



# 京能集团2016年环保改造技术交流会



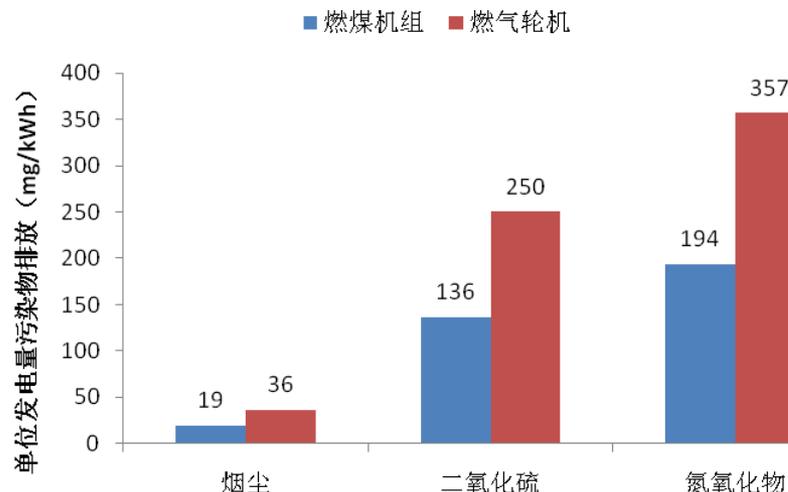
吴宇

华能集团环保专家、科技环保部副处长。主管华能集团环保改造项目，从事并参与环保改造项目可研方案审查、环保改造项目立项审批及环保改造项目施工等管理工作。积累了大量的环保改造技术理论经验及实际应用经验。参与编制、审查多项华能集团公司环保技术监督管理标准。

## 燃煤电厂超低排放改造技术及经验

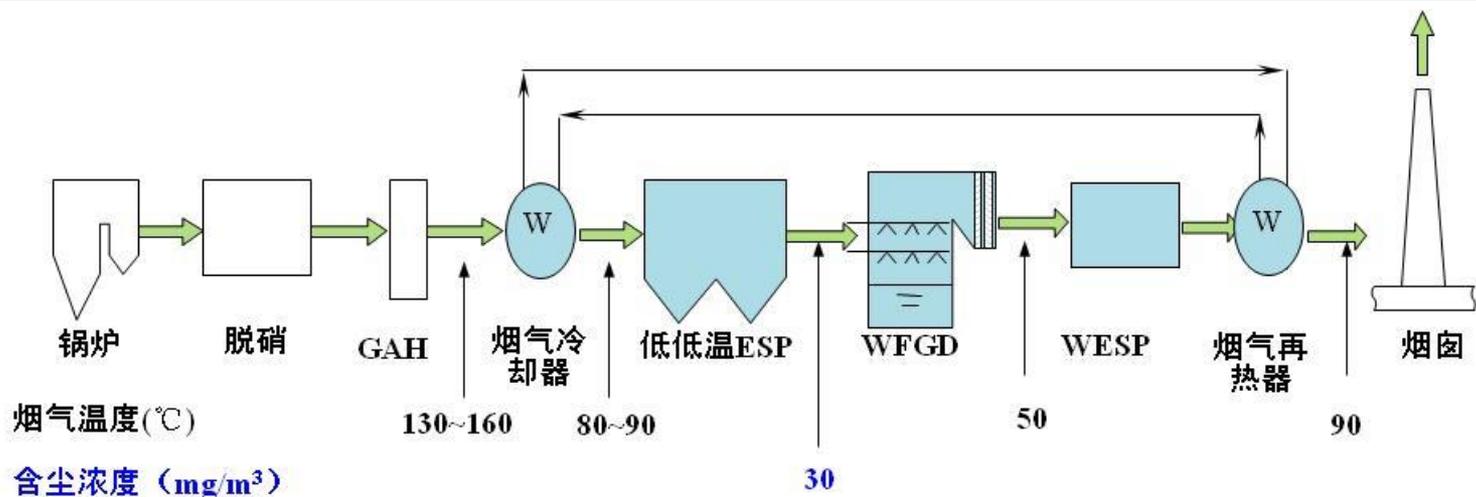
# 燃煤电厂烟气超低排放技术介绍

为使全国空气质量明显改善，进一步大幅度削减燃煤电厂污染物排放总量，国家三部委联合印发《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014—2020）》，要求电力行业加快节能减排升级改造，燃煤电厂污染物排放标准向“燃气轮机排放标准”看齐，即：烟尘、二氧化硫、氮氧化物三项排放限值分别为  $5\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $35\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 。业内将此限值定义为“超低排放”标准。



相同发电量下，由于燃煤电厂的烟气量远小于天然气燃气轮机组的烟气量，因此，同样的排放浓度下，燃煤电厂的单位发电量污染物排放量更低。

# 实现烟气超低排放的途径



煤燃烧生成的三个主要污染物：**NO<sub>x</sub>**，烟尘及**SO<sub>2</sub>**从技术经济角度需要多个设备协同脱除，对整个烟气净化系统必须进行一体化设计和优化。

