

化肥企业的节能减排技术应用

郭晓玲

(山西兰花科创化肥有限公司)

摘要:通过对我厂原有的生产装置进行一系列节能技术改造,使生产中的三废得到了合理应用,达到了节能降耗的目的。

关键词:装置优化、造气、脱硫、变换、脱碳等

前言

山西兰花科创股份有限公司化肥分公司原为晋城市第一化肥厂,始建于1972年,于1977年建成投产。当时合成氨能力为 $0.3 \times 10^4 \text{t/a}$,碳酸氢氨 $1.2 \times 10^4 \text{t/a}$,经过多年来的数次技术改造,生产能力不断提高,到2003年已达到年产 $18 \times 10^4 \text{t/a}$ 合成氨、 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ 尿素和 $1 \times 10^4 \text{t/a}$ 甲醇的生产能力。

2003年初,公司根据市场形势和企业实际现状,提出了工作目标战略转移,投资重点由新产品开发和项目建设向现有装置的优化升级转移,通过综合节能技术改造、降低生产成本,努力创建资源节约型和环境友好型企业方面转型。

1 原生产装置存在的问题

原生产装置由于设备陈旧、工艺落后,存在生产不稳、产量低、原料煤耗高、电耗高、蒸汽消耗高、环境差等问题。归纳起来主要有以下几个方面:

(1)造气系统共有三套,其中两套采用老式流程,即单炉、单废锅、没有自动加焦,废锅是水管列管式结构,余热没有集中回收,仪表检测自动化水平落后、吹风气回收装置效率低,造成了整个系统阻力大、发气量低、原煤消耗和蒸汽消耗居高不下。

(2)三套栲胶液脱硫系统产生的大量硫泡沫不能有效回收,致使脱硫液悬浮硫高且温度高达 150°C ,严重破坏脱硫液的成分,使脱硫系统副反应加剧、塔阻力上升,严重破坏生产的稳定运行。

(3)两套NHD脱碳装置,其中一套配置原设计为 $6 \times 10^4 \text{t/a}$,为进一步扩大生产能力,对一套脱碳进行了扩能改造由 $6 \times 10^4 \text{t/a}$ 改为 $10 \times 10^4 \text{t/a}$,同时系统存在水分含量高、系统压差大、净化度低、脱碳中的高闪气未进行回收等一系列问题。

(4)两套合成氨系统,其中新系统 $10 \times 10^4 \text{t/a}$ 合成氨的原料气净化已采用醇烃化精制工艺,旧系统 $8 \times 10^4 \text{t/a}$ 合成氨的原料气精制采用联醇串铜洗工艺。其中铜洗工艺在运行中存在电耗高、铜洗微量经常超标、生产不稳定、污染环境等现象。再生气和余热没有得到有效利用。

(5)合成系统共有9台冰机(5台200万大卡/小时,4台100万大卡/小时),在夏季气温高时冰机出口严重超压,只有靠冰机出口放空来维持生产,造成每班小槽亏氨达6—7吨,既造成液氨浪费,又严重污染了环境。由于冰机出口连续超压,造成电机和冰机主机长期超负荷运转,引起冰机电耗增加和设备使用寿命减小、运行成本严重增加。

(6)合成氨回收系统产生的氨水量大,尿素系统无法消化,致使全厂环境差,环保压力增大。

(7)造气、脱硫循环水水质差、排污量大,影响环保。

(8) 两套尿素装置均采用改良型水溶液循环法, 生产过程中的解吸废液没有经过深度处理和回用, 造成能源浪费和环境污染。

2 装置优化和综合节能技术改造的主要内容

由于公司紧临丹河流域, 环保的要求非常严格, 因此, 此次技改的原则: 一是要在资源节约和综合利用、清洁生产方面有所突破; 二是节能降耗方面要达到国内同行业较好水平。为了确保这次改造达到预期的效果, 公司经过反复的咨询、论证、考察, 采用了国内比较成熟、先进的新技术、新工艺、新设备、新材料。从 2003 年开始准备并逐项实施, 到 2008 年 7 月大修后全部投入运行, 改造后效果明显, 达到了预期的效果。

