

# 硫酸钾生产工艺的优化

杨蓉飞

青海中信国安锂业发展有限公司 青海格尔木 816000

**摘要:**近些年来,农业经济的发展,我国农产品结构发生了极大的调整与变化,经济农作物的种植越来越广泛。在农业种植生产中,硫酸钾比较适用于烟草、都累、亚麻等经济作物,然而现阶段硫酸钾的生产远远难以满足无氯经济作物的实际发展需求,导致很多的经济作物处于缺钾肥的状态。对此,文章之中阐述了几种硫酸钾生产工艺,并分析了曼海姆法这种硫酸钾生产工艺的优化方向,以期通过优化工艺及设备配置的方式来优化曼海姆硫酸钾生产工艺,满足国内经济作物生产需求。

**关键词:**硫酸钾;生产工艺;优化措施

从硫酸钾来看,其是一种无氯优质钾肥,在农业发展方面起到了重要的作用。在农业种植方面,运用该种肥料,既可以增加农作物产量,还可以改善农产品的品质,所以农业种植方面对该种肥料的需求量比较大<sup>[1]</sup>。从硫酸钾生产工艺的角度分析来看,曼海姆法则是农业硫酸钾生产的主要方法,该方法不仅具有技术成熟、能源消耗低、产品质量好等优势,同时还可以作为副产品获取工业盐酸<sup>[2]</sup>。但是,在该种硫酸钾生产工艺运用期间,尚存在着诸多的缺陷需要改进,可见当前研究硫酸钾生产工艺优化途径具有极强的现实意义。

## 1 硫酸钾生产工艺

### 1.1 曼海姆法

目前,我国所运用的曼海姆法制取硫酸钾工艺是由德国人创造的一种硫酸钾制取方法,其是一种通过盐酸与氯化钾为原料来制取硫酸钾的方法。从该种硫酸钾生产工艺分析来看,其需要经过两步化学反应:在第一步反应中,需要控制好低温条件,以此来实现硫酸与氯化钾的放热反应;在第二步的反应之中,需要保证好高温条件,硫酸氢钾与氯化钠会发生吸热反应,从而生成硫酸钾。通过这两步反应之后,获得的硫酸钾为固体,所产生的气体为氯化氢,经过冷却后,使用水将其吸收,便可以获得工业盐酸。目前,曼海姆法生产硫酸钾这项工艺发展的非常成熟,且是我国主要采用的硫酸钾制备工艺,占据了农用硫酸钾70%的市场<sup>[3]</sup>。该种硫酸钾制

备工艺具有产品质量好、损失小、钾回收率高、生产工艺成熟、生产能力大等优势特征,但是在实际生产中也存在着一定的不足,整个生产过程需要处于高温、强酸的环境下进行,这样就会使得生产设备面临着严重的腐蚀问题,由于设备维修量大、投资成本较高,在一定程度上限制了其应用效果。

### 1.2 缩置法

从缩置法分析来看,其属于一种我国自主研究的硫酸钾制备工艺,该种工艺以氯化钾、氨、硫酸为原料,以置换、解缔等反应来生产硫酸钾。从该种工艺的原理分析来看,其是借助有机溶液在硫酸、盐酸中的亲和力差异来实现对硫酸钾的制备。在具体操作期间,需要先将机缔合剂与硫酸进行缔合反应,然后将其添加到氯化钾溶液之中,通过硫酸根离子与氯离子的置换反应来获得硫酸钾溶液,最终以结晶的方式来获得成品硫酸钾。在反应结束之后,可以使用氨来将置换后的氯离子进行解缔反应,这样就可以确保有机溶液实现循环利用的效果。从该种硫酸钾制备工艺分析来看,该反应是在常压条件下进行的,有着温度低、腐蚀性小、损失少、投资少、产品质量好等优势特征,所获取的副产氯化铵,也是一种农业生产肥料,但是该种工艺会使得缔合剂损失,尤其是对于生产原料的要求比较高,所以在实际的生产效果上还有待改善<sup>[4]</sup>。

### 1.3 硫酸铵法

目前,硫酸铵法制取硫酸钾工艺,主要是利用了硫酸铵与氯化钾在溶液之中所发生的复分解反应与产物溶解度差异这一原理来制取硫酸钾的。从该种生产工艺分析来看,由于反应过程中的反应时间、溶剂浓度、配料比、反应温度等均会为硫酸钾的产率带来不利的影响。

**作者简介:**杨蓉飞、男、汉族、1974.01、籍贯:重庆、学历:本科、职称:助理工程师、毕业院校:国家开放大学、研究方向:盐湖化工生产、邮箱:724638817@qq.com。

且在具体生产期间,需要在其中添加甲醇这类有机溶剂,如果处于最佳的工艺条件下,那么对于硫酸钾的吸收率可以达到93.40%<sup>[5]</sup>。从该种制备工艺分析来看,虽然成本投入少,在二次转化之后,也可以得到品质较好的产品,但是由于该种工艺在生产规模偏小、成本偏高、收率低等方面有劣势,存在着诸多的技术障碍。

