



禾信质谱
HEXIN MASS SPECTROMETRY

大气气溶胶污染来源解析的“航空母舰”
PM_{2.5}在线源解析质谱监测系统
SPA-MS 05系列

做中国人的质谱仪器

Observe the world
through mass spectrometer

广州禾信分析仪器有限公司

地址：广州开发区科学城开源大道11号A3栋三层
邮编：510530
电话：020-82071906 82071911
传真：020-82071902

北京禾信科学仪器有限公司

地址：北京市海淀区中关村南大街甲8号威地科技大厦901室
邮编：100081
电话：010-62131989
传真：010-62133989

昆山禾信质谱技术有限公司

地址：昆山市巴城镇学院路828号浦东软件园2号楼三层
邮编：215311
电话：0512-57882231
传真：0512-57882231

禾信公司上海办事处

地址：上海市闸北区江场三路228号804室
邮编：200436
电话：021-56476195
传真：021-56410837

www.tofms.net

服务热线：400-688-1415

服务邮箱：service@hxmass.com
marketing@hxmass.com

本土化的、强大的、专业的技术服务体系，即时响应，72小时现场解决问题。



禾信公司版权所有，如有改动，恕不另行通知



SPA-MS 05系列

大气污染治理的难点

污染状况如何

?

污染是什么

?

如何快速判断污染来源

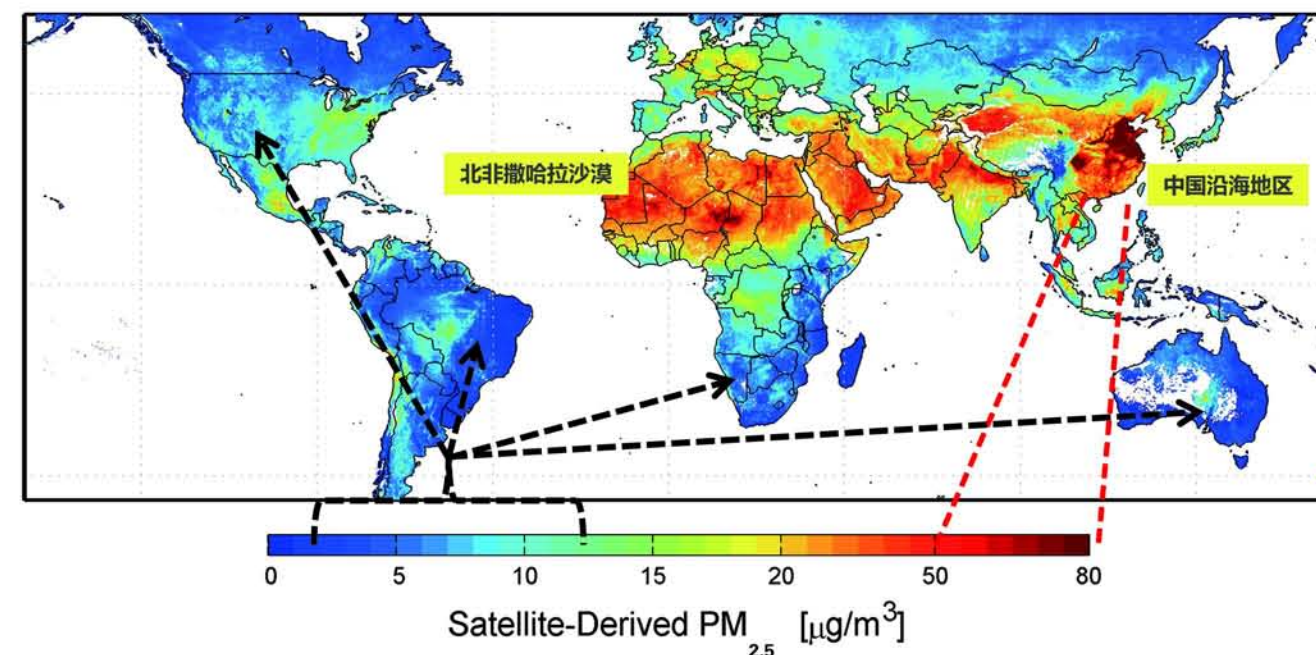
?

