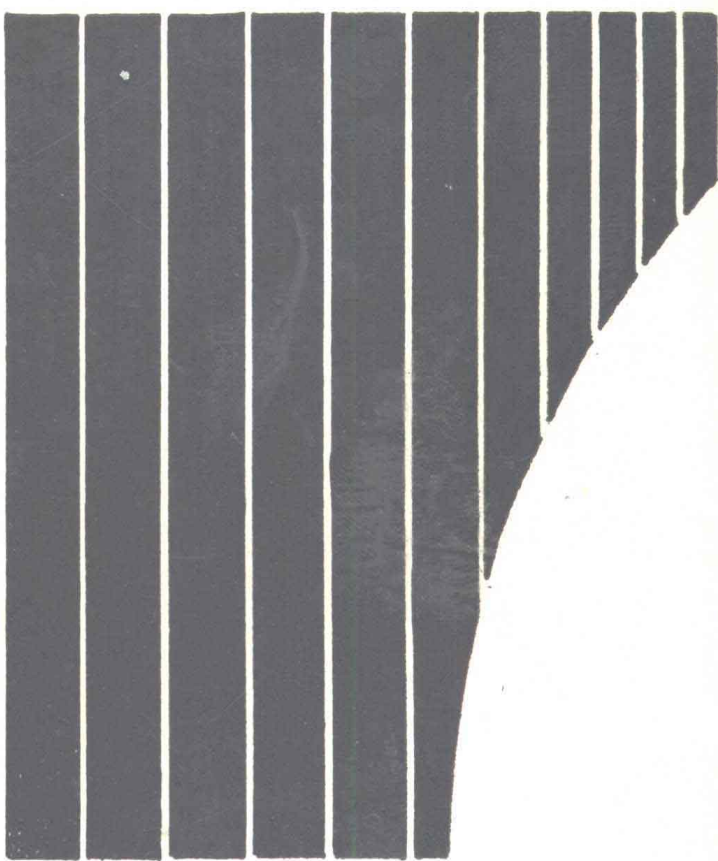




钢制列管式固定管板换热器 结构设计手册

燕山石油化学总公司设计院
兰州化学工业公司化工设计院

编



化学工业部设备设计技术中心站

钢制列管式固定管板换热器 结构设计手册

燕山石油化学总公司设计院
兰州化学工业公司化工设计院 编

化学工业部设备设计技术中心站

一九八四年一月

内 容 提 要

本手册介绍了钢制列管式固定管板换热器结构设计的方法和原则,采用了国内外先进经验和最新标准、规范,并根据化学工业用的中、低压碳钢、低合金钢、不锈钢换热器的常用基本参数范围,按系列列出了换热器的基本参数、各部结构形式和主要零件尺寸图表。其中列出的换热面积有 4104 个、换热管排列图 316 个、管板尺寸 724 组、折流板尺寸 316 组、管箱盖尺寸 57 组以及壳体、管箱壳体、封头的厚度等表格。这些图表数据最少可以组合成碳钢、低合金钢换热器 104772 台、不锈钢换热器 13772 台。凡是在手册规定计算范围内的换热器,设计者可根据设计条件,从手册的图表中直接选取相应的结构和尺寸来绘制施工图纸。对于在手册规定计算范围外的换热器,设计者也可从手册中选取相应的结构,按手册介绍的方法和原则,作一些必要的计算,得到所需的尺寸。

本手册供化工设备结构设计人员使用,也可供其它专业人员参考。

钢制列管式固定管板换热器 结构设计手册

化工部设备设计技术中心站	出 版
上海医药设计院发行组	发 行
上海南京西路 1856 号	
常熟市文化印刷厂	印 刷

工本费 3.00 元

前 言

为适应石油化工装置大型化,对列管式固定管板换热器基本参数要求越来越宽的趋势,为使这类换热器设计准则统一、结构统一和尺寸统一,并减少设计中的计算和分析工作,化工部基建局在(80)化基设管字第41号“关于下达1980年勘察设计计划”的函中安排了编制本手册的任务,并指定由燕山石油化学总公司设计院和兰州化学工业公司化工设计院共同承担。

