

# Upgrading and Transformation of High-Voltage Frequency Converter for Gas-Fired Boiler Fan

Bin Zhao

Shanghai Jinlian Heat and Electricity Co., Ltd., Shanghai, 201506, China

## Abstract

The 1#, 2# and 3# circulating fluidized bed boiler induced draft fan, primary air fan and secondary air fan inverters of Shanghai Jinlian Heat and Power Co., Ltd. are 10KV high-voltage inverters. Since the inverters have been put into operation, they have had low utilization rates and high failure rates, which have long been a problem that has troubled the safe and stable operation of the boiler equipment. The implementation of the clean energy replacement project will make natural gas the fuel for boiler combustion. The stable regulation of wind volume is crucial for boiler combustion, so the stability of the wind machine inverters needs to be improved. To solve the existing problems of the inverters, the induced draft fan, primary air fan and secondary air fan inverters were upgraded from the 296 control system to the 7058 control system. After the upgrade, the failure rate of the inverter control system was reduced, and the utilization rate was increased, solving the shortcomings of the old control system and better ensuring the safe operation of the boiler unit.

## Keywords

variable-frequency drive; control system; upgrade

## 燃气锅炉风机高压变频器升级改造

赵斌

上海金联热电有限公司, 中国·上海 201506

## 摘要

上海金联热电有限公司1#、2#、3#循环流化床锅炉引风机、一次风机、二次风机变频器为电压等级10KV的高压变频器,该变频器自公司投产以来存在投运率低,故障率高的问题,长期困扰锅炉设备的安全稳定运行。此次清洁能源替代项目的实施,天然气将作为锅炉燃烧的燃料,风量稳定调节对锅炉燃烧起着关键作用,因此需将几台风机变频器的稳定性提高。针对变频器的现有问题,对引风机、一次风机、二次风机变频器进行改造,将变频器控制系统由296控制系统升级为7058控制系统,改造后变频器控制系统故障率减少,投运率提高,解决了旧控制系统存在的不足,能够更好地保障锅炉机组的安全运行。

## 关键词

变频器; 控制系统; 改造

## 1 引言

随着中国经济技术的飞速发展,人们对日常生活、工作生产的质量标准的要求,日益提高。因此,环保愈来愈成为国民经济活动中的首要考虑条件。以上海金联热电有限公司采用天然气,这一当前世界上最为清洁的能源作为升级改造后锅炉燃烧供热的燃料,以替代易于排放烟尘、硫化物等有害气体,并且单位热值较低的传统煤炭燃料<sup>[1]</sup>。为了适应这样的变化,需要对原有的锅炉设备进行升级改造。

随着自动控制技术的迅速发展,高压大功率变频器技术不断成熟起来。在工业驱动控制领域,尤其是需要驱动大

功率电机提供动力、辅助生产活动的行业,应用高压大功率变频器不仅可以起到防止冲击电流的防护作用,还能实现易于操作与灵活的控制。高压大功率变频器在发展前期因转换效率不高,在实际应用中一直存在着能量转化效率待提升的节能问题。随着新型材料技术的发展和生产加工工艺的提,近年来通过使用一种薄膜材料制作而成的薄膜电容应用在高压大功率变频器中的整流滤波,实现了变频器效率转换的提升,并提高运行使用寿命,增强整机系统的稳定性<sup>[2]</sup>。

因此,高压大功率变频器目前已广泛应用于包括电力能源行业中的水泵、风机、压缩机等设备的驱动控制;动力运行行业中的电梯、起重设备,机车船舶等动力输出的控制。在能源的高效合理运用方面都得到了很好的实现,并取得行业从业人员的一致肯定,未来的发展应用前景依然广阔。

