

民用建筑智能供配电应用浅析

井刚奇¹, 郭安(通讯作者)²

(1. 悉地国际设计顾问(深圳)有限公司; 2. 华东建筑设计研究院有限公司)

【摘要】文章论述了民用建筑供配电系统的现状, 简析了缺点及原因, 探讨了此系统智能化的意义与方法, 它不仅是解决自身缺陷, 提升智能化水平的一个有效方式, 也是现代完整电能系统的重要一环。

【关键词】供配电; 智能化; 电能; 监测

中图分类号: TU85

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2026.02.036

Brief Analysis of Intelligent Power Supply and Distribution Applications in Civil Buildings

JING Gang-qi¹, GUO An²

(1. CCDI International Design Consultant (Shenzhen) Co., Ltd.; 2. East China Architectural Design and Research Institute Co., Ltd.)

【Abstract】The article discusses the current status of power supply and distribution systems in civil buildings, analyzes their shortcomings and reasons, explores the significance and methods of the intelligence of this system. It is not only an effective way to solve its own defects and improve intelligence level, but also an important part of modern complete electric energy systems.

【Keywords】power supply and distribution; intelligence; electric energy; monitor

1 引言

电能系统包含发、输、变、供、配、用等环节, 其中前四个环节由发电厂、电网与供电公司负责, 整体专业程度较高, 后两个环节由电能用户负责, 整体程度偏低。各方对电能智能高效的要求是一致的, 社会智能化水平的发展为实现此要求提供了有力支撑, 并推动智能电气发展成为一个新的社会热点, 助其积极参与“数字中国”“万物智联”“双碳”等国家战略目标的建设和努力达成。

电能用户的类型众多, 其中民用建筑是与人类工作、生活联系最为紧密的一类, 其电气智能化水平的高低, 直接影响人身安全、工作效率、生活质量等。

2 民用建筑供配电的现状

2.1 现状缺点

电能需求是民用建筑的基本需求, 它的供配电系统已形成一套成熟的设计与使用体系, 但此体系同时具有安全隐患常存、结构形式繁琐、智效低下、新技术不适配等缺点。

安全隐患常存主要表现在设备与线路自身安全隐患、电击防护安全隐患、抵御外界破坏安全隐患、系统运行安全隐患等方面, 各种隐患相互影响交织

共存。

结构形式繁琐主要表现在配电级数多、上下配合难、切换逻辑复杂、冗余设置不当等方面。

智效低下主要表现在系统构成本体及应用的智能化程度低、能效转化效率低等方面。

新技术不适配主要表现在新型的电能发、储、配、用技术在民用建筑领域应用发展缓慢。

2.2 形成原因

安全隐患常存是因为对隐患的认知及技术能力不足而导致的。错误一般具有即时性、表面性、局限性等特点, 相关人员能够及时发现并快速解决, 例如配电回路断开引起的设备停运现象。但隐患具有专业性、隐蔽性、累积危害大等特点, 需要以供配电系统工程为对象做统筹考虑, 从设计环节开始规避, 并辅以专业的理论分析与工具解决, 避免隐患累积触发诸如人身电击、电气火灾、大范围停电等严重后果。

结构形式繁琐一般由设计环节引起, 设计对电能前端的变供环节不清楚, 对后端的分配环节不笃定, 对末端的使用环节不了解, 但为满足一定的供电可靠性, 形成了繁琐的架构。

智效低下的原因首先是设备、线路本身的智效程度较低, 其次是系统运行的智效程度较低。这与

成本因素有较大的关系。

新技术不适配除了技术本身的先进性不足、可靠度不强、成熟度不高等原因外,与政策、规模化收益率等因素也有较大的关系。

3 民用建筑供配电智能化应用

3.1 供配电智能化的意义与现状

电能具有产销即时性、供需平衡性、系统动态性等特点,以我们国家为例,还有供需之间距离长、容量大的特点。无论从维护电网安全、提高电能效率等本质要求考虑,还是从保障国家能源安全、提升社会服务效应等延伸价值考虑,将电能各个环节形成一个智能的整体具有重大意义。