本手册是在收集、整理、分析了国外引进装置中换热器的结构和数据基础上,结合国内设计、制造、使用的经验,按照国内外最新的有关标准规范编制而成的。手册的初稿曾先后两次发往有关单位广泛征求意见,并于1981年7月下旬在北京由化工部化工设备设计技术中心站主持召开了审核会议。会后,编制组根据会议的审核意见作了修改。

由于换热器的设计、制造技术都在不断发展,有关标准规范也在不断更新,再加编制组成员技术水平所限,手册中如有不当或错误之处,欢迎读者批评指正。

目 录

第一章 总则	1
1.1 编制目的和用途	1
1.2 适用范围	1
1.3 换热器的形式	1
1.4 换热器各构件的名称	1
1.5 标准规范名称及其简称	3
1.6 腐蚀裕度	3
1.7 衬层和堆焊层强度	3
1.8 设计温度和设计温差	3
1.9 焊缝系数	3
1.10 结构设计条件表	4
第二章 基本参数	5
2.1 符号说明	5
2.2 公称直径	5
2.3 公称压力	5
2.4 程数	5
2.5 换热管尺寸	6
2.6 壳程和管程的最大接管公称直径	6
2.7 基本参数表	6
第三章 材料	26
第四章 结构设计	28
4.1 管壁和壳壁金属温度计算	28
4.1.1 符号说明	28
4.1.2 金属壁温计算	28
4.2 壳体、管箱壳体和封头	29
4.2.1 直径公差	29
4.2.2 壁厚的确定	29
4.2.3 壳体、管箱壳体和封头的尺寸及重量	32
4.3 膨胀节	32
4.3.1 结构形式	32
4.3.2 强度计算	32
4.3.3 膨胀节衬筒	32
4.3.4 膨胀节基本参数和尺寸、重量	32

4.4	接管和开孔补强	33
4.4.1	符号说明	33
4.4.2	接管伸出长度	33
4.4.3	接管与壳体、管箱壳体的连接	34
4.4.4	接管法兰的要求	34
4.4.5	排气、排液管	34
4.4.6	壳程接管位置最小尺寸	35
4.4.7	管箱接管位置最小尺寸	35
4.5	折流板和支承板	36
4.5.1	符号说明	36
4.5.2	折流板或支承板的形式	37
4.5.3	折流板缺边位置尺寸	37
4.5.4	折流板的布置	38
4.5.5	折流板的尺寸	38
4.5.6	折流板重量计算	44
4.6	防冲板	47
4.6.1	符号说明	47
4.6.2	防冲板的用途及其设置条件	47
4.6.3	防冲板的形式	47
4.6.4	防冲板的位置和尺寸	47
4.7	旁路挡板	48
4.8	拉杆	49
4.8.1	拉杆的结构形式	49
4.8.2	拉杆直径和数量	49
4.8.3	拉杆尺寸和重量	49
4.8.4	定距管尺寸	49
4.9	换热管	50
4.9.1	换热管尺寸公差	50
4.9.2	换热管的强度计算	50
4.9.3	换热管排列形式	51
4.9.4	换热管中心距	51
4.9.5	管束最外层换热管外表面与壳体内表面间的距离	51
4.9.6	换热管与防冲板间的距离	51
4.9.7	换热管排列原则	51
4.9.8	换热管排列图	51
4.10	法兰	119
4.10.1	法兰的形式	119
4.10.2	标准法兰的选用	119
4.10.3	法兰强度计算	120

4.11 管板	120
4.11.1 符号说明	120
4.11.2 管板结构	121
4.11.3 管板与换热管的连接	121
4.11.4 管板与壳体的连接	124
4.11.5 管板的管孔	124
4.11.6 管板厚度	126
4.11.7 管板尺寸表	126
4.11.8 管板重量计算	126
4.12 垫片	159
4.12.1 符号说明	159
4.12.2 垫片结构形式	159
4.12.3 垫片尺寸	159
4.13 管箱	163
4.13.1 符号说明	163
4.13.2 结构形式	163
4.13.3 分程隔板	163
4.13.4 管箱长度	165
4.13.5 管箱的加工要求	169
4.14 管箱盖	169
4.14.1 结构形式	169
4.14.2 管箱盖的厚度	170
4.14.3 管箱盖的尺寸和重量	170
4.15 支座	173
4.15.1 符号说明	173
4.15.2 立式支座	173
4.15.3 卧式支座	173
4.16 吊耳和顶丝	175
4.16.1 符号说明	175
4.16.2 吊耳	175
4.16.3 顶丝	175
4.16.4 吊耳和顶丝的位置	177
4.17 换热器外部尺寸,接管及支座位置公差	177
第五章 试压和安装	178
5.1 压力试验和致密性试验	178
5.2 安装	178
5.3 重叠式换热器的安装	179
附录一 一米高筒体的容积、重量	180

