

引进装置设备技术资料

换 热 设 备

~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室设计

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、有特点的设备及另部件，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。

由美国凯洛格公司引行的三十万吨合成氨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、大庆石化总厂设计院、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、本册为其中的第三章——换热设备包括了装置内各种换热器及废热锅炉等内容。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

第三章 换热设备.....	1
第一节 概述.....	1
第二节 材料及制造.....	4
第三节 结构.....	9
第四节 特殊换热设备.....	14
第五节 管板计算.....	34

第三章 换热设备

第一节 概述

本装置换热设备台数共计28台，其中：废热锅炉3台、高压换热器9台、美国管式换热器制造者协会标准（TEMA）型式BES 1台、型式BJU 2台、型式BFU 3台、型式CHN 1台、型式BEM 2台、型式BGU 1台、型式BKU 1台、型式CEN 4台、型式CJN 1台。见图3-1-1。换热设备型式的选择系根据温差条件、工艺要求和结构上的可能综合考虑。一般温差大、管间要求清洗、且工艺和结构上允许时，采用U形管式。同时也适用于高压介质、高压介质流过管内、受压面积小可减少高压部件。有些设备虽温差不大，但从工艺要求考虑，仍采用了U形管结构所以本装置中U形管换热设备采用较多计有11台。有的换热设备适用壳程分流结构、一般适用于：1. 一流体的温度范围比另一流体小得多时；温差小（即流量大）的流体走管间。2. 容许压力降很小时，双分流后由于质量速度和流经距离均减半。压降可为分流前的 $1/8$ 。

本装置换热设备特性一览表见表3-1-1。表3-1-1见配件第3页

一、换热设备的设计、制造、检查和试验除图中附加要求外，应符合下列规范：

美国管式换热器制造协会标准（TEMA）1968年B类换热器机械标准。

美国机械工程师协会（ASME）“锅炉及压力容器规范”1971年版第Ⅷ篇第一分篇。

说明书：M.W. Kellogg 管式换热器技术要求C41-1E69

M.W. Kellogg 工程标准13-2S70

M.W. Kellogg C-BC、C-EJ、C-BXR

M.W. Kellogg HEL-p-97-1

二、设计

（一）概述

1. 除附加的要求外应完全符合TEMA标准的B类

2. 符合 ASME 规范第Ⅳ第一分篇的设备应满足下列要求

(1) UW-3 的 B 类焊缝应按表 UW-12 的 (1) 型, 如不可能则按 (2) 型。

(2) 如符合以下的任一条件,

(1) 设计压力超过 600 磅/时²

(2) 设计温度低于 32F

(3) 筒体或管箱的厚度大于 1 吋。

UW-3 的 C 类焊缝应按表 UW-12 的 (1) 型或 (2) 型。

3. 除技术条件特别注明外, 当管程及壳程均受流体压力时, 受压部件应按需要最大材料厚度时的单侧受压进行设计。

(一) 基本许用应力

1. 受压部件的基本许用应力应按规范规定, 选用限定值。

2. 除下述情况外, 不受压部件的基本许用应力, 应是极限抗拉强度的 $33\frac{1}{3}\%$, 屈服强度的 $66\frac{2}{3}\%$, 或在 10000 小时产生 1% 蠕变率的应力, 选用其中最小值。

