

热电厂锅炉干式除渣改造效益初探

臧义纯 郑沧海 赵金泉

国能太仓发电有限公司 江苏苏州 215400

摘要: 热电厂锅炉的原除渣系统, 主要对传统的水力除渣方式进行采用。但水力除渣系统在实际运行过程中还存在一些问题, 因此需要对其进行干式除渣改造, 合理运用干除渣技术, 以此来提升热电厂锅炉的除渣效果。本文针对热电厂锅炉干式除渣改造效益展开分析, 以国能太仓发电有限公司 2×630MW 机组锅炉干排渣改造项目为例, 介绍了项目概况, 探讨了锅炉干式除渣改造的技术要求, 并进行具体的性能验收试验。通过实践可以表明, 在对热电厂锅炉进行改造后, 干式除渣系统的运行十分稳定和可靠, 可以起到明显的节能降耗效益。

关键词: 热电厂锅炉; 干式除渣改造; 效益分析

Preliminary study on the efficiency of dry slag removal reformation of boiler in thermal power plant

Yichun Zang, Canghai Zheng, Jinquan Zhao

Guoneng Taicang Power Generation Co., LTD., Qingdao, Shandong 215400

Abstract: The traditional hydraulic slagging method is mainly used in the original slagging system of boiler in thermal power plant. However, there are still some problems in the actual operation of hydraulic slag removal system, so it is necessary to carry on the dry slag removal transformation, rational use of dry slag removal technology, in order to improve the slag removal effect of thermal power plant boiler. In this paper, the benefit of dry slagging transformation of boiler in thermal power plant is analyzed. Taking the 2×630MW boiler dry slagging transformation project of Guoneng Taicang Power Generation Co., Ltd. as an example, the project overview is introduced, the technical requirements of dry slagging transformation of boiler are discussed, and the specific performance acceptance test is carried out. Through practice, it can be shown that the dry slag removal system runs stably and reliably after reforming the boiler of thermal power plant, and can play a significant role in saving energy and reducing consumption.

Keywords: Thermal power plant boiler; Dry slag removal transformation; Benefit analysis

热电厂需要明确干式除渣技术的应用原理和系统组成, 并根据除渣设备的发展现状, 有效创新干除渣技术, 结合热电厂实际情况来制定干式除渣改造方案, 深入分析除渣改造效益, 以此来保证除渣系统的安全稳定运行, 实现热电厂的节能降耗目标。

一、项目概况

1. 电厂规模

国能太仓发电有限公司位于我国江苏省太仓市的港口开发区, 南接上海, 东临长江。目前, 全场共有两台 630MW 超临界机组, 其总装机容量为 1260MW。电厂内的发电机、锅炉以及汽轮机分别由上海汽轮机有限公司、上海汽轮机有限公司、上海锅炉厂有限公司进行设计与制造。汽轮机的型号为 N630-24.2/566/566 型超临界、一次中间再热、单轴、三缸四排汽、反动凝汽式汽轮机, 而 DCS 控制系统则主要对上海 FOXBORO 公司的 1/A 系统进行采用。

2. 工程地质

首先, 针对地基土的物理力学性质展开分析, 厂区的的海地形相对平坦, 地势比较低, 地面高程通常为 2.55-3.90 米。由于受到长江冲击作用, 以及人类活动所带来的影响, 因此河沟纵横, 水系发育良好。地貌单元为河口三角洲厂区地层, 属于第四纪地层, 主要由长江三角洲河口的沉积物所形成。厂区地层由上到下, 分别由粉质粘土、淤泥质粉质粘土、粉土、粉砂等所组成。其次, 针对场地土以及地震烈度进行分析, 场地土主要为软弱土, 属于 IV 类场地。结合场地的地震安全性评价工作报告可知, 厂址区在未来 50 年超越概率为 10% 的基岩水平向峰值加速度为 0.10g, 地震的基本烈度为 7 度。通过具体勘测, 可发现厂区 20 米深度范围内并无粉土与砂土。

