ICS
CCS

团　　体　　标　　准

T/ZSESS XXX-2026

水质 18 种β-受体激动剂的测定 高效液相色谱-三重四极杆质谱法

Water quality-Determination of 18 β-agonists by high performance liquid chromatography-triple quadrupole mass spectrometry

（征求意见稿）

XXX-XX-XX 发布　　XXX-XX-XX 实施

中山市环境科学学会　发布

水质 18 种β-受体激动剂的测定 高效液相色谱-三重四极杆质谱法

1 范围

本标准规定了测定水中18种β-受体激动剂的高效液相色谱-三重四极杆质谱法。

本标准适用于地表水、地下水、生活污水和工业废水中克仑特罗、莱克多巴胺、沙丁胺醇、西马特罗、齐帕特罗、氯丙那林、特布他林、西布特罗、马布特罗、溴布特罗、班布特罗、克仑丙罗、妥布特罗、利托君、克仑赛罗、马喷特罗、克仑潘特和羟甲基克仑特罗共18种β-受体激动剂的测定。

18种β-受体激动剂的方法检出限为1.0 ng/L~1.8 ng/L，测定下限为4.0 ng/~7.2 ng/L。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

HJ 91.1 污水监测技术规范

HJ 91.2 地表水环境质量监测技术规范

HJ 164 地下水环境监测技术规范

GB/T 14851 水质 湖泊和水库采样技术指导

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 方法原理

样品经过滤后直接进样，用高效液相色谱-三重四极杆质谱分离检测。根据保留时间、特征离子对及其丰度定性，内标法定量。

5 干扰和消除

样品颜色较深等基质干扰较强时，可通过适当减少进样量、增加稀释倍数或优化色谱条件等方式降低干扰。

6 试剂和材料

6.1 试剂

以下所用试剂，除特别注明外均为分析纯试剂，水为符合GB/T 6682规定的一级水。

a） 乙腈（CH_3CN）：色谱纯。

b） 甲酸（HCOOH）：色谱纯。

c） 甲醇（CH_3OH）：色谱纯。

d） 氨水（$NH_3·H_2O$）：优级纯。

6.2 溶液配制

6.2.1 甲酸水溶液：1+1000。移取 1 mL 甲酸（6.1 b)）于 1000 mL 水中，临用现配。

6.2.2 甲酸乙腈溶液：1+1000。移取 1 mL 甲酸（6.1 b)）于 1000 mL 乙腈（6.1 a)）中，临用现配。

6.3 标准溶液

6.3.1　标准储备液：100 mg/L（参考浓度）。准确称取适量的β-受体激动剂标准物质（含量≥99%），用甲醇（6.1.c)）配成 100 mg/L 的标准储备液，-20℃以下冷冻、密封、避光保存，有效期 12 个月。或直接购买有证标准溶液，按照标准溶液证书要求保存。
6.3.2　标准使用液：10.0 μg/L（参考浓度）。移取适量的β-受体激动剂标准储备液（6.3.1），用甲醇（6.1 c)）逐级稀释，-20℃以下冷冻、密封、避光保存，保存期 6 个月。
6.3.3　内标储备液：100 mg/L（参考浓度）.准确称取适量的克仑特罗-D_9、莱克多巴胺-D_6、沙丁胺醇-D_3、西马特罗-D_7、齐帕特罗-D_7、氯丙那林-D_7、特布他林-D_9、西布特罗-D_9、马布特罗-D_9、班布特罗-D_9、克仑丙罗-D_7、妥布特罗-D_9和羟甲基克仑特罗-D_6标准物质（含量≥99%），用甲醇配成 100 mg/L 的标准储备液，-20℃以下保存，有效期 12 个月。或直接购买有证标准溶液，按照标准溶液证书要求保存。
6.3.4　内标使用液：10.0 μg/L（参考浓度）。移取适量的同位素内标储备液（6.3.3），用甲醇（6.1 c)）逐级稀释，-20℃以下冷冻、密封、避光保存，保存期 6 个月。

6.4　材料

6.4.1　微孔滤膜：亲水性聚四氟乙烯或其他材质等效滤膜，孔径 0.22 μm。
6.4.2　氮气：纯度≥99.99%。

7　仪器和设备

7.1　液相色谱-三重四极杆质谱仪：配有电喷雾离子源（ESI），具备梯度洗脱功能和多反应监测功能。
7.2　色谱柱：填料粒径为 2.7μm，柱长为 150 mm，内径为 3.0 mm 的 C_{18} 色谱柱或其他性能相近的色谱柱。
7.3　采样瓶：100 mL 磨口具塞棕色玻璃瓶。
7.4　微量注射器：1 μL、10 μL、50 μL、100 μL、1.0 mL。
7.5　一般实验室常用仪器和设备。

