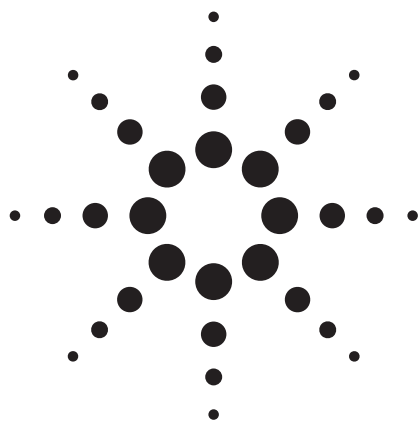




使用 Agilent Poroshell 120 色谱柱快速分析现金上的违禁药物残留

应用报告

法医和毒理学

作者

Anne E. Mack, James R. Evans 和
William J. Long
安捷伦科技公司.
2850 Centerville Road
Wilmington, DE 19808
美国

摘要

我们经常可以在美金上发现诸如可卡因等的违禁药物。虽然使用钞票吸毒的想法是可笑的，但真相却非常现实。通常认为贩毒是毒品残留于钞票的源头，且由于残留的毒品为细粉状，所以很容易从一张钞票的表面转移到另一张。由于钞票会经过点钞机和自动柜员机(ATM)处理，因此少量的毒品很容易在钞票间转移。在此之前安捷伦的一份应用报告（安捷伦出版物编号 5990-4254EN）详细阐述了使用配备 Agilent 6410 Triple Quadrupole LC/MS 检测器的 Agilent 1200 Series 液相色谱系统，筛查法医和毒理学分析中关注的 25 个化合物的方法。本实验使用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱对安捷伦 LC/MS 毒理学测试混合物（安捷伦部件号 5190-0470）中的 25 个化合物进行了分析。实验中采用更高流速，并相应调整甲酸铵/乙腈梯度程序进行洗脱，从而缩短分析时间，并充分利用了这种表面多孔颗粒色谱柱的低反压优势。本文对 25 个化合物分别绘制了校正曲线，并对 \$1 钞票甲醇提取物进行了定性和定量分析。



Agilent Technologies

前言

由于表面多孔填料颗粒性能优越，因而我们尝试着将方法从较大的 5 μm 全多孔填料颗粒色谱柱和亚 2 μm 全多孔填料颗粒色谱柱向表面多孔填料颗粒色谱柱进行转移。由于表面多孔填料颗粒传质距离短、粒径分布较窄，故与亚 2 μm 全多孔颗粒色谱柱具有相似的高柱效。

从较大填料颗粒色谱柱向表面多孔填料颗粒色谱柱进行方法转移的优点之一是显著缩短了分析时间，这是由于短的表面多孔填料颗粒色谱柱能以较高流速（通常两倍）良好运行，并达到与较大填料颗粒长色谱柱相似的分辨率[1-2]。由于分析人员将方法从较大填料颗粒全多孔色谱柱转移到表面多孔填料颗粒色谱柱时，很可能会改变色谱柱柱长和流速，因此必须通过计算按比例调整梯度程序，同时保持选择性（公式 1）。

公式 1

$$t_2 = \frac{t_1 \cdot d_2^2 \cdot L_2 \cdot F_1}{d_1^2 \cdot L_1 \cdot F_2}$$

其中：

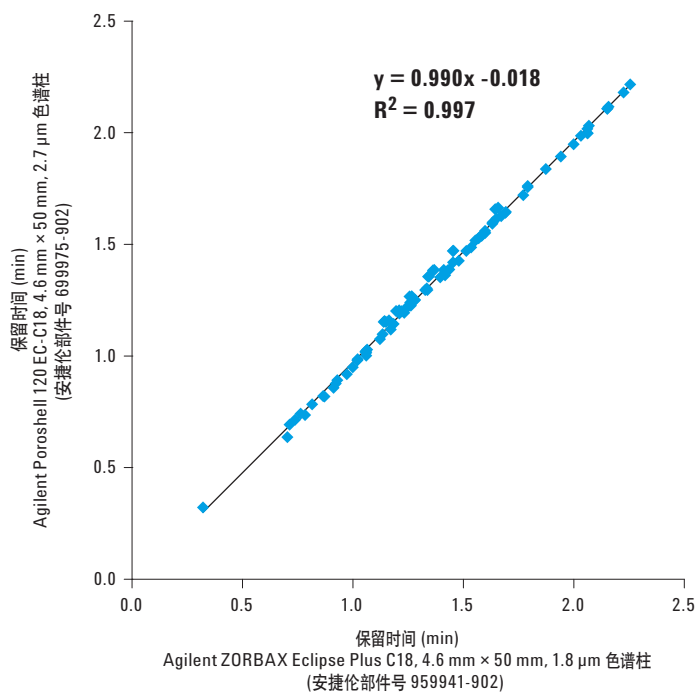
- t_1 和 t_2 分别是原来和调整后的梯度时间 (min)
- d_1 和 d_2 分别是原来和调整后的柱内径 (mm)
- L_1 和 L_2 分别是原来和调整后的柱长 (mm)
- F_1 和 F_2 分别是原来和调整后的流速 (mL/min)

