

高分子材料

五大高分子材料： 塑料、橡胶、纤维、涂料、粘合剂。

三大透明材料 ：PS、PC、PMMA

四大耐磨材料 ：PTFE、UHMWPE 、POM、PA

三大阻隔树脂 ：PA、EVOH 、PVDC

1、塑料

热塑性塑料 ：受热时熔融，可进行各种成型加工，冷却时硬化。再受热，又可熔融、加工，即具有多次重复加工性。

热固性塑料 ：受热熔化成型的同时发生固化反应，形成立体网状结构，再受热不熔融，在溶剂中也不溶解，当温度超过分解温度时将被分解破坏，即不具备重复加工性。

通用塑料 ：产量大，用途广，价格低，但是性能一般，主要用于非结构材料。

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，并且在此条件下能够长时间使用，且可作为结构材料。

2、橡胶

橡胶是一类线型柔性高分子聚合物。 其分子链柔性好， 在外力的作用下可产生较大形变，除去外力后能迅速恢复原状。 它的特点是在很宽的温度范围内具有优异的弹性， 所以又称弹性体。

橡胶的成型基本过程包括 塑炼、混炼、压延或挤出、成型和硫化 等基本工序。它的使用温度范围在玻璃化温度和粘流温度之间。

3、纤维

纤维是指长度比直径大很多倍并且有一定柔韧性的纤细物质。

4、涂料

涂料是多组分体系，主要有三种组分： 成膜物、颜料和溶剂 。

5、黏合剂

黏合剂也称胶黏剂，是一种把各种材料紧密地结合在一起的物质。一般来讲，相对分子质量不大的高分子都可作为黏合剂。

黏合剂一般是多组分体系。除了主要成分以外， 常用的辅料有固化剂、促进剂、 硫化剂、增塑剂、填料、溶剂等。

6、高分子材料的成型加工

最主要及最常用的加工方法是挤出成型、注射成型、吹塑成型、压制成型。

通用塑料

常用的通用热塑性塑料有 PE、PP、PVC、PS

常用的通用热固性塑料有酚醛树脂、环氧树脂、不饱和聚酯树脂及氨基树脂等。

一、聚乙烯（ PE ）

1、聚乙烯的性能：

（1）力学性能。聚乙烯的力学性能一般，其属于一种典型的软而韧的聚合物材料。聚乙烯拉伸强度较低，表面硬度也不高，抗蠕变性差，只有抗冲击性能比较好。

原因： 聚乙烯分子链是柔性链， 且无极性基团存在，分子链间吸引力较小， 但是由于聚乙烯是结晶度比较高的聚合物， 结晶部分的结晶结构， 即分子链的紧密堆砌赋予材料一定的承载能力，所以聚乙烯的强度主要是结晶时分子的紧密堆砌程度所提供的。

(2) 热性能。聚乙烯的耐热性不高，其热变形温度在塑料材料中是很低的，不同类型的聚乙烯热变形温度是有差异的，会随相对分子质量和结晶度的提高而改善。聚乙烯的耐低温性很好。聚乙烯的相对分子质量越高，支化越多，其脆化点越低。

聚乙烯的热导率在塑料中属于比较高的，其大小顺序为 $HDPE > LLDPE > LDPE$ ，因此不宜作为良好的绝热材料来选用。

(3) 耐化学药品性。聚乙烯属于烷烃类惰性聚合物，具有良好的化学稳定性。在常温下，没有溶剂可以溶解聚乙烯。

(4) 电性能。由于聚乙烯无极性，而且吸湿性很低，因此电性能十分优异。

(5) 环境性能。聚乙烯在许多活性物质作用下会产生应力开裂，称为环境应力开裂，是聚乙烯类塑料，特别是聚乙烯的特有现象。光照会使制品变脆。

2、聚乙烯的加工性能

(1) 由于聚乙烯的吸湿性很低，除了加有吸湿性添加剂外，在成型加工前，原料可以不必干燥。

(2) 在聚乙烯的加工中，选择合适的熔体流动速率相当重要。根据熔体流动速率的大小来选取适当的成型工艺。

(3) 聚乙烯的结晶能力很高，使制品在冷却后的收缩率高。

(4) 聚乙烯的熔体在空气中容易被氧化，而且温度越高氧化越严重，因此在加工中应尽量避免熔体和氧直接接触，以免发生聚乙烯大分子的降解。

(5) 聚乙烯因为存在环境应力开裂性能，因此它在原料存放或成型加工时应避免与脂肪烃、芳香烃、矿物油、醇等接触。

3、加工应用：

LDPE: 广泛应用于各种食物、衣物、医药、化肥、工业品的外包装及农用薄膜。

HDPE：中空制品（牛奶瓶、去污剂瓶）、地下铺设管材

二、聚丙烯（PP）

1、聚丙烯的性能

(1) 力学性能。聚丙烯的冲击强度对温度的依赖性很大，其冲击强度较低，特别是低温冲击强度低。聚丙烯的冲击强度还与相对分子质量、结晶度、结晶尺寸等因素有关。聚丙烯还具有优良的抗弯曲疲劳性。

