

JIS B 8501-1979

日 本 工 业 标 准

钢 制 焊 接 油 罐 的 结 构

石油工业部炼油设备设计技术中心站

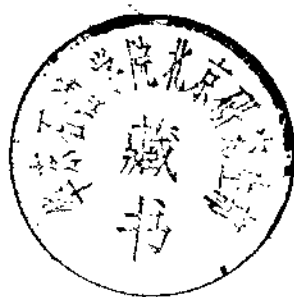
8762

日本工业标准
钢制焊接油罐的结构

JIS B 8501—1979

朱惠明 译

尹朝曦 校



石油工业部炼油设备设计技术中心站

1981年3月 北京

JIS B 8501—1979

钢制焊接油罐的结构

石油工业部炼油设备设计技术中心站

(北京市19658信箱 北京石油设计院)

燕山石油化学总公司印刷厂印刷

工本费: 1.80元

资料编号: B-31—1—3

出版说明

日本钢制焊接油罐规范是吸取了API—650及BS 2654的优点，结合日本实际经验制订的。规范中对内浮顶油罐、油罐的抗震设计、油罐的焊接，均作了较详细的规定。规范的编制说明也比较详细地阐述了制订的原则和考虑的因素。

1979年的修订版，是在日本基本搞清了水岛联合企业油罐事故的原因，并且自治省消防厅对石油贮罐有了一整套技术标准后完成的。与1976年版相比有较大的变动，增加了较多的篇幅，反映了日本最近的研究成果和施工制造经验。

除译校者外，金维昂同志还参加了技术校对工作。

由于译校的水平有限，译文中有错误和不妥之处，希读者指正。

石油工业部炼油设备设计技术中心站

目 录

1. 适用范围	1
2. 材 料	2
2.1 结构材料	2
2.2 焊接材料	2
2.3 根据温度进行设计	3
3. 设 计	6
3.1 贮罐的强度	6
3.2 腐蚀裕度	8
3.3 使用焊接的限制	9
3.4 罐底	9
3.5 罐壁	12
3.6 加强圈（抗风圈）	16
3.7 中间加强圈（中间抗风圈）	18
3.8 罐顶	19
3.9 罐顶设计	19
3.10 附件	27
3.11 接地设备	41
4. 加工制造	41
4.1 材料的检验	41
4.2 整形、成型加工及加热	41
4.3 切割及焊缝坡口加工	41
4.4 罐壁卷板加工	42
4.5 焊接	42
5. 焊接施工方法的评定试验	44
5.1 概述	44
5.2 评定试验的方法	47
5.3 评定试验的省略	51

5.4	记录	51
5.5	再试验	51
6.	组 装	51
6.1	贮罐的基础	51
6.2	贮罐的组装	52
6.3	螺栓连接	52
6.4	油漆	52
6.5	永久性安装配件	52
6.6	临时性安装卡具	52
7.	试验及检查	52
7.1	概述	52
7.2	试验及检查的方法	53
7.3	焊缝缺陷的返修	54
8.	记录的编制与保管	55
附录 1	钢板许用最低金属温度的计算基准	55
附录 2	确定呼吸阀的设定压力和呼吸阀、通气孔 的通气量的基准	60
附录 3	无损探伤试验的方法及其判度标准	62
附录 4	罐体强度计算	69
引用标准		70
编制说明目录		75

日本工业标准

钢制焊接油罐的结构

JIS B 8501—1979

1. 适用范围

本标准对钢制焊接圆筒形固定顶、浮顶和内浮顶石油贮罐的结构作出规定。石油贮罐（以下简称贮罐）建造在具有足够承载能力的均质基础上，在大气温度以上和常压条件下贮存液态石油或类似液体。

