

引进装置设备技术参考资料

塔

~美国卅万吨合成氨引进装置~

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

1794

1794

1794

出版说明

石化、轻工等部于七十年代初引进了一些成套的大型化肥及石油化工装置。遵照伟大领袖毛主席关于：“独立自主，自力更生”，“洋为中用”的教导，为使引进装置及其技术资料充分地为我所用，根据石化部石油化工规划设计院(75)石化设字第189号文中“引进装置设备技术资料汇编”的要求，我们组织了石化、一机系统的有关设计、制造、使用、学校、科研等三十多个单位分头对有关引进装置的设备技术资料进行了汇编工作。

本次汇编工作以装置为单位，分成美国卅万吨合成氨、日本卅万吨合成氨、法国卅万吨合成氨、四十八万吨尿素、催化剂以及北京石油化工总厂、上海石油化工总厂、四川维尼纶厂、辽阳化纤总厂中引进装置。汇编主要从设备设计角度出发，选择引进装置中对设计有用的、有特点的设备及零部件，对选材、结构设计、强度计算、制造、检验、安装、使用、维修等方面进行总结。汇编以图纸、资料为主，根据具体情况收集对外会谈，出国考察及现场施工、安装、验收等方面的资料。

这次汇编资料属第一阶段，以反映各装置的设备特点为主，综合对比分析工作留待第二阶段进行。毛主席指出要：“自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。”希望读者以战无不胜的毛泽东思想为指导，结合自己的实践经验对引进装置的有关技术资料批判地吸收。

由美国凯洛格公司置设备部份的技术；技术装置设备部份的技术资

料汇编工作由石化部化工设计院负责，石化部第六设计院、山西省化工设计院、大庆石油化工总厂设计院、辽宁省石油化工设计院参加。美国卅万吨合成氨装置设备的汇编共分八章。本册为其中的第四章塔，主要介绍了二氧化碳吸收塔及解吸塔的有关情况。其余各章另行分册印出，供有关部门参考之用。

上海化工设计院

石油化工设备设计建设组

1976年12月

目 录

(第四章 塔)

第一节	概述.....	1
第二节	塔设备在工艺过程中的作用.....	3
第三节	结构特点.....	5
第四节	材质的选用.....	10
第五节	塔内零部件.....	15
一	除沫器.....	15
二	再生塔洗涤段塔盘.....	16
三	直管排列式喷淋器.....	20
四	直管排列式气体分布器.....	21
五	液体槽式分配器.....	22
六	液体分配器.....	23
七	填料保持栅板.....	26
八	气体喷射—填料支承板及液体再分配器.....	28
九	一号泄流隔板.....	33
十	二号泄流隔板.....	34
十一	消泡格板.....	36
第六节	制造与检验.....	36
第七节	设计计算.....	40
一	容器地震力的计算.....	40
二	细高塔的振动分析和动力稳定性设计.....	52
三	直立式容器的设计计算.....	63

