

# 塑料拉伸蠕变性能测试

AGS-008

**摘要：**本文参考《GB/T 11546.1-2008 塑料 蠕变性能的测定 第1部分：拉伸蠕变》（ISO 899-1:2003, IDT），使用岛津电子万能试验机 AGS-X 对塑料标准哑铃型试样进行拉伸蠕变测试。试验证明，岛津 AGS-X 电子万能试验机可满足 10 小时以下短时材料拉伸蠕变试验的要求。配合岛津 TRAPZIUM 软件可以设定具体的试验条件，测得蠕变弹性模量和稳定的蠕变曲线。

**关键词：**万能试验机 塑料拉伸 蠕变试验

任何材料，当它受到载荷时，都会发生程度不同的结构形变，聚合物材料的蠕变是一种在低于屈服强度的应力作用下产生的（在初始受载变形之后发生的）缓慢而又部分不可逆的形变。他的变化依赖于载荷，温度，时间和材料。蠕变的过程不仅因材料而异，而且与材料的弹性模量成反比。

聚合物材料在一定温度下承受恒定载荷时，将迅速发生变形，随后在缓慢速率下无限期的形变下去。载荷足够高时形变会继续下去直到断裂为止。这种在温度和载荷恒定的条件下，变形对时间以来的性质，就是蠕变性。

典型聚合物材料的蠕变变形分为 3 个阶段，第一阶段是曲线段（蠕变速率  $(\Delta\varepsilon/\Delta t)$  随时间而呈下降趋势），第二阶段是线性段（蠕变速率不变，即  $(\Delta\varepsilon/\Delta t) = \text{常数}$ ，这一段是直线），第三阶段又是曲线段（蠕变速率随时间而上升，随后试样断裂），第一和第三阶段几乎没有研究价值，而第二阶段是线性的，大约从 1 小时到 2 万小时或更多，因为这个阶段是线性的，所以通过获取第二阶段的曲线能够推断该塑料材料的可用寿命（即单位时间后的应变与时间成正比，单位时间后的弹性模量与时间成反比，且在阶段二中都呈线性变化）。这在估算塑料部件的可用寿命应用中是非常重要的。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器与夹具

- AGS-X 5000N 电子万能试验机
- 5KN 气动双推夹具（斜纹面夹齿）
- TRAPEZIUM X 软件（单一试验）

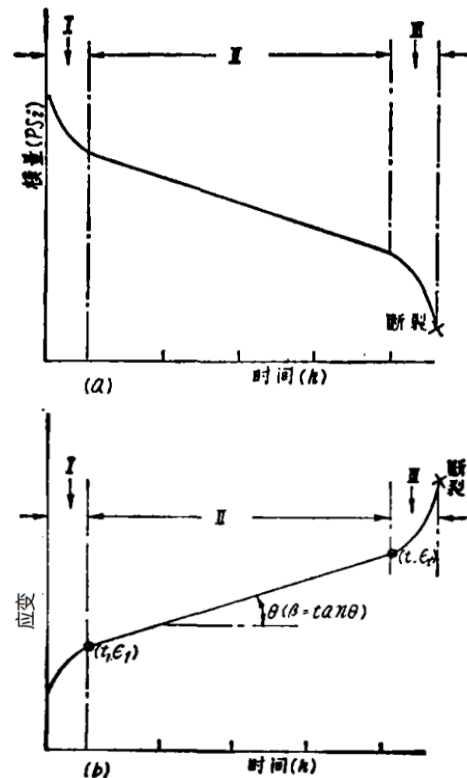


图 1 应变和模量随时间变化曲线

- a- 模量与时间关系
- b- 应变与时间关系

## 1.2 分析条件

试验温度：室温 20°C左右

载荷传感器：5000 N (0.5 级)

