

XRD 联合 EDXRF 用于交通事故物证鉴定

XRD-040

摘要： 本文使用岛津 EDXRF 和 XRD 测试了某司法鉴定机构送检的两个油漆样品，EDXRF 给出了两个油漆样品元素组成信息，XRD 的物相鉴定直接给出了油漆无机填料中元素的赋存状态，即确定性化合物；两种检测技术能够认定或排除肇事车辆，为案件的侦破提供线索，该方法无需化学前处理，制样和测试均比较简单，测试时间短，且不会破坏样品，可适用于公安司法的物证鉴定。

关键词： 油漆 物证鉴定 岛津 X 射线衍射仪 X 射线荧光光谱仪

物证在刑侦案件中有着非常重要的意义，这是因为物证不会“说话”，因而不会“说谎”。交通事故逃逸是一种性质恶劣的违法行为，而且由于主动逃避的故意，嫌疑人即使被抓后也往往百般抵赖。交通事故的物证鉴定能为案件侦破提供线索，为判明驾乘人员、判断交通事故的责任归属提供有效的证据。

X 射线荧光光谱仪 (XRF) 和 X 射线衍射仪 (XRD) 作为广泛使用的无损检测手段，制样简单、快速，对于物证鉴定有着重要意义，在物证鉴定中日益获得广泛的应用。样品受到 X 射线照射时，会发生多种物理效应，不同的效应可以提供样品不同的组分信息。XRF 检测样品发出的特征 X 荧光，可以了解样品的元素组成，并可进一步通过强度与含量的关联计算样品中的

元素含量。XRD 通过检测样品中晶态物质的衍射 X 光线，可以获知样品的物相组成，直接给出化合物信息，从根本上克服了其它检验方法只能给出基元，不能确定性化合物的难题。

EDXRF 和 XRD 测试无需化学前处理，不会破坏样品，测试完成后样品还可以使用其它检测手段继续检测，这对于物证鉴定有特别的意义。本文中展示的方法不仅可以用于交通肇事的物证鉴定，对于其它司法物证鉴定也可以应用。

本文以某司法鉴定机构送检的两个外观相近的汽车油漆样品为例，使用岛津 EDXRF 和 XRD 分别对样品进行了测试，给出了样品的元素信息和物相组成，展示了 XRF 和 XRD 在司法物证鉴定中的应用。

■ 实验部分

1.1 仪器



岛津能量色散型荧光光谱仪 EDX7000



岛津 X 射线衍射仪 XRD-7000

1.2 分析条件

表 1 EDXRF 测试参数

仪器	: EDX7000	积分时间	: 60 s
激发源	: Rh 靶	滤光片	: 无
管压 / 管流	: 50 kV / 自动	死时间	: 30%

表 2 XRD 测试参数

仪器	: XRD-7000	发散狭缝	: 1°
激发源	: CuK α , $\lambda=0.15406$ nm	防散射狭缝	: 1°
单色化	: 石墨单色器	接收狭缝	: 0.3 mm
管压 / 管流	: 40 kV / 30 mA	步长 / 时间	: 0.02° / 1 s
扫描模式	: 步进扫描 $\theta/2\theta$ (Step-scan)	角度范围	: 10-70°

1.3 样品处理

样品本身较为平整, 无需任何处理, 直接在 EDXRF 和 XRD 仪器中测试。XRD 测试时, 需要调整样品高度, 以使油漆面和聚焦圆相切。

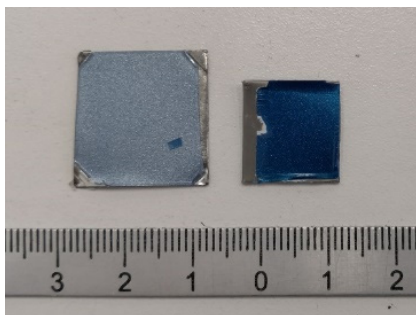


图 1 汽车油漆样品

■ 结果讨论

2.1 EDXRF 结果

两个样品的 EDXRF 元素测试结果如图 2 所示。Fe、Zn 等元素来自于金属底材, 其它元素来自于油漆涂层。尽管两个样品的油漆颜色相近, 但其元素组成差异较大。两个油漆中均含有 Ti 元素, 但是浅蓝色油漆中含有 Ba、S、Sr、Sn 等元素, 而深蓝色油漆中则没有这些元素。

需要注意的是, 常规的 EDXRF 只能检测 Na-U 的元素, 不能检测 C、H、O、N 等轻元素, 而且不抽真空时, 低含量的 Na、Mg、Al 等元素由于荧光产额低、特征能量小, 往往会探测不到。和 SEM-EDS 相比, EDXRF 的优势在于方便快捷, 样品几乎不用前处理, 在空气中即可完成测试, 测试区域在毫米量级, 相比 SEM 在微米量级的测试区域, EDXRF 的结果有更好的代表性。

