

# 应用基本方法和仪器进行可靠的空气质量检测



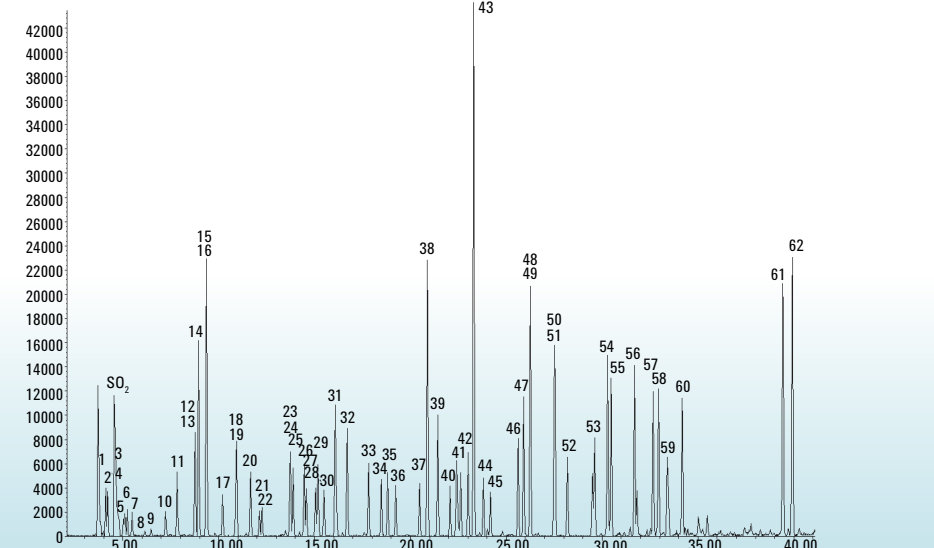
## 测量空气中的挥发物：US EPA 方法 TO-17

《美国清洁空气法》已明确指出具体的有害空气污染物 (HAP)，也称毒性空气污染物。这些化合物包括多种极性化合物和挥发性化合物，使用泵吸采样将分析物吸至多吸附剂样品管后进行自动化 TD-GC/MS (scan) 分析的方法，是目前最为有效的监控手段。

基于泵吸空气监控的 TO-17 类型的方法对于非极性和极性有机化合物（包括挥发性组分和半挥发性组分）的同步分析很有帮助。

## 城市空气中的毒性空气污染物

色谱柱：Agilent J&W DB-624UI，部件号 123-1364UI



城市毒性空气污染物的分析：在不分流模式下对 ATA 管收集的 1 L 毒性空气污染物标准样品 (1 ppb) 进行分析的结果。可观察到提取的质量离子为 45，显示出了异丙醇的优异峰形。参见 Markes 技术简报 TDS 86a，了解具体方法

- |                            |                 |                   |
|----------------------------|-----------------|-------------------|
| 1. 丙烯                      | 21. 乙酸乙酯        | 42. 四氯乙烯          |
| 2. 氟利昂                     | 22. 顺式-1,2-二氯乙烯 | 43. 甲基正丁基酮        |
| 3. 1,2-二氯四氯乙烯              | 23. 甲基乙基酮       | 44. 二溴一氯甲烷        |
| 4. 氯甲烷                     | 24. 乙酰乙酯        | 45. 1,2-二溴乙烷      |
| 5. 1,2-二氯乙烯                | 25. 四氢呋喃        | 46. 氯苯            |
| 6. 1,3-丁二烯                 | 26. 萘仿          | 47. 乙苯            |
| 7. 氯乙烷                     | 27. 1,1,1-三氯乙烯  | 48. 间二甲苯          |
| 8. 甲基溴 (溴化甲烷)              | 28. 环己烷         | 49. 对二甲苯          |
| 9. 氯乙烷                     | 29. 四氯化碳        | 50. 邻二甲苯          |
| 10. 三氯氟甲烷                  | 30. 苯           | 51. 苯乙烯           |
| 11. 乙醇                     | 31. 正庚烷         | 52. 三氯乙烯          |
| 12. 1,2-二氯乙烯               | 32. 三氯乙烷        | 53. 1,2,2-四氯乙烯    |
| 13. 1,1,2-三氯三氯乙烯 (氟利昂 113) | 33. 二氯丙烷        | 54. 1,2,4-三甲苯     |
| 14. 丙酮                     | 34. 1,4-二氧六环    | 55. 1,3,5-三甲苯     |
| 15. 二氧化硫                   | 35. 一溴二氯甲烷      | 56. 对乙基甲苯         |
| 16. 异丙醇                    | 36. 反式-1,3-二氯丙烷 | 57. 1,2-二氯苯       |
| 17. 二甲苯                    | 37. 甲基异丁基甲醚     | 58. 1,4-二氯苯       |
| 18. 叔丁基甲基醚                 | 38. 甲苯          | 59. $\alpha$ -氯甲苯 |
| 19. 正己烷                    | 39. 顺式-1,3-二氯丙烷 | 60. 1,4-二氯苯       |
| 20. 1,1-二氯乙烯               | 40. 反式-1,2-二氯乙烯 | 61. 1,2,4-三氯苯     |
|                            | 41. 1,1,2-三氯乙烯  | 62. 六氯-1,3-丁二烯    |



