

大冶市土壤污染防治先行区
农用地污染土壤安全利用技术指南
(试行)

大冶市人民政府

二〇一九年六月

目 录

前言	1
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 工作程序	4
5 资料收集与现场勘察	5
6 现场采样	6
7 农用地污染土壤安全利用分级	8
8 安全利用技术	10
附录 A 农用地污染土壤安全利用报告编制示例	13

前言

为贯彻落实《中华人民共和国土壤污染防治法》《土壤污染防治行动计划》和《农用地土壤环境管理办法（试行）》，指导和规范大冶市土壤污染综合防治先行区农用地污染土壤安全利用工作，制定本指南。

本指南按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本指南由大冶市土壤污染综合防治工作领导小组办公室提出。

本指南由大冶市环境保护局归口。

本指南由大冶市人民政府组织实施。

本指南主要起草单位：中国环境科学研究院。

本指南主要起草人：杜平、任杰、秦晓鹏、陈娟、杨兵、谷庆宝、李发生。

1 适用范围

本指南规定了农用地污染土壤安全利用的具体措施、工作程序、方法、内容及要求。

本指南适用于农用地污染土壤的安全利用，针对的污染物主要包括重金属。本指南适用于大冶市土壤污染综合防治先行区农用地污染土壤的评价分级和安全利用技术方案的设计。

本指南不适用于涉及放射性污染、致病性生物污染地块的土壤。

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。

GB15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 19641 食品安全国家标准食用植物油料

GT/T 21010 土地利用现状分类

GB 2715 食品安全国家标准 粮食

GB 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量

GB 5009.268 食品安全国家标准 食品中多元素的测定

HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范

NY/T 398 农、畜、水产品污染监测技术规范

《土壤污染防治行动计划》

《农用地土壤环境质量类别划分技术指南（试行）》

《农用地土壤环境管理办法（试行）》

《农用地土壤样品采集流转制备和保存技术规定》

《农产品样品采集流转制备和保存技术规定》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本指南。

3.1 农用地 Agricultural land

指 GT/T 21010 中的 01 耕地（011 水田、012 水浇地、013 旱地）、02 园地（021 果园、022 茶园）和 04 草地（041 天然牧草地、042 人工牧草地）。

3.2 土壤 Soil

指位于陆地表层能够生长植物的疏松多孔物质层及其相关自然地理要素的综合体。

3.3 农用地安全利用 safety utilization of agricultural land

指根据土壤污染状况和农产品超标情况，通过采用替代种植、钝化修复、植物修复、深耕技术、农艺调控等措施，降低农产品中重金属等污染物的含量及超标风险的土地再利用方式。

3.4 农产品 Agricultural products

指农业生产过程中的产品，主要包括小麦、水稻、玉米、花生、高粱和蔬菜等。

3.5 修复单元 Remediation area

拟修复的具有相同污染物的无物理隔离或无自然分割的农用地单元。

3.6 优先保护 Preferential protection

当土壤中重金属污染物含量等于或低于 GB15618 中规定的筛选值时，划定为优先保护类农用地。应采取保护措施，防止新增污染，

采取农业投入品监测等技术，维护农用地土壤与农作物的安全状态。

3.7 安全利用 I 类、II 类、III 类 Safety utilization Level I, Level II, Level III

当土壤中重金属污染物含量高于 GB15618 中规定的筛选值、等于或低于 GB15618 中规定的管制值时，划定为安全利用类农用地。根据土壤中和农产品中污染物含量的不同，分为安全利用 I 类、II 类、III 类，应分别采取不同的治理措施。

3.8 严格管控 Strict control

当土壤中重金属污染物含量高于 GB15618 中规定的管制值时，划定为严格管控类农用地。应采取调整种植结构、退耕还林还草、退耕还湿、轮作休耕、轮牧休牧等风险管控措施。

