

变频节能技术在山煤国际澄蓉选煤厂的应用

赵建丰

(天地科技股份有限公司唐山分公司自动化工程中心,河北唐山 063012)

摘要:随着国家对环保、节能降耗要求的提高,以重介工艺为主的选煤厂大力响应国家的环保政策,实现节能降耗。山煤国际能源澄蓉选煤厂对合格介质泵 304(450 kW)、精磁泵 328(200 kW)、中矸泵(90 kW)、浮选入料泵 402(185 kW)、循环水泵 604(200 kW) 等大功率电机(占全厂总容量 33.3%)采用美国圣诺变频器进行调控,仅电能一项每年就为公司节省了近 200 万元。采用变频器来控制大功率的泵类设备,还可以降低电机的噪音污染、减少管路阀门的机械磨损、延长泵的使用寿命,节省了人力和物力。

关键词:渣浆泵;变频器;节能降耗;谐波污染;降低噪声

中图分类号:TD633;TM921.51

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2012)03-0100-03

Application of frequency conversion technology for energy saving in Chengrong coal preparation plant

ZHAO Jian-feng

(Automatic Engineering Center, Tangshan Branch, Tiandi Science and Technology Co., Ltd., Tangshan 063012, China)

Abstract: A great many of coal preparation plants adopting dense-medium separation process have been trying their best to reduce energy consumption and protect environment in order to meet the requirements of national standards. Adopting sinusk transducer Chengrong coal preparation plant which belongs to Shanxi Coal International Energy Company adjusts and controls qualified dense-medium pump 304, high-precision magnetic pump 328, gangue transportation pump, feed pump 402 in flotation process, water circulating pump 604, whose power is 450 kW, 200 kW, 90 kW, 185 kW, 200 kW respectively. The sum of these equipments' capacity account for 33.3 percent of the total capacity. The transducer helps to save as much as two million yuan every year. Since these high-power equipments are adjusted and controlled by the transducer, both sound pollution and mechanical wear of pipeline pumps reduce. The transducer not only lengthens the useful life of pipelines, also saves the manpower and material resources.

Key words: screening pump; transducer; energy saving and emission reduction; harmonic wave pollution; sound pollution reduction

据美国能源部能源情报署《国际能源展望 2004》的预测,全世界能源消费在 2001—2025 年将增加 54%^[1]。作为世界第二大经济体的中国对能

源的需求已日趋增大,2011 年中国的能源消费已占世界能源消费总量的 20%。因此,加大对能源的节约,提高对能源的利用效率,对中国来说同样是迫

收稿日期:2012-01-09 责任编辑:孙淑君

作者简介:赵建丰(1975—),男,河北武邑人,工程师,在读工程硕士,从事选煤领域的自动化与信息化工作。

引用格式:赵建丰.变频节能技术在山煤国际澄蓉选煤厂的应用[J].洁净煤技术,2012,18(3):100-102,120.

在眉睫的问题。

在以重介选煤工艺为主的选煤厂中,泵类设备占全厂设备总容量的50%左右,无疑是全厂设备中功率最大的设备,再加上泵类设备在设计时通常都留有一定的余量,但同时又为了满足工艺指标要求,常规的设计都用阀门来控制流量、调节压力,造成了功率的损耗,且选煤厂浮选煤浆中含有铁粉和煤泥,对阀门的磨损也相当大,以上两点大大增加了选煤的运行成本,而用阀门来调控流量和压力都不是很方便。变频器的应用可以解决以上诸多问题。尤其近年来随着变频技术的迅速发展以及变频器制造成本的大幅度降低,使得变频器在选煤厂的应用也越来越受到青睐。本文旨在介绍美国圣诺变频器在山煤国际澄蓉选煤厂的成功应用及节能分析。

山煤国际澄蓉选煤厂是由山西省煤炭进出口集团公司(现山煤国际能源集团股份有限公司,以下简称山煤国际)和山西省襄垣县大平煤矿出资承建、天地科技唐山分公司设计的年处理量为180万t的全重介工艺选煤厂,全厂大功率的泵类设备55 kW以上的选用软启动控制,90 kW以上的选用变频控制,减小了设备启动对电网的冲击,同时也节省了电能。

