

LC-MS/MS 法测定生活饮用水中 46 种 PPCPs

LCMSMS-740

摘要： 本文使用岛津超高效液相色谱仪与三重四极杆质谱仪联用建立了生活饮用水中 46 种 PPCPs 的分析方法。使用内标法定量，在各自校准曲线浓度范围内，各组分线性相关系数大于 0.9982，检出限在 0.001 $\mu\text{g}/\text{L}$ ~0.122 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。使用低、中、高浓度标准品溶液分别连续进样 6 针，保留时间的 RSD 在 0.01%~0.12%，峰面积的 RSD 在 0.32%~4.92%，加标回收率良好。该方法灵敏度高，专属性强，可用于生活饮用水中 PPCPs 的含量测定。

关键词： 液相色谱 - 三重四极杆质谱联用仪 PPCPs 生活饮用水

技术特点：

- ❖ 使用 HLB 亲水 / 亲脂型固相萃取柱富集净化，46 种 PPCPs 均有较好回收率。
- ❖ 各构型同分异构体在内的 46 种 PPCPs 分离良好。

药物及个人护理品 (PPCPs) 是一类新兴污染物质，包括抗生素类药品、解热镇痛药、神经系统用药、心血管系统用药等。许多 PPCPs 组分具有较强的生物活性，虽然其在环境中浓度很低，却对环境有着深远且不可恢复的影响。

PPCPs 主要通过生活污水处理厂出水、医院废水、工业废水、未经处理的生活污水、处理或未经处理的畜牧养殖厂废水等排入环境水体，从而污染环境。由于常规的供水处理厂对水源水中 PPCPs 的处理能力有限，导致饮用水中可能存在潜在的 PPCPs 污染。已有研究

结果表明，饮用水已经成为人群暴露 PPCPs 的途径之一。

目前 GB 5749-2022《生活饮用水卫生标准》没有对生活饮用水中药品及个人护理品指标设定标准限值要求，其对应的检验方法 GB/T 5750《生活饮用水标准检验方法》征求意见稿建立了 LC-MS/MS 测定生活饮用水中 39 种 PPCPs 的方法。本应用在此标准的基础上，使用岛津液质联用仪扩充建立了生活饮用水中 46 种 PPCPs 的分析方法。实验结果表明，该方法灵敏度高、重复性好，满足生活饮用水标准要求，可用于生活饮用水中 PPCPs 的含量测定。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津三重四极杆液质联用仪 LCMS-8045，配置信息如下：

系统控制器：	CBM-40A	脱气机：	DGU-405
输液泵：	LC-40D XR×2	柱温箱：	CTO-40C
自动进样器：	SIL-40C XR	质谱仪：	LCMS-8045
色谱工作站：	Labsolutions Ver. 5.99		

1.2 分析条件

液相色谱条件

色谱柱：Shim-pack GIST C18 (100 mm x 2.1 mm I.D., 2.0 μm ，岛津 (上海) 实验器材有限公司，P/N:227-30001-04)

流动相：A-0.1% 甲酸水溶液；B- 甲醇

进样体积：10 μL

柱温：40 $^{\circ}\text{C}$

流速：0.35 mL/min

洗针液：甲醇 / 水 = 1:1 (v:v)

洗脱方式：梯度洗脱，B 相起始浓度为 5%，时间程序如表 1 所示。

表 1 梯度洗脱时间程序

时间 (min)	单元	处理命令	值
3.00	泵	B Conc	20
6.00	泵	B Conc	30
10.00	泵	B Conc	40
12.00	泵	B Conc	70
15.00	泵	B Conc	95
15.50	泵	B Conc	5
18.00	控制器	STOP	

质谱条件

离子化模式：	ESI+	雾化气流速：	3.0 L/min
接口温度：	300°C	干燥气流速：	5.0 L/min
D L 温度：	150°C	加热气流速：	10.0 L/min
加热模块温度：	400°C	碰撞气：	氦气
扫描模式：	多反应监测 (MRM)	MRM 参数：	见表 2