附录二 波形膨胀节基本参数和尺寸	181
附录三 压力容器的氨渗漏试验	188
编制说明	189
参考资料	192

第一章 总 则

1.1 编制目的和用途

根据化工部(80)化基设管字第41号“关于下达1980年勘察设计计划的函”中所下达的任务,为适应化工装置大型化、化工生产对列管式固定管板换热器基本参数范围的要求愈来愈宽,需要的数量日益增多的形势,为使这类换热器设计准则统一、结构统一和尺寸统一,并减少设计中的计算、分析工作,特编制本手册。

手册列出了列管式固定换热器结构设计准则,规定了基本参数系列范围及其相应的结构形式,并对换热器主要零件尺寸,按系列列出了计算结果。设计换热器时,可直接根据从相应图表选取的数据绘制图纸。

1.2 适用范围

本手册适用于设计压力小于或等于 64 kgf/cm^2 , 设计温度 $-19 \sim 350^\circ\text{C}$, 公称直径 $159 \sim 2000 \text{ mm}$, 材质为碳钢、低合金钢、不锈钢制化学工业用列管式固定管板(兼作法兰)热交换、冷凝和再沸器等类型的换热器结构设计,但不适用于设计压力低于 $\frac{100}{(D_o + 10)^2} \text{ kgf/cm}^2$ 和真空度低于 $(\frac{310}{D_o} + 8.2) \text{ cm}$ 水柱的换热器结构设计(其中 D_o 表示公称直径,单位为 m)。

1.3 换热器的形式

本手册包括的换热器结构形式及其适用公称直径范围,如图 1-1~1-8 所示。

除图 1-1 立式单管程外,其它形式中公称直径为 500、600、700、800、900 mm 五档,其管箱有两种结构形式,设计者可据管程清洗要求和锻件供货情况确定所用的形式。

1.4 换热器各构件的名称

换热器各构件的名称,统一命名如图 1-9。

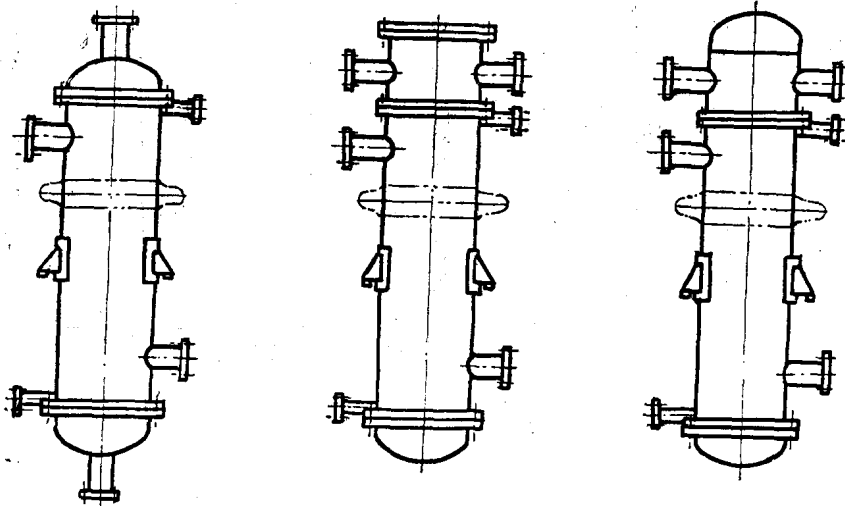


图 1-1 立式单管程 $D_o, 159-2000$ 图 1-2 立式多管程 $D_o \leq 900$ 图 1-3 立式多管程 $D_o \geq 500$

