

ICS 10.020.30

Z04

DB33

浙江省地方标准

DB 33/T—XXXX

污染场地风险评估技术导则

Guideline for risk assessment of contaminated sites

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

浙江省市场监督管理局 发布

目 录

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 工作程序.....	2
5 危害识别.....	4
6 暴露评估.....	4
7 毒性评估.....	12
8 风险表征.....	13
9 确定风险控制值.....	16
10 标准的实施与监督.....	20
附录 A（规范性附录） 部分关注污染物的土壤风险评估筛选值.....	21
附录 B（规范性附录） 暴露评估计算部分参数取值.....	24
附录 C（规范性附录） 部分污染物的毒性参数.....	26
附录 D（规范性附录） 部分过程参数的计算.....	36
附录 E（规范性附录） 部分污染物的理化参数.....	43
附录 F（资料性附录） 浙江省土壤地球化学背景.....	49

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》,保护生态环境,保障人体健康,规范浙江省的建设用地污染场地风险评估,制定本标准。

本标准首次发布于2013年,本次为首次修订,主要修订内容:

1. 修订了术语和定义;
2. 修订了危害识别、暴露评估和风险表征的计算要求;
3. 修订了风险控制值的计算要求;
4. 修订了“附录A 部分关注污染物的土壤风险评估筛选值”;
5. 调整了“附录B、C、D和E”;
6. 增加了“附录F”。

本标准由浙江省环境保护厅提出并归口。

本标准主要起草单位:浙江省环境保护科学设计研究院、生态环境部南京环境科学研究所、浙江省地质调查院。

标准主要起草人:钟重、龙涛、黄春雷、张弛、陈樯、解怀生、李斐、王磊、褚先尧、吴超、冯一舰、陆婷、贺艳妮。

污染场地风险评估技术导则

1 范围

本标准规定了建设用地污染场地人体健康风险评估的内容、程序、方法和技术要求。
本标准适用于建设用地污染场地人体健康风险评估和污染场地修复建议目标值的确定。
本标准不适用于放射性物质、致病性生物体的污染场地及农业用地污染土壤的风险评估。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 14848 地下水质量标准

GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准

GB/T 50137 城市用地分类与规划建设用地标准

HJ 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建设用地 development land

指建造建筑物、构筑物的土地，包括城乡住宅和公共设施用地、工矿用地、交通水利设施用地、旅游用地、军事设施用地等。

3.2

关注污染物 contaminants of concern

根据场地环境调查结果和场地利益相关方意见，确定为需要进行风险评估的污染物。

3.3

暴露途径 exposure pathways

场地中污染物经一定的方式迁移达到并进入人体的过程。本标准中的暴露途径包括经口摄入土壤、皮肤接触土壤、吸入土壤颗粒物、吸入室外空气中来自土壤和地下水的污染物蒸气和吸入室内空气中来自土壤和地下水的污染物蒸气。

3.4

污染场地健康风险评估 health risk assessment for contaminated sites

分析污染场地土壤和地下水中污染物通过不同暴露途径，对人体健康产生危害的概率，计算基于人体健康风险土壤风险控制值的过程。

3.5

第一类用地 category I land

包括城市建设用地中的居住用地（R），公共管理与公共服务用地中的中小学用地（A33）、医疗卫生用地（A5）和社会福利设施用地（A6），以及公园绿地（G1）中的社区公园或儿童公园用地等。具体分类可参照GB 36600中的第一类用地执行。

3.6

第二类用地 category II land

包括城市建设用地中的工业用地（M），物流仓储用地（W），商业服务业设施用地（B），道路与交通设施用地（S），公用设施用地（U），公共管理与公共服务用地（A）（A33、A5、A6除外），以及绿地与广场用地（G）（G1中的社区公园或儿童公园用地除外）等。具体分类可参照GB 36600中的第二类用地执行。

3.7

危害商 hazard quotient

污染物每日摄入量与参考剂量的比值，用来表征人体经单一途径或多种暴露途径暴露于非致癌污染物而受到危害的水平。

3.8

危害指数 hazard index

多种关注污染物对应的危害商之和，用来表征人体经暴露于多种污染物而受到危害的水平。

3.9

可接受风险水平 acceptable risk level

包括可接受致癌风险水平和非致癌效应可接受危害商。对于单一关注污染物，可接受致癌风险水平一般为（小于或等于） 10^{-6} ，具体情况根据技术水平和当地的社会经济状况进行调整；非致癌效应可接受危害商为（小于或等于）1。

3.10

风险评估的筛选值 Soil screening level

风险评估的筛选值为开展场地污染风险评价的临界值，即在确定了开发场地土地利用类型的情况下，土壤污染物监测最高浓度低于启动值时，该场地不需风险评估即可直接用于该土地利用类型的再开发利用。

3.11 土壤和地下水风险控制值 risk control values for soil and groundwater

根据本标准规定的用地方式、暴露情景和可接受风险水平，采用本标准规定的风险评估方法和场地调查获得相关数据，计算获得的土壤中污染物的含量限值和地下水中污染物的浓度限值，不直接采用筛选值。

4 工作程序

污染场地风险评估工作程序包括危害识别、暴露评估、毒性评估、风险表征和确定风险控制值。污染场地健康风险评估程序如图1 所示。

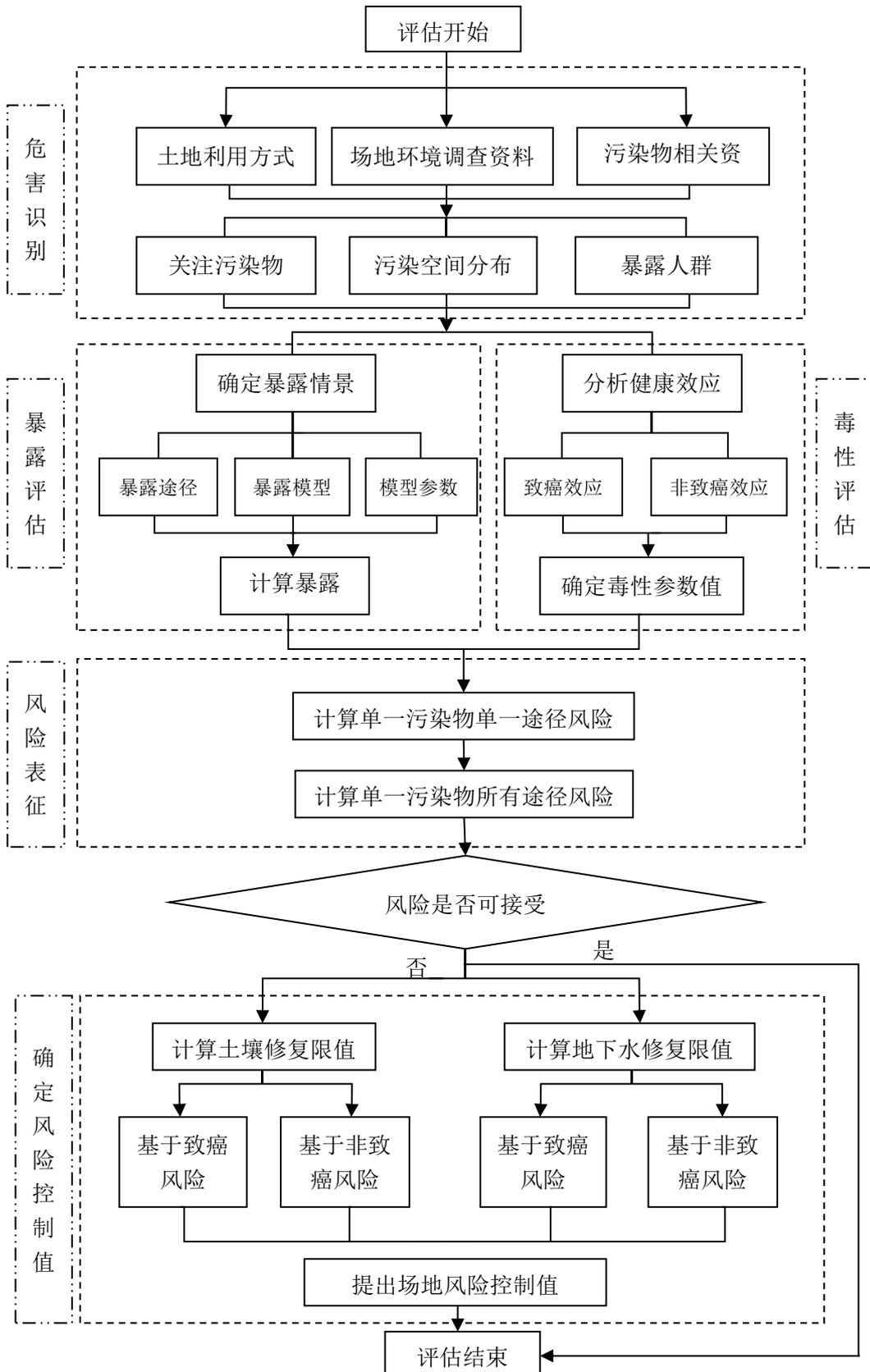


图 1 污染场地风险评估程序和内容

5 危害识别

5.1 危害识别工作内容

根据场地环境调查获取的资料，结合场地土地的规划利用方式，确定污染场地的关注污染物、场地内污染物的空间分布和可能的敏感受体，如儿童、成人等，包括三个方面的工作内容：收集场地环境调查资料、确定土地利用方式和关注污染物。

5.2 资料收集

5.2.1 根据场地调查结果和相关资料，对场地进行污染识别，获得场地相关资料信息。

5.2.2 场地相关资料信息包括但不限于：较为详尽的场地相关资料信息，如场地土地使用权及用途变更情况、与污染相关的人为活动、场地（及邻近地区）平面分布测绘图、地表及地下设备设施和构筑物的分布等信息；场地土壤等环境样品中污染物的浓度数据，包括不同深度土壤污染物浓度等；具有代表性的场地土壤样品的理化性质分析数据，如土壤pH 值、容重、有机碳含量、含水量、质地等；场地（所在地）气候、水文、地质特征信息和数据，如地表年平均风速等；场地及周边地区土地利用方式、人群及建筑物等相关信息。

5.3 确定土地利用方式

5.3.1 根据规划部门或评估委托方提供的信息，确定场地用地方式。

5.3.2 场地位于集中式地下水型饮用水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的水源）保护区及补给区（补给区优先采用已划定的饮用水源准保护区）或场地地下水具有工业和农业用水等使用功能的。应考虑土壤污染对地下水的影响，将地下水视为敏感受体之一。

5.4 确定关注污染物

场地土壤等环境样品中浓度超过《土壤质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB 36600）中筛选值或附录A 所列土壤风险评估的筛选值的污染物，或污染场地责任人、地方环境保护主管部门、公众等场地利益相关方根据前期的污染场地现场调查，筛选认定的污染物为土壤中关注污染物。

场地地下水样品中毒理指标浓度超过《地下水质量标准（GB/T 14848）》中III类质量标准和《生活饮用水卫生标准（GB 5749）》的污染物浓度限值，或污染场地责任人、地方环境保护主管部门、公众等场地利益相关方根据前期的污染场地现场调查，筛选认定的污染物为地下水中关注污染物。

6 暴露评估

6.1 暴露评估工作内容

在危害识别的工作基础上，分析场地土壤中关注污染物进入并危害敏感受体的情景，确定场地土壤污染物对敏感人群的暴露途径，确定污染物在环境介质中的迁移模型和敏感人群的暴露模型，确定与场地污染状况、土壤性质、地下水特征、敏感人群和关注污染物性质等相关的模型参数值，根据暴露模型和相应的参数计算敏感人群在不同暴露情景下对应的暴露量。

6.2 暴露情景

6.2.1 暴露情景主要根据三个方面因素的进行确定。三个方面因素包括：

- a) 场地内污染源的相关信息，包括关注污染物的浓度、空间分布毒性及理化性质等；
- b) 污染的迁移模式及场地的特征信息，包括污染物通过空气、水体及土壤迁移的可能性，场地的土地利用方式，场地内土壤及地下水的特征信息等；
- c) 场地内敏感人群的相关信息，包括敏感人群组成、场地内的活动时间及频率等。

6.2.2 当场地面积较大、场地内污染物分布不均匀、场地内曾经有明显区块划分等情况时，即便是同一个场地也可能存在着多种暴露情景，应根据实际情况按照不同的暴露情景对场地各区域分别进行暴露评估。

6.2.3 在确定暴露情景后，根据暴露情景的三个因素，确定该暴露情景下存在的所有暴露途径，并对场地进行暴露评估。

6.3 暴露途径

6.3.1 本标准中主要考虑如下暴露途径：

- a) 经口摄入土壤途径：人体可经口摄入土壤，如食用粘附有土壤的食物等。
- b) 皮肤接触土壤途径：人体可经皮肤直接接触、土壤尘附着于皮肤等途径暴露于土壤污染物。
- c) 吸入空气中土壤颗粒物途径：人体可经呼吸吸入室内和室外空气中来自土壤的颗粒物而暴露于土壤污染物。
- d) 吸入室外空气中污染物蒸气途径：人体可经呼吸吸入室外空气中来自场地土壤和地下水中的污染物蒸气而暴露于土壤污染物。
- e) 吸入室内空气中污染物蒸气途径：人体呼吸吸入室内空气中来自下层土壤和地下水中的污染物蒸气，暴露于土壤污染物。
- f) 经口摄入地下水途径：人体可经口摄入含有污染物的地下水等。

6.3.2 根据暴露途径进行暴露量计算的原则包括：

- a) 通过暴露评估计算敏感人群暴露量时，必须首先根据 6.2 节规定的原则对暴露情景进行分析和确定。
- b) 当用地方式为第一类用地时，采用 6.4 节规定的暴露途径计算公式进行暴露量计算。
- c) 当用地方式为第一类用地时，采用 6.5 节规定的暴露途径计算公式进行暴露量计算。
- d) 6.4 及 6.5 节中计算公式使用的参数取值，见附录 B。

6.4 第一类用地的暴露量计算

6.4.1 经口摄入土壤途径

对于致癌污染物，考虑终身健康危害效应，经口摄入土壤暴露量采用公式（1）计算：

$$OISER_{ca} = \frac{\left(\frac{OSIR_c \times EDC \times EFC}{BW_c} + \frac{OSIR_a \times EDA \times EFA}{BW_a} \right) \times ABS_o}{AT_{ca}} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$OISER_{ca}$ ——经口摄入土壤暴露量（致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)；

$OSIR_a$ ——成人每日摄入土壤量，mg/d；

$OSIR_c$ ——儿童每日摄入土壤量，mg/d；

BW_a ——成人平均体重，kg；

BW_c ——儿童平均体重，kg；

EFA ——成人暴露频率，d/yr；

EF_c——儿童暴露频率，d/yr；
 ED_a——成人暴露周期，yr；
 ED_c——儿童暴露周期，yr；
 ABS_o——经口摄入吸收效率因子，无量纲；
 AT_{ca}——致癌效应的平均时间，d。

对于非致癌污染物，考虑儿童健康危害效应，经口摄入土壤暴露量采用公式（2）计算：

$$OISER_{nc} = \frac{OSIRc \times EDc \times EFc \times ABSo}{BWc \times ATnc} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

OISER_{nc}——经口摄入土壤暴露量（非致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)；

AT_{nc}——非致癌效应的平均时间，d；

其他参数的含义见公式（1）。

6.4.2 皮肤接触土壤途径

对于致癌污染物，考虑终身健康危害效应，皮肤接触土壤途径的土壤暴露量采用公式（3）计算：

$$DCSER_{ca} = \frac{SAEc \times SSARc \times EFc \times EDc \times Ev \times ABSd}{BWc \times ATca} \times 10^{-6} \\ + \frac{SAEa \times SSARa \times EFa \times EDa \times Ev \times ABSd}{BWa \times ATca} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

DCSER_{ca}——皮肤接触途径的土壤暴露量（致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)；

SAE_a——成人暴露皮肤表面积，cm²；

SAE_c——儿童暴露皮肤表面积，cm²；

SSAR_a——成人皮肤表面土壤粘附系数，mg/cm²；

SSAR_c——儿童皮肤表面土壤粘附系数，mg/cm²；

ABS_d——皮肤接触吸收效率因子，无量纲。

E_v——每日皮肤接触事件频率，次/d

其他参数含义见公式（1）。

对于非致癌污染物，考虑儿童健康危害效应，皮肤接触土壤途径的土壤暴露量采用公式（4）计算：

$$DCSER_{nc} = \frac{SAEc \times SSARc \times EFc \times EDc \times Ev \times ABSd}{BWc \times ATnc} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

