

# Research on Energy saving Renovation of Electrical Equipment in Power Engineering Technology Major

Yihang Chen

Guizhou Zhijin Pingyuan Clean Energy Co., Ltd., Zunyi 563000, Guizhou Province, China

**Abstract:** Under the pressure of energy shortage and environmental protection, energy-saving transformation of electrical equipment has become an important direction in power engineering. This article analyzes the energy-saving potential of equipment such as transformers, motors, and lighting from both technical and management perspectives. It proposes renovation plans such as reactive power compensation, variable frequency speed regulation, and intelligent monitoring, and explores ways to improve energy-saving benefits. Research can provide theoretical and practical references for the fields of industry and architecture.

**Keywords:** Electric power engineering technology; Electrical equipment; Energy saving renovation

## 电力工程技术专业电气设备节能改造研究

陈义航

贵州织金平远清洁能源有限责任公司, 中国·贵州遵义 563000

**摘要:** 在能源紧缺与环保压力下, 电气设备节能改造成为电力工程的重要方向。本文从技术与管理两方面, 分析变压器、电动机、照明等设备的节能潜力, 提出无功补偿、变频调速、智能监控等改造方案, 并探讨提升节能效益的路径。研究可为工业与建筑领域提供理论与实践参考。

**关键词:** 电力工程技术; 电气设备; 节能改造

### 1 引言

当前全球能源消耗中, 工业和建筑领域占比超60%, 而电气设备作为主要耗能单元, 普遍存在效率低、损耗大、运维粗放等问题。在我国“双碳”战略背景下, 推动电气设备节能改造成为绿色发展的关键。本文从电力工程技术专业出发, 结合实际场景, 探索可行的节能路径, 助力行业实现低碳转型。

### 2 电气设备节能改造的关键技术路径

在当今能源需求日益增长与环保要求愈发严格的背景下, 电气设备的节能改造成为企业实现可持续发展、降低运营成本的重要举措。以下将详细阐述电气设备节能改造的三大关键技术路径。

#### 2.1 变压器能效优化技术

变压器作为电力系统中电能转换与分配的核心设备, 其能耗在整个电力系统中占据相当比例<sup>[1]</sup>。传统变压器普遍存在空载损耗高、散热效率不足等问题, 严重影响了能源的利用效率。为实现变压器能效的显著提升, 材料升级与智能控制的有机结合成为关键途

径。

从材料层面来看, 采用非晶合金铁芯替代传统硅钢片是一项具有革命性的改进。非晶合金材料具有独特的微观结构, 其磁滞损耗远低于传统硅钢片。在变压器运行过程中, 磁滞损耗是空载损耗的重要组成部分, 使用非晶合金铁芯能够显著降低这一损耗, 从而大幅减少变压器在空载状态下的能源消耗。绕组结构的设计优化同样不容忽视。例如, 采用箔式绕组可以有效地减少涡流损耗。箔式绕组具有较大的散热面积和均匀的电流分布, 能够降低绕组中的涡流产生, 进而减少因涡流而导致的能量损耗。同时, 搭配耐高温绝缘材料, 不仅能提高变压器的绝缘性能, 还能提升散热效率。耐高温绝缘材料能够承受更高的温度, 使得变压器在运行过程中产生的热量能够更快速地散发出去, 避免因温度过高而影响变压器的性能和寿命。

在运行维护方面, 加装智能监测终端是实现变压器能效优化的重要手段。智能监测终端能够实时采集铁芯温度、谐波畸变率等关键参数。通过对这些参数的实时监测和分析, 可以及时了解变压器的运行状态。结合负荷预测算法, 系统能够动态调节变压器的

运行模式。例如，在配电房改造项目中，通过智能终端联动多台变压器，系统可以根据实时负荷情况，在负荷低谷时段自动切换至高效单机运行模式。这样能够有效避免多台设备长期轻载运行造成的能源浪费，提高变压器的整体运行效率。此外，智能监测终端还可以提前发现变压器的潜在故障，实现预防性维护，减少因故障停机而造成的能源损失和生产中断。

## 2.2 电动机系统节能技术

电动机作为工业生产中的主要动力设备，其能耗在工业用电中占据较大比重。电动机低效运行问题严重制约了企业的能源利用效率和经济效益，而“精准调控 + 设备升级”的双路径策略为解决这一问题提供了有效方案。

对于风机、水泵等变负荷设备，采用变频调速技术是实现精准调控的关键。变频调速技术能够根据负载的实际需求动态调整电动机的转速和输出功率<sup>[2]</sup>。例如，在纺织厂中，通过安装变频器，可以将空压机的运行功率从恒定输出调整为阶梯式调节。当生产负荷较低时，变频器能够自动降低空压机的转速和功率，从而避免能源的浪费。据实际测试，采用变频调速技术后，这类设备的节电效果十分显著，能够有效降低企业的用电成本。

