

## 聚酰亚胺



### 百科名片

聚酰亚胺是综合性能最佳的有机高分子材料之一，耐高温达 400 以上，长期使用温度范围 - 200 ~ 300 ，无明显熔点，高绝缘性能，103 赫下介电常数4.0，介电损耗仅0.004 ~ 0.007，属F至H级绝缘材料。

### 概述

英文名：Polyimide 简称：PI 聚酰亚胺

聚酰亚胺是指主链上含有酰亚胺环的一类聚合物，其中以含有酞酰亚胺结构的聚合物最为重要。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。近来，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”（problem solver），并认为“没有聚酰亚胺就不会有今天的微电子技术”。

### 性能

1、全芳香聚酰亚胺按热重分析，其开始分解温度一般都在 500 左右。由联苯四甲酸二酐和对苯二胺合成的聚酰亚胺，热分解温度达 600 ，是迄今聚合物中热稳定性最高的品种之一。

- 2、聚酰亚胺可耐极低温，如在 - 269 的液态氮中不会脆裂。
- 3、聚酰亚胺具有优良的机械性能，未填充的塑料的抗张强度都在100Mpa以上，均苯型聚酰亚胺的薄膜（Kapton）为170Mpa以上，而联苯型聚酰亚胺（Upilex S）达到400Mpa。作为工程塑料，弹性模量通常为3 - 4Gpa，纤维可达到200Gpa，据理论计算，均苯四甲酸二酐和对苯二胺合成的纤维可达 500Gpa，仅次于碳纤维。
- 4、一些聚酰亚胺品种不溶于有机溶剂，对稀酸稳定，一般的品种不大耐水解，这个看似缺点的性能却使聚酰亚胺有别于其他高性能聚合物的一个很大的特点，即可以利用碱性水解回收原料二酐和二胺，例如对于Kapton薄膜，其回收率可达80% - 90%。改变结构也可以得到相当耐水解的品种，如经得起120 ，500小时水煮。
- 5、聚酰亚胺的热膨胀系数在 $2 \times 10^{-5}$  -  $3 \times 10^{-5}$  ，南京岳子化工YZPI热塑性聚酰亚胺 $3 \times 10^{-5}$  ，联苯型可达 $10^{-6}$  ，个别品种可达 $10^{-7}$  。
- 6、聚酰亚胺具有很高的耐辐照性能，其薄膜在 $5 \times 10^9$ rad快电子辐照后强度保持率为90%。
- 7、聚酰亚胺具有良好的介电性能，介电常数为3.4左右，引入氟，或将空气纳米尺寸分散在聚酰亚胺中，介电常数可以降到2.5左右。介电损耗为 $10^{-3}$ ，介电强度为100 - 300KV/mm，广成热塑性聚酰亚胺为300KV/mm，体积电阻为 $10^{17}$  · cm。这些性能在宽广的温度范围和频率范围内仍能保持在较高的水平。
- 8、聚酰亚胺是自熄性聚合物，发烟率低。
- 9、聚酰亚胺在极高的真空下放气量很少。
- 10、聚酰亚胺无毒，可用来制造餐具和医用器具，并经得起数千次消毒。有一些聚酰亚胺还具有很好的生物相容性，例如，在血液相容性实验为非溶血性，体外细胞毒性实验为无毒。

## 应用

由于上述聚酰亚胺在性能和合成化学上的特点，在众多的聚合物中，很难找到如聚酰亚胺这样具有如此广泛的应用方面，而且在每一个方面都显示了极为突出的性能。

- 1、薄膜：是聚酰亚胺最早的商品之一，用于电机的槽绝缘及电缆绕包材料。主要产品有杜邦Kapton,宇部兴产的Upilex系列和钟渊Apical。透明的聚酰亚胺薄膜可作为柔软的太阳能电池底板。
2. 涂料：作为绝缘漆用于电磁线，或作为耐高温涂料使用。
3. 先进复合材料：用于航天、航空器及火箭部件。是最耐高温的结构材料之一。例如美国的超音速客机计划所设计的速度为2.4M，飞行时表面温度为177 ，要求使用寿命为60000h，据报道已确定50%的结构材料为以热塑型聚酰亚胺为基体树脂的碳纤维增强复合材料，每架飞机的用量约为30t。
4. 纤维：弹性模量仅次于碳纤维，作为高温介质及放射性物质的过滤材料和防弹、防火织物。
5. 泡沫塑料：用作耐高温隔热材料。
6. 工程塑料：有热固性也有热塑型，热塑型可以模压成型也可以用注射成型或传递模塑。主要用于自润滑、密封、绝缘及结构材料。广成聚酰亚胺材料已开始应用在压缩机旋片、活塞环及特种泵密封等机械部件上。
7. 胶粘剂：用作高温结构胶。广成聚酰亚胺胶粘剂作为电子元件高绝缘灌封料已生产。
8. 分离膜：用于各种气体对，如氢/氮、氮/氧、二氧化碳/氮或甲烷等的分离，从空气烃类原料气及醇类中脱除水分。也可作为渗透蒸发膜及超滤膜。由于聚酰亚胺耐热和耐有机溶剂性能，在对有机气体和液体的分离上具有特别重要的意义。
9. 光刻胶：有负性胶和正性胶，分辨率可达亚微米级。与颜料或染料配合可用于彩色滤光膜，可大大简化加工工序。

10. 在微电子器件中的应用：用作介电层进行层间绝缘，作为缓冲层可以减少应力、提高成品率。作为保护层可以减少环境对器件的影响，还可以对 $\alpha$ -粒子起屏蔽作用，减少或消除器件的软误差（soft error）。

11. 液晶显示用的取向排列剂：聚酰亚胺在TN-LCD、SHN-LCD、TFT-CD及未来的铁电液晶显示器的取向剂材料方面都占有十分重要的地位。

12. 电-光材料：用作无源或有源波导材料光学开关材料等，含氟的聚酰亚胺在通讯波长范围内为透明，以聚酰亚胺作为发色团的基体可提高材料的稳定性。

13. 湿敏材料：利用其吸湿线性膨胀的原理可以用来制作湿度传感器。

综上所述，不难看出聚酰亚胺之所以可以从60年代、70年代出现的众多的芳杂环聚合物中脱颖而出，最终成为一类重要的高分子材料的原因。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/baike/2303.html>