

分析变压器、电动机等电气设备的节能措施及效果

李 鑫

国家能源集团新疆哈密能源化工有限公司 新疆 哈密 839000

摘 要: 电气设备节能是缓解能源紧张、推动可持续发展的关键举措。本文围绕变压器、电动机、照明系统及其他电气设备的节能技术展开研究,提出低损耗材料应用、运行参数优化、系统协同控制等措施,并探讨能量梯级利用与智能管理系统的协同效应。通过设备效率提升、运行可靠性改善、全过程能耗优化等多维度分析,验证节能措施的综合效果,建立持续监测与改进机制,为电气系统能效提升与绿色转型提供理论依据和实践路径。

关键词: 电气设备; 节能措施; 能效提升; 系统协同

引言

电气设备作为能源消耗的主要领域,其能效水平直接影响能源利用效率与碳排放强度。随着工业与生活用电需求持续增长,优化电气设备运行效率、减少能源浪费成为亟待解决的关键问题。本文从变压器、电动机等核心设备入手,分析材料改进、控制策略优化等节能技术,探讨系统级协同与能量综合利用方案,旨在通过多层次节能措施实现电气系统能效提升,助力能源结构转型与可持续发展目标。

1 电气设备节能的重要性

电气设备节能的重要性不容忽视。在现代社会,电气设备广泛应用于各个领域,从日常生活的家电使用到工业生产中的大型设备运转,都离不开电力的支持;然而,电气设备在运行过程中会消耗大量电能,若不注重节能,不仅会造成能源的极大浪费,还会加重环境负担。随着全球能源问题的日益突出,能源供应的稳定性和可持续性成为关注焦点,节能成为缓解能源紧张的关键举措;电气设备节能能够有效降低能源消耗,提高能源利用效率,使有限的能源发挥更大的作用。从长远来看,这有助于减少对不可再生能源的依赖,推动能源结构的优化;而且,节能还能降低电气设备的运行成本,延长设备使用寿命,减少设备故障发生的概率,进而提高生产效率和产品质量;因此,重视电气设备节能,是推动社会可持续发展、实现资源合理利用的必然要求^[1]。

2 电气设备节能措施

2.1 变压器节能措施

变压器是电能传输分配核心设备,其能效提升对系统节能影响显著。选择变压器时,优先选用非晶合金铁芯等低损耗材质的节能型产品,通过优化磁路设计降低空载损耗,为长期运行节能,运行管理中,要根据实际负荷合理配置变压器容量与运行台数,避免长期轻载或

过载降低效率。负荷波动大时,采用自动调容调压技术匹配最佳参数;优化变压器运行环境,良好通风散热可降低温升,减少冷却系统能耗,定期维护保养,保持绕组与接点清洁、绝缘性能良好,能降低附加损耗。技术改造时,用高性能硅钢片优化铁芯结构,改进绕组绕制工艺减小漏磁通;对运行年限长的变压器,更换新型铁芯或绕组等部件可提升能效等级,负荷平衡是关键,均衡分配三相负荷可降低线路损耗,提高电能利用率;合理配置无功补偿装置改善功率因数,减少变压器视在功率需求,系统设计考虑经济运行区间,监测运行数据、分析负荷特性可为节能优化提供依据。

2.2 电动机节能措施

电动机是主要电能机械能转换设备,节能潜力大。选型上优先选择高效节能型产品,其通过优化电磁设计、采用优质材料、改进制造工艺,大幅降低各项损耗,变负荷运行场合,推广变频调速技术,调节电机转速匹配实际负荷,避免节流装置能量损耗。合理选择电动机容量很关键,需根据负载特性确定适当功率裕量,防止大马拉小车;轻载运行的电动机,可用星三角转换或降压运行降低铁损与风磨损耗。定期维护保养是电动机高效运行的基础,要做好轴承润滑、风道清理、绝缘检测等工作;电动机控制系统方面,采用软启动装置减小启动电流冲击,降低线路损耗;多台电动机协同工作的系统,优化启停顺序与负荷分配。采用高效传动装置减少机械传输环节能量损失;加装能量回馈装置,制动时将动能转化为电能回馈电网;新材料应用开辟节能新途径,高导磁低损耗硅钢片可降低铁损,高导电率铜合金能减少绕组损耗,优化冷却系统设计、改进风路结构,可提高散热效率,降低通风损耗^[2]。

