

# 中华人民共和国国家标准

## 燃气用埋地聚乙烯管材

GB 15558.1—1995

Buried polyethylene (PE) pipes for the  
supply of gaseous fuels

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了以聚乙烯树脂为主要原料,经挤出成型的燃气用埋地聚乙烯管材(以下简称管材)的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。此外,还规定了原料的主要性能要求。

本标准适用于工作温度在 $-20\sim 40^{\circ}\text{C}$ ;最大工作压力不大于 $0.4\text{ MPa}$ 的管材。

管材在输送人工煤气和液化石油气时,应选用SDR11系列管材,同时必须考虑燃气中存在的其他组分(如:芳香烃、冷凝液等)在一定浓度下对管材性能的不利影响。

注:SDR——标准尺寸比,即:公称外径与壁厚之比。

### 2 引用标准

- GB 1033 塑料密度和相对密度试验方法
- GB 1842 聚乙烯环境应力开裂试验方法
- GB 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)
- GB 2918 塑料试样状态调节和试验的标准环境
- GB 3681 塑料自然气候曝露试验方法
- GB 3682 热塑性塑料熔体流动速率试验方法
- GB 6111 长期恒定内压下热塑性塑料管材耐破坏时间的测定方法
- GB 6283 化工产品中水分含量的测定 卡尔·费休法(通用方法)
- GB 6671.2 聚乙烯(PE)管材纵向回缩率的测定
- GB 8804.2 热塑性塑料管材拉伸性能试验方法 聚乙烯管材
- GB 8806 塑料管材尺寸测量方法
- GB 13021 聚乙烯管材和管件炭黑含量的测定(热失重法)

### 3 原料

#### 3.1 基础原料及添加剂

基础原料为聚乙烯树脂。可加入必要的添加剂,如:抗氧剂、紫外线稳定剂和着色剂。加入的添加剂应分散均匀。

#### 3.2 回用料

按本标准生产管材时所产生的洁净余料,只要能生产出符合本标准要求的管材,可少量掺入新料中回用。

#### 3.3 基本性能

原料基本性能应符合表1要求。

表 1

项 目	性 能 要 求	试 验 方 法
密度, kg/m <sup>3</sup>	≥930	见 5.5
水分含量, mg/kg	<300	见 5.6
挥发分含量, mg/kg	<350	见 5.7
炭黑含量 <sup>1)</sup> , %	2.0~2.6	见 5.8
热稳定性(200℃), min	>20	见 5.9
耐环境应力开裂, h (100℃, 100%, F <sub>0</sub> )	≥1 000	见 5.10
耐气体组分, h (80℃, 2 MPa)	≥30	见 5.11
长期静液压强度, MPa (20℃, 50 年, 95%)	≥8.0	见附录 A

注: 1) 炭黑含量仅适用于黑色管。

#### 4 技术要求

##### 4.1 颜色

管材的颜色为黄色或黑色, 黑色管上必须有醒目的黄色色条。

##### 4.2 外观

管材的内外表面应清洁、光滑, 不允许有气泡、明显的划伤、凹陷、杂质、颜色不均等缺陷。  
管端头应切割平整, 并与管轴线垂直。

##### 4.3 规格尺寸

###### 4.3.1 外径、壁厚及允许偏差

管材的外径及其允许偏差和壁厚及其允许偏差, 应符合表 2 的规定。

###### 4.3.2 管材长度

直管长度一般为 6、9、12 m, 也可由供需双方商定, 长度允许偏差为 ±20 mm。

盘管展开长度由供需双方商定。可盘管的管材外径宜不大于 110 mm。盘管的盘架直径或卷盘最小内径应不小于 24 倍管材外径, 最小不得小于 0.6 m。

###### 4.3.3 不圆度

按 5.4 条试验, 不圆度应不大于 5%。

表 2

mm

公称外径 $d_e$		壁 厚 $e$			
基本尺寸	允许偏差	$SDR_{11}$		$SDR_{17.6}$	
		工作压力 ≤ 0.4 MPa		工作压力 ≤ 0.2 MPa	
		基本尺寸	允许偏差	基本尺寸	允许偏差
20	+0.3	3.0	+0.4	2.3	+0.4
	0		0		0

