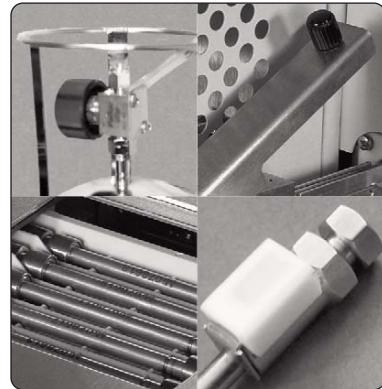


安捷伦科技公司基于实验室的空气监测解决方案

应用文摘



摘要

热脱附 (TD) 与 GC/MS 联用是监测空气中有机挥发物的有力手段。其应用范围很广泛，从环境研究到工业卫生。GC/MS 的全球领导者安捷伦科技公司与世界领先的分析 TD 仪器提供者 Markes International 公司合作，为环境和工作场所健康与安全应用提供先进的空气分析仪。本应用文摘简要介绍了采用安捷伦 TD-GC/MS 系统可以解决的广泛的分析问题。

目录

使用滤毒管和吸附剂管监测空气中的有毒物 (美国环保署方法 TO-15/17)	3
采用美国环保署方法 TO-17 监测有害空气污染物	6
采用特殊的“土壤气体”吸附剂管评估土壤气体和蒸汽侵入	9
烟囱排放物测试	11
职业卫生/工作场所空气监测	13
短时排放、气味和警戒线监测	15
室内空气质量	17



Agilent Technologies

前言

热脱附 (TD) 与 GC/MS 联用是目前广泛认可的监测空气中有机挥发物的可选技术。安捷伦科技是用于环境空气监测和人员暴露监测的 TD-GC/MS 系统的主要供货商。产品有适合于各种空气样品分析的仪器系统，包括泵抽吸附剂管、滤毒管、轴向/径向扩散（被动）进样器，以及 Tedlar 气囊。所有仪器完全符合相关国际标准方法的要求——ISO/EN 16017、ASTM D6196、美国环保署方法 TO-17 和 TO-15、EN 14662（第一和第四部分）、以及 NIOSH 2549。

空气监测应用多种多样，检测需求各不相同，被测物的浓度范围从几百 ppm 到亚 ppt 级不等，而且最低含量的目标化合物常常存在于复杂且受到污染的基质中。安捷伦的空气分析产品具有满足这些应用要求的灵活性和高性能。适合的应用包括：

- 环境研究——总体背景污染水平，平流层污染和其他应用
- 城市空气、职业场所和室内空气的有毒成分检测
- 烟囱和短时排放物检测
- 土壤气体和蒸汽侵入检测
- 气味监测
- 工作场所/职业卫生——吸入暴露和生物暴露呼吸分析

空气取样和 TD 技术的创新

安捷伦科技与世界领先的分析热脱附 (TD) 仪器供应商 Markes International 合作提供先进的空气分析产品。组合系统具有最好的“两步”TD 性能，省去了液体冷冻剂造成的不便。两步系统通过在进入 GC/MS 之前对不吸附物进行聚焦而提供更好的色谱分离度和灵敏度。

系列 2 UNITY 具有独特的宽应用范围和享有盛誉的可靠性，能够为每款安捷伦的空气监测系统提供 TD 平台。可选的组件包括用于多达 100 个吸附管容量的系列 2 ULTRA 和/或用于自动化滤毒管分析的滤毒管接口配件 (CIA)。

安捷伦空气监测系统提供的 TD 技术具有多种领先的技术创新。SecureTD-Q（用于重复分析或验证的定量样品再收集技术）和电子管标签是使繁忙的商业实验室和法规实验室真正受益的关键技术创新。



“……不用冷冻剂的操作、简单的水管路，以及应用广泛性（管、滤毒管/气囊、室温空气有毒物和土壤气）保证您能从安捷伦空气监测系统获得优化的最佳工作效率……”

高效 GC/MS

安捷伦科技在提供耐用、长寿命、高效系统和创新技术方面享有盛誉，可保证实现最复杂基质中化合物的超灵敏检测和一致的鉴定。安捷伦 7890A/5975C GC/MSD 系统代表了 GC 和 MS 先进技术的优化组合。建立在第五代电子气路控制 (EPC) 基础之上，7890A GC 能以无可匹敌的重现性将被分析物导入 MSD。改进的反吹微板流控技术 (CFT) 更好地保护了 MSD 离子源。对于 5975C MSD，稳定、免维护、高灵敏度操作性和优异的质量准确度得益于三个独特的部件：优异的惰性离子源，创新的三轴 HED-EM 检测器和行业唯一的可加热、整体石英质量分析器。

使用滤毒管和吸附剂管监测空气中的有毒物（美国环保署方法 TO-15/17）

应用简介

为了满足日益增长的检测城市和室内空气中 ppb 级有机空气毒物的要求，现在已经开发了无需冷冻剂的热脱附技术，该技术为吸附管和滤毒管提供了符合法规要求的自动分析平台。可采用的 GC/MS 方法包括使用吸附管的美国环保署方法 TO-17 和使用滤毒管的美国环保署方法 TO-15。

为了实现空气取样的最大灵活性——滤毒管、气囊和吸附剂管——安捷伦科技提供与方法 TO-15 和 TO-17 完全兼容的 TD 和 GC/MS 产品。这些系统提供多达 8 个滤毒管或气囊的自动序列分析，以及手动

或自动管脱附分析。系统配置采用安捷伦世界领先的 GC/MS 系统，该系统由安捷伦 7890A GC 系统和安捷伦 5975C 系列 GC/MSD 组成。电冷聚焦（无需液体冷冻剂）、通用水管理和独特的高效捕集脱附，所有这些都最大限度地降低了分析成本，优化了正常工作时间，保证了无与伦比的分析性能、灵敏度和重现性。包含自动管脱附的系统实现了整个周末的无人看管操作、自动重新收集重新分析、以及板上电子气囊读出 / 写入，以强化样品和管的可追溯性。

配置要求

系统配置包括：系列 2 (ULTRA 50:50/ISDP-) UNITY-CIA8，配置 7890A GC 和 5975C GC/MS

推荐的备件：

空气有毒物分析仪 (ATA) 启动工具包包含：

- 2 个 ATA/SG 聚焦捕集管
- 10 个一包的经预处理/封盖的 ATA 管
- 10 个一包的 BTX 标准管 (100 ng 水平)
- CapLok 工具

安捷伦 J&W DB-624 色谱柱：60 m × 0.32 mm 内径 × 1.8 μm

可提供的选件：

硅钢滤毒管

TubeTAG 启动工具包

100 个一包的经预处理/封盖的 ATA 管

He 泄漏检测器

用于校准的气体标准品 (1ppm)

UNITY 2 日常维护工具包

1 个或 5 个泵

取样和分析条件

样品体积： 100 mL 到 1 L

聚焦捕集管： 25 °C, 40 °C/s 升温至 320 °C (3 min)

分流比： 不分流到 10:1 (取决于浓度)

