

Back

第四章 纤维的物理性质

第一节 纤维的热性能

- 一、纤维的比热
- 纤维的比热，也称比热容，是指单位质量的纤维，在温度变化1℃时所吸收或放出的热量，即：

$$c_0 = \frac{q}{m\Delta T}$$

式中： c_0 ——干纤维的比热（J/g·K）， M ——干纤维的质量， ΔT ——温度的变化， q ——纤维吸收或放出的热量。

- 对含有水份的纤维，温度变化1℃时所吸收或放出的热量，除纤维外，还有纤维中的水份，湿纤维的比热为：

$$C = C_0 + \frac{M}{100}(C_w - C_0)$$

式中：C——湿纤维的比热（J/g·K），C₀——干纤维的比热（J/g·K），C_w——水的比热（J/g·K），M——纤维含水率。

纤维的比热值随温度的升高而增大，但各种纤维比热增大幅度不同。

二、纤维的导热性

- 导热性：在有温差的情况下，热量从高温向低温传递的性质。
- 保暖性：抵抗这种传递的能力。
- 导热系数 λ ：当纤维材料的厚度为1m且两侧表面之间的温度差为1℃时，1h内从1m²的纤维面积中通过的热量（KJ）。

$$\lambda = \frac{Qa}{F \cdot \Delta T \cdot t} \quad \text{单位：kJ / (m} \cdot \text{k} \cdot \text{h)}$$

热传导率k：在纤维材料的厚度为a的时候，通过该材料厚度的热量。

$$k = \frac{\lambda}{a} = \frac{Q}{F \cdot \Delta T \cdot t} \quad \text{单位：kJ / (m}^2 \cdot \text{k} \cdot \text{h)}$$

式中：Q——通过制品的热量（KJ），a——制品的厚度（m），F——制品的面积（m²）， ΔT ——温差（℃），t——时间（h）。

- 影响纤维导热性的因素：
- （1）纤维集合体的体积质量
- 有资料表明：纤维层的体积质量在 $0.03\sim 0.06\text{g} / \text{m}^3$ 范围时导热系数最小。
- （2）纤维回潮率：随着纤维回潮率的增高，纤维的导热系数会增大，而保暖性下降。
- （3）温度：温度高时，纤维的导热系数稍有增大。

三、纤维的热裂解与纤维的三态转变

- （一）加热过程中的物相变化
- 纤维受热后，物理状态的变化有两种类型：
- （1）先随温度升高脱去水份，然后氧化降解，直接由固态裂解为气体和碳素残渣。如许多天然纤维素纤维、天然蛋白质纤维、再生纤维。
- （2）先随温度升高脱去水分，随后纤维开始由固态（玻璃态）转变为有高形变能力的高弹态，或者从近似于玻璃态的低高弹态转变为高弹态，再继续升高温度，纤维成为流动态的熔体（粘流态），再升高温度便开始热裂解。如涤纶、锦纶等合成纤维。

- (二) 热塑性纤维的三态转变
- 热塑性纤维：物理状态随温度变化发生“三态转变”的纤维。
- 1. 三态转变的基本特征
- 玻璃态：在温度比较低时，纤维表现出有类似于刚体的性能。
- 高弹态：温度升到相当高以后，纤维表现为有类似于橡胶那样的性能。
- 粘流态：再升高温度，纤维表现为有类似于液体的流动状态。

- **2. 三态转变的分子运动机理**

- (1) 玻璃态

- 玻璃态时，分子热运动的能量很低，无法克服阻碍主链内旋转的势能，对外表现就是仅有普弹形变的变形特性。

- (2) 高弹态

- 高弹态时，分子因升温而获得的运动能量已足以克服阻碍内旋转的能垒障碍，分子构象可改变。这个过程发生的形变值很大，且能够回复。

- (3) 粘流态

- 粘流态时，不仅链段能运动，且整个分子链也能运动，这时若加以外力，就会出现“粘性流动”，即整个分子间的相对移动。形变不可逆。

- 3. 三态转变温度
- (1) 玻璃化温度 (T_g)
- 指由玻璃态转变为高弹态时的温度。
- (2) 流动温度 (熔点) (T_f)
- 指高弹态与粘流态的分界温度。
- (3) 其它特征温度
- 在玻璃化温度以下，邻近高弹态处就还可再分出一段所谓“强迫高弹态”的区域，并把这一区域与典型玻璃态之间的分界点定义为脆化温度。

四、纤维的耐热性与难燃性

- (一) 纤维的耐热性
- 纤维的耐热性：指纤维在高温下保持自身物理机械性能的能力。
- 纤维的热稳定性：指纤维对热裂解的稳定程度。受热温度超过 500°C 时，纤维的热稳定性叫耐高温性。
- 裂解：是指高分子主链的断裂，通常有热裂解和化学裂解（氧化、水解等），且同时发生。

