

变频控制在皮带运输机的应用研究

刘佳敏 (晋能控股煤业集团有限公司精煤分公司, 山西 大同 037000)

摘要: 皮带运输机是我国煤炭生产作业中的重要组成部分, 其运行的有效性直接影响着煤矿生产的综合效益。把 PLC 变频控制技术应用在皮带运输机上, 可以对生产运输中出现的温度超限、电量浪费、过压、断带等问题有所改善, 同时也能解决电机功率不平衡的问题。

关键词: PLC; 多点驱动; 皮带运输机; 应用

由于皮带运输机具有部件标准化、结构简单、运输距离长、输送量大、使用和维修方便等方面的优点, 所以皮带运输机被广泛应用于选煤厂的生产和运输工作中。选煤厂主要都是通过皮带运输机来完成工作中的运输工作。如今, 随着生产过程的自动化水平的提高, 其对皮带运输机的要求也日益增加。为了能够完成皮带运输机自动化的控制和保护, 需要对其设计和生产等方面设计性能不断完善。

1 皮带运输机的结构

皮带运输机作为一种常见的连续性地运输设备, 其输送形式属于带式输送, 具有方便安装、运输距离比较远、阻力小和运输能力强等特点, 使得它被广泛应用于煤矿和电厂等行业中。传感器和可以进行编程的控制器等硬件设备是皮带运输机的主要构成部分。传感器可以将外界的信号转变为电信号, 以提供显示、控制和存储等方面, 所以它也是测量外界信号的设备中最为关键的设备。由于传感器的感知功能有所不同, 所以根据这种不同可以将传感器分为光敏传感器、热敏传感器、磁敏传感器和光电式传感器等等。目前光敏传感器和磁敏传感器这两种传感器是在运输机中使用最多的, 这两种传感器可以通过确认信号以进行精准地传输。另外, 关于可编程的控制器, 微处理器是本装置的核心设备。由于它将计算机技术和老式的继电器控制技术进行了有效的结合, 所以在应用上具有可靠性强、灵活性高、编程操作更简单方便等优点, 可以广泛应用于自动化以及工业控制中。PLC 控制系统作为皮带运输机软件系统中最主要的一部分, 主要通过接收外界信号并将信号传递给处理系统, 然后由信号处理系统判断电机的启停并控制设备的开关量。

2 皮带变频控制的原理

为了能够在作业时的变频控制中速度调解时的平稳过渡, 达到稳定速度的目的, 调速系统要在力矩发生剧烈变化时有较大的力矩产生。在一般情况下, 为了调节速度, 变频装置就要改变电机的供电频率。电机的频率 f 和转速之间具有如下关系^[1]: $n=60f(1-S)/m$

在以上关系式中, 其中 n 表示电机的转速, 单位为 r/min ; f 表示电机的频率, 单位为 Hz ; S 表示电机的转差率, 单位为 $%$; 而 m 则是电机极对数。由此式可知, 通过对频率 f 的修改能调节转速 n , 变频技术的原理就

是在这一点的基础上得出并实现的。如果有煤炭运输量较大的情况时, 系统就会自动降低频率使电机提供更大的扭矩。

3 皮带运输机的多点驱动

3.1 变频器

变频器主要由逆变、滤波、整流、检测单元、微处理单元、驱动单元、制动单元等部分组成, 是一种电力控制设备, 主要是以改变调整电机电源的频率来实现对交流电动机的控制。为了发挥节能和调速的作用, 需要控制其电源的输出频率、控制和调节电机的工作状态。因为在变换环节方面的不同, 可以将变频器分为两种。第一种是把工频交流电转换成可调节频率电压的交流电的直接式变频器, 即交流-交流变频器; 第二种则是先通过整流器将工频交流电转换为直流电, 再把直流电转换成可调节频率电压的交流电的间接式变频器, 即交流-直流-交流变频器。目前, 交流-直流-交流变频器的应用是最为广泛的。

3.2 多点驱动

皮带运输机可以在运输的过程中利用多点驱动把输送带因输送距离和负荷量的增加而增大的张力分摊给输送带的中部。为了减小输送带的张力, 可以根据运输距离以及运输量的不同在输送带的中部安装一个甚至多个驱动装置。并且为了防止断带事故的发生, 要在输送带的各个驱动装置上加装止逆装置。

3.3 PLC 控制原理

PLC 是可编程逻辑控制器的简称, 其代替继电器实现对工业制造过程中逻辑控制软件的控制。变频控制多点驱动皮带运输机就是将多点驱动皮带运输机和 PLC 控制技术结合在一起, 以解决在皮带运输机工作过程中因多点驱动而产生的电频不能同步和不方便控制的难题。变频控制由控制系统和监测系统两部分组成。其中, 监测系统的作用是通过输送机各个位置安装的传感器实时监测输送机工作状态下的数据, 并将数据传送到 PLC 计算机, 再由计算机对这些数据进行处理; 而控制系统的工作内容则是根据 PLC 计算机处理完的数据信息控制驱动部电机, 使电机的输出电频达到最佳效果。在运输机运输的过程中, 根据用户要求对 CPU 进行编制并将其存储在用户的程序中, 运输机将按照指令开始周期性的扫描, 在接收第一条指令后, 通过扫描、循环的方式逐条

