

# 尿素生产装置回收工艺的改进

莫彩利 刘 亮 张红伟

(河南省中原大化集团有限责任公司, 河南 濮阳 457004)

**摘要:** 中原大化集团公司 52 万 t/a 尿素生产装置存在解析塔处理能力不足, 碳铵液储存容积小, 中压放空尾气中氨含量高, 装置开停车时废水、废气排放量等问题。通过拆除解析塔塔板并在塔内填充不锈钢规整填料, 增设碳铵液储罐及吸收塔, 改进操作方法等措施, 解决了上述问题。中压放空尾气中氨质量分数由改造前的 20% 降至 5% 以下, 尿素氨耗降低约 1.4 kg/t, 并使废水、废气的排放得到了彻底改善。

**关键词:** 尿素装置; 回收工艺; 技术改造

中图分类号: TQ028.17; TQ441.41

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2004)08-0052-03

## Recovering process modification of urea production unit

MO Cai-li, LIU Liang, ZHANG Hong-wei

(Zhong Yuan Dahua Group Ltd. of Henan Province, Puyang 457004, China)

**Abstract:** The urea production unit with its capability of 0.52 Mt/a in Zhong Yuan Dahua Group Ltd. of Henan Province had such problems as low capability of the desorbers, limited volume of depositing ammonium carbonate, high content of ammonium in blow-down tail gas of the medium pressure system, and large quantity of waste water and waste gas discharged when the unit was opened and closed, which were resolved by removing the column plate installed in the desorbers and filling regular packing made of stainless steel, besides, an ammonium carbonate liquid storing cistern and a absorber were added and operating steps improved. The mass fraction of ammonium in blow-down tail gas of the medium pressure system was decreased from 20% to 5%, ammonium consumption was decreased by 1.4 kg per ton of urea, and the discharge phenomena of waste water and waste gas were completely made better.

**Key words:** urea unit; recover process; technical revamping

中原大化集团有限责任公司年产 52 万 t 尿素装置采用意大利 Snam 公司的氨汽提工艺, 生产过程中的工艺废水及中、低压放空尾气含有  $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}_2$ 、尿素等污染物, 特别是在装置开停车过程中和生产不稳定时, 有大量的工艺废水和尾气排放, 不但污染了环境, 而且造成了原料的浪费, 提高了生产成本。近年来, 该公司尿素厂通过一系列的改造和设备改进, 使废水、废气的排放现象得到了彻底改善, 大大降低了环境污染。

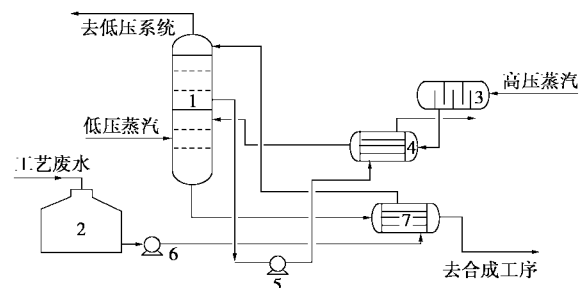
## 1 工艺废水的回收

### 1.1 工艺流程

解吸、水解系统是尿素工艺废水处理装置, 其工艺流程如图 1 所示。

生产过程中产生的工艺废水(含氨 6.4%,  $\text{CO}_2$  约 1.4%, 尿素约 1.5%, 均为质量分数, 下同)收集到工艺冷凝液槽(2)内, 由解吸给料泵(6)送经解吸塔预热器(7)至解吸塔(1), 通入蒸汽进行解析, 气相

回收到低压系统, 液相由水解器预热器(5)送经水解器预热器(4)进入水解器(3), 加入高压蒸汽进行水解。处理合格的工艺废水(氨、尿素质量分数均在  $5 \times 10^{-6}$  以下)经解吸塔预热器(7)冷却后回收用作锅炉给水。



1—解吸塔; 2—工艺冷凝液槽; 3—水解器;  
4—水解器预热器; 5、6—给料泵; 7—解吸塔预热器

图 1 解吸、水解系统工艺流程图

解吸塔原设计处理能力为 40 t/h, 近年来由于各种原因, 使得解吸负荷急剧增加, 在高负荷情况下

(系统负荷 100%),解吸塔处理工艺废水量高达 60 t/h,大大超过了原设计值(这时工艺废水中含氨 8.2%,CO<sub>2</sub> 约 1.7%,尿素约 3.2%)。因此解吸塔经常液泛,造成解吸、水解系统运行不稳定,一方面影响前系统的正常运行,另一方面使排放的工艺废水中氨、尿素含量超标,不能加以回收,只能就地排放,不仅白白浪费了水,也造成了极大的环境污染。

