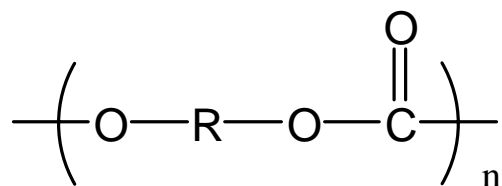


## 第七节 聚碳酸酯

### 7.1 聚碳酸酯的定义

#### <一> 定义

分子主链中含有碳酸酯基的聚合物统称为聚碳酸酯，英文为 Polycarbonate，缩写 PC。是用量第二大的工程塑料。

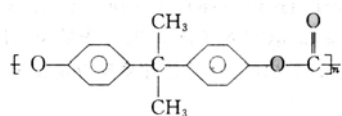


R 代表二羟基化合物的主体部分，R 可以属于脂肪族、脂环族、芳香族或脂肪-芳香族。迄今最普遍的是双酚 A 型聚碳酸酯。

### 7.2 聚碳酸酯的结构

#### <一> 链结构

总体来讲，双酚 A 型的聚碳酸酯是刚性较强的分子链。T<sub>g</sub> 为 150℃。



苯环是刚性基团，醚氧键有助于提高链柔性，极性基团能够提高分子间作用力

#### <二> 聚集态结构

聚碳酸酯的分子主链是由柔顺的碳酸酯链与刚性的苯环相连接，从而赋予了聚碳酸酯许多优异的性能。

聚碳酸酯分子主链上的苯环使聚碳酸酯具有很好的力学性能、刚性、耐热性能，而醚键又使得聚碳酸酯的分子链具有一定的柔顺性，所以聚碳酸酯为一种又刚又韧的材料。由于聚碳酸酯分子主链的刚性及苯环的体积效应，使它的结晶能力较差，基本属于无定型聚合物，具有优良的透明性。聚碳酸酯分子主链上的酯基对水很敏感，尤其在高温下容易发生水解现象。

### 7.3 聚碳酸酯的性能

#### <一> 基本特征

聚碳酸酯为一种透明、呈微黄色的坚韧固体。其密度为  $1.209/\text{cm}^3$ ，透光率可达 90%，无毒、无味、无臭，并具有高度的尺寸稳定性，均匀的模塑收缩率以及自熄性。

#### <二> 力学性能

聚碳酸酯为一种既刚又韧的材料，力学性能十分优良。其拉伸、弯曲、压缩强度都较高，且受温度的影响小。尤其是它的冲击性能十分突出，优于一般的工程塑料，抗蠕变性能也很好，要优于聚酰胺和聚甲醛，特别是用玻璃纤维增强改性的聚碳酸酯的耐蠕变性更优异，故在较高温度下能承受较高的载荷并能保证尺寸的稳定性。

聚碳酸酯力学性能方面的主要缺点是易产生应力开裂、耐疲劳性差、缺口敏感性高、不耐磨损等。

### 〈三〉 热性能

聚碳酸酯具有很好的耐高低温性能，120℃ 下具有良好的耐热性，热变形温度达 130~140℃。同时又具有良好的耐寒性，脆性温度为-100℃，长期使用温度为-70~120℃。而且它的热导率及比热容都不高，线胀系数也较小，阻燃性也好，并具有自熄性。

### 〈四〉 电性能

聚碳酸酯是一种弱极性聚合物，虽然电绝缘性不如聚烯烃类，但仍然具有较好的电绝缘性。由于其玻璃化转变温度高、吸湿性小，因此可在很宽的温度和潮湿的条件下保持良好的电性能。特别是它的介电常数和介电损耗在 10~130℃ 的范围内接近常数，因此适合于制造电容器。

### 〈五〉 耐化学药品性

聚碳酸酯具有一定的耐化学药品性。在室温下耐水、有机酸、稀无机酸、氧化剂、盐、油、脂肪烃、醇类。但它受碱、胺、酮、酯、芳香烃的侵蚀，并溶解在三氯甲烷、二氯乙烷、甲酚等溶剂中。长期浸在沸水中也会发生水解现象。在某些化学试剂（如四氯化碳）中聚碳酸酯可能会发生“应力开裂”的现象。一般说来聚碳酸酯与润滑脂、油和酸是没有作用的，在纯汽油中也是稳定的。

### 〈六〉 耐候性

聚碳酸酯的透光率很高，约为 87%~90%，折射率为 1.587，

比丙烯酸酯等其他透明聚合物的折射率高，因此可以作透镜光学材料。聚碳酸酯还具有很好的耐候和耐热老化的能力，在户外暴露两年，性能基本不发生变化。

#### 〈七〉 加工性能

聚碳酸酯可以采用注塑、挤出、吹塑、真空成型、热成型等方法成型，常采用的是注塑、挤出和吹塑。

聚碳酸酯的熔融黏度较一般热塑性塑料高，在加工温度的条件下黏度为  $10^4 \sim 10^5 \text{Pa}$ ，而且对温度比较敏感，黏度随温度升高明显下降。聚碳酸酯的流动特性与剪切速率关系不大，近似于牛顿流体，因此在一般情况下是通过调节温度来改善其流动性。由于聚碳酸酯有较高的熔融温度、大的熔融黏度，流动性差，所以成型时要求较高的温度和压力。同时制品易生成内应力，故成型后制品应进行后处理，否则会引起自然开裂现象，一般后处理的条件为  $100 \sim 120^\circ\text{C}$ ，时间为  $8 \sim 24\text{h}$ 。