8　样品

8.1　样品采集与保存

按照GB/T 14851、HJ 91.1、HJ 91.2和HJ 164的相关要求采集样品，采样瓶要完全注满不留气泡。用甲酸（6.1 b)）或氨水溶液（6.1 d)）调节其为中性，水样应在4℃以下冷藏、避光运输保存，7 d内完成分析。

每批次样品应至少采集1个全程序空白样品，将1份实验用水放入样品瓶中密封，并带到采样现场，与采样样品瓶同时开盖和密封，之后随样品运回实验室。

8.2　试样制备

样品恢复至室温，取适量样品经滤膜（6.4.1），弃去至少1 mL初滤液后，准确移取1.0 mL滤液于进样瓶中，加入5.0 μL内标使用液（6.3.4），混匀待测。

8.3　空白试样制备

以实验用水代替样品，按照试样制备（8.2）相同操作步骤，制备空白试样。

9　分析步骤

9.1　仪器参考条件

9.1.1　液相色谱参考条件

流动相A：甲酸水溶液（6.1 b)）；流动相B：甲酸乙腈溶液（6.2.2）；柱温：40℃；进样体积：5 μL；流速：0.4 mL/min；梯度洗脱程序见表1。

表 1　梯度洗脱程序

时间/min	流动向A%	流动向B%
0	95	5
1	95	5
8	40	60
9	5	95
11	5	95
11.1	95	5
14	95	5

9.1.2 质谱参考条件

离子源：电喷雾离子源（ESI），正离子模式；监测方式：多反应监测（MRM）。质谱多反应监测条件见表2。

表 2 质谱多反应监测条件

化合物	定性离子对（m/z）	定量离子对（m/z）	传输电压（V）	碰撞电压（V）	定量内标
克仑特罗	277.1>203.0	277.1>203.0	166	12	克仑特罗-D_9
	277.1>132.0			30	
克仑特罗-D9	286.0>204.0	286.0>204.0	166	12	/
莱克多巴胺	302.2>164.1	302.2>164.1	166	10	莱克多巴胺-D_6
	302.2>121.0			22	
莱克多巴胺-D6	308.0>168.0	308.0>168.0	166	10	/
沙丁胺醇	240.2>148.0	240.2>148.0	166	13	沙丁胺醇-D_3
	240.2>222.1			5	
沙丁胺醇-D3	243.0>151.0	243.0>151.0	166	13	/
西马特罗	220.1>160.1	220.1>160.1	166	13	西马特罗-D_7
	220.1>202.1			5	
西马特罗-D7	227.0>161.0	227.0>161.0	166	13	/
齐帕特罗	262.2>185.0	262.2>185.0	166	23	齐帕特罗-D_7
	262.2>244.1			7	
齐帕特罗-D7	269.0>185.0	269.0>185.0	166	23	/
氯丙那林	214.1>154.0	214.1>154.0	166	13	氯丙那林-D_7
	214.1>196.1			5	
氯丙那林-D7	221.0>155.0	221.0>155.0	166	13	/
特布他林	226.1>152.1	226.1>152.1	166	13	特布他林-D_9
	226.1>107.0			29	
特布他林-D9	235.1>153.1	235.1>153.1	166	13	/
西布特罗	234.0>160.0	234.0>160.0	166	10	西布特罗-D_9
	234.0>143.0			30	
西布特罗-D9	243.2>161.1	243.2>161.1	166	10	/
马布特罗	311.1>237.0	311.1>237.0	166	13	马布特罗-D_9
	311.1>293.0			5	
马布特罗-D_9	320.0>238.0	320.0>238.0	166	13	/
溴布特罗	367.0>293.0	367.0>293.0	166	20	班布特罗-D_9
	367.0>349.0			10	
班布特罗	368.0>294.0	368.0>294.0	166	20	班布特罗-D_9
	368.0>312.0			8	
班布特罗-D_9	377.0>295.0	377.0>295.0	166	20	/
克仑丙罗	263.0>203.0	263.0>203.0	166	18	克仑丙罗-D_7
	263.0>245.0			8	
克仑丙罗-D_7	270.0>204.0	270.0>204.0	166	18	/
妥布特罗	228.1>154.0	228.1>154.0	166	13	妥布特罗-D_9
	228.1>172.0			5	
妥布特罗-D_9	237.0>155.0	237.0>155.0	166	13	/
利托君	288.2>270.1	288.2>270.1	166	6	羟甲基克仑特罗-D_6
	288.2>121.0			18	
克仑赛罗	319.0>203.0	319.0>203.0	166	20	羟甲基克仑特罗-D_6
	319.0>132.0			37	
马喷特罗	325.1>237.0	325.1>237.0	166	13	羟甲基克仑特罗-D_6