1 变频器节能原理

在选煤厂中,泵的流量通常是通过泵出口阀门来实现调控的,这使得大量的能量被阀门消耗。据统计,目前重介选煤厂所使用的泵有30%~60%的能量是无功消耗。根据泵原理:

$$Q_2/Q_1 = n_2/n_1 \quad (1)$$

$$H_2/H_1 = (n_2/n_1)^2 \quad (2)$$

$$P_2/P_1 = (n_2/n_1)^3 \quad (3)$$

在泵的 $H-Q$ 特性曲线(图1)中,曲线I,II为泵在不同阻力情况下的特性曲线。曲线 n_1 , n_2 分别为工频、变频状态下流量与压力关系的特性曲线。当泵在工作点1时,电机轴输出功率 P_1 ($P_1 = Q_1/H_1$)与图1中 H_1OQ_11 面积成正比关系^[2]。如果将泵的流量从 Q_1 降至 Q_2 ,通过阀门调节,工作点将由1移至2,造成流量下降,压力上升,但轴功率变化不大;若采用变频调节,工作点将由1移至3,压力下降,但轴功率会大幅度降低。如果将电机频率由工频(50 Hz)下调到45 Hz,则据节电率公式得:

$$\begin{aligned} \text{节电率} &= \frac{\text{电机工频功率} - \text{电机变频功率}}{\text{电机工频功率}} \times 100\% = \\ &= (1 - P_2/P_1) \times 100\% = [1 - (n_2/n_1)^3] \times 100\% = \\ &= [1 - (45/50)^3] \times 100\% = (1 - 0.9^3) \times 100\% = \\ &= 27.1\% \end{aligned}$$

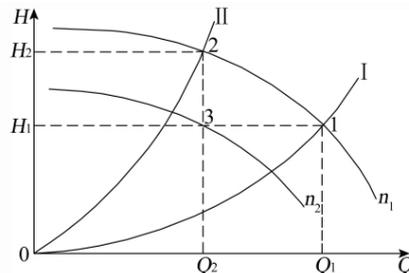


图1 $H-Q$ 特性曲线

2 设备基本情况

山煤国际澄蓉选煤厂中采用变频的泵类设备有合格介质泵304(450 kW)、精磁泵328(200 kW)、中矸泵(90 kW)、浮选入料泵402(185 kW)、循环水泵604(200 kW),总功率为1125 kW,而全场的设备总功率为3380 kW,泵类设备功率占总功率的33.3%。如果仅采用软启动,则设备长期处于高速运行状态,能耗很大,泵长期处于低效率工作,造成了大量能源浪费。为响应国家建设节约型企业的号召,决定对功率大于90 kW的泵类设备采用变频控制,大于55 kW的设备采用软启动控制。

3 变频控制

针对304合格介质泵,采用一台变频器带一台渣浆泵的方式。采用压力闭环控制方式,在旋流器入口安装压力传感器,利用变频器的调节功能,当压力高于设定值时,变频器频率下降。而对于其他泵,则采用液位闭环控制方式,在桶壁上安装液位计,利用变频器的调节功能,控制保持桶内的循环基本不变。在原有的特性曲线的基础上减小输出电压,达到节能的目的。图2为变频器控制流程。

经过调研分析,渣浆泵选用的变频器为美国圣诺公司的STD系列,变频控制原理如图3所示。

变频器控制采用“手动/自动”与“远程/就地”相结合的方式,靠“手动/自动”转换开关启动“启动”中间继电器“KO”,从而可实现“就地”或“远程”启动变频器;利用“远程/就地”转换开关“SA”来实现变频器频率的调整,“就地”通过现场的5 kΩ多圈电位器给变频器0~10 V信号,“远程”时PLC自

