

鋼制焊接油罐

北京石油化工总厂设计院技术室译

API-650 第五版

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

一九七六年六月

美国石油学会标准

钢 制 焊 接 油 罐

API-650 第五版

1973.7.(包括 1973 年 10 月第一次增补)

北京石油化工总厂设计院技术室译

上海石化设计院石油化工设备设计建组

一九七六年六月

API Standard 650
Fifth Edition July 1973
Welded Steel Tanks
For
Oil Storage
(Including Supplement No. 1 October 1973)

美国石油协会标准

钢制焊接油罐

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

76-32-I-20

(上海南京西路 1856 号)

国营海峰印刷厂印刷

一九七六年

工本费: 1.20 元

毛主席语录

中国应该大量吸收外国的进步文化，作为自己文化食粮的原料，……凡属我们今天用得着的东西，都应该吸收。但是一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

出版说明

随着我国石油、化学工业的蓬勃发展,对油罐的需要量日益增长。全国各地的油罐似雨后春笋,不断涌现;油罐的容量也越来越大,今后还将向大型化发展。我国工人、技术人员在油罐的设计、安装、制造和使用等各方面积累了很多宝贵的实践经验。为了进一步适应石油、化学工业发展的需要,遵循毛主席关于:“洋为中用”的教导,由北京石油化工总厂设计院技术室翻译了这本美国油罐规范(第五版,包括1973年10月的第一次增补)。译文中删去了原文中部分与我们无关的段落。API第四版的“焊接符号”图在第五版中取消了,为了参考方便,我们仍将其附于最后面。

由于译校水平有限,译文一定有错误和不确之处望批评指正。

在翻译出版工作中得到了石化部石化一公司设计研究分所及上海高桥化工厂的大力协助,在此一并表示感谢。

上海石化设计院石油化工设备设计室

一九七六·四·

原 序

本标准是基于对内压近似常压的各种容量和尺寸的焊接钢制储罐所积累的知识和经验而制定的。发行的目的在于为石油工业提供一项购制说明书以方便制造和提供储罐。

标准中关于焊接及其细节的条款是与美国焊接学会共同制订的。这些条款包括：

焊接和焊接接头的定义及其制备；

适于焊接的材料，包括焊条；

现场焊接检验要求。

所有其他方面，焊接应按 ASME 锅炉及受压力容器规范第Ⅱ篇“焊接评定”的规定。

如按本标准的规定购制储罐，则要求买方提出某些基本要求。买方可以考虑对本标准进行修改，删节或增补、补充，而不应把本标准中的章节重写或编排成为另外的更完整的标准。

本标准中给出的设计准则是最低限度要求。当需方和制造厂双方同意时，可按任何较严格的设计准则进行。

本标准不企图包括那些所在地区对储罐的要求比本规范的规定更严格的那些储罐。在这种情况下，对于根据本标准的合同，本标准必须遵守，但要求它与地区性要求不抵触。

目 录

原 序

1. 范 围	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 守则	(1)
2. 材 料	(1)
2.1 钢板	(1)
2.2 薄板	(2)
2.3 焊条	(2)
2.4 结构型钢	(2)
2.5 铸件	(2)
2.6 管子	(2)
2.7 法兰	(3)
2.8 螺栓	(3)
3. 设 计	(3)
3.1 连接设计	(3)
3.1.1 定义	(3)
3.1.2 焊缝尺寸	(3)
3.1.3 焊接限制	(3)
3.1.4 焊缝符号	(3)
3.1.5 典型焊缝连结	(4)
3.2 罐底设计	(4)
3.2.1 钢板尺寸	(4)
3.2.2 构造方法	(4)
3.2.3 罐壳和罐底的连结	(5)
3.3 罐壳设计	(5)
3.3.1 工作应力	(5)
3.3.2 载荷	(5)
3.3.3 壳板的尺寸和厚度	(5)
3.3.4 罐壳钢板的排列	(6)
3.3.5 立缝	(6)
3.3.6 环焊缝	(6)
3.3.7 罐壳开孔	(6)
3.3.8 齐平型清扫孔	(7)
3.3.9 用螺栓紧固的扉板	(8)
3.4 敞顶储罐抗风梁设计	(9)

