

干除渣技术在石景山热电厂的应用

Application of Dry-type Slag off Technique in Shijingshan Power Plant

京能热电股份有限公司(北京 100041) 段恒友 陶耀武

摘要 :通过石景山热电厂 3、4 号锅炉干除渣改造工程实践,介绍了干除渣技术的原理、系统及其组成。干除渣技术的应用,简化了原水力除渣系统,具有节水、节电等特点,产生了显著的经济效益。

关键词 :干除渣,钢带式输渣机,负压气力输送,系统

中图分类号 :TM621.7

文献标识码 :B

文章编号 :1003-9171(2003)02-00-0

北京京能热电股份有限公司总装机容量为 4×200 MW,配有 4 台哈尔滨锅炉厂生产的 HG670/140-13 型高压、中间再热、自然循环、全悬吊、平衡通风、燃煤固态排渣汽包锅炉。炉底渣由水浸式捞渣机捞出,经破碎后通过水力喷嘴冲至渣泵房渣池,再由渣浆泵输送出厂。

针对我厂除灰系统存在的除灰、除渣环节多、系统设备多、故障多等种种问题,在 2000 年底,公司确定了干灰 100% 输送、渣水 100% 回收、龙口灰场为事故备用、简化除灰系统,实现降低成本、灰渣综合利用创效益、符合环保要求的指导思想。为了实现渣水 100% 回收的目标,在 2001 年初,我们采取了工程方案初设招标的方式,由电力建设研究所和华北电力设计院参加了初步设计招标。

电力建设研究所初设方案有两个,一是以钢带式输渣机为主的干排渣系统,二是以脱水仓为主排渣系统。由于石热电厂地处永定河北岸,三面环山,厂区面积十分狭窄,因地理位置的限制,实难找出理想的脱水仓建筑位置。另外,一个重要的原因,干排渣系统简单,根本无需冲渣用水;同时唐山新区电厂的钢带式输渣机干除渣工程也正在进行之中。随后,公司领导多次亲自带领有关专业人员到三河电厂、唐山新区电厂参观学习,后又多次召开专业会、专题会讨论论证,最终确定了以钢带式输渣机为主的干排渣系统。

万方数据

1 干除渣技术的原理及系统组成

1.1 工作原理

锅炉正常运行时,由冷灰斗下落的热灰渣(850°C 左右)经炉底排渣装置落到钢带式输渣机的输送钢带上,随输送钢带低速移动。在锅炉炉内负压作用下,通过钢带式输渣机壳体四周通风孔进入一定量的冷空气,使热灰渣在输送钢带上逐渐被冷空气冷却,并逐渐再次燃烧,完成冷空气与高温炉渣间的热交换,冷空气受热升温到 $300 \sim 400^{\circ}\text{C}$ (相当于二次风的送风温度)进入炉膛,灰渣被冷却到 200°C 以下,被输送到碎渣机。

炉底渣经碎渣机破碎后进入中间渣仓,当中间渣仓发出高料位信号时,炉底渣便由中间渣仓出口经电动锁气给料机输送到负压输送管道,经过三级气固分离,过滤后气体先被冷却,后由负压罗茨风机排入大气,而炉渣首先被收集到灰罐,当灰罐内发出高料位信号时,炉渣经由卸灰球阀卸到储渣仓。最后通过布置在仓底的汽车散装机装车运出。

1.2 系统组成

200 MW 机组燃煤锅炉干除渣系统(见图 1)由炉底排渣装置、钢带式输渣机、碎渣机、中间渣仓、电动锁气给料机、负压集中输送系统、储渣仓、汽车散装机、液压系统、电气与控制系统组成。

1.2.1 炉底排渣装置

炉底排渣装置安装在锅炉储渣斗与钢带式输渣机之间。该机与储渣斗间靠金属膨胀节连接,吸收渣斗的膨胀。

该机可防止较大结焦渣块对输送钢带的冲击,并通过挤压头对其进行预破碎。其格栅可降低炉膛辐射热对输送钢带的影响,减少其热负荷。同时,可关断锅炉储渣斗出口,以便后续设备的检修。

