

# LC-MS/MS 直接进样分析生活污水中 71 种精神活性物质及其代谢物

## LCMSMS-1092

**摘要：** 本文利用岛津 LCMS-8065XE 系统，凭借超高灵敏度的核心优势，采用直接进样模式即可实现污水中 71 种精神活性物质及其代谢物的痕量分析。本方法参考 JD/Y JY02.15-2023《水样中依托咪酯等 71 种精神活性物质和代谢物及可替宁检验》标准，采用内标法定量，各化合物线性相关性良好，相关系数 R 均大于 0.995 准确度在 81.0 %~118.8 % 之间。5 ng/L 和 20 ng/L 质控样品峰面积和保留时间的相对标准偏差分别小于 0.3 % 和 13.1 %，仪器精密度良好。用污水样品考察基质加标回收率，5 ng/L 和 20 ng/L 基质加标样品各目标物回收率在 66.3 %~118.7 % 之间，其中 30 种有对应同位素内标物质的回收率在 83.5 %~118.7 % 之间，方法准确可靠。

**关键词：** LCMS-8065XE 污水 精神活性物质和代谢物 JD/Y JY02.15-2023

### 技术特点：

❖ 该方案可实现 66 种目标物 1 ng/L 的超痕量定量分析，检测灵敏度优于标准要求。

精神活性物质的非法流通、滥用及环境排放，已成为危害公共安全、生态环境和人体健康的重要问题，水样作为精神活性物质传播、残留的重要载体，其相关物质的精准检测是禁毒执法、环境监测、公共卫生防控工作中的关键环节。依托咪酯等新型精神活性物质兼具隐蔽性、快速作用性，与传统毒品、精神药品及代谢物共同构成的污染物体系，在水体中多以超痕量形式存在，基质干扰复杂，对检测技术的灵敏度、高通量、精准度均提出了严苛要求。

为规范水样中精神活性物质的检测方法，提高检测结果的科学性、准确性和可比性，公安部禁毒情报

技术中心发布了行业技术规范 JD/Y JY02.15-2023《水样中依托咪酯等 71 种精神活性物质和代谢物及可替宁检验》，该标准确立了直接进样法 - 高效液相色谱 - 串联质谱法 (LC-MS/MS) 在相关检测工作中的核心应用地位，实现了 71 种精神活性物质及代谢物的定性分析和 33 种含同位素内标物质的定量分析，填补了水样中多品类、超痕量精神活性物质同步检测的技术规范空白。

本文介绍采用岛津 LCMS-8065XE 系统，直接进样即可实现污水中 71 种精神活性物质及代谢物的痕量分析。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

岛津超高效液相色谱三重四极杆质谱 LCMS-8065XE 联用仪，具体配置为：

系统控制器：	CBM-40	输液泵：	LC-40DXS × 2
自动进样器：	SIL-40CXS	柱温箱：	CTO-40C
色谱工作站：	LabSolutions Ver. 5.135,	质谱仪：	LCMS-8065XE
	LabSolutions Insight Ver. 5.0		

## 1.2 分析条件

### 液相色谱条件

色 谱 柱 : Shim-pack GIST-HP C18-AQ(100 mm×2.1 mm I.D., 1.9 μm, 岛津 (上海) 实验器材有限公司, P/N:227-30807-02 )

流 动 相 : A 相 -0.1% 甲酸水溶液; B 相 -0.1% 甲酸乙腈溶液

流 速 : 0.2 mL/min

进 样 体 积 : 20 μL 柱 温 : 40°C

洗 脱 方 式 : 梯度洗脱, B 相初始浓度为 10%, 洗脱程序见表 1。

表 1 梯度洗脱时间程序

时间 (min)	流量	泵 A 浓度	泵 B 浓度
7.00	0.200	70.0	30.0
9.00	0.200	15.0	85.0
10.00	0.200	0.0	100.0
12.00	0.200	0.0	100.0
12.40	0.200	90.0	10.0
16.00	0.200	90.0	10.0

