

PLC变频节能在电气自动化设备中运用研究

陈志宏 杨涛 朱绍品 阮振辉 杨学东

云南迪庆有色金属有限责任公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4807

[摘要] PLC变频节能技术对电气自动化设备的高效运行及工业绿色发展意义非凡,本文先阐述其节能原理,包括电机负载匹配、软启动、功率因数补偿节能。接着介绍在风机、泵类、传送带及其他设备中的具体运用。随后从节能效果评估指标、实际节能效果、对设备性能影响、经济效益与社会效益评估等方面展开效果评估。结果表明,该技术节能效果显著,能提升设备性能,为企业创造经济效益,还带来减少能源依赖、降低污染排放等社会效益,对工业绿色转型意义重大。

[关键词] PLC变频节能; 电气自动化设备; 运用

中图分类号: TM921.51 文献标识码: A

Application Research of PLC Frequency Conversion Energy Saving in Electrical Automation Equipment

Zhihong Chen Tao Yang Shaopin Zhu Zhenhui Ruan Xuedong Yang

Yunnan Diqing Nonferrous Metals Co., Ltd.

[Abstract] PLC frequency conversion energy-saving technology is of great significance for the efficient operation of electrical automation equipment and the green development of industry. This paper first elaborates on its energy-saving principles, including motor load matching, soft starting, and power factor compensation. It then introduces its specific applications in equipment such as fans, pumps, conveyors, and other machinery. Subsequently, effect assessments are carried out from aspects including energy-saving evaluation indicators, actual energy-saving effects, impacts on equipment performance, and assessments of economic and social benefits. The results show that this technology achieves significant energy savings, enhances equipment performance, generates economic benefits for enterprises, and brings social benefits such as reduced energy dependency and lower pollution emissions, holding great importance for the green transformation of industry.

[Key words] PLC Frequency Conversion Energy Saving; Electrical Automation Equipment; Application

引言

在当今工业发展进程中,能源问题与环境挑战日益凸显,电气自动化设备作为工业生产的核心力量,其能耗问题备受关注。传统电气自动化设备运行模式存在诸多弊端,导致能源大量浪费,不仅增加了企业生产成本,也对环境造成了严重压力。在此背景下,PLC变频节能技术为电气自动化设备的节能运行提供了创新解决方案。本文将深入探讨PLC变频节能在电气自动化设备中的运用,剖析其节能原理、具体应用场景,并全面评估其节能效果、对设备性能的影响以及所带来的经济效益与社会效益。

1 PLC变频节能在电气自动化设备中应用的节能原理

(1) 电机负载匹配节能,传统电气自动化设备里的电机多以恒定转速运行,然而设备实际负载处于动态变化状态。当负载较轻时,电机依旧维持高转速运转,这必然造成大量能源的无谓消

耗。而引入PLC变频节能技术后,情况得到显著改善。PLC具备实时监测设备负载状况的能力,能够依据负载的实时变化,精准且及时地调整变频器的输出频率。变频器输出频率的改变直接作用于电机,使其转速相应调整,最终实现电机输出功率与负载需求的完美匹配。(2) 软启动节能,传统电机启动方式如直接启动、星三角启动,启动瞬间会产生较大启动电流,可达额定电流5-7倍。大启动电流冲击电网,影响其他设备正常运行,在电机绕组中产生大量热量,加速绝缘老化,降低电机寿命,还造成能源浪费。采用PLC变频节能技术实现电机软启动,使电机启动时转速逐渐升高,启动电流从零开始逐步增加,最大启动电流不超过额定电流1.5倍,大幅减小对电网冲击,降低启动能源消耗,延长电机使用寿命。(3) 功率因数补偿节能,在电气自动化设备中,电机等感性负载的存在会导致电网功率因数降低。功率因数过低,不仅会使电网传输效率大幅下降,增加线路损耗,还会导致企业

电费支出增加^[1]。而变频器内部通常配备有功率因数补偿装置,通过调整电机的运行参数,能够有效提高电机的功率因数。功率因数提高后,电机的无功功率减小,有功功率增加,进而提高了电网的传输效率,降低了线路损耗,实现节能目的。

2 PLC变频节能技术在电气自动化设备中的具体运用

2.1在风机类设备中的运用

风机作为工业生产中在通风、排尘、冷却等众多领域广泛应用的常用设备,传统控制方式多采用挡板调节,然而该方式存在明显不足,调节精度低,难以依据实际生产需求精准控制,还会造成大量能源浪费,因为在挡板调节时,即便生产所需风量小,风机仍保持高转速运行,多余能量靠挡板以阻力形式消耗。引入PLC变频节能技术后状况大幅改善,依据生产工艺要求,PLC可精确控制变频器输出频率,变频器将控制信号转化为相应频率交流电输送给风机电机,实现对风机转速的连续调节。当生产需求降低,PLC发出指令让变频器输出频率降低,风机电机转速下降、风量减少、能源消耗大幅降低;当生产需求增加,PLC控制变频器提高输出频率,风机电机转速上升、风量增大以满足生产。这种基于PLC变频节能技术的调节方式,和传统挡板调节相比,不仅显著提升调节精度,能按生产实际精准调整风机转速与风量,还极大降低能源消耗,通过精确控制风机运行避免不必要能量损耗,达成节能降耗目标,为工业生产带来更高经济效益与能源利用效率。