- (二) 纤维的燃烧性
- 易燃的：纤维素纤维、腈纶
- 可燃的：羊毛、蚕丝、锦纶、涤纶、维纶
- 难燃的：氯纶、聚乙烯醇-氯乙烯共聚纤维（维氯纶）
- 不燃的：石棉、玻璃纤维等
- 极限氧指数LOI（Limit Oxygen Index）：材料点燃后在氧-氮大气里维持燃烧所需最低含氧量的体积百分数。

$$LOI = \frac{O_2 \text{的体积}}{O_2 \text{的体积} + N_2 \text{的体积}} \times 100\%$$

提高纤维阻燃性的方法：

- （1）在成纤高聚物的聚合阶段，加入反应型阻燃剂作为共聚单体进行共聚阻燃改性。
- （2）在纺丝熔体或原液中添加阻燃剂，对纤维进行共混阻燃改性。
- （3）复合纺丝阻燃改性，即采用复合纺丝法制备具有芯鞘结构的阻燃纤维，芯层为普通纤维，鞘层为共聚型或添加型阻燃纤维。
- （4）在普通纤维上与反应性阻燃剂进行接枝共聚，或通过阻燃整理而赋予纤维以阻燃性，即阻燃改性的表面处理法。

五、纤维的热定形

- 热定型：指藉助热处理使纤维已获得的变形被适当固定，固定可以是永久性的，也可以是暂时性的。

纤维的热定型机理：

- （一）非热塑纤维的热定型机理
- 时温等效原理。

- 松弛时间和热定型温度之间的时—温等效转换方程（阿累尼乌斯方程）：

$$\tau = \tau_0 e^{\frac{\Delta E}{RT}}$$

式中的 ΔE 为纤维分子链上运动单元以某种方式运动时需要的能量； T 为绝对温度； R 为气体常数； τ 为松弛时间； τ_0 为初始常数。

上式表明：温度增加，松弛时间减少，过程加快。

（二）热塑性纤维的热定型机理

- 利用三态转变温度：升温到玻璃化转变温度以上，将纤维变形，然后保持变形并降温使纤维回复到玻璃态环境中，纤维变形即可被“定型”下来。这一机理适用于大多数合成纤维，如涤纶、锦纶纤维等。

六、纤维的热膨胀与热收缩

- (1) 纤维的热膨胀：遵循固体材料在热的作用下轻微膨胀的一般规律。
- (2) 纤维的热收缩：一些具有三态转变并通过热抽伸成形的热塑性纤维，受热以后反而收缩，膨胀系数表现为负值。

- 热收缩程度的量度：
- 热收缩率：加热处理前后的长度变化与原长的比值。
- 常用加热方式：沸水收缩、热空气收缩和饱和蒸汽收缩。

第二节 纤维的电性能

- 纤维的电性能：指纤维在外加电压或电场作用下的行为及其表现出的各种物理现象，包括在变化电场中的介电性质、在弱电场中的导电性质、在强电场中的击穿现象以及发生在纤维表面的静电现象。

一、纤维的电阻

- 纤维的导电性能用电阻率 ρ （或导电率 σ ）来表示。
- 体积比电阻 ρ_v ：直流电流通过截面积为 1cm^2 和厚度为 1cm 纤维材料的电阻（ $\Omega \cdot \text{cm}$ ）。