### 质谱条件

离 子 源 : ESI+ 加热模块温度 : 400 °C

雾 化 气 流 速 : 1.1 L/min DL 温 度 : 200 °C

加 热 气 流 速 : 10.0 L/min 接 口 温 度 : 400 °C

干 燥 气 流 速 : 10.0 L/min MRM 参 数 : 见表 2

表 2 MRM 参数

序号	名称	英文名称	定量离子对	定性离子对
1	可替宁	Cotinine	177.10>80.00	177.10>98.00
2	羟基可替宁	OH-Cotinine	193.20>80.20	193.20>134.20
3	咖啡因	Caffeine	195.00>138.20	195.00>110.20
4	吗啡	Morphine	286.10>152.10	286.10>201.10
5	O6- 单乙酰吗啡	6-Acetylmorphine	328.20>165.10	328.20>211.00
6	可待因	Codeine	300.20>165.20	300.20>215.25
7	那可汀	Noscapine	414.20>220.10	414.20>205.10
8	蒂巴因	Thebaine	312.20>58.10	312.20>266.00
9	罂粟碱	Papaverine	340.20>202.10	340.20>324.20
10	羟考酮	Oxycodone	316.20>298.20	316.20>241.20
11	曲马多	Tramadol	264.10>58.20	264.10>246.30

12	美沙酮	Methadone	310.20>265.20	310.20>105.00
13	EDDP (美沙酮代谢物)	(2E)-2-ethylidene-1,5-dimethyl-3,3-diphenylpyrrolidine(EDDP)	278.20>249.20	278.20>234.20
14	4-ANPP	4-Aminophenyl-N-phenethylpiperidine (4-ANPP)	281.20>188.20	281.20>105.10
15	芬太尼	Fentanyl	337.20>188.10	337.20>105.10
16	去苯乙基芬太尼	Norfentanyl	233.20>84.10	233.20>56.10
17	舒芬太尼	Sufentanil	387.20>238.10	387.20>111.00
18	去苯乙基乙酰芬太尼	Noracetylfentanyl	219.20>84.00	219.20>136.00
19	乙酰芬太尼	Acetylfentanyl	323.30>188.20	323.30>105.10
20	瑞芬太尼	Remifentanil	377.20>113.10	377.20>317.30
21	苯丙胺	Amphetamine	136.30>91.15	136.30>119.15
22	甲基苯丙胺	Methamphetamine	150.10>91.10	150.10>119.10
23	MDA (摇头丸代谢物)	MDA	180.10>163.20	180.10>105.20
24	MDMA (摇头丸)	MDMA	194.10>163.10	194.10>105.10
25	PMMA	p-Methoxymethamphetamine (PMMA)	180.10>149.10	180.10>121.10
26	伪麻黄碱	Pseudoephedrine	166.20>148.20	166.20>133.10
27	甲卡西酮	Methcathinone	164.20>131.20	164.20>146.20
28	NSBP (N-仲丁基戊酮)	N-sec-Butyl pentylone	278.15>174.05	278.15>204.10
29	双戊酮	Dipentylone	250.20>100.20	250.20>205.20
30	甲氧麻黄酮	Mephedrone	178.20>145.20	178.20>160.20
31	氯胺酮	Ketamine	238.20>125.10	238.20>207.10
32	去甲氯胺酮	Norketamine	224.10>125.10	224.10>179.10
33	氟胺酮	Fluoroketamine (2-FDCK)	222.20>109.00	222.20>191.10
34	去甲氟胺酮	Norfluoroketamine	208.10>109.10	208.10>191.10
35	甲基胺酮	2-MDCK	218.20>105.20	218.20>187.20
36	溴胺酮	Bromoketamine (2-BDCK)	282.10>172.10	282.10>169.00
37	乙基氟胺酮	2-FXE	236.30>109.10	236.30>163.10
38	替来他明	Tiletamine	224.00>179.20	224.10>151.20
39	去氧甲氧基乙胺	Deoxymethoxetamine (DMXE)	232.20>105.10	232.20>187.20
40	2-oxo-PCE	2-(Ethylamino)-2-phenylcyclohexan-1-one (2-oxo-PCE)	218.20>91.10	218.20>173.20
41	3-OH-PCP	3-(1-(Piperidin-1-yl)cyclohexyl)phenol (3-Hydroxyphencyclidine /3-OH-PCP)	260.30>86.20	260.30>107.10
42	可卡因	Cocaine	304.00>182.30	304.00>150.30
43	苯甲酰爱康宁	Benzoylcegonine	290.20>168.30	290.20>105.20

