第18卷 第2期 2018年1月
1671—1815(2018)002-0253-04

科 学 技 术 与 工 程
Science Technology and Engineering

Vol. 18 No. 2 Jan. 2018
© 2018 Sci. Tech. Engrg.

引用格式:张永峰. 6 kV 高压变频器降温方案研究及实现[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(2): 253—256
Zhang Yongfeng. Research and implementation of cooling scheme of 6 kV high voltage frequency converter[J]. Science Technology and Engineering, 2018, 18(2): 253—256

6 kV 高压变频器降温方案研究及实现

张永峰
(云南大唐国际红河发电有限责任公司,开远 661600)

摘 要 为了降低厂用电及节能环保,2010 年云南大唐国际红河发电有限责任公司完成了1、2 号炉1、2 号二次风机变频改造。改造后设备调节性能好,节能效果明显。但是在运行中由于原变频器冷却风道设计存在缺陷,导致变频器移相变压器运行中温度高,夏季大负荷时经常报“超温报警”。本文针对原有变频器冷却风道缺陷提出了改进方案,即将变频器干式变的排风口单独设置排风口,与变频器功率柜排风道内部隔离,使变频器干式变的热风经顶部轴流风机抽风后直接排至变频器室外,使变压器本体热量快速排出,保证散热效果。通过对比改进前后数据发现:新方案的实施达到了预定的效果,提高了变压器设备的安全可靠性。该方案可为同类电厂变频器移相变压器安全稳定运行提供参考。

关键词 变频器移相变压器 降温改造 安全稳定
中图法分类号 TM921.02; **文献标志码** A

火力发电厂在我国经济发展中发挥重要作用,在节能环保社会背景下,人们对电厂提出了更高的要求与标准。[1,2]近几年我国在高压变频装置方面进行了大量的研究和实践[3,4]将大功率的电机安装变频装置对电机进行调速运行是电力行业降低公司发电成本的有效手段[5,6]。2010 年云南大唐国际红河发电有限责任公司完成了1、2 号炉1、2 号二次风机变频改造。公司1、2 号炉为1025T/H 循环流化床锅炉,采用双二次风机式,风机型号为 G5—2 × 36—14No23.5F,配套电机型号为:YFKK—630—4W,额定电压6 kV,额定功率2240 kW。所使用的变频器型号是 HARSVERT—A06/270,为利德华福公司的产品[7]。运行方式为一拖一,冷却方式为空-水冷。其中高压变频装置配套使用的变频调速用干式整流变压器(型号为 ZTSFG(H)—2800/6.3;额定容量28 kVA)[8],该变压器运行中由底部前后两侧布置的6 台轴流风机和顶部布置的三台轴流风机散热,变频器功率柜顶部也设计有轴流风机抽风。变频器室内布置是变频器控制柜、功率柜、变压器柜水平成排布置,高压变频装置冷却方式原厂家设计的是变频器功率柜、干式整流变压器的散热由功率柜、变压器柜顶部的排风风机将设备热风抽出后由一个风道排风口排出,风道热风经变频器冷却水装置冷却后再由冷却装置出风口排出,再进入功率柜、变压器柜内冷却设备,形成一个循环,已达到循环冷却的目的,即空-水冷方式。

云南大唐国际红河发电有限责任公司1、2 号炉共4 台二次风机高压变频装置自投运后基本运行正常,为公司的厂用电降低及节能环保工作作出了贡献。但是在变频器设备运行中经常出现一个问题,即在机组高负荷期间(270 MW 以上),尤其是夏季高温时,二次风机变频器的干式整流变压器本体保护装置经常报变压器“超温报警”。点检人员到变频器室就地检查时发现变压器绕组温度经常在100 ~120 ℃之间(温度报警值为110 ℃)。由于变压器长时间在高温环境运行,导致在2014 年设备检修时,发现变压器绕组表面的绝缘纸明显变色,如图1。

图1 变压器绕组表面的绝缘纸明显变色情况
Fig. 1 The obvious of insulation paper on the surface of transformer winding

绕组绝缘表面的变色意味着绝缘材料的老化加速,若不从根本上解决过热问题,必然会使绕组绝缘在高温下绝缘性能劣化,运行中或启动中会出现绕

2017 年7 月5 日收到
第一作者简介:张永峰(1971—),男,助理工程师。研究方向:高压变频设备运行与维护。E-mail: 137836834@qq.com。