在某些情况下，表面多孔填料颗粒色谱柱的更低反压会非常有用。根据不同的操作条件，表面多孔填料颗粒色谱柱的反压最多可减少 50%。分析人员可以充分利用这一优势增加流速提高分析通量，或在不超过系统压力上限的情况下增加柱长提高分辨率。调整流速和/或柱长需相应地调整梯度洗脱程序（公式 1）。

如果色谱柱填充了性能相似的化学键合相，并采用类似保留机理进行分析时，那么色谱柱间的方法转移将会非常简单，如表面多孔填料颗粒 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱和全多孔填料颗粒 Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 色谱柱。图 1 显示了使用常规梯度分析不同类型的 90 个化合物时，Poroshell 120 EC-C18 色谱柱和 Eclipse Plus C18 色谱柱显示出相似的保留行为。高相关系数(R^2)表明在分离过程中，两种安捷伦 C18 色谱柱与组分间的相互作用机制极为类似，斜率约为 1 表明两种色谱柱与组分相互作用的强度类似[3-4]。当然，虽然使用这两种色谱柱进行分析时，很多组分显示出了相似的选择性，但这并不保证在每个应用中，两种 C18 色谱柱间均能够无需调整直接进行方法转移。

本应用报告显示了使用 Poroshell 120 色谱柱是如何进行复杂样品分析的，该分析之前所用色谱柱为 1.8 μm 色谱柱。在以前的安捷伦应用报告（出版物编号 5990-4254EN）中曾使用 Eclipse Plus 色谱柱对该样品进行了成功的分离[5]。使用含 25 个 LC/MS 毒理学组分测试混合物（安捷伦部件号 5190-0470）说明两种色谱柱的可互换性。使用 Poroshell 120 色谱柱对 25 个化合物分别绘制了校准曲线。是用甲醇对 \$1 钞票进行提取，表明钞票表面显著残留了可卡因，以及大量的羟考酮、甲基安非他明、PCP 和 THC。几种痕量违禁和处方药也被检测出来。假设贩毒是毒品出现在美元现金上的源头，那么 ATM 和点钞机将会导致货币残留药物的传播[6]。此外，梯度分析方法被转移到 Poroshell 120 SB-C18 色谱柱上时，一些组分出现了选择性差异，然而 Poroshell 120 SB-C18 色谱柱可在较高温度下运行，从而可以使用更高的流速和更短的分析时间。Agilent Poroshell 120 色谱柱提供两种不同的 C18 固定相，在改变选择性的同时还能保持 C18 色谱柱的性能。升高 Agilent Poroshell 120 色谱柱的流速使压力升至 400 和 600 bar，以用于充分展示传统 HPLC 和新型 UHPLC 的性能。

Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱具有与 Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 色谱柱非常类似的选择性



流动相: A: 10 mM 甲酸铵溶液, pH 3
B: 乙腈

梯度程序: t_0 时 B 为 5%, 在 2 min 内升至 95%,
后保持 1 min

流速: 2 mL/min

样品: 1 μL 浓度 1 mg/mL 标准品水溶液

咪喃唑酮	联苯	乙酰苯胺	DL-苯丙氨酸	盐酸奥昔布宁 1
氯霉素	萘	非诺洛芬	盐酸多塞平	苯海拉明
乙胺嘧啶	甲氧基萘	邻苯二酚	盐酸麻黄碱	二氟尼柳
磺胺嘧啶	苯甲醚	苯酚	洛哌丁胺	尼索地平
磺胺间甲氧嘧啶	二甲氧基苯	间苯二酚	盐酸普鲁卡因	双氯芬酸钠盐
尼莫地平	皮质酮	对苯二酚	非诺洛芬钙水合物	氯化可的松
磺胺二甲氧嘧啶	α -羟孕酮	4-硝基苯酚	红霉素	4-羟基苯甲酸
磺胺甲噁唑	黄体酮	邻甲基苯酚	硝酸盐康唑	盐酸普鲁卡因胺
磺胺氯吡嗪	α -羟孕酮	对甲基苯酚	吉非罗齐	利多卡因
磺胺甲氧嗪	泼尼松龙	3,4-二甲基苯酚	β -雌二醇	特非那定
磺胺甲噻二唑	美雌醇	2,3-二甲基苯酚	美托洛尔	特非那定
磺胺二甲嘧啶	去氧皮质酮	2-硝基苯酚	泼尼松	盐酸金霉素
磺胺甲噻唑	黄体酮	2,4-二甲基苯酚	普罗替林	马来酸氯苯那敏
磺胺噻唑	马来酸氯苯吡胺	2,5-二甲基苯酚	2-羟基马尿酸	氯霉素
磺胺嘧啶	小檗碱	1-萘酚	5-羟基间苯二甲酸	盐酸丁螺环酮
苯甲醛	英普咪定	盐酸丙米嗪	氟灭酸	苯佐卡因
碘苯	炔诺酮	d-蛋氨酸	盐酸普莫卡因	安替比林
菲	非那西丁	3,4-二羟基-1-苯丙氨酸	萘普生	乙酰水杨酸

