目　次

HG 20652－1998　塔器设计技术规定

1　范围……（1）
1.1　主题内容……（1）
1.2　适用范围……（1）
2　引用标准……（2）
3　设计选材……（3）
3.1　受压元件……（3）
3.2　非受压元件……（3）
3.3　焊接材料……（4）
4　设计计算……（5）
4.1　受压元件的计算……（5）
4.2　风载荷和地震载荷……（5）
4.3　筒体最小厚度……（6）
4.4　腐蚀裕量……（6）
4.5　地脚螺栓……（7）
4.6　塔盘……（9）
5　结构……（12）
5.1　塔体……（12）
5.2　裙座……（12）
5.3　内部构件……（21）
5.4　人(手)孔……（21）
5.5　吊柱……（23）
5.6　吊耳……（23）
5.7　保温(保冷)支承结构……（24）
5.8　防火层支承结构……（28）
5.9　内部梯子……（30）
6　制造、检验与验收……（31）
6.1　外形尺寸偏差……（31）
6.2　塔盘制造、检验标准……（33）
6.3　裙座……（33）
6.4　吊耳与塔体焊接接头的检验……（33）
6.5　整体热处理的塔器……（33）
6.6　分段交货的塔器……（33）
附录A　冬季空气调节室外计算温度(标准的附录)……（35）
附录B　裙座筒体上端面至塔釜椭圆封头切线距离的计算(提示性附录)……（36）
附录C　带短管和中央地脚螺栓座(提示性附录)……（38）
附录D　挠度控制值(提示性附录)……（42）
编制说明……（43）

1 范 围

1.1 主题内容

本规定是结合化工和石油化工塔式容器设计的具体情况，对 JB 4710－1998《钢制塔式容器》的补充和具体化。

本规定的适用范围、引用标准和定义，除以下规定外，均与“JB 4710”相同。

1.2 适用范围

1.2.1 本规定适用于高度大于 10m，且高度与直径之比大于 5 的裙座自支承立式钢制塔器。

1.2.2 本规定不适用于带有拉牵装置、带有砖板等非金属衬里及带有有色金属衬里的塔器。

2 引用标准

GB 150 《钢制压力容器》
JB 4710 《钢制塔式容器》
GBJ 17 《钢结构设计规范》
HG 20580 《钢制化工容器设计基础规定》
HG 20581 《钢制化工容器材料选用规定》
HG 20582 《钢制化工容器强度计算规定》
HG 20583 《钢制化工容器结构设计规定》
HG 20584 《钢制化工容器制造技术要求》
HG 20585 《钢制低温压力容器技术规定》
SH 3088 《石油化工塔盘设计规范》
SH 3524 《石油化工钢制塔类容器现场组焊施工工艺标准》

3 设计选材

塔器设计选材应符合以下要求。

3.1 受压元件

本规定中受压元件是指承受设计内压大于或等于 0.1MPa 及承受设计外压的元件。

3.1.1 受压元件选材的原则、用钢标准、热处理状态、许用应力等均应符合 GB 150《钢制压力容器》的相应规定。

3.1.2 受压元件选材的细则应符合 HG 20581《钢制化工容器材料选用规定》的要求。

3.2 非受压元件

3.2.1 非受压元件用钢必须是列入材料标准的钢材。

3.2.2 内外部构件

1 与塔体焊接的内部构件材料除应满足工作介质的要求外，还应考虑与塔体焊接后对塔体材料性能的影响。

2 与塔体焊接的外部构件材料应考虑与塔体焊接后对塔体材料性能的影响。

3.2.3 裙座

1 选择裙座筒体材料时，除符合 3.2.2(2)外，还应考虑建塔地区环境温度的影响。一般取建塔地区的环境计算温度作为裙座的设计温度。

注：环境计算温度采用现行 GBJ 19《采暖通风与空气调节设计规范》中的冬季空气调节室外计算温度，见附录 A。

2 一般情况下裙座筒体应采用同一种材料，材料的选用参见表 3.2.3－1。

表 3.2.3－1

裙座设计温度 T_s	裙座筒体材料
$T_s \leqslant -20℃$	Q345－D 或 Q345－E、16Mn
$T_s > -20 \sim 0℃$	Q235－C、D 或 Q345－C、Q345－D
$T_s > 0 \sim 50℃$	Q235－A、B、C 或 Q345－A、Q345－B

注：①裙座设计温度按 3.2.3.1 的规定。

②钢材标准：Q235——GB700－88，Q345——GB/T1591－94，16Mn——GB1591－88。

3 当裙座设计温度低于 0℃时，裙座(本体)的材料应进行冲击韧性试验。冲击功应不低于表 3.2.3－2 的规定。

表 3.2.3—2

钢　　号	夏比(V 形缺口)冲击试验温度	三个试样的冲击功平均值 A_{KV}　J
		10mm×10mm×55mm(纵向)
Q235—C	0℃	27
Q235—D	—20℃	27
Q345—C	0℃	34
Q345—D	—20℃	34
Q345—E、16Mn	—40℃	27

4　当符合以下条件之一时，裙座筒体上部应设一段与塔釜封头(或筒体)材料相同的过渡短节。

(1)塔釜设计温度：T＞250℃或 T≤—20℃。

(2)裙座筒体与塔釜封头相焊后，将影响塔釜材料性能(如不锈钢、铬钼铬、低温钢等)。

5　过渡短节的长度按以下规定：

(1)塔釜设计温度低于—20℃或高于 350℃时，过渡段长度是保温层的 4～6 倍，且不小于 500mm；

(2)塔釜设计温度在—20℃～350℃之间时，过渡段长度不小于 300mm。

6　过渡短节的设计温度应等于塔釜封头(或筒体)的设计温度。

7　裙座材料(包括过渡短节)的许用应力按表 3.2.3—3。

表 3.2.3—3

裙座本体			裙座过渡段
钢　　号	板厚　mm	$[\sigma]_s$　MPa	当裙座过渡段材料与塔釜材料相同时，其许用应力与塔釜材料的许用应力相同
Q235—A、B、C	$T\leqslant40$	140	
Q345—A、Q345—B、Q345—C、Q345—D、Q345—E、16Mn	$T\leqslant16$	190	
	$16<T<50$	175	

注：①表中的许用应力值系按塔釜设计温度为 200℃确定的，安全系数取 $n_b=2.7$。

②裙座筒体(本体)系指：a 无过渡段裙座的筒体；b 有过渡段裙座的与过渡段相接的裙座筒体。

8　裙座筒体上开孔补强元件(通道孔、检查孔等)材料宜与裙座筒体材料相同。

9　地脚螺栓座(含盖板、筋板和基础环板)的材料一般应与裙座筒体材料相同。

3.2.4　地脚螺栓

1　选择地脚螺栓材料应考虑建塔地区环境温度的影响。

当环境计算温度高于—20℃时，一般选用 Q235—A，其许用应力 $[\sigma]_b=147$MPa。

当环境计算温度低于或等于—20℃时，一般选用 16Mn 或 Q345—E，其许用应力 $[\sigma]_b=170$MPa。

2　地脚螺栓的规格、数量、材料应在设计图纸中注明。

3.3　焊接材料

焊接材料的标准、焊接材料质量证明书，以及各种被焊母材组合所用的焊接材料选择均应符合 JB/T 4709《钢制压力容器焊接规程》和 HG 20581《钢制化工容器材料选用规定》中的有关规定。

4 设计计算

4.1 受压元件的计算

4.1.1 塔器受压元件(包括圆筒、封头、锥壳、开孔补强和法兰等)的计算按表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1

设计压力 P_D	计算采用的标准
$0.1MPa \leqslant P_D \leqslant 35MPa$ 真空度大于或等于 0.02MPa	按 GB 150-1998《钢制压力容器》的相应章节
$-0.02MPa < P_D < MPa$	按 JB/T 4735-1997《钢制焊接常压容器》相应章节

4.1.2 对于 GB 150 和 JB/T 4735 标准中未作规定的元件计算方法,可按 HG 20583—1998《钢制化工容器强度计算规定》的有关规定进行计算。

4.2 风载荷和地震载荷

4.2.1 对于 H/D>5 且 H>10 米的塔器,按 JB 4710—1998《钢制塔式容器》的规定,计算风载荷、地震载荷及其强度和稳定校核。

4.2.2 计算风载荷和地震载荷时塔的计算分段问题

1 计算自振周期和地震载荷时的计算分段

(1)对于不等截面塔(包括等直径不等壁厚或不等直径塔),在计算基本振型自振周期及地震载荷时,将其视为多自由度体系(多质点),因此将塔沿高度分解为若干计算段,各段的质量可处理为作用在该段高度二分之一处的集中质量。考虑到足够高的计算精确度,宜将塔分为 10 个等高段。

(2)对于等直径等厚度的塔,计算自振周期时无需分段,但在计算地震载荷时仍需将塔分为若干等高段(10 段为宜)。

2 计算风载荷时塔的计算分段

(1)对于等截面塔(等直径、等壁厚),一般将距地面高度 10m 以下作第一计算段,其它的计算段一般取每段小于或等于 10m;

(2)对于不等截面的塔(不等直径、不等厚度),宜按截面变化情况分段(即相同直径、相同壁厚为一段)。当然也可取与自振周期地震载荷计算时的相同段数。

4.2.3 塔的壁厚分段

1 对于塔壁厚取决于压力载荷(内压或外压)、且为同一材料时,塔体(裙座除外)可取同一厚度。但对满液操作的塔,需考虑液柱静压力。因此应根据不同高度处的计算压力决定是否采用同一厚度段。

2 当塔壁厚是由风载荷或地震载荷控制时,由于风或地震载荷引起的弯矩随塔高自上而下递增,因此从等强度及结构设计的合理性考虑,应将塔体分为自上而下逐段递增的厚度段,

其不同厚度段的划分原则如下：

(1)从制造、经济合理等因素考虑，不同壁厚的段数不宜过多，以最多不超过5个壁厚段为宜(不包括裙座壳体)。

(2)相邻段的壁厚差不宜过大，碳钢和低合金钢塔体壁厚差一般为2～4mm；不锈钢为1～2mm。

(3)在保证强度和结构设计的前提下，同一壁厚段的长度宜控制在5～10m范围内，同时应尽量考虑钢板标准宽度规格，且是钢板标准宽度的整数倍。

4.2.4 塔器需进行校核计算的截面

危险截面系指需进行应力校核的截面：

1 塔裙座基础环板处裙座壳体的横截面；

2 通过裙座开孔水平中心线的裙座壳体最小截面；

3 裙座与塔体封头对接接头(或塔接接头)截面；

4 不等直径塔变截面交界处塔壳横截面；

5 等直径塔变壁厚交界处塔壳的横截面。

4.2.5 塔顶挠度计算及挠度控制值

1 当需计算塔顶挠度时，其计算方法按JB 4710—1998《钢制塔式容器》附录的规定。

2 挠度控制值的确定

塔顶挠度控制值应根据工程设计的实际需要确定，本标准附录D给出了塔顶挠度控制的参考值。

4.3 筒体最小厚度

4.3.1 碳钢和低合金钢制筒体不包括腐蚀裕量的最小厚度为2/1000的塔器内直径，且不小于4mm。

4.3.2 不锈钢制筒体最小厚度：$\delta_{min}=3mm$。

4.3.3 裙座筒体包括腐蚀裕量的最小厚度：$\delta_{min}=6mm$。

4.4 腐蚀裕量

4.4.1 受压元件：对碳钢和低合金钢取不小于1mm；对不锈钢，当介质腐蚀性极微时，可不考虑腐蚀裕量。

碳钢制裙座筒体腐蚀裕量取不小于2mm；但当裙座筒体内外侧均有保温(冷)或防火层时，可不考虑腐蚀裕量。

4.4.2 地脚螺栓腐蚀裕量为3mm。

4.4.3 除上述规定外，塔器元件的腐蚀裕量还应符合HG 21580《钢制化工容器设计基础规定》的要求。

4.5 地脚螺栓

4.5.1 地脚螺栓公称直径应不小于M24。常用地脚螺栓规格见表4.5.1。

表4.5.1

公称直径	螺纹小径 d	公称直径	螺纹小径 d
M24×3	20.752	M55×5.5	50.046
M27×3	23.752	M64×6	57.505
M30×3.5	26.211	M72×6	65.505
M36×4	31.670	M76×6	69.505
M42×4.5	37.129	M80×6	73.505
M48×5	42.587	M90×6	83.505
		M100×6	93.505

4.5.2 地脚螺栓数量一般是4的倍数，且不少于8个，对于小直径且高度较低的塔式容器可取6个地脚螺栓。推荐的地脚螺栓数量见表4.5.2。

表4.5.2　地脚螺栓数量选用表（推荐值）

裙座底部筒体直径（mm） \ 地脚螺栓数量（个）	6	8	12	16	20	24	28	32	36	40
600										
700	■									
800	■									
900		■								
1000		■								
1100		■								
1200		■								
1300			■							
1400			■							
1500			■							
1600			■							
1700			■							
1800				■						
1900				■						
2000				■						
2200				■						
2400					■					
2600					■					
2800					■					
3000						■				
3200						■				
3400						■	■			
3600						■	■			
3800							■			
4000							■	■		
4200							■	■		
4400								■	■	
4600								■	■	
4800								■	■	
5000									■	■
5200									■	■
5400									■	■
5600										■
5800										■
6000										■