**NO<sub>x</sub>**排放控制的策略：炉内低氮燃烧+烟气**SCR**脱硝

烟尘排放控制的策略：干式电除尘器（低低温、高效电源、分区供电、振打优化、流场优化等）  
+湿法脱硫+湿式电除尘器

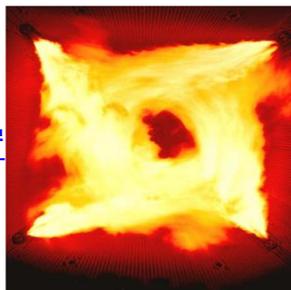
**SO<sub>2</sub>**排放控制的策略：控制入炉煤硫份+湿法脱硫+取消回转式烟气换热器（**GGH**）

# 氮氧化物超低排放控制技术

旋流燃烧器  
墙式布置

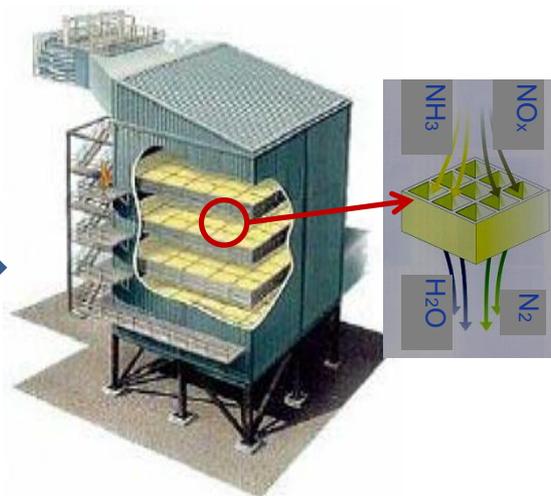


直流燃烧器  
四角切圆布置



炉内低氮燃烧

200-500mg/m<sup>3</sup>



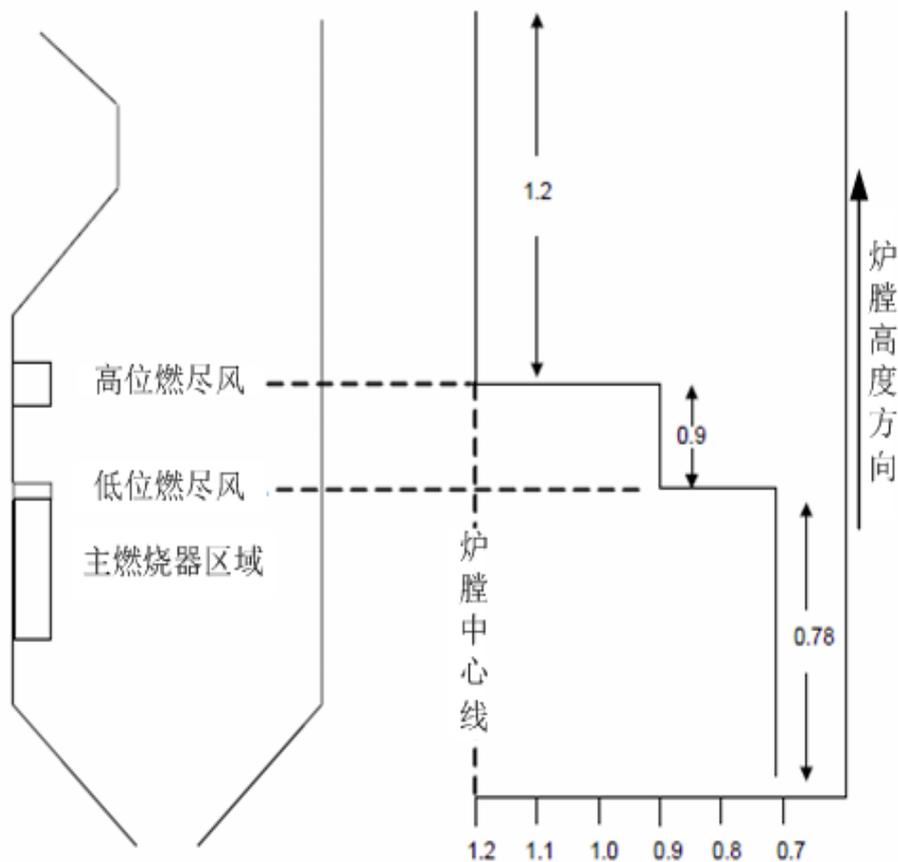
SCR烟气脱硝

30-50mg/m<sup>3</sup>

选择性催化还原烟气脱硝装置（SCR）能够长期稳定运行的脱硝效率最高约90%。通过低氮燃烧从源头把NO<sub>x</sub>减量化到500mg/m<sup>3</sup>以下，再通过SCR降低到50mg/m<sup>3</sup>以下。对燃用无烟煤的W型机组，理论上可以采用两级SCR反应器达到50mg/m<sup>3</sup>的排放标准，但是实际改造的难度较大，难以实现。

