

高层建筑电气消防设计与施工技术

文 / 何启明 敏建建筑科技有限公司

摘要: 高层建筑呈现出更加复杂的内部结构, 面对庞大的人流量, 为保障建筑运行安全, 针对突发性的火灾隐患起到一定的预防以及控制作用, 尽可能降低事故危害, 则应当针对建筑电气消防展开设计。基于此, 本文以某高层建筑工程为例, 提出了火灾探测器布置、消防供电、应急照明系统以及消防供水系统电气部分的设计方案, 并针对电气消防中最为关键的火灾自动报警系统以及事故应急照明系统施工技术进行总结, 旨在为相关人员及工程提供参考。

关键词: 高层建筑; 电气消防; 火灾隐患

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.087

引言

随着城市化建设发展, 各类高层建筑拔地而起, 在进一步发展高层建筑的过程中, 应用到多种新型材料技术打造了更加复杂的功能结构, 这一进步极大程度地满足了人们对于建筑的使用需求, 但与此同时也对建筑消防安全提出了一定挑战。调查研究发现高层建筑一旦发生火灾事故将会造成严重的后果, 则在实际中应当针对建筑电气消防方面展开科学规划。通过严密的规划设计, 并打造规范化的施工流程, 从而可为建筑消防安全提供保障。

一、高层建筑电气消防设计案例

某高层建筑位于市中心较为繁华的经济地带, 其地块主要性质为办公、金融、商业一体化的综合性用地, 该高层建筑周围毗邻多条交通要道, 具有较为密集的人流分布格局。考虑到该高层建筑作为城市地标建筑, 设计新颖且规模宏大, 基于商业综合体的标准, 对于消防安全提出了更高要求。该高层建筑共计分为地上与地下两部分, 其中地上部分包括塔楼与裙房, 裙房为5层商业区, 其中1~4层为正常商业区, 5层为配套机房统筹区。而塔楼地上部分共计为27层, 高度约为126m, 主要为商务办公场所。

主体建筑中的地下一层则为机房、停车场等结构部

分, 并且该建筑可直接连接地铁区域, 地下二层为机房设备区域。该高层建筑工程总占地面积约为6210m², 上部建筑总面积约为20012m², 地下部分的总建筑面积约为15022m²。建筑整体充分考虑商务办公以及交通需求, 在空间格局以及性能等方面达到平衡效果。在初步设计阶段设计单位及时与业主单位进行沟通, 制定详细的消防安全规划, 并基于智能建筑角度, 打造消防应急疏散系统。

二、建筑电气消防设计实践

(一) 火灾探测器布置

根据本文中该高层建筑工程项目实际情况, 展开电气消防设计, 首先从火灾探测器的角度进行合理布置设计。综合消防电气需求, 根据建筑内部结构以及消防疏散安全标准, 选择以热感探测器结合光电感烟探测器的方式进行组合布置, 参考我国建筑电气消防设计标准, 在该建筑内, 选择按照30m²范围布置一个烟感探测器的数量, 以塔楼为例, 平均每层约布置300个以上^[1]; 而热感探测器的布置范围应当按照每50m²布置一个的标准, 在每一层塔楼中平均约布置200个以上。每一烟感探测器之间的距离应当控制在5m左右, 避免间距过小造成资源浪费或是间距过大影响火灾警报, 热感探测器的布置间距按照8m标准进行设计。其探测范围如表1所示。

表1 火灾探测器范围

火灾探测器种类	地面面积 S/m ²	房间高度 h (m)	单只探测器的保护面积 A 与保护半径 R					
			≤ 15°		≤ 30°		> 30°	
			A/m ²	R/m	A/m ²	R/m	A/m ²	R/m
热感	≤ 30	≤ 8	30	4.4	30	4.9	30	5.5
	≥ 30	≤ 8	20	3.6	30	4.9	40	6.3
烟感	≤ 80	≤ 12	80	6.7	80	7.2	80	8.0
	6 < h ≤ 12	80	6.7	100	8.0	120	9.9	
	≥ 80	≤ 6	60	5.8	80	7.2	100	9.0

