



# SY

## 中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 0603—2005

---

### 玻璃纤维增强塑料储罐规范

Specification for fiberglass reinforced plastic tanks

(API Spec 12P: 1995, IDT)

2005—07—26 发布

2005—11—01 实施

---

国家发展和改革委员会 发 布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 材料 .....	1
4 设计 .....	2
5 通气要求 .....	10
6 制造和检验 .....	11
7 标志 .....	12
附录 A (资料性附录) 推荐的安装和操作 .....	13
附录 B (规范性附录) 通道、斜梯和直梯 .....	14
附录 C (规范性附录) 通道、盘梯或直梯螺栓连接的规范 .....	16
附录 D (资料性附录) API 会标的使用 .....	18

## 前 言

本标准等同采用 API Spec 12P: 1995《玻璃纤维增强塑料储罐规范》(第 2 版, 英文版)。为便于使用, 本标准做了下列编辑性修改:

- a) “本规范”一词改为“本标准”;
  - b) 删除了 API 标准的前言和特别声明;
  - c) 补充了规范性引用文件中遗漏的标准;
  - d) 将英制单位换算成国际单位制, 原英制单位保留在其后的括号内。
- 本标准的附录 B、附录 C 为规范性附录, 附录 A、附录 D 为资料性附录。

本标准由油气田及管道建设设计专业标准化委员会提出并归口。

本标准起草单位: 中国石化集团江汉石油管理局勘察设计研究院。

本标准主要起草人: 王伶俐、曹祖贤、张贵林、文海力、李红、周昭智、陈兴福。

# 玻璃纤维增强塑料储罐规范

## 1 范围

### 1.1 概述

- a) 本标准规定了车间制造的、地上立式圆筒形常压玻璃纤维增强塑料（玻璃钢）储罐的设计、选材、制造和试验要求。本标准不适用于无支撑的锥底玻璃钢储罐。
- b) 本标准可为石油行业提供各种标准尺寸的玻璃钢储罐，用户应根据需要选用。
- c) 应考虑玻璃钢储罐在明火引起的高温环境下所产生的后果。玻璃钢储罐应采取合适的措施预防明火，或放置在合适的位置上。当储罐材料失效时，介质的泄漏不会过多地危及人群、建筑物、构筑物或储罐上面的其他设备。

### 1.2 符合性

制造商有责任保证所提供的产品完全符合本标准。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- ASTM A153 钢铁构件镀锌层（热浸）
- ASTM B454 用机械沉积法在铁素体上镀镉和锌的规范
- ASTM C581 玻璃钢结构用热固树脂耐化学腐蚀试验
- ASTM D638 塑料拉伸性能试验
- ASTM D648 弯曲载荷下塑料弯曲挠度温度试验方法
- ASTM D790 绝缘材料、未增强和增强塑料弯曲性能试验方法
- ASTM D2150 编织粗纱玻璃加强聚酯玻璃层压板规范
- ASTM D2583 刚性塑料巴氏硬度试验方法
- ASTM D2584 硬树脂燃烧损失的试验方法
- ASTM D2990 塑料拉伸、压缩、弯曲变形及蠕变断裂的试验方法
- ASTM D3299 玻璃纤维缠绕增强热固性树脂耐化学性储罐标准规范
- ASTM D4097 接触模型法热固性树脂耐化学性储罐标准规范
- ANSI A58.1 建筑物和其他结构最小设计荷载建筑规范
- ANSI B1.1 统一英制螺纹
- ANSI B16.5 管法兰和法兰管件
- ANSI B18.2.1 方头和六角头螺栓及螺钉
- ANSI B18.2.2 方形和六角形螺母

## 3 材料

### 3.1 概述

本章所列材料能满足强度和使用寿命的要求。

### 3.2 材料

按本标准制造储罐所用的各种材料称为复合材料。这些复合材料应由玻璃纤维增强的热固性聚合物组成,合格的聚合物包括聚酯、环氧树脂、乙烯树脂等。

### 3.3 树脂

使用的树脂应是商业级不含填料和色素的热固树脂,有下述要求的除外。

3.3.1 为了控制粘度可添加不影响目视检查的触变剂,触变剂不应超过质量的5%。

3.3.2 面层施工前用于填充缝隙的树脂软膏可不按3.3.1的规定。

3.3.3 应提供紫外线保护来提高储罐外层耐紫外线辐射的能力。玻璃钢储罐长期暴露于紫外线下时,部件会发生粉化和变色。应采用下述任一种方法减少或消除这些影响:

- a) 在树脂中加入紫外线吸收剂,按照质量的0.1%~0.3%进行添加;
- b) 给外树脂层着不透明的颜料;
- c) 刷漆;
- d) 涂胶衣(聚酯涂料)。

必须注意添加的任何一种涂料均可能对目视检查产生影响。

3.3.4 添加铈化合物或其他阻燃剂以提高耐火性能。添加金属粉末、碳或其他类型的导电化合物以提高导电性。所添加的化合物均会对各层质量的目视检查和物理性能产生影响。各层的物理性能必须符合本标准的规定。

3.3.5 储存碳氢化合物或高温介质的储罐,所用的树脂必须具有已证实的耐化学腐蚀性和抗高温破坏的能力。耐化学腐蚀性应按照 ASTM C581 进行试验验证。拉伸和弯曲性能应在额定温度下按 ASTM D2990 进行试验。

### 3.4 增强材料

增强材料应为涂有与所用树脂化学性一致偶联剂的 E 型商业级玻璃纤维。预制储罐的增强材料应为符合第 4 章中要求的耐腐蚀性和物理性能设计数值的材料。

### 3.5 表层材料

用于储罐防渗面的增强材料应符合 ASTM D3299 最新版本的规定。

### 3.6 其他材料

用于拐角区、人孔和其他附件增强的无捻粗纱布应按 ASTM D2150 进行试验。

## 4 设计

### 4.1 概述

最大工作压力应为介质的液柱静压力加上 1471Pa [6in 水柱(正压)]或 490Pa [2in 水柱真空度(负压)]。设计方法取决于建造方法。本章讲述的是纤维缠绕法、喷射成型法和两者相结合的建造方法(通常被称作组合成型法)下的设计方法。手糊成型法(接触成型法)建造的储罐应与喷射成型法建造的储罐采用同一设计方法。尺寸见图 3 和表 1。

