

NHD 脱碳系统装置运行总结

兰慧梅, 范 波

(山西兰花科创股份有限公司, 山西 晋城 048000)

[中图分类号] TQ 113.26⁺4 [文献标识码] B [文章编号] 1004-9932(2012)02-0026-02

0 引 言

山西兰花科创股份有限公司现有合成氨生产分厂 5 家, 设计合成氨总产能达 720 kt/a。其中兰花化工分公司采用 MDEA 脱碳工艺, 田悦分公司采用变压吸附脱碳工艺, 煤化工公司 (1 套 2.7 MPa 系统)、化肥分公司 (2 套 1.7 MPa 系统) 和阳化分公司 (1 套 1.7 MPa 系统) 采用 NHD 脱碳工艺。煤化工公司合成氨装置设计产能为 180 kt/a, 其 NHD 脱碳系统自 2004 年投入生产以来, 整体运行良好, 仅对高闪气进行了变压吸附回收改造; 化肥分公司有 2 套合成氨装置, 设计产能分别为 60 kt/a 和 100 kt/a, 其中 60 kt/a 合成氨装置 2003 年改造后产能提升至 110 kt/a; 阳化分公司原设计能力 60 kt/a 合成氨装置改造后产能提至 80 kt/a。几套 NHD 脱碳装置通过多年的运行, 逐渐暴露出一些问题: 脱碳液易污染, 低闪气 CO₂ 纯度低, 运行成本较高等。近年来相继对 NHD 脱碳装置实施了一系列技术改造, 情况已大为好转, 基本能够满足现有产能要求。

1 NHD 脱碳流程概述

脱碳工段的主要任务是脱除脱硫后变换气中的 CO₂ 气体, 制取合格的合成氨原料气, 同时获得高纯度 CO₂ 气体供尿素合成生产。

1.1 变换气流程

从变换工段来的含 27% ~ 29% CO₂ 的变换气首先进入三流气体换热器, 被低闪气和净化气冷却至 8℃ 左右, 经变换气分离器分离掉冷凝水后, 从 CO₂ 吸收塔下部进入吸收塔, 与自上而

下的 NHD 溶液逆流接触, 变换气中的 CO₂ 被吸收, 含 CO₂ < 0.2% 的净化气从塔顶出来, 经净化气分离器分离掉液滴, 又回到三流气体换热器, 与变换气换热后去氢氮气压缩机四段, 加压后去醇烃化工序 (煤化工公司净化气经三流气体换热器换热后去甲烷化工序)。

1.2 NHD 脱碳溶液流程

吸收了 CO₂ 的脱碳富液从 CO₂ 吸收塔底流出, 经涡轮驱动脱碳贫液泵回收能量后送至高压闪蒸槽, 闪蒸出 H₂、N₂ 和部分 CO₂。从高压闪蒸槽顶部出来的高闪气经高闪气分离器后, 返回氢氮气压缩机二段 (煤化工公司采用低压合成工艺, 进半水煤气压缩机三段) 入口。从高压闪蒸槽底部流出的富液再进入低压闪蒸槽继续闪蒸, 从低闪槽顶部出来的低闪气经低闪分离器后, 回到三流气体换热器与变换气换热, 之后送往尿素系统。从低压闪蒸槽底部流出的富液进入真空解吸槽 (此为改造所加装置, 煤化工公司无) 顶部, 通过抽真空用小罗茨机把 NHD 脱碳液中的 CO₂ 进一步抽吸出来, 送至低闪气总管。从真空解吸装置 (煤化工公司是从低闪槽) 底部流出的 NHD 脱碳液, 经富液泵加压 (无富液泵的靠位差) 进入汽提塔顶部, 向下流经填料层, 与汽提空气逆流接触, 溶液得到再生, 再生后的贫液从汽提塔底部流出送至贫液泵, 由贫液泵打入氨冷器, 经氨冷器降温后再送到脱碳塔顶部循环使用。

1.3 汽提空气流程

汽提空气由引风机 (有 2 套脱碳系统由鼓风机改为引风) 做功, 经空气冷却器被汽提塔顶来的解吸气冷却, 进入空气分离器, 分离出冷凝水后进入汽提塔底部。汽提空气向上流经填料层与溶液逆流接触, 溶液中的 CO₂ 被彻底解吸出来, 汽提空气以及被解吸出来的 CO₂ 一起从汽