第四章 塔

第一节 概述

本装置共有塔设备两台，其中二氧化碳吸收塔为填料塔，二氧化碳再生塔为泡罩——填料塔。其主要技术特性见表4-1。

表4-1

位号	设备名称	类 型	压 力		温 度		介 质	外 形 尺 寸 直径×高度 呎—吋(毫米)	塔 盘 形 式	材 质
			磅/吋 ² (公斤/厘米 ²)	工作压力	设计压力	°F (°C)	工作温度	设计温度		
1101-E	CO ₂ 吸收塔	填料塔	390 (27.417)	435 (30.58)	260°F (127°C)	295°F (140°C)	变换气 碳酸钾碱 水溶液	上塔 8'-6"x61'-6" (ϕ 2591x18745) 下塔 11'-0"x72'-0" (ϕ 3505x21945) 锥节 8'-6"/11'-0"x5'-0" (ϕ 2591/ ϕ 3505x1525) 全塔 8'-6"/11'-0"x156'-1" (ϕ 2591/ ϕ 3505x47574)	四层鲍尔环填料床 第一层填料高23'(7010) 第二层填料高23'(7010) 第三层填料高23'(7010) 第四层填料高23'(7010) 填料规格: 1½"和2"两种 填料材质: 不锈钢、碳钢	壳体, 封头等为碳钢 内件为不锈钢
1102-E	CO ₂ 再生塔	泡罩—填料塔	9 (0.63)	25 (1.75)	248°F (120°C)	300°F (149°C)	二氧化碳气体 水 碳酸钾碱 水溶液	14'-0"x186'-1" (ϕ 4267x56713)	三层条形泡罩塔盘, 三层鲍尔环填料床 第一层填料高31'-6"(9600) 第二层填料高31'-6"(9600) 第三层填料高30'-0"(9144) 填料规格: 1½"和2"两种 填料材质: 不锈钢, 碳 钢, 玻璃纤维加强聚 丙烯塑料。	上封头为不锈钢 上部壳体为复合钢板 下部壳体与封头为碳钢 内件为不锈钢

CO₂吸收塔和CO₂再生塔按美国1971年颁发的ASME锅炉及管压力容器规范第八篇第一分篇有关规定进行选材、设计、制造和检验。

吸收塔和再生塔主要设计数值见表4-2。

表 4-2

		CO ₂ 吸收塔	CO ₂ 再生塔
工作压力 (表压)		390 磅/吋 ² (27.417 kg/cm ²)	9 磅/吋 ² (0.63 kg/cm ²)
设计压力 (表压)		435 磅/吋 ² (30.58 kg/cm ²)	2.5 磅/吋 ² (1.75 kg/cm ²)
工作温度		260°F (127°C)	248°F (120°C)
设计温度		295°F (140°C)	300°F (149°C)
腐蚀裕度	封 头	上封头为 $\frac{3}{8}$ " (3 mm), 下封头为 $\frac{1}{4}$ " (6 mm)	上封头为 0, 下封头为 $\frac{1}{4}$ " (6 mm)
	壳 体	上部壁厚 $1\frac{7}{16}$ ", $1\frac{1}{8}$ " 处为 $\frac{3}{8}$ " (3 mm)	上复合钢板段为 0
		下部壁厚 $2\frac{1}{16}$ " 处为 $\frac{1}{4}$ " (6 mm)	下碳钢段为 $\frac{1}{4}$ " (6 mm)
	接 管	不锈钢接管 0, 衬里接管 $\frac{1}{16}$ " (1.5 mm)	不锈钢接管 0, 衬里接管 $\frac{1}{16}$ " (1.5)
焊缝系数	封 头	100%	85%
	壳体纵缝	100%	85%
	锥 节	100%	
需否消除内应力		需 要	碳钢段需要
射线照像检查		全 部	局 部
设计温度下最大许用应力		17500 磅/吋 ² (1230 kg/cm ²)	13700 磅/吋 ² (959 kg/cm ²)
通过内部装置的压力降		3.3 磅/吋 ² (0.23 kg/cm ²)	3.3 磅/吋 ² (0.23 kg/cm ²)
新制冷态最大许用压力		448 磅/吋 ² (32.91 kg/cm ²)	51 磅/吋 ² (3.6 kg/cm ²)
腐蚀热态最大许用工作压力		437 磅/吋 ² (30.72 kg/cm ²)	41 磅/吋 ² (2.9 kg/cm ²)
车间液压试验压力		702 磅/吋 ² (49.36 kg/cm ²)	61 磅/吋 ² (4.3 kg/cm ²)
结构重量		395,000 磅 (179,172 kg)	218,000 磅 (99,090 kg)
塔盘及填料重量		158,950 磅 (72,000 kg)	166,000 磅 (78,750 kg)
工作重量		875,000 磅 (396,900 kg)	887,600 磅 (403,409 kg)
充水重量		1,318,000 磅 (596,000 kg)	2,023,500 磅 (919,773 kg)

