

团 体 标 准

T/CSES XXXX—XXXX

突发水环境事件健康风险评估技术指南

Technical guideline for health risk assessment of emergency
water environmental events

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 评估程序与内容	4
5 突发水环境事件过程中的急性暴露健康风险评估	6
6 突发水环境事件后的慢性暴露健康风险评估	8
7 突发水环境事件健康风险评估报告编制	10

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。

本文件由生态环境部华南环境科学研究所提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：生态环境部华南环境科学研究所等。

本文件主要起草人：于云江、向明灯、黄大伟、姚玲爱、党垚、李宗睿、郑彤、董辰寅等。

突发水环境事件健康风险评估技术指南

1 范围

本文件规定了突发水环境事件健康风险评估的工作程序、基本方法和技术要求。

本文件适用于突发水环境事件过程中的急性暴露健康风险评估,以及突发水环境事件后的长期慢性暴露健康风险评估。

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。

HJ 740 尾矿库环境风险评估技术导则(试行)
HJ/T 839 环境与健康现场调查技术规范 横断面调查
HJ 875 环境污染物人群暴露评估技术指南
HJ 941 企业突发环境事件风险分级方法
HJ 1111 生态环境健康风险评估技术指南总纲
T/CSES 36 区域环境污染健康风险评估技术导则
T/CSES 53 环境健康风险监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

突发水环境事件

指由于污染排放或者自然灾害、生产安全事故等因素,导致有毒有害污染物进入水环境,突然造成或者可能造成水环境质量下降,危及公众身体健康和财产安全,或造成生态环境破坏,或造成重大社会影响,需要采取紧急措施予以应对的事件。

3.2

健康风险

也称危险度,即在特定的暴露情况下,某环境污染物能引起人群健康危害,出现毒性效应,产生疾病甚至死亡的概率。

3.3

健康风险特征污染物

针对突发水环境事件,从众多环境污染物中筛选出的具有潜在污染源,人群暴露途径明确、暴露水平高、健康危害大的环境污染物。

3.4

健康危害性

指突发水环境事件的有毒有害污染物,对事件影响范围内人体健康的危害性。

3.5

人群敏感性

指突发水环境事件有毒有害污染物可能危害人群大小的强度。

3.6

控制机制可靠性

指突发水环境事件发生后，采取的相应处置措施对于降低健康影响方面的有效性和可靠性。

3.7

可接受风险水平

对暴露人群不会产生不良或有害健康效应的风险水平，包括致癌物的可接受致癌风险水平和非致癌物的可接受危害商。本指南中单一污染物的可接受致癌风险为 10^{-6} ，单一污染物的可接受危害商为 1。

3.8

涉事污染源

指导致突发水环境事件发生的污染源。本文件将其分为两类，一类责任主体相对明确，如排污企业、涉化学品企业、尾矿库等固定污染源，化学品公路、铁路、水路和管道运输等移动污染源；另一类责任主体相对不明确，如无主矿区、城乡面源等非点源。

