

浅谈660MW超临界变压直流锅炉的燃烧调整

张强

神华国能哈密电厂

摘要:新疆维吾尔自治区哈密市西南方向约62km处的神华国能哈密电厂成立于2013年7月,该厂一期为4×660MW级工程,电厂厂区位于一号矿井进矿道路的西侧,北临哈罗公路和哈罗铁路,南距神华国能哈密大南湖矿区一号矿井1.7km。锅炉为上海电气产品,其主要技术规范如下:型号:SG-2236/25.4-M6007,型式:超临界参数变压直流炉、一次再热、四角切圆燃烧、平衡通风、紧身封闭、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构塔式炉。炉膛宽度21230mm,炉膛深度21230mm,水冷壁下集箱标高为7000mm,炉顶管中心标高为105950mm,大板梁顶标高为115170mm。

关键词:四角切圆燃烧;配风;低氮氧化物;结焦;气温

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.162

锅炉主要技术参数如下:

最大连续蒸发量 (BMCR)	2236t/h
过热器出口蒸汽压力	25.4MPa
过热器出口蒸气温度:	571℃
再热器出口蒸气温度 (BMCR)	569℃
给水温度	293℃
锅炉保证热效率 (BRL)	~93.6%

本工程 4×660MW 机组设计煤种年耗煤量约 913 万吨,燃煤来自厂址南侧约 1.7km 的哈密大南湖矿区一号矿井及厂址西南侧3.5 km大南湖二号露天矿区。燃煤经过破碎后,经原煤转载点通过输煤皮带直接运输进电厂。锅炉按一定比例掺配燃烧一二矿煤。设计及实际燃用煤质情况如表1:

一、锅炉运行的任务

1. 保证锅炉的蒸发量在额定值内,并满足机组负荷的要求

2. 保持良好的燃烧,减少热损失,提高锅炉效率

3. 保证正常的气温、气压,保证合格的蒸汽品质

4. 燃烧充分,不结焦、不超温、氮氧化物等污染物排放合格

5. 尽可能维持锅炉在最佳工况运行,保证较高的经济性

二、锅炉运行的调整

(一) 制粉系统的调整

哈密电厂锅炉采用正压直吹式制粉系统,每台锅炉配有六台长春发电设备厂生产的MPS235HP-II型的中速磨煤机,正常为五台运行,一台备用。制粉系统的控制对于锅炉的气温、氮氧化物的排放和结焦都影响巨大,燃烧原则是控制在水冷壁区域形成低温、高氧、贫煤粉燃烧,而燃烧中心则控制为高温、低氧、富煤粉燃烧。在制粉系统启动初期控制给煤量小于40t/h时磨煤机出口温度维持在60-70℃之间,磨煤机出口风速为15-18m/s左右,磨煤机碾磨力在4-5Mpa左右。通过控制以上参数,能够保证磨煤机的干燥出力、通风出力、碾磨出力

在合适的范围,且对于气温和氮氧化物的生成控制都比较有利。正常运行时通过控制过磨风与给煤量的比值在2:1左右、碾磨力和出口风速与对应给煤量相适应,就能够保证制粉系统出力均匀、不烧损火嘴、炉膛火焰充满度良好。

制粉系统的日常运行与维护中特别要注意积粉问题和漏风问题,同时要保证煤粉细度的合格性,这些都是制约制粉系统调整的重要因素。

(二) 配风的调整

1. 本锅炉采用四角切圆燃烧技术,燃料和助燃空气通过炉膛的两个风箱从四角引入,方向指向位于炉膛中心的一个假想切圆。由于切向燃烧独特的空气动力场结构,燃料进入炉内沿动态切向旋转上升,大约在1.5-2.5圈后流出炉膛。四角射流着火后相交,相互点燃,使着火稳定。强烈的旋转有利于湍流的热质交换和动量交换,使炉膛火焰充满度较好。

2. 本锅炉燃烧器均等配风方式的特点中,一、二次风的控制对锅炉的燃烧有很大的影响。由于锅炉设计二次风比列大约为60%-70%,二次风风速高(设计风速56m/s)、动量大,尽管二次风和一次风喷嘴平行布置,但由于二次风射流的动量和刚度比一次风大的多,因此一次风喷出后不久即被二次风卷吸。所以对应的集束吸引着火方案中,一、二次风混合的好坏直接关系到整个锅炉的燃烧,值班人员应了解燃烧器的结构和燃烧器风门的作用,根据具体情况及时调整锅炉配风,保证良好的燃烧。

(三) 气温的调整

1. 燃料对气温的影响:燃料特性的变化主要指煤中的灰分、水分、含碳量、挥发分的变化。灰分和水分的增加,使同负荷所需的煤量增加,所以导致气温上升,同时水的汽化、灰分熔化都吸收热量,因此降低了炉膛的温度,同时增加了烟气的容量,所以气温会升高。含碳量的增加和挥发分的减少会推迟着火,使火焰中心上移,气温会升高。煤质变差和煤粉变粗,也会使着火推迟,火焰中心拉长,使火焰中心上移,气温升高。

2. 配风对气温的影响:相同的煤量,增加一次风量、降低一次风温或提高包裹煤粉的二次风,都可以使火焰中心上移,气温升高。所以燃用劣质煤的时候,采用较低的一次风率和一次风速。

