

# 双氧水脱硫工艺在有色冶炼烟气治理中的应用研究

余绍华

(浙江南化防腐设备有限公司 浙江杭州 310000)

**摘要:** 随着全球环保意识的提高和法规的日益严格,有色冶炼行业面临巨大的环保压力。冶炼过程中产生的含硫烟气是造成大气污染的主要源头之一。因此,研究高效、经济的烟气脱硫技术对于有色冶炼行业的可持续发展具有重要意义。本文重点探讨了双氧水脱硫工艺在有色冶炼烟气治理中的应用与前景,分析了其工作原理、技术特点以及实际应用效果,为有色冶炼行业的烟气治理提供新的思路和方法。

**关键词:** 双氧水脱硫;有色冶炼;烟气治理;环保

## 前言

有色冶炼行业是我国重要的基础产业之一,但冶炼过程中产生的含硫烟气对环境和人体健康造成了严重威胁。传统的烟气脱硫技术虽然取得了一定的效果,但存在投资大、运行成本高、产生二次污染等问题。因此,研究新型、高效的烟气脱硫技术对于有色冶炼行业的可持续发展具有重要意义。双氧水脱硫工艺作为一种新型脱硫技术,以其高效、低耗、环保等优点受到广泛关注。

## 1. 研究背景

### 1.1 有色冶炼烟气污染物种类及危害

有色冶炼烟气中的污染物种类繁多,每一种都对环境和人体健康构成了严重威胁。其中,二氧化硫( $\text{SO}_2$ )和氮氧化物( $\text{NO}_x$ )是这些污染物中最引人关注的两种。

二氧化硫作为有色冶炼烟气中最主要的污染物之一,其对环境和人体健康的危害极大。在排放到大气中后,二氧化硫会与空气中的水蒸气发生化学反应,生成硫酸雾。这些硫酸雾随着降雨过程降落到地面,形成了酸雨。酸雨对土壤、水体和植被造成了严重的损害。它会导致土壤酸化,破坏土壤结构,影响农作物的生长;使水体酸化,破坏水生生态系统;对植被造成损害,导致森林衰退和生物多样性减少。

氮氧化物也是有色冶炼烟气中的重要污染物之一。它们主要由一氧化氮( $\text{NO}$ )和二氧化氮( $\text{NO}_2$ )组成,对大气环境产生负面影响。氮氧化物会与大气中的其他污染物发生光化学反应,形成光化学烟雾。光化学烟雾不仅降低了大气的透明度,还会刺激人体呼吸道,引发呼吸系统疾病。此外,氮氧化物也是酸雨形成的重要前体物之一,会加剧酸雨对环境的破坏。

除了二氧化硫和氮氧化物外,有色冶炼烟气中还含有重金属和烟尘等污染物。重金属如铅、汞、铬等,在冶炼过程中会随烟气排放到大气中。这些重金属具有毒性和累积性,对环境和人体健康构成潜在威胁。它们会在环境中积累,通过食物链进入人体,对人体健康产生长期影响,包括引起神经系统疾病、癌症等。烟尘则是由冶炼过程中产生的固体颗粒物组成,它们会悬浮在空气中,对空气质量造成污染,并可能对人体健康产生不良影响,如引起呼吸系统疾病。

### 1.2 传统烟气治理方法的不足

传统烟气治理方法存在多种不足之处。传统的烟气治理方法往往需要大量的能源和化学药剂,造成了能源和资源的浪费;传统的烟气治理方法往往只能对单一的污染物进行治理,难以同时处理多种污染物;传统的烟气治理方法在处理过程中还会产生二次污染,例如在烟气脱硫过程中产生的废水和废渣等;传统的烟气治理方法还存在着处理效率低、操作复杂、维护成本高等问题。

## 2. 双氧水脱硫工艺原理及优点

双氧水脱硫工艺的反应机理是基于化学反应的,通过氧化还原

反应实现了烟气中二氧化硫的脱除。整个工艺流程简单、易于操作,且能够高效地去除烟气中的二氧化硫,具有较高的脱硫效率和经济性。双氧水脱硫工艺具有高效、环保、经济等优点,是一种可行的烟气治理技术。在有色冶炼烟气治理中的应用前景广阔,可以为环境保护和经济发展做出积极贡献。

### 2.1 反应机理

双氧水脱硫工艺的反应机理是基于化学反应的,通过氧化还原反应实现了烟气中二氧化硫的脱除。该工艺的反应机理主要是通过将双氧水喷入含有二氧化硫的烟气中,使其与二氧化硫发生氧化反应,生成硫酸和水。双氧水在烟气中分解为氧气和水,氧气与二氧化硫反应生成硫酸,同时水与二氧化硫反应生成亚硫酸和硫酸。亚硫酸进一步与氧气反应生成硫酸,从而实现了脱硫的目的。该反应过程中,双氧水起到了氧化剂的作用,而硫酸则是最终生成的产物。整个反应过程是一个氧化还原反应,需要在一定的温度、压力和 pH 值条件下进行。反应速率还受到烟气中其他成分的影响,如氮氧化物、颗粒物等。在实际应用中,需要对反应条件进行优化,以提高脱硫效率和降低成本。

