

Discussion on the Production Process of Sulfuric Acid

Yong Yang

Jiangsu Juyou New Material Technology Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212130, China

Abstract

Sulfur acid, as a crucial basic chemical component, plays a significant role in various industrial production activities. With the rise of social and economic level, the demand for sulfuric acid continues to grow, so it is of great practical value to explore new sulfuric acid production methods with high efficiency and energy saving. The paper explores the key steps in the production of sulfuric acid and the future development trends in this field. It explains various technical means of sulfuric acid production, including contact method and wet method as two key process areas, and elaborates on the specialized technical characteristics and applicable scenarios of each process. It deeply discusses the key technical processes of sulfuric acid production, such as raw material pretreatment, catalytic process, and emission disposal, and emphasizes the importance of process parameter control, aiming to provide theoretical support and practical suggestions for the continuous improvement of sulfuric acid production process.

Keywords

sulfuric acid production process; contact method; wet process; process optimization

略谈硫酸生产工艺

杨勇

江苏聚由新材料科技有限公司, 中国·江苏·镇江 212130

摘要

硫酸作为一种至关重要的基础化学成分, 在各种工业生产活动中发挥着不容小觑的影响。随着社会经济水平的上升, 对硫酸的需求持续增长, 因此探索高效节能的新型硫酸生产方法具有巨大的现实价值。论文探讨了硫酸制造中的关键步骤以及该领域未来的进展趋势, 阐释了硫酸制造的各种技术手段, 包括接触法和湿法作为两个关键工艺领域, 并详尽探讨了每种工艺的专门技术特征和适用场合, 对硫酸生产环节的关键技术流程, 如原料预处理、催化过程及排放处置, 进行了深入研究, 并特别强调了工艺参数控制的重要性, 旨在为硫酸生产过程的持续完善提供理论支持和实践性的建议。

关键词

硫酸生产工艺; 接触法; 湿法; 工艺优化

1 引言

硫酸在化学产业中是被认为最核心的基本化学原料之一, 并且它在诸如化肥、冶金、化纤以及石油化工等众多领域中都有着广泛应用。在现代工业中, 硫酸已逐渐被视为最关键的生产原材料。其制造流程深刻地对产品质量、生产回报以及环境保护等有着多维度直接的影响。当前, 中国的硫酸产业主要是依靠大规模消费矿产资源来展开的, 这样的资源开采和利用对环境产生了剧烈的污染, 这将妨碍人类社会可持续发展战略的成功实施。因此, 深入研究并优化硫酸生产的技术流程在理念和实践两个层面都拥有极高的意义。

2 硫酸生产的基本工艺流程

2.1 接触法硫酸生产工艺

在众多的吸收过程中, 二氧化硫是基于接触法的方式被吸收的。在采用接触法进行硫酸生产的全过程中, 主要涉及的设备包括燃烧炉、变换器、吸收型塔和干燥型塔。值得一提的是, 在燃烧炉内部, 存在一个燃烧区域, 它旨在把硫磺燃料加热到一定的温度, 并由此产生高温的烟雾。燃烧炉主要作用于燃烧含有硫磺或硫化物的矿石, 以便生产出高浓度的二氧化硫气体。转化器的主要功能是将二氧化硫的气态转化成三氧化硫。转化器中加入了钒氧化物作为催化剂, 这样二氧化硫在此可以转为三氧化硫。经转化处理后, 排放出的尾气将由吸收塔排走。吸收塔的主要工作机制是让三氧化硫和水进行有效的吸收, 最终生成硫酸。脱硫装置主要由两大部件组成: 干燥塔与转换器。干燥塔的核心职责是对进入的空气进行净化并保持干燥, 确保水不对设备使用效率和使用寿命造成不良干扰。因而, 干式旋转塔构成了转化器的关

【作者简介】杨勇(1968-), 男, 中国江苏丹阳人, 本科, 工程师, 从事化工工艺研究。

键组件之一。生产硫酸的接触法工艺图大多包含以下核心环节：燃烧模块、干燥模块、转化模块和吸收模块。燃烧单元在其中为脱硫过程供给了热源。在燃烧模块内部，硫磺是在燃烧炉里进行燃烧的，这会产出二氧化硫，烟气与气体在混合后进入干燥系统进行进一步的干燥过程。干燥器被用来从空中消除不必要的水分。转化单元处理经脱硫的尾气，从而制得达标的硫酸亚铁溶液。转化率模块是整个制造流程中的决定性环节，尤其是二氧化硫在转换器中经由催化氧化过程转变为三氧化硫。在脱硫的单元内，三氧化物与水进行反应，形成硫酸盐的溶剂。在吸收单元内，三氧化硫在吸收塔上与水发生反应，终会生成硫酸化合物。

