

变频控制技术在煤矿刮板运输机中的应用

陈 赞

(河南能源化工集团永煤公司新桥煤矿, 河南 商丘 476600)

摘 要 刮板输送机是一种煤炭生产中被广泛应用的设备, 能够与多种煤矿设备组合应用, 如采煤机和皮带运输机等。矿企业想要提高刮板运输机的使用效率, 就要掌握相关变频技术。本文分析了刮板输送机的机械特性和相关变频技术原理, 总结了变频技术的优点; 从硬件角度出发, 分析了如何通过相关技术提高系统抗干扰能力的方法, 并提出相应的抗干扰措施, 以期对该行业的发展有所帮助。

关键词 变频控制 煤矿刮板运输机 驱动系统

中图分类号: TD634

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)05-0022-03

随着科技的发展, 煤矿采集和运输技术得到了较快的发展, 其中刮板运输机的应用场景变得越来越多。为了提升运输效率, 企业可以在刮板运输系统中应用变频技术, 让刮板运输机适应更多的运输环境。

1 刮板输送机机械应用特性

刮板输送机是利用链条运动, 将负载恒速输送到特定的位置, 它负载的大小取决于它负载转矩的大小, 因此, 它具有摩擦性和负载特性, 但又因它是使用链条连接的, 链条具有一定的弹性, 当负载突变和启动时, 其具有一定的弹性负载特性。其是否具备恒转矩的特性取决于刮板输送机的负载特性^[1]。

刮板式采煤输送机是在采煤全过程中最前端的一种, 按照从末端到前端的一般选配余量功率不断放大的原则, 可使刮板输送机具有较大的富余。刮板输送机在运行过程中会受到片帮、刮卡等原因导致负载增大, 在采、运煤的时候出现突然停机的情况时有发生, 因此造成频繁的重载启动, 为了达到上面两点要求, 刮板输送机配置余量的功率要大一些^[2]。

比如井矿配置的刮板输送机的功率是 $2 \times 1000\text{kW}$ 。在正常生产过程中, 对其内部机头和机尾以及驱动电机各部分的电机的转矩情况进行分析统计, 大多数时候, 驱动电机的运转都在额定功率的一半以下, 从而充分说明刮板输送机的功率富余非常大^[3]。

输送机独特的负载性质和驱动需要决定了输送机配备的富余量多少。因片帮和刮卡等多种原因, 造成负载忽然增大, 此时就必须为其配备富余量比较大的驱动电机; 而另外一个因素就是需要达到重载启动的应用要求。

如果转矩的额定值达到15倍时, 就不能成功启动。在相同负载的情况下, 若双机成功启动, 压溜煤的长度再次增大, 启动时的负载就可能更大。由于重载启动的原因, 需配备容量比较大的电机。

2 变频控制技术原理

对设备供电电能的频率进行控制, 可以使变频控制技术实现电机控制的效果, 在日常实践中, 一般是把交流电源的整流转换为直流电能信号, 然后, 再对其逆变, 使其转换成一种能够同时对电压的幅值与频率进行控制的电能, 变频器在控制电机过程中, 电压的频率 f 与电机的转速 m 之间的关系是:

$$m=60f(1-q)/P$$

其中 q 代表的是转差率; p 代表的是磁对数。经上所述, 电机的转速 m 与电压的频率 f 成正比, 当电机磁对数的值一定时, 直接控制导体器件的通断电, 对电压的频率进行调节, 能够满足平滑调节电机转速的需求。

3 刮板输送机变频驱动的优点

3.1 满足软启动需求

以往用来处理重载启动的刮板输送机, 一般使用大功率配置的电机、双速电动机、配备液力耦合器、电气软启动器等多种设备。通过矿井的使用状态进行分析, 由于功率配备的逐渐变大, 上述的启动方式虽然可以解决大部分的重载启动问题, 但实际的应用效果并不好, 而且会使大量的资源配置产生浪费, 且上述的启动方法还会受到井下电源容量大小的影响。如果使用双电机错峰启动的方法, 可以降低大部分的重

