

LC-MS/MS 检测车辆驾驶员血液中 11 种毒品及代谢物的含量

LCMSMS-1044

摘要：本文参照 GB 45248-2025《车辆驾驶员体内毒品含量阈值与检验》和 SF/T 0169-2024《血液中 11 种毒品及代谢物的液相色谱 - 质谱检验方法》，使用岛津三重四极杆液质联用仪，建立了血液中甲基苯丙胺等 11 种毒品及代谢物的分析方法。结果显示：11 种目标物的方法定量限分别为 0.12~2.84 ng/mL，优于 SF/T 0169-2024 规定的 5~10 ng/mL；依照 GB 45248-2025 规定阈值的加标样品中各目标物保留时间和峰面积 RSD 分别为 0.04~0.13% 和 1.25~6.49%，重复性良好。

关键词：血液 驾驶员 毒品 LCMSMS GB 45248-2025 SF/T 0169-2024

技术特点：

- ❖ 灵敏度高：11 种目标物的方法定量限分别为 0.12~2.84 ng/mL，优于 SF/T 0169-2024 规定的 5~10 ng/mL；
- ❖ 重复性好：添加浓度为 GB 45248-2025 规定阈值的样品中各目标物保留时间和峰面积 RSD 分别为 0.04~0.13% 和 1.25~6.49%，重复性良好。

毒品会影响中枢神经系统，在人员驾驶机动车时，使其出现幻觉、妄想、判断力下降和反应迟钝等症状，从而增加交通事故发生的风险，危害交通参与者生命和财产安全。因此，《道路交通安全法》规定，服用国家管制的精神药品或者麻醉药品，不得驾驶机动车，违者将被依照《道路交通安全法》和《治安管理处罚法》处以罚款、拘留、注销驾驶证等处罚，造成他人伤亡的，将依照刑法相关规定追究刑事责任。

即将于 2025 年 9 月 1 日开始实施的国家标准

GB 45248-2025《车辆驾驶人员体内毒品含量阈值与检验》中，明确规定了驾驶人员血液中甲基苯丙胺等 11 种常见毒品及代谢物的含量阈值，并指定实验室检验的仲裁法按照标准 SF/T 0169-2024《血液中 11 种毒品及代谢物的液相色谱 - 质谱检验方法》的规定执行。

本文参照 GB 45248-2025 和 SF/T 0169-2024，使用岛津三重四极杆液质联用仪，建立了血液中甲基苯丙胺等 11 种毒品及代谢物的分析方法，以供相关检测人员参考。

■ 实验部分

1.1 仪器

本实验使用超高效液相色谱 - 三重四极杆质谱联用仪 LCMS-8045，具体配置如下：

系统控制器：	CBM-40	输液泵：	LC-40B X3
自动进样器：	SIL-40C X3	柱温箱：	CTO-40C
色谱工作站：	LabSolutions Ver.5.128	质谱仪：	LCMS-8045

1.2 分析条件

液相色谱条件

色谱柱：Shim-pack Velox Biphenyl(100 mm×3.0 mm, 1.8 μm)
岛津（上海）实验器材有限公司，PN: 227-32014-02

流动相：A 相 -0.03%FA+5 mM 乙酸铵水溶液；B 相 - 乙腈

9	可卡因	304.10	182.10*	-23	-19	-17
			150.10	-22	-27	-28
10	Δ^9 -四氢大麻酚	315.20	193.10*	-21	-24	-19
			259.10	-23	-19	-28
11	O ⁶ -单乙酰吗啡	328.10	211.10*	-22	-26	-20
			165.10	-22	-39	-30
12	苯丙胺-d5	141.10	96.00*	-10	-16	-17
			124.10	-25	-12	-21
13	甲基苯丙胺-d5	155.10	96.10*	-25	-17	-17
			124.10	-26	-11	-22
14	MDA-d4	184.10	167.10*	-13	-10	-16
			138.00	-12	-20	-24
15	MDMA-d4	198.10	167.00*	-14	-11	-30
			107.10	-14	-25	-19
16	氯胺酮-d4	242.10	129.00*	-16	-30	-21
			183.10	-16	-14	-20
17	吗啡-d3	289.20	201.10*	-10	-26	-20
			165.10	-20	-44	-28
18	O ⁶ -单乙酰吗啡-d3	331.10	165.10*	-12	-57	-30
			211.10	-24	-26	-21
19	可卡因-d3	307.10	185.10*	-11	-20	-18
			153.00	-24	-24	-30
20	苯甲酰爱康宁-d3	293.20	171.10*	-20	-18	-17
			105.10	-20	-35	-20
21	甲氧那明	180.20	121.00*	-13	-18	-23
			149.00	-13	-12	-14

