

彭城电厂 2×1000MW 机组烟气脱硝效率影响因素分析

王金飞

(徐州/铜山华润电力有限公司, 江苏省徐州市华润路 1 号 221000)

摘 要:火电厂氮氧化物排放控制是“十二五”期间我国环境污染治理的重点和难点,选择性催化还原脱硝是未来我国大型电站锅炉烟气脱硝技术的主流。本文主要以彭城电厂 2×1000MW 机组烟气脱硝工程为研究对象,介绍了选择性催化还原脱硝技术的原理及流程重点并探讨了影响选择性催化还原法烟气脱硝效率的相关因素。

关键词:脱硝;效率;SCR;影响因素;1000MW

1 概述

我国是世界上最大的煤炭生产和消费国,而我国的能源结构体系在较长的一段时间内将以煤炭为主,国内大型电站锅炉在进行煤粉燃烧时会产生大量的氮氧化物,这些氮氧化物对人体健康与自然环境都造成了极大的危害。目前国内现有火电机组大部分都进行了脱硝改造,绝大部分采用了低氮燃烧技术配合选择性催化还原(SCR)技术。选择性催化还原脱硝技术(Selective Catalytic Reduction, SCR)的脱硝效率可达 90%以上,氨逃逸率较小,技术相对成熟,SCR 技术是适合我国国情的火电厂烟气脱硝技术。彭城电厂 2×1000MW 机组的烟气脱硝系统由上海电气石川岛脱硝工程有限公司提供,该系统采用选择性催化还原法脱硝方案。本文主要分析了选择性催化还原法烟气脱硝系统原理及流程,重点分析了影响脱硝效率的相关因素。

2 选择性催化还原法(SCR)脱硝系统原理及流程

彭城电厂 2×1000MW 超超临界机组烟气脱硝装置采用选择性催化还原法(SCR)脱硝系统,采用的脱硝还原剂液氨的有效成分为 NH_3 。生产运行中,氮氧化物在一定温度条件(一般为 320~410℃)时,在催化剂的作用下,烟气中的 NO_x 被氨还原为氮气和水。

脱硝的基本反应方程式:



铜山华润电力有限公司 2×1000MW 超超临界机组脱硝系统依据日本 IHI 的经验,浓度大于 $30\text{g}/\text{Nm}^3$ 时选用板式催化剂,本工程设计煤种粉尘浓度为 $34.44\text{g}/\text{Nm}^3$,为保证催化剂的使用寿命,选用了日本的 BHK 板式催化剂。工艺装置主要组成部分包括两个液氨储罐、一套注氨系统及每台机组两个装有催化剂的反应器。自脱硝剂制备区域来的氨气与稀释风机来的空气在氨/空气混合器内充分混合。氨的爆炸极限(在空气中体积%) 15~28%,为保证安全和分布均匀,稀释风机流量按 100% 负荷氨量的 1.15 倍对空气的混合比为 5% 设计。氨的注入量控制是由 SCR 进出口 NO_x 、 O_2 监视分析仪测量值、烟气温度的测量值、稀释风机流量、烟气流量来控制的。

混合气体进入位于烟道内的氨注入格栅,在注入格栅前设有手动调节和流量指示,在系统投运初期可根据烟道进出口检测 NO_x 浓度来调节氨的分配量,调节结束后可基本不再调整。

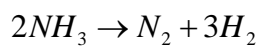
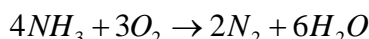
混合气体进入烟道通过氨/烟气混合器再与烟气充分混合,然后进入 SCR 反应器,SCR 反应器操作温度可在 320℃~410℃,SCR 反应器的位置位于省煤器与空预器之间,温度测点位于 SCR 反应器前的进口烟道上,出现 320℃~410℃ 温度范围以外的情况时,温度信号将自动连锁关闭氨进入氨/空气混合器的快速关断阀。

