

阳化分公司实现氨尿平衡技术改造总结

成海瑞 郭志俊

(山西兰花科技创业股份有限公司阳化分公司)

摘要: 阳化转产尿素五年来,氨尿不平衡、液氨盈余的问题长期困扰着企业。为了解决这个问题,我们组织技术及管理人员进行了课题调研和项目攻关,通过针对性的实施各项小改小革措施,并且从尿素系统优化工艺操作手段和改善设备性能方面加以完善,从而在刚刚进入的 2012 年实现了氨尿平衡,各项消耗指标均有所下降,达到了增产降耗增效的预期目标。

关键词: 技术改造; 优化操作; 氨尿平衡

2006 年 7 月,生产了 32 多年碳酸氢铵的阳化在加入兰花 3 年后,成功实现扩能调产的预定目标,产品变成了高附加值的尿素。但是,转产五年来,虽然合成氨及尿素产能不断提高,但氨尿不平衡的问题仍然困扰着阳化,盈氨数量逐年递增,给企业安全、环保、节能及效益带来了较大的负面影响。针对造成氨尿不平衡的原因,阳化分公司组织技术及管理人员进行了课题调研和项目攻关,进行了相应改造,从而在刚刚进入的 2012 年实现了氨尿平衡,取得了实质性的效果。

一、问题的提出

阳化分公司年产 100kt/a 水溶液全循环法尿素装置 2006 年投产。由于当初脱碳及尿素装置设计能力偏小,随着后来 8.13 配套项目合成氨装置能力的不断提升,造成连续几年液氨富余,到 2008 年和 2009 年合成氨产量分别达到 83626 吨和 85198 吨,尿素产量仅为 113044 吨和 118490 吨,而外销液氨分别达到 12079 吨和 15214 吨。氨尿不平衡给企业安全、环保、节能及效益带来了很大的影响,主要表现在:

1、安全方面:由于液氨不能及时转化成尿素产品,造成作为危险化学品的液氨在储存、装卸、运输等环节的压力加大,再加上车辆、运输及道路环节不能由我方直接掌控,安全风险无法全面预防和控制。

2、环保方面:由于脱碳装置原设计能力小,为保证净化气指标,只好加大脱碳液循环量,从而被迫降低高闪压力来保证原料气 CO₂ 纯度,使进入尿素系统的 CO₂ 气量长期不足,造成高闪后大量的 CO₂ 气体进入变压吸附装置白白放空,对环境造成污染。

3、效益方面:根据近几年液氨和尿素综合成本和市场价格情况分析,每外售 1t 液氨约亏损 210 元,而销售 1t 尿素可盈利 150~200 元。

二、技术改造措施

针对液氨富余及氨尿不平衡带来的问题,公司组织相关技术及管理人员通过原因分析、课题调研和项目考察,逐步对尿素高、中、低压装置、脱碳装置等进行局部改造和优化操作,在充分利用原有设备的基础上完成了装置的整体挖潜改造工作,使尿素装置年产达到 160kt/a 的生产能力,实现了液氨无盈余的氨尿平衡改造目标。主要改造方案和措施如下:

(一) 脱碳及醇化系统

对脱碳真解风机的进出口管线进行改造,使尿素原料气 CO₂ 纯度(加氧后)由 96%升高至 97%以上,提高了尿塔的 CO₂ 转化率。对醇化系统环隙自调伐进行改造,使脱碳净化

气中 CO₂ 由原来的 0.3% 提高至 0.5%，减小脱碳液循环量，提高高闪压力，低闪后尿素原料气量明显增加，满足了实现氨尿平衡对 CO₂ 气量的需求。

（二）尿素高压系统

尿素合成塔（27m³，以下简称尿塔）采用新型高效内件球帽式塔板专利技术。球帽式塔板采用气室型原理，使气体与液体在气室处分离，对气体通道增加阻力以减少气液间的速度差，从而降低返混作用，同时根据液流在塔壁有滞流现象，气室在塔板四周布置密一些，改善液流的湍动状况，达到高效吸收的目的。改造后尿塔在生产强度达到 19.5ur/m³·d 时，CO₂ 转化率仍保持在 63%~65%。另将尿塔出口 P4 伐通径由 DN25mm 改为 DN32mm，开度由原来的 80% 下降到 70% 左右，消除了由于 P4 阀开度过大容易造成阀芯偏磨和拉断的安全隐患，满足了尿素产量增加的需要。

（三）尿素中压系统

1、中压分解

φ1100 预精馏塔原内件为泡罩塔板结构，当日产提到 360t 时，预蒸馏塔气相经常带液，造成中压吸收操作困难。后将预精馏塔内件由泡罩塔板改为规整填料结构，上部分离段改为槽盘式分布器，提高传热传质效果，操作弹性大，压降小，有效地防止了气相带液现象。

2、中压吸收

（1）增加 1 台一吸外冷却器。在尿素装置的实际生产中，从一吸塔物料平衡看，95% 的吸收量在于鼓泡段，从其热平衡看，绝大部分的热量靠一吸外冷却器移走，中压吸收的热负荷主要取决于一吸外冷却器，是尿素系统生产能力提高的关键问题。根据上述原理，增加 1 台与原一吸外冷却器（F=150m²）相同的一吸外冷器，等于间接加大了一吸塔底部鼓泡段，可使中压吸收的换热及鼓泡能力增加了一倍，从根本上解决了移走甲铵热的热平衡问题，满足提高尿素产量的需要。

