

船体开孔原则

船体结构开孔规则

1 范围

本标准规定了船体结构开孔（含开口、切口）规则和补强形式。

本标准适用于船长 $\geq 65\text{m}$ 的钢质海船，其它类型的船舶可参照使用。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

船体结构流水孔、透气孔、截漏孔、相贯切口及补板、型材、端部形状

3 开孔规则

3.1 开孔原则

3.1.1 所有开孔应有光滑的边缘和足够大的圆角，圆角半径为开孔短轴的 $1/10$ ，且不小于 30mm 。开孔应远离切口和肘板趾部；

高应力区禁止开孔或避免开孔；

高强度钢构件尽量少开孔，若开孔应采用椭圆形或相当形状；

3.1.4 开孔边缘不要靠近板缝，至少离开 50mm ；开孔与板缝相交时，孔边缘离板缝不小于 75mm ，见图 1。

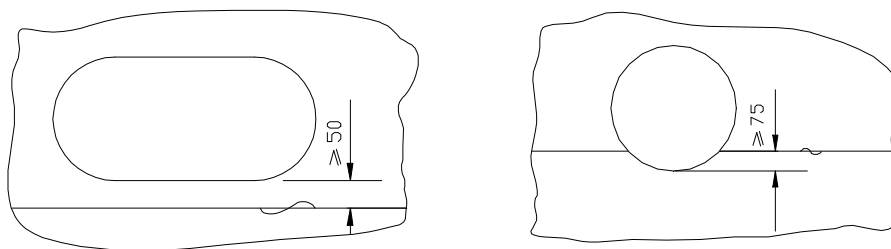


图 1

3.1.5 凡船体结构上的开孔，都会影响船体结构的强度，因此尽可能不开孔。若要在构件上开设超过规定的孔或在特殊部位开孔，应事先与有关专业人员协商开孔位置，并应采取补强措施。

3.2 甲板开孔

3.2.1 舱口角隅

各种类型船舶舱口角隅的形式及尺度，见表 1。

表 1

分类	角隅形式及尺度	备注
杂货船	强力甲板大开口的角隅为抛物线形或椭圆形(见图 2a)，不要求设置嵌入板。椭圆形角隅的长短轴比为 2:1，即 $l_1:l_2 \geq 2:1$ 或 2.5:1，相当圆形长短轴应沿船的前后方向： $(R)l_2=Bh/20$ 不小于 305mm，不大于 610mm； $(R)l_2 \geq Bh/20$ 不小于 300mm，不大于 1000mm 长短轴应沿船的前后方向； 角隅处的钢级：L \leq 250m 为 IV 级，L>250m 为 V 级	其它形状舱口角隅一般要设置嵌入板(板厚比相邻甲板厚度大 25%以上，而且至少应增厚 4mm，但不需大于 7mm)。
集装箱船	主舱口开口角隅一般为圆角形，外侧 $R_{min} \geq 300mm$ ，内侧 $R_{min} \geq 250mm$ (见图 2b)，近机舱处尽可能大； 角隅为抛物线形，椭圆形或负半径的舱口角隅也将给予考虑； 主舱口线外侧的强力甲板上通常不得开任何小的开口。	角隅嵌入板加厚为邻近甲板板厚的 15%，在机舱舱壁处为 25%，应不小于 4mm，不大于 7mm，向舱口边前后延伸 $\geq 1m$ 。
双壳体油船	所有开口的角隅都应呈弯曲成圆弧形，边缘应平滑； 甲板开口呈椭圆形，其长短轴比为 2:1，长轴沿船长布置。	
散货船	一般舱口的角隅为圆形，尺度要求可参照集装箱船，其圆角半径 $R_2 \geq Bh/24 \geq 300mm$	圆角处的权缝应避免开圆角的弧线，以保证避开角隅的切点，舱口线内外的甲板板厚差大于 12mm 时，应设一平均厚度的过渡板。



图 2

3.2.2 开孔限制和要求

- 在船舫 0.5L 区域内的强力甲板上开孔，其圆角半径为开口宽度的 1/24 ($R_{min} \geq 300mm$)。如舱口围板为套环形式时，圆角半径 $R_{min} \geq 150mm$ ；
- 管子和电缆穿过甲板的开孔，应避免舱口角隅和高应力区；
- 船舫 0.5L 区域内强力甲板上的开孔宽度不得超过舱口边至船边距离的 6%，其它部位甲板开孔宽度不得超过舱口边至船边距离的 9%；
- 当开口不符合长宽比 2:1 或高强度钢开口小于 2~1.5 时，应采用套环形式。

