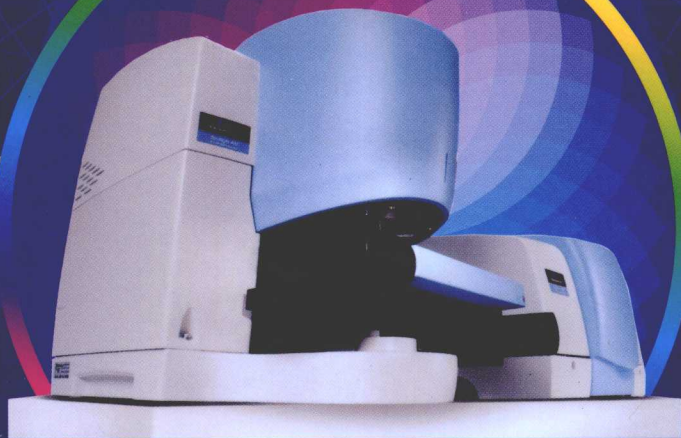


冯计民 著

HONGWAIGUANGPU  
ZAI WEILIANG WUZHENG  
FENXIZHONG DE YINGYONG

# 红外光谱在微量物证 分析中的应用



化学工业出版社

# 红外光谱在微量物证 分析中的应用

冯计民 著



化学工业出版社

· 北京 ·

微量物证检验是法庭科学的重要组成部分。塑料、纤维、橡胶、涂料、印泥是微量物证检验的重要内容。这些看似平常的物质在成为物证材料（共混/共聚后的物品）后，其红外光谱比均聚物和纯净物的红外光谱复杂得多，谱图解释也复杂、困难得多。本书是作者在20多年物证检验经验的基础上，对分析过的约3万张红外光谱图，经分析、整理、归纳，编写了本书。书中内容由三部分构成：一、常见塑料、纤维、橡胶、涂料、印油等均聚物；二、塑料、纤维、橡胶、涂料、印泥等常用染料、颜料、填料、增塑剂；三、上述两类物质的共聚物、共混物；分别介绍了这些作为微量物证物质的组成、性能和红外光谱，并对红外光谱进行了解释。

书的内容可供从事法庭科学红外光谱检验的同行参考，也可供相关专业从业人员参考，尤其适合熟悉红外光谱仪使用，但不熟悉法庭科学中微量物证红外光谱检验的从业人员参考。

### 图书在版编目（CIP）数据

红外光谱在微量物证分析中的应用/冯计民著. —北京：  
化学工业出版社，2010.6  
ISBN 978-7-122-08446-0

I. 红… II. 冯… III. 红外分光光度法-应用-  
证据-分析 IV. D919.2-39

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第078654号

---

责任编辑：任惠敏                      文字编辑：陈 雨  
责任校对：战河红                      装帧设计：张 辉

---

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）  
印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司  
装 订：三河市万龙印装有限公司  
720mm×1000mm 1/16 印张23¼ 字数474千字 2010年8月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899  
网 址：<http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定 价：78.00元

版权所有 违者必究

# 前 言

微量物证检验是法庭科学的重要组成部分。塑料、纤维、橡胶、涂料、印泥是微量物证检验的重要内容。法庭科学检验的塑料、纤维、橡胶、涂料、印泥都是工业、农业、交通运输业和日常生活中使用的物品。为了赋予它们较好的综合性能，这些物品通常是多种物质的混合物或共聚物，其红外光谱有的是多种物质红外光谱的叠加，有的是几种物质基团互相偶合的结果。因此，其红外光谱比均聚物和纯净物的红外光谱复杂得多，谱图解释也复杂、困难得多。现有的几种红外谱库主要是均聚物和纯净物的红外光谱，借助它们进行微量物证分析，检索结果的匹配度都比较低。

20多年来，作者分析过多种样品，获得约3万张红外光谱。经分析、归纳为塑料、纤维、橡胶、涂料、书写材料、颜料、填料、毒品、火炸药、黏合剂等16个大类。每类选取有代表性的谱图建立了“法庭科学常见微量物证红外光谱库”。库容目前有5000余张红外光谱图，基本上涵盖了红外光谱检验微量物证遇到的各种检材。经检索验证实用性比较好。

