

重庆公司万州电厂#2炉一次风动态自适应控制 关键技术的研究及应用

高 红 王国琛 杨帅伟

国能重庆万州电力有限责任公司 重庆 404100

摘 要: 随着对环境保护、经济性要求的不断提高,迫切需要对燃煤电厂燃烧进行优化以提高燃烧效率,在安全稳定可靠的条件下,最大化做到节能减排。在对多数发电企业进行调研分析发现许多发电企业在实际生产的过程中,制粉系统耗电率偏高、制粉系统自动调节品质差,影响锅炉效率等问题。通过进一步深入研究分析,主要原因是:受磨煤机一次风量测量准确性的影响;机组深度调峰调频,中低负荷运行工况运行时间长,经济效率低;多数辅机设备通常处于低负荷及变工况状态下运行,生产中出现了能耗高,响应慢、调节性能不佳等情况。当前形势下,机组中低负荷运行时间增加,偏离额定工况,导致锅炉效率下降,同时机组也经常深度调峰调频,原有的调节方式无法适应要求;煤种多变,偏离设计煤种,对燃烧也存在较大的影响等,这些是目前在役机组普遍存在的问题。

关键词: 锅炉; 一次风; 风煤比; 节能

Research and application of key technology of Primary Air Dynamic adaptive Control for #2 Furnace of Chongqing Wanzhou Power Plant

Hong Gao, Guochen Wang, Shuaiwei Yang

Chongqing Wanzhou Electric Power Co., LTD., Chongqing 404100

Abstract: With the continuous improvement of environmental protection and economic requirements, it is urgent to optimize the combustion of coal-fired power plants to improve combustion efficiency, and maximize energy conservation and emission reduction under the condition of safety, stability and reliability. In the research and analysis of the majority of power generation enterprises found that many power generation enterprises in the actual production process, the power consumption rate of the pulverizing system is high, the quality of the automatic adjustment of the pulverizing system is poor, affecting the boiler efficiency and other problems. Through further research and analysis, the main reasons are: affected by the accuracy of coal mill primary air volume measurement; Unit depth peak and frequency modulation, medium and low load operating conditions long running time, low economic efficiency; Most auxiliary equipment usually runs under low load and variable working condition, and high energy consumption, slow response and poor regulation performance appear in production. Under the current situation, the operating time of the unit under low load increases and deviates from the rated operating condition, which leads to the boiler efficiency decline. At the same time, the unit often has deep peak and frequency modulation, and the original regulation mode can not meet the requirements. Coal variety, deviation from the design of coal, also have a greater impact on combustion, these are currently in service units universal problems.

Keywords: Boiler; Once the wind; The wind coal ratio; Energy saving

引言:

本文分析了重庆万州电厂#2机组一次风全过程动态自适应智能控制系统项目,包括系统、控制、算法的设计、性能、结构、安全、安装、调试等方面的要求。并针对关键技术的研究进行分析和探讨。

一、#2锅炉运行情况

1.项目概况

万州电厂#2锅炉为东方电气集团东方锅炉有限公司生产的1050MW超临界压力、变压直流炉、对冲燃烧方式、固态排渣、单炉膛、一次再热、平衡通风、露天布置、全钢构架、全悬吊 π 型结构。

制粉系统为中速磨(ZGM123G)正压直吹式制粉系统,配置6台中速磨煤机,其中5台运行,1台备用。每台炉配置两台成都凯风机厂的双叶动可调一次风机,额定功率3300kW,额定电流226.5A。DCS系统为ABB Symphony Plus(S+)系统,其控制器通讯协议采用MODBUS TCP/IP协议。

根据万州电厂常用煤种,在保证锅炉机组安全的前提下自动寻找最优控制,从而达到减少一次风系统阻力损失,降低一次风机耗电量。同时考虑机组在中低负荷时快速升降负荷的需求,以满足机组调峰调频的考核标准,提高系统的自动调节品质。

2.控制原理

一次风的影响主要有两个:煤粉的烘干和输送。一次风温是否与磨煤机的干燥出力相匹配的,一次风压对磨煤机煤粉的细度有很大的影响,从而决定了煤粉的着火和火焰刚度。如果一次风压太大,磨煤机的磨耗和煤粉颗粒的粗大会导致煤粉的着火延迟,使其不能完全燃烧,从而使锅炉的效率下降,严重时会对烟道的安全造成不利的影 响;当一次风压较低时,风粉的流动速度会下降,煤粉的运载能力会下降,从而造成磨煤机的堵塞、粉管阻塞,从而引起回火的爆燃,造成燃烧装置的破坏^[1-2]。

通过对一次风和制粉系统的阻力的观测,发现在锅炉满载状态下,在热主管压力控制在10kPa左右的条件下,磨煤机进口风压通常小于8kPa,磨煤机的风门挡板节流现象比较严重。结果表明,一次风门的节流损耗较大,从而减少了一次风门的节流损耗,从而使一次风机电流下降,具有显著的节能效果。根据磨煤机冷热空气挡板的工作状况,通过调节一次风主管的压力来实现一次风机系统的节能控制。

