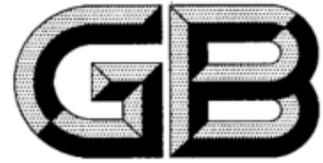


ICS 23.020.10  
J 74



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 25197—2010

---

## 静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)

Welded static non-pressurized thermoplastic tanks

2010-09-26 发布

2011-02-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 总则 .....	2
5 材料 .....	3
6 圆柱形立式储罐设计 .....	3
7 单壁矩形储槽设计 .....	12
8 法兰及其连接的设计 .....	22
9 制造、检验、标志、包装、运输和安装 .....	29
附录 A (资料性附录) 特殊情况 .....	31
附录 B (资料性附录) 静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)使用条件 .....	33
附录 C (规范性附录) 焊接的热塑性塑料结构的特征值——应用于热塑性塑料设备设计的许用应力 及蠕变模量的测定 .....	34
附录 D (资料性附录) 焊接装配的设计 .....	72
附录 E (资料性附录) 单壁矩形储槽的结构设计 .....	80
附录 F (资料性附录) 金属松套法兰材质参数 .....	88
附录 G (资料性附录) 静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)的包装、装车、运输和安装 .....	89

## 前 言

本标准与 EN 12573:2000《静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)》(英文版)的一致性程度为非等效。

本标准的第 4 章根据 EN 12573-1:2000《静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽) 第 1 部分:总则》(英文版)重新起草。

本标准的第 6 章根据 EN 12573-2:2000《静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽) 第 2 部分:圆柱形立式储罐设计》(英文版)重新起草。

本标准的第 7 章根据 EN 12573-3:2000《静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽) 第 3 部分:单壁矩形储罐》(英文版)重新起草。

本标准的第 8 章根据 EN 12573-4:2000《静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽) 第 4 部分:法兰及其连接的设计》(英文版)重新起草。

本标准的附录 C 为规范性附录,附录 A、附录 B、附录 D、附录 E、附录 F 和附录 G 为资料性附录。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会(SAC/TC 262)提出并归口。

本标准负责起草单位:阿丽贝(鞍山)塑料防腐设备有限公司。

本标准参加起草单位:辽宁科技大学、得利满水处理系统(北京)有限公司、天津硫酸厂、鞍钢股份有限公司、浙江佰通防腐设备有限公司、鞍山市宏图防腐工程技术有限公司。

本标准主要起草人:关玉华、张树义、方世杰、韩玉林、宁继龙、叶伯通、张奎海、李秀芳、王孝恒、赵百镇。

## 静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)

### 1 范围

1.1 本标准规定了静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)的总则、圆柱形立式储罐设计、单壁矩形储槽设计、法兰及其连接的设计。本标准还规定了静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)[以下简称储罐(槽)]的材料、制造、检验、标志、包装、运输和安装。

1.2 本标准适用于下列热塑性材料制造的储罐(槽),储罐(槽)容积范围为  $0.45 \text{ m}^3 \sim 80 \text{ m}^3$  :

- a) 聚乙烯(PE);
- b) 聚丙烯(PP);
- c) 聚氯乙烯(PVC);
- d) 聚偏二氟乙烯(PVDF)。

1.3 本标准计算时除考虑正常使用中液体静压力外,还考虑了因流体输送而引起的附加压力,附加压力限度为:

- a) 上限值:  $+0.0005 \text{ MPa}$ ;
- b) 下限值:  $-0.0003 \text{ MPa}$ 。

1.4 本标准所适用材料的使用温度范围为:

- a) 聚乙烯:  $-30 \text{ }^\circ\text{C} \sim 45 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- b) 聚丙烯:  $-10 \text{ }^\circ\text{C} \sim 80 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- c) 聚氯乙烯:  $-10 \text{ }^\circ\text{C} \sim 60 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- d) 聚偏二氟乙烯:  $-20 \text{ }^\circ\text{C} \sim 110 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

1.5 本标准第6章未考虑风雪载荷的影响。

1.6 本标准第6章适用的罐体可由挤出缠绕成型、挤出成型或板材弯曲焊接成型。

1.7 本标准第7章适用的储槽可以采用与主体同种材料或其他材料制成的加强筋。

1.8 本标准第7章的计算以平板理论为基础,有关的薄膜理论在附录A中说明。

### 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。

GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分:浸渍法、液体比重瓶法和滴定法 (GB/T 1633.1—2008,ISO 1183-1:2004,IDT)

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第2部分:模塑和挤塑塑料的试验条件 (GB/T 1042.2—2006,ISO 5272:1993,IDT)

GB/T 1043.1 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分:非仪器化冲击试验 (GB/T 1043.1—2008,ISO 179-1:2000,IDT)

GB/T 1633 热塑性塑料软化点(维卡)试验方法 (GB/T 1633—2000, idt ISO 306:1994)

GB/T 1844.1 塑料 符号和缩略语 第1部分:基础聚合物及其特征性能 (GB/T 1844.1—2008,ISO 1043-1:2001,IDT)

GB/T 2035 塑料术语及其定义 (GB/T 2035—2008,ISO 472:1999,IDT)

GB/T 3682 热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定

GB/T 22789.1 硬质聚氯乙烯板材 分类、尺寸和性能 第1部分:厚度1 mm以上板材  
(GB/T 22789.1—2008,ISO 11833-1:2007,IDT)

GB/T 13663 给水用聚乙烯管材

GB/T 18742.1 冷热水用聚丙烯管道系统 第1部分:总则

GB/T 19278 热塑性塑料管材、管件及阀门 通用术语及其定义

HG 20593 板式平焊钢制管法兰

### 3 术语和定义

GB/T 2035、GB/T 1844.1、GB/T 19278、GB/T 13663、GB/T 18742.1 确定的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**注满盛载量** **brimful capacity**

通过注入口到溢流口处的储罐盛水总量。

#### 3.2

**有效容积** **maximum filling capacity**

注满盛载量的95%。

#### 3.3

**常压** **non-pressurized**

液体静压力与附加压力之和,附加压力范围为+0.000 5 MPa~-0.000 3 MPa。

#### 3.4

**槽壁** **skin**

储槽的基本结构件。

#### 3.5

**加强筋** **stiffener**

水平或竖直的附在槽体外表面的部分。

#### 3.6

**区格** **panel**

槽壁各加强筋之间的区域。

#### 3.7

**U形加强筋** **U-frame**

贯通储槽底部和侧壁的“U”型加强筋。

### 4 总则

#### 4.1 概要

依据本标准设计储罐(槽)时应明确储罐(槽)使用条件。储罐(槽)使用条件参见附录B。

#### 4.2 安全系数

储罐(槽)安全等级按设计安全系数的大小分为4个等级:

- a) 2.0级(设计安全系数为2.0);
- b) 1.7级(设计安全系数为1.7);
- c) 1.5级(设计安全系数为1.5);
- d) 1.3级(设计安全系数为1.3)。

#### 4.3 相容性

依据附录C的规定确定罐(槽)体材料与盛装物的相容性。

#### 4.4 设计寿命

4.4.1 储罐(槽)的设计寿命为10~25年。

4.4.2 保护罐设计寿命为1年。

#### 4.5 安全泄放口

对于密闭储罐(槽)应开设安全泄放口,安全泄放口的直径应为最大进料或排料口直径的1.3倍。

#### 4.6 人孔

对于容积不小于2.0 m<sup>3</sup>、且直径不小于1.2 m的密闭式储罐,应开设直径不小于500 mm的人孔。

#### 4.7 焊接装配

焊接装配的设计参见附录D。

### 5 材料

5.1 制造储罐(槽)原材料应有产品质量合格证明及检验报告,各项检验结果应符合相关标准的规定。

5.2 挤出缠绕罐体的原材料应采用管道级树脂,技术要求见表1。

表1 原材料技术要求

物理性能	材质		试验方法
	聚丙烯(PP)	聚乙烯(PE)	
密度/(g/cm <sup>3</sup> )	0.90~0.92	0.941~0.965	GB/T 1033.1
熔体流动速率/(g/10 min)	≤0.5	≤0.2	GB/T 3682
拉伸屈服强度/MPa	≥20	≥20	GB/T 1040.2
拉伸屈服伸长率/%	≥8	≥8	
简支梁缺口冲击强度(23℃)/(kJ/m <sup>2</sup> )	≥8	≥20	GB/T 1043.1
维卡软化点/℃	≥135	≥120	GB/T 1633

5.3 板材的技术要求见表2。

表2 板材技术要求

物理性能	材质				试验方法
	聚丙烯(PP)	聚乙烯(PE)	聚氯乙烯(PVC)	聚偏二氟乙烯(PVDF)	
密度/(g/cm <sup>3</sup> )	0.91~0.93	0.941~0.965	符合 GB/T 22789.1	1.75~1.79	GB/T 1033.1
拉伸屈服强度/MPa	≥20	≥20		≥40	GB/T 1040.2
拉伸屈服伸长率/%	≥8	≥8		≥5	
简支梁缺口冲击强度(23℃)/(kJ/m <sup>2</sup> )	≥10	≥20		≥19.6	GB/T 1043.1
维卡软化点/℃	≥135	≥120		—	GB/T 1633

5.4 热风挤出焊和热风焊的焊条必须与母材相同材质、相同型号,规格尺寸依据各制造厂加工条件自行确定。

### 6 圆柱形立式储罐设计

#### 6.1 符号及缩写

$a$ ——焊缝厚度,mm;

$b$ ——管口补强环宽度,mm;

$C_1$ ——载荷增加系数;

- $C_2$ ——材料系数;  
 $C_3$ ——双层罐体设计参数;  
 $C$ ——焊接影响系数,等于  $C_1 \times C_2$ ;  
 $d$ ——罐体内径,mm;  
 $d_A$ ——接管外径,mm;  
 $E_{c(al),St}$ ——稳定设计条件下(温度、应力、时间、介质、安全系数)材料的许用蠕变模量,MPa,见附录C;  
 $f_1$ ——长期焊接系数;  
 $g$ ——重力加速度,  $m/s^2$  ( $9.81 m/s^2$ );  
 $g_d$ ——面积重量,MPa;  
 $h_F$ ——液面高度,mm;  
 $h_{F(i)}$ ——(变壁厚罐体)第  $i$  段厚度的底部至液面高度,mm;  
 $h_Z$ ——罐体总高度,mm;  
 $h_{ZF}$ ——(变壁厚罐体)下段高度,mm;  
 $l_m$ ——稳定性计算中段罐体等效高度,mm;  
 $l_o$ ——稳定性计算上段罐体等效高度,mm;  
 $l_u$ ——稳定性计算下段罐体等效高度,mm;  
 $p_e$ ——外部附加压力,MPa;  
 $p_i$ ——内部附加压力,MPa;  
 $p_{stat}$ ——罐底承受的液体静压力,MPa;  
 $p_{stat(i)}$ ——第  $i$  段底部承受的液体静压力,MPa;  
 $S$ ——安全系数(见第4章);  
 $T_A$ ——环境温度,℃;  
 $T_D$ ——罐盖温度,℃;  
 $T_M$ ——介质温度,℃;  
 $t$ ——罐体计算厚度,mm;  
 $t_B$ ——罐底厚度,mm;  
 $t_D$ ——罐盖厚度,mm;  
 $t_m$ ——稳定计算时中段罐体厚度,mm;  
 $t_o$ ——稳定计算时上段罐体厚度,mm;  
 $t_u$ ——稳定计算时下段罐体厚度,mm;  
 $t_u^*$ ——应力计算时下段罐体厚度,mm;  
 $t_{Z(i)}$ ——(变壁厚罐体)第  $i$  段厚度,mm;  
 $t_{ZF}$ ——单层壁罐体下段厚度,mm;  
 $t_{ZN}$ ——考虑了开孔补强的计算厚度,mm;  
 $t_{ZF}'$ ——多层壁罐体下段总厚度,mm;  
 $t_{ZO}'$ ——多层壁罐体外层厚度,mm;  
 $t_{ZI}'$ ——多层壁罐体内层厚度,mm;  
 $V$ ——有效容积,  $mm^3$ ;  
 $V_A$ ——削弱系数;  
 $\alpha$ ——罐盖倾斜角度,°;  
 $\epsilon$ ——相对变形率,%;  
 $\lambda$ ——屈曲系数;  
 $\rho$ ——热塑性材料密度,  $g/cm^3$ ;  
 $\rho_F$ ——盛装介质密度,  $g/cm^3$ ;

$\sigma_{al}$  ——设计条件下许用应力,MPa,见附录 C。

储罐的主要尺寸见图 1~图 4。

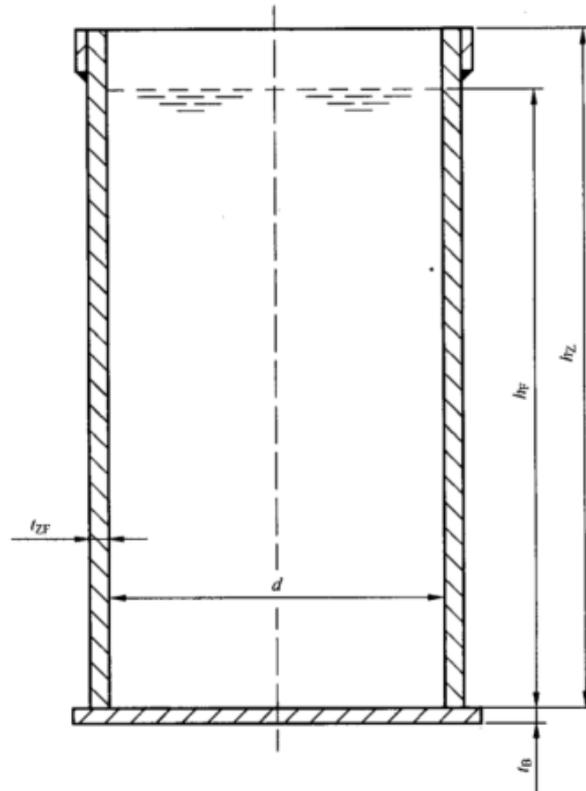


图 1 平底开口罐,等壁厚罐体

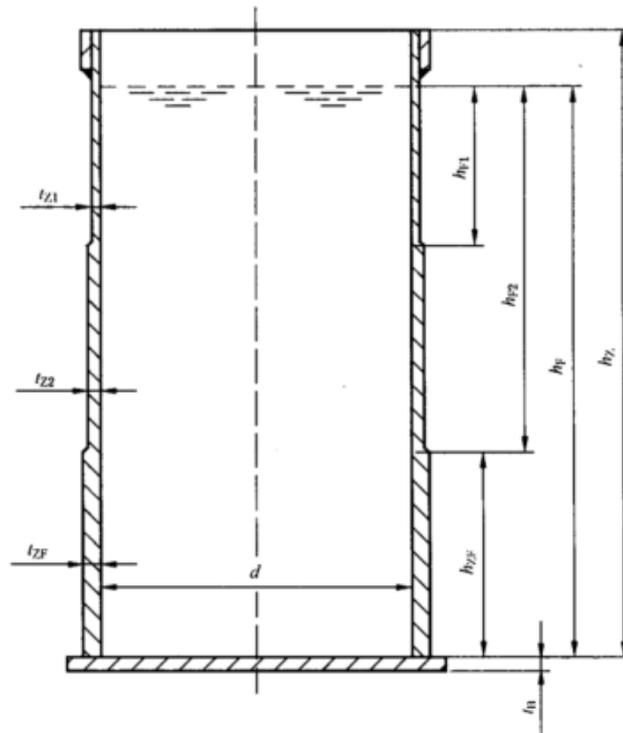


图 2 平底开口罐,变壁厚罐体(3阶)

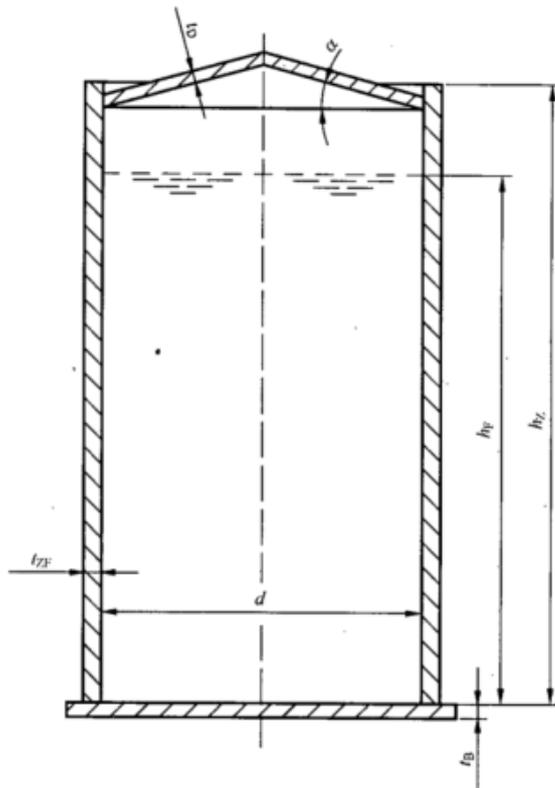


图3 平底锥盖储罐，等壁厚罐体

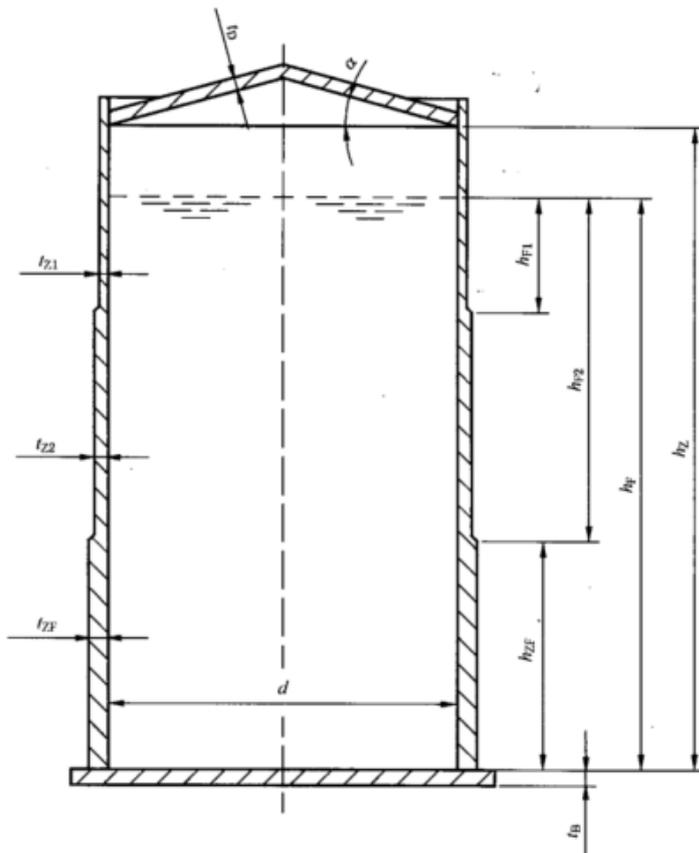


图4 平底锥盖储罐，变壁厚罐体(3阶)

6.2 温度

储罐的实际工作温度是确定储罐尺寸的重要因素。

应根据储罐内装介质的平均温度  $T_M$  设计罐壁和罐底，罐盖设计依据储罐内温度与储罐外温度的平均值，储罐内气体温度假定为  $T_M$ ，在室内安装时环境温度  $T_A$  假设为 20 °C。图 5 为温度区示意图。

罐盖温度按式(1)计算：

$$T_D = (T_M + T_A) / 2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

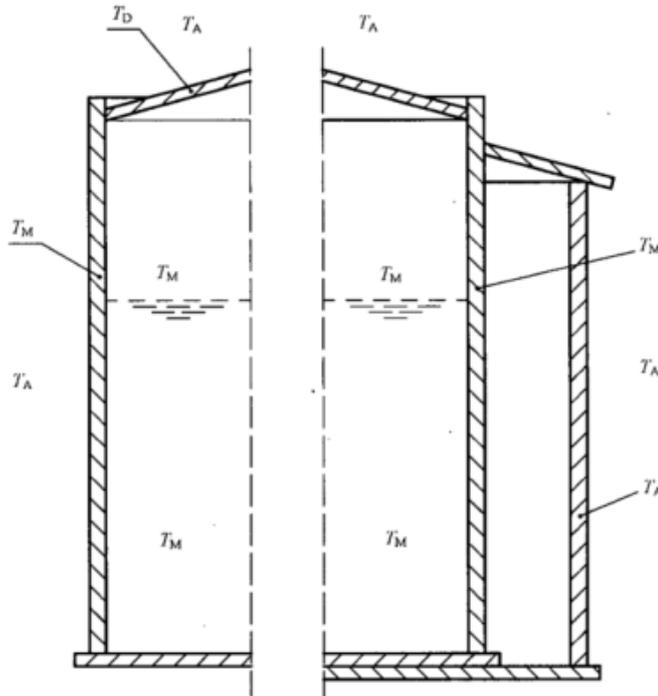


图 5 实际温度的确定

6.3 罐体尺寸

6.3.1 总则

本标准设计方法既适用于单层壁罐体(见 6.3.2.1)，也适用于多层壁罐体(见 6.3.2.2)。

罐壁厚度应由工作介质引起的环向拉应力及液体对罐壁底部的静压力确定，罐壁最小厚度为 4 mm。

用板材制作罐体时，按附录 C 计算  $\sigma_{al}$  时应选用相应的长期焊接系数，用挤出缠绕法制作罐体时，计算  $\sigma_{al}$  时的长期焊接系数取 1。

罐壁设计的先决条件是其底部圆度符合式(2)：

$$u = \frac{2(d_{max} - d_{min})}{d_{max} + d_{min}} \times 100\% \leq 0.5\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$u$ ——圆度，%；

$d_{max}$ ——内径最大值，单位为毫米(mm)；

$d_{min}$ ——内径最小值，单位为毫米(mm)。

6.3.2 下段罐体

6.3.2.1 单层壁罐体

罐壁下段最小厚度按式(3)计算：

$$t_{ZF} = \frac{C(p_{stat} + p_i)d}{2\sigma_{al}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

$$p_{\text{stat}} = \rho_F \times g \times h_F \times 10^{-6};$$

$$p_i = 0.0005 \text{ MPa}。$$

罐壁下段最小高度应按式(4)计算：

$$h_{ZF} \geq 1.4 \sqrt{d \times t_{ZF}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

罐底与罐壁连接的焊接影响系数  $C$ ，取决于载荷增加系数  $C_1$  与材料系数  $C_2$ ，如表 3 所示。

只有在焊缝厚度  $a \geq 0.7t_B$ 、长期焊接系数  $f_1 \geq 0.6$  的情况下，采用角焊缝时  $C_1 = 1.2$ 。容积小于或等于  $1 \text{ m}^3$ 、壁厚小于或等于  $10 \text{ mm}$  的储罐焊接时，允许采用热风焊。

表 3 材料设计系数  $C_2$  及热塑性材料焊接影响系数  $C$

材 料	$C_2$	$C=C_1 \times C_2$
HDPE	1.00	1.20
PP-H(均聚)	1.17	1.40
PP-B(嵌段共聚)	1.08	1.30
PP-R(无规共聚)	1.00	1.20
PVC-NI(标准冲击强度 PVC-U)	1.25	1.50
PVC-RI(较高冲击强度)	1.08	1.30
PVC-HI(高冲击强度)	1.00	1.20
PVC-C(氯化的)	1.33	1.60
PVDF	1.17	1.40

注： $C_2$  反映了松弛断裂特征与蠕变断裂特征之间的关系，依据 HDPE 测定，其他材料参考该值。

6.3.2.2 多层壁罐体

多层壁罐体按 6.3.2.1 计算时引入设计参数  $C_3$  和如下假设：

- a) 只有 2 层罐壁，见图 6；
- b) 两层罐壁完全接触；
- c) 焊接方式如图 7 所示；
- d) 两层罐壁的材料特征参数相同；
- e) 外层罐壁厚度是内层罐壁厚度的 0.5~1 倍。

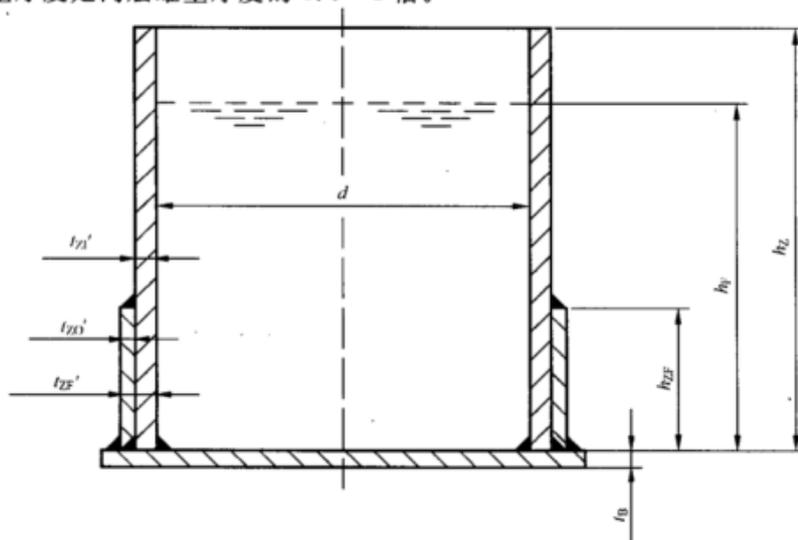


图 6 两层罐壁的储罐

采用图 7 所示的焊接方式时,  $C_3 = 1.25$ 。

两层罐壁的总厚度按式(5)计算:

$$t_{ZF}' = C_3 t_{ZF} \quad \dots\dots\dots (5)$$

外层罐壁的最小高度按式(6)计算:

$$h_{ZF} \geq 1.4 \sqrt{d t_{ZF}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

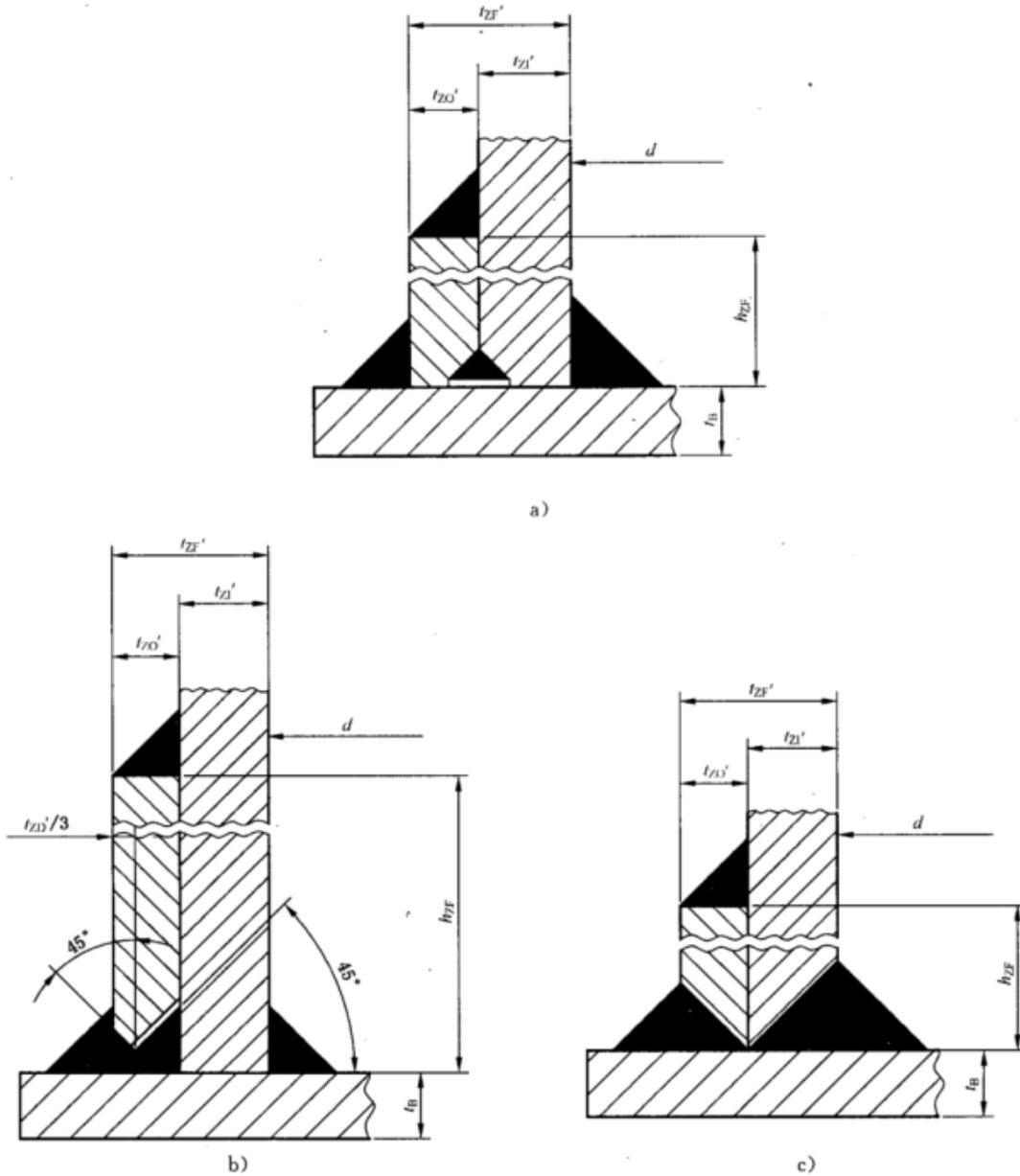


图 7 多层壁罐体的焊接

6.3.3 其他段罐体

其他段罐壁的最小厚度  $t_{Z(i)}$  ( $i$  为从 1 至  $n$ ) 取 a) 和 b) 计算结果的较大值。

如果在罐体最上段安装加强带, 其厚度应为该处罐壁厚度的 0.6~1 倍, 宽度不小于 100 mm。

a) 依据强度计算厚度

最小厚度  $t_{Z(i)}$  按式(7)计算:

$$t_{Z(i)} = \frac{(p_{stat(i)} + p_i) d}{2\sigma_{al}} \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$$p_{stat(i)} = \rho_F g h_{F(i)} \times 10^{-6}。$$

b) 依据稳定性计算厚度

此方法要求形成等效罐体,见图 8,采用式(8)~式(10)及表 4。

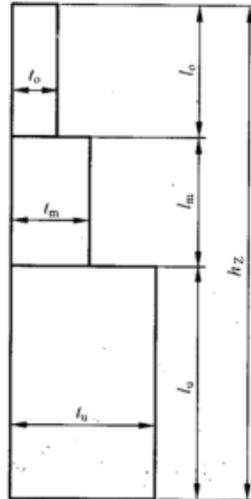


图 8 等效罐体

罐体中段最小厚度  $t_m$  按式(8)计算:

$$t_m = 0.8 \left( \frac{p_e h_z}{E_{c(al.)St} d} \right)^{0.4} \times d \quad \dots\dots\dots(8)$$

依据环向拉应力计算罐体下段等效壁厚的最小值,按式(9)计算:

$$t_u = \frac{\rho_F g h_F \times 10^6 + p_i}{2\sigma_{al.}} \times d \quad \dots\dots\dots(9)$$

屈曲系数  $\lambda$  根据式(10)计算:

$$\lambda = \frac{t_m}{2t_u} = \frac{l_o}{h_z} \quad \dots\dots\dots(10)$$

表 4 罐体 3 段之间的尺寸比较

	$\lambda \leq 1/3$	$1/3 < \lambda < 1/2$	$1/2 \leq \lambda$
$l_o$	$\lambda \times h_z$	$\lambda \times h_z$	—
$t_o$	$t_m(1+5\lambda)/4$	$2\lambda \times t_m$	$t_m$
$l_m$	$l_o$	$(h_z - l_o)/2$	—
$l_u$	$h_z - 2l_o$	$l_m$	—
$t_u$	$2t_m - t_o$	$2t_m - t_o$	$t_m$

表 4 中的罐体厚度为最小值,上段高度不应大于表 4 的规定值。

6.3.4 板材焊接罐体

在环境温度下,板材相对变形率( $\epsilon = t/d \times 100\%$ )未超出表 5 规定时,弯曲残余应力忽略不计。

表 5 相对变形率

材 质	相对变形率 $\epsilon/\%$
HDPE	1.0
PP-H	0.5
PP-B	0.75

表 5 (续)

材 质	相对变形率 $\epsilon/\%$
PP-R	1.0
PVDF	0.5
PVC-NI(PVC-U)	0.15
PVC-RI	0.2
PVC-HI	0.2