### 4.2 喷射成型法

许用拉伸应力( $S_u$ )等于极限应力( $S_o$ )的 10%。制造商使用的每一种复合材料都应按 ASTM D638 来确定其极限应力( $S_o$ )。应对制造商提供的全部标准复合材料进行这种试验。试验时罐壁的厚度为结构层和外表层的厚度。试样应由最终产品使用的含有全部添加剂的树脂制成。最小壁厚应按式(1)计算,且不得小于 5mm (0.1875in)。

$$t = p \cdot D / (2S_u) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$t$ —— $p$  值确定时罐壁最小许用厚度,单位为毫米(mm);

$p$ ——由液柱和气相空间同时产生的压力,单位为帕(Pa);

$D$ ——储罐的内径,单位为毫米(mm)。

#### 4.3 纤维缠绕法和组合成型法

许用拉伸应力( $S_s$ )应为每产生0.001mm/mm(0.001in/in)拉伸应变的应力,按照式(2)计算:

$$S_s = 0.001E \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$E$ ——沿载荷方向的特定纤维缠绕层的拉伸弹性模量,单位为帕(Pa)。

弹性模量和极限应力值应按 ASTM D638 确定。对制造商提供的每一种标准的复合材料应进行试验。试样应由最终产品使用的含有全部添加剂的树脂制成。当按式(2)计算的 $S_s$ 值大于0.1倍的极限应力时, $S_s = 0.1S_u$ 。罐壁最小厚度用式(1)计算,但不得小于5mm(0.1875in)。

表1 储罐的尺寸(见图3)

公称容积 m <sup>3</sup> (bbl)	工作容积 m <sup>3</sup> (bbl)	罐内径 A mm (ft-in)	高度 B mm (ft-in)	溢流高度 C mm (ft-in)	通道吊耳 高度 D mm (ft-in)	进液口方位 E mm (in)	接管公称直径 mm (in)	
							C-1 C-4	C-3, C-2 C-5, C-6
15(90)	12(74)	2438(8-0)	3048(10-0)	2896(9-6)	2311(7-7)	356(14)	80(3)	80(3)
18(110)	15.3(96)	2438(8-0)	3810(12-6)	3658(12-0)	3073(10-1)	356(14)	80(3)	80(3)
25(150)	14.6(92)	2438(8-0)	5029(16-6)	4877(16-0)	4293(14-1)	356(14)	80(3)	80(3)
25(150)	20(122)	3048(10-0)	3200(10-6)	3048(10-0)	2464(8-1)	356(14)	80(3)	80(3)
35(210)	30(185)	3048(10-0)	4572(15-0)	4420(14-6)	3835(12-7)	356(14)	80(3)	100(4)
35(210)	28(176)	3658(12-0)	3200(10-6)	3048(10-0)	2464(8-1)	356(14)	80(3)	100(4)
40(250)	34.5(217)	3658(12-0)	3810(12-6)	3658(12-0)	3073(10-1)	356(14)	100(4)	100(4)
50(300)	42.5(267)	3658(12-0)	4572(15-0)	4420(14-6)	3835(12-7)	356(14)	100(4)	100(4)
65(400)	58.5(368)	3658(12-0)	6096(20-0)	5944(19-6)	5360(17-7)	356(14)	100(4)	100(4)
80(500)	73(459)	4267(14-0)	5638.8(18-6)	5487(18-0)	4902(16-1)	356(14)	100(4)	100(4)
80(500)	71(445)	4724(15-6)	4876.8(16-0)	4724(15-6)	4140(13-7)	356(14)	100(4)	100(4)
80(500)	74(466)	3658(12-0)	7620(25-0)	7468(24-6)	6883(22-7)	356(14)	100(4)	100(4)
120(750)	112(705)	4724(15-6)	7315(24-0)	7163(23-6)	6579(21-7)	356(14)	100(4)	100(4)
160(1000)	152(955)	4724(15-6)	9144(30-0)	8992(29-6)	8407(27-7)	356(14)	100(4)	100(4)
160(1000)	149(935)	6553(21-6)	4876.8(16-0)	4724(15-6)	4140(13-7)	356(14)	100(4)	100(4)
240(1500)	229(1438)	6553(21-6)	7315(24-0)	7163(23-6)	6579(21-7)	356(14)	100(4)	100(4)

注1:工作容积是指平底罐而言。  
注2:“罐内径A”及“高度B”尺寸公差为 $\pm 12.7\text{mm}$  ( $\pm 1/2\text{in}$ ),“溢流高度C”、“通道吊耳高度D”及“进液口方位E”尺寸公差为 $\pm 3.175\text{mm}$  ( $\pm 1/8\text{in}$ )。

#### 4.4 复合层结构

储罐的罐底、罐壁、罐顶等构件的复合层应由内表层、防渗层、结构层和外表层组成。

##### 4.4.1 内表层

内表层应为厚度0.25mm~0.5mm(0.01in~0.02in)的增强型富树脂层,增强材料可以是耐化学腐蚀的玻璃纤维表面毡或有机纤维表面毡。制造商应提供能说明内表层的材料适合于数据表要求介质的文件。富树脂层中增强材料的质量应少于20%。

#### 4.4.2 防渗层

为减少渗漏,置于腐蚀环境下的防渗层应为一层规格为  $900\text{g}/\text{m}^2$  ( $3\text{oz}/\text{ft}^2$ ) 的短切原丝毡增强的树脂,短切原丝毡至少包含两层非连续玻璃纤维或是长度为  $12\text{mm}\sim 51\text{mm}$  ( $0.5\text{in}\sim 2\text{in}$ ) 的短切无捻粗纱。用于增强的每层纤维或碎粗纱薄毡,使用之前应先轧制。内表层和防渗层的总厚度不应小于  $2\text{mm}$  ( $0.08\text{in}$ )。为防止渗漏,按 ASTM D2584 进行试验时,内表层和防渗层的玻璃纤维质量总和应为  $(27\pm 5)\%$ 。

