

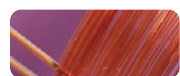
## 安捷伦 J&W 气相色谱柱 选择指南

无与伦比的重现性、柱效和惰性  
一站式资讯加快色谱柱选择过程

Our measure is your success.



Agilent Technologies



**安捷伦 J&W 高性能气相色谱柱 .....1**



**气相色谱基础 .....2**

什么是气相色谱? .....2  
 毛细管柱 .....4  
 术语和条件 .....5



**色谱柱选择原则 .....11**

选择固定相 .....12  
 色谱柱内径 .....20  
 柱长 .....22  
 色谱柱膜厚 .....24  
 方法指南 .....27



**GC 应用 .....39**

环境应用 .....40  
 石油化工应用 .....58  
 食品、调味品和香精香料应用 .....61  
 工业化学品应用 .....67  
 生命科学应用 .....71



**GC 毛细管色谱柱 .....75**

超高惰性毛细管 GC 柱 .....76  
 高效毛细管气相色谱柱 .....78  
 低流失 GC/MS 色谱柱 .....80  
 优级聚硅氧烷色谱柱 .....89  
 聚乙二醇 (PEG) 色谱柱 .....107  
 专用色谱柱 .....115  
 PLOT 色谱柱 .....128



**色谱柱安装和故障排除 .....137**

毛细管色谱柱安装快速参考指南 .....138  
 色谱柱性能下降的原因 .....141  
 问题评估 .....148  
 故障排除指南 .....150



**GC 方法开发基础 .....153**

寻找最佳载气平均线速度 .....154  
 进样口默认设置 .....155  
 柱温箱温度 .....155  
 开发升温程序 .....157

# 安捷伦 J&W 高性能气相色谱柱

2000 年，发明熔融石英 GC 毛细管柱的公司——安捷伦科技公司与第一个用交联硅氧烷聚合物制造 GC 固定相的制造商——J&W Scientific 合并。

现在，因为这一合并，您可以找到属于一个公司名下的著名的 HP 和 DB 色谱柱系列。安捷伦科技是一个有着 40 多年气相色谱经验的公司，能为您提供所需的所有服务。

## 最新推出的安捷伦 J&W 气相色谱柱

### 安捷伦的 J&W 超高惰性 GC 毛细管柱

安捷伦的 J&W 超高惰性 GC 柱能使您充满信心地进行痕量分析——包括酸、碱和其他活性化合物的分析。更重要的是，安捷伦通过引入新的超高惰性测试混标设置了色谱柱惰性测试新的行业标准，该测试混标能满足我们对流失、灵敏度和柱效的最严格要求。安捷伦的 J&W 超高惰性 GC 柱是唯一能够提供一致的惰性和超低流失的色谱柱，以便实现更高的灵敏度、更好的峰形和更可靠的结果。所以，您可以相信，这些色谱柱能够满足当今最具挑战性的分析要求。

### 安捷伦的 J&W 高效毛细管 GC 柱

安捷伦的 J&W 高效毛细管 GC 柱是快速色谱的理想选择，色谱柱是保持分离度的同时加快分析速度的最重要的部件。这些色谱柱可以用于任何需要缩短分析时间的应用，比如高通量筛选、快速工艺监测、快速 QC 分析和快速方法开发。安捷伦的 J&W 高效 GC 毛细管柱适合于各种样品基质，包括环境、石化、香精/香料、临床毒理或药物样品。

### 流失性最低的色谱柱可获得高灵敏度和高性能

色谱柱流失会影响谱图积分、缩短正常运行时间和色谱柱的寿命。色谱柱的活性能引起严重的峰拖尾，以及化合物的丢失或活性化合物的降解（比如酸和碱），导致不准确的定量。但安捷伦的 J&W 色谱柱有各种标准、GC/MS 和超高惰性固定相，能够提供一致的色谱柱惰性和特别低的柱流失，具有更高的使用温度上限，能保证准确的峰定性和定量分析。

### 更高的精密度，获得更好的结果

安捷伦 J&W 色谱柱符合严格的保留因子 (k) 性能指标，提供一致的保留和分离性能。它们的保留指数窄、每米理论塔板数高，确保窄的色谱峰并能改善相邻流出峰的分度。

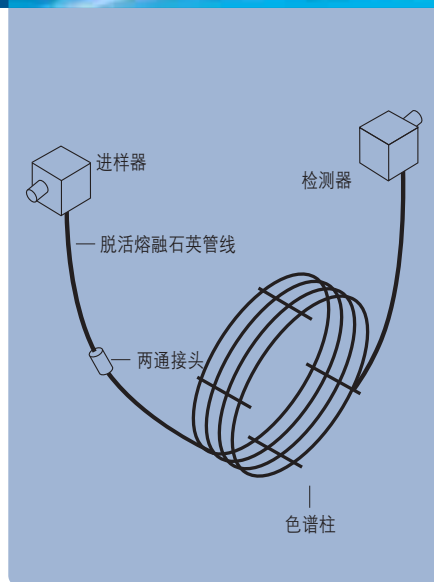
### 业界最严格的质量控制性能指标

安捷伦的严格测试可确保可靠的定量和定性结果——甚至对最难分析的化合物也是如此。比如，我们测量酸和碱的峰高比，以确保对各种化合物具有最佳性能。我们还仔细监测各种化学活性化合物的峰对称性和拖尾情况。

如需更多色谱柱推荐、色谱图和方法参数，请访问：

[www.agilent.com/chem/myGCcolumns:cn](http://www.agilent.com/chem/myGCcolumns:cn)

作为世界领先的 GC 毛细管色谱柱供应商，安捷伦能为您提供独一无二的优质服务和技术支持。



## 气相色谱基础

### 什么是气相色谱?

色谱是将混合物（溶质）分离成单个组分，便于每种组分的鉴定（定性）和测量（定量）。

气相色谱 (GC) 是色谱技术之一，适用于分析 10%-20% 的所有已知化合物。要使用 GC 分析，化合物必须有足够的挥发性和热稳定性。如果一个化合物的全部或部分分子在 400-450°C 或以下处于气相或汽相，且在此温度下不分解，该化合物就适用于 GC 分析。

### 常规 GC 的结构和操作

GC 分析过程的第一步是向 GC 通入一种或多种高纯度气体。其中一种气体（称为载气）流入进样器，通过色谱柱并进入检测器。然后，将样品引入通常加热到 150°C 到 250°C 的进样器，使挥发性样品溶质汽化。随后通过载气将这些汽化的溶质运送到色谱柱中，而色谱柱安装在可控温度的柱温箱中。

溶质以不同的速率通过色谱柱，其移动速率主要取决于它们的物理性质以及色谱柱本身的温度和组成。移动最快的溶质首先流出色谱柱，接着是其余的溶质以相应的顺序流出。每种溶质流出后，进入加热的检测器，在此处根据溶质与检测器的相互作用生成电子信号。信号的大小由数据系统记录 — 比如安捷伦的化学工作站软件 — 并相对于时间绘图生成色谱图。

## 色谱图说明

峰的大小对应于化合物在样品中的含量。随着化合物的浓度增加，所得到的峰也越大。保留时间是指化合物通过色谱柱所需要的时间。如果色谱柱和所有操作条件保持不变，则给定化合物总是具有相同的保留时间。

峰大小和保留时间分别用于对化合物进行定量和定性。但是，必须指出，仅靠化合物的保留时间难以鉴定该化合物。必须首先分析一个已知量的纯净化合物样品来确定其保留时间和峰大小。然后，就可以用这一数值与未知样品的结果比较，以确定目标化合物是否存在（通过比较保留时间）和含量大小（通过比较峰大小）。

理想的色谱图是相邻的色谱峰彼此分开而不重叠（共流出）。这很重要，原因有两个。第一，共流出物无法进行峰的精确测量。第二，如果两个峰具有相同的保留时间，哪个都不能准确鉴定。



## 毛细管柱

毛细管 GC 柱主要由两部分构成：柱管和固定相。高分子量、热稳定的聚合物以薄膜（0.1  $\mu\text{m}$  到 10.0  $\mu\text{m}$ ）的形势涂敷在细内径（0.05 mm 到 0.53 mm 内径）的柱管内壁。这一聚合物涂层被称为固定相。通过柱管的气体被称为载气或流动相。

溶质进入色谱柱后，在固定相和流动相之间分配。在流动相中的分子被带到色谱柱；有些分子在固定相中暂时保留，随着流动相中一些分子通过色谱柱，他们互相碰撞并会重新进入固定相，在这同一过程中，一些溶质分子也将离开固定相并进入流动相。每个溶质分子在其经过色谱柱时，这种过程会发生数千次。

特定化合物的所有分子以几乎相同的速率通过色谱柱，并且显示为分子谱带（称为样品谱带）。每个样品谱带通过色谱柱的速率取决于化合物的结构、固定相的化学结构以及色谱柱温度。样品谱带的宽度取决于操作条件和色谱柱尺寸。

为避免共流出峰，关键的问题是在相邻的色谱峰流出色谱柱时二个样品谱带不能有重叠。通过选择色谱柱和操作条件以最大程度减小样品谱带宽度，同时保证每个样品谱带都具有不同的运动速率来实现。

## 术语和条件

为什么要受基本概念而烦心？有一些通常用于描述各种色谱和色谱柱特性、色谱行为和条件的术语。理解这些术语有助于比较色谱柱性能、质量，以及排除故障和解释结果。

### 保留时间 ( $t_R$ )

保留时间是指溶质通过色谱柱所用的时间。每个峰都有相应的保留时间，保留时间是度量溶质在色谱柱中滞留的时间。它是所有分子在固定相和流动相中所消耗时间总和。

全新的 Agilent 7890A 气相色谱仪为安捷伦业界领先的 GC 平台提供重要的、新的分离能力并提高了效率。如需了解更多信息，请访问 [www.agilent.com/chem/7890A:cn](http://www.agilent.com/chem/7890A:cn)





### 非保留化合物的保留时间 ( $t_M$ )

也称为死时间， $t_M$  或  $t_0$  是指非保留化合物通过色谱柱的时间。非保留溶质分子不进入固定相，它们以与载气相同的速度通过色谱柱。这相当于化合物在流动相中所花费的时间。在一次单独色谱分析中所有化合物，死时间都是相同的。可通过非保留化合物进样来确定其从进样到检测器所需的时间来获取非保留峰时间。

### 保留因子 ( $k$ )

保留因子是表示物质保留特性的参数。也就是溶质在固定相和流动相（载气）中所用时间的比值。使用**公式 1** 可以计算保留因子。保留因子也叫分配比或容量因子。由于所有的溶质在流动相中所用的时间都一样，保留因子就是测量其在固定相中保留能力的方法。比如，一种  $k$  为 6 的溶质与一种  $k$  为 3 的溶质相比，前者（但不是色谱柱）的保留能力就是后者的两倍。保留因子不能提供绝对的保留信息，它只提供相对的保留信息。对于非保留化合物， $k = 0$ 。

$$k = \frac{t_R - t_M}{t_M} = \frac{t'_R}{t_M}$$

式 1

### 保留指数 ( $I$ )

保留指数是测定给定温度下溶质相对于正构烷烃（直链烃）的保留。**公式 2a** 用于计算恒温条件下的保留指数。对于程序升温条件，可使用**公式 2b**。

正构烷烃的保留指数是其碳原子数乘以 100。比如，正十二烷 ( $n\text{-C}_{12}\text{H}_{26}$ ) 的  $I = 1200$ 。如果溶质的  $I = 1478$ ，那么它会在  $n\text{-C}_{14}$  之后和  $n\text{-C}_{15}$  之前洗脱出来，而且更靠近  $n\text{-C}_{15}$ 。保留指数将设备变量规格化以便于能够比较不同 GC 系统的保留数据。保留指数还适合用于比较不同色谱柱的保留特性。

$$I = 100y + 100(z-y) \frac{\log t'_{R(x)} - \log t'_{R(y)}}{\log t'_{R(z)} - \log t'_{R(y)}}$$

式 2a

 $t_R$  = 保留时间

x = 溶质

y = 在溶质 x 前流出的具有 y 个碳原子的正构烷烃

z = 在溶质 x 后流出的具有 z 个碳原子的正构烷烃

z-y = 两种正构烷烃之间的碳原子数差

$$I_T = 100 \left( \frac{t_{R(x)} - t_{R(y)}}{t_{R(z)} - t_{R(y)}} \right) + y$$

式 2b

### 分离因子 ( $\alpha$ )

分离因子是衡量两个峰最高点之间的时间或距离的量测。使用公式 3 计算。如果  $\alpha = 1$ ，则两个峰具有相同的保留时间而共流出。

$$\alpha = \frac{k_2}{k_1} \quad \begin{array}{l} k_1 = \text{第一个峰的保留因子} \\ k_2 = \text{第二个峰的保留因子} \end{array}$$


式 3

### 理论塔板数 (N)

理论塔板数也叫柱效，是一个数学概念，可以根据公式 4 计算得到。毛细管色谱柱并不存在任何类似的物理蒸馏板或其他相似功能。理论塔板数是在特定保留时间下的色谱峰峰宽的间接测量方法。

$$N = 5.545 \left( \frac{t_R}{w_h} \right)^2 \quad \begin{array}{l} N = \text{理论塔板数} \\ t_R = \text{保留时间} \\ w_h = \text{半峰宽 (以时间为单位)} \end{array}$$

式 4



我们认为理论塔板数高的色谱柱效率更高，即比理论塔板数低的色谱柱具有更高的柱效。理论塔板数高的色谱柱与 N 较低的色谱柱相比，在给定保留时间具有更窄的峰。

高柱效有利于分离难以分离（即  $\alpha$  值较低）的峰。在  $\alpha$  较小的固定相上，需要更高柱效的色谱柱。柱效是柱尺寸（直径、长度和液膜厚度）、载气类型及其流速或平均线流速、以及化合物及其保留时间的函数。出于色谱柱比较的目的，常常使用每米理论塔板数 (N/m) 表示。

理论塔板数仅仅对于一组特定条件是有效的。特别是，要求使用恒温条件，因为程序升温条件会造成虚高的、不准确的塔板数。而且，用于计算理论塔板数的测试溶质的保留因子 (k) 应该大于 5。保留更弱的峰会导虚高的理论塔板数。当比较两支色谱柱的理论塔板数时，需要采用相同的温度条件和峰保留因子 (k)，否则比较是没有意义的。

### 理论塔板高度 (H)

另一个柱效的衡量方法是理论塔板高度，用 H 表示。它使用公式 5 计算，单位一般是毫米。理论塔板高度越小，一定柱长所“含”的理论塔板就越多。当然，这就是说每米有更多的塔板数和更高的柱效。

$$H = \frac{L}{N} \quad \begin{array}{l} L = \text{色谱柱长度 (mm)} \\ N = \text{理论塔板数} \end{array}$$

式 5

### 理论效率利用率 (UTE%)

涂渍效率 (CE%) 是实测柱效和其理论最大柱效的比值。可使用公式 6 计算。

$$\text{UTE\%} = \left( \frac{H_{\text{实测值}}}{H_{\text{理论值}}} \right) \times 100$$

式 6

过去,  $H_{\text{理论值}}$  受固定相液膜的不均一性影响很大以致于柱外效应对  $H_{\text{实测值}}$  的作用几乎可以忽略 (例如, 进样异常、尾吹气不足或方向错误、机械或电路延时)。由于对涂渍效率的改进, 上述情况不复存在, 通常柱外作用比柱本身对  $H_{\text{实测值}}$  的影响要大得多。随着液膜厚度或极性 (两者都影响固定相扩散) 的增加, 色谱柱对  $H_{\text{实测值}}$  的作用变得更加有意义。许多机构更喜欢使用术语“理论效率利用率”, UTE, 它将上述两个因素都考虑在内。通常, 对于非极性固定相, UTE 为 85% 到 100%, 对于极性固定相, UTE 为 60% 到 80%。

### 分离度 ( $R_s$ )

容易理解的是, 分离度越高, 两个峰中间的重叠就越少。分离只是两个峰最高点之间的距离或时间 ( $\alpha$ ,  $a$ )。分离度既考虑了  $\alpha$  ( $a$ ) 也考虑了峰宽。可以使用式 7 的任一形式计算。基线分离一般是指分离度为 1.50 的情况; 但是, 两个峰之间并没有明显的基线。两个峰之间大于 1.50 的分离度说明峰之间有基线, 而小于 1.50 的分离度说明有一定程度的共流出。

$$R = 1.18 \left( \frac{t_{R2} - t_{R1}}{w_{h1} + w_{h2}} \right)$$

$$R = 2 \left( \frac{t_{R2} - t_{R1}}{w_{b1} + w_{b2}} \right)$$

$t_{R1}$  = 第一个峰的保留时间

$t_{R2}$  = 第二个峰的保留时间

$w_{h1}$  = 第一个峰的半峰宽 (以时间为单位)

$w_{h2}$  = 第二个峰的半峰宽 (以时间为单位)

$w_{b1}$  = 第一个峰的峰底宽 (以时间为单位)

$w_{b2}$  = 第二个峰的峰底宽 (以时间为单位)

式 7

## 相比 ( $\beta$ )

色谱柱的相比  $\beta$  是一个无量纲的值，使用**式 8** 计算。如果保持相同的固定相和色谱柱温度（程序升温或恒温），则相比的改变可以用来计算溶质保留值的变化。这一关系由**式 9** 表示。分配常数 ( $K_C$ ) 是固定相和流动相中溶质浓度的比值。对于相同的固定相、色谱柱温度和溶质，分配常数是不变的。

$$b = \frac{r}{2d_f} \quad \begin{array}{l} r = \text{色谱柱半径 (微米, } \mu\text{m)} \\ d_f = \text{液膜厚度 (微米, } \mu\text{m)} \end{array}$$

式 8

这样，对于一定固定相和色谱柱温度，就可以确定色谱柱内径和液膜厚度改变后保留性能变化的量和方向。**式 9** 表明，相比的增加导致保留因子 ( $k$ ) 的降低，因为  $K_C$  是常数。反过来，相比的降低导致相应的保留因子 ( $k$ ) 的增加。

$$\frac{c_S}{c_M} = K_C$$
$$K_C = kb = k \left( \frac{r}{2d_f} \right) \quad \begin{array}{l} c_S = \text{固定相中的溶质浓度} \\ c_M = \text{流动相中的溶质浓度} \end{array}$$

式 9

**式 8** 显示相比随着柱内径减小或液膜厚度增加而降低。色谱柱的柱内径减小或液膜厚度增加都会导致溶质的保留值增加。相比随着柱内径增加或液膜厚度减小而增加。色谱柱的柱内径增加或液膜厚度减小都会导致溶质的保留值降低。有时最理想的是更改色谱柱内径或液膜厚度以获取特定效果（增加柱效），而无需改变保留值。这可以通过成比例改变柱内径和液膜厚度来实现。

# 色谱柱选择原则

## 如何缩小选择范围、节省时间和减少尝试

为一个分析选择最合适的色谱柱可能是不确定的，有时是一件困难的事情。如果可能，您应当从咨询 GC 制造商和供应商提供的应用报告开始 — 或者查阅出版的应用报告。

此外，以下几页将帮助您...

- 如何选择固定相 — 这是关键的决定 — 基于选择性、极性和苯基含量等因素
- 了解色谱柱直径如何影响诸如柱效、溶质保留值、柱头压和载气流速等参数
- 确定多长的柱长会影响溶质保留值、色谱柱柱头压、色谱柱流失 — 以及成本
- 从柱容量、惰性、流失和温度上限出发，正确评估薄、厚液膜色谱柱的不同





为一个分析选择最合适的色谱柱可能是难以确定的，有时是一件非常困难的任务。虽然没有非常简单的柱选择技巧、捷径、窍门或秘诀，但却有些指南和概念来简化此过程。有四个主要的色谱柱参数需要考虑：固定相、内径、柱长和液膜厚度。

## 选择固定相

选择毛细管色谱柱时，最重要的是选择最适合的固定相。然而，这也是最困难和最难以确定的。最可靠的方法是参考色谱柱制造商和供货商、色谱仪制造商以及出版文献提供的大量应用实例。虽然也许得不到完全一样的应用实例，但是，通常能得到足够的信息来简化决策过程或者减少潜在色谱柱的数量。最困难的情况是没有可使用的先例。对全部或大部分样品化合物而言，即使只有一张色谱图，也能使柱选择变得容易许多。

固定相选择性和极性的概念在选择固定相时非常有用。为获得最好的分离性能，您可以开始使用通用的安捷伦 J&W Ultra Inert 1 ms 和 5 ms 色谱柱，能够为各种被分析物提供最低的柱流失和柱活性，包括活性化合物和痕量样品。

把极性和选择性作为同义术语使用是不准确的，但是很普遍。选择性由溶质分子和固定相之间的物理化学相互作用来决定。极性是由固定相的结构所决定。极性确实对分离有影响，然而，它只是众多影响峰分离的固定相性质之一（参见有关极性的下一部分）。

选择性可以认为是固定相在区分两种溶质分子在其化学或物理性质方面的差异能力。如果固定相和溶质之间的相互作用不同，就可获得分离。对于液体或胶态固定相（聚硅氧烷和聚乙二醇），有三种主要的相互作用：色散、偶极和氢键。下面是对聚硅氧烷和聚乙二醇固定相互作用的简要说明。

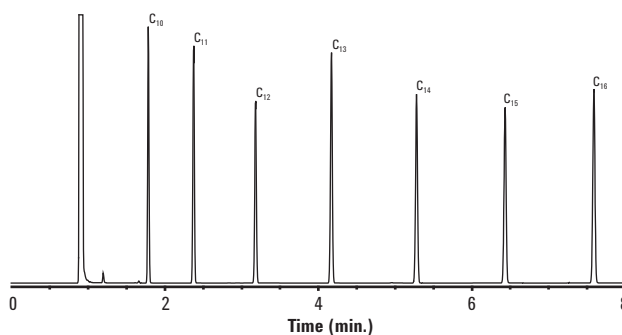


色散力是所有聚硅氧烷和聚乙二醇固定相最主要的相互作用力。色散力可以简化为挥发性的概念。简言之，溶质的挥发性越强，它从色谱柱流出得速度就越快（即，保留时间越短）。但是，溶质和固定相极性的作用以及其它相互作用可以改变这一出峰规律。溶质的沸点有时可以用作作为化合物挥发性的表示，即，化合物按照它们沸点增高的顺序流出。不过，沸点不能泛泛地用于表征色散相互作用。当处理结构和官能团类似，或者同系物时，沸点是相当有效的。当处理具有混合官能团的化合物时，沸点简化方法常常是失败的（图2）。如果化合物的沸点相差超过 30°C，则通常能被大部分固定相分离（也有例外）。如果化合物的沸点相差不到 10°C，沸点简化就变得不确定，并且更容易出错（同系物化合物除外）。

**图 1: 同系物的沸点洗脱顺序**

色谱柱: **DB-1, 15 m x 0.25 mm 内径, 0.25 μm**  
 载气: 氦气, 30 cm/sec  
 柱温箱: 60°C 保持 1 min, 以 20°C/min 从 60°C 升到 180°C

	沸点 (°C)
1. 癸烷 (C <sub>10</sub> )	174
2. 正十一烷 (C <sub>11</sub> )	196
3. 正十二烷 (C <sub>12</sub> )	216
4. 正十三烷 (C <sub>13</sub> )	234
5. 正十四烷 (C <sub>14</sub> )	253
6. 正十五烷 (C <sub>15</sub> )	268
7. 正十六烷 (C <sub>16</sub> )	287

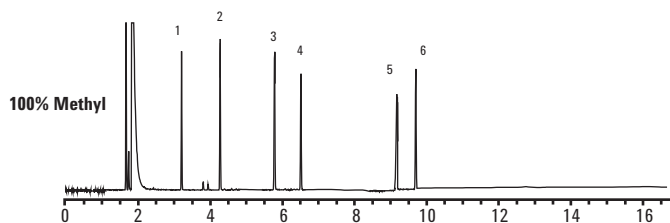


烃类同系物。溶质按它们逐渐增高的沸点被依次顺序洗脱；但是，峰间距与其各自沸点不成正比。

**图 2: 与沸点顺序的偏差**

色谱柱: **DB-1, 30 m x 0.25 mm 内径, 0.25 μm**

	沸点 (°C)
1. 甲苯	111
2. 己醇	157
3. 苯酚	182
4. 癸烷 (C <sub>10</sub> )	174
5. 萘	219
6. 正十二烷 (C <sub>12</sub> )	216



不属于同系物的溶质不按沸点顺序洗脱。

如果固定相可以靠偶极力相互作用，则偶极矩不同的溶质具有更好的分离能力。只有某些固定相能够充分利用这种相互作用。聚乙烯二醇类和氰丙基与三氟丙基取代聚硅氧烷具有偶极相互作用；甲基或苯基取代基团不进行偶极相互作用（表 1）。如果使用相互作用不同的固定相，则偶极不同的溶质的峰分离程度也常常改变（图 3）。如果化合物之间的偶极作用相差较小，则需要更大量适当的基团（例如，50% 的氰丙基-甲基聚硅氧烷，而非 14% 的氰丙基-甲基聚硅氧烷）。很难预测所有组分分离程度的变化。经验结果显示偶极相互作用固定相非常适合以下化合物的样品，化合物的基本结构或中心结构的不同位置连接有不同的基团。例如取代芳香化合物、卤烃、农药和药物。

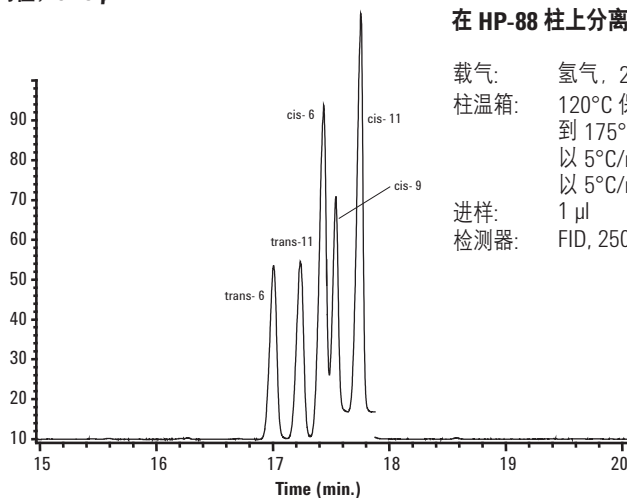
表 1: 固定相相互作用

官能团	色散力	偶极力	氢键力
甲基	强	无	无
苯基	强	无或弱	弱
氰丙基	强	极强	中等
三氟丙基	强	中等	弱
聚乙二醇	强	强	中等

图 3: 偶极相互作用

色谱柱: HP-88, 30 m x 0.25 mm 内径, 0.25 μm

对于这些脂肪酸甲酯 (FAME) 异构体，分子量和沸点几乎是相同的，唯一的差异是分子上氢原子的位置不同而造成偶极相互作用的不同。对于这类化合物，只有在固定相中存在强偶极相互作用才能实现色谱分离。



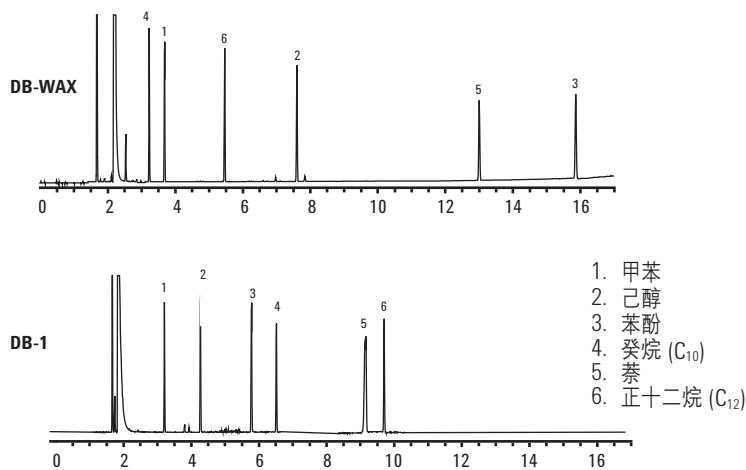
如果溶质分子和固定相之间可形成氢键，则会发生氢键相互作用。**表 2** 列出了可形成氢键的化合物类型以及氢键的相对强度。这就是氢键强度的差别，非常重要。发生偶极相互作用的同一固定相也可以发生氢键相互作用。如果采用氢键相互作用能力不同的固定相，具有氢键形成能力的溶质的峰分离程度也常常会变化 (**图 4**)。如果化合物间的氢键相差不大，就需要更大量适宜的基团 (如，聚乙二醇，而不是 14% 氰丙基-甲基聚硅氧烷)。很难预测所有组分分离程度的改变。有时采用新的固定相获得了所需要的分离度，但是另外一组峰却共流出了。

**表 2: 相对氢键作用强度**

强度	化合物
强	醇类、羧酸和胺类
中等	醛类、酯类和酮类
弱至无	烃类、卤烃和醚类

**图 4: 氢键相互作用**

色谱柱: 15 m x 0.25 mm 内径, 0.25 μm



DB-1 无氢键相互作用。使用 DB-WAX 时，己醇和酚类的流出顺序受偶极和氢键相互作用的共同影响。



安捷伦的金标进样针延长了隔垫寿命，同时减少了进样口污染。如需了解详细信息，请访问 [www.agilent.com/chem/syringes:cn](http://www.agilent.com/chem/syringes:cn)



可预测影响保留作用的另一个固定相特征是苯基含量。通常，固定相的苯基含量越高，相对于脂肪族溶质而言，芳香化合物的保留就越强。这并不意味着苯基含量高的固定相对芳香族溶质的保留就强（如，更高的  $k$ ），而是相对于脂肪族溶质来说芳香溶质保留会更强。**图 5** 显示了这种保留行为的一个例子。

## 极性

固定相的极性是由取代基的极性及其相对含量来决定的。**表 3** 按照极性增加的顺序列出了各种固定相。极性常被错误地用于选择色谱柱或确定分离特性。固定相的极性只是影响保留和分离的众多因素之一。

虽然极性不是直接与选择性相关，但它仍然对化合物的保留即分离产生影响。对于挥发性相似的化合物，与固定相极性相似的溶质会有更强的保留。换言之，极性化合物在极性固定相上的保留比在极性弱的固定相上保留要强，反之亦然。从**图 6** 中可以看出这一点。保留和流出顺序的变化在很大程度上归因于固定相极性的变化。苯基取代基、偶极和氢键相互作用程度也对这一变化有影响；然而，要评价每个因素的影响大小却是很困难的。

除了保留值外，固定相的极性也影响其它色谱柱特性。固定相极性和柱寿命、温度上限、流失以及柱效之间存在一个基本趋势。极性越弱的固定相，其柱寿命、温度上限和柱效会更高。这是普遍的趋势，但不是绝对不变的。低流失固定相有时会违反这一趋势。

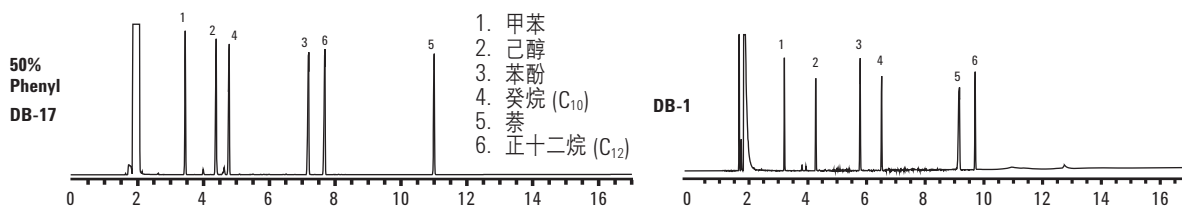
**表 3: 固定相的极性**

非极性					中等极性				
DB-1	DB-5	DB-XLB	DB-35	HP-Chiral 10 $\beta$	DB-17	DB-TPH	DB-502.2	DB-VRX	DB-1301
HP-1	HP-5		DB-35ms	HP-Chiral 20 $\beta$	DB-17ms		HP-VOC		DB-624
DB-1ms	DB-5ms		HP-35		DB-608				HP-Fast Residual Solvent
HP-1ms	HP-5ms				HP-50+				
DB-2887	HP-5ms Semivol				DB-17ht				
DB-Petro	DB-5.625								
DB-PONA	DB-5ht								
DB-HT Sim Dis	Ultra 2								
DB-1ht	HP-PASS								
Ultra 1	DB-EVDX								

分离度和柱效必须综合考虑，不能分割开来考虑。二者都对峰的分度有贡献。当固定相能够提供峰之间足够的分离度，就不需要更高的柱效。在此情况下，可以在非最佳 GC 条件下采用更短或更大内径的色谱柱，分离度不足够时，就需要更高的柱效。

图 5: 苯基成分保留

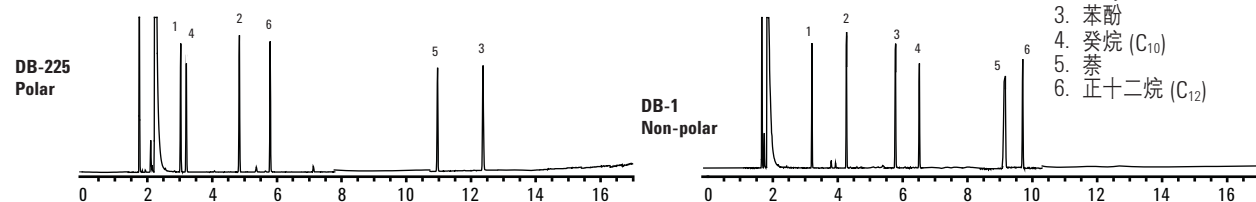
色谱柱: 15 m x 0.25 mm 内径, 0.25 μm



对于 DB-17 色谱柱，芳香烃的保留相对于烃类会增加。DB-17 含 50% 苯取代基。DB-1 不包含苯取代基。

图 6: 极性 — 保留关系

色谱柱: 15 m x 0.25 mm 内径, 0.25 μm



对于 DB-225 色谱柱，酒精（极性）的保留相对于烃类（非极性）会增强。DB-225 比 DB-1 的极性更强。

极性

强极性

DB-1701  
DB-1701P  
CycloSil-β  
Cyclodex-β

DB-ALC2

DB-225  
DB-225ms  
HP Blood  
Alcohol

DB-ALC1

DB-Dioxin

DB-200

DB-210

DB-23

HP-88

DB-WAX  
DB-WAXetr  
HP-INNOWax  
DB-FFAP  
HP-FFAP  
DB-WaxFF

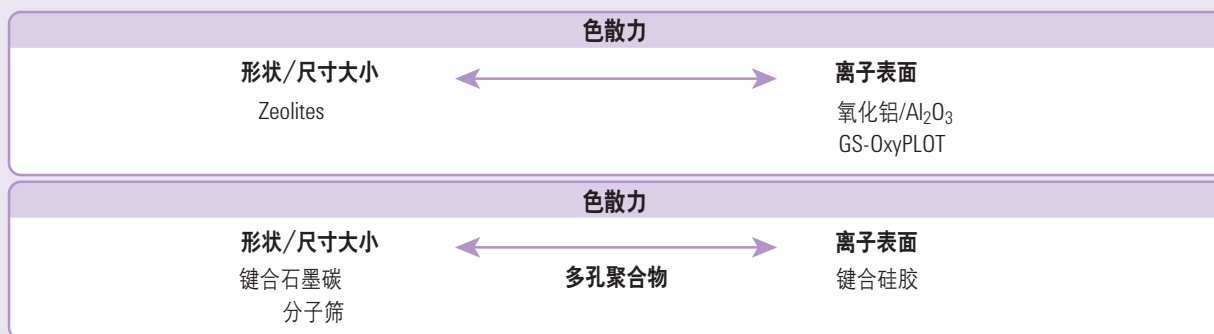
## 气-固或 PLOT 柱

PLOT（多孔层开管）柱用于分离易挥发性溶质（主要是气体），而无需低温技术或柱温箱的低温冷却。原本需要低于 35°C 的柱温，同时需要厚液膜固定相才能实现的分离，现在用 PLOT 色谱柱在 35°C 以上就能实现。

气-固或 PLOT 色谱柱固定相与聚硅氧烷和聚乙二醇的物理性质完全不同。气-固色谱固定相是很小的多孔颗粒。采用粘合剂或类似方法将微粒附着在毛细管内壁。基于其吸附性能的不同实现溶质的分离。由于微粒是多孔的，因此还会产生大小和形状的区别。

GS-氧化铝色谱柱很适合分离 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> 烃类和小芳香化合物。GS-氧化铝 KCl 色谱柱将改变某些烃类化合物的保留顺序。用 HP-PLOT Q 色谱柱分离 C<sub>1</sub>-C<sub>3</sub> 烃类效果更好，但是 C<sub>4</sub> 和更高碳数的烃类在 GS-氧化铝色谱柱上有更好的分离。HP-PLOT Q 对于 C<sub>6</sub> 和以上的烃类和芳香烃的保留时间非常长，峰展宽严重。HP-PLOT Q 可分离含硫气体和大部分轻质烃。HP-PLOT 分子筛用于分离许多惰性和永久气体。GS-GasPro 色谱柱结合了各种其它 PLOT 色谱柱的许多特性。轻质烃、无机气体和溶剂是一些适合 GS-GasPro 分离的样品。

### PLOT 固定相主要的选择性作用



### PLOT 柱举例

沸石/分子筛:	HP-PLOT Molesieve
键合石墨碳:	GS-CarbonPLOT
多孔聚合物:	HP-PLOT Q, HP-PLOT U
键合硅胶:	GS-GasPro
氧化铝/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :	GS-Alumina, GS-Alumina KCl, HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> KCl, HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "S", HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "M"
专有固定相:	GS-OxyPLOT

## 固定相选择概述

1. 如果不确定要使用哪种固定相也无任何相关信息，可从 DB-1 或 DB-5 开始。
2. 低流失的 (“ms”) 色谱柱通常惰性较强，并且温度上限较高。超高惰性 1 ms 和 5 ms 色谱柱为各种被分析物提供最低的柱流失和最高的柱惰性，包括活性化合物和痕量样品。
3. 使用极性最弱的固定相能提供满意的分离度和分析时间。非极性固定相与极性固定相相比具有更长的柱寿命。
4. 使用极性与溶质的极性类似的固定相。这一方法很有效，但是，最好的固定相不总是使用此项技术才发现的。
5. 如果具有不同偶极作用或氢键力的混合物分离较差，换用具有不同偶极（不一定要更大）或氢键相互作用的固定相。一旦改变固定相，可能会出现其它共流出物，故新的固定相不一定能提供更好的总分离度。
6. 如果可能，避免使用含有与选择性检测器产生高响应官能团的固定相。比如，在使用 NPD 检测器时，含氰丙基的固定相出现异常高的基线上升（由于柱流失）。
7. DB-1 或 DB-5、DB-1701、DB-17 和 DB-WAX 以最少数量的色谱柱能覆盖最大范围的选择性。
8. PLOT 柱用于在高于室温的柱温下分析气体样品。



表 4:  
柱效与直径

色谱柱内径 直径 (mm)	理论值 塔板数/米
0.10	12,500
0.18	6,600
0.20	5,940
0.25	4,750
0.32	3,710
0.45	2,640
0.53	2,240

溶质的最大柱效 (k=5 时)

## 色谱柱内径

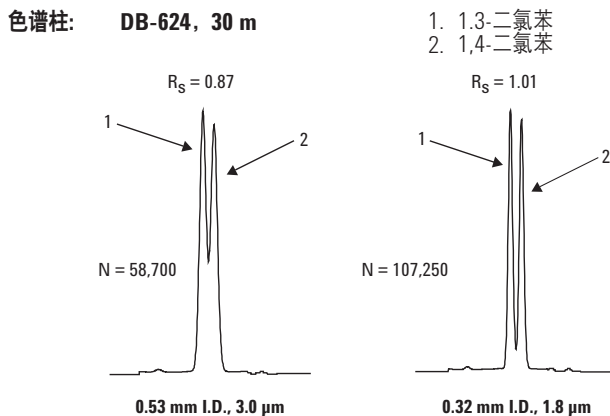
柱内径对主要考虑五个参数都有影响。它们是柱效、保留、压力、载气流速和容量。

**柱效** (N/m) 与柱内径成反比。**表 4** 列出的柱效说明, 较小内径的色谱柱具有更高的理论塔板数。分离度是理论塔板数平方根的函数。所以, 理论上讲, 柱效加倍只能提高分离度 1.41 倍 (2 的平方根), 但实际上接近 1.2-1.3 倍。在需要得到窄峰和高柱效时, 使用较小内径的色谱柱。**图 7** 显示两支不同内径的色谱柱在分离度上的不同。

在**恒温**条件下, 溶质的保留与柱内径成反比。对于程序升温条件, 溶质的保留是恒温条件的 1/3-1/2。很少根据保留值来选择柱内径。图 7 显示两支不同内径的色谱柱在保留上的不同。

**柱头压**接近于柱半径的负二次方函数。比如, 0.25 mm 内径的色谱柱与同样长度 (载气和温度也相同) 的 0.32 mm 内径的色谱柱相比, 需要约 1.7 倍的柱头压。色谱柱柱头压随着柱内径的变化而急剧增大或减小。由于更小内径的色谱柱需要的压力较高。因此直径 0.18 mm 或更大的色谱柱内径可用于标准 GC 分析, 内径较大的色谱柱, 特别是长度较短者 (如, 15 m x 0.32 mm 内径), 不适合用于 GC/MS 系统。色谱柱出口处的真空大大降低了所需要的柱头压力, 但是要保持或控制低柱头压力却非常困难。

图 7: 色谱柱直径 — 分离度和保留能力的比较



常压下，**载气流速**随着柱内径的增加而加快。对于需要高流速的应用或硬件，一般要使用内径较大的色谱柱。为了正常运行，顶空进样系统和吹扫-捕集系统需要更高的载气流速。这些系统采用 0.45 或 0.53 mm 内径的色谱柱，就可以采用较高的流速。若在此类系统中使用小内径色谱柱，就必须特别考虑几个问题。包括使用低温接口或柱温箱，或者通过分流进样器进行连接。如果采用这些技术通常会增加分析的复杂性和/或成本，或者造成样品损失。对于需要低载气流速的应用或硬件，通常要使用内径较小的色谱柱。GC/MS 是典型的需要低载气流速的系统，因此，要使用 0.25 mm 或更小内径的色谱柱。

**色谱柱容量**随着柱内径的增大而增加。实际柱容量还取决于固定相、溶质和液膜厚度。**表 5** 列出了各种内径色谱柱的典型柱容量范围。

**表 5: 色谱柱容量 (ng)**

膜厚 (μm)	色谱柱内径 (mm)			
	0.18-0.20	0.25	0.32	0.53
0.10	20-35	25-50	35-75	50-100
0.25	35-75	50-100	75-125	100-250
0.50	75-150	100-200	125-250	250-500
1.00	150-250	200-300	250-500	500-1000
3.00		400-600	500-800	1000-2000
5.00		1000-1500	1200-2000	2000-3000

安捷伦的毛细管柱密封圈采用新型独立包装，每次可以方便的取出一个干净的密封圈。如需了解详细信息，请访问 [www.agilent.com/chem/ferrules:cn](http://www.agilent.com/chem/ferrules:cn)





## 色谱柱直径选择概述

1. 当需要更高柱效时，使用 **0.18-0.25 mm 内径的色谱柱**。0.18 mm 内径的色谱柱十分适用于泵容量低的 GC/MS 系统。内径较小的色谱柱具有的柱容量最小，并需要最高的柱头压。
2. 当需要较高的柱容量时，使用 **0.32 mm 内径的色谱柱**。与 0.25 mm 内径的色谱柱相比，它们对于不分流进样或大体积 (>2  $\mu\text{L}$ ) 进样时早流出的溶质有更好的分离度。
3. 只有在仪器配备大口径直接进样器并需要较高的柱效时，才使用 **0.45 mm 内径的色谱柱**。特别适用于高载气流速的情况，比如吹扫-捕集、顶空进样器和阀进样的应用。
4. 只有配备大口径直接进样器时，才使用 **0.53 mm 内径的色谱柱**。特别适用于高载气流速的条件，比如吹扫-捕集和顶空进样器。0.53 mm 内径色谱柱在恒定的膜厚情况下具有最高的样品容量。

## 柱长

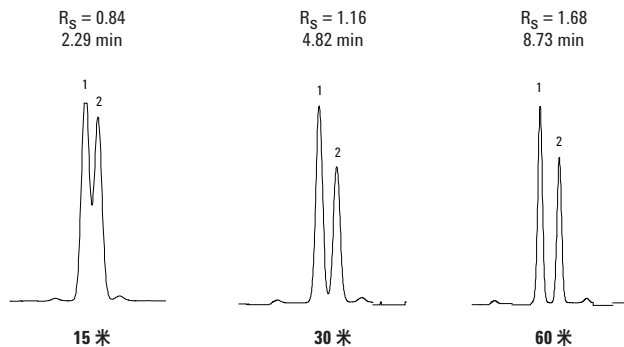
柱长影响三个重要参数。它们是柱效、保留（分析时间）和载气压力。

**柱效 (N)** 与柱长成正比。分离度是理论塔板数的平方根函数。比如，理论上柱长（因此效率也会加倍）加倍只能增加分离度 1.41 倍（实际上接近于 1.2-1.3 倍）。如果需要窄峰和高柱效（即，窄的峰）时，使用较长的色谱柱。**图 8** 显示三支不同长度的色谱柱分离度的不同。

图 8: 色谱柱长度 — 分离度和保留能力的比较

色谱柱: **DB-624**  
15 m x 0.53 mm 内径, 0.3  $\mu\text{m}$   
30 m x 0.53 mm 内径, 0.3  $\mu\text{m}$   
60 m x 0.53 mm 内径, 0.3  $\mu\text{m}$

1. 1,3-二氯苯
2. 1,4-二氯苯



在**恒温**条件下，溶质的保留与柱长成反比。在程序升温条件下，溶质的保留是恒温条件下的 1/3-1/2。通过增加柱长来提高柱效时，分析时间也会显著增加。**图 8** 显示三支不同长度的色谱柱保留值的不同。

**柱头压**与柱长成正比。除非色谱柱的内径太小或太大。否则压力一般不是问题，直径较小、柱长较长的色谱柱需要极高的柱头压，而直径较大、柱长较短的色谱柱需要的柱头压较低。两种情况都不很实际，都不可能成为限制因素。载气的选择也会影响色谱柱压力。

色谱柱流失将随着柱长的增加而增加。较长的色谱柱的固定相较多，故会产生较多的降解产物。随着柱长增加流失增加并不大，必要时不应该妨碍较长色谱柱的使用。

色谱柱成本与柱长直接相关。柱长加倍，色谱柱价格几乎也加倍。通过增加柱长来提高柱效，色谱柱成本也会显著增加。同时考虑分析时间的延长，增加柱长应该是增加柱效的最后一个合理选择。

较短色谱柱的每米成本要高于较长色谱柱。将较长色谱柱切割成较短色谱柱似乎是一个省钱的好办法，但我们不建议这样做。较小的切割段不能保证质量，可能与原来的完整色谱柱不同。理论上讲，每个切割段都应当提供满意而一致的结果。实际上却经常不是这样。从原来的色谱柱切割下来较短的切割段时，单个切割段改变的可能性更高。随着柱长、液膜厚度和固定相极性的增加，以及柱内径的减小，将发现各个切割段之间的误差会越来越大。最后，在其它柱架上重新缠绕较短的色谱柱时，管线折断的几率也会增加。技术上来说，将色谱柱切割成较短的段将无法保障其性能。



担心有泄漏、不好用的压紧接头？请使用安捷伦的 Ultimate 毛细管两通接头。如需了解更多信息，请访问 [www.agilent.com/chem/union:cn](http://www.agilent.com/chem/union:cn)





## 色谱柱柱长选择概述

1. 如果不知道最佳长度，请先使用 **25-30 米长的色谱柱**。
2. **10-15 米的色谱柱**十分适用于分离含有很容易分离溶质的样品或含溶质较少的样品。内径的很小的色谱柱通常长度较短以降低柱头压。
3. 如果通过其它方法（较小内径、不同的固定相、改变柱温）不能达到满意的分离度时，应使用 **50-60 米长的色谱柱**。这种色谱柱适合分离含有很多组分的复杂样品。长的色谱柱的分析时间较长、费用较高。

## 色谱柱膜厚

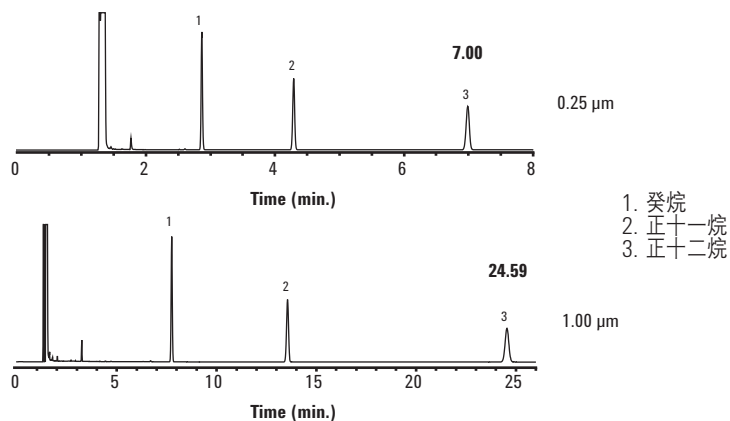
色谱柱液膜厚度影响 5 个主要的参数：保留、分离度、流失、惰性和柱容量。

恒温条件下，溶质保留与膜厚度成正比。程序升温条件下，溶质的保留是恒温条件的 1/3-1/2。对于较易挥发的溶质，液膜较厚的色谱柱可以得到更高的保留。采用标准液膜厚度的色谱柱，挥发性溶质一般需要冷冻（室温以下）才能得到分离，而使用厚液膜色谱柱可在 30°C 以上获得很好的保留。使用较厚液膜的色谱柱的作用是在较高温度下得到相当或更强的保留。较厚液膜色谱柱一般用来分析诸如溶剂和一些气体等挥发性化合物。薄液膜的色谱柱则用来减小强保留溶质的保留。强保留溶质可以更快地流出，或在较低温度下流出。使用较薄液膜的色谱柱的作用是在较低温度下得到相当或更弱的保留。薄液膜色谱柱一般用于高沸点或高分子量的化合物。**图 9** 显示两支不同液膜厚度的色谱柱在保留上的不同。

k 值小于 2 的溶质很难分离，原因是色谱柱的保留太弱。改用较厚液膜的色谱柱可得到更好的分离，因为溶质的保留增加了。分离度的改善取决于原来色谱柱上溶质的 k 值。对于 k 值等于或小于 5 的溶质，增加保留可以改善分离度。对于 k 值为 5-10 的溶质峰，增加保留可在较小程度或中等程度上改善分离度。对于 k 值大于 10 的峰，增加保留常常不能改善分离度，有时还会降低分离度。增加液膜厚度改善早流出峰的分度，同时可能降低迟流出峰的分度。

