

质复杂,处理难度比常规矿井水更大,主要目的是脱盐、减量。膜蒸馏技术属于主流的处理技术之一,依靠膜的疏水性,利用温差使水分子变成蒸汽透过膜层,从而实现盐和水的分离,可以采用太阳能、地热等低成本热源来驱动,降低运行能耗,适合于高盐矿井水深度浓缩和回用<sup>[10]</sup>。适度脱盐技术以纳滤膜的筛分效应和道南效应为依托,有选择地截留二价离子并保留部分一价离子,在满足回用水质要求的同时降低脱盐成本,适合于微咸矿井水分质回用。同时电渗析技术利用电场的作用使离子定向移动,还会达成脱盐的目的,适合于中等含盐量的矿井水,具有能耗适中、操作方便等特点。

### 3.2.5 膜生物反应器 (MBR) 技术

膜生物反应器 (MBR) 技术将生物处理和膜分离技术结合起来,借助微生物群落,降解矿井水中的有机物、氮磷等污染物,利用膜组件截留微生物和悬浮颗粒物,能够高效促使固液分离。生物反应器为微生物提供适宜的生长环境,企业采用好氧、厌氧等工艺组合,分解水中的可生物降解有机物,膜组件取代传统的二沉池,提高出水水质和生物量浓度,使出水悬浮物和浊度接近零。MBR 技术具有处理效率高、出水水质稳定、占地面积小等特点,适合于含可生物降解有机物的矿井水深度处理,企业可以依据水质要求调整生物菌群和膜组件类型,但必须做好膜污染的预防与控制工作,应该定期对膜组件进行物理清洗、化学保养,调节曝气强度和污泥停留时间,这样才能减缓膜污染,适应不同的矿区水质情况,保证深度处理系统长期稳定运行。

## 4 结语

煤矿开采过程中会排放出大量矿井水,若未加处理直接排放必然造成水资源浪费和环境污染。为此,必须对煤矿开采时排放的矿井水进行综合处理,以利于循环利用,解决

矿区内部供水不足问题,缓解矿区水资源供需矛盾。矿井水深度处理及回用技术体系由预处理、核心深度处理等部分组成,各部分的技术具有不同的适应性,需要根据水质特点和回用水要求科学地选用、协同配合。技术合理使用可以达到污染物减排的目的,也可以促进水资源循环利用,为煤炭行业绿色发展提供核心支持,是实现矿业开发与生态保护平衡的重要途径。

## 参考文献

- [1] 闫旭平.煤矿区矿井水影响下土壤重金属污染研究[J].山西化工,2025,45(10):219-221.
- [2] 孙鹏永,丁浩然,柴曹江,等.矿井水源头减量处理与综合利用[J].煤炭与化工,2025,48(10):127-133+160.
- [3] 张鑫.工艺优化对矿井水铁离子超标污染的控制效果分析[J].清洗世界,2025,41(10):58-60.
- [4] 王建风,王玲,王安钦,等.矿井水井下净化利用技术的研究与应用[J].煤炭技术,2025,44(08):210-214.
- [5] 周琛.郭屯煤矿矿井水处理站扩容改造工艺的确定[J].内蒙古煤炭经济,2025,(12):52-54.
- [6] 刘笑乐,李琼,张润钊,等.矿井水处理系统运行能效分级评价研究[J].华北科技学院学报,2025,22(02):65-69.
- [7] 罗瑾,周蕊,徐玉晨.矿井水环保排放工艺技术的研究[J].内蒙古煤炭经济,2025,(02):146-148.
- [8] 薛罡,刘建奇,强志斌,等.煤矿矿井水处理和资源化利用的关键问题及对策[J].工业水处理,2025,45(01):1-8.
- [9] 刘毓民.煤矿矿井水处理与利用研究[J].能源与节能,2024,(08):88-90+214.
- [10] 肖伟.煤矿矿井水处理技术及资源化利用研究现状[J].煤化工,2024,52(02):107-112.

# Key Points and Optimization Paths of Electrical Fire Protection Design for High-Rise Buildings

Jie Gao

China Architecture Design & Research Group Co., Ltd., Beijing, 100044, China

## Abstract

High-rise buildings have high floors, numerous occupants, and complex functions. The safety and reliability of electrical fire protection design directly affect people's lives, property, and social stability. This paper takes the electrical fire protection design of high-rise buildings as the research object. Firstly, it elaborates on the current design status and existing problems, analyzes the core significance of the design work, and then proposes targeted improvement measures from four aspects: power supply and distribution system, automatic fire alarm system, emergency lighting and evacuation indication system, and fire separation and explosion prevention design. The aim is to make up for the existing design shortcomings, improve the prevention and control capabilities of the electrical fire protection system in high-rise buildings, provide a reference for high-rise building electrical fire protection design, and help build a safer and more reliable building fire protection system.

