

T/GXSES

团 体 标 准

T/GXSES XXXX—2026

饮用水中抗生素类新污染物环境健康风险 评估技术规范

Technical specifications for environmental health risk assessment of
antibiotic new pollutants in drinking water

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

广西环境科学学会 发布

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。

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。

本文件由广西壮族自治区产品质量检验研究院提出。

本文件由广西环境科学学会归口。

本文件起草单位：广西壮族自治区产品质量检验研究院、广西绿城检测服务有限公司、广西南环检测科技有限公司、生态环境部华南环境科学研究所、广西生态环境监测中心、华南师范大学、广西大学、广西南宁信雄科技服务有限公司。

本文件主要起草人：

饮用水中抗生素类新污染物环境健康风险评估技术规范

1 范围

本文件界定了饮用水中抗生素类新污染物环境健康风险评估的术语和定义,规定了饮用水中抗生素类新污染物环境健康风险评估的评估原则、流程与技术要求、暴露评估、风险表征、报告编制等技术要求。

本文件适用于饮用水中单一或多种抗生素类新污染物对人体健康的风险评估。

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。

GB/T 27921 风险管理 风险评估技术
GB/T 5750.3 生活饮用水标准检验方法 第3部分:水质分析质量控制
HJ/T 91.2 地表水环境质量监测技术规范
HJ 839 环境与健康现场调查技术规范 横断面调查
HJ 875 环境污染人群暴露评估技术指南
HJ 877 暴露参数调查技术规范
HJ 968 暴露参数调查基本数据集
HJ 1111 生态环境健康风险评估技术指南 总纲
DB 32/T 4543 化学污染物环境健康风险评估技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

环境健康风险评估 environmental health risk assessment

指定性或定量评估分析环境中污染物对公众健康造成不良影响的可能性及程度。

4 评估原则

4.1 科学性

基于GB/T 27921核心要求,采用HJ 1111规定的风险评估逻辑,结合抗生素类污染物特性选择科学方法和模型。

4.2 谨慎性

遵循“合理最坏情景假设”,优先考虑敏感人群、高暴露场景及数据不确定性带来的风险放大效应,符合DB32/T 4543评估原则。

4.3 针对性

聚焦饮用水这一暴露途径,结合区域水资源特征、人群暴露模式差异化调整评估参数,符合HJ 875时空一致性要求。

4.4 透明性

完整记录评估全过程的假设条件、数据来源、模型参数及不确定性处理方法，确保结果可追溯，符合HJ 1111透明性原则。

5 评估流程与技术要求

5.1 评估流程

饮用水中抗生素类新污染物环境健康风险评估流程如图1所示：



图 1 饮用水中抗生素类新污染物环境健康风险评估流程图

5.2 问题识别

5.2.1 评估目标

明确饮用水中抗生素类新污染物的暴露水平，评估对人群（含敏感人群）的健康风险等级，识别关键风险因子，提出针对性风险管理建议。

5.2.2 评估范围

5.2.2.1 空间范围

覆盖饮用水的完整供水链及各类饮用水，包括污染潜在影响区域及对照区域，符合HJ 839的空间匹配性要求。

5.2.2.2 时间范围

针对饮用水完整供水链检测覆盖至少一个完整水文年，敏感区域可增加采样频次，符合HJ/T 91.2监测周期要求。

5.2.2.3 人群范围

明确目标人群为评估区域内长期饮用该水源水的人群，按年龄（儿童、成人、老年人）、生理状态（普通人群、孕妇）分层，符合HJ 875人群分层要求。

5.2.3 筛选评估因子

优先筛选以下抗生素类新污染物：

- 国家/地方优先控制新污染物名录、有毒有害污染物名录中收录的抗生素；
- 饮用水中检出率 $\geq 30\%$ 或检出浓度 ≥ 10 ng/L 的抗生素；
- 具有生殖毒性、致癌性、内分泌干扰性或高细菌耐药性诱导潜力的抗生素；
- 结合区域污染源特征补充特征性抗生素。

