

节能理念下厂区配电房整体规划与布局设计

方施

桐庐电力开发有限公司

DOI: 10.32629/jpm.v7i4.8859

[摘要] 在“双碳”目标与可持续发展战略的宏观背景下，将节能理念深度融入厂区配电房的规划与设计，已成为工业领域降低运营成本、提升能源效率的必然选择。这要求规划工作超越传统的可靠供电范畴，前瞻性地整合能效优化策略，从源头构建绿色、高效的电力供应核心。基于此，以下对节能理念下厂区配电房整体规划与布局设计进行了探讨，以供参考。

[关键词] 节能理念; 厂区配电房; 整体规划; 布局设计

Under the Energy Conservation Philosophy: Overall Planning and Layout Design of Factory Power Distribution Rooms by

Fang Shi

tonglu Power Development Co., Ltd.

[Abstract] Against the macro background of the "Dual Carbon" goals and sustainable development strategies, deeply integrating energy conservation principles into the planning and design of factory power distribution rooms has become an essential approach for the industrial sector to reduce operating costs and enhance energy efficiency. This requires planning efforts to transcend the traditional focus on reliable power supply and proactively incorporate energy efficiency optimization strategies to establish a green and efficient power supply core from the outset. Based on this, the following discussion examines the overall planning and layout design of factory power distribution rooms under the energy conservation philosophy for reference.

[Key words] Energy-saving concept; Plant distribution room; Overall planning; Layout design

引言

厂区配电房作为电能分配与管理的枢纽，其自身能耗与运行效率直接影响全厂用能水平。以节能理念为主导进行整体规划与布局，旨在通过系统性设计优化设备运行工况、减少内部损耗、并创造智能管控条件，从而将配电房从单纯的电力节点转变为主动的能效管理单元。

1 节能理念下厂区配电房整体规划与布局设计研究背景

在全球能源转型与“碳达峰、碳中和”目标的宏观战略驱动下，工业领域作为能源消耗与碳排放的关键环节，正面临前所未有的节能降耗压力与转型升级需求。厂区配电房作为电能传输、分配与管理的核心枢纽，其自身的规划与布局设计长期以来多侧重于供电的可靠性与初始投资的经济性，而对运行过程中的能效表现关注不足。传统设计模式往往导致配电房内部存在设备选型冗余、线路敷设过长、布局不合理、通风散热能

耗高等问题，不仅造成大量不必要的电能损耗，也增加了全生命周期的运营成本。随着智能制造与绿色工厂理念的深入，以及高效节能电力设备、智能监控与能源管理系统的技术成熟，将系统性节能理念前置性地融入配电房的整体规划与布局设计，已从一种优化选择转变为一种必然趋势。本研究旨在探讨如何通过前瞻性的规划与精细化的布局，从源头构建一个既安全可靠，又高效低碳的厂区电力心脏，从而为整个工厂的能源精细化管理与可持续发展奠定坚实的物理基础，响应国家战略并提升企业综合竞争力。

2 节能理念在厂区配电房规划中的应用原则

2.1 安全可靠原则

安全可靠是配电房规划不可动摇的基石，任何节能措施的实施都必须建立在此基础之上，绝不能以牺牲供电连续性和设备运行安全性为代价。这意味着在规划阶段，必须对供电可靠性进行最高等级的考量，包括但不限于：确保主接线方式满足

N-1 甚至更高标准，关键负荷配备不间断电源或应急电源；选用技术成熟、质量可靠、具备完善保护功能的电气设备；规划充足的设备安全间距、操作走廊和维护通道，确保运维安全；设计完善的防雷、接地、防火与应急照明系统。节能设计应在满足上述所有安全与可靠性硬性约束的前提下展开，例如通过优化布局缩短保护级差配合的电缆长度以减少损耗，或选用低损耗且可靠性更高的新型变压器。安全可靠是节能价值得以实现的前提保障。

2.2 经济合理原则

经济合理性要求规划方案在满足安全可靠与节能环保目标的同时，必须进行全生命周期成本的综合分析与优化，寻求初始投资与长期运行费用之间的最佳平衡点。这意味着不能盲目追求技术最先进或单项指标最优，而应进行技术经济比较。规划需评估高效节能设备（如非晶合金变压器、高效电机）虽然购置成本较高，但其在长期运行中节省的电费能否在合理回收期内抵消增量投资；需考虑模块化、可扩展的设计以减少未来扩建的重复投资；还需评估智能监控系统的投入与其在预防性维护、减少故障停电损失、优化运行方式所带来的综合经济效益。该原则引导规划者从企业整体经营角度出发，避免为节能而节能，确保每一项节能投入都具有良好的经济性，实现可持续发展。

