

高压变频器在煤矿中的应用

大同煤矿集团公司 王国华

[摘要]煤矿皮带输送机具有大功率、长距离、启动速度缓慢等特点,这就对它的启动装置有很多特殊要求。本文着重介绍高压变频器在皮带上的应用。

[关键词]皮带输送机软启动装置 可调速液力耦合器 可控启动传输装置(CST) 变频器软启动装置

由于带式输送机具有运行可靠、连续、高效和对地形适应性强等优点,已成为现代散状物料连续运输的主要设备。国外输送线长已达100Km,单机长达37Km,带速达7.4m/s,运量达7500t/h,国内输送机也正在向着长距离、高带速、大运量、大倾角、大功率的方向发展。目前国内也有长达10Km的皮带机在运行中。近年来,国外对带式输送机相关理论的研究取得了很大进展,带式输送机主要部件的技术性能也明显提高,为带式输送机向长距离、大型化方向发展奠定了基础。随着对长距离带式输送机的可靠性和经济性要求的不断提高,大型皮带机拖动控制系统也有了很大的发展。主要表现在由机械驱动系统向变频调速驱动发展。

针对皮带输送机存在:启动过程中对电网冲击严重,胶带的张力变化剧烈,胶带输送机重载情况下启动困难及破坏胶带接头等现象。因此煤矿井下皮带机目前对拖动技术的要求越来越高,基本要求是:①控制简单,启动特性好,调速性能好,启动转矩大;②节能;③工作可靠,维护量小;④价格适中。目前煤矿井下皮带机运输距离及装机功率愈来愈大,一般设计为多点驱动方式。为解决上述问题,大部分煤矿选择使用以下三种驱动软启动装置:可调速液力耦合器;CST;变频器软启动装置。首先简要介绍可调速液力耦合器和CST的特点,然后着重介绍变频器的原理及特点。

可调速液力耦合器

1. 可实现频繁启动;

2. 在胶带验带时允许长时间低速运行;
3. 多电机驱动时,各电机可以顺序启动;
4. 电机运行时可接通和关闭工作机;
5. 耦合器工作液可使用水介质;
6. 启动最小力矩可以达到105%;
7. 拥有防爆的设计结构。

缺点:

1. 滑差调速势必造成耦合器内工作液容易发热,特别在皮带低速运行时发热更明显,在胶带输送机设计时必须考虑驱动装置的散热问题;

2. 控制过程中响应时间相对较长;

3. 运行时对水也由一定的要求,杂质过多易堵塞液压管路。

CST 可控启动传输装置

1. 完全可调节启动速率,软启动、软制动性能良好。

2. 摩擦片和减速器在一个整体内,体积小、占地少。

3. 启动完成后,在正常运行带速时,滑差较小,效率较高。

4. 可以实现多台驱动电机之间的功率平衡

缺点:

1. 因CST工作原理而存在滑差损耗,所产生的热功率必须配套可靠的热交换设备。

2. CST在功率平衡时要求主驱动与从驱动间具有差转的区别。

3. 无法长期低速运行。

4. 后期维护费用较大。

变频器软启动装置

1. 变频调速是皮带机驱动的发展方向

变频调速现已成为电气传动最具竞争力的传动技术,用于皮带机拖动,是一种使用方便、性能好的启动装置,无疑是皮带机驱动设备的需要发展方向之一。

变频调速装置有不同档次的设备,可用于不同的皮带传动中。

高档 矢量控制和直接力矩控制型,并有多电机力矩平衡控制功能。

中档 矢量控制单机型

低档 V/F 控制型

一般讲,高档变频器适用于所有皮带的传动,包括多电机驱动和多点驱动。

中档适用于大型皮带单机传动系统。

低档型可用于小型皮带单机传动中。

但在实际应用中,无速度传感器适用于环境较为恶劣的大型皮带传动系统。实现精确的磁场定向矢量控制或直接转矩控制需要在异步

电动机上安装精密的测速装置,但在胶带输送机上安装测速装置是很困难的,同时因为环境的因素会增加系统的维护量。无速度传感器的矢量控制的基本控制思想是根据输入的电动机的参数,按照一定的关系分别对作为基本控制量的励磁电流(或者磁通)和转矩电流进行检测,并通过控制电动机定子绕组电压的频率使励磁电流(或者磁通)和转矩电流的指令值、测量值达到一致,并输出转矩,从而实现矢量控制。采用无速度传感器矢量控制方式的变频器不仅可在调速范围上与直流调速系统相匹配,而且可以控制异步电动机产生的转矩,以保证在低频运行时额定转矩的输出可达到1.8倍。

2. 变频器在皮带机拖动上的应用特点

(1) 优越的软启动、软停止特性

变频器的启动、停止时间是任意可调(0-600秒)的,也就是说启动时的加速度和停车时的减速度任意可调,同时为了平稳启动,还可匹配其具备的S型加减速时间,这样可将皮带机起停时产生的冲击减少至最小,这是其它驱动设备难以达到的。

(2) 验带功能

煤矿的生产运输系统多以皮带机为主,运输系统检修维护的主要工作是皮带机的检修维护,低速验带功能是皮带机检修的主要要求,变频调速系统为无极调速的交流传动系统,在空载验带状态下,变频器可调整电机工作在5%-100%额定带速范围内的任意带速。

(3) 平稳的重载启动

皮带机在运煤过程中任意一刻都可能立即停车再重新启动,必须考虑“重载启动”能力。由于变频器采用无速度传感器矢量控制方式,低频运转可输出1.5-2倍额定转矩,因此最适于“重载启动”。

(4) 功率平衡

煤矿皮带机系统多为双滚筒驱动或多滚筒驱动,为了保证系统内的同步性能,首先,要求位于机头的各滚筒应同步启停,在某一电机故障时能使系统停机,同时为了保证系统的运输能力,应尽量保证各滚筒之间的功率平衡。通过调整相应两变频器的速度给定和转矩给定,便可以任意增大或减小两驱动电机的电流差值的大小,控制各电机的电流值,电流值逐步趋于平衡,这便形成了一个动态的功率平衡系统。

(5) 自动调速、节能效果明显

对应于煤矿的特殊生产条件,有时,煤的产量是极不均匀的,当皮带机系统的运煤量也是不均匀的,在负载轻或无负载时,皮带机系统的高速运行对机械传动系统的磨损浪费较为严重,同时电能消耗也较快速运行大的多,但因生产的需要皮带机系统又不能随时停车,采用单独的控制系统对前级运输系统的载荷、本机运输系统的载荷进行分别测量,这样可控制变频器降速或提前升速。对于载荷不均的皮带机系统,可大大节约电能。

(6) 降低胶带张力

由于采用变频器所产生的良好启动特性,至少可降低启动张力30%,如在初期设计选择胶带强度时可降低一个标号。在实际应用过程中,由于降低了启动冲击,皮带机机械系统的设备损耗也随之降低,尤其托辊及滚筒的寿命成几倍的延长。

(7) 具有工频转换功能(可选功能)

为了不影响生产,万一有故障,可以转换到工频旁路工作,检修时间维护变频器。在生产需要长期全速运行时,变频器启动后也可选择切换到工频运行,这样可延长变频器内电解电容寿命。

(8) 具有通讯功能

变频器相互之间变频器与集控系统计算机之间都具有方便的通讯功能,通讯距离长,处理时间适时,反映迅速,尤其是长距离大运量多点驱动皮带机所必需的理想功能。

(9) 具有完善的保护功能

具有过压欠压过流过载超温等保护功能,能够很好保护电机。

(10) 下运皮带机上的完美应用

变频器的矢量控制的优良性能在下运皮带机控制上可实现减速制动,防止飞车,更为安全可靠简单。利用变频调速再生制动功能,使皮带机无需机械闸参与的情况下平稳地工作在任何速度之下,如果再生能量较大,还可使用回馈方案使电机工作在发电状态。(下转第340页)