图 9: 色谱柱膜厚 — 分离度和保留能力的比较

色谱柱: DB-1, 30 m x 0.32 mm 内径  
 载气: 氮气, 38 cm/sec  
 柱温箱: 100°C 恒温



对于给定的固定相，柱流失随着膜厚的增加而增加。由于液膜较厚的色谱柱保留更强，故增加液膜厚度时，迟流出的峰可能迁移到更高柱流失的区域。厚液膜色谱柱由于更高的流失水平，其使用温度上限可能较低。

较厚液膜的色谱柱惰性更好，因为有更多的固定相屏蔽了柱管表面与溶质接触，采用较厚液膜色谱柱常常可以减少活性化合物的峰拖尾。

较厚液膜色谱柱具有较高的柱容量。当一种溶质的浓度很高时，其展宽的色谱峰可能干扰或与邻近的色谱峰共流出。改用较厚液膜色谱柱可能减少峰拖尾，因而减少共流出现象。

表 5 列出了各种液膜厚度色谱柱的典型容量范围。

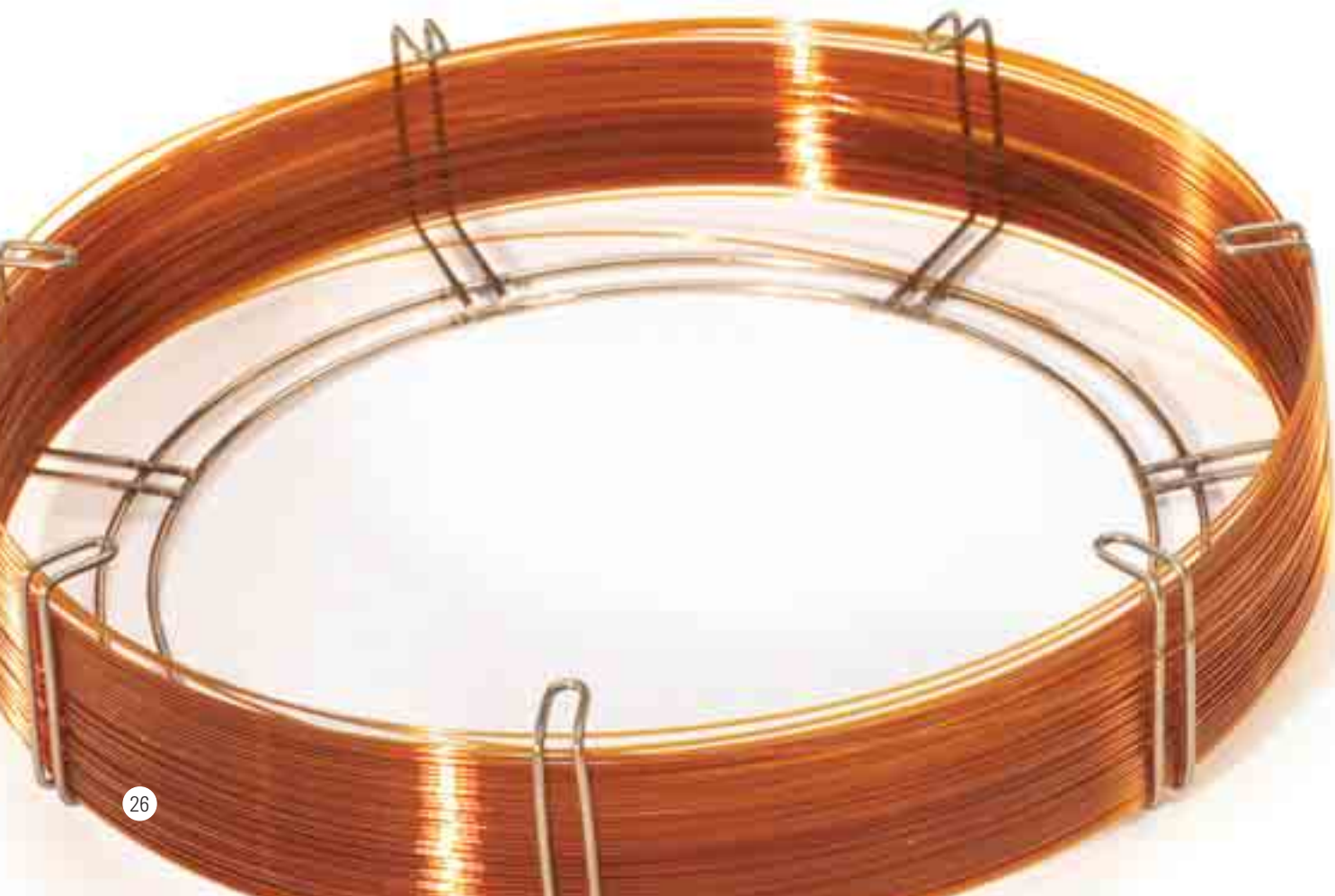
安捷伦微板流路控制技术装置可进行反吹，以缩短样品分析周期、减少色谱柱的维护，并改善数据质量。





## 色谱柱膜厚选择概述

1. 对于 **0.18-0.32 mm** 内径的色谱柱，其平均或标准（即，不厚也不薄）膜厚为 0.18-0.25  $\mu\text{m}$ ，可用于大多数分析。
2. 对于 **0.45-0.53 mm** 内径的色谱柱，其平均或标准（即，不厚也不薄）膜厚为 0.8-1.5  $\mu\text{m}$ ，可用于大多数分析。
3. **厚液膜色谱柱**用于保留和分离挥发性溶质（如，轻质溶剂、气体）。厚液膜色谱柱惰性更好，柱容量更大。厚液膜色谱柱表现了较高的柱流失，降低了使用温度上限。
4. **薄液膜色谱柱**用于降低高沸点、高分子量溶质的保留（如，类固醇、甘油三酯）。薄液膜色谱柱惰性较低，具有较低的柱容量和柱流失。



## 方法指南

### GC 色谱柱固定相应用指南

安捷伦固定相	应用	组成	极性	大致温度范围 (°C)	类似的固定相
<b>一般应用</b>					
DB-1ms 超高惰性柱	胺类、烃类、农药、多氯联苯、酚类、硫化物、调味品及香精香料	100% 二甲基聚硅氧烷	非极性	从 -60 到 340/360	
HP-1ms 超高惰性柱	胺类、烃类、农药、多氯联苯、酚类、硫化物、调味品及香精香料	100% 二甲基聚硅氧烷	非极性	从 -60 到 325/350	
DB-5ms 超高惰性柱	半挥发性化合物、卤代化合物、农药、除草剂、滥用药物、胺类和未知样品筛查	5% 苯基 95% 二甲亚芳基硅氧烷	非极性	从 -60 到 325/350	
HP-5ms 超高惰性柱	半挥发性化合物、卤代化合物、农药、除草剂、滥用药物、胺类和未知样品筛查	5% 苯基 95% 二甲基聚硅氧烷	非极性	从 -60 到 325/350	
HP-1ms, DB-1ms, HP-1, DB-1	胺类、烃类、农药、多氯联苯、酚类、硫化物、调味品及香精香料	100% 二甲基聚硅氧烷	非极性	从 -60 到 325/350	BP-1, SPB-1, CP-Sil 5, Rtx-1, OV-1, SE-30, 007-1, ZB-1
HP-5ms, DB-5, HP-5	半挥发性化合物、生物碱、药物、脂肪酸甲酯、卤代化合物、农药、除草剂	5% 苯基 95% 二甲基聚硅氧烷	非极性	从 -60 到 325/350	SPB-5, XTI-5, Mtx-5, CP-Sil 8CB, SE-54, Rtx-5, BPX-5, MDN-5, Rtx-5ms, BP-5, ZB-5
DB-5ms	半挥发性化合物、生物碱、药物、脂肪酸甲酯、卤代化合物、农药、除草剂	5% 苯基 95% 二甲亚芳基硅氧烷	非极性	从 -60 到 325/350	Rtx-5ms, Rtx-5Sil MS, Rxi-5ms, Rxi-5Sil MS, VF-5ms, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, AT-5ms, ZB-5ms, SLB-5ms, Equity-5
DB-1301	aroclor、醇类、农药、挥发性有机物	6% 氰丙基-苯基, 94% 二甲基聚硅氧烷	中等极性	从 -20 到 280/300	Rtx-1301, PE-1301, VF-1301ms
DB-35, HP-35	CLP-农药、aroclor、药物、滥用药物	35% 苯基 65% 二甲基聚硅氧烷	中等极性	从 40 到 300/320	Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
DB-35ms	CLP-农药、aroclor、药物、滥用药物	35% 苯基 65% 二甲硅亚芳基硅氧烷	中等极性	从 50 到 340/360	Rtx-35, Rtx-35ms, VF-35ms, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
DB-1701, DB-1701P	农药、除草剂、TMS 糖、aroclor	14% 氰丙基-苯基, 86% 二甲基聚硅氧烷	中等极性	从 -20 到 280/300	SPB-1701, CP-Sil 19 CB, Rtx-1701, CB-1701, OV-1701, 007-1701, BPX-10

## GC 色谱柱固定相应用指南 (续)

安捷伦固定相	应用	组成	极性	大致温度范围 (°C)	类似的固定相
HP-50+, DB-17	药物、乙二醇、农药、类固醇	50% 苯基 50% 二甲基聚硅氧烷	中等极性	从 40 到 280/300	Rtx-50、CP-Sil 19 CB、BPX-50、SP-2250
DB-17ms	药物、乙二醇、农药、类固醇	50% 苯基 50% 二甲亚芳基硅氧烷	中等极性	从 40 到 320/340	HP-50+, Rtx-50, VF-17ms, 007-17, SP-2250, SPB-50, BPX-50, SPB-17, AT-50
DB-200	溶剂残留、农药、除草剂	35% 三氟丙基 65% 二甲基聚硅氧烷	极性	从 30 到 300/320	Rtx-200, VF-200ms
DB-210	EPA 方法 8140 和 609	50% 三氟丙基 50% 二甲基聚硅氧烷	极性	从 45 到 240/260	SP-2401
DB-225ms, DB-225	脂肪酸甲酯、醋酸酯、中性类固醇	50% 氰丙基-苯基, 50% 二甲基聚硅氧烷	极性	从 40 到 220/240	SP-2330、CP-Sil 43 CB、OV-225、Rtx-225、BP-225、007-225
HP-INNOWax	醇类、游离有机酸、溶剂、精油、调味品和香精香料	聚乙二醇	极性	从 40 到 260/270	HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, DB-WAXetr, ZB-WAX
DB-WAX	溶剂、乙二醇、醇类	聚乙二醇	极性	从 20 到 250/260	HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, Rtx-WAX, ZB-WAX, VF-WAXms
CAM	胺类、碱性化合物	碱改性的聚乙二醇	极性	从 60 到 220/240	Stabilwax-DB, Carbowax Amine
HP-FFAP, DB-FFAP	有机酸、醇类、醛类、酮类、丙烯酸酯	酸改性的聚乙二醇	极性	从 40 到 250	OV-351、SP-1000、Stabilwax-DA、007-FFAP、Nukol
DB-23	脂肪酸甲酯 (需要分离顺式/反式)	50% 氰丙基, 50% 二甲基聚硅氧烷	极性	从 40 到 250/260	SP-2330, Rtx-2330, 007-23, AT-Silar, BPX-70, SP-2340, VF-23ms
CycloSil- $\beta$	手性化合物 (通用)	DB-1701 中含有 30% 七-(2,3-二-O-甲基-6-O-叔丁基二甲基硅基)- $\beta$ -环糊精	中等极性	从 35 到 260/280	LIPODEX C, Rt- $\beta$ DEXm, $\beta$ -DEX 110, $\beta$ -DEX 120
HP-Chiral $\beta$	手性化合物 (用氮选择性检测器, NPD)	苯基固定相中的 $\beta$ -环糊精	中等极性	从 30 到 240/250	LIPODEX C, Rt- $\beta$ DEXm, $\beta$ -DEX 110, $\beta$ -DEX 120

**GC 色谱柱固定相应用指南 (续)**

安捷伦固定相	应用	组成	极性	大致温度范围 (°C)	类似的固定相
<b>PLOT 固定相</b>					
HP-PLOT 分子筛	永久和惰性气体。在 35°C 分离氙气和氧气	5Å 分子筛沸石		从 -60 到 300	None
HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> KCl	天然气、炼厂气、燃气、合成气、二烯类中的 C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> 烃类	KCl 脱活的氧化铝	极性最弱	从 -60 到 200	CP-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /KCl
HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> S	天然气、炼厂气、燃气、合成气、二烯类中的 C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> 烃类	“硫酸钠”脱活的氧化铝	中等极性	从 -60 到 200	CP-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> PLOT Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
GS-氧化铝	天然气、炼厂气、燃气、合成气、二烯类中的 C <sub>1</sub> -C <sub>6</sub> 烃类	采用专利脱活技术脱活的氧化铝	极性最强	从 -60 到 200	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /KCl, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT
HP-PLOT Q	含异构体的烃类、CO <sub>2</sub> 、甲烷、空气/CO、水、极性溶剂、硫化物	聚苯乙烯-二乙烯基苯		从 -60 到 270/290	CP PoraPLOT Q, CP PoraPLOT Q-HT, Rt-QPLOT, SupelQ PLOT, GS-Q
HP-PLOT U	C <sub>1</sub> 到 C <sub>7</sub> 烃类、CO <sub>2</sub> 、甲烷、空气/CO、水、氧化物、胺类、溶剂、醇类、酮类和醛类	二乙烯基苯/乙二醇二甲基丙烯酸酯		从 -60 到 190	PoraPlot U, RTU PLOT
GS-GasPro	在 -80°C 下分离 C <sub>1</sub> 到 C <sub>12</sub> 烃、CO <sub>2</sub> 、痕量硫化物、氯化物气体、无机气体、卤烃、SF <sub>6</sub> 、氧/氮	专利的键合硅胶基		从 -80 到 260/300	CP-Silica PLOT
GS-OxyPLOT	氧化物	专利固定相, 高选择性		到 350	CP-LowOX
GS-CarbonPLOT	C <sub>1</sub> 到 C <sub>5</sub> 烃、CO <sub>2</sub> 、空气/CO、乙烯中的痕量炔烃、甲烷	键合整体碳层		从 0 到 360	Carbopack, CLOT, Carboxen-1006 PLOT, CP-CarboPLOT P7

## GC 色谱柱固定相应用指南 (续)

安捷伦固定相	应用	组成	极性	大致温度范围 (°C)	类似的固定相
<b>专用固定相 — 环境</b>					
DB-EUPAH	欧盟法规控制的多环芳烃	专利固定相	中等极性	从 40 到 320/340	
DB-624	优先控制的挥发性污染物、EPA方法 502.2	6% 氰丙基-苯基, 94% 二甲基聚硅氧烷	中等极性	从 -20 到 260	AT-624, Rtx-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624, VF-624ms
DB-VRX	使用 MSD、ELCD/PID 分析挥发性有机化合物	专利固定相	非极性	从 -10 到 260	VOCOL, NON-PAKD, Rtx-Volatiles, PE-Volatiles, 007-624, HP-624, CP-624, Rtx-VRX, Rtx-VGC
DB-35ms	CLP 农药、含氯除草剂、多氯联苯、508.1 农药	35% 苯基, 65% 二甲亚芳基硅氧烷	中等极性	从 50 到 340/360	Rtx-35, Rtx-35ms, VF-35ms, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35
HP-5ms, DB-5, HP-5	EPA 方法 8270 分析半挥发性化合物	5% 苯基, 95% 二甲基聚硅氧烷	非极性	从 -60 到 325/350	SPB-5, XTI-5, Mtx-5, CP-Sil 8CB, SE-54, Rtx-5, BPX-5, MDN-5, Rtx-5ms
DB-XLB (确认用柱)	多氯联苯同族物分析 (209 种同族物) CLP 农药, 氯代除草剂, 多氯联苯, 508.1 农药	专利固定相	非极性	从 30 到 340/360	Rtx-XLB, MDN-12
DB-TPH	地下燃料罐 (LUFT) 泄漏测试	专利固定相	非极性	从 -10 到 290	
DB-MTBE	土壤和水中的 MTBE	专利固定相	非极性	从 35 到 260/280	

只有安捷伦的优级不粘连进样口衬管 O 形圈是经过预清洁和处理的, 消除了渗气造成的污染。如需了解详细信息, 请访问 [www.agilent.com/chem/o-rings:cn](http://www.agilent.com/chem/o-rings:cn)



**GC 色谱柱固定相应用指南 (续)**

安捷伦固定相	应用	组成	极性	大致温度范围 (°C)	类似的固定相
<b>专用固定相 — 其它</b>					
生物柴油 ASTM D6584 游离/总甘油	生物柴油中的游离和总甘油	专利固定相	非极性	从 -60 到 400	
生物柴油 EN14105 游离/总甘油	生物柴油中的游离和总甘油	专利固定相	非极性	从 -60 到 400	
生物柴油 EN14103 的脂肪酸甲酯分析	生物柴油中的脂肪酸甲酯	专利固定相	强极性	从 40 到 260/270	
生物柴油 EN14110 的残留甲醇	生物柴油中的残留甲醇	专利固定相	中等极性	从 20 到 260/280	
HP-Fast GC 残留溶剂	残留溶剂	6% 氰丙基-苯基, 94% 二甲基聚硅氧烷	中等极性	从 -20 到 260	DB-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624
DB-ALC1	血液中的酒精测试	专利固定相	中等极性	从 20 到 260/280	Rtx-BAC1, Rtx-BAC2
DB-ALC2	血液中的酒精测试	专利固定相	中等极性	从 20 到 260/280	Rtx-BAC1, Rtx-BAC2
HP-Blood Alcohol	血液中的酒精测试	专利固定相	中等极性	从 -60 到 270/290	

**ASTM 方法**

方法名称	方法标题	推荐使用的色谱柱	部件号
D 1945	用 GC 分析天然气的标准测试方法	HP-PLOT Q, 15 m x 0.53 mm, 50.00 μm	19095P-MS9
		HP-PLOT Q, 15 m x 0.53 mm, 40.00 μm	19095P-Q03
D 1946	用 GC 分析重整气的标准测试方法	HP-PLOT 分子筛柱, 15 m x 0.53 mm, 50.00 μm	19095P-MS9
		HP-PLOT Q, 15 m x 0.53 mm, 40.00 μm	19095P-Q03
D 1983	用甲酯气相色谱法分析脂肪酸组成的标准测试方法	DB-WAX, 30 m x 0.25 mm, 0.25 μm	122-7032
D 2163	用 GC 分析液化石油气 (LP) 和丙烯浓缩物的标准测试方法	HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "KCl", 30 m x 0.53 mm, 15.00 μm	19095P-K23
		HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "S", 30 m x 0.53 mm, 15.00 μm	19095P-S23
D 2268	用毛细管 GC 分析高纯度正庚烷和异辛烷的标准测试方法	DB-1, 60 m x 0.25 mm, 0.50 μm	122-106E
D 2306	用 GC 分析 C8 芳烃的标准测试方法	HP-INNOWax, 60 m x 0.25 mm, 0.25 μm	19091N-136
D 2426	用 GC 分析丁二烯二聚体和丁二烯母料中苯乙烯的标准测试方法	DB-1, 30 m x 0.53 mm, 5.00 μm	125-1035
D 2427	用 GC 测定汽油中的 C2 到 C5 烃的标准测试方法	DB-1, 30 m x 0.53 mm, 5.00 μm	125-1035
		GS-Alumina, 30 m x 0.53 mm,	115-3532
D 2504	用 GC 分析 C2 和轻烃产品中的非凝聚气体的标准测试方法	HP-PLOT 分子筛柱, 30 m x 0.53 mm, 50.00 μm	19095P-MS0

**ASTM 方法 (续)**

方法名称	方法标题	推荐使用的色谱柱	部件号
D 2505	用 GC 分析高纯乙烯中乙烯以及其他烃类和二氧化碳的标准测试方法	GS-GasPro, 60 m x 0.32 mm	113-4362
D 2593	用 GC 分析丁二烯纯度以及烃类杂质的标准测试方法	GS-Alumina, 30 m x 0.53 mm	115-3532
D 2712	用 GC 分析丙烯中痕量烃类的标准测试方法	GS-Alumina, 50 m x 0.53 mm	115-3552
D 2804	用 GC 分析甲乙酮纯度的标准测试方法	DB-WAX, 30 m x 0.53 mm, 1.00 $\mu$ m DB-210, 15 m x 0.53 mm, 1.00 $\mu$ m	125-7032 125-0212
D 2887	用 GC 分析石油沸点范围分布的标准测试方法	DB-2887, 10 m x 0.53 mm, 3.00 $\mu$ m	125-2814
Extended D 2887	用 GC 分析石油 (可测至 C60) 沸点范围分布的标准测试方法	HP-1, 10 m x 0.53 mm, 0.88 $\mu$ m HP-1, 5 m x 0.53 mm, 0.88 $\mu$ m	19095Z-021 19095Z-020
D 3054	用 GC 分析环己烷的标准测试方法	DB-1, 60 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m	123-106E
D 3257	用 GC 分析矿物饮料中芳烃的标准测试方法	DB-624, 30 m x 0.53 mm, 3.00 $\mu$ m	125-1334
D 3329	用 GC 分析甲乙酮纯度的标准测试方法	DB-WAX, 30 m x 0.53 mm, 1.00 $\mu$ m DB-624, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m	125-7032 124-1334
D 3432	用 GC 分析尿烷预聚物和油漆溶液中未反应甲苯二异氰酸酯的标准测试方法	HP-1ms, 30 m x 0.32 mm, 1.00 $\mu$ m	19091S-713
D 3447	卤代有机溶剂纯度的标准测试方法	DB-624, 30 m x 0.53 mm, 3.00 $\mu$ m	125-1334
D 3545	用 GC 分析乙酸酯类纯度及醇含量的标准测试方法	DB-624, 30 m x 0.53 mm, 3.00 $\mu$ m	125-1334
D 3687	用活性碳管吸附收集法分析有机物蒸汽的标准测试方法	DB-WAX, 30 m x 0.53 mm, 1.00 $\mu$ m DB-WAX, 30 m x 0.45 mm, 0.85 $\mu$ m	125-7032 124-7032
D 3695	用直接进水样的 GC 方法分析水中挥发性醇类的标准测试方法	DB-WAX, 30 m x 0.53 mm, 1.00 $\mu$ m	125-7032
D 3710	用 GC 分析汽油馏分和汽油沸点范围分布的化合物的标准测试方法	DB-2887, 10 m x 0.53 mm, 3.00 $\mu$ m	125-2814
D 3760	用 GC 分析异丙苯 (枯烯) 的标准测试方法	DB-WAX, 60 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m HP-1, 50 m x 0.32 mm, 0.52 $\mu$ m	123-7062 19091Z-115
D 3797	用 GC 分析邻-二甲苯的标准测试方法	HP-INNOWax, 60 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m	19091N-216
D 3798	用 GC 分析对-二甲苯的标准测试方法	HP-INNOWax, 60 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m	19091N-216
D 3871	用顶空进样方法分析水中可吹扫有机组分的标准测试方法	DB-VRX, 75 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m	124-1574
D 3893	用 GC 分析甲基戊基酮和甲基异戊基酮的标准测试方法	DB-VRX, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m	124-1534
D 3973	水中低分子量卤代烃的标准测试方法	DB-VRX, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m	124-1534

**ASTM 方法 (续)**

方法名称	方法标题	推荐使用的色谱柱	部件号
D 4415	测定丙烯酸中二聚体的标准测试方法	DB-FFAP, 30 m x 0.32 mm, 0.25 μm	123-3232
D 4424	用 GC 分析丁烯的标准测试方法	HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "S", 50 m x 0.53 mm, 15.00 μm	19095P-S25
D 4443	用顶空 GC 分析氯乙烯单聚物和共聚物中 ppb 级残留氯乙烯单体含量的标准测试方法	DB-VRX, 30 m x 0.45 mm, 2.55 μm	124-1534
D 4735	用 GC 分析精制苯中痕量噻吩的标准测试方法	DB-FFAP, 30 m x 0.45 mm, 0.85 μm	124-3232
D 4773	丙二醇单甲基醚、二丙二醇单甲基醚和丙二醇单甲基醚乙酸酯的标准测试方法	定制	100-2000
D 4864	用 GC 测定丙烯母料中痕量甲醇的标准测试方法	DB-WAX, 30 m x 0.45 mm, 0.85 μm	124-7032
D 4947	室内空气中氯丹和七氯的标准测试方法	DB-5, 30 m x 0.53 mm, 1.50 μm DB-608, 30 m x 0.53 mm, 0.83 μm	125-5032 125-1730
D 4961	用 GC 分析以枯烯工艺生产的酚中主要有机杂质的标准测试方法	DB-FFAP, 30 m x 0.45 mm, 0.85 μm HP-PLOT Q, 15 m x 0.53 mm, 40.00 μm	124-3232 19095P-Q03
D 4983	用直接水相进样 GC 分析水和冷凝汽中环己胺吗啉和二乙氨基乙醇的标准测试方法	HP-5ms, 30 m x 0.32 mm, 1.00 μm CAM, 30 m x 0.53 mm, 1.00 μm	19091S-213 115-2132
D 5008	用 GC 分析 2-乙基己醇的纯度以及其中的甲基戊醇含量的标准测试方法	HP-1, 15 m x 0.53 mm, 5.00 μm HP-INNOWax, 30 m x 0.32 mm, 0.25 μm	19095Z-621 19091N-113
D 5060	用 GC 测定高纯度乙苯中杂质的标准测试方法	HP-INNOWax, 60 m x 0.32 mm, 0.50 μm	19091N-216
D 5075	室内空气中氯丹和七氯的标准测试方法	DB-5, 30 m x 0.53 mm, 1.50 μm DB-5, 30 m x 0.32 mm, 1.00 μm	125-5032 123-5033
D 5134	用毛细管柱 GC 详细分析包含壬烷的石油石蜡油的标准测试方法	HP-PONA, 50 m x 0.20 mm, 0.50 μm	19091S-001
D 5135	用毛细管柱 GC 分析苯乙烯的标准测试方法	HP-INNOWax, 60 m x 0.32 mm, 0.50 μm	19091N-216
D 5175	用微萃取和 GC 分析水中有机卤农药和多氯联苯的标准测试方法	DB-1, 30 m x 0.32 mm, 1.00 μm DB-608, 30 m x 0.32 mm, 0.50 μm DB-XLB, 30 m x 0.25 mm, 0.25 μm	123-1033 123-1730 122-1232
D 5303	用 GC 分析丙烯中的痕量羰基硫的标准测试方法	GS-GasPro, 30 m x 0.32 mm HP-PLOT Q, 30 m x 0.53 mm, 40.00 μm	113-4332 19095P-Q04
D 5307	用 GC 测定原油沸点范围分布的化合物标准测试方法	HP-1, 7.5 m x 0.53 mm, 5.00 μm	19095Z-627

**ASTM 方法 (续)**

方法名称	方法标题	推荐使用的色谱柱	部件号
D 5310	用毛细管柱 GC 分析焦油酸成分的标准测试方法	HP-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	19091S-433
		DB-225ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-2932
D 5316	用微萃取和 GC 分析水中 1,2-二溴乙烷和 1,2-二溴-3-氯丙烷的标准测试方法	HP-1ms, 30 m x 0.32 mm, 1.00 $\mu$ m	19091S-713
		DB-624, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m	124-1334
D 5317	用 GC-电子捕获检测器测定水中含氯有机酸组分的标准测试方法	HP-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	19091S-433
		DB-1701P, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-7732
		DB-XLB, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-1232
		DB-35ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-3832
D 5320	在稳定的三氯乙烯和四氯乙烯中测定 1,1-三氯乙烷和二氯甲烷的标准测试方法	DB-1, 30 m x 0.53 mm, 3.00 $\mu$ m	125-1034
		DB-VRX, 30 m x 0.32 mm, 1.80 $\mu$ m	123-1534
D 5399	烃类溶剂沸点范围分布的标准测试方法	DB-2887, 30 m x 0.32 mm, 1.80 $\mu$ m	125-2814
D 5441	用 GC 分析甲基特丁基醚 (MTBD) 的标准测试方法	HP-PONA, 50 m x 0.20 mm, 0.50 $\mu$ m	19091S-001
		DB-Petro, 100 m x 0.25 mm, 0.50 $\mu$ m	122-10A6
D 5442	用 GC 分析石油蜡的标准测试方法	DB-1, 25 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m	123-1022
		DB-5, 15 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-5012
D 5475	用 GC 和氮磷检测器分析水中含氮和含磷农药的标准测试方法	HP-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	19091S-433
		DB-1701P, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-7732
		DB-XLB, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-1232
		DB-35ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-3832
D 5480	用 GC 分析发动机油挥发性的标准测试方法	DB-PS1, 15 m x 0.53 mm, 0.15 $\mu$ m	145-1011
D 5501	用 GC 测定变性燃料乙醇中的乙醇含量的标准测试方法	HP-1, 100 m x 0.25 mm, 0.50 $\mu$ m	19091Z-530
D 5507	用毛细管柱 / 多维 GC 测定氯乙烯单体中的痕量有机杂质的标准测试方法	HP-PLOT Q, 15 m x 0.53 mm, 40.00 $\mu$ m	19095P-Q03
		HP-PLOT U, 30 m x 0.53 mm, 20.00 $\mu$ m	19095P-U04
D 5508	用顶空毛细管 GC 测定苯乙烯-丙烯腈共聚物树脂和丁腈橡胶中丙烯腈单体残留的标准测试方法	HP-PLOT Q, 30 m x 0.53 mm, 40.00 $\mu$ m	19095P-Q04
D 5580	用 GC 测定精加工汽油中的苯、甲苯、乙苯、对/间-二甲苯、C9 和重芳烃以及总芳烃的标准测试方法	DB-1, 30 m x 0.53 mm, 5.00 $\mu$ m	125-1035
D 5599	用 GC 和氧选择性火焰离子化检测器测定汽油中的含氧化合物的标准测试方法	DB-5, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-5032
D 5623	用 GC 和硫选择性检测方法测定轻质石油中的硫化物的标准测试方法	HP-1, 30 m x 0.32 mm, 4.00 $\mu$ m	19091Z-613
D 5713	用毛细管柱 GC 分析环己烷原料中高纯度苯的标准测试方法	DB-Petro, 50 m x 0.20 mm, 0.50 $\mu$ m	128-1056

**ASTM 方法 (续)**

方法名称	方法标题	推荐使用的色谱柱	部件号
D 5739	用 GC 和正离子电子轰击低分辨质谱鉴定石油泄漏源的标准方法	DB-5, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-5032
		DB-TPH, 30 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m	123-1632
D 5769	用 GC/MS 测定精加工汽油中的苯、甲苯和总芳烃的标准测试方法	HP-1, 60 m x 0.25 mm, 1.00 $\mu$ m	19091Z-236
D 5790	用 GC/MS 测定水中可吹扫有机化合物的标准测试方法	DB-VRX, 60 m x 0.25 mm, 1.40 $\mu$ m	122-1564
		DB-VRX, 20 m x 0.18 mm, 1.00 $\mu$ m	121-1524
		DB-624, 60 m x 0.25 mm, 1.40 $\mu$ m	122-1364
		DB-624, 20 m x 0.18 mm, 1.00 $\mu$ m	121-1324
D 5812	用毛细管 GC 测定水中有机氯农药的标准测试方法	HP-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	19091S-433
		DB-1701P, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-7732
		DB-XLB, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-1232
		DB-35ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-3832
D 5917	用 GC 和外标校准分析单环芳烃中痕量杂质的标准测试方法	HP-INNOWax, 60 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m	19091N-116
D 5974	用毛细管 GC 分析妥尔油馏分产品中脂肪酸和松香酸的标准测试方法	DB-23, 60 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-2362
D 5986	用 GC/FTIR 测定精加工汽油中含氧化合物、苯、甲苯、C8-C12 芳烃和总芳烃的标准测试方法	HP-1, 60 m x 0.53 mm, 5.00 $\mu$ m	19095Z-626
D 6144	用毛细管 GC 测定 Alpha-甲基苯乙烯中痕量杂质的标准测试方法	HP-1, 60 m x 0.25 mm, 1.00 $\mu$ m	19091Z-236
D 6159	用 GC 测定乙烯中的烃类杂质的标准测试方法	HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "KCl", 50 m x 0.53 mm, 15.00 $\mu$ m	19095P-K25
		GS-Alumina, 50 m x 0.53 mm	115-3552
		DB-1, 50 m x 0.53 mm	125-1035
D 6160	用 GC 测定废弃材料中多氯联苯的标准测试方法	HP-5ms, 30 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m	19091S-413
		DB-XLB, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m	122-1232
D 6352	用 GC 测定沸点从174 到 700 的石油馏分的沸点范围分布的化合物的标准测试方法	DB-HT SimDis, 5 m x 0.53 mm, 0.15 $\mu$ m	145-1001
D 6417	用毛细管 GC 评估发动机油挥发性的化合物的标准测试方法	DB-HT SimDis, 5 m x 0.53 mm, 0.15 $\mu$ m	145-1001
D 2360	单环芳烃中痕量杂质的标准测试方法	HP-INNOWax, 60 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m	19091N-116
E 1616	用 GC 分析乙酐的标准测试方法	HP-1, 50 m x 0.32 mm, 0.52 $\mu$ m	19091Z-115
E 1863	用 GC 分析丙烯腈的标准测试方法	DB-WAXetr, 60 m x 0.32 mm, 1.00 $\mu$ m	123-7364
E 202	用 GC 分析乙二醇和丙二醇的标准测试方法	DB-624, 30 m x 0.53 mm, 3.00 $\mu$ m	125-1334
E 475	用 GC 分析二特丁基过氧化化合物的标准测试方法	HP-5, 30 m x 0.53 mm, 5.00 $\mu$ m	19095J-623

## 环境/EPA 方法

将色谱柱和仪器进行可能的组合，以便成功地进行环境和 EPA 分析。下面所列的是安捷伦推荐用于这些分析的几种色谱柱。以下建议的前提是为 GC 配备了分流/不分流进样器（分析挥发性物质的方法除外）。根据不同的仪器配置，其他色谱柱配置也可能适用。要根据您的特殊需要来配置分析系统，可以与您当地的安捷伦分公司联系，将向您推荐最为合适的色谱柱。

### 环境/EPA 方法

分析物种类	EPA 方法参考	常见样品制备	检测器类型	样品基质	推荐的安捷伦色谱柱
<b>挥发性化合物</b>					
三卤甲烷	501	吹扫并捕集、直接进样、顶空分析	ELCD, ECD	饮用水	DB-VRX, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1534 DB-624, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1334
挥发性有机物 (VOC)	502.2, 8021, CLP-Volatiles	吹扫并捕集、直接进样、顶空分析	PID, ELCD	饮用水, 废水, 固体废弃物	DB-VRX, 75 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1574 DB-624, 75 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1374
可吹扫的含卤有机物	601, 8010	吹扫并捕集, 顶空筛选	PID, ELCD	废水, 固体废弃物	DB-VRX, 75 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1574 DB-624, 75 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1374
可吹扫的芳香有机物	503.1, 602, 8020	吹扫并捕集, 顶空筛选	PID	饮用水, 废水, 固体废弃物	DB-VRX, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1534 DB-624, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1334
使用 MSD 检测的挥发性有机物 (VOC)	524.2, 624, 8240, 8260, CLP-VOCs	吹扫并捕集、直接进样、顶空分析	MSD	饮用水, 废水, 固体废弃物	DB-VRX, 60 m x 0.25 mm, 1.40 $\mu$ m, 122-1564 DB-624, 60 m x 0.25 mm, 1.40 $\mu$ m, 122-1364 HP-VOC, 60 m x 0.20 mm, 1.10 $\mu$ m, 19091R-306
使用 5973 MSD 检测的挥发性有机物 (VOC)	524.2, 624, 8240, 8260, CLP-VOCs	吹扫并捕集、直接进样、顶空分析	MSD (5973)	饮用水, 废水, 固体废弃物	DB-VRX, 20 m x 0.18 mm, 1.00 $\mu$ m, 121-1524 DB-624, 20 m x 0.18 mm, 1.00 $\mu$ m, 121-1324
EDB 和 DBCP	504.1, 8011	用己烷微萃取	ECD	废水, 固体废弃物	DB-VRX, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1534 DB-624, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1334
丙烯腈和丙烯醛	603, 8015, 8031	吹扫并捕集, 液体萃取, 超声处理	FID, NPD	废水, 固体废弃物	DB-VRX, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1534 DB-624, 30 m x 0.45 mm, 2.55 $\mu$ m, 124-1334
<b>半挥发性化合物</b>					
半挥发性有机化合物	525, 625, 8270	液体萃取, 超声处理, 索氏萃取, 固相萃取	MSD	饮用水, 废水, 固体废弃物	HP-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.50 $\mu$ m, 19091S-133
酚类	528, 604, 8040, 8041	液体萃取, 超声处理, 索氏萃取, 衍生化	ECD, FID	废水, 固体废弃物	DB-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-5532 DB-XLB, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-1232 DB-5ms, 30 m x 0.53 mm, 1.50 $\mu$ m, 125-5532 DB-608, 30 m x 0.53 mm, 0.50 $\mu$ m, 125-6837
邻苯二甲酸酯类	506, 606, 8060, 8061	液体萃取, 超声处理, 索氏萃取, 固相萃取	ECD, FID	饮用水, 废水, 固体废弃物	DB-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0.53 mm, 1.50 $\mu$ m, 125-5532 DB-608, 30 m x 0.53 mm, 0.50 $\mu$ m, 125-6837

环境/EPA 方法

分析物种类	EPA 方法参考	常见样品制备	检测器类型	样品基质	推荐的安捷伦色谱柱
<b>半挥发性化合物</b>					
对二氨基联苯	605	液体萃取	ECD	废水	DB-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0.53 mm, 1.50 $\mu$ m, 125-5532 DB-608, 30 m x 0.53 mm, 0.50 $\mu$ m, 125-6837
亚硝胺	607, 8070	液体萃取, 超声处理, 索氏萃取, 固相萃取	NPD	废水, 固体废弃物	DB-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0.53 mm, 1.50 $\mu$ m, 125-5532
硝基芳烃和异佛乐酮	609, 8090	液体萃取, 超声处理, 索氏萃取, 固相萃取	ECD, FID	废水, 固体废弃物	HP-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.50 $\mu$ m, 19091S-133 DB-5ms, 30 m x 0.53 mm, 1.50 $\mu$ m, 125-5532 DB-608, 30 m x 0.53 mm, 0.50 $\mu$ m, 125-6837
多环芳烃 (PAH)	610, 8100	液体萃取, 超声处理, 索氏萃取, 固相萃取	FID	废水, 固体废弃物	DB-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-5532 DB-5ms, 30 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m, 123-5532 DB-1ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-0132
氯代烃	612, 8120, 8121	液体萃取, 超声处理, 索氏萃取, 固相萃取	ECD	废水, 固体废弃物	DB-5ms, 30 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m, 123-5536 HP-5ms, 30 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m, 19091S-113 DB-1, 30 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m, 123-103E
氯化消毒副产品	551, 551.1A	液体萃取, 衍生化	ECD	饮用水	DB-5ms, 30 m x 0.25 mm, 1.00 $\mu$ m, 122-5533 DB-1, 30 m x 0.25 mm, 1.00 $\mu$ m, 122-1033
卤代烃乙酸	552, 552.1, 552.2	液体萃取, 衍生化	ECD	饮用水	DB-35ms, 30 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m, 123-1236
<b>农药, 除草剂和多氯联苯</b>					
有机氯农药和多氯联苯	508.1, 608, 8081A, 8082, CLP-Pesticides	液体萃取, 衍生化	ECD	饮用水	DB-35ms, 30 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m, 123-1236
酚氧酸除草剂	515, 615, 8150, 8151	液体萃取, 衍生化	ECD	饮用水	DB-35ms, 30 m x 0.32 mm, 0.25 $\mu$ m, 123-3832 DB-XLB, 30 m x 0.32 mm, 0.50 $\mu$ m, 123-1236
含 N- 和 P- 的农药和除草剂	507, 614, 619, 622, 8140, 8141A	液体萃取, 衍生化	NPD, ELCD, FPD	饮用水	DB-35ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-3832 DB-5ms, 30 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-5532
使用 MSD 的 PBC 同族物		液体萃取, 衍生化	MSD		DB-XLB, 30 m x 0.18 mm, 0.18 $\mu$ m, 121-1232 DB-XLB, 60 m x 0.25 mm, 0.25 $\mu$ m, 122-1262

## 美国药典 (USP) GC 固定相

USP	固定相组成	推荐的安捷伦固定相
G1	二甲基聚硅氧烷油	HP-1*, DB-1*, HP-1ms*, DB-1ms*
G2	二甲基聚硅氧烷胶	HP-1*, DB-1*, HP-1ms*, DB-1ms*
G3	50% 苯基 -50% 甲基聚硅氧烷	DB-17*, HP-50+*
G5	3-氰丙基聚硅氧烷	DB-23
G6	三氟丙基甲基聚硅氧烷	DB-200、DB-210
G7	50% 3-氰丙基 -50% 苯基甲基聚硅氧烷	DB-225、DB-225ms
G14	聚乙二醇 (平均分子量 950-1,050)	DB-WAX
G15	聚乙二醇 (平均分子量 3,000-3,700)	DB-WAX
G16	聚乙二醇 (平均分子量 1,500)	DB-WAX*
G17	75% 苯基 -25% 甲基聚硅氧烷	DB-17、HP-50+
G19	25% 苯基 -25% 氰丙基甲基聚硅氧烷	DB-225*、DB-225ms
G20	聚乙二醇 (平均分子量 380-420)	DB-WAX
G25	聚乙二醇 TPA (Carbowax 20M 对苯二酸)	DB-FFAP*、HP-FFAP*
G27	5% 苯基 -95% 甲基聚硅氧烷	DB-5*、HP-5*、HP-5ms*、DB-5ms
G28	25% 苯基 -75% 甲基聚硅氧烷	DB-35、HP-35、DB-35ms
G32	20% 苯基甲基 -80% 二甲基聚硅氧烷	DB-35、HP-35、DB-35ms
G35	聚乙二醇和硝基对苯二甲酸二乙二醇酯	DB-FFAP*、HP-FFAP*
G36	1% 乙烯基 -5% 苯基甲基聚硅氧烷	DB-5、HP-5、HP-5ms、DB-5ms
G38	固定相 G1 加减尾剂	DB-1、HP-1、HP-1ms、DB-1ms
G39	聚乙二醇 (平均分子量 1,500)	DB-WAX
G41	苯基甲基二甲基聚硅氧烷 (10% 苯基取代)	DB-5、HP-5、HP-5ms、DB-5ms
G42	35% 苯基 -65% 二甲基乙烯聚硅氧烷	DB-35*、HP-35*、DB-35ms
G43	6% 氰丙基苯基 -94% 二甲基聚硅氧烷	DB-624*、DB-1301
G45	二乙烯基苯-乙二醇-二甲基丙烯酸酯	HP-PLOT U*
G46	14% 氰丙基苯基 -86% 甲基聚硅氧烷	DB-1701*

\*指严格等同

## GC 应用

### 来自您的色谱分析合作伙伴的各种行业应用

安捷伦具有 40 多年的色谱专业经验，是所有应用类型的一个巨大资源。事实上，我们每天都在开发新的应用。

后面的内容包含了您专业领域中的最新应用。

**环境** — 您将了解在满足日益增长的速度和准确性要求的同时，如何进行重要的分析 — 如测量大气中卤代烃的含量和鉴定土壤中的有机氯农药)。参见 40 页。

**石油化工行业** — 在这里您将找到符合法规要求、提高效率、保持优良环境管理，并可即刻使用的应用实例（如分析丙烯中的硫化物)。参见 58 页。

**食品、调味品和香精香料** — 我们将讨论如何确保香精香料、香水和精油的质量、安全和法规认证。应用专注于手性化合物、薄荷醇和脂肪酸甲酯。参见 61 页。

**工业化学品** — 我们通过分享醇类、卤代烃、芳香烃、酚类和无机气体的最新应用来帮助您保证产品质量和生产率。参见 67 页。

**生命科学** — 我们将为您提供受控物质的完整最新筛查方法，比如分析安非他命、麻醉药和酒精。我们还将介绍监测残留溶液的最新技术。参见 71 页。



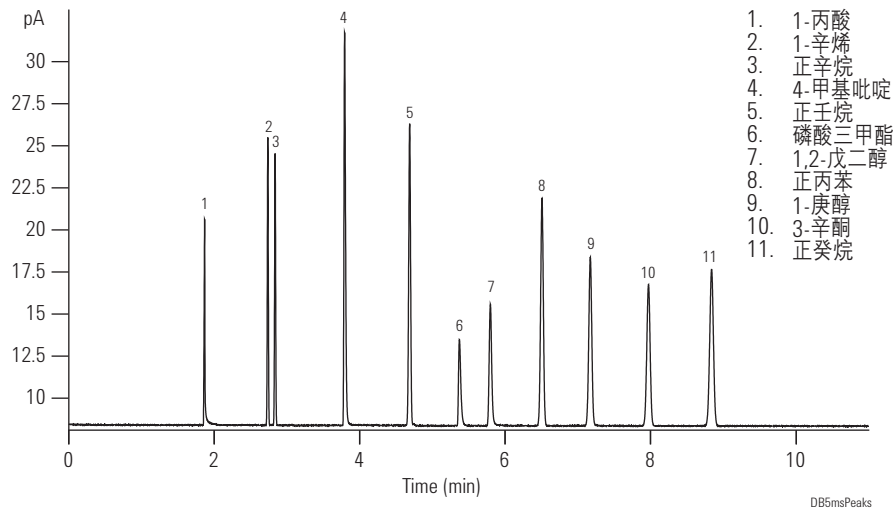
## 安捷伦的超高惰性测试混标

**色谱柱: DB-5MS Ultra Inert  
122-5532UI  
30 m x 0.25 mm, 0.25 µm**

载气: 氢气, 恒压, 38 cm/s  
柱温箱: 65°C 恒温  
进样器: Agilent 7683B, 0.5 µL 进样针  
(安捷伦部件号 5188-5246), 0.02 µL 分流进样

进样: 分流/不分流; 250°C, 1.4 mL/min; 分流柱流量  
900 ml/min; 2.0 min 开启载气节省功能, 流量 75 mL/min  
检测器: FID 325°C; 450 mL/min 空气, 40 mL/min 氢气,  
45 mL/min 氮气尾吹气

良好脱活的 DB-5 ms 超高惰性色谱柱  
提供对称的峰形, 同时增加了峰高,  
这有利于准确积分和痕量检测。



1. 1-丙酸
2. 1-辛烯
3. 正辛烷
4. 4-甲基吡啶
5. 正壬烷
6. 磷酸三甲酯
7. 1,2-戊二醇
8. 正丙苯
9. 1-庚醇
10. 3-辛酮
11. 正癸烷

## US EPA 方法 8270 Short Mix

**色谱柱: DB-5MS Ultra Inert  
122-5532UI  
30 m x 0.25 mm, 0.25 µm**

载气: 氦气恒流 30 cm/s  
柱温箱: 40°C 保持 1 min 以  
15°C/min 升温到 100°C,  
以 10°C/min 升温到 210°C  
保持 1 min,  
以 5°C/min 升温到 310°C  
保持 8 min

进样: 分流/不分流; 260°C,  
53.7 mL/min  
总流速, 0.5 min 开启吹扫功能  
流速 50 mL/min  
3.0 min 开启, 载气节省功能  
流速 80 mL/min,

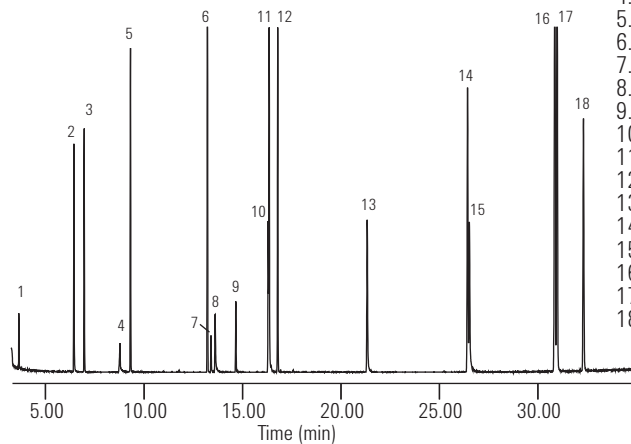
检测器: MSD 离子源 300°C, 四极杆  
180°C, 传输管 290°C,  
全扫描 m/z 50-550

样品: 1.0 µL 不分流进样, 进入色  
谱柱的没每组分为 5 ng

### 建议使用的备件

衬管: 直接连接, 双细径锥型, 脱活, 4 mm 内径,  
G1544-80700

注射器: 自动进样器进样针, 0.5 µL, 23g, 锥形, 5188-5246



1. N-亚硝基二甲胺
2. 苯胺
3. 1,4-二氯苯-D4
4. 1,4-二氯苯
5. 萘-d8
6. 萘-D10
7. 2,4-二硝基苯酚
8. 4-硝基苯酚
9. 2-甲基-4,6-二硝基苯酚
10. 五氯苯酚
11. 4-氨基联苯
12. 菲-d10
13. 联苯胺
14. 萘-d12
15. 3,3'-二氯联苯胺
16. 苯并[b]荧蒹
17. 苯并[k]荧蒹
18. -d12

在全世界的环境实验室中, 使用类似于 US EPA 方法 8270 的方法分析半挥发性化合物变得越来越重要。酸性化合物如苯甲酸或 2,4-二硝基苯酚 – 以及强碱性化合物如吡啶和或联苯胺 – 是半挥发性样品中发现的活性化合物的例子。该 DB-5ms Ultra Inert 色谱柱对于这些难分析的化合物表现了优异的惰性。