治理效果如何评估

?

.....

中国大气污染严重，治理迫在眉睫



国际首张正式发表PM_{2.5}长期观测的全球地图

* 2001-2006年PM_{2.5}浓度平均值 (Donkelaar et al. 2010, EHP)

* 2012年2月29日新修订的《环境空气质量标准》PM_{2.5}年均限值35µg/m³

解决大气污染问题，需要

实时、快速、连续、明亮

的“眼睛”确定大气污染来源



在线源解析技术

做中国人的质谱仪器

禾信质谱
HEXIN MASS SPECTROMETRY

SPA-MS 05系列

PM_{2.5}在线源解析的高效、可靠手段

PM_{2.5}在线源解析质谱监测系统SPA-MS 05系列，是禾信公司具有完整自主知识产权、基于质谱技术的国际先进的在线源解析设备，是实现PM_{2.5}在线源解析的高效、可靠手段。



PM_{2.5}在线源解析质谱监测系统 SPA-MS 05系列

开展快速精准的在线源解析工作



按化学成分分类



按类源分类

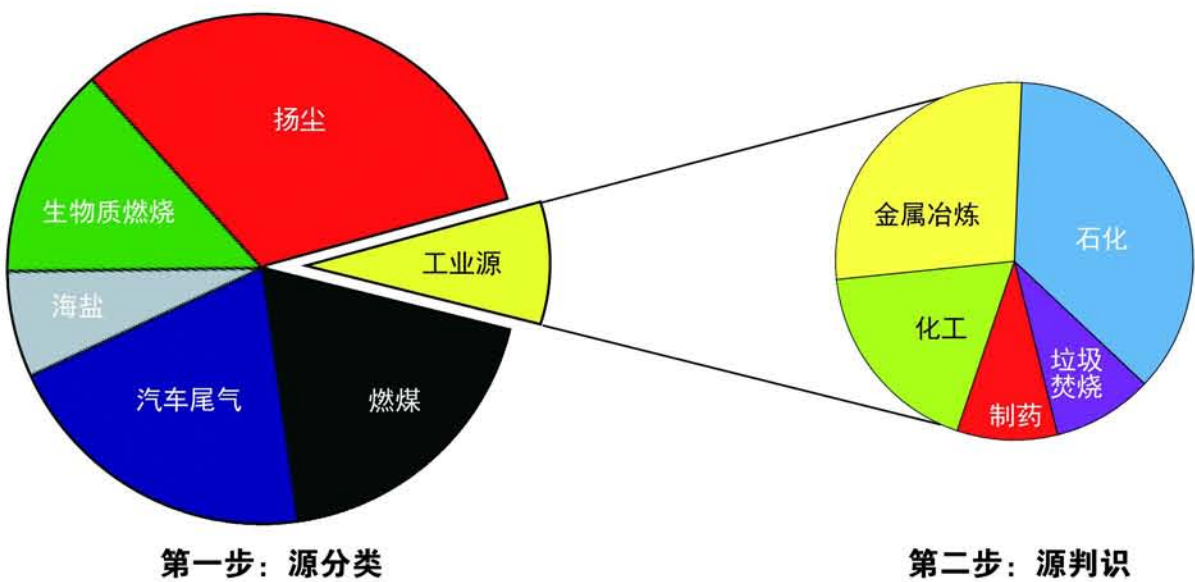
在线源解析（质谱直接测量法）

- 为政府及时了解污染现状及来源提供技术支撑
- 为重点城市、重点行业、重点企业的污染状况监测提供技术支撑
- 在AQI接近临界点时，为政府及时采取有效控制措施提供科学依据
- 为产业结构调整等治理措施提供科学依据
- 为环境管理部门检验治理成效提供技术支撑
- 为环保精细化管理提供科学依据
- 在环境应急、污染投诉排查时快速找到污染源

