

区域环境健康风险分级技术指南

编制说明

标准编制组

二〇二二年〇七月

目 录

1	工作概况	1
2	标准编制的必要性分析	1
3	国内外研究进展	2
4	编制原则	3
5	主要技术内容说明	3
6	对实施本标准的建议	7

1 工作概况

1.1 任务来源

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》、《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》，建立健全有毒有害化学物质环境风险管理制度的工作要求，加强生态环境风险管理，切实保障广大人民群众的环境与健康安全，推动保障公众健康理念融入生态环境管理，项目组编制了《区域环境健康风险分级技术指南》。本标准作为国家环境健康风险评估标准体系之一，主要针对区域环境健康管理问题建立了区域环境健康风险分级技术，对所涉及的环境健康风险可能性分级和人群暴露强度分级技术环节进行了要求，为实施区域环境与健康风险管理提供技术支撑。

本标准由生态环境部华南环境科学研究所牵头起草，中国环境科学学会归口，2022 年申请立项，列入 2022 年中国环境科学学会第一批团体标准立项项目。本标准将为实施区域环境与健康风险管理提供技术支撑，有利于提高环境与健康风险分级的标准化和规范化。

1.2 工作过程

本标准是“专项调查”多年实际工作的凝练和探索，编制工作分以下几个阶段开展。

2017 年—2019 年：依托“全国重点地区环境与健康专项调查”和“环境与健康风险哨点监测”等项目，系统开展国内外相关文献调研，针对标准的总体定位、适用范围、编制思路、技术需求等问题召开研讨会，明确了拟开展的主要工作和拟解决的关键问题，在此基础上，制定了《区域环境健康风险分级技术指南》（草案），并在哨点监测点位开展应用。

2021 年 3 月—2021 年 11 月 成立《区域环境健康风险分级技术指南》（以下简称“指南”）编制组，启动标准制定。编制组召开开题论证会，明确《指南》的编制原则、方法、技术路线和主要技术内容，形成《指南》（草案）及其编制说明，并向中国环境科学学会提交立项申请书。

2021 年 12 月 4 日 中国环境科学学会在北京召开《区域环境健康风险分级技术指南》等团体标准立项论证会，经专家组质询论证，一致认为通过立项评审。

2 标准编制的必要性分析

近年来，我国因环境污染导致的健康损害事件频发，如血铅事件、粮食镉超标风险等引起广泛关注。国务院批转的《关于加强重金属污染防治工作指导意见》中把“确定重点防控区”和“建立环境与健康风险评估体系”纳入工作目标和工作任务。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》也提出了关于“强化重点区域、重点行业重金属污染监控预警”“健全有毒有害化学物质环境风险管理体系”等要求。此外，《关于进一步加强重金属污染防治的意见（征求意见稿）》也提出依据环境质量改善和环境风险防控需求，划定重金属污染防控重点区域。目前我国现行环境管理中实施的大气污染防治、水污染防治、土壤污染防治、化学品管理、突发环境事件应急管理、危险废物管理等工作，都属于环境健康管理的范畴，在某种程度上都起到了健康风险防范的作用。然而，我国基于环境健康风险防范的污染重点防控区划及相风险分级技术方面的基础研究薄弱，难以支撑环境保护部门实施环境风险管理工作的针对性和有效性。

为贯彻落实《中华人民共和国环境保护法》、《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》，建立健全有毒有害化学物质环境风险管理制度的工

作要求，加强生态环境风险管理，切实保障广大人民群众的环境与健康安全，推动保障公众健康理念融入生态环境管理，项目组编制了《区域环境健康风险分级技术指南》。本标准作为国家环境健康风险评估标准体系之一，主要针对区域环境健康管理问题建立了区域环境健康风险分级技术，对所涉及的环境健康风险可能性分级和人群暴露强度分级技术环节进行了要求，为实施区域环境与健康风险管理提供技术支撑。