#### 4.4.3 结构层(组成型法、纤维缠绕法)

结构层的增强材料应为连续原丝无捻粗纱。按 4.3 的规定,对于不同高度的储罐,结构层的厚度应满足它们的最小强度要求。其他的增强材料,例如无捻布、不定向布、短切原丝毡、短切原丝等,在缠绕时分散其中,起进一步增强作用。按 ASTM D2584 进行试验时,对于组合法缠绕成型结构层,玻璃纤维质量为  $45\%\sim 55\%$ ;对于纤维缠绕法成型结构层,玻璃纤维质量为  $50\%\sim 80\%$ 。

#### 4.4.4 结构层(喷射成型法)

结构层的增强材料应为  $450\text{g}/\text{m}^2$  ( $1.5\text{oz}/\text{ft}^2$ ) 的短切原丝毡或同等质量的短切无捻粗纱,为了达到 4.2 中的计算壁厚,需要添加以下材料:  $800\text{g}/\text{m}^2$  ( $24\text{oz}/\text{yd}^2$ ) 的无捻粗纱布(即“方格布”)和  $450\text{g}/\text{m}^2$  ( $1.5\text{oz}/\text{ft}^2$ ) 的短切原丝毡或同等质量的短切无捻粗纱。每一连续层在作为附加增强材料前应轧制。按 ASTM D2584 进行试验时,结构层的玻璃纤维质量最小为  $35\%$ 。定向增强材料的交互层相互搭接宽度至少  $40\text{mm}$  ( $1.5\text{in}$ ),每层相互错开至少  $60\text{mm}$  ( $2.25\text{in}$ )。

#### 4.4.5 外表层

罐壁和罐顶应有一层由短切原丝、短切原丝毡或是表面毡组成的外表层。玻璃纤维不应暴露在外。用于外表层的树脂应能耐紫外线老化,并且应符合 3.3.3 的规定。

#### 4.5 拐角区

罐底拐角区用玻璃纤维和树脂增强,拐角区从罐底与罐壁切点处向上延伸至少  $305\text{mm}$  ( $12\text{in}$ ),还包括  $76\text{mm}\sim 102\text{mm}$  ( $3\text{in}\sim 4\text{in}$ ) 的壁厚过渡区。拐角区域的增强应逐渐递减,以便其正切罐底,且不能使切线延伸到罐底上。储罐内充装液体时,增强区不得妨碍储罐底部与平支撑面的均匀接触。拐角区最小厚度应等于最底层罐壁厚度与罐底厚度之和。拐角区最小半径为  $51\text{mm}$  ( $2\text{in}$ ),见图 1。

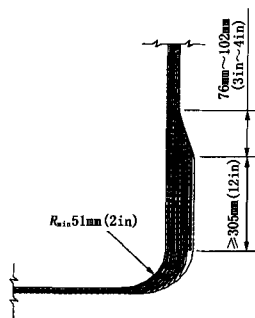


图 1 平底罐的罐底拐角区

#### 4.6 罐底与罐壁的接头(喷射成型法)

当罐底与罐壁分别制造,并且用层压连接时,接头应由薄毡(或短切原丝毡)和  $800\text{g}/\text{m}^2$  ( $24\text{oz}/\text{yd}^2$ ) 的无捻粗纱布交错层构成。搭接层的最小厚度应等于该接头处罐壁的厚度。补强要按 ASTM D4097 中 6.5 的规定。接头处的防渗层至少用两层  $450\text{g}/\text{m}^2$  ( $1.5\text{oz}/\text{ft}^2$ ) 的毡进行增强。接

头内表层应按 4.5 的规定进行密封,该密封接头的最小宽度为 150mm (6in)。

#### 4.7 罐底强度

对于全支撑的平底或锥底储罐,储罐直径小于或等于 3658mm (12ft) 时,罐底最小厚度为 6mm (0.25in);储罐直径大于 3658mm (12ft) 时,罐底最小厚度为 10mm (0.375in)。罐底结构应符合 4.4, 4.4.1, 4.4.2 和 4.4.4 的规定。

#### 4.8 几何形状

罐顶应为椭圆形、法兰式、碟形或斜度为 1:12 的锥形结构。

#### 4.9 罐顶

不论何种形状,罐顶的任意 102mm×102mm (4in×4in) 面积上应能承受 1112N (250lb) 的集中载荷而不发生破坏,最大允许变形量为罐内径的 0.5%。也可以采用加强肋或是“夹层”结构对罐顶进行加强。

#### 4.10 罐顶复合层结构

罐顶复合层结构应符合 4.4, 4.4.1, 4.4.2 和 4.4.4 的规定,罐顶最小厚度为 5mm (0.1875in)。

#### 4.11 隔离气

如果罐内充有隔离气,买方应考虑选择罐顶接缝处防渗层(见表 3)。

#### 4.12 人孔

人孔的尺寸和螺栓连接见表 2,结构应按 ASTM D3299 中表 4 的规定。人孔底部至储罐底面距离不应少于 300mm (12in)。

表 2 人孔的典型尺寸

	尺 寸		法兰和法兰盖直径		法兰和法兰盖厚度		螺栓孔中心圆直径		螺栓 数量	螺栓孔直径	
	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm		in	mm
罐壁人孔 (液柱压力 可达 0.1MPa)	18	457	25	635	1	25	22¼	578	16	3/4	19
	20	508	27½	699	1	25	25	635	20	7/16	22
	22	559	30	762	1	25	27	686	20	1	25
	24	610	32	813	1½	38	29½	749	20	1	25
罐顶人孔 (常压)	18	457	25	635	3/8	10	22¼	578	16	1/2	13
	20	508	27½	699	3/8	10	25	635	20	1/2	13
	22	559	30	762	3/8	10	27	686	20	1/2	13
	24	610	32	813	3/8	10	29½	749	20	1/2	13

注 1: 螺栓尺寸 = 螺栓孔直径 - 3mm (1/8in)。  
注 2: “法兰和法兰盖直径”及“螺栓孔中心圆直径”尺寸公差为 ±2.38mm (±3/32in), “法兰和法兰盖厚度”及“螺栓孔直径”尺寸公差为 ±0.79mm (±1/32in)。