(2) 电性能。聚丙烯为一种非极性的聚合物，具有优异的电绝缘性能。

(3) 热性能。聚丙烯具有良好的热性能，可在 100-120（150）范围内使用

(4) 耐化学药品性。聚丙烯是非极性结晶型的烷烃类聚合物，具有很高的耐化学腐蚀性。在室温下不溶于任何溶剂，但可在某些溶剂中发生溶胀。

(5) 环境性能。聚丙烯的耐候性差，叔碳原子上的氢易氧化，对紫外线很敏感，在氧化紫外线的作用下易降解。

(6) 其他性能。聚丙烯极易燃烧。氧气透过率大。透明性差。

2、聚丙烯的加工性能

(1) 聚丙烯的吸水率很低，所以成型加工前不需要对粒料进行干燥处理。

(2) 聚丙烯的熔体接近于非牛顿流体，黏度对剪切速率和温度都比较敏感，提高压力或增加温度都可以改善聚丙烯的熔体流动性，但以提高压力比较明显。

(3) 聚丙烯为结晶类聚合物，所以成型收缩率比较大。

(4) 聚丙烯受热容易氧化降解

(5) 聚丙烯一次成型性优良，几乎所有的成型加工方法都使用，其中最常用的是注射成型与挤出成型。

3、加工应用

家用电器外壳、管材

三、聚氯乙烯 (PVC)

1、聚氯乙烯的性能

(1) 力学性能。由于氯原子的存在增大了分子链间的作用力，不仅使分子链变刚，也使分子链间的距离变小，致密性增大。其结果是使聚氯乙烯宏观上比聚乙烯具有较高的强度、刚度、硬度和较低的韧性、断裂伸长率和重接强度均下降。

(2) 热性能。热稳定性特别差。在适宜的熔融加工温度 170-180 °C 下会加速分解释放出氯化氢。

(3) 电性能。具有比较好的电性能，但由于其具有一定的极性，因此电绝缘性能不如聚烯烃类塑料。

(4) 化学性能。除了浓硫酸、浓硝酸对它有害外能耐许多化学药品。

(5) 其他性能。聚氯乙烯的分子链组成中含有较多的氯原子，赋予了材料良好的阻燃性。

聚氯乙烯对光、氧、热及机械作用都比较敏感，在其作用下易发生降解反应，脱出 HCl，使聚氯乙烯制品的颜色发生变化。

2、聚氯乙烯的添加剂

(1) 稳定剂。生产聚氯乙烯需要加热稳定剂、抗氧化剂和紫外线吸收剂，来减少加工成型时的热降解和以后在各种条件下长期使用老化降解

(2) 增塑剂。常用增塑剂：邻苯二甲酸二辛酯 (DOP)、邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)、己二酸二辛酯 (DOA)、癸二酸二辛酯 (DOS) 等

(3) 润滑剂。由于聚氯乙烯的熔体黏度高以及溶剂黏附金属的倾向大，熔体之间和熔体与加工设备之间的摩擦力大，就需要加入润滑剂来克服摩擦力，改善聚合物的加工流动性。

(4) 填料及其他添加剂。填料的加入，可提高制品的硬度 (碳酸钙、滑石粉)、改善电性能 (抗静电剂)、降低成本等。

3、加工应用

管材、薄膜、电缆线外层 (与 PE 相似)

四、聚苯乙烯 (PS)

