

# 浅谈硫酸铵废水的蒸发结晶工艺

李亚仙,刘 宝,葛 娟,韦正帅,刘 帅,张 倩

(上海蓝滨石化设备有限责任公司,上海 201518)

摘 要:硫酸铵工业废水严重污染环境,可通过蒸发结晶工艺对废水中的硫酸铵进行回收再利用。就硫酸铵废水的蒸发结晶工艺所涉及的部分内容进行分析,提出了一些建议。

关键词:硫酸铵;蒸发结晶;管板结合

中图分类号:TQ113.73

硫酸铵主要用作农业肥料,适用于各种土壤和作物。含硫酸铵的工业废水不加处理直接排放不仅造成严重的水污染,而且浪费大量的硫酸铵资源。如果通过蒸发结晶工艺回收利用硫酸铵,既减少了水污染,又能回收利用有价值的农业产品。一般硫酸铵废水生产工艺为强制循环蒸发带间歇结晶,详细介绍板管结合的蒸发带连续结晶工艺。

## 1 方案设计

### 1.1 主要参数

进料量:6,350kg/h; 进料浓度:35%; 蒸发量:4,000kg/h; 产品浓度:95%

### 1.2 材料确定

硫酸铵的成分表明,当不锈钢起保护作用的表面钝化膜遭到破坏后,很容易产生腐蚀缺口而发生电化学腐蚀,并随着温度的升高腐蚀程度加大。因此与物料接触的主要设备的材料需选用双相钢,包括管式蒸发器、分离器、换热器、产品泵、循环泵等,同时由于双相钢板片不易成型,因此板式类产品的板片均选用钛材,包括板式蒸发器及换热器。考虑到二次汽中也会带有一定的氨气,因此冷凝水泵、联管、真空泵等设备为确保长时间使用,也选用了双相钢材料加工制作。

### 1.3 工艺确定

根据设计参数,确定工艺流程为板管结合蒸发带连续结晶,物料的流动顺序分别为三效板式蒸发器→四效板式蒸发器→一效管式蒸发器→二效管式蒸发器。(如图 1 所示)其工艺流程为:来自前一工序物料进入平衡罐,由物料泵经电磁流量计设定流量打入预热器,物料经多段换热到一定温度后进入三效板式蒸发器,经三效分离器分离后由泵打入

四效板式蒸发器,从四效分离器出来。物料经过三、四效板式蒸发器后,蒸发水量 1,900kg/h,此时物料浓度约为 50%,刚好达到临界的饱和度,晶体不析出。之后物料经管式换热器换热后进入一、二效结晶器蒸发并使晶粒生长,同时一、二效均有一台大流量离心泵作为循环泵进行强制循环,以防止晶体将设备管道堵塞。最终产品浓度达到约为 75%时出料并通过旋流子旋流,旋流出的最终产品浓度达到 95%后被包装。同时,一部分物料进入二效结晶器的分离室,并在二效结晶器和二效蒸发器之间做强制循环蒸发;浓缩到拥有一定过饱和度时在结晶器里结晶,随着晶粒长大到规定大小,晶体下降至结晶器下部,通过管路排出到分离机将晶粒和母液分离;分离出的晶粒排出进入下一工序,母液回到进料罐中进行下次循环。

整个系统的真空度由真空泵获得,最大真空度可达 $-0.088\text{Mpa}$ (0 海拔的情况下)。冷却水系统由车间或全厂冷却水供水系统提供,确保冷却负荷(或严格按设计要求提供)。如图 1 所示。

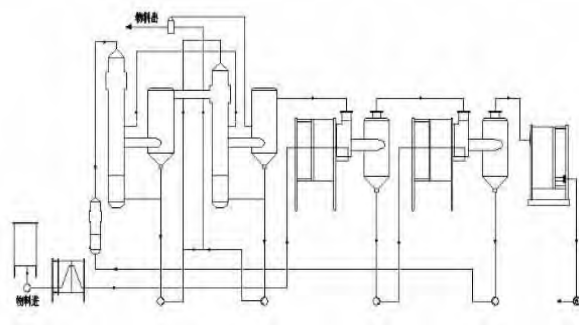


图 1 冷却水系统

采用该工艺的主要目的为:通过管板结合的方式使得蒸发和结晶的过程能够连续进行。先是利用板式蒸发器热效率高、节能等特点将低浓度物料中

的水分快速的蒸发,使物料的浓度接近但不能达到饱和点,以防止晶体析出后继续生长造成板片的阻塞;接着通过两台管式蒸发器强制循环,使得物料在结晶器中析出晶体并逐渐长大,达到最终生成符合条件的硫酸铵晶体的目的。