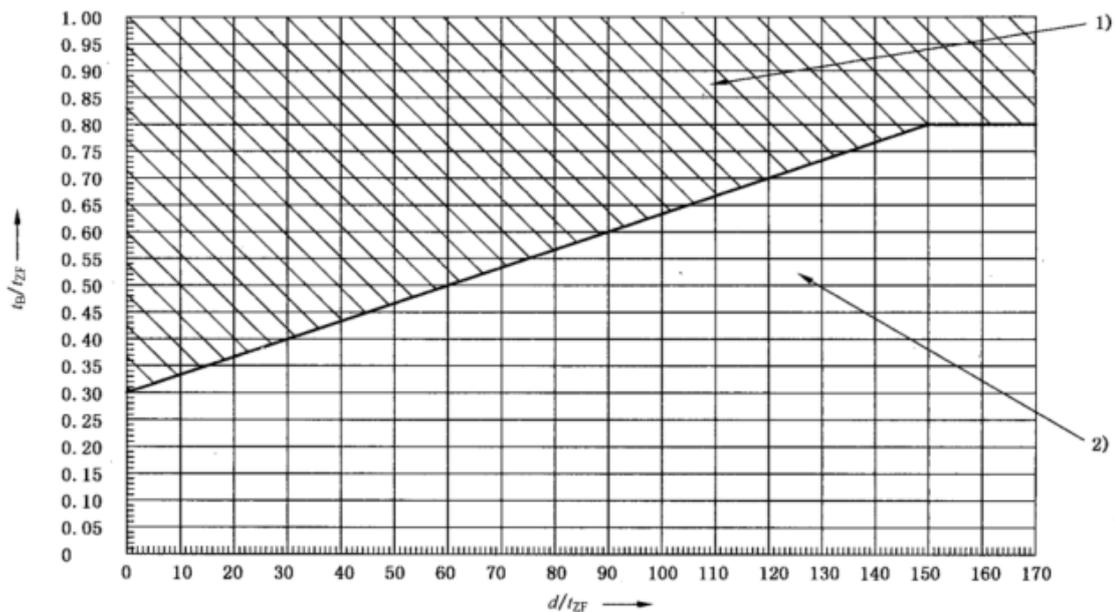
如果相对变形率  $\epsilon$  超过表 5 给定值或没有对应值, 必须在加热条件下弯曲板材。加热温度由制造厂根据材质、板厚、直径等不同情况自行确定。

6.4 罐底厚度

高密度聚乙烯 HDPE 和聚丙烯 PP 的罐底厚度按图 9 确定。

使用图 9 设计时罐底须完全支撑且厚度不大于 30 mm。

PVC 与 PVDF 罐底厚度应不小于  $0.8t_{ZF}$ 。



- 1)——有效区域;
- 2)——无效区域。

图 9 HDPE 和 PP 罐底厚度与罐体底部厚度比值

6.5 罐盖尺寸

罐盖斜角不应小于  $\alpha=10^\circ$ 。

在设计温度为  $T_D=20^\circ\text{C}$  时, 锥形盖的最小厚度见表 6, 该参数没有考虑其他载荷。

表 6 在设计温度为  $T_D=20^\circ\text{C}$  时, 锥形盖的最小厚度

单位为毫米

材 料	直 径										
	$\leq 600$	$\leq 800$	$\leq 1\ 500$	$\leq 1\ 800$	$\leq 1\ 900$	$\leq 2\ 700$	$\leq 2\ 900$	$\leq 3\ 100$	$\leq 3\ 500$	$\leq 4\ 000$	$\leq 4\ 200$
HDPE	5	6	8	10	10	12	15	15	15	20	20
PP	5	6	8	10	10	12	12	15	15	15	20
PVDF	5	6	8	10	10	—					
PVC	5	6	8	8	10						

其他温度下,锥形盖最小厚度按式(11)计算:

$$t_D \geq \left( \frac{g_d + p_c}{1.3E_{c(al.)St.}} \right)^{0.4} d \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

$$g_d = \frac{\rho g t_D \times 10^{-6}}{\cos \alpha}$$

### 6.6 管口补强

管口通常安装在罐盖上,接管壁厚不应小于 SDR11(PN 1.0)的标准管材壁厚。

当管口安装在罐体上时,管口外壁距所在段边缘距离宜大于 100 mm。

只有直径小于 300 mm 的管口,可安装在下段罐体上。此时,罐体下段厚度按式(12)计算:

$$t_{ZN} = t/V_A \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:

$$V_A = \frac{1}{1 + \frac{d_A}{2\sqrt{(d+t)t}}}$$

如果罐体下段厚度小于  $t_{ZN}$ ,接管处必须补强,补强环最小宽度按式(13)计算:

$$b = 1.4\sqrt{d_A t_{ZN}} \quad \dots\dots\dots(13)$$

焊缝厚度应不小于补强环厚度的 0.7 倍。

## 7 单壁矩形储槽设计

### 7.1 符号及缩写

- $E$ ——加强材料的弹性模量(塑性材料与  $E_c$  相符),MPa;
- $E_{c(al.)D}$ ——变形设计条件下(温度、应力、时间、介质)材料的许用蠕变模量 MPa,见附录 C;
- $F$ ——力,N;
- $f$ ——最大挠度,mm;
- $J$ ——加强材料的惯性矩,mm<sup>4</sup>;
- $k$ ——槽壁挠度修正系数;
- $M$ ——弯矩,Nmm;
- $N$ ——刚性系数;
- $p$ ——储槽底部最大静压力,MPa;
- $p_D$ ——罐盖均布载荷,MPa;
- $p_m$ ——计算槽壁厚度时静压力平均值,MPa;
- $p_n$ ——计算加强筋时压力平均值,MPa;
- $t$ ——槽壁或槽盖厚度,mm;
- $W$ ——槽口加强筋的抗弯模量,mm<sup>3</sup>;
- $x$ ——储槽长度,或竖向加强筋之间的距离,mm;
- $x'$ ——竖向加强筋之间的计算长度,mm;
- $y$ ——储槽高度或水平加强筋之间的距离,mm;
- $y'$ ——水平加强筋之间的计算高度,mm;
- $z$ ——储槽或槽盖的宽度,mm;
- $\alpha_1 \sim \alpha_5$ ——变形系数;
- $\beta_1 \sim \beta_5$ ——应力系数;
- $\sigma_{al.}$ ——设计条件下的许用应力,MPa,见附录 C。

## 7.2 设计计算总则

本章的计算方法仅适用于图 10~图 14 储槽的设计。

焊接应位于弯矩小的部位,弯矩分布见图 15~图 17。

注:设计时应考虑槽壁和外部加强结构之间的热膨胀差异。

最大挠度应不大于相应槽壁厚度的 1/2,即: $f \leq 0.5t$ 。

有关储槽的构造详图参见附录 E。

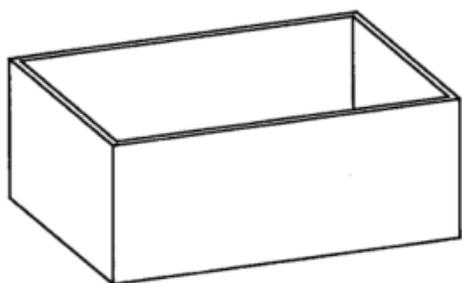


图 10 无筋储槽

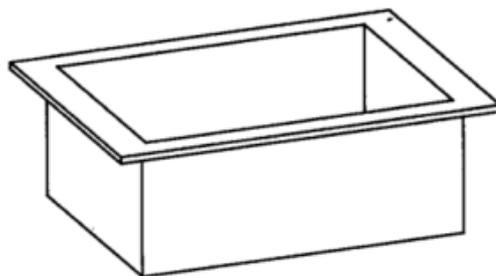


图 11 带槽口加强筋的储槽

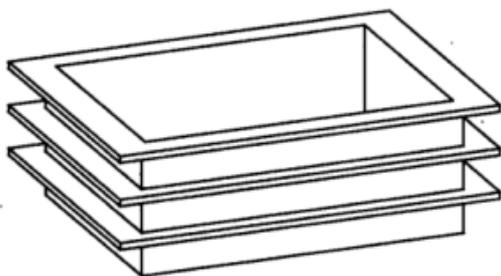


图 12 带水平加强筋储槽

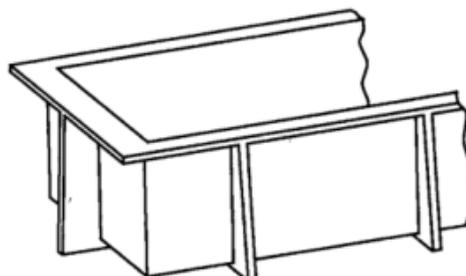


图 13 带 U 型加强筋储槽

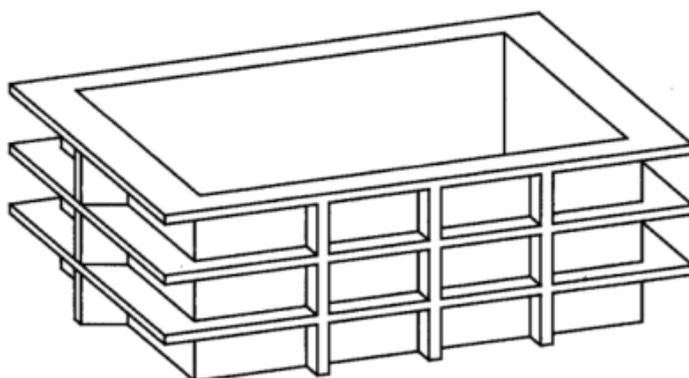


图 14 带水平和竖直加强筋储槽

## 7.3 均匀刚性支撑的无筋储槽

7.3.1 槽壁最小厚度的计算依据储槽长度  $x$  及高度  $y$  的比值,见图 15。槽底厚度应不小于槽壁厚度的 0.8 倍。

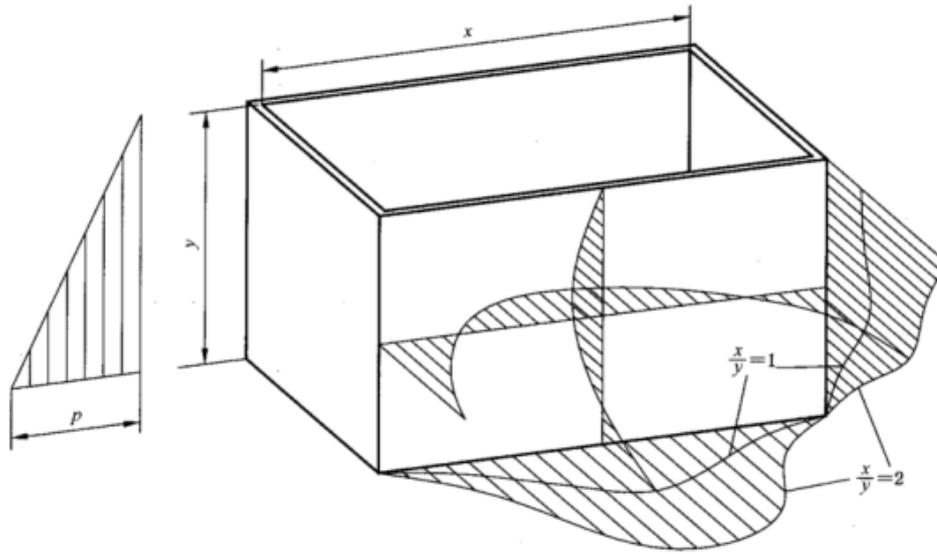


图 15 无筋储槽的弯矩分布图

7.3.2 长高比  $x/y < 0.5$

槽壁最小厚度按式(14)计算:

$$t = \sqrt{\frac{px^2}{2.5\sigma_{al}}} \dots\dots\dots(14)$$

注 1: 用于计算槽壁厚度的式(14)是将槽壁假定为两端固结、受均布载荷的梁。分母中系数的计算值为 2, 参考测试值, 该系数提高到 2.5。

槽壁的最大挠度按式(15)计算:

$$f = \frac{px^4}{32kE_{c(al.)D}t^3} \dots\dots\dots(15)$$

修正系数  $k$ , 在  $1(x/y \approx 0.1)$  和  $2(x/y \approx 0.5)$  之间内插取值。

注 2: 用于计算挠度的式(15)是将槽壁假定为两端固结、受均布载荷的梁, 分母系数为 32, 基于平板理论的公式更精确, 如果  $x/y \approx 0.5$ , 导出的系数为 68。因此引入了修正系数  $k$ , 它主要取决于  $x/y$  的值。

7.3.3 长高比  $0.5 \leq x/y \leq 4$

槽壁最小厚度按式(16)计算:

$$t = \sqrt{\beta_1 \frac{py^2}{\sigma_{al}}} \dots\dots\dots(16)$$

槽壁最大挠度按式(17)计算:

$$f = \frac{\alpha_1 py^4}{E_{c(al.)D}t^3} \dots\dots\dots(17)$$

$\alpha_1, \beta_1$  值见表 7。

7.3.4 长高比  $x/y > 4$

槽壁最小厚度按式(18)计算:

$$t = \sqrt{\frac{py^2}{\sigma_{al}}} \dots\dots\dots(18)$$

槽壁最大挠度按式(19)计算:

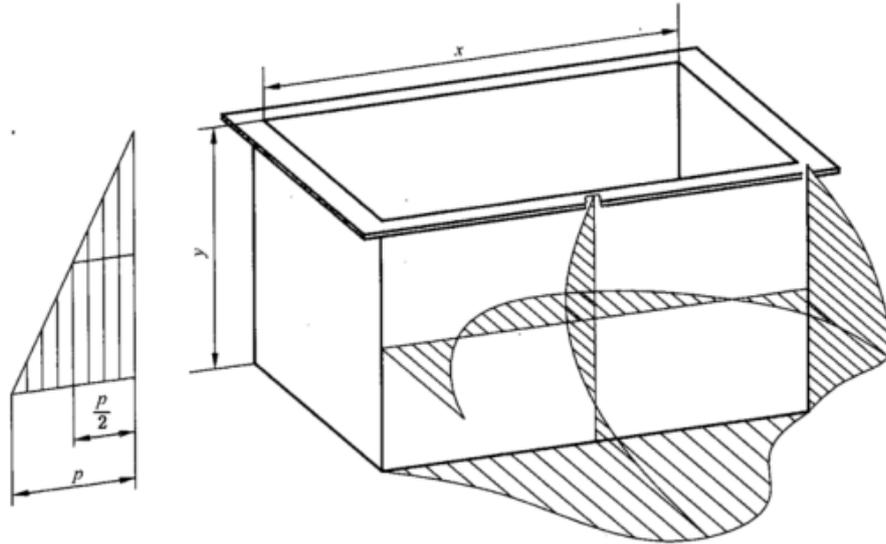
$$f = \frac{py^4}{2.5E_{c(al.)D}t^3} \dots\dots\dots(19)$$

注: 此时槽壁假定为受三角形载荷的悬臂梁。

7.4 均匀刚性支撑带槽口加强筋储槽

7.4.1 槽壁厚度的计算

7.4.1.1 计算槽壁最小厚度时,假定槽口加强筋构成固端支撑,见图 16。槽底厚度应不小于槽壁厚度的 0.8 倍。



$p/2$  = 平均静压值

图 16 带槽口加强筋储槽的弯矩分布图

7.4.1.2 长高比  $x/y < 0.5$

槽壁最小厚度按式(20)计算:

$$t = \sqrt{\frac{px^2}{3\sigma_{al}}} \dots\dots\dots (20)$$

注 1: 用于计算槽壁厚度的式(20)是将槽壁假定为两端固结、受均布载荷的梁,分母系数为 2,参考测试值,该系数提高到 3。

槽壁最大挠度按式(21)计算:

$$f = \frac{px^4}{32kE_{c(al.)Dt^3}} \dots\dots\dots (21)$$

修正系数  $k$ , 在  $1(x/y \approx 0.1)$  和  $2(x/y \approx 0.5)$  之间内插取值。

注 2: 用于计算挠度的式(15)是将槽壁假定为两端固结、受均布载荷的梁,分母系数为 32,基于平板理论的公式更精确,如果  $x/y \approx 0.5$ ,导出的系数为 68。因此引入了修正系数  $k$ ,它主要取决于  $x/y$  的值。

7.4.1.3 长高比  $0.5 \leq x/y \leq 2$

槽壁最小厚度按式(22)计算:

$$t = \sqrt{\frac{\beta_2 py^2}{\sigma_{al}}} \dots\dots\dots (22)$$

槽壁最大挠度按式(23)计算:

$$f = \frac{\alpha_2 py^4}{E_{c(al.)Dt^3}} \dots\dots\dots (23)$$

$\alpha_2, \beta_2$  值见表 7。

7.4.1.4 长高比  $x/y > 2$

槽壁最小厚度按式(24)计算:

$$t = \sqrt{\frac{py^2}{2.5\sigma_{al}}} \dots\dots\dots(24)$$

槽壁最大挠度按式(25)计算:

$$f = \frac{py^4}{35E_{c(al)}Dt^3} \dots\dots\dots(25)$$

注: 此时槽壁假定为受三角形载荷一端固结、一端简支的梁。

#### 7.4.2 槽口加强筋的计算

槽口加强筋挠度的计算, 取受均布载荷的简支梁( $f=5/384$ )和固端梁( $f=1/384$ )挠度的平均值。槽口加强筋承担的载荷为该侧槽壁载荷的 1/5。该加强筋作为槽壁的固定支撑, 所以挠度不应大于长度和高度二者较小值的 1%。槽口加强筋的挠度按式(26)计算:

$$f = \frac{pyx^4}{1280EJ} \dots\dots\dots(26)$$

注:  $p/1280$  源于公式:  $\frac{p}{2 \times 5} \times \frac{(\frac{5}{384} + \frac{1}{384})}{2} = \frac{p}{10} \times \frac{1}{128}$

槽口加强筋最大弯矩按式(27)计算:

$$M = \frac{pyx^2}{100} \dots\dots\dots(27)$$

槽口加强筋抗弯模量按式(28)计算:

$$W = \frac{pyx^2}{100\sigma_{al}} \dots\dots\dots(28)$$

当将此挠度应用于设计计算时, 槽口加强筋惯性矩按式(29)计算:

$$J = \frac{pyx^4}{1280Ef} \dots\dots\dots(29)$$

注: 槽口加强筋的弯矩, 假定是两端简支和两端固结的中间态。

$$M = \frac{Fx}{10}$$

假定槽壁是底部固结, 槽口加强筋处简支, 因此, 槽口加强筋的载荷为槽壁载荷的 1/5。

$$F = \frac{1}{5} \frac{pxy}{2}$$

当  $p$  为储槽底压力时, 可以推导出以下公式:

$$M = \frac{pyx^2}{100}$$

挠度也采取同样的步骤, 见式(26)。

### 7.5 均匀刚性支撑带水平加强筋的储槽

7.5.1 本设计原则上用于大型储槽。储槽厚度应依据每个区格分别计算。区格的高度可以通过上述方法确定, 尽可能与槽壁的厚度相匹配。另外, 区格的高度可以设定, 以使每个加强筋受力均衡。加强筋的重量可忽略不计。

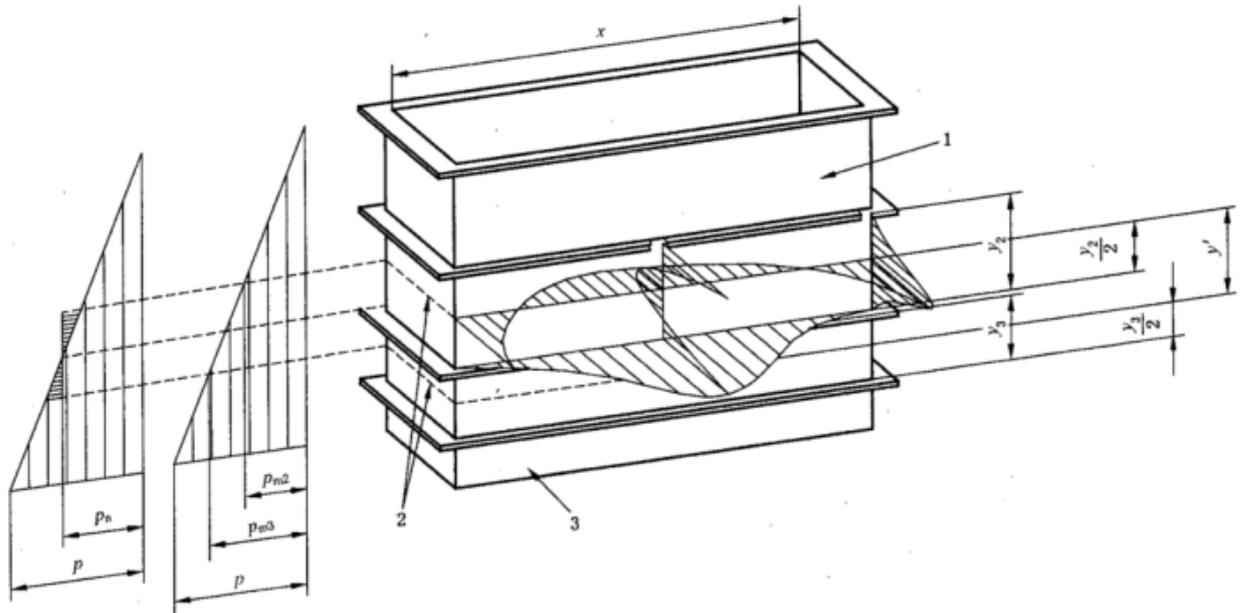
槽底厚度应与槽壁厚度相近。

#### 7.5.2 最小槽壁厚度的计算

7.5.2.1 每个区格依据其位置及长高比确定计算方法, 高度  $y$  由区格高度  $y_n$  ( $n=1, 2, 3 \dots$ ) 替代。

#### 7.5.2.2 上端区格的计算

依据 7.4.1 所示的公式计算此区格时, 用区格下部压力作为区格的侧压力计算。



- 1——上端区格；
- 2——中间区格；
- 3——底部区格。

图 17 带水平加强筋储槽的弯矩分布图

7.5.2.3 中间及底部区格的计算

7.5.2.3.1 计算时压力值依据图 17 确定。

7.5.2.3.2 长高比  $x/y < 0.5$

使用 7.4.1.2 的公式计算。

7.5.2.3.3 长高比  $0.5 \leq x/y \leq 2$

槽壁最小厚度按式(30)计算：

$$t = \sqrt{\frac{\beta_3 p_m y^2}{\sigma_{al}}} \dots\dots\dots (30)$$

槽壁最大挠度按式(31)计算， $\alpha_3$  和  $\beta_3$  值见表 7：

$$f = \frac{\alpha_3 p_m y^4}{E_{c(al.)D} t^3} \dots\dots\dots (31)$$

7.5.2.3.4 长高比  $x/y > 2$

槽壁最小厚度按式(32)计算：

$$t = \sqrt{\frac{p_m y^2}{2\sigma_{al}}} \dots\dots\dots (32)$$

槽壁最大挠度按式(33)计算：

$$f = \frac{p_m y^4}{32E_{c(al.)D} t^3} \dots\dots\dots (33)$$

注：此公式假定槽壁受均布载荷。

7.5.3 水平加强筋的计算

加强筋假定为简支梁和固端梁的中间状态，该假定前提是节点接头处连接良好。相应的静压力  $p_n$  ( $n=1,2,3\dots$ )由图 17 所示计算单元确定(上、下两区格中点压力之和的 1/2)。加强筋尺寸依据其挠度

确定,挠度不得超过底部区格高度的 1%,以适用于储槽底部的焊接。槽口加强筋以外的加强筋按式(34)~式(36)计算:

$$f = \frac{p_n y' x^4}{128 E J} \dots\dots\dots (34)$$

$$M = \frac{p_n y' x^2}{10} \dots\dots\dots (35)$$

$$W = \frac{p_n y' x^2}{10 \sigma_{al}} \dots\dots\dots (36)$$

式(34)~式(36)是确定加强筋断面尺寸的依据。断面尺寸也可以由供需双方协商确定。

槽口加强筋按 7.4.2 计算。靠近槽口加强筋的中间加强筋处的压力由上部区格高度  $y_1$  确定。

7.6 均匀刚性支撑带水平和竖直加强筋储槽

7.6.1 槽壁最小厚度、槽底厚度的计算及水平加强筋的设计,按 7.5 中公式计算。

7.6.2 竖直加强筋的计算

本章设计方法的基础是,槽口加强筋受均布载荷,支撑介于简支梁和固端梁之间,其挠度为中间值。为了使其更接近于固端支撑,槽口加强筋最大挠度不得大于上端区格短边长度的 1%。

由于槽口加强筋用于竖直加强筋的支撑,计算总长度取图 18 中  $x'$  的 1/2。

竖直加强筋的设计按式(37)~式(39)计算:

$$f = \frac{p x' y^4}{255 E J} \dots\dots\dots (37)$$

$$M = \frac{p x' y^2}{17.5} \dots\dots\dots (38)$$

$$W = \frac{p x' y^2}{17.5 \sigma_{al}} \dots\dots\dots (39)$$

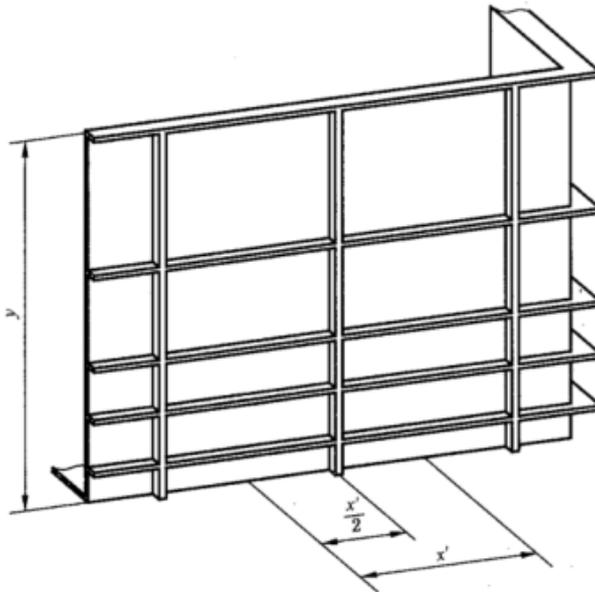
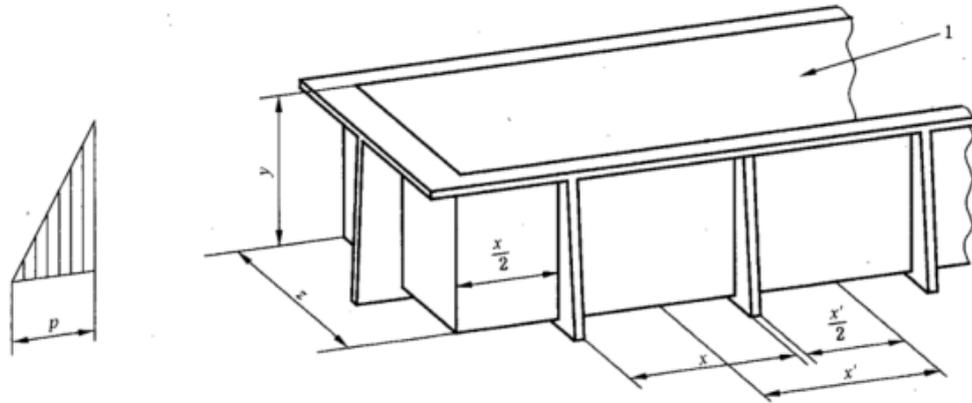


图 18 带有水平和竖直加强筋的储槽

7.7 带有 U 型加强筋储槽

7.7.1 此结构形式适用于槽体狭长、不宜采用水平加强筋的储槽,如图 19 所示。



1—槽壁为热塑性塑料板材。  
注：弯矩分布如图 16 所示。

图 19 带有 U 形加强筋储槽

7.7.2 槽壁最小厚度的计算

按 7.4.1 中的公式计算。

7.7.3 槽底厚度确定

7.7.3.1 长宽比  $x/z < 0.5$

槽底最小厚度按式(40)计算：

$$t = \sqrt{\frac{px^2}{3\sigma_{al}}} \dots\dots\dots (40)$$

槽底最大挠度按式(41)计算：

$$f = \frac{px^4}{16kE_{c(al.)D}t^3} \dots\dots\dots (41)$$

修正系数  $k$ , 在  $1(x/y \approx 0.1)$  和  $2(x/y \approx 0.5)$  之间内插取值。

7.7.3.2 长宽比  $0.5 \leq x/z \leq 2$

槽底最小厚度按式(42)计算：

$$t = \sqrt{\frac{\beta_3 pz^2}{\sigma_{al}}} \dots\dots\dots (42)$$

槽底最大挠度按式(43)计算：

$$f = \frac{\alpha_3 pz^4}{E_{c(al.)D}t^3} \dots\dots\dots (43)$$

7.7.3.3 长宽比  $x/z > 2$

槽底最小厚度按式(44)计算：

$$t = \sqrt{\frac{pz^2}{2\sigma_{al}}} \dots\dots\dots (44)$$

槽底最大挠度按式(45)计算：

$$f = \frac{pz^4}{32E_{c(al.)D}t^3} \dots\dots\dots (45)$$

7.7.4 U 型加强筋的计算

设计 U 型加强筋时, 可将其看成由两侧竖直部分和底部横梁部分构成。两侧竖直部分假定为下端固定受三角形载荷的悬臂梁, 底部横梁部分受力相当于槽底压力。

7.8 槽盖的计算

7.8.1 设计时依据平板理论计算。首先设计不带加强筋的槽盖。如果温度超过 60 °C, 须在槽盖上安装加强筋。字母  $x$  表示长边。

7.8.2 四边简支槽盖

四边简支的槽盖最小厚度(见图 20)按式(46)计算:

$$t = \sqrt{\frac{\beta_5 p_D x^2}{\sigma_{sl}}} \dots\dots\dots (46)$$

槽盖最大挠度按式(47)计算:

$$f = \frac{\alpha_5 p_D x^4}{E_{c(cal.)} D t^3} \dots\dots\dots (47)$$

$\alpha_5, \beta_5$  值见表 7。

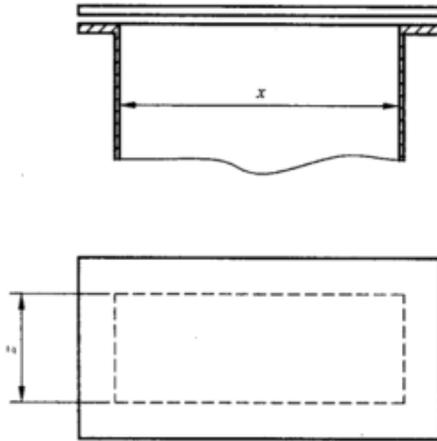


图 20 槽盖参考尺寸

7.8.3 固结槽盖

7.8.3.1 图 21 及图 22 所示的参考尺寸用于计算受内部和外部压力作用的槽盖。

7.8.3.2 长宽比  $1 \leq x/z \leq 2$

槽盖最小厚度按式(48)计算:

$$t = \sqrt{\frac{\beta_3 p_D x^2}{\sigma_{sl}}} \dots\dots\dots (48)$$

槽盖最大挠度按式(49)计算:

$$f = \frac{\alpha_3 p_D x^4}{E_{c(cal.)} D t^3} \dots\dots\dots (49)$$

7.8.3.3 长宽比  $x/z > 2$

槽盖最小厚度按式(50)计算:

$$t = \sqrt{\frac{p_D x^2}{2\sigma_{sl}}} \dots\dots\dots (50)$$

槽盖最大挠度按式(51)计算:

$$f = \frac{p_D x^4}{32 E_{c(cal.)} D t^3} \dots\dots\dots (51)$$

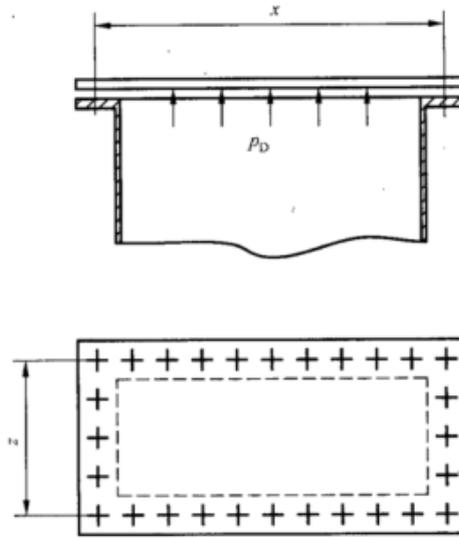


图 21 受内压作用的槽盖参考尺寸

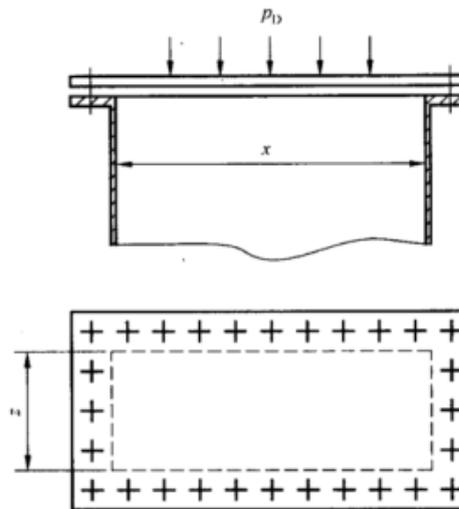


图 22 受外压作用的槽盖参考尺寸

7.8.4 带加强筋槽盖

7.8.4.1 槽盖厚度及挠度的计算

按 7.8.3.2 和 7.8.3.3 所示的公式计算。

7.8.4.2 槽盖加强筋的尺寸确定

带加强筋槽盖的抗弯模量  $W$  (见图 23) 按式(52)计算:

$$W = \frac{x^2 z p_D}{8 \sigma_{al}} \dots\dots\dots (52)$$

当依据挠度进行设计计算时,加强筋板的惯性矩按式(53)计算:

$$J = \frac{5 p_D z x^4}{384 E f} \dots\dots\dots (53)$$

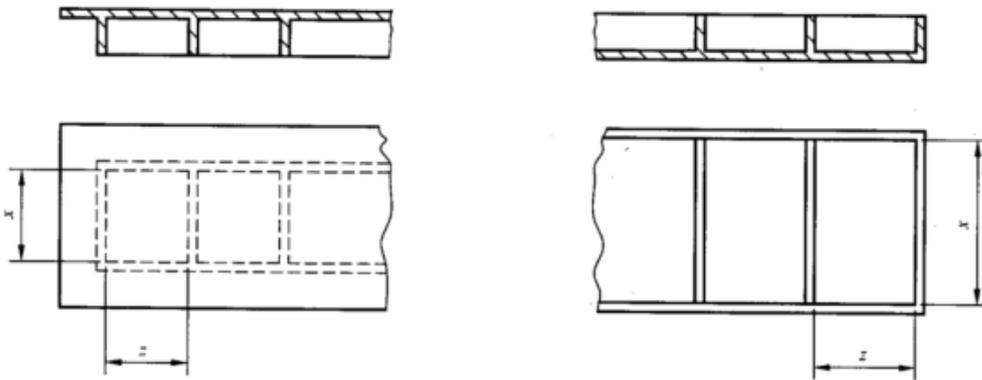


图 23 带加强筋槽盖的参考尺寸

表 7 变形系数  $\alpha$  及应力系数  $\beta$

$x/y$ 或 $x/z$	$\alpha_1$	$\beta_1$	$\alpha_2$	$\beta_2$	$\alpha_3$	$\beta_3$	$\alpha_5$	$\beta_5$
0.5	0.000 9	0.09	0.000 92	0.074	0.001 9	0.13	—	—
0.6	0.002 0	0.10	0.002 0	0.097	0.003 7	0.17	—	—
0.7	0.003 5	0.12	0.003 2	0.12	0.006 1	0.22	—	—
0.8	0.005 5	0.15	0.004 9	0.15	0.009 0	0.26	—	—
0.9	0.007 5	0.18	0.006 8	0.18	0.012	0.29	—	—
1.0	0.011	0.21	0.008 8	0.21	0.015	0.31	0.045	0.29
1.2	0.017	0.27	0.013	0.26	0.021	0.39	0.063	0.38
1.4	0.028	0.33	0.017	0.31	0.025	0.44	0.078	0.45
1.6	0.046	0.43	0.020	0.34	0.028	0.47	0.09	0.52
1.8	0.061	0.45	0.022	0.35	0.029	0.49	0.10	0.57
2.0	0.082	0.50	0.024	0.36	0.031	0.50	0.11	0.61
2.5	0.138	0.64	0.025 8	0.37	0.031	0.50	0.13	0.68
3.0	0.194	0.74	0.026 0	0.37	0.031	0.50	0.14	0.71
4.0	0.259	0.87	0.026 4	0.38	0.031	0.50	0.14	0.74
$\infty$	0.4	1.0	0.029	0.4	0.031	0.50	0.14	0.75

