

# 建筑电气设计中消防配电的重要性与应用

朱家乐

甘肃第四建设集团有限责任公司 甘肃 兰州 730060

**摘要：**建筑消防配电系统是建筑消防安全的核心，贯穿火灾预防、报警、扑救及人员疏散全流程。它为火灾自动报警系统、自动灭火装置、应急照明等关键设备提供持续电力保障，确保火灾应对效率。随着建筑功能复杂化，消防配电设计需融合可靠性、智能化及多场景适应性，构建从电源到末端设备的完整保障体系。本文将从消防配电的核心地位出发，阐述其设计原则、设备选型及在不同建筑类型中的应用要点，为建筑电气设计提供技术参考。

**关键词：**建筑电气设计；消防配电；重要性与应用

## 引言

在现代化建筑功能日趋复杂与消防安全标准不断提升的背景下，消防配电系统正面临从基础供电保障向融合可靠性、智能化及多场景适应性的综合体系转型。其设计不仅要满足火灾全周期应急响应需求，更需通过冗余电源配置、耐火线路材料、独立配电网络等技术创新，构建适应不同建筑功能特性的解决方案。本文针对高层建筑、商业综合体、工业厂房等典型场景提出差异化应用策略，助力提升建筑消防安全水平。

### 1 消防配电在建筑电气设计中的核心地位

建筑消防安全体系涵盖火灾预防、报警、扑救及人员疏散等多个环节，而消防配电作为电气系统的关键支撑，贯穿消防作业全流程。在火灾发生时，消防配电系统为火灾自动报警系统、自动灭火装置、应急照明与疏散指示系统等核心消防设备持续稳定供电，保障其正常运行。消防配电系统的可靠性决定着消防设备能否及时响应、有效控火，对降低火灾损失、保护生命财产安全具有不可替代的作用<sup>[1]</sup>。从建筑全生命周期角度看，合理的消防配电设计不仅是消防安全的基础保障，更是衡量建筑电气系统设计水平与安全性的关键指标，其重要性已深度融入建筑设计、施工与运维的各个阶段。随着建筑智能化发展，消防配电系统正与物联网、大数据等技术深度融合，通过实时监测、预测性维护等功能，为建筑消防安全构筑起更智能、更主动的防御体系。

### 2 消防配电的设计原则与基本要求

#### 2.1 可靠性原则

可靠性是消防配电设计的首要原则。为确保火灾期间供电不间断，需采用双电源或双回路供电模式。双电源通常引自不同的变电站或同一变电站的不同母线，双回路则通过不同路径敷设电缆，避免因单一电源故障或线路损坏导致消防设备失电。同时，设置柴油发电机

组、UPS（不间断电源）等备用电源，在主电源故障时能快速自动切换投入使用。柴油发电机组应具备自启动功能，且在15秒内达到额定输出功率；UPS需满足消防设备至少30分钟的应急供电需求，以保障关键消防设备持续运行，为火灾扑救和人员疏散争取宝贵时间。

#### 2.2 安全性原则

消防配电系统的安全性设计关乎整个建筑的电气安全。在配电线路选型上，应选用耐火电缆、矿物绝缘电缆等具有耐高温、抗燃烧性能的材料，其绝缘层和护套在火灾高温环境下仍能保持良好的电气性能，防止线路短路引发二次火灾。线路敷设需采用防火桥架、穿防火套管等防护措施，穿越防火分区时进行防火封堵，避免火势通过电气线路蔓延。此外，合理设计接地系统，采用TN-S系统，确保消防设备外壳可靠接地，防止漏电引发触电事故，保障消防人员和疏散人员的人身安全。

#### 2.3 独立性原则

消防配电系统必须独立于普通配电系统，以避免火灾时普通配电故障对消防供电造成干扰。从电源引入、配电线路敷设到配电箱设置，消防配电均应自成体系。独立设置消防专用配电箱，与普通配电箱物理隔离，并在箱体上设置明显标识。消防配电线路单独敷设，不与普通配电线路共管共槽，防止普通配电线路故障波及消防配电系统，确保火灾发生时消防设备能获得稳定、独立的电力供应，充分发挥其消防功能。

#### 2.4 可维护性原则

良好的可维护性有助于保障消防配电系统长期稳定运行。在设计阶段，应合理规划配电箱布局，预留足够的操作空间和检修通道，方便日常巡检与故障排查。采用模块化设计的配电设备，便于更换损坏部件，缩短维修时间。同时，设置完善的监测系统，实时监测消防配电线路的电流、电压、温度等参数，通过智能仪表和监