该机结构类似于关断式闸板门,主要由钢结构支架、箱体、观察窗、隔栅、挤压头、驱动液压缸等部分组成,两个锅炉储渣斗出口各一套,共两

套。每套有两对挤压头 ,共由十六个油缸驱动 ,单缸挤压力为 60 kN ,出料粒度不大于 280 mm。

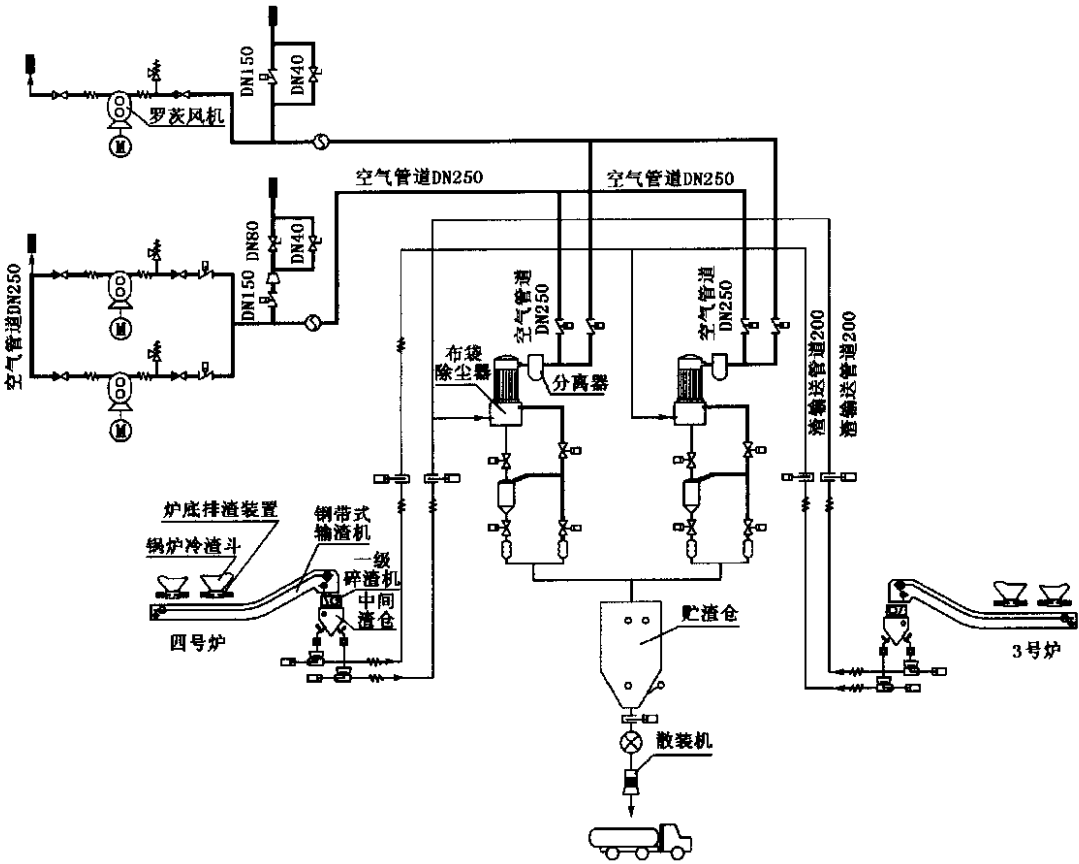


图 1 200 MW 燃煤锅炉干除渣系统图

箱体外设有摄像监视器 ,实时监控炉底排渣状况 ,如果出现结焦及时处理。观察窗用于现场巡视炉底排渣情况。

另外 ,如果出现难于挤碎的焦块 ,用专用工具抽出相应的隔栅 ,使其落到输送带上 ,或者通过观察窗手孔人工破碎。

1.2.2 钢带式输渣机

钢带式输渣机是干排渣系统的关键设备 ,安装在炉底排渣装置出口。该机主要由输送钢带组件、拖链刮板(清扫链)组件、箱体结构等组成。钢带输送部分由耐高温输送网带、托辊、托轮、侧向限位轮、驱动机构、张紧机构等部分组成 ,刮板清扫部分由链条、刮板、托轮、驱动机构、张紧机构等部分组成 ,箱体外侧布置有可调节的进风口、箱体顶部有 2 个主进风孔 ,可根据出渣量进行调节 ,钢带式输渣机头尾各有 1 个检修门 ,用于对钢带及清扫链进行短时间维护。输送带及拖链刮板张紧采用液压张紧方式 ,压力源和液压破碎机共用一套 ,并设有蓄能罐。

钢带式输渣机功能是连续接受和送出高温炉底渣 ,并在输送过程中使炉底渣进一步燃烧和冷却。钢带输送速度根据炉底渣量的大小进行调节。

该机主要技术参数：

连续额定输送能力	6 t/h
连续最大输送能力	8 t/h
瞬时最大输送能力	16 t/h
钢带行走速度	0.4 ~ 4 m/min
清灰拖链刮板行走速度	1.2 m/min

