

(5) 聚酰胺, 性能, 塑料

# PA6和PA66性能比较

陈永生 译

2-31

TQ 323.607

在工程塑料中, 聚酰胺 (PA) 占有重要的地位, 问世53年来, 仍保持着发展势头。在聚酰胺的总消耗中, PA66就占88%, 西欧的用量一直高居首位。

不少工程技术人员都认为, PA66具有较高的连续操作温度和较好的抗老化特性是因为其熔点比PA6高40℃, 这是错误的。下面通过大量的统计试验, 对这两种材料的特性作一比较。

## 1 化学结构上的微小差别

两种聚酰胺的合成都是由环己醇通过多级反应后转化成己内酰胺 (PA6) 或己二胺、己二酸 (PA66)。PA6是由己内酰胺开环聚合而成, PA66是己二胺和己二酸合成的。

PA6和PA66具有相同分子式  $(C_{12}H_{22}N_2O_2)_n$ , 但由图1可知, 它们在结构组成上有所不同。在PA66中, 酰胺基团总是相对排列, 这样每个官能团都能在没有分子变形的情况下形成氢键。而在PA6中, 二个酰胺基团仅形成一个氢键。正因为这种不同的分子结构使PA66的熔点比PA6高, 而吸水性则比PA6低。

## 2 加工性能: PA6优于PA66

在玻璃纤维增强材料中, PA66熔体结晶很快, 使得成型制品表面质量差且有蠕变现象, 这种现象可用共聚酰胺以及适当的添加剂来减轻。

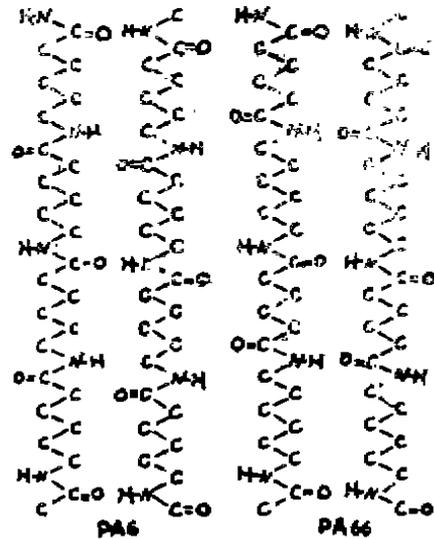


图1 PA6和PA66的结构

PA6因其凝固缓慢, 在没有任何添加剂的情况下, 成型制品表面质量好且无蠕变。

在聚酰胺加工过程中, 腐蚀与磨损应引起注意。PA66的磨损通常比PA6厉害。另外, 磨损程度还取决于玻纤含量。

## 3 测试

试样按ISO1110要求处理, 将样品置于温度70℃, 相对湿度62%情况下直到样品恒重量, 48小时后测试样。试样组分中水含量见表1。

表1 试样在标准气温下48小时后的含水量

| 玻纤含量<br>wt-% | PA 6<br>含水量 | PA66<br>含水量(%) |
|--------------|-------------|----------------|
| 15           | 2.68±0.12   | 2.37±0.16      |
| 30           | 2.43±0.14   | 2.16±0.07      |
| 45           | 2.28±0.13   | 2.00±0.14      |
| 30           | 2.05±0.17   | 1.86±0.19      |
| 40           | 1.90±0.10   | 1.59±0.18      |
| 50           | 1.41±0.14   | 1.23±0.11      |

4 机械性能: PA66优于PA 6

机械性能与玻璃纤维含量成线性关系。采用回归直线法对PA 6和PA66性能进行比较,从该线上可得出A、B值,依据: $y = A + B \cdot x$ 等式可计算影响机械性能的玻纤含量x。用该方法测得PA 6及PA66的数据绘在图2—C上。

4.1 拉力试验(图2)

见图2—A(略)、C所示:新注射出的PA 6及PA66,不论纤维含量多少它们的屈服应力和拉伸强度的回归直线,几乎是一致的,另外,经处理的样品PA66的值比

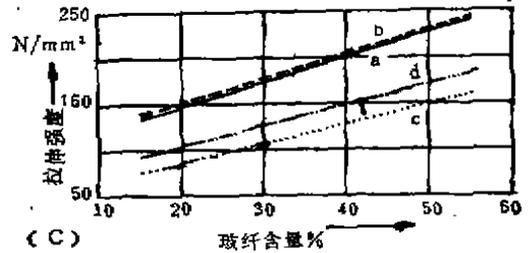


图2

PA 6高10%。此结果归因于PA66的吸水性较低。

图2—B(略)所示,屈服伸长率回归直线随着玻纤含量的增加而降低。新注射出的试样,PA 6与PA66的值几乎相同。经处理后的样品,PA 6的回归直线比PA66要高。

图2—D(略)所示,新注射出的PA 6和PA66的弹性模量在相同水平波动。经处理的PA66的值比PA 6的值要高。

新制备试样,两种聚酰胺在玻纤含量范围内3.5%弯曲强度轨迹几乎是一致的。经处理的试样,PA66的值稍大些。新注射出的样品及处理后的样品,表面纤维伸长率随着玻纤含量的增加而降低,两条直线间隔很小。

