|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png |   点击此处添加CCS号 |

     团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

人体尿液中多种抗生素的测定液相色谱串联质谱法

Determination of antibiotics in human urine—

Liquid chromatography tandem mass spectrometry

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

       发布

目次

[前言 II](#_Toc201759947)

[引言 III](#_Toc201759948)

[1 范围 1](#_Toc201759949)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc201759950)

[3 术语和定义 1](#_Toc201759951)

[4 原理 1](#_Toc201759952)

[5 试剂或材料 1](#_Toc201759953)

[6 仪器设备 1](#_Toc201759954)

[7 样品采集、运输和保存 2](#_Toc201759955)

[8 分析步骤 2](#_Toc201759956)

[9 方法特性 4](#_Toc201759957)

[10 质量保证与质量控制 5](#_Toc201759958)

[11 注意事项 5](#_Toc201759959)

[附录A（资料性） 19种抗生素的基本信息 6](#_Toc201759960)

[附录B（资料性） 19种抗生素及内标的质谱参数和保留时间 8](#_Toc201759961)

[附录C（资料性） 19种抗生素标准色谱图 10](#_Toc201759962)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的附录A、附录B、附录C为资料性附录。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由xxx提出并归口。

本文件起草单位：中国疾病预防控制中心环境与健康相关产品安全所、山东省疾病预防控制中心、无锡市疾病预防控制中心、深圳市罗湖区疾病预防控制中心、茂名市中医院

本文件主要起草人：胡小键、张续、朱英、李振环、倪一平、付慧、郑凤家、王晓琳、吴林林、吴宇伉、朱波、纪翔、徐建华。

本文件为首次发布。

1. 引言

人体生物样品是重要的生物资源，人体生物样品中环境化学污染物及其代谢物反映了经呼吸道、消化道、皮肤等多种途径进入人体的化学物质总量。对它们的识别和量化有助于建立人体化学品和毒物接触标准，对于揭示环境污染物的暴露途径、评估人体化学污染物不良效应剂量、认识环境暴露与健康（疾病）风险之间的关系意义重大。人体生物样品中环境化学污染物及其代谢物标准检验方法是生物样品检测的重要基础，为环境与人群健康研究提供关键技术支撑。

抗生素是一类具有抑菌和杀菌活性的化合物，其被广泛应用于临床治疗、畜牧养殖和农业生产等领域，并发挥了重要作用。随着抗生素用量的不断增多，其在不同环境介质及食品中的检出率也不断增高，这给生态环境和人体健康均带来了较大的风险。几十年来，抗生素的过量使用甚至滥用导致各种耐药菌的滋生，使现有抗生素效力下降，增加了感染或炎症的风险，使得抗生素的耐药性成为全球性的重大公共卫生问题。 除耐药性外，抗生素还会产生肥胖/超重、 血糖异常、 肾毒性、 神经系统疾病、 哮喘等多种不良健康结局。因此，准确测定抗生素在人体内的含量水平，能更加真实反映抗生素的内暴露风险，为研究抗生素对人体健康影响提供关重要数据。

本文件规定了人尿中19种抗生素的液相色谱串联质谱（LC-MS/MS）检测方法。

人体尿液中抗生素含量的测定

液相色谱－串联质谱法

* 1. 范围

本文件规定了人体尿液样品中抗生素的液相色谱串联质谱（LC-MS/MS）测定方法。

本文件适用于尿液样品中19种抗生素（阿奇霉素、克拉霉素、罗红霉素、四环素、强力霉素、土霉素、恩诺沙星、培氟沙星、二氟沙星、洛美沙星、磺胺二甲嘧啶、磺胺甲噁唑、磺胺嘧啶、甲氧苄啶、磺胺喹噁啉、磺胺氯哒嗪、磺胺林、头孢克洛、林可霉素）的测定。

* 1. 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。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