化合物	定性离子对（m/z）	定量离子对（m/z）	传输电压（V）	碰撞电压（V）	定量内标
	325.1>217.0			13	
克仑潘特	291.0>203.0	291.0>203.0	166	14	羟甲基克仑特罗-D_6
	291.0>132.0			36	
羟甲基克仑特罗	293.0>203.0	293.0>203.0	166	36	羟甲基克仑特罗-D_6
	293.0>132.0			18	
羟甲基克仑特罗-D_6	299.0>203.0	299.0>203.0	166	36	/

9.1.3 仪器调谐

按照仪器使用说明书，在规定时间和频次内，对三重四极杆质谱仪进行仪器质量数和灵敏度校正，以确保仪器处于最佳测试状态。在仪器使用过程中，如发现仪器质量数出现明显偏差或灵敏度大幅度下降时，应立即对仪器重新进行质量数和灵敏度校正。

9.2 校准

9.2.1 校准系列的配制

取一定量的β-受体激动剂标准使用液（6.3.2），用水溶液配制至少5个浓度点的标准系列（参考质量浓度为5.0 ng/L、10.0 ng/L、20.0 ng/L、50.0 ng/L、100 ng/L、200 ng/L、500 ng/L），分别取1.0 mL制备好的标准系列，加入内标使用液（6.3.4）5.0 μL，混匀后储存在棕色样品瓶中，待测。

9.2.2 最小二乘法绘制标准曲线

由低浓度到高浓度依次对标准系列溶液进样，以标准系列溶液中目标组分的浓度与内标物浓度的比值为横坐标，以其对应的峰面积与内标物峰面积的比值为纵坐标，建立标准曲线。

9.3 试样测定

取待测试样（8.2），按照与绘制标准曲线相同的仪器分析条件进行测定。当水样浓度超出标准曲线线性范围时，应重新取样、适当稀释，按照（8.2）重新制备样品并测定。

9.4 空白试验

按与试样测定相同的条件（9.1）进行空白测试。

10 结果计算与表示

10.1 定性分析

在同样的测试条件下，试样中目标组分的保留时间与标准溶液中该组分的保留时间偏差应在±2.5%之内；试样溶液中的离子相对丰度与标准溶液中的离子相对丰度相比，其允许偏差应符合表3的要求。

表 3 试样溶液中离子相对丰度的允许偏差范围

相对丰度K（%）	允许偏差（%）	相对丰度K（%）
K＞50	±20	K＞50
20＜K≤50	±25	20＜K≤50
10＜K≤20	±30	10＜K≤20
K≤10	±50	K≤10

10.2 定量分析

目标物经定性鉴别后，根据定量离子的峰面积，用内标法定量。

10.3 结果计算

试样中目标物的质量浓度按下式计算：

$$C = C_1 \times f \qquad (1)$$

式中：

C——试样中目标物的质量浓度，ng/L；

C_1 ——从标准曲线上计算得到的试样中目标物的质量浓度，ng/L；

f——稀释倍数。

10.4 结果表示

测定结果最多保留3位有效数字，小数点后位数的保留与方法检出限一致。

11 准确度

11.1 精密度

6家实验室对含β-受体激动剂质量浓度为10.0 ng/L、50.0 ng/L、200 ng/L的统一空白加标样品进行6次重复测定：实验室内相对标准偏差分别为1.5%~22%、0.8%~11%、0.7%~6.7%；实验室间相对标准偏差分别为5.6%~10%、1.2%~9.7%、2.4%~11%；重复性限分别为1.1 ng/L~3.4 ng/L、3.1 ng/L~13.0 ng/L、11.5 ng/L~26.7 ng/L，再现性限分别为1.6 ng/L~3.5 ng/L、3.9 ng/L~15.4 ng/L、17.8 ng/L~60.1 ng/L。

6家实验室对含β-受体激动剂质量浓度为10.0 ng/L的地表水实际加标样品进行6次重复测定，实验室内相对标准偏差为0.9%~18%；实验室间相对标准偏差为4.8%~16%；重复性限为1.2 ng/L~2.7 ng/L，再现性限为2.0 ng/L~4.5 ng/L。

6家实验室对含β-受体激动剂质量浓度为10.0 ng/L的生活污水实际加标样品进行6次重复测定，实验室内相对标准偏差为0.7%~15%；实验室间相对标准偏差5.4%~13%；重复性限为1.0 ng/L~2.9 ng/L，再现性限为2.0 ng/L~3.5 ng/L。

11.2 正确度

6家实验室对含β-受体激动剂质量浓度为10.0 ng/L、50.0 ng/L、200 ng/L的统一空白加标样品进行6次重复测定，加标回收率分别为79.9%~112%、83.2%~115%、83.2%~111%；加标回收率最终值分别为89.5%±17.8%~99.3%±18.8%、95.8%±14.4%~103%±20.0%、93.5%±20.8%~101%±8.2%。

