

高压变频器在三级渣浆泵中的应用及节能分析

赵月良

(云天化国际三环分公司, 昆明 650113)

[摘要] 将一级泵采用高压变频调速, 二、三级泵全开不调速; 将三级泵的液力耦合器调速装置作为备用, 这不仅改善了一、二级泵的负荷, 而且避免了发生过负荷跳闸事故, 从而确保了生产装置的安全稳定运行。

关键词 高压渣浆泵 调速 高压变频器 节能

0 引言

1组3台高压渣浆泵担负着年产40万吨重钙生产用渣浆的排放任务。矿浆生产重钙后产生的大量渣浆由3台500kW/6kV/60.5A电机带动, 分成一级输入, 二、三级加压输出的三级串联泵, 然后将渣浆输送至5km以外海拔高度为1925m的渣坝内。

原三级泵使用液力耦合器调速方式进行流量调节, 在满足工艺要求的基础上, 具备一定的调速效果。但由于一、二级泵功率与三级泵相同, 三级泵的调速限流就相当于在一、二级泵出口处增加了挡极限流, 导致了一、二级泵比三级泵增加了一定的负荷, 未能达到良好的节能效果。因此, 需对一级泵采用高压变频器进行改造。

1 渣浆泵改造方案

三级渣浆泵系统组成结构图如图1所示。将一级泵改为变频调速, 二、三级泵全开不调速, 保留原三级泵的液力耦合器调速装置。流量调节要求不能让渣浆池溢出或干涸。3台泵串联在一起提供系统扬程, 保障流量供给。

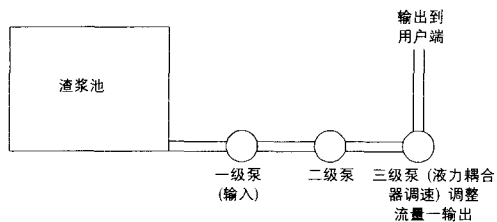


图1 三级泵组成结构图

2 高压电机变频方式

高压变频调速主要有“高一低一高”、“高一低”、“高一高”等方式, 其中“高一高”方式效率较高。

“高一高”方式变频器输入直接为6~10kV, 输出不需要设升压变压器, 变频器每相有9个功率单元相串联。单元的输入电压为三相600V, 输出为单相0~

577V, 单元相互串联叠加后可输出相电压5774V。由于变频器与电机的中性点不连接, 变频器输出实际上为线电压, 因此, 由A、B相输出产生的 U_{AB} 线电压可达10kV, 为37阶梯波。多重叠加的技术使变频器输出电压的谐波含量很小, 已达到常规供电电压允许的谐波含量, 不会引起电机的附加谐波发热; 输出电压的 dU/dt 也很小, 不会给电机增加明显的应力。因此附加的转矩脉动也很小, 避免了由此引起的机械共振, 降低了传动系统及轴承的磨损。

“高一低一高”方式变频器由于采用了降压变压器和升压变压器, 使得变频调速系统的效率下降约为20%。升压变压器按50Hz磁饱和制作, 由低压升高压过程中会导致输出波形严重畸变, 从而引起电机的附加谐波发热, 且容易引起机械共振, 传动系统及轴承的磨损也加大; 另外, “高一低一高”方式变频器在低频时会产生很大的噪声。因此, 一级泵采用“高一高”变频调速方式。

3 设备选型及电气设计

根据工艺要求和电机参数(型号为YKK450-6, 500kW/6kV/60.5A), 选用日立高压变频器, 其型号为DHVECTOL-HI00700/06, 变压器型号为ZTSGF-700/06, 自动旁通柜型号为JPH-400/6。一次原理图如图2所示。

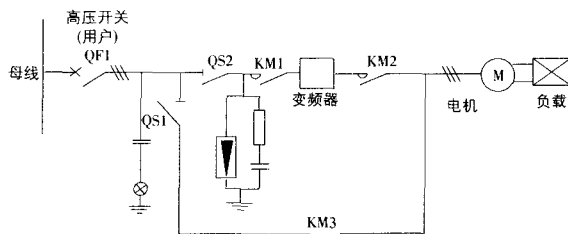


图2 一次回路图

图2中, QS1、QS2为单刀闸隔离开关; KM1、KM2、KM3为真空接触器, 且KM2与KM3互锁。变频器就绪时, 合上KM1、KM2, 此时电机处于变频运行状态; 断开KM2, 再合上KM3, 则电机处于工频运行状态。检修变频器时, 需断开QS1、QS2。