3.3 外板开孔

3.3.1 禁止开孔范围

船舫 0.4L 区域的舭圆弧外板和舷顶列板圆弧形舷缘为禁止开孔部位，外板开口应避开上层建筑端点。

3.3.2 开孔要求

- a) 海水吸入口和其它开口都应有足够大的圆角；
- b) 所有开口的布置应尽可能使肋骨、纵骨、舳龙骨的不连续性减至最小；
- c) 所有开口及邻近尾楼（或上层建筑）前端的开口均应给予完全补偿，补偿加厚板尽可能采用嵌入板而非覆板的形式。
- d) 货门（舷门）的开口应有足够大的圆角，且门的开口拟采用的补偿形式将予单独考虑；
- e) 若外板开口不是圆形或椭圆形的，则开口角隅应为半径尽可能大的圆弧；
- f) 在干舷甲板以下大于 450mm 或夏季载重水线以上小于 600mm 的范围内设泄水孔和排水管时，均应设置止回阀。

3.4 构件开孔

3.4.1 主要构件的开孔

一般开孔的高度不应超过腹板高度的 25%（双壳体油船为 20%），且孔的位置应使其边缘与面板之间的距离不小于腹板高度的 40%。开孔的长度不应超过腹板的高度或次要构件间距的 60%，取其中较大者，见图 3；

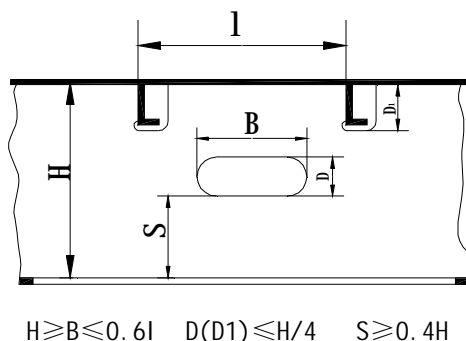


图 3

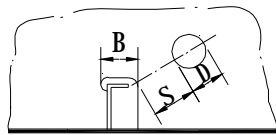
- b) 腹板上开孔端至次要构件切口角隅的距离应相等，切口与开孔之间距离不要过近，应按表 2 设置。

开孔应有光滑的边缘和足够大的圆角；

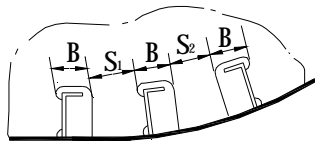
为通过次要构件而开的切口（贯穿孔），应使其产生的应力集中为最小。切口的宽度应尽可能小，顶边应为弧形且具有尽可能大的角隅半径。腹板直接连接的范围或（补板）搭接的尺寸应足以承受通过次要构件传递的载荷。型材贯穿孔的形式可参见 Q/GSIJ0401016。

表 2			mm	
序号	开孔形式	最小距离 S		备注
		A 区域	B 区域	
1		$(D_1+D_2)/2$	D_1+D_2	<p>1) 一般在孔的周围加上与腹板等厚的覆板或扁钢框时, 可以减小 S, 减小值为覆板或扁钢宽度的二分之一;</p> <p>覆板、扁钢框示意图如下:</p>
2	<p>孔与板</p>	<p>*1</p> <p>$D/2$</p>	<p>*1</p> <p>D</p>	
3	<p>孔¹</p>	<p>D</p> <p>$(D \geq 0.4h)$</p>	<p>2D</p> <p>$(D \geq 0.4h)$</p>	
4	<p>孔¹</p>	$(D+R)/2$	D+R	

