

机械电气设备电力节能技术研究与应用

赵建纲¹, 毛文学²

(1. 青岛雷霆重工股份有限公司, 山东 青岛 266112;

2. 青岛东盛电力工程有限公司, 山东 青岛 266400)

摘要 随着能源问题日益突出, 机械电气设备的电力节能成为重要研究课题。本文围绕机械电气设备电力节能技术展开研究, 探讨了节能的重要性与现状。详细分析了多种节能技术原理及特点, 包括优化电机设计、采用智能控制系统等, 并对不同场景下电力节能技术的应用情况进行阐述, 旨在为机械电气设备电力节能提供理论参考, 进而推动能源可持续利用和企业降低运营成本。

关键词 机械电气设备; 电力节能技术; 节能原理; 能源可持续

中图分类号: TM92

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.13.038

0 引言

在全球能源紧张和环保要求不断提高的大背景下, 机械电气设备的电力节能具有重大的现实意义。机械电气设备广泛应用于工业、农业、建筑等各个领域, 其耗电量巨大。传统的机械电气设备在能源利用效率方面存在诸多不足, 造成了大量的能源浪费。研究和应用电力节能技术, 不仅能够有效降低能源消耗, 缓解能源供需矛盾, 还能减少对环境的负面影响。对于企业而言, 采用节能技术可以降低生产成本, 提高经济效益和市场竞争能力。因此, 开展机械电气设备电力节能技术的研究与应用势在必行。

1 机械电气设备电力节能的重要性与现状

1.1 电力节能的重要性

机械电气装置作为现代生产生活当中的基础组成部分, 其电力相关支出在能源总支出中占比较大, 开展电力节能能有效应对能源紧张情形, 保证国家能源供应一直稳定。随着经济的大幅增长, 能源需求的规模日益增大, 传统能源的可开采潜力比较小, 节能不仅可减少传统能源的长期依靠程度, 还能缩减企业运营相关的支出, 提高产品在行业竞争中的竞争影响力。从节约能源削减排放的视角看, 节约电力可以抑制发电环节的污染排放量, 提高环境保护的水平, 实现资源的可持续利用。

1.2 机械电气设备电力消耗现状

大量的机电设备在运转时会有能耗过高的问题, 部分未做升级的老设备性能不佳, 电机能源转换效率

不好, 铁芯和绕组造成的损耗比较多, 运行状态更替频繁且未做到自动化, 造成大量电力资源无用的流失。一些设备的运行方式欠佳, 频繁发生无作业负载或者低功率的工况, 控制模块的反馈有延迟问题, 不能随工况的变动及时调整功率输出, 造成能源的不必要浪费。在设备选型与设计的阶段, 未充分纳入节能要求, 未重视能效等级匹配系统协同优化, 未实施全生命周期能耗评估, 造成设备在实际运转当中无法达到预期的节能目的, 定期维护工作有遗漏之处, 润滑不理想、传动部分松散和散热不好等情况进一步扩大了能量转化的损耗。

1.3 节能技术的发展对行业的推动作用

机械电气设备行业正凭借节能技术的进展开展业务拓展, 目前变频调速、智能温控、能量回馈和高效电机等技术不断成熟, 极大地提升了设备的能源利用水平, 降低了无用功分量消耗以及空载电力的流失。企业开展整体性能效的升级工程, 不但能减少单产能耗与运维方面的费用, 更提高了商品的竞争潜力和市场应对能力。节能措施已完全渗透进产品研发设计与生产工艺以及全流程管控当中, 助力产业往智能绿色且高可靠的方向转型发展^[1], 绿色制造理念逐渐成为行业所认同的标准, 助力产业链一起发展, 国家有序落实标准更新、深化示范作用、改革财税补贴和绿色采购的流程, 为节能技术的研发和应用奠定了良好发展的政策根基。

2 常见的机械电气设备电力节能技术原理

2.1 优化电机设计的节能原理

电机是机械电气装置中能源消耗比例较大的基础部件, 其功耗占整个工业用电量的较大比例。通过有

作者简介: 赵建纲 (1976-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 机械设计与制作。

组织、有计划地对电机进行结构优化设计,可以大幅度提高机械工作效率,减少对电能的不必要消耗。使用高磁导率、低涡流损耗的硅钢片,配合高矫顽力、高剩磁强度的永磁体材料,可以大大减少铁心中的涡流损耗和磁滞损耗,有效抑制线圈的升温发热。对定子绕组进行合理的设计改良,改进气隙磁通分布状况,增强磁路对称分布均匀性,达到提高电机功率因数和转矩密度的目的。利用精确的板材冲压、真空浸漆、旋转部分动平衡校准等先进制造技术来保证电机的好电性能、低噪音以及较好的散热效果,在不同的负载情况下,实现电机的高效节能和可靠运行。

