掺烧焦炉煤气对燃气锅炉的影响

孟晓敏,李 平,刘 谦

(内蒙古包钢钢联股份有限公司动供总厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要:文章对包钢动供总厂8#、9#锅炉掺烧焦炉煤气后负荷逐年下降的原因进行分析,判断为焦炉煤气杂质所致,对掺烧焦炉煤气对锅炉的影响进行研究,提出了解决措施。

关键词:电厂;焦炉煤气;锅炉;负荷

中图分类号:TK224.9 **文献标识码**:B **文章编号**:1009-5438(2020)04-0028-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.04.008

Influences of Co-combustion of Coke Oven Gas on Gas Boiler

Meng Xiao-min, Li Ping, Liu Qian

(*Power Supply General Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the paper, the causes that load of 8# and 9# boilers of Power Supply General Plant of Baotou Steel decreases year by year with the co-combustion of coke oven gas are analyzed. It is judged to be the impurities in coke oven gas. Finally, the solutions are put forward by studying the influences of co-combustion of coke oven gas on boiler.

Key words: power plant; coke oven gas; boiler; load

包钢动供总厂8#、9#锅炉为220 t/h纯燃煤气锅炉,型号为JG-220/9.8-Q,设计燃料为纯高炉煤气。2004年投产后,锅炉运行稳定,运行参数正常,可以达到额定负荷。2013年1月由于公司焦炉煤气比较富裕,为避免能源浪费,8#、9#锅炉开始大量掺烧焦炉煤气。在此后的运行过程中,多次出现煤气管道堵塞、阀门内部结垢等现象,严重影响锅炉的稳定运行。2013年10月,8#、9#锅炉负荷开始逐渐下降,截止到2014年4月,仅仅可以达到额定负荷的70%,极大的限制了发电量,降低了锅炉运行的经济性。通过对历年运行数据的分析,发现8#、9#锅炉负荷下降是从掺烧焦炉煤气开始的,因此研究焦炉煤气的成分及燃烧后的产物对锅炉受热面的影响是十分必要的。

1 包钢焦炉煤气成分分析

1.1 可燃气体

焦炉煤气主要可燃成分是氢气和甲烷,还有少量的一氧化碳,这三种燃料燃烧前不会对管道及煤气预热器煤气侧造成影响,燃烧后的产物是水蒸汽和二氧化碳。二氧化碳不会对锅炉的受热面造成影响,水蒸汽在锅炉低温段受热面与烟气中的三氧化硫和二氧化硫化合形成硫酸及亚硫酸,对锅炉低温段受热面产生强烈的腐蚀。

1.2 惰性气体

焦炉煤气中含有少量的二氧化碳和氮气,这两

收稿日期:2020-05-07

作者简介:孟晓敏(1986-),男,山西省忻州市人,工程师,现主要从事热能与动力运行工作。

中国知网 https://www.cnki.net

种气体化学性质稳定,对管道及锅炉受热面没有影响。

1.3　腐蚀性气体

焦炉煤气中腐蚀性气体包括硫化氢、有机硫化物及氨气等物质。燃烧前,这几种气体会对管道及锅炉煤气预热器煤气侧造成腐蚀。燃烧后,产生的二氧化硫、三氧化硫与水蒸汽化合后对锅炉低温段受热面产生强烈的腐蚀。

1.4　芳香烃类化合物

焦炉煤气中的芳香烃类化合物主要包括焦油、苯、萘等物质。焦油是一种粘稠状的黑色混合物,燃烧前会集聚在管道、阀门及煤气使用设备内造成堵塞。焦油燃烧后产生二氧化硫和氮氧化物,会对锅炉的低温段受热面造成腐蚀。苯是一种无色透明液体,燃烧前会集聚在管道、阀门及煤气使用设备内造成堵塞。当氧气充足时,苯燃烧的产物为二氧化碳和水蒸汽,当氧气不充足时,会产生碳粒使受热面积垢。萘是一种极易升华的固态物质,其熔点为 80.6 ℃,萘通常会以萘蒸汽的形式被输送到焦炉煤气管线中。燃烧前,萘蒸汽会在常温下会形成固态萘的沉积物,这些沉积物是造成焦炉煤气系统堵塞的主要物质。萘燃烧后的产物是水蒸汽和二氧化碳。