续表 2

mm

公称外径 $d_c$		壁 厚 $e$			
基本尺寸	允许偏差	$SDR_{11}$		$SDR_{17.6}$	
		工作压力 $\leq 0.4$ MPa		工作压力 $\leq 0.2$ MPa	
		基本尺寸	允许偏差	基本尺寸	允许偏差
25	+0.3	3.0	+0.4	2.3	+0.4
	0		0		0
32	+0.3	3.0	+0.4	2.3	+0.4
	0		0		0
40	+0.4	3.7	+0.5	2.3	+0.4
	0		0		0
50	+0.4	4.6	+0.6	2.9	+0.4
	0		0		0
63	+0.4	5.8	+0.7	3.6	+0.5
	0		0		0
75	+0.5	6.8	+0.8	4.3	+0.6
	0		0		0
90	+0.6	8.2	+1.0	5.2	+0.7
	0		0		0
110	+0.6	10.0	+1.1	6.3	+0.8
	0		0		0
125	+0.6	11.4	+1.3	7.1	+0.9
	0		0		0
140	+0.9	12.7	+1.4	8.0	+0.9
	0		0		0
160	+1.0	14.6	+1.6	9.1	+1.1
	0		0		0
180	+1.0	16.4	+1.8	10.3	+1.2
	0		0		0

续表 2

mm

公称外径 $d_c$		壁 厚 $e$			
基本尺寸	允许偏差	$SDR_{11}$		$SDR_{17.6}$	
		工作压力 $\leq 0.4$ MPa		工作压力 $\leq 0.2$ MPa	
		基本尺寸	允许偏差	基本尺寸	允许偏差
200	+1.2	18.2	+2.0	11.4	+1.3
	0		0		0
225	+1.4	20.5	+2.2	12.8	+1.4
	0		0		0
250	+1.5	22.7	+2.4	14.2	+1.6
	0		0		0

## 4.4 性能要求

管材性能要求应符合表 3 要求。

表 3

序号	项 目	性 能 要 求	试验方法
1	长期静液压强度, MPa(20℃, 50年, 95%)	$\geq 8.0$	见附录 A
2	短期静液压强度 MPa	20℃ 韧性破坏时间(h) $>100$	见 5.13
		80℃ 脆性破坏时间(h) $>165$	
	4.0 破坏时间(h) $>1\ 000^{2)}$		
3	热稳定性(200℃), min	$>20$	见 5.9
4	耐应力开裂, h (80℃, 4.0 MPa)	$\geq 1\ 000^{2)}$	见 5.12
		$\geq 170^{3)}$	
5	压缩复原(80℃, 4 MPa), h	$>170$	见 5.14
6	纵向回缩率, (110℃), %	$\leq 3$	见 5.15
7	断裂伸长率, %	$>350$	见 5.16
8	耐候性(管材积累接受 $\geq 3.5$ kMJ/m <sup>2</sup> 老化能量后)	仍能满足本表第 2, 3, 7 项性能要求, 并保持良好的焊接性能	见 5.17

注: 1) 仅适于脆性破坏。如果在上述所要求的时间(165 h)内发生韧性破坏, 则按下表选择较低的破坏应力和相应的最小破坏时间。

2) 型式检验要求。

3) 出厂检验要求。

破坏应力,MPa	最小破坏时间,h	破坏应力,MPa	最小破坏时间,h
4.6	165	4.3	394
4.5	219	4.2	533
4.4	293	4.1	727

## 5 试验方法

### 5.1 试验环境

试验环境按 GB 2918 规定,温度为  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 。试样在试验前必须按试验环境进行状态调节 24 h 以上。

