

# 《高分子材料》复习题 2019-2020 版

## 第一、概念和名词解释题

### 1. 高分子材料

指以相对分子质量较大的高分子化合物为基体，配以其他添加剂所构成的材料。  
(绪论)

### 2. 熔体流动指数 (MFI)

在规定的温度和压力下，试样熔体每 10min 通过标准出料模孔的总重量(克)。单位:g/10min。

(2.1 热塑性塑料基础知识)

### 3. 维卡软化点/维卡温度 (VST, vicat softening temperature)

维卡软化温度，是指测定高分子材料在合适的液体传热介质中，在一定的负荷、一定的等速升温条件下，试样被 1mm<sup>2</sup> 压针头压入 1 毫米时的温度。

(2.1 热塑性塑料基础知识)

### 4. 极限氧指数 (LOI)

是指维持材料燃烧时所需要的最低氧气浓度 (体积分数)。(塑料 LOI: 15-60)  
通常认为极限氧指数为 22 时，该物质可以在空气中燃烧。

(2.1 热塑性塑料基础知识)

### 5. 热变形温度 (Heat distortion temperature, HDT)

在按规定速率升温的液体介质内，标准塑料试样在规定简支梁静弯曲应力作用下达到规定挠度 (0.254 mm) 时所对应的温度，是表达被测物的受热与变形之间的参数。

(2.1 热塑性塑料基础知识)

### 6. 通用橡胶与特种橡胶

**通用橡胶**：可以部分或全部替代天然胶使用的合成橡胶，其性能和使用效果有所差别，但因不受地理条件限制，发展快，产耗量都超过天然胶。

**特种橡胶**：具有特殊性能和特殊用途能适应苛刻条件下使用的合成橡胶，如耐高低温。

(5.1 弹性体材料结构和性质)

### 7. 橡胶的硫化

胶料在一定温度和压力下，橡胶大分子由线型结构变为网状结构的交联过程。

**硫化工艺条件的确定**：硫化温度、压力和时间-硫化三要素。

(5.1 弹性体材料结构和性质)

### 8. 环境应力开裂

在外界环境的作用下 (例如溶剂、氧气等)，因为塑料材料加工过程中有残余内应力存在，使得材料在远远低于屈服应力值时就发生了开裂的现象称为环境应力

开裂。是聚烯烃塑料特别是 PE 特有的现象。  
耐环境应力开裂性：HDPE < LDPE < LLDPE  
(2.2 聚乙烯)

## 9. 热塑性弹性体(TPE)

在常温下具有橡胶的弹性，高温下具有可塑化成型的一类弹性体材料。  
热塑性弹性体可以采用类似热塑性树脂的加工工艺来反复加工和回收再利用。  
(5.5 热塑性弹性体)

## 10. 合成树脂与合成塑料

**合成树脂：**树脂是单体在引发剂或光热作用下聚合而成的聚合物，如：聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等。

**合成塑料：**是以合成（或天然）树脂为基础，再加入塑料助剂（如填料、增塑剂、稳定剂、润滑剂、交联剂及其它添加剂），在一定的温度和压力下，经过模塑而成型的产物。  
(绪论)

## 11. 热塑性树脂与热固性树脂

**热塑性树脂：**受热熔融、可进行各种成型加工，冷却时硬化。再受热又可熔融、加工。具有多次重复加工性。

**热固性树脂：**受热熔化，成型的同时发生固化反应，形成高分子立体网状结构，再受热不熔融，也不在溶剂中溶解。  
(绪论)

## 12. 增塑剂与反增塑现象

**增塑剂：**增加塑料的可塑性，改善在成型加工时树脂的流动性。并使得制品具有柔韧性的有机物质，它通常是一些高沸点、难挥发的粘稠液体或低熔点的固体。

**反增塑现象：**增塑剂加入到聚合物中时，正常情况下能降低弹性模量，降低拉伸强度和增加伸长率，但是加入少量的增塑剂却往往会出现树脂硬化现象。

**反增塑原因：**纯 PVC 是一种较硬的塑料，Cl 原子相对僵硬，PVC 结晶度低，加入少量增塑剂，可以增加分子间的滑动，从而排列有序，形成晶态结构，结晶度和密度增加。

## 13. 橡胶和高弹性

**根据美国材料测量协会（ASTM D1566）标准的定义：**橡胶是一种材料，它在大的变形下能迅速地恢复其形变。

**高弹性：**聚合物（在  $T_g$  以上）处于高弹态时所表现出的独特的力学性质，又称橡胶弹性。橡胶、塑料、生物高分子在  $T_g \sim T_f$  间都可表现出一定的高弹性。

**高弹性特点：**弹性模量小、形变量大、弹性模量随温度上升而增大。

## 14. 硅橡胶

硅橡胶(Silicone Rubber)是一种分子链兼具无机和有机性质的高分子弹性材料，其分子主链由硅原子和氧原子交替组成（ $-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-$ ）。分子侧链是与硅原子相连接的碳氢或取代碳氢的有机基团。

## (5.5 特种橡胶)

### 15. 环氧值

100g 环氧树脂中含环氧基的摩尔数。单位：mol/100g

**环氧当量：**含 1mol 环氧基的环氧树脂的质量。单位：g/mol

环氧当量=100/环氧值。

## (3.2 环氧树脂)

### 16. 合成纤维

以石油、天然气、煤和石灰石等为原料，经过提炼和化学反应合成高分子化合物，再经过熔融或溶解纺丝制得的纤维。

## (4.合成纤维)

### 17. 涂料

涂饰在物体表面而形成的具有保护装饰或特殊作用(如绝缘、防腐、标志等)的膜层材料。涂料旧称油漆，是一种涂覆在物体表面并能形成牢固附着的连续薄膜的配套工程材料。

## (6.1 涂料)

### 18. 胶粘剂与黏附

**黏合剂**(adhesive)是指通过黏附作用使被粘物相互结合在一起的物质，又称“胶黏剂”或“胶粘剂”，简称“胶”。

## (6.2 黏合剂)

**黏附：**两个表面靠化学力、物理力或两者兼有的力相互结合在一起。

### 19. 不饱和树脂

不饱和聚酯树脂：含有双键和酯基的预聚物和小分子交联单体的混合物。

## (3.3 不饱和聚酯树脂)

### 20. 橡胶的应变诱导结晶

橡胶拉伸至一定程度时，橡胶网链沿拉伸方向作有序排列，而产生的结晶现象。

### 21. 热稳定剂

广义上来说，凡是能够改善聚合物热稳定性的添加剂都称为热稳定剂。

### 22. 等规度

等规聚丙烯中，等规聚合物所占的比例，%，也称等规指数。

**测量方法：**一般指用正庚烷回流萃取，去掉无规聚合物及低分子量聚合物后的剩余物所占的百分比。

### 23. 热固性树脂的固化

树脂加热后产生化学变化，逐渐硬化成型，再受热也不熔融软化，也不能溶解。

## 24. 通用塑料和工程塑料

**通用塑料：**产量大、用途广、价格低、性能一般，主要用于非结构材料，如：聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、聚氯乙烯（PVC）、聚苯乙烯（PS）。

**工程塑料：**具有较高的力学性能，能够经受较宽的温度变化范围和较苛刻的环境条件，并在此条件下长时间使用，可作为结构材料。

（1）**通用工程塑料：**长期使用温度在 100~150℃ 范围内。如聚酰胺（PA）、聚碳酸酯（PC）、聚甲醛（POM）等。

（2）**特种工程塑料：**长期使用温度在 150℃ 以上。如：聚酰亚胺（PI）、聚芳酯、聚苯硫醚（PPS）、氟塑料等。

（绪论）

## 25. 屈服强度和屈服应变

**屈服强度：**是材料发生屈服现象时的屈服极限，亦即抵抗微量塑性变形的应力。

**屈服应变：**物件受外力作用，当其内部的应力超过物件材料的屈服点后所产生的应变称为屈服应变。

（2.1 热塑性塑料基础知识）

## 26. 拉伸强度和拉断伸长率

**拉伸强度：**在拉伸试验中，试样直至断裂为止所受的最大拉伸应力。

（2.1 热塑性塑料基础知识）

交联的橡胶/热塑性弹性体试样在预先设定的速率（一般为 500mm/min）被拉断时的工程应力。

（5.1 弹性体材料的结构和性质）

**扯断伸长率：**试样在拉伸破坏时，伸长部分的长度与原长度之比，通常以百分率（%）表示。

（5.1 弹性体材料的结构和性质）

## 27. 冲击强度

**冲击**是指在很短的时间内施加一个很大的力或震动的过程。

**冲击强度**是衡量试样在冲击破坏过程中所吸收能量的物理量，反映材料抵抗裂纹扩展和抗脆断的能力。

悬臂梁冲击强度、简支梁冲击强度。

## 28. 冲击回弹性

受冲击能作用而变形的材料在快速而充分地恢复时，输出能量与输入能量的比值，用百分率表示，百分比越大，材料的冲击弹性越好。

## 29. 天然橡胶

天然橡胶（NR）是一种以顺-1, 4-聚异戊二烯为主要成分的天然高分子化合物。

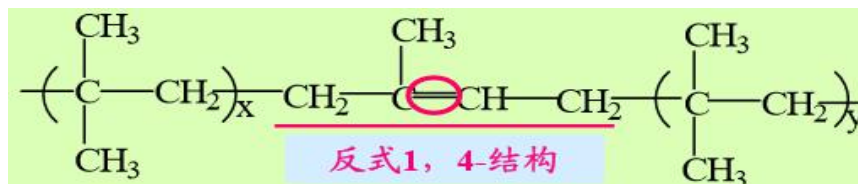
## 30. 合成橡胶

合成橡胶是各种单体经聚合反应合成的高分子材料。

合成橡胶是由人工合成的高弹性聚合物。也称合成弹性体，是三大合成材料之一，其产量仅低于合成树脂（或塑料）、合成纤维。

### 31. 丁基橡胶

丁基橡胶是异丁烯与少量异戊二烯的共聚物。英文名称（isobutylene isoprene rubber，缩写 IIR）。丁基橡胶是在低温下（-100~-90℃）下，通过阳离子聚合机理得到的。

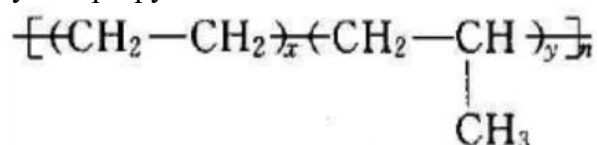


（5.4 通用合成橡胶）

### 32. 三元乙丙橡胶

乙丙橡胶是乙烯与丙烯在齐格勒—纳塔型催化剂催化下的无规共聚物。根据是否加入第三种双烯类共聚单体分为：

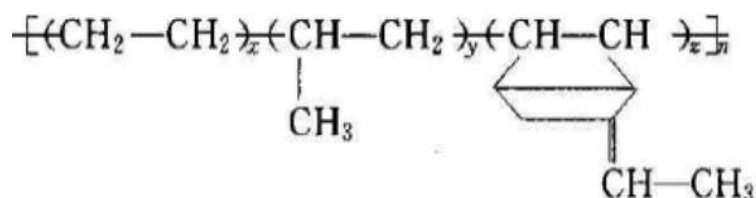
二元乙丙橡胶（ethylene-propylene-monomer，缩写 EPM）



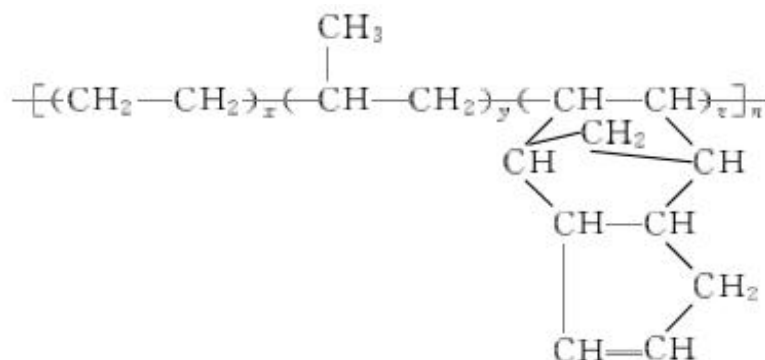
三元乙丙橡胶（ethylene-propylene-diene-monomer，缩写 EPDM）

三元乙丙橡胶使用的第三种单体主要有三种：

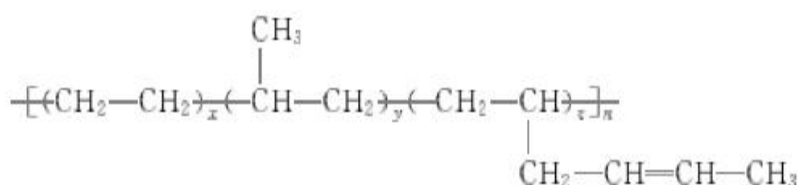
降冰片烯（ENB-EPDM）



双环戊二烯（DCPD-EPDM）



1,4-己二烯（HD-EPDM）



#### **(5.4 通用合成橡胶&课本 P191)**

##### **33. 定伸应力/定伸强度**

定伸应力：弹性体材料在一定伸长时所承受工程应力。通常测 100% 和 300% 时的定伸应力

##### **34. 阿克隆磨耗**

在阿克隆磨耗机上，使试样与砂轮成 15° 倾斜角和受到 2.72kg 的压力情况下，橡胶试样与砂轮磨耗 1.61km 时，用被磨损的体积来表征橡胶的耐磨性，单位  $\text{cm}^3/1.61\text{km}$

(5.1 弹性体材料的结构和性质)

##### **35. 橡胶的耐疲劳性**

橡胶在受到动态拉伸、压缩、扭曲和剪切等循环交变应力或应变时所引起的局部构造改变和内部缺陷成长的过程，称为橡胶的疲劳过程。耐疲劳性即橡胶承受应力反复作用的能力。

(5.1 弹性体材料的结构和性质)

##### **36. 撕裂强度**

表征橡胶耐撕裂性的好坏，试样在单位厚度上所承受的负荷，单位  $\text{kN/m}$

撕裂强度=撕裂过程中最大力值/样品厚度

(5.1 弹性体材料的结构和性质&度娘)

##### **37. 橡胶的耐热氧老化**

橡胶制品在热和氧两种因素的共同作用下产生的老化称之为热氧老化。硫化的拉伸撕裂样条可在热氧老化试验箱中在一定温度（如 100 度）下老化 24h、48h 测定其力学性能的变化反应橡胶的耐热氧老化性能。

(5.1 弹性体材料的结构和性质)

##### **38. 橡胶的耐臭氧老化**

露于含一定浓度臭氧的空气中和在规定温度且无光线直接影响的环境中的耐臭氧龟裂的试验方法。通过观察一定时间、温度、臭氧浓度下老化后裂纹的等级，判断橡胶的耐臭氧老化性能。

(5.1 弹性体材料的结构和性质)

##### **39. 特种工程塑料**

长期使用温度在 150℃ 以上的工程塑料。如：聚酰亚胺（PI）、聚芳酯、聚苯硫醚（PPS）、氟塑料等。

注：通用工程塑料：长期使用温度在 100~150 范围内。如：聚酰胺（PA）、聚碳酸酯（PC）、聚甲醛（POM）等。

#### 40. 润滑剂

润滑剂可以减少加工中树脂颗粒间和熔体聚合物分子间摩擦产生的热效应,避免塑料对加工设备金属表面的黏着。内润滑剂与 PVC 相容性好,碳链长度短,减少分子间的极性作用。外润滑剂与 PVC 相容性不好,碳链长度长,在加工设备表面与熔体间形成润滑膜。

