

一种基于变频驱动的胶带输送机节能计算方法

李祥千

(兖州煤业股份有限公司设备管理中心 山东 邹城 273500)

摘要: 本文通过理论分析,探讨了变频驱动的胶带输送机相比传统驱动方式实现节能的几个方面。结合现场实际使用数据分析,给出了一种变频节能计算的方法,便于计算胶带输送机采用变频驱动的节能。

关键词: 变频驱动; 节能计算; 胶带输送机

0 引言

胶带输送机是工业生产过程种常用的一种物料输送设备,也是煤炭生产过程种的重要运输设备。其结构、驱动方式、运转的可靠性和使用寿命等,都将直接影响煤炭开采的生产效率和经济效益。

胶带输送机已经发展多年,其驱动方式也在不断的发展变化。目前主要驱动方式有:电机加液力耦合器驱动、电机加 CST 驱动、变频器加电机直接驱动、变频器加永磁直驱电机驱动等。

特别是永磁直驱系统,因为其可靠性高,传动效率高,免维护等技术特点,今年来,此种驱动方式在工矿企业以及开始推广使用。

目前行业内公认采用变频驱动是一种节能的驱动方式,具体变频节能体现在那些方面,本文针对永磁直驱变频一体机和电机加液力耦合器的驱动方式进行对比分析。重点是针对胶带输送机变频调速运行时的节能分析。

1 胶带输送机负载特性

胶带输送机运转时的功率损耗主要包括两方面:一是克服胶带与滚筒、托辊之间的动摩擦力做功;二是克服运输物料(煤炭、矿石等)的势能做功,这部分做功,不会随驱动方式改变而改变。胶带输送机变频调速运行时的节能,节省的是第一部分的摩擦损耗。后文将详细分析。

2 节能原理分析

胶带输送机采用变频器驱动,在节约电能方面主要体现在以下几个方面:

- (1) 提高电网功率因数,降低无功功率在电网的热损耗节能;
- (2) 省掉液力耦合器、CST 等中间驱动环节,提高功率传递效率节能;
- (3) 变频器启动电机时无冲击电流,降低电机损耗节能;
- (4) 胶带输送机运行时调速节能。

2.1 提高电网功率因数,降低无功功率在电网的热损耗节能

胶带输送机驱动功率设计时时按照最大运量设计,再实际使用过程中,大部分工作时间是打不到最大设计运量的。实际使用时留有比较大的余量,即常说的电机一般是“大马拉小车”。图 1 是电机效率、功率因数和负载之间的曲线

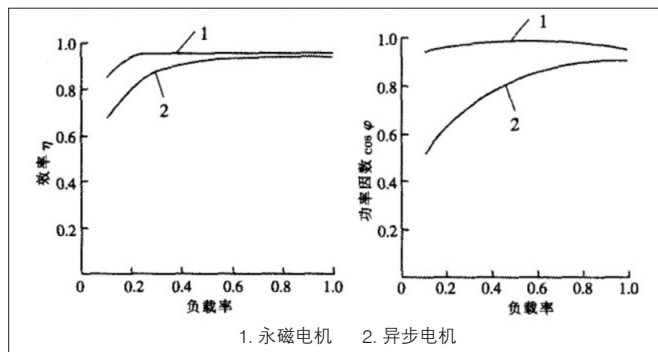


图 1 负载率和效率、功率因数曲线图

关系。

胶带输送机工作时根据出煤量影响,负载是随时变化的。根据笔者收集的多条胶带输送机运行数据总结得出,胶带输送机电机平均运行功率在额定功率的 40% 左右。胶带输送机总的供电效率为 95% 左右。即供电系统的热损耗为 5% 左右。

采用普通异步电机的功率因数为 0.7 左右;采用永磁直驱变频一体机,功率因数可提高到 0.98 以上,接近于 1。

普通驱动方式的热损耗: $P_1 = (1/0.7)^2 \times R$

永磁直驱驱动方式的热损耗: $P_2 = (1/0.98)^2 \times R$

$$P_2 = 0.51 \times P_1$$

即永磁直驱驱动方式沿线热损耗为普通驱动方式的 51%。即将整个系统的供电效率提高到 97.5% 左右,节省 2.5% 的电能。

2.2 省掉液力耦合器、CST 等中间驱动环节,提高功率传递效率节能

采用液力耦合器、CST 等方式驱动的胶带输送机,液力耦合器和 CST 等设备均有不同程度的损耗。此类调速设备的运行效率在 0.86 ~ 0.90 之间。越是频繁启动或者低速运行的场合,传递效率越低。