3 国内外研究进展

环境污染对人体健康影响的定量化是进行风险分级的基础。自 20 世纪 80 年代，美国、欧盟、WHO 等国家或组织不断制定和颁布了有关健康风险评价的一系列技术文件、指南或准则，并开发了用于健康风险评价的数据库、应用程序等工具。为了确保环境与健康战略政策得到充分有效的实施，各国制定了优先保护原则，并明确了优先保护的领域。例如美国《超级基金法》或《综合环境反应补偿责任法》通过国家重点场地名单（NPL）对全国范围内污染最为严重亟须国家优先清理的污染场地予以列明，作为环保署及地方环保机构优先清理和重点防控的对象，以确保美国的环境与公众健康安全。另外，韩国的《环境健康法》第 4 条明确规定，为了促进环境与健康，应当遵循“应当优先重视对暴露在环境风险因子中的易感人群例如儿童，以及在环境严重恶化地区的居民；易受环境危险因子影响的易感人群，应当被允许参加相关政策的决策过程，以获得包括风险信息在内的相关数据”等基本原则。

相比较而言，我国环境与健康工作起步较晚。目前，针对企业突发环境事件风险等级研究，已取得一系列的成果，例如《环境风险评估技术指南——氯碱企业环境风险等级划分方法》、《环境风险评估技术指南——硫酸企业环境风险等级划分方法（试行）》、《企业突发环境事件风险分级方法（HJ 941-2018）》、《江苏省化工企业安全风险分区分级指南（试行）》、《上海市企业安全风险分级管控实施指南》等，其基本思路是通过定量分析企业生产、使用、存储的环境风险物质数量与其临界量的比值（Q），评估工艺过程与环境风险控制水平（M）以及环境风险受体敏感性（E），按照矩阵法将企业突发环境事件风险等级划分为一般环境风险、较大环境风险和重大环境风险三级，分别用蓝色、黄色和橙色标识。此外，为规范各地重点行业企业用地土壤污染风险筛查与风险分级工作，发布了《在产企业地块风险筛查与风险分级技术规定（试行）》《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定（试行）》《重点行业企业用地土壤污染状况调查风险分级规则》等文件，确定高风险企业地块列入优先管控名录。另外，针对自然灾害风险管理和研究等工作，也建立了《自然灾害风险分级方法》（MZ/T 031—2012）。然而，这些分级方法大都以企业为研究对象进行区域环境风险分级，鲜少考虑环境污染对人群健康的影响。

随着环境污染物健康风险管理的快速发展，我国在环境与健康方面出台了《生态环境健康风险评估技术指南 总纲》（HJ 1111—2020）、《环境与健康现场调查技术规范 横断面调查》（HJ 839—2017）、《环境污染物人群暴露评估技术指南》（HJ 875—2017）、《环境与健康横断面调查数据统计分析技术指南》、《儿童土壤摄入量调查技术规范 示踪元素法》（HJ 876—2017）、《暴露参数调查技术规范》（HJ 877—2017）等标准，但在化学物质风险管控技术等关键环节仍缺乏相应的技术规范，导致环境与健康风险防控工作难以实施。因此，本项目拟制订的技术指南将在现有标准的基础上，充分考虑了我国国情和区域环境健康风险，借鉴吸收了国内外国家和组织关于风险管理和风险分级的经验，规定了区域环境健康风险分级的一

一般性原则、基本方法和技术要求。针对区域环境健康风险管理问题对所涉及的环境健康风险可能性分级和人群暴露强度分级技术环节进行了要求,为实施区域环境与健康风险管理提供技术支撑。

4 编制原则

风险分级技术的制订将遵循以下原则:

(1) 科学性

区域环境健康风险分级在满足我国环境健康风险管理需求的前提下,充分参考我国环境健康调查、监测及风险评估的相关标准及科研成果。

基于环境健康风险评估、风险管控、管控效果评估,以及突发环境事件及其应急处置的目的及需求,参考现有的生态环境监测技术方法,以科学研究成果、实践工作经验和技术可行性为依据,确定环境健康风险监测的技术要点,制定《环境健康风险监测技术规范》。