#### 41. 纤维的纤度和比强度

**纤度:** 丹尼尔 (D), 也称旦数: 是 9000 米纤维束的重量克数。描述纤维细度的物理量。

补充: 线密度: tex 特 (克斯): tex 是 1000 米纤维束的重量克数。

$1\text{tex (特)} = 10\text{dtex (分特)} = 9\text{D (旦)}$

**断裂强度:** 纤维在连续增加负荷的作用下,直至断裂所能承受的最大负荷与纤维的线密度之比。

**纤维强度:** 是纤维的相对强度,它是纤维强力和细度的综合指标,纤维强度=纤维拉伸断裂时的载荷/纤维的线密度,单位为 N/tex 或 cN/dtex (厘牛/分特)。

$1\text{N} = 100\text{cN}; 1\text{cN} = 1\text{gf}$

## 复习思考题

(1) 以《高分子材料》教材表 1-1 和 5.1.3 橡胶分类中的为准。

简称	中文名	简称	中文名
AAS	丙烯腈-丙烯酸酯-苯乙烯共聚物	PC	聚碳酸酯,
ABS	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	PDMS	聚二甲基硅氧烷
ACM	丙烯酸酯橡胶	PE	聚乙烯
BR	顺丁橡胶	PEEK	聚醚醚酮
CA	乙酸纤维素	PEG	聚乙二醇
CFM (PCTFE/TFE/CEM)	聚三氟氯乙烯	PES	聚酯纤维
CO、ECO	氯醚橡胶	PESU	聚醚砜
CPE	氯化聚乙烯	PET	聚对苯二甲酸乙二醇酯
CPVC	氯化聚氯乙烯	PF	酚醛树脂
CR	氯丁橡胶	PFEP	四氟乙烯-全氟丙烷共聚物
CSM	氯磺化聚乙烯	PI	聚酰亚胺
E/P	乙烯/丙烯共聚物	PMA	聚丙烯酸甲酯
EP	环氧树脂	PMAN	聚甲基丙烯酸腈
EPDM	三元乙丙橡胶	PMMA	聚甲基丙烯酸甲酯
EPM	乙丙橡胶	POM	聚甲醛
EPS	发泡型聚苯乙烯	PP	聚丙烯
EVA	乙烯/醋酸乙烯共聚物	PPO、POP	聚苯醚
FKM	氟橡胶	PPS	聚苯硫醚
FPM	氟橡胶	PPSU/PSO	聚苯砜
HDPE	高密度聚乙烯	PS	聚苯乙烯
HIPS	高抗冲聚苯乙烯	PSU	聚砜
HNBR	氢化丁腈橡胶	PTFE	聚四氟乙烯
IIR	丁基橡胶	PU	聚氨酯橡胶
IR	异戊橡胶	PU (或 PUR)	聚氨酯
LDPE	低密度聚乙烯	PVA	聚乙烯醇
LLDPE	线型低密聚乙烯	PVAc	聚乙酸乙烯醇
MDPE	中密聚乙烯	PVB	聚乙烯醇缩丁醛
MF	三聚氰胺甲醛树脂	PVC	聚氯乙烯
NBR	丁腈橡胶	PVCA	氯乙烯-乙酸乙烯酯共聚物
NR	天然橡胶	PVDC	聚(偏二氯乙烯)
PA	聚酰胺(尼龙)	PVFO/PVFM	聚乙烯醇缩甲醛
PAA	聚丙烯酸	PVP	聚乙烯吡咯烷酮
PAM	聚丙烯酰胺	SBR	丁苯橡胶
PAN	聚丙烯腈	SiR	硅橡胶
PAS	聚芳砜	T	聚硫橡胶
PBI	聚苯并咪唑	UF	脲甲醛树脂
PBT	聚对苯二甲酸丁二酯	UHMWPE	超高分子量聚乙烯
		UP	不饱和聚酯



(2) 复习总结高分子材料发展历史上的诸多第一次标志性事件，理解其背后的科学原理。

①1839 年美国科学家 Goodyear 发明了橡胶的硫化，拓宽了橡胶的应用温度范围，改善了其热天发粘、冬天变硬的弊病，成为一种不溶解不熔融，只能溶胀的真正意义上的弹性体材料。

②1869 年，美国化学家海厄特 (John Wesley Hyatt, 1837—1920) 通过天然的纤维素加工获得了“赛璐珞”，这是人类发明的第一种合成塑料。三年后，第一个生产赛璐珞的工厂在美国建成投产，标志着塑料工业的开始。1907 年美国化学家贝克兰 (Leo Hendrik Baekeland, 1863—1944) 完全由人工合成出了高分子酚醛树脂，拉开了人类应用合成高分子材料的序幕。

③1909 年美国 L.H. 贝克兰在用苯酚和甲醛来合成酚醛树脂，这是人类历史上第一个完全靠化学合成方法生产出来的合成树脂。

④1920 年，施陶丁格 (Hermann Staudinger) 发表了“关于聚合反应”的论文提出：高分子物质是由具有相同化学结构的单体经过化学反应 (聚合)，通过化学键连接在一起的大分子化合物，高分子或聚合物一词即源于此。

⑤1939 年该公司用高压气相本体法生产低密度聚乙烯。

⑥1953 年，德国科学家 Ziegler 和他的研究小组用  $\text{AlEt}_3$  和  $\text{TiCl}_4$  为催化剂，在低压下制得了高密度聚乙烯 (HDPE)。该项成果于 1954 年，在意大利一公司实现工业化。

⑦1954 年 3 月 11 日，意大利的 Natta 改进了 Ziegler 催化剂，用  $\text{AlEt}_3$  和  $\text{Et}_2\text{AlCl}$  为催化剂，在低压下聚合成聚丙烯。

(3) 热塑性塑料的常用成型方法有哪些？热固性塑料的常用成型方法有哪些？

**热塑性塑料：**

**a.挤出成型（挤塑）：**挤出成型是最常用的塑料加工方法，约占 50% 塑料制品。制品如管材、板材、薄膜、电线电缆包覆等。

**b.注射成型：**又称注射模塑或注塑。其过程是将塑料加热熔化，在柱塞或螺杆加压下通过喷嘴注入闭合模具内，经冷却定型，获得制品。

**c.压延成型：**将已塑化的塑料通过一组热辊之间使其厚度减薄，从而制得制品。聚氯乙烯片、薄膜和人造革。

**d.其它有：热成型、压延成型、旋转模塑成型、树脂转移模塑法 (RTM)、拉制法、发泡模塑成型、滚塑成型、纺丝。**

(2.1 热塑性塑料基础知识)

**热固性塑料：**

**a.模压成型：**通常由物料准备、成型和制品后处理三个阶段组成，影响因素有温度、模压压力、模压时间等

**b.传递成型：**又称传递成型或注压，其可分为活板式、罐式、柱塞式和螺杆式四种不同的工艺类型，现在生产中多使用罐式和柱塞式。

**c.注射成型：**酚醛树脂最适合注射成型。热固性树脂的注射过程，像热塑性树脂注射一样，需要经历塑化、造型和定型三个阶段

(4) 写出常用的 3 种透明高分子材料、2 种阻燃高分子材料、写出 3 种常用的耐磨材料, 写出 2 种低摩擦系数的树脂材料。

透明高分子材料: 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚碳酸酯 (PC)、聚氯乙烯 (PVC)、聚苯乙烯 (PS)、芳香族聚酰胺

阻燃高分子材料: 酚醛树脂 (PF)、氯丁橡胶 (CR)、芳香族聚酰胺 (PA)、聚氯乙烯 (PVC)、聚四氟乙烯 (PTFE)

耐磨材料: 尼龙 (PA)、超高分子量聚乙烯 (UHMWPE)、丁二烯橡胶 (BR)、丁腈橡胶 (NBR)、聚醚醚酮 (PEEK)、聚甲醛 (POM)

低摩擦系数树脂材料: 超高分子量聚乙烯 (UHMWPE)、聚四氟乙烯 (PTFE)、聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT) (其摩擦系数仅大于氟塑料)

(5) 根据 HDPE、LDPE、LLDPE、UHMWPE 分子结构、聚集态结构的差别分析性能特点, 阐明应用领域。

### 1. 分子结构

HDPE: 只有少量的短支链

LDPE: 存在大量的长支链和短支链

LLDPE: 短支链数目与 LDPE 相当, 但没有长支链。

UHMWPE: 为线性, 与 HDPE 相同

### 2. 聚集态结构

HDPE: 分子链非常柔顺, 结构单元对称规整, 支化程度小, 结晶度很高 (80~95%)

LDPE: 分子链柔性小, 支化程度高, 结晶困难, 55~65% (结晶度随分子量提高)

LLDPE: 仅含有短支链, 不含长支链, 规整度介于以上两者, 结晶度 70%

UHMWPE: 分子间缠结强烈, 结晶较 HDPE 困难, 结晶度 70~80%

### 3. 性能

a. 聚乙烯的基本性质: 无臭无味无毒, 乳白色蜡状固体, 半透明或不透明, 透水率小但透气性大, 是最易燃的燃料之一。

b. 聚乙烯力学性能: 一般, 拉伸强度比较低, 强度不高, 抗蠕变性差, UHMWPE 抗冲击性能较好

c. 结晶度、密度、拉伸强度、硬度、抗蠕变性: LDPE < LLDPE < HDPE

(对于 LDPE, 分子量增大, 结晶度提高)

抗冲击性: HDPE < LLDPE < LDPE

耐环境应力开裂性: HDPE < LLDPE < LDPE

< 结晶结构对耐环境应力开裂不利 >

### d. 热性能:

PE 耐热性能低, 但 PE 的耐热性在塑料里比较高。

HDT (热变形温度 Hot Deformation Temperature): HDPE > LLDPE > LDPE

MI (熔融指数) 提高 (分子量下降), HDT 降低。

膨胀系数大: HDPE < LLDPE < LDPE

导热性: HDPE > LLDPE > LDPE

耐寒性: 分子量大, 耐寒性好。

### e. 耐化学药性优异

f. 电性能: 优异的电绝缘性 ( $>10^{16} \Omega \cdot m$ ) 可做高频高压绝缘材料

**g.加工性能:**吸水率低,加工前不必干燥。分子量和支化度度熔体速率有很大的影响,分子量提高,MFI下降,分子量相同,支化程度上升,MFI上升。

**熔体流动:** LDPE>HDPE

**挤出成型:** LDPE 要求慢速冷却: HDPE 要求快速冷却

注射或薄膜吹塑时应选用 MFI 高的 PE; 型材的挤出和中空吹塑应选用 MFI 低的 PE。

**h.UHMWPE:**

力学性能优良,良好的塑性工程塑料。结晶度 70~80%比 HDPE 低,密度比 HDPE 低,熔体的粘度很高。工程塑料中抗冲击强度最高。即使在低温下也可以保持韧性和很高的耐磨性。

UHMWPE 极高的分子量 (HDPE 的分子量通常只有 2~30 万) 赋予其优异的使用性能,而且属于价格适中、性能优良的热塑性工程塑料,它几乎集中了各种塑料的优点,具有普通聚乙烯和其它工程塑料无可比拟的耐磨、耐冲击、自润滑、耐腐蚀、吸收冲击能、耐低温、卫生无毒、不易粘附、不易吸水、密度较小等综合性能。事实上,目前还没有一种单纯的高分子材料兼有如此众多的优异性能。

#### 4.应用

**LDPE:** 主要用途是作薄膜产品,还用于注塑制品,医疗器具,药品和食品包装材料,吹塑中空成型制品等。

**HDPE:** 高密度聚乙烯树脂可采用注射、挤出、吹塑和旋转成型等方法成型塑料制品。采用注射成型可成型出各种类型的容器、工业配件、医用品、玩具、壳体、瓶塞和护罩等制品。采用吹塑成型可成型各种中空容器、超薄型薄膜等。采用挤出成型可成型管材、拉伸条带、捆扎带、单丝、电线和电缆护套等。另外,还可成型建筑用装饰板、百叶窗、合成木材、合成纸、合成膜和成型钙塑制品等

**LLDPE:** LLDPE 的 65%~ 70%用于制作薄膜。它的优异的抗环境应力开裂性,抗低温冲击性和抗翘曲性使 LLDPE 对管材、板材挤塑和所有模塑应用都有吸引力。LLDPE 最新的应用是作为地膜用于废渣填埋和废液池的衬层。

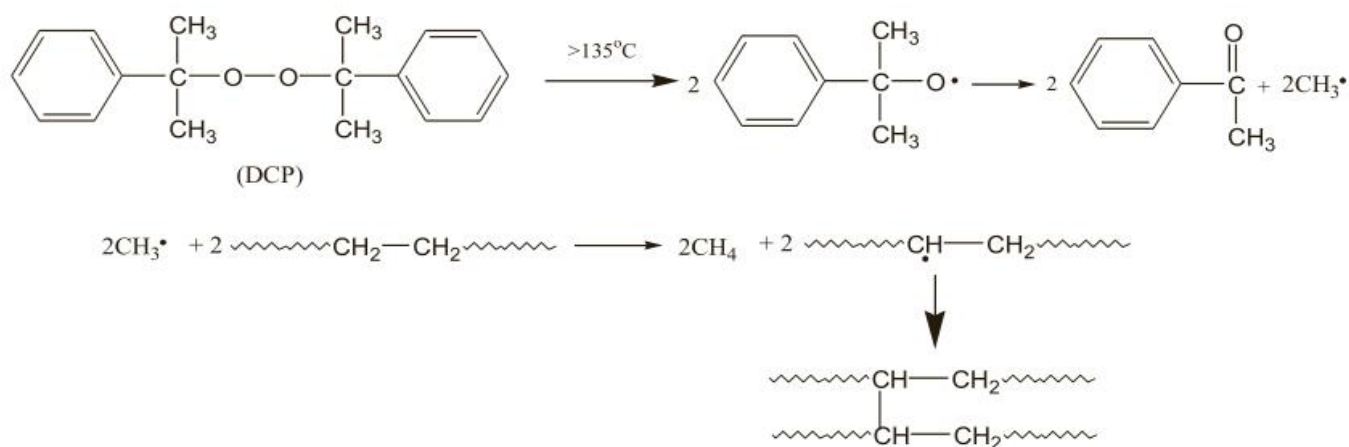
**UHMWPE:** 目前 UHMWPE 已在纺织、造纸、包装、运输、进写、化工、采矿、石油、建筑、电气、食品、医疗、体育等领域得到广泛的应用,并开始进入常规兵器、船舶、汽车等领域。今后还将扩大到宇航和原子能等领域。\\

