

# 高压变频调速技术在矿井主扇风机中的应用

中煤集团大屯公司机电管理部 郭金龙

**[摘要]**根据矿井实际需要采用变频器调节电机转速的方法,可实现风机特性曲线的变化,达到满足实际工况的风压风量值,获得经济运行工况点,既能实现软起动、软停机,从而达到自动控制和节能降耗。

**[关键词]**高压变频器 主扇风机 应用

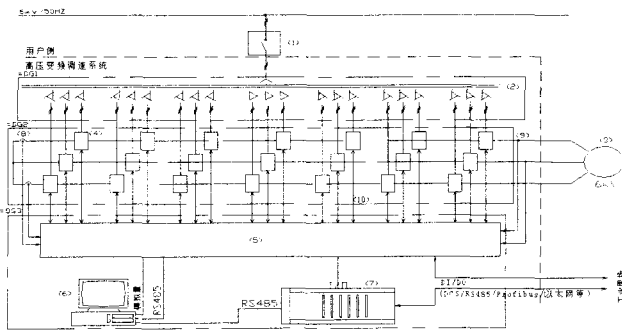
## 引言

姚桥煤矿核定生产能力 445 万吨/年,东二风机扇风机是该矿通风系统的命脉,由两台豪顿华公司生产的 ANN-2500/1250 AJM 型轴流式风机和 Y500-6 型电机组成,功率 1000kW,转速 992r/min,电压为 6000V,启动方式为高压直接启动,启动电流大,对电机的冲击较大。主扇风机启动后以工频方式运行,无法根据井下用风量的改变调节风量,电能浪费现象较为严重。因此决定选用北京利德华福 HARSVERT-A06/220 型高压变频器对东二风井主扇风机进行变频控制改造。

## 一、HARSVERT-A 高压变频调速系统技术参数及特点

- 1.变频器为高-高结构,6kV 直接输出,不需输出升压变压器,输出为单元串联移相式 PWM 方式。
- 2.系统一体化设计,包括输入干式隔离变压器,变频器等所有部件及内部连线,用户只须连接高压输入、高压输出、低压控制电源和控制信号线即可。
- 3.42 脉冲输入符合并优于 IEEE519 ~ 1992 及 GB/T14549 ~ 93 标准对电压失真和电流失真最严格的要求。
- 4.在 20 ~ 100% 的负载变化情况下达到或超过 0.95 的功率因数,并且电流谐波少,无须功率因数补偿/谐波抑制装置。
- 5.无需滤波器变频器就可输出正弦输出电流和电压波形,对电机没有特殊的要求,可以使用普通异步电机,电机不必降额使用。具有软启动功能,没有电机启动冲击引起的电网电压下跌,可确保电机安全、长期运行。
- 6.变频装置输出波形不会引起电机的谐振,转矩脉动小于 0.1%。可避免风机喘振现象。变频器有共振频率跳跃功能。
- 7.变频装置对输出电缆长度无任何要求,电机不会受到共模电压和 dv/dt 的影响。
- 8.变频装置设以下保护:过电压、过电流、欠电压、缺相保护、短路保护、失速保护、变频器过载、电机过载保护、半导体器件的过热保护、瞬时停电保护等,联跳至输入侧 6kV 开关。保护的符合国家有关标准的规定。并提供故障、断电、停机等。
- 9.控制系统采用全数字微机控制,有很强的自诊断功能,能对所发生的故障类型及故障位置提供中文指示,能在就地显示并远方报警,便于运行人员和检修人员能辨别和解决所出现的问题。
- 10.具有就地监控方式和远方监控方式。在就地监控方式下,通过变频器上的触摸屏显示,可进行就地人工启动、停止变频器,可以调整转速、频率;就地控制窗口采用中文操作界面,功能设定、参数设定等均采用中文。
- 11.变频器高压主回路与控制器之间为光纤连接,具有很高的通信速率和抗干扰能力,安全性好。

