

火力发电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘的技术分析

梁海松

(中国能源建设集团北京电力建设有限公司, 北京 100024)

摘要 随着我国社会主义社会市场的持续发展, 有关于工业排气的法规和标准也在不断完善。曾经很长一段时间我国的工业排气标准比较低, 很多企业为了节约成本, 没有安装过滤装置, 但是火力发电厂锅炉的发电过程中, 会释放出大量的氧化氮和二氧化硫, 破坏生态环境。现在整体经济稳步发展, 在发展经济的基础上人们也开始注意环保, 不断改进相关设备, 采用脱硫脱硝技术和废气烟气除尘技术能减少工业废水和废气的排放, 促使污染状况得到了改善, 对社会经济可持续发展具有重大意义。

关键词 火力发电厂锅炉 脱硫脱硝技术 烟气除尘技术

中图分类号: X77

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)04-0055-03

目前, 我国正在积极提倡应用环保概念, 相关政策也在不断加强。人们开始将生态环境的营造视为发展的关键和核心。相关数据表明, 大气污染的主要原因是废气, 许多火力发电厂发展过程排放了大量烟气, 增加了大气中硫氧化物浓度。大气中积烟到一定阶段, 就会下酸雨, 严重时甚至会危及人们的呼吸系统, 并且难以治理。

1 火力发电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术的应用优势

火力发电厂锅炉烟气除尘技术和脱硫脱硝技术的应用极大地满足了国内目前环境保护方面的要求。近年来, 人们的环保意识和综合素质持续提高, 更多人关注周边环境, 并向行政部门报告。这些环境问题引起了政府的关注, 有关政府部门根据我国实际情况, 实施了一系列环保政策, 在短时间内纠正了环境严重污染的企业。脱硫、脱硝、烟气除尘有很多优点^[1]: 第一, 脱硫脱硝技术的制造工程比较简单; 第二, 火力发电厂的锅炉主要需要专业人员负责, 需要操纵温度和控制数据, 结果产生了高昂的成本和庞大的人力、物质资源。但是, 烟气除尘技术和脱硫脱硝技术的出现不需要人为监督和操作, 实现了全自动运行, 因此其成本低, 易实现成本控制。

2 火力发电厂锅炉脱硫脱硝及除尘技术

2.1 脱硫脱硝技术分析

2.1.1 活性炭固体吸附

活性炭吸附法主要是将烟气吸入吸附塔, 经过二氧化硫和氧气反应生成三氧化硫, 之后和水生成硫酸,

同时存在活性焦炭中。氧化氮和注入的氨生成氮气和水的还原反应, 以完全清除二氧化硫和氧化氮。这个技术不需要很高的成本, 就可以回收利用活性炭。但是, 生成的硫酸会腐蚀管线, 容易引起安全问题。活性炭可以将氟化氢、氯化氢、砷、水银从废气中除去, 另外还可以除尘, 用这种方法制备的吸附剂已经开始大量使用^[2]。

2.1.2 湿法烟气脱硫脱硝技术

湿法烟气脱硫脱硝的出现, 可以很好地解决锅炉内的废气。该技术主要由吸收石灰岩和水构成。干法脱硝成本高, 脱硝率只有 80%, 实际上不能广泛使用。湿法烟气脱硫脱硝技术是指为了达到脱硫的目的, 可以与二氧化硫及部分硝酸盐(碱溶液等)相互作用的物质使用。该方法可以减少水资源的消耗, 同时可以为环保做出一定的贡献, 还可以降低脱硫和脱硝处理的一定成本。目前市场上最普遍使用的湿法烟气脱硫脱硝技术是石灰石-石膏法。在吸收性湿法烟气脱硫脱硝技术的帮助下, 为了达到脱硫的目的, 废硫在火力发电厂锅炉发电过程中可以从多个角度吸收, 其脱硫效果更为明显。一般来说, 所使用的物质是废碳化渣等高碱性物质。废渣可以用于完全脱硫火力发电厂锅炉的尾气, 石灰石-石膏法可以实现废气的脱硫和脱硝, 但其吸收度一般可以回收利用, 避免了资源的过度成本和浪费, 采用石灰石湿法脱硫技术, 脱硫率达到 90% 以上, 是目前具有最理想效果且最成熟的脱硫技术。石灰石粉末被放入煤炭火力发电厂的含硫物中, 以实现脱硫的目标。

脱硝也有除去烟气中的氧化氮实现脱硝的干法和

湿法,即:氧化氮的还原功能是在催化剂的作用下,使氧化氮转化为氮气,并且几乎不影响水分含量^[3]。在碳酰胺 SCR 中,碳酰胺首先通过装置转换为氨,然后输送到 SCR 催化反应器,再通过催化剂的化学反应后生成氨和水。硫磺是火力电厂生产中最重要的废弃物之一。硫磺中的元素大部分是具有腐蚀性的,与雨水混合后,会下起对人体有害的酸雨。例如,这种含硫的酸雨降落到人们的皮肤上,会直接腐蚀人们的皮肤,使皮肤溃瘍。因此,火力电厂企业必须选择有效的脱硫技术,以便及时清除锅炉产生的废气。硫磺通过几个过程转变为固体状态,从而有效地排除锅炉中的有害气体。但是,该技术需要处理,以避免在作业工序中产生大量排水,造成水资源被污染。因此,在使用湿式排气脱硫脱硝技术的情况下,还需要结合将废水零排放的技术,防止废水排放到外部河流,实现循环工艺。

