钢铁行业氮氧化物控制技术及对策

Nitrogen Oxide Control Technology and Countermeasures in Iron and Steel Industry

王健奇

Jianqi Wang

包钢集团节能环保中心

中国·内蒙古 包头 014010

Energy Conservation and Environmental

Protection Center of Baogang Group,

Baotou, Inner Mongolia, 014010, China

【摘要】论文首先对钢铁生产工艺的氮氧化物主要控制技术进行了论述,随后分析了钢铁行业的氮氧化物控制对策,以期为相关工作者提供借鉴。

【Abstract】In this paper, the main control technologies of nitrogen oxides in iron and steel production process are discussed firstly, and then the control countermeasures of nitrogen oxides in iron and steel industry are analyzed in order to provide reference for relevant workers.

【关键词】钢铁行业;氮氧化物;控制技术

【Keywords】iron and steel industry; nitrogen oxide; control technology

【DOI】10.36012/etr.v1i1.53

1 引言

氮氧化物的排放量随着钢铁行业的迅速发展逐渐上升,导致中国环境污染现象日益严峻,雾霾、酸雨、水体富营养化等现象日益加重,NO 等气体的产生也会对人体带来严重危害。因此,必须通过对钢铁行业氮氧化物的控制技术和对策加强研究,从而控制氮氧化物的排放和污染。

2 钢铁生产工艺的氮氧化物主要控制技术

2.1 烧结工序氮氧化物控制技术

2.1.1 烟气再循环技术

烟气再循环技术可以通过将燃烧产生的烟气重新引入燃烧区域,实现对燃烧温度氧化物浓度的控制,从而实现降低氮氧化物的排放和节约能源的效果。典型的废气循环利用工艺有 EOS 和 LEEP 工艺,在国际上已经实现了工业化应用,而在中国的应用和发展仍然有所限制。废气循环法既能够减少氮氧化物的总排放量,同时也有效降低了总废气量的产生,并且有效降低了钢铁企业投资和运行的成本,但由于烧结过程氧含量的降低,会对烧结生产效率和烧结矿质量产生一定影响。

2.1.2 活性炭吸附法

活性炭吸附法能够实现对烧结机烟气除尘、脱硝以及脱硫三方面进行控制,同时,也能够有效去除二噁英等污染物。活性炭吸附法通常应用具有较高质量、较高价格的活性炭,其应用过程中会产生副产品硫酸^[1]。当废气被引至活性炭床时,相应污

染物将会被活性炭有效吸收。对于氮氧化物来说,需要在废气通过活性炭床前,向废气中喷洒 NH_3 。活性炭吸附法的应用,与运行温度、设计形式以及添加物情况等有关,脱氮效率可以达到 80%~90%^[2]。总的来说,活性炭吸附法具有净化效率高、无二次污染、可循环利用等优势,但由于该法的应用具有较高的技术设备要求以及投资运行成本,因此,在中国仍未普及应用,目前中国山西太钢不锈钢股份有限公司对炼铁厂 450m²、600m² 烧结机采用活性炭吸附的方法进行烟气脱硫脱硝及节能技术改造。

2.2 自备电厂氮氧化物排放的控制技术

一般情况下,钢铁企业普遍具有自备电厂,给企业供应电能和蒸汽能,从而有效综合利用能源,降低企业的运行成本。自备电厂通常会应用煤、高炉、焦炉、转炉煤气或天然气等进行生产,因此,与钢铁企业主体程序相比,自备电厂的氮氧化物排放控制技术主要可以将发电企业的控制技术作为参考。自备电厂的氮氧化物排放控制技术主要有两方面:一方面是通过过程控制,如低氮燃烧;另一方面是通过末端治理,比如,可以采取选择性催化还原脱硝技术(SCR)、选择性非催化还原脱硝技术(SNCR)、SNCR/SCR 技术等^[3]。

2.2.1 低氮燃烧技术

通过燃烧条件的变化,实现氮氧化物排放量降低的技术被称为低氮燃烧技术。低氮燃烧技术可以采取分级燃烧、低氧燃烧、低氮燃烧器的应用以及烟气再循环等方法实现。各种低 NO_x 燃烧技术是降低燃煤锅炉 NO_x 排放最主要也是比较成熟的技术措施。一般情况下,这些措施最多能达到 50% 的脱

除率。当要进一步提高脱除率时,就要考虑采用尾部烟气脱氮的技术措施。

2.2.2 SCR 技术

SCR 技术在自备电厂获得了广泛应用。其原理是通过催化剂的作用,使用 NH_3 作为还原剂,将氮氧化物还原为氮气和水,以降低对大气环境的影响。SCR 技术的脱硝效率与催化剂活性、温度、时间等因素有关,脱硝效率可达 80%~90%。