备选方案	方案简述	难易程度	加固效果	备注
方案一	钢筋混凝土外包	相对简单	较好	
方案二	改为箱拱断面	相对复杂	好	推荐方案

(四)技术要点及提载能力

1.技术要点

(1)微膨胀混凝土的使用:

拟在本项目中所有牵涉到混凝土应用的构件使用微膨胀混凝土。

(2)现浇混凝土施工技术要点:

①地基处理:对原地面向加以处理,将原地面向进行平整,碾压,防止雨水浸泡,在地基两边设置纵向排水沟。

②支架搭设。支架在搭设前,必须挂好每孔的纵向中心线,沿中心线向两侧对称搭设支架,为增强支架体系的整体稳定性,顺桥及横桥向设剪刀撑,杆件的相互连接必须紧密,最后按作业要求设置防护栏及连接、加固杆件,底托安放时必须用木楔垫平,以保证立杆的垂直度,考虑到浇注顶板混凝土时需留设施工平台、过道,支架在搭设时要有一排延伸到桥横向的外侧,通过上顶托精确调整底模面板至设计标高,同时保证每个与垫木顶紧受力;当垫木与顶托之间有缝隙时,要用硬木楔楔紧垫木与顶托之间的缝隙。

③支架预压。考虑拟加固拱肋的自重、地面下沉及支架的弹性变形和非弹性变形等因素影响,粗略调整好底模标高后进行配载预压,配载可以用砂袋,加载重量为加固拱肋重的1.2倍,预压时间根据地质情况、梁体自重、支架类型等进行现场预压试验后确定,以支架不再出现沉降为度,一般要求预压时间为2~3天。

④内模及底模的安装。模板要有足够的强度、刚度和稳定度,接缝处不能漏浆,尺寸及牢固状况是检查要点,不能出现模板跑模变形的情况。

⑤钢筋定位安装。钢筋位置应准确,定位要牢固,钢筋混凝土底板

的保护层应采用相应标准进行。

⑥混凝土浇注。需控制运到现场的混凝土坍落度要满足要求,混凝土需按设计要求的顺序和方法浇筑,浇筑中对支架、模板、钢筋的稳固性进行检查,留取强度试块,做好养护工作。

(3)锚喷混凝土施工技术要点:

①喷射作业应分段分片依次进行,喷射顺序应自下而上;素喷混凝土一次,喷射厚度应按照一般规定选用。

②喷射混凝土中钢筋网的铺设要遵守下列规定:钢筋使用前应清除污锈;采用双层钢筋网时,第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设;钢筋网应与锚杆或其他锚定装置联结牢固,喷射时钢筋不得晃动。

③受喷面清理、凿毛后喷射混凝土施工。喷射时,尽可能使喷嘴与受喷面垂直,无法垂直时倾斜角应小于30°。喷嘴与受喷面保持0.6~1.2m的距离,施喷顺序为自下向上,按30~50cm直径划圆成螺旋形前进。每次施喷层厚以3cm左右为宜,两次喷层间隙20~30min。

④喷射混凝土的养护。对新喷射混凝土,应喷水养护,保持其表面湿润,从喷射混凝土初凝后2h开始,养护期不少7d,由于喷射混凝土中掺有一定量的速凝剂,既能显著加快混凝土凝结提高早期强度,也在一定程度上抑制了水泥的水化作用而易于产生较大的收缩变形。因此,必须保持较长的养护日期,以保证强度的正常增长,减少和防止收缩开裂。

2.提载能力

就本次提出的两个加固方案而言,对桥梁本身的承载能力提高较大,而且随需要达到的承载能力的高低对现浇及锚喷混凝土的厚度、配筋、混凝土强度等可做相应的调整。

(五)加固方案推荐

就目前对该桥病害状况的了解,考虑社会影响兼顾工程造价及加固效果,初步推荐采用第二种加固方案。

(上接第337页) 回馈电网达到节能的目的,是下运皮带机控制的首选方案。

系统的控制是基于PLC逻辑控制系统来实现的,主要完成以下功能:

(1)带式机故障检测及保护

完善的故障保护功能,可对带式输送机处的堆料、跑偏、温度过高、纵撕等情况进行保护,同时也可对井下烟雾状态进行检测。

(2)变频器故障检测

变频器具有单元过电压、过电流、欠电压、缺相、过热、变频器过载、电机过载、输出接地、输出短路保护以及对隔离变压器各种保护等功能。正常情况下,当上述故障发生时,变频器会自动根据故障级别给出报警或者保护停机,为了增强系统的可靠性,系统又将这些故障信号引入PLC系统,经其判断综合后,使系统发出信息或保护停机。

(3)电机的速度给定控制:给定控制根据用户要求,可以采用两种方式:

1)变频器分级给定

2)PLC无级调速给定

(4)组建上位机系统,增强系统的自动化程度,降低劳动量。

3)监视变频装置运行状态

4)电机速度显示

5)电机电流监视

6)显示皮带运输机运输全过程

7)运输统计、管理

8)故障现实列表和故障历史查询

9)故障报表输出

3.高压变频器在煤矿上的应用实例

胶带输送机主要参数:

运输量	4800t/d
输送机长度	4558 m
带速	5 m/s
带宽	1800 mm
带强	ST4500
倾角	$\alpha=5.11^\circ$

电动机参数:

功率	1800KW
额定转速	约1493rpm
电动机额定电压	6kV

综合考虑现场实际运行特点及皮带机的参数,该皮带机的驱动和控制方案采用了高压变频装置。皮带头部采用三个驱动(3×1800KW变频器+电机 配一套主PLC控制器)皮带中间传动采用三个驱动(3×1800KW变频器+电机 配一套防爆型PLC控制器)

主PLC控制器可以保证六台电机同步、功率平衡、皮带平稳启停。变频器输出6.6KV,输出波形近似正弦波,中间传动处电机与变频器距离2100米,电机额定电压6KV。变频器及PLC柜均安装在井口地面配电室,皮带头部驱动系统与皮带中间传动驱动系统之间通讯通过PROFIBUS现场总线实现。

(上接第338页) 由70°改造成80°,取消小煤斗与给煤机的连接管,将小煤斗直接改成天方地圆直接与给煤机连接,取消电动插板门。

3.1.2 加装煤仓自动疏松机:在煤仓中部三个小煤斗的正上方及三个小煤斗上分别加装徐州新能科技有限公司生产的煤仓自动疏松机三套。改造后示意图见图3。

3.2 运行操作管理方面。

3.2.1 加强入炉煤的化验制度管理,根据入炉煤的水份调整煤仓疏松机的自动启动时间,雨季入炉煤水分大时半小时启动一次,以增加原煤在煤仓内的流动性能,同时达到节能降耗的目的。

3.2.2 锅炉运行中,尽可能使3台给煤机同时投入运行,以防止停用的给煤机下煤口处的煤粒长时间不流动,从而黏结搭桥,造成给煤机投运后下煤不畅。

3.2.3 如果锅炉停运时间较长,在停炉前尽量把煤仓的煤烧空,以免煤仓内的长时间不流动而结板、搭桥,造成下次开炉时候下煤不畅。

4.结束语

真对中色奥博特铜铝业公司热电公司#4炉煤仓经常发生的堵煤及搭桥的缺陷,可通过煤仓设备改造,加装自动疏松机和运行操作等方面采取一系列的解决措施,为锅炉安全稳定运行提供了保证,从而达到节能降耗的目的。

参考文献

- [1] 济南锅炉集团 YG-170/9.8-M 循环流化床锅炉使用说明书。
- [2] 徐州新能科技有限公司煤仓自动疏松机使用说明书。