DCSER_{nc}——皮肤接触的土壤暴露量（非致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)。

EF_c、ED_c、BW_c参数的含义见公式（1），AT_{nc}的含义见公式（2），SAE_c、SSAR_c、E_v和ABS_d的含义见公式（3）。

6.4.3 吸入空气中土壤颗粒物途径

对于致癌污染物，考虑终身健康危害效应，吸入土壤颗粒物途径的土壤暴露量采用公式（5）计算：

$$PISER_{ca} = \frac{PM10 \times DAIR_c \times EDC \times PIAF \times (f_{spo} \times EFO_c + f_{spi} \times EFI_c)}{BW_c \times AT_{ca}} \times 10^{-6} + \frac{PM10 \times DAIR_a \times ED_a \times PIAF \times (f_{spo} \times EFO_a + f_{spi} \times EFI_a)}{BW_a \times AT_{ca}} \times 10^{-6} \quad (5)$$

式中：

$PISER_{ca}$ ——吸入土壤颗粒物的土壤暴露量（致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)；

PM_{10} ——空气中可吸入浮颗粒物含量， mg^3/m^3 ；

$DAIR_a$ ——成人每日空气呼吸量， m^3/d ；

$DAIR_c$ ——儿童每日空气呼吸量， m^3/d ；

$PIAF$ ——吸入土壤颗粒物在体内滞留比例，无量纲；

f_{spo} ——室外空气中来自土壤颗粒物所占比例，无量纲；

f_{spi} ——室内空气中来自土壤颗粒物所占比例，无量纲；

EFO_c ——儿童的室外暴露频率，d/yr；

EFO_a ——成人的室外暴露频率，d/yr；

EFI_c ——儿童的室内暴露频率，d/yr；

EFI_a ——成人的室内暴露频率，d/yr。

其他参数含义见公式（1）。

对于非致癌污染物，考虑儿童健康危害效应，吸入土壤颗粒物途径的土壤暴露量采用公式（6）计算：

$$PISER_{nc} = \frac{PM10 \times DAIR_c \times EDC \times PIAF \times (f_{spo} \times EFO_c + f_{spi} \times EFI_c)}{BW_c \times AT_{nc}} \times 10^{-6} \quad (6)$$

式中：

$PISER_{nc}$ ——室外吸入土壤颗粒物的土壤暴露量（非致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)。

ED_a 、 BW_a 的参数含义见公式（1）， AT_{nc} 的含义见公式（2）， PM_{10} 、 $DAIR_c$ 、 f_{spo} 、 f_{spi} 、 EFO_c 、 EFI_c 和 $PIAF$ 的参数含义见公式（5）。

6.4.4 吸入室外空气中污染物蒸气途径

对于单一致癌污染物，考虑终身健康危害效应，吸入室外空气中来自场地表层土壤、下层土壤和地下水中的污染物蒸气对应的土壤暴露量，分别采用公式（7）、公式（8）和公式（9）计算：

$$IOVER_{ca1} = VF_{suroa} \times \left(\frac{DAIR_c \times EFO_c \times EDC}{BW_c \times AT_{ca}} + \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \right) \quad (7)$$

$$IOVER_{ca2} = VF_{suboa} \times \left(\frac{DAIR_c \times EFO_c \times EDC}{BW_c \times AT_{ca}} + \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \right) \quad (8)$$

$$IOVER_{ca3} = VF_{gwoa} \times \left(\frac{DAIR_c \times EFO_c \times EDC}{BW_c \times AT_{ca}} + \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \right) \quad (9)$$

式中：

$IOVER_{ca1}$ ——吸入室外空气中来自表层土壤的污染物蒸气对应的土壤暴露量（致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)；

$IOVER_{ca2}$ ——吸入室外空气中来自下层土壤的污染物蒸气对应的土壤暴露量（致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)；

$IOVER_{ca3}$ ——吸入室外空气中来自地下水的污染物蒸气对应的土壤暴露量（致癌效应），L地下水/(kg体重·d)；

VF_{suroa} ——室外空气中来自表层土壤的污染物蒸气因子， kg/m^3 ；

VF_{suboa} ——室外空气中来自下层土壤的污染物蒸气因子， kg/m^3 ；

VF_{gwoa} ——室外空气中来自地下水的污染物蒸气因子， L/m^3 ；

ED_c 、 BW_c 、 ED_a 、 BW_a 、 AT_{ca} 参数的含义见公式（1）， $DAIR_c$ 、 $DAIR_a$ 、 EFO_c 、 EFO_a 、 EFI_c 和 EFI_a 的含义见公式（5）。

对于非致癌污染物，考虑儿童健康危害效应，吸入室外空气中来自场地表层土壤、下层土壤和地下水中的污染物蒸气对应的土壤暴露量应分别采用公式（10）、公式（11）和公式（12）计算：

$$IOVER_{nc1} = VF_{suroa} \times \frac{DAIR_c \times EFO_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{nc}} \dots\dots\dots (10)$$

$$IOVER_{nc2} = VF_{suboa} \times \frac{DAIR_c \times EFO_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{nc}} \dots\dots\dots (11)$$

$$IOVER_{nc3} = VF_{gwoa} \times \frac{DAIR_c \times EFO_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{nc}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$IOVER_{nc1}$ ——吸入室外空气中来自表层土壤的污染物蒸气对应的土壤暴露量（非致癌效应）， kg 土壤/(kg 体重· d)；

$IOVER_{nc2}$ ——吸入室外空气中来自下层土壤的污染物蒸气对应的土壤暴露量（非致癌效应）， kg 土壤/(kg 体重· d)；

$IOVER_{nc3}$ ——吸入室外空气中来自表层土壤地下水的污染物蒸气对应的土壤暴露量（非致癌效应）， L 地下水/(kg 体重· d)。

ED_c 和 BW_c 参数的含义见公式（1）， AT_{nc} 的含义见公式（2）， $DAIR_c$ 和 EFO_c 参数的含义见公式（5）， VF_{suroa} 、 VF_{suboa} 和 VF_{gwoa} 参数的含义分别见公式（7）、公式（8）和公式（9）。

6.4.5 吸入室内空气中污染物蒸气途径

对于致癌污染物，考虑终身健康危害效应，吸入室内空气中来自下层土壤和地下水中的污染物蒸气对应的土壤暴露量可分别采用公式（13）和公式（14）计算：

$$IIVER_{ca1} = VF_{subia} \times \left(\frac{DAIR_c \times EFI_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{ca}} + \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \right) \dots\dots\dots (13)$$

$$IIVER_{ca2} = VF_{gwia} \times \left(\frac{DAIR_c \times EFI_c \times ED_c}{BW_c \times AT_{ca}} + \frac{DAIR_a \times EFI_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \right) \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$IIVER_{ca1}$ ——吸入室内空气中来自下层土壤的污染物蒸气对应的土壤暴露量（致癌效应）， kg 土壤/(kg 体重· d)；

$IIVER_{ca2}$ ——吸入室内空气中来自地下水的污染物蒸气对应的土壤暴露量（致癌效应）， L 地下水/(kg 体重· d)；

VF_{subia} ——室内空气中来自下层土壤的污染物蒸气因子， kg/m^3 ；

VF_{gwia} ——室内空气中来自地下水的污染物蒸气因子， L/m^3 ；

EFO_c 、 EFO_a 、 EFI_c 、 EFI_a 、 $DAIR_c$ 和 $DAIR_a$ 的参数含义见公式（5）；其他参数含义见公式（1）。

对于非致癌污染物，考虑儿童健康危害效应，吸入室内空气中来自下层土壤和地下水中的污染物蒸气对应的土壤暴露量可分别采用公式（15）和公式（16）计算：

$$IIVERnc1 = VFsubia \times \frac{DAIRc \times EFic \times EDc}{BWc \times ATnc} \dots\dots\dots(15)$$

$$IIVERnc2 = VFgwia \times \frac{DAIRc \times EFic \times EDc}{BWc \times ATnc} \dots\dots\dots(16)$$

式中：

$IIVERnc1$ ——吸入室内空气中来自下层土壤的污染物蒸气对应的土壤暴露量（非致癌效应），kg土壤/(kg体重·d)；

$IIVERnc2$ ——吸入室内空气中来自地下水的污染物蒸气对应的地下水暴露量（非致癌效应），L地下水/(kg体重·d)。

EDc 和 BWc 的参数含义见公式（1）， $ATnc$ 参数的含义见公式（2）， $DAIRc$ 、 $EFic$ 的参数含义见公式（5）， $VFsubia$ 和 $VFgwia$ 的参数含义分别见公式（13）和公式（14）。

6.4.6 经口摄入地下水途径

对于致癌污染物，考虑终身健康危害效应，经口摄入地下水暴露量采用公式（17）计算：

$$CGWERca = \frac{GWCRc \times Efc \times EDc}{BWc \times ATca} + \frac{GWCRa \times Efa \times EDa}{BWa \times ATca} \dots\dots\dots(17)$$

式中：

$CGWERca$ ——经口摄入地下水暴露量（致癌效应），L地下水/(kg体重·d)；

$GWCRa$ ——成人每日摄入地下水量，L/d；

$GWCRc$ ——儿童每日摄入地下水量，L/d。

其他参数含义见公式（1）。

对于非致癌污染物，考虑儿童健康危害效应，经口摄入地下水暴露量采用公式（18）计算：

$$CGWERnc = \frac{GWCRc \times Efc \times EDc}{BWc \times ATnc} \dots\dots\dots(18)$$

式中：

$CGWERnc$ ——经口摄入地下水暴露量（非致癌效应），L地下水/(kg体重·d)；

EFc 、 Efa 、 EDc 、 EDa 、 BWc 和 BWa 、 $ATca$ 的参数含义见公式（1）， $ATnc$ 参数的含义见公式（2）， $GWCRc$ 参数的含义见公式（17）。

6.5 第二类用地的暴露量计算

6.5.1 经口摄入土壤途径

对于致癌污染物，考虑成人健康危害效应，经口摄入土壤暴露量采用公式（19）计算：

$$OISERca = \frac{OSIRa \times EDa \times Efa \times ABSo}{BWa \times ATca} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(19)$$

式中：

参数的含义见公式（1）。

对于非致癌污染物，考虑成人健康危害效应，经口摄入土壤暴露量采用公式（20）计算：

$$OISERnc = \frac{OSIRa \times EDa \times Efa \times ABSo}{BWa \times ATnc} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(20)$$

式中：

OSIR_a、ED_a、EF_a、ABS_o和BW_a的参数含义见公式（1），OISER_{nc}和AT_{nc}参数的含义参见公式（2）。

6.5.2 皮肤接触土壤途径

对于致癌污染物，考虑成人健康危害效应，皮肤接触土壤途径的土壤暴露量采用公式（21）计算：

$$DCSER_{ca} = \frac{SAE_a \times SSAR_a \times EF_a \times ED_a \times Ev \times ABS_d}{BW_a \times AT_{ca}} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(21)$$

式中：

BW_a、ED_a、EF_a和AT_{ca}的参数含义见公式（1），DCSER_{ca}、SAE_a、SSAR_a、E_v和ABS_d的参数含义见公式（3）。

对于非致癌污染物，考虑成人健康危害效应，皮肤接触土壤途径的土壤暴露量采用公式（22）计算：

$$DCSER_{nc} = \frac{SAE_a \times SSAR_a \times EF_a \times ED_a \times Ev \times ABS_d}{BW_a \times AT_{nc}} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(22)$$

式中：

BW_a、ED_a和EF_a的参数含义见公式（1），AT_{nc}参数的含义参见公式（2），SAE_a、SSAR_a、E_v和ABS_d参数的含义见公式（3），DCSER_{nc}参数的含义见公式（4）。.....

6.5.3 吸入空气中土壤颗粒物途径

对于致癌污染物，考虑成人健康危害效应，吸入土壤颗粒物途径的土壤暴露量采用公式（23）计算：

$$PISER_{ca} = \frac{PM_{10} \times DAIR_a \times ED_a \times PIAF \times (f_{spo} \times EFO_a + f_{spi} \times EFI_a)}{BW_a \times AT_{ca}} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(23)$$

式中：

BW_a、ED_a和AT_{ca}的参数含义见公式（1），PISER_{ca}、PM₁₀、DAIR_a、PIAF、f_{spo}、f_{spi}、EFO_a和EFI_a的参数含义见公式（5）。

对于非致癌污染物，考虑成人健康危害效应，吸入土壤颗粒物途径的土壤暴露量采用公式（24）计算：

$$PISER_{nc} = \frac{PM_{10} \times DAIR_a \times ED_a \times PIAF \times (f_{spo} \times EFO_a + f_{spi} \times EFI_a)}{BW_a \times AT_{nc}} \times 10^{-6} \dots\dots\dots(24)$$

式中：

BW_a和ED_a参数的含义见公式（1），AT_{nc}参数的含义见公式（2），PM₁₀、DAIR_a、PIAF、f_{spo}、f_{spi}、EFO_a和EFI_a参数的含义见公式（5），PISER_{nc}参数的含义见公式（6）。

6.5.4 吸入室外空气中污染物蒸气途径

对于致癌污染物，考虑成人健康危害效应，吸入室外空气中来自表层土壤、下层土壤和地下水中的污染物蒸气对应的土壤暴露量分别采用公式（25）、公式（26）和公式（27）计算：

$$IOVER_{ca1} = VF_{suroa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \dots\dots\dots(25)$$

$$IOVER_{ca2} = VF_{suboa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \dots\dots\dots(26)$$

$$IOVER_{ca3} = VF_{gwoa} \times \frac{DAIR_a \times EFO_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{ca}} \dots\dots\dots(27)$$

式中：

BW_a、ED_a和AT_{ca}参数的含义见公式（1），DAIR_a和EFO_a参数的含义见公式（5），IOVER_{ca1}和VF_{suroa}、IOVER_{ca2}和VF_{suboa}、IOVER_{ca3}和VF_{gwo}参数的含义分别见公式（7）、公式（8）和公式（9）。

对于非致癌污染物，考虑成人健康危害效应，吸入室外空气中来自表层土壤、下层土壤和地下水口中的污染物蒸气对应的土壤暴露量分别采用公式（28）、公式（29）和公式（30）计算：

$$IOVER_{nc1} = VF_{suroa} \times \frac{DAIRa \times EFOa \times EDa}{BWa \times ATnc} \dots\dots\dots (28)$$

$$IOVER_{nc2} = VF_{suboa} \times \frac{DAIRa \times EFOa \times EDa}{BWa \times ATnc} \dots\dots\dots (29)$$

$$IOVER_{nc3} = VF_{gwoa} \times \frac{DAIRa \times EFOa \times EDa}{BWa \times ATnc} \dots\dots\dots (30)$$

式中：

BW_a 和 ED_a 参数的含义见公式（1）， AT_{nc} 参数的含义见公式（2）， $DAIR_a$ 和 EFO_a 参数的含义见公式（5）， VF_{suroa} 、 VF_{suboa} 和 VF_{gwoa} 参数的含义分别见公式（7）、公式（8）和公式（9）， $IOVER_{nc1}$ 、 $IOVER_{nc2}$ 和 $IOVER_{nc3}$ 参数的含义分别见公式（10）、公式（11）和公式（12）。

6.5.5 吸入室内空气中污染物蒸气途径

对于致癌污染物，考虑成人健康危害效应，吸入室内空气中来自下层土壤和地下水中的污染物蒸气对应的土壤暴露量分别采用公式（31）和公式（32）计算：

$$IIVER_{ca1} = VF_{subia} \times \frac{DAIRa \times EFIa \times EDa}{BWa \times ATca} \dots\dots\dots (31)$$

$$IIVER_{ca2} = VF_{gwia} \times \frac{DAIRa \times EFIa \times EDa}{BWa \times ATca} \dots\dots\dots (32)$$

式中：

ED_a 、 BW_a 和 AT_{ca} 参数的含义见公式（1）， $DAIR_a$ 和 EFI_a 参数的含义见公式（5）， $IIVER_{ca1}$ 和 $IIVER_{ca2}$ 、 VF_{subia} 和 VF_{gwia} 的参数含义见公式（13）和公式（14）。

对于非致癌污染物，考虑成人健康危害效应，吸入室内空气中来自下层土壤和地下水中的污染物蒸气对应的土壤暴露量分别采用公式（33）和公式（34）计算：

$$IIVER_{nc1} = VF_{subia} \times \frac{DAIRa \times EFIa \times EDa}{BWa \times ATnc} \dots\dots\dots (33)$$

$$IIVER_{nc2} = VF_{gwia} \times \frac{DAIRa \times EFIa \times EDa}{BWa \times ATnc} \dots\dots\dots (34)$$