### 1.2 解决措施

鉴于解吸塔处理能力的不足,2002 年在对装置进行大修期间,对其进行了设备改造:

(1)拆除全部塔板(55 块),中间的隔板保留,位置不变。

(2)塔内填充 4 段(上下各 2 段)材质为 304 L 不锈钢的高效规整填料。

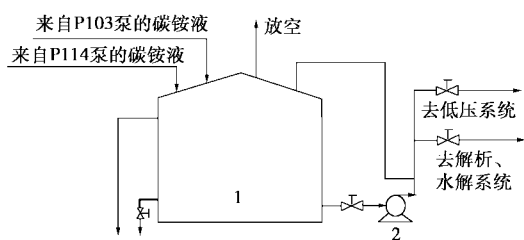
(3)中间隔板上的升气帽换成“V”型升气帽,以增大流通面积,并在升气帽上加 1 块筛板,防止液体走短路。

改造后的解吸塔处理能力大大增加,系统负荷增加至 65 t/h 时仍能稳定运行,排出的工艺废水中氨质量分数  $< 2 \times 10^{-6}$ ,尿素质量分数  $< 1 \times 10^{-6}$ ,可完全达标。

## 2 多余碳铵液的回收

### 2.1 增设碳铵液回收装置

该公司尿素生产装置原有的碳铵液储槽容积只有 225 m<sup>3</sup>,且生产中要求保留 1/3 的碳铵液,故可用于储存回收碳铵液的容积只有 160 m<sup>3</sup>。在尿素装置开停车过程中和生产系统不稳定的情况下,大量的废碳铵液无法被系统回收利用,只能送往解吸、水解系统,解吸出的 NH<sub>3</sub> 和 CO<sub>2</sub> 以气体形式放空,造成了大气污染。同时,由于送往解吸、水解系统的废碳铵液浓度超出了解吸系统的处理能力,使排放的废水中氨、尿素含量超标,不能回收,只能就地排放,造成了排放水污染。为此,在 2002 年大修期间增设了 1 个容积为 398 m<sup>3</sup> 的碳铵液储槽。碳铵液回收装置流程如图 2 所示。



1—碳铵液储槽;2—碳铵液储槽泵

图2 碳铵液回收装置流程图

### 2.2 回收装置的使用

当解析、水解系统运行不稳定时,先将大量的碳铵液储存在各小储槽内,通过碳铵液泵送至碳铵液储槽内。系统正常运行后,再将碳铵液储槽内的碳铵液通过储槽泵送回低压系统或解吸、水解系统回收利用。这样既减少了浪费,又免除了污染,生产中使用效果明显。

## 3 中压放空尾气的回收

为了防止设备腐蚀,生产中需将部分防腐空气加入到 CO<sub>2</sub> 原料气中。另外,由于原料气的纯度不够,使系统中有部分不参与生产尿素反应的惰性气体存在,这些气体由高压合成系统排向中压系统,随回收的氨气进入中压后系统,经冷凝、洗涤出其中的 NH<sub>3</sub> 后,惰性气体放空。生产中由于受冷却水温度、洗涤塔换热面积、洗涤水量、吸收效果等因素的限制,中压系统的放空尾气中氨质量分数一直较高,有时放空还携带氨雨,对周边环境和人身安全有极大的危害。

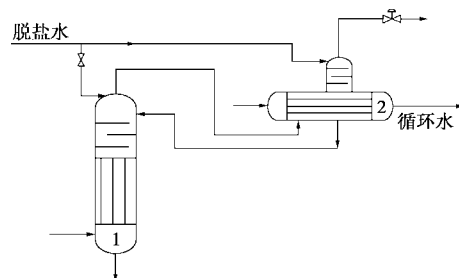
### 3.1 问题分析及解决办法

通过分析得出,中压放空尾气中氨含量高的原因是中压后系统的冷却吸收效果不好,由此对中压后系统进行了技术改造:

(1)在中压吸收洗涤塔后增加 1 个吸收塔,换热面积为 306 m<sup>2</sup>。

(2)将中压吸收洗涤塔位置下移 3.8 m。

(3)在新增加的冷却吸收塔上的板式吸收塔顶部加一股吸收液(低温脱盐水),带有一定量氨气的惰性气体经 2 次冷却洗涤后,其中的 NH<sub>3</sub> 含量大大降低,然后放空。而加入新吸收塔的吸收液初步吸收 NH<sub>3</sub> 气后,靠与中压吸收洗涤塔的位置差流入中压吸收洗涤塔,再次参与吸收,最后从塔底部流出,经泵加压后送往系统回收利用。中压放空尾气的回收装置工艺流程如图 3 所示。



1—中压吸收洗涤塔;2—新吸收塔

图3 中压放空尾气的回收装置流程

### 3.2 改造效果

中压放空尾气装置改造前后的生产效果对比见表 1。

表 1 中压改造前后生产效果对比

改造前		改造后	
负荷/ $10^3 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{NH}_3$ 质量分数/%	负荷/ $10^3 \cdot \text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	$\text{NH}_3$ 质量分数/%
27.5	17.20	28.5	3.00
28.0	21.02	29.0	4.05
28.6	19.13	29.5	2.95
27.9	18.20	29.6	2.04
29.5	22.00	29.7	2.12
29.4	20.04	28.7	3.24

经过生产检验,改造效果十分明显,中压放空尾气中的  $\text{NH}_3$  质量分数由改造前的 20% 左右降至改造后的 5% 以下,每吨尿素的氨耗降低约 1.4 kg,降低了生产成本,消除了氨雨现象,避免了放空污染。

另外,分析数据表明,低压放空尾气中  $\text{NH}_3$  质量分数达 95%,生产过程中由于低压系统压力较高,不易控制,故低压放空量大,氨气损失严重。经过计算和试验,设计了 1 套喷射装置,以高压气液分离器的出气为动力,压力为 145 MPa,将低压放空尾气引至中压系统,经过冷凝、洗涤,将其中的  $\text{NH}_3$  吸收,从而可以大大降低氨耗。

## 4 操作方法的改进

针对以前开停车操作时废水、废气排放量大的现象,改进了操作方法。

### 4.1 实现无污染合成塔的物料排放

尿素装置停车需要排放高压系统的物料时,以前的操作方法是:高压系统液相排完后,压力约为 5.0 MPa 的气相  $\text{NH}_3$  向大气放空,卸压排放。同样,

中低压系统无液相后,气相也是向大气放空卸压,浪费和污染都比较严重。为此,改进了合成塔物料排放的操作方法:

(1)高压系统液相排完后,气相不放空,而是向中压系统排放,并加碳铵液吸收。

(2)增加液氨外送管线,将回收的液氨外送至合成氨装置。

(3)中低压系统气相向蒸发系统排放。

(4)投运蒸发抽真空系统,将高中低压系统来的氨气抽出冷凝,回收到工艺冷凝液储槽中,或再由泵送往碳铵液储槽,待系统投运后再送回系统。

### 4.2 开停车过程中解吸气相不放空

以往开停车过程中,系统没有稳定运行时,为了不影响前系统,解吸气相要对大气放空,其中的  $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}_2$  也就浪费掉了,同时由于放空后解吸系统压力降低,解吸效果不能保证,排出的工艺废水容易超标。改进的操作方法是:解吸、水解系统分离出的  $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}_2$  不再放空,而是仍回收到低压碳铵液储槽中,同时将系统做相应的调整,虽然增加了操作难度,但是降低了污染。

### 4.3 开车过程中废水、废气的回收

开车过程中,由于系统不稳定,经常有超压、超温现象,故不得不向系统外排放废气。另外,设备引液排液时,废液经常就地排放,现场氨味大,污染重,为此做了以下改进:

(1)开车时严格控制投料负荷,尽量保持系统平稳,待流程打通、运行稳定后,再逐渐增加负荷。

(2)将系统压力控制在较低范围内,严禁超压,以免压力高时被迫向系统外排放废气。

(3)提前抽真空,一方面降低前系统压力,另一方面将前系统排来的物料冷凝下来,及时回收。

(4)改造各现场排放点,使各排放点都能通过密闭排放管线排入密闭储槽。■

(上接第 51 页)

中应力争做到:

①严格控制结晶过程中晶种加入量、结晶真空度以及沉降槽工况的稳定,确保料液有一定的停留时间;

②尽可能完全地除去纺丝稀料带入的油污,避免将其带入下一道工序;

③严格控制沉降槽温度的恒定;

④加强离心机的维护,使其有良好的运行工况。■