

SNCR 与 SCR 技术相结合的联合脱硝技术分析

杨刚亮

(山西兰花科技创业股份有限公司田悦化肥分公司)

摘 要:随着工业化进程的加快,工业锅炉作为能源转换的关键设备,其 NO_x 排放问题日益受到关注。选择性催化还原(SCR)和选择性非催化还原(SNCR)是目前两种最常用的锅炉脱硝技术。

关键词:SNCR;SCR;氮氧化物

0 引言

NO_x 是导致大气污染的主要污染物之一,对人类健康和生态环境造成严重威胁。工业锅炉作为能源消耗大户,其 NO_x 排放量占工业源排放的较大比例。因此,更加经济、高效的脱硝技术对于降低工业锅炉的 NO_x 排放至关重要。SCR 和 SNCR 技术作为目前最成熟的锅炉脱硝方法,其应用效果直接关系到锅炉 NO_x 减排的成效。

1 脱硝装置简介

(1)我厂热电车间现有 3 台 75 吨循环流化床锅炉,型号 WCG-75/3.82-M3,单台锅炉烟气量约

185000m³/h,脱硝工艺采用的是 SNCR 选择性非催化

还原法烟气脱硝系统。每台锅炉出口为两台旋风分离器,脱硝喷枪安装位置为旋风分离器进口,烟气温度在 850℃以上,每台旋风分离器进口烟道截面积为 3.12m²,三支喷枪可全部覆盖,每台锅炉 6 支喷枪。

(2)脱硝液采用的是本厂内自有氨水、锅炉脱硝水溶液、仪表空气,氨水浓度 5%,脱硝水溶液浓度 32.5%,仪表空气压力 0.7MPa。系统设有一个 30m³立式氨水储罐,氨水与脱硝水溶液比例为 3:1,利用氨水泵循环阀进行充分混合,氨水泵两台一开一备。

(3)我厂锅炉,始建于 2006 年,锅炉烟道装置安装紧凑,现有距离无法满足 SCR 装置安装条件,需

对烟道进行改造。锅炉的省煤器是水平布置的三级顺

列光管省煤器分上中下三组,上中下三级之间设置省煤器出口集箱、进口集箱、中部集箱,上中下省煤器重量由通风梁支撑在锅炉钢架上。将中间省煤器进行改造,改造后的省煤器分上下两组,以腾出空间用于新增 SCR 脱硝催化剂系统(反应温度在 300°C — 400°C 之间),原中间省煤器的支撑梁通过改造后用于支撑催化剂,同时不得对烟尘排放浓度有影响。催化剂所需氨水由 SNCR 脱硝逃逸后的氨水进行补充,在催化剂的作用下,烟气中的氮氧化物再次与氨水发生反应,从而彻底降低氮氧化物,达到环保要求。

2 脱硝技术原理及优缺点

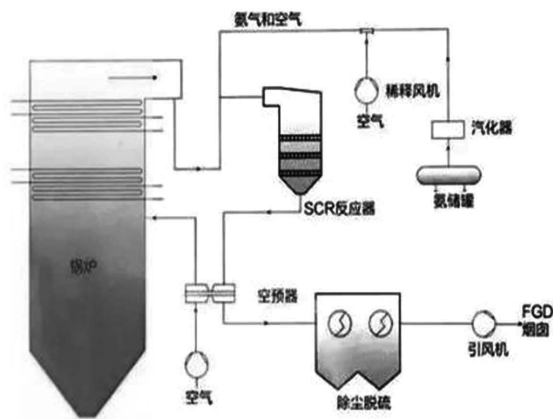
2.1 SNCR 技术原理及优缺点

在锅炉燃烧工况正常时,SNCR 技术则是在高温燃烧区域直接喷入氨水,将炉内燃烧生成烟气中的 NO_x 还原为 N_2 和 H_2O ,即 $\text{NO}_x + \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$,降低 NO_x 排放,制造还原区,从而降低 NO_x 生成量。在此期间的反应温度区间为 800°C — 950°C ,超过 1150°C 时 NH_3 将氧化成 NO_x 造成烟气中的 NO_x 排放浓度升高,达不到 800°C 则脱硝效率偏低。这种方法的优点是技术成熟、运行成本低,但是 SNCR 技术的脱硝效率相对较低,一般在 30%—70% 之间。但在氨水过量的情况下 NH_3 与 SO_2 反应生成 NH_4HSO_3 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$,易对锅炉烟道尾部及除尘器造成腐蚀损害。