图 1. 使用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱与 Agilent Eclipse Plus C18 色谱柱分离 90 种化合物的保留时间散点图

实验部分

本文采用配备 Agilent 6410 Triple Quadrupole LC/MS 的 Agilent 1200 Series 快速分离高分离度液相色谱(RRLC)系统:

- G1312B SL 型二元泵, 流动相 A: 含有 0.01% 甲酸的 5 mM 甲酸铵溶液, 流动相 B: 含有 0.01% 甲酸的乙腈。梯度设置: t_0 时 B 浓度为 10%, 后升至 15%, 接着升至 50%, 最后再升至 95% 并保持。梯度程序视色谱柱规格和流速而定 (表 1)
- G1367C SL 型自动液体进样器(ALS), 进样量 1.0 μ L
- G1316B SL 型柱温箱(TCC), 温度设置为 60 °C 或 90 °C (仅限于 Poroshell 120 SB-C18 色谱柱)
- G6410A Triple Quadrupole LC/MS: 电喷雾 AP-ESI, 干燥气温度和流速: 350 °C, 12 L/min, 雾化气压力: 30 psi, 毛细管电压: 2000 V, dMRM 模式, 离子转换如表 2 所示
- MassHunter 软件版本 B.02.01、B.02.00 和 B.03.01 分别用于数据采集、定性分析和定量分析

本文使用了三种安捷伦色谱柱:

- Agilent Poroshell 120 EC-C18, 2.1 mm $\times$ 100 mm, 2.7 μ m 色谱柱 (部件号 695775-902)
- Agilent Poroshell 120 SB-C18, 2.1 mm $\times$ 100 mm, 2.7 μ m 色谱柱 (部件号 685775-902)
- Agilent ZORBAX RRHT Eclipse Plus C18, 2.1 mm $\times$ 100 mm, 1.8 μ m 色谱柱 (部件号 p/n 959764-902)

表 2 展示了采用 Poroshell 120 EC-C18 色谱柱、0.5 mL/min 流速分析目标化合物的保留时间和定性、定量 MRM 离子传输数据。标准溶液为 1 μ g/mL 的标准品甲醇溶液, 购于安捷伦科技公司 (LC/MS 毒理学测试混合物, 安捷伦部件号 5190-0470)。用甲醇和标准溶液稀释制备系列校准溶液。将 \$1 钞票样品浸于 7 mL 甲醇中, 超声 30 min 以制备样品溶液。另外, 乙腈、甲酸和甲酸铵购自 Sigma Aldrich 公司(Bellefont, PA), 甲醇购自 Honeywell、Burdick and Jackson 公司(Muskegon, MI)。实验用水为 18 M- Ω Milli-Q 水(Bedford, MA)。

表 1. 不同色谱柱和实验条件下的高效液相色谱方法参数

梯度和方法参数	2.1 $\times$ 100 mm 1.8- μ m Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18	2.1 $\times$ 100 mm 2.7- μ m Agilent Poroshell 120 EC-C18	2.1 $\times$ 100 mm 2.7- μ m Agilent Poroshell 120 EC-C18	2.1 $\times$ 100 mm 2.7- μ m Agilent Poroshell 120 EC-C18	2.1 $\times$ 100 mm 2.7- μ m Agilent Poroshell 120 SB-C18	2.1 $\times$ 100 mm 2.7- μ m Agilent Poroshell 120 SB-C18	2.1 $\times$ 100 mm 2.7- μ m Agilent Poroshell 120 SB-C18
流速 (mL/min)	0.5	0.5	0.7	1.0	0.5	0.9	1.4
10% B (min)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15% B (min)	0.50	0.50	0.36	0.25	0.50	0.28	0.18
50% B (min)	3.00	3.00	2.14	1.50	3.00	1.67	1.07
95% B (min)	4.00	4.00	2.86	2.00	4.00	2.22	1.43
95% B (min)	6.00	6.00	4.29	3.00	6.00	3.33	2.14
停止时间 (min)	6.00	6.00	4.29	3.00	6.00	3.33	2.14
后运行时间 (min)	2.00	2.00	1.43	1.00	2.00	1.11	0.71
总循环时间 (min)	8.00	8.00	5.71	4.00	8.00	4.44	2.86
TCC 温度 (°C)	60	60	60	60	90	90	90
进样量 (μ L)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
系统压力 (bar)	375	280	385	550	195	370	595