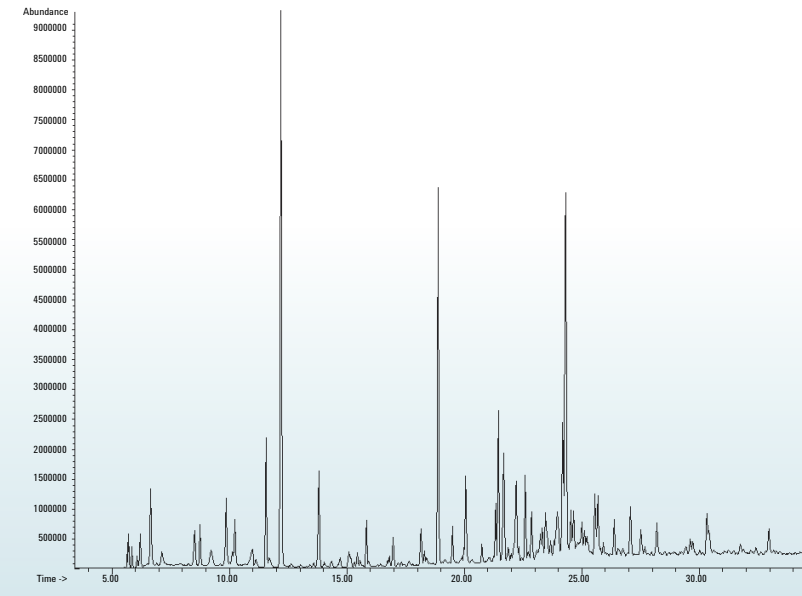
## 室内空气质量：US EPA 方法 TO-17, EN ISO 16017-1, ASTM D 6196

在发达国家，大部分人大约 90% 的时间都是在室内度过的。较差室内空气质量 (IAQ) 对人体健康和舒适度造成的影响引发了全球法规制定者和科学家越来越多的关注。室内污染物的来源非常广泛，从室内装饰、家具和地毯，到建材甚至是房屋的墙体材料都可能造成污染。

近期实施的环境法规（例如《欧盟建筑能源性能指令》）降低了建筑物的通风率要求，因此进一步提高了 IAQ 的压力。在该实验中，采用 TD-GC/MS 分析方法，通过泵管取样器对 ppt 至 ppb 级的挥发性有机化合物进行分析。

## 对室内空气质量 (IAQ) 进行分析

色谱柱：Agilent J&W DB-624UI，部件号 123-1334UI



热脱附系统：系列 2 (ULTRA-JUNITY 或 TD-100)  
脱附：在 280 °C（取决于吸附剂）下脱附 5 min  
捕集阱：进入匹配的样品管中 (25 至 300 °C)  
分流：只在阱脱附期间进行，约 15:1  
分析：GC/MS (scan)

对泵到多吸附剂管中的纯净室内空气进行 TD-GC/MS 分析。如需了解更多有关室内环境取样的信息，请参见 Markes 技术 TDS 28。

## 采样管

优势	劣势
功能多样	不适用于大部分挥发性氟利昂或 C <sub>2</sub> 烃类。
适用于标准方法，能够完全保留大部分挥发性有机化合物以外的所有化合物	
采用多种吸附剂以及反吹脱附，有利于对不同挥发性的分析物进行同步脱附/回收	

