

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB51

四川省地方标准

DB 51/T XXXX—XXXX

四川省工业园区新污染物调查评估 技术规范

Technical Specification for Investigation and Evaluation of New
Pollutants in Industrial Parks in Sichuan Province

草案版次选择

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 核心技术内容 2

附 录 A （资料性） 新污染物识别 12

附 录 B （资料性） 采样点位汇总 13

附 录 C （资料性） 监测结果 14

附 录 D （资料性） 人体健康暴露计算模型 15

附 录 E （资料性） 暴露参数推荐值 27

附 录 F （资料性） 风险表征结果汇总 29

附 录 G （资料性） 工业园区新污染物调查评估报告编制大纲 30

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。

本文件由四川省生态环境厅提出并归口。

本文件由四川省生态环境厅组织实施。

本文件起草单位：四川省生态环境科学研究院、成都理工大学。

本文件主要起草人：×××、×××、……。

本文件为首次发布。

四川省工业园区新污染物调查评估技术规范

1 范围

本文件规定了四川省工业园区新污染物调查评估的工作程序、内容与要求。
本文件适用于工业园区的管理机构开展园区内新污染物调查评估工作。

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 37802 农田信息监测点选址要求和监测规范
HJ 1019 地块土壤和地下水中挥发性有机物采样技术导则
HJ 130 规划环境影响评价技术导则总纲
HJ 164 地下水环境监测技术规范
HJ 2.2 环境影响评价技术导则大气环境
HJ 2.3 环境影响评价技术导则地表水环境
HJ 2000 大气污染治理工程技术导则
HJ 2015 水污染治理工程技术导则
HJ 2042 危险废物处置工程技术导则
HJ 25.1 建设用地土壤污染状况调查技术导则
HJ 25.2 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则
HJ 610 环境影响评价技术导则地下水环境
HJ 630 环境监测质量管理技术导则
HJ 691 环境空气半挥发性有机物采样技术导则
HJ 877 暴露参数调查技术规范
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/T 166 土壤环境监测技术规范
HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
化学物质环境风险评估技术方法框架性指南（试行）
化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）
化学物质环境与健康风险表征技术导则（试行）
化学物质环境与健康危害评估技术导则（试行）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业园区 Industrial park

经国家或地方各级人民政府批准设立的开发区，主要指生产要素聚集、产业特色突出、生产性企业为主导的产业聚集区。

3.2

新污染物 Emerging contaminants

新污染物不同于常规污染物，指新近发现或被关注，对生态环境或人体健康存在风险，尚未纳入管理或者现有管理措施不足以有效防控其风险的污染物。

3.3

环境危害表征 Environmental hazard characterization

定量描述化学物质可能引起环境受体发生有害效应的固有特性。

3.4

健康危害表征 Human health hazard characterization

定量描述化学物质通过环境介质可能引起人体发生有害效应的固有特性。

3.5

暴露场景 Exposure scenario

指环境污染物经由不同方式迁移并到达暴露受体接触面的一种假设性场景描述，即关于暴露如何发生的一系列事实、推定和假设。

3.6

环境风险表征 Environmental risk characterization

在新污染物环境危害评估及暴露评估基础上，分析判别化学物质对生态环境造成风险的程度。

3.7

健康风险表征 Human health risk characterization

在新污染物健康危害评估及暴露评估基础上，分析判别新污染物经环境暴露对人体健康造成的风险程度。

4 核心技术内容

4.1 工作内容和程序

开展工业园区新污染物调查评估，包括污染识别、布点调查、风险评估、调查评估报告编制四个阶段。工作程序见图1。

4.2 污染识别

4.2.1 工业园区基础资料收集

工业园区基础信息，大气、地表水、土壤和地下水环境质量，其他环保相关资料，区域自然和社会信息等（具体参见表1）。

4.2.2 企业资料收集

重点关注企业范围包括但不限于：

- a) 农药、医药、塑料、橡胶、石化、涂料、纺织印染、造纸等重点行业企业；
- b) 化学物质生产加工或使用可能导致新污染物产生或排放的其他企业。

企业收集的资料主要包括：企业基本信息、污染源信息和已有的环境资料等（具体参见表2）。

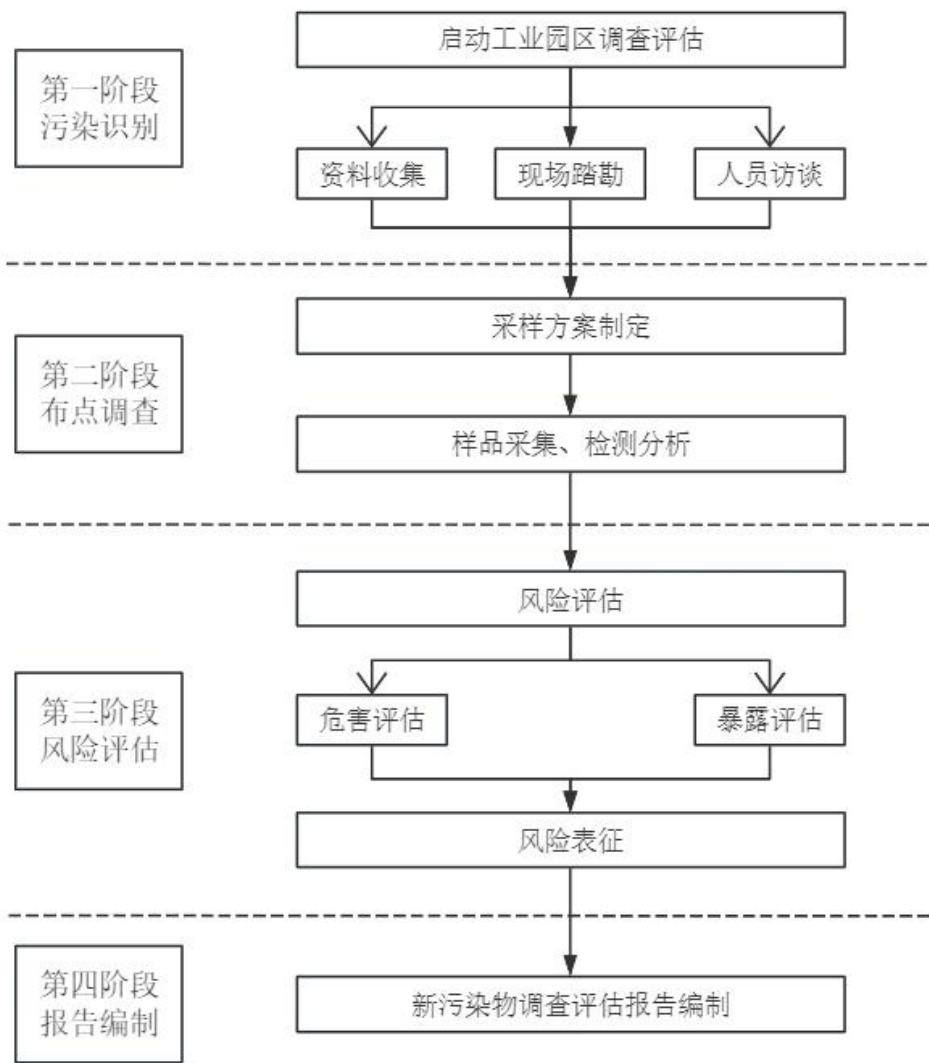


图 1 工业园区新污染物调查评估工作程序

表 1 工业园区资料清单

分类	信息项目
工业园区基础信息	工业园区所在行政区、名称、级别、占地面积（平方公里）、地理位置图、四至边界、批准时间；主导行业类别、园区企业数量；周边敏感点分布；园区负责人及联系方式。
大气、地表水、土壤和地下水环境质量	各环境介质新污染物状况调查、环境监测；有关部门发布的环境信息（如区域环境保护规划、环境质量公告等）。
其他环保相关资料	园区规划环评文件、环保验收资料、所在水功能区、与自然保护区和水源地保护区等的位置关系等。
区域自然和社会信息	自然信息包括地形、地貌、土壤、水文、地质和气象资料等；社会信息包括人口密度和分布、园区经济现状和发展规划。

表 2 企业资料清单

分类	信息项目
企业基本信息	企业名称、法定代表人、地址、地理位置、企业类别、行业代码、企业规模、营业期限。
污染源信息	企业总平面布置图、涉及新污染物的管线平面图和工艺流程图；生产区、储存区、废水治理区、固体废物贮存或处置区等重点区域平面布置图及面积；地下和地上罐槽清单；各厂房或设施的功能；使用、贮存、转运的原辅材料、中间产品和最终产品清单；废气、废水、固体废物收集、排放及处理情况（针对有排放标准的化学物质，核实达标排放情况）；环境污染事故、污染痕迹及特征污染物等。
已有的环境资料	地表水、大气、土壤和地下水环境新污染物调查监测数据；环评文件、环验收资料、自行监测报告；其他调查评估数据。

4.2.3 现场踏勘

开展工业园区现场踏勘，对已获取资料的有效性和准确性进行核实，做好照片及影像记录。踏勘内容包括但不限于：

- a) 工业园区内及周边区域的环境、产业结构、污染源信息、建构筑物及设施、污水处理厂、固体废物集中堆存场所、运输道路、有组织 and 无组织排放、环境管理状况等；
- b) 重点企业的现状及历史情况，生产空间位置分布、生产工艺布局、可疑污染源、涉及有毒有害物质生产、使用、处理、处置的场所或储存容器、建构筑物、污雨水管道管线、企业周边区域状况等；重点踏勘废气、废水排放口位置、周围布点可行性、环保设施的运行情况及周边空气、地表水、土壤、地下水污染情况等；
- c) 勘察园区及园区内企业已有地下水监测井的情况，如：井的类型、井管结构、井深度、地下水水位埋深、井口高程及淤堵情况等；
- d) 勘察园区周边 1 公里范围内环境敏感目标（生态敏感与脆弱区和社会关注区等）的情况，包括数量、类型、方位、距园区距离等；
- e) 其他需要现场核实的情况。