本标准只适用于罐体及本标准所规定的附件，不适用于连接在开口接管上的阀门、管线和仪表等配件，以及基础、防油堤、油漆、隔热工程等。

应用本标准时，至少应弄清下列事项：

- （1）地震、风载荷、雪载荷及基础状况；
- （2）贮罐的直径、高度或容量；
- （3）罐顶的形式；
- （4）贮液的种类、比重；
- （5）腐蚀裕度数值；
- （6）贮罐的温度（金属温度）；
- （7）附件的安装位置；
- （8）开口接管的尺寸、形式、数量、法兰的规格。

注：

1. 本标准中以（ ）表示的单位及数值是供参考而标注的国际单位制（SI）。
2. 附件是指焊于罐体上的固定件。
3. 配件是指装在罐体开口接管法兰和管接头上的附件。但包括装在浮顶上的固定泡沫消防堰板。

2. 材 料

2.1 结构材料

用于贮罐的结构材料原则上应符合下列标准,或者具有与之同等或更高的机械性能、化学成分。

(1) 钢板

JIS G 3101 (一般结构用轧钢)的SS41

JIS G 3106 (焊接结构用轧钢)

JIS G 3114 (焊接结构用耐候性热轧钢)

JIS G 3115 (压力容器用钢板)

(2) 结构用型钢

JIS G 3101 的 SS41

JIS G 3106

JIS G 3114

(3) 钢管

JIS G 3452 (管线用碳钢管)

JIS G 3454 (压力管线用碳钢管)的STPG38

JIS G 3456 (高温管线用碳钢管)的STPT38

JIS G 3444 (一般结构用碳钢管)的STK41

JIS G 3457 (管线用电弧焊接碳钢管)

JIS G 3460 (低温管线用钢管)的STPL39

(4) 法兰

JIS G 3101 的 SS41

JIS G 3201 (碳钢锻件)的SF40、SF45

JIS G 4051 (机械结构用碳钢)的S20C、S25C

(5) 螺栓、螺母

JIS G 3101 的 SS41、SS50

JIS G 4051 的S20C、S25C、S45C

JIS G 4107 (高温用合金钢螺栓用钢)的SNB7

2.2 焊接材料

焊接各部件所用焊条如下:

(1) JIS Z 3211 (低碳钢用涂药电焊条)

(2) JIS Z 3212 (高强钢用涂药电焊条)

(3) JIS Z 3311 (钢材埋弧自动焊用材料)

(4) JIS Z 3312 (二氧化碳气体保护焊用钢焊丝)

(5) 自动或半自动焊 (以下称自动电弧焊)、电渣焊或电子气焊所使用的焊丝、焊剂或保护气体应与焊机、材料或施工方法相适应, 并按本规范第5章检查合格。

注: 本标准所指的钢板中, 低碳钢是指JIS G 3101的SS41, JIS G 3106的SM41, JIS G 3114的SMA41, JIS G 3115的SPV24; 高强钢是指标准中拉伸强度的最小值为50~62公斤/毫米² (500~620百万帕斯卡) 者。

2.3 根据温度进行设计

2.3.1 高温区的限制

高温区的使用限制如下:

(1) 使用温度 (金属温度) 不超过260℃的贮罐应按下列(a)~(h)的规定进行设计。使用温度 (金属温度) 超过90℃的贮罐罐体不得采用高强钢, 而且不得采用浮顶罐。

(a) 罐壁板的设计应力应取乘以下列不同设计金属温度下的折减系数后之值 [参阅3.5.2(1)]。

设计金属温度 (℃)	折减系数
≤90	1.0
150	0.965
200	0.935
260	0.88

注: 1. 罐体为高强钢, 在90℃以下使用时, 罐壁板的设计应力不需要折减。

2. 设计金属温度在上述温度中间时, 按线性内插法求折减系数。

(b) 支承罐顶的构件的设计应力应取乘以下列不同设计金属温度下的折减系数后之值 (参阅3.9.2)。

设计金属温度 (℃)	折减系数
<90	1.0
90	0.91
150	0.88
200	0.85
260	0.80

注: 设计金属温度在上述温度中间时, 按线性内插法求折减系数。

(c) 自支承式锥顶、拱顶、伞形顶的顶板厚度和顶部所需受压环的截面积A, 应取除以下列不同设计金属温度下的折减系数后之值 [参见3.9.5(2)及(4); 3.9.7(2)及(4)]。

