

高压变频器在 SO₂ 风机中的应用

熊品华

(中国瑞林工程技术有限公司, 江西 南昌 330002)

摘要: 由于生产过程中系统烟气量波动较频繁,且波动范围较大,为达到调节准确、减小对电网的冲击、节省能源的目的,在 SO₂ 风机中采用了高压变频调速技术。从3个方面论述了变频调速的技术方案的优缺点,从高压变频调速系统的工作原理、系统结构、控制系统组成等方面阐述了高压变频器的技术特点,从而论证了高压变频器在使用中的优越性及显著的节电效果。

关键词: 高压变频器; 技术特点; 节电效果

中图分类号: TM621.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2008)06-0566-03

Application of High-voltage Frequency Converter to SO₂ Fan

XIONG Pin-hua

(China NERIN Engineering Co. Ltd., Nanchang 330002, China)

Abstract: For the frequent and extensive fluctuation of system gas flow in the process of production, high-voltage frequency speed control technique is used for SO₂ fan to adjust precisely, reduce impact on power network and to save energy. The paper discussed relative merits of frequency control schemes from three aspects and elaborated the technical characteristics of high-voltage frequency converter from aspects of work philosophy, systematic structure and composition of control system to demonstrate the superiority and remarkable energy saving effect of high-voltage frequency converter in application.

Key words: high-voltage frequency converter; technical characteristic; energy saving effect

0 引言

近年来,高压变频调速技术已越来越多的应用在各行各业,以达到节约电能、改善电机系统寿命、提高产品质量的目的。高压变频器在全世界的应用比低压变频器晚,其主要原因是受逆变器开关器件制造水平的制约。近十年来,随着新器件的问世,器件耐压水平不断提高,高压变频器得到了迅速发展和广泛应用^[1]。按我国的电压标准,通常把额定电压3 kV以上的电机称为高压电动机,其主要电压等级为3、6、10 kV等,文中将用于这些电压等级电动机的变频器称为高压变频器。

1 应用高压变频器的优势

某企业生产装置中有一台1400 kW、10 kV的SO₂风机,其是工艺流程中的关键设备。由于生产过程中系统烟气量波动较频繁,且波动范围较大,如果用传统的前导可调机构来调节风机的流量和压力,调节范围受到限制,一般在40%~100%,且调节线性太差,跟不上工况变化速度,故能耗很高;而用变频

调节响应极快,基本与工况变化同步,可满足工艺的需要,且风机启动运行平滑,不会对电机、轴承、风机产生较大的冲击,可达到调节准确、节省能源的目的。

根据异步电动机转速公式: $n=60f(1-s)/p$,可以看出,转差率 s 变化不大,可视为恒定,一旦电机制造完成电机极对数 p 也是常数,所以电机转速 n 与电源频率 f 是成正比的。只要改变频率 f ,即可改变电机转速,当频率 f 在0~50 Hz之间变化时,电机转速调节范围是非常宽的。根据流体力学流量与风机转速的关系可知,电机功率 P 与转速 n 的立方成正比,随着转速的降低,电机功率以转速的3次方关系递减。因此随着电机转速的降低,电机消耗的电能下降幅度很大。可见,使用高压变频器对SO₂风机调速的节电效果将非常显著,经估算,2~3年就可以收回成本。

2 变频调速技术方案

变频调速一般有以下3种方案可以实施应用:
①高-高方式,即采用10 kV(6 kV)电压等级的变频器,直接由电网10 kV(6 kV)供电,电机选用高压电机;
②高-低-高方式,就是先将高压电源变成低压

收稿日期:2008-02-05; 修回日期:2008-07-23

作者简介:熊品华(1966-),女,江西省南昌市人,高级工程师,,从事电气专业设计及研究工作。

电源,采用低压变频器变频后再升压,电机选用高压电机;③高-低方式,就是用一台单独的变压器,将10 kV(6 kV)高压降至380 V,采用低压变频器,用低压电动机。