3.4.1	概述	(9)
3.4.2	所需截面模数	(9)
3.4.3	加强环型式	(9)
3.4.4	加强环的限制	(10)
3.4.5	兼作走台的加强环	(10)
3.4.6	穿过加强环的扶梯孔	(10)
3.4.7	加强环的支承	(10)
3.4.8	焊接要求	(10)
3.5	罐顶设计	(10)
3.5.1	定义	(10)
3.5.2	概述	(10)
3.5.3	许用应力	(11)
3.5.4	有支承锥形罐顶	(12)
3.5.5	自支承锥形罐顶	(13)
3.5.6	自支承圆拱形和伞形罐顶	(13)
3.5.7	自支承罐顶的罐壳上缘角钢附件	(13)
3.6	储罐连接件和附属件	(13)
3.6.1	概述	(13)
3.6.2	罐壳人孔	(14)
3.6.3	罐壳接管	(14)
3.6.4	齐平型清扫孔	(14)
3.6.5	齐平型螺栓固紧扉板	(14)
3.6.6	高起型清扫孔螺栓固紧扉板	(30)
3.6.7	罐顶人孔	(30)
3.6.8	罐顶接管	(30)
3.6.9	排液槽	(30)
3.6.10	吊缆支架	(30)
3.6.11	螺纹连接件	(30)
3.6.12	平台、走台和扶梯	(30)
4.	制 造	(36)
4.1	概述	(36)
4.1.1	工艺	(36)
4.1.2	板边加工	(36)
4.1.3	壳板成型	(36)
4.1.4	标记	(36)
4.1.5	装运	(36)
4.2	车间检验	(36)
5.	安 装	(37)
5.1	概述	(37)

5.2 焊接细节	(37)
5.2.1 概述	(37)
5.2.2 罐底	(38)
5.2.3 罐壳	(38)
5.2.4 罐顶	(38)
5.3 检查、试验和修理	(38)
5.3.1 焊缝检查	(38)
5.3.2 罐底试验	(38)
5.3.3 补强板试验	(39)
5.3.4 罐壳试验	(39)
5.3.5 罐顶试验	(39)
5.3.6 修理	(39)
5.3.7 清理	(39)
5.3.8 检查	(39)
5.3.9 验收	(40)
5.3.10 真空试验	(40)
6. 壳体焊缝检验方法	(40)
6.1 射线探伤法	(40)
6.1.1 应用	(40)
6.1.2 检验的准备	(40)
6.1.3 射线探伤的数量和位置	(40)
6.1.4 底片	(41)
6.1.5 程序	(41)
6.1.6 透度计	(41)
6.1.7 底片定位	(42)
6.1.8 底片缺陷	(42)
6.1.9 标志和参考标记	(42)
6.1.10 射线照片的提交	(42)
6.1.11 射线探伤标准	(42)
6.1.12 焊缝缺陷的限定范围	(44)
6.1.13 缺陷焊缝的修理	(47)
6.1.14 射线探伤记录	(47)
6.2 解剖方法	(47)
6.2.1 应用	(47)
6.2.2 切取试样	(47)
6.2.3 试样数目和部位	(47)
6.2.4 切取试样的尺寸	(48)
6.2.5 切取试样的准备	(48)
6.2.6 切取试样的检查	(48)

6.2.7 焊缝缺陷的修理	(48)
6.2.8 开口的封闭	(48)
6.2.9 切样标记	(49)
7. 焊接工艺和焊工考核	(49)
7.1 概述	(49)
7.1.1 定义	(49)
7.2 焊接方法的评定	(50)
7.3 焊工考核	(50)
8. 标 记(略)	(50)
附录 A 参考与典型设计数据	(51)
附录 B 对 API 立式圆筒形储罐基础建造的推荐实用条例	(56)
附录 C 浮顶	(58)
附录 D 储罐壳体另一设计基准	(61)
附录 E API 标记的使用(略)	(73)
附录 F 低压储罐设计	(73)
附录 G 储罐壳体高应力设计	(75)
附录 H 加盖浮顶	(82)
附录 J 车间组装储罐	(84)
附录 K 罐壳厚度的另一算法	(87)
附录 L 储罐数据说明表(略)	(94)
附 图 焊接符号(API 650-70)	(94)

