

# 循环流化床锅炉 高效低氮燃烧一体化技术

程昌业 烟台龙源技术总监、北京先进博昌顾问

电话：15966553066

邮箱：[chengchangye@vip.sina.com](mailto:chengchangye@vip.sina.com)

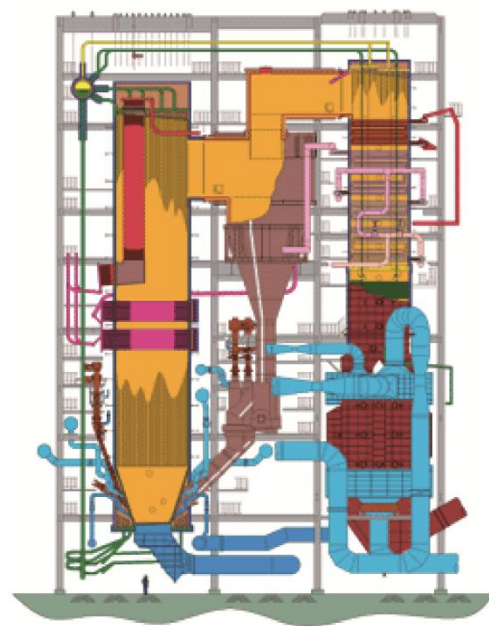
QQ：949301329

烟台龙源电力技术股份有限公司

# 我国循环流化床技术发展情况

- ▶ 全国循环流化床装机
- ▶ 主要CFB生产厂家

中国CFB装置所涉及炉型庞杂、燃用煤质多样，经过近五十年的实践和研究活动，已经积累了相当丰富的理论与实践经验！



# 我国循环流化床总体NO<sub>x</sub>排放情况

- ▶ 420t/h以上大型CFB排放230mg/Nm<sup>3</sup>
- ▶ 240t/h等中小型CFB排放300mg/Nm<sup>3</sup>
- ▶ 极少部分CFB排放达到90~150mg/Nm<sup>3</sup>



降低NO<sub>x</sub>排放，CFB的优势没有被充分发挥！

# NO<sub>x</sub>对人体及大气的危害

– 神经毒剂

NO对人体的毒性是CO的100倍。

– 形成酸雨。

– 灰霾的前驱物

– 形成光化学烟雾

– 温室气体 (N<sub>2</sub>O)

| 浓度 (ppm) | 影 响               |
|----------|-------------------|
| 10-15    | 眼、鼻、呼吸道受到强烈刺激     |
| 50       | 1分钟内人体呼吸异常, 鼻受到刺激 |
| 80       | 3-5分钟内引起胸痛        |
| 100-150  | 人在30-60分钟就会因肺水肿死亡 |
| 200以上    | 人瞬间死亡             |