控平台及时发现异常情况，并能准确定位故障点，为快速维修提供支持，确保消防配电系统始终处于良好运行状态。

### 3 消防配电系统的设备配置与选型

#### 3.1 电源设备

主电源作为消防配电的核心电力来源，优先采用双重电源供电模式。两路电源需具备高度独立性与可靠性，对于一级负荷的消防设备，两路电源分别引自不同变电站，确保一路故障时另一路能立即接替供电。同时，主电源容量需满足火灾全负荷运行时，火灾自动报警系统、消防水泵、防排烟风机等设备同时启动与持续运转的用电需求。备用电源是主电源失效时的重要保障。柴油发电机组作为常用备用电源，需依据建筑规模和消防设备容量合理选型，满足设备启动与运行功率要求。此外，UPS和EPS也广泛应用于消防配电系统。UPS专为对供电连续性要求极高的火灾自动报警系统、消防控制室设备供电，防止数据丢失与系统中断；EPS则负责应急照明和疏散指示系统供电，主电源失电后快速切换，保障人员疏散通道照明。

#### 3.2 配电线路

电缆选型直接影响消防配电线路可靠性与安全性。耐火电缆能在火焰燃烧下维持一定时间正常通电，适用于一般消防设备配电；矿物绝缘电缆因不燃烧、耐高温、载流量大等特性，常用于消防水泵、消防电梯等关键设备供电线路。选型时还需综合考虑线路敷设方式、环境温度、短路电流等因素，确保电缆在正常与故障状态下电气性能稳定。线路敷设严格遵循防火规范。明敷线路需穿金属导管或用封闭式金属槽盒保护，并涂刷防火涂料；暗敷线路应埋设于不燃性结构内，保护层厚度不小于30mm<sup>[2]</sup>。穿越防火分区的线路，在穿墙、楼板处必须用防火泥、防火板等材料严密封堵，防止火灾蔓延。线路走向应避开高温、潮湿、易受机械损伤等不良环境，延长使用寿命。

#### 3.3 配电箱与开关设备

消防专用配电箱采用防火、防潮、防尘外壳，防护等级不低于IP54。箱内配置高分断能力断路器、漏电保护开关等可靠灵敏的电气元件，合理规划回路，保障各消防设备稳定供电。箱体设有明显标识与操作说明，便于紧急时刻消防人员快速识别操作。开关设备选型注重分断能力与可靠性。断路器作为线路保护核心，在短路、过载等故障时迅速切断电路；接触器控制消防设备启停，具备优良电气性能与长机械寿命；隔离开关用于设备检修时隔离电源，保障维修安全。所有开关设备均选

用符合消防标准产品，并定期维护检测。

#### 3.4 监测与控制设备

监测设备实现对消防配电系统的实时监控。电流互感器、电压互感器测量线路电流、电压参数，经智能电表或监控系统实时显示记录，助运维人员掌握系统运行状态。温度传感器安装于电缆接头、开关触点等易发热部位，超温即报警，预防火灾隐患。控制设备由火灾自动报警系统联动控制器与消防设备控制柜组成。联动控制器依据火灾探测器报警信号，自动启动消防设备，控制电源切换与设备启停；消防设备控制柜支持现场手动与远程自动控制消防水泵、防排烟风机等设备，且配备良好通信接口，与消防控制室监控系统实现数据交互，便于集中管理与远程监控。

### 4 消防配电在不同类型建筑中的应用要点

#### 4.1 高层建筑

高层建筑因其高度与人员密度的特殊性，消防配电需构建全方位、多层次的保障体系。在电源配置方面，双重电源应分别取自不同市政变电站的独立母线，且引入路径保持物理隔离，以规避区域性供电故障风险。柴油发电机组的容量需依据建筑高度与消防设备规模精准计算，例如超高层写字楼需考虑多台消防水泵、多组防排烟风机同时启动的峰值负荷，确保机组功率冗余度达30%以上。配置大容量UPS系统为消防控制室、火灾自动报警主机等核心设备提供至少60分钟的应急供电，防止数据丢失与系统崩溃。配电线路设计上，消防水泵、消防电梯等关键设备采用矿物绝缘电缆（MICC），其具备1000℃以上的耐高温性能与防水、防爆特性，通过独立金属桥架敷设，桥架每隔3层设置防火分隔，避免火势沿垂直通道蔓延。应急照明与疏散指示系统采用智能型集中控制方案，利用BIM技术模拟火灾场景下的人员流动路径，动态调整疏散指示方向<sup>[3]</sup>。系统内置的定位模块可实时反馈灯具状态，通过物联网平台实现故障秒级报警与远程诊断，大幅提升维护效率。高层建筑需建立立体式监测网络。在电缆竖井、配电间等关键部位部署红外热成像仪与局部放电检测仪，结合AI算法对线路温度、绝缘状态进行预测性分析；在消防设备末端设置智能电表，实时监测设备运行电流、电压波动，通过边缘计算模块快速识别异常负载，提前72小时预警潜在故障，确保消防配电系统在极端环境下的持续稳定运行。