注：使用线性内插法来确定中间值。

## 8 法兰及其连接的设计

### 8.1 符号及缩写

$A_1$ ——比强度作用影响的换算系数,见附录 C;

$A_{2k}$ ——介质影响的换算系数,见附录 C;

$a$ ——焊缝厚度,mm;

$b$ ——双倍法兰盘有效宽度,mm;

$b_D$ ——垫圈宽度,mm;

$C_1$ ——焊接工艺常数;

$C$ ——腐蚀裕量,mm;

$d_D$ ——垫片的平均直径,mm;

$d_K$ ——螺栓根径,mm;

$d_L$ ——螺栓孔直径,mm;

- $d'_1$ ——减小的螺栓孔径,mm;  
 $d_a$ ——法兰的外径,mm;  
 $d_i$ ——法兰管的内径,mm;  
 $d_1$ ——法兰螺栓孔中心直径,mm;  
 $d_1$ ——松套法兰内径,mm;  
 $d_2$ ——法兰与松套法兰环接触环面的平均直径,mm;  
 $d_3$ —— $d_1 + 2 \times$  法兰倒角半径,mm,见图 40;  
 $f_1$ ——焊接坡口深度,mm;  
 $h_D$ ——垫片厚度,mm;  
 $h_F$ ——法兰厚度,mm;  
 $K$ ——设计温度及设计寿命条件下的蠕变强度,MPa,见附录 C;  
 $K'$ ——试验条件下(温度及时间)的蠕变强度,MPa;  
 $K_D$ ——垫片材料的变形阻力,MPa;  
 $K_{F1}$ ——压紧垫环材料(金属)的许用屈服应力,MPa;  
 $K_{Schr}$ ——螺栓材料的许用屈服应力,MPa;  
 $k_0$ ——垫片在安装条件下的特征值,mm;  
 $k_1$ ——垫片在使用条件下的特征值,mm;  
 $L_a$ ——法兰颈高度,mm;  
 $l$ ——螺栓受力的杠杆臂,mm;  
 $n$ ——螺栓数量;  
 $P_{DV}$ ——安装受力,N;  
 $p_{F1}$ ——表面压力,MPa;  
 $P_{SB}$ ——使用条件下的螺栓受力,N;  
 $P'_{SB}$ ——试验压力下的螺栓受力,N;  
 $P_{SO}$ ——安装条件下的螺栓受力,N;  
 $p$ ——操作压力,0.1 MPa;  
 $p'$ ——试验压力,0.1 MPa;  
 $S$ ——安全系数,见第 4 章;  
 $S_M$ ——金属在使用条件下的安全系数;  
 $S'_M$ ——金属在测试及安装条件下的安全系数;  
 $t$ ——罐体的壁厚,mm;  
 $\nu$ ——阻尼系数;  
 $W_1, W_2, W_3$ ——法兰的抗弯模量,mm<sup>3</sup>;  
 $y_1, y_2$ ——作用于 O 形圈的受力臂,mm;  
 $\alpha$ ——倒角,(°)。

## 8.2 设计

### 8.2.1 总则

图 24~图 27 为各种法兰示意图。

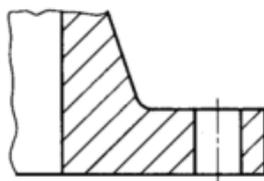


图 24 模塑整体平面法兰

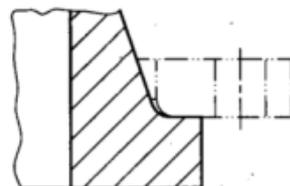


图 25 模塑整体松套法兰

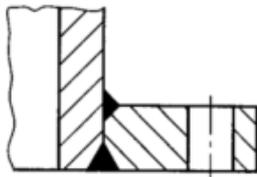


图 26 镶焊平面法兰

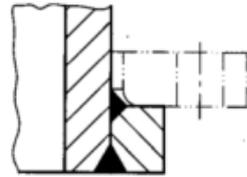


图 27 镶焊松套法兰

所有法兰在设计时,均应采用整体垫片或 O 形垫圈,见图 28~图 33。

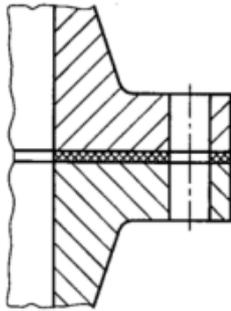


图 28 带整体垫片的平面法兰

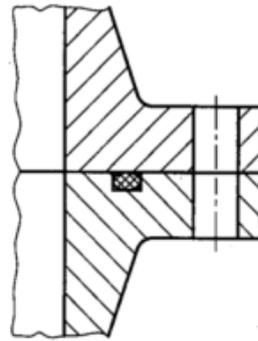


图 29 带 O 形垫圈的平面法兰

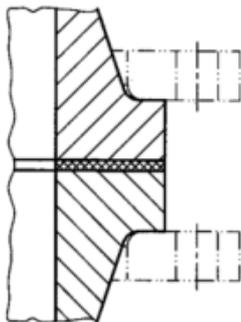


图 30 带整体垫片的松套法兰

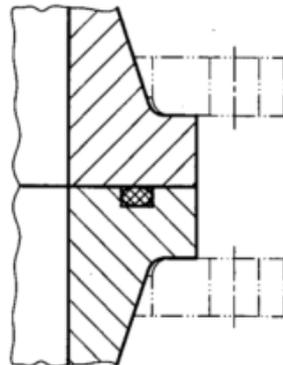


图 31 带 O 形垫圈的松套法兰

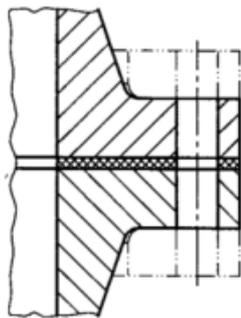


图 32 平面法兰及压紧金属垫环

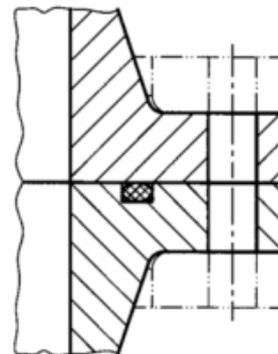


图 33 平面法兰及压紧金属垫环

### 8.2.2 设计原理

为保证密封性螺栓数量应尽可能多些,螺栓数量不应少于 4 个,塑料法兰上的螺栓间隔不宜超过  $5d_1$  且不宜大于 80 mm。

压力小时,法兰计算厚度会很薄,为避免法兰因螺栓受力而变形,法兰厚度不宜小于 10 mm。

储罐侧壁法兰低于液面高度时,宜采用压紧垫环(如玻璃钢或钢制),见图 32 及图 33。

注:在选择垫片材料时,应考虑材料的耐热性及耐化学腐蚀性,宜使用软质垫片。

### 8.2.3 法兰连接尺寸

法兰连接尺寸应符合 HG 20593 标准,如有特殊要求应在设计图样中注明。

8.3 螺栓性能指标的计算

8.3.1 钢制螺栓根径取按式(54)和式(55)计算的较大值。

a) 使用条件下:

$$d_k = z \sqrt{\frac{P_{SB}}{K_{Schr} n}} + C \quad \dots\dots\dots (54)$$

b) 安装条件下:

$$d_k = z \sqrt{\frac{P_{SO}}{K_{Schr} n}} + C \quad \dots\dots\dots (55)$$

式中:

$z$ ——1.75;

$C$ ——3 mm。

式(54)和式(55)中未考虑热膨胀等效应。

8.3.2 使用整体垫片时螺栓受力的计算

8.3.2.1 使用条件

螺栓在使用条件下的受力按式(56)计算。

$$P_{SB} = \frac{p}{10} \left( \frac{\pi d_D^2}{4} + 3.8 d_D k_1 \right) \quad \dots\dots\dots (56)$$

8.3.2.2 安装条件

螺栓在安装条件下的受力按式(57)计算。

$$P_{SO} = P_{DV} = \pi d_D k_0 K_D \quad \dots\dots\dots (57)$$

如果  $P_{SO} > P_{SB}$ , 那么  $P_{SO}$  将依据式(58)计算。

$$P_{SO} = 0.2 P_{DV} + 0.8 \sqrt{P_{SB} P_{DV}} \quad \dots\dots\dots (58)$$

垫片参数  $k_1$  及  $k_0 \times K_D$  见表 8。

8.3.3 使用 O 形垫圈时螺栓受力的计算

8.3.3.1 带 O 形垫圈的法兰

在使用条件下带 O 形垫圈法兰上的螺栓受力见图 34, 按式(59)计算。

$$P_{SB} = \frac{p \pi d_D^2}{40} \times \frac{y_1}{y_2} \quad \dots\dots\dots (59)$$

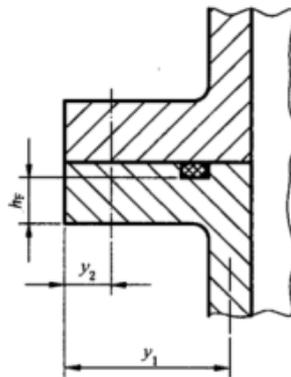


图 34 带 O 形垫圈法兰

8.3.3.2 带 O 形垫圈的松套法兰

在使用条件下, 带 O 形垫圈的松套法兰的螺栓受力见图 35, 按式(60)计算。

$$P_{SB} = \frac{p \pi d_D^2}{40} \quad \dots\dots\dots (60)$$

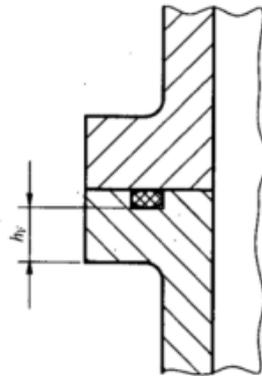


图 35 带 O 形垫圈的松套法兰

表 8 用于液体、气体及蒸汽的垫片参数

垫片型式 <sup>a</sup>		材质	垫片参数 <sup>b</sup>			
带孔	不带孔		用于液体		用于气体及蒸汽	
			$k_o \cdot K_D$ N/mm	$k_1$ mm	$k_o \cdot K_D$ N/mm	$k_1$ mm
		橡胶	$1b_D$	$0.5b_D$	$2b_D$	$0.5b_D$
		聚四氟乙烯	$20b_D$	$1.1b_D$	$25b_D$	$1.1b_D$

<sup>a</sup> 法兰整体垫片的有效宽度为  $0.5b_D$ 。  
<sup>b</sup> 垫片材质硬度应低于法兰材质硬度。

8.4 法兰厚度计算

8.4.1 抗弯模量计算

法兰的设计由所要求的最大的法兰抗弯模量决定。

使用条件下法兰抗弯模量按式(61)计算。

$$W_1 = \frac{P_{SB} A_1 A_{2K} S_l}{K} \dots\dots\dots (61)$$

测试条件下法兰抗弯模量按式(62)计算。

$$W_2 = \frac{P'_{SB} A_1 S_l}{K'} \dots\dots\dots (62)$$

安装条件下  $W_3$  不受影响,  $K, K', A_1, A_{2K}$  及  $S$  见附录 C。

8.4.2 带整体垫片或 O 形垫圈的模塑整体平面法兰及镶焊平面法兰

使用及测试条件下螺栓受力臂, 见图 36 及图 37, 按式(63)计算。

$$l = \frac{d_1 - d_i - t}{2} \dots\dots\dots (63)$$

安装条件下螺栓受力臂为 0。

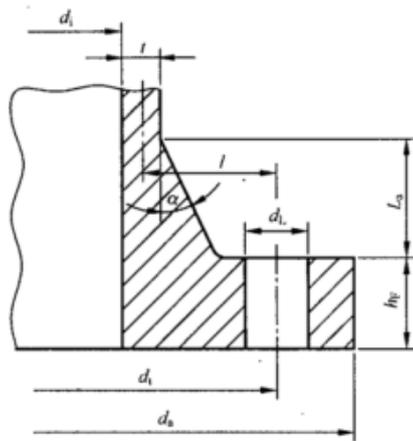


图 36 模塑整体平面法兰(垫片未显示)  
法兰厚度按式(64)计算。

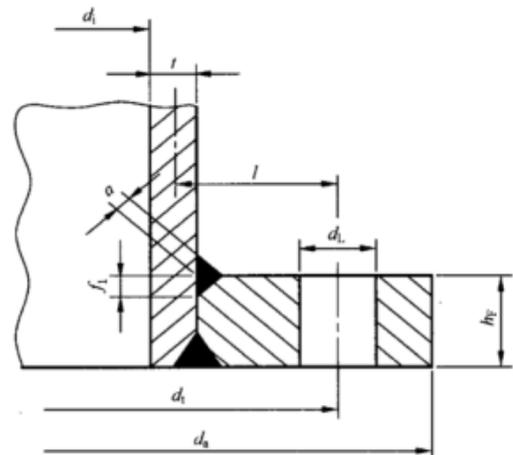


图 37 镶焊平面法兰(垫片未显示)

$$h_F = C \sqrt{\frac{C_1 W}{d_1 \pi - d_1 n}} \dots\dots\dots (64)$$

式中:

$W$ ——取  $W_1$  和  $W_2$  的较大值;

$C, C_1$ ——模塑整体平面法兰:  $C=0.9, C_1=2$ ;

镶焊平面法兰:  $C=1.1, C_1=3$ 。

8.4.3 带整体垫片或 O 形垫圈的模塑整体松套法兰及镶焊松套法兰

使用及测试条件下螺栓受力臂, 见图 38 及图 39, 按式(65)计算。

$$l = \frac{d_2 - d_1 - t}{2} \dots\dots\dots (65)$$

安装条件下螺栓受力臂为 0。

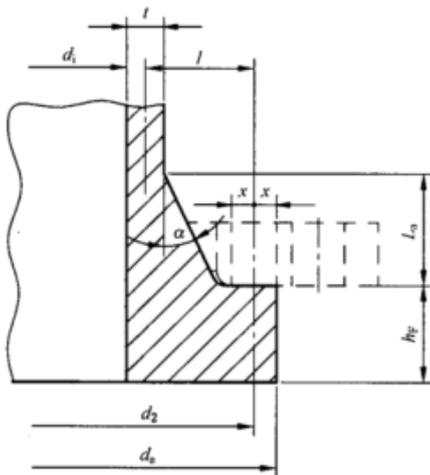


图 38 模塑整体松套法兰(垫片未显示)  
法兰厚度按式(66)计算。

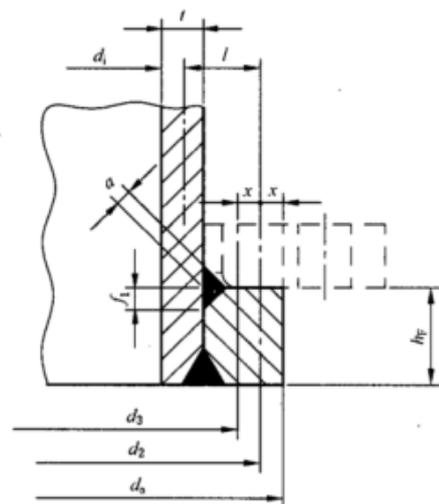


图 39 镶焊松套法兰(垫片未显示)

$$h_F = C \sqrt{\frac{C_1 W}{d_2 \pi}} \dots\dots\dots (66)$$

式中:

$W$ ——取  $W_1$  和  $W_2$  的较大值。

C、C<sub>1</sub>——模塑整体管法兰：C=0.9、C<sub>1</sub>=2；

    镶焊管法兰：C=1.1、C<sub>1</sub>=3。

锁紧环与管法兰之间的表面压力按式(67)及式(68)进行计算及估定。

$$p_{F1} = \frac{1.27 P_{SB}}{(d_a^2 - d_3^2)} \leq K \quad \dots\dots\dots(67)$$

$$p_{F1} = \frac{1.27 P_{SO}}{(d_a^2 - d_3^2)} \leq K \quad \dots\dots\dots(68)$$

8.5 金属松套法兰的计算

法兰的设计由所要求法兰抗弯模量的最大值 W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub> 和 W<sub>3</sub> 决定，见图 40。

使用条件下，法兰抗弯模量 W<sub>1</sub> 按式(69)计算。

$$W_1 = \frac{P_{SB} S_M l}{K_{F1}} \quad \dots\dots\dots(69)$$

测试条件下，法兰抗弯模量 W<sub>2</sub> 按式(70)计算。

$$W_2 = \frac{P'_{SB} S'_M l}{K_{F1}} \quad \dots\dots\dots(70)$$

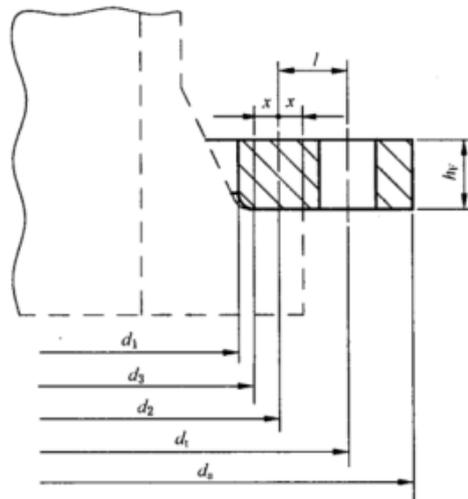


图 40 金属松套法兰

安装条件下，法兰抗弯模量 W<sub>3</sub> 按式(71)计算。

$$W_3 = \frac{P_{SO} \times S'_M}{K_{F1}} \times l \quad \dots\dots\dots(71)$$

如 P<sub>SO</sub> > P<sub>SB</sub>，式(69)中的 P<sub>SB</sub> 值可由 P<sub>SO</sub> 替代，则不需要式(71)。

K<sub>F1</sub>、S<sub>M</sub> 及 S'<sub>M</sub> 值见附录 F。

使用条件、测试条件及安装条件下螺栓受力臂，按式(72)计算。

$$l = \frac{d_1 - d_2}{2} \quad \dots\dots\dots(72)$$

法兰厚度按式(73)计算。

$$h_F = \sqrt{1.27 \frac{W}{b}} \quad \dots\dots\dots(73)$$

式中：

W——取 W<sub>1</sub>、W<sub>2</sub> 和 W<sub>3</sub> 中的最大值，并且 b = d<sub>a</sub> - d<sub>1</sub> - 2d'<sub>L</sub>；

d'<sub>L</sub>——按式(74)计算。

$$d'_L = V d_L \quad \dots\dots\dots(74)$$

在此  $V$  值根据图 41 所示的曲线确定。

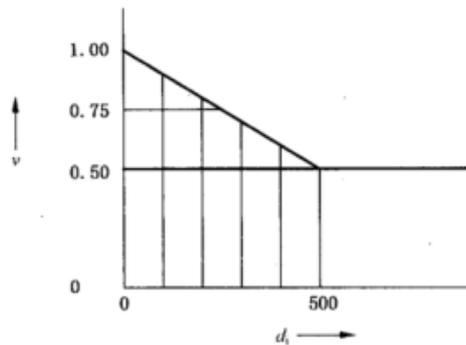


图 41 螺栓孔的递减直径

## 9 制造、检验、标志、包装、运输和安装

### 9.1 制造

9.1.1 储罐的制造应符合本标准及设计图样要求。

9.1.2 储罐制造厂应对焊工进行培训和考核,实际考核时应达到焊缝均匀、表面光滑、短期焊接系数不低于表 C.2 的要求。焊接应由经考核合格的焊工承担,焊接时应遵守焊接工艺规程。

9.1.3 焊接宜在环境温度为  $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$  的室内进行;在雨、雪及刮风的环境下施焊,应采取有效防护措施。

9.1.4 焊缝结构及形式参见附录 D。

9.1.5 焊缝对口错边量不应大于最小对接板厚度的 10%,且不大于 2 mm。

9.1.6 筒节长度一般取板幅宽度为宜,最短筒节不宜小于 500 mm。

9.1.7 筒节间纵向焊缝应错开,错开间距不宜小于 200 mm。

9.1.8 接管法兰开孔宜避开罐体的纵环焊缝。

9.1.9 法兰面应垂直于接管或罐体的主轴中心线。接管法兰应保证法兰面的水平或垂直(如有特殊要求应按图样规定),其偏差均不得超过法兰外径的 1%(法兰外径小于 100 mm 时,按 100 mm 计算),且不大于 3 mm。

9.1.10 法兰的螺栓孔应与罐体主轴线或铅垂线跨中布置,见图 42。有特殊要求时应在设计图样上注明。

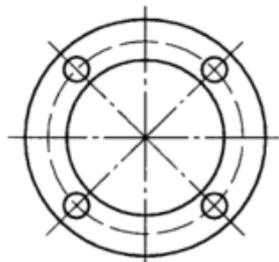


图 42 接管法兰安装

### 9.2 检验

9.2.1 所有用于制造储罐的材料均应具有质量合格证明及检验报告,各项指标均应符合本标准及相关国家标准的要求。

9.2.2 所有用于制造储罐的材料有以下情况之一的,应当进行复验:

- a) 设计图样要求复验的;

- b) 用户要求复验的；
- c) 材料质量证明书中缺项的；
- d) 制造单位不能确定材料真实性或对材料的性能和成分有怀疑或有疑问的。

9.2.3 下料时应留有足够的加工余量，下料后尺寸应符合图样要求。

9.2.4 焊接坡口尺寸和角焊缝高度应符合工艺要求，对接焊缝错边量符合本标准要求。

9.2.5 检查焊缝外观，焊缝表面应光滑、均匀，无裂纹、无咬边及边缘不饱满现象。

9.2.6 储罐制成后规格尺寸符合图样要求，整体美观、焊缝均匀。

9.2.7 盛水试验，将储罐内盛满水，静置 24 h，储罐不应发生变形和泄漏，如用户需要进行耐压试验，试验压力及合格指标由设计图样规定。

9.2.8 挤出缠绕成型罐体的物理性能应满足表 1 规定，测试时从筒体开孔切割料块上取样。

### 9.3 标志

标牌应固定在储罐醒目且便于观察的位置上，标牌的固定不得削弱储罐强度，标示的内容应包括：

- a) 产品名称；
- b) 产品编号；
- c) 制造单位名称；
- d) 材质；
- e) 有效容积；
- f) 工作温度；
- g) 制造日期；
- h) 设备净重；
- i) 产品标准编号。

### 9.4 随机文件

9.4.1 储罐出厂时随机文件中应包括产品合格证、安装使用说明书和竣工图。

9.4.2 安装使用说明书中应至少包括：

- a) 适用范围；
- b) 吊装和运输注意事项；
- c) 保管注意事项；
- d) 安装使用要求。

### 9.5 包装、装车、运输和安装

储罐的包装、装车、运输及安装参见附录 G。

附录 A  
(资料性附录)  
特殊情况

A.1 非均匀支撑储槽

非均匀支撑储槽通常是放置在支架上,储槽底部计算按 7.7.3 进行计算。

A.2 平板理论设计方法的适用范围

A.2.1 总则

较大面积的塑料板材不设加强筋时刚性较差,当板材挠度大于板厚的一半时,相当一部分载荷由薄膜张力分担。各种情况的适用范围由刚性系数  $N$  决定(见图 A.1),  $N$  的计算见式(A.1)。

$$N = \frac{py^4}{E_{c(al)}D t^4} \dots\dots\dots(A.1)$$

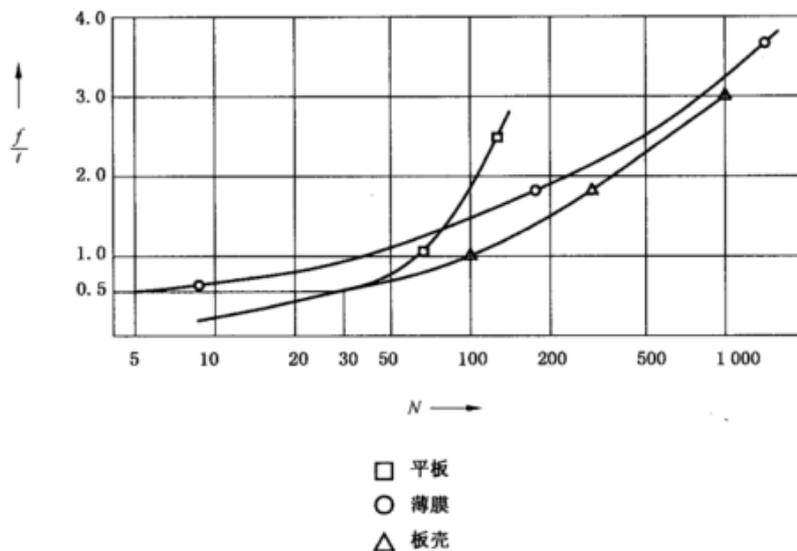


图 A.1 平板理论及薄膜理论的适用范围

A.2.2 刚性系数  $N \leq 30$

公式见 7.4 和 7.7.3。

A.2.3 刚性系数  $N > 30$

可应用板壳理论计算,尤其当长高比接近于 1 时,  $\alpha_1 = 0.32$  及  $\beta_1 = 0.24$ ,最小壁厚按式(A.2)计算。

$$t = \sqrt{A^2 + B} - A \dots\dots\dots(A.2)$$

式中:

$$A = \frac{\beta_3}{2\beta_4} \times y \sqrt{\frac{\sigma_{al}}{E_{c(al)}D}};$$

$$B = \frac{py^2\beta_3}{\sigma_{al}}.$$

侧壁最大挠度按式(A.3)计算:

$$f = \sqrt[3]{C + \sqrt{C^2 + D}} \dots\dots\dots(A.3)$$

式中：

$$C = \frac{\alpha_4^3}{2} \times \frac{py^4}{E_{c(al.)D}t};$$

$$D = \frac{\alpha_4^3 t^6}{27\alpha_3^3}.$$

A.2.4 刚性系数  $N > 1\ 000$

在  $N$  值非常高的情况下，应依据薄膜原理建立计算公式。（当  $x/y=1$  对于  $N=1\ 000$  与  $N>30$  两种情况进行比较，其误差约为 6%）。

最小壁厚按式(A.4)计算：

$$t = \beta_4 py \sqrt{\frac{E_{c(al.)D}}{\sigma_{al.}^3}} \dots\dots\dots (A.4)$$

侧壁最大的挠度应依据式(A.5)计算：

$$f = \alpha_4 \sqrt[3]{\frac{y^4 p}{tE_{c(al.)D}}} \dots\dots\dots (A.5)$$

$\alpha_3$  及  $\beta_3$  的值应源自于表 7 所示， $\alpha_4$  及  $\beta_4$  所示的值依据 A.2.3 所述。

附 录 B  
(资料性附录)

静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)使用条件

静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)使用条件应由制造商、最终使用者或其他业界职能人员填写。

**B.1 储罐类型和尺寸**

- a) 圆柱形  ；  
 b) 内径\_\_\_\_\_ mm、高度\_\_\_\_\_ mm；  
 c) 矩形  ；  
 d) 长×宽×高\_\_\_\_\_ (mm×mm×mm)；  
 e) 有效容积\_\_\_\_\_ (m<sup>3</sup>)。

**B.2 使用条件**

- a) 储罐安全等级\_\_\_\_\_；  
 b) 设计寿命(最低 10 年)：  
 10 年  25 年  其他  年 ；  
 c) 使用时的环境温度范围\_\_\_\_\_ (°C)；  
 d) 工作温度\_\_\_\_\_ (°C)；  
 e) 使用期间温度变化曲线\_\_\_\_\_ (°C和时间)；  
 f) 储罐安装在： 室内  室外  ；  
 g) 附加压力情况。

**B.3 内盛介质**

- a) 密度\_\_\_\_\_ (g/cm<sup>3</sup>)；  
 b) 详细组份填于表 B.1；  
 c) 准备使用的溶剂清单；  
 d) 准备使用的洗涤剂清单。

表 B.1

序号	介质/组份	浓度/%	占总数的百分比/%
1			
2			
3			
4			

**B.4 附属设备**

详细列出与储罐组合使用的附属设备名称,如:搅拌器、料斗、空气搅拌器等。

注 1: 储罐的设计寿命是指用于确定储罐尺寸(如:罐壁厚度)及许用应力时选用的使用期限。它不指担保期。担保期应当由客户和储罐制造商商定。

注 2: 储罐内盛介质的性质变化时,要求使用者征求制造方或其他有关机构的意见。

## 附录 C

(规范性附录)

焊接的热塑性塑料结构的特征值——  
应用于热塑性塑料设备设计的许用应力及蠕变模量的测定

## C.1 总则

本附录规定了聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)、聚氯乙烯(PVC)及聚偏二氟乙烯(PVDF)材料焊接的储罐(槽)的设计所必须的特征值的确定办法。该数据用于静置载荷。

C.7 列出了这些材料的最小性能值。如果材料的性能低于 C.7 所列的最小值,则禁止使用。

## C.2 符号及缩写

- $K$ ——设计温度及设计寿命下的蠕变强度,MPa;  
 $S$ ——安全系数;  
 $A_1$ ——比强度影响的换算系数;  
 $A_{2k}$ ——受介质影响的换算系数;  
 $A_{2E}$ ——弹性模量受介质影响所考虑的换算系数;  
 $E_c$ ——设计条件(温度、应力、时间)下材料的蠕变模量,MPa;  
 $E_{c(al)St}$ ——稳定设计条件下(温度、应力、时间、介质、安全系数)材料的许用蠕变模量,MPa;  
 $E_{c(al)D}$ ——变形设计条件下(温度、应力、时间、介质)材料的许用蠕变模量,MPa;  
 $T$ ——设计温度,℃;  
 $f_s$ ——短期焊接系数;  
 $f_l$ ——长期焊接系数;  
 $\sigma_{al}$ ——设计条件下许用应力,MPa;  
 $\sigma$ ——主应力,MPa。

## C.3 许用应力及模量的测定

构件的设计计算基于长期应用,取决于载荷的特性,通常有 3 种形式:

- 应力;
- 变形(例如:挠度);
- 稳定性(例如:短期或长期丧失稳定性);

应力的设计计算应参照蠕变强度,多数情况存在多轴应力,最大主应力不应超过许用蠕变强度。

许用值由材料对应的换算系数、焊接系数、安全系数导出。

在变形及稳定性方面,关键设计参数为蠕变模量。可由蠕变模量时间-温度-应力变化图查出。如果发生稳定性问题,应考虑选择合适的安全系数。

## C.3.1 依据强度进行的设计计算

许用应力与材料的蠕变强度、换算系数、焊接系数及安全系数有关。

$$\sigma_{al} = \frac{Kf_l}{A_1 A_{2k} S} \dots\dots\dots (C.1)$$

作为设计基础的蠕变强度  $K$  可以通过 C.7.1 图表中的工作时间-工作温度曲线上查出。

C.3.2 依据稳定性及变形进行的设计

热塑性塑料在应用中,用蠕变模量( $E_c$ )代替理论力学中的弹性模量。蠕变模量取决于时间、应力及温度,同时也取决于介质(尤其是有溶胀效应的介质)。对于所用材料的蠕变模量可通过其相应的蠕变模量曲线查出(图 C.13~图 C.27)。

蠕变模量应用于:

a) 在稳定性的计算中:

$$E_{c(cal.)St.} = \frac{E_c}{A_{2E} \times S} \dots\dots\dots(C.2)$$

b) 变形的计算中:

$$E_{c(cal.)D} = \frac{E_c}{A_{2E}} \dots\dots\dots(C.3)$$

C.4 换算系数

C.4.1 换算系数  $A_2$

C.4.1.1 换算系数  $A_{2K}$

换算系数  $A_{2K}$  量化了工作介质对热塑性塑料材料蠕变强度的影响。

C.7.3 的表 C.4 中包括常用化学介质的换算系数。表中未涉及的其他介质,可参考与其性能相似的介质的换算系数。

C.4.1.2 换算系数  $A_{2E}$

除能引起溶胀的介质外,换算系数  $A_{2E}=1$ 。

对于能引起溶胀的介质(见表 C.4 中表的脚注 g), $A_{2E}$  将通过适宜的试验进行测定。

C.4.2 换算系数  $A_1$

换算系数  $A_1$  考虑了材料的强度随温度而变化,因此该系数由冲击强度值导出。换算系数  $A_1$  的取值见表 C.1。

表 C.1 换算系数  $A_1$

材 料	工作温度/°C			
	-10	20	40	60
HDPE 高密度	1.2	1	1	1
PP-H 均聚物	1.8	1.3	1	1
PP-B 嵌段共聚物	1.2	1	1	1
PP-R 无规共聚物	1.2	1	1	1
PVC-NI 标准冲击强度 PVC-U	1.8	1.6	1.4	1.1
PVC-RI 较高冲击强度(PVC-U)	1.6	1.3	1	1
PVC-C 氯化的	1.9	1.8	1.6	1.2
PVDF-H 均聚物	1.6	1.4	1.2	1

C.5 焊接系数

几种材料的焊接系数( $f_s$  及  $f_i$ )见表 C.2 所示。

该数值是在全面控制的焊接工艺中测得的,并且该作业应由经考试合格的、有资格的人员操作。

短期系数适用于载荷作用时间不超过 1 h,因此只有长期系数应用于构件的设计计算,有关其他材料或连接工艺的系数值要分别确定。

表 C.2 短期( $f_s$ )及长期( $f_l$ )焊接系数

工 艺	材 料					
		HDPE	PP <sup>a</sup>	PVC-U <sup>b</sup>	PVC-C	PVDF
热熔对焊	$f_s$	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9
	$f_l$	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
热风挤出焊接	$f_s$	0.8	0.8	—	—	—
	$f_l$	0.6	0.6	—	—	—
热风焊接	$f_s$	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
	$f_l$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
<sup>a</sup> PP-H,PP-B,PP-R; <sup>b</sup> PVC-NI,PCV-RI.						