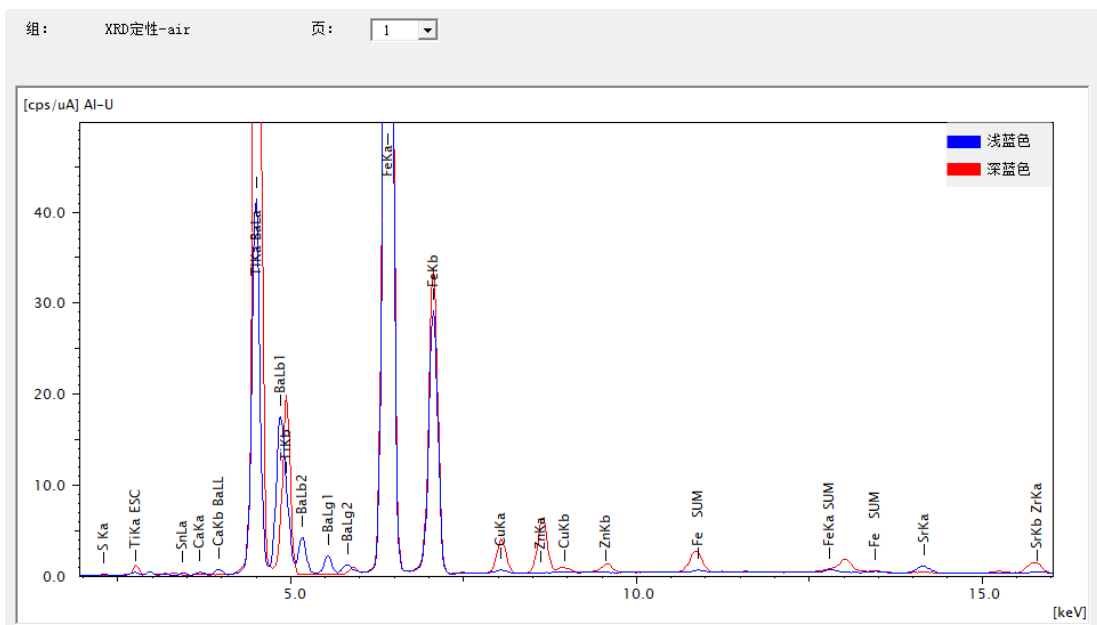


图 2 两个油漆样品的 EDXRF 谱图叠加

2.2 XRD 谱图及物相鉴定

将两个油漆样品的衍射谱图叠加（图 3），可以看出衍射峰只有几个是重叠的，大部分衍射峰互相不重叠，显示它们具有不同的物相组成。两个样品在 10-30° 之间都存在馒头峰，显示油漆中有非晶相存在。

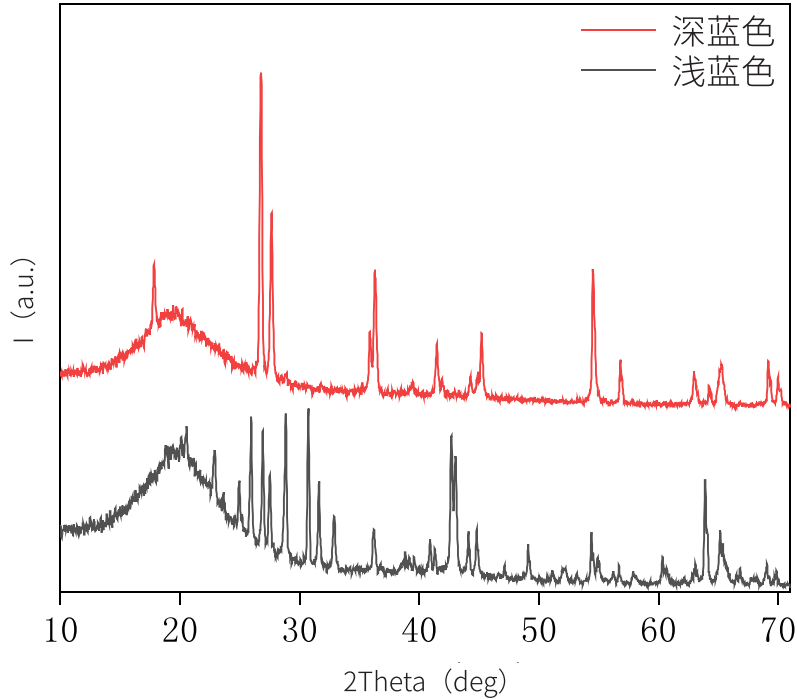


图 3 两个油漆样品衍射谱图叠加

对照 ICDD 卡片库，结合 EDXRF 元素测定结果，完成样品的物相鉴定（图 4- 图 5），可以看出，深蓝色油漆中含有海绿石（Glauconite、 $(K,Na)(Fe,Al,Mg)_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2$ ）和钛白粉（Rutile 相、 TiO_2 ），这是油漆中的矿物颜料。而浅蓝色油漆中则含有钛白粉（Rutile 相、 TiO_2 ）、重晶石（Baryte、 $BaSO_4$ ）、 $BaSnO_3$ 等，Fe 物相推测是来自于金属基体。前述重叠衍射峰，是两个样品有着共同的颜料钛白粉。

