

基于建筑电气设计中的消防配电设计研究

侯彤彤

河北天艺建筑设计有限公司, 河北 石家庄 050071

[摘要] 随着建筑行业的迅猛发展和建筑结构功能的多样化, 火灾安全问题在设计中变得尤为重要。传统消防配电设计面临系统复杂性、设备多样性和不断更新的安全标准等挑战。近年来, 建筑火灾事故频发以及对消防安全法规的日益严格, 推动了消防配电系统设计的研究和技术改进, 现代消防配电设计不仅需遵循国家和地方标准还需结合实际应用, 确保系统的有效性和可靠性。设计过程中越来越注重设备选型、线路敷设和系统监控等多个方面, 致力于构建全面、可靠的消防安全网络。通过深入研究消防配电设计, 可以有效识别并解决现有设计中的不足, 推动建筑电气设计的持续进步。

[关键词] 建筑工程; 电气设计; 消防配电设计

DOI: 10.33142/ucp.v1i2.13605

中图分类号: TU892

文献标识码: A

Research on Fire Protection Power Distribution Design Based on Building Electrical Design

HOU Tongtong

Hebei Tianyi Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050071, China

Abstract: With the rapid development of the construction industry and the diversification of building structural functions, fire safety issues have become particularly important in design. Traditional fire power distribution design faces challenges such as system complexity, equipment diversity, and constantly updated safety standards. In recent years, frequent building fire accidents and increasingly strict fire safety regulations have promoted research and technological improvements in the design of fire protection distribution systems. Modern fire protection distribution design not only needs to follow national and local standards, but also needs to be combined with practical applications to ensure the effectiveness and reliability of the system. In the design process, more and more attention is paid to equipment selection, line laying, and system monitoring, aiming to build a comprehensive and reliable fire safety network. Through in-depth research on fire power distribution design, deficiencies in existing designs can be effectively identified and addressed, promoting continuous progress in building electrical design.

Keywords: construction engineering; electrical design; fire power distribution design

引言

建筑电气设计中的消防配电系统是保障建筑物及其内部人员安全的关键组成部分。随着城市化进程的加快和建筑规模的扩大, 建筑内部的电气系统变得日益复杂, 消防配电设计的重要性也愈加突出。消防配电系统不仅需要确保在紧急情况下能够可靠供电, 还必须满足各种规范和标准应对火灾发生时的复杂情况。有效的消防配电设计能够显著提高火灾响应速度减少火灾损失, 从而为建筑物的安全管理提供有力支持。

1 建筑电气设计中消防配电设计的价值

在建筑电气设计中, 消防配电设计扮演着至关重要的角色, 它确保了消防系统在火灾发生时能够稳定可靠地运行, 直接关系到人员的生命安全和财产保护。合理的消防配电设计不仅保障了消防设备的正常运转, 还提高了整体建筑的安全性和抗灾能力, 通过单独设置消防系统的电源、优化供电设备选择、规范线路敷设等措施, 可以显著降低因电气故障导致的消防系统失效风险。此外, 科学的配电设计还提升了系统的可靠性与维护便捷性, 为应对突发火灾提供了有力保障, 从而增强了建筑物的整体安全防护能力。

2 建筑电气设计中的消防配电设计原则

2.1 设计原则与规范

在建筑电气设计中, 消防配电设计必须遵循严格的设计原则与规范, 确保系统的安全性和可靠性。首先, 消防配电系统应遵循国家和地方的设计标准, 如《建筑电气设计规范》和《消防设施设计规范》。这些规范提供了消防配电系统设计的基本要求, 包括电源设置、线路敷设、设备选型等方面。设计中需要遵循的一个核心原则是确保消防系统电源的独立性。根据《建筑电气设计规范》, 消防电源应与建筑其他电力系统分开, 以避免因非消防负荷的故障影响消防设备的正常运作。公式表示为:

$$P_{\text{消防}} \geq P_{\text{总}} \times \text{安全系数} \quad (1)$$

其中, $P_{\text{消防}}$ 是消防系统所需的电源功率, $P_{\text{总}}$ 是建筑总电力负荷, 安全系数通常取 1.2, 以确保额外的安全裕度。其次, 消防配电线路的敷设应符合《消防设施设计规范》的要求, 确保线路具有足够的耐火性和防护等级。线路应避免建筑物的易燃区并采用耐火电缆, 减少火灾期间的损坏风险。此外, 所有消防设备应配置可靠的过载保护