表 2 MRM 参数

序号	化合物名称	CAS 号	前体离子	产物离子	Q1 Pre Bias(V)	CE(V)	Q3 Pre Bias(V)
1	青霉素 G	61-33-6	335.00	176.00*	-17	-15	-30
				160.00	-17	-12	-14
2	氨苄西林	69-53-4	349.60	106.05*	-17	-22	-16
				114.05	-17	-31	-18
3	苯唑西林	66-79-5	402.00	243.05*	-20	-16	-25
				160.00	-12	-15	-14
4	氯唑西林	61-72-3	436.00	277.00*	-13	-20	-21
				160.00	-13	-15	-12
5	头孢拉定	38821-53-3	349.90	157.95*	-18	-12	-30
				176.20	-18	-16	-15
6	头孢氨苄	15686-71-2	347.90	158.05*	-18	-11	-14
				174.00	-19	-17	-16
7	头孢噻吩	80370-57-6	523.90	241.15*	-26	-19	-24
				125.00	-26	-55	-20
8	红霉素	114-07-8	734.10	158.05*	-38	-31	-14
				576.20	-38	-20	-26
9	克拉红霉素	81103-11-9	748.40	158.05*	-22	-29	-29
				590.25	-22	-21	-26
10	泰乐菌素	1401-69-0	916.40	174.15*	-20	-40	-12
				101.10	-20	-52	-19
11	磺胺醋酰	144-80-9	215.20	155.95*	-11	-10	-25
				92.10	-11	-24	-15

12	磺胺吡啶	144-83-2	249.90	155.95*	-13	-16	-14
				92.10	-13	-28	-14
13	磺胺嘧啶	68-35-9	251.00	156.00*	-30	-15	-29
				92.10	-30	-25	-17
14	磺胺甲噁唑	723-46-6	253.70	92.05*	-26	-28	-14
				155.95	-12	-17	-13
15	磺胺甲基嘧啶	127-79-7	265.05	108.05*	-13	-26	-17
				155.95	-13	-18	-26
16	磺胺甲二唑	144-82-1	271.05	156.00*	-14	-15	-26
				108.15	-14	-24	-18
17	磺胺二甲嘧啶	57-68-1	278.85	186.00*	-14	-17	-17
				92.10	-14	-31	-14
18	磺胺对甲氧嘧啶	651-06-9	281.00	155.95*	-14	-18	-26
				92.10	-14	-30	-15
19	磺胺氯哒嗪	80-32-0	284.60	155.95*	-14	-16	-13
				92.10	-30	-29	-14
20	磺胺喹噁啉	59-40-5	301.05	155.95*	-15	-17	-14
				92.25	-15	-30	-15
21	磺胺间二甲氧嘧啶	122-11-2	310.90	156.00*	-16	-22	-13
				92.05	-15	-31	-14
22	磺胺邻二甲氧嘧啶	2447-57-6	310.80	156.00*	-16	-19	-13
				92.05	-16	-30	-14
23	磺胺苯吡唑	526-08-9	314.75	155.95*	-16	-22	-29
				160.05	-15	-22	-26
24	氟甲喹	42835-25-6	261.95	244.05*	-13	-20	-23
				202.00	-14	-32	-17
25	噁喹酸	14698-29-4	261.85	244.00*	-14	-18	-23
				216.00	-14	-29	-21
26	西诺沙星	28657-80-9	262.65	245.00*	-12	-17	-23
				189.00	-12	-29	-18
27	环丙沙星	85721-33-1	331.85	314.10*	-17	-23	-19
				231.00	-17	-39	-21
28	恩氟沙星	93106-60-6	360.30	342.20*	-29	-20	-26
				316.20	-29	-20	-24
29	沙拉沙星	98105-99-8	385.80	368.05*	-20	-23	-24
				299.05	-20	-28	-30
30	噻菌灵	148-79-8	201.90	175.05*	-21	-25	-20
				131.10	-22	-34	-20
31	对乙酰氨基酚	103-90-2	152.10	110.20*	-10	-18	-21
				65.10	-11	-32	-12

