

# 石油化工设备手册

第二分篇 石油化工设备设计 下册

中国石油化工总公司石油化工规划院

212071

## 重 版 说 明

石油化工设备手册，原名炼油厂设备加热炉手册，系我院组织有关单位从一九八一年开始编写的，因当时体制所限定名为炼油厂设备加热炉手册，几年来随着改革开放、工业发展和体制的变化，这套手册在石油、化工、石油化工几个行业中都得到了采用和重视。为满足广大读者的需要，决定重版这套手册，并改名为“石油化工设备手册”。

这套手册是我院委托中国石化总公司北京石油设计院主编，炼油设备设计中心站负责组织工作，并邀请了各方面专家组成编委会负责审定工作。

全书共分四个分篇：

第一分篇 石油化工设备设计资料及数据

第二分篇 石油化工设备设计

第三分篇 石油化工加热炉设计

第四分篇 石油化工设备腐蚀与防腐。

本书重版比较匆忙，对书中原有的名称、勘误，以及一些需修改的数据均来不及修改，只能以后再版时再加以改正。

这套手册由十几个工厂院校中上百名专家工程技术人员编写的，此次重版未能一一列出他们的姓名，请见谅。这套手册出版发行以来，受到各方面读者的鼓舞和支持，特此致谢。由于我们水平所限，难免还存在错误、缺点，望读者能及时指正，以便再版时改正。

中国石化总公司石油化工规划院

一九九〇年元月

# 目 录

## 第八章 SR 换热器

SR-100	换热器的选型	(1)
SR-200	材料	(2)
SR-300	设计参数	(15)
SR-400	列管式换热器的结构设计	(19)
SR-500	管束的振动	(59)
SR-600	压力及气密试验、安装、试车、订货、供货及发运要求	(69)
SR-700	换热器的清洗方法	(74)
SR-800	高温高压换热器的设计	(76)
SRX-100	高温高压换热器	(80)
SRX-200	双壳程结构	(99)
SRX-300	填料函式换热器的填料函结构	(101)
SRX-400	固定管板式换热器管板与壳体的连接型式	(104)
SRX-500	浮头部分结构尺寸	(113)
SRX-600	钩圈的型式及尺寸	(114)
SRX-700	分程隔板与隔板槽的密封结构	(119)
SRX-800	排气排液口结构	(121)
SRX-900	套管式换热器的结构	(123)
SRP-100	《JB1168-80》及《JB2207-80》系列施工图所用螺柱规格	(125)
SRP-200	《JB1168-80》及《JB2207-80》系列施工图所用垫片规格	(128)
SRB-100	浮头式换热器、冷凝器系列《JB1168-80》	(132)
SRB-200	U形管换热器系列见《JB2207-80》	(147)
SRB-300	兰州石油化工机器厂《U形管式合金钢换热器》系列(UR-81)	(156)
SRB-400	苏州化工机械厂《固定式薄管板热交换器》系列	(165)
SRB-500	兰州石油化工机器厂浮头式换热器试压胎具系列	(174)
SRF-100	管子特性表	(181)
SRF-200	常用波纹管参数	(182)
SRF-300	南京炼油厂钢垫圈系列	(183)
SRF-400	上海炼油厂钢垫圈系列	(186)
SRF-500	常用的延长部分兼作法兰的固定管板式换热器管板厚度表	(188)
SRF-600	确定管子与管板连接接头许用载荷的根据 (ASME VII-1-1983版附录A)	(194)
参考文献		(198)

## 第九章 SY 压力容器与常压容器

SY-100	“A”类容器(超长、超宽容器)	(200)
SY-200	“B”类容器(需整体热处理的容器)	(200)

SY-300	“C”类容器 (不锈复合钢板容器).....	(203)
SY-400	“D”类容器 (内表面衬有涂料的容器).....	(209)
SY-500	“E”类容器 (内衬玻璃钢容器).....	(216)
SY-600	“F”类容器 (内衬橡胶容器).....	(223)
SY-700	塔和容器的内件 .....	(229)
SY-800	容器现场试压要求 .....	(235)
SY-900	设备公差图表 .....	(240)
SY-1000	容器零部件和节点详图.....	(273)
<b>第十章 SG 钢平台梯子</b>		
SG-100	设备平台梯子设计的基本原则 .....	(311)
SG-200	设备平台梯子设计要求 .....	(313)
SG-300	设备平台梯子设计施工图编制 .....	(353)
SGJ-100	钢平台结构构件的计算 .....	(359)
SGJ-200	结构连接计算 .....	(368)
参考文献	.....	(372)
<b>第十一章 SW 隔热、防火层及油漆</b>		
SW-100	概述 .....	(373)
SW-200	隔热 .....	(373)
SW-300	防火层 .....	(420)
SW-400	油漆 .....	(423)
参考文献	.....	(428)

# 第八章 SR 换热器

## SR-100 换热器的选型

### SR-101 换热器的分类

换热器总的可分为“管式”、“板式”和“新型”三大类。其中：管式换热器大致包括列管式（又称管壳式、多管圆筒式）、套管式和单管式（如喷淋式、冷却水箱等）；板式换热器大致包括螺旋板式、板壳式、板翅式和平板式；各种新材料、新结构换热器，如石墨换热器、玻璃换热器、热管换热器等，统归新型换热器一类。