## PM2.5

雾霾是由空气中的灰尘、硫酸、**硝酸**、有机碳氢化合物等粒子组成的

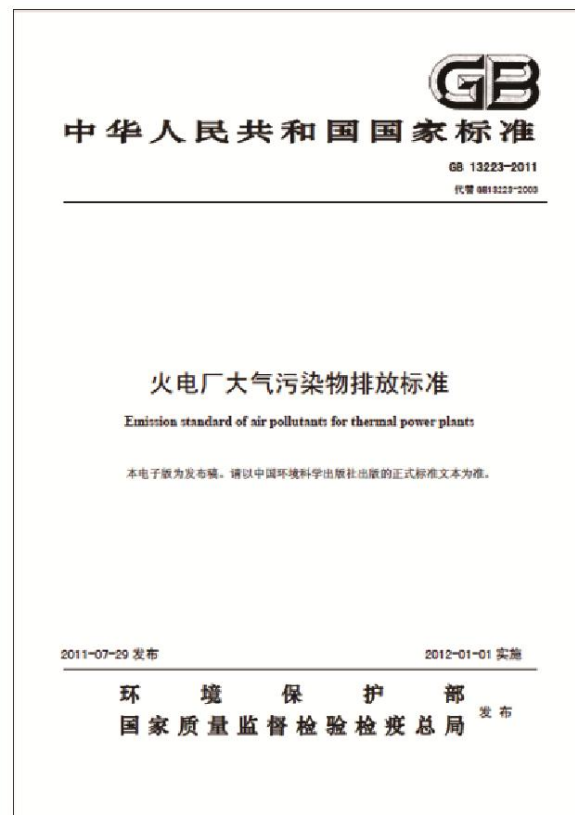


# 国家相关标准

GB 13223-2011 《火电厂大气污染物排放标准》

自2015年1月1日起循环流化床锅炉氮氧化物(以NO<sub>2</sub>计)  
排放限值200mg/m<sup>3</sup>

重点地区（国土开发密度较高，环境承载能力开始减弱，  
或大气环境容量较小，生态环境脆弱，容易发生严重大气环境  
污染问题而需要严格控制大气污染物排放的地区）执行氮氧化  
物(以NO<sub>2</sub>计)排放限值100mg/m<sup>3</sup>



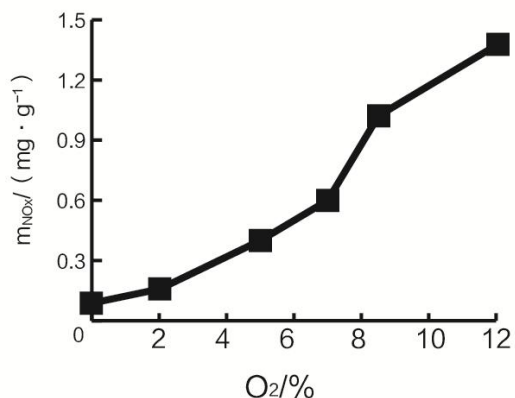
# 山东省NOx减排工作

- ▶ 我省大气污染排放基数大，减排任务重
- ▶ 省委、省政府《关于建设生态山东的决定》，提出“蓝天白云、繁星闪烁”的目标
- ▶ 山东省“十二五”环保规划明确要求，十二五期间“努力实现我省大气污染防治新突破、空气能见度大幅提升，空气质量改善走在全国前列”

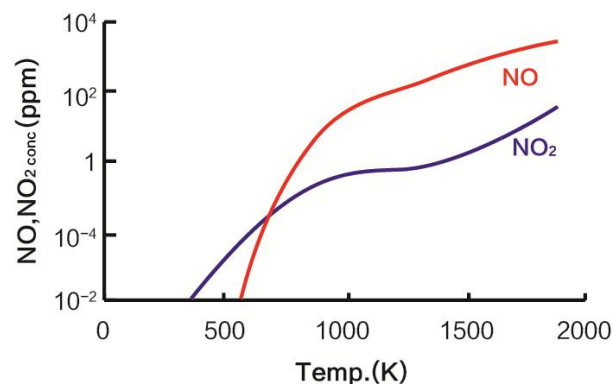


# NO<sub>x</sub>生成原理

- ★ 热力型: 燃烧时空气中的N<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>在高温下反应生成
- ★ 快速型: 燃烧时产生的烃(CHi)等与空气中的N<sub>2</sub>生成HCN再被氧化成NO<sub>x</sub>
- ★ 燃料型: 燃烧时燃料中有机氮被氧化生成NO<sub>x</sub>