(1) 附在受压壳体上的非受压部件的焊缝, 应按受压部件的许用应力进行设计。

(2) 地脚螺栓应按 15000 磅/时² 的基本许用应力进行设计。

三 筒体, 管箱、封头及支座。

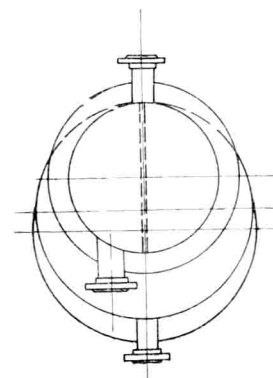
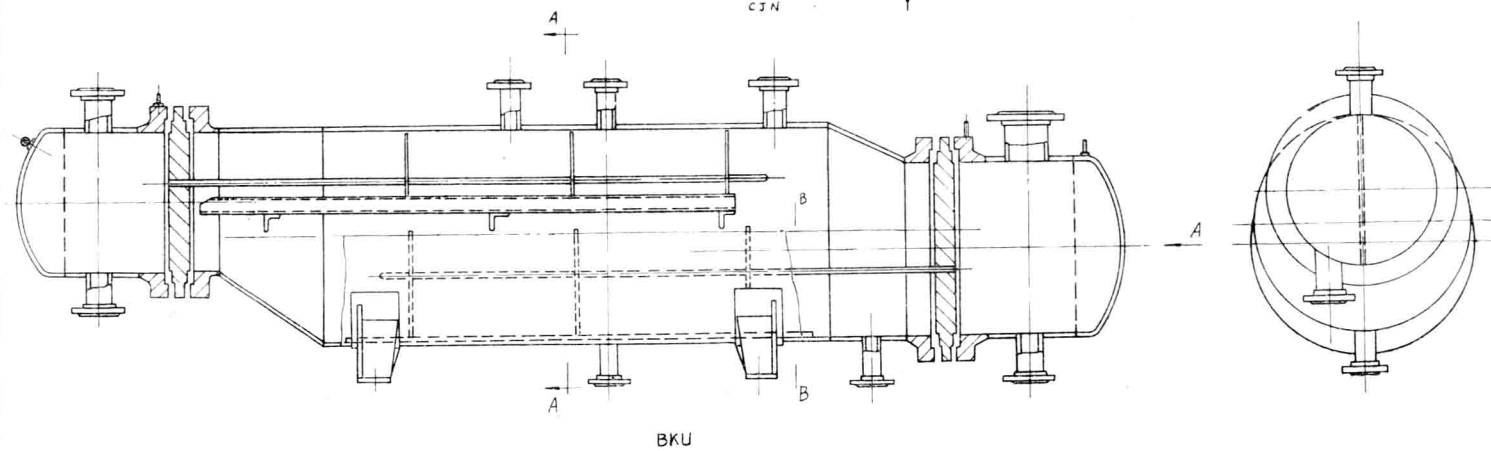
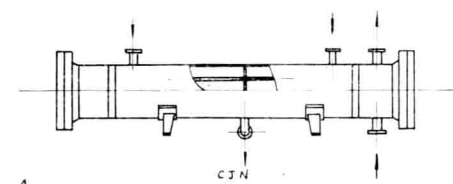
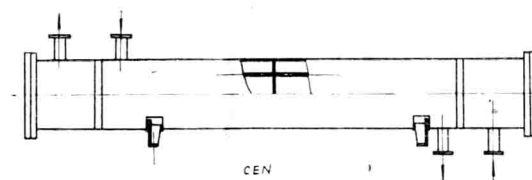
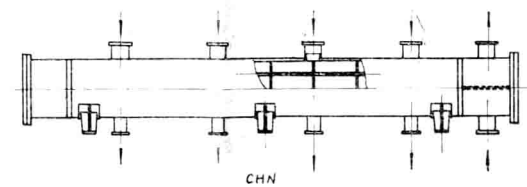
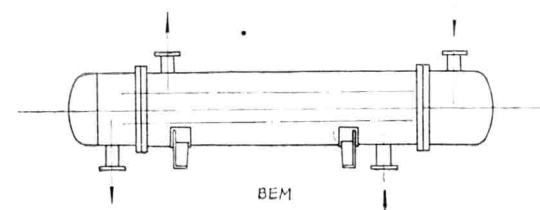
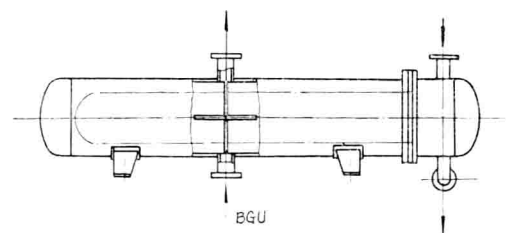
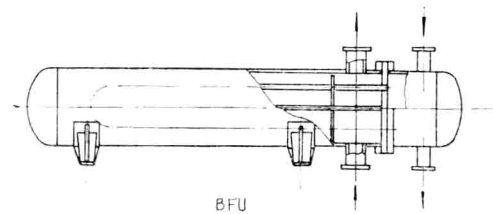
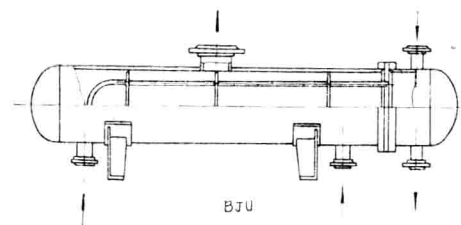
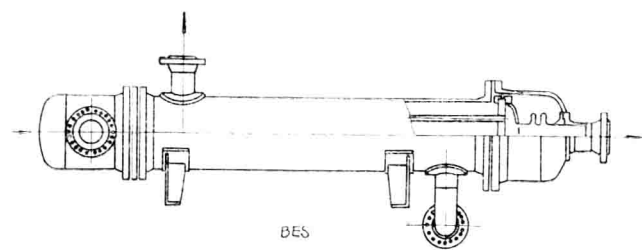
(一) 釜式重沸器及 U 形管装置的筒体头盖应直接焊在筒体上, 其它形式的头盖应当是可拆式的。