32	卡马西平	298-46-4	237.00	194.05*	-27	-21	-21
				179.05	-27	-36	-30
33	氟西汀	54910-89-3	310.35	148.20*	-15	-9	-27
				43.95	-30	-15	-14
34	地尔硫卓	42399-41-7	415.00	150.00*	-20	-40	-20
				178.00	-20	-25	-20
35	脱氢硝苯地平	67035-22-7	344.85	284.05*	-18	-29	-17
				268.10	-17	-30	-26
36	苯海拉明	58-73-1	256.05	152.00*	-19	-35	-23
				167.00	-20	-10	-20
37	奥美普林	6981-18-6	274.90	123.15*	-17	-25	-20
				259.10	-17	-26	-21
38	甲氧苄啶	738-70-5	291.10	230.20*	-20	-22	-25
				123.20	-20	-23	-13
39	1,7-二甲基黄嘌呤	611-59-6	181.15	124.05*	-21	-21	-19
				55.05	-11	-31	-20
40	苯甲酰磺胺	127-71-9	277.10	156.10*	-15	-13	-29
				108.10	-15	-23	-20
41	磺胺间甲氧嘧啶	1220-83-3	280.75	155.95*	-14	-18	-26
				92.05	-14	-29	-16
42	磺胺甲氧哒嗪	80-35-3	281.00	156.00*	-30	-17	-30
				92.10	-30	-30	-17
43	磺胺二甲唑	729-99-7	268.10	156.10*	-30	-15	-29
				113.10	-30	-22	-21
44	磺胺吡唑	852-19-7	329.20	172.20*	-12	-29	-17
				145.20	-10	-46	-15
45	磺胺噻唑	72-14-0	256.00	155.95*	-13	-15	-13
				108.05	-13	-24	-18
46	磺胺索嘧啶	515-64-0	279.00	156.00*	-27	-19	-16
				186.00	-30	-17	-19
47	磺胺二甲嘧啶 ¹³ C ₆	77643-91-5	284.70	162.20*	-30	-20	-20
				98.15	-30	-30	-15
48	磺胺甲噁唑 ¹³ C ₆	1196157-90-0	260.05	161.95*	-17	-15	-16
				98.10	-17	-28	-21
49	甲氧苄啶 ¹³ C ₃	1189970-95-3	294.10	262.05*	-10	-26	-29
				231.20	-10	-24	-16
50	头孢氨苄 D ₅	15686-71-2	353.05	158.05*	-12	-10	-16
				179.10	-12	-15	-19
51	环丙沙星 D ₈	1216659-54-9	340.10	322.10*	-11	-21	-22
				235.00	-11	-38	-24

52	对乙酰氨基酚 D ₃	60902-28-5	155.10	111.10*	-10	-18	-12
				93.05	-24	-24	-10
53	氟西汀 D ₅	1173020-43-3	315.00	153.15*	-19	-10	-23
				43.90	-15	-22	-13
54	红霉素 ¹³ C-D ₃	2378755-50-9	738.35	162.15*	-26	-31	-17
				580.20	-26	-21	-28
55	噻菌灵 D ₄	1190007-20-5	206.10	179.05*	-13	-26	-19
				135.15	-13	-34	-14
56	沙拉沙星 D ₈	1352879-52-7	394.10	376.00*	-13	-23	-18
				350.00	-13	-20	-25

* 代表定量离子对。

1.3 标准品溶液的配制

参照 GB/T 5750 征求意见稿。使用甲醇配置 46 种 PPCPs 混合标准储备液 (10 mg/L) 和 10 种 PPCPs 混合内标物质标准溶液 (10 mg/L)。使用 5% 甲醇水溶液配置 46 种 PPCPs 混合标准中间液 (1000 µg/L、100 µg/L 和 10 µg/L) 及 10 种 PPCPs 混合内标物质中间液 (1000 µg/L)。取一定体积的混合标准中间液和 200 µL 浓度为 1000 µg/L 的内标混合溶液至 10 mL 容量瓶中, 5% 甲醇水溶液定容, 46 种 PPCPs 校准曲线浓度点见表 3。

表 3 46 种 PPCPs 校准曲线浓度点 (µg/L)

序号	化合物名称	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	CS6	CS7
1	青霉素 G	1	2	5	10	12.5	20	50
2	氨苄西林	5	10	12.5	20	25	40	50
3	苯唑西林	5	10	12.5	20	25	40	50
4	氯唑西林	2	5	10	20	25	50	100
5	头孢拉定	1	5	10	12.5	20	25	50
6	头孢氨苄	0.5	1	2	5	10	20	50
7	头孢噻吩	1	5	10	12.5	20	25	50
8	红霉素	2	5	10	12.5	20	25	50
9	克拉红霉素	0.5	1	5	10	20	50	100
10	泰乐菌素	0.5	1	2	5	10	20	50
11	磺胺醋酰	1	2	5	10	20	50	100
12	磺胺吡啶	0.2	0.5	1	2	5	10	20
13	磺胺嘧啶	0.5	1	2	5	10	12.5	20
14	磺胺甲噁唑	0.1	0.5	1	2	5	10	20
15	磺胺甲基嘧啶	0.2	0.5	1	2	5	10	20
16	磺胺甲二唑	0.05	0.1	0.5	1	5	10	20
17	磺胺二甲嘧啶	0.2	0.5	1	2	5	10	20
18	磺胺对甲氧嘧啶	0.2	0.5	1	2	5	10	20
19	磺胺氯哒嗪	0.1	0.5	1	2	5	10	20
20	磺胺喹噁啉	0.2	0.5	1	2	5	10	20

