

氯碱行业废硫酸处理

鲁 刚

新疆中泰化学托克逊能化有限公司 新疆 吐鲁番 838100

摘要: 氯碱行业废硫酸处理是一个重要的环保与资源回收问题。在氯碱生产过程中,浓硫酸常被用作干燥剂,干燥后产生的废硫酸含有大量游离氯,具有强腐蚀性,不易处理,且被列入国家危险废物名录。传统的废硫酸处理方法如锅式浓缩技术存在设备易损坏、维修频繁等问题。现代技术如二效蒸馏技术、鼓式浓缩技术和真空提浓法则更为高效环保,能提高回收酸的质量,减少能耗,并实现资源的循环利用。此外,废硫酸脱氯技术也能有效降低游离氯含量,使处理后的硫酸可回用于其他工业生产,具有显著的环境与经济效益。

关键词: 氯碱行业;废硫酸处理;创新与应用

引言:氯碱行业作为化学工业的重要分支,其生产过程中产生的废硫酸不仅量大且难以处理,对环境构成了严重威胁。废硫酸中含有高浓度的硫酸以及其他有害物质,如处理不当,不仅会破坏土壤和水体,还会对生态系统和人类健康造成长远影响。因此,氯碱行业废硫酸的有效处理与资源化利用已成为当前亟待解决的问题。随着环保法规的日益严格和资源循环利用理念的深入人心,探索高效、环保的废硫酸处理技术对于氯碱行业的可持续发展具有重要意义。

1 氯碱行业废硫酸的产生与特点

1.1 氯碱生产工艺简介

氯碱生产是指通过电解饱和食盐水溶液来制备烧碱(氢氧化钠)、氢气和氯气,这些产物又可以作为原料进一步制备其他一系列化工产品。氯碱生产的主要工艺流程包括食盐水的精制、电解、烧碱的纯化、氢气的纯化和氯气的提纯等步骤。其中,电解过程是关键步骤,它利用电解原理,在电解槽中将饱和食盐水分解为氢氧化钠、氢气和氯气。这一工艺在化工行业中具有重要地位,为许多化学品的生产提供了基础原料。

1.2 废硫酸的产生

在氯碱生产过程中,废硫酸的产生主要源于氯气的干燥处理。湿氯气中含有一定的水分,需要通过干燥设备将其去除,以保证后续氯化氢合成的原料质量。常用的干燥方法之一是采用硫酸塔进行干燥,其中湿氯气通过硫酸塔时,浓硫酸利用其强吸水性将氯气中的水分吸收,并因此逐渐被稀释。当浓硫酸的浓度降低到低于标准浓度时,就产生了废硫酸。废硫酸的主要成分除了硫酸(H_2SO_4)外,还可能含有其他有机物,如苯磺酸、不饱和树脂、吡啶、喹啉及其同系物等。这些有机物的存在使得废硫酸的外观可能呈黑色,且较为黏稠。废硫酸

的浓度范围较大,通常在40%~60%之间,具体取决于生产过程中的操作条件和干燥效率^[1]。

1.3 废硫酸的特点与危害

废硫酸是一种危害性极强的混合物,具有复杂的物理和化学性质。从物理性质上看,废硫酸通常呈无色或黑色黏稠液体,具有较强的刺激性和腐蚀性气味。其比重较高,可溶于水和有机溶剂,能够溶解多种类型的物质。在化学性质方面,废硫酸具有强氧化性,能够氧化多种元素,如铁、铜等金属,并在气体和液体中发生氧化反应,形成硫酸盐。此外,废硫酸还具有较强的电离性,能够离解成阴离子的硫酸根(HSO_4^-)和阳离子的硫酸根(SO_4^{2-})。废硫酸对环境和人体具有潜在危害。其强烈的腐蚀性能够破坏土壤和水体,降低环境功能等级。废硫酸中的重金属元素,如铬、镍等,若随意处置,会通过食物链传递,并在人体内积累,导致重金属中毒等危害。此外,废硫酸的刺激性气味和挥发性蒸气还会对人体的呼吸道和眼睛造成损害,严重时甚至可能致死。