**LDPE、HDPE、LLDPE:** 不承载负荷或在使用温度不高下承载较小的负荷的塑料制品。包装膜,管,板,电线电缆包覆层和绝缘层,容器。

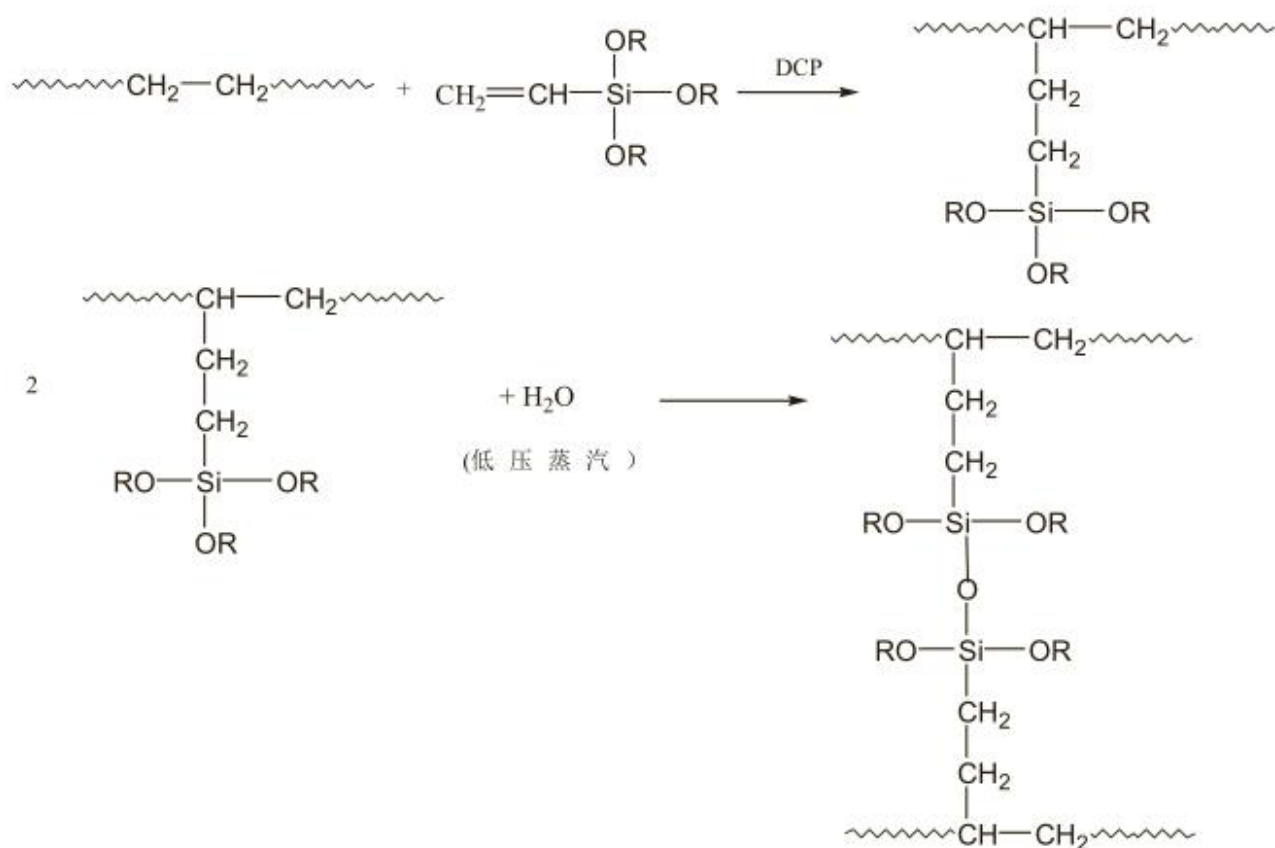
**UHMWPE:** 不黏耐磨自润滑的零件,导轨轴承密封圈等,人体内部器官,高性能纤维,增强的复合材料。

(6) 用化学反应方程式表示 PE 化学交联过程，分析影响交联度的因素，论述 PE 交联后哪些性能得到改变，可以应用于哪些领域。

a. 过氧化物交联



b. 有机硅烷法



影响 PE 交联度因素：交联剂用量、温度、压力等。

交联 PE 的燃烧滴落现象、力学性能、耐热性和耐环境应力开裂性（甚至消失）大幅度改善。

广泛应用于生产电线、电缆、热水管材、热收缩管和泡沫塑料等。

(7) 什么是 PP 的等规度，分析等规度和分子量对 PP 力学性能的影响。

PP 等规度指等规聚合物所占重量百分比，一般指用正庚烷回流萃取，去掉无规聚合物及低分子量聚合物所剩余物所占的百分比。

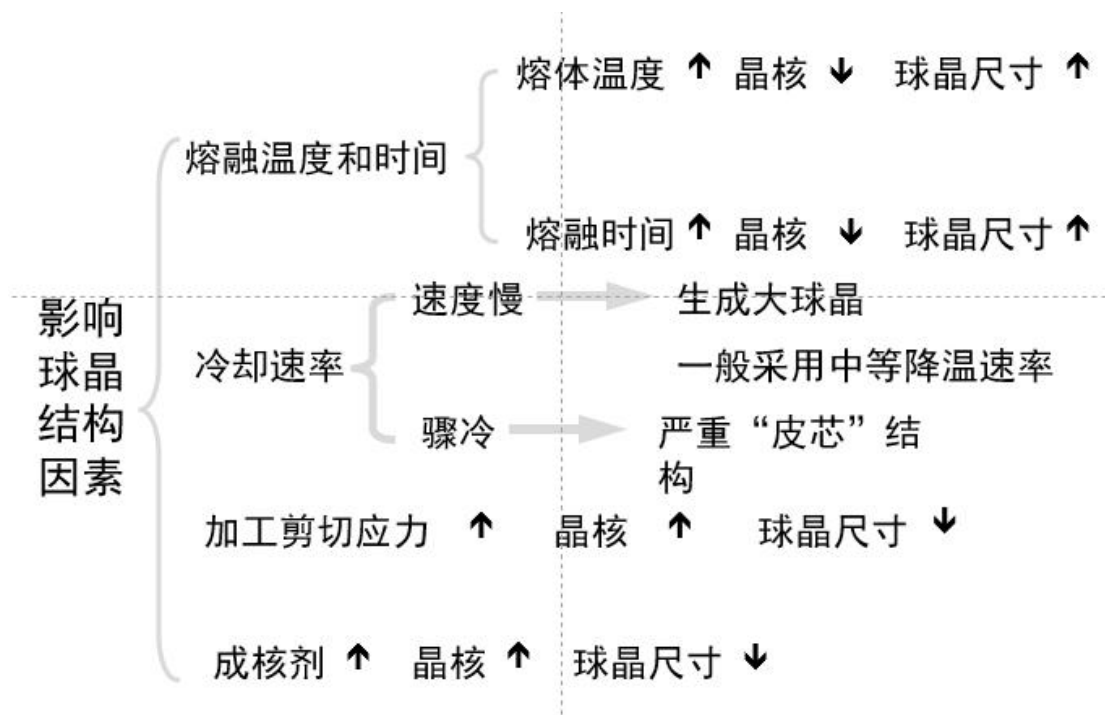
分子量小时，等规度增大，结晶度增大，力学性能提高。

分子量小时，等规度增大，结晶度不变，力学性能变化不大。

等规度越大，分子链规整性增大，结晶度升高，则拉伸屈服强度、硬度增大，抗冲击强度则下降。

分子量增大(MFI 减小)，分子链缠结加重，结晶度降低，拉伸屈服强度、硬度减小，刚度下降，材料变软，抗冲击强度则增大。

(8) 试分析影响 PP 球晶尺寸的因素，这些改变对性能有哪些影响。



因为球晶边界是连接最弱的区域，而 PP 球晶结构为大球晶，球晶之间有明显的界面，孔隙度大，在界面处易产生应力集中，会减弱断裂伸长、韧性、抗冲击性、刚性、弹性模量、拉伸强度等性能。大球晶的直径远大于可见光波长，且晶区与非晶区的折射率相差较大，导致产生表面光的散射，导致透明性下降。

(9) PP 主要性能缺陷是什么？常用的改性方法有哪些？

1. 性能缺陷:①制品耐寒性差，低温冲击强度低，脆性大；②制品在使用中易受光、热和氧的作用而老化；③热变形温度低，收缩率大；④易燃烧；⑤静电度高，染色性、印刷性和黏合性差；⑥厚壁制品易产生缺陷。

2. 改性方法

A 共聚改性（例如与乙烯共聚可以得到无规共聚物和嵌段共聚物；可以增韧、提高耐寒性）

B 共混改性（例如 PP 与 HDPE 共混，PP 与 EPR 和 TPE 共混，可以增韧、提高耐寒性；与聚酰胺共混，可以增韧、提高耐热、耐磨和强度）

C 接枝改性

**D 表面改性**

**E 填充改性**（例如粉末状矿物填料填充 PP，可以提高耐热性、刚度、硬度；降低收缩和热膨胀）

**F 增强改性**（例如用玻璃纤维增强 PP，可以大幅度提高耐热性、刚度、硬度；降低收缩和热膨胀）

**G 茂金属聚丙烯**

**H 其它：防静电处理等**

**(10) 从分子结构的角度分析 PS 脆性大、力学性能对温度敏感的原因，指出改性的方法。**

**1.原因：**主链含大量刚性的苯环，有较大的空间位阻，分子链柔性较差，是一种线性无规高分子，是完全无定形的聚合物；PS 是线形高分子，存在着少量的短支链，侧苯基具有很大的空间位阻，造成 PS 分子链很僵硬，使得 PS 硬而脆，当温度升高时，分子链运动变得容易，力学性能下降，对温度敏感。

**2.改性方法：**通过共混共聚制备 HIPS；与丙烯腈、丁二烯制备三元共聚物 ABS。

**(11) 论述增塑剂的定义、分类、作用、增塑方式，什么是反增塑现象？写出 3 种常用增塑剂的名称。什么是 PVC 的反增塑效应？请判断 PP 和 HDPE 中会有反增塑效应吗？**

**1.定义：**增加塑料的可塑性，改善在成型加工时树脂的流动性。并使得制品具有柔韧性的有机物质，它通常是一些高沸点、难挥发的粘稠液体或低熔点的固体。一般不与塑料发生化学反应。

**2.分类：**

**根据化学结构：**邻苯二甲酸酯类、脂肪二元酸类、环氧脂含氯类、磷酸酯类

**根据作用：**主增塑剂、辅助增塑剂、催化型增塑剂

**3.作用：**降低弹性模量和断裂拉伸强度，提高延伸性和断裂伸长率，改变柔软性，可逆弯曲强度、韧性和冲击强度，降低玻璃化转变温度，扩张聚合物在较低温度下的可用性，改进对各种基料的粘合。提高或降低薄膜的封口性。改进润滑和减少摩擦，减少静电充电能力，改进表面光泽和外观。(原理:削弱聚合物分子之间的次价键，即范德华力，聚合物分子链作用减弱，增加了活动性，提高塑性。)

**4.增塑方式：**混合

**5.反增塑：**当增塑剂加入到聚合物中时，正常情况下能降低弹性模量，降低拉伸强度和增加伸长率，但是加入少量的增塑剂却往往会出现树脂硬化现象，即反增塑。

**6.三种常用增塑剂：**邻苯二甲酸酯二辛酯，己二酸二辛酯，环氧大豆油

**7.PVC 的反增塑现象：**纯 PVC 是一种较硬的塑料，Cl 原子相对僵硬，PVC 结晶度低，加入少量增塑剂，可以增加分子间的滑动，从而排列有序，形成晶态结构，结晶度和密度增加。

**8. PP 和 HDPE 中不会出现反增塑效应。**

**(12) 说明合成树脂与塑料的区别，以及 PVC 塑料的主要组成成分，阐述各个组分的作用。**

**树脂**是单体在引发剂或光热作用下聚合而成的聚合物。树脂是一类固态、半固态或假固态的高分子聚合物，有时也可以是液态的聚合物。透明或半透明，无固定熔点，但有软化和熔融的温度范围。软化时，在应力作用下有流动的倾向，不导电，大多数不溶于水，可溶于有机溶剂。

**塑料**是以树脂为基料，与稳定剂、增塑剂、填料、着色剂及改性剂等多种助剂混合经塑化成型加工而成。

**PVC 塑料主要成分:**PVC 树脂基料，稳定剂，增塑剂，填料，着色剂及改性剂等多种助剂。

**组分作用:**

**A.PVC 树脂基料:**形成 PVC 链结构。

**B.添加剂:**改变 PVC 的性能及加工条件。

**a 稳定剂:**减少热降解和老化降解

**b 增塑剂:**增塑作用

**c 润滑剂:** 润滑剂可以减少加工中树脂颗粒间和熔体聚合物分子间摩擦产生的热效应，避免塑料对加工设备金属表面的黏着。

**d 填料及其他添加剂:**填料的加入可以提高制品的硬度改善电性能，降低成本。

**(13) 简要分析一下为什么高分子量的 PVC(小牌号)适合用作软质 PVC; 而低分子量(大牌号)的 PVC 适合用作硬质 PVC? 提示: 可从加工和力学性能的角度加以分析。**

从加工性能来看，高分子量 PVC(小牌号)的聚合温度低，获得颗粒疏松，吸收增塑剂的能力强，塑性更好，更易制作软质。从力学性能，高分子量分子链长，分子链间的缠结点多，更具有类似橡胶的结构，更软更韧更适合制作软质。反之亦然。

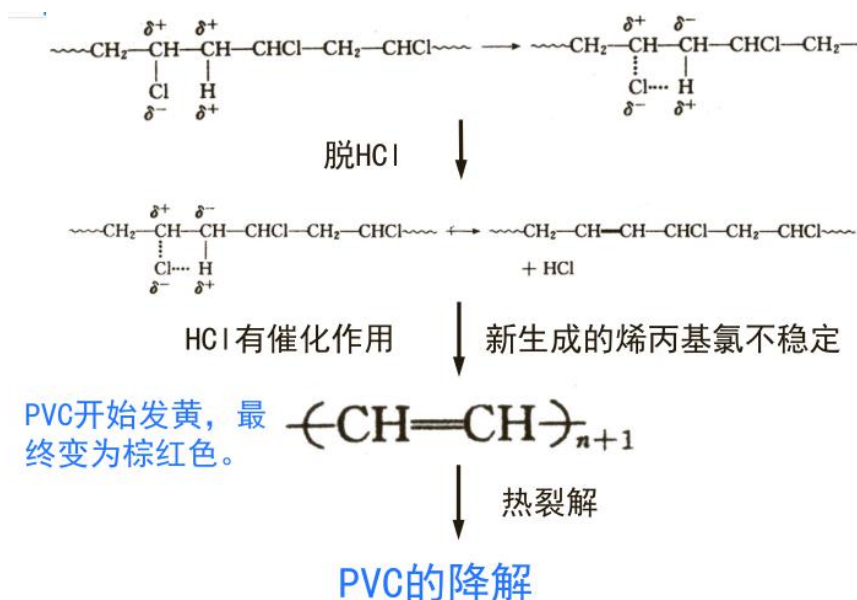
或者以下答案:

在合成 PVC 时，主要是通过控制聚合反应的温度来控制 PVC 的分子量。在较低聚合反应温度下生产的 PVC，分子量高，结晶度高，颗粒为疏松型。在较高聚合反应温度下生产的 PVC，分子量低，结晶度低，颗粒为紧密型。从性能来讲，软质 PVC 中由于添加了大量的增塑剂（含量超过 40%）已使其玻璃化转变温度低于室温，是一种弹性材料。采用高分子量的 PVC 来制备，由其结晶度较高，可以提供较多的物理交联点，有利于获得较好的力学性能。从加工角度来件，高分子量 PVC 多为疏松型颗粒，利于大量吸收增塑剂，适合用来制备软质 PVC 制品。而低分子量的 PVC 多为紧密型颗粒，吸收增塑剂能力低，适合用来制造添加增塑剂量很少的 PVC 硬制品。