列管式换热器一般又包括：浮头式、U形管式和固定管板式三种。本章的内容将以列管式为主。

### SR-102 炼厂中使用换热器的现状

所有型式的换热器在炼厂几乎都有使用。但不管是燃料型炼厂、燃料-润滑油型炼厂，化工型炼厂还是全氢炼厂，大量应用的还是列管式换热器，列管式换热器并没有因为其它新型换热器的研究、使用和推广而影响它在炼厂中的优势地位。如上海某炼厂，全厂共有冷换设备487台，其中列管式换热器就有457台（1979年6月）。

列管式换热器的优点：热效率较高，压力降较小，结构简单、坚固，安全可靠，操作弹性大，用材广泛，运转周期长，制造、安装和维修都比较方便，适于在高温高压操作条件下使用。

炼厂中使用的列管式换热器，又以浮头式为最多，其次是U形管式和固定管板式。如南京某炼厂，共有冷换设备494台，其中浮头式就有417台（1979年6月）。

近年来，在炼厂中温度压力较低而介质又较清洁的场合，使用固定管板式换热器越来越多。U形管式换热器，大多使用在高压部位，如加氢装置中几乎全是U形管式换热器，除高压装置外，使用范围也在不断扩大。

除列管式换热器外，套管式和单管式换热器也占一定比例。其它型式的换热器，在炼厂中虽也有使用。但数量甚少。

### SR-103 各种换热器的特点及适用场合

#### 1. 浮头式换热器

此种换热器管束可以抽出，管、壳程都可以机械清洗（正方形排列时）。管束可以自由伸缩，管子与壳体间不会产生温差应力。故此种换热器适用于介质脏，管、壳程温差较大的地方。

但浮头式换热器较之固定管板式和U形管式换热器结构复杂，耗钢量大，笨重，造价较高，而且由于浮头的密封无法检查和热紧，容易造成“内漏”，管束和壳体间的环隙较大，故排管较少。“不会产生热应力”，也是相对而言。在换热器直径比较大时，该温差应力仍应引起重视。

综上所述，在能用U形管式或固定管板式换热器的地方，应尽量采用这两种换热器。

#### 2. U形管式换热器

这种换热器是将换热管弯成U形，管端装于管板上，管板夹持在两法兰之间。其优点是结构简单，制造容易，省去了一块浮头管板和浮头部分的加工件，耗钢量少，成本较低，换热管伸缩自由，每根管都可以自由膨胀，泄漏点少，检修方便，管外清扫容易，但管内清洗困难。由于每根管子的总长度不同，故物料的分布不如浮头式和固定管板式均匀。除最外层的管子外，管子无法更换，堵管后管子的报废率大。

U形管换热器由于有上述特点，故适用于温差大、管程压力高、绝对不允许管内、外介质串漏和管内介质较清洁的场合。莫比尔公司工程标准《管壳式换热器的设计和结构》(E13-B-10-1975)中规定，在管壁污垢热阻不超过 $0.002$ 小时·英尺<sup>2</sup>·°F/Btu的地方，U形管束结构应比浮头式优先选用。在高压或要求合金材料的一些特殊工况以及规定采用化学清洗的冷却水系统中，U形管束可以用到较高的污垢热阻。我国某炼厂的经验证明，在保证一定流速的情况下，U形管内走渣油，设备能够很好运转。

加氢装置中大部分是U形管换热器，制氢装置中使用的U形管换热器也比较多。

### 3. 固定管板式换热器

这种换热器结构简单，价格便宜，可排列较多的换热管。壳程无法用机械办法清洗，难以检查、修补。管子和壳体之间有温差应力存在。因此，用于温差较小或温差虽大，但壳程压力不高（温差大时，壳体需要设置膨胀节，受膨胀节强度的限制，壳程压力不能太高）及腐蚀小，壳程结垢不太严重的场合。

至于是否需要使用膨胀节，须通过应力计算确定。当介质温差小于或等于 $50^{\circ}\text{C}$ 时，一般可不用膨胀节。

## SR-104 换热器的长径比及流道选择

### 1. 换热器的长径比

选择换热器时，应尽量采用大的长径比，这样可以减小受压零部件的厚度，节约金属，减轻重量，降低投资。长径比一般在 $4\sim 25$ 之间，常用的为 $6\sim 10$ ，但立式换热器不可将长径比取得过大。

### 2. 流道的选择

介质走管程或壳程的原则是：

- (1) 冷却水走管程。若冷却水走壳程，在折流板死角处的“气阱”和沉淀会引起腐蚀；
- (2) 脏的、易结垢的、含有悬浮物的流体走管程（U形管换热器除外）；
- (3) 腐蚀性介质走管程；
- (4) 高温、高压介质走管程；
- (5) 混相流体或大体积冷凝蒸汽走壳程；
- (6) 当换热的两种单相流体的流量相差较大时，流量小的走壳程。