2.3 其他电气设备节能措施

照明系统节能潜力大,可推广高光效光源,在保证

照度前提下降低功率消耗,智能照明控制系统能依据环境光线自动调节亮度,按需分配照明资源。合理设计照明布局,充分利用自然采光,分区控制照明回路,避免能源浪费,选择高效镇流器与配套电器,提升照明系统能效;配电线路节能方面,合理选择导线截面积,平衡投资与运行费用,兼顾初始成本和长期电能损耗;优化线路走线,减少供电距离,降低线路阻抗,采用导电性能好的材料,减少接触电阻,保证连接点接触可靠;大电流回路可用集束导线或扩大相间距离降低集肤效应与邻近效应影响。电力电子设备节能技术渐成熟,采用高频开关技术提高电源转换效率,用软开关技术降低开关损耗的方法,优化散热设计,减少冷却能耗,提高设备可靠性,选低损耗磁性元件与半导体器件,改进控制算法提升轻载效率。不间断电源等系统可设经济运行模式,依负荷自动调整状态,空调与通风系统节能措施优选高效压缩机与风机,优化设计与管路布局,采用变频调节技术匹配负荷,加强保温,减少冷热损失,合理设置运行参数。

2.4 系统级节能协同措施

系统级节能强调设备协调运行与能量优化,建立能源管理系统实时监测分析能耗数据,为节能优化提供决策支撑,通过负荷预测与动态调度,合理安排设备运行时段以避开用能高峰。优化供电电压等级减少变压层级,降低中间环节损耗,完善功率因数补偿,在合适节点设置无功补偿装置提高系统功率因数;设备间能量梯级利用与余能回收是重要途径,将高品位能量用于高品质要求负荷,余热余压等低品位能量用于相应场合。建立多种能量形式耦合系统实现能源逐级利用,对周期性变化负荷配置储能装置平抑波动,优化生产工艺流程,分析工序能耗特点,优化操作参数与运行流程,改进生产调度,减少设备空转,采用先进自动化控制系统精确控制工艺参数。建立能效对标机制定期评估系统能效水平,设备维护管理要系统化,制定预防性维护计划,及时发现处理设备异常,建立能效监测指标体系,通过数据分析改进薄弱环节,加强运行人员培训确保节能措施有效执行^[1]。

3 电气设备节能效果

3.1 变压器节能效果

变压器采取节能措施能显著提升能效,采用非晶合金铁芯等低损耗材料制造的变压器,空载损耗较传统产品大幅降低,这种材料磁导特性优异,可有效减少磁化过程的能量损失。负载运行时,优化设计的绕组结构能降低负载损耗,提高电能传输效率,改进绝缘材料和

冷却系统,可有效控制变压器长期运行的温升,延缓绝缘老化,延长设备使用寿命。合理配置变压器容量和运行台数对节能效果影响突出,变压器运行在最佳负载率区间时,综合效率最高,自动调容调压技术让变压器能根据负荷变化自动调整运行状态,始终保持较高效率,这种动态调节能力尤其适合负荷波动大的场合,可有效避免轻载或过载带来的效率损失。实施负荷平衡措施改善三相负荷不平衡度,有助于降低线路损耗,提高供电质量,变压器节能改造不仅降低能耗,还提升运行可靠性,采用高性能硅钢片和优化绕组工艺的变压器,电磁噪声明显降低,运行更平稳。良好的通风散热条件减少冷却系统能耗,提高设备过载能力,定期维护保养让变压器保持良好运行状态,既确保供电可靠,又实现持续节能,这些改进措施共同作用,使变压器在能效提升和设备可靠性上成效显著。

3.2 电动机节能效果

电动机节能措施实施效果主要体现在运行效率提升上。高效电动机通过优化电机设计和采用优质材料,效率较普通产品有较大提高,长期运行可节约大量电能;变频调速技术让电动机能根据负载需求自动调节转速,避免能量浪费,在风机、水泵等变负载应用中节能效果突出。电动机容量合理选型能改善运行效率,适当功率裕量确保电动机始终在高效区间运行,避免大马拉小车造成的效率降低;轻载时,采用星三角转换或降压运行等方式可降低铁损和风磨损耗,使电动机在不同负载下保持较高运行效率,新材料和新技术也提升了节能效果,高导磁低损耗硅钢片制造的铁芯,降低了涡流损耗和磁滞损耗。高导电率铜合金绕组减少了电阻损耗,提高了电能转换效率,优化设计的冷却系统降低了通风损耗,提高了散热效率,保障电动机在高温环境下稳定运行;能量回馈装置可将制动过程中的动能转化为电能回馈电网,实现能量循环利用,这些技术措施相互配合,全面提升了电动机的节能效果和运行性能。