GB 15603 常用化学危险品贮存通则

GB/T 38735 人类尿液样本采集与处理

* 1. 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

* 1. 原理

尿液样品中的抗生素经β-葡萄糖醛酸酶水解，用固相萃取板进行富集和净化，液相色谱串联质谱正离子多反应监测模式测定，同位素内标法定量。

* 1. 试剂或材料

除非有特殊说明，所有试剂均为色谱纯，水为GB/T 6682规定的一级水；

乙酸；

乙腈；

甲酸；

乙酸铵；

甲醇；

96孔固相萃取板：聚苯乙烯二乙烯基苯吡咯烷酮亲水亲酯平衡填料，30 mg，2 mL；

β-葡萄糖醛酸酶：活性不低于85000 U/mL；

1.0 mol/L乙酸铵缓冲溶液（pH=5.0）：称取1.93 g乙酸铵于50 mL烧杯中，加入约20 mL水，混匀，加入乙酸，调节缓冲液pH为5.2，调节好pH溶液倒入25 mL容量瓶，定容；

标准物质和同位素内标：纯度不低于98%。标准物质和内标的CAS号、相对分子量和结构式见附录A；

标准溶液配制：分别取10 mg标准物质和内标固体于10mL容量瓶，用甲醇溶解并定容至刻度，配成1 mg/mL的单标标准溶液，-20℃保存6个月；也可直接使用符合要求的有证标准溶液；

标准混合溶液中间液：取适量标准物质单标溶液用置于容量瓶中，甲醇配制成10 μg/mL的混合标准溶液，置于冰箱-20℃保存3个月；

标准混合使用液：取标准混合溶液中间液0.10 mL置于10 mL容量瓶中，用20%（v/v） 甲醇水溶液定容，配成100 μg/L的标准混合溶液使用液；临用现配

同位素内标混合中间液：取适量内标标准品单标溶液置于25 mL容量瓶中，用甲醇配制成4 μg/mL的混合内标溶液，置于冰箱-20℃保存3个月。

同位素内标混合使用液：取内标混合溶液中间液1.00 mL置于10 mL容量瓶中，用20%（v/v） 甲醇水溶液配制成400 μg/L的混合内标使用液。临用现配。

标准系列工作液：分别准确吸取标准混合使用液0 mL、0.05 mL、0.25 mL、0.50 mL、1.00 mL、2.50 mL、5.00 mL于10 mL容量瓶中，加入0.50 mL的内标混合使用液。用20%（v/v） 甲醇水溶液定容至刻度，混匀。各物质浓度分别为0 μg/L、0.50 μg/L、2.50 μg/L、5.00 μg/L、10.0 μg/L、25.0 μg/L、50.0 μg/L，同位素内标浓度为20.0 μg/L。临用现配。

* 1. 仪器设备

液相色谱-三重四极杆质谱仪：配有电喷雾离子源（ESI）；

电子天平：感量为0.0001 g和0.01 g；

恒温水浴锅：可控制37℃±2℃水浴；

离心机：最大离心力2860 g，最大转速4500 rpm；

96孔固相萃取板装置；

涡旋混匀器；

氮吹仪。

* 1. 样品采集、运输和保存
     1. 样品采集

按GB/T 38735中规定的方法采集。样品最少采集2.5 mL。采集的样品应装在硼硅酸盐玻璃或聚丙烯材质的采样管中，使用聚丙烯或特氟龙材质的盖子，不得使用橡胶塞。

* + 1. 样品运输与保存

尿液样品应在-20 ℃以下避光保存。现场采集时，如无冷冻保存条件，可先将尿液样品在放置有冰袋或冰盒的保温箱中暂存，并在12 h内转移至-20 ℃以下保存。分装和保存过程中应防止样品受到污染或发生所测待测组分含量变化。

尿液样品应在-20 ℃以下冷链运输。

* 1. 分析步骤
     1. 样品前处理
        1. 样品准备

将冻存的尿液样品取出，4℃下解冻不小于8 h后自然放置至室温。

* + - 1. 样品制备

用涡旋混匀器混匀尿液样品，准确移取1 mL尿液于96孔收集板中，依次加入10 μL 400 μg/L的混合内标（5.15），20 μL β-葡萄糖醛酸酶（5.8），200 μL 乙酸铵缓冲溶液（5.9），在涡旋混匀器上充分振荡。将样品置于37℃水浴酶解过夜（大于12小时）。