3. 现场条件

对于锅炉排渣系统, 其主要对水力除渣进行采用, 从炉膛上所落下的炉渣, 在经过水淬化之后, 可在炉膛下的水浸式渣斗当中贮存, 并定期对炉渣进行破碎, 主要使用碎渣机。在这之后可通过水力喷射器将其向泵房

前的中转仓进行输送,之后由渣泵向脱水仓输送。水浸式的渣斗,其溢流水可以通过管道流入到渣泵房前的溢流水池当中,并通过泵输送到高效浓缩机当中。该项目的炉底渣处理系统,需要改造为风冷式干渣机、碎渣机、渣仓相结合连续排渣方案,每台锅炉需要对一台风冷式干燥机进行设置,在冷却之后炉底渣可以通过碎渣机的破碎处理,在渣仓内有效储存。而渣仓当中所破碎的干渣,则可利用密闭式自卸车将其在干渣磨制系统当中进行运送,从而对其进行进一步磨制处理。干式排渣项目 75kw 以上的电动机负荷,需要从原除灰 PC 段对电源进行引接,而其余负荷则需锅炉 MCC 进行引接,具体由招标方来指定电源接口,中标方则负责改造电源接口。

二、热电厂锅炉干式除渣改造的技术要求

1. 设计和运行条件

首先,针对电厂的原除渣系统,其主要对水力除渣进行采用。太仓电厂的七八号机组除渣系统具体由华东设计院进行设计,所采用的定期除渣方式为水封排渣槽和水力喷射器结合。其中水力喷射器可以将锅炉排渣运送到渣浆泵前池,之后再通过渣浆泵向脱水仓系统进行输送。在经过脱水处理后,将渣全部装车,并进行外运和综合利用。从系统流程角度来看,在正常运行过程中,需要将澄清渣水分别经过注水池、低压水泵、渣斗水封槽、渣斗、溢流水池、溢流水泵、高效农作机、贮水池,以此来实现渣水的循环利用。在机组除渣过程当中,澄清渣水则具体经过高压水泵、水力喷射器、携带渣斗内存渣,然后将其输送到中转仓,通过渣浆泵运送到脱水仓,之后经过高效浓缩机的处理,输送到贮水池当中。

其次,从场地情况来看,该锅炉干排渣改造工程需要拆除电厂已有的两台锅炉除渣设备系统,并在其底部区域对锅炉干除渣设备系统进行加装。相关中标方在布置系统时,需要将场地的建筑布置状况进行明确,并对科学合理的布置形式加以选择,避免对现有系统运行产生影响。针对改建和新建的系统设备,在布置时需要对现有空间和建构物进行合理利用。

最后,从厂用电情况来看,该项目系统内设备的供电电源具体包括以下几个方面。低压厂用电系统主要为 38 伏的三相四线制,额定值在 200KW 以下的电动机额定电压为 380 伏,而交流控制电压则为 220 伏。直流控制电压为 110 伏-220 伏,主要由直流蓄电池系统进行供电,其额定电压为 110 伏到 220 伏,电压的变化范围为 -15%~+10%。

2. 锅炉干式除渣改造的部分技术要求

首先,从安装运行条件方面来看,干排渣系统需要在锅炉房的锅炉排渣口下进行安装,具体需要采用渣井来有效连接排渣口,并要确保渣井的独立支撑。在渣井底部应对液压关断门进行设置,而锅炉房外则安装了部分渣仓、碎渣机、干排渣头部以及提升段。每台锅炉需要对一台风冷式单排渣机进行设置,两台机组一共需要

设置两台单排渣机,同时还需要整理好相关附件和材料以及整套设备。招标方只负责带采购设备,中标方则负责设计、安装以及调试等工作。

其次,从设备规范角度来看,电厂共包括两台锅炉,在改造干式排渣系统时,需要从渣井及关断门、风冷干式排渣机及附属设备、渣仓及附属设备、渣仓卸料设备、渣仓顶设备等方面进行配置。