■ 样品前处理

参照 SF/T 0169-2024 中“6.1.1.1 乙腈沉淀蛋白法”处理样品。

检材样品：取血液 100 μL ，加入 1 ng/mL 的内标工作溶液 900 μL ，涡旋混匀，12000 r/min 离心 3 min，取上清液，待测。

添加样品：空白血液中添加目标组分，添加样品 1 浓度为 10 ng/mL，添加样品 2 浓度参照 GB 45248-2025 规定的含量阈值（如表 3 所示）。取 100 μL 添加样品，与检材样品平行操作。

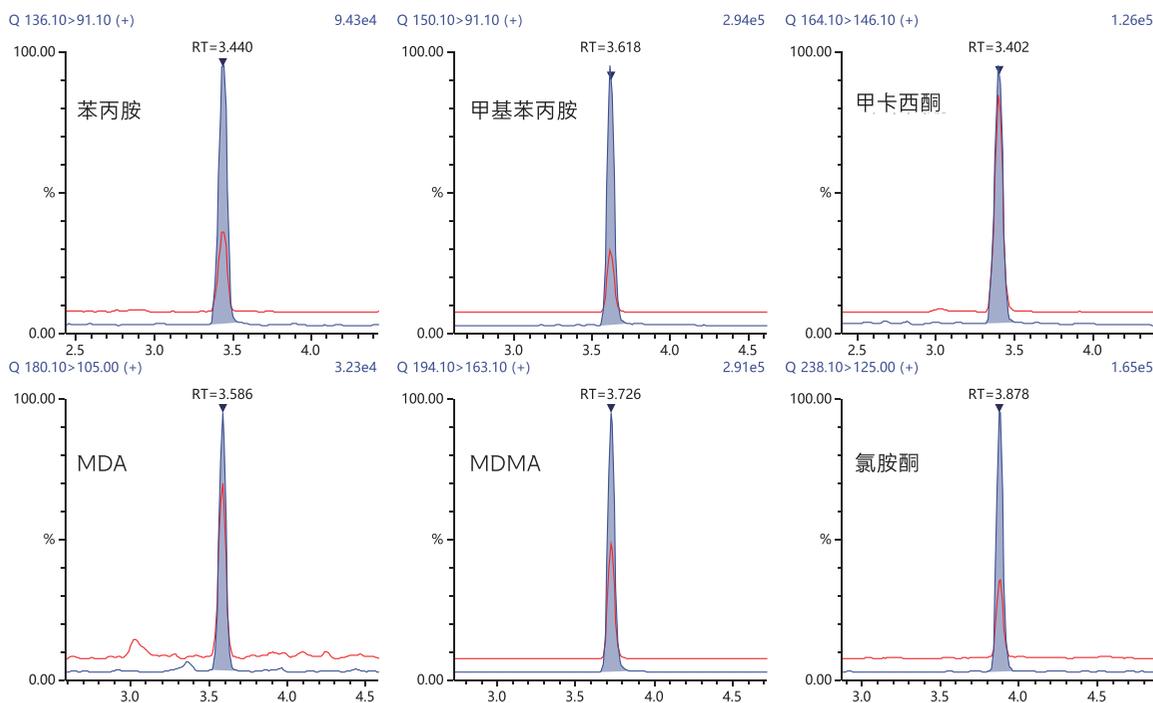
表 3 各目标物含量阈值 (ng/mL)

