

岛津电子探针 EPMA 在气枪铅弹检定中的应用

EPMA-038

摘要：气枪弹测试依据的是国标和公安部通知，司法第三方在出具检测报告时往往也只做出是否为气枪弹的判断，而后来“两高”的司法解释中对于气枪铅弹的认定给出了量刑指示，这就导致了需要对材质进行判断，即不仅需要判断是否是气枪弹还需要认定是否为气枪铅弹。本文测试结果展示了岛津电子探针 EPMA 可以快速地材质进行区分和确认，为司法量刑提供科学参考。同时也对比了能谱仪 EDS 和电子探针 EPMA 的测试结果，说明了在应对成分复杂的检材时，使用电子探针 EPMA 可以排除由于能谱仪 EDS 的灵敏度和分辨率所导致的假象数据。

关键词：气枪弹 气枪铅弹 材质检定 电子探针

鉴于涉枪犯罪的严重危害性，我们国家实行严厉的控枪、控弹政策，管制范围不仅限于以火药燃烧气体压力为动力的制式枪支，还包括非法制造、持有、运输、贩卖高压气枪、仿真枪支和各种弹药。

由于以往的规定中对“当所发射弹丸的枪口比动能大于等于 1.8 焦耳 / 平方厘米时，应认定为枪支”，导致一些涉及玩具枪和仿真枪的群众也犯罪入刑，另一方面，由于巨大的利益诱惑，一些人铤而走险，民间仍有藏匿高压气枪现象。我国的控枪控弹形势依然严峻。2018 年 3 月 30 日起，《最高人民法院、最高人民检察院关于涉以压缩气体为动力的枪支、气枪铅弹刑事案件定罪量刑问题的批复》正式施行，就如何对非法制造、买卖、运输、邮寄、储存、持有、私藏、走私以压缩气体为动力的枪支、气枪铅弹行为定罪量刑的问题作出明确指示。

常见的气枪弹鉴定多参照《公安部关于规范涉案枪支弹药称谓的通知》（公治 [2009]354 号）及 GB/T 28800-2012《气枪弹》两种标准开展，这两种标准只能对检材是否是气枪弹做出判断，并不能直接给出是否为气枪铅弹的检验意见。在实际的办案过程中，对于只认定气枪弹，不认定气枪铅弹就存在一定的执行误区。

气枪铅弹存在严重的社会危害性。由于铅比较软，当射入人体后能够受挤压变形乃至破裂，将所有动能全部释放出来，导致人体组织出现喇叭型空腔效应，或者出现不规则旋转，创伤面积是弹丸横截面积的几十倍上百倍。另外，如果弹丸的碎片没有及时全部从伤口取出，还会发展成慢性铅中毒，造成不可逆的器官损伤。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津 EPMA-1720 电子探针显微分析仪

1.2 分析条件

加速电压：15 kV

束流：100 nA

测试时间：6 min

1.3 样品处理

用不锈钢手术刀切取样品，置于导电胶带上，备检。



■ 电子探针分析的原理及特点

用一束细聚焦并加速到指定能量的电子束，照射到气枪弹的物证检材表面，电子束与检材交互作用，激发出一系列信号，使用不同的检测器检测这些信号，就可以对检材进行显微形貌的观察及其成分的定性和定量分析，即可以对气枪弹的材质进行检定。电子探针对于物证检材的测试具有原位、无损、快速检测的特点。

岛津电子探针 EPMA 搭配兼具灵敏度和分辨率的、统一尺寸的 4 英寸罗兰圆半径的全聚焦分光晶体、以及 52.5° 的高位特征 X 射线检出角，对于凹凸不平的检材试样、涉及重基体中轻元素和超轻元素的测试都具有明显的意义。

■ 结果与讨论

案情介绍：2016 年 9 月份至 2017 年 4 月份，何某从网上获取非法买卖枪支信息后，从网上购买一支气枪及铅弹。2017 年 x 月 x 日，公安局民警在何某家中搜查发现疑似铅弹一包（1448 颗）。从中随机选取 2 颗（见图 1）进行气枪弹材质的检定，微观形貌观察和成分测试结果分别见图 2~5。