SPA-MS 05系列

在线源解析（质谱直接测量法）的优势

- 基于国际领先的单颗粒气溶胶飞行时间质谱技术
- 直接进样、不需要前处理
- 高时间分辨率，1小时可得到源解析结果
- 不同的来源，颗粒物的质谱特征不同
- 实时在线监测每一个颗粒物的粒径和质谱特征
- 智能高效的在线源解析功能，实现快速精准分析
- 具备全天候监测能力，在恶劣气象条件下发现污染排放现象
- 具备捕捉间歇式瞬间污染排放现象的能力
- 可实现深度源解析、源分类、源判识

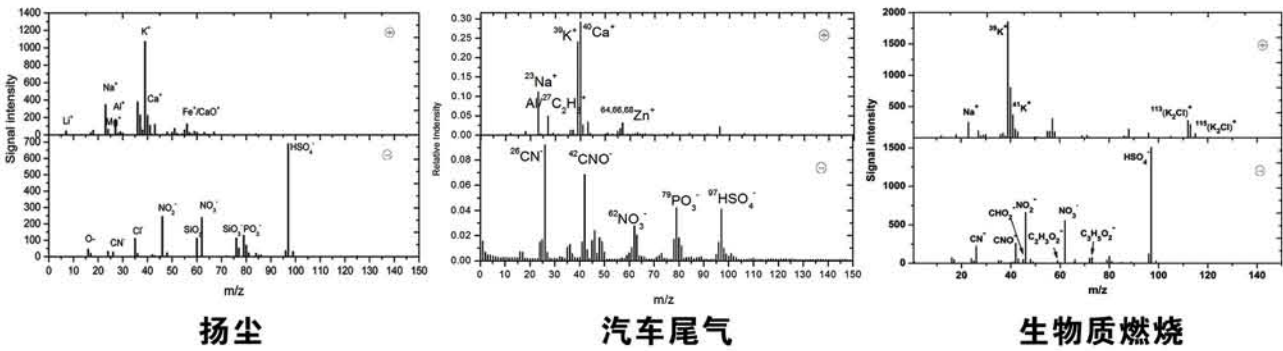


与传统离线源解析综合对比

源解析技术	在线源解析（质谱直接测量法）	传统离线源解析
原理	每种排放源的化学组成不同，自带多种源的数据库	数据结合受体模型或者源模型
处理过程及所需设备	单个颗粒直接进样测量，无需前处理	膜采样，样品前处理，多种仪器化学成分分析等
耗时	1小时量级	3个月-12个月
费用	百元级	百万元量级
数据分析及获得结果	自动生成饼图，各类污染来源的贡献比例图	利用源解析模型得到结果，对模型使用团队技术能力要求高

在线源解析的基础：丰富的谱图库资源

- 结合全球顶尖科学家20年的应用成果，与国内权威机构多年合作完成建立拥有100余类典型源谱谱库
- 具备在线源谱库自建功能
- 与用户紧密合作不断完善和修订谱库资源，提高源解析精确度



SPA-MS 05系列

领先的飞行时间质谱技术

- 实时在线：无需繁琐的前处理过程
- 快速、高时间分辨：可捕捉到瞬时变化
- 单颗粒质谱技术：粒径，有机、无机成分正负离子同时检测
- 数据分析：每天几十万个颗粒物质谱信息记录与处理
- 机动性强：实验室、车载、船载



双光束粒径测量系统

- 通过获得颗粒的漂移速度精确测定其空气动力学直径；
- 椭球面镜聚焦散射光，提高颗粒散射光收集效率；
- 滤波放大电路，过滤背景噪音，增大颗粒散射光信噪比，提高细颗粒的检测效率；
- 时序电路精确测量颗粒经过两激光束时间并精确触发电离激光电离颗粒，提高打击率。

激光电离系统

- 高稳定性、高精度266nm, Nd:YAG激光；
- 激光能量密度可达 $4 \times 10^8 \text{ W/cm}^2$ ，瞬间将气溶胶颗粒解析电离；
- 精密光学调节装置，使脉冲激光焦点在三个维度上灵活可调，实现颗粒精确电离。