以上各条的目的是使清洗容易，减少高压区和热损失，节省贵重金属。但，这不是绝对的，要综合分析比较，选择最经济的方案。

## SR-200 材 料

### SR-201 钢板

1. A3F、AY3F钢板使用厚度不得大于12毫米，设计压力不得大于 $6\text{kgf/cm}^2$ ，设计温度不得低于 $0^{\circ}\text{C}$ ，且不得用于制造介质为剧毒或危险介质的换热器。

2. A3、AY3钢板使用厚度不得大于16毫米,设计压力不得大于10公斤力/厘米<sup>2</sup>,设计温度不得低于0℃。如设计单位需要附加保证屈服点和冷弯试验时,则应在图样或相应技术文件中注明。

3. A4、AY4钢板只用作换热器管板,并按GB700-79附加保证屈服点。16Mn钢板只用作管板和法兰。这些钢号使用的设计温度不得低于0℃。

4. 不锈复合钢板的使用温度范围:对于复层为铁素体型的钢板,使用温度范围同基层钢板;复层为奥氏体型的钢板,使用温度下限同基层钢板,上限为400℃。

5. 换热器壳体用钢板凡符合下列条件之一者,必须逐张进行超声波探伤检查:

(1) 厚度大于38毫米的碳素钢钢板及16MnR钢板;

(2) 厚度大于25毫米的其它低合金钢钢板;

(3) 设计压力大于64公斤力/厘米<sup>2</sup>,且厚度大于或等于20毫米的壳体用(包括短节)钢板。

碳素钢钢板按JB1150-73《压力容器用钢板超声波探伤》中规定的Ⅱ级要求,低合金钢板按Ⅰ级要求。

6. 从国外进口的钢板的检验,应按供货国家相应的钢板标准和技术条件进行验收。

本节列出了两种常用钢板——ASTM A387/A387M-82 12级(相当于15CrMo)和22级( $2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ )的化学成份、机械性能及钢材的基本保证项目和补充要求,供向国外定货和验收时参考(见SR-200-表1~表3)。(订单上注明“M”时,数据按“SI”制提供,不注“M”时按英制提供)。

SR-200-表 1

化学成分表

ASTM 标准号	含 量 %										
	C	Mn		P	S	Si		Cr		Mo	
		熔 炼 分 析	产 品 分 析			熔 炼 分 析	产 品 分 析	熔 炼 分 析	产 品 分 析	熔 炼 分 析	产 品 分 析
A387/A387 M-82 12级	≤0.17	0.40~ 0.65	0.35~ 0.73	≤0.035	≤0.040	0.15~ 0.40	0.13~ 0.45	0.80~ 1.15	0.74~ 1.21	0.45~ 0.60	0.40~ 0.65
A387/A387 M-82 22级	• ≤0.15	0.30~ 0.60	0.25~ 0.66	≤0.035	≤0.035	≤0.50	≤0.50	2.00~ 2.50	1.88~ 2.62	0.90~ 1.10	0.85~ 1.15

• 厚度超过5英寸(125mm)时,产品分析碳含量最大为0.17。

• • 适用于熔炼分析和产品分析。

### SR-202 钢管

1. 换热器用钢管标准及使用范围见SR-200-表4。

2. 用于设计压力大于64公斤力/厘米<sup>2</sup>的20号钢和15MnV钢管应按YB800-70标准选用,

SR-200-表 2

机械性能

ASTM 标准号	热处理状态	抗拉强度 $\sigma_b$ kgf/mm <sup>2</sup>	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ kgf/mm <sup>2</sup>	伸长率 $\delta\%$		断面收缩率 $\psi\%$
				标距 200mm	标距 50mm	
A387/A 387M —82 12级	退火	38.7~ 56.3	$\geq 23.2$	$\geq 18$	$\geq 22$	
	(正火+回火)或(空淬+回火) 或(液淬+回火)	45.7~ 59.8	$\geq 28.1$	$\geq 19$	$\geq 22$	
A387/A A387M —82 22级		42.2~ 59.8	$\geq 21.1$		$\geq 18$	45 <sup>①</sup>
	(正火+回火)或(空淬+回火) 或(液淬+回火)	52.7~ 70.3	$\geq 31.6$		$\geq 18$	45 <sup>①</sup>

①断面收缩率45%是指在圆形试样上的测量值,如在平试样上测量则为40%。

②购货单上如无热处理要求,则22级钢以消除应力或退火条件供货。

SR-200-表 3

检验项目

ASTM标准号	基本保证项目	附加要求
A387/A387M —82 12级 22级	化学成分 抗拉强度 $\sigma_b$ 屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 断面收缩率 $\psi\%$ 伸长率 $\delta\%$	S1 真空处理 S2 产品分析 S3 机械试验试样的模拟焊后热处理 S4.1 附加拉伸试验 S5 V形却贝冲击试验 S6 落锤试验 S7 高温拉伸试验 S8 按A435/A435M的要求进行超声波检查 S9 磁粉检查 S11 按A577/A577M的要求进行超声波检查 S12 按A578/A578M的要求进行超声波检查 S14 弯曲试验 S17 真空碳脱氧钢