* + - 1. 固相萃取

依次用1mL甲醇和1mL 纯水活化96孔固相萃取板（5.7）。将8.1.2中上清液转移至96孔固相萃取板中，在不加压力的条件下依靠自然重力过板。样品过板后，用1mL超纯水快速淋洗，负压抽干5 min。后用1 mL甲醇溶液缓慢洗脱固相萃取板，重复一次，采用96孔收集板收集洗脱液。洗脱完毕后，于洗脱液中加入200μL纯水，45℃条件下氮吹至约200μL，96孔板离心机离心以4000rpm/min速度离心10min，待进样。

* + 1. 推荐分析条件
       1. 液相色谱参考条件

1. 色谱柱：高强度硅胶基质反相C18柱，100 mm（柱长）× 3.0 mm（内径），1.8 μm（粒径），或等效色谱柱。
2. 流动相：A为0.1%甲酸水溶液，B为0.1%甲酸乙腈溶液。梯度洗脱程序见表1。
3. 流速：0.30 mL/min。
4. 柱温：40 ℃。
5. 样品室温度10℃。
6. 进样量：5μL。
7. 梯度洗脱条件

| 时间（min） | A（V，%） | B（V，%） |
| --- | --- | --- |
| 初始条件 | 97.0 | 3.0 |
| 0.3 | 97.0 | 3.0 |
| 0.5 | 85.0 | 15.0 |
| 1.0 | 85.0 | 15.0 |
| 7.0 | 70.0 | 30.0 |
| 9.5 | 60.0 | 40.0 |
| 11.0 | 5.0 | 95.0 |
| 13.0 | 5.0 | 95.0 |
| 13.5 | 97.0 | 3.0 |
| 16.0 | 97.0 | 3.0 |

* + - 1. 质谱参考条件

1. 离子源：电喷雾离子源（ESI）；
2. 电离模式：正电离；
3. 检测方式：多反应监测（MRM）；
4. 其它质谱参数参见附录B。
   * 1. 校准
        1. 标准系列使用溶液配置

按推荐分析条件，依次测定标准系列溶液。以定量离子峰面积和内标峰面积比值为纵坐标，以待测组分的质量浓度与内标质量浓度的比值为横坐标，绘制校准曲线。各化合物的色谱图见附录3。

* + 1. 样品测定
       1. 定性分析

尿液样品中待测组分的保留时间与校准曲线中相应组分的保留时间偏差应在±2.5%之内。当尿液样品中待测组分定性离子的相对丰度与校准曲线中相近浓度点相应组分定性离子的相对丰度进行比较，偏差不超过表2规定的范围，可判定为样品中存在相应的待测组分。

1. 定性离子相对丰度的最大允许偏差

| 相对离子丰度 / % | ＞50 | 20~50 | 10~20 | ≤10 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 最大允许偏差 / % | ±20 | ±25 | ±30 | ±50 |

* + - 1. 定量分析

尿液样品中待测组分的浓度按公式（1）计算：

()

