

730986

5822

44130

中华人民共和国机械工业部

中华人民共和国石油工业部

中华人民共和国化学工业部

钢制管壳式换热器设计规定

(一九八三年)

化学工业出版社

22

130

中华人民共和国机械工业部
中华人民共和国石油工业部
中华人民共和国化学工业部

钢制管壳式换热器设计规定

一九八三年

化 学 工 业 出 版 社

中华人民共和国机械工业部
中华人民共和国石油工业部
中华人民共和国化学工业部
钢制管壳式换热器设计规定
一九八三年

责任编辑：张红兵
封面设计：许立

化学工业出版社出版
(北京和平里七区十六号楼)

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 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张10插页1字数244千字印数1—32,000
1984年4月北京第1版1984年4月北京第1次印刷
统一书号15063·3626 定价1.15元

**关于颁发一九八三年
《钢制管壳式换热器设计规定》的通知**

(83)机通联字第188号

现颁发《钢制管壳式换热器设计规定》（一九八三年），从一九八四年四月一日起实施。

《钢制管壳式换热器设计规定》的出版由化学工业出版社负责，机械工业部兰州石油机械研究所、化学工业部化工设计公司、石油工业部第二炼油设计研究院给予协助。

中华人民共和国机械工业部

中华人民共和国石油工业部

中华人民共和国化学工业部

一九八三年四月廿三日

7A v 1.1.5

前 言

《钢制管壳式换热器设计规定》(简称《规定》)是在总结我国多年来对管壳式换热器设计、制造、安装和使用方面的经验,采用国内科研成果并参照国外相应的标准的基础上编制的。在编制过程中,征求了有关设计、科研、制造以及高等院校等单位的意见,并得到了他们的大力支持。

为使《规定》不断地得到充实、提高和完善,今后拟每两年发布一次补充规定,五年修订再版一次。

《规定》的咨询解释工作由机械工业部兰州石油机械研究所、化学工业部化工设计公司和石油工业部第二炼油设计研究院负责。对有争议的问题需要判定和裁决时,由机械、化工、石油三部会商解决。

参加《规定》编制工作的有:

机械工业部兰州石油机械研究所、石油工业部第二炼油设计研究院、化学工业部化工设计公司、兰州化学工业公司设计院、化学工业部第六设计院、燕山石化总公司设计院、兰州石油化工机器厂和广州重型机器厂。

目 录

第一章 总论	1
1.1 应同时遵守的规定和标准	1
1.2 范围	2
1.3 定义	2
1.4 换热器零部件的名称	3
1.5 换热器型号表示方法	8
1.6 壁厚附加量	9
1.7 许用应力	10
1.8 焊缝系数	10
1.9 焊缝无损探伤	11
1.10 压力试验	11
第二章 材料	13
2.1 选材原则	13
2.2 螺栓、螺母材料的选用	13
2.3 垫片	13
第三章 换热器尺寸偏差	15
3.1 外形尺寸偏差	15
3.2 管板、隔板、封头和法兰的装配尺寸及偏差	16
3.3 填料函式浮头结构的公差	17
3.4 双壳程换热器纵向隔板尺寸公差	17
第四章 设计	19
4.1 平盖	19
4.2 管箱	19
4.3 壳体	21
4.4 接管	22
4.5 换热管	22
4.6 管板与壳体、管箱的连接	24
4.7 管板	27
4.8 管板厚度计算	31
4.9 管板与换热管的连接	56
4.10 拉杆	59
4.11 折流板和支持板	59
4.12 导流与防冲	62
4.13 双壳程结构	66

4.14	防短路结构	68
4.15	钩圈式浮头	70
4.16	钩圈	73
4.17	填料函	74
4.18	滑道	77
4.19	支座	78
4.20	膨胀节	80
4.21	铭牌	97
附录 A	附加要求	98
附录 B	有关低温换热器的补充规定	99
附录 C	振动	104
附录 D	常用的延长部分兼作法兰的固定式换热器管板厚度表	116
附录 E	螺纹换热管	122
附录 F	管子特性表	124
附录 G	壁温计算	125
附录 H	B 型钩圈	143
附件		144
附件一	《钢制列管式换热器技术条件》JB1147-80	144
附件二	《低温压力容器用低合金钢厚钢板技术条件》GB3531-83	148