尽管聚碳酸酯的吸水性不大，但是在高温下对微量水分十分敏感。虽然它在室温下，相对湿度 50% 时平衡吸水仅 0.15%，但在熔融状态下，即使是如此微量水分，也会使聚碳酸酯降解而放出二氧化碳等气体，树脂变色，分子量急剧下降，性能变坏。所以聚碳酸酯在加工前必须严格地进行干燥，成型时的料斗必须是可以加热的和密闭式的。料粒的

干燥可在真空烘箱、鼓风烘箱和普通烘箱中进行。干燥温度  $110\sim 120^{\circ}\text{C}$ ，连续时间  $4\sim 6\text{h}$ ，料层厚度不宜超过  $20\text{mm}$ 。真空烘箱干燥效果较好，它具有速度快、料粒干燥程度均匀、注射后分子量下降很少等优点。现在较普遍的采用此法。

聚碳酸酯为无定型的聚合物，其收缩率较低，约为  $0.5\%\sim 0.8\%$ ，所以一般可以成型出精度较好的制品。

#### 7.4 聚碳酸酯的改性与应用

##### 〈一〉 改性

由于聚碳酸酯的加工流动性差、制品残余内应力大、不耐溶剂、高温易水解、摩擦因数大、不耐磨损等缺陷，限制了它在工业上的应用，为改善这些缺点，就产生了各种改性的方法。其中最主要的是增强聚碳酸酯和聚碳酸酯合金两类。

##### 1. 纤维增强 PC：玻璃纤维、碳纤维等

聚碳酸酯中常用的增强材料有玻璃纤维、碳纤维、石棉纤维、硼纤维等，用纤维增强后的聚碳酸酯，其拉伸强度、弯曲强度、疲劳强度、耐热性及耐应力开裂性可以明显地提高，同时可降低线胀系数，成型收缩率以及吸湿性。但冲击强度会下降，加工性能变差。例如未增强的聚碳酸酯其疲劳强度仅为  $7\sim 10\text{MPa}$ ，而用  $20\%\sim 40\%$  玻璃纤维增强的聚碳酸酯，其疲劳强度可达到  $40\sim 50\text{MPa}$

2. 聚碳酸酯合金：聚碳酸酯合金就是把聚碳酸酯与某些高聚物共混改性，这已成为聚碳酸酯改性的一个重要途径，并取

得了很好的效果。

#### ① 聚碳酸酯 / 聚乙烯合金

聚碳酸酯与聚乙烯的共混物可以改善聚碳酸酯的加工流动性、耐应力开裂性及耐沸水性。同时，电绝缘性、耐磨性及加工工艺性都得到了改善，特别是冲击强度会进一步地提高，缺口冲击强度会在原来的基础上提高 4 倍左右，但耐热性会有所降低。一般聚乙烯的用量不超过 10%。

#### ② 聚碳酸酯 / ABS 树脂合金

这种合金具有较高的热变形温度、表面硬度及弹性模量。随着 ABS 树脂的增加，加工流动性得到改善，成型温度会降低，但力学性能会有所下降。一般 ABS 树脂的用量 < 30%。

#### ③ 聚碳酸酯 / 聚甲醛合金

聚碳酸酯和聚甲醛可以按任意比例共混，当聚甲醛含量为 30% 时，共混物能保持优良的力学性能，而且耐溶剂性、耐应力开裂性显著提高。当聚甲醛含量为 50% 时，共混物耐热性及耐应力开裂性会进一步提高，但冲击性能会下降。

#### ④ 聚碳酸酯 / 聚四氟乙烯合金

聚碳酸酯与聚四氟乙烯的共混物可以提高聚碳酸酯的耐磨性，同时又保持其优良的综合性能。聚四氟乙烯的用量一般为 10%~40%，此共混物尺寸稳定性好、强度高，并可以方便地注射成型。可用来制造轴承、轴套、机械、电器设备等。

### <二> 应用

聚碳酸酯可以广泛地应用在交通运输、疗器械、生活日用品等方面。例如，可应用在大型灯罩、防护玻璃、机械工业、电子电器、包装材料、光学材料、照相器材、眼科用玻璃、飞机座舱玻璃等；还可应用在要求冲击性能高、耐热性好的电力工具、用于纯净水和矿泉水的周转桶、热水杯、奶瓶、防护安全帽等；利用其透明性和耐热性还可餐具等；在医疗器械方面，可用于齿科器材、药品容器、手术器械；在电子电器方面，聚碳酸酯属于 E 级绝缘材料，可用于制备线圈骨架、绝缘套管、接插件等，薄膜可用于电容器、录音带、录像带等。此外，近些年来，聚碳酸酯还广泛地用于光盘、存储器等方面。