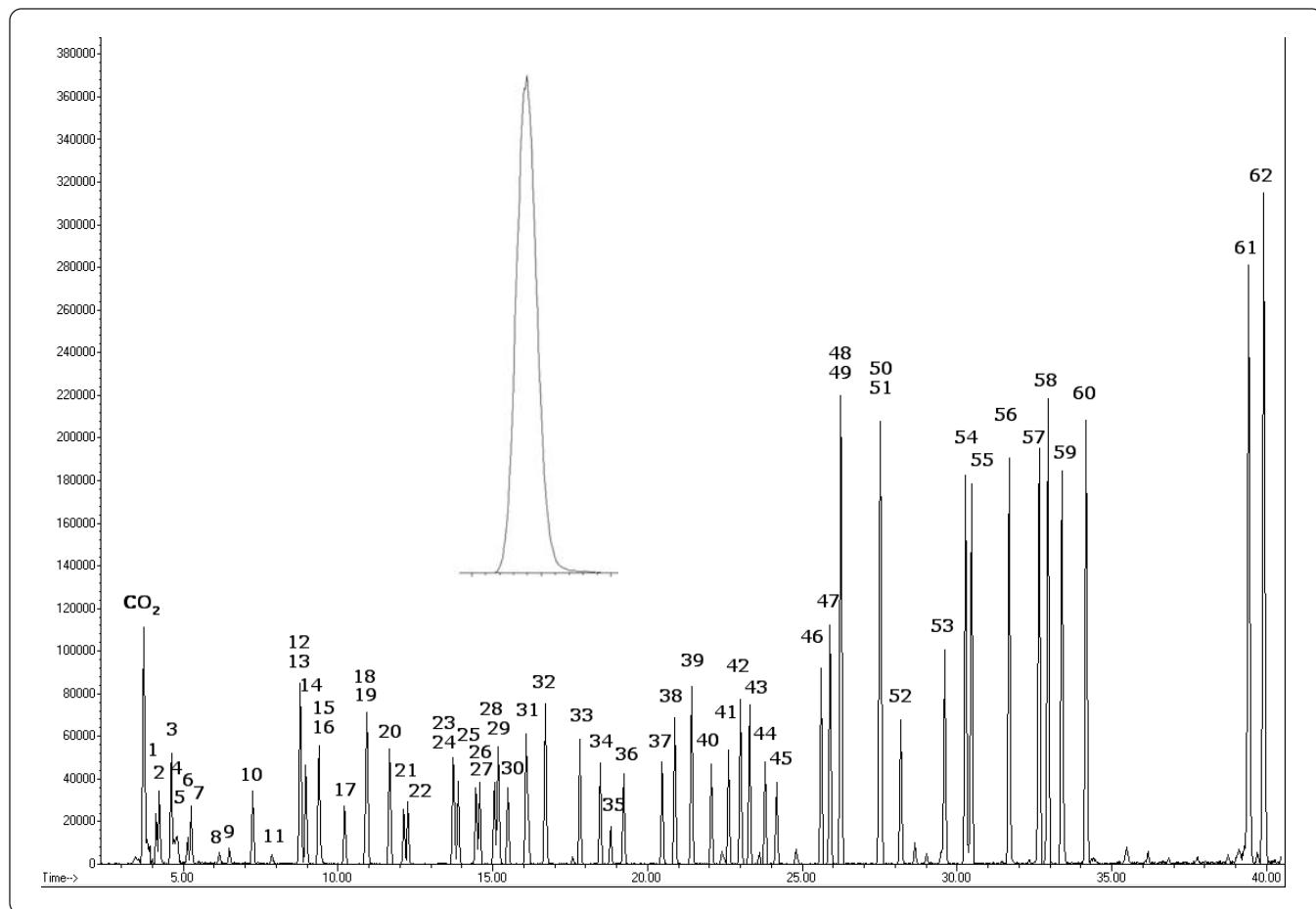
TD 流路： 140 °C

载气： 氦气，恒压 10 psi

GC 柱温箱： 35 °C (5 min), 以 5 °C/min 升温到 230 °C

MS 温度： 离子源 230 °C, 四极杆 150 °C, 传输管 200 °C

全扫描： 35–300 m/z



- | | | |
|----------------------|----------------|------------------|
| 1. 丙烯 | 22. 顺-1,2-二氯乙烯 | 43. 甲基正丁基酮 |
| 2. 二氯二氟甲烷 | 23. 甲乙酮 | 44. 二溴一氯甲烷 |
| 3. 1,2-二氯四氟乙烷 | 24. 乙酸乙酯 | 45. 1,2-二溴乙烷 |
| 4. 氯代甲烷 | 25. 四氢呋喃 | 46. 氯苯 |
| 5. 1,2-二氯乙烷 | 26. 氯仿 | 47. 二甲苯 |
| 6. 1,3-丁二烯 | 27. 1,1,1-三氯乙烷 | 48. 二甲苯 |
| 7. 氯乙烯 | 28. 环己烷 | 49. 二甲苯 |
| 8. 溴代甲烷 | 29. 四氯化碳 | 50. 苯乙烯 |
| 9. 氯乙烷 | 30. 苯 | 51. 三溴甲烷 |
| 10. 三氯三氟乙烷 (氟利昂 113) | 31. 正-庚烷 | 52. 1,1,2,2-四氯乙烷 |
| 11. 乙醇 | 32. 三氯乙烯 | 53. 1,2,4-三甲苯 |
| 12. 1,2-二氯乙烯 | 33. 1,2-二氯丙烷 | 54. 1,3,5-三甲苯 |
| 13. 1,1,2-三氯三氟乙烷 | 34. 1,4-二恶烷 | 55. 1-乙基-4-甲基苯 |
| 14. 丙酮 | 35. 一溴二氯甲烷 | 56. 乙苯 |
| 15. 二硫化碳 | 36. 反-1,3-二氯丙烯 | 57. 1,2-二氯苯 |
| 16. 异丙醇 | 37. 甲基异丁基酮 | 58. 1,3-二氯苯 |
| 17. 二氯甲烷 | 38. 甲苯 | 59. a-氯甲基苯 |
| 18. 特丁基甲基醚 | 39. 顺-1,3-二氯丙烯 | 60. 1,4-二氯苯 |
| 19. 正-己烷 | 40. 反-1,2-二氯乙烯 | 61. 1,2,4-三氯苯 |
| 20. 1,1-二氯乙烷 | 41. 1,1,2-三氯乙烷 | 62. 六氯-1,3-丁二烯 |
| 21. 醋酸乙烯酯 | 42. 四氯乙烯 | |

图 1. 不分流模式分析一升 62 组分标样的结果。优异的峰形保证了所有化合物 100 ppt 以下的检测限。插入放大图显示异丙醇的峰形

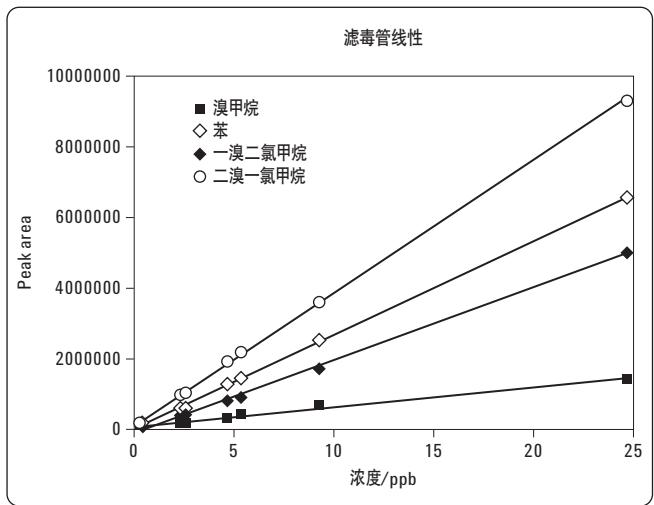


图2. 0.1 到 25 ppb 的线性绘图

表1. 8个化合物显示的系统重现性涵盖了空气毒性化合物的范围 ($n=5$)

化合物	%RSD
二氯二氟甲烷	2.8
异丙醇	4.0
二硫化碳	2.8
二氯乙烯	3.3
四氢呋喃	2.2
苯	1.9
氯乙烯	4.0
1,2,4-三氯苯	4.5

采用美国环保署方法 TO-17 监测有害空气污染物 应用简介

很多行业、城市和室内环境都要通过检测挥发性气体有毒物来衡量空气质量。有毒物的挥发性从氯代甲烷到六氯丁二烯不等，还包括极性以及非极性物质。已经有一些空气有毒物和相关应用的国家和国际标准方法。包括美国环保署方法 TO-17，“采用吸附剂管主动取样测定室温空气挥发性有机化合物”。其他相关的标准包括欧盟 ISO 16017 和 ASTM D6196。

为了应对全球日益增长的测定空气有毒物的需求，安捷伦科技配置了无冷冻机操作和完全依从方法 TO-17 的 TD-GC/MS 系统。有手动和自动型号，具有高通量的系统提供多达 100 个管的容量和重新收集进行重复分析的功能。所有系统具备通用水管线特征和安捷伦世界领先的 GC/MS 系统，该系统由安捷伦 7890A GC 系统和安捷伦 5975C 系列 GC/MSD 组成。

可选的电子管标记组件为高通量实验室和现场监测研究提供了更佳的可追溯性。

TO-17 的配置要求

系统配置包括：系列 2（ULTRA 50:50/ISDP-）UNITY，配置 7890A GC 和 5975C GC/MS

推荐的备件：

空气有毒物分析仪（ATA）启动工具包包含：

- 2 个 ATA/SG 聚焦捕集管
- 10 个一包的经预处理/封盖的 ATA 管
- 10 个一包的 BTX 标准管（100 ng 水平）
- CapLok 工具

安捷伦 J&W DB-624 色谱柱：60 m × 0.32 mm 内径 × 1.8 μm

可提供的选件包括：

TubeTAG 启动工具包

其他经预处理/封盖的 ATA 管或通用管

He 泄漏检测器

UNITY 2 维护工具包

用于校准的气体标准样品（1ppm）

定制的标准参比管（100 ng）

1 个或和 5 个泵

取样和分析条件

样品体积：一般为 1–5 L，条件为 ATA 管，20–50 mL/min

吸附管：320 °C 保持 10 min

聚焦捕集管：25 °C，以 40 °C/s 升温至 320 °C (3 min)

分流比：不分流到 10:1 (取决于浓度)