$$\rho_v = R_v \cdot \frac{S}{d}$$

S——测量电极的面积（ cm^2 ）

,

d——纤维材料厚度（ cm ）

表面比电阻 ρ_s ：直流电流通过长 1cm 、宽 1cm 纤维材料的电阻（ Ω ）。

$$\rho_s = R_s \cdot \frac{L}{b}$$

L——电极长度（ cm ），

b——平行电极间距离（ cm ）

质量比电阻 ρ_m ：其数值等于长 1cm 、质量为 1g 的纤维的电阻值，单位 $\Omega \cdot \text{g} / \text{cm}^2$ 。

- 影响纤维电阻的因素：
- (1) 水份对纤维电阻的影响：

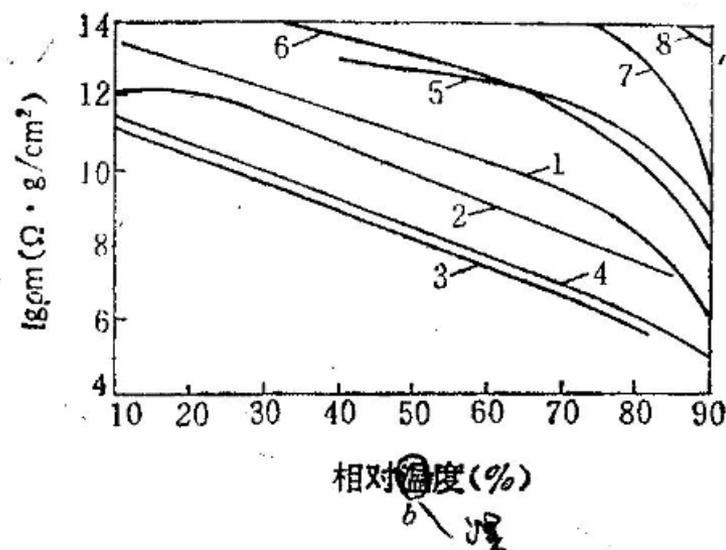
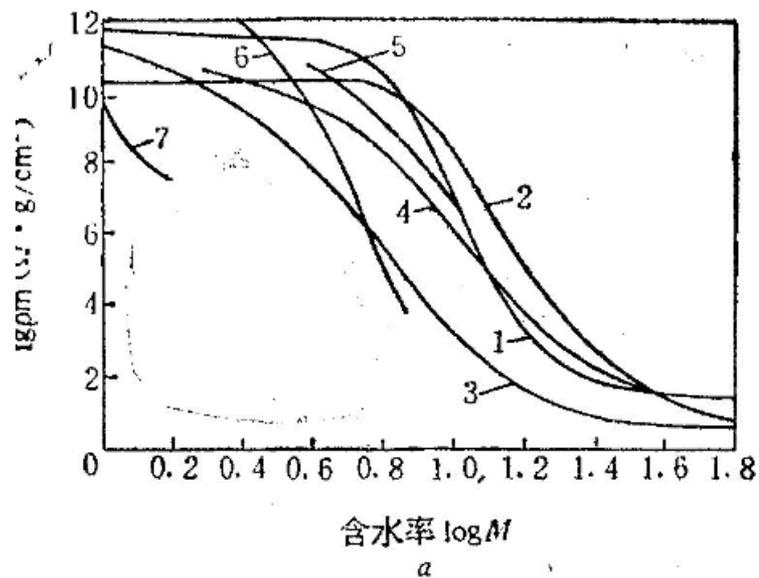


图 9-13 回潮率和相对湿度对质量比电阻的影响
 a—含水率对质量比电阻的影响
 b—相对湿度对质量比电阻的影响
 1—蚕丝 2—羊毛 3—棉 4—粘胶 5—醋酯 6—锦纶 7—
 8—涤纶

- (2) 温度对纤维电阻的影响:
- 纤维的比电阻随温度升高而下降。

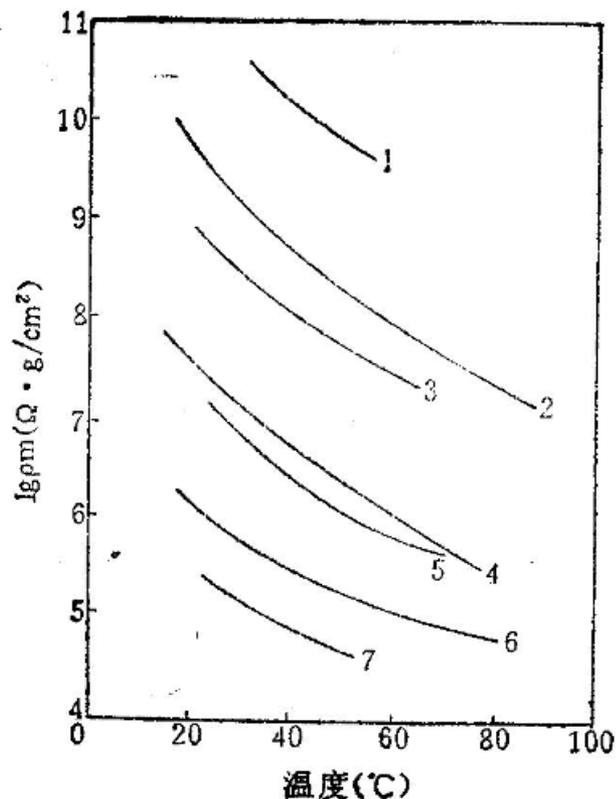


图 9-14 不同纤维的质量比电阻与温度、回潮率的关系
 1—涤纶, W0.4% 2—锦纶, W6% 3—醋酯, W11.2% 4—羊毛, W15.4% 5—蚕丝, W14% 6—粘胶, W14.4% 7—棉, W9.9%

- (3) 结构对纤维电阻的影响：
- 纤维的结晶度增大，电阻变大；取向度增加，电阻下降。
- (4) 杂质对纤维电阻的影响：
- 在合成纤维制造过程中，可以通过将导电粒子（如金属粉末、碳黑、金属氧化物等）与基质聚合物共混或复合纺丝制成导电纤维。或者将导电成分涂敷在非导电主体聚合物纤维的表面，得到具有低比电阻的导电纤维。

二、纤维的静电

- 起电现象：在一定的外界条件下，物体间可以发生电子的转换，接受电子的物体由于电子过剩而显负电，失去电子的物体则显正电，这就是起电现象。
- 纤维在纺织加工中要受到各种机件的作用，由于纤维与机械以及纤维与纤维间的摩擦，必会聚集起许多电荷，这就是静电。

减少合成纤维静电的方法：

- (1) 在纺丝时，在大分子链上引入某些极性基团，以减少纤维的表面比电阻；
- (2) 使用表面活性剂，使它在纤维表面形成一层薄膜，降低纤维的摩擦系数，增强纤维表面的吸湿性并降低纤维的表面比电阻；
- (3) 增加环境相对湿度，使纤维回潮率增大，所带电荷减少；
- (4) 将碳粉、金属粉的微粒嵌入合成纤维，来发挥抗静电作用。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/546110113003010204>