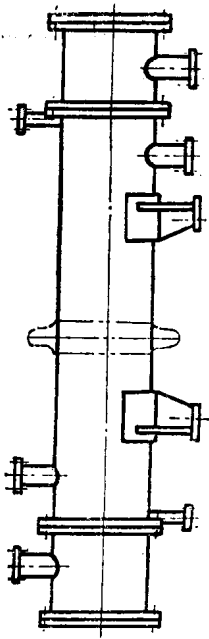


图 1-4 卧式单管程 $D_o \leq 900$

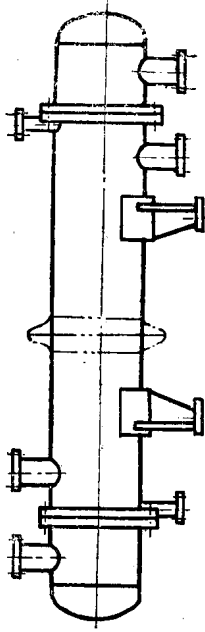


图 1-5 卧式单管程 $D_o \geq 500$

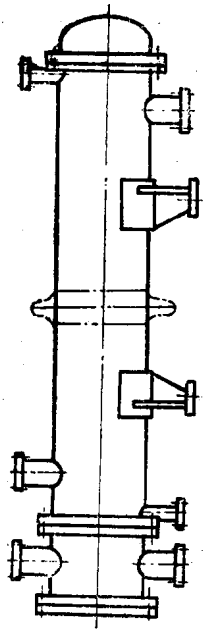


图 1-6 卧式多管程 $D_o \leq 900$

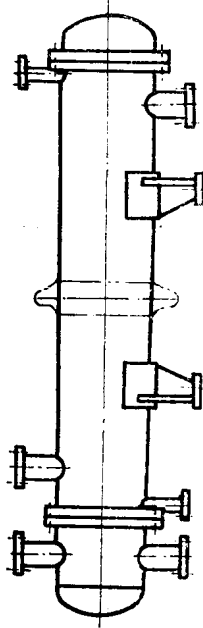


图 1-7 卧式多管程 $D_o \geq 500$

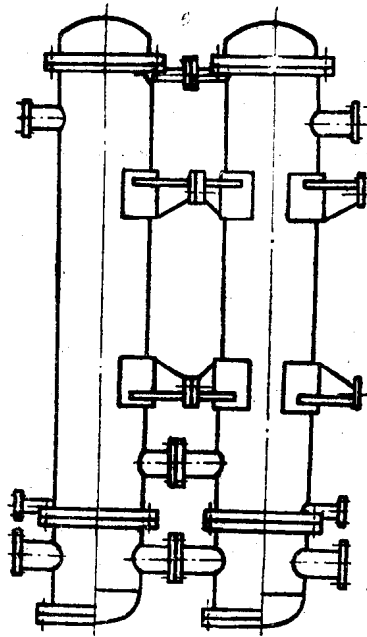


图 1-8 卧式叠加 $D_o \leq 1200$

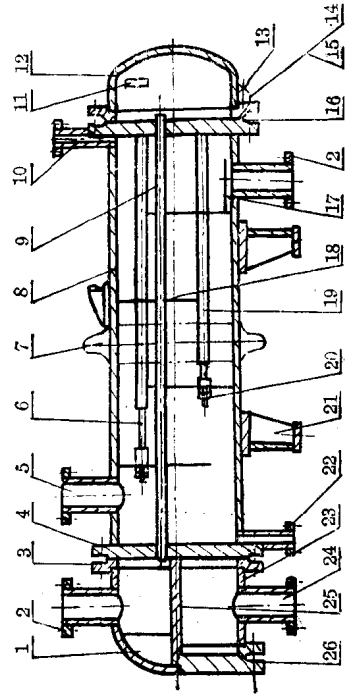


图 1-9 换热器构件名称

- 1—管箱(A、B、C、D(型)); 2—接管法兰; 3—设备法兰; 4—管板; 5—壳程接管; 6—拉杆;
 7—膨胀节; 8—壳体; 9—换热管; 10—排气管; 11—吊耳; 12—封头; 13—顶盖; 14—双头螺栓;
 15—螺母; 16—垫片; 17—防冲板; 18—折流板或支承板; 19—定距管; 20—拉杆螺母;
 21—支座; 22—排液管; 23—管箱壳体; 24—管程接管; 25—分程隔板; 26—管箱盖。