## 确保气相色谱流路的情性至关重要，现在，一切轻松实现。

安捷伦情性流路解决方案采用专利的化学工艺以最大程度降低流路的活性，从而确保痕量分析的准确度和高灵敏度。

- 超情性内衬管 - 不论是否带有脱活的玻璃毛，都能针对样品气相物提供较低的表面活性和较高的重现性，有助于活性分析物的传输。
- 情性进样口焊件经处理后防止吸附和降解的发生。

- 超情性分流平板进样口密封垫使用金属镀膜工艺、镀金工艺制造，采用超情性化学工艺，形成了可降低活性分析物吸附的无泄漏密封垫。
- 情性质谱源确保了分析物到达质谱分析仪时的灵敏度。
- 带吹扫三通接头的微板流路控制技术让您可对复杂基质样品中的高沸点化合物进行反吹，从而延长色谱柱的寿命，提高系统的效率。

- UltiMetal Plus 可塑金属密封圈是唯一一款不会在流路中引入活性部位的密封圈。
- Agilent J&W 超情性气相色谱柱经过严格的测试，具有出色的低流失和稳定的高情性，实现活性分析物进入气相色谱或质谱检测器的优质传输过程。
- 气体清洁净化器有效去除了氧气、水、烃类和其它污染物。



气相色谱分析中切勿遗漏任何物质。欢迎访问 [agilent.com/chem/inert](http://agilent.com/chem/inert)



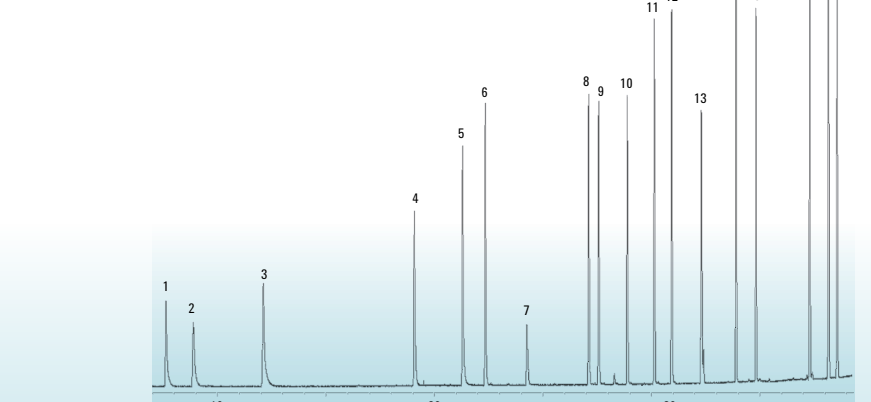
## 大气中的臭氧前体

已确定汽车尾气中 C<sub>2</sub> 至 C<sub>10</sub> 的烃类是形成城市臭氧和雾霾的前体物。美国、欧洲以及其它地区的法规均要求对主要城市的这些化合物进行全天候监控，尤其是在夏季。

此外，《京都议定书》制定后，针对其中对温室气体的限制，法规要求对具有很强温室效应、可能导致臭氧层减少的微量超挥发性化合物进行监控。这些化合物包括全氟烃（例如，CF<sub>4</sub> 和 C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>）、示踪气体 SF<sub>6</sub>，以及 N<sub>2</sub>O。棘手的是这些化合物在 -128 °C 就会沸腾，在低浓度下难以对其进行捕集、浓缩和检测。因此需要一种在线进样系统。

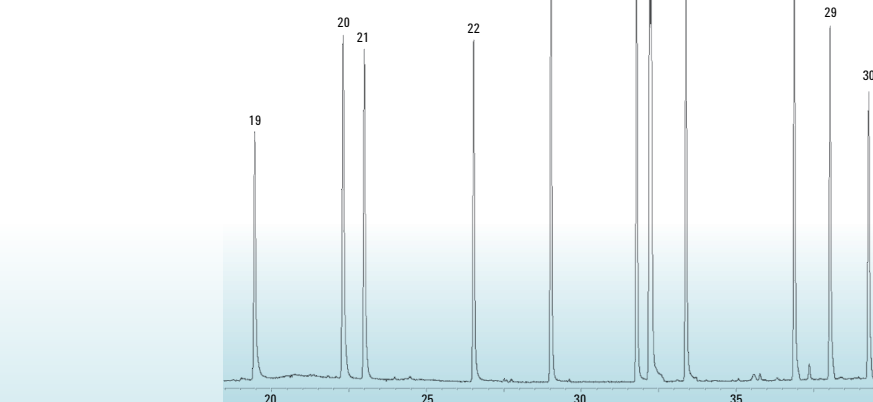
## 分析大气中的 C<sub>2</sub> 至 C<sub>10</sub> 烃类

