

消除红外光谱干涉条纹的简便方法

No.FTIR-019

摘要： 红外光谱中干涉条纹与样品吸收峰叠加，严重影响光谱定性定量分析。本文通过将样品偏转一定角度，消除干涉条纹对光谱质量的影响，并讨论了干涉条纹峰-峰（谷-谷）间距与倾角大小的关系。该方法简单，不需重新制样。

关键词： 干涉条纹 谱图质量 倾角

光是一种电磁波。我们通常观察到的光都是光源内大量分子或原子振动辐射出来的结果，而观察不到其作为一种波动在传播过程中所能表现出来的特征—干涉、衍射和偏振等现象。这是因为实现光的干涉是需要条件的，即只有频率相同、相位差恒定、振动方向一致的两列光波才是相干光波，这样的两列波辐射到同一点上，彼此叠加，产生稳定的干涉抵消（产生暗影）或者干涉加强（产生比两束光能简单相加更强的光斑）图像，才是我们观察到的光的干涉现象。

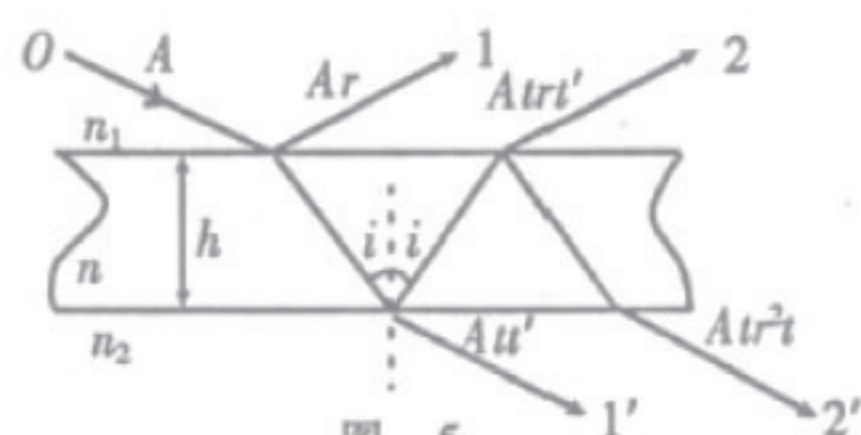


图1 透射光干涉示意图

一定厚度的平行平面薄膜可以满足光干涉的这些条件。如图1所示，一束光O入射到其表面上，入射光入射到上表面后分为反射光束1和折射光束，折射光束在下表面反射的同时，还有一部分能量透射出去，形成光束1'。当从下表面反射回来的光再次透过上表面形成光束2的同时，也还有一部分能量反射回去，透过下表面形成光束2'。（图1中h为膜的厚度，n为膜的折射率，i为光线在膜内的倾角）。透射光束1'与2'的相位差为：

$$\delta = 2\pi \times \Delta L / \lambda = 4\pi \times nh \cos i / \lambda$$

由此可见，透射光束1'与2'振动频率相同，振动方向一致，相位差恒定，因而可形成干涉光。

由上述平行平面样品透射光干涉原理可知，透射光束1'与2'的光程差为

$$\Delta = 2nh \cos i = m\lambda$$

式中λ为入射光波长，m为干涉级数。当m为波长λ的整数倍时，相干光强极大；当m为λ的半数倍时，相干光强极小。红外光谱图纵坐标表示光强变化，横坐标表示波长（波数）变化。随着波长改变，在光谱图上便出现光强极大极小交替变化的干涉条纹。而干涉条纹与样品峰叠加，则严重影响光谱质量。本文通过将平行平面样品旋转一定角度，改变光在膜内的倾角大小，以消除光谱中的干涉条纹。并讨论了干涉条纹峰-峰（谷-谷）间距与倾角大小的关系。

■ 仪器配置

IR Prestige-21

■ 实验条件

分辨率：4cm⁻¹

扫描次数：20

变迹法：Happ-Genzel

检测器：DLATGS（氘代L-丙氨酸硫酸三甘肽）

扫描范围：4000~400 cm⁻¹

测定方式：透过率

■ 测定结果

1、薄膜样品的干涉条纹消除

以PE薄膜为例。设PE薄膜的法线方向与入射光平行时，样品对入射光的倾角为零度。图2为倾角零度时，PE薄膜的红外光谱图。在1350~600cm⁻¹范围内，可观察到清晰的干涉条纹。