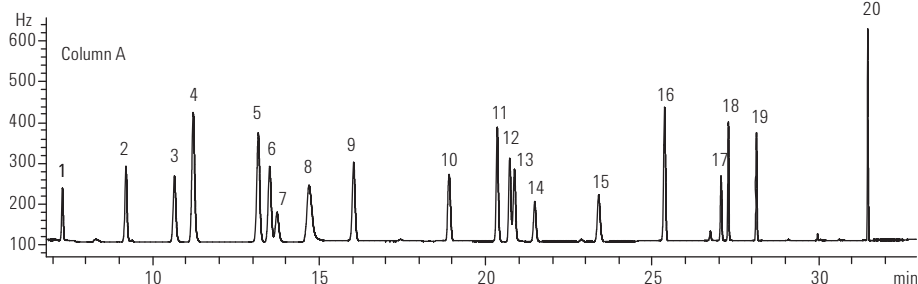
US EPA 方法 551.1

**A 柱:** HP-1ms Ultra Inert  
19091S-733UI  
30 m x 0.25 mm, 1.00 μm  
**B 柱:** DB-1301  
122-1333  
30 m x 0.25 mm, 1.00 μm

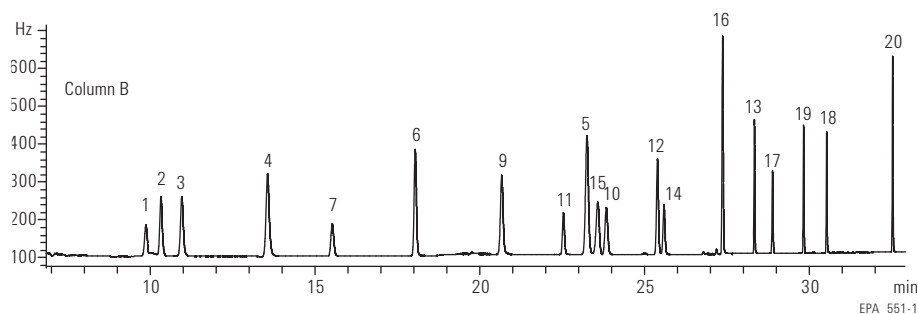
仪器: Agilent 7890A GC  
进样器: Agilent 7683B, 5.0 μL 进样针  
(安捷伦部件号 5181-1273), 0.5 μL 不分流进样  
载气: 氦气, 25 cm/s, 恒流  
进样口: 不分流; 进样口温度 200°C, 吹扫流量 20 mL/min  
保持 0.25 min  
保留间隙: 长 1 m, 内径 0.32 mm 的脱活熔融石英高温管  
线 (安捷伦部件号 160-2855-5)  
柱温箱: 在 33°C 保持 14 min, 以 5°C/min 升至 60°C, 保持 5 min;  
再以 15°C/min 升至 275°C, 保持 20 min  
检测器: 双 G2397A μECD; 300°C, 恒柱流速 + 尾吹气  
流速 (N<sub>2</sub>) = 30 mL/min

建议使用的备件

隔垫: 11 mm 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直接连接, 双细径锥型, 脱活, 4 mm 内径,  
G1544-80700  
注射器: 5 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273



1. 氯仿
2. 1,1,1-三氯乙烷
3. 四氯化碳
4. 三氯乙腈
5. 二氯乙腈
6. 一溴二氯甲烷
7. 三氯乙烯
8. 水合氯醛
9. 1,1-二氯-2-丙酮
10. 1,1,2-三氯乙烷
11. 三氯硝基甲烷
12. 二溴一氯甲烷
13. 溴氯乙腈
14. 1,2-二溴乙烷
15. 四氯乙烯
16. 1,1,1-三氯-2-丙酮
17. 溴仿
18. 二溴乙腈
19. 1,2,3-三氯丙烷
20. 1,2-二溴-3-氯丙烷



该应用证实, 采用 EPA 方法 551.1, 使用 HP-1ms 超高惰性色谱柱可对氯代溶剂、三卤甲烷和消毒副产物进行初步分析。无论是水合三氯乙醛优异的峰形, 还是一溴二氯甲烷和三氯乙烯之间理想的分离度, 都突显了 HP-1ms 超高惰性柱的超柱惰性, 使其成为 EPA 方法 551.1 的绝佳选择。

## 15+1 种欧盟优先规定的多环芳烃

**色谱柱: DB-EUPAH  
121-9627**

**20 m x 0.18 mm, 0.14 μm**

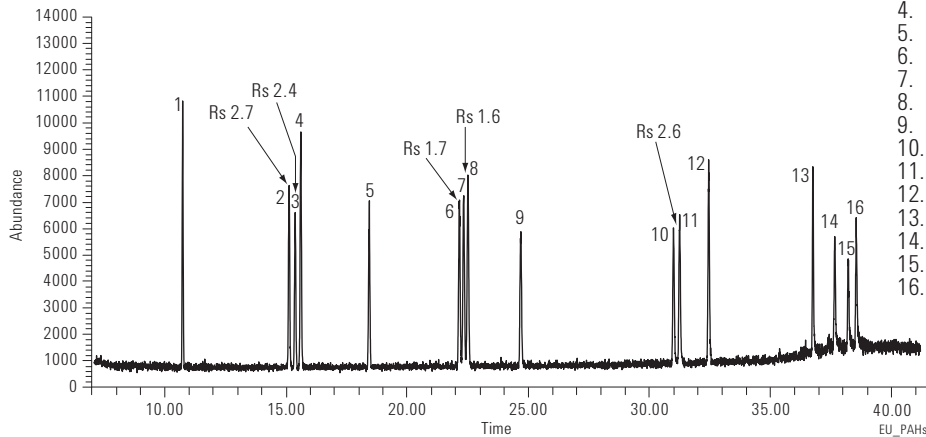
**仪器:** Agilent 6890N/5975B MSD  
**进样器:** Agilent 7683B, 5.0 μL 进样针 (安捷伦部件号 5181-1273),  
0.5 μL 不分流进样, 进样速度 75 μL/min  
**载气:** 氮气, 梯度流量模式, 1.0 mL/min 保持 0.2 min,  
再以 5 mL/min 从 1.0 mL/min 升至 1.7 mL/min

**进样口:** 不分流, 进样口温度 325°C, 吹扫流量 60 mL/min, 保持 0.8 min  
**柱温箱:** 在 45°C 保持 0.8 min, 以 45°C/min 升至 200°C, 接着以 2.5°C/min  
升至 225°C; 再以 3°C/min 升至 266°C; 随后以 5°C/min 升至 300°C;  
最后以 10°C/min 升至 320°C, 保持 4.5 min  
**检测器:** MSD 离子源温度 300°C, 四级杆温度 180°C, 传输管线  
温度 330°C, 扫描范围 50-550 AMU

### 建议使用的备件

**隔垫:** 11 mm 高级绿色隔垫, 5183-4759  
**衬管:** 直接连接, 双细径锥型, 脱活, 4 mm 内径,  
G1544-80700  
**注射器:** 5 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

关键物质对在 Agilent J&W DB-EUPAH 色谱柱上得到分离



1. 苯并[c]芘
2. 苯并[a]蒽
3. 环戊[c,d]芘
4. 蒽
5. 5-甲基蒽
6. 苯并[b]荧蒽
7. 苯并[k]荧蒽
8. 苯并[j]荧蒽
9. 苯并[a]芘
10. 茚并[1,2,3-cd]芘
11. 二苯并[a,h]蒽
12. 苯并[g,h,i]芘
13. 二苯并[a,i]芘
14. 二苯并[a,e]芘
15. 二苯并[a,i]芘
16. 二苯并[a,h]芘

使用 DB-EUPAH 色谱柱可出色分离全部 15+1 种欧盟法规优先规定的多环芳烃。极难分离的苯并 (b,k,j) 荧蒽异构体也实现了基线分离, 从而保证每种异构体的精确定量。另外, 实现基线分离的关键物质对还包括: 苯并 [a] 蒽和环戊 [c,d] 芘、环戊 [c,d] 芘和蒽、茚并 [1,2,3-cd] 芘和二苯并 [a,h] 蒽。该应用表明 DB-EUPAH 色谱柱具有绝佳的灵敏度和选择性, 是分析欧盟法规规定的多环芳烃的不二之选。

CLP 农药分析

使用高效 (0.18 mm 内径) GC 柱分析合同实验室计划 (CLP) 农药。在此例中, 采用原始方法在 16 分钟内分析了 22 种 CLP 农药, 而使用改进的方法在 7 分钟内就可完成。运行时间加快 56%。

**色谱柱:** DB-XLB  
121-1222  
20 m x 0.18 mm, 0.18  $\mu$ m

**载气:** H<sub>2</sub>, 恒流, 77.3 cm/s, 120°C

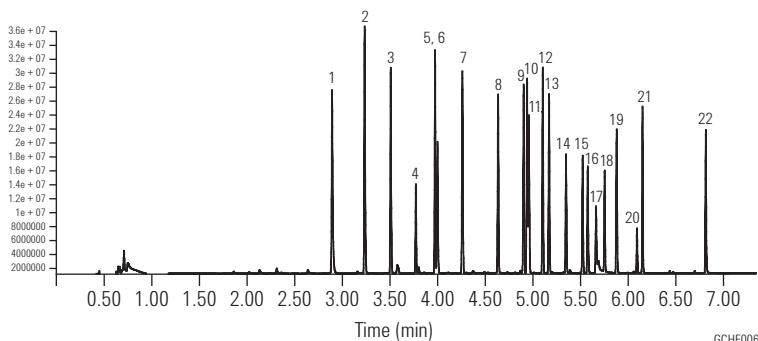
**柱温箱:** 120°C 保持 0.49 min  
以 59.4°C/min 从 120°C 升温至 160°C  
再以 23.7°C/min 从 160°C  
升温至 260°C  
最后以 35.6°C/min 从 260°C  
升温至 300°C (1.69 min)

**进样:** 脉冲不分流, 220°C  
脉冲压力和时间: 35 psi 保持 0.5 min,  
流速从 6.25 min 99 mL/min  
的 2 mL/min 增加到 3 mL/min  
2 mm 内径衬管

**检测器:**  $\mu$ -ECD, 320°C  
Ar/CH<sub>4</sub> (P5) 尾吹气, 流速 60 mL/min

**样品:** 0.5  $\mu$ L, 50 ppb

快速方法 (使用高效 GC 柱和 H<sub>2</sub> 载气)



- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1. TCMX          | 12. 4,4' DDE |
| 2. $\alpha$ -BHC | 13. 狄氏剂      |
| 3. $\gamma$ -BHC | 14. 异狄氏剂     |
| 4. $\beta$ -BHC  | 15. 4,4'DDD  |
| 5. $\delta$ -BHC | 16. 硫丹 II    |
| 6. 七氯            | 17. 4,4'-DDT |
| 7. 艾氏剂           | 18. 异狄氏醛     |
| 8. 环氧七氯          | 19. 硫丹硫酸酯    |
| 9. $\gamma$ -氯丹  | 20. 甲氧滴滴涕    |
| 10. $\alpha$ -氯丹 | 21. 异狄氏剂酮    |
| 11. 硫丹 I         | 22. DCB      |

**色谱柱:** DB-XLB  
123-1232  
30 m x 0.32 mm, 0.25  $\mu$ m

**载气:** He, 恒流, 38 cm/s, 120°C

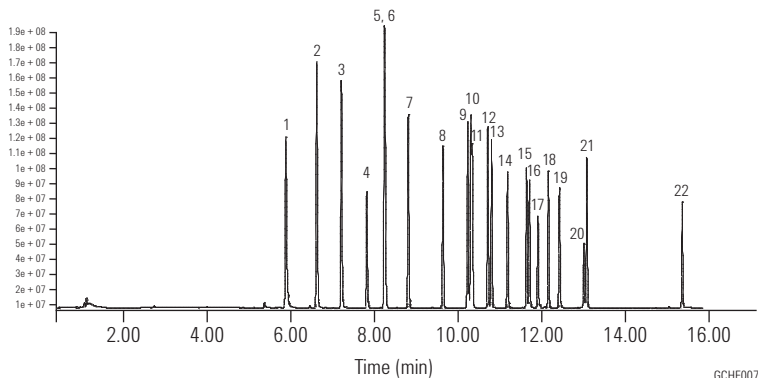
**柱温箱:** 120°C 保持 1.17 min  
以 25°C/min 从 120°C 升温至 160°C  
以 10°C/min 从 160°C 升温至 260°C  
以 15°C/min 从 260°C 升温至 300°C  
保持 4 min

**进样:** 脉冲不分流, 220°C  
脉冲压力 & 时间: 35 psi 持续 1.15 min

**检测器:**  $\mu$ -ECD, 320°C  
Ar/CH<sub>4</sub> (P5) 尾吹气, 流速 60 mL/min

**样品:** 2  $\mu$ L, 50 ppb

原始方法 (使用 0.32 mm 内径色谱柱和氦气载气)



## 半挥发物的分析

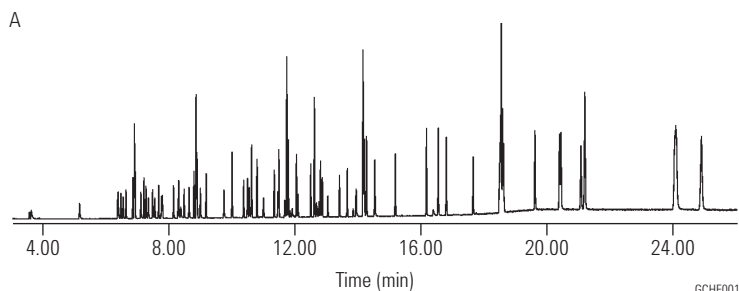
将 0.25 mm 内径色谱柱的方法转换到 0.18 mm 内径色谱柱, 节省了 32% 的分析时间。77 个目标峰的分离度在 0.18 mm 内径色谱柱上仍然维持不变。

**A 柱:** DB-5.625  
122-5632  
30 m x 0.25 mm, 0.50  $\mu$ m  
**B 柱:** DB-5.625  
121-5622  
20 m x 0.18 mm, 0.36  $\mu$ m

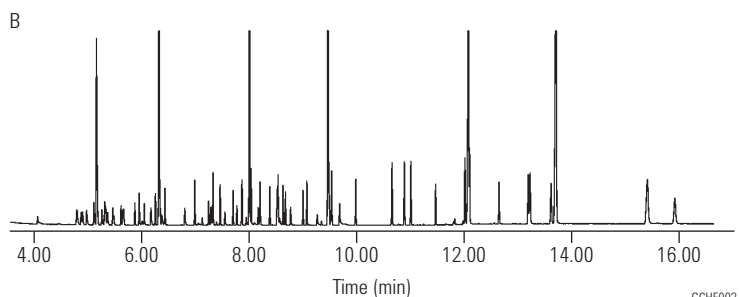
载气: He, 恒流模式, 1.1 mL/min  
柱温箱: 40°C (1 min), 以 25°C/min 升温至 320°C  
保持 4.80 min

进样: 不分流进样 0.5  $\mu$ L, 300°C;  
采集过程中 QuickSwap 压力 5.0 psi;  
反吹过程中 80.0 psi,  
进样口设置为 1.0 psi

检测器: 安捷伦 5975C 高性能涡轮 MSD,  
配备 6 mm 大孔抽吸透镜,  
部件号 G2589-20045



美国 EPA 方法 8270, 5 ng/mL 系统性能校验化合物色谱图使用 DB-5.625, 30 m x 0.25 mm, 0.5  $\mu$ m 色谱柱



美国 EPA 方法 8270, 5 ng/mL 系统性能校验化合物色谱图使用 DB-5.625, 20 m x 0.18 mm, 0.36  $\mu$ m 色谱柱



有机氯农药 I EPA 方法 8081A

**色谱柱:** DB-35ms  
122-3832  
30 m x 0.25 mm, 0.25 μm

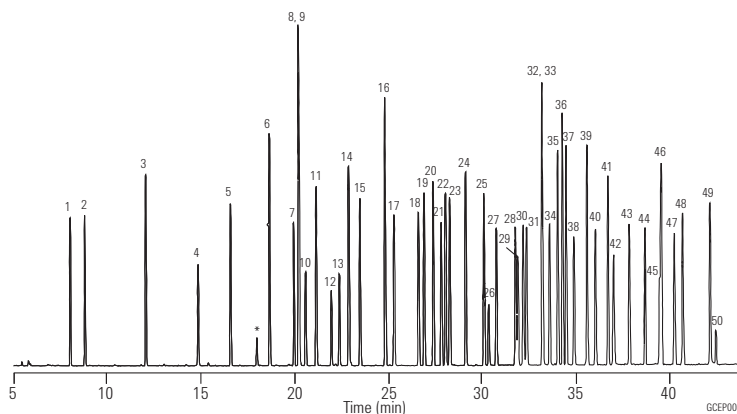
**载气:** 氦气, 35 cm/sec, 温度为 50°C

**柱温箱:** 50°C 保持 1 min  
以 25°C/min 从 50°C 升到 100°C  
以 5°C/min 从 100°C 升到 300°C  
300°C 保持 5 min

**进样:** 不分流, 进样口温度 250°C  
30 秒吹扫活化时间

**检测器:** MSD, 传输线 300°C  
以 m/z 50-500 进行全扫描

**样品:** 1 μL 35 μg/mL 的 8081A  
标样, Accustandard Inc



- |                      |           |              |              |                             |
|----------------------|-----------|--------------|--------------|-----------------------------|
| 1. 1,2-二溴-3-氯丙烷      | 17. γ-六六六 | 26. 开乐散      | 35. 乙酯杀螨醇    | 44. Dibutylchlorendate (SS) |
| 2. 4-氯-3-硝基三氟甲苯 (SS) | 18. β-六六六 | 27. 环氧七氯     | 36. 乙滴滴涕     | 45. 敌菌丹                     |
| 3. 六氯戊二烯             | 19. 七氯    | 28. γ-氯丹     | 37. 丙酯杀螨醇    | 46. 甲氧滴滴涕                   |
| 4. 1-溴-2-二甲基黄嘌呤 (IS) | 20. 甲草胺   | 29. 反式七氯     | 38. 异狄氏剂     | 47. 异狄氏剂酮                   |
| 5. 氯唑灵               | 21. δ-六六六 | 30. α-氯丹     | 39. p,p'-DDD | 48. 灭蚊灵                     |
| 6. 地茂散               | 22. 百菌清   | 31. 硫丹 I     | 40. 硫丹 II    | 49. 顺氯菊酯                    |
| 7. 氟乐灵               | 23. 艾氏剂   | 32. 克菌丹      | 41. p,p'-DDT | 50. 反氯菊酯                    |
| 8. 2-溴联苯 (SS)        | 24. 敌草索   | 33. p,p'-DDE | 42. 乙醛异狄氏剂   |                             |
| 9. 四氯间二甲苯 (SS)       | 25. 异艾氏剂  | 34. 狄氏剂      | 43. 硫丹硫酸盐    |                             |
| 10. α,α'-二溴间二甲苯      |           |              |              |                             |
| 11. 毒草胺              |           |              |              |                             |
| 12. 燕麦敌 A            |           |              |              |                             |
| 13. 燕麦敌 B            |           |              |              |                             |
| 14. 六氯苯              |           |              |              |                             |
| 15. α-六六六            |           |              |              |                             |
| 16. 五氯硝基苯 (IS)       |           |              |              |                             |

使用的标样包括由 Accustandard Inc.,  
25 Science Park, New Haven 友情提供, CT 06511, 800-442-5290



建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 不分流, 单细径锥, 脱活, 4 mm 内径, 5181-3316  
注射器: 10 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

\* 分解产品  
SS - 替代标样  
IS - 内标

有机氯农药 II EPA 方法 8081A

**色谱柱:** DB-5ms  
122-5532  
30 m x 0.25 mm, 0.25 μm

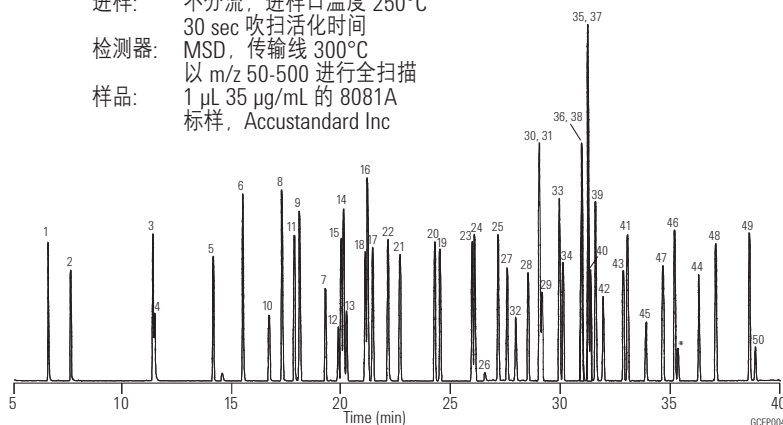
**载气:** 氦气, 35 cm/sec, 温度为 50°C

**柱温箱:** 50°C 保持 1 min  
以 25°C/min 从 50°C 升到 100°C  
以 5°C/min 从 100°C 升到 300°C  
300°C 保持 5 min

**进样:** 不分流, 进样口温度 250°C  
30 sec 吹扫活化时间

**检测器:** MSD, 传输线 300°C  
以 m/z 50-500 进行全扫描

**样品:** 1 μL 35 μg/mL 的 8081A  
标样, Accustandard Inc



- |                      |           |              |              |                             |
|----------------------|-----------|--------------|--------------|-----------------------------|
| 1. 1,2-二溴-3-氯丙烷      | 20. 甲草胺   | 28. γ-氯丹     | 36. 乙滴滴涕     | 44. Dibutylchlorendate (SS) |
| 2. 4-氯-3-硝基三氟甲苯 (SS) | 21. δ-六六六 | 29. 反式七氯     | 37. 丙酯杀螨醇    | 45. 敌菌丹                     |
| 3. 六氯戊二烯             | 22. 百菌清   | 30. α-氯丹     | 38. 异狄氏剂     | 46. 甲氧滴滴涕                   |
| 4. 1-溴-2-二甲基黄嘌呤 (IS) | 23. 艾氏剂   | 31. 硫丹 I     | 39. p,p'-DDD | 47. 异狄氏剂酮                   |
| 5. 氯唑灵               | 24. 敌草索   | 32. 克菌丹      | 40. 硫丹 II    | 48. 灭蚊灵                     |
| 6. 地茂散               | 25. 异艾氏剂  | 33. p,p'-DDE | 41. p,p'-DDT | 49. 顺氯菊酯                    |
| 7. 氟乐灵               | 26. 开乐散   | 34. 狄氏剂      | 42. 乙醛异狄氏剂   | 50. 反氯菊酯                    |
| 8. 2-溴联苯 (SS)        | 27. 环氧七氯  | 35. 乙酯杀螨醇    | 43. 硫丹硫酸盐    |                             |
| 9. 四氯间二甲苯 (SS)       |           |              |              |                             |
| 10. α,α'-二溴间二甲苯      |           |              |              |                             |
| 11. 毒草胺              |           |              |              |                             |
| 12. 燕麦敌 A            |           |              |              |                             |
| 13. 燕麦敌 B            |           |              |              |                             |
| 14. 六氯苯              |           |              |              |                             |
| 15. α-六六六            |           |              |              |                             |
| 16. 五氯硝基苯 (IS)       |           |              |              |                             |
| 17. γ-六六六            |           |              |              |                             |
| 18. β-六六六            |           |              |              |                             |
| 19. 七氯               |           |              |              |                             |

农药, EPA 508.1

色谱柱: **DB-35ms**  
**123-3832**  
**30 m x 0.32 mm, 0.25 μm**

色谱柱: **DB-XLB**  
**123-1236**  
**30 m x 0.32 mm, 0.50 μm**

载气: 氦气, 45 cm/sec (EPC 恒流模式)

柱温箱: 75°C 保持 0.5 min  
 以 10°C/min 从 75°C 升到 300°C  
 300°C 保持 2 min

进样: 不分流, 250°C  
 30 sec 吹扫激活时间

检测器: μECD, 350°C  
 氮尾吹气  
 (色谱柱 + 尾吹流量 = 30 mL/min 恒定流速)

样品: 每个组分各 50 pg

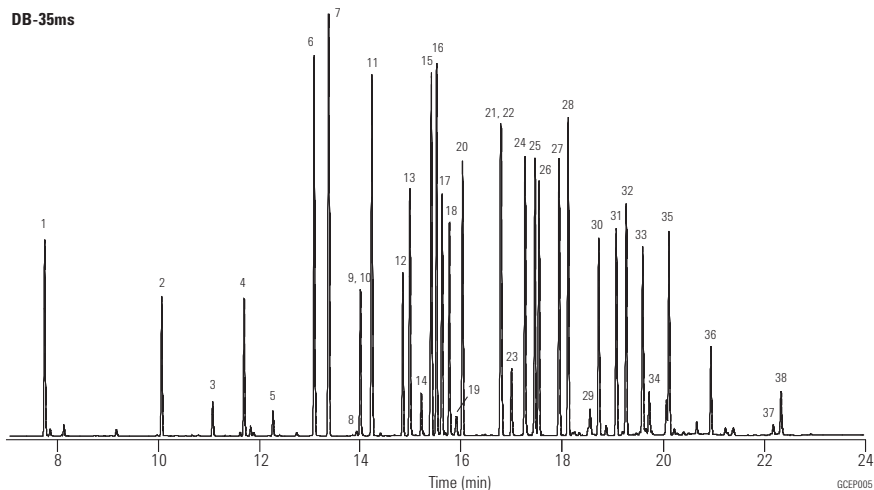
建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759

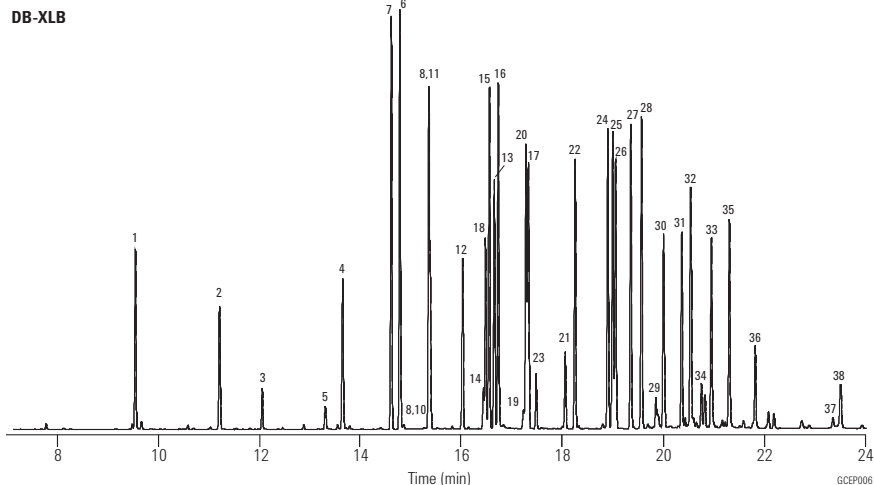
衬管: 直接连接, 单细径锥型, 脱活, 4 mm 内径,  
 G1544-80730

注射器: 10 μl, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

DB-35ms



DB-XLB



1. 六氯环戊二烯
2. 氯唑灵
3. 地茂散
4. 氟乐灵
5. 毒草胺
6. 六氯苯
7. α-六六六
8. 丁草净
9. 五氯硝基苯
10. 西马津
11. γ-六六六
12. β-六六六
13. 七氯
14. 甲草胺
15. δ-六六六
16. 百菌清
17. 艾氏剂
18. 噻草酮
19. 异丙甲草胺
20. 丙烯酸双环戊烯基酯
21. 4,4'-二溴联苯
22. 环氧七氯
23. 草净津
24. γ-氯丹
25. α-氯丹
26. 硫丹 I
27. 4,4'-DDE
28. 狄氏剂
29. 乙酯杀螨醇
30. 异狄氏剂
31. 4,4'-DDD
32. 硫丹 II
33. 4,4'-DDT
34. 乙醛异狄氏剂
35. 硫丹硫酸盐
36. 甲氧滴滴涕
37. 顺氯菊酯
38. 反氯菊酯

酚氧酸除草剂-甲基衍生物, EPA 8151A

色谱柱: DB-35ms

123-3832

30 m x 0.32 mm, 0.25 μm

载气: 氦气, 45 cm/sec (EPC 为恒流模式)

柱温箱: 50°C 保持 0.5 min  
以 25°C/min 从 50°C 升到 100°C  
以 12°C/min 从 100°C 升到 320°C  
320°C 保持 2 min

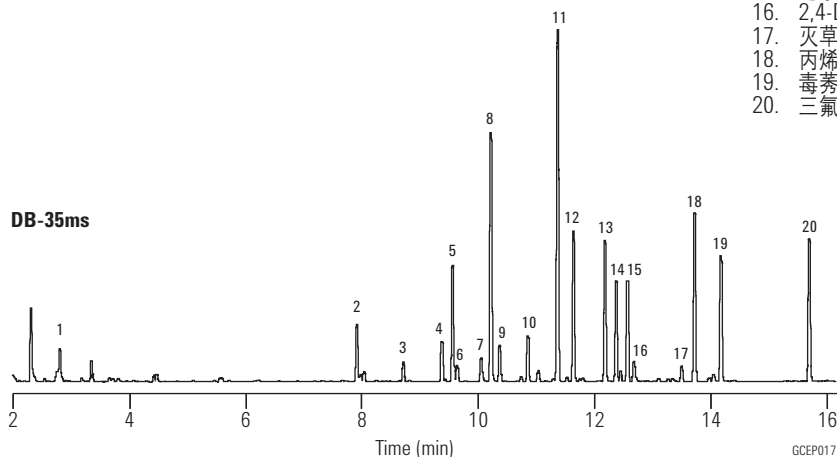
进样: 不分流, 进样口温度 250°C  
30 sec 吹扫活化时间

检测器: μECD, 350°C  
氮尾吹气  
(色谱柱 + 尾吹流量 = 30 mL/min 恒流)

样品: 每个组分各 50 pg

1. 茅草枯
2. 3,5-二氯苯甲酸
3. 4-硝基苯酚
4. 2,4-二氯苯基乙酸甲酯 (SS)
5. 麦草畏
6. MCPP
7. MCPA
8. 4,4'-二溴八氟联苯 (内标)
9. 二氯丙醇
10. 2,4-滴丙酸
11. 五氯苯酚
12. 2,4,5-T,P
13. 2,4,5-T
14. 草灭平
15. 地乐酚
16. 2,4-DB
17. 灭草松
18. 丙烯酸双环戊烯基酯
19. 毒秀定
20. 三氟羧草醚

DB-35ms



建议使用的备件

- 隔垫: 高级绿色隔垫,  
5183-4759
- 衬管: 不分流, 单细径锥, 脱活,  
4 mm 内径, 5181-3316
- 注射器: 10 μl, 锥形针尖,  
FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

## 除草剂

色谱柱: **DB-XLB**  
**122-1232**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25 μm**

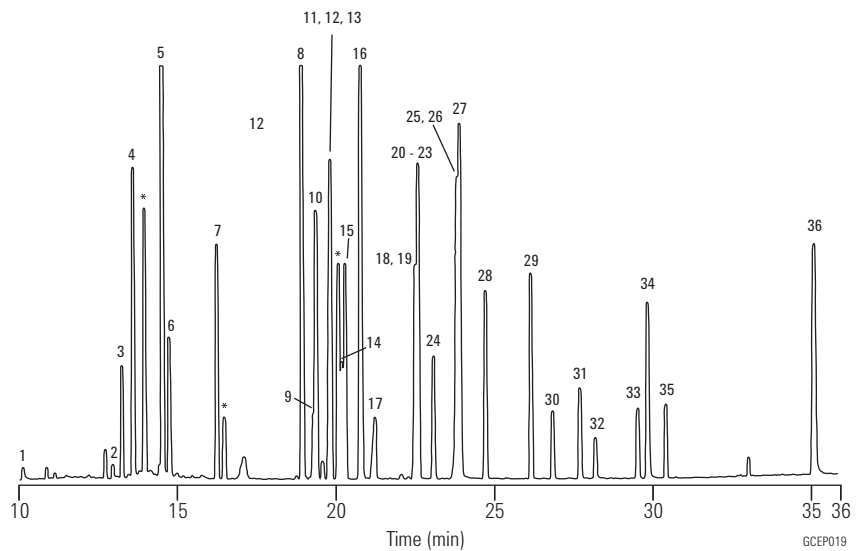
载气: 氦气, 32 cm/sec, 温度为 50°C  
柱温箱: 50°C 保持 1 min  
以 10°C/min 从 50°C 升到 180°C  
以 5°C/min 从 180°C 升到 230°C  
以 10°C/min 从 230°C 升到 320°C  
320°C 保持 2 min

进样: 不分流, 250°C  
30 秒吹扫激活时间  
检测器: MSD, 300°C 传输管  
全扫描 50-400  
样品: 2 μL x 10-50 ng/μL 的  
丙酮溶液

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 不分流, 单细径锥, 脱活, 4 mm 内径, 5181-3316  
注射器: 10 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

- |         |           |
|---------|-----------|
| 1. 灭草隆  | 19. 敌稗    |
| 2. 敌草隆  | 20. 莠灭净   |
| 3. 菌达灭  | 21. 扑草净   |
| 4. 敌草腈  | 22. 西草净   |
| 5. 灭草猛  | 23. 嗪草酮   |
| 6. 克草丹  | 24. 去草净   |
| 7. 禾草特  | 25. 异丙甲草胺 |
| 8. 草克死  | 26. 除草定   |
| 9. 莠去通  | 27. 敌草索   |
| 10. 扑灭通 | 28. 草乃敌   |
| 11. 丁草净 | 29. 丁草胺   |
| 12. 扑灭津 | 30. 敌草胺   |
| 13. 西玛津 | 31. 萎锈灵   |
| 14. 特丁津 | 32. 三环唑   |
| 15. 拿草特 | 33. 氟草敏   |
| 16. 仲丁通 | 34. 环嗪酮   |
| 17. 特草定 | 35. 敌菌丹   |
| 18. 甲草胺 | 36. 氟吡酮   |
- \* 杂质



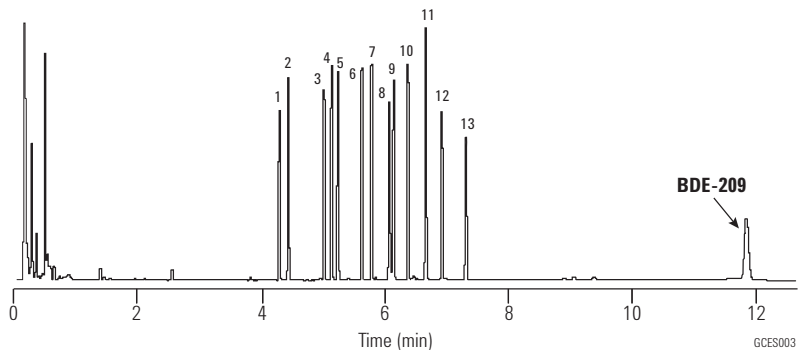
## 采用 ECD 检测多溴联苯醚 (PBDEs)

色谱柱: **DB-XLB**  
**15 m x 0.18 mm 内径, 0.07 μm**  
安捷伦科技公司的定制色谱柱

载气: 氢气, 100°C, 流速为 72 cm/s  
(4.0 mL/min), 恒流模式  
柱温箱: 在 100°C 保持 0.5 min  
以 30°C/min 从 100°C 升至 300°C  
在 300°C 保持 5 min  
进样: 分流进样, 进样口温度 250°C  
分流比为 20:1  
检测器: ECD, 300°C  
色谱峰, 同族物 (2.5 mg/mL)  
样品: 1 μL

- 2,2',4'-三溴联苯醚 (BDE-17)
- 2,4,4'-三溴联苯醚 (BDE-28)
- 2,3',4',6'-四溴联苯醚 (BDE-71)
- 2,2',4,4'-四溴联苯醚 (BDE-47)
- 2,3',4,4'-四溴联苯醚 (BDE-66)
- 2,2',4,4',6'-五溴联苯醚 (BDE-100)
- 2,2',4,4',5'-五溴联苯醚 (BDE-99)
- 2,2',3,4,4'-五溴联苯醚 (BDE-85)
- 2,2',4,4',5,6'-六溴联苯醚 (BDE-154)
- 2,2',4,4',5,5'-六溴联苯醚 (BDE-153)
- 2,2',3,4,4',5'-六溴联苯醚 (BDE-138)
- 2,2',3,4,4',5',6'-七溴联苯醚 (BDE-183)
- 2,3,3',4,4',5,6'-七溴联苯醚 (BDE-190)
- 十溴联苯醚 (BDE-209) (12.5 mg/mL)

特此感谢由 Accustandard 公司 (New Haven, CT) 提供的 PBDE 标准品。

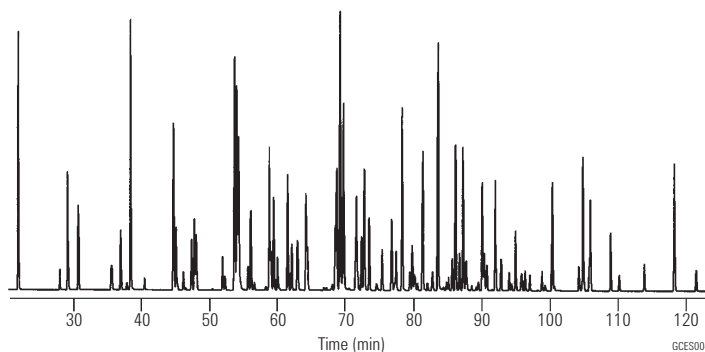


**Aroclors 1016-1268 (不包含 1221)**

**色谱柱: DB-XLB  
121-1232  
30 m x 0.18 mm, 0.18 μm**

载气: 氦气, 37 cm/sec, 在 150°C 情况下测量  
柱温箱: 100°C 保持 1 min  
以 1.2°C/min 从 100°C 升到 265°C  
进样: 热柱头, 250°C  
检测器: MSD, 340°C 传输线, SIM  
样品: 1 μL 异辛烷溶液, 12.5 ppm

**建议使用的备件**  
 隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
 衬管: 直接连接, 单细径锥型, 脱活,  
 4 mm 内径, G1544-80730  
 注射器: 10 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP,  
 5181-1267

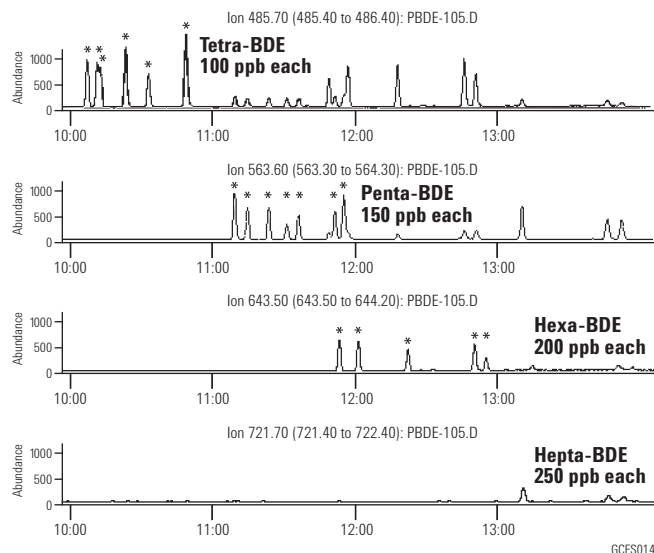


**多溴联苯醚**

**色谱柱: DB-XLB  
122-1231  
30 m x 0.25 mm, 0.10 μm**

载气: 氦气, 38 cm/sec, 100°C (1.2 mL/min),  
恒流模式  
柱温箱: 100°C 保持 1 min; 以 20°C/min 从 100°C 升到  
340°C; 340°C 保持 12 min  
进样: 冷柱头, 柱温箱跟踪模式  
检测器: 安捷伦 5973 MSD, 325°C 传输线, EI SIM  
(监测的离子): 231.8, 248.0, 327.9, 398.6, 400.5,  
405.8, 845.7, 563.6, 643.5, 721.4, 799.3)  
样品: 0.5 μL

有关完整的应用报告, 请访问 [www.agilent.com/chem/cn](http://www.agilent.com/chem/cn), 从 Literature Library 选择 "Online Literature", 然后在 "Keyword" 字段中输入 "5989-0094EN".

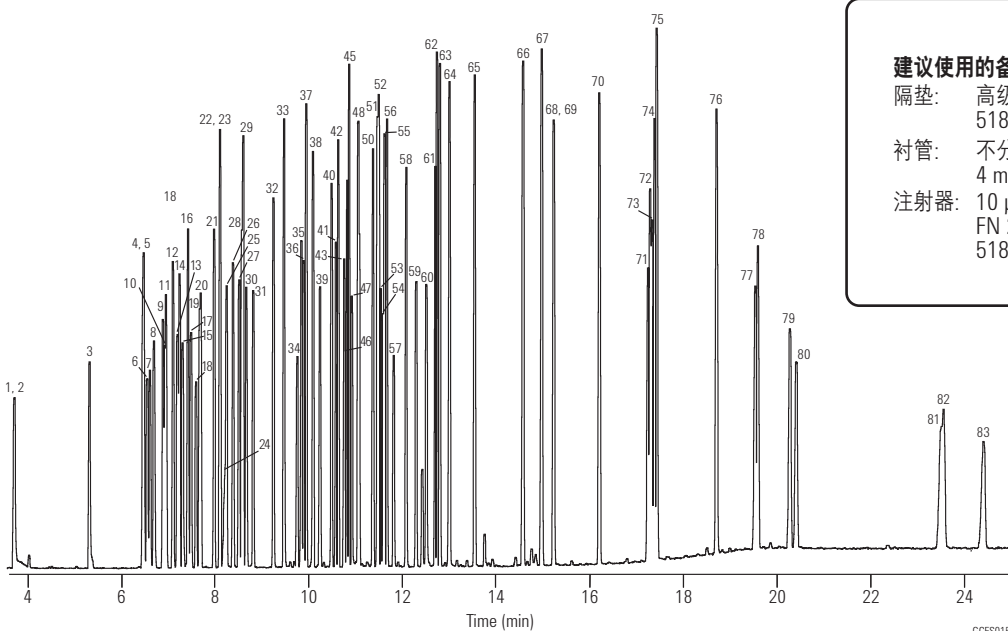


## 半挥发性化合物, EPA 方法 8270

色谱柱: **HP-5ms**  
**19091S-133**  
**30 m x 0.25 mm, 0.50 μm**

载气: 流量升至 1.2 mL/min, 保持 0.0 min  
流量从 99 mL/min 降至 2.0 mL/min  
2.0 mL/min 保持 0.35 min  
流量从 10 mL/min 降至 1.2 mL/min

柱温箱: 40°C 保持 1.0 min  
以 15°C/min 从 40°C 升到 100°C  
以 20°C/min 从 100°C 升到 240°C  
以 10°C/min 从 240°C 升到 310°C  
进样: 不分流, 进样口温度 250°C  
30 mL/min 吹扫流速 0.35 min  
检测器: 5973 MSD, 310°C 传输线  
扫描范围 35-500 amu, 3.25 全扫描数/sec  
样品: 1 μL 50 ng 标样



### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫,  
5183-4759  
衬管: 不分流, 单细径锥, 脱活,  
4 mm 内径, 5181-3316  
注射器: 10 μL, 锥形针尖,  
FN 23-26s/42/HP,  
5181-1267

- |                |                   |                |                     |
|----------------|-------------------|----------------|---------------------|
| 1. 二甲基亚硝基胺     | 23. 2,4-溴甲苯酚      | 45. 苳          | 67. 苳               |
| 2. 吡啶          | 24. 苯甲酸           | 46. 2,4-二硝基酚   | 68. 联三苯-d14         |
| 3. 2-氟代苯酚      | 25. 双-(2-氯乙氧基) 甲烷 | 47. 4-硝基苯酚     | 69. 联苯胺             |
| 4. 苯酚-d5       | 26. 2,4-二氯苯酚      | 48. 二苯并咪唑      | 70. 邻苯二甲酸丁苯酯        |
| 5. 苯酚          | 27. 1,2,4-三氯苯     | 49. 2,4-二硝基苯   | 71. 3,3'-二氯对二氨基联苯   |
| 6. 苯胺          | 28. 萘-d8          | 50. 邻苯二甲酸二乙酯   | 72. 苯并[a]蒽          |
| 7. 双(2-氯乙基)醚   | 29. 萘             | 51. 4-氯苯基-苯基醚  | 73. 1,2-苯并菲-d12     |
| 8. 2-氯苯酚       | 30. 4-氯苯胺         | 52. 苳          | 74. 苳               |
| 9. 1,3-二氯苯     | 31. 六氯丁二烯         | 53. 4-硝基苯胺     | 75. 邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 |
| 10. 1,4-二氯苯-d4 | 32. 4-氯-3-甲酚      | 54. 4,6-二硝基邻甲酚 | 76. 邻苯二甲酸二正辛酯       |
| 11. 1,4-二氯苯    | 33. 2-甲基萘         | 55. n-硝基联苯胺    | 77. 苯并[b]荧蒽         |
| 12. 苯甲醇        | 34. 六氯环戊二烯        | 56. 偶氮苯        | 78. 苯并[k]荧蒽         |
| 13. 1,2-二氯苯    | 35. 2,4,6-三氯苯酚    | 57. 2,4,6-三溴苯酚 | 79. 苯并[a]苳          |
| 14. 2-甲基苯酚     | 36. 2,4,5-三氯苯酚    | 58. 4-溴苯基苯基醚   | 80. -d12            |
| 15. 双-2-氯异丙基醚  | 37. 2-氟代联苯        | 59. 六氯苯        | 81. 苳苯[1,2,3-cd]苳   |
| 16. 4-甲基苯酚     | 38. 2-氯萘          | 60. 五氯苯酚       | 82. 二苯并[a,h]苳       |
| 17. 亚硝基二丙胺     | 39. 2-硝基苯胺        | 61. 菲-d10      | 83. 苯并[g,h,i]       |
| 18. 六氯乙烷       | 40. 二甲基戊烷         | 62. 菲          |                     |
| 19. 硝基苯-d5     | 41. 2,6-二硝基苯      | 63. 苳          |                     |
| 20. 硝基苯        | 42. 苳烯            | 64. 咪唑         |                     |
| 21. 异佛乐酮       | 43. 3-硝基苯胺        | 65. 邻苯二甲酸二丁酯   |                     |
| 22. 2-硝基苯酚     | 44. 苳-d10         | 66. 苳蒽         |                     |

多种安捷伦 HP-5ms 和 DB-5ms 色谱柱都可用于 8270 和类似的半挥发性物质的分析。选择以上所示的色谱柱并采用较厚的 0.5 μm 的液膜可在处理残留时获得最佳的惰性和耐用性, 但相应代价是较长的分析时间。HP-5ms, 30 m x 0.25 mm 内径, 0.25 μm, 部件号 19091S-433 的分析时间较短, 但惰性或耐用性稍差。DB-5ms, 30 m x 0.25 mm 内径, 0.25 μm, 部件号 122-5532 虽然惰性较差, 但分析多环芳烃类 (例如, 苯并 [b] 荧蒽和苯并 [k] 荧蒽) 时分离度更好。DB-5ms, 20 m x 0.18 mm x 0.18 μm, 部件号 121-5522 可显著降低分析时间, 但会一定程度上损失惰性。

**EPA 方法 525.2**

**色谱柱: DB-5ms  
122-5532  
30 m x 0.25 mm, 0.25 μm**

**载气:** 氦气, 32 cm/sec, 在 45°C 下测量, 恒流模式

**柱温箱:** 45°C 保持 1 min  
以 30°C/min 从 45°C 升到 130°C  
130°C 保持 3 min  
以 12°C/min 从 130°C 升到 180°C  
以 7°C/min 从 180°C 升到 240°C  
以 12°C/min 从 240°C 升到 325°C  
325°C 保持 5 min

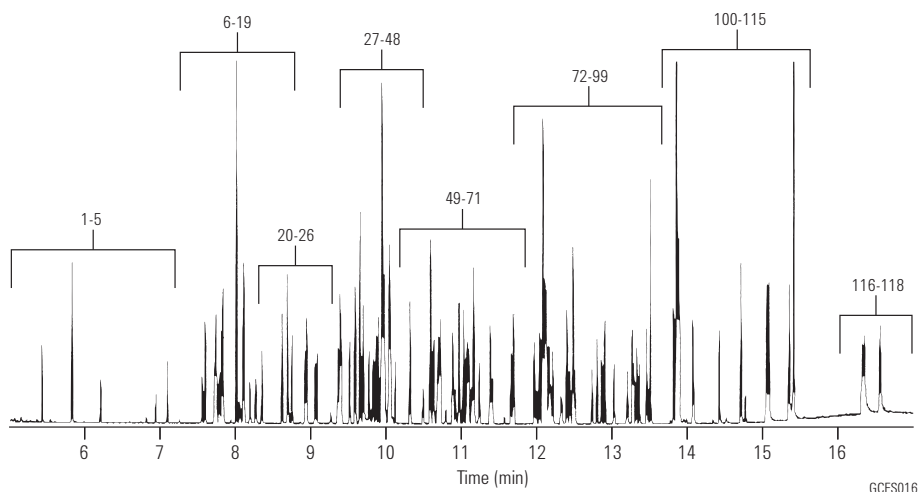
**进样:** 不分流, 300°C  
1.0 min 吹扫激活时间  
聚焦衬管

**检测器:** MSD, 325°C 传输线  
m/z 45-450 范围内全扫描

**样品:** Accustandard 的混合标样  
方法 525.2 标样 (M-525.2-SV-ASL,  
M-525.2-FS-ASL、M-525.2-CP-ASL、  
M-525.2-NP1-ASL、M-525.2-NP2-ASL);  
目标化合物浓度 2 ng/μL, IS/SS 浓度 5 ng/μL

**建议使用的备件**

**隔垫:** 高级绿色隔垫, 5183-4759  
**衬管:** 直接连接, 单细径锥型, 脱活, 4 mm 内径,  
G1544-80730  
**注射器:** 10 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267