第一章 总 论

1.1 应同时遵守的规定和标准

1.1.1 使用本《规定》时,必须同时遵守《钢制石油化工压力容器设计规定》(简称《容器规定》)并接受原国家劳动总局颁发的《压力容器安全监察规程》的监察。

1.1.2 管壳式换热器的制造和检验应遵守下列标准和技术条件:

- (1) JB741-80《钢制焊接压力容器技术条件》;
- (2) JB1147-80《钢制列管式换热器技术条件》;
- (3) JB755-73《压力容器锻件技术条件》;
- (4) JB928-67《焊缝射线探伤标准》;
- (5) JB1121-83《波形膨胀节》;
- (6) JB1150-73《压力容器用钢板超声波探伤》;
- (7) JB1152-81《锅炉和钢制压力容器对接焊缝超声波探伤》;
- (8) JB1154-73《椭圆形封头型式与尺寸》;
- (9) JB1157-82《压力容器法兰分类与技术条件》;
- (10) JB1158-82《甲型平焊法兰型式与尺寸》;
- (11) JB1159-82《乙型平焊法兰型式与尺寸》;
- (12) JB1160-82《长颈对焊法兰型式与尺寸》;
- (13) JB1161-82《压力容器法兰用非金属软垫片尺寸》;
- (14) JB1162-82《压力容器法兰用缠绕垫片尺寸》;
- (15) JB1163-82《压力容器法兰用金属包垫片尺寸》;
- (16) JB1164-82《压力容器法兰用等长双头螺柱》;
- (17) JB1165-81《悬挂式支座》;
- (18) JB1166-81《支承式支座》;
- (19) JB1167-81《鞍式支座》;
- (20) JB1207-73《补强圈》;
- (21) JB2208-80《浮头式换热器、冷凝器用外头盖侧法兰》;
- (22) JB2536-80《压力容器油漆、包装、运输》;
- (23) JB2555-79《碳素钢、低合金钢人手孔分类及技术条件》;
- (24) JB/Z105-73《钢制压力容器焊接规程》;
- (25) JB81-59《平焊钢法兰》;
- (26) JB82-59《对焊钢法兰》;
- (27) HG5010-58《平焊钢法兰》;
- (28) HG5011-58《榫槽面平焊法兰》;
- (29) HG5012-58《凸凹面平焊法兰》;

- (30) HG5014-58《对焊钢法兰》;
- (31) HG5015-58《榫槽面对焊法兰》;
- (32) HG5016-58《凸凹面对焊法兰》;
- (33) GB324-80《焊缝代号》;
- (34) GB985-80《手工电弧焊焊接接头的基本型式与尺寸》;
- (35) GB986-80《埋弧焊焊接接头的基本型式与尺寸》;
- (36) GB1223-75《不锈钢耐酸钢晶间腐蚀倾向试验方法》;
- (37) GB3531-83《低温压力容器用低合金钢厚钢板技术条件》。

1.2 范 围

本《规定》适用于化学工业、炼油工业和其它工业中所使用的钢制（包括不锈钢复层和衬里）管壳式换热器的设计。

1.2.1 适用的结构型式及范围:

- (1) 固定管板式、浮头式、U形管式和填料函式换热器;
- (2) 公称直径不大于2000mm;
- (3) 公称长度不大于12000mm。

1.2.2 不适用于下列情况之一的换热器:

- (1) 直接受火焰加热;
- (2) 设计温度高于550℃或等于小于-20℃（等于小于-20℃的换热器可参照附录B的要求）;
- (3) 公称直径（mm）和公称压力（kgf/cm²）的乘积大于100000。

1.3 定 义

1.3.1 最高工作压力，系指换热器在正常工作过程中，管、壳程各自可能出现的最高表压力。

1.3.2 设计压力，取略高于或等于最高工作压力。

换热器装有安全泄放装置时，取安全泄放装置的开启压力作为设计压力。

当工艺系统中装有安全泄放装置，而单台换热器没有时，可根据换热器在系统中的工作情况，以最高工作压力增加适当裕度作为设计压力。

立式换热器的受压元件所处部位受有液柱静压力作用时，该元件的设计压力，尚应考虑液柱静压力的影响。

真空换热器按外压设计，其设计压力为：当有安全控制装置时，取1.25倍的最大内外压力差和1kgf/cm²两者中的较小值；当无安全控制装置时，取1kgf/cm²，计算方法见《容器规定》第四章“外压圆筒和球壳的设计”。