收稿日期:2010-10-10

作者简介:赵月良(1972-), 电气工程师, 从事发供配电运行技术管理。

4 高压变频器与用户的电气接口

变频装置提供以下开关量信号和模拟量信号并可根据用户的要求进行参数化,高压变频器接口端子定义见表1。

表1 高压变频器接口端子定义表

序号	性质	定义
1	数字量输入	运行命令
2	数字量输入	停机命令
3	数字量输入	紧急停机命令
4	数字量输入	主回路故障
5	数字量输入	高压开关位置信号
6	模拟量输入	4~20mA给定频率信号
7	数字量输出	变频器轻故障
8	数字量输出	变频器重故障
9	数字量输出	变频运行
10	数字量输出	请求运行
11	数字量输出	充电中
12	数字量输出	高压合闸允许
13	数字量输出	高压紧急分断
14	模拟量输出	运行频率

5 节能技术分析

渣浆泵特性曲线如图3所示。当渣浆泵转速为 n_1 时,渣浆泵的风压-流量曲线与管网特性曲线 R_1 相交于 M_1 点,其流量、风压分别为 Q_1 、 H_1 。若工艺变更,需要的流量为 Q_2 时,可将渣浆泵转速降到 n_2 ,渣浆泵的性能曲线相应下降并与 R_1 相交于 M_2 点,此时流量为 Q_2 ,泵压为 H_2 ,流量、泵压同时下降,达到流量调节的作用。相对于节流调节而言,当流量为 Q_2 时,变速设节是靠关闭流量挡板来实现的,此时管网特性曲线由 R_1 变化到 R_2 ,与 n_1 时的渣浆泵特性曲线相交于 M_3 ,此时流量为 Q_2 ,泵压为 H_1 ,且 $H_1 > H_2$,即用关闭流量挡板来调节。虽然流量下降了,但泵压相对于调节电机转速来说反而上升了,因此变速调节比节流调节时的泵压要减小 $\Delta H = H_1 - H_2$ 。

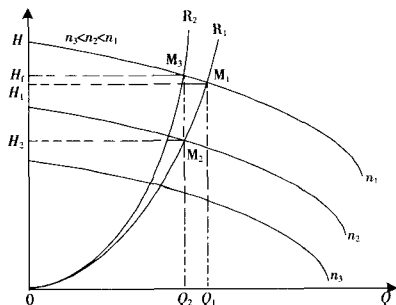


图3 渣浆泵特性曲线

在效率不变时,相应的轴功率要减小 $\Delta P = \frac{Q \cdot \Delta H}{102 \eta_r \eta_f}$ (kW)。渣浆泵采用变频调速电机进行调速节能改造后,其节电量取决于生产负荷的变化,生产负荷变化越大,节电效果越显著,同时也可提高整个系统的效率。

6 改造前后节电效益分析

三级泵的相关参数见表2。

表2 三级泵参数表

名称	电机类型	实际电流/A	电压/kV	功率因数	额定电流/A	额定功率/kW
一级泵	鼠笼式电机	58.2	6.1	0.815	60.5	500
二级泵	鼠笼式电机	58.9	6.1	0.818	60.5	500
三级泵	鼠笼式电机	46.1	6.1	0.761	60.5	500

改造前3台泵的实际功率为:

$$P_1 = 1.73 \times 58.2 \text{ A} \times 6.1 \text{ kV} \times 0.815 = 500.56 \text{ kW}$$

$$P_2 = 1.73 \times 58.9 \text{ A} \times 6.1 \text{ kV} \times 0.818 = 508.45 \text{ kW}$$

$$P_3 = 1.73 \times 46.1 \text{ A} \times 6.1 \text{ kV} \times 0.761 = 370.22 \text{ kW}$$

3台泵实际功耗为:

$$P_{\text{总}} = P_1 + P_2 + P_3 = 1379.23 \text{ kW}$$

按三级泵调速比为87%的低限进行计算,改造后3台泵的功耗分别为:

$$P'_1 = (425 \text{ kW} \times 0.87^3 + 0.04 \times 425 \text{ kW} \times 0.87^3) / 0.97 / 0.95 = 316 \text{ kW}$$

$$P'_2 = 425 \text{ kW}$$

$$P'_3 = 425 \text{ kW}$$

$$P'_{\text{总}} = P'_1 + P'_2 + P'_3 = 1166 \text{ kW}$$

改造后的节电量为:

$$P' = P_{\text{总}} - P'_{\text{总}} = 213.23 \text{ kW}$$

系统节电比率为 $P'/P_{\text{总}} = 15\%$;一级泵电机节电比率为 $(P_1 - P'_1)/P_1 = 36\%$ 。按年运行7500小时、0.29元/(kW·h)计算,年节电金额为46.32万元。

参考文献

- [1]仲明振,赵相宾.高压变频器应用手册[M].北京:机械工业出版社,2009
- [2]吴忠智,吴加林.变频器应用手册[M].北京:机械工业出版社,2004
- [3]韩安荣.通用变频器及其应用[M].第2版.机械工业出版社,2004
- [4]苏文成.工厂供电[M].第2版.北京:机械工业出版社,2002

(编辑 张美惠)

欢迎访问中国电工网: www.chinaet.net