



## PM2.5 空气滤膜无机元素含量分析

### 高灵敏度 X 射线荧光光谱仪与基本参数法

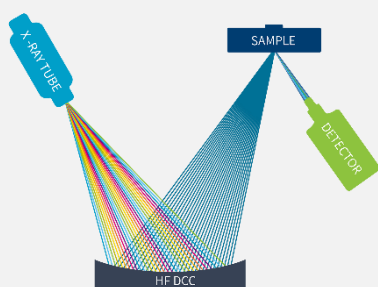
#### 应用概述

通常采用 ICP MS、AA、XRF 等分析仪器对空气滤膜无机元素含量分析，相比湿法消解，XRF 方法具有样品处理简单、快速、无损等特点，且能够分析硅、磷、硫、氯等污染源表征性非金属元素，X 射线荧光光谱法是标准分析方法之一，越来越多的分析工作者倾向采用 X 射线荧光光谱法分析空气滤膜中无机元素含量。

常规 XRF 需要大量标准样品建立标准曲线，这对于元素种类多、含量范围宽的 PM2.5 颗粒物相当困难，标准样品昂贵且难以获得，即使有标准样品，其在元素相关性和含量范围等方面也难以满足建立经验系数法的要求。

北京安科慧生研发的全息基本参数法 (Holospec FP 2.0) 在欠缺标准样品情况下，即可对空气滤膜进行无机元素定量分析，采用少数标准样品（或定值样品）即可对系统进行偏差校正和分析质控，达到空气滤膜中无机元素准确定量分析目的。

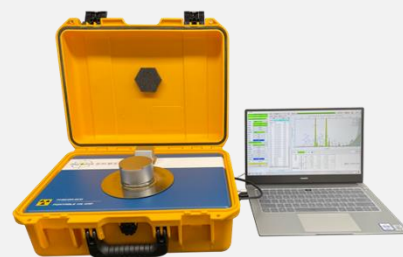
#### 方法原理



单波长聚焦激发能量色散 XRF 原理图



PHECDA-HE(台式机)



PHECDA-ECO(便携式)

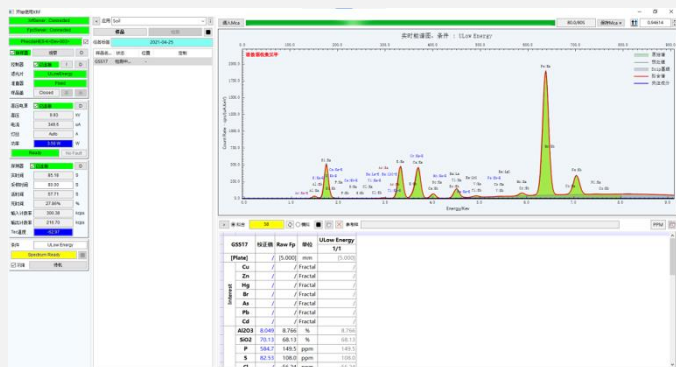
## 1) 单色化激发

全聚焦双曲面弯晶衍射 X 射线管出射谱中靶材高强特征射线，从而消除了入射谱中散射线背景干扰，将谱线背景值降低 2 个数量级；

## 2) 聚焦激发

单色化射线能量聚焦到样品较小面，提升待测元素激发效率，SDD 探测器可以接收更大立体角产生的元素射线，信号强度增加；

高灵敏度 X 射线荧光光谱仪依靠单色化聚焦激发技术，大幅降低元素检出限，使得分析微量元素成为可能。



### 全息基本参数法 (Holospec FP 2.0)

基本参数法 (FP: Fundamental Parameters method) 是 X 射线荧光领域的核心算法和研究重点。安科慧生研发人员历时十几年，颁布全息基本参数法-Holospec FP 2.0，将基本参数法的应用提升到前所未有的水平。