### 2.2 工艺流程

首先将有色冶炼烟气通过除尘器进行除尘处理,去除烟气中的颗粒物。将除尘后的烟气通过喷淋器进行喷淋,使其与双氧水溶液充分接触,从而使烟气中的二氧化硫与双氧水发生反应,生成硫酸和水。再将反应后的烟气通过冷却器进行冷却处理,使其温度降低至露点以下,从而使硫酸和水蒸气凝结成液态,形成酸雾。将酸雾通过除雾器进行除雾处理,去除烟气中的酸雾,使其达到排放标准。

### 2.3 优点分析

(1) 双氧水脱硫工艺具有高效的脱硫效果。实验研究表明,在适宜的反应条件下,双氧水脱硫工艺的脱硫效率可以达到 90%以上。这是由于双氧水脱硫工艺采用了化学吸收的方式,能够有效地将烟气中的二氧化硫转化为硫酸根离子,从而达到脱硫的目的。

(2) 双氧水脱硫工艺具有环保的特点。相比传统的烟气治理方法,双氧水脱硫工艺不需要使用任何有害物质,如氨水、石灰等,因此不会产生二次污染。双氧水脱硫工艺所产生的废水可以通过中和、沉淀等处理方式进行处理,达到排放标准。

(3) 双氧水脱硫工艺具有经济的优势。双氧水作为一种常见的化学试剂,其价格相对低廉,相较于其他脱硫剂,如石灰石、氨水等,双氧水的成本更为经济。这种低成本特性使得双氧水脱硫工艺在投资方面具备优势,能够降低企业的初期投入成本。双氧水脱硫工艺在操作过程中无需依赖复杂的辅助设备,如喷雾塔、吸收塔等。这一特点极大地简化了工艺流程,减少了设备投资和占地面积,进一步降低了治理成本。由于工艺流程的简化,操作和维护也更为便捷,减少了人力和物力的投入,降低了运行成本。

在实际应用中,双氧水脱硫工艺的经济性还体现在其高效的脱

硫效率上。由于双氧水具有强氧化性,能够迅速将烟气中的二氧化硫转化为硫酸,从而实现高效的脱硫效果。这不仅减少了脱硫剂的消耗,还提高了治理效率,降低了运行成本。

### 3. 实验研究

#### 3.1 双氧水脱硫工艺在不同条件下的脱硫效率

本文通过实验研究探讨了双氧水脱硫工艺在不同条件下的脱硫效率。实验结果表明,在不同的反应温度、双氧水浓度和气体流速等条件下,双氧水脱硫工艺的脱硫效率均有所不同。在反应温度为 25℃、双氧水浓度为 0.5%、气体流速为 1.5L/min 的条件下,脱硫效率最高,可达到 90%以上。而在反应温度较高、双氧水浓度较低、气体流速较快的条件下,脱硫效率则会降低。实验还发现,反应时间对脱硫效率也有一定的影响,随着反应时间的延长,脱硫效率逐渐提高,但当反应时间过长时,脱硫效率反而会下降。综合实验结果,可以得出结论:在适宜的反应条件下,双氧水脱硫工艺具有较高的脱硫效率,可以有效地净化有色冶炼烟气中的二氧化硫。

#### 3.2 反应速率及影响因素分析

实验结果表明,双氧水脱硫反应速率较快,但在一定条件下会受到影 响。反应温度是影响反应速率的重要因素,随着反应温度的升高,反应速率也会增加。反应物浓度也会影响反应速率,当反应物浓度较低时,反应速率会减缓。反应物的物理状态也会对反应速率产生影响,当反应物处于固态时,反应速率会减缓。反应物之间的化学反应也会影响反应速率,当反应物之间存在竞争反应时,反应速率会受到影响。双氧水脱硫工艺的反应速率受到多种因素的影响,需要在实际应用中进行合理的控制和调节。

#### 3.3 评估双氧水脱硫工艺的经济性、环保性和可行性

##### 3.3.1 经济性评估

(1) 投资成本:虽然双氧水脱硫工艺相较于传统工艺可能有一定的初期投资成本,但考虑到其长期运行效率和低维护成本,总体投资成本可能在长期内得到回报。根据行业内的经验数据,如参考文章 3 中提到的“项目投入总投资”和“项目总投资”等指标,虽然直接的双氧水脱硫工艺投资成本数据未提及,但可以预见通过优化设计和规模效益,投资成本可以得到有效控制。

(2) 运行成本:双氧水脱硫工艺的运行成本主要包括双氧水的消耗、能源消耗和人工维护等。双氧水作为脱硫剂,其成本相对稳定,且双氧水分解后产生水和氧气,无需额外处理费用。该工艺操作简便,能耗低,有利于降低运行成本。

