

# 某 600 MW 锅炉省煤器飞灰输送系统设计与应用

刘富宏

(扬州电力设备修造厂,江苏扬州 225003)

**摘要:**某厂一期 3×600 MW 机组原锅炉厂所供的锅炉系统中屏蔽了省煤器除灰系统,自机组建成投运以来,陆续出现了一些问题,经多方调研,决定加装省煤器除灰系统。该除灰系统不同于以往省煤器的除灰方式,不是将飞灰送至灰库或电除尘区,而是将飞灰直接送入电除尘入口烟道,再由电除尘输灰装置送入灰库。目前,该厂经过改造的 3 套省煤器除灰系统均已投入正常运行,提高了机组运行的安全性能和经济性能。

**关键词:**省煤器飞灰;气力输送;控制模式;设计应用

**中图分类号:**TK223.3<sup>+</sup>3

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2010)01-0076-03

## 1 机组运行中出现的问题

某厂一期机组成容量为 3×600 MW,安装 3 台 650 MW 超临界燃煤汽轮发电机组,锅炉为哈尔滨锅炉厂制造的超临界直流炉,单炉膛、前后墙燃烧、一次再热、平衡通风、露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构 π 型布置。正压直吹式制粉系统,每台炉配 4 台上海重型机械厂生产的 BBD4360 磨煤机。每台磨煤机带锅炉的一层燃烧器,前后墙各 4 只。

自机组投产进入商业运行以来,陆续出现了一些问题,具体表现在:(1)省煤器出口烟道未设置出灰系统使得省煤器出口烟道水平段大量积灰,积灰高度最大达 0.5m 左右;(2)省煤器出口烟道焊缝出现裂纹,烟道变形开裂漏灰;(3)由于空预器传热元件积灰堵塞,造成烟气阻力严重偏高,在负荷 600 MW 时,空预器烟气阻力最大达 3.6 kPa,从而造成引风机电流偏大 20 A 左右,造成厂用电增加;(4)空预器传热元件积灰堵塞,烟气阻力增大造成炉膛压力大范围波动,严重影响了机组运行的经济性和安全性。

经过分析,造成以上问题的直接原因是由于锅炉厂所供的锅炉系统中屏蔽了省煤器除灰系统,只要加装省煤器除灰系统并使之正常运行可望解决上述问题。

## 2 改造方案及其设计

结合厂方的实际情况并经充分调研后,决定为每台炉加装省煤器灰斗 7 只,同时为每个灰斗配备相应的进料和发送系统,针对省煤器飞灰去向的问题有 3 种输灰方案<sup>[1]</sup>:

(1)为每台炉的省煤器输灰系统各单放一根管道将省煤器飞灰输送至现有灰库;

(2)将省煤器灰斗的飞灰输送至电除尘一电

场,与一电场的输灰管汇合,实现省煤器飞灰与电除尘一电场飞灰的同步输送;

(3)将每台炉的省煤器飞灰采用气力除灰方式输送至各自的电除尘入口烟道。

考虑到第 1 种输送方案输送距离较长(最长达 500 m 左右),省煤器飞灰颗粒较大难于输送的特性势必增大输送的耗气量,3 台炉需要增加另外的输送气源设备(空压机、干燥机等),加上管道设备,整体投资较大;同时考虑到第 2 种输送方案可能影响电除尘一电场飞灰既有的输送模式,经过反复论证,最终选定第 3 种方案作为最终施工改造方案,该方案输送距离短(仅 50 m 左右),耗气量少,无需增加额外的气源设备,加之输送管道数量少,整体投资较低;而且经调研,市场上未出现这种关于省煤器的输灰模式,此方案如能成功,不仅能保证机组经济安全稳定运行,对革新省煤器飞灰的输送模式也有着积极的意义。

### 2.1 省煤器飞灰发送系统

该系统由 7 只手动检修门、7 只气动进料阀、7 只输送 AV 泵、2 只气动出料阀、气化组件等设备组成,根据运行需要,7 组飞灰发送装置分为 2 组,各用一根管道输送到电除尘入口烟道的 A、B 两侧,省煤器飞灰输送系统见图 1。

