

[苏州某综合楼（商业、公寓式酒店）改造]电气系统设计概述

陈 蕾

上海江南建筑设计院（集团）有限公司 上海 200000

摘要：在“碳中和”“碳达峰”双碳目标的驱动下，中国建筑领域正经历一场深刻的绿色转型。由于既有建筑存量巨大、能耗与碳排放占比高，对其实施电气化改造已成为实现建筑领域降碳目标及可持续发展的核心导向。本文结合实际工程案例，介绍了高层民用建筑改造工程电气设计中需遵循的相关国家标准，阐述了建筑改造工程电气设计的原则，从设计之初原始资料收集整理，再到根据现状土建条件对电气系统设计的制约的分析，最后对存在问题等提出可行的解决方案，针对建筑改造的普通性与特殊性进行总结。

关键词：建筑改造；建筑电气系统设计；双碳目标

引言

我国改革开放后，随着经济的飞速发展，公共建筑的大规模建设，加速了各地的城市化进程。目前建筑行业市场经济下滑，城市发展已从高速扩张转向存量更新阶段，由快速粗放发展转换为高质量发展。

随着建筑业快速发展，建筑电气系统的复杂性不断增加，建筑电气系统作为建筑的重要组成部分，已成为保障安全、提升能效、重塑功能的核心。设计需要在一次性改造投入和长期运行维护费用之间找到最佳平衡。建筑改造工程的比例逐年上升，已逐渐成为城市建设更新的重要形式。绿色节能技术的应用对于实现“双碳”目标具有重要意义。如何降低建筑电气系统的能耗和碳排放，实现碳中和目标，推动建筑行业的绿色转型，成为当前亟待解决的重要课题。

1 改造建筑工程概况

该改造项目位于江苏省苏州市，项目原设计为地下2层，裙房4层，西塔5~16层，东塔5~24层。项目定位裙房为商业，西塔为酒店，东塔为SOHO办公。2011年4月第一版施工蓝图。2015年上半年因原开发商资金链断裂，工程停工。目前主体结构西塔十六层大屋面结构封顶，西塔机房层未施工，东塔施工至21层，东塔顶部三层未施工，至今未竣工验收。特在现有建筑基础上进行变更设计，变更后建筑裙房1~2层为分割销售商业，3~4层为公寓式酒店，西塔楼5~16层，东塔楼5~24层，均为公寓式酒店。地下2层为地库，地下车库为Ⅰ类汽车库，总建筑面积127832.64平方米，建筑总高度97.50米，一类高层公建。地下室外轮廓及主体框架结构均不变，结构加固改造，各空间功能及布局均重新设计。



项目建筑效果图

2 资料收集与现场踏勘

收集原有建筑施工图中，审查通过的设计图纸、专项设计图纸、计算书、设计变更记录、通过查阅了解建筑原电气的整体情况，才能做好下一步的建筑电气改造设计。

经现场勘查，建筑电气设备用房及竖向电气通路强弱电间等均已建成，建筑结构主体完成部分电气套管已按原电气图纸进行施工预埋，未到电气设备安装阶段。除西塔机房层及东塔顶部未施工部分接闪装置未安装外，已建成部分屋面接闪器、引下线、接地装置等部件经多年环境侵蚀、机械碰撞等影响，出现不同程度的老化和损坏。

3 设计范围与内容

建筑改造通常分为建筑整体改造、建筑局部改造、单项工程改造、室内装修工程，本工程为整体改造仅保留主体结构。所有机电系统全部从“零”开始重新设

计。设计必须满足最新的国家强制性规范与标准。电气设计是建筑业态焕新的“能量基石”，应避免过度设计和牺牲质量节省的两种经济性极端。虽系统设计上同新建类似，但现状受土建条件的制约，需紧密结合建筑实际需求，以系统性思维推动电气系统的高质量转型。

设计内容包括：配电系统，照明系统，消防应急照明和疏散指示系统，火灾自动报警及消防联动控制系统，消防应急广播系统，电气火灾监控系统，消防电源监控系统，防火门监控系统，防雷与接地系统等。

4 供配电系统设计

原供电方案已无法满足新业态供电需求，业态变化是负荷重算和系统重构的根本依据。需与业主单位沟通交流，确认业主的实际需求，根据新的建筑业态和功能，重新设计建筑总用电容量。精确计算负荷，明确改造后建筑的用电负荷等级。合理规划配电系统，确保供电安全可靠，满足新业态需求。