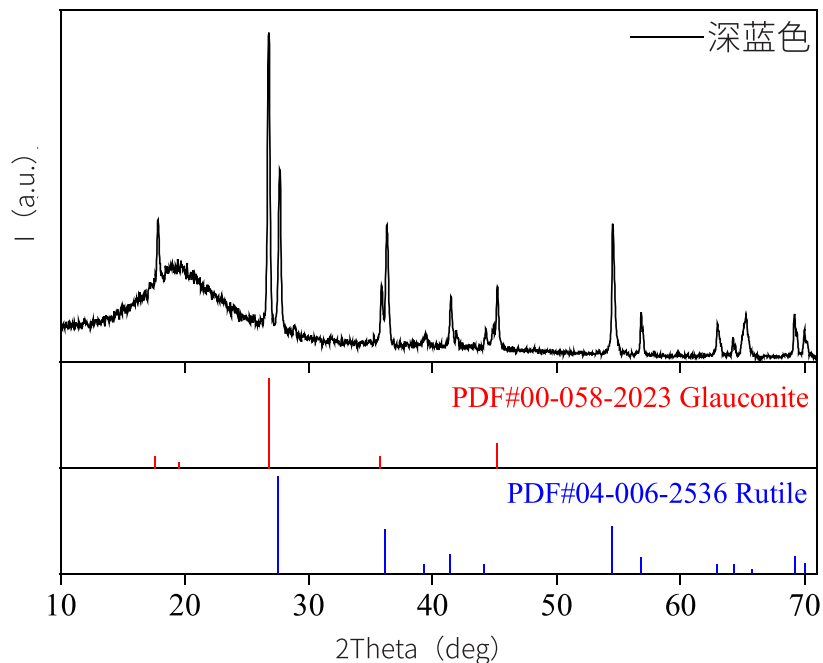


图 4 深蓝色油漆物相鉴定结果

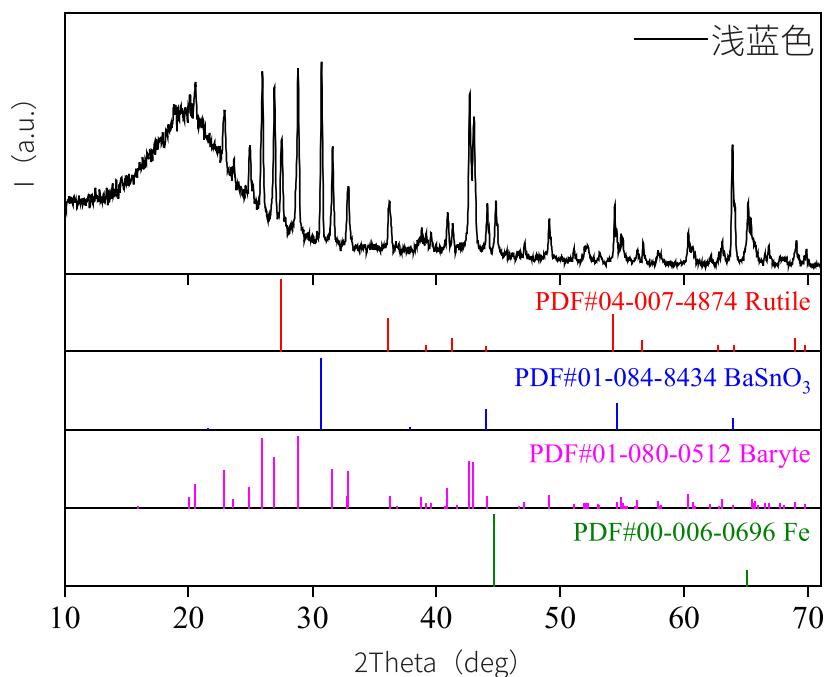


图 5 浅蓝色油漆物相鉴定结果

通过 EDXRF 给出样品的元素组成信息，并不能给出元素的赋存状态。相比较其它检测手段，XRD 直接给出了化合物信息，从根本上克服了其它检验方法只能给出组成基元，不能准确性的难题，这些信息对于达成司法鉴定意义上的认同性和排异性非常重要。

汽车油漆及其碎片和漆状附着物是交通事故案件中最常见的物证之一，通过对肇事现场油漆碎片、受害者的车辆或受害者衣服上遗留的油漆擦痕与嫌疑车辆相应部位的油漆进行对比鉴定，能够认定或排除肇事车辆，为案件的侦破提供线索。

■ 结论

本文使用岛津 EDXRF 和 XRD 测试了某司法鉴定机构送检的两个油漆样品，两个样品的 EDXRF 谱图及 XRD 谱图差异明显，进一步分析谱图可以给出更多样品的组分信息，EDXRF 给出了两个油漆样品元素组成信息，XRD 的物相鉴定直接给出了油漆无机填料中元素的赋存状态，即准确性化合物；把两种检测技术结合起来，能够认定或排除肇事车辆，为案件的侦破提供线索。该方法无需化学前处理，制样和测试均比较简单，测试时间短，且均不会破坏样品，可适用于公安司法的物证鉴定。

岛津应用云