1、聚苯乙烯的性能。

聚苯乙烯的尺寸稳定性好，收缩率低，聚苯乙烯容易燃烧，点燃后离开火源会继续燃烧，并伴有浓烟。

(1) 力学性能。聚苯乙烯属于一种硬而脆的材料，物延伸性，拉伸时物屈服现象。聚苯乙烯的拉伸、弯曲等常规力学性能在通用塑料中很高，但其冲击强度很低。

(2) 热性能。聚苯乙烯的耐热性较差，热导率较低，是良好的绝热保温材料

(3) 电学性能。聚苯乙烯是非极性聚合物，使用中很少加入填料和助剂，因此具有良好的介电性能和绝缘性，其击穿性能与频率无关。

(4) 化学性能。化学性能比较好，但是不耐氧化酸。由于聚苯乙烯带有苯基，可使苯基位置上的氢被氧化，因此聚苯乙烯的耐气候性不好。但聚苯乙烯具有较优的耐辐射性。

2、加工应用

常被用来制作泡沫塑料制品，一次性餐盒。

五、ABS 树脂

ABS 树脂是丙烯腈、丁二烯、苯乙烯的三元共聚物。ABS 树脂兼有三种组分的共同性能，称为具有“坚韧、质硬、刚性”的材料。

加工应用

适用于家用电器制品外壳，及汽车工业用塑料制品。

六、酚醛树脂（PF）

最常用的酚醛树脂是由苯酚和甲醛缩聚而成的产物。

1、酚醛树脂的合成

（1）热塑性酚醛树脂的合成

热塑性酚醛树脂是在酸性的条件下，甲醛与苯酚的摩尔比小于 1 时合成的一种热塑性线性树脂，它是可溶可熔的，在分子内不含羟甲基的酚醛树脂，其反应过程如下。

（2）热固性酚醛树脂的合成

热固性酚醛树脂的合成是用苯酚和过量的甲醛（摩尔比为 1.1-1.5）在碱性催化剂如氢氧化钠存在下缩聚反应而成的。反应过程如下。

2、酚醛树脂的性能

（1）强度及弹性模量都比较高，长期经受高温后的强度保持率高，使用温度高。但质脆，抗冲击性能差。

（2）耐化学药品性能优良，能耐有机溶剂和弱酸弱碱，但不耐浓硫酸、硝酸、强酸及强氧

化剂的复试。

(3) 电绝缘性能较好。

(4) 酚醛树脂的蠕变小、尺寸稳定性好，且阻燃性好，发烟量低。

(5) 由于树脂结构中含有许多酚基，所以吸水性较大。吸湿后制品会膨胀，产生内应力，出现翘曲现象。

3、加工应用

酚醛胶、酚醛纤维、防腐蚀材料、隔热保温材料

七、聚氨酯 (PU)

1、合成聚氨酯的基本原料

合成聚氨酯的基本原料为异氰酸酯、多元醇、催化剂及扩链剂。

(1) 异氰酸酯。异氰酸酯一般含有两个或多个以上的异氰酸基团。常用的异氰酸酯有

甲苯二异氰酸酯 (TDI)

二苯基甲烷二异氰酸酯 (MDI)

(2) 多元醇。多元醇构成聚氨酯结构中的弹性部分，常用的有聚醚多元醇和聚酯多元醇。

(3) 催化剂。在聚氨酯的聚合过程中还需加入催化剂，以加速聚合过程。

(4) 扩链剂。常用的扩链剂是低相对分子质量的二元醇和二元胺，它们与异氰酸酯反应生成聚合物中的硬段。

2、聚氨酯弹性体

聚氨酯弹性体主要有混炼型 (MPU)、浇注型 (CPU) 和热塑型 (TPU)

3、加工应用

聚氨酯泡沫塑料：软泡沫塑料主要用于家居及交通工具各种垫材、隔音材料

硬泡沫塑料主要用于家用电器隔热层、管道保温材料、建筑板材

聚氨酯弹性体：用于汽车、医疗、纺织、建筑等领域。

PU 皮：服装、包、鞋等。

工程塑料

通用工程塑料：聚酰胺 (PA)、聚甲醛 (POM)、聚碳酸酯 (PC)、热塑性聚酯 (PET、PBT)

特种工程塑料：聚酰亚胺 (PI)、聚砜 (PSF)、聚醚酮 (PEK)、含氟树脂等。

一、聚碳酸酯 (PC)

加工应用：

PC 工程塑料的三大应用领域是玻璃装配业、汽车工业和电子、电器工业。此外 PC 的应用领域还有：

(1) PC 用于做接线盒、插座、插头

(2) PC 是光盘储存介质理想材料

(3) PC 瓶透明、质轻，可回收。

(4) PC 可做头盔、安全帽、防护面罩、墨镜等。

(5) 在医疗器械中也有所应用。高压注射器、外科手术面罩、一次性牙科用具、血液分离器等。

二、热塑性聚酯

- 1、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET): 作为塑料可吹制成各种瓶，如可乐瓶、矿泉水瓶等。
- 2、聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT): 主要制作电子电器、汽车、机械设备以及精密仪器的零部件。