组相间短路、接地故障。为杜绝事故的发生,公司要求对变频器装置进行了全面检查。我们并结合设备厂家图纸,以及与厂家技术人员的深入沟通和交流,最终发现变压器长期过热的原因主要是由于变频器功率柜顶部的轴流风机正对着排风道,而变频器整流变位置离出风口还有约 2 m 距离,由于水平布置在同一个风道中且功率柜的排风口正对这风道的排放口,导致距离 2 m 以外的变频器整流变顶部排出的热风不能直接排出,(功率柜排出的热风有抢风情况)影响了散热效果,在变频器干式变负载低时不明显,当负荷高时,由于变压器本体的热量不能及时被排出,就形成了积累效应,造成温度高而报警。针对上述问题,我们提出了如下改造方案,即将变频器干式变的排风口单独设置排风口,与变频器功率柜排风道内部隔离,使变频器干式变的热风经顶部轴流风机抽风后直接排至变频器室外,使变压器本体热量快速排出,保证散热效果。

1 高压变频器结构与原理

高压变频器的工作原理主要是将对电动机端输入的电源频率进行改变,用以实现对电动机速度的控制,本公司中使用的几种高压变频器在结构上是基本相同的,其中主要含有主电路以及控制电路部分[9]。

(1)高压变频器中主电路包含有移相变压器和功率调整模块两大部分,其中移相变压器选用的是强迫风冷干式变压器,此变压器一次侧使用的是 Y 型接法;二次侧使用的是延边三角型接法,相互之间有着一些相位差,此相位差主要是由变压器的电压等级和公路单元的数量所决定的。功率模块中的电源输入端分为 R、S、T 是由变压器低压部分三相电压所提供,在直流电源部分电容器的充电工作是由高功率三相二极管进行全波整流来完成的,在电容器上供给的电压主要是提供在 IGBT 上构成了 H 型单相逆变整流桥,使用 PWM 方式进行控制 Q1 ~ Q4 的通路以及断开,并且能够输出单相的宽脉冲调制波形。当其中的一个功率单元产生故障并且不能正常运行的时候,此单元和相关的单元将自动产生旁路。各个功率的模块在结构上是类似的,相互之间能够代替,其中典型的结构如图 2 所示。

(2)高压变频器的控制系统主要包含有主控系统以及电气控制系统两部分,其中主控系统中由光通讯电路板和主控电路板组成,其功能是主要完成模拟量的输入输出以及开关量的输入输出、控制信号的编码解码、系统故障诊断等。电气控制系统的组成由电源部分、逻辑控制部分、人机界面交互部分等,其主要功能是高压变频器控制系统信号的输入输出、信号处理、外部系统故障的检测以及外部通信等功能。

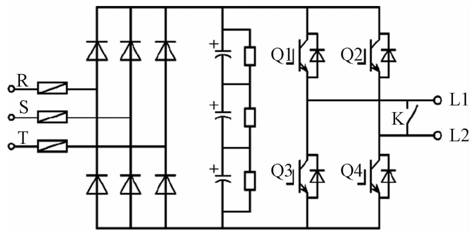

图 2 各功率模块典型结构图

Fig. 2 The typical structure diagram of each power module

2 变频改造实施方案

2.1 设备选型

云南大唐国际红河发电有限责任公司公司 300 MW 循环流化床锅炉二次风机由两台三相 6 kV,2 240 kW高压电动机拖动。二次风机电动机参数如表 1 所示。

表 1 二次风机电动机参数

Table 1 Secondary fan motor parameters

型号	额定功率/kW	额定电压/kV	额定电流/A	额定频率/Hz
KK—630—4W	2 240	6	257	50

由于循环流化床锅炉二次风机电机容量大,达 2 240 kW,国内外满足条件的厂家不多,经多方比较后选用利德华福公司的 HARSVERT—A06/270 变频器。配置上使用功率单元自动旁路功能等;冷却方式采用空-水冷。

2.2 电气动力配置及主接线图

主接线图如图 3 所示。其中,QF0 为改造前的二次风机电机电源开关,位于 6 kV 工作段, 改造后用作为风机电机电源总开关;QF1 为变频器高压侧输入开关,安装于就地控制柜内;QF2 为变频器输出侧开关,安装于就地控制柜内,QF3 为工频旁路开关,安装于就地控制柜内变频器变频运行时,QF1、QF2 闭合,QF3 断开。工频运行时,QF1 和 QF2 断开,QF3 闭合。QF1、QF2 与 QF3 间设置电气闭锁及五防闭锁。在 QF1、QF3 合闸时,QF1、QF2 禁止远方及就地合闸操作。QF2 与 QF1 任何一个开关合闸时,QF3 禁止远方及就地合闸操作。

2.3 变频器冷却方式[10]

由于变频器所驱动电机额定功率为 2 240 kW,变频器功率模块及变压器发热量很高,常规的风冷方式已无法满足需求,在多种方案统筹考虑后,选定使用了费用较低,冷却效果好的 BLH—CK 空—水