动根据压力(或液位)信号来给定 0~20 mA 信号到 500 Ω 电阻两端,同样将电流信号转变成 0~10 V

电压信号给变频器,这样电流信号在远程传输过程中没有线损,精度更高。

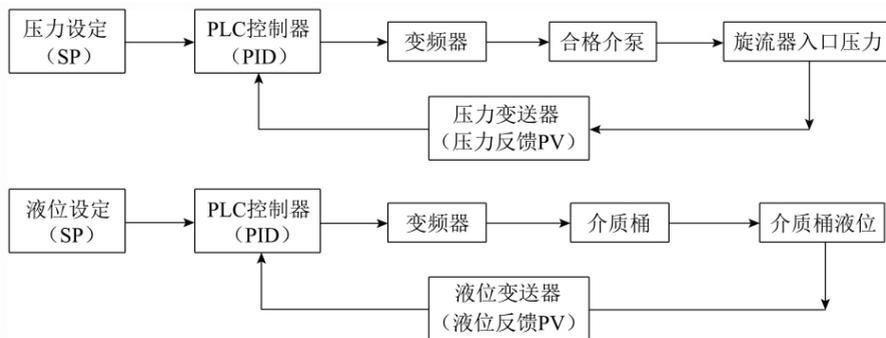


图2 变频器控制流程

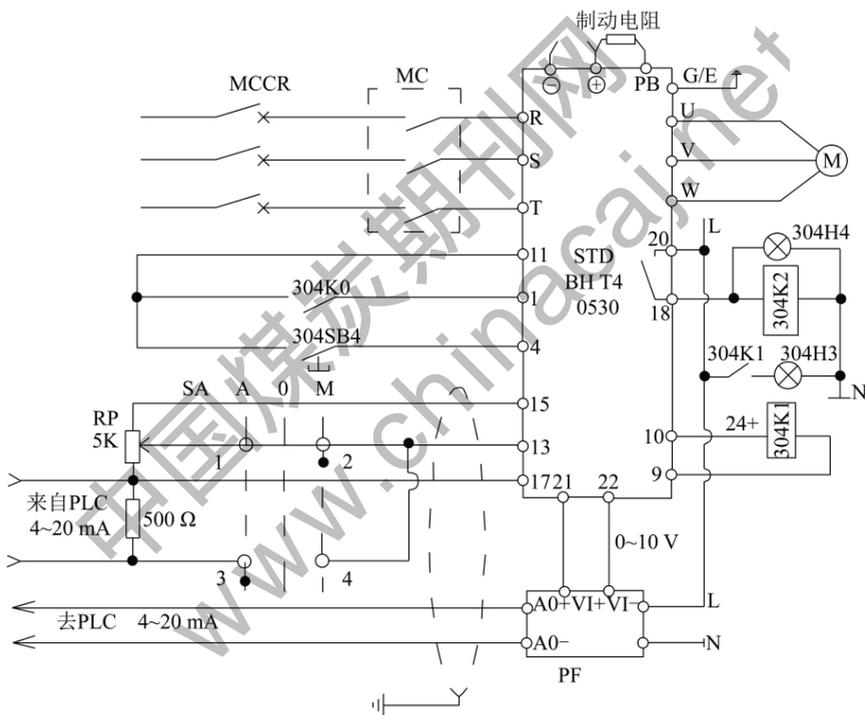


图3 变频控制原理

4 采用变频调速的优势

(1) 针对选煤厂恶劣的工作环境(高煤尘、高潮湿度、强干扰),圣诺变频器的电路板采用了先进的3层防护处理技术,解决了上述问题^[3],同时圣诺变频器先进的电路结构设计,可以减少输出电流产生的谐波,减少对电网的谐波污染,提高功率因数。

(2) 变频器使电机实现了软启、软停的功能,为电机提供了无谐波污染的正弦电流,其峰值和峰值时间均大为减小,对电网和负载的冲击也随之降低,因而避免了因操作过电压损伤电机绝缘层,延

长了电动机和泵的寿命^[4]。更重要的是圣诺变频器具有共振点跳转频率功能,避免了泵处于共振点运行的可能性,使泵启动、工作更为平稳,降低对机械的冲击力,减小对轴承的磨损,进而提高了设备的使用寿命。同时圣诺变频器自身完善的保护功能也大大加强了对电动机的保护。

(3) 变频器的调速通过PLC来完成,与集控系统实现完美结合。上位机可以通过集控系统实时监控泵的工作情况,计算机通过采集变频器的各种信号,与被控对象形成闭环控制系统,同时亦实现相

(下转第120页)