换热器中同时受管、壳程压力作用的元件，除能保证管、壳程同时升、降压者可按压差设计外，其它情况应分别接受内、外压情况设计。

1.3.3 设计温度，系指在正常的工作过程中，元件金属可能达到的最高或最低（≤-20℃）温度。当换热器管、壳程各个部分在工作过程中可能产生不同的温度时，可取预计的不同温度作为各相应部分的设计温度。

1.3.4 壳程, 介质流经换热管外面的通道及与其相贯通处。

1.3.5 管程, 介质流经换热管内的通道及与其相贯通处。

1.3.6 程数

(1) 管程数 (N_t), 系指介质沿换热管长度方向往、返的次数。

(2) 壳程数 (N_s), 系指介质在壳程内沿壳体轴向往、返的次数。

1.3.7 公称直径 (D_k)

(1) 卷制壳体, 以壳体内直径 (mm) 作为换热器的公称直径。

(2) 无缝钢管壳体, 以钢管的外直径 (mm) 作为换热器的公称直径。

1.3.8 公称长度 (L), 以换热管的长度 (mm) 作为换热器的公称长度。

1.3.9 换热管长度

对于固定管板式、浮头式及填料函式换热器, 换热管长度即为公称长度; 对于U形管式换热器的换热管长度为U形管的直管段长度。

1.3.10 换热面积 (F)

(1) 实际换热面积, 系指以换热管外直径为基准计算的换热面积 (扣除伸入管板内的管子外表面积)。

(2) 公称换热面积, 系指实际换热面积经圆整成整数后的换热面积。

1.4 换热器零部件的名称

1.4.1 主要零部件的分类及代号

表 1-1 零部件名称

序号	名 称	序号	名 称	序号	名 称
1	平 盖	21	吊 耳	41	封头管箱 (部件)
2	平盖管箱 (部件)	22	放 气 口	42	分程隔板
3	接管法兰	23	椭圆形封头	43	悬挂式支座 (部件)
4	管箱法兰	24	浮头法兰	44	膨胀节 (部件)
5	固定管板	25	浮头垫片	45	中间挡板
6	壳体法兰	26	无折边球形封头	46	U形换热管
7	防 冲 板	27	浮头管板	47	内导流筒
8	仪表接口	28	浮头盖 (部件)	48	纵向隔板
9	补 强 圈	29	外头盖 (部件)	49	填 料
10	壳体 (部件)	30	排 液 口	50	填 料 函
11	折 流 板	31	钩 圈	51	填料压盖
12	旁路挡板	32	接 管	52	浮动管板槽
13	拉 杆	33	活动鞍座 (部件)	53	剖分剪切环
14	定 距 管	34	换 热 管	54	活套法兰
15	支 持 板	35	假 管	55	偏心锥壳
16	双头螺栓*	36	管束 (部件)	56	堰 板
17	螺 母	37	固定鞍座 (部件)	57	液面计接口
18	外头盖垫片	38	滑 道	58	套 环
19	外头盖侧法兰	39	管箱垫片		
20	外头盖法兰	40	管箱短节		

* 对于压力、温度较低且要求不高的换热器可用螺栓。

管壳式换热器的主要组合部件包括前端管箱、壳体和后端结构（包括管束）三部分，详细分类及代号见图1-1所示。

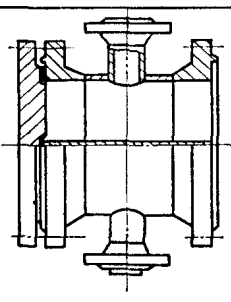
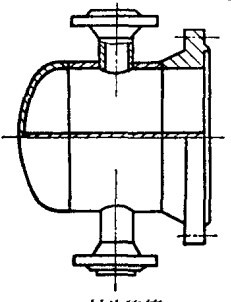
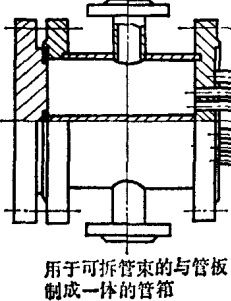
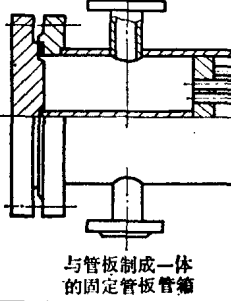
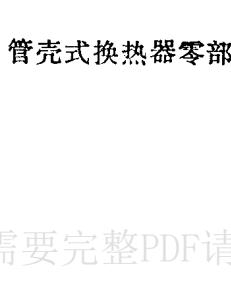
前端管箱		壳体	后端结构
A		E	L
		单程壳体	与A相似的固定管板结构
B		F	M
		具有纵向隔板的双程壳体	与B相似的固定管板结构
C		G	N
		分流壳体	与C相似的固定管板结构
		H	P
		双分流壳体	填料函式浮头
		I	S
		U型壳体	钩圈式浮头
		J	T
		无隔板分流（或冷凝器壳体）	可抽式浮头
		K	U
		釜式重沸器	U形管束
			W
			带套环境料函式浮头

