题。灯具内置电池情况下,灯具内部构造较为复杂,发生故障概率较大;电池布置在各个位置上,后续维护工作量较大。电池属于消耗品,一般每四年需更换一次,但是很多工程在使用期间未按要求定期进行更换以及充放电试验^[2]。烟感、温感探测器需要每三个月清理一次并且在使用寿命到期之后及时更换,但是在实际工程中很难做到这一点。用户单位在系统使用过程中,常常随意断开系统电源或者停止系统工作,而不按要求定时检查以及登记。

表 1 消防电源与应急照明系统常见问题统计

问题类别	具体问题	主要影响
消防供电可靠性	最末一级配电箱未设置双电源切换	单一电源故障导致系统瘫痪
消防供电可靠性	发电机仅能手动启动，30s 内无法供电	延误消防设备投入运行
应急照明布局	顶棚疏散照明灯采用嵌入式安装	烟气环境下疏散照度严重不足
应急照明布局	蓄电池供电持续时间不足（如 90min 误设为 30min）	人员疏散时间不足
联动控制系统	探测器灰尘积聚导致误报	火灾不能及时发现或误启动设备
联动控制系统	线路压降导致末端电压不足	末端消防设备联动失效
后期维护管理	蓄电池未定期更换	备用电源失效
后期维护管理	缺乏定期清洁巡检	系统隐患长期积累

3 电气设计中消防电源与应急照明系统优化措施

3.1 完善消防电源配置方案

完善消防电源配置方案是提高消防供电可靠性的有效手段。要依据建筑物类型、层数、大小以及重要性正确确定消防用电负荷等级，合理配置双路电源或者自备应急电源。一级及以上的负荷一般需有两个相互独立电源供电，在城市电网不能满足需求的情况下，须配置柴油发电机组或 UPS 不间断电源作为应急备用电源。除了按三级负荷供电的消防用电设备以外，消防控制室、消防水泵房内的消防用电设备以及消防电梯等的供电，在其配电线路的最后端配电箱处设置自动切换装置。消防水泵、消防电梯、消防控制室、防排烟风机等重要消防用电设备电源，应由变电所或总配电室以放射式专用回路直接供电，不应接至非消防负荷电源上；消防用电设备应设有专用的供电回路，不得与其它负荷共用一条线路；若使用自备发电设备作为备用电源时，则必须能在 30s 内正常供电；对于为同一消防负荷供电的双回路供电电缆，也应分别敷设在不同的金属导管或线槽内，并尽量使它们走不同的路线以防两者同时被烧断而失去备用作用。

3.2 优化应急照明系统布局

改善应急照明系统位置可以有效提高人们逃生安全性，在满足 GB 51309—2018《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》基础上，依据建筑物不同区域划分、人流大小及疏散路线选择合理布置疏散照明灯具以及指示标志的位置、距离和数量。消防应急（疏散）照明灯不得使用嵌入式安装，因为嵌入式不利于地面水平最低照度要求，而且发生火灾后烟雾会上升最容易在嵌入式灯具内部形成烟窝。疏散走道地面水平最低照度应满足相应要求，即水平疏散通道为 1.0lx，人员密集场所为 3.0lx，楼梯间为 5.0lx。地下机动车道不是疏散走道，因此地面最低水平照度可按不低于 1.0lx 设置以防止过度布置造成浪费^[3]；而安全出口标志灯应安装在疏散口内侧上方，其底部距离