通过与标准谱库比较，进行红外光谱鉴定是红外光谱分析的重要方法。但这种方法必须建立在对物质结构和主要谱带归属有一个基本了解的基础上，否则会有很大的盲目性。正所谓感觉到的东西不一定能理解它，只有理解了的东西才能更深刻地感觉它。

为了配合“法庭科学常见微量物证红外光谱库”的使用，编写了本书。书中内容由3部分组成：一、介绍了常见塑料、纤维、橡胶、涂料、印油等均聚物的组成、结构、性能和红外光谱，并对红外光谱进行解释；二、介绍了塑料、纤维、橡胶、涂料、印泥等常用染料、颜料、填料、增塑剂的组成、结构、性能和红外光谱，并对红外光谱进行解释；三、介绍了上述两类物质的共聚物、共混物的组成、性能和红外光谱，并对红外光谱进行了解释。书中对均聚物或纯净物主要谱带的振动方式进行了解释，对共聚物或共混物的主要谱带指明其归属于何种均聚物或纯净物。

本书可供从事法庭科学红外光谱检验的同行参考，也可供相关专业从业人员参考，尤其适合熟悉红外光谱仪使用，但不熟悉法庭科学中微量物证红外光谱检验的从业人员参阅。本书可以单独使用，也可以与“法庭科学常见微量物证红外光谱库”共同使用。共同使用可以发挥谱库检索的方便，并借助书中内容加深对谱图的理解。

在编写本书的过程中，得到清华大学孙素琴教授、Perkin-Elmer公司王国强

博士的多方帮助，谨此表示衷心感谢。在编写中也得到吕俊岗、郁露、刘书珍、冯晓峰、李海燕、陶克明等同志的帮助，在此一并感谢。

由于本人水平有限，错误和失误在所难免，敬希指正。

冯计民  
2010年4月

# 目 录

<b>第 1 章 微量物证的基本概念</b> .....	1
1.1 微量物证的定义 .....	1
1.2 微量物证的特点 .....	1
1.3 微量物证的检验及其特点 .....	2
1.4 微量物证的勘查提取 .....	3
<b>第 2 章 红外光谱法</b> .....	5
2.1 红外光谱法的基本原理 .....	6
2.1.1 红外吸收的本质 .....	6
2.1.2 红外光谱仪和红外光谱图 .....	8
2.1.3 红外光谱提供的主要信息 .....	8
2.2 样品制备技术 .....	14
2.2.1 制样对光谱质量的影响 .....	14
2.2.2 制样方法 .....	15
<b>第 3 章 高聚物及其红外光谱的特征</b> .....	17
3.1 高聚物的分类 .....	17
3.2 高聚物的结构 .....	19
3.2.1 化学结构 .....	19
3.2.2 远程结构 .....	19
3.2.3 聚集态结构 .....	19
3.3 高聚物红外光谱的特点和类型 .....	20
3.4 高聚物的特征吸收谱带 .....	23
3.5 高聚物红外光谱的解释方法 .....	28
3.5.1 直接与标准谱图相比较 .....	29
3.5.2 排除法 .....	29
3.5.3 认可法 .....	32
3.5.4 认可法与排除法相结合 .....	33
3.5.5 红外光谱解释时的注意事项 .....	34
<b>第 4 章 常用填料、颜（染）料、增塑剂的红外光谱</b> .....	37
4.1 体质颜料的红外光谱 .....	37

