

# 绿色建筑中供配电系统节能优化设计

韩冰钊

河北博华建筑设计有限公司 河北 邯郸 056000

**摘要:** 绿色建筑供配电系统节能优化设计对降低建筑能耗、提升能源利用效率具有重要意义。本文详细阐述绿色建筑供配电系统核心构成,包括供电系统与配电系统各部分组成及功能。分析节能优化设计核心原则,提出供电、配电、负载匹配及节能技术融合等核心设计策略。探讨设计前期调研、过程协同及落地细节把控等实施路径,并从设计策略、设备与技术应用、设计落地衔接三方面提出完善措施,为绿色建筑供配电系统节能优化设计提供理论支撑与实践参考。

**关键词:** 绿色建筑; 供配电系统; 节能优化设计; 实施路径; 完善措施

引言: 随着社会对能源节约与环境保护重视程度的提升,绿色建筑成为建筑行业发展的方向。供配电系统作为绿色建筑的核心组成部分,其能耗占建筑总能耗的较大比例。因此,开展供配电系统节能优化设计,降低系统运行能耗,提升能源利用效率,对实现绿色建筑可持续发展目标至关重要。当前,绿色建筑供配电系统节能设计虽取得一定进展,但在设计策略、技术应用及实施路径等方面仍存在不足,需进一步深入研究与完善。

## 1 绿色建筑供配电系统核心构成与节能设计核心原则

### 1.1 绿色建筑供配电系统核心构成

#### 1.1.1 供电系统核心组成

绿色建筑供电系统肩负着从外部电网获取电能并稳定输送至建筑内部的重任。高压配电装置作为电能输入的首要环节,通过断路器、隔离开关等设备精准控制电能的通断与分配。其选型需严格依据建筑用电负荷特性,确保在峰值负荷时能可靠运行,避免因过载引发设备损坏或供电中断<sup>[1]</sup>。变压器是供电系统的核心设备,依据电磁感应原理实现电压变换,将高压电能转换为适合建筑内部使用的低压电能。在变压器选型过程中,要综合考量负载率、空载损耗与负载损耗等参数,优先选用节能型变压器,以降低运行能耗。备用电源系统是供电可靠性的重要保障,通常采用柴油发电机或储能装置。当外部电网出现故障时,备用电源系统能迅速启动,维持建筑关键负荷的持续运行,保障建筑的基本功能不受影响。

#### 1.1.2 配电系统核心组成

配电系统负责将供电系统输送来的电能合理分配至建筑各个用电设备。低压配电线路作为电能传输的通道,其截面选择需综合考虑载流量、电压降与经济性。合理规划线路路径,缩短供电半径,可有效降低线路损耗。配电箱是配电系统的末端分配节点,通过断路器、漏电保

护器等元件实现对支路电能的精准控制与安全防护。无功补偿装置通过电容器的投切,动态调整系统功率因数,减少无功功率在电网中的流动,进而降低变压器与线路的额外损耗,提升系统整体能效。电能计量系统借助智能电表,实现对建筑分项能耗的实时监测,为能源管理提供准确的数据支持。

### 1.2 供配电系统节能优化设计核心原则

绿色建筑供配电系统节能设计需遵循技术适配与系统协同原则。设备选型应基于全生命周期成本分析,优先选用能效等级高的变压器、低损耗电缆等关键设备,避免因初期投资差异导致长期运行成本增加。系统架构设计需强化层级简化理念,通过减少配电级数降低电能传输环节的能量损耗,同时采用分区供电模式实现负荷的精准匹配。智能化控制技术的融入可提升系统动态响应能力,通过需求侧管理实现负荷的时空平移,避免设备在低负载率下的空转运行。与建筑其他子系统的协同优化同样关键,例如照明系统采用智能调光控制,空调系统配置变频驱动装置,均可通过供配电系统的柔性接口实现能耗的联动降低。

## 2 绿色建筑供配电系统节能优化核心设计策略

### 2.1 供电系统节能优化设计

供电系统作为建筑能源输入的核心环节,其节能优化需从电源配置与设备选型两方面入手。电源接入与配电方式优化需结合建筑负荷特性与电网条件,采用多回路供电或环网供电模式提升供电可靠性,通过缩短供电半径减少线路损耗。对于大型公共建筑,可引入双电源或多电源接入方案,根据负荷等级划分供电区域,避免单一电源过载运行。变压器节能优化设计需重点关注设备选型与运行参数调整,优先选用低损耗、高能效等级的干式变压器,并根据负荷波动特性合理配置容量,避

