

实验一 聚氯乙烯的力学和耐热性能测定

一、实验目的

1. 掌握测定硬聚氯乙烯板抗拉强度及断裂伸长率的方法
2. 掌握弯曲试验方法，并测定弯曲强度
3. 了解冲击强度的测试方法
4. 了解耐热性(马丁)试验方法

二、实验原理

1. 拉伸试验是最常用的一种力学性能测试。它是在一定的试验温度、湿度与试验速度下。试样在轴向拉力作用下，缓慢地连续地增加载荷，直到破坏。试样工作截面上单位面积所能承受的载荷，谓之抗拉强度，如图 1 所示。此法可得到硬聚氯乙烯板拉伸时的应力—应变曲线。如图 2 所示。

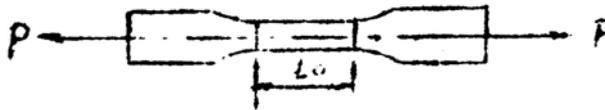


图 1 试样受拉伸载荷时情况

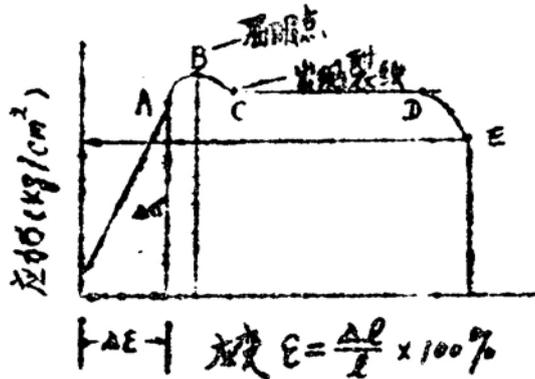


图 2 硬聚氯乙烯板拉伸时的变力—应变曲线

2. 弯曲强度测定是对试样施加静弯曲力矩，以测定弯曲强度(σ_f)。本实验是采用简支梁法弯曲试验，如图 3 所示，即将试样放在两支座上。在试样中间上施加集中载荷，使试样变形，直至破裂时的强度 σ_f 。

$$\sigma_f = \frac{1.5PL}{bd^2} (\text{Kg/cm}^2) \quad (1)$$

式中：

P—最大载荷(Kg)

L—试验跨度(cm)

b—试样宽度(cm)

d—试样厚度(cm)

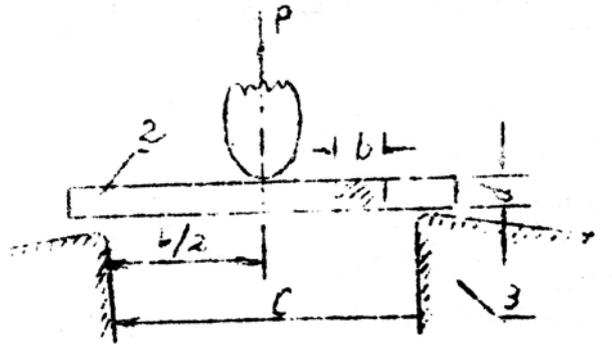


图3 板状试样弯曲试验装置示意图

3.冲击强度是试样在动负荷下，抵抗冲击的性能。试样冲断时。单位面积上所消耗功。谓之冲击强度 σ_i (或 σ_k)。

$$\sigma_i = \frac{A}{bd} \text{ (Kg}\cdot\text{cm/cm}^2\text{)} \quad (7\sim 1)$$

式中：A—冲断试样所消耗功(Kg·cm)

b—试样宽度(cm)

d—试样厚度(cm)

对于有缺口试样冲击强度 σ_{in}

$$\sigma_{in} = \frac{A}{bd_1} \text{ (Kg}\cdot\text{cm/cm}^2\text{)} \quad (7\sim 2)$$

式中：A—冲断缺口试样所消耗功(Kg·cm)

b—试样宽度(cm)

d—试样剩余厚度(cm)

