

现代建筑中智能化电气系统的设计与优化探析

李宏伟

云南凯诚达工程管理咨询有限公司

DOI: 10.32629/ems.v8i7.21205

[摘要] 随着新型城镇化与智能建造技术的快速推进,现代建筑逐步从传统功能型建筑向智慧化、节能化、安全化综合建筑转型,智能化电气系统作为现代建筑的核心基础体系,承担着建筑供电保障、智能调控、安全监测、节能运维、联动管控等多重功能。传统建筑电气设计模式存在系统功能单一、管线布局不合理、智能化集成度低、能耗管控粗放、安全冗余不足等诸多短板,难以适配现代大型公共建筑、商业综合体、智慧住宅的建设需求。为进一步提升建筑电气系统的安全性、稳定性、节能性与智能化水平,本文立足于现代建筑发展特点,系统分析智能化电气系统的设计原则、核心设计内容,总结当前设计与施工运行中存在的普遍性问题,并从系统架构优化、节能方案优化、安全体系优化、集成运维优化四个维度提出完善的优化策略,旨在构建安全可靠、绿色节能、智能高效、运维便捷的现代化电气系统,为同类智能建筑电气设计优化提供理论参考与实践依据。

[关键词] 现代建筑;智能化电气系统;电气设计;系统优化;节能管控

引言

在智慧城市、绿色建筑、双碳目标的宏观政策背景下,建筑智能化建设已经成为建筑行业转型升级的核心方向。建筑电气系统是建筑设备运行、人居环境保障、智能化功能落地的基础性载体,涵盖供配电、照明、防雷接地、弱电智能、消防联动、能耗监测、楼宇自控等多个子系统。相较于传统建筑电气设计仅满足基础供电照明的设计目标,现代智能化电气系统更加注重安全稳定、智能联动、节能降耗、集成管控、智慧运维的综合建设目标。现阶段国内多数建筑工程在智能化电气设计过程中,仍存在设计理念滞后、各子系统独立设计、软硬件兼容性差、管线交叉混乱、节能设计不足、智能化联动逻辑简单、后期运维难度大等问题。部分项目重外观、轻内核,重设备堆砌、轻系统整合,导致智能化电气系统投入使用后出现能耗偏高、故障率高、联动失效、升级困难等质量问题,严重影响建筑整体使用品质与运行效益。在此背景下,开展现代建筑智能化电气系统的设计要点研究与优化策略探析,梳理标准化、科学化、智能化的设计体系,对推动建筑电气行业精细化、智慧化、绿色化发展具有重要意义。本文从智能化电气系统设计核心内容、现存设计缺陷、全方位优化路径三大板块展开系统性研究,以期提升现代建筑电气智能化整体建设水平。

一、现代建筑智能化电气系统核心设计内容与设计原则

1.1 智能化电气系统总体设计原则

现代建筑智能化电气系统设计必须严格遵循国家电气规范、智能建筑设计标准及消防安全规范,同时结合建筑使用功能、体量规模、人流密度、运维需求确立核心设计原则。首先是安全可靠原则。电气系统是建筑安全运行的命脉,设计阶段必须保证供电层级清晰、保护装置齐全、接地系统规范、消防联动可靠,通过冗余设计、分级配电、分区保护,杜绝过载、短路、漏电、火灾等电气安全隐患。其次是绿色节能性原则。依托智能传感、自动控制、负荷监测技术,实现照明、空调、动力设备的按需启停与负荷调节,从设计源头降低建筑整体能耗,契合绿色建筑与低碳建筑发展要求。再次是集成统一性原则。打破强弱电分离、子系统独立运行的传统模式,实现供配电、照明、安防、消防、能耗监测、楼宇自控的系统集成,保障数据互通、设备联动、平台统一管控。最后是可扩展运维性原则。现代建筑电气系统需预留充足设备扩容端口、管线余量与网络协议接口,适配后期智能化设备升级、系统改造与功能拓展,降低后期改造成本。

1.2 智能化电气系统核心设计内容

1.2.1 智能供配电系统设计

智能供配电系统是整个建筑电气体系的核心,设计内容包含高低压配电房布局、变压器容量选型、配电柜分级设置、应急电源系统配置、负荷分区规划等。现代智能化设计不再采用统一粗放配电模式,而是根据建筑功能分区、用电负荷峰值、设备重要程度,划分一级、二级、三级负荷,对消防

设备、应急照明、安防机房、弱电主机等重要设备采用双电源供电与 UPS 不间断供电设计,保障突发断电情况下建筑核心系统持续运行。同时配置智能电力监测仪表,实时采集电压、电流、功率、能耗数据,实现配电系统可视化监测。

