

高压变频器在锅炉引风机中的应用及节能效果

陈彦达¹ 曹顺霞²
(1. 中煤建安公司第七十三工程处 河北邯郸 056106; 2. 山东电子职业技术学院电子工程系 山东济南 250200)

摘要:交流变频调速技术是现代电气传动的主要发展方向之一,它不仅调速性能优越,而且节能效果良好,某热电厂引风机经变频改造后,比传统的风门调节节能超过50%以上,控制水平也有显著提高。

关键词:高压变频 风门调节 节能改造, 引风机

中图分类号:TK223

文献标识码:A

文章编号:1674-098X(2011)02(c)-0054-02

1 引言

火力发电厂锅炉引风机是锅炉助燃的主要部分,现在大多数火力发电厂锅炉引风机采用调整引风机挡板,这样势必会造成节流损失,将引风机电机的电功率消耗在引风机调节挡板上。另外,设计单位在引风机设计选型时要考虑留有各种裕量,选型结果普遍偏大,采用挡板节流调节,能量损失大。特别是在机组低负荷运行时,其入口调节挡板开度很小,引风机所消耗的电功率大部分被风门节流而消耗掉,同时风机挡板执行机构为大力矩电动执行机构,故障较多,风机自动化率较低。随着国产高压变频器技术的日益完善,质量及稳定性、可靠性的不断提高,使得中压电动机进行变频节能改造成为现实。

下面以某集团热电厂#3锅炉引风机变频器改造节能的实例说明:

某集团热电厂现有装机容量为 $4 \times 220\text{t/h} + 2 \times 50\text{MW}$,其中#1、2炉于2001年12月投产, #3、4炉于2003年2月投产。4台锅炉引风机均采用双引风机,风门调节。

为了响应国家能效政策,实现节能减排,该集团于2007年7月份开始对现有中压电动机进行统计排查后,制定了中压变频器节能改造的详细方案,并逐一实施。

2007年10月,该集团对热电厂#3炉的引风机进行了电机变频调速装置改造,采用北京某电气技术有限公司高压变频器,风机的控制方式由原来的风门调节变为电机变频调速调节。经过一年多的运行实践,改造后的引风机节能在50%以上,自动化控制水平也得到了很大的改善。

风机设备基础数据:配套电机型号:YKK450-6W;功率:400kW;功率因数:0.86。

变频器参数:变频器500kVA/6.3kV;输入电压:6300V;输入频率:50Hz;输出频率:0~50Hz;功率:500kVA;额定工况效率:96%。

2 变频器改造方案

此方案的原理如图1所示,是由3个真空接触器KM、1KM、2KM和4个隔离开关1QS、2QS、3QS、4QS组成(见上图)。1QS和2QS、1KM和KM之间均存在电气闭锁和逻辑闭锁关系,防止变频器输出侧与6kV电源侧短路。正常运行时,闭合1QF、1KM、2KM开关,引风机处于变频运行状态。当变频运行故障跳闸时,系统自动切换到工频状态(先断开1KM、2KM,再闭合KM)运行。

3 节能效果分析

本次变频改造前后,由该集团热电厂试验组对锅炉的两台引风机的性能进行了全面测试,锅炉出力达到额定工况90%时,分别对技术改造前后做了统计:

(1)技术改造前#3炉负荷(t/h)、引风机甲挡板开度%、引风机甲电流A、引风机甲电度表读数、引风机乙挡板开度%、引风机乙电流A、引风机乙电度表读数数据一次分别为:9.23 12:00(199.54、47、34.8、7116.302、46、34.9、7058.155),9.24 12:00(198.29、47、34.7、7124.710、46、34.9、7066.532),9.25 12:00(198.25、47、34.8、7133.187、47、34.7、7074.964),9.26 12:00(197.5、53、34.9、7141.629、51、34.8、7083.369)9.27 12:00(197.42、44、34.9、7150.148、41、34.5、7091.710),9.28 12:00(197.08、40、35、7158.628、37、34.8、7100.070)9.29 12:00(195.29、40、35.1、7167.066、38、34.3、7108.468),9.30 12:00(189.96、43、35、7175.417、41、34.6、7116.749),10.1 12:00(196.1、41、35.4、7183.910、50、

35.1、7125.096),10.2 12:00(196、38、34、6、7192.217、37、34.5、7133.383),10.3 12:00(197、41、34.3、7200.615、43、34.8、7141.862)

(2)技术改造后#3炉负荷(t/h)、引风机甲挡板开度%、引风机甲电流A、引风机甲电度表读数、引风机乙挡板开度%、引风机乙电流A、引风机乙电度表读数数据一次分别为:11.24 12:00(199.79、100%、17.2、7453.687、78%、38.4、7426.581),11.25 12:00(198.63、100%、16.1、7458.273、81%、38.3、7436.053),11.26 11:00(199.47、100%、17.9、7462.432、82%、38.2、7445.051),11.26 12:00(199.46、100%、17.9、7462.552、81%、38、7445.441),11.27 11:00(199.88、100%、17.5、7466.625、82%、38.5、7454.498),11.27 12:00(199.88、45%、34.5、7466.910、45%、34.5、7454.869),11.28 12:00(199.46、45%、33.6、7475.214、45%、34.1、7463.779),11.29 12:00(199.29、100%、24.6、7481.487、73%、38.7、7472.860)