2.3 节能环保原则

节能环保原则是本次规划的核心导向与价值体现，它要求将减少能源消耗、降低运行损耗、提升能源利用效率贯穿于规划设计的每一个环节。这不仅仅体现在选用符合国家能效标准的高效变压器、低压电器及电缆，更在于通过系统性的设计优化来实现整体能效的提升。例如，通过精确的负荷预测与分布分析，合理规划配电房位置与供电半径，从根本上减少线路传输损耗；通过优化系统架构（如采用分布式光伏接入、无功就地补偿等），改善电能质量，降低系统整体能耗；在布局设计中充分考虑自然通风与采光，减少机械通风和人工照明的依赖与能耗。该原则强调主动的、源头性的节能设计，旨在将配电房本身从一个能耗单元转化为能效优化的典范，并尽可能选用环保型材料，减少对环境影响。

3 节能理念下厂区配电房整体规划的关键要素

3.1 负荷预测与分析

负荷预测与分析是配电房科学规划的起点与基石，其精度直接决定了设备容量配置、系统架构及布局的合理性，对节能效果影响深远。规划必须基于详实的工厂总体规划、生产工艺流程、设备用电特性及未来产能扩展计划，采用科学的预测方法（如需要系数法、单位指标法、趋势分析法等），对近期、远期各区域、各类型的用电负荷进行定量与定位预测。分析内

容不仅包括最大负荷、计算负荷，还需深入分析负荷曲线、同时系数、功率因数、谐波含量以及季节性、时段性变化规律。精准的预测可以避免因容量过度冗余导致的变压器、线路长期轻载运行，效率低下；也能防止因预测不足导致的频繁增容改造。同时，对冲击性负荷、非线性负荷的专项分析，是后续设计无功补偿、滤波装置及选择抗冲击能力设备的关键依据，从源头保障系统高效、优质运行。

3.2 配电房位置选择

配电房的地理位置选择是一项战略性决策，对供电可靠性、线路损耗、运维便利性及未来发展具有决定性影响。在节能理念下，位置选择的核心目标是 minimized 电能传输距离。需结合厂区总平面布置、各主要负荷中心的分布情况，运用负荷矩分析等方法，寻找能使高压进线路径最短、低压出线至各车间负荷中心距离总和最优的“电能重心”区域。理想位置应靠近厂区主要负荷群，且便于高压电源引入。此外，还需综合考虑地质条件（避免低洼、易涝区）、交通运输条件（便于大型设备安装与检修）、环境条件（远离震动、腐蚀、粉尘污染源）以及与厂区内其他建筑物、管线的安全间距。一个科学选定的位置能从物理空间上最大程度减少线路阻抗损耗，是后续所有节能措施发挥效能的先决条件，同时也为未来负荷增长预留了扩展空间。

3.3 配电系统架构设计

配电系统架构是配电房的“骨骼”与“神经系统”，其设计决定了电能的分配方式、运行灵活性与整体能效水平。节能理念下的架构设计，需在保证可靠性的前提下，追求简洁、高效、灵活。应优先考虑采用放射式与树干式相结合的混合接线方式，对于重要负荷采用专线放射式供电，对于一般负荷可采用树干式以减少开关柜和电缆数量。积极研究分布式能源（如厂房屋顶光伏）的接入方案，设计合适的并网点与保护策略，实现清洁能源的本地消纳。必须高度重视无功功率的平衡问题，根据负荷分析结果，合理设计集中补偿与就地补偿相结合的无功补偿系统，确保功率因数始终维持在较高水平，减少线路和变压器的无功电流损耗。架构设计还应具备一定的模块化和扩展性，便于未来增容或接入新的节能技术，避免推倒重来式的改造。

3.4 设备选型与配置

设备是电能转换与分配的直接载体，其能效水平是决定配电房整体能耗的核心。选型必须严格执行国家最新能效标准，优先选用节能型产品。对于核心设备如变压器，应选择空载损耗和负载损耗均低的型号（如 SCB14、SCB18 及以上能效等级的干式变压器，或非晶合金变压器），并根据负荷预测结果合理选择容量，使变压器常年运行在高效负荷区间。低压开关柜

应选用结构紧凑、导电性能好、温升低的抽屉式或固定分隔式产品,断路器应选择分断能力高、功耗低、具备通信接口的智能型产品。电缆选择在满足载流量和热稳定要求的前提下,适当加大导体截面以降低线路长期运行损耗,并考虑采用环保型或阻燃型电缆。此外,应配置智能电力监控系统,实时监测电压、电流、功率、电能、功率因数、谐波等参数,为运行优化和能效管理提供数据支撑,使节能从设计延伸到运行。