在本次高层建筑电气消防设计中, 结合公式(1)对实际所需布置的火灾探测器数量进行计算, 公式表示为:

$$N = \frac{S}{K \times A} \quad (1)$$

在该公式中, S表示为实际需要进行火灾探测的总

面积; K代表修正系数; A则表示为每一传感器的实际工作范围。通过该公式进行完整计算, 为了保障在该高层建筑内部形成良好的火灾自动报警效果, 本次设计中的无线火灾报警控制器选择为TC5126W型号, 该探测器可同时对500个以上的探测器信号加以处理。结合实际

处理效果而言，在探测器发出火灾报警信号，控制器完整接收并加以处理的总过程能够控制在 3s 以内，从而可保障在高层建筑内发生任何火灾报警时均能够及时加以处理。

(二) 消防供电设计

作为现代电气设备运行的重要动力，电力能源将决定电气消防的设计效果。对于高层建筑的消防效果来讲，供电系统也将会起到决定性的作用。作为保障高层建筑结构正常运行的关键，在高层建筑使用中，应当

加强供电负荷设计。本次该工程选择应用一级负荷的消防用电，并以双源电源起到供电作用，供配电分组设计如图 1 所示。若在供电过程中发生任何故障问题，则另一电源将不会受到影响。积极协同调配建筑中的供电线路设计，以消防防火原则选择电线电缆，并与其他线路分开铺设。在铺设作业过程中应当考虑火灾发生后仍能够保持良好连续供电效果的配电线路，以明敷方式加以处理，应当选择应用防火型金属槽盒或是金属导管涂刷防火涂料等加以保护，并针对供电线路进行防火。

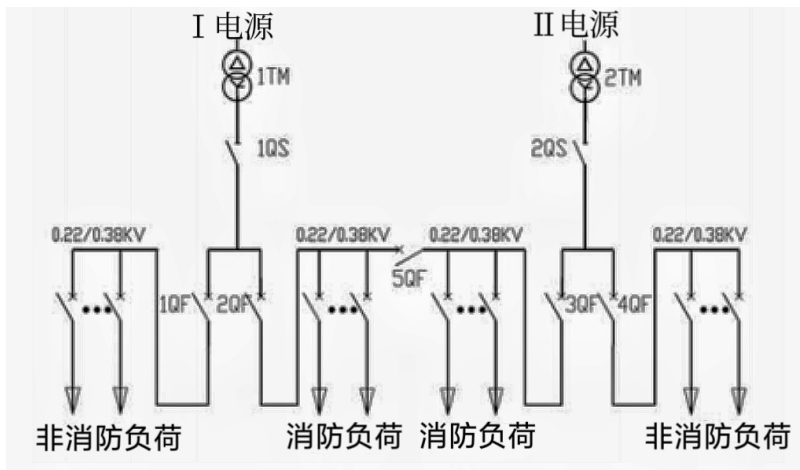


图 1 供配电系统负荷分组方案

(三) 应急照明系统设计

火灾发生时，应当在最短时间内对被困人员加以疏散，从而降低火灾中的事故伤亡率，但是在大多数情况下，火灾发生难免会伴随着浓烟以及断电等问题，增加救援困难。因此需要科学规划设计应急照明系统，满足被困人员的应急照明需求，为其指引逃生方向，促使其实现自救^[2]。就本文中的该高层建筑而言，设计单位充分考虑了电气消防设计中的各项内容，结合火灾发生时可能会产生的多种情况，精心布置火灾应急照明系统。

采用自带电池以及集中电池控制等照明系统，确保疏散指示照明灯以及安全出口标志等始终保持常亮状态，并由应急电源提供电力供应，连续供电时间应超过 90 分钟。且设备间内同时应当设置自带蓄电池照明灯具，并要求具有连续 180 分钟以上的供电时间。以分散布置电源的方式在各防火区内设置 A 型集中电源，并在防火区配电间中分布设置每一台 A 型集中电源，应当具有 1kW 以下的额定功率。以自带蓄电池组的应急照明控制器以及集中电源加以布置，同时也要求设置超过 180 分钟的连续应急控制时间，从而保障电池组持续供电，并且电源蓄电池应当具有超过 90 分钟以上的连续供电时间。