第二节 塔设备在工艺过程中的作用

CO_2 吸收塔和 CO_2 再生塔是脱碳工序中的两台主要设备。在大型氮肥厂生产中把粗变换气中的 CO_2 气体除去的目的有二：一是根据后继甲烷化工序对进入的变换气中 CO_2 的含量不可超过0.2%的要求，制取纯净的合成气；二是为了生产尿素提供高浓度（>98%）的 CO_2 原料。美国引进卅万吨合成氨厂的脱碳工序采用技术为本菲尔德法，以改良热钾碱溶液为溶剂进行化学吸收。此工艺由下述吸收和再生两个过程组成：

一 吸收过程：粗变换气自分离器102-F顶部的除沫装置出来，直接进入吸收塔底部，经气体分布器在塔内向上流动穿过四层填料床，并与从塔顶液体分配器流下的改良热钾碱溶液逆流接触进行传质，气体中的 CO_2 被吸收，部分水蒸汽被冷凝，最后经设置塔顶的除沫器后出塔。出塔气体再经过一个液滴分离器1113-F最后一次除去溶液并送至下一工序。脱碳后的变换气中的 CO_2 含量最多为0.1%。吸收了 CO_2 的富液将全部从吸收塔底部经泵面控制器调节流量后送到再生塔上部。

二 再生过程：进入再生塔顶部的富液减压为常压时，将有一部分 CO_2 闪发放出，随后由上自下流过三层填料床，它与从下而上流过的热的蒸汽和 CO_2 逆流接触，气液间相互换热和传质。由于溶液的温度不断升高，其中吸收的 CO_2 不断放出。除只经过两层填料床的半贫液自塔的中部抽出外，其余部分溶液继续流到下层填料进一步再生，最后通过变换气煮沸器1105-C和蒸汽煮沸器1111-C被加热至沸腾后再回入塔内，依靠大量水蒸汽的产生将残余的 CO_2 从溶液中汽提出来。塔顶排出的气体经除沫、洗涤碱液和冷凝水分后，便是很纯净的 CO_2 气体，送尿素车间做原料用。塔底流出的液体已是几乎不含有 CO_2 的贫液，用泵打回吸收塔顶部重复使用。（中间经过一个冷却器）。

为了提高工艺效果，而提高净化程度，本工序采用两段吸收和两段再生。在吸收过程中，温度的影响有着矛盾的两方面，一方面温度

提高可提高吸收过程的速度系数；另一方面温度提高却会降低溶液中 CO_2 的溶解度。在吸收塔中部及其以下，离平衡较远，宜采用高温操作；在吸收塔的上部，离平衡较近，宜采用低温操作。为满足吸收塔的这种工艺要求，将再生塔中部只经过两层填料的半贫液（占全部溶液量的 75%，约 115°C ）抽出，直接送往吸收塔中部使用。将再生塔底部彻底解吸了的贫液（占全部溶液量的 25%，约 119°C ）引出后冷却到 71°C 送往再生塔顶部使用。这样可将脱碳后气体中的 CO_2 的浓度降低到 0.05% 以下。两段吸收和两段再生在经济上也是有利的：因为吸收和再生之间的温度不同，要将溶液循环使用，必然要将溶液加热和冷却，为使所消耗的蒸汽与冷却水减少、换热设备缩小，在生产中将力求减少这一温度差与冷却的碱液数量。在两段吸收中，冷贫液的数量仅占总量的 $\frac{1}{4}$ ，这样再生塔下段的负荷不但大大减轻，再沸器的传热量也可减少，贫液出塔后的冷却水的消耗也将大大降低。体现出较好的经济效益。

设计的工艺条件

一、生产能力：

1000 吨 NH_3 /日 相当于入吸收塔气量 $7,468.4 \text{ kg-mol/hr}$

二、入吸收塔气体成分：（干基）%

$\text{N}_2:19.80$ 、 $\text{A}:0.25$ 、 $\text{H}_2:61.22$ 、 $\text{CO}:0.49$ 、 $\text{CO}_2:17.96$
 $\text{CH}_4:0.29$