鉴于以上高压大功率变频器相关的技术发展水平,和在各领域内的应用现状。论文从实际应用出发,立足于实现

【作者简介】赵斌(1990-),男,中国浙江平湖人,本科,工程师,从事热电厂电气工程及其自动化专业方面的设计、运行、实验、管理及开发等研究。

清洁能源的高效率使用,引进新的驱动控制技术,通过对老型号高压变频器技术的升级与改造,不仅实现了降低变频器故障率,还大大提高了锅炉设备运行的稳定性、安全性。

## 2 项目介绍

上海金联热电有限公司(以下简称金联热电厂)创建于2007年3月,一期工程3台130t/h高温高压燃煤CFB锅炉,于2009年5月投产,二期热能综合利用技改项目新增1台B15MW背压式汽轮发电机组加1台B6MW背压式汽轮发电机组与1台B12MW背压式汽轮发电机组分别于2014年11月与2018年2月并网发电实现了热电联产。每台锅炉引风机、一次风机、二次风机均配置一台10kV高压变频器,所有变频器由东方日立电控设备有限公司生产,主控板采用DHVECTOL系列296控制系统。本次锅炉清洁能源替代技改项目,在现有厂内的南侧用地678m<sup>2</sup>增加一座天然气调压站。在现有锅炉原有场地将3台燃煤锅炉改造为天然气锅炉,原有风机及高压变频器利旧,将原一次风机设备命名改为送风机,二次风机设备命名改为再循环风机,引风机设备命名不变。

## 3 项目实施中存在问题

2009年5月,金联热电厂3台130t/h高温高压燃煤CFB锅炉开始投入运行,随之锅炉引风机、一次风机、二次风机变频器也开始运行、维护及检修工作。其间各风机变频器均发生了多次停机故障,故障主要以“主板重故障”“单元驱动故障”“单元通讯故障”、主板参数不能保存为主。据检修部设备台账统计,从2009年至2017年生产运行期间,三大风机变频器运行过程中故障次数累计达29次。几年来,随着相关工作经验的不断积累及与设备厂家技术人员不断交流学习,我们根据厂家的建议,结合当时该领域内的新技术新应用,采取了相应措施,包括改造高压变频器出风口位置提高变频器散热,加装工业制冷空调维持风机变频器室适宜温湿度<sup>[3]</sup>。虽然能够取得部分性能上的提升,但依然未能大幅度地改善设备整体运行效果。其中,变频器电路板件故障时有发生,并会直接导致风机故障跳闸,严重危害锅炉整体的稳定运行。后经与厂家沟通,了解我公司变频器整机制造已于2010年停产,功率单元及控制系统的主板、端子板、光通母板、光通子板、瞬停板等备件也已于2013年停止生产,若该设备今后这些部件损坏将无法进行更换维修。

## 4 改造方案

本着安全可靠、投入小、改动少的原则,对公司9台风机变频器进行升级改造,将296控制系统升级为性能较稳定的7058系统,拆下的板件可以作为未升级变频器备件使用,改造内容如下。

### 4.1 硬件改造(单台)

拆除现有控制系统的主板(296主板)、单元控制端子

板各1块、光通母板61块、光通子板48块、瞬停板、通讯光纤、触摸屏;更换为最新版本的控制系統(7058主板),包括主控板、通讯转接板、瞬停板、单元控制板、通讯光纤、触摸屏,同时增加PLC模拟量模块。

### 4.2 软件升级

将PLC软件、触摸屏软件升级到最新版本。

改造说明:本次改造是在原设备基础上进行,原设备的安装地点和位置不变,控制柜和单元柜的框架结构不变,电源进线和出线不变。

#### 4.2.1 改造方法

①变频器功率单元改造:拆装所有功率单元;改造功率单元回路及连线;升级功率单元控制板程序;功率单元清扫维护。

②变频器控制系统及二次回路改造:编写、修改PLC和触摸屏程序;控制系统结构设计,提供设计图纸;现场拆除原控制系统,安装新控制系统;现场控制回路改造及检查;现场控制回路送电调试。

③变频器与DCS的相关逻辑调试:检查信号接线;数字量信号打点,模拟量信号校准;变频器与高压开关柜之间的联锁回路调试;变频器在模拟运行状态与DCS进行信号传动。

④变频器调试:分体调试、空载调试、带负载调试。

#### 4.2.2 改造特点

①为了适应以天然气作为锅炉燃料,风量稳定调节对锅炉燃烧,贯彻执行清洁能源替代项目的实施。采用7058控制系统以实现主控PLC精确控制风量与燃气的比值,保证锅炉系统始终能够高效运行与安全可靠<sup>[4]</sup>。

②相较于296控制系统,7058控制系统集成度更高。主控系统包括专用高性能单片机为控制核心的主控板,内部集成EEPROM存储工程参数。系统采用主从式控制策略,使得老式296控制系统的并联多块板卡的连接方式集合在同一块主板中。意味着改造后主控板件只有1块,板件数量减少7块,并且只需要一块备用板件,维护费用低。

