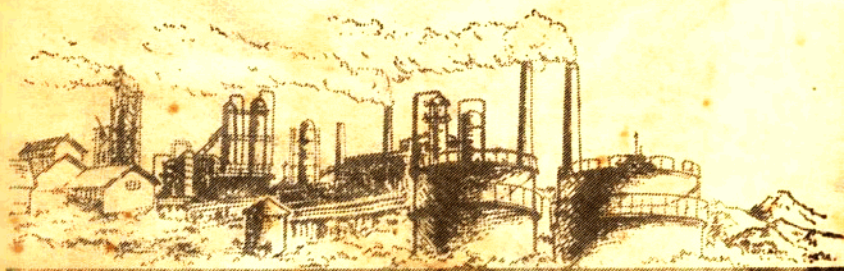


水洗塔的改造

南京化学工业公司氮肥厂编



化肥生产经验交流资料

石油化学工业出版社

7



化肥生产经验交流资料 (7)

水洗塔的改造

南京化学工业公司氮肥厂编

*

石油化学工业出版社 出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 1

字数 19 千字 印数 1—4,350

1976年9月第1版 1976年9月第1次印刷

书号15063·化188 定价 0.07 元

限国内发行

*

前 言

在合成氨工业中，原料气中二氧化碳的脱除是十分重要的一环。脱除方法的改变，将引起工艺流程的变革、脱除效率和生产能力的提高，对于增加合成氨产量、降低成本有着重要意义。

我厂在合成氨的生产中，二氧化碳脱除方法一直是沿用加压水洗法。就是在18公斤/厘米²（表压）左右的操作压力下，用水吸收变换气中的二氧化碳，使其含量由28~29%降低到0.6~1.5%。

水洗工序中的主要设备水洗塔，我们一直是用瓷圈作填料的。这种填料塔，虽然有其一定的优点，但是瓷圈容易破碎，对水质要求较高，又怕细菌繁殖，弄得不好，堵塞是十分严重的。而它的最大缺点，还在于不能大幅度提高生产能力，与多快好省地发展合成氨生产不相适应。怎么办？是立足于革新挖潜，还是伸手向上增建水洗塔；是改造老设备，使它为社会主义建设发挥作用，还是砍掉水洗，另搞一套新的溶液脱碳装置？长期以来，全厂科室、车间的同志争论不休，斗争很激烈。在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，我厂广大工人群众提出了改造旧有水洗塔的倡议，他们豪迈地说：“不挑千斤担，哪来铁肩膀！我们不做因循守旧的懦夫，要当勇于革新的革命闯将。”“三十年代的老厂，要迈出七十年代的步伐，打出七十年代的水平，作出七十年代的贡献”。

厂党委根据工人同志的意见，以阶级斗争为纲，进一步组

织群众学习党的基本路线，深入开展“工业学大庆”的群众运动，组织了以工人为主体的三结合水洗攻关小组，大兴调查研究之风，广泛发动群众，打了一场水洗攻关的人民战争，在一九七四年十一月比较成功地改造了四号双孔径穿流式筛板水洗塔。1975年年初，学习了毛主席关于理论问题的重要指示，更加激发了广大职工的社会主义积极性，于三月份又比较成功地改造了三号填料水洗塔。根据近一年的生产实践，改造后的这两个塔的生产能力比原来的分别提高了一倍和一倍半，其他技术经济指标也较好。水洗塔的改造成功，使我们进一步体会到“思想上政治上的路线正确与否是决定一切的”的伟大真理。

在水洗塔改造过程中，曾得到我公司规划设计室以及大连化工厂、大连工学院等兄弟单位的大力协助，在此向他们表示感谢。

由于我们的水平低，不论在水洗塔的改造工作上和这份总结资料里，必然存在不少缺点和错误，请同志们批评指正。

目 录

一. 水洗塔改造前后的情况.....	1
二. 三号、四号水洗塔的改造情况.....	3
三. 三号、四号水洗塔的核算.....	11
四. 对三号、四号水洗塔的分析.....	24

