

多毛细管构造平行光路直接测试 PPR 管材 (可公开)

XRD-017

摘要：本文介绍了岛津的多毛细管光学系统，并使用该系统出射的平行光直接测试 PPR 管材弯曲表面，展示了多毛细管在测试不平整样品时的优势。根据 Turner-Jones 公式计算了管材中的 β 晶含量为 55.6%。该结果对于评价 PPR 管材的性能、拓展 PPR 管材的应用领域具有重要意义。

关键词：PPR 管 β 晶 多毛细管 岛津 X 射线衍射仪

PPR(无规共聚聚丙烯)管材是广泛应用于民用和工业给排水系统的一种新型建筑材料。研究表明,聚丙烯属于半结晶型树脂,其结晶度、晶型和晶体的结构及形态对其性能起到关键作用。一般的加工条件下, α 晶型最为常见和稳定。商品化聚丙烯主要为 α 晶型,属单斜晶系,综合性能良好,但是在低温下发脆,高温下热变形温度较低。 β 晶型聚丙烯属六方晶系,除具有 α 晶型良好的综合性能外,还具有良好韧性,其断裂伸长率、抗缺口冲击强度较 α 晶型高得多,可帮助改善 PPR 管材的低温脆性和高温耐压性能。因此测试 PPR 中 β 晶

含量对于评价 PPR 管材的性能具有重要意义。

岛津 XRD 附件多毛细管可输出平行光束,改变了通常的 Bragg-Brentano 聚焦衍射几何,可以直接测试不规则物体和曲面样品,尤其在管材类曲面样品或断口等不平整样品测试时具有极大优势。

本文使用岛津 XRD-7000 衍射仪,利用多毛细管附件获得平行光,直接测试曲面 PPR 管材样品,并计算了管材中的 β 晶含量,这些结果对于评价 PPR 管材的性能、拓展 PPR 管材的应用领域具有重要意义。

实验部分

1.1 仪器



岛津X射线衍射仪XRD-7000

1.2 分析条件

表1 XRD测试参数

仪器XRD-7000 + 多毛细管	扫描模式: 连续扫描
激发源: CuK α , $\lambda=0.15406$ nm	步长: 0.02°
单色化: 平晶石墨单色器	扫描速度: 2°/min
管压/管流: 40 kV / 30 mA	角度范围: 10-30°

1.3 样品处理

切取 15 mm 管材，对切成半圆状，直接测试外曲面。



■ 结果与讨论

2.1 多毛细管及平行光路介绍

多毛细管光路图实物见图 1。多毛细管附件中，毛细管以阵列状立体分布在出口侧，由点聚焦 X 光管发出的 X 射线经过多毛细管引导后，以平行光束出射（图 2）。



图1 多毛细管光路图实物

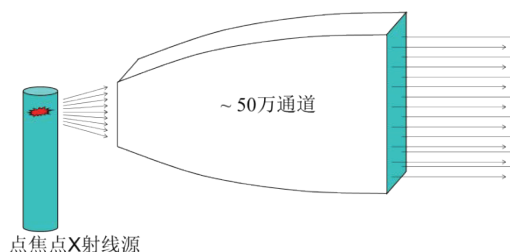


图2 多毛细管出射平行光

对于常规的 Bragg-Brentano 聚焦衍射几何，需要将样品处理为平整表面，并使样品表面在仪器圆中心，和聚焦圆相切。样品表面高度偏离仪器圆中心所在高度将会导致衍射峰的偏移。多毛细管光学系统出射平行光束，改变了衍射几何，即使试样表面的形状不是平坦的，比如球面、圆筒面和凹凸的无规则形状，都不会导致衍射峰偏移。图 3 展示了平行光路时，样品表面偏离仪器圆中心高度不同距离的情况下，衍射峰都不会发生偏移。因此本文采用多毛细管构造的平行光路直接测试弯曲的 PPR 管材表面。

