

# 低NO<sub>x</sub>燃烧技术在300MW贫改烟燃煤机组上的应用

张晓东

国能驻马店热电有限公司 河南 驻马店 463000

**摘要:** 本文阐述了双尺度低NO<sub>x</sub>燃烧技术的原理,介绍了某300MW机组贫煤改烟煤锅炉上采用该项技术的改造方案,该炉贫煤改烟煤后燃用神华煤,锅炉效率可以保证在94%之上,NO<sub>x</sub>可以稳定控制在180 mg/m<sup>3</sup>以下,炉温分布均匀,无结焦现象。

**关键词:** 双尺度;低NO<sub>x</sub>燃烧技术;燃烧器;NO<sub>x</sub>排放

## 引言

氮氧化物(NO<sub>x</sub>)是大气中最主要的污染物之一,其种类很多,包括一氧化二氮(N<sub>2</sub>O)、一氧化氮(NO)等多种化合物,但主要是NO和NO<sub>2</sub>。当NO<sub>2</sub>达到一定体积浓度时,就会危害人体健康<sup>[1]</sup>。我国是燃煤大国,而燃煤电厂排放的氮氧化物量占总排放量43%<sup>[2]</sup>,因此燃煤电厂的NO<sub>x</sub>排放控制问题显的尤为重要。

当前燃煤电厂的NO<sub>x</sub>排放控制主要是燃烧中和燃烧后脱硝控制,其中低NO<sub>x</sub>燃烧技术是燃烧中脱硝的最主要手段之一,其低投资、无运行成本及降NO<sub>x</sub>排放效果明显等诸多优点使得低NO<sub>x</sub>燃烧技术得到了广泛应用。

## 1 某台300MW机组锅炉采用双尺度低NO<sub>x</sub>燃烧技术项目介绍

### 1.1 锅炉概况及燃烧器改造方案介绍

某发电有限公司300MW锅炉是哈尔滨锅炉有限公司采用美国燃烧工程公司的引进技术设计和制造的,锅炉为亚临界参数、一次中间再热、控制循环环包炉,采用平衡通风、直流式燃烧器、尾部双竖井烟道、Π型布置、四角切圆燃烧方式。

该锅炉进行了贫煤改烧烟煤的技术改造,制粉系统中储式热风送粉系统改为直吹式系统,拆除原燃烧器,对燃烧器进行重新布置,改变切圆直径,调整各层煤粉喷嘴的标高和间距,对锅炉原燃烧器的改造是采用了双尺度低NO<sub>x</sub>燃烧技术,其改造方案还包括:除A层微油外,其它一次风喷口全部采用上下浓淡中间带稳燃钝体的燃烧器;二次风增加贴壁风,在原主燃烧器上方重新布置4层分离SOFA喷口;除最下层一次风喷口(微油)不摆动、其他燃烧器喷口都能摆动;一次风射流与二次风射流之间有偏置角度。改造后燃烧器平面布置示意图如图1所示。

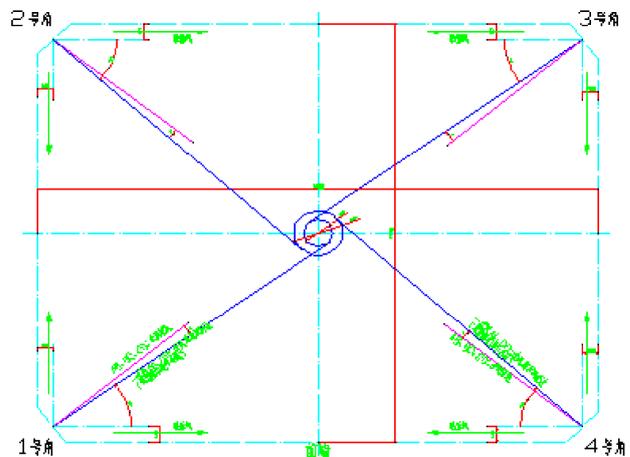


图1 改造后燃烧器平面布置示意图

Fig.1 The floor pian of burner

贫煤改烟煤工程设计煤种为神华烟煤,其设计煤种及校核煤种特性如下:

表1 设计煤种及校核煤种特性数据表

Table 1 The characteristic data of the design coal and checked coal

项目	单位	设计煤种	校核煤种
收到基低位发热量 $Q_{net,lar}$	MJ/kg	21.51	19.96
收到基灰分Aar	%	15.19	19.2
收到基全水分Mt	%	13.7	13.8
可燃基挥发份Vdaf	%	37.11	39.66

## 2 改造效果及分析

该锅炉进行双尺度低NO<sub>x</sub>燃烧技术后,系统能够安全高效的稳定运行,锅炉效率高于设计值,氮氧化物排放量降低,炉内无结焦现象,主再热汽温、减温水量、壁温等参数基本正常。

### 2.1 炉膛温度分布

为了考察改造后炉膛温度的分布,分别在240MW、250MW、280MW、300MW负荷下,在炉膛四周看火孔处对

炉膛温度进行测量，其变化趋势可作为炉膛火焰温度参考。

由图2测量结果可知，炉膛温度峰值适中，炉膛垂直高度方向上温度分布比较均匀，与双尺度低NO<sub>x</sub>燃烧技术原理相符合；高温区集中在还原区，同层温度偏差较小，说明热态下炉膛内一二次风流场分布均匀，降低了水冷壁沾灰的可能性。

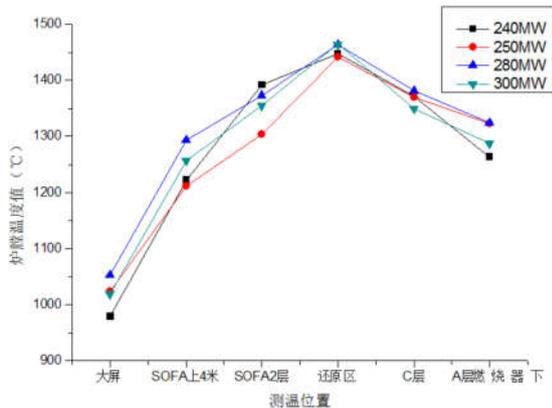


图2 炉膛温度示意图（每层取平均值）

Fig.2 The sketch of furnace temperature

### 2.2 NO<sub>x</sub>排放量

本次燃烧器改造的目的是降低氮氧化物排放量，同时还要保证锅炉热效率不降低，省煤器出口烟气成份测量结果如表2。

表2 各负荷段NO<sub>x</sub>及CO测量表

Table 2 The measurements of NO<sub>x</sub> and CO

工况		1	2	3	4	5
机组负荷	MW	150	240	250	280	300
NO <sub>x</sub> 值	mg/Nm <sup>3</sup>	153	164	175	176	178
CO值	ppm	18	15	22	9	64