试验夹具：5 KN 气动双推夹具（斜纹面夹齿）

试验速率：10 mm/min

## 1.3 样品及处理

试样为 2 种塑料哑铃型标准试样，厚 4 mm，宽 10 mm，标距为 50 mm。无需特殊处理。

试验参考《GB/T 11546.1-2008 塑料 蠕变性能的测定 第 1 部分：拉伸蠕变》建议的测试方法展开，岛津试验机 TRAPZIUM 软件手册中也提供了蠕变拉伸测试的设定方法。



图 2 2 种塑料拉伸标准哑铃型试样

## ■ 拉伸蠕变试验介绍

采用岛津电子万能试验机 AGS-X 5000N，配合 5 KN 气动双推夹具（斜纹面夹齿）进行拉伸蠕变试验，以 10 mm/min 速度开始拉伸到 300 N 后（注意要低于试样屈服强度）开始保持载荷 2 小时直到试验结束。



图 3 拉伸蠕变测试进行中

## ■ 结果与结论

### 3.1 拉伸试验结果

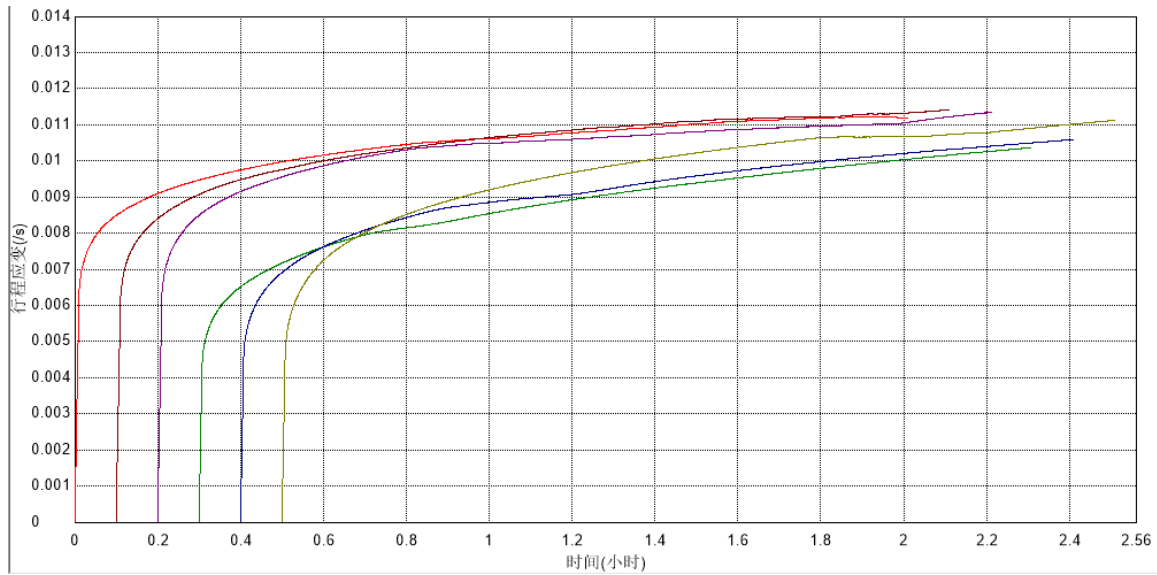


图 4 试验测得的 2 种塑料拉伸应变 - 时间曲线

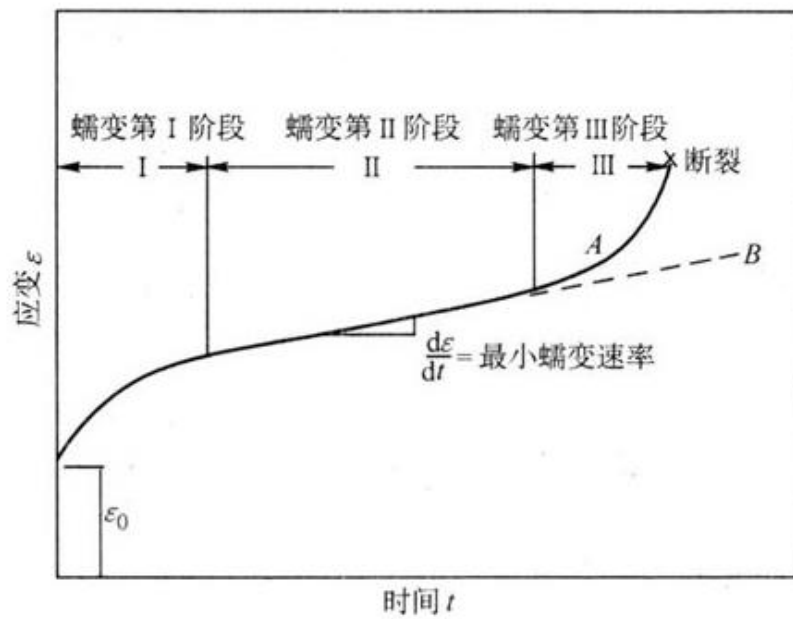


图 5 理想蠕变曲线

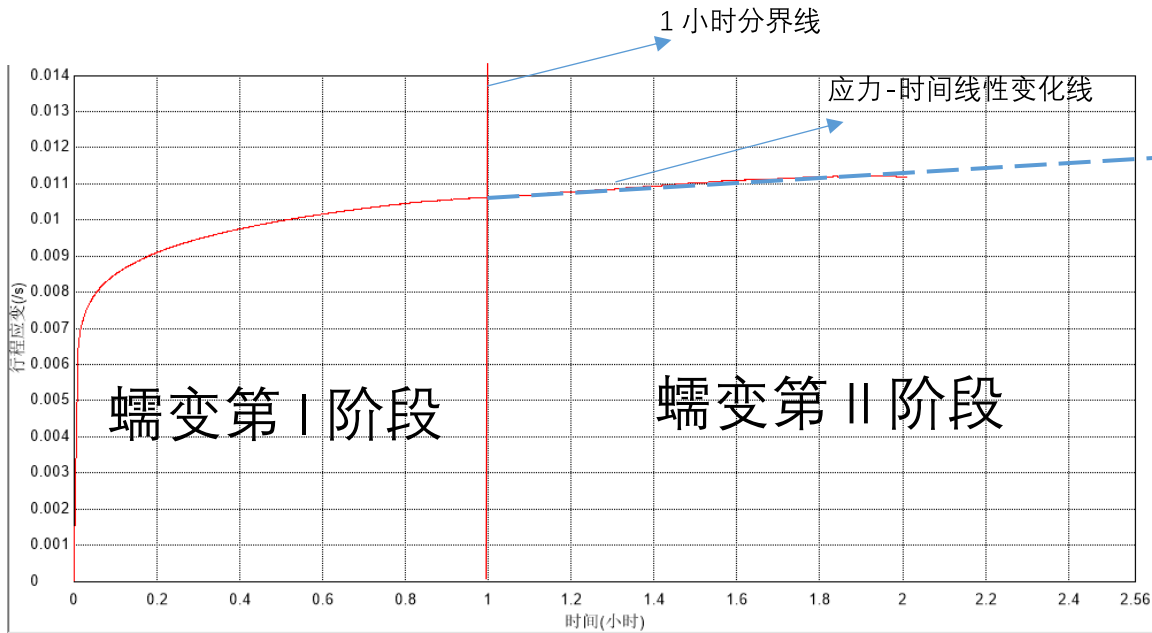
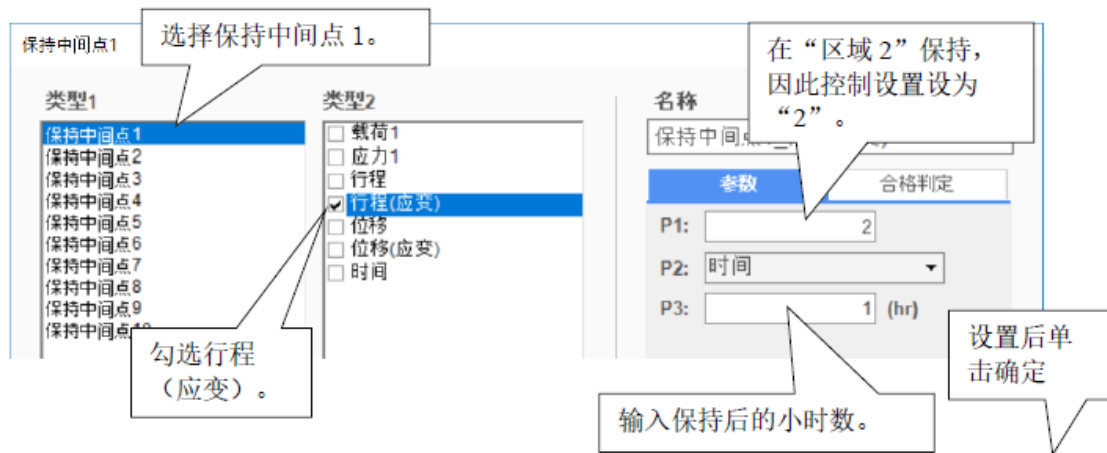