44	地西洋	Diazepam	285.10>193.10	285.10>154.10
45	溴唑仑	Bromazolam	353.20>325.10	353.20>205.10
46	依替唑仑	Etizolam	343.10>314.10	343.10>259.10
47	艾司唑仑	Estazolam	295.00>205.10	295.00>267.00
48	尼美西泮	Nimetazepam	296.20>250.10	296.20>221.20
49	依托咪酯	Etomidate	245.20>141.10	245.20>95.00
50	托帕利酯	Tropapil	260.10>82.25	260.10>84.25
51	地佐辛	Dezocine	246.20>147.10	246.20>97.10
52	杜冷丁	Pethidine	248.20>70.10	248.20>220.20
53	安眠酮	Methaqualone	251.20>132.10	251.20>91.10
54	4-OH-MiPT	4-Hydroxy-N-methyl-N-isopropyltrypt-amine (4-OH-MiPT)	233.35>86.10	233.15>160.20
55	利多卡因	Lidocaine	235.20>86.20	235.20>58.20
56	甲苯噻嗪	Xylazine	221.10>90.10	221.10>164.10
57	SC-109	ADB-BUTINACA SC-109	331.20>286.20	331.20>201.10
58	SC-818	3,3-Dimethyl-2-(1-(pent-4-en-1-yl)-1H-indazole-3-carboxamido)butanoic acid (MDMB-4en-PINACA butanoic acid metabolite SC-0818)	344.20>213.20	344.20>298.30
59	SC-104	MDMB-4en-PINACA SC-104 (S 构型)	358.20>213.20	358.20>298.30
60	SC-905	Methyl 2-(1-(4-hydroxybutyl)-1H-indole-3-rboxamido)-3,3-dimethylbutanoate	361.20>144.10	361.20>216.20
61	4F-MDMB-BUTICA	(2S)-2-[[1-(4-fluorobutyl)indole-3-carbonyl]amino]-3,3-dimethylbutanoate (4F-MDMB-BUTICA SC-105)	363.20>218.10	363.20>144.00
62	5F-MDMB-PICA	N-(1-Methoxy-3,3-dimethyl-1-oxobutan-2-yl)-1-(5-fluoropentyl)-1H-indole-3-carboxamide (5F-MDMB-PICA)	377.20>232.10	377.20>144.10
63	5F-EDMB-PICA	Ethyl 2-(1-(5-fluoropentyl)-1H-indole-3-carboxamido)-3,3-dimethylbutanoate (5F-EDMB-PICA)	391.20>232.10	391.20>144.10
64	LSD (麦角酸二乙胺)	Lysergide (LSD)	324.20>208.10	324.20>223.20
65	3-FPM (3-氟苯甲嗪)	3-Fluorophenmetrazine (3-FPM)	196.10>115.30	196.10>135.30
66	依托咪酯酸	Etomidate acid	217.20>95.00	217.20>113.00
67	地芬诺酯	Diphenoxylate	453.20>187.10	453.20>379.30
68	芬特明	Phentermine	150.10>91.10	150.10>133.10
69	丁丙诺啡	Buprenorphine	468.40>396.30	468.40>101.20
70	哌醋甲酯	Methylphenidate	234.10>84.10	234.10>56.10