4.1.1	滑石粉的红外光谱	37
4.1.2	硫酸盐的红外光谱	38
4.1.3	玻璃的红外光谱	39
4.1.4	碳酸钙和碳酸盐的红外光谱	40
4.1.5	碳酸钙和滑石粉混合物的红外光谱	42
4.1.6	二氧化硅的红外光谱	43
4.1.7	膨润土的红外光谱	43
4.1.8	磷酸锌的红外光谱	44
4.2	白色颜料的红外光谱	45
4.2.1	二氧化钛的红外光谱	45
4.2.2	钛白的红外光谱	46
4.2.3	高岭土的红外光谱	46
4.2.4	白云石的红外光谱	48
4.3	黄色和红色颜(染)料的红外光谱	49
4.3.1	铬黄的红外光谱	49
4.3.2	钼铬红(橙)的红外光谱	50
4.3.3	大红粉的红外光谱	50
4.3.4	耐晒黄的红外光谱	51
4.3.5	甲苯胺红的红外光谱	52
4.4	铁系颜料的红外光谱	53
4.5	蓝色和绿色染料	54
4.5.1	铁蓝的红外光谱	54
4.5.2	酞菁蓝的红外光谱	55
4.5.3	酞菁绿的红外光谱	55
4.5.4	铬绿的红外光谱	55
4.5.5	群青的红外光谱	56
4.6	增塑剂的红外光谱	57
4.6.1	邻苯二甲酸二辛酯的红外光谱	57
4.6.2	间苯二甲酸酯的红外光谱	59
4.6.3	氯化石蜡的红外光谱	59
4.7	填料	60
4.7.1	淀粉的红外光谱	60
4.7.2	水和二氧化碳的红外光谱	61

<b>第5章</b>	<b>塑料的红外光谱分析</b>	<b>62</b>
5.1	聚烯烃类高聚物的红外光谱	62
5.1.1	聚乙烯及其制品的红外光谱	62

5.1.2	聚丙烯及其制品的红外光谱	65
5.1.3	聚丁二烯的红外光谱	69
5.1.4	聚异丁烯的红外光谱	71
5.2	苯乙烯类高聚物的红外光谱	72
5.2.1	聚苯乙烯的红外光谱	72
5.2.2	苯乙烯-丙烯腈共聚物的红外光谱	73
5.2.3	苯乙烯-丁二烯共聚物的红外光谱	75
5.2.4	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物的红外光谱	75
5.3	含卤素高聚物的红外光谱	78
5.3.1	聚氯乙烯的红外光谱	78
5.3.2	氯化聚乙烯的红外光谱	92
5.3.3	聚偏二氯乙烯的红外光谱	93
5.3.4	聚偏二氯乙烯与丙烯腈共聚物 (VDC-A 或 A-PVDC) 的红外光谱	94
5.3.5	聚偏 (二) 氟乙烯 $F_2$ (PVDF) 的红外光谱	95
5.3.6	聚四氟乙烯及其制品的红外光谱	95
5.3.7	聚全氟乙丙烯的红外光谱	99
5.3.8	全氟磺酸树脂的红外光谱	100
5.4	其它碳链高聚物的红外光谱	101
5.4.1	聚乙烯醇的红外光谱	101
5.4.2	聚醋酸乙烯 (酯) 的红外光谱	102
5.4.3	聚丙烯酸酯和聚甲基丙烯酸酯的红外光谱	107
5.4.4	$\alpha$ -氰基丙烯酸乙酯的红外光谱	109
5.4.5	丙烯酸甲酯-苯乙烯共聚物的红外光谱	110
5.4.6	甲基丙烯酸甲酯-丁二烯-苯乙烯共聚物 (MBS) 的红外光谱	110
5.4.7	丙烯酸酯与 ABS 混合塑料的红外光谱	112
5.4.8	甲基丙烯酸甲酯-氯丁橡胶共聚物的红外光谱	113
5.4.9	甲基丙烯酸酯-苯乙烯-丙烯腈共聚物的红外光谱	114
5.5	杂环类高聚物的红外光谱	115
5.5.1	聚甲醛的红外光谱	115
5.5.2	环氧树脂的红外光谱	116
5.5.3	聚碳酸酯的红外光谱	118
5.5.4	聚酰胺的红外光谱	121
5.5.5	氨基树脂的红外光谱	132
5.5.6	不饱和聚酯树脂的红外光谱	136
5.5.7	聚氨酯树脂的红外光谱	137
5.5.8	有机硅树脂的红外光谱	141
5.5.9	酚醛树脂的红外光谱	142