(二) 管箱及浮头分程隔板应采用焊接固定。分程隔板在密封面处至少应有 $3/8$ " 厚, 与密封面加工成一个平面。

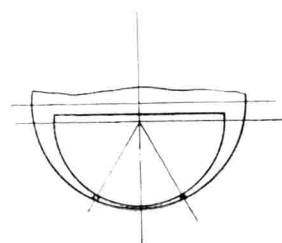
(三) 具有整体端盖式管箱 (bonnet type channels) 的换热设备的管板的外径, 应当和壳体连接法兰的外径一样, 当卸下整体端盖时, 应具有适当的装置以保持管板与壳体间的密封压力。

(四) 叠装式的换热器支座间应留出 $1/2$ 吋安放垫块用。

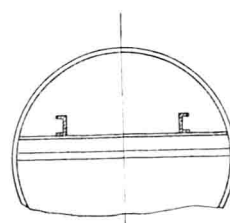
四 承受压力的螺栓, 应采用双头螺栓, 直径不小于 $5/8$ 吋。



B-B



A-A



A 向

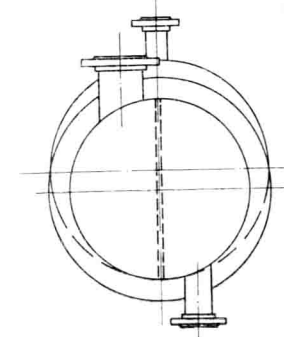


图 3-1-1

第二节 材料及制造

一、材料：

如何合理地选择和正确地使用材料，是设备使用可靠性和经济性重要依据之一。换热设备用材料必须按照使用介质的压力、温度和物理、化学性能选择合适的材料。

换热设备主要部件用材情况见表 3—2—1 表 3—2—1 见配件第 6 页

换热设备用的焊接管除作压力试验外，均应在钢厂按 ASTM A450 作无损电试验 (nondestructive electric test)。采用的焊接不锈钢管应符合 ASME SA—249。

螺栓及垫片：

1. 螺栓及螺母的材料按螺栓型式从表 3—2—2 选用，所用材料的制造方法、热处理等应符合表 3—2—2 按不同型式所列的标准。见表 3—2—3。

选用螺栓型式 表 3—2—2

用 途	连接材料	金属温度 °C			
		—253 —101.5	—101 —29	—28 232	233 482
外部螺栓	铁素体 奥氏体	B8	B7 L7	B7 B7	B7 (注) B8CT
内部螺栓	碳钢 C—1/2 奥氏体	—	—	—	—
	1/2 ~ 3 CrMo	—	L7	R7	B7
	2 ~ 6 Ni 钢	—	—	—	—
	4~6Cr—Mo 钢	—	—	B5	B5
	T1~T3Cr 钢	—	—	B6	B6
	AISI 304 型	B8	B8	B8	B8

