



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32983—2016/ISO 16534:2012

---

## 建筑用绝热制品 压缩蠕变性能的测定

Thermal insulating products for building applications—Determination of  
compressive creep

(ISO 16534:2012, IDT)

2016-08-29 发布

2017-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 16534:2012《建筑用绝热制品 压缩蠕变性能的测定》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 13480—2014 建筑用绝热制品 压缩性能的测定(ISO 29469:2008, IDT)

## 建筑用绝热制品 压缩蠕变性能的测定

### 1 范围

本标准规定了测定试样在不同压力条件下压缩蠕变性能所需的设备和步骤。本标准适用于绝热制品。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 5725-2 测量方法和结果的准确度(正确度和精密度) 第2部分:测量标准方法的重复性和再现性的基本方法[Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method]

ISO 29469 建筑用绝热制品 压缩性能的测定(Thermal insulating products for building applications—Determination of compression behaviour)

ISO 29768 建筑用绝热制品 试样线性尺寸的测定(Thermal insulating products for building applications—Determination of linear dimensions of test specimens)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**厚度 thickness**

垂直于长度和宽度所确定平面的线性尺寸。

##### 3.1.1

**厚度 thickness**

$d$

制品原始厚度。

##### 3.1.2

**厚度 thickness**

$d_0$

试样初始厚度。

##### 3.1.3

**厚度 thickness**

$d_1$

试样在加载装置压缩应力(自重)下的厚度。

3.1.4

厚度 **thickness**

$d_0$

加载 60 s 后试样的厚度。

3.1.5

厚度 **thickness**

$d_t$

在规定时间  $t$  时试样的厚度。

3.2

压缩应力 **compressive stress**

$\sigma_c$

压缩载荷与试样初始横截面积的比。

3.3

变形 **deformation**

$X$

试样减少的厚度。

3.4

相对变形 **relative deformation**

$\epsilon$

在加载方向上,试样的变形  $X$  与试样厚度  $d_0$  的比。

3.5

压缩蠕变 **compressive creep**

$X_{ct}$

在规定温度和相对湿度条件下,试样在恒定的应力作用下随时间增加的变形。

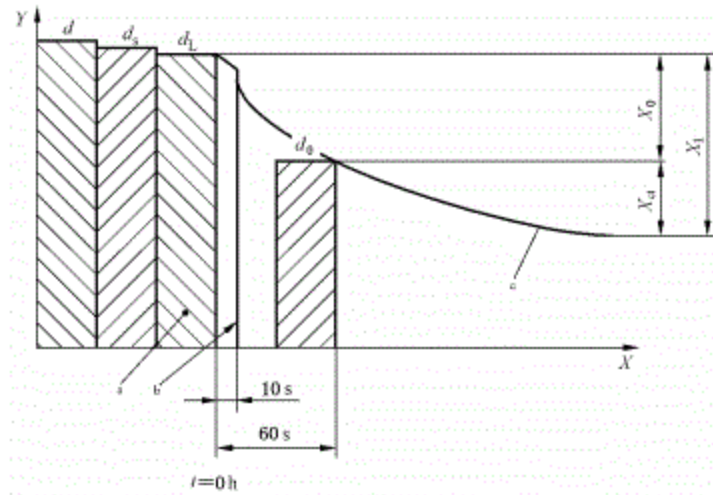
$$X_{ct} = X_t - X_0$$

式中:

$X_t$  ——时间  $t$  时的变形;

