

中华人民共和国国家标准

GB/T 28712.3—2023

代替 GB/T 28712.3—2012

热交换器型式与基本参数 第3部分：U形管式热交换器

Types and basic parameters of heat exchangers—
Part 3: U-tube heat exchangers

2023-09-07 发布

2024-01-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 型式	1
5 基本参数	2

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 28712《热交换器型式与基本参数》的第 3 部分。GB/T 28712《热交换器型式与基本参数》已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：浮头式热交换器；
- 第 2 部分：固定管板式热交换器；
- 第 3 部分：U 形管式热交换器；
- 第 4 部分：热虹吸式重沸器；
- 第 5 部分：螺旋板式热交换器；
- 第 6 部分：空冷式热交换器。

本文件代替 GB/T 28712.3—2012《热交换器型式与基本参数 第 3 部分：U 形管式热交换器》，与 GB/T 28712.3—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了 U 形管式热交换器公称直径范围，由 1 200 mm 扩展至 2 600 mm(见 5.1)；
- b) 增加了 U 形管式热交换器公称压力范围，由 6.4 MPa 扩展至 10.0 MPa(见 5.1)；
- c) 增加了 U 形管式热交换器公称直径范围 1 300 mm~2 600 mm 的换热管公称长度，由 6 000 mm 扩展至 9 000 mm(见 5.1)；
- d) 增加了镍、锆等有色金属及其合金换热管参数(见 5.2)；
- e) 增加了 U 形管式热交换器公称直径范围 1 300 mm~2 600 mm 的折流板间距参数(见 5.3)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本文件起草单位：上海蓝滨石化设备有限责任公司、中石化广州工程有限公司、中国寰球工程有限公司北京分公司、中国石化工程建设有限公司、中石化宁波工程有限公司、湖北长江石化设备有限公司、甘肃蓝科石化高新装备股份有限公司、中国特种设备检测研究院、机械工业兰州石油化工设备检测所有有限公司、上海海关工业品与原材料检测技术中心。

本文件主要起草人：赵明明、李双权、李小梅、高莉萍、崔金栋、赵天波、张型波、苏畅、刘福录、张延丰、陈志伟、周文学、曹锦鋈、俞艳文。

本文件于 2012 年首次发布，本次为第一次修订。

引 言

GB/T 28712《热交换器型式与基本参数》旨在规范能源工业用热交换器典型结构型式,充分考虑装置大型化发展趋势,兼顾我国热交换器产品标准和建造水平,明确了参数适用范围及其配套尺寸。考虑不同热交换器的功能、结构、参数差异明显,由六个部分构成。

- 第 1 部分:浮头式热交换器。
- 第 2 部分:固定管板式热交换器。
- 第 3 部分:U 形管式热交换器。
- 第 4 部分:热虹吸式重沸器。
- 第 5 部分:螺旋板式热交换器。
- 第 6 部分:空冷式热交换器。

热交换器型式与基本参数标准对实现我国热交换器的标准化、系列化、通用化、规模化具有重要意义。对量大面广的热交换器产品,其结构、参数标准化,首先能够促进产品建造标准化,提高设计质量、效率;其次能够节约制造、使用环节的工具、工装、材料消耗和积压;最后能够方便用户实现产品的选用、更换、维修与互换。近年来,我国大型炼化一体化项目建设进入高速发展时期,作为装置典型用能设备的热交换器用量显著增长;装置大型化促使热交换器结构尺寸迈向新高度,单体设备的大型化需求日益突出;大批工程项目的建设实施,为热交换器建造积累了丰富的设计、制造及工程应用经验。同时,GB/T 151《热交换器》也据此进行了修订,首次形成了全面覆盖热交换器典型结构的产品综合标准,并对适用参数进行了大幅调整。为此,需要对热交换器型式与基本参数标准进行修订,适应行业与标准发展需求。

本文件重点考虑了 U 形管式热交换器大型化发展需求,通过对产品设计、生产、使用及标准化等环节的调研与分析,大幅扩充了 U 形管式热交换器的型式与基本参数,促进了该类产品的高效选型、建造、维修与互换,对落实我国“节能减排”战略、推进“绿色设计”具有积极的意义。

热交换器型式与基本参数

第 3 部分：U 形管式热交换器

1 范围

本文件规定了 U 形管式热交换器(以下简称“热交换器”)的型式与基本参数。

本文件适用于公称直径范围为 300 mm~2 600 mm,公称压力不大于 10.0 MPa 的 U 形管式热交换器。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 151 热交换器