对于长期满载运行的设备，替换为永磁同步电机是一种有效的设备升级方式。永磁同步电机具有高功率因数、高效率等优点，能够减少无功损耗。与传统的异步电机相比，永磁同步电机在运行过程中不需要额外的励磁电流，从而降低了无功功率的消耗。同时，配套安装无功补偿柜可以进一步优化电能质量。无功补偿柜通过实时监测电流相位，自动投切电容组，解决电机群集中运行导致的线路压降问题。当电机群运行时，无功补偿柜能够及时补偿无功功率，提高电网的功率因数，减少线路损耗。

在注塑车间改造中，通过同步改造电机本体与控制系统，实现了设备启停与生产节拍的精准联动。传统的注塑设备在生产过程中可能存在空转待机的情况，造成能源的浪费。而通过改造，系统能够根据生产计划自动控制电机的启停，使设备在不需要运行时及时停止运行，从而消除空转待机能耗。这种精准联动的控制方式不仅提高了能源利用效率，还提高了生产效率和产品质量。

## 2.3 照明设备节能升级

传统照明系统升级需兼顾光源替换与智能控制。

将高压钠灯、金卤灯等替换为高光效LED灯具，结合场景需求灵活设计配光角度，例如仓库采用广角照明减少灯具总数，办公室使用防眩光面板提升照度均匀性。搭载智能控制系统后，可基于光感探头自动调节亮度：厂区道路照明在午夜车流稀少时切换至30%基础亮度，车间在午间自然光充足时关闭部分照明回路。在大型商超改造中，通过人体感应模块与电子价签系统联动，实现货架照明随顾客靠近自动点亮，既保证体验又避免全域长明灯的能源浪费。

## 3 节能改造的配套管理措施

### 3.1 建立全生命周期能效管理体系

构建涵盖设计、运维、报废等各环节的全生命周期能效管理体系，是提升电气设备能效、实现节能降耗目标的关键举措。

#### 1. 设计阶段

设计阶段是电气设备能效管控的源头，直接决定了后续运行中的节能潜力。在项目规划与设备选型时，需建立严谨且全面的节能评估机制，将能效指标置于采购决策的核心地位<sup>[3]</sup>。在工业园区配电系统设计项目中，公司会组织专业技术团队，对不同铁芯材料的变压器进行详细比对，重点考量空载损耗参数。经过深入分析，优先选用非晶合金变压器，因其磁滞损耗低，可显著降低空载能耗，从源头上减少能源浪费。对于商业建筑照明系统设计，公司采用分区照明方案，依据不同区域的人流密度、使用功能等因素，精准规划灯具布局。例如，在商场主通道设置高亮度照明，而在仓库、楼梯间等区域则采用感应式照明，避免后期因布局不合理导致的重复布线与能源浪费。公司严格引入绿色认证标准，要求供应商提供权威的能效测试报告，并将节能条款明确写入采购合同，确保设备在“出生”时就具备优良的节能性能，为后续的节能改造工作减轻压力。

#### 2. 运维阶段

设备投运后的运维阶段，是维持和提升能效的关键环节。通过部署先进的智能监测平台，实现对电气设备运行数据的实时采集与分析。

平台可实时获取电机负载率、变压器温升等关键数据，并运用先进算法进行分析，生成针对性的优化建议。例如在低负荷时段，系统自动识别并切换至备用变压器运行，避免多台变压器长期轻载运行造成的能源浪费；根据生产节拍，自动调整水泵转速，确保水泵始终在高效区间运行，杜绝空转耗能现象。同

时，公司制定标准化的巡检流程，要求运维人员每月对设备进行全面检查，重点查看设备绝缘老化情况、清理散热器积灰等。通过定期维护，防止因设备维护缺失导致能效衰减。运维管理的核心在于将采集到的数据转化为切实可行的优化动作，形成“监测 - 诊断 - 改进”的闭环管理体系，确保电气设备始终保持高效运行状态。

### 3. 报废阶段

设备报废阶段的绿色处置，是全生命周期能效管理的重要收尾环节，也是推动循环经济发展的关键一步。需要高度重视老旧设备的绿色回收与处置。

对于淘汰的变压器、电机等设备，公司选择与专业的回收企业合作，通过拆解提取铜材、硅钢片等再生资源，实现资源的循环利用。照明灯具中的金属组件也会进行分类回收，提高资源利用率。为规范报废设备处置流程，公司联合行业协会建立区域性回收网络，明确报废设备的评估标准与处置流程，确保高耗能设备不会流入二级市场二次使用。此外，公司还推出“以旧换新”机制，员工提交旧设备可抵扣新设备采购费用，这一举措既降低了企业的改造成本，又激发了员工参与设备更新换代的积极性，有力推动了循环经济在公司内部的落地实施。