4.2.4 人员访谈

通过人员访谈，核实补充已获得资料信息，了解园区的投诉、事件报告、意见调查等。访谈人员可包括所属生态环境管理部门、园区管委会等相关人员，以及熟悉园区企业生产、经营活动的职工、周边居民、相关行业专家等人员。访谈主要获取园区及企业建成投产后涉及新污染物使用、生产等活动信息，包括生产及经营过程中原辅材料、产品、废弃物储存及涉新污染物“三废”排放情况，历史突发环境事件情况等。

4.2.5 信息整理与分析

将前期资料收集、现场踏勘和人员访谈收集到的信息进行分类整理、汇总与分析，此过程应针对过程中遇到的限制条件和欠缺的信息等进行不确定性分析，原则上可参考下列次序识别潜在污染源及重点企业，也可根据园区的实际情况进行确定：

- a) 涉及新污染物产生或排放的重点行业类别企业；
- b) 开展过化学物质环境信息统计调查的企业；
- c) 开展过重点行业企业详查（信息采集或采样调查）的企业；

- d) 根据已有资料或前期调查结果表明环境中新污染物检出率较高的企业或区域；
- e) 园区内曾发生环境污染事故的企业或区域。

4.2.6 新污染物识别

结合资料收集、现场踏勘、人员访谈和信息整理与分析情况，综合判断园区潜在污染源及特征新污染物，识别主要污染类型、特征新污染物及其迁移途径等。形成《新污染物信息表》和《污染识别结果表》详情见附录A。

4.3 布点调查

4.3.1 判断污染分布

根据调查区域的污染源分布、水文地质条件以及污染物的迁移转化等因素，必要时可结合物探、快速检测等手段判断调查园区新污染物在土壤、大气、地表水和地下水中的可能分布，为制定采样方案提供依据。

4.3.2 调查范围

工业园区新污染物调查评估范围为园区及园区周边1公里范围内区域，应尽可能兼顾园区所在水文地质分区。

4.3.3 点位布设

根据园区新污染识别情况及其周边敏感点分布情况，针对废水、废气、土壤、地表水和地下水等环境介质布设监测点位，填写监测点位一览表（见附录B）。

4.3.3.1 废水和地表水监测点

在园区集中式污水处理厂废水进口和排口各布设1个点位，如存在园区内企业新污染物单独排放的情况，每个进口和排口均应布设1个点位，在排污口入河处下游1公里处布设1个点位。周边农用地涉及有灌渠，至少布设1个水样点位和1个底泥点位。调查范围内涉及集中式饮用水水源地取水口的，在取水口布设1个点位。

4.3.3.2 大气监测点

对沸点低于120℃的因子（如二氯甲烷、三氯甲烷等）在园区主导风向上风向和下风向边界内各布设1个采样点，在园区内部存在污染物集中排放区域均应布设1个点位，相邻监测点位的可适当合并优化合并，在集中式污水处理厂布设1个点位（选择在曝气池上方等挥发较大的区域）。

4.3.3.3 土壤监测点

综合考虑污染物迁移方向和周边敏感目标位置等因素，在每一个涉及新污染物废气排放企业的主导风向下风侧1公里范围内布设不少于1个监测点，在每一个涉及地表径流可能造成新污染物污染的下游方向汇水区域设置不少于1个监测点，在涉新污染物的固体废物堆存场所周边布设不少于1个监测点，结合企业分布情况，涉及多个相邻监测点位的可适当合并优化监测点位，同时在工业园区主导风向上风侧2公里范围外受人为活动干扰较少区域布设1个对照点，优先选择在裸露土壤区域布点。若园区1公里范围内存在农用地，且农用地的作物种植面积大于等于0.1 hm²，根据农用地分布情况和农用地面积，在每个方位至少布设1个点位，监测点距离地块边缘2 m以上。

4.3.3.4 地下水监测点

以浅层地下水为主开展调查，在地下水进入园区的上游布设1个对照点位，在园区内根据企业分布情况布设不少于1个点位，在园区地下水下游边界布设不少于1个点位。若园区周边不同方位有取水井的，在每个方位至少布设1个点位，若园区涉及多个水文地质单元的，应分区布点。

4.3.4 样品采集

样品采集按照国家有关技术规范执行。土壤样品采集表层土样，采集深度为建设用地采集0-50厘米，农用地采集0-20厘米（果园采集0-60厘米），若在园区和企业内，则采集裸露的表层土样。废气样品采集高度位于地面上方1.5-2米处。

4.3.5 检测分析

按照国家和四川省新污染物检测分析有关技术规范执行。无方法标准的，或现有方法标准无法满足监测要求的，参考国际/其他国家标准、成熟的文献方法，建立作业指导书，并按照《检验检测机构资质认定生态环境监测机构评审补充要求》（市场监管总局 生态环境部 国市监检测〔2018〕245号）的规定进行方法确认后，按作业指导书执行检测。分析完成后，根据出具的检测结果填写数据一览表（见附录C）。

4.4 风险评估

4.4.1 评估原则

工业园区新污染物环境与健康风险评估工作应参照《化学物质环境风险评估框架性指南》《化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）》《化学物质环境与健康风险表征技术导则（试行）》《化学物质环境与健康危害评估技术导则（试行）》及国家相关规定执行。

4.4.2 危害评估

4.4.2.1 数据收集

应充分考虑环境与健康危害评估目的、拟评估新污染物和评估对象的不同，尽可能多的收集危害评估相关数据。数据来源包括测试试验、国内外已有的化学物质数据库、公开发表的文献/报告、计算毒理学数据以及其他可获得的技术资料等。

4.4.2.1.1 生态毒理学数据

需要收集的生态毒理学数据包括不同环境评估对象中生物的急性毒性数据、慢性毒性数据以及其他非生物危害效应数据。环境评估对象包括水环境、沉积物、土壤环境、大气环境、污水处理厂（STP）微生物环境、捕食动物等。

4.4.2.1.2 健康毒理学数据

需要收集通过阈值作用模式产生毒性效应且能够获得可靠阈值的健康毒理学终点（例如慢性毒性、生殖发育毒性等）数据，例如经口途径LD₅₀、吸入途径LC₅₀、经皮途径的NOAEL或LOAEL等，以及通过无阈值作用模式产生毒性效应的健康毒理学终点（例如致突变性、遗传毒性致癌性）数据。

4.4.2.2 危害识别

环境与健康危害识别是确定拟评估物质不同生态毒理学和健康毒理学终点的关键效应数据，明确新污染物的环境与健康危害性。

4.4.2.2.1 环境危害识别

对于收集到的有效生态毒理学终点数据，按不同环境评估对象（水环境、沉积物、大气环境、土壤环境、STP微生物环境、捕食动物）进行归类，对每个环境评估对象中的所有有效生态毒理学数据进行

质量评估，筛选满足质量要求的数据。针对每个环境评估对象，选用最敏感物种数据作为关键效应数据，明确拟评估新污染物对环境生物的危害性。

4.4.2.2.2 健康危害识别

对于收集到的有效健康毒理学终点数据，按不同健康毒理学终点进行归类，对每个健康毒理学终点数据进行质量评估，筛选满足质量要求的数据。优先选用人体流行病学调查数据，缺少流行病学调查数据或数据质量低的，对于不同健康毒理学终点选择最为敏感的其他数据作为关键效应数据，明确拟评估新污染物对人体健康的危害性。

4.4.2.3 危害表征

利用危害识别过程确定的新污染物环境与健康危害性，估算新污染物长期或短期作用于环境与人体健康造成风险的概率和程度。包括环境危害表征和健康危害表征。

4.4.2.3.1 环境危害表征

利用环境危害识别过程确定的不同环境评估对象的关键效应数据，推导物质通常不会对环境生物产生不良效应的浓度（如：预测无效应浓度PNEC），开展环境危害表征。重点推导物质对水环境、沉积物、土壤环境、STP微生物环境以及捕食动物的PNEC，具体推导方法详见《化学物质环境与健康危害评估技术导则（试行）》。

4.4.2.3.2 健康危害表征

利用危害识别过程确定的不同健康毒理学终点的关键效应数据，估算新污染物长期或短期作用于人体不会产生明显不良效应的剂量水平或概率。通常，应针对不同暴露途径下（经口、经皮和吸入）的不同健康毒理学终点分别估算不会产生明显不良效应的剂量水平或概率。在综合分析健康毒理学数据基础上，结合新污染物的毒效动力学信息，确定新污染物危害效应的可能作用模式或机制（有阈值或无阈值）。根据新污染物人体健康毒性作用机理的不同，健康危害表征分为有阈值效应的表征和无阈值效应的表征两种方式，具体推导方法详见《化学物质环境与健康危害评估技术导则（试行）》。

4.4.3 暴露评估

暴露评估包括环境暴露评估和健康暴露评估，环境暴露评估主要估算化学物质在STP微生物环境、大气、地表水、沉积物、土壤、捕食动物中的预测环境浓度（PEC），健康暴露评估主要估算物质经由环境对一般人群的日均暴露剂量（ADD），包括吸入、摄食和饮水途径，暴露评估内容见表3和表4。