钢制焊接油罐

1. 范 围

1.1 概 述

a. 本规范包括地面上密闭的、敞顶的、接近常压的、各种容量、尺寸的立式圆筒形钢制焊接储罐的材料、设计、制造、安装和检验要求,如附合附录 F 的附加要求,则也适用于小内压的储罐。

b. 本规范的编订是为炼油工业提供储存石油、石油产品以及为本工业各分支部门用来处理和储存其他液体产品的相对安全、经济合理的储罐。这里既不提供也不打算建立贮罐尺寸的固定系列,但使用可能选择满足买方特殊需要的各种尺寸的储罐。本规范是为了便于购买者与制造者的订货、制造与安装,并不是为禁止购制双方购买和制造不符合本规范的储罐,也不想禁止从未经许可使用“API”标记的制造厂购买储罐。

c. 本规范附录 A 是为按本规范建造的有关储罐提供参考设计数据。附录 A 中数据是为参考方便,并不要求遵照执行。

d. 本规范附录 D 为储罐壳体提供另一

种设计基准。附录 G 为具有改善缺口韧性的高强度钢提供特殊的设计基准。附录 K 为计算罐壳筒节厚度提供另一程序。

e. 本规范附录 C 和 H 为储罐的特殊型式的罐顶提供了规则。附录 C 为盘型、浮船型和双层顶板型浮顶提出了要求。附录 H 为在罐壳顶部具有固定顶盖的储罐的浮顶提出了要求。

f. 本规范附录 J 提供了在车间完成的直径不大于 20 呎的储罐部件规则。

1.2 守 则

制造厂有责任遵守本规范的全部规定。买方可以对由制造厂应遵守的能满足其需要的守则进行审查,并可以拒绝任何不符合本规范的材料。应促使买方利用权利进行在买方监督下由制造厂进行的检查之外的单独检验,而买方的检验人员应紧密结合本规范规定的有关结构完整和安全的现场制造和试验。

2. 材 料

2.1 钢 板

a. 订购的钢板应符合最新版的下列规范之一,但应符合本标准指出的修正与限制。未在本节中列出的材料可被采用,如这种材料被证实满足在此节中列出的一种材料的所有要求而且它的采用为买方所允许。

ASTM 标准

A36:①结构钢(最大板厚 1½ 吋)

A283: 低的和中等抗拉强度碳素结构钢板——仅为 C 和 D 级(最大板厚: C 级 1½ 吋; D 级 ¾ 吋)

A285: 低的和中等抗拉强度的压力容器用碳素钢板——仅为 C 级(最大板厚 1½ 吋)

ISO②建议 R630

Fe42 和 Fe44: 结构钢——B 级, 仅为非沸腾钢。(最大板厚: $\frac{3}{4}$ 吋)

b. 当使用条件苛刻需采用优质的材料时, 可使用下列规范中的规范, 但应符合本标准指出的修正与限制。若材料被验明完全符合这里所列出的材料规范的所有要求并由买方同意使用的话, 则不同于本节所列出的材料是可以采用的。

ASTM 标准

A131: 船用结构钢——仅为结构级(最大板厚: A 级 $\frac{1}{2}$ 吋; B 级 1 吋; C 级 $1\frac{1}{2}$ 吋不正火; CS 级 = $1\frac{1}{2}$ 吋, 正火)④

A442: 压力容器用改善性能的碳素钢板(最大板厚: $1\frac{1}{2}$ 吋)

A516: 使用中温与较低温度下的压力容器碳素钢板(最大厚度: $1\frac{1}{2}$ 吋)④

A537: 压力容器用经热处理的碳-锰-硅钢板, 仅为 A 级(最大板厚: $1\frac{1}{2}$ 吋)③

注: ③ASTM A537 钢板可不做冲击试验供货。

A573: 改善了韧性的碳素结构钢板——70 级改型(要求: 最小屈服强度 42000 磅/吋², 最大抗拉强度 90000 磅/吋²)

A662: 中等和较低温度压力容器用碳-锰钢板——仅为 B 级(最大板厚: $1\frac{1}{2}$ 吋)

CSA⑥标准

G40.8: 具有改善的抗脆裂性的结构钢(最大板厚: $1\frac{1}{2}$ 吋)

ISO 建议 R630

Fe42, Fe44 和 Fe52: 结构钢——C 级和 D 级(最大板厚: $1\frac{1}{2}$ 吋)

c. 制造厂应在其建议中提出所期望采用的钢板规范。

d. 所有钢板应限于平炉、电炉或碱性氧气法炼制钢。如买方指定, 可用含铜钢。

e. 所有罐壳钢板规格要求以边缘厚度为基准, 此厚度由设计计算确定。按计算求得的最小厚度的壳体钢板可以用重量为基准来采购, 但这订购量要按名义重量增加足够

的数量并要保证钢厂提供的最小厚度钢板不薄于计算厚度的 0.01 吋。由于实际原因确定的罐壳最小厚度(比计算值大), 钢板不应薄于要求厚度的 0.01 吋, 全部罐顶和罐底钢板也一样都可以用重量为基准来订购。这里规定的钢板厚度或重量都是最小值, 在订货时买方可按需要选择较厚的或较重的板材。