2.2 智能控制系统的节能原理

依靠设备实时运行信息,智能控制系统自动调整工作参数,极大地改善了能源转化的水平。系统装设的精密测量传感器不断采集负载温度、压力、流量和振动等多方面动态参数,凭借内置的自适应算法精准捕捉工况的改变,准确调校电机转速、输出功率、阀门开度及冷却强度等主要参数^[2]。轻载状态当中,设备自动做转速功率双调节,减少没必要的耗电;当面临高负载或运行突变时马上动作,保证输出稳定以符合工艺规范。这个过程由系统自动处置,无需人员介入,可以延长设备的使用寿命,降低检修次数。

2.3 无功补偿技术的节能原理

在机电电气设备系统中,电动机、变压器、电焊机等用电负荷均具有较强的感性负载特性,运行过程中需要从电网吸收大量无功功率。无功补偿技术在配电线路中加装电容器组等补偿装置,在感性用电设备附近提供无功功率支持,减少无功功率在输变电设备以及输电线路上的远距离输送,大大降低线路铜损以及变压器的铁损、铜损,有效提高了整个电网的综合功率因数,使得电能转换为有效功的利用率得到了极大的提高;减少电压的波动范围,稳定母线电压,有利于各类型电动机安全稳定启动,延长设备使用寿命,整体提高了供电和配电系统的运行可靠性以及能源转换效率。

3 不同类型机械电气设备的节能技术应用

3.1 工业生产设备的节能技术应用

在工业生产体系中,大量的生产装置(机床、风机、水泵等)一直消耗电能,针对机床主体,可采用变频调速的相关技术,结合加工件物理性能、尺寸公差的相关要求及切削工况等工艺参数,按工艺要求改变电机转速,实现动力输出与负载的最优契合,降低无负荷和低负荷期间的能源浪费。在风机与水泵的相关方面,采用智能的操作模块,依据生产工序的变动以及

管道压力的回馈,实时对风门开启大小和水泵开关进行优化,抑制节流作用所造成的效率降低和恒速多余消耗,使生产线布局的合理性得到提升。

3.2 建筑电气设备的节能技术应用

照明系统、空调系统和电梯等作为部分构成建筑电气设备,针对照明配置的相关情况,可采用节能发光的器件,使用 LED 类的灯具,其优势体现在高光效以及长使用期限方面,使用自动化照明控制办法,按照日光照射强度和人员的活动路径,主动对光源的亮暗做调整。在空调能耗系统相关方面,使用优化的制冷压缩机来与智能空调节能方案配合,如变风量、变水量的管控方式,可有效减少空调系统的电力用量,电梯可采用能量回收的相关技术,回收电梯运行阶段释放出来的剩余能量以作再利用。

3.3 交通运输设备的节能技术应用

运输行业的机电装备主要涉及电动小汽车、电力客运车辆、电动公共汽车以及城轨系统等。针对新能源汽车而言,加大电池容量密度以及提升充电速度是节能的核心条件,要使用智能电池管理模块,开展热力和电气参数的联合控制,做到充放电时段的稳定有效防护,协同对永磁同步电机的机械布局和控制逻辑作出调整,减轻绕组以及铁心的损耗^[3],对传动系统进行改进以消减能量浪费,电动列车普遍把再生制动模块集成进去,在减速及进站的时候把机械能高效转为电力,及时输送至供电网络或者电池组,有力提高能源回收率,借助轻量化车身设计加上低风阻气动优化是系统性节能的重要因素。

4 电气设备节电技术的实施及监管

4.1 节能技术的实施步骤

开展机电设备电能消耗精细化管理,需要完成详尽的电力审计工作,针对负载运行特性、工作状况、功率因数水平及无功损耗等重要指标,仔细寻找能源浪费节点及节能潜力。根据审计结果,分阶段、有序地制定和执行节能改进措施,主要推广采用高效电机替换、智能变频调速、无功补偿及能量反馈等先进节能技术,改造施工过程中要严格按照设备安装定位及电缆敷设标准进行,完善设备间的联合调试以及保护装置的设定值,达到电网的安全运行稳定接轨。设备运行之后,建立长效机制的能效监测体系,以实际运行数据为参考对比评估节能效果,根据监测情况及时调整控制参数,不断提高能源转换效率。

