

· 技术经验 ·

高压变频器在斜沟煤矿选煤厂的应用

王 喆^①

(西山晋兴能源公司斜沟煤矿选煤厂)

摘 要 针对皮带机高压调速型驱动装置的使用,对目前主要的几种调速方式的优缺点进行比较,在多种调速方式中,发现具有高功率因数及纯净的输入、节能环保的变频调速能很好的完成需要的功能。在实际使用中,通过实际情况对变频调速进行了启动、电源接入等方面的改进,取得了良好的效果。

关键词 高压变频;变频调速;节能;启动方式

中图分类号:TD467 **文献标识码**:A **文章编号**:1672-0652(2010)11-0042-03

1 应用背景

斜沟矿井位于山西省兴县县城北 50 km 处岚漪河两侧,是西山煤电集团公司矿区建设接续矿井,其中选煤厂是与斜沟矿井配套建设的矿井型选煤厂,其原料煤为矿井生产原煤。

选煤厂煤流全部通过几条大型皮带机运输,其中原煤转载点至筛分车间的两条原煤皮带(1201、2201),每条运量 3 270 t/h。5#装载点至产品仓皮带的三条皮带(701、703),运量分别为 1 800 t/h、3 900 t/h。产品仓下至快速装车站的两条皮带(791、792),每条运量 5 000 t/h。

这六条皮带都有运输距离长、运输量大、爬升高的特点,皮带运量富余量明显,这些皮带必须采用大功率的高压电动机才能满足这种运输条件。因此,这些皮带应避免大电机启动对电网冲击以及满足调速调节运量,要宜采用高压调速型驱动装置运转,目前主要有变极调速、串级调速、液力耦合调速和高压变频调速。

2 技术方案

1) 几种调速方式比较:根据目前几种主流调速方式,可以有如下所示的性能指标,见表 1。

a) 变极调速:变极调速是通过改变定子绕组的极对数来改变旋转磁场同步转速进行调速的,是无附加转差损耗的高效调速方式。它不能实现平滑调速,只能有级调速,缺点是有级调速,而且调速级差大,从而限制了它的使用范围。

表 1 几种调速方式比较

调速方式	液力耦合器	串级调速	变极调速	变频调速
性能				
功率因数	低	低	一般	高
对电网干扰	无	较大	无	稍有
调速范围	一般	窄	100,50,0	100~0
对电机要求	无	线性电机	级数可变	无
维护保养	较难	较难	最易	易
可靠性	一般	一般	可靠	可靠
性能	一般	良好	一般	最好
节能	一般	一般	一般	最好
初投资	省	较贵	最省	较贵

b) 串级调速:串级调速是在绕线型感应电动机的转子电路中串入一个与转子电动势相反的附加电动势,以减少转子电流,降低转子的转矩,从而达到调速的目的。缺点是对电网干扰大、调速范围窄、功率因数也比较低、必须是绕线式电动机等。

c) 液力耦合器:高压电机领域中传统的调速方式是采用液力耦合器,但这种调速方式能耗较大、效率较低,调速精度差,运行不可靠,维护工作量很大。

d) 变频调速:变频调速是通过改变电动机定子供电频率来改变旋转磁场同步转速进行调速的一种高效调速方式。优点是调速效率高,启动能耗低,调速精度很高,且易于实现生产工艺控制自动化。由于它的调速性能优于其他调速技术,安装场地条件又比较灵活,应用范围广泛,是市场需求增长最快的调速

① 作者简介:王 喆 男 1984 年出生 2007 年毕业于云南财经大学 技术员 兴县 033602

方式。

根据比较,发现高压变频调速除了在电网干扰和初期投资方面有些弱势外,其他性能指标均超出其他调速方式。变频调速对电网干扰主要是指变频器对电流进行频率调节后,产生谐波干扰窜入电网,对正常的电网产生干扰,影响正常工频电流波形,通过增加谐波滤波器可解决此问题。高压变频器初投资较高,但依靠其很高的可靠性和优异的节能特性相对于其他调速方式更易于收回投资成本并迅速盈利。