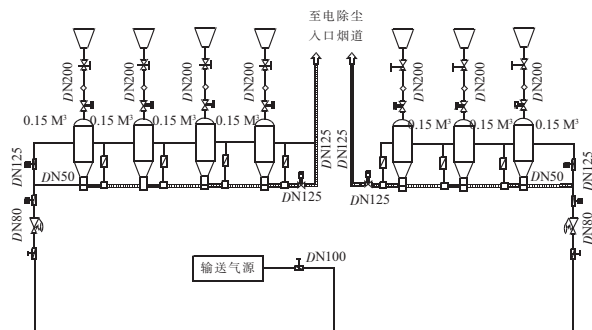


图 1 省煤器飞灰输送系统

机组运行的灰渣量如表 1 所示,充分考虑到省煤器除灰系统的设计裕量,确定除灰系统设计出力为

5 t/h,每个输送 AV 泵的有效容积为 0.15 m<sup>3</sup>,进、出料输灰管道内径分别为 DN 200, DN 125。

表 1 机组运行的灰渣量表

煤种	小时灰渣量/(t·h <sup>-1</sup> )			日灰渣量/(t·d <sup>-1</sup> )			年灰渣量/(万 t·y <sup>-1</sup> )		
	灰	渣	灰渣	灰	渣	灰渣	灰	渣	灰渣
设计煤种	18.65	3.31	21.96	373.00	66.20	439.20	10.26	1.82	12.08
校核煤种 1	48.25	8.56	56.81	965.00	171.20	1 136.20	26.54	4.71	31.25
校核煤种 2	60.26	10.69	70.95	1 205.20	213.80	1 419.00	33.14	5.88	39.02
实际煤种	21.25	3.75	25	425	75	500	11.687 5	2.062 5	13.75
省煤器灰斗实际灰量	2.13			42.5			1.17		

注:(1) 日利用小时为 20 h,年利用小时为 5 500 h;(2) 计算灰渣分配比为:渣 15%,灰 85%。

### 2.2 压缩空气系统

本系统中压缩空气系统主要包括输送压缩空气系统和仪用压缩空气系统,因本飞灰输送系统输送出力小,输送距离短,计算输送风量仅为 3.5 m<sup>3</sup>/min,电除尘除灰用空压机系统配备 6 台空压机、6 台冷干机。空压机额定排气量为每台 41.9 m<sup>3</sup>/min,4 运 2 备,出口压力 0.75 MPa,经计算,空压机出口流量有较大富余,因此无需另加输送空压机及其后处理设备,输送气源仅需从相应机组的电除尘除灰空压机系统中引出一支路即可,而仪用压缩空气量也仅为 0.5 m<sup>3</sup>/min,直接从就近厂用气管道接出即可。

### 2.3 控制系统

除灰系统的控制 PLC 采用德国西门子公司的 S7-300 系列,组态软件采用 ifix5.0。通常情况下,整个除灰系统由程序控制器控制进行自动、有序的运行,每台机组的 2 个输送泵组能够同时从灰斗卸灰,且能连续或间断地将飞灰采用气力方式输送到电除尘的入口烟道。考虑到控制方式的多样性,在现场控制柜设有“就地/远控”转换按钮,在系统的控制画面中亦设置了“手动/自动”切换开关,以便运行人员根据工况变化而变换运行方式。

由于输送的飞灰量较少,同时为防止一次输送的飞灰量过大而造成飞灰在电除尘入口烟道内沉积,输送系统的各个输送 AV 泵没有配备料位计,系统的输送模式主要依靠时间来控制,而不是采用料位控制的方式,采用时间控制模式的好处在于易于实现飞灰的“少量多次”的发送模式,使得被输送到烟道的少量的飞灰能够被烟气顺利地带到电除尘区,不至于在电除尘入口烟道的水平段沉积滞留,从而大大增加了系统运行的可靠性。

为监测系统飞灰的落灰状态,防止飞灰在省煤器灰斗中搭桥堆积,在每只省煤器灰斗、灰斗出口短管上安装了温度测点,并将数据上传至操作画面,以便运行人员随时监控系统的运行状态,及时处理出

现的问题,保障系统的正常可靠运行。

### 2.4 系统设计的主要参数<sup>[2]</sup>

- (1) 系统设计出力:5 t/h;
- (2) 输送距离:50 m,弯头 4 只;
- (3) 系统输送风量与压力:3.5 m<sup>3</sup>/min,0.50 MPa;
- (4) 输送管道规格:内径 125 mm;
- (5) 输送系统初速、末速:6.5 m/s,9 m/s;
- (6) 输送 AV 泵的规格:7×0.15 m<sup>3</sup>。