设计金属温度 (℃)	折减系数
≤90	1.0
150	0.99
200	0.975

注：设计金属温度在上述温度中间时，按线性内插法求折减系数。

(d) 直径超过30米的贮罐罐底应设环形边缘板〔参见3·4·1(1)〕。

(e) 3·7·2中的 H_2 ，应取乘以(c)项折减系数之后的值。

(f) 3·9·3(5)中受压环的截面积 A_m ，应取除以(b)项折减系数之后的值。

(g) 附录2的4.(3)中受压环的截面积 A ，应取乘以(b)项折减系数之后的值。

(h) 附录4的1中钢材的纵向弹性模量 E ，应取乘以(c)项折减系数之后的值。

(2) 对使用温度(金属温度)超过260℃的贮罐，本标准不适用。

2·3·2 低温区的限制：低温区的限制如下。

对于此处未作规定的构件材质，按订货协议。

(1) 罐壁用钢板根据其厚度和所受拉应力按以下规定确定许用最低金属温度。

(a) 对JIS G 3106、JIS G 3114〔但(b)项要求除外〕、及JIS G 3115材料，按相应日本工业标准的规定进行各自的冲击韧性试验合格者，当其设计拉伸应力采用相应日本工业标准或钢厂所保证的最小屈服极限的60%时，其许用最低金属温度可按表1。但是，当采用的拉伸应力与此规定不同以及板厚在12毫米以下时，不按本规定而遵照附录1。

(b) JIS G 3101的SS41，JIS G 3106的SM41A、SM50A、SM50YA，JIS G 3114的SMA41A、SMA50A与许用应力无关，公称板厚取16毫米以下，且使用范围为金属温度不低于-10℃。

(c) 公称板厚6毫米以下时，无论材料的种类和应力如何，不进行冲击试验可以使用的允许最低金属温度为-20℃。

(2) 开口接管及人孔颈管用钢管：开口接管及人孔颈管用钢管规定如下。

(a) JIS G 3444的STK41只能用于罐顶人孔颈管。

(b) JIS G 3452的SGP在最低金属温度低于0℃时不得使用。

(c) JIS G 3457的STPY41在最低金属温度低于-10℃时不得使用。

(d) JIS G 3454的STPG38，JIS G 3456的STPT38在最低金属温度低于-15℃时不得使用。金属温度低于-15℃，使用JIS G 3460的STPL39。