注：当温度范围在 426~560 °C 时，如要求较高强度则 B5 螺栓可用于浮头法兰。

材料详细说明

表 3-2-3

螺 栓	螺 栓		母	母	
	ASME	材料	标记	ASME	材料
B5	SA-193	B5 级	B5	SA-194	3 级
B6	SA-193	B6 级	B6	SA-194	6 级
B7	SA-193	B7 级	B7	SA-194	2H 级
B8 CT	SA-193	B8 C 或 B8 T	B8 C 或 B8 T	SA-194	8.8C 或 8T
L7	SA-320	L7 级	L7	SA-194	4 级

2. 除注明外双头螺栓全长均有螺纹。

3. 金属包石棉型垫片的金属板均须退火处理。

4. 金属制的垫片的最大布氏硬度如下：

低碳铁、低碳钢及镍——120。

67%Ni 30%Cu (蒙耐尔合金)——125。

5%Cr - 1/2 Mo 钢——140

18%Cr 8%Ni 钢 (AISI 304 型)——160。

三 焊后热处理要求

(一) 换热设备应按所采用的规范。技术条件及下面的补充要求进行焊后热处理。

1. P, 材料的焊后热处理的最低温度为 593°C (1100°F) ; ASME 规范第 VIII 篇第 1 分篇表 UCS-56 附注 1 不适用。

2. 异种材料间焊缝的焊后热处理应满足要求严格的一种材料的要求。并应通过试验进行验证。

3. 对衬有如 AISI 型号 304 或 316 的非稳定性奥氏体材料的衬里的 PI 材料如需进行焊后热处理 则应在 510 ± 28°C (950 ± 50°F) 下进行, 时间为每吋壁厚 10 小时, 但不得小于 10 小时。

4. 最高的消除应力或焊后热处理的温度不得超过下列值中的最低值。

(1) 所采用的规范列出的最高温度值。

(2) 对下列材料所列的温度

碳钢及 $2\frac{1}{2}\%$ ~ 3% Ni 钢 ———— 648°C (1200°F)

C — $\frac{1}{2}\%$ 及 Mn — Mo 钢 ———— 690°C (1275°F)

$\frac{1}{2}\%$ Cr — $\frac{1}{2}\%$ Mo 钢 ———— 690°C (1275°F)

但当设计的金属温度为 482°C (900°F) 或更高时, 则焊后热处理的温度范围应在 $676 \sim 732^{\circ}\text{C}$ ($1250 \sim 1350^{\circ}\text{F}$), 时间至少为 4 小时,

$\frac{3}{4} \sim 9\%$ Cr — Mo 钢 ———— 745°C (1375°F)

(二) 奥氏体合金钢换热设备 U 形管应进行热处理以消除冷弯时产生的应力, 当管子材料是 304 L、316 L 热处理温度为 $871 \sim 898^{\circ}\text{C}$ ($1600 \sim 1650^{\circ}\text{F}$), 最小保温 10 分钟后空气冷却。此项热处理可在装入管板前在弯管全长上进行, 但也可仅处理组装好的管束的弯曲部分和至少包括 1 呎长的直管段进行处理。

(三) P_2 材料厚度为 2 吋或 2 吋以上, P_1 材料厚度为 1 吋或 1 吋以上, 已要求焊后热处理。则热处理后对受压部件不应焊接。

(四) 若所用规范或设计金属温度低于 15°C (60°F) 的材料需要焊后热处理时, 则在进行了这样热处理后, 对受压部件不应再焊接。

(五) 用电渣焊或单道气体保护电弧焊的厚度等于或大于 $\frac{3}{4}$ " 的焊缝须进行正常化处理。

三 检验:

(一) 除螺栓的焊接外, 用含铬量超过 $\frac{1}{2}\%$ (名义含量) 的 Cr — Mo 钢制的换热器的所有对接焊缝均须进行射线照相检验。

(二) 设计压力为 $100\text{kgf}/\text{cm}^2$ (1500 psig) 或更高压力的换热设备的所有接管焊缝均应进行射线照相检验, 如不能进行射线照相检验, 则铁素体材料的焊缝表面应采用磁粉法, 奥氏体材料的焊缝表面应采用液体渗透法, 在水压试验完毕后, 对内外表面进行检查。如果焊缝在试压以后不便于检查, 则应在试压前进行检查。