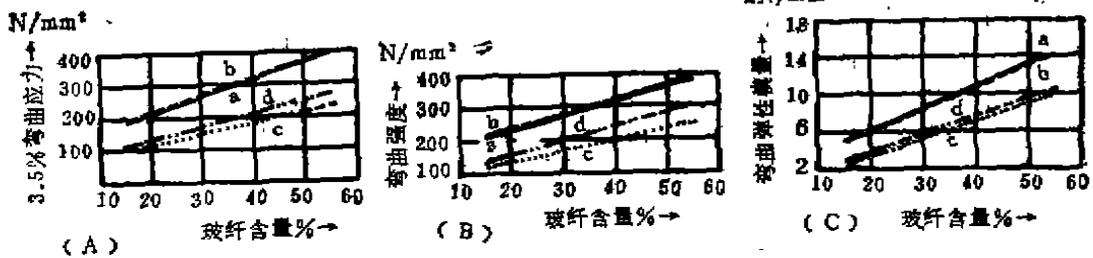


图3

4.2 弯曲试验(图3)

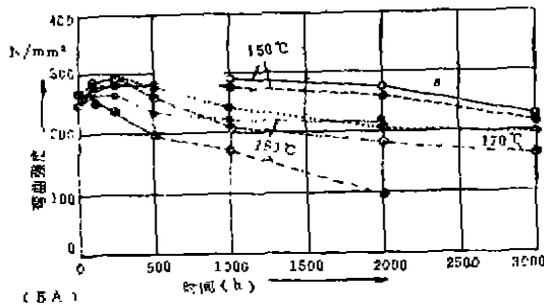
如图3所示,新注射出的样品(A、B)的弯曲弹性模量几乎没有差异,经处理后的样品(C、D)中PA66(d)的值稍高。

4.3 Izod冲击强度

图4(略)所示,玻纤含量为15~30%之间,冲击强度明显增加。玻纤含量达35wt%时,冲击强度值变化不大。

### 5 热老化：PA 6 稍好

使用石炭酸或胺的抗氧化剂使聚酰胺稳定性好，使用铜盐亦可。选择PA 6（拜耳公司产品：Durethan BKV 30H）和PA66（Durethan AKV 30H）进行高温老化特性比较。图5A的试验条件为Cu盐作稳定剂，玻纤含量30(wt%)，在150℃、170℃、190℃老化后弯曲强度和Izod冲击强度变化情况。



a. PA 6 (Durethan BKV 30H)  
b. PA 66 (AKV 30H)

图 5 A

图5A所示，PA66弯曲强度缓慢降低，在150℃热空气中连续存放3000小时后达到初值的70%，在170℃的情况下数值明显降低，190℃时降低更大。相应的PA 6型样品弯曲强度在三种温度下降低较小。

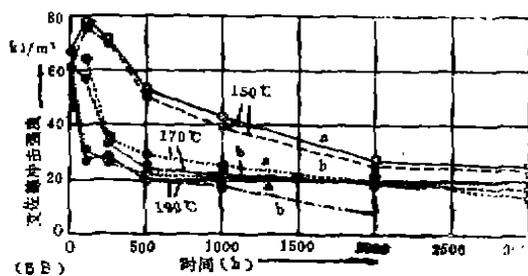


图 5 B

图5B所示，PA66冲击强度一开始就达到150℃（160小时），不久缓慢下降，3000小时后维持在25kJ/m<sup>2</sup>的曲线变化较快，在18~20kJ/m<sup>2</sup>一段曲线平缓。190℃曲线下降厉害，150℃时PA 6的热稳定性比

PA66好。190℃时就明显更好。

在温度高于150℃的热老化试验中，试样表面明显变色。试样中心仍为白色无任何变化。由于表面降解作用，韧性值明显降低，强度值变化相对较小。

### 6 回收再利用：二者皆可

物质再生的重要性不断增加，两种聚酰胺都可再利用。PA 6遇热裂解成单体己内酰胺可用于新的合成。而PA66只有通过水解或醇解才能分解成单体，该单体亦可再利用。

### 7 结论

PA 6和PA66的机械性能主要由其中玻纤含量决定的。经过处理后的PA66材料的吸水性较低，因此它的强度和刚度都较高，但是如果将PA 6材料中的玻纤含量提高5%，也能达到与PA66一样的结果，而且加工更简单，表面质量更好，密度亦增加约3.5%。

PA 6的热稳定性和耐气候性比PA66好，而PA66高温下抗化学性好，两种样品性能进一步比较见表2。

表 2 PA 6和PA66性能比较

| 性能      | PA 6  |         | PA66  |         |
|---------|-------|---------|-------|---------|
|         | 未增强   | 增强      | 未增强   | 增强      |
| 可加工性    |       |         |       |         |
| 熔融温度℃   | 250~  | 270~    | 275~  | 280~    |
|         | 280   | 290     | 295   | 300     |
| 成型温度℃   | 79~90 | 80~90   | 80~90 | 80~90   |
| 循环时间    | 短     | 短       | 很短    | 短       |
| 表面质量    | 好     | 好       | 好     | 良好      |
| 纵向收缩率%  | 1.2   | 0.3     | 1.4   | 0.3     |
| 横向收缩率%  | 1.4   | 0.9     | 1.9   | 1.3     |
| 变形      | 轻微    | 明显      | 轻微    | 明显      |
| 腐蚀      | 微     | 中度      | 微     | 明显      |
| 连续操作温度℃ | 85    | 120~130 | 85    | 120~130 |
| 抗化学性    | 好     | 好       | 很好    | 好       |

通过不断地运用比较，玻纤含量为40%的PA 6可完全代替玻纤含量35%的PA66。