

建筑电气设计中消防配电设计方式分析

郑匡济

浙江美源建筑设计有限公司

DOI:10.12238/btr.v8i3.4683

[摘要] 本文介绍了建筑电气中消防配电的主要设计方式,包括放射式、树干式、链式,指出消防配电设计应遵循的原则;然后结合工程案例,从供配电系统、应急照明系统、火灾自动报警系统3个方面详细阐述了消防配电的改造设计要点。结果显示,改造后的消防配电系统符合规范要求,改善了电缆的燃烧性能,提高了用电容量,进一步完善了消防设施。通过本文,为建筑项目的消防配电设计提供新思路,推动消防系统功能不断升级。

[关键词] 电气设计;消防配电;应急照明;火灾自动报警

中图分类号: TU998.1 **文献标识码:** A

Analysis of Fire Protection Power Distribution Design Methods in Building Electrical Design

Kuangji Zheng

Zhejiang Meiyuan Architectural Design Co., LTD.

[Abstract] This paper introduces the main design methods of fire protection power distribution in building electrical systems, including radial type, trunk type and chain type, and points out the principles that fire protection power distribution design should follow; Then, combined with engineering cases, the key points of the renovation design of fire protection power distribution were elaborated in detail from three aspects: power supply and distribution system, emergency lighting system and automatic fire alarm system. The results show that the renovated fire protection power distribution system meets the requirements of the specifications, improves the combustion performance of the cables, increases the power consumption capacity, and further improves the fire protection facilities. Through this article, new ideas are provided for the fire power distribution design of construction projects, promoting the continuous upgrading of the functions of the fire protection system.

[Key words] Electrical Design Fire protection power distribution Emergency lighting Automatic fire alarm

引言

消防配电是建筑电气系统的组成部分,近年来随着建筑功能更加大型化、复杂化,对消防配电设计提出更高要求。根据《建筑设计防火规范》(GB 50016-2014)和《民用建筑电气设计标准》(GB 51348-2019),消防配电系统需满足负荷分级、电源可靠性、线路耐火性等标准^[1]。但在实际工程中,面对不同建筑场景下的差异化需求,以及传统设计与新型技术之间的矛盾,执行方案可能与实际需求出现偏差,进而影响消防配电系统的运行安全性、可靠性。以下结合实践,探讨了建筑工程消防配电的设计要点,供同业人员参考。

1 建筑电气中消防配电的主要设计方式

1.1 放射式配电方案

放射式配电是从总配电箱出发,将配电线路分别连接到各个配电箱或消防设备上,每条配电线路是独立的。例如在大型商业建筑中,从消防专用变电所引出多条独立线路,分别为火灾

自动报警系统、自动喷水灭火系统、防排烟系统等供电。

放射式配电方案的优点在于:①各线路独立供电,某个回路发生故障时,不会对其他回路造成影响,保证大部分消防设备正常工作。②每个线路对应特定的消防设备,方便对单个设备进行操作管理,发生故障后能快速定位故障部位,缩短检修时间。③有助于独立设置过载、短路等保护装置,提高保护动作的可靠性。缺点包括:①需配置大量配电线路、开关设备和敷设材料,其前期投资成本较高。②配电线路敷设环节占用的空间大,若建筑空间有限,可能影响其他管线的布置。③若建筑功能或消防布局变化,需要重新开展安装和敷设作业,其改造工作量大。

1.2 树干式配电方案

树干式配电是从总配电箱引出一条主干线,在主干线上有序连接多个配电箱或消防设备。以多层住宅建筑为例,一般从一层消防配电总箱引出一条主干电缆,沿楼层垂直敷设,各楼层的消防设备配电箱通过支线接入该电源。

树干式配电方案的优点在于：①和放射式配电相比，使用的设备、电缆数量少，可显著降低投资成本，尤其适用于中小型建筑。②线路敷设过程中的空间占用小，有助于对各类管线综合布局^[2]。③需要增加消防设备或分配电箱时，在主干线上进行分支连接即可，灵活性高、改造作业简单。缺点包括：①若主干线发生故障，与之连接的所有分配电箱、消防设备均会断电，影响整个消防系统的运行。②分支点的负荷分配不同，导致主干线的电流分布不均匀，增加电压损失量，并对末端消防设备造成不利影响。③需在主干线、分支线上精确配置保护装置，实际应用中因保护配合难度大，易出现误动、拒动的情况。

1.3 链式配电方案

链式配电是将多个分配电箱或消防设备串联起来，连接在一条配电线路上，电能从电源端依次传递至各个设备。在一些小型建筑群中，可将多个区域的应急照明配电箱串联在一条线路上，从总配电箱获取电源。

