

## 建筑电气消防供配电系统设计要点及探讨

丁鹏飞

华商国际工程有限公司, 北京 100069

**[摘要]**近年来,随着消防安全意识的提升,建筑电气消防供配电系统的设计标准也日益严格,完全满足现代建筑对消防系统高要求的传统供配电设计方案已显得不再足够,新的设计思路与技术不断涌现。面对火灾预警、火灾报警、灭火系统等关键消防设施的电力需求,设计者必须在供配电系统中充分考虑冗余设计、紧急切换、电源监控等因素。此外,随着技术的进步,防雷、接地等系统的设计同样显得尤为重要。如何结合建筑的实际情况,合理选型、布置与配置,从而确保消防供配电系统的安全、稳定与高效,已成为建筑电气领域亟待解决的关键课题。

**[关键词]**建筑消防;供配电系统;设计要点

DOI: 10.33142/aem.v7i1.15248

中图分类号: TU976.1

文献标识码: A

### Key Points and Discussion on the Design of Building Electrical Fire Protection Power Supply and Distribution System

DING Pengfei

Huashang International Engineering Co., Ltd., Beijing, 100069, China

**Abstract:** In recent years, with the increasing awareness of fire safety, the design standards for building electrical fire protection power supply and distribution systems have become increasingly strict. Traditional power supply and distribution design schemes that fully meet the high requirements of modern buildings for fire protection systems are no longer sufficient, and new design ideas and technologies continue to emerge. Faced with the power demand of key fire-fighting facilities such as fire warning, fire alarm, and fire extinguishing systems, designers must fully consider factors such as redundancy design, emergency switching, and power monitoring in the power supply and distribution system. In addition, with the advancement of technology, the design of lightning protection, grounding and other systems has also become particularly important. How to combine the actual situation of the building, select, arrange and configure reasonably, so as to ensure the safety, stability and efficiency of the fire power supply and distribution system, has become a key issue that urgently needs to be solved in the field of building electrical.

**Keywords:** building fire protection; power supply and distribution system; key points of design

#### 引言

随着城市化的不断推进与建筑规模的不断增大,建筑电气消防供配电系统在保障建筑安全及应对火灾等突发情况中,起着至关重要的作用。满足一般电气设备的供电需求的同时,消防供配电系统必须具备在火灾等紧急情况下持续运行的能力,以确保消防设施的正常运作。在设计阶段,如何充分考虑系统的可靠性、稳定性及安全性,已成为建筑电气设计中的一个重要课题。

#### 1 建筑电气消防供配电系统的重要性

建筑电气消防供配电系统是保障建筑消防安全的重要组成部分,该系统直接关系到火灾发生时各项消防设施的正常运行,包括消防水泵、排烟风机、应急照明及报警系统等。如果供电系统出现故障或不稳定,消防设备将可能失效,扑灭火灾的难度随之增加,人员生命安全也会面临威胁。除了高可靠性与稳定性外,良好的可维护性也是消防供配电系统的关键要求,以确保在发生故障时能够快速恢复运行。尤其是在高层建筑和公共建筑中,复杂的电气网络设计与布局至关重要,应避免单点故障造成大范围

断电或系统失效。同时,随着智能化与自动化技术的普及,数字化监控与远程管理已逐渐成为提升系统可靠性与应急响应效率的核心手段。一个完善的消防供配电系统,不仅是确保火灾防控措施有效落实的基础,更是保障公共安全、减少灾害损失的重要保障。

#### 2 建筑电气消防供配电系统设计的基本要求

##### 2.1 系统安全性要求

建筑电气消防供配电系统的安全性在设计中占据至关重要的位置,直接关系到火灾发生时各类消防设施能否正常运转。基本的安全措施应当配备齐全,如防火、防爆等,以确保电气线路、设备及其接线在极端条件下不会受到损坏。所有电气设备的选型必须严格遵循消防安全规范,易燃、易爆的材料应被避免使用,同时,配电箱、开关设备等必须具备能够承受高温或火灾情况下仍能正常运行的能力。此外,系统还需具备较强的抗干扰能力,尤其是在电力波动或短路等异常情况下,故障电源应迅速被切断,防止故障蔓延,确保其他设备的正常供电。应急照明、排烟风机、消防水泵等关键设备的电源应与主电源分开,确