71	安非他酮	Amfepramone	206.20>105.00	206.20>100.20
72	可替宁 -D3	Cotinine-D3	180.10>101.15	180.10>80.05
73	羟基可替宁 -D3	OH-Cotinine-D3	196.00>80.00	196.00>134.00
74	咖啡因 -D3	Caffeine-D3	198.05>141.15	198.05>113.10
75	吗啡 -D3	Morphine-D3	289.15>201.15	289.15>165.15
76	O6- 单乙酰吗啡 -D3	6-Acetylmorphine-D3	331.10>165.10	331.10>211.10
77	可待因 -D6	Codeine-D6	306.15>165.15	306.15>202.15
78	那可汀 -D3	Noscapine-D3	417.10>208.10	417.10>223.10
79	蒂巴因 -D3	N-Thebaine-D3	315.15>61.15	315.15>266.15
80	罂粟碱 -D6	Papaverine-D6	346.05>208.15	346.05>330.10
81	曲马多 -D3	Tramadol-D3	267.15>58.10	267.15>249.20
82	美沙酮 -D3	Methadone-D3	313.25>105.00	313.25>268.15
83	EDDP-D3	EDDP-D3	281.10>234.15	281.10>249.15
84	4- 苯胺基 -N- 苯乙基哌啶 -D5	1-Phenethyl-N-phenylpiperidin-4-amine-D5 2-(4-ANPP-D5)	286.20>105.05	286.20>188.15
85	芬太尼 -D5	Fentanyl-D5	342.25>105.10	342.25>188.15
86	去苯乙基芬太尼 -D5	Norfentanyl-D5	238.15>182.10	238.15>84.10
87	舒芬太尼 -D5	Sufentanil-D5	392.20>111.00	392.20>238.10
88	去苯乙基乙酰芬太尼 -13C6	Noracetylfentanyl-13C6	225.15>84.10	225.15>142.10
89	乙酰芬太尼 -13C6	Acetylfentanyl-13C6	329.20>105.10	329.20>188.15
90	苯丙胺 -D5	Amphetamine-D5	141.15>96.15	141.15>68.15
91	甲基苯丙胺 -D5	Methamphetamine-D5	155.25>96.15	155.25>68.15
92	MDA-D5	MDA-D5	185.10>110.10	185.10>168.20
93	MDMA-D5	MDMA-D5	199.10>107.10	199.10>165.15
94	PMMA-D3	p-Methoxymethamphetamine-D3	183.10>121.10	183.10>149.10
95	伪麻黄碱 -D5	Pseudoephedrine-D5	171.10>138.20	171.10>153.20
96	甲卡西酮 -D3	Methcathinone-D3	167.10>131.20	167.10>149.20
97	氯胺酮 -D4	Ketamine-D4	242.00>129.00	242.00>211.10
98	去甲氯胺酮 -D4	Norketamine-D4	228.05>129.10	228.05>211.10
99	氟胺酮 -D4	Fluoketamine-D4	226.05>113.10	226.05>167.20
100	去甲氟胺酮 -D4	Norfluoketamine-D4	212.05>113.10	212.05>195.15
101	可卡因 -D3	Cocaine-D3	307.00>153.20	307.00>185.20
102	苯甲酰爱康宁 -D3	Benzoylcegonine-D3	293.05>105.05	293.05>171.15
103	地西洋 -D5	Diazepam-D5	290.00>154.10	290.00>198.20
104	LSD-D3	LSD-D3	327.40>208.20	327.40>281.20

### 1.3 标准溶液配制

分别取毒品混合标准溶液,用甲醇稀释,配制混合工作液,其中可替宁、咖啡因浓度为其余物质浓度的20倍,放置于-20℃冰箱中保存。分别取毒品混合同位素内标溶液,用甲醇稀释,配制混合工作液,其中可替宁-D3、咖啡因-D3的浓度为40 ng/mL,其余物质的浓度为2 ng/mL,放置于-20℃冰箱中保存。

用甲醇将标准物质混合储备液分别稀释一系列浓度的校准曲线工作溶液,可替宁、咖啡因的浓度分别为0.8、1.6、4、8、16、40、80 ng/mL,其余物质的浓度分别为0.04、0.08、0.2、0.4、0.8、2、4 ng/mL。平行取若干份1900 μL生活饮用水,分别添加前述一系列不同浓度的混合标准工作溶液50 μL,再加入混合同位素内标工作溶液50 μL,可替宁、咖啡因在水样中的浓度分别为20、40、100、200、400、1000、2000 ng/L,其余物质在水样中的浓度分别为1、2、5、10、20、50、100 ng/L,混合均匀,供仪器检测。

### 1.4 样品前处理

将检材样品解冻并充分摇匀,移取水样1950 μL于5 mL具盖离心管中,每份样品平行取两份。加入混合同位素内标工作溶液50 μL,混匀,再生纤维素滤膜过滤,供仪器检测。71种精神活性物质及代谢物在LCMS-8065XE上响应良好,定量离子色谱图如图1所示。部分目标物在线性最低点的色谱图和信噪比如图2所示。