出吸收塔气体成分：（干基）%

$\text{CO}_2:0.1$ 、余为 N_2 、 H_2 、 CO 、 A 、和 CH_4 。

三、溶液成分：

Benfield 溶液组成（重量）%

$\text{K}_2\text{CO}_3:27$ 、 D 、 E 、 $\text{A}:3$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5:0.75$

四、溶液量：

贫液（转化度 0.25） 276 米³/时

半贫液（转化度 0.42） 838 米³/时

合计： 1114 米³/时

单位溶液的吸收能力： $24.6 \text{ NM}^2/\text{米 CO}_2/\text{液}$

五、操作条件：

吸收塔：两段吸收

吸收压力： $27.2 \text{ kg}/\text{cm}^2$ (表)

入塔气体温度： 126°C 出塔气体温度 71°C

上塔贫液入口温度： 71°C

下塔半贫液入口温度： 113°C

富液出塔温度： 120°C ，转化度 0.83

上塔喷淋密度： $52.4 \text{ 米}^3/\text{米}^2 \cdot \text{时}$

下塔喷淋密度： $116 \text{ 米}^3/\text{米}^2 \cdot \text{时}$

再生塔：两段再生

塔顶压力： $0.42 \text{ kg}/\text{cm}^2$

塔底压力： $0.7 \text{ kg}/\text{cm}^2$

塔顶温度： 99°C

塔底温度： 119°C

富液减压入塔温度： 109.5°C 转化度 $0.6\sim 0.7$

塔底贫液转化度： 0.25

第三节 结构特点

CO_2 吸收塔和 CO_2 再生塔均为整体的填料塔。此类塔型是较古老的塔型，生产强度不如一些新型塔如浮阀塔等。但是在填料塔中，汽液二相通过填料表面进行换热传质，较为平稳。而在板式塔中气体是鼓泡地通过液层，因而极易生成泡沫。热钾碱溶液本身在生产过程中就容易生成稳定的泡沫，造成塔内液泛，甚至将碱液代至后工序造成恶果，泡沫严重时可能造成泵吸不上液体、打不上量。因此有一些措施可以消除泡沫，但是从塔型结构上来避免和减少溶液起泡，也显得十分重要。为了生产的稳妥起见， CO_2 吸收塔和再生塔采用填料塔。

CO_2 吸收塔的结构见图 4-1。由于采用两段吸收，两段再生的工艺流程，对吸收塔来讲，上段的气量小，液量也小，而吸收过程的

有利条件是在接近液泛条件下操作，因此吸收塔选用上细下粗的结构形状。上塔内径 $8' - 6''$ (2591 mm)，切线高度 $61' - 6''$ (18745)；下塔内径 $11' - 6''$ (3505 mm)，切线高度 $72' - 0''$ (21946 mm)。上、下塔之间用高 $5' - 0''$ (1525 mm) 锥节连接。全塔的切线总高为 $138' - 6''$ (42215 mm)。上塔内装两层填料，为 $1\frac{1}{2}''$ 碳钢和不锈钢鲍尔环，下塔也装两层填料，为 $2''$ 碳钢和不锈钢鲍尔环。不同材质和规格的鲍尔环使用情况详见表 4-4。贫液和半贫液在塔的上部和中间锥部入塔。为使溶液在塔内均匀密布，在进口处设有喷淋器和淋洒器。喷淋器采用直管排列式喷淋器；淋洒器采用升气管式盘式液体分配器。粗变换气是由塔底入塔，同样通过分配器均布，其分配器的结构与液体用直管排列式喷淋器相似，只是管壁上所开孔的方位和大小不同。在每层填料层的底板设有气体喷射——填料支承板，要求即能承受上面填料及所含液体重量，又有不小于鲍尔环空隙率的较大自由截面使气体自下而上的穿过，采用波纹状多孔板结构。在第一层和第三层的气体喷射——填料支承板还与液体再分配器联用，其作用克服塔壁效应，使液体重新分布后流入下一层填料层，其结构也采用升气管式盘式分配器。由于第二层填料下部为半贫液进口，这样流过第二层填料层的液体便可利用半贫液的液体分配器均布后进入第三层填料层，所以第二层气体喷射——填料支承板下面不设有液体再分配器。第四层料填层下面为液体流出段，也无须设置液体再分配器。在每层填料层的上面都设有填料保持栅板，防止液泛引起填料床层跳动，代走钢环破坏填料。气体出口处设有缩口式除沫器，分离捕捉夹代在气体中的雾沫和液滴，以防止碱液的损失及对后工序的影响。在塔底正常液面处装有消泡格板，维持液层的稳定，消除和破碎气泡。在富液流出口处设有旋涡消除板，防止液流夹代气体进入泵内。