5.5.10	聚苯醚的红外光谱 .....	145
5.5.11	聚苯酯的红外光谱 .....	146
5.5.12	聚酰亚胺的红外光谱 .....	146
5.6	降解塑料的红外光谱 .....	148
5.6.1	降解塑料的分类 .....	148
5.6.2	生物分解塑料 .....	148
5.6.3	聚羟基脂肪族酸酯 .....	149
5.6.4	聚羟基乙酸和聚乳酸 .....	149
5.6.5	聚 $\beta$ -羟基丁酸酯和羟基戊酸酯 .....	156
5.6.6	二氧化碳与环氧丙烷的共聚物的红外光谱 .....	158
5.6.7	聚己内酯 (PCL) 的红外光谱 .....	158
5.6.8	聚氨基酸 .....	159
5.6.9	脂肪族-芳香族共聚酯的红外光谱 .....	159
5.6.10	聚丁二酸丁二醇酯 (PBS) 的红外光谱 .....	165
5.6.11	淀粉填充降解塑料 .....	170
<b>第 6 章</b>	<b>纺织纤维的红外光谱 .....</b>	<b>172</b>
6.1	纺织纤维的种类 .....	172
6.2	纺织纤维的结构 .....	173
6.2.1	大分子结构 .....	173
6.2.2	超分子结构 .....	173
6.2.3	形态结构 .....	174
6.3	主要纺织纤维的结构和红外光谱 .....	174
6.3.1	涤纶的红外光谱 .....	174
6.3.2	锦纶的红外光谱 .....	175
6.3.3	腈纶的红外光谱 .....	176
6.3.4	醋酸纤维的红外光谱 .....	177
6.3.5	蚕丝的红外光谱 .....	181
6.3.6	羊毛的红外光谱 .....	181
6.3.7	维尼纶的红外光谱 .....	182
6.3.8	棉纤维的红外光谱 .....	183
6.3.9	氨纶的红外光谱 .....	183
<b>第 7 章</b>	<b>橡胶的红外光谱 .....</b>	<b>186</b>
7.1	天然橡胶和合成异戊二烯橡胶 (NR) 的红外光谱 .....	186
7.2	顺丁橡胶的红外光谱 .....	189
7.3	丁苯橡胶的红外光谱 .....	190

7.4	丁腈橡胶的红外光谱 .....	191
7.5	丁基橡胶的红外光谱 .....	192
7.6	乙烯-丙烯橡胶(乙丙橡胶, EPR 或 EPM) 的红外光谱 .....	194
7.7	氯磺化聚乙烯橡胶的红外光谱 .....	196
7.8	硅橡胶的红外光谱 .....	196
7.9	氟橡胶的红外光谱 .....	198
7.10	聚氨酯弹性体的红外光谱 .....	198
7.11	氯化聚乙烯橡胶的红外光谱 .....	199
7.12	氯丁橡胶的红外光谱 .....	200
<b>第 8 章 涂料的红外光谱 .....</b>		<b>203</b>
8.1	涂料的基础知识 .....	203
8.1.1	概述 .....	203
8.1.2	涂料的组成、分类和命名 .....	203
8.2	部分涂料原料的红外光谱 .....	206
8.2.1	醇酸树脂的红外光谱 .....	206
8.2.2	硝酸纤维素(CN) 的红外光谱 .....	207
8.2.3	松香的红外光谱 .....	208
8.2.4	甘油的红外光谱 .....	209
8.2.5	油类 .....	210
8.3	醇酸树脂漆的红外光谱 .....	211
8.3.1	醇酸树脂漆简介 .....	211
8.3.2	醇酸树脂的分类 .....	211
8.3.3	醇酸树脂漆的红外光谱及其解释举例 .....	212
8.4	氨基树脂漆的红外光谱 .....	240
8.4.1	氨基树脂漆及其红外光谱解释举例 .....	242
8.4.2	案例 .....	258
8.5	硝酸纤维素漆的红外光谱 .....	259
8.5.1	硝酸纤维素漆的性能和用途 .....	260
8.5.2	硝酸纤维素漆的红外光谱 .....	260
8.6	丙烯酸漆的红外光谱 .....	274
8.6.1	丙烯酸漆的分类和性能 .....	274
8.6.2	热塑性丙烯酸漆在工业上的应用 .....	275
8.6.3	热塑性丙烯酸漆的红外光谱 .....	275
8.6.4	热固性丙烯酸漆 .....	282
8.6.5	热固性丙烯酸漆的红外光谱及其解释 .....	283
8.7	酚醛树脂漆的红外光谱 .....	291

