

SCR 烟气脱硝热解系统节油改造后的经济性分析

司 佳

(北京京能电力股份有限公司石景山热电厂,北京 100041)

摘 要:北京京能电力股份有限公司石景山热电厂烟气脱硝工程采用炉内低 NO_x 燃烧器与选择性催化还原 SCR 相结合的技术措施,尿素溶液喷入热解炉完成分解制 NH_3 过程,尿素热解炉通过燃用轻柴油提供尿素热解所需热量。为节约燃油开支,对烟气脱硝热解系统进行了节油改造,充分利用电厂现有热源条件以实现能源的综合利用,将稀释风改为热一次风,大幅度提高热解炉稀释风温,使热解炉平均燃油消耗量减少,大大降低了生产成本。但是由于热一次风中含尘量较高,且受煤质影响较大,如不进行处理容易引起热解炉及喷氨管线粉尘沉积、堵塞,影响烟气脱硝装置的长周期、安全稳定运行,经过多方面考研,决定采用新型 FTD 型多管旋风除尘器,除尘率达到 85% 以上。节油改造后,预热器入口 NO_x 偏差率仍保持在 $\pm 15\%$ 范围内,除尘器效果维持在较好的水平,年度节油量约 200 t,节约费用约 160 万元。

关键词:脱硝;热解系统;稀释风

0 引言

公司拥有 4 台 670 t/h 燃煤锅炉,分别于 2007、2008 年完成烟气脱硝环保改造工程。烟气脱硝工程采用炉内低 NO_x 燃烧器与选择性催化还原 SCR 相结合的技术措施。其中,脱硝还原剂(NH_3)制备工艺采用美国燃料公司的 NO_x OUT ULTRA 尿素热解工艺,尿素溶液喷入热解炉完成分解制 NH_3 过程,尿素热解炉通过燃用轻柴油提供尿素热解所需热量。

公司为节约燃油开支,对烟气脱硝热解系统进行了节油改造,采用热一次风代替稀释风,并有效去除热一次风的粉尘,达到了较好的节油效果。

1 热解系统现状分析

锅炉烟气脱硝工程采用的是选择性催化还原脱硝工艺(SCR)技术。脱硝还原剂采用美国燃料技术公司的尿素转化为氨的专利技术 NO_x OUT ULTRA 工艺。尿素溶液和热空气被注入到热解室中,尿素溶液在高温下分解为氨,氨气与气体的混合物直接输送至 SCR 工艺的 AIG,在催化剂的作用下,与烟气中的 NO_x 发生反应。公司脱硝热解系统热解炉本体为“L”形,热解炉内分解温度大约为 300~650 $^{\circ}\text{C}$,并配有稀释风系统,利用暖风器将稀释风由常温加热到 145 $^{\circ}\text{C}$,然后再利用轻柴油加热至 350~600 $^{\circ}\text{C}$ 。

热解系统设计参数如表 1 所示。

表 1 热解系统设计参数

项目	参数
烟气流量/(Nm^3/h)	680 000
氮氧化物入口浓度/(mg/Nm^3)	500
氮氧化物出口浓度/(mg/Nm^3)	50
氮氧化物脱除率/%	90
NH_3 逃逸率/ppm	<3
喷射热解室温度/ $^{\circ}\text{C}$	300~650
尿素溶液浓度/%	50
稀释风温/ $^{\circ}\text{C}$	145

尿素热解炉是以轻柴油为能源,通过燃烧提供尿素热解所

需的热量,使用轻柴油进行热解,公司每年的柴油消耗量 1 800 t 左右,费用达到 1 600 余万元。

2 解热系统节油改造

为充分利用电厂现有热源条件以实现能源的综合利用,公司对尿素热解炉稀释风热源进行节油改造,使用锅炉热一次风替代原设计的稀释风机系统的方案。但是锅炉热一次风中含尘量较高,容易引起热解炉及喷氨管线粉尘沉积、堵塞,需要加入除尘器确保烟气脱硝装置的长周期、安全稳定运行。

2.1 稀释风源改为热一次风

尿素热解制氨工艺在运行过程中,尿素溶液在 350~600 $^{\circ}\text{C}$ 的绝热条件下分解,原来使用辅助联箱蒸汽和轻柴油加热稀释风,首先利用辅汽联箱来的蒸汽作为热源,将稀释风由常温加热到 145 $^{\circ}\text{C}$ 左右,然后再利用轻柴油加热至 350~600 $^{\circ}\text{C}$ 。

2013 年,电厂对 4 号炉脱硝热解炉稀释风系统进行改造,采用温度为 310 $^{\circ}\text{C}$ 、压力为 9 kPa 的预热器出口热一次风作为热源,接入稀释风系统,首先利用热一次风作为稀释风,温度可达到 275 $^{\circ}\text{C}$,较使用辅助联箱蒸汽进行加热,温度提高 130 $^{\circ}\text{C}$,然后再利用轻柴油加热至 350~600 $^{\circ}\text{C}$,这样可以大大降低轻柴油的使用量。

