

# 带式输送机节能优化与智能控制研究

翟莉娜

西安重装蒲白煤矿机械有限公司 陕西 渭南 715517

**摘要:** 带式输送机是物料运输中不可缺少的关键设备之一。目前,随着输送技术和输送设备自动化水平的提高,带式输送机正朝着大运量、长距离、高运速、智能化的大方向进步。但在带式输送机发展的同时,其耗电量也正在逐步上涨,导致运输过程中时常出现“大马拉小车”的问题,造成能源浪费。对此,本文主要针对带式输送机节能优化与智能控制的要点与路径展开一系列探讨分析,期望以此实现带式输送机的优化发展。

**关键词:** 节能优化;智能控制;带式输送机;研究

**前言:** 2020年10月29日,中共十九届中央委员会审议通过《关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标的建议》。随着“十四五”规划和2025愿景目标提出两年多,未来的带式输送机也应尽快实现节能、减排,并向自动化和智能化方向不断发展。

## 1 带式输送机节能技术分析

### 1.1 异步电动机的 $\Delta$ -Y接法变化转换

客观来说,异步电动机的 $\Delta$ -Y接线方式是目前比较常见的技术。该操作方法适用于系统工作量低甚至空载工作的带式输送机,可达到降低能耗的效果。对于短距离、低负荷的带式输送机,低能耗效果更明显,并且可以避免异步电机频繁启停。

### 1.2 自动控制皮带输送机流量技术

这一技术的显著优点是当带式输送机输送的物料不均匀时,物料负荷经常发生变化或物料流量连续、均匀、稳定时耗电量会大大降低。同时自动流量控制装置可以根据需要准确及时地调节输送物料的流量,提高物料流动的稳定性,输送运行的效率,系统能耗也相应降低。

### 1.3 皮带输送机降电压技术

一般情况下,当满载工作时,三相异步电动机的功率因数相对而言会比较低,电压引线电流的相位角比较小,相位角会随着电机负荷的减小而增大,同时也会使功率因数减小。低压能耗技术是处理三相电源对电机的供电,也就是说双向可控硅调压电路再给电机供电,使电机端电压降低,负载侧电流降低,使功耗降低,功率因数实现自动补偿。目前,煤矿用带式输送机在低压高耗能改造技术中应用较为广泛。

### 1.4 减电机运行能耗低技术

降低电机运行低技术是在煤矿带式输送机进行物料输送时,当物料量较少时,可以减少一个甚至多个电机的工作,从而达到低能耗和提高功率因数的效果。减

少运动技能技术是近年来研究和尝试的一种新的技能技术。自动选择带式输送机所需的物料输送电机数量,根据工作电机数量达到低能耗<sup>[1]</sup>。

## 2 带式输送机节能优化与智能控制要点

### 2.1 进一步减少输送能耗

降低功率消耗是带式输送机发展的必然趋势。在去年两会上,碳达峰和碳中和首次被写入政府工作报告。这其中,达到峰值意味着我们承诺到2030年停止增加二氧化碳排放量,并在达到峰值后逐步减少排放量。碳中和是指企业、组织或个人测算一定时间内直接或间接产生的温室气体排放总量,然后通过植物、树木、植树造林、节能减排等方式抵消其二氧化碳排放,实现二氧化碳零排放<sup>[2]</sup>。在当前,国家已经开始布局降低能耗的目标,所以为了践行节能减排、绿色发展之路,带式输送机系统降低能耗是未来发展的必然趋势。目前,降低带式输送机能耗的研究主要集中在降低滚动摩擦阻力上。其中一个方向是对于传统带式输送机托辊滚动的摩擦阻力,这部分阻力占整机阻力的20%左右。开发了低阻托辊组,以降低现有系统的能源消耗。另一种是改变传统带式输送机的结构,类似于绳式输送机,采用轨道来实现输送带运输,从而降低整机阻力<sup>[3]</sup>。

### 2.2 减少输送带来的污染

今年两会刘忠民院士提出实现碳达峰、碳中和目标要坚持全国棋局,不搞“循序渐进”、“一刀切”的建议,高质量发展要求更加清洁高效,这样带式输送机就会更加重视污染问题,带式输送机在环境污染方面主要分为粉尘污染和噪声污染。

首先是粉尘污染,粉尘污染是散装物料运输中不可避免的问题。过多的粉尘会污染空气,进而危害工人自身健康,造成严重的环境污染,达到条件时甚至会引起粉尘爆炸。在采矿设计和决策阶段,选择合适的带式输

