

# Reflection on the Integrated Technology Application of Desulfurization, Denitration, Dust Removal and Smoke Tower in Thermal Power Plants

Senlong Xing<sup>1</sup> Feng Zhao<sup>2</sup> Hao Zhang<sup>3</sup>

1. Guizhou Yuanda Flue Gas Treatment Co., Ltd., Zunyi, Guizhou, 563000, China

2. Guizhou Yuanda Environmental Protection Co., Ltd., Liupanshui, Guizhou, 553000, China

3. SPIC Yuanda Environmental Protection Co., Ltd. Hechuan Branch, Chongqing, 400000, China

## Abstract

With the increase of power generation of thermal power plants, it has caused great pollution and damage to the ecological environment, which is not conducive to the sustainable development of human society. Therefore, thermal power plant enterprises have introduced a large number of desulfurization, denitrification and dust removal technology, but the traditional treatment technology is often set and run independently, not only occupy a lot of space, high cost, high adaptability is not high. Based on this, under the support of modern science and technology, it is necessary to actively promote the desulfurization, denitrification, dust removal and smoke tower integration technology, to realize the effective removal of harmful substances in the production of thermal power plants, further improve the environmental protection effect of pollutants, and realize the effective transformation of the production process of thermal power plants, and improve the production efficiency.

## Keywords

thermal power plants; desulfurization, denitrification and dust removal; smoke tower; integrated technology

# 火电厂脱硫脱硝除尘及烟塔的一体化技术应用思考

幸森龙<sup>1</sup> 赵峰<sup>2</sup> 张浩<sup>3</sup>

1. 贵州远达烟气治理有限公司, 中国·贵州 遵义 563000

2. 贵州省远达环保有限公司, 中国·贵州 六盘水 553000

3. 国家电投集团远达环保股份有限公司合川分公司, 中国·重庆 400000

## 摘要

随着火电厂发电量的增加, 对生态环境造成了极大的污染和破坏, 非常不利于人类社会的可持续发展。因此, 火电厂企业引入了大量的脱硫脱硝除尘技术, 但是传统的处理技术往往都是独立设置和运行, 不仅占据大量空间, 成本较高, 适应性不高。基于此, 需要在现代化科学技术支持下, 积极推广脱硫脱硝除尘及烟塔一体化技术, 实现火电厂生产中有害物质的有效性清除, 进一步提高污染物环保效果, 并实现火电厂生产工艺的有效性改造, 提升生产效率。

## 关键词

火电厂; 脱硫脱硝除尘; 烟塔; 一体化技术

## 1 引言

中国传统的能源结构以煤炭资源为主, 因此火电厂在中国社会经济发展中占据核心地位。针对火电厂发电生产中大量的污染物排放现象, 需要结合环保、节能、绿色发展理念, 积极引进现代化的脱硫脱硝烟气除尘技术, 减少污染排

放量。尤其要对脱硫脱硝除尘及烟塔一体化技术进行优化应用, 从而实现各类技术工艺的串联设计, 减少空间占用, 减少费用投入, 强化烟气净化效果。

## 2 现实意义

火电厂是为城市提供能源的重要途径, 且随着城市建设规模的发展, 煤炭能源需求量日益增加, 同时对火电厂生产质量提出了更高的要求。但是随着人们环保意识的增强, 对节能减排要求越来越高, 但是火电厂生产中会产生大量的污染物, 严重破坏和污染周边生态环境, 甚至引起严重的雾霾、酸雨问题, 对人民生命安全造成极大威胁。针对这种情

**【作者简介】**幸森龙(1988-), 男, 中国重庆人, 本科, 工程师, 从事电力工程热动力, 火电厂环保, 火电厂脱硫、脱硝、除尘工程设计、项目管理、施工管理工程安全质量监督及其技术管理研究。

况,需要采取科学技术,对火电厂生产工艺进行优化改进,尤其要引进脱硫脱硝除尘一体化工艺,并引进烟塔一体化机,强化火电厂污染物排放量的有效性控制,为工业可持续发展奠定良好基础<sup>[1]</sup>。