C.6 安全系数

安全系数 S 表示构件按要求使用时,在设计寿命的任何时间内,材料蠕变强度的安全性会得到保证。

依据容器及设备所具有的潜在危险规定了两种载荷工况下的安全系数,见表 C.3,设计人员应根据每个特定工况选择合适的安全系数。

应用中可取中间值。

表 C.3 安全系数

载荷形式	S
载荷情况 1: 室温及恒定静载荷。如遇故障不可能对人、物及环境造成危险。	1.3
载荷情况 2: 变载荷(如温度、装料高度变化)。如遇故障可能对人、物及环境造成危险。	2.0

有关稳定性的计算,见 C.3.2,安全系数取 2。

C.7 蠕变强度图表、蠕变模量图表及换算系数

C.7.1 蠕变强度图表(图 C.1~图 C.12)

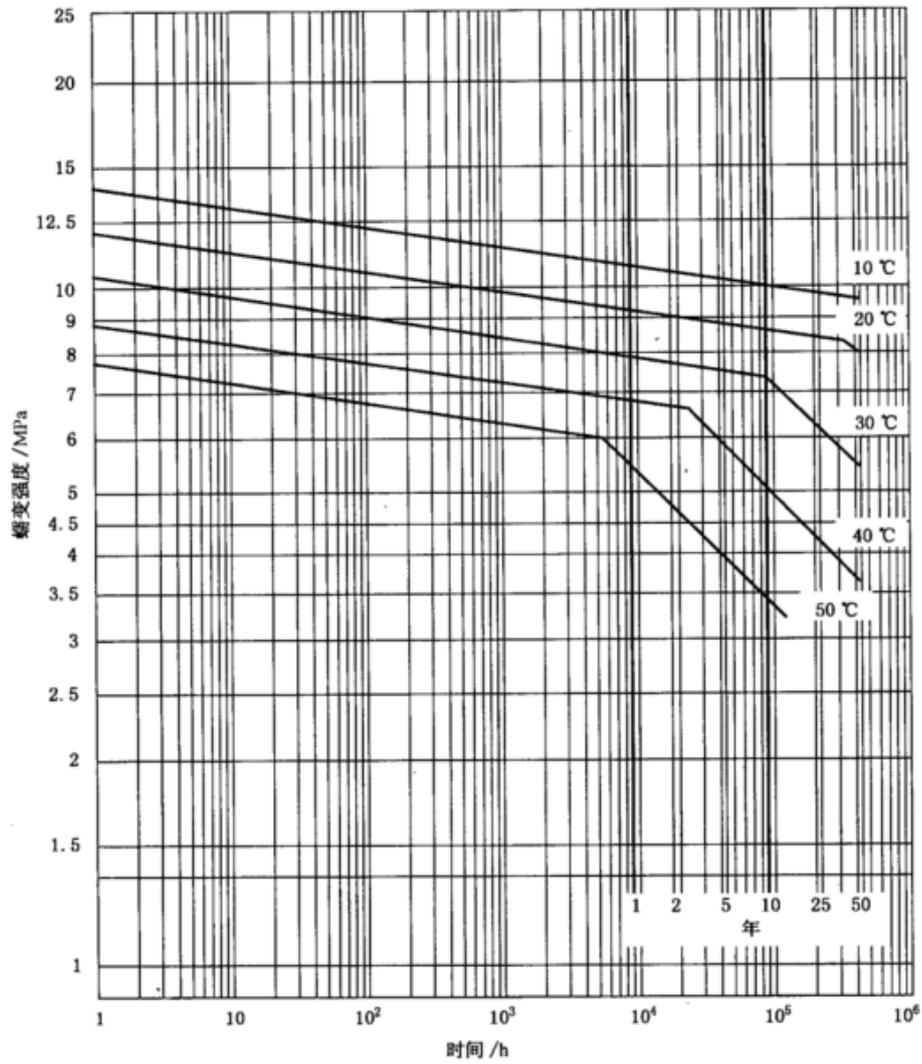


图 C.1 高密度聚乙烯管材的蠕变强度(HDPE)

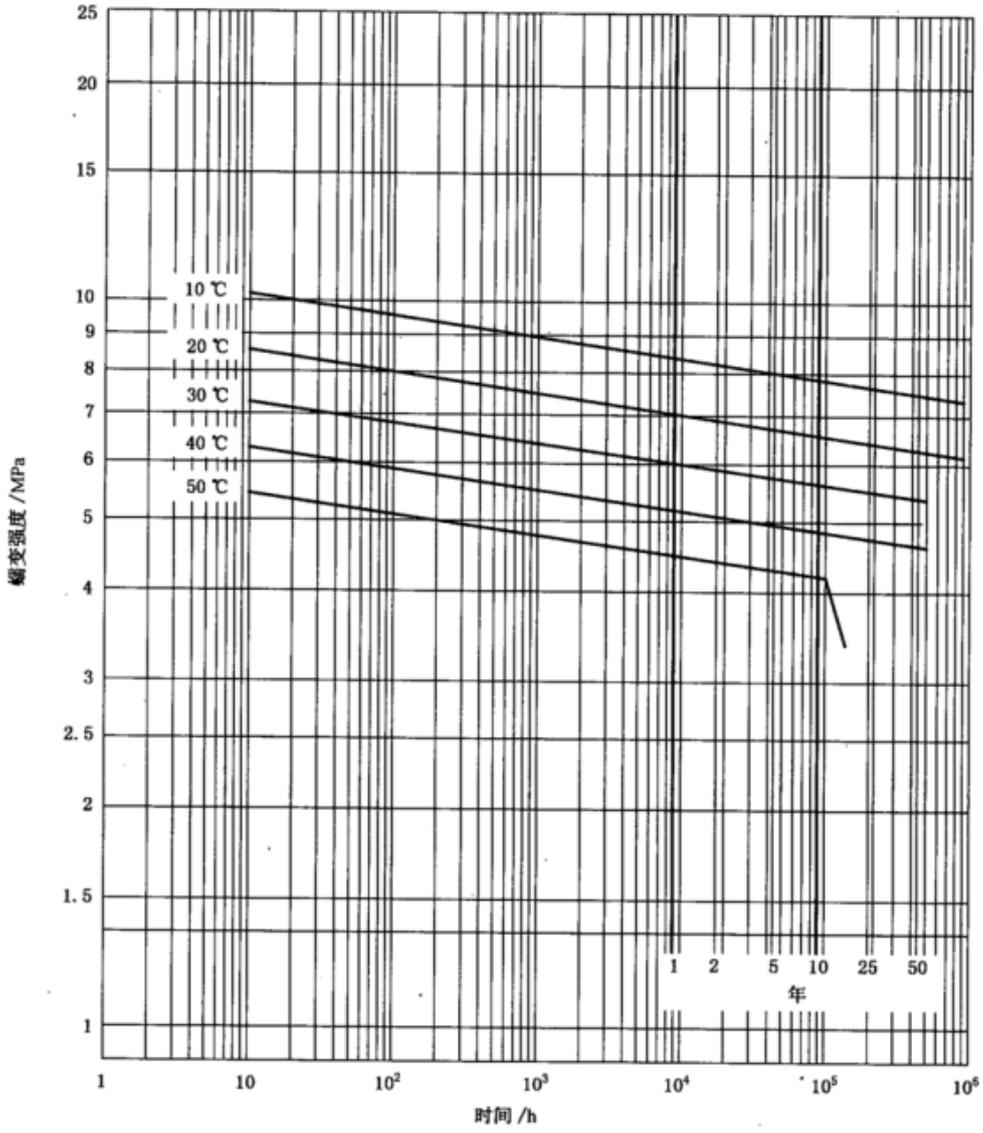


图 C.2 聚乙烯管材的蠕变强度(PE 63)

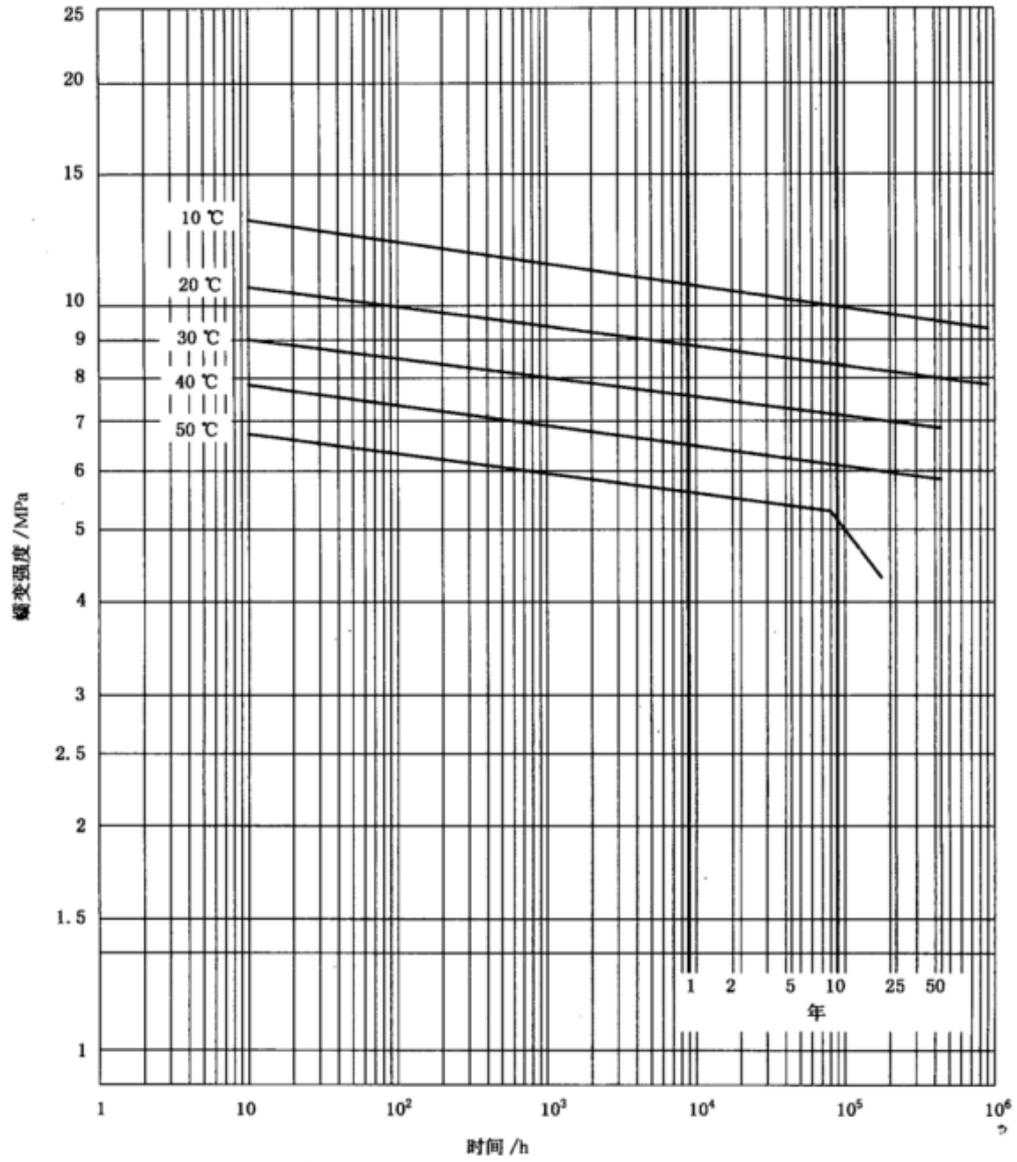


图 C.3 聚乙烯管材的蠕变强度(PE 80)

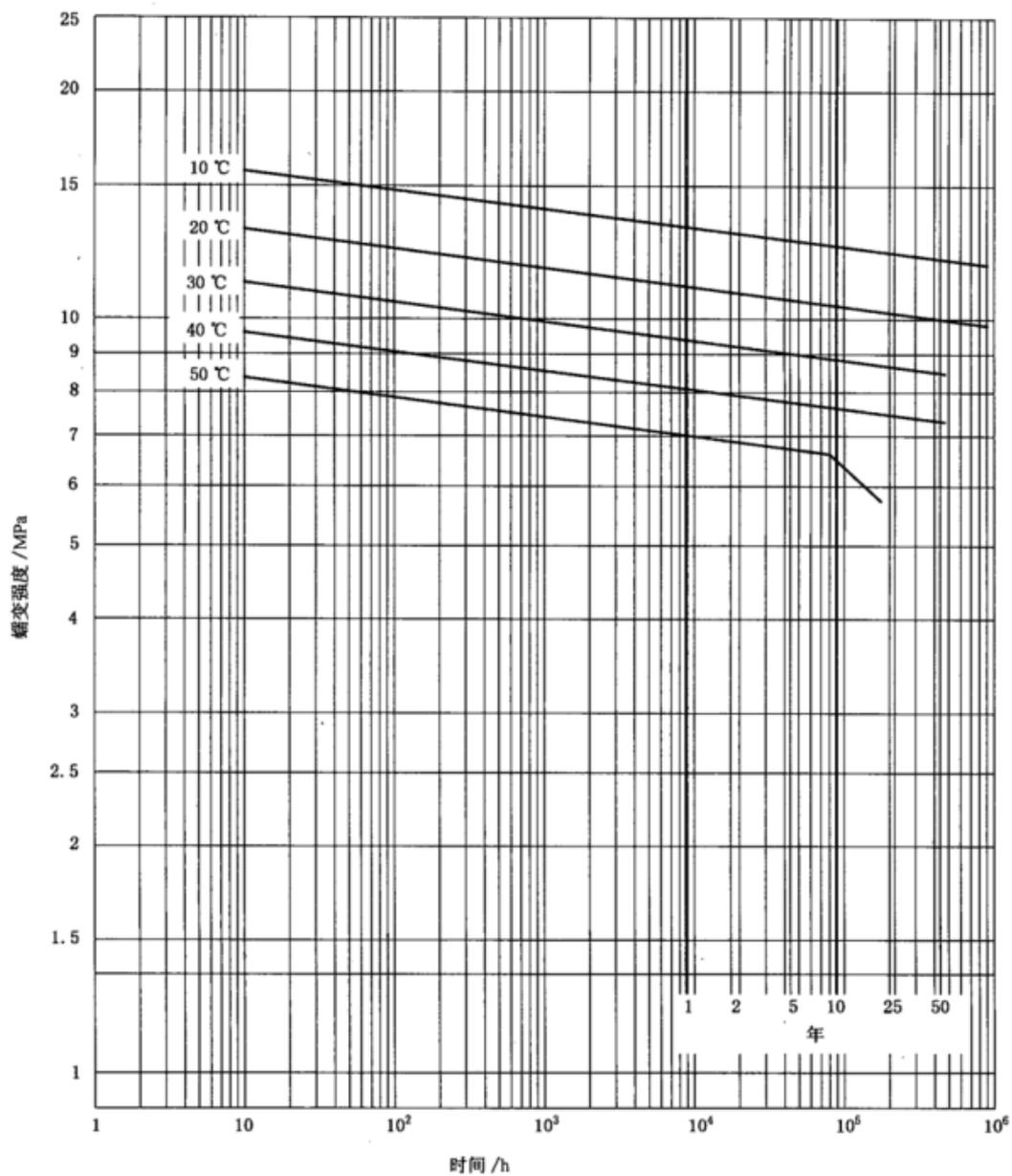


图 C.4 聚乙烯管材的蠕变强度(PE 100)

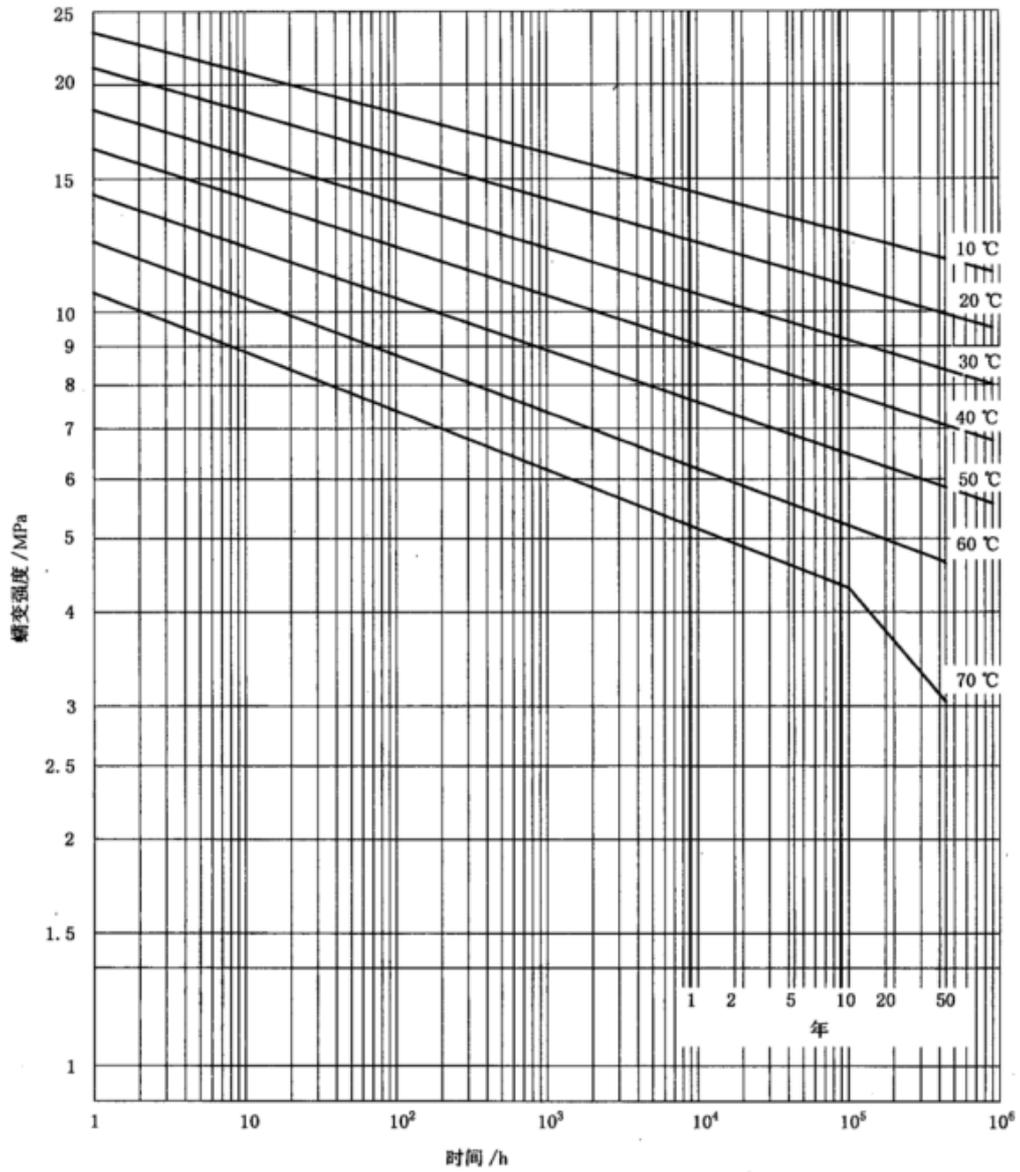


图 C.5 聚丙烯管材的蠕变强度(PP-H)

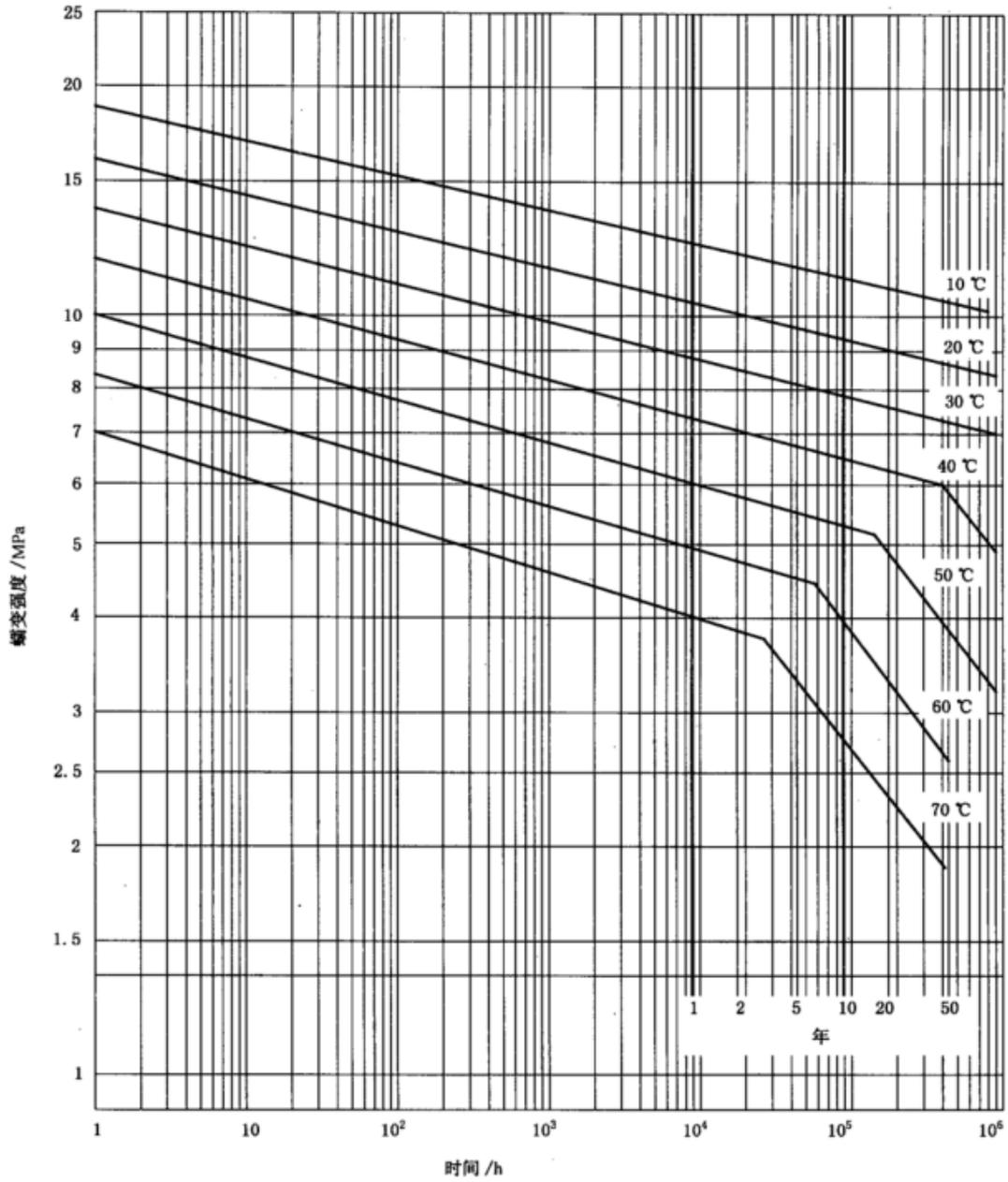


图 C.6 聚丙烯管材的蠕变强度(PP-B)

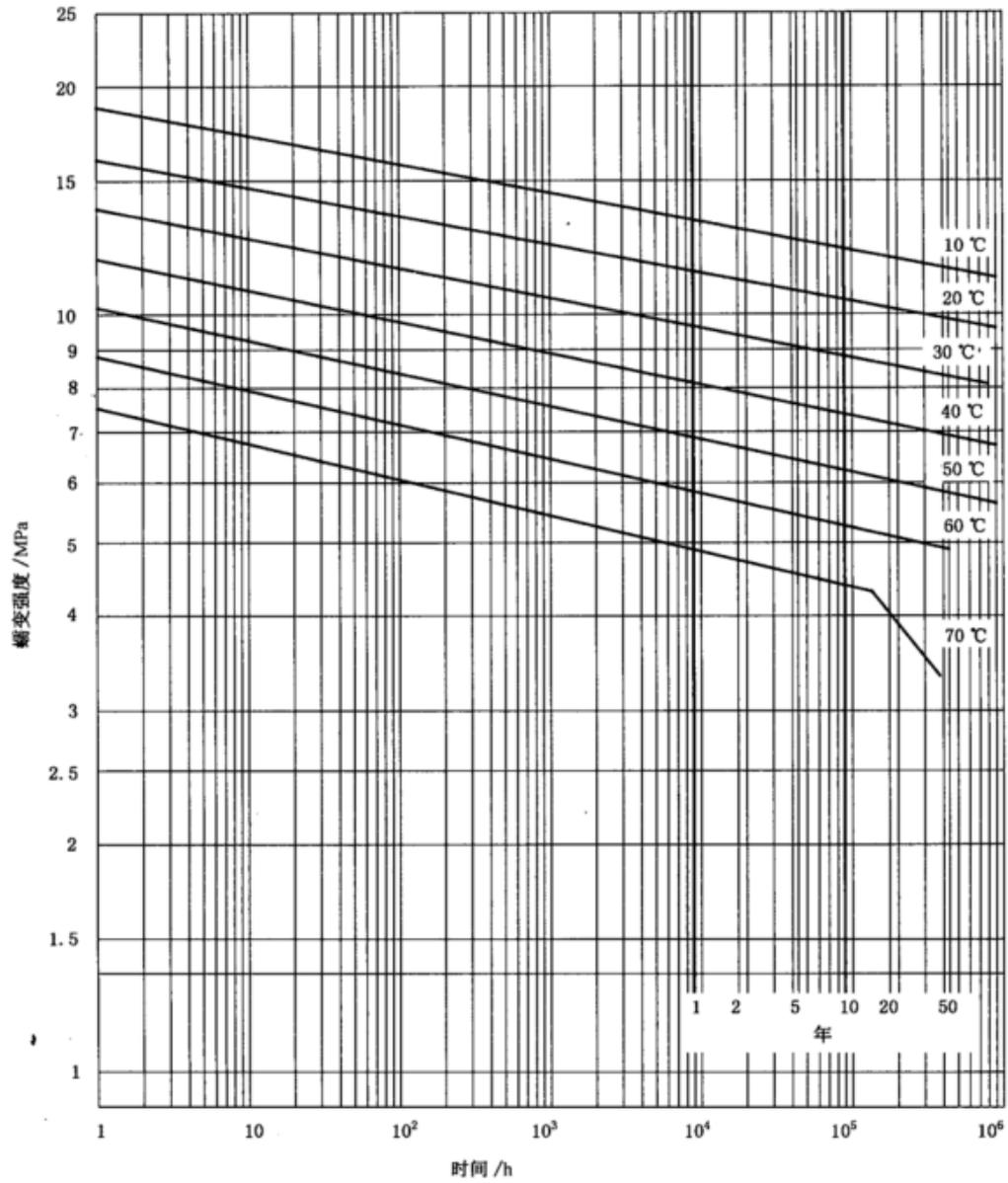


图 C.7 聚丙烯管材的蠕变强度(PP-R)

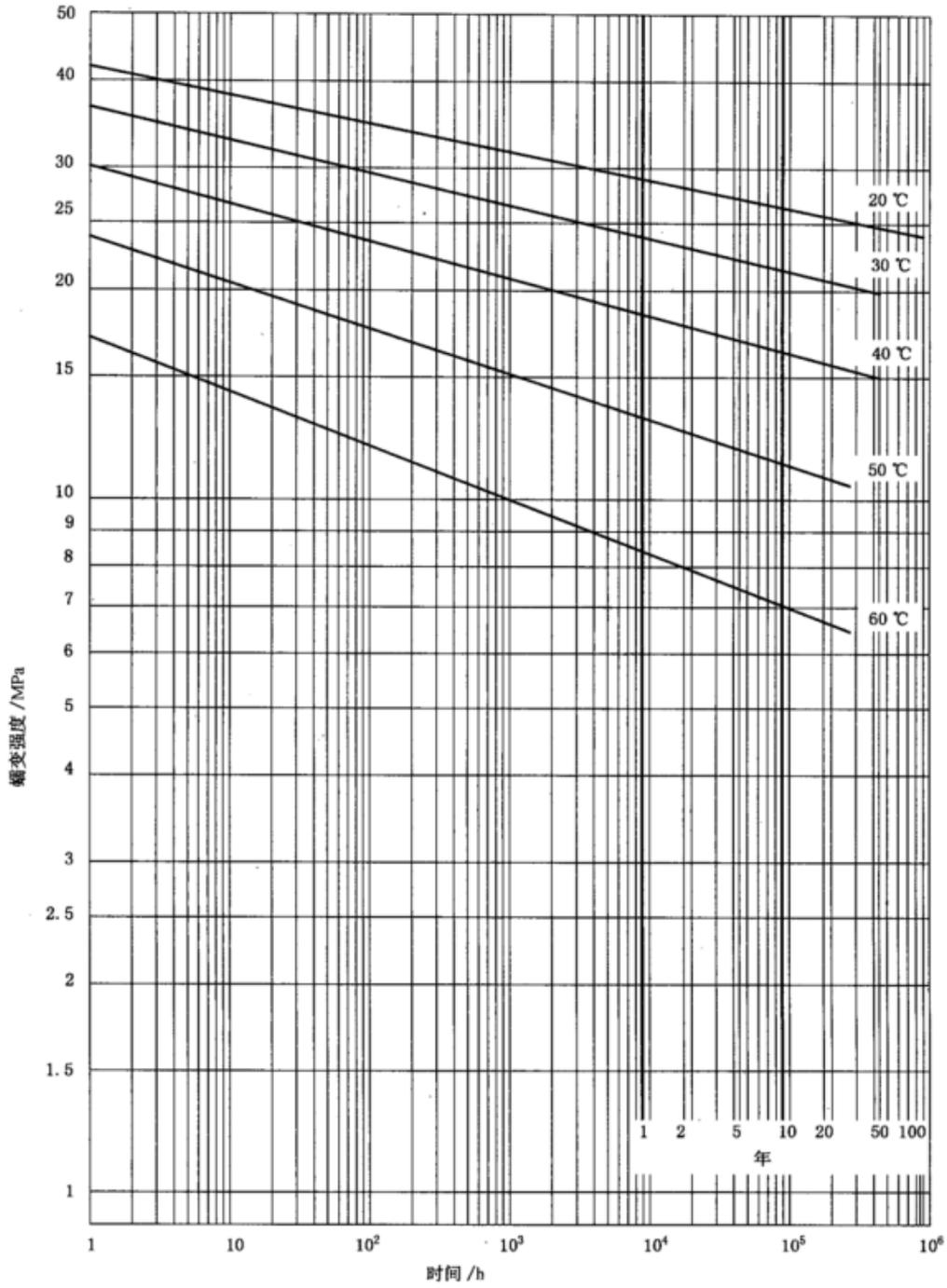


图 C.8 未增塑的标准冲击强度的聚氯乙烯管材的蠕变强度(PVC-NI、PVC-U)