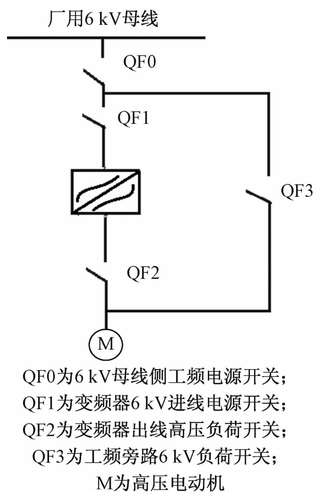

图 3　电气动力配置及主接线图

Fig. 3　Electric power configuration and main wiring diagram

冷冷却系统。冷却系统布置如图 4 所示。从变频器及变压器柜顶部出排出的热风,经过风管连接到内有固定水冷管的散热器中,散热器中通过温度≤33℃的冷却水,热风经过散热片时,与冷却水进行热交换,完成热交换后的冷风由空冷装置内的风机再次输送至变频器室内。通过这种冷却方式,变频器柜内的温度一般可以控制在 40 ℃左右,变压器运行温度一般在 50 ~ 60 ℃。空冷器要求必须安装在密闭环境中,为了提高冷却效果,安放设备的空间尽可能小。流入空冷器的水一般为工业循环水,循环水的 pH 控制在 0.7 ~ 0.75,并且水中无沉淀物及杂质;进水的压力调整范围为 0.25 ~ 0.35 MPa;回水压力值为 0.08 ~ 0.15 MPa(冷却装置关闭入水时回水压力),进水温度≤33 ℃。单台变频器的冷却水量为 26.4 t/h。

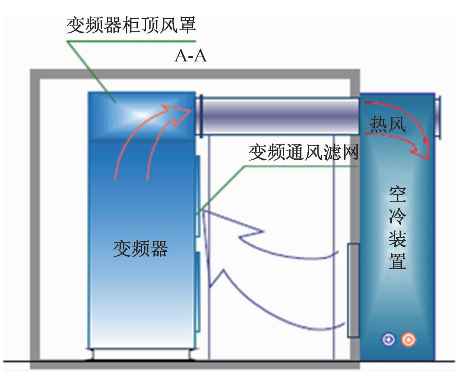

图 4　变频冷却方式示意图

Fig. 4　Schematic diagram of variable frequency cooling mode

为了实现将变频器干式变的排风口单独设置排风口,与变频器功率柜排风道内部隔离,使变频器干式变的热风经顶部轴流风机抽风后直接排至变频器室外,使变压器本体热量快速排出,保证散热效果。经过充分讨论,最终实施方案为:将原来变频器室内功率柜与变压器一体的散热风道在两个设备风道内部之间隔离、密封、堵死,在变频器室变压器一侧墙体合适位置处破孔,重新制作一段排风道与变压器侧原有风道打通连接,使风道口延伸至室外合适距离。这样就形成了变频器功率柜与变压器分别排风的情况,改变了原有存在混风、抢风的问题。

3　降温效果分析

改造前后各不同工况下,1、2 号炉二次风机变频器干式变压器绕组温度改造前后对比图,分别如图 5 和图 6 所示。环境温度为 28 ~ 30 ℃。

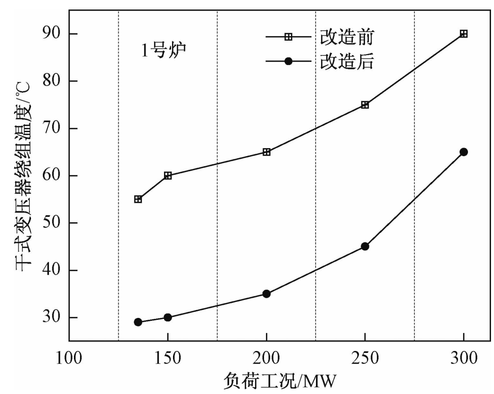

图 5　1 号炉改造前后对比图

Fig. 5　Contrast diagram of No. 1 boiler before and after transformation

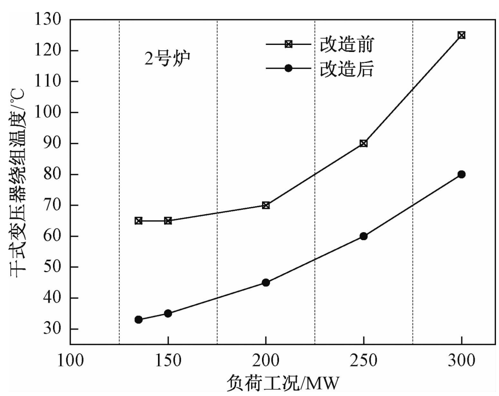

图 6　2 号炉改造前后对比图

Fig. 6　Contrast diagram of No. 2 boiler before and after transformation

通过改造前后的数据比较可以发现,二次风机变频器干式变在运行状态下的本体温度数值,有了明显降低,尤其在负荷处于 250 MW 以上情况下,降温效果最好。通过投运后至今检查、试验比较,各台变压器绕组绝缘性能没有劣化情况发生,改造达到了预定的效果,提高了变压器设备的安全可靠性。