注:

(1)11月27日12:00至11月28日12:00测算工频运行试验数据, #1引风机采用工频状态运行,其余时间变频运行。

(2)考虑到变频器运行的可靠性,技改后, #2引风机挡板并未全开,防止变频器出现故障无法自动切换到工频状态,造成锅炉负荷,将引风机乙开度在70%~80%之间。

根据#3炉#1、2引风机电机电度表读数对引风机加变频后节电情况进行测算(变比:CT:75/5,PT:6/0.1):

3.1 工频运行

(1)根据引风机甲自11月27日12:00到11月28日12:00的每日耗电量为:

$$(7475.214-7466.910) \times 900 = 8.304 \times 900 = 7473.6\text{kWh}$$

(2)根据引风机乙自11月27日12:00到11月28日12:00的每日耗电量为:

$$(7463.779-7454.869) \times 900 = 56.534 \times 900 = 8019\text{kWh}$$

#3炉引风机甲、乙电机在电机全频运行后在11月27日12:00到11月28日12:00的所用电量为:

$$7473.6+8019 = 15492.6\text{kWh}, \text{每小时平}$$

(下转 56 页)

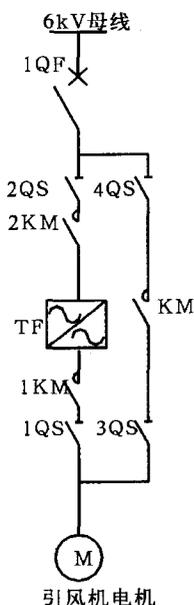


图1 变频器改造原理图

段岩浆期后热浆活动形成多期次接触交代作用和迭加过程,使矽卡岩带由简单变得复杂。据镜下鉴定结果,至少有两期透辉石、两期蛇纹石,而与磁铁矿关系密切者为早期细粒透辉石和黑绿色蛇纹石,它们为本区的主要找矿标志。

2 矿床特征

根据接触带不同部位,将矿区划分为北接触带的五回岭矿段、西接触带的于城矿段、南接触带的于城岭南矿段、东接触带的牛头峪矿段和底接触带的底部矿段。

2.1 矿段特征

五回岭矿段:位于矿区东北部,与中细粒花岗岩有关,产于狭长带状的白云岩两侧的接触带上,矿体走向 20° ,向东南倾斜,倾角一般在 $10^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 左右。矿体断续长达1200m,厚1~3m,不稳定、不连续,矿体形状变化大。

于城矿段:位于西部接触带,与石英二长岩有关。矿体呈似层状及透镜状,矿体断续长达1200m,厚3~5m,矿体走向 $N20^{\circ}E$,倾角一般在 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}$,向南东倾斜。

牛头峪矿段:位于矿区的东部及东南部,与中细粒花岗岩有关矿化带全长达2000m,矿体呈大小不等的透镜体出现,矿体走向 20° ,与接触带方向一致,向南东倾斜约 60° ,矿体生成于接触带和距离接触带甚远的白云岩中。

以上三个矿段矿体规模较小,呈小型。于城岭南矿段和底部矿段为于城铁矿区重要矿段。

于城岭南矿段:位于矿区的南接触带上,与石英二长岩有关。矿化带全长达1250m,矿体不连续,呈大小不等的透镜体状产出,矿体走向 60° ,与接触带方向一致,向北东倾斜约 30° 。圈定I、II、III、IV等四矿体,I号铁矿体为主矿体,并共生有锌、铜矿体。矿体产出标高由西向东侧伏,埋深逐渐加深,矿体厚度增大,而西端浅部矿体

薄且具分叉现象。

I号铁矿体共生有Zn、Cu矿体。东西控制长度1250m,矿体平均厚度63.21m,矿体赋存于岩凹部位,矿体厚,稳定连续,其产状与接触带产状一致,总体走向北西西,倾向北东,倾角 $10^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 。矿石品位一般TFe $30\%\sim 40\%$,最高61.16%。

底部矿段:矿床受底部接触带控制,矿体产于石英二长岩、中细粒花岗岩与雾迷山组一段白云岩接触带蛇纹橄欖矽卡岩、透辉石矽卡岩中,矿体为含铜、锌磁铁矿。矿化带南北长约1000m,东西宽约820m。矿体的形态、产状和规模严格受接触带的形状和产状控制,呈似层状、透镜状、不规则囊状,以 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 的角度向南东倾斜。圈定VIII、IX、X铁矿体3个,VIII号为主矿体。