#### 4.13 接管

标准储罐的接管见图 3。“标准储罐”接管的大小和位置见表 1 和图 3。

买方可以修改接管的方位、大小和数量。修改之后,就变成“非标准”储罐,要在储罐的标签上作出标记。

标准接管应采用标准管螺纹 (NPT) 的内螺纹连接。买方可以在数据表中规定接管的其他类型(如法兰、开槽、外螺纹等),见表 3 和图 2。图 3 中的管件 C-1、C-4 应设计成可用作内部排污或降液导管的结构。所有接管都是玻璃纤维增强塑料的。



表 3 常用信息数据表

公司名称: \_\_\_\_\_  
 油矿名称: \_\_\_\_\_  
 建罐地区: \_\_\_\_\_ 大致位置: \_\_\_\_\_  
 预算号: \_\_\_\_\_ 询价号: \_\_\_\_\_  
 请购书号: \_\_\_\_\_  
 联系人: \_\_\_\_\_ 电话号码: \_\_\_\_\_  
 一般报价: \_\_\_\_\_ [ ] 购买报价: \_\_\_\_\_ [ ]  
 询价日期: \_\_\_\_\_ 要求报价日期: \_\_\_\_\_  
 规范  
 使用 API 会标 [ ] 是 [ ] 否  
 [ ] 标准罐 [ ] 非标准罐

储罐数量: \_\_\_\_\_  
 容积: \_\_\_\_\_  
 直径: \_\_\_\_\_  
 罐顶类型: [ ] 锥顶 [ ] 拱顶 [ ] 平顶 [ ] 其他  
 罐底类型: [ ] 平底 [ ] 锥底 [ ] 其他  
 介质类型: \_\_\_\_\_  
 相对密度: \_\_\_\_\_ 设计真空度: \_\_\_\_\_  
 最大操作压力: \_\_\_\_\_  
 最大操作温度: \_\_\_\_\_  
 试验要求: 标准 [ ] 其他 \_\_\_\_\_

风载荷: [ ] 是 [ ] 否 \_\_\_\_\_ km/h (MPH) \*  
 雪载荷: [ ] 是 [ ] 否 \_\_\_\_\_ Pa (PSF) \*  
 树脂温度等级: [ ] 66°C (150°F) [ ] 77°C (170°F) [ ] 88°C (190°F) 以上  
 衬里: [ ] \_\_\_\_\_ 玻璃纤维表面毡 [ ] \_\_\_\_\_ 有机纤维表面毡 [ ] 其他 \_\_\_\_\_  
 紫外线保护: [ ] 紫外线抑制剂 [ ] 着色 [ ] 涂胶  
 [ ] 涂漆 [ ] 其他 \_\_\_\_\_  
 罐颜色 [ ] 自然色 [ ] 其他 \_\_\_\_\_  
 火灾延缓剂 [ ] 是 [ ] 否 \_\_\_\_\_  
 接地 接地棒 [ ] 是 [ ] 否 类型: \_\_\_\_\_  
 碳纤维表面 [ ] 是 [ ] 否  
 其他: \_\_\_\_\_

降液导管: [ ] 是 [ ] 否 类型: \_\_\_\_\_  
 接管方位: [ ] 见 3.2 [ ] “非标准”  
 接管: [ ] 螺纹 [ ] 开槽 [ ] 法兰 [ ] 加筋板的法兰  
 人孔: [ ] 450mm (18in) [ ] 500mm (20in) [ ] 550mm (22in) [ ] 600mm (24in)  
 数量: \_\_\_\_\_  
 通道支架: [ ] 涂漆钢板 [ ] 镀锌钢板  
 吊耳: [ ] 涂漆钢板 [ ] 镀锌钢板 [ ] 玻璃钢 [ ] 不锈钢  
 量油孔: 型号 \_\_\_\_\_  
 压力 \_\_\_\_\_ 真空度 \_\_\_\_\_  
 塑料衬 [ ] 是 [ ] 否 类型: \_\_\_\_\_

\* MPH 表示 mile/h, PSF 表示 lb/ft<sup>2</sup>——编者

表 3 (续)

管支撑支架	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	数量: _____
保温	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	类型: _____
伴热	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
直梯	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
	<input type="checkbox"/> 玻璃钢	<input type="checkbox"/> 涂漆钢板	<input type="checkbox"/> 镀锌钢板
笼梯	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
	<input type="checkbox"/> 玻璃钢	<input type="checkbox"/> 涂漆钢板	<input type="checkbox"/> 镀锌钢板
锁紧凸块	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
	<input type="checkbox"/> 涂漆钢板	<input type="checkbox"/> 镀锌钢板	<input type="checkbox"/> 玻璃钢 <input type="checkbox"/> 不锈钢
罐顶接缝防渗层	<input type="checkbox"/> 是*	<input type="checkbox"/> 否	
防冲击板	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
盘梯要求	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
	<input type="checkbox"/> 镀锌	<input type="checkbox"/> 喷涂	
	长 _____ mm (in)	宽 _____ mm (in)	
通道要求	<input type="checkbox"/> 是	<input type="checkbox"/> 否	
	<input type="checkbox"/> 镀锌	<input type="checkbox"/> 喷涂	
	长 _____ mm (in)	宽 _____ mm (in)	
附:	接管方位图	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	通道/盘梯/直梯图	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

