

第十一章 纺织材料的热学性质

一、比热 C

单位质量的纤维，温度升高(或降低)1 所需要吸收(或放出)的热量。单位：焦耳/克·度 (J/g·°C)

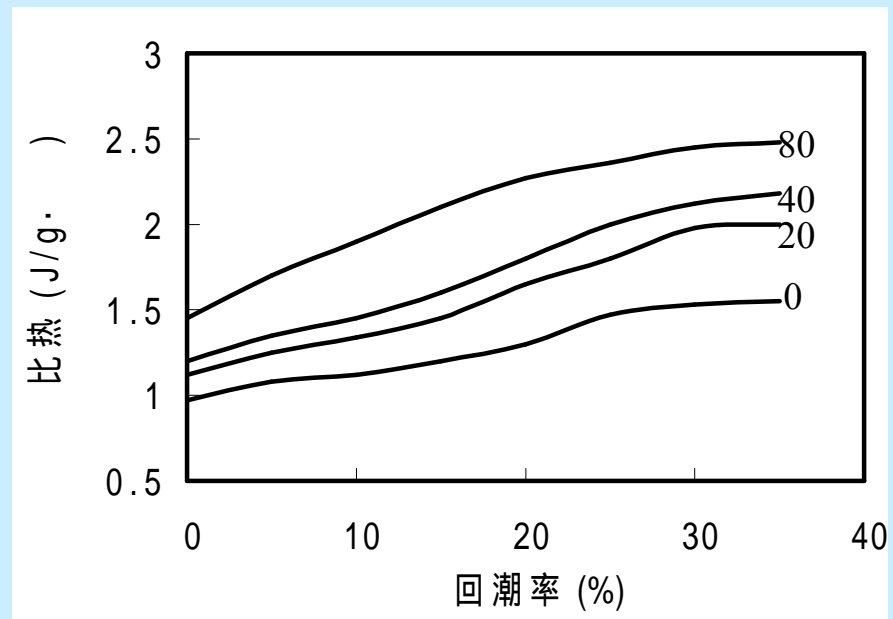
$$Q = mC \Delta T$$

影响因素

1. 温度
2. 湿度
3. 纤维结构

二、热焓

$$H = U + PV$$



第二节 导热性质

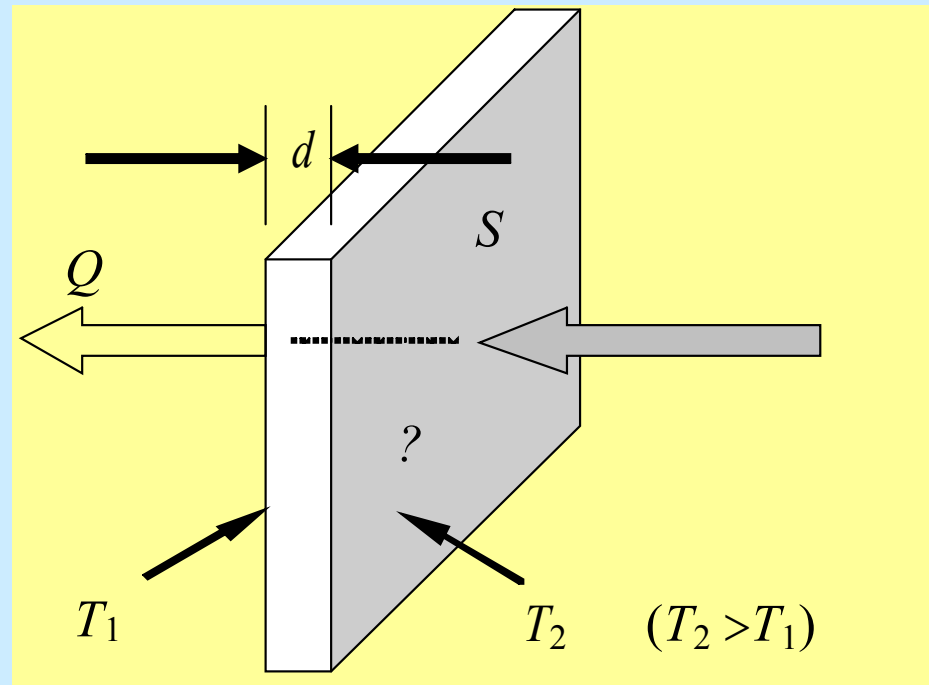
导热通过**传导**、**对流**和**辐射**来实现

[人体传热 .swf](#)