斜沟煤矿选煤厂703皮带运输机采用双电机中部驱动。若采用其他调速驱动方式,很难保证双电机在运转过程中的高精度同步,这种情况下会使皮带张力增大,磨损增高;双电机一快、一慢,影响电机使用,降低使用寿命等。而高压变频调速依靠它的高调速精度和便于自动化控制,通过双变频器同步通讯、同步调速,解决了703皮带双机驱动同步问题。

通过多种情况说明,斜沟煤矿选煤厂更适合选用高压变频调速作为大功率高压皮带机的调速驱动方式。

2) 实际使用。斜沟煤矿选煤厂采用高压变频器的皮带机分别为1201、2201、701、703、791、792六条皮带机,其中703为双机驱动,共使用7台高压变频器。实际使用高压变频器为西门子公司NBH高压变频器。

自2010年2月投产后,通过调试与生产发现使用中的一些问题,已解决问题所采取的方法和未解决问题准备的方案如下:

a) 由于高压变频器启动和停止是频率和电压逐渐变化的一个过程,持续时间较长,在集中启、停车过程中,几次出现了上级设备完全开启后,使用变频器皮带仍未完全启动和下级设备停止信号发出后,使用变频器皮带仍未停止的情况发生,从而发生煤流拥堵,被迫停车的事故。根据此情况对变频器进行设置,缩短了启、停时间,并在集中控制程序中加入了变频器达频触发信号,使得启、停车速度变短,解决了此问题。

b) 大家知道皮带机有着多重保护,如撕裂、拉绳、跑偏、防堵等,这些都是急停信号,只要触发,设备必须立刻停止。该厂高压变频皮带机采用的是高压变频器从高压断路器引出电源,在事故紧急停车中,则是直接使断路器分闸。这给事故处理后的重新开

车造成了很大不便,中间复位环节多,电工值班人员先要高压断路器合闸,再将高压变频器复位,然后调度操作人员在集控复位并指挥现场岗位司机复位,多个环节使开车时间大大延长。针对此情况,对此种控制方式进行了改造,使急停信号只触发变频器停止,从而省却了断路器合闸和变频器重新复位,减少了启车时间。

c) 皮带机在停车后由于皮带惯性而继续运动,而变频器需要在皮带完全静止情况下才能启动,这种情况下,决定增设皮带抱闸,在变频器接到停车信号后延时抱闸停车,使皮带能够在允许时间内停止,并迅速启车。

在该厂一段时间的使用中,变频器、电动机及皮带机启动及调速运行平稳无冲击,使用情况良好。并通过该厂根据实际情况进行了符合实际的改造,效果良好,这些可以作为其他各厂使用高压变频器的经验。

3 技术创新点

西门子公司NBH高压变频器,主要优点为:提供纯净的输入特性,提供高功率因数,良好的启动性能、完美的正弦以及便易的操作和很高的自动控制性能等。

1) 纯净的输入。完美无谐波变频符合最严格的电压、电流要求,保护在线设备免受谐波干扰,同时防止与其他调速装置发生串扰。也节约了使用谐波滤波器的费用。

2) 功率因数。变频调速可以在很宽的转速范围内保持高功率因素运行,20%以上转速时功率因素大于0.95%。

3) 启动性能。采用变频调速时,启动过程的平滑可控,对电动机和电网的冲击相当小。

4) 运行可靠性、运行维护便易。高压变频装置电子线路比较复杂,但目前技术已趋成熟,尤其是IGBT、串联单元控制方式等的特性,使高压变频装置具有单元自动切换和冗余运行功能,平时只需定期更换进风滤网即可。

5) 调节及控制特性。变频调速的频率改变速度相当快,完全可以以系统允许的最高速度进行调节,属于数字式控制,其稳频精度达到0.1%以上。

变频调速具有的高自动化控制特性使得它在多变频同步通讯、同步调速上有着无与伦比的优势。703皮带机采用双机驱动,通过给两台变频器加装同步控制装置就很好解决了皮带双机驱动同步问题。