(14) 用化学反应方程式分析 PVC 热稳定性差的原因。铅盐类、金属皂类热稳定剂提高 PVC 热稳定性的原理是什么？

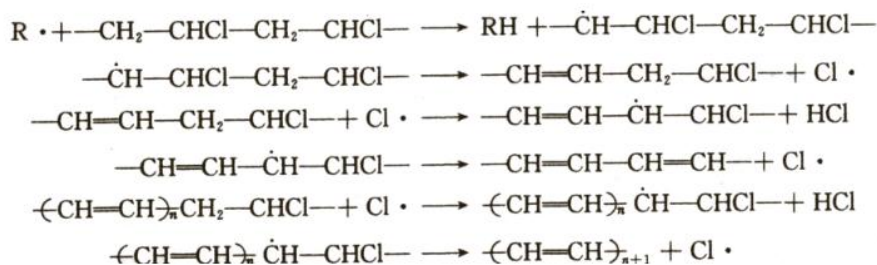
分子链中的异构缺陷和支链是导致降解的主要内因。热、光、机械应力是外因。缺陷的热不稳定性:分子链内烯丙基氯>叔碳氯>末端烯丙基氯

热降解——离子机理



热降解——自由基机理

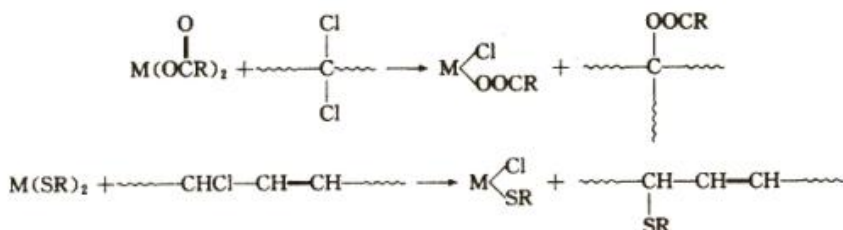
自由基机理（拉链式反应）



**PVC光降解**——PVC在日光照射下容易发生降解，是另外一种自由基机理。

**铅盐类：**铅盐类主要是中和 PVC 中的 HCl 来提高 PVC 的热稳定性。

**金属皂类：**通过取代不稳定的氯原子起到稳定作用





(15) 比较 PE、PP、PVC 和 PS 四种通用树脂的分子结构特征及聚集态特征的异同。根据它们微观结构特征的异同分析比较、它们性能特点上的异同。性能特点包括：拉伸强度、抗冲击性能、耐热性（抗热变形能力）、热稳定性、透明性、绝缘性、耐溶剂和化学药品性和阻燃性。

PE:线性分子链非常柔顺，结构单元对称，规整，PE 非常容易结晶，且结晶度很高(>55%)，在使用温度下，PE 中大量结晶相和少量无定形结构并存。

PP:线性分子链，由于侧甲基效应，三个单体为单元形成螺旋形结构。有三种不同的立体构型（等规，间规，无规 PP）。等规 PP 常温下是大量结晶和少量无定形结构共存。间规 PP，无规 PP 结晶度下降，力学性能也变差。

PVC:是氯乙烯单体多数以头尾结构相连的线形聚合物。存在异构缺陷和支链在 PVC 分子链上存在短的间规立构规整结构。聚集态 PVC 含有少量结晶结构的无定形聚合物。

PS:主链含大量刚性的苯环，有较大的空间位阻，分子链柔性较差，是一种线性无规高分子， $T_g \sim 100^\circ\text{C}$ ，聚集态无规 PS 是完全无定形的聚合物。

性能比较:

拉伸强度:硬质 PVC $\approx$ PS>PP>PE（硬质 PVC 的拉伸强度与 PS 相近）

抗冲击强度:PE 和软质 PVC 抗冲击性能都较好，PP 和 PS 冲击强度较低

耐热性（抗热变形能力）:等规 PP 耐热性最好，PE，PVC，PS 耐热性较差

热稳定性:PVC 受热易分解，热稳定性差，其他稳定性较好

透明性:PVC，PS 透明性较好，PE 通常为半透明或不透明，PP 为白色蜡状固体。

绝缘性:四种塑料绝缘性都较好，PP 高频绝缘性好，PVC 的电绝缘性较好，但不如 PP、PE，PVC 的电性能受电场频率影响大，主要与存在的 Cl 极性基团有关，适合于中低压和低频绝缘材料。

耐溶剂和化学药品性:PE，PP 耐溶剂和化学药品性能优异；PVC 与 PS 耐碱性相近，都不耐氧化性酸。PVC 不耐极性溶剂，PS 不耐非极性溶剂。

阻燃性:PE 易燃，是最易燃的塑料之一，PP 容易燃烧；PVC 分子中氯原子的存在使 PVC 具有较好的阻燃性，但是燃烧时释放出有毒物质。PS 易燃。

(16) 请从分子结构角度分析 PTFE 为什么具有耐高低温、耐腐蚀和不黏附的特点？为什么各项力学性能很低？当通过破坏 PTFE 分子结构的规整性提高其加工流动性后，其抗“冷流性”将如何变化，为什么？

①PTFE 的 C-F 键的键能高（487kJ/mol，C-C 键的键能为 387kJ/mol）。

②PTFE 通过螺旋形构象形成的 F 原子“筒状外壳”严密的屏蔽了分子骨架碳原子。

③螺旋形构象链的刚性很强，难弯曲，从而大分子间的缠结难发生

④PTFE 是非极性聚合物，分子间或与其他分子间的物理吸引作用力很小。

⑤PTFE 的表面自由能很低，几乎和所有的材料都无法黏附。

⑥PTFE 的分子量高，且几乎无支链，结晶度高。

综上，PTFE 具有以下性能:

耐高低温、耐腐蚀和不黏附（极低的摩擦系数和良好的自润滑性）

耐磨损性能不好

力学性能不高

受载荷容易发生蠕变现象，抗冷流性弱。

破坏规整性，产生支链，分子间缠结，结晶度降低，分子间作用力增大，抗冷流性增强。

(17) 写出尼龙 6、尼龙 66、尼龙 610 和尼龙 1010 的重复链节的结构。

氨在前，酸在后

尼龙 6 聚己内酯  $-(\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO})-$

尼龙 66 聚己二酰己二胺  $-(\text{NH}(\text{CH}_2)_6-\text{NHCO}(\text{CH}_2)_4\text{CO})-$

尼龙 610 聚癸二酸己二胺  $-(\text{NH}(\text{CH}_2)_6-\text{NHCO}(\text{CH}_2)_8\text{CO})-$

尼龙 1010 聚癸二酸癸二胺  $-(\text{NH}(\text{CH}_2)_{10}-\text{NHCO}(\text{CH}_2)_8\text{CO})-$

(18) 影响尼龙吸水率的主要因素是什么？为什么尼龙吸水后、力学性能会发生显著的变化？

主要因素：分子链中酰胺键的含量， $\text{CH}_2/\text{CONH}$  比值越大，吸水性越小。

吸水率：PA6>PA66>PA610>PA1010>PA11>PA12

尼龙因含有大量极性的酰胺键而具有吸水性，水分子进入尼龙分子间，降低了分子间作用力，使链段活动能力增强；同时水分子能与酰胺键结合形成氢键，取代原来分子链间氢键，减小了分子链间氢键密度，使尼龙力学性能下降。（拉伸强度下降，抗冲击强度上升）

(19) 芳香族聚酰胺具有高强度、高模量及耐高温的原因，透明聚酰胺的原理是什么？

芳香族聚酰胺分子中苯环与酰胺键交替排列，苯环自身具有刚性，与酰胺基团又存在共轭作用，并且酰胺基团上的氢能够与另一个分子酰胺基团羰基上的氧结合形成氢键。氢键的形成使得聚酰胺的结构易发生结晶化，而且分子间的氢键作用力较大，所以聚酰胺具有高强度、高模量及耐高温的优异性能。

透明聚酰胺是聚酰胺的一个新品种，通常的聚酰胺是结晶型聚合物，而透明聚酰胺几乎无结晶或结晶速度非常慢。通常采用向分子链中引入侧基的办法来破坏分子链的规整性，抑制晶体的形成，从而获得透明聚酰胺。

(20) 写出 POM 的分子结构式，分析性能特点，指出典型应用领域。

$-(\text{CH}_2-\text{O})_n-$

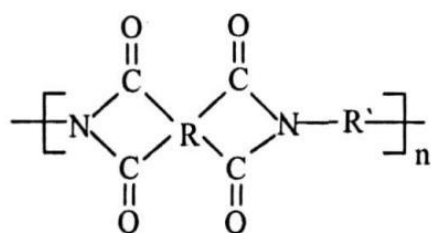
性能特点：①表面光滑且有光泽和滑腻感，硬而致密；②聚甲醛具有很好的力学性能，最突出的是高弹性模量硬度和刚度。冲击强度高，耐磨性，具有自润滑性；③具有良好的耐疲劳性能；④POM 是规整性很高的线性聚合物，结晶度很高>75%。

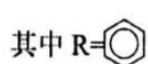
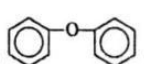
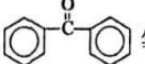
**典型应用:**代替有色金属, 制造各种机械零件, 被称作“塑料金属”, 如:汽车上的仿金属配件, POM 打印机齿轮, POM 手柄, POM 齿轮。

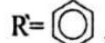
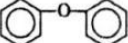

**(21) 五大通用工程塑料是什么? 写出分子结构式。何谓特种工程塑料? 请列举出 3 个品种的特种工程塑料, 写出分子结构式。**

五大通用工程塑料: 聚酰胺、聚碳酸酯、聚甲醛、改性聚苯醚和热塑性聚酯。

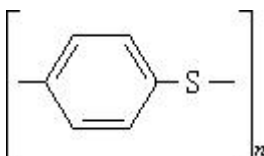
特种工程塑料: 长期使用温度在 150℃ 以上的工程塑料, 如聚砜类 (芳香族聚酰胺、聚芳酯、聚苯酯、聚芳醚酮、液晶聚合物和氟树脂等) 及以下聚酰亚胺 (PI)



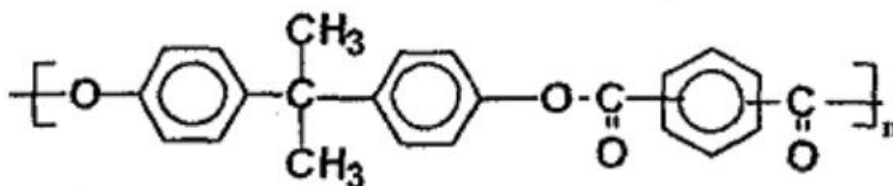
其中 R = , ,  等

R' = , ,  等

聚苯硫醚 (PPS)



聚芳酯



**(22) PS、PC 制品为何都容易产生应力开裂? PS 和 PC 的分子链的刚性都比较大, 但为何 PS 是硬而脆的塑料而 PC 是硬而韧的塑料。**

**易开裂的原因:** 都为非结晶性聚合物, 他们在加工时分子链取向, 取向后不易恢复。其分子链刚硬, 冷却成型后易残余很大的内应力, 容易引起应力开裂。两种聚合物中都有刚性很大的苯环结构, 在加工时容易产生内应力, 内应力使制品发生应力开裂现象, 表现为: 变性, 银纹、强度低, 易破坏。

PS 的侧基为体积大的苯环, 分子结构不对称, 大分子链运动困难, 所以 PS 呈现刚且脆的性质。

PC 链结构中, 既有柔顺的碳酸酯链, 又有刚性的苯环相联结结构, 即机械特性是韧而刚。两者最大差异是 PC 的苯环在主链, 而 PS 的苯环在侧链, 刚性自然有异。

(23) 分析比较 PC、PA、POM、ABS 具有高抗冲击性能的微观结构原因。

PC 的原纤维增强骨架间存在着大量的微孔隙，原纤维结构易滑移和吸收冲击能量，微孔隙本身的变形也吸收冲击能量。链中醚氧键，提高分子链柔性，增强韧性。

PA 中亚甲基的存在使分子链柔顺，有较高的韧性，且酰氨基团氢键作用强。

POM 是规整度很高的线形聚合物，分子链呈螺旋链构象，结晶度很高，硬而致密。醚键存在，使得分子链柔顺性好，抗冲击性能好。

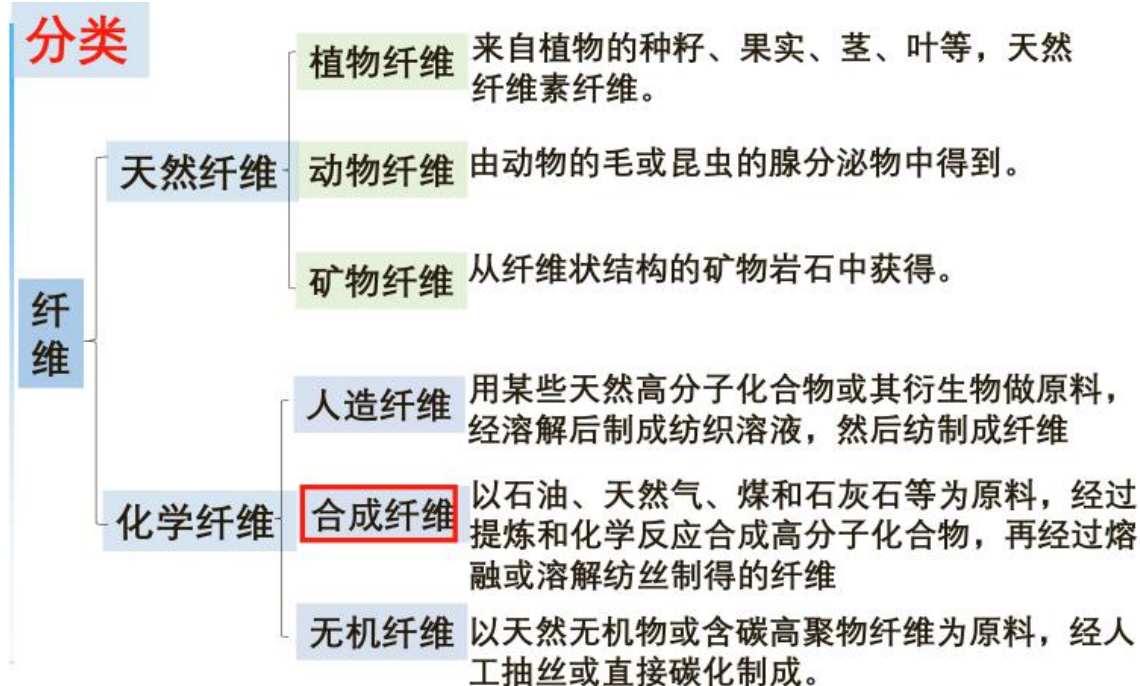
ABS 中丁二烯使分子链柔顺，增强了聚合物的韧性。

(24) 简述天然纤维、化学纤维、人造纤维和合成纤维几个概念区别与联系。

纤维分为天然纤维和化学纤维，化学纤维分为人造纤维和合成纤维。

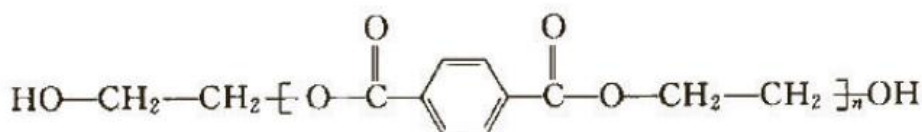
天然纤维：从自然界植物、动物或者矿物中获得的纤维材料。

化学纤维：用天然高分子化合物或人工合成的高分子化合物为原料，经过制备纺丝原液、纺丝和后处理等工序制得的具有纺织性能的纤维。



(25) 涤纶、锦纶、腈纶、丙纶、维纶、氨纶分别是由什么高分子材料纺丝制备的？试从微观结构角度分析上述各纤维的性能特点。

涤纶：涤纶是聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）经熔融纺丝制成的合成纤维，分子链上存在大量酯基，是聚酯纤维之一。