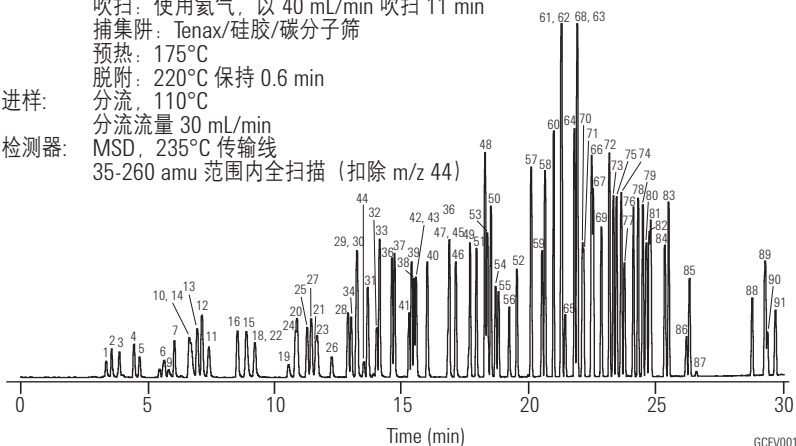
只有安捷伦优级进样口隔垫具有专利等离子体处理的表面, 可确保每次使用的隔垫不粘连, 而且不会影响 GC 系统的清洁度和完整性。如需了解详细信息, 请访问 [www.agilent.com/chem/Septa.cn](http://www.agilent.com/chem/Septa.cn)。

使用 GC/MS 分析 EPA 挥发性化合物 (分流进样器)

色谱柱: **DB-VRX**  
**122-1564**  
**60 m x 0.25 mm, 1.40 μm**

载气: 氦气流速, 30 cm/sec, 检测温度为 45°C  
柱温箱: 45°C 保持 10 min  
以 12°C/min 从 45°C 升到 190°C  
190°C 保持 2 min  
以 6°C/min 从 190°C 升到 225°C  
225°C 保持 1 min

进样器: 吹扫捕集 (O.I.A. 4560)  
吹扫: 使用氦气, 以 40 mL/min 吹扫 11 min  
捕集阱: Tenax/硅胶/碳分子筛  
预热: 175°C  
脱附: 220°C 保持 0.6 min  
进样: 分流, 110°C  
分流流量 30 mL/min  
检测器: MSD, 235°C 传输线  
35-260 amu 范围内全扫描 (扣除 m/z 44)



建议使用的备件

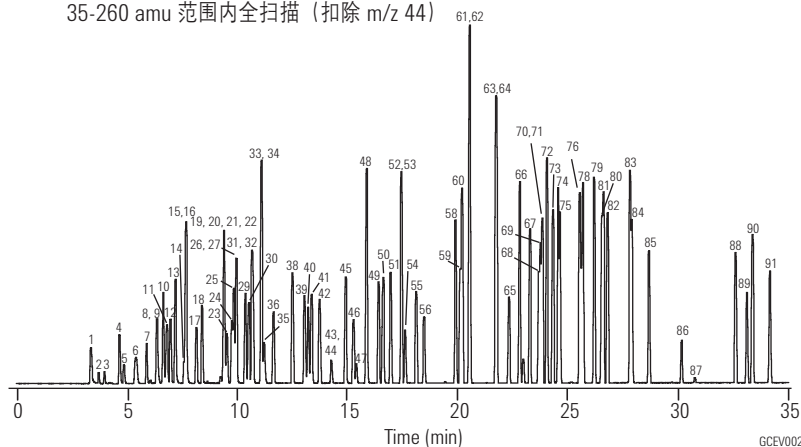
隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
密封垫: 分流平板工具包, 5188-5367

1. 二氯二氟甲烷
2. 氯代甲烷
3. 氯乙烷
4. 溴甲烷
5. 氯乙烷
6. 三氯氟甲烷
7. 二乙醚
8. 1,1-二氯乙烯
9. 丙酮
10. 碘代甲烷
11. 二硫化碳
12. 烯丙基氯
13. 二氯甲烷
14. 乙腈
15. 甲基叔丁基醚
16. 反-1,2-二氯乙烯
17. 正己烷
18. 1,1-二氯乙烷
19. 2-丁酮
20. 顺-1,2-二氯乙烯
21. 2,2-二氯丙烷
22. 丙腈
23. 丙烯酸甲酯
24. 甲基丙烯酸腈
25. 溴氯甲烷
26. 四氢呋喃
27. 氯仿
28. 五氟苯 (IS)
29. 1,1,1-三氯乙烯
30. 1-氯丁烷
31. 1,1-二氯丙烷
32. 四氯化碳
33. 苯
34. 1,2-二氯乙烷
35. 2,2-二甲基乙烷
36. 氟苯 (IS)
37. 1,4-二氟苯 (IS)
38. 三氯乙烯
39. 1,2-二氯丙烷
40. 甲基丙烯酸甲酯
41. 二溴甲烷
42. 溴氯甲烷
43. 2-硝基丙烷
44. 氯乙腈
45. 顺-1,3-二氯丙烯
46. 4-甲基-2-戊醇
47. 1,1-二氯-2-丙酮
48. 甲苯
49. 反-1,3-二氯丙烯
50. 甲基丙烯酸乙酯
51. 1,1,2-三氯乙烯
52. 四氯乙烯
53. 1,3-二氯丙烷
54. 2-己酮
55. 二溴氯甲烷
56. 1,2-二溴乙烷
57. 1-氯-3-氟苯 (IS)
58. 氯苯
59. 1,1,1,2-四氯乙烯
60. 乙苯
61. 间二甲苯
62. 对二甲苯
63. 邻二甲苯
64. 苯乙烯
65. 三溴甲烷
66. 异丙苯
67. 4-溴氟苯 (SS)
68. 1,1,2,2-四氯乙烯
69. 硝基苯
70. 1,2,3-三氯丙烷
71. 反-1,4-二氯-2-丁烯
72. n-丙烯基苯
73. 2-氯甲苯
74. 1,3,5-三甲基苯
75. 4-氯甲苯
76. 叔丁基苯
77. 五氯乙烷
78. 1,2,4-三甲基苯
79. 二叔丁基苯
80. 1,3-二氯苯
81. 对-异丙基甲苯
82. 1,4-二氯苯
83. n-丁基苯
84. 1,2-二氯苯
85. 六氯乙烷
86. 1,2-二溴-3-氯丙烷
87. 硝基苯
88. 1,2,4-三氯苯
89. 六氯丁二烯
90. 萘
91. 1,2,3-三氯苯

色谱柱: **DB-624**  
**122-1364**  
**60 m x 0.25 mm, 1.40 μm**

载气: 氦气流速, 30 cm/sec, 检测温度为 45°C  
柱温箱: 45°C 保持 10 min  
以 12°C/min 从 45°C 升到 190°C  
190°C 保持 2 min  
以 6°C/min 从 190°C 升到 225°C  
225°C 保持 1 min

进样器: 吹扫捕集 (O.I.A. 4560)  
吹扫: 使用氦气, 以 40 mL/min 吹扫 11 min  
捕集阱: Tenax/硅胶/碳分子筛  
预热: 175°C  
脱附: 220°C 保持 0.6 min  
进样: 分流, 110°C  
分流流量 30 mL/min  
检测器: MSD, 235°C 传输线  
35-260 amu 范围内全扫描 (扣除 m/z 44)



建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
密封垫: 分流平板工具包, 5188-5367

IS — 内标  
SS — 替代标样  
注: 某些化合物在两个色谱图中都未标出

快速 VOC 分析, EPA 方法 8260

色谱柱: **DB-VRX**  
**121-1524**  
**20 m x 0.18 mm, 1.00 μm**

载气: 氦气流速, 55 cm/sec (1.5 mL/min)  
 柱温箱: 45°C 保持 3.0 min 以 20°C/min 从 190°C  
 以 36°C/min 从 45°C 升到 225°C  
 升到 190°C 225°C 保持 0.5 min

进样器: 吹扫捕集  
 (Tekmar 3100) 预热: 245°C  
 吹扫: 11 min 脱附: 250°C 保持 1 min  
 捕集阱: Vocarb 3000 烘烤: 260°C 保持 10 min  
 衬管和阀: 100°C

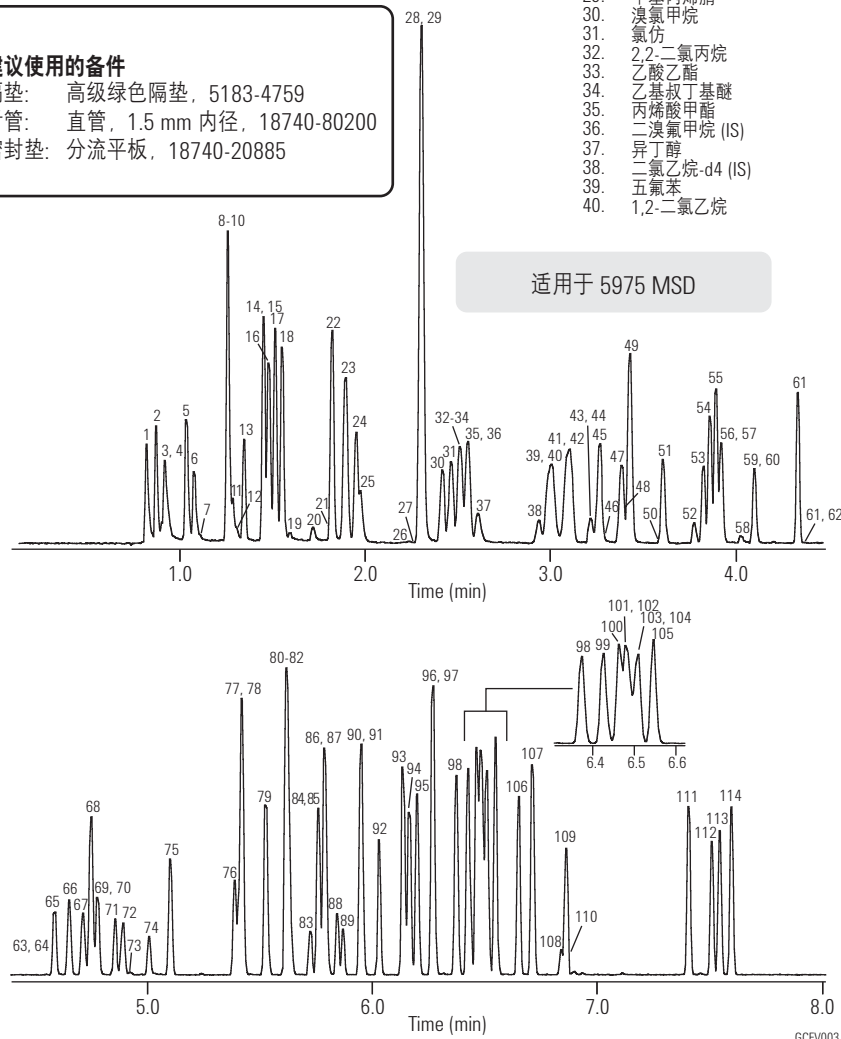
进样: 分流, 150°C

分流比为 60:1  
 检测器: Agilent 5973 MSD, 离子源温度: 200°C  
 扫描范围: 35-260 amu 传输线温度: 200°C  
 扫描速度: 3.25 次扫描/sec  
 四极杆温度: 150°C

样品: 5 mL  
 • 40 ppb 的卤代和芳香分析物  
 • 20 ppb 的内标  
 • 极性分析物 (即, 100-800 ppb 的醚类、乙醇和酮类)

**建议使用的备件**  
 隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
 衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
 密封垫: 分流平板, 18740-20885

1. 二氯二氟甲烷
2. 氯代甲烷
3. 羧基丙腈
4. 氯乙烯
5. 溴甲烷
6. 氯乙烷
7. 乙醇
8. 乙腈
9. 丙烯醛
10. 三氯氟甲烷
11. 异丙醇
12. 丙酮
13. 乙醚
14. 1,1-二氯乙烷
15. 叔丁醇
16. 乙腈
17. 二氯甲烷
18. 烯丙基氯
19. 丙烯醇
20. 1-丙醇
21. 丙烷醇
22. 反-1,2-二氯乙烷
23. MTBE
24. 1,1-二氯乙烷
25. 丙腈
26. 2-丁酮
27. 二异丙基醚
28. 顺-1,2-二氯乙烯
29. 甲基丙烯腈
30. 溴氯甲烷
31. 氯仿
32. 2,2-二氯丙烷
33. 乙酸乙酯
34. 乙基叔丁基醚
35. 丙烯酸甲酯
36. 二溴氯甲烷 (IS)
37. 异丁醇
38. 二氯乙烷-d4 (IS)
39. 五氟苯
40. 1,2-二氯乙烷
41. 1,1,1-三氯乙烯
42. 1-氯丁烷
43. 巴豆醛
44. 2-氯乙醇
45. 1,1-二氯丙烷
46. 1-丁醇
47. 四氯化碳
48. 氯乙腈
49. 苯
50. 叔-戊基甲基醚
51. 氟苯 (IS)
52. 2-戊酮
53. 二溴甲烷
54. 1,2-二氯丙烷
55. 三氯乙烯
56. 一溴二氯甲烷
57. 2-硝基丙烷
58. 1,4-二烷
59. 表氯醇
60. 甲基丙烯酸甲酯
61. 顺-1,3-二氯乙烯
62. 丙内酯
63. 溴丙酮
64. 吡啶
65. 反-1,3-二氯乙烯
66. 1,1,2-三氯乙烯
67. 甲苯-d8 (IS)
68. 甲苯
69. 1,3-二氯丙烷
70. 三聚乙醚
71. 甲基丙烯酸乙酯
72. 二溴氯甲烷
73. 3-氯丙腈
74. 1,2-二溴乙烷
75. 四氯乙烯
76. 1,1,1,2-四氯乙烯
77. 1-氯己烷
78. 氯苯
79. 乙苯
80. 三溴甲烷
81. 间二甲苯
82. 对二甲苯
83. 反-二氯丁烯
84. 1,3-二氯-2-丙醇
85. 苯乙烯
86. 1,1,2,2-四氯乙烯
87. 邻二甲苯
88. 1,2,3-三氯丙烷
89. 顺-二氯丁烯
90. 4-溴氟苯 (IS)
91. 异丙苯
92. 硝基苯
93. 丙苯
94. 2-氯甲苯
95. 4-氯甲苯
96. 1,3,5-三甲苯
97. 五氯乙烷
98. 叔丁基苯
99. 1,2,4-三甲苯
100. 仲-丁基苯
101. 1,3-二氯苯
102. 氯甲苯
103. 1,4-二氯苯-d4 (IS)
104. 1,4-二氯苯
105. 异丙基甲苯
106. 1,2-二氯苯
107. 丁基苯
108. 1,2-二溴-3-氯丙烷
109. 六氯乙烷
110. 硝基苯
111. 1,2,4-三氯苯
112. 苯
113. 六氯丁二烯
114. 1,2,3-三氯苯





EPA 大气分析方法 TO-15 (1 ppbV 标样)

色谱柱: **DB-5ms**  
**123-5563**  
**60 m x 0.32 mm, 1.00 μm**

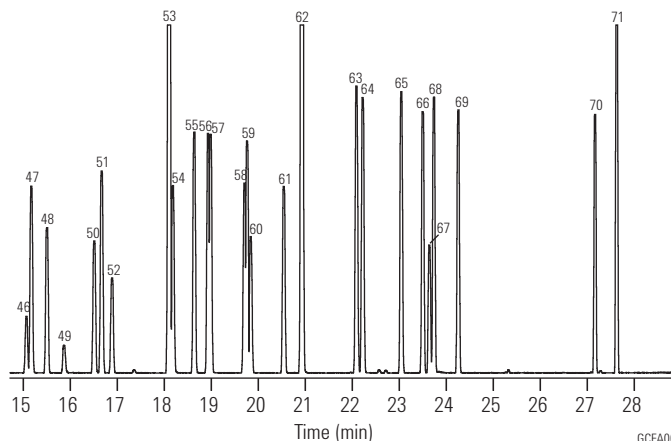
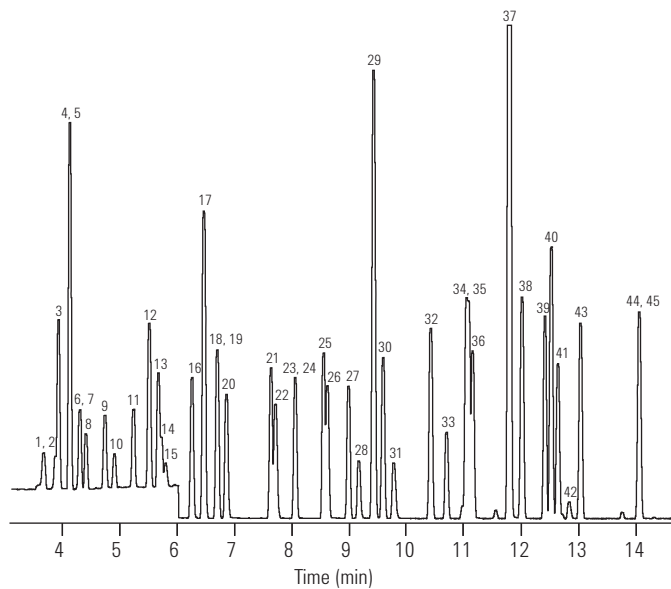
安捷伦感谢 Entech Instruments 提供了此色谱图。

载气: 氦气流速, 1.5 mL/min  
柱温箱: 35°C 保持 5 min  
以 6°C/min 从 35°C 升到 140°C  
以 15°C/min 从 140°C 升到 220°C  
220°C 保持 3 min

进样器: Entech 7100 低温样品预富集器  
检测器: GC/MS 6890/5973N

扫描 29-180 amu 0-6 min  
33-280 amu 6-30 min  
电子轰击 70 eV

样品: 400 mL 样品上样,  
除以下组分外, 其他组分均为 10 ppbV:  
甲醛 50 ppbV, 乙醛 20 ppbV,  
敌稗 20 ppbV, 丙酮 30 ppbV,  
2-丁酮 30 ppbV



GCEA002

定量离子

1.	甲醛	30
2.	丙烯	41
3.	二氯二氟甲烷	85
4.	氯代甲烷	50
5.	二氯四氟乙烷	85
6.	乙醛	29
7.	氯乙烯	62
8.	1,3-丁二烯	39
9.	溴甲烷	94
10.	氯乙烷	64
11.	溴乙烯	106
12.	三氯一氟甲烷	101
13.	丙酮	58
14.	丙醛	29
15.	异丙醇	45
16.	1,1-二氯乙烯	61
17.	1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷	101
18.	二氯甲烷	49
19.	3-氯-1-丙烯 (丙烯基氯)	76
20.	二硫化碳	76
21.	反-1,2-二氯乙烯	96
22.	叔丁基甲基醚 (MTBE)	73
23.	1,1-二氯乙烷	63
24.	醋酸乙烯酯	43
25.	2-丁酮 (MEK)	72
26.	正-己烷	57
27.	顺-1,2-二氯乙烯	96
28.	乙酸乙酯	43
29.	溴氯甲烷 (IS)	128
30.	氯仿	83
31.	四氢呋喃	42
32.	1,1,1-三氯乙烯	97
33.	1,2-二氯乙烷	62
34.	苯	78
35.	四氯化碳	117
36.	环己烷	56
37.	1,4-二氯苯 (IS)	114
38.	2,2,4-三甲基戊烷 (异辛烷)	57
39.	正庚烷	41
40.	三氯乙烯	130
41.	1,2-二氯丙烷	63
42.	1,4-丁二烯	88
43.	溴氯甲烷	83
44.	4-甲基-2-戊醇 (MIBK)	43
45.	顺-1,3-二氯丙烯	75
46.	反-1,3-二氯丙烯	75
47.	甲苯	91
48.	1,1,2-三氯乙烷	97
49.	2-己酮	43
50.	二溴氯甲烷	129
51.	四氯乙烯	166
52.	1,2-二溴乙烷	107
53.	氯苯-d5 (IS)	117
54.	氯苯	112
55.	乙苯	91
56.	间-二甲苯	91
57.	对-二甲苯	91
58.	苯乙烯	104
59.	邻-二甲苯	91
60.	三溴甲烷	173
61.	1,1,2,2-四氯乙烷	83
62.	4-溴氯苯	95
63.	4-乙基甲苯	105
64.	1,3,5-三甲苯	105
65.	1,2,4-三甲苯	105
66.	1,3-二氯苯	146
67.	苯基氯	91
68.	1,4-二氯苯	146
69.	1,2-二氯苯	146
70.	1,2,4-三氯苯	180
71.	六氯丁二烯	225

建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
密封垫: 分流平板, 18740-20885

**C<sub>1</sub> 和 C<sub>2</sub> 卤烃 (氟利昂)**

**色谱柱: GS-GasPro  
113-4362  
60 m x 0.32 mm,**

载气: 氦气, 35 cm/sec, 恒流  
柱温箱: 40°C 保持 2 min  
以 10°C/min 从 40°C 升到 120°C,  
120°C 保持 3 min  
以 10°C/min 从 120°C 升到 200°C

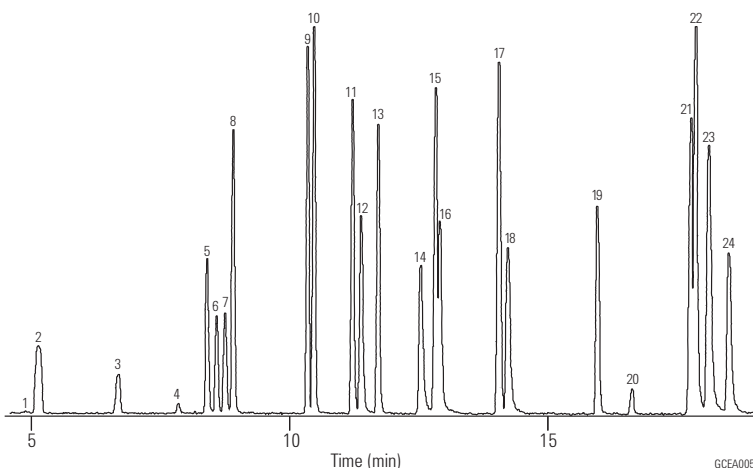
进样: 不分流, 250°C  
0.20 min 吹扫活化时间

检测器: MSD, 280°C,  
全扫描质量范围 45-180 amu

样品: 1.0 µl 100 ppm  
Accustandard M-REF 和  
M-REF-X 混合物的甲醇溶液

**建议使用的备件**

隔垫: 11 mm 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 不分流, 单细径锥, 脱活, 4 mm 内径, 5181-3316  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 10 µl, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267



	氟利昂 #
1. 一氯三氟甲烷*	13
2. 三氟甲烷	23
3. 溴三氟甲烷	13B1
4. 一氯五氟乙烷	115
5. 五氟乙烷	125
6. 1,1,1-三氟乙烷	143a
7. 二氯二氟甲烷	12
8. 一氯二氟甲烷	22
9. 1,1,1,2-四氟乙烷	134a
10. 氯代甲烷	40
11. 1,1,2,2-四氟乙烷	134
12. 溴氯二氟甲烷	12B1
13. 1,1-二氟乙烷	152a
14. 1,2-二氯-1,1,2,2-四氟乙烷	114
15. 2-氯-1,1,1,2-四氟乙烷	124
16. 1-氯-1,1-二氟乙烷	142b
17. 二氯氟甲烷	21
18. 三氯氟甲烷	11
19. 氯乙烷	160
20. 二氯甲烷	
21. 1,1-二氯-1-氟乙烷	141b
22. 2,2-二氯-1,1,1-三氟乙烷	123
23. 1,1,2-三氯-1,2,2-三氟乙烷	113
24. 1,2-二溴-1,1,2,2-四氟乙烷	114B2

\*未显示出该峰

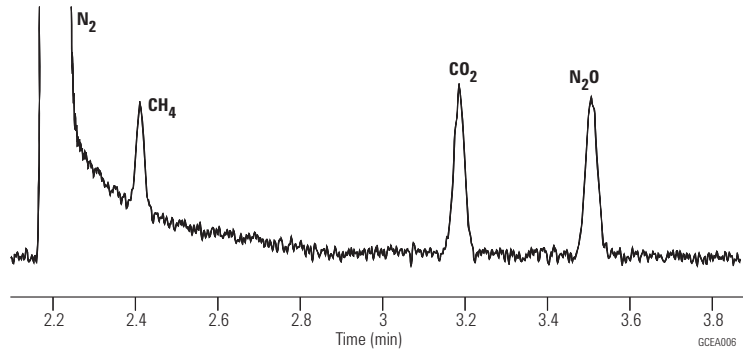


GC PAL 液体进样注射器能够注射宽范围的样品量, 对于 LVI 应用, 最高为 500 µl。

### N<sub>2</sub>O I

色谱柱: **HP PLOT Q  
19095P-Q04  
30 m x 0.53 mm, 40.00 μm**

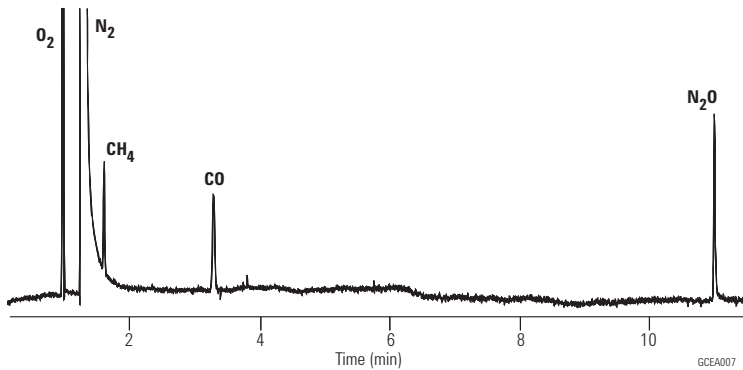
载气: 氦气, 5 psi (约 8 mL/min)  
柱温箱: 35°C 恒温  
进样: 分流比为 1:3  
检测器: TCD, 200°C  
样品: 注入 250 μL  
约 200 ppmV 甲烷  
200 ppmV CO<sub>2</sub>  
250 ppmV N<sub>2</sub>O (氮平衡气)



### N<sub>2</sub>O II

色谱柱: **HP PLOT Molesieve  
19095P-MS6  
30 m x 0.53 mm, 25.00 μm**

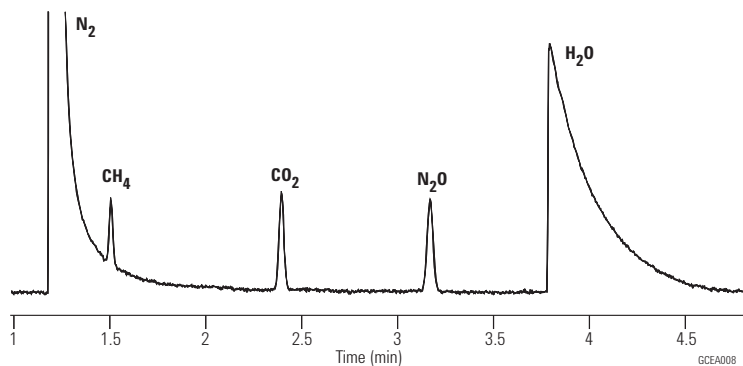
载气: 氦气, 6 psi (约 10 mL/min)  
柱温箱: 50°C 保持 5 min, 然后以 25°C/min  
从 50°C 升温到 200°C, 并保持此温度  
进样: 分流比为 1:4  
检测器: TCD, 250°C  
样品: 注入 250 μL  
约 200 ppmV 甲烷  
200 ppmV CO<sub>2</sub>  
250 ppmV N<sub>2</sub>O (氮平衡气)



### N<sub>2</sub>O III

色谱柱: **GS-CarbonPLOT  
113-3133  
30 m x 0.32 mm, 3.00 μm**

载气: 氦气, 12 psi (约 3 mL/min)  
柱温箱: 35°C 恒温  
进样: 分流比为 1:4  
检测器: TCD, 200°C  
样品: 注入 250 μL  
约 200 ppmV 甲烷  
200 ppmV CO<sub>2</sub>  
250 ppmV N<sub>2</sub>O (氮平衡气)



**芳烃溶剂的快速分析**

这一应用充分说明在常规芳烃溶剂分析中高效 GC 柱的适用性。结果：运行时间缩短三倍（与 0.32 mm 内径的色谱柱相比），分离度没有损失。

**色谱柱:** HP-INNOWax  
19091N-216  
60 m x 0.32 mm, 0.50 μm

**载气:** 氦气 20 psi, 恒压模式

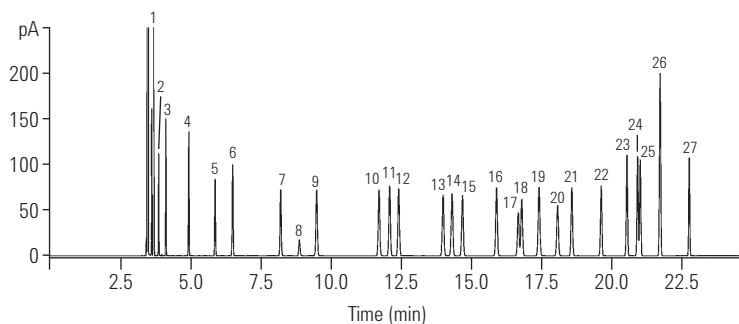
**柱温箱:** 75°C 保持 10 min; 后以 3°C/min 从 75°C 升到 100°C 然后以 10°C/min 从 100°C 升到 145°C

**进样:** 分流/不分流, 250°C 分流比为 100:1

**检测器:** FID, 250°C

**样品:** 1.0 μL

**芳烃溶剂通用分析方法**



- |            |            |              |
|------------|------------|--------------|
| 1. 庚烷      | 10. 乙苯     | 19. 叔-丁基苯    |
| 2. 环己烷     | 11. 对-二甲苯  | 20. 仲-丁基苯    |
| 3. 辛烷      | 12. 间-二甲苯  | 21. 苯乙烯      |
| 4. 壬烷      | 13. 异丙苯    | 22. 正十三烷     |
| 5. 苯       | 14. 正十二烷   | 23. 1,3-二乙基苯 |
| 6. 癸烷      | 15. 邻-二甲苯  | 24. 1,2-二乙基苯 |
| 7. 甲苯      | 16. 丙苯     | 25. 正-丁基苯    |
| 8. 1,4-二恶烷 | 17. 对-乙基甲苯 | 26. α-甲基苯乙烯  |
| 9. 十一烷     | 18. 间-乙基甲苯 | 27. 苯基乙炔     |

**色谱柱:** HP-INNOWax  
19091N-577  
20 m x 0.18 mm, 0.18 μm

**载气:** 氦气 33 psi, 恒压模式

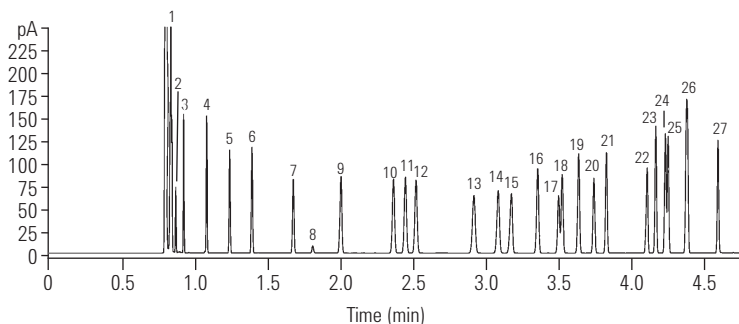
**柱温箱:** 70°C 保持 3 min; 后以 45°C/min 从 70°C 升温到 145°C 保持 1 min

**进样:** 分流/不分流, 250°C 分流比 100:1 到 600:1

**检测器:** FID, 250°C

**样品:** 0.2 到 1.0 μL

**优化的通用芳烃溶剂分析方法**



GCHE003



## 炼厂气 II

**色谱柱: HP PLOT Q  
19095P-Q04  
30 m x 0.53 mm, 40.00 μm**

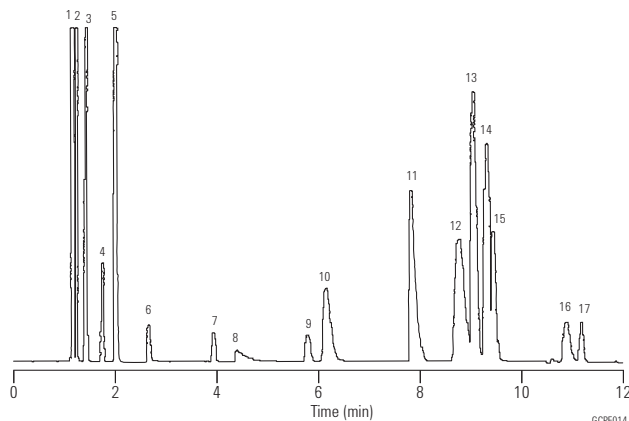
载气: 氮气压力 9.0 psi, 60°C  
柱温箱: 60°C 保持 5 min  
以 20°C/min 从 60°C 升到 200°C

进样: 200°C 保持 1 min  
分流, 250°C  
分流流量 100 mL/min  
0.25 cc 阀

检测器: TCD, 250°C  
样品: 炼厂气和其它成分

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
密封垫: 分流平板, 18740-20885



1. 空气/CO
2. C<sub>1</sub>
3. CO<sub>2</sub>
4. 乙烯
5. C<sub>2</sub>
6. H<sub>2</sub>S
7. 羰基硫
8. H<sub>2</sub>O
9. 丙烯
10. C<sub>3</sub>
11. 甲醇
12. i-C<sub>4</sub>
13. t-C<sub>4</sub>
14. n-C<sub>4</sub>
15. cis-C<sub>4</sub>
16. i-C<sub>5</sub>
17. n-C<sub>5</sub>

## 挥发性含硫化物

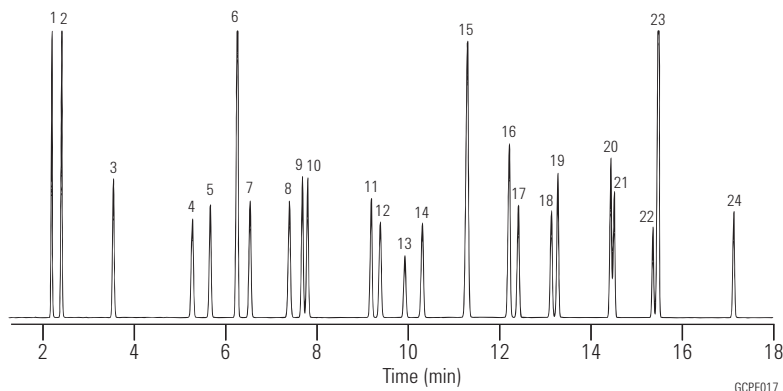
**色谱柱: DB-1  
123-1035  
30 m x 0.32 mm, 5.00 μm**

载气: 氮气, 23 cm/sec (H<sub>2</sub>S 50°C)  
柱温箱: 50°C 保持 4 min, 以 20°C/min 从 50°C 升到 120°C,  
120°C 保持 4 min, 以 25°C/min 从 120°C 升到 220°C,  
220°C 保持 2.5 min

进样: 分流, 200°C  
分流比为 1:10

检测器: PFPD (OI Analytical), 220°C  
样品: 600 μL 含硫气体标样  
每种组分 3 ppm

安捷伦非常感谢 Air Toxics, Ltd. (Folsom, CA) 提供了  
测试用混合标样。



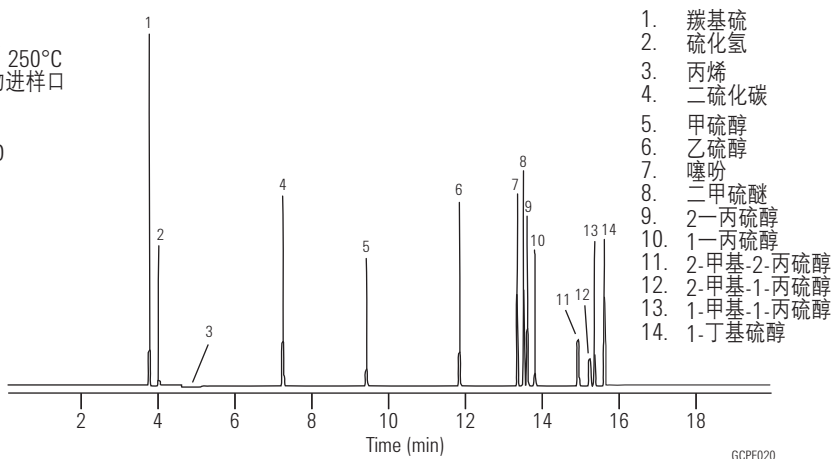
1. 硫化氢
2. 羰基硫
3. 甲硫醇
4. 乙硫醇
5. 二甲基硫
6. 二硫化碳
7. 2-丙硫醇
8. 2-甲基-2-丙硫醇
9. 1-丙硫醇
10. 甲基乙基硫醚
11. 噻吩
12. 2-甲基-1-丙硫醇
13. 二乙基硫醚
14. 1-丁基硫醇
15. 甲基二硫
16. 2-甲基噻吩
17. 3-甲基噻吩
18. 四氢噻吩
19. 戊硫醇
20. 2-乙基噻吩
21. 2,5-二甲基噻吩
22. 正己硫醇
23. 乙基二硫
24. 1-庚硫醇

丙烯中的含硫化合物 (1 ppm)

色谱柱: **GS-GasPro**  
**113-4332**  
**30 m x 0.32 mm**

柱温箱: 60°C 保持 2.5 min  
以 10°C/min 从 60°C 升到 250°C  
进样: OI Analytical 挥发性化合物进样口  
分流比为 5:1  
200 µL 气体进样阀  
检测器: OI Analytical 5380 型 PFPD  
样品: 丙烯中的 1 ppm 硫化物

色谱图由 OI Analytical 友情提供。



无铅汽油

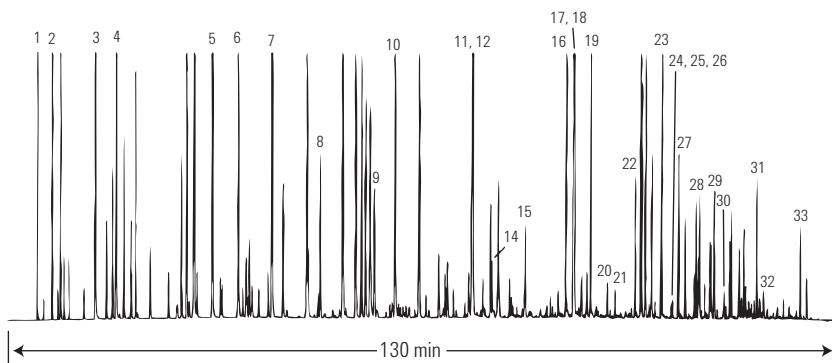
色谱柱: **DB-Petro**  
**122-10A6**  
**100 m x 0.25 mm, 0.50 µm**

载气: 氦气, 25.6 cm/sec  
柱温箱: 0°C 保持 15 min  
以 1°C/min 从 0°C 升到 50°C  
以 2°C/min 从 50°C 升到 130°C  
以 4°C/min 从 130°C 升到 180°C  
180°C 保持 20 min  
进样: 分流, 200°C  
分流比为 1:300  
检测器: FID, 250°C  
氮尾吹气  
30 mL/min  
样品: 1 µL 纯标样

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1. 甲烷           | 18. 对-二甲苯       |
| 2. 正-丁烷         | 19. 邻-二甲苯       |
| 3. 异戊烷          | 20. 正-壬烷        |
| 4. 正-戊烷         | 21. 异丙苯         |
| 5. 正-己烷         | 22. 丙苯          |
| 6. 甲基环戊烷        | 23. 1,2,4-三甲苯   |
| 7. 苯            | 24. 异丁苯         |
| 8. 环己烷          | 25. 仲-丁苯        |
| 9. 异辛烷          | 26. 癸烷          |
| 10. 正-庚烷        | 27. 1,2,3-三甲苯   |
| 11. 甲苯*         | 28. 丁苯          |
| 12. 2,3,3-三甲基戊烷 | 29. 正十一烷        |
| 13. 2-甲基庚烷      | 30. 1,2,4,5-四甲苯 |
| 14. 4-甲基庚烷      | 31. 萘           |
| 15. 正-辛烷        | 32. 正十二烷        |
| 16. 乙苯          | 33. 正十三烷        |
| 17. 间-二甲苯**     |                 |

\* 12 号峰的峰谷 = 78%

\*\*18 号峰的峰谷 = 87%



GCPE032



### 正构烷烃标样

色谱柱: **DB-HT SimDis**

**145-1001**

**5 m x 0.53 mm, 0.15  $\mu$ m**

载气: 氦气, 18 mL/min, 在 35°C 下测量

柱温箱: 以 10°C/min 从 -30°C 升到 430°C

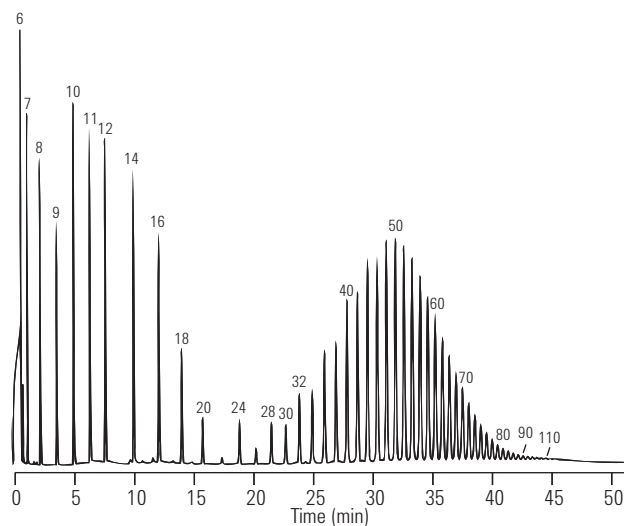
进样: OPTIC PTV

以 2°C/sec 从 55°C 升到 450°C

检测器: FID, 450°C

氮尾吹气 15 mL/min

样品: 0.5  $\mu$ L 大约 2% 石蜡的 CS<sub>2</sub> 溶液



GCPE038



## 薄荷油

与原始方法相比，用氢气作载气并结合采用高效色谱柱可以使总分析速度提高 61%。此外，在整个方法转换过程中分离度保持得很好。

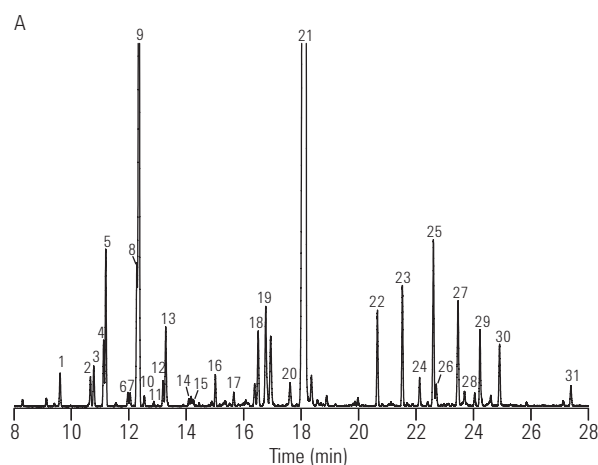
**A 柱:** DB-1  
122-1032  
30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m

**B 柱:** DB-1  
121-1022  
20 m x 0.18 mm, 0.18  $\mu$ m

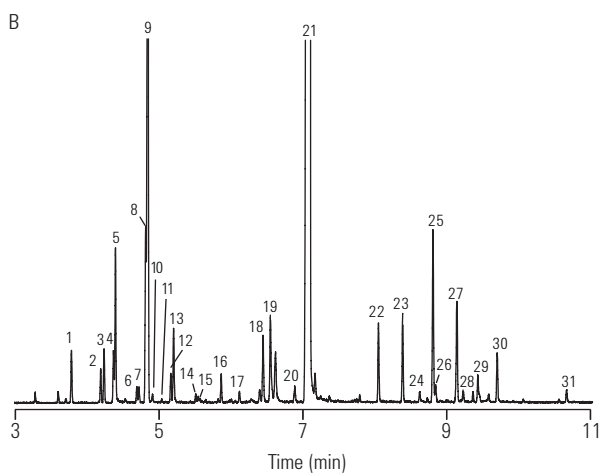
载气: A: 氦气 25 cm/sec, 在 40°C 测量  
B: 氢气 47 cm/sec, 在 40°C 测量

柱温箱: A: 40°C 保持 1 min, 以 5°C/min 升温至 290°C  
B: 40°C 保持 0.38 min, 以 13°C/min 升温至 290°C 保持 13.09 min

进样: 250°C, 分流 40:1, 1  $\mu$ L 进样

原始方法采用 DB-1, 30 m x 0.25 mm x 0.25  $\mu$ m 色谱柱和氦气载气

1.  $\alpha$ -蒎烯
2. 桉烯
3.  $\beta$ -蒎烯
4. 3-辛醇
5. 香叶烯
6.  $\alpha$ -蒎品烯
7. 对-伞花烃
8. 1,8-Cineol
9. 柠檬烯
10. 顺-罗勒烯
11. 反-罗勒烯
12.  $\gamma$ -蒎品烯
13. 反-桉烯水合物
14. 蒎品油烯
15. 芳樟醇
16. 3-乙酸辛酯
17. 异薄荷酮
18. 蒎品烯-4-醇
19. 二氢香芹酮
20. 反-香芹醇
21. l-香芹酮
22. 反-醋酸二氢香芹醇酯
23. 顺-Carvyl乙酸酯
24. 顺-茉莉酮
25.  $\beta$ -乙基香兰烯
26.  $\alpha$ -乙基香兰烯
27.  $\beta$ -石竹烯
28.  $\alpha$ -可巴烯
29. 反- $\beta$ -法尼烯
30. Germacrene-D
31. Viridiflorol

采用高效 DB-1, 20 m x 0.18 mm x 0.18  $\mu$ m 色谱柱和氢气载气的更快的方法

SPEARMINT

## 薰衣草油表征

**色谱柱:** DB-1ms Ultra Inert  
122-0132UI  
30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m

**仪器:** 配备 Agilent 7890A/5975B MSD 和 6890N FID

**进样器:** Agilent 7683B, 5.0  $\mu$ L 进样针 (安捷伦部件号 5188-5246), 1.0  $\mu$ L 进样

**载气:** 氦气, 恒流模式, MSD 系统: 40 cm/s, FID 系统: 35 cm/s

**进样口:** 分流比 200:1

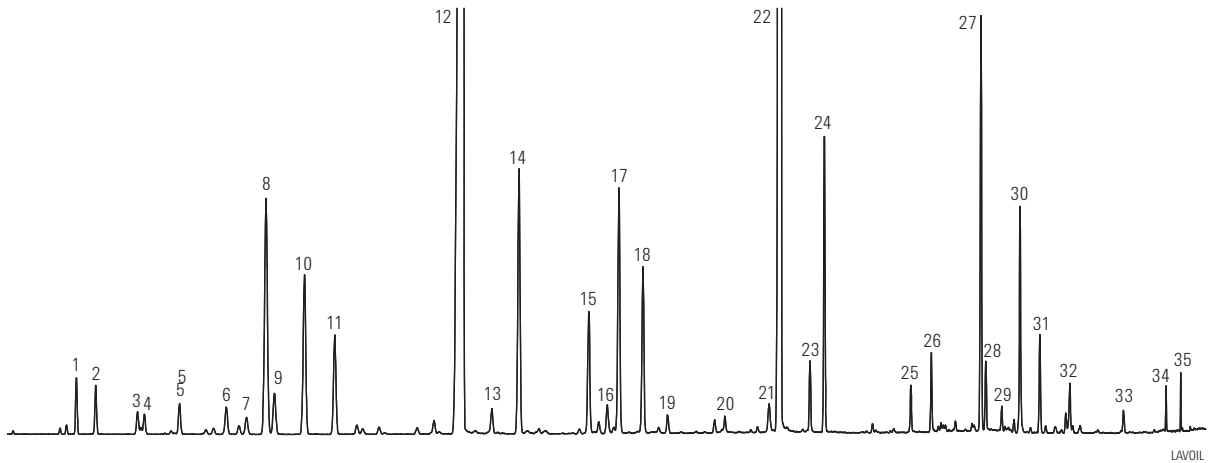
**柱温箱:** 62°C 下保持 12.5 min, 以 3°C/min 升至 92°C; 再以 5°C/min 升至 165°C; 接着以 100°C/min 升至 310°C, 并保持 2.5 min

**检测器:** MSD 离子源温度 300°C, 四级杆温度 180°C, 传输管线温度 280°C, 扫描范围 45-450 amu

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 分流衬管, 单细径锥, MS 验证的衬管, 其收口可以固定玻璃毛, 5188-6576  
注射器: 5  $\mu$ L, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1. $\alpha$ -蒎烯     | 19. 丁酸己酯           |
| 2. 蒎烯               | 20. 枯茗醛            |
| 3. 1-辛烯-3-醇         | 21. 顺式-香叶醇         |
| 4. 3-辛酮             | 22. 乙酸芳樟酯          |
| 5. $\beta$ -月桂烯     | 23. 乙酸龙脑酯          |
| 6. 3-萜烯             | 24. 乙酸薰衣草酯         |
| 7. 邻异丙基甲苯           | 25. 乙酸橙花酯          |
| 8. 桉树脑              | 26. 乙酸香叶酯          |
| 9. D-柠檬烯            | 27. 石竹烯            |
| 10. $\beta$ -反式-罗勒烯 | 28. $\alpha$ -檀香萜烯 |
| 11. $\beta$ -顺式-罗勒烯 | 29. $\alpha$ -香柑油烯 |
| 12. $\beta$ -芳樟醇    | 30. $\beta$ -法尼烯   |
| 13. 辛烯-1-醇乙酸酯       | 31. 大根香叶烯 D        |
| 14. 樟脑              | 32. $\gamma$ -杜松烯  |
| 15. 龙脑              | 33. 氧化石竹烯          |
| 16. 薰衣草醇            | 34. tau-杜松醇        |
| 17. 松油烯-4-醇         | 35. $\alpha$ -红没药醇 |
| 18. $\alpha$ -松油醇   |                    |



使用 Agilent J&W DB-1ms 超高惰性 30 m x 0.25 mm x 0.25  $\mu$ m 毛细管气相色谱柱 (部件号 122-0132UI) 分离薰衣草油样品得到的 GC/MS 总离子流色谱图。图中显示了分离良好的一组尖锐色谱峰, 确保分析得到的薰衣草油指纹图谱准确可靠