1.2.2 智能照明控制系统设计

智能照明是现代建筑最基础、应用最广泛的智能化电气模块。设计阶段根据公共区域、办公区域、地下车库、走廊通道等不同场景,搭配光照传感器、人体红外传感器、智能开关模块、中央控制面板,实现分区控制、分时控制、感应控制、远程控制。替代传统人工开关模式,实现无人熄灯、自然光互补调光、夜间低功耗照明等节能功能,大幅降低照明能耗。

1.2.3 弱电智能化集成系统设计

弱电智能化系统包含网络通信、视频监控、门禁考勤、背景音乐、信息发布、楼宇自控等子系统。设计阶段统一规划弱电桥架、机房布局、管线走向与通信协议,实现所有弱电设备接入统一管理平台,解决传统弱电系统各自独立、无法联动、运维分散的问题。

1.2.4 消防与应急联动电气设计

消防电气设计是建筑安全底线,主要包含应急照明与疏散指示系统、消防泵与排烟风机配电、火灾自动报警联动断电设计、消防专用回路规划。智能化设计可实现火情识别后自动切断非消防负荷、自动点亮疏散照明、联动启动消防设备,全面提升建筑火灾应急处置能力。

1.2.5 防雷接地与电气安全设计

现代智能建筑精密电子设备多、弱电系统密集,对电磁干扰、雷击防护要求极高。设计采用联合接地系统,统一强弱电接地、防雷接地、设备接地,设置屋面避雷带、浪涌保护装置,有效规避雷击与电压波动对智能设备造成的损坏,保障系统长期稳定运行。

二、当前现代建筑智能化电气系统设计存在的主要问题

2.1 系统集成化程度低,各子系统设计割裂

当前多数建筑电气设计依旧延续强弱电分离设计模式,电气强电专业负责配电、照明设计,智能化弱电专业独立完成监控、网络、楼宇自控设计,两大专业缺乏前期协同会审。各子系统通信协议不统一、设备品牌杂乱、控制逻辑独立,导致系统建成后数据无法互通、联动功能失效,形成严重的

信息孤岛,无法实现真正意义上的智能化集成管控。

2.2 节能设计流于形式,智能化节能利用率偏低

部分项目智能化电气设计过度追求设备智能化堆砌,忽视节能逻辑设计。虽然配备智能照明、能耗监测设备,但未结合建筑使用场景设置精细化控制策略,传感器布设密度不合理、控制程序单一,设备长期处于高能耗运行状态。能耗监测系统仅具备数据采集功能,缺少数据分析、能耗预警、负荷优化调节功能,智能化节能价值无法充分发挥。

2.3 管线布局设计不合理,施工冲突问题频发

智能化电气系统包含大量强弱电管线、桥架、设备终端,传统二维图纸设计难以规避管线交叉、标高冲突、空间挤占问题。设计阶段缺少综合管线统筹规划,强电桥架、弱电桥架、消防管线、暖通管线相互干扰,施工阶段频繁出现返工、剔槽、改线,不仅影响施工进度,还破坏建筑结构,降低电气系统安全性与美观度。

2.4 安全冗余设计不足,系统稳定性有待提升

部分中小型建筑为压缩建设成本,简化配电层级、缩减备用电源容量、减少浪涌保护装置,重要负荷未实现双回路供电。同时接地系统设计不规范,强弱电接地混用、接地电阻不达标,容易出现电压不稳、信号干扰、设备烧毁等问题。此外,应急联动逻辑设计不完善,火情、断电、设备故障等突发场景下系统响应滞后,存在安全隐患。

2.5 预留拓展性不足,后期升级改造困难

部分设计仅满足当下施工验收标准,未考虑建筑长期使用与智能化升级需求,机房空间狭小、管线余量不足、接口协议老旧。随着智慧建筑技术迭代,新增智能设备、智慧运维系统无法顺利接入,后期改造需要大面积更换管线与设备,造成资源浪费。

三、现代建筑智能化电气系统全方位优化设计策略

3.1 优化系统架构,实现多系统集成一体化设计

首先,打破专业壁垒,实行强弱电一体化协同设计机制。在方案设计、图纸设计、图纸会审阶段,电气、智能化、暖通、土建专业同步对接,统一桥架走向、设备点位、机房布局、管线标高,从源头规避专业冲突。其次,统一系统通信标准,全部智能化设备采用开放式通用协议,搭建 IBMS 建筑综合管理平台,将供配电、照明、安防、消防、能耗监测、楼宇自控系统全面集成,实现一键管控、自动联动、数据共

