ICS 13.080
CCS B 10

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 4600—2025

耕地土壤污染治理规范

Specification for remediation of contaminated cultivation land

纸质文本为正式版本
参考件

2025-01-09 发布　　2025-05-01 实施

中华人民共和国农业农村部 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　基本原则 …… 2
5　污染治理目标 …… 3
6　工作程序 …… 3
7　前期调查 …… 3
8　治理单元划分 …… 4
9　分类治理 …… 4
10　污染治理方案 …… 5
11　工程实施与环境管理 …… 6
附录 A(资料性)　耕地污染治理工作程序 …… 7

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。

本文件由农业农村部科技教育司提出。

本文件由农业农村部农业资源环境标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：农业农村部农业生态与资源保护总站、广东省科学院生态环境与土壤研究所、中国科学院生态环境研究中心、农业农村部环境保护科研监测所、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心。

本文件主要起草人：李芳柏、郑顺安、方利平、刘传平、刘凯、段桂兰、吴云当、李晓华、吴泽赢、安毅、孙约兵、师荣光、林大松、师华定、杨兵、马建忠、郑超、高戈、张爽爽、张荣。

印刷版纸质文本为参考件
联系电话010-59194426

耕地土壤污染治理规范

1 范围

本文件规定了耕地土壤污染治理的基本原则、污染治理目标、工作程序、前期调查、治理单元划分、分类治理、污染治理方案、工程实施与环境管理的要求。

本文件适用于重(类)金属和有机物污染的耕地土壤治理,其中涉及的重金属包括镉、铅、汞、铬以及类金属砷,涉及的有机污染包括苯并(a)芘、滴滴涕、六六六等。

本文件不适用于放射性污染耕地土壤的治理。

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 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量

GB 2763 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)

NY/T 3343 耕地污染治理效果评价准则

NY/T 3443 石灰质改良酸化土壤技术规范

NY/T 3499 受污染耕地治理与修复导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

土壤污染治理 remediation of contaminated soil

采用物理、化学或生物的方法固定、转移、吸收、降解或转化耕地土壤中的污染物,使其含量降低到风险控制目标值及以下,或将健康和环境风险降低至可接受的水平。

3.2

优先保护 preferential conservation

针对未受污染耕地采取预防为主、保护优先的策略,防止重(类)金属与有机污染物通过大气、灌溉水、农业生产投入品等途径进入土壤;也包括防止土壤酸化、提高土壤中重(类)金属与有机污染物环境容量等。

3.3

安全利用 safe utilization

土壤中污染物含量超过GB 15618规定的风险筛选值,但未超过风险管制值,采取一项或多项风险管控措施,使农产品重(类)金属和有机污染物含量不超过食品安全国家标准所规定的限量。

3.4

严格管控 strict control

土壤中污染物含量超过GB 15618规定的土壤污染风险管制值,并且采取风险管控措施难以保障农产品安全,采取种植结构调整、工程修复等措施方可控制污染风险。

3.5

治理单元 remediation unit

为提高治理的准确性,按照一定原则划定的某些具有共同特性的地块单元。共同特性主要包括污染

源、土地利用方式、种植结构、土壤污染程度和土壤理化性质等。

3.6

有机污染物　organic pollutant

有机污染物是苯并(a)芘、滴滴涕、六六六等。

3.7

钝化调理　immobilization

向污染土壤中施加土壤调理剂，改善土壤物理化学和(或)生物性质，降低土壤中污染物生物有效性(毒性)与农产品中污染物含量的措施。

3.8

生理阻隔　physiological blocking

利用作物吸收累积生理特性、植物营养拮抗效应、重(类)金属吸收与转运过程调控等，采用生理阻隔材料，抑制作物吸收重(类)金属或改变重(类)金属在植株体内的分配，从而降低农产品可食用部位重(类)金属超标风险的措施。

3.9

农艺调控　agronomic regulation

采用与农业生产相关的技术措施降低土壤中重(类)金属的有效性，或减少重(类)金属从土壤向作物特别是可食部位迁转移，从而保障农产品安全生产，实现受污染耕地安全利用的技术。农艺措施主要包括选择低积累品种、优化施肥、土壤 pH 调节、进行水分管理等。

3.10

替代种植　alternative planting

采用安全利用技术难以保障农产品可食用部位重(类)金属含量达到食品安全国家标准规定的限值要求，选择种植具有重(类)金属耐性特性的食用作物、非食用作物或其他植物的技术。