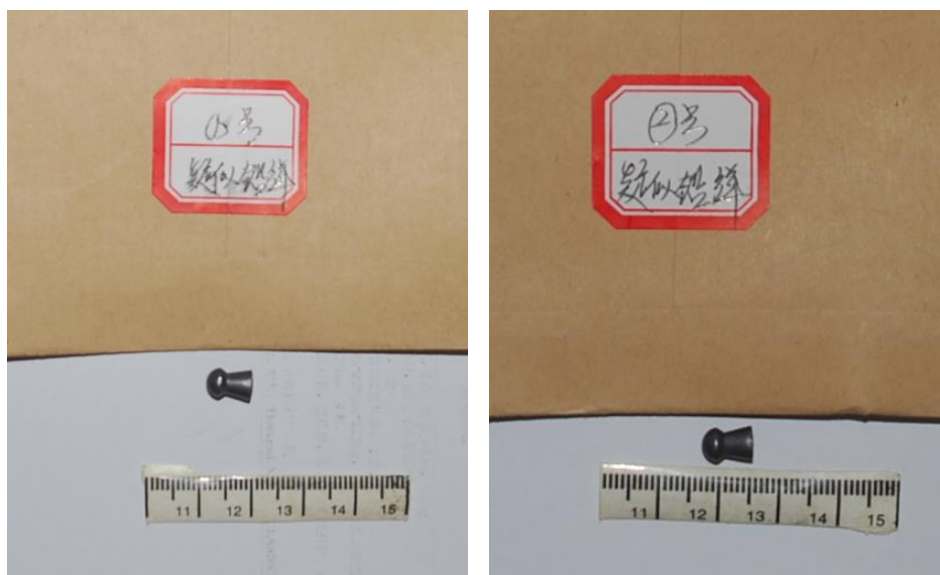


图 1 疑似气枪铅弹检材试样宏观形貌 JC1# ~JC2# 号

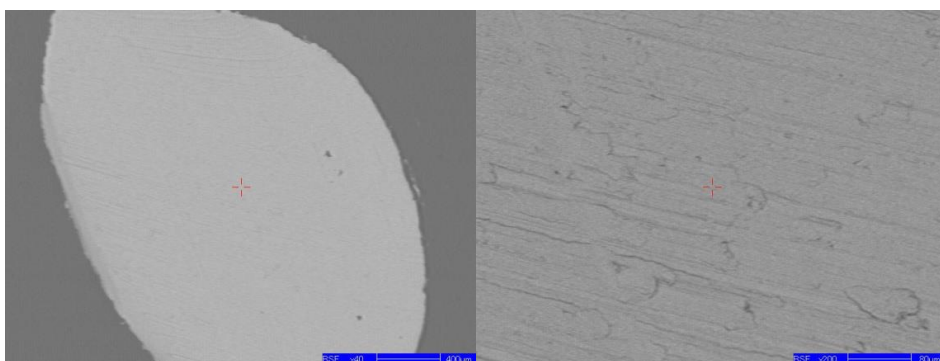


图 2 检材试样 JC1# 微观形貌特征

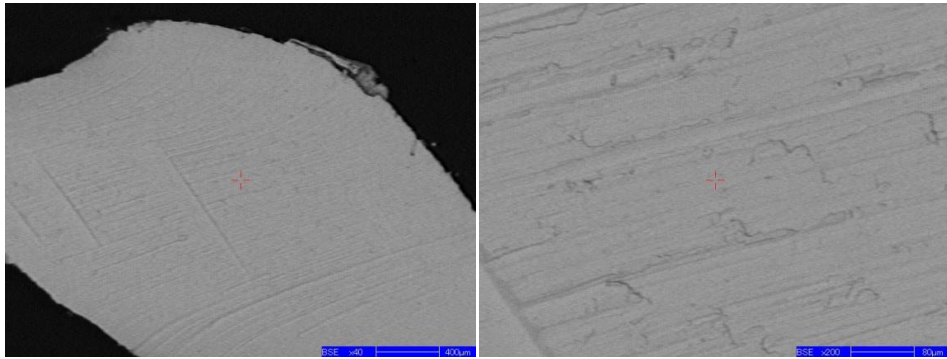


图3 检材试样 JC2# 微观形貌特征

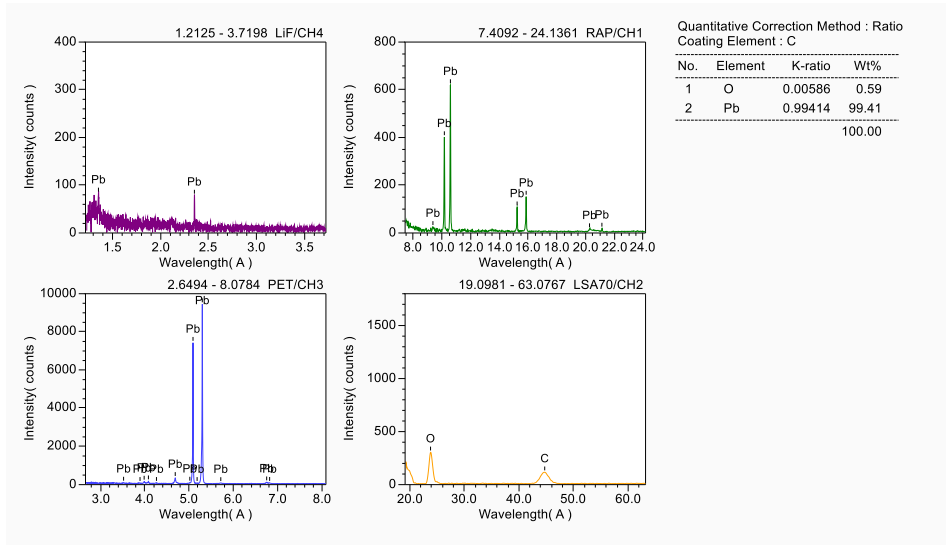


图4 电子探针测试检材试样 JC1# 元素分析谱图及结果