①附加要求仅在购方的订单上注明时才予执行。

其中15MnV钢管应在正火状态下使用。

3. 对使用时需进行弯管加工的钢管,应进行压扁试验,需胀管加工的钢管,应进行扩口试验。

4. 钢管的超声波探伤检验要求,按有关制造技术条件或图样的规定。

5. 海水、半盐水或冷却塔水系统中的换热器的换热管,应采用铜合金材料,一般为海军黄铜。

6. 铜合金螺纹管应软化退火。



SR-200-表 4

钢管标准及使用温度范围

序号	钢号	钢管标准	温度范围 ℃	说明
1	10	YB231-70	-40~475	热轧或退火
2	20	YB237-70	>-20~475	
3	16Mn	YB231-70	-40~475	热轧、退火或正火
4	15MnV		>-20~500	热轧或退火
5	12GrMo	YB237-70	上限 540	退火或回火
6	15GrMo		上限 560	
7	Gr2Mo		上限 600	退火
8	Gr5Mo		上限 650	
9	0Cr18Ni10Ti	GB2270-80	-196~700	
10	1Cr18Ni9Ti		-196~700	
11	Cr18Ni13Mo2Ti			
12	Cr18Ni13Mo3Ti			

7. 若介质中没有硫化氢或其它硫化物, 奥氏体不锈钢U形管可以采用不含钛或铌的非稳定型不锈钢制造。

8. 换热管的最小壁厚按SR-200-表5规定。

SR-200-表 5

换热管最小壁厚

mm

材 料	碳 钢 和 低 合 金 钢		有 色 合 金 及 高 合 金 钢	
	管 外 径	管 外 径	管 外 径	管 外 径
	φ19	φ25	φ19	φ25
最小厚度	2	2.5	1.6	2

### SR-203 锻件

1. 换热器用锻件的标准及使用温度范围按SR-200-表6规定。

2. 管路法兰和几何尺寸与其相类似的锻件按JB74~85-59有关管路法兰各标准的规定。

3. 设计压力 $P \leq 64$ 公斤力/厘米<sup>2</sup>的容器法兰和几何尺寸与其相类似的锻件按JB1157-82《压力容器法兰分类与技术条件》的规定选用Ⅰ级。

4. 设计压力 $P > 64$ 公斤力/厘米<sup>2</sup>, 公称直径 $D_g \leq 200$ 毫米的锻件, 按JB755-85《压力容器锻件技术条件》中的Ⅰ级要求;  $200 < D_g \leq 500$ 毫米, 且毛重小于或等于500公斤的锻件, 按Ⅱ级要求;  $D_g > 500$ 毫米或毛重大于500公斤的锻件, 按Ⅳ级要求。

### SR-204 螺栓、螺母

1. 螺栓和与其配套的螺母用钢的标准及使用范围按SR-200-表7规定。

SR-200-表 6

锻件选用表

序 号	钢 号	锻件标准	使用温度范围 ℃
1	20	JB755-85	> -20~475
2	25		> -20~475
3	35		> -20~475
4	16Mn		-40~475
5	20MnMo		-20~500
6	15CrMo		上限560
7	Cr5Mo		上限650
8	1Cr18Ni9Ti		-196~700

SR-200-表 7

螺栓、螺母材料的配对及使用温度范围

序 号	螺 栓		螺 母		使用温度范围 ℃
	钢 号	钢材标准	钢 号	钢材标准	
1	A3、AY3	GB700-79	A3、AY3	GB700-79	> -20~350
2	35	GB699-65			
3	40		25、35		
4	40Cr	GB3077-82	35、40Mn	GB699-65	> -20~400
5	40MnB				
6	40MnVB				
7	35CrMoA		30CrMoA、	GB3077-82	> -105~500
8	25Cr2MoVA		35CrMoA		> -20~550
9	1Cr18Ni9Ti	GB1220-75	1Cr18Ni9	GB1220-75	-196~600
		GB1221-75		GB1221-75	

①螺栓的硬度应比螺母的稍高。

②当1Cr18Ni9Ti作为高强度螺栓用材时，应以固溶后冷作硬化状态使用，以提高其强度和屈服限。冷拔1Cr18Ni9Ti螺栓，在高于-196℃的低温使用时，可免做低温冲击试验。

2. 在湿的H<sub>2</sub>S工况中——有液相存在或介质在露点温度以下时，H<sub>2</sub>S含量大于100ppm或H<sub>2</sub>S分压大于、等于0.0035公斤力/厘米<sup>2</sup>——使用的内部螺栓，均应进行热处理，其硬度应保证HB≤225。

### SR-205 垫片材料及有关规定

#### 1. 垫片选用表

#### 2. 垫片选用的有关规定

2.1 真空下操作的换热器，不允许使用石棉橡胶垫片。

2.2 剧毒、易燃、强腐蚀、有放射性、污染性强的介质，有害气体，不允许使用石棉

SR-200-表 8

垫片选用表

垫片种类	使用温度 ℃	使用压力 kgf/cm <sup>2</sup>
普通耐油橡胶石棉板	≤20	≤10
高温耐油橡胶石棉板	≤350	≤25
金属包垫、缠绕垫	≤400	≤40
平金属垫	金属使用的	≤100
椭圆垫或八角垫	极限温度	>100

橡胶垫片。

2.3 所有金属垫片，应在完全退火状态下使用，以保证垫片的硬度低于法兰的硬度，其硬度差最好在HB30左右。

2.4 垫片应做成整体的，允许焊接，但焊缝应退火。

2.5 氢装置中换热器的垫片应选用纯金属式、缠绕式或金属包式垫片。所用金属材料的抗氢和耐蚀性能应等于或较高于密封面的材料，设计温度高于或等于425℃时，应采用稳定型不锈钢；低于425℃时，可以采用非稳定型不锈钢。