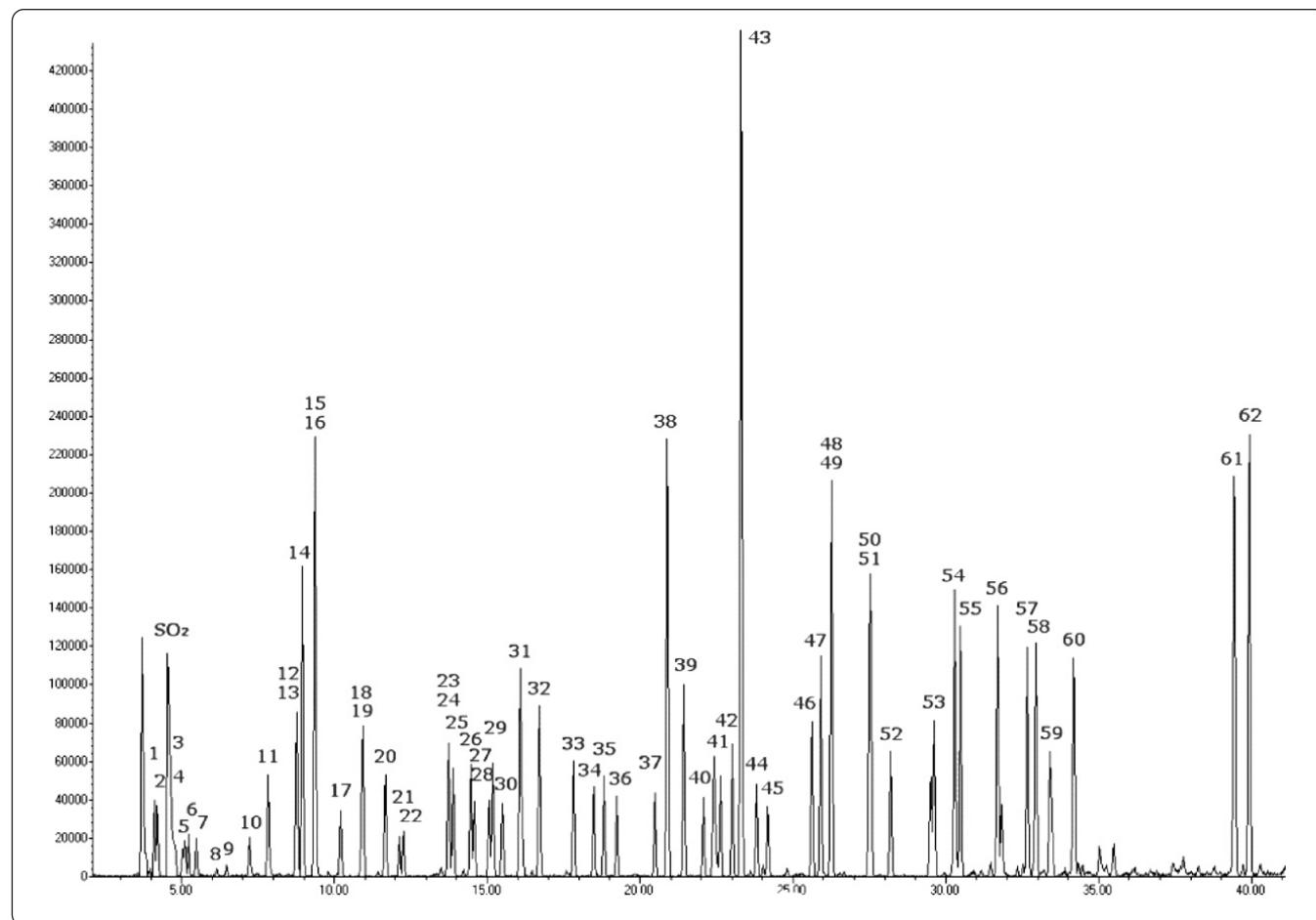
TD 流路：140 °C

载气：氦气，恒压 10 psi

GC 柱温箱：35 °C (5 min)，以 5 °C/min 升温到 230 °C

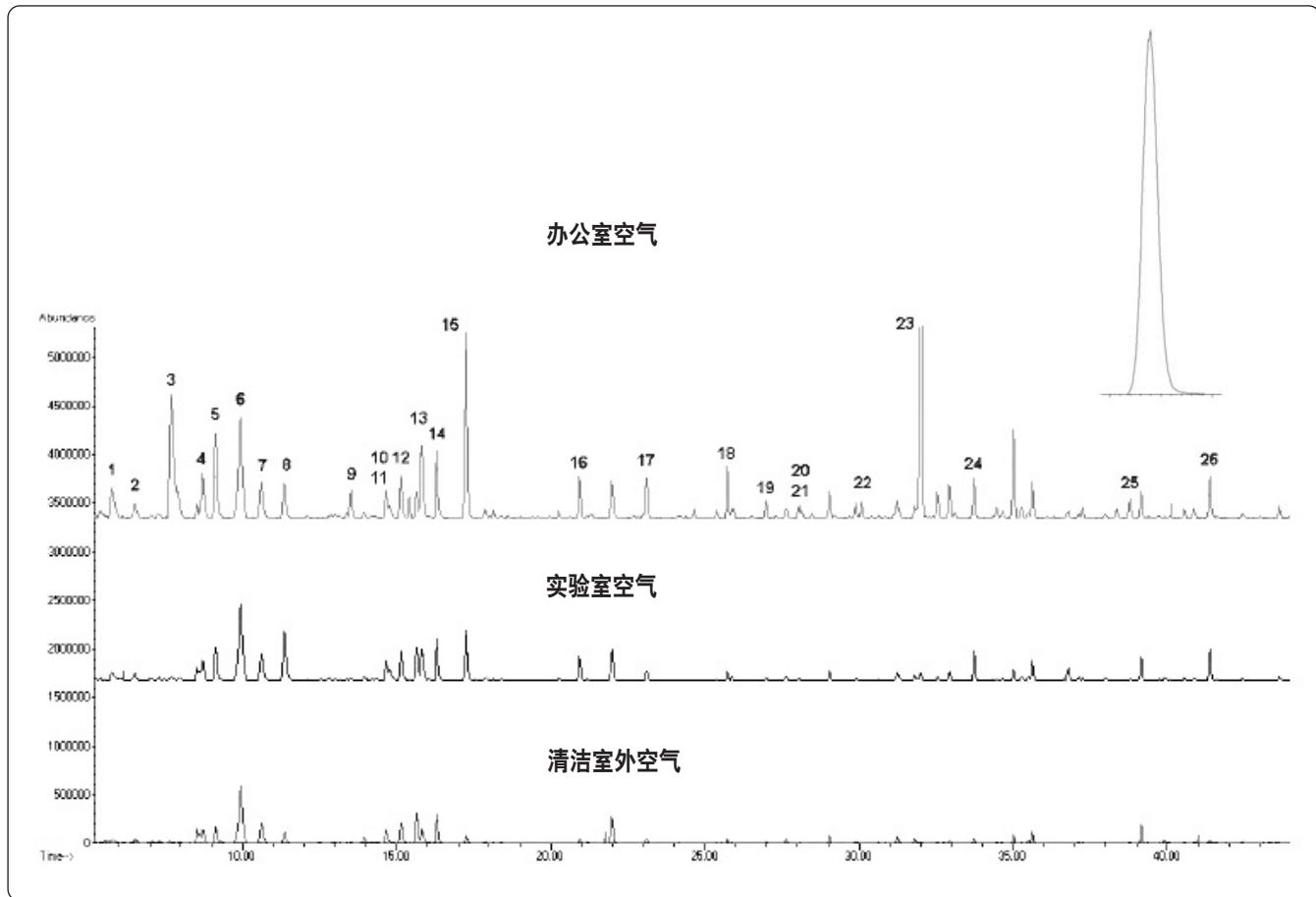
MS 温度：离子源 230 °C，四极杆 150 °C，传输管 200 °C

全扫描：35–300 m/z



1. 丙烯	22. 顺-1,2-二氯乙烯	43. 甲基正丁基酮
2. 二氯二氟甲烷	23. 甲乙酮	44. 二溴一氯甲烷
3. 1,2-二氯四氟乙烷	24. 乙酸乙酯	45. 1,2-二溴乙烷
4. 氯代甲烷	25. 四氢呋喃	46. 氯苯
5. 1,2-二氯乙烷	26. 氯仿	47. 二甲苯
6. 1,3-丁二烯	27. 1,1,1-三氯乙烷	48. 二甲苯
7. 氯乙烯	28. 环己烷	49. 二甲苯
8. 溴代甲烷	29. 四氯化碳	50. 苯乙烯
9. 氯乙烷	30. 苯	51. 三溴甲烷
10. 三氯三氟乙烷 (氟利昂 113)	31. 正-庚烷	52. 1,1,2,2-四氯乙烷
11. 乙醇	32. 三氯乙烯	53. 1,2,4-三甲苯
12. 1,2-二氯乙烯	33. 1,2-二氯丙烷	54. 1,3,5-三甲苯
13. 1,1,2-三氯三氟乙烷	34. 1,4-二恶烷	55. 1-乙基-4-甲基苯
14. 丙酮	35. 一溴二氯甲烷	56. 乙苯
15. 二硫化碳	36. 反-1,3-二氯丙烯	57. 1,2-二氯苯
16. 异丙醇	37. 甲基异丁基酮	58. 1,3-二氯苯
17. 二氯甲烷	38. 甲苯	59. a-氯甲基苯
18. 特丁基甲基醚	39. 顺-1,3-二氯丙烯	60. 1,4-二氯苯
19. 正-己烷	40. 反-1,2-二氯乙烯	61. 1,2,4-三氯苯
20. 1,1-二氯乙烷	41. 1,1,2-三氯乙烷	62. 六氯-1,3-丁二烯
21. 醋酸乙烯酯	42. 四氯乙烯	