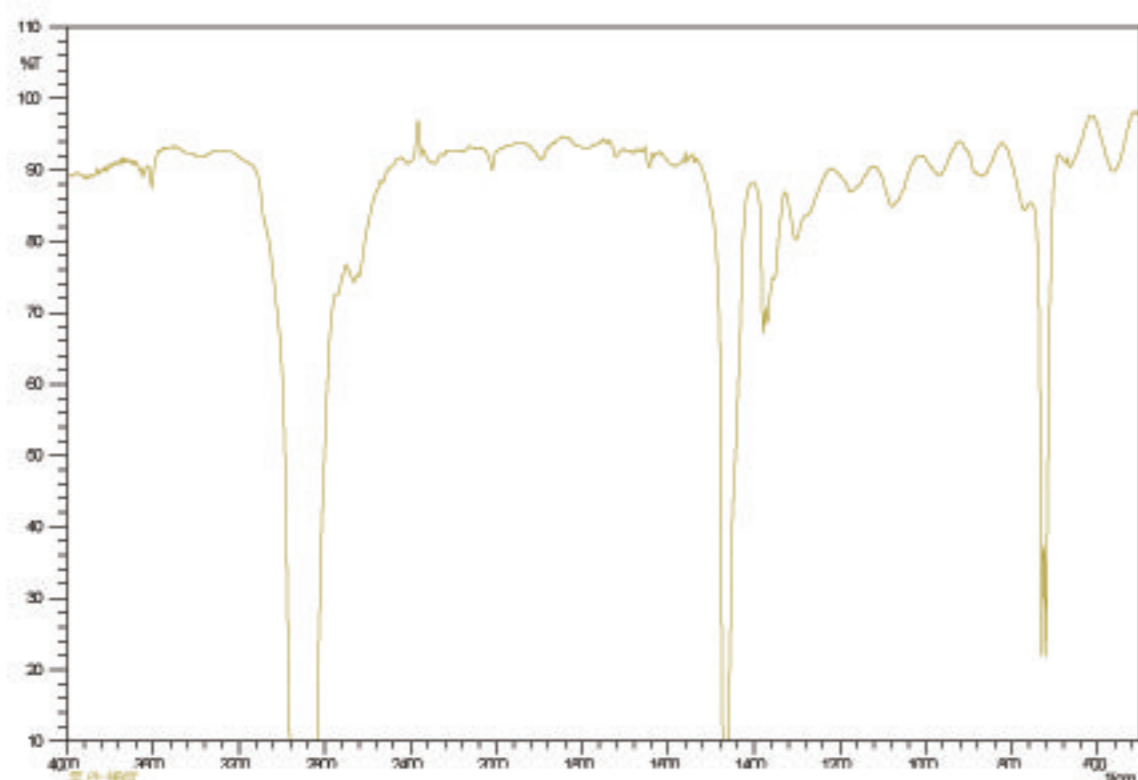


图2 PE薄膜的红外谱图 (倾角为零)

将样品旋转，表面法线方向与入射光束间的夹角增大，对入射光而言，入射角增大。在样品反射率一定的条件下，干涉光的强度只与光束入射角度有关。当入射角增大时，透射光的干涉强度减弱，达到一定程度后，光谱图中观察不到干涉条纹。将PE薄膜旋转50度后，重新测试，得到的谱图见图3。由图可见，1350 ~ 600 cm^{-1} 范围内的干涉条纹消失，与标准谱图（如图3中黑色线所示）匹配度更好。

