

# 显微红外光谱法鉴别纤维的种类\*

甘肃政法学院公安分院 李波阳

**【摘要】** 本文阐述了一种用于鉴别纤维种类的红外光谱分析系统。并利用显微红外光谱仪鉴定了两种常见化学纤维的种类,实验表明该方法不仅操作简便快速、结果准确可靠,而且不损坏纤维,可保留纤维物证的原始状况。

**【关键词】** 显微红外 纤维种类 无损检验

## 1 前言

纤维类微量物证的特点是物小、量少,易出现在刑事犯罪现场,故在刑事案件侦破中具有重要作用,它的鉴定检验结果不仅能为侦查工作提供线索和方向、缩小侦查范围,而且是法定的证据之一。随着犯罪智能化的发展,其反侦查伎俩不断翻新变化,现场遗留的物证越来越少,新刑诉法的实施,对公安机关收集证据的要求越来越高。因此,重视纤维等微量物证的发现、提取和检验无疑具有重要的现实意义。

近年来,关于纤维检验的研究取得了较大发展<sup>[1-4]</sup>。纤维的一些传统检验方法需要把样品燃烧、液浸;常规红外光谱法需将样品剪碎或溶解,样品粒度的大小或均匀性直接影响到能否获得良好的吸收谱图,溶解样品要进行溶剂选择等一系列操作过程,比较繁琐;而且这些检验方法会破坏样品,使现场提取的检材不能作为原始物证保存下来。红外显微镜、付里叶变换红外光谱仪的应用,使得测定单根纤维成为可能。为了探讨快速准确的鉴别纤维种类的方法,笔者经过实验和研究,参考相关文献资料<sup>[5]</sup>,编制了常见化学纤维的红外光谱鉴定系统,根据样品谱图中所出现的特征吸收峰位置和强度,对照系统图,可以很快判定纤维的种类。本文还利用显微红外光谱法对两种常见化学纤维进行了无损检验,结果表明该方法简便快速、准确可靠。

## 2 原理

常见纤维分为天然纤维和化学纤维两大类,前者如棉、麻、丝、毛等具有自己独特的表面形态。一般通过宏观形态的初步观察比对,利用生物显微镜、电子显微镜或红外显微镜进行微观形态的观察,可初步判定其种类。化学纤维无固定的表面形态,但各纤维内部组成不同、所含特征基团不同,引起红外光谱的特征不同。因此,通过峰位、峰强度进行特征峰的指认和归属,可将各种化学纤维区分开来。

常见化学纤维的红外光谱鉴定系统见图1,化学纤维中有一部分是含有羰基和苯环的,

\* 甘肃省社科基金和甘肃政法学院科研基金资助。

首先观察样品谱图在约  $\sim 1740\text{cm}^{-1}$  波数是否有羰基吸收峰存在, 从而将常见化学纤维分为有羰基和无羰基两大分支, 在前一支里观察有无代表苯基存在的  $\sim 1600\text{cm}^{-1}$ 、 $\sim 1580\text{cm}^{-1}$ 、 $\sim 1490\text{cm}^{-1}$  吸收峰, 并结合 C—O 和 N—H 振动吸收等特征峰的有无可判定涤纶和氨纶。在后一支中, 根据谱图在  $3400-3200\text{cm}^{-1}$  波数有无 O—H 和 N—H 的振动吸收峰, 可将纤维分成两个子分支。在有此峰的子分支中, 依据  $\sim 1640\text{cm}^{-1}$ 、 $1200-1000\text{cm}^{-1}$  和  $1450-1420\text{cm}^{-1}$  特征吸收峰判定锦纶和维纶; 另一子分支中的纤维谱图, 均有亚甲基的  $1450-1420\text{cm}^{-1}$  吸收峰, 但利用腈基的  $2300-2240\text{cm}^{-1}$  特征吸收峰及 C—Cl 振动的  $\sim 690\text{cm}^{-1}$  处吸收峰, 可将腈纶、氯纶、丙纶区分开来。这样, 当获得某一样品的红外谱图后, 从该系统入手, 层层肯定和排除, 可很快判定其种类。最后与已知的标准纤维红外谱图对照比较、进行验证。

### 3 实验

#### (1) 材料及仪器

材料: 选用丙纶、腈纶纤维的九个样品作为检材。

仪器: PE—2000 型付里叶变换红外 (FTIR) 光谱仪, i—系列透射式 FTIR 显微镜。

#### (2) 实验方法及条件

分别取 1.3cm 长的丙纶和腈纶纤维样品各一根 (无需进行预处理), 置于载物台上, 显微镜下可观察其微观表面形态。选择仪器工作条件, 扫描次数: 100, 分辨率:  $8\text{cm}^{-1}$ , 在  $4000-400\text{cm}^{-1}$  范围来内进行扫描, 得到反映各样品内部组成和结构特点的红外吸收光谱图 (见图 2 和图 3)。