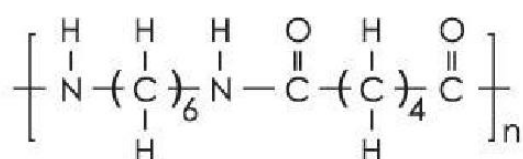


从涤纶分子组成来看，它是由短脂肪烃链、酯基、苯环、端醇羟基所构成。涤纶子中除存在两个端醇羟基外，并无其它极性基团，因而涤纶纤维亲水性极差。涤纶分子中酯基在 200℃ 以上时能发生水解、热裂解，遇强碱则皂解，使聚合度

降低，100℃以下普通用量的洗涤剂洗衣粉对涤纶无任何影响；涤纶分子中还含有脂肪族烃链，它能使涤纶分子具有一定柔曲性，但由于涤纶分子中还有不能内旋转的苯环，故涤纶大分子基本为刚性分子，分子链易于保持线型。因此，涤纶大分子在这一条件下很容易形成结晶，故涤纶的结晶度和取向性较高。

- **强度高**，吸湿性较低，所以它的湿态强度与干态强度基本相同；
- **模量高**，是几类通用合成纤维中最高的——面料挺括；
- **低变形下弹性高**，当伸长5%~6%时，几乎可以完全恢复；
- **耐磨性高**，在通用合成纤维中仅次于锦纶；
- **耐热性**在通用合成纤维中最高；
- **耐光性很好**（仅次于腈纶），曝晒1000小时，强力保持60-70%；
- **耐腐蚀**，染色性较差，但色牢度好，不易褪色；
- **织物易洗快干**，保形性好。具有“洗可穿”的特点；
- **耐酸不耐碱**。

**锦纶：**是脂肪族和半芳香聚酰胺经熔融纺丝制成的合成纤维。锦纶（又称尼龙）有锦纶6和锦纶66两种。

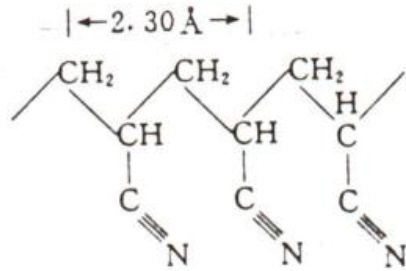


锦纶6、锦纶66及其他脂肪族锦纶都由带有酰胺键（—NHCO—）的线型大分子组成。锦纶分子中有一CO—、—NH—基团，可以在分子间或分子内形成氢键结合，也可以与其他分子相结合，所以锦纶吸湿能力较好，并且能够形成较好的结晶结构。锦纶分子中的一CH<sub>2</sub>—（亚甲基）之间因只能产生较弱的范德华力，所以—CH<sub>2</sub>—链段部分的分子链卷曲度较大。各种锦纶因含—CH<sub>2</sub>—的个数不同，使分子间氢键的结合形式不完全相同，同时分子卷曲的概率也不一样。另外，有些锦纶分子还有方向性。分子的方向性不同，纤维的结构性质也不完全相同。

- ✓ 断裂强度高，耐磨性是通用合成纤维中最高的。
- ✓ 初始模度低，容易变形，织物保型性、耐热性不及涤纶，在棉、麻毛型外衣面料中并不多见。
- ✓ 在丝绸织物中，可充分发挥其细而柔软、弹性伸长大的优良特性。
- ✓ 吸湿性在合成纤维中仅次于维纶，染色性在合成纤维中属较好的。
- ✓ 最大缺点是耐日光性不好，织物久晒就会变黄，强度下降
- ✓ 耐酸不耐碱。



**腈纶：**聚丙烯腈纤维（acrylic fibers）是指由聚丙烯腈或丙烯腈含量占 85% 以上的线型聚合物所纺制的纤维。我国聚丙烯腈纤维的商品名称为腈纶。



聚丙烯腈是半结晶高聚物，具有最合适的综合成纤性能和使用性能，通常其结晶度在 40%。腈纶的大分子呈不规则的螺旋形构象，且没有严格的结晶区，但有高序排列与低序排列之分。由于这种结构使腈纶具有很好的热弹性（可加工膨体纱）。聚丙烯腈的化学稳定性较聚氯乙烯低得多，在碱或酸的作用下，能发生一系列化学反应。其氰基可转变成酰胺基，进一步可以水解成  $\text{NH}_3$ 。

- ✓ 腈纶很像羊毛，故以**人造羊毛**著称。
- ✓ 其主要特点是质轻保暖、染色鲜艳而牢固，防蛀、防霉。
- ✓ 具有热弹性和极好的日晒牢度是腈纶最突出的优点。
- ✓ 缺点： 吸湿差，染色难。

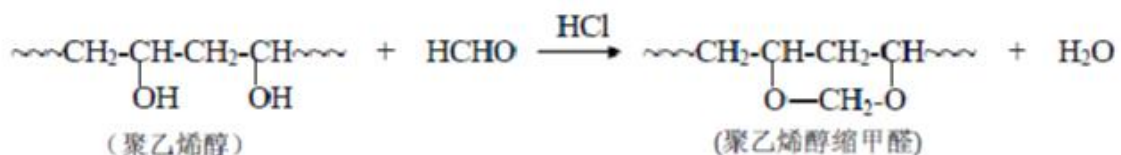
**丙纶：**用石油精炼的副产物丙烯为原料制得的合成纤维，等规聚丙烯纤维的中国商品名，又称聚丙烯纤维。

因其分子结构中不含能与染料结合的化学基团，因而染色较为困难。此外还具有优良的耐酸碱性。

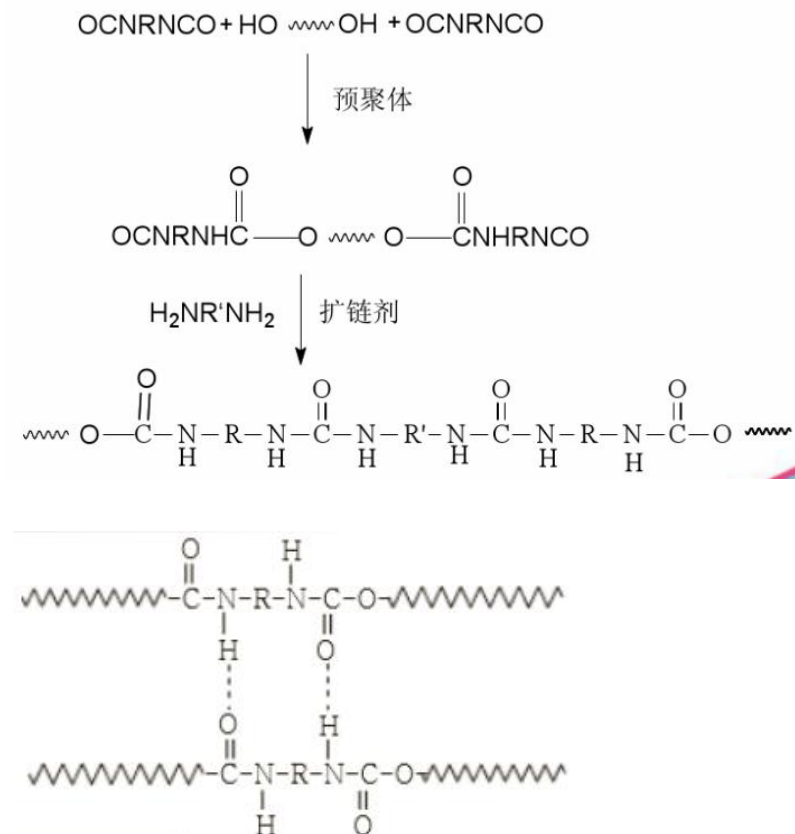
**性能特点：**丙纶纤维是常见化学纤维中最轻的纤维。几乎不吸湿，具有良好的芯吸能力，强度高，制成织物尺寸稳定，耐磨弹性、化学稳定性好。热稳定性差，不耐日晒，易于老化脆损。

**维纶：**维纶是聚乙烯醇缩甲醛纤维的简称。它是乙酸乙烯（VAc）溶液聚合得到聚乙酸乙烯（PVAc），经醇解得到聚乙烯醇，再经缩醛化制造的纤维。

维纶是合成纤维中吸湿性最大的品种，吸湿率为 4.5%~5%，接近于棉花（8%）。最大特点是吸湿性大，号称“合成棉花”。维纶的强度稍高于棉花，比羊毛高很多。在一般有机酸、醇、酯及石油等溶剂中不溶解，不易霉蛀，在日光下暴晒强度损失不大。强度比锦、涤差，化学稳定性好，不耐强酸，耐碱。耐日光性与耐气候性也很好，但它耐干热而不耐湿热（收缩）弹性最差，织物易起皱，染色较差，色泽不鲜艳。耐热水性不够好，弹性较差，染色性较差。维纶纺织布穿着舒适，适宜制内衣。

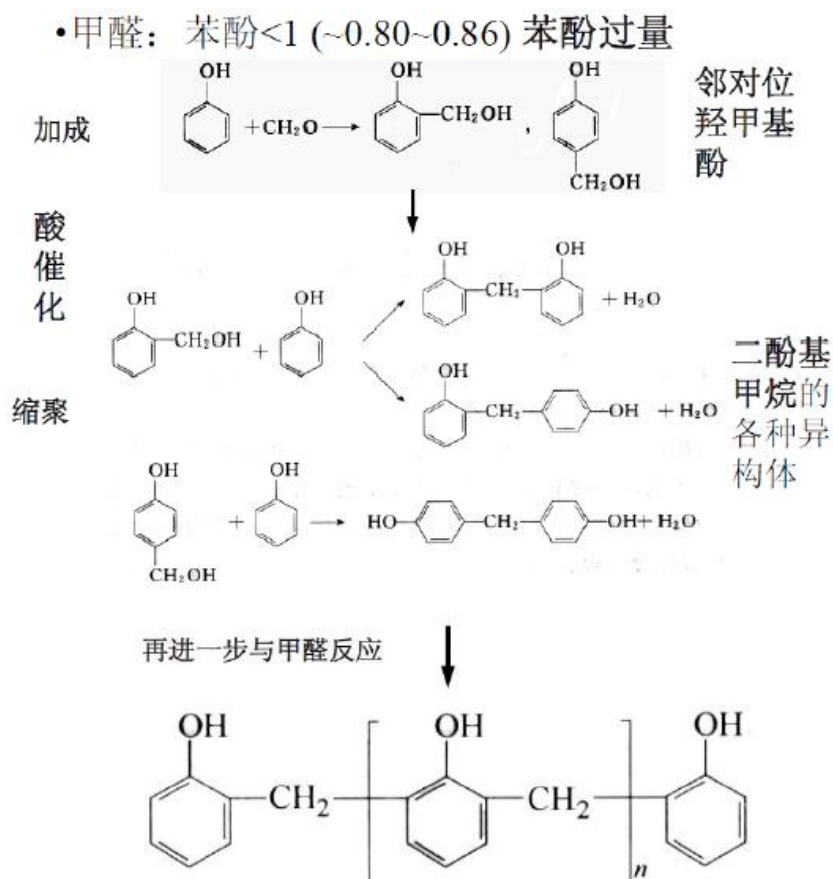
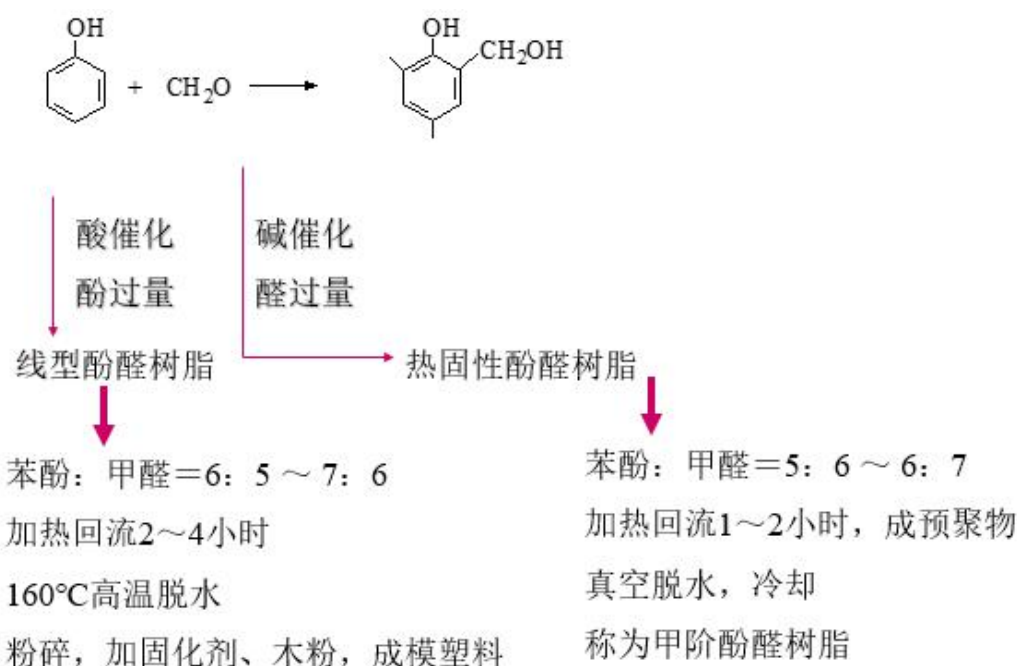