## ■ 结果与讨论

### 2.1 色谱图

71种精神活性物质及代谢物在LCMS-8065XE上响应良好,定量离子色谱图如图1所示。部分目标物在线性最低点的色谱图和信噪比如图2所示。

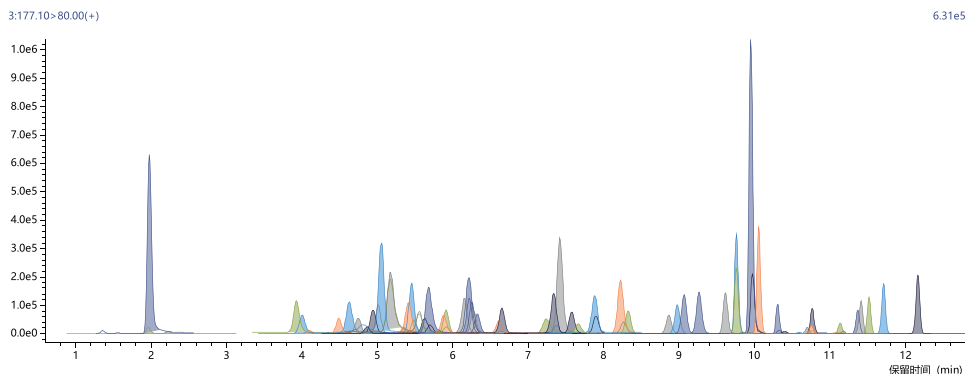
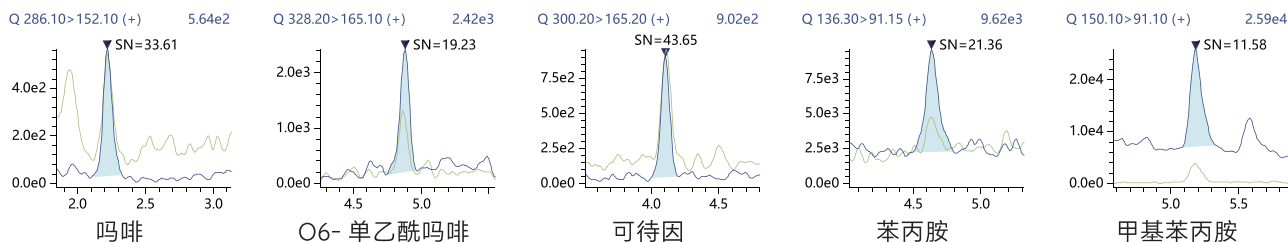


图1 71种精神活性物质及代谢物定量离子色谱图(10 ng/L)



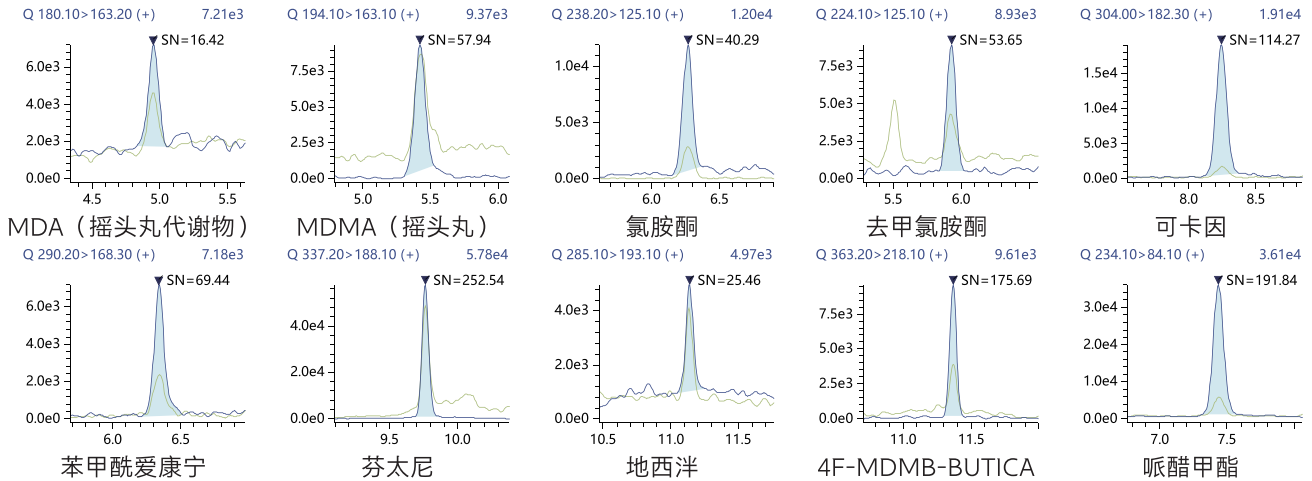


图 2 部分新精神活性物质及代谢物在线性最低点 (1 ng/L) 色谱图和信噪比

## 2.2 校准曲线

按 1.2 分析条件测定, 直接进样法测定 71 种精神活性物质及其代谢物, 以浓度比为横坐标, 峰面积比值为纵坐标, 内标法绘制校准曲线。71 种目标物在线性浓度范围内, 相关系数 R 均大于 0.995, 各浓度点的准确度在 81.0%~118.8% 之间, 线性相关性良好。其保留时间、线性范围、相关系数 R 及准确度见表 3。