8.7.1	酚醛树脂漆的原料和种类 .....	291
8.7.2	各种酚醛树脂漆简介 .....	291
8.7.3	酚醛树脂漆的红外光谱 .....	292
8.8	过氯乙烯漆的红外光谱 .....	292
8.8.1	过氯乙烯树脂 .....	293
8.8.2	过氯乙烯漆的特点 .....	293
8.8.3	过氯乙烯漆的红外光谱 .....	293
8.9	环氧树脂漆的红外光谱 .....	300
8.9.1	环氧树脂漆的性能和用途 .....	300
8.9.2	环氧树脂的固化剂和固化反应 .....	301
8.9.3	环氧树脂漆的红外光谱 .....	302
8.10	聚氨酯漆的红外光谱 .....	310
8.10.1	聚氨酯漆的特点和用途 .....	311
8.10.2	生产聚氨酯漆的主要原料 .....	311
8.10.3	聚氨酯漆的分类 .....	312
8.10.4	聚氨酯树脂漆的红外光谱 .....	314
8.11	油脂漆的红外光谱 .....	321
8.11.1	油脂的分类和成膜机理 .....	321
8.11.2	油脂漆的品种 .....	322
8.12	天然树脂漆的红外光谱 .....	322
8.13	聚酯漆的红外光谱 .....	325
8.13.1	聚酯漆的组成和聚酯树脂种类 .....	325
8.13.2	聚酯漆红外光谱举例 .....	325
8.14	车辆涂装 .....	337
8.14.1	车辆涂装用涂料的性能要求 .....	337
8.14.2	汽车用涂装材料 .....	338
8.14.3	汽车用特种涂料 .....	343
8.14.4	汽车修补用材料 .....	343

## 第9章 红色印泥、印油的红外光谱 .....

9.1	样品 .....	345
9.2	红色印油、印泥部分原料的红外光谱 .....	346
9.3	各类印泥的红外光谱 .....	350
9.3.1	以蓖麻油为连接料、大红粉为染料的印泥的红外光谱 .....	351
9.3.2	以牛油为连接料、铅铬黄为染料的印泥的红外光谱 .....	352
9.3.3	以蓖麻油为连接料、铁红为颜料的印泥的红外光谱 .....	352
9.3.4	以蓖麻油为连接料、重石晶粉为填料、大红粉为染料的印泥的红外光谱 .....	353

9.3.5	以蓖麻油为连接料、白艳华为填料的印泥的红外光谱 .....	354
9.3.6	以蓖麻油为连接料、白艳华为填料、大红粉为染料的印泥的红外光谱 .....	354
9.3.7	以蓖麻油为连接料、铬酸铅和大红粉为染料的印泥的红外光谱 .....	355
9.3.8	以邻苯二甲酸酯、环氧树脂为连接料, 大红粉为染料的印泥的红外光谱 .....	356
9.3.9	以一缩二乙醇和少量蓖麻油为连接料的印油的红外光谱 .....	357
9.3.10	以蓖麻油、甘油为连接料的印油的红外光谱 .....	359
9.3.11	以石蜡油为连接料, 白云石、滑石粉为填料的印泥的红外光谱 .....	359
9.4	纸张上印痕的原位 Micro-ATR 检验 .....	361
9.4.1	傅里叶变换红外光谱 Micro-ATR 技术 .....	361
9.4.2	纸张上印泥的傅里叶变换红外 Micro-ATR 光谱 .....	362