2 氯碱行业废硫酸处理现状分析

2.1 国内废硫酸处理技术的进展

近年来,随着环保法规的日益严格和资源循环利用的迫切需求,国内在废硫酸处理技术领域取得了显著进展。传统的物理化学方法已逐渐被更高效、环保的新型回收技术所取代。废硫酸处理不再仅仅局限于简单的中和处理,而是向着资源化、高值化利用方向发展。通过不断的研发和创新,国内已开发出了一系列适用于不同浓度、不同杂质含量的废硫酸处理技术,如高温裂解技术、净化回收技术、废硫酸掺烧技术和硫酸浓缩技术等,这些技术的广泛应用显著提高了废硫酸的综合利用率,减少了环境污染。

2.2 主要处理技术及其优缺点

2.2.1 锅式浓缩技术

锅式浓缩技术是一种将废硫酸放置在铸铁锅内,通过燃油或燃煤进行加热蒸发水分,得到浓硫酸的方法。该技术的工艺流程相对简单,操作方便。然而,它也存在一些问题。首先,由于硫酸的强腐蚀性,特别是废硫酸中含有的游离氯会加剧对铁设备的腐蚀,导致浓缩锅使用寿命缩短。其次,系统运行中频繁维修,不仅增加了工人的劳动强度,还提高了维修费用。此外,排出的废酸和废水中有机物和废酸含量高,对环境造成一定压力^[2]。

2.2.2 二效蒸馏技术

二效蒸馏技术通过使用化学稳定性优良的石英玻璃作为浓缩器的材质,分两步将废硫酸进行浓缩。该技术首先将质量分数80%的废硫酸浓缩到97%-98%,然后将第一步产生的废酸浓缩到80%左右的酸,返回第一步进行循环利用。二效蒸馏技术具有经济合理、操作性强、回收酸质量高、节能效果显著等优点。蒸馏后的废酸含酸质量分数小于1%,经中和处理后达标排放,有效减少了环境污染。

2.2.3 鼓式浓缩技术

鼓式浓缩技术利用燃油加热压缩空气,使之维持在高温度状态,输送至稀硫酸鼓泡器,通过鼓泡操作将稀硫酸中的水分带出。该技术的优点在于生产工艺简单,占地面积相对较大。采用玻璃钢设备作为真空汽提设备进行废硫酸精制,精制后的稀硫酸直接作为生产硫酸铵的原料,不仅节能效果显著,而且实现了资源的循环利用,杜绝了废酸对环境的污染。然而,鼓式浓缩技术的应用也受限于占地面积大的问题。

2.2.4 其他处理技术

除了上述主要技术外,还有一些传统的废硫酸处理技术,如阶梯蒸发法、液中燃烧法等。阶梯蒸发法通过多级蒸发,逐步将废硫酸中的水分去除,得到浓硫酸。该方法虽然操作简便,但能耗较高,且对设备材质要求较高。液中燃烧法则是将废硫酸在液相中燃烧,生成二氧化硫和氧气,再通过催化氧化生成硫酸。这种方法虽然能有效处理废硫酸,但工艺复杂,操作难度大,且存在安全风险。

2.3 处理技术的选择原则

在选择废硫酸处理技术时,氯碱企业需要考虑以下关键因素:(1)废硫酸的特性和数量。不同企业产生的废硫酸在浓度、杂质含量等方面存在差异。因此,在选择处理技术时,需根据废硫酸的实际情况进行综合考虑。对于浓度较高、杂质较少的废硫酸,可以选择高温裂解技术或二效蒸馏技术进行资源化利用;对于浓度较