4.2 节能管理措施

建立完善的节能管理制度是保证机电设备节电目标的重中之重。有关单位成立专项节能管理团队,全

面协调并快速实施节能方案,制定节能长期目标及年度工作计划,在整个过程中进行全程监控与及时的更新完善工作。加强全体员工节能的培训工作,包括新入职员工培训、在岗人员技能提升以及节能标兵事迹学习,充分调动职工节约的积极性和提高操作水平的自觉性。定期做好设备日常巡检、校准、润滑以及预防性维护等工作,排除设备跑、冒、滴、漏等现象,确保设备始终处于良好的运行状态下。

4.3 节能技术的监测与评估

构建厂区全范围节能数据采集系统,引入智能监控边缘网关以及云服务给予支持,在线抓取主体设备电力、水分、空气的消耗及温度、压力、流速等的实时数值^[4],采用大数据分析方法,实时分析能耗偏离、运行效率低下和节能潜力的关键因素,系统自行评估技改实施前后的能效曲线差异,综合思考能源节约率、节能成本效益比和单位产品能耗降幅等多方面的指标因素,进行质性量化双方面的闭环评价,项目各环节都设有评估的节点,关乎建设质量、运行稳定性和长期的适配情况,最终完成能用于借鉴推广的节能实践案例整理,持续完善技术方案与管控办法,给企业绿色升级提供长期助力。

5 机械电气设备电力节能技术的发展趋势

5.1 新技术的研发与应用

随着工业技术不断发展,先进技术将在机电设备电力节能中深度融合。人工智能技术不仅能开展设备智能分析与优化协调方面的工作,还可以实时了解运行规律并主动改变参数,使整体能效水平得到提高。纳米技术于电机铁芯、绕组和永磁体中的创新运用,大幅度降低了铁损和铜损数值,改良热量散发表现^[5],保证电机在负载波动范围有高效的运作表现。以太阳能和风能为例的新能源技术正与变频驱动智能微电网以及储能系统密切结合,实现源网荷协同的可优化电力模式。数字孪生技术使设备全生命周期节能管理可视化得以实现。

5.2 节能标准与规范的完善

政府及行业协会需要制定机电设备节能标准更新计划,把标准管理贯穿到产品设计、生产制造、质量检测、能效标识到循环再利用的整个生命周期,严格执行强制性标准的刚性约束,发挥推荐性标准的柔性指导作用。健全能效等级分类制度,逐步提高能效标准,禁止高耗能设备进入市场流通,加强对第三方能效认证机构的监督管理,加大日常抽查力度以及产品来源追溯审查力度,严厉打击能效造假和违法生产行为。

鼓励龙头企业牵头成立标准制定小组,整合产学研用资源联合攻关,尽快将节能新技术、新产品标准转化为标准条文,加大力度进行节能法律法规宣传和实际操作的培训工作,让企业把节能措施上升到企业的总体战略规划和各个环节的日常管理当中,建立生态优先、内生动力的行业节能的长效机制。

5.3 节能技术的集成化发展

机电设备电力节能技术逐渐向一体化、系统化、智能化高度融合发展。以智能控制集成、无功动态补偿、高效电机应用、变频调速、能量回馈及实时在线监测等为主要手段,形成从运行监控、动态调节、故障报警到能效优化的全过程节能闭环机制。组合节能装置可以及时感知负荷变化及电网运行状况,自动调整运行状态,降低无效电量消耗,提高供电质量;使各个子系统的相互连接,联合控制,避免了单个技术的缺陷以及重复投资的弊端,提高了节能运行的可靠性与适用性。

6 结束语

研究与应用机电设备电力节能技术对于应对能源紧张、维护生态系统平衡和增加企业利润具有重要意义。本文阐述了机械电气设备电力节能的重大意义与实施方面的现状,研究了主流节能技术核心原理的相关内容,探究了不同种别设备节能技术的实施方式,以及节能办法实施的控制与革新方式。在工程实施的过程中,应参考设备技术参数以及实际条件,采用符合要求的节能技术,同时落实节能监督以及绩效核查。随着科技的不断发展,势必会涌现更多的突破性节能技术,使机械设备节能工作跃上新台阶。政府、企业联合社会各方面力量共同发力,促进机械电气设备节能技术推广,助力能源的可持续利用与经济的环保型发展。

参考文献:

- [1] 罗康.机械电气设备自动化调试技术研究与应用优化[J].造纸装备及材料,2022,51(08):16-18.
- [2] 叶繁.机械电气设备的可靠性设计与安全技术[J].铸造,2022,71(04):515.
- [3] 张艳军.机械电气设备维修中的故障诊断和解决措施[J].中国设备工程,2023(18):172-175.
- [4] 彭卫生.机械电气设备自动化调试技术研究与应用优化[J].现代制造技术与装备,2023,59(05):210-212.
- [5] 吕彬彬.电气工程及其自动化供配电系统的节能优化[J].电工技术,2023(S1):271-273.