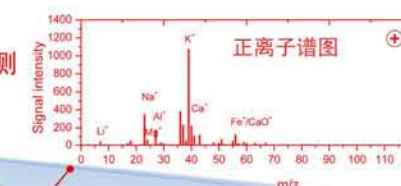
空气动力学透镜

- 扩大传输颗粒的粒径范围；
- 提高细颗粒传输效率。

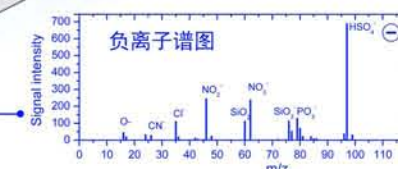
双极有网反射飞行时间质量分析器

- 国际上唯一基于单颗粒技术，使用Z形双极有网反射结构，结构合理紧凑，大大减小仪器的体积和重量，提升机动性能；
- 二阶聚焦有网反射飞行时间分析器设计，提高仪器分辨率及质量检测范围，保证质量精度；
- 具有高速度分析能力，10 μs 内完成单颗粒正负离子成分全谱检测。

颗粒物粒径及正负离子同时检测



正离子谱图



负离子谱图

做中国人的质谱仪器

禾信质谱
HEXIN MASS SPECTROMETRY

SPA-MS 05系列

智能高效的在线源解析软件

禾信自主研发的应用于SPA-MS系列仪器的在线源解析软件，可实时显示颗粒的粒径、正负谱成分信息，融合了在线源解析、颗粒类型统计的功能，具备在线源谱库自建功能，实时采集大气颗粒物，对其进行在线源解析。

同时，基于Matlab平台，软件以简捷的数据结构，直观的界面操作，并融入各种成熟的数据模型，满足客户离线获取数据的需要；并且能够根据科研需求，兼容其它多种数据分类方法。

在线化学成分分类功能

- 在线获取多种化学成分的变化趋势
- 在线获取多种化学成分的比例分配
- 实时反映颗粒物的瞬时变化

在线源解析和源分类功能

- 实时显示每类源的组成
- 实时显示每类源的变化趋势
- 记录污染全过程
- 及时反映污染源瞬时变化
- 丰富的数据统计模式
- 实现源分类、源判识、应急、预警及科研需求