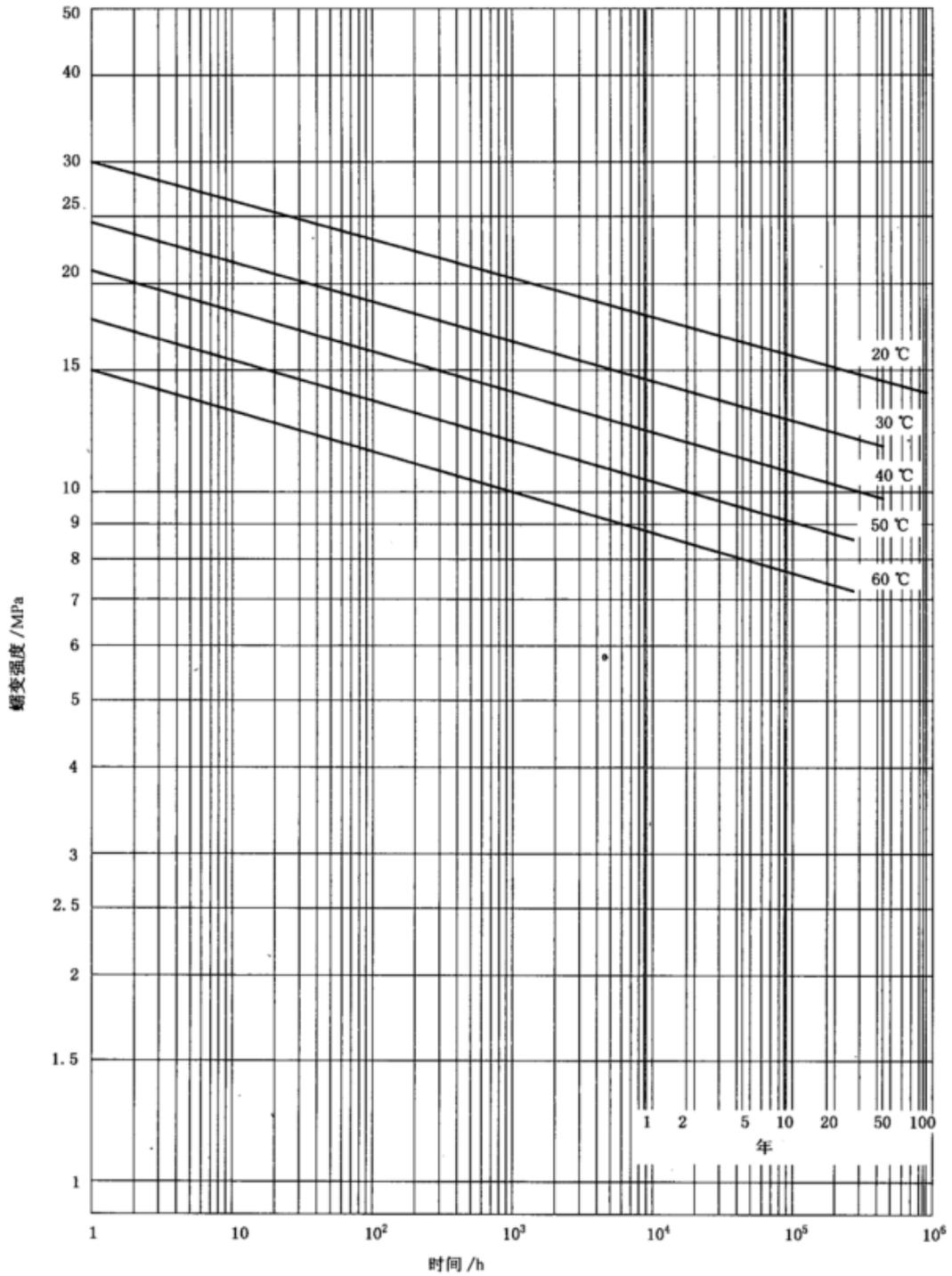


图 C.9 未增塑的改性抗冲击聚氯乙烯(PVC-R1)管材的蠕变强度  
形式 1:以氯丙烯为主,混有氯乙烯均聚物和接枝共聚物

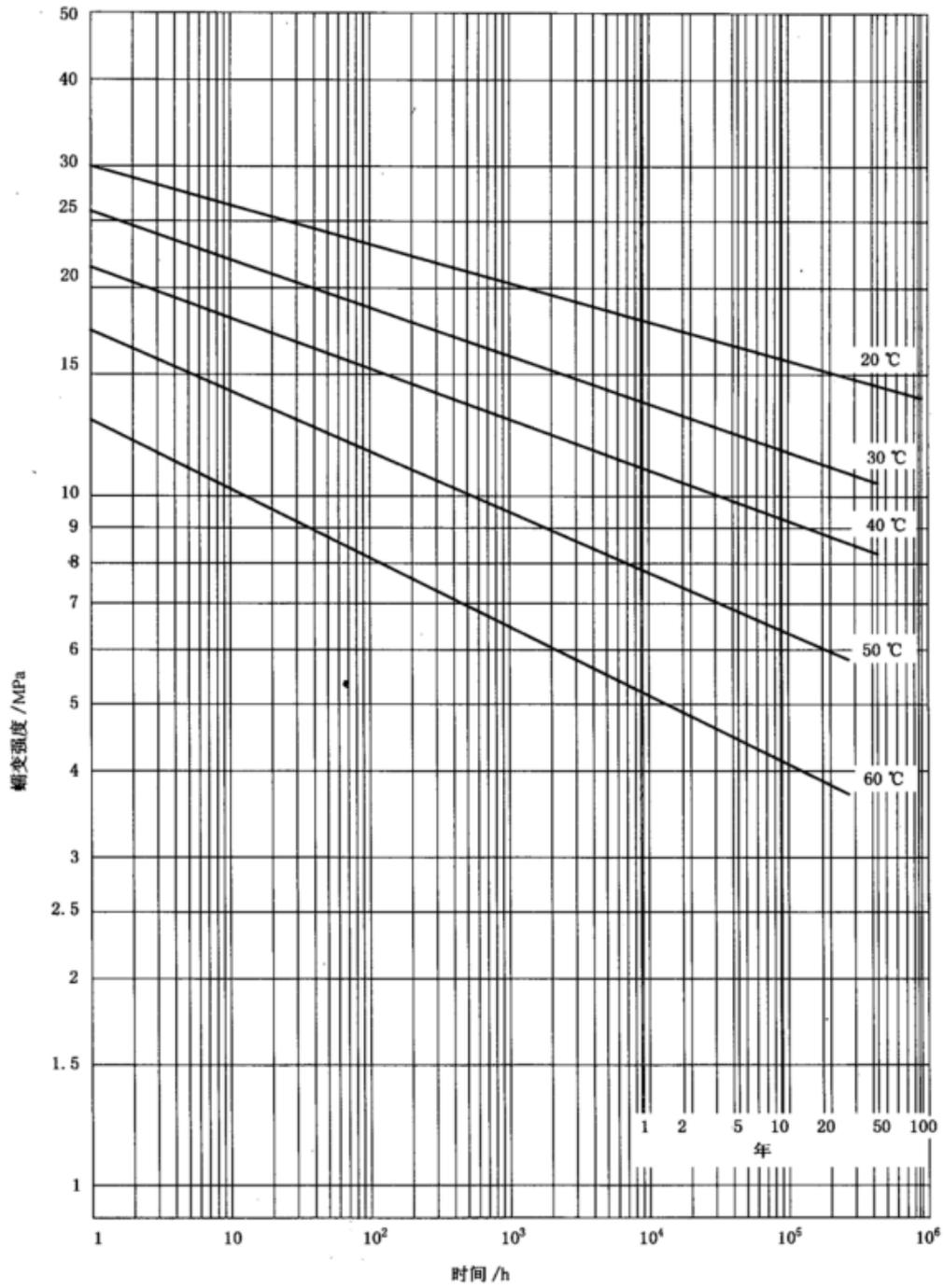


图 C.10 未增塑的改性抗冲击聚氯乙烯(PVC-R1)管材的蠕变强度  
形式 2:均聚氯乙烯与氯化聚乙烯混合物

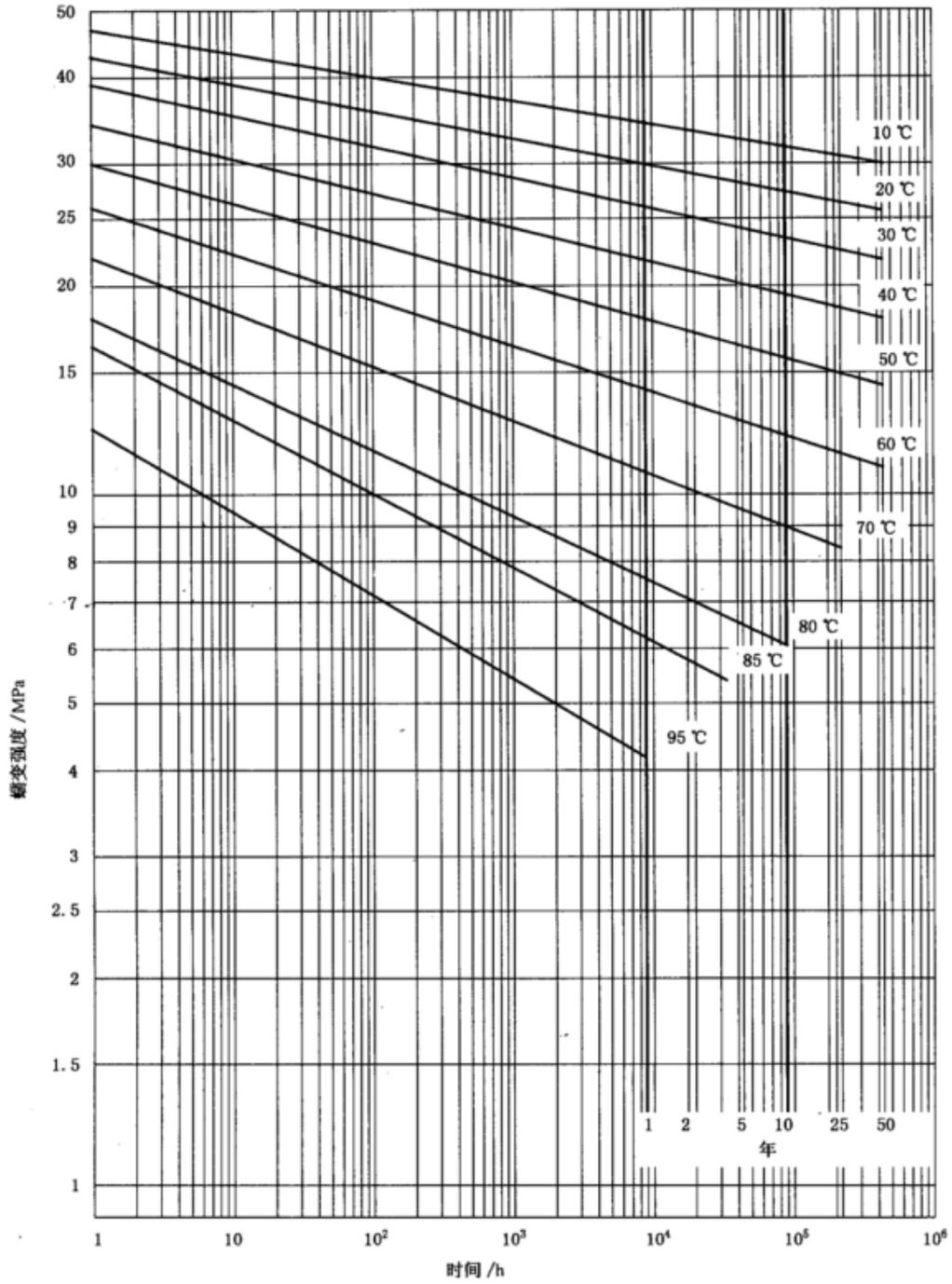


图 C.11 氯化聚氯乙烯管材的蠕变强度(PVC-C)

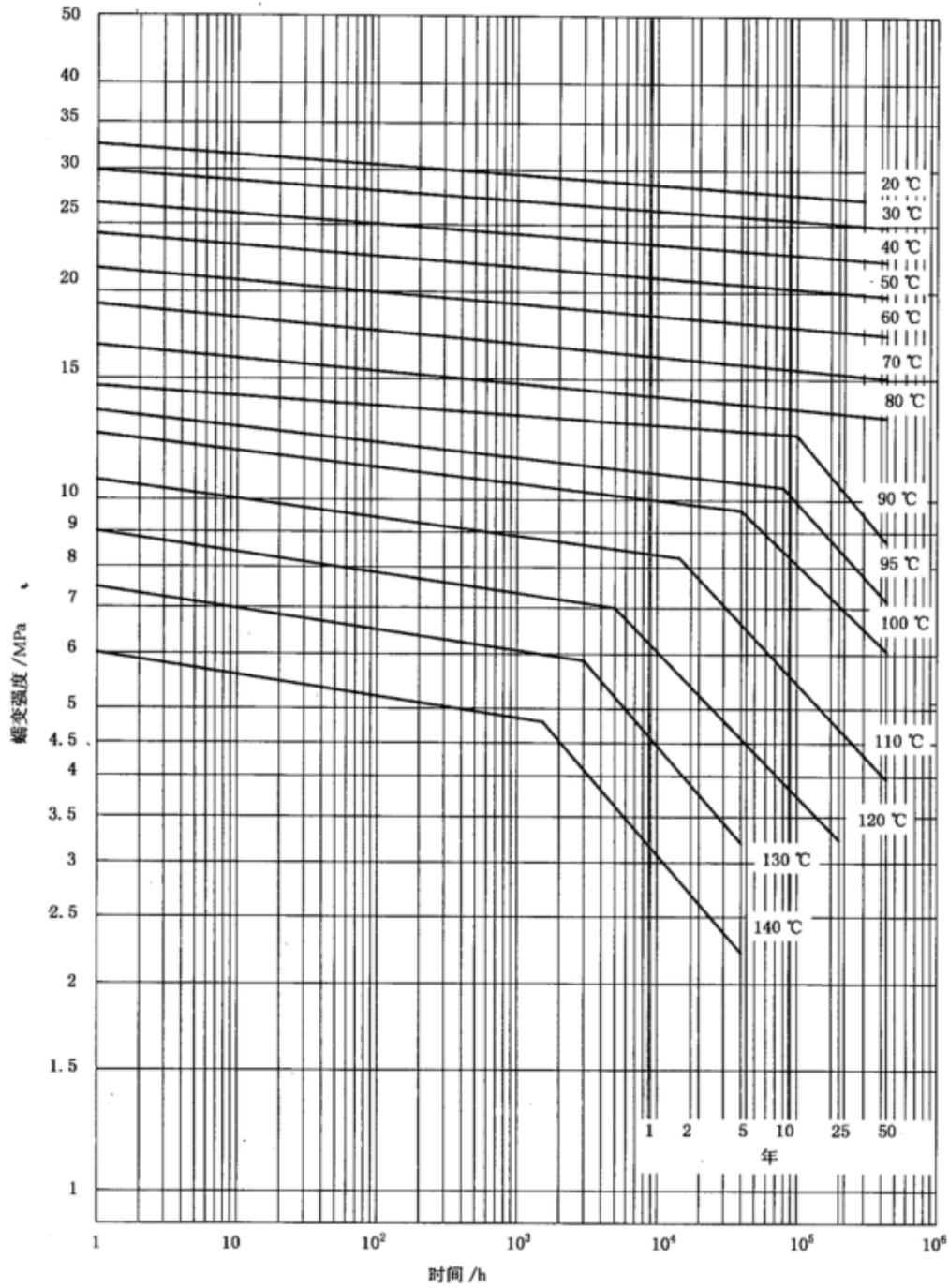


图 C.12 聚偏二氟乙烯管材的蠕变强度(PVDF)

C.7.2 蠕变模量图表(图 C.13~图 C.27)

