

拉曼光谱法鉴别常见炸药

梁鲁宁¹, 林雷祥¹, 董永宪¹, 田宝忠¹, 杨延勇² (1.公安部物证鉴定中心,北京 100038; 2.英国雷尼绍公司)

摘要: 目的 建立一种识别炸药的方法。方法 使用激光显微拉曼光谱法对 17 种常见炸药粉末进行了分析。结果 17 种常见炸药均有丰富的拉曼位移峰, 可以通过其位移峰峰位的不同区分不同成分的炸药。结论 拉曼光谱法适用于快速准确地识别炸药。

关键词: 炸药; 拉曼光谱; 鉴别

中图分类号: DF794.3 文献标识码: A 文章编号: 1008-3650(2003)05-0013-04

Identification of common explosives by using raman spectroscopy

LIANG Lu-ning¹, LIN Lei-xiang, DONG Yong-xian, et al (1.Institute of Forensic Science, Ministry of Public Security, Beijing 100038, China)

ABSTRACT: **Objective** Distinguishing to common explosives of different composition. **Method** Raman spectroscopy was applied to separating 17 kinds of explosives of different composition. **Results** Each of the 17 kinds of explosives has perfect raman spectrum. We can distinguish the contents of them according to the different raman shift of peaks. **Conclusion** Raman spectroscopy is suitable to distinguish the explosives quickly and accurately.

KEY WORDS: explosives; raman spectroscopy; distinguish

利用爆炸进行破坏活动其危害严重, 社会影响大。国际上一些恐怖组织经常采用这一手段进行破坏活动, 国内随着生产力的发展和炸药在工厂、矿山、城市、农村的广泛应用, 爆炸案件也在不断增加。因此, 炸药的检测是法庭科学工作者极为关注的问题。

目前, 常规炸药检验的主要方法有: 化学法、气相色谱法、负离子质谱法、薄层色谱法、色质联用法等。这些方法大都需要繁琐的预处理过程。所以我们将近年来在物证鉴定领域越来越凸现优势的拉曼光谱法, 引入炸药检验领域, 为快速准确检验炸药提供一种新的选择。

1 激光拉曼光谱的原理

激光拉曼光谱仪是依据拉曼效应的原理设计的, 拉曼效应的第一特点是每一种物质(分子)有自己的特征拉曼光谱, 可以作为表征这一特质之用。每个分子产生的拉曼光谱的谱带数目、谱带强度、位移大小等都直接与分子的振动和转动相关联, 所以拉曼光谱属于分子的振动和转动光谱, 通常简称分子光谱^[1]。

2 激光拉曼光谱分析的特点

激光拉曼光谱采用低功率激光光源作为激发光

源, 实现无损耗不接触检验。由于激光光束很细, 分析样本的空间分辨率很高, 可以实现显微微区分析, 所以对于固态颗粒的混和物分析有较大的优势^[2,3]。

3 样本准备

将 17 种炸药粉末用双面胶纸粘结在载玻片上, 制成待检样品。样品目录见表 1。

表 1 分析样品明细表

编号	物质名称	编号	物质名称
1	黑索今	10	特屈尔
2	R791	11	铵油炸药
3	R852	12	梯恩梯
4	奥克托今	13	太安
5	硝基胍	14	硝酸铵
6	苦味酸	15	塑-4
7	PYX	16	2#岩石
8	硝酸脲	17	浆状炸药
9	吉纳		

4 检验

分析仪器: 英国雷尼绍公司产 RM2000 型拉曼光谱仪; 分析条件: 狭缝 15 μ , 功率效率 10%~50%, 放大倍数 50 倍, 采集时间 60s, 累积次数 5 次。17 种样品的谱图参见图 1~图 17。结果判别: 信噪比大于 3, 表明该位置有拉曼峰。17 种样品的特征拉曼位移峰参见表 2。