图1. 使用 ATA 管收集的 1 L 62 组分空气有毒物标准样品 (1 ppb) 在不分流模式下分析的结果



- | | | |
|-------------|---------------|-------------------|
| 1. 甲醇 | 10. 2-甲基己烷 | 19. 二甲苯 |
| 2. 2-甲基丁烷 | 11. 环己烷 | 20. α -蒎烯 |
| 3. 乙醇 | 12. 3-甲基己烷 | 21. 环己酮 |
| 4. 丙酮 | 13. 庚烷 | 22. α -月桂烯 |
| 5. 异丙醇(IPA) | 14. 乙酸 | 23. d-柠檬烯 |
| 6. 2-甲基戊烷 | 15. 1-甲基-2-丙醇 | 24. 苯酚 |
| 7. 3-甲基戊烷 | 16. 甲苯 | 25. 薄荷醇 |
| 8. 己烷 | 17. 己醛 | 26. 2-苯氧乙醇 |
| 9. 乙酸乙酯 | 18. 二甲苯 | |

图 2. 使用通用管采集的三个实际空气样品的不分流分析结果。插入的放大图显示出异丙醇的优异峰形。检测限：所有化合物均在 0.1 ppb (100 ppt) 以下

采用特殊的“土壤气体”吸附剂管评估土壤气体和蒸汽侵入 应用简介

当调查燃料污染的场所时，土壤气体测量用于评估从蒸汽侵入到附近建筑物对人体健康的危险性，还用于鉴定燃料源以便降低危险和责任管理。一般都需要测定大部分有毒工业化合物（如，苯和萘）和表征总石油烃（TPH）谱。

滤毒管和吸附管均用于土壤气体取样，然后用 TD-GC/MS 分析，工作流程类似于美国环保署方法 TO-15 或 TO-17。然而，某些“中等蒸馏物”燃料（柴油、航空燃、煤油，等等）含有超出这些方法涵盖范围的组分。吸附管适用于高沸点组分（高达 n-C_{26/30}），而且使得单次 TD-GC/MS 分析更容易完全回收，而滤毒管则被证明对与 n-C₁₀ 以上的化合物有交叉干扰。这会有损分析结果，并导致高成本、费时的滤毒管清洗问题，或者使滤毒管不可逆的污染。

为了优化和简化这一应用，安捷伦提供疏水的“土壤气体”取样管，可带或不带电子标记，可用于上述两种空气有毒物分析仪。土壤空气管能够定量保留和回收各种有机污染物，包括轻质和中等蒸馏物燃料。

配置要求

系统配置包括：系列 2 (ULTRA 50:50/ISDP-) UNITY 2 (CIA 8)，配置 7890A GC 和 5975C GC/MS

推荐使用的备件：

土壤气体启动启工具包括：

- 2 个 ATA/SG 聚焦捕集管
- 10 个一包的经预处理/封盖的土壤气体管
- 10 个一包的 BTX 标准管 (100 ng 水平)
- CapLok 工具

安捷伦 J&W DB-5ms 色谱柱：30 m × 0.25 mm 内径 × 0.25 μm

成本极小的工作效率和准确度

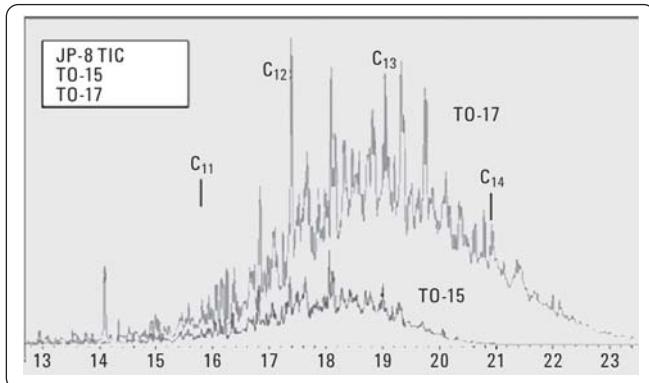


图 1. 煤油 (JP-8) 污染的土壤气体分析结果。红色是用吸附剂管取样，蓝色是用滤毒管取样。数据由美国加州 Air Toxics 公司提供

它们很容易重新用于后分析，无需额外的预处理。用于土壤气体取样的吸附管二次脱附显示在整个挥发性范围没有交叉污染。

可提供的选件包括：

- TubeTAG 启动工具包
- 100 个一包的经预处理/封盖的土壤气体管
- 1 个或 5 个泵
- He 泄漏检测器
- UNITY 2 维护工具包

分析条件

疏水性土壤气体管 (Tenax/Carbopack X)，在 50 mL/min 流速条件下采样 5 min

管脱附：	300 °C, 5 min
ATA 捕集管：	25 °C, 310 °C (3 min)，最大升温速率
氦载气：	13 psi, 分流 50:1 (仅用于捕集)
GC 柱温箱：	50 °C (1 min)，以 5 °C/min 升温至 140 °C，再以 15 °C/min 升温至 300 °C (1 min)
MS 温度：	离子源 230 °C，四极杆 150 °C，传输管 280 °C
全扫描：	30–450 m/z