# 炉内低氮燃烧技术

炉内低氮燃烧过量空气系数分布



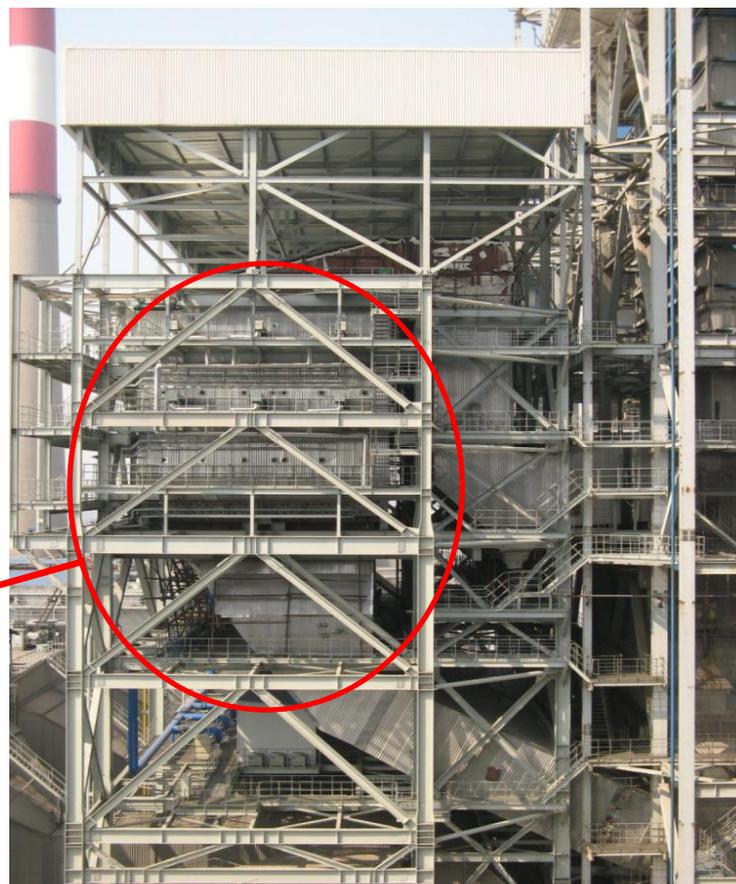
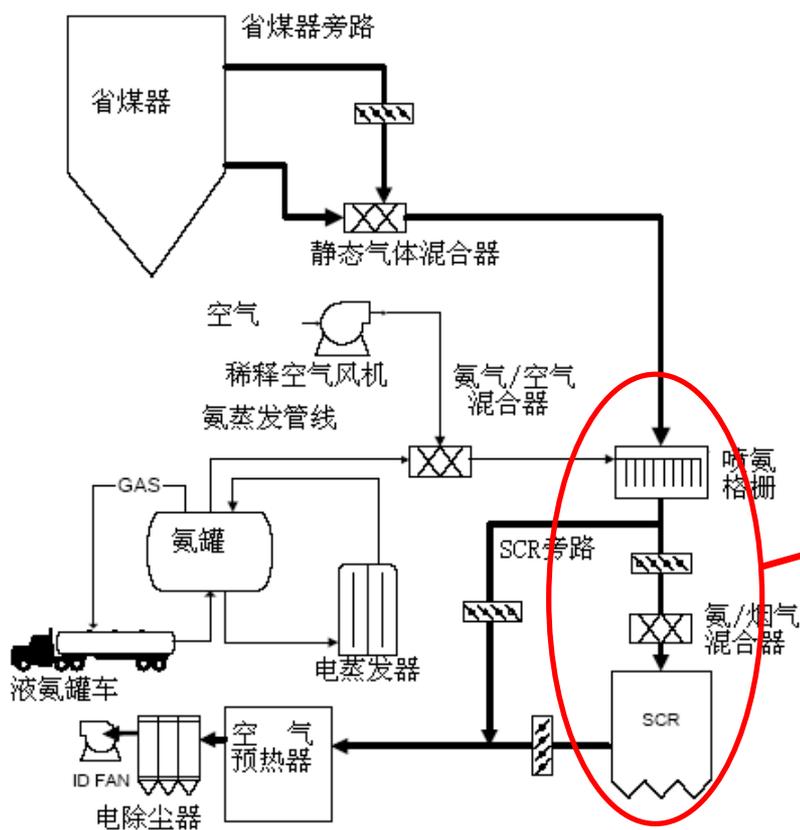
u 燃烧器风箱上端部设置低位燃尽风喷嘴，在主燃烧器与炉膛出口之间布置高位燃尽风喷嘴，实现沿炉膛高度方向空气分级。