载起动转矩^[4]。

从变频使用上进行分析,变频驱动能够有效解决刮板输送机重载起动问题,而且在起动过程中可以人为进行控制,使起动的平滑性得到满足^[5]。

3.2 协调电机功率

以往刮板输送机的拖动方式,其功率不能达到充分协调,变频驱动无论是在起动时还是在运行时,双机的功率都可以做到互相协调。经实践证明,使用功率协调能够使得头部和尾部的多台电机之间随着负载的变化精准地分配功率,不会让任何一台电机承担太多或太少的功率,功率协调可以大大延长设备传动部件和关键部件的使用寿命^[6]。根据有关部门统计,使用变频驱动的刮板输送机,关键部件的使用寿命是原来的15倍以上。

3.3 节能降耗

使用变频驱动技术的原因主要表现在节能降耗的特点上,其优点主要是以下几方面:

1. 加强传动的工作效率,变频传动能够降低机械传动的环节,其传动的效率能够提高至96%以上,液力耦合器的传动效率不高于90%。

2. 利用变频调速运行,改变电机的转矩,以达到负载目的,使电机在运行时能够保持最佳效能。加大了设备的功率,电机的额定负载功率值能够高于95%,刮板输送机配置电机在日常工作过程中,其负载转矩不到一半,功率值下降为60%以下,在很大程度上导致了能量的大量浪费。使用变频驱动,可以通过负载情况随时对电机的输出转矩进行调动,使整台电机的功率值能够保持在95%以上,这样能够尽量减少无用功率,从而达到节能降耗的效果^[7]。

3. 利用调速的方法,缩短了电机的回转运行进程,从而降低了电机的损耗,使电机的使用期限更长久,加强了电机的综合使用率,减少了设备的生产成本,达到了设备节能降耗的效果^[8]。

4 变频驱动系统

4.1 系统构成

在可转换频率控制管理系统内,通过添加一个相关的检测模块,实时监控电机的电磁运行状态,有的变频系统内通过使用转换控制方法来提高变频指令的灵敏度。工作人员可通过控制回流电路与各个该设备间各设有一个互不干扰的变压设备,实现整机电路自动适应电磁变化的实时隔离,电流流出端可以用变频

捕捉器实现对各个变频机箱进行连接,实现对各个感应变频电机的实时控制。

在此系统中,逆变器使用三电平逆变方法,与非门晶体管对比,它能利用较少的小元件驱动进行促使电流快速阻断,具备良好的使用状态,能够有效保障运输机在各种环境条件下平稳地使用。

4.2 系统中存在的问题

井下的条件有限,当变频器控制刮板开动时,不能精确地把控制刮板上的负荷,对变频器正常运转的稳定性造成极大的影响:当启动的负荷比较大时,易使刮板机的链条发生断裂现象,更严重者可能导致电机被烧毁,这时运输机可能出现很大的发动电流,为整个矿产运输系统造成巨大的干扰;当启动的负载比较小时,因系统的启动电流比较大,导致资源大量浪费。为了有效解决煤矿现存的这个问题,在此系统中,应该从刮板运输机启动电流和运输情况这两个环节进行,设计变频控制系统的硬件结构,完成刮板机变频控制及其相关抗干扰措施。

5 变频控制系统硬件设计

变频器的控制使用零散控制和集中管理这两种解决方法。刮板机的现场控制和远程控制是独立的两个控制方法,自动控制可以通过远程平台来完成,而就地控制是通过现场工人来完成的,远程监控平台管理可以对工人的现场操作权限进行集中管理,实现现场管理的功能,其具备较高的优先级,现场的工人具备较强的操作主动性,能够根据现场工作情况随时发出自动停机操作指令,提高了现场自动控制系统的可靠性。

5.1 选择主控器型号

控制系统的产品型号是1756-L61。与其他产品相比,ControlLogix系列的控制器内部的存储空间比较大,当中的各项数据以及行为信号占用的大小都不超过2兆,在实际应用过程中,其最大功耗是35W。

该系统拥有超快的交互功能和便捷的IO处理能力,而且它能够实现传运控制和动停控制这两大功能。此设备运用细化的功能类型,让使用者只需利用系统登录功能进入设备就能够随时改变设备基本参数,实现用户相应的功能需求。