2.2 薄 板

薄板应符合最新修订的 ASTM A570 C 级平炉和碱性氧气法炼制钢。如果购买合同规定亦可采用含铜钢。薄板可由储罐制造者意见按重量或厚度为基准来订购。

2.3 焊 条

手工电弧焊焊条应符合最新版 ASTM A233: 软钢电弧焊焊条规范中 E60 和 E70 分类系列(适用于电流特性、焊接位置及予以应用的其他情况)。

2.4 结 构 型 钢

结构型钢应为平炉、电炉或碱性氧气炼制钢, 并应满足最新版的下列规范之一:

ASTM 标准:

A36: 结构钢

A131: 船用结构钢

CSA 标准:

G40.12: 一般用途结构钢

ISO 建议 630:

Fe42 和 Fe44: 结构钢——B、C 和 D 级, 如购买合同有规定, 含铜钢将被应用。

2.5 铸 件

铸件应符合最新版 ASTM A27 60-30 级, 完全退火处理。

2.6 管 子

除非在本规范中另有规定, 管子和连结管件应符合最新版的 API 标准 5L; ASTM

A53; ASTM A524 或 ASTM A106 A 和 B 级。按照购、制双方协议, 对内螺纹联结管件可不带退刀槽。这时, 联结管件的其他各方面符合 API 标准 5L。用于结构上的管子, 材料的物理性能应符合 API 标准 5LB 级或 API 标准 5LX。

2.7 法 兰

带颈搭焊法兰和对焊法兰应符合 ANSI

B16.5 规定的锻制碳钢法兰材料的要求。搭焊平焊法兰在本规范控制的厚度范围内, 应符合 2.1 节的要求, 或对所有各种厚度按 ASTM A516 的要求。

2.8 螺 栓

螺栓应符合最新版 ASTM A307。购方应在合同中规定螺栓头和螺母形状, 并定出采用标准型的或是加大尺寸的。

3. 设 计

3.1 连 接 设 计

3.1.1 定义

下列定义应用于储罐连接设计中:

1. 双面对接焊缝: 在接近于同一平面上的两毗邻件间从两面进行焊接的焊缝。

2. 带垫板的单面对接焊缝: 在接近于同一平面上的两毗邻件间用扁钢或其他适合材料为垫板的从单面进行焊接的焊缝。

3. 双面焊搭接焊缝: 在两重迭件的各重迭边缘进行角焊的焊缝。

4. 单面焊搭接焊缝: 在两重迭件中之一重迭边缘进行角焊的焊缝。

5. 对焊: 在两毗邻件间设有坡口的焊缝。这些坡口可以是方形, V 形 (单面或双面) 或 U 形 (单面或双面), 也可以是单斜面或双斜面。

6. 角焊: 近似地成直角的两表面间横断面近似是三角形的焊缝, 如搭接焊缝, T 形焊缝及角焊缝等。

7. 满角焊焊缝: 角焊焊缝尺寸等于较薄焊件厚度的角焊缝。

8. 定位焊缝: 焊接过程中保持被焊件相对位置的定位点焊缝。

3.1.2 焊缝尺寸

焊缝大小应以下列尺寸为根据:

a. 开坡口焊缝: 接头焊透度 (坡口加工深度加规定的焊透根部深度)。

b. 角焊: 对焊脚相等的焊缝, 是其最大的内接等腰直角三角形的边长。对于焊脚不相等的焊缝, 是角焊缝截面所能够内接的最大的直角三角形的边长。

3.1.3 焊接限制

对于连接或焊缝的型式及尺寸按下列限制:

a. 在竣工的结构上可不考虑定位焊的任何强度。

b. 角焊缝最小尺寸如下:
厚度 $\frac{3}{16}$ 吋的钢板为满角焊; 板厚超过 $\frac{3}{16}$ 吋, 应不小于连结较薄板厚的 $\frac{1}{2}$, 但最小为 $\frac{3}{16}$ 吋。