数据处理功能

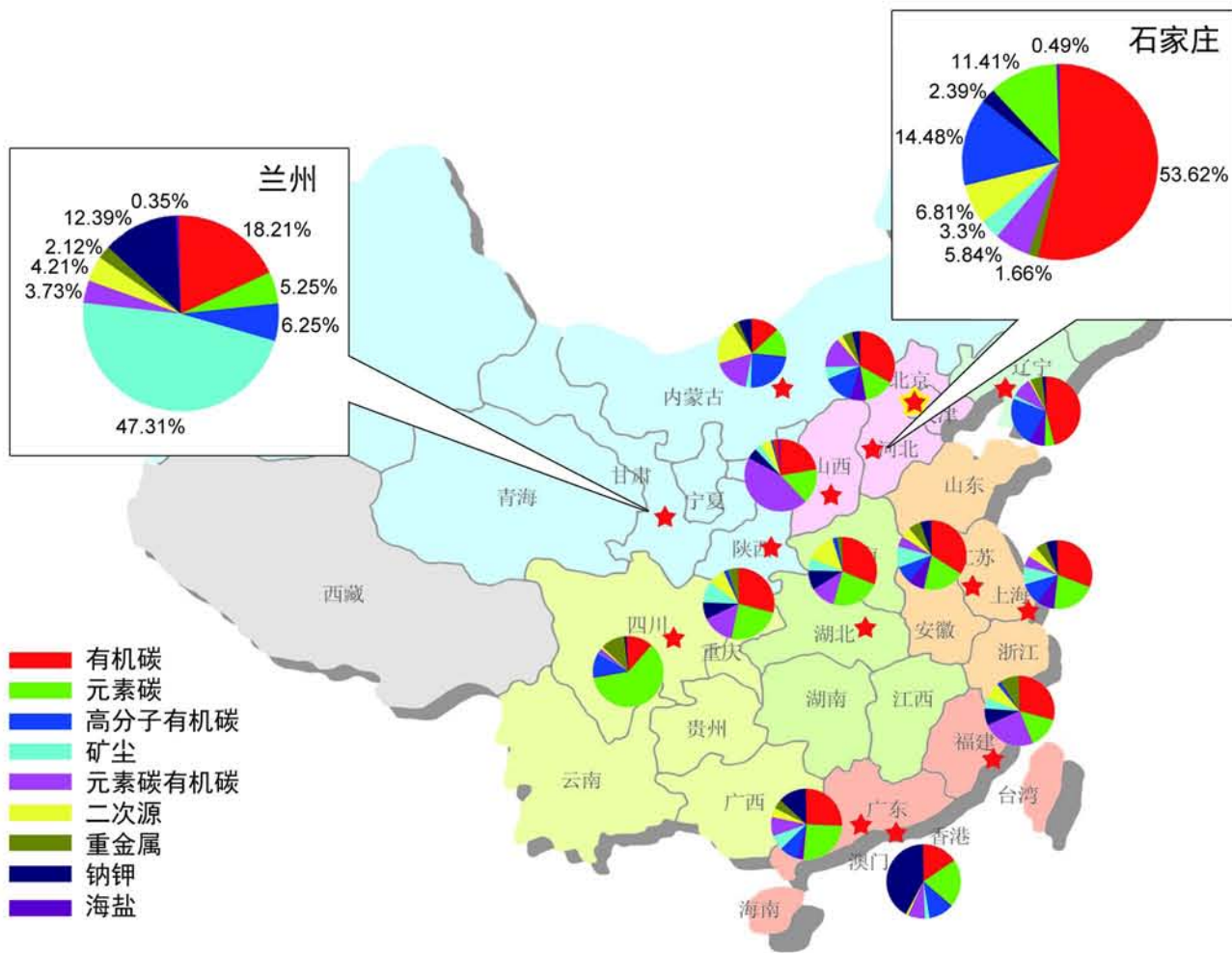
- 设定时间段、粒径段、质量范围的搜索条件，查寻目标颗粒物
- 融合ART-2a、k-means等分类模型
- 单个颗粒检测时间、粒径大小、正负谱图等的查看
- 某类颗粒的命名及合并
- 获取颗粒数浓度的变化趋势
- 获取颗粒的粒径分布
- 源平均质谱图
- 颗粒物的数字化质谱图
- 颗粒类别的分布比例饼图
- 每类颗粒的比例随粒径的变化堆叠图
- 每类颗粒的比例随时间的变化堆叠图