2.2 热一次风除尘方案

由于预热器漏风原因,锅炉热一次风中含尘量较高,如不处理会造成热解炉及喷氨管线粉尘沉积、堵塞的问题,影响热解炉内燃烧效率,对烟气脱硝装置的长周期、安全稳定运行构成威胁。

在综合分析国内各类除尘器优缺点的基础上,公司选用了 FTD 型多管旋风除尘器,此款多管旋风除尘器内置四排三列高效分离旋风子,在旋风子内部设有反吸气净化滤芯装置,并在气流涡流区设置了惯性栅板环,对微尘粒子有一定的捕集效果,所采用的多管式除尘器采用旋风子采用铸铁或陶瓷制造,厚度大于 6 mm,具有良好的耐磨性能及除尘性能。设计除尘效率达到 85% 以上,除尘器本体阻力低于 900 Pa,除尘器下部设有排灰装置。

公司采用“直进直出”FTD-A 型除尘器,该新型除尘器除尘

过程可分为3个步骤,即阶式分流、惯性重力除尘、次级除尘。

3 节油改造后除尘效果及经济性分析

3.1 热一次风除尘效果检验

脱硝热一次风系统投入运行后,受燃煤煤质影响,当入炉煤灰分在23%~25%范围时,排灰量维持在较低水平,约为150 kg/日;当入炉煤灰分达到30%~32%范围时,排灰量约为200 kg/日;当入炉煤灰分达到36%左右时,排灰量增加到近250 kg/日。除尘器储灰罐每24 h排灰一次,每次排灰量6~8袋(每袋约25 kg),最大日排灰量为10袋,由此可知,虽然热一次风含尘量受燃煤灰分影响较大,但除尘器对热一次风含尘浓度的变化适应性较强。

热力实验组分别于热一次风改造前4月16日和热一次风改造后6月28日由4号炉预热器入口处对4号炉SCR出口NO_x浓度进行了均布测试,测试结果如表2所示。

表2 热一次风投运前后NH₃均布性对比

项目	预热器入口	
	2013-04-16	2013-06-28
负荷/MW	180	201
主蒸汽流量/(t/h)	500	606
总燃料量/(t/h)	88.7	106
左侧喷氨流量/(Nm ³ /h)	3 031.56	2 403
右侧喷氨流量/(Nm ³ /h)	3 364.38	3 422
左侧NO _x 显示值/(mg/Nm ³)	62.82	51.3
右侧NO _x 显示值/(mg/Nm ³)	70.9	54.6
左侧喷氨压力/kPa	0.08	0.24
右侧喷氨压力/kPa	0.15	0.28
左侧最大偏差率/%	9.5	-11.3
右侧最大偏差率/%	4.9	-8.9

在4号炉脱硝热解炉投运热一次风运行一个月后,预热器入口NO_x偏差率仍保持在±15%范围内,表明NH₃均布性良好,喷氨格栅的氨气喷射系统未发生堵塞,除尘器的除尘效果较好。

3.2 节油改造后经济性分析

公司对脱硝热解炉稀释风系统进行改造后,热解炉稀释风温度可提高至275℃,较采用暖风器温度升高了130℃,使得燃油量由59.07 kg/h降至36.67 kg/h,热解炉平均燃油消耗量减少了22.40 kg/h,降幅达到37.92%,如表3所示。脱硝热解炉系统在运行时间基本相同的条件下,月度节油量为16.13 t,按轻柴油价格8 000元/t计算约合12.90万元,年节约油费154.80万元。

表3 稀释风改为热一次风后燃油量的变化

项目	2012年	2013年	差值	变化幅度/%
脱硝装置运行时间/h	708.75	720	11.25	1.59
平均燃油消耗量/(kg/h)	59.07	36.67	-22.40	-37.92
热解炉稀释风供风方式	稀释风机	热一次风	—	—
稀释风供风温度/℃	145	275	130	89.66

4 结语

公司对SCR烟气脱硝系统进行节油改造,将热一次风作为稀释风后,热解炉稀释风温度由145℃提高至275℃,燃油量由59.07 kg/h降至36.67 kg/h,热解炉平均燃油消耗量减少了22.40 kg/h,降幅达到37.92%。脱硝热解炉月度节油量为16.13 t,按0#轻柴油价格8 000元/t计算,年度节约油费约160万元,取得了较好的节油效果。但是热一次风中含尘量受到煤质变化的影响,如不进行处理会导致热解炉及喷氨管线粉尘沉积、堵塞的问题,影响热解炉内燃烧效率,公司经过多方面考研,选用了FTD型多管旋风除尘器,除尘效率达到85%以上。脱硝热解系统节油改造后,热一次风投运,预热器入口NO_x偏差率仍保持在±15%范围内,NH₃均布性良好,喷氨格栅的氨气喷射系统未发生堵塞,除尘器的除尘效果较好。

[参考文献]

- [1] 北京京能热电股份有限公司脱硝运行规程[Z].
- [2] 蒋明昌.火电厂能耗指标分析手册[M].北京:中国电力出版社,2011.
- [3] 李青,张兴营,徐光照.火力发电厂生产指标管理手册[M].北京:中国电力出版社,2007.

收稿日期:2015-10-15

作者简介:司佳(1982—),男,北京人,工程师,主要从事电力生产经营管理工作。