链式配电方案的优点在于：①使用的电缆和开关设备最少，线路敷设最为简单，能降低建设成本，尤其适合成本敏感、对供电可靠性要求不高的场景^[3]。②设备安装和线路布置占用的空间小，便于现场施工作业。缺点包括：①供电可靠性最差，线路上任何一处发生故障，都会导致后边的设备断电，且故障排查难度大。②设备串联连接，线路负荷分配不均匀，近端设备易出现过载情况，远端设备可能无法正常工作。③需要增加设备时，要改变整个线路的负荷分布，改造难度大且成本高。

2 消防配电设计应遵循的原则

2.1 安全性

消防配电设计的安全性，主要体现在两个方面：一是加强安全防护，设置完善的接地保护措施，接地电阻要符合规范要求，线路材料要具有良好的阻燃、耐火性能。二是执行防火分隔措施，线路穿越不同防火分区时，使用防火材料填充孔洞，并对消防配电线路与其他线路进行隔离，保证配电系统的独立性，避免相互干扰影响。

2.2 规范性

表1 消防用电设备在火灾发生期间的持续供电时间

项次	消防用电设备名称	持续供电时间(min)
1	火灾自动报警装置	≥180(120)
2	消火栓、消防泵及水幕泵	≥180(120)
3	自动喷水系统	≥60
4	水喷雾和泡沫灭火系统	≥30
5	CO ₂ /干粉灭火系统	≥30
6	消防电梯	≥180(120)

注：表中120min为建筑火灾延续时间2h的参数。

消防配电设计要满足国家规范和行业标准，设计人员必须熟悉这些规范标准，在深入理解的基础上严格执行，以顺利通过质量验收。以各类消防用电设备为例，火灾时的持续供电时间要

满足表1要求。另外，图纸绘制和设备标注环节，确保标识统一且显眼，一旦发生火灾事故方便消防人员快速准确识别，同时有助于日常维护工作开展。

2.3 灵活性

消防配电设计的灵活性，一方面要适应建筑功能变化，如预留一定的线路接口、配电容量，随着用电需求变化、消防布局变化，方便线路改造和设备增加，无需对原配电系统大规模改动，即可满足新设备、新线路的运行需求。另一方面应在综合评估的基础上，引入新技术、新设备、新材料，提高消防配电系统的智能化程度，既满足当前运行需求，也能满足未来一段时间的消防需求^[4]。

3 典型案例分析

3.1 工程概况

某工业建筑项目，于2014年建成投入使用，包括2栋多层生产厂房、5栋宿舍楼和1栋地下一层消防水池泵房。生产厂房共计3层，总高度13.6m，建筑面积约1.31万m²；宿舍楼共计5层，高度16.8m，单体建筑面积5360m²。该建筑项目因建设年代久远，电气设计不符合现行规范要求，为保证安全生产拟进行改造和优化设计。

3.2 消防配电现存问题

该建筑项目消防配电系统的改造，是保持建筑物的主体结构不变，对其内部空间优化，对消防配电系统重新设计，以提升消防能力。因项目设计和施工资料大量缺失，根据仅保存的竣工图纸和现场勘察报告，发现消防配电系统存在以下问题：

(1) 供配电系统不合规。该工程消防用水量设计值为40L/s，属于二级消防负荷，但采用单回路供电，不满足《民用建筑电气设计标准》要求。尤其在夏季生产中，用电达到高峰，厂区的变压器不满足生产和生活用电需求，经常发生跳闸断电现象。

(2) 消防系统不完善。改造过程中需设置火灾自动报警系统和消防控制室，现有建筑中没有消防控制室，且防火门监控系统、可燃气体探测系统、机房内气体灭火系统等缺失。另外，厂房内未设置应急照明装置，宿舍楼内的应急照明发生严重破损，疏散指示灯无法正常工作。

(3) 电力设施布置混乱。厂房内的强电和弱电设置在一个配电竖井内，宿舍楼内没有配电竖井，线缆和桥架安装混乱。以往改造中新增的设备安装不规范，部分管线存在随意敷设的情况，带来较大的安全隐患。

(4) 线路设备工作性能差。电力线缆的燃烧性能差，不满足设计标准要求，且燃烧后会产生有毒烟气。消防水泵老旧，由于养护维修不到位，消防备用泵无法正常启用。改造后消防水池增大、水泵功率增大，原线缆不满足负荷要求。

3.3 消防配电改造设计要点

3.3.1 供配电系统

(1) 用电容量的改造设计。原配电室内的变压器容量为800kVA，经计算改造后将容量增加至2500kVA。为此，设置2台1250kVA变压器，将配电房的建筑面积从70m²扩大至150m²。

(2) 电源改造设计。在电力负荷的等级划分上, 安防监控、生活水泵、弱电机房设备按照二级负荷供电, 消防水泵、防排烟风机、应急照明设备按照消防二级负荷供电, 其他设备按照三级负荷供电。原高压进线只有一路10kV, 与供电部门协商后, 在配电房旁边增设200kW发电机1台, 满足符合需求的同时, 提高配电安全可靠性。另外, 通过对比不同应急电源的性能, 选择柴油发电机作为备用电源。