式中：

BW_a 和 ED_a 参数的含义见公式（1）， AT_{nc} 参数的含义见公式（2）， $DAIR_a$ 和 EFI_a 参数的含义见公式（5）， VF_{subia} 和 VF_{gwia} 参数的含义分别见公式（13）和公式（14）， $IIVER_{nc1}$ 、 $IIVER_{nc2}$ 参数的含义分别见公式（15）和公式（16）。

6.5.6 经口摄入地下水途径

对于致癌污染物，考虑成人健康危害效应，经口摄入地下水暴露量采用公式（35）计算：

$$CGWER_{ca} = \frac{GWCRa \times EFa \times EDa}{BWa \times ATca} \dots\dots\dots (35)$$

式中：

EF_a 、 ED_a 和 BW_a 和 AT_{ca} 参数的含义见公式（1）， $CGWER_{ca}$ 、 $GWCR_a$ 参数的含义见公式（17）。

对于非致癌污染物，考虑成人健康危害效应，经口摄入地下水暴露量采用公式（36）计算：

$$CGWER_{nc} = \frac{GWCR_a \times EF_a \times ED_a}{BW_a \times AT_{nc}} \dots\dots\dots (36)$$

式中：

EF_a、ED_a和BW_a参数的含义见公式（1），AT_{nc}参数的含义见公式（2），GWCR_a 参数的含义见公式（17），CGWER_{nc}参数的含义见公式（18）。

7 毒性评估

7.1 毒性评估的工作内容

在危害识别的工作基础上，分析关注污染物对人体健康的危害效应，包括致癌效应和非致癌效应，确定与关注污染物相关的的毒性参数，包括参考剂量、参考浓度、致癌斜率因子和单位致癌因子等。

7.2 分析健康效应

关注污染物健康效应分析主要包括关注污染物对人体健康的危害性质（致癌效应和/或非致癌效应），以及关注污染物经不同暴露途径对人体健康的毒性危害及剂量—效应关系。

7.3 确定污染物毒性参数

7.3.1 部分污染物的毒性参数取值见附录 C。未收录的污染物毒性参数可参考国外毒理数据库的相关数据，或根据毒性参数计算公式进行计算。国外毒理数据库主要有：

- a) Integrated Risk Information System (IRIS) —综合风险信息系统（美国环境保护总署）；
- b) Regional Screening Levels (RSLs) —区域筛选值（美国环境保护总署）
- c) Chemical Carcinogenesis Research Information System (CCRIS) —化学物质致癌效应研究信息系统（美国加州）；
- d) Hazardous Substances Data Bank (HSDB) —危险物质数据库（美国）
- e) Carcinogenic Potency Database (CPDB) —潜在致癌性物质数据库（美国）；
- f) European Chemical Substances Information System (ESIS) —欧洲化学物质信息系统（欧盟）。

7.3.2 毒性参数计算

7.3.2.1 毒性参数计算公式中的暴露参数取值见附录 B。

7.3.2.2 对于呼吸吸入致癌斜率因子，采用公式（37）计算：

$$SF_i = \frac{IUR \times BW_a}{DAIR_a} \dots\dots\dots (37)$$

式中：

SF_i——呼吸吸入致癌斜率因子，（kg体重·d）/ mg污染物；

IUR——呼吸吸入单位致癌因子，m³/mg。

BW_a参数的含义见公式（1），DAIR_a参数的含义见公式（5）。

7.3.2.3 对于呼吸吸入参考剂量，采用公式（38）计算：

$$RfDi = \frac{RfC \times DAIRa}{BWa} \dots\dots\dots (38)$$

式中：

RfDi——呼吸吸入参考剂量，mg污染物/(kg体重·d)；

RfC——呼吸吸入参考浓度，mg/m³。

BW_a参数的含义见公式(1)，DAIR_a参数的含义见公式(5)。

对于皮肤接触致癌斜率因子，采用公式(39)计算：

$$SFd = \frac{SFo}{ABSgi} \dots\dots\dots (39)$$

式中：

SF_d——皮肤接触致癌斜率因子，(kg体重·d)/mg污染物；

SF_o——经口摄入致癌斜率因子，(kg体重·d)/mg污染物；

ABS_{gi}——消化道吸收效率因子，无量纲。

对于皮肤接触参考剂量，采用公式(40)计算：

$$RfDd = RfDo \times ABSgi \dots\dots\dots (40)$$

式中：

RfD_o——经口摄入参考剂量，mg污染物/(kg体重·d)；

RfD_d——皮肤接触参考剂量，mg污染物/(kg体重·d)。

ABS_{gi}参数的含义见公式(39)。

8 风险表征

8.1 风险表征的工作内容

在暴露评估和毒性评估的工作基础上，采用风险评估模型计算单一污染物经单一暴露途径的风险值、单一污染物经对应暴露情境下所有暴露途径的风险值。风险表征计算的风险值包括单一污染物的致癌风险值和单一污染物的危害商（非致癌风险值）。

8.2 风险表征的技术要求

关注污染物的健康风险值可根据采样点关注污染物的最大浓度数据进行计算。根据需要，也可根据所有采样点污染物浓度数据均值的95%置信区间的上限值进行计算，计算均值的95%置信区间的上限值应确认数据的分布符合计算方法的分布要求。

8.3 计算污染物的致癌风险和危害商

8.3.1 单一污染物的致癌风险

8.3.1.1 经口摄入土壤中单一污染物的致癌风险，采用公式(41)计算：

$$CRois = OISERca \times Csur \times SFo \dots\dots\dots (41)$$

式中：

CR_{ois}——经口摄入污染土壤的致癌风险，无量纲；

C_{sur} ——表层土壤中污染物浓度，mg/kg。

$OISER_{ca}$ 参数的含义见公式（1）， SF_o 参数的含义见公式（39）。

8.3.1.2 皮肤接触土壤中单一污染物的致癌风险，采用公式（42）计算：

$$CR_{dcs} = DCSE_{Rca} \times C_{sur} \times SF_d \dots\dots\dots(42)$$

式中：

CR_{dcs} ——皮肤接触污染土壤的致癌风险，无量纲。

$DCSE_{Rca}$ 参数的含义见公式（3）， SF_d 参数的含义见公式（39）， C_{sur} 参数的含义见公式（41）。

8.3.1.3 吸入受污染土壤颗粒物中单一污染物的致癌露风险，采用公式（43）计算：

$$CR_{pis} = PISER_{ca} \times C_{sur} \times SF_i \dots\dots\dots(43)$$

式中：

CR_{pis} ——吸入受污染土壤颗粒物的致癌风险，无量纲。

$PISER_{ca}$ 参数的含义见公式（5）， SF_i 参数的含义见公式（37）， C_{sur} 参数的含义见公式（41）。

8.3.1.4 吸入室外空气中单一污染物蒸气的致癌风险，采用公式（44）计算：

$$CR_{iov} = (IOVER_{ca1} \times C_{sur} + IOVER_{ca2} \times C_{sub} + IOVER_{ca3} \times C_{gw}) \times SF_i \dots\dots\dots(44)$$

式中：

CR_{iov} ——吸入室外空气中来自土壤污染物蒸气的致癌风险，无量纲；

C_{sub} ——下层土壤中污染物浓度，mg/kg；

C_{gw} ——地下水中污染物浓度，mg/L。

$IOVER_{ca1}$ 、 $IOVER_{ca2}$ 、 $IOVER_{ca3}$ 参数的含义分别见公式（7）、公式（8）和公式（9）， SF_i 参数的含义见公式（37）， C_{sur} 参数的含义见公式（41）。

8.3.1.5 吸入室内空气单一污染物蒸气的致癌风险，采用公式（45）计算：

$$CR_{iiv} = (IIVER_{ca1} \times C_{sub} + IIVER_{ca2} \times C_{gw}) \times SF_i \dots\dots\dots(45)$$

式中：

CR_{iiv} ——吸入室内空气单一来自土壤污染物蒸气的致癌风险，无量纲。

$IIVER_{ca1}$ 和 $IIVER_{ca2}$ 参数的含义分别见公式（13）和公式（14）， SF_i 参数的含义见公式（37）， C_{sub} 和 C_{gw} 参数的含义见公式（44）。

8.3.1.6 经口摄入地下水中单一污染物的致癌风险，采用公式（46）计算：

$$CR_{cgw} = CGWER_{ca} \times C_{gw} \times SF_o \dots\dots\dots(46)$$

式中：

CR_{cgw} ——经口摄入地下水中污染物的致癌风险，无量纲。

$CGWER_{ca}$ 参数的含义见公式（17）， SF_o 参数的含义见公式（39）， C_{gw} 参数的含义见公式（44）。

8.3.1.7 单一场地污染物经所有暴露途径的致癌风险，采用公式（47）计算：

$$CRn = CROis + CRdcs + CRpis + CRiov + CRiiv + CRcgw \dots\dots\dots (47)$$

式中：

CR_i ——第*i*种污染物经所有暴露途径的致癌风险，无量纲。

CR_{ois} 、 CR_{dcs} 、 CR_{pis} 、 CR_{iov} 、 CR_{iiv} 和 CR_{cgw} 参数的含义分别见公式（41）、公式（42）、公式（43）、公式（44）、公式（45）和公式（46）。

8.3.2 单一污染物的危害商

8.3.2.1 经口摄入污染土壤中单一污染物的危害商，采用公式（48）计算：

$$HQois = \frac{OISERnc \times Csur}{RfDo \times SAF} \dots\dots\dots (48)$$

式中：

HQ_{ois} ——经口摄入污染土壤的危害商，无量纲。

SAF ——暴露于土壤的参考剂量分配系数，无量纲。

$OISER_{nc}$ 参数的含义见公式（2）， RfD_o 参数的含义见公式（40）， C_{sur} 参数的含义见公式（41）。

8.3.2.2 皮肤接触污染土壤中单一污染物的危害商，采用公式（49）计算：

$$HQdcs = \frac{DCSERnc \times Csur}{RfDd \times SAF} \dots\dots\dots (49)$$

式中：

HQ_{dcs} ——皮肤接触污染土壤的危害商，无量纲。

$DCSER_{nc}$ 参数的含义见公式（4）， RfD_d 参数的含义见公式（40）， C_{sur} 参数的含义见公式（41）， SAF 参数的含义见公式（48）。

8.3.2.3 吸入受污染土壤颗粒物中单一污染物的危害商，采用公式（50）计算：

$$HQpis = \frac{PISERnc \times Csur}{RfDi \times SAF} \dots\dots\dots (50)$$

式中：

HQ_{pis} ——吸入受污染土壤颗粒物的危害商，无量纲。

$PISER_{nc}$ 参数的含义见公式（4）， RfD_i 参数的含义见公式（38）， C_{sur} 参数的含义见公式（41）。

8.3.2.4 吸入室外空气中单一污染物蒸气的危害商，采用公式（51）计算：

$$HQiov = \frac{IOVERnc1 \times Csur + IOVERnc2 \times Csub}{RfDi \times SAF} + \frac{IOVERnc3 \times Cgw}{RfDi \times WAF} \dots\dots\dots (51)$$

式中：

HQ_{iov} ——吸入室外空气中来自土壤污染物蒸气的危害商，无量纲。

WAF ——暴露于地下水的参考剂量分配系数，无量纲。

IOVER_{nc1}、IOVER_{nc2}和IOVER_{nc3}参数的含义分别见公式（10）、公式（11）和公式（12）， RfD_i 参数的含义见公式（38）， C_{sur} 参数的含义见公式（41）， C_{sub} 和 C_{gw} 的含义见公式（44），SAF参数的含义见公式（48）。

8.3.2.5 吸入室内空气中单一污染物蒸气的危害商，采用公式（52）计算：

$$HQ_{iiv} = \frac{IIVER_{nc1} \times C_{sub}}{RfD_i \times SAF} + \frac{IIVER_{nc2} \times C_{gw}}{RfD_i \times WAF} \dots\dots\dots (52)$$

式中：

HQ_{iiv} ——吸入室内空气中来自土壤污染物蒸气的危害商，无量纲。

IIVER_{nc1}和IIVER_{nc2}参数的含义分别见公式（15）和公式（16）， RfD_i 参数的含义见公式（38）， C_{sub} 和 C_{gw} 参数的含义见公式（44），SAF参数的含义见公式（48），WAF参数的含义见公式（51）。

8.3.2.6 经口摄入地下水中单一污染物的危害商，采用公式（53）

$$HQ_{cgw} = \frac{CGWER_{nc} \times C_{gw}}{RfD_o \times WAF} \dots\dots\dots (53)$$

式中：

HQ_{CGW} ——经口摄入地下水的污染物的危害商，无量纲。

$CGWER_{nc}$ 参数的含义见公式（18）， RfD_o 参数的含义见公式（40）， C_{gw} 参数的含义见公式（44）。

8.3.2.7 单一土壤污染物经所有途径的危害商，采用公式(54)计算：

$$HQ_n = HQ_{ois} + HQ_{dcs} + HQ_{pis} + HQ_{iov} + HQ_{iiv} \dots\dots\dots (54)$$

式中：

HQ_n ——第*i*种污染物经所有暴露途径的危害商，无量纲。

HQ_{ois} 、 HQ_{dcs} 、 HQ_{pis} 、 HQ_{iov} 和 HQ_{iiv} 的参数定义分别见公式（48）、公式（49）、公式（50）、公式（51）、公式（52）和公式（53）。

9 确定风险控制值

9.1 确定风险控制值的工作内容

9.1.1 通过风险表征，当污染场地风险评估结果未超过可接受风险时，则结束进一步风险评估工作；当污染场地风险评估结果超过可接受风险水平，则计算关注污染物基于致癌风险的风险控制值及基于危害商的风险控制值。

9.1.2 污染场地修复建议目标值，应根据上述基于致癌风险的土壤风险控制值、基于危害商的土壤风险控制值、基于致癌风险的地下水风险控制值、基于危害商的地下水风险控制值以及场地的实际情况和用途确定。

9.1.3 场地风险控制值的计算包括：计算单一关注污染物经单一和所有暴露途径致癌风险所推导的土壤风险控制值，计算单一关注污染物经单一暴露途径的危害商和基于所有暴露途径的危害商所推导的土壤

风险控制值，计算单一关注污染物经单一和所有暴露途径致癌风险所推导的地下水风险控制值，计算单一关注污染物经单一的危害商和基于所有暴露途径的危害商所推导的地下水风险控制值。

9.2 计算单一关注污染物基于致癌风险的土壤风险控制值

9.2.1 基于经口摄入土壤途径致癌风险的土壤风险控制值，采用公式（57）计算：

$$RCV_{ois} = \frac{ACR}{OISER_{ca} \times SFo} \dots\dots\dots (55)$$

式中：

RCV_{ois} ——基于经口摄入致癌风险的土壤风险控制值，mg/kg；

ACR ——目标可接受致癌风险，无量纲。

$OISER_{ca}$ 参数的含义见公式（1）， SF_o 参数的含义见公式（39）。

9.2.2 基于皮肤接触土壤途径致癌风险的土壤风险控制值，采用公式（58）计算：

$$RCV_{dcs} = \frac{ACR}{DCSER_{ca} \times SFd} \dots\dots\dots (56)$$

式中：

RCV_{dcs} ——基于皮肤接触致癌风险的土壤风险控制值，mg/kg。

$DCSER_{ca}$ 参数的含义见公式（3）， SF_d 参数的含义见公式（39），ACR 参数的含义见公式（57）。

9.2.3 基于吸入土壤颗粒物途径致癌风险的土壤风险控制值，采用公式（59）计算：

$$RCV_{pis} = \frac{ACR}{PISER_{ca} \times SFi} \dots\dots\dots (57)$$

式中：

RCV_{pis} ——基于吸入土壤颗粒物致癌风险的土壤风险控制值，mg/kg。

$PISER_{ca}$ 参数的含义见公式（5）， SF_i 参数的含义见公式（37），ACR参数的含义见公式（57）。

9.2.4 基于吸入室外空气中污染物蒸气途径致癌风险的土壤风险控制值，采用公式（60）计算：

$$RCV_{iov} = \frac{ACR}{(IOVER_{ca1} + IOVER_{ca2}) \times SFi} \dots\dots\dots (58)$$

式中：

RCV_{iov} ——基于吸入室外污染物蒸气致癌风险的土壤风险控制值，mg/kg。

$IOVER_{ca1}$ 和 $IOVER_{ca2}$ 参数的含义分别见公式（7）和公式（8）， SF_i 参数的含义见公式（37），ACR参数的含义见公式（57）。