■ —— 优先选用数量　　□ —— 可选用数量

4.6 塔 盘

4.6.1 设计载荷

1 塔盘板的设计载荷

(1)正常操作时应取高于溢流堰 50mm 的水柱静压和 700N/m² 的均布载荷两者中的较大值 q_1(N/m²)。

(2)塔盘自身质量均布载荷 q_2(N/m²)。

2 受液盘的设计载荷

相邻板间距之半的水柱静压或 2900N/m² 的均布载荷两者中的较大值 q_3(N/m²)。

3 侧线出料盘及塔底液封盘的设计载荷

取实际盘深的水柱静压和 2900N/m² 的均布载荷两者中的较大值 q_4(N/m²)。

4 支承梁的设计载荷

(1)正常操作时

a. 取塔盘质量和液体质量作用在梁上的均布载荷(线载荷)q_5(N/m)。

对单梁支承,按塔盘与液体的总质量的 60%确定;

对双梁支承,按塔盘与液体的总质量的 40%确定。

b. 梁自身质量引起的均布载荷(线载荷)q_6(N/m)。

(2)安装检修时

a. 梁自身质量引起的均布载荷(线载荷)q_6(N/m)。

b. 塔盘质量作用在梁上的均布载荷(线载荷)q_7(N/m)

对单梁支承,按塔盘总质量的 60%确定;

对双支承梁,按塔盘质量的 40%确定。

c. 由于检修人员及堆积物质量引起的集中载荷 p(N)。

DN≤2m 的塔,在梁中点处作用 1350N 的集中载荷;

DN>2m 的塔,距梁两端各 1/3 梁跨长度处分别作用 1000N 的集中载荷。

4.6.2 塔盘板、支承梁的应力和挠度计算

将塔盘板视为整个板面受均布载荷、周边铰支的矩形板;将支承梁视为简支梁。其应力和挠度计算公式见表 4.6.2—1。

表 4.6.2—1

计算项目 \ 工作状态	正常操作		安装、检修时支承梁的计算	
	支承梁	塔盘板	DN>2m	DN≤2m
载荷集度 q N/m(梁) N/m²(板)	q_5+q_6	q_1+q_2	q_6+q_7	q_6+q_7
弯矩(M_{max}) N—m	$\frac{qL^2}{8}$	——	$\frac{qL^2}{8}+\frac{PL}{3}$	$\frac{qL^2}{8}+\frac{PL}{4}$
应力(σ_{max}) MPa	$\frac{M_{max}}{W}\times10^{-6}$	$\beta.\ \frac{6qb^2}{t^2}\times10^{-6}$	$\frac{M_{max}}{W}\times10^{-6}$	
挠度(f_{max}) m	$\frac{5qL^4}{384EJ}\times10^6$	$\alpha.\ \frac{qb^4}{Et^3}\times10^6$	——	

表中：

q——载荷集度，计算梁时单位为 N/m，计算塔盘板时为 N/m²；

$q_{1\sim2}$、$q_{5\sim7}$、p——符号意义及单位见 4.6.1 条；

L——梁的跨度，m；

W——梁的截面模数，m³；

b，t——分别为塔盘板的宽度与厚度，m；

α，β——系数，与塔盘板长度(c)和宽度(b)有关，见表 4.6.2—2；

P——集中载荷，N，见 4.6.1；

J——梁截面轴惯性矩，m⁴；

E——材料的弹性模数，MPa。

表 4.6.2—2 c/b 值对应的 α 与 β 值

c/b	α	β	c/b	α	β
1.0	0.0443	0.0479	1.8	0.1017	0.0948
1.1	0.0530	0.0553	1.9	0.1064	0.0985
1.2	0.0616	0.0626	2.0	0.1106	0.1017
1.3	0.0697	0.0693	3.0	0.1336	0.1189
1.4	0.0770	0.0753	4.0	0.1400	0.1235
1.5	0.0843	0.0812	5.0	0.1416	0.1246
1.6	0.0906	0.0862	∞	0.1422	0.1250
1.7	0.0964	0.0908			

注：c——塔板长度，m；b——塔板宽度，m。

4.6.3 塔盘在操作状态下的挠度应不大于表 4.6.3 的规定值。

表 4.6.3 mm

浮阀塔盘		泡罩塔盘	
塔径 DN	挠度	塔径 DN	挠度
≤2400	3	≤1800	1.5
>2400	DN/720	>1800	3

4.6.4 支承梁的挠度控制值见表 4.6.4。

表 4.6.4 mm

塔盘类型	浮阀塔盘	泡罩塔盘
允许挠度	梁的跨度/720	梁的跨度/900

4.6.5 塔盘元件的最小厚度见表 4.6.5。

表 4.6.5 mm

材料		合金钢	碳钢	
腐蚀裕度 C_2		0	$0<C_2\leqslant1.5$	$1.5<C_2\leqslant3.0$
塔盘板	泡罩塔	3	4.5	6
	浮阀塔、筛板塔及其它塔型	2	3	4.5
主梁		3	4.5	6
支承圈、可拆降液板的连接板		6	8	10
降液板	可拆	3	4	4
	不可拆	4	4	6

5 结 构

5.1 塔 体

5.1.1 塔体包括塔壳筒体、筒体变径过渡段(锥壳)、封头、人孔、手孔、液面计、接管、法兰等各受压元件。

5.1.2 塔体各受压元件(包括筒体、封头、人手孔、接管、开孔、法兰及紧固件等)的结构设计,焊接接头设计除执行具体工程技术规定外,还应符合 GB 150《钢制压力容器》、HG 20583《钢制化工容器结构设计规定》的要求。

5.1.3 塔壳筒体计算厚度由外载荷(风载荷、地震载荷等)决定时,一般宜采用不等厚度的筒节组焊而成,其筒体的长度应根据计算及结构设计的需要确定,但宜调整至钢板规格宽度的整数倍,相邻筒节厚度差不宜太大,一般取 2mm。

5.1.4 对于变径塔,变径过渡段的锥壳厚度不得小于与其连接的上下圆筒体的厚者。

5.1.5 小直径内装整块式塔盘的塔体,由若干塔节组成,塔节之间用法兰连接。塔节长度可按表 5.1.5 确定。

表 5.1.5 mm

塔盘结构形式	塔公称直径 DN	塔节长度 L
定 距 管 式	300～500	800～1000
	600～700	1200～1500
	≥800	2000～2500
重 叠 式	≥700	

5.2 裙 座

5.2.1 裙座有圆筒形和圆锥形两种型式。一般选用圆筒形裙座,如遇下列情况应选用圆锥形裙座。

1 需减小混凝土基础顶面的压应力;

2 需增加裙座筒体断面惯性矩。

圆锥形裙座的半锥顶角不宜超过 15°。

5.2.2 裙座与塔体的连接采用焊接。焊接接头可采用对接型式或搭接型式;推荐采用对接型式。

5.2.3 当采用对接型式时,一般取裙座筒体内径与塔釜封头内径相等;当裙座筒体厚度与塔釜封头厚度之差大于或等于 8mm 时,取二者的外径相等。裙座筒体与塔釜封头的焊接接头应采用全焊透的连续焊,且与塔釜封头外壁圆滑过渡。焊接接头形式及尺寸见图 5.2.3。

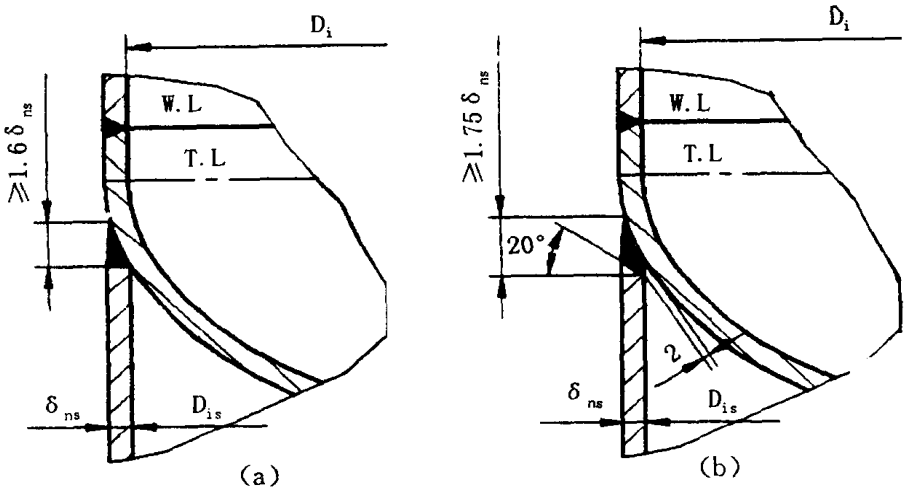


图 5.2.3

图 5.2.3(b)结构，推荐用于下列场合：

1 当塔高与塔径之比大于 20；

2 塔釜为低温操作；

3 裙座与塔釜封头连接焊缝可能产生热疲劳；

4 裙座筒体名义厚度(δ_{ns})超过 16mm。

5.2.4 当采用搭接型式时，搭接部位宜在塔壳筒体上，搭接的角焊缝必须填满。

1 搭接焊接接头形式及尺寸见图 5.2.4。

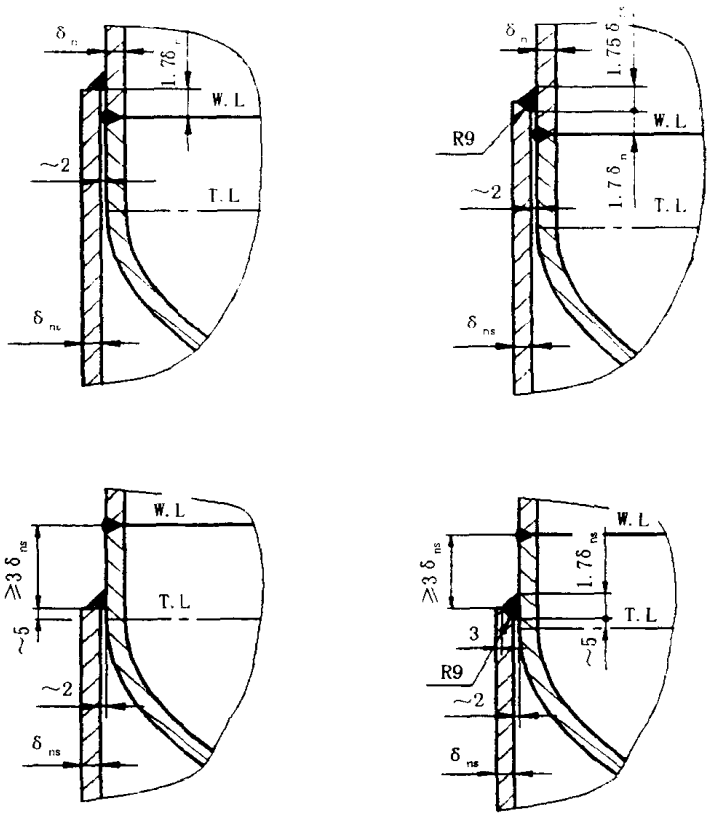


图 5.2.4

2　被裙座筒体覆盖的 A、B 类焊接接头必须磨平，且须进行 100%射线或超声检测。

5.2.5　裙座筒体与拼焊塔釜封头连接时，在封头拼接接头处的裙座筒体应切缺口，缺口的形状及尺寸见图 5.2.5 及表 5.2.5。

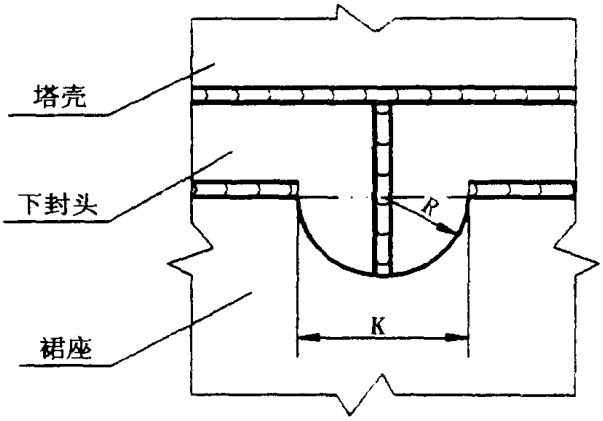


图　5.2.5

表 5.2.5　裙座筒体缺口尺寸　　mm

封头厚度 δ_{nh}	6～8	10～18	20～26	28～32
宽度 K	70	100	120	140
R	35	50	60	70

5.2.6　排气孔和排气管

为减小腐蚀及避免可燃、有毒气体的积聚，保证检修人员的安全，应在裙座上部设置排气孔或排气管。

1　当裙座不设保温（保冷、防火）层时，其上部应均匀开设排气孔，见图 5.2.6-1。排气孔的数量和规格见表 5.2.6－1。

2　当裙座设保温（保冷，防火）层时，裙座上部应如图 5.2.6－2 所示均匀设置排气管，排气管规格和数量见表 5.2.6－1 规定。

表 5.2.6－1

项目 / 塔器直径 DN mm	无保温			有保温			
	排气孔尺寸 mm	排气孔数量	排气孔中心距裙座顶端距离 H mm	排气管规格 mm	排气管数量	H_1 mm	H_2 mm
600～1200	ϕ80	2	140	ϕ89×4	2	$H_1=b_1+\delta_{Si}$	$H_2=b_2+\delta_{Si}$
1200<DN≤2400	ϕ80	4	180	ϕ89×4	4		
>2400	ϕ100	4	220	ϕ108×4	4		