NB/T 47065.1 容器支座 第 1 部分:鞍式支座

3 术语和定义

GB/T 151 界定的术语和定义适用于本文件。

4 型式

4.1 热交换器

热交换器的型式见图 1。

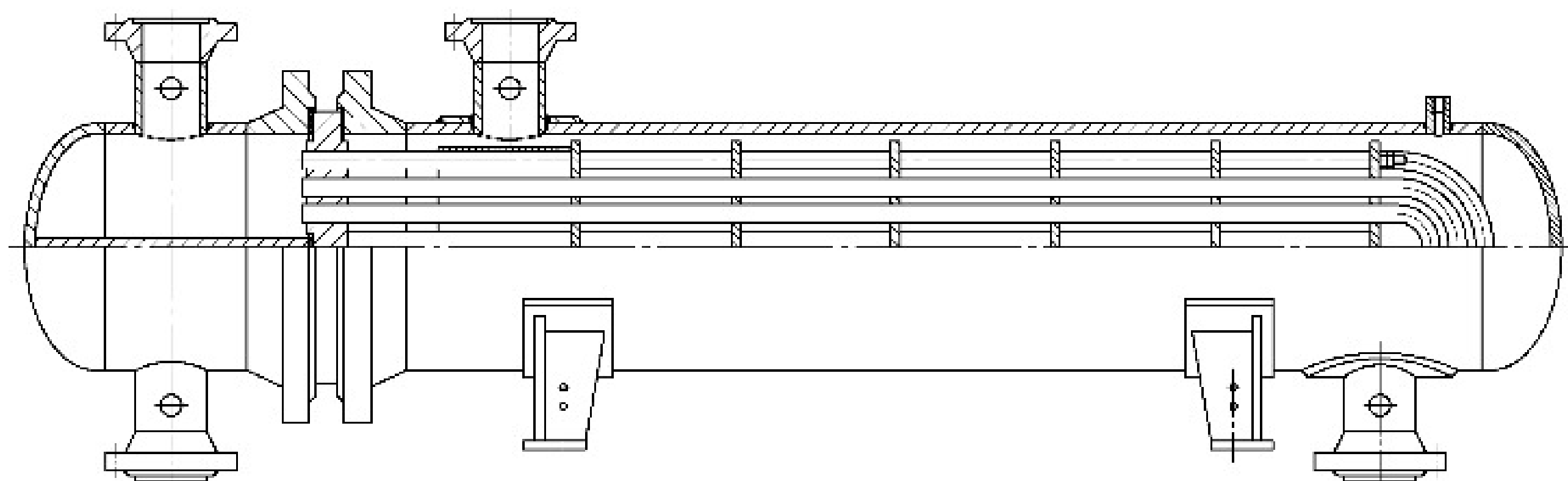


图 1 热交换器

4.2 重叠式热交换器

4.2.1 换热管公称长度小于 9 000 mm 的重叠式热交换器的型式见图 2。

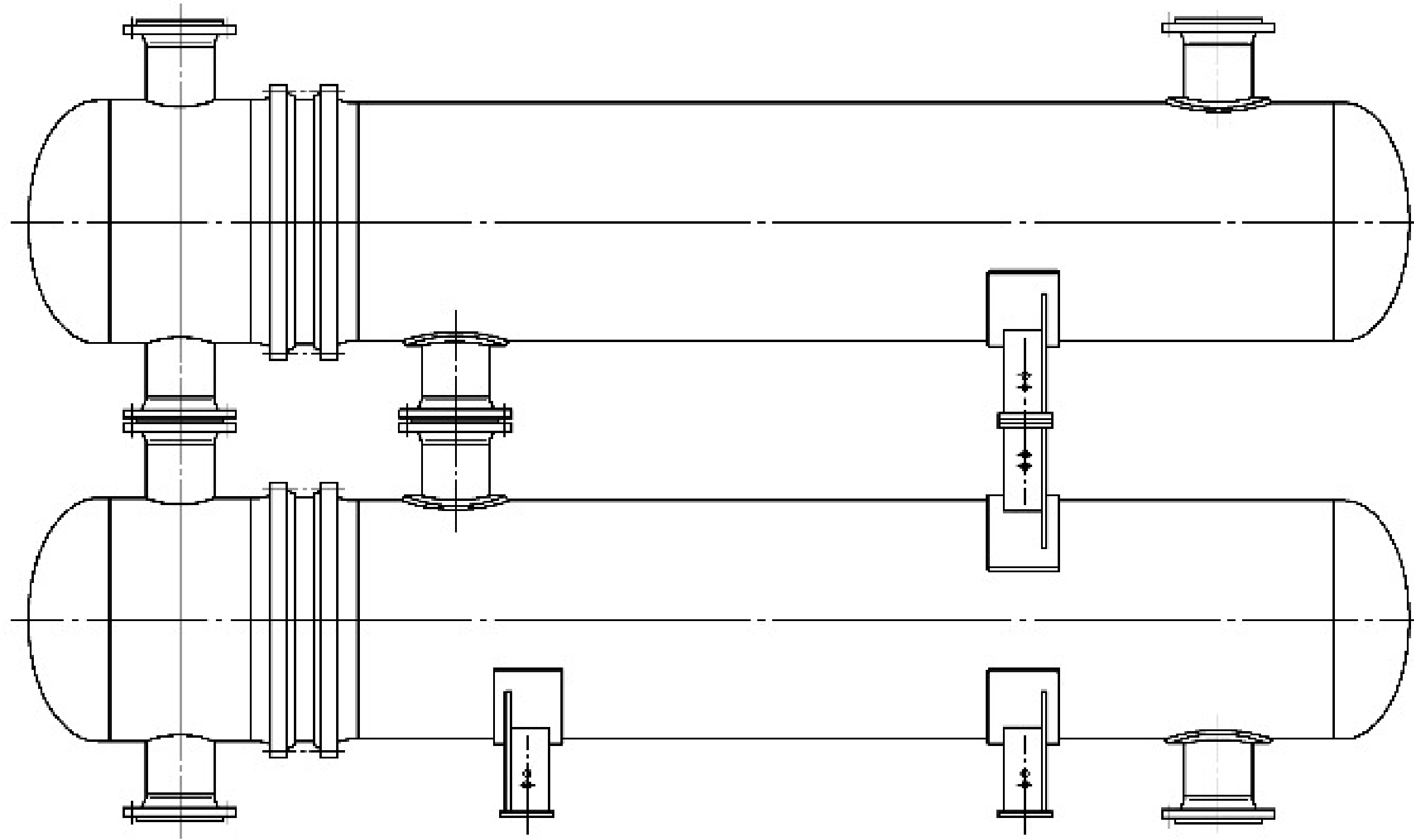


图2 换热管公称长度小于9 000 mm 的重叠式热交换器

4.2.2 换热管公称长度为9 000 mm 的重叠式热交换器的型式见图3。

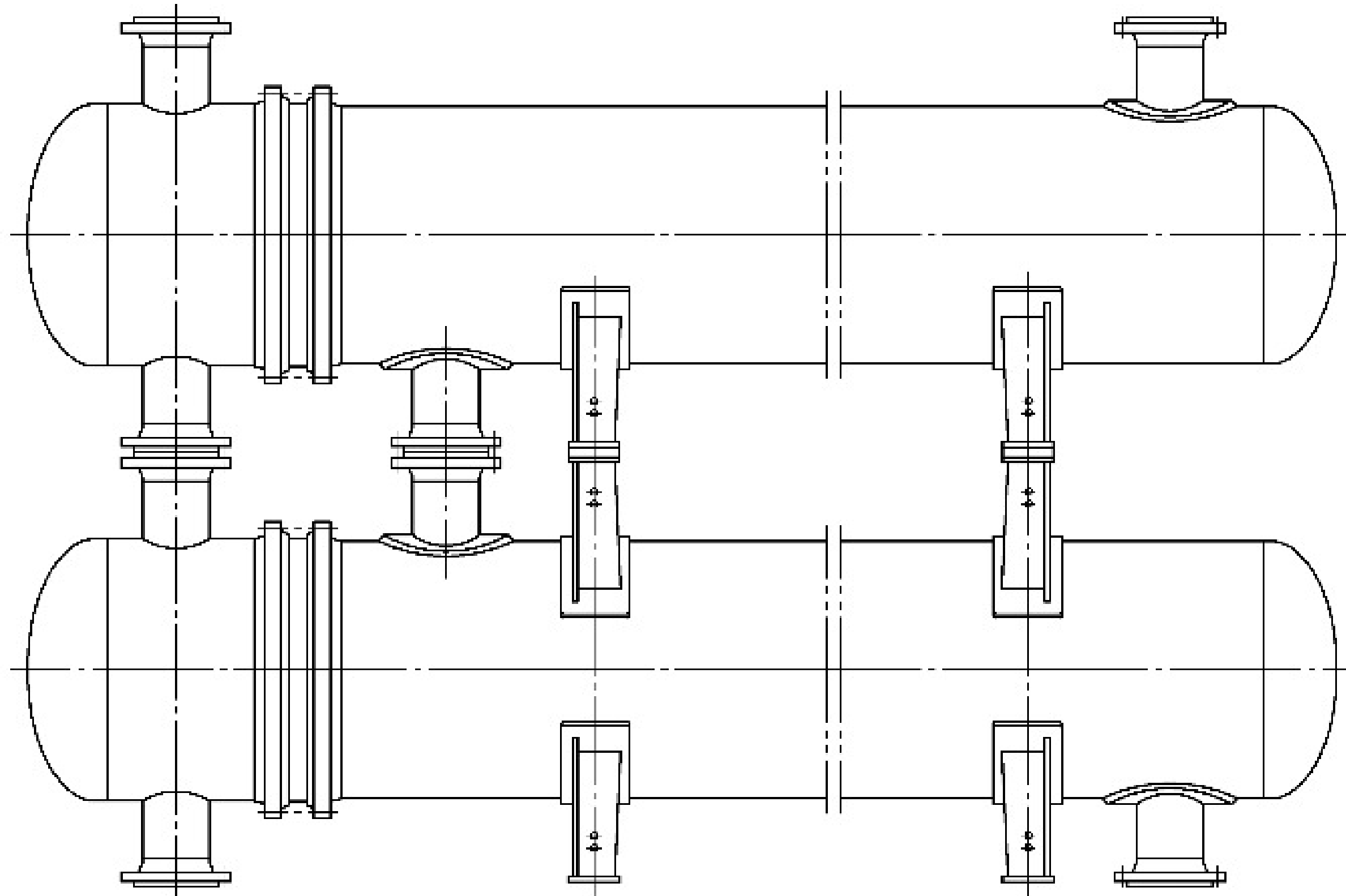


图3 换热管公称长度为9 000 mm 的重叠式热交换器

4.3 型号及零部件

型号及零部件应符合 GB/T 151 的规定。

5 基本参数

5.1 基本参数组合

热交换器的基本参数组合见表1。

表 1 热交换器的基本参数组合

公称直径 (DN) mm		换热管公称长度(L) mm																				
		3 000									6 000											
		管程公称压力(PN ₁) MPa																				
		2.5	4.0	6.4	10.0	1.6	2.5	4.0	6.4	10.0	1.6	2.5	4.0	6.4	10.0	1.6	2.5	4.0	6.4	10.0		
管程数 (N)		壳程公称压力(PN ₂) MPa																				
