

变电站电力系统的节能策略分析

黎媚

杭州汉邦电力工程设计有限公司 浙江杭州 311200

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13247

[摘要] 变电站电力系统节能对降低能耗、提高效益意义重大。分析了影响节能的因素,如设备损耗、运行方式等。提出优化设备选型、改进运行管理、采用新技术等策略,以提升电力系统的能源利用效率,实现节能减排目标,为变电站电力系统节能工作提供参考。

[关键词] 变电站; 电力系统; 节能策略; 能源效率

引言:

随着能源问题日益突出,变电站电力系统节能成为研究热点。合理的节能策略可减少电力损耗,降低运营成本。了解变电站电力系统能耗现状,分析节能策略,对提高电力供应的可持续性和经济性至关重要,具有重要现实意义。

1. 变电站电力系统能耗现状

1.1 主要耗能设备分析

变电站电力系统中的主要耗能设备包括变压器、电抗器、开关设备等。变压器是变电站的核心设备之一,其在运行过程中会产生铁损和铜损。铁损是由于铁芯中的磁滞和涡流现象导致的,与变压器的铁芯材质、制造工艺以及运行电压等因素有关;铜损则是由于变压器绕组中的电流通过电阻产生的热量损耗,与绕组的电阻和负载电流有关。电抗器主要用于限制短路电流、改善电力系统的无功平衡等,其在运行时会因电感特性产生一定的电能损耗。开关设备在分合闸过程中会消耗一定的能量,并且其操作机构的运行也需要消耗电能。

1.2 能耗数据统计与趋势

对变电站电力系统的能耗数据进行统计是分析能耗现状的重要手段。通过对变电站历年的能耗数据进行收集和整理,可以发现一些明显的趋势。随着变电站负载的不断增长,能耗总量呈现出上升的趋势。例如,在一些经济发展较快的地区,随着工业和居民用电量的增加,变电站的供电量增大,相应的能耗也随之增加。同时,不同季节和时间段的能耗也存在差异。夏季由于气温较高,空调等制冷设备运行时间长,变电站的辅助设备能耗明显增加;而在用电高峰时段,由于变压器等设备负载率高,其自身的损耗也会增大。

2. 节能策略的理论基础

2.1 相关节能原理概述

变电站电力系统节能的基本原理涉及到多个方面。从电学原理来看,减少电路中的电阻损耗是节能的重要途径。例如,在导体的选择上,采用电阻率低的材料或者增大导体的横截面积,可以降低电流通过时的电阻损耗。对于变压器等设备,根据电磁感应原理,优化铁芯的结构和材质,减少磁滞和涡流损耗。通过合理设计变压器的绕组匝数、线径等参数,可以降低铜损。在无功功率管理方面,根据功率三角形原理,提高负载的功率因数,减少无功功率在电网中的传输,从而降低线路和设备的无功损耗。例如,采用无功补偿装置,向电网注入适量的无功功率,使负载的功率因数接近1,提高电能的利用效率。

2.2 电力系统节能标准

电力系统节能标准是衡量变电站电力系统节能效果的依据。我国制定了一系列的电力系统节能标准,这些标准涵盖了设备选型、运行管理等多个方面。在设备方面,对于变压器等主要设备,规定了其能效等级标准。例如,不同能效等级的变压器在空载损耗、负载损耗等方面有明确的限定值,

要求变电站在设备选型时优先选择高能效等级的设备。在运行管理方面,有关于变电站功率因数、线损率等指标的标准要求。

2.3 节能策略的可行性分析

变电站电力系统的节能策略具有较高的可行性。从技术角度来看,随着现代电力技术的不断发展,许多节能技术已经成熟并得到广泛应用。例如,高效变压器技术、无功补偿技术、智能电网技术等都能够为变电站电力系统节能提供有效的技术支持。在设备层面,高效变压器的选用可以显著降低变压器的损耗,而优化无功补偿装置能够有效改善功率因数,减少无功损耗。从经济角度分析,虽然节能设备和技术的应用可能需要一定的初始投资,但从长期来看,节能带来的经济效益是显著的。例如,采用高效设备可以降低运行成本,减少电费支出;通过节能措施降低线损,提高供电企业的经济效益。此外,从政策和社会环境方面来看,节能减排是当前社会发展的趋势,政府出台了一系列鼓励政策,如节能补贴、优惠电价等,这为变电站电力系统实施节能策略提供了良好的政策环境和社会支持。

