

带式输送机变频节能控制系统设计实现

葛雅楠 (晋能控股煤业集团四老沟矿, 山西 大同 037001)

摘要: 针对带式输送机驱动电机的能量利用率较低, 对电能浪费严重, 本文通过分析皮带带速、物料的填充系数、电机功率对带式输送机变频调速节能指标的影响, 结论是: 在保证输送机安全平稳运行的前提下, 皮带带速、电机功率与煤运量之间存在着最佳的控制关系, 并对煤运量进行大小分段处理, 保证煤运量在一定区间内只对应一个最佳的皮带带速, 进而可实现带式输送机的变频节能控制效果。

关键词: 带式输送机; 皮带带速; 物料的填充系数; 煤运量

0 引言

带式输送机又可称作皮带输送机, 主要由输送带、托辊、驱动系统、支架、张紧装置等部分组成。带式输送机是以输送带为承载机构, 并与驱动滚筒相互共同作用形成的摩擦力来带动输送带持续运转的一种运输设备。带式输送机的工作原理是将输送带铺到上托辊和底托辊上, 输送带平铺并一直延伸到机尾滚筒, 并和输送带头相连接形成环形带, 借助张紧装置来调整输送带的张力, 因此可依照输送机的实际运行情况, 来改变输送带和驱动滚筒间的摩擦作用力。在输送机运转时, 由于摩擦力的作用, 皮带上的货物随着输送带运行并进行传送。当皮带上的货物被送至机头, 此时, 输送带因绕过卸载滚筒而改变方向, 在重力的作用下, 货物脱离输送带, 货物卸载工作完成。因此, 带式输送机具有输送能力强、运行平稳, 结构简单等优点, 已成为现在煤矿生产的主要运输设备。由于带式输送机驱动电机的能量利用率较低, 对电能浪费严重, 本文通过采用变频调速节能控制技术, 将传统的电机驱动不能很好地适应负载变化的现象, 通过变频调速, 可在原有性能的基础上, 实现对电机转速的调整, 从而提高系统的运行效率, 降低煤矿生产成本。

1 带式输送机变频节能控制研究

为了便于分析带式输送机驱动电机的节能损耗, 主要依据公式(1)进行判定, 即带式输送机将单位煤重量输送到单位长度皮带所消耗的电能:

$$E_A = \frac{P_M t}{q_c v t} \cdot \frac{1}{L} = \frac{3.6 P_M}{Q L} \quad (1)$$

其中, 为消耗的电能; 为驱动电机所需要的电功率; 为输送带上单位长度重量的物料; v 为输送机的运行速度; Q 为输送机物料的总输送量; L 为输送机的长度, 这个指标可作为带式输送机的节能评价指标, 在进行节能控制分析时, 如果保持输送量不变, 值越小, 说明输送机节能效果越好。

为了验证上述结果, 本文将重点分析皮带带速、物料的填充系数和电机功率对带式输送机变频调速节能指标的影响, 物料的填充系数随输送机带速的变化而变化, 其中物料的填充系数是指单位长度皮带上单位重量的物料, 正常值范围是 0.4-1.1, 当输送量一定时, 皮带带速

越小, 物料的填充系数就越大。本文选取的带式输送机研究参数是: 满负荷输送量 4000t/h, 总长 1.5kW, 单台电机驱动功率 450kW, 皮带带速 1-5.5m/s, 研究同一台带式输送机的不同载荷情况下, 带速、物料填充系数及节能指标间的关系。

在输送量是 4000t/h 条件下, 其余参数不变, 分析带式输送机的变频节能效果。当带式输送机满负载运行时, 改变输送机的带速, 物料的填充系数也随之发生改变, 再依据电机的电功率、输送量得出带式输送机的节能指标随物料填充系数的变化关系, 得到表 1 所示的关系表。

表 1 一定煤运量下, 输送机的功率和节能指标随填充系数的变化表

物料填充系数	带速 (m/s)	单位长度质量 (kg/m)	功率 / (kW)	能量消耗率 (W/kg.m)
0.6	5.0	222.5	833	0.498
0.67	4.5	247.2	798	0.479
0.75	4.0	278.9	715	0.429
0.86	3.5	320.4	633	0.380
1.0	3.0	371.8	551	0.331

由表 1 可知, 在煤流量一定的情况下, 输送机带速与物料填充系数成反比关系。物料填充系数随带速的降低而增大, 因此, 可通过降低皮带的带速来增大物料的填充系数, 进而实现节能效果。

在输送量是 2000t/h 条件下, 即减半煤运量, 其余参数仍不变, 对比输送机输送量下降后, 输送机的功率和节能指标随填充系数的变化关系, 得到表 2 所示的关系表。

表 2 不同皮带带速下, 输送机的功率和能量消耗变化表

物料填充系数	带速 (m/s)	单位长度质量 (kg/m)	功率 / (kW)	能量消耗率 (W/kg.m)
0.43	3.5	158.7	420	0.504
0.5	3.0	185.2	374	0.449
0.6	2.5	222.2	332	0.398
0.75	2.0	277.8	296	0.356
1.0	1.5	371.8	246	0.312
1.1	1.36	411.5	234	0.289