SPA-MS 05系列

应用案例

2013年中东部冬季雾霾多城市大气污染在线监测

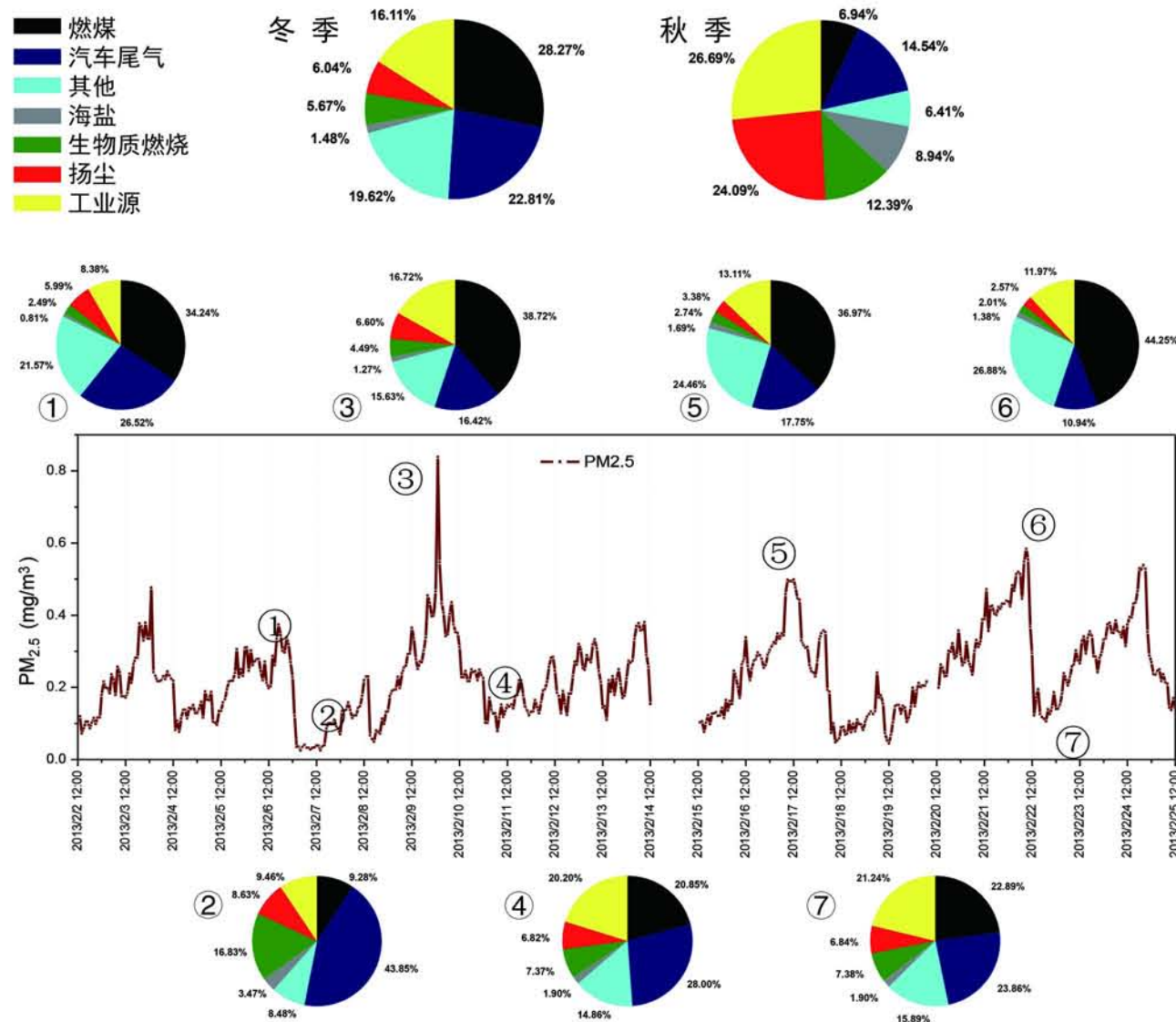


多城市长期监测数据

2013年1-3月中东部持续雾霾天气时，在中国环境科学研究院及当地环境监测主管部门指导下，禾信SPA-MS在全国多个城市开展大气污染监测分析工作：

- ◆ 全国各城市污染来源分布差异较大，与地区产业特征和季节排放特征有关；
- ◆ 石家庄监测时，有大量有机碳和高分子有机物，可能是当地制药行业的排放；
- ◆ 兰州3月份的监测中，捕捉到了大量矿尘颗粒物。

