

# 高压变频器事故分析与防范措施

## Accident Analysis and Prevention Measures of High-voltage Inverter

淮北供电公司 汪云静

淮北发电厂 孙国彬

Wang Yunjing Sun Guobin

**摘要:** 本文简要介绍了高压变频器的工作原理, 通过两起高压变频器事故案例分析, 使我们认识到高压变频器安全运行的重要性, 同时对做好变频器的事故处理以及节能减排工作有一定的意义。

**关键词:** 高压变频器 原理 节能 可靠性

**Abstract:** This paper introduces the working principle of high-voltage inverter, through the analysis of two accident case of high-voltage inverter, we recognize the importance of safe operation of high voltage inverter, at the same time deal with the accident on the drive to do well the work of energy conservation has a certain significance.

**Key words:** High-voltage inverter Principle Energy Reliability

[中图分类号] TN773

[文献标识码] B

文章编号 1561-0330(2011)02-0077-03

## 1 引言

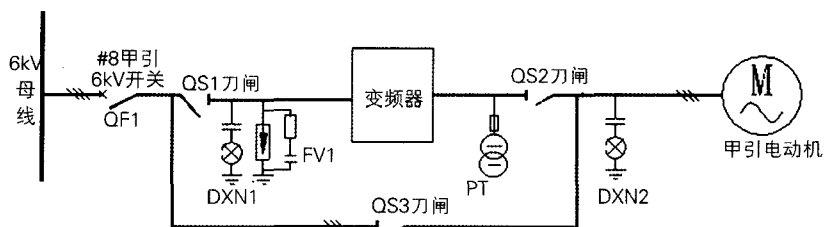
近几年随着国家对节能降耗工作的重视以及对变频技术的推广, 特别是在电力、石油、化工等高耗能产业, 高压大功率变频器得到了广泛地应用, 并且收到了良好的节能效果。但是高压变频器能否安全、可靠运行引起了相当高的重视。大唐淮北发电厂目前2台引风机、2台送风机和2台凝结水泵已有工频运行改造为变频器运行, 由于是单机运行风险比较大, 因此对变频器运行的可靠性要求非常高。下面就通过2起事故案例, 来分析高压功率变频器出现故障对机组的正常运行所带来的影响。

## 2 变频器调速节能应用实例

以某发电厂#8炉的4台高压电机(2台引风机、2台送风机)改为变频调速运行为例。6kV高压电动机型号: YKK710-8型, 1600kW, 186A, 746r/min,  $\cos\phi=0.861$ , Y型接线。所配置的高压

变频器型号: DHVECTOL-DI02000/型, 容量为SN2000kVA, 输入: 电压6kV 电流192.5A, 输出: 电压0~6kV; 电流0~192.5A; 频率0~50Hz。

由于变频器功率大, 发热量较大, 为保证足够的通风冷却效果, 在



说明:

- 1、QF1为引风机6kV开关; QS1、QS2、QS3为刀闸。
- 2、变频切工频时, 先断QF1开关, 再断开QS1、QS2刀闸, 合上QS3刀闸, 合QF1开关。
- 3、工频切变频时, 先断QF1开关, 再断开QS3刀闸, 合上QS1、QS2刀闸, 合QF1开关。

图1 高压变频器现场电气接线图

变频器功率柜和变压器柜在柜顶分别独立安装了一套整体风扇,再经过室内空调,把热风置换到室外,保证变频器的整体冷却通风要求。

### 2.1 电动机与风机之间的联接

如图1所示,拆除原来电机与风机之间的液力耦合器,电机与风机之间加装连接钢轴,连接轴采用空心钢轴。送风机传动方式改为中间轴直连传动,将原来弹性柱销联轴器,改为膜片式联轴器,在两副膜片式联轴器中间,加装一根中空连接轴,膜片联轴器的型号为Form01-2501,中间轴型号为X430.10,其长度为1572mm,传动部件总重为539kg。引风机传动方式改为中间轴直连传动,本次改造将原来弹性柱销联轴器,也改为膜片式联轴器,在两副膜片式联轴器中间,加装一根中空连接轴,膜片联轴器的型号为Form11,中间轴型号为X429.10,其长度为1750mm,传动部件总重为649kg。并将引风机入口挡板门由手动控制改为电动控制,以满足工频状况调节需要。这样省略了电机移位、制作基础的费用,节约改造资金。