21	磺胺间二甲氧嘧啶	0.1	0.5	1	5	10	20	50
22	磺胺邻二甲氧嘧啶	0.2	0.5	1	5	10	20	50
23	磺胺苯吡唑	0.2	0.5	1	5	10	20	50
24	氟甲喹	0.1	0.5	1	2	5	10	20
25	噁唑酸	0.5	0.5	1	2	5	10	20
26	西诺沙星	1	2	5	10	12.5	20	40
27	环丙沙星	1	2	5	10	20	50	100
28	恩氟沙星	0.5	1	5	10	20	50	100
29	沙拉沙星	0.5	1	5	10	20	50	100
30	噻菌灵	0.5	1	2	5	10	12.5	20
31	对乙酰氨基酚	0.5	1	2	5	10	12.5	20
32	卡马西平	0.5	1	2	5	10	12.5	20
33	氟西汀	1	2	5	10	12.5	20	50
34	地尔硫卓	0.1	0.5	1	5	10	50	100
35	脱氢硝苯地平	0.1	0.5	1	5	10	20	50
36	苯海拉明	0.5	1	5	10	20	50	100
37	奥美普林	0.5	1	2	5	10	12.5	20
38	甲氧苄啶	0.5	1	2	5	10	12.5	20
39	1,7- 二甲基黄嘌呤	0.5	1	2	5	10	20	50
40	苯甲酰磺胺	0.5	1	2	5	10	20	50
41	磺胺间甲氧嘧啶	0.5	1	2	5	10	20	50
42	磺胺甲氧哒嗪	0.5	1	2	5	10	20	50
43	磺胺二甲唑	0.5	1	2	5	10	20	50
44	磺胺吡唑	0.5	1	5	10	20	50	100
45	磺胺噻唑	0.5	1	5	10	20	50	100
46	磺胺索嘧啶	0.5	1	5	10	20	50	100