采用市政电网两个不同区域的变电站引来两路独立的20kV双重电源供电。原供电方案全部采用专变供电系统，现经甲方建筑功能使用需求及与供电部门沟通确认，东塔楼酒店式公寓（五~二十四层）采用公变供电系统，其他采用专变供电系统。调整变配电室位置及面积，地下一层原有两座专变配电室，调整为一座专变配电室及两座公变配电室，原地下一层开闭所调整至一层，用予满足项目供电需求。

5 照明系统设计

电气照明系统在公共建筑能耗中占比高达20%~30%。优选适宜的节能减排措施，降低能源的消耗率，实现低碳节能的可持续发展目标。照明系统采用常规照明及智能照明控制系统的节能策略。根据新业态布局，照明系统应依据建筑功能（如商业、车库、走廊等）和实际需求确定照度标准，遵循照明设计规范标准^[1]。光源采用显色性良好，色温适宜，低眩光，照度均匀、亮度适宜的高效节能特性灯具。采用智能照明控制系统：LED节能灯、智能控制模块和面板，根据不同区域设置多种场景模式，实现节能与体验提升。照明系统设计应遵循“节能优先、智能控制、安全合规、人性化设计”的原则。

6 电气消防系统设计

本建筑属整体改造，全部建筑业态变更。电气消防系统的设计，应全部执行现行规范或标准的要求全新设计，这是改造中的强制性重点。

消防应急照明和疏散指示系统：根据建筑新业态，依据新应急疏散标准规范重新设计。采用集中电源集中控制型消防应急照明和疏散指示系统。在消防控制室

内，设置应急照明控制器进行集中控制。

火灾自动报警及消防联动控制系统：原始消防系统设计图纸，已无法满足新消防规范要求。重新设计火灾自动报警系统，根据新业态建筑功能及强制性规范、标准要求，火灾自动报警系统形式，采用控制中心报警系统。并设置消防应急广播系统、防火门监控系统、电气火灾监控系统、消防电源监控系统、余压监控系统等。将火灾报警控制器、消防广播主机、防火门监控器、电气火灾监控设备、消防设备电源状态监控器、消防应急疏散余压监控器设置于消防控制内。

7 防雷与接地系统设计

经对新业态建筑物年预计雷击次数计算，为第二类防雷建筑物，与原防雷系统同等级。配电系统接地形式采用TN-S接地系统，网格接地网，采用共用接地体，接地电阻 $\leq 1\Omega$ 。既在建筑原有防雷系统基础上，结合改造建筑主体的造型特点，重新设计屋面防雷系统。在建筑物内设置完善的等电位联结系统，确保电气设备外壳、金属管道、钢筋等所有金属构件与接地系统可靠联结。在水泵房、风机房、弱电机房、电梯机房、卫生间、强弱电间等位置设置局部等电位联结端子箱，将所有正常情况下不带电的金属构件联结到端子箱上。在配电系统各级、弱电系统等前端加装适配的浪涌保护器（SPD），逐级泄放雷电流。根据建筑使用功能和电气安全要求，补充相应的接地功能。在室外增设人工接地体，满足规范要求。

该建筑的防雷接地系统经过多年停工，接闪器、引下线、接地装置等部件受环境侵蚀、机械碰撞等因素影响，出现不同程度的老化和损坏。如屋顶接闪器、引下线的金属材料腐蚀、变形，导致了对直击雷的防护能力的降低。如接地装置由于土壤腐蚀，接地电阻升高，影响雷电流及时有效泄放。对老化、损坏的防雷及接地保护系统部件进行更换或修复，恢复其正常保护功能，确保接闪器、引下线、接地装置等符合现行防雷规范^[2]和改造后的使用要求。检测防雷与接地系统装置的有效性，确保系统稳定运行，保障人身和设备安全。

8 电气设备用房及电气线路

根据新业态布局与当前设计标准^[3]，原有电气用房、电气通路等方面的设置已无法满足实际需要，重新布局电气设备用房。地下一层原有变配电室，调整为一座专变配电室及两座公变配电室。调整消防兼安保监控室、通信机房等面积及位置。增加横向电气通路强、弱电间。在充分利用原有竖向电气通路的基础上，增设竖向电气通路。受土建条件对电气设计的制约，结构加固措