3. 燃烧器摆角对气温的影响:燃烧器向上摆动,火焰中心上移气温上升,反之气温下降。

4. 炉内过量空气系数对气温的影响:当炉内过量空气系数增加,炉膛温度降低,炉膛水冷壁和炉内的辐射式过热器和再热器等受热面吸热份额减少,从而使炉膛出口烟温升高,气温升高。同时过量空气系数的增大还使燃烧生成的烟气含量增加、烟气流速增加,对流换热增加,由于传热系数的增加,使具有对流换热的受热面吸热增加,最终导致气温升高。

(四) 氮氧化物的调整

煤粉燃烧过程中氮氧化物的生成机理有三种:a.热

表1

检测项目	单位	高质校核煤	设计煤	低质校核煤	一矿	二矿
全水分	%	22.0	24.0	26.0	24.2	27.2
空气干燥基水分	%	7.43	12.59	11.78	12.70	16.45
收到基灰分	%	16.75	19.11	23.01	21.32	13.71
干燥无灰基挥发分	%	48.20	45.18	47.38	46.88	45.58
收到基固定碳	%	31.73	31.19	26.83		
收到基碳	%	44.93	41.57	36.82	40.74	41.86
收到基氢	%	3.16	2.76	2.56	2.67	1.71
收到基氮	%	0.64	0.57	0.50	0.62	0.79
收到基氧	%	12.26	11.45	10.77	10.23	14.15
全硫	%	0.26	0.54	0.34	0.22	0.58
收到基高位发热量	MJ/kg	17.30	15.65	13.91	15.87	14.35
收到基低位发热量	MJ/kg	16.14	14.53	12.78	14.76	13.37
哈氏可磨系数	/	38	49	51	56	145
煤灰熔融特征温度/变形温度	℃	1320	1270	1290	1160	1090
煤灰熔融特征温度/软化温度	℃	1330	1280	1300	1190	1100
煤灰熔融特征温度/半球温度	℃	1340	1290	1310	1210	1110
煤灰熔融特征温度/流动温度	℃	1350	1300	1330	1240	1130
二氧化硅	%	44.98	48.29	53.78	57.75	54.80
三氧化二铝	%	27.86	23.91	25.19	21.38	8.78
三氧化二铁	%	7.44	7.99	5.88	6.82	6.24
氧化钙	%	7.76	7.97	5.36	5.10	15.18
氧化镁	%	2.11	2.01	1.75	1.78	4.58
氧化钠	%	2.16	2.06	1.61	1.51	4.34
氧化钾	%	1.29	1.46	1.55	1.59	0.92
二氧化钛	%	1.68	1.67	1.68	0.53	0.64
三氧化硫	%	3.80	3.70	2.30	2.60	3.60
二氧化锰	%	0.012	0.011	0.001	0.060	0.079

力型b. 瞬间型c. 燃料型。燃料型氮氧化物占总排放量的80%左右。

根据生成机理，对氮氧化物的控制主要从以下两个方面考虑：

1. 抑制燃烧中的氮氧化物生成：主要手段是减少燃料周围的氧浓度。减少炉内过量空气系数，以减少炉内空气总量；减少一次风量和减少挥发分燃尽前燃料与二次风的混合，以减少着火区的氧浓度。同时保证燃料在炉内足够的停留时间，使燃料中的氮不易生成氮氧化物。在过量空气系数满足的前提下，降低温度峰值，以减少热力型氮氧化物的生成。

2. 还原已形成的氮氧化物：选择性催化还原法（SCR）的关键是催化剂的选择。期机理是利用氨气和催化剂在特定的温度下将氮氧化物还原为氮气。

本锅炉的复合空气分级低氮氧化物切向燃烧系统可以很好的控制氮氧化物的排放。在对冲同心正反切圆燃烧系统和分组布置的燃烧器风箱以及高、低位燃尽风的配合下，氮氧化物排放值复合超低排放的要求，氮氧化物浓度值小于50mg/m³。

（五）预防结焦的调整

受热面结焦的基本条件是：灰粒与壁面碰触、灰粒在碰触受热面的时候称熔融态，能够黏附在壁面上。

炉内空气动力场对结焦有很大的影响。炉内气流的贴壁冲刷墙既影响燃烧的过程，也促使灰粒与壁面碰撞，结焦的概率就增加。由于四角切圆燃烧的机理，如

果二次风刚度过大，卷吸的烟气会形成较大的切圆直径，会使火焰贴壁，造成结焦。

炉内的还原气体也会造成结焦。还原气体可以使灰的熔点降低，粗略的可以认为：灰的变形温度小于1204℃时会结焦，变形温度大于1371℃时不会结焦，灰的软化温度小于1350℃时会结焦，软化温度大于1350℃时不会结焦。结焦还与灰粒的大小有关，灰粒较大时不易冷却固化，结焦的可能变性大。

在日常运行中根据煤种的变化和煤质的分析实验报告及时调整配风和炉内过量空气系数、及时合理的吹灰，都能够有效的预防锅炉结焦。

三、结语

锅炉的燃烧是一个极为复杂的化学过程，炉内燃烧的好坏直接关系到整个锅炉的可靠性与经济性，对于锅炉的调整应该根据机组的需要，在保证安全的前提下将锅炉调整在最佳状态运行。介于本人的水平有限，文中有多处不足之处，望广大读者予以批评指正。

参考文献

[1] 上海锅炉厂《6607-1-8601产品说明书》
 [2] 上海锅炉厂《6607-1-8601燃烧设备说明书》
 [3] 哈密电厂集控运行规程D版
 [4] 哈密电厂运行题库集控分册
 [5] 锅炉运行/《火电厂生产岗位技术问答》编委会. 北京: 中国电力出版社, 2011.5 (2016.4重印)