(四) 消防供水系统电气设计的要求

消防水泵等消防供水系统的电气设计与安装是影响消防供水系统安全、稳定运行的关键。在本次该高层建筑中，为保证火灾时消防用水稳定及时供水的效果，在该建筑地下一层设置消防泵房，消防泵房内设置消防水箱、消防泵控制室，建筑物最高处设置高位消防水箱，

消防泵控制室内设置电源箱及控制箱；

基于智能建筑的电气消防设计需求，消防水箱的水位、消防泵的工作状态、消防管路上的各种指示器、信号阀等均需接入消防报警及控制系统；整个系统应有手动以及自动两种不同的开关方式对消防给水系统进行控制，并应用串联设计，尽可能规避不稳定性与成本消耗。消防供水系统的自动开关通过联动火灾报警系统，当火灾自动报警系统感受到火灾发生并发出警报之后，消防供水系统将自动启动，通过室内喷淋头快速进行洒水灭火，并同时通知消防控制室，可根据火灾发生位置自动定位，进而由相关人员操作展开大面积的消防处理；对于消防系统的设计要严格遵守有关设计规范的要求，如对于消防水泵过载运行时只发出报警信号不切断设备运行，设计在选择相关设备时要特别注意此类针对消防的特殊要求。

三、电气消防施工安装

在本次高层建筑中对电气消防完成设计后，对其展开施工安装，需要做好充足的准备，组织全体施工技术人员做好交底工作，落实施工方案，并与其他单位进行沟通协商，解决施工交叉问题，严格按照既定工序交接施工内容。

(一) 火灾自动报警系统施工

作为电气消防中最为重要的内容，火灾自动报警系统施工质量以及技术水平等具有重要意义。安装施工时，首先需要对管线进行敷设，以垂直或是水平等形式对配电线保护管进行安装，安装时要求对线路偏差加以控制，

要求不超过标准范围值的 1.5%，长度偏差应当控制在管径的 1/2，使用螺纹连接钢管，要求螺纹长度超过接头 1/2 位置，在连接后，应外露 2~3 螺纹^[3]。焊接暗配钢管，管口应超过箱盒上部 3~5mm 的标准，并在焊接后涂刷防腐漆。而明配钢管以及镀锌钢管等应当使用护圈帽以及螺母进行连接固定。使用八角接线盒安装线路要求具有 1mm 以上的壁厚。明配钢管应当整齐排列，并保障管卡等与电气器具以及弯头中心点等具有 150~500mm 的间距。

其次对火灾自动报警系统的配线进行安装施工，若截面积超过 2.5mm²，则在安装铜芯线时应当对端子进行焊接，随后连接设备或是电气器具的端子。在该高层建筑内安装的导线，应当使用统一颜色，报警信号线部分，红色+、蓝色-；A 相为黄色、B 相为绿色、C 相为红色、PE 线则为黄绿相间的线路。以压帽形式进行连接，所选择的型号应当充分适应铜芯导线的规格，若无法填充完整，则可使用线芯进行填充。施工敷设结束后，技术检测人员应当使用兆欧表对每回路导线进行检测，确认其绝缘电阻相同，并且对地绝缘电阻具有 20M Ω 以上的标准，可结束施工。在施工中实际的消防配电线路应具有 0.5M Ω 以上的绝缘电阻，使用绝缘电阻测试仪对绝缘电阻值展开测量，确认参数无误后结束作业。

最后对探测器进行安装施工，使用两颗螺丝钉对底座进行固定，选择松软顶棚位置进行安装，并使用螺栓将背板紧固。要求在探测器的 0.5m 范围内无任何遮挡，且探测器安装位置与两边以及墙壁保持 0.5m 以上的距离。选择不超过 3m 高度的内走廊顶棚位置安装探测器，为保障其均匀探测，应当在走廊中心位置进行设置。安装探测器时，对其位置进行检测，施工人员严格控制探测器与空调送风保持 1.5m 以上的距离，同时对送风设备与探测器之间的距离进行测量，应超过 0.5m 以上。保持合理间距，安装时，检测与照明灯具间距应超过 0.2m，并控制其与喷水系统保持 0.3m 以上的距离。本次安装的热感探测器选择在距离灯具 0.5m 以上的距离位置进行安装，从而全面规避误报可能。探测器的安装施工，选择在底部控制留有 15cm 长度的外接导线。

