

附件

农用地土壤环境风险评价技术规定（试行）

一、适用范围

本规定适用于全国土壤污染状况详查中农用地土壤环境风险评价，为进一步准确划分农用地土壤环境质量、推进农用地分类管理奠定基础。

二、评价内容和程序

（一）农用地土壤环境风险评价的内容

1. 土壤环境质量初步评价

以表层土壤污染物含量对照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018），初步判定土壤环境质量类别。

2. 农产品安全性评价

以食用农产品中污染物含量对照《食品安全国家标准 食品中污染物限量》（GB 2762-2017），判定食用农产品中污染物含量的超标程度。本次详查主要针对水稻和小麦，其他食用农产品由各省（区、市）自行确定。

3. 表层土壤重金属活性评价

以表层土壤重金属可提取态含量，对照可提取态含量阈值，判定表层土壤重金属的活性。本次详查只评价土壤镉（Cd）活性。

4. 表层土壤重金属累积性分析

以同一点位表层土壤与深层土壤中重金属含量的比值，或者以

表层土壤重金属含量与同一区域（3 km 之内）最近点位深层土壤重金属含量的比值，判定表层土壤重金属累积程度。

5. 农用地土壤环境风险评价

在土壤环境质量初步评价的基础上，结合农产品安全性评价、土壤重金属活性评价等结果，评价农用地土壤环境风险，判定土壤环境质量类别。

（二）农用地土壤环境风险评价程序

农用地土壤环境风险评价程序见图 1。

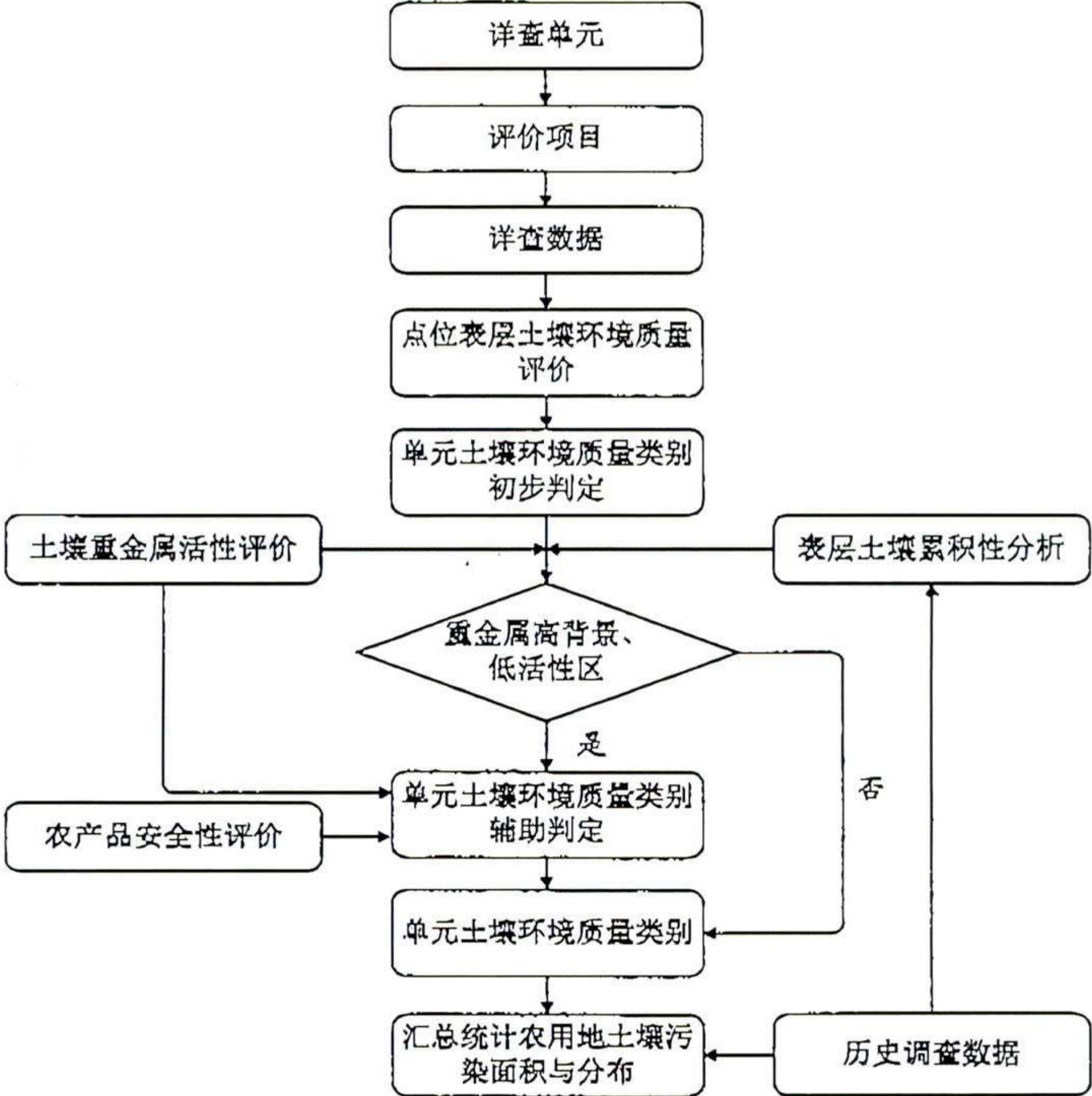


图 1 农用地土壤环境风险评价程序

三、评价项目

(一) 表层土壤中的镉(Cd)、汞(Hg)、砷(As)、铅(Pb)、铬(Cr)、铜(Cu)、镍(Ni)、锌(Zn)、苯并[a]芘、六六六、滴滴涕作为农用地土壤环境质量类别判定的项目。

(二) 农产品中镉(Cd)、汞(Hg)、砷(As)、铅(Pb)、铬(Cr) 作为农产品安全性评价的项目。

(三) 表层土壤中镉(Cd)可提取态作为表层土壤镉(Cd)活性评价的项目。