6) 投资及回报。变频调速投资较高,但变频调速节能效果完全可以弥补,该厂7台高压电动机功率分别为560 kW(1201、2201)、710 kW(701)、400 kW(702)、710 kW × 2(703)、1 000 kW(791、792),总功率达到了5 250 kW,满负荷消耗很大。

根据皮带机这类负载,当煤量小时,可以降低皮带机速度,这时皮带机负载不变,固转矩不变,由负载转矩特性公式 $P = Tn/\delta$ (其中 P 为功率, T 为转矩, n 为转速, δ 为常数),当电机调速至70%时,变频效率仍高于95%,在电动机启动中启动电流过大也是严重的能耗,变频器很好的解决了此问题,节能效果显著。

4 经济、社会效益

1) 经济效益。选煤厂各高压皮带机正常生产时皮带负荷情况(701、702、703、792、791为产品煤皮带,运量及实际生产情况统一考虑),见表2。

表2 各皮带情况

皮带	电机功率/kW/ 额定电流/A	额定运量 /(t/h)	正常生产时 负荷/(t/h)	正常生产时 负荷率/%
1201(P1)	560/65.7	3 270	2 840.91	86.8
2201(P2)	560/65.7	3 270	2 840.91	86.8
701、703(P3)	2 130/252.7	6 700	5 334	79.6
791、792(P4)	2 000/232.8	10 000	5 334	53.3

a) 启动节能。所有调速高压电机电压为6 kV。直接启动,按启动电流12倍算,则为12I_e,启动时间10 s。变频器启动,按启动电流1.2倍算,为1.2I_e,启动时间40 s。以每天启动2次计。

由 $P = \sqrt{3}UI$, 则可知,每天直接启动消耗291.7 kWh,变频器启动消耗140 kWh,每年按330天算,则全年节约耗电:50 061 kWh。

b) 运行节能。由根据皮带机负载恒转矩的特点,当煤量小时,可以降低皮带机速度,可以发现,该厂皮带运量有较大富余,固调低皮带转速完全可以满足正常生产。

由负载转矩特性公式 $P = Tn/\delta$ (其中 P 为功率, T 为转矩, n 为转速, δ 为常数),可知:

$$\begin{aligned} \Delta P &= P1(1 - 86.8\%) + P2(1 - 86.8\%) + P3(1 - 79.6\%) + P4(1 - 53.3\%) \\ &= 560 \times 13.2\% + 560 \times 13.2\% + 2\,530 \times 20.4\% + 2\,000 \times 46.7\% \\ &= 1\,597.96 \text{ kW} \end{aligned}$$

按照每年工作330天,每天工作16 h计算,全年可节约耗电8.43 MWh。

根据启动和运行节能,按电费为0.4元/kWh计算,得全年节约电费3 394 915.2元。

2) 社会效益。采用高压变频装置的社会效益显著,主要有:

a) 节能,节约资源、减少环境污染。

b) 消除电动机的启动冲击以及对电网的冲击,降低电动机和设备故障率。

c) 提高控制精度和自动化程度。

5 推广应用前景

在现代大中型工矿企业中,高压电机电能消耗占企业总电能用量的一半左右。随着高压变频技术的日趋成熟,高压变频器的应用趋势日益加快,其变频节能效果也更加显著。目前,高压变频调速以其突出的性能,优良的自动控制以及显著的节能效果越来越受到国家和企业的重视。高压变频调速有着十分光明的发展前景,值得推广应用。

收稿日期 2010-09-14

Application on High - voltage Inverter in Xiegou Coal

Mine Preparation Plant

Wang Zhe

Abstract Aiming at the use of high - voltage variable speed driving device in belt conveyor, compares the advantages and disadvantages of several major speed adjustment ways at present, in many kinds of speed adjustment way, discovers that can well complete the needed function which has high power factor and pure input, energy - saving environmental protection. In the actual use, improves the aspects such as startup, power access and so on to frequency control by the actual situation, achieves the good results.

Key words High voltage frequency conversion; Frequency control; Energy conservation; Startup mode