(2) 实用性

区域环境健康风险分级时,可接受风险水平的定义与现行国家及行业标准相一致,同时本文件对上述分级进一步细化,将可接受风险划分为低风险等级,不可接受风险水平化分为中、高和极高风险3个风险等级。

(3) 可扩展性原则

区域环境健康风险分级时,环境健康风险特征污染物指标可依据区域实际情况进行确认。

5 主要技术内容说明

5.1 层次框架

技术规范由9部分组成,包括:

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 风险分级原则
- (5) 区域环境健康风险分级的基本方法
- (6) 环境健康风险可能性分级
- (7) 人群暴露强度分级
- (8) 区域环境健康风险分级
- (9) 环境健康风险的分级防控措施

5.2 技术要点

5.2.1 适用范围

本文件规定了区域环境健康风险分级的一般性原则、工作程序、基本方法和技术要求。

本文件适用于区域环境中化学性污染物慢性暴露的健康风险分级。

本文件不适用于放射性物质、致病性生物污染的健康风险分级,以及化学性污染物急性暴露的健康风险分级。

5.2.2 规范性引用文件

本标准主要引用了以下5个规范性文件,具体引用内容如下:

编号	文件号	规范性引用文件	引用内容
----	-----	---------	------

1	GB/T 23694	风险管理 术语	风险等级的定义
2	HJ 25.3	建设用地土壤污染风险评估技术导则	可接受风险水平的定义
3	HJ 1111	生态环境健康风险评估技术指南 总纲	环境健康风险的计算
4	WS/T 666	大气污染人群健康风险评估技术规范	健康风险的定义
5	T/CSES 36	区域环境污染健康风险评估技术导则	环境健康风险的计算

5.2.3 术语和定义

标准主要对以下术语进行了定义，其定义的依据主要来自于国家相应标准以及高等教育出版社或人民卫生出版社等出版发行的经典教科书。

区域环境：引自 TCSSES 36-2021 中关于“区域环境”的定义，指一个或多个行政区域内包含了自然因素和社会因素的整体生态环境系统。该系统按照下级行政边界可划分为若干行政子区域。

健康风险：改自《大气污染人群健康风险评估技术规范》WS/T 666 中关于“健康风险”的定义，也称危险度，即在特定的暴露情况下，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，或者是因暴露于环境污染物发生不良效应的预期频率。

健康风险特征污染物：引自《区域环境污染健康风险评估技术导则》T/CSES 36 中健康风险特征污染物定义，指在区域环境内，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。

可接受风险水平：引自《建设用地土壤污染风险评估技术导则》HJ 25.3 中关于“可接受风险水平”的定义，指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。

风险分级：《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中关于“风险分级”的定义是指在企业地块基础信息调查和初步采样调查的基础上，根据地块土壤和地下水中污染物超标情况、污染物迁移途径和受体等信息，分析企业地块的相对风险水平，并根据多个地块的相对风险水平划分地块风险等级，为确定污染地块优先管控名录提供依据。本文件中“风险分级”参考《关闭搬迁企业地块风险筛查与风险分级技术规定》中的定义进行了修改，指根据环境健康风险的可能性、人群暴露强度等信息，划分区域的环境健康风险等级，为区域环境健康风险防控提供依据。

风险等级：《风险管理 术语》GB/T 23694 中关于“风险等级”的定义是指单一风险或组合风险的大小，以后果和可能性的组合来表达。本文件中“风险等级”的定义参考 GB/T 23694 进行了修改，指单一风险或组合风险的大小。本文件中区域环境健康风险等级以环境健康风险可能性和人群暴露强度的组合来表达。

5.2.4 区域环境健康风险分级的基本方法

本文件建立环境健康风险矩阵，对区域环境健康风险等级进行划分。“风险矩阵”译自 Risk Matrix，是一种常用的风险评估方法，也是一种有效的风险管理工具。风险矩阵法是 ISO31010: 2009《风险管理——风险评估技术》标准 附录 B 中推荐的一种常用的风险评估方法与技术。