3.11

客土法　soil stripping and replacement

直接向污染土壤中添加洁净土壤或先移除污染土壤再添加洁净土壤，使得耕作层土壤中污染物含量低于 GB 15618 所规定的风险筛选值的工程措施。

3.12

生物降解　biodegradation

利用微生物代谢和降解有机污染物，将土壤中有毒有机污染物转化为无毒物质甚至彻底分解的修复技术。

3.13

植物修复　phytoremediation

利用植物吸收、挥发和稳定等作用，直接把土壤重(类)金属移除或有机污染物分解或移除的技术。

4　基本原则

4.1　科学性

在前期调查和数据分析的基础上，综合考虑耕地土壤重(类)金属和有机污染物的污染类型、污染程度和范围、污染成因，以及备选的治理技术及其可能的效果、时间、成本和环境影响等因素，科学合理选择治理技术或者技术组合，制定实施方案。

4.2　可行性

耕地土壤污染治理应因地制宜、经济可行，与当前技术水平、经济和社会发展实际相适应，应做到技术可实现、经济可承受。

4.3　安全性

治理技术的选择须兼顾耕地土壤质量，特别是避免增加共存污染物的环境风险。应避免技术应用对

操作人员、周边人群产生健康危害；应防止产生二次污染、破坏耕地土壤结构或降低生产力。

4.4 可持续性

耕地土壤污染治理应有利于保证耕地可持续利用，在经济、技术、环境均具有可持续性。

4.5 多目标协同性

耕地土壤污染治理在确保农产品安全的同时，应考虑逐步降低土壤中污染物含量、提升土壤质量及功能的多目标协同治理。

5 污染治理目标

通过耕地土壤污染治理，降低土壤中目标污染物含量或有效态含量，提高土壤环境质量，保障农产品质量安全。

6 工作程序

耕地土壤污染治理工作程序包括前期调查、治理单元划分、分类管理与污染治理方案、工程实施与环境管理，见附录 A。

7 前期调查

7.1 资料收集与分析

7.1.1 区域概况

在充分收集前期基础材料与背景材料的基础上，进行区域背景调查，确保分析的全面、完整和准确。具体如下：

a) 基础图件；
b) 区域地质背景；
c) 区域水文与水化学背景；
d) 区域气候与气象特征；
e) 区域土壤类型及其基本特性；
f) 治理区域农业生产布局；
g) 社会经济现状。

7.1.2 污染物输入与输出

7.1.2.1 收集土壤重点污染源输入有关资料，包括区域内工矿企业类型、分布及排污情况，农田灌溉水质量、大气干湿沉降等情况，农药、肥料和农膜等农业投入品及畜禽养殖废弃物处理处置情况，固体废物堆存及处理处置情况等；并估算其输入与输出通量。在必要的情况下实测。

7.1.2.2 需要关注污染物输入源主要包括大气干湿沉降、畜禽粪便与有机肥施用、工矿企业污水排放与灌溉水输入、肥料与农药施用等。

7.1.2.3 需要关注重(类)金属与有机污染物输出源主要包括农产品收获、秸秆移除、灌溉排水、挥发、地表径流和土壤淋溶等。

7.1.3 土壤与作物污染状况

收集目标区域土壤与作物的重(类)金属与有机污染物的历史数据，其来源包括但不限于普查、调查、监测以及有关科学研究数据等。

7.2 确定目标区域与范围

对以上收集到的数据进行分析汇总，初步判断区域耕地污染状况，提出重点关注区域。重点关注区域包括：

a) 主要农产品产区集中连片产地点位超标区：前期调查显示耕地土壤中有一种或几种重(类)金属或有机污染物含量超过 GB 15618 规定的农用地土壤污染风险筛选值；
b) 重点污染源影响区：土壤污染重点行业(企业)通过大气、水等污染扩散途径，对土壤环境造成影

响的区域；

c) 其他重点关注区：主要包括信访、投诉、社会舆论和媒体高度关注的受污染耕地；有关监测、调查和科研工作已发现的受污染耕地；历史上因环境事故而污染的耕地；工业固体废弃物长期堆放而污染的耕地；其他有明显证据表明受污染的耕地。

7.3 补充调查与监测

根据以上分析，针对重点关注区域、土地利用方式、农作物布局、超标污染物等，划分若干采样单元。采样布点根据土壤与农产品污染程度及污染物含量变异系数确定。土壤与农产品应一一对应采样。对采样单元进行采样布点，补充调查和监测，从而进一步确定污染分布区域、污染状况和污染风险等。

8 治理单元划分

8.1 污染源分析与判定

针对某一个治理区域，以治理区域内耕地土壤中的污染物净输入量作为评价污染源风险的指标，分析和判定该治理区域的污染源。当一个治理区域的单位面积污染物净输入量明显大于该地的平均值时，应优先切断污染源。