#### 4.2 大型商业建筑

大型商业建筑功能复合、业态多元，消防配电需兼顾安全性与运营连续性。在配电布局上，采用“分区供电+环形网络”模式，根据商业分区（如零售区、餐饮

区、娱乐区)划分独立的消防配电单元,各单元通过双回路环形电缆互联,任一节点故障时可自动切换供电路径。每个防火分区设置不少于2个消防配电箱,箱内采用模块化设计,预留40%的备用回路,便于后期商业改造时快速接入新的消防设备。针对自动喷水灭火系统与防排烟系统,采用双电源自动转换开关(ATSE)与静态转换开关(STS)组合方案。ATSE负责主备电源的毫秒级切换,STS则用于双路主电源间的无间断切换,确保消防水泵与风机在电源波动时持续运行。商业中庭等大空间区域的应急照明采用高显色性LED灯具,光通量达1500lm以上,结合雾天穿透力增强技术,在烟雾环境下可视距离提升至30米。疏散指示标志配备激光投影功能,在地面投射动态引导箭头,避免人员因视线受阻迷失方向。为降低对商业运营的影响,消防配电系统集成智能运维平台。通过数字孪生技术构建配电系统虚拟模型,实时映射设备运行状态;利用增强现实(AR)技术辅助检修,维修人员佩戴智能眼镜即可获取设备参数与维修指南。系统还支持“夜间静默检修”模式,在非营业时段自动执行设备巡检与维护任务,实现消防配电系统的“零感知”运维。

#### 4.3 工业建筑

工业建筑的消防配电因生产工艺差异呈现显著特性。对于石油化工、锂电池制造等易燃易爆场所,严格遵循防爆电气设计规范,采用Exd(隔爆型)、Exe(增安型)等防爆等级设备,配电线路穿镀锌钢管敷设并全程接地,接头处采用防爆密封胶泥封堵<sup>[4]</sup>。在粉尘爆炸危险区域(如面粉厂、金属加工车间),选用尘密型(IP6X)配电箱与电缆,定期检测接地电阻与线路绝缘阻值,确保其始终处于安全阈值范围内。电源配置方面,工业建筑常采用“主电源+储能电站+柴油发电机”三级保障体系。主电源采用双回路专线供电,储能电站配置磷酸铁锂电池组,可在断电瞬间提供15分钟的满负

荷供电,为关键设备停机与人员疏散争取时间。针对大型工业设备的消防保护,如石油储罐的冷却喷淋系统,采用双冗余配电架构,两套独立的配电柜与电缆线路并行运行,当一套系统故障时,另一套自动承担全部负荷。在智能化应用上,工业建筑部署工业物联网(IIoT)监测平台。通过压力传感器、流量传感器实时监测消防水管网压力与流量,利用机器学习算法预测管道泄漏风险;在危化品存储区设置气体浓度监测矩阵,一旦检测到可燃气体泄漏,立即联动切断相关区域电源,并启动防爆型应急通风系统。此外,消防配电系统与生产自动化系统深度集成,在火灾报警时自动触发生产设备安全停机程序,防止次生灾害发生,实现生产安全与消防安全的协同管控。

#### 结语

综上,消防配电系统是建筑消防安全的生命线,其可靠性直接决定火灾应对能力。通过科学设计电源配置、优化线路选型与敷设、构建智能监测体系,可显著提升系统的稳定性和安全性。针对不同建筑类型,需结合其功能特点与风险特征制定专项设计方案,确保消防配电系统在火灾中发挥关键作用。未来,随着消防配电技术的持续创新与应用,将为建筑消防安全提供更坚实的保障。

#### 参考文献

- [1]胡青涛.建筑电气设计中消防配电的重要性与应用[J].科学与信息化,2022(5):7-9.
- [2]黄旭东.建筑电气设计中消防配电的重要性与应用研究[J].城市情报,2021(9):95-97.
- [3]宣云.建筑电气设计中消防配电的重要性与应用探讨[J].现代装饰,2023(16):151-153.
- [4]白桦.基于建筑工程中电气消防与强电专业设计施工研析[J].电力设备管理,2025(2):207-209.