4 工作程序

农用地污染土壤安全利用的工作程序包括资料收集与现场勘查、现场采样、实验室检测、农用地污染土壤分级和安全利用技术确定五个步骤，工作流程如图 1 所示。

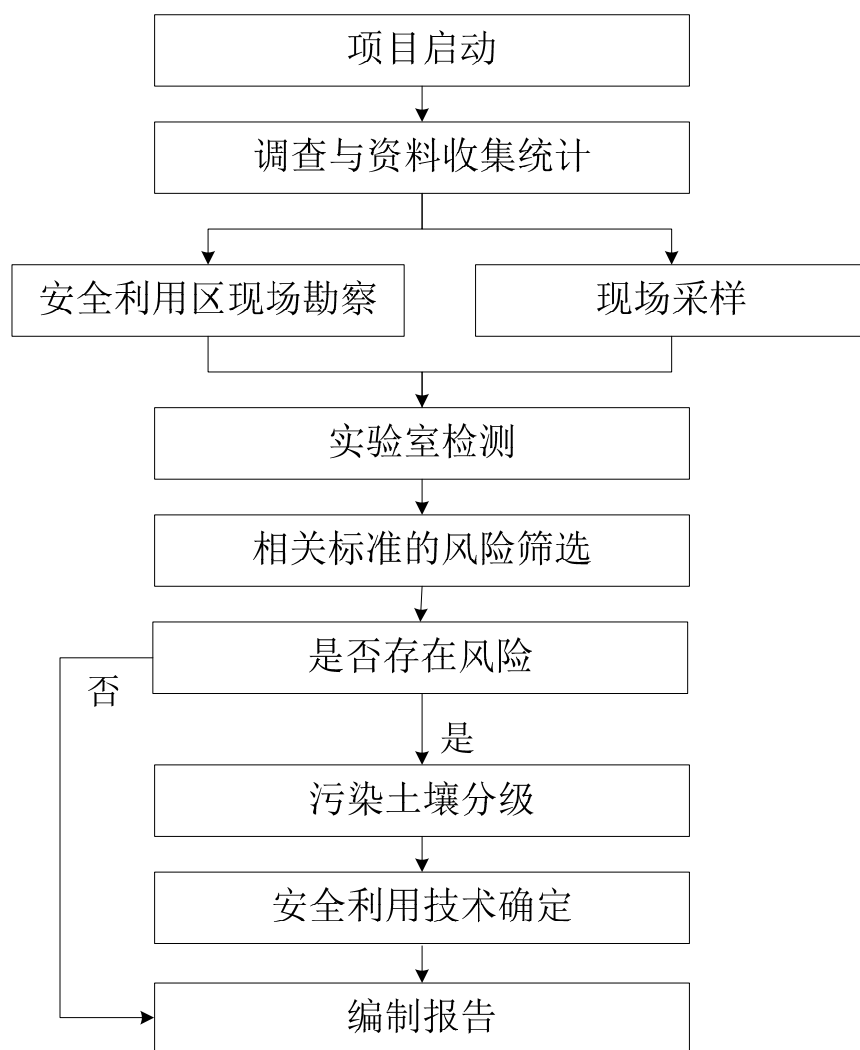


图 1 农用地安全利用工作程序

5 资料收集与现场勘察

5.1 资料收集

在安全利用工作开展之前，应收集与区域特征、农用地土壤污染调查、安全利用和修复治理技术方案等相关的资料，包括但不限于以下内容：

- (1) 区域自然环境特征：水文、气象、地形地貌、植被、自然

灾害、地质、成土母质等。

(2) 农业生产土地利用状况：农作物种类、面积、产量和耕作制度等。

(3) 土壤环境污染状况：污染源种类及分布、污染物种类、灌溉水污染状况、大气污染状况、农业固体废弃物投入、农业化学物质投入状况和自然污染源分布等。

(4) 农作物污染监测资料：农作物污染物背景值、农作物污染现状等。

(5) 其他相关资料和图件：土地利用总体规划、农业资源调查规划、行政区规划图、农作物种植分布图、土壤类型图、高程数据、农用地地理位置示意图、修复范围图、修复措施流程图、修复过程图片和影像资料等。

注：收集资料应尽可能包括空间信息；点位数据应包括空间地理坐标；面源数据应有符合国家坐标系的地理信息系统矢量或栅格数据。

5.2 现场勘察

现场勘察确定安全利用实施范围、边界及农用地利用现状。

6 现场采样

6.1 总体要求

土壤样品和农产品样品的采集方法、现场质量控制、现场质量保证、样品的保存与运输方法、样品分析方法、实验室质量控制、现场

人员防护和现场污染应急治理等按照 HJ/T 166 和 NY/T 395 的规定执行。

6.2 土壤采样点要求

在受污染农用地土壤修复范围内，开展农用地土壤初步调查和详细调查工作。在初步调查过程中，建议根据 $400\text{ m} \times 400\text{ m}$ 的网格单元进行土壤样品的采集。根据初步调查检测结果，将污染物含量较高的区域确定为重点区域，开展详细调查，并以 $200\text{ m} \times 200\text{ m}$ 的网格单元进行土壤样品的采集。其中每个土壤采样点的样品为 5 点以上（含）等量的混合样。在农用地调查过程中，一般采集表层 0-20 cm 土壤样品，涉及深耕等技术时，可根据需要在部分区域采集剖面样品。

