

工业汽轮机调速系统存在问题及改造

李 杨

(首钢新钢动力厂 北京 100041)

【摘要】首钢新钢动力厂对多年前引进的工业汽轮机的调速系统进行了改造，解决了引进设备的老化问题和备件供应问题，并降低了机组能耗。

【关键词】工业汽轮机 液压传动 调速 改造

【中图分类号】TK264.2

【文献标识码】B

【文章编号】1006-6764(2002)06-0053-03

Problems and Transformation of the Speed Governing System of Industrial Turbines

LI Yang

(New Steel Power Plant, Shoudu Iron & Steel Co. Ltd., Beijing 100041, China)

【Abstract】 An introduction was made on the transformation of the speed governing system of industrial turbines imported by the Xinggang Power Plant of Shougang Iron & Steel Co. Ltd. many years ago. It solved the problems of the imported equipment's ageing and parts supply, and reduced energy consumption of the turbines.

【Key words】 industrial turbine; hydraulic transmission; speed governing; transformation

1 前言

随着我国冶金工业的不断发展，炼铁高炉也不断地向大型化、自动化和现代化的方向发展。因此，对于与之配套的高炉鼓风机的各项技术指标要求也就越来越严格。但是我国在上个世纪七八十年代引进的大批汽轮鼓风机却已服役了二三十年，逐渐进入了设备的老化期，设备缺陷、备品备件的供应等问题日益突出。首钢新钢动力厂的2#汽轮鼓风机目前是首钢公司二高炉供风的主力机组，建成投产于1978年，由前西德GHH公司引进的复合式高炉鼓风机组，由可调转速的工业汽轮机拖动，其调速系统是一个比较复杂的机械液压控制系统。众所周知，调速系统是控制工业汽轮机的关键设备，其性能则直接影响着高炉鼓风机的出力。

该风机投产已有20余年，汽轮机调速系统的各部零件均有不同程度的磨损，由于设备的专用性，国内的零配件无法满足需要，而进口的备品、备件又难于解决（德国GHH公司已不再生产该系统）。因此，2号风机的调速系统波动问题近些年来一直是困扰我们的一个严重问题。

2 改造的目的

多年来2#风机就存在着调速波动，甚至失灵的

万方数据

现象，为了能够维持运行，一般采用将调速汽门支起，而用主汽门手动调节的方法，这就会在主汽门上产生很大的节流损失，导致机组能耗大大超标。

经有关单位对现场设备进行联合调研和分析，认为2号风机的原有调速系统由于磨损和老化，以及备件的供应等问题，已经没有修复的价值，只能进行整个系统的彻底改造。考察认为目前国际上的工业汽轮机调速系统正在逐步采用电液控制系统，其优点是控制精度及灵敏度均较高；易于实现调速系统的计算机自动控制；维护量较低；对油品清洁度等技术指标的要求也相对较低。因此，通过采用智能电液调速控制系统，可使该风机技术水平上一个档次，解决多年以来给二高炉供风不稳定的问题。

3 基本结构和功能

经过调研，在2#风机的电液调速系统中，核心设备采用了美国WOODWARD PEAK 150智能电子调速器和德国VOITH电液转换器。

2#风机调速系统的基本结构：由测速探头测得机组的实际转速，其值与设定转速进行比较，用其偏差对汽轮机调速汽阀进行控制，从而使机组转速达到稳定，2#风机调速系统原理图见图1。