一次风的节电技术是依据磨煤机入口冷风阀的开度

动态控制一次风主管的压力。在一台磨煤机热风门开度100%后,一次风主管的压力降到了最低,一次风机的电流和功率也达到了这个极限^[3],在加、减负荷的情况下,一次风门可以通过增大一次风机的出力来调整一次风流量,同时磨煤机风门总是保持完全打开。为了确保制粉系统和一次风机的安全,对一次风母管的压力设置了一个上下限,以防止一次风母管的压力太低而引起的制粉系统爆燃、出力不足、一次风母管压力过高造成一次风机过负荷或风机出现失速现象。

二、项目实施方案

以工程热物理和热动力为理论基础,吸取全国在役机组一次风控制系统的各自的优化经验及特点,采用先进的进口控制设备,如研华、GE、AB等自动化控制产品,经自主开发相应的控制功能模块:形成具有控制功能完善、界面友好、维护方便、高可靠的智能控制系统。通过设计数据分析-技术方案制定-现场试验及数据分析的技术路线进行实施。

智能专家控制系统关键技术:应用人工智能技术,根据专家提供的知识与经验进行推理与判断,模拟人类专家的决策过程,处理高难度、复杂的问题。能编制高级功能模块,实现智能高级控制,弥补DCS系统的控制功能的不足。IEC控制器能执行上位机提交的各种控制策略要求,并能用于对机组进行实时闭环控制。

1.技术路线

根据机组被控对象特性分析结果,针对性设计基于先进控制技术的一次风系统优化控制方案。利用机组停机会,完成优化方案的现场安装、调试、组态逻辑修改工作。机组启动后,进行一次风优化控制系统热态调试工作,逐步投入一次风优化控制系统的各项控制功能,并进行必要的扰动试验,以检验优化后一次风调节系统功能。

2.智能专家系统安全性保障措施

与DCS通信,并能与DCS实现数据交换,有与DCS相关逻辑跟踪功能。能实现相互跟踪功能,系统投切时能实现无扰切换。DCS控制层逻辑修改方案包括如跟踪方式、切换方式等细节内容均在DCS控制层组态逻辑中完成。设有DCS自检回路,DCS检测IEC信号是否处于正常工作状态。

3.效益

改造后与改造前相比,554MW负荷工况下,在当值运行的煤种条件及负荷的工况下,热风门开度保持在39%-56%之间,如果投入一次风动态自寻优控制后,根

据负荷及给煤率,通过系统自寻优控制,在保证风量及风速的条件下,预计可下降一次风压约0.5~1.2kPa。通过自寻优方式,预计一次风机总电流可下降16A左右。直接减少一次风系统阻力,降低风机电耗,从而降低厂用电。按照全年70%~75%的负荷率,全年预计一次风机总电流平均可下降12~16A左右,按照单机年运行5000h计算,预期一次风机直接经济效益贡献值约为48.3万元,使机组煤耗降低0.2g/kWh以上。

三、DCS控制系统升级及控制优化

1. 系统更新后,主要性能指标

(1) 将DCS系统升级至CENTUM-VPR6的DCS系统,而HIS操作站和EWS工程师站则使用Windows7的长效版OS系统,解决了DCS系统硬件不支持的问题,便于日常维护。

(2) 将DCS系统升级至CENTUM-VPR6,操作系统是微软视窗7操作系统。屏幕是256种颜色,分辨率1280x1024。支持快速更新,速度为1s,支持3D图像,使图像更真实、更生动。

(3) CENTUM-VPR6在安全性、操控效率上超过CS3000。流程图配置工具对涡轮机的新输入输出模块和新的现场控制站进行了更新和开发。

(4) CENTUMV在确保与以前的CENTUM体系兼容和一致性的基础上,对生产控制系统的作用进行了再定义。

(5) 新HIS的每一个屏幕的信息量是以前的4倍(视图集功能),可以同时显示过程、安全和设备信息。有关的资讯可以进行分组展示,并配备CAMS的功能,以明确重要的警告。计算速度比以前快了一倍,节省了60%的时间。明确的重要信息,使得操作员能够快速地将所需的信息联系起来,并将所需的信息减少到最少。

(6) 最多5个视窗(视图)被同时显示,增强了趋势性显示的能力。动态概貌设置(背景和笔色等);参考模式重叠;能够在同一时间内同时显示不同的数据,并能显示多个指标标记;各种图例(栅栏格、浮游、棍子);可以将趋势图表作为Bitmap文件输出;可以基于时间或状况来选择要显示的趋势数据(包括长期趋势),而不依赖于趋势区块文件;不同于将所有的数据都呈现在一个单一的趋势窗口中,每一笔/每一数据都可以呈现不同的趋势。(分层函数);趋势采集功能与CENTUMCS3000R3类似,8支/组,16支/支,50支/支/支,最多26支由自己的HIS采集,其余由HIS提供。1s/10s的趋势是8个,每笔2880个,并且可以通过长期的趋势集