## 香精香料参比标样 I

色谱柱: **DB-1**  
**122-1032**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m**

载气: 氦气, 25 cm/sec, 测试温度为 150°C

柱温箱: 40°C 保持 1 min  
以 5°C/min 从 40°C 升到 290°C

进样: 分流, 250°C  
分流比为 1:50

检测器: MSD, 300°C 传输线

样品: 以 1:20 稀释的纯样品的丙酮溶液 1  $\mu$ L

非常感谢 Bush Boake Allen 公司香精香水研究部主管 Dragoco 和 Kevin Myung 以及分析服务部经理 Carl Frey 对本项研究所作的工作。

## 建议使用的备件

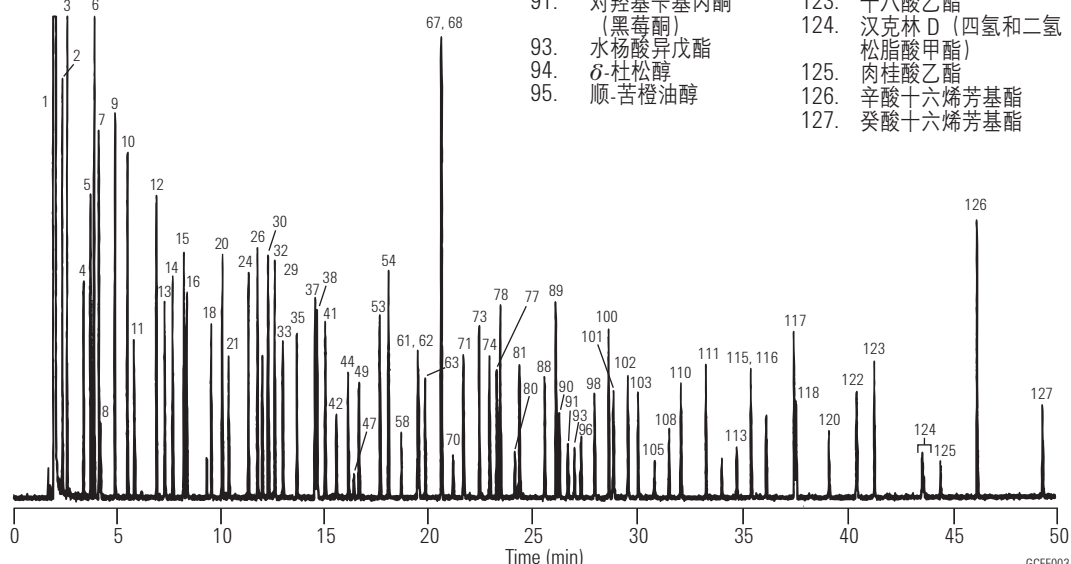
隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759

衬管: 分流, 单细径锥型, 低压力降, 玻璃毛, 5183-4647

密封垫: 分流平板, 18740-20885

注射器: 5  $\mu$ L, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

1. 丙酮	28. 甲基甲酚	60. 香叶醇	96. 乙酸 $\alpha$ - (三氯甲基) 苄基酯
2. 2,3-丁二酮 (联乙酰)	29. 苯甲醇	61. 乙酸芳樟酯	丁酸香叶酯
3. 乙酸乙酯	30. 对异丙基甲苯	62. 香叶醛	97. 反-苦橙油醇
4. 2,3-戊硫醇 (乙酰丙酰)	31. 1,8-桉油酚	63. 羟基香茅醛	98. n-水杨酸戊酯
5. 丙酸乙酯	32. 柠檬酸油精	64. 甲酸香茅酯	99. 苯基惕格酸乙酯
6. 丁酸甲酯	33. 2,6-二甲基庚-5-醛	66. 乙酸龙脑酯	100. 十二碳酸乙酯
7. 3-甲基丁醇	34. $\gamma$ -萜品烯	67. 乙酸对叔丁基环己酯	101. 二甲苯酮
8. 2-甲基丁醇	35. 辛醇	(异构体 1)	102. 二苯醚
9. 乙酸异丁酯	37. 庚酸乙酯	68. 壬酸乙酯	103. $\gamma$ -十二酸内酯
10. 丁酸乙酯	38. 芳樟醇	69. 甲酸香叶酯	104. 惕格酸香茅酯
11. 糠醛	39. 苯乙醇	70. 乙酸对叔丁基环己酯	105. 合成橡胶
12. 异戊酸乙酯	41. 氧化玫瑰红, 顺-玫瑰红	(异构体 2)	106. 惕格酸香叶酯
13. 己醇	42. 氧化玫瑰红, 反-玫瑰红	71. $\gamma$ -壬内酯	107. 香叶酯-2-戊酸甲酯
14. 丁酸丙烯酯	43. 樟脑	72. 乙酸香草酯	108. 萨利麝香
15. 戊酸乙酯	44. 香茅醛	73. 乙酸橙花酯	109. 十七-1-烯
16. 己二醇	45. 乙酸苄酯	74. 乙酸香叶酯	110. 苯甲酸酯
17. $\alpha$ -侧柏酮	46. 薄荷酮	76. 苯醚	111. 十四碳酸乙酯
18. 苯甲醛	47. 异龙脑	78. 癸酸乙酯	112. 柳酸苄酯
19. $\alpha$ -蒎烯	48. 异薄荷酮	79. $\alpha$ -古巴基	113. 1,1,2,2,3,3,5-七甲基茛满-6-甲基酮
20. 玫瑰烯	49. 龙脑	80. 2,2-二甲基- (3-对苯	114. 十九-1-烯
21. 3,5,5-三甲基乙烷	51. 萜品烯-4-醇	乙基) 丙醛 (异构体 1)	115. 豆蔻酸异丙酯
22. 桉烯	52. $\alpha$ -萜品醇	81. 2,2-二甲基- (3-对苯	116. 十五酸乙酯
23. $\beta$ -蒎烯	53. 辛酸乙酯	乙基) 丙醛 (异构体 2)	十九烷
24. 正己酸乙酯	54. 乙酸辛酯	82. $\beta$ -石竹烯	117. 十六烷酸乙酯
25. 香叶烯	56. 乙酸葑醇酯	83. 香茅醇丙酸酯	118. 麝香-T (巴西酸乙撑酯)
26. 乙酸己酯	57. 香茅醛	85. 3,7-愈创木烯	119. 二十烷
顺-里那醇氧化物	58. 橙花醇	88. 十二醇	120. 乙酸肉桂苯基酯
苯甲酸甲酯	59. 香芹酮	89. 十一碳酸乙酯	121. 二十一烷
反-里那醇氧化物		90. 乙酸丁子香酚酯	122. 肉桂酸乙酯
		91. 对羟基苄基丙酮	123. 十八酸乙酯
		(黑莓酮)	124. 汉克林 D (四氢和二氢
		93. 水杨酸异戊酯	松脂酸甲酯)
		94. $\delta$ -杜松醇	125. 肉桂酸乙酯
		95. 顺-苦橙油醇	126. 辛酸十六烯芳基酯
			127. 癸酸十六烯芳基酯



## 香精香料参比标样 II

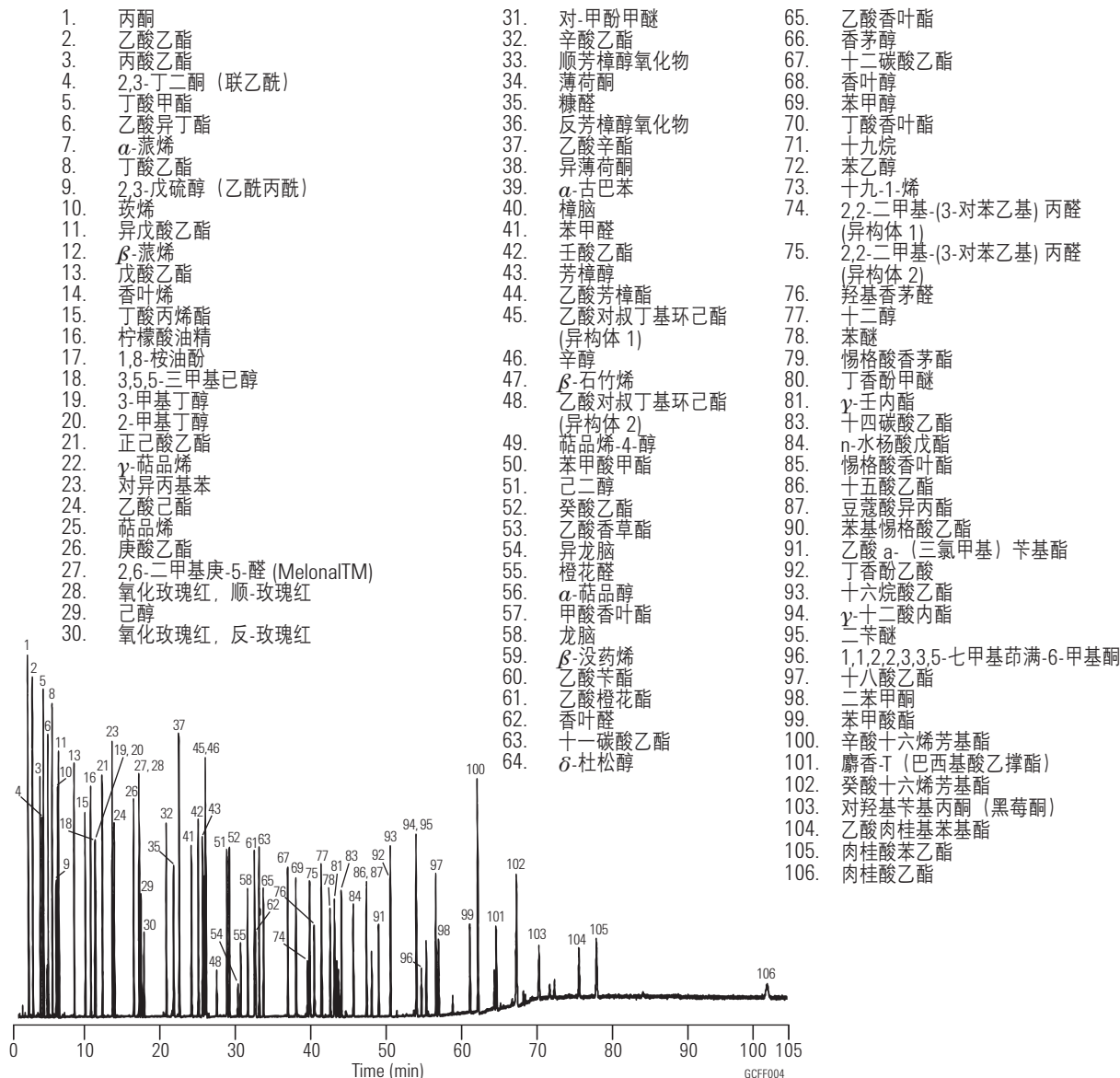
色谱柱: **DB-WAX**  
**122-7032**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25 μm**

载气: 氦气, 25 cm/sec,  
在 150°C 下测量  
柱温箱: 45°C 保持 2 min  
以 3°C/min 从 45°C 升到 250°C  
250°C 保持 34 min  
进样: 分流, 250°C  
分流比为 1:50  
检测器: MSD, 250°C 传输管  
样品: 以 1:20 稀释的纯样品的丙酮溶液 1 μL

非常感谢 Bush Boake Allen 公司香精香水研究部主管 Dragoco 和 Kevin Myung 以及分析服务部经理 Carl Frey 对本项研究所作的工作。

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 分流, 单细径锥型, 低压力降, 玻璃毛, 5183-4647  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 5 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

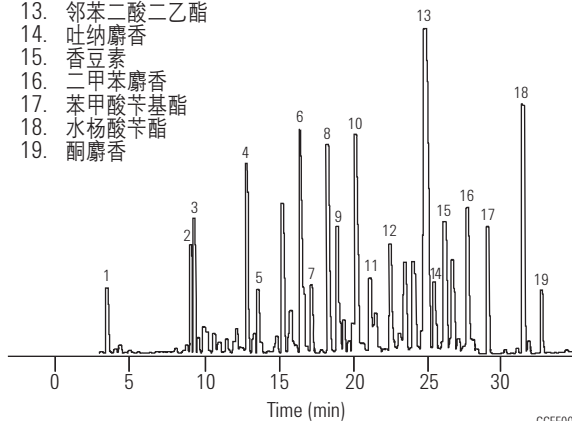


## 香水

色谱柱: **HP-INNOWax**  
**19091N-133**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m**

载气: 氦气, 30 cm/sec  
0.9 mL/min 恒流  
柱温箱: 80°C 保持 1 min  
以 5°C/min 从 80°C 升到 250°C  
250°C 保持 2 min  
进样: 分流, 250°C  
分流比为 20:1  
检测器: MSD, 280°C

1. 柠檬酸油精
2. 芳樟醇
3. 乙酸芳樟酯
4. 乙酸苧酯
5. 香茅醇
6. 苯乙醇
7.  $\alpha$ -甲基紫罗兰酮
8. 香芹酚和香叶醇
9. 水杨酸异戊酯
10. 水杨酸正戊酯
11. 乙酸枯烯酯
12. 甲基柏木烯酮
13. 邻苯二甲酸二乙酯
14. 吐纳麝香
15. 香豆素
16. 二甲苯麝香
17. 苯甲酸苧基酯
18. 水杨酸苧基酯
19. 酮麝香



GCFF006

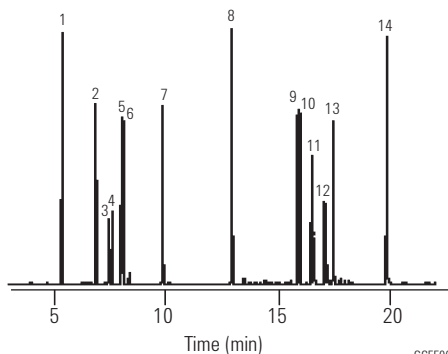
## 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 分流, 单细径锥型, 低压力降, 玻璃毛, 5183-4647  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 5  $\mu$ l, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

## 精油和香精中的手性化合物

色谱柱: **HP Chiral  $\beta$**   
**19091G-B233**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m**

载气: 氦气, 39 cm/sec, 恒压  
柱温箱: 65°C 保持 1 min  
以 5°C/min 从 65°C 升到 170°C  
进样: 分流, 250°C  
分流比为 30:1  
检测器: FID, 300°C  
样品: 1  $\mu$ l  
含每种分析物各 0.25 ng/ $\mu$ l 的正己烷溶液



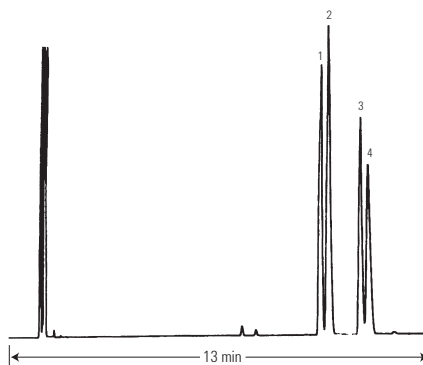
GCFF008

1. 1,2-二甲苯
2. 香叶烯
3. (-)-玫瑰烯
4. (+)-玫瑰烯
5. (+)- $\beta$ -蒎烯
6. 1S-(-)- $\beta$ -蒎烯
7. 桉油酚
8. (R)-(+)-香茅醛
9. 1S,2R,5S-(+)-薄荷醇
10. 1R,2S,5R-(-)-薄荷醇
11.  $\alpha$ -萜品醇
12. (+/-)-异龙脑
13. (+)-龙脑
14. 反-桂皮醛

## 薄荷醇

色谱柱: **Cyclodex- $\beta$**   
**112-2532**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m**

载气: 氦气, 55 cm/sec  
柱温箱: 105°C 恒温  
进样: 分流, 250°C  
分流比为 1:100  
检测器: FID, 300°C  
氮尾吹气, 30 mL/min  
样品: 含每种组分各 1  $\mu$ g/ $\mu$ l 的氯仿溶液 1  $\mu$ l



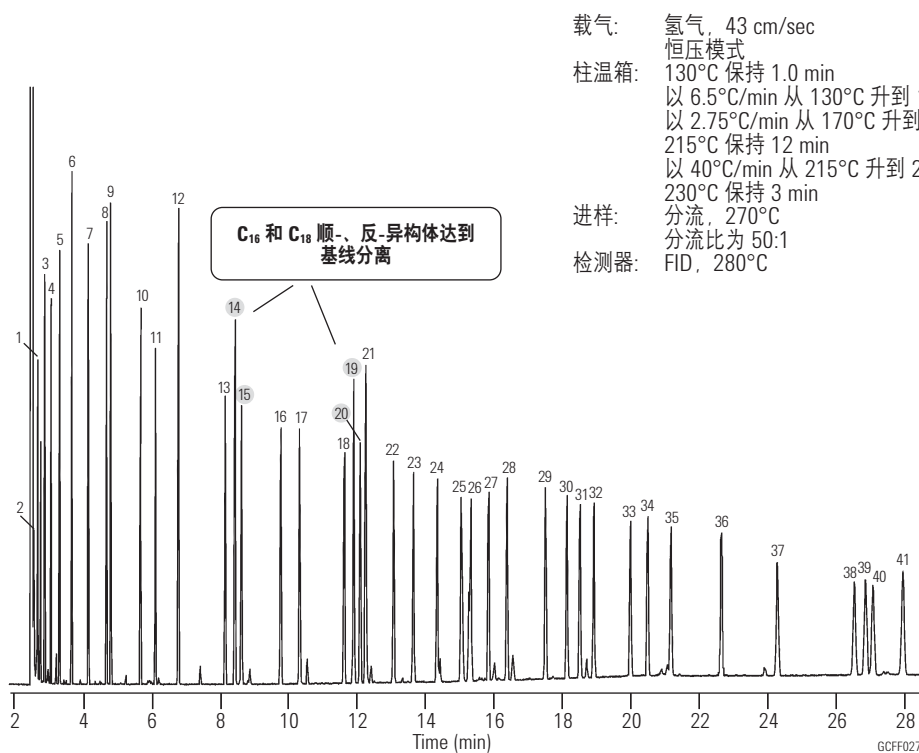
GCFF009

1. (+)-新薄荷醇
2. (-)-新薄荷醇
3. (+)-薄荷醇
4. (-)-薄荷醇

## 脂肪酸甲酯

色谱柱: **DB-23**  
**122-2362**  
60 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m

感谢由 FAME Analytics (<http://www.fameanalytics.com>) 的 Steve Watkins 和 Jeremy Ching 友情提供色谱图



载气: 氢气, 43 cm/sec  
恒压模式  
柱温箱: 130°C 保持 1.0 min  
以 6.5°C/min 从 130°C 升到 170°C  
以 2.75°C/min 从 170°C 升到 215°C  
215°C 保持 12 min  
以 40°C/min 从 215°C 升到 230°C  
230°C 保持 3 min  
进样: 分流, 270°C  
分流比为 50:1  
检测器: FID, 280°C

1. C<sub>6:0</sub>
2. C<sub>7:0</sub>
3. C<sub>8:0</sub>
4. C<sub>9:0</sub>
5. C<sub>10:0</sub>
6. C<sub>11:0</sub>
7. C<sub>12:0</sub>
8. BHT
9. C<sub>13:0</sub>
10. C<sub>14:0</sub>
11. C<sub>14:1n5</sub>
12. C<sub>15:0</sub>
13. C<sub>16:0</sub>
14. C<sub>16:1n7</sub> (反)
15. C<sub>16:1n7</sub> (顺)
16. C<sub>17:0</sub>
17. C<sub>17:1</sub>
18. C<sub>18:0</sub>
19. C<sub>18:1n9</sub> (反)
20. C<sub>18:1n9</sub> (顺)
21. C<sub>18:1n7</sub>
22. C<sub>18:2n6</sub>
23. C<sub>18:3n6</sub>
24. C<sub>18:3n3</sub>
25. C<sub>18:2(d9,11)</sub>
26. C<sub>18:2</sub> (d10,12)
27. C<sub>20:0</sub>
28. C<sub>20:1n9</sub>
29. C<sub>20:2n6</sub>
30. C<sub>20:3n6</sub>
31. C<sub>20:4n6</sub>
32. C<sub>20:3n3</sub>
33. C<sub>20:5n3</sub>
34. C<sub>22:0</sub>
35. C<sub>22:1n9</sub>
36. C<sub>22:2n6</sub>
37. C<sub>22:4n6</sub>
38. C<sub>22:5n3</sub>
39. C<sub>24:0</sub>
40. C<sub>22:6n3</sub>
41. C<sub>24:1n9</sub>

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 分流, 单细径锥型, 低压力降, 玻璃毛, 5183-4647  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 5  $\mu$ l, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273

## 醇类

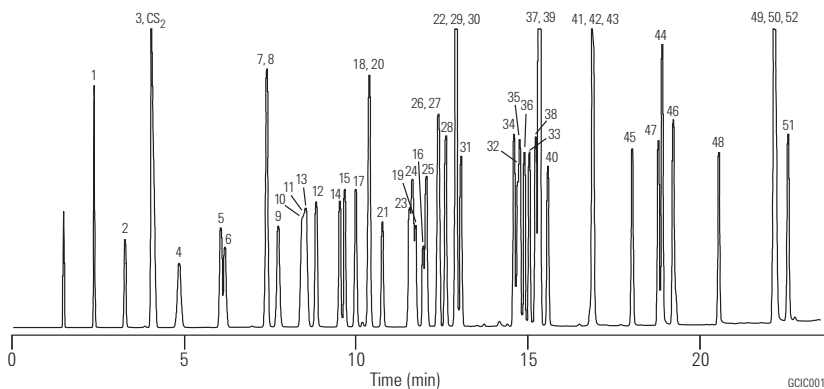
色谱柱: **DB-624**  
**125-1334**  
**30 m x 0.53 mm, 3.00 μm**

载气: 氮气, 30 cm/sec,  
在 40°C 下测定  
柱温箱: 40°C 保持 5 min  
以 10°C/min 从 40°C 升到 260°C  
260°C 保持 3 min

进样: 分流, 250°C  
分流比为 1:10

检测器: FID, 300°C

样品: 氮尾吹气, 30 mL/min  
每种溶质浓度为 0.01-0.05% 的 CS<sub>2</sub>  
溶液 1 μL



- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. 甲醇                 | 15. 2-丁烯-1-醇 (巴豆醇)    |
| 2. 乙醇                 | 16. 乙二醇               |
| 3. 异丙醇                | 17. 1-戊烯-3-醇          |
| 4. 叔丁醇                | 18. 2-戊醇              |
| 5. 2-丙烯-1-醇 (丙烯醇)     | 19. 环氧丙醇              |
| 6. 1-丙醇               | 20. 3-戊醇              |
| 7. 2-丙炔-1-醇 (丙炔醇)     | 21. 2-乙氧基乙醇 (纤维素溶剂)   |
| 8. 仲丁醇                | 22. 丙二醇               |
| 9. 2-甲基-2-丁烯-2-醇      | 23. 3-甲基-1-丁醇 (异戊醇)   |
| 10. 异丁醇               | 24. 2-甲基-1-丁醇 (活性戊醇)  |
| 11. 2-甲氧基乙醇 (甲基纤维素溶剂) | 25. 4-甲基-2-戊醇         |
| 12. 3-丁烯-1-醇          | 26. 1-戊醇              |
| 13. 2-甲基-2-丁醇 (叔-戊醇)  | 27. 2-戊烯-1-醇          |
| 14. 1-丁醇              | 28. 3-甲基-2-丁烯-1-醇     |
|                       | 29. 环戊醇               |
|                       | 30. 3-己醇              |
|                       | 31. 2-己醇              |
|                       | 32. 4-羟基-4-甲基-2-戊醇    |
|                       | 33. 糖醇                |
|                       | 34. 顺-3-己烯-1-醇        |
|                       | 35. 1-己醇              |
|                       | 36. 顺-2-己烯-1-醇        |
|                       | 37. 环己醇               |
|                       | 38. 3-庚醇              |
|                       | 39. 2-庚醇              |
|                       | 40. 2-丁氧基乙醇 (丁基纤维素溶剂) |
|                       | 41. 顺-4-庚烯-1-醇        |
|                       | 42. 反-2-庚烯-1-醇        |
|                       | 43. 1-庚醇              |
|                       | 44. 苯甲醇               |
|                       | 45. 2-乙基-1-己醇         |
|                       | 46. a-甲基苯甲醇           |
|                       | 47. 1-辛醇              |
|                       | 48. 1-壬醇              |
|                       | 49. 2-苯氧乙醇            |
|                       | 50. a-苯乙基醇            |
|                       | 51. b-苯乙基醇            |
|                       | 52. 1-癸醇              |

## 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 分流, 单细径锥型, 低压力降, 玻璃毛, 5183-4647  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 5 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1273



安捷伦新的正在申请专利的进样口分流平板通过消除可导致微量泄露的加工凹槽来提高柱寿命。



## 卤代烃

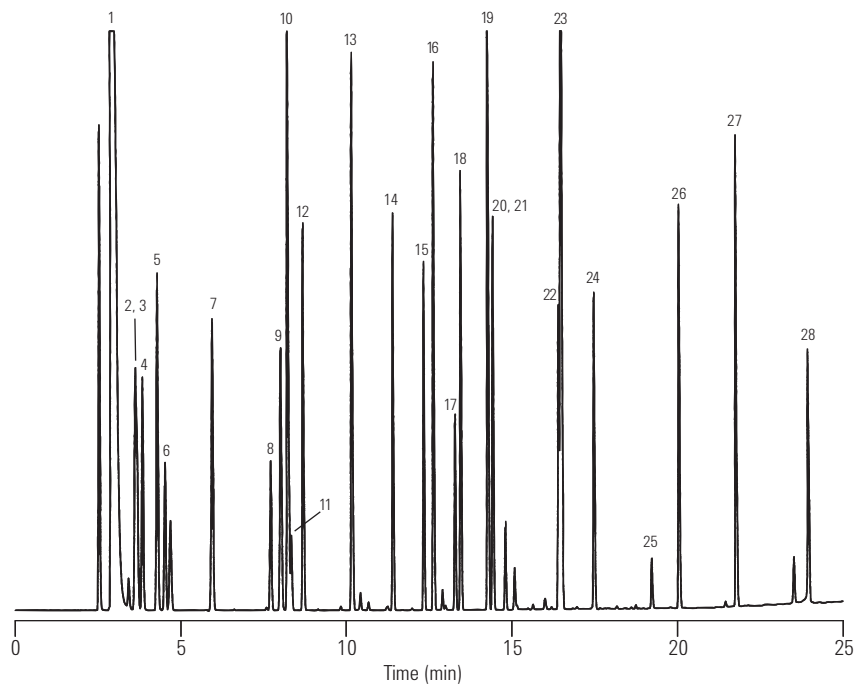
色谱柱: **DB-624**  
**123-1334**  
30 m x 0.32 mm, 1.80 μm

载气: 氮气, 35 cm/sec  
柱温箱: 35°C 保持 5 min  
以 10°C/min 从 35°C 升到 245°C  
进样: 分流, 250°C  
分流比为 1:50  
检测器: FID, 300°C  
氮尾吹气, 30 mL/min

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 通用型分流/不分流衬管, 细径锥型, 玻璃毛,  
5183-4711  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 10 μl, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

1. 戊烷
2. 碘代甲烷
3. 1,1-二氯乙烯
4. 1,1,2-三氯三氟乙烷 (氟利昂 113)
5. 3-氯丙烯 (烯丙基氯)
6. 二氯甲烷
7. 1,1-二氯乙烷
8. 氯仿
9. 1,1,1-三氯乙烷
10. 1-氯丁烷
11. 四氯化碳
12. 1,2-二氯乙烷
13. 1,2-二氯丙烷
14. 顺-1,2-二氯丙烯
15. 反-1,2-二氯丙烯
16. 1,1,2-三氯乙烷
17. 1,1,1,2-四氯乙烷
18. 1,2-二溴乙烷 (EDB)
19. 1-氯己烷
20. 反-1,4-二氯-2-丁烯
21. 碘仿
22. 六氯丁二烯
23. 1,2,3-三氯丙烷
24. 1,1,2,2-四氯乙烷
25. 五氯乙烷
26. 1,2-二溴-3-氯丙烷 (DBCP)
27. 六氯乙烷
28. 六氯环戊二烯



GCIC034

## 芳烃溶剂

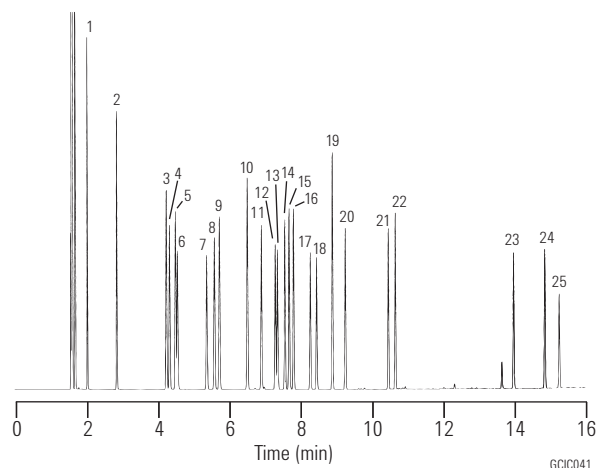
**色谱柱: DB-200**  
**122-2032**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m**

载气: 氦气, 31 cm/sec  
 柱温箱: 50°C 保持 5 min  
 以 10°C/min 从 50°C 升到 160°C  
 进样: 分流, 250°C  
 分流比为 1:100  
 检测器: FID, 300°C  
 氮尾吹气 30 mL/min  
 样品: 0.5  $\mu$ L 含 0.5  $\mu$ g/ $\mu$ L 标样的正己烷溶剂

## 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
 衬管: 通用型分流/不分流衬管, 细径锥型, 玻璃毛, 5183-4711  
 密封垫: 分流平板, 18740-20885  
 注射器: 10  $\mu$ L, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. 苯      | 14. 叔丁基苯     |
| 2. 甲苯     | 15. 仲-丁基苯    |
| 3. 乙苯     | 16. 异丁基苯     |
| 4. 氯苯     | 17. 1,3-二氯苯  |
| 5. 对-二甲苯  | 18. 1,4-二氯苯  |
| 6. 间-二甲苯  | 19. 正-丁基苯    |
| 7. 邻-二甲苯  | 20. 1,2-二氯苯  |
| 8. 苯乙烯    | 21. 1,3-二异丙苯 |
| 9. 异丙苯    | 22. 1,4-二异丙苯 |
| 10. 正-丙苯  | 23. 2-硝基甲苯   |
| 11. 2-氯甲苯 | 24. 3-硝基甲苯   |
| 12. 3-氯甲苯 | 25. 4-硝基甲苯   |
| 13. 4-氯甲苯 |              |



## 酚类 I

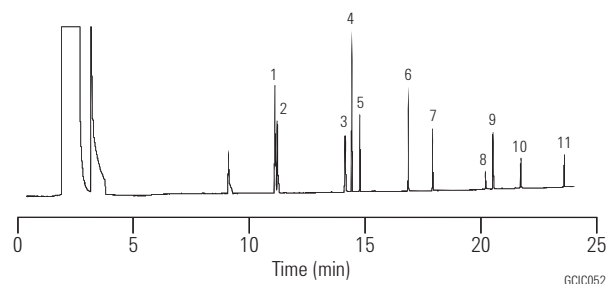
**色谱柱: HP-5MS**  
**19091S-433**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m**

载气: 氦气, 33 cm/sec, 恒流  
 柱温箱: 35°C 保持 5 min  
 以 8°C/min 从 35°C 升到 220°C  
 进样: 不分流, 250°C  
 检测器: FID, 300°C  
 样品: 1  $\mu$ L  
 含 20  $\mu$ g/mL 酚类的二氯甲烷溶液

## 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
 衬管: 直接连接, 单细径锥型, 脱活, 4 mm 内径, G1544-80730  
 密封垫: 分流平板, 18740-20885  
 注射器: 10  $\mu$ L, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

- |                    |
|--------------------|
| 1. 苯酚              |
| 2. 2-氯苯酚           |
| 3. 2-硝基苯酚          |
| 4. 2,4-二甲基苯酚       |
| 5. 2,4-二氯苯酚        |
| 6. 4-氯-3-甲基苯酚      |
| 7. 2,4,6-三硝基苯酚     |
| 8. 2,4-二硝基苯酚       |
| 9. 4-硝基苯酚          |
| 10. 2-甲基-4,6-二硝基苯酚 |
| 11. 五氯苯酚           |



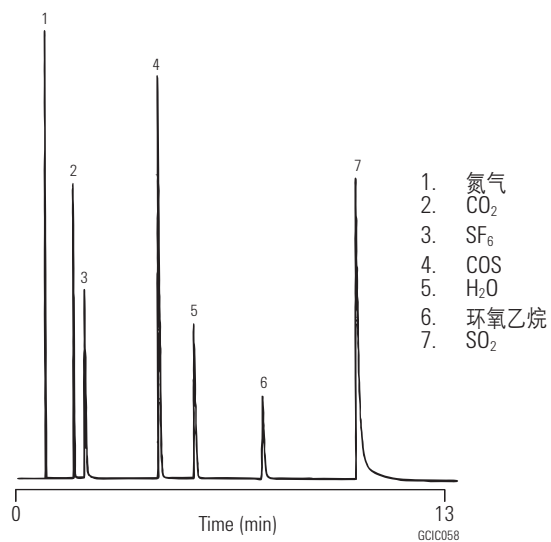
## 无机气体

色谱柱: **GS-GasPro**  
**113-4332**  
**30 m x 0.32 mm**

载气: 氦气, 53 cm/sec  
柱温箱: 25°C 保持 3 min  
以 10°C/min 从 25°C 升到 200°C  
保持 200°C  
进样: 分流, 200°C  
分流比为 1:50  
检测器: TCD, 250°C  
样品: 50 µL

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
密封垫: 分流平板, 18740-20885



苯二氮草

**色谱柱:** DB-5MS Ultra Inert  
122-5532UI  
30 m x 0.25 mm, 0.25 μm

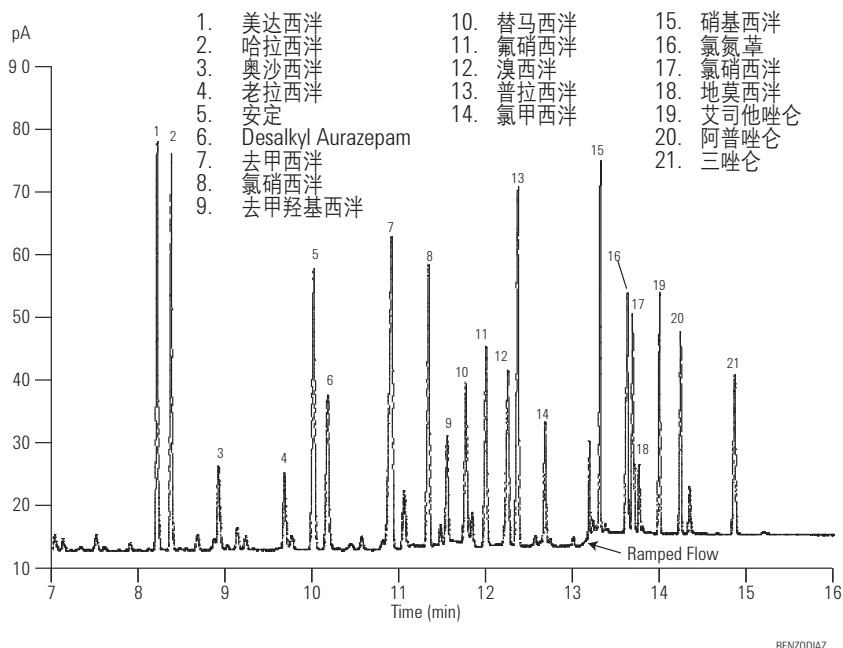
**载气:** 氦气, 53 cm/sec, 恒流  
1.6, 11 min  
以 60 mL/min 从 1.6 到 2.4,  
保持 2 min  
以 50 mL/min 从 2.4 到 5.0,  
保持 9 min

**柱温箱:** 170°C, 3.2 min  
以 24.7°C/min 从 170°C 到 250°C,  
保持 5.3 min  
以 18.6°C/min 从 250°C 到 280°C,  
保持 4.0 min  
以 50.0°C/min 从 280°C 到 325°C,  
保持 4 min

**进样:** 脉冲不分流, 280°C  
20 psi 脉冲压力, 0.38 min  
0.4 min 开启吹扫,  
流速 50 mL/min  
直接连接衬管 G1544-80730

**检测器:** FID, 350°C

**样品:** 1 μL, 5-10 ppm



苯二氮草和其它药物的分析特别富有挑战性。因为它们的活性很强。鉴于此，样品通路的各个环节，尤其是 GC 色谱柱，必须要保持尽可能高的惰性。

苯异丙胺及前体 - TMS 衍生物

**色谱柱:** DB-5  
121-5023  
20 m x 0.18 mm, 0.40 μm

**载气:** 氦气, 39 cm/sec, 测试温度为 100°C

**柱温箱:** 以 10°C/min 从 100°C 升到 240°C

**进样:** 分流, 250°C  
分流比为 1:100

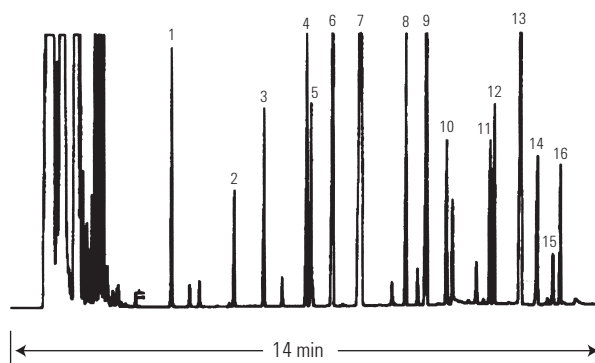
**检测器:** FID, 300°C  
氮尾吹气 30 mL/min

**样品:** 每种组分浓度为 2 μg/μL 的吡啶溶液 1 μL

建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 通用型分流/不分流衬管, 细径锥型, 玻璃毛, 5183-4711  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 10 μL, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

- |              |                               |
|--------------|-------------------------------|
| 1. 1-苯基-2-丙酮 | 9. 非那西丁                       |
| 2. 二甲基安非他明   | 10. 3,4-亚甲二氧基苯丙胺 (MDA)        |
| 3. 安非他明      | 11. 3,4-亚甲二氧甲基苯丙胺 (MDMA)      |
| 4. 芬特明       | 12. 4-甲基-2,5-二甲氧基苯丙胺 (STP)    |
| 5. 甲基苯丙胺     | 13. 苯基麻黄碱                     |
| 6. 甲基麻黄碱     | 14. 3,4-亚甲二氧基乙基苯丙胺 (MDE; Eve) |
| 7. 烟酰胺       | 15. 咖啡因                       |
| 8. 麻黄素       | 16. 苄基苯异丙胺                    |



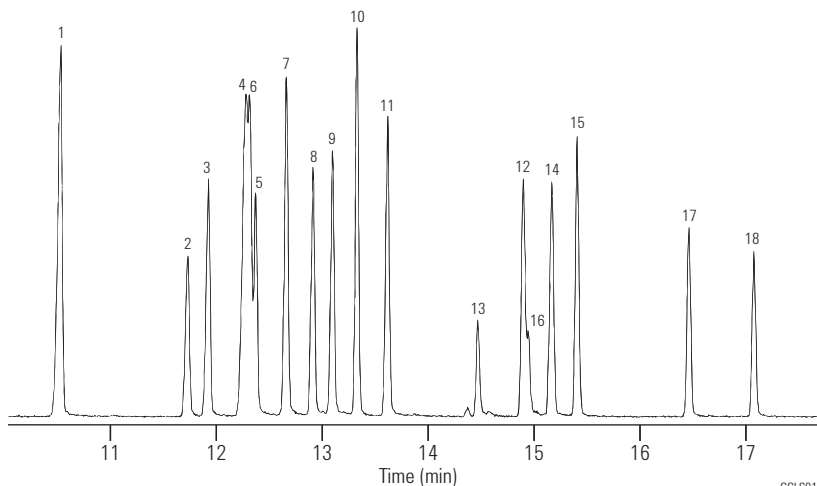
GCL5004

## 巴比妥酸盐

色谱柱: **DB-35ms**  
**122-3832**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m**

载气: 氦气, 31 cm/sec, 检测温度为 50°C  
柱温箱: 50°C 保持 0.5 min  
以 25°C/min 从 50°C 升到 150°C  
以 10°C/min 从 150°C 升到 300°C  
进样: 不分流, 进样口温度 250°C  
30 sec 吹扫活化时间  
检测器: MSD, 280°C 传输线  
m/z 40-270 范围全扫描

1. 巴比妥
2. 阿洛巴比妥
3. 阿普比妥
4. 布他比妥
5. 布特萨
6. 布他比妥
7. 异戊巴比妥
8. 他布比妥
9. 戊巴比妥
10. 美索比妥
11. 司可巴比妥
12. 海索巴比妥
13. 硫喷妥
14. 环戊基比妥
15. 甲苯比妥
16. 硫戊比妥
17. 苯巴比妥
18. 苯烯比妥



GCL5010

### 建议使用的备件

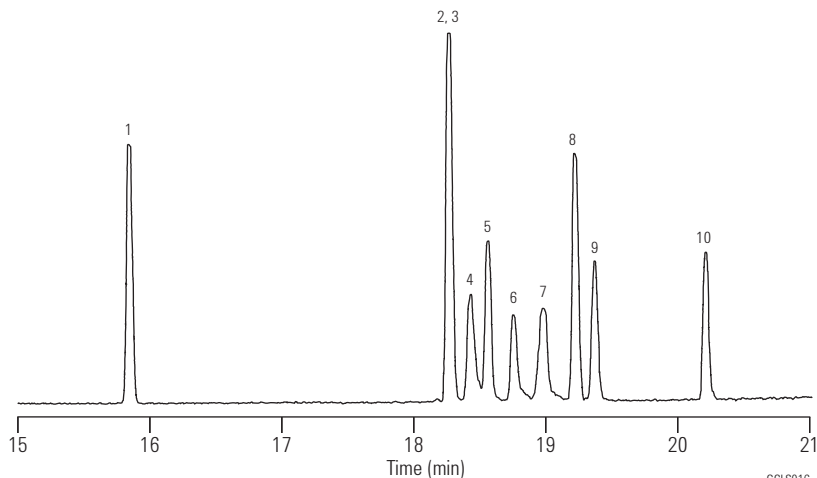
隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 不分流, 单细径锥, 脱活, 4 mm 内径, 5181-3316  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 10  $\mu$ l, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

## 麻醉药

色谱柱: **DB-5ms**  
**122-5532**  
**30 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m**

载气: 氦气, 31 cm/sec, 检测温度为 50°C  
柱温箱: 50°C 保持 0.5 min  
以 25°C/min 从 50°C 升到 150°C  
以 10°C/min 从 150°C 升到 325°C  
进样: 不分流, 进样口温度 250°C  
30 秒吹扫活化时间  
检测器: MSD, 300°C 传输线  
m/z 40-380 范围内全扫描

1. 右美沙芬
2. 可待因
3. 双氢可待因
4. 去甲可待因
5. 乙基吗啡
6. 吗啡
7. 去甲吗啡
8. 6-乙酰基可待因
9. 6-乙酰吗啡
10. 海洛因



GCL5016

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直接连接, 单细径锥型, 脱活, 4 mm 内径,  
G1544-80730  
密封垫: 分流平板, 18740-20885  
注射器: 10  $\mu$ l, 锥形针尖, FN 23-26s/42/HP, 5181-1267

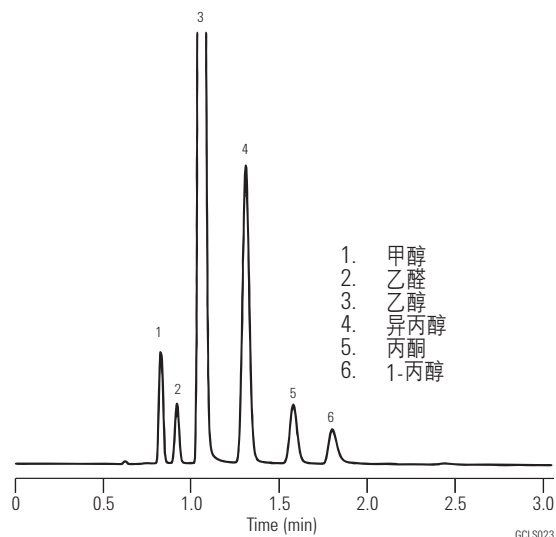
血液中的酒精 I (静态顶空/分流)

色谱柱: **DB-ALC1**  
**125-9134**  
**30 m x 0.53 mm, 3.00 μm**

载气: 氮气, 80 cm/sec,  
在 40°C 下测定  
柱温箱: 40°C 恒温  
进样器: 顶空  
进样: 分流, 250°C  
分流比为 1:10  
检测器: FID, 300°C  
氮尾吹气  
23 mL/min

建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
密封垫: 分流平板, 18740-20885



血液中的酒精 II (静态顶空/分流)

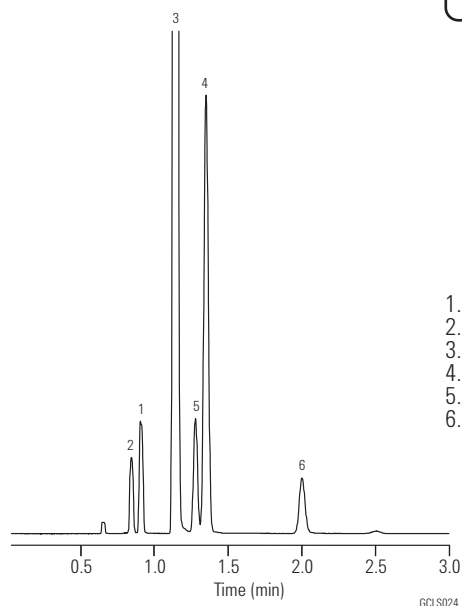
色谱柱: **DB-ALC1**  
**125-9134**  
**30 m x 0.53 mm, 3.00 μm**

载气: 氮气, 80 cm/sec,  
在 40°C 下测定  
柱温箱: 40°C 恒温  
进样器: 顶空  
柱温箱: 70°C  
样品定量管: 80°C  
传输管线: 90°C  
样品瓶平衡时间: 10 min  
加压时间: 0.20 min  
定量管填充时间: 0.20 min  
定量管平衡时间: 0.05 min  
进样时间: 0.1 - 0.2 min  
样品定量管规格: 1.0 mL

进样: 分流, 250°C  
分流比为 1:10  
检测器: FID, 300°C  
氮尾吹气  
23 mL/min  
样品: 0.1% 乙醇,  
0.001% 其他组分

建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
密封垫: 分流平板, 18740-20885



## 残留溶剂，DMI稀释

色谱柱: **DB-624**  
**123-1364**  
**60 m x 0.32 mm, 1.80 μm**

柱温箱: 以 1°C/min 从 50°C 升到 60°C  
以 9.2°C/min 从 60°C 升到 115°C  
以 35°C/min 从 115°C 升到 220°C  
220°C 保持 6 min

进样器: 顶空  
Platen 140°C  
传输管线, 阀 250°C  
样品定量管 2 mL

进样: 分流, 250°C  
分流比为 1:18

检测器: FID, 270°C  
氮气尾吹

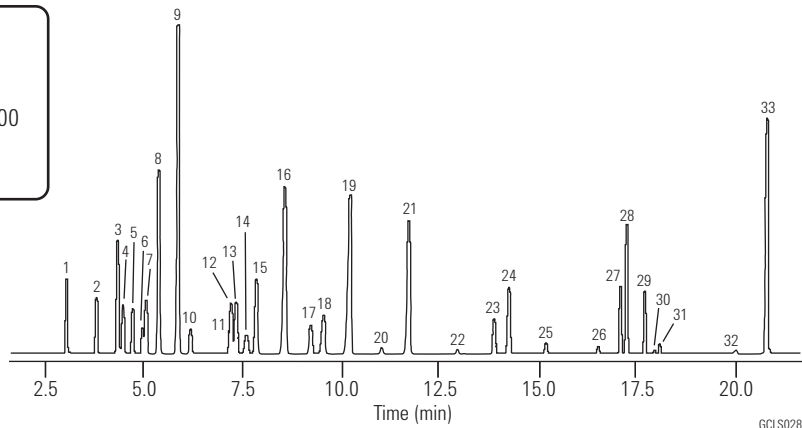
样品: 5000 ppm 标样

特别感谢 Julie Kancler, Brian Wallace 和 Teledyne.