\* 如果罐中有隔离气推荐采用。

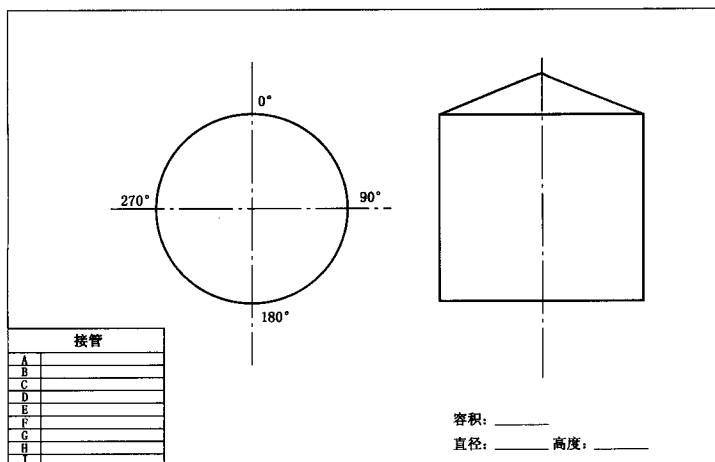
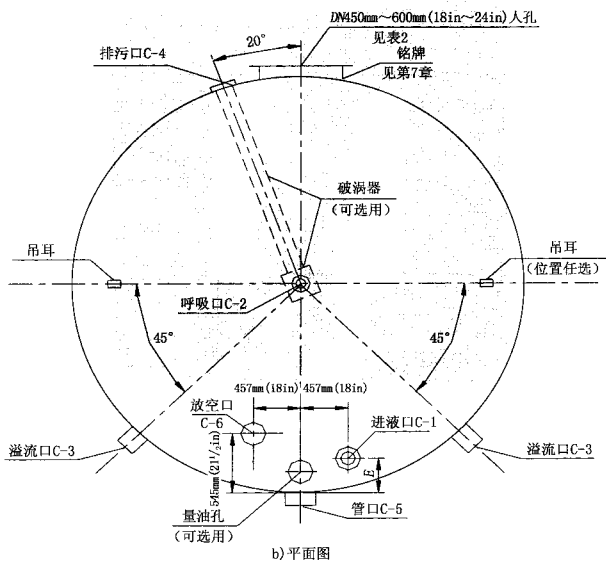
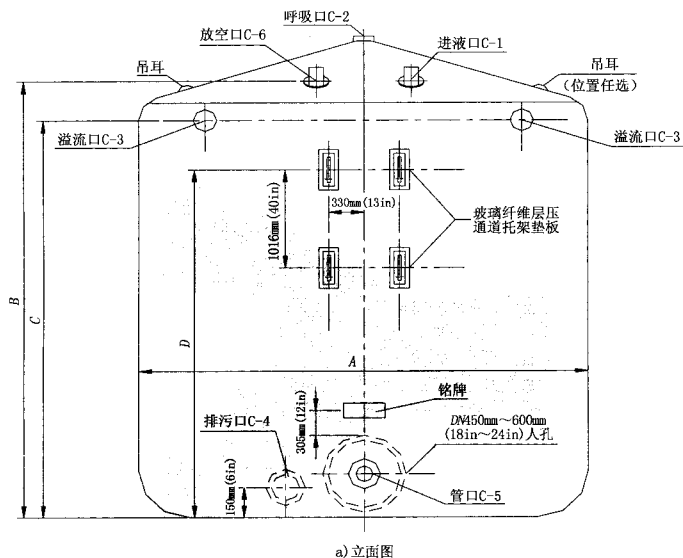


图 2 常用信息数据表附图



注：尺寸见表1。

图3 密闭顶玻璃钢储罐尺寸

#### 4.14 开孔补强

接管和人孔的开口承受液柱静压，要对以开口中心线为中心的环形面积进行补强。补强板的厚度( $T_r$ )用式(3)计算：

$$T_r = p \cdot D \cdot K / (2S_a) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$K$ ——系数，接管直径不小于 150mm (6in) 时， $K = 1.0$ ；接管直径小于 150mm (6in) 时，

$$K = d / (d_r - d)；$$

$d$ ——接管外径，单位为毫米 (mm)；

$d_r$ ——补强圈直径，单位为毫米 (mm)。接管直径不小于 150mm (6in) 时， $d_r = 2d$ ；接管直径小于 150mm (6in) 时， $d_r = d + 6$  (150)；

$p$ ——接管安装处的液柱压力，单位为帕 (Pa)；

$D$ ——储罐内径，单位为毫米 (mm)；

$S_a$ ——许用拉伸应力，单位为帕 (Pa) (见 4.3)。

当  $T_r < 3\text{mm}$  (1/8in) 时，应加厚玻璃纤维增强的接管，代替补强圈补强。

#### 4.15 附件

接管、人孔和其他附件应符合 4.14 的规定。层压件的安装应满足 ASTM D3299 中图 5、图 6 所列标准的最低要求。

玻璃钢储罐带法兰接管的设计和施工见 ASTM D3229 中表 4。法兰面的钻孔和螺栓连接应符合 ANSI B16.5 中 150 级 (150 级相当于 2.0MPa) 平面法兰的规定。

所有位于液面之下的管件内部至少用两层  $450\text{g/m}^2$  ( $1.5\text{oz/ft}^2$ ) 的毡进行增强。内表面的密封按 4.4.1 的规定进行。

#### 4.16 通道、梯子、吊耳和锁紧凸块

制造商应通过物理试验验证所有的吊耳均能承受 2 倍允许工作载荷的外力。每一吊耳的工作载荷等于空罐的质量。吊耳不能用穿透罐壁的紧固件连接在罐壁上。通道和梯子的载荷应符合附录 B 的规定。

如果买方规定采用锁紧凸块 (抗风锚栓)，制造商应按 ANSI A58.1 计算风载荷。锁紧凸块不应伸出到罐底表面以下。

#### 4.17 降液导管

数据表要求时应安装降液导管。

#### 4.18 量油孔

量油孔的压力等级和真空度等级要根据设计条件确定 (见 4.1)。螺栓的分布应符合图 4 中所示的任一种。量油孔上要设置一个接地端子。接地端子的尺寸应能容纳一条不小于  $25\text{mm}^2$  ( $4^\#$ ) 的导线。在罐底正对量油孔的位置，设置一块最小规格为  $5\text{mm} \times 410\text{mm} \times 410\text{mm}$  ( $0.1875\text{in} \times 16\text{in} \times 16\text{in}$ ) 的钢制防冲击板。

#### 4.19 潜在的静电危害

玻璃钢储罐进行充液或者放空操作时，可能会出现静电危害，静电可以分为两部分：

a) 储罐外壁电荷积聚产生的静电；

b) 储罐内已有电场产生的静电。

为了减少第一种静电产生的危害，推荐采用量油孔接地的方法，或者将玻璃钢储罐上任何金属通道、盘梯或梯子接地。

为了减少第二种静电产生的危害，有几种不同的方法可以采用：同金属罐一样，减少罐内电荷积聚的主要方法是限制液体的流速，直到液体高过充液管的高度；也可以考虑采用可导电的金属导管；按数据表要求，建罐时采用可导电的材料，或者用合适的接地方式。在极少数的情况下，还可以在储罐内设置悬吊式的导体，见图 5。