		2.5	1.6	4.0	2.5	1.6	4.0	2.5	1.6	4.0	2.5	1.6	4.0	2.5	1.6	4.0	2.5	1.6	4.0	2.5	1.6	
(325)	2																					
	4																					
(426)	2																					
	4																					
500	2																					
	4																					
600	2																					
	4																					
700	2																					
	4																					
800	2																					
	4																					
900	2																					
	4																					
1 000	2																					
	4																					
1 100	2																					
	4																					
1 200	2																					
	4																					
1 300	2																					
	4																					
1 400	2																					
	4																					

表 1 热交换器的基本参数组合 (续)

公称直径 (DN) mm		换热管公称长度(L) mm															
		3 000								6 000							
管程数 (N)		管程公称压力(PN ₁) MPa															
		2.5	4.0	6.4	10.0	1.0	1.6	2.5	4.0	6.4	10.0	1.6	2.5	4.0	6.4	10.0	1.6
		壳程公称压力(PN ₂) MPa															
		2.5	1.6	4.0	2.5	1.6	1.6	2.5	1.6	1.6	2.5	1.6	1.6	2.5	1.6	1.6	2.5
1 500	2																
	4																
1 600	2																
	4																
1 700	2																
	4																
1 800	2																
	4																
1 900	2																
	4																
2 000	2																
	4																
2 200	2																
	4																
2 400	2																
	4																
2 600	2																
	4																

注 1:括号内采用钢管作筒体的公称直径,此公称直径系指钢管外径。
注 2:“O”表示适用,空格表示不适用。

表 1 热交换器的基本参数组合 (续)