1.5 标准规范名称及其简称

列管式固定管板换热器结构设计,除应符合本手册规定外,其它要求还应符合下列标准的有关规定:

1. 《钢制石油化工压力容器设计规定》(简称为“设计规定”)。
2. 《钢制管壳式换热器设计规定》(简称为“换热器设计规定”)。
3. JB741-80《钢制焊接压力容器技术条件》(简称为“JB741-80”)。
4. JB1147-80《钢制列管式换热器技术条件》(简称为“JB1147-80”)。
5. JB1157~1164-82《压力容器法兰》(简称为“JB1157~1164-82”)。
6. HG5001~5028-58《管法兰》(简称为“HG5001~5028-58”)。
7. JB74~90-59《管路法兰及垫片》(简称为“JB74~90-59”)。
8. JB1154-73《椭圆形封头型式与尺寸》(简称为“JB1154-73”)。
9. JB1207-73《补强圈》(简称为“JB1207-73”)。
10. JB1165-81《悬挂式支座标准》(简称为“JB1165-81”)。
11. JB1167-81《鞍式支座标准》(简称为“JB1167-81”)。
12. JB1121-83《波形膨胀节》(简称为“JB1121-83”)。
13. YB231-70《无缝钢管》(简称为“YB231-70”)。
14. YB804-70《不锈、耐酸钢无缝钢管》(简称为“YB804-70”)。

1.6 腐蚀裕度

除符合本手册规定的换热管、分程隔板、定距管、拉杆、折流板、防冲板等,不另加腐蚀裕度外,受压构件与物料接触表面应另加腐蚀裕度。但多管程管板和多管程管箱盖,其开槽的一侧不另加腐蚀裕度。

腐蚀裕度值,在本手册中,碳钢和低合金钢取为 1.5 mm,不锈钢取为 0。

1.7 衬层和堆焊层强度

衬层厚度不计入换热器构件强度之内,堆焊层厚度可计入换热器构件强度之内。

1.8 设计温度和设计温差

手册中的计算数据,是按设计温度为 200°C 和管、壳程设计温差为 $\pm 50^\circ\text{C}$ 计算的。

1.9 焊缝系数

壳体纵、环焊缝的焊缝系数,按壳体公称直径和进行部分探伤取值;壳体与管板连接的焊缝按单面焊,不进行探伤取值(若采用单面焊双面成形或进行探伤时,其焊缝系数值可以适当提高)。壳体焊缝的焊缝系数如表 1-1。

表 1-1 壳体焊缝的焊缝系数

焊缝系数	公称直径(mm)		
	159~325	400~700	800~2000
纵焊缝	1.0	0.7	0.85
环焊缝	0.7		0.85
壳体与管板连接焊缝	有垫板 0.65		无垫板 0.60

注: (1) D_o 159~325 mm 壳体采用无缝钢管。

(2) D_o 400~700 mm 的纵焊缝和 D_o 159~700 mm 的环焊缝,按单面焊、无垫板取焊缝系数。

(3) D_o 800~2000 mm 的纵、环焊缝,按双面焊取焊缝系数。

封头上焊缝的焊缝系数:对公称直径为159~1100 mm,按整块钢板制成取值;对公称直径为1200~2000 mm,按几块钢板拼焊(双面焊)并经部分探伤制成取值。其值如表 1-2。

表 1-2 封头上焊缝的焊缝系数

公称直径(mm)	159~1100	1200~2000
焊缝系数	1.0	0.85

1.10 结构设计条件表

换热器结构设计条件,必须满足表 1-3 中提出的各项要求。

- (1) 表 1-3 中给热系数、传热系数、单位面积单位时间内传热量和污垢热阻是为计算金属壁温用的。如已给出金属壁温,则这四项内容可不提。
- (2) 表 1-3 中的物料密度和进口管内物料流速是为计算换热器壳程是否需要设置防冲板用的。如已提出了要或不要防冲板,则这两项内容可不提。
- (3) 表 1-3 中的简图,应注出换热器公称直径、管束长度、折流板间距、立式支座位置、卧式支座的滑动端和接管位置等。