一 导热系数

当纤维材料的厚度为 1m 及两端间的温度差为 1 时，
1秒钟内通过 1m²纤维材料传导的热量焦耳数

$$\lambda = \frac{Q \cdot D}{\Delta T \cdot t \cdot A}$$



(二) 导热性质的方向性

高取纤维 轴向 > 径向

二纤维集合体的导热系数

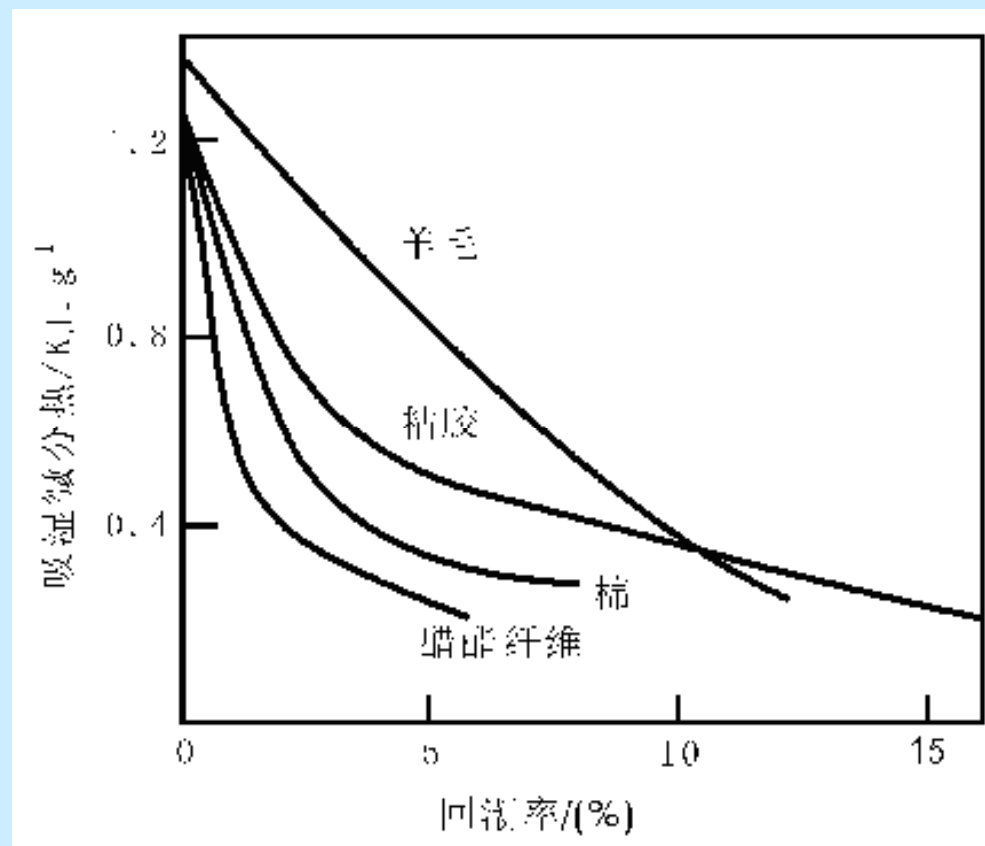
主要取决于纤维中保持的静止空气及水分的量

影响因素

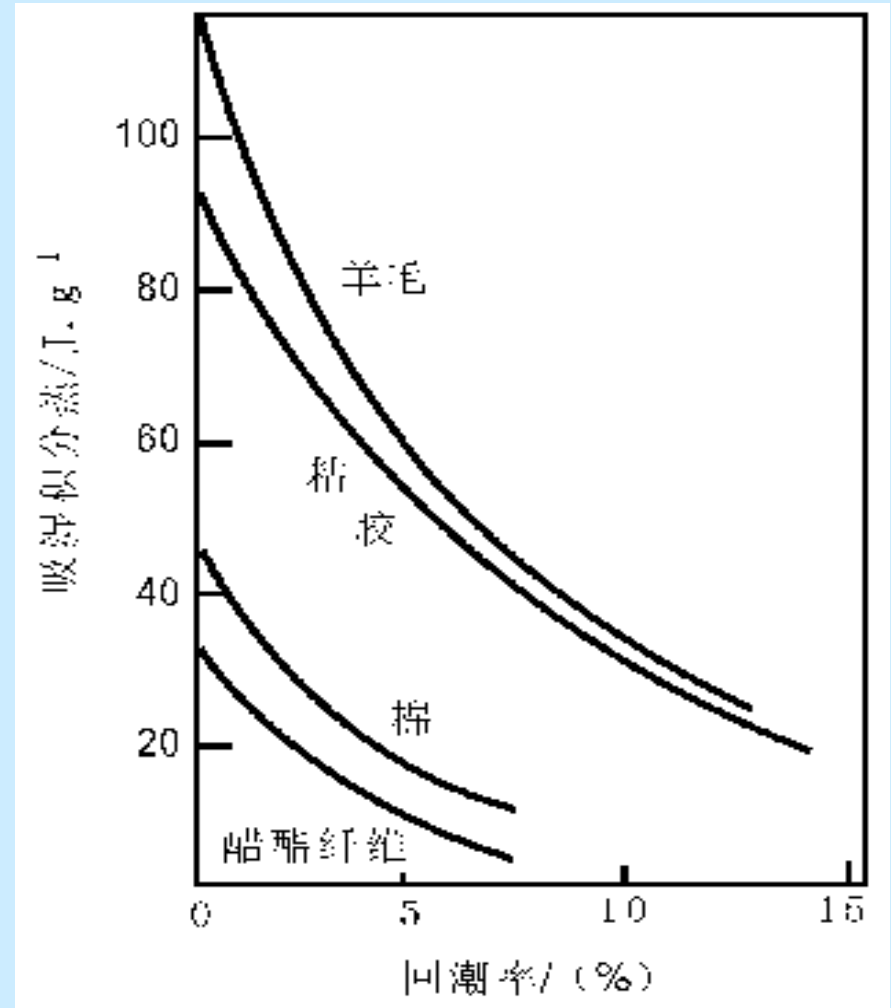
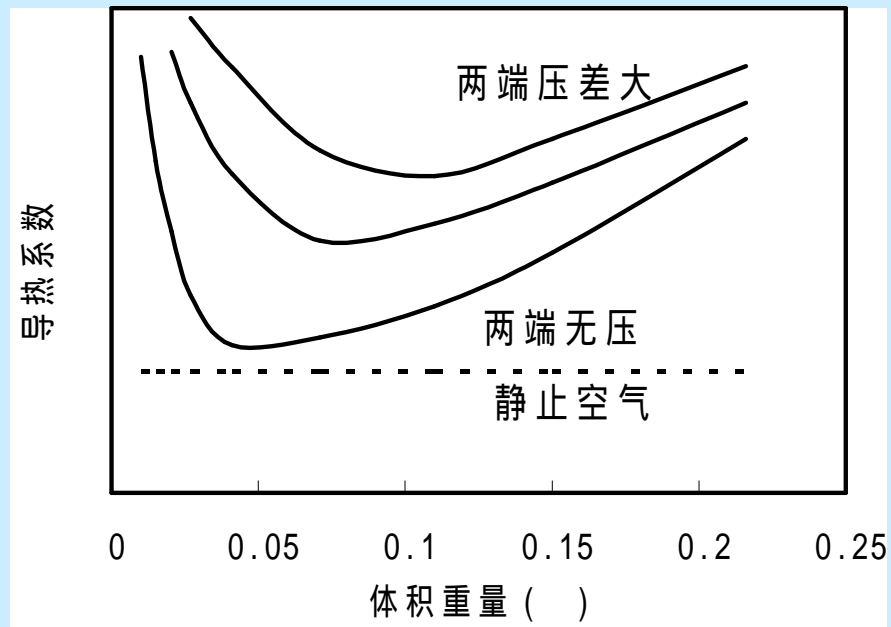
1. 环境温湿度