6家实验室对含β-受体激动剂质量浓度为10.0 ng/L的地表水实际加标样品进行6次重复测定，加标回收率范围分别为79.8%~129%；加标回收率最终值分别为93.4%±29.0%~101%±23.6%。

6家实验室对含β-受体激动剂质量浓度为10.0 ng/L的生活污水实际加标样品进行6次重复测定，加标回收率范围分别为80.2%~123%；加标回收率最终值分别为93.1%±24.4%~106%±18.8%。

方法检出限和测定下限见附录A。方法精密度和正确度见附录B。

12 质量保证和控制

12.1 空白分析

每20个或每批次样品（少于20个）至少分析一个实验室空白和全程序空白，其测定结果应低于方法检出限。

12.2 校准

标准曲线相关系数R应不小于0.995，否则应重新绘制。

每20个或每批次样品（少于20个）应测试标准曲线中间浓度点，其测定结果与实际浓度值相对偏差应不大于20%，否则应重新绘制标准曲线。

12.3 平行样测定

每20个或每批次样品（少于20个）应分析一个平行样，结果的相对偏差应在20%以内。

12.4 样品加标回收率测定

每20个或每批次样品（少于20个）应分析一个基体加标样，基体加标回收率应控制在70%~130%之间。

13 废物处理

实验过程中产生的废液和废物应分类收集和保管，并做好相应的标识，委托有资质的第三方单位进行处理。

14 试验报告

试验报告至少应给出以下几个方面的内容：
——试验对象；
——所使用的标准；
——所使用的方法；
——结果；
——观察到的异常现象；
——试验日期。

附 录 A
（资料性）
方法检出限和测定下限

A.1 表 A.1 给出了本方法中目标物的检出限和测定下限。

表 A.1

序号	化合物	英文名称	CAS号	检出限（ng/L）	测定下限（ng/L）
1	特布他林	Terbutaline	23031-25-6	1.3	5.2
2	齐帕特罗	Zilpaterol	119520-05-7	1.7	6.8
3	沙丁胺醇	Salbutamol	18559-94-9	1.4	5.6
4	西马特罗	Cimaterol	54239-37-1	1.4	5.6
5	西布特罗	cimbuterol	54239-39-3	1.3	5.2
6	利托君	Ritodrine	26652-09-5	1.6	6.4
7	克仑赛罗	Clencyclohexerol	157877-79-7	1.7	6.8
8	羟甲基克仑特罗	Clenbuterol-hydroxymethyl	38339-18-3	1.7	6.8
9	莱克多巴胺	Ractopamine	97825-25-7	1.2	4.8
10	氯丙那林	Clorprenaline	3811-25-4	1.4	5.6
11	克仑丙罗	clenproperol	38339-11-6	1.8	7.2
12	妥布特罗	Tulobuterol	41570-61-0	1.3	5.2
13	克仑特罗	Clenbuterol	37148-27-9	1.3	5.2
14	班布特罗	Bambuterol	81732-65-2	1.1	4.4
15	溴布特罗	Brombuterol	41937-02-4	1.1	4.4
16	克仑潘特	clenpenterol	38339-21-8	1.2	4.8
17	马布特罗	Mabuterol	56341-08-3	1.5	6.0
18	马喷特罗	Mapenterol	95656-68-1	1.8	7.2