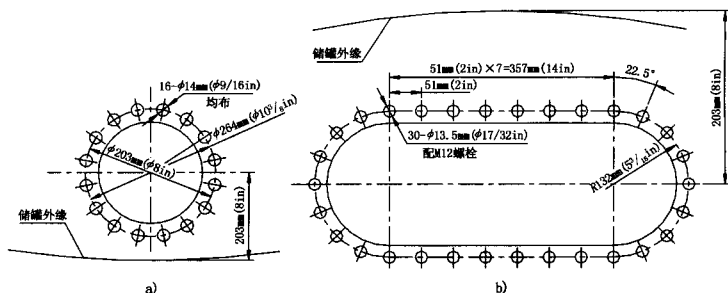


图4 量油孔详图

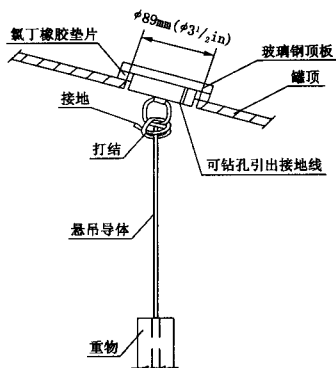


图5 悬吊式导体安装示例

#### 4.20 接地

制造商要按数据表要求提供内部介质的接地方式。下面是目前常用的几种方式：

- a) 导电的降液导管；
- b) 导电的接地极（垂直或水平）；
- c) 碳纤维表面（内部）。

#### 5 通气要求

##### 5.1 正常呼吸

罐顶密闭的储罐应与大气保持相通。接管 C-2 用来完成由于温度变化和介质进出罐所引起的正常吸气和呼气。该接管应大于或等于最大进口或出口。量油孔和其他压力真空阀应满足设计条件（见 4.1）。

##### 5.2 紧急放空

临近 96℃ 时，罐体材料会发生失效，玻璃钢储罐不需要紧急放空装置。

量油孔的螺栓连接见图 4。

## 6 制造和检验

### 6.1 制造

玻璃钢储罐应按接触成型法或纤维缠绕法进行制造。压模成型法制造的储罐应满足 ASTM D4097—88 的要求,纤维缠绕法制造的储罐应满足 ASTM D3299—88 的要求。实际上经常同时采用这两种方法来制造储罐。综合使用上述这两种方法制造的储罐要分别满足每种方法对应的标准。

#### 6.1.1 接头

独立成型的储罐环向连接应采用搭接方式,搭接的最小宽度见 ASTM D4097 表 2,搭接层的厚度等于罐壁的设计厚度,搭接层的厚度值从壁厚最小厚度开始逐渐递减,直至接头处平齐,搭接宽度最小为 75mm (3in)。接头内表层的处理要符合 4.4.1 的规定。

#### 6.1.2 尺寸公差

储罐应按表 1 给出的公差制造。罐底和罐顶厚度的公差为 0~15% (按第 4 章计算)。

#### 6.1.3 缺陷

储罐应无异物、干点、气泡、针孔和分层等明显的缺陷。

a) 内表面应平整光滑,无裂缝和裂纹,每 300mm<sup>2</sup> (1ft<sup>2</sup>) 的面积上不应超过 2 个凹坑。凹坑直径应小于 3.2mm (1/8in),深度小于 0.8mm (1/32in)。凹坑应用树脂充分填满,以确保内表面的强度。不允许有较大尺寸的凹坑,对这类凹坑应进行修补。表面允许出现少许波纹,表面应光滑没有凹坑。

b) 外表面应平整光滑,无纤维外露。

### 6.2 盛水试验

储罐应在制造厂进行盛水试验,现场制造的储罐应在安装完毕后按照数据表的要求进行盛水试验。

6.2.1 试验用水应是添加了表面活性剂的洁净水。

6.2.2 试验至少要保持 4h。

6.2.3 试验时通过临时用管充水至液位高于罐壁上缘 305mm (12in) 处。

6.2.4 试验时,要将所有的接口堵上或用法兰盖密封,相应的堵头和法兰盖的类型及大小应与安装后实际使用情况相符,以保证螺纹或法兰密封的完整性。

6.2.5 制造商要负责修补发现的任何泄漏或缺陷,储罐修补后重新进行盛水试验至少持续 2h。

### 6.3 质量控制检验

制造完工的储罐至少应进行厚度、固化度、尺寸公差和表面弯曲度检验,以验证它是否符合本标准的规定。

6.3.1 测量和记录所有开口处的壁厚,以校验其是否符合最小厚度的规定。用千分尺或卡规在四个位置测量,每间隔 90°测一个值。

6.3.2 复合层的固化程度应按 ASTM D2583 测定巴氏硬度值,以确定是否符合树脂制造商的规定。

6.3.3 制造完工的储罐应验证其尺寸是否按表 1 的公差要求,标准接口的位置是否符合图 3 的规定。

#### 6.3.4 表面固化试验

对在固化期间暴露于空气中的外表面或二次粘合面(非模制表面)应进行丙酮试验检查表面固化性。试验按下述步骤进行:用清洁的丙酮擦拭表面,至少放置 30s,表干后检查其粘性。如果发粘则表明未完全固化,应进行巴氏硬度试验以确定是否完全固化。可以拒收未完全固化的储罐。

### 6.3.5 检验

买方可以规定其他的检验项目。这些检验项目包括下面所列的一种或全部:拉伸强度试验 (ASTM D638),弯曲强度 (ASTM D790),玻璃纤维含量 (ASTM D2584),树脂耐温性 (ASTM D790),声发射 (玻璃钢储罐或容器的声音发射试验,API 的推荐作法)。买方规定时,要对接管和

