

燃煤电厂提高 SCR 脱硝装置效率措施探讨

张 雨

内蒙古锦联铝材有限公司 内蒙古通辽市霍林郭勒市 029200

摘 要: 为了提高燃煤电厂发电效率,并有效控制环境污染现象,文章提出针对催化还原法(SCR)进行氮氧化物处理观点,旨在降低废气中的氮氧化物含量。在这一方法中,SCR 脱硝装置的运行效率会受到多种因素的影响而有所下降。为此,文章针对燃煤电厂提高 SCR 脱硝装置效率的相关措施进行研究,在简单分析燃煤电厂 SCR 脱硝装置及其技术原理的基础上,针对影响 SCR 脱硝装置运行效率的催化剂、反应温度等因素进行分析。同时,从新型纳米催化剂应用、调高 SCR 脱硝装置入口处烟气温度、省煤器优化方面提出相应的解决措施。

关键词: 燃煤电厂; SCR 脱硝装置; 效率提升

时至今日,燃煤电厂依旧在我国能源体系中占据着主导地位。氮氧化物作为煤炭燃烧期间所产生的有害物质,对外界环境以及人体健康都会产生明显的危害。氮氧化物在进入人体之后会出现组织以及器官方面的损伤。在大气环境中,氮氧化物会随着沉降逐渐落到地面,污染生态环境。正因如此,在我国重视生态环境保护的大背景下,燃煤电厂在运行期间需要针对氮氧化物有效进行处理,使用选择性催化还原法进行脱硝处理,以此为基础所形成的 SCR 脱硝装置能够在提高燃煤电厂运行效率的同时,有效控制排放气体中氮氧化物的含量。在 SCR 脱硝装置运行过程中,受到催化剂以及反应温度等多种因素的影响,其运行效率也会有所下降。为此,本文通过研究燃煤电厂提高 SCR 脱硝装置效率措施,为 SCR 脱硝装置的合理改造以及运行提供参考。

1 燃煤电厂 SCR 脱硝装置的基本运行原理

选择性催化还原技术(SCR)是由日本在 20 世纪 70 年代末首先用于发电锅炉机组,煤电厂脱硝工作效率已经达到了 95%,这也是其能够在燃煤电厂中逐渐推广的主要原因^[1]。在氧气和催化剂等物质的共同影响下,烟气中氮氧化物能够通过还原化学反应,逐渐将其还原成氮气以及水,从而有效降低气体中的氮氧化物含量。在 SCR 脱硝装置运行期间,需要合理控制反应温度,通常介于 280℃~420℃之间,并利用等摩尔比的氨气以及氮氧化物进行反应,其脱硝工作效率能够基本达到 80%~90%。目前燃煤电厂所使用的 SCR 脱硝装置(如图 1 所示),其组成部分包括催化剂反应器、喷氨系统、控制系统、液氨供应系统和烟气系统。在运行过程

中通常都是以液氨作为还原剂,在处理的过程中需要优先准备还原剂,在罐体中储存液氨,利用蒸发汽化的方式与之前的废气进行混合,随后利用喷氨格栅进入反应器的上游。在催化剂的作用下产生各种催化反应,从而将其中的氮氧化物分解成氮气和水。

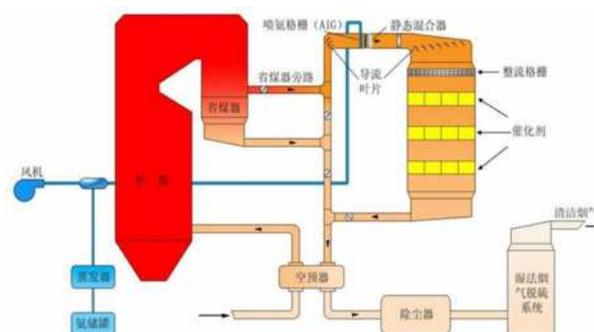


图 1 SCR 脱硝装置基本组成

2 燃煤电厂 SCR 脱硝装置运行效率的影响因素

2.1 催化剂

燃煤电厂 SCR 脱硝装置运行期间,其工作效率会直接受到催化剂的结构类型以及各种性能参数的影响,目前能够用于 SCR 脱硝装置的催化剂种类较为多样,其反应温度也存在明显的不同,在温度较低的状况下,绝大部分催化剂的反应活性、催化作用和脱硝效果都会同步降低。如果系统在这种情况下持续运行,很有可能会出现催化剂的损坏现象^[2]。随着温度的不断升高,氨气则很有可能会出现氧化反应,这也代表处理气体中的氮氧化物含量明显提升,催化剂在相变作用的影响下,活性水平会出现降低现象。总体看来,SCR