(四) 表层土壤与深层土壤中镉(Cd)、汞(Hg)、砷(As)、铅(Pb)、铬(Cr)、铜(Cu)、镍(Ni)、锌(Zn)作为表层土壤重金属累积性分析的项目。

四、农用地土壤环境风险评价方法

(一) 农用地详查点位表层土壤环境质量评价

1. 单因子评价

(1) 依据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB 15618-2018)中的筛选值 S_i (附表 1-1) 和管制值 G_i (附表 1-4), 基于表层土壤中镉(Cd)、汞(Hg)、砷(As)、铅(Pb)、铬(Cr)的含量 C_i , 评价农用地土壤污染的风险, 并将其土壤环境质量类别分为三类:

I 类: $C_i \leq S_i$, 农用地土壤污染风险低, 可忽略, 应划为优先保护类;

II 类: $S_i < C_i \leq G_i$, 可能存在农用地土壤污染风险, 但风险可控, 应划为安全利用类;

III类： $C_i > G_i$ ，农用地土壤存在较高污染风险，应划为严格管控类。

表 1-1 单因子¹土壤污染风险评价及环境质量分类

污染物含量	风险	质量分类
$C_i \leq S_i$	无风险或风险可忽略	优先保护类 I
$S_i < C_i \leq G_i$	污染风险可控	安全利用类 II
$C_i > G_i$	污染风险较大	严格管控类 III

注 1：包括镉(Cd)、汞(Hg)、砷(As)、铅(Pb)、铬(Cr)。

(2) 依据《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）中铜(Cu)、镍(Ni)、锌(Zn)、苯并[a]芘、六六六、滴滴涕的筛选值 S_i （附表 1-1 和 1-2），评价农用地土壤污染的风险，并将其土壤环境质量类别分为两类：

- I类： $C_i \leq S_i$ ，农用地土壤污染风险低，可忽略，应划为优先保护类；
- II类： $C_i > S_i$ ，可能存在农用地土壤污染风险，应划为安全利用类。