6.3 农产品采样点要求

调查过程中，在土壤采样点位处协同采集成熟期农产品可食部位样品。采样过程中，需采集区域内种植的主要农产品种类（例如水稻、小麦、玉米、油菜籽和蔬菜）。按照 NY/T 398 的规定，每个农产品采样点的样品为混合样。

6.4 实验室检测

土壤样品检测指标包括：pH、含水率、有机质、阳离子交换量、常见 8 种重金属元素全量（镉、砷、铅、锌、铜、铬、镍、汞）。

水体样品分析检测指标包括：pH、常见 8 种重金属元素全量（镉、砷、铅、锌、铜、铬、镍、汞）。

农产品分析检测指标包括：镉、砷、铅、铬、汞。

实验室检测报告内容应包括检测条件、检测仪器、检测方法、检测结果、检出限和质量控制结果（例如准确度、相对误差和精密度）等。

7 农用地污染土壤安全利用分级

7.1 污染物确定

满足以下条件之一的污染物认定为关注污染物：

- （1）土壤中污染物含量超过 GB15618 中规定的风险筛选值。
- （2）农产品中污染物含量超过 GB 19641、GB 2715 和 GB 2762 中规定的含量限值。

7.2 污染土壤分级

将每个点位土壤中污染物的含量与 GB 15618 中规定的筛选值进行对比，计算出每个污染物的单因子污染指数（ P_i ），计算公式如下：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{s,i}}$$

其中， P_i 为单个污染物（如 Cd、Cu 或 As）的单因子污染指数， C_i 为土壤中单个污染物的含量（mg/kg）， $C_{s,i}$ 为该污染物对应的风险筛选值（mg/kg）。

为兼顾单个污染物的污染指数平均值和最大值，采用内梅罗综合污染指数法对土壤的综合污染状况进行评价。计算公式如下：

$$P_n = \sqrt{\frac{P_{i,ave}^2 + P_{i,max}^2}{2}}$$

其中, P_n 为内梅罗综合污染指数, $P_{i,ave}$ 为某点位中所有污染物(如 Cd、Cu 或 As) 的单因子污染指数的平均值, $P_{i,max}$ 为某点位中所有污染物的单因子污染指数的最大均值。

根据上述计算出的污染物单因子污染指数 (P_i) 和综合污染指数 (P_n), 将调查区域内受污染农用地土壤划分为安全利用 I 类、II 类、III 类, 分别采用对应的安全利用和综合治理等措施。具体划分方法如下:

(1) 根据污染物单因子污染指数 (P_i) 判断植物和土壤样品是否超过相关标准限值。若植物中某单个污染物超标, 则划分为安全利用 II 类及以上质量类别, 同时, 结合土壤样品进行进一步的质量类别划分;

(2) 若土壤中污染物单因子污染指数 (P_i) 小于 1, 则该单一污染物不进行下一步计算; 反之, 若土壤中污染物单因子污染指数 (P_i) 大于 1, 则继续采用综合污染指数 (P_n) 进行计算;

(3) 根据 P_n 计算结果, 农产品中重金属的超标情况, 依据表 1 对安全利用类型进行划分, 并分别采取对应措施。

表 1 农用地污染土壤安全利用分级及推荐技术

农产品 超标情况	土壤综合污染 指数 (P_n)	质量类别	推荐技术
未超标	$P_n \leq 1$	优先保护类	农业投入品监测等
	$1 < P_n \leq 2$	安全利用 I 类	日常监测等
	$2 < P_n \leq 3$	安全利用 II 类	替代种植、农艺调控等
	$3 < P_n \leq 5$	安全利用 III 类	钝化技术、农艺调控、植物修复等
	$P_n > 5$	严格管控类	种植结构调整
超标	$P_n \leq 1$	安全利用 II 类	替代种植、农艺调控等
	$1 < P_n \leq 2$		
	$2 < P_n \leq 3$	安全利用 III 类	钝化技术、农艺调控、植物修复等
	$3 < P_n \leq 5$		
	$P_n > 5$	严格管控类	种植结构调整