图 6 试验测得的蠕变曲线第 I, 第 II 阶段分布

如上图所示，塑料蠕变第二阶段从约 1 小时到上万小时不等（取决于环境温度和载荷），这一阶段试样的应变是线性变化的，蓝色虚线代表应变—时间线性变化的推定值，可以延伸到比实际测试时间长很多，我们可以利用这一规律通过短期拉伸蠕变试样从而判定一个较长时间试样的蠕变的应变量，曾经有这方面的试验证明，一天内求取的塑料蠕变变形通过线性换算后计算取得的一万小时的应变量与实际测试应一万小时蠕变应变量之间的误差在 5% 左右。



保持后 1 小时的蠕变弹性模量  $\Rightarrow$  定义任意公式  
 蠕变弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>) = 500 N 时的应力 / 1 小时后的应变

图 7 岛津 TRAPZIUM 软件中关于拉伸蠕变模量的说明

上图所示为岛津 TRAPEZIUM 软件中设定的蠕变弹性模量计算公式，能够获取材料拉伸蠕变中的蠕变弹性模量值。

表 1 试验测得的拉伸蠕变数据

试样名	行程应变 1 小时 %	行程应变 1.2 小时 %	行程应变 1.4 小时 %	行程应变 1.6 小时 %	行程应变 1.8 小时 %	蠕变 1 小时时弹性模量 N/mm <sup>2</sup>
1-1	0.01062	0.01078	0.01094	0.01110	0.01119	1177.03
1-2	0.01076	0.01094	0.01110	0.01120	0.01129	1161.71
1-3	0.01060	0.01074	0.01087	0.01096	0.01106	1179.25
2-1	0.00910	0.00940	0.00967	0.00992	0.01016	1373.63
2-2	0.00944	0.00974	0.00999	0.01021	0.01040	1324.15
2-3	0.01023	0.01052	0.01066	0.01073	0.01090	1221.90

表 1 为测得的塑料拉伸蠕变试验中，从 1 小时到 2 小时中，2 种塑料材料应变的变化值与 1 小时的蠕变弹性模量，由数据可知，这段时间内，试样的应变呈比较稳定的线性变化，且 2 组试样蠕变 1 小时的蠕变弹性模量波动很小，数值稳定在同一区间中。

## ■ 结论

综上所述，使用岛津的 AGS-X 5000N 电子万能试验机，配合岛津 5KN 气动夹具，能够根据《GB/T 11546.1-2008 塑料 蠕变性能的测定 第 1 部分：拉伸蠕变》（ISO 899-1:2003, IDT）的测试要求准确测得塑料哑铃型试样的蠕变弹性模量和稳定的蠕变曲线。根据 1 小时后的线性段可用于判断塑料的应力应变线性变化，利用材料蠕变中第二阶段变形应变 - 时间呈线性变化的特性，可以推断塑料部件的较长时间后的变形，对评估材料寿命具有重要意义。

岛津应用云

