

# 生物质锅炉烟气超低排放——脱硝（协同消白）技术研究

王小飞，冯丽军

（江苏亿金环保科技有限公司江苏江阴214414）

**[摘要]**随着全国锅炉烟气超低排放推广实行，生物质锅炉烟气超低排放已迫在眉睫。由于生物质锅炉燃料特性，脱硝超低排放指标一直是困扰生物质锅炉环保瓶颈。本文笔者将分析生物质锅炉烟气成分，总结出烟气特性，选择合适的脱硝技术，使锅炉烟气达到烟气超低排放指标要求。

## 引言

随着社会对环保越来越重视，锅炉烟气超低排放已经在全国范围内推广实行并取得良好的社会效益。生物质锅炉烟气中的氮氧化物排放不可忽视。针对生物质锅炉烟气成分特性，并对生物质锅炉脱硝选择合适的脱硝技术，能够将 $\text{NO}_x$ 排放水平稳定控制在 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，氨逃逸浓度低于 $2.3\text{mg}/\text{m}^3$ ，满足超低排放要求。

## 1 生物质锅炉现状及超低排放背景

生物质能供热主要包括生物质热电联产和生物质锅炉供热，布局灵活，适用范围广，适合城镇民用清洁供暖以及替代中小型工业燃煤燃气燃油锅炉。

生物质锅炉是以生物质能源作为燃料的新型锅炉，其锅炉排放烟气中的二氧化硫、氮氧化物含量较低，且不产生废渣。因此与燃煤锅炉相比，更加节能环保。但随着国家对锅炉烟气环保标准的提高，加上锅炉烟气超低排放的推广实行。现行的生物质锅炉烟气的排放标准按锅炉大气污染物排放标准(GB13271-2014)执行。但这一要求与最新火电厂超低排放相比，还有一定差距。随着民众、企业与社会环保意识的提高，将来会按超低排放要求执行。生物质锅炉脱硝技术进行分析研究。

## 2 生物质锅炉烟气特性

经对生物质锅炉烟气调研、测试、分析,生物质锅炉烟气有如下特点：炉膛温度差别大,生物质锅炉主要有炉排炉和循环流化床炉,每种炉型又分为中温中压炉、次高温次高压炉、高温高压炉；生物质中氢元素含量较高,烟气中含水量也高,<p(H<sub>2</sub>O)可达到15%~30%；烟尘含碱金属质量分数较高,可达8%以上；二氧化硫、氮氧化物浓度低、波动大,燃烧纯生物质时二氧化硫、氮氧化物质量浓度在 $120\sim 250\text{mg}/\text{Nm}^3$ 波动。相对炉排炉，SNCR技术脱硝效率仅为10%~25%，且脱硝效率不稳定，不能达到超低排放 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下；循环流化床，SNCR技术脱硝效率为40%~60%，且脱硝效率较高但依旧不稳定，不能稳定达到超低排放 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。由于烟尘含碱金属质量分数较高及粉尘在高温下有火星，对SCR催化剂具有危害性。

## 3 烟气超低排放 - 脱硝技术（中低温SCR脱硝技术）

3.1中低温SCR及消白一体化系统工艺描述烟气脱硝技术，采用先脱硫后脱硝的工艺路线，即：湿法脱硫+高效除雾器+冷凝+中低温SCR工艺。本次烟气脱硝采用的中低温SCR脱硝及消白一体化工艺，已广泛应用于垃圾焚烧锅炉烟气脱硝和钢铁烧结烟气脱硝，工艺技术先进，运行效果高效且稳定。脱硝运行温度均为 $200\sim 230$ ， $\text{SO}_2$ 浓度不高于 $35\text{mg}/\text{Nm}^3$ ， $\text{SO}_3$ 浓度不高于 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，粉尘含量不高于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