一. 水洗塔改造前后的情况

(一) 改造前的情况

我厂共有五座水洗塔，按设备编号，二、三、五、六号塔均为填料塔，四号塔为双孔径穿流式筛板塔。筛板塔由于结构上存在问题，负荷加不上去，不能发挥其效率，填料塔问题更多，主要是：（1）生产能力较低，满足不了生产发展的需要；（2）由于洗涤水的水质较差，循环周期短，特别是一到夏天，水温增高，浑浊度增大，细菌繁殖快，经常造成瓷圈被堵，引起液泛带水，因而被迫停塔中修。清理瓷圈，每座水洗塔每年需中修2~3次，不仅耗费人工，而且瓷圈损失很大，严重影响生产。我们算过一笔账：因水洗塔限制负荷，以内径2820毫米的塔为例，每年仅停产中修即损失产量达两千吨氨，瓷圈60多万个，劳动工日2100个，如不加以改造，将长期成为增产合成氨的一个薄弱环节，拖了生产化肥支援农业的后腿。

(二) 改造后的情况

改造后的水洗塔经过半年多生产实践证明性能良好，具有以下几个特点：

1. 生产能力大，在原有的基础上提高了一倍到一倍半。
2. 气水比大，电耗低。
3. 氢氮气损失小。

4. 不易堵，对水质要求不高，在过滤器停用及取消灭菌措施的情况下，在高温季节运行约4个多月未发现有堵塞现象，克服了填料塔的最大弱点，从而解决了长期以来因水质不好而

影响生产的局面。

5. 使用周期长, 减少了因中修损失的产量。

6. 设备结构简单, 安装方便。

(三) 三号和四号水洗塔改造前后的有关数据

三号和四号水洗塔改造前后的有关数据列于表 1。

表 1 三号和四号水洗塔改造前后的有关数据

项 目		三 号 水 洗 塔		四 号 水 洗 塔		备注
		改造前	改造后	改造前	改造后	
		填 料 塔	板 式 塔 (筛板有 缺口)	双孔径穿 流筛板塔	板 式 塔 (筛板有 缺口)	
塔内径, 毫米		2820	2820	2286	2286	(入口 气量)
塔总高, 毫米		28950	28950	23489	23489	
处理气量, 标准米 ³ /小时		20660	51556	17600	35000	
用水量, 米 ³ /小时		1675	3899	1475	1900	
气/水		12.35	13.25	11.9	18.5	
水温, °C		13	17.5	20	10	
塔阻力, 厘米汞柱		36	4	45	36	
塔压力, 公斤/厘米 ²		17	18.5	17.4	17.5	
进 塔 气 体 %	CO ₂		28.1		28.1	
	CO		2.6		2.6	
	H ₂		54.4		53.4	
	N ₂		14.3		15.3	
	O ₂		0		0	
	CH ₄		0.6		0.6	

续表

项 目		三 号 水 洗 塔		四 号 水 洗 塔		备注
		改造前	改造后	改造前	改造后	
		填 料 塔	板 式 塔 (筛板有 缺口)	双孔径穿 流筛板塔	板 式 塔 (筛板有 缺口)	
出塔水弛放气 %	CO ₂	83.8	88.8		90.8	
	CO	0.4	0.4		0.8	
	H ₂	11.3	7.4		5.1	
	N ₂	4.4	2.4		2.5	
	O ₂	—	—		—	
	CH ₄	0.2	0.3		0.4	
出塔气体中CO ₂ , %		1.2	1.5		1.3	
进塔水中残余CO ₂ %			51.9		51.9	