#### 1.4 硫酸钙法

该种硫酸钾生产工艺也是指石膏法生产硫酸钾工艺,主要由一步法和两步转化反应来实现的硫酸钾制备工艺<sup>[6]</sup>。具体反应原理为:一步转化法是以氨作为催化剂的,这样磷石膏与氯化钾就可以直接在氨的饱和溶液之中进行反应,生成硫酸钾,副产氯化钙;两步转化反应法是以碳酸氢铵和磷石膏进行化学反应来生成碳酸钙、硫酸铵,随之硫酸铵会与氯化钾进行复分解反应,这样就可以生成硫酸钾,联产轻质碳酸钙。

#### 1.5 芒硝法

目前,在一些较为发达的国家中,已经将芒硝法生产硫酸钾工艺看做现代化硫酸钾生产工艺中最为经济环保的一种生产方法。从芒硝法制备硫酸钾工艺来看,该种工艺是将氯化钾、硫酸钠作为生产原料,以其在溶液中的化学反应来生产硫酸钾。具体反应原理如下:一是在25℃下进行反应,二是在60℃~100℃下进行反应,在反应期间,主要是利用各种盐在不同温度下溶解度不同的原理来解析分析获取硫酸钾与氯化钠。从该种硫酸钾制备工艺分析来看,其具有生产工艺简单、设备投资小、设备扩大、能耗低、无污染等优势,但其原料的化学性难以保证产品质量,当前该制备工艺面临硫酸钾质量提升难题。

#### 1.6 硫酸亚铁法

目前,硫酸亚铁法生产硫酸钾工艺是以 $K^+$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_2-4-H_2O$ 四元相图理论作为指导,在反应的过程中,利用钛白副产绿矾、硫铁矿烧渣等工业副产品之中的硫酸亚铁与氯化钾来发生复分解反应,以此来获得硫酸钾。从该种方法的生产方式分析来看,主要涉及到三种:其一,硫酸亚铁与氯化钾反应生成复盐,复盐再分解成硫酸钾,该种工艺生产流程较为简单,操作起来比较便利,对于设备的腐蚀性也不高,原料容易获取且成本低、能耗小,且整个反应过程中不会产生“三废”;其二,由于硫酸亚铁与碳酸氢铵在发生化学反应之后,就可以生成硫酸氢氨,硫酸氢氨与氯化钾发生反应之后,就可以生成硫酸钾;其三,硫酸亚铁水解之后就会生成氢氧化铁与硫酸,硫酸随之会与氯化钾发生反应,生成

硫酸钾,然而整个反应难以自发进行,需要从 $FeSO_4$ 水溶液中将 $H^2SO_4$ 萃出,使 $Fe^{2+}$ 水解沉淀,从而使得反应朝着生成硫酸钾的方向进行。

## 2 硫酸钾生产工艺优化的方向

### 2.1 优化反应炉搅拌推料系统

从曼海姆法制备硫酸钾工艺分析来看,其反应炉的推料系统是由发动机、减速器、主轴、耙臂构成的。该种设计最初的意图是使用皮带轮、减速器、齿轮等来控制啮合的速度。因为搅拌推进系统的搅拌速度比一旦确定之后,就会固定反应炉的搅拌速度。所以,在生产期间,需要由耙臂带动耙齿,以此来增加材料的接触面积,加快传热的速度,以此来加快有效反应,同时耙齿是螺旋的,主轴可以带动耙臂、耙齿来将反应材料从反应堆推到进料口,以此来完成反应。目前,影响化学反应的因素主要有原料粒度、配比、反应温度、压力、搅拌速度等,若是选择固定速度比后,就不能对推料系统的速度进行调整;若是原料的粒度发生了变化,操作人员便不能依据原料的特性来选择合适的停留时间;若是停留时间固定,那么操作人员便只能利用调节温度、减轻负载等方式来获取合格的产品。现阶段对于反应炉搅拌推料系统的优势,可以启动变频电机,通过增加变频器的方式来控制推力系统转速,以此来改变原材料在反应炉中停滞的时间,从而获得最佳的反应效果。同时,在添加了变频器之后,可以通过降低换挡频率、转臂转速,这样既不用停止主电机,还能够增加耙臂打耙的时间,增强了反应炉的运行能力。

### 2.2 HCl气体出口增加旋风分离器

从曼海姆法生产硫酸钾工艺来看,在生产期间,反应炉内产生的氯化氢气体会从氯化氢槽的管道经过石墨换热器,随之被吸收到风吸收系统之中。虽然氯化氢气体的出口盒可以发挥一定的沉降效果,且反应室与石墨换热器装置之间会有粉尘堆积,时间一久可能会堵塞管道,司炉必须按照规定对管道进行清洗。在反应炉与石墨换热器之间增加了旋风分离器,由于该部分的管道具有温度高的特点,清理起来难度较大,所以司炉需要按照规定,定期对这部分的管道进行清洗,还需要定期打开旋风分离器的排放阀,这样既可以减轻司炉的工作负荷,还可以维持整个系统尾气风机的稳定运行,以此来降低反应炉氯化氢气体泄露的可能性。