[收稿日期] 2011-08-18 [修稿日期] 2011-09-07
[作者简介] 兰慧梅 (1969—), 女, 山西泽州人, 工程师。

提塔顶出来,经空气冷却器换热后,随引风机抽气放空。

1.4 脱水流程

由富液泵出口(无富液泵的靠位差)送至脱水的富液进入过滤器,过滤后的溶液分两路:一路直接进入脱水塔上部;另一路进入溶液换热器,与脱水塔底部出来的热溶液换热,再经蒸汽加热后进入脱水塔蒸发段。脱去水分的溶液从脱水塔底部出来,进入溶液换热器冷却后,由溶液泵打入系统。另外,脱水塔内的水蒸气由塔顶出来,进入水冷器冷凝,再进入冷凝液槽,然后排至地沟。

2 存在的共性问题及原因分析

2.1 低闪气 CO₂ 纯度低

(1) 低闪槽立式放置,解吸面积小,停留时间短,填料高度也不足,对低闪气 CO₂ 纯度影响较大。阳化分公司装置和化肥分公司的其中 1 套装置均存在该问题。

(2) 无真空解吸装置,不能使 CO₂ 再次解吸,同时也增加了汽提塔的负荷。

低闪槽闪蒸出大部分的 CO₂ 气体,但仍有一部分 CO₂ 未闪蒸出来,去到汽提塔随空气排出。为了利用这一部分 CO₂ 气体并减轻汽提塔的负荷,在低闪槽后增设了 1 台真空解吸槽,它利用微负压状态将残留的 CO₂ 进一步解吸出来,一方面可获得更多的 CO₂,另一方面还能减轻汽提塔的负荷,使溶液更好再生。无真空解吸槽的系统其汽提气中 CO₂ 含量在 30% 左右;增设真空解吸槽的系统其汽提气中的 CO₂ 含量降到 15% 左右,并减少了汽提空气量和排放气体量。正因为如此,我公司的 3 套 1.7 MPa NHD 脱碳系统均配置了真空解吸装置。

(3) NHD 溶剂本身质量不高,杂质含量太多,实际吸收能力不足,并且溶剂在减压后起泡太多,NHD 溶液中的 CO₂ 不易解吸出来,使 CO₂ 气纯度降低,同时也增加了再生塔的负荷,如此使系统工况不断恶化。

2.2 NHD 溶液污染

(1) 脱碳系统设备多采用碳钢制作,容易因其表面腐蚀对溶液产生污染。

(2) 由于 NHD 吸收硫化物的能力特别强,若前系统脱硫效果不好,必然使脱硫负荷后移,

引起执行脱碳任务的 NHD 溶液污染,影响 NHD 脱碳装置的正常运行。

(3) 其他油质、杂质对 NHD 溶液污染的影响相对较小。

2.3 NHD 溶液被污染的后果

(1) NHD 溶液吸收 H₂S 后在再生时会生成单质硫,循环过程中会附着在氨冷器换热列管上,降低氨冷器换热效果,导致氨冷器运行仅 4~6 月就得停车冲洗堵塞物,严重影响了生产装置的稳定运行。

(2) 严重影响脱水系统的运行。NHD 溶液在脱水塔内高温下将其吸收的单质硫析出,不仅会堵塞填料层、气液分布器和脱水换热器,使脱水效果明显降低,同时也增加了氨冷器负荷,从而影响脱碳系统的正常运行。

(3) 对系统产生腐蚀。脱水塔、脱碳泵出口等部位发生的腐蚀可能就是溶液中有硫存在造成的。

3 改造情况

煤化工分公司 NHD 脱碳系统除增加变压吸附装置回收高闪气外,未进行其他改造。化肥分公司和阳化分公司的 1.7 MPa NHD 脱碳系统进行的主要改造如下。

(1) 提高低闪气 CO₂ 纯度

① 增加低闪段填料层高度,从而延长溶液停留时间。

② 通过调整系统循环量和高、低闪压力来尽量提高 CO₂ 纯度。

(2) 净化 NHD 溶液

① 通过脱水、过滤以及沉降等措施,去除 NHD 溶液中的杂质。

② 降低前系统 H₂S 含量,提高变换气脱硫效率。

(3) 利用位能和系统动能,节约动力

阳化分公司的 1 套 1.7 MPa NHD 脱碳装置和化肥分公司的 1 套 1.7 MPa NHD 脱碳装置原设计高压闪蒸槽的压力约为 0.65 MPa,低压闪蒸槽的压力约为 0.13 MPa,NHD 富液经高闪、低闪后由富液泵送至汽提塔进行汽提再生,高压闪蒸槽与低压闪蒸槽之间存在的较大的压力差没有得到利用。为了利用此压差,将低压闪蒸槽位置上移至汽提塔的上部,低压闪蒸槽由原来的

