

# 使用 Agilent Intuvo 9000 气相色谱系统进行血醇 浓度分析

技术优势：具有稳定顶空采样功能的  
模块化气相色谱流路



## 前言

血醇浓度 (BAC) 的测定需要在严格控制的条件下进行。准确测定血液中的乙醇含量很有必要，因为这一参数直接反映了当事人的醉酒程度。鉴于全球通用的 BAC 阈值为 0.08 g/dL (80 mg/dL)，报告结果可能事关严重的法律后果。准确校准和高精度对减少错误结果至关重要。多数基于火焰离子检测器 (FID) 的方法指定了两根色谱柱：第一根用于初步鉴定与定量，第二根用于确认。根据实验室的不同，这一过程可能涉及到两个独立的分析系统，也可能利用微板流路控制技术 (CFT) 设备在一个气相色谱系统上实现。

Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪通过 Intuvo 进样口分流器芯片式流路轻松实现双柱分析。进样口分流器芯片式流路可以使来自进样口的液流通过两根色谱柱流入两个 FID (或其他常压) 检测器中，使用该流路时无需计算、测量并切割限流器。如果色谱柱规格匹配 (例如两根色谱柱均为 30 m × 320 μm)，该流路也可两根色谱柱提供 1:1 的分流比。芯片式流路可在一次分析运行中用两根色谱柱对样品进行分析。

如需了解更多信息，请访问：  
[www.agilent.com](http://www.agilent.com)



Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪与 Agilent 7697A 顶空进样器

## 实验部分

Intuvo 气相色谱仪配备有 Agilent 7697A 顶空进样器。分流/不分流单进样口与双 FID 分别配备了双乙醇色谱柱、DB-BAC1 超高惰性 (UI) 柱与 DB-BAC2 超高惰性 (UI) 柱, 并保持恒温 (表 1 和表 2)。浓度范围为 10–800 mg/dL 的乙醇标样利用一半浓度 (5–400 mg/dL) 的甲醇、丙酮及异丙醇水溶液制备而成。乙醇对照品用于评估校准准确度, 血醇校验混标 (表 3) 用于证明新 DB-BAC UI 色谱柱对实现的分离度的提高。取 50  $\mu$ L 校准液或对照液置于顶空样品瓶中, 加入 450  $\mu$ L 0.03% (v/v) 正丙醇。

## 结果与讨论

为测定 DB-BAC1 UI 与 DB-BAC2 UI 色谱柱的校准曲线 (图 1), 对校准标样平行分析三次。最后得出, 校准标样中四种分析物的校准曲线均呈线性。两根色谱柱乙醇的相关系数 ( $R^2$ ) 均达到了 0.9995 以上。乙醇在两对色谱柱/检测器上的斜率差异仅为 6.3%, 表明进样口后 1:1 分流与检测结果准确。

表 1. Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪的仪器条件

Agilent Intuvo 9000 气相色谱仪	设定值
柱温箱	40 °C (6.5 分钟)
分流/不分流进样口	分流 10:1, 110 °C
DB-BAC1 超高惰性柱 (123-9334UI-INT) 30 m $\times$ 320 $\mu$ m, 1.8 $\mu$ m	氦气, 恒压模式, 21 psi
DB-BAC2 超高惰性柱 (123-9434UI-INT) 30 m $\times$ 320 $\mu$ m, 1.2 $\mu$ m	由色谱柱 1 控制
FID (前后)	250 °C
H <sub>2</sub> 流速	30 mL/min
空气	400 mL/min
N <sub>2</sub> (尾吹气)	25 mL/min
跳线芯片	110 °C (进样口温度)
总线	默认 (200 °C)
前/后信号	20 Hz

表 2. Agilent 7697A 顶空进样器的仪器条件

Agilent 7697A 顶空进样器	设定值
柱温箱	70 °C
定量环温度	70 °C
传输线温度	90 °C
样品瓶平衡时间	7 分钟
进样持续时间	0.5 分钟
样品瓶规格	20 mL
样品瓶振荡	关闭
样品瓶充气模式	默认 (以 50 mL/min 至 15 psi, 保持 0.1 分钟)
样品瓶填充压力	15 psi
定量环充气速率	30 psi/min
定量环最终压力	1.5 psi
定量环平衡时间	0.05 分钟