作者简介: 梁鲁宁(1963-), 女, 山东荣成人, 副研究员, 学士, 主要从事书写材料研究及检验鉴定工作。Tel: (010) 63437760。

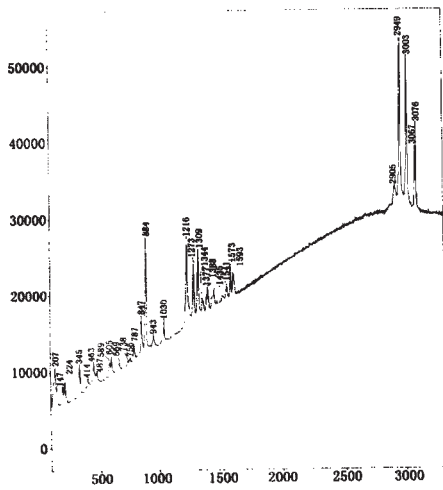


图1 黑索今的拉曼谱图

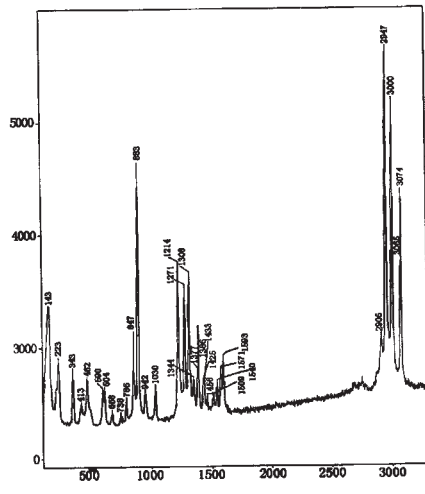


图2 R791的拉曼谱图

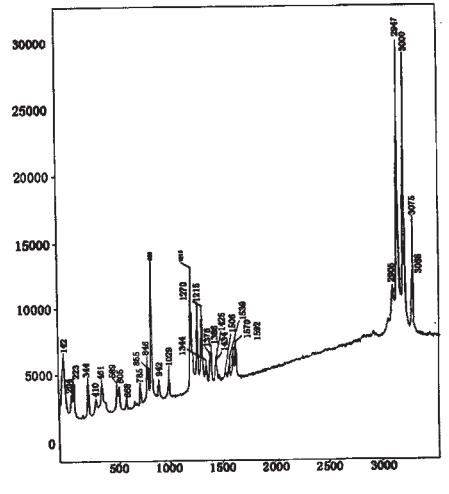


图3 R852的拉曼谱图

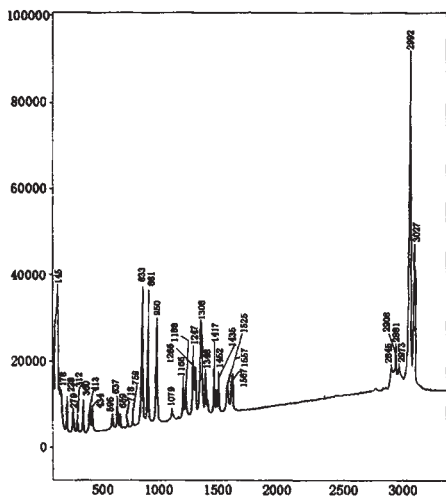


图4 奥克托今的拉曼谱图

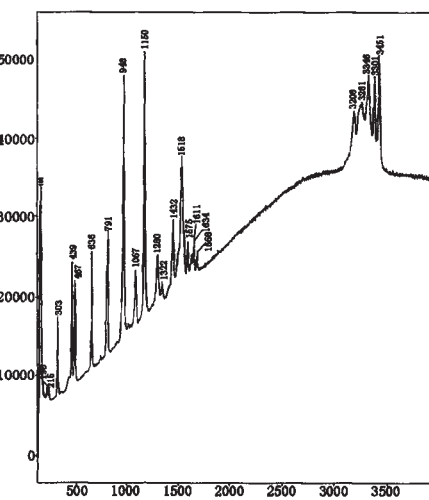


图5 硝基胍的拉曼谱图

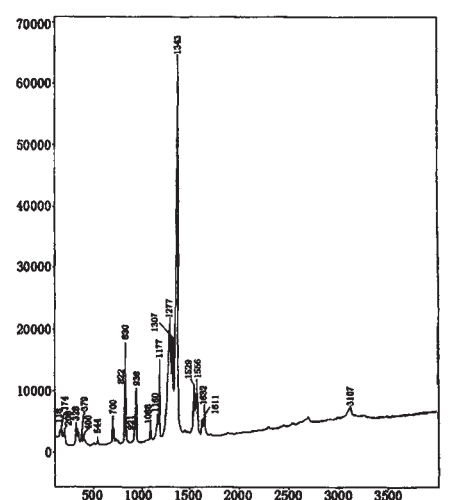


图6 苦味酸的拉曼谱图

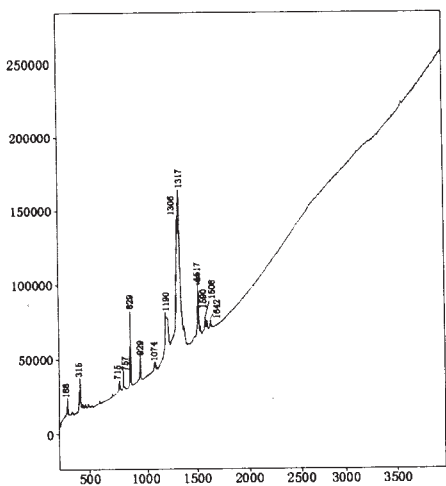


图7 PYX的拉曼谱图

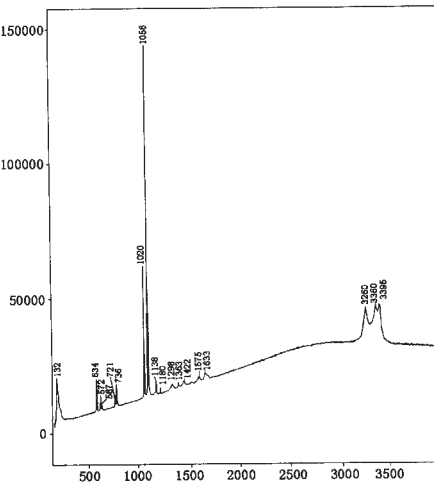


图8 硝酸脲的拉曼谱图

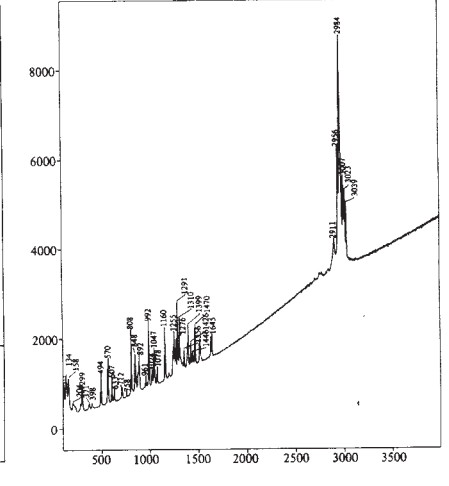


图9 吉纳的拉曼谱图

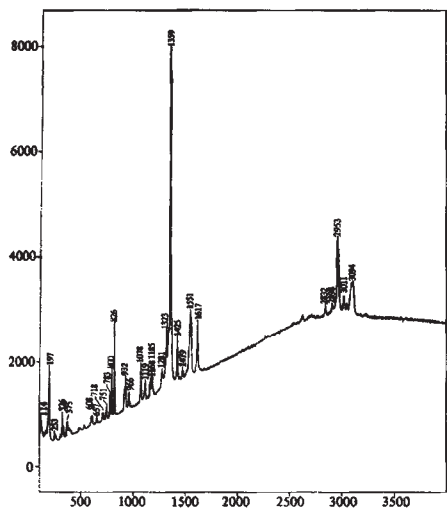


图10 特屈尔的拉曼谱图

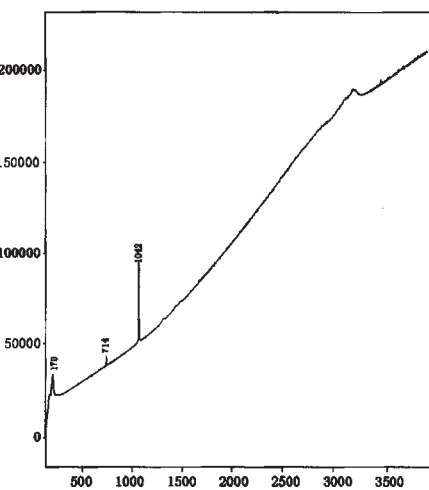


图11 铵油炸药的拉曼谱图

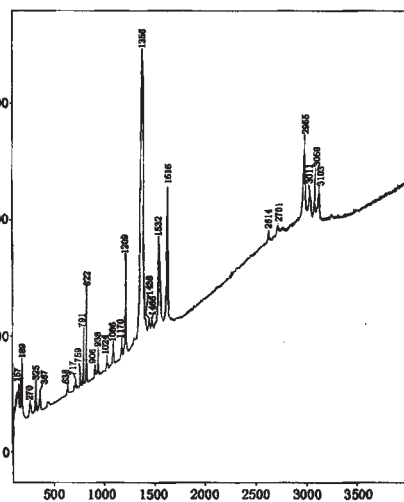