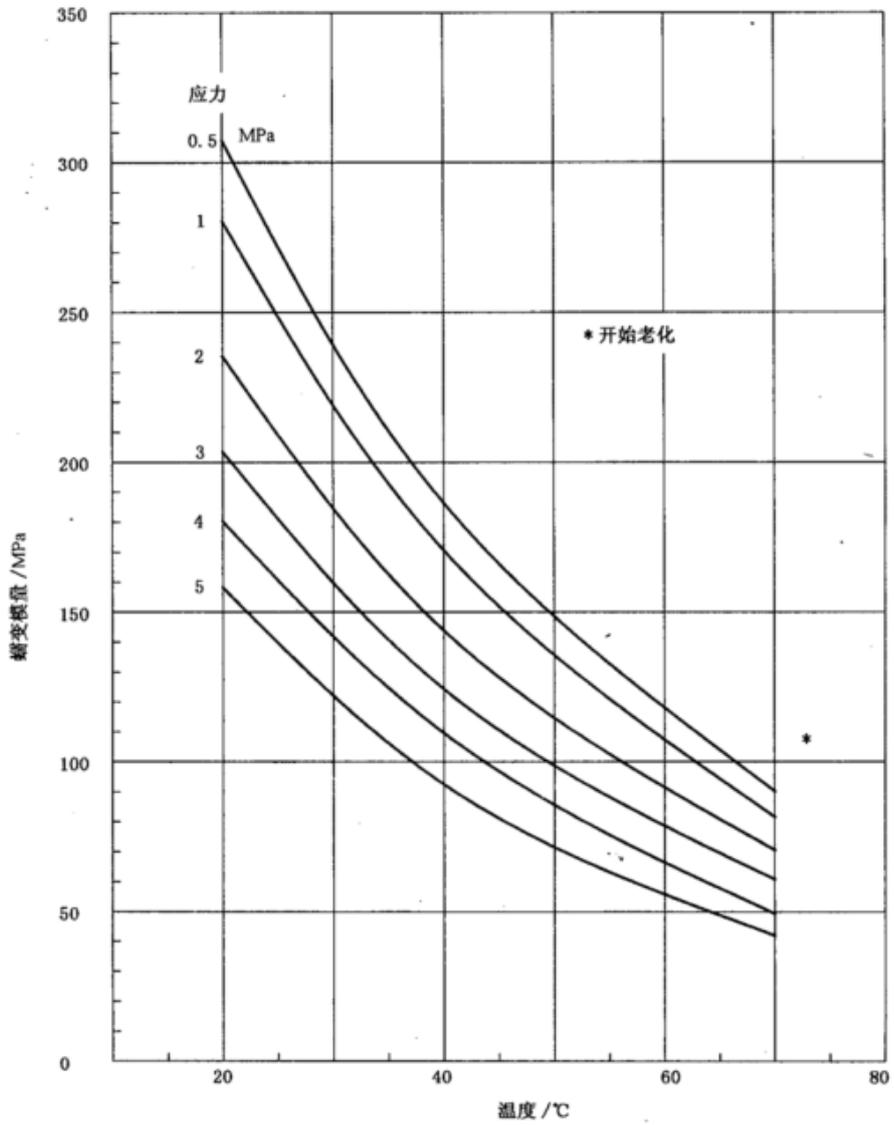


图 C.13 高密度聚乙烯(HDPE)1年的蠕变模量

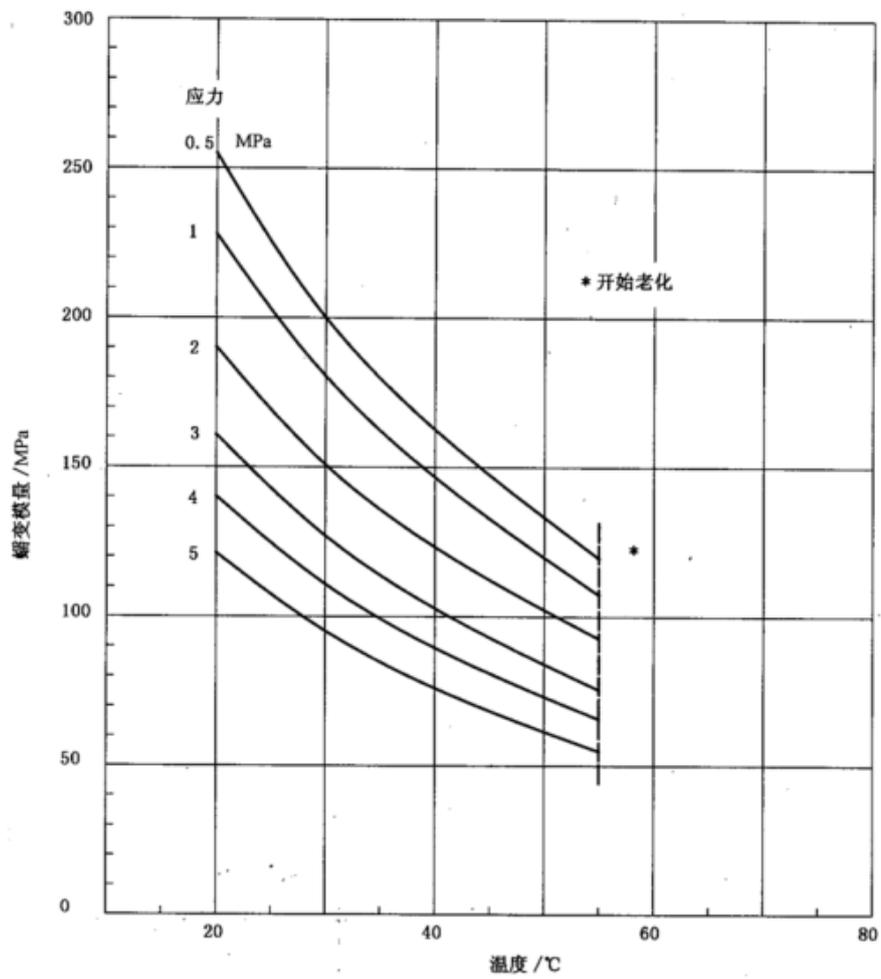


图 C.14 高密度聚乙烯(HDPE)10年的蠕变模量

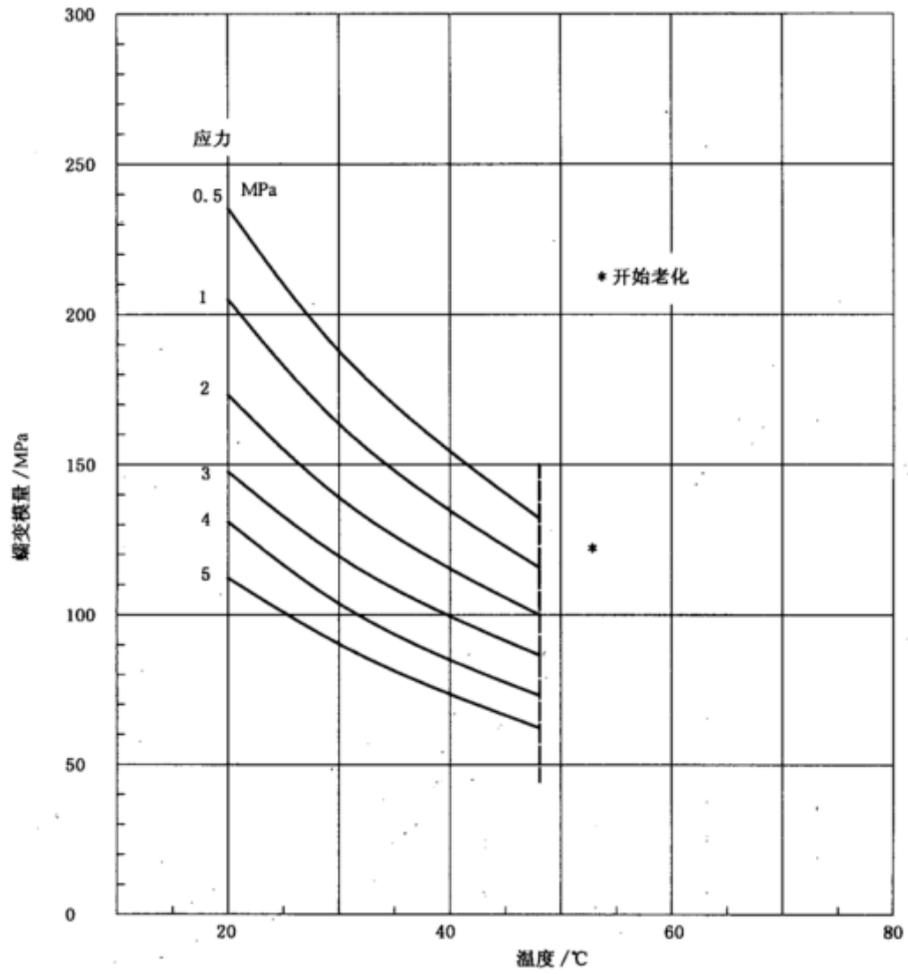


图 C.15 高密度聚乙烯(HDPE)25 年的蠕变模量

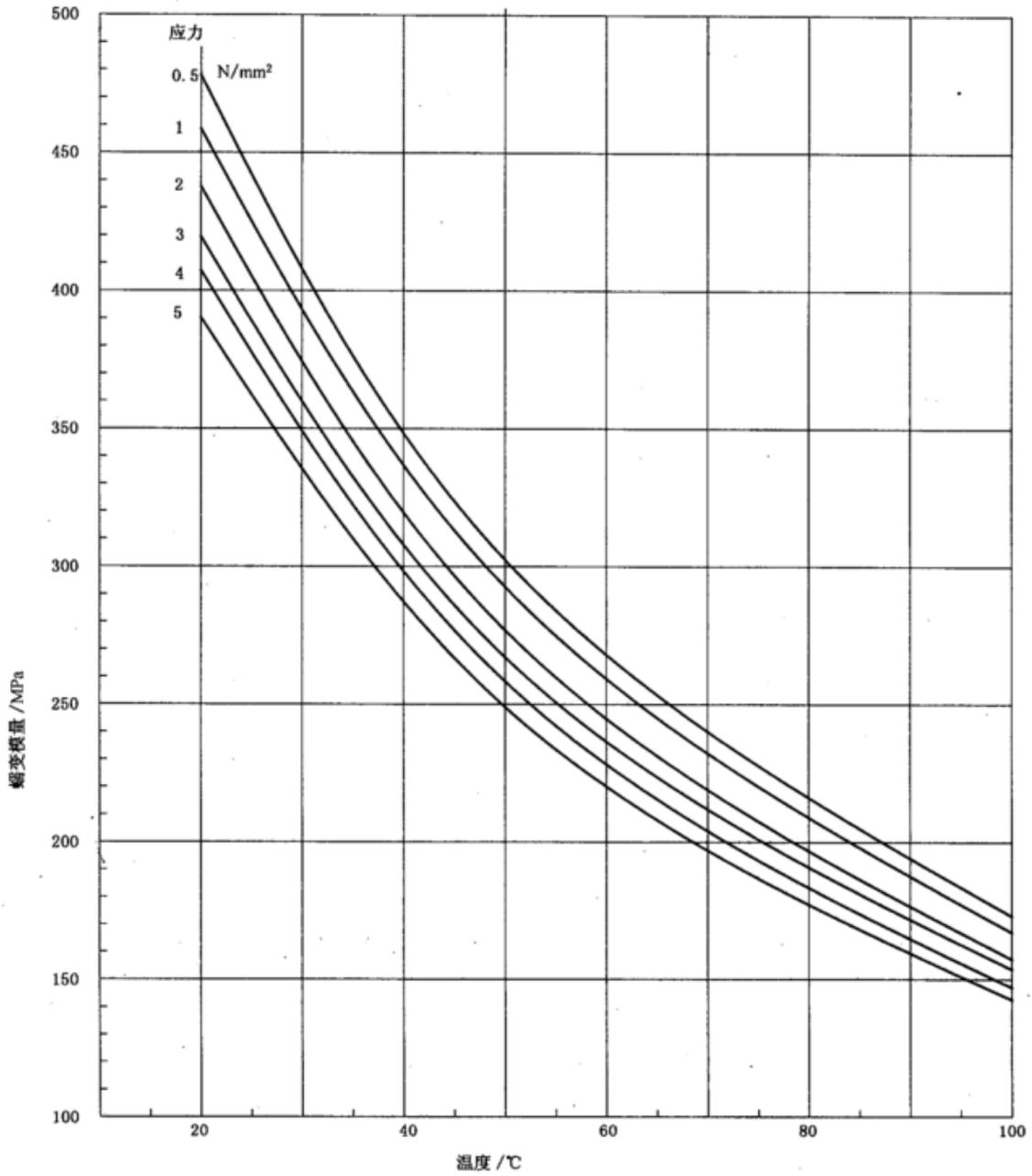


图 C. 16 聚丙烯(PP-H)1年的蠕变模量

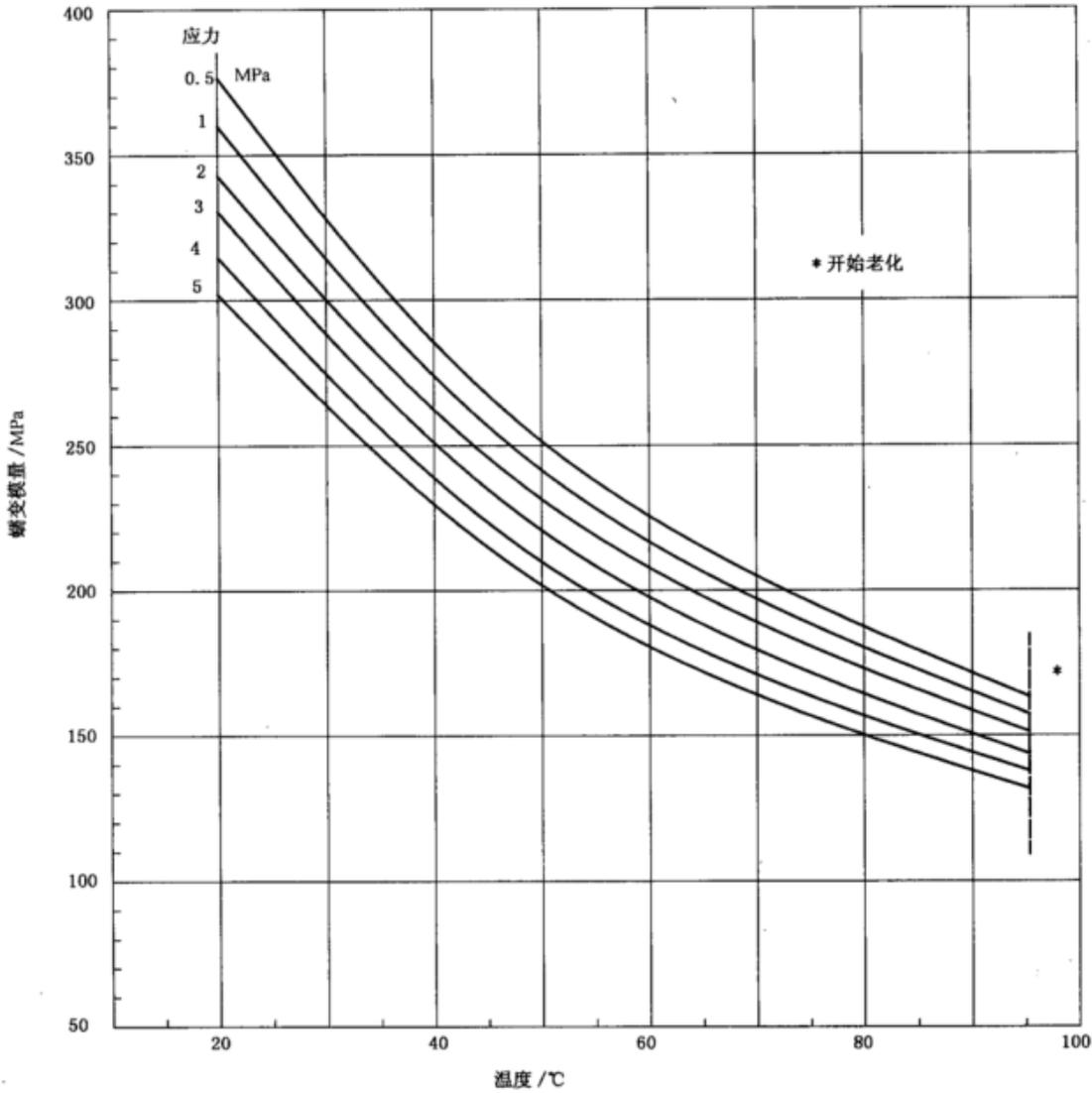


图 C. 17 聚丙烯(PP-H)10 年的蠕变模量

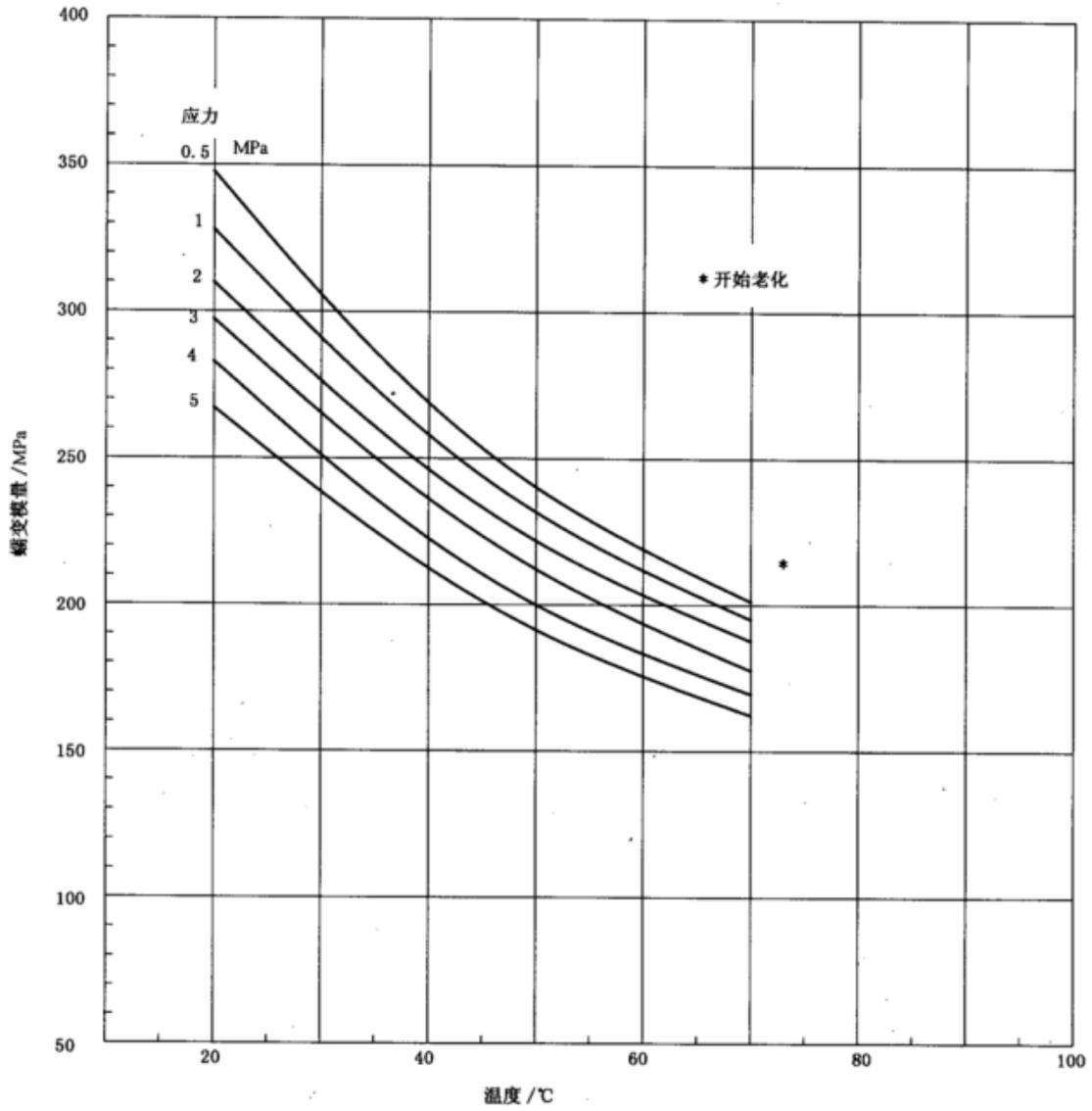


图 C. 18 聚丙烯(PP-H)25年的蠕变模量

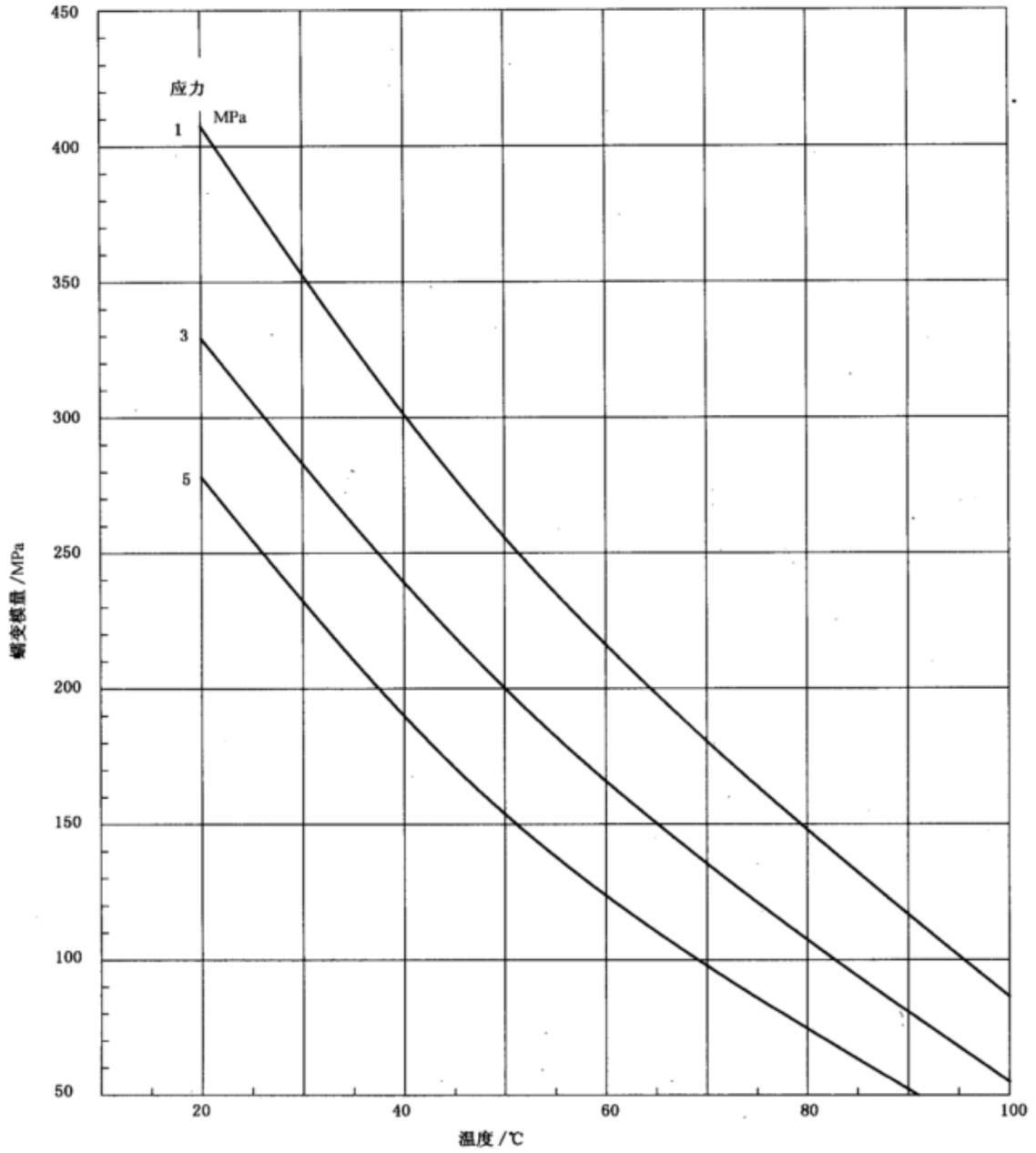


图 C. 19 聚丙烯(PP-B)1年的蠕变模量

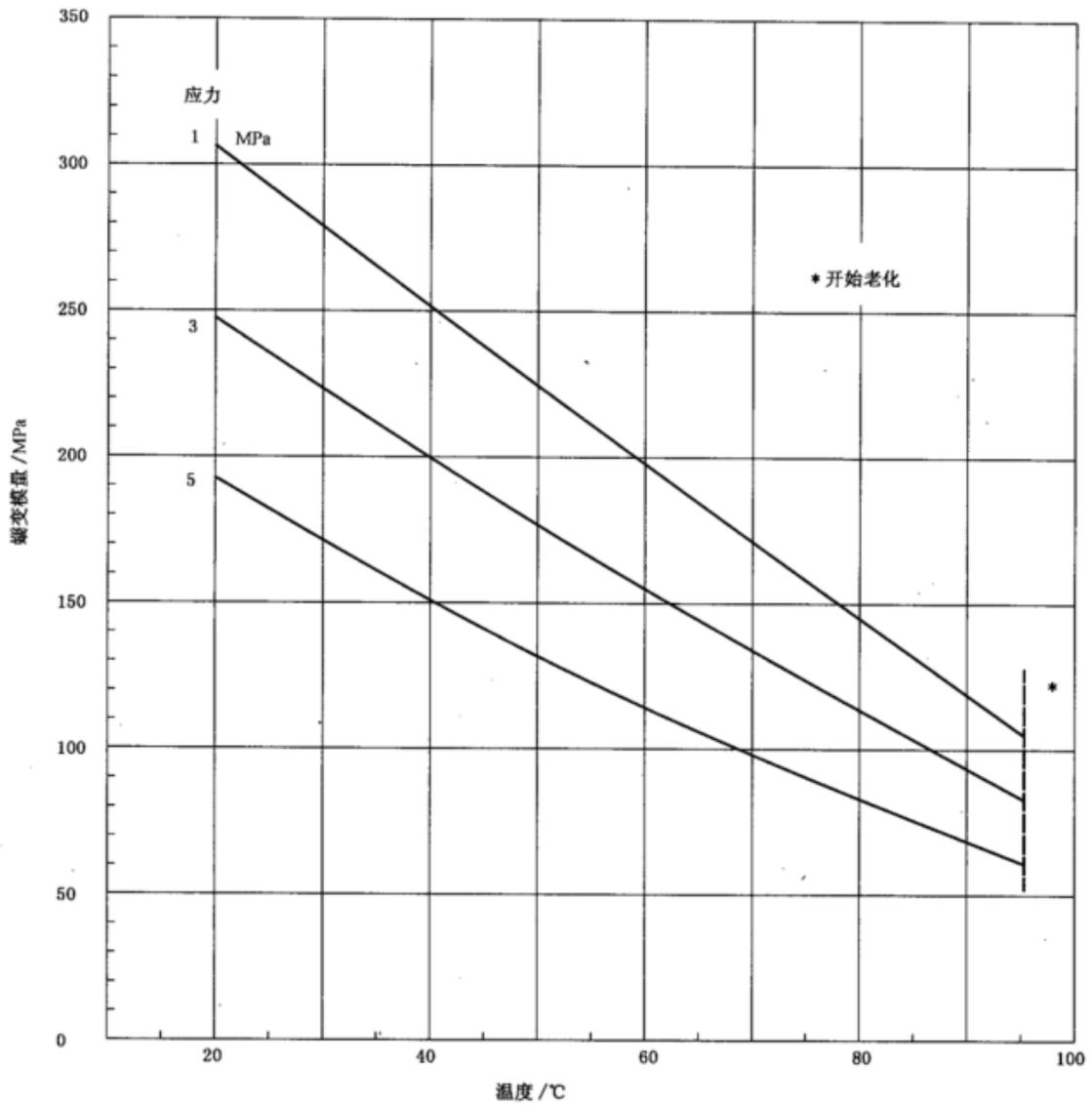


图 C.20 聚丙烯(PP-B)10年的蠕变模量

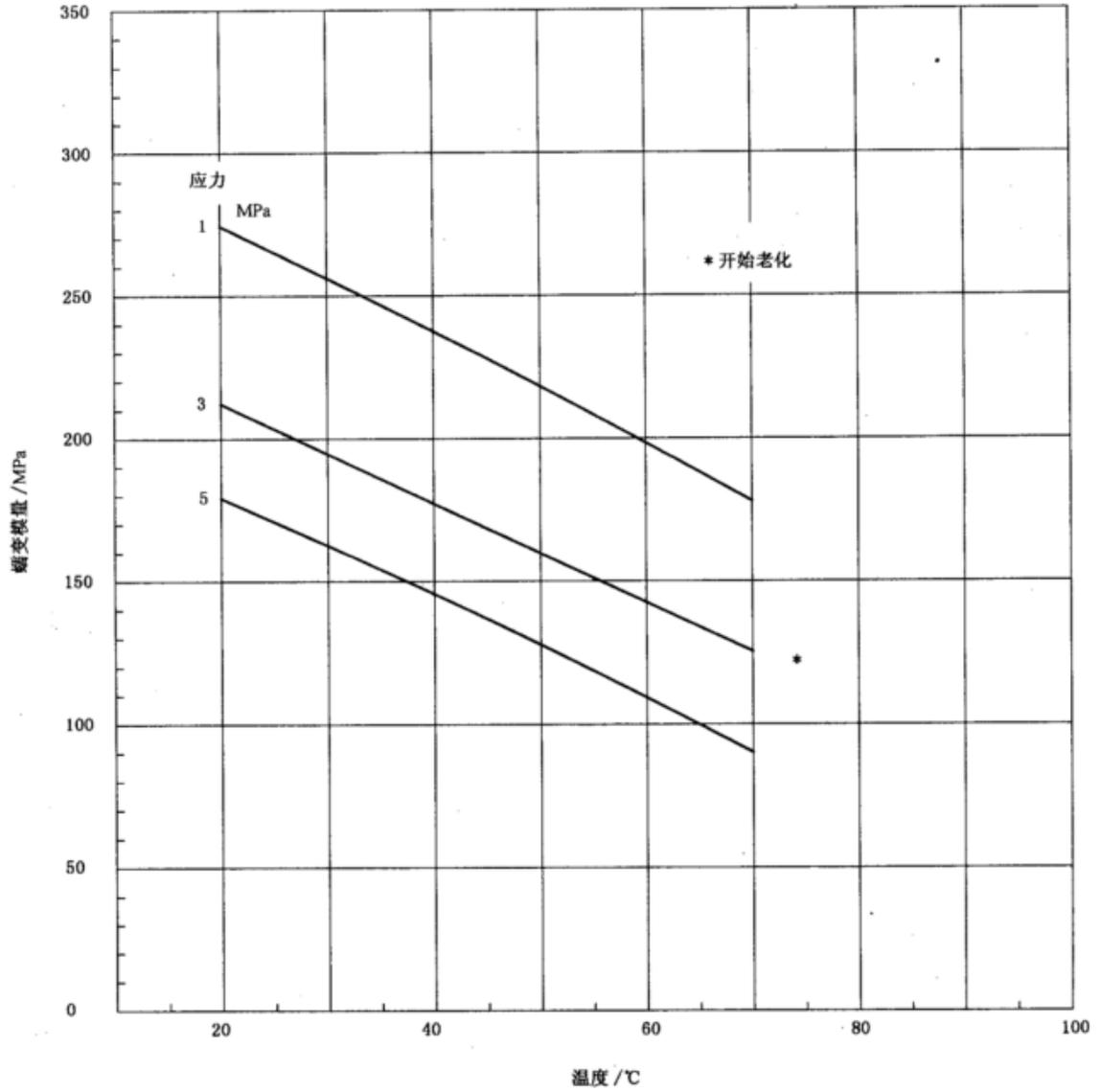


图 C.21 聚丙烯(PP-B)25年的蠕变模量

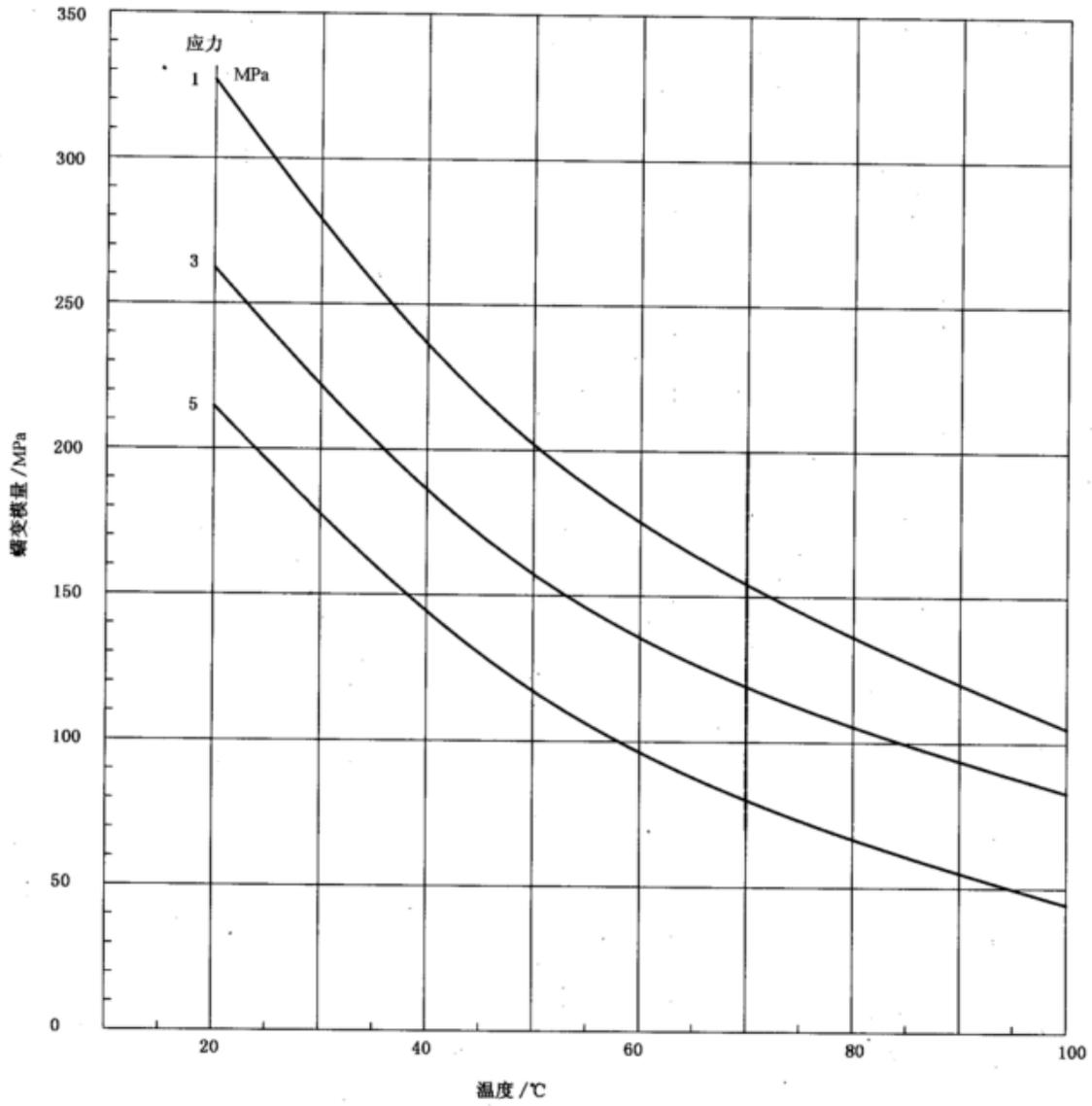


图 C.22 聚丙烯(PP-R)1年的蠕变模量

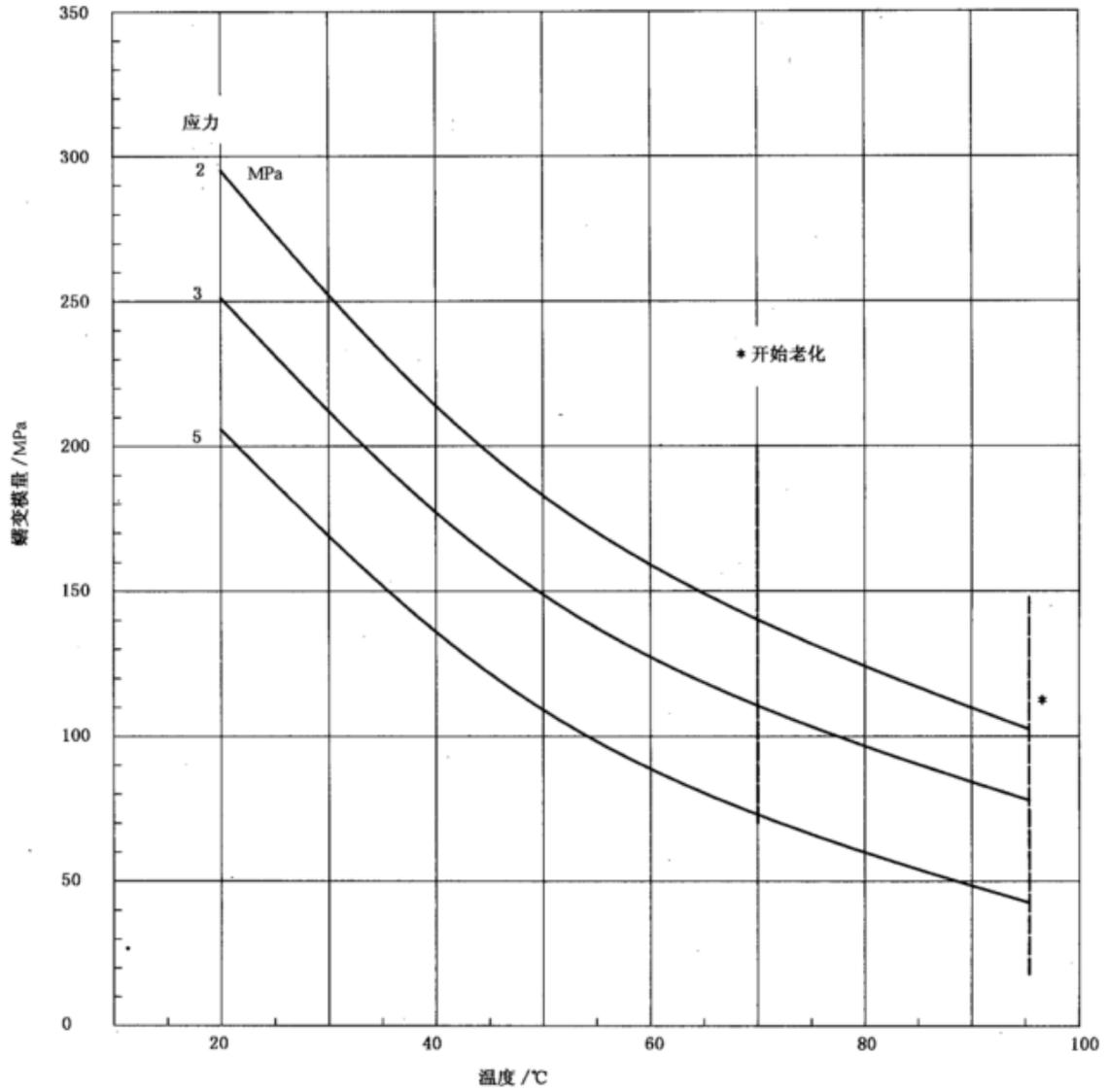


图 C. 23 聚丙烯(PP-R)10年的蠕变模量

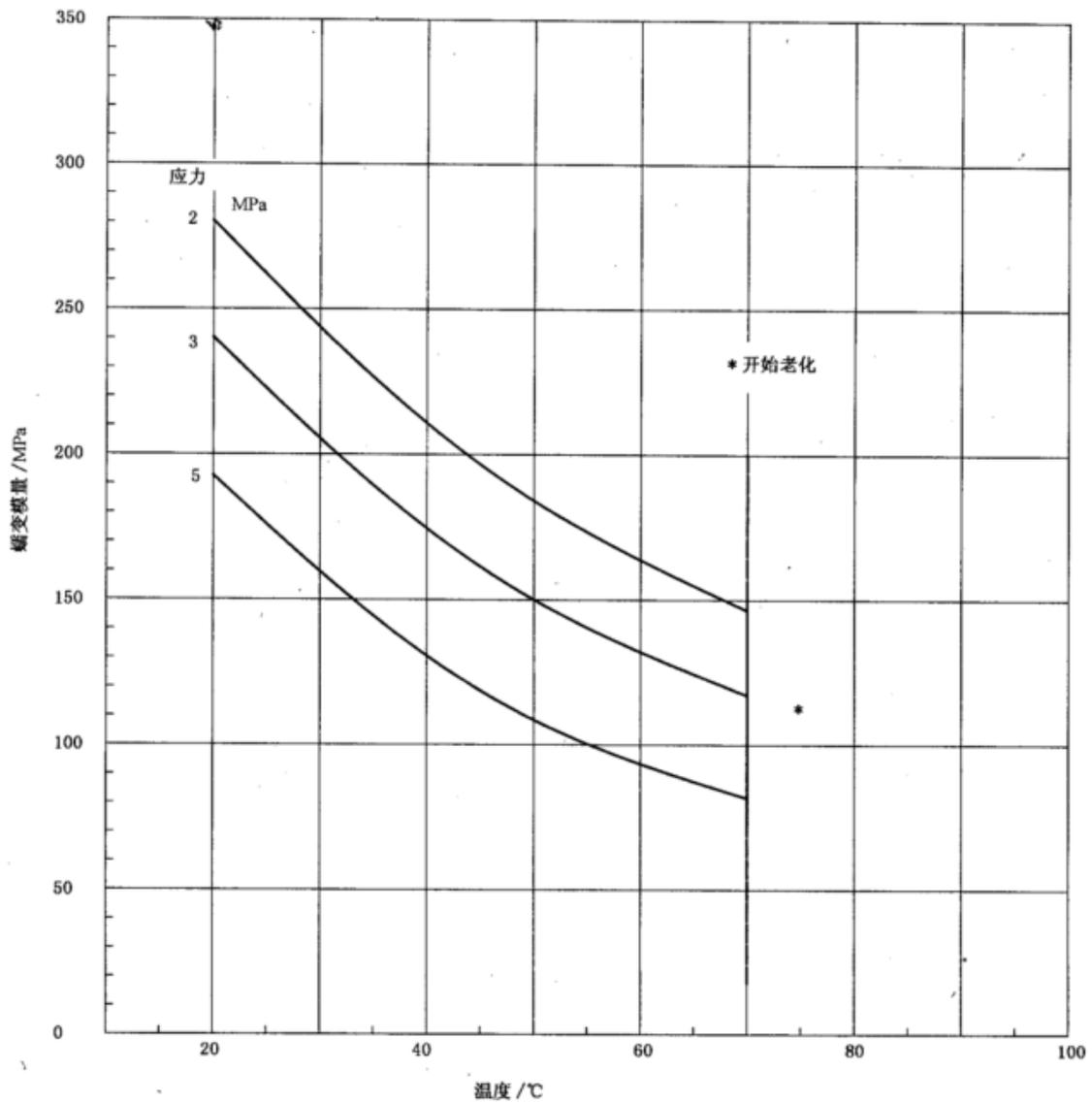


图 C. 24 聚丙烯(PP-R)25 年的蠕变模量

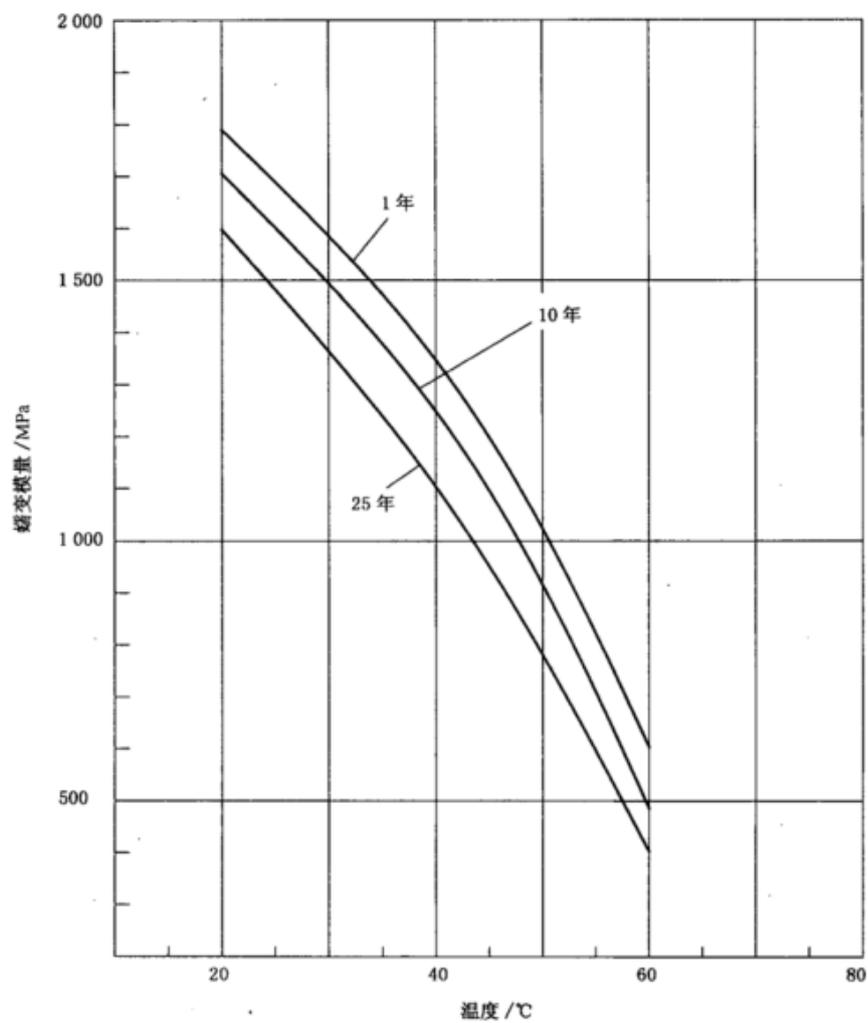


图 C. 25 未增塑聚氯乙烯(PVC-NI)材质的蠕变模量  
应力范围  $\sigma = 2.5 \text{ MPa} \sim 10 \text{ MPa}$

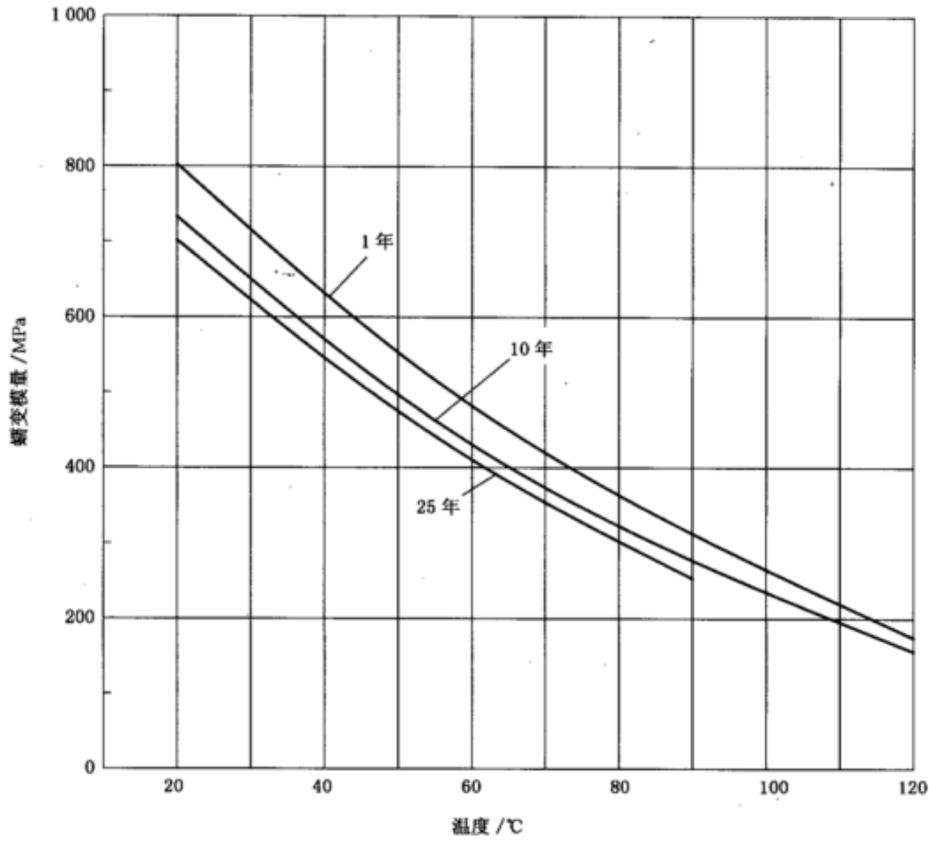


图 C. 26 聚偏二氟乙烯(PVDF-H)材质的蠕变模量  
应力范围  $\sigma = 2 \text{ MPa} \sim 5 \text{ MPa}$