NO<sub>x</sub>生成会在氧化性气氛下急剧升高



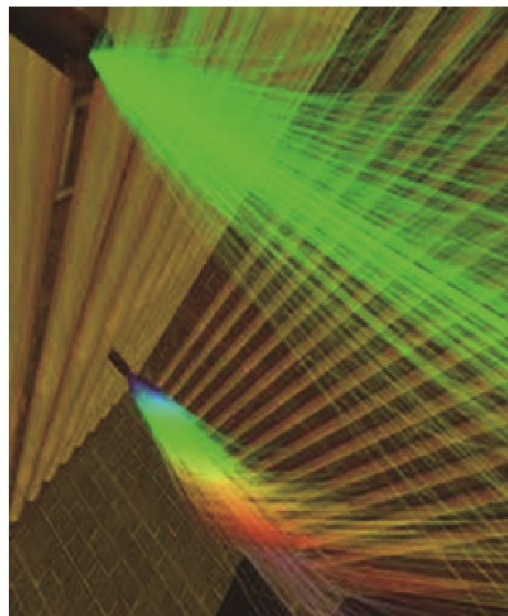
NO<sub>x</sub>生成会随温度升高而急剧升高

# SNCR脱硝技术简介

在适合脱硝反应的“温度窗口”内喷入还原剂（一般氨或尿素）将烟气中的氮氧化物还原为无害的氮气和水。

氨液消耗量大，氨“逃逸率”高，排入大气形成二次污染，在脱硝剂生产过程中，会产生天上、地下和水源的原产地污染，而其污染情况到目前为止都没有很精确的测算和检验。

氨制品的生产，也会带来每吨氨或尿素生产过程中所消耗的燃煤消耗。据测算，每生产一吨氨，需要消耗1.1~1.5吨的燃煤



---

**通过控制燃烧温度、氧量以及控制温度场与氧量场的重合区域能够有效降低NO<sub>x</sub>产生**

环境保护部《火电厂氮氧化物防治技术政策》中

第2.3条: 低氮燃烧技术应作为燃煤电厂氮氧化物控制的首选技术



北京先进博昌科技有限公司  
BEIJING XIANJINBOCHANG SCIENCE AND TECHNOLOGY CO.,LTD

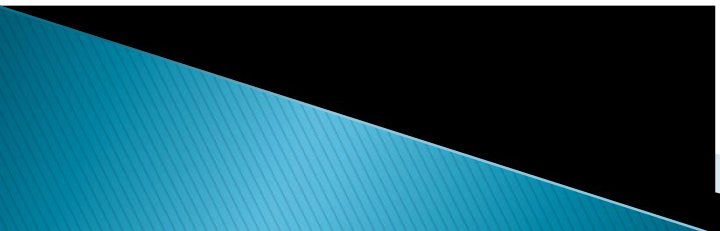
# 燃煤CFB锅炉低氮燃烧主要影响因素

- ▶ 1 燃料颗粒度的保证；
  - ▶ 2 锅炉运行氧量；
  - ▶ 3 床温及炉内各段烟温分布；
  - ▶ 4 二次风整体布局与一、二次风配风关系的运行调整；
- 

# 燃煤CFB锅炉低氮燃烧主要影响因素

- ▶ 5 煤质特性与多煤质的掺烧方式；
- ▶ 6 烟气再循环系统的运用；
- ▶ 7 锅炉设计与辅机选型的适应性；
- ▶ 8 料层厚度与CFB容量的合理匹配；

# 燃煤CFB锅炉低氮燃烧主要影响因素

- ▶ 9 循环返料系统的分离效率与炉内灰浓度保持状况；
  - ▶ 10 各段受热面的合理分配；
  - ▶ 11 烟风系统阻力与炉内流场分布；
  - ▶ 12 燃烧室布风板结构与风帽设计；
- 

# 燃煤CFB锅炉低氮燃烧主要影响因素

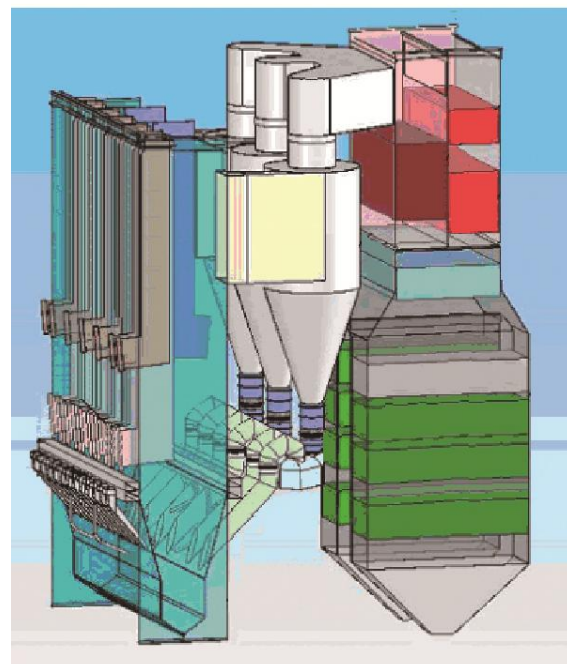
- ▶ 13 炉内防磨措施和排渣方式；
- ▶ 14 给煤口结构及其布置的合理性；
- ▶ 15 CFB运行参数监控系统的精确性；
- ▶ 16 炉内、炉外脱硫系统的布置方式与脱硫效率的基本情况。