2.6 高温部位的油浆换热器，宜选用柔性石墨缠绕垫片或钢垫。

### 3. 垫片的最小宽度

3.1 垫片环形部分的最小宽度，当壳体内径小于或等于550毫米时，为9毫米；大于550毫米时，为12毫米。

3.2 分程隔板处的垫片，当壳体内径小于或等于550毫米时，其最小宽度为6毫米；大于550毫米时，为9毫米。

### 4. 垫片选用参考资料

4.1 石油部垫片选用标准(SYJ11-65)，见SR-200-表9。

SR-200-表 9

石油部垫片选用标准

介质	压力 kgf/cm <sup>2</sup>	介质温度 ℃	法兰密封面型式	垫片名称	代号
油 气 油 品 溶 剂 <sup>①</sup> 氢 气 <sup>②</sup>	≤16	≤200	光滑式	耐油橡胶石棉垫片 <sup>③</sup>	YD
		201~300		缠绕式垫片	CGD
	25	≤200	光滑式	耐油橡胶石棉垫片	YD
		≤200		1. 缠绕式垫片	CGD
	25, 40	201~450	(凹凸式)	2. 波形铁包石棉垫片	BTD
		451~600		缠绕式合金垫片	CHD

续表

介 质	压 力 kgf/cm <sup>2</sup>	介质温 度 ℃	法兰密封 面型式	垫 片 名 称	代 号
流化催 化 剂	64~160	≤450	梯形槽式  (椭圆槽式)	1. 椭圆形截面钢垫圈	TGD
		451~600		2. 八角形截面钢垫圈	BGD
				1. 椭圆形截面合金钢垫圈	THD
		2. 八角形截面合金钢垫圈		BHD	
蒸 汽	10,16	≤250	光 滑 式	中压橡胶石棉垫片	ZD
	25,40	251~450	光 滑 式 (凹凸式)	1. 缠绕式垫片	CGD
				2. 波形铁包石棉垫片	BTD
100	450	梯形槽式 (椭圆槽式)	1. 椭圆形截面钢垫圈	TGD	
			2. 八角形截面钢垫圈	BGD	
水 盐 水	≤16	≤150	光 滑 式	中压橡胶石棉垫片	ZD
		≤60		橡胶垫片	XD
	64~160	≤100	梯形槽式 (椭圆槽式)	1. 椭圆形截面钢垫圈	TGD
			2. 八角形截面钢圈垫	BGD	
气态氨、液态烃	25	≤150	凹 凸 式	中压橡胶石棉垫片	ZD
(压缩)空气、惰性气	≤16	≤200	光 滑 式	中压橡胶石棉垫片	ZD
液 碱	≤16	≤60	光 滑 式	1. 中压橡胶石棉垫片	ZD
				2. 橡胶垫片	XD
硫酸(≤98%),盐酸 (≤35%)	≤16	≤90	光 滑 式	中压橡胶石棉垫片	ZD

①溶剂包括丙烷、丙酮、苯、酚、糠醛、异丙醇及浓度小于30%的尿素。

②温度大于200℃的氢气设备及管线法兰用的垫片,因有氢的腐蚀,应选用合金材质的垫片。垫片材质与管线材质相同。

③耐油橡胶石棉垫片一般用于介质温度小于或等于200℃的条件,但最近有的石棉制品厂生产了部分耐高温的耐油橡胶石棉垫片,如经过鉴定或者有制造厂的证明,亦可在210~350℃条件下使用。

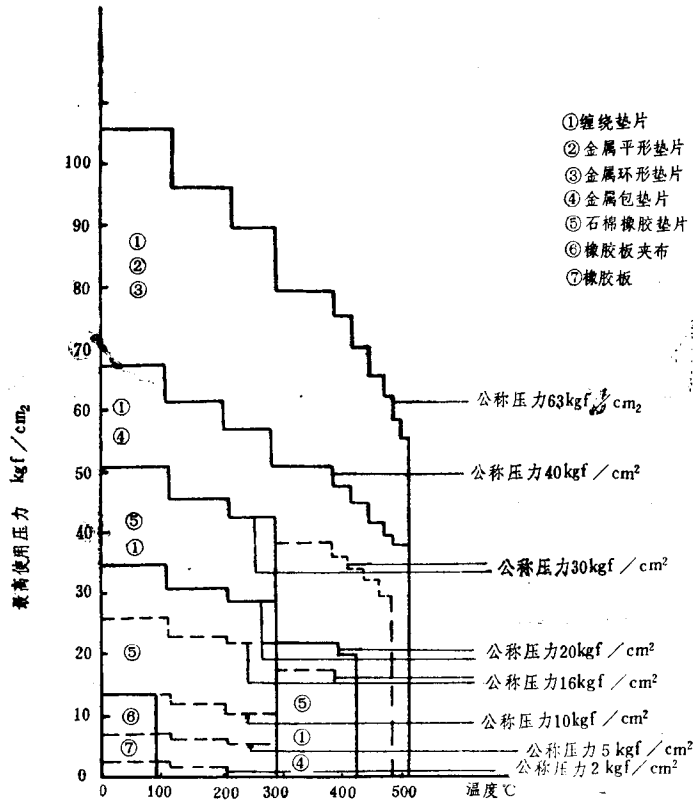
4.2 日本石油学会制定的《石棉橡胶板使用标准》<sup>[16]</sup>见SR-200-表10。