脱硝装置的工作效率和催化剂的表面积之间有着明显的正相关关系。为此，在 SCR 脱硝装置效率提升的过程中，需要对催化剂的运行反应温度适当地进行调整，确保其能够处于较高的活性水平上。

2.2 外界的反应温度

催化剂在用于氮氧化物处理时，外界反应温度对其活性以及化学反应的速率都会产生明显的影响，温度过高和过低都会降低反应的效果，甚至催化剂和锅炉设备也会受到一定的影响。目前 SCR 脱硝装置中所使用的催化剂的类型及其处理气体的主要成分，会直接影响装置运行期间的反应温度数据。相较于之前的非金属氧化物催化剂，金属氧化物催化剂的反应温度上限相对较高，并且反应温度范围较为宽泛，燃煤电厂通常都会使用金属氧化物催化剂用于处理氮氧化物，其反应温度基本控制在 250℃~427℃之间。如果在设备运行过程中处于一种低负荷运行状态，可以选择使用省煤器旁路，保障反应温度能够控制在合理的范围内。

2.3 SCR 脱硝装置的内部元件

目前燃煤电厂 SCR 脱硝装置结构组成相对较为复杂，而其中的燃烧器摆角、吹灰方式等同样会对运行效率产生一定的影响。在运行负荷效率较低的状况下，如果燃烧器的摆角幅度不满足要求，火焰中心位置出现偏移，这也代表锅炉的烟气温度以及再热蒸汽温度都会显著下降，会拉低热能的转换效率。同时，燃煤锅炉在燃烧的过程中会产生一定数量的飞灰，并会在设备受热表面不断沉积，导致 SCR 脱硝装置运行期间效率受到明显的影响。在脱硝系统运行出现解裂问题之后，尿素喷枪将会出现堵塞问题^[3]。尤其是在冬天温度下降的状况下，脱硝系统的解裂问题发生概率明显提升，在自动水冲洗期间，因为水压相对较低，喷腔内会出现尿素溶液以及水分残留的现象，从而带来结冰问题。这也代表在脱硝系统运行条件基本符合需求的状况下，也无法针对氮氧化物及时进行处理。

3 燃煤电厂 SCR 脱硝装置运行效率提升措施

3.1 新型催化剂的使用

燃煤电厂的 SCR 脱硝装置运行效率将会直接受催化剂种类以及活性的影响。随着现代材料科技的持续发展，纳米催化剂的应用变得越发普遍。目前最为常见的纳米催化剂是以硝酸铜和硝酸铈作为反应底物，并在添加一定的 2-甲基咪唑的状况下，使用水热法得到的产物^[4]。在使用新型纳

米催化剂过程中，假定其反应温度基本保持不变。具体的反应物配比和氧化物产率变化如表 1 所示，可以看出在反应物配比逐渐提升的背景下，全新纳米催化剂产率将会逐渐提升，然后逐渐下降。在配比达到 1:1 时，纳米催化剂的产率能够达到 90.8%。之所以会出现这种现象，是因为反应物底物量相对较少，代表金属离子和配体物质的配位不够完善，催化剂的产率相对较低。在反应物质中的底物量数量过多的状况下，剩余的金属离子将会出现氧化反应，因此产生的氧化物将会影响催化剂的产率。正因如此，在新型纳米催化剂使用期间，最佳反应物的配比需要控制在 1:1。同时，新型纳米催化剂应用期间，为了提高反应速率需要对外界的反应温度合理地进行调控，在其配比为 1:1 的状况下，新型纳米催化剂的产率要想达到最佳数值，其外界反应温度需要基本控制在 120℃左右。避免因为外界反应温度较低，无法满足反应动力学的需求。在外界反应过度较高的状况下，配体物质很容易出现分解现象，并与各种金属离子产生副产物，从而拉低催化剂的产率。