u 将炉膛分成三个相对独立的部分：燃烧区，还原区和燃尽区。

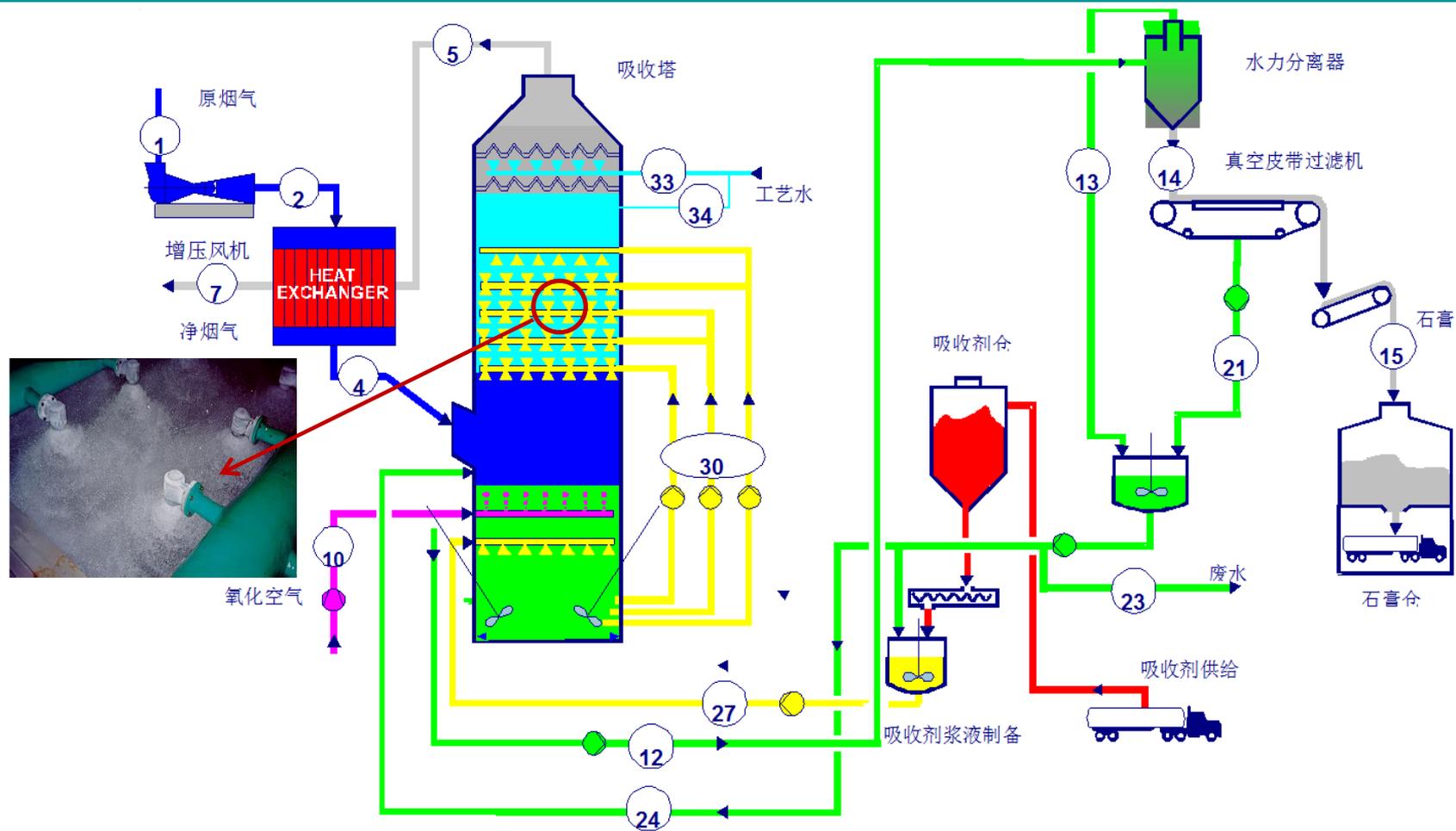
u 通过优化每个区域的过量空气系数有效降低 $\text{NO}_x$ 的排放。