### 4 结果与讨论

(1) 实验发现, 同一种类不同厂家生产的纤维样品, 具有大致相同的吸收谱带; 不同种类纤维的吸收谱带, 光谱差别很大。观察图 2 和图 3, 二者在  $\sim 1453\text{cm}^{-1}$  附近都有亚甲基的吸收峰, 但图 3 在  $2243\text{cm}^{-1}$  处有腈基的特征吸收峰, 判定为腈纶; 图 2 既无此峰, 又无  $\sim 690\text{cm}^{-1}$  附近的 C—Cl 振动吸收峰, 故判定为丙纶。将样品谱图与标准谱图进行比较、验证, 表明结论正确。

(2) 由于用纤维丝直接进行测定, 样品均匀、光学性能好, 测得的谱图质量高。

(3) 用该实验条件对纤维样品进行平行测定 (同一样品重复测定), 谱图重现性很好。

(4) 样品用量少, 且不需要预处理, 操作简便、快速, 结果准确可靠。

(5) 该方法不破坏检材, 能完好地保存微量物证的原始状况。检材经显微红外光谱鉴别种类后, 还可用于其它项目的检验, 具有优先选用的条件, 在纤维类微量物证的系列检验工作中, 该方法可作为首要指标。

### 参考文献

- 1 黄树先、吾提克尔、吾守尔, 红外导数光谱法分析各类纤维。中国刑警学院学报, 1996, 1: 7—9。
- 2 金戈、王九忱、王俭、计榆, 油浸双折射法检验纤维的研究。全国公安院校首届刑事侦察刑事技术学术讨论会论文集, 北京, 警官教育出版社, 1991 年 7 月, 294—297。
- 3 黄树先、邢丽梅, 棉纤维微商红外光谱分析。中国刑警学院学报, 1992, 2: 14—

17。

4 邢丽梅, 紫外反射光谱法鉴别纤维。中国刑警学院学报, 1992, 4: 44—45。

5 董庆年, 红外光谱法。北京, 石油化学工业出版社, 1997年9月。

致谢：作者对甘肃省社科基金和甘肃政法学院对该研究的资助表示感谢。

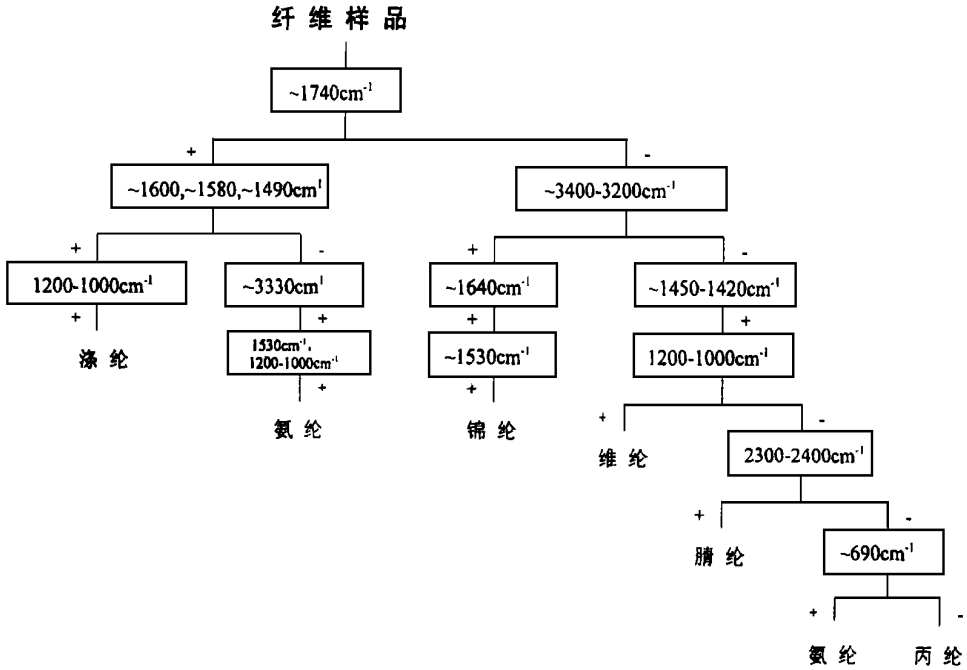


图1 常见化学纤维的红外光谱鉴定系统

“+”表示有吸收峰，“-”表示无吸收峰，“~”表示大约

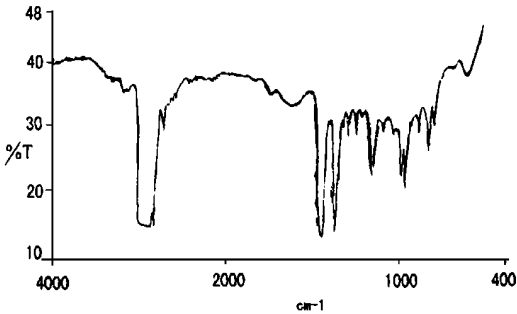


图2 丙纶的红外光谱

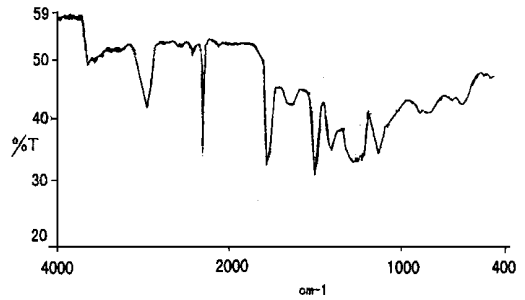


图3 腈纶的红外光谱