

城市综合体建筑供配电系统设计

杨红伍

上海明申建筑设计有限公司 上海 200070

摘要: 本文聚焦城市综合体建筑供配电系统设计,以上海某大型综合体项目为例展开分析。该项目业态丰富,涵盖办公、旅馆、商业等多种功能,不同业态用电需求差异大。文章先介绍工程概况,接着从负荷分级、供电电源、变电所配置、低压配电、应急电源等方面阐述供配电方案设计,还针对各业态进行专项供配电设计,包括办公、旅馆、商业餐饮、地下车库及充电桩区域,旨在为电气设计人员提供可借鉴的经验与思路。

关键词: 城市综合体建筑,供配电系统,可靠性

引言: 城市综合体作为多功能建筑群体,融合商业、办公、居住等多种业态,其电气系统需满足各业态复杂且差异显著的用电需求。电气设计不仅要保障供电的可靠性、稳定性,还需兼顾经济性。然而,不同业态在用电负荷类型、供电要求等方面存在诸多不同,这给供配电系统设计带来巨大挑战。本文结合上海某大型综合体建筑项目,深入剖析其供配电系统设计,为类似项目提供参考。

1 工程概况

该项目位于上海市南京西路地段,总建筑面积约17万平方米,其中地上面积约13万平方米,地下建筑面积约4万平方米。本工程包含1#、2#两栋楼,其中1#楼有3个塔楼,2#楼有1个塔楼,因此分为1#-A区,1#-B区,1#-C区,2#(1#-C区与2#楼裙房相连),地库—5个单位工程。本工程包含商店、办公、旅馆及其配套,并配置有地下车库,其中:办公建筑规模约为8.8万平米,为C类普通办公建筑,主要设置于1#-A区、1#-B区;旅馆建筑规模约为3万平米,为公寓式旅馆,旅馆建筑等级为一级,主要设置于1#-C区与2#楼;商店建筑规模约1.2万平米,属于中型商店建筑,主要设置于1#、2#楼的一~二层及地下一层,其中地下一层商店面积约1600平米,其它为地上。地上商店预留部分饮食建筑需求,满足中小型餐馆快餐、饮品店的需求,主要设置于1#-B区地上商店与1#-C区一层商店内。地下建筑可停车约520辆,其中15%为充电桩车位^[1]。

2 供配电方案设计

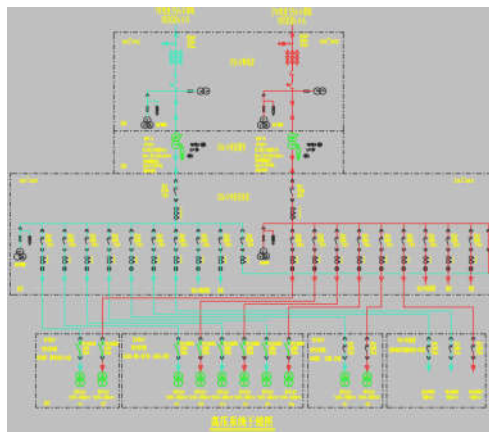
2.1 负荷分级

项目在设计之初,首先要确定用电负荷等级。根据《民用建筑电气设计标准》GB 51348-2019、《建筑设计防火规范》GB 50016-2014(2018版)等相关规范的电气条文进行分级。

2.2 供电电源及高压供电系统

本工程有大量的一级负荷(包括计算机系统用电、

消控中心、应急照明、消防设备用电、安防系统、生活水泵、航空障碍照明等设备用电。),根据相关规范要求,应采用双重电源供电,当一路电源发生故障时,另一路电源不应同时受到损坏,以保证一级负荷的用电需求。由于本工装机容量约为13800KVA,采用35KV电压供电,需在本地块内设置35KV变电所为本项目供电。前期经与甲方、当地供电部门沟通协调,最终确定在该地块北侧地下一层设置一座35/10kV变电所,从供电部门不同区域变电站引来2路相互独立的35kV双重电源,两路电源同时工作,互为备用。另设三座10/0.4kV变电所,分别为办公、地库、旅馆供电。在紧邻35kV/10kV变配电所设一座1#10/0.4KV子变电所,拟设置变压器1600kVAx2台,负责提供B栋塔楼地上及裙房商业用电。在办公区域地下一层南侧设一座2#10/0.4KV子变电所,拟设置变压器总装10400KVA(4x1600KVA和2x2000KV)的变配电所负责提供A栋塔楼地上、地下用电及办公区域地下车库用电。在旅馆区域地下一层设一座3#10/0.4KV子变电所,拟设置变压器2000kVAx2台,负责提供公寓区域地上及地下车库用电。在地下冷冻机房内设置一座10kV冷冻机配电控制室,负责提供10kV高压冷冻机1000KVAx3台的用电和控制。