### 5.2 外观及颜色检查

用肉眼直接观察,内壁可用光源照看。

### 5.3 尺寸测量

管材外径和壁厚按 GB 8806 规定测量。

管材长度和盘管盘架直径或卷盘最小内径用精度不低于 10 mm 的尺子测量。

### 5.4 不圆度测定

5.4.1 仪器:测微计或游标卡尺,精度为 0.02 mm。

5.4.2 测量方法:沿管材同一截面测量管材最大外径和最小外径。

5.4.3 计算和结果表示:不圆度(%)按式(1)计算。

$$\frac{d_{\max} - d_{\min}}{d_{\max} + d_{\min}} \times 200 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:  $d_{\max}$ ——最大外径,mm;

$d_{\min}$ ——最小外径,mm。

取三个试样的试验结果的算术平均值作为不圆度。

### 5.5 密度测定

按 GB 1033 规定进行测定。

### 5.6 水分含量测定

按 GB 6283 规定进行测定,试样不进行状态调节。

### 5.7 挥发分含量测定

#### 5.7.1 试验仪器

5.7.1.1 烘箱:  $105 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ,不鼓风。

5.7.1.2 称量瓶:  $\phi 35 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$  玻璃称量瓶。

5.7.1.3 分析天平:感量 0.000 1 g。

5.7.1.4 干燥器:盛有变色硅胶的玻璃干燥器。

#### 5.7.2 试验步骤

5.7.2.1 把洁净的带盖称量瓶在  $105 \pm 0.5^\circ\text{C}$  的烘箱中加热 1 h 后取出,置于干燥器中冷却至室温,称其重量为  $m_0$ (准确至 0.001 g)。

5.7.2.2 把约 25 g 树脂均匀地铺在称量瓶底部,盖上瓶盖,称其重量为  $m_1$ (准确到 0.001 g)。

5.7.2.3 把盛有树脂的称量瓶置于  $105 \pm 0.5^\circ\text{C}$  的烘箱中,取下盖子并留在烘箱里。关上烘箱门烘 1 h 后取出,放于干燥器中冷却至室温,准确称量。再加热 0.5 h,操作同上,直至恒重(即连续称量相差不大于 0.001 g),称其重量为  $m_2$ 。在转移和称量的过程中必须始终盖上盖子。

## 5.7.3 计算和结果表示

挥发分含量(mg/kg)按式(2)计算:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:  $m_0$ ——干燥的称量瓶的重量, g;

$m_1$ ——加热前的树脂加称量瓶的重量, g;

$m_2$ ——加热恒重后的树脂加称量瓶的重量, g。

取三个样品试验结果的算术平均值作为挥发分含量。

## 5.8 炭黑含量测定

按 GB 13021 规定进行测定。

## 5.9 热稳定性试验

## 5.9.1 试验仪器

5.9.1.1 能连续记录试样温度的差示扫描热量计(DSC)或热分析仪,精度为 0.1℃。

5.9.1.2 温度测量仪,精度为 0.1℃。

5.9.1.3 分析天平,感量 0.1 mg。

5.9.1.4 带有切换开关的氧气和高纯度氮气供给器。

5.9.1.5 气体流量计。

## 5.9.2 试样

## 5.9.2.1 管材试样制备:

从管材上锯一个 2~3 cm 宽的圆环,用台钳夹住圆环,在圆环表面沿径向切一个直径略小于热分析仪盛样盘内径的圆柱体,用锋利刀片从圆柱体上切一块重 15±0.5 mg 的圆片,作为试样。

## 5.9.2.2 原料试样制备:

将原料放在圆柱形压模盘中,在 150±3℃ 温度下加热 2 min,切一块直径略小于热分析仪盛样盘内径的圆柱体,用锋利刀片从圆柱体上切一块重 15±0.5 mg 的圆片,作为试样。

## 5.9.3 试验步骤

## 5.9.3.1 校准热分析仪。

5.9.3.2 调节氮气流量,让 50±5 cm<sup>3</sup>/min 的氮气流过热分析仪,然后把切换开关接向氧气,调节氧气流量,让 50±5 cm<sup>3</sup>/min 氧气流过热分析仪,然后再切换成氮气。

5.9.3.3 把盛有 15±0.5 mg 试样的开口铝盘放入热分析仪内,以 20℃/min 的速度升温,使温度恒定在 200±0.1℃,开始记录温度随时间变化。