3. 设备层面节能策略

3.1 高效变压器的选用

高效变压器的选用是变电站电力系统设备层面节能的重要策略。高效变压器在设计过程中采用了先进的技术和材料,能够有效降低损耗。与传统变压器相比,高效变压器的铁芯采用高导磁率的硅钢片,这种硅钢片具有较低的磁滞损耗和涡流损耗。例如,非晶合金变压器就是一种高效变压器,其铁芯由非晶合金制成,磁滞损耗比传统硅钢片变压器降低了很多。在绕组方面,高效变压器采用优质的铜材,并优化绕组结构,降低了铜损。在实际选用时,需要根据变电站的负载特性、电压等级等因素进行综合考虑。如果变电站的负载率较高且相对稳定,选用容量合适的高效变压器能够最大程度地发挥其节能优势。同时,还要考虑变压器的成本和投资回收期,虽然高效变压器的初始投资可能较高,但由于其较低的运行损耗,在长期运行中能够节省大量的电能费用。

3.2 优化无功补偿装置

优化无功补偿装置对于变电站电力系统节能具有重要意义。无功功率在电网中的传输会导致线路和设备的损耗增加,而无功补偿装置能够提供无功功率,提高功率因数,减少无功功率的传输。在变电站中,可以采用多种无功补偿方式,如电容器补偿、电抗器补偿以及静止无功补偿器(SVC)、静止无功发生器(SVG)等。电容器补偿是最常用的方式之一,通过在变电站母线侧并联电容器组,可以向电网提供无功功率。在优化无功补偿装置时,首先要根据变电站的负载无功需求准确计算补偿容量。如果补偿容量不足,无法有效提高功率因数;而补偿容量过大则可能导致过补偿,产生新的问题。其次,要选择合适的无功补偿设备类型。例如,对于负

载变化较快的变电站, SVG 具有响应速度快、补偿精度高等优点, 能够更好地适应负载的动态变化, 有效提高功率因数, 降低无功损耗。

3.3 智能开关设备的应用

智能开关设备的应用是变电站电力系统设备节能的新兴策略。智能开关设备具有自我监测、自我诊断和远程控制等功能。在运行过程中, 智能开关设备能够实时监测自身的运行状态, 如温度、电流、电压等参数, 并根据这些参数进行故障诊断。当检测到异常情况时, 可以及时发出警报并采取相应的保护措施, 避免因设备故障导致的额外损耗。例如, 智能开关设备可以通过对电流的监测, 及时发现过载现象, 并自动调整开关状态, 防止设备因长时间过载而损坏。此外, 智能开关设备的远程控制功能可以实现变电站的智能化运行管理。通过远程控制, 可以根据负载情况合理调整开关的分合闸时间, 优化电力系统的运行方式, 提高设备的运行效率, 从而达到节能的目的。

4. 运行管理节能策略

4.1 负荷优化调度方案

负荷优化调度方案是变电站运行管理节能的关键策略之一。通过合理安排变电站的负荷, 可以提高设备的运行效率, 降低能耗。首先, 要对变电站的负荷进行预测。利用历史负荷数据、气象信息等多种因素, 采用合适的预测方法, 如时间序列法、神经网络法等, 对未来的负荷情况进行准确预测。根据负荷预测结果, 制定负荷调度计划。在用电低谷期, 可以安排一些对电能质量要求不高的负载运行, 如一些可中断负荷的工业设备; 而在用电高峰期, 则优先保障重要负载的供电。同时, 要注重负荷的均衡分配, 避免设备出现过载或负载率过低的情况。例如, 对于有多台变压器的变电站, 可以根据变压器的容量和性能, 将负荷合理分配到各台变压器上, 使每台变压器的负载率都处于较为合理的范围, 提高变压器的整体运行效率, 降低能耗。

4.2 设备运行维护计划

制定科学的设备运行维护计划对于变电站电力系统节能至关重要。设备的良好运行状态是降低能耗的前提。定期对变电站的设备进行维护保养, 能够及时发现设备存在的问题, 如设备的磨损、老化、接触不良等, 从而采取相应的措施进行修复或更换。对于变压器, 要定期进行油样检测、绝缘电阻测量等维护工作, 确保其运行性能良好。对于开关设备, 要检查其触头的磨损情况、操作机构的灵活性等。在设备的维护周期方面, 要根据设备的类型、使用年限、运行环境等因素进行综合考虑。例如, 在恶劣环境下运行的设备, 维护周期应适当缩短。此外, 在设备维修时, 要尽量采用节能型的零部件进行更换, 提高设备的整体节能性能。