注：H_1、H_2——排气管距裙座顶部的距离，mm；

b_1、b_2——与封头有关的参数，由表 5.2.6－2 查取，mm；

δ_{Si}——保温层厚度，mm。

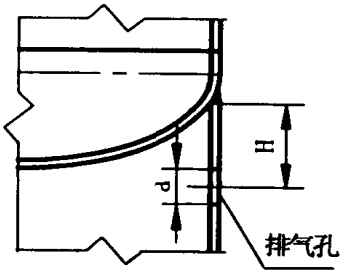


图 5.2.6—1

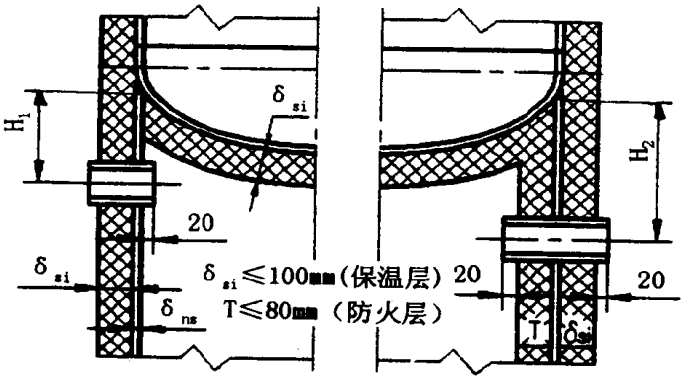


图 5.2.6—2

表 5.2.6—2 b_1 和 b_2 值 mm

塔器内径 D_i	b_1	b_2	塔器内径 D_i	b_1	b_2
600～1000	165	220	>3500～4000	225	360
>1000～1500	175	245	>4000～4500	230	380
>1500～2000	185	270	>4500～5000	235	400
>2000～2500	200	290	>5000～5500	240	410
>2500～3000	205	320	>5500～6000	255	430
>3000～3500	215	340			

5.2.7 通道管

1 塔釜封头上的接管一般需通过裙座上的通道管引到裙座的外部，如图 5.2.7—1 所示。通道管的尺寸见表 5.2.7—1。

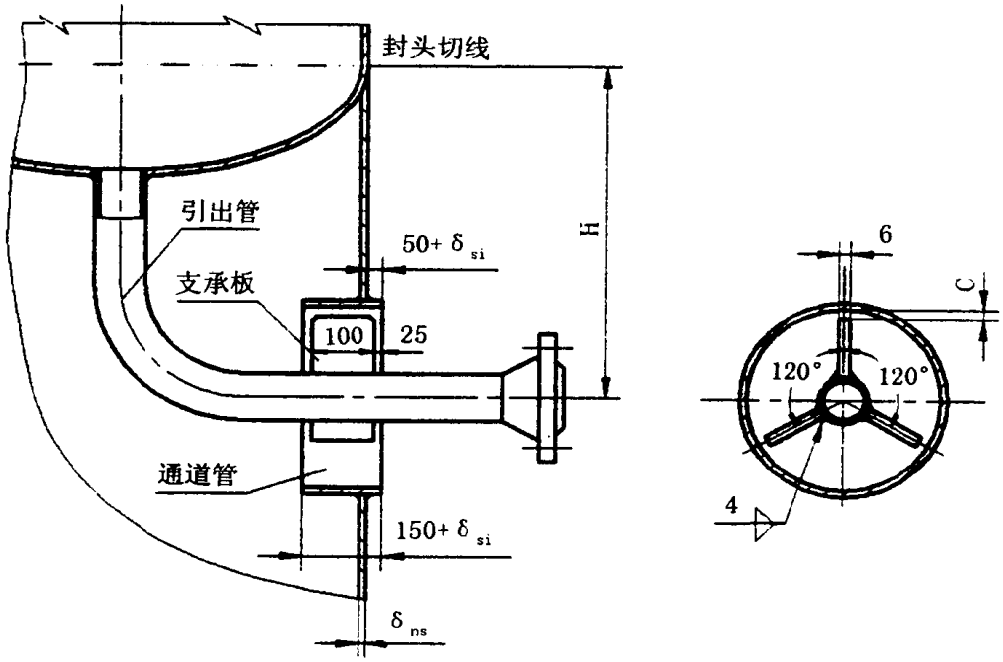


图 5.2.7—1

表 5.2.7－1　通道管尺寸　　mm

引出管公称直径 dN		20 25	32 40	50 70	80 100	125 150	200	250	300	350
通规道管格	无缝钢管	ϕ133×4	ϕ159×4.5	ϕ219×6	ϕ273×8	ϕ325×8				
	卷焊管内径			ϕ200	ϕ250	ϕ300	ϕ350	ϕ400	ϕ450	ϕ500

注：① 引出管在裙座内用法兰连接时，通道管内径必须大于法兰外径。

② 引出管保温（冷）后的外径加上 25mm，大于表中的通道管内径时，应适当加大通道管的直径。

③ 卷焊管的厚度等于裙座名义厚度，但最厚不宜超过 16mm。

2 当介质温度高于－20℃时，引出管上应焊支承板，支承板与通道管之间应预留间隙以考虑热膨胀的需要。最小间隙 C 见表 5.2.7－2。

表 5.2.7－2

介质温度℃ / H (mm) / 材质	50		100		150		200		250		300		350		400		450	
	间隙 C (mm)																	
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
300	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	2	1.5	2	2	2	2.5	3	2.5	3	2.5	3
600	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	2	2.5	2.5	3	2.5	3	3	3.5	3	4	3	4.5
900	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	3	3	3.5	3	3.5	3.5	4.5	4	5	4	6.5
1200	1.0	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3	3.5	3.5	4	3.5	4	4	5.5	5	6.5	5.5	7.5
1500	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	3.5	4	3.5	4.5	4	5	5	6.5	6	7.5	6.5	8.5
1800	1.5	1.5	2.5	3	3	3.5	3.5	4.5	4	5.0	4.5	6	5.5	7	7	8.5	7.5	9.5
2100	1.5	2.0	3	3	3.5	4.0	4	5	4.5	5.5	5	7	6	8	7.5	9.5	8.5	10.5
2400	1.5	2.0	3	3.5	3.5	4.5	4.5	5.5	5	6.5	5.5	7.5	7	8.5	8	10.5	9.5	11.5
2700	1.5	2.0	3.5	4	4	5	5	6	5.5	7	6	8	7.5	9.5	8.5	11.5	10.5	12.5
3000	2.0	2.5	4	4.5	4.5	5.5	5.5	6.5	6.5	8	7	9	8	10.5	9.5	12.5	11.5	13.5

注：① 间隙 $C \geqslant 1/2\alpha \cdot \Delta t \cdot H + 1\text{mm}$，$\alpha$ 为介质温度与 20℃之间的平均线膨胀系数，按 GB 150《钢制压力容器》查取；Δt 为介质温度与 20℃的温差；H 见图 5.2.7－1。

② 表中Ⅰ类材料为碳素钢、碳钼钢、低铬钼钢（Cr3Mo）类，Ⅱ类指奥氏体不锈钢类。

3 当介质温度等于或小于－20℃时，在通道管处应采用木块支承引出管，见图 5.2.7－2。

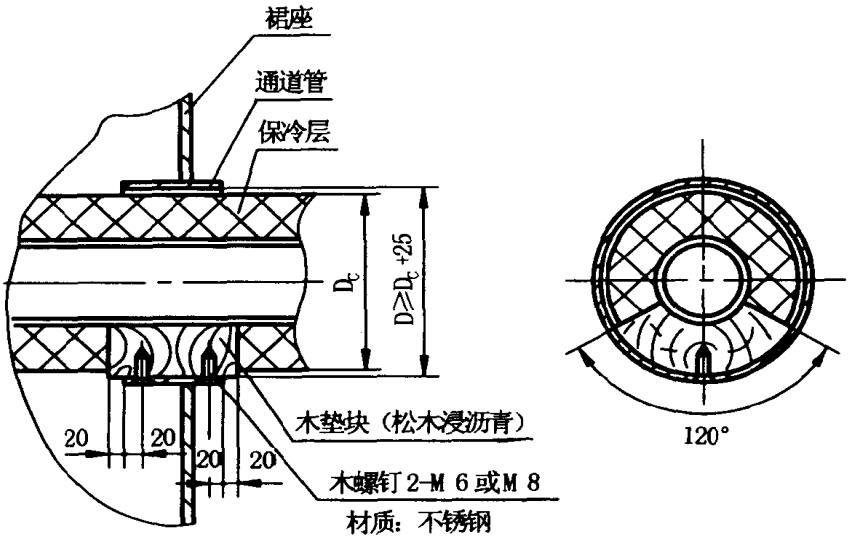


图 5.2.7—2

5.2.8 裙座应设检查孔。检查孔有圆形和长圆形两种。

检查孔的结构、尺寸、数量分别见图 5.2.8 及对应的表 5.2.8—1、表 5.2.8—2。

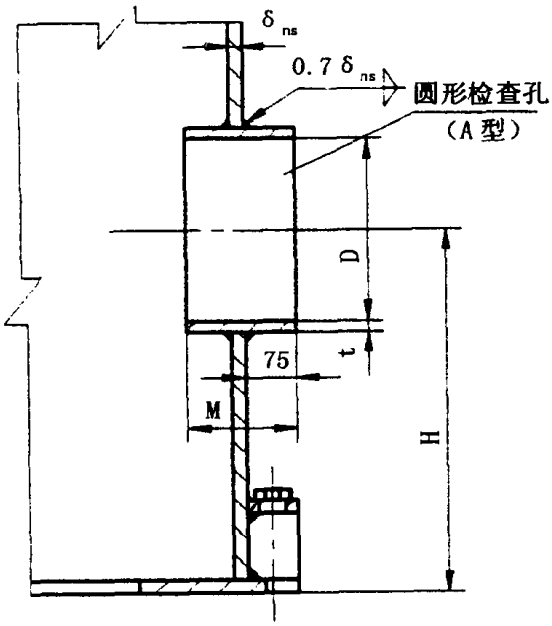


图 5.2.8—1

表 5.2.8—1 mm

检查孔型式及尺寸 / 裙座直径	圆形检查孔（A 型）			
	数量	直径 D	M	中心高 H
≤700	1	250	150	——
800～900	1	450	200	900
1000～2800	2	450	250	900
3000～4600	2	500	250	950
>4600	2	600	250	1000

注：① $t \geqslant \delta_{ns}$，但 $t \ngtr 16$mm。

② 裙座直径 1000～2800mm 时，根据情况也可开一个直径为 500mm 的检查孔。

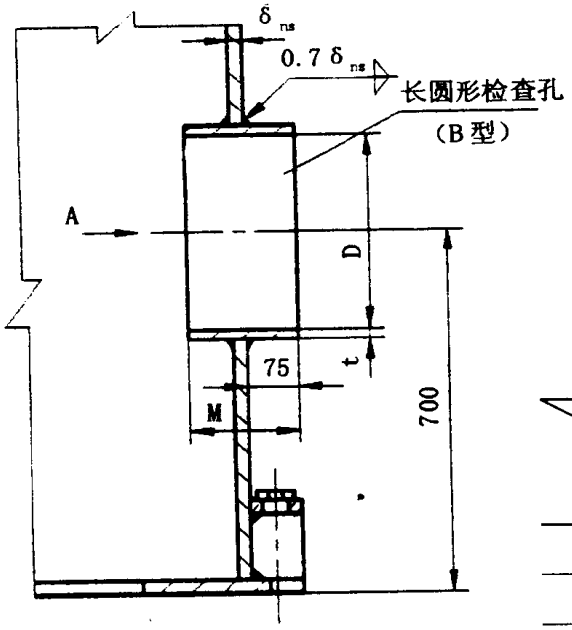


图 5.2.8—2

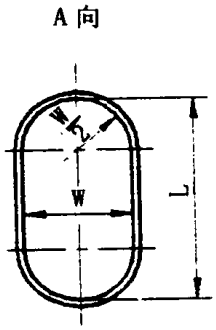


表 5.2.8—2 mm

检查孔型式及尺寸 / 裙座直径	长圆形检查孔(B 型)			
	数量	W	M	检查孔长 L
800～900	1	400	180	700
1000～2800	2	400	180	900
3000～4600	2	450	200	1200
>4600	2	450	200	1200