5.9.3.4 在氮气流过热分析仪 5 min 后,切换成氧气,直到氧化作用的温升达到最大值。

## 5.9.4 试验结果

在绘制的温度随时间变化曲线图上,如图 1,标出由氮气切换成氧气 1 min 后的点 A<sub>1</sub>,绘出温度升高时斜率最大的切线,标出此切线与基线交点 A<sub>2</sub>,此两点间的时间即是试样热稳定性的氧化诱导期(min)。

试验结果取五次试验的算术平均值。

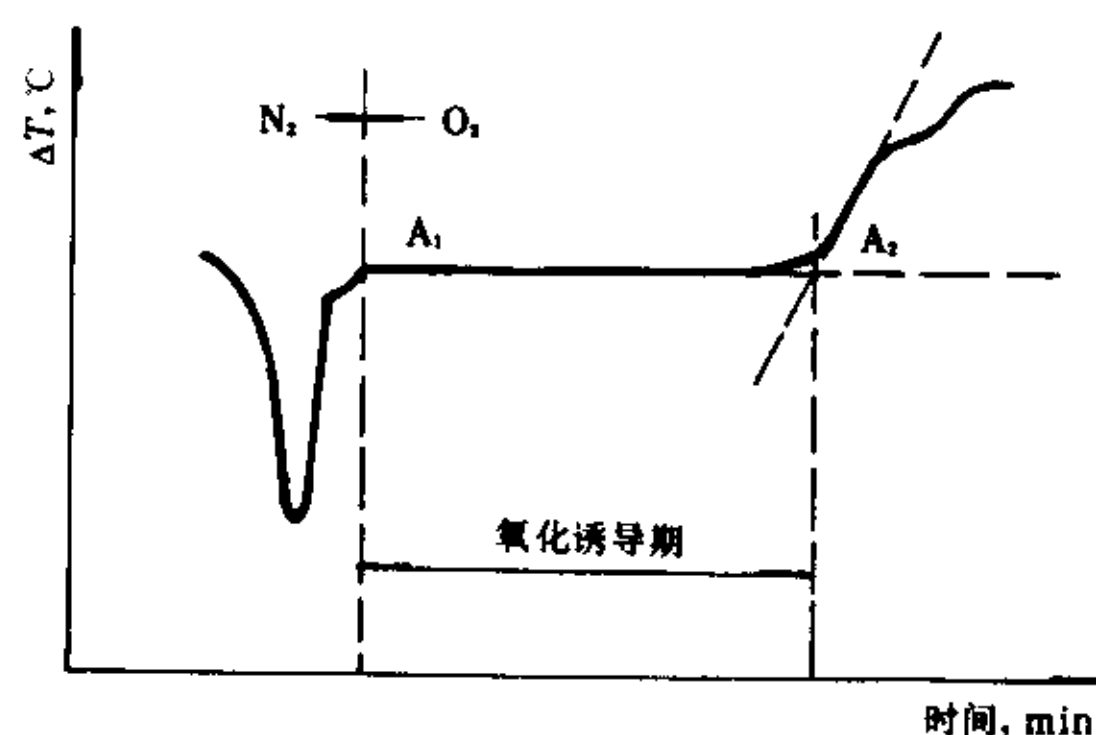


图 1

### 5.10 耐环境应力开裂试验

按 GB 1842 规定进行试验,试验温度为  $100 \pm 2^\circ\text{C}$ 。试验结果以试样破损几率为 0 的时间( $F_0$ )表示。

### 5.11 耐气体组分试验

试验介质:50%(重量比)的正癸烷(99%)和 50%(重量比)的三甲基苯混合液。试验介质温度为  $80^\circ\text{C}$ 。试验环向应力为  $2.0\text{ MPa}$ 。

试验前,应将正癸烷和三甲基苯混合液注入自由长度不小于  $250\text{ mm}$  的  $32\text{ mm} \times 3.0\text{ mm}$  管状试样中,在  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  环境中放置  $1\ 500\text{ h}$  后,按 GB 6111 规定进行试验。