加装引、送风入口挡板执行器4台。在DCS系统中增加引、送风机变频控制逻辑、入口挡板控制逻辑,并修改操作画面。根据技术管理部门要求,完善并修改引、送风机、入口挡板相关联锁、保护、顺控等逻辑。

### 2.2 改造前后系统对比

(1)DHVECT-DI02000/06型变频器调速范围为0~100%;液力耦合器的调速范围一般为40~95%,即高速段造成约5%的速度损失,影响机组出力。液力耦合器最低一般只能到额定速度的40%。

(2)DHVECT-DI02000/06型变频器在整个调速范围内都具有较高的效率(大于97%),而液力耦合器越是在低速时效率越低。本身带来不小的损耗,调速的节能效果大打折扣。

(3)DHVECT-DI02000/06型变频器对电机及负载机械实现真正的软启动,彻底解决了启动冲击问题,如果工作需要,电机可以在短时间内多次重复启动。液力耦合器不能解决电机启动问题,电机仍然为直接启动,启动电流大,并且不能频繁启动。

(4)用DHVECT-DI02000/06型变频器对电机调速时,只需脱开原来的开关和电机的连接电缆,加入变频器即可,改造方案简单。

(5)DHVECT-DI0200/06型变频器是高科技设备,可靠性高,基本免维护。而液力耦合器是机械设备,本身包含油路、水路等多套系统,故障率高,维修工作量大,造成了有效生产时间的缩短。

本次变频改造费用总投资445万元,4台变频器投运后,经运行人员抄表统计,相对未改造前同等发电量情况下,每日可节约2.79万kW/h,仅节约电费一项,在一年半内就可以将变频器改造投资收回,节能效益很可观。因此,高压变频装置改造是节能降耗、挖潜增效、提高综合经济效益最直接有效的措施。高压变频器优越的调速性能和显著的节能效果已经得验证和认可。

### 2.3 施工改造的经验体会

(1)8号机引、送风机加装变频器改造工程,安装施工简单,即将原来高压开关柜与电动机之间插入安装变频装置,对原有接线改动不大;

(2)变频器操作使用方便,变频器操作只有简单的开、停机和频率调整;

(3)变频装置能进行无级调速,调速范围广,且调速精度高,适用性强;

(4)变频装置保护功能完善,设备故障率低,风机启动平稳,启动电流小,可靠性高;

(5)电动机不需要长期高速运行,工作电流大幅度降低,节电效果明显,电动机本身的使用寿命也大大延长;

(6)由于变频器取代了液力耦合器进行调速,消除了机械和液力耦合器高故障率的缺陷,设备维护费用大大降低;

(7)由于电动机启动电流很小,电动机可以频繁启动,电动机运行振动及噪声明显下降,轴承温度也有很大的下降。

## 3 故障过程及处理

案例一:2007年7月12日11:08,#6机正常运行负荷180MW,甲引风机变频故障,#6炉甲引风机跳闸,DCS上显示“#6炉甲引风机变频器主板重故障”信号,变频柜上显示“主板重故障”,#6炉甲引风机切至工频状态。

经检查分析,由于#6炉引风机变频器室位于输煤栈桥下面,大量的煤粉灰进入变频器室,变频器功率单元电气元件由于长时间积灰,散热性能差,使电气元件温度升高,绝缘降低,以至于烧毁。于是变频器便发“主板重故障”信号,使#6炉甲引风机跳闸。问题发现以后,我们立即组织人员对功率单元进行了更换、调试,正常后切换为变频运行。该事故说明变频器安装位置的选址非常重要。

案例二:2010年2月28日13:16,#8机组负荷195MW,16台给粉机、甲丙二组制粉系统运行,各参数正常。运行中的甲送风机“变频重故障”信号发出,甲送风机跳闸。立即投油助燃。增大乙送风机出力(甲送风机入口挡板自动关闭),停运上排4台给粉机,关对应的一次风门,推负荷至160MW。调整炉膛负压和一次风压正常。就地检查甲送风机机械部分正常。变频保护显示:13时16分43秒发出“A4单元驱动故障”、“主板重故障”信号。变压器柜显示温度:A相54℃、B相53℃、C相52℃。汇报值长,甲送风机切到工频运行。