编号	化合物名称	血液含量阈值
1	O ⁶ - 单乙酰吗啡	10
2	吗啡	10
3	可卡因	10
4	苯甲酰爱康宁	50
5	Δ ⁹ - 四氢大麻酚	10
6	甲基苯丙胺	20
7	苯丙胺	20
8	MDMA	20
9	MDA	20
10	甲卡西酮	20
11	氯胺酮	20

■ 实验结果

3.1 添加样品色谱图

添加样品 1 色谱图如图 1 所示。



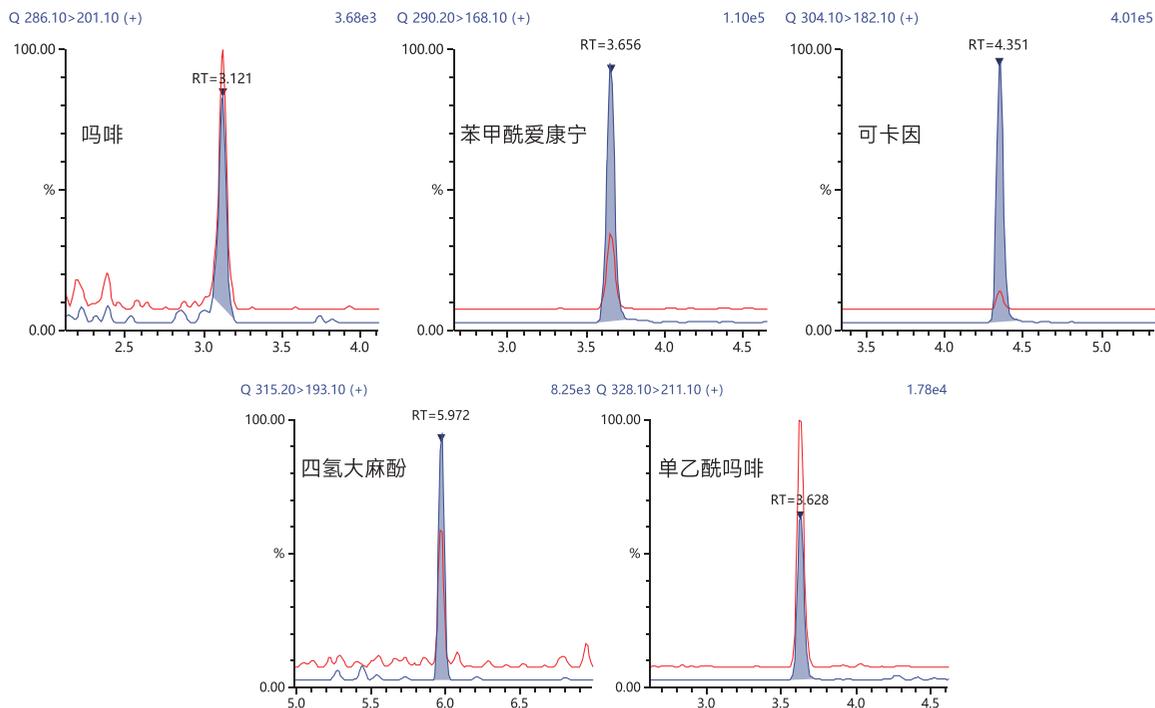


图 1 添加样品 1 色谱图 (浓度为 10 ng/mL)

3.2 方法灵敏度

添加样品 1 色谱图中各目标峰信噪比分别为 35.2~815.5, 由 S/N=10 计算方法定量限分别为 0.12~2.84 ng/mL, 优于标准要求的定量限, 具体如表 4 所示。

表 4 方法定量限与标准 SF/T 0169-2024 要求定量限 (ng/mL)

编号	化合物名称	信噪比 S/N	方法定量限	标准要求定量限
1	O ⁶ - 单乙酰吗啡	101.3	0.99	5
2	吗啡	40.9	2.44	5
3	可卡因	587.9	0.17	5
4	苯甲酰爱康宁	300.7	0.33	10
5	Δ ⁹ - 四氢大麻酚	35.2	2.84	5
6	甲基苯丙胺	360.5	0.29	10
7	苯丙胺	161.6	0.59	10
8	MDMA	815.5	0.12	10
9	MDA	55.3	1.81	10
10	甲卡西酮	130.5	0.80	10
11	氯胺酮	509.1	0.20	10