扫描完成程序。之后再重复执行第一条指令，重新新一轮的扫描。在每次扫描的过程中都需要完成由输入采样开始，然后执行程序，最后输出刷新的扫描周期。在输入采样阶段，工作人员通过扫描来读取锁存器的通断状态数据，并将其输入到状态寄存器中完成输入。其次，在程序的执行阶段，经过对根据指令进行的扫描结果进行运算处理后，将数据结果填写在输出状态寄存器中。最后，在输出刷新阶段，在完成相关指令后，把输出的状态传输到锁存器中完成输出。与此同时，其他相关设备开始展开驱动工作。

3.4 多点驱动输送机的安装

为了使多点驱动系统的各个组成部分的电频达到同步，应合理布置安装两台电动机，并以 8s 为间隔顺序启动，输出电流的误差要控制在 1A 以内，这样，电机在空载以及过载的状态下也能够更安稳的工作，使得输送机的工作更为安全。

3.5 设备的选择

PLC 产品因其在容量、性能、结构、编程方式以及市场价格等方面大有不同，所以其品类具有多样性，不同种类的 PLC 产品适用的侧重点也各不相同。所以在进行 PLC 的选择时，要合理地对其安装方式、结构形式、系统可靠性、功能要求、机型的统一性及其响应速度等方面进行仔细地考虑，在满足对其功能的要求并确保可靠、维护简便的同时，争取最高的性价比。

4 对皮带运输机的效率进行优化

4.1 将变频器应用于皮带机的效率优化中

皮带输送机由传动装置、托辊与支架和输送带三个部分组成。而传动装置则是由多个电机共同组成，通过电机之间的配合利用皮带对煤炭进行运输。另外，变频器对皮带效率的优化具有重要意义，通过调节电能的频率来控制电机运行的转速，实现运输效率的最大化。一般在电机重载或满载的情况下运输效率最高，而在轻载或者空载的情况下的运输效率则是最低，所以为了提高皮带的运输效率，就需要将电机在轻载或空载条件下的工作效率提升。将变频器应用到煤矿的皮带运输中，使得电机启动时的电流变小，减小损耗并节约维修成本。

4.2 变频器的损耗

变频器在使用时会将工频电源转换为不同频率的电能，并将电能输出。逆变电路与整流电路是此过程的主要组成部分，在变频器的全部损耗中，其中 50% 的损耗都是在逆变电路中发生的，40% 的损耗是在整流电路中发生的，而剩余的 10% 则发生在控制回路中。因此，变频器主要在逆变过程中损耗严重，且随着电流幅值的增大，其损耗也会随之增加。在输入最小的输入功率时，能得到最高的系统功率。

4.3 控制策略

在进行煤矿的皮带运输时，因为恒 U/f 这种控制策略具有简单易行的特点，成为了大部分电机的共同选择，但是这种控制策略不能实现皮带运输情况的动态响应，

当电机在低频条件下工作时，输出电压会有所降低，其最大转矩和工作效率也将随着输出电压的降低而减小。电机矢量控制系统则能够通过等效模型的创建对电机的电磁转矩及磁链进行调节，以便实时控制电机^[1]。这种调节方法相较于恒 U/f 控制策略而言，其动态性能以及低频环境下的特性良好，具有广泛的应用范围，能够以最小的输入功率实现最高的机械效率。

5 实际应用和效益分析

在选煤厂的生产、运输过程中 PLC 控制多点驱动皮带输送机解决了一些工作中经常出现的问题。例如：由于启动的速度太快而导致的驱动部打滑问题；满载或空载状态下由于电频的不平衡而导致电机损伤等。针对输送机受力不平衡的问题也有了很大的改善，减少了磨损，使皮带运输机的安全和稳定及其使用寿命都得到了很大的提高。目前，由于选煤厂工作生产条件的限制，皮带输送机基本上都有欠载运行的现象存在，造成了电能的浪费。当然，时常也会有由于皮带机运煤量过大而在皮带上形成煤堆的现象出现。所以，根据过煤量的大小调节皮带机的运行速度是皮带机运行最为合理的方案。在皮带运输控制中应用变频技术是在降低运输能耗的主要措施^[2]。除此之外，利用变频技术来控制皮带输送机也具有良好的社会和经济效益。将变频器安装在皮带输送机上，使得皮带输送机实现了根据过煤量大小自行调节运输速度的功能，煤量大的时候全速运输，煤量小的时候则低速运输，以及在无煤的情况下直接断电的功能。通过在安装变频器之前和安装变频器之后用电量的比较中，以月为计量单位，当月的产煤量为 2 万 t，安装变频器后节电率达到了 76.3%。另外安装变频器之后也大幅度地减少了磨损，降低了维修的工作量。

6 结束语

皮带输送机是选煤厂等大型生产作业中最为重要的装置，因其具有运输性能良好而被广泛应用，其运行是否有效严重影响着选煤厂的综合效益。因此，作业的管理者要给予皮带运输控制系统足够的重视，要充分认识到传统的定频控制系统在应用中的不足之处，积极地引进变频控制技术。变频控制在工作中不仅能够降低运行能耗，使得皮带的损耗率有效降低，还能提高运输机的稳定性，为选煤厂持续且高效的生产作业提供保障。

参考文献：

- [1] 王勋. 煤矿机电变频控制技术与节能方法研究 [J]. 中国设备工程, 2018(3):62-63.
- [2] 李平生. 变频控制技术在矿山机电设备中的应用 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2017(23):38.
- [3] 王鹏, 温阳东, 岳胜等. 热压炉的温度控制 [J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2001(03):350-352.

作者简介：

刘佳敏 (1991-)，女，汉族，山西大同人，2016 年毕业于中国矿业大学电气工程及其自动化专业，本科，助理工程师，现从事煤炭洗选工作。