1.5　固体颗粒

焦炉煤气中含有灰尘、细砂、碳黑和铁锈等固体颗粒,在进入锅炉燃烧室前,它们与芳香烃类化合物混合在一起会加剧煤气系统的堵塞。固体颗粒进入锅炉燃烧室后,在高温、氧化的作用下达到熔融状态附着在锅炉的高温受热面上,形成一种难以清理的硬垢。

2　掺烧焦煤煤气后出现的问题

包钢 8#、9#锅炉掺烧焦炉煤气后锅炉参数发生了一系列变化,其中最直观的问题是锅炉在高负荷下难以维持炉膛负压。当 8#、9#锅炉单台炉煤气投入量达到 90 000 m^3/h 时,锅炉负荷 150 t/h,此时吸风机挡板全开,如果继续增加煤气量,将无法保证炉膛负压,导致负荷无法继续提升,无法到达额定负荷。即使吸风机挡板全开,吸风机电流值也明显变小,远远达不到历史水平。通过对 8#、9#炉各受热面烟气阻力比较,发现下级空气预热器及煤气预热器烟气阻力较设计值明显增加,见表 1。风机出力降低的主要原因是锅炉系统阻力增加。

表 1　8#、9#锅炉烟气阻力变化　　Pa

换热面	设计值阻力值	实际值阻力值	增加值阻力值
8#炉煤气预热器	808	1 441	633
9#炉煤气预热器	808	1 362	554
8#炉低温段空气预热器	450	2 880	2 430
9#炉低温段空气预热器	450	3 086	2 636
8#炉系统阻力	2 492	5 087	2 595
9#炉系统阻力	2 492	5 581	3 089

从表 1 看出,与设计阻力相比,8#炉整体阻力增加 2 595 Pa,9#炉整体阻力增加 3 089 Pa,从而使炉膛负压下降,影响锅炉负荷。煤气预热器实际阻力比设计阻力分别增加了 633 Pa 和 554 Pa。低温段空气预热器实际阻力比设计阻力分别增加了 2 430 Pa和 2 636 Pa。

停炉后对 8#、9#锅炉焦炉煤气管线及受热面检查时发现以下问题:

(1) 焦炉煤气管道有堵塞情况,尤其是垂直管道或者斜管道下弯头部位堵塞严重,阀门内部结垢较多;

(2) 煤气预热器煤气侧堵塞严重,污垢呈黑褐色,不溶于水;

(3) 水冷壁附着有难以清理的硬垢,从下到上厚度逐渐增加;

(4) 各级过热器附着有难以清理的硬垢,背风面厚度明显大于迎风面;

(5) 两级省煤器也存在结垢现象,灰质较硬;

(6) 高温段空气预热器整体较好,没有漏风或堵塞情况;

(7) 低温段空气预热器及煤气预热器烟气侧严重堵塞,见图 1、图 2。

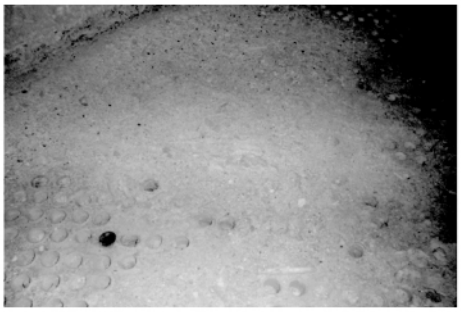


图 1　低温段空气预热器堵塞情况

中国知网　https://www.cnki.net



图2 煤气预热器烟气侧堵塞情况

8#、9#煤气预热器和空气预热器实际阻力超过设计阻力是由于堵塞造成的,这也是造成8#、9#锅炉难以维持负压,锅炉负荷逐渐降低的根本原因。此外,锅炉水冷壁、过热器、省煤器等受热面有积垢也会降低锅炉负荷。