3.3 重复性测试

添加样品 2 重复进样测试 5 次, 考察仪器重复性, 保留时间和峰面积 RSD 分别为 0.04~0.13% 和 1.25~6.49%, 重复性良好, 具体如表 5 所示。

表 5 仪器重复性

编号	化合物名称	保留时间 RSD(%)	峰面积 RSD(%)
1	○ ⁶ - 单乙酰吗啡	0.11	5.49
2	吗啡	0.13	5.35
3	可卡因	0.06	4.13
4	苯甲酰爱康宁	0.05	2.53
5	Δ ⁹ - 四氢大麻酚	0.04	6.49
6	甲基苯丙胺	0.08	1.25
7	苯丙胺	0.08	3.57
8	MDMA	0.07	2.85
9	MDA	0.11	3.67
10	甲卡西酮	0.08	1.80
11	氯胺酮	0.07	2.22

3.4 检材测试与结果判定

取某毒驾嫌疑人血液样品，平行 2 份处理后进样分析，同时对空白血液和添加样品进行同步处理。

以保留时间和离子丰度比为定性判定依据，检材样品中甲基苯丙胺色谱峰保留时间和离子丰度比与添加样品相比，相对误差在允许范围内，且空白血液样品无干扰。

以内标 - 单点校正法定量计算检材样品中目标物的浓度，检材样品中目标物浓度 $C=A \times c / A'$ ，其中 A 为检材样品中目标物与内标峰面积比值，c 为添加样品 2 中目标物浓度，A' 为添加样品 2 中目标物与内标峰面积比值。2 份检材样品检测浓度的相对相差不超过 20%，以平均值作为定量结果，结果大于 GB 45248-2025 规定的含量阈值，该样品为阳性样品。

色谱图和具体结果如图 2 和表 6 所示。

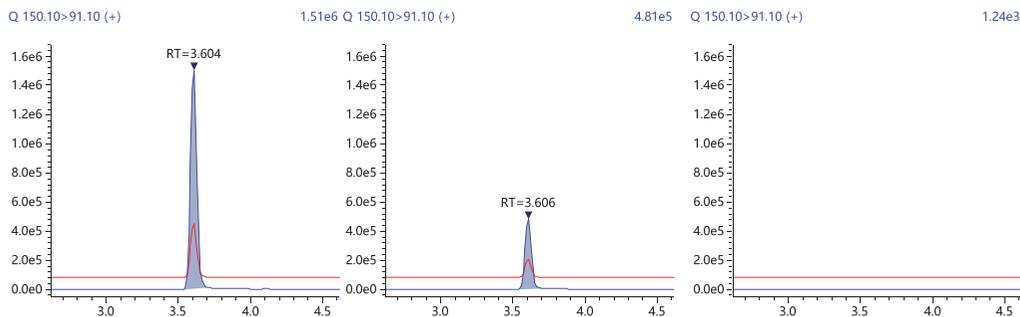


图 2 检材样品（左）与添加样品（中，含量为法规阈值）和空白样品（右）中甲基苯丙胺色谱图

表 6 检测结果

化合物	样品	保留时间 (min)	保留时间相对误差 (%)	离子丰度比 (%)	丰度比相对误差 (%)	浓度 (ng/mL)	浓度平均值 (ng/mL)	相对相差 (%)	含量阈值 (ng/mL)
甲基苯丙胺	平行 1	3.604	0.06	24.43	2.65	54.61	50.78	7.54	20
	平行 2	3.618	0.39	25.49	7.10	46.95			

注：保留时间相对误差绝对值应不大于 2.5%；

离子丰度比在 20~50% 之间时，相对误差绝对值应不大于 25%

■ 结论

本文参照 GB 45248-2025 和 SF/T 0169-2024，使用岛津超高效液相色谱 - 三重四极杆质谱联用系统，建立了血液中甲基苯丙胺等 11 种毒品及代谢物的分析方法，该方法灵敏度高，重复性好，适合用于毒驾判定。

岛津应用云