本实验采用简支梁式摆锤冲击方法测定冲击强度。其整个过程是基于能量守恒原理。如图4所示。把摆锤由铅锤位置扬起 α 角处。使具有一定位能。让其自由下落，则此位能转化为动能。而将试样冲断。冲断试样后，摆锤即以剩余能量升到 β 角处高度。故可得下式：

$$wl(1 - \cos \alpha) = wl(1 - \cos \beta) + A + A\alpha + A\beta + \frac{1}{2}mv^2 \quad (2)$$

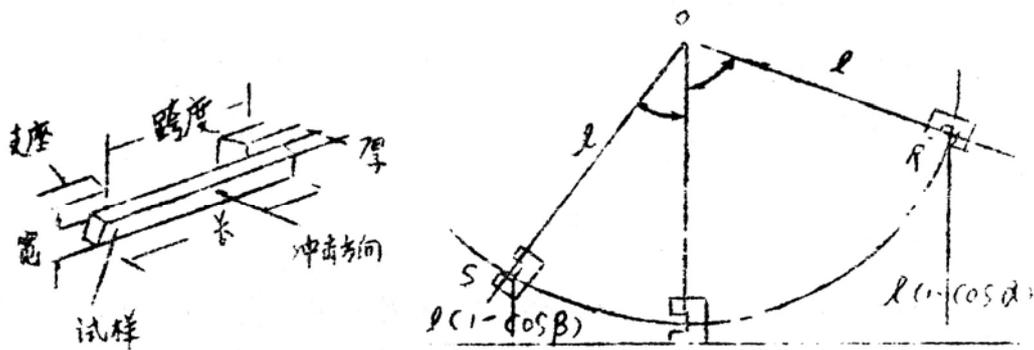


图4 摆锤式冲击试验工作原理图

式中：w—摆锤之重量

l—摆锤之摆长

α —摆锤冲击前之揭角

β —摆锤冲击后之升角

A—冲断试样所消耗的功

A_{α} —摆锤在 α 角内克服空气阻力所消耗功

A_{β} —摆锤在 β 角内克服空气阻力所消耗功

$\frac{1}{2}mv^2$ —试样断裂时，飞出时所具的功能

通常对(2)式中后面三项都可忽略不计。故可用下述简式计算冲断试样时所消耗的功。

$$A = wl(\cos \beta - \cos \alpha) \quad (3)$$

在(3)式中除 β 外均为已知数。故根据摆锤冲断试样后的升角 β 的大小，即可绘制出读数盘刻度。由此直接可读出冲断试样时所消耗的功值(A)。

4.耐热性是试样在等速升温环境中，在受一定弯曲应力作用下，测定达到一定弯曲变形(弯曲或折断)时的温度。以示耐热性。本实验系用马丁试验方法。故得马丁耐热温度。

由此可见，马丁耐热温度是在一定条件下进行的条件性试验方法而得。其条件是：

- (1)、一定试样尺寸。长×宽×高为(120±1)×(15±0.2)×(10±0.2)毫米；
- (2)、等速升温速度为 50±3℃ / 小时；
- (3)、所受弯曲应力 $\sigma_f = 50 \pm 0.2 \text{Kg} / \text{cm}$ ；
- (4)、马丁试验器的指针下降至 6 毫米时的温度，即为马丁耐热温度。