公称直径 (DN) mm	管程数 (N)	换热管公称长度(L) mm															
		9 000															
		管程公称压力(PN _i) MPa															
		1.0	1.6	2.5	4.0		6.4		10.0								
		壳程公称压力(PN _s) MPa															
		1.0	1.6	2.5	1.6	4.0	2.5	1.6	6.4	4.0	2.5	1.6	10.0	6.4	4.0	2.5	1.6
(325)	2																
	4																
(426)	2																
	4																
500	2																
	4																
600	2																
	4																
700	2																
	4																
800	2																
	4																
900	2																
	4																
1 000	2																
	4																
1 100	2																
	4																
1 200	2																
	4																
1 300	2	O	O	O	O	O	O	O									
	4	O	O	O	O	O	O	O									
1 400	2	O	O	O	O	O	O	O									
	4	O	O	O	O	O	O	O									
1 500	2	O	O	O	O	O	O	O									
	4	O	O	O	O	O	O	O									
1 600	2	O	O	O	O	O	O	O									
	4	O	O	O	O	O	O	O									
1 700	2	O	O	O	O	O	O	O									
	4	O	O	O	O	O	O	O									
1 800	2	O	O	O	O	O	O	O									
	4	O	O	O	O	O	O	O									
1 900	2	O	O	O	O	O	O	O									
	4	O	O	O	O	O	O	O									
2 000	2	O	O	O	O	O	O	O									
	4	O	O	O	O	O	O	O									
2 200	2	O	O	O	O												
	4	O	O	O	O												
2 400	2	O	O	O	O												
	4	O	O	O	O												
2 600	2	O	O	O	O												
	4	O	O	O	O												

注 1:括号内采用钢管作筒体的公称直径,此公称直径系指钢管外径。

注 2:“O”表示适用,空格表示不适用。

5.2 换热管

换热管规格及排列形式见表 2。

表 2 换热管规格及排列形式

单位为毫米

换热管外直径×壁厚($d\times\delta_1$)			排列形式	管心距
碳素钢、低合金钢	不锈钢、铝及铝合金、铜及铜合金、镍及镍合金	钛及钛合金、锆及锆合金		
19×2	19×2	19×1.25	正三角形(30°) 转角正三角形(60°)	25
25×2.5	25×2	25×1.5	正方形(90°) 转角正方形(45°)	32

5.3 折流板(支持板)间距

折流板(支持板)间距见表 3。

表 3 折流板(支持板)间距

单位为毫米

公称直径 DN	换热管公称长度 L	折流板(支持板)间距							
≤600	3 000	150	200	—	—	—	—	—	—
≤600	6 000	150	200	—	300	—	—	—	—
700~900		150	200	—	300	—	450	—	—
1 000~1 200		—	200	250	300	350	450	—	—
1 300~1 800		—	200	250	300	350	450	480	—
1 900~2 000		—	—	250	300	350	450	480	—
2 100~2 600		—	—	—	300	350	450	480	600
1 300~1 800	9 000	—	—	—	300	350	450	480	600
1 900~2 600		—	—	—	—	350	450	480	600

5.4 管箱

管箱结构型式宜符合下列规定：

- a) $DN\leq 400$ mm 采用平盖管箱；
- b) 500 mm $\leq DN\leq 800$ mm 采用封头管箱,也可采用平盖管箱；
- c) $DN\geq 900$ mm 采用封头管箱。

5.5 工艺参数

5.5.1 计算换热面积

计算换热面积 A_1 按公式(1)确定：

$$A_1 = 2\pi d(L - \delta - l_1)n \times 10^{-6} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

d ——换热管外径,单位为毫米(mm);

L ——换热管公称长度,单位为毫米(mm);

δ ——管板厚度,单位为毫米(mm);

l_1 ——换热管伸出管板长度(设定为3 mm),单位为毫米(mm);

n ——换热管根数。

5.5.2 管程流通面积

管程流通面积 A_2 按公式(2)确定:

$$A_2 = 2\pi(d/2 - \delta_i)^2 n \times 10^{-6} / N \dots\dots\dots(2)$$

式中:

δ_i ——换热管壁厚,单位为毫米(mm);