1.4 样品前处理

参照 GB/T 5750 征求意见稿，水样如有悬浮物需经 0.45 μm 滤膜过滤，流程见图 1。

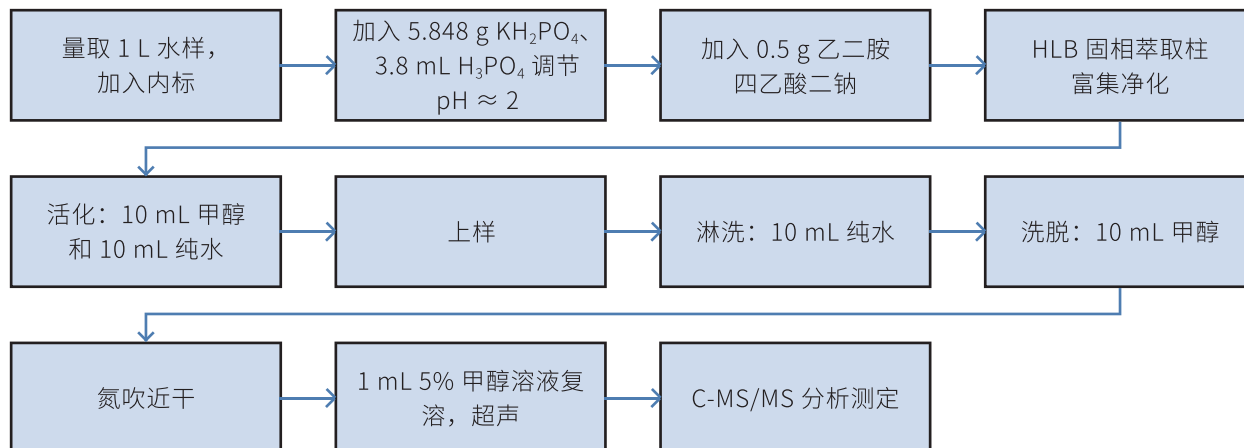


图 1 样品前处理流程图

■ 结果与讨论

2.1 标准品溶液的 MRM 色谱图

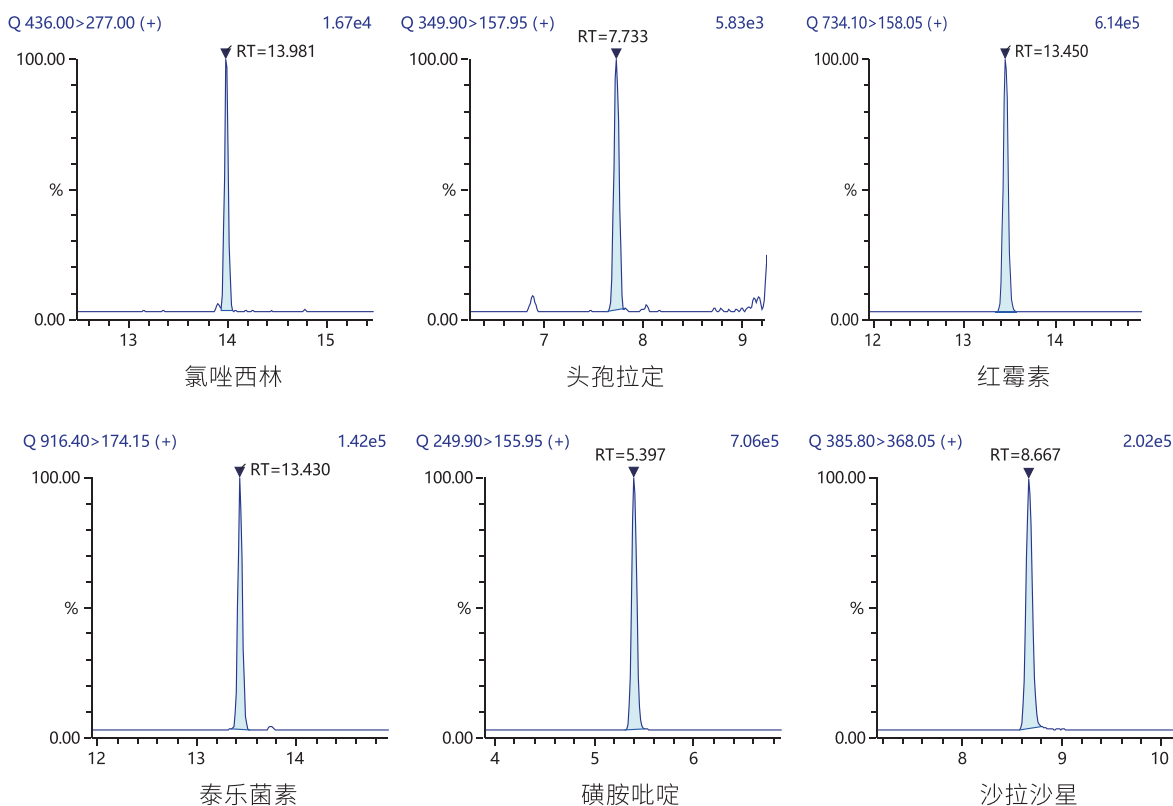


图 2 部分 PPCPs 标准品溶液 MRM 色谱图 (5 µg/L)

2.2 校准曲线和检出限

按照 1.2 项下分析条件，标准系列溶液按照浓度从低到高的顺序依次上机测定，以待测物峰面积与相应内标物质（见表 4）峰面积的比值为纵坐标，其对应的质量浓度为横坐标，绘制校准曲线，部分化合物校准曲线如图 3 所示。根据各化合物最低浓度点标样数据，以 3 倍信噪比计算 46 种 PPCPs 检出限，各化合物检出限及线性相关系数如表 5 所示。