三、实验仪器设备及流程

电子万能材料试验机

摆锤式冲击试验机

耐热试验箱

温度计 准确至 1°C

游标卡尺

直尺

四、实验操作步骤

(一)、抗拉强度测定

1. 试样按图 5 所示拉伸试样尺寸加工。

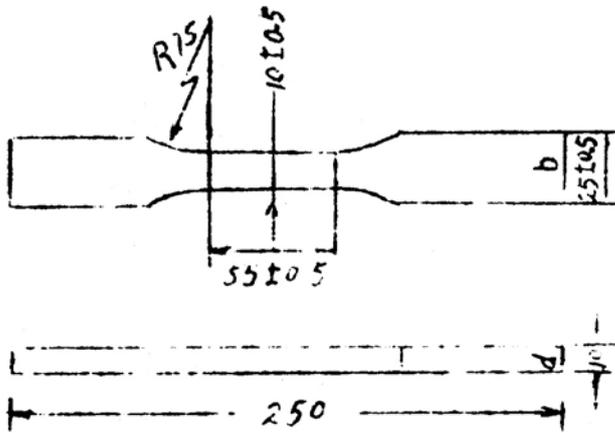


图 5 拉伸试样尺寸

2、选取一组试样。不少于 5 个。并用游标尺测量其宽度和厚度，准确至 0.05 毫米。每个试样测量三点，取其算术平均值。

3、量取有效长度，即试样标距。

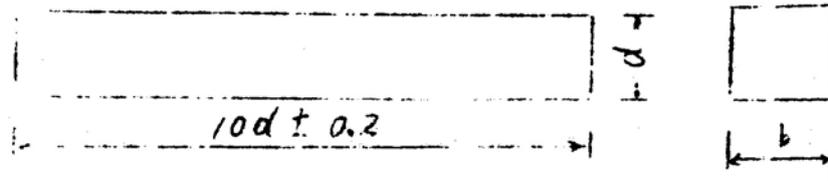
4、选用试验机的载荷量程，使试样破坏载荷读数落在满载荷的 20~90% 范围内。

5、拉伸试验速度为 10 ± 5 毫米 / 分。

6、置试样于试验机拉长夹具中夹紧。并开始加载荷。待试样断裂时。读取载荷值(P)。并量取拉伸的最大变形值(L)。

(二)、弯曲强度测定

1、试样尺寸如图 6 所示。



$$d = 15 \pm 0.2 \text{ 毫米}$$

图 6 弯曲试样

- 2、选取每组试样不少于 5 个。并测量试样中间部位的宽度和厚度，宽度测量准确至 0.05 毫米；厚度测量准确至 0.01 毫米，测量三点，取其算术平均值。
- 3、按 $L=10d \pm 0.5$ 毫米 $V=1 \sim 3d$ 毫米/分选用跨度 L 及加载速度。
- 4、选用试验机量程。
- 5、将试样按图 6 所示安放，并加载荷，待试样破坏时读取载荷 P 。

(三)、弯曲强度测定

- 1、按图 7 制备试样，选用每组不少于 5 个试样，并测量其中间部位的宽度 b 和厚度 d (或 d_f) 准确至 0.05 毫米。
- 2、根据冲击强度大小，选用摆锤大小。
- 3、用跨度规调整二支座间距为 70 毫米。
- 4、校准试验机满意，即当摆锤在铅锤位置时，指针应指在读数盘最大刻度处。
- 5、安放试样。若缺口试样安放时，其缺口背向摆锤正中处。
- 6、扬臂。即使摆锤升起挂在手柄预备处。冲击后即可记录指针所指读数 A 。

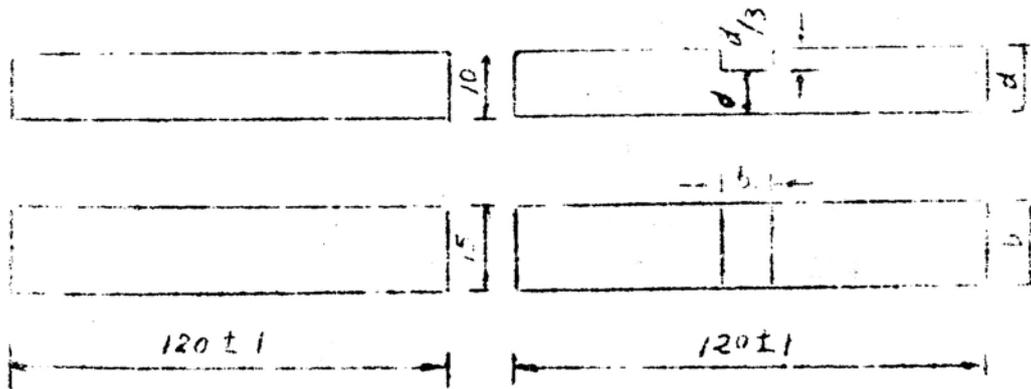


图 7 无缺口和有缺口冲击试样

(四)、耐热性能测定

- 1、按图 8 所示制备试样。选用每组 3 个，并测量其宽度和厚度。
- 2、调整升温速度 $50 \pm 3^\circ\text{C} / \text{小时}$ (已调好)