8.2 风险分级

8.2.1 采用土壤重(类)金属和有机物污染风险、农产品重(类)金属和有机物风险相结合的评估方法，划分为优先保护类、安全利用类、严格管控类。

8.2.2 当土壤污染物含量为安全利用类，评价单元内农产品超标点位大于 3 个，或评价单元内农产品点位 1 个～3 个且周边相邻评价单元内农产品超标，则评价为安全利用Ⅱ$_1$类；当土壤污染物含量为严格管控类，评价单元内农产品未超标点位数占比不小于 65%，且农产品污染物含量未超过 GB 2762 规定的食品中污染物限量和 GB 2763 规定的食品中农药最大残留限量的 2 倍，评价为安全利用Ⅱ$_2$类的耕地。

8.3 确定治理单元

治理单元是基于治理区域，综合考虑点位风险评价结果和区域环境要素，如耕地利用方式、污染源分布和特征、地形地貌等因素的基础上划定的进行区域土壤污染风险评估及治理的基础单元。上述特征相似的区域，原则上划为同一治理单元，具体边界依据耕地物理边界、地块边界和权属边界等确定。

8.4 类别判定

8.4.1 依据 GB 15618 规定的农用地土壤污染风险筛选值和管制值、GB 2762 规定的食品中污染物限量和 GB 2763 规定的食品中农药最大残留限量，基于表层土壤中重(类)金属和有机污染物的含量，并以农产品中污染物含量作为辅助依据，评价耕地土壤污染风险，判定治理单元类别。当存在多个污染物时，按照污染风险最高的污染物进行类别判定。

8.4.2 针对重(类)金属地质高背景区，应研究制定地质高背景区的土壤安全利用阈值，优化治理单元类别判定。

9 分类治理

9.1 一般要求

对不同风险治理单元制定针对性的污染治理方案，采取经济合理的技术措施，确保受污染耕地的分类治理、科学治理、精准治理。

9.2 优先保护类

9.2.1 应制定优先保护方案，严格控制污染物输入、改善土壤质量。

9.2.2 在优先保护类耕地集中区域，严格控制新建可能带来污染物输入的企业；对于已建成的相关企业应定期开展监测并采取污染排放控制措施，防止对耕地造成污染。加强监测大气环境、灌溉水、农业投入品、土壤及农产品等，及时掌握土壤和农产品质量状况，确保农产品质量安全。

9.3 安全利用类

9.3.1 安全利用类包括Ⅱ$_1$和Ⅱ$_2$两类风险的耕地。这类耕地土壤中污染物已对农产品安全构成一定危害，但在控制污染输入与迁移、监测土壤污染物动态、综合整治周边环境污染等基础上，应通过适当的安全利用实现农产品达标生产。

9.3.2 根据污染风险等级与污染物类型选择适当的安全利用技术：

a) 重(类)金属污染为主的Ⅱ$_1$类风险耕地：采用土壤钝化调理、生理阻隔等措施，辅以农艺措施联合技术。具体方案根据稻田、水浇地、旱地等类别确定。根据当地社会经济发展现状，可在农闲季辅以超累积植物吸收，降低土壤中有效态重(类)金属含量。

b) 重(类)金属污染为主的Ⅱ$_2$类风险耕地：采用土壤钝化调理、生理阻隔等措施，技术经济可行的前提下，可辅以深翻耕降低耕作层重(类)金属含量，或辅以超累积植物吸收，但具体方案需根据稻田、旱地等类别确定。

c) 有机污染物为主的安全利用类耕地：针对苯并(a)芘、滴滴涕、六六六等有机污染物，采用表面活性剂、生物质炭强化生物降解等技术措施。具体技术选择按照NY/T 3443的规定执行。

9.4 严格管控类

综合考虑目标耕地重(类)金属和有机污染物的特性、土壤与作物特性、经济和社会环境条件等因素，围绕严格管控原则，在保障农产品质量安全和耕地使用者经济收入的前提下，尊重当地种植习惯，综合考虑作物环境要求，选择适宜的严格管控技术：

a) 替代种植：针对无法达到主栽农作物安全利用要求的严格管控类耕地，建议优先考虑替代种植技术模式，应防止耕地非粮化。替代种植的农产品(如低累积作物)应通过第三方的农产品安全性检验，其可食用部位的安全标准按照GB 2762进行判定。