图12 梯恩梯的拉曼谱图

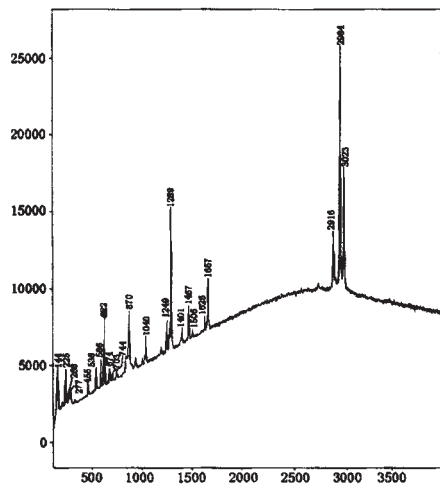


图13 太安的拉曼谱图

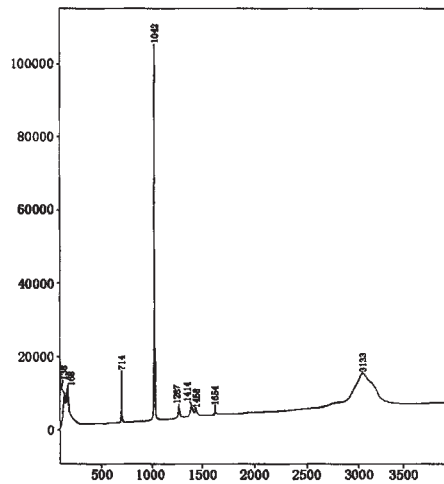


图14 硝酸铵的拉曼谱图

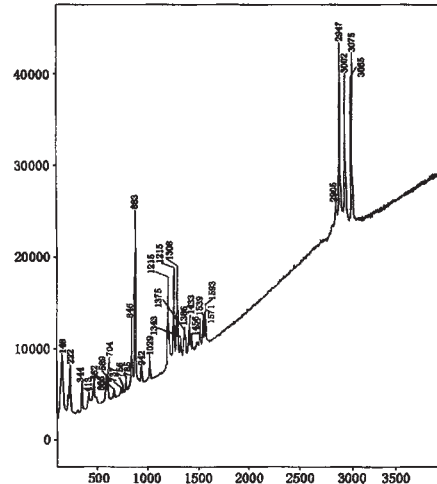


图15 塑-4的拉曼谱图

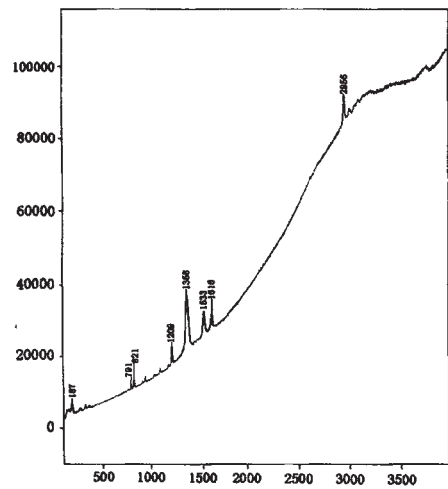


图16 2#岩石的拉曼谱图

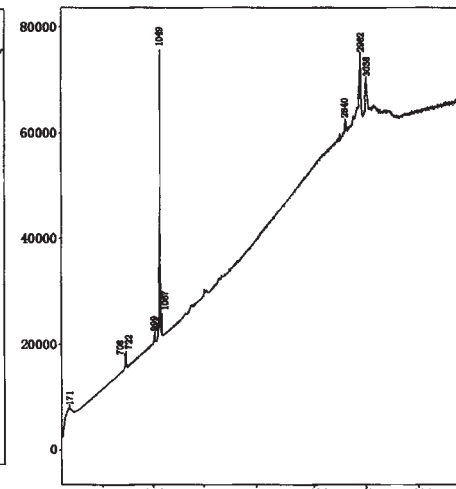


图17 浆状炸药的拉曼谱图

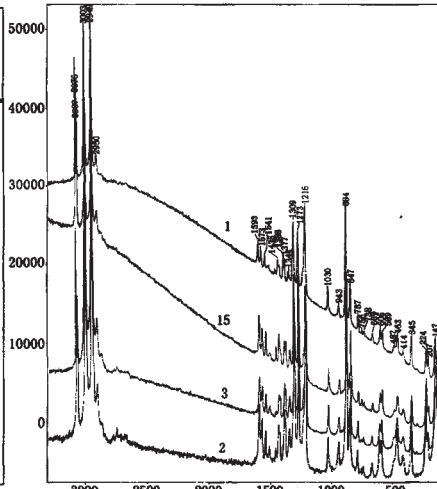


图18 1、2、3、15号样品的拉曼谱图

表2 17种样品的12个主要拉曼位移峰列表

编号	拉曼位移(单位 cm^{-1})											
1	847	884	943	1030	1216	1273	1309	2905	2949	3003	3067	3076
2	847	884	943	1030	1216	1273	1309	2905	2949	3003	3067	3076
3	847	884	943	1030	1216	1273	1309	2905	2949	3003	3067	3076
4	145	833	881	950	1247	1308	1417	2845	2881	2908	2992	3027
5	303	439	467	636	791	948	1150	1518	3208	3346	3401	3451
