

硫酸铵废水的蒸发设计

桑欣欣¹ 于 博² 田立娜³

(1.河北省石油化工设计院有限公司 河北 石家庄 050061;2.石家庄工大化工设备有限公司
河北 石家庄 050031;3.中国石油集团工程技术研究院 中国 天津 300451)

【摘 要】硫酸铵工业废水严重污染环境,可通过蒸发工艺对废水中的硫酸铵进行回收再利用。由于硫酸铵属于蒸发结晶,因此生产中一般使用强制循环蒸发形式。本文就其蒸发设计中所涉及的几个问题和设计原则进行了论述,提出了合理的措施。

【关键词】硫酸铵;废水;蒸发;预热;管道;设计

硫酸铵主要用作农业肥料,适用于各种土壤和作物。还可用于纺织、皮革、医药等方面。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用产品。生产中硫酸铵废水一般采用强制循环蒸发工艺。在蒸发设计中,有以下几个方面需要注意。

1 料液的分级预热

一般硫酸铵废水的来料温度比较低,如果把低温料液直接送入蒸发器,不但占用了蒸发器的热负荷容量,而且还要消耗更多的加热介质。如果合理利用本系统排放的低温热量,循序逐级预热物料,使料液在接近沸点温度下进入蒸发器,则可避免上述两方面的弊端^[1],起到节能的效果。

以单效强制循环蒸发处理同一硫酸铵废水为例,加预热器与不加预热器两种方案的比较如表 1 所示。

表 1

	方案 1(不加预热器)	方案 2(加预热器)
进料流量(kg/h)	8000	8000
进料浓度(%)	40	40
来料温度(℃)	30	30
进蒸发器料液温度(℃)	30	60
生蒸汽温度(℃)	130	130
二次汽温度(℃)	80	80
液相温度(℃)	98	98
有效温差(℃)	26	26
出料量(kg/h)	9200	9200
蒸水量(kg/h)	4800	4800
母液量(kg/h)	6000	6000
面积(m ²)	140	140
生蒸汽耗量(kg/h)	7134	6659

方案 2 为物料在进入蒸发器前经过了二次气预热器与冷凝水预热器两级预热。可以看到,经过了两级预热的物料比料液直接进入蒸发器在蒸发时节省生蒸汽 475kg。

2 传热温差

从传热计算公式 $Q=K \times A \times \Delta t$ 中可以看出,蒸发器传热量(Q)的大小与换热器的传热系数(K)、换热面积(A)及有效温差(Δt)有关。单从温差来考虑,较高的传热温差可以增加传热量,提高设备能力。但是如果温差过高,则会导致换热管表面的料液局部沸腾,在加热表面形成结晶、结垢,极大地降低传热系数,甚至堵塞加热管,造成生产装置停车。所以必须选择合适的传热温差。在硫酸铵废水蒸发操作中,根据生产中的经验,一般选择传热温差在 20~30℃ 范围内。

3 浆液管道的设计

蒸发过程中结晶出来的硫酸铵盐晶,以悬浮液形式存在。循环管道及出料管道中固含量较高,易沉淀堵塞管道,在设计时需要采取相

应的措施。

3.1 管道配管

硫酸铵浆液管道走向应最短,拐弯最少。当管道改变走向时,管道的弯曲部分应选用长半径弯头。管道尽量布置成“步步高”或“步步低”,以避免液袋或“盲肠”。不同浓度浆液管道坡度不同^[3]。

3.1.1 泵管线(带压)系统中管线坡度推荐按以下规定执行:

对于小于 30% 含固量的浆液管,坡度为 50mm/m;

对于 30~50% 含固量的浆液管,坡度为 100mm/m;

对于大于 50% 含固量的浆液管,坡度为 200mm/m。

3.1.2 重力流(无压)管线坡度推荐按以下规定执行:

对于小于 10% 含固量的浆液管,坡度为 50mm/m;

对于 10~30% 含固量的浆液管,坡度为 100mm/m;

对于 30~50% 含固量的浆液管,坡度为 200mm/m;

对于大于 50% 含固量的浆液管,坡度为 300mm/m。

3.2 循环管道流速

在硫酸铵废水强制循环蒸发中,浆液在加热管内的循环流速,是保证蒸发器稳定运转的一个关键因素。较高的流速,可以提高传热系数,减少换热管管壁结垢,避免浆液沉积堵管,但是也会造成较大的流体阻力和极大的功率消耗。因此,要在全面权衡利弊之后,通过经济核算,选择合适的流速,才能充分发挥强制循环蒸发器的优点。通常流速选择在 1.2~3.0m/s 范围内^[1]。

4 管道的放净与吹扫

4.1 放净

所有的硫酸铵浆液管道都必须设计放净管线,在停车或非正常停车(如断电或长时间断生蒸汽)时,必须将浆液及时排出,以免硫酸铵在低温时结晶堵管。放净管的形式如图 1 所示,从浆液管底部沿切线方向设置,以使物料能排放干净。

4.2 吹扫

为防止物料堵塞管道,在循环管及出料管应连接必要的蒸汽吹扫管道进行松动、疏通、反吹、流化和清扫^[2]。

5 冷凝液管道设计

在蒸发操作中,如果二次气冷凝液排放不及时,将直接影响蒸发压力,从而使蒸发能力大大降低。二次气冷凝液为自流管道,一般设计中取管道流速<0.5m/s,水平管道沿水流方向应保持不小于千分之三的坡度。

6 结束语

综合考虑以上因素,既能保证蒸发器稳定运行,有效回收废水中的硫酸铵,又起到了节能的效果。本文主要就处理硫酸铵废水,回收硫酸铵结晶而言,对其它易结晶物料的蒸发操作也同样适用。

【参考文献】

- [1]王松汉.石油化工设计手册:第 3 卷[M].北京:化学工业出版社,2001,12.
- [2]张德姜,赵勇.石油加工工艺管道设计与安装[M].2 版.北京:中国石化出版社,2007.
- [3]胡宏兴,蒋善行,缪昕芳.燃煤电厂烟气脱硫浆液管道的设计[J].能源工程,2009(5).

[责任编辑:常鹏飞]