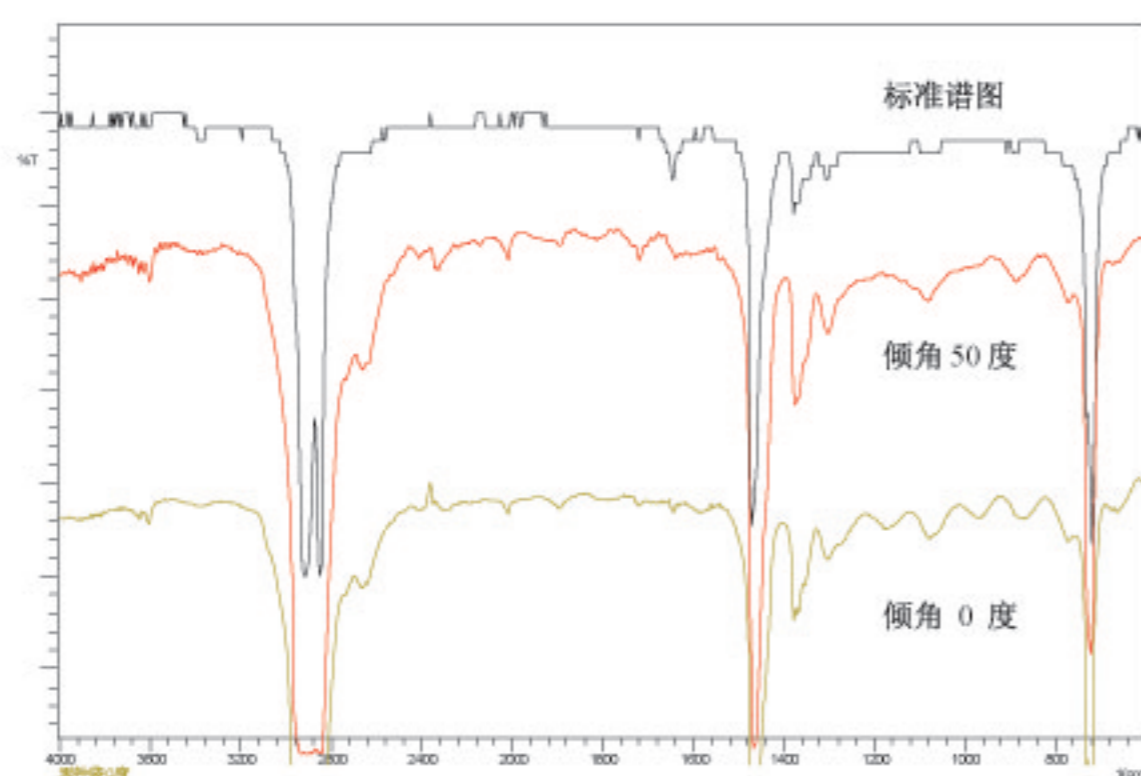


图3 不同倾角下测试的红外谱图与标准谱图的对照

将谱图部分放大，见图4。由图可见，倾角零度入射时在1269 cm^{-1} 处的小峰消失了。说明此峰不是样品峰，而是由于干涉条纹与样品峰叠加而成。故通过增大倾角可消除干涉条纹，使得谱图质量提高，更利于后续的谱图解析和谱图比对工作。

结论

入射光透过平行平面薄膜样品的时候，透射光经过样品下表面可形成频率相同、相位差恒定、振动方向一致的相干光。相干光使得光谱图上出现光强极大极小交替变化的干涉条纹，影响谱图的质量，对后续的谱图解析和谱图比较不利。通过简单地转动样品角度，即可消除干涉条纹。此方法简便，不需重新制样，在日常分析工作中便于实施。