保主电源发生故障时,备用电源或柴油发电机能够独立供电,从而保障火灾发生时人员疏散与灭火工作的顺利进行。

## 2.2 系统稳定性要求

建筑电气消防供配电系统的稳定性是保障系统长期可靠运行的核心。设计时需确保电力供应的连续性,防止电力波动或瞬间断电对消防设备造成不利影响。为达此目的,电气设备的选型应确保在不同负荷条件下的稳定运行,特别是应急照明与火灾报警系统等关键设备的电源,必须具备极高的稳定性,以避免供电中断时功能的失效。冗余备份设计在提升系统稳定性方面起到了至关重要的作用,主电源发生故障时,备用电源能自动接入,无需人工干预,从而有效减少系统停机的时间。同时,电气线路的布局应当充分考虑外部环境的影响,重要线路应避免布置在易受损区域,以减小外界因素对供电稳定性的干扰。为了进一步确保系统的稳定性,消防供配电系统应配置自诊断与自动修复功能。在出现异常时,系统能够及时发出警报并迅速采取纠正措施,确保系统始终处于可用状态。稳定性的保障不仅依赖于硬件设施的合理选择,还需要结合智能监控与管理手段,使系统在动态运行中始终保持高度的可靠性。

## 2.3 系统可维护性要求

建筑电气消防供配电系统的可维护性要求,确保系统在长期运行中能够保持优异的性能。在设计阶段,应充分考虑设备的可检查性与维护便利性,特别是配电箱、开关设备、应急电源等关键设备,应安置在便于接触的位置,使维修人员能够迅速进行检查与故障排除。电气设备与电缆布线必须符合规范,避免复杂的交叉与堆叠,以便于后期进行有效的检修与更换。系统应具备完善的监控与报警功能,一旦出现异常,能够实时定位故障点,协助维修人员迅速处理问题,从而缩短故障恢复时间。设备选型时,维修便捷性与配件可获取性也应得到充分考虑,以确保设备故障发生时能够迅速获得替换部件,避免因长时间停机而造成不必要的损失。定期检查与保养作为保障系统长期稳定运行的关键环节,应通过建立健全的维护计划与记录进行管理,这样可以及时发现潜在隐患并采取相应措施,延长设备的使用寿命。可维护性不仅体现在设计阶段的合理布局,更依赖于系统运行过程中的日常管理与定期检查。

## 3 建筑电气消防供配电设计的常见方案

### 3.1 放射式供配电设计

放射式供配电设计,作为我国建筑领域中常见的消防配电方案,以其独立性强的特点广泛应用。在这种设计模式下,每个分支系统直接从主配电箱获取电源,各电气线路之间几乎不依赖于彼此,从而能够有效避免因某一路电气故障而引发连锁反应,显著降低了整个系统故障的可能性。火灾监控与预警设施等关键领域,主要应用此设计方案,确保在火灾发生时,这些设施依然能够正常工作。通过集中配电方式,该设计简化了线路布置,使系统更易于

管理与维护,这也有助于降低后期管理的难度与成本。但放射式设计并非没有挑战,铺设的电线量较大,对有色金属的需求增加,从而推高了材料采购与施工成本。此外,设计结构相对复杂,特别是在大规模建筑中,可能导致系统布线不够简洁,进而影响日后的维修与扩展工作。因此,尽管放射式供配电设计在提升消防供电系统的可靠性与独立性方面具有明显优势,其高昂的建设成本与复杂的结构设计也限制了其在某些场景中的广泛应用。