3、按图 9 所示安放试样。处于铅锤方向。并使横杆处于水平。

按图示试样尺寸制备试样

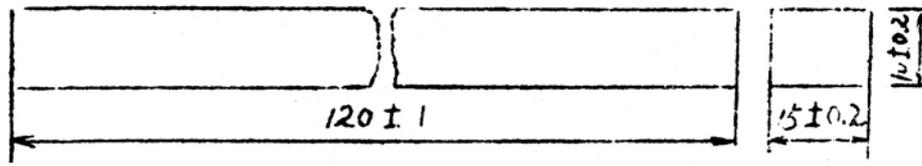


图 8 马丁耐热试样

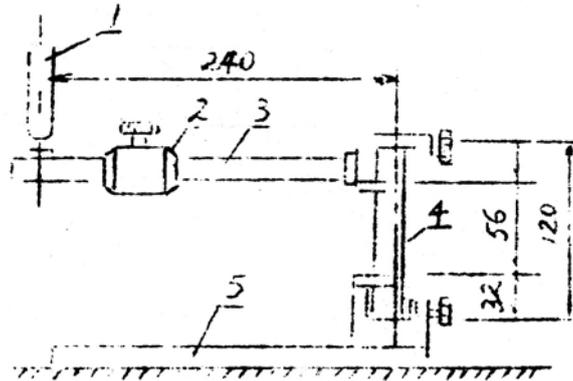


图 9 马丁试验试样装置

4、调节垂锤位置，使加于试样弯曲应力为 $50 \pm 0.2 \text{Kg} / \text{cm}^2$ (调节方法见附录 6)

5、接通试验箱各电源，并鼓风机升温，观察指针下降至 6 毫米时，记录温度读数，取其算术平均值，即为马丁耐热温度。

五、数据处理

1、拉伸强度测定

拉伸强度按下式计算

$$\sigma_t = \frac{P}{bd} \quad (3)$$

式中：

σ_t —拉伸强度(Kgf / cm^2)

P—破坏载荷(Kg)

b—试样宽度(cm)

d—试样厚度(cm)

2、断裂伸长率按下式计算

$$\varepsilon_t = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

ε_t — 断裂伸长率(%)

L_0 — 试样有效长度(cm)

L — 试样断裂后标距(cm)

拉伸试验记录及报告

日期: _____

项 目 编 号	试样尺寸		工作载 面面积 F (cm ²)	最大载 荷 P (Kg)	抗拉强 度 σ_t (Kg/cm ²)	有效长 度 L_0 (cm)	断裂后 标距 L (cm)	断裂伸 长率 ε_t (%)
	宽 b (cm)	厚 d (cm)						
				平均				

2. 弯曲强度测定

计算: $\sigma_f = \frac{1.5PL}{bd^2}$

实验记录及报告

日期: _____

项 目 编 号	试样尺寸		试验跨度 L (cm)	最大载荷 P (Kg)	弯曲强度 σ_f (Kg/cm ²)
	宽 b (cm)	厚 d (cm)			
1					
2					
3					
4					
5					
				平均	

3. 冲击强度测定

实验数据记录及报告

项目 编号				试样冲断时所 消耗功(A) (Kg·cm)	冲击强度(σ_i 或 σ_{in}) (Kg·cm/cm ²)
	宽(b)	厚(d)	缺口厚(d _i)		
1					
2					
3					
4					
5					
			平均		

4. 耐热性能

数据记录及报告

日期:

项目 编号	试样尺寸(毫米)		指示器下降至 6 毫米时的温度℃
	宽 b	厚 d	
1			
2			
3			
		平均	

六、分析讨论题

- 1.请绘出硬聚氯乙烯板拉伸时的应力~应变曲线，并指出屈服点和断裂点。
- 2.拉伸试验速度对强度有何影响？
- 3.简述三点弯曲试验的原理和方法。
- 4.加载速度对弯曲强度有何影响？
- 5.简述简支梁式摆锤冲击试验机测定冲击强度的原理和方法。
- 6.测定冲击强度应注意那些问题？
- 7.简述马丁耐热试验箱的构造和组成
- 8.测定马丁耐热温度有那些条件？