表 1-2 单因子²土壤污染风险评价及环境质量分类

污染物含量	风险	质量分类
$C_i \leq S_i$	无风险或风险可忽略	优先保护类 I
$C_i > S_i$	有污染风险	安全利用类 II

注 2：包括铜(Cu)、锌(Zn)、镍(Ni)、苯并[a]芘、六六六、滴滴涕。

(3) 其他增测项目由各地依据评价参考值 S_i （附表 1-3），进行是否超过该值的分析，并可对相关行业企业周边污染农用地的情况进行综合分析。

2. 多因子综合评价

(1) 镉(Cd)、汞(Hg)、砷(As)、铅(Pb)、铬(Cr) 5 因子综合评价

按表层土壤的镉(Cd)、汞(Hg)、砷(As)、铅(Pb)、铬

(Cr) 中类别最差的因子确定该点位综合评价结果。

(2) 铜 (Cu)、锌 (Zn)、镍 (Ni) 3 因子综合评价

按表层土壤的铜 (Cu)、锌 (Zn)、镍 (Ni) 中类别最差的因子确定该点位综合评价结果。

(3) 苯并[a]芘、六六六、滴滴涕 3 因子综合评价

按表层土壤的苯并[a]芘、六六六、滴滴涕中类别最差的因子确定该点位综合评价结果。

(二) 农产品安全性评价

采用单因子指数法进行评价，计算公式为：

$$E_{ij} = \frac{C_{ij}}{L_{ij}}$$

式中：

E_{ij} —农产品 i (水稻或小麦) 中重金属 j 的单因子超标指数；

C_{ij} —农产品 i (水稻或小麦) 中重金属 j 的含量测定值 (单位与 L_{ij} 保持一致)；

L_{ij} —农产品 i (水稻或小麦) 中重金属 j 的食品安全国家标准限量值 (附表 2)。

根据 E_{ij} 值的大小，将农产品 i (水稻或小麦) 超标程度分为 3 级，见表 2。

表 2 农产品超标程度分级

超标等级	E_{ij} 值
I (未超标)	$E_{ij} \leq 1.0$
II (轻度超标)	$1.0 < E_{ij} \leq 2.0$
III (重度超标)	$E_{ij} > 2.0$

(三) 表层土壤重金属活性评价

仅对表层土壤中镉(Cd)的活性进行评价。土壤镉(Cd)的活性评判阈值:土壤 pH ≤ 6.5 时, 0.01 M 氯化钙溶液可提取态的土壤镉(Cd)含量阈值为 0.04 mg/kg; 土壤 pH > 6.5 时, 0.01 M 氯化钙溶液可提取态的土壤镉(Cd)含量阈值为 0.01 mg/kg。小于等于阈值, 表示土壤镉(Cd)活性低; 大于阈值, 表示土壤镉(Cd)活性高。

土壤镉(Cd)活性评价结果主要作为土壤镉(Cd)背景较高地区农用地土壤环境质量类别辅助判定的依据。

(四) 表层土壤重金属累积性分析

采用累积系数法表征表层土壤重金属累积性, 计算公式为:

$$A_i = \frac{C_i}{B_i}$$

式中:

A_i —土壤中重金属 i 的单因子累积系数;

C_i —表层土壤中重金属 i 的测定值;

B_i —深层土壤(一般为 100 cm 以下)中重金属 i 的测定值, 单位与 C_i 保持一致。

本次详查同一点位同时采集了表层与深层土壤样品的区域, 采用同点位表层与深层的数据计算累积系数; 本次详查未采集深层样品的区域, 则采用多目标区域地球化学调查获得的深层样品数据, 按照就近原则选择与表层土壤数据匹配的深层土壤数据(3km 内最近的深层数据), 计算累积系数。

根据 A_i 值的大小, 进行土壤调查点位单项重金属累积性分析, 见表 3。

表 3 土壤单项重金属累积程度分级

累积程度分级	A_i 值
无明显累积	$A_i \leq 1.5$
轻度累积	$1.5 < A_i \leq 3$
中度累积	$3 < A_i \leq 6$
重度累积	$A_i > 6$

表层土壤重金属累积性分析结果是土壤重金属高背景区判定的参考依据。在土壤重金属超标时,结合区域地质背景及污染源分布情况,区域内 $A_i \leq 3$ 且周边无相关污染源的情况下,方可作为地质高背景区的判定条件之一。

表层土壤重金属累积性分析结果也是重金属超标原因分析的重要依据。

五、单元农用地土壤环境质量类别的判定

(一) 划分单因子评价单元并初步判定土壤环境质量类别

详查单元是详查布点时基于农用地利用方式、污染类型和特征、地形地貌等因素的相对均一性划分的调查单元。如果详查单元内点位土壤环境质量类别一致,详查单元即为评价单元;否则应根据详查单元内点位土壤环境质量评价结果,依据聚类原则,利用空间插值法结合人工经验判断,将详查单元划分为不同的评价单元。尽量使每个评价单元内的点位土壤环境质量类别保持一致。

按照以下四个原则初步判定评价单元内农用地土壤环境质量类别:

1. 一致性原则

当评价单元内点位类别一致时,该点位类别即是该评价单元类别。

2. 主导性原则

当评价单元内存在不同类别点位时，某类别点位数量占比超过80%，其他点位（非严格管控类点位）不连续分布，该单元则按照优势点位的类别计；如存在2个或以上非优势类别点位连续分布，则划分出连续的非优势点位对应的评价单元。