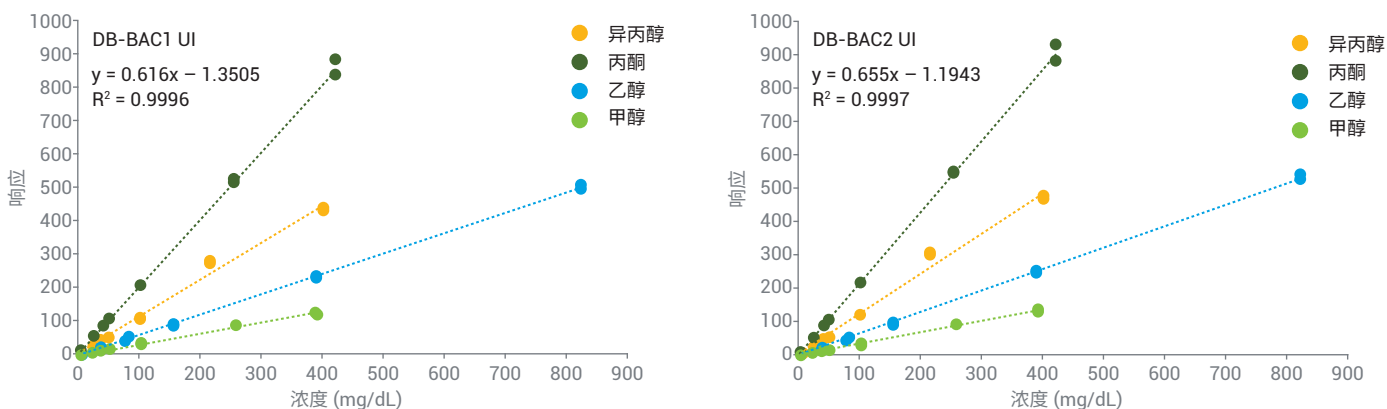


图 1. Agilent DB-BAC1 UI 与 DB-BAC2 UI 色谱柱的乙醇、甲醇、丙酮、异丙醇校准曲线

校准之后，用 80 mg/dL 乙醇对照品与血醇校验混标 (50 mg/dL) 配制五个顶空样品。两个通道由标准偏差 (RSD) 测得的峰面积重复性为 4.1% 以内 (表 4)。经计算，保留时间精度为 0.1% 以内 (表 5)。用乙醇对照品验证校准准确度 (表 6)。

表 3. 乙醇对照品与血醇校验混标的部件号

标样	部件号
20 mg/dL	5190-9756
50 mg/dL	5190-9757
80 mg/dL	5190-9758
100 mg/dL	5190-9759
150 mg/dL	5190-9760
200 mg/dL	5190-9761
300 mg/dL	5190-9762
400 mg/dL	5190-9763
乙醇校验混标	5190-9765

表 4. 血醇校验混标中 80 mg/dL 乙醇标样与分析物在两根色谱柱上的峰面积精度 (RSD)

分析物	Agilent DB-BAC1 UI	Agilent DB-BAC2 UI
乙醇 80 mg/dL 标样	3.70%	2.80%
甲醇 (50 mg/dL)	4.10%	1.40%
乙醛 (50 mg/dL)	2.80%	3.00%
乙醇 (50 mg/dL)	2.30%	1.10%
异丙醇 (50 mg/dL)	3.30%	1.90%
叔丁醇 (50 mg/dL)	2.80%	2.70%
丙醛 (50 mg/dL)	3.40%	3.00%
正丙醇 (50 mg/dL)	3.10%	2.10%
丙酮 (50 mg/dL)	3.40%	2.90%
乙腈 (50 mg/dL)	2.30%	2.80%
2-丁醇 (50 mg/dL)	2.00%	3.00%
乙酸乙酯 (50 mg/dL)	3.20%	3.10%
2-丁酮 (50 mg/dL)	3.10%	3.00%

表 5. 50 mg/dL 血醇校验混标中 80 mg/dL 乙醇标样与分析物在两根色谱柱上的保留时间精度 (RSD)

分析物	Agilent DB-BAC1 UI	Agilent DB-BAC2 UI
乙醇 80 mg/dL 标样	0.04%	0.10%
甲醇	0.01%	0.02%
乙醛	0.01%	0.02%
乙醇	0.02%	0.05%
异丙醇	0.02%	0.04%
叔丁醇	0.03%	0.04%
丙醛	0.01%	0.02%
正丙醇	0.03%	0.04%
丙酮	0.02%	0.03%
乙腈	0.02%	0.03%
2-丁醇	0.04%	0.04%
乙酸乙酯	0.02%	0.03%
2-丁酮	0.02%	0.03%