表 3 校准曲线相关信息

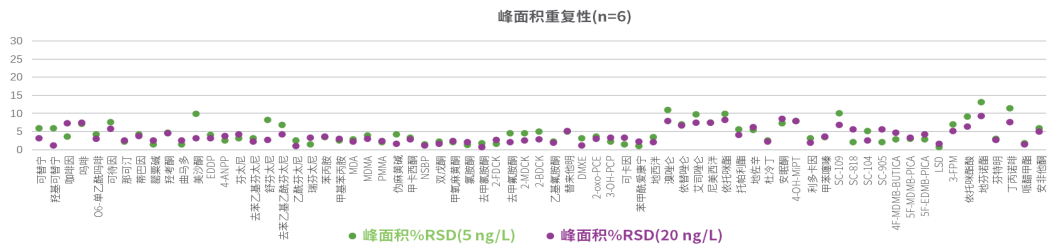
序号	目标物	保留时间 (min)	线性范围 (ng/L)	相关系数 R	准确度 (%)	内标物
1	可替宁	1.98	20-2000	0.9989	91.57-109.01	可替宁 -D3
2	羟基可替宁	1.97	1-100	0.9990	90.03-108.17	羟基可替宁 -D3
3	咖啡因	4.85	20-2000	0.9993	92.63-109.39	咖啡因 -D3
4	吗啡	2.23	1-100	0.9971	89.29-110.96	吗啡 -D3
5	O6- 单乙酰吗啡	4.88	1-100	0.9989	86.76-110.74	O6- 单乙酰吗啡 -D3
6	可待因	4.12	1-100	0.9966	86.67-105.08	可待因 -D6
7	那可汀	9.07	1-100	0.9994	94.24-109.33	那可汀 -D3
8	蒂巴因	7.67	1-100	0.9991	81.11-116.82	蒂巴因 -D3
9	罂粟碱	8.98	1-100	0.9993	91.41-110.01	罂粟碱 -D6
10	羟考酮	4.77	1-100	0.9986	91.61-113.27	美沙酮 -D3
11	曲马多	7.35	1-100	0.9984	92.28-113.87	曲马多 -D3
12	美沙酮	10.06	1-100	0.9992	94.02-109.45	美沙酮 -D3
13	EDDP (美沙酮代谢物)	9.96	1-100	0.9991	85.79-109.17	EDDP-D3
14	4-ANPP	9.77	1-100	0.9981	91.7-113.88	4- 苯胺基 -N- 苯乙基哌啶 -D5
15	芬太尼	9.77	1-100	0.9987	86.55-111.59	芬太尼 -D5

