

煤矿皮带机变频器应用及其节能研究

杨绍雷

(德伯特机械(山东)有限公司, 山东 济宁 273500)

摘要 随着节能理念的深入人心,众多行业响应国家号召,积极升级现有设备,改进传统生产技术,打造更加绿色节能的新兴产业。煤矿皮带机是煤矿行业进行原煤运输的重要设备,传统的皮带机不符合节能低碳政策,因此需要对其进行改造。如现阶段融合节能技术的新型变频皮带机就可借助变频器的控制作用,有效减少能源浪费。本文以煤矿皮带机变频器的应用为研究对象,针对其存在的节能问题提出节能对策,希望可以为有关人员提供帮助。

关键词 煤矿皮带机; 变频器; 节能

中图分类号:TD5

文献标志码:A

文章编号:2097-3365(2024)10-0115-03

1 变频器与煤矿皮带机相关概述

1.1 变频器对煤矿皮带机的好处

首先,在输煤过程中,变频器可以利用驱动启动、停车功能,减少对皮带的伤害。由于变频器本身无法自动启动,仍需其他设备辅助进行,因此在初始阶段皮带的移动速度会相对缓慢。这种软启方式虽然也会对皮带造成一定的张力,但是由于整个过程缓慢进行,使得皮带承受的张力被分散,其实际承受的张力小到无法对煤矿皮带机造成损坏。同时,使用变频器后,皮带机不会因意外关闭,皮带结构也不会轻易损坏,所以能最大限度地提高皮带的承载能力,减少维护费用的额外支出。其次,使用变频器可对输出电流进行自动化调控,从而稳定输出功率。通常皮带机的驱动以滚轮类为主,可分为单轮或多轮两类。使用变频器可以令输出电流更加柔和,以保证输出功率的稳定。此外,变频皮带机可以使生产人员能够通过自动化手段对设备进行控制。在皮带机的维护过程中,频率传感器可以快速确定设备负荷,并根据设备负荷控制皮带速度,从而根据生产能力自动调节皮带机,以在满足生产需求的同时节约资源,降低设备的磨损和功耗。最后,使用变频器可以最大限度地减少维修次数,降低元件更换频率,节省元件资源的消耗,为企业创造更高的经济价值。变频器可以使皮带机的运行性能更加稳定,避免因突然启动而引起的突发故障,从而减少额外支出的维护费用与时间成本^[1]。

1.2 应用中存在的问题

目前,采矿企业在日常运煤过程中一般直接使用上料启动的方式,这种方式虽然更加便捷,但也对皮带机所使用的变频装置提出了更高的配置要求。煤矿

皮带机的工作环境远不如室内安全,其设备运行的影响因素较多。例如作业环境中的灰尘弥漫,这些灰尘会进入皮带机内部,对内部元件造成影响,长此以往变频皮带机也会经常发生事故。电磁波也是影响变频皮带机正常工作的一大因素,大多数煤炭皮带机的工作环境中都会存在电磁波的干扰,因此变频器中某些部件会因为以上原因发生异常,从而变频皮带机就会丧失已有的自动调节功能,最终导致原煤输送工作混乱。由于煤炭皮带机使用变频器会比单一皮带机增加更多的热量,因此变频皮带机需要进行更好的降温处理,但传统的降温冷却方式主要面向单一皮带机,不能满足新型变频皮带机降温需求,当热量继续积聚到一定程度时,高温会导致煤矿皮带机发生事故,为煤炭生产带来较大安全隐患。此外,还应注意电源电压对变频器的影响。如果出现电源电压不稳定情况,电源问题可能导致变频皮带机停止工作,电压不稳定可能导致变频器精度变差,无法准确执行其正常功能^[2]。

2 变频器在煤矿皮带机中的应用分析

2.1 组成分析

煤矿皮带机的主要结构是由输送带、滚筒、驱动器、变频器组成,驱动装置由多台电机构成,电机之间的相互作用可使皮带机正常运送原煤。对电机效率的优化一直是煤矿设备节能的重点,为优化和提高皮带机运作效率,应合理使用变频器,通过设置电能频率来调控电机的速率,从而最大限度地提高皮带运输效率。通常发动机在满载或超载状况时才能以最高效率运行,在轻载、空载的状况时,运行效率最低,因此如何平衡运行效率,达到效率与能耗的最优比,成为目前皮带机改造的主要方向。在煤矿开采过程中,由于煤层

分布不平衡，导致皮带承受的荷载一直变化。在皮带机中应用变频器，可以发挥软启功能，以减少皮带损耗，同时变频器也可以令电流变小，从而减少皮带机的损耗，最终减少维护费用^[3]。