序号	开孔形式	最小距离 S		备注



5	孔与切口	*2 $(D+B)/2$	*2 $(D+R)$	
---	------	-----------------	---------------	--



6	切口与切口	*3 $S_1 \geq 2B$ $S_2 \geq 2D$ $S_2 \geq 2B$	—	
---	-------	---	---	--

e) 主要构件上的开孔应避开高应力区，构件应力区的划分见附录 A（标准的附录）。离强桁材（强横梁）端梁肘板趾端 200mm 范围内，中桁材腹板上不应有任何开孔；

f) 所有肋板，旁桁材上均应设置人孔；所有肋板、旁桁材、均应有适当的流水孔、透气孔，并应考虑泵的抽唧率；

g) 距船舯 0.75L 区域内的中纵桁上不应开人孔或减轻孔，在特殊情况下一定要开时，应予以补强，并取得船级社同意；距船舯 0.75L 以外区域的中桁材上可开孔，但开孔高度应不大于该处桁材高度的 40%；

h) 轻型肋板的开孔边缘至内外底距离应不小于中桁材高度（即开孔高度不大于桁材高度的 0.6 倍）的 0.2 倍。

3.4.2 次要构件的开孔

通常，在货（油）舱的纵骨范围内，不允许设间距很近的扇形孔，见图 4 所示。

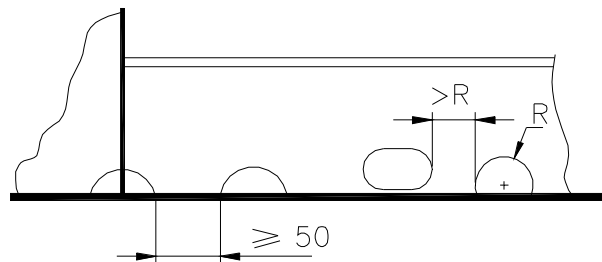


图 4

纵骨上的透气孔或泄水孔（流水孔）、大接头对接处的通焊孔距肘板趾端和主要支持构件交点和其它高应力区的距离通常不小于 200mm，见图 5 所示。

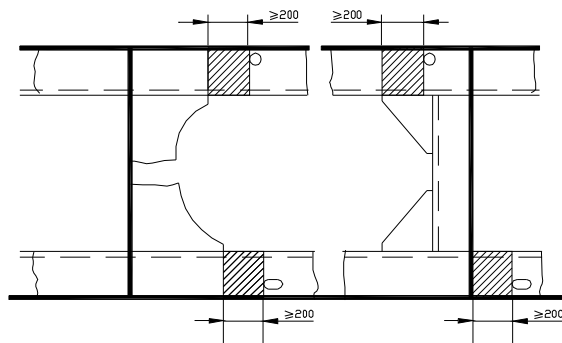


图 5

高强度钢纵骨上的流水孔应具有光滑的焊趾，为椭圆形或相当形状，且避开对接缝，见图 6 或参照 Q/GSIJ 0401016。高强度钢甲板纵骨上可设置小的圆形透气孔。

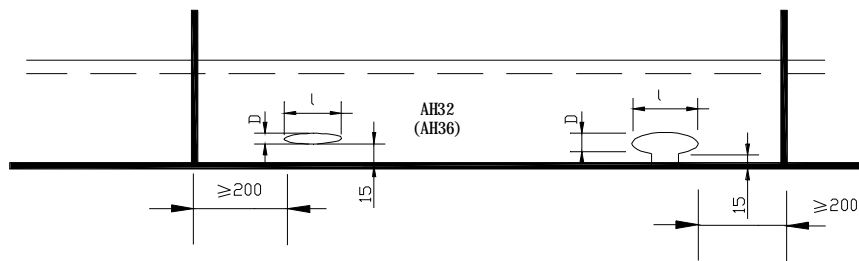


图 6

对于纵骨上的孤立开口，其间距超过 1m、孔的高度不超过腹板高度的 10%或 75mm 时，以较大者为准，计算纵骨剖面模数可不考虑，但任何情况下，其开口高度均不得超过纵骨高度的 25%。

e) 纵骨（或横骨材）穿越水密构件时，应在水密构件一侧（一般约 150mm）的骨材上设置截漏孔（一般 R=30mm，孔高不超过骨材高度的 25%），其形式见图 7 或参照 Q/GSI J0401016。