表 3 环境暴露评估内容

评估对象		环境介质或暴露途径	PEC	单位
集中式 STP	微生物	STP 微生物环境	PEC_{stp}	$mg \cdot L^{-1}$
水生环境	淡水水生生物	地表水	$PEC_{water, L}$	$mg \cdot L^{-1}$
	淡水底栖生物	沉积物	$PEC_{sed, L}$	$mg \cdot kg^{-1}$
	水生动物捕食者	鱼	$PEC_{aqu, predator}$	$mg \cdot kg^{-1}$
土壤环境	土壤生物	土壤	$PEC_{soil, 30, L}$	$mg \cdot kg^{-1}$
	陆生动物捕食者	蚯蚓	$PEC_{ter, predator}$	$mg \cdot kg^{-1}$
地下水环境	地下水	地下水	$PEC_{grw, L}$	$mg \cdot L^{-1}$

表 4 健康暴露评估内容

暴露途径		参数名称	参数符号	单位
吸入	大气	吸入途径日均暴露剂量	ADD_{inh}	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$

	土壤颗粒物	吸入途径日均暴露剂量	$ADD_{inh, soil}$	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
经口 摄食	饮水	饮水途径日均暴露剂量	ADD_{water}	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
	摄食	摄食途径日均暴露剂量	ADD_{fish}, ADD_{veg}	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
	土壤	摄入土壤的日均暴露剂量	$ADD_{eat, soil}$	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
皮肤 接触	土壤	皮肤接触土壤的日均暴露剂量	$ADD_{skin, soil}$	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
	水	皮肤接触地下水/地表水的日均暴露剂量	$ADD_{skin, water}$	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$
总暴露量			ADD_T	$mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$

4.4.3.1 信息收集

- 信息收集包括但不限于以下内容：
- a) 新污染物信息。涉及的行业领域、生命周期阶段、用途，以及新污染物属性信息，如：相对分子量、蒸气压、熔点、水溶解度、正辛醇-水分配系数、吸附系数，以及生物降解性和生物富集系数等；
 - b) 污染排放参数。新污染物排放源数量或分布，每种用途的生产/使用量、生产/使用条件、三废产生情况、排放时间、排放介质、排放量和污染控制措施等；
 - c) 环境暴露参数。集中式 STP 日处理量和工艺，气象（如温度、风速、降雨），受纳水体的水文水质（如流量、悬浮物浓度），沉积物与土壤理化特性（如有机碳含量）和污泥年施用率等；
 - d) 健康暴露参数。暴露人群、暴露途径、人体暴露参数等。关键暴露参数包括：呼吸速率（ IR_{air} ）、饮水摄入率（ IR_{water} ）、鱼摄入率（ IR_{fish} ）、蔬菜摄入率（ IR_{veg} ）和土壤摄入率（ IR_{soil} ）等。基于最坏情形，假设人群发生长期暴露，暴露持续时间为 70 年。一般仅开展普通人群暴露估算，采用成人暴露参数。若有证据表明对敏感人群存在危害效应时，也可使用易受影响的儿童、孕妇、老人及对新污染物敏感的人群进行暴露评估，并使用相应的暴露参数。推荐使用《中国人群暴露参数手册》中的暴露参数；
 - e) 暴露监测数据。通过实际监测得到的新污染物的排放浓度、在环境介质中的浓度、人体暴露剂量及监测方法、采样地点等信息。

4.4.3.2 暴露场景构建

根据收集的相关信息构建环境和健康暴露场景。首先识别所有环境排放源并构建排放场景，明确化学物质的环境排放去向和受纳环境介质；在排放场景基础上结合化学物质特性参数和环境参数等构建环境暴露场景；在环境暴露场景基础上，结合人体暴露参数和暴露途径等构建健康暴露场景。

4.4.3.2.1 环境暴露场景

工业源新污染物通过直接排放进入大气或地表水，或经集中式 STP 处理后排放进入环境；通过水中悬浮物的沉降进入沉积物；通过大气的干湿沉降以及污泥农用进入土壤，通过土壤孔隙水的淋溶进入地下水。捕食动物的暴露途径为捕食土壤中的蚯蚓或地表水中的鱼类。

4.4.3.2.2 健康暴露场景

考虑吸入、摄食、皮肤接触等通过环境间接暴露于人体的途径构建健康暴露场景。摄食途径重点考虑摄食鱼类和蔬菜，适用时可考虑更多摄食途径，比如肉类、奶制品、农产品等。

4.4.3.3 环境暴露评估

新污染物排放后，在环境中经迁移、转化和分配后暴露于环境。环境暴露评估主要包括：

- a) 推导关键的环境归趋与分配参数，具体参见《化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）》10.1；
- b) 估算各环境介质的局部预测环境浓度，具体参见《化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）》10.3；
- c) 适用时，开展环境暴露浓度监测数据与估算数据对比，确定用于环境风险评估的暴露浓度。

4.4.3.4 健康暴露评估

人体暴露量以不同途径的总暴露量计，包括吸入、饮水、摄食、皮肤接触等。考虑持续大气沉降和土壤中化学物质去除，土壤评估包括土壤中采用现有浓度和大气沉降5年后浓度评估，并视情考虑大气沉降70年平均浓度评估。污泥农用时结合农用区域与大气沉降区域是否一致采用叠加或单独计算暴露量。具体评估公式见附录D。

4.4.4 风险表征

风险表征包括环境风险表征和健康风险表征。风险表征计算结果出来后，按照附录F要求填写结果一览表。

4.4.4.1 环境风险表征

根据环境评估对象不同，可分为水生环境风险、土壤环境风险、沉积物环境风险、污水处理厂微生物环境风险和捕食动物环境风险。上述各类环境风险应分别表征。开展环境风险表征，应根据预测环境浓度（PEC）和相应的预测无效应浓度（PNEC），采用商值法，对上述不同空间尺度和环境评估对象的环境风险分别进行表征。

按公式（1）计算环境风险表征比率。

$$RCR_{env} = \frac{PEC}{PNEC}$$
 (1)

式中：

- RCR_{env}——环境风险表征比率，无量纲；
- PEC ——预测环境浓度，mg·kg⁻¹；
- PNEC——预测无效应浓度，mg·kg⁻¹。

判别是否存在不合理环境风险：

如果 RCR_{env}≤1，表明未发现化学物质存在不合理环境风险；

如果 RCR_{env}>1，表明化学物质存在不合理环境风险。

经表征有一个暴露场景或一种环境评估对象存在不合理环境风险的，该化学物质环境风险表征结果即为存在不合理环境风险。常见环境风险表征比率（RCR_{env}）见表 5。

表 5 环境风险表征比率

RCR 指标	指标解释
RCR _{water.L}	局部水环境 RCR
RCR _{soil.L}	局部土壤环境 RCR
RCR _{sed.L}	局部沉积物环境 RCR
RCR _{stp}	污水处理厂微生物环境 RCR
RCR _{oral.predator}	以水生动物为食的鸟类/哺乳动物 RCR，或者以陆生动物为食的鸟类/哺乳动物

4.4.4.2 健康风险表征

根据毒理学终点和暴露途径不同，健康风险可分为不同类型。根据毒理学终点不同，分为致癌风险、致突变风险、生殖毒性风险、靶器官毒性风险等；根据暴露途径不同，分为吸入暴露风险、饮水暴露风险、摄食（如鱼、蔬菜等）暴露风险和摄取土壤暴露风险等。

开展健康风险表征，应结合相关健康危害效应的可能作用模式或机制（有阈值或无阈值），根据拟评估新污染物对人体无有害效应的安全阈值或者虚拟安全剂量以及暴露剂量，采用商值法，对上述不同毒理学终点和暴露途径的健康风险分别进行表征，并针对每个毒理学终点表征涵盖其所有暴露途径的总体健康风险。

4.4.4.2.1 有阈值效应的健康风险表征

对于有阈值的健康危害效应，应通过比较拟评估新污染物经环境暴露的人群的暴露剂量与该健康危害效应的安全剂量，表征其健康风险。

按公式（2）计算健康风险表征比率。

$$RCR_{threshold} = \frac{ADD}{TDI} \quad (2)$$

式中：

$RCR_{threshold}$ ——有阈值健康危害效应健康风险表征比率，无量纲；

ADD——化学物质日均暴露剂量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

TDI——化学物质每日可耐受摄入量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

判别是否存在不合理健康风险：

如果 $RCR_{threshold} < 1$ ，表明未发现存在不合理健康风险；

如果 $RCR_{threshold} \geq 1$ ，表明存在不合理健康风险。

4.4.4.2.2 无阈值效应的健康风险表征

对于无阈值的健康危害效应，应通过比较拟评估新污染物经环境暴露的人群的暴露剂量与该健康危害效应的虚拟安全剂量，表征其健康风险。

按公式（3）计算健康风险表征比率。

$$RCR_{nonthreshold} = \frac{ADD}{VSD} \quad (3)$$

式中：

$RCR_{nonthreshold}$ ——无阈值健康危害效应健康风险表征比率，无量纲；

ADD——化学物质日均暴露剂量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

VSD——无阈值化学物质的虚拟安全剂量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

判别是否存在不合理健康风险：

如果 $RCR_{nonthreshold} < 1$ ，表明健康风险控制在可接受风险概率水平，未发现存在不合理健康风险；

如果 $RCR_{nonthreshold} \geq 1$ ，表明健康风险尚未控制到可接受风险概率水平，存在不合理健康风险。

4.4.4.2.3 总体健康风险表征

对于同一靶器官健康危害效应，可能存在多种暴露途径同时作用的情形，此时应对该健康危害效应涉及的总体健康风险进行表征，应按公式（4）以该健康危害效应不同暴露途径的健康风险表征比率之和表示。

$$RCR_T = \sum RCR_i \quad (4)$$

式中：

RCR_T ——指吸入、饮水、摄食（如鱼、蔬菜等）、摄取土壤等多种暴露途径同时作用导致的特定毒理学终点的健康风险表征比率，无量纲；

R_{CR_i} ——指吸入、摄取土壤、饮水、摄食（如鱼、蔬菜等）中某一种途径暴露导致的特定毒理学终点的健康风险表征比率, 无量纲。

4.5 质量控制

4.5.1 现场质量控制措施

参照HJ 164、HJ/T 166、HJ 91.1、HJ 91.2、HJ 25.1、HJ 25.2等要求执行。具体应该包括：防止样品污染、全程序空白样分析、运输空白样分析、现场平行样分析、采样设备清洗空白样分析、采样介质对分析结果影响分析和样品保存方式和时间对分析结果的影响分析等。