表 4 内标分组情况

序号	内标物质	目标待测物
1	磺胺二甲嘧啶 $^{13}\text{C}_6$	胺吡啶、磺胺醋酰、磺胺对甲氧嘧啶、磺胺二甲嘧啶、磺胺甲氧嘧啶、磺胺间二甲氧嘧啶、磺胺邻二甲氧嘧啶、磺胺氯吡嗪、磺胺嘧啶、苯甲酰磺胺、磺胺间甲氧嘧啶、磺胺甲氧吡嗪、磺胺索嘧啶
2	磺胺甲噁唑 $^{13}\text{C}_6$	磺胺苯吡唑、磺胺甲噁唑、磺胺甲二唑、磺胺喹噁啉、磺胺二甲唑、磺胺吡唑、磺胺噻唑
3	甲氧苄啶 $^{13}\text{C}_3$	噁唑酸、氟甲喹、西诺沙星、克拉红霉素、地尔硫卓、茶海拉明、奥美普林、甲氧苄啶、1,7-二甲基黄嘌呤、卡马西平、脱氢硝苯地平
4	头孢氨苄 D_5	氨苄西林、苯唑西林、氯唑西林、青霉素 G、头孢氨苄、头孢拉定、头孢噻吩
5	环丙沙星 $^{13}\text{C}_3$ - ^{15}N	恩氟沙星、环丙沙星
6	对乙酰氨基酚 D_3	对乙酰氨基酚
7	氟西汀 D_5	氟西汀
8	红霉素 ^{13}C - D_3	红霉素
9	噻菌灵 D_4	泰乐菌素、噻菌灵
10	沙拉沙星 D_8	沙拉沙星