(3) 开口接管及人孔用法兰钢材：开口接管及人孔用法兰在低于下列温度时不得使用下列钢材。

(a) JIS G 3101的SS41的最低金属温度到-10℃。

(b) JIS G 3201的SF40、SF45，JIS G 4051的S20C、S50C，最低金属温度到-29℃。

(4) 开口接管及人孔用螺栓螺母的钢材：开口接管及人孔用螺栓螺母在低于下列温度时不得使用下列钢材。

(a) JIS G 3101的SS41，最低金属温度到0℃。

(b) JIS G 3101的SS50，JIS G 4051的S20C、S25C、S45C，JIS G 4107的SNB7，最低金属温度到-29℃。

注：本标准中的金属温度指金属材料的温度，所谓最低金属温度为设计最低使用温度与充水试验时的水温两者中的较低者。

单位℃

表1 钢材的许用最低金属温度

材 料	钢材的许用最低金属温度									
	SM41B SMA41B	SM50B SMA50B	SM50YB SM53B	SM41C SPV24	SM50C SMA50C	SPV32	SM53C	SPV36	SM58 SMA58	SPV46 SPV50
12	-21.0	-15.5	-13.0	-28.0	-22.5	-23.0	-20.0	-20.5	-18.5	-23.0
16	-19.0	-13.0	-10.5	-25.5	-20.0	-21.0	-18.0	-18.5	-16.5	-20.5
19	-18.0	-11.5	-9.0	-24.5	-19.0		-16.5		-14.5	-18.5
22	-15.5	-9.5	-7.0	-22.5	-17.0		-14.0		-12.0	-16.5
25	-13.5	-7.0	-4.0	-20.5	-14.5		-11.5		-9.5	-14.0
28	-10.5	-4.0	-1.0	-17.5	-11.5		-9.0		-6.5	-11.5
30	-8.5	-1.5	+1.0	-15.5	-9.5		-6.5		-4.5	-9.0
32	-6.0	+1.0	+3.5	-13.5	-7.0		-4.0		-2.0	-7.0
≥35	-1.5	+4.5	+8.5	-9.5	-2.5		0		+2.0	-2.5

表1注：当使用板厚位于表列数值中间时，可按内插法求取许用最低金属温度。

设计最低使用温度为建罐地区尽可能长时间内的日平均气温记录中的最低日平均气温加8℃。

当低于上述温度界限使用时，应按附录1确定许用最低金属温度。

3. 设 计

3.1 貯罐的强度

3.1.1 作用于貯罐上的载荷：作用于貯罐上的载荷原则上如下。

(1) 静载荷

(1.1) 貯罐自重(包括附件及配件)

(1.2) 貯液重

(1.3) 隔热材料重

(1.4) 雪载荷

(2) 动载荷

(2.1) 风载荷

(2.2) 地震载荷

其中风载荷和地震载荷分别按各自单独作用进行设计。

3.1.2 载荷计算：按下列规定计算第3.1.1条的各类载荷。

(1) 钢材比重：计算貯罐自重时，钢材比重取7.85。

(2) 貯液比重：计算貯液重量时，貯液的实际比重小于1时按1计算，大于1时按实际比重计算。

(3) 隔热材料重：隔热材料重由所用隔热材料的性质求出，同时要包括支承件和外部保护层的重量。

(4) 雪载荷：貯罐水平投影面积上的雪载荷由下式求出。

$$S = P \cdot Z_s \cdot E \cdot R \cdot A$$

式中：S：复盖于罐顶上的积雪载荷，公斤(牛顿)；

p：由积雪厚度决定的设计平均单位积雪重(对每1厘米积雪深度，单位面积上的雪载荷)；

积雪深度，厘米	p，公斤/米 ² ·厘米(牛顿/米 ² ·厘米)
50以下	1.0(10)
100	1.5(15)
200	2.2(22)

积雪深度在上述深度中间时，按线性内插法求出；

Z_s：设计积雪深度，厘米，根据建罐地区观测资料确定；

E：环境系数，取1.0，但设有除雪、融雪装置时可取0；

R：罐顶坡度系数如下：

坡度	R
25°以下	0.9
50°以上	0

坡度在25°和50°之间时,按线性内插法求得;当罐顶存留积雪,或罐顶表面使雪难于滑落时,取 $R=1.0$;

A: 罐顶水平投影面积,米²。

(5) 风载荷: 由风压引起的风载荷按下式计算。

$$Q = C \cdot q \cdot A$$

式中 Q: 风载荷,公斤(牛顿);

C: 形状系数,取0.7;

A: 受压面积,即贮罐的最大垂直投影面积,米²;

q: 风压,公斤/米², $q = 60\sqrt{h} \cdot Z_w$ (牛顿/米², $q = 600\sqrt{h} \cdot Z_w$);

h: 贮罐上风压计算段离地面的高度,米;

Z_w : 风压的地区修正系数,按图1*。

但有可能遭受强风的海岸、河岸、山上等地区以及h超过25米的贮罐计算段,无论h的高度如何,一概取 $q = 300Z_w$ 公斤/米² ($q = 3000Z_w$ 牛顿/米²)。