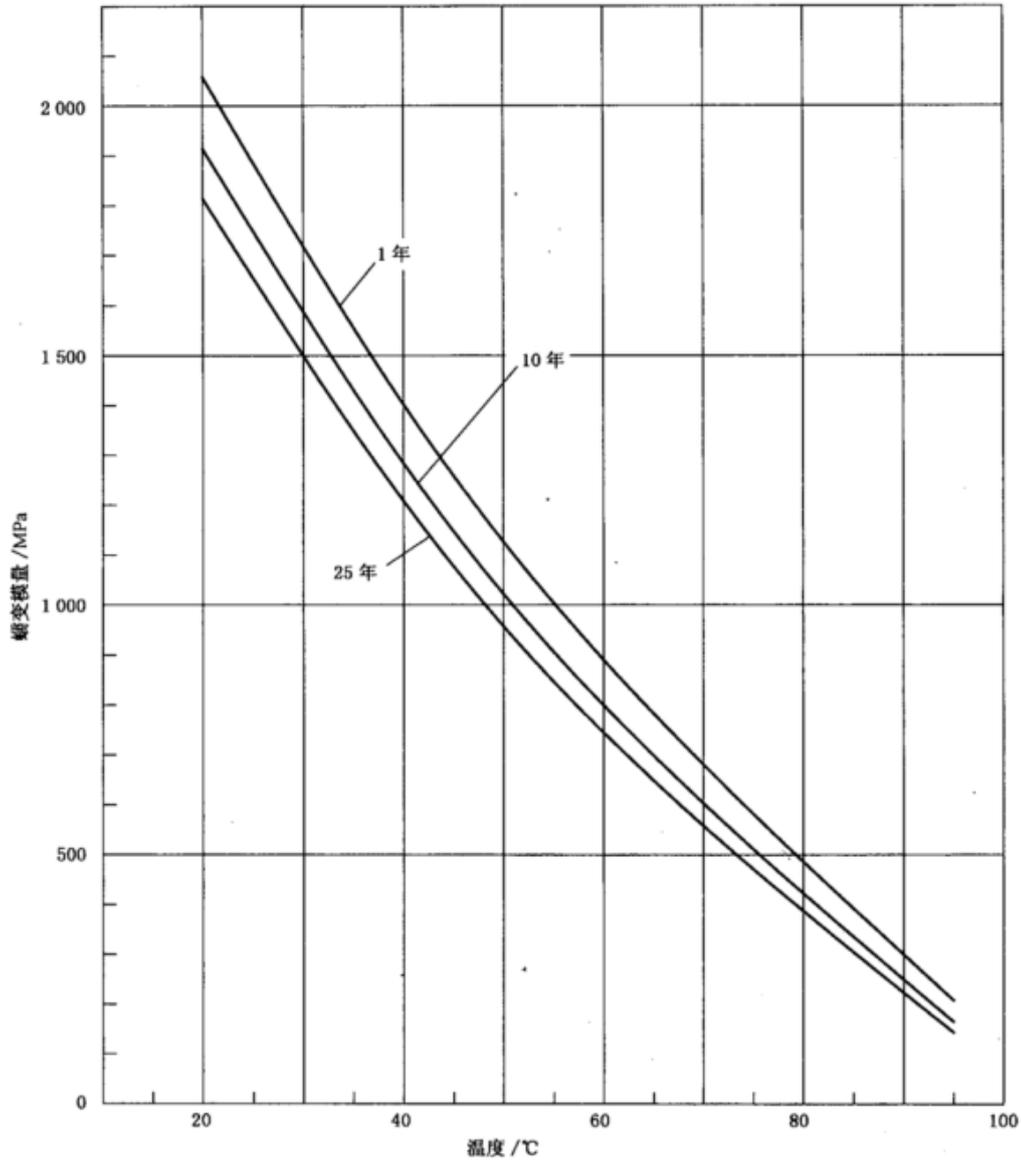


图 C.27 氯化聚氯乙烯(PVC-C)材质的蠕变模量  
应力范围  $\sigma=5\text{ MPa}\sim 20\text{ MPa}$

C.7.3 介质影响的换算系数  $A_{2K}$

表 C.4 介质影响的换算系数  $A_{2K}$

介质	化学式	*	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 °C	40 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	20 °C	40 °C	60 °C
乙酸, 醋酸 <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> COOH	O	60	1.85 <sup>f</sup>	1.72 <sup>f</sup>							
			98	8.33 <sup>f</sup>	8.33 <sup>f</sup>							
乙酰乙酸甲酯 [甲酯]	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> COOCH <sub>3</sub>	O	100									
乙酰乙酸乙酯 [乙酯] <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> COCH <sub>2</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	O	100									

表 C.4 (续)

介 质	化学式	·	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 ℃	40 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃	80 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃
空气	O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	I	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1
烯烃溶液 <sup>d</sup>		M	100									
I价III价硫酸铝 <sup>e</sup>		I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化铝 <sup>e</sup>	AlCl <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸铝钾 <sup>e</sup>	KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	I	>10							1	1	1
硫酸铝 <sup>e</sup>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氨,气体 <sup>e</sup>	NH <sub>3</sub>	I	TP	1	1	1	1	1		1	1	1
氨,液体 <sup>e</sup>	NH <sub>3</sub>	I	TP	1	1	1						
氨水 <sup>e</sup>	NH <sub>4</sub> OH	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
醋酸铵 <sup>e</sup>	CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	M	≤S	1	1	1	1	1				
溴化铵 <sup>e</sup>	NH <sub>4</sub> Br	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
碳酸铵 <sup>e</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化铵 <sup>e</sup>	NH <sub>4</sub> Cl	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氟化铵 <sup>e</sup>	NH <sub>4</sub> F	I	>10	1	1	1	1	1		1	1	1
碳酸氢铵 <sup>e</sup>	(NH <sub>4</sub> )HCO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硝酸铵 <sup>e</sup>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
磷酸铵 <sup>e</sup>	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硫酸铵 <sup>e</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硫化铵 <sup>e</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
防冻剂 <sup>e</sup>		M	100									
			50									
苹果汁 <sup>e</sup>		O	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
碳酸钡 <sup>e</sup>	BaCO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化钡 <sup>e</sup>	BaCl <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氢氧化钡 <sup>e</sup>	Ba(OH) <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硝酸钡 <sup>e</sup>	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
钡盐 <sup>e</sup>		IM	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硫酸钡 <sup>e</sup>	BaSO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫化钡 <sup>e</sup>	BaS	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
蓄电池酸 <sup>e</sup>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	I	≤51	1	1	1	1	1		1	1	1
啤酒 <sup>e</sup>		O	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
苯磺酸 <sup>e</sup>		O	40							1	1	1
汽油(苯) <sup>e</sup>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> 到C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>	O	100	1.1 <sup>f</sup>	1.1 <sup>f</sup>							
粗苯(不纯苯) <sup>e</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O	100	1 <sup>f</sup>	1 <sup>f</sup>							

表 C.4 (续)

介质	化学式	·	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 ℃	40 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃	80 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃
硼酸 <sup>a</sup>		I	TP							1	1	1
任何品种的 白兰地酒 <sup>a</sup>		O	C	1	1	1	1	1		1	1	1
丁二酸 <sup>a</sup>		O	TP							1	1	1
酪乳(白脱奶) <sup>a</sup>		O	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
氯化镉 <sup>a</sup>	CdCl <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氰化镉 <sup>a</sup>	Cd(CN) <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸镉 <sup>a</sup>	CdSO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
乙酸钙 <sup>a</sup>	(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> Ca	M	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
溴化钙 <sup>a</sup>	CaBr <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
碳酸钙 <sup>a</sup>	CaCO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
氯化钙 <sup>a</sup>	CaCl <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
氟化钙 <sup>a</sup>	CaF <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氢氧化钙 <sup>a</sup>	Ca(OH) <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硝酸钙 <sup>a</sup>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸钙 <sup>a</sup>	CaSO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫化钙	CaS	I	≤S	1	1	1	1			1	1	1
亚硫酸钙 <sup>a</sup>	CaSO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
二氧化碳, 气体 <sup>a</sup>	CO <sub>2</sub>	I	任何	1	1	1	1	1		1	1	1
四氯化碳 <sup>a</sup>	CCl <sub>4</sub>	O	100	1.85	1.67							
酪蛋白(酪素) <sup>a</sup>			TP							1	1	1
苛性碱(钠) 溶液	NaOH	I	30						1.43	1	1	1
			40						1	1		
			50		1.1		1.1		1	1	1	
氯水	Cl <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O	I	任何	1.4	1.4	1.4	1.4			1	1	
氯仿 (三氯甲烷) <sup>a</sup>	CHCl <sub>3</sub>	O	100									
铬酸	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	I	10	2.04	1.89							
			20	9.1	5							
铬酸+硫酸	H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O	I	100									
铬矾 <sup>a</sup>		I	≤S							1	1	1
苹果酒		O	C	1	1	1	1	1		1	1	1
柠檬酸 <sup>a</sup>	(CO <sub>2</sub> H)CH <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> H	O	≤10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
食盐溶液	NaCl		≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 C.4 (续)

介 质	化学式	·	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 ℃	40 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃	80 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃
硝酸铜	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$		≤S	1	1	1	1			1	1	1
氯化铜 <sup>e</sup>	$\text{CuCl}_2$		≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸铜 <sup>e</sup>	$\text{CuSO}_4$		≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
癸烷(十碳烷) <sup>e</sup>	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	O	100									
洗涤剂(各种的)		M										
葡萄糖 <sup>e</sup>		O	≤20	1	1	1	1	1		1	1	1
二氯乙烯 <sup>e</sup>	$\text{CH}_2=\text{CCl}_2$	O	100									
二乙基三胺醋酸(例如: 氨基配合剂 C)		O	100	1.4	1.4	1.4	1.4					
硫酸二甲酯	$(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$	O	100									
消毒剂		M	100									
纤维素厂排出的污水		M	100									
纤维素厂排出的污水	碱性 <sup>d</sup>	M	100									
	酸性 <sup>d</sup>											
乳制品加工厂排出的污水 <sup>e</sup>		M	100									
人造纤维厂排出的污水 <sup>e</sup>		M	100									
乙胺 <sup>e</sup>	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	O	100									
乙二胺四醋酸盐(四乙酸盐)酸		O	C	1.4	1.4	1.4	1.4					
二氯化乙烯(乙撑二氯) <sup>e</sup>	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$	O	100									
乙二醇 <sup>e</sup>	$\text{CH}_2\text{OH}\cdot\text{CH}_2\text{OH}$	O	TP		1.1		1.1			1	1	1
脂肪酸		O	TP							1	1	1
氯化铁及氯化亚铁 <sup>e</sup>	$\text{FeCl}_2$	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
	$\text{FeCl}_3$											
氯磺酸亚铁	$\text{Fe}_3(\text{ClSO}_4)_2$	I	≤S		1.1		1.1			1	1	1
硫酸亚铁 <sup>e</sup>	$\text{FeSO}_4$	I	≤S		1.2		1.2			1	1	1
四氟硼酸	$\text{HBF}_4$	I	≤50	1.4	1.4	1.4	1.4					
甲醛	$\text{CH}_2\text{O}$	O	40		1.61							
甲酸(蚁酸)	$\text{HCOOH}$	O	≤60	1	1	1.4	1.4			1	1	
			≤85	1.4								

表 C.4 (续)

介 质	化学式	*	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 ℃	40 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃	80 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃
果糖 <sup>a</sup>		O	>10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
果汁及果汁饮料 <sup>a</sup>		O	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
燃料油 <sup>a</sup>		Ø	100									
乙醇酸(羟基乙酸) <sup>a</sup>		O	30		1.1		1.1			1	1	1
葡萄糖(水质的) <sup>a</sup>		I	≤20	1	1	1	1	1	1	1	1	1
己醇 <sup>a</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> OH	O	100									
普通氨水 <sup>a</sup>	NH <sub>4</sub> OH	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
液压机液体 <sup>a</sup>		O	100									
水合肼	N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	O	≤24	1	1	1	1			1	1	
盐酸	HCl	I	20							1	1	1
			30					1.75	1	1	1	
			≤37		1.2		1.2		1	1	1	
氢氟酸	HF	I	≤75	1.4	1.4	1.4	1.4					
水凝胶乳液	(pH 值=9.5)		100									
过氧化氢(双氧水) <sup>a</sup>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	I	≤70							1	1	
硫化氢		I	TP							1	1	1
羟乙基化氨(羟基乙二胺)三醋酸(例如: 氨酸配合剂 D)		O	C	1.4	1.4	1.4	1.4					
硫酸羟氨 <sup>a</sup>	(NH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	I	≤12	1	1		1	1	1	1	1	1
氯化硫酸铁	FeClSO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1			1	1	1
乳酸 <sup>a</sup>		O	C							1	1	1
醋酸铅(乙酸铅) <sup>a</sup>	Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	I	≤S			1	1	1		1	1	1
硝酸铅 <sup>a</sup>	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	I	≤S							1	1	1
硫酸铅 <sup>a</sup>	PbSO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1.1			1	1	1
液体肥料			C	1	1	1	1					
硫酸锂 <sup>a</sup>	Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	I	≤S							1	1	1
碳酸镁 <sup>a</sup>	MgCO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化镁 <sup>a</sup>	MgCl <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
碳酸氢镁	MgHCO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1

表 C.4 (续)

介 质	化学式	·	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 ℃	40 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃	80 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃
镁盐 <sup>c</sup>		IM	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸镁 <sup>c</sup>	MgSO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1.1	1	1	1	1	1	1	1
肥料盐 <sup>c</sup>		I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化汞	HgCl <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1			1	1	1
硝酸汞	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	I	S	1	1	1	1			1	1	1.1
汞盐 <sup>c</sup>		IM	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸汞	HgSO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1			1	1	
甲醇 <sup>c</sup>	CH <sub>3</sub> OH	O	100							1	1	1
二氯甲烷 <sup>c</sup>	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	O	100	1.09	1.08							
牛奶 <sup>c</sup>		O	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
矿质水 <sup>c</sup>		I	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
天然气	主要成分 CH <sub>4</sub>	O	100							1	1	1
天然气凝析油 <sup>c</sup>		O	100									
硫酸镍 <sup>c</sup>	NiSO <sub>4</sub>	I	≤S		1.1		1.1			1	1	1
硝酸镍	Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	I	≤S		1.1	1	1			1	1	1
氯化镍 <sup>c</sup>	NiCl <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
烟酸(尼克酸) <sup>c</sup>		O	TP							1	1	1
硝酸	HNO <sub>3</sub>	I	15						1.67			
			≤30							1	1	1
			50						3.13	1.2	1.2	1.2
			53									
			65									
氟硝酸(硝酸+氢氟酸)	HNO <sub>3</sub> +HF	I	15+4						2			
亚硝基醋酸 (羧酸配合剂 A)		I	C			1.4	1.4					
辛醇 <sup>c</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> OH	O	100		1							
油酸 <sup>c</sup>		O	TP							1	1	1
橄榄油 <sup>c,e</sup>		O	C		1.1		1.1			1	1	1
草酸(乙二酸) <sup>c</sup>		O	≤S							1	1	1
氧	O <sub>2</sub>	I	100							1	1	1
棕榈油 <sup>c</sup>		O	C							1	1	1
花生油 <sup>c</sup>		O	100									
磷酸盐 <sup>c</sup>		I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1

表 C.4 (续)

介 质	化学式	a	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 ℃	40 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃	80 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃
磷酸	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	I	≤30							1	1	1
			75					1.43				
			≤95		1.2		1.2		1.43		1.1	
照相药品		I	C	1	1	1	1			1	1	
多硫化物 (聚硫化物)	Me <sub>2</sub> S	I	100			1	1	1		1	1	1
硼酸钾 <sup>c</sup>	K <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
溴酸钾(液态) <sup>c</sup>	KBrO <sub>3</sub>	I	≤10	1	1	1	1	1		1	1	1
溴化钾	KBr	I	≤S	1	1	1	1			1	1	
碳酸钾 <sup>c</sup>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯酸钾 <sup>c</sup>	KClO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化钾 <sup>c</sup>	KCl	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氰化钾 <sup>c</sup>	KCN	I	>10	1	1	1	1	1		1	1	1
氟化钾 <sup>c</sup>	KF	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
铁氰化钾 亚铁氰化钾 <sup>c</sup>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
碳酸氢钾 <sup>c</sup>	KHCO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
苛性钾 (氢氧化钾) <sup>c</sup>	KOH	I	≤50	1	1	1	1	1			1	1
次氯酸钾	KOCl	I	≤12.5	1.9	1.9	1.9	1.9					
碘化钾 (碘化钾) <sup>c</sup>	KI	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硝酸钾 <sup>c</sup>	KNO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1.1	1	1.1			1	1	1
过二硫酸钾 <sup>c</sup>	K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	I	≤S							1	1	1
磷酸钾 <sup>c</sup>	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸钾 <sup>c</sup>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1.1	1	1.1			1	1	1
海水 <sup>c</sup>		I	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硝酸银 <sup>c</sup>	AgNO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
银盐 <sup>c</sup>		M	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸铝钠 <sup>c</sup>	NaAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	I	>10							1	1	1
碳酸钠(纯碱)	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	I	≤50	1	1	1	1	1		1	1	1
乙酸钠 <sup>c</sup>	CH <sub>3</sub> COONa	M	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
亚硫酸氢钠 <sup>c</sup>	NaHSO <sub>3</sub>	I	≤S							1	1	1
溴化钠 <sup>c</sup>	NaBr	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1

表 C.4 (续)

介 质	化学式	·	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 ℃	40 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃	80 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃
碳酸钠,纯碱 (液态) <sup>c</sup>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	I	≤50	1	1	1	1	1		1	1	1
氯酸钠 <sup>c</sup>	NaClO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化钠(食盐) <sup>c</sup>	NaCl	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
亚氯酸钠	NaClO <sub>2</sub>	I	≤S	1.4	1.4	1.4	1.4			1.2	1.2	
铬酸钠	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	I	≤S	1	1	1	1			1	1	
氰化钠 <sup>c</sup>	NaCN	I	≤S		1.1		1.1			1	1	1
亚二硫酸钠 <sup>c</sup>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	I	≤S							1	1	1
碳酸氢钠 <sup>c</sup>	NaHCO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硫酸氢钠 <sup>c</sup>	NaHSO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
亚硫酸氢钠 <sup>c</sup>	NaHSO <sub>3</sub>	I	>10	1	1	1	1	1		1	1	1
硝酸钠 <sup>c</sup>	NaNO <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
亚硝酸钠 <sup>c</sup>	NaNO <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
高硼酸钠 (过硼酸钠) <sup>c</sup>		I	≤S							1	1	1
磷酸钠 <sup>c</sup>	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硅酸钠 <sup>c</sup> (水玻璃)		I	>10	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸钠 <sup>c</sup>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫化钠 <sup>c</sup>	Na <sub>2</sub> S	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
亚硫酸钠 (液态) <sup>c</sup>	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	I	≤40	1	1	1	1	1	1	1	1	1
四硼酸钠 <sup>c</sup>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫代硫酸钠 <sup>c</sup>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化锡 <sup>c</sup>	SnCl <sub>4</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化亚锡 (二氯化锡) <sup>c</sup>	SnCl <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
淀粉 <sup>c</sup>		O	任何	1	1	1	1	1		1	1	1
十八酸(硬脂酸) <sup>c</sup>		O	TP							1	1	1
糖浆 <sup>c</sup>		O	C	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	I	40							1	1	1
			78		1.4		1.4		1.67	1	1	1
			85							1	1	
			90							1	1	
			95							1	1.1	1.2
			98	10	5.56							

表 C.4 (续)

介 质	化学式	·	浓度 <sup>b</sup> %	HDPE		PP				PVC-NI		
				20 ℃	40 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃	80 ℃	20 ℃	40 ℃	60 ℃
酒石酸 (二羟丁二酸) <sup>e</sup>		O	≤10	1	1	1	1	1		1	1	1
甲苯 <sup>a</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	O	100	1.05								
变压器油 <sup>a</sup>		O	100	1	1							
甘油三醋酸酯 <sup>a</sup>	(甘油醋酸酯)	O	100							1	1	1
三氯氟甲烷 <sup>a</sup>	CCl <sub>3</sub> F	O	100	1	1.12							
1,3,5-三甲基苯 <sup>a</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	O	100									
不分馏油 <sup>a</sup>		O	100									
尿素 <sup>a</sup>	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	O	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
尿肥 <sup>a</sup>			C	1	1	1	1	1		1	1	1
植物油 <sup>a</sup>		O	TP		1.1	1	1			1	1	
醋(醋酸) <sup>a</sup>		O	C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
水	H <sub>2</sub> O	I	100	1	1	1	1	1	1	1	1	1
内含湿润剂的水		M	2									
葡萄酒 <sup>a</sup>		M	C	1	1	1	1	1		1	1	1
酵母(酒母) <sup>a</sup>		O	任何	1	1	1	1	1		1	1	1
氯化锌	ZnCl <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1			1	1	1
硝酸锌	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	I	≤S	1	1	1	1			1	1	1
锌盐 <sup>a</sup>		IM	≤S	1	1	1	1	1		1	1	1
硫酸锌 <sup>a</sup>	ZnSO <sub>4</sub>	I	≤S		1.1		1.1			1	1	1

<sup>a</sup> I:无机物质;  
O:有机物;  
M:有机及无机混合物。

<sup>b</sup> S:饱和的液体溶液(在 20 ℃);  
TP:工艺上的纯净介质;  
C:商用合成物或自然态物质。

<sup>c</sup> 不能排放到其他排水道。

<sup>d</sup> 88.25 份的水、10 份高氯酸钠、1 份氢氧化钠、0.25 份苯胺、0.25 份一氯化苯、0.25 份甲苯二胺。

<sup>e</sup> 依据多年的实际经验, A<sub>2</sub> = 1。

<sup>f</sup> 只适用于应力小于或等于 2 MPa 的情况。

<sup>g</sup> 介质引起溶胀。

附 录 · D  
(资料性附录)  
焊接装配的设计

### D.1 符号及缩写

- $a$ ——焊缝厚度, mm;  
 $d$ ——储罐内径, mm;  
 $f_1$ ——焊接坡口深度, mm;  
 $f_2$ ——带坡口角焊缝厚度, mm;  
 $h$ ——加强筋高度, mm;  
 $l_G$ ——双面焊时焊缝之间的间隙, mm;  
 $t$ ——罐壁厚度, mm;  
 $t_B$ ——罐底厚度, mm;  
 $t_D$ ——罐盖厚度, mm;  
 $t_{Z(i)}$ ——变壁厚罐体第  $i$  段厚度, mm;  
 $t_1$ ——构件厚度, mm;  
 $\alpha$ ——坡口角度, ( $^\circ$ )。

### D.2 焊接基本原理

焊缝尺寸按如下原则确定:如果是起支撑作用的焊缝,要保证所有焊缝断面都焊合在一起;如果是堆焊,要保证焊肉截面能满足受力要求。应优先选用对焊。

焊合处底材的正反两面都要焊接。只能单面焊接时,要保证能充分焊透,防止另一面出现缝隙。

不同厚度的部件焊接时,要采取措施,如在厚料上打坡口,以保证焊缝上各点受力均衡。

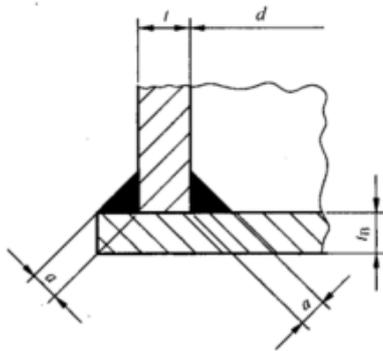
应避免焊缝重叠。在容器受力处不允许焊缝交叉。

焊接的形式、尺寸及焊接材料的尺寸均为焊接方法的重要参数,应在工艺中确定,确定时要考虑到焊接的后续处理。

受力焊缝应可以进行测试。如被其他组件覆盖,要在组件焊接前测试,或在设计时考虑到焊缝的测试环节。

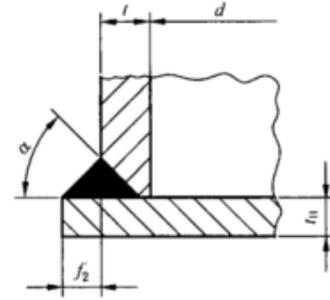
### D.3 焊接设计

未注明的焊接均为热风挤出焊接,详细说明见图 D.1~D.13。坡口角度  $\alpha$  应在  $45^\circ\sim 60^\circ$  之间。



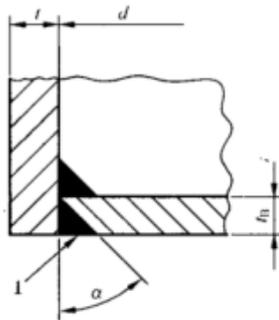
应用: 双面焊接立式储罐  
 条件:  $a=0.7t_B$   
 焊缝剖面不建议采用凸面

图 D.1 壁底之间的焊缝



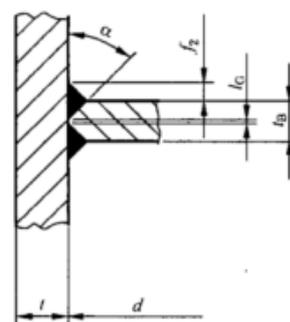
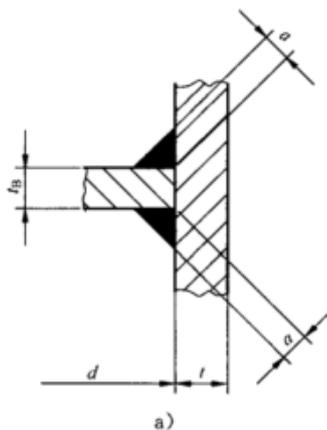
应用: 单面焊接立式储罐  
 条件:  $t \leq 10 \text{ mm}$   
 $f_2 \geq 0.5t$

图 D.2 壁底之间的焊缝



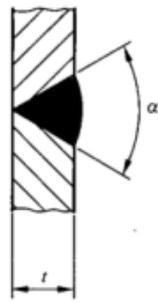
1——处理平整  
 应用: 双面焊接立式储罐

图 D.3 壁底之间的焊缝

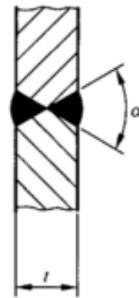


应用: 倾斜底或中间底立式储罐, 双面焊接  
 条件: a)  $a=0.7 \sim 0.8 t_B$   
 b)  $l_0 \leq 0.1 t_B$   
 $f_2 \geq 0.3 t_B$

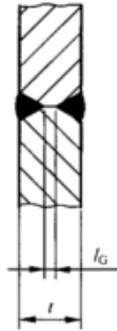
图 D.4 罐壁与底或罐壁与中间底之间的焊缝



a)



b)



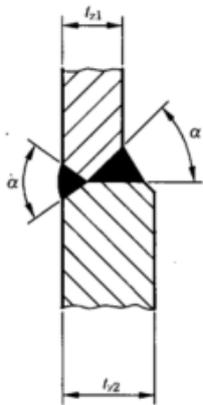
c)



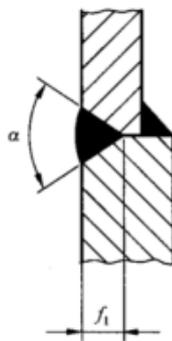
d) 热熔焊接

应用:等壁厚立式储罐  
条件: $l_G = 0.1 t$

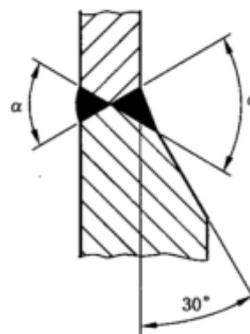
图 D.5 罐壁焊缝



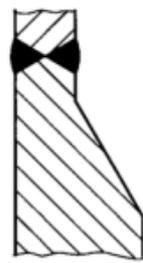
a)



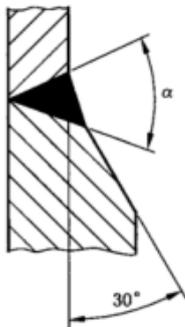
b)



c)



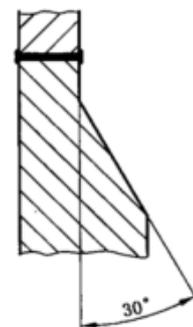
c1)



d)



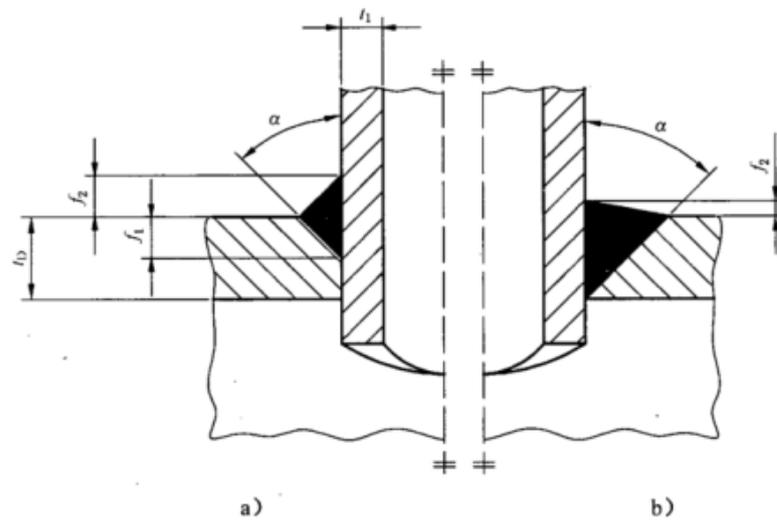
d1)



e) 热熔焊接

应用:变壁厚立式储罐  
条件: $f_1 = 0.7 t_{t1}; t_{t1}/t_{t2} \geq 0.5$

图 D.6 罐壁焊缝



应用：只能单面焊接的储罐

条件：a)  $t_D < t_1$ ； $f_1 = 0.5t_D$ ； $f_2 = 0.5t_D$

$t_1 < t_D$ ； $f_1 = 0.5t_1$ ； $f_2 = 0.5t_1$

b)  $t_D \leq 15 \text{ mm}$ ； $f_2 = 0.2t_D$

图 D.7 管口与罐盖之间的焊缝

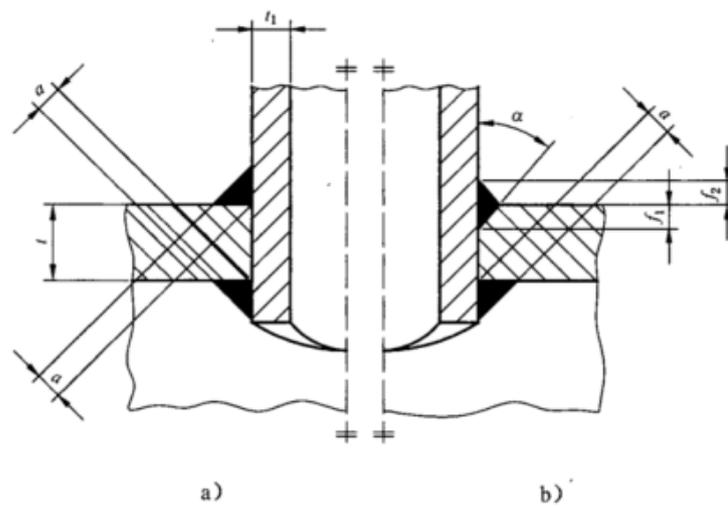
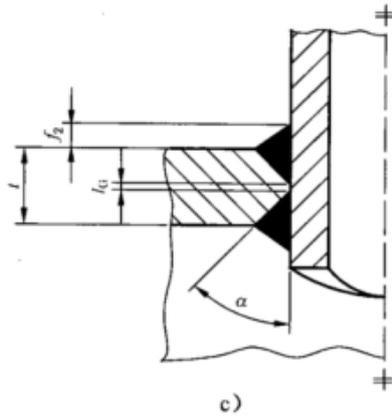


图 D.8 管口与罐壁之间的焊缝



应用: 双面焊接储罐

条件: a)  $t_1 > t; a = 0.7t$

$t > t_1; a = 0.7t_1$

b)  $t > t_1; f_1 = 0.5t_1$

$f_2 = 0.5t_1$

$a = 0.7t_1$

$t_1 > t; f_1 = 0.5t$

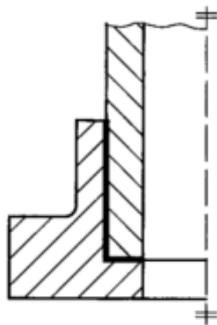
$f_2 = 0.5t$

$a = 0.7t$

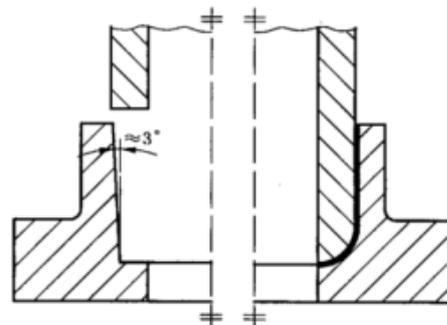
c)  $f_2 = 0.3t$

$l_c = 0.1t$

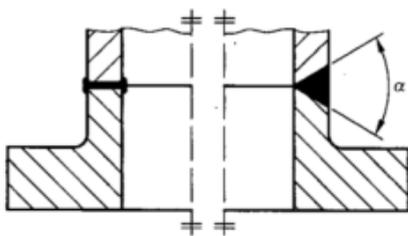
图 D.8 (续)