表 2. 25 个毒理学测试混合物组分的 MRM transition

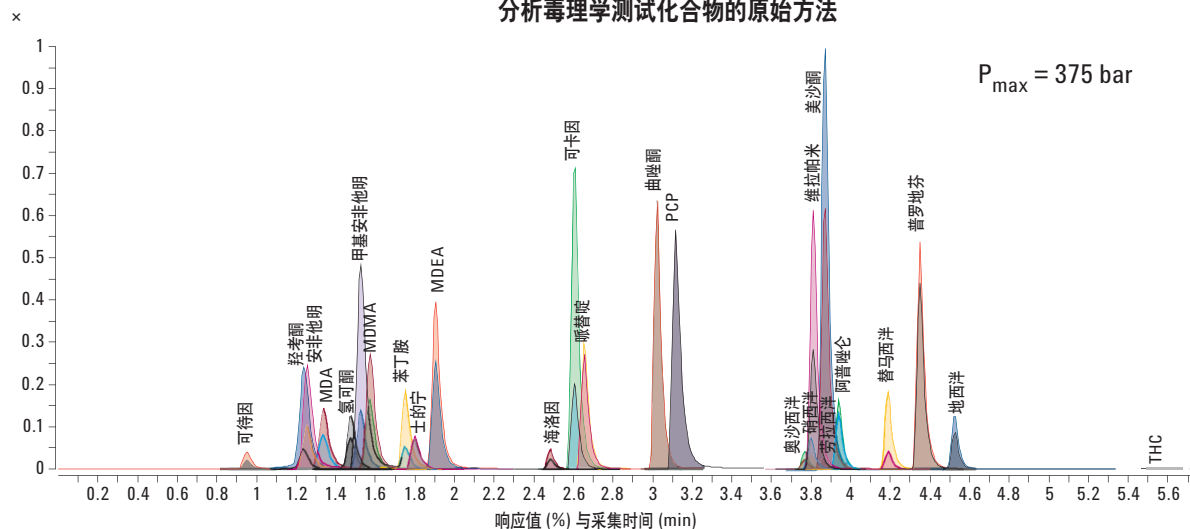
化合物名称	母离子	碎裂电压	子离子 1	碰撞能量 1	子离子 2	碰撞能量 2	保留时间 (min)	Δ保留时间
可待因	300.2	158	165.1	45	58.1	29	0.89	0.4
羟考酮	316.2	143	298.1	17	256.1	25	1.14	0.4
安非他明	136.1	66	119.1	5	91	17	1.19	0.4
MDA	180.1	61	163	5	105	21	1.25	0.4
氢可酮	300.2	159	199	29	128	65	1.34	0.4
甲基安非他明	150.1	92	119	5	91	17	1.43	0.4
MDMA	194.1	97	163	9	105	25	1.46	0.4
士的宁	335.2	195	184	41	156	53	1.66	0.4
苯丁胺	150	66	133	5	91	25	1.66	0.4
MDEA	208.1	107	163	9	105	25	1.8	0.4
海洛因	370.2	149	268.1	37	165	61	2.4	0.4
可卡因	304.2	138	182.1	17	77	61	2.52	0.4
哌替啶	248.2	128	220.1	21	174.1	17	2.59	0.4
曲唑酮	372.2	159	176	25	148	37	2.95	0.4
PCP	244.2	86	91	41	86.1	9	3.05	0.4
奥沙西洋	287	150	269	12	241	20	3.66	0.4
硝西洋	282.1	148	236.1	25	180	41	3.66	0.4
维拉帕米	455.3	158	165	37	150	45	3.75	0.4
劳拉西洋	321	102	275	21	194	49	3.75	0.4
美沙酮	310.2	112	265.1	9	105	29	3.83	0.4
阿普唑仑	309.1	179	281	25	205	49	3.84	0.4
替马西洋	301.1	117	255.1	29	177	45	4.05	0.4
普罗地芬	354.2	153	167	29	91.1	45	4.33	0.4
地西洋	285.1	169	193	45	154	25	4.41	0.4
THC	315.2	150	193.2	20	123.3	30	5.4	0.4

结果与讨论

图 2 展示了 P. Stone 开发的采用 Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18, 2.1 mm × 100 mm, 1.8 μm 色谱柱的初始分析方法, 该分析在 6 min 内完成, 后运行 2 min, 系统压力 375 bar。图 3 展示了采用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 2.1 mm × 100 mm, 2.7 μm 色谱柱进行同一分析时, 具有与 Eclipse Plus 色谱柱相同的分析时间和后运行时间, 而反压却降至 280 bar。虽然图 2 和图 3 中两种色谱柱的洗脱模式存在轻微差别, 但总体选择性如图 1 所预测的那样, 极为相似。

采用 Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18, 2.1 mm × 100 mm, 1.8 μm 色谱柱 (安捷伦部件号 959764-902)

分析毒理学测试化合物的原始方法



A: 含有 0.01% 甲酸的 5 mM 甲酸铵溶液 (1 L 水 + 0.3153 g 甲酸铵 + 0.1 mL 甲酸)

