

采用PSA法部份脱碳副产液氨

黄家鹤

(四川蜀光石化研究所)

摘 要 本文对三种脱碳方法,如水洗法、变压吸附法(PSA)、丙碳法(PC)进行技术经济比较。认为,变压吸附法较为适宜。

一、部份脱碳的由来

小氮肥厂拟增建3万吨/年磷铵系统,需要5000吨/年液氨为原料,为满足此要求而又不影响原产品碳铵生产,采用部份脱除变换气中 CO_2 的方法最为有利。为防止碳化操作碳化度变小,碳铵结晶细小,影响碳铵生产,进入碳化主塔的变换气体分为二部份。一部份变换气(气量约3000~4500标米³/时, CO_2 24~28%)进行部份脱碳后,再去碳化副塔。并与另一部份变换气去碳化主塔后的碳化气汇合后,一同去清洗回收塔(碳化副塔),也可将3000标米³/时变换气进行全脱碳(CO 脱至小于0.2%)后,直接去铜洗或甲烷化,但 H_2 、 N_2 气回收率较低。

采用部份碳化气脱碳及大部份变换气直接碳化的方案,对原小合成氨装置不需要大的改动,而且投资省,见效快,工艺灵活,操作方便。由于部份脱碳气进碳化副塔,脱碳尾气中 CO_2 含量允许比单纯脱碳法高,一般控制 CO_2 含量为0.2~10%范围内即可。根据上述情况,采用高压水洗法,碳酸丙烯酯(PC)法和变压吸附(PSA)法皆可达到要求。

二、几种部份脱碳方案比较

加压水洗法脱除 CO_2 是古老的方法之一。由于存在电耗高、设备庞大、氢氮气损失大等缺点,目前新厂已较少应用。在已经试验和采用的几种溶剂中,丙碳(PC)不仅具有投资省、流程简单、溶剂无毒、腐蚀较轻、操作容

易、不需外供热源等特点,而且具有操作费用低、生产安全可靠等优点,因此目前被普遍推广。但变换气在进入PC脱碳塔前,必须将 H_2S 脱至50毫克/标米³以下。否则,在脱碳过程中易析出元素硫,堵塞塔和管道,影响正常生产。此外,PC法脱碳还存在溶剂费和电耗高的缺点。近年来,由我所科技人员开发成功的PSA法,由于具有工艺简单、投资少、上马快、易于实现自动化及节能效果显著等优点,特别适宜用作部份脱碳工艺。而且该法在脱碳时可同时脱除部份 N_2 ,因而可以多回收吹风气来补充 N_2 损失。同时,也回收了少量 H_2 和 CO ,从而弥补脱碳过程中 H_2 损耗,保持氢氮比不变。

部份脱碳年产5000吨液氨(配年产3万吨磷铵)操作数据如下:处理变换气量3000~4500标米³/时,变换气 CO_2 含量24~28%,脱碳气 CO_2 含量0.2~10%(进碳化副塔或铜洗或甲烷化塔), CO_2 脱除量约81标米³/时, H_2 回收率95~98%, N_2 回收率70~90%,电费0.13元/千瓦小时,操作日300天,碳酸丙烯酯10000元/吨,吸附剂7000元/吨,氢氮气0.22元/标米³,冷却水0.10元/吨。

1. 基建投资(万元)见表1。

2. 单耗及费用(吨氨计)见表2。

从表2可见,PSA法部份脱碳比PC法每年可节约操作费用13.50万元,而投资却差不多;与水洗法相比,虽投资增加约63.2万元,但每年可节约操作费用17.91万元,3年多即可抵消全部投资差额。

表 1

序号	项 目 名 称	PSA法	PC法	水洗法
1	土 建	16.00	16.00	16.00
2	电气照明	5.00	5.00	5.00
3	工艺设备及安装	40.00	55.00	49.00
4	工艺管道、阀门及安装	53.00	12.50	10.00
5	自动仪表及安装	22.00	5.50	4.00
6	PC溶液费		60.00	
7	吸附剂费	11.20		
	合 计	147.20	154.00	84.00
	对比(%)	175.2	183.3	100.0

三、结 束 语

从以上3种脱碳方法的比较中可以看出,投资以水洗法最省,变压吸附法和丙碳法差不多,约高80%。操作费用以变压吸附法最省,每年比丙碳法节约13.5万元,比水洗法节

(上接第42页)

排小孔中喷出。

2. 为便于清理,把八角管做成可拆卸型,即每个直管段都加一对法兰,以便在清理八角管时把法兰拆开拿出塔外。

3. 为了不使硫膏在塔板上沉积时堵塞小孔,把八角管在塔板上支承起来,使其高出塔板200毫米。这样,可便于停塔后不动八角管而直接清理塔板上的硫膏。

4. 鼓泡器气体通道的设计原则是保证气体通畅不受阻,各段管截面积是依次递增的。尤其是小孔的总开口面积应大于八角管截面积的2倍。这样,即使某些小孔堵塞,仍可起到鼓泡作用。

5. 为了使气液在鼓泡器上更好地进行物质传递,鼓泡器这层塔板上保留有一定的液封。

表 2

序号	项 目	单位	PSA法		PC法		水洗法	
			数量	金额(元)	数量	金额(元)	数量	金额(元)
1	电 耗	千瓦小时	67	7.41	150	19.5	420	54.60
2	溶剂损耗	千克			1.50	15.00		
3	吸附剂损耗	千克	0.18	1.12				
4	氢氮气损耗	标米 ³	60	13.20	40	8.80	85	18.70
5	冷却水	米 ³	7	0.70	45	4.50		
6	工 资			3.97		3.97		3.97
7	车间经费			35.05		36.67		20.00
	合 计			61.45		68.44		97.27

约18万元。按投资和操作费用综合比较,以变压吸附法最为适宜,因所节约费用3年多即可补偿水洗法全部投资差额。PSA法脱碳具有较大的灵活性,不仅处理气量可以在3000~4500标米³/时任意调整,脱碳气中CO₂含量也可以在0.2~10%范围内随调。本法也适用于其它场合脱除CO₂,节省操作费用。

五、总 结

1. 油煤气净化脱硫塔由于操作时塔内有硫膏析出,溶液粘稠变大,泡沫多,很容易堵塞设备。采用空塔喷淋吸收,尽管可以达到预期的效果,但仅限于粗脱,不能脱净。要达到脱净的目的,当前看来带有鼓泡器的塔板是可以满足生产要求的。

2. 鼓泡器具有明显的精脱效果,但在开塔后期,由于硫膏在塔板上的沉积,部分堵塞鼓泡器小孔,会使气体受阻塔压增高。为此,必须考虑小孔孔径的适当放大或孔数增多。

3. 根据我厂的生产情况,粗脱段空塔直接喷淋是可行的。精脱段有一个鼓泡器已足够。若考虑进塔负荷增高时,也不宜超过两个。

4 采用鼓泡器后塔高度有可能降低。