附 录 B
（资料性）
方法精密度和正确度

B.1 表 B.1 给出了方法精密度。表 B.2 给出了方法正确度。

表 B.1 精密度汇总表

序号	化合物	样品类型	加标浓度（ng/L）	平均值（ng/L）	实验室内相对标准偏差（%）	实验室间相对标准偏差（%）	重复性限（ng/L）	再现性限（ng/L）
1	特布他林	空白	10.0	9.4	1.8~6.2	5.6	1.3	1.9
			50.0	49.8	1.5~4.1	3.3	3.5	5.7
			200	194	1.2~2.7	3.8	12	24
		地表水	10.0	9.8	1.4~11	6.6	1.7	2.4
		生活污水	10.0	9.8	2.6~13	6.7	2.0	2.6
2	齐帕特罗	空白	10.0	9.6	2.3~15	7.2	1.9	2.5
			50.0	49.8	3.4~7.2	2.6	6.1	6.6
			200	197	1.1~6.2	7.0	18	41
		地表水	10.0	9.6	2.1~10	5.1	1.5	2.0
		生活污水	10.0	10.0	4.0~15	8.5	2.5	3.4
3	沙丁胺醇	空白	10.0	9.0	1.9~13	8.1	1.9	2.7
			50.0	50.2	2.0~10	4.7	6.4	8.9
			200	196	1.3~6.7	4.9	19	30
		地表水	10.0	9.6	2.6~14	11	2.7	3.2
		生活污水	10.0	9.4	3.3~13	12	1.7	2.8
4	西马特罗	空白	10.0	9.5	2.4~18	7.8	2.2	2.7
			50.0	49.9	1.3~8.7	3.0	5.8	6.3
			200	187	1.7~3.2	11	21	60
		地表水	10.0	10.0	2.6~8.7	9.2	1.7	3.3
		生活污水	10.0	9.6	4.0~9.0	9.7	1.6	3.1
5	西布特罗	空白	10.0	9.4	1.5~22	7.8	2.9	3.3
			50.0	49.2	1.2~5.9	5.2	4.0	7.9
			200	198	1.0~5.3	5.2	19	32
		地表水	10.0	9.7	0.9~14	8.2	1.7	2.6
		生活污水	10.0	9.8	1.3~12	6.5	1.8	2.3
6	利托君	空白	10.0	9.2	3.7~9.3	6.2	1.7	2.1
			50.0	50.2	0.9~8.6	3.9	6.6	8.5
			200	198	1.0~6.3	3.0	22	26
		地表水	10.0	9.8	1.5~14	7.9	2.1	2.8
		生活污水	10.0	9.8	2.4~11	5.8	1.6	2.2
7	克仑赛罗	空白	10.0	9.3	2.1~13	9.0	2.0	2.8
			50.0	49.5	1.1~8.9	5.6	8.3	11
			200	198	1.6~6.2	5.7	27	38
		地表水	10.0	9.8	3.9~14	11	2.2	3.3
		生活污水	10.0	10.0	7.2~11	5.4	2.5	2.7
8	羟甲基克仑特罗	空白	10.0	9.7	5.0~19	6.2	3.4	3.5
			50.0	50.4	2.0~11	6.7	13	15
			200	201	1.2~6.1	2.6	26	27
		地表水	10.0	9.9	2.6~12	10	2.4	3.4
		生活污水	10.0	10.6	2.9~14	8.8	2.9	3.5
9	莱克多巴胺	空白	10.0	9.0	2.7~7.2	10	1.3	2.7
			50.0	47.9	0.8~3.8	7.6	3.1	10
			200	190	2.0~3.1	8.3	13	43
		地表水	10.0	9.3	2.1~7.6	16	1.2	3.5
		生活污水	10.0	9.3	3.1~7.8	13	1.0	3.0
10	氯丙那林	空白	10.0	9.6	2.4~5.0	5.5	1.1	1.6

序号	化合物	样品类型	加标浓度（ng/L）	平均值（ng/L）	实验室内相对标准偏差（%）	实验室间相对标准偏差（%）	重复性限（ng/L）	再现性限（ng/L）
			50.0	49.9	1.5~6.4	3.9	4.7	6.9
			200	198	0.6~5.6	5.8	20	35
		地表水	10.0	10.1	3.7~9.3	11	1.8	3.2
		生活污水	10.0	10.0	2.6~7.4	7.9	1.5	2.3
11	克仑丙罗	空白	10.0	9.8	3.4~6.7	10	1.6	2.9
			50.0	50.4	1.1~9.2	1.2	6.6	6.3
			200	194	1.0~2.7	6.0	12	33
		地表水	10.0	9.9	2.4~10	4.8	2.1	2.8
		生活污水	10.0	9.9	4.2~6.9	7.3	2.1	2.8
12	妥布特罗	空白	10.0	9.3	2.8~8.5	4.9	1.3	1.7
			50.0	50.8	1.1~11	5.1	7.5	10
			200	199	0.7~4.6	4.0	16	26
		地表水	10.0	9.7	2.0~9.3	8.8	1.3	2.3
		生活污水	10.0	9.6	0.7~6.4	6.6	1.4	2.0
13	克仑特罗	空白	10.0	9.5	2.3~7.4	7.7	1.6	2.3
			50.0	50.8	1.3~3.4	2.3	3.5	3.9
			200	198	1.2~4.2	5.7	13	30
		地表水	10.0	9.9	4.1~8.6	6.9	1.7	2.5
		生活污水	10.0	9.8	1.7~5.3	7.2	1.2	2.0
14	班布特罗	空白	10.0	9.6	3.2~5.1	9.6	1.2	2.8
			50.0	48.7	1.4~2.9	3.4	3.9	6.0
			200	195	0.7~3.4	4.6	18	32
		地表水	10.0	10.1	2.6~5.6	15	1.4	3.2
		生活污水	10.0	10.0	2.0~5.9	10	1.5	2.7
15	溴布特罗	空白	10.0	9.9	5.3~11	9.5	2.4	3.1
			50.0	49.4	1.0~8.6	3.6	6.9	6.8
			200	197	1.7~3.3	6.9	13	36
		地表水	10.0	10.1	1.2~11	7.4	2.2	3.5
		生活污水	10.0	10.4	2.3~13	6.5	2.0	2.7
16	克仑潘特	空白	10.0	9.5	4.0~10	9.4	1.9	3.0
			50.0	51.4	2.4~7.4	6.2	7.1	11
			200	202	1.1~6.0	4.1	18	27
		地表水	10.0	10.1	1.9~8.7	12	1.9	3.5
		生活污水	10.0	10.5	3.5~12	7.5	1.8	2.7
17	马布特罗	空白	10.0	9.8	2.5~12	10	1.8	3.1
			50.0	50.4	1.5~7.1	2.8	6.5	6.9
			200	199	0.6~3.5	2.4	13	18
		地表水	10.0	10.1	1.5~11	8.3	2.4	3.0
		生活污水	10.0	9.9	3.3~9.7	6.3	1.9	2.3
18	马喷特罗	空白	10.0	9.3	1.9~13	8.1	2.0	2.7
			50.0	51.7	1.7~5.9	9.7	6.2	11
			200	198	0.8~5.8	7.1	23	40
		地表水	10.0	10.1	1.9~12	16	2.6	4.5

