

湿法脱硫过程副产物资源化利用途径探索

黄开进¹ 蔡晨阳²

1. 武汉龙净环保工程有限公司 湖北 武汉 430000

2. 华新环境工程有限公司 湖北 武汉 430000

摘要: 湿法脱硫作为控制大气污染的重要手段,其副产物的资源化利用对于环境保护和可持续发展具有重要意义。本文探索了湿法脱硫副产物的多种资源化利用途径,包括制备建筑材料、提取有用元素、生产土壤改良剂以及制备环保产品等。通过技术创新和工艺优化,实现了副产物的高效转化和高值化利用,为湿法脱硫副产物的资源化利用提供了新思路和实践指导。

关键词: 湿法脱硫技术;副产物资源化;利用途径

引言: 随着工业化进程的加速,大气污染问题日益严重,其中硫化物排放是主要污染源之一。湿法脱硫技术因其高效、稳定而被广泛应用于工业生产中,但随之产生的副产物如何处理和利用成为亟待解决的问题。本文旨在探讨湿法脱硫副产物的资源化利用途径,以期实现资源的最大化利用和环境的最小化污染,为环保事业和可持续发展贡献力量。

1 湿法脱硫技术概述

1.1 湿法脱硫工艺

湿法脱硫是一种高效的脱硫方法,其脱硫系统通常位于机组的末端、除尘器之后。由于是气液反应,湿法脱硫具有反应速度快、效率高、脱硫添加剂利用率高等优点。

湿法脱硫工艺中,较为常见的是石灰石/石膏强制氧化系统,它已成为国内外火电厂烟气脱硫设备的优先选择。该工艺的优点包括:适用的煤种范围广、脱硫效率高、设备运转率高、工作可靠性高等。湿法脱硫也存在一些缺点,如初期投资费用高、运行费用高、占地面积大、系统管理操作复杂、副产物处理和废水处理等难题。

1.2 湿法脱硫副产物

石膏是石灰石/石膏湿法脱硫工艺的主要副产物,其含水率较高,每脱除一定量的二氧化硫就会产生相应量的石膏^[1]。石膏的生成量较大,因此其处理和处置成为一个重要问题。除了石膏外,其他湿法脱硫工艺还可能产生不同的副产物,如硫代硫酸钠、硫酸钠、硫氰化钠等,这些副产物的生成和处理同样需要关注。

2 湿法脱硫过程副产物分析

2.1 副产物的种类与特性

湿法脱硫过程中产生的副产物种类繁多,主要包括石膏、硫代硫酸钠、硫酸钠和硫氰化钠等。石膏是石灰

石/石膏湿法脱硫工艺的主要副产物,具有良好的物理和化学性质,可用于生产建材产品和水泥缓凝剂等。硫代硫酸钠、硫酸钠和硫氰化钠等其他副产物则可能对脱硫工艺产生不利影响,如降低脱硫效率、增加碱耗等。这些副产物的种类和特性取决于脱硫工艺的具体条件和所使用的脱硫剂。

2.2 副产物的生成机制

湿法脱硫过程中副产物的生成机制涉及复杂的化学反应。以石膏为例,其生成是二氧化硫与碱性溶液(如石灰石浆液)反应的结果,具体过程包括二氧化硫的吸收、与碱性物质的反应、氧化和结晶等步骤。其他副产物如硫代硫酸钠、硫酸钠和硫氰化钠的生成则与石膏浆液中的氧化电位、停留时间、溶液组分等因素密切相关。例如,硫代硫酸钠的生成可能与石膏浆液中的HS⁻离子与氧接触有关,而硫酸钠则是硫代硫酸钠进一步氧化的结果。硫氰化钠的生成则与煤气中HCN的吸收和反应有关。这些副产物的生成机制对于优化脱硫工艺、减少副产物生成具有重要意义。

3 湿法脱硫副产物资源化利用途径

3.1 制备建筑材料

湿法脱硫副产物,特别是石膏,具有制备建筑材料的巨大潜力。石膏是一种重要的矿物资源,在建筑材料领域有着广泛的应用。利用湿法脱硫石膏制备建筑材料,不仅可以实现废物的资源化利用,还可以减少对天然石膏资源的依赖。湿法脱硫石膏经过适当的加工处理,可以用于生产石膏板、石膏砌块、石膏粉等建筑材料。石膏板以其轻质、高强、防火、隔音、保温等优良性能,在建筑行业中得到了广泛应用。石膏砌块则是一种新型的墙体材料,具有节能环保、施工简便、隔音隔热等特点。石膏粉则可以作为水泥的缓凝剂,提高水泥

的性能。在制备建筑材料的过程中,需要对湿法脱硫石膏进行脱水、煅烧、磨细等处理。脱水处理可以去除石膏中的游离水,提高其稳定性;煅烧处理可以去除石膏中的结晶水,得到半水石膏或无水石膏;磨细处理则可以提高石膏的细度和均匀性,改善其物理性能。还可以将湿法脱硫石膏与其他建筑材料进行复合,制备出性能更加优异的复合材料。

