

# 煤矿胶带输送机机电一体化改造的创新实践与效能提升研究

王 耀

陕西德源府谷能源有限公司 三道沟煤矿 陕西 榆林 719407

**【摘要】**：煤矿是社会生产的重要物质资源，煤矿胶带输送机是煤矿运输的重要工具，随着生产对煤矿的需求量增加，传统的胶带输送机工作效率比较低，已经无法适应新时期的煤矿运输需求，为此进行胶带输送机机电一体化改造迫在眉睫。文章主要分析煤矿胶带输送机机电一体化改造的背景与意义，并提出改造的创新实践与效能提升的具体措施，希望促进煤矿运输效率的提升，满足各行业的生产需求。

**【关键词】**：煤矿胶带输送机；机电一体化；创新；效能提升

DOI:10.12417/2705-0998.26.07.093

随着我国经济社会的发展，煤炭行业实现了向更高层次的方向发展，其中，胶带输送机是将煤矿从矿井向生产运输的最重要的一种运输方式，其运行状况和运行效果对煤矿的安全生产和高效运行具有重要的意义。常规的胶带输送机普遍存在能耗高、维护费用高、自动化程度低等问题，严重影响了其运行成本和生产率。为此，开展煤矿胶带输送机的机电一体化改造，以通过科技创新和智能升级来大幅度提高其效率，这既是工业发展的大势所趋，又是促进煤炭工业绿色可持续发展的必然选择。

## 1 煤矿胶带输送机机电一体化改造的背景与意义

随着科学技术的飞速发展，以机电一体化为中心的工业生产方式正在发生着巨大的变化。机电一体化综合了机械、电子、计算机和控制等多个领域的综合技术，实现了设备、系统和过程的最优和最大程度的智能化，其发展迅速和具有良好的应用前景。从机电一体化发展趋势来看，其面向智能化、网络化、微型化、模块化、绿色化的发展方向<sup>[1]</sup>。在智能化方面，通过先进的智能算法和传感技术，实现对外部环境的自我感应和精确判断，提高了生产效率和产品品质。随着网络技术的发展，各种装置都可以通过互联网进行远程监测和控制，即使在遥远的地方，操作者也可以对其工作状况进行实时监测，并对其进行相应的参数调节和故障解决，大大增强了企业的柔性和便利度。随着小型化技术的发展，器件的尺寸越来越小，但其性能也越来越强，尤其是在对空间要求较高的场合，更是有着无法取代的优点。模块化设计使设备的设计、制造和维护变得更加方便，各种功能模块可以按照需要进行灵活的组装，从而减少制造费用，提升生产率。“绿色”是指装备在整个寿命过程中节能降耗，降低对环境的污染，顺应了可持续发展思想。

煤矿工业对高效、安全和智能化的运输有着极其紧迫的要求<sup>[2]</sup>。我国煤炭输送带输送系统长期采用的是纯粹的机械式输

送装置，在使用过程中存在着许多缺陷。在作业效率上，因不能随运材料的变动而及时调节操作参数，经常发生空载、超载等现象，影响了作业效率。同时，由于装置在工作中耗电较多，造成了产品的制造费用较高。维修费用也很高，因为经常出现的机械损耗，导致了装备的维修和更换，耗费了大量的人力、物力和财力。而在煤矿生产过程中，由于缺少对煤矿生产过程中的安全监控和报警系统，导致煤矿井下作业人员的人身和企业的财产受到严重的危害。为此促进煤矿胶带输送机的机电一体化改造，对煤矿企业的发展意义重大。通过计算机网络，可以对皮带输送机进行遥控，使其可以在控制室里进行作业，从而减少了人为的干涉，减少了生产过程中的安全隐患。具有智能自适应调整能力，可依据所输送的材料数量，实现了对输送过程中各环节的控制，达到了高效、节能的目的。

## 2 煤矿胶带输送机机电一体化改造的创新实践与效能提升措施

### 2.1 胶带输送机机电一体的系统架构

煤矿胶带输送机的机电一体化技术的关键是建立科学、合理的体系结构，通过对其进行精密的结构设计、布局设计以及有效整合，使其内部组件相互协作，进而提高其综合性能和操作效率<sup>[3]</sup>。在机械部件的构造上，要根据矿井的实际情况进行综合分析。该胶带输送装置以框架为主要承重构件，利用高强度钢板进行焊接，并通过数值模拟对其进行了结构优化，保证了其在大载荷工况下的强度和稳定性，并能在潮湿、粉尘等恶劣环境下对框架的腐蚀作用。传动滚筒和换向滚筒是传动装置中的核心部分，其结构设计十分重视辊面的摩擦因数和耐磨性能，通过铸胶技术提高了与传送带之间的摩擦，从而避免了打滑；并对鼓轮内支承套的设计进行了改进，并选用了具有较好密封性的支承及润滑装置，以降低机器的损耗，提高其工作寿命。