2.2 湿法硫酸生产工艺

湿法硫酸的生产技术是为了处理低质量硫矿石以及更复杂的矿石材料。湿法用于硫酸生产的技术现如今已经相当完善。该方法的理念在于，通过溶解和氧化还原之间的化学反应来将矿石中的硫化物有效转化为硫酸。湿法硫酸工艺不仅在工业制造方面有着广泛的应用，如在湿法冶金、化学工业生产和医药生产等方面也有实际运用。这一具体操作涉及首先将硫化矿溶于水形成硫化氢气体，然后通过氧化还原反应转化为硫酸。在吸收塔里，采用水来冷却硫化剂，这也意味着可以还原溶液中的硫化物并进行清除。湿法硫酸生产的流程图通常包括其溶解、氧化以及吸收的相关内容。在湿法硫酸生产工艺中，溶解单元被认为是最关键且最容易出现故障的环节，它主要包括溶解槽、其泵组件，以及其控制系统等部分。在某些溶解单元中，硫磺矿石在溶解槽内与水产生化学反应，从而生成硫化氢性气体^[1]。当硫化物浓度到达特定水平，溶液会生成大批气泡，并伴随着激烈而剧烈的爆炸现象。接着，硫化氢在氧化单位里被转换为二氧化硫。氧化塔内部，二氧化硫经由氧化过程转化为硫酸钙形式。在氧化塔内，二氧化硫有可能进一步转化成为三氧化硫。接下来，固液的分离被在过滤单元中完成了。最后，在这个吸收模块内，吸收塔将三氧化硫与水展开化学过程，产生了硫酸。通过结晶的过程，硫酸最终被分离为高度纯粹的硫酸铜颗粒。通过这种不断的化学与物理手段，我们可以利用湿法制备硫酸时的高效技术来处理复杂的矿石材料，这使得高品质的硫酸的生产变得容易。

3 硫酸生产的关键技术环节

3.1 原料预处理

在硫酸的生产流程中，原料预处理环节具有至关重要的影响，因为它直接影响后续制造步骤的执行效率以及最后产品的质量水平。因此，为了确保硫酸的产量和品质得以显著提高，必须对目前的硫酸生产流程和设备做出创新性的改进。硫酸生产大多数情况下依赖于硫的盐或者硫化物矿石作为生产材料，这些原料在正式投入生产使用前，必须进行一连串的前期准备工作，以保证整个化学反应流程能够平稳进

行，并进一步确保最后产品达到高纯度。其中涵盖了诸如选冶和破碎等多个步骤，其中最为关键的是硫精矿的粉碎处理，即磨矿分级，此乃硫酸业生产工艺的初始阶段。硫这一元素通常直接影响硫精矿产品的品质和品质。通常而言，硫矿石中硫含量超出 25% 的成分会被认为是优质的原料。对于某些硫含量偏低的硫矿石来说，他们确实需要寻求其他途径来获得更为丰富的硫产品。处理硫矿石的初步步骤包括破碎和筛选出大型矿石，进一步把矿石粉碎成微小颗粒，并通过筛选过程去除了过大或者过小的颗粒，以确保这些颗粒具有均匀的尺寸。除此之外，也需要对硫矿石进行选矿工艺，以确保产品纯度达到高标准。紧接其后进行的步骤包括矿石研磨和选矿过程，这些步骤有助于进一步增强硫矿石的纯度。

3.2 催化反应

催化剂作为硫酸制造流程的核心环节之一，其功能主要是利用催化剂将二氧化硫转换为三氧化硫，然后与水进行化学作用，最终生成硫酸。催化化学反应包括众多的化学反应和复杂的物理化学流程，而最关键的一环是确保有恰当的催化机制体系。催化剂的选取、反应器的构造与操作与催化过程的效果有着紧密的关联。因此，寻找如何更合理地执行催化合成活动和提升催化剂功能性能已经成为研究者们关注的核心议题。催化剂扮演了催化反应中的中心角色，其性能直接影响着反应的快慢及效果表现^[2]。因此，研制出具有卓越性能的催化剂，对于提升硫酸行业的技术实力显得非常关键。在制取硫酸的多个步骤里，钒氧化物 (V_2O_5) 被频繁作为一种主要的催化成分，其关键作用是降低所需的活化能并且提高二氧化硫的氧化速率。钒氧化物不仅是一种关键的催化物质，它在工业硫酸生产上已经被广泛采用，并已证明其效果显著。钒的氧化物在作为催化剂时，除了拥有出色的活性和选择性，还能在较为寒冷的温度环境下实现高效的催化反应。

3.3 吸收过程

在硫酸的制造流程里，吸收这一步骤被看作是其最后的阶段，这涉及将产生的三氧化硫 (SO_3) 与水发生化学互动，进而得到硫酸。当硫酸分子被溶液所捕获并转化为硫酸的基本离子后，可以通过水蒸气蒸馏或者结晶技术从溶液中进一步分离并得到硫酸的产品。这个工艺流程大多在吸收塔内完成，吸收塔的设计和操作方法会直接影响硫酸的产出及其纯度。因此，设计吸收塔的结构和进行运营管理都显得尤为重要。一般而言，我们可以把吸收塔分为板式塔和填料塔这两种主要类型。由多种板子构成的板式塔，一个可以作为物料的进口或出口，而另一个则用于排放物料或回流。板式塔内部布置了多块塔板，确保气体和液态能在这些板上顺利进行接触及传输；填料塔是一个综合整体结构，它内部含有大量的填料来吸纳烟雾带上的水蒸气。填料塔的内部填充了各种形状的物料，为气体和液体能够充分接触创造了一个开阔的