4.5.2 实验室内部分析质量控制

参照HJ 164、HJ/T 166、HJ 91.1、HJ 91.2、HJ 25.1、HJ 25.2相关要求进行，具体应包括：空白试验、定量校准控制、精密度控制、准确度控制等。每批次内部质控样品分析应当与实际样品同步进行分析测试。内部质控样品的插入比例和相关指标要求应当优先满足标准分析方法的质量保证与质量控制规定。必要时进行实验室外部质量控制。

4.6 不确定性分析

识别风险评估过程存在的所有影响评估的不确定性来源，可进行敏感性分析。暴露情景假设、数据收集、参数取值等过程中可能存在不确定性，对评估中使用的每项数据是否存在不确定性进行判断和说明，说明降低不确定性的措施。不确定性产生的原因通常包括以下几方面：

- a) 对暴露环境污染物的科学认识不足；
- b) 现有条件下无法或难以获得相关数据，通过替代或缺失数据以及各种外推导致的数据不完整或缺乏代表性；
- c) 污染源排放、暴露途径、暴露浓度、暴露人群及时间-活动模式等关键参数的抽样误差、测量误差、变异性等。可通过模型参数敏感性进行分析。

$$SR = \frac{(X_2 - X_1) / X_1}{(P_2 - P_1) / P_1} \quad (5)$$

式中：

SR——模型参数敏感性比例，无量纲；

P_1 ——模型参数 P 变化前的数值；

P_2 ——模型参数 P 变化后的数值；

X_1 ——按 P_1 计算的暴露量；

X_2 ——按 P_2 计算的暴露量。

结合风险管控目标，为降低风险评估的不确定性，可以进一步研究与收集化学物质有关毒性和暴露数据，持续反复开展风险评估。

4.7 评估结论

根据风险可接受水平，通过综合判断给出风险可接受或不可接受的结论。当健康风险不可接受或不能满足生态环境管理需求时，应分析说明原因，提出管控措施建议。按照附录G编制评估报告。

附 录 A
(资料性)
新污染物识别

新污染物信息表见表A.1，污染识别结果表见表A.2。

表 A.1 新污染物信息表

序号	名称	主要成分 (含 CAS 号)	用量 (吨/年)	性状	贮存方式	贮存地点	备注
1							
2							
3							
.....							

表 A.2 污染识别结果表

序号	企业名称	所属行业	产污环节	新污染物名称	污染途径(包括大气 沉降、地面漫流、垂 直入渗和其他)	备注
1						
2						
3						
.....						

附 录 B
(资料性)
采样点位汇总

采样点位信息一览表见表B. 1。

表 B. 1 采样点位信息一览表

序号	数量	采样区域	点位坐标
土壤		1. 2.	1. 2.
地表水			
地下水			
空气			
底泥			

附 录 C
(资料性)
监测结果

监测结果一览表见表C.1。

表C.1 监测结果一览表

介质	序号	新污染物名称	点位坐标	浓度
大气 (ng/m ³)	1			
	2			
			
水 (含地表水、地下水和废水, ng/L)	1			
	2			
			
土壤 (ng/kg)	1			
	2			
			
底泥 (ng/kg)	1			
	2			
			

附录 D (资料性) 人体健康暴露计算模型

D.1 吸入大气日均暴露剂量

$$ADD_{inh} = \frac{PEC_{air,L} \times IR_{air} \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (1)$$

$$PEC_{air,L} = \max (E_{air,L}, E_{stp,air}) \times C_{std,air} \times \frac{T_{emission}}{365} + C_{vol} + PEC_{air,R} \quad (2)$$

$$E_{air,L} = \sum_n \frac{Q_{chemical} \times F_{emission}}{T_{emission}} \quad (3)$$

$$E_{stp,air} = F_{stp,air} \times E_{water,L} \quad (4)$$

$$F_{stp,air} = \frac{C_{stp,up,air} + \sqrt{Area_{stp}} \times h_{air} \times WIND_{speed}}{E_{water,L} \times \frac{1000}{3600 \times 24}} \quad (5)$$

$$C_{stp,up,air} = C_{stp,water} \times K_{air-water} \quad (6)$$

$$C_{stp,up,air} = C_{stp,water} \times \frac{HENRY}{RT} \quad (7)$$

式中：

ADD_{inh} ——吸入途径新污染物日均暴露剂量， $mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$ ；

$PEC_{air,L}$ ——局部尺度大气新污染物预测环境浓度， $mg \cdot m^{-3}$ ，计算见式 (2)；

IR_{air} ——呼吸速率， $m^3 \cdot h^{-1}$ 。推荐值见附录 E；

ET ——每日暴露时长， $h \cdot d^{-1}$ 。推荐值见附录 E；

EF ——暴露频率， $d \cdot y^{-1}$ 。推荐值见附录 E；

ED ——暴露时间， y 。推荐值见附录 E；

BW ——体重， kg 。推荐值见附录 E；

AT ——总暴露天数， d 。推荐值见附录 E；

$E_{air,L}$ ——局部大气直接排放率， $kg \cdot d^{-1}$ 。计算见式 (3)；

C_{vol} ——表层土壤中化学物质挥发进入空气的贡献量， $mg \cdot m^{-3}$ 。涉及挥发性化学物质可考虑此暴露途径，计算见式 (63)；

$PEC_{air,R}$ ——区域大气预测环境浓度， $mg \cdot m^{-3}$ ，如有实测值的直接用实测值；

$E_{stp,air}$ ——局部大气集中式 STP 间接排放率， $kg \cdot d^{-1}$ 。计算见式 (4)；

$C_{std,air}$ ——排放量为 $1 kg \cdot d^{-1}$ 时大气中的浓度， $mg \cdot m^{-3}$ 。默认为 2.78×10^{-4} ；

$T_{emission}$ ——年排放天数， $d \cdot y^{-1}$ ；

$Q_{chemical}$ ——调查对象涉及的新污染物年生产量或使用量， $kg \cdot y^{-1}$ ；

$F_{emission}$ ——排放系数，无量纲。排放系数参考《化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）》附录 A；

n ——同一新污染物涉及 n 个排放源的排放加和；

$F_{stp,air}$ ——集中式 STP 大气排放系数，无量纲。计算见式 (5)；

$E_{water,L}$ ——局部废水排放率， $kg \cdot d^{-1}$ ；

$Area_{stp}$ ——STP 总面积， m^2 ；

h_{air} ——STP 上方大气高度， m 。默认值为 $10m$ ；

WIN_{speed} ——风速， $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。推荐值为 $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ；

$C_{\text{stp, up, air}}$ ——STP 上方大气中新污染物浓度， $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 。可采用实测值，若没有实测值，则采用式（6）或式（7）计算。

$C_{\text{stp, water}}$ ——STP 的进水新污染物浓度， $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

$K_{\text{air-water}}$ ——大气-水分配系数，无量纲；

HENRY——亨利常数， $\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

R ——气体常数， $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 。推荐值为 $8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ；

T ——环境温度，K；推荐值为 283K。

D.2 吸入土壤颗粒物日均暴露剂量

$$ADD_{\text{inh, soil}} = [C_{\text{soil}} \times PM_{10} \times IR_{\text{air}} \times ET \times ED \times PIAF \times (f_{\text{spo}} \times EFO + f_{\text{spi}} \times EFI) \times 10^{-6}] / (BW \times AT) \quad (8)$$

式中：

$ADD_{\text{inh, soil}}$ ——吸入土壤颗粒物途径新污染物日均暴露量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

C_{soil} ——土壤中化学物质实测环境浓度， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；

PM_{10} ——空气中可吸入悬浮颗粒物含量， $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。推荐值见附录 E；

IR_{air} ——呼吸速率， $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ 。推荐值见附录 E；

$PIAF$ ——吸入土壤颗粒物在体内滞留比例，无量纲。推荐值见附录 E；

f_{spo} ——室外空气中来自土壤的颗粒物所占比列，无量纲。推荐值见附录 E；

f_{spi} ——室内空气中来自土壤的颗粒物所占比列，无量纲。推荐值见附录 E；

EFO ——成人的室外暴露频率， $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$ 。推荐值见附录 E；

EFI ——成人的室内暴露频率， $\text{d} \cdot \text{a}^{-1}$ 。推荐值见附录 E；

EF、ED、BW、AT 含义同式（1）。

D.3 饮用地表水/地下水的日均暴露剂量

$$ADD_{\text{water}} = \frac{C_{\text{water}} \times IR_{\text{water}} \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (9)$$

式中：

ADD_{water} ——饮水途径新污染物日均暴露剂量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

C_{water} ——饮用水中新污染物实测环境浓度， $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ；

IR_{water} ——经口饮水摄入量， $\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值见附录 E；

EF、ED、BW、AT 含义同式（1）。

D.4 摄食途径的日均暴露剂量

D.4.1 摄食鱼类途径的日均暴露剂量

$$ADD_{\text{fish}} = \frac{C_{\text{fish}} \times IR_{\text{fish}} \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (10)$$

$$C_{\text{fish}} = C_{\text{water}} \times BCF_{\text{fish}} \quad (11)$$

$\log K_{OW} < 1$ 时，

$$\log BCF_{\text{fish}} = 0.15 \quad (12)$$

$1 \leq \log K_{OW} \leq 6$ 时，

$$\log BCF_{\text{fish}} = 0.85 \times \log K_{OW} - 0.70 \quad (13)$$

$6 < \log K_{OW} < 10$ 时，

$$\log BCF_{fish} = -0.20 \times (\log K_{OW})^2 + 2.74 \times \log K_{OW} - 4.72 \quad (14)$$