3. 谨慎性原则

对孤立的严格管控类点位，根据影像信息或实地踏勘情况划分出对应的严格管控类范围；如果无法判断边界，则按最靠近的地物边界（地块边界、村界、道路、沟渠、河流等），划出合理较小的面积范围。

4. 保守性原则

当评价单元内存在不连续分布的优先保护类和安全利用类点位、且无优势点位时，可将该评价单元划为安全利用类。

（二）按多因子综合评价结果初步判定评价单元内农用地土壤环境质量类别

在单因子评价单元划分及农用地土壤环境质量类别初步判定的基础上，多因子叠合形成新的评价单元，评价单元内部农用地土壤环境质量综合类别按最差类别确定。

根据管理需要可分别形成5项重金属（镉、汞、砷、铅、铬）、3项重金属（铜、锌、镍）、3项有机污染物（苯并[a]芘、六六六、滴滴涕）的农用地土壤环境质量初步判定结果。

六、农用地土壤环境质量类别的辅助判定

（一）辅助判定的原则

1. 对重金属高背景、低活性（仅限于镉，其他重金属不考虑活

性)地区,在区域内无相关污染源存在或者无污染历史的情况下,可根据农产品(水稻或小麦)安全性评价结果或表层土壤镉活性评价结果,按照谨慎原则,对初步判定为安全利用类或严格管控类的评价单元进行辅助判定。

2.对土壤镉环境质量评价,有农产品数据的采用农产品安全性评价结果辅助判定,没有农产品数据的采用土壤镉活性评价结果辅助判定;其他重金属仅用农产品评价结果辅助判定,若没有农产品数据,则维持初步判定结果不变。

3.初步判定及辅助判定的结果均需保留。

(二)单因子辅助判定的方法

1.利用农产品安全性评价结果进行辅助判定

根据评价单元农产品安全性评价结果辅助判定评价单元内农用地土壤环境质量类别,判定依据见表4。

表4 利用农产品安全评价结果辅助判定评价单元单因子土壤环境质量类别

评价单元土壤 环境质量类别 初步判定	判定依据 (评价单元内或相邻单元农产品重金属超标情况)		辅助判定后单因子土 壤环境质量类别
	评价单元内农产品点位3个及以上	单元内农产品点位小于3个	
优先保护类	-	-	优先保护类 (I ₁)
安全利用类	均未超标	均未超标;且周边相邻单元农产品点位未超标	优先保护类 (I ₂)
	上述条件都不满足的其他情形		安全利用类 (II ₁)
严格管控类	未超标点位数量占比≥65%,且无重度超标的点位	均未超标,且周边相邻单元农产品点位未超标	安全利用类 (II ₂)
	上述条件都不满足的其他情形		严格管控类 (III)

2.利用土壤镉(Cd)活性评价结果进行辅助判定

如果严格管控类评价单元内没有农产品协同调查点位,则按照

单元内农用地土壤镉 (Cd) 活性评价结果, 辅助判定土壤镉 (Cd) 环境质量类别。辅助判定依据见表 5。其他重金属单因子土壤环境质量类别不变。

表 5 利用土壤镉活性辅助判定评价单元土壤镉环境质量类别

评价单元 土壤环境 质量类别 初步判定	土壤 pH	单元或区域辅助判定依据	污染风险	辅助判定后土壤镉环 境质量类别
严格 管控类	pH≤6.5	单元内或区域内所有点位土壤可 提取态镉均≤0.04mg/kg	风险可控	安全利用类Ⅱ ₂
		其他情形	风险较高	严格管控类Ⅲ
	pH>6.5	单元内或区域内所有点位土壤可 提取态镉均≤0.01mg/kg	风险可控	安全利用类Ⅱ ₂
		其他情形	风险较高	严格管控类Ⅲ

(三) 单因子辅助判定后的单元综合类别

单因子辅助判定后的单元农用地土壤环境质量类别仍需进行 5 因子 (镉、汞、砷、铅、铬) 综合, 单元类别按类别最差的因子计。

七、汇总统计农用地土壤环境质量类别面积

分别按单因子类别、多因子综合类别统计详查范围内不同土壤环境质量类别面积及其比例, 其中土壤镉 (Cd)、汞 (Hg)、砷 (As)、铅 (Pb)、铬 (Cr) 的单项及综合统计表见表 6, 其他污染物的单项及综合统计表见表 7。本次详查未布点的区域依据历史调查数据按相同的方法判定类别。