在设计托辊组时，要考虑到被运送材料的特点和皮带的尺寸来选择合适的支承托轮和回转托轮，使其在运转时减少阻力，从而达到提升输送效率的目的。另外，为了保证传送带的正常运转，张力装置是一种非常关键的结构，它可以通过液压自动拉紧或者是重锤式拉紧，能够随着传送带的拉力的改变而进行调整，从而保证了传动带在适当的位置上保持适当的拉伸，从而防止由于拉力不够而引起的滑动，或者因为拉力太大而引起皮带和滚轮的过分磨损。电子系统的结构是为了达到智能的控制和有效的能量管理。控制系统的主要部分是分散控制系统（DCS）或者是可编程逻辑控制器（PLC），利用模块化的方法，对传感器信号采集模块、数据处理模块、控制输出模块等进行了合理的分割，方便了系统的安装、调试和维护。在布局上，对机电设备进行综合考虑，使其得到最大限度的使用和最大限度的发挥作用。根据胶带运输机的作业过程，将其从加载地点至卸载地点进行布置，保证了材料输送路线的流畅，并兼顾了设备的维修和维修方便，保留了充足的作业面积。

## 2.2 引入智能技术促进控制系统优化

在胶带运输机的改造中，作为“感知器官”的传感技术起到了至关重要的地位。通过将各种高精度的传感器装配到胶带运输机的传动滚筒、托辊和输送带等重要部件上，实时准确地获取其工作状况。比如，通过对胶带上的拉力进行连续监控，当胶带发生不正常的张力变动时，就可以及时发现并提出警告。该系统可以监测驱动电机、轴承等零件的温度，并在超出设置的临界值时，通知员工进行检测与处置，从而可以防止高温引起的装置故障和火灾。另外，转速传感器可以实现对胶带运动速率的准确检测，为实现控制过程的智能化控制提供了可靠的数据支撑<sup>[4]</sup>。在改造过程中还可以利用人工智能、机器学习等方法，实现了对多个传感器获取的大量信息的深入分析和处理。在胶带运输机运行期间，通过预先设定的规律，结合历史资料，该智能算法可以迅速地求出最合适的操作条件，例如：传动电机的转速、胶带的运行速度等，并对其进行自动调节，从而达到胶带输送机的自适应运行。该智能调整方法较常规的手动或定参量操作方式，大大提升了输送的效能，可有效防止由于参数不合理引起的空载、过载等问题，达到节能降耗的目的。采用智能化的方法，使胶带运输机能够进行远程监测和故障诊断。通过与现场监控系统的联网通信，使作业人员可以在现场监控皮带输送机的工作状况，实现对胶带输送机的遥控与管理。在某一装置发生了故障后，自动监测方法对其进行了准确的定位，并进行成因分析。这样既可大大缩短检修周期，又可使检修人员预先配备适当的检修用具及配件，从而提升检修效率，缩短检修周期，保证矿井持续生产。