4.3 通过长期的使用经验总结出的,按介质分类,以工作温度和工作压力为条件的分类选用标准见SR-200-图1~图4。<sup>[16]</sup>

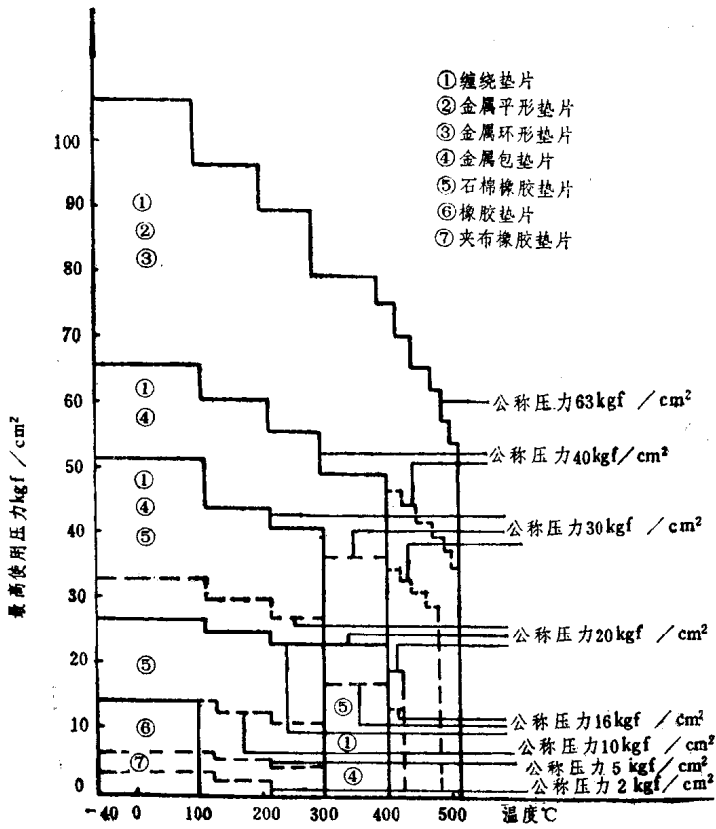
4.4 落合安太郎著《热交换器》中给出的在氧化介质中的垫片材料和最高使用温度,见SR-200-表11。<sup>[11]</sup>

4.5 国外一些公司有关垫片设计和选用的一些规定

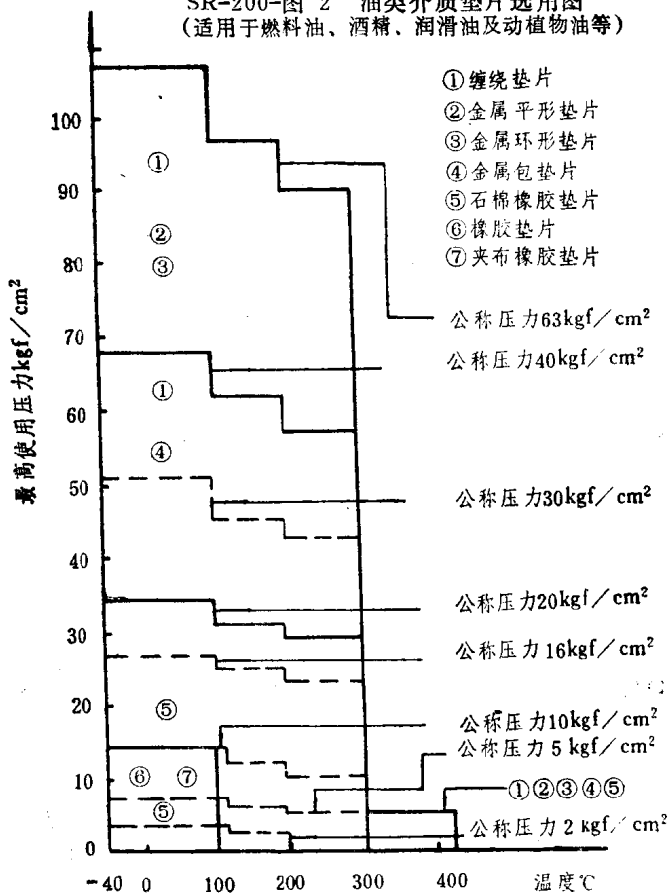
石棉橡胶板种类	密封介质	可能使用范围		最佳使用范围	
		最高温度 °C	最高压力 kgf/cm <sup>2</sup>	最高温度 °C	最高压力 kgf/cm <sup>2</sup>
一类	水		15		10
	空气	200	15	150	10
	蒸汽	200	15	150	10
	油	100	7		
二类	水		25		20
	空气	300	25	230	20
	蒸汽	300	25	230	15
	油或油气	250	20	230	15
三类	水		30		25
	空气	350	30	260	25
	蒸汽	350	30	260	25
	油或油气	350	30	260	25