**性能特点：**弹性最好，强度最差，吸湿差，有较好的耐光、耐酸、耐碱、耐磨性。氨纶比原状可伸长5-7倍，所以穿着舒适、手感柔软、并且不起皱，可始终保持原来的轮廓。



(26) 热塑性酚醛树脂、热固性酚醛树脂的合成条件，合成反应及固化反应。

第一种人工合成的树脂

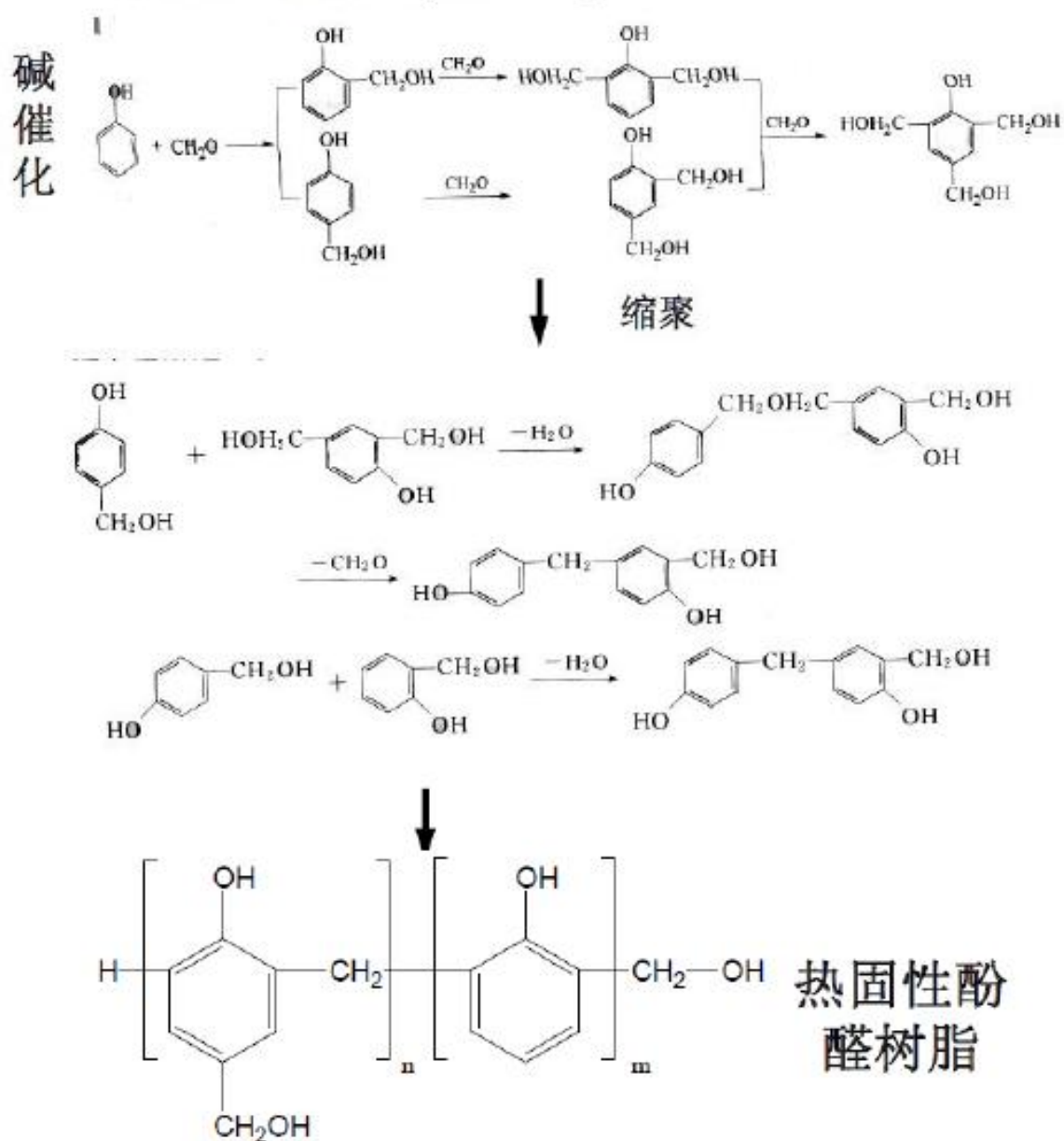


线性酚醛树脂——热塑性酚醛树脂——只能热熔融，不能交联。

酚基上存在未反应的活性点，可用固化剂交联。



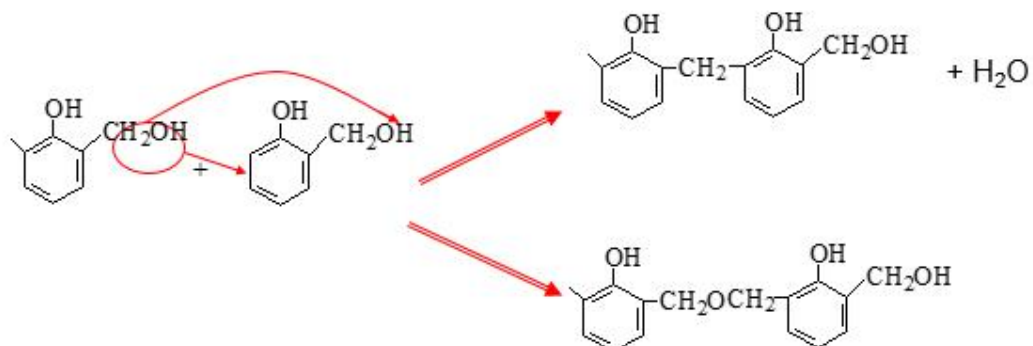
■ 甲醛：苯酚 > 1 (1.1~1.5)



## 热固性酚醛树脂的固化

### ● 热固性酚醛树脂的固化

#### (1) 热固化



高温下反应更为复杂

固化温度：170～250℃，加压7～10MPa，消除水的影响

**酸催化固化（常温固化）：**甲阶酚醛树脂用于胶粘剂或浇铸树脂时，希望常温固化加入盐酸、磷酸、甲苯磺酸等进行  $\text{H}^+$  的催化反应，同样放出小分子水。

## 热塑性酚醛树脂的固化

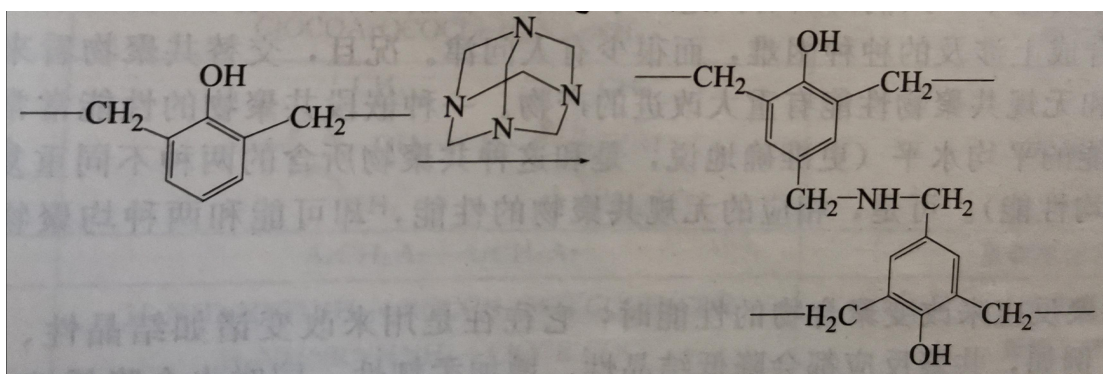
### 热塑性酚醛树脂的固化

需要加入固化剂

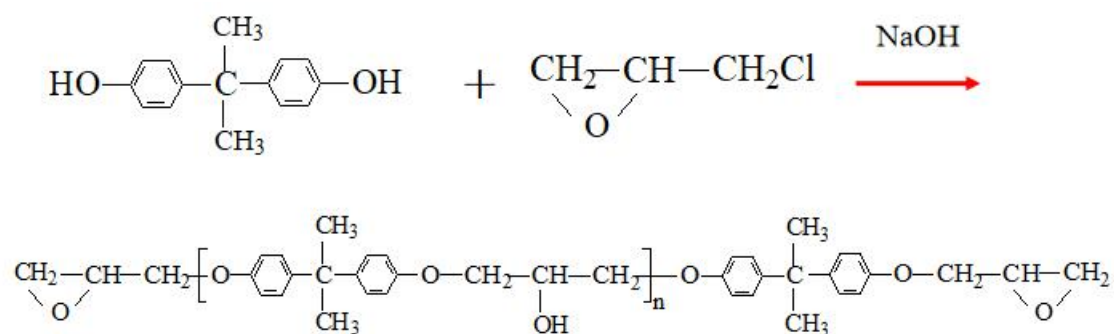


- 六次甲基四胺：胺与甲醛的加成物，白色晶体（乌洛托品）  
100°C分解成为二甲醇胺和甲醛，从而与酚醛树脂交联

- 六次甲基四胺固化剂的用量：10%左右

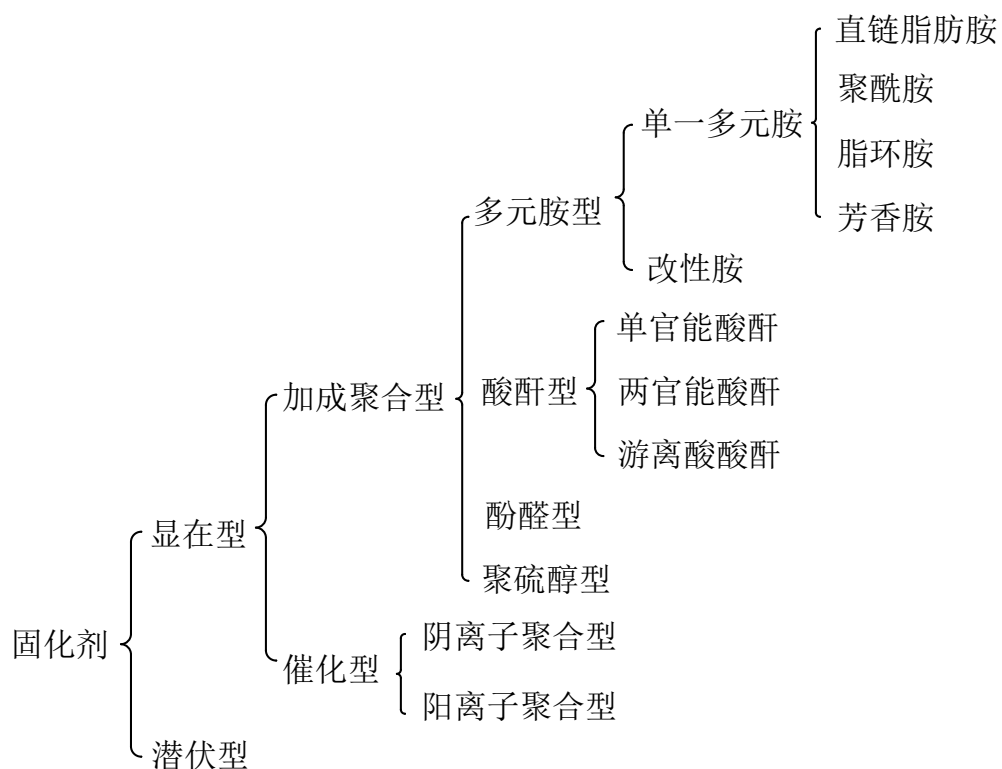


(27) 写出双酚 A 型环氧树脂的合成反应。常用的环氧树脂固化剂有几类，举例说明固化反应。



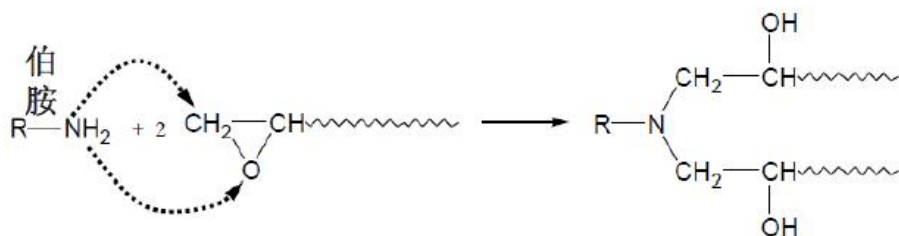
**n 的说明：**环氧树脂中重复链节 **n** 与热塑性高分子的 **n** 不同，是由环氧氯丙烷的少量副反应导致，一般 **n=0~4**

如：通用 E51 环氧树脂的 **n**≈0.2，粉末环氧 E12 的 **n**≈3.9

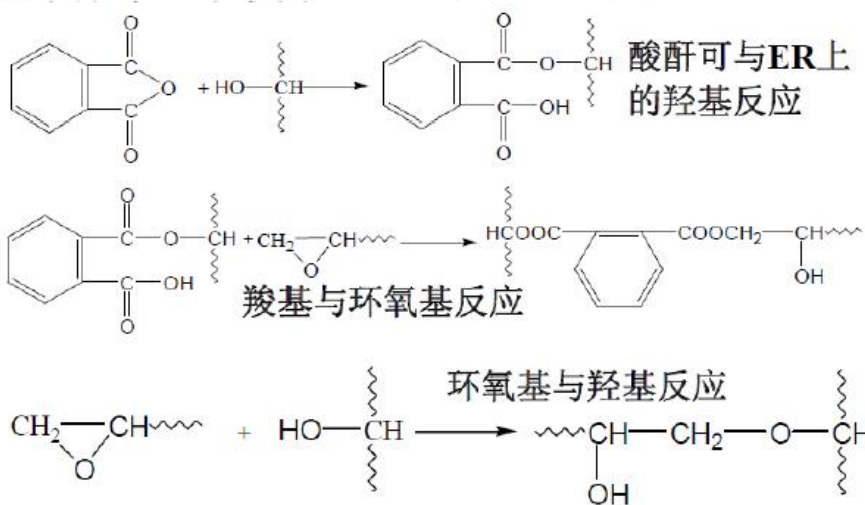


## 固化机理

### (1) 多元胺类:



### (2) 酸酐类:



(28) 分析 UP 各组分：不饱和二元酸、饱和二元酸和二元醇、交联剂对其最终性能的贡献。

**不饱和二元酸：**提高双键密度，提高交联度，提高硬度，耐化学药品性。

**饱和二元酸和二元醇：**提高柔韧性。

**交联剂：**材料的硬度和强度

(29) 试从分子结构的角度，简要对比分析酚醛树脂、环氧树脂和不饱和聚酯三种热固性树脂的性能特点，各举出一个典型应用例子。

**性能特点：**

**酚醛树脂：**热固性 PF 拉伸强度、模量较低，抗弯、抗冲击强度较高，耐热性较差，电性能好。通过分子上的活性羟甲基的反应交联固化得到的交联网络中 缺陷较多。但体系中残余的极性小分子较少。总的来说，热稳定性好，残碳率高， 优良的绝缘性，阻燃性好，固化温度高，力学性能差，脆性大，耐腐蚀性不如环氧树脂。

**环氧树脂：**力学性能高，平均拉伸强度 70MPa，最高达到 130MPa；粘接性能优异：有极性基团和醚键，较高的内聚力，可作结构胶；稳定性好：耐化学介 质、环境老化、耐热；配方设计灵活多样，可以设计不同强度、韧性、固化温度。

**不饱和聚酯：**不饱和聚酯具有线性结构，因此也称为线性不饱和聚酯。由于不饱和聚酯含有不饱和双键，因此可以在加热，光照，高能辐射以及引发剂作用下与交联单体（苯乙烯）进行共聚，并联固化成具有三相网络的体型结构，不饱和聚酯在交联前后的性质可以有广泛的多变性，这种多变性取决于两种因素，一是二元酸的类型及数量，二是二元醇的类型。

《高分子材料》第二版 88 页

**应用：**

**酚醛树脂：**

- 1) 耐高温材料、烧蚀材料
- 2) 绝缘材料 “电木”
- 3) 摩擦材 料 ----刹车片
- 4) 砂轮粘接
- 5) 纤维板
- 6) 塑料改性剂
- 7) 胶粘剂、涂料

**环氧树脂：**环氧树脂优良的物理机械和电绝缘性能、与各种材料的粘接性能、以及其使用工艺的灵活性是其他热固性塑料所不具备的，因此它能制成涂料、复合材料、浇铸料、胶粘剂（文物修补）、模压材料和注射成型材料，

**不饱和聚酯：**

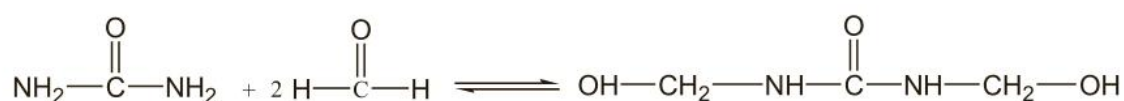
- 1) 玻璃钢：应用最广泛、量最大
- 2) 纽扣
- 3) 人造大理石、人 造玛瑙
- 4) 无溶剂漆