3.2 提取有用元素

湿法脱硫副产物中还含有一些有用的元素,如硫、钙等,这些元素可以通过适当的提取工艺进行回收利用。硫是湿法脱硫副产物中的主要元素之一,可以通过化学方法将其提取出来。提取的硫可以用于生产硫酸、硫化物等化学品,也可以作为肥料中的硫元素来源。在提取硫的过程中,需要注意控制反应条件和分离纯化技术,以提高硫的提取率和纯度。钙是湿法脱硫副产物中的另一种重要元素,主要以硫酸钙的形式存在^[2]。硫酸钙可以通过煅烧处理得到氧化钙或氢氧化钙,这些产品可以用于生产水泥、石灰等建筑材料,也可以作为土壤改良剂或水处理剂,硫酸钙还可以用于制备其他化学品,如硫酸铵、硫酸钾等。在提取有用元素的过程中,需要综合考虑原料的性质、提取工艺的经济性和环境影响等因素,选择最佳的提取方案。同时还需要加强废渣和废水的处理,防止对环境造成二次污染。

3.3 生产土壤改良剂

湿法脱硫副产物还可以作为土壤改良剂使用。石膏等副产物中含有丰富的钙、硫等元素,这些元素对土壤的改良具有积极作用。石膏可以改善土壤的酸碱度,提高土壤的肥力,在酸性土壤中,石膏可以中和土壤中的酸性物质,提高土壤的pH值,有利于作物的生长。石膏中的钙元素可以被作物吸收利用,促进作物的生长和发育。石膏还可以改善土壤的团粒结构,提高土壤的透气性和保水能力,有利于作物的根系生长。将湿法脱硫副产物作为土壤改良剂使用时,需要根据土壤的性质和作物的需求进行合理的施用。施用前需要对副产物进行必要的处理,如破碎、筛分等,以提高其施用效果,还需要注意控制施用量和施用时间,避免对作物造成不良影响。

3.4 制备环保产品

湿法脱硫副产物还可以用于制备环保产品,如污水处理剂、空气净化剂等。这些环保产品具有广泛的应用前景,对于保护环境、改善生态质量具有重要意义。石膏等副产物可以作为污水处理剂使用,在污水处理过程中,石膏可以作为絮凝剂或沉淀剂,去除污水中的悬浮物、有机物、重金属离子等污染物。石膏还可以调节污

水的pH值,提高污水的可生化性,有利于后续的生物处理过程。另外,湿法脱硫副产物还可以用于制备空气净化剂。空气净化剂可以吸附、分解或转化空气中的污染物,如甲醛、苯、氨等有害气体。将石膏等副产物进行适当的改性处理,可以制备出具有高效吸附和净化能力的空气净化剂。在制备环保产品的过程中,需要注重产品的性能和质量,确保其能够满足实际应用的需求。还需要加强产品的市场推广和应用示范,提高产品的知名度和竞争力。

3.5 其他资源化利用途径

除了上述几种资源化利用途径外,湿法脱硫副产物还可以用于其他领域,如农业、化工、环保等。在农业领域,湿法脱硫副产物可以作为肥料或土壤调理剂使用,石膏等副产物中含有丰富的钙、硫等元素,这些元素对作物的生长和发育具有积极作用。将副产物进行适当的处理后,可以作为肥料或土壤调理剂施用于农田中,提高土壤的肥力和作物的产量。在化工领域,湿法脱硫副产物可以作为原料或辅料使用,例如,石膏可以用于生产硫酸铵、硫酸钾等化肥产品;硫代硫酸钠可以用于生产照相定影剂、漂白剂等化学品;硫酸钠则可以用于生产玻璃、造纸等行业所需的原料。在环保领域,湿法脱硫副产物还可以用于处理工业废水、废气等污染物,例如,将石膏等副产物作为废水处理剂使用,可以去除废水中的重金属离子、有机物等污染物;将副产物进行改性处理后,还可以作为废气吸附剂或催化剂使用,去除废气中的有害气体。湿法脱硫副产物还可以用于制备新型功能材料、复合材料等高端产品。这些高端产品具有优异的物理、化学性能和应用前景,对于推动产业升级和转型具有重要意义^[3]。

4 湿法脱硫副产物资源化利用对策

4.1 提高资源化利用产品的市场竞争力

湿法脱硫副产物的资源化利用,关键在于提升其转化产品的市场竞争力,使其能够在市场上与同类产品相竞争,甚至在某些特定领域形成替代优势。为实现这一目标,加强技术创新与研发,提升资源化利用产品的品质与性能。通过改进生产工艺、优化配方设计、引入高新技术等手段,使资源化利用产品在强度、耐久性、环保性等方面达到或超过传统产品标准,从而满足市场对高品质产品的需求。例如,在石膏制品的生产中,采用先进的成型技术和表面处理技术,提高石膏板的防火、防潮、隔音等性能,使其在建筑市场上更具竞争力。降低成本,提高生产效率,通过规模化生产、精细化管理、资源循环利用等方式,降低资源化利用产品的生产