9.2.5 基于吸入室内空气中污染物蒸气途径致癌风险的土壤风险控制值，根据公式（61）计算：

$$RCV_{iiv} = \frac{ACR}{IIVER_{ca1} \times SFi} \dots\dots\dots (59)$$

式中:

RCV_{iv} ——基于吸入室内污染物蒸气致癌风险的土壤风险控制值, mg/kg。

$IIVER_{ca1}$ 参数的含义见公式(13), SF_i 参数的含义见公式(37), ACR 参数的含义见公式(57)。

9.2.6 基于所有暴露途径总致癌风险的土壤风险控制值, 采用公式(62)计算:

$$RCV_n = \frac{ACR}{OISER_{ca} \times SF_o + DCSE_{ca} \times SF_d + (PISER_{ca} + IOVER_{ca1} + IOVER_{ca2} + IIVER_{ca1}) \times SF_i} \quad (60)$$

式中:

RCV_n ——基于所有暴露途径总致癌风险的土壤风险控制值, mg/kg。

$OISER_{ca}$ 参数的含义见公式(1), $DCSE_{ca}$ 参数的含义见公式(3), $PISER_{ca}$ 参数的含义见公式(5), $IOVER_{ca1}$ 、 $IOVER_{ca2}$ 参数的含义分别见公式(7)和公式(8), $IIVER_{ca1}$ 参数的含义见公式(13), SF_i 参数的含义见公式(37), SF_o 、 SF_d 参数的含义见公式(39), ACR 参数的含义见公式(57)。

9.3 计算单一关注污染物基于危害商的土壤风险控制值

9.3.1 基于经口摄入土壤途径危害商的土壤风险控制值, 采用公式(63)计算:

$$HCV_{ois} = \frac{RfDo \times SAF \times AHQ}{OISER_{nc}} \quad (61)$$

式中:

HCV_{ois} ——基于经口摄入危害商的土壤风险控制值, mg/kg;

AHQ ——目标可接受危害商, 无量纲。

$OISER_{nc}$ 参数的含义见公式(2), $RfDo$ 参数的含义见公式(40), SAF 参数的含义见公式(48)。

9.3.2 基于皮肤接触土壤途径危害商的土壤风险控制值, 采用公式(64)计算:

$$HCV_{dcs} = \frac{RfDd \times SAF \times AHQ}{DCSE_{nc}} \quad (62)$$

式中:

HCV_{dcs} ——基于皮肤接触危害商的土壤风险控制值, mg/kg;

$DCSE_{nc}$ 参数的含义见公式(4), $RfDd$ 参数的含义见公式(40), AHQ 参数的含义见公式(63), SAF 参数的含义见公式(48)。

9.3.3 基于吸入土壤颗粒物途径危害商的土壤风险控制值, 采用公式(65)计算:

$$HCV_{pis} = \frac{RfDi \times SAF \times AHQ}{PISER_{nc}} \quad (63)$$

式中:

HCV_{pis} ——基于吸入颗粒物危害商的土壤风险控制值, mg/kg;

$PISER_{nc}$ 参数的含义见公式(6), $RfDi$ 参数的含义见公式(38), AHQ 参数的含义见公式(63), SAF 参数的含义见公式(48)。

9.3.4 基于吸入室外空气中污染物蒸气途径危害商的土壤风险控制值，采用公式（66）计算：

$$HCV_{iov} = \frac{RfDi \times SAF \times AHQ}{IOVER_{nc1} + IOVER_{nc2}} \dots\dots\dots(64)$$

式中：

HCV_{iov} ——基于吸入室外污染物蒸气危害商的土壤风险控制值，mg/kg；

$IOVER_{nc1}$ 和 $IOVER_{nc2}$ 参数的含义分别见公式（10）和公式（11）， $RfDi$ 参数的含义见公式（38）， AHQ 参数的含义见公式（63）， SAF 参数的含义见公式（48）。

9.3.5 基于吸入室内空气中污染物蒸气途径危害商的土壤风险控制值，采用公式（67）计算：

$$HCV_{iiv} = \frac{RfDi \times SAF \times AHQ}{IIVER_{nc1}} \dots\dots\dots(65)$$

式中：

HCV_{iiv} ——基于吸入室内污染物蒸气危害商的土壤风险控制值，mg/kg；

$IIVER_{nc1}$ 参数的含义见公式（15）， $RfDi$ 参数的含义见公式（38）， AHQ 参数的含义见公式（63）， SAF 参数的含义见公式（48）。

9.3.6 基于所有暴露途径总危害商的土壤风险控制值，采用公式（68）计算：

$$HCV_n = \frac{AHQ \times SAF}{\frac{OISER_{nc}}{RfDo} + \frac{DCSER_{nc}}{RfDd} + \frac{PISER_{nc} + IOVER_{nc1} + IOVER_{nc2} + IIVER_{nc1}}{RfDi}} \dots\dots\dots(66)$$

式中：

$HBSL_{soil}$ ——基于所有暴露途径总危害商的土壤风险控制值，mg/kg；

$OISER_{nc}$ 、 $DCSER_{nc}$ 、 $PISER_{nc}$ 、 $IOVER_{nc1}$ 、 $IIVER_{nc1}$ 参数的含义分别见公式（2）、公式（4）、公式（6）、公式（10）、公式（11）和公式（15）， $RfDi$ 参数的含义见公式（38）， $RfDo$ 和 $RfDd$ 参数的含义见公式（40）， AHQ 参数的含义见公式（63）， SAF 参数的含义见公式（48）。

9.4 计算单一关注污染物基于总致癌风险的地下水风险控制值

计算单一污染物基于所有暴露途径总致癌风险的地下水风险控制值，采用公式（69）

$$RCVG_n = \frac{ACR}{CGWER_{ca} \times SF_o + (IOVER_{ca3} + IIVER_{ca2}) \times SF_i} \dots\dots\dots(67)$$

式中：

$RCVG_n$ ——基于所有暴露途径总致癌风险的地下水风险控制值，mg/L；

$IOVER_{ca3}$ 、 $IIVER_{ca2}$ 和 $CGWER_{ca}$ 参数的含义分别见公式（9）、公式（14）和公式（17）， SF_i 参数的含义见公式(37)， SF_o 参数的含义见公式（39）， ACR 参数的含义见公式（57）。

9.5 计算单一关注污染物基于危害商的地下水风险控制值

计算单一污染物基于所有暴露途径总致癌风险的地下水风险控制值，采用公式（70）

$$HCVG_n = \frac{AHQ \times WAF}{CGWER_{nc} / RfDo + (IOVER_{nc3} + IIVER_{nc2}) / RfDi} \dots\dots\dots (68)$$

式中：

$HCVG_n$ ——基于所有暴露途径总危害商的地下水风险控制值，mg/L；

$IOVER_{nc3}$ 、 $IIVER_{nc2}$ 和 $CGWER_{nc}$ 参数的含义分别见公式（12）、公式（16）和公式（18）， $RfDi$ 和 $RfDo$ 参数的含义分别见公式（38）和公式（40）， AHQ 参数的含义见公式（63）。

9.6 计算基于地下水淋溶风险的土壤风险控制值

计算基于地下水淋溶风险的土壤风险控制值，采用公式（69）

$$CV_{pgw} = \frac{MCL_{gw}}{LF_{sgw}} \dots\dots\dots (69)$$

式中：

CV_{pgw} —保护地下水的土壤风险控制值，mg·kg⁻¹；

MCL_{gw} —地下水中污染物的最大浓度限值，mg·L⁻¹；取值见 GB/T 14848。

LF_{sgw} —土壤中污染物进入地下水的淋溶因子，kg·L⁻¹；根据附录F公式（F.30）计算。

9.7 确定场地修复建议目标值

9.7.1 比较经过上述计算得到的各关注污染物经对应暴露情境下所有暴露途径致癌风险的土壤风险控制值、经对应暴露情境下所有暴露途径的危害商的土壤风险控制值，选择最小值作为污染场地土壤修复建议目标值。

9.7.2 根据 HJ 25.6 中相关要求，综合上述计算得到的各关注污染物经对应暴露情境下所有暴露途径致癌风险的地下水风险控制值、经对应暴露情境下所有暴露途径的危害商的地下水风险控制值以及 GB/T 14848 中对应功能的地下水污染物浓度最大限值、地下水环境背景值，确定地下水修复建议目标值。

10 实施与监督

本标准由浙江省生态环境主管部门负责实施和监督。

附 录 A
(规范性附录)
部分关注污染物的土壤风险评估筛选值

A.1 当疑似污染场地用于不同类型土地利用开发时，部分关注污染物的土壤风险评估筛选值见表A.1，未列入表A.1中的关注污染物的筛选值应通过风险评估进行确定，土地利用类型的确定见GB/T 50137。

表 A.1 部分关注污染物的土壤风险评估筛选值（续）

单位：mg 污染物/kg 土壤

序号	污染物	第一类用地筛选值	第二类用地筛选值
一、无机污染物			
1	砷*	20	60
2	铍	15	29
3	镉*	20	65
4	铬	5000	10000
5	铬(VI)*	3.0	5.7
6	铜	2000	10000
7	铅*	400	800
8	汞*	8	38
9	镍*	150	900
10	锌	5000	10000
11	锑	20	180
12	锡	5000	10000
13	氰化物	22	135
14	氟化物	2000	10000
二、挥发性有机污染物			
15	二氯甲烷*	94	616
16	苯*	1	4
17	甲苯*	1200	1200
18	乙苯*	7.2	28
19	氯仿*	0.3	0.9
20	溴仿	32	103
21	氯苯*	68	270
22	四氯化碳*	0.9	2.8
23	1,1-二氯乙烷*	3	9
24	1,2-二氯乙烷*	0.52	5
25	1,1,1-三氯乙烷*	701	840
26	1,1,2-三氯乙烷*	0.6	2.8
27	1,1,2,2-四氯乙烷*	1.6	6.8
28	三氯乙烯*	0.7	2.8

表 A.1 部分关注污染物的土壤风险评估筛选值（续）

单位：mg 污染物/kg 土壤

序号	污染物	第一类用地筛选值	第二类用地筛选值
29	四氯乙烯*	11	52
30	二溴乙烯	0.07	0.24
31	苯乙烯	1290	1290
32	二甲苯（总）*	163	570
33	氯乙烯*	0.12	0.43
34	氯甲烷*	12	37
35	1,2-二氯乙烯（顺式）*	66	196
36	1,2-二氯乙烯（反式）*	10	54
37	1,1-二氯乙烯*	12	66
38	1,2-二氯丙烷*	1	5
39	1,2,3-三氯丙烷*	0.05	0.5
40	二溴氯甲烷	9.3	33
41	一溴二氯甲烷	0.29	1.2
三、半挥发性有机污染物			
42	六氯苯	0.33	1
43	苯胺*	92	260
44	硝基苯*	34	76
45	苯酚	5000	10000
46	2,4-二硝基甲苯	1.8	5.2
47	邻苯二甲酸二丁酯	3896	10000
48	邻苯二甲酸二辛酯	42	121
49	邻苯二甲酸正辛酯	390	2812
50	萘*	25	70
51	菲	1096	7578
52	蒽	5000	10000
53	荧蒽	5000	10000
54	芘	1096	7578
55	蒾*	490	1293
56	芴	5000	10000
57	苯并[b]荧蒽*	5.5	15
58	苯并[k]荧蒽*	55	151
59	苯并[a]芘*	0.55	1.5
60	茚并[1,2,3-cd]芘*	5.5	15
61	苯并[g,h,i]芘	1096	7578
62	苯并[a]蒽*	5.5	15
63	二苯并[a,h]蒽*	0.55	1.5
64	2-氯酚*	80	350

表 A.1 部分关注污染物的土壤风险评估筛选值（续）

单位：mg 污染物/kg 土壤

序号	污染物	住宅及公共用地筛选值	商服及工业用地筛选值
65	2,4-二氯酚	250	2256
66	2,4-二硝基酚	78	562
67	2-硝基酚	75	395
68	4-硝基酚	63	171
69	五氯酚	1.1	2.7
70	2,4,5-三氯酚	3896	10000
71	2,4,6-三氯酚	39	137
72	4-甲酚	195	1406
四、农药/多氯联苯及其他			
73	多氯联苯	0.14	0.38
74	二噁英类 (PCDDs/PCDFs)	0.00001	0.00004
75	α -六六六	0.2	0.3
76	β -六六六	0.2	0.7
77	δ -六六六	0.39	1.2
78	林丹(γ -六六六)	0.3	3
79	DDT (包括 o,p'-DDT, p,p'-DDT)	2.0	6.7
80	p,p'-DDE	2.0	7.0
81	p,p'-DDD	2.5	7.1
82	狄氏剂	0.05	0.11
83	艾氏剂	0.05	0.1
84	异狄氏剂	12	84
85	敌敌畏	1.8	5.0
86	乐果	86	619
87	总石油烃 (C10-C40)	826	4500
备注：表示当具体地块土壤中污染物检测含量超过筛选值,但不高于土壤环境背景值水平的,不纳入污染地块管理。土壤环境背景值水平可参考附录 F，部分地区可能存在更高的土壤环境背景值水平。 *表示该项目为《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600—2018）中的基本项目。			

附 录 B
(规范性附录)
暴露评估计算部分参数取值

B.1 暴露评估计算过程中，部分参数取值见表B.1。

表 B.1 暴露评估计算部分参数取值

参数名称	参数代号	参数单位	住宅及公共用地	商服及工业用地
成人每日土壤摄入量	OSIR _a	mg/d	100	100
儿童每日土壤摄入量	OSIR _c	mg/d	200	—
成人体重	BW _a	kg	61.8	61.8
儿童体重	BW _c	kg	19.2	—
成人暴露频率	EF _a	d/yr	350	250
儿童暴露频率	EF _c	d/yr	350	—
成人暴露周期	ED _a	yr	24	25
儿童暴露周期	ED _c	yr	6	—
经口摄入吸收效率因子	ABS _{gi}	无量纲	1	1
致癌效应的平均时间	AT _{ca}	d	27740	27740
非致癌效应的平均时间	AT _{nc}	d	2190	9165
成人暴露皮肤表面积	SAE _a	cm ²	5374	3023
儿童暴露皮肤表面积	SAE _c	cm ²	2848	—
成人皮肤表面土壤粘附系数	SSAR _a	mg/cm ²	0.07	0.2
儿童皮肤表面土壤粘附系数	SSAR _c	mg/cm ²	0.2	—
皮肤接触吸收效率因子	ABS _d	无量纲	不同的污染物取值不同，见附录 C	
空气中总悬浮颗粒物含量	PM ₁₀	mg ³ /m ³	0.077	0.077
成人每日空气呼吸量	DAIR _a	m ³ /d	15	15
儿童每日空气呼吸量	DAIR _c	m ³ /d	7.5	7.5
吸入土壤颗粒物在体内滞留比例	PIAF	无量纲	0.75	0.75
室外空气中来自土壤颗粒物所占比例	f _{spo}	无量纲	0.8	0.8
室内空气中来自土壤颗粒物所占比例	f _{spi}	无量纲	0.5	0.5
成人的室外暴露频率	EFO _a	d/yr	87.5	62.5
儿童的室外暴露频率	EFO _c	d/yr	87.5	—
成人的室内暴露频率	EFI _a	d/yr	262.5	187.5
儿童的室内暴露频率	EFI _c	d/yr	262.5	—
室外空气中来自表层土壤的污染物蒸气因子	VF _{suroa}	kg/m ³	计算方法见附录 D	
室外空气中来自下层土壤的污染物蒸气因子	VF _{suboa}	kg/m ³	计算方法见附录 D	
室外空气中来自地下水的污染物蒸气因子	VF _{gwoa}	L/m ³	计算方法见附录 D	
室内空气中来自下层土壤的污染物蒸气因子	VF _{subia}	kg/m ³	计算方法见附录 D	
室内空气中来自地下水的污染物蒸气因子	VF _{gwia}	L/m ³	计算方法见附录 D	

表 B.1 暴露评估计算部分参数取值（续）

参数名称	参数代号	参数单位	住宅及公共用地	商服及工业用地
成人每日摄入地下水量	GWCR _a	L/d	1.0	1.0
儿童每日摄入地下水量	GWCR _c	L/d	0.7	—
暴露于土壤的参考剂量分配比例*	SAF	无量纲	0.5/0.33	0.5/0.33
暴露于地下水的参考剂量分配比例*	WAF	无量纲	0.5/0.33	0.5/0.33

