

4.3.1 用热重分析测定复合材料的纤维含量

目的 用热重分析测定复合材料中纤维材料的含量—质量控制应用。
为了改善力学和热学性能，经常用不同类型的材料填充或增强树脂。有机填料和增强材料(例如木粉)可以提高塑料的韧性。添加纤维能使刚度和结构强度显著提高。除了天然有机纤维如黄麻和剑麻，合成无机纤维(例如玻璃和碳纤维)和有机纤维如芳纶纤维也广泛用于增强目的。芳纶纤维由聚对苯二甲酰对苯二胺组成，因高拉伸强度和约 **550°C** 相对高的分解温度而备受关注。

样品 复合材料，单独的环氧树脂和芳纶纤维。

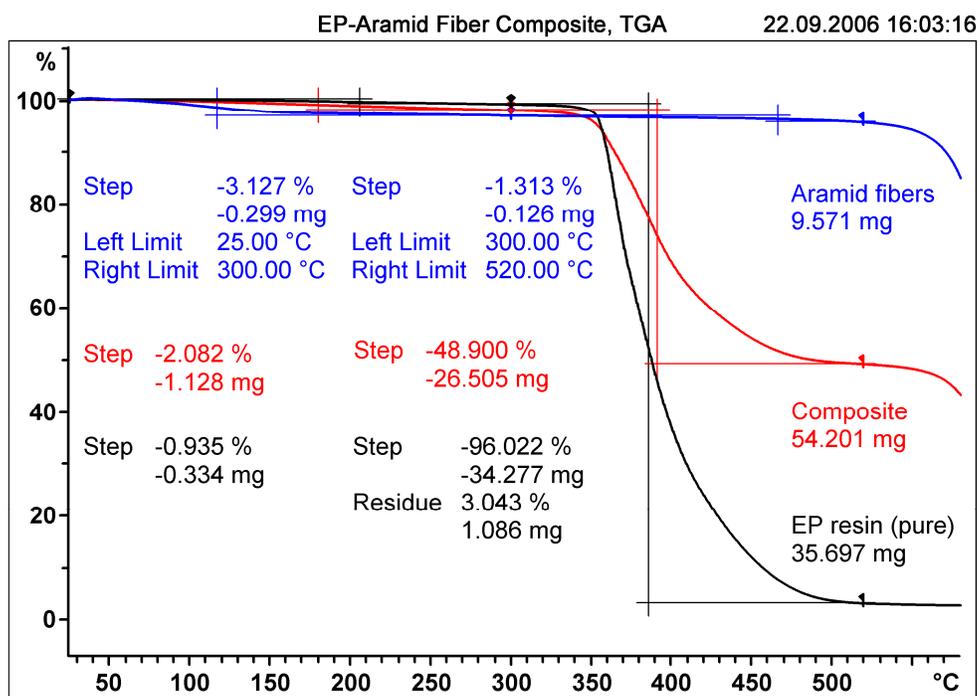
条件 测试仪器：**TGA**

坩锅：**70 μ L** 铝坩锅，无盖

样品制备：
从复合材料上锯下 **54.2mg** 重的一片。
9.57mg 芳纶纤维被剪短以便能塞入坩锅。
35.7mg 环氧树脂直接装入坩锅。

TGA 测试： 以 **20K/min** 从 **25°C** 加热至 **600°C**

气氛：**氮气，200 mL/min**



解释 与玻璃纤维不同，芳纶纤维在 **520°C** 以上分解，如图中 **TGA** 曲线所示。因此纤维含量不能从树脂完全分解后的残余物直接测定。芳纶纤维开始时失去 **3.1%** 的水分；在 **300°C** 至 **520°C** 之间失重 **1.3%**。

纯树脂首先失去水分，然后在 **300** 至 **520°C** 之间以单一台阶过程热解。

复合材料首先由于失水失重 **2%**，然后，正如预期的，以两个台阶分解，高至 **520°C** 的树脂热解和高于此温度的纤维分解。

计算 表格总结了至 **520°C** 的各个阶段的失重。**300°C** 以后由于热解发生的失重是基于 **300°C** 时的干质量计算的。用这些值来计算树脂含量。

样品	%热重台阶		
	RT 至 300°C	300 至 520°C	300 至 520 °C, 对 300°C 时的干燥含量
芳纶纤维	3.13	1.31	1.35
复合材料	2.8	48.90	49.93
纯树脂	0.94	96.02	96.92

复合材料的树脂含量可从 **300** 至 **520°C** 之间的热解台阶计算。因为树脂本身不能完全分解且纤维也显示了小的损失，所以在计算中必须考虑这些。

因此复合材料干物质的树脂含量给出为：

$$\text{树脂含量} = (49.93\% - 1.35\%) / (96.92\% - 0.0135\%) = 50.83\%$$

对复合材料含有实际水分含量的原始样品质量计算得到：

水分：**2.08%**

树脂：**49.77%**

芳纶纤维：**47.14%**(因为无其它填料存在，所以被认为与 **100%** 有些差别)

结论 本例表明，即使有纤维分解，热重分析也是一种快速和准确测定复合材料中树脂和纤维含量的很好方法。然而，树脂和纤维的热解不可发生在同样的温度范围内。无机填料也可通过热解残留物的燃烧测定。

分解温度提供了有关组分鉴定的附加的定性信息。