3 影响 SCR 脱硝效率的主要因素

影响 SCR 系统脱硝效率的主要因素包括反应温度、氨氮摩尔比、烟气 NO_x 浓度、颗粒尺寸和飞灰特性、烟气流量、 NH_3 与烟气的混合效果等。

3.1 反应温度对脱硝效率的影响

反应温度对脱硝效率以及催化剂的活性都有较大的影响,在 320℃~410℃温度范围内,催化剂有最佳活性,通常脱硝反应设定在这个温度范围内。当烟气温度低于催化剂正常运行的温度时,催化剂的活性就会降低使得脱硝效率下降,而且此时喷入的NH₃与SO₂反应生成的硫酸铵附着在催化剂表面,降低反应效率,增加了反应器前后差压,对机组运行带来不利影响。在SCR反应过程中随着温度的升高使得反应速率增加,脱硝效率升高,但是同样在反应温度过高的同时NH₃与O₂也开始发生反应,使脱硝效率下降。反应方程式如下:



3.2 氨氮摩尔比对脱硝效率的影响

氨氮摩尔比用投入的NH₃与烟气中的NO_x的摩尔比来表示,摩尔比是评价SCR经济性的指标,在相同的脱硝效率下,氨氮摩尔比越高,投入的经济成本就越高。我们在实际生产运行中需要严格控制氨氮摩尔比,规定烟囱入口的NO_x折算值控制在50~90之间,依据合格的NO_x折算值来调节氨氮摩尔比。当摩尔比达到0.95时,脱硝效率最大,但当摩尔比继续增加时,脱硝效率几乎不再增加,而氨气的逃逸率会迅速上升,氨气的逃逸对下游设备如空气预热器等设备的影响很大。因此,需要根据系统中烟囱入口的NO_x的折算值严格控制NH₃的含量。

3.3 烟气 NO_x 浓度对脱硝效率及喷氨量的影响

彭城电厂#5 机组脱硝效率与进口NO_x浓度和喷氨量的关系如图1所示。从图1中可以看出,在相应条件不变的条件下,入口NO_x浓度增加时,脱硝效率呈下降趋势,而喷氨量则呈现上升趋势。当入口NO_x浓度越大,要达到一定的脱硝效率,则必须喷入更多的NH₃与NO_x发生反应,从而导致氨耗量增大,入口NO_x浓度越大时,烟气中的NO_x与NH₃的反应就越不完全,使得脱硝效率下降。我们在正常运行中发现当NO_x浓度超过设计值的情况下,这时候控制烟囱入口NO_x折算值相当困难,因为受到氨/空气稀释比的限制,喷氨量就受到限制,导致脱硝超标且效率下降。

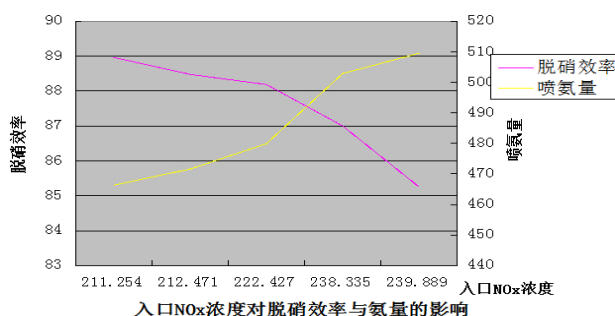


图1 脱硝效率与进口 NO_x 浓度和喷氨量的关系曲线

3.4 颗粒尺寸和飞灰特性对脱硝效率的影响

烟气的组成成分对脱硝效率产生的影响主要是烟气粉尘浓度、颗粒尺寸和重金属含量。随着运行时间的增加,反应器前后的压差会呈现上升的趋势,烟气中的粉尘运行中会逐渐在催化剂表面堆积,从而堵塞部分反应通道,造成压降升高,脱硝效率降低。如果催化剂层被堵塞,磨损就会加倍,而且催化剂层的局部堵塞还会增加相邻区域内的烟气流速和飞灰负荷,更导致脱硝效率下降。所以我们在正常运行中必须保证合理的吹灰频率和吹灰质量。对SCR反应器的吹灰器需要按从上至下的催化剂层依次运行,即按照烟气方向,通过定期的吹灰避免催化剂在运行中产生堵塞和大量积灰。同时燃煤产生的飞灰成分也影响到催化剂的寿命,飞灰中含有的某些金属能使催化剂中毒,从而导致了脱硝效率的下降,例如:砷、汞、铅、磷、钾等,尤其以砷的含量影响最大。这就要求我们在停运检修期间做好对脱硝设备的维护工作。