B.2　表 B.2 给出了正确度汇总表。

表 B.2

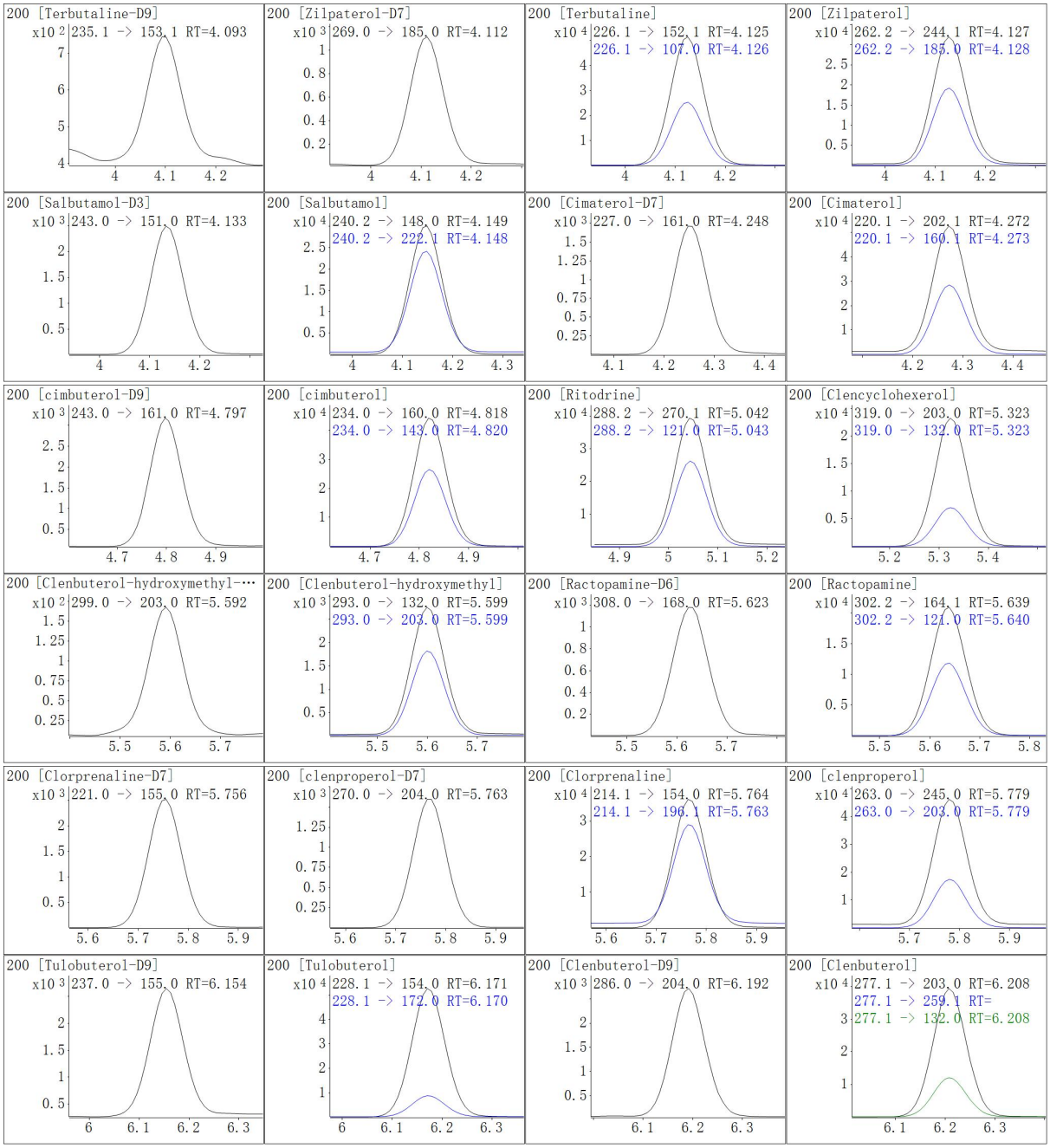
序号	化合物	样品类型	加标浓度（ng/L）	原样浓度均值（ng/L）	加标后浓度均值（ng/L）	加标回收率范围（%）	加标回收率最终值（%）
1	特布他林	空白	10.0	ND	9.4	84.5~99.6	94.4±10.6
			50.0	ND	49.8	95.6~106	99.6±6.6
			200	ND	194	93.1~102	97.2±7.4
		地表水	10.0	ND	9.8	91.8~110	97.9±12.8
		生活污水	10.0	ND	9.8	93~109	98.5±13.2