3 结 语

曹家湾井田延安组含煤地层共含煤 30 余层,煤层平均总厚度 18.90 m,含煤系数 4.1%;可采煤层以及局部可采煤层有 6 层,平均总厚度为 9.71 m,可采含煤系数 2.2%。宏观煤岩类型以半亮煤和半暗煤为主,镜质组和惰质组平均占有有机组分的 97.9%,镜质组最大反射率为 0.56%~0.68%,属低等煤化度烟煤。延安组沉积厚度变化较大,井田中部最薄,向南北逐渐变厚,东西方向地层厚度变化不大。以沉积间断面或稳定煤层的顶界面作为分界面,将延安组自下而上划分成 5 个中级旋回。第 I 段平均厚度 55 m,沉积环境为河流体系的冲积平原相,含 4 层煤,具有高电阻率、低伽玛、高伽玛伽玛的物性特征。第 II、第 III 段和第 IV 段均为三角洲平原沉积体系,平均厚度分别为 105.5、59 和 88.2 m,共含 13 层煤。其中第 II 和第 III 段全区厚度变化不大,而第 IV 段西部厚度明显大于东部。第 V 段湖泊

(上接第 102 页)

关集控设备的联锁控制功能,极大地满足了工艺生产要求。

(4) 尤其是在选煤厂中采用变频调节后,管道上阀门处于全开启状态,这样不仅减少了阀门节流损失,而且可实现均匀调速,在大大满足工艺生产需要的同时,还节约了大量的电能,具有明显的节电效果^[5]。在低负荷下转速降低,减少了机械部分的磨损和震动,延长了泵的使用寿命,提高了生产效率,节省了大量的人力和物力。

(5) 变频器能减少噪音污染,如果用阀门调控流量,电机处于工频状态运行,电机的噪音可达到 90 dB 左右,若改用变频器,频率运行在 40 Hz 左右时,电机的运行噪音明显下降,在低速运行时能达到 65 dB 以下,极大地改善了现场的噪音污染。

山煤国际澄蓉选煤厂自 2010 年 7 月投产以来,变频器基本上都在 42、43 Hz 附近工作,变频电机总功率为 1125 kW,变频器变频工作频率为 42 Hz,变频器工作频率为 50 Hz,则节电率: $1 - [(42/50)^3] \times 100\% = 40.73\%$,设每年生产 300 d,每天生产 20 h,则每年节电: $1125 \text{ kW} \times 40.73\% \times 330 \text{ d} \times 20 \text{ h/d} = 302.42 \text{ 万 kWh}$ 。按工业用电电价 0.6 元/kWh 计算,仅节电一项每年可节省成本: $302.42 \text{ 万 kWh} \times$

三角洲沉积体系逐渐退出,变为河流沉积体系,含 5 层煤,矿段平均厚度达 148.1 m。中高电阻率、低伽玛、高伽玛伽玛。

参考文献:

- [1] 魏冬,王宏语. 地球物理技术在煤层气勘探中的应用[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(5): 52-55.
- [2] 吴德军,加蓬 G4-188 区块 WZ 构造带含油气特征[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(6): 114-116.
- [3] 杨克敬,杨春燕,郭震,等. 测井曲线对比在永乐煤矿报告中的应用[J]. 煤炭技术, 2008, 27(2): 135-136.
- [4] 席道瑛,陈林,谢端,等. 煤田测井物性参数的综合研究[J]. 煤炭学报, 1994, 19(6): 564-572.
- [5] 何光强. 煤田地质勘查中煤层对比方法的探讨[J]. 煤炭科学技术, 2009, 37(6): 106-109.
- [6] 段喜国,黄伟. 煤田测井中的煤层判断及定厚方法[J]. 新疆有色金属, 2007, 30(S1): 49-52.

0.6 元/kWh=181.45 万元。

5 结 语

选用变频器可以增加一次性投资,但变频器的干扰也给控制带来一些不利因素,从长远的角度来看,选煤厂泵类设备选用变频器还是利大于弊。所以在国家对煤矿整合、选煤厂规模的调控以及对节能减排要求日益提高的形势下,变频节能技术应该在选煤厂中广为推广。

参考文献:

- [1] 美国能源部能源信息署. 清华清洁能源研究与教育中心. 国际能源展望 2004 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [2] 杨华. 应用变频调速技术节能降耗[J]. 天津电力技术, 2006(3): 17-19.
- [3] 韩元盛,刘持安,聂泽超,等. 变频调速技术在选煤厂渣浆泵上的应用[J]. 中国西部科技, 2010(23): 18-19.
- [4] 孙剑,王强,缪洪波,等. 变频调速水泵应用分析与展望[J]. 中国建设信息(水工业市场), 2009(8): 63-66.
- [5] 陈薇,李建文. 变频调速控制系统在选煤厂循环泵中的应用[J]. 装备制造技术, 2009(6): 184-185.