# 存在的问题

- ▶ 炉膛中心区缺氧
  - 降低燃料燃尽效果
  - 降低脱硫剂化学反应速率
- ▶ 床温不均匀
  - 一般偏差都在70℃以上，最大可达150℃
- ▶ 床温异常
  - 860℃~875℃最佳低氮脱硫温度
  - 870℃~920℃能够被接受
  - 950℃~1050℃或760℃~850℃普遍存在
- ▶ 炉膛出口、返料温度与床温差值过大

# 存在的问题

- ▶ 二次风配风方式
- ▶ 物料颗粒度异常
- ▶ 设计床温与一次风的配合
- ▶ 炉内高效脱硫与低氮燃烧的矛盾
- ▶ De-Nox过程与汽水系统的矛盾



# 高效低氮燃烧一体化技术特点

---

先进博昌锅炉高效低氮燃烧一体化技术

着眼于通过燃烧优化

努力提高CFB锅炉无外来化学反应介质的深度降氮能力

充分发挥CFB的环保特点

---

**> > 技术特点可概述为 “1-2-4-5”**



北京先进博昌科技有限公司

BEIJING XIANJINBOCHANG SCIENCE AND TECHNOLOGY CO.,LTD

# 高效低氮燃烧一体化技术特点

## > 总体统一

高效燃烧与De-NO<sub>x</sub>过程的高度统一。

没有高效燃烧做后盾，就不能降低锅炉运行总氧量，也无法合理分级送风。不统一高效燃烧与De-NO<sub>x</sub>的利益关系，无法达到本技术的实际效果。

## > 两项重点工作

根据锅炉实际运行情况制定技改方案加以实施

富有经验的CFB专业工程师所进行的燃烧优化调整，落实最终技改成果。



北京先进博昌科技有限公司

BEIJING XIANJINBOCHANG SCIENCE AND TECHNOLOGY CO.,LTD

# 高效低氮燃烧一体化技术特点

## > 四个考虑

优化物料流态化

改善燃烧特性

确保热效率

优化其他相关参数

## > 五方面局部效果

最终实现：

CFB物料温度的整体均衡

最佳分区燃烧

局部氧量均匀化

二次风立体化分级

低氧的宽煤种适应



北京先进博昌科技有限公司

BEIJING XIANJINBOCHANG SCIENCE AND TECHNOLOGY CO.,LTD

# 某公司济锅75t/h CFB低氮一体化示范项目

## 改造内容：

在锅炉前后水冷壁重新开孔，二次风数量和规格重新布局；  
增加烟气再循环，补充一次风，提高二次风率。

## 降氮幅度55%

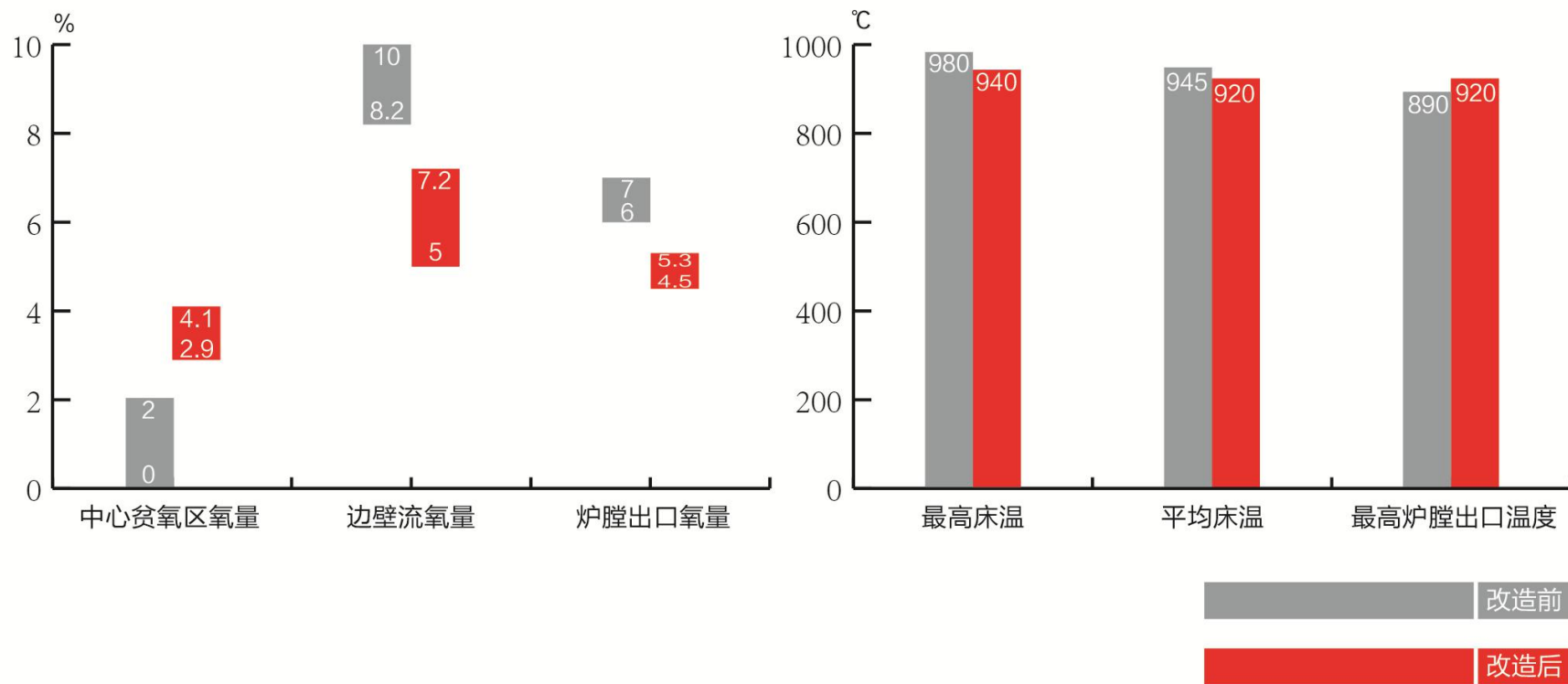
## NO<sub>x</sub>排放值：

NO<sub>x</sub>排放值由原来的350 ~ 450 mg/Nm<sup>3</sup>

降低到了现在的150mg/Nm<sup>3</sup>以下，平均147 mg/Nm<sup>3</sup>



# 某公司济锅75t/h CFB低氮一体化示范项目



# 效益分析



使用SNCR技术降低NO<sub>x</sub>排放，烟气中NO<sub>x</sub>含量每降低100mg/m<sup>3</sup>  
一次性投资及增加的运行成本如下表

| 蒸发量<br>(t/h) | 蒸汽压力<br>(Mpa) | 发电功率<br>(MW) | 发电煤耗<br>(g/kW·h) | NO <sub>x</sub> 排放每降低100mg/Nm <sup>3</sup><br>年SNCR运行成本<br>(万元) | SNCR一次性投资成本<br>(万元) |
|--------------|---------------|--------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------|