<b>参考文献</b> .....	364
-------------------	-----

# 第 1 章 微量物证的基本概念

## 1.1 微量物证的定义

“微量物证”在我国还没有一个确切的定义。许多人根据自己在实际工作中的理解，各自给出了不同的定义。在长期的工作实践中，人们对“微量物证”也有了一些约定俗成的定义。

“微量物证”最初来源于英文的 trace evidence，“trace”具有多重含义，“微量”只是其含义之一，其它含义还有：“遗迹”、“示踪”、“绘出的经始线”、“探索”、“追究”、“查出”等。综合这几方面的意思，才是微量物证比较确切的含义。

受当初翻译取义的影响，在给“微量物证”下定义时，人们望文生义，过分强调了“微量”，而忽略了其更本质的含义：“示踪物”、“可以绘出经始线的物品”、“探索的凭证”等意义。其实在办案实际中，一些所谓“微量物证”一点都不“微”，如包碎尸的塑料膜，被撞坏的汽车保险杠，勒死人的绳索等，甚至交通事故案中常见的漆片，其数量也往往难用“微量”来描述。

所以，微量物证应该是指依法收集到的、可能与案件有关的、能够揭示和证实案件真实情况或能为侦破案件提供线索和划定范围、相对稳定的物品。它与一般意义上所讲的“物证”相比，有三个特殊点。

第一，它主要来自自然界或工农业产品，而不是来自人体本身或取自人体内脏。

第二，它是“物品”，是有体积和质量的实物。不是如脚印、指纹、工痕、轮胎印、血液飞溅的形态类的物证，也不是录音、脉搏、呼吸频率和爆炸闪光、录像等运动（振动）形式的物证。

第三，它“相对稳定”，一般不包括暂时性物证，比如尸体温度、咖啡凉热、人体气味、灯光强弱等。

刑事技术中常见的微量物证有：纤维、塑料、橡胶、涂料、黏合剂等高分子材料；金属、玻璃、矿物、水泥、土壤等无机物；纸张、油墨、墨水、印油等书写材料；火药、炸药、爆炸残留物、射击残留物；纵火剂、油脂等化学试剂等。

## 1.2 微量物证的特点

微量物证与其它物证相比，有许多其它物证不具备的特点，这主要指以下几个方面。

第一，微量物证通常是以其物质属性来为案件的侦察提供线索、划定范围，证实案件真实性。现场提取的物品在案件中不是理所当然的就是物证，在提取后它只是有可能成为物证的自然物，要使客观存在的自然物成为法律上认可的物证，多数要进行科学技术鉴定。

第二，广泛性和多发性。

工农业产品和日常生活用品都可能成为微量物证。这一特点决定微量物证有了下面三个派生的特点：

(1) 只要认真收集，大部分案件都可以提取到微量物证。有人说许多案件的微量物证，主要的不是有没有的问题，而是勘查时有没有注意提取的问题，是有一定道理的。随着科学技术的发展，检验水平的提高，微量物证在侦察和定案中的价值也越来越大，人们的重视程度与日俱增。

(2) 客观存在的非唯一性决定了它只能做种类区分。微量物证检验一般只能做种类区分，很难做到同一认定，至多能给出一个相似度或显著性水平的数值。我们知道，发现了出现概率越小的物品，其物证价值越大。而大部分微量物证是工农业产品或日用品，同一种类的物品，不仅数量巨大，而且物理化学性质相近。社会存量巨大，案件中出现概率高，因而降低了一些物品的物证价值。

(3) 难以避免性和无法预防性。案发时微量物证的产生是难以避免的，也是犯罪嫌疑人难以预防的。100起交通事故肇事逃逸案中，90起会有油漆物证；爆炸案的残留物是犯罪分子无法控制的；犯罪分子遗留在现场的毛发、衣服纤维也是他们难以防范的。

### 1.3 微量物证的检验及其特点

微量物证检验所涉及的内容包括微量物证在案发现场的分布规律；科学的提取方法；检材的预处理；分析检验；综合分析检验结果，给出准确、符合案件实际情况的鉴定结论。微量物证检验具有以下的特点。