享、远程运维。最后,优化配电架构,分层分级规划配电回路,区分常用负荷与应急负荷,完善双电源、UPS 备用供电体系,提升系统整体稳定性。

3.2 深化节能优化设计,构建智慧节能管控体系

结合建筑功能分区开展精细化节能优化设计,针对办公区、商业区、车库、公共通道制定差异化智能控制方案。优化智能照明控制逻辑,结合自然光强度、人员流动情况实现自动调光、分区启停、定时开关,杜绝长明灯现象。完善能耗监测系统功能,增设能耗统计、分项分析、异常能耗预警、负荷智能调节功能,通过大数据分析找出高能耗点位,实现精准节能管控。同时,在配电系统中增设无功补偿装置,优化功率因数,降低线路损耗,实现电气系统运行节能。

3.3 依托 BIM 技术优化管线综合设计,规避施工隐患

全面推行 BIM 三维协同设计,建立建筑电气智能化全专业模型,对强弱电桥架、管线、终端点位进行三维排布与碰撞检测,提前优化冲突管线、调整标高位置、优化设备布局,输出精准的综合管线施工图。通过 BIM 可视化交底,让施工人员清晰掌握管线层次、敷设规范与施工重点,杜绝现场盲目施工、随意改线问题,大幅降低返工率,提升电气施工精度与工程质量。

3.4 强化安全体系优化,提升系统运行稳定性

优化电气安全防护设计,完善分级保护机制,根据负荷等级合理配置断路器、漏电保护器、浪涌保护器,细化短路、过载、漏电、过压全方位防护功能。规范联合接地系统施工标准,严格控制接地电阻参数,减少电磁干扰与雷击损坏风险。优化消防电气联动逻辑,细化火情预警、非消防电源切断、应急照明启动、排烟设备联动等程序,提升建筑应急安全保障能力。同时建立电气设备定期监测、故障自动报警机制,实现隐患提前预判、快速处置。

3.5 预留拓展空间,提升系统长期适配性

在现代智慧建筑快速迭代的背景下,建筑智能化设备更新速度快、新增功能需求持续增多,若电气系统仅按照当下建设标准进行饱和式设计,极易出现后期功能扩容受限、设备无法接入、管线不足等问题。因此,在智能化电气系统设计阶段必须树立前瞻性、长效化设计思维,充分预判建筑未来智能化升级趋势,科学预留系统拓展空间与改造余量。在

机房与设备空间规划方面,适度扩大弱电机房、配电间、弱电竖井的实际使用面积,预留充足的机柜扩容位置、新增配电柜安装空间及后期运维操作空间。在管线与接口设计方面,合理增设备用桥架、预埋备用管线通道,预留充足的通讯接口、电源点位与信号点位,满足后续新增设备的接入需求。设备选型阶段优先选用兼容性强、开放性高、协议通用的智能化控制系统与电气设备,保障系统具备良好的兼容适配能力,可无缝对接后期智慧安防升级、数字化运维平台、物联网环境监测、新能源智能充电桩等新增智能化模块。通过科学、超前的预留拓展设计,能够有效规避建筑交付后频繁拆改、重新布线的问题,显著延长智能化电气系统的整体使用周期,大幅降低建筑后期升级改造与运维投入成本,全面提升建筑电气系统的长期使用价值与适配性能。

结语

智能化电气系统是现代智慧建筑建设的核心组成部分,其设计水平与优化质量直接决定建筑的安全性、节能性、舒适性与智能化程度。当前建筑智能化电气设计仍普遍存在系统集成度低、节能设计薄弱、管线布局不合理、安全冗余不足、拓展性差等问题,制约了现代建筑品质提升。新时代建筑电气设计必须转变传统单一化、经验化设计思维,坚持安全、节能、集成、智能、可拓展的现代化设计理念,依托 BIM 数字化设计技术,强化强弱电一体化协同设计,优化系统架构与联动逻辑,完善节能管控与安全防护体系,预留智能化升级拓展空间,全方位提升电气系统设计质量。未来,随着物联网、大数据、人工智能技术与建筑电气的深度融合,智能化电气系统将朝着更加精准化、智慧化、低碳化、无人化运维的方向持续发展,为现代智慧建筑高质量建设提供坚实技术支撑。

[参考文献]

- [1]王浩.现代建筑智能化电气系统设计要点及优化策略研究[J].工程技术研究,2022,7(18):102-104.
- [2]李志强.智能建筑电气自动化系统的设计与优化分析[J].智能建筑与智慧城市,2023(05):78-80.
- [3]张建军.基于绿色节能理念的建筑电气智能化设计研究[J].建筑科技,2022,36(03):56-59.