式中：

*ρ*—尿液样品中目标分析物的质量浓度，单位为微克/升（μg/L）；

Ax—目标分析物的峰面积；

Ais—目标分析物对应内标的峰面积；

Cis—进样液中内标的理论浓度，单位为纳克/毫升（μg/L）；

*a*—校准曲线的斜率；

*b*—校准曲线的截距；

*n*—尿液前处理浓缩倍数。

结果保留3位有效数字。

* + 1. 方法空白试验

除不加样品外，方法空白试验按分析步骤进行试验。

* 1. 方法特性
     1. 方法检出限与定量限

19种目标物的方法检出限范围是0.03 μg/L ~0.20 μg/L，方法定量限为0.10 μg/L ~ 0.80 μg/L。各化合物的检出限和定量限见表3。

1. 19种抗生素的方法检出限和定量限

| 目标分析物 | 方法检出限/（μg/L） | 方法定量限/（μg/L） |
| --- | --- | --- |
| 阿奇霉素 | 0.03 | 0.10 |
| 克拉霉素 | 0.03 | 0.10 |
| 罗红霉素 | 0.03 | 0.10 |
| 四环素 | 0.03 | 0.10 |
| 强力霉素 | 0.08 | 0.30 |
| 土霉素 | 0.04 | 0.10 |
| 恩诺沙星 | 0.07 | 0.30 |
| 培氟沙星 | 0.06 | 0.20 |
| 二氟沙星 | 0.04 | 0.10 |
| 洛美沙星 | 0.10 | 0.40 |
| 磺胺二甲嘧啶 | 0.10 | 0.40 |
| 磺胺甲噁唑 | 0.10 | 0.40 |
| 磺胺嘧啶 | 0.06 | 0.20 |
| 甲氧苄啶 | 0.10 | 0.30 |
| 磺胺喹噁啉 | 0.05 | 0.20 |
| 磺胺氯哒嗪 | 0.10 | 0.40 |
| 磺胺林 | 0.10 | 0.40 |
| 头孢克洛 | 0.20 | 0.80 |
| 林可霉素 | 0.05 | 0.20 |

* + 1. 精密度与回收率

19种目标物的加标回收率为80.0%~120%范围内，日内精密度小于15.4%，日间精密度小于16.2%。

* 1. 质量保证与质量控制

实验室应经常考察标准曲线校正结果、精密度和回收率，以确定分析系统处于正常状态。

每批试验应至少包含1个质控样品，1个方法空白，并按5%的比例设置平行样（不足20个样品时至少设置1个平行样）。

可使用标准参考物质、质控样品和加标回收等方式评估方法准确性。标准参考物质的检测结果应符合给定的参考值范围；质控样品测定结果应满足每次测定值落在相应目标分析物均值的±2倍标准偏差内，且连续测定10次的测定结果不能落在均值同侧；加标回收率应满足检验方法要求。

方法空白应低于方法检出限。若不能满足要求，需确定方法空白来源，评估方法空白的稳定性。稳定性评估中，需进行不低于6批次的方法空白试验，根据方法空白中目标分析物的质谱响应值，计算相对标准偏差，若低于20%，表示方法空白稳定，可根据空白样品和实际尿液样品中目标分析物的含量水平评估扣除空白的可能性。

平行样测定结果的相对偏差应小于20%。

每批试验应重新配制校准曲线，不得采用单点校正等方法代替校准曲线。校准曲线应包括不少于5个平均分布的标准浓度点（不包含零点）。采用1/x权重拟合校准曲线，目标物相关系数＞0.995。用校准曲线反推各标准点浓度，定量限测量值应在校准点浓度的±30%以内，其余各浓度点应在±20%以内。