胶带输送机采用液力耦合器等驱动时一般不调速。所以这类驱动方式的平均工作效率为 88% 左右。采用永磁直驱变频驱动,省掉中间传动环节,机械损耗降低。永磁直驱变频一体机的驱动效率在工作中实测平均值为 93% 左右。因此,采用永磁直驱变频驱动方式普通驱动方式节省电能 51% 左右。

2.3 变频器启动电机时无冲击电流,降低电机损耗节能

电机工频启动时有 5 ~ 7 倍的冲击电流, 这部分电流是电机发热而无功率输出。计算冲击电流损耗跟刮板输送机的启动次数有关, 启动次数越多, 冲击电流损耗越大。

采用变频器驱动无启动冲击电流。具体的节能数据跟现场胶带输送机的启动次数有关, 根据经验值, 变频驱动在启动时可以节省 2% 左右的电能。

经过上述分析, 采用永磁直驱变频驱动的胶带输送机, 相比传统异步电机驱动方式, 在不调速的情况下, 平均节能可达到 10% 左右。

以上数据也在笔者所在单位的多条不同驱动方式的胶带输送机上得到验证。

3 变频调速运行节能分析

笔者对现场一条采用永磁直驱变频驱动的胶带输送机
表 1 胶带输送机运行数据表

	最大值	最小值	平均值
驱动滚筒转速	47 r/min	20 r/min	32 r/min
带速	3.15m/s	1.34m/s	2.14 m/s

运行数据进行了长时间的跟踪。得到以下现场数据, 如表 1。

根据胶带输送机负载特性, 胶带输送机变频调速运行时的节能, 节省的是第一部分的摩擦损耗, 即空载损耗。

在整个工作过程中, 胶带输送机使用永磁直驱变频驱动, 但是以最大转速运行, 总功率 40%, 其中空载功率为 18%, 实际用于运输物料的功率为 22%。其中空载损耗功率与输出转速存在如下关系曲线。当变频调速运行时, 平均速度 2.14m/s, 为额定带速的 68%, 对应空载损耗为 12%。

可以计算出采用同一驱动方式, 变频调速运行节能对比恒速运行, 在平均运行转速为额定转速 68% 左右时, 节能可达 15% 左右, 参见图 2。

4 经济效益

(1) 节省电能: 综合上述分析, 胶带输送机采用永磁直驱变频驱动, 对比常规驱动方式, 综合节能可达 25% 以上。

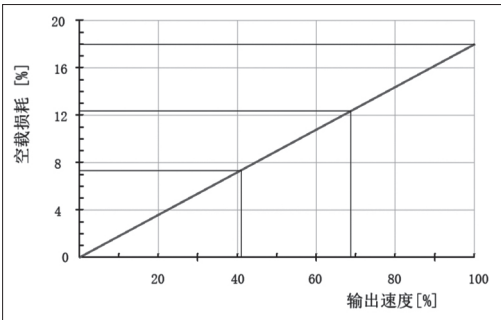


图 2 空载损耗功率与输出转速关系曲线

(2) 消除了对电网的冲击: 采用工频启动, 电机功率越大, 对电网冲击越大。使用现场一般采用错时启动的办法来减小其影响。并且长距离供电时, 必须增加电机电缆的截面积来减小启动时的电压降。这些都增加了设备和资金投入。采用变频驱动则不存在对电网的冲击, 并且选择电缆时只需考虑电缆的耐压和载流量即可。

(3) 减小不必要的磨损, 提高设备使用寿命: 胶带输送机在运行过程中对皮带、滚筒和托辊的磨损是比较大的。采用变频调速运行, 平均运行速度降低 30% 以上, 可有效降低磨损, 延长使用寿命。

5 结语

胶带输送机是工矿企业生产使用的重要设备, 其驱动方式随着科技进步也在不断变化。采用永磁直驱变频调速驱动是目前比较先进的驱动方式。本文针通过现场运行数据的分析, 得出了变频驱动节能的计算方法, 对变频调速驱动产品的推广, 对提升矿井自动化, 节省高效生产具有重要意义。

参考文献:

[1] 杜辉, 施飞航, 谭晓东. 永磁同步电机变频调速节能系统设计与效益分析 [J]. 节能, 2015, 34(12): 66-69+3.
[2] 原宇辰. 400kW 永磁同步电机在带式输送机上的应用与效益分析 [J]. 煤矿机械, 2015, 36(8): 258-260.