2.1 造气系统改造

对原有二套造气的六台煤气炉(6 台 $\Phi 2610\text{mm}$)炉体增高 500mm, 即由 $\Phi 2610 \times 2200\text{mm}$ 提高为 $\Phi 2610 \times 2700\text{mm}$, 同时将原有的夹套 ($\Phi 2610 \times 2345\text{mm}$) 改为节能型锥形夹套 ($\Phi 2610/\Phi 2800 \times 2645\text{mm}$), 夹套高度增加了 300mm, 炉算采用了 $\Phi 2800\text{mm}$ 的七层六边形炉算。采用 3 炉 1 锅 1 塔流程, 配套两台 D500 风机, 两台洗气塔加大, 由原先的改为 $\Phi 2800 \times 21000\text{mm}$, 分为两段, 上部为降温段、下部为除尘段, 上部放置两层七孔全瓷连环填料。随后对一套造气的工艺流程、炉体、洗气塔也进行了相应的改造; 对原有的 DCS 控制系统进行优化, 使造气的仪表监测水平上了一个台阶; 对油压系统进行了改造, 通过改造阀站、油缸、加大蓄能器、部分油管加粗等, 进一步稳定了油压, 提高了油压阀门开关速度和安全性; 对造气炉渣、造气集尘器灰掺烧锅炉回收再利用; 新上一套年产 10 万吨型煤装置, 在原料煤中掺烧 1/3 的型煤, 使原料煤成本大大下降; 造气循环水通过采用徐州水处理研究所的微涡流塔板澄清技术, 解决了循环水的悬浮物、氨氮、COD 含量高等问题, 实现了造气循环水的闭路循环。

2.2 脱硫系统改造

对三套栲胶法脱硫的再生系统进行改造, 通过对原有的熔硫釜 ($\Phi 1000/\Phi 900 \times 3500\text{mm}$) 结构进行改造 ($\Phi 1000/\Phi 900 \times 4500\text{mm}$), 对脱硫后的硫泡沫进行集中回收, 通过改良型融硫釜, 使硫磺残液得到有效回收, 使回收硫磺后的脱硫液温度大大降低 (由 150°C 降至 40°C 左右), 悬浮硫含量降至 $0.5\text{g}/\text{m}^3$, 为脱硫系统的稳定奠定了基础。

2.3 变换系统改造

针对我厂旧八万吨变换系统阻力大、蒸汽消耗高、处理气量偏低等问题, 通过新增预变炉和增湿器, 同时对变换触媒进行了调整, 使系统阻力明显降低, 蒸汽消耗明显下降, 而且处理气量满足了生产要求。

2.4 脱碳系统改造

对原有的 1 套脱碳系统进行挖潜改造, 使其能满足 $10 \times 104\text{t}/\text{a}$ 合成氨的处理气量要求, 对原有流程进行一系列改造, 新增一 $\Phi 3800\text{mm}$ 脱碳塔, 原脱碳塔及气提塔共同作为气提塔使用; 取消富液泵, 依靠压差及位差将富液入高位的低压闪蒸槽和气提塔中; 将空气气提流程由鼓风改为引风; 原板翅式三流体换热器改为列管式换热器; 对脱水系统进行改造等; 新上一套变压吸附回收装置, 将脱碳高闪气中的 CO_2 脱除后, 回收了其中的 H_2 、 N_2 送至氢氮压缩机二段入口。

2.5 合成冷冻系统改造

拆除原三台卧式水冷器 (800m^2), 利用其平台新增两台蒸发式冷凝器 (一台 CXV-481, 一台 NZFL-3020), 回液管线作了适量的加粗, 以降低冰机出口压力。采用蒸发冷凝器后冰机出口压力由原来的 1.6MPa 降至 1.1MPa 左右, 使系统不再超压, 同时停下了冷冻循环水系统, 节约了大量电费, 经济效益十分显著。

2.6 对铜洗工艺改造

对我厂旧合成氨系统精制原料气工段的联醇串铜洗工艺进行改造，改造成先进环保的醇烃化精制工艺，改造后消除了铜洗再生气对大气的污染、降低了合成氨成本、生产更趋稳定，且吨氨可副产粗甲醇 42kg，具有明显的经济、环保效益。