* 1. 注意事项

乙酸胺溶液不宜一次性配制过多，建议根据实验需要现用现配。

尿液样品经前处理过程所得到的样品溶液可能存在降解。如在完成样品前处理后不能立即测定，应将样品溶液保存于-20℃条件下，并在5日内完成测定。

样品中目标分析物浓度超过线性范围时，需进行复测。复测时，应采用减少取样体积或稀释待测尿液样品的方式，不得直接稀释经过前处理的样品溶液。

连续对两个样品进行测定时，当第一个样品浓度超过第二个样品50倍且第二个样品测定值高于定量限时，需对第二个样品进行复测。

样品中内标未检出时，需对该样品进行重复进样。当重复进样测定仍未检出内标时，可判断该样品基质效应影响较大，需进行复测。复测时，宜稀释待测尿液样品以降低基质效应。

2. （资料性）  
   19种抗生素的基本信息
   1. 中文名称、英文名称、CAS号、相对分子质量和结构式

| 序号 | 中文名称 | 英文名称 | CAS号 | 相对分子质量 | 结构式 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 阿奇霉素 | azithromycin | 83905-01-5 | 748.98 | https://www.sigmaaldrich.cn/deepweb/assets/sigmaaldrich/product/structures/336/604/3257573a-ff53-48be-87f9-55cc5bf7228c/800/3257573a-ff53-48be-87f9-55cc5bf7228c.png |
| 2 | 克拉霉素 | clarithromycin | 81103-11-9 | 747.95 | https://www.sigmaaldrich.cn/deepweb/assets/sigmaaldrich/product/structures/197/238/42f3a87e-116a-4559-a799-b13fb6c2d07a/800/42f3a87e-116a-4559-a799-b13fb6c2d07a.png |
| 3 | 罗红霉素 | roxithromycin | 80214-83-1 | 837.05 | https://bkimg.cdn.bcebos.com/pic/eaf81a4c510fd9f9d72a4a262e67c32a2834349b0e60?x-bce-process=image/format,f_auto/watermark,image_d2F0ZXIvYmFpa2UyNzI,g_7,xp_5,yp_5,P_20/resize,m_lfit,limit_1,h_1080 |
| 4 | 四环素 | Tetracycline | 60-54-8 | 444.43 | https://www.sigmaaldrich.cn/deepweb/assets/sigmaaldrich/product/structures/231/055/989bd80f-f51a-49a0-b547-b7b54f5a51ca/800/989bd80f-f51a-49a0-b547-b7b54f5a51ca.png |
| 5 | 强力霉素 | doxycycline | 10592-13-9 | 480.90 | https://www.sigmaaldrich.cn/deepweb/assets/sigmaaldrich/product/structures/235/422/cdd170cb-025a-48f9-a8b6-ec14d4bb46a9/800/cdd170cb-025a-48f9-a8b6-ec14d4bb46a9.png |
| 6 | 土霉素 | oxytetracycline | 79-57-2 | 460.44 | https://wscpimg.sial.com/0/6/28757806_w290.png |
| 7 | 恩诺沙星 | enrofloxacin | 93106-60-6 | 359.39 | https://www.sigmaaldrich.cn/deepweb/assets/sigmaaldrich/product/structures/335/809/34b5232a-675a-4960-ab1d-51fd27f916be/800/34b5232a-675a-4960-ab1d-51fd27f916be.png |
| 8 | 培氟沙星 | pefloxacin | 70458-92-3 | 333.36 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/70458-92-3.gif |
| 9 | 二氟沙星 | difloxacin | 98106-17-3 | 399.39 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/98106-17-3.gif |
| 10 | 洛美沙星 | lomefloxacin | 619-317-6 | 351.35 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/98079-51-7.gif |
| 11 | 磺胺二甲嘧啶 | sulfamethazine | 35762-76-6 | 187.22 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/35762-76-6.gif |
| 12 | 磺胺甲噁唑 | sulfamethoxazole | 723-46-6 | 253.28 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/723-46-6.gif |
| 13 | 磺胺嘧啶 | sulfadiazine | 68-35-9 | 250.28 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/68-35-9.gif |
| 14 | 甲氧苄啶 | trimethoprim | 738-70-5 | 290.32 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/738-70-5.gif |
| 15 | 磺胺喹噁啉 | sulfaquinoxaline | 59-40-5 | 300.34 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/59-40-5.gif |
| 16 | 磺胺氯哒嗪 | sulfachloropyridazine | 80-32-0 | 284.72 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/80-32-0.gif |
| 17 | 磺胺林 | sulfalene | 152-47-6 | 280.30 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/152-47-6.gif |
| 18 | 头孢克洛 | Cefaclor | 53994-73-3 | 367.81 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/53994-73-3.gif |
| 19 | 林可霉素 | lincomycin | 154-21-2 | 406.54 | https://www.chemicalbook.com/CAS/GIF/154-21-2.gif |

1. （资料性）  
   19种抗生素及内标的质谱参数和保留时间

19种抗生素和内标的质谱参数参考条件1如下：

* 1. 离子源温度：400℃；
  2. 喷雾电压：5500V；
  3. 碰撞气：High；
  4. 气帘气：30psi；
  5. 雾化气：30psi；
  6. 辅助气：50psi。