送机类型,以减少输送次数,并通过喷水减少粉尘。

其次是噪音污染,噪音污染与粉尘污染之间存在一定相同性。在物料输送过程中通常会产生很大的噪声。在正常的运输过程中,不能完全避免滚轮和滚轮产生的噪音。目前一些针对滚筒和托辊制造的特殊结构设计以及不同材料的应用研究表明,可降低12dB的噪声,降低幅度约为1/7。

### 2.3 构建带式输送机系统优化过程模型

首先,拟定布局概念。其中将涉及一些静态计算、粗略估计和经验估计。布局通常在没有数据的情况下起草。在进行这一步时相关工作人员还必须确保整个生产过程的可行性。一旦完成了初稿,就需要对相应的设备进行配置。布局只是简单地说明了输送机和转盘等应该放置的位置。但是具体要选择什么样的传送带、驱动装置并未确定,而这些问题答案将直接影响设备的性能,如输送机的速度和加速度。当指定输送机设备的运动数据时,可以计算静态容量<sup>[4]</sup>。

例如,如果输送机的长度为1米,速度为1米/秒,那么在全速匀速运行时,输送机每小时可以运输3600个零件。然后,静态计算的容量被转发到一个数学程序,在该程序中,设备容量被建模为优化约束。路由比是相关的优化变量。数学程序寻求优化已定义的目标,例如系统总吞吐量。

因此,在完成这一步之后,求解器为相关的生产场景定义了输送系统中每个路由点的路由比。通过对数学模型的分析,可以修改设计方案。重新设计可能只会影响设备配置,也可能意味着布局本身必须重新设计。

最后一步是要构建一个动态仿真模型。这种模型的创建充分考虑了被数学程序所忽略的动态系统相互依赖关系。

## 3 带式输送机优化改造实例分析

### 3.1 现状

带式输送机主要型号为DTC120/51.4/2×400,带速3.15m/s,输送机倾角24°,采用ST2500型阻燃钢丝绳芯带。当设计长度为750米时,输送能力为514t/h。现在实际长度为350米,实际运输能力约为800吨/小时。

根据矿山边界划分范围,矿山南北高程为+300为开采边界。在采区内,工作面沿主倾角垂直不对称布置。根据矿山未来发展位置及矿山生产连接需要,主透光井带式输送机运输距离需向下延伸,由目前的350米延伸至580米,可服务于(4-5)04工作面及工作面以上+625m水平;当580米扩展到780米时,可提供(4-5)06、(4-5)01工作面和工作面以上+525m的水平面<sup>[5]</sup>。

目前采场机电设备的运输生产能力为:工作前刮板输送机和后刮板输送机的运输能力为1800t/h;输送机输送能力3000t/h;破碎机破碎能力为3500t/h;皮顺伸缩带式输送机输送量为1400t/h;830台滑块输送机,输送量1400t/h;主斜井带式输送机输送量为800t/h;主要煤仓容量800吨;主斜井带式输送机输送量750t/h;地表原煤生产系统生产能力为1000t/h。

根据矿山目前原煤运输能力分析,主隐井带式输送机的运输能力远不及02综采工作面带机的1400t/h,制约了采煤工作面设备效率的发挥,降低了矿山原煤生产能力。因此,建议对主带式输送机进行改造。

### 3.2 技术改造原则

改造后的主暗斜井皮带应能满足当前工作面及后续工作面的生产能力要求,从而提高矿山的生产能力。重构原则为:1.充分利用现有设备;2.投资少,建设周期短;3.为满足当前生产,同时考虑未来生产的要求,改造后的运输能力可达1200t/h。

### 3.3 优化改造方案

#### 3.3.1 优化改造方案一

具体方案:在距机头150m处增加两套相同的驱动装置。带式输送机从目前的350米延长到230米,总距离580m,输送能力不低于1200t/h。

改造优点:首先,可满足(4-5)02、04工作面及+625m水平以上的生产能力需求;其次,新增的驱动装置与现有设备完全相同,具有通用性和互换性,减少了备件储备。投资少,建设周期短;同时,增加的驱动硐室可采用原(9-15)102皮带开槽,减少矿山建设工程;最后,该方案能够充分发挥(4-5)04工作面生产4套驱动装置的能力,输送能力为1200t/h;当其中一个驱动器关闭时,可以通过将生产能力降低到800t/h来维持生产。