4 评估程序与内容

突发水环境事件健康风险评估分为 3 个阶段，包括突发水环境事件过程中的急性暴露健康风险评估、突发水环境事件后的长期慢性暴露健康风险评估，以及报告编制。

其中，突发水环境事件过程中的急性暴露健康风险评估，由资料收集与分析、急性暴露健康风险快速研判、急性暴露健康风险快速分级三方面内容组成。

突发水环境事件后的慢性暴露健康风险评估，由突发水环境事件环境健康现场调查、突发水环境事件后评估监测、慢性暴露健康风险定量分析、累积性风险分级表征四方面内容组成。

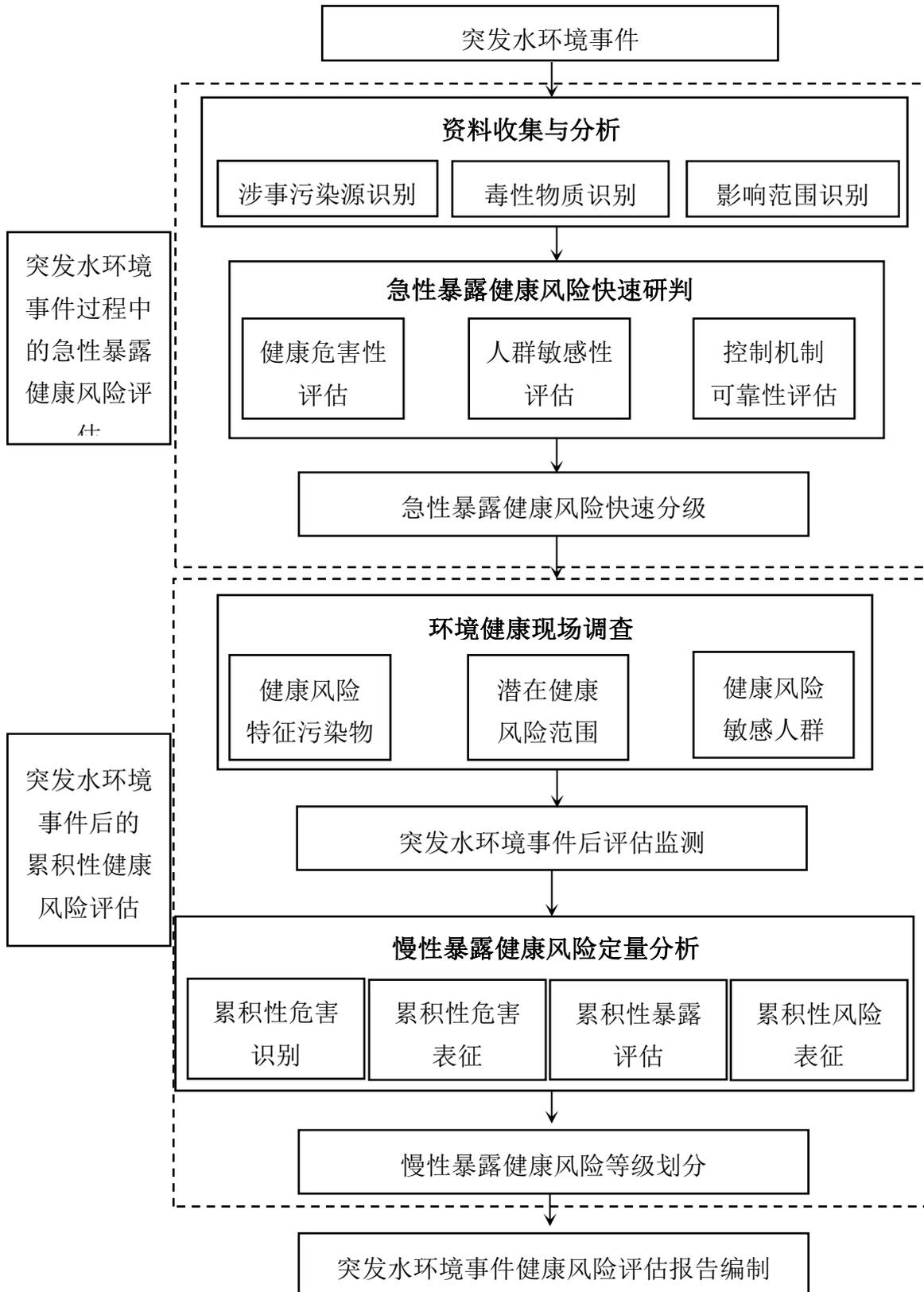


图 1 突发水环境事件健康风险评估工作流程图

5 突发水环境事件过程中的急性暴露健康风险评估

5.1 急性暴露健康风险评估的前期准备

急性暴露健康风险评估前期准备工作主要包括收集突发水环境事件相关资料和信息，识别涉事污染源、健康危害主要毒性物质以及可能影响范围。

需要收集相关资料和信息包括，突发水环境事件信息报告、应急监测报告、特征污染物分析报告、周边环境敏感点情况（饮用水源地、河流、湖泊等）、周边人口分布情况、处置措施（源头阻断、截流引流、工程削污、水利调度）等。