# SCR烟气脱硝技术

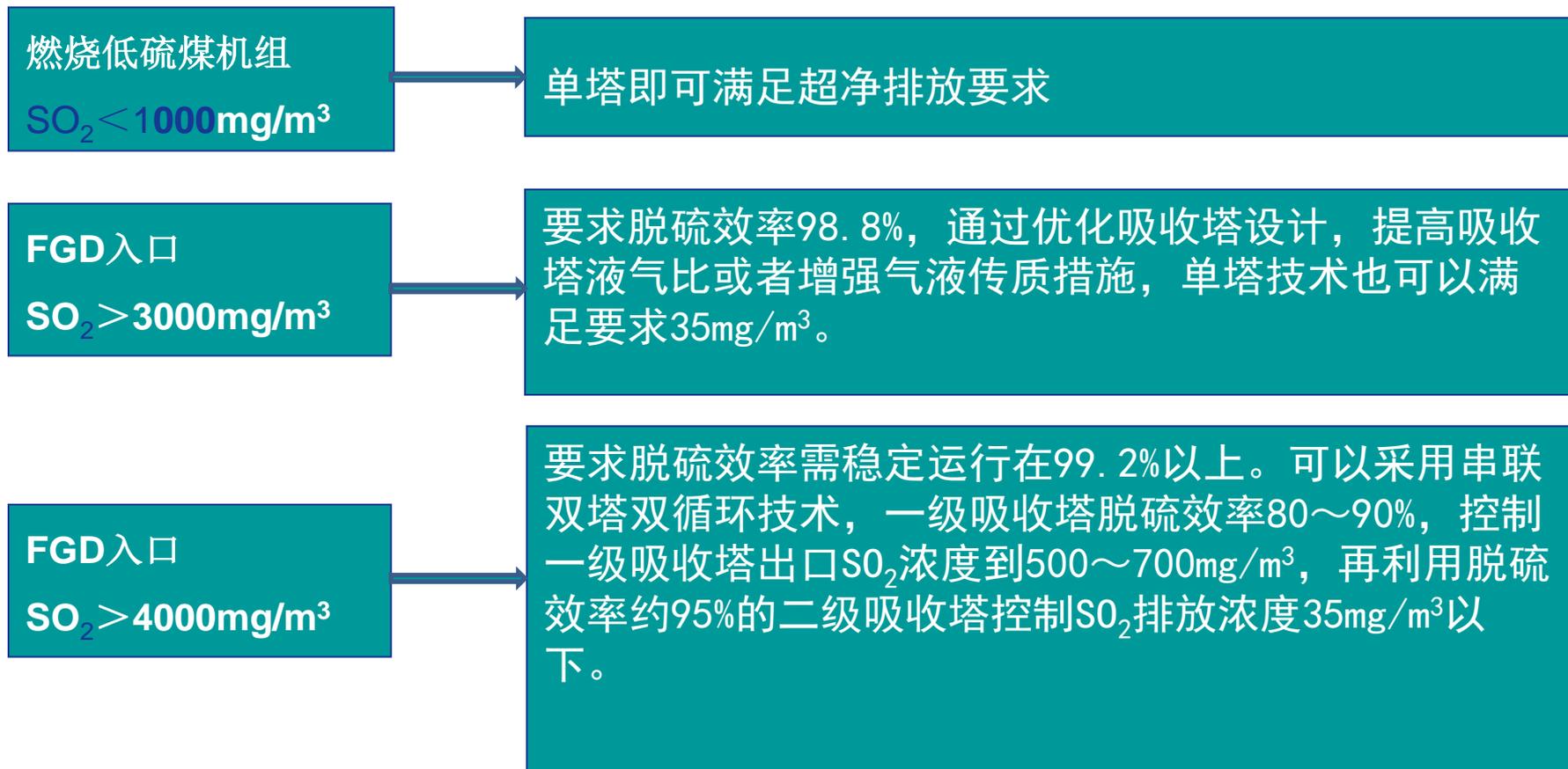
Selective Catalyst Reduction, 选择性催化还原



# 二氧化硫超低排放控制技术

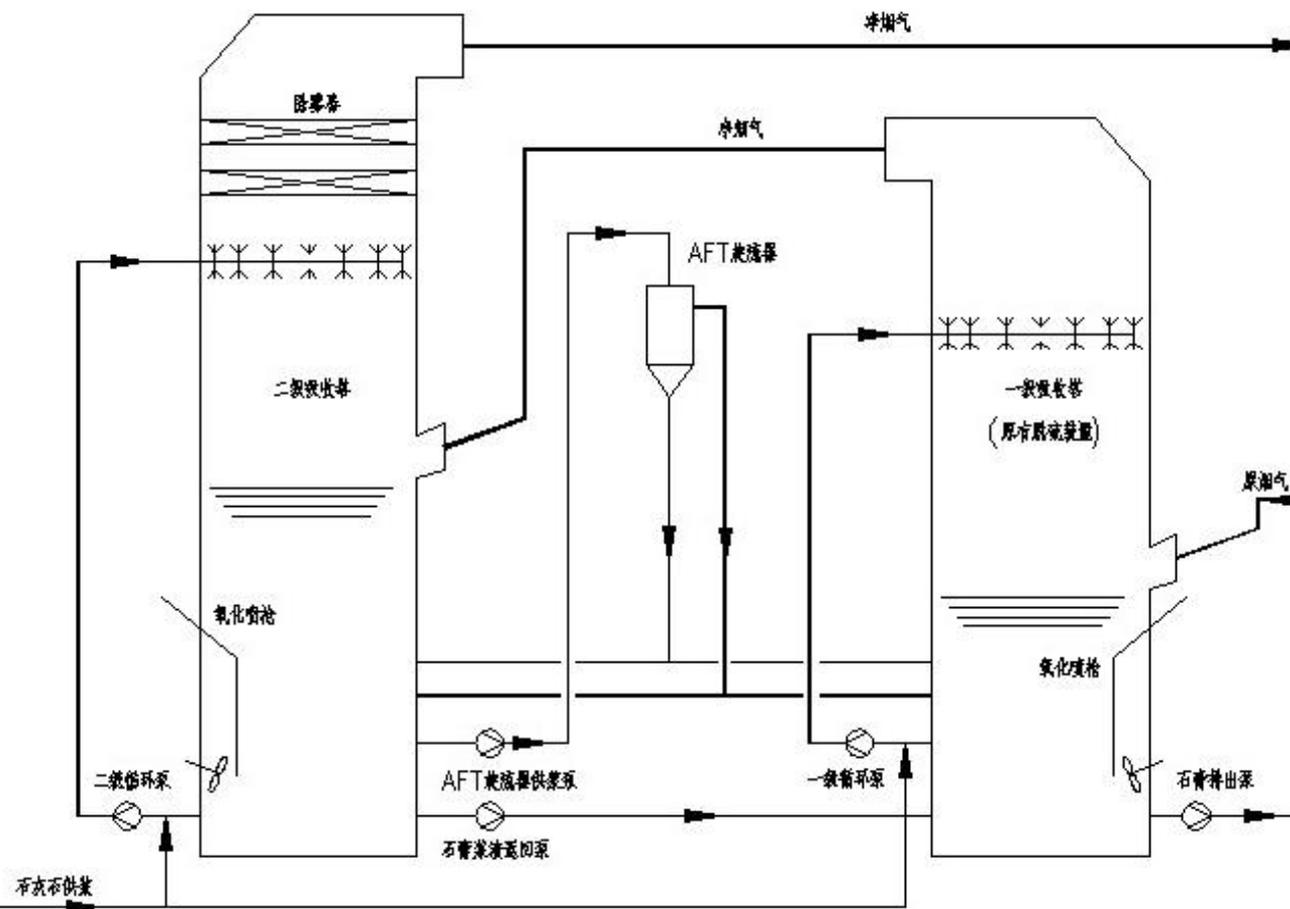