c. 仅在罐底板及罐顶板上允许采用单面搭接焊缝。

d. 搭接焊缝做定位焊时搭接宽度应不少于较薄板名义厚度的五倍; 但在双面搭接连接时重迭部分不要超过 2 吋, 单面搭接焊缝重迭不要超过 1 吋。

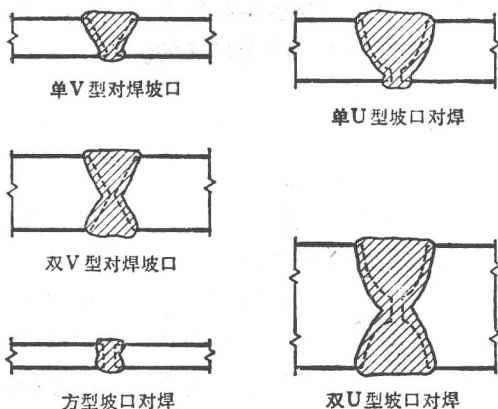
3.1.4 焊接符号

图纸上焊缝符号按美国焊接协会规定 (见附图, 第四版有此图, 第五版取消了, 这次出版仍附在后面供参考——译者)。

3.1.5 典型焊缝连接

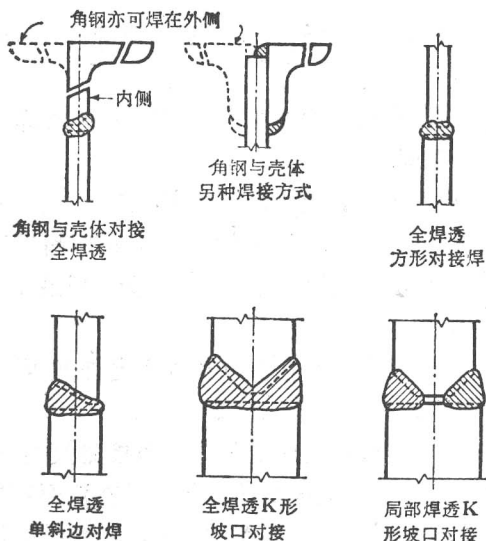
典型的储罐连接焊缝如图 3-1、3-2 和图 3-3。

注：对储罐不同部位焊缝型式的要求按 3.2 节“罐底设计”；3.3 节“壳体设计”；3.4 节“敞顶储罐抗风环梁设计”；3.5 节“罐顶设计”和 3.6 节“储罐连接件和附件”的规定。焊缝详图参考 5.2 节。



注：对壳体纵缝的特殊要求见 3.3.5 项

图 3-1 壳体典型纵缝

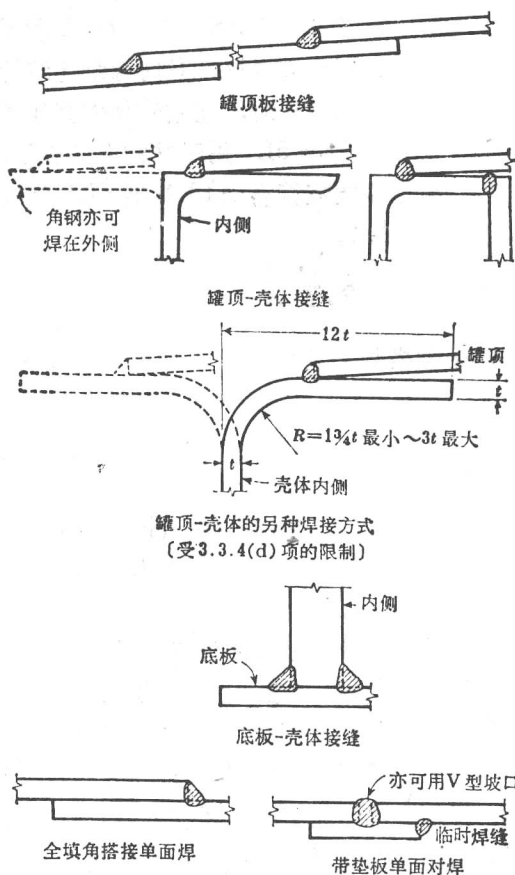


注：对壳体环缝的特殊要求见第 3.3.6 项

图 3-2 壳体典型环缝

3.2 罐底设计

注：储罐，特别是大型的，其基础承受很大的载荷。购方应提出规定以保证有一适合的基础。推荐的基础详图见附录 B。



注：罐底板连接特定要求见 3.2.2 条；
罐底板——壳体连接特定要求见第 3.2.3 条；
罐顶板连接和罐顶与顶部角钢连接见 3.5.2、
3.5.4 及 3.5.7 条。