序号	化合物	样品类型	加标浓度（ng/L）	原样浓度均值（ng/L）	加标后浓度均值（ng/L）	加标回收率范围（%）	加标回收率最终值（%）
2	齐帕特罗	空白	10.0	ND	9.6	85.7~103	96.1±13.8
			50.0	ND	49.8	96.6~103	99.7±5.0
			200	ND	197	91.1~106	98.3±13.8
		地表水	10.0	ND	9.6	90.4~103	96.0±9.8
		生活污水	10.0	ND	10.0	90.4~112	100±17.0
3	沙丁胺醇	空白	10.0	ND	9.0	78.2~98.8	90.0±14.6
			50.0	ND	50.2	95.2~107	100±9.4
			200	ND	196	93.0~105	97.9±9.6
		地表水	10.0	ND	9.6	87.4~117	96.4±21.0
		生活污水	10.0	ND	9.4	80.2~113	94.0±21.6
4	西马特罗	空白	10.0	ND	9.5	83.7~105	94.8±14.8
			50.0	ND	49.9	96.1~103	99.9±6.0
			200	ND	187	83.2~110	93.5±20.8
		地表水	10.0	ND	10.0	87.0~111	100±18.6
		生活污水	10.0	ND	9.6	79.8~108	96.3±18.6
5	西布特罗	空白	10.0	ND	9.4	83.9~104	94.3±14.8
			50.0	ND	49.2	91.8~103	98.4±10.4
			200	ND	198	93.3~105	98.7±10.2
		地表水	10.0	ND	9.7	87.6~111	97.0±16.0
		生活污水	10.0	ND	9.8	88.0~107	98.4±12.8
6	利托君	空白	10.0	ND	9.2	83.2~97.7	91.5±11.2
			50.0	ND	50.2	96.0~104	100±7.8
			200	ND	198	96.1~104	99.1±5.8
		地表水	10.0	ND	9.8	86.5~110	98.1±15.4
		生活污水	10.0	ND	9.8	94.0~107	98.5±11.4
7	克仑赛罗	空白	10.0	ND	9.3	83.8~107	93.0±16.8
			50.0	ND	49.5	89.5~104	98.9±11.0
			200	ND	198	93.2~107	99.2±11.4
		地表水	10.0	ND	9.8	85.3~116	98.0±20.8
		生活污水	10.0	ND	10.0	92.6~107	100±11.0
8	羟甲基克仑特罗	空白	10.0	ND	9.7	90.7~105	97.4±12.2
			50.0	ND	50.4	90.8~109	101±13.6
			200	ND	201	97.4~103	100±5.2
		地表水	10.0	ND	9.9	86.2~116	98.6±20.2
		生活污水	10.0	ND	10.6	93.3~116	106±18.8
9	莱克多巴胺	空白	10.0	ND	9.0	77.1~99.5	89.5±17.8
			50.0	ND	47.9	82.0~102	95.8±14.4
			200	ND	190	88.2~108	95.0±15.8
		地表水	10.0	ND	9.3	74.7~116	93.4±29.0
		生活污水	10.0	ND	9.3	74.5~110	93.1±24.4
10	氯丙那林	空白	10.0	ND	9.6	87.7~102	96.3±10.6
			50.0	ND	49.9	93.2~106	99.7±7.8
			200	ND	198	92.6~105	98.8±11.4
		地表水	10.0	ND	10.1	84.6~115	101±21.0
		生活污水	10.0	ND	10.0	90.4~113	99.5±15.6
11	克仑丙罗	空白	10.0	ND	9.8	83.6~112	98.2±20.0
			50.0	ND	50.4	98.9~102	101±2.4
			200	ND	194	91.8~107	97.0±11.6
		地表水	10.0	ND	9.9	95.1~108	99.1±9.6
		生活污水	10.0	ND	9.9	90.7~106	98.6±14.4
12	妥布特罗	空白	10.0	ND	9.3	84.6~96.3	93.0±9.2
			50.0	ND	50.8	98.0~112	102±10.4
			200	ND	199	95.5~105	99.7±7.8
		地表水	10.0	ND	9.7	90.5~114	97.4±17.2
		生活污水	10.0	ND	9.6	91.3~109	96.4±12.8
13	克仑特罗	空白	10.0	ND	9.5	84.0~107	95.1±14.6
			50.0	ND	50.8	98.4~105	102±4.6