为保证SCR催化剂的化学寿命 20000小时，脱硝系统设计催化剂运行温度为 $230$ 。经脱硫除尘后的原烟气先经过MGH（冷凝系统）将脱硫后烟气降 $2\sim 5$ ，再经过SCR-GGH（回转式烟气换热器）一级换热升温至 $185\sim 190$ ，再经过SGH蒸汽加热器二级加热升温后到达设计的催化剂运行温度 $230$ 。SCR及消白一体化系统主要包括氨储存供应系统、冷凝系统、烟气系统、SCR反应器本体、催化剂系统、吹灰系统、SGH蒸汽补热系统、SCR-

GGH系统、脱硝增压风机系统、在线检测系统、电气及控制等。SCR脱硝项目的工艺流程图如下所示：

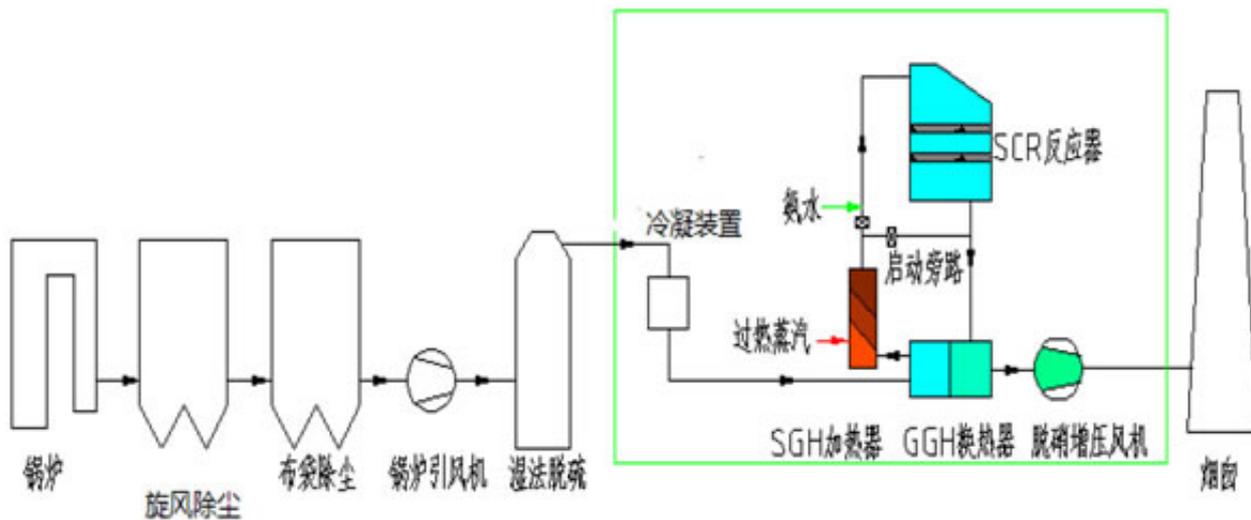


图 1 锅炉烟气治理总工艺流程示意图

### 3.2 烟气系统

烟气系统是指脱硫出口至烟囱的所有脱硝系统的连接烟道及旁路烟道。考虑到低温湿烟气容易造成催化剂的坍塌，影响催化剂的物理寿命，设置脱硝反应器旁路烟道，加装开关型挡板门，同时在脱硝反应器进口烟道设计开关型挡板门，保证脱硝系统启动前期，当烟温达不到设计要求的200 ~230 时，低温湿烟气通过SCR反应器旁路导入烟囱直接排入大气，实现对SCR催化剂的保护。

烟气流程为：脱硫除尘冷凝后的烟气经过GGH升温后，再经过SGH补热系统加热，烟气温度升至230 后，烟气垂直向上通过烟道，经过喷氨格栅和氨气充分混合再经导流板均匀分布后流入SCR反应器顶部，成垂直向下流入第1层催化剂。烟气通过SCR催化剂完成脱硝后，经GGH降温后，由增压风机送入烟囱达标排放。

