

废水处理中苯胺回收装置的节能研究

马连湘¹, 毕荣山², 谭心舜², 郑世清²

(1. 青岛科技大学机电工程学院, 山东 青岛 266042;

2. 青岛科技大学计算机与化工研究所, 山东 青岛 266042)

摘要:介绍了苯胺废水中苯胺回收的工艺流程,对国内某企业的苯胺废水中苯胺回收工艺进行了分析,提出了节能减排的改造方案。将该方案用于苯胺废水处理能力 9 万 t/a 的生产装置后,只需增加很少的设备投资,可使蒸汽消耗量降低 32%,循环水消耗量降低 33%,排放废水中苯胺含量降低 60%,效益约增加 130 万元/a。

关键词:苯胺;废水;节能;减排;改造

中图分类号:TQ222.24

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2008)01-0072-02

Study on energy-saving for aniline recovery process from waste water

MA Lian-xiang¹, BI Rong-shan², TAN Xin-shun², ZHENG Shi-qing²

(1. College of Electromechanical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China; 2. Research Center for Computer and Chemical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: The recovery process for aniline from waster water is introduced and analyzed. An improvement measure for aniline recovery process is presented for energy-saving and discharge-reducing. The new process is applied to an enterprise with aniline production capacity of 90 kt/a, with a less equipment investment, the consumption of steam decreases by about 32%, recycle water, 33%, and the concentration of aniline in discharged water reduces by 60%, and the modification can make the economic benefit increased by 1.30 million Yuan per year.

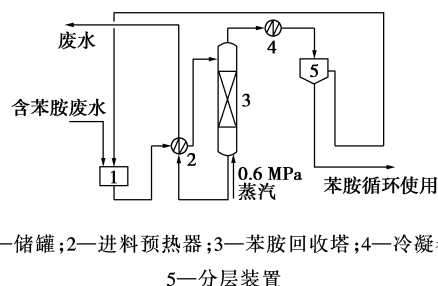
Key words: aniline; waste water; energy-saving; discharge-reducing; improvement

苯胺是一种重要的化工原料,在苯胺和苯胺染料的生产过程中,都会产生大量含苯胺的废水^[1]。在这些生产装置中,回收废水中的苯胺一方面可以提高苯胺的利用率,另一方面也可以降低排放废水中的有机物含量,减轻后续废水的处理难度。由于苯胺和水可以形成共沸物,共沸物的沸点低于水的沸点,所以通常可以通过精馏装置,在精馏塔顶采出接近共沸组成的苯胺和水的混合物,塔底采出含有微量苯胺的废水,经过进一步处理后达标排放^[2-3]。由于在蒸馏过程中需要消耗大量的热量和冷量,因此尽量减少能量消耗,提高苯胺的回收率,从而进一步降低废水中苯胺的含量,具有重要的意义^[4]。本文以国内某厂的苯胺废水回收为例,对生产工艺进行了节能减排改造,取得了良好的效果。

1 原流程简介

该厂原生产工艺如图 1 所示,储罐中含质量分数 4% 左右苯胺的废水,经预热后送入苯胺回收塔塔顶,新鲜蒸汽从苯胺回收塔塔底直接进入,对含苯

胺废水进行汽提,塔底废水通过进料预热器回收余热后排出,送生化处理工艺^[2]。塔顶高浓度苯胺水冷凝到 40℃ 左右进入苯胺、水的分层装置,上层水相含有少量苯胺,送回储罐循环蒸馏以回收其中的苯胺,下层苯胺相可以循环使用。



1—储罐;2—进料预热器;3—苯胺回收塔;4—冷凝器;
5—分层装置

图 1 原流程示意图

以处理该厂苯胺废水 9 万 t/a 为例,原流程主要生产数据见表 1。

经分析,该流程有 2 个缺点:①原流程虽然利用进料预热器回收了塔底废水的部分热量,但由于其热量较低,进料温度只能提高到 65℃ 左右;②塔顶

表1 流程数据表

物流	温度/ ℃	压力/ kPa	流量/ kg·h ⁻¹	组成(质量分数)/%	
				苯胺	水
原料含苯胺废水	40	200	12500	3.60	96.40
排放废水	70	110	9274	0.05	99.95
回收物料	40	100	3226	13.80	86.20