(30) 写出合成脲醛树脂和蜜胺树脂的基本化学反应。简单分析造成脲醛树脂与蜜胺树脂性能差异的原因。

合成脲醛树脂的原材料为尿素和甲醛。

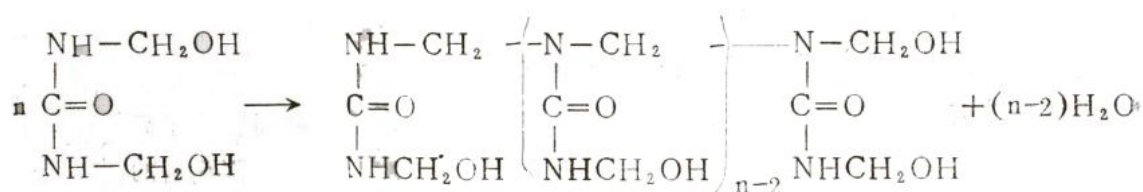
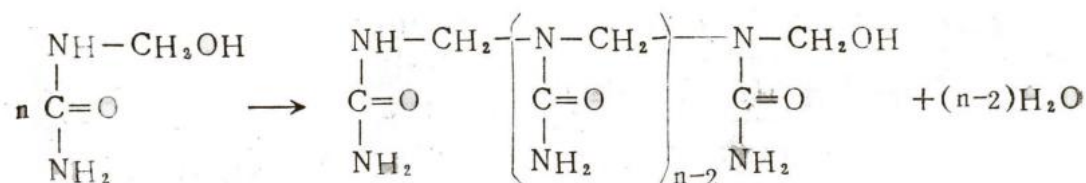
以水为溶剂、以弱酸或弱碱为催化剂，尿素和甲醛的比例为1:1~1:2

。反应生成一羟甲基脲和二羟甲基脲的混合物水溶液。



### 脲醛树脂的固化

在高温下，羟甲基之间、羟甲基和氨基之间发生缩合聚合反应，形成复杂的体型交联，放出副产物：水

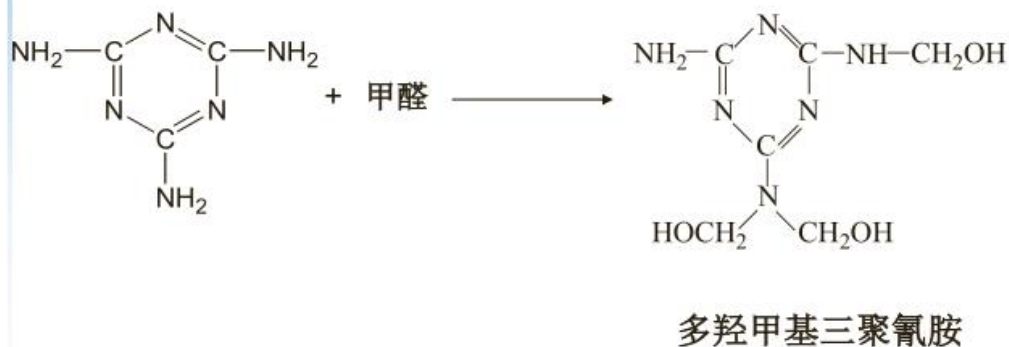




## 密胺树脂的合成

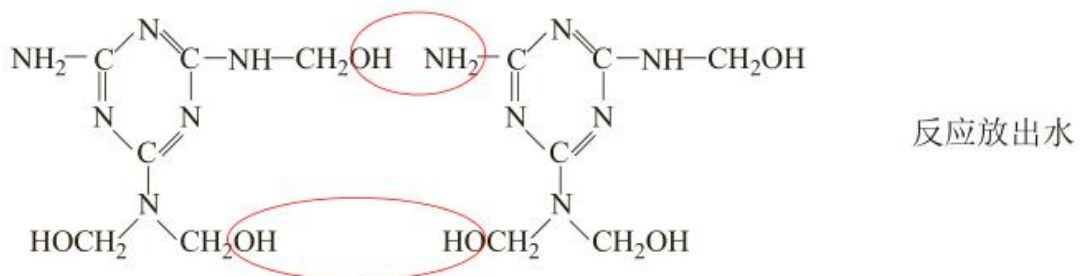
合成密胺树脂的原材料为三聚氰胺和甲醛

将三聚氰胺在过量的甲醛水溶液中，弱碱性条件下加热制备制品为白色粉末，可溶于水。



## 密胺树脂的固化

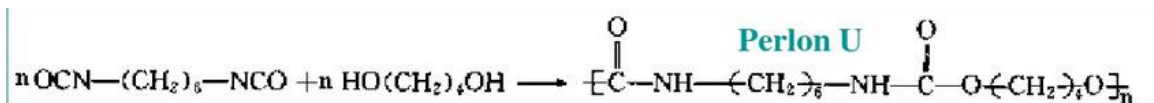
在高温(150°C)或加入酸催化剂，密胺树脂中的羟甲基之间、以及羟甲基与氨基之间缩聚，形成复杂的体型交联产物。



造成差异的原因：

密胺树脂由于具有三氮杂环结构及较多的可进行交联反应的活性基团，所以交联密度比脲醛树脂高，因此其固化产物的耐热性，耐湿性及力学性能均优于脲醛树脂。

(31) 写出二元醇与二异氰酸酯的加成反应，根据氨基甲酸酯类聚氨酯的特征链节推测其性能特点。



聚酯型聚氨酯硬段和软段比例要高于聚醚型聚氨酯，因而具有更好的拉伸和撕裂强度、耐磨性和耐非极性溶剂。

(32) 写出 4 种拉伸结晶的橡胶材料, 3 种耐油橡胶, 2 种耐热氧老化橡胶, 1 种气密性橡胶

拉伸结晶: NR 天然橡胶 BR 丁二烯橡胶 IIR 丁基橡胶 CR 氯丁橡胶

耐油: NBR 丁腈橡胶 CR 氯丁橡胶 FPM 氟橡胶

耐热橡胶: IIR 丁基橡胶 FPM 氟橡胶

气密性: IIR 丁基橡胶

(33) 天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶性能上各有哪些优缺点? 试从结构上加以分析。说明载重轮胎和轿车轮胎中主要应用的橡胶品种是什么?

### 1. 性能上的优缺点

A. 天然橡胶:  $-(\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n-$

优点:

① 双键相邻的 C-C 键容易内旋转, 分子链上的侧甲基数量少。NR 非极性分子间作用力低, 所以  $T_g$  约为 -72 摄氏度。导致天然橡胶分子链在常温下呈无定形状态, 分子链柔性好, 具有很好的弹性;

② 具有优良的力学性能。天然橡胶的分子量很大, 可在外力作用下拉伸结晶。是一种结晶性橡胶。具有自补强性。NR 纯胶硫化后, 强度高达 25MPa; 用炭黑增强高达 35MPa 且撕裂强度很高, 高达 98KN/m;

③ 由于极性小, 侧基无大基团。分子链高柔顺性, 所以滞后损失小。生热低, 具有良好的疲劳性能。耐磨性优异。由于侧链堆积紧密, 具有很好的气密性和耐水性;

④ NR 为非极性橡胶, 所以具有很好的电绝缘性;

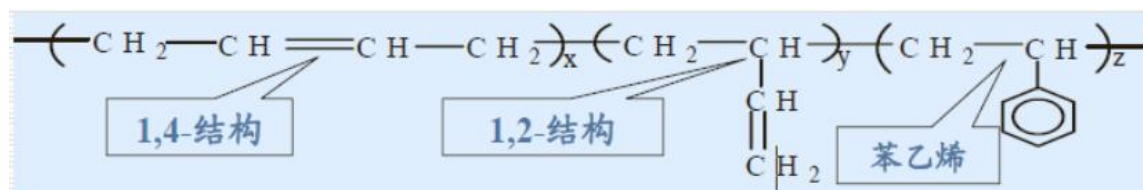
⑤ 分子量分布为双峰分布, 所以具有良好的加工性能。

缺点:

① 由于分子主链上含有大量双键, 所以耐臭氧老化耐热老化性能差;

② 天然橡胶为非极性橡胶。耐油性差, 与烃类油相容性高等。

B. 丁苯橡胶: 丁二烯和苯乙烯的共聚物。分子式为



优点:

① 主链上双键含量及反应活性比天然橡胶低。所以耐热氧老化性、耐臭氧性能、耐磨性(高温长时间)优于 NR, SBR 的使用上限温度比 NR 高 10~20℃。但硫化速度较天然橡胶慢。因为 SBR 的双键浓度低和苯环的体积位阻效应。不易发生烧焦和过硫;

② 分子结构中苯环和侧乙烯基的存在使大分子柔顺性较差。使其耐热性、刚度提高;

③ 随着苯乙烯含量的增加, 硫化胶的定伸应力、拉伸强度、撕裂强度和耐磨性都有所增加。而抗压缩永久变形的能力和抗屈挠龟裂性降低。

④ SBR 为非极性二烯类橡胶, 故有很好的电绝缘性。



**缺点:**

①存在大量的分子侧基(苯乙烯、乙烯基),分子链较僵硬。弹性和耐寒性较差。内耗大,动态生热和滚动阻力高于天然胶;

②非结晶性橡胶,不具备自增强性。纯硫化橡胶的强度只有 2~3MPa,必须使用增强填料补强。耐撕裂性能和耐曲挠强度也比天然橡胶差;

③非极性,耐油性差;

④加工性能比 NR 差,尤其是 SSBR 包辊性差,自粘互粘性差。

**C. 顺丁橡胶:**顺 1,4 结构高达 96~98%的丁二烯橡胶。

$-(\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n-$

**优点:**分子链结构规整。分子链高度柔顺。所以具有高弹性,耐寒性好,耐动态疲劳,动态内耗生热低。耐磨性能优异,摩擦系数低等优点。

**缺点:**

①分子链作用低。虽可拉伸结晶,但是结晶度很低(不能自增强)拉伸强度和撕裂强度均比 NR 和 SBR 低;

②抗湿滑性能差;

③主链上存在大量的不饱和双键,所以耐臭氧老化和耐热老化性差;

④耐烃类油性能差:非极性橡胶。与 NR 和 SBR 相似;

⑤加工性能不好。使用开炼机时包辊性差。自粘和互粘性差。生胶在常温下因自重而发生流动。冷流现象。储存时要注意。

**2.载重轮胎:天然橡胶; 轿车轮胎:丁苯橡胶**

**(34) 丁苯和顺丁橡胶主要应用于汽车轮胎的制造, 溶聚丁苯橡胶和钕系顺丁橡胶是最新发展的品种, 他们与传统的乳聚丁苯橡胶和顺丁橡胶相比分子结构和性能(物理机械性能和加工性能)有什么不同之处?**

1.溶聚丁苯橡胶中顺式-1,4-丁二烯含量为 34%~36%, 乙烯基含量为 8%~10%, 与乳聚丁苯橡胶相比, 顺式-1,4-丁二烯含量较高, 反式-1,4-丁二烯及乙烯基含量较低; 单体单元的排列方式可控, 无规和部分嵌段共存, 并且聚合链支化程度低, 一般不含有凝胶。与 E-SBR 相比: 滚动阻力低 20% ~30%, 抗湿滑性高 3%、耐磨性高 10%。(P184-185)

2. 稀土顺丁橡胶又称钕系顺丁橡胶, 是以稀土金属钕为主体的催化体系聚合的一种顺丁橡胶。其线性结构度高, 相对分子质量高且分布宽。具有强度高、耐屈挠、低生热、抗湿滑及滚动阻力低等特点, 性能优于普通顺丁橡胶。

**(35) 氯丁橡胶、丁腈橡胶结构与性能间的关系, 与其它通用橡胶相比这两种橡胶的性能优势是什么? 主要应用在什么领域?**

**CR (氯丁橡胶) 结构和性能的关系**

1)结晶性橡胶——纯胶强度高, 交联纯胶的强度略高于交联纯 NR。

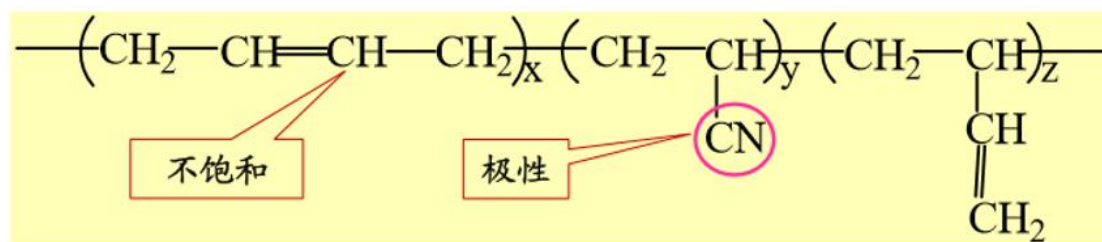
2)弹性低、动态内耗大、耐寒性差。

3)含有大量—Cl 取代基团——阻燃性、耐烷烃油好、黏和强度高、但电绝缘性差。

4)C—Cl 和 C=C 的共扼——耐热性、耐候性和耐臭氧性优异, 但低于 IIR 和

EPDM。

### NBR(丁腈橡胶)的结构和性能关系



#### A. 丙烯腈的含量——对 NBR 性能有极大的影响，丙烯腈含量增多：

生胶可塑度提高，加工性能会改善；

硬度、定伸应力、拉伸强度、耐磨性提高；

耐油性、耐热性、耐化学药品性提高；

气密性提高，当丙烯腈含量超过 40%，气密性与 IIR 相当；

弹性、耐寒性下降

#### B. 丁二烯链段的微观结构

NBR 中反 1, 4 结构的含量超过 80%；而顺 1, 4 和 1, 2 结构的量都不超过 10%。但由于无规共聚，NBR 是非结晶性橡胶。顺 1, 4 结构增大，提高弹性和耐寒性；1, 2 结构导致支化和交联，容易生成凝胶，应尽量减少。

#### C. 分子量与分子量分布

分子量大强度高，弹性大，但加工性差；

分子量小强度小，弹性小，但加工性好；

适当的分子量分布可兼顾高性能和加工性

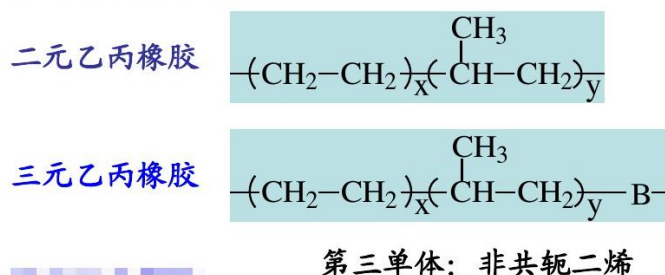
**(36) 二元乙丙橡胶、三元乙丙橡胶、丁基橡胶的主要性能特点是什么？与其它通用橡胶相比这两种橡胶的性能优势是什么？主要应用在什么领域？**

**A.二元乙丙橡胶**

优良的耐老化性能，耐候性，耐臭氧性：优于 IIR 和 CR。  
高耐热性，耐化学腐蚀性。弹性和耐低温性能好：仅次于 NR 和 BR。电绝缘性能好；耐水性，耐热水，耐水蒸气性优良。密度低，是所有橡胶中最低的，还具有高填充性，可大量填充油和填充剂。但硫化速度慢，不能用硫磺硫化。加工性能不好，自粘和互粘性能差。耐烷烃油差，易燃，气密性不好。