3 掺烧焦炉煤气对燃气锅炉的影响

3.1 输送管线及设备堵塞、腐蚀

焦炉煤气中的萘蒸汽,在常温下就会凝结成固体附着在管道内壁,萘与固体颗粒、焦油等物质混合后会造成焦炉煤气管线及阀门堵塞,使煤气主管压力降低,流量减少直至完全堵塞管道。尤其是在寒冷季节堵塞更为严重,这些物质常积聚在管道弯曲部位或管道的支管处。固体颗粒和焦油等物质也会集聚在锅炉煤气预热器煤气侧,造成煤气预热器流通面积减少,使得进入锅炉燃烧的煤气量减少。这些物质也会集聚在阀门内部造成阀门不严,开关困难,电动阀、快切阀电动失效等问题。

焦炉煤气中的腐蚀性气体,在管道堵塞后,腐蚀更为严重。通常情况下,6 mm 壁厚的碳钢管道在5~7年内就会因腐蚀而泄漏,达到使用寿命的焦炉煤气管道极为脆弱,用木棍就可以将其敲漏。此外,蚀性气体会使锅炉煤气火嘴内部腐蚀泄漏而不能正常使用。

3.2 锅炉高温受热面结垢

焦炉煤气中的固体颗粒、芳香烃类化合物等物质进入炉膛后,会造成锅炉高温受热面结垢。对8#、9#锅炉水冷壁灰垢进行化验,三氧化二铝含量63.5%,三氧化二铁含量17.3%,二氧化硅含量12.6%。这3种物质化学性质稳定且灰熔点较高。由于灰垢的导热系数远远小于锅炉受热面,它们附着在高温受热面会减少受热面的吸热,造成受热面超温损坏。

3.3 锅炉尾部烟道受热面结垢、腐蚀

包钢8#、9#锅炉尾部烟道从烟气流向的布置方式依次为:高温段省煤器、高温段空气预热器、低温段省煤器上半部分、低温段省煤器下半部分、低温段空气预热器上半部分、低温段空气预热器下半部分、煤气预热器烟气侧,这些受热面的烟气温度根据排列顺序逐渐降低。焦炉煤气中含有硫化氢、有机硫化物等气体,它们燃烧后的主要产物为二氧化硫、三氧化硫,当烟气温度低于露点时就会与烟气中的水蒸汽化合形成硫酸和亚硫酸对锅炉的受热面造成强烈的腐蚀[1]。烟气露点与烟气中二氧化硫、三氧化硫、水蒸汽含量有关,一般不大于160 ℃[2]。对8#、9#锅炉低温段空气预热器下半部分堵塞的固体化验,三氧化硫含量71.5%,三氧化二铁含量11.1%,二氧化硅含量5.9%,三氧化二铝含量3%。三氧化硫在温度较低的低温段空气预热器和煤气预热器烟气侧极易造成低温腐蚀。空气预热器发生低温腐蚀会使受热面腐蚀穿孔而漏风,还会造成空气预热器表面潮湿粗糙,容易积灰、堵灰,造成烟气流通面积变小,烟气阻力增大。空气预热器发生低温腐蚀后,腐蚀和堵灰是一个相互加剧的过程。由于漏风及通风阻力增大,使厂用电增加,严重时影响锅炉出力,对锅炉运行的经济性、安全性均带来不利影响。煤气预热器烟气侧腐蚀和堵塞机理与空气预热器基本一致。

8#、9#锅炉低温段空气预热器和煤气预热器烟气侧腐蚀和堵塞比较严重,影响了锅炉的负荷,使得锅炉负荷仅仅可以达到额定负荷的70%,是典型的由于低温腐蚀而造成受热面腐蚀和堵塞。