2.2在泵类设备中的运用

泵类设备在工业生产中作用关键,负责给水、排水与液体输送等任务。传统泵类设备多靠阀门调节控制,此方式存在明显短板,调节精度欠佳,难以精准契合实际生产需求,还会造成严重能源浪费。在阀门调节时,即便系统所需压力、流量小,泵仍维持高运行状态,靠阀门节流控制参数,多输出的能量在阀门处耗散。应用PLC变频节能技术后,状况大幅改观。PLC可实时监测系统压力、流量等关键参数,并依此自动调整变频器输出频率。变频器接收信号后,输出对应频率交流电,精准控制泵的转速,使系统压力、流量稳定在设定值附近。这样既能精准满足生产工艺对压力、流量的要求,又能避免泵在高压、大流量下运行,有效降低能源消耗。而且,采用变频调速技术后,泵的启动和停止过程更平稳。和传统方式相比,变频调速减少了电机启动时的大电流冲击以及停止时的反电势冲击,降低了对设备的机械冲击。

2.3在传送带设备中的运用

传统控制模式下,传送带多采用机械调速或固定速度运行。机械调速操作繁杂,调节范围窄且精度欠佳;固定速度运行则完全无法适配实际生产中物料输送情况的动态改变。这两种方式都存在显著缺陷,难以依据实际生产状况灵活、精准调整,进而造成大量能源浪费。因为物料输送量改变时,传送带仍按原设定运行,多输出的动力未得到有效利用,产生不必要的能耗。引入PLC变频节能技术后,情况大为改观。PLC拥有强大的数据采集与分析能力,可实时获取物料输送量、输送速度等关键参数^[2]。依

据这些参数,PLC能迅速、精准地调整变频器输出频率。变频器接收控制信号后,将输入电源转换为相应频率的交流电,精确控制传送带电机转速,实现传送带运行速度的实时调节。具体来说,物料输送量大时,PLC发出指令提高变频器输出频率,传送带电机转速加快,运行速度提升,满足大量物料快速输送需求;物料输送量小时,PLC降低变频器输出频率,传送带电机转速减慢,运行速度降低。这种按实际生产情况动态调整传送带速度的方式,既确保生产流程高效进行,提高生产效率,又有效避免能源浪费,实现传送带设备节能运行,为工业生产节能降耗与可持续发展提供有力支撑。

2.4在其他电气自动化设备中的运用

在电气自动化设备领域,PLC变频节能技术的应用范畴不仅涵盖风机、泵类和传送带设备,还广泛延伸至压缩机、搅拌机等其他设备,助力其实现高效节能运行。就压缩机来说,实际运行中系统对压力的需求处于动态变化状态,传统控制方式难以依据实时压力需求进行精准调节,致使压缩机常在高压、大排气量状态下运行,既无法精准满足实际生产需求,又造成大量能源浪费。而引入PLC变频控制技术后,PLC可实时监测系统压力参数,根据压力需求自动调整压缩机转速,让压缩机的排气量与系统实际需求精准匹配,避免了不必要的能源消耗,有效降低了运行成本。对于搅拌机,不同物料及生产工艺对物料的搅拌程度和搅拌速度要求各异,传统控制方式灵活性不足,难以精确调整,导致搅拌效率低且能源消耗大。而PLC能依据物料的搅拌程度和设定的搅拌速度要求,精确控制变频器输出频率,实现搅拌机变速运行,这种变速运行方式能更好地适配不同物料和工艺需求,提高搅拌效率,减少能源浪费,达成节能降耗的目标。由此可见,PLC变频节能技术在其他电气自动化设备中的应用,为设备运行优化提供了有效途径,有助于提升工业生产整体能源利用效率。