4 结束语

本文针对2010年云南大唐国际红河发电有限责任公司在完成了1、2号炉1、2号二次风机变频改造后出现的变频器移相变压器运行中温度持续过高的问题,通过与厂家相关技术人员的深入沟通及针对原有设计的深入研究,有针对性的提出了降温方案。通过对比改造前后的温度数据发现:与改造前相比,改造后二次风机变频器干式变在运行状态下的本体温度数值,有了明显降低,通过投运后至今检查、试验比较,各台变压器绕组绝缘性能没有劣化情况发生,改造达到了预定的效果,提高了变压器设备的安全可靠性。

参 考 文 献

1 刘仕辉.高压变频装置在电厂中的应用情况探析.科技创新与应用,2012;23(1):146—147
Liu Shihui. Analysis of application of high voltage frequency conversion device in power plant. Technology Innovation and Application, 2012;23(1):146—147

2 杨家恺. 关于如何提高高压变频装置可靠性的思考. 科技展望, 2014;16(1):134—135
Yang Jiakai Consideration on how to improve the reliability of high-voltage inverter. Science and Technology,2014;16(1):134—135

3 陆海鹏,陈继和. 高压变频节能装置在热电厂引风机上的应用. 石油石化节能,2011;06(1):26—27
Lu haipeng, Chen jihe. Application of high voltage variable frequency energy saving device in induced draft fan of thermal power plant. Energy Conservation in Petroleum & Petrochemical Industry,2011;6(1) 26—27

4 李登峰. 高压变频器配套用移相整流变压器. 变频器世界, 2006;10(1)10—11
Li Dengfeng. Phase shift rectifier transformer for high-voltage inverter. The World of Inverters, 2006;10(1)10—11

5 武 创,李国峰. 高压变频器降温措施. 中国水泥,2014;6(1):105
Wu Chuang, Li Guofeng. Measures for lowering temperature of high-voltage converter. China Cement,2014;6(1):105

6 戴 悦.高压变频装置在电厂中的应用情况分析. 电力勘测设计,2006;6(1):53—56
Dai yue. Application analysis of high-voltage inverter in power plant. Electric Power Survey & Design, 2006;6(1):53—56

7 云南大唐国际红河发电有限责任公司.二次风机变频器改造可行性研究报告.可研报告编号:HH08-E1-06
Feasibility study report of secondary fan frequency converter of Yunnan Datang international red river power generation co., ltd..(Report number HH08-E1-06)

8 高压变频调速系统HARSVERT-A系列技术手册. 北京利德华福电气技术有限公司. 版本号:BLH B01-004.1
HARSVERT-ASeries technical manual of high voltage variable frequency speed regulation system. Beijing Lidl Hua fu electrical technology co., ltdVersion number BLH B01-004.1

9 徐甫荣. 高压变频调速技术应用实践. 北京:中国电力出版社,2007
Xu furong. Application practice of high voltage variable frequency speed regulation technology. Beijing:China Electric Power Press 2007

10 云南大唐国际红河发电有限责任公司. 二次风机高压变频空-水冷却系统设计. 利德华福电气技术有限公司. BLH-09126-04CSZ
Design document of secondary fan high pressure frequency conversion empty cooling system of Yunnan Datang international Honghe power generation co., ltd. Design document of Lidl electric technology co., ltd code BLH-09126-04CSZ

Research and Implementation of Cooling Scheme of 6 kV High Voltage Frequency Converter

ZHANG Yong-feng
(Yunnan Datang International Honghe Power Generation Co.,Ltd., Kaiyuan 661600, China)

[**Abstract**] It accomplished frequency regulating modification of secondary air fan motor of CFB boiler in Yunnan datang honghe power generation Co.,Ltd. in 2010,Inverter's type is HARSVERT-A06/270,which is the product of HARSVERT company, Mode of running is one running, another stand-by, mode of cooling is water air cooled. After modification, both regulating quality and effect of energy conservation are excellent, According to the frequency regulating modification of secondary air fan motor of CFB boiler in honghe power generation Co.,Ltd., it provides successful reference for modification of energy conservation in large CFB boiler units.

[**Key words**] phase-shifting transformer cooling transformation safety and stability