### 3 应用现状

随着科学技术的发展,火电厂锅炉脱硫技术得到了广泛应用,其中以当前应用较为广泛的脱硫技术为石灰石—石膏湿法技术,通过该方法能够有效减少煤炭燃烧量。但是该技术主要在吸收塔中的烟气进行有效处理,但是其处理效果直接受到吸收塔形式的影响。其中,市面上常见的吸收塔形式包含填料塔、液柱塔、喷淋塔、鼓泡塔等。如填料塔应用中,主要是对内部固体填料进行应用,浆液从填料表面流出,并与炉内烟气产生化学反应,从而对烟气中的硫化物进行清除。但是该技术应用中容易对管道造成堵塞;在液柱塔应用中,需要对烟气与气液进行充分融合,利用完全传质后达到脱硝目标,该方法的脱硫效果较好,但烟气会出现阻力问题,加大脱硫消耗<sup>[2]</sup>。

在火电厂脱硝过程中,主要利用低氮燃烧技术、SDR烟气脱硝技术进行具体操作。在SDR烟气脱硝技术应用中,要在烟气中投放尿素等还原剂,形成化学反应,产生 $N_2$ 和水物质。该方法的脱硝效率较高。低氮燃烧技术应用中,要把反应器作为炉膛进行操作,且要保障反应温度控制在 $850^{\circ}C \sim 1100^{\circ}C$ 范围,通过化学反应产生 $N_2$ 。但该方法脱硝效率较低,会产生二氧化氮物质,破坏臭氧层。

在火电厂除尘工作中,主要是利用旋转电极方式进行操作,可以强化火电厂除尘效率。此外还可以利用湿式静电除尘器,确保烟尘中的颗粒能够吸附带电负离子,强化除尘效果。

## 4 火电厂脱硫脱硝除尘一体化技术

### 4.1 吸附技术

在火力发电生产过程中,往往需要燃烧大量煤炭,在燃烧过程中会产生大量的有害物质,尤其是硫化物、烟尘等物质,处理难度较大,一旦在没有处理的情况下随意排放到空气中,会对空气环境造成极大的污染和破坏,甚至引起雾霾、酸雨问题,非常不利于农作物的健康成长,且危害人们身体健康,严重情况下还会引起呼吸系统、耳鼻喉器官的损坏,严重降低人们的生活质量。因此,需要结合火电厂发电生产特点,需要对设备废物废气处理技术进行优化应用,尤其要引进一体化的脱硫脱硝除尘技术,从而对烟气中的有害物质进行集中化处理,保障烟气达到排放标准,降低空气污染。在具体处理作业中,需要对吸附技术进行优化应用,尤其要对炭质材料吸附法、 $CuO-Al_2O_3$ 吸附等技术进行科学性应用,对活性炭等的吸附性能充分发挥,尽量多地吸附烟气中的含硫物质、烟尘颗粒等有害物质,减少烟气中的有害物质浓度,强化空气环境质量保护。在对烟气中的有

害物质进行吸附后,需要对其中的硫、硝等物质进行回收利用,使其当作化肥制作原材料,减少资源浪费,实现有害物质的资源化、无害化处理<sup>[3]</sup>。

#### 4.1.1 炭质材料吸附法

在该技术应用中,需要选择使用性能较强的活性焦对废气中的有害物质进行有效性吸附,同时要确保活性焦具有较强的耐磨、耐压能力,且能够对冲击力进行有效性抵御。此外,活性炭中含有大量细小的孔洞,可以进一步强化该物质的吸附效果,使其能够对废气中的二氧化硫进行高效化吸附,从而进一步强化烟气脱硫脱硝效果。为了对有害物质进行回收利用,需要对使用过后的活性炭进行加热处理,将微孔中的含硫物质转化为浓度较高的二氧化硫气体,同时还需要通过专业化的装置,对该类气体进行优化处理,生成硫酸、硫磺等物质,对其进行回收利用,实现有害物质的资源化利用,减少资源浪费。