人孔进行破坏性试验。制造商负责保留有足够尺寸的开口进行试验。

## 7 标志

### 7.1 标志

金属铭牌应用螺栓螺母，或其他类似的方法安装在图 3 所示的位置。铭牌应包含下述内容：

- a) 制造商；
- b) 序列号；
- c) 制造日期；
- d) 公称直径 mm (ft)；
- e) 公称高度 mm (ft)；
- f) 公称容积 m<sup>3</sup> (bbl)；
- g) 制造时所用的树脂类型：异丙二酸或乙烯酯等；
- h) 最高操作温度℃ (°F)；
- i) 设计压力 Pa (oz)；
- j) 设计状态介质的相对密度；
- k) 设计真空度 Pa (英寸水柱)；
- l) 如果买方要求，应在储罐上设置标明罐壁厚度的二次铭牌；以距人孔 45°位置为起点，沿圆周每隔 90°及每隔 610mm (2ft) 高标明一处厚度值；
- m) 根据储罐的接管设置，注明“标准罐”或“非标准罐”。

### 7.2 代替

执行附录 D 时，本章应由附录 D 代替。

**附 录 A**  
**(资料性附录)**  
**推荐的安装和操作**

### **A.1 安装**

立式平底储罐应安装在对罐底和拐角区提供连续支撑的基础上,基础应有足够的强度以支撑盛满液体的储罐,基础的变形应足够小。推荐直径小于 3mm (1/8in) 的砂子或材料、表面光滑的混凝土或混凝土砂浆用作储罐的基础。储罐基础推荐采用保护环,有助于防止风和水对储罐基础周围的侵蚀,也可以在储罐安装好之后将碎石、大直径砾石或其他粗料堆放在储罐基础周围,以防止储罐基础边坡的侵蚀。

### **A.2 搬运**

安装储罐时,推荐几种搬运方法。可以使用起重设备,利用层压在储罐上的吊耳来吊装。

**注意: 不应用管接头上的附件起吊。**

用起重设备进行操作时必须小心,以防止破坏罐底拐角区,还要防止管接头在储罐的搬运过程中被破坏。储罐底座必须在有底板保护拐角区的情况下才能使用,以确保储罐牢固坐落在储罐底座上,并且使用链条或网带将两者牢固固定。使用垫木时必须小心,使储罐在放置调整时与地面有足够的空隙并且使储罐缓慢就位。一旦储罐安装在基础上,建议进行最后的检查,以确保储罐底部、拐角区、储罐侧壁或管接头,不论是在罐内还是在罐外都没有破裂。由于玻璃钢储罐的大部分问题可能发生在吊装和运输过程,特别强调在任何情况都要遵守制造商的规定。

### **A.3 防火**

玻璃钢储罐应远离各种明火或放置合适的位置上,当储罐材料失效时,介质的泄漏不会过多地危及人群、建筑物和构筑物。



## 附 录 B

## (规范性附录)

## 通道、斜梯和直梯

**B.1** 按本标准供货的通道和斜梯的各部分组件应事先预制,各组件的设计应满足可在储罐或类似构筑物旁现场安装的要求。所有材料应符合第3章的有关规定。

**B.2** 应注意,通道、平台、斜梯和直梯是用于工作人员到达罐顶附件或罐顶附件附近,并方便操作,而不应供工作人员到达罐顶。如果需要设置供工作人员到达罐顶的通道,则罐顶应设相应的护栏,防止工作人员坠落。

**B.3** 通道应由踏板部件、栏杆组件和挡脚板组成。设计和组装时应保证整个结构在任何位置均能承受 2395Pa (50lbf/ft<sup>2</sup>) 的均布载荷或 4446N (1000lbf) 的集中载荷,所产生的变形量不超过无支撑跨距长的 1/360。储罐支撑或地面支撑之间的最大跨距应为 7620mm (25ft)。在需要中间支撑的场合,垂直方向的部件应达到扶手顶部。地面支撑的基础应是混凝土或其他适当的耐久基础。

**B.4 踏板**

通道踏板最小宽度为 660mm (26in)。应使用成型冲孔器自踏板底面均匀冲孔以形成防滑表面。根据数据表中的规定,踏板可由结构用钢板网或钢格栅制成,以防止积雪或结冰。

**B.5 栏杆**

通道栏杆应由立柱、横拉杆、斜撑(桁架)、连接板、挡脚板、护腰和扶手组成。安装后扶手应高出踏板 1070mm (42in)。组装以后的整体结构应能承受作用在扶手顶部任意点、任何方向上 900N (200lbf) 的集中载荷。

**B.6 挡脚板**

在通道所有敞开侧(斜梯或直梯入口处除外)都应设置高于踏板 100mm (4in) 的挡脚板。

**B.7 护腰**

在通道扶手和踏板大约中间的位置应设置护腰。护腰伸至通道区时,其末端应光滑。

**B.8 支架**

每个储罐都应设置两套支架,并用螺栓牢固地连接在吊耳上。支架安装时,其安装方位应靠近储罐附件,出口宽度为 660mm (26in)。

**B.9 斜梯**

要求有通往走道的斜梯时,斜梯的设计应满足现场安装要求,并且至少能承受沿踏板宽度方向上 1560N/m (100lbf/ft) 的线载荷,或承受作用在斜梯任意点 4446N (1000lbf) 的集中载荷,产生的变形量不应超过斜梯无支撑长度的 1/360。斜梯最小宽度为 600mm (26in)。若买方没有特殊要求,设计和安装时,斜梯与水平面的夹角应为 45°,踏板宽度应不小于 200mm (8in),垂直间距为 215mm (8½in)。其他要求满足本标准,踏板垂直间距均匀且与宽度相配时,斜梯与水平面的夹角可以在 30°~50°之间。整个斜梯踏板的垂直间距与宽度应一致,包括作为一级或多级踏板的基础。

**B.10 斜梯栏杆**

斜梯两侧均应安装栏杆,整个结构应能承受作用在扶手顶部任意点、任意方向上的 900N (200lbf) 的载荷。踏板前端的上表面到扶手的垂直距离为 760mm~860mm (30in~34in)。斜梯走道和扶手之间应设防跌落护栏。