第一，微量物证需要多种仪器综合性检验。

微量物证检验不能做到同一认定，这是由微量物证存量巨大，分布广的特性决定的。但办案实际要求它尽可能逼近同一认定或彻底排除。

出现几率越大的物证，能做到同一认定或彻底排除的可能性越小，出现几率越小的物证，逼近同一认定或彻底排除的可能性越大。

有时同种类物质社会存有量很大，它们的理化性质相似，要把它们区分开有很多困难。但是，我们也应该看到，同种类物品间的相似也只是相似而已。两个非同源个体之间总会存在差异。有差异就能把两个非同源个体区分开。关键是我们能否找到可以表征这种差异的方法，能否找到表征这种差异的物理量（特征反映体）。用多种仪器手段，从多个角度表征物质的特性，就能较多地发现不同个体间的差

别，逐一排除非同源个体，逐渐逼近同一认定，或彻底排除，或计算出现场检材与嫌疑样本间的相似度。比如两件衣服，可比的特征反映体有颜色、大小、样式、纤维品种、纺线粗细、织法、针脚大小、钮扣种类、染料品种、缝线种类、衬里、疵点特征、磨损程度等。检验得越仔细，比较的特征反映体越多，区分率越高，得出的结论越准确可靠。

第二，微量物证检验要求尽可能是无损的。

案件中的每一物证都十分珍贵，其数量和形貌在案件侦查中往往具有决定性的意义。所以要求检验时尽量不破坏检材。如果受所采用方法的限制，不得不损耗一部分物证，也要遵循尽量不破坏物证原貌的原则。在检验时要先用无损检验的方法，后用有损检验的方法。以字迹检验为例，可采用的方法有显微分光光度法，红外微区衰减全反射法和化学法，前两种方法是无损检验，当然应该首先选用。

第三，微量物证检验的结果要做必要的数理统计。

微量物证检验难以做到同一认定，有时也难以彻底排除。为了使微量物证检验逼近同一认定或彻底排除，最大限度地发掘微量物证的证据作用，人们引入了多种分析手段，其中包括各种仪器分析。仪器检验的结果得出了一堆谱图、数据。不进行必要的数据处理，这些谱图、数据对案件是没有用的。这是因为以下两方面的原因。

(1) 测试过程中由于受仪器精度、测试环境、样品变化、技术人员业务水平等因素的影响，分析测试总是不可避免地或多或少带有误差。误差常常会掩盖以至于歪曲客观事物的本来面貌，有时会引导我们做出错误的结论。数理统计可帮助我们分析误差的属性、产生的原因、可接受的范围，去伪存真，从中引出符合客观实际的正确结论。

(2) 从检验结果引出符合客观实际的正确结论，要有一个前提条件，就是对所检物证在案发的时空内出现的几率大小有一个基本的估计。比如在被撞自行车的附着油漆和肇事嫌疑车的油漆中都检出了钛元素，证据作用就比较小，都检出了锰元素证据作用就比较大。这是因为二氧化钛是油漆的常用填料，而油漆中很少检出锰元素。

## 1.4 微量物证的勘查提取

勘查现场前，侦察、技术人员要尽可能详细地了解案情，做到心中有数；勘查现场时，要根据案情认真识别、判断与案件有关的物品，一时无法确定的，先作为物证处理；要尽量保护好可能物证的原状，及时拍照，不轻易改动现场物品的存放位置、方向、上下次序；提取的每一物证要详细记录提取的时间、位置、数量、颜色、形状、尺寸、顺序等。如果有可能要连同载体一块提取。

受理送检案件时，检验人员要认真检查送检物品。按照送检清单逐一核对送检

物品，特别注意查验包装是否完整，送检物品有无损坏、失散。仔细审查送检要求，判断送检物品是否具有实现送检要求的条件，不具备条件的向送检人讲明原委，并根据现实情况提出适当检验建议，供送检人员参考。