## 二、HARSVERT-A 高压变频调速系统原理

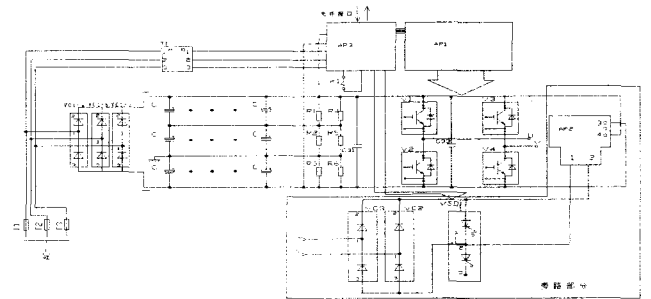


HARSVERT 高压变频调速系统采用直接“高-高”变换形式,为单元串联多电平拓扑结构,主体结构由多组功率模块串联而成,从而由各组低压叠加而产生所需要的高压输出,每个系统共有 15 个功率单元,每 5 个功率单元串连构成一相,每 8 个功率单元串联构成一相。其系统结构如上图,其中(1)为高压开关;(2)为干式移相隔离变压器;(3)为电动机;(4)为功率单元;(5)为主控箱;(6)人机接口;(7)为可编程控制器;(8)为电流霍尔;(9)为电压检测。

功率单元:每个功率单元分别由输入变压器的一组副边供电,功率

单元之间及变压器二次绕组之间相互绝缘,二次绕组采用延边三角形接法,实现多重化,以达到降低输入谐波电流的目的。每个功率单元结构上完全一致,可以互换,其电路结构图如下,系统为基本的单相逆变电路,整流侧为二极管三相全桥,IGBT 逆变桥的控制方式为 PWM 控制,并且有自动单元旁路功能。

单元旁路功能:当某个功率模块发生故障时自动旁路运行,变频装置不停机,但需降额使用,即在每个功率单元输出端之间并联旁路电路,当功率单元故障时,封锁该功率单元 IGBT 的触发信号,然后让旁路 SCR 导通,保证电机电流能通过,仍形成通路。这样能维持生产要求,大大提高了系统运行的可靠性。



## 变压器柜:

主要包括功率单元供电的移相变压器,还有输入侧的电压、电流检测器件电压互感器和电流互感器以及温度检测器件温控器。

## 功率柜:

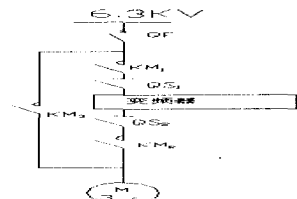
柜内主要对功率单元进行组合,通过每个单元的 U、V 输出端子相互串接而成星型接法给电机供电,通过对每个单元的 PWM 波形进行重组,得到非常好的 PWM 波形。

## 控制柜:

控制器精心设计的算法可以保证电机达到最优的运行性能。嵌入式工控机提供友好的全中文 WIN CE 监控和操作界面,同时可以实现远程监控和网络化控制。控制器还包括一台内置的 PLC,用于柜体内开关信号的逻辑处理以及与现场各种操作信号和状态信号(包括 DCS/RS485/Profibus/Modbus/以太网等)的协调。控制器与功率单元之间采用光纤通讯技术,低压部分和高压部分完全可靠隔离,系统具有极高的安全性,同时具有很好的抗电磁干扰性能。

## 三、主扇风机变频控制改造方案

该矿此次采用一拖一自动旁路方案,其一次电路如下图所示。



它是由 3 个高压真空接触器 KM1~KM3 和 2 个高压隔离开关 QS1 和 QS2 组成。要求 KM1、KM2 不能和 KM3 同时闭合,在电气上实现互锁。变频运行时,KM1 和 KM2 闭合,KM3 断开;工频运行时,KM3 闭合,KM1 和 KM2 断开。要求做到:

- 1.可以实现变频自动切换功能。
- 2.变频器出现严重故障时,负载能够自动转入工频电网中,切开发变频调速系统,并且负载不用停机,满足现场不能停机要求。
- 3.可以在旁路运行的情况下断开 QS1 和 QS2 检修变频器。

## 四、应用情况

姚桥煤矿主扇风机经过变频改造之后,不仅达到了良好的节能效果,系统的功率因数提高,电网输入电流下降,减少了线路上的电能损耗,风机振动也有所下降,并且使整套通风系统的稳定性提高了一个大台阶。在一年多的运行过程中,性能稳定可靠,节能效果显著,为该矿的正常生产做出了巨大的贡献。