色谱柱：Agilent J&W AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Plot Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 冲洗色谱柱，部件号 19091-P-S15



- |       |            |             |             |
|-------|------------|-------------|-------------|
| 1. 乙烷 | 5. 2-甲基丙烷  | 9. 1-丁烯     | 13. 1,3-丁二烯 |
| 2. 乙烯 | 6. 正丁烷     | 10. 顺式-2-丁烯 | 14. 反式-2-戊烯 |
| 3. 丙烷 | 7. 乙炔      | 11. 2-甲基丁烷  | 15. 1-戊烯    |
| 4. 丙烯 | 8. 反式-2-丁烯 | 12. 戊烷      | 16. 2-甲基戊烷  |

色谱柱：Agilent J&W DB-1，部件号 122-1063



- |                 |          |               |               |
|-----------------|----------|---------------|---------------|
| 17. 异戊二烯        | 21. 正庚烷  | 25. 间/对二甲苯    | 29. 1,2,4-三甲苯 |
| 18. 正己烷         | 22. 甲苯   | 26. 间/对二甲苯    | 30. 1,2,3-三甲苯 |
| 19. 苯           | 23. 邻二甲苯 | 27. 邻二甲苯      |               |
| 20. 2,2,4-三甲基戊烷 | 24. 乙苯   | 28. 1,3,5-三甲苯 |               |

如需查看更多超挥发性化合物分析的例子，请阅读 Markes 技术简报 16。双 FID 双柱配置，带 UNITY Air Server。

## Agilent 5977/7890B 系列 GC/MSD 和 Markes Unity 系列 2 TD

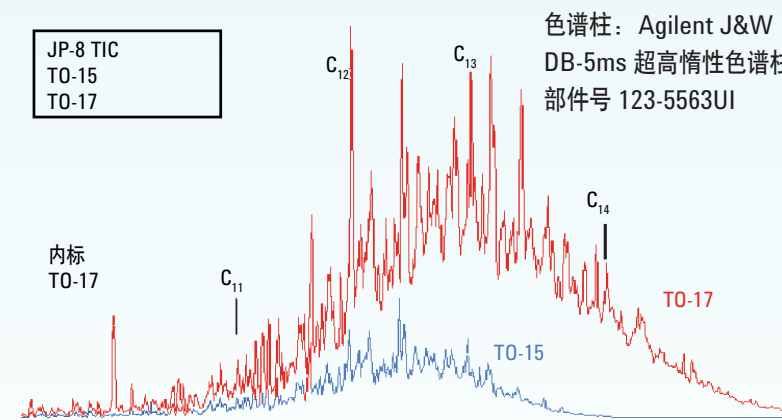


## 样品管采样与采样罐采样

由于空气中的有机化合物复杂多样，没有一种采样方法适合所有监控情况。最常用的两种采样方法包括：

- 泵吸或扩散（被动）采样至吸附管中
- 泵吸至有涂层的不锈钢采样罐或塑料气密袋中

(右图) 通过采样罐采样后，利用 TO-15 方法对 JP-8 煤油污染过的土壤气体进行分析，获得的结果（蓝色），及使用吸附管采样后利用 TO-17 方法获得的分析结果（红色）。对土壤气体进行测量可有效评估气物侵入附近建筑物的风险。参见 Markes 技术简报 TDS 79 和 80，了解具体方法。