3 PLC变频节能技术在电气自动化设备中运用的效果评估

3.1节能效果评估指标

在评估PLC变频节能技术于电气自动化设备中的运用效果时,节能效果是核心评估要点,通常采用节能率、功率因数、设备运行效率这几个指标来衡量。节能率作为评估该技术节能成效的关键指标,指电气自动化设备应用PLC变频节能技术后,所节约能源量与原本消耗能源量的百分比,通过计算该指标能直接获取采用新技术后能源节约的具体量化数据,为判断节能效果提供清晰依据^[3]。功率因数同样重要,在电气系统里,它是设备消耗的有功功率与视在功率的比值,有功功率是实际做功率,视在功率包含有功与无功功率,功率因数越高,表明设备运行中无功功率损耗越小,对能源利用越充分,能源利用效率越高,能直接反映设备对能源的利用水平,是评估该技术提升能源利用效率的重要参考。设备运行效率也不容忽视,它指设备输出的有效功率与输入功率的比值,体现设备将输入能量转换为有效输出的能力即能量转换效率,若应用该技术后设备运行效率提

升,说明其优化了能量转换过程、减少了损耗、提高了设备整体运行效能。

3.2实际节能效果分析

对实际应用PLC变频节能技术的电气自动化设备开展监测与数据分析后可知,PLC变频节能技术效果显著。在众多设备类型中,风机和泵类设备应用变频调速后节能成效突出。其节能率通常处于20%~50%这个区间,部分设备节能率还能更高。不仅如此,设备的功率因数和运行效率也获得明显提升。功率因数提高意味着设备运行过程中无功功率的损耗降低,能源利用效率得以提高;设备运行效率提升则反映出该技术优化了设备的能量转换过程,让输入的能量能更高效地转化为有效输出。除了节能和提升运行效率,采用变频调速还对设备的启停过程产生积极影响。设备启动和停止时更加平稳,避免了因突然启动或停止而产生的较大冲击力,进而减少了设备的磨损。

3.3对设备性能的影响

PLC变频节能技术的应用,在达成设备节能运行目标之际,对设备性能带来诸多积极改变^[4]。从运行状态层面,变频调速让设备具备在较低速度下运行的能力,设备低速运转时,振动和噪声显著降低,这不仅直接改善了设备所处的工作环境,也为工作人员打造出相对安静、舒适的操作空间,有利于工作人员维持良好工作状态;在设备耐用性方面,因设备运行更为平稳,机械冲击大幅削减,而机械冲击是致使设备零部件磨损、损坏的关键因素,冲击减少使得设备各部件承受的额外应力降低,进而有效延长设备使用寿命,使用寿命的延长又进一步提升了设备的可靠性与稳定性,降低设备因突发故障停机的概率,保障了生产的连续性;从控制精度角度,PLC具备精确控制功能,借助此功能可对设备运行参数精准调节,大幅提升设备运行精度,在一些对生产工艺要求严苛的场景中,高精度设备运行能更好满足生产工艺各项指标,确保产品质量稳定可靠,为企业生产发展提供有力支撑。

3.4经济效益与社会效益评估

从经济效益维度剖析,应用PLC变频节能技术前期需投入较

大成本,涉及设备采购、安装调试以及人员培训等多项费用。但从设备长期运行状况而言,该技术节能效益极为突出。其借助精确调节设备运行频率,可切实降低能源消耗,大幅削减能源成本。而且,设备运行更为平稳,机械磨损与故障发生率随之降低,进而减少了零部件更换、维修人工等设备维护成本。经综合核算,节约的能源成本与降低的设备维护成本不仅能够弥补初期投资,还能为企业创造可观的经济收益,助力企业在市场竞争中占据优势。在社会效益层面,推广PLC变频节能技术意义重大。该技术通过优化设备运行模式,有效减少能源消耗,降低对煤炭、石油等传统能源的依赖程度,有助于缓解能源供应紧张的困境^[5]。同时,能源消耗的降低使得能源生产和使用过程中产生的二氧化碳、二氧化硫等污染物排放减少,降低了对环境的负面影响。

4 结语

综上所述,PLC变频节能技术在电气自动化设备中的应用成效显著。从节能效果看,节能率高,功率因数与运行效率提升,还降低设备启停冲击与维护成本。对设备性能而言,改善运行状态、延长使用寿命、提高控制精度。经济效益上,长期运行可弥补前期投入并创造收益。社会效益方面,减少能源依赖与污染物排放,契合节能减排政策。因此,应大力推广该技术,推动工业领域节能降耗与可持续发展。

[参考文献]

- [1]曹玉龙.PLC变频节能在电气自动化设备中运用研究[J].电力设备管理,2023(21):223-225.
- [2]关茗心.PLC变频节能技术在电气自动化设备中的具体运用[J].信息记录材料,2021,22(11):121-122.
- [3]刘益壮.电气自动化设备中PLC变频节能技术运用分析[J].汽车博览,2023(11):34-36.
- [4]许涛涛.探讨PLC变频节能技术在电气自动化设备中的具体运用[J].车时代,2021(1):137.
- [5]刘红武.PLC变频节能技术在电气自动化设备中的应用研究[J].企业科技与发展,2021(3):67-68,71.