### 3.2 树干式供配电设计

树干式供配电设计作为一种广泛应用于消防供电系统的方案,其结构呈现树状分布,主干线路直接从配电中心延伸到各个支路,这种设计通常用于大型建筑或复杂场所,能够有效管理电力分配,确保每个区域的消防设备能够及时获得所需电力。简洁的线路布局是树干式设计的主要优点,特别适合电力需求相对均衡的环境。但树干式设计在电路故障发生时也存在一定的局限性,由于电力传输依赖于单一的主干线路,一旦某部分线路出现故障,整个系统的供电可能受到影响,甚至导致多个区域的电气设备停运。为了避免这一风险,树干式设计应根据实际电力需求和设备应用特点进行定制,从而确保电气负荷的合理分配。特别是在主干线路的设计中,优化切换机制至关重要,确保在故障发生时,电源能够迅速且精准地切换,最大程度地减小故障对系统整体运作的影响。优化后的干线切换方案不仅增强了系统的应急响应能力,还能在出现故障时迅速恢复供电,确保消防设施得以持续运作。

### 3.3 链式供配电设计

链式供配电设计是一种通过顺序连接的方式进行电力分配的方案,每个电气设备依赖于前一设备提供电力,从而形成一条“链式”电力传输路线。该设计结构简洁,适用于电力需求相对稳定且规模较小的建筑,布线直观是链式设计的主要优势,能够有效节约空间与材料成本,尤其适合电力需求较低的场所。但链式设计也存在一些缺点,尤其是在系统某一环节发生故障时,整个链条的电力供应将受到影响,从而导致多个设备停运,这样的连锁反应使得链式设计在应对复杂的消防需求时,可能无法提供足够的可靠性,尤其是在大规模建筑或高风险区域。为了应对这一问题,合理规划各环节的负荷分配与电力供应路径是链式设计中的关键,确保关键设备能够优先获得保障。在这种设计方案中,冗余设置尤为重要,备用电源与自动切换装置的设置能够确保在故障发生时,电力供应不中断,保障消防设备的正常运行。尽管链式设计在某些情况下具有成本上的优势,但在对消防系统可靠性要求较高的场合,其适用性仍需谨慎评估。

### 3.4 混合式供配电设计

混合式供配电设计结合了放射式、树干式与链式设计的优点,旨在弥补单一设计方案的不足,提供更加灵活与

可靠的电力分配方式,该设计通常依据建筑的结构特点与电力需求,优化配电路径,并灵活选择不同的供电方式,以确保系统在各种情况下的稳定性与安全性。在需要时,通过主干线路进行整体电力供应,混合式设计能够采用放射式或链式的分支供电方式,使各区域或设备的电力供应更加独立,从而避免单点故障导致全系统的停运。此设计的主要优势在于其灵活性,混合式供配电方案能够根据建筑规模、消防设备分布与电力负荷的不同需求进行个性化调整,确保系统在面对各种运行状况时依然保持高效运作。特别是在大型或多功能建筑中,混合式设计能够平衡供电的冗余性与经济性,保证重要消防设施在任何情况下都能获得稳定的电力供应。此外,智能电源切换系统的应用提升了系统的应急响应能力,能够迅速应对故障或电力波动。尽管混合式设计具备多项优点,其实施难度相对较高,需要综合考虑各种电气设备的特性与需求,并精确制定设计方案。较为复杂的布线与配电结构可能导致初期投资的增加,然而,从长期来看,其在可靠性与安全性上的优势是值得投资的。因此,混合式供配电设计在对高可靠性与灵活性有着严格要求的消防供电系统中,展现了广泛的应用前景。

#### 4 消防供配电系统中的关键技术

##### 4.1 防火设计与电气线路布置

消防供配电系统中的防火设计与电气线路布置至关重要,它们直接影响系统在火灾发生时能否稳定运行,并确保消防设备持续供电。防火设计的核心目标是确保电气线路在火灾发生时不会成为火源或火灾传播的途径。为此,应选用具有较高耐火性或阻燃性能的材料,尤其在火灾风险较高的区域,电缆与配电设备必须符合消防标准<sup>[1]</sup>。此外,在线路布置时,避免将线路铺设在易燃物旁或高温环境中,从源头上减少线路遭遇火灾侵害的可能性。在电气线路的布置过程中,消防设计规范必须严格遵循,确保各类消防设施的电力供应路径既独立又可靠,以保障火灾发生时能持续为消防设备供电。线路布局应尽量避免复杂的交叉与重叠,从而减少可能的干扰源与故障点。对于至关重要的消防设施,如火灾报警系统、应急照明系统、自动喷淋装置等,线路的冗余设计尤为关键,同时,应采取防火墙、隔断等措施来确保线路的安全。在布设电气线路时,消防设施的可操作性与日常维护也应当考虑,关键电气设备应设置防火门或防火隔断,这不仅能够有效隔离火源,还能防止火灾扩散,减少对电气系统的损害。