## 2 调试过程中遇到的问题

在实际的调试过程中,第一次进料大约持续了10h被迫停止。原因在于,当物料按照工艺方案流动后,为保证物料不被夹带到二次汽中,需要将一、二效结晶器的液位控制到一定的高度,液位达到该高度时应为一个平衡点,即达到蒸发结晶的最佳平衡状态。但在实际运行过程中,反映出了两台板式蒸发器的蒸发能力较大,而两台强制循环管式蒸发器不能与之完全配合,从二效分离器出口测试物料的固形物含量则远远达不到出料要求,导致分离器的液面逐渐升高,从而出现了物料一直循环、液面连续升高但却无法出料的这样一个较为尴尬的局面。究其原因,主要是因为物料在浓度较低的时候进入板式蒸发器时水分容易去除,当物料进入到管式蒸发器中,浓度较高,同时有晶体析出,水分去除就很困难,导致前后物料蒸发不平衡;另外,与一、二效蒸发器连接的结晶器容积不够,晶体生长时间无法满足,这也是造成液位升高的重要原因。

## 3 解决方案

根据现场情况,同时结合厂方现有条件,最终的解决方案为:利用厂家原有的两个进料罐中的一个作为中转罐。即当一、二效分离器中的物料到达一定液位即平衡点时,通过三、四效板式蒸发器蒸发后的物料不再进入到一效蒸发器,而是进入中转罐,从而保证一、二效的分离器中不再掺入新物料,原有物料的浓度不会被稀释,晶体有足够的时间生长。经过若干小时的运行,二效开始出料,通过旋流子旋流,并最终通过离心机离心后得到最终产品,被成袋包装。当二效出料后,一效分离器中被长时间循环蒸发的高浓度物料由一效产品泵输入二效继续蒸发结晶,同时前段中转罐中的物料也进入到一效继续蒸发。通过调整,整个工艺过程达到平衡

生产,设备实现连续运行。

## 4 设计中需要注意的问题及方案

1)就文中所述的一、二效分离器应设计成结晶器为宜。

2)由于蒸发过程中结晶出来的硫酸铵晶体,以悬浮液形式存在,循环管道及出料管道中含固量较高,易沉淀阻塞管道。因此在设计中应保证硫酸铵物料管道走向最短,拐弯最少,管道布置尽量为“步步高”或“步步低”;

3)在强制循环蒸发中,循环泵流速的选择十分重要。较高的流速,可以提高传热系数,减少换热管管壁结垢,避免沉积阻管,但同时也会造成较大的流体阻力和极大的功率消耗。因此,循环泵的选择要合理,并非越大越好;

4)应在所有的循环管及出料管路上设计放净管线,在停车或非正常停车(如断电或长时间无蒸汽的情况下)时,必须将悬浮液及时排放,以免硫酸铵在低温时结晶阻管。同时在所有的循环管及出料管路上可连接蒸汽吹扫管道,以便在发生管道阻塞时及时吹扫;

5)应在出料管路上多加活结或法兰,一旦发生管道阻塞现象,可以逐段拆卸吹扫;

6)如出现文中调试过程中遇到的问题,而现场又无缓冲罐可供使用时,可考虑将所有的冷凝水或软水收集,当一、二效蒸发时,为保证液位不再上升。同时防止设备干烧,可将收集的冷凝水打入三、四效蒸发器中反复蒸发,以连续生产,即水、料间断供应即可。

## 5 结语

综上所述,只要工艺设计合理、设备计算选型考虑周全,板管结合蒸发带连续结晶工艺用于硫酸铵生产是完全可行高效的。

参考文献:

- [1] 桑欣欣,于博,田立娜.硫酸铵废水的蒸发设计.科技信息.2011(21):58-61.
- [2] 赵文凯,李应超,庞玉亭.硫酸铵设备腐蚀的解决办法.设备管理与维修.2010(9):34-36.