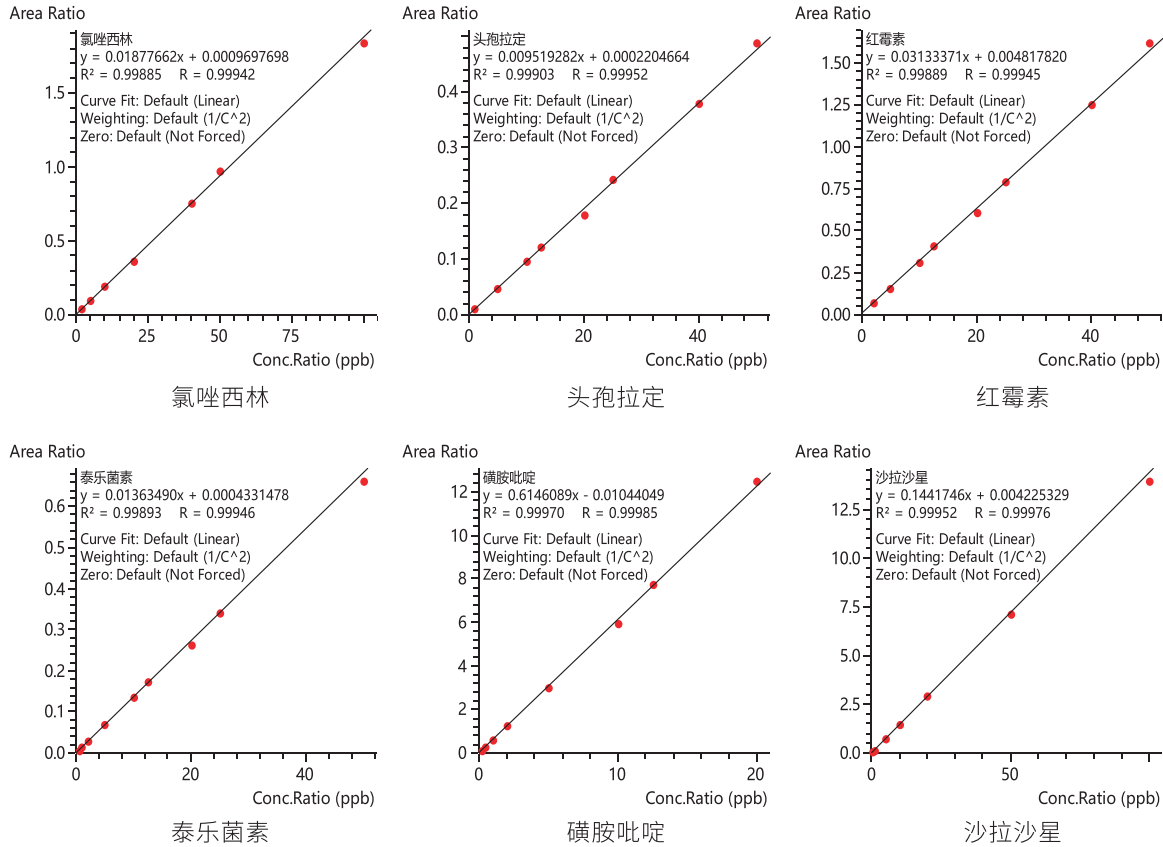


图 3 部分 PPCPs 标准曲线

表 5 各组分相关系数及检出限

序号	化合物名称	相关系数 (r)	检出限 (μg/L)	ID	组分名称	相关系数 (r)	检出限 (μg/L)
1	青霉素 G	0.9982	0.020	24	氟甲唑	0.9997	0.003
2	氨苄西林	0.9987	0.073	25	噻唑酸	0.9990	0.002
3	苯唑西林	0.9989	0.024	26	西诺沙星	0.9974	0.012
4	氯唑西林	0.9994	0.122	27	环丙沙星	0.9985	0.014
5	头孢拉定	0.9995	0.064	28	恩氟沙星	0.9978	0.071
6	头孢氨苄	0.9991	0.052	29	沙拉沙星	0.9998	0.014
7	头孢噻吩	0.9995	0.025	30	噻菌灵	0.9983	0.003
8	红霉素	0.9994	0.005	31	对乙酰氨基酚	0.9978	0.036
9	克拉红霉素	0.9996	0.001	32	卡马西平	0.9991	0.003
10	泰乐菌素	0.9995	0.001	33	氟西汀	0.9992	0.004
11	磺胺醋酰	0.9986	0.006	34	地尔硫卓	0.9992	0.001
12	磺胺吡啶	0.9998	0.004	35	脱氢硝苯地平	0.9985	0.001
13	磺胺嘧啶	0.9998	0.001	36	苯海拉明	0.9988	0.004
14	磺胺甲噁唑	0.9974	0.012	37	奥美普林	0.9989	0.005
15	磺胺甲基嘧啶	0.9998	0.002	38	甲氧苄啶	0.9987	0.004
16	磺胺甲二唑	0.9991	0.001	39	1,7- 二甲基黄嘌呤	0.9994	0.024
17	磺胺二甲嘧啶	0.9996	0.002	40	苯甲酰磺胺	0.9996	0.001
18	磺胺对甲氧嘧啶	0.9999	0.001	41	磺胺间甲氧嘧啶	0.9999	0.001

19	磺胺氯哒嗪	0.9998	0.002	42	磺胺甲氧哒嗪	0.9996	0.008
20	磺胺喹噁啉	0.9988	0.010	43	磺胺二甲唑	0.9996	0.002
21	磺胺间二甲氧嘧啶	0.9982	0.001	44	磺胺吡唑	0.9995	0.001
22	磺胺邻二甲氧嘧啶	0.9995	0.002	45	磺胺噻唑	0.9998	0.002
23	磺胺苯吡唑	0.9997	0.003	46	磺胺索嘧啶	0.9999	0.002

2.3 重复性实验

取 PPCPs 标准品溶液低 (1 µg/L ~ 5 µg/L)、中 (5 µg/L ~ 10 µg/L)、高 (20 µg/L ~ 50 µg/L) 3 个浓度水平, 每个浓度水平连续进样 6 次, 考察仪器的重复性。结果显示, 46 种 PPCPs 保留时间的 RSD 在 0.01%~0.12% 之间, 峰面积的 RSD 在 0.32%~4.92% 之间, 仪器精密度良好。

2.4 加标回收率

生活饮用水水样进行加标回收测定, 分别添加 PPCPs 标准品溶液低 (1 µg/L ~ 5 µg/L)、中 (5 µg/L ~ 10 µg/L)、高 (20 µg/L ~ 50 µg/L) 3 个浓度水平, 按照上述所建立的方法进行样品处理及测定。每个浓度水平重复 6 份平行样品, 计算加标回收率和相对标准偏差 (RSD), 见表 7。