N ——管程数。

5.5.3 热交换器的主要工艺参数

热交换器的主要工艺参数见表4。

表 4 热交换器的主要工艺参数

公称直径 (DN) mm	管程数 (N)	换热管根数 (n)		中心排管数		管程流通面积 (A ₂) m ²										计算换热面积 (A ₁) m ²					
		换热管外径 (d)/mm		中心排管数		换热管外径 × 换热管壁厚 (d × δ ₁)/mm										换热管外径 (d)/mm					
		19	25	19	25	19 × 1.25	19 × 2	25 × 1.5	25 × 2	25 × 2.5	19	25	19	25	19	25	19	25			
(325)	2	38	13	11	6	0.008 1	0.006 7	0.004 9	0.004 5	0.004 1	13.4	6.0	27.0	12.1	—	—	—				
300	4	30	12	5	5	0.003 3	0.002 7	0.002 3	0.002 1	0.001 9	10.6	5.6	21.3	11.2	—	—	—				
(426)	2	77	32	15	8	0.016 3	0.013 6	0.012 1	0.011 1	0.010 0	26.5	14.7	54.5	29.8	—	—	—				
400	4	68	28	8	7	0.007 3	0.006 0	0.005 3	0.004 8	0.004 4	23.8	12.9	48.2	26.1	—	—	—				
500	2	128	57	19	10	0.027 5	0.022 7	0.021 6	0.019 7	0.017 9	44.6	26.1	90.5	53.0	—	—	—				
	4	114	56	10	9	0.012 2	0.010 1	0.010 6	0.009 7	0.008 8	39.7	25.7	80.5	52.1	—	—	—				
600	2	199	94	23	13	0.042 6	0.035 2	0.035 7	0.032 6	0.029 5	69.1	42.9	140.3	87.2	—	—	—				
	4	184	90	12	11	0.019 7	0.016 3	0.016 9	0.015 5	0.014 1	63.9	41.1	129.7	83.5	—	—	—				
700	2	276	129	27	15	0.059 5	0.049 2	0.049 8	0.045 3	0.041 1	—	—	194.1	119.4	—	—	—				
	4	258	128	12	13	0.027 6	0.022 8	0.024 2	0.022 1	0.020 1	—	—	181.4	118.4	—	—	—				
800	2	367	182	31	17	0.078 6	0.065 0	0.068 9	0.063 0	0.057 1	—	—	257.7	168.0	—	—	—				
	4	346	176	16	15	0.037 0	0.030 6	0.033 3	0.030 4	0.027 6	—	—	242.8	162.5	—	—	—				
900	2	480	231	35	19	0.102 8	0.085 0	0.087 6	0.080 0	0.072 5	—	—	336.2	212.8	—	—	—				
	4	454	226	16	17	0.048 6	0.040 2	0.042 8	0.039 1	0.035 5	—	—	317.8	208.2	—	—	—				
1 000	2	603	298	39	21	0.129 1	0.106 7	0.113 0	0.103 2	0.093 6	—	—	421.5	273.9	—	—	—				
	4	576	292	20	19	0.061 7	0.021 0	0.055 3	0.050 5	0.045 8	—	—	402.4	268.4	—	—	—				
1 100	2	738	363	43	24	0.158 0	0.130 6	0.137 6	0.125 7	0.114 0	—	—	514.6	332.9	—	—	—				
	4	706	356	20	21	0.075 4	0.062 5	0.067 5	0.061 6	0.055 9	—	—	492.2	326.5	—	—	—				
1 200	2	885	436	47	26	0.189 5	0.156 6	0.165 3	0.151 0	0.136 9	—	—	615.8	399.0	—	—	—				
	4	852	428	24	21	0.091 2	0.075 4	0.081 1	0.074 1	0.067 2	—	—	592.6	391.7	—	—	—				
1 300	2	901	519	35	27	0.192 7	0.159 2	0.197 3	0.179 8	0.163 0	—	—	628.9	476.7	951.6	721.2	—				
	4	880	508	34	26	0.094 1	0.077 8	0.096 6	0.088 0	0.079 8	—	—	614.3	466.6	929.4	706.0	—				

表 4 热交换器的主要工艺参数 (续)