所有对照品均处于可接受的误差范围内 ( $\pm 6\%$ )。图 2 的色谱图证明, 血醇校验混标中包括的多种分析物的分离度得到了改善。叔丁醇、正丙醇等常见内标均与目标分析物实现了充分分离。

## 结论

配备 Agilent 7697A 顶空进样器与进样口分流器的 Agilent Intuvo 9000 气相色谱系统可在单次运行中对血醇分析物实现鉴定、定量与确认。两种色谱柱与检测器测得的结果均有良好的线性, 浓度测定的精度 (峰面积与保留时间) 和准确度同样出色。Intuvo 9000 的模块化流路可简化双色谱柱/双检测器配置, 具有优异的性能。为改善色谱分析体验, Intuvo 9000 还具有其他优势, 如体积更小、触屏颜色明亮以及配备快速接头。

表 6. 经收集校准曲线评估后的一系列乙醇标样的浓度计算结果。所有浓度均处于预期浓度的 6% 以内

乙醇标样	Agilent DB-BAC1 UI 浓度计算值	合格/不合格	Agilent DB-BAC2 UI 浓度计算值	合格/不合格
20 mg/dL	19.8 mg/dL	合格	19.3 mg/dL	合格
50 mg/dL	50.0 mg/dL	合格	47.1 mg/dL	合格
80 mg/dL	79.3 mg/dL	合格	76.8 mg/dL	合格
100 mg/dL	96.7 mg/dL	合格	94.4 mg/dL	合格
150 mg/dL	152 mg/dL	合格	149 mg/dL	合格
200 mg/dL	197 mg/dL	合格	193 mg/dL	合格
300 mg/dL	302 mg/dL	合格	302 mg/dL	合格
400 mg/dL	384 mg/dL	合格	386 mg/dL	合格

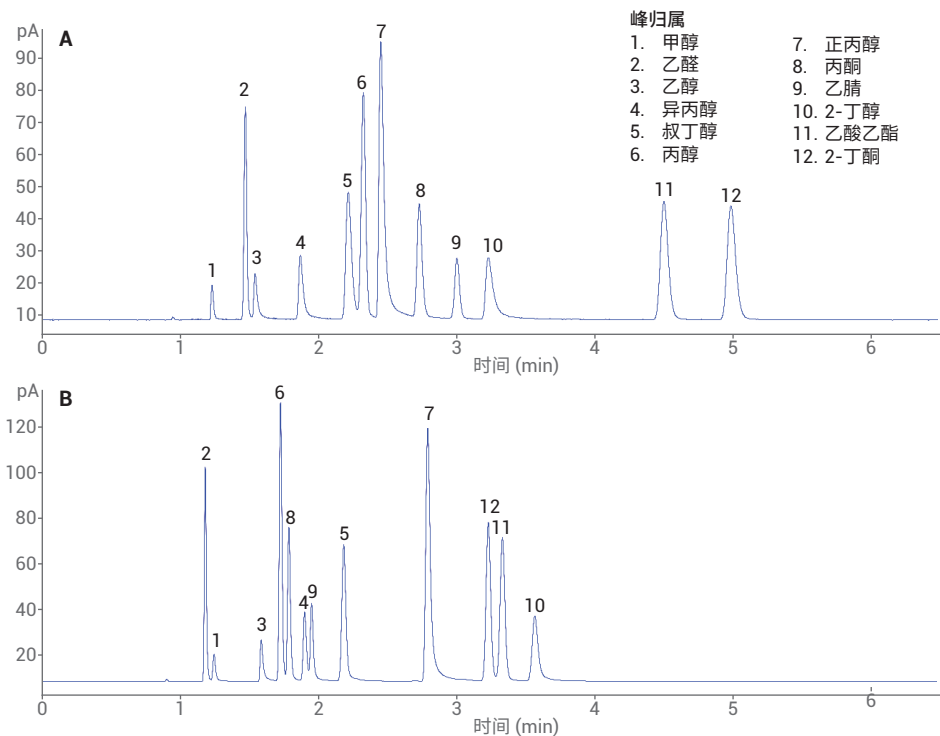


图 2. 血醇校验混标的色谱图展现了叔丁醇 (5) 与正丙醇 (7) 在 Agilent DB-BAC1 UI 色谱柱 (A) 上与其他目标化合物的分离。互补 Agilent DB-BAC 2 UI 色谱柱 (B) 上的洗脱顺序产生了变化