6	700	830	938	1088	1177	1277	1307	1343	1529	1556	1632	3107
7	188	315	715	757	829	929	1074	1190	1317	1517	1590	1642
8	132	534	572	736	1020	1056	1298	1575	1633	3260	3360	3395
9	494	570	808	992	1160	1399	2911	2956	2984	3007	3023	3039
10	197	800	825	932	1078	1359	1425	1551	1617	2953	3011	3094
11	170	714	1042	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	189	325	791	822	1209	1356	1532	1616	2955	3011	3059	3103
13	144	225	622	870	1040	1249	1289	1467	1657	2916	2984	3023
14	138	168	714	1042	1287	1414	1458	1654	3133	-	-	-
15	847	884	943	1030	1216	1273	1309	2905	2949	3003	3067	3076
16	189	791	822	1209	1356	1532	1616	2955	-	-	-	-
17	171	708	722	999	1049	1067	2840	2982	3038	-	-	-

5 结果与讨论

(1) 图1~图17显示,17种常见炸药均有相当丰富的拉曼特征位移峰,且每个峰的信噪比较高,表明用拉曼光谱法对炸药进行成分分析方法可行,得到的谱图质量较高。

(2) 表2显示,1、2、3、15号样品的谱图基本相同见图18,查阅手册可知这4种炸药的成份均以黑索今为主。

16号样品与12号样品拉曼图的主要特征峰一致,查阅手册可知该种炸药含85%左右的硝酸铵(14号样品)和10%~12%的梯恩梯(12号样品),但测试中只检出12号样品的主要特征峰,未检出14号样品的主要特征峰,表明12号样品的拉曼信号远强于14号样品。

其余样品拉曼特征峰峰位相互间均有较大差异,表明可以通过其特征拉曼峰峰位的不同区分不同成分的炸药。

(3) 由于激光拉曼光谱具有微区分析功能,即使是混合炸药,也可以通过显微分析技术对其进行识别,得到不同组分的拉曼光谱图。

目前,除上面分析的17种常见炸药外,其余种类炸药和火药的建库工作笔者也在进行中。现代拉曼光谱仪具有较强的数据库功能,只要把常见的炸药的拉曼谱图建库,即可通过谱图自动检索功能进行查谱,确定检材是否为谱图库收入的炸药中的一种,如果查到,即可判定其大致的炸药种类。

参考文献:

- [1] 朱自莹,顾仁敖,陆天虹. 拉曼光谱在化学中的应用[M]. 沈阳:东北大学出版社,1998.7~9.
- [2] 梁鲁宁,濮玉梅,田丽丽等. 激光拉曼光谱区分黑色圆珠笔字迹初探[J]. 刑事技术,2000(3):28~29.
- [3] 梁鲁宁,徐丽娜,周恒智等. 拉曼光谱法鉴别常见毒品[J]. 刑事技术,2003(1):17~19.

收稿日期:2003-06-16

消息

《刑事技术》于2003年7月入选为中国学术期刊综合评价数据库(Chinese Academic Journal Comprehensive Evaluation Database)统计源期刊。