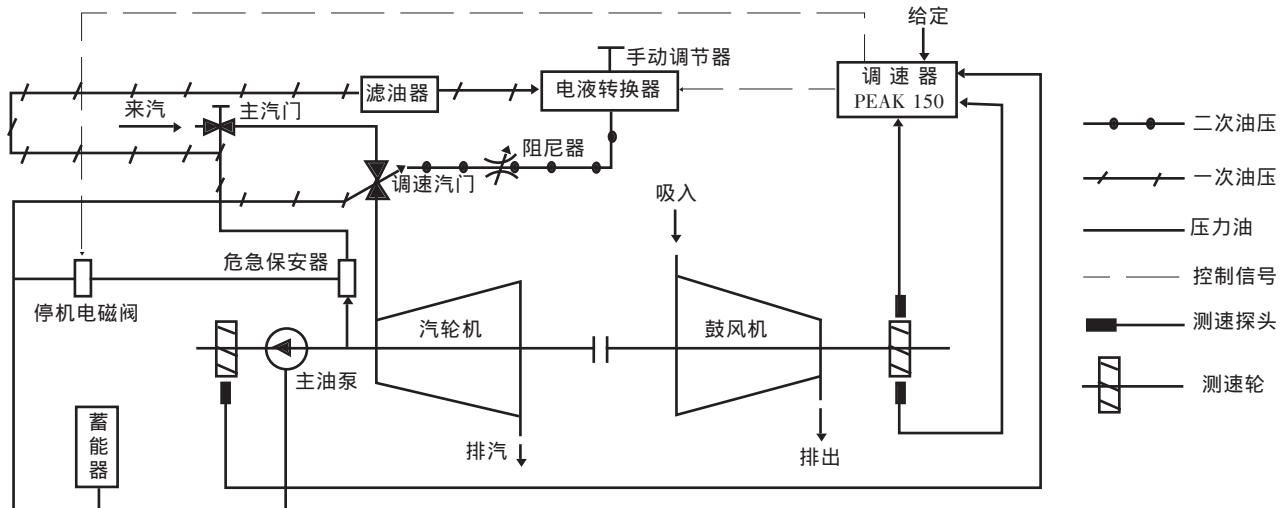


图 1 2#负机调速系统原理图

4 2#风机的主要技术参数

汽轮机型号：TRD9/180 单缸反动凝汽式工业汽轮机

额定功率 :11 100 – 17 245 kW

额定转速 4 510 r/min

转速调整范围 3 000 ~ 5 000 r/min

临界转速 汽轮机 2 530 r/min 风机 2 030 r/min,

机械跳闸转速 5 320 r/min

自动跳闸转速 5 100 r/min(改造后增加)

转速控制精度：NEMA D (改造后所要求的标准)

5 2#风机调速系统改造的主要设备

5.1 美国 WOODWARD PEAK 150 调速器 1 台

PLC 控制器, 具有如下优点: 精度、灵敏性均较高, 可编程, 易于计算机控制, 可防止误操作。

5.2 德国 VOITH 电液转换器及其组合装置 1 套

压力转换范围 0 ~ 0.5 MPa, 具有如下优点: 对油品的清洁度要求较低, 维护量较小。

5.3 精密滤油器 1 组(两台)

过滤精度 25 μm

5.4 转速传感器三件

5.5 模拟转速表 2 件

5.6 UPS 不间断电源 1 台

DC24 V 功率 300 W 时间 15 min

5.7 蓄能器

容积 40 L 介质 氮气

6 调试和实际应用

2#风机调速系统的改造于 2000 年 1 月份完成, 并完全达到了预期目标。

6.1 提高了机组运行的安全稳定性

6.1.1 按照协议要求, 调速系统在工作范围内应能达到 NEMA D 级转速控制的要求, 即应达到 $4 510 \pm 7 \text{ r/min}$, 而实际达到了 $4 510 \pm 5 \text{ r/min}$ 。

6.1.2 在汽轮机转速为 5 100 r/min 处设置了自动跳闸保护, 即在原有的机械跳闸 (5 320 r/min) 之前设置了新的电子跳闸保护, 达到了双保险的要求。

6.2 在汽轮机侧恢复了转速监测, 方便了设备检修和调试, 提高了对设备故障的控制水平。

6.3 通过这次改造的核心部件——WOOD WARD PEAK150 调速器, 设置了暖机/目标程序, 即开发了自动暖机/开机程序, 降低了工人的劳动强度, 简化了开机操作, 提高了设备运行水平。

6.4 通过设备修复, 解决了原有调速汽门的漏油和波动等问题。

6.5 在调试过程中, 发现控制油压不稳, 故安装了蓄能器稳定了控制油系统的油压, 提高了控制系统工作的稳定性。

6.6 由于 2#风机调速汽门型线磨损, 造成四个调速汽门配匹存在一定问题。在调试中, 我们采取了增加速度迟缓率的办法, 解决了该系统出现的转速变动过快现象。

7 经济效益

经过两年的运行考验后, 我们对 2#风机调速系统改造的经济效益进行了核算, 以改造前的 1999 年 2 月份和改造后的 2001 年 2 月份为例, 进行同期的数据对比:

(1) 1999 年 2 月份:

风压 0.312 ~ 0.348 MPa, (下转第 57 页)

3.4.2 无损探伤

焊接完毕 24 h 后,对焊缝作无损探伤,探伤方法是:

(1) 对焊缝进行 100% 的超声波探伤,探伤标准执行 JB1152-81《锅炉钢制压力容器对接焊缝超声波探伤》的规定,质量不低于 I 级为合格。

(2) 超声波探伤合格后,依据 DL440-91《在役电站锅炉汽包检验、评定及处理规程》第 4.22 条规定,对焊缝进行 25% 的 χ 射线探伤,其质量标准执行 GB3323-87《钢熔化焊接接头射线照相和质量分级》,射线照相的质量要求不低于 A、B 级,焊缝质量不低于 II 级为合格。

3.4.3 超声波和射线探伤合格后,对焊缝还应进行硬度测定,硬度测定的合格标准是:热处理后焊缝及热影响区金属有布氏硬度(HB)不应超过母材的布氏硬度值加 100,且大于 300。

3.5 对焊工的要求

3.5.1 施焊人员必须持有效的锅炉压力容器焊接合格证书,并有相应施焊部位的焊接合格项目,方可施焊。

3.5.2 实际施焊前,施焊人员应按照“焊接工艺指导书”的要求,进行模拟焊接,模拟焊接合格后,方可进行正式施焊。

3.5.3 焊接完毕,在施焊部位打上低应力的焊工钢印号。

4 结论

通过对 4# 锅炉汽包焊缝缺陷的原因分析和处理,不仅可以预防锅炉汽包焊缝缺陷的产生,而且采用手工电弧焊对汽包焊缝的缺陷进行处理是行之有效的方法。

收稿日期 2002-04-16

作者简介

康天明(1964-),男,大专,工程师,现从事特种设备压力容器、压力管道的技术管理工作。

(上接第 54 页)

风量 3 120~3 300 m^3/min ,

主汽门前汽压 2.2~2.3 MPa,

汽量 46~48 t/h

(2) 2001 年 2 月份

风压 0.325~0.345 MPa,

风量 3 250~3 500 m^3/min ,

主汽门前汽压 2.9~3.0 MPa,

汽量 42~44.3 t/h;

综上所述,在 1999 年 2 月份中,平均风压:

0.33 MPa,平均风量:3 210 m^3/min ,主汽门前平均汽压:2.25 MPa;而在同期的 2001 年 2 月份中,平均风压:0.335 MPa,平均风量:3 375 m^3/min ,主汽门前平均汽压:2.95 MPa。由此可见,在改造后机组负荷相对较大的情况下,由于主汽门前汽压升高,节流损失减少,而使机组比改造前的汽耗量仍有大幅度降低。

按照改造后 2001 年 2 月份的最大汽量:44.3 t/h 计,改造前则按照 1999 年 2 月份的最小汽量:46 t/h 计,每年按 2 号风机正常运行 300 天计,每

吨中压蒸汽按 65 元计,则较为保守的年经济效益为:

$300 \times 65 \times (46 - 44.3) \times 24 = 79.56$ 万元/年

一套调速装置的建设费用约为 48 万元,因此,可以于当年收回投资。

8 结束语

本项目的改造实施大大提高了 2# 风机运行的安全稳定性,并降低了能耗,取得了较大的经济效益。经统计,可于当年收回改造所需的资金投入,并做到当年有盈余。

目前我国引进国外的汽轮鼓风机较多,经过多年的运行,设备老化比较严重,此外,由于国外设备的更新换代较快,因此备品、备件的供应也是一个难题。2# 风机调速系统的改造具有推广价值和意义。

收稿日期 2002-06-25

作者简介

李杨(1965-),男,1988 年毕业于西安交通大学动力机械工程专业,2000 年毕业于东北大学控制工程专业,硕士,高级工程师。现主要从事动力设备管理工作。