风险矩阵是最常用的风险评估方法之一，是一种将定性或半定量的后果分级及其发生可能性的等级相结合来描述风险大小的一种技术。在风险管理实践中，常用后果及其发生的可

能性这两者的组合用来表示风险等级。为了判断后果的影响程度和可能性的大小，需要制定风险准则，即“后果准则”和“可能性准则”，然后画出二维矩阵单元图。通过风险分析，获得特定风险的后果 C 值及其发生可能性 L 值。如果想要明确风险的重要性，就还要确定“风险重要性准则”。所以，风险矩阵法的输入一般包括以下六个方面。

- ◆ 后果准则（亦称 C 准则）
- ◆ 可能性准则（亦称 L 准则）
- ◆ 风险重要性准则（亦称 S 准则）
- ◆ 关于后果和可能性的二维矩阵单元图
- ◆ 特定风险的后果 C 值
- ◆ 该后果发生的可能性 L 值。

在定性或半定量风险分析中，澳大利亚国家标准协会和国际标准组织（ISO）专门对风险矩阵（Risk Matrix）做了说明。

Consequence \ Likelihood		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
		1	2	3	4	5
5	Almost Certain	M	H	H	E	E
4	Likely	M	M	H	H	E
3	Possible	L	M	M	H	E
2	Unlikely	L	M	M	H	H
1	Rare	L	L	M	M	H

图 1 AS/NZS 4360: 2004 标准列示的风险矩阵图

图 1 是 5×5 风险矩阵。澳大利亚标准协会把风险潜在后果的影响分为五个级别，把风险后果发生的可能性也分为五个级别，把风险后果发生的可能性也分为五个级别。其中可能性准则分按定性可能性分为很低、低、中等、高、很高可能性，半定量评分分别为 1、2、3、4、5；后果定性的可能性分为轻微的、较小的、中等的、重大的、灾难性的，对应半定量评分为 1、2、3、4 和 5。本文件参考澳大利亚的风险矩阵图划分区域环境健康风险等级。

5.2.5 环境健康风险可能性分级

风险可能性是现有状况持续存在时，不良健康效应发生的概率或频率。本文件中按照 HJ 1111 和 T/CSSES 36 相关要求，计算区域环境中特征污染物的非致癌风险和致癌风险，并按从高到低将特征污染物的致癌和非致癌风险划分为四个可能性等级：极高、高、中和低。

根据各国/机构大都以 10^{-6} 和 1 作为可接受风险水平，而对于复合污染可适当调整为 10^{-4} 和 3，因此，本文件中以此作为健康风险可能性分级的基础，详见表 2。

表 1 各国/机构推荐的致癌最大可接受水平和可忽略水平

机构	风险类型	最大可接受风险 (/a)	可忽略水平 (/a)
美国国家环保署	化学污染物	1×10^{-6}	—
瑞典环境保护局	化学污染物	1×10^{-6}	—
荷兰建设和环境部	化学污染物	1×10^{-6}	1×10^{-8}
英国皇家协会	—	1×10^{-6}	1×10^{-7}

IAEA ¹	辐射	—	5×10^{-7}
ICRP ²	辐射	5×10^{-5}	—
中国	化学污染物	1×10^{-6}	—

¹IAEA- International Atomic Energy Agency; ²ICRP- International Commission on Radiological Protection。

表 2 环境健康风险可能性分级

风险可能性分级	分值	非致癌风险 (HQ) 特征	致癌风险
极高	4	HQ > 3	$R > 10^{-4}$
高	3	$2 < HQ \leq 3$	$10^{-5} < R \leq 10^{-4}$
中	2	$1 < HQ \leq 2$	$10^{-6} < R \leq 10^{-5}$
低	1	HQ ≤ 1	$R \leq 10^{-6}$

5.2.6 人群暴露强度分级

后果准则主要用来判定识别风险的后果严重程度。后果严重程度可以定性描述，也可以半定量或定量描述，需要确定通过假设特定事件、情况或环境已经出现，后果分析可确定风险影响的性质和类型。原则上，后果准则应根据事件波及程度、住院率、发病率等指标来确定危害的健康损害程度。但通常情况下无法获得环境污染物等常见化学物的上述相关指标。因此，以影响区域人口密度 (N) 作为评价指标，作为后果准则进行等级划分。