19种抗生素和内标的质谱参数参考条件2如下：

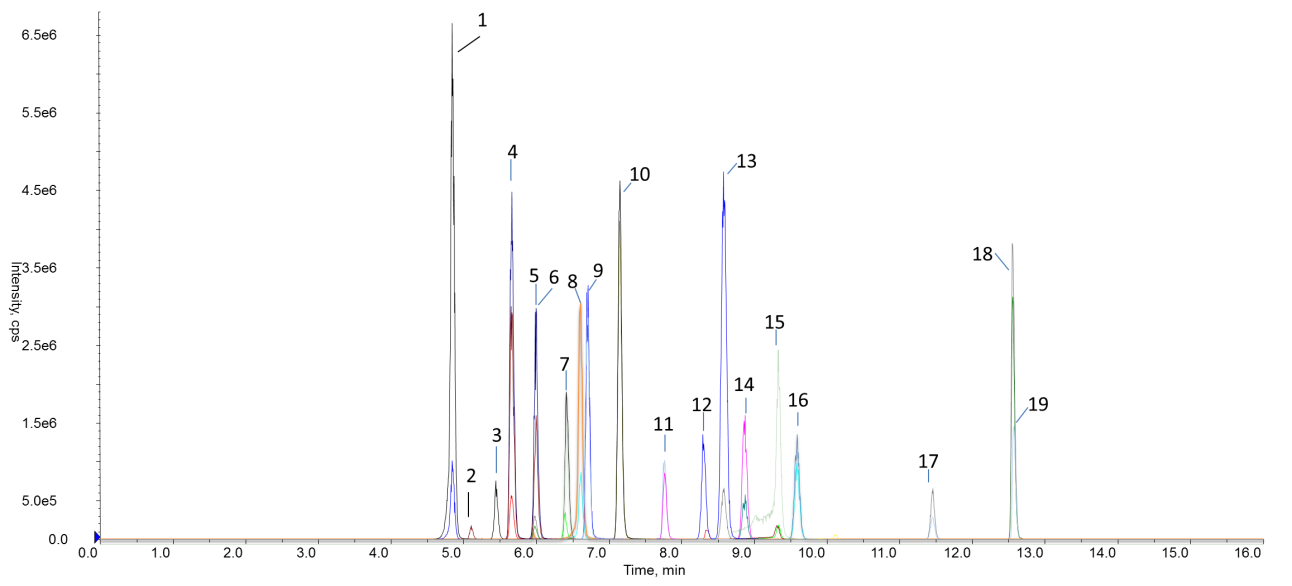
* 1. 离子源温度：450℃；
  2. 毛细管电压：3.5kV；
  3. 脱溶剂气流量：900L/Hr。