$\log K_{OW} \geq 10$ 时,

$$\log BCF_{fish} = 2.68 \quad (15)$$

式中:

ADD_{fish} ——经口摄食鱼类途径新污染物日均暴露剂量, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$;

C_{fish} ——鱼类新污染物环境浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。计算见式 (11);

IR_{fish} ——鱼类摄入量, $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值见附录 E;

BCF_{fish} ——鱼类生物富集系数, $\text{L} \cdot \text{kg}_{wet}^{-1}$ 。计算见式 (12) 和 (13);

K_{OW} ——污染物辛醇-水分配系数, 无量纲;

C_{water} ——饮用水中化学物质实测环境浓度, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;

EF、ED、BW、AT 含义同式 (1)。

D.4.2 摄食蔬菜途径的日均暴露剂量

$$ADD_{veg} = \frac{C_{soil} \times IR_{veg} \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (16)$$

式中:

ADD_{veg} ——经口摄食蔬菜途径新污染物日均暴露剂量, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$;

C_{soil} ——土壤中新污染物实测环境浓度, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$;

IR_{veg} ——蔬菜摄入量, $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。计算见式 (17)、(18);

EF、ED、BW、AT 含义同式 (1)。

D.4.3 有机污染物蔬菜摄入量

$$IR_{veg-0} = (CR_{leafy} \times HF_{leafy} \times CF_{leafy}^0 + CR_{root} \times HF_{root} \times CF_{root}^0 + CR_{tuber} \times HF_{tuber} \times CF_{tuber}^0) \times 10^{-3} \quad (17)$$

式中:

IR_{veg-0} ——有机污染物的土壤摄入量, $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$;

CR_{leafy} ——叶菜摄入量, $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

CR_{root} ——根菜摄入量, $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

CR_{tuber} ——块茎菜摄入量, $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值为 100;

HF_{leafy} ——摄入自产叶菜比例, 无量纲。

HF_{root} ——摄入自产根菜比例, 无量纲。

HF_{tuber} ——摄入自产块茎菜比例, 无量纲。推荐值为 0.88;

CF_{leafy}^0 ——土壤-绿叶蔬菜浓度分配因子 (有机物), $(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) / (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$ 。计算见式 (19)

CF_{root}^0 ——土壤-根菜植物浓度分配因子 (有机物), $(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) / (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1})$ 。计算见式 (21)

CF_{tuber}^0 ——土壤-块茎菜植物浓度分配因子 (有机物), 无量纲。计算见式 (23);

D.4.4 无机污染物蔬菜摄入量

$$IR_{veg-l} = (CR_{leafy} \times HF_{leafy} \times CF_{leafy}^l + CR_{root} \times HF_{root} \times CF_{root}^l + CR_{tuber} \times HF_{tuber} \times CF_{tuber}^l) \times 10^{-3} \quad (18)$$

式中:

IR_{veg-l} ——无机污染物的土壤摄入量, $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$;

CR_{leafy} ——叶菜摄入量, $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

CR_{root} ——根菜摄入量, $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

CR_{tuber} ——块茎菜摄入率， $g \cdot d^{-1}$ 。推荐值为 100；

HF_{leafy} ——摄入自产叶菜比例，无量纲。

HF_{root} ——摄入自产根菜比例，无量纲。

HF_{tuber} ——摄入自产块茎菜比例，无量纲。推荐值为 0.88；

CF_{leafy}^I ——土壤-绿叶蔬菜浓度分配因子（无机物）， $(mg \cdot g^{-1}) / (mg \cdot g^{-1})$ 。

CF_{root}^I ——土壤-根菜植物浓度分配因子（无机物）， $(mg \cdot g^{-1}) / (mg \cdot g^{-1})$ ；

CF_{tuber}^I ——土壤-块茎植物浓度分配因子（无机物），无量纲。

D.4.5 有机污染物在土壤-植物间的浓度分配

$$CF_{leafy}^O = 0.784 \times 10^{[-0.434 \times (\log K_{OW} - 1.78)^2 / 2.44]} \times (0.82 + 0.009 K_{OW}^{0.95}) \times K_{Ryan} \quad (19)$$

$$K_{Ryan} = \frac{\rho_b}{\theta_{ws} + \rho_b K_{OCfoc}} \quad (20)$$

$$CF_{root}^O = \frac{(Q_r / K_d)}{Q_r / K_{rw} + (k_g + k_m) \rho_p V_{root}} \quad (21)$$

$$K_{rw} = \frac{W}{\rho_p} + \frac{L}{\rho_p} a (K_{OW})^b \quad (22)$$

$$CF_{tuber}^O = \frac{k_1}{k_1 + (k_g / 24)} \quad (23)$$

$$k_1 = \frac{k_2 \times K_{pw}}{K_{sw}} \quad (24)$$

$$k_2 = \frac{82800 \times W^{7/3} \times D_w}{R^2 \times K_{pw} \times \rho_p} \quad (25)$$

$$K_{pw} = \frac{W}{\rho_p} + \left(f_{ch} \times K_{ch} \right) + \frac{L}{\rho_p} a \times (K_{OW})^b \quad (26)$$

$$K_{sw} = \frac{\theta_{ws} + \rho_b \times K_{OC} \times f_{OC} + H \times \theta_{as}}{\rho_b} \quad (27)$$

式中：

K_{ow} ——污染物辛醇-水分配系数，无量纲；

K_{Ryan} ——土壤-叶菜浓度分配因子， $g \cdot cm^{-3}$ 。计算见式（18）；

ρ_b ——土壤干容重， $g \cdot cm^{-3}$ ；

θ_{ws} ——包气带中的孔隙水体积比，无量纲；

K_{oc} ——有机碳-水分配系数， cm^{-3}/g ；

f_{oc} ——土壤有机碳含量， g/g ；

Q_r ——蒸汽流速， $cm^3 \cdot d^{-1}$ 。默认值为 1.0；

K_d ——土壤-水分配系数， cm^3/g ；

K_{rw} ——植物根系-水分配系数， $cm^3 \cdot g$ 。计算见式（20）；

K_g ——一阶生长速率常数， d^{-1} 。默认值为 0.1；

K_m ——一阶代谢速率常数， d^{-1} 。默认值为 0；

ρ_p ——植物根密度， $g \cdot cm^{-3}$ 。默认值为 1；

V_{root} ——根容积， cm^3 。默认值为 1.0；

W ——根部含水量， $g \cdot g^{-1}$ 。根菜默认值为 0.89，块茎菜 0.79；

L ——根部油脂含量， $g \cdot g^{-1}$ 。根菜默认值为 0.025，块茎菜 0.001；

α ——水和辛醇之间的密度校正因子，无量纲。默认值为 1.2；

b——根部校正系数，无量纲，默认值为 0.77。

R——块茎菜半径，m。默认值为 0.04；

k_1 ——块茎菜内部化学通量率， h^{-1} 。计算见式 (24)；

k_2 ——块茎菜外部化学通量率， h^{-1} 。计算见式 (25)；

K_{sw} ——土壤渗滤液分配因子， $cm^3 \cdot g^{-1}$ ；

f_{ch} ——块茎菜中碳水化合物比例，默认值为 0.209；

K_{ch} ——碳水化合物水分分配系数， $cm^3 \cdot g^{-1}$ 。当 $\log K_{ow} < 0$ 时，取 $K_{ch}=0.1$ ；当 $0 \leq \log K_{ow} < 1$ 时，取 $K_{ch}=0.2$ ；当 $1 \leq \log K_{ow} < 2$ 时，取 $K_{ch}=0.5$ ；当 $2 \leq \log K_{ow} < 3$ 时，取 $K_{ch}=1$ ；当 $3 \leq \log K_{ow} < 4$ 时，取 $K_{ch}=2$ ；当 $\log K_{ow} \geq 4$ 时，取 $K_{ch}=3$ ；

D_w ——化学物质水中的扩散系数， $m^2 \cdot s^{-1}$ ；

K_{pw} ——块茎菜和水之间平衡分配系数， $cm^3 \cdot g^{-1}$ 。计算见式 (26)；

θ_{as} ——包气带孔隙空气体积比，无量纲。可采用实测值；

H——亨利常数。

D.4.6 无机污染物在土壤-植物间的浓度分配

$$CF = CR \times f_{int} \quad (28)$$

$$CR = \frac{\delta}{\theta_{ws} + \rho_b K_d} \quad (29)$$

式中：

CF——土壤-植物浓度分配因子， $(mg \cdot g^{-1}) / (mg \cdot g^{-1})$ ；

CR——土壤-根系浓度分配因子， $(mg \cdot g^{-1}) / (mg \cdot g^{-1})$ ；

F_{int} ——根系中污染物迁移至可食用部位（叶子或根部）的校正因子，取值为 0~1，迁移至叶子推荐值为 0.4，迁移至根部推荐值为 0.7，迁移至其他部位推荐值为 0.5；

δ ——土壤-植物校正因子，无量纲。吸收潜力较低的元素（如镧系和锕系）取值为 0.5，重金属取值为 5，吸收潜力较高的元素（如硒）取值为 50；

θ_{ws} 、 ρ_b 、 K_d 含义同式 (20)、(21)。

D.5 经口摄入土壤的日均暴露剂量

$$ADD_{soil} = \frac{C_{soil} \times IR_{soil} \times 10^{-6} \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (30)$$