表 1-3 换热器结构设计条件表

项 目		壳 程		管 程					
设计压力	kgf/cm ²								
操作压力	kgf/cm ²								
设计温度	℃								
操作温度(进口/出口)	℃								
物料名称									
物料密度	kg/m ³								
物料粘度	kg/m·s								
进口接管内物料流速	m/s								
给热系数	kcal/m ² ·h·℃								
传热系数	kcal/m ² ·h·℃								
污垢热阻	m ² ·h·℃/kcal								
单位时间单位面积传热量	kcal/m ² ·h								
金属壁温	℃								
程数									
腐蚀及衬里要求(建议材料)									
换热面积	m ²								
换热管		规格:	排列形式:						
折流板或支承板		数量:	缺边位置:	缺边高度:					
保温材料		材料:	比重:	厚度:					
安装、检修要求									
其它技术要求及说明:									
(换热器简图)									
d									
c									
b			f						
a			e						
符 号	公称尺寸	P ₀	标准号	用 途	符 号	公称尺寸	P ₀	标准号	用 途
		法兰标准					法兰标准		
管 口 表									

第二章 基本参数

2.1 符号说明

- b ——管板厚度, mm;
- d ——换热管外径, mm;
- d_i ——换热管内径, mm;
- d_{gmax} ——壳程和管程的最大接管公称直径, mm;
- D_o ——公称直径, mm;
- f_t ——管程通道截面积, m^2 ;
- F ——换热面积, m^2 ;
- L ——换热管长度, mm;
- n ——换热管根数;
- n_{cp} ——各程平均管数;
- P_o ——公称压力, kgf/cm^2 。

2.2 公称直径

换热器的公称直径, 本手册规定为: 159、219、273、325、400、450、500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900、2000 mm 共 22 种规格。

2.3 公称压力

公称压力是指换热器的管程和壳程受压构件计算强度所用的设计压力, 本手册规定公称压力等级为: 6、10、16、25、40、64 kgf/cm^2 共 6 级。

公称压力与公称直径的组合, 如表 2-1。

2.4 程数

表 2-1 公称压力与公称直径组合

$P_o(kgf/cm^2)$		$D_o(mm)$	$P_o(kgf/cm^2)$		$D_o(mm)$	$P_o(kgf/cm^2)$		$D_o(mm)$
壳程	管程		壳程	管程		壳程	管程	
6	6	400~2000	16	6	400~2000	40	6	400~1600
	10	400~2000		10	400~2000		10	400~1600
	16	400~2000		16	159~2000		16	159~1600
	25	400~1800		25	159~1800		25	159~1600
	40	400~1600		40	159~1600		40	159~1600
	64	400~800		64	159~800		64	159~800
10	6	400~2000	25	6	400~1800	64	6	400~800
	10	400~2000		10	400~1800		10	400~800
	16	400~2000		16	159~1800		16	159~800
	25	400~1800		25	159~1800		25	159~800
	40	400~1600		40	159~1600		40	159~800
	64	100~800		64	159~800		64	159~800

壳程的程数：I程。

管程的程数：I、II、IV、VI、VIII程。

管程数与公称直径组合，如表 2-2。

表 2-2 管程数与公称直径组合

管程数	I	II	IV	VI	VIII
D_g (mm)	159~2000	273~2000	325~2000	600~2000	1800~2000

2.5 换热管尺寸

2.5.1 换热管规格

换热管规格如表 2-3。

表 2-3 换热管规格

单位：mm

碳 钢	$\phi 19 \times 2$	$\phi 25 \times 2.5$	$\phi 32 \times 3$	$\phi 38 \times 5$
不 锈 钢	$\phi 19 \times 2$	$\phi 25 \times 2$	$\phi 32 \times 2.5$	$\phi 38 \times 2.5$

注：手册中的图表，只列出换热管外径为 $\phi 19$ 、 $\phi 25$ 两种规格的数据。

2.5.2 换热管长度

换热管长度规定为：1500、2000、2500、3000、4500、5000、6000、7500、9000、12000 mm。

换热器的换热管长度与公称直径之比，一般在 4~25 之间，常用的为 6~10。立式换热器，其比值多为 4~6。

手册中规定换热管长度与公称直径的组合情况，如表 2-4。

表 2-4 粗线框内的组合，较适于立式换热器。为便于维修和清洗，立式换热器的管束不宜过长。

2.6 壳程和管程的最大接管公称直径

手册中规定壳程和管程的最大接管公称直径为 $d_{\text{max}} = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}\right) D_g$ ，其值如表 2-5。