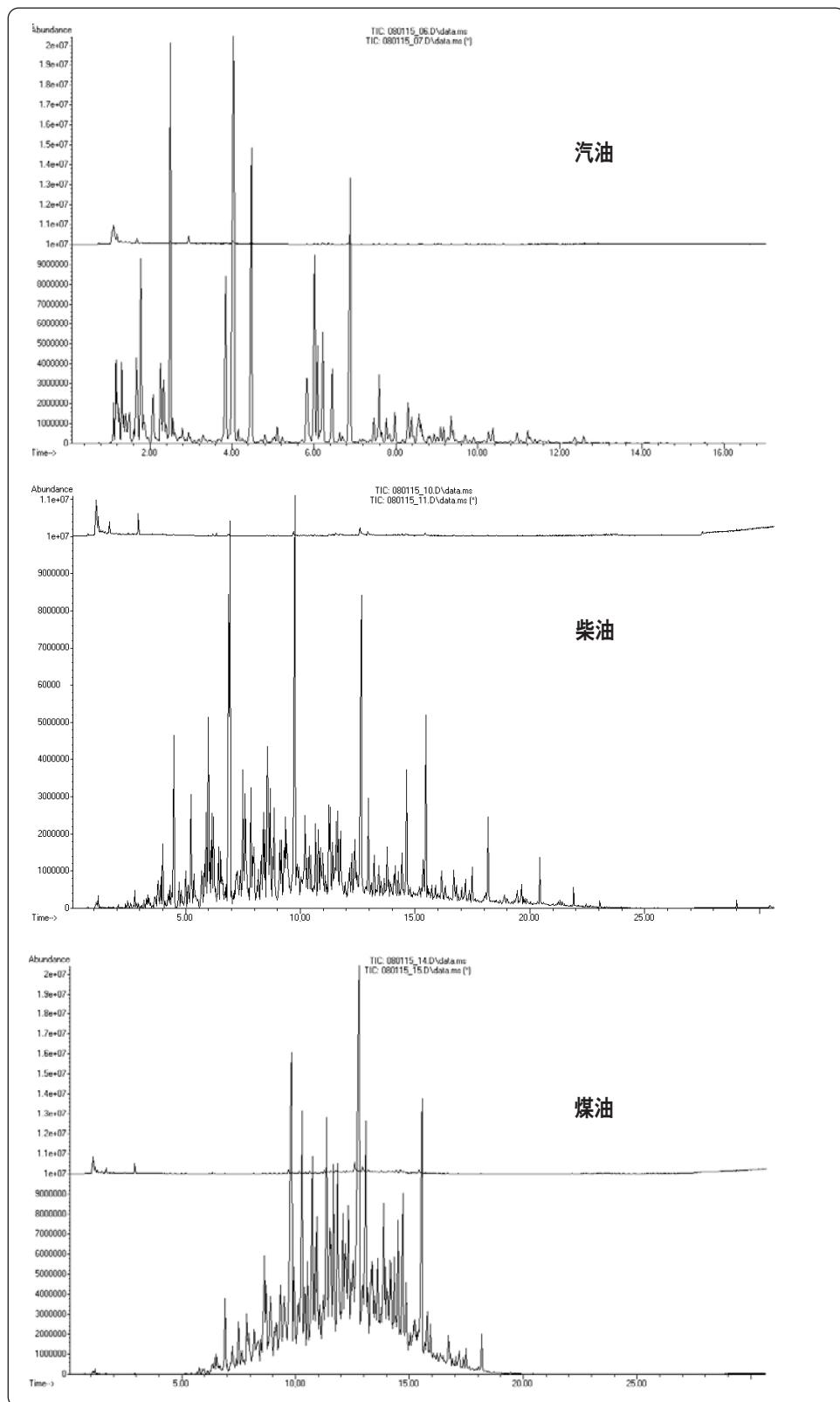


图2. 用于被污染土壤中燃料蒸汽取样的土壤气体管的第一次和第二次脱附

烟囱排放物测试

应用简介

烟囱气体常常是有害的，复杂的基质既含有高浓度有机物蒸汽，也含有低浓度有机物蒸汽。高浓度组分一般采用烟囱配置的连续排放监测器（CEM）在线监测，但是，全世界的法规机构越来越关注低含量的有毒物或异味有机化合物的排放，这可能需要依从于操作许可的离线监测。

挥发性极高的感兴趣的混合物，如氟利昂，可以采用整个空气/气体容器取样，但是，大部分烟囱监测是采用吸附剂管取样，然后用热脱附或溶剂萃取，以及 GC/MS 进行分析。TD 在烟囱气监测中越来越

受欢迎，原因是它不采用有毒溶剂如 CS₂，因而也没有有关的分析干扰。TD 还能使痕量被分析物的灵敏度提高 1000 倍，同时又能监测超过 100 ppm 的化合物。

安捷伦 TD-GC/MS 系统的 SecureTD-Q（重新收集进行重复分析）功能使得烟囱气测试方法从溶剂萃取向热脱附的转变更为容易。即使手动系统也可提供 SecureTD-Q 作为标配，这一设备能够使单次或双次分流实现自动化。

配置要求

系统配置包括：系列 2 (ULTRA 50:50/ISDP) UNITY (CIA8)，配置 7890A GC 和 5975C GC/MS

推荐使用的备件：

10 个一包的通用吸附管 (n-C₅ 到 n-C₃₀)，经预处理并封盖

CapLok 工具

备用通用聚焦捕集管

安捷伦 J&W HP-5 ms 色谱柱：30 m × 0.25 mm 内径 × 0.25 μm
膜厚

可提供的选件包括：

100 个一包的经预处理/封盖的通用管

TubeTAG 启动工具包

He 泄漏检测器

UNITY 2 维护工具包

第二个 ULTRA 用于自动化重新收集两种分流物

取样和分析条件

100 到 1500 mL 烟囱气的时间加权平均或 Grab 取样（泵或大体积气体注射器）

管脱附： 300 °C, 5 min

聚焦捕集管： 25 °C 到 300 °C (5 min)，最大升温速率

分流比： 50:1 到 5000:1 (取决于浓度)

TD 流路： 180 °C

载气： 氮气，恒压 10 psi

GC 柱温箱： 40 °C (5 min)，以 10 °C/min 升温至 280 °C (5min)

MS 温度： 离子源 230 °C，四极杆 150 °C，传输管 200 °C

全扫描： 30–450 m/z

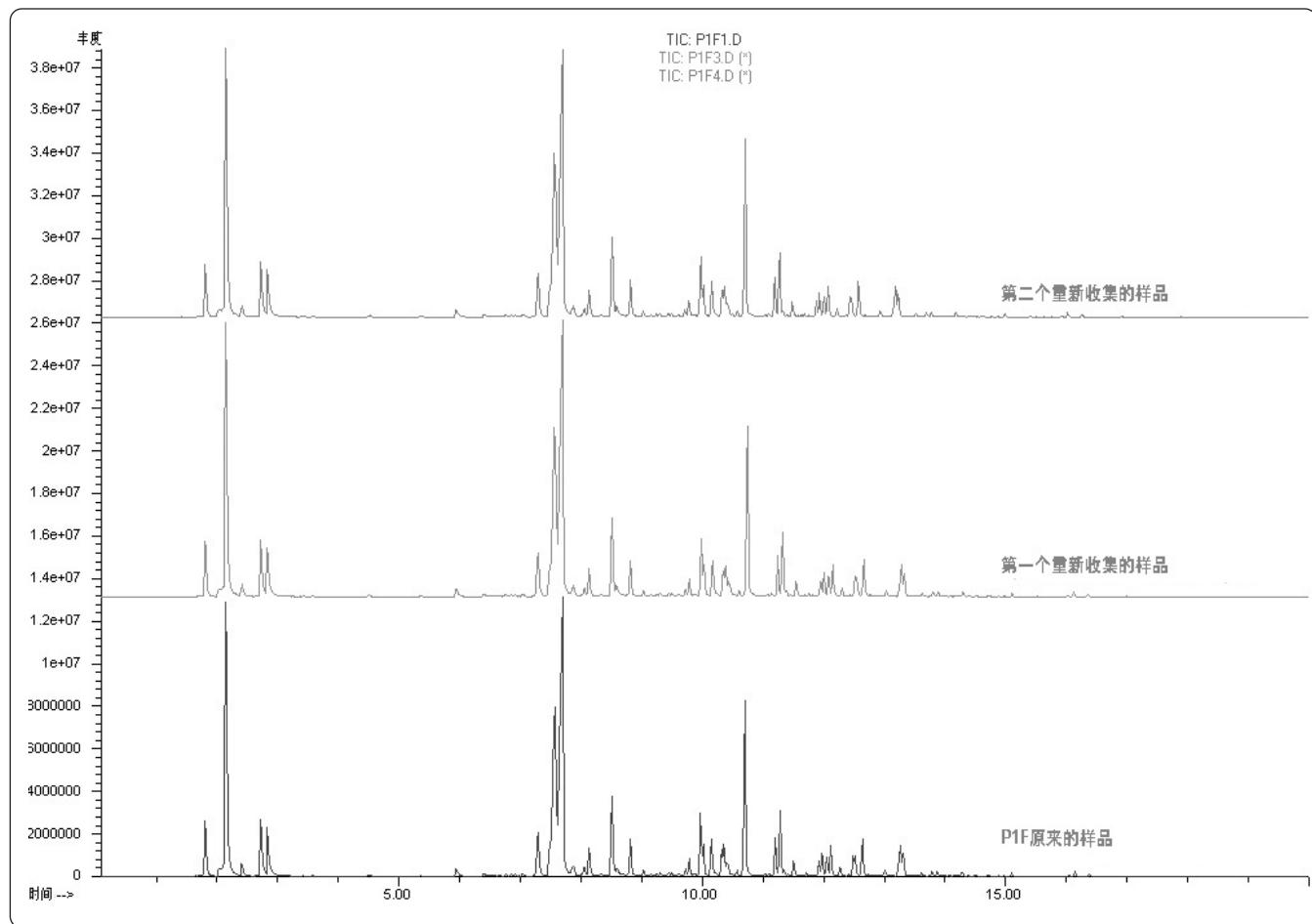


图 1. 单个 1.5 L 烟囱气样品采用双分流三次重复分析结果。总的分流比 3000:1

标准方法

早期的烟囱排放物 TD 方法采用大的 ("VOST") 管取样。这些标准现在大都废止了，但是，对于演示原理它们还是有意义的。最近的法规指南，如英国环境署 (UK EA) M2 和最新开发的烟囱测试方法 (如，prEN 13649) 采用标准的 $\frac{1}{4}$ 英寸 (6.4 mm) 或 6 mm 外径管，既可以使用热脱附，有可以使用溶剂萃取。

表 1. 图 1 所示三次重复分析的数据

化合物	测定的含量 (μg)		
	第一次分析	第二次分析	第三次分析
MEK	580	583	580
苯	0.14	0.18	0.18
甲苯	94	91	93
乙苯	30	30	29
PGMEA	43	43	43
间、对-二甲苯	261	262	258
邻-二甲苯	13	13	13
DMS	28	28	28
1,2,3-三甲苯	43	44	42

职业卫生/工作场所空气监测 应用简介

工作场所健康与安全立法，比如欧洲化学品机构指南和美国职业安全与健康法案/有害交流标准，要求使用化学品的工业场所执行空气监测和/或工作场所人员暴露评估，以保证符合法规限定的容许量。职业卫生要求不引人注目地取样。因此，吸附剂管和小柱，扩散（被动）操作或用小的个人监测泵，是分析有机挥发物最常用的方法。