3.3 其他电气设备节能效果

照明系统节能措施成效显著,体现在能耗大幅降低与照明质量提升。高光效光源应用,在满足照度要求前提下,显著减少功率消耗,智能照明控制系统能依据环境光线自动调节亮度,既满足使用需求,又防止过度照明浪费能源。合理照明布局与分区控制,让照明资源得以有效利用,自然采光充分利用也进一步减少人工照明需求,配电线路节能措施效果主要在于降低线路损耗,合理选导线截面积,兼顾初始投资成本与长期运行电能损耗,优化线路走线可缩短供电距离,降低线路阻抗产

生的损耗,采用高导电率材料与可靠连接工艺,有效减少接触电阻造成的能量损失。对大电流回路,采取技术措施降低集肤效应和邻近效应影响,提高导线有效利用率;电力电子设备节能技术应用,使电源转换效率显著提升。高频开关技术与软开关技术降低开关损耗,提高能量转换效率,优化散热设计减少冷却系统能耗,提升设备运行可靠性;低损耗磁性元件与半导体器件配合先进控制算法,让设备轻载时也能保持高效率;经济运行模式设置确保设备始终处于最佳运行状态,这些节能措施使各类电气设备在保持原有功能的同时,大幅提升能源利用效率^[4]。

3.4 系统级节能协同效果

系统级节能措施推动整体能效显著提升。能源管理系统通过实时监测与分析能耗数据,为节能优化提供精准支撑,负荷预测与动态调度合理规划设备运行时间,有效缓解用能高峰压力,优化供电电压等级并减少变压环节,降低中间能量损耗,无功补偿系统完善功率因数调控,减少无效功率消耗。能量梯级利用体系根据能量品质实施差异化分配,高品位能量优先满足高要求负荷,低品位能量充分回收利用,结合多能量形式耦合设计,实现能源高效转化。储能装置有效平衡负荷波动,保障能源稳定供给,生产工艺优化从源头提升能效,通过剖析工序能耗特征,调整操作参数与流程顺序,消除冗余消耗,改进生产调度策略缩短设备空转时间,增强运行连贯性;先进控制系统精准把控工艺参数,规避过度加工。能效对标机制激发持续改进动力,推动能效水平螺旋式上升;各类措施协同发力,促进设备间能量流转高效协同,形成覆盖全流程的能效优化网络,实现系统整体能效深度挖潜与全面提升。

3.5 节能效果综合评估

电气设备节能措施综合效果需要系统化评估全面衡量,评估要兼顾设备效率提升、运行可靠性改善、使用寿命延长等多方面因素。变压器领域,节能效果不仅看空载与负载损耗降低,还包括运行稳定性提升和维护成本减少;电动机节能评估要综合考虑直接节能量与间

接效益,如设备寿命延长、运行可靠性提高带来的价值;照明系统节能效果评估需兼顾能耗降低与照明质量保证,降低功率消耗同时确保照度、显色指数等照明指标达标;配电路节能效果评估要结合线路损耗降低与供电质量改善双重指标。电力电子设备节能效果评估要考虑不同负载条件下的效率特性,尤其轻载效率提升程度;系统级节能效果评估应采用整体性方法,考量各系统协同效应;能源管理系统效果评估要注重数据分析准确性与优化决策有效性,能量梯级利用系统评估要考察不同品位能量匹配程度与综合利用效率,生产工艺节能效果评估要关注全过程能耗优化与产品质量保证的平衡;持续监测和改进机制对保持长期节能效果至关重要,建立完善能效监测指标体系,定期评估实际效果,通过数据分析找出能效薄弱环节及时改进,加强运行人员技能培训确保措施有效执行,建立持续改进机制推动能效水平不断提升,确保节能效果持续稳定^[5]。

结束语:电气设备节能需通过技术优化与系统协同双路径实现。从低损耗材料应用、智能控制策略实施到能量梯级利用,多维度节能措施可显著提升设备效率与能源综合利用率。结合能效监测与持续改进机制,能够保障节能效果长期稳定。未来需进一步融合数字化技术与创新管理手段,深化跨系统协同优化,推动电气设备节能向智能化、精细化方向发展,为低碳社会建设提供坚实支撑。

参考文献

- [1]刘尚志,张帆.电气变压器故障分析与检修策略研究[J].模具制造,2023,23(11):256-258.
- [2]妮鹿菲尔·毛吾田.水电站电气设备运行维护与故障检修研究[J].光源与照明,2023,(01):156-158.
- [3]张伟,王静.油浸式变压器的维护与故障处理方法研究[J].电气工程技术,2020,38(03):101-105.
- [4]王磊,基于无线传感网络的电气设备状态监测系统研究[J].电力系统保护与控制,2020,48(15):135-142.
- [5]何勇,徐振玲,张楷祥,等.工业电气设计中的安全与节能保障措施[J].云南化工,2024,51(09):141-143.