吸湿微分热

吸湿积分热



2. 体积质量
3. 纤维排列方向
4. 纤维形
5. 其它



• 增强服装保暖性的途径

- 1 尽可能多地储存静止空气；
(中空纤维、多衣穿着、不透水)
- 2 降低 $W\%$ ；
- 3 选用 低的纤维；
- 4 加入陶瓷粉末等材料。

(三) 常用保暖性指标

1 绝热率

表示纤维集合体隔绝热量传递,保持体温的性能

$$T = \frac{Q_0 - Q_{\downarrow}}{Q_0} \times 100 (\%)$$

2 保暖率

$$= \frac{W_0 - W_{\downarrow}}{W_0} \times 100 (\%)$$

3 热阻

$$R_h = \frac{1}{\lambda} \quad (\text{m}^2 \text{K s}) / \text{J}$$

克罗值：在温度为 20℃, 相对湿度不超过 50%, 空气流速不超过 10cm/s 的环境中, 一个人在静坐并感觉舒适时衣服所具有的热阻值

第三节 热转变温度

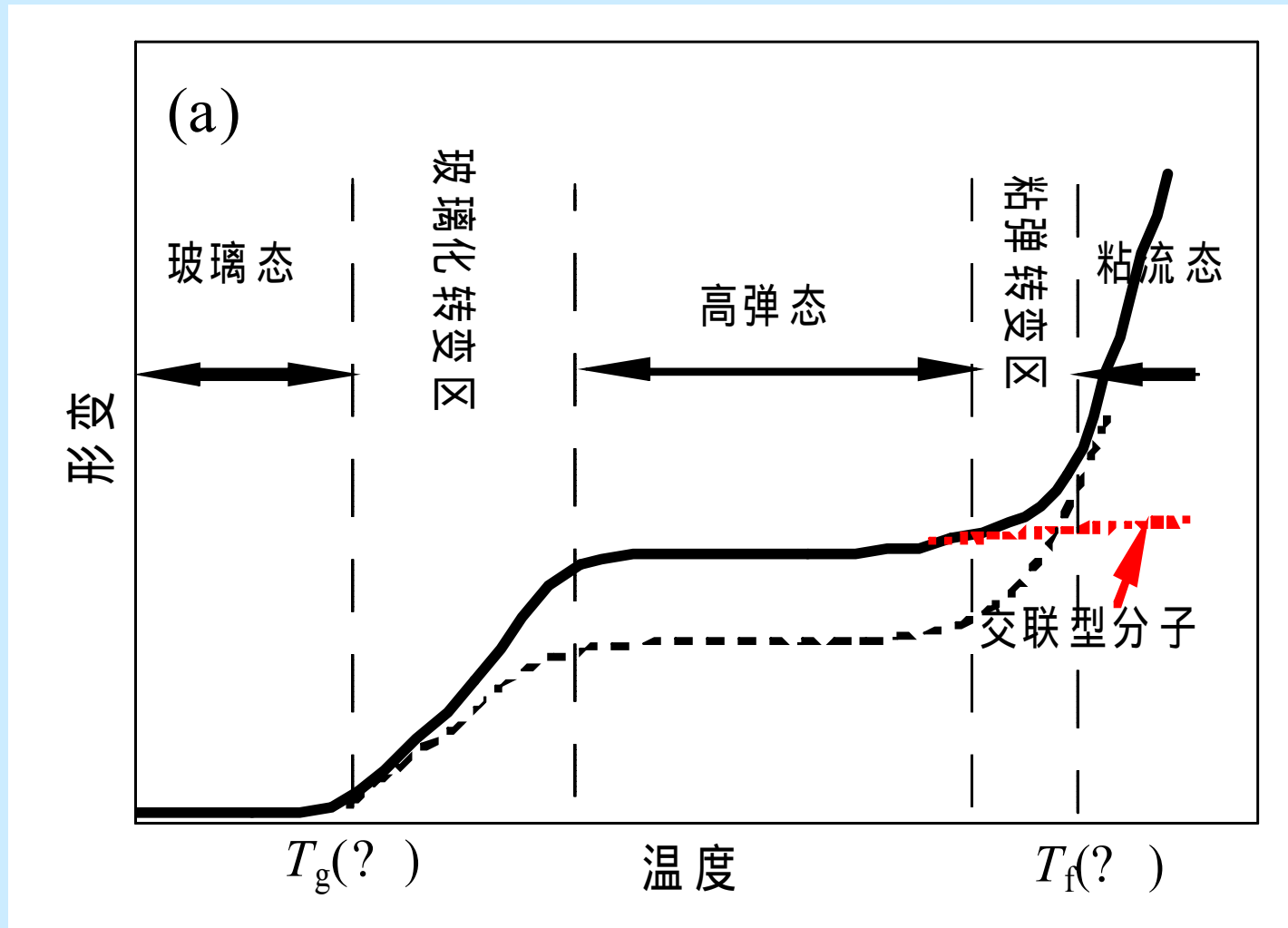
随着温度提高，纤维强度下降，延伸性增大，模量降低

热塑性纤维：在较高温度时发生软化，熔融和分解的纤维。

非热塑性纤维：在较高温度时不出现熔融而直接发生分解、炭化的纤维。

一 热力学三态

热机械曲线：纤维变形或模量随温度的变化曲线



(一) **玻璃态** 分子链段运动被冻结，显现脆性，类似玻璃的特性

玻璃化转变区

(二) **高弹态** 分子链段运动加剧，出现高弹变形，类似橡胶的特性

粘弹转变区

(三) **粘流态** 大分子开始变形，表现出液体流动的特性

二 热转变温度

熔点 T_m 晶体从结晶态向熔融态转变的温度

粘流温度 T_f 纤维从高弹态向黏流态转变的温度

软化温度 T_s 出现外力作用下的流动状态的温度

测试方法:环球法、维卡变形法

玻璃化温度 T_g : 从玻璃态向高弹态转变的温度

影响因素 :