8 安全利用技术

根据农用地污染土壤安全利用分级结果,对不同安全利用类别的农用地,推荐采取以下措施:

8.1 优先保护类

在优先保护类区域,农用地土壤污染风险低,农产品超标风险极低。应对该类农用地土壤实施优先重点保护,防止新增污染,采取农业投入品监测等技术,维护农用地土壤与农作物的安全状态。

8.2 安全利用 I 类

在安全利用 I 类区域，农用地土壤污染物有一定积累，综合污染指数 P_n 为 1-2，农产品中污染物含量存在超标的可能。该类农用地土壤应控制污染源，防止新增污染物输入。推荐开展日常监测工作，定期对区域内的农产品进行调查，监测土壤、灌溉水、大气沉降物、农药、有机肥和化肥中污染物的含量，根据监测结果进一步采取相应措施，维护农用地土壤与农作物的安全状态，确保安全利用。

8.3 安全利用 II 类

农作物产品中污染物含量达标，符合质量安全标准，但农用地土壤中污染物含量有一定积累，综合污染指数 P_n 为 2-3，可能对农作物生长以及农产品安全构成威胁；或者，即使农用地土壤污染物含量较低或者有轻微积累，综合污染指数 P_n 小于 2，但农作物产品中污染物含量未达标，超过限量标准值，农产品的潜在安全风险很大。该类农用地土壤应切断污染源，防止新增污染物输入。推荐采用钝化技术、土壤淋洗、植物修复、农艺调控等单一技术或组合技术，降低土壤中污染物的生物可利用性或直接降低污染物的总量；采用替代种植等措施降低农用地利用风险。

8.4 安全利用 III 类

农作物产品中污染物含量达标，符合食品卫生要求，但农用地土壤中污染物有较大积累，综合污染指数 P_n 为 3-5，对农作物生长以及农产品安全构成一定的威胁；或者，农作物产品中污染物未达标，超

过限量标准值，农作物存在潜在的安全风险，同时，农用地土壤污染物含量有一定的积累，综合污染指数 P_n 为 2-5，土壤环境状况具有潜在的安全风险，生产环境对农产品安全已造成一定的危害。该类农用地土壤应实施风险预警防控管理，选择合适的工程修复措施对农用地土壤积极进行修复。推荐根据土壤中关注污染物的含量高低，分别采用农艺调控、钝化修复或植物修复等单一技术或组合技术。但这些治理与修复措施的实施，可能会对正常农业生产造成不同程度的影响，因此，必须设置针对土壤和农产品中关注污染物含量以及农产品产量的目标建议值。其中，钝化等相关技术主要是降低土壤中重金属的有效态含量，并不能降低重金属的总量，因此设置重金属的有效态含量的目标建议值。

8.5 严格管控类

农用地土壤污染物含量极高，综合污染指数 P_n 高于 5，土壤环境质量状况较差，对农作物生长以及农产品安全构成严重威胁，农产品安全风险极大；该类农用地土壤应采取调整种植结构、退耕还林还草、退耕还湿、轮作休耕、轮牧休牧等风险管控措施降低安全利用风险。

附录 A 农用地污染土壤安全利用报告编制示例

1 概述

1.1 项目背景

1.2 项目概况

1.3 项目意义

2 项目区域农用地土壤污染状况调查与评价

2.1 项目区农用地土壤污染状况调查

2.2 项目区污染状况统计结果分析

2.3 农用地土壤协同农产品污染物浓度分布

2.4 项目区农用地土壤分级

3 区域治理工程目标和范围

3.1 土壤安全利用工程 I 类

3.2 土壤安全利用工程 II 类

3.3 土壤安全利用工程 III 类

3.4 土壤修复工程（如有）

3.5 种植结构调整工程（如有）

4 农用地土壤安全利用方案设计

4.1 方案总体思路

4.2 技术概述

5 农用地土壤结构调整方案设计

5.1 方案总体思路

5.2 技术和方案比选

5.3 技术路线

6 工程实施

6.1 区域农用地土壤安全利用与综合治理工程

6.2 配套工程

7 结论与建议