2.2 SCR 技术原理及优缺点

催化反应系统是 SCR 工艺的核心,设吹扫装置,烟气顺着烟道进入装载了催化剂的 SCR 反应

器,在催化剂的表面发生催化还原反应,将 NO_x 还原为氮气(N_2)和水(H_2O)。催化剂是整个 SCR 系统关键,催化剂的设计和选择是由烟气条件、组分来确定的,影响其设计的三个相互作用的因素是 NO_x 脱除率、 NH_3 的逃逸率和催化剂体积。这种方法的优点是脱硝效率高,一般可达 90% 以上,现阶段 SCR 氨催化还原法是现阶段脱硝工艺应用得最多的技术,此技术没有副产品,不形成二次污染。然而,SCR 技术的缺点也很明显,包括催化剂成本较高、需要定期更换,此外,SCR 系统的运行和维护也较为复杂,需要专业的人员进行管理。



2.3 SNCR+SCR 联合脱硝

随着科技的不断进步和环保要求的提高,推广 SCR 与 SNCR 技术相结合的联合脱硝技术,SCR/SNCR 联合脱硝技术工艺发挥了工艺投资省、脱硝效率高的优势,将 SNCR 工艺的还原剂喷入炉膛技术与 SCR 工艺利用逃逸氨进行催化反应结合起来,进一步脱除 NO_x 。混合脱硝工艺以尿素作为吸收剂,是炉内一种特殊的 SNCR 工艺与一种简洁的后端 SCR 脱硝反应器有效结合。以实现更高效的 NO_x 减排,及有效控制氨逃逸率。下表为三种技术综合比较:

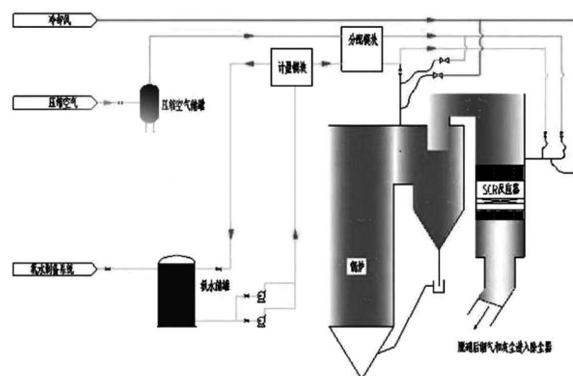
项目	SCR 技术	SNCR 技术	SNCR/SCR 技术
反应剂	NH ₃	尿素溶液或氨水	NH ₃
反应温度	320—400℃	800—1250℃	前段:800—1000℃ 后段:320—400℃
催化剂	V2O5—W03/TiO ₂	不使用催化剂	后段加少量催化剂
脱硝效率	80—90%	30—~60%	50~80%
反应剂喷射位置	SCR 反应器入口烟道	炉膛内喷射	锅炉负荷不同喷射位置也不同
SO ₂ /SO ₃	SO ₂ 氧化成 SO ₃ 的氧化	不会导致 SO ₂ 氧化,SO ₃	SO ₂ 氧化较 SCR 低

3 实际应用分析

我厂热车间现有 3 台 75t/h 流化床锅炉,正常运行 2 开 1 备,采用 SNCR 脱硝工艺,夏季单台锅炉负荷 45~50t/h,NO_x 指标控制小于 35mg/m³,氨逃逸指标控制小于 8mg/m³,随着弛放气系统即将投入使用,单台锅炉蒸汽负荷需达到额定蒸发量,在将 NO_x 指标控制小于 35mg/m³ 时,需要增加喷枪数量或提高氨水溶度则喷入炉内氨水量大大增加,氨逃逸指标控制小于 8mg/m³ 相当困难。将中温省煤器进行更新并改变中温省煤器的结构形式(反应温度在 300℃—400℃之间),以腾出上部空间用于新增 SCR 脱硝催化剂系统。催化剂所需氨水由 SNCR 脱硝逃逸后的氨水进行补充,在催化剂的作用下,烟气中的氮氧化物再次与氨水发生反应,从而彻底降低氮氧化物及氨逃逸,达到环保要求。

在实际运行中,氮氧化物初始浓度按照 400mg/m³ 设计(实际运行最高数据为 340mg/m³),SCR 脱硝装置投用后,SNCR+SCR 联合脱硝,可分阶段进行

降低氮氧化物指标,这样既能有效控制氮氧化物指标及氨逃逸率,又能延长催化剂的使用寿命。



SNCR/SCR 联合工艺脱硝流程图

4 结论

SCR 技术因其高脱硝效率而被广泛应用;而 SNCR 技术则因其低成本和简单操作也被广泛采用;SCR 和 SNCR 联合脱硝技术在生产中都取得了一定的成功,但也面临新的挑战。SCR、SNCR 和 SCR 和 SNCR 联合脱硝技术各有优缺点,应根据实际情况选择合适的脱硝技术。