

PM2.5 膜无机元素含量分析

—— 空气 PM2.5 膜无机元素含量分析

概述

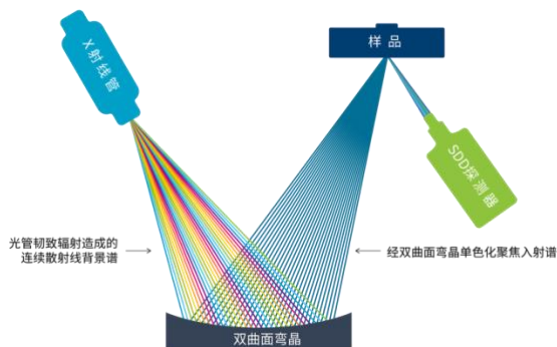
PM2.5 颗粒由多种元素组成，通常采用 ICP MS、ICP、AA、XRF 等对 PM2.5 滤膜进行元素含量分析，从相关文献得出结论：PM2.5 膜中表征性元素为 N、O、Na、Mg、Al、Si、P、S、Cl、K、Ca、Ti、Fe、Zn 等，而 Pb、Hg、Cd、Ni、Mn 等重金属元素并不显量检出。ICP 等方法难以或不能对 Si、P、S、Cl 等元素分析，同时样品处理时间长，无法及时完成 PM2.5 膜的元素含量分析。本次研究从国家环境分析测试中心得到 5 个 PM2.5 过滤膜和 2 个空白膜，使用北京安科慧生研制生产的高灵敏度 X 射线荧光光谱仪 MERAK-MINI 对其进行部分元素含量分析。



高灵敏度X射线荧光光谱仪MERAK-MINI

原理简介

MERAK-MINI 将 X 射线管出射的靶材特征射线通过双曲面弯晶单色化聚焦到样品点，极大的降低了散射线背景干扰，又充分利用了 SDD 探测器计数率效率。其采用 Cr 靶光管，高效激发元素周期表中从 F 到 Ti 的十几个轻元素，对轻元素的检出限达到 XRF 前所未有的水平。