合来扩展^[4-5]。

2. 关键技术

系统功能的完善,不能影响原有的控制功能,更不能减低原有的调节品质。IEC控制系统可以利用编程语言编写各种控制功能模块。能与DCS通信,并能与DCS实现数据交换,有与DCS相关逻辑跟踪功能。组态并修改DCS有关逻辑及参数,保证控制逻辑的完整性及安全、稳定性。组态DCS监控画面,融入相关的控制界面,能兼顾一次风量及磨煤机出口温度控制系统的控制及品质要求。

系统能快速响应机组负荷变化的调节功能要求。系统投运时,确保动态分离器的安全运行,不能因风量调整导致磨煤机堵塞。系统投运后,能确保机组安全,能提高一次风控制系统的调节品质。能达到节省煤耗的要求,机组发电煤耗节省量不少于0.2g/kwh。

为确保磨煤机安全运行,系统调试投运,应确保在降低一次风炉膛差压下限值过程中,密封风磨碗差压控制不低于跳闸值。保证机组安全、稳定、可靠的条件下求取一次风母管压力最低控制设定值。

四、DCS控制系统构成

火力发电厂DCS系统集成计算机、系统控制、多媒体技术、网络通信技术于一体,可以实现火力发电厂的全过程控制与管理。DCS系统在电厂中的广泛使用,使其能自动检测、控制、报警和自动保护,从而达到对机组运行的自动控制。

1. 硬件设计

DCS系统的硬件部分包括:应用系统的管理、运行、现场控制、通讯网络。应用系统的运行管理站包括工程师站、操作站、历史数据站等多种功能。

2. 软件设计

DCS软件系统是DCS系统的关键组成部分之一。与常规模拟仪表控制系统不同,数字化的控制系统主要依靠软件实现各种控制功能,可以说,DCS的硬件只提供了软件运行的平台,而DCS要实现什么功能,完成什么控制,完全靠软件才能实现。

五、结束语

对竖炉原有DCS集散控制系统,进行设备升级,降低了系统的故障率,同时提高了画面显示、运行操作速度,与外系统的通信周期也相应缩短。同时维护人员也控制系统进行了优化,调整参数设置,修改不合理逻辑,在提高球团矿氧化速度、降低球返粉、提高球团矿产量、减少煤气消耗等方面效果明显。

1. 经济效益

(1) 改造后与改造前相比, 554MW 负荷工况下, 在当值运行的煤种条件及负荷的工况下, 热风门开度保持在 39%~56% 之间, 如果投入一次风动态自寻优控制后, 根据负荷及给煤率, 通过系统自寻优控制, 在保证风量及风速的条件下, 预计可下降一次风压约 0.5~1.2kPa。通过自寻优方式, 预计一次风机总电流可下降 16A 左右。按照全年 70%~75% 的负荷率, 全年预计一次风机总电流平均可下降 12~16A 左右, 按照单机年运行 5000h 计算, 预期一次风机直接经济效益贡献值约为 48.3 万元。(2) 提高锅炉经济性, 使机组煤耗降低 0.2g/kWh 以上, 满足机组在调峰负荷范围内的安全稳定运行, 使锅炉的运行指标达到综合最优。

2. 社会效益

(1) 符合当下《“十三五”节能减排综合工作方案》工作要求, 为公司乃至集团顺利完成节能指标做好基础工作。(2) 该项目可降低电耗的同时, 也大大提高一次风调节品质, 使得锅炉燃烧更经济、更安全, 减少 No_x、飞灰可燃等排放。

参考文献:

[1] 谢亚楠. 磨煤机一次风量测量改进优化[J]. 工业控

制计算机, 2019, 32(11): 111-115.

[2] 申世武, 黄盛声, 廖峰峰, 黄小刚. 2032 热轧线 L1/L2 控制系统升级及精轧板形控制优化[J]. 金属世界, 2019(01): 72-75.

[3] 刘震. DCS 控制系统升级及控制优化[J]. 天津冶金, 2018(S1): 95-98.

[4] 杨彪, 杨博, 曾壁群, 陈韶华. 1000MW 燃煤锅炉一次风节能技术及应用[J]. 发电设备, 2017, 31(04): 286-289.

[5] 刘拥军, 冯仁海. 300MW 燃煤锅炉一次风自适应调温节能技术的研究与应用[J]. 华电技术, 2015, 37(12): 21-24.

[6] 周超. DF100A 型短波广播发射机自动控制系统运行图处理功能的优化升级[J]. 广播电视信息, 2021, 28(06): 68-73.

[7] 肖腾洲. 西门子控制系统优化重组的技术实践——本钢板材炼铁厂煤粉车间 SIEMENS 控制系统升级改造[J]. 数字技术与应用, 2014(02): 4.

[8] 董海亮, 周海峰, 张跃等. 1# 竖炉控制系统升级优化研究与应用[C]. 2013 年河北省炼铁技术暨学术年会论文集, 2013: 145-148.