在现有煤种，NO<sub>x</sub>浓度可以稳定控制在180 mg/m<sup>3</sup>以内。不同负荷下，CO浓度均能够控制在100ppm以内。

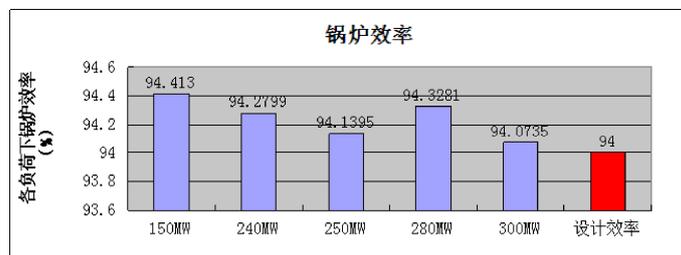


图3 各负荷下锅炉效率图

Fig.3 The sketch of boiler efficiency

### 2.4 其他参数

从运行状况来看，过热蒸汽及再热蒸汽温度在

煤粉在炉膛内燃烧产生的NO<sub>x</sub>按生成机理分三种：燃料型、热力型及快速型，其中燃料型NO<sub>x</sub>占主要地位，体积分数约占总NO<sub>x</sub>的75%-80%，是各种低NO<sub>x</sub>技术控制的主要对象，热力型NO<sub>x</sub>体积分数约占总NO<sub>x</sub>的20%，其中当炉膛温度低于1500℃时，NO<sub>x</sub>的生成量很少，而当炉膛温度高于1500℃时，温度每增加100℃，NO<sub>x</sub>生成速度增大6-7倍<sup>[5]</sup>；快速型NO<sub>x</sub>生成量很少，生成量可以忽略不计<sup>[6]</sup>。

该炉采用双尺度低NO<sub>x</sub>燃烧技术后，炉膛在垂直高度上温度分布较为均匀，且峰值温度适中，很少会超过1500℃（见图3），热力型NO<sub>x</sub>生成量较少，与双尺度低NO<sub>x</sub>燃烧技术原理相对应，这是该炉NO<sub>x</sub>排放量低的一个重要原因。同时双尺度低氮燃烧器把燃烧区从下至上分为氧化燃烧区、还原区及燃尽区，氧化燃烧区低氧运行，燃尽区富氧运行，通过控制炉膛纵向过量空气系数分布降低NO<sub>x</sub>生成量，全炉燃烧过程均采用低氧燃烧方式，这是NO<sub>x</sub>排放量降低的主要原因。

### 2.3 飞灰含碳量及锅炉效率

通过二次风挡板特性试验及过量空气系数优化试验等措施，总结出最佳的配风方案和各个负荷段的最佳氧量，此时飞灰含碳量可控制在1.2%以内，固体未完全燃烧热损失q<sub>4</sub>不大于1，各工况下锅炉效率均达到设计值94%。

表3 各工况下锅炉大渣及飞灰含碳量

Table 3 Carbon content in boiler slag and fly ash

工况		1	2	3	4	5
机组负荷	MW	150	240	250	280	300
飞灰含碳量	%	1.2	1.02	0.59	0.79	0.885
炉渣含碳量	%	2.13	1.78	2.01	1.64	1.97

60~100%负荷均可以达到原设计值541℃ ± 5℃，过热蒸汽及再热蒸汽的减温水量在可控范围之内，经燃烧调整

后炉内无结焦现象，主再热汽温、减温水量、壁温等参数基本正常。

### 3 结论及建议

该炉采用双尺度低NO<sub>x</sub>燃烧技术进行了低NO<sub>x</sub>燃烧器改造。改造后燃烧器能够与机组配合良好，从运行状况来看，充分说明了改造过后系统能够安全高效的稳定运行，锅炉效率稳定在94%以上，高于设计值，氮氧化物排放量稳定控制在180mg/m<sup>3</sup>以内，炉膛温度分布均匀，炉内无结焦现象，主再热汽温、减温水量、壁温等参数基本正常。

#### 参考文献：

[1] R. T. Watson, et al. Climate change 1992 The

Supplementary Report to The IPCC Scientific Assessment. Cambridge University, 1992.

[2] 金瑞奔. 负载型Mn-Ce系列低温SCR脱硝催化剂制备\反应机理及抗硫性能研究[D]. 浙江大学, 2010.

[3] 黄少鹇. 切圆火炬燃烧锅炉应用“集中”燃烧技术治理NO<sub>x</sub>排放[J]. 能源技术, 2001, 22(3): 133-136.

[4] 邓元凯, 张永和, 李明, 等. 具有高节能减排潜力的炉内非线性过程双尺度优化技术[J]. 华电技术, 2008(5).

[5] 阎维平. 洁净煤发电技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.

[6] 岑可法, 姚强, 骆仲决. 燃煤理论与污染控制[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.