(6) 地震: 水平地震载荷等于按下式算出的水平震度乘以静载荷;垂直地震载荷等于垂直方向的震度即水平震度的 $\frac{1}{2}$ 乘以静载荷。此时,积雪载荷可以减至设计值的 $\frac{1}{2}$ 。

$$\text{水平震度 } K_h = 0.15 \cdot v_1 \cdot v_2 \cdot v_3$$

式中 v_1 : 地区修正系数,按自治省告示第22号(1977年2月10日)的地区划分图规定如下。

地区划分	v_1
A	1.00
B	0.85
C	0.70

v_2 : 地基修正系数,规定如下。

地 基 的 性 质	v_2
(a) 第三期以前的地基,或到岩基的洪积层厚度小于10米(一类地基)	1.20
(b) 到岩基的洪积层厚度在10米以上、或到岩基的冲积层厚度小于10米(二类地基)	1.33
(c) 到岩基的冲积层厚度在10米以上、25米以下,对抗震设计不具有支承力的土层厚度小于5米(三类地基)	1.47
(d) 其他地基(四类地基)	1.60

* 图1为“日本国风压的地区修正系数”分布图,略——译者注。

v_3 : 考虑贮罐固有周期的反应放大倍数, 由图2求得。固有周期超过5秒时, 反应放大倍数为1.0。

贮罐固有周期 T (秒)按下式求得。

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{R}(1.841) \tanh(1.841 \frac{H}{R})}}$$

式中 g : 重力加速度, 为9.8米/秒²,

R : 贮罐内半径, 米;

H : 最高贮液面高度, 米;