免长期低负载率运行导致的空载损耗增加<sup>[2]</sup>。通过动态调整变压器运行台数,实现经济运行,例如在负荷低谷期停运部分变压器,降低整体能耗。

## 2.2 配电系统节能优化设计

### 2.2.1 配电线路节能优化

配电线路节能优化核心是减少线路电阻损耗与电压损耗,优化线路选型与敷设设计。优化配电线路导体材质与截面选择,优先选用导电性能优良、电阻率低的导体材料,结合线路负荷与传输距离,合理确定导线截面,避免截面过小导致的电阻损耗增加。优化线路敷设路径,缩短线路长度,减少弯曲次数,降低线路阻抗,同时避开高温、潮湿等不利环境,减少线路损耗与老化速度。优化线路敷设方式,根据建筑结构与负荷分布,采用桥架敷设、穿管敷设等合理方式,提升线路散热性能,降低运行损耗,相关设计符合建筑配电线路设计规范。

### 2.2.2 配电保护装置节能优化

配电保护装置节能优化需兼顾保护功能与节能需求,优化保护装置选型与参数设置。选用节能型配电保护装置,采用低功耗电子元件与优化电路设计,降低保护装置自身能耗,同时保障保护功能的可靠性。优化保护装置参数设置,根据配电系统负荷特性与运行工况,合理调整保护定值,避免保护装置误动作导致的能源浪费与系统不稳定。优化保护装置布局,实现保护功能的精准覆盖,减少冗余保护装置的设置,降低设备能耗与投资成本,确保配电系统在安全运行的前提下实现节能目标。

## 2.3 负载匹配与运行节能优化设计

负载匹配与运行节能优化设计立足建筑负荷特性,实现供配电系统与负载的精准适配。开展建筑负荷详细调研与分析,梳理不同功能区域负载的运行规律与能耗特性,划分负载类型与优先级。优化负载分配方式,将不同特性的负载合理分配至对应的配电回路,避免单一回路负载过载或负载不足,提升回路运行效率。优化负载运行调控,根据负载运行需求,合理调整运行状态,避免无效负载长期运行导致的能源浪费,同时优化负载启动方式,减少启动过程中的能耗冲击,实现负载运行与供配电系统的协同节能。

## 2.4 节能技术融合优化设计

节能技术融合优化设计需整合各类节能技术,实现供配电系统节能效能的最大化。合理融入无功补偿技术,通过设置无功补偿装置,优化系统功率因数,减少无功功率损耗,提升电能利用效率。引入谐波治理技术,针对供配电系统中的谐波污染,采用滤波装置进行治理,降低谐波损耗,保障系统稳定运行。结合绿色建筑可再生

能源利用需求,融合分布式光伏、风能等可再生能源技术,实现可再生能源与供配电系统的协同运行,替代传统电能消耗,提升能源利用的环保性与经济性,相关技术融合思路参考绿色建筑节能技术集成应用规范。

## 3 绿色建筑供配电系统节能优化设计的实施路径

### 3.1 设计前期调研与规划路径

绿色建筑供配电系统节能优化需以全面调研为基础,明确建筑功能定位、用电设备类型及负荷特性<sup>[3]</sup>。通过分析建筑使用场景,识别高能耗区域与关键负荷,例如区分办公区、公共区及设备区的用电需求差异,为后续系统设计提供数据支撑。同时,需结合当地电网条件、可再生能源资源分布及能源政策要求,制定合理的供电方案。规划阶段应确定节能目标,例如单位面积能耗限值或可再生能源利用率,并将目标分解至供电系统、配电系统及用电设备等环节,形成可量化的设计指标。此外,需评估建筑全生命周期能耗,考虑设备选型、运行维护及更新改造对节能效果的影响,避免短期设计导致长期能耗增加。

### 3.2 设计过程中的协同优化路径

供配电系统节能设计需与建筑、结构、暖通等专业深度协同,避免因专业割裂导致节能措施失效。例如,供电线路敷设路径应与建筑结构布局协调,减少线路迂回与长度;变压器选址需靠近负荷中心,缩短低压配电半径,降低线路损耗。与暖通专业协同时,需根据空调系统运行模式优化供电方案,例如采用变频驱动技术时,需配置与之匹配的供电容量及电压等级,避免因供电不足或过剩影响设备能效。此外,需建立多专业设计评审机制,对供电系统与建筑围护结构、可再生能源系统的接口进行技术论证,确保节能措施在系统层面形成合力。设计过程中还应引入模拟分析工具,通过能耗模拟软件验证设计方案,优化设备选型与系统配置,提升节能效果的可预测性。