对比3个方案,使用高-高变频器,在变频器故障时可以直接启动,有定型产品,性能良好,稳定可靠,但费用较高;高-低-高方式无定型产品,要重新设计电路,电路烦琐庞大,要增加两台变压器,费用也较高;高-低方式中变频器直接使用低压电源,需要设一台降压变压器。当降压变压器的容量比较小时,在变频器故障后,电机不能直接启动。如果降压变压器容量过大,会增加增容费用同时变压器还有一定的电能损耗。从经济的角度出发,对于800~1000 kW 以上的风机、水泵等电机,建议采用6 kV或10 kV 直接高-高方式的高压变频器;对于400~800 kW 的电机,建议采用6 kV/660 V 进线变压器、660 V 高压变频器及660 V 电动机;对于400 kW 以下的电动机,宜采用高-低方案,即采用6 kV/380 V 降压变压器,380 V 级变频器及380 V 电动机^[1]。在某企业工程中,SO₂ 风机为1400 kW,电网电压为10 kV,综合比较,选择了直接高-高变频调速方案。

为了充分保证系统的可靠性,变频器同时加装工频旁路装置。变频器异常,不能正常运行时,电机可以自动切换到工频运行状态下运行,以保证生产的需要,其一次系统接线图见图1。

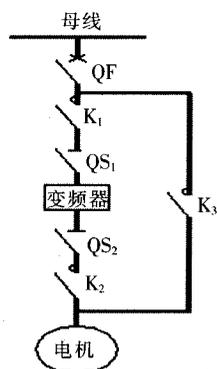


图1 变频启动电机一次系统接线图

QF为用户侧高压开关柜内断路器,K₁、K₂、K₃为同一柜内真空接触器;QS₁、QS₂为同一柜内隔离开关,与变频器配套提供。K₂、K₃电气互锁,以防止高压工频电反送入高压变频器。

在变频运行时,手动合隔离开关QS₁、QS₂,此时高压变频器输出开关接点允许用断路器QF合闸。QF合闸后,在DCS(或PLC)上可启动高压变频器,高压变频装置自动合K₁、K₂真空接触器。

当高压变频装置本体故障(如每相故障单元数大于2、高压变频器功率单元超温、散热冷却风机故障),高压变频器自动分开K₁、K₂,待电机电压衰减到额定电压的10%左右,延时合K₃,高压变频装置

自动切换到工频继续运行,以提高系统的可靠性。变频到工频切换大约在3 s以内完成。

当高压变频器检测到电机故障(如三相电流不平衡、三相电压不平衡、过流、过载),高压变频器自动封锁脉冲停止输出,并跳开真空接触器K₁、K₂、K₃,同时输出跳闸接点用于跳开断路器QF。

3 高压变频器技术特点

目前高压变频器的主电路拓扑方面主要有3电平(或更多电平)电压型高压变频器和单元串联多电平电压型高压变频器。罗宾康HARMONY系列、国产高压变频器多采用单元串联多电平电压型高压变频器,现以其为例,阐述高压变频器技术特点。

变频器主要由移相变压器、功率模块和控制器组成^[1]。

(1)系统结构:高压变频调速系统的结构见图2,由移相变压器、功率单元和控制器组成。如:10 kV系列有24个功率单元,每8个功率单元串联构成一相。每个功率单元结构上完全一致,可以互换,其电路结构见图3,其为基本的交-直-交单相逆变电路,整流侧为二极管三相全桥,通过对IGBT逆变桥进行正弦PWM控制。

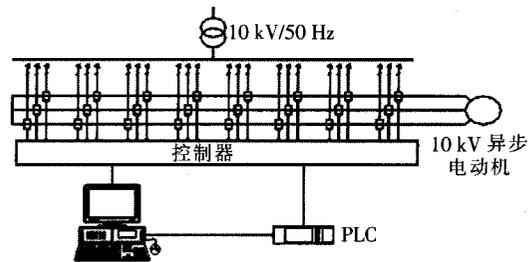


图2 高压变频调速系统结构图

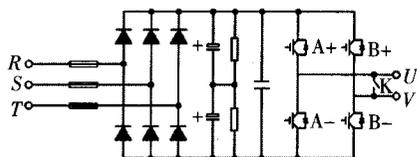


图3 功率单元结构图

(2)输入侧结构:输入侧由移相变压器给每个功率模块供电,移相变压器的副边绕组分为3组,根据电压等级和模块串联级数,一般由24脉冲系列、30脉冲系列、42脉冲系列、48脉冲系列等构成多级相叠加的整流方式,可以大大改善网侧的电流波形(网侧电压电流谐波指标满足IEEE 519-1992和GB/T 14549-93的要求),使其负载下的网侧功率因数接近1,无需任何功率因数补偿、谐波抑制装置。由于变压器副边绕组的独立性,使每个功率单元的主回路相对独立,类似于常规低压变频器,便于采用现有的成熟技术。