装置和短路保护装置,以保证系统在异常情况下的安全运行。设计中需考虑设备的额定功率和负载能力并进行负荷计算,确保配电系统的稳定性和可靠性。公式计算负荷为:

$$I = \frac{P}{V} \quad (2)$$

其中, I 是电流, P 是设备功率, V 是电压, 这一计算帮助确认配电系统的电缆和设备能够承受实际负荷。通过遵循这些设计原则与规范,可以有效提高消防配电系统的性能和可靠性,确保在火灾发生时系统能够快速响应并提供有效的保护。

2.2 消防配电系统的安全性

消防配电系统的安全性是保障火灾应急响应有效性的核心。首先,系统的设计必须确保电源的独立性和可靠性,以避免由于其他负荷的电力故障影响消防设备的正常运作。为此,消防配电系统应采用独立的电源线路并配置专用的电源切换装置,确保在主电源失效时备用电源能够迅速接入,保持消防系统的持续运行。其次,系统的线路敷设必须满足防火要求,使用耐火电缆和防护管道,以减少火灾期间线路损坏的风险^[1]。根据《消防设施设计规范》,所有电缆和配电设备应经过耐火性能测试,确保其在高温条件下仍能正常工作。消防配电线路的布局也应尽量避开易燃物质和高温区域,以降低火灾扩展的风险。另外,配电系统需要配备有效的过载保护和短路保护装置,这些装置应具备快速响应能力,以在出现电气故障时立即切断故障电路,防止因电气问题引发的二次火灾。保护装置的选型应依据设备的额定电流和电压,计算公式为:

$$I_{\text{保护}} = \frac{P_{\text{设备}}}{V_{\text{系统}}} \quad (3)$$

其中, $I_{\text{保护}}$ 是保护装置的额定电流, P 设备是设备功率, $V_{\text{系统}}$ 是系统电压。合适的保护装置不仅能够提高系统的安全性,还能在发生故障时迅速切断电源,保障设备和人员的安全。

2.3 消防配电系统的可靠性

消防配电系统的可靠性是确保火灾应急措施有效执行的关键。系统的设计与运行必须具备高度的稳定性,以应对各种可能的故障和突发情况。首先,设计中应采用冗余配置原则增强系统的故障容忍能力。例如,设置双回路电源和自动切换装置,确保主电源故障时备用电源能够无缝接入,这种冗余配置能大幅提高系统的持续运行能力,避免因单一故障导致的整体系统瘫痪。其次,配电系统应具备定期维护和检查机制,通过建立系统健康监测和预防性维护计划,可以及时发现和修复潜在的故障隐患。系统的关键设备,如配电柜和电缆,需定期进行电气测试和性能评估。公式用于计算设备的负载能力和可靠性:

$$R = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad (4)$$

其中, R 是系统的可靠性, MTBF是平均无故障时间, MTTR是平均修复时间。通过优化这些参数,可以提升系统的整体可靠性和响应速度。此外,配电系统的设计还需符合高标准的电气绝缘和安全防护要求。所有电缆和连接件应使用高质量、耐高温的绝缘材料,确保在极端环境下仍能正常工作。同时,应设置适当的温控装置,防止设备过热导致的故障。