B: 含有 0.01% 甲酸的乙腈溶液 (1 L 乙腈 + 0.1 mL 甲酸); 0.5 mL/min; t_0 时 B 为 10%, 后在 0.5 min 内升至 15%, 接着在 2.5 min 内升至 50%, 然后在 1 min 内升至 95%, 最后保持 2 min; 第 6 min 时停止运行, 后运行 2 min;

样品: 进样程序: 抽取 5 μL 水, 抽取 1 μL LC/MS 毒理学测试混合物 (部件号 5190-0470) 标准品溶液; 进样: TCC=60 °C;

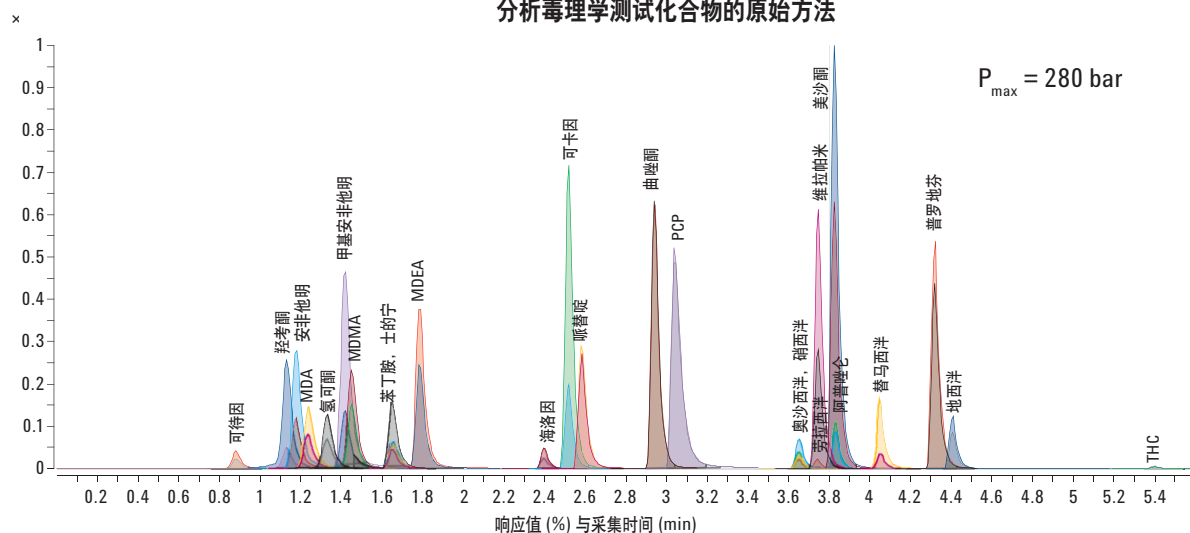
MS 离子源: 电喷雾 AP-ESI, 干燥气温度和流速: 350 °C, 12 L/min, 雾化器气压: 30 psi, 毛细管电压: 2000V;

MS 采集: 动态 MRM (MRM 离子传输通道如表 2 所示), 正电子模式。

图 2. 采用 Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 色谱柱, 在配备 Agilent 6410 Triple Quadrupole LC/MS 的 Agilent 1200 Series 液相色谱系统上分析安捷伦 LC/MS 毒理学测试混合物谱图 (安捷伦部件号 5190-0470)

采用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 2.1 mm × 100 mm, 2.7 μm 色谱柱 (安捷伦部件号 695775-902)

分析毒理学测试化合物的原始方法



A: 含有 0.01% 甲酸的 5 mM 甲酸铵溶液 (1 L 水 + 0.3153 g 甲酸铵 + 0.1 mL 甲酸)

B: 含有 0.01% 甲酸的乙腈溶液 (1 L 乙腈 + 0.1 mL 甲酸); 0.5 mL/min; t_0 时 B 为 10%, 后在 0.5 min 内升至 15%, 接着在 2.5 min 内升至 50%, 然后在 1 min 内升至 95%, 最后保持 2 min; 第 6 min 时停止运行, 后运行 2 min;

样品: 进样程序: 抽取 5 μL 水, 抽取 1 μL LC/MS 毒理学测试混合物 (部件号 5190-0470) 标准品溶液; 进样: TCC=60 °C;

MS 离子源: 电喷雾 AP-ESI, 干燥气温度和流速: 350 °C, 12 L/min, 雾化器气压: 30 psi, 毛细管电压: 2000V;

MS 采集: 动态 MRM (MRM 离子传输通道如表 2 所示), 正电子模式。

图 3. 采用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱, 在配备 Agilent 6410 Triple Quadrupole LC/MS 的 Agilent 1200 Series LC 系统上分析安捷伦 LC/MS 毒理学测试混合物 (安捷伦部件号 5190-0470)

表 3 展示了采用 Poroshell 120 色谱柱分析安捷伦 LC/MS 毒理学测试混合物中 25 个化合物的校准数据。所有化合物均显示出良好的线性相关性, $R^2 > 0.9979$, 校准数据用于定量测定美元 \$1 钞票的甲醇提取物。色谱分析和定量测定结果如图 4 所示, 在美元钞票