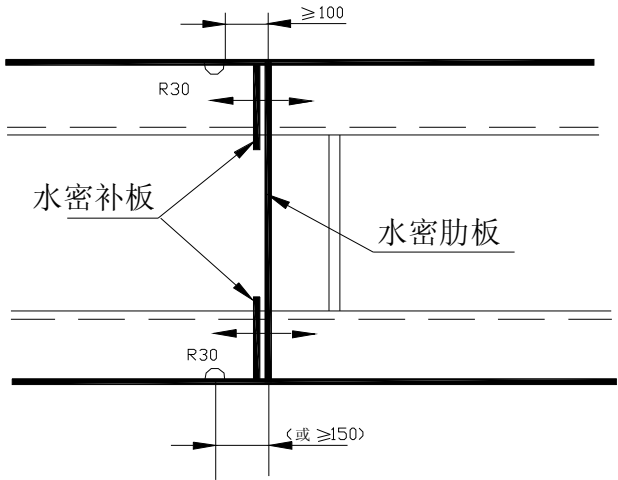


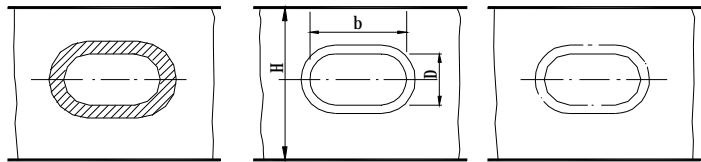
图 7

4 开孔补强形式

4.1 构件开孔的补偿加强方式，应按构件开孔所处的应力区位置及开孔大小来确定，可参照表 3。

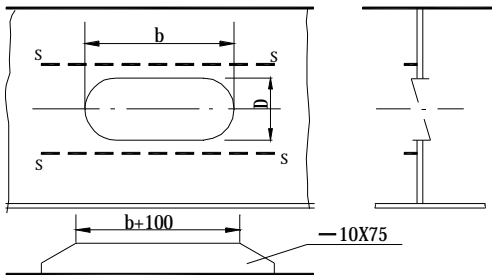
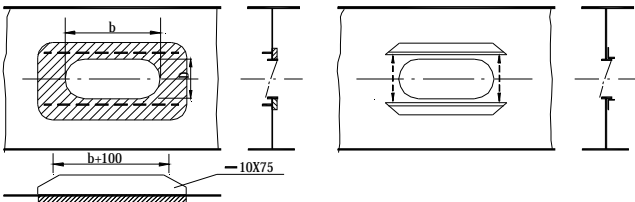
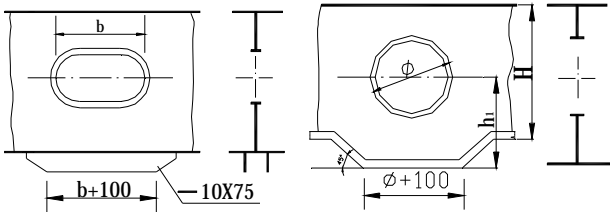
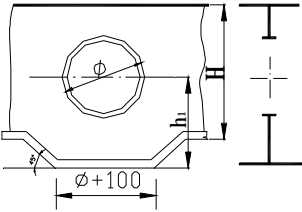
表 3 mm

构件名称		比值 D/H				比值 b/L	备注
		A 区域		B 区域			
		不加强	加强	不加强	加强		
桁材（强梁） 腹板	货油舱	*1 ≤0.2	*2 ≥0.5	*1 0.1	>0.25	0.5	*1 D≤300 *2 D≤600
	货舱、机舱 及除货油舱 外的其它舱	≤0.25	>0.5	0.125	0.25	0.25	--
	居住区域及 露天甲板	≤0.33	>0.5	0.165	0.25	0.5	--
实肋板		≤0.4	>0.5	0.2	0.25	--	--
双层底内的旁桁材、各种隔 板		≤0.6	0.66	--	--	--	--



网框方式，覆板或扁钢的板厚不小于
形式可参照表 4。

I 型		适用范围
		孔的高度、宽度超出允许范围，

		<p>且宽度为高度的 2 倍以内。 即 $H/4 < D \leq H/2$, $L/2 < b \leq 2D$</p> 
II 型		<p>孔的高度在允许范围内, 且宽度为高度的 2 倍以上。 即 $H/4 \leq D$, $b > 2D$</p> 
III 型		<p>孔的高度、宽度超出允许范围, 且宽度为高度的 2 倍以上。 即 $b > 2D > h/2$</p> 
IV 型		<p>孔的高度、宽度超出允许范围, 且高度为桁材高一半以上。 即 $D > H/2$, $\Phi > H/2$</p> <p>注: 此形式尽可能不采用, 若不得而言时, 应征得有关部门同意。</p> 