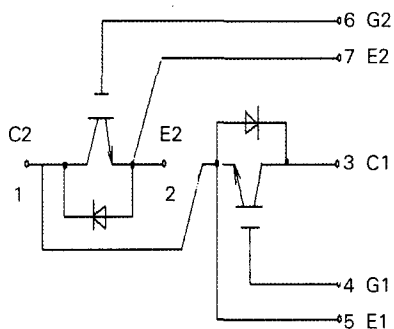


图2 IGBT 模块封装示意图

经检查分析，如图2所示，这是由于甲送风机变频器A4功率单元逆变桥IGBT过电流，使IGBT元件承受过载所致，所以发出“A4单元驱动故障”、“主板重故障”信号，使#8炉甲送风机跳闸。发现问题后立即向联系厂家汇报，并调运备品备件对功率单元进行了更换，并对#8炉甲送风机变频器做了整体静态试验，待正常后转为变频运行。

案例三：变频投运后曾发生2次，电流波动大(20Hz时约20A)，(30Hz时约30A)，(>30Hz时趋于0A)。继续调节观察发现是操作时，调节幅度较大，设备工况反馈不同步所致，后将调节幅度设置为1~2Hz/次，现象消除。

8号炉乙引风机变频器的“变压器温度超高”跳闸，切工频启动“反时限过电流”保护跳，检查保护定值不适应工频启动要求，定值修改后工

频运行正常。某日发出“高压掉电”信号。变压器柜显示温度：A相51℃、B相48℃、C相53℃。8号乙引变频器进行检查，C相温控器故障，变频器温控的测控元件故障，将其跳闸回路拆除。更换后恢复正常运行。

#### 4 存在的问题及影响

- (1)变频器的安装位置选择不当，工作环境差；
- (2)变频器备品备件不充足；
- (3)维护人员对变频器技术掌握不够全面；
- (4)减少了变频器的在线运行时间，电能损耗增加，厂用电率升高，影响了发电厂电量。

#### 5 应对措施

- (1)变频器安装位置要好。应制定变频器维修制度，定期进行变频器滤网清扫，并利用大、小修的机会，对变频器内部电气元件仔细清扫检查，防止有松动或接触不良。变频器室的照明要正常，通风要良好，环境温度应保持在0~40℃。
- (2)对于重要设备，为了尽快恢复可能出现的故障，备件十分重要。在变频器装置内的部件发生故障时，为缩短设备的停止时间，需要准备备件。更换单个元件需要花费很长时间，因此建议以单元为单位更换。

(3)加强对现场维护人员的技术培训，使之深入了解变频器的结构、原理，正确掌握变频器出现故障的处理方法，缩短事故处理时间，提高工作效率。

(4)运行人员应加强对变频器的巡视检查，制定巡检制度，做好事故预想与危险点分析，进一步提高运行人员的事故处理能力，确保机组安全、高效、稳定运行。

#### 6 结束语

高压变频技术的推广以及显著的经济效益，受到众多行业的青睐。尤其是高压变频器具有良好的调速性能，启动性能好，控制精度高，能适应发电厂不同时段的负荷调节动态特性的要求。因此要采取针对性的措施做好变频器的运行维护，延长高压变频器在线运行时间和使用寿命，降低电能损耗，节约厂用电率，对节能减排以及提高发电厂的综合竞争力具有重要意义。

#### 作者简介

汪云静(1964-)女 工学学士，工程师，研究方向：电力系统及其自动化。

#### 参考文献(略)

(上接第84页)

特点，6SE70/6SE71系列变频器和ACS800/ACC800系列变频器都设计了机械制动控制功能，也就是常说的抱闸控制功能，该控制功能的主要作用是：在传动单元停止或未通电时，可以通过机械制动将电机和被驱动设备锁停在零速状态，保证了位能型负载和传动单元及设备的安全。大型铸造起重机选用有机机械制动功能的变频器，不仅对于安全性能是一个很好的

保障而且可以使系统达到更高的控制性能和控制精度。

#### 5 结束语

大型铸造起重机电气控制系统采用自换向、脉冲式整流回馈单元、公共直流母线、负荷分配控制、现场总线等交流变频新技术很好地解决了大型铸造起重机各机构的负载特点，满足了特殊工艺要求，显现出很强的技

术优势，交流变频技术的这些技术特点将使其在大型铸造起重机的应用越来越广泛。

#### 作者简介

马骏 男 硕士，高级工程师，从事电气自动化设备研究与应用，近年来在各类专业期刊发表论文二十余篇。

#### 参考文献(略)