

基于活性半焦的干法烟气脱硫脱硝技术

赵玉敏 李志远 杜艳北

北京首钢股份有限公司, 河北 唐山 064400

[摘要]在大气污染治理领域, 目前常用的脱硫脱硝技术有湿法脱硫、SCR 脱硝等。但是半干法脱硫、湿法脱硫无法将硫、氮等处理产物进行资源化利用, 而 SCR 脱硝的催化剂价格偏贵、处理成本偏高。相比之下, 劣质煤的低温热解产物半焦不仅价格低廉、易于获得, 而且同时具备较强的吸附能力、催化能力, 脱硫、脱硝效果良好。除此之外, 活性半焦吸附、储存的硫、氮等产物还可再生为硫酸铵、硝酸铵, 用于制作花肥, 产生一定的经济价值。因此, 文中以活性半焦作为主要材料, 设计了一种干法烟气脱硫脱硝工艺, 在达到烟气净化目的的前提下, 还能实现能量综合利用、副产回收利用, 兼顾环保效果和经济效益。

[关键词]活性半焦; 干法烟气; 脱硫脱硝技术

DOI: 10.33142/ec.v6i5.8234

中图分类号: X701.3

文献标识码: A

Dry Flue Gas Desulfurization and Denitrification Technology Based on Active Semi Coke

ZHAO Yumin, LI Zhiyuan, DU Yanbei

Beijing Shougang Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 064400, China

Abstract: In the field of air pollution control, commonly used desulfurization and denitrification technologies include wet desulfurization, SCR denitrification, etc. However, semi dry desulfurization and wet desulfurization cannot utilize the processed products such as sulfur and nitrogen as resources, and the catalysts for SCR denitrification are more expensive and have higher processing costs. In contrast, the low-temperature pyrolysis product of inferior coal, semi coke, is not only cheap and easy to obtain, but also has strong adsorption and catalytic capabilities, with good desulfurization and denitrification effects. In addition, the sulfur, nitrogen and other products adsorbed and stored by activated semi coke can also be regenerated into ammonium sulfate and ammonium nitrate, which are used for production costs and generate certain economic value. Therefore, in the article, a dry flue gas desulfurization and denitrification process was designed using activated semi coke as the main material. While achieving the goal of flue gas purification, it can also achieve comprehensive energy utilization, by-product recovery and utilization, taking into account environmental and economic benefits.

Keywords: active semi coke; dry flue gas; desulfurization and denitrification technology

1 球团厂烟气脱硫脱硝的现状分析

近些年来, 我国对环境的保护越来越重视, 所以在一定程度上提高了对球团厂的要求, 要求球团厂在生产过程中, 要重点关注烟气的排放, 与此同时, 球团厂内部也在加大研发力度, 重点加强对烟气脱硫脱硝技术的研究, 要通过脱硫脱硝技术在机械设备的应用下, 使球团厂烟气排放可以达到相应的规范和标准。以前, 球团厂所用的脱硫脱硝技术都要借助在分硝和分硫的方式下展开的, 更加关注的是某一个位置烟气排放的治理工作, 但是这种传统的脱硫脱硝技术并不适合大范围的应用, 而且应用流程非常的复杂和繁琐。因此, 为了球团厂更好地工作和发展, 需要结合球团厂的具体情况, 加强对脱硫脱硝技术应用的研究, 以此来实现节能环保的目标, 更好地保护大气环境, 推动我国社会经济的可持续发展。目前球团厂应用范围最广泛的脱硫脱硝技术主要有以下几种, 即湿法技术、半干法烟气技术、干法烟气技术、膜吸收法以及微生物脱硫法等等, 同时, 该包括还包含加氢脱硝、低温煅烧和氧气再循环等技术方法。

球团厂烟气脱硫脱硝是一个非常复杂、庞大的系统工程, 其广泛应用给我国球团企业的发展带来了很大的挑战和发展机遇。因为此项工程非常庞大和复杂, 所以应用到的机械设备也是非常多的, 除了特定设备需要从国外引进以外, 大部分的机械设备都是国内企业完成的, 而在这种情况下, 也会在一定程度上带动我国相关产业的发展, 有效促进了我国社会经济水平的提高。最后, 还可以以此为契机, 构建专业的烟气脱硫脱硝技术研究队伍, 专门从事和研发此类技术, 不但能更好地实现和发展脱硫脱硝技术, 还能为我国环保事业的发展打好基础。