华北某城市雾霾天气连续在线监测分析（源分类）



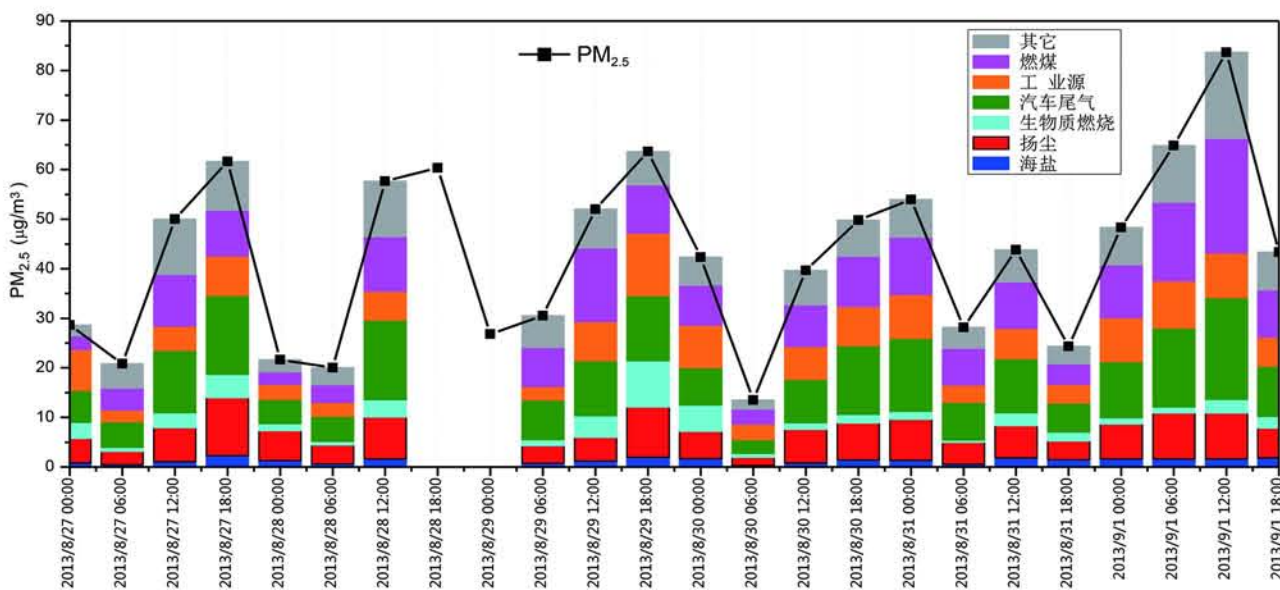
华北某城市不同PM_{2.5}质量浓度对应的颗粒物来源分布变化图

2013年2月和10月，华北某城市都发生了严重灰霾天气，在当地环境主管部门统一部署下，禾信SPA-MS在该市污染最严重的城区进行连续监测：

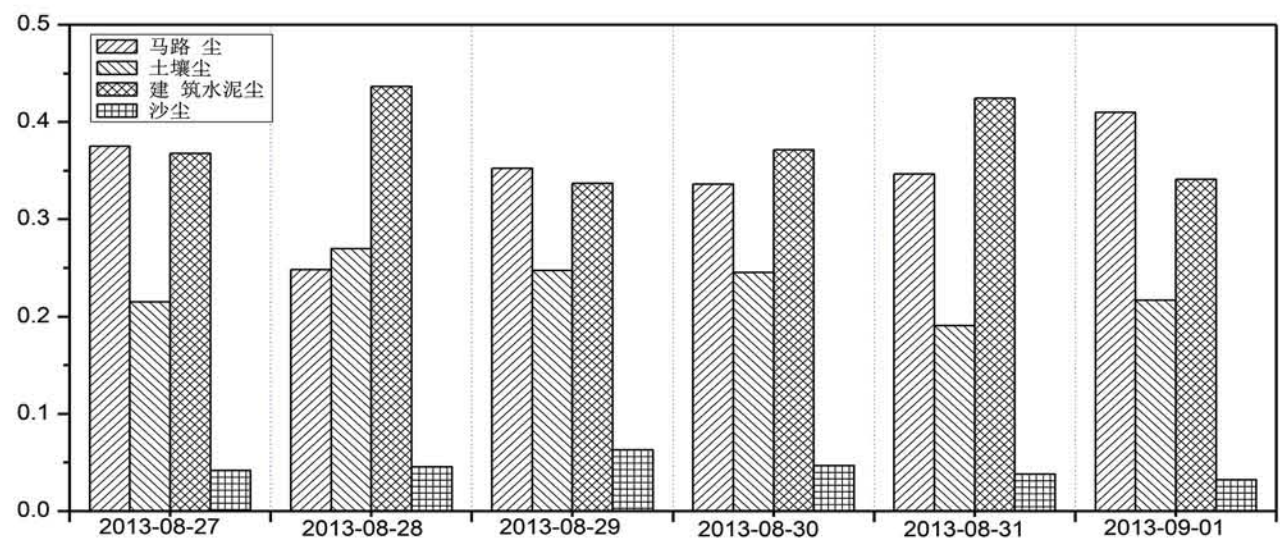
- ◆ 冬季燃煤贡献最大，占了28.27%，秋季扬尘贡献明显增大，而燃煤急剧减小；
- ◆ 冬季时PM_{2.5}高值时燃煤贡献最大，PM_{2.5}低值时汽车尾气贡献大；
- ◆ 冬季监测期间，燃煤、汽车尾气与工业源的总贡献达到70%。