## 3.2 强化人员培训与制度保障

### 1. 技术培训

针对运维团队的能力短板，建立“理论+实操”的阶梯式培训体系。一线人员重点掌握设备基础维护技能，例如通过电流波形分析识别电机轻载低效问题，或利用热成像仪快速定位配电柜接触不良故障；技术骨干则强化能效优化能力，学习变频器参数整定、空调系统群控策略调试等进阶技术。整合行业资源，联合设备厂商开展现场实训，在生产线上模拟节能模式切换，邀请节能服务公司工程师演示余热回收系统调试流程。实施技能认证机制，对通过考核的员工授予“节能技术专员”资格，并与岗位晋升挂钩，激发持续学习动力。

### 2. 制度优化

构建覆盖全员的节能责任体系，将能耗指标分解到车间、班组甚至个人。生产部门以“单位产量综合能耗”为核心考核项，每月环比下降目标设为硬性指标；行政部门聚焦“人均办公能耗”，细化空调温度控制、照明分时开关等行为规范。推行“能耗双控”积分制，对达标部门追加设备更新预算，超标团队扣

减用能额度。设立节能创新奖，鼓励员工提交可落地的改进提案，例如优化空压机启停逻辑减少待机能耗，或利用废旧隔热材料改造管道保温层。制度设计预留弹性空间，允许工艺升级等特殊情况的阶段性能耗波动，但需同步提交节能补偿方案。

## 3.3 政策与市场协同驱动

### 1. 政策激励

政策激励为清洁能源公司的电气设备节能改造提供了强大的外部动力与支持。公司专门成立政策研究专班，密切关注国家与地方各级政府出台的节能扶持政策，确保公司能够及时、精准地对接并享受政策红利。例如，公司积极对接工信部绿色制造专项补助政策，将高效电机替换项目纳入申报范围。通过详细的项目规划与严谨的数据测算，公司成功获得设备采购价一定比例的补贴，有效降低了节能改造的资金压力。同时公司充分利用开发区的税收优惠政策，将节能诊断费用计入研发加计扣除项目，进一步减轻了企业的税务负担。此外，针对建筑领域的节能改造，公司参与电网需求响应项目，在用电高峰时段主动降低空调等设备的负荷，从而获取度电补贴，实现了经济效益与社会效益的双赢。为确保政策激励的顺利落地，公司建立了全流程管控机制，从项目初期的节能潜力评估报告编制，到中期的设备采购发票、能效检测报告等佐证材料的规范留存，再到后期的政策兑现进度追踪，都有专人负责，并根据实际情况动态优化后续项目方案。

### 2. 市场机制创新

市场机制创新为清洁能源公司的电气设备节能改造注入了新的活力与模式。公司积极引入第三方专业机构，通过创新的市场合作模式分担改造成本与风险。

公司大力推广阶梯式合同能源管理模式，与专业的节能服务公司达成合作协议。在改造后的前三年内，约定节能收益的60%归属服务商，以保障服务商在前期投入与风险承担上的积极性；后续年度则调整为企业占80%，使企业在长期运营中能够获得更大的收益。这种模式兼顾了企业短期降本与长期收益的需求。同时，公司探索设备融资租赁模式，与金融机构合作，以节电费用分期支付租金，三年后企业可获得设备所有权，有效缓解了企业一次性资金投入的压力。此外，公司搭建区域化节能服务平台，整合检测认证、金融保险等多方资源，为企业提供“方案设计

---

- 改造实施 - 效果验证”的全链条服务。例如，公司联合工业园区内多家企业打包采购高效变压器，通过规模化议价降低设备单价，同时共享运维团队，减少人力投入，形成了多方共赢的节能改造生态。

### 3 结语

电气设备节能改造是实现能源高效利用与低碳转型的核心任务。本文通过技术与管理双轮驱动，提出从设备升级、智能控制到制度优化的系统性方案，为行业实践提供理论支撑。未来，随着数字孪生、AI算法等技术的深度融合，电气设备节能改造将进一步向

精细化、智能化方向演进，助力“双碳”目标高效达成。

### 参考文献

- [1] 苏海斌. 电力系统电气设备安装与调试技术的研究 [J]. 自动化应用, 2023, 64(6): 128-130, 142.
- [2] 沈春江. 电力工程安装施工中的技术要点与细节问题研究 [J]. 建筑·建材·装饰, 2020(7): 166-171.
- [3] 尤海峰. 电力工程中的电气设备检修策略分析 [J]. 集成电路应用, 2020, 37(10): 166-167.