改造缺点:一方面,两个击球点之间的距离为150m。因此,需要设置更多的岗位,增加运营成本;另一方面,新增加的驱动辊采用正橡胶面驱动,增加了皮带维护的难度。

#### 3.3.2 优化改造方案二

具体方案:距机头150m处增加2套710KW驱动装置。带式输送机由目前的350米延长到430米,总运输距离780m,输送量不低于1200t/h。

改造优点:可满足(4-5)01、02、04、06工作面及+525m水平以上的生产能力需求,可满足未来5年的生产需求;提前增加一个功率为710KW的驱动装置,可满足(4-5)02、04工作面生产能力的需要;增加的驱动硐室可采用原(9-15)102皮带开槽,减少矿山建设工程。

改造缺点：两个驱动点之间的距离为150m。因此，需要设置更多的岗位，增加运营成本；服务(4-5)06工作面，运输距离780m，为满足皮带安全系数8的要求，需要将运输能力降低到1100t/h以下时，应增加(4-5)06工作面缓冲仓库以适应工作面的生产能力；新增的驱动设备型号与当前设备型号不一致，无法更换，维护成本增加。

### 3.4 改造总结

综合比较以上两种方案，第二种方案有一套800KW的驱动装置，可满足(4-5)02,04工作面生产能力的需要；建议增加2套800KW驱动装置，可满足未来5年的生产需求。

### 4 带式输送机运转保障措施

在带式输送机运转保障过程中，相关工作人员可根据我国带式运输设备管理的实际情况，可以构建B/S和C/S混合模式的设备智能管理系统。传统的系统只使用一种模式，由于每种模式都有其独特的优缺点，在实际应用中并没有充分发挥其优势。前者更适合于信息发布、查询等工作，而后者具有较强的交互性，将两者有机结合在一起，充分发挥两者的优势，构建混合结构，在具体的应用过程中，无论是内部用户还是外部用户访问同一数据库，C/S都可以简化流程，为内部用户提供方便。实现直接访问，和外部用户通过B/C进入数据库，达到信息共享和交互的目的，同时也避免了安全问题，混合模型如下图所示。混合模式在设备管理过程中的应用，可以实现设备管理过程的全自动化，为企业实现智能化建设提供相应的支持。此外，在智能化管理模式中，促进技术的优势为员工获取数据信息，并运用科学的方法对数据进行分析研究，从而及时发现设备潜在的问题并有效解决。确保设备的正常运行<sup>[6]</sup>。

设备智能管理系统除了要实现设备使用等全流程管理外，还需要建立评价体系、指导和优化管理方法，才能提高设备管理水平。为提高评价的全面性和系统性，应从技术、经济、管理等方面构建评价体系，坚持科学

性、可行性、指导性原则。结合设备管理系统，建立与之匹配的多层次结构模型，运用频率统计和理论分析等方法对影响因素进行分析研究。系统中针对目标层、准则层和领域层设置了不同的标准。通过使用评价体系，可以掌握设备存在的问题，为设备维护和管理提供方向，也为企业进行宏观管理决策提供依据。

除了建设设备制度和评价体系外，还需要加强其他方面的管理工作，要加大设备管理宣传的重要性，引导员工树立设备管理理念，并将其贯穿于整个企业日常管理过程，确保设备管理工作获得支持，此外，还需要完善相关管理制度。为设备管理工作的顺利进行奠定基础，规范员工的工作行为，并结合企业的实际生产情况，制定科学合理的维修保养计划，定期对设备进行维修保养，避免超负荷工作，延长设备的使用寿命，从而提高设备管理水平。

结束语：综上所述，带式输送机作为企业生产过程中的重要设备，对提高工作效率和质量起着积极的作用。因此，相关工作人员需加强对带式输送机的节能优化设计，加强针对智能控制系统的研究，并实现针对带式输送机的智能化管理。

### 参考文献

- [1]高沛林, 苗鑫, 杨方. 煤矿带式输送机节能优化控制方法研究[J]. 工矿自动化, 2022(005):048-048.
- [2]陈玉璐. 矿用带式输送机节能优化智能控制系统研究[J]. 煤炭与化工, 2021(009):044-044.
- [3]吕慧吾. 矿井带式输送机节能优化与智能控制系统研究[J]. 石化技术, 2022, 29(12):2-2.
- [4]王瑜, 王温栋. 煤矿带式输送机智能控制系统设计与应用研究[J]. 中州煤炭, 2021, 043(010):276-281.
- [5]李林浩. 关于DTL1500型矿用带式输送机节能优化控制系统的研究[J]. 机械管理开发, 2021, 36(5):3-3.
- [6]陈斐, 赵亚玲. 矿用带式输送机自动控制系统设计及其应用研究[J]. 中州煤炭, 2022(005):044-044.