## Keywords

High-rise building; Electrical fire protection; Design key points; Optimization path

# 高层建筑电气消防设计的要点与优化路径

高洁

中国建筑 设计研究院有限公司, 中国 · 北京 100044

## 摘 要

高层建筑楼层高、人员多、功能复杂, 电气消防设计是否安全可靠关系到人的生命财产和社会稳定。本文以高层建筑电气消防设计为研究对象, 先阐述目前的设计状况以及存在的问题, 分析设计工作的核心意义, 再从供配电系统、火灾自动报警系统、应急照明和疏散指示系统、防火分隔和防爆设计等四个方面提出针对性改进措施, 旨在弥补现有的设计短板, 提高高层建筑电气消防系统的防控能力, 为高层建筑电气消防设计提供参考, 帮助构建更安全可靠的建筑消防体系。

## 关键词

高层建筑; 电气消防; 设计要点; 优化路径

## 1 引言

随着城市化的快速发展, 高层建筑成为城市建筑的主要形式, 虽然它在提高土地利用率的同時也带来了建筑结构复杂、电气线路密集、疏散难度大的问题, 但是其电气火灾风险比低层建筑要大得多。电气故障是引起高层建筑火灾的主要原因之一, 一旦发生火灾火势会迅速蔓延, 而且救援难度大, 会造成严重的后果。因此加强高层建筑电气消防设计, 明确设计要点, 优化设计路径, 是降低电气火灾风险, 保证建筑安全运行的重要途径。本文结合行业现状, 从高层建筑电气消防设计的核心内容和优化策略两方面入手进行探讨, 为相关的设计工作提供理论、实践上的支持。

## 2 高层建筑电气消防设计现状

### 2.1 设计规范执行不到位

目前我国已经出台了建筑设计防火规范、高层民用建筑设计防火规范等一系列标准规范, 为高层建筑电气消防设计提供依据。但是部分设计单位为了赶工期或者降低成本, 在设计过程中简化设计流程, 违规缩减消防电气设施的配置, 比如应急照明线路敷设不符合防火要求、火灾自动报警系统探测区域划分不合理等, 造成设计成果与规范要求不符, 埋下安全隐患。同时部分老旧高层建筑改造时, 电气消防设计没有严格依照现行规范, 新旧系统衔接不畅, 风险也增大。另外部分设计人员没有及时掌握规范更新内容, 仍然沿用旧标准设计, 也造成了设计方案合规性缺陷<sup>[1]</sup>。

### 2.2 消防电气系统可靠性不足

消防电气系统可靠性的好坏直接影响火灾发生时应急处置的效果。目前高层建筑消防供配电系统备用电源容量

【作者简介】高洁(1986—), 男, 中国北京人, 本科, 高级工程师, 从事建筑电气设计类研究。

小、切换装置响应速度慢，主电源一旦断电，备用电源不能迅速投入使用，消防设施就无法工作。火灾自动报警系统、应急疏散指示系统等主要设备质量良莠不齐，部分设备未经严格检测就投入使用，在运行过程中容易发生误报、漏报或者故障停运等状况，从而影响到火灾预警及人员疏散的速度。并且缺少常设的智能监测系统，不能实时观测设备的工作状况，导致故障检修延后，使系统整体可靠性更差<sup>[2]</sup>。

### 2.3 电气线路设计与施工不规范

高层建筑电气线路多，设计和施工不规范，极易造成电气火灾。设计人员线路负荷计算不准确，造成线路过载，线路敷设没有充分考虑防火、防干扰要求，与其它管线违规交叉、并行，增大了线路破损和短路的风险。施工过程中存在线缆质量不合格、接头处理不规范、接地接零保护不到位等问题，有些施工单位为了赶工而忽视施工质量的把控，导致线路运行的稳定性大大降低，成为电气火灾发生的直接原因<sup>[3]</sup>。

### 2.4 设计与建筑功能适配性不足

高层建筑功能越来越多元化，包含住宅、商业、办公、娱乐等各方面的业态，不同的业态对电气消防设计的要求也不同。但是目前部分设计方案缺少针对性，采用“一刀切”的设计模式，没有根据建筑功能分区、人员密度、疏散路径等特点来优化设计。商业区域电气设备密集、负荷波动大，但是没有加强防火防爆的设计，住宅区域疏散通道狭窄，应急照明和疏散指示系统的设计没有充分考虑到人员疏散的习惯，造成设计方案与实际使用需求相脱离。设计没有预见建筑功能后期的调整，缺少弹性设计，加大了后期改造的难度和安全风险<sup>[4]</sup>。