2.1.3 干法脱硫技术

干法脱硫技术是指为了吸收锅炉产生的废气中的硫和硝酸盐,在干法的环境中使用粒状或粉末吸收剂。由于需要某种化学反应,而且环境干燥,生成的产品是干粉末,从而达到脱硫和脱硝的目的,不会对锅炉本身造成损伤。干法脱硫技术的优点是不生成废硫、废气、废水,并且减少锅炉中腐蚀性的气体和液体,所以在一定程度上可以保护锅炉和其他机械和设备。

2.1.4 金属氧化物脱硫脱硝技术

金属氧化物脱硫脱硝技术在金属硫酸和甲烷的还原反应下,会形成元素金属和硫化金属。在火力电厂锅炉运行过程产生的烟气中,利用氧化产生金属氧化物,实现脱硫和脱硝的协调控制。金属氧化物脱硫和脱硝技术包括了氧化铜工艺等许多工艺。该工艺和普通载体为二氧化硅、氧化铝和活性炭,二氧化硫的去除率超过 90% 时,氧化氮的去除率有可能达到 75%~90%。

2.1.5 吸收剂喷射技术

吸收剂喷射技术需要强化的活性石灰粉煤灰化合物以此提高 LILAC 工艺,还需要将粉煤灰和石膏凝聚成一定比例的活性吸收剂,使烟气中的吸收性粒子、二氧化硫和氧化氮完全反应。由于 LILAC 过程的运行比较简单,不需要大量投资,所以可以保证以后系统的维护效果。在适当的排气温度条件下,最终制备的吸收剂与二氧化硫和氧化氮直接反应,这样节约了排气温度调节。

2.1.6 SNRB 技术

催化还原法被称为 SNCR,实际原理是在燃煤火力

电厂锅炉生产氧化氮的工艺中加入适量的氨气和碳酰胺,使氨气在含氧条件下与一氧化氮反应生成水和氮气。此外,氧气条件下,为了生成二氧化碳、水和氮气,碳酰胺可以用一氧化氮进行削减^[4]。催化还原法受温度影响,因此燃烧方法、燃烧温度、氧气的特定浓度和其他因素直接决定了煤炭火力电厂锅炉生产中产生的氧化氮量。为此,燃煤火力电厂应在确保氧气浓度合理控制的条件下科学调节燃烧温度,并据此科学地引入两步燃烧法,以确保有效控制和削减氧化氮排放量。但是,在反应处理中,不同的还原剂适用的最佳温度不同。从最高效率的温度比较来看:800℃以下,氨具有最高的脱硝效率,碳酰胺是 900℃下最好的还原剂。这种脱硝工艺由于具有高效、低能耗、低成本、占地面积小、可脱硝的特性,但它受温度限制,需要严格控制氨,在燃煤火力电厂脱硝过程中具有一定的应用频率。

2.1.7 选择性催化还原脱硝技术(SCR)

20 世纪 70 年代以后,一些发达国家开始将 SCR 技术用于石油火力锅炉和燃气火力锅炉,SCR 技术的原理是在催化剂的条件下,将氨气和一氧化碳作为还原剂使用,可以还原烟气中存在的氮氧化物产生氨和水。反应温度达到 300℃~420℃时,可以达到 70%~90% 的高脱硝率。选择 SNCR 时,投资低,运用成本低。但是,该方法反应温度范围窄,对炉温要求高,对煤的种类、负荷的变化适应性低,在世界上很少被使用。

2.2 烟气除尘技术

2.2.1 静电除尘技术

目前,火力电厂锅炉普遍使用的烟气除尘技术中静电除尘效率很高。该除尘装置的去除效率提高,可以迅速去除微细的粉尘。同时,在其运行中,除尘工作可以在不受到高温环境干扰的情况下迅速有效地完成^[5]。除尘装置可以长时间高强度工作,设备磨损度轻。一般来说,它可以达到预期的耐用年限。但是,使用这种除尘技术有一些缺陷。

例如,静电烟气除尘装置难以安装,因此会消耗人力和物质资源。在实际除尘工序中,其除尘效率较高,但是需要清洗。静电除尘在实际工作中可以持续高度工作,即使设备略有磨损,使用寿命也不会受到影响。此外,静电垃圾清除装置在实际工作过程中不会受到外部高温环境的干扰,因此能够以高质量完成相应的粉尘清除工作。