### 5.12 耐应力开裂试验

#### 5.12.1 试验仪器

5.12.1.1 切口设备:  $60^\circ$  角的  $76.2\text{ mm} \times 12.5\text{ mm} \times 25.4\text{ mm}$  的双等角铣刀,及刚性底座和刀架。

注:铣刀使用  $500\text{ m}$  以后应更换。

5.12.1.2 GB 6111 中所要求的恒温系统、加压系统、计时器和密封接头等试验设备。

#### 5.12.2 试样

5.12.2.1 试样应选用公称外径不小于  $63\text{ mm}$  的管材,试样自由长度应不小于管材外径的 6 倍。

5.12.2.2 试样切口:铣刀转速为  $700\text{ r/min}$ ,往返移动速度为  $150\text{ mm/min}$ 。

5.12.2.3 试样应符合图 2 的规定;沿管材圆周每隔  $90^\circ$  开一条切口,共开四条切口,切口应处于试样长度中间,切口深度为管材壁厚的 19%,切口长度应不小于试样外径,最小不得小于  $125\text{ mm}$ 。

5.12.2.4 试样个数为 10 个。

#### 5.12.3 试验步骤

5.12.3.1 试验前,试样应在  $80 \pm 1^\circ\text{C}$  恒温水浴中至少进行  $1\text{ h}$  预处理。

5.12.3.2 按 GB 6111 进行静液压强度试验,试验温度为  $80 \pm 1^\circ\text{C}$ 。

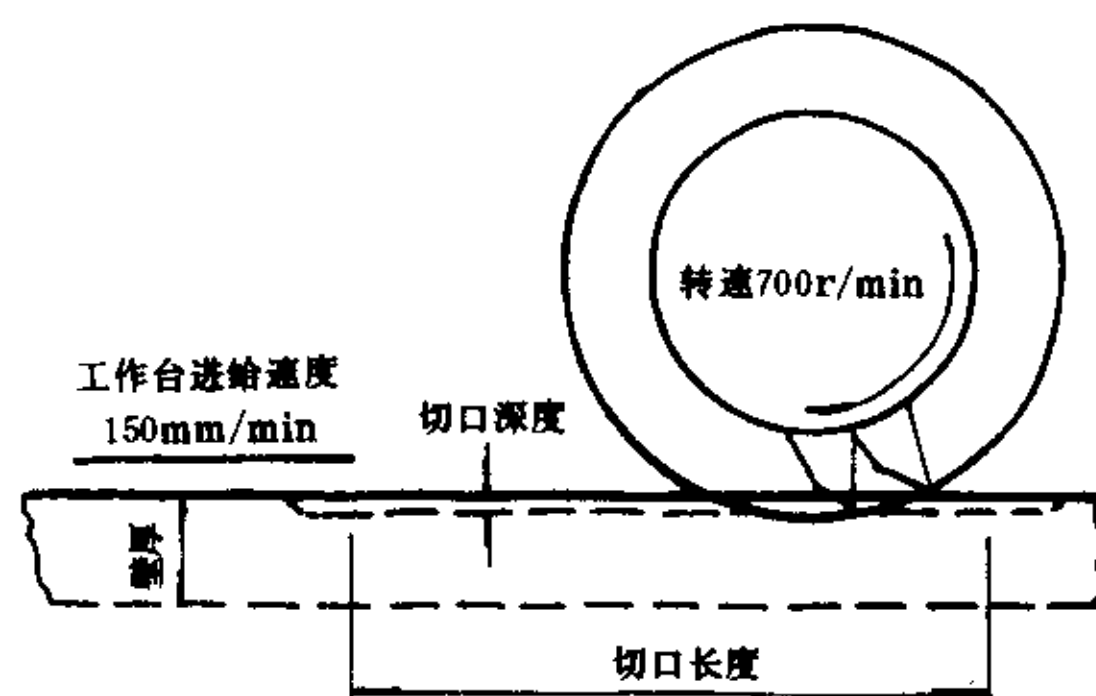


图 2

### 5.13 短期静液压强度试验

按 GB 6111 规定进行试验。

### 5.14 压缩复原试验

#### 5.14.1 试样

5.14.1.1 试样自由长度应不小于管材外径的 8 倍,最小不得小于 250 mm。

5.14.1.2 试样个数为 10 个。

#### 5.14.2 试验步骤

5.14.2.1 先将试样在 0℃(-5~0℃)环境中放置 10 h 以上。

5.14.2.2 用专用压管设备将试样在 10 min 内缓慢压至间距为原试样壁厚的两倍,并保持至少 60 min。

5.14.2.3 松开压管设备,使试样自然复原。

5.14.2.4 试样复原后按 GB 6111 方法试验,试验温度为 80℃,试验环向应力为 4 MPa。

### 5.15 纵向回缩率测定

按 GB 6671.2 规定测定。

### 5.16 断裂伸长率测定

按 GB 8804.2 规定测定。

### 5.17 耐候性试验

按 GB 3681 规定进行试验。

## 6 检验规则

6.1 管材需经生产厂质量检验部门检验合格,并附有合格证,方可出厂。

### 6.2 组批

同一原料、配方和工艺连续生产的同一规格管材作为一批,每批数量不超过 30 t。生产期 6 天尚不足 30 t,则以 6 天产量为一批。

### 6.3 出厂检验

6.3.1 出厂检验项目为 4.1,4.2,4.3 条,以及 4.4 条中的短期静液压强度、热稳定性、耐应力开裂、压缩复原、纵向回缩率、断裂伸长率。