*该参数的推荐值对于不同的污染物取值不同，大部分污染物取值0.5，挥发性污染物取值0.33。

附 录 C
(规范性附录)
部分污染物的毒性参数

C.1 毒性评估计算过程中，部分污染物的毒性参数见表C.1。

表 C.1 部分污染物的毒性参数

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF。 (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD。 mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
一、金属及无机物															
1	锑	Antimony	7440-36-0					4.00E-04	I			0.15	RSL		
2	砷(无机)	Arsenic,inorganic	7440-38-2	1.50E+00	I	4.30E+00	I	3.00E-04	I	1.50E-05	RSL	1	RSL	0.03	RSL
3	铍	Beryllium	7440-41-7			2.40E+00	I	2.00E-03	I	2.00E-05	RSL	0.007	RSL		
4	镉	Cadmium	7440-43-9			1.80E+00	I	1.00E-03	I	1.00E-05	RSL	0.025	RSL	0.001	RSL
5	铬(三价)	Chromium,III	16065-83-1					1.50E+00	I			0.013	RSL		
6	铬(六价)	Chromium,VI	18540-29-9			1.20E+01	RSL	3.00E-03	I	1.00E-04	I	0.025	RSL		
7	钴	Cobalt	7440-48-4			9.00E+00	P	3.00E-04	P	6.00E-06	P	1	RSL		
8	铜	Copper	7440-50-8					4.00E-02	RSL			1	RSL		

表 C.1 部分污染物的毒性参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF ₀ (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD ₀ mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
一、金属及无机物															
9	汞 (无机)	Mercury,inorganic	7439-97-6					3.00E-04	I	3.00E-04	RSL	0.07	RSL		
10	甲基汞	MethylMercury	22967-92-6					1.00E-04	I			1	RSL		
11	镍	Nickel	7440-02-0			2.60E-01		2.00E-02	I	9.00E-05	RSL	0.04	RSL		
12	锡	Tin	7440-31-5					6.00E-01	RSL			1	RSL		
13	钒	Vanadium	1314-62-1			8.30E+00	P	9.00E-03	I	7.00E-06	P	0.026	RSL		
14	锌	Zinc	7440-66-6					3.00E-01	I			1	RSL		
15	氰化物	Cyanide	57-12-5					6.00E-04	I	8.00E-04	RSL	1	RSL		
16	氟化物	Fluoride	16984-48-8					4.00E-02	RSL	1.30E-02	RSL	1	RSL		
二、挥发性有机物															
17	丙酮	Acetone	67-64-1					9.00E-01	I	3.10E+01	RSL	1	RSL		
18	苯	Benzene	71-43-2	5.50E-02	I	7.80E-03	I	4.00E-03	I	3.00E-02	I	1	RSL		
19	甲苯	Toluene	108-88-3					8.00E-02	I	5.00E+00	I	1	RSL		
20	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	1.10E-02	RSL	2.50E-03	RSL	1.00E-01	I	1.00E+00	I	1	RSL		
21	对二甲苯	Xylene,p-	106-42-3					2.00E-01	RSL	1.00E-01	RSL	1	RSL		
22	间二甲苯	Xylene,m-	108-38-3					2.00E-01	RSL	1.00E-01	RSL	1	RSL		

表 C.1 部分污染物的毒性参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF ₀ (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD ₀ mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
23	邻二甲苯	Xylene,o-	95-47-6					2.00E-01	RSL.	1.00E-01	RSL.	1	RSL.		
24	二甲苯	Xylenes	1330-20-7					2.00E-01	I	1.00E-01	I	1	RSL.		
25	一溴二氯甲烷	Bromodichloromethane	75-27-4	6.20E-02	I	3.70E-02	RSL.	2.00E-02	I			1	RSL.		
26	1,2-二溴乙烷	Dibromoethane,1,2-	106-93-4	2.00E+00	I	6.00E-01	I	9.00E-03	I	9.00E-03	I	1	RSL.		
27	四氯化碳	Carbontetrachloride	56-23-5	7.00E-02	I	6.00E-03	I	4.00E-03	I	1.00E-01	I	1	RSL.		
28	氯苯	Chlorobenzene	108-90-7					2.00E-02	I	5.00E-02	P	1	RSL.		
29	氯仿(三氯甲烷)	Chloroform	67-66-3	3.10E-02	RSL.	2.30E-02	I	1.00E-02	I	9.80E-02	RSL.	1	RSL.		
30	氯甲烷	Chloromethane	74-87-3							9.00E-02	I	1	RSL.		
31	二溴氯甲烷	Dibromochloromethane	124-48-1	8.40E-02	I	2.00E-02	RSL.	2.00E-02	I			1	RSL.		
32	1,4-二氯苯	Dichlorobenzen,1,4-	106-46-7	5.40E-03	RSL.	1.10E-02	RSL.	7.00E-02	RSL.	8.00E-01	I	1	RSL.		
33	1,1-二氯乙烷	Dichloroethane,1,1-	75-34-3	5.70E-03	RSL.	1.60E-03	RSL.	2.00E-01	P			1	RSL.		
34	1,2-二氯乙烷	Dichloroethane,1,2-	107-06-2	9.10E-02	I	2.60E-02	I	6.00E-03	RSL.	7.00E-03	P	1	RSL.		
35	1,1-二氯乙烯	Dichloroethylene,1,1-	75-35-4					5.00E-02	I	2.00E-01	I	1	RSL.		
36	1,2-顺式-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,2-cis-	156-59-2					2.00E-03	I			1	RSL.		
37	1,2-反式-二氯乙烯	Dichloroethylene,1,2-tra	156-60-5					2.00E-02	I	6.00E-02	P	1	RSL.		

表 C.1 部分污染物的毒性参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF ₀ (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD ₀ mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
	烯	ns-													
38	二氯甲烷	MethyleneChloride	75-09-2	2.00E-03	I	1.00E-05	I	6.00E-03	I	6.00E-01	I	1	RSL.		
39	1,2-二氯丙烷	Dichloropropane,1,2-	78-87-5	3.70E-02	RSL.	3.70E-03	RSL.	4.00E-02	RSL.	4.00E-03	I	1	RSL.		
40	硝基苯	Nitrobenzene	98-95-3			4.00E-02	I	2.00E-03	I	9.00E-03	I	1	RSL.		
41	苯乙烯	Styrene	100-42-5					2.00E-01	I	1.00E+00	I	1	RSL.		
42	1,1,1,2-四氯乙烷	Tetrachloroethane,1,1,1,2-	630-20-6	2.60E-02	I	7.40E-03	I	3.00E-02	I			1	RSL.		
43	1,1,2,2-四氯乙烷	Tetrachloroethane,1,1,2,2-	79-34-5	2.00E-01	I	5.80E-02	RSL.	2.00E-02	I			1	RSL.		
44	四氯乙烯	Tetrachloroethylene	127-18-4	2.10E-03	I	2.60E-04	I	6.00E-03	I	4.00E-02	I	1	RSL.		
45	三氯乙烯	Trichloroethylene	79-01-6	4.60E-02	I	4.10E-03	I	5.00E-04	I	2.00E-03	I	1	RSL.		
46	氯乙烯	Vinylchloride	75-01-4	7.20E-01	I	4.40E-03	I	3.00E-03	I	1.00E-01	I	1	RSL.		
47	1,1,2-三氯丙烷	Trichloropropane,1,1,2-	598-77-6					5.00E-03	I			1	RSL.		
48	1,2,3-三氯丙烷	Trichloropropane,1,2,3-	96-18-4	3.00E+01	I			4.00E-03	I	3.00E-04	I	1	RSL.		
49	1,1,1-三氯乙烷	Trichloroethane,1,1,1-	71-55-6					2.00E+00	I	5.00E+00	I	1	RSL.		
50	1,1,2-三氯乙烷	Trichloroethane,1,1,2-	79-00-5	5.70E-02	I	1.60E-02	I	4.00E-03	I	2.00E-04	RSL.	1	RSL.		
三、半挥发性有机物															

表 C.1 部分污染物的毒性参数（续）

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF ₀ (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD ₀ mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
51	茚	Acenaphthene	83-32-9					6.00E-02	I			1	RSL.	0.13	RSL.
52	蒽	Anthracene	120-12-7					3.00E-01	I			1	RSL.	0.13	RSL.
53	苯并(a)蒽	Benzo(a)anthracene	56-55-3	1.00E-01	RSL.	6.00E-02	RSL.					1	RSL.	0.13	RSL.
54	苯并(a)芘	Benzo(a)pyrene	50-32-8	1.00E+00	I	6.00E-01	I	3.00E-04	I	2.00E-06	RSL.	1	RSL.	0.13	RSL.
55	苯并(b)荧蒽	Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	1.00E-01	RSL.	6.00E-02	RSL.					1	RSL.	0.13	RSL.
56	苯并(k)荧蒽	Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	1.00E-02	RSL.	6.00E-03	RSL.					1	RSL.	0.13	RSL.
57	屈	Chrysene	218-01-9	1.00E-03	RSL.	6.00E-03	RSL.					1	RSL.	0.13	RSL.
58	二苯并(a,h)蒽	Dibenzo(a,h)anthracene	53-70-3	1.00E+00	RSL.	6.00E-01	RSL.					1	RSL.	0.13	RSL.
59	荧蒽	Fluoranthene	206-44-0					4.00E-02	I			1	RSL.	0.13	RSL.
60	芴	Fluorene	86-73-7					4.00E-02	I			1	RSL.	0.13	RSL.
61	茚并(1,2,3-cd)芘	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	1.00E-01	RSL.	6.00E-02	RSL.					1	RSL.	0.13	RSL.
62	萘	Naphthalene	91-20-3			3.40E-02	RSL.	2.00E-02	I	3.00E-03	I	1	RSL.	0.13	RSL.
63	芘	Pyrene	129-00-0					3.00E-02	I			1	RSL.	0.13	RSL.
64	艾氏剂	Aldrin	309-00-2	1.70E+01	I	4.90E+00	I	3.00E-05	I			1	RSL.		
65	狄氏剂	Dieldrin	60-57-1	1.60E+01	I	4.60E+00	I	5.00E-05	I			1	RSL.	0.1	RSL.

表 C.1 部分污染物的毒性参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF ₀ (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD ₀ mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
66	异狄氏剂	Endrin	72-20-8					3.00E-04	I			1	RSL.	0.1	RSL.
67	氯丹	Chlordane	12789-03-6	3.50E-01	I	1.00E-01	I	5.00E-04	I	7.00E-04	I	1	RSL.	0.04	RSL.
68	滴滴滴	DDD	72-54-8	2.40E-01	I	6.90E-02	RSL.					1	RSL.	0.1	RSL.
69	滴滴伊	DDE	72-55-9	3.40E-01	I	9.70E-02	RSL.					1	RSL.		
70	滴滴涕	DDT	50-29-3	3.40E-01	I	9.70E-02	I	5.00E-04	I			1	RSL.	0.03	RSL.
71	七氯	Heptachlor	76-44-8	4.50E+00	I	1.30E+00	I	5.00E-04	I			1	RSL.		
72	α-六六六	Hexachlorocyclohexane ,α-(α-HCH)	319-84-6	6.30E+00	I	1.80E+00	I	8.00E-03	RSL.			1	RSL.	0.1	RSL.
73	β-六六六	Hexachlorocyclohexane ,β-(β-HCH)	319-85-7	1.80E+00	I	5.30E-01	I					1	RSL.	0.1	RSL.
74	γ-六六六	Hexachlorocyclohexane ,γ-(γ-HCH,Lindane)	58-89-9	1.10E+00	RSL.	3.10E-01	RSL.	3.00E-04	I			1	RSL.	0.04	RSL.
75	六氯苯	Hexachlorobenzene	118-74-1	1.60E+00	I	4.60E-01	I	8.00E-04	I			1	RSL.		
76	灭蚊灵	Mirex	2385-85-5	1.80E+01	RSL.	5.10E+00	RSL.	2.00E-04	I			1	RSL.		
77	毒杀芬	Toxaphene	8001-35-2	1.10E+00	I	3.20E-01	I					1	RSL.	0.1	RSL.

表 C.1 部分污染物的毒性参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF _o (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD _o mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
78	多氯联苯 189	Heptachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'-(PCB 189)	39635-31-9	3.90E+00	RSL.	1.10E+00	RSL.	2.30E-05	RSL.	1.30E-03	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
79	多氯联苯 167	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'-(PCB167)	52663-72-6	3.90E+00	RSL.	1.10E+00	RSL.	2.30E-05	RSL.	1.30E-03	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
80	多氯联苯 157	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'-(PCB157)	69782-90-7	3.90E+00	RSL.	1.10E+00	RSL.	2.30E-05	RSL.	1.30E-03	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
81	多氯联苯 156	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5-(PCB156)	38380-08-4	3.90E+00	RSL.	1.10E+00	RSL.	2.30E-05	RSL.	1.30E-03	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
82	多氯联苯 169	Hexachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5,5'-(PCB169)	32774-16-6	3.90E+03	RSL.	1.10E+03	RSL.	2.30E-08	RSL.	1.30E-06	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
83	多氯联苯 123	Pentachlorobiphenyl, 2',3,4,4',5-(PCB123)	65510-44-3	3.90E+00	RSL.	1.10E+00	RSL.	2.30E-05	RSL.	1.30E-03	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
84	多氯联苯 118	Pentachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5-(PCB118)	31508-00-6	3.90E+00	RSL.	1.10E+00	RSL.	2.30E-05	RSL.	1.30E-03	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
85	多氯联苯 105	Pentachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4'-(PCB105)	32598-14-4	3.90E+00	RSL.	1.10E+00	RSL.	2.30E-05	RSL.	1.30E-03	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.

表 C.1 部分污染物的毒性参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF ₀ (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD ₀ mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
86	多氯联苯 114	Pentachlorobiphenyl, 2,3,4,4',5-(PCB114)	74472-37-0	3.90E+00	RSL.	1.10E+00	RSL.	2.30E-05	RSL.	1.30E-03	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
87	多氯联苯 126	Pentachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5-(PCB126)	57465-28-8	1.30E+04	RSL.	3.80E+03	RSL.	7.00E-09	RSL.	4.00E-07	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
88	多氯联苯 (高风险)	Polychlorinated Biphenyls(highrisk)	1336-36-3	2.00E+00	I	5.70E-01	I					1	RSL.	0.14	RSL.
89	多氯联苯 (低风险)	Polychlorinated Biphenyls(lowrisk)	1336-36-3	4.00E-01	I	1.00E-01	I					1	RSL.	0.14	RSL.
90	多氯联苯 (最低风险)	Polychlorinated Biphenyls(lowestrisk)	1336-36-3	7.00E-02	I	2.00E-02	I					1	RSL.	0.14	RSL.
91	多氯联苯 77	Tetrachlorobiphenyl, 3,3',4,4'-(PCB77)	32598-13-3	1.30E+01	RSL.	3.80E+00	RSL.	7.00E-06	RSL.	4.00E-04	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
92	多氯联苯 81	Tetrachlorobiphenyl, 3,4,4',5-(PCB81)	70362-50-4	3.90E+01	RSL.	1.10E+01	RSL.	2.30E-06	RSL.	1.30E-04	RSL.	1	RSL.	0.14	RSL.
93	二噁英 (以 TCDD2378 计)	Tetrachlorodibenzo-p-di oxin,2,3,7,8-	1746-01-6	1.30E+05	RSL.	3.80E+04	RSL.	7.00E-10	I	4.00E-08	RSL.	1	RSL.	0.03	RSL.
94	多溴联苯	Polybrominated Biphenyls	59536-65-1	3.00E+01	RSL.	8.60E+00	RSL.	7.00E-06	RSL.			1	RSL.	0.1	RSL.