5.2.9 裙座筒体底部应对开两个排净孔，其结构、尺寸见图 5.2.9。

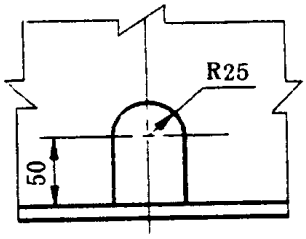


图 5.2.9

5.2.10 地脚螺栓座

地脚螺栓座结构有多种型式，本规定推荐采用外螺栓座及单环板座两种型式。

1　外螺栓座结构型式见图 5.2.10－1，尺寸见表 5.2.10－1。

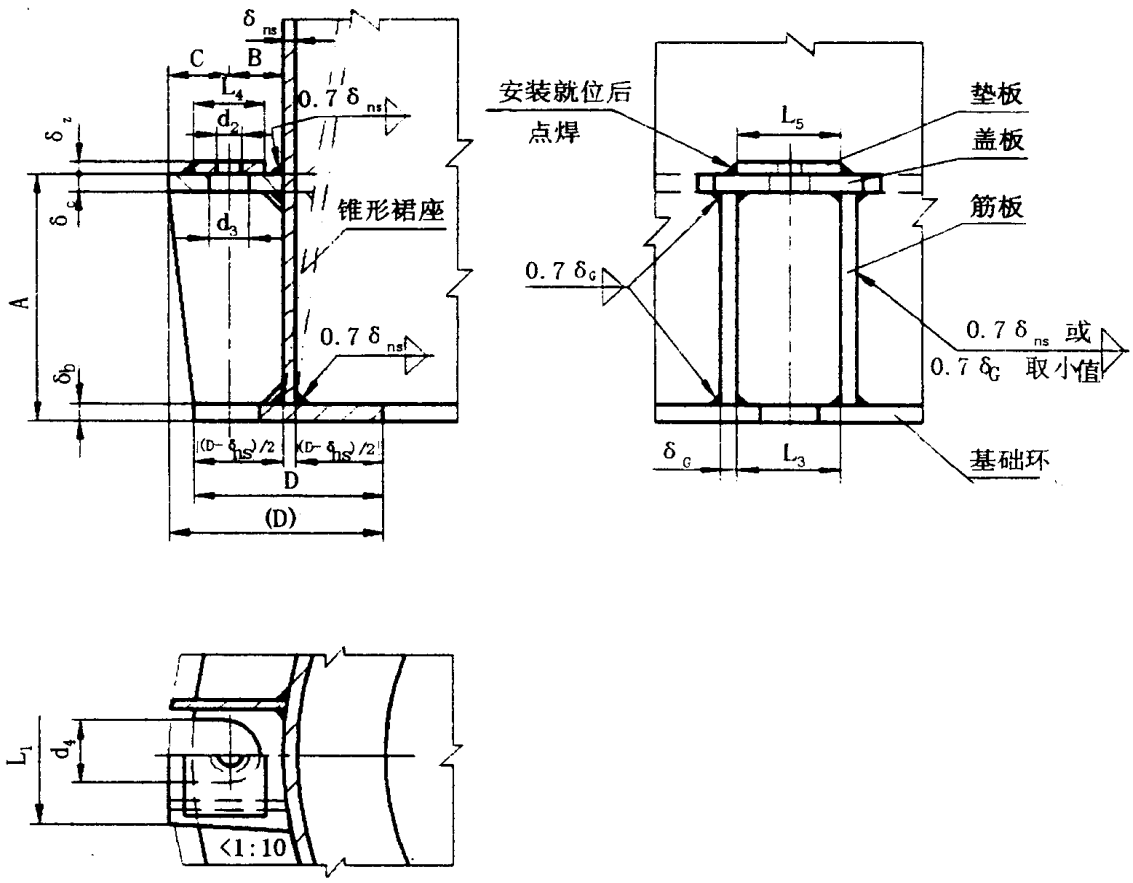


图　5.2.10－1

表 5.2.10—1

mm

螺栓规格	A	B	C	D (D)	L_3	δ_G	δ_C	δ_Z	L_1	L_5	L_4	d_2	d_3	d_4	δ_b
M24×3	200	55	45	160 (190)	70	12	16	12	130	100	50	27	40	50	
M27×3	200	60	50	170 (200)	75	12	18	12	140	110	60	30	43	50	
M30×3.5	250	65	55	180 (210)	80	14	20	14	150	120	70	33	45	50	
M36×4	250	70	60	200 (230)	85	16	22	16	160	130	80	39	50	50	
M42×4.5	300	75	65	210 (240)	90	18	24	18	170	140	90	45	60	60	见
M48×5	300	80	70	220 (260)	100	20	26	20	190	150	100	51	65	70	
M56×5.5	350	85	75	240 (280)	110	22	30	22	210	170	110	59	75	80	
M64×6	350	90	80	260 (300)	120	22	32	24	220	180	120	67	85	90	注②
M72×6	400	95	85	280 (320)	130	24	36	26	240	190	130	75	95	100	
M76×6	400	100	90	290 (340)	135	24	40	26	250	200	140	79	100	110	
M80×6	450	105	95	310 (360)	140	26	40	28	270	220	150	83	110	120	
M90×6	450	115	105	330 (380)	150	28	46	30	280	230	160	93	120	130	

注：① 表中盖板厚度(δ_C)、筋板厚度(δ_G)数据是最小值，尚应按 JB 4710 第 6 章进行验算，以确定最终厚度。

② 基础环板厚度(δ_b)应按 JB 4710 计算确定，但不应小于 16mm。

③ $\delta_c < \delta_{ns}$时，应取 $\delta_c = \delta_{ns}$。

④ 地脚螺栓间距小于或等于 450mm，且小于或等于 $3(L_3+2\delta_G)$时，盖板应采用连续的圆环板。

⑤ 地脚螺栓孔应跨中于裙座检查孔。

⑥ 螺栓座的材料强度不应低于地脚螺栓的材料强度。

2 单环板螺栓座结构形式见图 5.2.10—2，尺寸见表 5.2.10—2。

该结构适用于塔不很高，且基础环板的计算厚度小于 20mm 的场合。

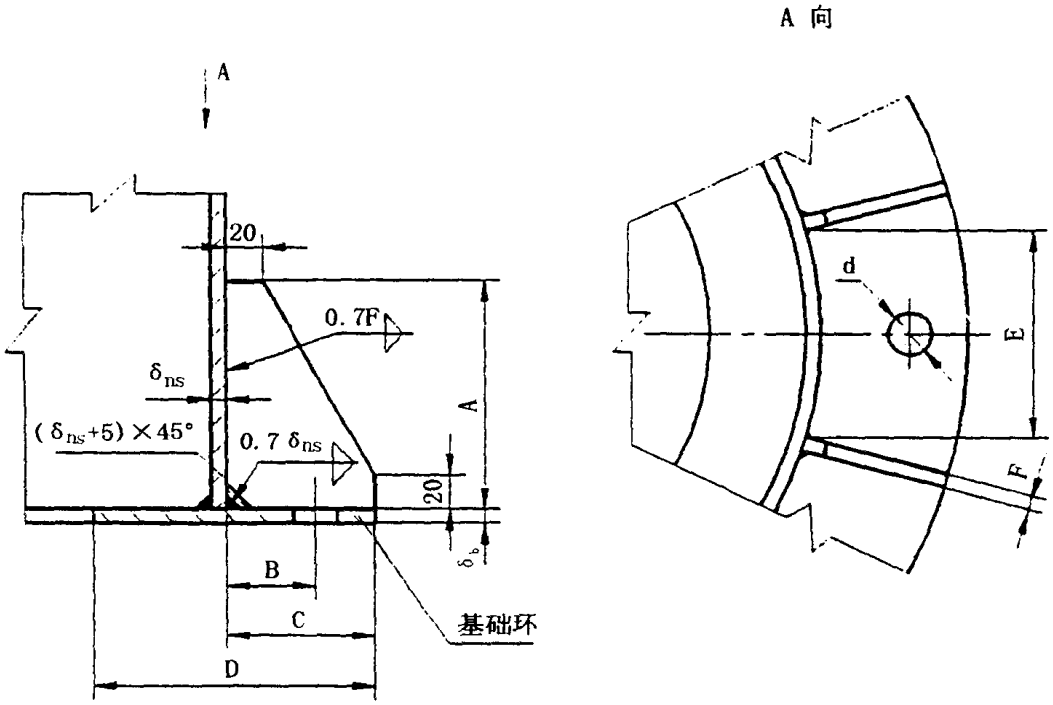


图 5.2.10－2

表 5.2.10－2 mm

螺栓规格	*d*	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*
M16×2	20	110	40	70	130	80	6
M20×2.5	25	120	45	75	150	100	8
M24×3	29	140	50	85	170	120	8
M27×3	32	160	55	95	180	140	10

注：基础环板厚度(δ_b)应按 JB 4710《钢制塔式容器》的相应规定计算确定，但不应小于 16mm。

5.3 内部构件

5.3.1 通过人孔装拆的内件，外形尺寸应能从人孔进出，单件质量一般不宜超过 30kg。

5.4 人(手)孔

5.4.1 塔器的人(手)孔的设置除满足工程设计需要和符合 HG 20583－1998《钢制化工容器结构设计规定》的相应规定外，还应符合本标准的要求。

5.4.2 塔器的人(手)孔压力级别的确定，必须考虑能承受水压试验压力的作用。

5.4.3 常用人(手)孔的公称直径见表 5.4.3－1。

表 5.4.3－1 mm

塔直径 DN	人孔 DN	手孔 DN
<800	见注	不小于 150
800	400	—
>800～1600	450	—
>1600～3000	500	—
>3000	500 或 600	—

注：当有内部构件时（如整体塔盘）塔壳宜采用设备法兰连接。

5.4.4 在塔圆筒体上宜采用垂直吊盖人孔。当必须采用回转盖人孔时，应注意回转盖开启方向上是否存在障碍物（如工艺配管、外部附件等），或打开后是否妨碍检修人员的出入。

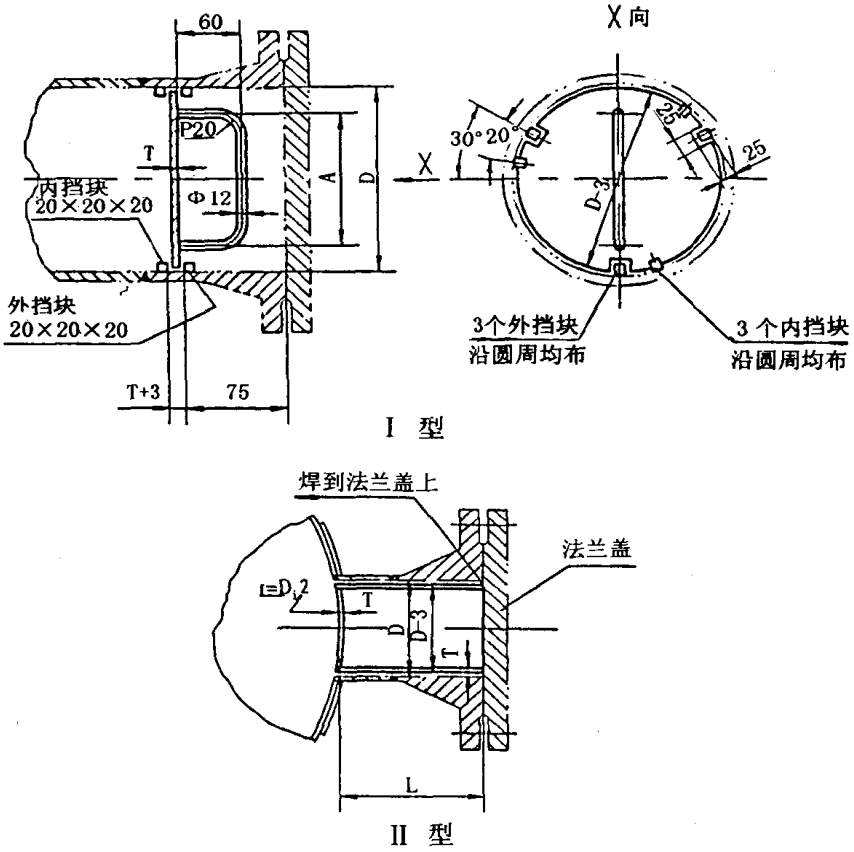
5.4.5 对于分块式塔盘的板式塔，宜每隔 10～15 层塔盘设置一个人孔，即相邻人孔的距离一般控制在 5m 左右，每一人孔应居于两相邻塔盘之间。人孔所在处的塔盘间距离应根据人孔的直径确定，一般不小于人孔公称直径、塔盘支撑梁高度及 50mm 之和，且不小于 600mm。

5.4.6 人孔水平中心线至塔平台上表面的距离为 700mm～1000mm 之间，最大不超过 1200mm，最小为 600mm。

5.4.7 板式塔的人孔中心线与降液板中心线夹角尽可能为 90°，且所有人孔尽量在同一方位上。

5.4.8 对小直径的塔，且人孔较多时，如人孔安装在同一方位，可能因焊接无法保证塔体直线度时，应将相邻人孔布置在对称的方位上。

5.4.9 填料塔（或装有催化剂的塔）的人（手）孔应设在每段填料层（或催化剂层）的上、下方，同时兼作填料（或催化剂）装卸孔用。当填料塔直径大于或等于 800mm 时，设人孔。直径小于 800mm 时，宜设置手孔，作为卸料孔的人（手）孔内应设填料（或催化剂）挡板，以便于检修和防止物料在人（手）孔筒节内的积聚。人（手）孔填料塔挡板的结构见图 5.4.9。