序号	化合物	样品类型	加标浓度（ng/L）	原样浓度均值（ng/L）	加标后浓度均值（ng/L）	加标回收率范围（%）	加标回收率最终值（%）
			200	ND	198	93.1~107	99.2±11.2
		地表水	10.0	ND	9.9	92.5~112	99.1±13.8
		生活污水	10.0	ND	9.8	89.4~110	98.2±14.2
14	班布特罗	空白	10.0	ND	9.6	86.8~111	95.5±18.4
			50.0	ND	48.7	93.2~103	97.3±6.6
			200	ND	195	93.5~106	97.5±9.0
		地表水	10.0	ND	10.1	87.1~126	101±29.4
		生活污水	10.0	ND	10.0	90.7~114	100±20.4
15	溴布特罗	空白	10.0	ND	9.9	86.3~107	99.3±18.8
			50.0	ND	49.4	95.8~106	98.8±7.0
			200	ND	197	92.2~109	98.5±13.6
		地表水	10.0	ND	10.1	94.8~115	101±15.0
		生活污水	10.0	ND	10.4	92.3~110	104±13.4
16	克仑潘特	空白	10.0	ND	9.5	85.7~104	95.2±18.0
			50.0	ND	51.4	96.0~112	103±12.8
			200	ND	202	95.0~105	101±8.2
		地表水	10.0	ND	10.1	83.6~118	101±23.6
		生活污水	10.0	ND	10.5	92.0~114	105±15.8
17	马布特罗	空白	10.0	ND	9.8	84.7~116	98.0±20.4
			50.0	ND	50.4	98.6~106	101±5.6
			200	ND	199	97.0~103	99.5±4.8
		地表水	10.0	ND	10.1	91.1~114	101±16.8
		生活污水	10.0	ND	9.9	92.7~107	98.6±12.6
18	马喷特罗	空白	10.0	ND	9.3	85.5~107	92.9±15.0
			50.0	ND	51.7	96.4~118	103±20.0
			200	ND	198	92.4~111	99.2±14.0
		地表水	10.0	ND	10.1	84.9~129	101±32.6
		生活污水	10.0	ND	10.0	91.6~116	99.7±18.6

附 录 C
（资料性）
β-受体激动剂特征离子质量色谱图

C.1 图 C.1 给出了标准溶液中β-受体激动剂及内标特征离子质量色谱图（200 ng/L）。



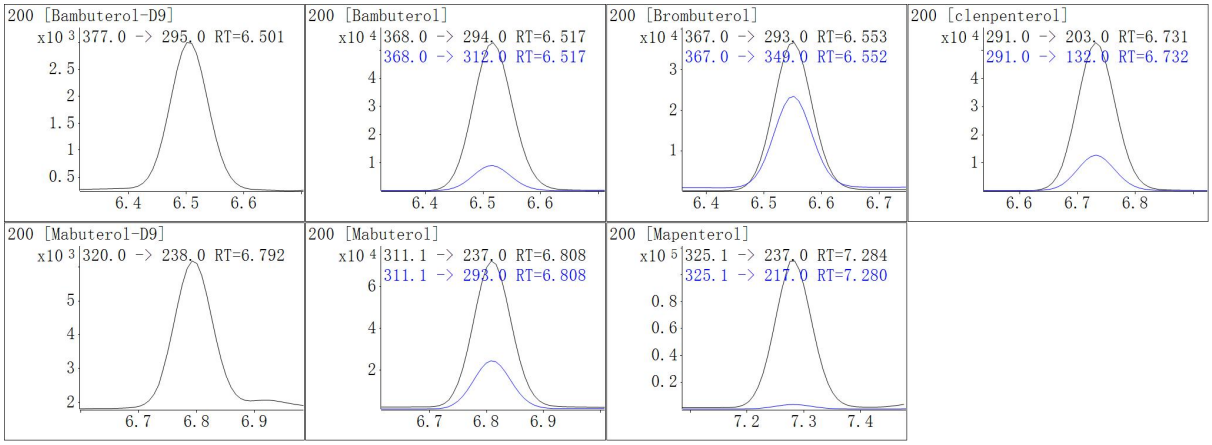


图 C.1　标准溶液中β-受体激动剂及内标特征离子质量色谱图（200 ng/L）