2009年国家电网公司提出“统一坚强智能电网”战略,经多年深耕建设已稳居国际先进水平。受多种因素影响,虽已实现电能发、输、变、供环节的全覆盖,但配、用电环节作为完整智能电网末端半公里尚待强化,民用建筑则是这一体系中更需完善的末端二三百米。

2025年开始实施的《民用建筑智能供配电设计标准》(以下简称“智电标准”)提出了民用建筑供配电智能化的基本规定、要求与架构,具有积极的指导意义。

3.2 民用建筑智能供配电的架构

智能电网以信息通信技术、智能分析技术、自动控制技术为核心支撑,运用数字化、网络化、智能化手段,推动电能发、输、变、供、配、用全环节构建安全、高效、智能的全链条互联体系。

民用建筑智能供配电系统需构建“感知+传输+处理+应用”的完整链路,参照“智电标准”可划分为设备层、通信层、平台层三层结构。设备层涵盖智能电气设备,或非智能电气设备与智能采集器、终端、仪表的组合,以及智能监测设备、智能电气子系统等,核心功能为信息采集与指令执行,对应感知与应用环节。通信层包含交换机、智能网关及传输线路,核心功能是在设备层与平台层之间完成信息上传与指令下达,对应传输环节。平台层涵盖平台与应用两大模块,核心功能为智能分析、决策研判、动态监控、统筹管理等,对应处理与应用环节。

架构体系以功能实现为核心目标,具备灵活可变的适配特性。例如,将智能电气子系统归入设备

层时,该子系统可独立运行,采用“设备+通信+平台”的架构形式,民用建筑中常见的柴油发电机系统、光储直柔系统、电气火灾监控系统等均为典型代表。若完整智能电网系统同样采用此类三层架构,民用建筑智能供配电系统即可作为独立子系统归入设备层,深度参与完整智能电网系统的构建运行。

3.3 民用建筑智能供配电的配置

3.3.1 配置策略

遵循安全可靠、循序渐进、统一兼容的原则,民用建筑智能供配电系统需以安全管理分级化、功能配置模块化、信息通信标准化为核心配置策略。

电气安全涵盖类型丰富,可按危险的作用对象、作用危害程度、作用效应特性,也就是瞬时效应与延迟效应进行分级。对于直接作用于人身、易造成瞬时严重伤害的危险,电气安全保护需由设备层的现场设备完成并接入系统,系统保护功能可作为后备保护或辅助保护,例如:潮湿、活动受限等特殊导电场所的人身安全剩余电流动作保护,以及电气短路保护等。由现场设备执行保护的方式成熟可靠,能够有效规避因系统保护参数失准、通信错误或延迟等因素引发的严重电气安全事故。对于非直接作用于人身、延迟效应显著的危险,电气安全保护可由系统自主判断,当危险程度达到预设阈值时,系统将自动发送处理指令至现场设备,并同步接收反馈结果,例如电气过载保护、IT系统的接地故障保护等。

系统的覆盖类型与范围可结合投资成本、建设周期等实际因素,采用分类分期、循序渐进的模式推进建设。功能模块化与标准化是保障系统具备灵活性、扩展性、易维护性的有效路径,这也是设备层设置智能电气子系统或独立智能设备的重要原因,同时还能为新技术的融入预留适配接口。但需注意的是,若独立子系统数量过多,易出现数据重复或不一致、开放共享程度不足等问题,进而引发功能重叠、架构臃肿、集成难度增加等挑战。

信息通信标准化是系统建设的重要基础性要求。当前控制领域通信协议种类繁多,生态割裂问题突出,推动通信协议深度融合、实现标准化发展已成为业界的共识性需求。系统选型时需综合考量通信方式的可靠性与灵活性、通信协议的实时性与带宽等核心特性,同时结合市场占有率及发展趋势、开发主导方等因素,确保系统通信架构的科学合理。