表 C.1 部分污染物的毒性参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF ₀ (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD ₀ mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
95	苯胺	Aniline	62-53-3	5.70E-03	I	1.60E-03	RSL.	7.00E-03	P	1.00E-03	I	1	RSL.	0.1	RSL.
96	溴仿	Bromoform	75-25-2	7.90E-03	I	1.10E-03	I	2.00E-02	I			1	RSL.	0.1	RSL.
97	2-氯酚	Chlorophenol,2-	95-57-8					5.00E-03	I			1	RSL.		RSL.
98	4-甲酚 (对-)	Cresol,4-,p-	106-44-5					1.00E-01	RSL.	6.00E-01	RSL.	1	RSL.	0.1	RSL.
99	3,3-二氯联苯胺	Dichlorobenzidine,3,3-	91-94-1	4.50E-01	I	3.40E-01	RSL.					1	RSL.	0.1	RSL.
100	2,4-二氯酚	Dichlorophenol,2,4-	120-83-2					3.00E-03	I			1	RSL.	0.1	RSL.
101	2,4-二硝基酚	Dinitrophenol,2,4-	51-28-5					2.00E-03	I			1	RSL.	0.1	RSL.
102	2,4-二硝基甲苯	Dinitrotoluene,2,4-	121-14-2	3.10E-01	RSL.	8.90E-02	RSL.	2.00E-03	I			1	RSL.	0.102	RSL.
103	六氯环戊二烯	Hexachlorocyclopentadiene	77-47-4					6.00E-03	I	2.00E-04	I	1	RSL.		
104	五氯酚	Pentachlorophenol	87-86-5	4.00E-01	I	5.10E-03	RSL.	5.00E-03	I			1	RSL.	0.25	RSL.
105	苯酚	Phenol	108-95-2					3.00E-01	I	2.00E-01	RSL.	1	RSL.	0.1	RSL.
106	2,4,5-三氯酚	Trichlorophenol,2,4,5-	95-95-4					1.00E-01	I			1	RSL.	0.1	RSL.
107	2,4,6-三氯酚	Trichlorophenol,2,4,6-	88-06-2	1.10E-02	I	3.10E-03	I	1.00E-03	P			1	RSL.	0.1	RSL.
108	阿特拉津	Atrazine	1912-24-9	2.30E-01	RSL.			3.50E-02	I			1	RSL.	0.1	RSL.
109	敌敌畏	Dichlorvos	62-73-7	2.90E-01	I	8.30E-02	RSL.	5.00E-04	I	5.00E-04	I	1	RSL.	0.1	RSL.
110	乐果	Dimethoate	60-51-5					2.20E-03	I			1	RSL.	0.1	RSL.
111	硫丹	Endosulfan	115-29-7					6.00E-03	I			1	RSL.		

表 C.1 部分污染物的毒性参数（续）

序号	中文名	英文名	CAS 编号	SF ₀ (mg/kg-d) ⁻¹	数据来 源	IUR (mg/m ³) ⁻¹	数据来 源	RfD ₀ mg/kg-d	数据来 源	RfC mg/m ³	数据来 源	ABS _{gi} 无量纲	数据来 源	ABS _d 无量纲	数据来 源
112	草甘膦	Glyphosate	1071-83-6					1.00E-01	I			1	RSL.	0.1	RSL.
113	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	Bis(2-ethylhexyl)phthalate,DEHP	117-81-7	1.40E-02	I	2.40E-03	RSL.	2.00E-02	I			1	RSL.	0.1	RSL.
114	邻苯二甲酸苄丁酯	Butylbenzylphthalate, BBP	85-68-7	1.90E-03	P			2.00E-01	I			1	RSL.	0.1	RSL.
115	邻苯二甲酸二乙酯	Diethylphthalate,DEP	84-66-2					8.00E-01	I			1	RSL.	0.1	RSL.
116	邻苯二甲酸二丁酯	Dibutylphthalate,DBP	84-74-2					1.00E-01	I			1	RSL.	0.1	RSL.
117	邻苯二甲酸二正辛酯	Di-n-octylphthalate, DNOP	117-84-0					1.00E-02	P			1	RSL.	0.1	RSL.

备注：“I”代表数据来自“美国环保局综合风险信息系统（USEPA Integrated Risk Information System）”；“P”代表数据来自美国环保局“临时性同行审定毒性数据（The Provisional Peer Reviewed Toxicity Values）”；“RSL”代表数据来自美国环保局区域办公室“区域筛选值（Regional Screening Levels）总表”污染物毒性数据。

附 录 D
(规范性附录)
部分过程参数的计算

D.1 场地特性参数的计算

土壤有机碳质量分数(F_{oc})、非饱和土层土壤中总孔隙体积比(θ)、非饱和土层土壤中空气体积比(θ_{avs})、非饱和土层土壤中水体积比(θ_{ws})是影响土壤中有机污染物环境行为的重要土壤理化性质参数。上述参数可根据场地调查土壤有机质含量(F_{om})、土壤容重(ρ_b)和土壤含水率(P_{ws})估算。

D.1.1 土壤有机碳质量分数计算，根据场地调查土壤有机质含量数据估算，采用公式 (D.1) 计算：

$$F_{oc} = \frac{F_{om}}{1.7 \times 1000} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

F_{om} ——土壤有机质含量，g/kg；

1.7——土壤有机质/有机碳含量转换系数。

D.1.2 非饱和土层土壤总孔隙度计算，根据场地调查土壤容重和土壤颗粒密度估算，采用公式 (D.2) 计算：

$$\theta = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_s} \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

θ ——非饱和土层土壤中总孔隙度，无量纲；

ρ_b ——土壤容重，kg/dm³；

ρ_s ——土壤颗粒密度，kg/dm³。

D.1.3 非饱和土层土壤中孔隙水体积比计算，根据场地调查土壤容重和土壤含水率数据估算，采用公式 (D.3) 计算：

$$\theta_{ws} = \frac{\rho_b \times P_{ws}}{\rho_w} \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：

θ_{ws} ——非饱和土层土壤中孔隙水体积比，无量纲；

P_{ws} ——土壤含水率，kg水/kg土壤；

ρ_w ——水的密度，kg/dm³。

ρ_b 参数的含义见公式 (D.2)。

D.1.4 非饱和土层土壤中孔隙空气体积比计算，采用公式(D.4)计算：

$$\theta_{as} = \theta - \theta_{ws} \dots\dots\dots (D.4)$$

式中:

θ_{as} ——非饱和土层土壤中孔隙空气体积比, 无量纲。

θ 参数的含义见公式 (D.2), θ_{ws} 参数的含义见公式 (D.3)。

D.2 部分污染物迁移模型参数的计算

D.2.1 土壤中污染物蒸气的有效扩散系数, 采用公式 (D.5) 计算:

$$D_s^{\text{eff}} = D_a \times \frac{\theta_{as}^{3.33}}{\theta^2} + D_w \times \frac{\theta_{ws}^{3.33}}{H \times \theta^2} \dots\dots\dots (D.5)$$

式中:

D_s^{eff} ——土壤中污染物蒸气的有效扩散系数, cm^2/s ;

D_a ——空气中扩散系数, cm^2/s ;

D_w ——水中扩散系数, cm^2/s ;

H ——亨利常数, 无量纲。

θ 参数的含义见公式 (D.2), θ_{ws} 参数的含义见公式 (D.3), θ_{as} 参数的含义见公式 (D.4)。

D.2.2 污染物蒸气在地基与墙体裂隙中的有效扩散系数, 采用公式 (D.6) 计算:

$$D_{\text{crack}}^{\text{eff}} = D_a \times \frac{\theta_{\text{acrack}}^{3.33}}{(\theta_{\text{acrack}} + \theta_{\text{wcrack}})^2} + D_w \times \frac{\theta_{\text{wcrack}}^{3.33}}{H \times (\theta_{\text{acrack}} + \theta_{\text{wcrack}})^2} \dots\dots\dots (D.6)$$

式中:

$D_{\text{crack}}^{\text{eff}}$ ——污染物蒸气在地基与墙体裂隙中的有效扩散系数, cm^2/s ;

θ_{acrack} ——地基与墙体裂隙中空气体积比, 无量纲;

θ_{wcrack} ——地基或墙体裂隙中水体积比, 无量纲。

D_a 、 D_w 和 H 参数的含义见公式 (D.5)。

D.2.3 毛细管层中污染物蒸气的有效扩散系数, 采用公式 (D.7) 计算:

$$D_{\text{cap}}^{\text{eff}} = D_a \times \frac{\theta_{\text{acap}}^{3.33}}{(\theta_{\text{acap}} + \theta_{\text{wcap}})^2} + D_w \times \frac{\theta_{\text{wcap}}^{3.33}}{H \times (\theta_{\text{acap}} + \theta_{\text{wcap}})^2} \dots\dots\dots (D.7)$$

式中:

$D_{\text{cap}}^{\text{eff}}$ ——毛细管层中污染物蒸气的有效扩散系数, cm^2/s ;

θ_{acap} ——毛细管层土壤中孔隙空气体积比, 无量纲;

θ_{wcap} ——毛细管层土壤中孔隙水体积比, 无量纲。

D_a 、 D_w 和 H 参数的含义见公式 (D.5)。

D.2.4 污染物蒸气从地下水到表层土壤的有效扩散系数, 采用公式 (D.8) 计算:

$$D_{gws}^{eff} = \frac{(h_{cap} + h_v)}{(h_{cap} / D_{cap}^{eff} + h_v / D_s^{eff})} \dots\dots\dots (D.8)$$

式中:

D_{gws}^{eff} ——地下水到表层土壤的有效扩散系数, cm^2/s

h_{cap} ——地下水土壤交界处毛细管层厚度, cm ;

h_v ——非饱和土层厚度, cm ;

D_{cap}^{eff} ——毛细管层中污染物蒸气的有效扩散系数, cm^2/s 。

D_s^{eff} 参数的含义见公式 (D.5), D_{cap}^{eff} 参数的含义见公式 (D.7)。

D.2.5 表层土壤中污染物挥发对应的室外空气中的土壤含量, 采用公式 (D.9) 和公式 (D.10) 计算:

$$VF_{suroa} = \frac{\rho_b}{DF_{oa}} \times \sqrt{\frac{4 \times D_s^{eff} \times H}{\pi \times \tau \times 31536000 \times K_{sw} \times \rho_b}} \times 10^3 \dots\dots\dots (D.9)$$

或者

$$VF_{suroa} = \frac{d \times \rho_b}{DF_{oa} \times \tau \times 31536000} \times 10^3 \dots\dots\dots (D.10)$$

其中:

$$K_{sw} = \frac{\theta_{ws} + (K_{oc} \times F_{oc} \times \rho_b) + (H \times \theta_{as})}{\rho_b} \dots\dots\dots (D.11)$$

$$DF_{oa} = \frac{U_{air} \times \delta_{air}}{W} \dots\dots\dots (D.12)$$

两者算法结果取较小值。

式中:

VF_{suroa} ——室外空气中来自表层土壤的污染物蒸气因子, kg/m^3 ;

U_{air} ——土壤污染区近地面年平均风速, cm/s ;

δ_{air} ——土壤污染区上方近地面大气混合层高度, cm ;

W ——沿风向或者地下水流向的平均污染带宽度, cm ;

K_{oc} ——土壤有机碳/土壤孔隙水分配系数, L/kg ;

τ ——气态污染物入侵持续时间, s ;

d ——表层污染土壤下表面到地表距离, cm ;

K_{sw} ——土壤-水中污染物分配系数, cm^3/g ;

DF_{oa} ——室外空气中气态污染物扩散因子, $(g/cm \cdot s)/(g/cm)$

F_{oc} 参数的含义见公式 (D.1), ρ_b 参数的含义见公式 (D.2), D_s^{eff} 和 H 参数的含义见公式 (D.5)。

D.2.6 下层土壤中污染物挥发对应的室外空气中的土壤含量，采用公式 (D.13) 和公式 (D.14) 计算：

$$VFsuboa = \frac{1}{\left(1 + \frac{DFoa \times L_s}{D_s^{eff}}\right) \times \frac{K_{sw}}{H}} \times 10^3 \dots\dots\dots (D.13)$$

或者

$$VFsuboa = \frac{d_s \times \rho_b}{DFoa \times \tau \times 31536000} \times 10^3 \dots\dots\dots (D.14)$$

两者算法结果取较小值。

式中：

VFsuboa ——下层土壤中污染物挥发对应室外空气中的土壤含量，kg/m³；

L_s ——下层污染土壤上表面到地表距离，cm。

F_{oc}参数的含义见公式 (D.1)，ρ_b参数的含义见公式 (D.2)，D_s^{eff}和H参数的含义见公式 (D.5)，U_{air}、δ_{air}、W和K_{oc}参数的含义见公式 (D.9)，K_{sw}和DF_{oa}参数的含义见公式 (D.11)。

D.2.7 地下水中污染物挥发对应的室外空气中的土壤含量，采用公式 (D.15) 计算：

$$VFgwoa = \frac{1}{\left(1 + \frac{DFoa \times L_{gw}}{D_{gws}^{eff}}\right) \times \frac{1}{H}} \times 10^3 \dots\dots\dots (D.15)$$

式中：

VFgwoa ——地下水中污染物挥发对应的室外空气中的地下水含量，L/m³；

L_{gw} ——地下水埋深，cm。

H参数的含义见公式 (D.5)，D_{gws}^{eff}参数的含义见公式 (D.8)，K_{sw}和DF_{oa}参数的含义见公式 (D.11)。

D.2.8 下层土壤中污染物挥发对应的室内空气中的土壤含量，采用公式 (D.16) 和公式 (D.17) 计算：

$$VFsubia = \frac{1}{\frac{K_{sw}}{H} \times \left(1 + \frac{D_s^{eff}}{DFia \times L_s} + \frac{D_s^{eff} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times L_s \times \eta}\right) \times \frac{DFia}{D_s^{eff}} \times L_s} \times 10^3 \dots\dots\dots (D.16)$$

$$VFsubia = \frac{d_s \times \rho_b}{DFia \times \tau \times 31536000} \times 10^3 \dots\dots\dots (D.17)$$

其中：

$$DFia = L_b \times ER \times \frac{1}{86400} \dots\dots\dots (D.18)$$

式中:

VF_{subia} ——下层土壤中污染物挥发对应的室内空气土壤含量, kg/m^3 ;

ER ——室内空气交换速率, 次/h;

L_B ——室内空间体积与蒸气入渗面积比, cm ;

L_{crack} ——室内地基厚度, cm ;

η ——地基和墙体裂隙表面积所占比例, 无量纲。

DF_{ia} ——室内空气中气态污染物扩散因子, $(g/cm \cdot s)/(g/cm)$

ρ_b 参数的含义见公式 (D.2), D_s^{eff} 和 H 参数的含义见公式 (D.5), D_{crack}^{eff} 参数的含义见公式 (D.6), K_{oc} 参数的含义见公式 (D.9), L_s 参数的含义见公式 (D.11), K_{sw} 参数的含义见公式 (D.11)。

D.2.9 地下水中污染物挥发对应的入室内空气的地下水含量采用公式 (D.19) 计算:

$$VF_{gwia} = \frac{1}{\frac{1}{H} \times \left(1 + \frac{D_{gws}^{eff}}{DF_{ia} \times L_{gw}} + \frac{D_{gws}^{eff} \times L_{crack}}{D_{crack}^{eff} \times L_{gw} \times \eta} \right)} \times \frac{DF_{ia}}{D_{gws}^{eff}} \times L_{gw} \times 10^3 \dots\dots\dots (D.18)$$

式中:

VF_{gwia} ——地下水中污染物挥发进入室内空气对应的地下水浓度, L/m^3 。

D_{crack}^{eff} 参数的含义见公式 (D.6), D_{gws}^{eff} 参数的含义见公式 (D.8), L_{gw} 参数的含义见公式 (D.16),

DF_{ia} 、 L_{crack} 和 η 的参数定义见公式 (D.16)。

D.2.10 污染物迁移进入地下水的淋溶因子,采用公式 (D.20)、公式 (D.21)、公式 (D.22) 和公式 (D.23) 计算:

土壤中污染物迁移进入地下水的淋溶因子,采用公式 (D.24)、公式 (D.25)、公式 (D.26) 和公式 (D.27) 计算:

$$LF_{sgw} = \min(LF_{sgw1}, LF_{sgw2}) \dots\dots\dots (D.24)$$

$$LF_{sgw1} = \frac{LF_{spw-gw}}{K_{sw}} \dots\dots\dots (D.25)$$

$$LF_{spw-gw} = \frac{1}{1 + \frac{U_{gw} \times \delta_{gw}}{I \times W}} \dots\dots\dots (D.26)$$

如下层污染土壤厚度已知, 污染物迁移进入地下水的淋溶因子采用公式 (F.32) 计算:

$$LF_{sgw2} = \frac{d_s \times \rho_b}{I \times \tau} \dots\dots\dots (D.27)$$

公式 (D.24)、公式 (D.25)、公式 (D.26) 和公式 (D.27) 中:

LF_{sgw1} ——土壤中污染物迁移进入地下水的淋溶因子 (算法一), $kg \cdot m^{-3}$;

LF_{spw-gw} ——土壤孔隙水中污染物迁移进入地下水的淋溶因子 (土壤孔隙水与地下水中污染物浓度之比), 无量纲;