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 1. 甲醇              | 17. 乙酸异丙酯                |
| 2. 乙醇              | 18. 1,2-二甲氧基乙烷           |
| 3. 丙酮              | 19. 庚烷                   |
| 4. 2-丙醇            | 20. 1-甲氧基-2-丙醇           |
| 5. 乙腈              | 21. 甲基环己烷                |
| 6. 二氯甲烷            | 22. 2-乙氧基乙醇              |
| 7. 特丁醇 (2-甲基-2-丙醇) | 23. MIBK (2-戊酮)          |
| 8. MTBE            | 24. 甲苯                   |
| 9. 正己烷             | 25. 1-戊醇                 |
| 10. 1-丙醇           | 26. n,n-二甲基甲酰胺 (DMF)     |
| 11. DMI 杂质         | 27. 乙苯                   |
| 12. 2-丁酮 (MEK)     | 28. 间,对-二甲苯              |
| 13. 乙酸乙酯           | 29. 邻二甲苯                 |
| 14. 2-丁醇           | 30. 二甲亚砜 (DMSO)          |
| 15. 四氢呋喃           | 31. n,n-二甲基乙酰胺           |
| 16. 环己烷            | 32. N-甲基吡咯烷酮             |
|                    | 33. 1,3-二甲基-2-咪唑啉酮 (DMI) |

### 建议使用的备件

隔垫: 高级绿色隔垫, 5183-4759  
衬管: 直管, 1.5 mm 内径, 18740-80200  
密封垫: 分流平板, 18740-20885



GCLS028



## GC 毛细管色谱柱

### 不仅仅是必备的产品...更重要的是能够获得可靠的结果!

安捷伦的 J&W 毛细管色谱柱以最低的流失、最高的惰性和最高的柱间重现性在市场中独占鳌头，比市场上的任何色谱柱性能都好。在下面内容中，您将发现：

**超高惰性色谱柱** — 能使您充满信心地进行痕量分析 — 包括酸、碱和其他活性化合物的分析。它们还有助于保证惰性的 GC 流路，这对于灵敏度、柱效和分析结果的完整性是必不可少的。参见 76 页。

**高效色谱柱** — 这些色谱柱对于任何需要缩短分析时间的应用而言都是理想选择。比如高通量筛选、快速工艺监测、快速 QC 分析和快速方法开发。参见 78 页。

**低流失 GC/MS 色谱柱** — 专门为对广泛的痕量样品进行色谱分析而设计，即使在较高温度也能提供低流失和高惰性。参见 80 页。

**优级聚硅氧烷色谱柱** — 稳定、耐用、通用性强，且有各种各样的固定相类型。参见 89 页。

**聚乙二醇 (PEG) 色谱柱** — 可提供各种独特的固定相特性，以满足实验室的各种需求，这是因为安捷伦对交联和脱活工艺的严格质量控制。参见 107 页。

**专用色谱柱** — 符合安捷伦高温、生命科学、农药、石油、半挥发性物质和挥发性物质应用的严格标准。参见 115 页。

**PLOT 色谱柱** — 为室温下的气态样品提供优异的分性能。它们同样适合于分析永久气体、低分子量烃类异构体、挥发性聚合物、以及诸如气体、胺类和氢化物等反应性被分析物。参见 128 页。

下面内容主要介绍几款安捷伦最受欢迎的色谱柱。如需安捷伦 GC 柱的完整目录，请参见“安捷伦色谱和光谱产品目录”或者联系当地的安捷伦分公司或安捷伦授权代理商。



## 安捷伦 J&W 超高惰性 GC 毛细管柱

- 采用独特的，严格的 Über One 测试混标单独测试每根色谱柱
- 一致的色谱柱惰性
- 特别低的色谱柱流失
- 对于难分析的活性化合物有优良的峰形
- 优异的信噪比
- 最少的化合物吸附或降解
- 支持 0.18 mm 内径的色谱柱配置，实现更高的样品分析通量

安捷伦的 J&W 超高惰性 GC 毛细管柱将色谱柱的惰性一致性提高了一个新水平。允许您实现非常可靠的痕量分析——包括酸、碱和其它活性化合物的分析。它们还能保证惰性的 GC 气体流路，这对灵敏度、柱效和分析结果的一致性是不可缺少的。

### 安捷伦 J&W LTM 色谱柱模块

安捷伦的 J&W LTM 柱模块将熔融石英毛细管柱与加热和温度传感元件组合起来，温敏元件环绕在色谱柱模块上。与传统的空气浴 GC 柱温箱技术相比，LTM 技术可以更为有效地实现色谱柱的加热和冷却，显著缩短了分析时间，同时耗能更少。

如需了解更多信息，请访问

[www.agilent.com/chem/ltmlcol:cn](http://www.agilent.com/chem/ltmlcol:cn)

如需安捷伦 GC 柱的完整目录，请参见安捷伦色谱和光谱产品目录，出版号 5989-9611CHCN。



**超高惰性毛细管 GC 柱**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
<b>DB-1ms 超高惰性柱</b>				
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-0122UI
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	122-0112UI
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	122-0132UI
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	122-0162UI
0.32	15	0.25	-60 至 325/350	123-0112UI
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	123-0132UI
<b>HP-1ms 超高惰性柱</b>				
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091S-677UI
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	19091S-931UI
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	19091S-933UI
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	19091S-633UI
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	19091S-733UI
0.32	15	0.25	-60 至 325/350	19091S-911UI
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	19091S-612UI
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	19091S-913UI
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	19091S-713UI
<b>DB-5ms 超高惰性柱</b>				
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-5522UI
0.18	20	0.36	-60 至 325/350	121-5523UI
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	122-5512UI
0.25	15	1.00	-60 至 325/350	122-5513UI
0.25	25	0.25	-60 至 325/350	122-5522UI
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	122-5532UI
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	122-5536UI
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	122-5533UI
0.25	50	0.25	-60 至 325/350	122-5552UI
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	122-5562UI
0.25	60	1.00	-60 至 325/350	122-5563UI
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	123-5532UI
0.32	30	0.50	-60 至 325/350	123-5536UI
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	123-5533UI
0.32	60	1.00	-60 至 325/350	123-5563UI
<b>HP-5ms 超高惰性柱</b>				
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091S-577UI
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	19091S-431UI
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	19091S-433UI
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	19091S-133UI
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	19091S-233UI
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	19091S-436UI
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	19091S-413UI
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	19091S-213UI



## 安捷伦 J&W 高效毛细管 GC 柱

- 在保持分离度的同时提高分析通量和工作效率
- 减少载气用量和每次分析的成本
- 与现有的 GC 和 GC/MS 仪器兼容
- 使用 He 或 H<sub>2</sub> 载气操作
- 具有 20 多种固定相
- 采用安捷伦的方法转换软件实现快速方便的方法转换

安捷伦的 J&W 高效色谱柱是快速气相色谱的理想选择，快速气相色谱对色谱柱最主要的要求是保持分离度的同时加快分析速度。这些色谱柱可以用于需要缩短分析时间的任何应用。比如高通量筛选、快速工艺监测、快速 QC 分析和快速方法开发。这些色谱柱适合于各种样品基质，包括环境、石化、香精/香料、临床毒理学或药物样品。



高效毛细管气相色谱柱

固定相	内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
DB-1	0.18	10	0.18	-60 至 325/350	121-1012
DB-1	0.18	10	0.20	-60 至 325/350	121-101A
DB-1	0.18	10	0.40	-60 至 325/350	121-1013
DB-1	0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-1022
DB-1	0.18	20	0.40	-60 至 325/350	121-1023
DB-1	0.18	40	0.40	-60 至 325/350	121-1043
HP-1	0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091Z-577
DB-1ms	0.18	20	0.18	-60 至 340/360	121-0122
HP-1ms	0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091S-677
DB-5	0.18	10	0.18	-60 至 325/350	121-5012
DB-5	0.18	10	0.40	-60 至 325/350	121-5013
DB-5	0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-5022
DB-5	0.18	20	0.40	-60 至 325/350	121-5023
DB-5	0.18	40	0.18	-60 至 325/350	121-5042
HP-5	0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091J-577
DB-5ms	0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-5522
DB-5ms	0.18	20	0.36	-60 至 325/350	121-5523
DB-5ms	0.18	40	0.18	-60 至 325/350	121-5542
HP-5ms	0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091S-577
DB-XLB	0.18	20	0.18	30 至 340/360	121-1222
DB-XLB	0.18	30	0.18	30 至 340/360	121-1232
DB-35ms	0.18	20	0.18	50 至 340/360	121-3822
DB-17	0.18	20	0.18	40 至 280/300	121-1722
DB-17	0.18	20	0.30	40 至 280/300	121-1723
DB-17ms	0.18	20	0.18	40 至 320/340	121-4722
HP-50+	0.18	20	0.18	40 至 280/300	19091L-577
DB-23	0.18	20	0.20	40 至 250/260	121-2323
DB-225	0.18	20	0.20	40 至 220/240	121-2223
DB-624	0.18	20	1.00	-20 至 280	121-1324
DB-1301	0.18	10	0.40	-20 至 280/300	121-1313
DB-1701	0.18	10	0.40	-20 至 280/300	121-0713
DB-1701	0.18	20	0.18	-20 至 280/300	121-0722
DB-WAX	0.18	10	0.18	20 至 250/260	121-7012
DB-WAX	0.18	20	0.18	20 至 250/260	121-7022
DB-WAX	0.18	40	0.18	20 至 250/260	121-7042
DB-WAX	0.18	40	0.30	20 至 240/250	121-7043
HP-INNOWax	0.18	20	0.18	40 至 260/270	19091N-577
DB-5.625	0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-5621
DB-5.625	0.18	20	0.36	-60 至 325/350	121-5622
DB-VRX	0.18	20	1.00	-10 至 260	121-1524
DB-VRX	0.18	40	1.00	-10 至 260	121-1544
DB-608	0.18	20	0.18	40 至 280/300	121-6822



## 低流失 GC/MS 色谱柱

在分析实验室中用来分析各种的痕量、高沸点样品的台式 GC/MS 的数量迅速增长。这些样品需要惰性更强、低流失、温度更高的色谱柱。为满足这些日益增长的需求，安捷伦科技精心设计了几款“ms”色谱柱，以分析范围更广泛的低浓度样品，即使在更高的温度下也能实现更低的流失。

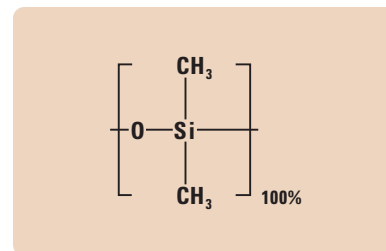
为什么安捷伦的 J&W 低流失色谱柱如此独特？独特的聚合物化学和专利表面脱活技术使色谱柱符合行业最严格的流失、惰性、选择性和柱效质量控制指标。安捷伦的 J&W “ms” 色谱柱采用特殊的表面脱活技术和硅氧烷化学以提高硅氧烷聚合物的色谱性能。

隔垫流失的质谱图看起来很像 GC 柱流失的质谱图，所以二者常常被混淆。区别二者的一种简单办法是：色谱柱流失表现为基线而非峰的升高，如果您看到流失峰，一般是来自低质量的隔垫或者使用温度超过了隔垫的使用温度上限。如需最大程度地减少隔垫对流失的影响，建议使用高质量的安捷伦 BTO、长寿命隔垫或者高级绿色隔垫。

Agilent 5975C 系列 GC/MSD 将提高实验室工作效率的创新设计与帮助您更快地获得更好的分析结果的高级分析功能相结合。如需了解详细信息，请访问 [www.agilent.com/chem/5975C.cn](http://www.agilent.com/chem/5975C.cn)。

## DB-1ms

- 100% 的二甲基聚硅氧烷，选择性与 DB-1 相同
- 非极性
- 极低的色谱柱流失，是理想的 GC/MS 色谱柱
- 与标准 100% 二甲基聚硅氧烷色谱柱相比改进了酸性化合物的分离性能
- 提高了信噪比，有更高的灵敏度和质谱图完整性
- 温度上限为 340/360°C
- 优异的通用色谱柱
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗

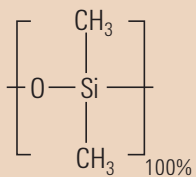


二甲基聚硅氧烷结构

相似的固定相： HP-1ms, Rtx-1ms, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, MDN-1, AT-1, ZB-1ms

### DB-1ms

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.10	10	0.10	-60 至 340/360	127-0112
0.10	10	0.40	-60 至 340/360	127-0113
0.10	20	0.10	-60 至 340/360	127-0122
0.10	20	0.40	-60 至 340/360	127-0123
0.18	20	0.18	-60 至 340/360	121-0122
0.20	12	0.33	-60 至 340/350	128-0112
0.20	25	0.33	-60 至 340/350	128-0122
0.25	15	0.25	-60 至 340/360	122-0112
0.25	30	0.10	-60 至 340/360	122-0131
0.25	30	0.25	-60 至 340/360	122-0132
0.25	60	0.25	-60 至 340/360	122-0162
0.32	15	0.25	-60 至 340/360	123-0112
0.32	30	0.10	-60 至 340/360	123-0131
0.32	30	0.25	-60 至 340/360	123-0132
0.32	60	0.25	-60 至 340/360	123-0162



二甲基聚硅氧烷结构

## HP-1ms

- 100% 二甲基聚硅氧烷
- 选择性与 HP-1 完全相同
- 非极性
- 低流失
- 高性能通用色谱柱
- 提高了信噪比，具有更高的灵敏度和质谱图完整性
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

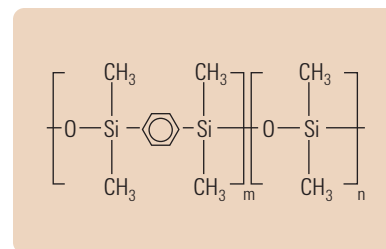
相似的固定相： DB-1ms, Rtx-1ms, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, MDN-1, AT-1, ZB-1ms

### HP-1ms

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091S-677
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	19091S-602
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	19091S-931
0.25	30	0.10	-60 至 325/350	19091S-833
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	19091S-933
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	19091S-633
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	19091S-733
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	19091S-936
0.32	15	0.25	-60 至 325/350	19091S-911
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	19091S-612
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	19091S-913
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	19091S-713
0.32	60	0.25	-60 至 325/350	19091S-916

## DB-5ms

- 苯基亚芳基聚合物性能上等同于 (5%-苯基) -甲基聚硅氧烷
- 非极性
- 极低的色谱柱流失, 是理想的 GC/MS 用色谱柱
- 对活性化合物惰性优异
- 提高了信噪比, 具有更高的灵敏度和质谱图完整性
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗
- 经 MSD 测试并提供合格证书
- 完全取代 HP-5TA
- 基本相当于 USP 固定相 G27
- 提供测试混合物



聚(二甲基硅氧基)聚  
(1,4-双[二甲基硅氧基]次苯基)硅氧烷结构

相似的固定相: Rtx-5ms, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, AT-5ms, ZB-5ms

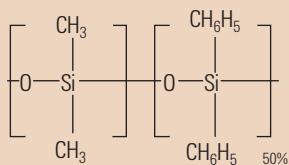
### DB-5ms

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-5522
0.18	20	0.36	-60 至 325/350	121-5523
0.18	40	0.18	-60 至 325/350	121-5542
0.20	12	0.33	-60 至 325/350	128-5512
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	128-5522
0.20	50	0.33	-60 至 325/350	128-5552
0.25	15	0.10	-60 至 325/350	122-5511
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	122-5512
0.25	15	0.50	-60 至 325/350	122-5516
0.25	15	1.00	-60 至 325/350	122-5513
0.25	25	0.25	-60 至 325/350	122-5522
0.25	25	0.40	-60 至 325/350	122-552A
0.25	30	0.10	-60 至 325/350	122-5531
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	122-5532
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	122-5536
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	122-5533
0.25	50	0.25	-60 至 325/350	122-5552
0.25	60	0.10	-60 至 325/350	122-5561
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	122-5562
0.25	60	1.00	-60 至 325/350	122-5563



### DB-5ms (续)

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	15	0.10	-60 至 325/350	123-5511
0.32	15	0.25	-60 至 325/350	123-5512
0.32	15	1.00	-60 至 325/350	123-5513
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	123-5526
0.32	30	0.10	-60 至 325/350	123-5531
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	123-5532
0.32	30	0.50	-60 至 325/350	123-5536
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	123-5533
0.32	60	0.10	-60 至 325/350	123-5561
0.32	60	0.25	-60 至 325/350	123-5562
0.32	60	0.50	-60 至 325/350	123-5566
0.32	60	1.00	-60 至 325/350	123-5563
0.53	15	1.50	-60 至 300/320	125-5512
0.53	30	0.50	-60 至 300/320	125-5537
0.53	30	1.00	-60 至 300/320	125-553J
0.53	30	1.50	-60 至 300/320	125-5532



二苯基二甲基聚硅氧烷的结构

### HP-5ms

- (5%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 选择性与 HP-5 完全相同
- 非极性
- 极低的色谱柱流失，是理想的 GC/MS 用色谱柱
- 对活性化合物，包括酸性和碱性化合物具有优异的惰性
- 提高了信噪比，具有更高的灵敏度和质谱图完整性
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 相当于 USP 固定相 G27

**相似的固定相:** DB-5ms, Rtx-5MS, Rtx-5 Amine, PTE-5, CP-Sil 8 CB Low Bleed/MS, BPX-5, ZB-5ms, Equity-5

**HP-5ms**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091S-577
0.20	12	0.33	-60 至 325/350	19091S-101
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	19091S-102
0.20	50	0.33	-60 至 325/350	19091S-105
0.25	15	0.10	-60 至 325/350	19091S-331
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	19091S-431
0.25	15	1.00	-60 至 325/350	19091S-231
0.25	30	0.10	-60 至 325/350	19091S-333
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	19091S-433
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	19091S-133
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	19091S-233
0.25	60	0.10	-60 至 325/350	19091S-336
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	19091S-436
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	19091S-112
0.32	30	0.10	-60 至 325/350	19091S-313
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	19091S-413
0.32	30	0.50	-60 至 325/350	19091S-113
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	19091S-213
0.32	60	0.25	-60 至 325/350	19091S-416

**DB-XLB**

- 超低的流失
- 弱极性
- 温度上限扩展到 340/360°C
- 独特的选择性
- 对活性化合物惰性优异
- 理想的验证分析用色谱柱
- 非常适用于农药、除草剂、PCBs (多氯联苯) 和 PAHs (多环芳烃)
- 理想的 GC/MS 色谱柱
- 经 MSD 测试并提供合格证书
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

注：“DB-XLB 是为了抑制高温时色谱柱的流失而设计的。在与 MS 检测联用时，对分离许多多氯联苯同系物有超强的分离能力，这种显著特性在仔细优化了色谱柱尺寸、程序升温 and 载气流速条件之后得到了最大的发挥。” (Frame, G. Analytical Chemistry News & Features, Aug. 1, 1997, 468A-475A)

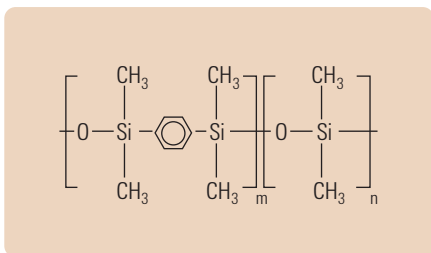
相似的固定相： Rtx-XLB, MDN-12





### DB-XLB

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	30 至 340/360	121-1222
0.18	30	0.18	30 至 340/360	121-1232
0.20	12	0.33	30 至 340/360	128-1212
0.20	25	0.33	30 至 340/360	128-1222
0.25	15	0.10	30 至 340/360	122-1211
0.25	15	0.25	30 至 340/360	122-1212
0.25	30	0.10	30 至 340/360	122-1231
0.25	30	0.25	30 至 340/360	122-1232
0.25	30	0.50	30 至 340/360	122-1236
0.25	30	1.00	30 至 340/360	122-1233
0.25	60	0.25	30 至 340/360	122-1262
0.32	30	0.25	30 至 340/360	123-1232
0.32	30	0.50	30 至 340/360	123-1236
0.32	60	0.25	30 至 340/360	123-1262
0.53	15	1.50	30 至 320/340	125-1212
0.53	30	1.50	30 至 320/340	125-1232



聚(二甲基硅氧基)聚  
(1,4-双[二甲基硅氧基]次苯基)硅氧烷结构

### DB-35ms

- 实质上等同于 (35%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 中等极性
- 极低的色谱柱流失，是理想的 GC/MS 用色谱柱
- 温度上限扩展到 340/360°C
- 对活性化合物惰性优异
- 理想的验证分析用色谱柱
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 替代 HP-35ms
- 基本相当于 USP 固定相 G42

相似的固定相： Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, MDN-35, BPX-35

**DB-35ms**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	50 至 340/360	121-3822
0.20	15	0.33	50 至 340/360	128-3812
0.20	25	0.33	50 至 340/360	128-3822
0.25	15	0.25	50 至 340/360	122-3812
0.25	30	0.15	50 至 340/360	122-3831
0.25	30	0.25	50 至 340/360	122-3832
0.25	60	0.25	50 至 340/360	122-3862
0.32	15	0.25	50 至 340/360	123-3812
0.32	30	0.25	50 至 340/360	123-3832
0.53	30	0.50	50 至 320/340	125-3837
0.53	30	1.00	50 至 320/340	125-3832

**DB-17ms**

- 实质上相当于 (50%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 温度上限 320/340°C
- 流失极低的中等极性色谱柱, GC/MS 分析的理想选择
- 对活性化合物惰性优异
- 增强的质谱图完整性
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 用于 CLP 农药分析的最佳色谱柱

相似的固定相: HP-50+, Rtx-50, VF-17ms, 007-17, SP-2250, SPB-50, BPX-50, SPB-17, AT-50

**DB-17ms**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	40 至 320/340	121-4722
0.25	15	0.15	40 至 320/340	122-4711
0.25	15	0.25	40 至 320/340	122-4712
0.25	30	0.15	40 至 320/340	122-4731
0.25	30	0.25	40 至 320/340	122-4732
0.25	60	0.25	40 至 320/340	122-4762
0.32	15	0.25	40 至 320/340	123-4712
0.32	30	0.25	40 至 320/340	123-4732



## DB-225ms

- 实质上等同于 (50%-氰丙基苯基)-甲基聚硅氧烷
- 中等/强极性
- 特别适用于分离顺、反-脂肪酸甲酯 (FAME)
- 低流失
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 基本相当于 USP 固定相 G7

相似的固定相: HP-225, SP-2330, CP-Sil 43 CB, Rtx-225, BP-225, OV-225, 007-225, AT-225

### DB-225ms

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	温度范围 ( $^{\circ}\text{C}$ )	部件号
0.25	15	0.25	40 至 240	122-2912
0.25	30	0.25	40 至 240	122-2932
0.25	60	0.25	40 至 240	122-2962
0.32	30	0.25	40 至 240	123-2932



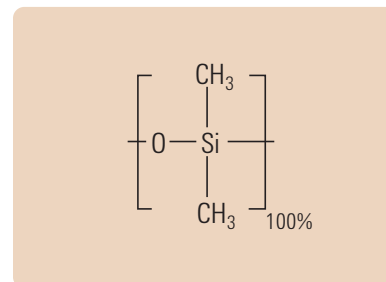
## 优级聚硅氧烷色谱柱

聚硅氧烷是最常用的固定相。它们种类齐全，并且稳定、耐用、通用性强。标准聚硅氧烷是以重复硅氧烷结构为特征的。每个硅原子都连接有两个官能团。官能团的种类和数量决定每一种固定相特点和性质。

### DB-1

- 100% 二甲基聚硅氧烷
- 非极性
- 高性能通用色谱柱
- 应用范围广
- 低流失
- 温度上限高
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗
- 有各种色谱柱尺寸
- 相当于美国药典固定相 G2

**相似的固定相：** HP-1, Ultra-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB Low Bleed/MS, Rtx-1, BP-1, OV-1, OV-101, 007-1(MS), SP-2100, SE-30, CP-Sil 5 CB MS, ZB-1, AT-1, MDN-1, ZB-1



二甲基聚硅氧烷结构



安捷伦经验证的样品瓶与每种安捷伦仪器相同，是经过高质量的设计，运用专业知识和遵循严格的技术指标制造的。如需了解详细信息，请访问

[www.agilent.com/chem/vials.cn](http://www.agilent.com/chem/vials.cn)



样品瓶盖专为完全密封和对安捷伦自动进样器进行无操作而设计和制作

### DB-1

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.05	10	0.05	-60 至 325/350	126-1012
0.05	10	0.20	-60 至 325/350	126-1013
0.10	5	0.12	-60 至 325/350	127-100A
0.10	10	0.10	-60 至 325/350	127-1012
0.10	10	0.40	-60 至 325/350	127-1013
0.10	20	0.10	-60 至 325/350	127-1022
0.10	20	0.40	-60 至 325/350	127-1023
0.10	40	0.20	-60 至 325/350	127-1046
0.10	40	0.40	-60 至 325/350	127-1043
0.15	10	1.20	-60 至 325/350	12A-1015
0.18	10	0.18	-60 至 325/350	121-1012
0.18	10	0.18	-60 至 325/350	121-1012E*
0.18	10	0.20	-60 至 325/350	121-101A
0.18	10	0.40	-60 至 325/350	121-1013
0.18	10	0.40	-60 至 325/350	121-1013E*
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-1022
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-1022E*
0.18	20	0.40	-60 至 325/350	121-1023
0.18	40	0.40	-60 至 325/350	121-1043
0.18	40	0.40	-60 至 325/350	121-1043E*
0.20	12	0.33	-60 至 325/350	128-1012
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	128-1022
0.20	50	0.33	-60 至 325/350	128-1052
0.25	15	0.10	-60 至 325/350	122-1011
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	122-1012
0.25	15	1.00	-60 至 325/350	122-1013
0.25	25	0.25	-60 至 325/350	122-1022
0.25	30	0.10	-60 至 325/350	122-1031
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	122-1032
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	122-103E
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	122-1033
0.25	50	0.25	-60 至 325/350	122-1052
0.25	60	0.10	-60 至 325/350	122-1061
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	122-1062
0.25	60	0.50	-60 至 325/350	122-106E
0.25	60	1.00	-60 至 325/350	122-1063
0.25	100	0.50	-60 至 325/350	122-10AE
0.25	150	1.00	-60 至 325/350	122-10G3

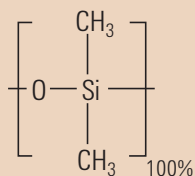
**DB-1 (续)**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	15	0.10	-60 至 325/350	123-1011
0.32	15	0.25	-60 至 325/350	123-1012
0.32	15	1.00	-60 至 325/350	123-1013
0.32	15	3.00	-60 至 280/300	123-1014
0.32	15	5.00	-60 至 280/300	123-1015
0.32	25	0.12	-60 至 325/350	123-1027
0.32	25	0.25	-60 至 325/350	123-1022
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	123-1026
0.32	25	1.05	-60 至 325/350	123-102F
0.32	30	0.10	-60 至 325/350	123-1031
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	123-1032
0.32	30	0.50	-60 至 325/350	123-103E
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	123-1033
0.32	30	1.50	-60 至 300/320	123-103B
0.32	30	3.00	-60 至 280/300	123-1034
0.32	30	5.00	-60 至 280/300	123-1035
0.32	50	0.25	-60 至 325/350	123-1052
0.32	50	0.52	-60 至 325/350	123-1056
0.32	50	1.05	-60 至 325/350	123-105F
0.32	50	1.20	-60 至 325/350	123-105C
0.32	50	5.00	-60 至 280/300	123-1055
0.32	60	0.10	-60 至 325/350	123-1061
0.32	60	0.25	-60 至 325/350	123-1062
0.32	60	0.50	-60 至 325/350	123-106E
0.32	60	1.00	-60 至 325/350	123-1063
0.32	60	1.50	-60 至 300/320	123-106B
0.32	60	2.00	-60 至 280/300	123-106G
0.32	60	3.00	-60 至 280/300	123-1064
0.32	60	5.00	-60 至 280/300	123-1065
0.45	30	1.27	-60 至 325/350	124-1032
0.45	30	2.55	-60 至 260/280	124-1034
0.53	5	2.65	-60 至 325/350	125-100B
0.53	5	5.00	-60 至 325/350	125-1005
0.53	7.5	1.50	-60 至 325/350	125-1002
0.53	10	2.65	-60 至 260/280	125-10HB
0.53	10	5.00	-60 至 260/280	125-10H5
0.53	15	0.15	-60 至 340/360	125-1011
0.53	15	0.25	-60 至 320/340	125-101K
0.53	15	0.50	-60 至 300/320	125-1017
0.53	15	1.00	-60 至 300/320	125-101J



### DB-1 (续)

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	15	1.50	-60 至 300/320	125-1012
0.53	15	3.00	-60 至 260/280	125-1014
0.53	15	5.00	-60 至 260/280	125-1015
0.53	25	1.00	-60 至 300/320	125-102J
0.53	25	5.00	-60 至 260/280	125-1025
0.53	30	0.10	-60 至 340/360	125-1039
0.53	30	0.25	-60 至 320/340	125-103K
0.53	30	0.50	-60 至 300/320	125-1037
0.53	30	1.00	-60 至 300/320	125-103J
0.53	30	1.50	-60 至 300/320	125-1032
0.53	30	2.65	-60 至 260/280	125-103B
0.53	30	3.00	-60 至 260/280	125-1034
0.53	30	5.00	-60 至 260/280	125-1035
0.53	50	5.00	-60 至 260/280	125-1055
0.53	60	1.00	-60 至 300/320	125-106J
0.53	60	1.50	-60 至 300/320	125-1062
0.53	60	3.00	-60 至 260/280	125-1064
0.53	60	5.00	-60 至 260/280	125-1065
0.53	105	5.00	-60 至 260/280	125-10B5



二甲基聚硅氧烷结构

### HP-1

- 100% 二甲基聚硅氧烷
- 非极性
- 高性能通用色谱柱 — “行业标准”
- 应用范围广
- 对低分子量醇类 (<C5) 具有卓越的性能
- 温度上限高
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗
- 色谱柱尺寸多样化
- 相当于 USP 固定相 G2

**相似的固定相:** DB-1, Ultra-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB, Rtx-1, BP-1, OV-1, OV-101, 007-1(MS), SP-2100, SE-30, CP-Sil 5 CB MS, ZB-1, AT-1, MDN-1, ZB-1

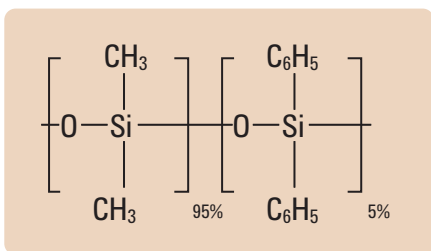
**HP-1**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091Z-577
0.20	12	0.33	-60 至 325/350	19091-60312
0.20	17	0.10	-60 至 325/350	19091Z-008
0.20	25	0.11	-60 至 325/350	19091Z-002
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	19091Z-102
0.20	25	0.50	-60 至 325/350	19091Z-202
0.20	50	0.11	-60 至 325/350	19091Z-005
0.20	50	0.33	-60 至 325/350	19091Z-105
0.20	50	0.50	-60 至 325/350	19091Z-205
0.25	15	0.10	-60 至 325/350	19091Z-331
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	19091Z-431
0.25	15	1.00	-60 至 325/350	19091Z-231
0.25	30	0.10	-60 至 325/350	19091Z-333
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	19091Z-433
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	19091Z-233
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	19091Z-436
0.25	60	1.00	-60 至 325/350	19091Z-236
0.25	100	0.50	-60 至 325/350	19091Z-530
0.32	15	0.25	-60 至 325/350	19091Z-411
0.32	15	1.00	-60 至 325/350	19091Z-211
0.32	25	0.17	-60 至 325/350	19091Z-012
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	19091Z-112
0.32	25	1.05	-60 至 325/350	19091Z-212
0.32	30	0.10	-60 至 325/350	19091Z-313
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	19091Z-413
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	19091Z-213
0.32	30	3.00	-60 至 260/280	19091Z-513
0.32	30	4.00	-60 至 260/280	19091Z-613
0.32	30	5.00	-60 至 260/280	19091Z-713
0.32	50	0.17	-60 至 325/350	19091Z-015
0.32	50	0.52	-60 至 325/350	19091Z-115
0.32	50	1.05	-60 至 325/350	19091Z-215
0.32	60	0.25	-60 至 325/350	19091Z-416
0.32	60	1.00	-60 至 325/350	19091Z-216
0.32	60	5.00	-60 至 260/280	19091Z-716
0.53	5	0.15	-60 至 320/400	19095Z-220
0.53	5	0.88	-60 至 320/400	19095Z-020
0.53	5	2.65	-60 至 260/280	19095S-100
0.53	7.5	5.00	-60 至 260/280	19095Z-627



### HP-1 (续)

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	10	0.88	-60 至 300/320	19095Z-021
0.53	10	2.65	-60 至 260/280	19095Z-121
0.53	15	0.15	-60 至 320/400	19095Z-221
0.53	15	1.50	-60 至 300/320	19095Z-321
0.53	15	3.00	-60 至 260/280	19095Z-421
0.53	15	5.00	-60 至 260/280	19095Z-621
0.53	30	0.88	-60 至 300/320	19095Z-023
0.53	30	1.50	-60 至 300/320	19095Z-323
0.53	30	2.65	-60 至 260/280	19095Z-123
0.53	30	3.00	-60 至 260/280	19095Z-423
0.53	30	5.00	-60 至 260/280	19095Z-623
0.53	60	5.00	-60 至 260/280	19095Z-626



二苯基二甲基聚硅氧烷的结构

### DB-5

- (5%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 非极性
- 高性能通用色谱柱
- 应用范围广
- 低流失
- 温度上限高
- 键合和交联
- 可用溶剂冲洗
- 色谱柱尺寸多样化
- 相当于 USP 固定相 G27

相似的固定相: HP-5, Ultra-2, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, OV-5, 007-2(MPS-5), SE-52, SE-54, XTI-5, PTE-5, HP-5MS, ZB-5, AT-5, MDN-5, ZB-5

### DB-5

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.10	10	0.10	-60 至 325/350	127-5012
0.10	10	0.17	-60 至 325/350	127-501E
0.10	10	0.33	-60 至 325/350	127-501N
0.10	10	0.40	-60 至 325/350	127-5013
0.10	20	0.10	-60 至 325/350	127-5022
0.10	20	0.40	-60 至 325/350	127-5023
0.15	10	1.20	-60 至 300/320	12A-5015

**DB-5 (续)**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	10	0.18	-60 至 325/350	121-5012
0.18	10	0.40	-60 至 325/350	121-5013
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-5022
0.18	20	0.40	-60 至 325/350	121-5023
0.18	40	0.18	-60 至 325/350	121-5042
0.20	12	0.33	-60 至 325/350	128-5012
0.20	15	0.20	-60 至 325/350	128-50H7
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	128-5022
0.20	50	0.33	-60 至 325/350	128-5052
0.25	15	0.10	-60 至 325/350	122-5011
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	122-5012
0.25	15	0.50	-60 至 325/350	122-501E
0.25	15	1.00	-60 至 325/350	122-5013
0.25	25	0.25	-60 至 325/350	122-5022
0.25	30	0.10	-60 至 325/350	122-5031
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	122-5032
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	122-503E
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	122-5033
0.25	50	0.25	-60 至 325/350	122-5052
0.25	60	0.10	-60 至 325/350	122-5061
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	122-5062
0.25	60	0.50	-60 至 325/350	122-506E
0.25	60	1.00	-60 至 325/350	122-5063
0.32	15	0.10	-60 至 325/350	123-5011
0.32	15	0.25	-60 至 325/350	123-5012
0.32	15	1.00	-60 至 325/350	123-5013
0.32	25	0.17	-60 至 325/350	123-502D
0.32	25	0.25	-60 至 325/350	123-5022
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	123-5026
0.32	25	1.05	-60 至 325/350	123-502F
0.32	30	0.10	-60 至 325/350	123-5031
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	123-5032
0.32	30	0.50	-60 至 325/350	123-503E
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	123-5033
0.32	30	1.50	-60 至 325/350	123-503B
0.32	50	0.25	-60 至 325/350	123-5052
0.32	50	0.52	-60 至 325/350	123-5056
0.32	50	1.00	-60 至 325/350	123-5053
0.32	60	0.25	-60 至 325/350	123-5062
0.32	60	1.00	-60 至 325/350	123-5063
0.45	15	1.27	-60 至 300/320	124-5012
0.45	30	0.42	-60 至 300/320	124-5037
0.45	30	1.27	-60 至 300/320	124-5032



### DB-5 (续)

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.45	15	1.27	-60 至 300/320	124-5012
0.45	30	0.42	-60 至 300/320	124-5037
0.45	30	1.27	-60 至 300/320	124-5032
0.53	10	2.65	-60 至 260/280	125-50HB
0.53	15	0.25	-60 至 300/320	125-501K
0.53	15	0.50	-60 至 300/320	125-5017
0.53	15	1.00	-60 至 300/320	125-501J
0.53	15	1.50	-60 至 300/320	125-5012
0.53	25	5.00	-60 至 260/280	125-5025
0.53	30	0.25	-60 至 300/320	125-503K
0.53	30	0.50	-60 至 300/320	125-5037
0.53	30	0.88	-60 至 300/320	125-503D
0.53	30	1.00	-60 至 300/320	125-503J
0.53	30	1.50	-60 至 300/320	125-5032
0.53	30	2.65	-60 至 260/280	125-503B
0.53	30	3.00	-60 至 260/280	125-5034
0.53	30	5.00	-60 至 260/280	125-5035
0.53	60	1.50	-60 至 300/320	125-5062
0.53	60	5.00	-60 至 260/280	125-5065

### HP-5

- (5%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 非极性
- 高性能通用色谱柱
- 应用范围广
- 温度上限高
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 有各种色谱柱尺寸
- 相当于 USP 固定相 G27

**相似的固定相:** DB-5, Ultra-2, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, OV-5, 007-2(MPS-5), SE-52, SE-54, XTI-5, PTE-5, HP-5MS, ZB-5, AT-5, MDN-5, ZB-5



**HP-5**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	19091J-577
0.20	12	0.33	-60 至 325/350	19091J-101
0.20	25	0.11	-60 至 325/350	19091J-002
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	19091J-102
0.20	25	0.50	-60 至 325/350	19091J-202
0.20	50	0.11	-60 至 325/350	19091J-005
0.20	50	0.33	-60 至 325/350	19091J-105
0.20	50	0.50	-60 至 325/350	19091J-205
0.25	5	0.10	-60 至 325/350	19091J-330
0.25	15	0.25	-60 至 325/350	19091J-431
0.25	15	1.00	-60 至 325/350	19091J-231
0.25	30	0.10	-60 至 325/350	19091J-333
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	19091J-433
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	19091J-233
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	19091J-436
0.25	60	1.00	-60 至 325/350	19091J-236
0.32	15	0.25	-60 至 325/350	19091J-411
0.32	25	0.17	-60 至 325/350	19091J-012
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	19091J-112
0.32	25	1.05	-60 至 325/350	19091J-212
0.32	30	0.10	-60 至 325/350	19091J-313
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	19091J-413
0.32	30	0.50	-60 至 325/350	19091J-113
0.32	30	1.00	-60 至 325/350	19091J-213
0.32	50	0.17	-60 至 325/350	19091J-015
0.32	50	0.52	-60 至 325/350	12A-5015
0.32	50	1.05	-60 至 325/350	19091J-215
0.32	60	0.25	-60 至 325/350	19091J-416
0.32	60	1.00	-60 至 325/350	19091J-216
0.53	10	2.65	-60 至 260/280	19095J-121
0.53	15	1.50	-60 至 300/320	19095J-321
0.53	15	5.00	-60 至 260/280	19095J-621
0.53	30	0.88	-60 至 300/320	19095J-023
0.53	30	1.50	-60 至 300/320	19095J-323
0.53	30	2.65	-60 至 260/280	19095J-123
0.53	30	5.00	-60 至 260/280	19095J-623





## Ultra 1

- 非极性
- 100% 二甲基聚硅氧烷
- 等同于 HP-1, 对保留指数和容量因子有更严格的质控规范
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗

相似的固定相: DB-1, HP-1, SPB-1, CP-Sil 5 CB, Rtx-1, BP-1, 007-1(MS)

### Ultra 1

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.20	12	0.33	-60 至 325/350	19091A-101
0.20	25	0.11	-60 至 325/350	19091A-002
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	19091A-102
0.20	50	0.11	-60 至 325/350	19091A-005
0.20	50	0.33	-60 至 325/350	19091A-105
0.32	25	0.17	-60 至 325/350	19091A-012
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	19091A-112
0.32	50	0.17	-60 至 325/350	19091A-015
0.32	50	0.52	-60 至 325/350	19091A-115

## Ultra 2

- 非极性
- (5%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 等同于 HP-5, 对保留指数和容量因子有更严格的质控规范
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

相似的固定相: DB-5, HP-5, SPB-5, CP-Sil 8 CB, Rtx-5, BP-5, CB-5, 007-5, 2B-5

### Ultra 2

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.20	12	0.33	-60 至 325/350	19091B-101
0.20	25	0.11	-60 至 325/350	19091B-002
0.20	25	0.33	-60 至 325/350	19091B-102
0.20	50	0.11	-60 至 325/350	19091B-005
0.20	50	0.33	-60 至 325/350	19091B-105
0.32	25	0.17	-60 至 325/350	19091B-012
0.32	25	0.52	-60 至 325/350	19091B-112
0.32	50	0.17	-60 至 325/350	19091B-015
0.32	50	0.52	-60 至 325/350	19091B-115

### DB-35

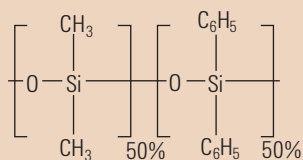
- (35%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 中等极性 — 较 HP-35 极性稍高
- 低流失
- 对活性化合物具有惰性
- 理想的验证分析用色谱柱
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 相当于 USP 固定相 G42

相似的固定相: Rtx-35, SPB-35, AT-35, Sup-Herb, HP-35, BPX-35

### DB-35

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	30	0.25	40 至 300/320	122-1932
0.25	60	0.25	40 至 300/320	122-1962
0.32	30	0.25	40 至 300/320	123-1932
0.32	30	0.50	40 至 300/320	123-1933
0.53	15	1.00	40 至 280/300	125-1912
0.53	30	0.50	40 至 280/300	125-1937
0.53	30	1.00	40 至 280/300	125-1932





二苯基二甲基聚硅氧烷的结构

## DB-17

- (50%-苯基) -甲基聚硅氧烷
- 中等极性 — 比 HP-50+ 的极性略强
- 非常适用于确认分析
- 键合和交联
- 可用溶剂清洗
- 相当于 USP 固定相 G3

**相似的固定相:** HP-50+, Rtx-50, CP-Sil 24 CB, 007-17(MPS-50), HP-17, SP-2250, SPB-50, ZB-50, AT-50

### DB-17

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.05	10	0.10	40 至 280/300	126-1713
0.10	10	0.10	40 至 280/300	127-1712
0.10	10	0.20	40 至 280/300	127-1713
0.10	20	0.10	40 至 280/300	127-1722
0.18	20	0.18	40 至 280/300	121-1722
0.18	20	0.30	40 至 280/300	121-1723
0.25	15	0.15	40 至 280/300	122-1711
0.25	15	0.25	40 至 280/300	122-1712
0.25	15	0.50	40 至 280/300	122-1713
0.25	30	0.15	40 至 280/300	122-1731
0.25	30	0.25	40 至 280/300	122-1732
0.25	30	0.50	40 至 280/300	122-1733
0.25	60	0.25	40 至 280/300	122-1762
0.32	15	0.15	40 至 280/300	123-1711
0.32	15	0.25	40 至 280/300	123-1712
0.32	15	0.50	40 至 280/300	123-1713
0.32	30	0.15	40 至 280/300	123-1731
0.32	30	0.25	40 至 280/300	123-1732
0.32	30	0.50	40 至 280/300	123-1733
0.32	60	0.25	40 至 280/300	123-1762
0.53	5	2.00	40 至 280/300	125-1704
0.53	15	0.25	40 至 260/280	125-1711
0.53	15	0.50	40 至 260/280	125-1717

**DB-17 (续)**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	15	1.00	40 至 260/280	125-1712
0.53	15	1.50	40 至 260/280	125-1713
0.53	30	0.25	40 至 260/280	125-1731
0.53	30	0.50	40 至 260/280	125-1737
0.53	30	1.00	40 至 260/280	125-1732
0.53	30	1.50	40 至 260/280	125-1733
0.53	60	1.00	40 至 260/280	125-1762

**HP-50+**

- (50%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 中等极性 — 比 DB-17 极性稍低
- 理想的验证分析用色谱柱
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 相当于 USP 固定相 G3

**相似的固定相:** DB-17, Rtx-50, CP-Sil 24 CB, 007-17(MPS-50), SP-2250, SPB-50, ZB-50, AT-50

**HP-50+**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	40 至 280/300	19091L-577
0.20	12	0.31	40 至 280/300	19091L-101
0.25	5	0.15	40 至 280/300	19091L-330
0.25	15	0.25	40 至 280/300	19091L-431
0.25	30	0.15	40 至 280/300	19091L-333
0.25	30	0.25	40 至 280/300	19091L-433
0.25	30	0.50	40 至 280/300	19091L-133
0.32	15	0.50	40 至 280/300	19091L-111
0.32	30	0.25	40 至 280/300	19091L-413
0.32	30	0.50	40 至 280/300	19091L-113
0.32	60	0.25	40 至 280/300	19091L-416
0.53	15	1.00	40 至 260/280	19095L-021
0.53	30	0.50	40 至 260/280	19095L-523
0.53	30	1.00	40 至 260/280	19095L-023



## DB-1301 和 DB-1701

- DB-1301 (6%-氰丙基-苯基) 甲基聚硅氧烷
- DB-1301 相当于 USP 固定相 G43
- 低/中等极性
- 键合交联
- 完全取代 HP-1301 和 HP-1701
- 可用溶剂清洗

相似的固定相: Rtx-1301, PE-1301  
DB-1701: SPB-1701, CP-Sil 19 CB, Rtx-1701, BP-10, OV-1701,  
007-1701, ZB-1701

### DB-1301

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	30	0.25	-20 至 280/300	122-1332
0.25	30	1.00	-20 至 280/300	122-1333
0.25	60	0.25	-20 至 280/300	122-1362
0.25	60	1.00	-20 至 280/300	122-1363
0.32	30	0.25	-20 至 280/300	123-1332
0.32	30	1.00	-20 至 280/300	123-1333
0.32	60	1.00	-20 至 280/300	123-1363
0.53	15	1.00	-20 至 260/280	125-1312
0.53	30	1.00	-20 至 260/280	125-1332
0.53	30	1.50	-20 至 260/280	125-1333

### DB-1701

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.10	20	0.10	-20 至 280/300	127-0722
0.10	20	0.40	-20 至 280/300	127-0723
0.18	10	0.40	-20 至 280/300	121-0713
0.25	15	0.25	-20 至 280/300	122-0712
0.25	15	1.00	-20 至 280/300	122-0713
0.25	30	0.15	-20 至 280/300	122-0731
0.25	30	0.25	-20 至 280/300	122-0732
0.25	30	1.00	-20 至 280/300	122-0733
0.25	60	0.15	-20 至 280/300	122-0761
0.25	60	0.25	-20 至 280/300	122-0762
0.25	60	0.50	-20 至 280/300	122-0766
0.25	60	1.00	-20 至 280/300	122-0763

**DB-1701**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	15	0.25	-20 至 280/300	123-0712
0.32	15	1.00	-20 至 280/300	123-0713
0.32	30	0.15	-20 至 280/300	123-0731
0.32	30	0.25	-20 至 280/300	123-0732
0.32	30	1.00	-20 至 280/300	123-0733
0.32	50	1.00	-20 至 280/300	123-0753
0.32	60	0.25	-20 至 280/300	123-0762
0.32	60	1.00	-20 至 280/300	123-0763
0.53	15	1.00	-20 至 260/280	125-0712
0.53	30	0.25	-20 至 260/280	125-0731
0.53	30	0.50	-20 至 260/280	125-0737
0.53	30	1.00	-20 至 260/280	125-0732
0.53	30	1.50	-20 至 260/280	125-0733
0.53	60	1.00	-20 至 260/280	125-0762

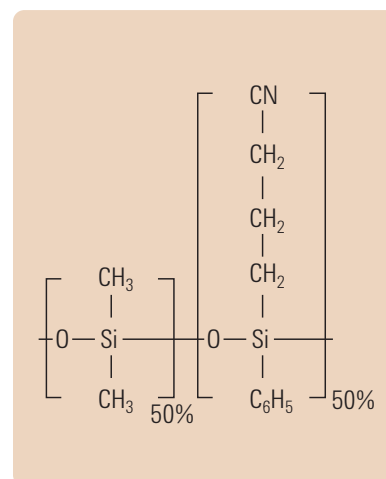
**DB-225**

- (50%-氰丙基苯基)-二甲基聚硅氧烷
- 中等/强极性
- 特别适用于分离顺、反-脂肪酸甲酯 (FAME)
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 完全取代 HP-225
- 基本相当于 USP 固定相 G7

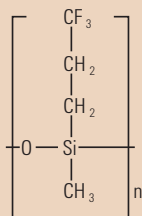
相似的固定相: SP-2330, CP-Sil 43 CB, Rtx-225, BP-225, OV-225, 007-225, AT-225

**DB-225**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.10	20	0.10	40 至 220/240	127-2222
0.18	20	0.20	40 至 220/240	121-2223
0.25	15	0.25	40 至 220/240	122-2212
0.25	30	0.15	40 至 220/240	122-2231
0.25	30	0.25	40 至 220/240	122-2232
0.32	30	0.25	40 至 220/240	123-2232
0.53	15	1.00	40 至 200/220	125-2212
0.53	30	0.50	40 至 200/220	125-2237
0.53	30	1.00	40 至 200/220	125-2232



氰丙基苯基甲基聚硅氧烷的结构



三氟丙基甲基聚硅氧烷的结构

## DB-200

- (35% 三氟丙基) -甲基聚硅氧烷
- 温度限为 300/320°C
- 中等极性 — 比 DB-1701 或 DB-17 的极性强
- 分离位置异构体的理想色谱柱
- 与含硝基、卤素和羰基等基团的化合物有独特的相互作用
- 低的 ECD 流失
- 独特的选择性
- 基本相当于 USP 固定相 G6

相似的固定相: Rtx-200

### DB-200

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	30	0.25	30 至 300/320	122-2032
0.25	30	0.50	30 至 300/320	122-2033
0.32	30	0.25	30 至 300/320	123-2032
0.32	30	0.50	30 至 300/320	123-2033
0.53	30	1.00	30 至 280/300	125-2032

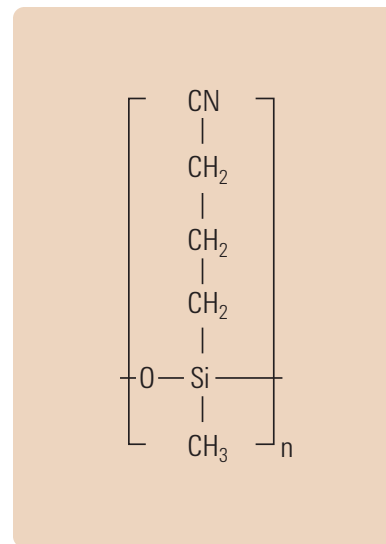
## DB-23

- (50% 氰丙基) 甲基聚硅氧烷
- 强极性
- 为分离脂肪酸甲酯 (FAME) 而设计
- 特别适合于分离顺、反-异构体
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗
- 取代 HP-23
- 基本相当于 USP 固定相 G5