表面环境。因此，板状塔能作为吸收过程的关键设备。不论是板式塔或者填料塔在设计吸收塔的时候，都需要深入考虑气液接触面积、流动速率、温度和压力等核心变量。在吸收塔的操作流程中，鉴于吸收剂溶液含有大量的三氧化硫，这对各种设备造成严重的腐蚀，因此有必要确保拥有足够多的气液接触面积。当操作吸收塔时，确保恰当的气液比例与操作环境至关重要，这样可以保障三氧化硫与水充分化学作用，进一步产生高浓度的硫酸。在吸收塔里形成的二氧化硫主要是通过一个喷淋管道流入溶解液的。为了进一步增强产品的吸附效能，人们往往选择使用多级吸收方案以进一步减少生成的硫酸量，从而确保产品纯度的提高。因此，在吸收塔内研究流体的流动状况具有显著的重要性。在制造硫酸的过程中，提高吸收效能通常被视为一项关键问题。在吸收过程中，大量的传质和传热问题是关键。因此，如果我们想要持续优化吸收塔的工作表现，就必须全方位地采纳相应措施，以确保达到最理想的成果。常用硫酸尾气处理工艺如图1所示。

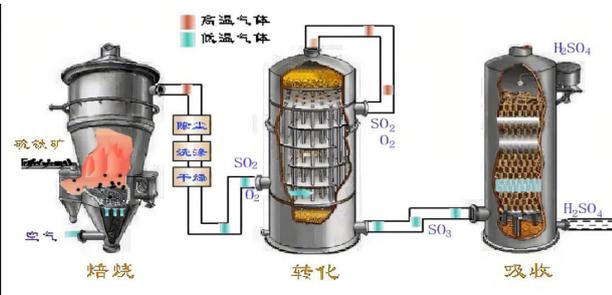


图1 常用硫酸尾气处理工艺

3.4 尾气处理

伴随着中国环境保护政策日趋严格以及民众生活品质的逐渐提升，我们可以观察到尾气排放量正在不断增加和放大。所排放的废气中，大部分是未经反应过程的二氧化硫（ SO_2 ）、三氧化硫（ SO_3 ）及一些其他的杂质。如果直接排放这些气体，不但能够浪费宝贵资源，还可能对环境带来破坏。另外，车辆排放的尾气中含有大量有能量和腐蚀性的杂质，如果没有得到及时和有效的回收处理，就极有可能触发安全相关的事故。所以，在环保科技领域中，如何回收和

处理尾气显得至关重要。在具体的操作过程中，为了更有效地使用排气，可以考虑使用脱硫技术来减少尾气中的二氧化硫浓度。尾气排放中的二氧化硫需要受到适当的管理和处理，以便降低其对环境的负面影响^[1]。现阶段，尾气脱硫有湿法与干法两大普遍应用的方法，其中干法因其低廉的成本和少量的能耗而被视为具有明显优势，但遗憾的是，由于脱硫效能不高，它在工业应用方面存在一定的局限性。通常的处理方法是使用尾气吸收塔以吸收尾气含有的二氧化硫，然后将这部分二氧化硫转化为硫酸。释放的废气在吸收后会产生大量的污水和残渣，这导致了资源的不当消耗。车辆的尾气吸收塔在设计思想上与生产阶段的吸收塔有许多相似之处：它利用气体和液体的触碰，将二氧化硫与水反应，进而生成硫酸。另外，还有采用干法脱硫技术，通过吸附材料来去除尾气中的二氧化硫成分，进而生成固态硫酸盐作为另一技术途径。湿法脱硫流程中，烟雾一旦进入到塔，便会生成大量的石膏和硫酸钙晶体。这组固态硫酸盐具备更深层次的处理潜能，以重新收集其内含硫的资源。当前，在国内普遍采用湿法脱硫这一技术，主要分为湿式石灰石与石膏法以及湿法石灰与石膏的混合方法。由于干法脱硫技术拥有简便的仪器结构和易于操作的优点，它对于中小规模的硫酸生产设备特别合适。当前国内大多数硫酸制造设备都遵循这一生产工艺。在环境保护标准日益成熟的背景下，硫酸制造环节中的尾气管理技术亦在持续的进步之中。

4 结语

综上所述，对硫酸的制作工艺进行深度的探讨和完善，不只是可以增进生产的效率并减少生产费用，同时对于环境的保护和可持续的发展也会产生正面的推动效果。在未来的发展路径上，我国需要加强硫酸生产领域内的技术创新，加速构建先进和完整的硫酸生产流程，并持续增加资金的投入，以保障企业能健康、稳健地成长。

参考文献

- [1] 聂静. 硫酸生产中含砷废水处理[J]. 水处理技术, 2005, 31(12): 3.
- [2] 庞婷, 谭英杰, 孙惠质, 等. 硫酸生产新工艺[J]. 硫酸工业, 2010(3): 4.
- [3] 师兆忠, 崔金海. 硫酸生产中废钒催化剂回收工艺研究[J]. 化工环保, 2008(13).