**B.三元乙丙橡胶**

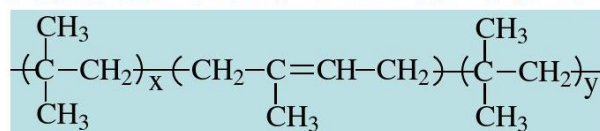
虽引入了不饱和基团，单双键位于侧链上，故三元乙丙橡胶既保持了各种优良特性，有实现了用硫磺硫化的目的。



**C.丁基橡胶 IIR**

属于结晶非极性橡胶，耐热性高，耐气候性优良，耐臭氧性优良，耐透气性和耐透水性优异，内摩擦大，内耗高，适合用于阻尼减震材料，自粘性和互粘性差，与其他通用橡胶相容性低。回弹性差，硫化速度慢。

**(2) 丁基橡胶的结构及对性能的影响**



- ✚ 主链上含有极少量的异戊二烯，双键含量少
- ✚ 主链周围侧甲基密集
- ✚ 分子排列规整，出现部分结晶， $T_m$  为  $45^\circ\text{C}$
- ✚ 低温下不易结晶，高拉伸可结晶，一种非极性的结晶橡胶

**(37) 什么是热塑性弹性体，具有哪些性能优点和缺陷？常用的热塑性弹性体有哪几类？**

A.热塑性弹性体 在常温下具有橡胶的弹性，在高温下具有可塑化成型的一类弹性体材料。

B.由于 TPE 既具有传统橡胶的性质，又不需要硫化，可重复利用，加工助剂和配合剂较少，产品尺寸精度高。

D. 常用的热塑性弹性体按照生产方法的不同可分为:

第二类是有弹性体与塑料在一定条件下通过机械共混方法制备的共聚物。

(38) 论述以下三类热塑性弹性体的结构性能特点，苯乙烯类、聚氨酯类、TPV。

$$\left[ \text{O}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2 \right]_n \left[ \text{O}-\text{R} \right]_m$$

硬段

软段

$$R = -[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2] \text{ 或 } -[\underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CH}_2}}\text{CH}] - [\text{CH}_2\text{CH}_2\underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}]$$

氨基甲酸酯链段(硬段)间可形成氢键——硬段的聚集微区呈结晶态。

②聚酯型 TPU 具有更好的力学强度和耐磨性、耐非极性溶剂性;

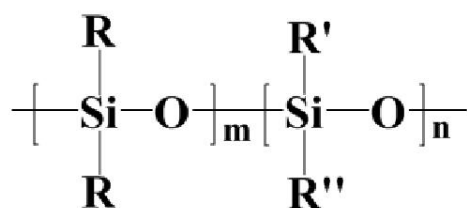
36

C. 热塑性硫化胶 TPV: 交联的橡胶粒子呈分散相结构, 少量的塑料相包覆在交联橡胶粒子周围形成连续相。由于塑料相是连续相, 在高温下 (高于塑料相的玻璃化温度), 塑料相具有流动性, 从而赋予材料具有流动, 即热塑性。另外, 由于橡胶相是交联的, 并且占绝大部分, 所以赋予 TPV 很好的弹性。

- ①交联的橡胶颗粒为分散相——高弹性、低压缩永久变形;
- ②塑料薄层将交联的橡胶颗粒包裹起来, 形成连续相——高弹性, 低硬度;
- ③TPV 是性能最接近热固性橡胶的热塑性弹性体;
- ④TPV 具有优异的耐疲劳性能, 远超过普通橡胶;
- ⑤性能范围宽广。

(39) 简要分析硅橡胶、氟橡胶和丙烯酸酯橡胶三种特种橡胶的结构性能特点, 试举出其一个典型应用。

**1.硅橡胶(Silicone Rubber)**是一种分子链兼具无机和有机性质的高分子弹性材料, 其分子主链由硅原子和氧原子交替组成 (—Si—O—Si—)。分子侧链是与硅原子相连接的碳氢或取代碳氢的有机基团,主链高度饱和, 键能为比 C—C 键的键能大的多。



1) Si—O 键的键能远高于 C—C 键能, Si—O 键比 C—C 键具有更高的活动能力致使 SiR 柔软而富有弹性。

2) SiR 具有极高的耐温性 (—100~350 °C)

3) SiR 耐 O<sub>3</sub>, 耐老化性。(硫化胶在室外暴晒数年后, 性能没有显著变化)

4) SiR 优良的电绝缘性能。电绝缘性能在不同环境中变化较少, 燃烧后生成二氧化硅绝缘体

5) SiR 无味无毒。对人体无不良影响。

6) SiR 特殊表面性能, 硅橡胶疏水, 对许多材料不粘结  
宇航工业——航天器上的密封件 (利用 SiR 宽使用温度);

电力绝缘材料;

电子、电气工业的防震, 防潮灌封材料;

电子、电气工业—电磁屏蔽; 导热材料;

按键; 护套; 建筑行业——密封胶;

食品、医疗卫生制品;

体育娱乐制品

## 2.氟橡胶

是指主链或侧链上的碳原子上含有氟原子的一种合成高分子弹性体。

优点:

1) 优异的耐油性能。在所有橡胶中最好。

2) 优异的耐高温性能。长期使用 250℃, 短期 350℃。

3) 良好的阻燃性。属于离火自息性橡胶。

**缺点:**

1) 低温性能差; 加工性能差; 价格高。

2) 氟橡胶分子结构饱和, F 原子强极性, 分子间作用力强。

**氟橡胶价格昂贵, 主要应用于在苛刻环境下工作的耐油、耐真空密封制品——应用于现代航空、导弹、火箭、宇航飞行、原子能等尖端技术领域。**

**3.丙烯酸酯橡胶**是由丙烯酸酯(主要是烷基酯), 与少量供交联反应的活性单体共聚而成的弹性体。英文名称: acrylate rubber, 缩写 ACR/ACM。

ACR 为非结晶性橡胶, 纯胶强度较低。补强后的强度一般不超过 20 MPa。

ACR 的突出性能优势是具有优异的耐高温油性, 仅次于氟橡胶。

主链高饱和度 —— 耐热性, 耐老化性能好;

带有极性侧基 —— 耐矿物油性好;

极性侧基为酯基 —— 耐水性和耐酸碱性好

**ACR 主要应用于汽车的耐高温、耐油密封配件——如变速箱密封和活塞杆密封。因而常被称为车用橡胶。**

#### (40) 简述橡胶制品加工工艺过程(塑炼、混炼、硫化)中分子结构变化。

**塑炼:** 在橡胶的加工过程中, 首先通过机械、热、氧和加入化学试剂等方式, 使生胶由强韧的弹性状态转变为柔软、便于加工的塑性状态。减少橡胶分子链的长度(降低分子量), 是降低分子间作用力、增大橡胶分子的塑性变形的最有效方法。**大分子链断裂。链长由长变短。**

**混炼:** 为了使各种橡胶制品性能符合使用要求, 改善加工工艺性能、节约生胶降低成本, 必须在生胶中加入各种配合剂, 在炼胶机上将各种配合剂加至具有一定塑性的生胶中制成混炼胶的过程称为混炼。本质来说是配合剂在生胶中均匀分散的过程, 粒状配合剂呈分散相, 生胶呈连续相。**分子链的聚集状态有所改变。**

**硫化:** 线性高分子通过交联作用而形成的网状高分子的工艺过程。硫化工艺条件的确定: 硫化温度、压力和时间-硫化三要素。**线性→网状**

#### (41) 对比分析热塑性树脂、热固性树脂、热硫化橡胶分子结构特点上的区别。

热塑性树脂其分子结构都属线型, 按聚集态结构可分为结晶形和无定形两类。

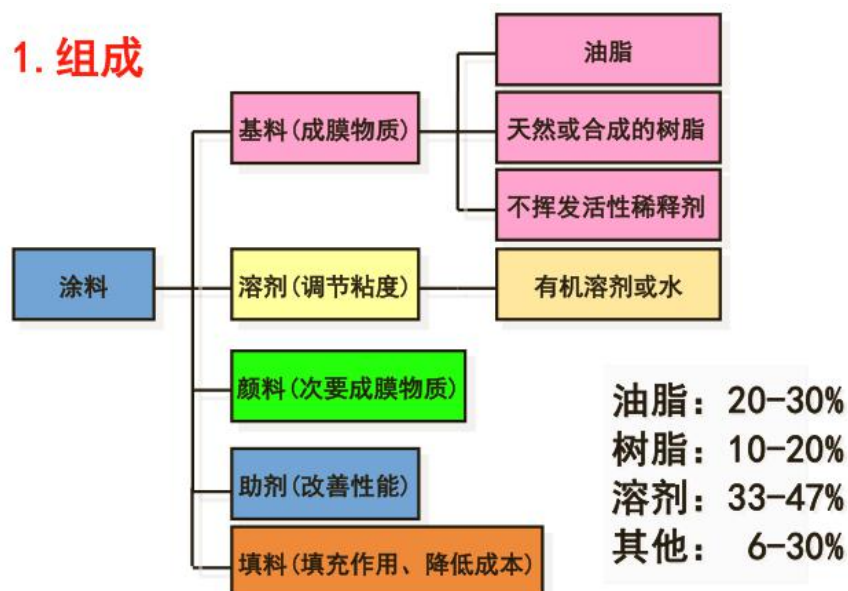
热固性树脂在固化后, 由于分子间交联, 形成网状结构。

热硫化橡胶分子间交联, 形成三维网络结构。



(42) 何谓涂料？涂料的主要组成和作用是什么？为何涂料所用的聚合物分子量一般低于塑料、橡胶和纤维？列举出常用的两类涂料。

涂饰在物体表面而形成的具有保护装饰或特殊作用(如绝缘、防腐、标志等)的膜层材料。涂料旧称油漆，是一种涂覆在物体表面并能形成牢固附着的连续薄膜的配套工程材料。



①**成膜物质**也称基料，是形成涂膜连续相的物质，也是最主要的成分，其性质对涂料的性能起主要作用；

②**溶剂**用于溶解成膜物质的易挥发性有机液体，降低涂料的粘度，使之易于施工涂布；

③**颜料**主要起遮盖、赋色和装饰作用，并对表面起抗腐蚀的保护作用；

④**助剂**是涂料中的辅助组分，能对涂料或涂膜的某一特定方面的性能起改进作用，如增稠剂、杀菌剂等；

⑤**填充剂**又称增量剂，不具有遮盖力和着色力，而且是起到改进涂料的流动性、提高膜层的力学性能和耐久性、光泽以及降低成本的作用。

**保护作用：**金属材料，尤其是钢铁，容易受到环境中腐蚀性介质、水分和空气中氧的侵蚀和腐蚀；木材易受潮气、微生物的作用而腐烂；塑料会受光和热的作用而降解；混凝土易风化或受化学品的侵蚀，因此材料需要用涂层来保护。

**装饰作用：**用色彩来装饰我们的环境，是人类的天性，并伴随着人类及其社会整个发展过程。由于涂料易配出成千上百种颜色，色彩丰富；涂层既可平滑光亮，也可做出各种立体质感的效果。

**标志作用：**标志作用是利用色彩的明度和反差强烈的特性，引起人们警觉，避免危险事故发生，保障人们的安全。有些公共设施，如医院、消防车、救护车、邮局等，也常用色彩来标示，方便人们辨别。

**特殊作用：**

**力学功能：**耐磨涂料、润滑涂料等；

**热功能：**耐高温涂料、阻燃涂料等；

**电磁学功能：**导电涂料、防静电涂料等；

**光学功能：**发光涂料、荧光涂料等；

**生物功能：**防污涂料、防霉涂料等；  
**化学功能：**耐酸、碱等化学介质涂料。

涂料树脂的分子量远低于橡胶和纤维，分子量中等可保证聚合物对基材的润湿，从而提高涂料的稳定性，提高最终漆膜的均匀性和致密性。

- 1) 醇酸树脂涂料
- 2) 丙烯酸树脂涂料
- 3) 聚氨酯树脂涂料
- 4) 环氧树脂涂料
- 5) 聚酯树脂涂料

**(43) 何谓胶黏剂？黏合剂的主要组成及作用是什么？为何结构型胶黏剂多为热固性树脂型的，而非结构胶黏剂多为热塑性树脂和橡胶型的？**

黏合剂（adhesive）是指通过黏附作用使被粘物相互结合在一起的物质，又称“胶黏剂”或“胶粘剂”，简称“胶”。

**胶黏剂的组成：**

基料——一般为高聚物、预聚物或活性单体；黏合剂的主要成膜物质，是胶层的骨架，决定着胶层的性能

固化剂——使黏合剂交联固化，热固性树脂黏合剂必要组分

催化剂——使单体聚合转变为大分子

硫化剂——橡胶类黏合剂的交联剂

促进剂——加快化学交联反应的助剂

偶联剂——提高与被粘物表面的化学键接

增韧增塑剂——降低脆性、提高抗冲击性

填料——降低成本、提高尺寸稳定性、耐热性

溶剂——溶解主料、调节黏度

其他——稀释剂，防老剂

**胶黏剂按受力情况分类：**

**1) 结构胶黏剂**

不论用于黏接什么部位，均能承受较大的应力。在静载荷情况下，这类胶黏剂的抗剪强度就达到 7MPa，并具有较好的不均匀撤离强度和疲劳强度。

**2) 非结构胶黏剂**

不能承受较大载荷，原则上用于黏接较小的零件或者在装配工作中作临时固定用。

热塑性树脂型黏合剂是以热塑性树脂为基料，通过溶剂（水）挥发、熔体冷却火聚合反应生产的，其耐热性、耐溶剂性较差，胶结强度相对低，常温下往往有蠕变倾向，故主要用于非结构胶黏剂。（柔韧性，耐冲击性，出粘力高，贮存稳定性好）

橡胶黏合剂是以氯丁、丁腈、丁基、聚硫、天然、硅橡胶等为主体材料的黏合剂，其弹性体良好、适合黏合柔性材料和热膨胀系数大的材料。但黏合强度和



耐热性较低。

热固性树脂型黏合剂是以热固性树脂为基料,通过加入固化剂或加热使液态树脂经聚合反应交联成网状结构,其粘附性较好,机械强度高,耐热化学性好。(耐冲击性和弯曲性差)

### 补充:

按固化方式:水基蒸发型、溶剂挥发性、化学反应型、热熔型、压敏型、  
粘结理论:吸附理论、扩散理论、化学键理论、静电吸引理论

### 常识类

第一个工业化的塑料——赛璐珞

第一种人工合成树脂——酚醛树脂

最早的人工合成纤维——锦纶

### 通用橡胶

耐油性最好——丁腈橡胶 NBR

加工性最好——丁苯橡胶 SBR

弹性最好——天然橡胶 NR

气密性最好——丁基橡胶 IIR

### 通用塑料

耐热性最好——PP

耐寒性最好——PE

耐化学药品性最好——PE、PP

透明性最好——PMMA、PC

热塑性塑料主要成型方法:注射成型、挤出成型、中空吹塑成型和热成型等。

热固性塑料主要成型方法:模压成型和传递成型等。

### 纤维

涤纶——聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)——耐热性最好

腈纶——聚丙烯腈(PAN)

锦纶——聚酰胺(PA)如 PA6、PA66——耐磨性最好

PP——丙纶——吸湿性最差