CO_2 再生塔的结构见图 4-2。其结构与吸收塔大致相同。内径 $14' - 0''$ (4270 mm)，全塔切线高度 $161' - 0''$ (49073 mm)。全塔可分为三部分，上部为洗涤段，中部为富液段，下部为半贫液段。上部的洗涤段，为了净化出塔的 CO_2 气体，洗涤清除所夹代的碱溶，而设有三块条形泡罩塔板，并在第三块塔板下面设有除沫器。在富液

段有两层填料，均为 2" 的玻璃纤维加强聚丙烯塑料鲍尔环。在半贫液段有一层填料，为 1½" 的碳钢和不锈钢鲍尔环。不同规格和材质的鲍尔环使用情况详见表 4—5。每层填料的上面都设置填料保持栅板。由于第二层和第三层填料层下方为半贫液和贫液抽出段，故只设置气体喷射——填料支承板。在第一层填料层的下部设置联合使用的气体喷射——填料支承板和液体再分配器。富液由富液段上端的进口入塔。在进口的对面塔壁 180° 圆周上，为防止汽液的冲刷，设有厚 ½"、高 5' 的用螺栓连接的可更换的防护板。为使汽、液混合体分离，并使液体均匀密布，进塔液体通过敞口的槽式分布器和液体分配器进入填料层。在富液段的底部焊有 1 号碟形泄流隔板，由于除了 75% 的半贫液抽出外，其它半贫液将溢流至下段，而且下段的气体将要自下而上的穿过，所以此泄流隔板上按有升气管和溢流管。在半贫液段的底部焊有 2 号碟形隔板，由于在此处液体全部抽出，所以碟形隔板上只按有升气管。抽出的液体经再沸器加热至沸腾再回塔内，依靠大量水蒸汽的产生将残余的 CO₂ 气体从溶液中汽体出来，在进口处按有挡液板。在一号隔板、二号隔板和底部的液体出口处均设涡流消除板。

吸收塔和再生塔的除沫器、泡罩塔板、喷淋器、液体分配器、气体喷射——填料支承板、填料保持栅板及液体再分配器等内件均为分块的可拆联连，其分块大小以能通过人孔为限。以上内件具体设计要求和结构形式详见本章第三节。

在每层填料层的下部均设有填料卸出孔，由一个旋转一定角度便可取出或固定的挡板卸出或堵住填料，外边用平盖法兰密封。在塔的适当高度位置开设人孔，为使操作人员进出方便，在人孔上方的塔内壁焊有把手。裙座结构在固定和压紧地脚螺栓上与我国常见形式不同，地脚螺栓穿过焊死裙座上的套管紧固，底板直径较小，但裙座的刚性较差。在卧式运输中为防止裙座被压扁，裙座内部焊有圆钢管三角支撑，外部焊有被加强的支座。

为了运输和吊装的方便，吸收塔和再生塔均注出重心标高位置。CO₂ 再生塔由于内压较低，壁厚较薄，为防止吊装时壳体变形，在重心位置上 25' 处（大约吊装时系绳索处）的壳体内壁焊有二道 ¾" 厚，