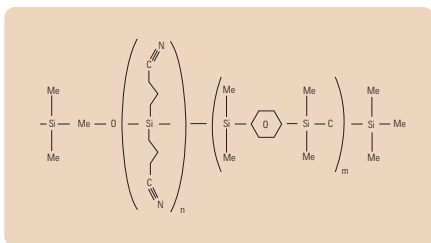
相似的固定相: SP-2330, Rtx-2330, 007-23, AT-Silar, BPX-70, SP-2340, VF-23ms

### DB-23

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.20	40 至 250/260	121-2323
0.25	15	0.25	40 至 250/260	122-2312
0.25	30	0.15	40 至 250/260	122-2331
0.25	30	0.25	40 至 250/260	122-2332
0.25	60	0.15	40 至 250/260	122-2361
0.25	60	0.25	40 至 250/260	122-2362
0.32	30	0.25	40 至 250/260	123-2332
0.32	60	0.25	40 至 250/260	123-2362
0.53	15	0.50	40 至 230/240	125-2312
0.53	30	0.50	40 至 230/240	125-2332



氰丙基甲基聚硅烷的结构



氰丙基芳基聚硅氧烷的结构

## HP-88

- (88%-氰丙基) 芳基-聚硅氧烷
- 温度上限为 250/320°C
- 强极性
- 为分离顺/反脂肪酸甲酯 (FAME) 而设计
- 对于顺/反异构体的分离甚至比 DB-23 还好

**相似的固定相:** CP-Sil 88, SP-2560, SP-2340, SP-2330, BPX-70, BPX-90

由于 HP-88 是非键合或非交联的，因此我们建议不用溶剂清洗。

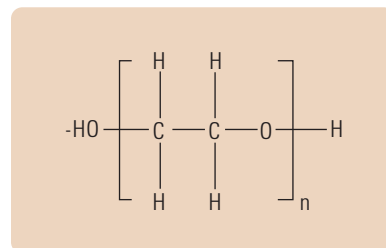
### HP-88

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	100	0.25	0 至 250/260	112-88A7
0.25	60	0.20	0 至 250/260	112-8867
0.25	30	0.20	0 至 250/260	112-8837

## 聚乙二醇 (PEG) 色谱柱

安捷伦提供了全方位的 PEG 色谱柱。即每种固定相都基于聚乙二醇聚合物，但是，严格控制交联和脱活过程产生了各种独特的固定相特性，以满足实验室的各种分析需求。

PEG 色谱柱	特点	优点
DB-WAX	最低操作温度下限	分析低沸点分析物
DB-WaxFF	与 Carbowax 20M 最相似 有 0.10 mm 内径柱 惰性性强	将旧方法转化为键合相 用于高通量的快速 GC 分析 扩宽分析物的相容性
DB-WAXetr	中等操作温度范围	兼顾高、低沸点分析物
HP-INNOWax	温度上限最高 化学相容性宽 在升高温度时流失最低 惰性性强	分析高沸点化合物 高性能通用色谱柱 MS 使用的最佳选择 扩宽分析物的相容性
DB-FFAP, HP-FFAP	酸改性	无需衍生化即可以直接进样有机酸
CAM	碱改性 非键合	碱性化合物峰形好 不能用溶剂清洗



聚乙二醇的结构



## DB-WAX 和 DB-WaxFF

- 聚乙二醇 (PEG)
- 相当于 USP 固定相 G16
- 强极性
- 较低的 20°C 温度在键合 PEG 固定相中是最低温度；改善低沸点分析物的分离度
- 柱间重现性好
- 键合交联
- 完全取代 HP-WAX
- 可用溶剂冲洗
- DB-WaxFF 是具有很高重现性的微径柱，尤其适用于香料的成分分析

**相似的固定相：** HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, Rtx-WAX, ZB-WAX

### DB-WAX 和 DB-WaxFF

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
<b>DB-WAX</b>				
0.05	10	0.05	20 至 250/260	126-7012
0.05	10	0.10	20 至 240/250	126-7013
0.10	10	0.10	20 至 250/260	127-7012
0.10	10	0.20	20 至 240/250	127-7013
0.10	20	0.10	20 至 250/260	127-7022
0.10	20	0.20	20 至 240/250	127-7023
0.18	10	0.18	20 至 250/260	121-7012
0.18	20	0.18	20 至 250/260	121-7022
0.18	20	0.30	20 至 240/250	121-7023
0.18	40	0.18	20 至 250/260	121-7042
0.18	40	0.30	20 至 240/250	121-7043
0.20	25	0.20	20 至 250/260	128-7022
0.20	30	0.20	20 至 250/260	128-7032
0.20	50	0.20	20 至 250/260	128-7052

**DB-WAX 和 DB-WaxFF**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	15	0.25	20 至 250/260	122-7012
0.25	15	0.50	20 至 240/250	122-7013
0.25	30	0.15	20 至 250/260	122-7031
0.25	30	0.25	20 至 250/260	122-7032
0.25	30	0.50	20 至 240/250	122-7033
0.25	60	0.15	20 至 250/260	122-7061
0.25	60	0.25	20 至 250/260	122-7062
0.25	60	0.50	20 至 240/250	122-7063
0.32	15	0.25	20 至 250/260	123-7012
0.32	15	0.50	20 至 240/250	123-7013
0.32	30	0.15	20 至 250/260	123-7031
0.32	30	0.25	20 至 250/260	123-7032
0.32	30	0.50	20 至 240/250	123-7033
0.32	60	0.25	20 至 250/260	123-7062
0.32	60	0.50	20 至 240/250	123-7063
0.45	30	0.85	20 至 230/240	124-7032
0.53	15	0.50	20 至 230/240	125-7017
0.53	15	1.00	20 至 230/240	125-7012
0.53	30	0.25	20 至 230/240	125-7031
0.53	30	0.50	20 至 230/240	125-7037
0.53	30	1.00	20 至 230/240	125-7032
0.53	60	1.00	20 至 230/240	125-7062
<b>DB-WaxFF</b>				
0.10	20	0.20	20 至 240/250	127-7023FF

只有安捷伦的衬管是根据安捷伦 GC 进样口的精确公差而设计的。如需了解详细信息，请访问

[www.agilent.com/chem/liners:cn](http://www.agilent.com/chem/liners:cn)



## DB-WAXetr

- 聚乙二醇 (PEG)
- 扩展温度范围 (etr)
- 强极性
- 柱间重现性优异
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗
- 相当于 USP 固定相 G16

**相似的固定相:** HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, HP-INNOWax, ZB-WAX

### DB-WAXetr

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	温度范围 ( $^{\circ}\text{C}$ )	部件号
0.20	25	0.40	30 至 250/260	128-7323
0.25	30	0.25	30 至 260/280	122-7332
0.25	30	0.50	30 至 250/260	122-7333
0.25	60	0.25	30 至 260/280	122-7362
0.25	60	0.50	30 至 250/260	122-7363
0.32	15	0.25	30 至 260/280	123-7312
0.32	15	1.00	30 至 250/260	123-7314
0.32	30	0.25	30 至 260/280	123-7332
0.32	30	0.50	30 至 250/260	123-7333
0.32	30	1.00	30 至 250/260	123-7334
0.32	50	1.00	30 至 250/260	123-7354
0.32	60	0.25	30 至 260/280	123-7362
0.32	60	0.50	30 至 250/260	123-7363
0.32	60	1.00	30 至 250/260	123-7364
0.53	15	1.00	30 至 240/260	125-7312
0.53	15	2.00	50 至 230/250	125-7314
0.53	30	1.00	30 至 240/260	125-7332
0.53	30	1.50	30 至 230/240	125-7333
0.53	30	2.00	50 至 230/250	125-7334
0.53	60	1.00	30 至 240/260	125-7362

## HP-INNOWax

- 聚乙二醇 (PEG)
- 强极性
- 键合 PEG 固定相中的温度上限最高
- 柱间重现性好
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 基本相当于 USP 固定相 G16

**相似的固定相:** HP-20M, SUPELCOWAX 10, CP-WAX 52 CB, SUPEROX II, CB-WAX, Stabilwax, BP-20, 007-CW, Carbowax, DB-WAXetr, ZB-WAX

### HP-INNOWax

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	40 至 260/270	19091N-577
0.20	25	0.20	40 至 260/270	19091N-102
0.20	25	0.40	40 至 260/270	19091N-202
0.20	50	0.20	40 至 260/270	19091N-105
0.20	50	0.40	40 至 260/270	19091N-205
0.25	4	0.25	40 至 260/270	19091N-130
0.25	5	0.15	40 至 260/270	19091N-030
0.25	15	0.25	40 至 260/270	19091N-131
0.25	15	0.50	40 至 260/270	19091N-231
0.25	30	0.15	40 至 260/270	19091N-033
0.25	30	0.25	40 至 260/270	19091N-133
0.25	30	0.50	40 至 260/270	19091N-233
0.25	60	0.15	40 至 260/270	19091N-036
0.25	60	0.25	40 至 260/270	19091N-136
0.25	60	0.50	40 至 260/270	19091N-236
0.32	15	0.25	40 至 260/270	19091N-111
0.32	30	0.15	40 至 260/270	19091N-013
0.32	30	0.25	40 至 260/270	19091N-113
0.32	30	0.50	40 至 260/270	19091N-213
0.32	60	0.25	40 至 260/270	19091N-116
0.32	60	0.50	40 至 260/270	19091N-216
0.53	15	1.00	40 至 240/250	19095N-121
0.53	30	1.00	40 至 240/250	19095N-123
0.53	60	1.00	40 至 240/250	19095N-126





## DB-FFAP

- 硝基对苯二酸改性的聚乙二醇
- 强极性
- 温度范围从 40°C 到 250°C
- 为分析挥发性脂肪酸和酚类而设计
- 取代 OV-351
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗
- 近似等同于 USP 固定相 G35

我们不推荐用水或甲醇冲洗 DB-FFAP GC 气相色谱柱。

**相似的固定相:** Stabilwax-DA, HP-FFAP, Nukol, 007-FFAP, BP21, CP-Wax 58 (FFAP) CB, AT-1000, OV-351, CP-FFAP-CB

### DB-FFAP

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	15	0.25	40 至 250	122-3212
0.25	30	0.25	40 至 250	122-3232
0.25	30	0.50	40 至 250	122-3233
0.25	60	0.25	40 至 250	122-3262
0.25	60	0.50	40 至 250	122-3263
0.32	15	0.25	40 至 250	123-3212
0.32	25	0.50	40 至 250	123-3223
0.32	30	0.25	40 至 250	123-3232
0.32	30	0.50	40 至 250	123-3233
0.32	30	1.00	40 至 250	123-3234
0.32	50	0.50	40 至 250	123-3253
0.32	60	0.25	40 至 250	123-3262
0.32	60	0.50	40 至 250	123-3263
0.32	60	1.00	40 至 250	123-3264
0.45	30	0.85	40 至 250	124-3232
0.53	10	1.00	40 至 250	125-32H2
0.53	15	0.50	40 至 250	125-3217
0.53	15	1.00	40 至 250	125-3212
0.53	30	0.25	40 至 250	125-3231
0.53	30	0.50	40 至 250	125-3237
0.53	30	1.00	40 至 250	125-3232
0.53	30	1.50	40 至 250	125-3233
0.53	60	1.00	40 至 250	125-3262

## HP-FFAP

- 硝基对苯二酸改性的聚乙二醇
- 强极性
- 温度范围从 60°C 到 240/250°C (对 0.53 mm 柱为 230/240°C)
- 为分析挥发性脂肪酸和酚类而设计
- 取代 OV-351
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 基本相当于 USP 固定相 G35

我们不推荐用水或甲醇冲洗 HP-FFAP GC 气相色谱柱。

**相似的固定相:** Stabilwax-DA, DB-FFAP, Nukol, 007-FFAP, BP21, CP-WAX 58 (FFAP) CB, AT-1000, OV-351, CP-FFAP-CB

### HP-FFAP

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.20	25	0.30	60 至 240/250	19091F-102
0.20	50	0.30	60 至 240/250	19091F-105
0.25	30	0.25	60 至 240/250	19091F-433
0.32	25	0.50	60 至 240/250	19091F-112
0.32	30	0.25	60 至 240/250	19091F-413
0.32	50	0.50	60 至 240/250	19091F-115
0.53	10	1.00	60 至 240	19095F-121
0.53	15	1.00	60 至 240	19095F-120
0.53	30	1.00	60 至 240	19095F-123



## CAM

- 经碱脱活的聚乙二醇
- 专为胺类分析而设计
- 对于伯胺类具有优异的峰形
- 取代 HP-Basicwax 柱

**相似的固定相:** Stabilwax-DB, Carbowax Amine

由于 CAM 不是键合或交联的，因此我们不建议进行溶剂清洗。

### CAM

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	温度范围 ( $^{\circ}\text{C}$ )	部件号
0.25	15	0.25	60 至 220/240	112-2112
0.25	30	0.25	60 至 220/240	112-2132
0.25	30	0.50	60 至 220/240	112-2133
0.25	60	0.25	60 至 220/240	112-2162
0.32	30	0.25	60 至 220/240	113-2132
0.32	30	0.50	60 至 220/240	113-2133
0.53	30	1.00	60 至 200/220	115-2132



## 专用色谱柱

安捷伦提供各种专用色谱柱，用于高温、农药、石油、半挥发性物质和挥发性物质，以及生命科学应用。本指南主要介绍几款最受欢迎的色谱柱。有关安捷伦 GC 色谱柱的完整列表，请参阅“安捷伦色谱和光谱产品目录”或联系本地安捷伦分公司。

### 生物柴油毛细管 GC 柱

生物燃料作为石油燃料的补充或替代品变得越来越重要。安捷伦的 J&W 生物柴油毛细管 GC 柱专为分析生物柴油而设计，且可满足 ASTM 和 CEN 的测试标准。

#### 生物柴油 EN14105 游离/总甘油 和生物柴油 ASTM D6584 游离/总甘油

- 为了根据 EN14105 或 ASTM D6584 分析 B100 中的游离和总甘油而设计
- 经特殊处理将温度上限扩展到 400°C
- 耐高温、聚酰亚胺涂层熔融石英柱管
- 优异的峰形和长的柱寿命
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 对于保留间隙管，请订购 160-BD65-5 (5 m x 0.53 mm)





## 生物柴油 EN14103 脂肪酸甲酯分析

- 专为采用 EN14103 分析 B100 中的酯类和亚油酸甲酯而设计
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

## 生物柴油 EN14110 残留甲醇

- 专为采用 EN14110 测定 B100 中的痕量甲醇而设计
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

### 生物柴油毛细管 GC 柱

说明	内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
生物柴油 ASTM D6584 游离/总甘油	0.32	15	0.1	-60 至 400	123-BD11
生物柴油 EN14105 游离/总甘油	0.32	10	0.1	-60 至 400	123-BD01
生物柴油 EN14103 脂肪酸甲酯分析	0.32	30	0.25	40 至 260/270	1909BD-113
生物柴油 EN14110 残留甲醇分析	0.32	30	1.8	20 至 260/280	123-BD34

### 生物柴油测试样品

说明	部件号
生物柴油 MSTFA 试剂盒, 10 x 1 mL 安瓿 N-甲基- N - (三甲基硅烷基) 三氟-乙酰胺, 用于 ASTM 方法 D6584	5190-1407
B生物柴油 D6584 试剂盒 2 个内标溶液, 1 mL, 5/包, 2 个内标溶液, 5 mL	5190-1408
生物柴油 E14105 试剂盒, 4 x 1 mL 安瓿 4 个标准溶液	5190-1409
生物柴油单酸甘油酯试剂盒, 3 x 1 mL 安瓿	5190-1410

## 耐高温色谱柱

### DB-1ht

- 100% 二甲基聚硅氧烷
- 非极性
- 经特殊处理将温度上限扩展到 400°C
- 高温、聚酰亚胺涂层的熔融石英管
- 对高沸点化合物，峰形出色、流出时间更快
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

相似的固定相： Stx-1ht

#### DB-1ht

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	15	0.10	-60 至 400	122-1111
0.25	30	0.10	-60 至 400	122-1131
0.32	15	0.10	-60 至 400	123-1111
0.32	30	0.10	-60 至 400	123-1131





## DB-5ht

- (5%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 非极性
- 经特殊处理将温度上限扩展到 400°C
- 高温、聚酰亚胺涂层的熔融石英管
- 对高沸点化合物，峰形出色和流出时间更快
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

相似的固定相： HT5, Stx-5ht

### DB-5ht

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	15	0.10	-60 至 400	122-5711
0.25	30	0.10	-60 至 400	122-5731
0.32	15	0.10	-60 至 400	123-5711
0.32	30	0.10	-60 至 400	123-5731

## DB-17ht

- (50%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 中等极性
- 扩展的温度上限为 365°C
- 耐高温、聚酰亚胺涂层、熔融石英管
- 对高沸点化合物具有优异的峰形和较短的保留时间
- 提高了甘油三酯的分离度
- 理想的验证分析用色谱柱
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

相似的固定相： Rtx-65TG, BPX50, CP-TAP CB

### DB-17ht

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	15	0.15	40 至 340/365	122-1811
0.25	30	0.15	40 至 340/365	122-1831
0.32	15	0.15	40 至 340/365	123-1811
0.32	30	0.15	40 至 340/365	123-1831
0.32	60	0.15	40 至 340/365	123-1861



## 多环芳烃

### DB-EUPAH

多环芳烃 (PAHs) 是有机材料在不完全燃烧过程中产生的、含有稠芳香环的化合物。欧盟 (EU) 推荐监测 16 种具有基因毒性和致癌性的 PAHs。安捷伦的 J&W DB-EUPAH 毛细管 GC 柱是专门为分析 EU 控制的 PAHs 提供最佳性能而设计、并经过应用优化和测试的色谱柱。

- 为分析 EU 控制的 PAHs 专门设计
- 采用专用的 QC 测试混标单独测试
- 关键异构体有良好的分离度, 比如苯并 (b,j,k) 荧蒹
- 出色的热稳定性有利于高沸点 PAHs (如, dibenzopyrenes) 的准确分析
- 优异的信噪比
- 优化的色谱柱尺寸性能优异

#### **DB-EUPAH**

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.14	40 至 320/340	121-9627
0.25	60	0.25	40 至 320/340	122-96L2
0.32	15	0.25	40 至 320/340	123-9612

## 农药分析柱

安捷伦的 J&W 低流失色谱柱非常适合于农药分析。它们不仅具有比标准聚合物低的柱流失，这改善了信噪比和最小检测限，而且还有更高的使用温度上限，这允许实现更快的分析。安捷伦还提供几种常用固定相，经过农药分析专门测试，以保证应用性能。

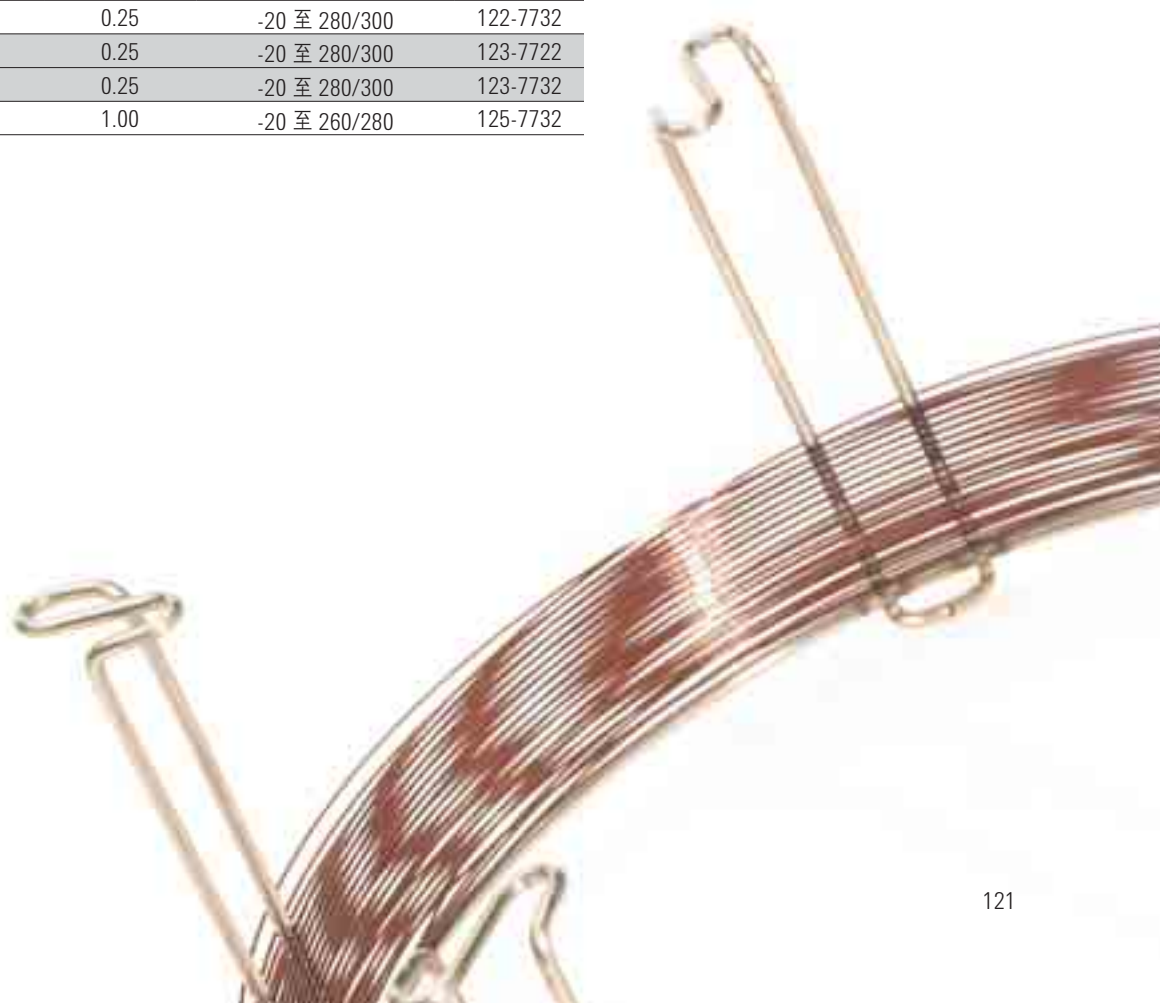
### DB-1701P

- 低/中等极性
- 完全替代 HP-PAS1701
- 为分析有机氯农药专门设计和处理
- 经 ECD 试验，保证了最少的农药分解和低的 ECD 流失
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

**相似的固定相：** SPB-1701, CP-Sil 19CB, Rtx-1701, BP-10, CB-1701, OV-1701, 007-1701

### DB-1701P

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	30	0.25	-20 至 280/300	122-7732
0.32	25	0.25	-20 至 280/300	123-7722
0.32	30	0.25	-20 至 280/300	123-7732
0.53	30	1.00	-20 至 260/280	125-7732





## DB-608

- 特别为分析有机氯农药和多氯联苯而设计
- 美国 EPA 方法: 608, 508, 8080
- 优异的情性和回收率, 没有农药分解
- 键合交联
- 可用溶剂清洗
- 完全取代 HP-608

相似的固定相: SPB-608, NON-PAKD Pesticide, 007-608

### DB-608

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	温度范围 ( $^{\circ}\text{C}$ )	部件号
0.18	20	0.18	40 至 280/300	121-6822
0.25	30	0.25	40 至 280/300	122-6832
0.32	30	0.50	40 至 280/300	123-1730
0.45	30	0.70	40 至 260/280	124-1730
0.53	15	0.83	40 至 260/280	125-1710
0.53	30	0.50	40 至 260/280	125-6837
0.53	30	0.83	40 至 260/280	125-1730



安捷伦经认证的样品瓶与每种安捷伦的仪器相同, 是经过高质量设计、运用专业技术知识和遵循严格的技术指标制造的, 如需了解详细信息, 请访问: [www.agilent.com/chem/vials:cn](http://www.agilent.com/chem/vials:cn)

## 石油分析柱

石油分析应用千差万别。从惰性气体到模拟蒸馏，安捷伦提供了多种色谱柱，以满足石油/石油化学品色谱工作者的需要。有关用于分析轻质气体的色谱柱信息，请参见 PLOT 色谱柱一节。

### DB-2887

- 100% 二甲基聚硅氧烷
- 专为使用 ASTM 方法 D2887 模拟蒸馏而设计
- 与填充柱相比，老化速度快、分析时间短、流失低
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

相似的固定相： HP-1, Petrocol EX2887, MXT-2887, MXT-1

#### DB-2887

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	10	3.00	-60 至 350	125-2814

### DB-HT SimDis

- 100% 二甲基聚硅氧烷
- “沸点”固定相，用于高温模拟蒸馏
- 耐用的不锈钢柱管
- 430°C 温度上限
- 蒸馏范围：C6 到 C110+
- 低流失 — 甚至在 430°C
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

相似的固定相： Petrocol EX2887, CP-SimDist Ultimetel, MXT-2887, Rtx-2887, AC Controls High Temp Sim Dist, AT-2887

#### DB-HT SimDis

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	5	0.15	-60 至 400/430	145-1001





## 半挥发物色谱柱

半挥发物通常从固体样品或其他环境基质中提取。具有精确保留时间重现性良好的质谱仪性能的 GC 柱是满足此类分离的应用需求的关键推动力。

### DB-5.625

- 基本相当于 (5%-苯基)-甲基聚硅氧烷
- 非极性
- 专为 EPA 半挥发性化合物方法 625, 1625, 8270 和 CLP 协议\*而加工生产的具有优异惰性的色谱柱
- 优于半挥发性化合物的 EPA 性能标准
- 对碱性、中性和酸性化合物具有惰性
- 在高温上限有优异的热稳定性和低流失性
- 键合交联
- 可用溶剂冲洗

\* 五氯苯酚、2,4-二硝基苯酚、呋唑和 N-亚硝基二苯胺用于测试响应因子。

相似的固定相： XTI-5, Rtx-5, PTE-5, BPX-5

### DB-5.625

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	0.18	-60 至 325/350	121-5621
0.18	20	0.36	-60 至 325/350	121-5622
0.25	30	0.25	-60 至 325/350	122-5631
0.25	30	0.50	-60 至 325/350	122-5632
0.25	30	1.00	-60 至 325/350	122-5633
0.25	60	0.25	-60 至 325/350	122-5661
0.32	30	0.25	-60 至 325/350	123-5631
0.32	30	0.50	-60 至 325/350	123-5632

## 挥发性化合物色谱柱

安捷伦提供了多种高级聚合物固定相，以满足日益增长的对挥发性化合物分析的需求。无论是作为主要的分析用色谱柱还是辅助的验证色谱柱，安捷伦 J&W 毛细管柱均是色谱分析工作者的首选。

### DB-VRX

- 为获得对挥发性化合物分析的最佳分离而设计独特的选择性：美国 EPA 方法 502.2、524.2 和 8260
- 与 0.53 mm 内径色谱柱相比，0.45 mm 内径色谱柱具备更高的每米塔板数，最少的共流出
- 分离这六种“气体”无需低温冷却
- 分析时间短  
最佳样品通量 < 30 分钟  
用 0.18 mm 内径色谱柱的运行时间 < 8 分钟
- 弱极性
- 峰形优异
- 键合交联
- 可用溶剂清洗

\*\*两对共流出物：1) 间-二甲苯和对-二甲苯，美国 EPA 不要求分离，2) 1,1,2,2-四氯乙烷和邻-二甲苯，可分别用检测器 PID 和 ELCD 分离。注意，对于 GC/MS 分析：这些共流出化合物具有不同的主要特征离子，分别为 83 和 106。

**相似的固定相：** VOCOL, NON-PAKD, Rtx-Volatiles, PE-Volatiles, 007-624, HP-624, CP-624, Rtx-VRX, Rtx-VGC

### DB-VRX

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.18	20	1.00	-10 至 260	121-1524
0.18	40	1.00	-10 至 260	121-1544
0.25	30	1.40	-10 至 260	122-1534
0.25	60	1.40	-10 至 260	122-1564
0.32	30	1.80	-10 至 260	123-1534
0.32	60	1.80	-10 至 260	123-1564
0.45	30	2.55	-10 至 260	124-1534
0.45	75	2.55	-10 至 260	124-1574



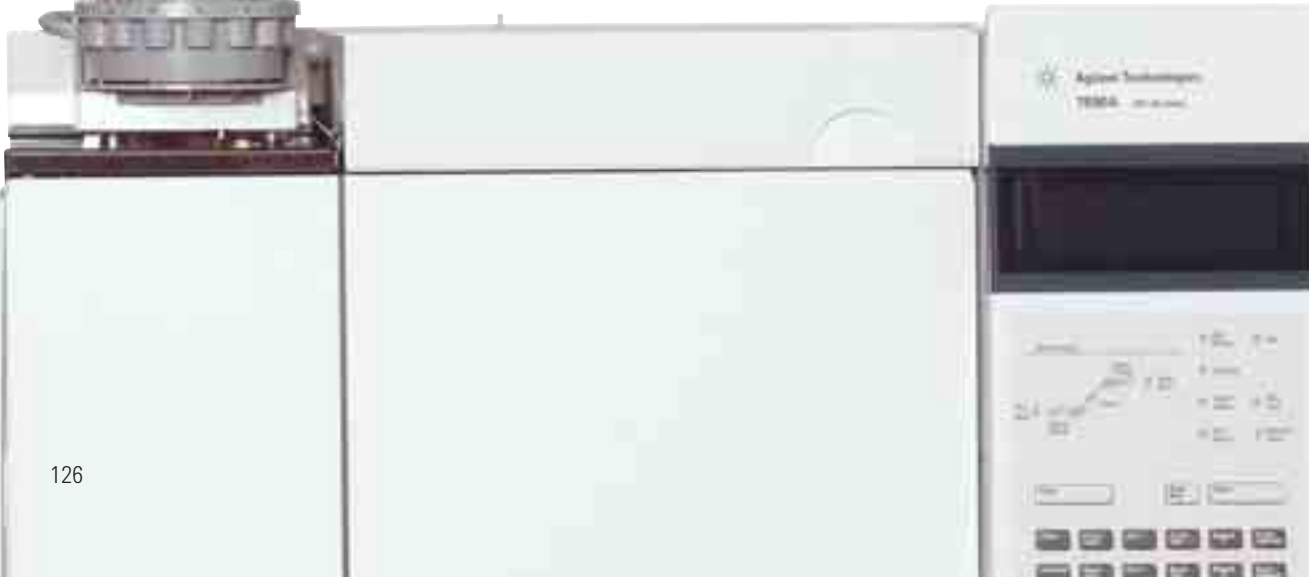
## DB-624

- 专为挥发性优先污染物和残留溶剂的分析而设计
- 对美国 EPA 方法 502.2 不需要低温冷冻技术
- 非常适用于美国 EPA 方法: 501.3、502.2、503.1、524.2、601、602、8010、8015、8020、8240、8260
- 对活性化合物惰性优异
- 键合和交联
- 可用溶剂清洗
- 完全取代 HP-624
- 相当于 USP 固定相 G43

相似的固定相: AT-624, Rtx-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624, VF-624ms

### DB-624

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 ( $\mu\text{m}$ )	温度范围 ( $^{\circ}\text{C}$ )	部件号
0.18	20	1.00	-20 至 280	121-1324
0.20	25	1.12	-20 至 260	128-1324
0.25	30	1.40	-20 至 260	122-1334
0.25	60	1.40	-20 至 260	122-1364
0.32	30	1.80	-20 至 260	123-1334
0.32	60	1.80	-20 至 260	123-1364
0.45	30	2.55	-20 至 260	124-1334
0.45	75	2.55	-20 至 260	124-1374
0.53	30	3.00	-20 至 260	125-1334
0.53	60	3.00	-20 至 260	125-1364
0.53	75	3.00	-20 至 260	125-1374



## 生命科学分析色谱柱

生命科学为毛细管 GC 色谱分析工作者提出了一些高难度的挑战。其中包括复杂样品基质, 需要检测的样品量很低以及许多样品的化学活性问题。为应对这些挑战, 安捷伦提供一系列专门设计用于滥用药物分析的色谱柱。

### DB-ALC1 和 DB-ALC2

- 可对血液中的酒精进行可靠分析
- 适用于美国标准中对血液中的酒精分析的首选和验证色谱柱
- GC 分析时间较短
- 改善了对关键乙醇/丙酮峰的分度度
- 有 0.32 mm 和 0.53 mm 内径供选择
- 键合交联

相似的固定相: Rtx-BAC1, Rtx-BAC2

#### DB-ALC1 和 DB-ALC2

说明	内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
DB-ALC1	0.32	30	1.80	20 至 260/280	123-9134
DB-ALC1	0.53	30	3.00	20 至 260/280	125-9134
DB-ALC2	0.32	30	1.20	20 至 260/280	123-9234
DB-ALC2	0.53	30	2.00	20 至 260/280	125-9234



安捷伦高纯石墨密封垫不存在会干扰检测的硫及其他污染物, 如需了解详细信息, 请访问:  
[www.agilent.com/chem/ferrules:cn](http://www.agilent.com/chem/ferrules:cn)

## HP-快速分析残留溶剂柱

- 相当于 USP 固定相 G43
- 与用于此方法的标准膜厚色谱柱相比, 薄液膜柱将运行时间缩短了 2.5 倍, 并将最低检测限 (MDL) 提高了 2 倍
- 键合交联

相似的固定相: DB-624, PE-624, 007-624, 007-502, CP-624, ZB-624

#### HP-快速分析残留溶剂柱

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	30	1.00	-20 至 260	19095V-420

## PLOT 色谱柱

PLOT 色谱柱是分离室温下为气态化合物的理想色谱柱。安捷伦科技为永久气体、低分子量烃类异构体、挥发性极性化合物和反应性分析物（如气体硫化物、胺、氢化物等）的分析提供了全系列的 PLOT 色谱柱。我们在尺寸上提供的 PLOT 固定相色谱柱从 0.25 到 0.53 mm 内径，为各种检测器和系统需求提供了方便的色谱柱选择。对于 GC/MS 系统，我们提供了几种真正键合和牢固的固定相细内径色谱柱，消除由于颗粒物的产生而导致的潜在的检测器污染。

### PLOT 色谱柱应用推荐

色谱柱	固定相	典型应用
HP-PLOT 分子筛	5Å 分子筛沸石	永久气体和稀有气体。有厚液膜和薄液膜两种。厚液膜色谱柱可以在 35°C 分离氩气和氧气
HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> KCl	用 KCl 脱活的氧化铝	“极性”最弱的氧化铝固定相。相对烷烃来说，烯烃的保留最弱。C <sub>1</sub> 到 C <sub>8</sub> 烃类异构体。选择此色谱柱用于二烯烃的定量分析，特别是乙烯和丙烯原料中的丙二烯和丁二烯
HP-PLOT Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> S	用硫酸钠脱活的氧化铝	分析轻质烃类化合物的优异通用氧化铝色谱柱：C <sub>1</sub> 到 C <sub>8</sub> 异构体。最适合于分析丁烷中的乙炔和异丁烷中的丙烯
GS-氧化铝	采用专利技术脱活的氧化铝	“极性”最强的氧化铝色谱柱。相对烷烃来说，烯烃的保留最强。分析轻质烃类化合物的优异通用氧化铝色谱柱：C <sub>1</sub> 到 C <sub>8</sub> 异构体。最适合于分析丙烯中的环丙烷。来自水饱和的良好稳定性和回收率
HP-PLOT Q	聚苯乙烯-二乙烯基苯	C <sub>1</sub> 到 C <sub>3</sub> 异构体、到 C <sub>12</sub> 的烷烃、CO <sub>2</sub> 、甲烷、空气 / CO、水、氧化物、硫化物和溶剂
HP-PLOT U	二乙烯基苯/乙烯	极性高于 HP-PLOT Q 和 GS-Q。C <sub>1</sub> 到 C <sub>7</sub> 烃类、CO <sub>2</sub> 、甲烷、空气 / 一氧化碳、水、二醇二甲基丙烯酸酯氧化物、胺类、溶剂、醇类、酮类、醛类
GS-GasPro	专利的键合硅胶基	在 -80°C 下分离 C <sub>1</sub> 到 C <sub>12</sub> 烃、CO <sub>2</sub> 、痕量硫化物、氢化物气体、无机气体、卤代烃、SF <sub>6</sub> 、氧/氮
GS-CarbonPLOT	键合的整体碳层	C <sub>1</sub> 到 C <sub>8</sub> 烃、CO <sub>2</sub> 、空气 / CO、乙烯中的痕量炔烃、甲烷
GS-OxyPLOT	专利的高选择性吸附剂	氧化烃类保留强 (甲醇保留指数为 +1400)。用于分析汽油、柴油和 C <sub>1</sub> 到 C <sub>4</sub> 轻烃气流中的醇、酮和醚

## GS-0xyPLOT

- C<sub>1</sub> 到 C<sub>10</sub> 的出色选择性
- 适合于 ASTM 氧化物的方法
- 适用于汽油中的醇类、酮类和醚类

相似的固定相: CP-LowOX

### GS-0xyPLOT

内径 (mm)	长度 (m)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	10	350	115-4912

## HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> KCl

- “极性”最弱的氧化铝固定相
- 用 KCl 脱活的氧化铝
- 用于轻烃 — C<sub>1</sub> 到 C<sub>8</sub> 烃类异构体分析的标准色谱柱选择
- 相对于相应的烷烃，烯烃的保留能力较低
- 对于二烯烃，特别是乙烯和丙烯原料中丙二烯和丁二烯的定量分析尤为出色
- 建议用于很多 ASTM 方法的固定相
- 首选 KCl 脱活氧化铝

相似的固定相: CP-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/KCl

### HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> KCl

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	30	5.00	-60 至 200	19091P-K33
0.32	50	8.00	-60 至 200	19091P-K15
0.53	30	15.00	-60 至 200	19095P-K23
0.53	50	15.00	-60 至 200	19095P-K25

通过使用微板流路控制技术，安捷伦新型的 Deans Switch 使中心切割更实用可靠。





## GS-Alumina KCl

- “极性”最弱的氧化铝固定相
- 用 KCl 脱活的氧化铝
- 轻烃分析的良好选择
- 乙烯和丙烯流中丙二烯和丁二烯获得良好分离

相似的固定相: CP-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/KCl PLOT, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/KCl

### GS-Alumina KCl

内径 (mm)	长度 (m)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	30	-60 至 200	115-3332
0.53	50	-60 至 200	115-3352

## HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> S

- 中等“极性”的氧化铝固定相
- 用硫酸钠脱活的氧化铝
- 用于轻烃 — C<sub>1</sub> 到 C<sub>8</sub> 烃类异构体分析的优秀通用色谱柱
- 最适合于分离丁烷中的乙炔和异丁烷中的丙烯

相似的固定相: GS-Alumina

### HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> S

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.25	30	5.00	-60 至 200	19091P-S33
0.32	25	8.00	-60 至 200	19091P-S12
0.32	50	8.00	-60 至 200	19091P-S15
0.53	15	15.00	-60 至 200	19095P-S21
0.53	30	15.00	-60 至 200	19095P-S23
0.53	50	15.00	-60 至 200	19095P-S25

## GS-氧化铝

- “极性”最强的氧化铝固定相
- 采用专利技术脱活的氧化铝
- 用于轻烃 — C<sub>1</sub> 到 C<sub>8</sub> 烃类异构体分析的优秀通用色谱柱
- 分离 C<sub>1</sub> 到 C<sub>4</sub> 饱和和不饱和烃类
- 最适用于分离丙烯中的环丙烷
- 较同类填充柱更快速、更高效、灵敏度更高
- 所需老化时间最短
- 由于其再生性能，所以是用硫酸钠脱活氧化铝的首选替代品

**相似的固定相：** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/KCl, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Rt-Alumina PLOT, Alumina PLOT

注意：氧化铝色谱柱具有吸附水和 CO<sub>2</sub> 的趋势，时间久了会导致保留时间变化。我们使用一种先进的专利脱活方法，可使色谱柱快速再生。完全水饱和的 GS-氧化铝色谱柱可在低于 200°C 下 7 小时内再生。

### GS-氧化铝

内径 (mm)	长度 (m)	温度范围 (°C)	部件号
0.53	30	-60 至 200	115-3532
0.53	50	-60 至 200	115-3552





## HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> M

- “极性”最强的氧化铝固定相（类似于 GS-氧化铝）
- 用专利脱活技术脱活的氧化铝
- 用于轻烃 — C<sub>1</sub> 到 C<sub>8</sub> 烃类异构体分析的优选通用色谱柱
- 适用于分离丁烷中的乙炔和异丁烷中的丙烯

相似的固定相： GS-Alumina

### *HP-PLOT Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> M*

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	50	8.00	-60 至 200	19091P-M15
0.53	30	15.00	-60 至 200	19095P-M23
0.53	50	15.00	-60 至 200	19095P-M25

## GS-GasPro

- 独特的键合硅胶 PLOT 柱技术
- 轻烃和气体硫化物分析的最佳选择
- 保留稳定性不会受到水分影响
- 在单根色谱柱上分离 CO 和 CO<sub>2</sub>
- 用于 GC/MS 的理想 PLOT 柱 — 无颗粒物

相似的固定相： CP-Silica PLOT

### GS-GasPro

内径 (mm)	长度 (m)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	5	-80 至 260/300	113-4302
0.32	15	-80 至 260/300	113-4312
0.32	30	-80 至 260/300	113-4332
0.32	60	-80 至 260/300	113-4362





## GS-CarbonPLOT

- 高稳定性，键合了碳层的固定相
- 对无机气体和有机气体有独特的选择性
- 温度上限扩展至 360°C

相似的固定相： Carbopack, CLOT, Carboxen-1006 PLOT, CP-CarboPLOT P7

### GS-CarbonPLOT

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	15	1.50	0 至 360	113-3112
0.32	30	1.50	0 至 360	113-3132
0.32	30	3.00	0 至 360	113-3133
0.32	60	1.50	0 至 360	113-3162
0.53	15	3.00	0 至 360	115-3113
0.53	30	3.00	0 至 360	115-3133



## HP-PLOT 分子筛柱

- 适用于分析永久性气体的 PLOT 柱
- 不到 5 分钟时间分离 O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CO 和 CH<sub>4</sub>
- 耐用分子筛 5Å 涂层使基线的尖峰信号最低，对多通阀的损害最小
- 分离 Ar/O<sub>2</sub> 时选用厚膜即无需进行低温冷却
- 进行常规空气监测应用，选择薄膜 HP-PLOT 分子筛柱
- 取代 GS-分子筛柱

注：分子筛柱会吸附水，时间久了会导致保留时间变化。我们使用一种先进的专利脱活方法，可使色谱柱快速再生。完全饱和的 HP-PLOT 分子筛柱在低于 200°C 的条件下 7 小时内再生。

### HP-PLOT 分子筛柱

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	30	12.00	-60 至 300	19091P-MS4
0.32	15	25.00	-60 至 300	19091P-MS7
0.32	30	25.00	-60 至 300	19091P-MS8
0.53	15	25.00	-60 至 300	19095P-MS5
0.53	30	25.00	-60 至 300	19095P-MS6
0.53	15	50.00	-60 至 300	19095P-MS9
0.53	30	50.00	-60 至 300	19095P-MS0



## HP-PLOT Q

- 键合聚苯乙烯-二乙烯基苯色谱柱
- 极性介于 Porapak-Q 和 Porapak-N 之间的 PLOT 柱
- 是用于分析 C<sub>1</sub> 到 C<sub>3</sub> 异构体、到 C<sub>12</sub> 的烷烃、CO<sub>2</sub>、甲烷、空气 / CO、氧化物、硫化物和溶剂等的优异的色谱柱
- 替代气-固填充色谱柱的 PLOT 柱
- 用于分离乙烷、乙烯和乙炔（电石气）
- 与常规填充柱相比，分析时间更短，且改善了分离度
- 所需老化时间最短 — 1 小时
- “Q” 柱的优异性能，使其成为首选
- 可取代 GS-Q 柱

相似的固定相： CP PoraPLOT Q, CP PoraPLOT Q-HT, Rt-QPLOT, SupelQ PLOT, GS-Q

### HP-PLOT Q

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	15	20.00	-60 至 270/290	19091P-Q03
0.32	30	20.00	-60 至 270/290	19091P-Q04
0.53	15	40.00	-60 至 270/290	19095P-Q03
0.53	30	40.00	-60 至 270/290	19095P-Q04

## HP-PLOT U

- 键合二乙烯基苯/乙二醇二甲基丙烯酸酯
- 比 HP-PLOT Q 有更强的极性
- 适用于 C<sub>1</sub> 到 C<sub>7</sub> 烃类、CO<sub>2</sub>、甲烷、空气 / CO、水、氧化物、胺类、溶剂、醇类、酮类和醛类等分析的优异色谱柱
- 与常规填充柱相比，分析时间更短，分离度提高

相似的固定相： PoraPlot U, RTU PLOT

### HP-PLOT U

内径 (mm)	长度 (m)	膜厚 (μm)	温度范围 (°C)	部件号
0.32	30	0.10	-60 至 190	19091P-U04
0.53	15	0.20	-60 至 190	19095P-U03
0.53	30	0.20	-60 至 190	19095P-U04



## 色谱柱安装和故障排除

### 确保最佳性能的快速参考指南和提示

安捷伦的 J&W GC 柱拥有几十年的色谱经验做支持，因此，您可以信赖其卓越的质量和可靠性。通过遵循最新的安装和故障排除规程，您可以确保最佳的性能、最高的效率和最长的柱寿命。

在本部分中，您将学到一些提示、技术及参考指南，以帮助您...