（2）对一吸塔进行改造。

A、在没有加大加粗鼓泡段的前提下，将十字圆形的气液分布器改为蛛网式小孔分布器，在与垂线成 30 度方向开 8mm 分布孔，分布器开孔截面约为进气总管截面积的 1.5 倍，使气体分布均匀，气液接触充分，进一步提高了 CO₂ 吸收效果，避免因负荷加大时 CO₂ 上窜过多而增加精洗段压力。

B、将一吸塔下部第 9 块泡罩塔板拆除，并将第 4 块至第 7 块塔板更换为宁波远东公司的 DL 塔板，这样做不仅加大了鼓泡段和清洗段的分离空间，提高气液分离效果，从根本上解决了一吸塔带液现象，同时也增大了鼓泡空间，吸收能力增强，能够满足加大生产负荷的要求。

（3）充分利用溴化锂机组作为调节一吸外冷却器操作的补充手段。一分塔出口气体和二甲液产生的甲铵热和溶解热基本上分 3 处移走：一是一段蒸发热能利用段，二是一吸外冷却器，三是回流氨，正常生产时热量分配比约 2：5：1。一吸外冷却器除了要承担正常生产的热负荷外，还得满足负荷波动时的加载能力。一吸外冷却器吨尿素需移走热量为 28 万大卡，增加产量后，加热脱盐水和现有的 1 台 F=45m² 的软水冷却器已不能满足移走热量的需要。现将热水型溴化锂机组投运后，利用一吸外冷却器的甲铵热量加热溴化锂溶液，从而为前工段工艺气体降温制得深冷水，并且为一吸外冷却器留有了一定的操作弹性，可谓一举两得。

（四）尿素低压系统

当尿素日产量提至 380 吨时，由于二段负荷增加较多，二循一冷换热面积没有富裕，温度偏高，指标控制难度相当大，二甲液和氨水组分经常超标。后来将二循一冷、二循二冷加水改至底部进气管上，在二循一冷气相管出口新增 1 台分离器，从而解决了二段控制不稳的问题。

(五) 蒸发系统

1、为保证更好的产品质量，保证蒸发系统真空稳定，节约蒸汽，将蒸汽抽真空改造为水抽真空，使工艺操作更简单稳定，保证了尿素提高产量后蒸发系统的稳定运行。

2、另外，为解决尿素产量大幅提高后带来的 $\phi 9000\text{mm}$ 造粒塔降温效果差、粉尘量增大的问题，新上了尿素冷却流化床装置和造粒塔尿素粉尘回收装置，夏季尿素产品温度可下降 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，产品优等品率 $\geq 90\%$ ，每天可回收尿素 2 吨左右，环保效益和经济效益显著。

(六) 优化操作和管理措施

为实现氨尿平衡，在逐步实施各项技术改造措施的同时，也从尿素系统优化工艺操作手段和改善设备性能方面加以完善。

1、预分离器出来的过剩氨占整个一段分解气相的 46%。以往预分离器气相管上阀门开的较小，没有充分发挥它的作用，后来将这个阀门开至最大，大大降低了预精馏塔的负荷。

2、优化中压吸收工艺控制指标，提高一甲液温度，从而提高一甲液浓度来降低一甲液中 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 。当一甲液组分中 $\text{NH}_3=35\%$ 、 $\text{CO}_2=37.7\%$ 、 $\text{H}_2\text{O}=27.3\%$ 时，其中 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 为 1.77；当一甲液组分中 $\text{NH}_3=36.5\%$ 、 $\text{CO}_2=39.3\%$ 、 $\text{H}_2\text{O}=24.2\%$ 时，其中 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 为 1.505。因此控制一甲液中 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 在 1.5~1.7 时，可以使尿塔进料中 $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ 控制在 0.6 以下， CO_2 转化率有所提高，从而降低了中压的负荷。

3、一段、二段分解加热器等换热设备运行到一定时间后，内部列管结垢会较为严重，影响传热效率。如一段分解加热器，当日产提至 400t 时，蒸汽阀开完仍不能保证温度指标。于是利用停车检修机会对这些换热设备进行高压水冲洗，保证了设备换热效果。

三、效果与效益

通过各项小改小革措施实现氨尿平衡后，系统运行稳定，各项消耗指标均有所下降，达到了增产降耗增效的预期目标。2011 年 12 月底系统开车以来，2012 年 1、2 月有效生产天数达到 60 天（实际有效天数 60 天），尿素月产量分别达到 16003t、14949t，平均日产达到 516t（最高日产量 539t），产量比去年同期提高约 25%。煤电消耗上，2012 年 1、2 月份，吨尿素原料煤消耗为 710kg，比去年降低 20~24kg；吨尿素动力电消耗为 1013 kwh，比去年降低 50~60 kwh。增产降耗取得的经济效益相当可观。

四、还有待解决的问题

阳化分公司通过实施多项技术改造措施和管理措施，实现了氨尿平衡。但目前尿素系统仍存在着一些问题：

1、目前尿塔、一分及二分加热器、一吸塔等主要静止设备均处于满负荷生产状态，操作控制无弹性，尿塔生产强度高，中压负荷重，造成 CO_2 转化率相对较低，氨耗高、蒸汽消耗高。

2、 CO_2 压缩机、一甲泵、液氨泵等主要运转设备无备用，进行计划检修时仍会造成液氨盈余。

根据同行业的先进经验，在尿素系统进行节能降耗技术改造尚有很大潜力可挖。我们将继续采用节能新工艺、新技术，使实现氨尿平衡后的生产装置发挥出更好的经济效益。