VIII号铁矿体共生有Cu、Zn矿体。南北控制长度500~890m,东西控制长度450~840m,总体走向北北东,倾向南东东,倾角 $2^{\circ}\sim 39^{\circ}$,矿体厚度1.04~16.06m,平均品位TFe 30.02%,Cu0.64%,Zn3.40%。

2.2 矿石质量

矿物成分主要为磁铁矿,含少量闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、方铅矿等硫化物,次生矿物主要有褐铁矿、铜兰、孔雀石。当晚期闪锌矿、黄铜矿等大量出现并与磁铁矿共生时,其矿物成分和组合由简单变为复杂。所以,不同矿石类型,矿物成分和共生组合也不尽相同。脉石矿物以透辉石、橄欖石、蛇纹石为主,石榴子石、透闪石、金云母、绿帘石、方解石、绿泥石等次之。

有用元素为Fe,共生组分有Cu、Zn,它们均可富集成工业矿体,S是铁矿石中主要有害元素。

Fe在矿石中含量及分布:Fe是主要有用组分,是组成磁铁矿石或铁铜共生矿石的主要成分,品位分布比较均匀,TFe最高品位可达54.85%,一般23%~40%。

共生组分Cu,主要载体矿物为黄铜矿,

Cu最高品位可达0.92%,一般0.39%~0.74%。共生组分Zn,含于闪锌矿中,Zn品位3.15%~3.57%,矿体规模较小。

矿石结构为半自形~它形粒状结构以及交代残余结构,矿石构造以浸染状、块状构造为主,次为条带状。

矿石自然类型按矿物共生组合可划分为磁铁矿石、黄铜矿~磁铁矿石、黄铜矿~闪锌矿石、黄铜矿石、闪锌矿石;按脉石矿物可划分为蛇纹橄欖磁铁矿石、橄欖透辉磁铁矿石、透辉石磁铁矿石、蛇纹石磁铁矿石、蛇纹石~透辉石磁铁矿石。按其结构、构造可分为致密块状、条带状、浸染状铁矿石。矿石工业类型属需选铁矿石。

3 成因类型

本区磁铁矿主要产于岩浆岩与白云岩接触带上或其附近矽卡岩中,属典型的早期接触交代(矽卡岩)型磁铁矿,被晚期闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿等金属硫化物迭加,最终形成以铁为主的复合式中~中高温热液铁、锌、铜共生矿床。

4 矿床远景评价

于城铁矿经过多年勘查开发,已达中型铁矿规模。随着勘查开发的进一步深入,铁矿资源量将会进一步增加。

参考文献

- [1] 成都地质学院《矿床学》编写组. 矿床学[M]. 地质出版社,1978.
- [2] 贺同兴,卢良兆,李树勋,兰玉琦. 变质岩石学[M]. 地质出版社,1980.

(上接54页)

均用电量为: $15492.6 \div 24 = 645.525 \text{ kWh}$

3.2 变频运行

(1)根据引风机甲自11月26日11:00到11月27日11:00的电机耗电量为:

$$(7466.625 - 7462.432) \times 900 = 4.193 \times 900 = 3773.7 \text{ kWh.}$$

(2)根据引风机乙自11月26日11:00到11月27日11:00的电机表耗电量为:

$$(7454.498 - 7445.051) \times 900 = 9.447 \times 900 = 8502.3 \text{ kWh.}$$

#3炉引风机甲、乙电机在电机变频时在11月26日11:00到11月27日11:00的日用电量为: $3773.7 + 8502.3 = 12276 \text{ kWh}$,每小时平均用电量为: $12276 \div 24 = 511.5 \text{ kWh}$.

从以上数据分析可以看出,工频运行时,引风机甲、乙挡板开度在40%左右,电机电流达到额定电流的70%左右;相对而言,变频状态下,引风机甲的挡板全开,电流仅为额定电流的40%,由此可见节能效果非常明显。如将引风机甲、乙挡板全开,特别是机组低负荷运行时,引风机变频调节方式运行,节能将达50%以上。

4 经济评价

(1)设备投资:考虑到锅炉运行的安全可靠,本次技改仅对引风机甲采用北京利德华福电气技术有限公司高压变频调速装置,技术改造总费用为35万。

(2)经济效益:#3炉引风机甲电机变频运行后,日节电量为: $15492.6 - 12276 =$

3216.6 kWh ;每年按270天运行,上网电价0.368元,测算#3炉引风机甲电机改变变频运行后年增加效益为: $134.025 \times 24 \times 270 \times 0.368 / 1.17 = 27.32 \text{ 万元}$;静态投资回收期为0.78年,即技改当年就可以把投资全部收回。

参考文献

- [1] 吴必科. 电站锅炉引风机电流偏差大的原因分析及对策[J]. 电站系统工程,2004.
- [2] 孙月亮,刘金园,董泽. 三种锅炉引风机设置方案的技术经济分析[J]. 华北电力技术,2010.
- [3] 施侠,黄定忠. 高压变频调速装置在电站锅炉送引风机上应用[J]. 上海节能,2009.