5.2 急性暴露健康风险的快速研判

5.2.1 急性暴露健康风险快速研判的方法

急性暴露健康风险的快速研判，主要利用层次分析法，从突发水环境事件的健康危害性（H）、人群敏感性（S）、控制机制可靠性（R）三方面进行评分。

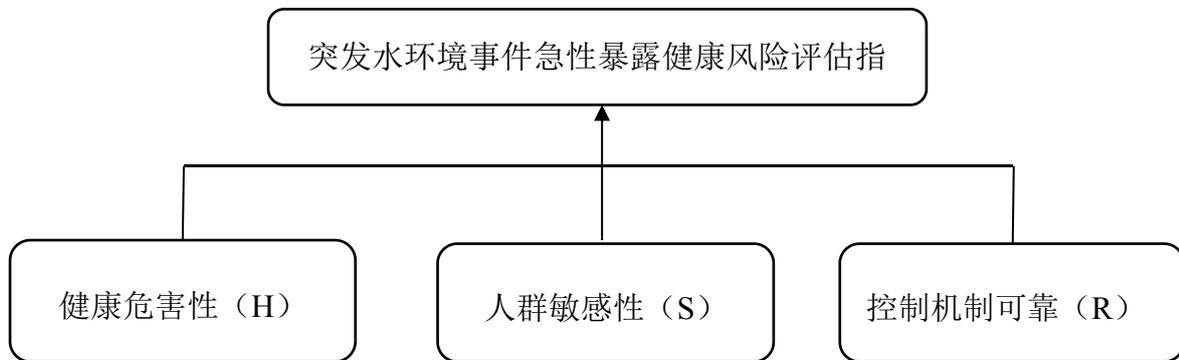


图 2 突发水环境事件急性暴露健康风险评估指标体系

5.2.2 突发水环境事件的健康危害性评估

采用评分方法，对涉事污染源的类型和规模两方面指标，以及毒性物质的呼吸/皮肤接触/饮食急性毒性、监测浓度等三方面指标，分别进行评分并累加求和，计算突发水环境事件的健康危害性得分（ D_H ），具体方法见表 1。

表 1 突发水环境事件健康危害性（H）等别划分指标体系

序号	类型	指标项目	指标评分依据	指标最高得分
1	涉事污染源	污染源类型	重大、较大、一般	25
2		规模	大、中、小	25
3	毒性物质	污染源监测浓度	高、中、低	20
4		呼吸/皮肤接触/饮食急性毒性	高毒、中毒、低毒	20
5		迁移扩散特征	高、中、低	10

依据突发水环境事件的健康危害性等别划分表（表 2），将健康危害性（H）划分为 H1、H2、H3 三个等别。

表 2 突发水环境事件健康危害性（H）等别划分表

突发水环境事件健康危害得分（ D_H ）	突发水环境事件健康危害等别代码
$D_H > 60$	H1
$30 < D_H \leq 60$	H2
$D_H \leq 30$	H3

5.2.3 突发水环境事件的人群敏感性评估

根据突发水环境事件影响范围内的人口数量，参照 HJ941-2018 方法将影响范围内人群敏感性（S）划分为 S1、S2、S3 三个等别，其中，影响范围内人口数大于 5 万的，划分为 S1 等级，1~5 万人为 S2 等级，1 万以下为 S3 等级，具体划分方法见表 3。

表 3 突发水环境事件人群敏感性（S）等别划分表

突发水环境事件人群敏感性划分	突发水环境事件人群敏感性等别代码
大于 5 万人	S1
介于 1~5 万人之间	S2
小于 1 万人	S3

5.2.4 突发水环境事件的控制机制可靠性评估

采用评分方法，对突发水环境事件采取处置措施、处置效果和扩散过程监测数据三方面（表 4）指标进行评分与累加求和，计算突发水环境事件控制机制可靠性得分（ D_R ）。

表 4 突发水环境事件控制机制可靠性（R）等别划分指标体系

序号	指标项目	指标评分依据	指标最高得分
1	处置措施	专家判断	30
2	处置效果研判	专家判断	30
3	扩散过程监测数据	监测数据分析	40

依据突发水环境事件的控制机制可靠性等别划分表（表 5），将控制机制可靠性（R）划分为 R1、R2、R3 三个等别。

表 5 突发水环境事件控制机制可靠性（R）等别划分表

突发水环境事件控制机制可靠性得分（ D_R ）	突发水环境事件控制机制可靠性等别代码
$D_R > 60$	R1
$30 < D_R \leq 60$	R2
$D_R \leq 30$	R3

5.3 急性暴露健康风险的快速分级

综合突发水环境事件的健康危害性（H）、人群敏感性（S）、控制机制可靠性（R）三方面的等别，建立突发水环境事件急性暴露健康风险等级划分矩阵（表 6），将突发水环境事件急性暴露健康风险划分为重大、较大、一般三个等级。