##### 4.2 电气设备选型与配置

电气设备的选型与配置在消防供配电系统的设计中发挥着至关重要的作用,直接影响系统的安全性、稳定性与可靠性。鉴于消防系统在火灾等紧急情况下的特殊需求,所选设备必须能够在极端环境下持续稳定运行。设备应具备高可靠性、强抗干扰能力以及耐高温等特性,尤其是在面对火灾、爆炸或地震等灾难性事件时,应能有效保障系

统的正常运行。在设备配置方面,电力应高效、稳定地分配至各个消防设施,为了实现这一目标,负载分布需合理规划,以避免设备出现过载情况<sup>[2]</sup>。同时,应设计备用电源与自动切换装置,确保在主电源发生故障时,消防设备仍能保持持续电力供应。各设备间的协调性同样非常重要,配电柜、断路器与开关设备等需根据负载电流、保护需求及操作便捷性进行精确配置,以确保在出现故障时,能够迅速切换至备用电源,避免影响系统的稳定性。在设备选型过程中,除了考虑设备的性能外,长期稳定性与易于维护性也应特别关注。虽然高性能设备的采购成本较高,但从系统整体安全性与维护成本的角度来看,选择高质量、耐用的设备无疑会带来长期的效益。

##### 4.3 防雷与接地系统设计

防雷与接地系统在消防供配电系统中至关重要,关系到电气设备的安全性及人员生命财产的保护。雷电作为强大能量源,可能引发直接或间接的损害,若防护不当后果严重。因此,合理设计防雷与接地系统是确保消防供配电系统安全稳定运行的基础。防雷设计应根据建筑结构、规模及地理位置进行调整,高层建筑或关键消防设施应采取避雷针或避雷网等直击雷保护措施,以防雷电直接击中建筑物或设备,电气设备方面需使用电涌保护器等装置,避免雷电冲击。接地系统必须确保电气设备、金属构件与地面之间形成可靠连接,有效导引雷电电流,减少设备过载危害<sup>[3]</sup>。设计时应考虑土壤电阻率及接地极埋设深度,确保接地电阻符合标准。此外,为提高系统有效性,应重视冗余性与可维护性,采用优质导电材料以避免腐蚀,并定期检查防雷设备,确保其在关键时刻正常工作。

#### 5 结语

建筑电气消防供配电系统设计是确保消防设施正常运行与建筑安全的关键环节。在设计过程中,系统的安全性、稳定性及可维护性必须得到充分考虑,合适的配电方案与电气设备应被选用,以满足不同的需求。防火设计、电气设备的选型以及防雷接地系统的优化配置,共同构成了系统可靠性的核心基础。技术进步应在未来的设计中紧跟,通过不断优化方案,系统的安全性及稳定性将得到提升,从而在紧急情况下有效保障生命与财产的安全。

##### [参考文献]

- [1]陈明明. 建筑电气消防供配电系统设计要点探讨[J]. 大众标准化, 2023(3): 67-69.
  - [2]郑志阳. 建筑电气工程供配电系统设计要点研究[J]. 绿色建造与智能建筑, 2024(10): 124-126.
  - [3]李兴葆. 低碳背景下建筑电气供配电系统设计要点简析[J]. 电气技术与经济, 2022(6): 85-87.
- 作者简介: 丁鹏飞(1967.5—), 男, 籍贯: 山东, 专业: 工业电气自动化, 现有职称: 高级工程师, 研究方向/从事工作: 建筑电气供配电设计, 工程总承包、工程管理。