3.5 烟气流量对脱硝效率的影响

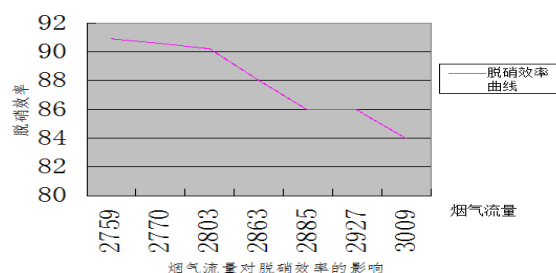


图2 脱硝效率与烟气流量的关系曲线

图2为彭城电厂#5 机组脱硝效率与烟气流量的关系曲线,从图2中可以看出,在相应条件一定的情况下,随着SCR反应器入口烟气量的增大,机组的脱硝效率呈下降趋势。因为反应器内催化剂的体积一定,即反应能力一定的前提下,随着反应物的

增加,势必会影响反应的完全性,这与设计容量有直接关系。在正常运行中高烟气量的负荷情况下,如何提高脱硝效率也是运行人员面临的一个课题。

3.6 NH_3 与烟气的混合效果对脱硝效率的影响

氨气在烟道中与烟气的混合是否充分决定了脱硝反应的完整程度,在保证充分混合的前提下,脱硝效率才得以保证。如果混合效果不佳,反应不充分,就会导致催化剂的用量及氨的逃逸率增加,对经济成本及机组的正常运行都带来不利影响。

4 结束语

针对影响 SCR 脱硝效率的相关因素,为了保证脱硝系统的安全稳定运行以及满足 NO_x 的排放标准,在正常运行中,要求运行人员做到以下几点。

1) 正常运行中监视好烟气温度及其波动范围,根据厂家提供的运行温度参数,控制好反应温度区间,及时调整,使得反应在正常的温度范围内。

2) 保证合理的氨氮摩尔比分布,摩尔比对脱硝效率和氨逃逸率都有较大影响,运行中存在一个最佳摩尔比,切不可因为追求脱硝效率而使得氨的逃逸率增加。

3) 脱硝效率和氨耗量随入口 NO_x 浓度的变化趋势刚好相反,脱硝效率随入口 NO_x 浓度的增大而

下降,氨耗量随入口 NO_x 浓度的增大而上升。

4) 机组运行中注重对煤种的监视,调整制粉系统的合理出力,保证煤粉细度,做好对 SCR 反应器前后差压的控制,选择合理的吹灰频率,利用机组检修时机,及时对催化剂进行维护清理。

5) 烟气流量较大时,反应不充分,对脱硝效率影响较大,调整过程中,在追求脱硝效率的同时,注意氨/空气稀释比,防止喷氨量过高引起供氨快关阀动作。

参考文献:

- [1] 高清平,丁泽宇.电站锅炉选择性催化还原烟气脱硝技术的应用[J].山西电力,2008(04).
- [2] 赵宗让.电站锅炉 SCR 烟气脱硝系统设计优化[J].中国电力,2005,38(11):69-74.
- [3] 陈进生.火电厂烟气脱硝技术-选择性催化还原法[M].北京:中国电力出版社,2008.,
- [4] 彭城电厂.彭城电厂超超临界机组烟气脱硝装置 SCR 运行说明书[Z].

作者简介:

王金飞(1986-),男,助理工程师,从事发电运行工作,
E-mail: 339468983@qq.com。