2.7 基本参数表

2.7.1 换热面积计算公式

$$F = \pi \cdot d \cdot (L - 2b) \cdot n \times 10^{-6}, \quad (2-1)$$

2.7.2 管程通道截面积计算公式

$$\text{单管程 } f_i = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \cdot n \times 10^{-6}, \quad (2-2)$$

$$\text{多管程 } f_i = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \cdot n_{op} \times 10^{-6}, \quad (2-3)$$

2.7.3 基本参数表

$\phi 19 \times 2$ 换热管基本参数表，如表 2-6。

$\phi 25 \times 2.5$ 、 $\phi 25 \times 2$ 换热管基本参数表，如表 2-7。

表 2-4 换热管长度与公称直径的组合

单位: mm

D_p	L									
	1500	2000	2500	3000	4500	5000	6000	7500	9000	12000
159	△	△	△	△						
219	△	△	△	△						
273	△	△	△	△						
325	△	△	△	△	△	△	△			
400	△	△	△	△	△	△	△			
450		△	△	△	△	△	△			
500		△	△	△	△	△	△			
600			△	△	△	△	△			
700				△	△	△	△			
800				△	△	△	△			
900				△	△	△	△	△	△	
1000				△	△	△	△	△	△	
1100					△	△	△	△	△	△
1200					△	△	△	△	△	△
1300					△	△	△	△	△	△
1400						△	△	△	△	△
1500						△	△	△	△	△
1600						△	△	△	△	△
1700						△	△	△	△	△
1800						△	△	△	△	△
1900						△	△	△	△	△
2000						△	△	△	△	△

表 2-5 壳程和管程的最大接管直径

单位: mm

D_p	159, 219	273	325	400, 450	500, 600	700, 800
d_{max}	50	80	100	125	150	200
D_p	900, 1000	1100, 1200	1300, 1400	1500, 1600	1700, 1800	1900, 2000
d_{max}	250	300	350	400	450	500

表 2-6 基本参数表($\phi 19 \times 2$ 换热管)

D_s (mm)	管程数	换热管根数 n	P_s (kgf/cm ²)	换 热 面 积 F (m ²)										管程通道截面积 f_i (m ²)	
				换 热 管 长 度 L (mm)											
				1500	2000	2500	3000	4500	5000	6000	7500	9000	12000		
159	I	15	16	1.29	1.74	2.18	2.63								0.0027
			25	1.29	1.73	2.18	2.63								
			40	1.28	1.73	2.17	2.62								
			64	1.25	1.69	2.14	2.59								
219	I	33	16	2.83	3.81	4.8	5.78							0.0058	
			25	2.82	3.81	4.79	5.78								
			40	2.8	3.78	4.77	5.75								
			64	2.72	3.7	4.69	5.67								
273	I	65	16	5.56	7.5	9.44	11.4							0.0115	
			25	5.52	7.46	9.4	11.3								
			40	5.48	7.42	9.36	11.3								
			64	5.51	7.25	9.19	11.1								
	II	56	16	4.79	6.46	8.13	9.8							0.0049	
			25	4.76	6.43	8.1	9.8								
			40	4.72	6.39	8.06	9.73								
			64	4.57	6.24	7.92	9.59								
325	I	99	16	8.41	11.4	14.3	17.3	26.1	29.1	35				0.0175	
			25	8.37	11.3	14.3	17.2	26.1	29.1	35					
			40	8.27	11.2	14.2	17.1	26	29	34.9					
			64	8	10.9	13.9	16.9	25.7	28.7	34.6					
	II	88	16	7.48	10.1	12.7	15.4	23.2	25.9	31.1				0.0078	
			25	7.44	10.1	12.7	15.3	23.2	25.8	31.1					
			40	7.35	9.98	12.6	15.2	23.1	25.7	31					
			64	7.1	9.73	12.4	15	22.9	25.5	30.7					
IV	68	16	5.78	7.81	9.84	11.9	18	20	24				0.0030		
		25	5.75	7.78	9.81	11.8	17.9	20	24						
		40	5.68	7.71	9.74	11.8	17.9	19.9	23.9						
		64	5.49	7.52	9.55	11.6	17.7	19.7	23.8						
400	I	172	6	14.6	19.8	24.9	30	45.4	50.6	60.8				0.0304	
			10	14.6	19.7	24.8	30	45.4	50.5	60.8					
			16	14.5	19.7	24.8	29.9	45.3	50.5	60.7					
			25	14.5	19.6	24.7	29.9	45.3	50.4	60.7					
			40	14.3	19.4	24.5	29.6	45.1	50.2	60.5					
			64	13.7	18.8	23.9	29.1	44.5	49.6	59.9					
	II	162	6	13.8	18.6	23.4	28.3	42.8	47.6	57.3				0.0143	
			10	13.7	18.6	23.4	28.2	42.7	47.6	57.2					
			16	13.7	18.5	23.4	28.2	42.7	47.5	57.2					
			25	13.6	18.5	23.3	28.1	42.6	47.5	57.1					
			40	13.4	18.3	23.1	27.9	42.4	47.3	56.9					
			64	12.9	17.7	22.6	27.4	41.9	46.7	56.4					