2.2.2 湿式除尘技术

湿式除尘技术目前多用于煤炭火力锅炉的烟气除

尘。原理是将水和烟气废气中的尘埃粒子组合起来,并将其清除。一般来说,这种技术具有良好的应用效果、低成本、简单的操作、良好的维护效果和广阔的范围,同时可以去除废气中的二氧化硫。但是,由于形成大量的污水,集尘装置容易发生腐蚀问题,因此管道材料需要改善。

目前,在湿式烟气除尘技术的应用中,主要使用除尘装置根据要求使其功能得到充分发挥,确保灰尘去除工作的效率。应用这种防尘装置可以保证除尘量超过50%。在小锅炉的烟气除尘中,喷雾除尘器具有良好的效果。

2.2.3 机械式除尘

机械烟气除尘是我国燃煤火力锅炉烟气气体处理中使用最广泛的方案。烟气除尘的原理是为了解析煤炭火力锅炉燃烧过程中产生的烟气,利用烟气除尘机械和设备去除烟气中的尘埃。机械烟气除尘以小设备区域、低烟气除尘成本、较低的技术内容为特点。机械式技术这项除尘技术的工作内容基本上与其他除尘技术相同,当有一定程度的灰尘堆积时,装置可以将其完全去除。

2.2.4 布袋除尘

布袋除尘是一种新型的烟气除尘法,对处理含有二氧化硫等有害气体的粉尘有非常好的效果。越来越多的企业开始使用布袋除尘方案,以便在它被排放之前有效过滤锅炉的烟沟气体。在企业使用布袋除尘技术时,无纺布袋具有良好的密封性能,可以去除大部分烟雾和灰尘,使用最为广泛。但是,由于烟气具有腐蚀性,会腐蚀布袋,在长期的烟气除尘工艺中会影响除尘效果。因此,需要经常更换布袋,这将无形地增加垃圾清除成本。

3 各项技术的未来发展

3.1 脱硝脱硫技术的发展

由于工厂排放的废气中含有氮和氧化物,这种化合物容易引起酸雨和自然灾害,不仅危害环境,还危害人们的健康,影响人们的正常生活。脱硝技术可以充分吸收其中的碳和氧化物,很好地利用行业排放的废气。但是,干法脱硝技术由于制造复杂而非常昂贵,其并未在日常生活中广泛使用。由于成本过高,一些行业会考虑利润,选择低成本的湿法脱硝技术。湿润脱硝技术不仅成本低,还可以再利用,被很多产业所喜欢。另外,SNCR/SCR组合的脱硝技术,其效率为60%~80%,但由于系统技术的复杂性,很少实用化。

火力发电厂锅炉脱硫技术的关键在于吸收塔。吸收塔的不同种类会产生不同的效果。一般来说,吸收塔有四种:一是填料塔。填料塔使用内部固体填料实现脱硫。但是,应用该方法可能会导致堵塞;二是液柱塔。通过烟气、气体和液体的融合,脱硫效率非常高;三是喷淋吸收塔。喷淋吸收塔脱硫技术被广泛使用。通常,炉中的烟沟气体从上到下移动,其形状可以呈小号状,也可以以特定的角度向下方喷雾,以完全吸收烟气。结构和成本上比前两者要好,但废气分布不均匀;四是鼓泡塔。石灰岩用于推动以下烟道气,烟道气与泥浆融合后发生起泡,脱硫效果良好,其缺点是具有较大的抗性和复杂结构。

3.2 除尘技术的发展

在火力发电厂锅炉的应用中,锅炉制造阶段的防尘技术稳定性比较高,实现了烟气除尘效率。烟气除尘技术中,最稳定高效的是电除尘技术,灰尘会完全清除,不会产生二次烟。该烟气除尘效果良好,排放浓度下降。从烟气除尘技术的运行稳定性来看,电烟气除尘效率将会提高。今后发展的主要方向是使用旋转电极去除粉尘,该方法具有合理的烟气除尘效果。另外,在实际的垃圾去除工序中,当有较高的粉尘排放标准时,需要适当增加湿式静电除尘装置。

4 结语

在当今各种产业丰富的社会中,我国以环境为重点的技术逐渐加强。脱硫脱硝、烟气除尘技术在火力发电厂锅炉中的应用局限主要反映在各种技术应用优势的差异性上,应采用技术与应用整合,降低火力发电厂锅炉生产与建设的煤耗,实现当前产业现代化与环境建设的和谐统一目标。因此,研究人员需要在实践中应用上述分析结果,以提高集成技术创新技术。

参考文献:

- [1] 陈新顺,张欢. 火电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘的技术解析[J]. 山东工业技术,2019(05):196.
- [2] 郭伟平. 火力发电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘的技术分析[J]. 能源技术与管理,2018,43(05):148-150.
- [3] 王卫民. 电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊),2018(07):166-167.
- [4] 高耀. 燃煤电厂烟气脱硫脱硝技术探讨[J]. 能源与节能,2018(05):85-86.
- [5] 沈森,苏晖,孙芳婷. 探究电厂锅炉脱硫脱硝及烟气除尘技术[J]. 节能与环保,2020(03):42-43.