再次,从技术要求角度来看,为了确保系统运行的安全性和稳定性,在设计干式排渣机出力时,需要大于锅炉 BMW 工况下的最大排渣量,而且干式排渣机的出力应能结合实际情况进行调节。在锅炉运行的不同工况下,冷却的空气量最大应小于锅炉燃烧空气量的 1%,炉底进风温度则需要达到 250℃ 以上。结合工程情况,在强度以及性能等要求满足的基础上,干渣机应对标准化生产方案进行采用,而干渣机头尾弧段的侧板应高于 10 毫米,底板的厚度需要大于 6 毫米,中间标准节侧板的厚度要大于 6 毫米。在设置渣井时,其前后两侧应对一个检修入孔以及两个插渣孔进行设置,而且尺寸应大于 500×500 毫米。在改造过程中,对于轴承以及减速机需要采用进口品牌。从泵站一直到关断门的管道,应对不锈钢硬管进行采用。在干排渣改造过程中需要对照明灯具和照明相等进行新增,而从用电情况来看,单台机组的电负荷估算情况如下。

表 1 单台机组电负荷估算情况

| 序号 | 负荷名称 | 负荷容量 (kW) | 台数 | 工作台数 | 计算负荷 | 备注 |
|----|----------|-----------|----|------|-----------|----------|
| 1 | 破碎关断门电控箱 | 10 | 1 | 1 | 6.17kVA | 含视频电源箱电源 |
| 2 | 碎渣机电机 | 30 | 1 | 1 | 28.92kV A | |
| 3 | 干渣机电控箱 | 30 | 1 | 1 | 27.91kV A | |
| 4 | 渣仓卸料电控箱 | 15 | 1 | 1 | 9.04kVA | 含电磁阀箱电源 |
| 5 | 布袋除尘器电控箱 | 3 | 1 | 1 | 3.04kVA | |
| 6 | 照明电源箱 | 5 | 1 | 1 | 4.65kVA | |
| 7 | 检修电源箱 | 30 | 1 | 1 | 8.57kVA | |

最后,各台机组的除渣控制系统,需要对一套独立的干排渣系统 DCS 进行设置,以此来集中监视、管理与控制除渣系统,使干式排渣机系统在运行和事故处理方面的要求得到满足。相关操作人员可在机组集控室内有效监控干排渣系统的运行情况,同时还需要对原渣浆泵

房进行分层设计改造, 具体需要包括 DCS 控制站、电缆夹层以及工程师站等相关改造内容, 而且还需要对空调暖通、办公柜子、消防设备等进行安装。

三、热电厂锅炉干式除渣改造的性能验收试验

1. 性能验收试验内容

通过性能验收试验, 可以对合同设备的所有性能是否满足相关规范和要求进行检验。而性能验收试验的内容, 具体包括工厂试验、现场试验、系统性能验收试验。首先, 工厂试验其是改造项目质量控制的一项关键环节。中标方需要针对场内各生产环节有效落实检验和试验工作, 而对于提供的合同设备需要具有测试报告、检验记录以及质量证明, 以此来作为交货时质量证明文件的主要内容。工厂试验的范围主要为干排渣机性能试验, 同时还需要检验部件加工、组装以及原材料。其次, 对于现场试验, 中标方在安装完设备后, 需要针对设备系统有效开展预调式和调试工作, 并按照具体的验收标准进行试验, 使暴露出的问题和缺陷得到有效解决。最后, 系统性能验收试验, 其主要检验中标方所提供的设备系统是否能够满足协议书的相关要求, 而性能参数是否与

性能保证值相符合, 其验收试验项目具体包括干渣机最大出力、碎渣机最大出力、改造前后锅炉排烟温度、除尘器烟尘排放浓度、各工况供气量下对应电负荷、各转动设备运行过程中一米出噪音等。

2. 结果确认

对于性能验收试验报告, 需要由招标方进行编写, 同时中标方需要参与其中, 共同签章确认结论。在此过程中, 中标方需要做好系统测试以及启动调试工作, 对于调试期间发现的技术问题, 应由中标方加以解决。