4 节能理念下厂区配电房布局设计的优化策略

4.1 空间布局优化

空间布局优化旨在通过科学的功能分区与流线组织,在满足安全规范的前提下,创造高效、紧凑、节能的物理环境。应严格遵循相关设计规范,合理划分高压配电室、变压器室、低压配电室、电容器室、控制值班室等功能区域,并按工艺流程(进线→变压→分配)顺序排列,减少母线或电缆的迂回交叉。优化设备布置,使各区域面积既满足设备安装、操作、巡视和维护的最小距离要求,又避免过度空旷造成空间浪费和空调/照明能耗增加。合理规划设备运输通道、运维巡检路线和应急疏散通道,确保流畅高效。控制室或值班室的位置应便于观察主要设备运行状态,并考虑采用隔音、隔热措施,创造良好的人工环境。一个优秀的空间布局能够减少内部连接线路长度,改善通风散热条件,提升运维效率,从而间接降低能耗。

4.2 线路走向优化

线路走向优化直接针对减少线路电阻损耗和电压降落,是布局设计中实现节能的关键技术环节。设计应遵循“路径最短、转弯最少、避免交叉”的核心原则。在电缆沟、桥架或竖井的规划中,应力求敷设路径平直,减少不必要的弯角和爬升,以缩短电缆实际使用长度并降低敷设难度。高压进线、低压出线的大截面母线或电缆的走向应清晰、独立,避免与弱线路长距离并行敷设以减少干扰。对于通向同一区域或同类负荷的多回线路,可采用共沟或共架敷设,但需做好防火分隔。优化线路走向不仅能直接降低因导体电阻产生的有功损耗(与长度成正比),还能减少线路压降,改善末端电压质量,同时使线路布局整齐美观,便于日后识别、检修和维护。

4.3 设备布置优化

设备布置优化是在既定空间内,对每一台具体设备(如变压器、开关柜、电容器柜、直流屏等)的安装位置进行精细化安排,以达成最佳运行工况和最小内部损耗。核心发热设备(如变压器)应布置在通风良好的区域,靠近外墙或设有专用排风通道,并与其他设备保持足够散热间距,避免热量积聚导致室温升高,从而增加空调制冷负荷或迫使设备降容运行。重量大的设备(如变压器)应考虑楼板荷载和运输通道。开关柜的排列应使母线连接长度最短,减少连接处的接触电阻和电压损

失。无功补偿电容器柜应尽量靠近主要感性负荷(如大型电机组),以提高补偿效果,减少线路无功传输。智能监控系统的数据采集单元布置点应能全面、准确地采集各支路电气参数。优化的设备布置是实现系统高效、稳定、低耗运行的最后一步,也是最重要的物理落实。

4.4 安全防护设计

安全防护设计是保障配电房内所有节能设备与系统长期稳定运行、防止因事故导致能源中断或浪费的根本屏障,其本身也需深度融入节能理念,实现安全与能效的统一。在防火设计方面,须采用高耐火等级的墙体与防火门,设置高效、环保的自动气体灭火系统,其控制逻辑应具备低功耗待机与精准联动触发模式,减少非必要能耗。通风与散热设计是节能的关键环节,应充分利用建筑朝向与当地主导风向,科学设计自然通风路径,通过高低位百叶窗、通风夹层与热压风道的组合,形成有效的烟囱效应气流;仅在气象条件不利或设备发热量极大时,才启动配置变频调速的机械排风系统,并依据温湿度传感器数据实现分级智能启停,杜绝风机无效运行。照明系统须全面采用高光效LED灯具,结合采光天窗或导光管技术最大化利用自然光,并依据功能区划实施精细化分区、分路控制,广泛部署人员移动感应与照度感应控制器,实现“人来自动亮、人走自动灭”的按需照明。完善的防雷与接地系统,包括接闪器、引下线与低电阻接地网的协调设置,是保护精密节能设备免受雷电电磁脉冲损害的基础。

结束语

在节能理念指导下完成的配电房规划与布局,不仅实现了供电安全可靠的基本目标,更赋予了其显著的能效属性。这种系统性的设计实践,为厂区长期节能降耗奠定了坚实的物理基础,是推动工业设施向绿色、智能化转型的关键一步。

[参考文献]

- [1]徐志宏,张亮,田媛.工业企业供配电系统节能降耗关键技术研究与应用[J].仪器仪表用户,2026,33(03):69-71.
- [2]游玲玲.某机械公司厂区供配电系统节能改造与实践探索[J].科技资讯,2025,23(24):108-110.
- [3]鲁升豪.节能技术在变配电设计中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(31):4-6.
- [4]金文佩,李佳,于安斌,杨叶铠,梅文胜.配电房三维配网规划系统设计与实现[J].测绘科学,2023,48(07):219-226.
- [5]王铁军,龚科,陈德优,薛耀康,吴晔.智慧配电系统在现代工业厂区电力改造的应用[J].科技资讯,2022,20(15):66-68.
- [6]官政伟,林海,朱佳.智慧配电系统改造方案[J].现代制造技术与装备,2021,57(05):179-180.
- [7]黎俊宪.10kV 配电房配电设计思考[J].低碳世界,2020,10(05):49-50.