表 2-6

(续)

D_g (mm)	管程数	换热管根数 n	P_g (kgf/cm ²)	换 热 面 积 F (m ²)									管程通道截面积 f_s (m ²)	
				换 热 管 长 度 L (mm)										
				1500	2000	2500	3000	4500	5000	6000	7500	9000		12000
400	IV	144	6	12.2	16.5	20.8	25.1	38	42.3	50.9				0.0064
			10	12.2	16.5	20.8	25.1	38	42.3	50.9				
			16	12.2	16.5	20.8	25.1	38	42.3	50.9				
			25	12.1	16.4	20.7	25	37.9	42.2	50.8				
			40	11.9	16.2	20.5	24.8	37.7	42	50.6				
		64	11.4	15.7	20	24.3	37.2	41.5	50.1					
450	I	235	6		27	34	41	62.1	69.1	83.1				0.0415
			10		26.9	33.9	41	62	69	83				
			16		26.8	33.8	40.8	61.9	68.9	82.9				
			25		26.7	33.7	40.7	61.8	68.8	82.8				
			40		26.4	33.4	40.4	61.4	68.5	82.5				
			64		25.5	32.5	39.5	60.5	67.6	81.6				
	II	218	6		25	31.5	38	57.6	64.1	77.1				0.0193
			10		25	31.5	38	57.5	64	77				
			16		24.9	31.4	37.9	57.4	63.9	76.9				
			25		24.8	31.3	37.8	57.3	63.8	76.8				
40				24.5	31	37.5	57	63.5	76.5					
		64		23.6	30.1	36.6	56.2	62.7	75.7					
IV	186	6		21.6	27.2	32.8	49.6	55.3	66.5				0.0083	
		10		21.5	27.2	32.8	49.6	55.2	66.4					
		16		21.5	27.1	32.7	49.5	55.1	66.3					
		25		21.4	27	32.6	49.4	55	66.3					
		40		21.1	26.7	32.3	49.2	54.8	66					
		64		20.4	26	31.6	48.4	54	65.3					
500	I	273	6		31.3	39.4	47.6	72	80.2	96.5				0.0482
			10		31.3	39.4	47.6	72	80.2	96.5				
			16		31.2	39.3	47.5	71.9	80	96.3				
			25		31	39.2	47.3	71.8	79.9	96.2				
			40		30.5	38.7	46.8	71.2	79.4	95.7				
			64		29.5	37.6	45.8	70.2	78.3	94.6				
	II	254	6		29.1	36.7	44.3	67	74.6	89.8				0.0224
			10		29.1	36.7	44.3	67	74.6	89.8				
			16		29	36.6	44.1	66.5	74.5	89.6				
			25		28.9	36.4	44	66.8	74.4	89.5				
40				28.4	36	43.5	66.3	73.9	89					
		64		27.4	35	42.6	65.3	72.9	88.1					
IV	220	6		25.2	31.8	38.3	58	64.6	77.7				0.0097	
		10		25.2	31.8	38.3	58	64.6	77.7					
		16		25.1	31.7	38.2	57.9	64.5	77.6					
		25		25	31.6	38.1	57.8	64.4	77.5					
		40		24.6	31.1	37.7	57.4	64	77.1					
		64		23.7	30.3	36.9	56.6	63.1	76.3					