注：1. D_i 为容器内径，D 为人(手)孔内径。

2. 碳钢和低合金钢 T＝12mm，不锈钢 T＝10mm。

3. 除手孔公称直径为 150mm 时 A＝80mm 外，其余 A＝150mm。

图 5.4.9 人手孔的填料挡板

5.5 吊 柱

5.5.1 高度超过 15m 的室外无框架的整体塔，一般应在塔顶设置吊柱。

5.5.2 吊柱的吊钩与塔顶之间的距离，一般为 1000mm 以上。手柄至操作平台之间的距离，一般为 1200～1500mm 之间。

5.5.3 吊柱设置方位应满足吊柱中心线与人孔中心线间有合适的夹角，使人站在平台上能操纵手柄转动吊柱管，将吊钩的垂直中心线转到人孔附近。

5.6 吊 耳

5.6.1 整体吊装的塔器，应设置吊耳。吊耳的结构形式及安装位置(包括方位)应与施工安装单位协商确定。

5.6.2 对于吊耳的结构设计除在工程设计中另有规定，可根据现行的行业标准 HG/T 21574—94《设备吊耳》选择适当的吊耳结构型式及规格。

5.6.3 塔器设置吊耳时，应进行以下计算：

1 吊耳的强度校核(标准系列除外)；

2 吊耳处塔体的局部应力校核。

5.6.4 吊耳的材料一般为碳钢或低合金钢，吊耳与塔体的连接垫板采用与塔体相同的材料。

5.7 保温(保冷)支承结构

5.7.1 需保温(保冷)的塔器，除特殊情况外(如带法兰的塔节)，均应设置保温(保冷)圈。保温(保冷)圈在塔体上的布置见图 5.7.1 及表 5.7.1—1。

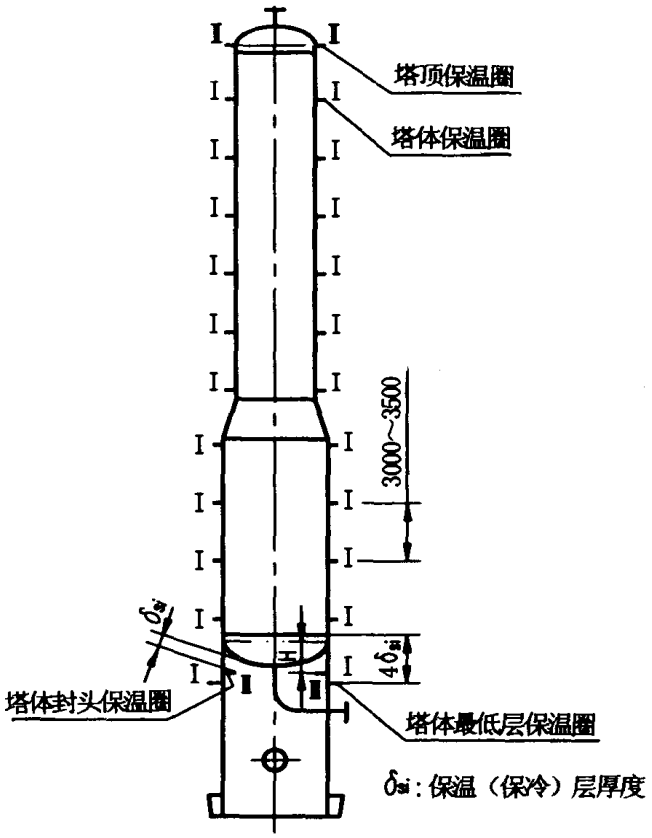


图 5.7.1

表 5.7.1—1

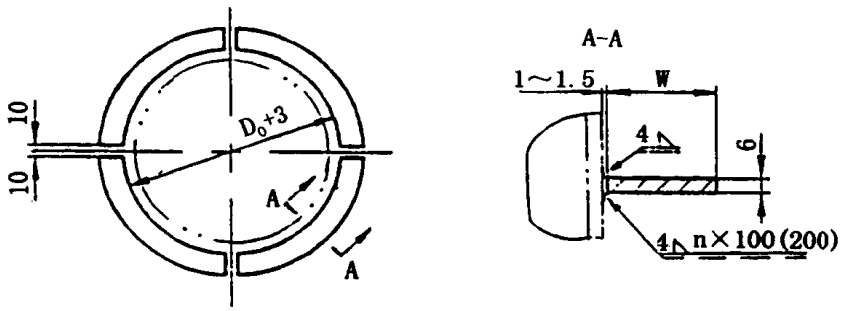
保温圈类型	位置或间距
塔顶保温圈(Ⅱ型)	上封头切线处或焊缝线以下 50mm 处
塔体保温圈(Ⅰ型)	间距 3～3.5m
塔体最低层保温圈(Ⅰ型)	距裙座筒体与塔釜封头焊缝线以下 4 倍保温(冷)层厚度(δ_{si})
塔底封头保温圈(Ⅲ型)	位置见图 5.7.1 和 5.7.2，尺寸 H 见表 5.7.1—2

表 5.7.1—2 塔釜封头保温(保冷)圈至封头切线距离 H (mm)

塔径	塔釜封头保温层厚度+塔釜封头壁厚											
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
	H											
600	159	171	181	193	205	215	225	236	247	258	269	279
700	169	181	191	203	215	226	237	248	259	270	281	291
800	179	190	201	213	225	256	248	259	270	281	292	302
900	187	199	211	223	234	246	258	269	280	291	303	314
1000	195	208	219	232	243	255	267	278	290	301	313	324
1200	211	223	236	248	260	273	284	296	308	319	331	343
1400	225	238	251	263	275	289	300	313	325	336	349	361
1600	238	251	265	278	291	303	316	329	341	353	366	377
1800	251	265	278	291	304	317	330	343	356	368	381	393
2000	263	277	291	304	318	331	344	358	370	383	396	409
2200	274	289	303	317	331	344	358	371	384	397	410	423
2400	285	300	315	329	343	357	371	385	398	411	425	438
2600	296	311	326	340	355	369	383	397	411	424	438	451
2800	306	322	336	351	367	381	395	409	423	437	451	464
3000	314	332	347	362	378	392	406	421	435	449	462	477
3200	325	341	357	373	388	403	418	432	447	461	475	489
3400	334	350	367	382	398	413	428	443	458	472	487	501
3600	343	360	377	392	408	424	439	454	469	483	499	513
3800	351	369	386	402	418	434	449	464	480	494	510	524
4000	360	378	395	412	428	444	460	475	491	505	521	536
4200	368	386	403	421	437	453	470	485	501	516	532	546
4400	377	395	413	429	446	463	479	495	511	526	542	557
4600	385	403	421	438	455	471	488	505	521	536	552	567
4800	392	411	429	447	464	481	498	514	530	546	562	578
5000	400	419	437	455	473	490	507	524	540	556	572	588
5200	408	427	445	463	481	498	515	532	520	565	582	597
5400	415	434	452	471	489	507	524	541	558	575	591	607
5600	422	441	460	480	498	516	533	550	567	584	601	617
5800	429	440	468	487	505	523	541	559	576	593	610	626
6000	436	456	475	495	514	532	550	568	585	602	619	636

5.7.2　直接焊在塔体上的保温圈结构形式及尺寸见图 5.7.2。

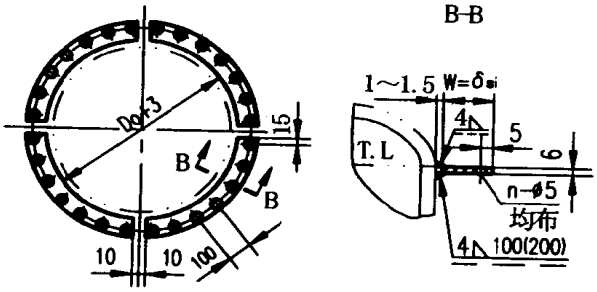
Ⅰ 型



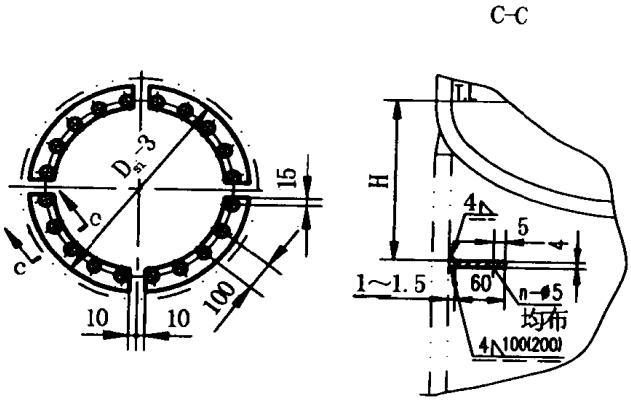
mm

保温层厚度 δ_{si}	40	50	60	70	80	100	120	150	>150
保温圈宽度 W	30	40	50	55	60	70	90	120	$\delta_{si}-50$

Ⅱ 型



Ⅲ 型



图中：D_0—塔的外径；　　δ_{si}—保温层厚度；

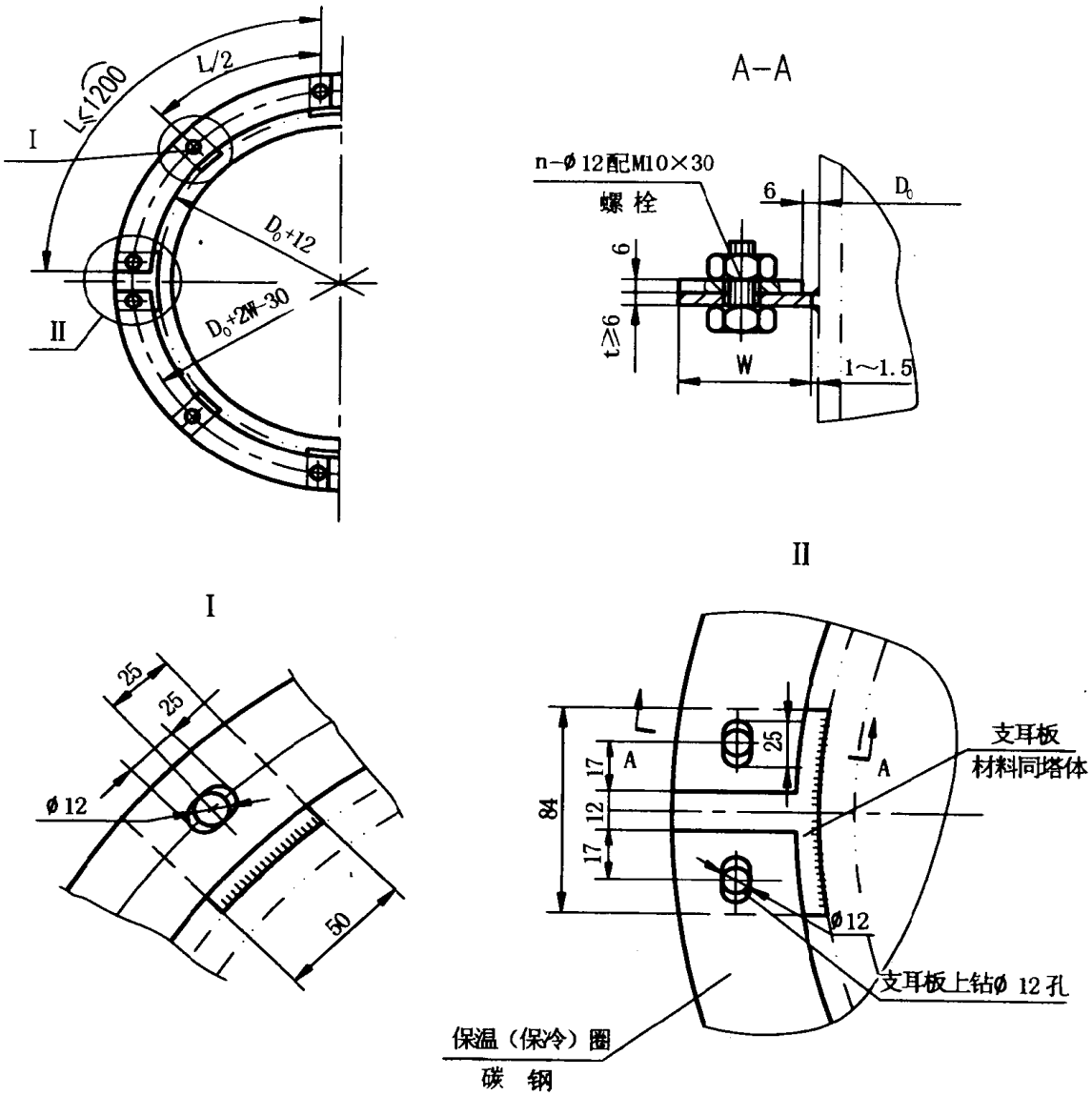
D_{is}—裙座内径；　　W—保温圈宽度；

H—见表 5.7.1-2。

图 5.7.2　保温圈结构

根据塔径不同，单个保温圈一般由 4～8 块组成。

5.7.3　当碳钢保温(保冷)圈不宜直接焊在塔体上时(如热处理的塔器、低温塔器、不锈钢塔器等)，应采用螺栓连接的可拆式保温(保冷)圈，见图 5.7.3。



图中：D_0——塔的外径；

W——保温（保冷）圈宽度。

图 5.7.3 可拆保温（保冷）圈结构

可拆保温圈宽度 W 值参见 5.7.2 节 I 型保温圈的规定。

可拆保冷圈宽度一般为 $W=\delta_{si}-30$mm，且不小于 20mm（δ_{si}——保冷层厚度）。

5.7.4 当塔器的设计温度大于或等于 350℃时，应在裙座筒体上部的内壁设置隔热箱结构，见图 5.7.4 和表 5.7.4。

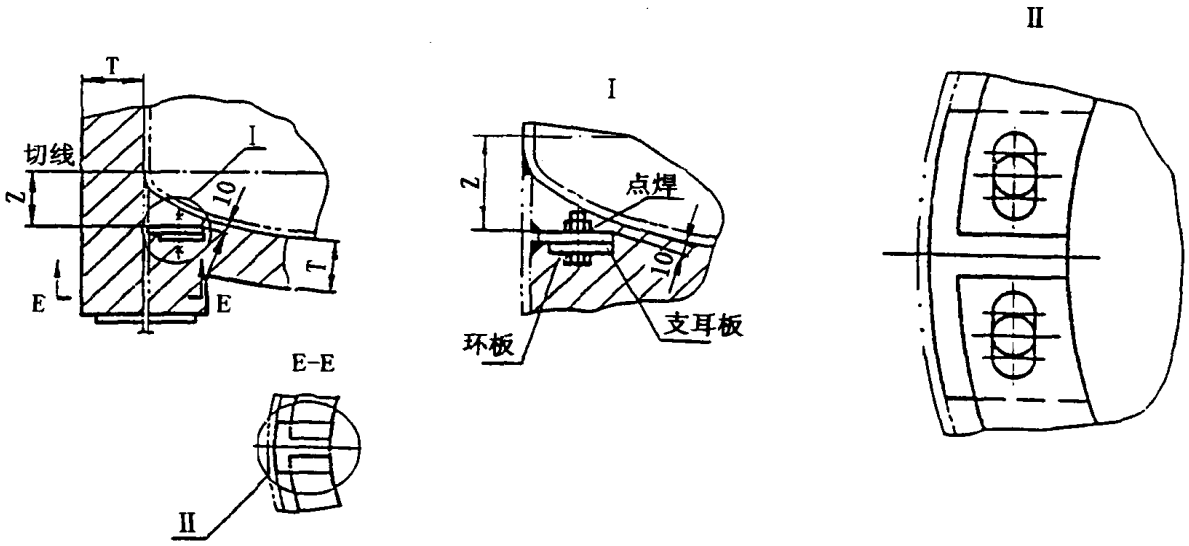


图 5.7.4

表 5.7.4 mm

塔体直径	Z_{min}
$D \leqslant 1800$	150
$1800 < D \leqslant 3000$	200
$3000 < D \leqslant 4500$	250
$D > 4500$	300