图 3-3 罐顶、罐底典型连接型式

3.2.1 钢板尺寸

a. 除了买方指定的底板腐蚀裕度以外，所有钢板的最小名义厚度应为 $\frac{1}{4}$ 吋（重 10.2 磅/呎²；见 2.1 节）。所有矩形钢板的最小宽度最好为 72 吋。所有罐底在壳板下的环板其一侧为矩形，此矩形侧的最小宽度最好亦为 72 吋。

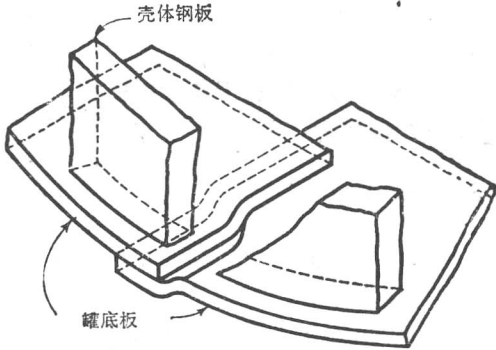
b. 罐底板应订购足够的尺寸，因为当下料时，至少在罐壳与罐底连接焊缝外边缘凸出一吋宽。

3.2.2 构造方法

罐底应按两种不同建造方法之一来建

造。

a. 搭接罐底板应为适度的矩形和直角边缘。在罐底上的三块钢板重迭的节点互相之间以及与罐壳之间的距离不应小于 12 吋。底板仅需从顶面焊接，全部焊缝为连续满角焊。在罐壳底圈下与罐壳相连接的底板应将外缘的搭焊处做成平滑支承面，如图 3-4 所示。



(见第 3.2.2(a) 条)

图 3-4 罐壳下部搭焊底板制备方法

b. 对焊底板为了对焊应平行板边制备成方形或 V 形坡口。如采用直角(方形)对焊口,其根部间隙不能小于 $\frac{1}{4}$ 吋。对接焊应使用 $\frac{1}{8}$ 吋或更厚些的垫板点焊在底板背面。如果需要,可在相邻板边间用金属定矩器保持根部间隙。征得买方的同意,制造厂可以提出其他对焊罐底的方法。在罐底上的三块钢板重迭的节点互相之间以及与罐壳之间的距离不能小于 12 吋。

3.2.3 罐壳和罐底的连接

在罐壳最下一圈的底边与罐底板之间的连接焊缝应在罐壳钢板的两侧进行连续角焊。每条焊缝的尺寸不应大于 $\frac{1}{2}$ 吋时,并既不小于两相连接钢板(即壳体钢板或直接联在壳体钢板之下的底板)中较薄钢板的名义厚度,也不小于以下数值:

罐壳钢板最大厚度	角焊最小尺寸
(吋)	(吋)
$\frac{3}{16}$	$\frac{3}{16}$

$>\frac{3}{16} \sim \frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
$>\frac{3}{4} \sim 1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$
$>1\frac{1}{4} \sim 1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$

注: 对上述连接型式的说明及某些限制参考 3.1 节“焊缝设计”, 焊接详图参考 5.2 节。

3.3 罐壳设计

关于典型油罐尺寸和壳壁厚度见附录 A。

3.3.1 工作应力

设计中应采用下列最大许用工作应力。

a. 在未计焊缝系数前,最大拉伸应力为 21000 磅/吋²。

b. 结构的设计应力应符合 3.5.3 条中规定的许用工作应力。

3.3.2 载荷

a. 计算应力时要假定罐内充满 60°F⑥的水,如所储液体比水重时,则假定罐内充满该种液体。对每圈板应计算离该圈壳板下端水平接缝的中心线以上 12 吋处的拉力。计算中罐体直径应取底圈罐壳的公称直径⑦。

b. 作用在罐壳上的单独径向载荷,例如由于平台或罐与罐之间上部走台上面的荷重所引起的载荷,应利用型钢、筋板或预制构件来分布,最好使载荷分布在一个水平面上。

3.3.3 壳板的尺寸和厚度

a. 壳板最小厚度应由立缝上的应力算出,采用焊缝系数为 0.85。壳板的最小厚度可按下式计算:

$$t = \frac{(2.6)(D)(H-1)(G)}{(0.85)(21000)}$$

式中: t = 最小壁厚⑧(吋);