$X_0$  ——初始变形(加载 60 s 后)。

图 1 为不同厚度和变形的示例。



说明：

$d_{1c}$ ——变形测量的基准点，分为以下两种状态：

- 1) 加载装置自重(小于压缩蠕变试验最小应力的10%)。
- 2) 压缩蠕变试验施加的载荷。

注：示例中  $d_{1c}$  是变形测量的基准点，若  $d_s$  作为基准点，忽略  $d_{1c}$  的柱形(见7.3)。

<sup>a</sup> 厚度。

<sup>b</sup> 时间  $t$ 。

<sup>c</sup> 变形曲线。

图1 不同厚度和变形的示例

## 4 原理

压缩蠕变是通过测量试样在恒定压缩应力及规定温度、相对湿度和时间条件下的变形增量来表示。

## 5 仪器

### 5.1 加载装置

由两个平板组成，其中一个可移动，能在垂直方向上压缩试样。移动平板可自动调整对中。平板应能够平稳加载且无变形，在试验中压缩应力变化不超过±5%。

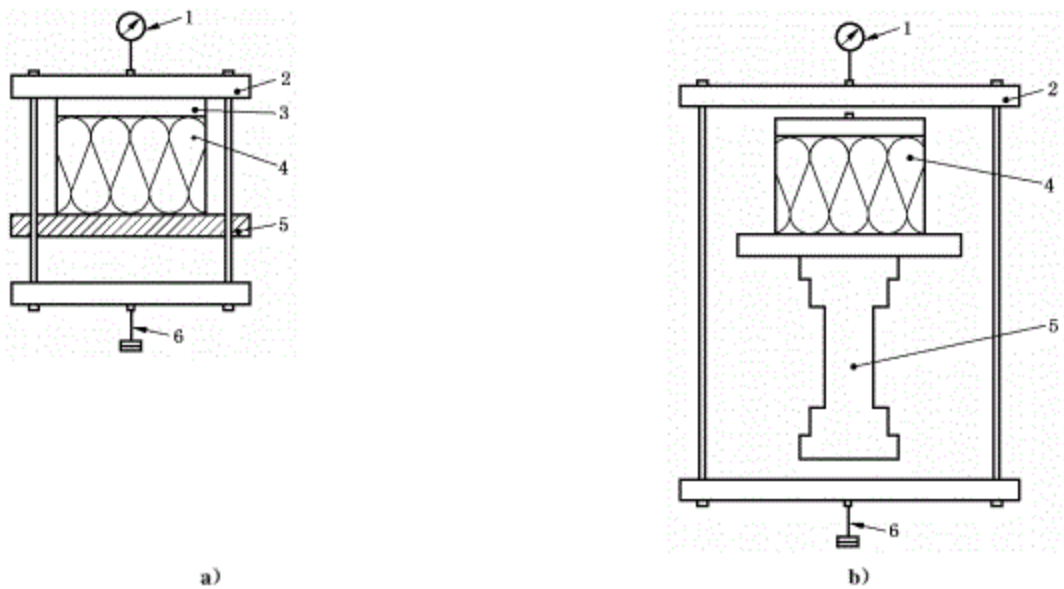
### 5.2 测量装置(如千分表)

用于测量两个平板之间的距离即试样的变形，精确到0.01 mm。

### 5.3 合适的减震装置

用于减小外部震动的影响(如仪器支座)。

试验仪器示例见图2。



说明:

- 1——位移传感器或千分表;
- 2——加载梁;
- 3——加载板(可移动,自动对中);
- 4——试样;
- 5——支撑梁;
- 6——重物加载。

图2 试验仪器示例

## 6 试样

### 6.1 取样

用于测定压缩蠕变的试样应与 ISO 29469 规定的压缩试样取自相同的样品,用相同方法制备。取样方法应符合相关产品标准规定。

注:若无相关产品标准或其他技术规范,取样方法由各相关方商定。

### 6.2 试样尺寸

试样厚度为制品原始厚度,试样宽度不小于试样厚度,带有贴面或表皮的制品在试验时应保留贴面或表皮。

不应将试样叠加来获得更大的厚度。

试样应切割成方形,尺寸如下:

- 50 mm×50 mm,或
- 100 mm×100 mm,或
- 150 mm×150 mm,或
- 200 mm×200 mm,或
- 300 mm×300 mm。

试样尺寸应与 ISO 29469 压缩试样尺寸相同。应符合相关产品标准规定或由各相关方商定。依据 ISO 29768 测量试样尺寸,精确到 0.5%。

试样两表面平行度和平整度公差应不大于试样边长的 0.5%，最大不超过 0.5 mm。

如试样表面不平整，试验前应将试样磨平或用涂层处理试样表面。在试验过程中涂层不应有明显的蠕变或计算时能扣除涂层的蠕变。

### 6.3 试样数量

试样数量应符合相关产品标准规定。若无相应规定，依据 7.2 选择的每个压缩应力条件，应制备最少 3 个试样。

注：若无相关产品标准规定或其他技术规范，试样数量由各相关方商定。

### 6.4 试样制备

试样在切割时应确保试样受压面与制品在使用过程的受压面相同。

切割方法应不改变制品原始结构。

无平行表面的制品，在切割后试样上下表面的平行度应符合 6.2 的规定。

注：若需要，在相关产品标准中给出制备方法。

### 6.5 状态调节

试样应在试验环境下至少放置 24 h。有争议时，试样状态(湿度平衡)调节时间应符合相关产品标准规定。

在热带地区，可使用不同的试样状态调节和试验环境。在该种情况下，温度和相对湿度应分别为  $(27 \pm 5)^\circ\text{C}$  和  $(65 \pm 5)\%$ ，并在试验报告中注明。