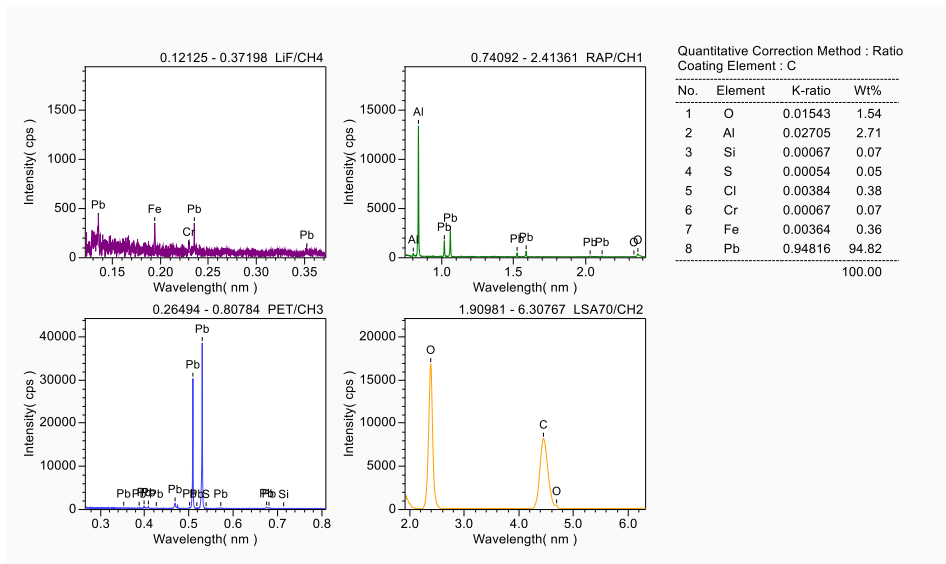


图5 电子探针测试检材试样 JC2# 元素分析谱图及结果

根据岛津电子探针测试结果，检材试样 JC1# 为纯铅构成，由于铅材质较软且易氧化，所以含有微量的元素氧（O）；检材试样 JC2# 为铅合金，但合金元素含量极低，或为子弹制备原材料引入的杂质。在不同的检材上均发现主体为铅（Pb）元素，说明此子弹为铅及铅合金制成，可以确认此气枪弹为气枪铅弹。

岛津电子探针 EPMA 使用波谱仪（WDS）进行元素的测试和分析，同时可以选配能谱仪（EDS）进行快速的定性半定量测试。对这两种检材进行快速的成分确认，结果见图 6、图 7。

