

# X 射线衍射仪与电子探针联用检测汽车制动衬片中石棉

XRD-027

**摘要：**石棉被医学界证实是致癌物质，依据相关国家标准，我国于 2003 年 10 月 1 日起全面禁用石棉制动衬片。本文以某送检制动衬片样品为例，联合使用岛津 X 射线衍射仪（XRD）及电子探针显微分析仪（EPMA），对样品中是否含有石棉进行了确认。

**关键词：**汽车制动衬片 石棉 X 射线衍射 电子探针 岛津

随着人们生活水平的不断提升，私家车逐渐进入千家万户。汽车在带给人们便利出行的同时，其零部件中可能潜藏的健康危害物质也逐渐引起重视。

石棉，是天然的纤维状硅酸盐类矿物质的总称，由于石棉纤维具有耐摩擦和耐高温的特性，可以满足制动衬片及离合器盘和衬垫的要求，加之其价格低廉，因此石棉材料曾普遍用于制动衬片、垫片、密封材料、隔热垫等汽车部件上。

石棉已被医学界证实是致癌物质，虽然石棉纤维被固定后并不会对人员健康造成危害，但是当石棉纤维伴随着制动摩擦形成制动尘埃而排放时，就可能成为一系列影响健康的根源。研究发现，极其微小的石棉元纤维能在大气和水中悬浮数月之久，而一旦被吸

入到人肺中，经过 20 到 40 年的潜伏期，很容易导致肺部纤维化，并进而诱发恶性间皮瘤。

鉴于石棉潜藏的危害，GB 12676-1999《汽车制动系统结构、性能和试验方法》4.1.3 条款规定“制动衬片应不含有石棉”（该条款自标准发布 48 个月后实施），我国于 2003 年 10 月 1 日起全面禁用石棉制动衬片。

本文以某送检制动衬片样品为例，使用岛津 X 射线衍射仪（XRD）进行测试，将测得衍射谱图与石棉标准样品衍射谱图进行比对，并利用电子探针显微分析仪（EPMA）对颗粒的微观形貌进行观察，两种手段联合对样品中是否含有石棉进行了确认。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

岛津 X 射线衍射仪 XRD-7000、岛津 EPMA-1720 型电子探针显微分析仪



图 1 岛津 X 射线衍射仪 XRD-7000



图 2 岛津 EPMA-1720 型电子探针显微分析仪

## 1.2 分析条件

表 1 衍射仪测试参数

仪器	: XRD-7000	发散狭缝	: 1°
激发源	: CuK $\alpha$ , $\lambda=0.15406$ 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 / 40 mA	步长 / 时间	: 0.02° / 1.2s
扫描模式	: 步进扫描 $\theta/2\theta$ (Step-scan)	角度范围	: 9-60°

表 2 电子探针测试参数

仪器	: EPMA-1720	加速电压	: 15kV
束流	: 0.2nA	束斑直径	: Min

## 1.3 样品及处理

1. 样品粉碎并充分研磨后，取适量放于铝制样品池，刮平后轻轻压实，直接放入 XRD 仪器中测试。
2. 取少量粉末颗粒粘附于导电胶带上，直接放入 EPMA 仪器中测试。

## ■ 结果与讨论

各类物质都具有其特征衍射谱图，当样品中含有多种物相时，其衍射谱图是各物质自身特征衍射谱图的机械叠加，通过比较衍射谱图即可确认样品中的物相组成。

图 3 为制动衬片样品与温石棉标准样品实测衍射谱图叠加，如蓝色箭头标示处，该制动衬片样品出峰角度与温石棉标准样品基本一致，据此可以初步确定该样品中含有温石棉。

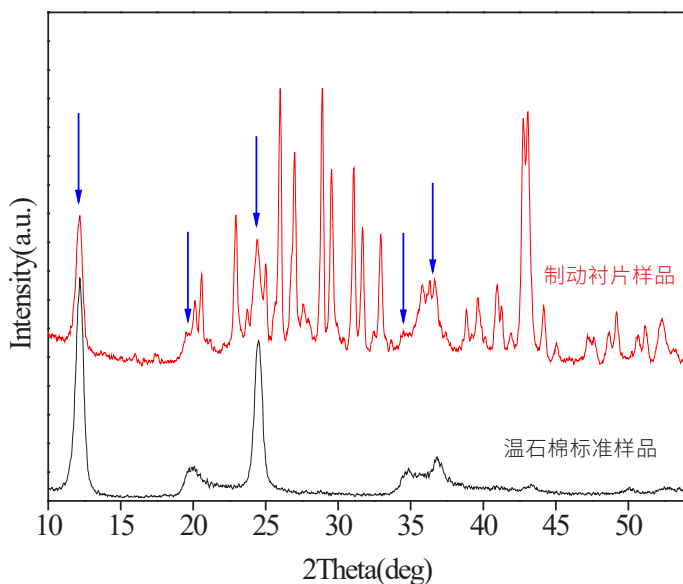


图 3 制动衬片样品与温石棉标准样品实测衍射谱图叠加

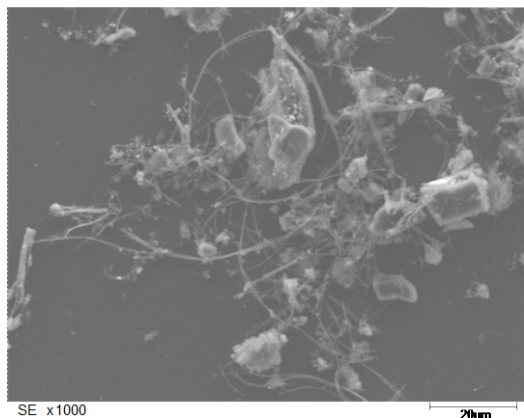


图4 制动衬片样品二次电子像 (1000×)

利用电子探针对该样品的微观形态进行观察，如图4所示，明显可见大量纤维状粒子，结合上述X射线衍射仪的检测结果，进一步确认该样品含有石棉。

## ■ 结论

本文利用岛津X射线衍射仪对某送检制动衬片样品进行了测试，根据其实测衍射谱图与石棉标准样品衍射谱图比对情况，初步确定该样品中含有温石棉；并利用电子探针显微分析仪确认了颗粒的纤维状形态，进一步确认了该样品确实含有石棉；测试结果表明，联合使用X射线衍射仪及电子探针显微分析仪，可快速、准确判定样品中是否含有石棉。

岛津应用云