## 7 步骤

### 7.1 试验环境

试验应在  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  和  $(50 \pm 5)\%$  相对湿度的环境下进行。

注：其他试验环境，依据相关产品标准规定或由各相关方商定。

在热带地区，可使用不同的试样状态调节和试验环境。在该种情况下，温度和相对湿度分别应为  $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$  和  $(65 \pm 5)\%$ 。

### 7.2 应力选择

应选择 3 个或 3 个以上不同的应力水平进行试验。

要验证某一指定应力水平，应只在此应力水平下进行试验。

蠕变试验应力  $\sigma_c$  的选择应根据 ISO 29469 测定的压缩强度  $\sigma_c$  或 10% 变形时的压缩应力  $\sigma_{10}$ ，按如下方法计算：

$$\sigma_c = 0.15 \times \sigma_m \text{ 或 } \sigma_c = 0.15 \times \sigma_{10}$$

$$\sigma_c = 0.20 \times \sigma_m \text{ 或 } \sigma_c = 0.20 \times \sigma_{10}$$

$$\sigma_c = 0.25 \times \sigma_m \text{ 或 } \sigma_c = 0.25 \times \sigma_{10}$$

$$\sigma_c = 0.30 \times \sigma_m \text{ 或 } \sigma_c = 0.30 \times \sigma_{10}$$

$$\sigma_c = 0.35 \times \sigma_m \text{ 或 } \sigma_c = 0.35 \times \sigma_{10}$$

注：若需要，可选择其他的  $\sigma_c$ 。

### 7.3 试验步骤

依据 ISO 29768，在不使用加载装置条件下测量试样的厚度  $d$ ，精确到 0.1 mm。

将试样置于加载装置下。在加载装置自重下试样的厚度  $d_L$  为变形测量的基准值。测量  $d_L$ ，精确到 0.01 mm。

自重产生的应力应小于试验所选最小应力的 10%。

如在加载装置下测量试样厚度  $d_L$ ，应施加  $(250 \pm 10)$  Pa 的预压力，精确到 0.01 mm。该厚度作为变形测量的基准值。

如在 250 Pa 预压力下发生明显变形，可用 50 Pa 的预压力，应符合相关产品标准规定。在该情况下，厚度  $d_L$  应在相同压力下测量。

在  $(10 \pm 5)$  s 内对试样均匀施加相应的应力。

在加载  $(60 \pm 5)$  s 后测量初始变形  $X_0$ ，精确到 0.01 mm。

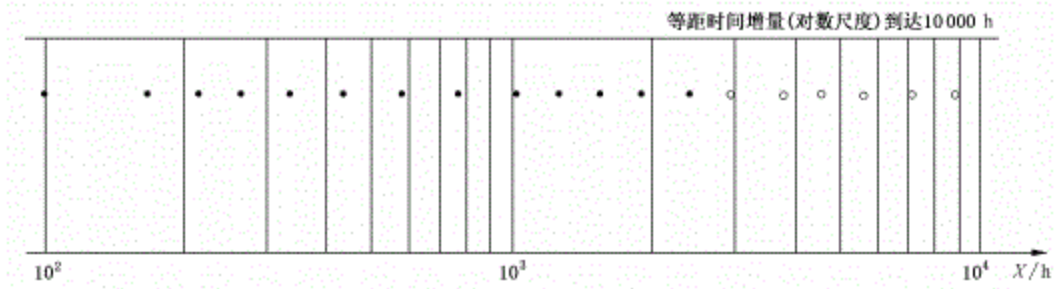
在加载下列相应时间后测量变形  $X_t$ ：0.1 h、1 h、5 h、1 d、2 d、4 d、7 d、9 d、11 d、14 d、18 d、24 d、32 d、42 d、53 d、65 d、80 d、90 d~100 d 期间测量一次。