D = 罐的公称直径⑦(呎);

H = 高度, 呎。从所考虑的罐壳钢板圈底部至罐顶包边角钢顶部或至限制溢流的充液高度;

G = 贮液的比重, 不得小于 1.0。

b. 壳板 (包括用于浮顶的罐壳延伸部分) 的公称厚度^⑨不能低于下列数值:

罐的公称直径 ^⑦ (呎)	公称厚度 (吋)
$D < 50$	$\frac{3}{16}$
$50 \leq D < 120$	$\frac{1}{4}$
$120 \leq D \leq 200$	$\frac{5}{16}$
$D > 200$	$\frac{3}{8}$

c. 罐壳最大公称厚度为 $1\frac{1}{2}$ " , 但对 2.1 (b) 条中某些材料允许整体补强而加厚到 ≤ 3 吋者除外。

d. 壳板宽度应按供需双方协定, 但最好不小于 72 吋, 需要对接的钢板应加工成直角棱边缘。

3.3.4 罐壳钢板的排列

a. 罐壳设计应使各圈钢板正确地垂直。除另有规定外, 在环向焊缝连接处上下相邻两圈壳板应具有同一垂直中心线。相邻两圈钢板的立缝不得相遇而应错开最小为 $5t$ 的距离, t 为两圈钢板中厚板的厚度。但这个规定不适用于按 3.3.3(b) 条所确定厚度的壳体。

b. 罐壳钢板非对称的 V 型或 U 型对接口宽面可以由制造厂选择朝向罐内或罐外。

c. 除 3.4.4 条中所规定的敞顶罐、3.5.5 和 3.5.6 条所规定的自支承式顶盖和 3.3.4 (d) 中所述之带有顶壁间连接法兰的油罐外, 罐壳顶部应设置包边角钢。包边角钢不得小于下列尺寸:

直径 ≤ 35 呎	$2\frac{1}{2}" \times 2\frac{1}{2}" \times \frac{1}{4}"$
直径 $> 35 \sim 60$ 呎	$2\frac{1}{2}" \times 2\frac{1}{2}" \times \frac{5}{16}"$
直径 > 60 呎	$3" \times 3" \times \frac{3}{8}"$

包边角钢的悬肢朝向罐内或罐外, 可由买方选择。

d. 对于直径不大于 30 呎并有支撑的锥顶油罐 (3.5.4) 可以将罐壳体上沿弯成法兰以代替包边角钢。法兰的弯曲半径和弯成的

法兰面宽度应符合图 3-3 的细则。

如果这种弯成法兰的节点总截面积能满足上述包边角钢的截面要求, 则本结构可用于带有自支承式顶盖的所有油罐 (3.5.5、3.5.6 和 3.5.7 条)。不需另加角钢或杆件等。

3.3.5 立缝

立缝应用双面对焊或其他符合 5.2.1 和 5.2.3 条要求能在罐内外两侧焊缝表面获得同样焊缝金属质量的方法以获得全焊透和全熔合。钢板的焊前准备工作和焊接程序应根据 7.2 节“焊接程序的考核”决定。

3.3.6 环焊缝

环焊缝应双面对焊并在要求的焊缝深度上将母材完全熔合。钢板的焊前准备工作和焊接程序应根据 7.2 节“焊接程序的考核”来决定。在立缝两侧各 3 吋范围内的环焊缝应全焊透和全熔合。环缝其余部分应符合下列要求:

a. 单斜面对接缝, 包括罐顶包边角钢与罐壳的接缝应完全焊透和完全熔合。另一方法罐顶包边角钢可以采用双面焊搭接焊在罐壳上。

b. 如两板中有一板厚 $\leq \frac{3}{8}$ 吋, 方形焊口和双斜面焊缝应全焊透和全熔合。

c. 如两板厚度都大于 $\frac{3}{8}$ 吋, 方形焊口和双斜面焊缝至少应焊透 $\frac{2}{3}$, 任何的未焊透或未熔合加上任何咬边 (关于咬边见 5.2.1 (d)) 不应超过较薄钢板厚度的 $\frac{1}{8}$, 未焊透或未熔合部位应位于较薄钢板的中心。