35KV中压主接线采用二路单母线分段运行,中间不设联络。在35KV变电所的每台变压器10kV侧均接出一段母线分列运行,两段母线间设联络开关,并设置机械和电气连锁。故障时,可通过手动或自动方式将故障路的重要负荷切换至正常路电源,并卸除非重要负荷。35KV开关柜采用SF6,10KV开关柜采用中置式真空开关柜,操作电源采用DC110V,DC110V由直流屏输出^[2]。

2.3 变电所配置

本工程根据使用要求,同时兼顾用电负荷性质、业态分布及供电半径等因素综合考虑,在地下一层设置一座35/10kV变电所,内设有载调压干式变压器,接线方式为 Δ -Y型,每台变压器馈出若干路10kV线缆至各10kV子变电所。装机容量:2x10000kVA,供本项目用电;为减少电磁辐射的影响,变电所应采取电磁屏蔽措施。

2.4 低压配电系统

本工程低压配电系统采用单母线分段运行的接线方式,联络开关设自投自复/手动转换开关。自投时自动断开非保障负荷,以保证变压器正常工作;低压主进线开关与联络开关之间设电气及机械连锁。二路电源平时分列运行,当一路电源失电时,合上中间联络开关,另一路电源可带全部一、二级用电负荷。一级负荷采用来自两台变压器不同母线段的两个专用回路供电;二级负荷采用双回路或专用单回路放射式供电;三级负荷采用单电源单回路供电。

低压配电系统采用放射式与树干式相结合的方式:对于单台容量较大的负荷或重要负荷采用放射式供电,对于公共照明及一般负荷采用分区树干式的供电方式。分区树干式配电采用封闭式密集母线槽或预分支电缆。供避难场所使用的用电设备,应从变电所采用放射式专用线路配电。15kW及以下的电动机(非消防用)采用全压启动方式;15kW以上的电动机(非消防用)采用星三角降压启动方式。30kW及以下的消防电动机采用直接启动方式,30kW以上的消防电动机采用星三角启动方式,消防专用设备不应采用变频调速或软启动控制方式。配电线路设短路和过负荷保护,对于突然断电比过负荷造成的损失更大的线路,该线路的过负荷保护应作用于信号而不应切断电路。用于消防电动机的断路器仅设电磁脱扣器(短路保护),热继电器过负荷保护只作为报警而不跳闸,且报警信号应发送至消防控制室或运维管理人员。

2.5 应急电源

本工程在地下一层设置一座柴油发电机房,内设二台柴油发电机组(常载1250kW),供本工程消防设备、计算机系统、安防系统、消控中心、公共走道照明、航空

障碍灯照明、楼梯间照明、普通电梯、排污泵、生活水泵及金融租户等用电。用于应急供电的发电机组平时处于自启动状态。当市电中断时,低压发电机组应在15s内供电。自动启动信号从各变压器低压出线总开关拾取柴油发电机的延时启动信号,一旦两路市电都故障时,柴油发电机启动并机为本工程的重要负荷供电,当市电恢复正常供电后,应能自动切换至正常电源,机组能自动退出工作,并延时停机。机组电源不得与市电并列运行,并应有能防止误并网的联锁装置。柴油发电机组储油罐应采取防静电措施,并应装有油量指示表及与液位开关相连的满溢报警装置。本工程地下室通风条件难以满足,柴油发电机组采用远置水箱冷却方式,远置水箱置于室外绿地。柴油发电机启动电源采用直流蓄电池组^[3]。

为了避免防灾用电设备的电动机同时启动而造成柴油发电机组熄火停机,用电设备应具有不同延时,错开启动时间。重要性相同时,宜先启动容量大的负荷。本工程信息机房、消防、安防中心等机房均需配备一定容量的UPS不间断电源系统,以保证主机的安全运行和数据的不丢失。

3 各业态专项供配电设计

3.1 办公区域供配电设计

办公区域主要分布于1#-A区及1#-B区,负荷类型包括照明、办公插座、空调、新风系统、会议室设备及配套机房用电等。供配电设计重点关注供电可靠性与灵活性,满足不同办公需求:(1)照明系统:采用LED节能灯具,办公室主照明采用格栅灯,走廊及公共区域采用筒灯;重要办公室及会议室设置应急照明,采用双电源供电,确保市电中断时正常照明。照明控制采用分区控制方式,每个办公区域设置独立开关,同时配备智能照明控制系统(可选),可根据自然光强度自动调节灯具亮度,实现节能效果。(2)办公插座:采用“分区插座箱+墙面插座”的方式,每个办公工位配置2~3个五孔插座及1个网络插座,插座回路均设置漏电保护装置(动作电流30mA),防止触电事故。开放式办公区按每10个工位设置一个插座箱,独立办公室根据面积大小配置1~2个插座箱。(3)会议室设备:大型会议室配备投影仪、音响、视频会议系统等设备,设置独立的配电箱,供电线路采用无卤低烟阻燃电缆或导线,插座选用带开关的专用插座,方便设备控制。(4)配套机房:办公区域配套的弱电间、楼层配电间等机房,采用独立线路供电,配备应急照明及通风设备,确保机房设备安全运行。