注：以小时计算，这些时间在对数时间尺度的增量是等距离。

如在 90 d 后仍继续试验（见 7.4），应在等距离的时间增量（对数刻度）时读数。图 3 给出了合适读数时间间隔示例。

如为测试需去除的试样表面难以去除或增加涂层，压缩蠕变可通过加载装置平板的相对移动进行测量。另外，如为了解材料特性，可在材料边缘选择相关点的相对位移进行测量。





注：●90 d内需要的试验记录(见 7.3)；  
○多于 90 d 需要的试验记录(见 7.4)。

天数	时间	持续时间/h	星期
0	10:00	0(加载)	星期一
0	10:01	0.017	星期一
0	11:00	1.0	星期一
0	15:00	5.0	星期一
1	10:00	24	星期二
2	10:00	48	星期三
4	14:00	100	星期五
7	10:10	168	星期一
9	10:00	216	星期三
11	10:00	264	星期五
14	10:00	336	星期一
18	10:00	432	星期五
24	10:00	576	星期四
32	10:00	768	星期五
42	10:00	1 008	星期一
53	10:00	1 272	星期五
65	10:00	1 560	星期三
80	10:00	1 920	星期四
100	10:00	2 400	星期三
123	10:00	2 952	星期五
156	10:00	3 744	星期三
190	10:00	4 560	星期二
231	10:00	5 544	星期一
295	10:00	7 080	星期二
365	10:00	8 760	星期二

图3 读数时间-变形测量的时间间隔举例

#### 7.4 试验时间

压缩蠕变应依据 7.3 规定的间隔时间进行测量,持续至少 90 d。试验持续时间应依据相关产品标准规定或由各相关方商定。总试验时间取决于依据附录 A 外推法得到的时间。

#### 8 结果计算和表示

记录每个试样的变形值  $X_t$ 。

依据式(1)计算每个试样相对变形  $\epsilon_t$ ,用百分数表示:

$$\epsilon_t = \frac{X_t}{d_s} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$X_t$  ——时间  $t$  时的变形,单位为毫米(mm);

$d_s$  ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

每种压缩应力下每个试样的相对变形和 3 个试样的平均值应用半对数(时间)或 log/log 曲线表示。蠕变变形的计算和外推公式见附录 A。

## 9 精确度

通过使用可比对的试验设备和试样制备方法,经过循环试验,在一定载荷下试验结果  $\epsilon_{ct}$  和  $\epsilon_t$  的精密密度如下:

——95%重复性限  $r$ :约 0.5%。

——95%再现性限  $R$ :约 1.2%。

上述涉及的术语符合 ISO 5725-2 的规定。

## 10 试验报告

试样报告应包含以下内容:

- a) 说明按本标准试验;
- b) 产品标识:
  - 1) 产品名称、企业名称、生产商或供应商;
  - 2) 产品代码;
  - 3) 产品规格;
  - 4) 包装;
  - 5) 产品到达试验室的状态;
  - 6) 其他相关信息(如标称厚度、标称密度);
- c) 试验步骤:
  - 1) 抽样(如抽样地点和抽样人员);
  - 2) 状态调节;
  - 3) 与第 6 章和第 7 章的任何偏差;
  - 4) 试验日期;
  - 5) 热带地区的状态调节和试验环境;
  - 6) 试样尺寸和数量;
  - 7) 表面处理方法(磨平或涂层);
  - 8) 与试验有关的信息(依照 ISO 29469 测得的强度  $\sigma_m$ ,或应力  $\sigma_{10}$ 和所选择的应力  $\sigma_c$ );
  - 9) 任何可能影响试验结果的信息;
- d) 试验结果:
  - 1) 记录相应应力下变形单值和平均值以及  $X_t-t$  的半对数或对数的曲线;
  - 2) 若需要,依据附录 A,给出每个应力水平对应的结果:
    - 统计参数  $a$ 、 $b$  和  $r^2$ ;
    - Findley 方程因子  $m$  和  $b$ ;
    - 与线性回归分析 log/log 曲线相应的压缩蠕变  $X_{ct}$ ;
    - 相应的变形  $\epsilon$  和半对数曲线的外推曲线。