式中： ADD_{soil} ——经口摄食途径新污染物日均暴露剂量， $mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$ ；

C_{soil} ——土壤中新污染物实测环境浓度， $mg \cdot kg^{-1}$ ；

IR_{soil} ——土壤/尘摄入率， $mg \cdot d^{-1}$ 。推荐值见附录 E；

EF、ED、BW、AT 含义同式 (1)。

D.6 皮肤接触土壤的日均暴露剂量

$$ADD_{skin,soil} = \frac{C_{soil} \times SA \times AF_s \times E_v \times ABS \times EF \times ED}{BW \times AT} \times 10^{-6} \quad (31)$$

式中：

$ADD_{inh,soil}$ ——皮肤接触土壤途径新污染物日均暴露剂量， $mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$ ；

C_{soil} ——土壤中新污染物实测环境浓度， $mg \cdot kg^{-1}$ ；

SA——皮肤表面积， cm^2 。推荐值见附录 E；

AF_s ——土壤-皮肤黏附系数， $mg \cdot cm^{-2}$ 。推荐值见附录 E；

E_v ——每日皮肤接触事件频率， d^{-1} 。推荐值为 1；

ABS——皮肤吸收系数， $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

EF、ED、BW、AT 含义同式（1）。

D.7 皮肤接触地表水/地下水的日均暴露剂量

$$ADD_{\text{skin, water}} = \frac{C_{\text{water}} \times SA \times PC \times EF \times ED \times ET_{\text{skin}}}{BW \times AT} \times 10^{-3} \quad (32)$$

$$\log PC = -2.80 + 0.66 \times \log K_{ow} - 0.0056 \times MW \quad (33)$$

式中：

$ADD_{\text{skin, water}}$ ——皮肤接触地表水/地下水的新污染物日均暴露剂量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

C_{water} ——地表水/地下水中新污染物实测环境浓度， $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ；

SA——皮肤表面积， cm^2 ，推荐值见附录 E；

PC——皮肤渗透系数， $\text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

ET_{skin} ——每日暴露时长， $\text{h} \cdot \text{d}^{-1}$ 。取值为 0.5；

K_{ow} ——新污染物辛醇-水分配系数，无量纲；

MW——新污染物的分子量。

EF、ED、BW、AT 含义同式（1）。

D.8 总暴露量

$$ADD_T = \sum ADD_n \quad (34)$$

式中：

ADD_T ——各个暴露途径日均总暴露剂量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

ADD_n ——第 n 种暴露途径的新污染物日均暴露剂量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

D.9 五年后土壤中新污染物的浓度

$$C_{\text{soil, L}} = \frac{D_{\text{air}}}{k_{\text{soil}}} (1 - e^{-5 \cdot 365 \cdot k_{\text{soil}}}) + C_{\text{soil}} \cdot e^{-5 \cdot 365 \cdot k_{\text{soil}}} \quad (35)$$

式中：

$C_{\text{soil, L}}$ ——大气沉降持续五年后土壤中新污染物环境浓度， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；

D_{air} ——每千克土壤中新污染物大气日沉降通量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。计算见式（36）；

k_{soil} ——土壤中新污染物去除的总一级反应速率常数， d^{-1} 。计算见式（40）；

C_{soil} ——土壤中新污染物浓度， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；

$$D_{\text{air}} = \frac{DEP_{\text{total, ann}}}{DEPTH_{\text{soil}} \times \rho_{\text{soil}}} \quad (36)$$

$$DEP_{\text{total, ann}} = DEP_{\text{total}} \times \frac{T_{\text{emission}}}{365} \quad (37)$$

$$DEP_{\text{total}} = (E_{\text{air, L}} + E_{\text{stp, air}}) \times [F_{\text{ass, aer}} \times DEP_{\text{std, aer}} + (1 - F_{\text{ass, aer}}) \times DEP_{\text{std, gas}}] \quad (38)$$

$$\rho_{\text{soil}} = F_{\text{solid}} \rho_{\text{solid}} + F_{\text{water}} \rho_{\text{water}} + F_{\text{air}} \rho_{\text{air}} \quad (39)$$

式中：

$DEP_{\text{total, ann}}$ ——大气中新污染物年均沉降通量， $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ 。计算见式（37）；

$DEPTH_{\text{soil}}$ ——土壤混合层深度，m。推荐值为 0.2m；

ρ_{soil} ——土壤密度， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。计算见式（38），计算值为 $1700.26 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

DEP_{total} ——大气总沉降通量， $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ；

T_{emission} ——年排放天数， $\text{d} \cdot \text{y}^{-1}$ ；

$F_{\text{solid, comp}}$ ——土壤中固体的体积分数， $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。推荐值为 $0.6 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ；

ρ_{solid} ——固体的密度， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。推荐值为 $2500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

$F_{water,soil}$ ——土壤中水的体积分数， $m^3 \cdot m^{-3}$ 。推荐值为 $0.2 m^3 \cdot m^{-3}$ ；
 ρ_{water} ——水的密度， $kg^3 \cdot m^{-3}$ 。推荐值为 $1000 kg \cdot m^{-3}$ ；
 $F_{air,soil}$ ——土壤中空气的体积分数， $m^3 \cdot m^{-3}$ 。推荐值为 $0.2 m^3 \cdot m^{-3}$ ；
 ρ_{air} ——固体的密度， $kg^3 \cdot m^{-3}$ 。推荐值为 $1.3 kg \cdot m^{-3}$ 。
 $E_{air,L}$ ——局部大气直接排放率， $kg \cdot d^{-1}$ 。计算见式（3）；
 $E_{stp,air}$ ——局部大气集中式 STP 间接排放率， $kg \cdot d^{-1}$ 。计算见式（4）；
 $F_{ass,aer}$ ——物质与气溶胶结合的比率，无量纲。计算见《化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）》附录 C；
 $DEP_{stp,gas}$ ——排放量为 $1 kg \cdot d^{-1}$ 时气溶胶结合化学物质标准沉降通量， $mg \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ 。默认值为 0.01；
 $DEP_{std,gas}$ ——气态化学物质沉降通量， $mg \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$ 。默认化学物质 $lgHENRY \leq -2$ 时为 5×10^{-4} ， $-2 < lgHENRY \leq -1$ 时为 4×10^{-4} ， $lgHENRY > 1$ 时为 3×10^{-4} 。

$$k_{soil} = k_{volet} + k_{leach} + k_{bio,soil} \tag{40}$$

$$k_{volet} = \frac{1}{(\frac{K_{soil-water}}{kasl_{air} \cdot K_{air-water}} + \frac{1}{kasl_{soil}}) \cdot DEPTH_{soil}} \times Corr_{wolat.s} \tag{41}$$

$$k_{leach} = \frac{Finf_{soil} \times RAINrate}{K_{soil-water} \times DEPTH_{soil} \times 365 \times 1000} \tag{42}$$

式中：
 k_{volet} ——土壤中新污染物挥发的准一级反应速率常数， d^{-1} 。计算见式（41）；
 k_{leach} ——表层土壤中新污染物淋溶的准一级反应速率常数， d^{-1} 。计算见式（42）；
 $K_{bio,soil}$ ——土壤中新污染物生物降解的准一级反应速率常数， d^{-1} 。取值见表 D.1；
 $Corr_{wolat,s}$ ——土壤挥发速率常数深度校正因子，无量纲。计算参考《化学物质环境与健康暴露评估

技术导则（试行）》公式（E-16），计算值为 $\frac{2}{1-e^2}$ ；

$K_{soil-water}$ ——土壤-水分配系数， $m^3 \cdot m^{-3}$ ；
 $K_{air-water}$ ——气-水分配系数， $m^3 \cdot m^{-3}$ ；
 $kasl_{air}$ ——大气-土壤界面气相传质系数， $m \cdot d^{-1}$ 。取值为 90.5；
 $kasl_{soil}$ ——大气-土壤界面土壤传质系数， $m \cdot d^{-1}$ 。取值为 0.1 $k_{bio,soil}$ ；
 $DEPTH_{soil}$ ——土壤混合层深度，m。推荐值为 0.2；
 $Finf_{soil}$ ——渗透进入土壤的雨水比例，无量纲。默认值为 0.25；
 $RAIN_{rate}$ ——降水速率， $mm \cdot y^{-1}$ 。推荐值为 674。

表 D.1 化学物质在土壤中的生物降解半衰期外推方法

测试结果	DT50 (d)			
	Kpsoil≤100	100<Kpsoil≤1000	1000<Kpsoil≤10000	Kpsoil>10000
快速生物降解	30	300	3000	30000
快速生物降解试验 28 d 通过，但未通过 10 d 观察期	90	900	9000	90000
28 d 快速生物降解率≥20%，或固有生物降解率≥70%	300	3000	30000	300000
不降解	1000000			

D.10 污泥施用五年后土壤中化学物质的浓度

$$C_{sludge, soil5} = C_{sludge, soil1} (1 + \sum_{n=1}^4 Face) \quad (43)$$

$$C_{sludge, soil1} = \frac{C_{sludge} \times APPL_{sludge}}{DEPTH_{soil} \times \rho_{soil}} \quad (44)$$

$$Face = e^{-365 \cdot k_{soil}} \quad (45)$$

式中:

$C_{sludge, soil5}$ ——污泥施用持续 5 年后土壤中化学物质环境浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;

$C_{sludge, soil1}$ ——污泥施用持续 1 年后土壤中化学物质环境浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。计算见式 (44);

Face——1 年年末化学物质在土壤中累积的比例, 无量纲。计算见式 (45);

k_{soil} ——土壤中化学物质去除的总一级反应速率常数, d^{-1} 。计算见式 (40);

C_{sludge} ——污泥中化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。按照实测值计算;