### 2.3 硫酸下料管增设夹套管

从SA分析来看,其属于反应器顶部的一种原料,该种原料是通过插入到率内的硫酸排放管进入到炉内的硫

酸分配器之中,并经过硫酸分配器后到达固定位置,与MOP进行混合。从整个反应过程分析来看,必须将反应室的平均温度控制在 $550^{\circ}\text{C}$ ,方可使得SA进入高温炉。因为温度差异的存在,会在很大程度上缩短下料管的使用期限,大致40天更换一次。所以,当前硫酸钾生产期间,为了有效的延长下料管的应用期限,已经将原设计的单管改成为带夹套管,这样既可以使得鼓风机的空气成为冷却介质,对硫酸下料管进行冷却,还可以将下料管反应炉的SA温度控制在 $150^{\circ}\text{C}$ 左右,这样就可以减少SA的腐蚀率,延长了硫酸下料管的使用寿命,有效的节约了设备的运行成本。

#### 2.4 MOP计量的优化

目前,在曼海姆法制备硫酸钾工艺中,通过控制添加MOP,既可以增强产品的质量,还能够提升反应炉的运行能力。在具体操作期间,需要采用皮带计量秤装置来精准的控制添加的MOP,以此来有效的提升反应炉的运行能力。然而,因为打耙或者运转不良等因素的影响下,炉区的氯化氢气体会出现泄露的情况,这些泄露的酸性气体会对皮带秤传感器起到腐蚀的效果,导致计量数据缺乏准确性,制备的产品质量缺乏稳定性,所以需要定期对皮带秤进行参数调整或者更换处理。当前为了解决这些缺陷,必须在原有设计上进行改进。从原有的设计来看,中心舱与皮带秤位于反应炉的正上方,但是该片区域的酸性气体浓度偏高,气体泄漏可能性比较大,极易对皮带秤的敏感成分起到腐蚀效果,经过更改后,将MOP移到了反应炉的一侧,这样就可以将存料仓与皮带秤移开,便可以有效的降低腐蚀性。同时,在设计改进的时候,也可以通过添加隔板的方式来减少酸性气体对皮带秤敏感元件的影响,这样就可以有效地延长皮带秤的寿命,还可以有效的降低皮带秤故障发生几率,节省了生产成本,还保证了硫酸钾生产设施的稳定性。

#### 2.5 除尘系统的优化

在硫酸钾制备期间,难以避免的会产生粉尘,当前为了降低粉尘含量及污染度,需要设置两个反吹袋除尘器,这样就可以对提机、振动筛、研磨机等装置进行除尘处理。除尘器所手机的灰尘时以星形卸料阀的方式返

回到传送带,然后经过斗提机和振动筛子后进入成品仓库。因为硫酸钾颗粒具有体积小、粘度大的特点,很容易出现堵塞的情况,此时有必要对溜管进行清洁与维护。由于除尘器收集后的粉尘,会经过垂直溜管,直接输送到成品仓库,既有效的改善了除尘器出口管堵塞的情况,还保证了成品仓库的质量,避免二次粉尘的出现,有效的优化了操作环境。

#### 3 结束语

总而言之,硫酸钾作为一种优质的钾肥,事关我国农业发展,必须对硫酸钾生产工艺进行深入研究。由于传统的硫酸钾生产工艺均存在着一定的缺陷,比如曼海姆法存在能耗高、腐蚀性强、生产能力低等不足,缔置法存在生产规模不大、生产期间缔合剂损失较大等劣势,芒硝法需要依托优质原料,我国的氯化钾原料不足,过于依赖进口,必然会影响硫酸钾生产。因此,文章中以曼海姆法的优化为例,通过转化生产工艺,依赖技术革新,探索资源循环经济,大力开发硫酸钾创新生产,这也是今后硫酸钾生产工艺优化的主要方向。

#### 参考文献:

- [1]廖秋实,黄天钦,肖林波,等.闭路循环低成本生产硫酸钾的工艺研究[J].辽宁化工,2021,50(9):1367-1369,1377.
- [2]冯新,刘畅,吉晓燕,等.芒硝法生产硫酸钾工艺的模拟与分析[J].高校化学工程学报,2000,14(6):583-587.
- [3]李伦.交互五元水盐体系等温条件下硫酸钾生产相图工艺分析[J].化工设计通讯,2019,45(1):94-94,103.
- [4]丘苑新,朱凯祺,马路凯,等.梅州沙田柚苦涩味与施用硫酸钾镁相关性研究[J].安徽农业科学,2021,49(20):64-67,83.
- [5]胡倩,阳海,李鑫,等.光活化过硫酸钾体系下直接蓝15降解动力学及其降解机制[J].纺织学报,2021,42(10):99-106,114.
- [6]张曦月,孙红娟<sup>I</sup>,彭同江,等.过硫酸钾插层膨胀-氧化法制备高阳离子交换容量氧化石墨及表征[J].应用化学,2021,38(7):816-824.