注: 涉及以上各条中连接型式的说明及其某些限制可参考 3.1 节“焊缝设计”。焊缝节点图参见 5.2 节。

3.3.7 罐壳开孔

注: 下列的罐壳开孔要求是为了对采用焊接方法焊到罐壳上的附件的使用加以限制。但对用螺栓紧固的扉板除外。在 3.6 节“储罐连接件和附属件”中给出了对这些开孔的设计要求。

a. 在罐壳上的开有大于装配 2 吋标准

内螺纹管接头的孔应予加强,加强件最小截面积应不小于罐壳开孔竖向直径和罐壳厚度的乘积,此罐壳厚度是按3.3.3条决定的。补强板横截面积应沿开孔直径竖向测量。

b. 有效的补强件应位于罐壳开孔中心线的上下各等于罐壳开孔竖向尺寸的距离以内,补强件可采用下列任何一种或其任何组合:

1. 管件的凸缘

2. 补强板

3. 按照下面(c)条款管件颈部的一部分可以考虑作为补强之用。

4. 任何超过按3.3.3(a)条要求的在罐壳开孔中心线的上下各等于罐壳开孔竖向尺寸的距离内所富裕的厚度。

c. 管件颈部下例的部分可以考虑作为补强面积的一部分:

1. 从罐壳外表面外伸的等于颈部壁厚四倍的长度或者如果颈部壁厚在此长度以内减薄了。则等于到此厚度转变点的长度。

2. 位于罐壳厚度内管颈部分。

3. 从罐壳内表面内伸的如上面c-1条款所规定相同的长度。

d. 把管件焊到罐壳或焊到补强板上或同时焊在罐壳与补强板上的焊缝的综合强度至少应等于作用在整个补强件上力的一部分,此力是通过所用管子附件计算求得。

e. 焊在管壳上的补强板的焊缝综合强度至少应等于作用在整个补强件上力的一部分,此力是通过所用补强板计算求得。

f. 沿带凸缘管件或补强板的外周边焊到罐壳上的附件,只有位于和壳体开孔两侧相切的两条垂直线之间所限定面积以外的部分是有效的。但外周边的焊接应完全围绕整个补强板。所有内侧周边焊缝应是有效的。有效焊缝强度应按3.3.1(b)条关于填角焊缝抗剪应力值来考虑。外周边焊缝尺寸应等于罐壳板或补强板厚度中较薄者,但象图3-7中靠近罐底的低型接管所用和罐底接触的补

强板除外,在周边的部位上的补强板和底板的焊缝应符合3.2.3条。内周边焊缝应足够承受相应余下的载荷。

g. 当两个或两个以上的开孔其位置太靠近使标准补强板边缘相距小于较厚的补强板厚度10倍,并小于6时时,应按下述办法处理和加强:

1. 所有这些开孔应采用一块单一的补强板,此补强板应与此开孔群中的最大开孔相适应。

2. 如果开孔群中那些较小开孔的标准补强板分别设置,占据了最大开孔标准补强板的补强面积,则这些较小开孔可用其中最大开孔的标准补强板一并补强而无需增大此标准补强板的尺寸;但是,倘若任何开孔与另一开孔的垂直中心线相交,则沿其中一个开孔垂直中心线的补强板总宽度应不小于这些开孔标准补强板宽度的总和。

3. 如果开孔群中那些较小开孔的标准补强板分别设置,不会占据最大开孔标准补强板的补强面积的话,如将此开孔群用一块钢板补强,则此单一补强板的尺寸和形状应包括此开孔群中所有开孔标准补强板所占面积在内。从最大开孔标准补强板的外边缘向较小开孔标准补强板外边缘过渡尺寸应由直线连成的锥度,如其间任何中等开孔补强板的外缘超过了这个范围,对此情况应将这些标准补强板外边缘相应之点用直线连成平滑的锥度。这种情况也适用于上面第(g-2)条中关于在同一垂直中心线或接近于垂直中心线上的开孔。

3.3.8 齐平型清扫孔

注:由于受罐底及补强件几何形状的限制对具有与罐底齐平的清扫孔底部组件需特别考虑下列各项要求。对孔的大小的选择和尺寸细节已包括在3.6.4条中。关于清扫孔在设计方面的限制见3.6.1条。

a. 齐平型清扫孔应符合下列要求:

1. 除开孔的上部应具有半径不小于清扫孔最大高度 $\frac{1}{3}$ 的圆角外,开孔应为一矩形。