LF_{sgw2} —土壤中污染物迁移进入地下水的淋溶因子（算法二）， $kg \cdot m^{-3}$ ；

LF_{sgw} —土壤中污染物迁移进入地下水的淋溶因子（算法一和算法二中的较小值）， $kg \cdot m^{-3}$ 。

U_{gw} —地下水的达西（Darcy）速率， $cm \cdot a^{-1}$ ，推荐值见表D.1；

δ_{gw} —地下水混合区厚度， cm ，推荐值见表D.1；

I —土壤中水的渗透速率， $cm \cdot a^{-1}$ ；推荐值见表D.1；

公式（D.24）、公式（D.25）、公式（D.26）和公式（D.27）中， ρ_b 的参数含义见公式（D.2）， K_{sw} 的参数含义见公式（D.11）， W 的参数含义见公式（D.12）， τ 的参数含义见公式（D.9）， d_s 的参数含义见公式（D.17）。

部分过程参数的取值见表D.1。

表 D.1 部分过程参数的取值

参数名称	参数代号	参数单位	推荐取值	备注
土壤有机质含量	F_{om}	g/kg	—	根据场地调查获得参数值
土壤容重	ρ_b	kg/dm^3	—	根据场地调查获得参数值
土壤颗粒密度	ρ_s	kg/dm^3	—	根据场地调查获得参数值
土壤含水率	P_{ws}	kg 水/kg 土壤	—	根据场地调查获得参数值
空气中扩散系数	D_a	cm^2/s	—	不同污染物取值不同，见附录 E
水中扩散系数	D_w	cm^2/s	—	不同污染物取值不同，见附录 E
亨利常数	H	无量纲	—	不同污染物取值不同，见附录 E
地基与墙体裂隙中空气体积比	θ_{crack}	无量纲	0.26	优先根据场地调查获得参数值
地基或墙体裂隙中水体体积比	θ_{wcrack}	无量纲	0.12	优先根据场地调查获得参数值
毛细管层土壤中孔隙空气体积比	θ_{acap}	无量纲	0.038	优先根据场地调查获得参数值
地下水达西（Darcy）速率	U_{gw}	$cm \cdot a^{-1}$	2500	优先根据场地调查获得参数值
地下水混合区厚度	δ_{gw}	cm	200	优先根据场地调查获得参数值
土壤中水的入渗速率	I	$cm \cdot a^{-1}$	30	优先根据场地调查获得参数值

表 D.1 部分过程参数的取值（续）

参数名称	参数代号	参数单位	推荐取值	备注
毛细管层土壤中孔隙水体积比	θ_{wcap}	无量纲	0.342	优先根据场地调查获得参数值
地下水土壤交界处毛细管层厚度	h_{cap}	cm	5	优先根据场地调查获得参数值
非饱和土层厚度	h_v	cm	-	优先根据场地调查获得参数值
土壤污染区近地面年平均风速	U_{air}	cm/s	200	优先根据场地调查获得参数值
土壤污染区上方近地面大气混合层高度	δ_{air}	cm	200	优先根据场地调查获得参数值
沿风向或者地下水流向的平均污染带宽度	W	cm	4000	优先根据场地调查获得参数值
土壤有机碳/土壤孔隙水分配系数	K_{oc}	L/kg	—	不同污染物取值不同，见附录 E
住宅用地污染物蒸气流平均时间	τ	s	9.48E+08	优先根据场地调查获得参数值
工业/商服用地污染物蒸气流平均时间	τ	s	7.88E+08	优先根据场地调查获得参数值
表层污染土壤下表面到地表距离	d	cm	50	优先根据场地调查获得参数值
下层污染土壤上表面到地表距离	L_s	cm	—	根据场地调查获得参数值
地下水埋深	L_{gw}	cm	—	根据场地调查获得参数值

住宅用地室内空气交换速率	ER	次/h	0.5	优先根据场地调查获得参数值
工业/商服用地室内空气交换速率	ER	次/h	0.83	优先根据场地调查获得参数值
住宅用地室内空间体积与蒸气入渗面积比	L_B	cm	220	优先根据场地调查获得参数值
工业/商服用地室内空间体积与蒸气入渗面积比	L_B	cm	300	优先根据场地调查获得参数值
室内地基厚度	L_{crack}	cm	35	优先根据场地调查获得参数值
地基和墙体裂隙表面积所占比例	η	无量纲	0.0005	优先根据场地调查获得参数值

附 录 E
(规范性附录)
部分污染物的理化参数

E.1 部分污染物的理化参数见表E.1。

表 E.1 部分污染物的理化参数

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	Da cm ² /s	Dw cm ² /s	Koc cm ³ /g	S mg/L
一、金属及无机物								
1	锑	Antimony	7440-36-0					
2	砷(无机)	Arsenic, inorganic	7440-38-2					
3	铍	Beryllium	7440-41-7					
4	镉	Cadmium	7440-43-9					
5	铬(三价)	Chromium, III	16065-83-1					
6	铬(六价)	Chromium, VI	18540-29-9					1.69E+06
7	钴	Cobalt	7440-48-4					
8	铜	Copper	7440-50-8					
9	汞(无机)	Mercury, inorganic	7439-97-6	3.52E-01	3.07E-02	6.30E-06		6.00E-02
10	甲基汞	Methyl Mercury	22967-92-6					
11	镍	Nickel	7440-02-0					
12	锡	Tin	7440-31-5					
13	钒	Vanadium	1314-62-1					7.00E+02
14	锌	Zinc	7440-66-6					
15	氰化物	Cyanide	57-12-5	4.15E-03	2.11E-01	2.46E-05		9.54E+04
16	氟化物	Fluride	16984-48-8					1.69E+00
二、挥发性有机物								
17	丙酮	Acetone	67-64-1	1.43E-03	1.06E-01	1.15E-05	2.36E+00	1.00E+06
18	苯	Benzene	71-43-2	2.27E-01	8.95E-02	1.03E-05	1.46E+02	1.79E+03
19	甲苯	Toluene	108-88-3	2.71E-01	7.78E-02	9.20E-06	2.34E+02	5.26E+02
20	乙苯	Ethylbenzene	100-41-4	3.22E-01	6.85E-02	8.46E-06	4.46E+02	1.69E+02
21	对二甲苯	Xylene, p-	106-42-3	2.82E-01	6.82E-02	8.42E-06	3.75E+02	1.62E+02
22	间二甲苯	Xylene, m-	108-38-3	2.94E-01	6.84E-02	8.44E-06	3.75E+02	1.61E+02

表 E.1 部分污染物的理化参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	Da cm ² /s	Dw cm ² /s	Koc cm ³ /g	S mg/L
24	二甲苯	Xylenes	1330-20-7	2.71E-01	6.85E-02	8.46E-06	3.83E+02	1.06E+02
25	一溴二氯甲烷	Bromodichloromethane	75-27-4	8.67E-02	5.63E-02	1.07E-05	3.18E+01	3.03E+03
26	1,2-二溴乙烷	Dibromoethane, 1,2-	106-93-4	2.66E-02	4.30E-02	1.04E-05	3.96E+01	3.91E+03
27	四氯化碳	Carbon tetrachloride	56-23-5	1.13E+00	5.71E-02	9.78E-06	4.39E+01	7.93E+02
28	氯苯	Chlorobenzene	108-90-7	1.27E-01	7.21E-02	9.48E-06	2.34E+02	4.98E+02
29	氯仿 (三氯甲烷)	Chloroform	67-66-3	1.50E-01	7.69E-02	1.09E-05	3.18E+01	7.95E+03
30	氯甲烷	Chloromethane	74-87-3	3.61E-01	1.24E-01	1.36E-05	1.32E+01	5.32E+03
31	二溴氯甲烷	Dibromochloromethane	124-48-1	3.20E-02	3.66E-02	1.06E-05	3.18E+01	2.70E+03
32	1,4-二氯苯	Dichlorobenzen, 1,4-	106-46-7	9.85E-02	5.50E-02	8.68E-06	3.75E+02	8.13E+01
33	1,1-二氯乙烷	Dichloroethane, 1,1-	75-34-3	2.30E-01	8.36E-02	1.06E-05	3.18E+01	5.04E+03
34	1,2-二氯乙烷	Dichloroethane, 1,2-	107-06-2	4.82E-02	8.57E-02	1.10E-05	3.96E+01	8.60E+03
35	1,1-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,1-	75-35-4	1.07E+00	8.63E-02	1.10E-05	3.18E+01	2.42E+03
36	1,2-顺式-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,2-cis-	156-59-2	1.67E-01	8.84E-02	1.13E-05	3.96E+01	6.41E+03
37	1,2-反式-二氯乙烯	Dichloroethylene, 1,2-trans-	156-60-5	3.83E-01	8.76E-02	1.12E-05	3.96E+01	4.52E+03
38	二氯甲烷	Dichloromethane	75-09-2	1.33E-01	9.99E-02	1.25E-05	2.17E+01	1.30E+04
39	1,2-二氯丙烷	Dichloropropane, 1,2-	78-87-5	1.15E-01	7.33E-02	9.73E-06	6.07E+01	2.80E+03
40	硝基苯	Nitrobenzene	98-95-3	9.81E-04	6.81E-02	9.45E-06	2.26E+02	2.09E+03
41	苯乙烯	Styrene	100-42-5	1.12E-01	7.11E-02	8.78E-06	4.46E+02	3.10E+02
42	四氯乙烷, 1,1,1,2-	Tetrachloroethane, 1,1,1,2-	630-20-6	1.02E-01	4.82E-02	9.10E-06	8.60E+01	1.07E+03
43	四氯乙烷, 1,1,2,2-	Tetrachloroethane, 1,1,2,2-	79-34-5	1.50E-02	4.89E-02	9.29E-06	9.49E+01	2.83E+03
44	四氯乙烯	Tetrachloroethylene	127-18-4	7.24E-01	5.05E-02	9.46E-06	9.49E+01	2.06E+02
45	三氯乙烯	Trichloroethylene	79-01-6	4.03E-01	6.87E-02	1.02E-05	6.07E+01	1.28E+03
46	氯乙烯	Vinyl chloride	75-01-4	1.14E+00	1.07E-01	1.20E-05	2.17E+01	8.80E+03
47	三氯丙烷, 1,1,2-	Trichloropropane, 1,1,2-	598-77-6	1.30E-02	5.72E-02	9.17E-06	9.49E+01	1.90E+03
48	三氯丙烷, 1,2,3-	Trichloropropane, 1,2,3-	96-18-4	1.40E-02	5.75E-02	9.24E-06	1.16E+02	1.75E+03
49	三氯乙烷, 1,1,1-	Trichloroethane, 1,1,1-	71-55-6	7.03E-01	6.48E-02	9.60E-06	4.39E+01	1.29E+03

表 E.1 部分污染物的理化参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	Da cm ² /s	Dw cm ² /s	Koc cm ³ /g	S mg/L
50	三氯乙烷, 1,1,2-	Trichloroethane, 1,1,2-	79-00-5	3.37E-02	6.69E-02	1.00E-05	6.07E+01	4.59E+03
三、半挥发性有机物								
51	萘	Acenaphthene	83-32-9	7.52E-03	5.06E-02	8.33E-06	5.03E+03	3.90E+00
52	蒽	Anthracene	120-12-7	2.27E-03	3.90E-02	7.85E-06	1.64E+04	4.34E-02
53	苯并(a)蒽	Benzo(a)anthracene	56-55-3	4.91E-04	2.61E-02	6.75E-06	1.77E+05	9.40E-03
54	苯并(a)芘	Benzo(a)pyrene	50-32-8	1.87E-05	4.76E-02	5.56E-06	5.87E+05	1.62E-03
55	苯并(b)荧蒽	Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	2.69E-05	4.76E-02	5.56E-06	5.99E+05	1.50E-03
56	苯并(k)荧蒽	Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	2.39E-05	4.76E-02	5.56E-06	5.87E+05	8.00E-04
57	屈	Chrysene	218-01-9	2.14E-04	2.61E-02	6.75E-06	1.81E+05	2.00E-03
58	二苯并(a, h)蒽	Dibenzo(a, h)anthracene	53-70-3	5.76E-06	4.46E-02	5.21E-06	1.91E+06	2.49E-03
59	荧蒽	Fluoranthene	206-44-0	3.62E-04	2.76E-02	7.18E-06	5.55E+04	2.60E-01
60	芴	Fluorene	86-73-7	3.93E-03	4.40E-02	7.89E-06	9.16E+03	1.69E+00
61	茚并(1,2,3-cd)芘	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	1.42E-05	4.48E-02	5.23E-06	1.95E+06	1.90E-04
62	萘	Naphthalene	91-20-3	1.80E-02	6.05E-02	8.38E-06	1.54E+03	3.10E+01
63	芘	Pyrene	129-00-0	4.87E-04	2.78E-02	7.25E-06	5.43E+04	1.35E-01
64	艾氏剂	Aldrin	309-00-2	1.80E-03	3.72E-02	4.35E-06	8.20E+04	1.70E-02
65	狄氏剂	Dieldrin	60-57-1	4.09E-04	2.33E-02	6.01E-06	2.01E+04	1.95E-01
66	异狄氏剂	Endrin	72-20-8	2.60E-04	3.62E-02	4.22E-06	2.01E+04	2.50E-01
67	氯丹	Chlorodane	57-74-9	1.99E-03	2.15E-02	5.45E-06	6.75E+04	5.60E-02
68	滴滴滴	DDD	72-54-8	2.70E-04	4.06E-02	4.74E-06	1.18E+05	9.00E-02
69	滴滴伊	DDE	72-55-9	1.70E-03	2.30E-02	5.86E-06	1.18E+05	4.00E-02
70	滴滴涕	DDT	50-29-3	3.40E-04	3.79E-02	4.43E-06	1.69E+05	5.50E-03
71	七氯	Heptachlor	76-44-8	1.20E-02	2.23E-02	5.70E-06	4.13E+04	1.80E-01
72	α -六六六	Hexachloro cyclohexane, α - (α -HCH)	319-84-6	2.74E-04	4.33E-02	5.06E-06	2.81E+03	2.00E+00

表 E.1 部分污染物的理化参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	Da cm ² /s	Dw cm ² /s	Koc cm ³ /g	S mg/L
73	β-六六六	Hexachloro cyclohexane, β- (β-HCH)	319-85-7	1.80E-05	2.77E-02	7.40E-06	2.81E+03	2.40E-01
74	γ-六六六	Hexachloro cyclohexane, γ- (γ-HCH, Lindane)	58-89-9	2.10E-04	4.33E-02	5.06E-06	2.81E+03	7.30E+00
75	六氯苯	Hexachlorobenzene	118-74-1	6.95E-02	2.90E-02	7.85E-06	6.20E+03	6.20E-03
76	灭蚁灵	Mirex	2385-85-5	3.32E-02	2.19E-02	5.63E-06	3.57E+05	8.50E-02
77	毒杀芬	Toxphene	8001-35-2	2.45E-04	3.24E-02	3.79E-06	7.72E+04	7.40E-01
78	多氯联苯 189	Heptachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'- (PCB 189)	39635-31-9	2.07E-03	4.24E-02	5.69E-06	3.50E+05	7.53E-04
79	多氯联苯 167	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'- (PCB 167)	52663-72-6	2.80E-03	4.44E-02	5.86E-06	2.09E+05	2.23E-03
80	多氯联苯 157	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5'- (PCB 157)	69782-90-7	6.62E-03	4.44E-02	5.86E-06	2.14E+05	1.65E-03
81	多氯联苯 156	Hexachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4',5- (PCB 156)	38380-08-4	5.85E-03	4.44E-02	5.86E-06	2.14E+05	5.33E-03
82	多氯联苯 169	Hexachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5,5'- (PCB 169)	32774-16-6	2.80E-03	4.44E-02	5.86E-06	2.09E+05	5.10E-04
83	多氯联苯 123	Pentachlorobiphenyl, 2',3,4,4',5- (PCB 123)	65510-44-3	7.77E-03	4.67E-02	6.06E-06	1.31E+05	1.60E-02
84	多氯联苯 118	Pentachlorobiphenyl, 2,3',4,4',5- (PCB 118)	31508-00-6	1.18E-02	4.67E-02	6.06E-06	1.28E+05	1.34E-02
85	多氯联苯 105	Pentachlorobiphenyl, 2,3,3',4,4'- (PCB 105)	32598-14-4	1.16E-02	4.67E-02	6.06E-06	1.31E+05	3.40E-03
86	多氯联苯 114	Pentachlorobiphenyl, 2,3,4,4',5- (PCB 114)	74472-37-0	3.78E-03	4.67E-02	6.06E-06	1.31E+05	1.60E-02
87	多氯联苯 126	Pentachlorobiphenyl, 3,3',4,4',5- (PCB 126)	57465-28-8	7.77E-03	4.67E-02	6.06E-06	1.28E+05	7.33E-03
88	多氯联苯 (高风险)	Polychlorinated Biphenyls (high risk)	1336-36-3	1.70E-02	2.43E-02	6.27E-06	7.81E+04	7.00E-01
89	多氯联苯 (低风险)	Polychlorinated Biphenyls (low risk)	1336-36-3	1.70E-02	2.43E-02	6.27E-06	7.81E+04	7.00E-01
90	多氯联苯 (最低风险)	Polychlorinated Biphenyls (lowest risk)	1336-36-3	1.70E-02	2.43E-02	6.27E-06	7.81E+04	7.00E-01