施、新开板洞的可能性等因素都决定着机电用房选取的可行性。保证建筑改造环节衔接合理,对电气用房和电气通路予以合理升级,用以满足现设计要求。

通过查阅电气专业设计图纸,了解建筑电气系统涉及的管线敷设预留预埋情况及隐蔽工程。对电气系统管线敷设,地下车库采用明敷管线方式,套管采用热镀锌钢管(SC),消防桥架采用防火型桥架。地上层,新业态局部均预埋敷设,可利用吊顶结构明敷与吊顶内。如利用原有布局的楼梯间,系统管线尽量利用原有预埋套管路,无法利用路由可局部墙体开槽预埋或明敷处理,尽量减少开凿、开洞,对主体结构的破坏。

9 节能与绿色电气设计

据有关数据^[4],2024年全国民用建筑运行碳排放为24.7亿tCO₂,占全国能源消费的22.1%。近年,我国不断强化经济社会的绿色转型,制定了碳达峰、碳中和系列政策和标准,为建筑电气发展营造了良好的政策环境。随着《公共建筑节能设计标准》GB50189-2015,《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021,江苏省《绿色建筑标准》DB32/3962-2020,《绿色建筑评价标准》GB/T50378-2019(2024年版)等强制性工程建设规范的实施,推动更多的建筑改造向绿色建筑转型。随着建筑技术的不断进步和人们对舒适、安全、智能建筑需求的增加,建筑电气系统的复杂性与能耗也在不断增加。建筑电气系统作为现代建筑不可或缺的基础设施,不仅是建筑正常运行的保障,还是能源消耗和碳排放的主要来源之一。当前,我国建筑电气化已经进入以绿色低碳为基础的发展时期。

节能减排方面:1)采用高效率、低能耗、性能先进、可靠耐用的节能变压器(如:非晶合金干式变压器,其空载损耗比传统型变压器低75%~80%,可有效降低能耗)。合理分配负荷,缩短供电半径,减少低压电缆的配线长度,降低线路损耗等。2)采用低能耗的暖通空调系统,选用变频调速电机型风机及空气源热泵。3)电梯采取群控、自动扶梯采用变频感应启动节能控制措施。4)采用智能照明控制系统,选用高效节能灯具。

5)地库设置电动汽车充电桩车位。6)地下室车库设置一氧化碳(CO)检测系统联动排风机。在一、二层商业人员密集度高的区域,设置二氧化碳监测系统,并与空调新风机联动。7)采用建筑能耗管理系统,实现建筑能源的实时监控和精细管理。合理设备选择,可以有效降低建筑能耗,提高能源利用效率。

可再生能源应用方面:引入太阳能光伏发电系统,减少了对传统电网的依赖,作为清洁能源,屋顶光伏能够为建筑体提供低碳的电力供应,最大化实现新能源的接入和利用。

未来,随着绿色节能技术的不断进步和应用的进一步推广,在建筑电气设计中的应用将更加广泛和深入。

结束语

我国既有的公共建筑存量规模庞大,但受限于早期建设标准与技术水平,大量建筑存在能效低、安全隐患多、运维成本高等问题。在国家政策引导、技术革新与市场需求的驱动下,可有效释放存量建筑潜能,为实现建筑领域碳达峰、碳中和的目标提供重要支持,推进城市建筑的低碳化发展。

双碳目标下的建筑电气改造设计,已从单一的节能技改发展为集被动节能、主动增效、可再生能源替代、数字智慧管理于一体的综合性系统工程。是建筑焕新与价值提升的关键驱动力。更是城市更新与绿色建筑发展的战略选择。通过安全、经济、绿色、灵活的建筑改造设计原则,既能解决历史遗留问题,又能为建筑注入长效生命力,实现社会效益与经济效益的统一。

参考文献

- [1]赵建平,汪猛等.照明标准值[S].GB/T50034建筑照明设计标准.2024,8(1),27-53.
- [2]孙兰,王金元等.防雷与接地设计[S].GB55024建筑电气与智能化通用规范.2022,10(1),20-26.
- [3]王金元,孙兰等.变电所[S].GB51348民用建筑电气设计标准.2020,8(1),17-28.
- [4]蔡伟光等.中国城乡建设领域碳排放研究报告(2025)[R].中国日报中文网.2026.2(4).