8" 宽相距 1' - 6" 的加强圈。为了方便吊装时对准方位，在塔体的圆周线上标出 0° 、 90° 、 180° 、 270° ，一般 0° 指正北。在再生塔的椭圆形顶封头的内壁焊有吊环，用于内件安装时起吊重物。

吸收塔和再生塔所用填料均为鲍尔环，鲍尔环是在拉西环的壁上开一层或二层长方形小窗，金属环的小窗叶片向环中心弯入；塑料环则做成十字形交叉内片。这就使得填料表面更分散，分布更均匀，空隙率可达 95% 左右，液体在内表面积存量减少，气、液都能从小窗穿越而过，因而阻力降低。鲍尔环是一种较新型的填料。与拉西环相比有如下特点：

1. 负荷能力较高。
2. 压力降较低。
3. 液体沟流较小，因此效率受填料高度影响较小。
4. 能增强气、液间的湍动流动，有利于吸收。

其鲍尔环的常用数据见表 4-6。

吸收塔和再生塔的壁厚设计，是从等强度原则出发，由上至下采用薄到厚的壁厚。这样，既满足了强度、刚性上的要求，又减轻了塔体的重量，节省了材料。 CO_2 吸收塔由上至下筒体壁厚尺寸： $1\frac{7}{16}"$ (37 mm) [长度为 61' - 6" (18745 mm)]、2" (51 mm) [长度为 5' - 0" (1525 mm) 锥节]、 $1\frac{7}{8}"$ (48 mm) [长度为 52' - 6" (16002 mm)]、 $2\frac{1}{16}"$ (52 mm) [长度为 19' - 6" (5944)]，裙座壁厚 $\frac{9}{16}"$ (14 mm) [长度为 13' - 4" (4064 mm)]。顶部为厚 $1\frac{7}{16}"$ (37 mm) 2:1 椭圆封头，底部为厚 $2\frac{1}{16}"$ (52 mm) 2:1 椭圆形封头。 CO_2 再生塔由上至下筒体壁厚尺寸： $\frac{5}{8}"$ (10 mm) [长度为 58' - 1" (17704 mm)]、 $\frac{9}{16}"$ (14 mm) [长度为 57' - 11" (17653 mm)]、 $\frac{5}{8}"$ (16 mm) [长度为 25' - 0" (7620)]、 $\frac{3}{4}"$ (19 mm) [长度为 20' - 0" (6096 mm)]，裙座壁厚 $\frac{5}{8}"$ (16 mm) [长度为 19' - 6" (5944 mm)]，顶部为厚 $\frac{1}{2}"$ (12.7 mm) 碟形封头 (碟形半径 144" (3658 mm)、内转角半径 $11\frac{1}{4}"$ (287 mm) 直达长度为 2" (50.8 mm)]、底部为厚 2" (51 mm) 2:1 椭圆形封头。

CO₂ 吸收塔 鲍尔环 填料层 明细表

表 4-4

项 目 \ 层 号	一号填料层		二号填料层		三号填料层		四号填料层		
	上 部	下 部	上 部	下 部	上 部	下 部	上 部	中 部	下 部
规 格	1½"	1½"	1½"	1½"	2"	2"	2"	2"	2"
材 质	不 锈 钢	碳 钢	不 锈 钢	碳 钢	不 锈 钢	碳 钢	不 锈 钢	碳 钢	不 锈 钢
填料层高度	2'-0"(610mm)	21'-0"(6400mm)	2'-0"(610mm)	21'-0"(6400mm)	2'-0"(610mm)	21'-0"(6400mm)	2'-0"(610mm)	15'-0"(4570mm)	6'-0"(1830mm)
	23'-0"(7010)		23'-0"(7010)		23'-0"(7010)		23'-0"(7010mm)		
填料层体积	114 呎 ³	1190 呎 ³	114 呎 ³	1190 呎 ³	208 呎 ³	2184 呎 ³	208 呎 ³	1560 呎 ³	624 呎 ³
	1304 呎 ³		1304 呎 ³		2392 呎 ³		2392 呎 ³		