6.3.2 4.1,4.2,4.3 条检验按 GB 2828 采用正常检验一次抽样方案,取一般检验水平 I,合格质量水平 6.5,见表 4。



表 4

样本单位:米(根)

批量范围 $N$	样本大小 $n$	合格判定数 $A_c$	不合格判定数 $R_c$
$\leq 150$	8	1	2
151~280	13	2	3
281~500	20	3	4
501~1 200	32	5	6
1 201~3 200	50	7	8
3 201~10 000	80	10	11

6.3.3 在计数抽样合格的产品中,随机抽取足够样品,进行 4.4 条中的短期静液压强度、热稳定性、耐应力开裂、压缩复原、纵向回缩率、断裂伸长率。

#### 6.4 型式检验

按本标准技术要求,并按 6.3.2 条规定对 4.1,4.2,4.3 条进行检验,在检验合格的样品中随机抽取足够的样品进行 4.4 条中各项检验。

若有以下情况之一,应进行型式检验。

- a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
- b. 正式生产后,如设备、原料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c. 正常生产时,定期或积累一定产量后,应周期性进行一次检验;
- d. 产品长期停产后,恢复生产时;
- e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

#### 6.5 判定规则

4.1,4.2,4.3 条按表 5 进行判定,4.4 条中有一项达不到规定时,可随机抽取双倍样品进行该项复验。如仍有一项不合格,则判该批不合格。

### 7 标志、包装、运输、贮存

#### 7.1 标志

管材出厂时应有下列永久性标志,且标志间距不超过 2 m。

- a. “燃气”或“Gas”字样;
- b. 原料牌号;
- c. 标准尺寸比或“SDR”;
- d. 规格尺寸;
- e. 标准代号和顺序号;
- f. 生产厂名或商标;
- g. 生产日期。

#### 7.2 包装

管材端口应封堵,管材应用非金属绳捆扎牢固,直管也可用木架固定两头捆扎。每包装单位中应附有合格证,管材外包装中应有厂名、厂址和生产日期。

#### 7.3 运输

管材运输时,不得受到划伤、抛摔、剧烈的撞击、曝晒、雨淋、油污和化学品污染。

#### 7.4 贮存

管材应贮存在远离热源,温度不超过 40℃,以及油污和化学品污染地,地面平整,通风良好的库房内;室外堆放应有遮盖物,避免曝晒和雨淋。

管材应水平整齐堆放,堆放高度不超过 1.5 m。

管材贮存期一般不超过一年。

**附录 A**  
**长期静液压强度试验方法**  
(补充件)

**A1 20℃时的长期静液压强度**

按 GB 6111 方法进行试验,试验温度为 20℃。选取试验环向应力值时,应使试样在 10 h 以后的试验中,有 25 个以上的破坏点,这些破坏点应分布在至少 5 个压力值上,每个压力值至少有一个破坏点。建议按下表选取破坏点。