汽相冷凝潜热很多,需通过冷凝器将其冷凝到40℃左右,该过程需要消耗大量的循环冷却水。经计算,9万t/a负荷下,原流程需要新鲜蒸汽2.5t/h、循环水180t/h。所以,可以考虑利用塔顶汽相来对进料进行预热,而通过其他方式来回收塔底废水的余热。

2 流程改造

通过上述分析,提出的改造流程见图2。储罐中含质量分数4%左右苯胺的废水由塔顶蒸汽进行预热,然后再经过1个冷凝器将其冷却到40℃,处理后的物料送苯胺、水分层装置。塔底废水先送到1个闪蒸罐,然后利用喷射装置对闪蒸罐内饱和废水进行减压闪蒸,以回收废水余热。经计算,通过闪蒸可以回收蒸汽0.5t/h,经过回收余热后,闪蒸罐内废水温度为75℃左右,再进行排放。

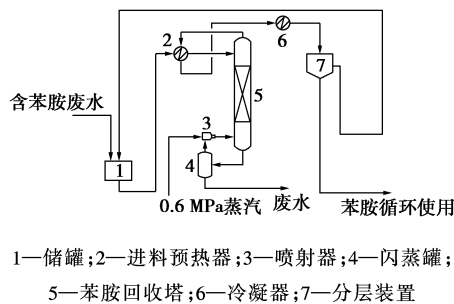


图2 现流程示意图

与原流程相比,改造后的流程只增加了1台冷凝器、1个闪蒸罐和1台喷射器。由于原料没有腐蚀性,所有设备材质都选用碳钢,设备费用投资很低,但处理效果明显。通过闪蒸可以回收蒸汽0.5t/h,经过回收余热后闪蒸罐内废水温度为70℃左右,再进行排放。由于塔顶蒸汽冷凝潜热较大,所以进料温度大大提高,由原来的65℃提高到90℃左

(上接第71页)

参考文献

[1] 苑永承,孙树明.浅谈国内外小苏打行业现状及展望[J].纯碱工业,2004(1):14-17.

右,此举一方面降低了塔的蒸汽消耗量,由原来的2.5t/h降低到2.2t/h(包括回收的0.5t/h,实际使用新鲜蒸汽1.7t/h);另一方面也大大降低了循环水的用量,由原来的180t/h降低到120t/h。另外,由于进料余热温度升高,使得进料温度更接近塔顶物料饱和温度,使得塔效率有所提高,排放废水中的苯胺质量分数由原来的 500×10^{-6} 降低到 200×10^{-6} 。改造前后能耗和物耗对比见表2。

表2 改造前后主要经济指标对比

指标	新鲜蒸汽/ t·h ⁻¹	循环水/ t·h ⁻¹	排放废水中苯胺 质量分数/ $\times 10^{-6}$
原流程	2.5	180	500
改造后流程	1.7	120	200

由表2可知,流程改造后新鲜蒸汽可节省32%,循环水用量节省33%,排放的废水中苯胺浓度减少60%。

3 经济效益分析

通过流程改造,一方面降低了新鲜蒸汽和循环水消耗;另一方面,由于原进料是过冷物料,改造后物料更接近于饱和温度进料,提高了苯胺回收塔的效率,使得废水中苯胺含量也有所降低。若以每年生产时间7200h计算,经济效益核算如下:

原来新鲜蒸汽消耗为2.5t/h,改造后可降低为1.7t/h,可节省新鲜蒸汽5760t/a,以蒸汽150元/t计算,则可节省蒸汽消耗费用86.4万元/a。

循环水用量由原来的180t/h降低到120t/h,可以节省循环水43.2万t/a,循环水以0.2元/t计,则节省循环水用量费用8.64万元/a。

原来废水中苯胺质量分数为 500×10^{-6} ,改造后可降低为 200×10^{-6} ,按照处理新鲜废水9.632t/h计算(因为进料的12.500t/h废水并不能完全处理,塔顶蒸出液分相后还有约2.868t/h废水需要返回塔继续蒸馏),则废水中苯胺量可降低20.805t/a,按照苯胺处理费5000元/t计算,则可节省处理费用10.4万元/a。

(下转第75页)

[2] 门闯.天然碱法生产的小苏打粒度问题的探讨[J].纯碱工业,2004(6):28-29.

[3] 刘光启,马连湘,刘杰.化学化工物性数据手册[M].北京:化学工业出版社,2002:329.