16	去苯乙基芬太尼	6.29	1-50	0.9983	87.27-108.40	去苯乙基芬太尼 -D5
17	舒芬太尼	9.98	1-100	0.9995	89.23-107.64	舒芬太尼 -D5
18	去苯乙基乙酰芬太尼	4.51	1-50	0.9982	82.28-112.12	去苯乙基乙酰芬太尼 -13C6
19	乙酰芬太尼	9.27	1-100	0.9968	89.5-114.29	乙酰芬太尼 -13C6
20	瑞芬太尼	8.33	1-100	0.9991	92.3-109.66	乙酰芬太尼 -13C6
21	苯丙胺	4.64	1-100	0.9986	81.99-108.71	苯丙胺 -D5
22	甲基苯丙胺	5.19	1-100	0.9971	85.71-116.94	甲基苯丙胺 -D5
23	MDA (摇头丸代谢物)	4.96	1-100	0.9970	82.55-112.63	MDA-D5
24	MDMA (摇头丸)	5.43	1-100	0.9990	85.76-111.56	MDMA-D5
25	PMMA	5.69	1-100	0.9981	80.96-114.95	PMMA-D3
26	伪麻黄碱	3.94	1-100	0.9980	81.11-114.66	伪麻黄碱 -D5
27	甲卡西酮	4.02	1-100	0.9984	92.41-114.81	甲卡西酮 -D3
28	NSBP (N-仲丁基戊酮)	9.62	1-100	0.9965	87.16-117.25	美沙酮 -D3
29	双戊酮 (Dipentylone)	7.59	1-100	0.9970	82.49-116.76	美沙酮 -D3
30	甲氧麻黄酮	5.90	1-100	0.9983	90.39-113.21	美沙酮 -D3
31	氟胺酮	6.27	1-100	0.9988	85.39-109.77	氟胺酮 -D4
32	去甲氟胺酮	5.93	1-100	0.9981	91.25-111.84	去甲氟胺酮 -D4
33	2-FDCK (氟胺酮)	5.47	1-100	0.9993	90.12-110.07	氟胺酮 -D4
34	去甲氟胺酮	5.03	1-100	0.9991	95.23-108.93	去甲氟胺酮 -D4
35	2-MDCK (甲基胺酮)	6.66	1-100	0.9992	92.64-110.39	氟胺酮 -D4
36	2-BDCK (溴胺酮)	6.62	1-100	0.9991	88.79-114.12	氟胺酮 -D4
37	乙基氟胺酮	6.24	1-100	0.9996	94.76-106.87	氟胺酮 -D4
38	替来他明	5.50	1-100	0.9992	89.67-108.44	氟胺酮 -D4
39	DMXE (去氧甲氧基乙胺)	7.89	1-100	0.9990	90.23-108.67	蒂巴因 -D3
40	2-oxo-PCE	6.17	1-100	0.9995	89.59-108.78	氟胺酮 -D4
41	3-OH-PCP	7.91	1-100	0.9983	86.52-112.38	蒂巴因 -D3
42	可卡因	8.23	1-100	0.9982	84.92-110.71	可卡因 -D3
43	苯甲酰爱康宁	6.35	1-100	0.9996	96.38-106.25	苯甲酰爱康宁 -D3
44	地西洋	11.15	1-100	0.9973	89.44-114.96	地西洋 -D5
45	溴唑仑	10.60	5-100	0.9967	90.93-110.50	可卡因 -D3
46	依替唑仑	10.71	1-100	0.9975	81.62-117.66	可卡因 -D3
47	艾司唑仑	10.41	1-100	0.9963	84.22-115.84	可卡因 -D3
48	尼美西洋	10.77	1-100	0.9973	83.36-115.17	可卡因 -D3
49	依托咪酯	10.32	1-100	0.9981	87.48-109.36	可卡因 -D3
50	托帕利酯	7.64	5-100	0.9971	91.75-109.42	美沙酮 -D3

51	地佐辛	7.39	1-100	0.9962	83.89-114.53	美沙酮 -D3
52	杜冷丁	8.27	1-100	0.9982	88.49-115.18	乙酰芬太尼 -13C6
53	安眠酮	10.78	1-100	0.9969	90.66-116.88	可卡因 -D3
54	4-OH-MiPT	5.37	1-100	0.9964	81.22-118.60	可卡因 -D3
55	利多卡因	6.23	1-100	0.9995	95.76-107.91	氯胺酮 -D4
56	甲苯噻嗪	7.25	1-100	0.9985	83.34-113.44	曲马多 -D3
57	SC-109	11.19	1-100	0.9982	85.71-118.75	PMMA-D3
58	SC-818	11.42	1-100	0.9989	91.03-106.67	PMMA-D3
59	SC-104	12.17	1-100	0.9976	90.95-109.97	PMMA-D3
60	SC-905	10.77	1-100	0.9989	95.8-106.23	PMMA-D3
61	4F-MDMB-BUTICA	11.38	1-100	0.9982	89.42-119.5	PMMA-D3
62	5F-MDMB-PICA	11.53	1-100	0.9986	90.87-107.01	PMMA-D3
63	5F-EDMB-PICA	11.71	1-100	0.9989	92.82-106.4	PMMA-D3
64	LSD (麦角酸二乙胺)	8.87	1-100	0.9988	90.85-112.49	LSD-D3
65	3-FPM (3- 氟苯甲嗪)	5.72	1-100	0.9989	95.61-111.77	PMMA-D3
66	依托咪酯酸	4.73	1-100	0.9982	82.06-114.46	可卡因 -D3
67	地芬诺酯	10.33	5-100	0.9979	95.43-112.74	地西洋 -D5
68	芬特明	5.19	1-100	0.9975	85.07-111.16	甲基苯丙胺 -D5
69	丁丙诺啡	9.85	1-100	0.9990	81.95-118.59	EDDP-D3
70	哌醋甲酯	7.43	1-100	0.9976	91.1-114.89	可卡因 -D3
71	安非他酮	5.19	1-100	0.9991	92.29-107.92	甲基苯丙胺 -D5