5.8 防火层支承结构

5.8.1 是否敷设防火层由主导专业确定。若需敷设防火层，一般当裙座直径不大于 1500mm 时，仅在裙座的外侧敷设防火层；当裙座直径大于 1500 时，裙座的内外侧均应敷设防火层。

5.8.2 防火层支承结构见图 5.8.2。图中防雨层可采用马脯脂或铁皮。

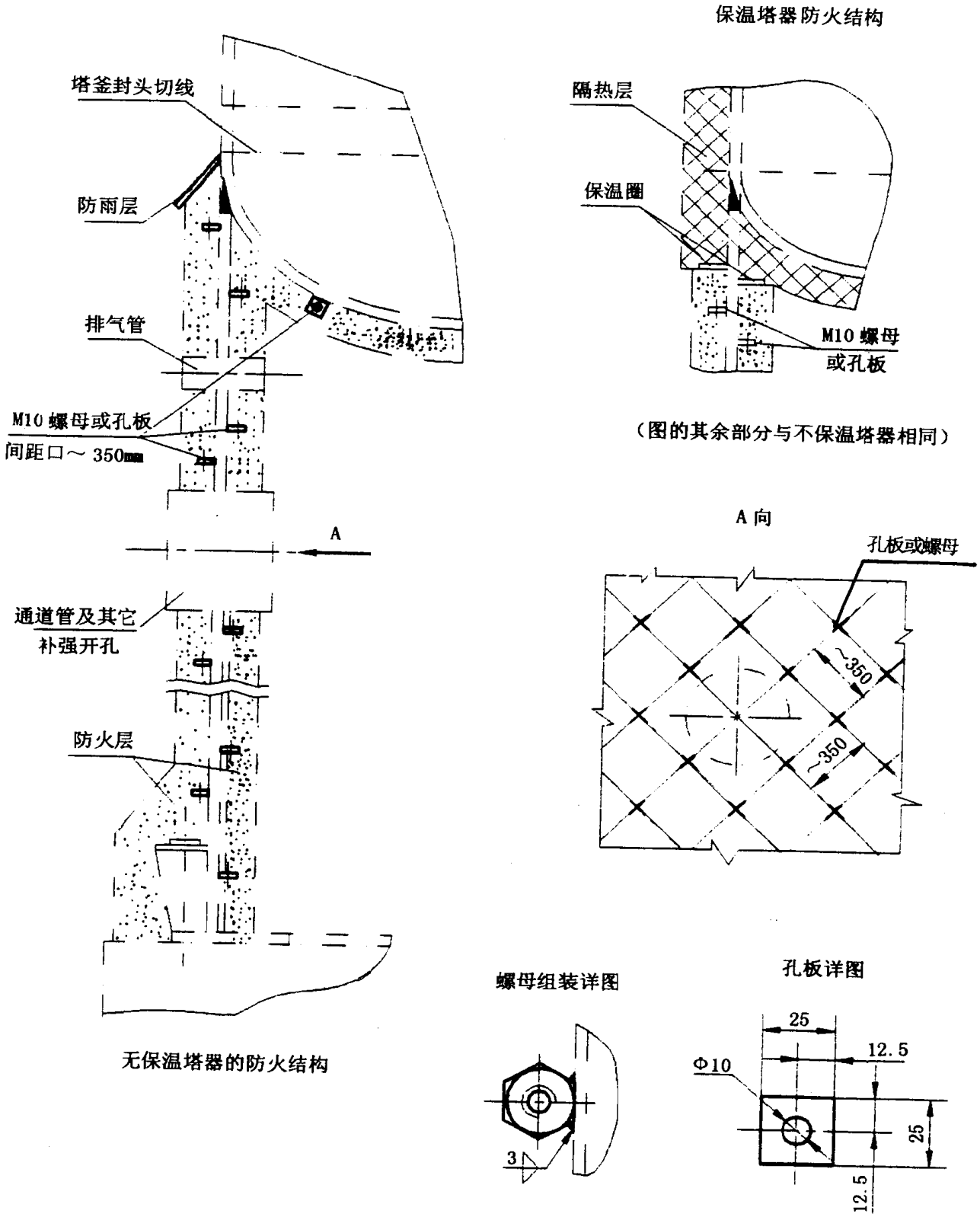

保温塔器防火结构
塔釜封头切线
防雨层
排气管
M10 螺母或孔板
间距口～ 350mm
A
通道管及其它
补强开孔
防火层
无保温塔器的防火结构
隔热层
保温圈
M10 螺母
或孔板
（图的其余部分与不保温塔器相同）
A 向
孔板或螺母
~350
~350
螺母组装详图
3
孔板详图
25
12.5
Φ10
25
12.5

图 5.8.2

5.9 内部梯子

当人孔设在空塔段的塔体侧壁上时，塔内壁宜设置梯子、把手。梯子、把手的位置和结构尺寸见图 5.9。

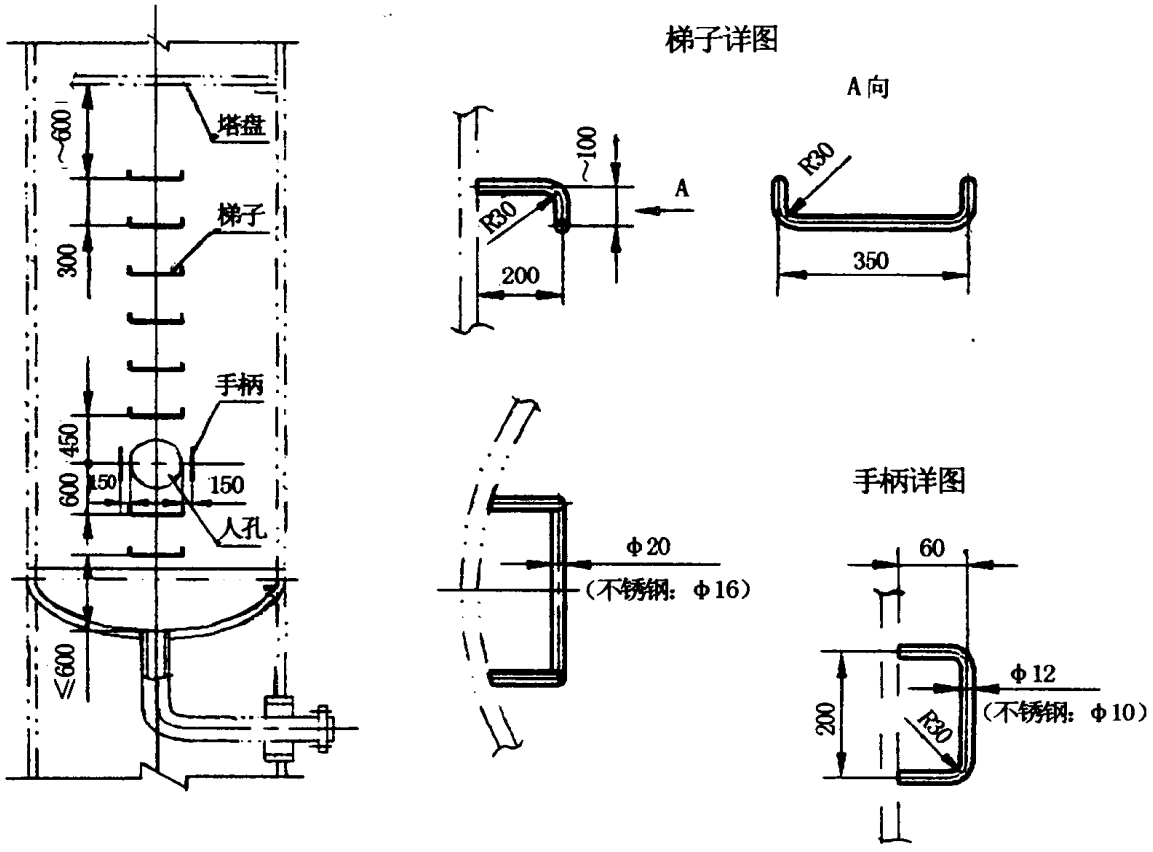


图 5.9 梯子、手柄位置及结构

6 制造、检验与验收

塔器的制造、检验与验收除遵守本章规定外，还应符合GB 150，HG 20584及HG 20585的有关要求。

6.1 外形尺寸偏差

外形尺寸偏差应符合图6—1及表6—1的规定。

表6—1 塔器外形尺寸允许偏差 mm

序号	检验项目		允许偏差
1	筒体圆度		板式塔按附表 其它塔型按GB 150中的有关章节规定
2	筒体直线度		任意3000mm长度的筒体直线度≤3 筒体长度 L≤15000mm时，偏差≤L/1000 筒体长度 L>15000mm时，偏差≤0.5L/1000+8
3	上下两封头焊缝之间的距离		±1.3mm/m，且当 $\begin{cases} L\leqslant 30\text{m 时，不超过}\pm 20 \\ L>30\text{m 时，不超过}\pm 40 \end{cases}$
4	基础环底面至塔釜封头与塔壳连接焊缝的距离		±2.5mm/m，且不超过±6
5	接管法兰面至塔体外壁距离		±3(人孔可为±6)
6	设备开口中心标高及周向位置偏差	接管	±5
		人孔	±10
		液面计接口	±3
7	与外部管线连接法兰的法兰面垂直度或平行度公差		当dN≤200时，为1.5；当dN>200时，为2.5
8	接管中心线到塔盘面的距离		±3
9	液面计对应接口间的距离		±1.5
10	液面计对应接口周向位置公差		≤1.5
11	液面计对应接管外伸长度差		≤1.5
12	液面计法兰面垂直度公差		≤法兰外径的0.5%
13	塔壳分段处端面平行度偏差		DN/1000，且不大于2