③7058控制系统的高集成度主要体现之处在于,只用一块板件便能够实现之前296控制系统中的主板、端子板、光通母板和光通子板的功能。控制系统改造后大大减少了板卡之间的连接点,也改变了原有复杂的光纤通讯方式,增强了系统运行的稳定性,降低了设备整体的故障率。7058控制系统处理能力也较以前有大幅提高。并提供具备光耦进行电气隔离的24路低速(1~24)开关量输入通道,和10路数字量输出通道,极大地扩展了系统的容量。

④7058控制系统采用光纤串联通讯技术,光纤连接数量较老系统减少,可同时向各个功率单元传输PWM信号,通信可靠性有所提高。改造后变频器通讯方式采用FPGA,通讯更加可靠,提高了设备的可用率。

⑤改造后的7058控制系统,拥有人性化的人机操作界

面,通过触屏的方式实现了包括开启、停机、复位、参数设定和数据查询等功能。在7058系统控制下,变频器运行的可靠性得到了很大增强,燃气锅炉运行的稳定性得到了很大提升,减少了由变频器故障引起的锅炉机组停运事故。

## 5 改造效果及经济效益

### 5.1 运行情况对比

截至2017年6月,金联热电厂设备技术管理人员根据公司历年检修设备台账整理,以表格的形式对改造前的296控制系统下的锅炉设备整体运行情况,进行分门别类的汇总统计,得到表1内容。

表1 改造前风机变频器运行统计表

296 控制系统 (改造前)	画面显示 故障率	数据传输 故障率	能耗 故障率	总体 故障率
1# 引风机变频器	17%	21%	15%	17.7%
1# 一次风机变频器	15%	18%	19%	17.3%
1# 二次风机变频器	20%	16%	19%	18.3%
2# 引风机变频器	14%	19%	21%	18%
2# 一次风机变频器	17%	20%	19%	18.7%
2# 二次风机变频器	18%	16%	20%	18%
3# 引风机变频器	18%	20%	16%	17.7%
3# 一次风机变频器	16%	18%	20%	18%
3# 二次风机变频器	19%	15%	18%	17.3%

通过表1中所罗列出的故障数据,可以很好地得出历年设备故障主要集中在画面显示、数据传输、能耗等方面。有鉴于此,本次升级改造就是重点针对以上部分。

通过清洁能源煤改气项目的实施完成,对风机变频器更换新的型号,并采用较为先进的7058控制系统。通过对每台变频器试运行,变频器各项参数及性能指标无异常。截至2018年7月,经过改造的变频器投用率100%,故障率0%,稳定运行。

此次煤改气项目的实施基本解决了之前设备运行中的故障问题,提高了设备运行的稳定性,提升了锅炉机组的生产效率。

### 5.2 经济效益对比

通过公司台账了解到,改造前的锅炉设备在2009年至2017年生产运行期间由于变频器故障频发,使得锅炉生产运行受到极大的影响,严重时甚至导致锅炉停运。此时需启用备用锅炉维持热用户蒸汽持续供应。因此,在升炉及热用户蒸汽需求这块成本逐年居高不下。而升级改造后的锅炉设备,在7058系统控制下的变频器始终正常运行,并保持最佳的节能效果。因此,改造后的变频器投用率及故障率双双达标,相比改造之前所产生的经济效益可观,同时保障了热用户稳定的供应,带来了显著的社会效益<sup>[5]</sup>。

## 6 结语

通过对金联热电厂引风机、一次风机、二次风机变频器进行升级改造,从本质上解决了风机变频器投用率低、故障率高等的问题,提高了燃气锅炉设备运行中的稳定性,节约了后期所要持续投入的大量维护成本,经济效益显著。论文所采用的有针对性的分析与改造方法,可为同类型变频器使用厂家提供借鉴与参考。

### 参考文献

- [1] 刘爽.燃煤锅炉与燃气锅炉的节能环保分析[J].城市建设理论研究,2016(8):718.
- [2] 陈永真.用作变频器与逆变器的整流滤波电容器的薄膜电容器[J].电源世界,2008(2):68-70.
- [3] 鲍卫宁,郭建华,尹宾.浅谈变频器散热技术的发展现状[J].变频器世界,2011(5):94-95.
- [4] 徐志斌,王培云,李思杨.燃气热水锅炉负荷调节控制系统的设计[J].工业炉,2014(6):45-47.
- [5] 陈慈平,于航,李继领.某厂燃煤锅炉改造为燃气锅炉的可行性分析[J].上海节能,2010(6):40-43.