[4] 大连化工研究设计院.纯碱工学[M].2版.北京:化学工业出版社,2004:385-386. ■

1.5%~3.5%的比例,每次试验增加0.5%硬脂酸的量,在110~130℃之间,改性15 min,停机取样500 g分析。同理:将螯合型钛酸酯偶联剂^[4-6]、十二烷基苯磺酸钠、磷酸酯按质量分数1.0%~3.0%的比例,各改性剂每次增加0.5%的量分别加入物料,改性后依次取样分析。

1.2.2 各改性剂最佳改性时间的确定

粉体改性所需要的时间取决于粉体和药剂之间充分、均匀混合接触时间的长短。SLG型改性机以其独特的改性工艺设计,能使改性药剂与粉体在短的时间内达到充分、均匀的分散混合,也就大幅缩短了粉体表面改性活化的时间,提高了改性效率。按质量分数取2.5%硬脂酸的量,螯合型钛酸酯偶联剂、十二烷基苯磺酸钠、磷酸酯的量分别是2.0%、1.5%、2.5%。在110~130℃之间,改性10~

30 min,每次增加操作时间5 min。停机依次取样分析。

1.2.3 各改性剂最佳改性温度的确定

在110~130℃和90~110℃分别改性重质碳酸钙15 min,停机依次取样分析。

1.2.4 复合改性剂改性效果分析

按质量分数分别是2.0%、1.5%、2.5%,取螯合型钛酸酯偶联剂、十二烷基苯磺酸钠、磷酸酯,在110~130℃之间分别改性5 min,再分别和硬脂酸2.5%的量复合改性10 min,停机取样分析。

2 结果分析与讨论

2.1 活化值

各种改性剂在不同试验条件下的活化值见表1至表4。

表1 添加硬脂酸时的试验数据

	使用量/g					时间 ^① /min					温度 ^① /℃	
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	10	15	20	25	30	110~130	90~110
活化值/%	78.5	82.3	95.5	95.0	93.1	82.5	95.5	96.6	95.1	94.2	95.5	93.1

注:①试验时间及温度的测定均在硬脂酸质量分数为2.5%时的数据。

表2 添加钛酸酯时的试验数据

	使用量/g					时间 ^① /min					温度 ^① /℃	
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	10	15	20	25	30	110~130	90~110
活化值/%	62.2	79.5	90.2	90.0	89.5	78.5	90.2	94.2	94.5	93.8	90.2	88.5

注:①试验时间及温度的测定均在钛酸酯质量分数为2.0%时的数据。

表3 添加十二烷基苯磺酸钠时的试验数据

	使用量/g					时间 ^① /min					温度 ^① /℃	
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	10	15	20	25	30	110~130	90~110
活化值/%	66.3	75.3	74.8	73.9	74.1	65.0	75.3	79.1	75.2	74.7	75.3	73.2

注:①试验时间及温度的测定均在钛酸酯质量分数为1.5%时的数据。

(上接第73页)

由于废水中苯胺含量降低,回收苯胺的量为20.805 t/a,按照苯胺12 000元/t计算,则可节省苯胺费用24.97万元/a左右。上述4项分析相加可知,工艺改造后能节省费用130.41万元/a。设备投资包括1台换热器、1台喷射泵和1个闪蒸罐,总投资费用约20万元,投资回收期不到2个月。

4 结论

对含苯胺废水回收装置进行了分析,提出了节能降耗的改造方案。通过增加少量设备,工艺改造应用于处理含苯胺废水9万t/a的装置,新鲜蒸汽消耗量原来的2.5 t/h降低到1.7 t/h,降幅达32%;

循环水用量由原来的180 t/h降低到120 t/h,降幅达33%;排放废水中苯胺质量分数由原来的 500×10^{-6} 降低到 200×10^{-6} 。经过经济核算,可为企业节省费用130.41万元/a。

参考文献

- [1] 聂永平,邓正栋,袁进.苯胺废水处理技术研究进展[J].环境污染防治技术与装备,2003,4(2):77-81.
- [2] 刘志奎,殷康.共沸蒸馏治理苯胺废水技术示范[J].化工矿物与加工,2003(3):33-35.
- [3] 中国石化集团南京化学工业有限公司.硝基苯废水或苯胺废水或其混合废水的全生化处理方法:中国,1644529[P].2005-07-27.
- [4] 吴丽丽,周集体,张爱丽,等.膜萃取处理高浓度含苯胺废水[J].化工进展,2007,26(5):715-719. ■