### 3.3 设计落地中的细节把控路径

设计落地环节的细节把控是保障节能优化效果落地见效的关键,需聚焦设计方案落地全流程,强化各环节的精细化管控。严格按照设计方案推进设备安装与线路敷设工作,规范施工流程与操作标准,精准把控设备安装精度与线路连接质量,规避施工偏差引发的能耗增加、安全隐患等问题。强化设备调试环节的细节管理,精准优化设备运行参数,校准设备运行状态,确保设备始终处于最优节能运行状态,充分释放设备节能效能。注重线路绝缘、接地等细节处理,减少线路漏电与接触损耗,在保障系统运行安全性的基础上,进一步提升节能效果。加

强设计落地过程中的动态管控,实时梳理落地过程中出现的各类问题,结合现场实际情况灵活优化调整设计细节,避免设计与实际落地脱节,确保节能优化设计方案精准落地、高效实施,充分发挥供配电系统的节能效能,契合绿色建筑可持续发展的核心诉求。

#### 4 绿色建筑供配电系统节能优化设计的完善措施

##### 4.1 设计策略完善

设计策略完善需立足绿色建筑供配电系统节能核心目标,结合建筑负载特性与能源利用规律,优化设计逻辑与技术路径<sup>[4]</sup>。需强化设计前期的负载调研与能源分析,结合建筑功能分区与用能需求,优化供配电系统整体设计框架,避免设计与实际用能需求脱节。优化电源接入与配电方式设计,结合区域电网特点与建筑用能负荷分布,合理规划供电半径与配电节点,减少能源传输过程中的损耗。完善负载匹配设计逻辑,根据不同区域负载特性与运行规律,优化系统拓扑结构,提升系统运行的稳定性与节能性。引入全生命周期设计理念,综合考量设计、施工、运行全阶段的节能需求,实现设计策略与建筑全生命周期节能目标的深度适配,推动设计策略从单一节能向系统节能升级,提升供配电系统节能优化设计的科学性与系统性。

##### 4.2 设备与技术应用完善

设备与技术应用完善是提升供配电系统节能效果的关键支撑,需聚焦设备性能提升与节能技术融合。优化节能设备选型标准,优先选用高效节能型变压器、配电装置及线缆,提升设备运行效率,降低设备自身能耗。完善设备运行维护体系,定期对供配电设备进行检修与校准,及时排查设备运行过程中的能耗隐患,保障设备长期处于高效运行状态。推动节能技术与供配电系统的深度融合,合理应用无功补偿技术、谐波治理技术,优化系统功率因数,减少电能损耗。结合绿色建筑能源利用需求,融入分布式能源技术,实现供配电系统与可再生能源的协同运行,提升能源利用效率。加强设备与技术的适配性设计,确保节能技术与设备性能、系统需求相匹配,充分发挥节能技术与设备的节能效能,推动供配电系统节能技术应用向精细化、高效化发展。

##### 4.3 设计落地衔接完善

设计落地衔接完善需打破设计与施工、运行环节的壁垒,构建全流程协同衔接体系。建立设计与施工的协同衔接机制,设计人员全程参与施工过程,及时解答施工过程中遇到的设计相关问题,指导施工人员严格按照设计方案施工,确保设计意图准确落地。完善设计交底流程,细化设计细节与技术要求,确保施工人员全面掌握设计核心要点,避免施工过程中的设计偏差。加强设计与运行环节的衔接,设计阶段充分吸纳运行管理人员的合理建议,结合系统运行需求优化设计方案,确保设计方案贴合实际运行场景<sup>[5]</sup>。建立设计落地后的跟踪反馈机制,及时收集系统运行过程中的相关数据,分析设计方案在落地过程中存在的不足,针对性优化完善设计内容,实现设计、施工、运行环节的无缝衔接,保障供配电系统节能优化设计方案能够有效落地,充分发挥系统节能效能,契合绿色建筑节能发展的核心要求。

#### 结束语

绿色建筑供配电系统节能优化设计是一个系统性工程,涉及设计策略制定、设备与技术应用、实施路径规划及完善措施落实等多个环节。通过完善设计策略,可提升节能设计的科学性与系统性;优化设备与技术应用,能为节能提供关键支撑;强化设计落地衔接,可保障节能方案有效实施。只有全面落实各项节能优化设计措施,才能实现供配电系统的高效节能运行,推动绿色建筑朝着更加节能、环保、可持续发展的方向发展,切实提升建筑能源利用水平。

#### 参考文献

- [1]陈健.绿色建筑电气系统的节能设计与实践[J].城市建设,2025,(20):56-58.
- [2]吕季航.建筑工程电气节能设计研究[J].光源与照明,2025,(05):223-225.
- [3]朱琳.基于绿色节能理念的建筑电气设计研究[J].石河子科技,2024,(04):35-36.
- [4]刘佳亮.绿色节能技术在建筑电气设计中的应用分析[J].大众标准化,2024,(11):134-136.
- [5]李婧.建筑电气供配电系统节能设计探讨[J].光源与照明,2023,(10):45-47.