公称直径 (DN) mm	管程数 (N)	换热管根数 (n)		中心排管数		管程流通面积 (A_2) m^2										计算换热面积 (A_1) m^2					
		换热管外径 (d)/mm		换热管外径 (d)/mm		换热管外径 \times 换热管壁厚 ($d \times \delta_s$)/mm										换热管外径 (d)/mm					
		19	25	19 \times 1.25	19 \times 2	25 \times 1.5	25 \times 2	25 \times 2.5	19	25	19	25	19	25	19	25	19	25			
1 400	2	1 024	612	0.219 0	0.181 0	0.232 6	0.212 0	0.192 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	1 002	602	0.107 1	0.088 5	0.114 4	0.104 3	0.094 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
1 500	2	1 201	709	0.256 8	0.212 2	0.269 5	0.245 6	0.222 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	1 174	700	0.125 5	0.103 7	0.133 0	0.121 2	0.110 0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
1 600	2	1 362	820	0.291 2	0.240 7	0.311 7	0.284 0	0.257 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	1 334	806	0.142 6	0.117 9	0.153 2	0.139 6	0.126 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
1 700	2	1 558	929	0.333 1	0.275 3	0.353 1	0.321 8	0.291 9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	1 512	924	0.161 7	0.133 6	0.175 6	0.160 0	0.145 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
1 800	2	1 747	1 034	0.373 6	0.308 7	0.393 1	0.358 1	0.324 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	1 694	1 018	0.181 1	0.149 7	0.193 5	0.176 3	0.159 9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
1 900	2	1 946	1 175	0.416 1	0.343 9	0.446 7	0.407 0	0.369 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	1 916	1 168	0.204 8	0.169 3	0.222 0	0.202 3	0.183 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
2 000	2	2 151	1 298	0.459 9	0.380 1	0.493 4	0.449 6	0.407 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	2 122	1 276	0.226 9	0.187 5	0.242 5	0.221 0	0.200 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
2 200	2	2 595	1 565	0.554 9	0.458 6	0.594 9	0.542 1	0.491 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	2 560	1 546	0.273 7	0.226 2	0.293 8	0.267 7	0.242 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
2 400	2	3 083	1 853	0.659 2	0.544 8	0.704 4	0.641 8	0.582 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	3 052	1 836	0.326 3	0.269 7	0.349 0	0.318 0	0.288 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
2 600	2	3 611	2 166	0.772 1	0.638 1	0.823 4	0.750 2	0.680 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	4	3 538	2 156	0.378 3	0.312 6	0.409 8	0.373 4	0.338 7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

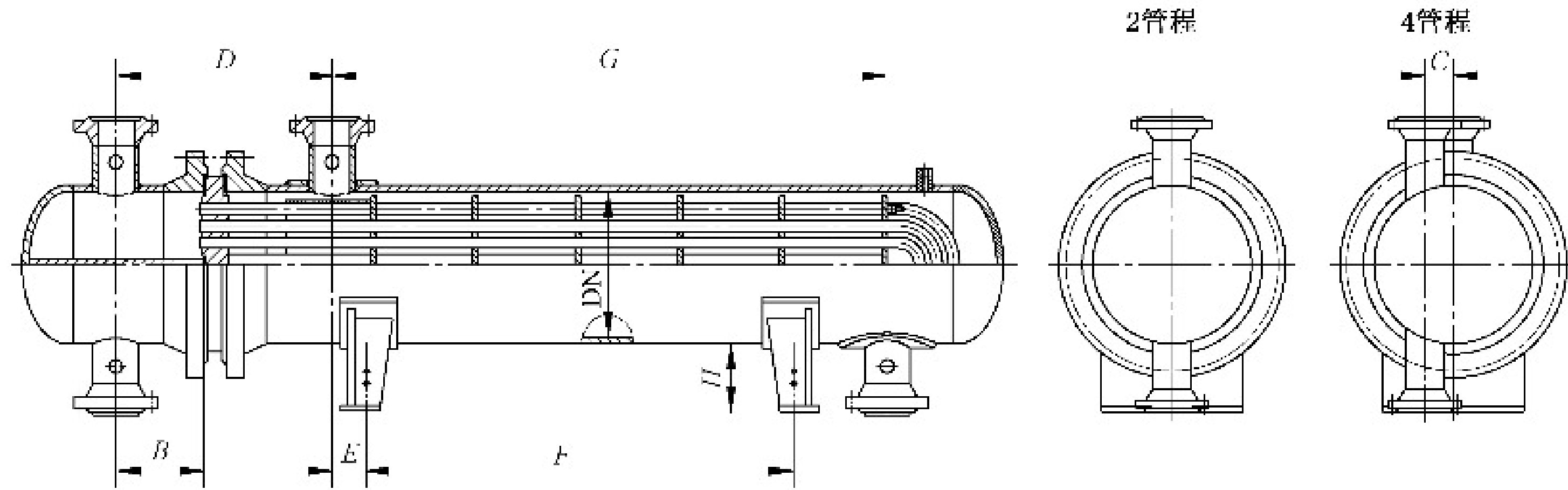
注 1:公称直径小于 1 300 mm 的热交换器,外径 19 mm 的换热管排列形式为正三角形,外径 25 mm 的换热管排列形式为转角正方形(45°)。