上检测出相当数量的可卡因。羟考酮、甲基安非他明、PCP 和 THC 也被检测出来。此外, 钞票上也检测到少量的安非他明、氢可酮、MDMA、海洛因、美沙酮和地西洋。美元现金上检测出物质的量与之前的测定结果一致[6-8]。

表 3. 使用 Poroshell 120 色谱柱测定 25 个毒理学测试化合物的校准数据

化合物名称	线性校准曲线	相关系数, R^2
可待因	$y = 25.4023 \times + 3.1628$	0.99990276
羟考酮	$y = 138.9535 \times - 0.6269$	0.99938632
安非他明	$y = 196.3425 \times + 50.1606$	0.99987385
MDA	$y = 121.2945 \times + 180.2165$	0.99945701
氢可酮	$y = 72.1351 \times - 8.1010$	0.99964622
甲基安非他明	$y = 286.7936 \times + 429.4970$	0.99789141
MDMA	$y = 121.4217 \times - 55.0435$	0.99874569
苯丁胺	$y = 110.8083 \times - 65.1028$	0.99914972
士的宁	$y = 39.3465 \times - 9.5339$	0.99964358
MDEA	$y = 200.4804 \times - 14.2886$	0.99980092
海洛因	$y = 18.2969 \times + 0.4442$	0.99987634
可卡因	$y = 295.8654 \times - 5.6261$	0.99963342
哌替啶	$y = 145.0367 \times + 17.2273$	0.99986118
曲唑酮	$y = 286.1986 \times - 12.4408$	0.99969366
PCP	$y = 287.4395 \times - 24.8090$	0.99989199
奥沙西洋	$y = 14.7883 \times - 0.4919$	0.99900677
硝西洋	$y = 49.1750 \times + 69.2747$	0.99876656
维拉帕米	$y = 273.3001 \times + 17.3890$	0.99986678
劳拉西洋	$y = 11.2911 \times + 6.0687$	0.99896851
美沙酮	$y = 439.7238 \times - 6.7890$	0.9997511
阿普唑仑	$y = 80.2721 \times + 18.5435$	0.99969734
替马西洋	$y = 70.9899 \times + 15.5246$	0.99976598
普罗地芬	$y = 243.9474 \times - 13.0696$	0.99990655
地西洋	$y = 68.9622 \times + 26.0608$	0.99948978
THC	$y = 3.1838 \times - 2.7072$	0.99801611

对从一张美元 \$1 钞票中提取出的羟考酮、安非他明、氢可酮、甲基安非他明、MDMA、海洛因、可卡因、PCP、美沙酮、地西洋和 THC 进行了定量测定

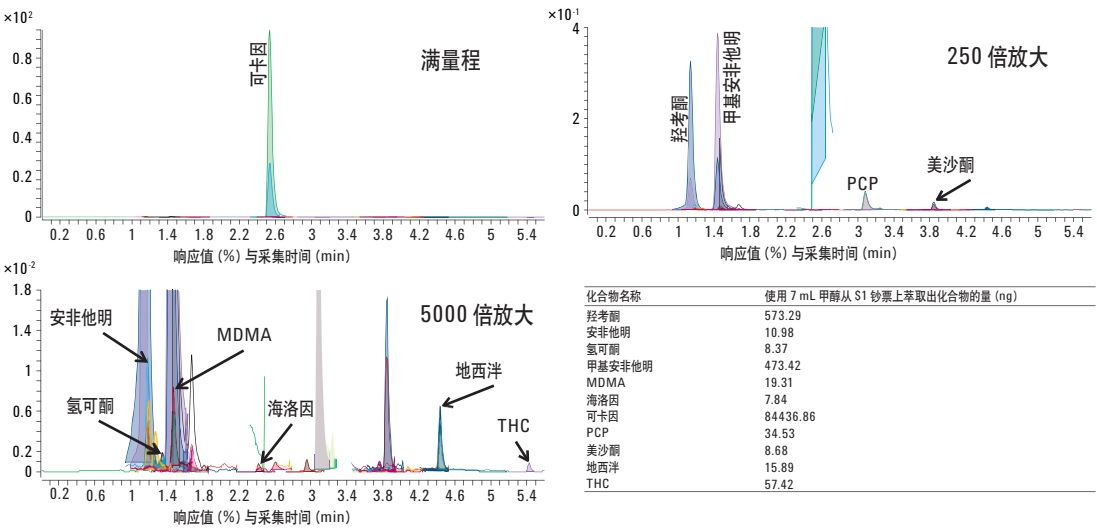


图 4. 使用 7 mL 甲醇、超声 30 min 提取一张随机抽取的美元 \$1 钞票样品得到的色谱分析和定量测定结果

如图 5 所示, 基于 Poroshell 120 色谱柱的低反压特性, 在不超过 400 bar 的标准高校液相色谱系统压力条件下, 流速可从 0.5 mL/min 增至 0.7 mL/min, 或者在不超过 600 bar 的超高液相色谱系统压力条件下, 流速可提升至 1 mL/min。当十分需要高通量分析, 并且具备超高液相色谱分析条件时, 流速增加将非常有利。在系统压力低于 400 bar 时, 总运行时间能减少 2.3 min, 或者在系统压力低于 600 bar 时, 总运行时间可减少 4 min (缩短 50% 运行时间)。当然, 流速的增加将使得分辨率有所降低, 但使用 MS 检测器能够弥补分辨率上的损失。