注：1. 四号塔改造后试验数据水温未测，取往年12月中旬平均温度在10℃左右。

2. 三号塔改造后试验过程中，当时无压力表及压差计。因此，塔压力取高压机三段出口压力18.5公斤/厘米²左右，压差数据取后来基本上相同负荷下的数据约4厘米汞柱。

3. 生产负荷是在单塔生产情况下测定的，因此数据比较准确。

二. 三号、四号水洗塔的改造情况

(一) 四号水洗塔改造情况简述

塔高：23489毫米，塔内径：2286毫米，

塔截面积：4.11米²；

双孔径筛板：大孔孔径——8.3毫米，孔间距：18毫米；

小孔孔径——4.8毫米，孔间距：9毫米；

自由截面积：32.5%；

单孔径板：孔径8毫米，孔间距10毫米；

自由截面积：46.1%；

筛板厚度：3毫米，筛板材料：1Cr18Ni9Ti；

板间距：从上往下数，第一块与第二块、第二块与第三块及第二十四块板与第二十五块之间为800毫米，其余均为650毫米；

半腰阀位置：在第十二与第十三块板之间，距第十三块板200毫米；

筛孔为正三角形排列：双孔径筛板二十三块，单孔径筛板二块，共二十五块。

四号水洗塔及塔内筛板安装情况如图1及图2。

原来的筛板由四块板拼接起来的（见图3），改造时，拿下其中一块月牙板（即图3中1或3），并用2个 $M=16$ 的螺丝把它固定在横梁上，并使之垂直于原来的筛板，弓形朝上，凸出部分作为堰，下部作为挡气板（降液挡板）。堰的最高部分距上面筛板320毫米，挡板距下一块筛板220毫米，且相邻的两块板相互错开90度。

第十三至二十四块板是相隔一块，采取以上的形式。而“相隔”的这一块则不用上述形式，只是将一个月牙拿下来紧靠塔壁，第二十五块只是拿掉人门板。

另外，塔顶部原有800毫米高的三吋瓷圈去掉，改为装二层相距400毫米并互相错开90度的篦子板，上层篦子板距进塔水喷头1米左右。

（二）三号水洗塔的改造情况简述

三号水洗塔的改造过程中根据已有筛板的具体情况，吸取了四号水洗塔改造中在筛板上开了一个占塔截面27~28%左右的一个缺口，从而降低了塔的阻力，提高了塔的生产能力，同时由于气、水在筛板间的错流从而强化了空间传质过程的进