图1-1 主要部件的分类及代号

1.4.2 管壳式换热器零部件的名称见表1-1及图1-2~图1-7。

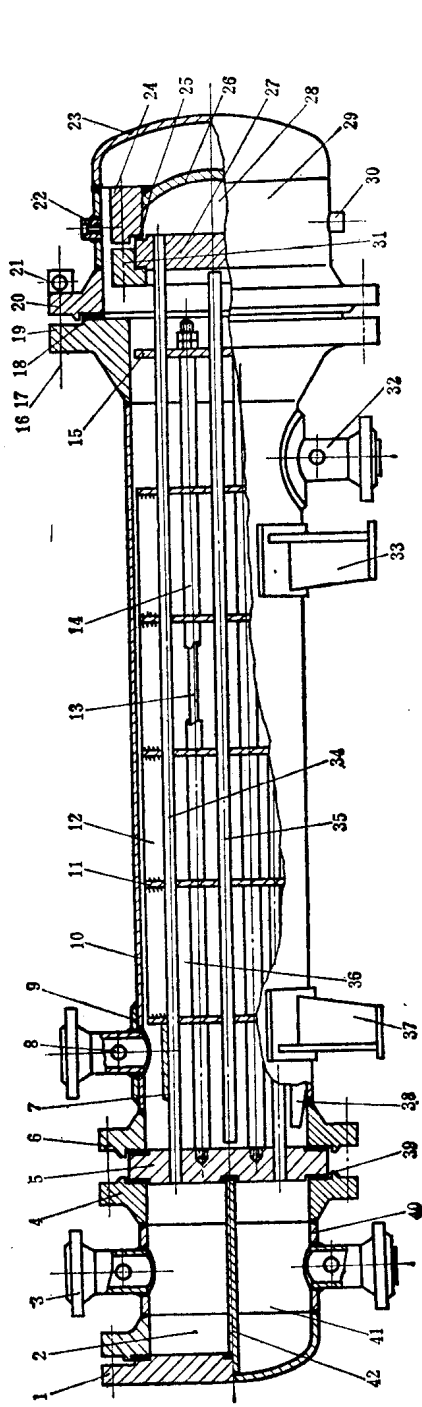


图 1-2 AES、BES浮头式换热器

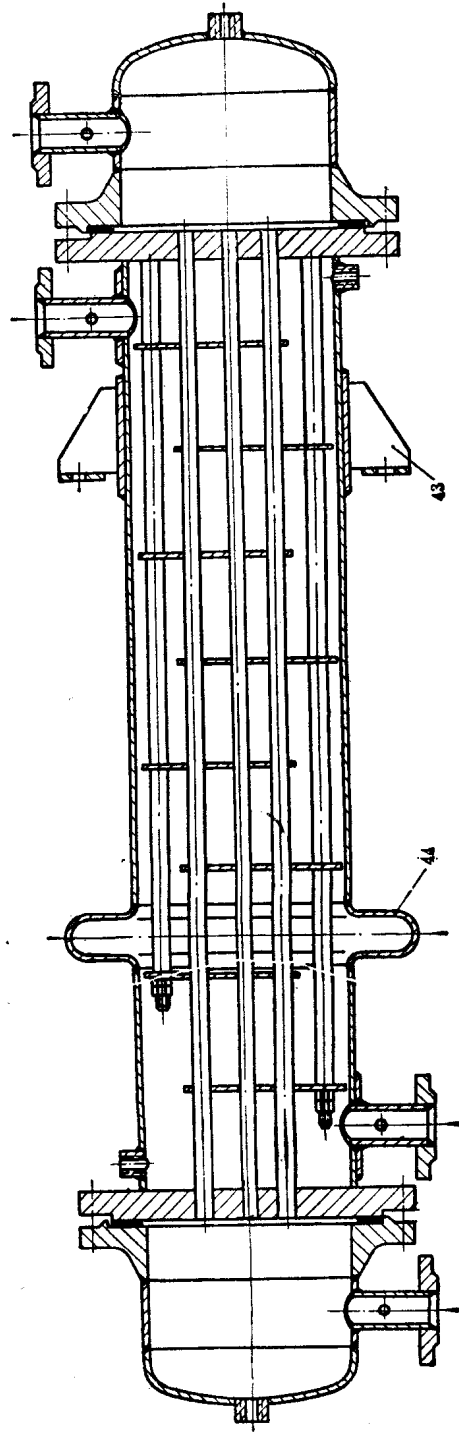


图 1-3 BEM立式固定管板式换热器

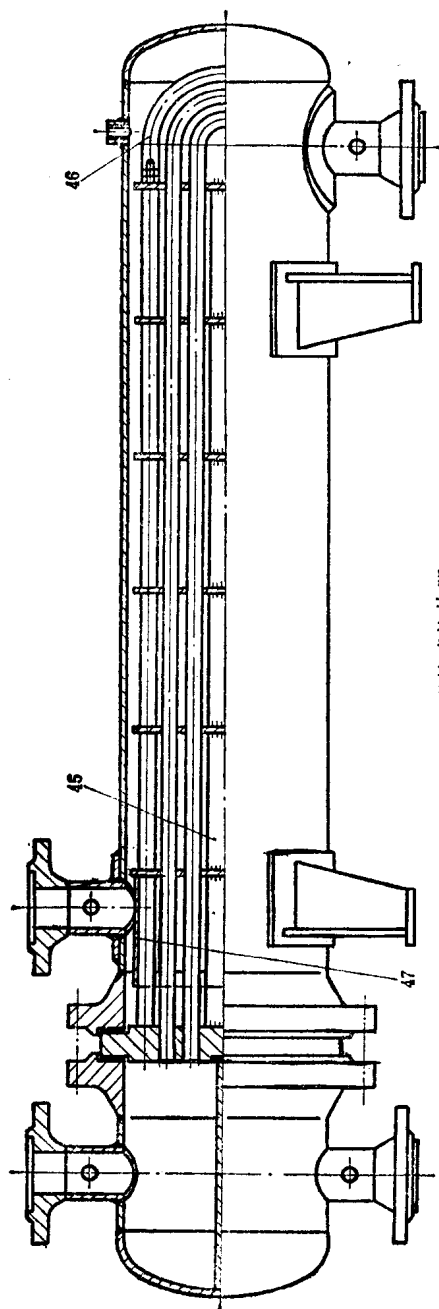


图 1-4 BIU U形管式换热器

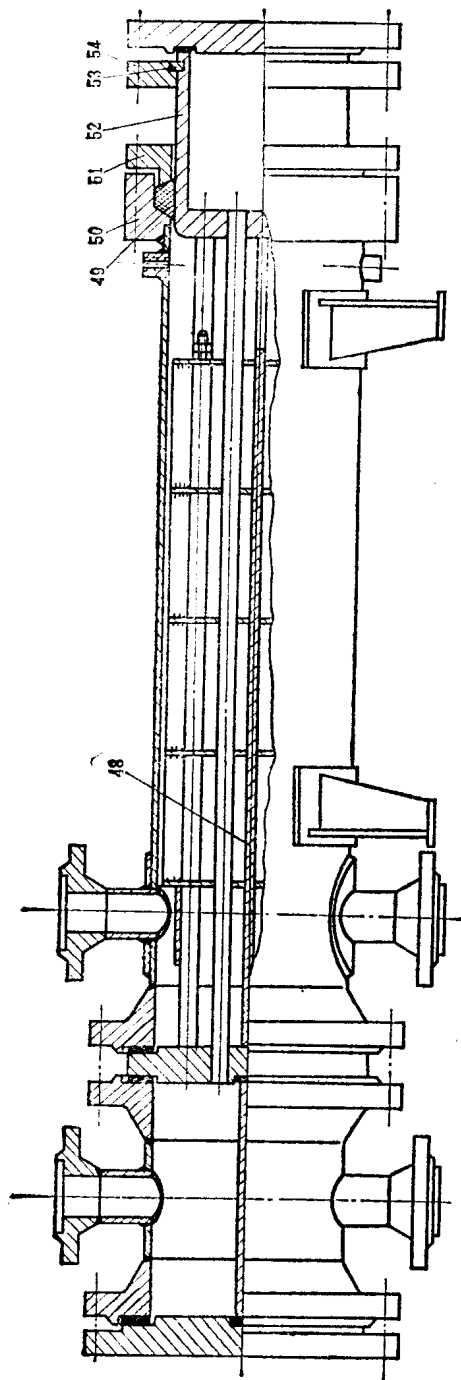


图 1-5 AFP 填料函双壳换热器

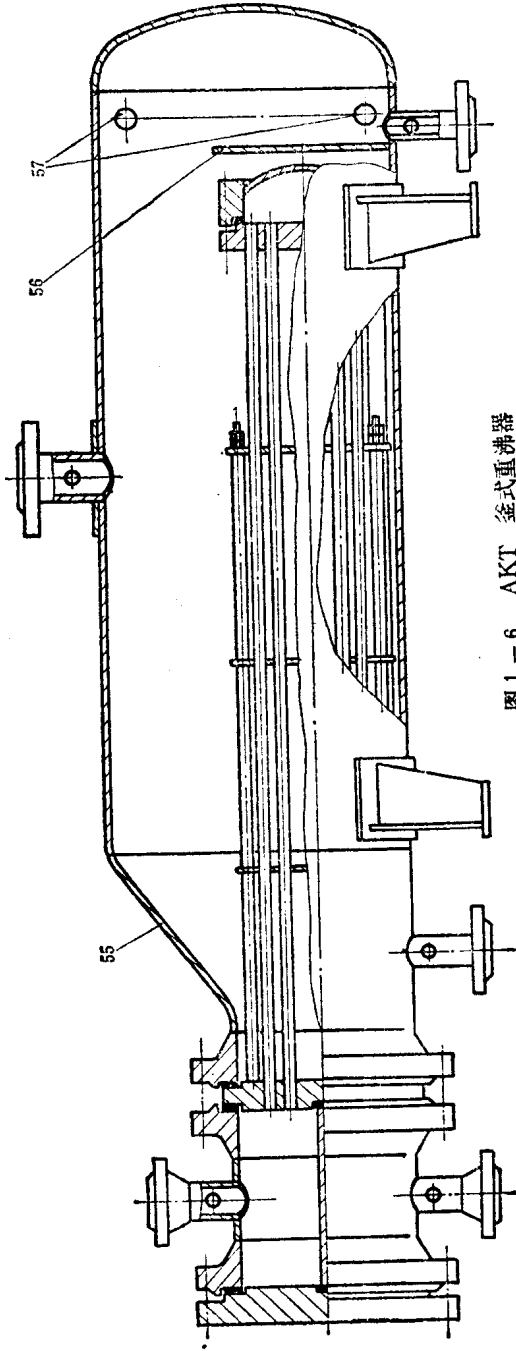


图 1-6 AKT 釜式重沸器

