

电子垃圾中的隐形杀手：多溴联苯醚（也称多溴二苯醚）

从头到尾学习如何应用赛里安气质联用仪测定多溴二苯醚的方法

多溴联苯醚（PBDES）是一类广泛使用的溴代阻燃剂。由于其热稳定性好，阻燃效率高，被广泛应用于纺织、家具、建材和电子等产品当中。由于其为一种添加型阻燃剂，没有化学键的束缚，PBDEs 易于从其应用产品（如电子产品）中向环境中释放。

PBDEs 化学性质稳定，在环境中难以降解，具有高亲脂性，并且能随食物链产生生物富集和放大效应。毒理学研究表明 PBDEs 是一种致癌性并且具有内分泌干扰毒性的有毒物质。作为新型持久性有机污染物，PBDEs 已经成为当前环境科学的研究热点。

多溴联苯醚污染环境的主要途径是对含多溴联苯醚的电子垃圾进行焚烧、粉碎和掩埋处理等。由于其在环境中稳定且难以降解，土壤中的残留量逐年增加。此外，多溴联苯醚易溶于脂肪，容易被动物吸收并在食物链中富集。

为了规范电子电气产品中六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定方法，中国环境部颁布了 GB/T 26125-2011 标准，自 2011 年 8 月 1 日起施行。

本应用主要介绍了如何使用赛里安气质联用仪对 10 种多溴二苯醚进行快速检测。

实验部分

仪器

赛里安气质联用仪

气相参数

进样口温度：	280°C
色谱柱：	DB-5HT 15m×0.25mm×0.1μm
分流比：	不分流
升温程序：	100°C ， 1min;
	30°C/min, 340°C, 5min
进样方式：	直接进样

质谱参数

离子源温度：	350°C
传输线温度：	340°C

试剂及标准品

10 种多溴二苯醚混标

天美仪拓实验室设备（上海）有限公司
上海市松江新桥民益路201号16幢（201612）
t 010-64010651
f 010-64060202
e techcomp@techcomp.cn
w www.techcomp.cn

结果

示例图

10 种多溴二苯醚分离度与灵敏度良好，详见图 1。

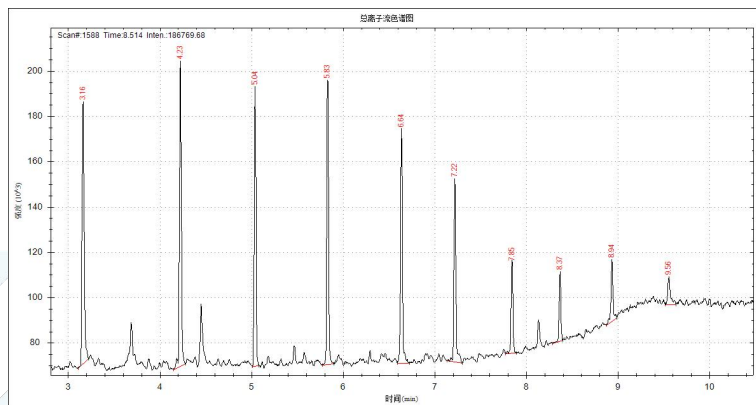
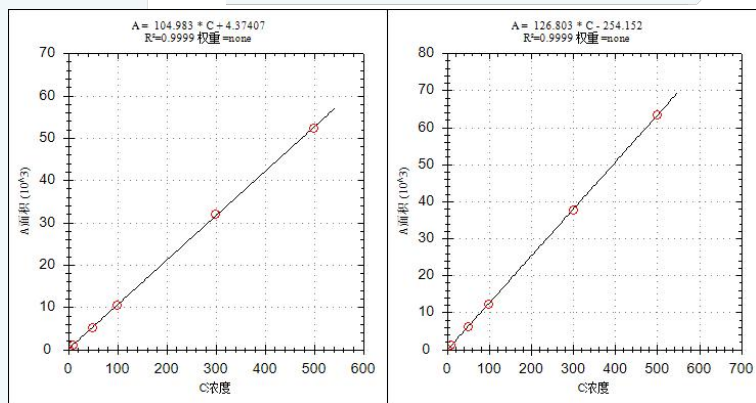


图 1. 10 种多溴二苯醚混标总离子流图(0.5mg/l)

校正曲线

10 种多溴二苯醚混标在 1-500 μ g/l 范围内的校正曲线，线性关系良好，相关系数 $R^2 \geq 0.9922$ ，部分数据见图 2，表 1。



1. 一溴二苯醚

2. 二溴二苯醚

图 2. 10 种多溴二苯醚混标标准曲线

表 1. 10 种多溴二苯醚混标线性结果

序号	化合物	保留时间[min]	R ²
1	一溴二苯醚	3.165	0.9999
2	二溴二苯醚	4.227	0.9999
3	三溴二苯醚	5.043	0.9998
4	四溴二苯醚	5.831	0.9995
5	五溴二苯醚	6.639	0.9983
6	六溴二苯醚	7.222	0.9970
7	七溴二苯醚	7.849	0.9971
8	八溴二苯醚	8.370	0.9941
9	九溴二苯醚	8.936	0.9935
10	十溴二苯醚	9.556	0.9922

重现性

10 种多溴二苯醚混峰面积 RSD%≤4.37%(n=6)，保留时间 RSD%≤0.051%(n=6)，结果详见表 2。

表 2. 10 种多溴二苯醚混标峰面积及保留时间

序号	化合物	保留时间(RSD%)	峰面积(RSD%)
1	一溴二苯醚	0.012	0.95
2	二溴二苯醚	0.014	0.80
3	三溴二苯醚	0.017	1.55
4	四溴二苯醚	0.016	2.14
5	五溴二苯醚	0.025	3.37
6	六溴二苯醚	0.014	4.37
7	七溴二苯醚	0.032	3.58
8	八溴二苯醚	0.051	3.57
9	九溴二苯醚	0.014	3.29
10	十溴二苯醚	0.041	1.16

结论

赛里安气质联用仪是天美全新推出的国产气质联用仪，采用高温惰性离子源、双轴预四极杆、长寿命电子倍增器等核心技术，可与进口质谱仪器性能相媲美，满足 各行业领域检测的需求，如环境监测、农残药残、科学研究等等。

本方法完全符合 GB/T 26125-2011《电子电气产品中六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）》的要求，可以准确、快速地测定土壤和沉积物中的 10 种多溴二苯醚。同时，由于采用了赛里安气质联用仪，该方法具有高灵敏度，重现性好，操作简便。