表2 不同形式应急电源的性能比较

应急电源形式	柴油发电机	蓄电池	集中 EPS
供电时间	数天	0.5~2.0h	1~4h
响应速度	慢(10~30s)	快(毫秒级)	快(<2s)
功率容量	大	小	中等
安装空间	大	灵活	中等
维护成本	高	中等	中等
适用场景	大型建筑, 需长时间供电的消防负荷	小功率应急照明、疏散指示、弱电系统	消防电梯、应急照明集中供电

(3) 低压配电系统改造设计。该项目中的消防负荷等级为二级, 改造设计中备用电源和应急电源共用发电机组, 要满足以下规定要求: ①备用电源和应急电源设置独立的供电母线和回路; ②备用电源的用电负荷, 不能接入应急电源的供电回路^[5]。为此, 将发电机出线分为备用母线段和应急母线段, 前者为安防监控设备等供电, 后者为消防水泵等设备供电。

(4) 配电竖井改造设计。在宿舍楼内增设强弱电竖井, 厂房内的配电竖井则分类设置, 对管线进行优化布局。配电竖井内, 设置局部等电位联结箱(LEB), 并对设备和金属线盒进行接地处理。

3.3.2 应急照明系统

(1) 依据《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》(GB51309-2018), 对应急照明系统、疏散指示装置重新设计。其中, 厂房内采用集中供电+集中控制系统, 宿舍楼内采用集中供电+分散控制系统。系统的配电等级, 仅在厂房局部采用220V, 其余采用36V, 以提高安全性。另外, 考虑到建筑内人员密集, 适当提高疏散场所的地面水平照度, 其中楼梯间、前室不低于10.0lx, 疏散通道不低于3.0lx。

(2) 水泵房、安全出口外墙等场所的空气湿度大, 为保证应急照明系统稳定运行, 照明和指示灯具的防护等级为IP67, 其他场所为IP30。在配电房、地下室走廊、水泵房等场所, 因管线管槽较多, 应急照明设备采用壁挂工艺, 防止被机电设备、管线遮挡, 并且方便检修维护作业。

(3) 厂房建筑内空间跨度大, 其中局部区域层高>8m, 应急照明灯具使用B型灯具。疏散指示灯具安装时, 除了满足规范要求, 还要结合生产布局和通道设置, 合理采用壁挂式灯具, 避免

对通行和疏散造成影响。

3.3.3 火灾自动报警系统

(1) 消防控制室的设计。根据改造要求, 综合考虑科学性和经济性, 在距离水泵房较近的部位增设消防控制室, 既能减少室外管网的安装工程量, 又方便开展管理工作, 遇到火灾时缩短消防水泵的响应时间。

(2) 声光报警器和消防广播的设计。因厂房生产会形成较大的噪声, 遂增设声光报警器和消防广播, 前者在发生火灾时能迅速进行声光报警, 提示工作人员安全有序撤离; 后者的播放声压比背景噪声高出20dB。另外, 优化手动火灾报警按钮的布局, 防火分区的任何位置到最近按钮的步行距离<30m^[6]。

(3) 消防系统的提升设计。作为本次改造工程的重点, 消防系统的提升内容主要包括: ①增设电气火灾报警、消防电源监控、可燃气体探测等系统, 在火灾发生前期提高预警功能, 及时采取消防灭火措施避免火势蔓延, 以减小经济损失和人员伤害。②在配电房、弱电机房内设置气体灭火系统, 加强重要设备的保护能力。③拆除原消防水泵, 根据现行规范要求重新设置一套消防水泵系统, 并对金属外壳、配电箱等进行接地处理。④更换所有线缆, 其燃烧性能达到B1级, 产烟毒性等级为t1级、燃烧滴落物等级为d1级。

4 结语

综上, 消防配电系统的合理设计, 能为火灾事故的发生提供一道屏障, 提高灭火救援能力。文章结合工程案例, 介绍了消防配电系统的改造设计方案, 未来随着新技术、新设备的出现, 能进一步提高消防系统的自动化、智能化水平, 保障建筑电气系统的安全性和可靠性。

【参考文献】

- [1]钟德跃.基于建筑电气设计中的消防配电设计研究[J].中国住宅设施,2023(12):49-51.
- [2]朱金平.高层建筑中电气消防技术应用研究[J].中国建筑金属结构,2021(8):44-45.
- [3]陈东东.建筑电气设计中的消防配电设计方案研究[J].建材与装饰,2022,18(32):66-68.
- [4]段铮.关于建筑电气设计之消防配电设计研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2021(3):169-170.
- [5]吴志勇.关于建筑电气设计中的消防配电设计要点的分析[J].现代装饰,2022(25):169-171.
- [6]卢淇炜.建筑电气设计中消防配电和火灾自动报警系统设计分析[J].建筑与预算,2022(6):46-49.

作者简介:

郑匡济(1979--),男,汉族,浙江省嘉兴市人,本科,工程师,从事的研究方向或工作领域: 建筑工程设计民用电气方向。