对比表 1、表 2 可知, 当煤流量降低时, 如若保持皮带带速不变, 物料的填充系数将减小, 输送机的节能

指标将增大,因此,综合可得出,降低输送机皮带速度可提高物料的填充系数,进而降低节能指标,实现节能效果。

通过上述分析可知,降低皮带带速可以达到节能效果,但是降速是有一定限度的,主要是因为皮带的带速越低,输送带所要承受的张力值就越大,这就要求皮带的带宽、质量和强度都比较高。有相关研究表明,想要带式输送机通过变频调速来实现节能效果,只要保证物料的填充系数不超最大值且不变,当调整皮带带速时输送机受到的张力能在可控区间内变化,所以,在物料的填充系数达到安全运行上的极限值时,理论上,输送机带速与煤流量存在最佳匹配关系为:

$$V = \frac{Q}{3.6qG_{\max}} \quad (2)$$

由公式 2 可知,当输送机煤流量改变时,可依据带速与煤流量的最佳关系得到输送机节能运行的最优速度,并通过变频调速进行控制实现。但是由于在实际运行工况下,对带式输送机频繁地调速,不仅会降低输送机设备的使用寿命,且会急剧加重设备的各种损耗,就不能达到节能效果,因此这就需要对煤流量进行大小分段处理,当煤流量在一定区间内,只对应一个最佳的输送机带速,从而降低对皮带带速的频繁调整。综合上述可得出,在实际工况下,输送机带速与煤流量的最佳控制关系,如图 1 所示。

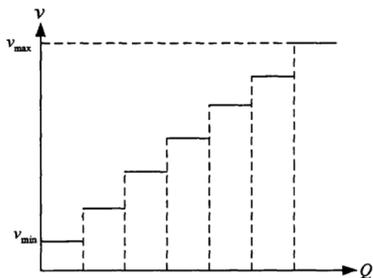


图 1 带式输送机变频下,

皮带带速与煤运量的变化关系曲线

由图 1 可知,带式输送机在正常运行下,输送机实际运量可通过称重传感器确定,并依据输送机带速和煤运量的最佳关系,通过变频器驱动电机实现带式输送机的变频调速和节能降耗。

2 结论

针对带式输送机驱动电机的能量利用率较低,对电能浪费严重,本文通过分析皮带带速、物料的填充系数、电机功率对带式输送机变频调速节能指标的影响,结论是:在保证带式输送机安全平稳运行的前提下,输送机皮带带速、电机功率与煤运量之间存在着最佳的控制关系,并对煤运量进行大小分段处理,保证煤运量在一定区间内只对应一个最佳带速,进而可实现带式输送机的变频节能控制效果。

参考文献:

[1] 王鹰,孟文俊,黄霞云,王学民.长距离大运量带式输送机关键技术及国内发展现状[J].起重运输机

械,2005(11):25-29.

[2] 徐奎照,刘春霞.多驱动带式输送机驱动力分配影响因素的仿真[J].青岛理工大学学报,2008,29(4):80-83.
 [3] 何军纪,全维,吴旭光.长距离胶带输送机变频调速控制系统设计及应用[J].电子测量技术,2008(03):20-23.
 [4] 张更业.变频器调速驱动系统在煤矿胶带输送系统中的应用[J].工矿自动化,2007(2):25-28.
 [5] 姜阔胜,郭帅,陈清华,王开松,胡坤.基于电力载波和压缩感知的煤矿通风机健康状态信息传输系统设计[J].煤矿机械,2021,42(04):1-4.
 [6] 崔卫.基于 PLC 控制的矿井主通风机监控系统分析与研究[A].中国煤炭学会.第九届全国煤炭工业生产一线青年技术创新文集[C].中国煤炭学会:中国煤炭学会,2014.
 [7] 宋文健,何力,陈陆根,王永杰,李辉,王伯生,汤春绚.关于构建煤矿“一通三防”技术管理体系的研究[A].中国煤炭学会.第九届全国煤炭工业生产一线青年技术创新文集[C].中国煤炭学会:中国煤炭学会,2014.
 [8] 赵华全,卓青松,陈晓海,位小辉,罗鑫.复杂围岩条件下综放面过 1# 措施巷技术[J].陕西煤炭,2013,32(03):91-92.
 [9] 刘冲.浅谈煤矿 GAF 型主通风机电压瞬间闪变不停机的新技术应用[J].科技情报开发与经济,2011,21(15):206-208.
 [10] 朱伟伟,李菊芳,梁美玉,顾晓春.基于 LabVIEW 与 Modbus 通信协议的煤矿通风机性能监测系统[J].矿山机械,2010,38(15):37-39.
 [11] 冯爱伟.基于神经网络与证据理论的煤矿通风机故障诊断[J].煤矿机械,2010,31(06):249-251.
 [12] 刘东科,任子晖,石莹.基于 S7-200PLC 和组态王的煤矿通风机监测系统的设计[J].工矿自动化,2010,36(06):112-113.
 [13] 孙传余,肖林京,梁慧斌,丁鸿昌.煤矿风机变频调速与远程数据监控系统的设计[J].煤炭工程,2009,4(12):16-18.
 [14] 吴新忠,马小平,任子晖,王德银,陈更林.基于热备用的煤矿通风机倒机关键技术研究[A].中国仪器仪表学会.2009 中国仪器仪表与测控技术大会论文集[C].中国仪器仪表学会:《仪器仪表学报》杂志社,2009.
 [15] 温炳辉.基于 LabVIEW 的小波神经网络在煤矿主通风机状态监测中的应用研究[D].西安:西安科技大学,2009.
 [16] 李星.潞安环能公司王庄矿采取措施确保矿井“一通三防”工作[J].煤矿安全,2009,40(04):132.

作者简介:

葛雅楠(1992-),女,山西大同人,2017 年 6 月毕业于辽宁工程技术大学,本科,助理工程师,研究方向:电气工程及其自动化。