(三) 不论材料、厚度及工作性质, 任何部位的焊缝在进行大变形的 (厚度与局部半径的比大于 5%) 滚制、压制、卷制等加工之前须

全部进行射线照相检查。并且在部件完成大变形加工之后和进行下一步制造工序之前，须进行磁粉法或液体渗透检验。

(四) 用电渣焊或单运气体保护电弧焊 (single pass electrogas) 焊成的焊缝应当在热处理之后，按 ASME 规范第Ⅲ节 B625 的规定进行超声波检查。

(五) 在完成任何必须的焊后热处理后按表 3-2-4，铁素体材料的焊缝表面应进行磁粉法或液体渗透检查，奥氏体材料的焊缝表面应进行液体渗透检查。当容器壁厚大于 2 吋时，这些检查应在任何必须的焊后热处理及水压试验完成之后进行。

表 3-2-4

容器条件		射线照相	纵缝和环缝	接管焊接 (注 1)	附件焊接 (注 2)
材	料				
铁素体钢含 $1/2\%$ Cr (最大名义含量)	未经热处理	局部 100% (注 3)	—	—	—
	经热处理	局部 100% (注 3)	—	—	—
含 Cr $> 1/2\%$ 铁素体钢		100% 或局部	—	—	—
奥氏体钢设计温度 $\leq 398^\circ\text{C}$ (750F)		局部	—	—	—
或壁厚 $\leq 3/4$ 吋		100% (注 3)	—	—	—
奥氏体钢设计温度超过 398°C (750F) 或壁厚超过 $3/4$ 吋		100% 或局部	—	—	—
			检 验	检 验	检 验

注：1. 接管焊接包括接管与加强圈、容器与加强圈、以及接管与加强圈以下的容器之间的焊缝。位于加强圈下面的焊缝应在焊加强圈之前进行检验。

2. 附件焊接包括结构、支承、裙座附件的焊接。

3. 只有规范或技术条件要求射线照相检验时才进行表面检验。

(六) 用于固定销钉或螺栓的焊缝，应用重量较轻的锤敲打以进行检验。

(七) 如要求作液体渗透检验，则所有能达到的焊缝表面均应进行检验，任何妨碍检验的表面的凸凹均应磨去。当被检验的表面为奥氏体合金钢或镍——铁——铬合金材料，而且设计温度高于 398°C (750°F) 时，应对液体渗透剂作含硫量检验或在检验完毕后将表面用“Alconox”进行清洗。

(八) 叠装的换热器应在制造厂组装，以校核相互对接的管口的位置是否准确。

四 公差：

(一) 除特殊要求外制造公差按 TEMA 标准。

换热设备外形尺寸，接管和支座位置的标准公差，示于图3-2-1 (公差不足累积值)

适用于管板、隔板、头盖和法兰的标准公差示于图 3-2-2。

五 试压：

(一) 水压试验如图纸无特殊要求，则按规范试压至少 1.5 倍设计压力，试验至少保持 1 小时，壳程和管程应分别进行试压，其方法是至少能从一侧检查出管子接头漏水。最好采用试压环，如无试压环则按 API 660 试压。铬镍不锈钢或其衬里或复合板制的换热设备或部件，须采用可供饮用的水试压，不得采用含盐的水进行水压试验。

(二) 水压试验的温度的选择应使换热设备所有部件处于其转换 (韧性——脆性断裂) 温度以上。

(三) 换热设备最终水压试验须用清洁的水溶液，其中含 2.7% 亚硝酸钠、0.3% 磷酸——钠和 0.17% 的 nacconol DB 或等效的缓蚀剂，加入足够的碳酸钠 (苏打水) 以保持溶液中的 PH 值在 8~9 之间，试压后应排净设备中溶液，使其干燥，不再冲洗，以便在表面上保持一层薄膜作为防锈剂。设备干燥后所有开孔均须采取措施将其密封。

(四) 若换热设备受压部件有缺陷，则返修后应重新进行水压试验。

第三节 结构

一 管子与管板的连接：

由于管子与管板的材料不同、所承受的操作压力、介质、温度不同，所以采用不同的连接方法。本装置中除高压换热设备管子与管板的连接采用强度焊接外，其余均为胀接连接。见图 3—3—1，开槽尺寸见表 3—3—1。