### 2.3 精密度

按照 1.3 要求配制 5 ng/L 和 20 ng/L (可替宁、咖啡因浓度为 100 ng/L 和 400 ng/L) 质控样品溶液, 每个浓度平行测定 6 次, 考察仪器的精密度。结果显示, 71 种目标物的保留时间和峰面积相对标准偏差分别小于 0.3% 和 13.1%, 仪器精密度良好, 测定结果如图 3 所示。



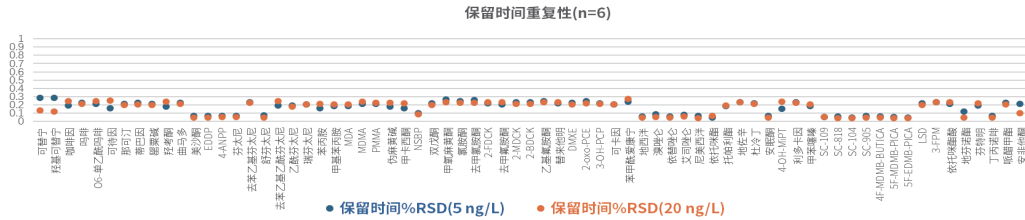


图3 峰面积和保留时间重复性

## 2.4 基质加标样品回收率

取污水样品,配制 5 ng/L 和 20 ng/L 的加标溶液,重复测定 3 次,考察基质加标回收率。除样品本底中可替宁、羟基可替宁和咖啡因含量超出线性最高点而未参与计算外,其余目标物平均加标回收率在 66.3%-118.7% 之间, RSD 在 0.2%-14.2% 之间,其中 30 种有同位素内标物质的回收率在 83.5%-118.7% 之间,测定结果如图 4 所示。

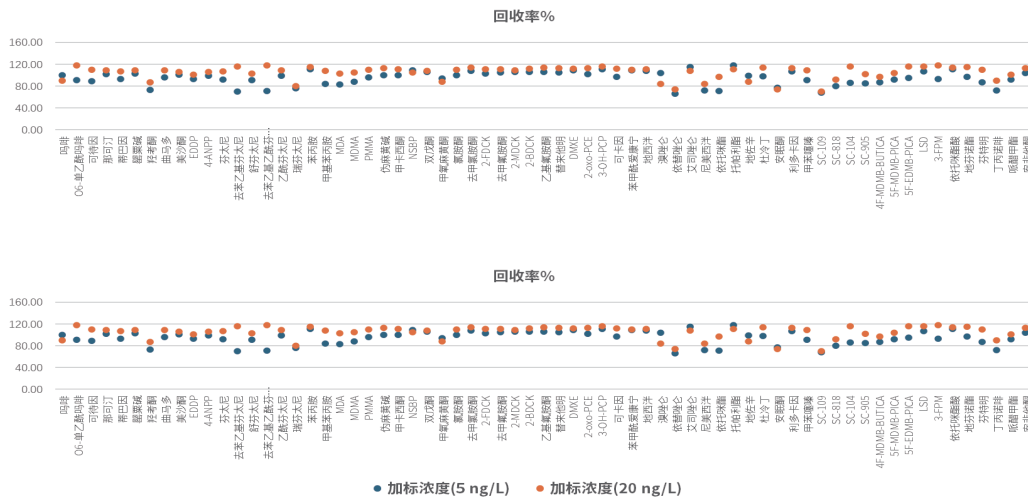


图4 基质加标回收率

## 结果与讨论

本文采用岛津 LCMS-8065XE 系统,通过直接进样方式即可实现污水中 71 种精神活性物质及其代谢物的痕量分析。该方法前处理简单高效,适配高通量检测需求,且分析耗时短、检测灵敏度高,兼具良好的线性相关性与重复性,回收率稳定,可为公安理化检测人员提供专业技术参考。

岛津应用云