1.2.3 碎渣机

该机为单辊碎渣机 ,功能是将炉底渣进行破碎 ,提高冷却效果 ,最大出料粒度 15 mm。

1.2.4 电动锁气给料机

该机功能是将中间渣仓中的炉底渣均匀地送入负压输送管道 ,并维持送料过程中的系统负压。

1.2.5 负压气力输送系统

负压气力输送系统主要由负压单元(包括罗茨风机、安全阀、真空控制阀、冷却器等)、输渣管

道、负压气力管道、组合式过滤分离器、给料机、以及储渣仓等组成。该系统将经过破碎冷却后的炉渣通过负压管路向组合式过滤器输送,进入组合式过滤器后,由于流速突然大幅降低,绝大部分干渣直接沉降至惯性分离器下部的灰罐内,少量较细干渣则被气流携带进入脉冲布袋除尘器。在负压的作用下,空气穿过滤袋并经管道进入滤筒式过滤器,再经罗茨风机排放,少量较细干渣则被滤袋阻挡在其外表面。最后落到灰罐内的炉渣将被输送到储渣仓,再根据实际需要将灰渣外运。

负压输送系统为 3、4 号锅炉共用,其技术参数:

额定输送能力	10 t/h
最大输送能力	12 t/h
系统运行负压	45 ~ 48 kPa

1.2.6 干除渣控制系统

干除渣系统配备有 PLC 自动控制系统,通过 CRT 操作员站,对钢带输送机、炉底排渣装置及液压泵站、碎渣机、负压输送系统、储渣仓等系统进行监测和控制,保证干式排渣系统的安全运行。系统把现场总线技术(PROFIBUS)用于工程师控制站和现场设备间的交换信息的通讯系统,把工控的集散控制系统与网络通讯技术相结合,只需两根电缆就可以传输全部信息。

2 干除渣改造工程主要内容

(1) 工程前期准确,包括:原有设备进行了报废拆除,管道过渡移位内容。

(2) 安装破碎机、钢带输渣机、中间渣仓、碎渣机、给料机。

(3) 安装负压风机、库顶设备、输渣管道、阀门等。

(4) 安装储渣仓。

(5) 锅炉水封槽改造包括:水封槽内部挡水板加高,由原来的水封槽内槽溢流改为外槽溢流。溢流水排至炉零米汽机侧沟道内。水封槽供水由原除灰水改为工业水,设有两个浮球阀通过水封槽水位控制工业水供水量。锅炉冷灰斗喷嘴及其供水管全部拆除,以防止向钢带式输渣机漏水。

(6) 安装控制设备。

(7) 系统调试试运。

3 工程改造后的性能测试

工程竣工投产后,我们和电力建设研究所共

同对干除渣系统性能进行了测试。

3.1 钢带式输渣机性能测试

3.1.1 钢带式输渣机空载试运

钢带式输渣机启动前,进行液压张紧输送带和刮板拖链。张紧钢带液压缸最高压力设置为 3.8 MPa,保持压力最低不低于 3.2 MPa。张紧刮板拖链液压缸最高压力设置为 1.8 MPa,保持压力最低设置为 1.2 MPa。经连续 72 h 测试,钢带张紧力稳定在 24 kN,张紧滚筒(从动)位移 358 mm,驱动电机电流 8.8 A,驱动滚筒和从动滚筒转速均为 0.98 r/m。钢带无跑偏、打滑现象,承载钢板重叠间隙正常不卡涩,钢带侧向限位轮 90% 处于非工作状态。

3.1.2 钢带式输渣机出力试验

钢带式输渣机驱动电机变频器正常运行频率为 25 Hz,钢带运行速度 2 m/min,在锅炉满负荷工况时,钢带式输渣机过渡段以后渣层厚度达 60 ~ 80 mm,渣层宽度 900 mm,按渣的规程比重 0.7 计算,输送渣量约为 4 ~ 6.1 t/h,达到了设计出力。另外,通过关闭液压破碎机一段时间,开启破碎机后渣层厚度达到 300 mm,输送渣量约为 15 ~ 22 t/h。

3.1.3 钢带式输渣机冷却效果测试

炉渣落到钢带上呈桔黄亮色,估计温度高于 800℃,旋即变为暗红色(渣块),其表面温度约 500℃,在钢带式输渣机出渣口渣块温度为 160℃,小渣颗粒(灰)低于 80℃。

钢带式输渣机箱体温度测试见表 1。

表 1 钢带式输渣机箱体温度测试结果 ℃

锅炉负荷 /MW	尾部	炉渣斗 下部	过渡段 侧面	过渡段 顶面	上升段 箱体	头部 箱体	中间 渣仓
100	18	44	30	37	29	43	20
150	25	60	40	59	33	50	25
180	30	92	50	60	40	55	40
200	35	145	60	90	57	80	50

3.1.4 炉底渣冷却风量测试

钢带式输渣机冷却风入口面积为 $36 \times 80 \times 80 + 120 \times 1\,000 = 350\,400\text{ mm}^2$,根据实际测量各小进风口及主进风口的风速,计算得冷却总风量为 $7\,513.92\text{ m}^3/\text{h}$ 。占锅炉总进风量的 0.76%。