2.2.3 SNCR 技术

SNCR 技术是将炉膛作为反应器,将氨基或 NH_3 作为还原剂,直接喷入炉膛 900~1100℃ 的区域,其中氨基迅速分解为 NH_3 ,并与烟气中的氮氧化物发生反应,生成水和氮气。SNCR 技术的应用不需要催化剂,具有较高的反应温度,并且会消耗大量的还原剂,脱硝效率与 SCR 技术相比相对较低,一般约为 60%,但由于成本较低,常用于锅炉炉膛,将 NO_x 排放量降至大约 200mg/Nm³。用炉内 SNCR 系统的还原剂制备、稀释、喷射、控制系统的基础上,加装烟气尾部脱硝装置(SCR),组成 SNCR/SCR 联合脱硝工艺。

2.2.4 SNCR/SCR 技术

SNCR/SCR 技术的组合应用是通过两者的工艺技术,实现两级脱硝。该技术的原理将 SCR 技术的高脱硝效率、低氨溢出率的优势与 SNCR 技术的低投资成本优势有效结合起来,获得了 80% 以上的脱硝效率,同时耗费催化剂量小,并具有腐蚀小、空间适应性强等优点,在中国部分电厂取得了一定成就。

2.3 焦化工序氮氧化物污染控制技术

对于焦化工序来说,氮氧化物的控制技术通常采取过程控制手段。

第一,废气再循环。将焦炉生成的废气和燃料、燃烧混合,降低氮含量并增加二氧化碳含量,从而实现火焰温度的降低。

第二,空气阶段燃烧技术。将空气以分阶段的形式引入燃烧室,从而保证燃烧条件的稳定性,以有效降低氮氧化物的排放量。

第三,降低焦化温度。实现炭化室和燃烧室之间温度梯度的降低,能够有效减少氮氧化物的生成,这一技术可以通过具有较好热导率或更薄的耐火砖来实现。同时,由于钢铁企业炼铁工艺中主要氮氧化物的排放源为热风炉,其目前主要通过低氮燃烧器控制氮氧化物的排放。通过对加热炉进行蓄热式改造,则可以有效降低氮氧化物的排放。该技术的实施,具有高效烟气余热回收、空气和煤气预热温度高以及氮氧化物低排放的优势。另外,降低焦化温度,能够显著影响钢铁行业生产的经济性和能源利用效率。

3 钢铁行业的氮氧化物控制对策

3.1 建立氮氧化物排放标准加以控制

目前,中国相关部门已经积极出台了《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》等相关政策,以促进中国氮氧化物实现低排放的目标。因此,只有通过加强对钢铁行业排放现状的调查,提高对钢铁行业环境污染现状的认识,并根据实际情况制定符合钢铁行业发展的氮氧化物排放标准,从而实现氮氧化物的控制。

3.2 加强氮氧化物的过程控制

目前,无论是西方发达国家还是中国,都缺乏相应的经济、高效、成熟的控制技术,所以强抓氮氧化物的过程控制,仍然是减少氮氧化物排放的主要措施。因此,钢铁企业应当积极引进、吸收相关氮氧化物过程控制技术,以降低环境污染。

3.3 推动钢铁行业实现节能减排

中国钢铁行业的发展已经逐渐与国际钢铁行业水平趋于相似,部分企业甚至已经逐步赶超国际先进水平。然而,中国钢铁行业发展的整体水平仍然处于落后的状态,导致能源消耗和环境污染状况日益严重,不利于钢铁行业的可持续发展。基于中国钢铁行业发展现状来看,通过淘汰落后产能,积极采取节能减排技术,降低中国钢铁行业氮氧化物的排放量是中国钢铁行业发展的主要目标。

3.4 支持自主知识产权的低氮燃烧及脱氮技术研究

加大对低氮燃烧和脱氮技术的研究,不断开发能够实现废气循环等技术的大容量焦炉设备,是降低氮氧化物排放的主要措施。因此,开发具有减排氮氧化物意义的高新技术和设备,并推动其在钢铁工业炉上的应用具有重要意义。

4 结语

综上所述,钢铁行业烧结工序和自备电厂的氮氧化物排放控制,是降低钢铁企业污染气体排放的重要技术措施。因此,本文对烧结工序和自备电厂的氮氧化物控制技术进行了分析,并探讨了钢铁行业的氮氧化物控制对策,希望能够为促进钢铁行业的更好发展做出贡献。

参考文献

- [1]苟永桃,张饶,陈琴.氮氧化物排放现状及防治对策分析[J].泸天化科技,2014(2):101-107.
- [2]段菁春,柴发合,谭吉华,等.钢铁行业氮氧化物控制技术及其对策[J].环境污染与防治,2013,35(3):100-104.
- [3]姚治华,张玲,杜娟.钢铁工业氮氧化物污染防治途径研究[J].环境科学与管理,2015,40(3):71-74.