C_{soil} ——土壤中化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;

$APPL_{sludge}$ ——污泥的年施用率, $\text{mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$ 。推荐值为 0.75;

$DEPTH_{soil}$ ——土壤的混合层深度, m。推荐值为 0.2;

ρ_{soil} ——土壤密度 (以湿重计), $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。计算见式 (39)。

D.11 摄食水果途径的日均暴露剂量

$$ADD_{fruit} = \frac{C_{soil} \times IR_{fruit} \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad (46)$$

式中:

ADD_{fruit} ——经口摄食水果 (果树上) 途径化学物质日均暴露剂量, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

C_{soil} ——土壤中化学物质实测环境浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;

IR_{fruit} ——通过水果摄入土壤化学物质比率, $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。计算见式 (47);

EF、ED、BW、AT 含义同 (1)。

$$IR_{fruit} = (CR_{fruit} \times HF_{fruit} \times CF_{fruit}) \times 10^{-3} \quad (47)$$

$$CF_{Fruit} = \frac{Q_{fruit} \times DM_{fruit} \times C_{stem}}{C_{soil} \times K_{wood}} \quad (48)$$

$$\log K_{wood} = -0.27 + 0.632 \log K_{ow} \quad (49)$$

$$C_{xy} = 0.756 \times C_{soil} \times e^{\frac{-(\log K_{ow} - 2.5)^2}{2.58}} / K_{sw} \quad (50)$$

$$C_{stem} = \frac{C_{xy} \times \frac{Q}{M}}{\frac{Q}{K_{wood} \times M} + k_e + k_g} \quad (51)$$

式中:

CF_{fruit} ——土壤-树上水果植物浓度因子, $(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{植物鲜重}) \cdot (\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{土壤干重})^{-1}$;

CR_{fruit} ——水果摄入量, $\text{g} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值为 45;

HF_{fruit} ——摄入自产水果比例, 无量纲。推荐值为 0.25;

Q_{fruit} ——单位质量水果的水流量, $\text{cm}^3 \cdot (\text{g fw})^{-1}$ 。推荐值为 20;

DM_{fruit} ——水果干重比, $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ 。推荐值为 0.16;

K_{wood} ——木-水分配系数, $(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{木材干重}) \cdot (\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3} \text{水})^{-1}$ 。计算见式 (49);

C_{soil} ——土壤中污染物浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;

K_{ow} ——辛醇-水分配系数;

C_{xy} ——木质部汁液化学浓度, $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。计算见式 (50);

C_{stem} ——木质茎化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。计算见式 (51);

K_{sw} ——土壤渗滤液分配因子, $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$;

Q ——蒸腾流速, $\text{cm}^3 \cdot \text{y}^{-1}$ 。推荐值为 25000000;

M ——木质茎的质量, g dw 。推荐值为 50000;

k_e ——化学代谢率, y^{-1} 。推荐值为 0;

k_g ——树木生长稀释率, y^{-1} 。推荐值为 0.01。

D.12 摄食肉类和奶制品途径的日均暴露剂量

$$ADD_{meat} = C_{meat} \times IR_{meat} \times \frac{EF \times ED}{BW \times AT} \quad (52)$$

$$ADD_{milk} = C_{milk} \times IR_{milk} \times \frac{EF \times ED}{BW \times AT} \quad (53)$$

$$C_{meat} = BTF_{meat} \sum (C_i \cdot I_{c, i}) \quad (54)$$

$$C_{milk} = BTF_{milk} \sum (C_i \cdot I_{c, i}) \quad (55)$$

$$\sum (C_i \cdot I_{c, i}) = C_{grass} \times CTL_{grass} \times CONWD_{grass} + C_{soil} \times CTL_{soil} \times CONV_{soil} + C_{air} \times CTL_{inh} + C_{water} \times CTL_{drink} \quad (56)$$

$$C_{grass} = BCF_{grass} \times C_{soil} \quad (57)$$

$$\log BCF_{grass} = 1.588 - 0.578 \times \log K_{ow} \quad (58)$$

$$BTF_{meat} = 10^{-7.6 + \log K_{ow}} \quad (59)$$

$$BTF_{milk} = 10^{-8.1 + \log K_{ow}} \quad (60)$$

式中:

ADD_{meat} ——经口摄入肉类化学物质日均暴露量, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。计算见式 (52);

ADD_{milk} ——经口摄入奶制品类途径化学物质日均暴露量, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$;

C_{meat} ——肉类中化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。计算见式 (54);

C_{milk} ——奶制品中化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。计算见式 (55);

IR_{meat} ——肉类摄入量, $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值为 0.0092;

IR_{milk} ——奶制品摄入量, $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值为 0.0265;

C_i ——介质中的化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;

$I_{c, i}$ ——肉类动物对介质的日摄入量, $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$;

C_{grass} ——牧草中化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。计算见 15, 如家畜 (牛) 只食用茎干类饲料, 计算见式 (57);

BCF_{grass} ——植物地上茎干富集系数, $(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}) / (\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1})$ 。计算见式 (58);

CTL_{grass} ——牧草摄入量 (干重), $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。默认值为 8;

$CONWD_{grass}$ ——换算系数 (牧草干重-湿重)。默认值为 4;

C_{soil} ——土壤中化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。推荐采用实测值;

CTL_{soil} ——土壤摄入量 (干重), $\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐为 0.3;

$CONV_{soil}$ ——换算系数 (土壤干重-湿重)。推荐为 1;

C_{air} ——大气中化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。计算见式 (2);

CTL_{inh} ——大气吸入量, $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 。默认值为 122;

C_{water} ——饮水中的化学物质浓度, $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。推荐采用实测值;

CTL_{drink} ——饮用水摄入量, $\text{L} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值为 4;

BTF_{meat} ——肉类中化学物质转移系数, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot (\text{mg} \cdot \text{d}^{-1})^{-1}$ 。计算见式 (59), 适用于化学物质 $1.5 < \log K_{ow}$

<6.5, 当 $\log K_{ow} \leq 1.5$ 时, 取 $\log K_{ow} = 1.5$, 当 $\log K_{ow} \geq 6.5$ 时, 取 $\log K_{ow} = 6.5$;

BTF_{milk}——奶制品中化学物质转移系数, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot (\text{mg} \cdot \text{d}^{-1})^{-1}$ 。计算见式 (60), 适用于化学物质 $3 < \log K_{ow} < 6.5$, 当 $\log K_{ow} \leq 3$ 时, 取 $\log K_{ow} = 3$, 当 $\log K_{ow} \geq 6.5$ 时, 取 $\log K_{ow} = 6.5$;

EF、ED、BW、AT 同式 (1)。

D.13 大气中来自土壤挥发性有机物暴露贡献量

$$C_{vol1} = \frac{\rho_b \times C_{soil}}{DF_{air}} \times \sqrt{\frac{4 \times D_s^{eff} \times H}{\pi \times \tau \times 31536000 \times K_{sw} \times \rho_b}} \times 10^3 \quad (61)$$

$$C_{vol2} = \frac{d \times \rho_b \times C_{soil}}{DF_{air} \times \tau \times 31536000} \times 10^3 \quad (62)$$

$$C_{vol} = \text{MIN} (C_{vol1}, C_{vol2}) \quad (63)$$

$$DF_{air} = \frac{U_{air} \times W_{air} \times \delta_{air}}{A_{air}} \quad (64)$$

$$D_s^{eff} = D_a \times \frac{\theta_{as}^{3.33}}{\theta^2} + D_w \times \frac{\theta_{ws}^{3.33}}{H \times \theta^2} \quad (65)$$

$$\theta = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \quad (66)$$

$$\theta_{as} = \theta - \theta_{ws} \quad (67)$$

$$\theta_{ws} = \frac{\rho_b \times \rho_{ws}}{\rho_w} \quad (68)$$

式中:

C_{vol1} ——表层土壤中化学物质挥发进入空气的贡献量 (算法一), $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$;

C_{vol2} ——表层土壤中化学物质挥发进入空气的贡献量 (算法二), $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$;

C_{vol} ——表层土壤中化学物质挥发进入空气的贡献量 (算法一和算法二中的较小值), $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$;

C_{soil} ——土壤中化学物质实测环境浓度, $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$;

τ ——气态化学物质挥发持续时间, y。推荐值为 70;

d ——表层土壤层厚度, cm。推荐值为 50;

K_{sw} ——土壤渗滤液分配因子, $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ 。计算见式 (27);

31536000——时间单位转换系数, $31536000 \text{ s} \cdot \text{y}^{-1}$ 。

DF_{air} ——空气中气态化学物质扩散因子, $(\text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}) \cdot (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})^{-1}$, 计算见 (64);

U_{air} ——混合区大气流速风速, $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ 。推荐值为 200;

A_{air} ——混合区面积, cm^2 。推荐值为 100000000;

W_{air} ——混合区宽度, cm。推荐值为 10000;

δ_{air} ——混合区高度, cm。推荐值为 1000;

D_s^{eff} ——土壤中气态化学物质的有效扩散系数, $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, 计算见式 (65);

D_a ——空气中扩散系数, $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$;

D_w ——水中扩散系数, $\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$;

H ——无量纲亨利常数, $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$;

θ ——非饱和土层土壤中总孔隙体积比, 无量纲。计算见式 (66);

θ_{as} ——非饱和土层土壤中孔隙水体积比, 无量纲。计算见式 (67);

θ_{ws} ——非饱和土层土壤中孔隙空气体积比, 无量纲。计算见式 (68);

ρ_b ——土壤容重, $\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。建议采用实测值;

ρ_s ——土壤颗粒密度, $\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。建议采用实测值;

ρ_{ws} ——土壤含水率, $\text{kg 水} \cdot \text{kg}^{-1}$ 土壤。建议采用实测值;