3.2 负压气力输送系统测试

4 号锅炉干除渣改造竣工投产后,我们在 3、4 号炉连续 3 天满负荷的工况下,对负压气力输送系统出力进行了测试。

经测试,负压气力输送系统出力可达到 10 t/h,在 2 台锅炉满负荷工况下,锅炉燃煤灰分大于

25%(正常值)时,无法满足2台锅炉的干渣输送。

3.3 锅炉热力试验

4号锅炉大修前后,我们分别对机组进行了热力试验。试验结果如下:

(1)炉底改干式输渣机后,炉底渣(约800℃)在干式输渣机内与冷空气进行热交换,进入炉内的空气可加热到400℃;

(2)炉底渣在冷却的过程中进一步燃烧,炉底渣的含碳量由改造前的0.82%降低到0.52%;

(3)改后炉前灰分由26.9%升高到28.51%;原炉底渣内的细灰排到了电除尘器内,提高了干灰的收集量;

(4)改造后吸、送风机的耗电量均有所增加,总单耗由4.40 kW·h/t 提高到4.565 kW·h/t;

(5)锅炉热效率由改造前的89.67%提高到91.35%。

4 工程投资及经济效益分析

4.1 工程投资

3、4号锅炉干除渣改造工程总投资1500万元,其关键技术设备均系国产,其中钢带式输渣机、液压破碎机均由电研所制造。

4.2 经济效益分析

4.2.1 干除渣系统投产后的经济效益分析

4.2.1.1 节约冲渣用水

3、4号锅炉不再使用冲渣用水,同时,我们对厂内除灰、除渣用水系统进行了改造,目的是在干渣改造过程中,实现节约厂内除灰、除渣用水。具体工作如下:

(1)将2号渣泵房100ZJ-A-40渣浆泵(180 m³/h,扬程30 m,30 kW)分别装于2、3、4号锅炉电除尘器下部灰浆池,分别代替1台100ZJ-A45型灰浆泵(270 m³/h,扬程70 m,132 kW)。

(2)将100ZJ-A45型灰浆泵装于1号渣泵房,代替原250ZJ-1-A80型渣浆泵(流量1188 m³/h,扬程111.8 m,630 kW)。

(3)通过对厂内浓缩池改造,将高井渣水回收,用柱塞泵房200ZJ-1-A70回水泵(流量820 m³/h,扬程79 m)供1、2号锅炉水力除渣用水和1至4号锅炉水力除灰用水。

(4)取消了1、2号锅炉灰浆直接送到龙口灰场的运行方式,停止了原串联浆泵(流量1262 m³/h,扬程126 m,310 kW)。将1、2号锅炉灰浆分别送到柱塞泵房渣池,由串联渣泵输送到龙口灰场。

通过以上改造,使除灰系统具备了调节用水的手段。到目前为止,已完全停止了6 kV冲渣水泵(720 m³/h,扬程67 m,200 kW)的运行。380 V 万方数据

冲灰水泵(500 m³/h,扬程29 m,75 kV)也处于备用状态。

3、4号锅炉干除渣改造后,通过对全厂除灰水系统综合规划和治理,除灰节水约700 m³/h。全年按6500 h计,可节水455万吨。

4.2.1.2 节约电耗

(1)原除渣系统电耗

(见表2)

表2 原除渣系统电耗

设备名称	电机功率 /kW	台数	计算功率 /kW	工作状态
捞渣机	7.5	4	30	连续
碎渣机	7.5	4	30	连续
2号渣泵房渣泵	30	3	30	连续
冲渣水泵	200	4	200	连续
1号渣泵房渣泵	380	3	380	连续
轴封泵	30	4	30	连续
总计			700	

干渣改造后,干除渣系统设备最大电耗176.3 kW,至少节约用电523.7 kW,按年6500 h计算,节电340.4万kW·h。

4.2.2 干除渣改造后经济效益分析

4.2.2.1 节水

节水方面与2台炉基本相同。

4.2.2.2 节电

全部改干除渣后,将停止1号渣泵房渣浆泵的运行,停止冲灰水泵的运行,但由于1、2号锅炉单组成负压输渣系统,将增加部分电耗,预计节电846.1 kW·h,年节电550万kW·h。

5 结论

通过我公司的工程实践,干除渣系统有以下特点:

(1)钢带式输渣机在炉底渣输送过程中,利用锅炉负压吸入外界风对炉渣进行冷却,根本不用水也无水排放,大大节水的同时,简化了除渣系统,克服了原水力除渣系统环节多、设备多,占地多的缺点。

(2)炉渣在冷却过程中,再次燃烧。进入锅炉的风量约占锅炉总风量的1%,这些风量因吸收炉渣热量温度升高近400℃,可提高锅炉效率。

(3)炉底渣系干渣,易破碎、活性低,有利于综合利用。

(4)与水力除渣系统相比,可大幅降低厂用电。