单位：mm. 表 3—3—1

位 号	a	b	c	管板厚度 h	胀接深度
1105—C	8	6	0.4	189	
1107—C	6	10	0.4	111	
1110—C	8	6	0.4	71	
1111—C	8	6	0.4	48	
115—C	8	6	0.4	122	
116—C	13	8	0.4	133	
120—C				61	90%
121—C				86	90%
126—C	6	10	0.8	32	
127—C	6	10	0.8	102	
128—C	6	10	0.8	41	
129—C	6	10	0.8	133	
132—C	8	6	0.4	63	
136—C	6	10	0.8	140	
142—C	8	6	0.4	97.75	
2203—C	6	6	0.4	25	
1054—C ₁	6	6	0.4	92	

胀管深度除图中要求外，不得低于下述三值中的最小值：

1. 2吋
2. 管板厚度减去 $1/8$ 吋
3. 二倍管子外径

管板开孔直径及公差符合 TBMA 规定。

管径	开孔直径
$3/4''$ (19)	$0.760^{+0.002}_{-0.004}''$ (19.3 $^{+0.051}_{-0.102}$)
$5/8''$ (15.9)	$0.635^{+0.002}_{-0.004}''$ (16.1 $^{+0.051}_{-0.102}$)
1'' (25.4)	$1.012^{+0.002}_{-0.004}''$ (25.7 $^{+0.051}_{-0.102}$)

三 横向折流板、支承板

为了增加管间流速，提高换热设备的传热，在管间设有横向折流板，折流板和支承板的最大间距符合TEMA标准。

大部分换热设备横向折流板采用圆缺形（图3-3-2）折流板的尺寸和数量见表3-3-2。折流板切口开在管排、程间通道或管间通道（采用正方形排列时）的中心线附近，或管子排列面的外侧。

圆缺形折流板

表-3-2

设备位号	设备内径 吋 (毫米)	设备内径与折流 板外径差吋	折流板中心至折 流板切口高度吋	第一块折流板至 管板高度 吋	折流板间距 吋	折流板厚度 吋	管子在经吋	折流板上开 孔直径吋	折流板数量	备 注
120-C	42 (1067)	0.225 (6)	$1\frac{13}{32}$ (36)	$31\frac{5}{16}$ (795)	$29\frac{1}{4}$ (742)	$\frac{5}{8}$ (16)	$\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{49}{64}$ (19.5)	21	卧 式
123-C	35 (889)	0.175 (4.5)	$7\frac{31}{32}$ (202)	$17\frac{7}{32}$ (442)	$17\frac{3}{8}$ (441)	$\frac{5}{16}$ (16)	"	$\frac{25}{32}$ (19.8)	15	立 式
126-C	12 (305)	0.125 (3)	1 (25)	8 (203)	$6\frac{1}{2}$ (165)	$\frac{3}{16}$ (5)	"	$\frac{25}{32}$ (19.8)	17	卧 式
127-C	57 (1448)	0.312 (8)	$11\frac{7}{16}$ (290)	$25\frac{1}{4}$ (641)	$15\frac{1}{2}$ (394)	$\frac{3}{8}$ (10)	"	$\frac{25}{32}$ (19.8)	16	"
136-C	29 (737)	0.1875 (5)	$5\frac{13}{16}$ (148)	$29\frac{1}{4}$ (742)	$46\frac{1}{2}$ (1180)	$\frac{5}{8}$ (16)	"	$\frac{49}{64}$ (19.5)	5	"
1111-C	36 (914)	0.1875 (5)	1 (25)	$31\frac{9}{16}$ (801)	30 (762)	$\frac{1}{2}$ (13)	"	$\frac{25}{32}$ (19.8)	8	卧式U型管
2203-C	120 (305)	0.11 (3)	1.63 (41)	10 (254)	8 (203)	$\frac{3}{16}$ (5)	"	$\frac{25}{32}$ (19.8)	28	"
105u-C ₁	$33\frac{1}{2}$ (850)	0.1875 (5)	$5\frac{1}{8}$ (130)	48 (1219)	46 (1168)	$\frac{1}{2}$ (13)	"	$\frac{25}{32}$ (19.8)	3	"
105u-C ₂	42 (1067)	0.225 (6)	$9\frac{1}{2}$ (241)	$47\frac{7}{8}$ (1217)	—	$\frac{5}{8}$ (16)	"	$\frac{49}{64}$ (19.5)	1	"