3 建筑电气消防配电设计中的常见问题

3.1 消防设施电源设计中的不足

消防设施电源设计中的不足往往显著影响系统的可靠性和有效性。一个常见问题是电源容量不足,尤其是在高负荷情况下无法满足消防设备的需求。此问题通常源于对消防负荷的低估或在设计阶段未能考虑到系统的未来扩展需求。此外,消防电源与建筑其他电力系统的合用也会导致问题。如果消防系统共用建筑的主电源,一旦主电源发生故障可能导致消防设备失效,从而影响火灾应急处理。另一个常见不足是备用电源配置不完善,许多设计中备用电源的容量和切换装置的响应速度无法满足实际需求导致在主电源失效时,备用电源不能及时提供足够的电力支持。此外,备用电源的维护和测试不到位,容易在关键时刻无法正常工作。还有,电源线路的敷设和保护设计也存在缺陷。例如,线路布置不合理或者没有采用符合标准的防火材料,使得在火灾情况下线路容易受到损坏。此外,电源配电设备的选型不当,可能导致设备在高负荷情况下出现过热或其他故障,进一步影响系统的稳定性和安全性。

3.2 消防配电线路的敷设与保护缺陷

消防配电线路的敷设与保护缺陷常常影响系统的整体安全性和可靠性。一个主要问题是线路敷设不符合规范,导致线路铺设不合理。例如,部分设计中线路穿越易燃区域或与其他电缆共用管道,这增加了火灾期间线路损坏的风险。此外,线路的敷设高度和路径选择不当,可能导致在紧急情况下难以迅速检修或替换受损线路。保护措施的不充分也是一个关键问题,许多系统缺乏足够的物理保护,例如未使用耐火电缆或没有安装防护管道,使得线路在高温或火灾环境中容易受到损害。此外,过载保护和短路保护装置的选型或配置不当,也可能导致线路在异常负荷条件下无法有效防护,从而引发更严重的电气故障。

3.3 消防配电监控系统不完善

消防配电监控系统的不完善常常制约了系统的有效运作和及时响应,在许多建筑中监控系统的功能设置不全面,缺乏对关键电气参数的实时监测和报警功能。例如,部分系统没有集成电流、电压及温度的实时监控,导致无法及时发现设备的异常状态或潜在故障,这种缺乏实时监控的情况,使得系统在出现问题时无法迅速获得警报从而延迟了故障的处理^[2]。此外,数据传输和记录功能的不完善也是一个问题,在某些系统中监控数据的记录周期较长

或数据传输延迟,使得历史数据无法及时更新或回溯,这影响了对故障趋势的分析和系统性能的评估。监控系统的界面和报告功能也可能不够友好或直观,导致操作人员难以快速获取和理解重要信息,进一步降低了系统的响应效率。

3.4 火灾自动报警装置设计中的缺陷

火灾自动报警装置设计中的缺陷常常影响其在实际火灾中的响应效率和可靠性。在一些设计中传感器的安装位置未能充分考虑到建筑的使用功能和可能的火灾源,这导致传感器无法及时探测到烟雾或火焰。例如,传感器可能被安装在通风良好的区域,或与可能产生误报的设备过于接近,从而影响其敏感度和准确性。部分设计中的报警装置在探测到火灾迹象后,报警信号的传输和处理存在延迟,未能达到快速警报的效果,这种延迟可能由传输线路的不稳定、处理系统的性能不足或软件算法的缺陷所导致。此外,报警装置的声光报警功能也可能不够明显或覆盖范围不足,导致在火灾发生时难以引起人员的及时注意。此外,一些火灾报警系统缺乏有效的自检机制,无法在系统发生故障时及时发出警告,这可能导致在实际火灾发生时系统无法正常运作。

4 建筑电气设计中的消防配电设计关键要素

4.1 单独设置消防系统用电

单独设置消防系统用电是确保火灾应急响应有效性的关键要素之一,确保消防设备在火灾发生时能够获得稳定且不受干扰的电力供应,通过将消防系统的电源与建筑的常规电力系统分开,可以避免主电源故障或停电对消防系统的影响,从而确保消防设备在紧急情况下能够持续正常运作。单独设置消防系统用电通常包括配置专用的电源线路、配电设备以及备用电源。专用电源线路应从建筑的主电力系统中独立出来,并且配备独立的配电柜,确保与其他电力负荷完全隔离。这种设计可以有效避免由于其他电气设备的故障或维护引起的电力中断,确保消防设备的可靠运行。此外,消防系统的备用电源也是单独设置的重要部分,备用电源通常包括发电机组或不间断电源(UPS),应能够在主电源失效时立即接入,保证消防系统的持续供电。备用电源的容量和响应时间应经过精确计算,以确保其能在任何情况下满足消防系统的用电需求。