试验仪器和试验人员信息最好能在实验室方便获得,但不必在报告中给出。

**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**计算方法**

### A.1 综述

本附录规定了测定绝热制品压缩蠕变长期变形的一种计算方法。如有其他验证有效的数学模型，应通过修订本附录进行阐述。

该方法可用于规定实际应用中的允许载荷和/或某一特定制品的压缩性能。

依据本标准进行大量试验的结果和经验，可对绝热制品随时间变化的性能进行可靠的推断。并非所有制品都已有测试经验。已获得各种泡沫塑料制品的测试经验。其他制品，仍需进行试验且数学模型仍未确认。

同一制品体系中不同制品的模型确认应进行不少于 5 年的测试。基于这些测试的基础上，不同的数学模型应通过两年的测试数据来评估并用外推数据与不少于 5 年测试数据进行比较。

本附录给出了一种可行的外推方法，最长外推时间为 30 倍测试时间。

为了验证依据数学模型所得曲线特征，应与测试数据所得曲线相似。

即使可外推达到 30 倍测试时间，建议长期允许应力和相对变形的计算应增加一个安全系数。

### A.2 原理

该计算方法是建立在 Findley 方程数学函数的基础上，用于描述绝热制品压缩蠕变性能，若依据式 (A.2) 进行线性回归分析其相关系数  $r^2 \geq 0.9$ 。

$$X_t = X_0 + m \times t^b \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中  $m$  和  $b$  是常量。

式 (A.1) 可用对数形式如下表示：

$$\lg(X_t - X_0) = \lg m + b \times \lg t \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

$\lg m$  为纵坐标截距， $b$  为直线斜率。上述常量应通过变形-时间函数的线性回归分析得到。

### A.3 步骤

**A.3.1** 用试样厚度  $d_s$ 、 $d_t$ 、变形  $X_0$  和依据本标准测得的时间  $t$  时的变形  $X_t$ ，7 d(168 h) 后计算所有的  $\lg t$ 、 $X_t$ 、 $\lg X_t$ 。

如测试数据在  $\lg/\lg$  曲线上的线性与式 (A.2) 吻合，可缩短计算起始时间。

**A.3.2** 应计算下列统计数据，进行线性回归分析。

线性回归直线的通用公式：

$$y = a + b \times x \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$x_m = \sum x_i / n \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

$$y_m = \sum y_i / n \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

$$Q_x = \sum x_i^2 - [(\sum x_i)^2 / n] \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

$$Q_y = \sum y_i^2 - [(\sum y_i)^2 / n] \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

$$Q_{xy} = \sum x_i y_i - [(\sum x_i) \times (\sum y_i) / n] \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

$$s_R^2 = [Q_y - (Q_{xy}^2/Q_x)] / (n - 2) \dots\dots\dots (A.9)$$

$$s_R = \sqrt{s_R^2} \dots\dots\dots (A.10)$$

$$r^2 = Q_{xy}^2 / (Q_x \times Q_y) \dots\dots\dots (A.11)$$

$$r = \sqrt{r^2} \dots\dots\dots (A.12)$$

$$b = Q_{xy} / Q_x \dots\dots\dots (A.13)$$

$$a = y_m - b \times x_m \dots\dots\dots (A.14)$$

式中：

- $n$  ——数据个数；
- $x_t$  ——时间,  $\lg t$ ；
- $y_t$  ——蠕变变形,  $\lg X_{ct}$ ；
- $x_m$  —— $x_t$  的平均值；
- $y_m$  —— $y_t$  的平均值；
- $Q_x$  —— $x$  值对应的偏差的平方和；
- $Q_y$  —— $y$  值对应的偏差的平方和；
- $Q_{xy}$  ——偏差和；
- $s_R^2$  ——方差；
- $s_R$  ——标准差；
- $r^2$  ——计算系数；
- $r$  ——相关系数；
- $a$  ——纵坐标截距；
- $b$  ——直线斜率。

#### A.4 长期变形计算

用式(A.1), 并取式(A.13)中的  $b$  和  $m = 10^6$ , 任何时间  $t$  的长期变形都可计算得到。可外推至 30 倍测试时间, 取  $r^2 \geq 0.9$ (见附录 B 示例)。