4.4 甲板开孔处应力集中系数超过 2.4 时, 应以适当的套筒形式作边缘加强。

4.5 构件高度应力区内小开孔 (切口) 的补强

a) 构件交叉处肘板趾端 200mm 范围内设孔时应按图 8 补强;

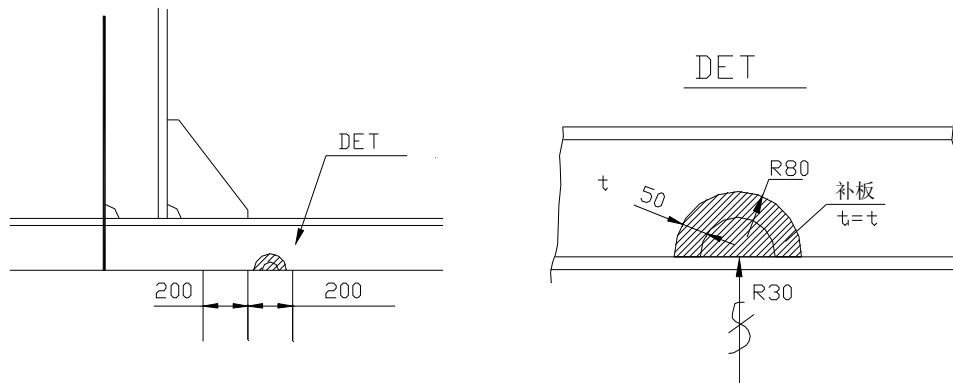


图 8

b) 强构件端部趾部下设切口时, 应按图 9 补强。

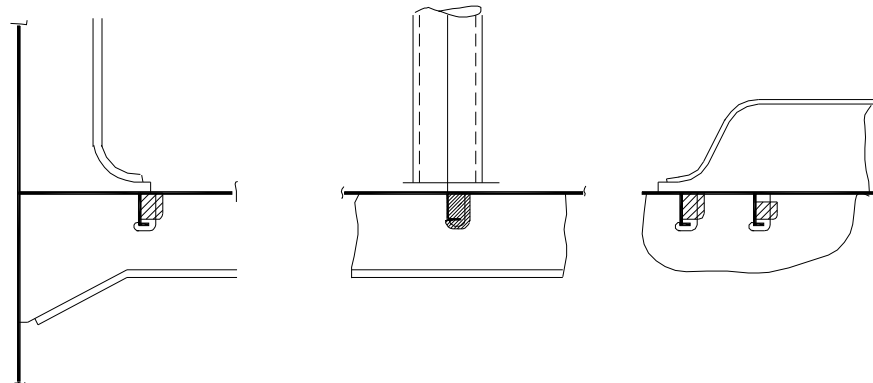
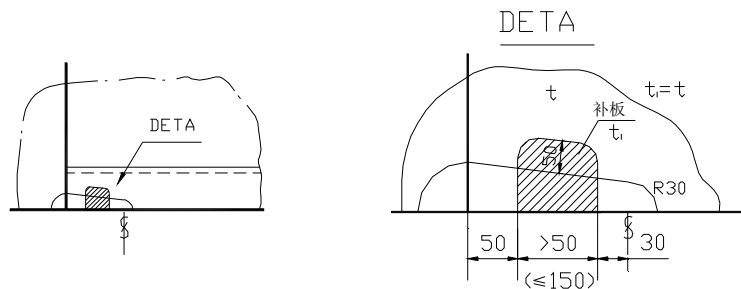
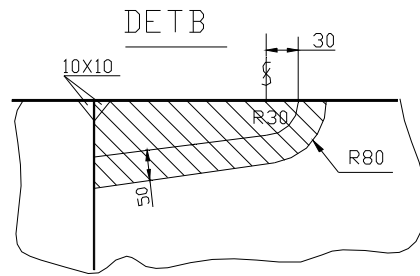
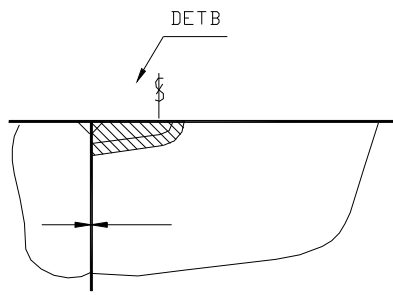