统计行政区内所有农用地的不同类别的面积与比例, 其中土壤镉 (Cd)、汞 (Hg)、砷 (As)、铅 (Pb)、铬 (Cr) 的统计表见表 8, 其他污染物的统计表见表 9。

表 6 详查范围不同类别农用地面积统计 (镉、汞、砷、铅、铬单项或综合)

类别	初步判定类别		辅助判定后的类别	
	面积 (公顷)	占详查范围内农用地面积比例 (%)	面积 (公顷)	占详查范围内农用地面积比例 (%)
优先保护类				
安全利用类				
严格管控类				

表 7 详查范围不同类别农用地面积统计 (其他单项或无机 3 项综合或有机综合)

类别	面积 (公顷)	占详查范围内农用地面积比例 (%)
优先保护类		
安全利用类		

表 8 行政区内不同类别农用地面积统计 (镉、汞、砷、铅、铬单项或综合)

类别	初步判定类别		辅助判定后的类别	
	面积 (公顷)	占行政区内全部农用地面积比例 (%)	面积 (公顷)	占行政区内全部农用地面积比例 (%)
优先保护类				
安全利用类				
严格管控类				

表 9 行政区内不同类别农用地面积统计 (其他单项或无机 3 项综合或有机综合)

类别	面积 (公顷)	占行政区内全部农用地面积比例 (%)
优先保护类		
安全利用类		

附 1

农用地土壤污染风险筛选值与管制值

附表 1-1 农用地土壤 8 种重金属污染风险筛选值

序号	污染物项目 ^①		风险筛选值 (mg/kg)			
			pH≤5.5	5.5<pH≤6.5	6.5<pH≤7.5	pH>7.5
1	镉	水田	0.3	0.4	0.6	0.8
		其他	0.3	0.3	0.3	0.6
2	汞	水田	0.5	0.5	0.6	1.0
		其他	1.3	1.8	2.4	3.4
3	砷	水田	30	30	25	20
		其他	40	40	30	25
4	铅	水田	80	100	140	240
		其他	70	90	120	170
5	铬	水田	250	250	300	350
		其他	150	150	200	250
6	铜	果园	150	150	200	200
		其他	50	50	100	100
7	镍		60	70	100	190
8	锌		200	200	250	300

注：①重金属和类金属砷均按元素总量计。
②对于水旱轮作地，采用其中较严格的含量限值。

附表 1-2 农用地土壤 3 种有机污染物风险筛选值

序号	污染物项目	风险筛选值 (mg/kg)
1	六六六总量 ^①	0.10
2	滴滴涕总量 ^②	0.10
3	苯并[a]芘	0.55

注：①六六六总量为α-六六六、β-六六六、γ-六六六、δ-六六六四种异构体的含量总和。
②滴滴涕总量为p,p'-滴滴伊、p,p'-滴滴滴、o,p'-滴滴涕、p,p'-滴滴涕四种衍生物的含量总和。

附表 1-3 农用地土壤其他增测项目评价参考值

序号	污染物项目	评价参考值 (mg/kg)
1	总锰	1200
2	总钴	24
3	总硒	3.0
4	总钒	150
5	总锑	10
6	总铊	1.0
7	总钼	6.0
8	氟化物(水溶性氟)	5.0
9	石油烃总量(C ₁₀ -C ₄₀)	500

附表 1-4 农用地土壤污染风险管制值

序号	污染物项目	风险管制值 (mg/kg)			
		pH < 5.5	5.5 < pH < 6.5	6.5 < pH < 7.5	pH > 7.5
1	镉	1.5	2.0	3.0	4.0
2	汞	2.0	2.5	4.0	6.0
3	砷	200	150	120	100
4	铅	400	500	700	1000
5	铬	800	850	1000	1300

附 2

主要农产品中污染物限量

附表 2 主要食用农产品中 5 种重金属国家标准限量值

污染物项目	农产品种类	标准限量值 (mg/kg)
镉	水稻	0.2
	小麦	0.1
汞	水稻、小麦	0.02
砷	小麦	0.5
	水稻	0.5*
铅	水稻、小麦	0.2
铬	水稻、小麦	1.0

*水稻砷标准限量值参考《食品安全国家标准 食品中污染物限量》(GB2762-2017)中谷物砷标准限量值。