表 E.1 部分污染物的理化参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	Da cm ² /s	Dw cm ² /s	Koc cm ³ /g	S mg/L
91	多氯联苯 77	Tetrachlorobiphenyl, 3,3',4,4'- (PCB 77)	32598-13-3	3.84E-04	4.94E-02	5.04E-06	7.81E+04	5.69E-04
92	多氯联苯 81	Tetrachlorobiphenyl, 3,4,4',5'- (PCB 81)	70362-50-4	9.12E-03	4.94E-02	6.27E-06	7.81E+04	3.22E-02
93	二噁英 (以 TCDD2378 计)	Tetrachlorodibenzo-p-dio xin, 2,3,7,8-	1746-01-6	2.04E-03	4.70E-02	6.76E-06	2.49E+05	2.00E-04
94	多溴联苯	Polybrominated Biphenyls	59536-65-1					
95	苯胺	Aniline	62-53-3	8.26E-05	8.30E-02	1.01E-05	7.02E+01	3.60E+04
96	溴仿	Bromoform	75-25-2	2.19E-02	3.57E-02	1.04E-05	3.18E+01	3.10E+03
97	2-氯酚	Chlorophenol, 2-	95-57-8	4.58E-04	6.61E-02	9.48E-06	3.88E+02	1.13E+04
98	4-甲酚 (对-)	Cresol, 4-, p-	106-44-5	4.09E-05	7.24E-02	9.24E-06	3.00E+02	2.15E+04
99	3,3-二氯联苯胺	Dichlorobenzidine, 3,3-	91-94-1	1.16E-09	4.75E-02	5.55E-06	3.19E+03	3.11E+00
100	2,4-二氯酚	Dichlorophenol, 2,4-	120-83-2	1.75E-04	4.86E-02	8.68E-06	1.47E+02	5.55E+03
101	2,4-二硝基酚	Dinitrophenol, 2,4-	51-28-5	3.52E-06	4.07E-02	9.08E-06	4.61E+02	2.79E+03
102	2,4-二硝基甲苯	Dinitrotoluene, 2,4-	121-14-2	2.21E-06	3.75E-02	7.90E-06	5.76E+02	2.00E+02
103	六氯环戊二烯	Hexachlorocyclopentadie ne	77-47-4	1.11E+00	2.72E-02	7.22E-06	1.40E+03	1.80E+00
104	五氯酚	Pentachlorophenol	87-86-5	1.00E-06	2.95E-02	8.01E-06	5.92E+03	1.40E+01
105	苯酚	Phenol	108-95-2	1.36E-05	8.34E-02	1.03E-05	1.87E+02	8.28E+04
106	2,4,5-三氯酚	Trichlorophenol, 2,4,5-	95-95-4	6.62E-05	3.14E-02	8.09E-06	1.60E+03	1.20E+03
107	2,4,6-三氯酚	Trichlorophenol, 2,4,6-	1988-6-2	1.06E-04	3.14E-02	8.09E-06	3.81E+02	8.00E+02
108	阿特拉津	Atrazine	1912-24-9	9.65E-08	2.65E-02	6.84E-06	2.25E+02	3.47E+01
109	敌敌畏	Dichlorvos	62-73-7	2.30E-05	2.79E-02	7.33E-06	5.40E+01	8.00E+03
110	乐果	Dimethoate	60-51-5	9.93E-09	2.61E-02	6.74E-06	1.28E+01	2.33E+04
111	硫丹	Endosulfan	115-29-7	2.66E-03	2.25E-02	5.76E-06	6.76E+03	3.25E-01
112	草甘膦	Glyphosate	1071-83-6	8.59E-11	6.21E-02	7.26E-06	2.10E+03	1.05E+04
113	邻苯二甲酸二 (2-乙基己)酯	Bis(2-ethylhexyl)phthala te, DEHP	117-81-7	1.10E-05	1.73E-02	4.18E-06	1.20E+05	2.70E-01
114	邻苯二甲酸丁苄 酯	Butyl benzyl phthalate, BBP	85-68-7	5.15E-05	2.08E-02	5.17E-06	7.16E+03	2.69E+00
115	邻苯二甲酸二乙 酯	Diethyl phthalate, DEP	84-66-2	2.49E-05	2.61E-02	6.72E-06	1.05E+02	1.08E+03

表 E.1 部分污染物的理化参数 (续)

序号	中文名	英文名	CAS 编号	H'	Da cm ² /s	Dw cm ² /s	Koc cm ³ /g	S mg/L
116	邻苯二甲酸二丁酯	Di-n-butyl phthalate, DnBP	84-74-2	7.40E-05	2.14E-02	5.33E-06	1.16E+03	1.12E+01
117	邻苯二甲酸二正辛酯	Di-n-octyl phthalate, DNOP	117-84-0	1.05E-04	3.56E-02	4.15E-06	1.41E+05	2.00E-02

附 录 F
(资料性附录)
浙江省土壤地球化学背景

F.1 用土壤地球化学背景值和基准值两种方式反映浙江省土壤元素地球化学背景情况。土壤地球化学背景值,是指不受或少受人类活动影响的情况下土壤元素含量水平,是一个相对概念,反映在一定历史时期、一定地域内元素的元素丰度,采用区域地球化学调查中的表层土壤数据作为背景值获取的依据。土壤地球化学基准值,是指未受人为污染的,反映土壤原始沉积环境的地球化学元素含量,采用区域地球化学调查中的深层土壤数据作为基准值获取的依据。

F.2 土壤地球化学背景值和基准值求取方法如下:

a)当统计数据服从正态分布时,用算术平均值(\bar{X})代表背景值(基准值),算术平均值加减2倍算术标准偏差代表背景值(基准值)变化区间($\bar{X} \pm 2S$)。统计数据服从对数正态分布时,用几何平均值(\bar{X}_g)代表背景值(基准值),几何平均值乘除2倍几何标准偏差代表背景值(基准值)变化区间($\bar{X}_g \pm 2S$)。

b)当统计数据不服从正态分布或对数正态分布时,按照算术平均值加减3倍标准偏差进行剔除,经反复剔除后服从正态分布或对数正态分布时,用算术平均值(\bar{X})或几何平均值(\bar{X}_g)代表土壤背景值(基准值),算术平均值加减2倍算术标准偏差($\bar{X} \pm 2S$)或几何平均值乘除2倍几何标准偏差代表背景值(基准值)变化区间。统计数据经反复剔除后仍不服从正态分布或对数正态分布时,以中位值(M_o)代表土壤背景值(基准值),中位值加减2倍算术标准偏差代表背景值(基准值)变化区间($M_o \pm 2S$)。不同成土母质条件下,Cd、Hg、As、Pb、Cr、Ni、Cu、Zn、Be、Sb、F、Co、V、Mo、Sn及pH值等指标的背景值(背景值区间)和基准值(基准值区间)分别见表F.1和F.2。

F.3 不同成土母质条件下,Cd、Hg、As、Pb、Cr、Ni、Cu、Zn、Be、Sb、F、Co、V、Mo、Sn及pH值等指标的背景值(背景值区间)和基准值(基准值区间)分别见表F.1和F.2。

F.4 地块表层1m以内调查评估使用背景值(背景值区间),1m以下深度使用基准值(基准值区间)。

F.5 浙江省不同成土母质类型区域分布表见表F.3,表中所列的分布区域为某种母质类型可能的行政范围区,但并不代表该行政区域只分布该种母质类型。

F.6 根据现有资料能确定地块的成土母质类型的,直接引用本标准;不明确的,需通过收集自然资源部门土地质量地质调查相关资料确定,或委托相关单位现场调查确定。

表 F.1 浙江省不同成土母质条件下土壤地球化学背景值

元素/指标	松散沉积物		碎屑岩风化物		碳酸盐岩风化物		钙质碎屑岩风化物		中酸性火成岩风化物		中基性火成岩风化物		变质岩风化物		全省背景值
	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	
pH	6.06	4.70-6.92	5.11	4.55-5.50	5.89	4.70-6.59	5.23	4.51-5.66	4.97	4.52-5.33	5.10	4.58-5.50	5.12	4.65-5.50	5.13
As	7.20	3.80-10.10	9.29	2.85-11.60	21.8	4.04-32.0	5.92	1.99-8.60	5.16	1.88-7.62	5.31	1.90-7.62	6.94	2.41-9.39	6.39
Cd	0.17	0.10-0.22	0.19	0.07-0.26	0.51	0.06-0.81	0.17	0.09-0.23	0.16	0.08-0.23	0.19	0.11-0.26	0.20	0.10-0.24	0.17
Cr	67.7	40.0-100.2	62.2	45.7-84.3	74.8	53.6-92.9	39.3	12.2-61.4	26.7	8.5-38.5	39.0	14.0-43.4	64.2	23.9-92.2	42.4
Cu	28.6	11.3-42.4	25.3	10.0-36.7	39.5	16.1-60.4	18.2	8.6-25.7	13.7	6.4-18.0	23.4	7.7-29.6	33.4	10.7-41.8	21.7
Pb	33.0	21.9-42.1	30.8	20.4-38.4	32.6	25.9-37.1	30.1	22.6-36.4	37.7	25.7-43.4	32.4	21.7-38.6	39.3	23.2-47.3	34.5
Hg	0.14	0.03-0.21	0.10	0.05-0.14	0.12	0.06-0.17	0.07	0.03-0.10	0.09	0.03-0.12	0.07	0.03-0.11	0.08	0.03-0.11	0.10
Ni	27.0	8.1-45.1	25.7	6.0-42.7	37.5	20.4-50.0	12.7	5.0-17.7	10.9	4.0-14.7	14.5	5.6-15.2	23.6	8.0-31.3	15.3
Zn	92.0	53.6-124.0	85.1	52.8-110.4	110	71.4-141.0	68.2	47.0-85.0	84.5	52.3-104.3	93.0	61.8-113.4	105	62.0-126.9	86.1
Sb	0.69	0.41-0.88	0.95	0.39-1.17	2.39	0.55-3.28	0.70	0.35-0.92	0.58	0.33-0.79	0.61	0.33-0.78	0.63	0.35-0.81	0.69
Be	2.34	1.78-2.91	2.04	1.26-2.70	2.39	1.65-3.06	1.95	1.42-2.43	2.36	1.62-2.64	2.24	1.62-2.70	2.13	1.48-2.57	2.20
Co	12.7	9.08-17.73	13.5	5.18-21.20	14.7	9.59-19.40	8.27	3.6-11.0	6.41	2.74-9.10	12.1	4.2-14.4	14.4	4.5-23.0	10.1
V	88.0	57.5-122.0	83.1	53.0-107.1	130.5	63.8-183.7	63.8	33.6-87.1	51.5	26.2-73.3	92.0	34.0-127.0	101	33.4-151.2	68.2
F	530	320-733	509	270-673	905	290-1462	460	267-582	442	260-609	428	263-551	482	263-653	498
Mo	0.69	0.37-0.87	0.90	0.34-1.11	2.55	0.34-2.49	0.84	0.40-1.13	1.33	0.48-1.39	1.15	0.54-1.51	1.05	0.52-1.29	0.97
Sn	8.00	1.60-11.30	4.94	2.35-6.15	5.68	2.95-6.75	4.60	2.03-5.50	4.76	2.17-5.10	4.12	2.00-5.51	5.95	2.00-7.66	5.53

注：pH 无量纲，其他 mg/kg。

表 F.2 浙江省不同成土母质条件下土壤地球化学基准值

元素/指标	松散沉积物		碎屑岩风化物		碳酸盐岩风化物		钙质碎屑岩风化物		中酸性火成岩风化物		中基性火成岩风化物		变质岩风化物		全省基准值
	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	背景值	变化区间	
pH	7.52	6.65-9.06	5.58	4.79-5.93	6.67	4.98-8.22	5.63	4.54-6.49	5.33	4.77-5.69	5.60	4.78-6.41	5.77	4.68-6.53	5.67
As	7.3	2.77-10.82	10.1	3.76-12.70	24.9	5.5-36.7	7.1	2.5-11.0	6.05	2.4-9.0	6.5	2.80-9.21	7.7	2.86-11.5	7.39
Cd	0.12	0.07-0.15	0.12	0.03-0.17	0.31	0.08-0.44	0.12	0.05-0.17	0.10	0.03-0.17	0.14	0.06-0.20	0.13	0.06-0.17	0.11
Cr	76.0	27.6-124.0	62.3	44.8-83.1	74.2	53.3-94.0	43.6	15.8-65.8	31.4	7.1-44.0	44.7	11.0-68.5	68.8	23.8-111.4	47.9
Cu	22.6	7.5-37.0	23.8	9.9-35.5	38.1	16.8-55.5	15.9	8.6-22.2	13.0	5.8-16.3	19.8	8.5-24.3	32.5	12.6-42.1	17.8
Pb	27.7	17.7-37.0	25.4	18.1-30.7	28.9	20.3-35.5	26.9	20.5-31.7	32.4	21.7-38.0	28.5	19.6-34.2	33.1	18.1-41.2	29.2
Hg	0.05	0.03-0.6	0.07	0.02-0.10	0.09	0.03-0.15	0.04	0.02--0.06	0.05	0.02-0.07	0.05	0.02-0.06	0.04	0.02-0.07	0.05
Ni	32.3	8.4-54.3	28.0	13.5-43.2	38.5	31.7-45.5	14.8	5.9-21.4	13.6	4.1-17.2	18.9	4.3-25.4	25.9	13.2-29.4	19.4
Zn	81.2	44.0-118.8	79.3	49.1-105.4	103	81.8-124.9	62.4	41.0-80.3	79.0	51.4-98.8	80.6	64.2-87.0	93.9	51.9-132.1	79.9
Sb	0.52	0.31-0.66	0.85	0.38-1.04	2.32	0.70-4.10	0.63	0.32-0.87	0.53	0.30-0.72	0.55	0.25-0.83	0.57	0.27-0.88	0.59
Be	2.46	1.62-3.23	2.17	1.48-2.74	2.52	1.99-2.91	2.06	1.58-2.56	2.54	1.72-2.88	2.36	1.78-2.84	2.41	1.37-3.29	2.35
Co	14.1	6.4-21.7	15.3	9.1-21.4	16.2	12.6-20.2	10.0	4.7-14.0	9.04	3.74-13.10	14.7	7.4-17.9	17.1	7.5-23.9	11.4
V	95.2	56.1-137.0	88.9	61.9-112.3	128	69.6-171.4	70.8	44.7-89.6	62.2	30.9-84.9	90.8	52.0-119.8	107	61.7-153.6	76.7
F	561	320-810	518	302-673	876	386-1306	475	281-642	458	276-621	432	264-598	490	310-633	520
Mo	0.58	0.28-0.63	0.92	0.38-1.02	2.69	0.49-3.15	0.90	0.39-1.31	1.40	0.46-1.49	1.19	0.58-1.53	1.04	0.50-1.35	0.96
Sn	3.59	2.60-4.31	3.69	2.18-4.62	4.18	2.65-5.51	3.00	2.00-3.70	3.68	2.04-4.16	2.90	1.99-3.60	3.70	1.61-5.00	3.47

注：pH 无量纲，其他 mg/kg。

表 F.3 浙江省不同成土母质类型分布概况表

成土母质	分布区域
松散沉积物	杭嘉湖、宁绍水网平原区，台州、温州平原区， 衢州-金华盆地平原区，诸暨、浦江、 嵊州、永康、松阳等山间平原区
碎屑岩风化物	长兴-安吉、临安、富阳、桐庐、淳安、 建德、开化、常山、江山等山地丘陵区
碳酸盐岩风化物	安吉西部、临安南部、淳安-开化西部、 建德-常山、江山等山地丘陵区
钙质碎屑岩风化物	衢州-金华、义乌-东阳、永康带丘陵区，宁波西部、 天台、松阳、文城、泰顺等山地丘陵区
中酸性火成岩风化物	安吉南部、临安西部，富阳-桐庐东南部，江山-金华-诸暨-上虞东南部山地 丘陵区
中基性火成岩风化物	安吉南部、桐庐东部、开化西部、江山南部、新昌东部、天台北部、丽水 东部、云和、景宁、平阳等山地丘区
变质岩风化物	上虞中部、诸暨南部、龙游南部、遂昌、龙泉西部山地区