分子量

大分子链上侧基的数量和大小

共聚

结晶度

交联度

脆折转变温度 T_b

随着温度降低，纤维出现模量高、变形小、脆性破坏特征的温度

热破坏温度

耐热性：纤维经热作用后，力学性能的保持性

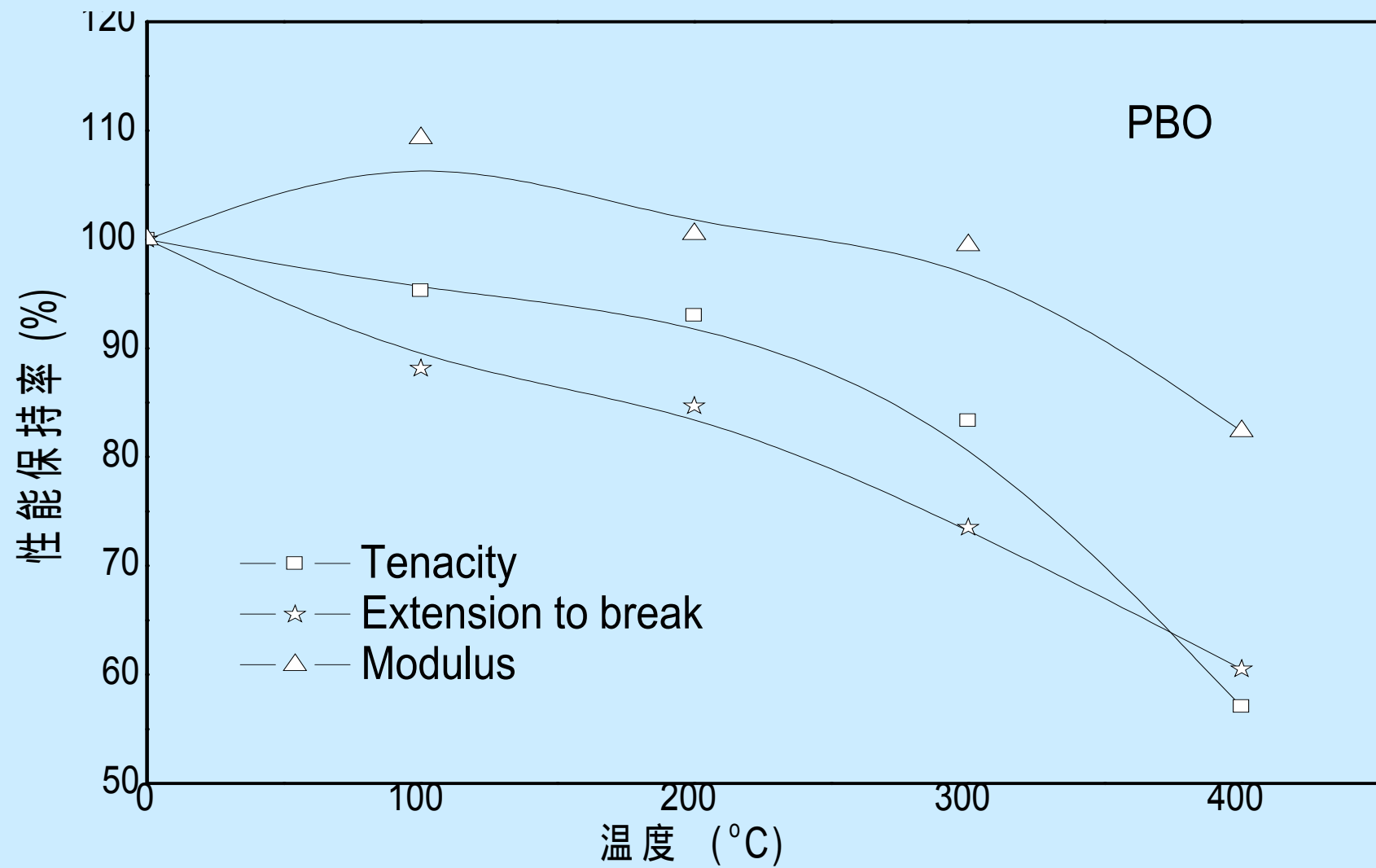
常用纤维耐热性：

天然纤维：棉 > 麻 > 蚕丝 > 羊毛

人造纤维：粘胶 > 棉

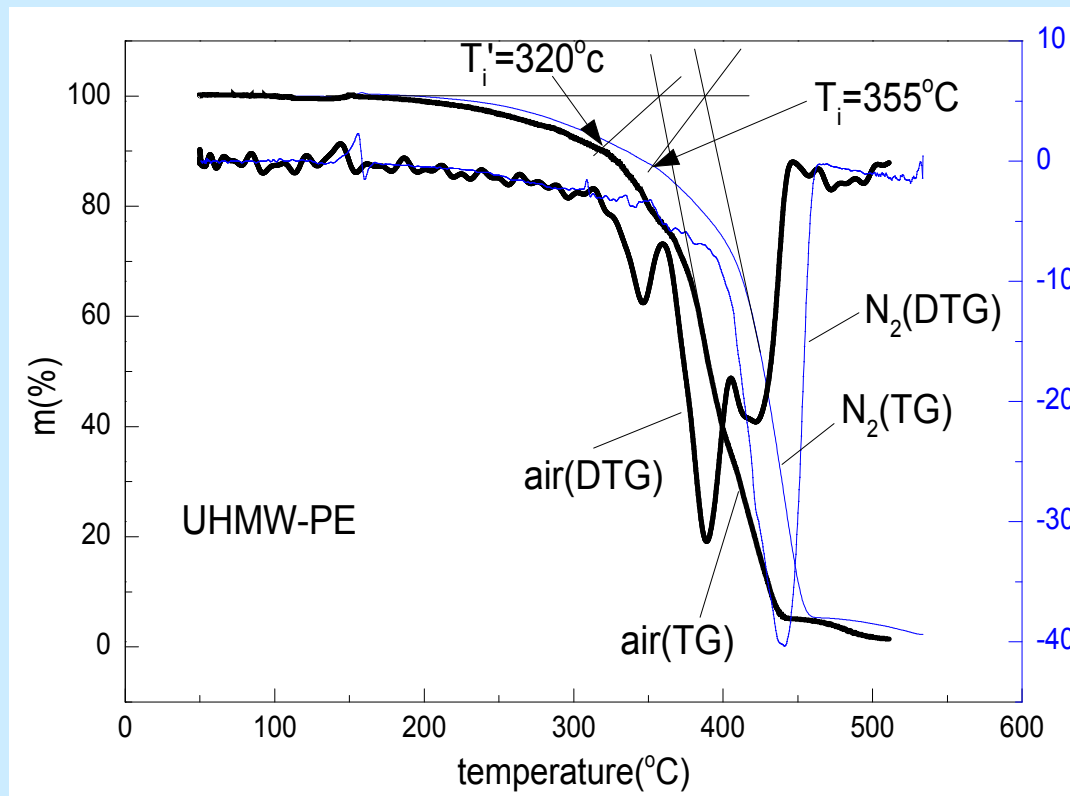
合成纤维：涤纶 > 腈纶 > 锦纶 > 维纶

分解点温度 T_d ：大分子主链产生断裂的温度



热稳定性：纤维在热作用下的结构形态和组成的稳定性。

(1) 质量与组成的稳定性



- (2) 结构的稳定性

• 纤维样品	结晶度 (%)	双折射值
• Kevlar129-未处理	67.8	0.736
• Kevlar129-200 ° C	67.6	0.734
• Kevlar129-300 ° C	67.3	0.731