3.2 旅馆区域供配电设计

旅馆区域为一级负荷集中区域,供配电设计核心是

保障24小时不间断供电及用电安全。(1) 客房供电: 每个客房设置独立的配电箱, 安装于进门处, 控制客房内所有用电设备。客房插座分为普通插座(床头、书桌、卫生间等)和空调插座, 普通插座回路设置漏电保护装置; 客房照明分为主照明、床头灯、壁灯、卫生间照明等, 主照明采用调光开关, 满足不同照明需求。此外, 客房内设置应急照明(如廊灯), 确保市电中断时客人可安全疏散。(2) 公共区域供电: 前台接待区、餐厅、健身房等公共区域, 采用双回路供电, 确保供电稳定; 照明系统采用智能控制系统, 可根据客流量及时间段自动调节照明亮度, 降低能耗^[4]。(3) 配套设备供电: 洗衣房、厨房、锅炉房等配套区域的设备, 根据容量大小采用放射式供电, 设备插座选用防水、防油污的专用插座, 线路采用无卤低烟阻燃电缆; 生活水泵、热水循环泵等设备采用双电源供电, 配备自动切换装置, 确保设备连续运行。

3.3 商业及餐饮区域供配电设计

商业及餐饮区域负荷密度与波动大, 餐饮区还有大量大功率感性负荷, 设计需关注负荷稳定、谐波治理和消防安全。(1) 普通商业区: 主力店用独立放射式供电, 设专用配电箱, 电源来自1#10/0.4kV子变电所; 散户商铺用树干式供电, 各商铺有独立电表箱和配电箱, 箱内配断路器与漏电保护装置。商业照明分橱窗、店内、公共通道照明, 橱窗照明专用回路、可独立控时; 公共通道照明双电源供电, 断电时保障正常照明。(2) 餐饮区: 预留大功率供电回路, 线路采用无卤低烟阻燃电缆, 配电箱配足容量断路器与漏电保护装置。厨房设备用专用防水防油污工业级插座; 排烟、排油风机双电源供电。餐饮区大量整流和感性负载致谐波污染, 故在配电回路设无源滤波器治理谐波, 提升供电质量。

3.4 地下车库及充电桩供配电设计

地下车库供配电设计重点关注照明节能、通风系统控制及充电桩供电安全。(1) 普通车库区域: 照明系统采用LED节能灯具, 并配备智能感应控制系统(人体感应+光线感应), 当车库内无车辆及人员活动且光线充足时, 灯具自动关闭或调至节能模式, 大幅降低能耗; 通风系统采用CO浓度传感器控制, 当车库内CO浓度超过设定值时, 通风机自动启动, 浓度降至正常范围后自动停机, 实现智能节能运行。(2) 充电桩区域: 设置专用的充电桩配电室, 电源引自2#10/0.4kV子变电所。慢充采用7KW/桩单相电源供电, 快充采用60KW/桩三相电源供电。每个充电桩设置独立的保护装置(过流、过压、漏电、防雷等); 充电桩末端供电回路应设置电气防火限流式保护器。充电桩区域设置完善的接地系统及防火分隔措施, 电缆采用无卤低烟阻燃电缆并敷设于专用电缆桥架内, 避免与其他线路混敷, 保障用电安全。

结束语

城市综合体建筑供配电系统设计是一项复杂且关键的工作, 需综合考虑多方面因素。通过对该大型综合体项目的设计实践可知, 合理规划负荷分级、供电电源、变电所配置等环节, 并针对不同业态进行专项设计, 能有效满足各区域用电需求, 保障电气系统稳定运行。

参考文献

- [1] 廖文敏. 大型城市综合体项目供配电系统设计探析[J]. 现代建筑电气, 2025, 16(10): 18-23.
- [2] 陆健文. 商业综合体项目变配电所设计技术分析[J]. 科学与财富, 2022, 14(31): 19-21.
- [3] 邵子尧, 崔振辉. 城市综合体建筑供配电形式及计量管理模式浅析[J]. 智能建筑电气技术, 2023, 17(01): 97-99+115.
- [4] 汪永红. 基于超高层综合体项目的电气设计[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(05): 120-122.