# 二氧化硫超低排放控制技术

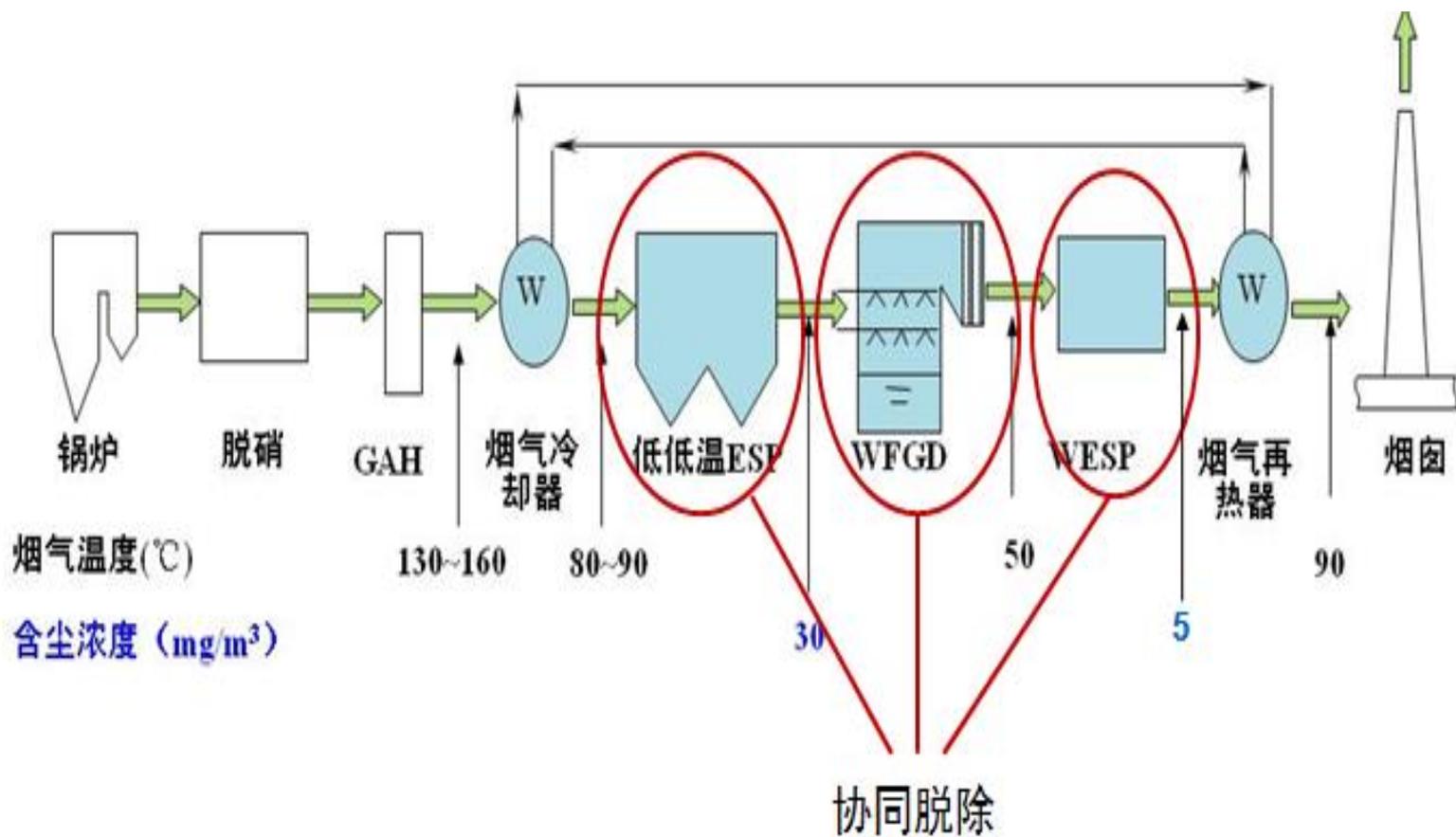


# 串联双塔双循环技术

串塔（双塔双循环）方案可以通过控制一、二级吸收塔的pH值实现分区控制：  
一级吸收塔低pH值运行，利于石膏氧化结晶；  
二级吸收塔高pH值运行，利于高效脱硫。