3.3.2 配置内容

民用建筑智能供配电系统可配置内容丰富,整体划分为监测与管控两大类,配置对象涵盖电气类及电气环境类,后者亦可称为非电类。

电气监测内容通常涵盖电压、电流、功率、电能、频率、谐波等核心电气参数;开关设备可额外增设开合动作与位置状态监测项,蓄电设备可增设容量与健康状态监测功能,重要导体及接点可加装温度监测模块,重要电动机可增设转速监测指标,特殊设备可按需增设接地状态、电弧监测等内容,具备较强的专业性与固定属性。非固定终端设备多为市场成熟产品,其监测可行性与功能丰富度取决于产品本身,也可依据实际需求定制开发。非电监测通常涵盖环境声、光、热、水、气等参数,以及安防状态、消防状态等相关指标,实际工程中可灵活选择或补充增设。

管控内容通常涵盖效能管理、运维管理、资产管理以及各类控制调节功能。效能管理以保障安全运行与满足使用需求为前提,依托优质设备与先进技术提升电能转化效率,其基础效能取决于设备性能,核心效益则取决于运维使用方式,本质上就是实现“选好设备、用好设备”的目标。

技术管控可通过优化供电电源负载率、供电质量、供电方式及设备运行状态,建立完善的能耗监测体系等路径落地实施。

运维管理涵盖日常巡检、定期维保、应急预案制定等制度层面管理,以及监测、诊断、预测、决策等平台层面的智能化管理。

资产管理涵盖各类资产的全生命周期信息管理,以及对应的合同类信息统筹管理。系统运行数据的价值伴随平台的搭建与稳定运行日益凸显,传统人工化、模拟化、模糊化的经验模式,已逐步转化为平台化、数字化、精准化的数据资源,不仅成为系统数据库的核心组成部分,为各类管控工作提供坚实的底层数据支撑,同时在系统安全防护、网络互联互通等方面发挥着不可或缺的基础性作用。

3.3.3 配置步骤

首先是明确等级。系统借鉴“智电标准”可分为如表 1 所示的四个等级。

表1 智电标准四个等级对比表

等级	甲级	乙级	丙级	丁级
范围	从变电所到终端 配电全系统	变电所及重要的 二级配电	仅 变电所	仅终端 配电

用户可结合项目规模、类型、投资、产权、管理模式等实际情况,参考现有等级标准或自主界定等级。例如,若系统范围覆盖变电所、重要二级配电及关键终端配电,可视为简化版甲级,或乙级与丁级的混合架构。

其次是明确内容。用户需结合项目实际选择适配功能,对于涉及安全的基础性功能,需优先配齐、应选尽选,比如各类设备电流监测、医疗场所 IT 系统绝缘故障监测等;对于多系统均需监控的功能,同样优先配齐、应选尽选,例如剩余电流监测在电气火灾防控与间接接触电击防护中均能发挥直观有效作用,需优先选用。

最后是明确架构。用户需依据相关标准规范,结合系统规模、专业属性、集成程度等因素,选用科学合理的架构,明确各功能及系统的设置方式,独立部署或共享获取,以及功能重叠时的归属边界。例如,电气环境的消防探测,鉴于火灾自动报警系统具备较强的专业性与独立性,可通过该系统同步获取相关信息;环境入侵报警、门禁控制、视频监控等信息,可通过安防系统统一采集。独立成套设备运行所需的必备监测参数,由设备自身系统完成监测,比如发电机输出电压与启动蓄电池健康状态,应归入发电机组控制系统。无特殊需求时,监控对象应遵循通用化原则统一部署,在平台层实现按需统筹调用,有效减少非必要的末端重复监控及物理独立子系统,提升集成效能。

4 结语

民用建筑智能供配电系统是智能化技术与民用建筑传统供配电领域的深度融合应用,其目标清晰、架构规整、技术前沿,目前仍存在设备支持能力及开放度不足、系统整合集成深度不够等优化空间,而作为关乎国计民生的重要基础应用,它必将持续迭代升级,彰显新的发展成效与突破。

参考文献

[1] T/ASC 51-2024. 民用建筑智能供配电设计标准[S].2024.
[2] 陶仁海. 电气工程及其自动化供配电系统节能控制分析
[J]. 科技创新与应用, 2022, 12 (36): 189-192.