2 烟气脱硫脱硝系统改造原则

(1) 应考虑烟道系统串漏、烟气粉尘多等情况对脱硫脱硝系统的影响, 烟气排放满足指标要求, 并保证脱硝催化剂使用寿命至少 24000h, 且能满足脱硝指标要求。

(2) 脱硫脱硝装置负荷能适应烟道烟气量变化。当烟道烟气量发生变化, 以及烟气中二氧化硫和氮氧化物的浓度发生波动时, 不需要大量的和非常规的操作即能确保污染物的排放浓度达标。

(3) 采用先进的工艺技术, 以降低操作成本和改造的投入。整套脱硝、脱硫和除尘装置能够满足整个系统在各种工况下自动运行的要求, 脱硝、脱硫和除尘装置及其辅助设备的启动、正常运行监控和事故处理均能实现自动化, 而不需要再就地进行与系统运行相关的操作。

(4) 脱硫系统、脱硝系统、除尘系统尽可能独立运行。采用成熟可靠的技术和设备。对于容易损耗、磨损或出现故障并因此影响装置运行性能的所有设备, 设计成易更换、检修和维护。

(5) 烟气经脱硝、脱硫装置处理后不产生二次污染, 满足严格的环保要求。工艺路线的选择不影响主线运行, 且装置正常运行时脱硫、脱硝效率达设计要求。

(6) 在工艺设计方面, 在装置停运期间, 各个需要冲洗和排水的设备和系统在不需过多的或非常规的准备和操作的情况下就能实现冲洗和排水。

(7) 应充分考虑整个系统的检修和运行维护方便, 所有的人孔门附近应设有足够大检修维护平台和上下通道; 对于容易损耗、磨损或出现故障并因此影响装置运行性能的所有设备, 即使设有备用件, 也应设计成易于更换、检修和维护, 并且应设有检修维护和操作的平台, 尤其是阀门翻板的故障维修。

3 影响风烟系统自动升级的因素

在烟气系统运行过程中, 虽然风机入口的压力可根据实际需求进行自动调节, 然而其容易受各种因素的制约, 难以及时完成自动调节。当机组系统处于安全稳定运行状态时, 意味着各个系统均处于稳定运行状态, 那么系统在运行过程中产生的各项数据的准确性也会得到全面保障, 在这种状态下, 风机入口的压力便可根据实际生产需求实现自动调节。然而, 如果风机在运行过程中发生了故障, 严重的话会引发跳闸, 这样一来, 压力便无法进行自动调节。故障发生部位常常与送风机和引风机有关, 一旦这两者发生故障的话, 受影响最大的就是增压风机, 这是因为这些故障一旦没有及时解决, 就会导致增压风机入口处的压力增大, 从而引发跳闸。为了避免这种问题的发生, 通常会在机组运行过程中将旁路打开, 但是基于增压风机与引风机的串联状态, 还是会对机组正常运行造成很大影响。此外, 机组发生故障后还有可能触发风机, 这时受影响最大的是炉膛, 炉膛内的压力会因此产生较大的波动。这样一来, 增压风机入口的烟气也会因此而受到影响, 在非常短的时间内, 会导致其发生剧烈的变动。由于设备需要一个反应过程中才能接收到信号, 在这一段时间内, 会导致相关调节无法及时进行自动调节, 一旦调节过程中发生比较大的变化, 容易导致引风机出现失速现象, 严重的话, 还会导致机组无法继续正常运转。基于以上情况, 需要对风烟系统相关的结构变化进行全面的分析和了解, 以对现行的风烟系统进行科学合理的设计, 适度调整相关参数, 从而更好地保护相关设