水煤浆气化装置排渣故障的原因分析及处理

王 伟

(内蒙古伊东集团东华能源有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 010300)

[中图分类号] X 784 [文献标识码] B [文章编号] 1004-9932(2012)02-0028-03

1 水煤浆气化装置排渣系统简介

1.1 排渣系统设备

水煤浆气化装置排渣系统涉及到的设备包括: 气化炉(分为 2 个部分, 上部是燃烧室, 下部是激冷室)、破渣机(直接连接在气化炉激冷室的下方)、锁斗、存渣池、捞渣机。气化炉、破渣机、锁斗、存渣池分布在同一条铅垂线上, 方便气化炉激冷室内的灰渣向存渣池方向排放。破渣机的作用是破碎从激冷室下来的大块

渣, 以方便灰渣通过锁斗系统的管线和阀门。锁斗的作用是间歇地收集渣和排放渣。存渣池的作用是暂时存放锁斗排放下来的灰渣和冲渣水。捞渣机的作用是将存渣池内的灰渣用刮板提升分离出来由汽车外运。

1.2 排渣系统流程

水煤浆气化炉燃烧室反应产生的高温炉渣首先进入气化炉的激冷室内被冷却固化, 然后通过破渣机并在破渣机内液压马达驱动的较辊作用下破碎掉大块的灰渣, 防止灰渣堵塞锁斗系统的管线和阀门。经过破渣机破碎的灰渣通过锁斗系统收集并暂时储存起来, 在完成大约 0.5 h 的收集后定时排放到存渣池中。锁斗排渣系统包含锁斗

[收稿日期] 2011-07-28

[作者简介] 王 伟(1969—)男, 山东滕州人, 工程师。

卧式改为立式, 将其置于汽提塔之上, 2 台设备合二为一, 这样可省去富液泵。省去富液泵后吨氨可节电 23.46 kW·h。2 套系统改造流程一样, 只是设备直径和高度等略有不同。

为充分利用系统动能, 化肥分公司(110 kt/a 装置)和阳化分公司(80 kt/a 装置)NHD 脱碳系统分别于 2009 年和 2010 年进行了涡轮驱动贫液泵的改造, 投运后节电 15%~20%, 脱碳系统能够满足改造后的产能要求。

(4) 增加真空解吸装置

化肥分公司(2 套)和阳化分公司(1 套)NHD 脱碳装置在低压闪蒸槽后增加了真空解吸装置, 使 NHD 脱碳液中的 CO₂ 进一步解吸出来, 不仅增加了 CO₂ 气量, 同时降低了汽提塔

(5) 变压吸附回收脱碳高闪气

NHD 脱碳装置设计脱碳高闪气直接回收至氢氮气压缩机一段入口或半水煤气压缩机三段。高闪气中 65% 为 CO₂, 其余为 H₂、N₂、CH₄、

Ar 等, 如果直接放空, 会造成有效气体的浪费; 采用直接回收至氢氮气压缩机一段入口(煤化工公司回到半水煤气压缩机三段)的办法, 虽然回收了有效气体, 但造成了单机产量下降, 吨氨电耗升高, 进脱碳系统变换气 CO₂ 含量升高, 加重了脱碳负荷。2007 年、2009 年化肥分公司和阳化分公司分别新增变压吸附回收脱碳高闪气装置, 将脱碳高闪气中的 CO₂ 脱除后, 回收其中的有用气体 H₂、N₂, 将其送至氢氮气压缩机二段入口。该项目投运后, 每天可增产合成氨 1%~1.2%, 经济效益十分显著。

4 结 语

4 套 NHD 脱碳装置经过改造投运后, 与改造前相比大大降低了系统的用电负荷, CO₂ 纯度提高至 98.5% 以上, 同时也降低了汽提塔负荷。下一步准备把涡轮驱动节能改造、位能的有效利用及高闪气的回收等技术在其他脱碳系统推广, 使公司脱碳工艺更加优化, 消耗进一步降低。