### 2.5 系统的运行工艺流程

系统的运行工艺流程,如图 2 所示。

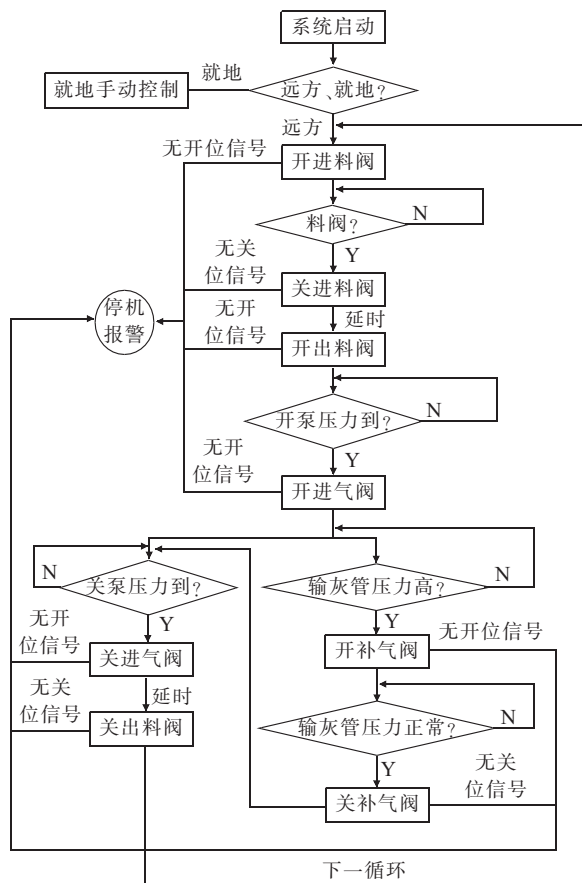


图 2 系统的运行工艺流程

### 3 方案设计的要点

由于省煤器飞灰颗粒较大,较电除尘飞灰相对难以输送,结合电厂的实际运行情况,在系统设计时必须注意以下几点。

(1) 目前市场上燃煤供不应求,煤种多变,这就要求设计的除灰系统具有较强的适应性,不仅要能适应好的煤种,对于灰分较大的劣质煤也要具备较强的适应能力,要求系统的设计出力有较大的裕量。

(2) 由于省煤器的温度最高温度可达 400℃,在进、出料阀的选择上应特别注意。既不能采用水冷方式的圆顶阀,这种阀门不仅系统复杂、投资较大,更重要的一点是,一旦密封圈损坏,冷却水会渗入发送泵内,造成飞灰板结堵塞;也不能采用普通的陶瓷双闸板门,以防高温造成黏接剂熔化以至陶瓷圈脱落。在本工程中,我们采用了复合浇铸的双金属耐磨闸板门,这种闸板门不仅能保证系统的密封性能,同时具备耐高温的特性。

(3) 由于省煤器灰斗热态时会产生较大的热位移,径向、轴向可达 150 mm 和 280 mm,因此下料管上的伸缩节不能采用普通形式的膨胀节,只能采用集伸缩和扭曲为一体、具备吸收三维方向热位移的组合式膨胀节。

(4) 系统的运行模式采用“少量多次”的发送方式进行,以尽量减少系统对电除尘系统和引风机的影响,每次输送的相对少量的飞灰能够被烟气顺利地带到电除尘区,避免沉积在电除尘入口烟道处。

### 4 系统改造后的运行情况

本系统可由运行人员根据需要自主选择手动或自动运行,在自动运行模式下,系统采用时间顺序控制,各阶段时间长度(如进料时间、等待时间等)可由运行人员根据实际情况调整。在系统测试时,进料时间的设定值为 1 min,输送单元等待时间设定值为

15 min,在此条件下测定的系统出力为 1.8~2.5 t/h,说明系统的出力设计还有较大的裕量。系统投运后,经测定,空预器的烟气阻力和引风机电流都回归到了正常值,在机组例行小修时,对电除尘入口烟道内部的检查,没有发现烟道内有积灰现象,电除尘入口烟道的飞灰沉降淤积问题也得到了有效解决。同时由于省煤器本身产生的飞灰量较小,输灰系统耗气量很小,只有 210 m<sup>3</sup>/h,而机组在 BMCR 下空预器出口烟气量为 1 750 680 m<sup>3</sup>/h,引入输灰系统后流量仅增加 0.01%。引风机额定入口体积流量为 1 919 710 m<sup>3</sup>/h,因而在增设输灰系统后,烟道内烟气流速及电除尘器的电场风速无明显增加,对电除尘器的电流和电压的测定表明其数值在改造前后无明显异常,各项参数均在合理的范围内。系统改造对电除尘器的运行基本没有影响。从而说明改造获得了成功,达到了预期的目的。

### 5 结束语

自 2009 年 1 月份对 1 号炉省煤器输灰系统进行加装改造以来,利用各机组的小修时间,陆续对 2 号炉、3 号炉省煤器输灰系统进行了改造,目前 3 台炉的省煤器输灰系统运行都十分正常。该套系统的成功运行,不仅圆满解决先前机组在运行时出现的问题和安全隐患,同时对难以输送的省煤器飞灰提出了一种全新的输送方式,对省煤器飞灰输送方式的革新具有重要意义。

#### 参考文献:

- [1] 王韶周. 管道运输工程[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [2] 张殿印,王 纯. 除尘工程设计手册[M]. 北京:化学工业出版社,2003.
- [3] 杨 伦,谢一华. 气力输送工程[M]. 北京:机械工业出版社,2006.

#### 作者简介:

刘富宏(1976-),男,江苏高邮人,工程师,主要从事电厂辅机系统设计及调试工作。

## Design and Application of Ash Handling Systems for Boiler Economizer in 600 MW Unit

LIU Fu-hong

(Yangzhou Electric Power Equipment Repair & Manufacture Factory, Yangzhou 225003, China)

**Abstract:** In the first stage project of 3 × 600 MW units in a power plant, the economizer ash handling system has been removed from the boiler system supplied by the former boiler factory. Some problems have appeared constantly since the units were put into operation. We decide to add the ash handling system to the boiler system after making some surveys. It conveys the ash to the flue of electrostatic precipitator inlet directly and then to the ash silo through electrostatic precipitator ash handling system instead of transporting the ash to the ash silo or electrostatic precipitator area. At present, three sets of ash handling systems reconstructed by this factory have been put into operation normally, and the safety and economic performance have been improved greatly

**Key words:** economizer ash; pneumatic conveying; control pattern; design and application