2.2 损耗与控制分析

应用变频器时，变频器可将工作电源转换为不同频率的输出电能，在电路板上也可将其分为整流和逆变两部分。在总损耗中，控制回路的损耗最少，其次是整流电路与逆变电路，其中二者损耗能高达总损耗的九成，单单逆变电路一项就高达总损耗的一半。以逆变电路为例，随着电流范围的增加，变频器的损耗也随之增加，因此使用最小输入功率的方法时，变频器的性能才能达到最大。在运输原煤时，大多数电机选择恒定的U/F控制，这种策略优势在于控制的便捷性，利用存储复读性能，将控制策略的公式存储在控制器中，电机的频率可根据公式进行调整，但这种策略的弊端也很明显，即不能动态地响应皮带运输条件，当电机以较低的频率运行时，输出电压降低，导致最大扭矩会相应降低，而运行效率也会降低。与U/F控制策略相比，电机矢量控制方法提供更广的应用范围、更好的动态性能和低频运行特性，该方法对电机参数的依赖较小，主要通过磁链和电磁力矩的实时等效模型进行控制。通过设置电机电压、电流和转速，异步电机可以以最佳效率运行。此外，基于最小功率控制策略的电机矢量控制可以提高皮带机的运行效率，通过跟踪发动机的最小输入功率，可以最大限度地提高设备的机械效率^[4]。

3 控制皮带机能耗的方法分析

3.1 设计低阻力节能型皮带

在设计输送系统时，应科学地设计皮带参数。皮带机的输送带由内带芯和外部复合材料组成。外部主要由橡胶构成，内部主要由钢材制成，因此皮带机的传输皮带具有明显的弹性和刚性特点。在输送过程中，上、下橡胶部分不断与输送带的滚轮接触，因此在负荷与摩擦力双重作用下会发生变形，但如果这两部分不再接触，则就会恢复变形，不过形变恢复的时间会因为接触程度而适当延迟。同时输送距离越长，能量损失越大，例如输送1 000米时，产生的阻力为总工作的60%，相应的能量损失提高，因此为减少能耗，应适当降低输送带的滚动阻力。影响皮带机的滚动阻力的主要原因在于输送带的弹性特征，因此需要整改输送带材料，在保持输送带的应有弹性参数的前提下，进一步整合皮带机的刚性参数与结构特点，如采取调整张力间距、增加张力直径、提高合适带速等措施，

切实降低输送带的阻力。由于输送带的性能特点，降低皮带机能耗需要在保证滚轮刚性特点的基础上，开发新型材料来降低输送带的重力，从而降低其对皮带的影响。适当减小皮带面积，特别是皮带的覆盖厚度和与滚轮的接触面积。调整橡胶配方，提高上下皮带的弹性力学特征，减少形变量^[5]。

3.2 升级驱动装置

由于在过载过程中需要降低输送带的动态张力，以减小输送带和电气装置的负荷，为解决上述问题，传统的皮带机配备优良的驱动装置，如液压变速器、变频调速部件、电机调速器等。但液压变速器在运行过程中会存在3%~5%的偏差，因此该装置也会造成皮带机功率传输的损失。并且当驱动装置工作时，电机需要更稳定的工作频率和电压，因此皮带机的维护成本会更高。随着驱动技术的飞速发展，永磁同步驱动装置将取代传统的皮带机驱动部件，永磁同步电机可以驱动滚筒来推进传动装置的工作，但因为配置问题，皮带机相应的内部组件需要全面更新。新型的永磁同步驱动装置传动效率高出传统驱动效率的两成，功率因数在0.96左右，可大大减少电动机不必要的功率浪费。根据大量数据分析和实践经验发现，皮带机的运行效率还受到物料质量的影响，为进一步降低能耗，必须保证皮带上的物料传送稳定^[6]。

4 皮带机变频器的节能效益提升对策

4.1 提高技术指标，保障设备稳定

与常规变频器相比，煤矿皮带机应用的变频器对节能技术的要求更高。为避免因电压不稳定而造成的变频受损问题，必须保证电压稳定性要高。煤矿皮带机的变频器在启动时应比常规变频器的扭矩大一倍以上，如此可以更好地保证皮带机工作稳定，最好采用S型转速钢轨，该类钢轨可提高皮带机在加速和减速过程中的稳定^[7]。为了提高皮带机的工作质量，应合理设置变频器，从而达到更突出的节能效果。使用变频器时，操作人员应合理控制设备，优化和改进技术，提高其运行水平，满足现今设备运行要求。与其他器件相比，变频器的运行要求相对较高，因此就要求操作人员采用数字化技术对其进行控制，以保证矿山皮带机的自动化，降低能量损耗。温度过高是指在调节变频器转速时，当运行速度处于较低状态，则变频器的冷却功率会降低，导致发动机的温度升高，因此，在实际应用过程中，变频器对冷却系统的要求更高。常规变频器一般采用水冷或空冷系统，而矿山皮带机变频器作为煤矿使用的电气设备，首先需要防爆要求。由于变频器的所有部件都在一个狭小的封闭腔内工作，

导致该内部极易储存热量，而且很难散热，传统的空气冷却方式不能达到很好的散热效果，而水冷系统很难在矿山皮带机变压器上应用，因此必须不断优化和改进机械设备，提高设备性能，优化冷却效果，以满足变频器的冷却需求，保证变频器安全稳定的运行^[8]。