5.3 数据收集

5.3.1 监测数据

5.3.1.1 数据类型

饮用水中目标抗生素的实测浓度数据，包括饮用水供应链中的水源水、出厂水、末梢水及各类成品饮用水的浓度数据，需注明采样点位、时间、检测方法依据。

5.3.1.2 数据质量

监测数据需满足GB/T 5750.3、HJ 839质量控制要求。

5.3.2 暴露参数

5.3.2.1 参数类型

参数类型包括身体特征参数（体重、皮肤表面积）、摄入量参数（日均饮用水摄入量）、时间—活动模式参数（饮水频率、暴露持续时间），符合HJ 877参数分类。

5.3.2.2 参数优先级

优先采用评估区域专项调查数据，符合HJ 877现场调查要求；无专项数据时，采用HJ 968区域调整参数；缺乏区域数据时，引用《中国人群暴露参数手册》推荐值（DB32/T 4543-2023附录C参考）。

5.3.2.3 敏感人群参数

儿童饮用水摄入量按体重比例调整，孕妇体重取成人均值的0.95倍，符合HJ 968敏感人群调整要求。

5.3.3 毒理学数据

5.3.3.1 核心数据

包括参考剂量（RfD）、预测无效应浓度（PNEC）、致癌斜率因子（SF）、最小选择浓度（MSC）等，符合DB32/T 4543毒性参数要求。

5.3.3.2 数据来源

优先从IRIS、ATSDR、IARC等国际权威数据库获取；无国际数据时，采用国内毒性数据库或公开发表的毒理学试验数据，数据需经过可靠性和相关性评价，应符合HJ 1111数据质量评价要求。

5.4 危害识别

毒性效应识别基于流行病学调查、毒理学试验数据，识别抗生素的主要健康危害，包括：急性毒性、慢性毒性、细菌耐药性诱导效应、“三致”效应（致癌、致突变、致畸）。

6 暴露评估

6.1 暴露途径

暴露途径以经口摄入饮用水为主要途径，皮肤接触（洗澡、游泳）为次要途径。次要暴露途径的纳入与否，应结合评估区域人群生活习惯判定，符合HJ 875关于暴露途径识别的技术规定。

6.2 暴露量计算

6.2.1 经口摄入饮用水污染物的日均暴露量

$$ADD_{oral-w} = \frac{\rho_w \times IR_w \times EF \times ED}{BW \times AT} \dots\dots\dots (1)$$

式中： ADD_{oral-w} —经口摄入饮用水污染物日均暴露量（以体重计），mg/（kg·d）；

ρ_w —经口摄入饮用水中污染物含量，mg/L；

IR_w —饮用水摄入量，L/d；

EF —暴露频率，d/a；

ED —暴露持续时间，a；

BW —体重，kg；

AT —平均暴露时间，d。

6.2.2 皮肤接触水途径污染物的日均暴露量

$$ADD_{dermal-w} = \frac{\rho_w \times SA_w \times PC \times CF \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT} \dots\dots\dots (2)$$

式中： $ADD_{dermal-w}$ —皮肤接触水途径污染物的日均暴露量（以体重计），mg/（kg·d）；

ρ_w —皮肤接触饮用水中污染物含量，mg/L；

SA_w —皮肤接触饮用水表面积， cm^2 ；

PC —污染物皮肤渗透常数, cm/h;
 CF —体积转换因子, 1×10^{-3} L/cm³;
 ET —每日暴露小时数, h/d;
 EF 、 ED 、 BW 、 AT 含义同式 (1)。

7 风险表征

7.1 致癌风险

7.1.1 经口摄入食物的致癌风险

$$R_{oral-w} = ADD_{oral-w} + SF_o \dots \dots \dots (3)$$

式中: ADD_{oral-w} —经口摄入饮用水途径污染物的日均暴露量, mg/ (kg·d);
 SF_o —经口摄入致癌斜率因子, mg/ (kg·d)。

7.1.2 皮肤接触水的致癌风险

$$R_{dermal-w} = ADD_{dermal-w} + SF_d \dots \dots \dots (4)$$

式中: $ADD_{dermal-w}$ —皮肤接触水途径污染物的日均暴露量, mg/ (kg·d);
 SF_d —皮肤接触致癌斜率因子, mg/ (kg·d)。