表 6 突发水环境事件急性暴露健康风险等级划分矩阵

序号	情形			急性暴露健康风险等级
	健康危害性（H）	人群敏感性（S）	控制机制可靠性（R）	
1	H1	S1	R1	重大
2			R2	重大
3			R3	较大
4		S2	R1	重大
5			R2	较大
6			R3	较大
7		S3	R1	重大
8			R2	较大
9			R3	一般
10	H2	S1	R1	重大
11			R2	较大

12		S2	R3	较大	
13			R1	较大	
14			R2	一般	
15			R3	一般	
16		S3	R1	一般	
17			R2	一般	
18			R3	一般	
19		H3	S1	R1	较大
20				R2	较大
21				R3	一般
22	S2		R1	一般	
23			R2	一般	
24			R3	一般	
25			S3	R1	一般
26	R2	一般			
27	R3	一般			

6 突发水环境事件后的慢性暴露健康风险评估

6.1 突发水环境事件后的环境健康现场调查

在开展突发水环境事件后的慢性暴露健康风险评估前，风险评估人员应通过环境健康现场调查，确定评估范围、评估内容及要求等，制定健康风险监测方案。

环境健康现场调查主要通过现场探勘、资料收集和人员访谈形式开展，明确突发水环境事件后影响范围内的健康风险特征污染物（除考虑已知污染物及其可能存在的伴生物质外，还需考虑其在环境中反应生成的衍生污染物或次生污染物等）、影响范围、暴露人群等，制定突发水环境事件后评估的监测方案并实施。健康风险特征污染物筛选方法可参考 T/CSES 36 中 6.4 的相关要求。

6.2 突发水环境事件后评估监测

根据突发水环境事件污染特征和暴露特征等基础信息，制定有针对性的后评估监测计划，明确监测范围、监测项目和样品分析方法等，制定监测方案并实施监测，监测具体要求参照 T/CSES 53 突发环境事件及其应急处置环境健康风险监测相关要求执行。

6.3 突发水环境事件后的慢性暴露健康风险定量分析

6.3.1 突发水环境事件后的危害识别

危害识别阶段需要收集的资料主要包括流行病学调查数据、体内实验数据、体外实验数据及构效关系数据等，然后对资料进行分析、整理和综合。

通过毒理学、流行病学等最新研究成果，识别区域环境中健康风险特征污染物可能的健康危害或毒性效应（如急性毒性、皮肤腐蚀或刺激、严重眼损伤或眼刺激、呼吸道或皮肤致敏、生殖细胞致突变性、致癌性、生殖毒性、神经毒性、免疫毒性、发育毒性等）、效应终点（如死亡、疾病、生理功能改变或生化代谢的改变等）及可能的作用模式或机制。集成人体证据、动物证据和作用机制证据等不同证据链的信息，对目标污染物与每一种可能的健康危害或毒性效应间的因果关联做出总体判断。具体要求可按照 HJ 1111 执行。

6.3.2 突发水环境事件后的危害表征

基于危害识别，建立目标环境污染物暴露与有害效应之间的剂量-反应（效应）关系，确定毒性参

数。对于非致癌污染物的毒性参数，采用参考剂量（RfD）或参考浓度（RfC）表示。对于致癌污染物的毒性参数，采用致癌斜率因子（SF）或单位风险因子（IUR）表示。对于国内外现有毒性数据库中毒性参数缺乏的污染物，或者有毒性参数但需进一步更新的污染物，可采用附录 C 推荐方法对其毒性参数进行推导，推导步骤及技术要求按照 HJ 1111 执行。

6.3.3 突发水环境事件后的暴露评估

暴露评估的工作内容包括确定暴露人群和暴露途径、选择合适的暴露评估模型、确定暴露参数和评估暴露剂量。

开展区域环境污染健康风险评估时，应根据污染源排放特征、环境污染特征、人群分布及时间活动模式等，确定目标污染物的暴露人群与暴露途径，建立暴露情景。

涉水途径的暴露评估模型参考 T/CSES 36 中附录 A。

6.3.4 突发水环境事件后的风险表征

按照 HJ 875、HJ 1111 以及 T/CSES 36 的相关要求，基于后评估监测结果，计算环境污染人群暴露剂量及健康风险。同时，基于不同生态环境管理需求，识别主要风险源、环境介质、暴露途径、暴露受体，明确环境污染健康风险水平。

根据风险可接受水平，通过综合判断获得风险可接受或不可接受的结论。本文件规定单一污染物可接受危害商为 1，可接受致癌风险水平为 10^{-6} 。当环境健康风险不可接受或不能满足生态环境管理需求时，应说明存在的重大环境健康风险及其关键环节。