备, 确保整体机组能够长期保持安全、稳定的运行状态。

4 基于活性半焦的干法烟气脱硫脱硝技术

4.1 固相吸收

第一, 活性炭脱硫脱硝。此类工艺的主要组成部分包括吸附、硫回收等, 活性炭会在重力的影响下, 从吸收塔的第2段降至第1段底部, 而烟气自下而上进行流动, 第1段的二氧化硫会被活性炭吸附生成副产物, 而在第2段活性炭则充当催化剂, 能够与氨气融合, 使烟气内的氮氧化物还原为氮气与水, 至于吸收了硫酸的活性炭则会被再次投入到再生器中, 在高温加热下使二氧化硫被解析出来。之后再还原为单质硫。该工艺能够保证二氧化硫与氮氧化物的脱除率达到98%以及82%以上。工艺的的优点在于还能够有效脱除粉尘、有毒物质等, 且无须烟气的二次加热, 能够产生元素硫等副产品, 但也存在以下不足之处, 即: 二氧化硫吸收时需要消耗大量活性炭, 反应成本较高, 吸收塔与解析塔的间隔距离较大, 加大了活性炭的损坏概率, 并且喷射氨还会大幅度强化活性炭的黏附力, 最终造成塔内气流分布不均。

第二, 金属氧化物脱硫脱硝。可以理解为利用载体上的金属氧化物与二氧化硫和氧气完成反应, 以此生成硫酸盐, 该反应生成物能够作为催化剂, 达到脱硫脱硝的目的。同时, 金属硫酸盐还能和甲烷进行还原反应, 以此生成金属硫化物, 该物质的作用在于能够在烟气中进一步氧化生成金属氧化物, 可以用于二次脱硫脱硝。该工艺中对氧化铜同时脱硫脱硝工艺的研究相对深入, 将三氧化二铝作为载体, 能够保证90%以上的二氧化硫脱除率以及80%左右的氮氧化物脱除率。但该工艺至今为止仍未实施工业化发展, 究其原因在于, 金属氧化物在吸收还原时, 物化性能会不断减少, 最终失去作用, 且载体长期处于二氧化硫气体中, 会进一步降低含氧化硫的吸附效果, 虽然脱硫脱硝反应可以在同一反应器中完成, 但处理相对复杂。

第三, NO_xSO_x 脱硫脱硝工艺。该工艺流程为, 球团烟气经过一级电(袋式)除尘设备除尘后, 进入流化床反应塔中, 此时污染物会吸附在含有铝质吸收剂的碳酸钠粉末上, 再进入二级电(袋式)除尘设备除尘, 而净化后的烟气则会从烟囱中完成排放, 直至吸收剂吸收至一定饱和度后, 便需要移至再生器, 开展再生处理, 并且吸收剂可以被空气加热, 从而将污染物释放出来, 至于携带污染物的热风则会返回球团燃烧室, 达到烟气再循环的目的, 而被吸附的二氧化硫也会在高温条件下, 与甲烷一同反应生成二氧化硫、硫化氢等气体。上述气体在经过转换器后, 便会形成单质硫。该工艺的脱硫效率达到90%, 氮氧化物的净化效率达到70%, 相较于上述工艺来说, NO_xSO_x 脱硫脱硝工艺的优势在于, 硫资源回收率偏高, 更适合用于高硫燃煤球团的烟气处理。但该技术需要采用的设备体积较为庞大, 投资金额较高, 因此仍停留在试验阶段。

4.2 蒸汽热再生技术

系统中失活的半焦经过多次的氨水再生后,其微孔中不可避免地会残留一定量的硫铵、硝铵,并且随着氨水再生次数的增多,半焦活性也会呈现出下降趋势,其活性吸附能力与新鲜半焦的差距越来越大。这种情况下需要使用蒸汽热再生技术,让半焦完全恢复原来的催化性能。

氨水再生后的半焦材料,从设备顶部的进料口投入,然后直接进入到热再生炉中。利用热再生炉内的传动装置,使半焦材料依次通过加热段、冷却段,最后从设备底部的排料口排出。在这一处理过程中,焦炉气首先送入热风炉中,在高温环境下燃烧得到混合气,然后将混合气加压、吸附、分离,得到1%的氧气和15%的水蒸气,两者组成的混合气在经过加热段预热后送入热再生炉中。在压力作用下,混合气自上而下地移动,并且与半焦材料充分接触,冲洗掉半焦材料微孔中的硫铵、硝铵。最后混合气体从加热段的上方开口处排出,进入到空冷器中降温。混合气体中的水蒸气冷凝成为水滴,进入到出水槽中,其他气体则经过循环泵重新回到热风炉中,实现循环利用。再生后的半焦材料与补充的新鲜半焦材料混合换热,经过筛分后即可得到完全恢复活性的半焦材料。