其中：1½" 不锈钢环共 228 呎³ 1½" 碳钢环共 2380 呎³

2" 不锈钢环共 1040 呎³ 2" 碳钢环共 3744 呎³

CO₂ 再生塔 鲍尔环 填料层 明细表

表 4-5

项 目 \ 层 号	一号填料层	二号填料层	三号填料层		
			上 部	中 部	下 部
规 格	2"	2"	1½"	1½"	1½"
材 质	玻璃纤维加强聚丙烯塑料	玻璃纤维加强聚丙烯塑料	不 锈 钢	碳 钢	不 锈 钢
填料层高度	31'-6"(9600mm)	31'-6"(9600mm)	2'-0"(610mm)	22'-0"(6705mm)	6'-0"(1829)mm
			30'-0"(9144)		
填料层体积	4840 呎 ³	4840 呎 ³	307 呎 ³	3380 呎 ³	921 呎 ³
			4608 呎 ³		

其中：1½" 不锈钢环共 1228 呎³ 1½" 碳钢环共 3380 呎³

2" 玻璃纤维加强聚丙烯塑料环共 9680 呎³

鲍尔环常用数据

表 4—6

材 质	规 格 (名义尺寸)	厚 度	空 隙 率 ε 呎 ³ /呎 ³	堆积重量 磅/呎 ³	填料因子
金属鲍尔环	$\frac{5}{8}$ "		93	37	70
	1"		94	30	48
	1 $\frac{1}{2}$ "		95	26	28
	2"		96	24	20
塑料鲍尔环	$\frac{5}{8}$ "		87	7 $\frac{1}{2}$ (9 $\frac{1}{2}$)	97
	1"		90	5 $\frac{1}{2}$ (8 $\frac{1}{4}$)	52
	1 $\frac{1}{2}$ "		91	4 $\frac{3}{4}$ (6)	32
	2"		92	4 $\frac{1}{2}$ (5 $\frac{1}{4}$)	25
	2 $\frac{1}{2}$ "		92	4 $\frac{1}{4}$ (5)	

注：括号内为玻璃纤维加强聚丙烯塑料鲍尔环重量

第四节 材质的选用

本设备的介质是高温热钾碱溶液和高温潮湿的 CO_2 气体。高温热钾碱溶液对碳钢的腐蚀是十分严重的，尤其在转化度较高的部位（如吸收塔的底部）。而高温潮湿的酸性 CO_2 气体对碳钢的腐蚀比碱液还要严重，含 CO_2 气体的冷凝对金属材料的耐酸腐蚀，当温度为 60°C 以下者还尚小，但温度为 60°C 以上则变的严重，如再生塔的顶部。据认为碳钢被腐蚀是因为碳酸的作用（即 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- ，而且 HCO_3^- 的腐蚀作用比 CO_3^{2-} 为强），生成了 Fe^{++} 或 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，它不断溶解，故金属表面的腐蚀得以不断的发生。但是在热钾碱溶液中加入缓蚀剂，即在苯菲尔德溶液中加入 V_2O_5 这种氧化性的缓蚀剂时，它可以使铁氧化成 Fe_2O_3 ，在碳钢表面上生成致密的保护膜（钝化膜），从

而阻止了对碳钢的继续腐蚀。因此在使用缓蚀剂的情况下， CO_2 吸收塔和再生塔的一些部位和零部件可以采用碳钢材料制。如吸收塔壳体材质为SA-516-70碳钢、再生塔的下部壳体材质为SA-285-C碳钢。但有下列两点特殊情况给以说明：

1. 由于所加入的缓蚀剂只对液相腐蚀时起缓蚀作用，而对气相腐蚀效果不明显，因此对于如再生塔上段气相接触区域和其它溶液喷淋不到或者喷淋不均的部位和内件，只能考虑选择耐腐蚀的材料，如再生塔的上段选用复合层为SA-240-304L的不锈钢复合钢；内件填料保持栅板、填料支承板、液体分配器、喷淋器等选用SA-240-316、SA-240-304、SA-240-304L不锈钢；人孔、卸料孔等选用SA-249-304L不锈钢衬里，其结构见图4-19。