斜梯与通道在扶手连接处应圆滑过渡,优先选用三角连接结构。

**B.11 盘梯**

固定在储罐圆周托架上的盘梯可以代替斜梯。盘梯除了只在外侧设置护栏外,其他要求与斜梯相同。踏板的计算取决于盘梯外侧板的半径,从距盘梯外侧板 330mm (13in) 处测量,踏板的最小有

效宽度为 180mm (7in)。直径小于 4724mm (15ft. 6in) 的储罐, 不宜采用盘梯。

**B. 12** 固定式直梯可以代替斜梯。是否设置平台由买方决定。若需要设置平台, 其尺寸应不小于 660mm×760mm (26in×30in), 除直梯入口处均应设置标准栏杆。

**B. 13** 采用直梯时应牢靠的固定, 踏棍中心至储罐表面或其他结构间的距离应不小于 180mm (7in)。

**B. 14** 直梯踏棍的直径应不小于 20mm (3/4in), 相邻踏棍中心间距应不大于 300mm (12in), 净长度应不小于 410mm (16in), 设计载荷应不小于 900N (200lbf)。

**B. 15** 敞开式直梯的最大爬升高度为 6100mm (20ft); 当爬升高度在 6100mm (20ft) 到 9150mm (30ft) 之间时, 应使用笼梯或其他安全防滑的装置。

## 附录 C (规范性附录)

### 通道、盘梯或直梯螺栓连接的规范

#### C.1 范围

本附录适用于直径 12mm (1/2in)，长度小于或等于 40mm (1½in) 的储罐螺栓。螺栓、螺母表面应进行氧化或镀锌处理，视买方订单的要求而定。

#### C.2 物理特性

全尺寸试验时，螺栓的断裂载荷应不小于 50500N (11350lbf)。

注意：50500N (11350lbf) 的断裂载荷相当于螺纹中径截面上 552MPa (80000lbf/in<sup>2</sup>) 的拉力，或近似于螺纹根部截面上 627MPa (91000lbf/in<sup>2</sup>) 的拉应力。

#### C.3 拉伸试验

应采用加工完的螺栓进行拉伸试验，在螺栓头部和螺母或合适的夹具之间施加载荷，螺母或夹具与螺栓之间应有足够的螺纹啮合长度，以确保螺栓全部载荷的施加。将螺母或夹具安装到螺栓上，受拉未旋合螺纹长度至少为三个螺距。如果在达到所需最小拉伸载荷前螺纹因脱扣而导致试验失败，则本次试验作废。

#### C.4 脱扣试验

螺母应能使螺栓被加载到 C.2 中指定的载荷而不脱扣。

#### C.5 头部检验

在 C.3 的拉伸试验过程中，失效应发生在螺纹部分而不应发生在杆部与头部的结合处。

#### C.6 试验次数

以上规定适用于螺栓连续生产有库存的情况，在此期间，螺栓制造厂已对样品进行了检验，通常能确保螺栓材料达到规定的性能指标。为此，制造商不必对单批材料进行额外的试验。如果定单中指定要进行试验，应对每批材料做一次拉伸试验，每批为 5000 件。

#### C.7 重验

如果从一批产品中抽出的样品经过试验未能达到指标，应再抽取两个试样进行试验。此时，两个试样都应达标。

#### C.8

螺纹无涂层的产品为粗牙螺纹系列（最新版本的 ANSI B1.1），螺栓公差为 2A 级，螺母公差为 2B 级。需镀锌的螺栓在热浸或机械镀锌之前，应具有 2A 级的螺纹。镀锌之后，螺距和大径的最大公差值可以超过 2A 级 0.5mm (0.021in)。

#### C.9

螺栓应为正方头，若制造商与买方有协议，可为正六角头。所有螺栓都应符合最新版本的 ANSI

B18.2.1 有关章节的要求。

#### C.10

螺母应为方形，若制造商与买方有协议，可为六角形。所有螺母都应符合最新版本的 ANSI B18.2.2 有关章节的要求。

#### C.11 电镀

除非另有规定，镀锌螺栓和螺母应按 ASTM A153 要求进行热浸镀。镀层重量应符合 ASTM A153 中 C 级的要求，且螺母应在镀锌后再加工螺纹。如果数据表要求机械镀锌时，应按买方要求进行镀锌，镀层应符合 ASTM B454 中 50 级的要求，或者符合 ASTM A153 中 C 级对镀层厚度、粘附度和质量的要求。机械镀锌螺母装配到机械镀锌螺栓上时，镀锌前加工螺纹应留有余量，镀锌后就不必再加工螺纹。

#### C.12 标记

螺栓头部应标记出制造商（凸凹由制造商自定）。制造商可使用其专用标记。

## 附 录 D

### (资料性附录)

### API 会标的使用

#### D.1 要求

本附录仅适用于取得 API 会标使用许可证的制造商。本附录代替第 7 章中对持证人作储罐标记的要求。

#### D.2 API 会标的使用

API 会标只允许具有许可证的制造商使用。见 API Bull S1《油田设备和材料标准化的政策和程序》中关于 API 会标使用的管理规定和 API Spec Q1《质量程序的规定》中 2.2.3 对 API 会标做标志的要求。

#### D.3 标志

下述标志适用于取得在本标准管辖范围内的产品上使用 API 会标许可证的制造商。

#### D.4 铭牌

凸出的金属铭牌应安装在图 3 所示的位置。铭牌应包含以下信息：

- a) 制造商；
  - b) 序列号；
  - c) 制造日期；
  - d) 公称直径 mm (ft)；
  - e) 公称高度 mm (ft)；
  - f) 公称容积 m<sup>3</sup> (bbl)；
  - g) 制造时所用的树脂类型：异丙二酸或乙烯酯等；
  - h) 最高操作温度℃ (°F)；
  - i) 设计压力 Pa (oz)；
  - j) 设计状态介质的相对密度；
  - k) 设计真空度 Pa (英寸水柱)；
  - l) API 会标；
  - m) 如果买方要求，应在储罐上设置标明罐壁厚度的二次铭牌；以距人孔 45°位置为起点，沿圆周每隔 90°及每隔 610mm (2ft) 高标明一处厚度值；
  - n) 注明“非标准罐”或“标准罐”；
  - o) API 许可证号。
-