4.3 节能监测与评估体系

建立节能监测与评估体系是变电站运行管理节能的重要保障。通过节能监测, 可以实时获取变电站电力系统的能耗数据, 如各设备的功率损耗、变电站的总能耗、功率因数等。利用监测数据, 可以对变电站的节能效果进行评估。节能评估可以采用多种方法, 如与历史数据对比、与同类型变电站对比等。如果发现节能效果不佳, 要及时分析原因, 可能是设备运行故障、负荷调度不合理或者节能策略执行不到位等。根据评估结果, 对节能策略进行调整和优化。例如, 如果监测到某台设备的能耗异常升高, 要对该设备进行深入检查, 确定是设备本身的问题还是运行工况的问题, 然后采取相应的措施进行改进。同时, 节能监测与评估体系还可以为变电站的节能管理提供决策依据, 如确定节能设备的投资方向、优化节能策略等。

5. 新技术应用节能策略

5.1 分布式能源接入策略

分布式能源接入是变电站电力系统节能的创新策略。分布式能源包括太阳能、风能、生物质能等可再生能源。将分布式能源接入变电站电力系统, 可以实现能源的多元化利用, 减少对传统化石能源的依赖。在分布式能源接入时, 要考虑其接入方式、容量、控制策略等因素。例如, 对于太阳能光伏发电系统, 可以根据变电站的电压等级、负载需求等选择合适的接入点。如果接入容量过大, 可能会对变电站的电压稳定性产生影响; 而接入容量过小, 则无法充分发挥其节能效益。在控制策略方面, 要实现分布式能源与变电站电力系统的协调控制。当分布式能源的输出功率发生变化时, 如太阳能发电受光照影响, 要通过有效的控制手段, 使变电站能够平稳地接收和分配这些能量, 避免对变电站的正常运行造成干扰, 同时提高能源利用效率, 达到节能的目的。

5.2 储能技术的应用方式

储能技术的应用为变电站电力系统节能提供了新的途径。储能技术可以在电能过剩时储存电能, 在电能短缺时释放电能, 起到削峰填谷的作用。在变电站中, 可以采用多种储能方式, 如电池储能(锂离子电池、铅酸电池等)、超级电容器储能、飞轮储能等。以电池储能为例, 当变电站夜间低谷电价时段时, 可以利用多余的电能对电池进行充电; 在白天用电高峰时段, 电池将储存的电能释放出来, 减少变电站从电网获取的电能, 降低变电站的购电成本。同时, 储能技术还可以用于提高变电站的功率因数、改善电压质量等。例如, 在无功功率补偿过程中, 储能设备可以根据需要快速提供或吸收无功功率, 提高变电站的电能质量, 减少因无功功率传输导致的损耗, 从而实现节能。

5.3 智能电网技术的融合

智能电网技术与变电站电力系统的融合是实现节能的重要手段。智能电网技术涵盖了电力系统的智能化监测、控制、通信等多个方面。在变电站电力系统中, 通过智能电网技术可以实现设备的智能化管理。例如, 利用智能传感器对变电站的设备进行全方位监测, 获取设备的运行状态、能耗等详细信息, 并将这些信息通过高速通信网络传输到控制中心。在控制中心, 基于大数据分析和人工智能算法, 可以对变电站的运行进行优化决策。如根据设备的能耗情况, 智能地调整设备的运行参数, 实现节能运行。此外, 智能电网技术还可以实现变电站与上级电网、分布式能源、用户之间的智能互动。通过这种互动, 可以更好地协调电力供需关系, 提高电能利用效率, 降低变电站电力系统的能耗。

结束语:

变电站电力系统节能是一项系统工程。通过设备选型、运行管理及新技术应用等多方面策略实施, 可有效降低能耗。未来需持续探索创新, 不断完善节能策略, 推动变电站电力系统节能工作迈向新台阶, 实现能源高效利用。

[参考文献]

- [1] 刘爱国. 电力系统中变电站 GIS 设备安装与调试 [J]. 电站系统工程, 2024, 40 (04): 77-78+82.
- [2] 杨乐, 杨哲, 祁金武, 等. 新时代电力系统变电站直流电源及维护 [J]. 自动化应用, 2024, 65 (S1): 252-254.
- [3] 谌乐勇. 电力系统变电站一次设备安装技术分析 [C]// 中国电力设备管理协会. 全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(一). 广西建宁输变电工程有限公司; 2024: 3.
- [4] 刘立灿, 卢朝晖, 李春民. 科技进步保供电 节能降耗增效益——邯钢公司电力系统发展纪实 [J]. 冶金动力, 2019, (11): 1-4.