• Kevlar129-400 ° C	67.2	0.729

(3) 形态的稳定性

热膨胀：部分纤维在加热的情况下有轻微的膨胀现象

原因：纤维分子受热后发生较强的热振动，获得了更多的空间

热收缩：合成纤维受热后发生不可逆的收缩现象

沸水收缩率；热空气收缩率；饱和蒸汽收缩率

热定形温度

热定形目的：使纤维或织物的形状在热作用下固定并获得一定的尺寸稳定性

热变形目的：使纤维材料获得卷曲和膨松效果

(1) 热定形机理

高于 T_g ，低于 T_m 的热处理，使无定形区的大分子链段产生内旋转运动，分子构象得到调整，冷却后，这种结构被保留下来，当温度小于 T_g 时，仍保持定形时的状态

羊毛的热定型：羊毛纤维在一定湿度，温度，外力作用下，经过一定时间其形状会稳定下来

(2) 热定形效果的持久性

暂时、半永久、永久

(3) 热定形的方法

{ 张力定形：
松弛定形

{ 干热空气
接触加热
水蒸气湿热
浴液

(4) 影响热定形效果的主要因素

温度、时间、张力和介质

· 织物热定形加工 avi



第四节 阻燃性

易燃：纤维素纤维、腈纶、丙纶

可燃：羊毛、蚕丝、锦、涤、维

难燃：氯纶、腈氯纶、芳纶、酚醛纤维

不燃：无机纤维

[不燃纤维.swf](#)

[难燃纤维.swf](#)

[燃烧对比.swf](#)



阻燃性指标：

- 1 **极限氧指数**：试样在氧气和氮气的混合气体中，维持完全燃烧状态所需的最低氧气体积分数
- 2 **点燃温度和燃烧时间**
- 3 **火焰最高温度**
- 4 **续燃时间**
- 5 **阴燃时间**
- 6 **损毁长度**
- 7 **火焰蔓延速度**
- 8 **火焰蔓延时间**
- 9 **熔孔时间及熔滴**

纤维难燃的途径

阻止或减少纤维热分解、隔绝或稀释氧气和快速降温使其终止燃烧等

第五节 热变形性

一 热收缩

合成纤维受热后发生不可逆的收缩现象

沸水收缩率；热空气收缩率；饱和蒸汽收缩率

二 熔孔性

织物接触到热体在局部熔融收缩形成孔洞的性能

1影响因素

热体表面温度

热体热容量

接触时间

相对湿度

2 测试方法

1)落球法

2)烫法