## 3 高层建筑电气消防设计的意义

### 3.1 保障生命财产安全的核心支撑

高层建筑人员密集、疏散距离长、救援难度大，一旦发生电气火灾，如果消防电气系统运行可靠，可以及时发出火灾报警、启动应急照明、联动消防设施，给人员疏散和火灾扑救争取时间。科学合理的电气消防设计可以从根本上减少电气火灾的发生概率，提高火灾防控和应急处置能力，最大限度的减少人员伤亡和财产损失，是保证建筑内人员生命财产安全的重要支撑。某高层建筑的完善的电气消防系统在10分钟之内完成应急启动，引导数百人安全疏散，没有造成重大伤亡，证明科学的设计有着重要的作用。

### 3.2 满足建筑合规性与可持续发展需求

电气消防设计属于高层建筑工程设计的关键组成，严格按照规范开展设计工作，是工程通过消防验收、合法投入使用的前提。随着消防法规和标准的不断完善，对高层建筑电气消防设计要求也越来越严格，符合规范的设计方案可以防止工程因为消防问题而返工整改，降低建设成本和工期风险。优质的电气消防设计可以提高建筑的安全品质和使用价值，有助于建筑实现可持续发展。另外，合规设计也是企业

履行安全生产主体责任的体现，可以规避消防行政处罚，保护企业品牌形象。

### 3.3 提升建筑消防应急处置能力

高层建筑火灾应急处理依靠完善的电气消防系统，包括火灾探测、报警、联动控制、应急供电、疏散指示等各个部分。合理的电气消防设计可以实现各个系统之间的协同工作，当火灾发生的时候能够快速响应、精确联动，自动断开非消防电源、启动排烟系统、引导人员有序疏散等。经优化设计以后可以弥补传统消防系统的不足，从而提高建筑电气火灾总体应急处理能力。设计中还带有智能联动逻辑，可以降低人为失误的可能性，达到火灾处置的自动化、精确化的目的，进而提高应急效率<sup>[5]</sup>。

### 3.4 推动消防设计行业规范化发展

高层建筑电气消防设计创新优化，能为行业提供可以借鉴的实践经验，推动消防设计理念、技术、方法的提升。设计过程中对规范的严格遵守、新技术新设备的合理应用，可以引导行业树立“安全优先、精准设计”的理念，倒逼设计单位提高专业能力和服务水平，推动消防设计行业朝着规范化、精细化、智能化方向发展。另外优秀的设计案例的推广可以带动全行业设计水平的提高，形成设计、实践、优化、迭代的良性循环，促进消防行业的高质量发展。

## 4 高层建筑电气消防设计要点与优化策略

### 4.1 供配电系统设计要点与优化

供配电系统是电气消防的基础，应满足可靠性、独立性和连续性的要求。设计时应明确消防负荷等级，高层建筑消防水泵、火灾自动报警系统、应急照明等核心设备按一级负荷供电，确保主电源中断时备用电源能迅速投入，合理划分消防配电回路，避免与非消防回路混用，配备专用配电设备和线路，做好过载、短路保护，选用符合消防标准、具备抗冲击耐高温性能的专用配电设备，并设置明显的消防标识，便于后期运维和应急操作。在此基础上提高备用电源保障能力，使用双电源自动切换装置保证切换时间符合规范要求，为关键消防设备增加UPS不间断电源防止切换间隙停运，加强线路防火设计，选用阻燃耐火线缆并采用桥架或穿管保护，避开可燃物区域，与非消防线路保持安全距离，根据建筑功能和消防设备运行特点计算负荷，避免线路过载，配备合适的保护装置，建立定期巡检制度，利用智能化监测设备实时监控线路温度、电流等参数，提前预判故障风险。超高层建筑可以采用分布式供配电系统，减小单回路故障对整个系统的冲击，线缆选择要满足建筑耐火极限的要求，消防配电设备应设在防火分区内，配备专用散热装置，保证极端情况下稳定运行，建立配电系统应急演练机制，提高运维人员处置能力。

### 4.2 火灾自动报警系统设计要点与优化

火灾自动报警系统要实现火灾早期探测、精准报警和联动控制，设计时根据建筑功能分区、火灾风险等级合理布