# 烟尘超低排放控制技术



# 烟尘超低排放控制技术



干式电除尘器

+



湿法脱硫装置

+



湿式电除尘器

根据目前国内的烟尘控制技术状况，主要采用下述技术路线：干式电除尘器+湿法脱硫装置+湿式电除尘器。现有的干式电除尘器可以烟尘排放降低到 $30\sim 40\text{ mg/m}^3$ ，经过湿法脱硫再降低到 $15\sim 20\text{ mg/m}^3$ ，最终通过湿式电除尘器可确保满足 $5\text{ mg/m}^3$ 的排放要求。

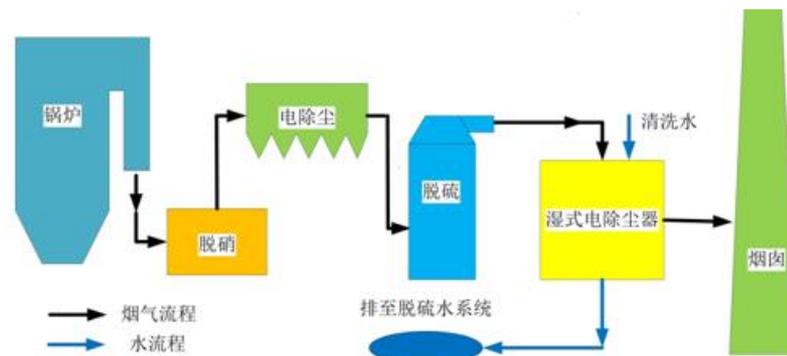
# 整体结构与布置

## (1) 总体布置

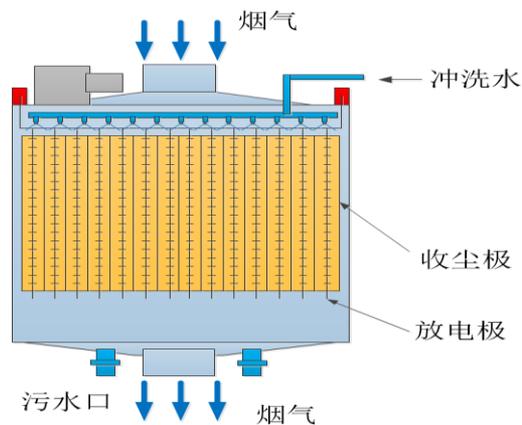
- u 布置于脱硫塔后
- u 布置于脱硫塔顶部
- u 布置于脱硫塔侧部

## (2) 设备结构

- u 除尘器壳体
- u 阳极板，收尘极
- u 阴极线，放电极
- u 喷淋清洗系统，定期清洗收尘极
- u 高压电源放置于壳体顶部
- u 排污口布置于下部，排出废水