2.7 对尿素系统改造

为降低尿素系统蒸汽消耗，采用水力喷射抽真空装置代替蒸汽喷射装置；对尿素解析废液等含氨废水通过处理回收到了造气夹套汽包，不再外排；对一套尿素装置（10X104t/a）进行挖潜改造，使该装置能力达到日产 400 吨尿素，氨耗 $\leq 580\text{kg/tur}$ ，蒸汽 $\leq 1350\text{kg/tur}$ ；通过利用我厂尿素系统产生的废热，新上了一台 3000 万大卡的热水型溴化锂机组，每小时可以产生 10℃的冷水 600m³，利用此冷水可以有效地降低压缩机一段进口半水煤气的温度，提高压缩机的有效打气量，每年可使我厂合成氨产量增加 8000 吨左右。同时，利用此冷水还可送至脱碳工段进口，降低变换气温度，还可送至合成工段，代替循环冷却水使用，以降低循环气温度，减轻冰机负荷，降低合成塔进口氨含量。

2.8 对氨回收系统的改造

我厂氨回收系统产生的氨水主要来源于氢回收工段和等压回收工段，其产生的氨水由于量比较大，尿素系统无法消化掉，经过反复考虑，上了一套氨水精馏装置，即蒸氨装置。通过该装置将氨水进行精馏制成液氨，直接送至液氨贮槽，既增加了合成氨产量，又解决了长期以来氨水过剩导致环保压力大的问题。投运以后，每天产液氨 18 吨左右，经济效益十分可观。

2.9 对污水终端进行治理

通过对我厂的生产现状及废水的水质水量进行分析，结合生活区及其它污水的实际情况，建了一套处理能力 50m³/h 的污水处理站，选择常规 A/O 工艺，此工艺在处理较高浓度氨氮方面技术成熟，运行成本低，抗冲击力强，进水 NH₃-N 在小于 300mg/l 的情况下，出水可达 30mg/l 以下。本工程完成后，我厂的外排污水经处理可达到 GB13458—2001《合成氨工业水污染物排放标准》大型企业排放标准。

2.10 污水零排放项目实施

随着我厂生产规模的不断扩大，水资源将日趋匮乏，污水综合治理工作迫在眉睫。我厂现一次水用量约 370m³/h，排放量大约 80m³/h，对当地环境造成了不利影响。此次改造主要分为四大部分进行治理，即：锅炉、造气、脱硫循环水系统；反渗透及循环水系统；废油水回收；清油分流。目前这四大部分中的三部分已全部结束，反渗透及中水回用部分正在方案考察阶段。通过对这四大部分进行综合治理，达到生产污水排放量为零，这样不仅可以减少对当地环境的污染，改善人类的生存环境，还可以积极推进化工生产企业节能减排环保工程的进展，具有显著的社会效益。

2.11 公用工程方面的改造

2.11.1 循环水系统改造

以前我厂循环水系统由于水质比较差，对整个生产造成了极大的影响，后对循环水系统加强了日常管理，尤其是药剂投放及水质分析的管理。针对循环水中悬浮物比较高的问题，在 2004 年我厂利用废旧设备对每套循环水系统分别增设了旁滤装置，处理量按总循环水量的 5%考虑。改造后，降低了水中的悬浮物，水中悬浮物控制在 20ppm 以下，同时，降低了水温，提高了换热器的换热效果，减少了换热器的清洗次数。

2.11.2 锅炉系统的改造

针对我厂锅炉系统单炉发汽量低、燃料煤消耗高、除尘不达标，以及满足不了生产需要等问题，2005 年我厂首先对原有的一台 8t/h 沸腾炉进行改造，采用水冷旋涡内分离循环流化床技术，利用 8t/h 沸腾炉原有工房，新上一台 25t/h 流化床锅炉，极大的缓解了我厂蒸汽

紧张的压力。根据对这台炉的改造经验，又对我厂另一台 25t/h 锅炉进行了相应的改造，使我厂锅炉系统发汽量明显提高，燃料煤消耗有所下降，同时除尘系统做到了达标排放。

结束语

通过以上一系列的节能减排技术改造，公司合成氨生产过程中的三废得到合理的利用，具有节约能源、改善环境，使资源得到最有效的利用，实现了资源输入减量化、废物再生资源化,从而实现了社会、经济 and 环境的共赢发展。