**附录 B**  
(规范性附录)  
**线性回归分析示例**

表 B.1 给出了在一个压缩应力水平下三个试样的变形测量值。以上变形测量值是在不同时间段记录的。该示例中用附录 A 给出的线性回归方法分析了三个试样的平均值。

统计值计算如下：

$$x_m = 3.238\ 72$$

$$y_m = -0.868\ 83$$

$$Q_x = 7.770\ 76$$

$$Q_y = 0.277\ 14$$

$$Q_{xy} = 1.444\ 65$$

$$s_R^2 = 0.000\ 41$$

$$s_R = 0.020\ 20$$

$$r^2 = 0.969\ 08 (r^2 > 0.9)$$

$$r = 0.984\ 42$$

$$b = 0.185\ 91$$

$$a = -1.470\ 94$$

图 B.1 为线性回归分析所得  $\lg t - \lg X_{ct}$  直线, 其中  $m = 0.033\ 81$ ,  $b = 0.185\ 91$ 。

例: 试样 10 年(约 87 600 h)的长期变形值, 按式(A.1)计算,  $m$  和  $b$  取值同上:

$$X_{87\ 600} = X_0 + 0.033\ 81 \times 87\ 600^{0.185\ 91}$$

$$X_{87\ 600} = 0.50(\text{mm})$$

相对变形(见第 8 章)如下:

$$\epsilon_t = \frac{X_t}{d_s} \times 100$$

$$\epsilon_{87\ 600} = \frac{0.50}{50.2} \times 100$$

$$\epsilon_{87\ 600} = 1.0\%$$

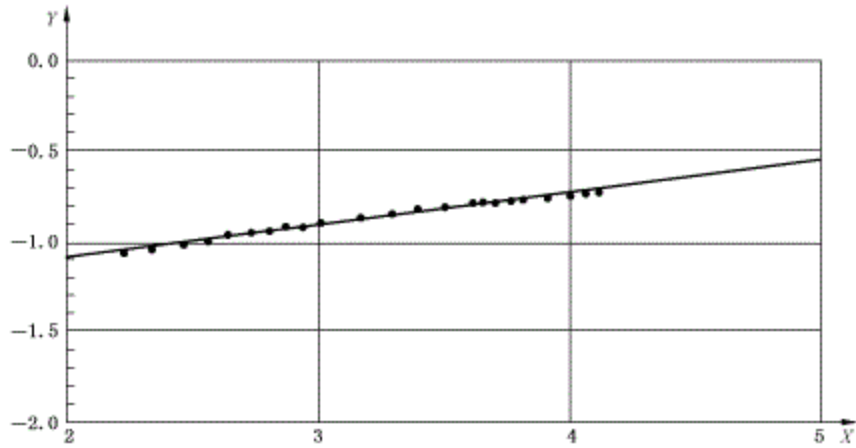
图 B.2 为相对变形  $\epsilon_t$  与时间的半对数曲线。图中测量值用(•)表示。计算外推至 100 000 h(约 11.4 年)。

**表 B.1 同一压缩应力水平下 3 个试样的变形测量值**

试样	1	2	3
厚度 $d_s/\text{mm}$	50.2	50.2	50.2
厚度 $d_t/\text{mm}$	50.19	50.24	50.24
变形 $X_0/\text{mm}$	0.22	0.23	0.21

表 B.1 (续)