湿式除尘（雾）器在系统中的布置



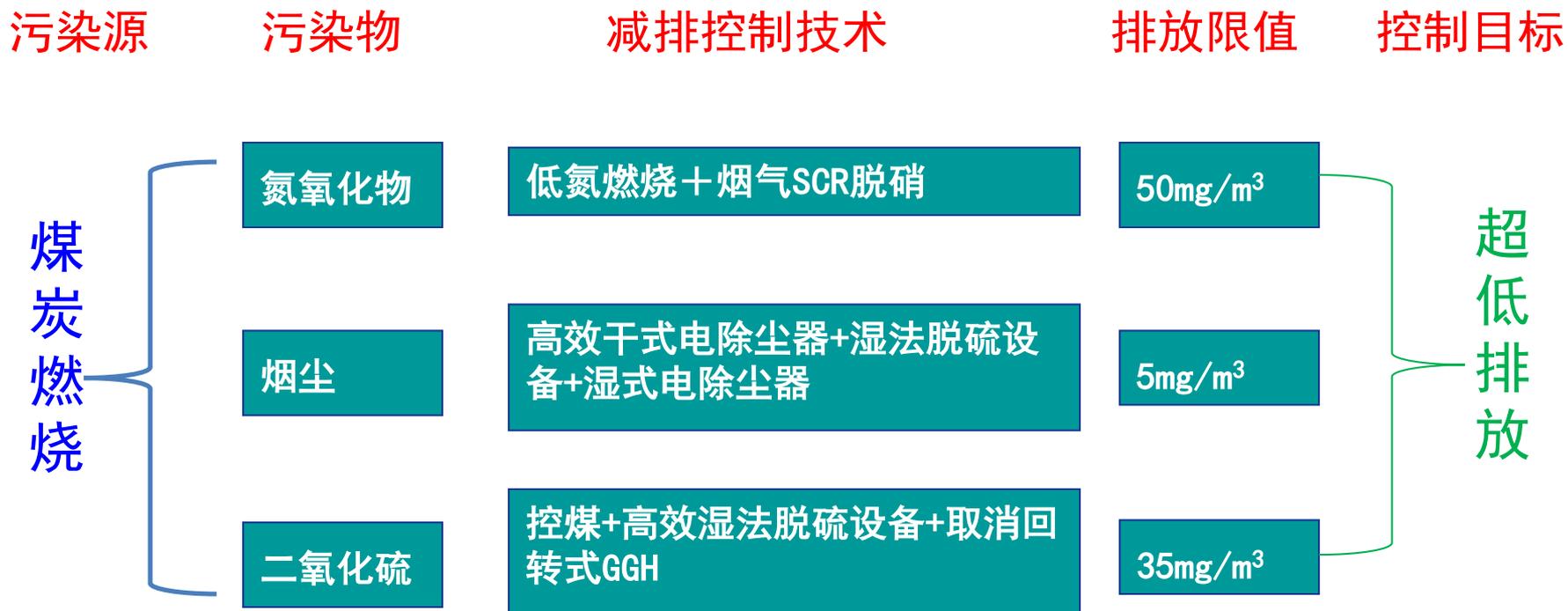
湿式除尘（雾）器内部构造示意图

# 湿式电除尘（雾）器中试装置



华能秦岭电厂试验现场装置

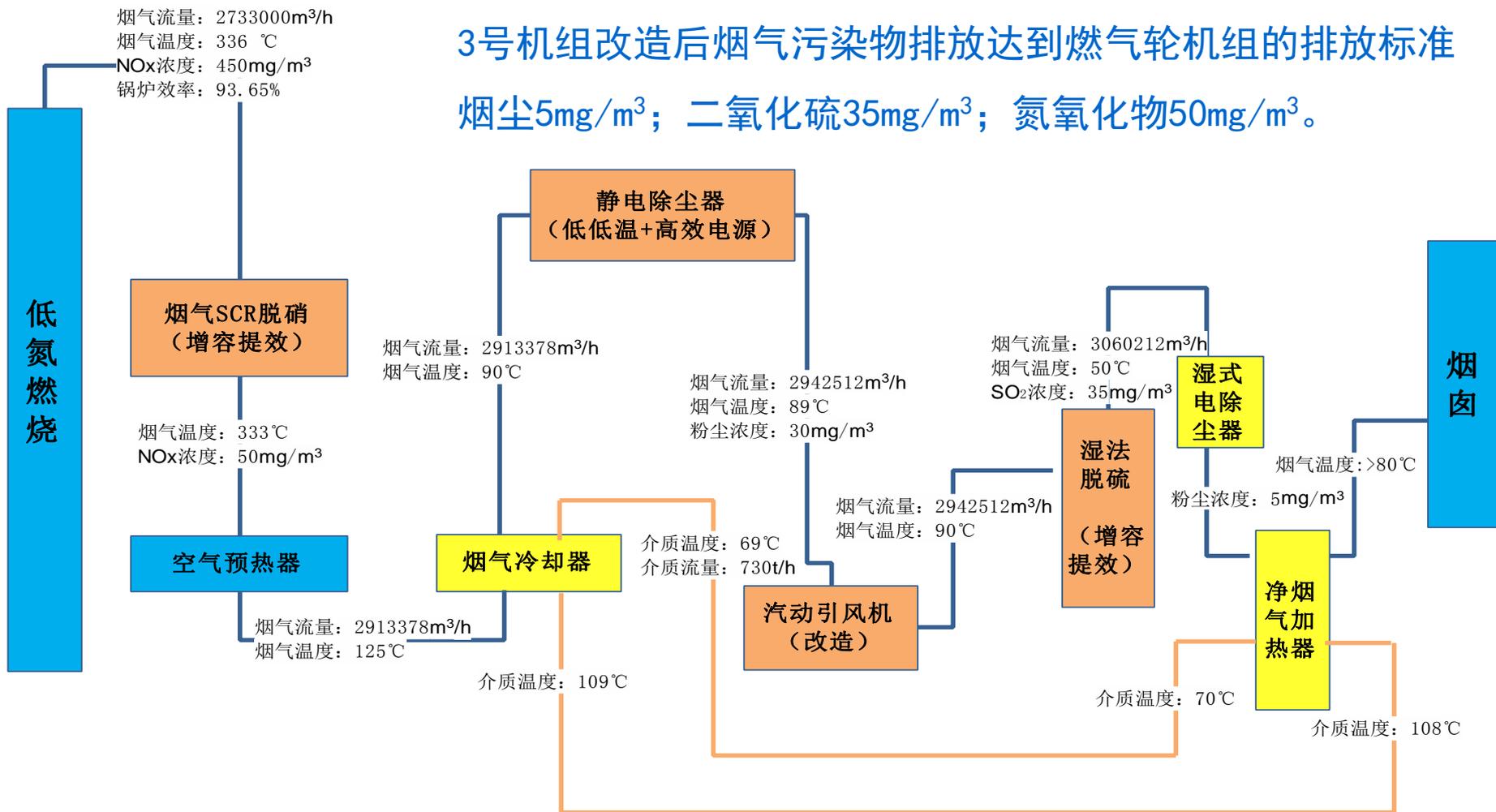
# 燃煤电厂超低排放控制技术路线



综上所述，燃煤电厂实现超低排放的途径是烟气污染物的一体化协同脱除，这种技术路线在国内和国际上都有成功应用业绩。

# 华能玉环电厂3号1000MW机组超净排放改造

3号机组改造后烟气污染物排放达到燃气轮机组的排放标准  
 烟尘5mg/m<sup>3</sup>；二氧化硫35mg/m<sup>3</sup>；氮氧化物50mg/m<sup>3</sup>。



*Thank you very much for your attention!*

**谢谢大家!**