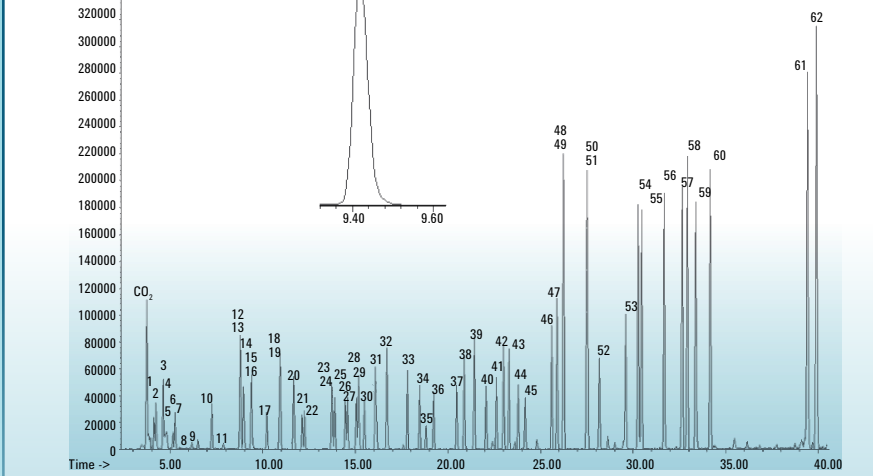
## 城市毒性空气污染物：TO-14 和 TO-15

EPA 方法 TO-14 和 TO-15 包括了对大气中有害有机化合物的检测。一般来说，TO-14 限于非极性化合物的分析，而 TO-15 的适用范围更广，适于分析空气中和其它气态基质中的挥发性有机化合物。

超挥发性有机物很难在室温下被捕集到吸附管上，因此，采样罐是采集超挥发性有机物（例如氟利昂和 C<sub>2</sub> 烃类）样品的理想工具。同时，采样罐使定点取样更为方便。

## 采用 TO-15 分析城市空气中的毒性空气污染物

色谱柱：Agilent J&W DB-624UI，部件号 123-1364UI



仪器：Markes CIA Advantage, Agilent 7890B GC 和 5977A MSD。在不分流模式下使用 EPA 方法 TO-15 和气罐采样法对 1 L 的 1 ppb 毒性空气污染物标准样品进行分析得到的结果。插入的放大图显示异丙醇（质量离子 45）的优异峰形。参见 Markes 技术简报 81a，了解具体方法

- |                            |                 |                   |
|----------------------------|-----------------|-------------------|
| 1. 丙烯                      | 21. 乙酸乙酯        | 42. 四氯乙烯          |
| 2. 氟利昂                     | 22. 顺式-1,2-二氯乙烯 | 43. 甲基正丁基酮        |
| 3. 1,2-二氯四氯乙烯              | 23. 甲基乙基酮       | 44. 二溴一氯甲烷        |
| 4. 氯甲烷                     | 24. 乙酰乙酯        | 45. 1,2-二溴乙烷      |
| 5. 1,2-二氯乙烯                | 25. 四氢呋喃        | 46. 氯苯            |
| 6. 1,3-丁二烯                 | 26. 萘仿          | 47. 乙苯            |
| 7. 氯乙烷                     | 27. 1,1,1-三氯乙烯  | 48. 间二甲苯          |
| 8. 甲基溴 (溴化甲烷)              | 28. 环己烷         | 49. 对二甲苯          |
| 9. 氯乙烷                     | 29. 四氯化碳        | 50. 邻二甲苯          |
| 10. 三氯氟甲烷                  | 30. 苯           | 51. 苯乙烯           |
| 11. 乙醇                     | 31. 正庚烷         | 52. 三氯乙烯          |
| 12. 1,2-二氯乙烯               | 32. 三氯乙烷        | 53. 1,1,2,2-四氯乙烯  |
| 13. 1,1,2-三氯三氯乙烯 (氟利昂 113) | 33. 1,2-二氧六环    | 54. 1,2,4-三甲苯     |
| 14. 丙酮                     | 34. 1,4-二氧六环    | 55. 1,3,5-三甲苯     |
| 15. 二氧化硫                   | 35. 一溴二氯甲烷      | 56. 对乙基甲苯         |
| 16. 异丙醇                    | 36. 反式-1,3-二氯丙烷 | 57. 1,2-二氯苯       |
| 17. 二甲苯                    | 37. 甲基异丁基甲醚     | 58. 1,4-二氯苯       |
| 18. 叔丁基甲基醚                 | 38. 甲苯          | 59. $\alpha$ -氯甲苯 |
| 19. 正己烷                    | 39. 顺式-1,3-二氯丙烷 | 60. 1,4-二氯苯       |
| 20. 1,1-二氯乙烯               | 40. 反式-1,2-二氯乙烯 | 61. 1,2,4-三氯苯     |
|                            | 41. 1,1,2-三氯乙烯  | 62. 六氯-1,3-丁二烯    |