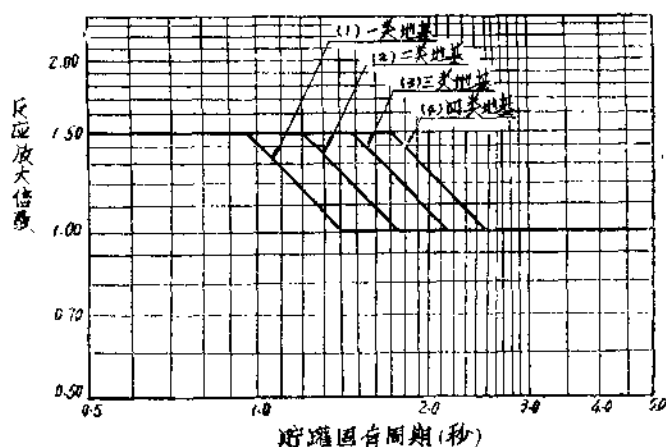


图2 对于贮罐固有周期的反应放大倍数

3.1.3 罐体强度设计及其他: 罐体各部位应按本标准进行强度设计。另外, 下列各项对罐体的影响也必需加以考虑。

- (1) 主阀、管线等附件的自重或弯矩。
- (2) 因限制由贮液温度产生的热膨胀而形成的热应力。
- (3) 地震时的液面晃动。
- (4) 地震时的动压。

3.2 腐蚀裕度

当贮液具有腐蚀性时, 构件应在所需最小尺寸上附加必要的腐蚀裕量(罐壁根据第3.5.2(1)的公式, 其他构件则在公称厚度上附加腐蚀裕度来确定所需厚度)。

3.3 使用焊接的限制

使用焊接的限制规定如下。

(1) 对于角焊缝规定如下：

(1.1) 板厚4.5毫米时采用满角焊，焊脚高度等于板厚。

(1.2) 板厚超过4.5毫米时，焊脚高度应为较薄钢板厚度的 $\frac{1}{3}$ 以上，其最小值为4.5毫米。

(2) 单面焊搭接接头仅限于罐底板及罐顶板。

3.4 罐 底

3.4.1 罐底的排板：罐底的排板及连接如下。

(1) 罐底的连接为搭接、对接或两者的组合。

当底圈罐壁厚度超过15毫米或罐壁采用高强钢时，应采用环形边缘板。

(2) 底板之间以及底板与环形边缘板之间的搭接接头只焊上面，为单面连续满角焊，焊脚高度等于板厚。三块板重叠部分的安装按图3规定。

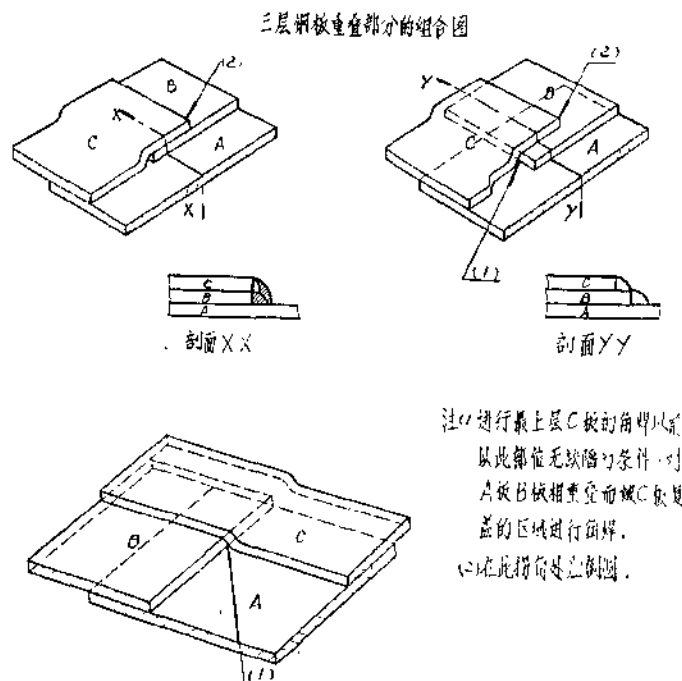


图3 底板排板

搭接接头的搭接宽度如图4(1)(a)及(2)(a)所示，底板之间的搭接宽度为25毫米以上，底板和环形边缘板的搭接宽度为60毫米以上。

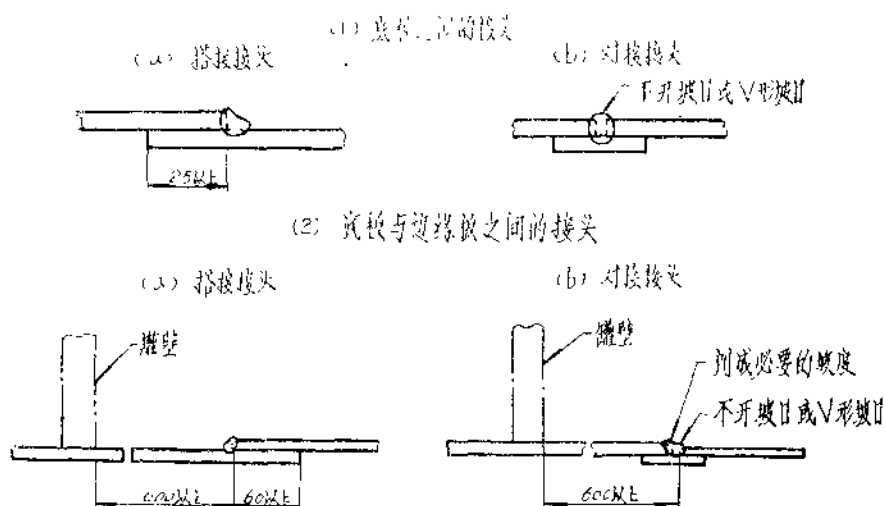


图4 底板的接头

(3) 底板之间及底板与环形边缘板之间的对接接头可不开坡口或开V型坡口，应注意正确地保持坡口根部间隙。不开坡口的接头，板边间隙应在6毫米以上，并需在背面使用厚度3毫米以上的垫板施焊〔参见图4(1)(b)及(2)(b)〕。