4.2 注重细节控制，维护生产安全

随着经济的发展，能源消耗问题愈发突出，节能理念深入人心。煤炭行业的能源浪费现象较为严重，因此必须采取有效措施控制能源浪费，实现煤炭行业的可持续发展。应用变频器对煤炭皮带机有重要意义，对其的合理利用可以有效提高煤矿皮带机的节能效果，保证皮带机良好运行，进一步提升煤炭行业的产能，对优化国家能源结构，实现能源生产的可持续发展等方面有重要意义。虽然变频器在煤矿皮带机中的应用可以实现理论上的节能降耗，但具体的节能效果也要通过效益分析来实现。只有解决环境影响，变频器才可在煤矿皮带机中发挥节能作用。由于电磁和电源高次谐波会对周围的电气设备造成很大的运行干扰，也会导致设备产生故障，对于变频器来说，该装置受影响更大，操作人员必须针对以上问题设计解决方案。为了避免发动机的机械损坏，必须解决发动机振动问题，从而有效地优化煤炭皮带机的输送功能，降低能耗。随着高效节能技术的引入，煤矿皮带机的节能转换效率不断提高，现在的变频器主要由电子元件组成，因此电子元件的使用寿命会直接影响到煤矿皮带机的使用寿命^[9]。使用变频器时还必须控制启动装置对皮带机的影响，从而减轻皮带机运输部件的维护负担。通过对设备的正常清洁，可减少服务人员的数量，节省人力资源的消耗。由于电磁是导致变频器紊乱的主要原因，因此需要提前对工作区域的电磁设备进行统一管理，加大电磁控制力度，从而降低电磁对变频器的影响。此外，工作人员应全力分析提高煤炭企业经济效益的措施，在分析能耗数据时，应考虑变频器的维修与保养费用，以综合分析变频器在矿山皮带机运行中的节能价值^[10]。

4.3 结合装置特点，提高节能效果

为进一步优化变频器的节能功能，必须充分结合变频器特点，提出理想的节能改造方案。由于变频器具有较大的灵活性，它可以根据皮带机运输装置的启停要求，随时达到合理可变的速度，使皮带机在运行过程中降低故障风险，产生可靠的自我保护效果，不损害皮带机在重新启停时的运输质量。如果在煤矿皮带机改造项目中加强变频器的优化利用，则有助于延长皮带机的使用寿命。由于整个变频器具有广泛的调

速功能，通常随着频率的增加，机器运行速度也会相应增加，特别是在 55 Hz 范围内，皮带机的转速将达到峰值，因此皮带机借助变频器可根据企业的运输需要改变转速，从而形成良好的工作条件，满足煤矿生产需求。只有变频器能够在皮带机运行中展示出明显的优势，才能证明变频器节能改造的实际意义。此外，变频器具有很高的精度，当用作输送作业的主要控制方式时，无论是输送点还是输送速度，它始终可以根据企业的实际要求提供输送服务，并且不容易出现偏差传送的问题，因此在原煤输送中使用变频器是煤炭行业提高产值，减少能耗的重要一步，变频器的实用性突出，因此值得在煤矿皮带机中应用，提高变频器效率可以为煤炭企业带来可观的效益^[11]。

5 结束语

变频器在煤矿皮带机中的使用，一方面可以降低能耗，符合国家节能总要求；另一方面可以提高原煤运输效率，满足企业的产能需求。变频器通过改变皮带机的电源频率来相应改变电机转速，从而实现对皮带机运输效率的连续调节，通过对频率的调节，可以实现皮带机的软启、停车功能，减少皮带机运输装置的损耗。虽然变频器满足皮带机的节能要求，但该装置所受影响因素较多，因此仍需对其进行优化改造，通过提高技术指标，保障电压稳定，注重细节控制，维护生产安全，结合变频特点，提高节能效果，合理利用变频器的功能特点，升级装置的内部结构，做好电磁控制，避免变频器发生故障。

参考文献：

- [1] 韩吉贤. 煤矿皮带机变频器节能研究 [J]. 矿业装备 , 2023(03):155-157.
- [2] 张晓军. 煤矿皮带机变频器节能的讨论 [J]. 能源与节能 , 2022(05):82-84.
- [3] 朱鑫瑞. 变频器在煤矿皮带运输中的应用研究 [J]. 机电工程技术 , 2019,48(01):143-145.
- [4] 同 [3].
- [5] 胡晓峰. 煤矿皮带机节能降耗控制质量方法研究 [J]. 中国石油和化工标准与质量 , 2021,41(07):45-46.
- [6] 同 [5].
- [7] 张彪. 煤矿皮带机变频器节能的探讨 [J]. 机械管理开发 , 2020,35(03):219-220.
- [8] 陈传波, 田涛. 对煤矿皮带机变频器节能的分析 [J]. 内蒙古煤炭经济 , 2020(05):189.
- [9] 杨瑞芳. 探讨煤矿设备皮带机变频器的节能问题 [J]. 能源与节能 , 2018(07):80-81.
- [10] 同 [8].
- [11] 同 [9].