- 正确安装每支毛细管色谱柱
- 老化和测试新的色谱柱
- 减少和避免由热损坏、氧损坏及其它因素引起的色谱柱性能降低
- 查明和解决最常见的色谱柱问题

这样，您就可以延长连续操作时间、减少停机时间，并获得实验室所要求的重现性结果。





### 提示与工具

在安捷伦色谱柱安装工具包（部件号 430-2000）中可以找到安装色谱柱需要的所有工具。

**表 6:**  
密封垫圈的尺寸

色谱柱内径	密封圈内径 (mm)
0.10	0.4
0.18	0.4
0.20	0.4
0.25	0.4
0.32	0.5
0.45	0.8
0.53	0.8

## 毛细管色谱柱安装快速参考指南

有关安装的详细信息，请参考随色谱柱一同提供给您的 GC 色谱柱安装指南，或访问 [www.agilent.com/chem/columninstall](http://www.agilent.com/chem/columninstall)

### 预柱安装核对表

1. 按需要更换除氧、水分和烃的捕集阱。
2. 清洗进样口，并根据需要更换进样口的关键密封垫、进样口衬管以及隔垫。
3. 检查检测器密封情况，必要时更换。必要时清洗或者更换检测器喷嘴。
4. 仔细检查色谱柱是否有损坏或断裂。
5. 检查 GC 制造商有关气体压力的要求，确认钢瓶能承受的压力可以保证足够的载气、尾吹气和燃料气。建议最低的载气纯度要求是：氦气 99.995%，氢气 99.995%，其中  $H_2O < 1 \text{ ppm}$ ， $O_2 < 0.5 \text{ ppm}$ 。
6. 准备好必要的安装工具：您需要使用色谱柱切割器、色谱柱螺母、色谱柱螺母扳手、密封垫圈、放大镜和打字机修正液。

### 安装色谱柱

1. 从色谱柱架上色谱柱的两端松开约 0.5 m（1 圈约 0.5 m）的管线，以便安装入进样口和检测器。避免小角度折弯柱管。
2. 将色谱柱插入到柱温箱。可以使用柱架。
3. 在色谱柱两端安装色谱柱螺母和石墨/Vespel 或石墨密封垫圈；将螺母和密封垫圈推到柱管端口下方约 15 cm 的位置。（表 6）
4. 轻划（切割）色谱柱。使用切割器从色谱柱两端约 4-5 cm 处轻划色谱柱。

5. 确保色谱柱切割整洁。用拇指和食指捏住色谱柱，而且手指尽可能靠近划刻点。轻轻拉动并弯曲色谱柱。色谱柱会很容易断开。如果色谱柱不容易折断，请不要强行折断。在不同的位置（比先前更远离柱端）再次划刻色谱柱，并尝试再次折断，以得到整洁的端口。
6. 使用放大镜检查切割面。确保柱管的切割面与管线成直角，在柱端没有聚酰亚胺或“玻璃”碎屑。
7. 将色谱柱插入到进样口。查看 GC 制造商的仪器手册，以确定色谱柱在所用进样口类型要插入的深度。将色谱柱螺母和密封垫圈滑到合适的深度，然后用打字机修正液在色谱柱螺母的刚好下方作标记。使修正液晾干。将色谱柱插入到进样口。用手指拧紧色谱柱螺母，直到它固定住色谱柱，然后在拧紧螺母 1/4 到 1/2 圈，这样就保证施加一定的压力时色谱柱不会从接头处滑出。通过观察打字机修正液的标记来验证正确的色谱柱插入深度。
8. 开启载气并设定合适的流速。设定适当的柱头压，分流，以及隔垫吹扫流速。关于标称柱头压，请参看表 7。如果使用分流/不分流进样口，还要检查吹扫（分流）阀是处于“on”（打开）的。
9. 确认载气流通过了色谱柱。将色谱柱出口端浸入溶剂瓶，看是否有气泡。
10. 安装色谱柱到检测器。查阅制造商手册以确定正确的插入距离。
11. 检查是否存在渗漏。**这是十分重要的。**在没有彻底检漏之前不要加热色谱柱。
12. 设定适当的进样口和检测器温度。
13. 设定适当的尾吹气和检测器气体流速。点火或者“开启”（“on”）检测器。
14. 在室温下用载气吹扫色谱柱至少 10 分钟。在进样口或捕集阱维护之后还要再吹扫色谱柱一定的时间。
15. 注入不保留样品进样，以检验色谱柱安装是否正确。举例：丁烷或甲烷 (FID)，乙腈的顶空蒸气 (NPD)，二氯甲烷的顶空蒸气 (ECD)，空气 (TCD)，氩气（质谱检测器）。如果出现对称非保留峰，就说明安装正确。如果发现安装不正确，请重新将色谱柱安装入进样口。



### 提示与工具

要准确计算通过毛细管 GC 柱的压力设置和流速，请在下列网站下载免费的 GC 压力/流速计算器软件：

[www.agilent.com/chem/gccalc.cn](http://www.agilent.com/chem/gccalc.cn)

## 老化和测试色谱柱

1. 将柱箱温度设定为最高分析温度以上 20°C 或者色谱柱的最高使用温度（以低者为准）老化 2 小时。高温老化 10 分钟以后，如果背景信号仍然没有降低，则立即冷却色谱柱并检查是否有泄漏。
2. 如果使用的是 Vespel 或石墨/Vespel 密封垫圈，则请在老化过程完成后重新检查色谱柱螺母的紧密性。
3. 通过再次进样非保留物质，来确认最终适合的平均线速度。

表 7：  
近似的柱头压 (psig)

色谱柱长度 (m)	色谱柱内径 (mm)					
	0.18	0.2	0.25	0.32	0.45	0.53
10	5-10					
12	10-15					
15	8-12 5-10 1-2					
20	10-20					
25	20-30					
30	15-25 10-20 3-5 2-4					
40	20-40					
50	40-60					
60	30-45 20-30 6-10 4-8					
75	8-14 5-10					
105	7-15					

## 色谱柱性能下降的原因

### 色谱柱断裂

熔融石英柱会在聚酰亚胺涂层发生少许破裂地方断裂。聚酰亚胺涂层对易断而具有弹性的熔融石英管起保护作用。在柱温箱中持续的加热或冷却、柱箱风扇的振动、以及缠绕在圆形柱架上都会给柱管施加应力。最终在涂层薄弱的地方断裂。薄弱的地方就是聚酰亚胺涂层被划刻或擦伤的地方。这一般是锋利的尖端或边缘划过柱管时造成的。色谱柱的挂钩和标签、GC 柱箱中的金属边缘、色谱柱切割器和实验台上的各种物品就是这些锋利的尖端或边缘的常见来源。

色谱柱很少发生自身断裂。色谱柱制造商会尽力找出所有有缺陷的柱管，并避免用在最终色谱柱产品中。较大内径的色谱柱更容易发生断裂。这意味着，与内径 0.18-0.32 mm 的柱管相比，对内径 0.45-0.53 mm 的柱管要更加小心和预防断裂问题。

断裂的色谱柱并不总是不能使用的。断裂的色谱柱如果保持在高温或者经多次程序升温运行，就很可能造成损坏。断裂色谱柱的后半部分在高温下暴露于氧气中会很快损坏固定相。而色谱柱的前半段因有载气通过仍会保持完好。如果断裂的色谱柱没有被加热，或者只在很短的时间内暴露于高温或氧气，那么，后半部分色谱柱将不会发生严重的损坏。

可以通过安装接头来修复断裂的色谱柱。任何合适的接头都能够用于连接色谱柱。接头安装不合适会造成死体积的问题（峰拖尾）。





## 热损坏

超过色谱柱使用温度上限会加速固定相和柱管表面的损坏。这会造成色谱柱的过度流失、活性化合物的峰拖尾和/或柱效降低（分离度）。幸好，热损坏是一个缓慢的过程，在使用温度上限以上使用较长的时间才能发生明显的损坏。在氧气存在的情况下会大大加速损坏的过程。在泄漏的情况下或载气中氧气含量高的情况下色谱柱的过热会导致色谱柱快速而永久性地损坏。

将 GC 的柱温箱温度最大值设定为色谱柱的使用温度上限或者稍高于该温度极限是防止热损坏的最好的方法。这可以避免色谱柱意外的过热。即使色谱柱发生了热损坏，仍然能用。从检测器端拆下色谱柱。在色谱柱的恒温温度极限下加热 8-16 小时。从色谱柱的检测器一端截去 10-15 cm。重新安装色谱柱，并按正常情况进行老化。色谱柱一般不能恢复到原来的性能，但仍可使用。热损坏之后色谱柱的寿命将缩短。

## 氧损坏

氧气是大部分毛细管 GC 柱的“敌人”。虽然在室温或接近室温的条件下，色谱柱不会损坏，但是，随着色谱柱温度升高，色谱柱将会发生严重的损坏。一般来说，对于极性色谱柱固定相，发生严重损坏的温度和氧气浓度是比较低的。长时间的暴露在氧气中才会发生问题。短时间暴露，比如空气进样或者快速的拧去隔垫螺母是不会有问题的。

载气流路的泄漏（比如，气体管线、接头、进样口）才是氧气暴露的源头。随着色谱柱加热，固定相会发生很快的降解。这会造成色谱柱的过度流失、活性化合物的峰拖尾和/或柱效降低（分离度）。与热损坏有相同的征兆。不幸的是，当发现氧气损坏时，色谱柱已经受到了严重的损坏。在不太严重的情况下，色谱柱仍可以使用，但是性能有所降低。在较严重的情况下，色谱柱将完全不能使用。



安捷伦提供方便使用的铅笔形工具和一种陶瓷圆片，这些工具很容易地清理和切割熔融石英、玻璃及镀铝的毛细管色谱柱。

保持系统无氧和无泄漏是防止氧气损坏的最好措施。良好的 GC 系统维护包括对气体管线和压力表定期检漏、定期更换隔垫、使用高质量的载气、安装和更换氧气捕集阱，以及在载气完全用完之前就更换钢瓶。

## 化学损坏

相当少的几种化合物能够损坏固定相。色谱柱中引入不挥发性化合物（如盐）常常会降低其性能，但不会发生固定相损坏。这些残留物常常可以通过用溶剂冲洗色谱柱来除去并恢复色谱柱的性能。

应避免进入色谱柱的主要化合物是无机或矿物碱和酸。酸包括盐酸 (HCl)、硫酸 ( $H_2SO_4$ )、硝酸 ( $HNO_3$ )、磷酸 ( $H_3PO_4$ ) 和铬酸 ( $CrO_3$ )。碱包括氢氧化钾 (KOH)、氢氧化钠 (NaOH) 和氢氧化铵 ( $NH_4OH$ )。大部分酸和碱挥发性不高，容易在色谱柱头聚集。如果不清除它们，就会发生固定相的酸损坏或碱损坏。这会造成色谱柱的过度流失、活性化合物的峰拖尾和/或柱效降低（分离度）。征兆与热损坏和氧气损坏很类似。盐酸和氢氧化铵是这些酸碱中有害性最低的。样品中存在水分就可能减少发生这种损坏。如果色谱柱对水没有或很少有保留，HCl 和  $NH_4OH$  残留在色谱柱中的时间就会很短。这可以消除或最大程度地减少这些化合物对色谱柱的损坏。因此，如果样品中存在 HCl 或  $NH_4OH$ ，通过使用对水不保留的环境或色谱柱就可减少这些化合物对色谱柱的损坏。

已经报道的能够损坏固定相的有机化合物只有全氟酸。这类化合物包含三氟乙酸，五氟丙酸就七氟丁酸。它们对固定相的损害在较高的浓度（比如，1% 或更高）时才会发生。这些问题的大部分出现在不分流或大口径色谱柱直接进样的过程中，其中大量的样品会沉积在色谱柱的前端。





由于化学损坏通常发生在色谱柱前端，故从色谱柱前端截去 0.5-1 米常常能消除所有色谱方面的问题。在更严重的情况下，可能需要截去 5 米或更长的色谱柱。使用保护柱或保留间隙管将对色谱柱的损坏降至最低，但是，经常修整保护柱仍是必要的。酸和碱常常损坏脱活的熔融石英柱管表面，这会引发活性化合物的峰形问题。

## 色谱柱被污染

色谱柱污染是毛细管 GC 中最常见的问题之一。不幸的是，它和各种常见的问题相似，因此常常被误诊为其它故障。被污染的色谱柱一般没有损坏，但却不能再使用了。

有两类基本的污染物：不挥发物和半挥发物。不挥发性污染物或残留不会被洗脱，而是在色谱柱中聚集。这样色谱柱就被残留物涂渍了，从而干扰溶质在进出固定相时的分配。而且，残留还可能与活性溶质相互作用，从而导致峰吸附问题（表现为峰拖尾或峰面积减小）。活性溶质是含有下列基团的物质：羟基 (-OH) 或胺基 (-NH)、以及某些硫醇 (-SH) 和醛。半挥发性污染物或残留物聚集在色谱柱中，但最终会被洗脱出来。它们可能需要几小时到几天才能从色谱柱完全流出。就像非挥发性残留物一样，半挥发性污染物也能引起峰形和峰面积的问题，此外，还会引起基线问题（不稳定、偏离、漂移、鬼峰等）。

污染物有多个来源，进样分析的样品是最常见的来源。萃取样品是最容易带来污染的。生物体液和组织、土壤、废弃物和地下水，以及类似的基质类型含有大量的半挥发物和非挥发物质。即使采用细心和彻底的萃取程序，进样样品中还是存在有少量的这些物质。经过多次到上百次进样后累积的残留才会引起问题。诸如柱上进样、不分流进样和大口径柱直接进样等进样技术均会将大量样品引进色谱柱中，所以，这些进样方式常常造成色谱柱污染。



污染物偶尔也来自气体管线和捕集阱中的材料、密封垫和隔垫的颗粒物，或者与样品接触的任何部件（样品瓶、溶剂、进样针、滴管，等等）。如果突然出现污染问题，但在前几个月或前几年类似的样品均未导致出现任何问题，则说明问题来自于这些种类的污染物。

最大程度地减少半挥发物和非挥发物样品残留是减少污染问题的最好方法。不幸的是，是否存在污染物和是什么污染物常常是未知的。严格而彻底的样品净化是防止污染问题的最佳措施。使用保护柱或保留间隙管常常能减少污染的严重程度，或延迟色谱柱污染带来的问题。如果色谱柱被污染了，最好用溶剂冲洗色谱柱以除去污染物。

建议不要使用长时间加热（通常称为烘烤色谱柱）的方法来处理受到污染的色谱柱。因为烘烤色谱柱可能会把某些污染物残留变成不能溶解的物质而无法通过溶剂清洗将它们从色谱柱中去除。如果出现这种情况，通常色谱柱就无法再修复了。有时可将色谱柱切割为两段，后半段可能仍可使用。在色谱柱的恒温极限下烘烤色谱柱时，时间应不超过 1–2 个小时。





溶剂清洗装置，部件号 430-3000

## 用溶剂清洗色谱柱

用溶剂冲洗色谱柱包括从 GC 拆下色谱柱、用几毫升溶剂通过色谱柱。在溶剂中可溶的任何残留物均被冲洗出色谱柱。在色谱柱仍然安装在 GC 的情况下，注射大体积溶剂将不能清洗色谱柱，这样做也不能从色谱柱中除去任何污染物。**毛细管 GC 柱必须具有键合和交联的固定相，才能用溶剂冲洗。**用溶剂冲洗非键合的固定相会造成色谱柱的严重损坏。

要使用色谱柱清洗装置使溶剂注入色谱柱（见图示）。溶剂清洗装置会连接到加压气源上（N<sub>2</sub> 或 He），并把色谱柱插入到清洗装置中。将溶剂加入到样品瓶中，然后使用气源对样品瓶加压。压力强制溶剂流过色谱柱。残留污染物溶解到溶剂中，并随溶剂反向冲出色谱柱。然后将溶剂吹扫出色谱柱，再对色谱柱进行适当的老化。

清洗色谱柱之前，要从柱前端（即进样口一端）截去 0.5 米。将色谱柱连接检测器一端插入到清洗装置中。通常使用多种溶剂清洗色谱柱。后续所用的每种溶剂都必须与前一种溶剂互溶。应当避免使用高沸点溶剂，特别是不要作为最后一种清洗溶剂。样品基质溶剂常常是好的冲洗溶剂选择。



安捷伦的 GC 伙伴多功能实验室工具包  
括您所需的一切。部件号 5182-9765

甲醇、二氯甲烷和己烷是推荐使用的溶剂，大部分情况下效果很好。丙酮可以用来替代二氯甲烷，以避免使用含氯溶剂；然而，二氯甲烷是最好的清洗溶剂之一。如果进样的是水性样品（如生物体液和组织），冲洗时要先用水，再用甲醇。某些来自水基质样品的残留只能溶于水中，而不溶于有机溶剂。用水和醇（如，甲醇、乙醇和异丙醇）冲洗键合的聚乙二醇类固定相（比如，DB-WAX, DB-WAXetr, DB-FFAP, HP-Innowax），**但一般不建议采用该方法。**

**表 8** 列出了不同内径的色谱柱建议使用的溶剂体积。使用大体积溶剂虽然没害，但是很少得出更好的效果，并且十分浪费。加入第一种溶剂后，对冲洗用具加压，但是压力要低于 20 psi。使用保持溶剂流速小于 1 ml/min 的最高压力。大部分 0.53 mm 内径色谱柱除外，因为在流速达到 1 ml/min 之前，冲洗用具的压力就会达到 20 psi。当使用比重大或黏度高的溶剂时，或者对长的或者内径较小的色谱柱，需要较长的冲洗时间。当第一种溶剂全部或大部分进入色谱柱时，加入下一种溶剂。在第二种溶剂开始通过色谱柱时，第一种溶剂不必全部流出色谱柱。

最后一种溶剂全部流出色谱柱后，使加压气体通过色谱柱 5-10 分钟。将色谱柱安装回进样口并开启载气。让载气通过色谱柱 5-10 分钟。将色谱柱安装到检测器（如果愿意也可以不安装到检测器）。采用程序升温从 40-50°C 开始，升温速率 2-3°C/min，直到达到色谱柱的使用温度上限。在此温度下保持 1-4 小时，直到色谱柱完全老化好。

## 色谱柱的保存

毛细管色谱柱从 GC 上拆下时应该保存在原来的包装盒中。在柱两端各置一个 GC 隔垫，以防止碎屑进入色谱柱管。重新安装色谱柱时，柱两端要截去 2-4 cm，以保证隔垫碎屑不会堵塞色谱柱。

如果色谱柱留在加热的 GC 中，则必须保持总是有载气流通过。只有当柱温箱、进样器、检测器和传输管线都处于关闭状态（即不加热）时，才能关闭载气。如果没有载气流，将会发生色谱柱加热部分的损坏。

**表 8:**  
用于清洗色谱柱的溶剂体积

色谱柱内径 (mm)	溶剂体积 (ml)
0.18-0.2	3-4
0.25	4-5
0.32	6-7
0.45	7-8
0.53	10-12

使用较大的体积不会损坏色谱柱



## 问题评估

任何故障排除的第一步都是回顾和评估以往的情况。急于解决问题通常会导致忽略或遗漏某些重要信息。除问题外，还需在色谱图中查找任何其他改变或差异。许多问题都会伴随其他征兆。保留时间的变化、产生变化的基线噪声或漂移、峰形的变化仅仅是其他线索中的一小部分，它们通常可以指出可能的各种原因或缩小可能原因的范围。最后，记录有关该样品的所有变化或差别。溶剂、样品瓶、移液管、存储条件、样品的存放时间、萃取、制备技术或其他任何影响样品环境的因素都会导致出现问题。

## 检查显而易见的问题

大量出现问题的地方往往是 GC 系统或分析过程中十分简单却经常被忽视的部分。这些问题中的许多问题都是在 GC 的日常操作中显而易见却又通常被认为是理所当然的（“视而不见”）的问题。需检查的部位和内容包括：

- 气体：压力、载气的平均线速度和流速（检测器、分流出口、隔垫吹扫）
- 温度：色谱柱，进样器，检测器和传输管线
- 系统参数：吹扫开始时间、检测器衰减和量程、质量范围等
- 气路和捕集阱：清洁程度、泄漏和饱和
- 进样器消耗品：隔垫、衬管、O 形圈和密封圈
- 样品的完整性：浓度、降解、溶剂和存储
- 注射器：处理技术、泄漏、针的尖锐度和清洁程度
- 数据处理系统：设定值和连接



### 提示与工具

安捷伦一如既往地是您的色谱分析伙伴，作为这一承诺的一部分，我们为您提供一系列 GC 故障排除视频，由 GC 应用专家 Daron Decker 和安捷伦服务工程师 Herb Brooks 共同主讲。如需观看这些视频，请访问

[www.agilent.com/chem/gctroubleshooting:cn](http://www.agilent.com/chem/gctroubleshooting:cn)

## 最常见的问题

### 鬼峰或交叉污染

系统的污染主要是由鬼峰或交叉污染造成的。如果额外鬼峰的峰宽与样品峰的类型（具有类似的保留时间），则污染物很可能是与样品同时进入色谱柱的。进样器中可能存在额外的化合物（即污染物）或样品本身存在这些化合物。溶剂、样品瓶、瓶盖和注射器中的杂质只是某些可能的污染源。进样样品和溶剂空白有助于发现可能的污染源。如果鬼峰的峰宽比样品峰宽很多，则污染物极可能在进样样品时已存在于色谱柱中。这些化合物在上一次 GC 进样结束时已存在于色谱柱中了。它们会在下次分析时洗脱，并且通常峰很宽。有时，多个鬼峰来自于多次进样叠加，因此，洗脱时呈现圆丘峰或圆包峰。这样的鬼峰常常随基线的漂移或偏离而出现。

提高温度程序最终温度或时间是减少或消除鬼峰问题的方法之一。另外，在每次进样后或进行一系列进样后进行短暂的烘烤，也可以从色谱柱中去除保留性较强的化合物，从而避免导致出现问题。

### 浓缩测试

如果怀疑存在进样器或载气被污染的问题（例如鬼峰或基线不稳定），可使用这一方法进行测试。

1. 将 GC 在 40-50°C 下运行 8 小时或更长时间。
2. 在正常的温度条件和仪器设定条件下进行空白分析（即启动 GC 但不进样）。
3. 采集这一空白试验的色谱图。
4. 在第一次试验完成后，立即重复进行一次空白试验。必须在 5 分钟内开始第二次空白试验。
5. 采集第二次空白试验的色谱图，并将其与第一次的色谱图进行比较。
6. 如果第二次试验的色谱图明显有大量的峰出现并且基线也不稳定，则表明载气路或载气已被污染。
7. 如果第二次试验的色谱图中只有很少的峰出现并且基线也没有明显的漂移，则表明进入的载气或载气气路比较干净。





## 故障排除指南

### 基线噪声过大

可能的原因	解决方案	注释
进样器被污染	清洗进样器；更换衬管和分流平板	尝试进行浓缩测试；气路也可能需要清洗
色谱柱被污染	烘烤色谱柱 用溶剂清洗色谱柱	将烘烤时间限制在 1-2 小时 仅用于键合交联固定相 检查进样口的污染
检测器被污染	清洗检测器	通常噪声随时间增大，而不是突然增大
被污染或低质量的气体	使用高纯度气体；也要检查搜捕阱是否过期或漏气	通常是在更换气瓶之后问题出现
色谱柱插入检测器过长	重新安装色谱柱	参考气相色谱仪手册，确定适合的插入距离
进入检测器的气体流速不正确	将流速调整为推荐值	参考气相色谱仪手册，确定恰当的流速
使用 MS、ECD 或 TCD 时有泄漏	查找并排除泄露	通常是在柱接头或进样器处
检测器灯丝、灯或电子倍增器老化	更换适用的部件	
隔垫降解	更换隔垫	在高温分析时要使用合适的隔垫

### 基线不稳定或有干扰

可能的原因	解决方案	注释
进样器被污染	清洗进样器	尝试进行浓缩测试；气路也可能需要清洗
色谱柱被污染	烘烤色谱柱	将烘烤时间限制在 1-2 小时
检测器不平衡	使检测器稳定	某些检测器可能需要多达 24 小时才能完全稳定
色谱柱未老化好	充分老化色谱柱	对痕量分析要更关键
在程序升温过程中载气流速改变	在很多情况下是正常的	MS、TCD 和 ECD 会对载气流速的变化有所响应

### 峰拖尾

可能的原因	解决方案	注释
色谱柱被污染	修整色谱柱 用溶剂清洗色谱柱	把色谱柱前端切去 0.5-1 米 仅用于键合交联固定相 检查进样口的污染
色谱柱活性	不可逆。更换色谱柱	仅影响活性化合物
溶剂相极性不匹配	将样品溶剂更改为单一溶剂 使用保留间隙管	较早流出的峰或靠近溶剂前沿的峰更容易出现拖尾 3-5 米保留间隙管就已足够
可降低不分流进样或柱上进样的溶剂效应	降低初始色谱柱温度	随着保留增加，峰拖尾会减弱
分流比过低	增加分流比	分流放空的流速应为 20 mL/min 或更高
色谱柱安装不适宜	重新安装色谱柱	较早流出的峰更容易拖尾
某些活性化合物总是有拖尾	无	对胺类和羧酸最为常见

### 分裂峰

可能的原因	解决方案	注释
进样技术	改变技术	通常与不正确地推进推杆有关，或进样针中有样品。使用自动进样器
混合的样品溶剂	将样品溶剂更改为单一溶剂	溶剂的极性和沸点有很大的差别时更严重
色谱柱安装不适宜	重新安装色谱柱	通常插入距离非常不恰当
样品在进样器中降解	降低进样器温度 改为柱上进样	温度过低会使峰变宽或拖尾 需要柱上进样器
样品聚焦不好	使用保留间隙管	对不分流和柱上进样

### 保留时间波动

可能的原因	解决方案	注释
改变载气流速	检查载气流速	所有峰的保留时间都以相同方向偏离，偏离程度也相同
改变色谱柱温度	检查色谱柱温度	并非所有峰的偏离量都相同
改变色谱柱尺寸	验证色谱柱规格的一致性	
化合物浓度变化大	尝试不同的样品浓度	也有可能影响到邻近的峰通过增加分流比或稀释样品可以调整样品量超载
进样器泄露	检查进样器泄露	峰的大小也会发生变化
气路堵塞	清洗或更换堵塞的管线	分流管线常会堵塞；也要检查流量控制器和电磁阀
隔垫泄露	更换隔垫	检查针是否有倒刺
样品溶剂不兼容	将样品溶剂更改为单一溶剂 使用保留间隙柱	对于不分流进样





## 峰大小改变

可能的原因	解决方案	注释
检测器响应改变	检查气流、温度和设定值 检查本底或噪声	对所有的峰影响不一样 可能是系统被污染，而不是检测器
改变分流比	检查分流比	对所有的峰影响不一样
改变吹扫开始时间	检查吹扫开始时间	对于不分流进样
进样量改变	检查进样技术	进样量不是线性的
改变样品浓度	检查并验证样品浓度	这一改变也有可能是因为降解、蒸发或样品温度改变，或 pH 改变所导致
进样针泄露	使用不同的进样针	样品泄露到活塞或针的周围；这样的泄露不易被发现
色谱柱被污染	修整色谱柱 用溶剂清洗色谱柱	把色谱柱前端切去 0.5-1 米 仅用于键合交联固定相
色谱柱活性	不可逆	仅影响活性化合物
共流出	色谱柱温度或固定相不同	降低柱温并检查是否有肩峰或拖尾峰
进样器歧视改变	保持相同的进样器参数	对分流进样更为严重
样品反冲	减少进样量，使用较大衬管，可以降低进样口温度	减少溶剂并提高流速最有效
进样口污染物分解	清洗进样器；更换衬管和分流平板	进样口只能使用脱活、带玻璃毛的衬管

## 分离度下降

可能的原因	解决方案	注释
<b>分离度下降</b>		
色谱柱温度改变	检查色谱柱温度	与其他峰的差别明显
色谱柱尺寸或固定相不同	验证色谱柱规格的一致性	与其他峰的差别明显
与其它组分峰共流出	改变色谱柱温度	降低柱温并检查是否有肩峰或拖尾峰
<b>峰展宽</b>		
改变载气流速	检查载气流速	保留时间也会发生改变
色谱柱被污染	修整色谱柱 用溶剂清洗色谱柱	把色谱柱前端切去 0.5-1 米 仅用于键合交联固定相
改变进样器	检查进样器设置	典型改变：分流比、衬管、温度、进样量
改变样品浓度	尝试不同的样品浓度	在较高浓度下峰宽增加
溶剂效应不佳，聚焦不够	降低柱温箱的温度，选择较好的溶剂，使样品相极性匹配，及使用保留间隙管	对于不分流进样

# GC 方法开发基础

## 如何系统、严谨的开发 GC 分析方法

从设置设备...到调整温度和流速...有效的方法开发实践对达到最佳性能和取得可靠结果是至关重要的。

这就是为什么我们要把最重要的方法开发规程全部放在一个地方 — 并且唾手可得的原因。比如，我们将为您介绍如何...

- 通过确定最佳载气平均线速度实现最大的分离度 — 并缩短分析时间
- 为各种样品类型选择默认进样口设置 — 包括挥发性样品（如溶剂）和高沸点样品（如类固醇、甘油三酯和表面活性剂）
- 确定是程序升温还是恒温条件最适合您的应用
- 改进程序升温开发的最新技术 — 包括设置初始温度及保持时间、调节升温速率以改善中间流出峰的分度、确定最终温度和时间，并对峰定性进行确认

通过遵循本部分的建议，您可以将效率、质量和成本效益融入到您开发的每个方法中。



## 寻找最佳载气平均线速度

确定最佳平均线速度是相当容易的，只需要几次尝试即可。氢气以最短的分析时间提供最佳分离度。氦气提供类似的分离度，但分析时间较长。对于毛细管色谱柱，不建议使用氮气载气，原因是分析时间太长。

当使用氦气作载气时，初始平均线流速可设为 30 cm/sec。如果需要更高的分离度，就减少流速到不低于 25 cm/sec；不过，将会增加分析时间。如果需要较短的分析时间，就将流速增加到 35 cm/sec 到 40 cm/sec。注意，在较高线性流速条件下分离度可能降低。也可能需要微调柱箱温度。当使用氦气作载气时，许多分析可以用 30-35 cm/sec 的平均线流速。

当使用氢气作载气时，初始平均线流速可设为 60 cm/sec。如果需要更高的分离度，就减少流速到不低于 50 cm/sec；不过，将会增加分析时间。如果需要较短的分析时间，就将流速增加到 70 cm/sec 到 80 cm/sec。注意，在较高线性流速条件下分离度可能降低。也可能需要微调柱箱温度。当使用氢气作载气时，许多分析可以用 60-70 cm/sec 的平均线流速。

经过比较不同平均载气线流速得到的色谱图，将会看到保留和分离度的差别。有时在同一个色谱图上不同的峰需要不同的最佳平均线流速。在此情况下，通常选择折中的线速度。除了氮气以外，平均线流速的小的改变 (<2 cm/sec) 很少能导致分离度的明显改变。当进行平均线流速的实验时，不同线流速的差异至少要 3-4 cm/sec。



## 进样口默认设置

250°C 的进样口温度对几乎所有样品都是足够的。对于挥发性样品如挥发性溶剂，建议使用 150-200°C 的进样口温度。对于高沸点样品如类固醇、甘油三酯或表面活性剂，建议采用 275-300°C 的进样口温度。确保隔垫能够承受高的进样口温度。

### 进样口默认设置

	大口径直接进样	分流	不分流
柱温:	250°C	250°C	250°C
衬管:	直接闪蒸	直管或沙漏形	带有底部限流的直管
进样:	1 µl	1 µl	1 µl
分流比:		1:50	
吹扫活化时间:			0.5 分钟



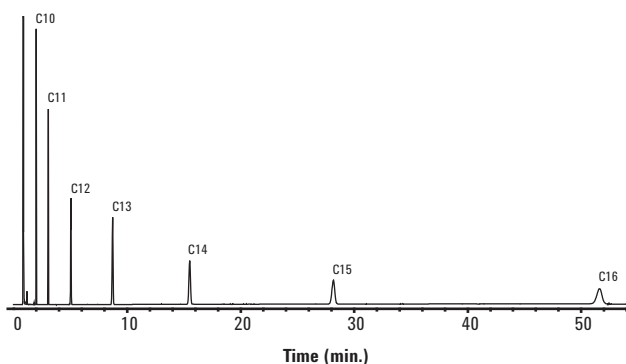
采用广泛的进样口条件和参数可以分析大部分样品。这可以形成适合于大部分样品的进样口条件标准设置。由于默认的或标准的进样口条件适合于 80-90% 的样品，因此这些条件是方法开发的良好开端。

## 柱温箱温度

恒温条件就是在整个运行过程中保持恒定的柱温箱温度。恒温条件用于具有相似保留性质的溶质。恒温条件可以很好地区分不同溶质的保留差异。在恒温条件下，峰宽随着保留的增加而迅速增加（图 10a）。因此，恒温条件只适合于有限数量的分析。

图 10a: 恒温条件

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.25 mm, 0.25 µm  
 载气: 氦气, 30 cm/sec  
 柱温箱: 100°C 恒温





### 调整升温程序时的警告

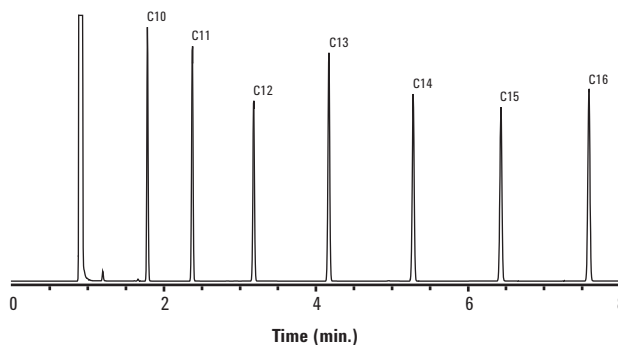
当改变温度程序时，新的色谱图上峰的鉴定确认是必不可少的。**峰的保留顺序可能因为温度程序的改变而改变（称为峰倒置）**。由于没有检测到峰倒置，常常会造成峰的误鉴定或峰的明显损失（实际上是与其它峰共流出了）。对于大部分极性固定相尤为如此。

大部分分析需要采用程序升温。程序升温是在运行过程中以可控制的速率加热柱温箱。这使得具有不同保留的溶质可以得到快速分析，且随着保留的增加峰展宽几乎不增加（图 10b）。程序升温的主要缺点是方法开发较难，以及分析之间 GC 柱温箱需要长的冷却时间。要为一个分析找到最佳的温度程序是没有诀窍或秘诀的。通常需要尝试过程。

如果尝试了不同的温度程序仍然不能达到满意的峰分离度，就可能需要不同的方式。有些化合物在特定固定相上无论采用什么升温程序都不能获得分离，这样就需要不同的固定相。有时改善柱效也可能是有效的办法。优化载气平均线流速、改善进样效率、或者使用更有效的色谱柱尺寸可能会提供所需的分离度。

图 10b: 程序升温条件

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m  
载气: 氦气, 30 cm/sec  
柱温箱: 60°C 保持 1 min, 以 20°C/min 从 60°C 升到 180°C



## 开发升温程序

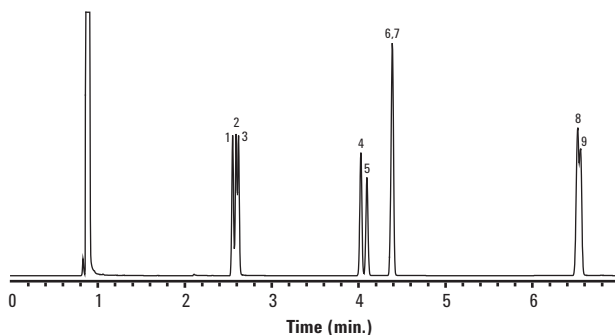
### 使用线性升温程序作为起点

如果没有以前的文献信息可以用来参考，则开发升温程序的第一步就是试用简单的线性温度程序。这会提供溶质保留特性的信息。从初始温度 50°C（或者低于样品溶剂沸点 10°C 的温度）开始，升温速率 10°C/min，最终温度等于色谱柱的恒温使用温度上限，最终温度保持时间约为 30 min。长的最后保持时间是用来保证所有溶质都流出色谱柱。在最后一个溶质流出色谱柱后几分钟就可以停止温度程序。这也可能发生在达到最终温度之前（图 11）。在采用简单的线性温度程序得到色谱图之后，下一步就是调节各种程序参数，以获得足够的分离度和最短的分析时间。

图 11: 简单的线性程序升温

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m  
载气: 氦气, 30 cm/sec  
柱温箱: 从 50°C 升到 130°C, 10°C/min

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯



### 调整初始温度和保持时间

要改善早流出峰的分度，就需要降低初始温度或增加初始保持时间。降低初始温度一般会使分度改善最大，但是分析时间会显著增加（图 12a）。此外，当初始温度低于 50°C 时，运行之间的冷却时间会显著增加。在不使用冷冻柱箱的情况下，大部分实验时环境都不可能把 GC 柱箱温度降低到 35°C 以下。降低初始温度对迟流出色谱峰的分度影响很小，特别是使用长的色谱柱时。如果采用原来的初始线性温度程序所得分度太大，就可以增高初始温度以降低分度并缩短分析时间。增高初始温度有可能降低迟流出色谱峰的分度。

增加初始保持时间常常能改善早流出峰的分离度；但是，没有降低初始温度带来的改善那么明显（图 12b 和 c）。改变初始保持时间对迟流出峰的分离度影响最小。降低初始温度和增加初始保持时间可以结合起来以改善早流出峰的分离度（图 12d）。保持时间应尽可能限制在 5 min 以下。在保持时间的后半段流出的峰可能开始变宽，从而使得分离度难以改善。

图 12a: 开发温度程序: 降低初始温度

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.32 mm, 0.25  $\mu$ m  
 载气: 氮气, 30 cm/sec  
 柱温箱: 从 40°C 升到 130°C, 10°C/min

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯

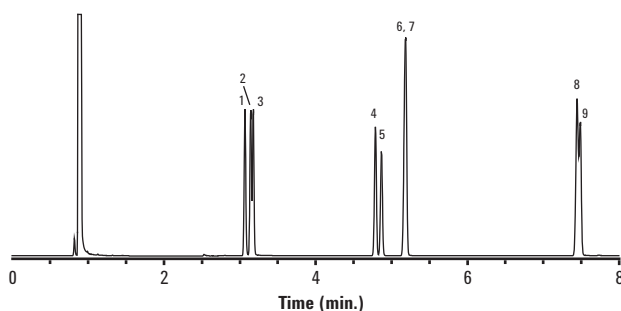


图 12b: 开发温度程序: 增加初始温度保持时间

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.32 mm, 0.25  $\mu$ m  
 载气: 氮气, 30 cm/sec  
 柱温箱: 50°C 保持 2 min, 以 10°C/min 从 50°C 升到 130°C

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯

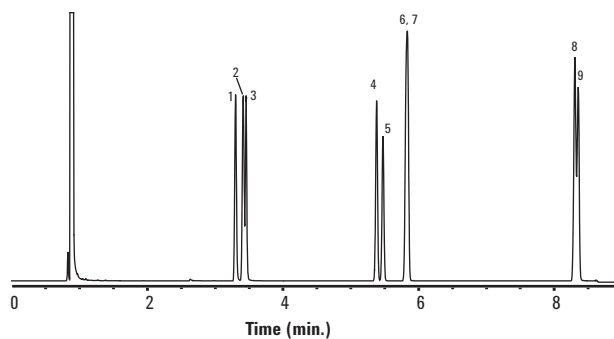


图 12c: 开发温度程序: 增加初始温度保持时间

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.32 mm, 0.25  $\mu$ m  
 载气: 氦气, 30 cm/sec  
 柱温箱: 50°C 保持 4 min, 以 10°C/min 从 50°C 升到 130°C

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯

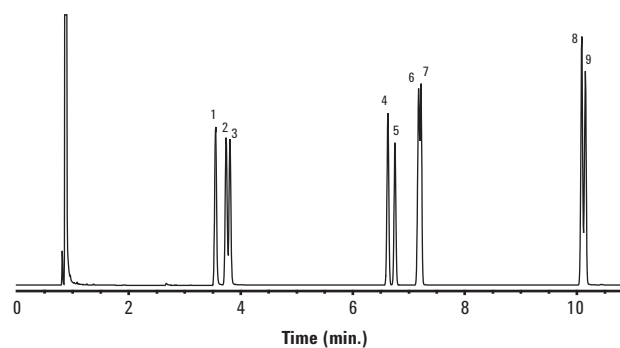
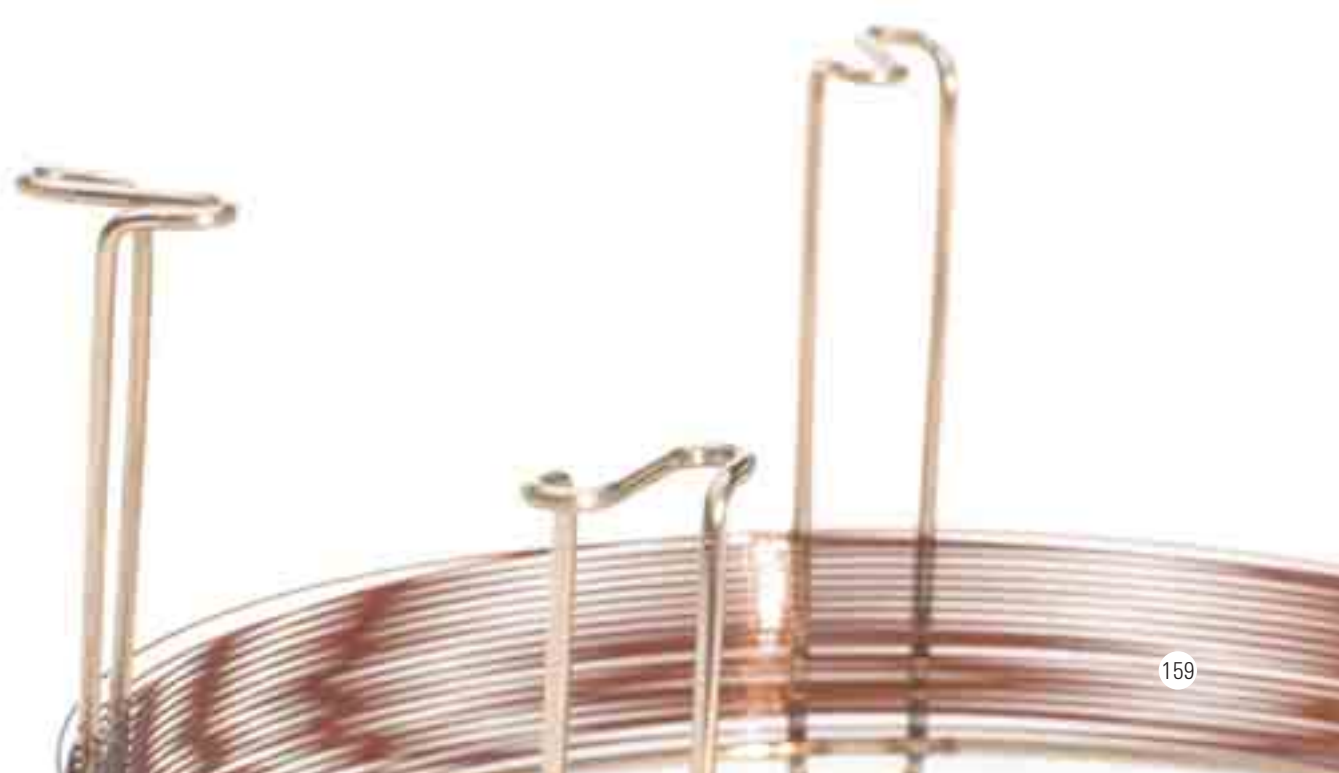
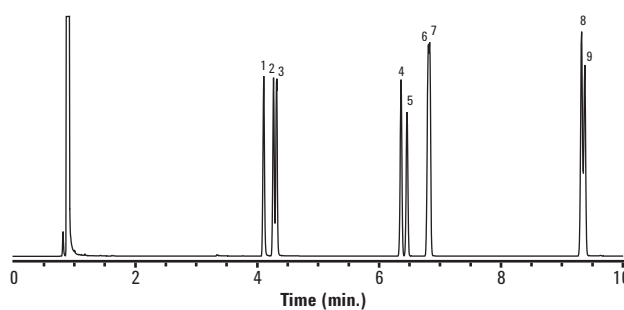


图 12d: 开发温度程序: 降低初始温度和增加初始把保持时间

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.32 mm, 0.25  $\mu$ m  
 载气: 氦气, 30 cm/sec  
 柱温箱: 40°C 保持 2 min, 以 10°C/min 从 40°C 升到 130°C

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯



## 调整升温速率

改变升温速率可以改变色谱图中流出的峰的分度。如果分离度太高，可以通过增加升温速率以降低分离度并缩短分析时间。如果分离度不足，就降低升温速率，但这将增加分析时间（图 13a）。降低升温速率常常能改善迟流出色谱峰的分度。升温速率每次只改变 5°C/min 左右。太大或太小的改变一般会分别引起分离度降低或改变不明显。初始温度、保持时间和升温速率可以结合起来同时更改以影响大部分峰（图 13b）。

图 13a: 改变升温速率

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m  
载气: 氮气, 30 cm/sec  
柱温箱: 从 50°C 升到 120°C, 5°C/min

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯

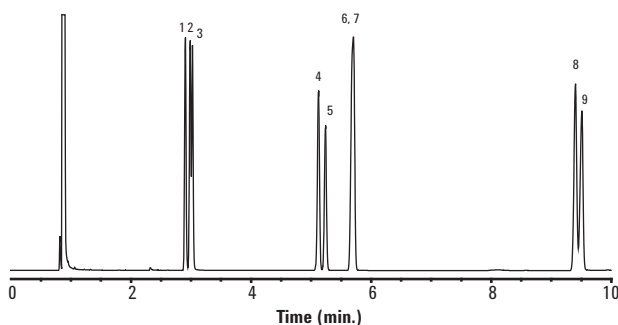
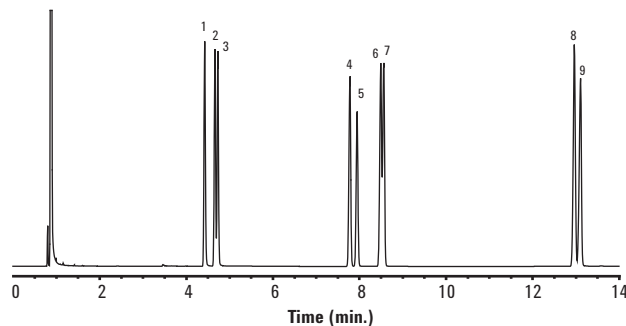


图 13b: 改变升温速率

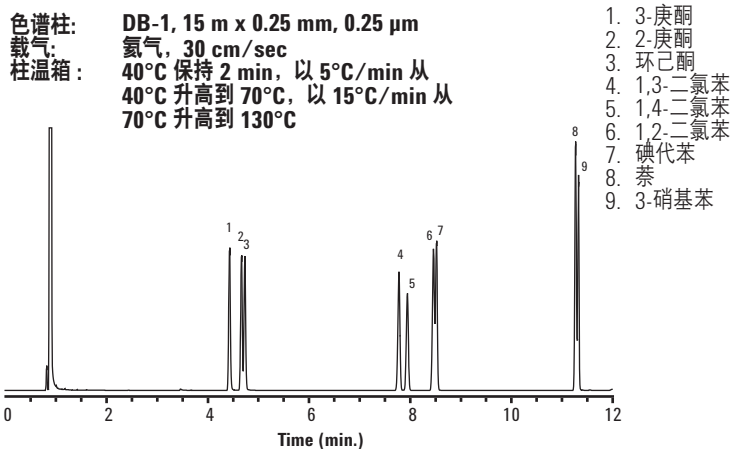
色谱柱: DB-1, 15 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m  
载气: 氮气, 30 cm/sec  
柱温箱: 40°C 保持 2 min, 以 5°C/min 从 40°C 升到 120°C

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯



多阶升温速率可用于影响色谱图的小范围峰。比如，若 5°C/min 的升温速率有利于色谱图的前部分，而 15°C/min 则更有利于后部分，那么，可以在单一程序中使用两个升温速率（图 14）。

图 14: 采用多阶升温速率



改变色谱图中间部分色谱峰的分度度的另一个办法是在升温过程中保持一段恒温。中间温度保持是在程序升温过程中某处保持几分钟的恒温。比如，50-100°C 的升温程序，升温速率 10°C/min，100°C 保持 3 min，然后升温 100-300°C，升温速率 10°C/min，这个程序就包含了一个中间温度保持。为了确定合适的保持温度，就要计算第一个目标峰流出的柱箱温度范围。保持温度要低于这个温度 20-30°C。2-5 min 的保持时间是最有效的。更短或更长的保持时间对峰的分度度没有影响，甚至有负面的影响。尝试几个不同的温度和保持时间，因为时间和温度的较小改变可能有明显的效果 (图 15a 和 b)。只有在其它温度程序改变没有效果的情况下才使用保持温度。

图 15a: 在升温过程中保持一段恒温

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m  
 载气: 氮气, 30 cm/sec  
 柱温箱: 以 10°C/min 从 40°C 升到 70°C,  
 70°C 保持 3 min, 以 10°C/min 从  
 70°C 升到 120°C

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯

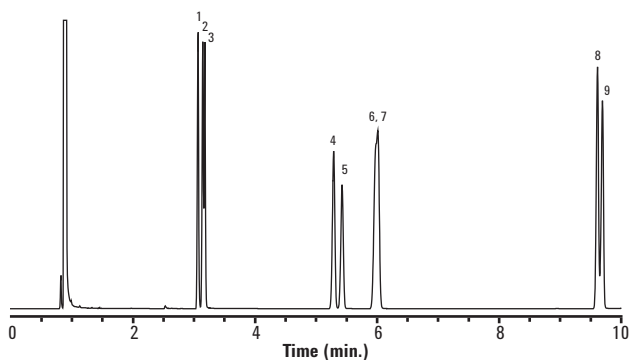
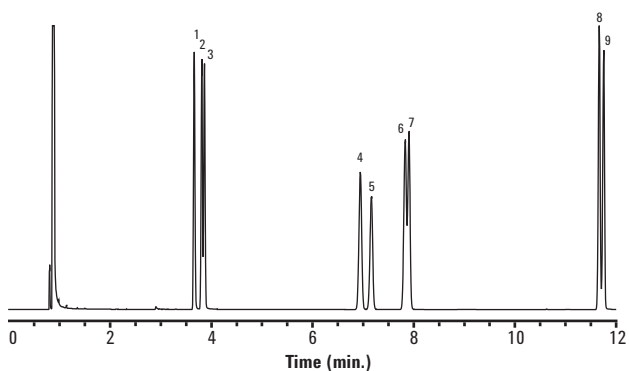


图 15b: 在升温过程中保持一段恒温

色谱柱: DB-1, 15 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$ m  
 载气: 氮气, 30 cm/sec  
 柱温箱: 以 5°C/min 从 40°C 升到 60°C, 60°C  
 保持 3 min, 以 5°C/min 从 60°C 升  
 到 120°C

1. 3-庚酮
2. 2-庚酮
3. 环己酮
4. 1,3-二氯苯
5. 1,4-二氯苯
6. 1,2-二氯苯
7. 碘代苯
8. 萘
9. 3-硝基苯



### 最终温度和时间

最后一个峰流出色谱柱之后即可停止温度程序。如果达到了色谱柱的恒温使用温度上限时还有峰流出，就需要有最终保持时间。只有在达到了色谱柱的使用温度上限时仍然有峰流出时，才使用最终保持时间。在恒温条件下流出的任何峰的峰宽将随着峰保留的增加而明显增加。如果色谱柱的温度上限比升温程序的最高温度还高，您可以继续升高 GC 柱箱温度到温度上限，但是，在此温度下的保持时间要小于 20 min。

萃取的样品常常含有在最后一个目标峰流出之后才能流出的化合物。最终温度和/或保持时间需要足够大，以保证这些化合物的流出。应当尝试更高的最终温度或更长的保持时间，直到每次运行都能保证所有溶质流出色谱柱。如果后来的进样分析过程中色谱柱中仍然流有前次进样的一部分，就会发生色谱柱污染。



## 技术支持为您服务

有硬件、软件、应用、仪器维修或故障诊断方面的问题吗？安捷伦的技术专家将为您解答。我们的技术支持专家拥有多年的实验室工作经验，可以提供丰富的专业知识和经验。

如果在本手册中发现属于色谱柱的问题，请致电当地的安捷伦分公司或 **800-820-3278**。也可以访问 [www.agilent.com/chem/techsupport:cn](http://www.agilent.com/chem/techsupport:cn)，获取更多知识提示和要点，包括：

- 常见问题
- 下载和应用程序
- 安装和维护录像
- 交互式故障查找工具
- 保修信息
- 技术支持联系信息



安捷伦一如既往地是您的色谱分析伙伴，作为这一承诺的一部分，我们为您提供一系列 GC 故障排除视频，由 GC 应用专家 Daron Decker 和安捷伦服务工程师 Herb Brooks 共同主讲。如需观看这些视频，请访问 [www.agilent.com/chem/gctroubleshooting:cn](http://www.agilent.com/chem/gctroubleshooting:cn)





## 安捷伦网上在线研讨会

了解最新技术和最新进展只需点击安捷伦**免费的网上在线研讨会**

安捷伦网上在线研讨会包括有关故障排除、维护、认证和行业应用的不同系列和题目，无需差旅的劳顿和费用即可获得最新信息。这些历时 60 到 90 分钟的在线研讨会将一直为您提供：

- 选择实况或录制的讲解以配合您的日程
- 无论您是在办公室、在家，还是在酒店，都可以参加
- 在线问答期间可以咨询安捷伦专家和行业专家

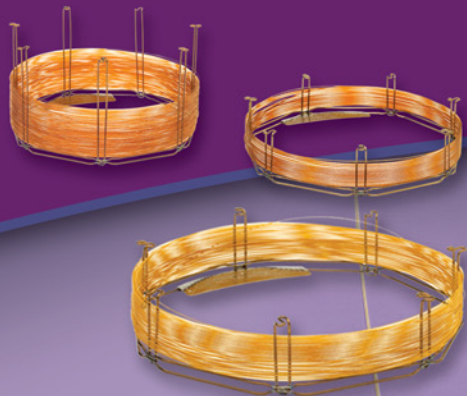
了解更多信息，或查阅相关研讨会的列表，请访问

[www.agilent.com/chem/eseminars.cn](http://www.agilent.com/chem/eseminars.cn)

## 安捷伦联系方式：

如需安捷伦科技色谱柱与消耗品的最新详细信息：

- 请登录网站：[www.agilent.com/chem/cn](http://www.agilent.com/chem/cn)
- 与当地的安捷伦分公司联系
- 与当地的安捷伦授权的代理商联系
- 拨打电话：**800-820-3278**  
**400-820-3278**
- 或直接拨打直销电话：**010-64397504**  
**010-64397370**  
**010-64397385**



本书中的信息、说明和指标，如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技（中国）有限公司，2010  
2010年12月中国印刷  
5990-5488CHCN



Agilent Technologies