6.4 突发水环境事件后慢性暴露健康风险分级表征

6.4.1 突发水环境事件后的慢性暴露健康风险分级方法

突发水环境事件后的慢性暴露健康风险分级由健康危害的可能性和人群暴露敏感程度共同决定。

以 P 代表健康危害的可能性等级分值，以 E 代表人群暴露敏感程度等级分值，以 G 代表影响区域环境健康风险等级分值。影响区域环境健康风险等级分值 G 由 P 和 E 的乘积决定，见公式（1）。

$$G = P \times E \quad (1)$$

式中：

G —— 区域环境健康风险等级分值；

P —— 健康危害的可能性等级分值；

E —— 人群暴露敏感程度等级分值。

6.4.2 突发水环境事件后的累积性健康危害可能性分级

按照 HJ 1111、HJ 875 和 T/CSES 36 的相关要求，筛选区域环境健康风险特征污染物，计算健康风险特征污染物的非致癌风险和致癌风险，并按从高到低将健康风险特征污染物的致癌和非致癌危害的可能性划分为三个等级：高风险、中风险和低风险，选取可能性等级最高者进行赋值。

非致癌危害的可能性等级，根据环境健康风险特征污染物危害商（HQ）确定，将危害商从大到小分为 3 个等级（见表 7），总的非致癌危害的可能性等级，依据单一特征污染物的非致癌风险，选择其中等级最高的分级确定。

致癌危害的可能性等级划分，根据环境健康风险特征污染物的致癌风险（CR）确定，将致癌风险从大到小分为 3 个等级（见表 7），总的致癌危害的可能性等级，依据单一特征污染物的致癌风险，选择其中等级最高的分级确定。

表 7 健康危害的可能性分级

健康危害的可能性等级	特征污染物非致癌风险（HQ）	特征污染物致癌风险（CR）
高	$HQ > 3$	$CR > 10^{-4}$
中	$1 < HQ \leq 3$	$10^{-6} < CR \leq 10^{-4}$

低	$HQ \leq 1$	$CR \leq 10^{-6}$
---	-------------	-------------------

健康危害的可能性等级划分综合考虑非致癌危害的可能性和致癌危害的可能性等级结果,选择其中最高等级确定。根据健康危害的可能性等级划分结果,进行等级赋值。其中,高、中和低等级赋值分别为3、2、1(见表8)。

表8 健康危害的可能性等级赋值

健康危害的可能性等级	高	中	低
健康危害的可能性等级分值(P)	3	2	1

6.4.3 突发水环境事件后的慢性暴露健康风险人群暴露敏感程度分级

突发水环境事件后的慢性暴露健康风险人群暴露敏感程度分级同“5.2.3 突发水环境事件的人群敏感性评估”。根据人群暴露敏感程度的等级划分结果,进行等级赋值。其中,高、中和低等级分别赋值为3、2和0(见表4)。

表9 人群暴露敏感程度等级赋值

人群暴露敏感程度等级	高	中	低
人群暴露敏感程度等级分值(E)	2	1	0

6.4.4 突发水环境事件后的慢性暴露健康风险分级

突发水环境事件后的慢性暴露健康风险等级,从高到低划分为三个等级,具体包括:高风险、中风险和低风险。

区域环境健康风险等级分值(G)由健康危害的可能性等级分值(P)和人群暴露敏感程度等级分值(E)建立的分级矩阵确定(见表10),其中G=4分为高风险,G=1~2分为中风险,G=0分为低风险,分别对应红、黄和绿三种颜色。

表10 突发水环境事件后的慢性暴露健康风险分级矩阵

区域环境健康风险等级分值(G)			人群暴露敏感程度等级分值(E)		
			低	中	高
			0	1	2
健康危害的可能性等级分值(P)	高	2	0	2	4
	中	1	0	1	2
	低	0	0	0	0

7 突发水环境事件健康风险评估报告编制

突发水环境事件健康风险评估报告一般由突发水环境事件及应急处置情况简介、突发水环境事件过程中的急性暴露健康风险评估、突发水环境事件后的慢性暴露健康风险评估和评估结论共四部分组成。

突发水环境事件健康风险评估报告应全面、真实地反映突发水环境事件健康风险评估工作,文字应简洁、准确。原始数据、全部计算过程由评估单位归档备查,必要时可编入健康风险评估报告附录。