(4) 罐壁和罐底板（或罐底环形边缘板）的组装按图5的规定。罐壁和罐底板（或罐底环形边缘板）的焊接接头，应具有双面连续满角焊T型接头以上的强度，该接头的焊脚高度取底圈罐壁和罐底板（或罐底环形边缘板）两者中较薄件的厚度与表2所示数值中的较大者。但不必超过13毫米。

表2 角焊缝的焊脚高度

单位：毫米

罐壁公称厚度 t	角焊缝的焊脚高度
4.5	4.5
$4.5 < t \leq 19$	6
$19 < t \leq 32$	8
$32 < t$	10

表2注：当为不等边角焊时，焊脚高度取较小者。

当底板（或环形边缘板）的厚度超过12毫米时，焊后罐壁内侧底板方面的焊脚高度、或者采用局部焊透时坡口深度与罐壁内侧底板方面的焊脚高度之和，都要与底板（或环形边缘板）的厚度大致相同。

(5) 环形边缘板之间为单面对接焊，采用厚度3毫米以上的垫板。〔参见图5(2)〕

(6) 无论罐底板是采用搭接焊还是对接焊，罐底焊接接头之间的距离、罐底焊接接

头到罐壁和罐底的T型焊缝的距离、以及罐底焊接接头到底圈罐壁纵焊缝的距离均应在300毫米以上。

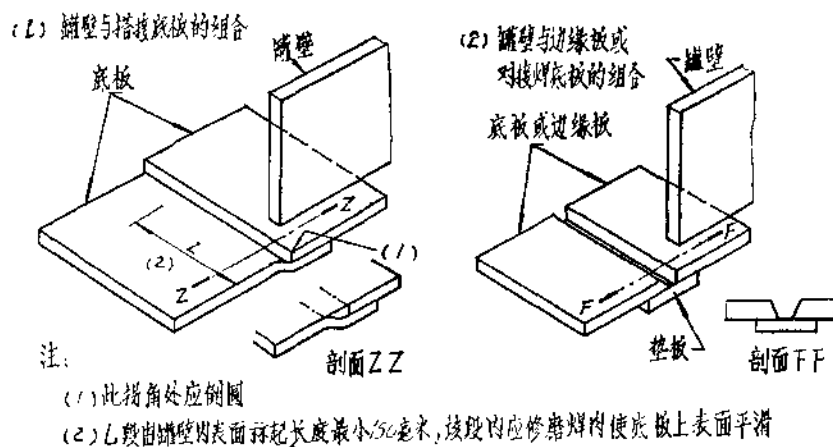


图5 罐壁与底板的组合

3.4.2 罐底板的尺寸：罐底板的尺寸按以下规定。

- (1) 罐底板的实际厚度不得小于6毫米。
- (2) 最小环形边缘板厚度按表3规定。

表3 环形边缘板厚度

单位：毫米

底圈罐壁公称厚度	充水试验时底圈罐壁内的应力(公斤/毫米 ²) *			
	19.0以下	21.1以下	23.2以下	25.5以下
$t \leq 19$	6.5	6.5	7.0	9.0
$19 < t \leq 25$	6.5	7.0	9.5	11.0
$25 < t \leq 32$	6.5	9.0	12.0	14.5
$32 < t \leq 38$	8.0	11.0	14.5	17.5
$38 < t \leq 45$	9.0	12.0	16.0	19.0

表3注：* 该应力按下式求得：

$$\frac{D(H-0.3)}{2t}$$

式中 D：贮罐内径，米；

H：最高充水高度，米。

t：底圈壁板公称厚度，毫米。

(3) 罐底板伸出罐壁外表面的宽度，应在50毫米以上(参见图6)。

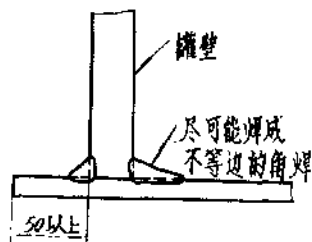


图6 底板或边缘板与罐壁的T型接头