4 解决措施

(1)焦炉煤气输送管道要定期用高压水清洗,定期对管道壁厚进行检测,当管道厚度低于原管道厚度的1/3时应更换;锅炉在运行时若管道发生堵塞,可以接入中压蒸汽以软化焦煤管道中堵塞的物质,注意要防止煤气排水器堵塞。

(2)焦炉煤气阀门在系统停用后要对阀门进行分解检查,如果发现阀门内部有焦油时可以用气焊对其进行烘烤,将焦油处理干净后即可回装阀门。关键部位阀门可以考虑定期更换。

(3)煤气预热器选型时要考虑焦炉煤气的腐蚀和堵塞,要选用有防腐涂层的热管,配置可靠的吹灰

中国知网 https://www.cnki.net

器，还要方便高压清洗。

(4) 掺烧焦炉煤气会使锅炉水冷壁、过热器、省煤器结垢。要定期检查各受热面结垢情况，如果发现受热面结垢严重，应请专业的团队对锅炉受热面进行高压水冲洗。有些受热面垢质坚硬，高压水难以清理，可以使用钢丝刷对灰垢进行打磨处理。

(5) 为防止低温腐蚀，在锅炉运行过程中要适当提高排烟温度，使尾部受热面烟气温度大于 160 ℃。

(6) 掺烧焦炉煤气后由于烟气容积变小，尾部受热面烟气温度往往会低于设计温度[3]。如果烟气温度低于露点，则尾部受热面会发生低温腐蚀。定期检查空气预热器、煤气预热器，发现有堵塞情况应及时用高压水清洗。如果预热器有较大面积漏风或堵塞严重难以清理时需考虑更换。

针对 8#、9#锅炉出现的问题，对水冷壁、各级过热器进行打磨清理，对两级省煤器、两级空气预热器、煤气预热器进行高压水清洗。但由于发现问题较晚，低温段空气预热器下半部分及煤气预热器低温腐蚀已经相当严重，高压水枪清理效果不佳。于是将 8#、9#锅炉煤气预热器整体拆除，将低温段空气预热器下半部分整体更换。经过处理后 8#、9#锅炉最大负荷可以达到约 200 t/h，基本上解决了锅炉达不到额定负荷的问题。

5　结论

(1) 焦炉煤气具有一定的危害性，会造成输送管道腐蚀、堵塞。会造成锅炉尾部烟道低温腐蚀和堵塞，严重时会降低锅炉负荷。

(2) 通过高压水清洗、堵塞清理、控制烟气温度等措施可以将焦炉煤气带来的不利影响降低至最小。

参　考　文　献

[1] 薛晓敏. 燃焦炉煤气锅炉尾部受热面和烟道的腐蚀及对策 [J]. 中氮肥，2010，32 (3)：48 – 49.

[2] 李国华. 锅炉尾部受热面腐蚀和积灰的危害及预防 [J]. 有色冶金节能，2000，19 (4)：35 – 37.

[3] 余欣迪，袁振峰，余奂迪，等. 燃气锅炉尾部受热面腐蚀的机理分析及改造 [J]. 煤气与热力，2002，22(3)：230 – 231.

(上接第 15 页)

4　结论

(1) 炼焦煤冶炼焦炭过程对焦炭热性能的影响主要体现在试验焦炉炉型、温度控制程序、装煤量及装煤密度和熄焦方式等方面。

(2) 焦炭热态性能检测中制样是极其关键的一个操作过程，对检测数值的影响十分显著。在其他条件均一致的情况下，纯手工制样焦炭热态性能检测数值稳定性最好，但检测数值偏高。

(3) 检测过程对焦炭热性能的影响主要体现在检测试样的块数、炉膛恒温区、控温热电偶、反应气体和标准筛等几方面。

参　考　文　献

[1] GB/T 4000—2017，焦炭反应性及反应后强度 [S].

[2] YB/T 4526，炼焦试验用小焦炉技术规范 [S].

中国知网　https://www.cnki.net