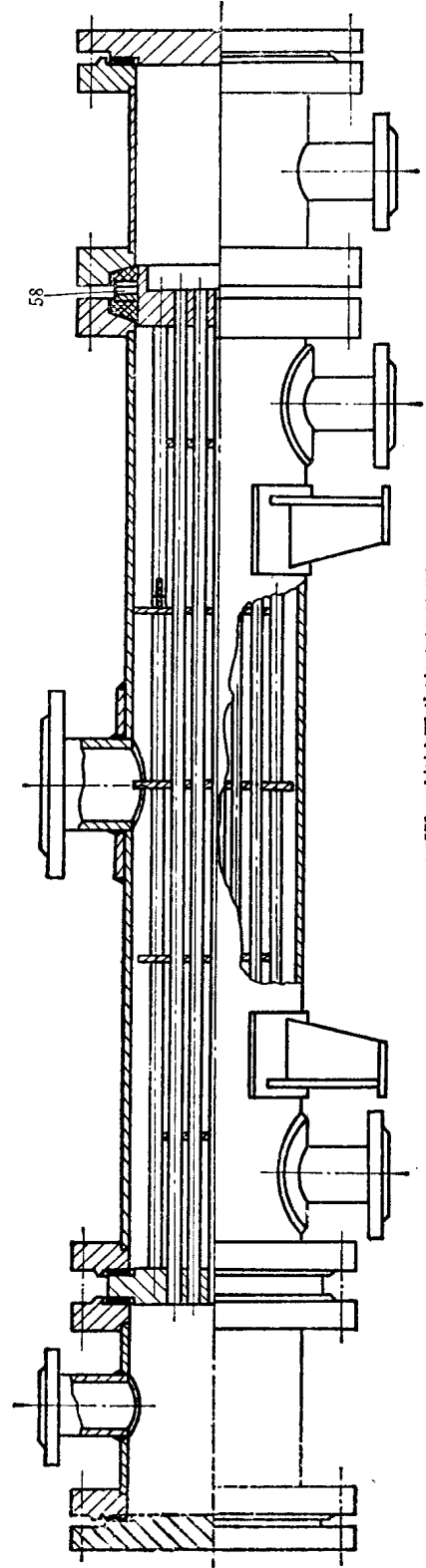
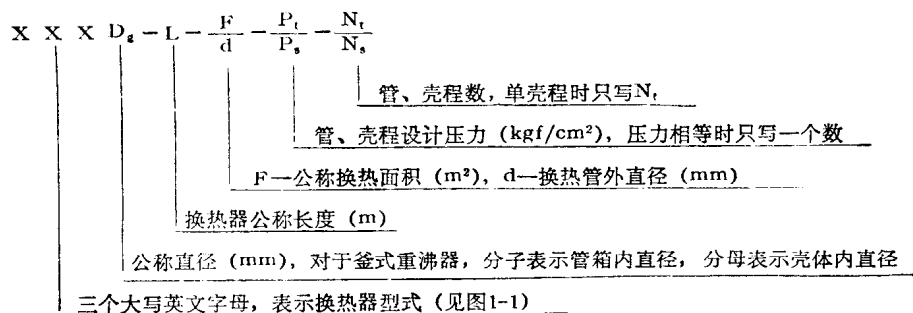


图 1-7 AJW 填料函分流式换热器

1.5 换热器型号表示方法



示例:

(1) 浮头式换热器

平盖管箱、公称直径600mm、换热管外直径25mm、管长6m、公称换热面积85m²、管程和壳程设计压力均为16kgf/cm²、4管程、单壳程的浮头式换热器其型号为:

$$AES600-6-\frac{85}{25}-16-4$$

(2) 固定管板式换热器

封头管箱、公称直径700mm、换热管外直径25mm、管长9m、公称换热面积200m²、管程设计压力25kgf/cm²、壳程设计压力16kgf/cm²、4管程、单壳程的固定管板式换热器其型号为:

$$BEM700-9-\frac{200}{25}-\frac{25}{16}-4$$

(3) U形管式换热器

封头管箱、公称直径500mm、换热管外直径19mm、管长6m、公称换热面积75m²、管程设计压力40kgf/cm²、壳程设计压力16kgf/cm²、2管程、单壳程的U形管式换热器其型号为:

$$BIU500-6-\frac{75}{19}-\frac{40}{16}-2$$

(4) 釜式重沸器

平盖管箱、管箱内直径600mm、壳体内直径1200mm、换热管外直径25mm、管长6m、公称换热面积90m²、管程设计压力25kgf/cm²、壳程设计压力10kgf/cm²、2管程的釜式重沸器其型号为:

$$AKT\frac{600}{1200}-6-\frac{90}{25}-\frac{25}{10}-2$$

(5) 浮头式冷凝器

封头管箱、公称直径1200mm、换热管外直径25mm、管长9m、公称换热面积610m²、管程设计压力25kgf/cm²、壳程设计压力10kgf/cm²、4管程、单壳程的浮头式冷凝器其型号为:

号为:

$$\text{BJS1200-9} - \frac{610}{25} - \frac{25}{10} - 4$$

(6) 填料函换热器

平盖管箱、公称直径600mm、换热管外直径25mm, 管长6m、公称换热面积90m²、管程和壳程设计压力均为10kgf/cm²、2管程、2壳程的填料函换热器其型号为:

$$\text{AFP600-6} - \frac{90}{25} - 10 - \frac{2}{2}$$

1.6 壁厚附加量

壁厚附加量按下式确定:

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

1.6.1 C_1 —钢板与钢管 (不包括换热管) 厚度的负偏差 (mm), 按表1-2或表1-3选取。

表 1-2 钢板厚度负偏差

mm

钢板厚度	2.0	2.2	2.5	2.8~3.0	3.2~3.5	3.8~4.0	4.5~5.5
负偏差	0.18	0.19	0.20	0.22	0.25	0.3	0.5
钢板厚度	6~7	8~25	26~30	32~34	36~40	42~50	52~60
负偏差	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3

表 1-3 钢管厚度负偏差

钢 管 材 料	壁 厚, mm	负 偏 差, %
碳 素 钢	≤20	15
低合金钢	>20	12.5
不 锈 钢	≤10	15
	>10~20	20

1.6.2 C_2 —腐蚀裕度

对碳素钢和低合金钢取 $C_2 \geq 1\text{mm}$;

对不锈钢, 当介质腐蚀极微时取 $C_2 = 0$

主要元件的耐腐蚀要求:

(1) 管板、浮头法兰和浮头盖两面均应有腐蚀裕度;

(2) 平盖、椭圆形封头和壳体的内表面应有腐蚀裕度;

(3) 管板及平盖上开隔板槽时, 可把高出隔板槽底面的金属作为腐蚀裕度, 但当腐蚀裕度大于槽深时, 要加上两者的差值;

(4) 壳体法兰、管箱法兰、管法兰的内直径面上应有腐蚀裕度;

(5) 钩圈和内部螺栓可不考虑腐蚀裕度;

(6) 拉杆、定距管、折流板和支持板等非受压元件可不考虑腐蚀裕度。

1.6.3 C_3 —椭圆形、碟形、无折边球形和折边锥形封头，冲压时的壁厚减薄量(mm)。椭圆形，碟形和折边锥形封头的最小壁厚应不小于图样厚度的90%，当图样厚度大于40mm时，最小厚度不得小于图样厚度的87%；球形封头的最小壁厚不得小于图样厚度的85%。图样注明未加壁厚减薄量的封头（包括球壳），最小壁厚不得小于图样规定的设计厚度。

热卷壳体壁厚的加工裕度，由制造厂根据加工工艺条件自行增加。

1.7 许用应力

1.7.1 钢材在不同温度下的许用应力按《容器规定》第二章选取。

1.7.2 对已有成功使用经验的钢材的许用应力，一般可按各项强度数据分别除以表1-4中的安全系数，取其中的最小值。螺栓的安全系数见表1-5。

表 1-4 安全系数

材 料	对常温下的最低 抗拉强度 σ_b	对常温和设计温 度下的屈服点 σ_s (或 σ'_s)	对设计温度下的持久极限 (经10万小时断裂)		对设计温度下的蠕变极限 (在10万小时下，蠕变率为 1%) σ'_c
			σ'_b 平均值	σ'_b 最小值	
碳素钢 低合金钢	$n_b \geq 3$	$n_s \geq 1.6$	$n_D \geq 1.5$	$n_D \geq 1.25$	$n_c \geq 1$
奥氏体不锈钢	—	$n_s \geq 1.5$			

表 1-5 螺栓安全系数

材 料	螺 栓 直 径 mm	热 处 理 状 态	对设计温度下的屈服点 σ_s' 的 n_s	对设计温度下持 久强度的(经10 万小时断裂) n_D
碳 素 钢	<M24	热 轧、正 火	2.7	1.5
	$\geq M24 \sim M48$		2.5	
低合金钢	<M24	热 轧、正 火	2.7	
		调 质	3.5	
	$\geq M24 \sim M48$	热 轧、正 火	2.5	
		调 质	3.0	
	>M48	调 质	2.7	

注：设计压力大于64kgf/cm²的管壳式换热器螺栓的螺纹精度不得低于2a级。

1.8 焊缝系数

焊缝系数 ϕ 应根据焊接接头的型式和焊缝的无损探伤检验要求，按下列规定选取。

1.8.1 双面焊的对接焊缝：

100%无损探伤

$$\phi = 1.0$$

局部无损探伤

$$\phi = 0.85$$

不作无损探伤

$$\phi = 0.70$$