试验时间	破坏点数
10~100 h	不少于 8 个
>100~1 000 h	不少于 8 个
>1 000~7 000 h	不少于 5 个
>7 000~9 000 h	不少于 4 个
>9 000 h	不少于 1 个

根据试验结果,绘出环向应力与破坏时间的对数坐标曲线图,并外推至 100 000 h。环向应力以 MPa 计,破坏时间以 h 计。可获得破坏时间为 100 000 h 所对应的环向应力置信下限为 95% 的环向应力。

以最低压力值做试验时,未破坏的试样,如果这些试样提高了管材长期静液压强度值时,则在计算时应把它们做为破坏点来考虑;如果不提高,则予以剔除。

为了便于试验,在选取试验压力时,应使两个相邻压力值之差的数值等于常数。

试验推荐选用  $SDR_{11}$  系列中 32 mm 管材。

**A2 由高温试验获得的 20℃时长期静液压强度****A2.1 总则**

按 GB 6111 方法进行试验,采用图解法,横坐标上 1 个数量级的环向应力(MPa)相当于 5 个数量级的破坏时间(h),建立  $\log\sigma$ ( $\sigma$ ——环向应力)与  $\log t$ ( $t$ ——破坏时间)的关系。

试验推荐选用  $SDR_{11}$  系列中 32 mm 管材。

**A2.2 60℃时的估计回归线**

在 60℃、5.0 MPa 条件下,如果试样在试验到 10 000 h 不发生脆性破坏,则在 60℃时不需要继续进行下一步试验。如果出现脆性破坏,则应从韧—脆过渡区开始向下选择 5 个环向应力值,测定 60℃回归线的脆性部分。

对于每一个环向应力值应测 5 个试样,根据试验结果,用最小二乘法按本试验所得数据计算标准偏差,并由此得出在至少 1 个数量级以上的平均破坏曲线,试验可在 10 000 h 后终止。如果根据试验结果无法在 1 个数量级内计算出破坏曲线的斜率,可估算韧—脆过渡区出现的破坏时间和环向应力值。

从这一点划一条平行于 80℃破坏曲线,此曲线即为估计的 60℃时的平均破坏线。

**A2.3 80℃时的回归线**

选择 5 个环向应力值,测定 80℃的脆性破坏部分,应力大小的选择应使破坏时间大致平均分布于至少 1 个数量级以上。

对于每个环向应力值应测 5 个试样,根据试验结果,用最小二乘法按本试验所得数据计算标准偏差,并由此得出在至少 1 个数量级以上的平均破坏曲线,试验可在 10 000 h 后终止。如果根据试验结果无法在 1 个数量级内计算出破坏曲线的斜率,可估算韧—脆过渡区出现的破坏时间和环向应力值。

**A3 由高温试验外推 20℃时的破坏曲线**

在 2.0 MPa 的环向应力条件下,测定 80℃平均破坏曲线和 60℃平均破坏曲线之间的间距。

在距 60℃破坏曲线上方,距离等于上述所测间距的 2.4 倍处划一条平行于 60℃破坏曲线的平行

线。直到与 20℃时塑性破坏曲线延伸线相交,此线即表示外推出的在 20℃平均脆性破坏曲线。

采用 80℃时计算的标准偏差,从外推的破坏曲线,可获得破坏时间为 50 年所对应的置信下限为 95%的环向应力。

---

**附加说明:**

本标准由中华人民共和国建设部、中国轻工总会提出。

本标准由全国塑料标准化技术委员会归口。

本标准由中国建筑技术发展研究中心、无锡市塑料五厂、上海市煤气公司、北京市煤气热力工程设计院负责起草。

本标准主要起草人高立新、朱韵维、曹永根、钱香媛、赖志红。