| 75           | 3.82          | 12           | 500              | 23.48                                                           | 110                 |
| 130          | 5.6           | 25           | 500              | 48.9                                                            | 191                 |
| 240          | 9.82          | 50           | 450              | 88.1                                                            | 317                 |
| 410          | 9.82          | 100          | 420              | 164.5                                                           | 505                 |
| 480          | 13.6          | 150          | 380              | 223.3                                                           | 535                 |
| 670          | 13.6          | 200          | 360              | 282.1                                                           | 708                 |
| 1025         | 16.5          | 300          | 330              | 387.9                                                           | 992                 |

SNCR每脱除1kg NO<sub>x</sub>运行成本为3~6元，表格中数据以平均5元计算得来；  
表格中以机组年运行小时数5000小时计

# 效益分析

对于全国4000余台CFB机组，按照现有CFB高效低氮燃烧一体化技术水平，可实现平均 $140 \sim 150\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下的 $\text{NO}_x$ 排放水平，少数机组完全能够达到 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。即使按照技改后 $\text{NO}_x$ 排放浓度为 $170\text{mg}/\text{Nm}^3$ 来计算，每年至少可以减少28万吨以上的 $\text{NO}_x$ 排放量。

**避免采用SNCR技术“氨逃逸”造成的二次污染！**

# 整套解决方案

以下工作由国内一流CFB专家决策和指导

- ◎ CFB运行状况诊断
- ◎ 技术方案制定
- ◎ 施工方案与产品定型
- ◎ 安装与施工管理
- ◎ 改造后的运行调整
- ◎ 技术资料整理与编制
- ◎ 技术交底与现场培训



谢谢!