4.2 优化供电设备的选择

优化供电设备的选择是提升消防配电系统性能和可靠性的关键步骤。首先,供电设备的选型应基于消防系统的实际负荷需求,确保具备足够的容量和性能以应对可能的高负荷情况。设备的额定功率和电流必须经过详细计算,保证在正常和极限条件下均能稳定运行。选型过程中应充分考虑设备的效率、功率因数和能耗等参数,以避免不必要的能源浪费和运营成本增加^[3]。其次,供电设备应具有高可靠性和耐用性,能够在极端环境条件下正常工作,选择具有高防护等级的设备,例如 IP65 或更高等级抵御灰尘和水分的侵袭,尤其在消防设备可能暴露于恶劣环境中

的情况下。此外,设备应具备良好的抗电磁干扰能力,确保在复杂电气环境中仍能稳定运行。另一个重要考虑因素是设备的维护和服务便利性,选用具备良好售后服务支持和易于维护的设备,可以显著降低长期运营中的故障率和维修成本。设备的设计应便于日常检查和维护,以确保其在整个使用寿命内保持最佳工作状态。

4.3 规范消防配电线路的敷设

规范消防配电线路的敷设是确保系统安全和可靠的基础。首先,线路布置应遵循消防设计规范,避免将消防配电线路与其他高负荷或易产生电磁干扰的线路共同敷设。所有线路应独立设置在专用的电缆槽或管道中,防止因相互干扰或机械损伤影响系统功能。线路的敷设路径应选择合适的保护措施,以减少外部环境对线路的影响。例如,线路应避免穿越易燃物质堆放区或潮湿环境,必要时应使用耐火电缆和防水管道增强线路的抗火灾和耐腐蚀能力。同时,线路应按照规定的最小弯曲半径敷设,避免因弯曲过紧而导致电缆绝缘层损坏,从而影响线路的安全性。为了确保线路的可靠性和维护便捷,配电线路应设有足够的检修空间和标识。所有线路应配备清晰的标记和说明,便于维护人员快速识别和处理问题。此外,配电柜和接线盒应设置在易于操作的位置,并且在设计时应考虑到线路的未来扩展和改造需求。

5 结语

在建筑电气设计中,消防配电设计不仅是保障建筑物安全的重要环节,也是提升应急响应效率的关键因素,通过深入探讨消防配电设计的价值、原则及常见问题,我们认识到规范设计与优化措施对于确保系统的安全性和可靠性至关重要。单独设置消防系统用电、优化供电设备的选择和规范配电线路的敷设,是提升消防系统整体效能的核心要素。虽然火灾报警系统的优化也具有重要性,但其设计应作为补充,确保与基础设施的有效配合。随着建筑环境和技术的不断进步,消防配电设计需要不断更新和完善,只有通过科学设计和严格实施,才能够在火灾发生时最大限度地保障人员和财产的安全。未来,结合新技术和先进设备,将进一步推动消防配电设计的发展,为建设安全、可靠的建筑环境提供坚实保障。

[参考文献]

- [1] 肖祥. 建筑电气设计中的消防配电设计要点分析[J]. 智慧城市, 2021, 7(22): 24-25.
 - [2] 张根龙. 建筑电气设计中消防配电的重要性与应用[J]. 江西建材, 2021, 12(11): 71-72.
 - [3] 吴海明. 基于建筑电气设计中的消防配电设计研究[J]. 电气技术与经济, 2023, 12(7): 254-256.
- 作者简介: 侯彤彤(1986.5—), 毕业院校: 沧州交通学院, 所学专业: 电气工程及其自动化, 当前工作单位: 河北天艺建筑设计有限公司, 职务: 电气设计师, 职称级别: 中级工程师。