附表

mm

塔体直径 DN	500<DN≤1000	1000<DN≤2000	2000<DN≤4000	DN>4000
圆度允许偏差	±5	±10	±15	±20

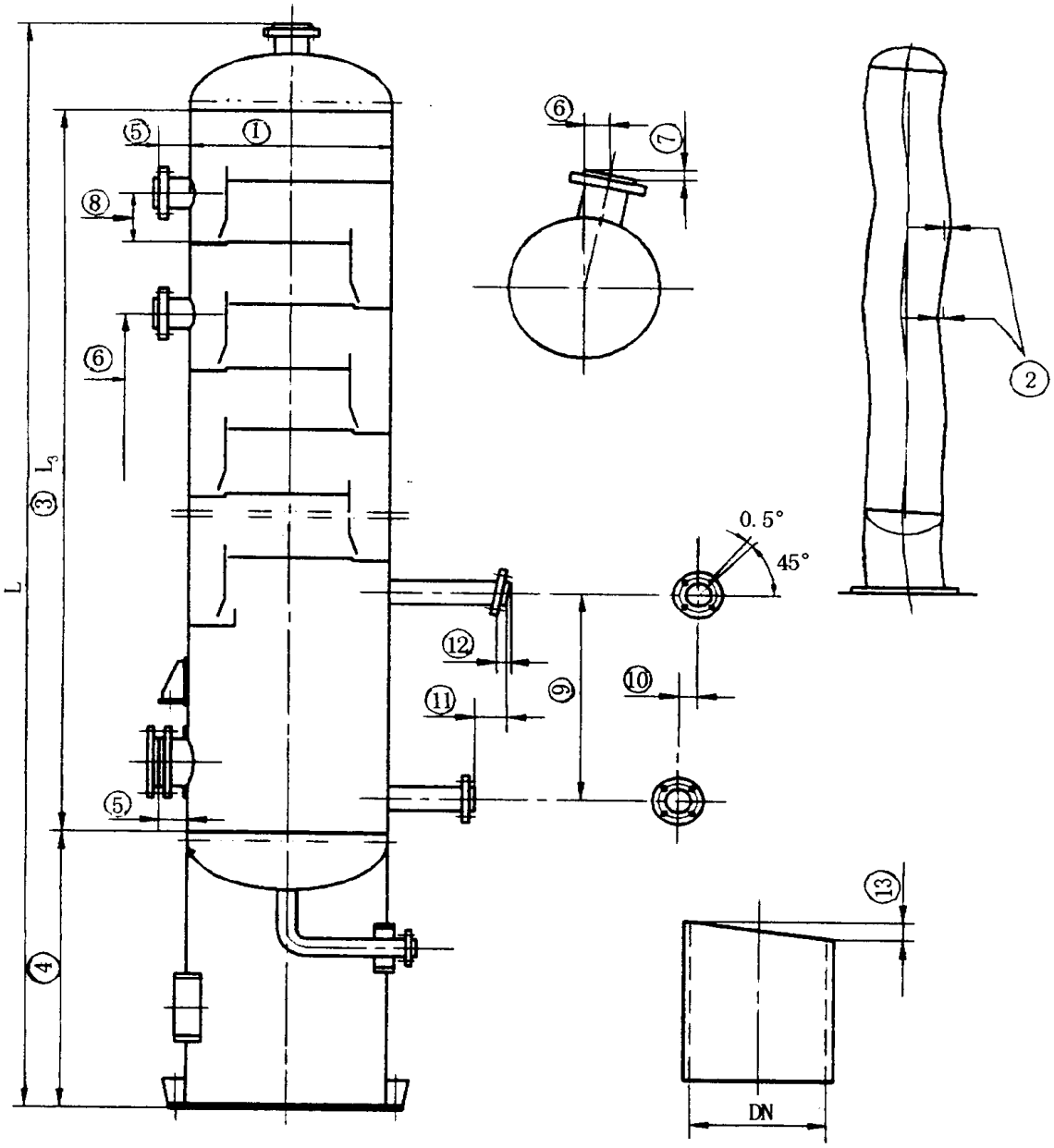


图 6－1

6.2 塔盘制造、检验标准

板式塔塔盘制造、检验和验收按 JB 1205《塔盘技术条件》规定。

6.3 裙 座

6.3.1 裙座中心线应与塔体中心线相重合，其允许偏差为±5mm。

6.3.2 裙座的基础环板应垂直于塔体中心线。

6.3.3 塔器的地脚螺栓孔应跨中均布，其中心圆直径、相邻两孔弦长和任意两孔弦长允许偏差均为±3mm。

6.3.4 符合下列条件之一者，裙座筒体与塔釜（封头或筒体）的焊接接头应作磁粉或渗透检测。

1 塔体的 A、B 类焊接接头要求进行 100%无损检测；

2 裙座筒体材料为 Q345—E 或 16Mn，且名义厚度大于 30mm 时；

3 设计风速 V_0 大于产生一阶振动的临界风速 V_1 的塔器。

注：设计风速 $V_0=40\sqrt{q_0}$ m/s

产生一阶振动的临界风速 $V_1=5D/T$，m/s

式中 q_0——基本风压值 kN/m²；

D——距塔顶 1/3 高度范围内的塔的当量直径（或有效直径），m；

T——塔的基本自振周期，s。

6.4 吊耳与塔体焊接接头的检验

吊耳与塔体之间的焊接接头应做磁粉或渗透检测；若塔器要进行热处理，热处理之后，此焊接接头应进行二次表面检测。

6.5 整体热处理的塔器

需要进行整体热处理的塔器，热处理之前应将所有与塔体连接件（包括梯子、平台连接件、保温圈、防火层的固定件、吊耳等）焊于塔体上，热处理后不得再在塔体上施焊。

6.6 分段交货的塔器

6.6.1 对分段交货的塔器，制造厂应对其进行预组装，组装后的外形尺寸偏差应符合表 6—1 的规定，并做组装方位标记。

6.6.2 现场组焊的对接焊缝坡口应由制造厂加工、检验、清理，并在坡口表面及其内外边缘 50mm 范围内涂可焊性防锈涂料。

6.6.3 分段处相邻塔盘的支持圈和降液板应在制造厂点焊，以利现场组装环缝。

6.6.4 为防止焊接变形影响对口环焊缝的组装，在距分段端面 1500mm 范围内的人孔和大

接管的开孔及其组焊，应在对口环焊缝焊后进行。

6.6.5 为防止分段筒体在运输中变形，制造厂应采取支承措施予以加固。

6.6.6 现场组装的焊接接头若需热处理，应在设计图纸中注明。

6.6.7 现场组焊的对接接头（A、B 类焊接接头）应按设计文件的规定进行无损检测。并在耐压试验后，对 A、B 类焊接接头表面进行局部磁粉或渗透检测，检测长度不得少于各条焊接接头长度的 20%。

6.6.8 分片交货时，现场组焊的塔器除须遵守上述规定外，还应符合 SH 3524—92《石油化工钢制塔类容器现场组焊施工工艺标准》中的有关规定。

附录A　冬季空气调节室外计算温度(标准的附录)

℃

嫩　江	−36△	大　连	−14	济　南	−10
伊　春	−33	呼和浩特	−22	淄　博	−12
齐齐哈尔	−28	满洲里	−33△	西　安	−8
哈尔滨	−29	通　辽	−22	郑　州	−7
佳木斯	−29	集　宁	−23△	洛　阳	−7
牡丹江	−27	乌鲁木齐	−27	上　海	−4
安　达	−29	阿勒泰	−33	南　京	−6
长　春	−26	哈　密	−23	徐　州	−8
吉　林	−28	克拉玛依	−28	杭　州	−4
延　吉	−22	北　京	−12	宁　波	−3
白　城	−26△	天　津	−11	合　肥	−7
四　平	−25	石家庄	−11	安　庆	−3
通　化	−27	唐　山	−12	九　江	−3
沈　阳	−22	西　宁	−15	武　汉	−5
抚　顺	−24	银　川	−18	长　沙	−3
锦　州	−17	兰　州	−13	岳　阳	−4
丹　东	−17	玉　门	−21	贵　阳	−3
营　口	−18	太　原	−15	拉　萨	−8

注:①表中除带"△"符号的数据外,其余取自 GBJ 19—87《采暖通风与空气调节设计规范》。

②冬季空气调节室外计算温度为历年平均不保证一天的日平均温度。

历年不保证一天,系指历年室外实际出现的较低的日平均气温低于室外计算温度的时间为一天,详见"GBJ 19—87"中 2.2.5 条及条文说明。

附录 B　裙座筒体上端面至塔釜椭圆封头切线距离的计算
（提示性附录）

B.0.1　裙座筒体上端面至塔釜椭圆封头切线距离(h)可近似按下式计算：

$$h=\frac{h_i+S}{0.5D_i+S}\sqrt{(0.5D_i+S)^2-0.25D_{si}^2} \tag{1}$$

式中　h_i　——椭圆封头内曲面高度，mm；

S　——椭圆封头名义厚度，mm；

D_i　——椭圆封头内直径，mm；

D_{si}　——裙座筒体上端内直径，mm。

B.0.2　当裙座筒体上端内直径与椭圆封头内直径相等时，公式(1)可写为：

$$h=\frac{(h_i+S)S}{0.5D_i+S}\sqrt{\frac{D_i}{S}+1} \tag{2}$$

B.0.3　当裙座筒体上端内直径与标准椭圆封头内直径相等时，其 h 值见表 B－1。

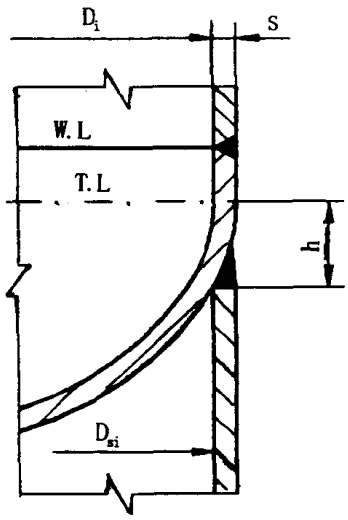


图　B－1

表 B—1 mm

公称直径	塔釜标准椭圆封头壁厚 (s)																		
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	h																		
500	23	28	33	38	41	45	48	52	55										
600	25	31	36	40	44	48	52	56	59	62	66								
700	27	33	38	43	48	52	56	60	63	67	69								
800	29	35	41	46	51	55	59	63	67	71	74	78							
900	30	37	43	49	54	58	63	67	71	75	78	82	85						
1000	32	39	46	51	56	61	66	70	74	78	82	86	89	93					
1100	33	41	48	54	59	64	69	73	77	82	86	89	93	97					
1200		43	50	56	61	67	72	76	81	85	89	93	97	101	104	108			
1300		45	52	58	64	69	74	79	84	88	92	96	100	104	108	112			
1400		46	54	60	66	72	77	82	87	91	95	100	104	109	112	116	119		
1500		48	56	62	68	74	80	85	89	94	99	103	107	111	115	119	123	127	130
1600		49	57	64	71	76	82	87	92	97	102	106	110	115	119	123	127	130	134
1700		51	59	66	73	78	84	90	95	100	104	109	113	118	122	126	130	134	138
1800		52	61	68	75	81	87	92	98	102	107	112	117	121	125	129	133	137	141
1900		54	62	70	77	83	89	95	100	105	110	115	119	124	128	133	137	141	145
2000		55	64	72	79	85	91	97	102	108	113	118	122	127	131	136	140	144	148
2100			65	73	80	87	93	99	105	110	115	120	125	130	134	140	143	147	152
2200			67	75	82	89	95	102	108	113	118	123	128	133	137	142	146	151	155
2300				77	84	91	98	104	110	115	120	126	131	136	140	145	149	154	158
2400				78	86	93	100	106	112	117	123	128	133	138	143	148	152	157	161
2600				81	89	97	104	110	116	122	128	133	138	144	149	153	158	163	167
2800				84	93	100	107	114	120	127	132	138	143	149	154	159	164	169	173
3000				87	96	104	111	118	125	131	137	143	148	154	159	164	169	174	179
3200				90	99	107	115	122	128	135	141	147	153	159	164	169	174	179	184
3400				93	102	110	118	125	132	139	145	151	157	163	169	174	179	185	190
3600				96	105	113	121	129	136	143	149	156	162	168	173	179	184	190	195
3800				98	108	116	125	132	140	147	153	160	166	172	178	184	189	195	200
4000				101	110	119	128	136	143	150	157	164	170	176	182	188	194	200	205
4200				103	113	123	131	139	147	155	162	169	175	182	188	194	199	204	210
4400				106	116	125	134	143	151	158	166	173	179	186	192	198	203	209	215
4600				108	119	128	137	146	154	162	169	176	183	190	196	203	208	213	219
4800				110	121	131	140	149	157	165	173	180	187	194	200	207	212	218	224
5000				113	124	134	143	152	160	168	176	183	191	198	204	211	216	222	228
5200				115	126	136	146	155	163	172	179	187	194	201	208	215	220	226	232
5400				117	128	139	148	158	166	175	183	190	198	205	212	219	224	230	237
5600				119	131	141	151	161	169	178	186	194	201	209	216	223	228	235	260
5800				121	133	144	154	163	172	181	189	197	205	212	219	226	232	239	245
6000				123	135	146	156	166	175	184	192	200	208	216	223	230	236	242	249

注：本表数据系按裙座内直径 D_{Si}＝塔体内直径 D_i 计算的。

附录C　带短管和中央地脚螺栓座(提示性附录)