（二）事故应急照明系统施工

对事故应急照明系统进行施工安装，施工人员在作业前对平面布置图、电气消防设计图以及安装施工等各类技术文件进行整合，经过业主方、设计单位以及监理单位等进行图纸会审确认技术交底结束后，展开施工作业。根据本次高层建筑工程案例，对事故应急照明系统进行施工，可将 PE 接地线路当成线槽应用基础，将接地铜芯控制在线槽两侧。应用 4mm² 以上截面积的接地线进行连接，并使用防松螺帽对螺栓加以固定，并牢固安装线槽，避免其发生任何扭曲变形等问题，在线槽外侧对螺母进行紧固连接，并将补偿装置设置在建筑变形接缝位置，促使线槽结构稳定安装。并应用不可燃材料将楼板之间连接产生的孔洞进行堵塞，并应用防火措施对线

槽进行处理，确保在电气消防中形成良好的应用效果。

在穿管施工前，由施工人员将管内的杂物以及积水等全部清除，观察管内处于干净整洁的状态后，对管口进行保护处理，进而开展穿管工作^[4]。由于电压以及回路等存在着一定的差异，因此应当将其分为多根不同的导管进行串接。若交流回路相同，则可在同一管内穿过电线。在线管中的电线总面积应当控制在管体总直径的 40% 以内，同时也应当包括绝缘层。要求在电线以及电缆穿管之后，箱内剩余适量导线，根据元件定位连接对导线的预留长度加以限制，要求最小长度应当控制在箱体周长的一半。

电线施工时，严格规避在线管或是线槽内部留有接头，选择在接线盒中放置接头，楼板上方安装接线盒时应严格绝缘导线裸露问题。使用焊接技术对导线线芯进行连接，并且保障在连接时严密包扎、牢固连接、避免连接缠绕，保障其形成良好的绝缘性能，避免损伤线芯。敷设电缆时也应严格规避损坏电缆，若电缆损坏，不仅会影响其使用寿命同时也可能会导致火灾事故发生。电缆施工应保障排列整齐，电缆在水平方向进行敷设时的首尾两端应当设置固定点，并按照 5~10m 的间隔标准加以设置。

完成导线敷设后，对事故应急照明系统的电线电缆回路绝缘电阻进行测量，由施工人员应用 500V 的兆欧表测量结束后，实际检测对地绝缘应当具有 20M Ω 以上的电阻值。消防照明系统应当具有 0.5M Ω 以上的绝缘电阻。事故应急照明系统开关选择在地面上方 1.5m 的高度位置进行安装，并且对开关与应急逃生通道出口位置的边缘距离进行检验，要求具有 0.15~0.2m 左右的距离，安装开关后，观察面板结构，应当与建筑平面相互紧密连接，并无明显接缝问题，保障表面光滑，无损坏、变形等问题。

结语

面对高层建筑的消防安全需求，本文以某高层建筑工程为例，探究了有关电气消防设计方面的内容，从火灾探测器、消防供电线路、应急照明系统以及消防供水等关键设计要点进行阐述，并对重要的施工技术加以总结，可为高层建筑的电气消防设计提供参考，从而促使高层建筑工程今后能够形成良好的安全保障效果，降低火灾事故发生概率。

参考文献

- [1] 门进龙, 万丽. 建筑设计中的电气消防设计研究[J]. 住宅与房地产, 2024, (22): 117-119.
- [2] 钟子煜. 建筑电气设计中的消防配电设计研究[J]. 光源与照明, 2024, (06): 213-215.
- [3] 韩能. 建筑电气消防工程设计与施工策略研究[J]. 消防界(电子版), 2024, 10(11): 63-65.
- [4] 唐黎. 建筑电气消防安装工程施工质量监督管理中常见问题探析[J]. 消防界(电子版), 2024, 10(01): 60-62.

作者简介: 何启明(1974-), 男, 本科, 一级建造师, 从事机电安装工作。