四、热电厂锅炉干式除渣改造效益分析

1. 电耗分析

原水力排渣系统的耗电设备包括碎渣机、渣浆泵以及冲洗水泵等, 年运行时间为 3300 小时或 8000 小时, 年总运行费用为 33.18 万元, 具体耗电情况如表 2 所示。而现干排渣系统设备的耗电设备, 包括挤压门、干渣机、碎渣机、干灰散装机等, 年运行时间同样按照 3000 三小时或 8000 小时进行计算, 年总运行费用为 12.57 万元, 其耗电情况如表 3 所示。

表 2 原水力排渣系统耗电表

| 设备名称 | 数量 / 台 | 功率 / KW | 运行方式 | 年运行小时数 / h | 年用电费 / 万元 | 年维护费用 / 万元 | 合计费用 / 万元 |
|------|--------|---------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 冲洗水泵 | 1 | 90 | 24h 不间断运行 | 8000 | 22.68 | | |
| 渣浆泵 | 1 | 90 | | 3300 | | 10.5 | 33.18 |
| 碎渣机 | 2 | 11 | | 3300 | | | |

表 3 现干排渣系统设备耗电情况

| 设备名称 | 数量 / 台 | 功率 / KW | 运行方式 | 年运行小时数 / h | 年用电费 / 万元 | 年维护费用 / 万元 | 合计费用 / 万元 |
|-------|--------|---------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 干渣机 | 1 | 18.5 | 24h 不间断运行 | 8000 | 10.21 | | |
| 碎渣机 | 1 | 22 | | 8000 | | | |
| 挤压门 | 1 | 7.5 | | 330 | | 2 | 12.57 |
| 湿灰搅拌机 | 1 | 22 | 每天运行 1h | 330 | 0.36 | | |
| 干灰散装机 | 1 | 5.5 | | 330 | | | |

2. 节煤效益分析

对于改造前后的烟空预器入口出口烟温如下表所示, 在改造后出口烟温降低 20℃, 而空预器入口烟温则降低 2.75℃, 出口烟温降低 8.75℃, 可以有效降低供电煤耗, 所得到的年经济效益为 273.86 万元。

表 4 改造前后空预器入口出口烟温

| 项目 | 修前 | 修后 | 差值 | 系数 | 影响煤耗 / (g.KE.h ⁻¹) |
|----|----|----|----|----|--------------------------------|
| | | | | | |

| | | | | | |
|--------------|-------|-------|-----|-------|-------|
| A 空预器入口烟温 /℃ | 339.5 | 337 | 2.5 | 0.166 | 1.453 |
| B 空预器入口烟温 /℃ | 340 | 337 | 3 | 0.166 | |
| A 空预器出口烟温 /℃ | 149.5 | 141 | 8.5 | 0.166 | |
| B 空预器出口烟温 /℃ | 147.5 | 138.5 | 9 | 0.166 | |

3. 干渣综合利用效益分析

原水力除渣系统所产生的湿渣, 通常通过渣仓进行外运, 而湿渣具有较大的含水量, 结构强度也被严重破坏, 因此利用价值相对较小, 在处理时往往需要花费相

应费用。在改造之后,其为干渣不需要另外支付处置费,而且还可能会产生相应的外卖收益。

五、结束语

综上所述,通过对热电厂锅炉有效实施干式除渣改造,可以起到明显的节能降耗效益,有效提高干渣的综合利用效益,降低电耗和煤耗,对于提升电厂的经济效益具有重要作用。

参考文献:

[1] 宋波,贾丕建,孙启超,等.热电厂锅炉干式除渣改造效益分析[J].能源研究与利用,2021,12(4):53-56.

[2] 吴修红,张永兵.锅炉干式除渣系统改造[J].建

筑·建材·装饰,2018,32(3):124-125.

[3] 凌海明.干排渣技术在火电厂锅炉中的应用效果分析[J].科技创业家,2013(11):121.

[4] 王轶峰,高飞燕.发电厂干式排渣系统对锅炉效率的影响试验及分析[J].内蒙古电力技术,2010,28(2):52-53,56.

[5] 刘振强,马宗庆,张廷森等.电站燃煤锅炉干式排渣系统及关键设备的研究[Z].国电电力建设研究所.2002.

[6] 刘彦飞,王学文,海霞.电站锅炉干除渣系统的应用[J].内蒙古石油化工,2013(3):31-33.