2. 在液相接触区域里，加入缓蚀剂后的碳钢表面有可以抵抗化学腐蚀的钝化膜生成，但此膜并不坚固。因此在液体流速大、冲刷厉害的部位不采用碳钢材料，以防因钝化膜的破坏而遭至腐蚀。如吸收塔和再生塔的一些大口径接管采用SA-240-304L不锈钢衬里，其结构详见图4-20、图4-21。

由于热钾碱溶液加入了缓蚀剂，吸收塔和再生塔的一些结构材料可选用普通的碳钢。但若结构设计、制造和使用不当，仍能产生严重的腐蚀，尤其是造成应力腐蚀的开裂这一严重问题。其十分重要的注意事宜：

1. 为了避免应力腐蚀，在焊接处应消除应力。 CO_2 吸收塔的施工图中，明确规定设备制造完工后进行整体消除应力的热处理，而且热处理后不允许在塔体上再进行任何施焊。再生塔壳体的碳钢部分亦有相同的要求。为此，一些将在现场安装附属构件的支承圈、支座和即使是很另碎的支耳、保温圈等都应在制造车间焊于塔体。一些支耳和梁等以及今后能够更换的构件则宜做成可拆式的，先将挂耳、梁夹等焊好，然后现场用螺栓固定。

一些支架、挂耳的结构设计，一定要采用不致于发生应力集中的结构。

再生塔不锈钢复合板制的上塔段和碳钢制的下塔段组合成整体

的工序应该在碳钢段消除应力热处理后进行。其焊接节点见图4-13-1。

2 在设备使用中，应严格执行下列防腐蚀措施：

(1) 开工前进行预处理和钝化处理，即先除锈、洗净、热碱洗，然后再用含 V_2O_5 的碱液浸渍处理，使设备的金属表面形成钝化膜。

(2) 为了维持钝化膜，在操作中需保证 V_2O_5 的一定的浓度。

(3) 生产中采用的各种缓蚀剂都是可以变价的氧化剂，由于氧化还原的结果，将由高价化合物变成低价化合物。如果没有氧的存在，低价化合不能恢复到高价化合物，这样缓蚀作用将是有限的，不能继续不断地阻止对碳钢的腐蚀。为防止此现象的发生，应注意通入空气，以保持足够的含氧量。

(4) 在使用缓蚀剂时，应注意避免有与其反应生成沉淀的组分存在，否则将失去缓蚀作用。

塔体及主要零、部件用材详见表 4—7。

吸收塔的壳体腐蚀裕度：填料层下面为 $\frac{1}{4}$ " (6 mm)，其余为 $\frac{1}{8}$ " (3 mm) 详见表 4—2。

再生塔的壳体腐蚀裕度：碳钢段为 $\frac{1}{4}$ " (6 mm)。详见表 4—2。

由于热钾碱溶液是加入了缓蚀剂的改良液，防止了对碳钢的严重腐蚀，所以吸收塔和再生塔可采用碳钢制填料。此种填料的优点是强度高，可承受的温度也高，但只能适用于绝对无腐蚀的场合。使用此填料的防腐蚀措施为：

(1) 保护碳钢环在运输和装入设备前不得生锈。

(2) 开车前用低浓度碳酸盐清洗以除去钢环上的油污。

(3) 操作时加入空气，保持缓蚀剂处于高价化合物状态。

(4) 当含有缓蚀剂的溶液不能全部湿润到的碳钢填料层，应采用不锈钢填料或者聚丙烯填料作为保护层。

聚丙烯塑料填料是最近发展起来的填料，它耐腐蚀，而且价格与碳钢环相近。但有下述缺点。

(1) 软化点低，一般 115°C 左右即软化，用玻璃纤维加强者可使用到 126°C ，所以使用时必须注意任何时候其温度都不可超过软化温度，否则将发生融成一块的现象。如发生此现象，则压力降增加，最