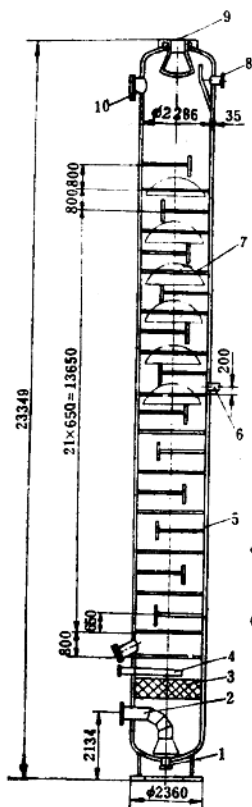


图 1 四号水洗塔结构示意图

- 1—放水口, 2—出水管, 3—分气层, 4—进气管, 5—塔体, 6—半腰阀,
7—筛板, 8—出口口, 9—进水喷头, 10—入门

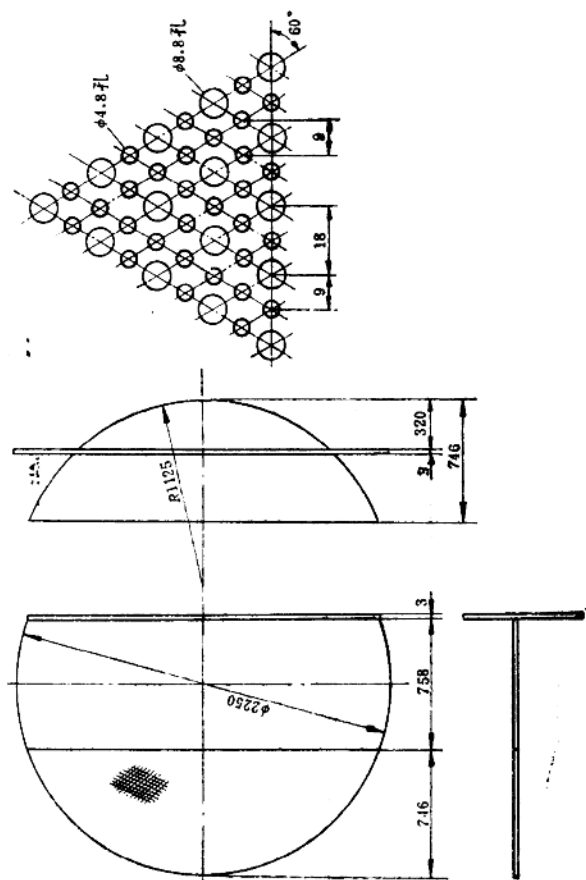


图 2 四号水洗塔内筛板及筛孔排列示意图

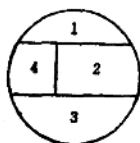


图 3 筛板示意图

行，保证了吸收效果，即保证了塔顶二氧化碳的净化度。工人同志说，三号水洗塔改造后的结构比较符合水洗脱碳中大喷淋密度的客观规律，从大乱达到了大治。同时采取了塔下部 8 块筛板开孔率适当放大，相邻两块筛板的缺口呈 180 度错开等措施，克服了四号水洗塔中上下开孔率一样所造成的缺点（如塔下部阻力大及由于相邻两块筛板缺口呈 90 度错开而引起气水有短路现象、空间气水错流程度不大等），比较成功地将三号水洗塔进行了改造。

1. 改造后的主要工艺参数及主要改造工作。

（1）塔内径 2820 毫米，塔截面积 6.24米^2 。

（2）塔总高 28950 毫米。

（3）塔板数 25 块。

（4）板间距第 24~25 块之间为 1000 毫米，其余 700 毫米。

（5）塔板参数：堰高 50 毫米，板厚 3 毫米，材料为合金板。其余见表 2。

（6）塔结构及筛板安装情况见图 4、图 5、图 6。

（7）下部分气层采用三层互相错开 90 度的篦子板。

（8）塔顶进水无特殊分水装置，在第一块筛板上安装二层呈 90 度错开的篦子板，以减少水对筛板的冲力。篦子板的板距为 700 毫米。

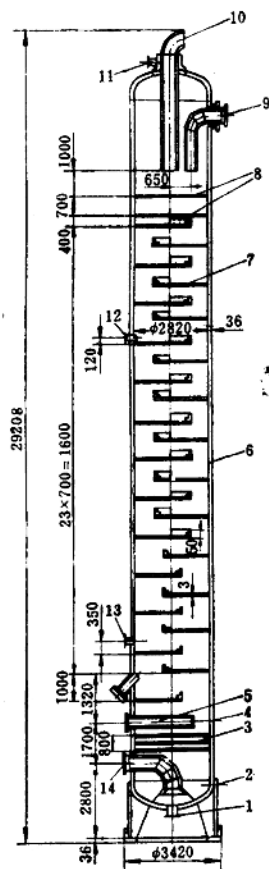


图 4 三号水洗塔结构示意图

- 1—塔底放水口；2—液位升液相接管；3—分气层；4—液位升气相接管；
 5—进气管；6—塔体；7—筛板；8—篦子板；9—水副线进口（ $\phi_{\text{内}}400$ ）；
 10—水进口（ $\phi_{\text{内}}500$ ）；11—出气口；12,13—半腰阀接口；14—水出口
 （ $\phi_{\text{内}}400$ ）