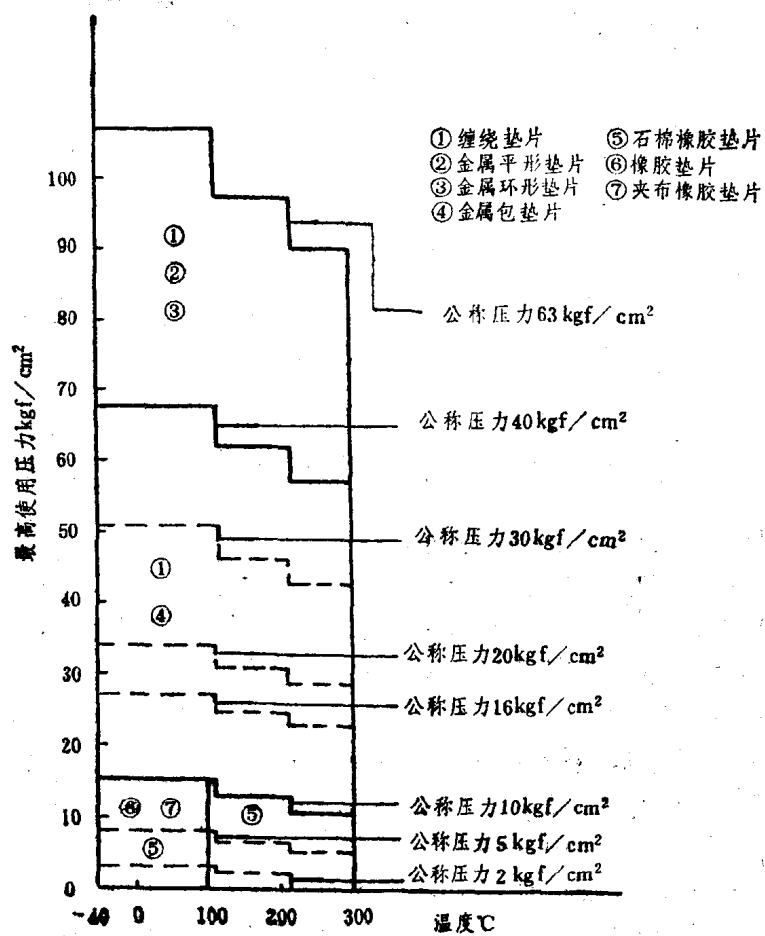
SR-200-图 1 水类介质垫片选用图  
 (包括蒸汽(过热蒸汽)、清水、工业用水、海水、污水等)



SR-200-图 2 油类介质垫片选用图  
(适用于燃料油、酒精、润滑油及动植物油等)



SR-200-图 3 一般气体介质垫片选用图  
(包括空气、氮气、一般废气等)



SR-200-图 4 特殊气体介质垫片选用图  
 (适用于氧气、氢气、城市煤气、氨气和液化石油气等)

SR-200-表 11 在氧化介质中垫片材料和最高使用温度

材 质	最高使用温度		材 质	最高使用温度	
	°F	°C		°F	°C
锡	212	100	金	1200	649
铅	212	100	铬钼钢 502	1200	649
亚铅	212	100	Cr钢	1300	704
铜	600	316	Ni	1400	760
铝	800	427	蒙乃尔合金	1500	816
不锈钢 304 316	800	427	不锈钢347	1700	927
阿姆克铁	1000	538	因科镍合金	2000	1093

4.5.1 莫比尔公司的规定 (E13-B-10-1975)<sup>(1)</sup>

(1) 用缠绕式垫片的法兰连接中的螺栓、螺母和法兰应按ASME第八篇第一分篇的表UA-4.9.1中所列的最小设计比压 (因数Y) 的200%进行设计。此外, 对于带金属包石棉隔条的缠绕式垫片应按表UA-4.9.1中的垫片系数m的150%进行法兰、螺栓、螺母的设计。

(2) 金属或金属石棉缠绕垫片用于750°F(399℃)以上、在高氢工况〔氢分压≥100磅/英寸<sup>2</sup>(绝)(7.03公斤力/厘米<sup>2</sup>)〕中的所有连接和设计压力大于压力-温度等级600磅(ANSI B16.5)的情况下,应使用缠绕垫片,设计温度超过1100°F(593℃)时,不应使用缠绕垫片。设计温度小于或等于850°F(455℃)时,缠绕金属石棉垫片材料应为304型不锈钢,高于850°F时,应为317型不锈钢,填料为加拿大石棉。

(3) 如使用缠绕垫片并要求密封分程隔板时,分程隔板的垫片应是同外围垫片一样厚度的金属包石棉垫片,其端头与缠绕垫片夹紧并焊在一起。

(4) 固定管板两侧的垫片应是同样的型式。有色金属管束的换热器用于冷却水工况中,当管板接触工艺流体的一侧使用铁包石棉垫片时,其接触水的一侧应使用铜包石棉垫片。

#### 4.5.2 加德士公司的规定<sup>[3]</sup>

(1)  $\frac{1}{8}$ 英寸涂石墨的压制石棉垫片可用于低于450°F(232℃)和300磅/英寸<sup>2</sup>(21公斤力/厘米<sup>2</sup>)与水接触的接头,浮头接头除外。