有些微量物证，如燃烧、爆炸残留物，交通肇事案中的油漆，土壤等在提取时，要在附近提取若干份空白对照样。这对下一步的检验和正确分析检验结果都非常重要。

微量物证的收集范围不能仅局限于发案现场，比如房屋的出入口可能黏附有犯罪分子衣服上的纤维；纵火、爆炸案现场外可能留有犯罪分子留下的烟头、饮料瓶、塑料桶等；盗窃案中在犯罪分子逃跑的路上可能散落有与案件有关的物品。

案情不同，微量物证的性质不同，提取的方法也不同，要注意其中的差别，不能想当然地类推。比如微细的玻璃屑、金属粉末可以用胶带纸黏附提取、保存。塑料、纤维和油漆等高分子材料就不能用这种方法。这是因为胶带纸所用原料，与塑料、纤维和油漆所用原料都是高聚物。用胶带纸黏附这些高分子材料无异于是在人为地污染。严重时会使微量物证失去检验条件。

数量或尺寸较大的物证材料要注意收集全，注意拼接。数量大的物证也要尽量收集完全，千万不要因其多，以“够用了”为由而只收集一部分。分别从现场和嫌疑人处提取的有些物证，比如破碎的车灯玻璃，断裂的金属制品、硬塑料碎片等往往能拼接在一起，做到分离体同源认定，这是逼近“同一”认定的绝好方法，多种仪器综合分析都难以达到，只能达到逐渐逼近的水平。



## 第 2 章 红外光谱法

三棱镜能够把太阳光分解为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的光谱带，它也可以把可见光之外的“光线”分解为不同的谱带。把温度计放在光谱带的红光之外，温度会升高。这样人们发现了眼睛看不见但具有热效应的红外线。它和可见光一样，有反射、衍射、偏振等性质。它的传播速度和可见光相同，但波长大于可见光波长。

红外区是电磁波总谱的一部分，波长在  $0.7\sim 1000\mu\text{m}$  左右，红外区又进一步分成三个区，即近红外区、中红外区和远红外区。通常的红外光谱测定范围是基频红外区（中红外区， $2.5\sim 25\mu\text{m}$ ，即  $4000\sim 400\text{cm}^{-1}$ ）。电磁波总谱中的各个区都对应光谱法，见表 2.1。

表 2.1 划分成光谱区的电磁波总谱

波长及其分区	运动形式	光谱法
无线电波区( $2\times 10^5\mu\text{m}$ 以上)	核自旋	核磁共振谱
微波区( $2\times 10^5\sim 1000\mu\text{m}$ )	电子自旋	微波光谱
	分子转动	顺磁共振光谱
远红外区( $1000\sim 25\mu\text{m}$ , $10\sim 400\text{cm}^{-1}$ )	分子转动及晶体的晶格振动	远红外光谱
基频红外区( $25\sim 2.5\mu\text{m}$ , $400\sim 4000\text{cm}^{-1}$ )	分子基频振动	中红外光谱
近红外区( $2500\sim 750\text{nm}$ , $4000\sim 13333\text{cm}^{-1}$ )	主要涉及 O—H、N—H、C—H 键的振动及其倍频、合频吸收	近红外光谱
可见区( $750\sim 400\text{nm}$ )	外层电子跃迁	可见和紫外光谱
紫外区( $400\sim 10\text{nm}$ )		
X 射线区( $10\sim 0.01\text{nm}$ )	内层电子跃迁	X 射线光谱
Y 射线区( $0.01\text{nm}$ 以下)	核反应	Y 射线光谱

红外光谱法与其它光谱法相比，主要优点是：①特征性好，甚至可以用来分析同分异构体、立体异构体等，因而主要用于定性鉴别；②适用样品范围很广，样品有固体、液体、气体，有有机物，也有无机物，有高聚物，也有小分子，有天然产物，也有人工合成品。

红外光谱法的局限性是：①灵敏度较欠缺，痕量分析有困难，随着红外显微镜技术的快速发展，这一欠缺对样品分析的制约越来越小；②定量不如紫外光谱法好；③谱图解释对经验的依赖性比较强，但随着计算机技术的发展和样品库的完善，谱图自动检索的可靠性不断提高；④红外分析不宜分析含水样品，但此时可用