成本。加强与上下游产业的协同合作,形成产业链整合优势,进一步降低成本,提高市场竞争力。例如,在湿法脱硫石膏的回收利用中,可以与火力发电厂、水泥厂等企业建立长期合作关系,实现石膏的及时收集、运输和处理,降低物流成本和时间成本。加强品牌建设与市场推广,通过注册商标、建立品牌文化、参加展会、开展网络营销等方式,提高资源化利用产品的知名度和美誉度。深入了解市场需求,针对不同客户群体制定个性化的营销策略,提高市场占有率。例如,针对建筑行业对高性能建材的需求,可以推出具有独特卖点的石膏制品,如轻质高强石膏板、防火石膏砌块等,并通过行业展会、专业媒体等渠道进行宣传推广。关注国际市场动态,拓展海外市场,随着全球环保意识的提高和资源循环利用理念的普及,湿法脱硫副产物的资源化利用产品在国际市场上具有广阔的前景。通过参加国际展会、建立海外销售渠道、开展国际合作等方式,将资源化利用产品推向国际市场,提高国际竞争力。

4.2 拓展资源化利用产品的应用领域

为了进一步提高湿法脱硫副产物的资源化利用率,需要不断拓展其转化产品的应用领域。具体而言,一方面,深入挖掘传统应用领域的需求潜力。例如,在建筑行业,除了传统的石膏板、石膏砌块等产品外,还可以开发石膏基自流平地面材料、石膏基保温隔热材料等新型建材;在农业领域,可以探索石膏作为土壤改良剂、肥料添加剂等方面的应用。另一方面,积极开拓新兴应用领域,随着科技的进步和产业的发展,湿法脱硫副产物的资源化利用产品在新兴领域的应用不断涌现。例如,在环保领域,可以利用石膏等副产物制备污水处理剂、空气净化剂等环保产品;在新能源领域,可以探索石膏等副产物在储能材料、隔热材料等方面的应用。另外,还可以加强与高校、科研院所等机构的合作,开展跨学科、跨领域的研究与开发,推动湿法脱硫副产物资源化利用技术的创新与应用拓展。通过产学研合作,将科研成果转化为实际生产力,推动资源化利用产品的多元化发展。

4.3 加强政策引导与市场监管

政府政策的引导和支持是湿法脱硫副产物资源化利用工作顺利推进的重要保障。为了促进资源化利用产业

的健康发展,需要从政策层面给予支持和引导。制定和完善相关政策法规,明确资源化利用的目标、任务和要​​求。通过立法手段,规范资源化利用产业的发展秩序,保障企业的合法权益^[4]。加大对资源化利用产业的扶持力度,提供税收优惠、资金补贴等政策支持,降低企业运营成本,提高市场竞争力。加强市场监管,确保资源化利用产品的质量和安全,建立健全产品质量检测体系,对资源化利用产品进行定期抽检和质量评估,确保其符合相关标准和规定。加强对资源化利用产业的监督检查,严厉打击违法违规行为,维护市场秩序和消费者权益。政府还可以通过搭建平台、组织活动等方式,促进资源化利用产业之间的交流与合作。例如,定期举办资源化利用产业论坛、展览会等活动,为企业提供展示产品、交流经验、寻求合作的平台。通过这些活动,推动资源化利用产业的协同发展,形成产业链上下游的紧密合作和互利共赢的局面。

结束语

通过对湿法脱硫过程副产物资源化利用途径的深入探索,我们不仅发现了其在建筑材料、土壤改良、有用元素提取及环保产品开发等方面的广泛应用潜力,还意识到技术创新和政策引导对于推动这一领域发展的关键作用。未来,随着科技的进步和环保意识的增强,湿法脱硫副产物的资源化利用将更加高效、多元,为实现资源循环利用和环境保护的双重目标贡献力量,促进经济与环境的和谐发展。

参考文献

- [1]蒋云龙,杨志波,龚光泽.一种甲醇精馏工艺中杂醇资源化综合利用方法:CN202210185296.3[P].CN202210185296.3[2024-04-30].
- [2]徐贺,谢毅.一种节能技术在甲醇精馏过程中的应用[J].化肥设计,2023,61(2):3.DOI:10.3969/j.issn. 1004-8901.2018.06.014.
- [3]马剑飞,张强明,张军,et al.一种甲醇精馏过程副产杂醇提质回收系统:CN202122532510.1[P].CN216273862U[2024-04-30].
- [4]朱晓萍,池浩然,姜增阳,等.新型消泡剂在电厂湿法脱硫处理中的应用[J].有机硅材料,2023(02):36-39.