低、杂质较多的废硫酸,则可能需要采用净化回收技术或硫酸浓缩技术进行处理。(2)成本效益分析。企业在选择处理技术时,需要进行成本效益分析,包括投资成本、运行成本、回收酸的售价等。通过综合考虑各项成本,选择经济效益最佳的处理技术。(3)环境友好性。在环保法规日益严格的背景下,企业在选择处理技术时,必须考虑其对环境的影响。优先选择能够实现资源循环利用、减少污染物排放的技术,如二效蒸馏技术和鼓式浓缩技术。(4)设备材质和运行维护。不同处理技术对设备材质和运行维护的要求不同。企业需要根据自身实际情况,选择适合的设备材质和运行维护方式,确保处理系统的稳定运行和长期效益。

3 氯碱行业废硫酸处理技术的创新与应用

3.1 低温渐进型废硫酸浓缩技术

3.1.1 原理

低温渐进型废硫酸浓缩技术是一种基于蒸发和冷凝原理的废硫酸处理技术。该技术的核心在于,通过低温逐步蒸发废硫酸中的水分,并在冷凝过程中回收浓硫酸,从而实现废硫酸的浓缩和再利用。这种方法利用了硫酸溶液在不同温度下的饱和蒸气压差异,通过精确控制温度和压力,使得水分逐渐蒸发,硫酸浓度逐渐提高。

3.1.2 工艺流程

低温渐进型废硫酸浓缩技术的工艺流程主要包括以下几个步骤:(1)预处理。废硫酸在进入浓缩系统之前,需要经过过滤、净化等预处理步骤,以去除其中的杂质和固体颗粒,防止对浓缩设备造成堵塞和腐蚀。(2)加热蒸发。预处理后的废硫酸进入加热系统,通过加热装置(如蒸汽加热器或电加热器)提高硫酸的温度,使其达到蒸发的条件。随着温度的升高,废硫酸中的水分开始蒸发,形成水蒸气。(3)冷凝回收。蒸发产生的水蒸气进入冷凝系统,通过冷凝器将水蒸气冷凝成液态水,同时回收浓硫酸。冷凝器通常采用低温冷凝技术,以降低能耗和避免硫酸的进一步分解^[3]。(4)再浓缩与利用。经过初次浓缩的硫酸可能仍含有一定的水分,需要进一步进行再浓缩处理。再浓缩可以采用相似的蒸发和冷凝流程,直至硫酸浓度达到再利用的要求。浓缩后的硫酸可以回用于氯碱生产过程中的氯气干燥等环节,实现资源的循环利用。

3.1.3 主要设备

低温渐进型废硫酸浓缩技术所需的主要设备包括:(1)预处理设备。如过滤器、沉淀池等,用于去除废硫酸中的杂质和固体颗粒。(2)加热蒸发设备。如蒸汽加热器、电加热器等,用于提高废硫酸的温度,使其达到

蒸发的条件。(3) 冷凝回收设备。如冷凝器、分离器等,用于冷凝水蒸气并回收浓硫酸。(4) 再浓缩设备。如多级蒸发器等,用于进一步浓缩硫酸,提高其浓度。

3.1.4 适用性与优势

低温渐进型废硫酸浓缩技术在氯碱行业中具有较高的适用性。一方面,该技术能够实现废硫酸的高效浓缩和再利用,降低生产成本;另一方面,通过精确控制温度和压力,可以避免硫酸的进一步分解和污染物的产生,符合环保要求。此外,该技术还具有能耗低、操作简便、设备维护成本低等优势。

3.2 真空脱氯技术的应用

3.2.1 原理

真空脱氯技术是一种基于减压和升温原理的废硫酸处理技术。该技术的核心在于,通过降低系统压力和提高温度,使废硫酸中的氯气从溶液中逸出,从而实现脱氯的目的。减压和升温可以降低氯气在水中的溶解度,增加其逸出速率。