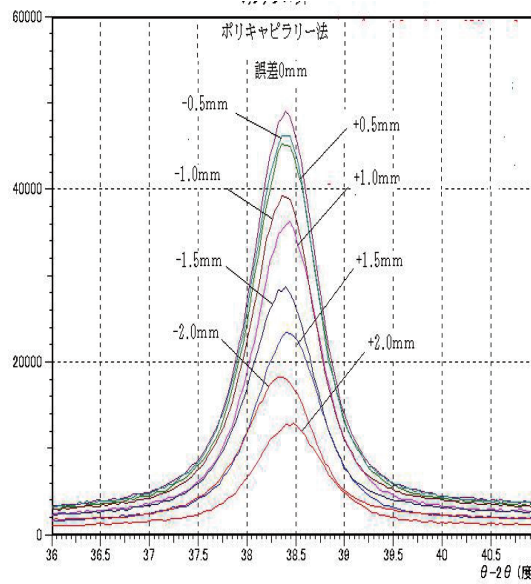


图3 平行光路下，不同样品样品高度对衍射峰位没有影响

2.2 PPR 管材的 XRD 谱图及 β 晶含量

PPR 管材的 XRD 谱图见图 4。β 晶含量 (K_β) 按 Turner-Jones 公式计算^[1]：

$$K_\beta = \frac{I_\beta(300)}{(I_\beta(300) + I_\alpha(110) + I_\alpha(040) + I_\alpha(130))}$$

式中， $I_\beta(300)$ 、 $I_\alpha(110)$ 、 $I_\alpha(040)$ 和 $I_\alpha(130)$ 分别为 β 晶 (300)、α 晶 (110)、(040) 和 (130) 晶面的衍射峰积分强度，对应的衍射峰 2θ 分别为 16.0°、14.0°、16.8° 和 18.5°，如图 4 所示。

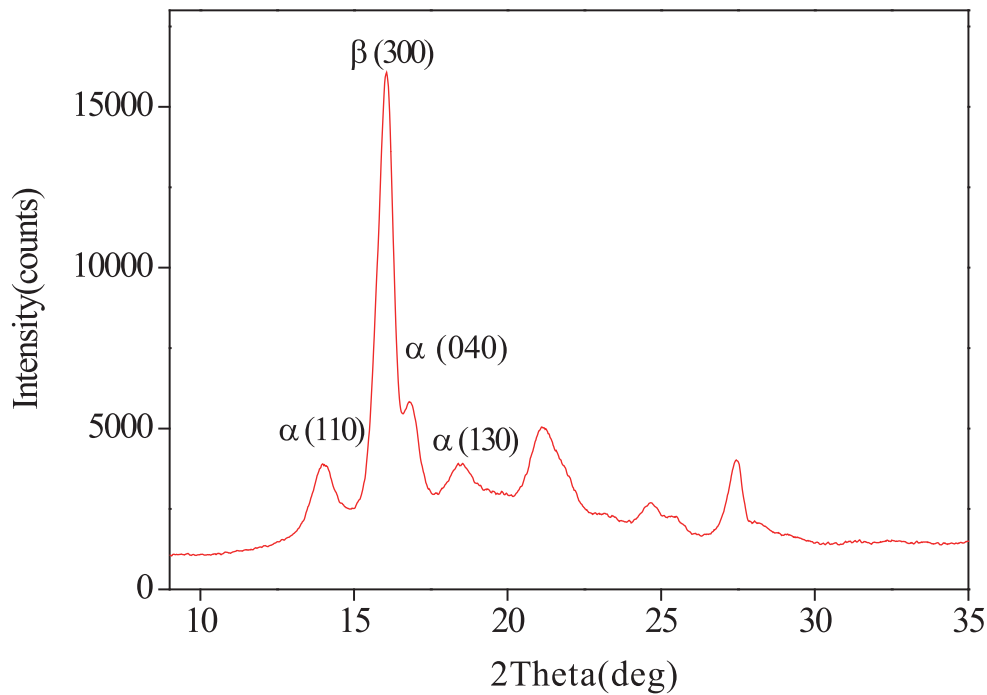


图4 PPR管材衍射谱图

对谱图进行分峰拟合，得到上述晶面相应衍射峰的积分强度，计算 β 晶的含量为 55.6%。

■ 结论

本文介绍了岛津的多毛细管光学系统，并使用该系统出射的平行光直接测试 PPR 管材的弯曲表面，展示了多毛细管在不平整样品时的优势。根据 Turner-Jones 公式计算了管材中的 β 晶含量为 55.6%。该结果对于评价 PPR 管材的性能、拓展 PPR 管材的应用领域具有重要意义。

■ 参考文献

[1] Jones, A. Turner et al. Crystalline forms of isotactic polypropylene[J]. Macromolecular Chemistry and Physics, 1964, 75(1): 134-158.