吸入暴露：TD-GC/MS 广泛用于工作场所/人员空气监测已有多年，采用的是相关标准方法，包括 ISO EN 16017、ASTM D6196、ENs 838/1076 和 NIOSH 2549。近来限量标准的降低已经促使更多地采用热脱附，而越来越少用传统的活性炭管/CS2 萃取方法。溶剂萃取有固有的局限性，包括灵敏度低（一般比 TD 方法低 1000 倍）、

可变的或不完全萃取效率、不能重复使用的管、以及溶剂问题（比如毒性、废液处理成本和分析干扰物）。

安捷伦的 TD-GC/MS 产品在手动和自动配置上提供独特的重新收集功能，因而允许重复分析，克服了过去 TD 系统传统的“一枪”局限性。吸附管电子标记选项增强了样品管的可追溯性，这对工作场所研究也是很有益处的。

呼吸测试：工作场所的化学品暴露途径可能包括皮肤吸附和呼吸，以及吸入。最近 TD-GC/MS 兼容的呼吸测试的发展作为非侵入方法替代了血液和尿液取样，第一次使大规模生物监测更容易实现。相关的应用包括暴露于溶剂的制鞋工人、使用脏的清洁设备的员工、以及暴露于麻醉剂的医务人员。

配置要求

系统配置包括：系列 2 (ULTRA 50:50/ISDP) UNITY，配置 7890A GC 和 5975C GC/MS

推荐使用的备件：

工作场所空气启动工具包（通用）包括：

- 10 个一包的经预处理/封盖的通用管
- 10 个一包的经预处理/封盖的 Tenax 管
- 10 个一包的扩散帽和 CapLok 工具
- 10 个一包的标准管 (BTX) ——1 µg 水平
- 备用通用聚焦捕集管

安捷伦 J&W DB-5ms 色谱柱：60 m × 0.25 mm 内径 × 0.25 µm 膜厚

可提供的选件包括：

10 个/100 个一包的经预/封盖的管，含有专用于目标被分析物的吸附剂

TubeTAG 启动工具包

10 个一包的生物挥发性化合物呼吸气取样器

UNITY 2 维护工具包

氦气泄漏检测器

1 个或 5 个泵

取样和分析条件

取样：	10 L 空气取样进入 Tenax 管（或 8 小时扩散取样）
管脱附：	300 °C, 5 min
标准捕集管：	-20 °C 到 300 °C (5 min)，最大升温速率
分流比：	50:1 到 500:1 (取决于浓度)
TD 流路：	160 °C
载气：	氦气，恒压 20 psi
GC 柱温箱：	50 °C (5 min)，以 10 °C/min 升温到 280 °C
MS 温度：	离子源 230 °C，四极杆 150 °C，传输管 200 °C
全扫描：	30–450 m/z

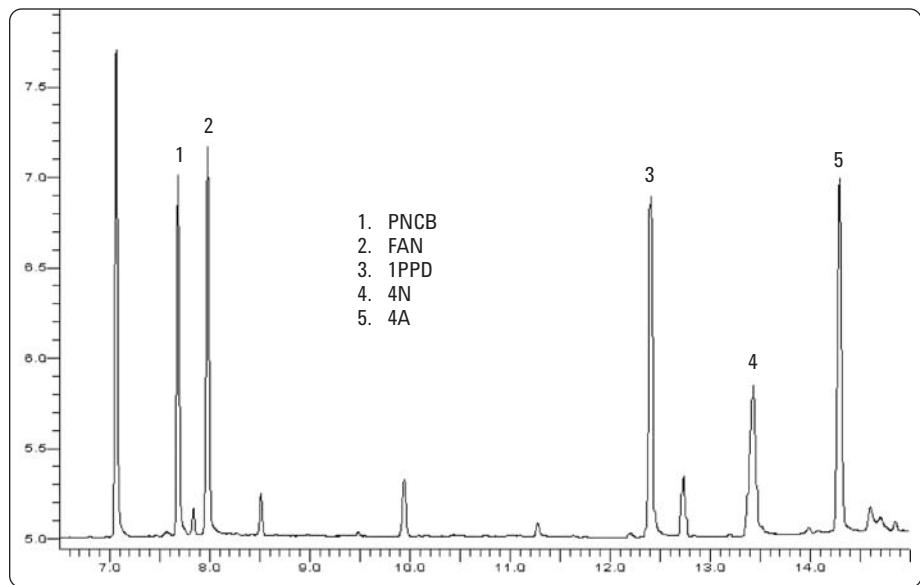


图 1. 工作场所空气中反应性胺的分析

取样和分析条件：呼吸

取样：
Bio-VOCTM 生物 VOCTM 呼吸取样器和 Tenax 管
管脱附：
250 °C, 5 min
标准捕集管：
-25 °C 到 300 °C (3 min), 最大升温速率
TD 流路：
150 °C
载气：
氦气, 恒压 20 psi
GC 柱温箱：
40 °C (5 min), 以 10 °C/min 升温到 300 °C
MS 温度：
离子源 230 °C, 四极杆 150 °C, 传输管 200 °C
全扫描：
30–450 m/z

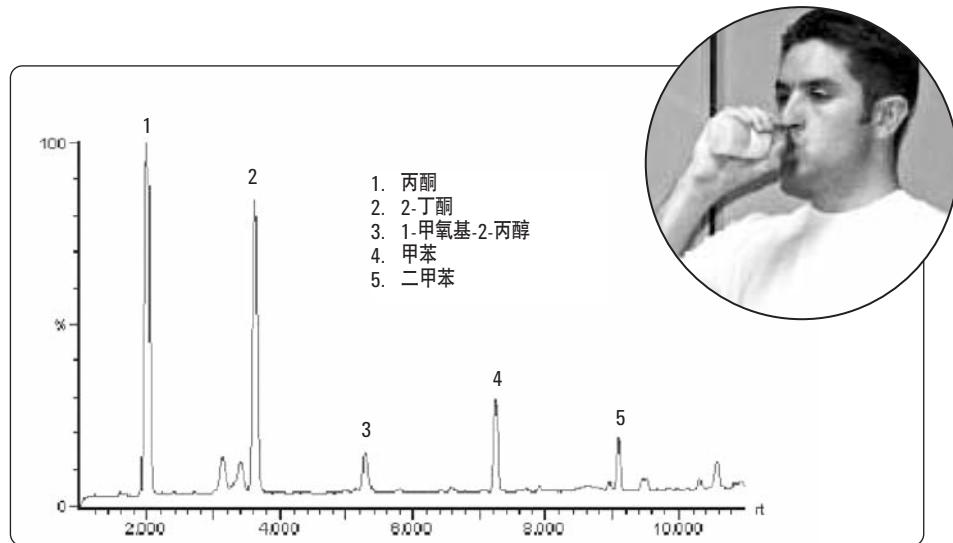


图 2. 制鞋工人呼吸的皮肤吸附溶剂, 样品收集采用 Bio-VOC 呼吸取样器, 用 TD-GC/MS 分析

短时排放、气味和警戒线监测 应用简介

某系废弃物场所和工业安装场地或会产生有毒和/或有异味的有机蒸汽，这些气体可以影响工作和生活在就近地区的人们的健康和生活质量。相关法规包括关于废弃物堆积场的欧洲指南 1999/31/EC 和美国环保署“残留风险”计划的控制主要炼油厂周边苯浓度的活动。

在此情况下，吸附管提供了最通用、低成本和不引人注目的空气取样选择。周边监测最常采用长期扩散取样——允许以低的成本测定一到两周时间内关键污染物（比如，依据 ISO EN 16017、ASTM D6196 和 EN 14662-4，污染物有苯和萘）的平均浓度。

填埋场地空气条件的实际困难和具有挑战性的性质包括高浓度 CO₂、较高的温度、高湿度和污染的背景适合于方便的气囊取样。该过程的详细情况是使用低成本的真空泵或大的气体注射器通过惰性管吸入约 100 mL 的填埋场气体样品。英国环保署（UK EA）关于监测填埋场气体的指南文件规定对于该应用采用通用的标准 TO-17、ISO EN 16017 和 ASTM D6196。