图 9

c) 分段大接头处、纵骨（横梁）通焊孔距相邻扇形孔太近时, 可按图 10 补强。



a)



b)

附录 A 附录 A
(标准的附录)

广附广船国际股份有限公司

A.1 应力区划分说明

各类构件按应力状态，可分为 A，B，C 个区域。见图 A1 示意。

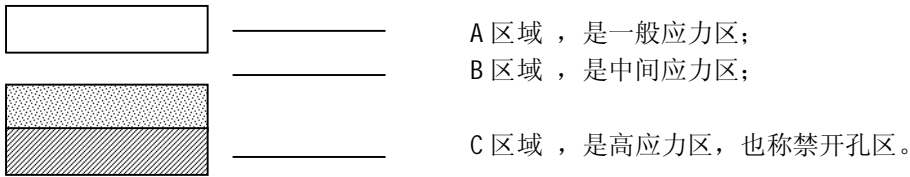


图 A1

A.2 桁梁构件

桁梁构件通常是 T 型组合构件，其应力区划分见图 A2

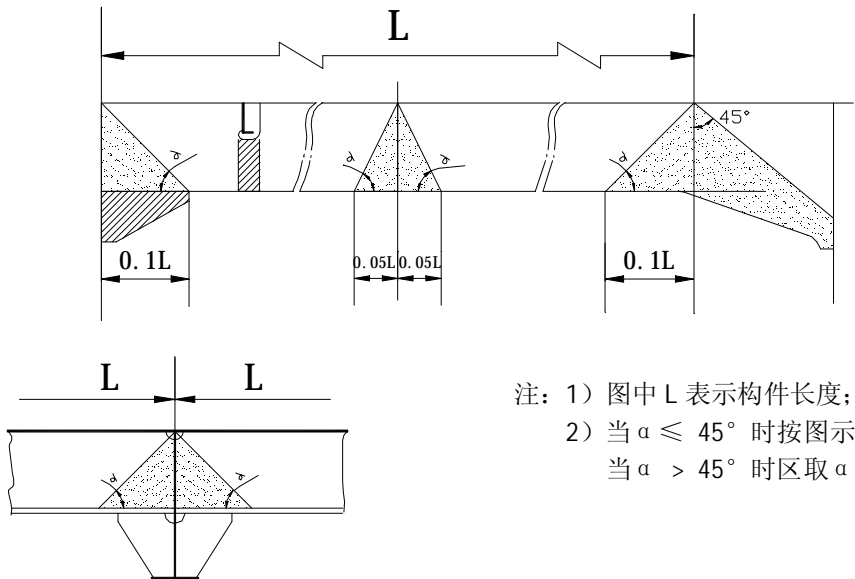


图 A2

A.3 纵向强度构件

- A.3.1 纵骨、纵向梁架应力区见图 A3. a);
- A.3.2 纵向制荡壁反应力区见图 A3. b);
- A.3.3 纵向桁材应力区见图 A3. c)。