合成纤维

四大通用合成纤维： 涤纶、锦纶、腈纶和丙纶。
合成纤维的制造过程包括成纤聚合物的制备和纺丝。 纺丝工艺可分类为熔体纺丝和溶液纺丝两大类。

一、通用合成纤维

- 1、聚酰胺（尼龙）：尼龙 66、尼龙 6、尼龙 1010
- 2、聚酯纤维：
涤纶：聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 经熔融纺丝制成的合成纤维。
- 3、腈纶：是由聚丙烯腈或含 80%以上丙烯腈的共聚物制成的合成纤维。
- 4、丙纶：等规聚丙烯经熔体纺丝制成丙纶。

二、功能合成纤维

- 1、高弹性合成纤维
氨纶是聚氨酯纤维的简称。聚氨酯纤维分子链由软链段和硬链段两部分组成。

橡胶

天然橡胶	
合成橡胶	通用合成橡胶：丁苯橡胶 (SBR)、顺丁橡胶 (BR)、异戊橡胶 (IR) 乙丙橡胶 (EPM、EPDM)
	特种合成橡胶：丁腈橡胶 (NBR)、硅橡胶 (SiR)、氟橡胶 (FPM) 聚氨酯橡胶 (PU)

硫化：就是胶料在一定的压力和温度下，橡胶大分子由线型结构变为网状结构的交联过程。
在这个过程中，橡胶经过一些列复杂的化学变化，由塑性的混炼胶变为高弹性的或硬质的交联橡胶，从而获得更完善的物理机械性能和化学性能，提高和拓宽了橡胶材料的使用价值和应用范围。

橡胶的性能指标

- (1) 拉伸强度：试样在拉伸破坏时，原横截面上单位面积所受的力。虽然橡胶很少在纯拉伸条件下使用，但是橡胶的很多其他性能与该性能密切相关，如耐磨性、弹性、应力松弛、蠕变、耐疲劳性。
- (2) 扯断伸长率：试样在拉伸破坏时，伸长部分的长度与原来长度之比。
- (3) 硬度：硬度是橡胶抵抗变形的能力指标之一。
- (4) 定伸应力：试样在一定伸长时，原横截面上单位面积所受的力。
- (5) 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。

(6) 阿克隆磨耗：在阿克隆磨耗机上，使试样与砂轮成 15 度倾斜角和受到 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。

热塑性弹性体：

是指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。热塑性弹性体是一类既具有类似橡胶的力学性能及使用性能、又能按热塑性塑料进行加工和回收的材料。

热塑性弹性体按照制备的方法可分为共聚型和共混型两大类。共聚型热塑性弹性体是采用嵌段共聚的方式，将柔性链（软段）同刚性链（硬段）交替连接成大分子，常温下软段呈橡胶态，硬段呈玻璃态或结晶态聚集在一起，形成物理交联点，材料具有橡胶的多特性；在熔融状态，刚性链呈粘流态，物理交联点被解开，大分子间能相对滑移，因而材料可用热塑性方式加工。

共混型热塑性弹性体是采用机械共混的方式使橡胶与塑料在熔融共混时形成两相结构。

涂料和黏合剂

环氧树脂 ---- 万能胶

涂料的组成和作用

涂料是多组分体系，主要有成膜物质、颜料和溶剂三种组分，此外还包括催干剂、填充剂、增塑剂、增稠剂和稀释剂等。

(1) 成膜物质也称基料，它是涂料最主要的成分，其性质对涂料的性能（保护性能、力学性能等）起主要作用。作为成膜物质应能溶于适当的溶剂，具有明显结晶作用的聚合物一般不适合作为成膜物质。成膜物质还必须与物体表面和颜料具有良好的结合力。

(2) 颜料主要起遮盖、赋色、和装饰的作用，并对表面起抗腐蚀的保护作用。

(3) 溶剂通常是用以溶解成膜物质的易挥发性有机液体。

1、丙烯酸涂料

以丙烯酸树脂为成膜物质的涂料称为丙烯酸涂料。丙烯酸树脂是由丙烯酸及丙烯酸酯或甲基丙烯酸及甲基丙烯酸酯单体通过加聚反应生成的聚丙烯酸或聚丙烯酸树脂。

2、聚氨酯涂料

3、环氧涂料