安捷伦系统的通用性显然很适合于该领域，这些系统独家提供挥发性范围从 C₂ 到 n-C₄₀ 的完全回收，以及适合于热不稳定、异味化合物的低温流路选项。

配置要求

系统配置包括：系列 2（ULTRA 50:50/ISDP）UNITY，配置 7890A GC 和 5975C GC/MS

推荐用于填埋场的选项：

10 个一包的管（SilcoSteel、Tenax/Unicarb）

两个“硫”聚焦捕集管

安捷伦 J&W DB-VXR 色谱柱：60 m × 0.25 mm 内径 × 1.4 μm 膜厚

TubeTAG 启动工具包

He 泄漏检测器

推荐的用于炼油厂的选件：

一包 10 个管（BTX）加上 10 个管（1,3-丁二烯）

10 和扩散帽

备用通用聚焦捕集管

安捷伦 J&W HP-5 ms 色谱柱：60 m × 0.25 mm × 0.5 μm 膜厚

TubeTAG 启动工具包和氦气泄漏检测器

分析条件：填埋场气体

100 mL 气体气囊取样到“S”管

管脱附： 300 °C, 5 min

聚焦捕集管： 25 °C 到 300 °C (5 min)，最大升温速率

氦载气： 21.6 psi，分离比 20:1

TD 流路： 120 °C

GC 柱温箱： 35 °C (5 min)，以 5 °C/min 升温到 230 °C

MS 温度： 离子源 230 °C，四极杆 150 °C，传输管 200 °C

全扫描： 30-450 m/z

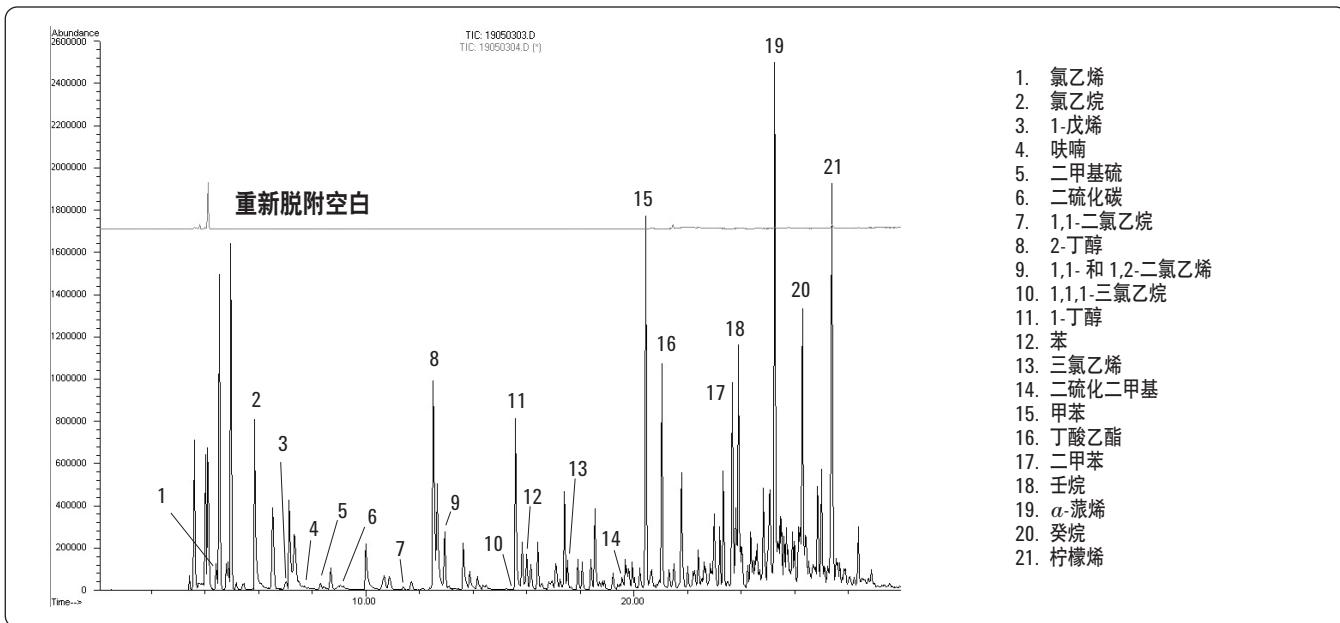


图 1. 100 mL 含痕量目标被分析物的填埋场气体和鉴定的某些其他主要背景污染物

分析条件: 炼油厂周边

取样: 采用 Carbograph 1 TD 管两周扩散
管脱附: 320 °C, 5 min
聚焦捕集管: 通用碳管, -10 °C 到 320 °C
氦载气: 21.6 psi, 分离比 10:1
TD 流路: 150 °C
GC 柱温箱: 35 °C (5 min), 以 5 °C/min 升温到 230 °C
MS 温度: 离子源 230 °C, 四极杆 150 °C, 传输管 200 °C
全扫描: 30-450 m/z

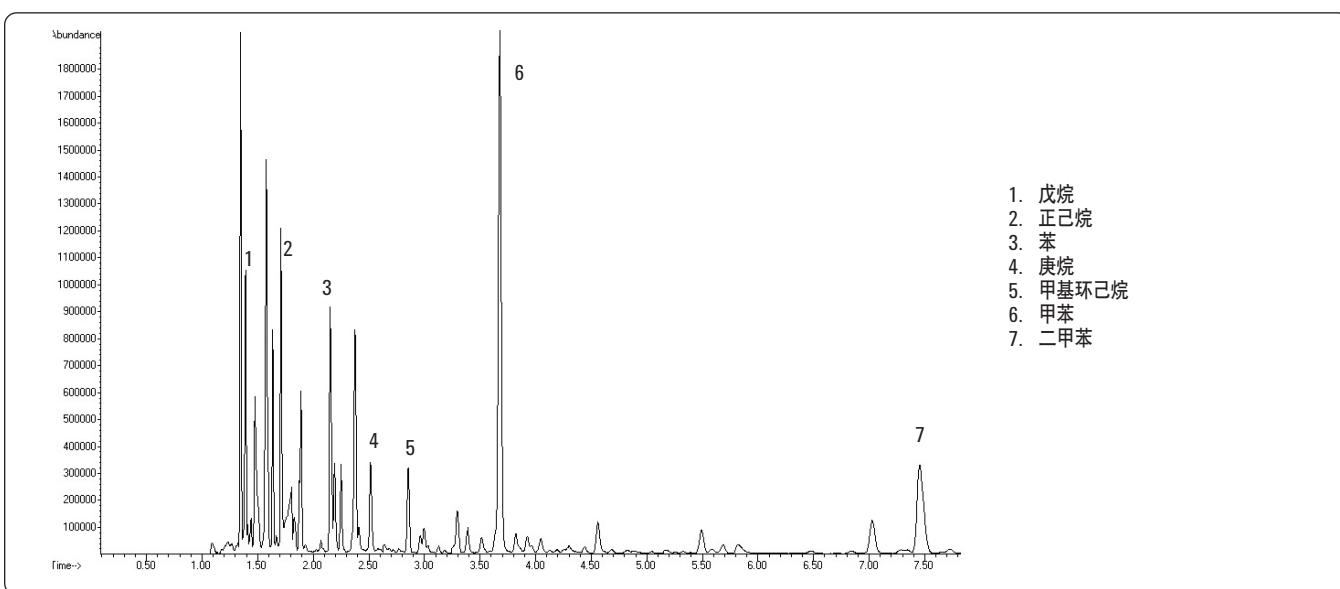


图 2. 炼油厂周边两周扩散监测。检测到的挥发性有机化合物 (VOC) 包括烷烃, 加上芳香族苯、甲苯和二甲苯。这些数据来自 BP

室内空气质量 应用简介

发达国家的人们在室内或汽车中的时间约占 90%，要暴露于建筑产品、家具和汽车内部装饰品的排放物。因此，室内和汽车内的空气质量是人们健康舒适的关键指标，特别是对于大部分易受影响的社会成员。

室内空气质量 (IAQ) 最近成为人们更加关注的焦点，因为不断增加的能源利用有效性（比如，新的建筑能源性能 EC 指南）的压力导致了较低的室内空气交换速率。不充分的排风可能使化学物质（如，来自建筑或清洁产品）在室内环境聚集，引起极端情况下的“不良建筑综合症”。类似的情况也影响着汽车内的空气质量。

TD 广泛用于室内空气监测和相关应用，如材料排放测试和失踪气流通测试。IAQ 取样一般采用泵入的吸附管，依据是 ISO 16000-6、ISO EN 16017 或者 ASTM D6196。扩散取样为室内人员暴露评估提供理想的方法。

安捷伦的系统提供一流的系统灵敏度和挥发及半挥发有机物同时分析的功能，所以特别适合于 IAQ 应用。种类齐全的辅助产品部件完善了安捷伦的分析系统。产品包括低成本排放筛选工具和创新的数据挖掘软件，这些强化了复杂色谱图上痕量有毒成分的鉴定。