注 2:公称直径大于或等于 1 300 mm 的热交换器,换热管排列形式为转角正方形(45°)。

注 3:换热管为光管,管板的计算公称压力为 2.5 MPa。

5.6 组装尺寸

热交换器的组装尺寸见图 4 和表 5。



标引符号说明：

- B —— 管箱接管与管箱法兰端面距离,单位为毫米(mm);
- C —— 管箱接管与管箱中心距离,单位为毫米(mm);
- dn —— 接管公称直径,单位为毫米(mm);
- D —— 管箱接管与壳体接管中心距离,单位为毫米(mm);
- DN —— 公称直径,对钢板卷制圆筒为内径(对钢管制圆筒为外径),单位为毫米(mm);
- E —— 壳体接管与鞍座底板中心距离,单位为毫米(mm);
- F —— 鞍座底板中心距离,单位为毫米(mm);
- G —— 壳体接管间中心距离,单位为毫米(mm);
- H —— 鞍座底板与壳体外壁距离,单位为毫米(mm)。

图 4 热交换器组装尺寸

表 5 热交换器组装尺寸

组装尺寸 mm	换热管 公称长度 (L) mm	公称压力 (PN) MPa	公称直径(DN)/mm									
			(325) 300	(426) 400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200
F	3 000	2.5	—		2 000		—					
		4.0	2 000				—					
		6.4	2 000			—						
		10.0	—									
	6 000	1.0~1.6	—			4 400		—				
		2.5	—		4 400			4 000				
		4.0	4 400					4 000				
		6.4	4 400									
		10.0	4 400			—						

表5 热交换器组装尺寸(续)

组装尺寸 mm	换热管 公称长度 (L) mm	公称压力 (PN) MPa	公称直径(DN)/mm													
			(325) 300	(426) 400	500	600	700	800	900	1 000	1 100	1 200				
G	3 000	2.5	—		2 950		—									
		4.0	2 900				—									
		6.4	2 900			—										
		10.0	2 800			—										
	6 000	1.0~1.6	—				6 000									
		2.5	—		5 950											
		4.0	5 900													
		6.4	5 900						5 800							
		10.0	5 800			—										
		E	3 000	1.0~10.0	50				—							
6 000	1.0~10.0		325					400								
B	3 000	2.5	—		310		—									
		4.0	280		330		—									
		6.4			380		—									
		10.0	400			—										
	6 000	1.0~1.6	—			310		370		410		460				
		2.5	—		310			370		440		500				
		4.0	280		330			390		475		350				
		6.4			380		400		440		480		545		565	
		10.0	400			—										
		D	3 000	2.5	—		700		—							
4.0	635			760		—										
6.4				850		—										
10.0	950			—												
6 000	1.0~1.6		—			680		820		930		1 010				
	2.5		—		700			870		1 000		1 150				
	4.0		635		760			920		1 100		1 260				
	6.4				850		900		1 030		1 160		1 290		1 380	
	10.0		950			—										
	H		3 000/ 6 000	1.0~10.0	200											
dn	100				150			200		250		300				
C	75	100			125	150	200		250		300					

表 5 热交换器组装尺寸 (续)

组装尺寸 mm	换热管 公称长度 (L) mm	公称压力 (PN) MPa	公称直径(DN)/mm									
			1 300	1 400	1 500	1 600	1 700	1 800	1 900	2 000	2 200	2 400
F	6 000	1.0~2.5	4 400			4 400		4 000			3 800	3 600
		4.0	4 400			4 000				—		
	9 000	1.0~1.6	7 000				6 400			6 000		
		2.5	7 000			6 400			6 000			
		4.0	7 000			6 400		6 000		—		
G	6 000	1.0~2.5	5 950				5 700		5 600	5 500		
		4.0	5 900			5 500				—		
	9 000	1.0~1.6	8 850									
		2.5	8 850					8 500				
		4.0	8 850				8 500			—		
E	6 000	1.0~1.6	400		300	400		0				
		2.5	250		150	250		0				
		4.0	200		0				—			
	9 000	1.0~2.5	200					0				
		4.0	200		0				—			
B	6 000~ 9 000	1.0~2.5	500	530	600	630	730	830	930	1 010		
	4.0	530	590	700	730	800	—					
D	6 000~ 9 000	1.0~2.5	1 160	1 240	1 400	1 500	1 740	1 930	2 140	2 320		
	4.0	1 260	1 400	1 650	1 740	1 900	—					
H	6 000/ 9 000	1.0~4.0	250									
dn			300	350	400	450	500	600	700	800		
C			300			400				500		

热交换器的支座按 NB/T 47065.1 选用。公称直径 $DN \geq 1\,800$ mm、重叠式热交换器,宜根据地震力、管束抽芯等载荷条件对支座及地脚螺栓进行核算。