烟道均采用普通钢制矩形或圆形烟道。由于脱硫塔出口烟气温度较低、烟气含水量较大，脱硫塔出口至SCR-GGH入口的烟道采用Q235材质+防腐、SCR-GGH原烟气侧出口至SHG出口烟道采用316L材质、SCR反应器旁路烟道采用Q235材质+防腐、旁路烟道挡板门和反应器入口挡板门阀板采用碳钢包覆2205材质、SGH加热管采用2205材质。烟道加固肋布置在烟道外部，尽量减少烟道内部支撑以防止磨损。脱硝后的烟气通过烟道连接进入烟囱。

### 3.3 冷凝+SCR-GGH系统

SCR-GGH采用回转式换热器。换热器漏风率小于3%。锅炉烟气经过湿法脱硫和冷凝器后，进入GGH的烟气温度为45 ~50 左右，原烟气通过GGH受热面后，温度由45 ~50 加热至185 ~190 。而脱硝后的净烟气再进入GGH从225 （脱硝反应器考虑5 的温降）冷却至85 ~90 左右，通过引风机后再排入烟囱。由于烟气温度控制在85 ~90 左右，实现烟气“脱白”。

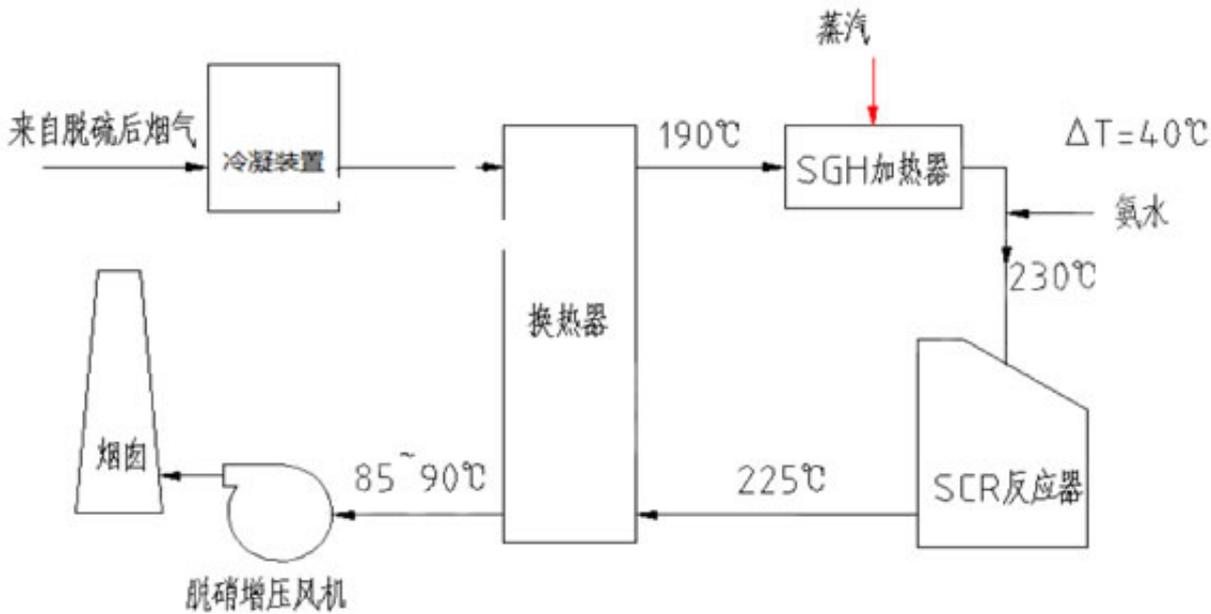


图 2 脱硝系统烟气温度变化流程图

冷凝系统主要由MGH本体、冷却水泵、降温塔系统以及配套的电气、控制系统组成。

GGH系统主要由GGH本体、驱动装置、吹灰装置、低泄露密封系统以及配套的电气、控制系统组成。

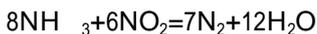
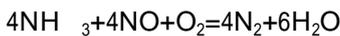
### 3.4 SGH蒸汽补热系统