## 2.3 实施驱动系统的机电一体化升级

在煤矿胶带运输机的机电一体化技术改造中，驱动装置的更新是提高装备效率和降低能耗的重要步骤。相关人员需要采

用高效率、低能耗的电动机和采用变频控制的方法，对胶带运输机的传动系统进行全方位的优化，使其综合性能和操作效率得到明显提高。目前，我国煤矿胶带运输机设备普遍存在着效率低，能耗高，起动冲击大等缺点。通过对电机磁路结构的优化，选用高导磁、低损的硅钢片，并改善绕组加工技术，使电机的铜损、铁损和力学损失大大减少<sup>[5]</sup>。例如，采用稀土永磁体取代常规的励磁绕组，减少了磁场损失，在相同工作条件下，与常规感应电动机比较，其转换效率提高。方案一：常规电动机+变频驱动方式：在保持原来电动机的基础上，加入变频控制器，以达到对电动机进行软起动、速度调节的目的。方案二采用永磁同步电机+伺服驱动方式：将原来的电动机更换成永磁同步电动机，并与伺服驱动装置相结合，以达到更高的精度与效率，效能对比见表1。在矿井交通条件复杂变化的情况下，采用高性能、高能效的电动机，可以有效地将电力转换为机械能，从而有效地降低矿井的电力消耗。其优良的起动特性可减少起动电流对电网的影响，增强电网的稳定和延长装置的寿命。而且采用变频控制的方法，使传动系统和负荷更精确地配合，并能灵活调整工作转速。在煤炭输送带输送装置的作业中，物料运输量是不稳定的，而常规的传动方式很难随负荷的改变而做出相应的调节，往往会使装置在低负荷情况下仍然维持较高的转速，从而引起能量的浪费。但在载重较大的情况下，由于功率的缺乏，会降低输送效率。采用变频控制的方法可以很好地解决这个问题。在输送带负荷很小的情况下，该装置可以自动减速，以减小输送装置的动力消耗；在装载量增大的情况下，快速提高充足动力，以保证有效地进行运输工作。同时，采用变频驱动技术，可以对电动机进行起动和软制动，解决常规起动模式下的大电流及机械撞击引起的装置损坏问题，减少装置维修费用，增强装备的可靠性和安全性。

表1 驱动系统的机电一体化升级方案效能对比

改造方案	常规电动机+变频驱动方式	永磁同步电机+伺服驱动方式
电机效率	0.81	0.96
调速范围（n/nmax）	0.6-1.3	0.4-1.5
启动电流（Istart/Inom）	1.6	0.8
能耗（kWh/t）	130	110

## 2.4 故障诊断与预警的一体化改造

针对煤矿胶带运输机的特点，进行故障诊断和预警环节的机电一体化改造是保障设备安全运行的关键环节。通过对安全监测和预警系统的配置，再加上应急停机和防偏装置，可以建立起全方位、多层次的安全保护系统，使矿井的运输更加安全<sup>[6]</sup>。利用大数据技术建立胶带运输机故障数据资源库，通过对

所收集到的大量数据进行深入的分析,并与以往的工作经验以及预先设定的失效模式相融合,可以预先发现设备在工作中存在的各种隐患,并利用声光报警、短信推送等手段,给有关人员提供警告,从而有针对性地进行应对。矿井应急停车设备是保证矿井安全运行的重要保障。在输送带输送系统中,若遇到重大事故,或遇到人身、装备等可能威胁到人身、设备的事故,则可快速关闭输送带,实现输送带的快速停转。胶带输送系统的线路上及控制室都设有紧急停车按钮,一旦出现不正常状况,可立即按动开关进行应急停车。该装置与安全监测和报警系统相结合,一旦发现传送带断裂、电机过热、火灾等重大问题,就会发出紧急关闭命令,保证装置在第一时间停止运转,将意外伤害降到最低。增设了防偏装置,可以很好地解决胶带输送机在使用中经常出现的胶带偏斜现象。输送机的偏移不但造成了煤矿的洒落,加剧了设备的磨损,甚至造成了胶带的破

裂等严重的安全事故。通过对胶带的运动轨迹进行实时监控,并在发现皮带偏离的情况下向控制器发送相应的信号。在此基础上,通过自动校正装置,实现对胶带的自动调节,通过调整托盘角来给输送机施加侧压力,从而将胶带拉回到原来的轨道上;采用油压校正机构,通过精密的油压控制,对胶带进行快速、准确的校正,保证处于正常工作状态。

### 3 结语

煤矿胶带输送机进行机电一体化改造后的生产效率和稳定性均能够得到很大提升,进行改造相关人员需要从胶带输送机系统的整体结构进行规划,重点进行控制系统与驱动系统的一体化升级,提升运输机的稳定性与节能型。还需要利用智能技术实现安全保障系统的智能化,增加远程故障诊断和预警功能,保障煤矿运输的安全性,促进煤矿生产行业向高效化、绿色化方向发展。

### 参考文献:

- [1] 何永奎.煤矿胶带输送机变频调速技术改造应用讨论[J].内蒙古煤炭经济,2024,(23):166-168.
- [2] 岳宪国,胡安良.煤矿胶带输送机升级改造研究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(15):18-20.
- [3] 孙强.矿用胶带输送机驱动部一体化、智能化改造探索[J].电气开关,2023,61(01):114-116.
- [4] 范吉鲁.煤矿胶带输送机变频调速技术改造应用探讨[J].矿业装备,2023,(02):168-170.
- [5] 李锐锋.煤矿胶带输送机变频调速技术改造应用[J].能源与节能,2021,(02):208-210.
- [6] 白宏伟.煤矿胶带输送机的机电一体化改造[J].当代化工研究,2021,(01):63-64.