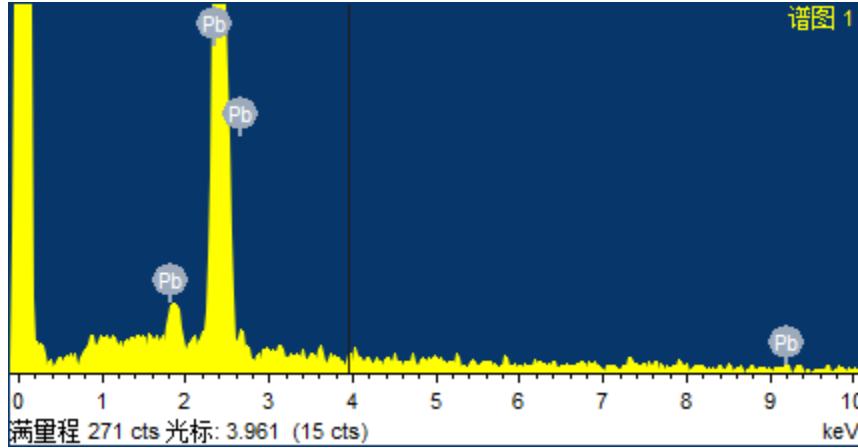


图 6 能谱仪测试检材试样 JC1# 元素分析谱图及结果

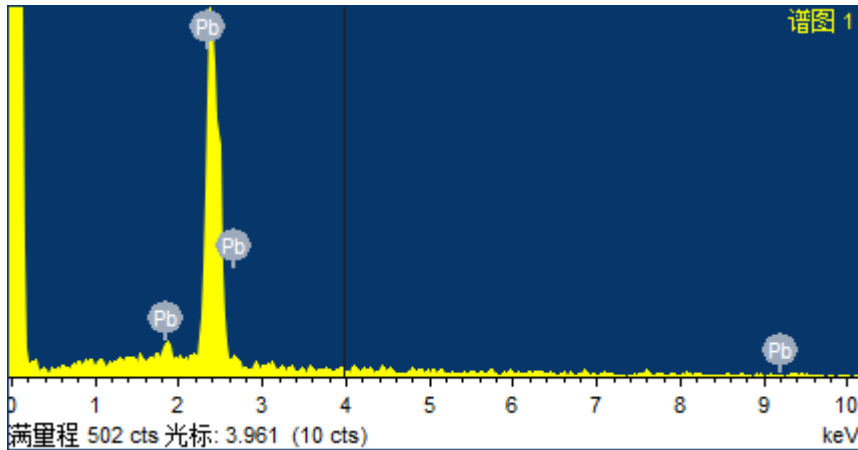


图 7 能谱仪测试检材试样 JC2# 元素分析谱图及结果

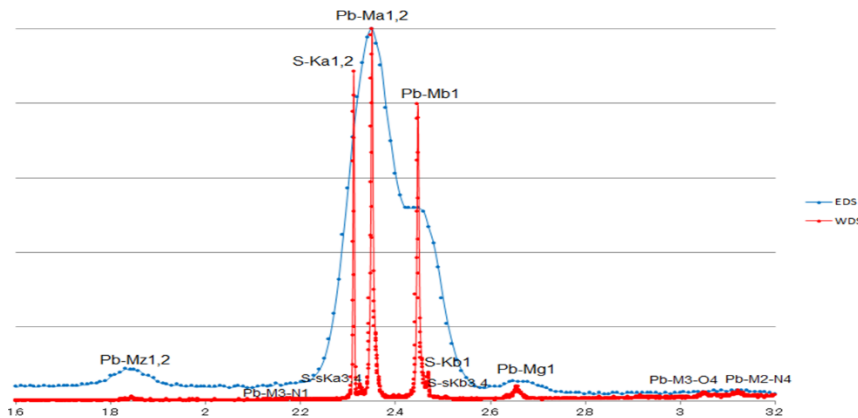


图 8 波谱仪 WDS 和能谱仪 EDS 测试 Pb 和 S 的谱图对比

在检材 JC2# 中, WDS 发现了更多的微量元素, 这是由于 WDS 的元素测试灵敏度比 EDS 高 (即检出限更好), 而且特别检出了元素 S。由于 Pb Ma 和 S Ka 的特征 X 射线能量仅相差 35eV (分别为 2.343keV 和 2.308keV), 而一般商用 EDS 的能量分辨率为 127eV 左右, 在 EDS 谱图上是完全重合的。而 WDS 的能量分辨率要比 EDS 高一个数量级, 是能够完全区分这两个元素的特征峰的。放到一个坐标系下, 对比一下 WDS 和 EDS 的谱图见图 8。在检材成分复杂的情况下, 使用电子探针 EPMA 可以排除由于能谱仪 EDS 的灵敏度和分辨率所限导致的假象数据, 比如射击残留物和爆炸残留物的分析。

■ 结论

使用岛津电子探针 EPMA 对非法弹药进行了材质成分检测, 此种方法可以快速确认国标和公安部通知中认定的气枪弹和“两高”司法解释中的气枪铅弹的材质区分, 为司法第三方出具检验报告提高科学的数据保障。针对检材试样中含有较为复杂的元素成分构成时, 使用元素测试灵敏度更高和能量分辨率更好的电子探针 EPMA 比常规使用的扫描电镜 SEM+ 能谱仪 EDS 更具优势, 可以有效地排除假象数据。

< 致谢 >

感谢河南省公安厅常先磊老师提供案例素材。

岛津应用云