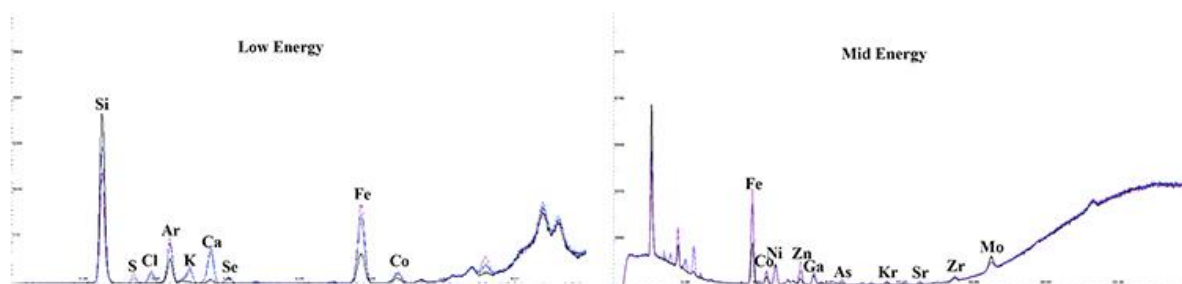
### Holospec FP 与常规 FP 区别：

- 1) 全谱拟合：当前唯一采用全谱拟合的基本参数法
- 2) 完整性：基本参数库结合先进的数学模型 (Advanced MM)，从而完成对 XRF 整个物理学过程的数字化描述
- 3) 快速：CPU 多核并行运算结合 GPU 单元，采集谱图与海量运算同步完成
- 4) 可视化与支持用户开发：可视化图形界面与开放的参数设置

### Holospec FP 功能与优势：

- 1) 通过精确计算消除 (或减少) XRF 物理学各种效应
- 2) 达到元素无标定量分析精度
- 3) 减少标准物质要求，快速建立 XRF 元素分析方法
- 4) 提升元素定量精度和扩展样品适应性

## 分析谱图



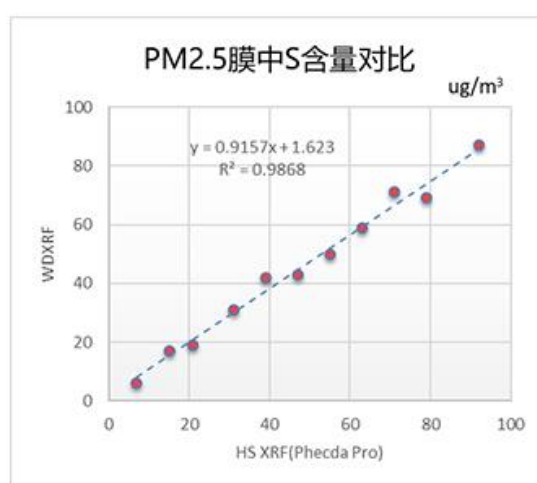
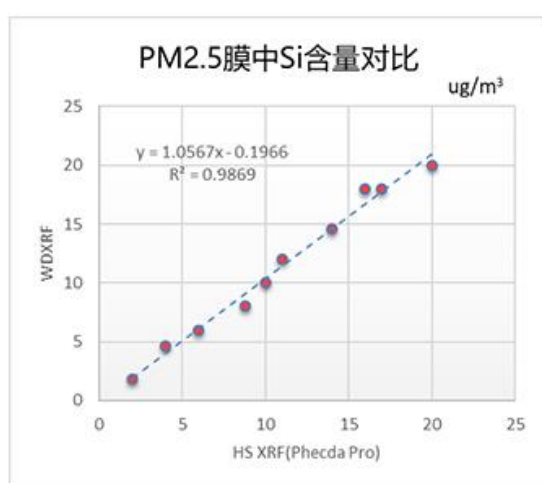
图：PM2.5 滤膜中无机元素谱图