此外,还可以利用该方法实现烟气中氮氧化物与氨气的充分反应,形成氮气和水物质,完成以上作业后可以把氮气进行直接排放到空气中,并对水进行回收利用,在其他环节中进行循环使用,减少成本投入。通过该方法的优化应用,可以真正达到脱硫脱硝除尘一体化目的,且还能够对烟气中的粉尘等物质进行高效化清除。该技术的成本投入不高,处理设备体积较小,不会占用太多空间,处理过程的用水量较少。该技术的应用,可以对火电厂废气中96%以上的硫、硝等物质进行有效清除<sup>[4]</sup>。

#### 4.1.2 $CuO-Al_2O_3$ 吸附技术

在该技术应用中,需要对负载型 $CuO$ 进行加热,使其温度达到 $400^{\circ}C$ 左右,这样可以使其与烟气中的二氧化硫等位置进行充分结合,产生氧化反应,形成 $CuSO_4$ ,此 $CuSO_4$ 与 $CuO$ 等物质对氨气具有较强的催化效果,使其对 $NO_x$ 产生还原反应,在还原性气体的催化作用下,可以对吸收饱和的 $CuSO_4$ 进行再生,从而释放大量的二氧化硫物质,对其进行回收利用,制作酸物质,其还可以通过还原反应获得金属铜、硫化铜等物质,在烟气的氧化作用下,能够形成氧化铜,对其进行回收利用,在吸收还原环节中进行重新使用,进而提高资源利用率,降低资源浪费,有效控制烟气处理费用。其中利用该方法可以对烟气中的二氧化硫、氮氧化物进行高效化处理,但是其处理效果容易受到吸附温度、流化床层温度等因素的干扰,需要对该工艺技术进行优化操作,保障最终的烟气处理效果符合设计要求。

### 4.2 高能电子氧化方法

该技术主要是利用高能电子的氧化作用,形成具有较强氧活性的自由基等活性物质,利用该物质对火电厂废气中的含硫物质、含氮物质进行氧化,形成特定的氧化物,然后使之与水蒸气产生化学反应,生产雾状硝酸、硫酸等,然后在该物质中添加氨物质,确保彼此之间充分接触和反应,从而形成硝酸铵、硫酸铵等物质,达到火电厂烟气脱硫脱硝技术

一体化目的,强化烟气净化清除效果,为空气质量的改善和提高创造良好的条件。该技术对烟气中有害物质处理效果较高,但是在处理过程中需要消耗大量的能源,成本较高,且需要涉及大量的化学反应,存在一定的危险性,且提高了环境要求,一旦氧化环境不稳定,会严重加大安全事故的出现几率,因此该方法仅仅在小规模火电厂中进行使用。其中常见的高能电解氧化法包含以下两种。

#### 4.2.1 电子束法

在该技术应用中,需要利用特殊的电子加速器,形成高能电子,且还能够形成氧化性较强的自由基活性物质,从而对烟气中的一氧化氮、二氧化硫等物质进行氧化处理。该技术方便操作,但设备成本较高,且需要投入大量的设备维护费用,导致该方法难以在更广范围内进行推广和应用。

#### 4.2.2 脉冲电晕等离子体技术

该技术的主要构件包含烟气增湿冷却塔、氨气加药设备、高压脉冲电源、脉冲放电等离子反应器等装置设备。由于该装置的构件较多,结构复杂,需要在实际应用中严格控制操作精度,才能确保烟气处理效果的提升。在该技术应用中,需要利用高压脉冲电源释放电能,形成很多的活化电子,从而破坏烟气中的化学键。在该技术应用中,需要确保环境温度的正常化,才能获得高能电子和自由基,其中涉及O、OH,这种情况下可以对火电厂废气中的气体分子进行氧化降解,形成大量可回收利用的副产品,对其进行回收利用,当作废料进行使用。该技术应用中会消耗大量电能,且高压脉冲电源使用时间较短,难以广泛推广应用,仅仅在设备清洁过程中进行使用,从而避免管道堵塞。