3.2.2 应用效果

真空脱氯技术在废硫酸处理中具有显著的应用效果。一方面,该技术能够有效地去除废硫酸中的氯气,降低其腐蚀性;另一方面,通过脱氯处理后的硫酸质量得到提高,可以回用于其他工业生产环节,实现资源的循环利用。

3.2.3 实施步骤

真空脱氯技术的实施步骤主要包括以下几个方面:

(1) 预处理。对废硫酸进行预处理,去除其中的杂质和固体颗粒,以保证脱氯效果。(2) 减压升温。将预处理后的废硫酸送入真空脱氯设备中,通过减压和升温操作,使氯气从溶液中逸出。(3) 气体收集与处理。将逸出的氯气进行收集和处理,防止其污染环境和危害人体健康。(4) 硫酸回用。将脱氯处理后的硫酸进行再利用,如回用于氯碱生产过程中的氯气干燥等环节^[4]。

3.2.4 实际案例

某氯碱企业采用真空脱氯技术对废硫酸进行处理。经过预处理、减压升温、气体收集与处理等步骤后,废硫酸中的氯气含量显著降低,硫酸质量得到提高。该企业将脱氯处理后的硫酸回用于氯气干燥环节,取得了良好的经济效益和环保效果。

3.3 其他创新技术的探索与实践

除了低温渐进型废硫酸浓缩技术和真空脱氯技术外,氯碱行业还在不断探索和实践其他创新技术用于废硫酸的处理。

3.3.1 高温裂解技术

高温裂解技术是一种将废硫酸在高温下分解为二氧化硫和其他气体的技术。通过裂解处理,可以将废硫酸转化为有价值的二氧化硫气体,同时去除其中的有机物和其他杂质。该技术具有处理效率高、资源回收率高等优势,但能耗较高且操作复杂。

3.3.2 多效蒸发浓缩技术

多效蒸发浓缩技术是一种利用多个蒸发器串联工作,实现废硫酸高效浓缩的技术。通过多个蒸发器的串联使用,可以提高蒸发效率并降低能耗。该技术具有处理能力大、能耗低等优势,但设备复杂且投资成本高。

3.3.3 膜分离技术

膜分离技术是一种利用半透膜将不同物质进行分离的技术。在废硫酸处理中,可以采用膜分离技术将硫酸和其他杂质进行分离,实现硫酸的提纯和再利用。该技术具有操作简便、设备投资低等优势,但膜材料的选择和更换成本较高。

3.3.4 应用前景分析

以上创新技术在氯碱废硫酸处理中具有一定的应用前景。随着技术的不断发展和完善,这些技术有望在未来的氯碱行业中得到更广泛的应用和推广。然而,需要注意的是,不同技术的适用性、经济性和环保性存在差异,因此在实际应用中需要根据具体情况进行选择和优化。

结束语

氯碱行业废硫酸的有效处理对于环境保护和资源循环利用至关重要。经过不断探索与实践,我们已开发出多种高效、环保的处理技术,实现了废硫酸的资源化利用,显著降低了其对环境的负面影响。然而,废硫酸处理仍是一项长期而艰巨的任务,需要我们不断创新技术,提高处理效率,以实现更加绿色、可持续发展。展望未来,我们期待更多创新技术的涌现,共同推动氯碱行业向更加环保、高效的方向迈进,为保护地球环境贡献我们的力量。

参考文献

- [1]李忠于.废硫酸和硫化氢酸性气联合回收工艺研究[J].硫磷设计与粉体工程,2021,(03):24-26.
- [2]赵建鑫.10kt/a丁二醇废硫酸裂解制酸工艺设计[J].硫酸工业,2021,(02):21-22.
- [3]胡新兵.“SNEI干法”废硫酸再生技术的工业应用[J].硫磷设计与粉体工程,2020,(03):36-37.
- [4]杨晓光.化工行业中废硫酸处理方法分析[J].化工设计通讯,2019,(07):97-98.