表 1 反应物配比素质和催化剂产率的关系

配比数值	1:3	1:2	1:1	2: 4	3:1
催化剂产率 (%)	70.4	84.6	90.8	83.2	76.5

3.2 脱硝装置运行的优化调整

机场超临界机组在运行负荷相对较低的状况下，SCR 脱硝装置入口位置的烟气温度和催化剂反应温度最低要求相比存在明显的差距。为了进一步提高其运行效率，需要在 SCR 脱硝装置运行期间进行调整以及优化，在各种参数整合之后，需要适当提升锅炉燃烧的火焰位置，保障烟气温度能够符合化学反应的基本要求。总体看来，SCR 脱硝装置在进入运行状态之后，入口位置处的烟气温度不得低于 32℃。在机组通过负荷降低进行电网调峰处理时，因为燃烧效果相对较差，烟气温度依旧无法满足系统运行的温度要求，装置工作效率明显降低。考虑到脱硝催化剂的种类相对较为复杂，对于外界的反应环境要求较多，在 SCR 脱硝装置运行的过程中，催化剂反应温度需要适当调整，而在其投运温度降低到既定标准要求之下的状况下，SCR 脱硝装置的催化剂活性将会受到明显的影响。

3.3 SCR 脱硝装置入口烟气位置优化

为了保障燃煤电厂机组低负荷运行状况下的 SCR 脱硝装置能够提高其工作效率，需要提高入口位置的烟气温度。

电厂可以在低负荷运行状况下,选择将省煤器系统在 SCR 脱硝装置前端位置布局,在开启旁路系统后,确保煤气给水量能够得到有效地控制,吸热量明显下降,这也代表烟气温度能够有所提升^[5]。此外,在省煤器使用过程中,可以选择在 SCR 脱硝装置后端安装低温省煤器,以便在提高机组运行热经济性的同时,保障 SCR 脱硝装置能够在适当状况下稳定运行。此外,燃煤电厂也可以将烟气旁路系统在 SCR 脱硝装置前进行安装。在运行负荷较低的状况下,选择及时开启烟气旁路挡板,这也代表高温烟气会直接进入入口位置,使得烟气温度能够满足运行的基本要求。这些方法的应用意味着 SCR 脱硝装置入口处的烟气温度能够提升 10~20℃。如此一来,即便机组运行期间的额定负荷超过 45%,装置依旧能够保持正常的运行状态。

3.4 省煤器分级设计应用

燃煤电厂在 SCR 脱硝装置升级改造的过程中,可以通过热力数据的计算,拆除其中的部分省煤器设备,扩大剩余省煤器的受热面积,保障 SCR 脱硝装置的省煤器能够进入部分给水,利用管道将其运送到 SCR 脱硝装置前方省煤器中,吸热量在逐渐下降的状况下,入口位置的温度将会有所提升。这也代表运行负荷在降低的状况下,SCR 脱硝装置依旧能够保持稳定的运行状态,这种方法在前期的改造过程中需要投入大量的资金。在烟气进入反应器之后,可以通过脱硝处理,省煤器吸收海量热量,烟气温度能够基本处于稳定状态。从某种程度上看,在 SCR 脱硝装置基本保持稳定运

行状态时,锅炉里的热效率能够基本保持一致,应用优势相对较为明显,在锅炉热量尚未出现变化的状况下,脱硝装置能够始终维持稳定的运行状态。

4 总结

总体看来,目前燃煤电厂为了避免氮氧化物大量进入空气中,通常都会使用选择性催化还原技术,建立相应的 SCR 脱硝装置系统。系统在运行期间会因为受到催化剂、反应温度等多种因素的影响,导致其运行效率有所下降,无法有效地处理各种氮氧化物。为此,燃煤电厂可以在选择使用纳米催化剂基础上,针对 SCR 脱硝装置的运行过程适当进行调整,提高入口位置的烟气温度,在进行省煤器分级处理的状况下,确保运行的温度以及 SCR 脱硝装置运行状态能够基本保持正常,提高 SCR 脱硝装置的运行效率。

参考文献:

- [1] 宋敏,陈翔宇.某 300MW 火电机组 SCR 脱硝超低改造性能试验分析[J].清洗世界,2025,41(09):40-41+44.
- [2] 周合军,陈红涛,刘静波,等.高温高尘 SCR 脱硝技术的实践[J].新世纪水泥导报,2025,31(04):62-64.
- [3] 张姗姗.工艺加热炉和 CO 锅炉烟气脱硝技术改进[J].炼油技术与工程,2025,55(04):51-54.
- [4] 陆宣宝.电厂锅炉 SCR 烟气脱硝系统设计优化分析[J].中国设备工程,2025,(04):93-95.
- [5] 宋艳杰.火电厂燃煤锅炉 SCR 脱硝高温烟气旁路优化改造[J].能源与节能,2024,(12):10-12.