SPA-MS 05系列

华南某城市PM_{2.5}污染来源在线监测分析（源分类-源判识）



不同PM_{2.5}质量浓度下各类源比例变化

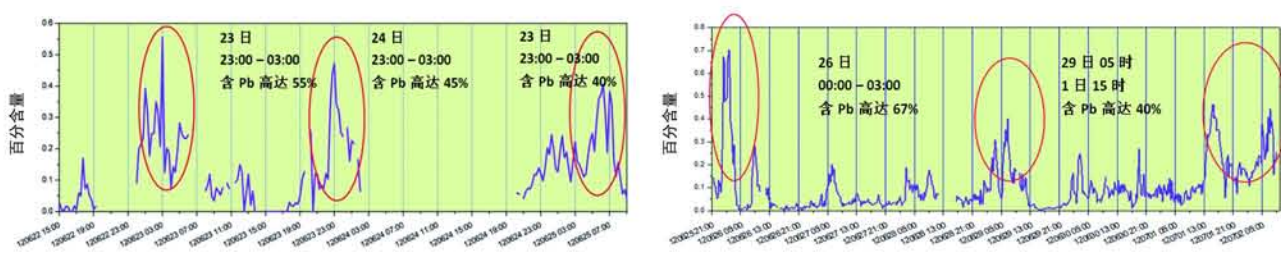


扬尘组成随时间的变化

2013年8-9月，当地环境监测主管部门联合禾信SPA-MS对华南某城市开展PM_{2.5}连续监测，并对大气污染来源及特征进行分析：

- ◆ 当PM_{2.5}质量浓度升高时，汽车尾气、燃煤、工业源占主要贡献；
- ◆ 其中，扬尘主要由建筑水泥尘、马路尘和土壤尘组成，沙尘贡献很少。

某地铅污染应急监测（源定位）



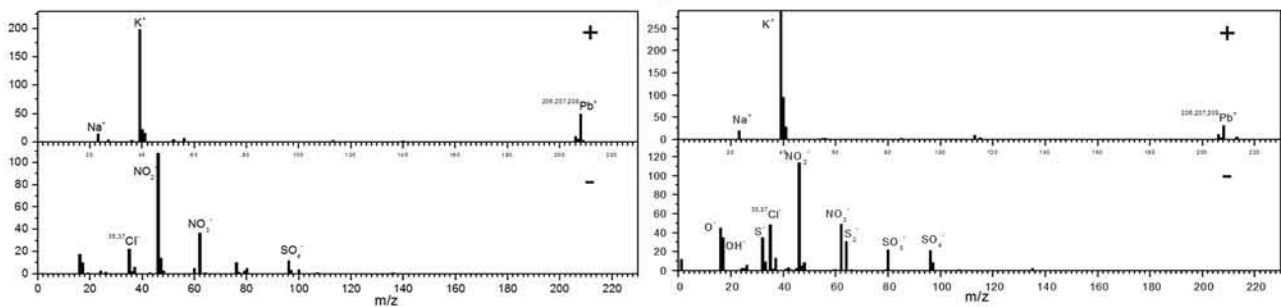
WS镇含铅颗粒物的比例随时间变化图

DT镇含铅颗粒物的比例随时间变化图

两地铅污染状况与省会城市、周边城市对比表

时间	监测地点	Pb 占总颗粒物的比例	最高比例	程度
2011 年 5 月	省会城市	5%	8%	较轻
2010 年 11 月	周边城市	4.5%	5.5%	轻微
2012 年 6 月	WS 地区	16.7%	55%	非常严重
	DT 地区	13.4%	67%	

大气中铅污染非常严重



两地区的含铅颗粒物平均谱图

根据含铅颗粒物的质谱特征判断，铅来自于燃煤排放，并准确锁定两地区的污染源

2012年6月，某地发生儿童血铅事件，各方查找原因，从水体、土壤、到大气，均未发现铅超标。该省环保厅安排禾信SPA-MS进行应急监测，记录污染全过程，捕捉间歇式瞬间污染，快速锁定了铅污染的排放源。