

## 列举高温环境中使用的高分子聚合物

### 耐高温的高分子材料

耐热高分子材料一般是指在 250℃下连续使用仍能保持其主要物理性能的聚合物材料。

在电气绝缘材料范畴，通常把使用温度长期在 150℃以上的高分子材料称为耐热高分子绝缘材料。

环境对高分子材料的耐热程度影响很大，在不同的环境介质中，温度、应力、作用时间、辐照等，会使高分子材料的性能有很大差别。高分子材料的耐热程度，主要由耐热性和热稳定性表示。耐热性是指在负荷下，材料失去原有机机械强度发生变形时的温度，其参数如熔化温度、软化温度、玻璃化温度等。热稳定性是指材料的分子结构在惰性气体中开始发生分解时的温度，在空气中开始分解的温度称为热氧稳定性。

60 年代以来，由于航天技术和军事工业的发展，需要烧蚀材料、耐高温的塑料、薄膜、层压材料、胶粘剂、涂料、耐热抗燃纤维等多种耐热高分子材料，从而大大促进了这类材料的发展，出现了第一个有重要意义的杂环聚合物——聚苯并咪唑。之后，合成新的耐热聚合物日趋活跃，又先后出现了一批耐热芳杂环聚合物、元素有机聚合物、无机聚合物、梯形聚合物等各种类型的耐热高分子材料。

提高耐热性的措施主要措施有：①提高分子中原子间的键能；②增加分子中的环结构和共轭程度；③增加分子链间的交联程度；④增加分子的取向度和结晶度；⑤加入稳定剂。但在采取上述措施时，则不同程度地降低了可加工性。合成在 500℃以上、于空气中能长期使用的高分子材料，仍然是人们追求的目标。然而，耐热高分子材料研究工作的发展趋势，已不是单纯创制耐热等级更高的新品种，而是着重解决提高耐热性与可加工性之间的矛盾，并不断降低成本，以便进一步扩大应用范围。

耐热高分子材料按结构可分为：

- ① 芳环聚合物类，如聚亚苯基、聚对二甲苯、聚芳醚、聚芳酯、芳香族聚酰胺等；
- ② 杂环聚合物类，如聚酰亚胺、聚苯并咪唑等；
- ③ 梯形聚合物类，如聚吡咯、石墨型梯形聚合物、菲绕啉类梯形聚合物等；
- ④ 元素有机聚合物类，如主链含硅、磷、硼的有机聚合物和其他有机金属聚合物；
- ⑤ 无机聚合物类。

## 聚酰亚胺

聚酰亚胺 (Polyimide, 有时简称为 PI) 指主链上含有酰亚胺环 ( $-CO-N-CO-$ ) 的一类聚合物, 是综合性能最佳的有机高分子材料之一。是一类分子链中含有环状酰亚胺基团的高分子聚合物。它具有优异的耐高温、耐低温、高强高模、高抗蠕变、高尺寸稳定、低热膨胀系数、高电绝缘、低介电常数与低损耗、耐辐射、耐腐蚀等优点。其耐高温达  $400^{\circ}C$  以上, 长期使用温度范围  $-200\sim 300^{\circ}C$ , 部分无明显熔点, 高绝缘性能, 103 赫兹下介电常数 4.0, 介电损耗仅 0.004~0.007, 属 F 至 H 级绝缘。

根据重复单元的化学结构, 聚酰亚胺可以分为脂肪族、半芳香族和芳香族聚酰亚胺三种。根据链间相互作用力, 可分为交联型和非交联型<sup>[1]</sup>。

聚酰亚胺作为一种特种工程材料, 已广泛应用在航空、航天、微电子、纳米、液晶、分离膜、激光等领域。上世纪 60 年代, 各国都在将聚酰亚胺的研究、开发及利用列入 21 世纪最有希望的工程塑料之一。聚酰亚胺, 因其在性能和合成方面的突出特点, 不论是作为结构材料或是作为功能性材料, 其巨大的应用前景已经得到充分的认识, 被称为是"解决问题的能手", 并认为"没有聚酰亚胺就不会有今天的微电子技术"。

聚酰亚胺是指分子结构含有酰亚胺基团的芳杂环高分子化合物, 其中 FCCL 用聚酰亚胺薄膜具有电性能、热性能、耐热性优良的特点。它被广泛用于航空航天设备、导航设备、飞机仪表、军事制导系统和手机、数码设备、汽车卫星方向定位装置、液晶电视、笔记本电脑等电子产品中。

聚酰亚胺作为很有发展前途的高分子材料已经得到充分的认识, 在绝缘材料中和结构材料方面的应用正不断扩大。在功能材料方面正崭露头角, 其潜力仍在发掘中。但是在发展了 40 年之后仍未成为更大的品种, 其主要原因是, 与其他聚合物比较, 成本还是太高。因此, 今后聚酰亚胺研究的主要方向之一仍应是在单体合成及聚合方法上寻找降低成本的途径。

聚酰亚胺的产品已系列化, 有薄膜、层压材料、塑料、纤维、涂料、胶粘剂、浸渍漆、分离膜、泡沫塑料、光致抗蚀剂、半导体器件用绝缘涂层等各种形式, 因而在航天、电气、电子等许多工业部门中, 都得到了越来越广泛的应用。芳香族聚酰胺已被广泛用作高强度和高模量有机纤维、抗燃纤维、反渗透膜、耐热电气绝缘材料等。各国为了解决石棉产品引起的环境公害问题, 正在使用芳香族聚酰胺纤维作为石棉的替代品之一, 并用于高性能复合材料方面。

.....

## 耐高温、耐火特种电缆

通过研究,氟塑料和硅橡胶具有较高的耐温能力和耐腐蚀能力,产量充足,产品较成熟。欧美发达国家已经把**氟塑料和硅橡胶**广泛应用于有耐高温和耐有机溶剂要求的石油化学工业中。

耐温氟塑料的熔融黏度大,有较高的可拉伸性,需高温挤出,挤出温度达到 275℃以上时才能达到熔融状态,而此时熔融树脂会出现熔融破裂倾向,温度范围极窄,必须保证挤出机的温度稳定和精度控制,需特制高温塑料挤出机在高精度温度控制下进行加工,成品率较低。国内此类电缆的生产刚刚起步,由于其材料特性,加工门槛很高,需要一定的硬件设备和技术支持

硅橡胶作为一种合成橡胶,胶料中需加入多种特殊配合制剂,才能达到特有的耐高温、耐腐蚀、高强度等特性,但配合制剂有导致原胶塑性降低、使材料结构化倾向,需达到助剂与原胶的临界混合比,提高其可加工性。同时硅橡胶挤出后需进行连续硫化,以提高胶料的弹性并去除硫化时产生的分解物和配合剂中的水分,这一硫化过程在高温常压下进行,必须严格控制温度与出线速度的配合,以防止和克服硅橡胶橡皮起泡和喷霜,加工工艺十分复杂。

.....