各目标分析物及内标的离子对、碰撞电压及去簇电压等参数见表B.1。

* 1. 19种抗生素及内标的质谱参数和保留时间

| 序号 | 中文名 | 保留时间  min | 母离子 | 子离子 | 碰撞能量 | 内标 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 阿奇霉素 | 8.35 | 749.7 | 591.3\*  573.5 | 44  48 | 阿奇霉素-D3 |
| 2 | 克拉霉素 | 12.55 | 748.6 | 158.2\*  59.03 | 34  25 | 克拉霉素-13C，D3 |
| 3 | 罗红霉素 | 12.57 | 837.6 | 679.3\*  158.1 | 30  43 | 罗红霉素-D7 |
| 4 | 四环素 | 6.61 | 445.2 | 154.0\*  410.0 | 34  27 | 四环素-D6 |
| 5 | 强力霉素 | 9.33 | 445.2 | 428.1\*  410.1 | 25  35 | 强力霉素-D3 |
| 6 | 土霉素 | 6.00 | 461.1 | 426.0\*  443.1 | 26  18 | 四环素-D6 |
| 7 | 恩诺沙星 | 6.71 | 360.2 | 316.3\*  342.0 | 28  31 | 恩诺沙星-D5 |
| 8 | 培氟沙星 | 5.98 | 334.1 | 233.0\*  290.1 | 32  26 | 培氟沙星-D3 |
| 9 | 二氟沙星 | 7.76 | 400.2 | 356.1\*  299.0 | 25  35 | 二氟沙星-D3 |
| 10 | 洛美沙星 | 6.41 | 352.2 | 265.1\*  308.1 | 29  23 | 洛美沙星-D5 |
| 11 | 磺胺二甲嘧啶 | 7.19 | 278.9 | 186.2\*  156.2 | 31  31 | 磺胺二甲嘧啶-D4 |
| 12 | 磺胺甲噁唑 | 9.58 | 254.1 | 91.8\*  108.1 | 24  31 | 磺胺甲噁唑-13C6 |
| 13 | 磺胺嘧啶 | 5.49 | 251.1 | 156.1\*  92.0 | 20  28 | 磺胺嘧啶-D4 |
| 14 | 甲氧苄啶 | 5.66 | 291.3 | 230.1\*  261.2 | 36  30 | 13C3-甲氧苄啶 |
| 15 | 磺胺喹噁啉 | 11.45 | 300.9 | 156.1\*  108.0 | 22  32 | 磺胺喹噁啉-D4 |
| 16 | 磺胺氯哒嗪 | 8.87 | 284.9 | 156.0\*  92.0 | 19  30 | 磺胺氯哒嗪-D4 |
| 17 | 磺胺林 | 8.57 | 281.1 | 156.1\*  108.0 | 22  27 | 磺胺林-13C6 |
| 18 | 头孢克洛 | 5.10 | 368.0 | 105.9\*  174.1 | 24  18 | 头孢噻呋-D3 |
| 19 | 林可霉素 | 4.84 | 407.3 | 126.1\*  359.5 | 34  26 | 林可霉素-D3 |
| 20 | 阿奇霉素-D3 | 8.34 | 752.6 | 594.4 | 46 | － |
| 21 | 克拉霉素-13C，D3 | 12.53 | 752.4 | 162.3 | 32 | － |
| 22 | 罗红霉素-D7 | 12.55 | 844.7 | 686.5 | 33 | － |
| 23 | 四环素-D6 | 6.60 | 451.1 | 416.1 | 29 | － |
| 24 | 强力霉素-D3 | 9.31 | 448.3 | 431.0 | 26 | － |
| 25 | 恩诺沙星-D5 | 6.70 | 365.3 | 245.2 | 36 | － |
| 26 | 培氟沙星-D3 | 5.97 | 337.2 | 293.1 | 27 | － |
| 27 | 二氟沙星-D3 | 7.75 | 403.1 | 359.2 | 29 | － |
| 28 | 洛美沙星-D5 | 6.39 | 357.2 | 270.1 | 34 | － |
| 29 | 磺胺二甲嘧啶-D4 | 7.18 | 283.0 | 186.1 | 26 | － |
| 30 | 磺胺甲噁唑-13C6 | 9.56 | 260.1 | 162.0 | 25 | － |
| 31 | 磺胺嘧啶-D4 | 5.48 | 255.0 | 160.0 | 23 | － |
| 32 | 13C3-甲氧苄啶 | 5.65 | 294.1 | 231.0 | 28 | － |
| 33 | 磺胺喹噁啉-D4 | 11.45 | 305.1 | 160.1 | 21 | － |
| 34 | 磺胺氯哒嗪-D4 | 8.86 | 288.9 | 160.1 | 20 | － |
| 35 | 磺胺林-13C6 | 8.55 | 287.0 | 162.1 | 23 | － |
| 36 | 头孢噻呋-D3 | 10.47 | 527.1 | 244.0 | 24 | － |
| 37 | 林可霉素-D3 | 4.83 | 410.2 | 129.1 | 35 | － |

1. \*为定量离子。
2. （资料性）  
   19种抗生素标准色谱图



* 1. 19种抗生素总离子流图

1. 1：林可霉素；2：头孢克洛；3：磺胺嘧啶；4：甲氧苄啶；5：培氟沙星；6：土霉素；7：洛美沙星；8：四环素；9：恩诺沙星；10：磺胺二甲嘧啶；11：二氟沙星；12：阿奇霉素；13：磺胺林；14：磺胺氯哒嗪；15：强力霉素；16：磺胺甲噁唑；17：磺胺喹噁啉；18：克拉霉素；19：罗红霉素。