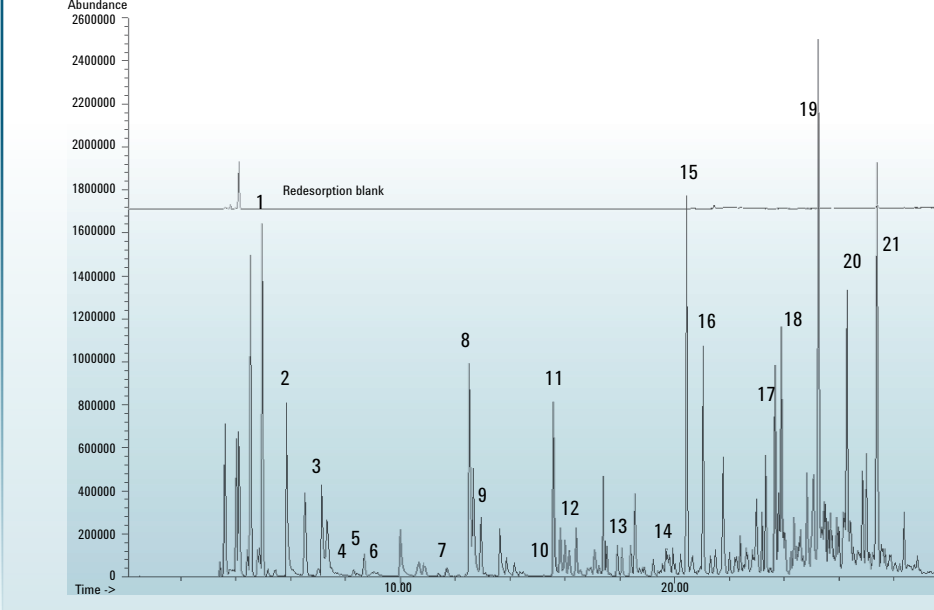
## 难闻、有毒的填埋气

据政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 估计，全世界 2% 的温室气体排放都来源于垃圾填埋。

因此，欧洲和亚洲的新法规都要求对填埋气中痕量的有毒难闻化合物进行监控。这些分析物都可进行在线分析，或是通过主动或被动进样到吸附管上进行分析。

## 填埋气中的臭气和有毒气体

色谱柱：Agilent J&W DB-VRX，部件号 122-1564



- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| 1. 氯乙烯 (有毒)           | 12. 苯            |
| 2. 氯乙烷                | 13. 三氯乙烯         |
| 3. 1-戊烯               | 14. 二甲基二硫        |
| 4. 呋喃                 | 15. 甲苯           |
| 5. 二甲基硫               | 16. 丁酸乙酯         |
| 6. 二氧化硫               | 17. 二甲苯          |
| 7. 1,1-二氯乙烯           | 18. 壬烷           |
| 8. 仲丁醇                | 19. $\alpha$ -萘烯 |
| 9. 1,1-二氯乙烯和 1,2-二氯乙烯 | 20. 癸烷           |
| 10. 1,1,1-三氯乙烯        | 21. 柠檬烯          |
| 11. 1-丁醇              |                  |

对 100 mL 填埋气中的目标分析物和主要成分进行痕量鉴定。Markes Unity 系列 2 热脱附 (TD) 采用安捷伦专利技术情性衬，您可选择低流路温度 (本实验中为 120 °C)，然后对样品管进行离线分析。参见 Markes 技术 TDS 47

## 钝化采样罐

优势	劣势
非常适用于高挥发性化学品（如 C <sub>2</sub> 烃类）和非极性化合物（例如氟利昂）	对挥发性较小或极性较大的物质回收率低
通过打开单向阀即可进行空气采样	两次使用之间需要进行严格的清洁，包括反复排空和吹扫
采样罐可无限循环利用	采样罐的价格昂贵，并且难以运输和储存
	使用采样罐不易进行 TWA 采样，并且需要按照 EPA 方法 TO-15 进行繁复的设置



需要了解有关环境和工作场所空气监测的最佳操作方法的更多信息，请访问 [agilent.com/chem/air](http://agilent.com/chem/air)