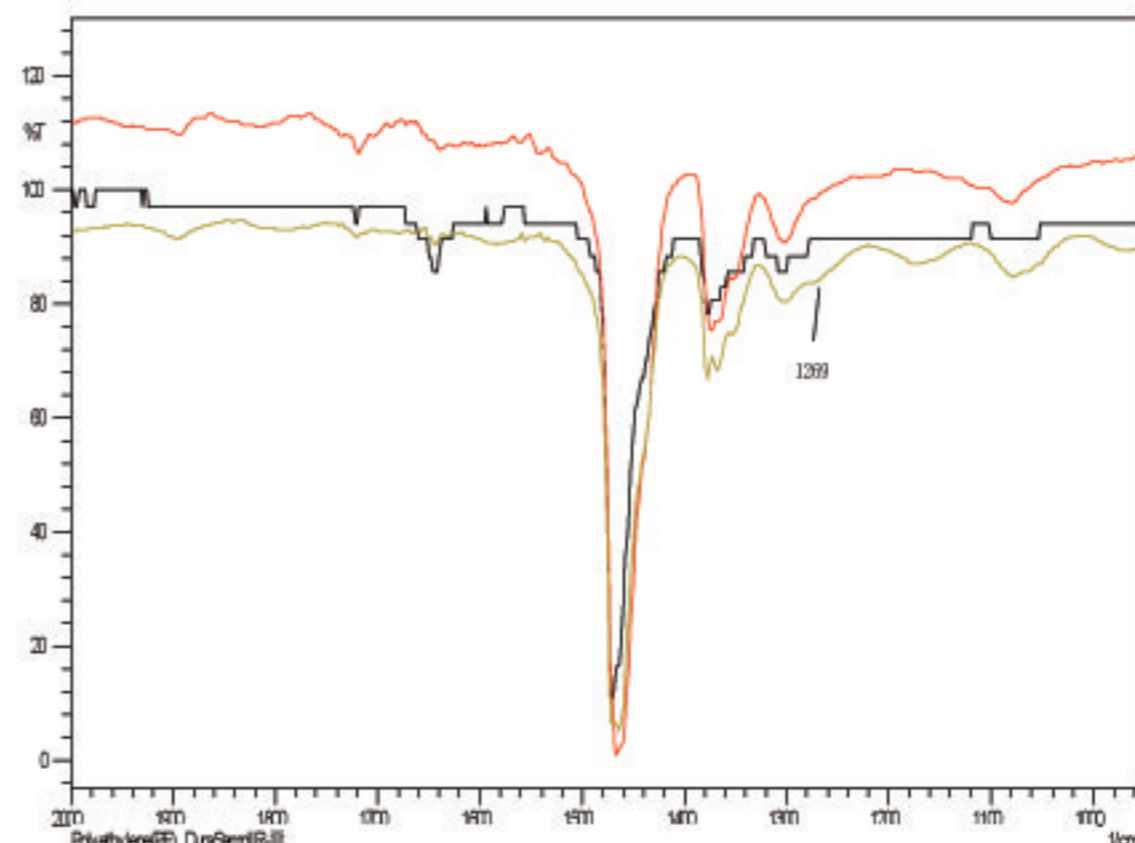


图4 谱图部分放大图

2、倾角与干涉条纹疏密的关系

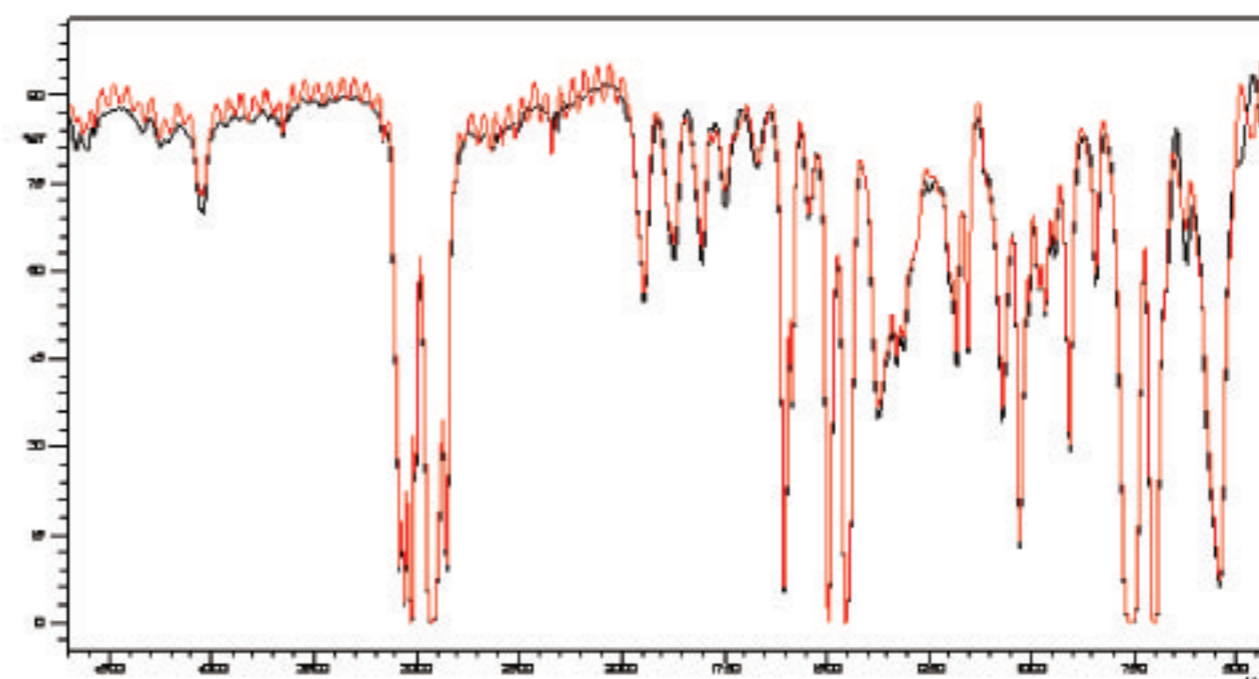


图5 聚苯乙烯的红外谱图

倾角的大小与干涉条纹的疏密有关，即与干涉条纹的峰-峰（谷-谷）间距有关。一般来说，光谱干涉条纹峰-峰（谷-谷）间距大，样品转动的角度大些，否则小些。图5中红色线为聚苯乙烯薄膜在倾角零度时的光谱图，在4700 ~ 2000 cm^{-1} 范围内干涉现象明显，干涉条纹的峰-峰（谷-谷）间距较PE薄膜样品的干涉条纹密。我们尝试连续旋转样品，改变入射角大小，发现在旋转较小角度（略小于30度）后，干涉条纹消失，如图5黑色线所示。