配置要求

系统配置包括：系列 2 (ULTRA 50:50/ISDP) UNITY，配置 7890A GC 和 5975C GC/MS

推荐使用的备件：

IAQ 启动工具包括：

- 10 个一包的经预处理/封盖的 IAQ 管
- 10 个一包的经预处理/封盖的 Tenax TA 管
- CapLok 工具
- 2 个 IAQ 聚焦捕集管

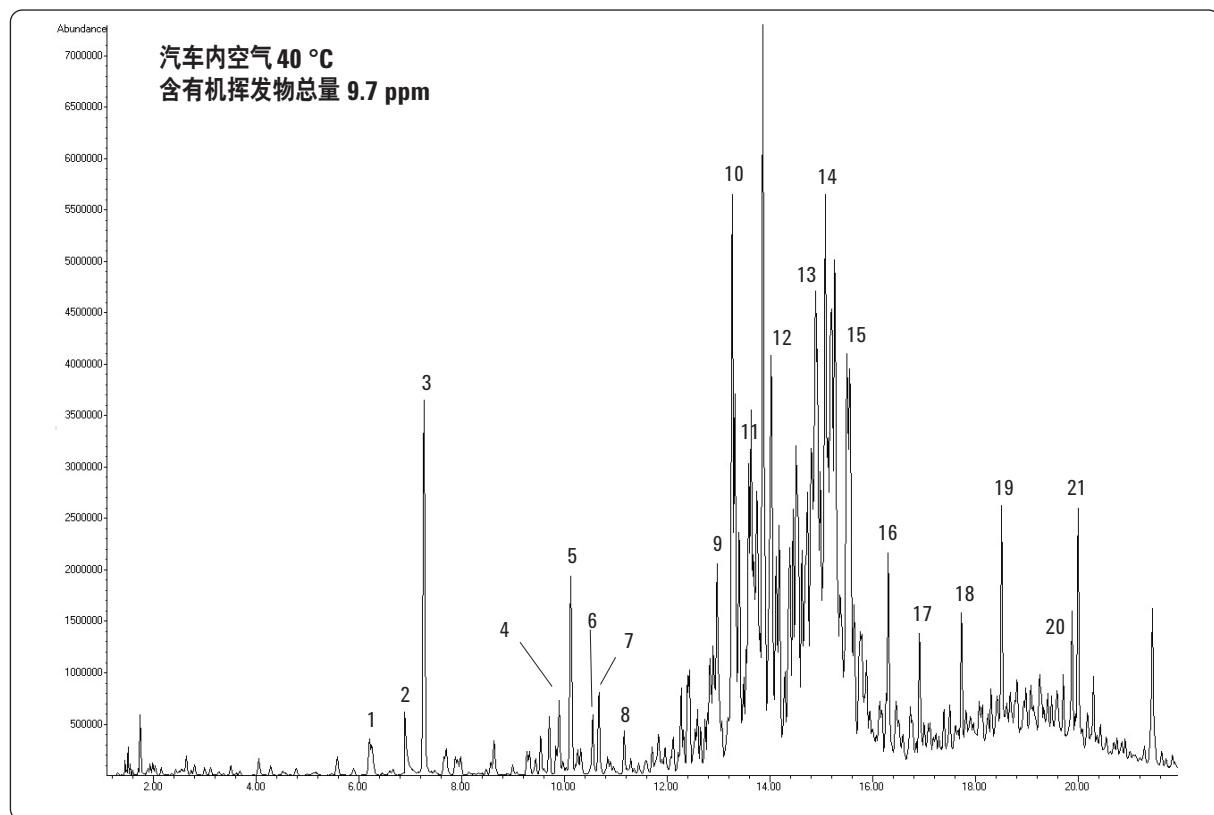
安捷伦 J&W DB-5ms 色谱柱：60 m × 0.25 mm 内径 × 0.5 μm

可提供的选件包括：

- 100 个一包的经预处理/封盖的 IAQ 或 Tenax 管
- TubeTAG 启动工具包
- 1 个或 5 个泵
- 10 个一包的扩散取样帽
- UNITY 2 维护工具包
- μ-CTE 微型室/热萃取器
- DRS 或 TargetView “数据挖掘”软件

分析条件：40 °C 的汽车内空气泵取样吸附管监测

取样：	2 L 样品，50 mL/min 的 IAQ 管流速
管脱附：	275 °C, 6 min
聚焦捕集管：	30 °C 到 300 °C (3 min)，最大升温速率
双分流总分流比：	100:1
TD 流路：	200 °C
载气：	氦气，恒压 10 psi
GC 柱温箱：	40 °C (5 min), 以 10 °C/min 升温至 200 °C (1 min)
MS 温度：	离子源 230 °C, 四极杆 150 °C, 传输管 280 °C
全扫描：	45-350 m/z



- | | |
|------------|----------------------------|
| 1. 甲基环己烷 | 12. C ₁₁ |
| 2. N,N-DMF | 13. C _{11/12} 异构体 |
| 3. 甲苯 | 14. C ₁₂ |
| 4. 乙苯 | 15. C ₁₃ |
| 5. 间、对二甲苯 | 16. 2-(2-丁氧基-乙氧基)乙醇 |
| 6. 苯乙烯 | 17. 正十二烷 |
| 7. 邻二甲苯 | 18. 甲硅烷基酯 |
| 8. 正壬烷 | 19. n-C ₁₃ |
| 9. 三甲苯 | 20. 可巴烯 |
| 10. 正癸烷 | 21. n-C ₁₄ |
| 11. 二甲基苄胺 | |

图 1. 来自小汽车内的 2 L 空气, 显示复杂的 VOC 组成和高的总 VOC 含量

取样和分析条件：扩散取样用于室内空气质量研究

取样：	使用轴向吸附剂管对室内空气、室外空气和人员暴露 12 小时扩散取样
管脱附：	300 °C, 5 min
聚焦捕集管：	25 °C 到 300 °C (5 min), 最大升温速率
分流比：	10:1
TD 流路：	160 °C
载气：	氦气, 恒压 10 psi
GC 柱温箱：	35 °C (5 min), 以 5 °C/min 升温到 230 °C
MS 温度：	离子源: 230 °C, 四极杆 150 °C, 传输管 280 °C
全扫描：	45-450 m/z

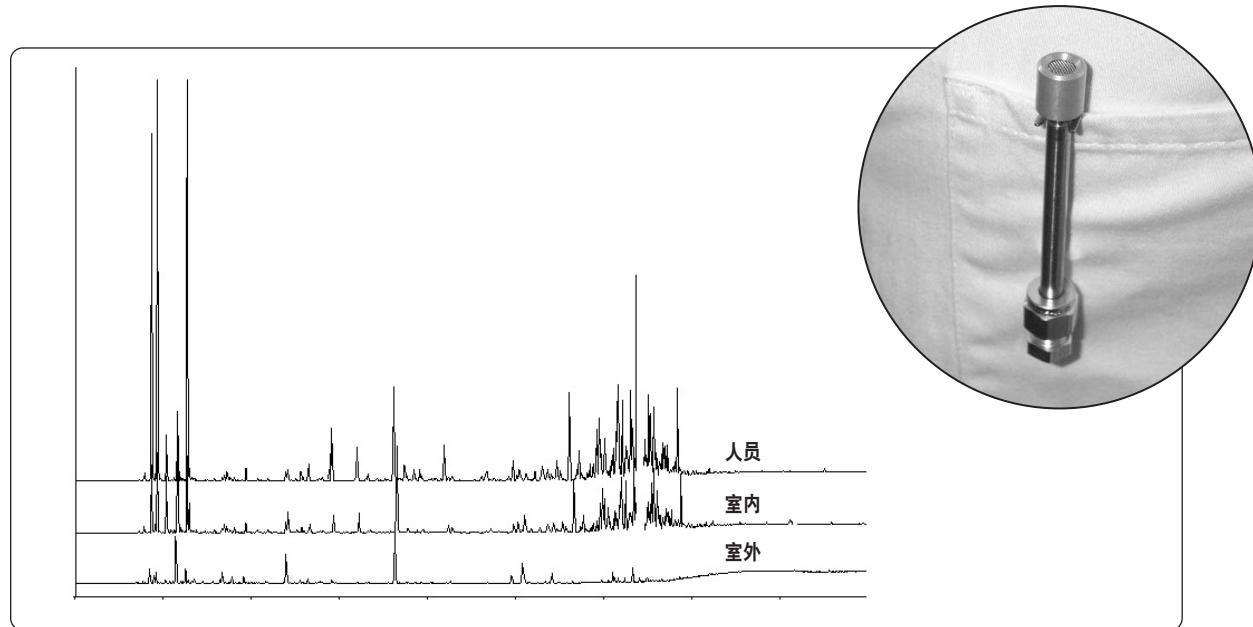


图 2. 该屋内差的室内空气质量和个人暴露水平最终归结为内部停车场停放柴油车导致

www.agilent.com/chem/cn

安捷伦科技公司对本资料中所包含的错误，以及由于使用本
资料所引起的相关损失不承担责任。

本书中的信息、说明和性能指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技公司版权所有，2009
中国印刷
5990-3782CHCN



Agilent Technologies