## 5 火电厂烟塔一体化技术

烟塔一体化技术的研发时间较为久远,通过烟塔对火电厂烟气进行排放,可以进一步提高热量排放总量,保障烟塔烟气处理能力的有效性提升。基于此,为了充分发挥烟塔的功能作用,需要结合实际情况,构建可行性、合理性的冷却烟塔,从而保障烟气能够符合标准排放要求,有效降低烟塔工程量,节约火电厂生产成本。

### 5.1 冷却塔设计

烟塔的设计和建设,能够进一步提高火电厂烟气排放率,且能够助力热量散发。通过冷却塔的建设,可以对火电厂生产中形成总热量的50%进行有效性散发,进一步提高烟气排放率,且能够优化脱硫脱硝工艺质量。通过提升烟气排放效率,可以有效控制烟气排放设施建设数量,有效控制火电厂生产成本。在具体的冷却塔设计中,需要结合烟气脱

硫脱硝和排放需求,选择合适的建设形式,其中涉及以下两种:有旁路建设形式,主要在不能有序开展脱硫操作的工程中进行使用,通过该形式可以把烟气引入到备用设备中,并对其进行脱硫脱硝处理,并利用烟塔将其排出去,才能进一步提高烟气处理质量,从而避免出现烟气污染问题;此外还有无旁路建设形式,该方法主要在一般排放形式中进行使用,可以对处理后的烟气进行统一排放,这属于冷却烟塔的常规烟塔排放形式,可以强化排烟效果。在具体的冷却塔设计中,要在不同烟道中设置单点排放装置,从而结合生产情况,对烟道进行针对性调节,并控制出口烟气流速,从而强化排烟效果<sup>[5]</sup>。

### 5.2 防腐设计

一般情况下,需要把烟塔设置在烟气排放较为集中的区域,但是由于受到技术限制,难以对烟气中的有毒物质进行全面清除,甚至还存在大量的腐蚀性物质,严重损坏烟塔管道,导致烟塔工作作用不能正常发挥,严重情况下还会缩短烟塔设备使用寿命。基于此,要结合烟气排放特点,优化烟塔排气管道的设计形式,采取科学合理的管道防腐处理措施,尤其可以在腐蚀性较强的区域安装防腐套管。在具体的耐腐蚀建设中,要利用高性能混凝土材料制作套管,同时要结合内部建设形式、排放设施用途等,针对性选择套管设置形式,且还需要在排放管道中涂抹防腐材料,减少腐蚀物质对管道的破坏,促进烟塔管道的安全运行。

## 6 结语

综上所述,为了改善空气质量,促进经济建设与环境保护的协调性发展,需要结合实际情况,对火电厂废气进行高效处理,引进脱硫脱硝除尘及烟塔一体化技术,进一步强化火电厂废气处理效果,提升大气质量,真正实现火电厂的绿色化发展。

### 参考文献

- [1] 王先权,孙海翠,刘念一,等.脱硫脱硝除尘一体化设备的数字化控制技术研究[J].机械设计与制造工程,2023,52(12):25-29.
- [2] 李子祥.火电厂脱硫、脱硝、除尘及烟塔的一体化技术[J].科技风,2017(13):139.
- [3] 谢思源,王伟.浅析火电厂脱硫、脱硝、除尘及烟塔的一体化技术[J].科技展望,2015,25(4):129.
- [4] 杨爱芝.火电厂脱硫、脱硝、除尘及烟塔台一体化技术研究[J].通讯世界,2014(10):147-148.
- [5] 李祥苓.脱硫、脱硝、除尘及烟塔台一体化技术初探[J].华电技术,2010,32(4):70-73+77+81.