5.2 网络通讯

为有效达成刮板机的远程控制和监视功能,在此通讯环节中,采用1756-CNB型交互设备开始远程交互

工作,这个模块的最大通讯数据速度一般为5M/s,数据交互初期,其电耗不高于514W,使用RG6与轴电缆和主机设备相连接,达到对应变化频率的需要。

5.3 电源模块

经计算分析,各模块的总电流约为4A,因为在选择电源模块时需要考虑系统的延展性,所以,应选用1756-PA75型号的电源,其最大的输入电流为10A,标准使用电压是220V,最大输入功率为95W,这样才可以达到现场供电要求。

5.4 IO模块选型

IO模块,在工业设备运行中主要承担采集和控制作用,能够实现自动输出数据的功能,从而保证矿业生产设备的运转。变频控制系统的数据接受部分通常选用1756-IB32型模块,该模块拥有32个输入点,使用的电压在最小为10V,最大为32V,其中导通的电流在2mA至5.5mA之间;其数据传出的部分型号为1756-OB32,拥有32个对应的输出点,内含最大为0.5A的输出电流,连接形式是1756-TBCH;其中模拟输入模块使用1756-IF16,最多可输入8个差分型信号,所输入的电压在 $\pm 10.5V$ 之间,消耗的电处于23.8V时,内部电达到64mA;通过1756-OF4为虚拟数据传输结构时,包含了4或5个虚拟传输点,内部电的压力在23.8V时,对应120mA的负载电流。

6 硬件抗干扰措施

刮板机设备在开机运行时通常会出现许多能够干扰设备的电磁现象,刮板机现场数据采集工作完成后,要把数据传给远程的交互平台,在这时现场电磁干扰可能会直接影响监控信号实时传输,可能导致自我检查系统运行异常。

6.1 现场干扰分析

现场干扰主要有下面三种干扰类型:

1. 控制系统电源干扰:矿中用电质量不断降低的情况下,电压带有冲击性时,通过控制电源模块可以直接进入现场控制管理系统内部。

2. 通讯电缆引入干扰:主要包括煤矿的电力设备向本现场控制管理系统发出串入的干扰,或者是刮板机周围的电磁信号出现的干扰。

3. 接地电路的串入干扰其他线路。

6.2 抗干扰有效措施

6.2.1 UPS供电

UPS能够保证电流稳定,用来当作现场操控设备

中备用驱动电源,当控制系统发生断电时,能够及时接通电源,使设备能够迅速恢复供电。在使用备用供电设备时,场地中的中控设备与矿井中的电力系统都是独自运行的,在矿井供电系统波动较大或受到冲击时,产生的干扰波动就不会从PLC原件的电源进入变频控制系统中,保证了系统安全稳定运行。

6.2.2 冗余备用

在煤矿改版机的变频控制管理系统中,CPU使用冗余热备控制系统,利用冗余备用,可以保证PLC指令被稳定运行。在控制系统正常工作过程中,CPU的执行程序可以控制全部的模块进行工作,同时,备用CPU中没有执行任何指令和程序,但仍然在热备用工作状态,只需跟踪主控CPU的运行情况即可,因两处理器都超载的概率比较小,所以,保证了系统安全稳定运行。

7 结语

综上所述,为了实现变频技术在煤矿刮板运输机中的应用,工作人员要提升运输机的变频效率,需要深入了解系统构成,提高对相关硬件的掌控能力,提升硬件抗干扰性,解决干扰问题。

参考文献:

- [1] 石元铎. 煤矿用带式输送机变频调速控制技术改进及其效果[J]. 机械管理开发, 2021, 36(10): 222-223.
- [2] 何广亮. 变频控制技术在煤矿机电设备中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(11): 146-147.
- [3] 兰芳. 机电设备变频控制技术研究[J]. 现代制造技术与装备, 2021, 57(05): 183-184.
- [4] 韩少勇. 变频控制技术在煤矿机电设备中的应用[J]. 化工管理, 2021(10): 119-120.
- [5] 郑海峰. 刮板输送机变频控制技术研究及改进[J]. 机械工程与自动化, 2021(01): 217-218.
- [6] 侯祥. 变频控制技术在煤矿刮板运输机中的应用[J]. 能源与节能, 2020(06): 175-176, 190.
- [7] 刘文泽. 煤矿刮板输送机常见故障及预防措施的探析[J]. 机械管理开发, 2020, 35(05): 293-294.
- [8] 段成相, 严学, 吴云军. 变频一体机在刮板运输机上的实践与应用[J]. 价值工程, 2019, 38(23): 191-192.