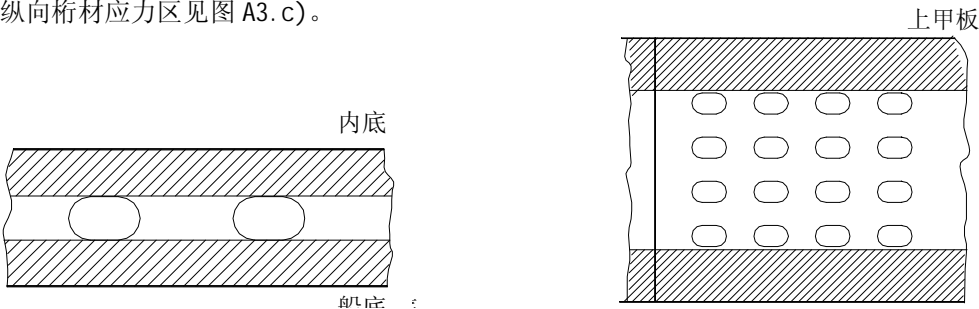


图 A3

A.4 平板龙骨上部肋板

平板龙骨上部肋板应力区见图 A4。

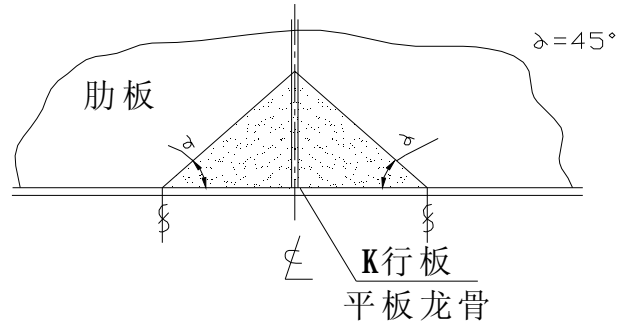


图 A4

A.5 支柱上下端构件

支柱上下端构件的应力区图 A5。

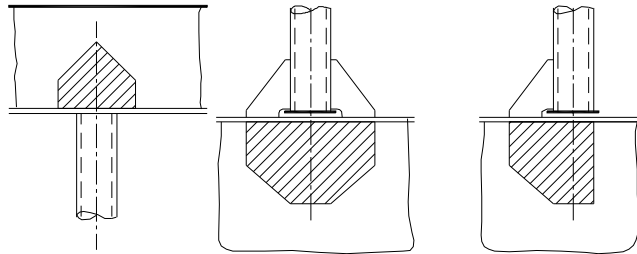


图 5

A.6 扶强材下端的肘板

扶强材下端与肘板连接的应力区见图 A6 。

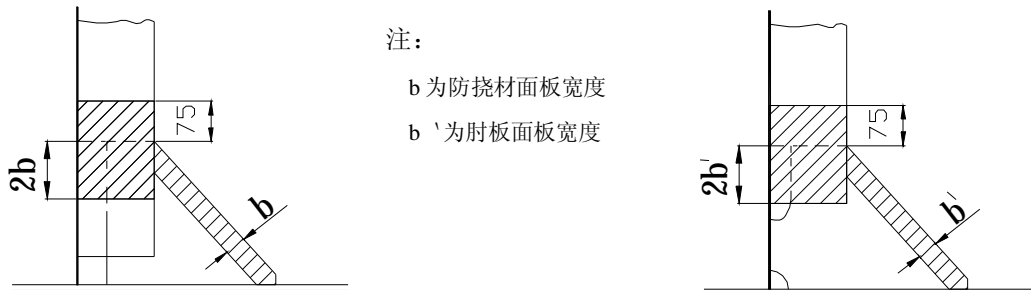


图 A6

A.7 其他部位构件

A.7.1 肋板端部应力区见图 A7.a) ；

A.7.2 中桁材应力区见图 A7.b) 。

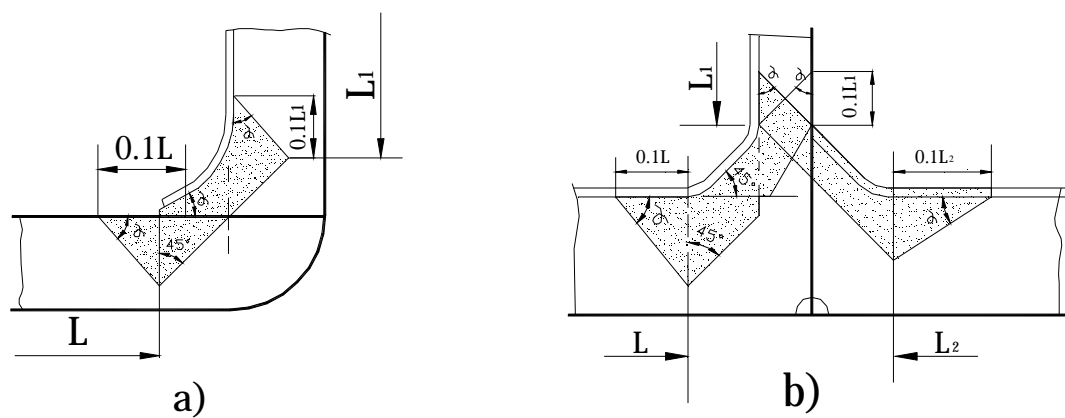


图 A7