ρ_w ——水的密度， $1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。

D.14 大气沉降持续 70 年土壤中化学物质的平均浓度

$$C_{\text{soil},T} = \frac{D_{\text{air}}}{k_{\text{soil}}} + \frac{1}{k_{\text{soil}} \times 70 \times 365} (C_{\text{soil}} - \frac{D_{\text{air}}}{k_{\text{soil}}}) (1 - e^{-70 \times 365 \times k_{\text{soil}}}) \quad (69)$$

式中：

$C_{\text{soil},T}$ ——大气沉降持续 70 年土壤中化学物质平均环境浓度， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；

D_{air} ——每千克土壤中化学物质大气日沉降通量， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 。计算见式 (36)；

k_{soil} ——土壤中化学物质去除的总一级反应速率常数， d^{-1} 。计算见式 (40)；

C_{soil} ——土壤中化学物质实测环境浓度， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

D.15 牧草中化学物质含量

$$C_{\text{grass}} = \frac{BETA_{\text{grass}}}{ALPHA} \times \frac{1}{RHO_{\text{plant}}} \times 10^6 \quad (70)$$

$$BETA_{\text{grass}} = C_{\text{grassland, porew}} \times TSCF \times \frac{Q_{\text{transp}}}{V_{\text{leaf}}} + (1 - F_{\text{ass aer}}) \times C_{\text{air}} \times g_{\text{plant}} \times AREA_{\text{plant}} / V_{\text{leaf}} \quad (71)$$

$$ALPHA = \frac{AREA_{\text{plant}} \times g_{\text{plant}}}{K_{\text{leaf-air}} \times V_{\text{leaf}}} + k_{\text{elim plant}} + k_{\text{growth plant}} \quad (72)$$

$$TSCF = 0.784 \times e^{\frac{-(\log K_{OW} - 1.78)^2}{2.44}} \quad (73)$$

$$K_{\text{leaf-air}} = F_{\text{air plant}} + \frac{K_{\text{plant-water}}}{K_{\text{air-water}}} \quad (74)$$

$$K_{\text{plant-water}} = F_{\text{water plant}} + \text{Flipid}_{\text{plant}} \times K_{OW}^B \quad (75)$$

式中：

C_{grass} ——牧草中化学物质的浓度（湿重）， $\text{mg} \cdot \text{kg}_{\text{wwt}}^{-1}$ ；

$BETA_{\text{grass}}$ ——牧草中微分方程的源项， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ 。计算见式 (71)；

$ALPHA$ ——微分方程的汇项， d^{-1} 。计算见式 (72)；

RHO_{plant} ——牧草中植物组织的密度（湿重）， $\text{kg}_{\text{wwt}} \cdot \text{m}^{-3}$ 。推荐值为 700；

$C_{\text{grassland, porew}}$ ——牧草地中化学物质在孔隙水中的浓度， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。可根据牧草地土壤中化学物质浓度换算，计算见式 (76)；

$TSCF$ ——蒸腾浓缩因子，无量纲。计算见式 (73)；

Q_{transp} ——蒸腾流量， $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值为 0.001；

V_{leaf} ——枝条体积， m^3 。推荐值为 0.002；

$AREA_{\text{plant}}$ ——叶面面积， m^2 。推荐值为 5；

g_{plant} ——传导率， $\text{m} \cdot \text{d}^{-1}$ 。推荐值为 86.4；

$K_{\text{leaf-air}}$ ——叶子和空气之间的分配系数， $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。计算见式 (74)；

$k_{\text{elim plant}}$ ——化学物质在植物中的清除速率常数， d^{-1} 。推荐值为 0；

$k_{\text{growth plant}}$ ——化学物质在植物生长中的稀释速率常数， d^{-1} 。推荐值为 0.035；

K_{OW} ——化学物质的辛醇—水分配系数，无量纲；

$F_{\text{air plant}}$ ——空气在植物组织中体积分数， $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。推荐值为 0.3；

$K_{\text{plant-water}}$ ——植物组织和水之间分配系数， $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。计算见式 (75)；

$K_{\text{air-water}}$ ——空气和水分配系数， $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ；

$F_{\text{ass aer}}$ ——通过气溶胶吸附的化学物质分数，无量纲；

C_{air} ——空气中化学物质浓度， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ；

$F_{\text{water plant}}$ ——植物组织中水体积分数， $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。推荐值为 0.65；

Flipid_{plant}——植物组织中脂质体积分数， $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。推荐值为 0.01；
B——植物脂质和辛醇之间的差别修正系数，无量纲。推荐值为 0.95。

$$PEC_{porew.L} = \frac{PEC_{soil} \times \rho_{soil}}{k_{soil-water} \times 1000} \tag{76}$$

式中：

PEC_{porew, L}——土壤孔隙水局部预测环境浓度， $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ；
PEC_{soil}——土壤中化学物质环境浓度（以湿重计）， $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ；
 ρ_{soil} ——土壤密度（以湿重计）， $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。计算见《化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）》

附录C；
 $k_{soil-water}$ ——土壤-水分配系数， $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 。计算见《化学物质环境与健康暴露评估技术导则（试行）》附录C。

附录 E
(资料性)
暴露参数推荐值

表E. 1给出了使用人体健康暴露计算模型进行暴露剂量计算时所需的各类暴露参数的推荐取值。

表 E. 1 暴露参数推荐值一览表

参数	符号	单位	数值
呼吸速率	IR_{air}	$m^3 \cdot d^{-1}$	0.65
鱼摄入率	IR_{fish}	$kg \cdot d^{-1}$	0.03
饮水摄入率	IR_{water}	$L \cdot d^{-1}$	1.85
土壤摄入量	IR_{soil}	$mg \cdot d^{-1}$	50
每日暴露时长	ET	$h \cdot d^{-1}$	24
暴露频率	EF	$d \cdot y^{-1}$	365
暴露持续时间	ED	y	30
体重	BW	kg	60.6
平均暴露时间	AT	d	25550
皮肤表面积	SA	m^2	1.6
空气中可吸入悬浮颗粒物含量	PM_{10}	$mg \cdot m^{-3}$	上一年当地平均值
吸入土壤颗粒物在体内滞留比例	$PIAF$	无量纲	0.75
室外空气中来自土壤的颗粒物所占比列	$fspo$	无量纲	0.5
室内空气中来自土壤的颗粒物所占比列	$fspi$	无量纲	0.8
室外暴露频率	EFO	$d \cdot y^{-1}$	87.5
室内暴露频率	EFI	$d \cdot y^{-1}$	262.5
固相密度	ρ_{solid}	$kg \cdot m^{-3}$	2500
水相密度	ρ_{water}	$kg \cdot m^{-3}$	1000
大气密度	ρ_{air}	$kg \cdot m^{-3}$	1.3
环境温度	T_{env}	℃	10
悬浮物中固体的体积分数	$Fsolid_{susp}$	$m^3 \cdot m^{-3}$	0.1
悬浮物中水的体积分数	$Fwater_{susp}$	$m^3 \cdot m^{-3}$	0.9
悬浮固体中有机碳质量分数	Foc_{susp}	$kg \cdot kg^{-1}$	0.1
沉积物中固体的体积分数	$Fsolid_{sed}$	$m^3 \cdot m^{-3}$	0.2
沉积物中水的体积分数	$Fwater_{sed}$	$m^3 \cdot m^{-3}$	0.8

参数	符号	单位	数值
沉积物固体中有机碳质量分数	Foc_{sed}	$kg \cdot kg^{-1}$	0.05
土壤中固体的体积分数	$Fsolid_{soil}$	$m^3 \cdot m^{-3}$	0.6
土壤中水的体积分数	$Fwater_{soil}$	$m^3 \cdot m^{-3}$	0.2
土壤中气体的体积分数	$Fair_{soil}$	$m^3 \cdot m^{-3}$	0.2
土壤固体中有机碳质量分数	Foc_{soil}	$kg \cdot kg^{-1}$	0.02

附 录 F
(资料性)
风险表征结果汇总

风险表征结果一览表见表F. 1。

表 F. 1 风险表征结果一览表

序号	新污染物名称	CAS 号	有阈值效应的健康风险 表征	无阈值效应的健康风险 表征
1				
2				
3				
4				
.....				

附 录 G
(资料性)

工业园区新污染物调查评估报告编制大纲

工业园区新污染物调查评估报告编制包括但不限于以下内容。

- 1 前言
- 2 概述
 - 2.1 调查目的和原则
 - 2.2 调查范围
 - 2.3 调查依据
 - 2.4 调查方法
- 3 区域概况
 - 3.1 区域环境概况
 - 3.2 敏感目标
 - 3.3 区域的现状和历史
 - 3.4 相邻区域的使用现状和历史
 - 3.5 污染物排放情况
 - 3.6 前期工作总结
- 4 污染识别
 - 4.1 资料收集与分析
 - 4.2 现场踏勘
 - 4.3 人员访谈
 - 4.4 污染识别结论
- 5 布点采样及实验室分析
 - 5.1 布点采样方案
 - 5.2 分析检测方法
 - 5.3 现场采样
 - 5.4 实验室分析
 - 5.5 质量保证与质量控制
- 6 结果与评价
 - 6.1 监测结果
 - 6.2 结果分析与评价
- 7 健康风险评估
 - 7.1 危害评估
 - 7.2 暴露评估
 - 7.3 风险表征
 - 7.4 不确定性分析

- 8 评估结论
 - 8.1 评估结论
 - 8.2 对策建议
- 附表 1 新污染物信息表
- 附表 2 污染识别结果表
- 附表 3 采样点位信息一览表
- 附表 4 监测结果一览表
- 附表 5 风险表征一览表
- 附表 6 质控数据一览表