## • 检出限

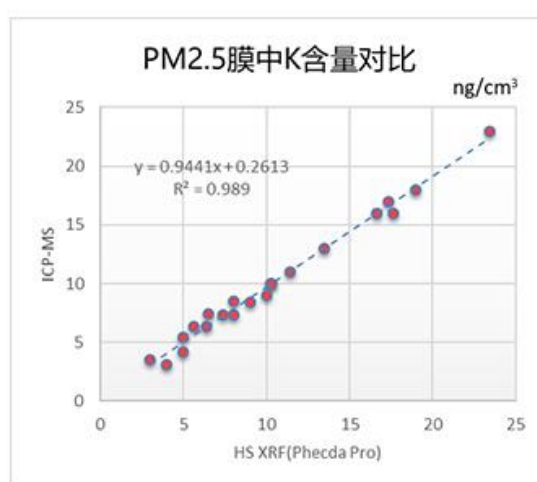
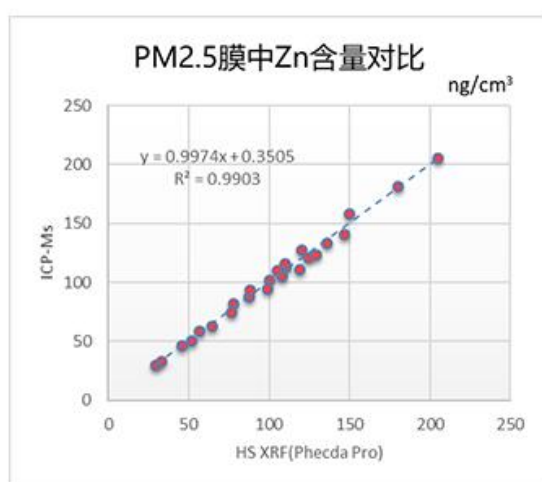
| 元素区间                      | Na、Mg、Al、Si | P、S、Cl | K-Ni  | Cu-Sr: KαPb、Hg | Cd、Ba、Sn、Sb |
|---------------------------|-------------|--------|-------|----------------|-------------|
| 检出限 (ug/cm <sup>2</sup> ) | 0.05        | 0.02   | 0.005 | 0.003          | 0.003       |

分析条件：采用聚四氟乙烯滤膜，检出限为空白滤膜连续 7 次分析结果值 3 倍标准偏差

## • 准确性



HS XRF 与 WDXRF 检测 PM2.5 中 Si、S 结果一致性图



HS XRF 与 ICP-MS 检测 PM2.5 中 Zn、K 结果一致性图

## 方法特点



### 无标定量

全息基本参数法 (Holospec FP 2.0) 针对空气滤膜样品, 在少量标准样品情况下, 即可完成元素定量检测, 减少对标准样品的依赖与高的投资成本;



### 高灵敏度

高灵敏度 X 射线荧光光谱仪 (HS XRF®) 通过单色化聚焦激发, 大幅降低 X 射线管出射谱散射线背景干扰, 提升元素分析灵敏度与准确度;



### 符合标准

分析方法完全满足《HJ 829-2017 环境空气 颗粒物中无机元素的测定 能量色散 X 射线荧光光谱法》;



### 快速分析

单个膜片分析时间 600 秒~900 秒;



### 自旋装置

配置样品自旋装置, 可以减少由于颗粒物再膜片中分布不均匀带来的分析误差;



### 自动进样装置

PHECDA-HE 配置 20 位自动进样器, 可以自动连续完成 20 个样品批量分析;



### 现场分析

PHECDA-ECO 整机重 7.5kg, 满足便携性需求, 可以在现场对采集的空气滤膜进行无机元素含量分析。

## 应用领域

环境监测单位、大学科研、第三方检测机构、污染排放企业等

原创声明: 本文除注明引用之外属于安科慧生 (Ancoren) 公司原创, 若有转发和引用, 必须注明出处, 否则可能涉及侵权行为!

更详细技术信息, 请咨询安科慧生工作人员!