采用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱, 提高流速, 无论系统压力限制是 400 还是 600 bar, 都能显著节省分析时间

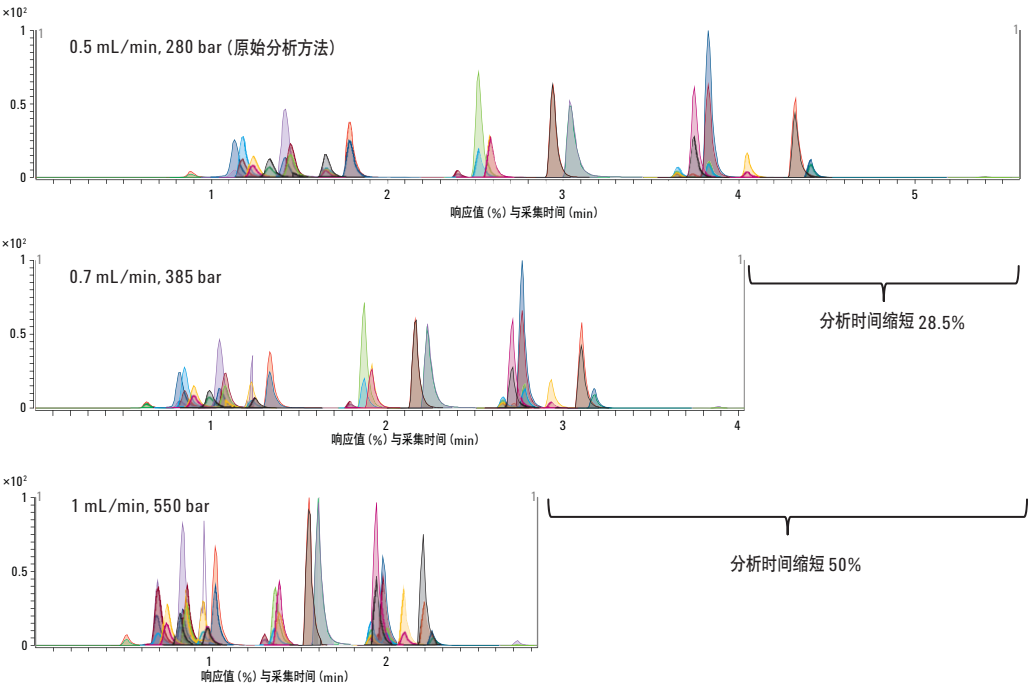


图 5. 采用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱, 提高流速使压力增至 400 或 600 bar 的系统耐受压, 缩短了分析毒理学测试化合物的时间

提高温度可以降低流动相的黏度，可使流速进一步增加。原始分析方法的运行温度为 60 °C，是 Eclipse Plus C18 色谱柱和 Poroshell 120 EC-C18 色谱柱的最高运行温度。为了使该分析在更高的温度条件下运行，必须改用 Poroshell 120 SB-C18 色谱柱，其最高运行温度为 90 °C。图 6 展示了采用 Poroshell 120 SB-C18 色谱柱的快速色谱分析。采用 600 bar 的系统耐压运行，可缩短 64.3% 的分析时间，然而这会降低分辨率。对于毒理学测试化合

物等复杂样品分析而言，分辨率损失和化合物严重共洗脱将使得分析总峰数据点减少，从而降低了分析结果的质量。一种简单的解决方案就是增加柱长，从 100 mm 到 150 mm 柱长的轻增加将提高所有组分的分辨率。虽然较长色谱柱不能在很高流速下运行，但分析人员还是可以在不超过系统耐受压力的前提下，运行色谱柱的最高流速缩短分析时间。

使用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱，提高温度和增加流速使压力增至 400 或 600 bar 的液相色谱系统压力上限，显著缩短了分析时间