C.1　带短管的地脚螺栓座

带短管的地脚螺栓座结构如图C—1所示，其参考尺寸见表C—1。短管增加了螺栓座的强度和刚度，但结构复杂，安装时预埋的地脚螺栓对中较困难。

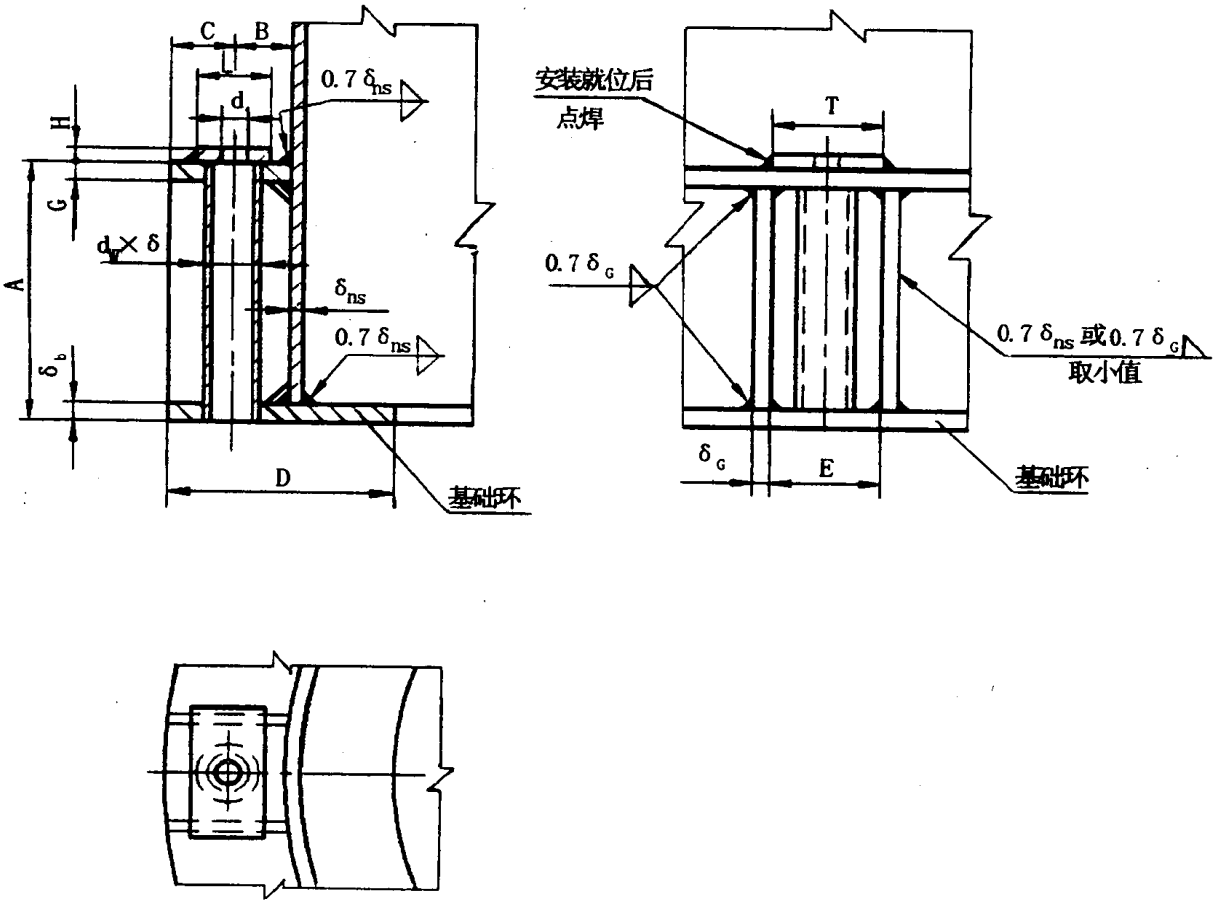


图　C—1

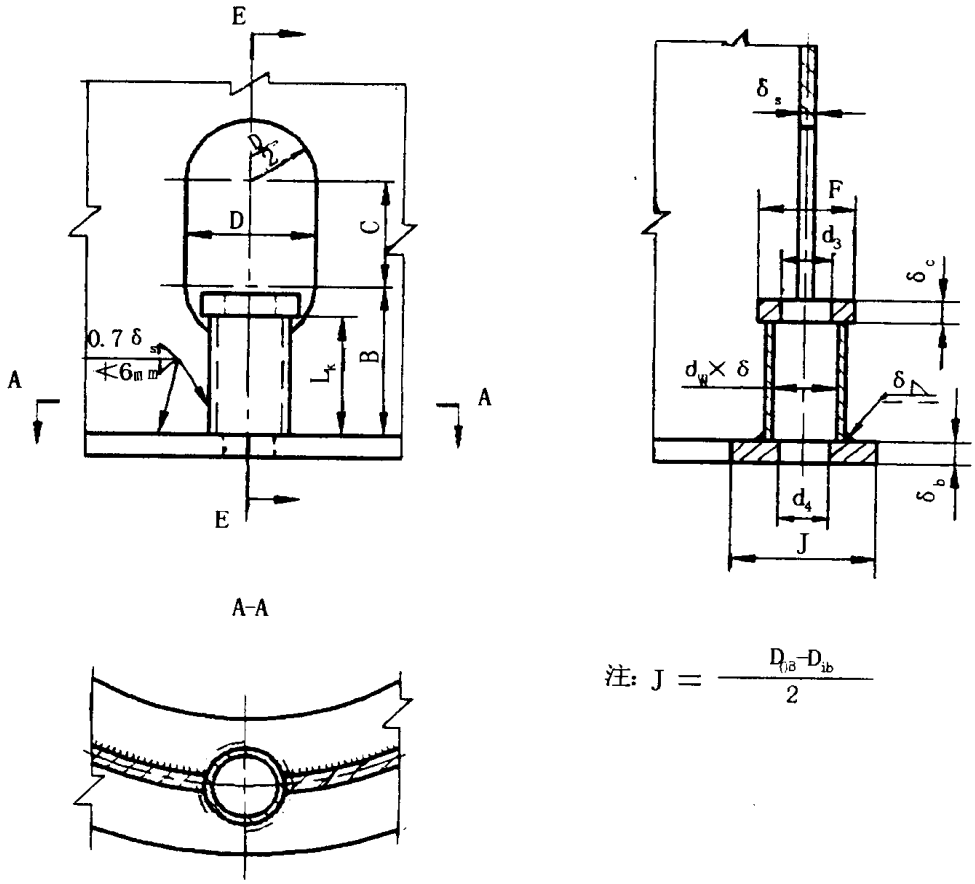
表 C—1　带短管地脚螺栓座结构尺寸　　mm

螺栓尺寸	$d_w \times \delta$	A	B	C	D	E	δ_G	G	H	T	L	d
M24×3	45×4	200	55	50	180	70	12	12	12	100	62	27
M27×3	45×4	200	60	55	190	80	12	12	12	110	62	30
M30×3.5	50×5	250	65	60	200	90	12	12	14	120	72	33
M36×4	60×4.5	250	70	65	220	100	12	12	14	130	80	39
M42×4.5	76×5	300	75	70	240	110	12	12	16	140	100	45
M48×5	76×5	300	80	75	260	120	12	12	16	160	100	51
M56×55	89×6	350	85	75	280	130	14	16	20	170	110	59
M64×6	89×6	350	90	80	300	140	14	16	20	180	120	67
M72×6	108×6	400	95	85	320	150	16	16	24	190	130	75
M76×6	108×6	400	100	90	330	160	16	16	24	200	140	79
M80×6	114×8	450	105	90	340	170	18	20	28	210	150	83
M90×6	127×8	450	115	100	360	180	18	20	28	220	160	93
M100×6	133×10	450	125	110	380	190	18	20	28	230	170	103

注：δ_b 须经计算确定，但不得小于 16mm。

C.2 中央地脚螺栓座

中央地脚螺栓座结构如图C—2所示，其参考尺寸见表C—2。



注：$J = \frac{D_{jB} - D_{jb}}{2}$

图 C—2

表 C－2　中央地脚螺栓座结构尺寸　　mm

螺栓直径	$d_w \times \delta$	L_k	B	C	D	d_3	F	δ_c	d_4	J^*	δ_b
M24×3	50×8	55	70	90	80	26	60	12	32	80	须经计算确定，但不得小于18
M27×3	57×9	60	75	100	85	30	70	14	36	100	
M30×3.5	57×9	65	85	110	90	32	70	16	38	100	
M36×4	70×10	75	100	125	100	38	80	18	48	120	
M42×4.5	70×10	100	125	140	115	45	80	20	48	120	
M48×5	89×12	125	155	155	130	52	100	24	60	150	
M56×5.5	89×12	155	190	170	145	60	105	28	64	150	
M64×6	108×14	190	230	190	160	68	130	32	76	180	
M72×6	114×14	225	270	220	180	76	130	36	84	180	
M76×6	114×14	260	310	230	190	80	140	38	86	180	

* 尺寸 J 如因基础表面计算压应力大于基础表面许用压应力时，应适当加大。

附录 D　挠度控制值(提示性附录)

推荐的塔顶挠度控制值如下：

$DN \leqslant 100$cm 时，$Y_0 \leqslant H/100$；

$100 < DN \leqslant 200$cm 时，$Y_0 \leqslant H/DN$；

$DN > 200$cm 时，$Y_0 \leqslant H/200$。

式中　H　——塔器总高(含裙座高度)，cm；

DN ——塔器公称直径或当量直径(见 JB 4710)，cm；

Y_0　——塔顶挠度值，cm。

塔器设计技术规定

HG 20652—1998

编 制 说 明

本规定是在原化工设计标准 CD 130A4—85《塔器设计技术规定》的基础上，结合标准 JB 4710《钢制塔式容器》的要求，进行修改、补充编制而成。

在编制的过程中遵循了以下原则：

1. 在 JB 4710 包含的内容基础上，结合工程设计基本需要进行补充和具体化。

2. 为了节省篇幅，注意与同时修订的其它几项标准（如 HG 20580～20585）的衔接，凡可借用的条款，一律引用。

3. 近年来，国内发行了一些塔器设计、制造、检验与验收的新标准，故在修订本规定时特别注意采用新标准。

一、 范 围

1. 不适用的范围

本规定不适用带有砖板等非金属衬里及带有有色金属衬里的塔器，这是考虑到带衬里化工设备衬里材料的选择、结构设计，以及衬里的检验等与无衬里设备截然不同；带衬里的钢壳之设计计算，最小壁厚的确定及制造、检验等与不带衬里的钢壳有明显不同。

二、 设计选材

1. 裙座

由于裙座不承受压力载荷（内、外压），也不与工作介质直接接触，因此属于非受压元件，视为重要的钢结构件，在某些国外标准中也将其作为钢结构件，如 BS 5500、JPI 7R—35 等。裙座对塔器而言，是非常重要的元件，它支承着整个塔体，裙座的破坏（或失效）不仅影响塔的正常操作，而且将造成极大的危害，所以对于裙座的设计与选材应予以充分的重视。但这并不意味要盲目地提高裙座用材的要求，而应在保证塔器安全的前提下合理地确定裙座材料。我们认为将裙座用材一律按受压元件用钢选取是不合适的，否则将会造成材料的浪费及塔的造价偏高，特别是作为标准规范，若规定不当，其影响范围及由此造成的浪费将是很大的。基于以上理由，本规定根据以下原则规定了裙座壳体的选材细则。

(1)裙座作为重要的钢结构，根据 GBJ 17—88《钢结构设计规范》的规定，需考虑建塔地区环境温度的影响。

(2)参照 GBJ 17－88《钢结构设计规范》的选材规定及塔器的特点确定裙座的材料。

(3)注意裙座与塔釜(封头或筒体)相焊时,对塔釜材料性能的影响。

(4)对裙座材料的许用应力和冲击韧性值作出规定。

2. 地脚螺栓

GBJ 17－88《钢结构设计规范》规定锚栓可采用 3 号钢或 16Mn 钢制成。所以规定当环境计算温度大于－20℃时,采用 Q235－A;当环境计算温度小于等于－20℃时,采用 16Mn 钢。对地脚螺栓工作在环境计算温度小于等于－20℃时,应对其提出低温冲击值的要求;由于地脚螺栓的选用不属设备专业,故在此不予具体规定。

注:GBJ 17－88《钢结构设计规范》中规定的钢材标准为 GB 700 与 GB 1591,在编制本规定时,GB 1591 已被 GB/T 1591－94 代替,所以当使用本规定时,应注意 GBJ 17－88 的改版。

三、 设计计算

1. 塔的风载、地震载荷计算

关于塔的风载、地震载荷计算的理论基础可参阅 JB 4710－92《钢制塔式容器》的标准释义、化工设备设计全书《塔设备设计》第七章或有关文献。本节根据工程设计的实际情况,就设计者在进行塔的风载荷、地震载荷计算时经常遇到的及应该注意的问题作出规定和说明。

2. 塔挠度计算及挠度控制值

控制塔顶部挠度的目的,是为了保证塔板效率以及工艺操作的稳定性(当然也应考虑挠度引起的附加弯矩及检修人员的安全感)。但塔顶挠度如何控制是个棘手的问题,从大量计算结果来看,大直径低矮的塔器,其挠度控制容易满足,而小直径或细高的塔器要满足一定挠度值,往往要在原计算壁厚的基础上再增加它的厚度,如果挠度控制值选择不当,其厚度可能增加到不合理的程度,这不仅使塔器制造成本提高,还会给制造、检验带来一系列问题。从所收集到的一些国内外工程公司和设计单位的资料看,塔的挠度控制值并不一致,因此确定一个统一的、合理的控制值,还须作进一步的工作。本标准将挠度控制的推荐数值作为提示性附录供设计者参考。

3. 地脚螺栓数

本标准中推荐的地脚螺栓数量选用表 4.5.2 系参考国外部分工程公司规定并结合对引进装置中塔器地脚螺栓间距的统计数据编制的。表 4.5.2 中优先选用的地脚螺栓数量,按间距 450mm 左右(个别出入较大)考虑,这主要依据《压力容器手册》([美]E. F. MEGYSY)。可选用数量按螺栓间距 300～700mm 考虑。螺栓间距系以裙座筒体底部内径加 150～200mm 为地脚螺栓中心圆直径计算的。

四、 结 构

本标准对塔体裙座、地脚螺栓座、内部梯子、保温(冷)等结构进行了规定。其部分内容与某些标准、手册的内容有些雷同,亦存在差异。但为了标准内容的完整,便于使用,在此仍作了规定。

1　锥形裙座的半锥顶角

当采用圆锥形裙座时，其半锥顶角不宜超过 15°。原因是随半锥顶角增大，锥形裙座在轴向力作用下临界许用应力降低，筒体壁厚增加；另外从工程使用实践证明，半锥顶角小于等于 15°已能满足使用需要。

2　裙座直径的确定

当裙座与塔体对接时，裙座上部筒体中径与塔釜封头直边段中径越接近，连接处的附加弯矩越小（见 AD 规范 S3/1）。所以有的国外标准（如凯洛格大陆公司设计手册）规定裙座中径等于壳体中径（壳体中径一般等于塔釜封头直边段中径）。

考虑到我国筒体封头是以内径为基准，且属本规定范围的塔大部分为薄壁塔，故规定一般取裙座上部筒体内径等于塔釜封头直边段内径；仅当裙座上部筒体壁厚与塔釜封头壁厚之差 $\Delta\delta \geqslant 8$mm 时，取二者外径相等，这是考虑到两者接头焊缝与塔釜封头外壁圆滑齐平过渡。

3　排气管的位置

计算 H_1 与 H_2（排气管距裙座顶部的距离）时，塔釜封头保温层厚度及排气管伸入裙座内的尺寸假定为：

a. 塔釜封头保温层厚度取 100mm；

b. 排气管伸入裙座内壁长度，当裙座内壁无保温（保冷、防火）层时取 20mm，裙座内壁有保温（保冷、防火）层时为 100mm。

H_1 与 H_2 的计算值可以保证在以上假定尺寸范围内，排气管不会与塔釜封头保温（保冷）层相碰。实际情况与此假定尺寸出入较大时，设计者应通过计算确定 H_1 与 H_2 值。

4　隔热箱

当塔釜设计温度较高时，为减小裙座与塔釜封头连接部位的温差应力，本标准参考国外引进装置的图纸及日本某工程公司的容器标准给出了隔热箱结构，详见本规定正文图 5.7.4。隔热箱是由隔气圈与裙座筒体、塔釜封头构成一个近似于三角形截面的环形空间，空间内不设保温层。由于空间无保温层，塔釜封头的热量可以通过对流和辐射方式传到裙座筒体上，改善了该部位的传热条件，从而降低了轴向温度梯度，减小了温差应力。

五、　制造、检验与验收

1. 外形尺寸偏差

根据我国现行标准、规范（GB 150《钢制压力容器》、JB 4710《钢制塔式容器》、SH 3524《石油化工钢制塔类容器现场组焊施工工艺标准》及 HGJ 211《化工塔类设备施工及验收规范》）的有关条款编制出塔器外形尺寸允许偏差表 6－1。该表适用于整体交货、分段交货的塔器制造、组装后偏差要求。