分析结果

使用高灵敏度 X 射线荧光光谱仪对 7 个 PM2.5 过滤膜样品分析，得到的元素谱图如下：

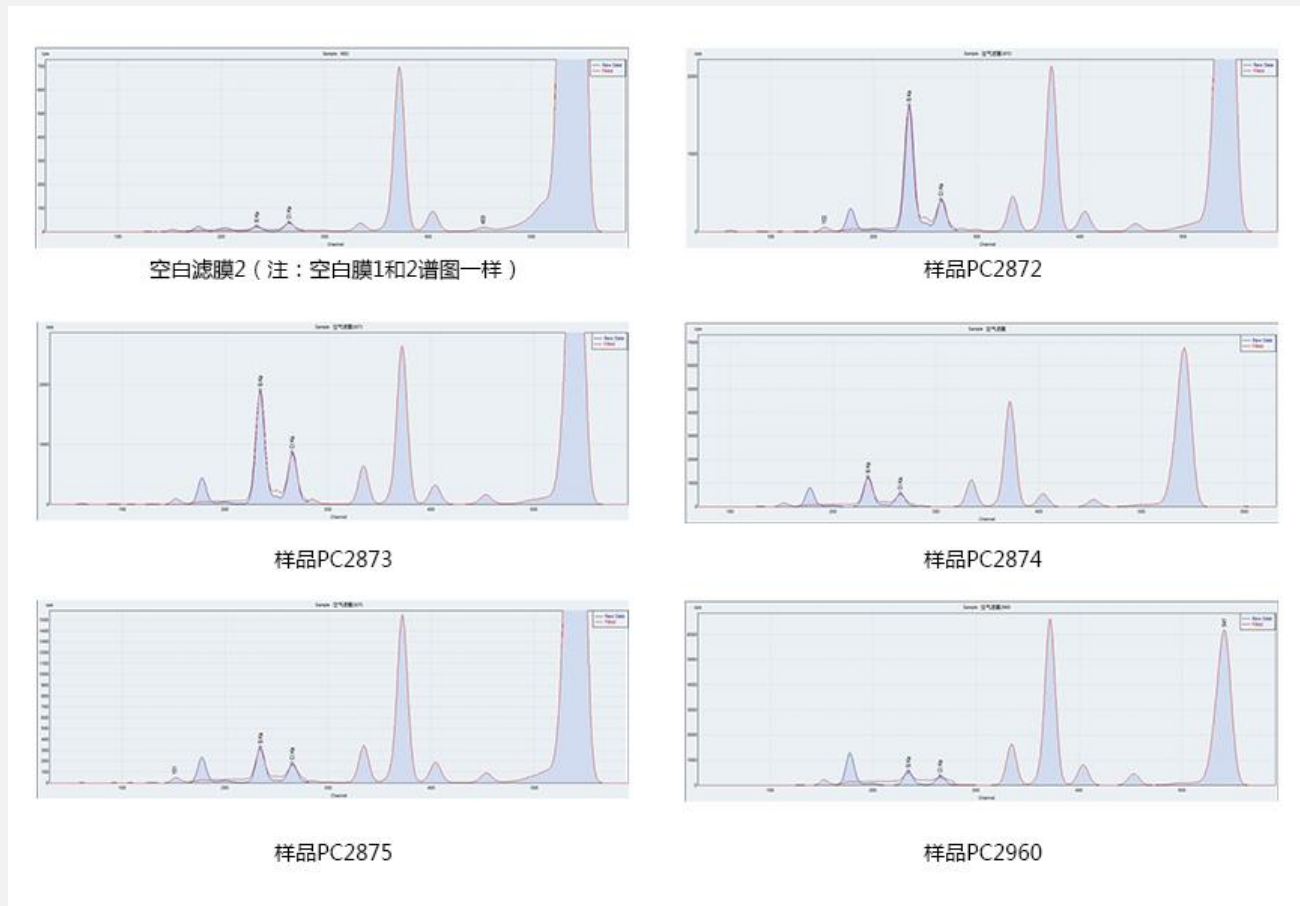
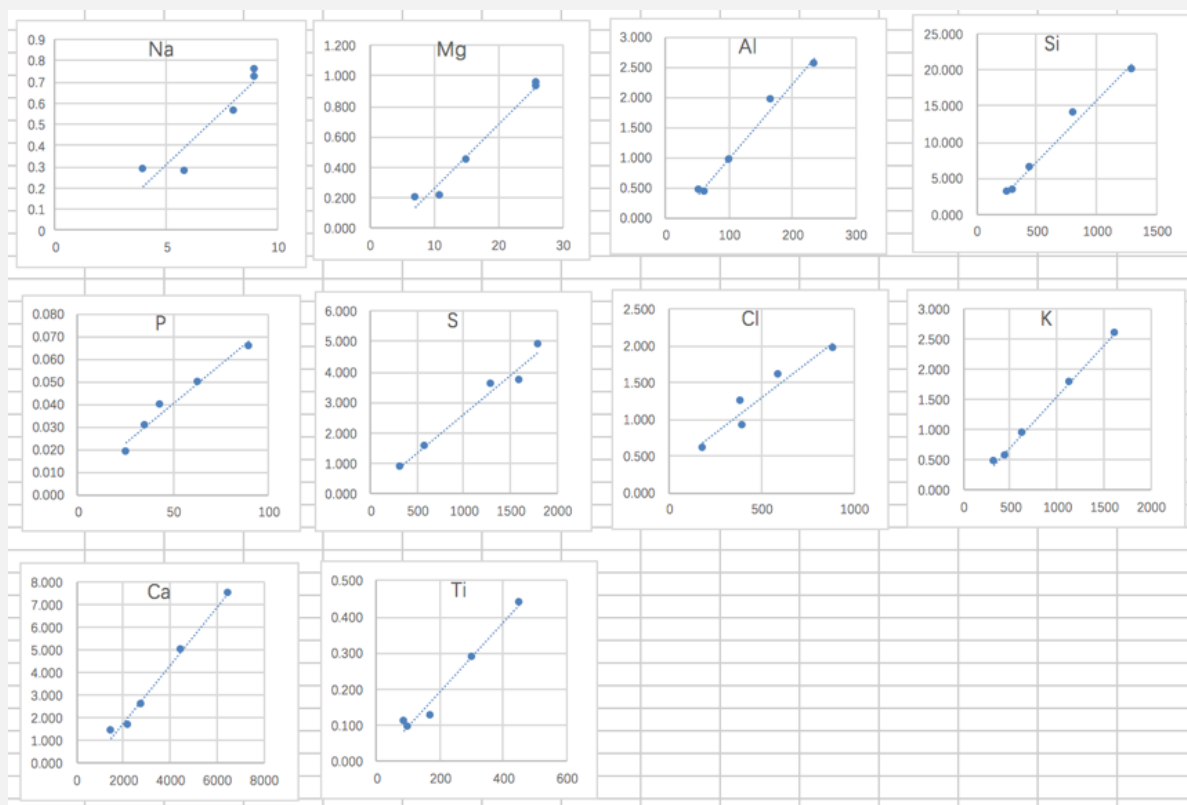


表 1. 各峰计数(cps)

峰位置 (KeV)	Na 1.09	Mg 1.29	Al 1.52	Si 1.77	P 1.99	S 2.35	Cl 2.66	K 3.35	Ca 3.72	Sc 4.04	Ti 4.53
空白滤膜 1	1	1.4	7.8	5.9	17.9	16	44	6.3	420	51	10
空白滤膜 2	1	1.3	11	24	18	23	41	37	700	98	20
PC2872	5.8	10.9	62	300	35	1610	400	450	2200	270	100
PC2873	8	15	101	450	43	1800	890	630	2750	310	170
PC2874	9	26	167	803	63	1300	590	1140	4500	550	300
PC2875	4	7.3	53	250	25	330	180	330	1520	190	90
PC2960	9	26	235	1300	90	590	390	1620	6500	810	450

注：表格中的峰位置依次对应上述各图中从左到右的可见峰。

从谱图和元素强度上得出，高灵敏度 X 射线荧光光谱仪对膜片中 Na\Mg\Al\Si\P\S\Cl\K、Ca\Sc\Ti 等元素有极高的灵敏度，可以清晰分辨各 PM2.5 膜中上述元素含量的不同。



进一步通过与 ICP MS 测试数据对比，得到上图的测试结果线性关系，可见，HS XRF 分析 PM2.5 膜的轻元素与标准方法线性良好，具有数据一致性。

总结与探讨

- 1、高灵敏度 X 射线荧光光谱仪 MERAK-MINI 可以对 PM2.5 膜片中从 Na 到 Ti 等轻元素较高灵敏度的分析和检出，可以准确得到上述元素的含量值；分析时间短，一个样品 5 分钟以内；
- 2、高灵敏度 X 射线荧光光谱仪可以解决 ICP\AA 等分析方法难以分析的硅、磷、硫、氯等元素含量，甚至可以扩展到分析 N、O、F 等元素含量。这些元素恰是 PM2.5 颗粒中元素重要组成及污染源表征性元素；
- 3、高灵敏度 X 射线荧光光谱仪 MERAK-MINI 系列，体积小、可便携和车载，能够现场快速完成 PM2.5 膜中元素含量分析；