7.1.3 经所有暴露途径的总致癌风险

$$R_n = R_{oral-w} + R_{dermal-w} + \dots \dots \dots (5)$$

式中: R_{oral-w} 、 $R_{dermal-w}$ 含义同式 (3) (4)。

7.1.4 风险等级判定标准

本文件中规定的污染物的可接受致癌风险水平为 10^{-6} ; 致癌风险 $<10^{-6}$, 表示风险不明显; 致癌风险在 $10^{-6} \sim 10^{-4}$ 之间, 表示存在风险; 致癌风险 $>10^{-4}$, 表示有显著风险。

7.2 危害商

7.2.1 经口摄入饮水的危害商

$$HQ_{oral-w} = \frac{ADD_{oral-w}}{RfD_o} \dots \dots \dots (6)$$

式中: ADD_{oral-w} —经口摄入饮用水途径污染物的日均暴露量, mg/ (kg·d);
 RfD_o —经口摄入参考剂量, mg/ (kg·d)。

7.2.2 皮肤接触水的危害商

$$HQ_{dermal-w} = \frac{ADD_{dermal-w}}{RfD_d} \dots \dots \dots (7)$$

式中: $ADD_{dermal-w}$ —皮肤接触水途径污染物的日均暴露量, mg/ (kg·d);
 RfD_d —皮肤接触参考剂量, mg/ (kg·d)。

7.2.3 单一污染物经所有暴露途径总的危害商

$$HQ_n = HQ_{oral-w} + HQ_{dermal-w} + \dots \dots \dots (8)$$

式中: HQ_{oral-w} 、 $HQ_{dermal-w}$ 含义同式 (6) (7)。

7.2.4 危害商判定

本文件参考HJ 1111, 污染物的危害商判定如下:

- $HQ < 0.1$: 低风险, 无需特殊管控;
- $0.1 \leq HQ < 1.0$: 中风险, 需加强监测;
- $HQ \geq 1.0$: 高风险, 需采取管控措施。

7.3 不确定性分析

7.3.1 不确定性来源识别

7.3.1.1 数据不确定性

监测数据代表性不足、暴露参数区域差异、毒理学数据外推误差。

7.3.1.2 模型不确定性

暴露模型假设条件、归趋模型参数缺失。

7.3.1.3 参数不确定性

MSC、RfD等参数取值变异性，敏感人群参数缺乏专项数据，应符合HJ 875不确定性来源。

7.3.2 不确定性分析方法

7.3.2.1 敏感性分析

采用HJ 875附录A推荐的敏感性比值（SR）法，识别对评估结果影响显著的参数，如饮用水摄入量、抗生素浓度。

7.3.2.2 概率分析

采用GB/T 27921推荐的蒙特卡洛模拟法，量化关键参数变异性对风险结果的影响范围。

7.3.2.3 定性分析

对数据缺失、模型局限性等无法量化的不确定性，明确说明其对评估结果的可能影响。

7.3.3 不确定性降低措施

为降低评估结果的不确定性，宜采取以下措施：

- a) 补充关键参数的区域专项调查数据；
- b) 采用多模型交叉验证；
- c) 对高不确定性参数采用区间值计算，给出风险结果的置信区间，符合 DB32/T 4543 不确定性处理。

8 报告编制

8.1 报告框架

报告应包括以下核心章节：评估背景与目标、评估范围与因子、数据来源与质量控制、危害识别结果、暴露评估结果、风险表征结果、不确定性分析、结论与建议。

8.2 核心结论

明确饮用水中抗生素类新污染物的综合风险等级、高优先级风险因子、敏感人群及关键暴露途径。

8.3 风险管理建议

8.3.1 源头管控

针对主要污染源提出减排措施。

8.3.2 水质净化

建议水厂增加高级氧化工艺，强化抗生素去除效果。

8.3.3 监测优化

高风险区域加密末梢水监测频次，增加敏感人群聚集区（学校、幼儿园）监测点位。

8.3.4 健康宣教

向公众普及饮用水安全知识，敏感人群可优先选择深度处理饮用水。
