

技术经济

小型碳铵装置部分脱除 CO_2 副产液氨工艺的技经比较

黄家驹

(四川蜀光石化研究所 610036)

摘要 认为小型碳铵装置联产磷铵等所需液氨,采用变压吸附(PSA)法对变换气进行部分脱碳来实现氨碳平衡最为有利。

关键词 碳铵装置 PSA 脱碳 磷铵 液氨

为了调整和增加农业化肥的品种和数量,近期内将有上百套小磷铵开工建设,为此,如何在现有生产碳铵的小氮肥厂中进行改造,生产部分液氨来满足上述要求的问题,已提到重要议事日程。

1 部分脱碳的由来

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,采用部分脱除变换气中 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分,一部分变换气(气量约 $3000 \sim 4500 \text{ m}^3(V_n)/\text{h}$, CO_2 24%~28%)进行部分脱碳后,再去碳化副塔,并与另一部分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 $3000 \text{ m}^3(V_n)/\text{h}$ 变换气进行全脱碳(CO_2 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。

采用部分碳化气脱碳及大部分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。由于部分脱碳气进碳化副塔,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,碳酸丙烯脂(碳丙)法和变压吸附(PSA)法皆可达到要求。

2 几种部分脱碳方案比较

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、氢氮气损失又大等缺点,目前新厂已较少应用。在已经试验和采用的几种溶剂中,碳丙不仅具有投资省、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。但变换气在进入碳丙脱碳塔前必须将 H_2S 脱至 $50 \text{ mg}/\text{m}^3(V_n)$ 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,碳丙法脱碳还存在溶剂费和电耗太高的缺点。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,特别适宜用作部分脱碳

工艺,而且该法在脱碳时可同时脱除部分 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。

部分脱碳年产5000吨液氨(配年产3万吨磷铵)操作数据如下:

处理变换气量	$3000 \sim 4500 \text{ m}^3(V_n)/h$
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 $810 \text{ m}^3(V_n)/h$
H_2 回收率	(95~98)%
N_2 回收率	(70~90)%
电费	0.13元/度
操作日	300天
碳酸丙烯酯	10 000元/吨
吸附剂	7000元/吨
氢氮气	0.22元/标米 ³
冷却水	0.10元/吨

2.1 基建投资(万元)见表1

2.2 单耗及费用(吨氨计)见表2

表1 基建投资表 (以万元计)

序号	项目名称	PSA法	碳丙法	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	碳丙溶液费		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

表2 单耗及费用表 (以吨氨计)

项 目	单 位	PSA法		碳丙法		水洗法	
		数量	金额 元	数量	金额 元	数量	金额 元
电 耗	kW·h	57	7.41	150	19.50	420	54.60
溶剂损耗	kg			1.50	15.00		
吸附剂	kg	0.16	1.12				
损耗							
氢氮气	$\text{m}^3(V_n)$	60	13.20	40	8.80	85	18.70
损耗							
冷却水	m^3	7	0.70	45	4.50		
工 资			3.97		3.97		3.97
车间经费			35.05		36.67		20.00
合 计			61.45		88.44		97.27

从上表可见,PSA法部分脱碳比碳丙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,三年多即可抵消全部投资差额。

3 结束语

从以上三种脱碳方法的比较可看出:

a. 投资以水洗法最省,变压吸附法和碳丙法差不多,约高80%;

b. 操作费用以变压吸附法最省,每年比碳丙法节约13.5万元,比水洗法节约18万元;

c. 按投资和操作费用综合比较,以变压吸附最为适宜,因所节约费用三年多即可补偿水洗法全部投资差额;

d. PSA法脱碳具有较大的灵活性,不仅处理气量可以在 $3000 \sim 4500 \text{ m}^3(V_n)/h$ 任意调整,脱碳气中 CO_2 含量也可以在(0.2~10)%范围内随调;

e. 本法也适用于其它场合脱除 CO_2 以节省操作费用。

(本文承蒙化工部第八设计院胡显存高级工程师校审,特此致谢!)

(庄编)