当壳程允许压降很小时，也有采用双圆缺形折流板，其结构见图 3-3-3、尺寸见表 3-3-3。

双圆缺折流板

表 3-3-3

设备位号	设备内经时	设备内经与折流板外径差时	a 时	b 时	第一块折流板至管板间距时	折流板间距时	折流板厚度时	管子外径时	折流板上升孔直径时	折流板数量	备 注
121-C	48(1219)	0.1375 (5)	$9\frac{7}{8}$ (251)	12 (305)	$29\frac{3}{8}$ (746)	$24\frac{3}{4}$ (629)	$\frac{5}{8}$ (16)	$\frac{5}{8}$ (16)	$\frac{41}{64}$ (16.3)	21	卧 式
1105-C	66(1676)	0.312 (8)	$15\frac{1}{8}$ (384)	$17\frac{1}{8}$ (435)	$40\frac{9}{16}$ (1030)	$24\frac{1}{4}$ (616)	$\frac{5}{8}$ (16)	$\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{25}{32}$ (19.8)	13	U 型管

位号 132-C 为 U 形管换热设备，由于布管区范围小故采用图 3-3-4 所示结构。

对带有纵向隔板的 U 形管换热设备，其纵向折流板结构：位号 115-C 结构见图 3-3-5a，位号 116-C、1107-C 结构见图 3-3-5b。位号 129-C 为壳程分流型式的折流板，结构见图 3-3-5c。

支承板均采用正圆盖形。

三 纵向隔板：

U 形管换热设备中有四台 (115-C、116-C、124-C、1107-C) 采用“双壳程”结构，即在壳程内装有纵向隔板，纵向隔板是矩形平板，最应注意的是隔板和壳体纵向接触部分可能有间隙介质容易短流。所以纵向隔板和壳程内壁的密封要求较严格，四台设备结构基本相同。115-C 结构见图 3-3-6a、116-C 结构见图 3-3-6b、1107-C 结构见图 3-3-6c。碳钢制纵向隔板具有 $1/4"$ (6mm) 的最小金属总厚度。合金钢制纵向隔板应具有 $1/8"$ (3mm) 的最小金属总厚度。

壳程带隔板的分流结构，其分流隔板均焊于支承板上，板上开孔有二种规格，一种孔为 $\phi 3/4"$ 间距 2"，一种孔径为 $\phi 1/4"$ 间距 $1 1/4"$ ，结构见图 3-3-7。

为提高壳程传热系数，有的设备还设有旁路挡板二对，旁路挡板厚度为 6~12 毫米，宽度为 35~75 毫米。

四 拉杆和定距杆

所有换热设备折流板的拉杆直径均为 $\phi 1/2"$ (12.7mm) 定距杆为 $\phi 3/4"$ (19mm) 的管子，折流板上拉杆孔径为 $\phi 9/16"$ (14mm)，拉杆数量随着换热设备壳体直径不同而异，基本按照“TEMA”规定。拉杆固定方式与我国常用结构相同。唯壳程为高压侧的 123-C 换热器，由于壳体为整体热处理，管板与壳体连接处需最后局部热处理，故拉杆位置放在布管区最外侧，一端不与管板相连而是直接焊于壳体上，见图 3-3-8。

五 管板与壳体的连接

本装置管板与壳体的连接，中低压换热设备主要有二种形式，大部分结构均采用图 3-3-9 中 a 结构 (位号 126-C、127-C、128-C、1110-C、1054-C、2203-C) 仅 1054-C 采用 b 结构。壳体设计压力大于 30kgf/cm² 采用 c 结构。

六 分程隔板

中低压换热设备分程隔板结构与我国相同，最小厚度符合 TEMA 规定

七 缓冲挡板

为保护管束不受流体的直接冲击，在流体入口处装有缓冲挡板，在任何情况下，入口截面不应小于接管流通面积。本装置共有 17 种缓冲挡板，缓冲挡板安装在接管入口处，其固定方式因接管大小、折流板型而异。一般缓冲挡板焊于定距杆或折流板或壳体上，形状为圆形、方形或长方形三种，大小视接管尺寸。图 3-3-10 为缓冲板各种不同的固定方式，其中 B 结构采用较多。凡接管尺寸在 3" 以下的缓冲板直接焊于折流板上。