(2) 金属石棉垫片不应在850°F以上使用。

(3) 所有型式金属垫片的金属,应以完全退火状态供货。

(4) 实心的金属垫片可用于ASME规定的温度极限。

#### 4.5.3 鲁奇公司规定<sup>[4]</sup>

硬金属垫片比其连接部件的最小布氏硬度值至少低25度,若采用金属复层垫片时,其布氏硬度值不得超过90。

#### 4.5.4 美国石油学会标准规定<sup>[5]</sup>

在碳氢化合物介质中使用的垫片,应为双面金属包石棉垫片、实心金属垫片、螺旋缠绕垫片即夹有石棉的金属垫片等,不得采用有分成几条的螺旋缠绕垫片。应提供防止螺旋缠绕垫片过度压缩的方法。金属垫片应比垫片接触面软。

#### 4.5.5 日挥公司规定<sup>[10]</sup>

(1) 处理的介质为冷却水或3.5公斤力/厘米<sup>2</sup>以下的蒸汽时,均采用石棉垫片。

(2) 平型金属包石棉垫片将用于以下场合:

a. 根据温度压力折算的等级为300磅/英寸<sup>2</sup>级的场合;

b. 设计温度低于或等于400℃的场合。

(3) 实心金属平垫片用于除上述(1)、(2)以外的所有场合。

#### 4.5.6 《TEMA》(1978)R级规定<sup>[6]</sup>

(1) 垫片应制成整体件,这并不排除垫片用焊接方法制成整体。

(2) 对于内浮头连接,压力等于和大于300磅/英寸<sup>2</sup>(21公斤力/厘米<sup>2</sup>)的所有连接,以及与碳氢化合物接触的所有连接,均应采用金属夹套或实体金属垫片。经订户与制造厂双方协议,可以规定其它种垫片材料,以符合特殊操作条件和法兰设计。

(3) 当用同一螺栓连接两个垫片密封处时,垫片材料和面积的选择应该是使两个垫片均能起到密封作用,但任一垫片在所要求的螺栓载荷下均不应被压坏。

(4) 外部连接用的环形周边垫片其最小宽度,对于壳体公称直径至23英寸(584毫米)者,应为 $\frac{3}{8}$ 英寸(9.5毫米);对于所有公称直径大于23英寸的壳体,应为 $\frac{1}{2}$ 英寸(12.7毫米)。用于管箱、封头和浮头分程隔板的垫片条,其宽度对于壳体公称直径至23英寸者,



不得小于 $\frac{1}{4}$ 英寸，对于公称直径大于23英寸的所有壳体，不得小于 $\frac{3}{8}$ 英寸。

#### 4.5.7 JIS B 8249-1978 规定<sup>[7]</sup>

(1) 垫片的结构：垫片必须做成整体式的，如果是焊接结合的垫片，应进行退火。

(2) 用于下列情况的密封垫片，使用金属层包垫片或金属垫片：

- a. 设计压力超过20公斤力/厘米<sup>2</sup> ( $2 \times 10^6$ 帕)的连接处；
- b. 与碳氢化合物接触的连接处；
- c. 浮头等内部连接处。

(3) 垫片的宽度

a. 外部连接处的环形垫片的最小宽度，壳体内径小于或等于550毫米时，为9毫米，壳体内径超过550毫米时，为12毫米。

b. 管箱及浮头分程隔板处的垫片最小宽度，壳体内径小于或等于550毫米时为6毫米，超过550毫米时为9毫米。

(4) 法兰连接的密封面形状为凹凸密封面。

#### SR-206 零部件的热处理

1. 筒体的热处理，按《钢制焊接压力容器技术条件》(JB741-80)的规定进行。

2. 管箱和浮头盖焊后均应进行消除应力热处理。

3. U形管束的热处理：在有应力腐蚀开裂的情况下；用碳钢、稳定型奥氏体不锈钢、铜锌合金制作的U形管，在弯管后应进行应力消除热处理。消除过应力的管子不允许矫形。

4. 螺栓的热处理：除碳钢螺栓外，均应进行热处理。

5. 有关U形管束热处理和管端退火的参考资料

#### 5.1 莫比尔公司规定<sup>[1]</sup>

(1) 在超过125°F(51.7°C)的苛性碱工况中的U形管弯头部分，在氢氟酸烷基化装置中的蒙乃尔管和在胺工况中的碳钢管均应进行热处理。

(2) 奥氏体不锈钢U形管弯头应按如下方法进行热处理：

a. 稳定化的钢应在1600°F(871°C)至1650°F(900°C)下，至少保持30分钟，或者用电阻加热到2000°F(1093°C)保持15秒钟后急冷。

b. 未稳定化的低碳(不锈)钢，应采用电阻法用熔液热处理(2000°F、15秒后急冷)。

c. 其它种类的奥氏体不锈钢的热处理要求，应和本公司磋商。

(3) 如果在接触奥氏体不锈钢U形管的工艺流体中，没有硫化氢或其它硫化物，则U形管可以采用304型或316型不锈钢材料。

#### 5.2 美国石油学会标准规定<sup>[5]</sup>

(1) 铜合金波纹管应按软化退火制造，铜合金的U形波纹管弯曲部分，必须在弯曲后进行应力消除退火。

(2) 如有规定，U形管的弯曲部分在弯制后应按下列要求进行热处理：

a. 奥氏体合金钢管应固溶退火；

b. 碳钢管、低合金钢管和蒙乃尔合金管均应进行应力消除。

(3) U形管的热处理部分，至少应超出直线段与弯曲段的切点之外6英寸(152毫