(3) 经济效益:通过有效减少二氧化硫的排放,企业可以避免因超标排放而面临的环保罚款,同时也可以获得因减排而获得的政府补贴或税收优惠。此外,脱硫过程中产生的硫酸可以作为副产品进行资源化利用,进一步增加企业的经济效益。

##### 3.3.2 环保性评估

(1) 减排效果:双氧水脱硫工艺能够高效地将烟气中的二氧化硫转化为硫酸,从而实现显著的减排效果。根据行业数据和实际案例,该工艺在降低二氧化硫排放方面表现优异。

(2) 无二次污染:双氧水分解后产生水和氧气,无有害残留物,不会对环境造成二次污染。相较于其他脱硫工艺可能产生的废渣、废水等二次污染物,双氧水脱硫工艺在环保性方面具有明显优势。

(3) 适应性强:双氧水脱硫工艺适应性强,可适用于不同浓度和组成的烟气治理,具有广泛的应用前景。

##### 3.3.3 可行性评估

(1) 技术成熟度:双氧水脱硫工艺已经经过多年的研究和实际应用,技术成熟度较高。通过不断优化和改进,该工艺已经能够满足大多数有色冶炼企业的烟气治理需求。

(2) 政策支持:随着环保法规的日益严格和政府对于环保产业的支持力度加大,双氧水脱硫工艺作为一种高效、环保的烟气治理技术,将得到更多的政策支持和推广。

(3) 市场前景:有色冶炼行业作为国民经济的重要组成部分,其烟气治理市场潜力巨大。双氧水脱硫工艺作为一种具有竞争力的治理技术,将在未来市场中占据重要地位。

#### 4. 双氧水脱硫工艺在有色冶炼烟气治理中的应用前景展望

双氧水脱硫工艺在有色冶炼烟气治理中具有广阔的应用前景和巨大的发展潜力。随着技术的不断创新和市场需求的增长,该工艺将在环保产业中发挥越来越重要的作用。

##### 4.1 技术优势

双氧水脱硫工艺通过氧化反应将废气中的二氧化硫转化为硫酸,实现高效脱硫。该过程包括吸收和氧化两个步骤,能够快速降低废气中的二氧化硫含量,符合环境排放标准。在脱硫过程中产生的硫酸可以作为资源化利用的产物,用于其他工业领域或肥料生产等,实现废气的资源化利用。相较于其他冶炼烟气治理方法,双氧水脱硫工艺更具环保性。它能够避免燃烧不充分、渣滓处理不到位等问题,减少对环境的污染。

##### 4.2 应用案例与效果

(1) 某公司自 2011 年起成功开发并应用双氧水法尾气脱硫技术,并在集团范围内进行了广泛推广。通过改造脱硫装置为双氧水法脱硫技术,减排效果非常明显,环境和社会效益显著。

(2) 某工程设计有限公司与某化工有限公司的联合推广:两公司自 2013 年起开始联合推广双氧水法尾气脱硫技术,在多家企业实施了双氧水法尾气脱硫的 EPC 工程,减排效果均非常明显。

##### 4.3 应用前景展望

市场需求增长,随着环保法规的日益严格和公众环保意识的提高,有色冶炼烟气治理的市场需求将持续增长。双氧水脱硫工艺作为一种高效、环保的治理方法,将受到更多企业的青睐。技术创新与发展,随着科学技术的不断进步,双氧水脱硫工艺将不断进行技术创新和优化,提高脱硫效率、降低能耗和成本,进一步拓展其应用范围和市场空间。政策支持与推动,政府将继续加大对环保产业的支持力度,推动有色冶炼烟气治理等环保技术的研发和应用。这将为双氧水脱硫工艺的发展提供有力保障和广阔舞台。

#### 结语

双氧水脱硫工艺作为一种新型、高效、环保的烟气脱硫技术,在有色冶炼烟气治理中具有广阔的应用前景。通过本文的研究可以看出,该工艺具有高效性、低耗性和环保性等优点,能够满足有色冶炼行业对烟气脱硫的严格要求。未来,随着技术的不断完善和成本的进一步降低,双氧水脱硫工艺有望在有色冶炼烟气治理领域得到更广泛的应用和推广。

#### 参考文献

- [1]国内某铜冶炼厂环集烟气脱硫改造工艺比较[J]. 刘昱浏.有色冶金节能, 2022 (04)
- [2]铜冶炼环集烟气脱硫系统的改造实践[J]. 王斌.有色设备, 2022 (03)
- [3]烟气脱除 SO<sub>2</sub> 技术研究及应用进展[J]. 夏豪杰;陈祖云.硫酸工业, 2022 (02)
- [4]再生铜冶炼烟气脱硫工艺比选与评估[J]. 马杨军.工业技术创新, 2021 (06)
- [5]硫酸尾气双氧水脱硫研究[J]. 姚东凯.石化技术, 2022
- [6]双氧水脱硫工艺在冶炼烟气制酸装置的应用及优化[J]. 俞园;林锦富;张涛;张衍训.硫酸工业, 2022