八 U 形管后支持板

在 U 形管换热器中，邻近弯头处均布置有折流板或后支持板，本装置中后支持板共有六种形式，见图 3-3-11，a 结构用于 116-C，b 结构用于 117-C、118-C，c 结构用于 119-C，d 结构用于 129-C，e 结构用于 1105-C，f 结构用于 1111-C。

九 支座

(一) 装置中立式换热设备除 101-C 采用裙式支座外，其余均为耳式支座。支座材料均为碳钢。

(二) 所有卧式换热设备采用的鞍式支座与我国鞍式支座结构相同，支座材料为碳钢。

当壳程需要经常清洗时，可以采用图 3-3-12 所示支座结构（位号 124-C），即壳体支座带有能滚动的轮子，壳程清洗时只需牵动拖耳，支座轮子沿着地面上设置的槽形轨道移动，使可将壳体抽出。

十 其它

(一) U 形管换热设备所有管子直径均为 $3/4"$ (19 毫米) 其中碳钢之规格为 $\phi 19 \times 2.1$ 毫米，不锈钢管之规格为 $\phi 19 \times 1.65$ 毫米。

U 形管最小弯曲半径为 $1 1/8"$ (28.6 毫米)、 $1 1/4"$ (31.7 毫米)、 $1 5/8"$ (41.4 毫米) 三种。

(二) 对于壳体热处理后不允许再行焊接的设备保温圈，结构如图 3-3-13 所示。

(三) 设备直径大的 U 形管换热设备，U 形管子排列为左右二侧在同一平面上为限制每排管子下垂、操作时震动，用不锈钢窄带 ($0.38 \times$

19 毫米) 将每排管编结在一起、其结构见图 3-3-14。

(四) 在位号 126-C 换热器的气体出口处设有如图 3-3-15 所示的破沫结构、以防止气体中带液。即在壳程出口接管内填装一层 4" (100 毫米) 厚不锈钢 织成的金属网、9 磅/呎² (144 kg/m²)。用压杆与横杆的焊接加以固定。这种破沫网结构简单, 便于装折。

(五) 装置中仅三台换热设备有膨胀节。104-C 管程带有波形膨胀节, 105u-C₁、105u-C₂ 壳程带有凸缘型膨胀节其结构 (105u-C₂) 如图 3-3-16。由于膨胀节壁厚较厚, 运输过程不致损坏, 所以无需衬环支承。为在膨胀节最低位置排液, 开有 1" 螺塞孔。

105u-C₁ 膨胀节材料为 SA 240 304 型。

(六) 换热设备 116-C、124-C 管侧为高压气体、壳侧为液体 (水), 管侧压力高于壳侧压力, 为保护换热器外壳不致由于管子破裂、高压气体进入壳侧而超压, 在壳侧设计一爆破板以保护壳体。

第四节 特殊换热设备

一 废热锅炉

大型合成氨厂能较好地综合利用能量它可以充分利用合成氨生产过程中的废热产生蒸汽或予热锅炉给水, 故废热锅炉产生的蒸汽就成为合成氨生产中动力的主要来源。

本装置在正常的操作条件下, 可产高压蒸汽 252,000 kg/hr (B 厂)。高压蒸汽全部产生于汽包。其总量的 85% 左右是来自工艺气体冷却时废热的回收, 如 101-C、102-C、103-C 等, 其余则由转化炉 101-B 中的辅助锅炉提供。这样就可做到动力自给, 由于热能的充分利用, 大大降低了电力消耗。从而也降低了生产成本。

废热锅炉系统图见图 3-4-1。

高压蒸汽经过热后, 送往合成气压缩机 103-J 的高压蒸汽透平。正常操作时, 全部高压蒸汽都经过这个透平, 并在 327°C (B 厂) 左右温度下排入中压蒸汽系统, 用于驱动其他的透平和作为一、二段转化炉工艺蒸汽用。透平 冷却 3.5 kg/cm² 压力的蒸汽系统主要用作