待脱硝原烟气经过GGH换热器加热后，温度达到185 ~190 ，在SCR-GGH原烟气出口增加一套SGH蒸汽补热装置，引入4.0MPa、250 饱和蒸汽，加热烟气升温40 ，将烟气温度从185 ~190 加热至230 ，满足SCR催化剂所需的温度。

本脱硝系统配置一台SGH蒸汽加热器，加热管材质选用2205，加热器壳体材质为316L。

### 3.5 SCR反应器本体

SCR反应器为NH<sub>3</sub>与NO<sub>x</sub>发生反应的主要设备。当氨气和烟气混合进入SCR反应器后，在催化剂的作用下，NH<sub>3</sub>有选择地把烟气中的NO<sub>x</sub>还原为无毒无污染的氮气和氨水。同时二噁英在SCR反应器中大部分发生分解反应。通过吹灰器定时将积灰吹扫干净，避免造成催化剂失效导致脱硝效率的下降。反应器内的主要化学反应如下所示：



SCR反应器采用底部支撑，反应器内部考虑防磨措施。反应器内部各类加强板、支架均设计成不易积灰的型式，同时考虑热膨胀的补偿措施。反应器入口烟道设非金属膨胀节，反应器出口与回转式换热器之间设不锈钢金属膨胀节。

SCR反应器能承受运行温度350 不少于5h的考验而不产生任何损坏。

SCR反应器的使用寿命不小于30年。

反应器内的流场分布对脱硝效率及催化剂寿命有重大影响。针对各项目的脱硝反应器均有详细的流场模拟，在模拟

的基础上对反应器进行优化设计以达到最佳的流场分布。

催化剂层数：2（初始）+1（备用）。初装两层催化剂，脱硝效率可达到90%以上，NO<sub>x</sub>排放浓度 45mg/Nm<sup>3</sup>。

预留两层催化剂备用层空间，待催化剂服役到期后或NO<sub>x</sub>排放浓度进一步提标时，可通过在备用层加装催化剂，确保NO<sub>x</sub>排放浓度 45mg/Nm<sup>3</sup>。

催化剂有效使用期限：24000小时（年运行时间8000小时）。

催化剂设计应考虑燃料中含有的任何微量元素可能导致的催化剂中毒及采取防止催化剂中毒的有效措施。

### 3.6吹灰装置

由于烟气经过SCR装置流速降低，烟气中的飞灰会沉集于SCR装置内和SCR催化剂表面，在每层催化剂的上端设置吹灰器，清扫沉集于催化剂入口处的飞灰，防止堵塞催化剂通道。SCR催化剂的吹灰器采用声波吹灰器。

### 3.7氨存储供应系统

氨水存储、供应系统，通过氨水输送泵将氨水输送至低温SCR脱硝系统。

### 3.8脱硝增压引风机系统

新增脱硝及消白一体化系统后，整个系统需增加阻力约4000Pa。其中冷凝器阻力约500Pa，烟道阻力约400Pa，SGH加热器阻力约500Pa，SCR反应器及催化剂阻力约800Pa（含备用层催化剂），回转式换热器冷、热烟气侧阻力1800Pa。

脱硝系统配置一台脱硝增压风机。增压风机全压按4500Pa设计，排烟温度按90~100℃设计。

## 4结束语

生物质锅炉若采用烟气超低排放 - 脱硝技术（中低温SCR脱硝技术）可满足超低排放要求；亦满足日益严苛的环保标准要求，此工艺运行稳定，抗锅炉负荷波动性好。与此同时具有协同消白功能。企业要想在激烈的竞争中抢占先机，必然要对内部的污染物治理做出创新和改革。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/144168.html>