(3)输出侧结构:输出侧由每个功率模块的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,可得到阶梯正弦 PWM 波形。这种波形正弦度好, dv/dt 小,对电缆和电机的绝缘无损坏,无须输出滤波器就可以延长输出电缆长度,可直接用于普通电机。同时,电机的谐波损耗大大减少,消除负载机械轴承和叶片的振动。当某一个功率模块出现故障时,通过控制使输出端子短路,可将此单元旁路退出系统,变频器可降额运行,由此可避免很多场合下停机造成的损失。

(4) 控制器: 控制器由高速单片机、嵌入式人机界面和 PLC 共同构成。单片机实现 PWM 控制。嵌入式人机界面提供友好的全中文 WINDOWS 监控和操作界面,同时可以实现远程监控和网络化控制。内置 PLC 则用于柜体内开关信号的逻辑处理,可以和用户现场灵活接口,满足用户的特殊需要。

变频器可运行于闭环模式或开环模式。在开环模式下,运行频率由界面设定或通过 DCS(或 PLC) 设定(数字方式或模拟方式)。在闭环模式下,可以设定并调节被控量(比如压力)的期望值,变频器根据被控量的实际值自动调节变频器的输出频率,控制电机的转速,使被控量的实际值自动逼近期望值。控制器可与上级 DCS 系统直接连接,对变频器进行启动、停车、急停、报警或设定运行频率。

4 应用效果

主要应用效果如下: ①使用变频器后风机可以实现变频软启动,避免了启动电流的冲击,不仅对电网没有任何冲击,而且还可以随时启动或停止;②使用变频器后,风机的送风量不再需要由风门来调节,

而是由变频器通过变频调节风机的转速来实现,调节范围可以从 0%~100%,可以根据生产需要随意调节风量,减少了不必要的浪费;③变频节能运行,节约了大量能源。使用变频器后,不再使风机一直处于满负荷工作状态,节能率非常高;④由于高压变频器能平滑调节电机负载的转速,使之与原来相比在较低转速下运行,从而大大减少了负载以及电机的机械磨损,同时降低了轴承、轴瓦的温度,有效减少了检修费用,延长了设备的使用寿命;⑤高压变频器为高-高电压源型单元串联多电平结构,功率因数可高达 0.95,不仅无需功率补偿,还可提高电网的功率因数,减少了无功损失,减少了线损;⑥系统完善的监控性能和高可靠性提高了工作效率,可实现参数的实时恒定运行,提高了系统运行的安全稳定性,减少了检修和维护的工作量。

5 结语

高压变频器的使用不仅能取得显著直接的经济效益,还具有较好的间接经济效益。从节能角度看,在 SO_2 风机中采用高压变频器调速,年节电率能达到 30%以上。目前在各行各业,如火力发电、城市供水、石油、化工、冶金、水泥等行业也越来越多的得以应用,应用前景十分广阔。PLC 控制技术、Profibus 总线技术和高压变频技术的完美结合,使得集成自动化程度高,运行稳定,操作简单,节能效果更加明显。

参考文献:

- [1] 张宗栋. 高压变频器现状及发展动向 [J]. 电世界, 2007(6): 1-6.

广告单位

彩色广告:

中国·人民电器集团
 厦门华电开关有限公司
 中国·东盟电力一体化设备有限公司
 吉林市恒通高压电气有限责任公司
 西安高压电器研究所有限责任公司
 西安西开高压电气股份有限公司
 伊顿电气集团
 上海德力西集团有限公司
 西安神电电器有限公司
 成都旭光电子股份有限公司
 汕头市德通开关有限公司
 攀时(上海)商贸有限公司
 朗松珂利(上海)仪器仪表有限公司
 杭州欣美成套电器制造有限公司
 众业达电气股份有限公司
 陕西宝光真空电器股份有限公司

常州帕斯菲克自动化技术有限公司
 浙江黄华电气有限公司
 佛山顺德市永丰电力设备实业有限公司
 扬中市新塑密封填料有限公司
 上海西安高压电器研究所有限责任公司
 湖北武高电力新技术有限公司
 浙江宇光真空电器有限公司
 西安光远电气有限责任公司
 上海乐研电气科技有限公司
 上海沪西电器厂

黑白广告:

《电工技术》
 武汉市国电华瑞电业测试科技有限公司
 武汉国力电气设备有限公司
 武汉三鑫华泰电气测试设备有限公司
 上海苏特电气有限公司
 武汉科新电力设备有限公司