根据我国人群人口密度水平，将 $N \leq 100$ 、 $100 < N \leq 1000$ 、 $1000 < N \leq 10000$ 和 $N > 10000$ 划分为人口稀少区、人口中等区（农村平均水平）、人口密集区（城市平均水平）和人口极密集区（居民小区等），按照人群暴露强度等级划分为低、中、高和极高，分别赋分为 1、2、3 和 4。

5.2.7 区域环境健康风险分级

风险矩阵是一个二维矩阵模型，横轴表示人群暴露强度分值，纵轴表示环境健康风险可能性分值，两个参数在模型上的交叉点对应值环境健康风险的分值。该分值也可以按下述公式进行计算：区域环境健康风险分值 = 人群暴露强度 (分值) × 环境健康风险可能性 (分值)。环境健康风险分值是定量描述环境中某种危害因素存在健康损害的风险状况的无量纲数值。可以依据区域环境健康风险分值将区域环境健康风险分成四个等级，由高到低依次包括极高风险、高风险、中风险和低风险。不同等级的健康风险划分规则参照风险分值和风险矩阵图。

表 3 风险等级划分表

定性风险等级	分值表示
极高风险	12~16
高风险	8~9
中风险	4~6
低风险	1~3

表 4 区域环境健康风险分级矩阵

区域环境健康风险等级分值G			人群暴露强度分值E			
			低	中	高	极高
			1	2	3	4
环境健康风险可能性等级分值R	极高	4	4	8	12	16
	高	3	3	6	9	12
	中	2	2	4	6	8
	低	1	1	2	3	4

5.2.8 环境健康风险的分级防控措施

风险的等级水平(或风险的大小)不仅取决于风险本身,还与现有的风险控制措施的充分性和有效性密切相关。在进行控制措施评估时,需要回答以下三个基本问题:第一,对于一个具体的风险,现有的控制措施是什么?第二,这些控制措施是否足以应对该风险,是否可以将该风险控制在可接受的水平?第三,在实际工作中,控制措施是否在以预定方式正常运行?当需要时能否证明这些控制措施是有效的?

对于“特定的控制措施或一套相关的控制措施”的有效性水平,可以用定性、半定量或定量的方式来表示。但在大多数情况下,难以保证其高度的精确性。即便如此,对风险控制效果的测量进行表述和记录仍然是有价值的,因为在对现有控制措施进行改进或实施不同的风险应对措施时,这些信息将有助于决策者进行比较和判断。

本文件中风险防控措施的选择以保护人体健康为原则。在此原则下,风险管理可适当考虑经济、技术可行性、社会影响、公众风险感知度、宗教习俗、事态紧急程度等其它因素,选择相应级别或更高级别的管理措施。

本文件规定对于极高风险,需立即对健康风险源采取控制措施,同时对暴露人群进行暴露阻断,并启动人群健康损害调查;对于高风险,需尽快对健康风险源进行风险削减,同时对暴露人群进行暴露阻断,将高风险降至低风险;对于中风险,建议采取风险源控制或暴露阻断措施,将中风险降至低风险;对于低风险,无需采取风险防控措施。

6 对实施本标准的建议

区域环境环境风险具有不确定性,本文件旨在为区域环境健康风险分级提供依据,为环境健康风险监管奠定基础。需要说明的是,本文件涉及的后果准则采用影响区域人口密度作为人群暴露强度进行划分确定,可在后续工作和深入研究中补充、修改和完善,并在应用中进一步论证,各级环境保护部门在标准执行时,可根据辖区环境健康风险情况,增加相关的评估指标,以提高指标的适用性、更加准确的开展环境健康风险分级。

本文件为现阶段指导性技术规范。建议标准发布实施后,根据标准实施情况适时对本标准进行修订,同步加强相关科学研究。