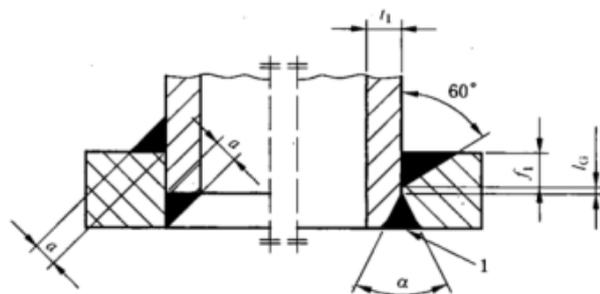
a) 热熔焊接



b) 旋转摩擦焊接



c) 热熔焊接



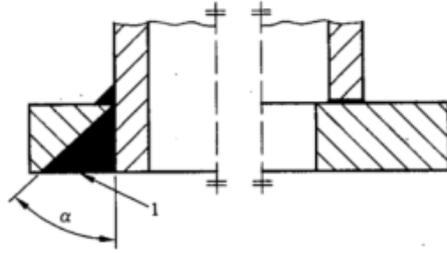
d) 热风焊接或  
热风挤出焊接

e) 热风焊接或  
热风挤出焊接

1—处理平整

f) 热风焊接或热风挤出焊接

图 D.9 法兰盘和法兰管之间的焊缝



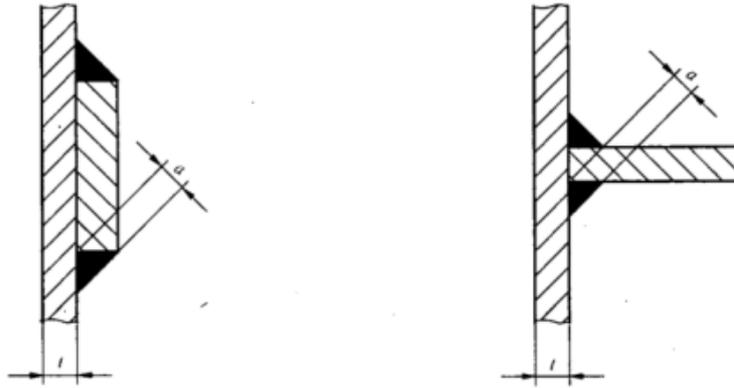
1——处理平整

g) 热风焊接或  
热风挤出焊接      h) 热熔焊接

应用: 法兰盘和法兰管的连接

条件:  $a=0.7t_1$ ;  $f_1=t_1$ ;  $l_G=0.1t_1$

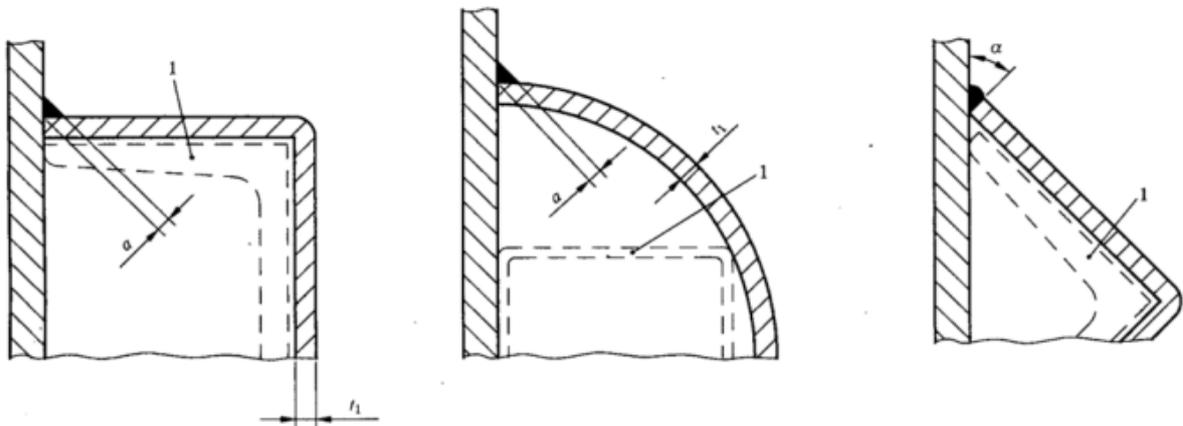
图 D.9 (续)



应用: 平面和曲面

条件:  $a=0.7t$

图 D.10 加强筋与罐壁之间的焊缝

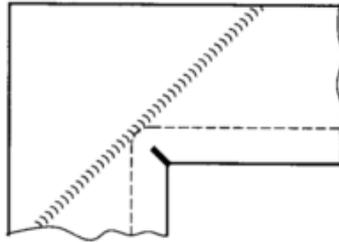
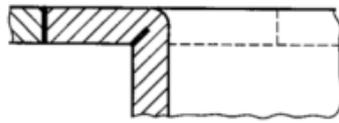


1——钢架

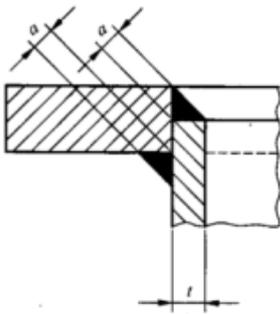
应用: 带钢芯及不带钢芯的平面和曲面焊缝

条件:  $a=0.7t_1$

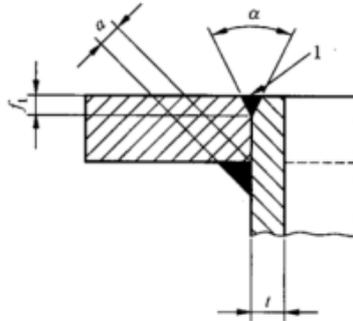
图 D.11 矩形储槽壁及加强筋之间的焊接



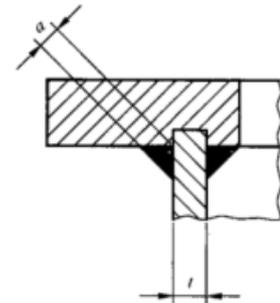
a) 热熔焊接



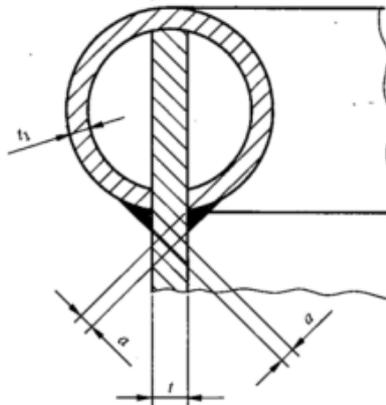
b) 热风焊接或热风挤出焊接  
条件:  $a \geq 0.7t$



c) 热风焊接或热风挤出焊接  
1——如有必要,则要处理  
条件:  $a \geq 0.7t$ ;  $f_1 \geq 0.7t$

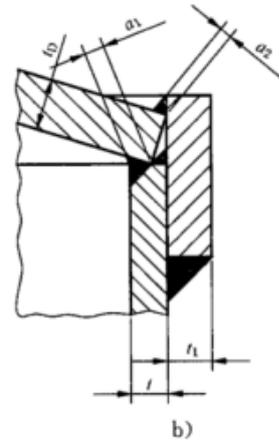
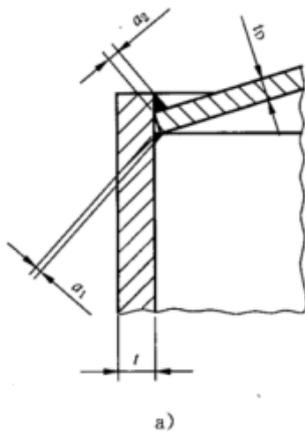


d) 热风焊接或热风挤出焊接  
条件:  $a \geq 0.7t$

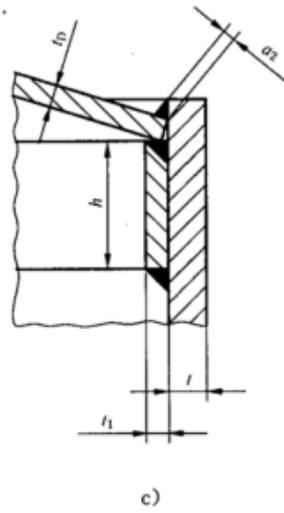


e) 热风焊接或热风挤出焊接  
条件:  $a \geq 0.7t_1$   
应用: 平面和曲面

图 D. 12 端部加强筋及罐壁之间的焊缝



条件:  $a_2 = 0.5t_D$   
 $a_1 = 0.2t_D$



条件:  $t_1 = t_D$   
 $h = 5t_D$

图 D. 13 其他焊缝

附录 E

(资料性附录)

单壁矩形储槽的结构设计

E.1 设计原则

焊缝的设计及尺寸见附录 D。

当选用不同于槽壁材质的加强筋时,设计时应考虑热膨胀之间的差异。

安装或外部管道系统对管口产生的应力应通过使用补偿器或合理的管道布置及安装来避免。

E.2 符号及缩写

$a$ ——焊缝厚度, mm;

$d$ ——U 形剖面的深度, mm;

$f_1$ ——焊缝坡口深度, mm;

$f_2$ ——带坡口角焊缝厚度, mm;

$h$ ——加强筋的宽度, mm;

$l$ ——过渡边缘与焊缝之间的距离, mm;

$R$ ——构件半径, mm;

$t_n$ ——构件厚度, mm;

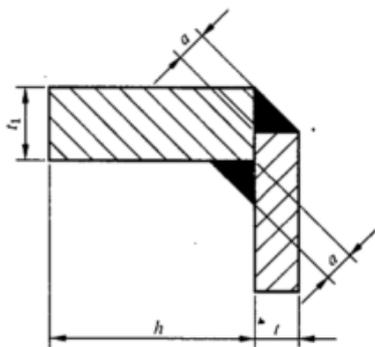
$U$ ——槽底超出槽壁以外部分的长度, mm;

$\alpha$ ——焊接坡口角度, ( $^\circ$ ) (见图 E.2、图 E.3 及图 E.9, 在  $45^\circ \sim 90^\circ$  之间)。

E.3 设计样板

E.3.1 槽口加强筋

槽口加强筋见图 E.1~图 E.9。

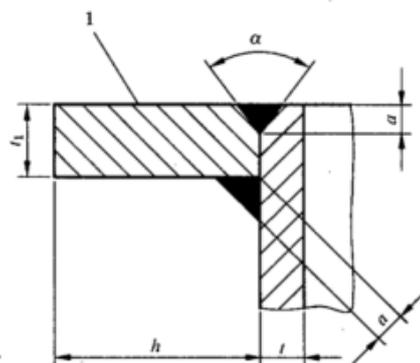


$$t_1 > t$$

$$a = 0.7 \times t$$

$$h/t_1 \leq 8$$

图 E.1 角焊接的连接



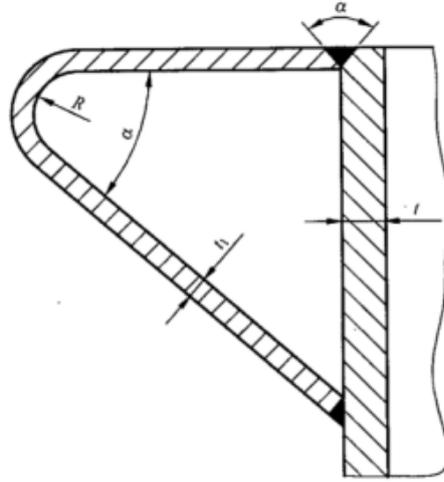
$$t_1 > t$$

$$a = 0.7 \times t$$

$$h/t_1 \leq 8$$

1——处理平整。

图 E.2 角焊及单面 V 形坡口焊接的连接



$t_1 < t$   
 $R \leq 2 \times t_1$ , 但不小于 10 mm。

图 E.3 三角形部分剖面

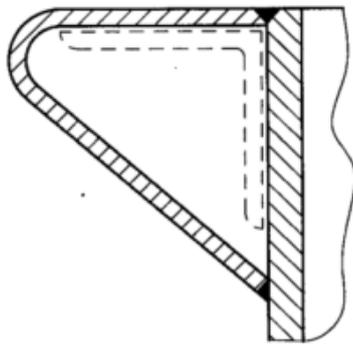
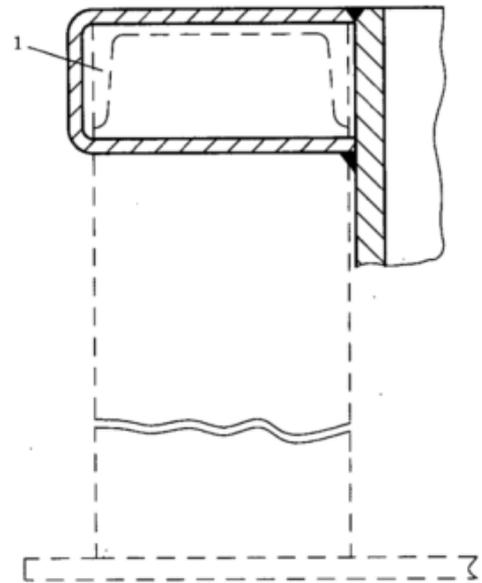


图 E.4 三角形截面,带角钢构架



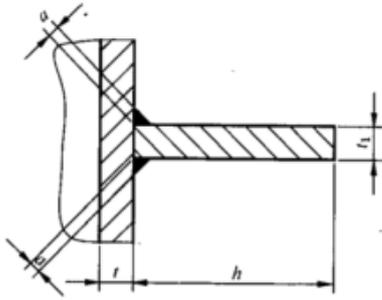
1—型钢

用于支撑结构,可使用各种截面型材。

如果型材重量过大可垂直支撑。

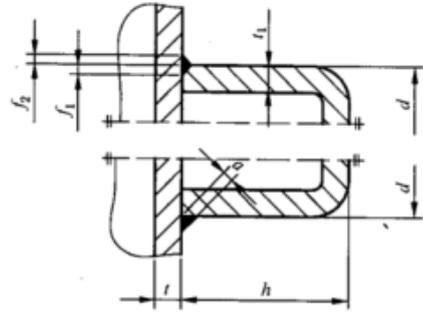
图 E.5 矩形截面、带槽钢构架

E. 3.2 水平中间加强筋



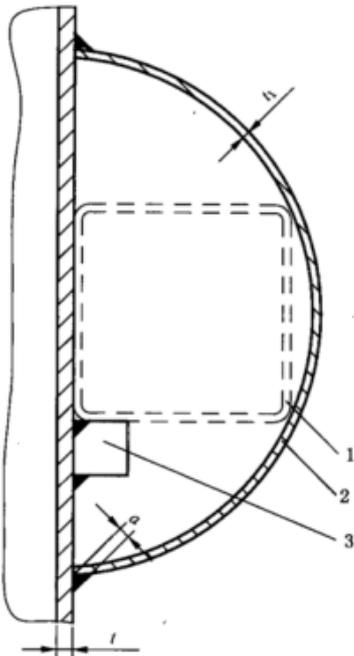
$t_1 \geq t$   
 $a = 0.7 \times t$   
 $h/t_1 \leq 8$

图 E.6 平板



$h/t_1 \leq 12$   
 $f_2 = 0.7 \times t_1$   
 $f_1 = 0.5 \times t_1$   
 $a = 0.7 \times t_1$   
 $d \leq h$

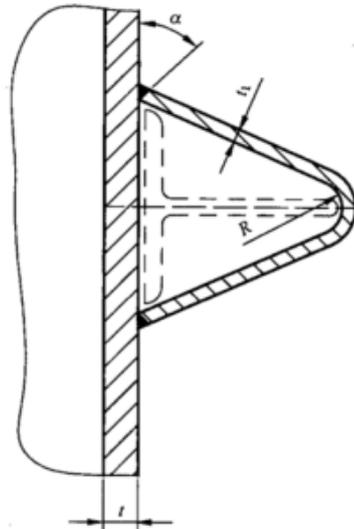
图 E.7 U形截面



- 1—方钢管;
- 2—半圆管;
- 3—支撑。

$t_1 < t$   
 $a = 0.7 \times t_1$   
 支撑长度约 100 mm,  
 间距约为 1 000 mm。

图 E.8 半圆截面带方钢管构架

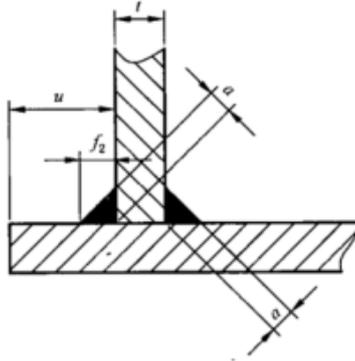


$t_1 < t$   
 $R \leq 2 \times t_1$ , 但不小于 10 mm。

图 E.9 带 T 形钢构架

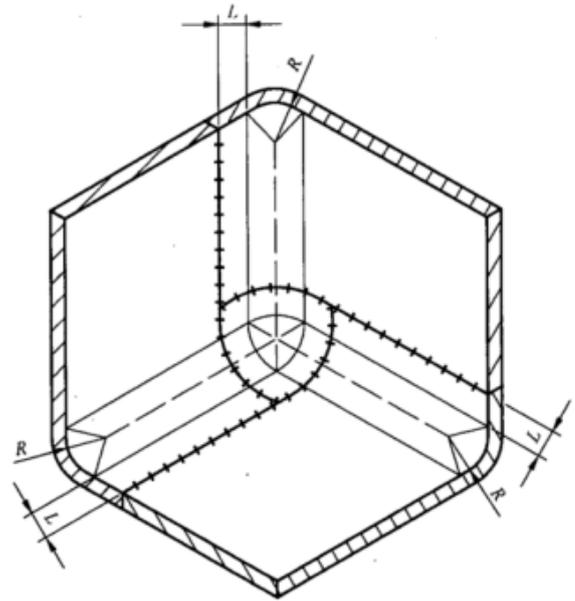
E. 3.3 侧壁和槽底的连接

侧壁和槽底的连接见图 E. 10、图 E. 11。



$f_2 < u \leq f_2 + 10$  mm 依据焊接工艺  
 $a = 0.7 \times t$

图 E.10 双面角焊的 T 形连接

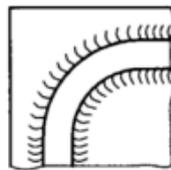


$L \geq 50$  mm;  $R \geq 50$  mm

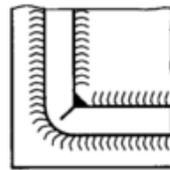
图 E.11 壁和底之间的圆角过渡

### E.3.4 立式储槽的拐角

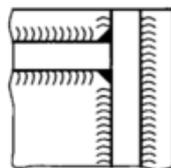
立式储槽的拐角见图 E.12。



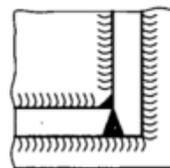
a) 热成型



b) 热弯焊



c) 双面角焊的 T 形连接



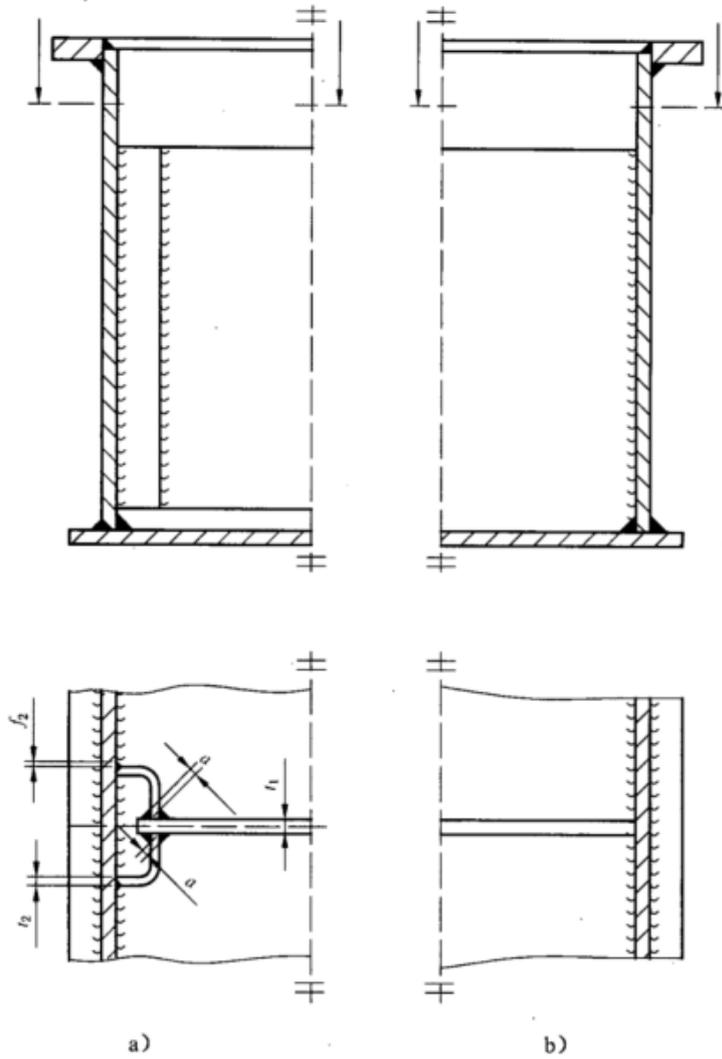
d) 角焊接及单面 V 形焊接

注：通常使用 a) 和 b) 两种形式，当槽壁有足够的刚度时，也可选用 c) 和 d)。

图 E.12 不同形式的角部构造

### E.3.5 间隔板

间隔板见图 E.13、图 E.14。



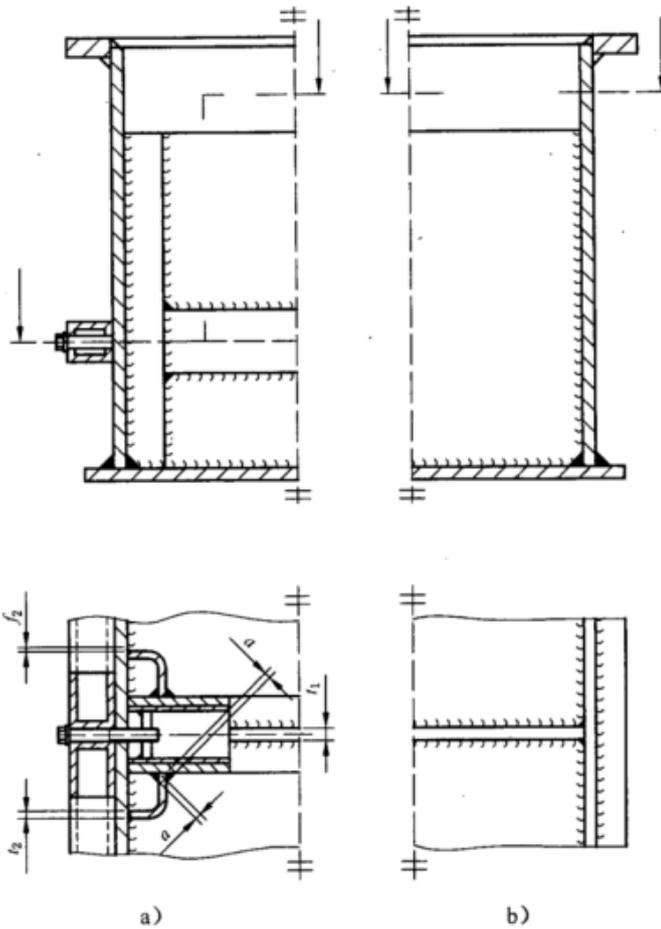
$$t_2 \leq t_1$$

$$a = 0.5 \times t_2$$

$$f_2 = 0.5 \times t_2$$

- a) 间隔板带有调节装置以降低焊接应力。如间隔板焊在槽底,应在两端均安装调节装置。
- b) 间隔板也能起到拉撑的作用,据此来确定焊缝尺寸。

图 E.13 间隔板两侧均匀的承受应力



$$t_2 \leq t_1; a = 0.5 \times t_2; f_2 = 0.5 \times t_2;$$

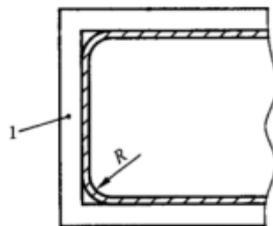
焊接的详细情况见图 E.13。

- a) 间隔板的钢增强结构也起到拉撑的作用,水平中间加强筋的强度计算因此简化。
- b) 间隔板也能起到拉撑的作用,据此来确定焊缝尺寸。

图 E.14 间隔板一侧承受应力

### E.3.6 安装设计方案

可吸收加强筋与槽壁间膨胀差异的构造见图 E.15。相互独立的纵梁及端梁的构造见图 E.16。

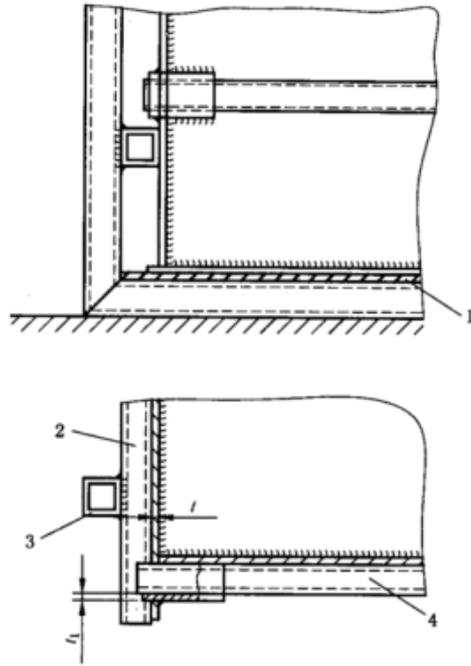


1——钢架。

槽壁与加强筋间的膨胀差异由角吸收。

$R \geq 50 \text{ mm}$

图 E.15 可以吸收膨胀差异的构造



储槽可在钢构架内纵向滑动

$$l = l_1$$

- 1—连续支撑,如木材;
- 2—纵梁;
- 3—辊;
- 4—端梁。

图 E.16 相互独立的纵梁及端梁

### E.3.7 储槽管口构造

储槽管口构造见图 E.17~图 E.22。DN≤50 的管口要求以筋板或锥环形式加强,如图 E.17 及图 E.18 所示。

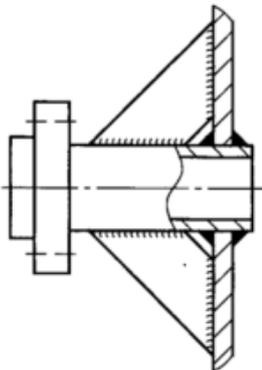


图 E.17 带加强筋的管口

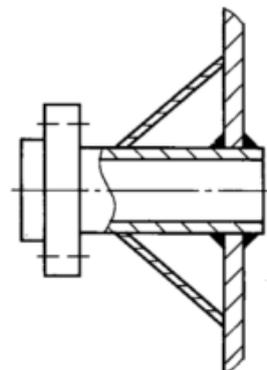
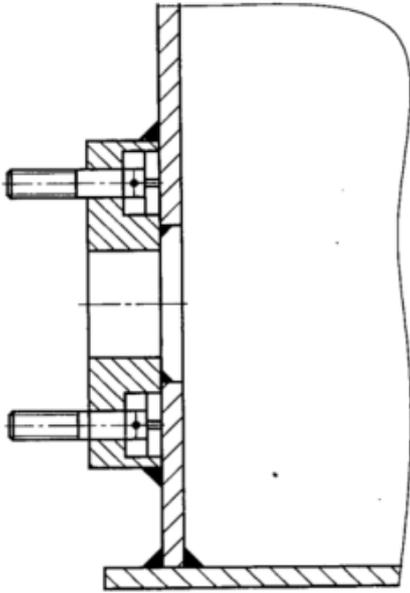


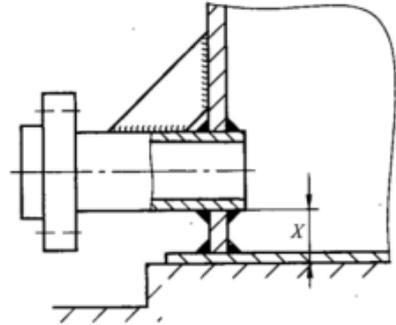
图 E.18 带锥形环加强的管口



注：这种法兰结构中，螺栓应当固定以防止旋转；

- 1) 将螺栓头热压进板的背面(钻一个直径等于六角头对边距离的孔)；
- 2) 将钢丝环穿过螺栓头；
- 3) 焊有柱螺栓的完整的金属环。

图 E. 19 盲法兰



“X”为最小焊接工艺距离。

图 E. 20 临近底部的管口

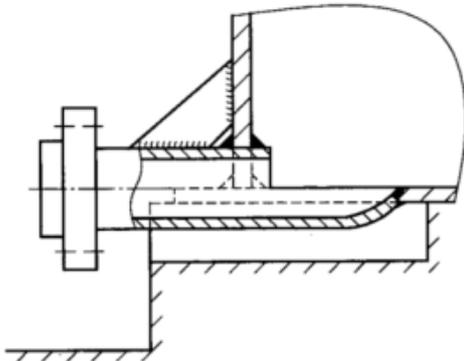


图 E. 21 储槽底部侧面排空管口构造

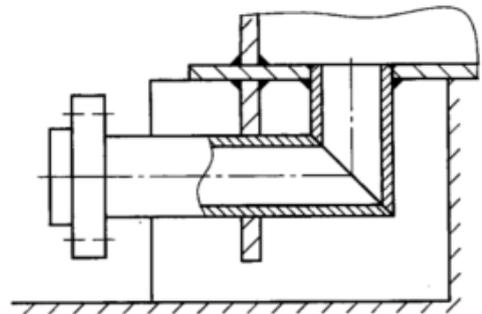


图 E. 22 储槽底部的排空管口构造

附 录 F  
(资料性附录)  
金属松套法兰材质参数

F.1 金属松套法兰材料参数见表 F.1。

表 F.1 金属松套法兰材质参数

材 质	$S_M$	$S'_M$	$K_{F1}$
轧制钢及锻制钢	2	2.5	$R_{el}$
铸钢	2	2.5	$R_{p0.2}$
球墨铸铁	2	2.5	$R_{p0.1}$

注： $R_{el}$ 为下屈服强度； $R_{p0.2}$ 为规定非比例延伸率为0.2%时的强度； $R_{p0.1}$ 为规定非比例延伸率为0.1%时的强度。

## 附 录 G

### (资料性附录)

#### 静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)的包装、装车、运输和安装

### G.1 概要

本附录阐述了储罐吊装方法。

### G.2 在运输期间储罐的保护和支撑

容积不大于  $6 \text{ m}^3$  的储罐宜包装后放在底托上,用叉车装车,容积大于  $6 \text{ m}^3$  的储罐一般不包装。管口可用盲板封住,但是至少应有一个管口敞开通风。储罐不宜在环境温度低于  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  的情况下装车或运输。

### G.3 装车

为防止运输过程中损坏储罐,运输工具的表面应平整,且不应有带尖锐棱边的物体存在。

吊装时将帆布吊带在距储罐上方  $1/3$  处缠绕勒紧,禁止使用钢丝绳或铁链。在吊装过程中,储罐上的附件不能受力,帆布吊带应勒紧。

一般情况下,运输小储罐时,宜采用立式,而且应以适当的方式用绳索紧固好,防止储罐水平或垂直移动。要求使用绳子或扁宽带子固定,禁止使用钢丝绳或铁链。

一般情况下,大储罐运输宜采用卧置,储罐由直立状态放倒时要谨慎,防止损坏储罐。操作时要求使用绳子或帆布吊带。禁止使用金属缆绳或铁链。

### G.4 运输

储罐正确装车并紧固好后,建议如下操作:

- a) 给负责运输的司机一份该附录的复印件;
- b) 避免装运储罐的车辆在不平整的地面上高速行驶,防止振动损坏储罐;
- c) 注意应满足国家允许的装运宽度和高度的要求。

### G.5 卸车

储罐运抵安装工地卸车前,建议由客户代表对储罐进行检查,确认储罐在运输过程中没有遭到损坏。

卸车顺序与装车顺序相反,在储罐装车时所采取的所有建议同样适用于卸车。

### G.6 安装

储罐安装地点应平整,并具有足够的承重能力,禁止将储罐置于沙地及松软地面。需要时应专门设计建造基础。

在室外安装的储罐,当高度超过  $10 \text{ m}$  或长径比超过  $5$  的设备应考虑风载荷。

### G.7 管道

储罐与管道连接时,必须注意以下几点:

- a) 必须给储罐和管道留出膨胀的间隙,避免产生安装应力;
- b) 确保管道与储罐之间的接头对正,避免产生附加应力,注意法兰螺栓是否正确连接;

- c) 所有阀门和出入储罐的管道都应有合适的支撑；
- d) 能够产生振动的附属设备(如泵、搅拌设备等)宜安装适宜的减震装置。

#### G.8 有关人员应了解的内容

有关人员应在储罐交货后卸车前了解以下内容：

- a) 卸车时使用适当的设备；
  - b) 不要将储罐从运输车辆上滚下来；
  - c) 不要在管件连接处提起储罐；
  - d) 准备一个平整结实的基础就位储罐。
-

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
静置常压焊接热塑性塑料储罐(槽)  
GB/T 25197—2010

\*  
中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*  
开本 880×1230 1/16 印张 6 字数 174 千字  
2010年12月第一版 2010年12月第一次印刷

\*  
书号: 155066·1-40850 定价 78.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68533533



GB/T 25197-2010