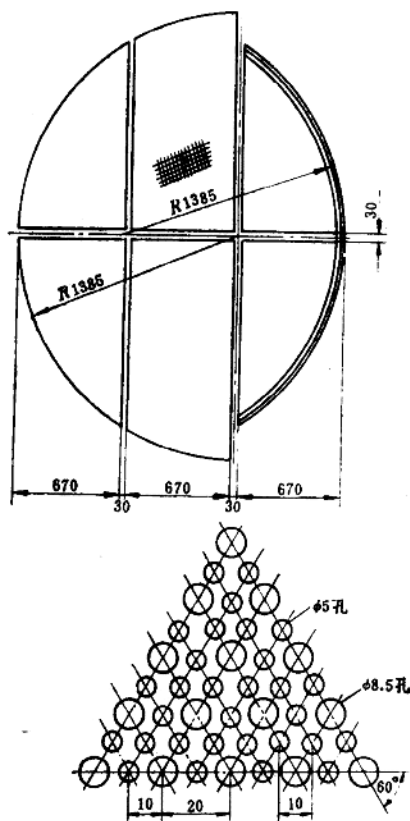


图 5 1~17块筛板及筛孔排列示意图

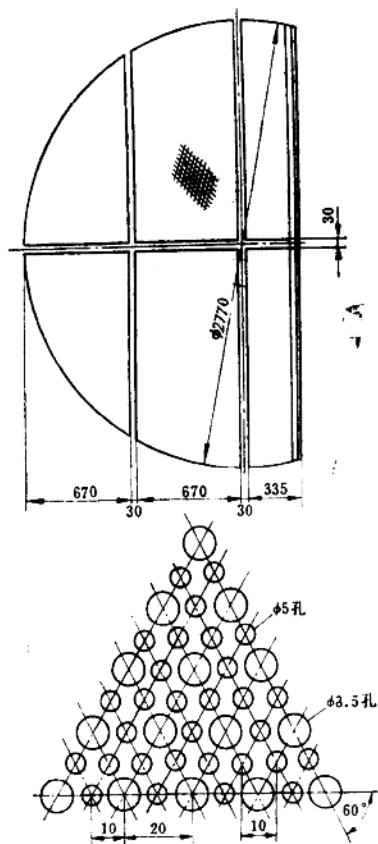


图 6 18~25 块筛板及筛孔排列示意图

表 2 三号水洗塔改造后塔板有关参数

筛板 序号	筛板 孔型	孔 径 / 孔 距 (均为毫米)	开孔率 %	板数	缺口面积/塔截面 %	平均开孔 率, %
18~25 18~25	双孔径	大内径的, 8.5/20 小内径的, 5/10	25.6	8	35	51.7
1~17	双孔径	大内径的, 8.5/20 小内径的, 5/10	25.6	17	30	48

(9) 塔负荷增加, 原有内径 500 的进水管已不能适应, 但因材料缺乏, 采用了如下措施: ①为了降低塔顶弯头阻力接一内径 400 副线从顶部人门入塔; ②原来的 $\phi 300$ 毫米的进水阀换为 $\phi 400$ 毫米的。

(10) 半腰阀位置在第 6~7 块筛板之间, 距第 7 块筛板 120 毫米。

(11) 塔顶留有 3 米左右的空间, 作为气水分离用, 为今后取消塔外分离器做准备。

(12) 出气口短节原来为内径 169 毫米, 为满足加大负荷的需要, 改为内径 274 毫米。

三. 三号、四号水洗塔的核算

(一) 三号水洗塔的核算

1. 已知条件

塔内径: 2820 毫米;

筛板开孔率: 25.6%;

缺口率: 30%;

进塔气量: 51556 标准米³/小时;

进塔水量: 3899 米³/小时;

进塔水温: 17.5℃;

进塔气体组成, 见表 1;

出塔水弛放气组成见表 1;

进塔水中残余 CO₂ 含量: 51.9 毫克/升;

出塔气体中 CO₂ 含量: 1.5%。

2. 物料衡算

设

V_1 和 V_2 分别为进塔气量和出塔气量, 标准米³/小时; V_3 为出塔水所带走的气量, 标准米³/小时

则

$$V_1 = V_2 + V_3 \quad (1)$$

CO₂ 的物料衡算式如下:

$$y_{1\text{CO}_2} V_1 = y_{2\text{CO}_2} V_2 + y_{3\text{CO}_2} V_3 \quad (2)$$

式中 $y_{1\text{CO}_2}$ ——进塔气体中 CO₂ 含量;

$y_{2\text{CO}_2}$ ——出塔气体中 CO₂ 含量;

$y_{3\text{CO}_2}$ ——水带走气体中 CO₂ 量。

将 $V_1 = 51556$ 标准米³/小时, $y_{1\text{CO}_2} = 0.281$, $y_{2\text{CO}_2} = 0.015$, $y_{3\text{CO}_2} = 0.888$ 代入式 (1) 和式 (2), 并联解之, 得

$$V_2 = 35900 \text{ 标准米}^3/\text{小时}$$

$$V_3 = 15656 \text{ 标准米}^3/\text{小时}$$

3. 出塔水饱和度 η 的计算

$$\eta = \frac{\left(x_2 + \frac{V_3 \cdot y_{3\text{CO}_2}}{L} \right)}{x^*} \quad (3)$$

式中 x_2 ——进塔水中残余 CO₂ 含量, 标准米³/米³水;