表 6 各组分添加回收率结果

序号	化合物名称	低浓度		中浓度		高浓度	
		回收率 (%)	RSD (%)	回收率 (%)	RSD (%)	回收率 (%)	RSD (%)
1	青霉素 G	112.2	3.9	108.9	2.1	105.5	6.1
2	氨苄西林	98.4	9.7	94.8	6.0	88.6	3.1
3	苯唑西林	95.3	3.2	96	1.8	97.2	2.9
4	氯唑西林	100.2	1.4	107	2.5	109.8	2.0
5	头孢拉定	100.1	1.8	98.8	4.6	99.2	6.4
6	头孢氨苄	92.8	3.6	107.6	4.7	110.5	4.3
7	头孢噻吩	100.6	9.3	96	1.8	96.8	1.0
8	红霉素	97.7	4.0	95.8	2.4	92.5	0.4
9	克拉红霉素	93.8	2.4	94	1.7	100.1	0.5
10	泰乐菌素	99.9	0.9	101.2	1.7	92.5	1.1
11	磺胺醋酰	85.6	2.9	113	3.6	108.6	4.5
12	磺胺吡啶	88.1	2.7	101.1	0.4	100.1	4.0
13	磺胺嘧啶	86.8	3.5	102.2	1.5	100.4	1.9
14	磺胺甲噁唑	90.6	4.4	95.1	3.5	87.6	1.7
15	磺胺甲基嘧啶	88.4	2.8	102	4.4	102	1.8
16	磺胺甲二唑	92.5	2.7	103.2	4.0	93.7	1.0
17	磺胺二甲嘧啶	94.7	2.8	106.7	2.8	99.7	1.8
18	磺胺对甲氧嘧啶	89.7	4.1	101.2	2.0	104.1	1.7
19	磺胺氯哒嗪	85.1	2.8	96.1	4.1	99.4	3.1
20	磺胺喹噁啉	85.8	1.6	91.8	2.1	89.3	0.2
21	磺胺间二甲氧嘧啶	87.3	3.5	91.7	1.0	98.8	2.1
22	磺胺邻二甲氧嘧啶	92.2	2.7	99.7	4.0	99.8	2.0
23	磺胺苯吡唑	86.1	3.0	93.4	1.3	88.6	0.8

24	氟甲喹	100.2	1.1	95.9	3.1	98.1	0.8
25	噁唑酸	86.7	5.7	85.4	2.2	87.9	1.7
26	西诺沙星	88.2	4.7	90	3.0	87.9	1.1
27	环丙沙星	86.4	3.8	104.9	8.1	94.9	1.7
28	恩氟沙星	106.4	4.1	103.8	5.6	101.1	3.8
29	沙拉沙星	87.2	1.3	88.7	1.9	87.6	0.7
30	噻菌灵	99.3	4.8	101.2	1.8	88.2	1.0
31	对乙酰氨基酚	86.5	2.2	101	1.5	88.8	0.3
32	卡马西平	103.7	1.7	98.8	3.2	98.5	1.4
33	氟西汀	85.5	2.3	99.5	2.6	88.6	3.8
34	地尔硫卓	92.3	1.3	88.3	1.8	107.2	3.1
35	脱氢硝苯地平	97.3	1.7	100.6	0.9	108	1.8
36	苯海拉明	98.8	3.1	91.7	2.6	90	1.2
37	奥美普林	94.3	4.7	88.4	4.3	92.8	3.1
38	甲氧苄啶	94.8	0.8	102.1	2.2	92.1	2.1
39	1,7- 二甲基黄嘌呤	96.9	1.6	104.8	4.0	103.7	0.6
40	苯甲酰磺胺	87.7	3.5	98.5	1.2	97.8	1.1
41	磺胺间甲氧嘧啶	85.6	0.8	95.7	3.9	92.7	2.6
42	磺胺甲氧嘧啶	92.5	5.6	102.7	1.8	105.5	1.6
43	磺胺二甲唑	85.8	3.4	89.4	1.9	86	1.9
44	磺胺吡唑	86.7	1.4	89.7	0.5	85.2	1.3
45	磺胺噻唑	87.3	1.4	91.4	1.4	95.2	0.6
46	磺胺索嘧啶	86.6	2.9	91.4	1.9	100.2	3.7

■ 结论

本文使用岛津超高效液相色谱仪与三重四极杆质谱仪联用，参考 GB/T 5750 《生活饮用水标准检验方法》征求意见稿，建立了生活饮用水中 46 种 PPCPs 的分析方法，并进行了详尽的方法学考察。实验结果表明，该方法灵敏度高、重复性好、专属性强，满足生活饮用水标准要求，可用于生活饮用水中痕量 PPCPs 的含量测定。

岛津应用云