5 球团厂烟气处理提高环保措施分析

5.1 加强对烟气污染物处理技术的优化

在球团厂的生产过程中,由于煤粉、焦气是生产的主要燃料,所以控制好煤粉、焦气的燃烧质量是保护环境的关键,也是基础。当然,烟气污染物的处理技术也是很重要的,最好是根据球团生产的原料、设备以及技术水平来选择有效控制污染物的方法,并在控制的过程中将脱硫脱硝技术结合起来,在控制好烟气污染的同时,降低脱硫脱硝的再次污染问题。

5.2 球团厂要加大对烟气污染处理的投入力度

众所周知,在球团生产过程中对废物、废气等的处理并不会产生经济利润,而且在进行废物处理的过程中,还会浪费很多的人力、物力和财力,直接影响到球团厂的经济效益,也正是因为如此,使很多球团厂在生产的过程中,会采用价格低廉的烟气污染处理方法,这样不但无法实现环保效果,而且还会降低对污染物的处理效果。因此,为了符合环保理念,提高烟气污染控制效果,球团厂需要树立正确的污染防治理念,同时还要加大投入力度,要运用新型的技术和设备来保证烟气的控制和处理效果。而在维护设备方面也要加大投入力度,实现对烟气的环保处理。

5.3 加强对烟气脱硫脱硝技术的环保节能性

为了有效地提高对烟气的污染处理,还需要加强烟气

脱硫脱硝技术的环保节能性。所以在应用脱硫脱硝技术的时候,需要对喷氨量、烟气流量以及氮氧化物的浓度等进行记录和分析,重点研究三者之间的关系,并根据实际情况进行调整,一定要将喷氨量严格控制好,才能避免出现氨超标的情况发生。此外,还需要对脱硫浆液和脱硫污水中氨氮的含量指标进行确定,定期检查和检测,根据最终的检测结果,去分析氨的具体情况。

5.4 对烟气流量数据分析方法加以优化

在优化喷氨自动投入过程中,需要对当前的机组负荷计烟气流量进行全面的熟知和了解,结合实际需求,对整体设计作进一步优化和完善。在球团生产过程中,需要对低氨燃烧相关操作进行合理完善,在后续测量环节中,使机组的燃量分析更加准确。在调试和设计过程中,为了保证测量结果的准确性,应严密地分析机组满负荷时产生的对烟气流量数据,通过数据分析结果对烟气流量进行全面的了解。此外,由于优化喷氨自动化设计会对脱硫脱硝的效果造成很大影响,因此,在分析烟气流量时,需要在明确相关标准的基础上对监测过程加以完善。

6 结论

球团在推动炼铁发展中发挥着不可取代的作用,其生产过程中会产生大量的有害物质,如硫、硝等,这些物质可对大气造成严重污染,从而对生态环境造成严重破坏。在球团厂中应用脱硫脱硝设备,可以对这些物质进行有效处理,为了迎合国家环保节能发展理念,应积极引进先进的高新环保技术,对脱硫脱硝设备进行升级和改造,优化设备控制系统的性能,提高设备的运行效率。

【参考文献】

- [1]李博文. 脱硫脱硝环保工程中机电设备安装质量管理研究[J]. 石河子科技, 2020(3).
 - [2]汪亚坤. 球团厂脱硫脱硝环保设备改造后的控制优化措施研究[J]. 装备维修技术, 2020(1).
 - [3]刘馨泽. 烟气脱硫技术及脱硫脱硝除尘与环保策略分析[J]. 环境与发展, 2019(11).
 - [4]王燕冰; 姜昕. 浅谈球团厂脱硫超低排放改造[J]. 科技创新与应用, 2016(6).
- 作者简介: 赵玉敏 (1993.12-), 女, 中国矿业大学徐海学院, 工程管理, 北京首钢股份有限公司, 脱硫脱硝, 助理工程师; 李志远, 男, (1987.12-), 邯郸学院, 电气工程及其自动化, 北京首钢股份有限公司, 主控操作, 助理工程师; 杜艳北, 男, (1972.10-), 中共中央党校函授学院, 经济管理专业, 北京首钢股份有限公司, 工人, 机械设备工程师。