地面不应小于 2.0m 以便于在有烟的情况下也能被看见。

3.3 提高智能化控制水平

提升智能化控制程度可以提高消防联动系统的可靠性，设有消防控制室的场所应选用集中控制型系统，可以与火灾报警系统联动，在发生火灾时能及时制定最佳逃生路线，集中控制型应急照明系统可以精确地对各个应急灯具进行实时监控及控制以及日常 24h 的管理和保养以保证系统的正常运作。新国标 GB 17945—2024 规定 A 型灯具需使用直流供电并且其额定工作电压不超过 48V，降低人员触电的风险，提高了系统的安全性。从联动逻辑上讲，要合理设置程序，规范联动触发条件，以两路独立火警信号为标准来进行设计，防止一个信号误触发造成混乱。对于线路较长的大面积建筑，需要对线路压降进行核算，必要时可以加大线径或者优化线路分布方式或者增设中继器来保证最远端的消防设备能够正常工作。

3.4 加强系统运行维护管理

加强系统的运行及维护管理工作对保证消防电源及应急照明系统的使用寿命至关重要，在进行电气设计时要考虑到后期的维护工作，在集中电源供电方式或自带蓄电池供电方式中作出正确决定。集中电源供电方式便于统一管理以及检测，可以实时监测应急照明灯具的工作情况、蓄电池的电压、充电器的状态、灯具的故障、线路的断开等情况，具有自检功能能够周期性地模拟断电并且存储检测结果，而用户单位也应当制定完善的定期巡检制度，烟感、温感探测器须每季度清理一次以避免积灰并及时更新。蓄电池组需定期做放电试验，在备电连续运行时间低于 30s 情况下应及时更换电池。利用物联网技术对消防电源柜、双电源切换装置、蓄电池组等进行监控及报警是提高该系统可靠性的有效手段。

3.5 推动绿色节能消防电气设计

发展绿色环保节能消防电气设计是建筑电气领域可持续发展的方向，在应急照明方面，利用 LED 作为光源

的消防应急灯具能耗小、寿命长、发光稳定性好,在保证安全的同时可大大节约日常消耗电量。GB 17945—2024 新国家标准提出照明灯发光效率不低于 120lm/W 的要求,以适应更高效能 LED 灯具的应用需求。此外,新国标增加了标志灯具节电点亮方式,在此方式下对表面亮度的要求有所放宽,符合节能环保时代潮流。在非火灾情况下,集中控制型系统的所有的非持续型照明灯具应处于关闭状态,而持续型照明灯具的光源应处于节能点亮的状态,从而尽量降低系统处于非工作状态下所消耗的能量^[4];在消防电源的选择上,要根据实际需要确定备用电源的大小,不能过大造成浪费。在发生火灾时,要科学安排非消防用电设备的切除顺序,首先要切除非重要设备来满足消防用电的要求,在此基础上尽量保留非消防区域与疏散无关的照明设备,防止大面积停电引起混乱。

4 结语

消防电源及应急照明是建筑物中重要的消防设施,在整个建筑消防安全中起到至关重要的作用,其是否合理的设计影响着人们生命财产安全以及灭火救援工作开展情况。文章总结了目前电气设计中存在的消防电源供电可靠

性不高、应急照明不合理、联动控制系统稳定性差以及后期维护管理缺失等问题,并提出了完善消防电源配置方案、优化应急照明系统布局、提高智能化控制水平、加强系统的运维管理以及推行绿色环保节能设计等建议。今后,伴随智慧消防技术不断进步以及新国标 GB 17945—2024 出台,消防电源及应急照明系统将越来越安全、智能、环保。作为电气设计师必须及时掌握相关标准变化情况,在设计之初就重视系统的可靠性和易维护性以及经济性,使消防电源及应急照明系统在整个寿命周期内都能有效保障人们生命财产安全。

[参考文献]

- [1]肖凌云.消防应急照明系统在民用建筑电气设计中的应用[J].智能城市,2021,7(11):69-70.
- [2]李冬丽.智能消防应急照明系统在民用建筑电气设计中的实践应用[J].光源与照明,2023(03):72-74.
- [3]王丽春.消防应急照明系统在民用建筑电气设计中的应用[J].住宅与房地产,2020(21):75.
- [4]余本强.智能消防应急照明系统在建筑电气设计中的应用[J].新城建科技,2025,34(11):74-76.