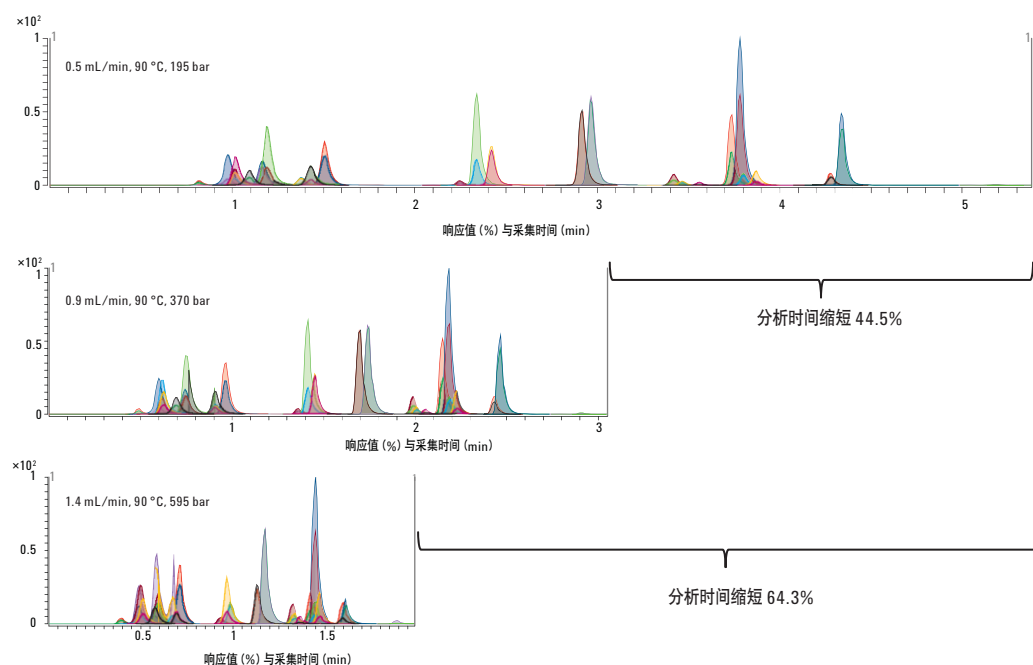


图 6. 采用 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱，通过提高温度和增加流速使压力增至 400 或 600 bar 的系统压力上限，缩短了分析毒理学测试化合物的分析时间

结论

可轻松地将使用 Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 色谱柱分析 25 个毒理学化合物的复杂分析方法转移至表面多孔颗粒填料的 Agilent Poroshell 120 EC-C18 色谱柱, 获得高质量的分析结果, 且能节省大量分析时间。由于 1.8 μm Eclipse Plus C18 色谱柱和 Poroshell 120 EC-C18 色谱柱具有相似的选择性和柱效, 因此, 对于其它复杂样品分析, 无需方法调整即可实现从 1.8 μm Eclipse Plus C18 色谱柱向相同规格 Poroshell 120 EC-C18 色谱柱的转移。Poroshell 120, 2.7 μm 颗粒色谱柱的低反压特性可提高实验效率, 它可在不超过高效液相色谱 400 bar 或超高压液相色谱更高压力上限的条件下, 使用更高流速以缩短分析时间。本分析方法可用于检测和定量测定 \$1 钞票上残留的几种滥用药物, 其中包括可卡因、羟考酮、甲基安非他明、PCP 和 THC。

参考文献

1. A. Gratzfeld-Hüsgen, E. Naegelé, "Maximizing efficiency using Agilent Poroshell 120 columns," Agilent Technologies publication 5990-5602EN, 2010.
2. V. Meyer, "Practical High Performance Liquid Chromatography," Fourth Ed., p 34, Wiley, 2004.
3. K. Croes, A. Steffens, D. Marchand, L. Snyder, "Relevance of π - π and dipole-dipole interactions for retention on cyano and phenyl columns in reversed-phase liquid chromatography", *Journal of*

Chromatography A, Volume 1098, Issues 1-2, 9 December 2005, Pages 123-130.

4. W. Long, A. Mack, "Comparison of Selectivity Differences Among Different Agilent ZORBAX Phenyl Columns using Acetonitrile or Methanol," Agilent Technologies publication 5990-4711EN, 2009.
5. P. Stone, "An Application Kit for the Screening of Samples for Analytes of Forensic and Toxicological Interest using LC/QQQ MS/MS with a Dynamic MRM Transition Database," Agilent Technologies publication 5990-4254EN, 2009.
6. J. Oyler, W. Darwin, E. Cone, "Cocaine Contamination of United States Paper Currency," *Journal of Analytical Toxicology*, Volume 20, Number 4, July 1996, Pages 213-216.
7. A. Jenkins, "Drug contamination of US paper currency, Forensic Science International," Volume 121, Issue 3, 1 October 2001, Pages 189-193.
8. Y. Zuo, K. Zhang, J. Wu, C. Rego, J. Fritz, "An accurate and nondestructive GC method for determination of cocaine on US paper currency," *Journal of Separation Science*, Volume 31, Issue 13, 21 July 2008, Pages 2444-2450.

更多信息

如需了解更多有关我们产品和服务的信息, 请登录我们的网站:
www.agilent.com/chem/cn。

www.agilent.com/chem/cn

安捷伦公司对本材料所包含的错误, 或由于提供、展示或使用本材料造成的直接或间接损失概不负责。

本出版物所含信息、说明和性能指标如有变更, 恕不另行通知。

© 安捷伦科技 (中国) 有限公司, 2010
中国印刷
2010 年 9 月 2 日
5990-6345CHCN



Agilent Technologies