时间 $t$ h	$\lg t$	变形 $X$ , mm			相对变形 $\epsilon$ , %			$\epsilon$ , 平 均值 %	压缩蠕变 $X_{\epsilon}$ , mm			$X_{\epsilon}$ 平均值 mm	$\lg X'_{\epsilon}$
		1	2	3	1	2	3		1	2	3		
167	2.222 72	0.31	0.31	0.29	0.61	0.61	0.58	0.601	0.09	0.08	0.08	0.082	-1.086 19
215	2.332 44	0.31	0.31	0.30	0.61	0.63	0.59	0.608	0.09	0.08	0.09	0.085	-1.068 88
287	2.457 88	0.31	0.32	0.30	0.62	0.64	0.60	0.621	0.09	0.09	0.09	0.092	-1.036 21
357	2.552 67	0.32	0.33	0.31	0.64	0.65	0.62	0.637	0.10	0.10	0.10	0.100	-1.000 00
431	2.634 48	0.33	0.33	0.32	0.66	0.66	0.63	0.652	0.11	0.10	0.11	0.107	-0.969 27
527	2.721 81	0.33	0.34	0.32	0.66	0.67	0.64	0.657	0.11	0.11	0.11	0.110	-0.958 61
623	2.794 49	0.34	0.34	0.32	0.67	0.68	0.64	0.663	0.12	0.11	0.11	0.113	-0.946 92
719	2.856 73	0.34	0.35	0.33	0.68	0.69	0.66	0.677	0.12	0.12	0.12	0.120	-0.920 82
863	2.936 01	0.34	0.35	0.32	0.67	0.70	0.64	0.672	0.12	0.12	0.11	0.118	-0.929 35
1 007	3.003 03	0.35	0.36	0.34	0.70	0.71	0.67	0.692	0.13	0.13	0.13	0.127	-0.895 06
1 439	3.158 06	0.36	0.37	0.35	0.72	0.73	0.69	0.715	0.14	0.14	0.14	0.139	-0.855 94
1 943	3.288 47	0.36	0.38	0.35	0.73	0.75	0.70	0.725	0.14	0.15	0.14	0.144	-0.841 64
2 447	3.388 63	0.37	0.38	0.36	0.74	0.76	0.72	0.740	0.15	0.15	0.15	0.152	-0.819 11
3 215	3.507 18	0.38	0.39	0.37	0.75	0.78	0.73	0.752	0.16	0.16	0.16	0.158	-0.802 26
4 127	3.615 63	0.38	0.40	0.37	0.77	0.79	0.74	0.765	0.16	0.17	0.16	0.164	-0.784 27
4 487	3.651 96	0.39	0.40	0.37	0.77	0.80	0.74	0.771	0.17	0.17	0.16	0.167	-0.777 28
5 015	3.700 27	0.39	0.40	0.38	0.78	0.80	0.75	0.775	0.17	0.17	0.17	0.169	-0.772 11
5 855	3.767 53	0.39	0.40	0.38	0.78	0.80	0.76	0.780	0.17	0.17	0.17	0.172	-0.765 31
6 527	3.814 71	0.40	0.41	0.38	0.79	0.81	0.76	0.787	0.18	0.18	0.17	0.175	-0.756 14
8 159	3.911 64	0.40	0.40	0.38	0.79	0.80	0.76	0.783	0.18	0.17	0.17	0.173	-0.761 12
10 007	4.000 30	0.40	0.41	0.39	0.80	0.81	0.77	0.792	0.18	0.18	0.18	0.178	-0.749 58
11 519	4.061 41	0.40	0.41	0.39	0.80	0.81	0.77	0.794	0.18	0.18	0.18	0.179	-0.747 15
12 959	4.112 57	0.41	0.41	0.39	0.81	0.82	0.78	0.800	0.19	0.18	0.18	0.182	-0.739 93

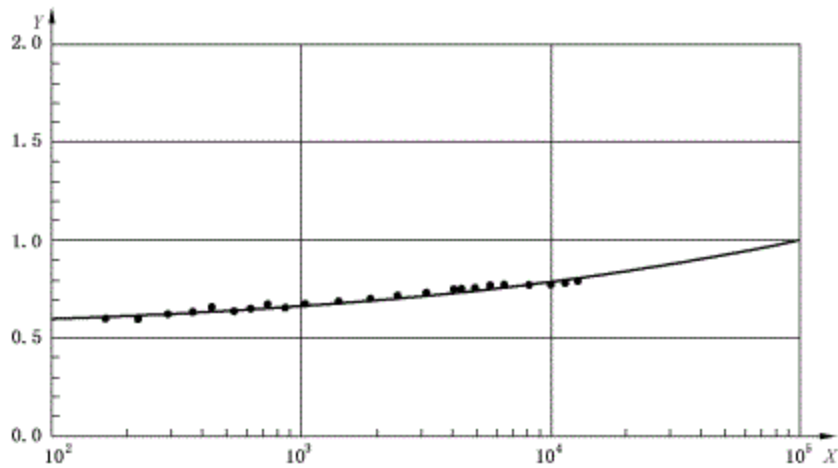


说明:

$X$  ——  $\lg X_\epsilon$  ( $X_\epsilon$  单位为 mm);

$Y$  ——  $\lg t$  ( $t$  单位为 h)。

图 B.1 蠕变变形——回归分析



说明:

$X$  —— 相对变形  $\epsilon_r$ , 用百分数表示;

$Y$  —— 时间  $t$ , 单位为 h。

图 B.2 长期压缩蠕变性能——测量值和外推计算