b) 工程措施：针对替代种植可食用农作物仍无法安全生产的基本农田，在当地经济条件允许的情况下，可采用客土法、深翻耕、生物降解、植物修复等工程修复措施，降低耕地土壤中污染物含量，并改良土壤，提升土壤环境质量。

c) 种植结构调整：针对替代种植可食用作物仍无法安全生产的基本农田，在考虑耕地经营者经济收入的前提下，尊重当地种植习惯，综合考虑环境条件，种植非食用的经济作物。

10 污染治理方案

10.1 一般要求

污染治理活动应当优先采取不影响农业生产、不降低土壤生产功能的措施，阻断或者减少污染物进入作物食用部分，确保农产品质量安全。

10.2 污染治理目标

根据项目实施地土壤污染情况、土壤理化性质、作物污染状况以及当地社会和经济状况等，编制相应的污染治理方案，方案应以保护土壤基本功能、维持土壤肥力和保障农产品质量安全、最大限度减少耕地使用者的经济损失为主要目标。

10.3 技术方案

根据耕地污染治理目标，结合土壤污染特征、土壤理化性质、作物吸收累积特征等因素，从技术成熟度、技术效果、技术成本、实施周期及工程适用性等方面对候选技术进行分析比较，提出适用本区域的治理技术或技术组合方案。必要时，应对有关技术进行小规模验证，相关验证结果纳入方案。

10.4 预算与效益分析

依据国家和地方财务、预算有关规定，按照工作量和实际情况逐项编制风险管控(或修复)施工预算，提出资金使用计划和筹措方案。分析相关的经济效益、社会效益、环境效益及综合效益。

10.5 可行性与专家论证

10.5.1 从政策、管理、技术、资金、环境和农民参与等方面分析治理实施的风险，论证其可行性。

10.5.2 方案编制后，应组织耕地污染治理相关领域专家进行论证，专家不应少于5名，其中财务专家不少于1名，方案经论证通过和依法依规备案，方可实施。

11 工程实施与环境管理

11.1 一般要求

实施耕地污染治理活动，达到污染治理目标，并不应对土壤和周边环境造成新的污染。

11.2 过程控制与环境监理

根据相关法律法规和制定的修复技术方案，对工程实施全过程中的合理性和完整性进行监督管理。

11.3 效果评估

11.3.1 根据事先确定的采样与监测方案，由监测方、效果评估方、耕地污染治理实施方共同采集土壤、农产品、灌溉用水和大气干湿沉降等样品；由监测方、效果评估方、耕地污染治理实施方分别委托具有计量认证资格的第三方机构测试，并出具独立的采样与检测报告。

11.3.2 污染治理活动完成后，由效果评估单位依据资质单位出具的第三方检测报告，独立进行耕地土壤污染治理效果评估。效果评估应涉及评估目的、评估内容、评价地点与时间、农产品重(类)金属含量和(或)有机污染物达标率、农产品产量影响评价、主要结论与建议等，并编制污染治理效果评估报告。在条件允许的情况下，应进行生态环境效应评价、技术经济合理性评价。

11.3.3 其中农产品安全达标率计算方法按照 NY/T 3343 的规定执行。首先，通过资料收集与采样调查，依照 NY/T 3499 的技术要求确定目标区域并划分治理单元。对于安全利用类治理单元，要实现当地常规或主栽农产品达标，按照 NY/T 3343 进行效果评估；对于严格管控类治理单元，种植可达标的食用类作物或非食用经济类作物。具体方案按照 NY/T 3343 开展。

11.4 分区验收与管理

11.4.1 对于未达到 10.2 规定的治理目标的实施区域，可进一步细化验收单元，进行分区验收。将实施区域细化分为若干验收单元，达到效果的验收单元视为实现治理目标，未达到效果的验收单元在分析原因、提出修改建议后，调整优化污染治理方案，再进行治理。如经过两轮以上仍然不能达到治理目标的区域，调高一级进行管理与治理。

11.4.2 分区验收应由各方共同制定分区验收方案，论证通过后方可实施。

11.5 污染治理报告编制

评价报告内容应包括项目任务来源、污染区域背景与环境情况、耕地污染现状、治理技术方案概述、治理实施情况、治理效果评估、结论和建议等。

11.6 后期环境管理

实现安全利用的耕地应定期开展农产品质量跟踪监测和调查评估，并根据跟踪监测和评估结果，适时调整农艺措施，以确保区域内的农产品质量稳定达标；严格管控类耕地应定期开展土壤质量跟踪监测和调查评估，并根据跟踪监测和评估结果动态调整管控类别。

附　录　A
（资料性）
耕地土壤污染治理工作程序

耕地土壤污染治理工作程序见图 A.1。

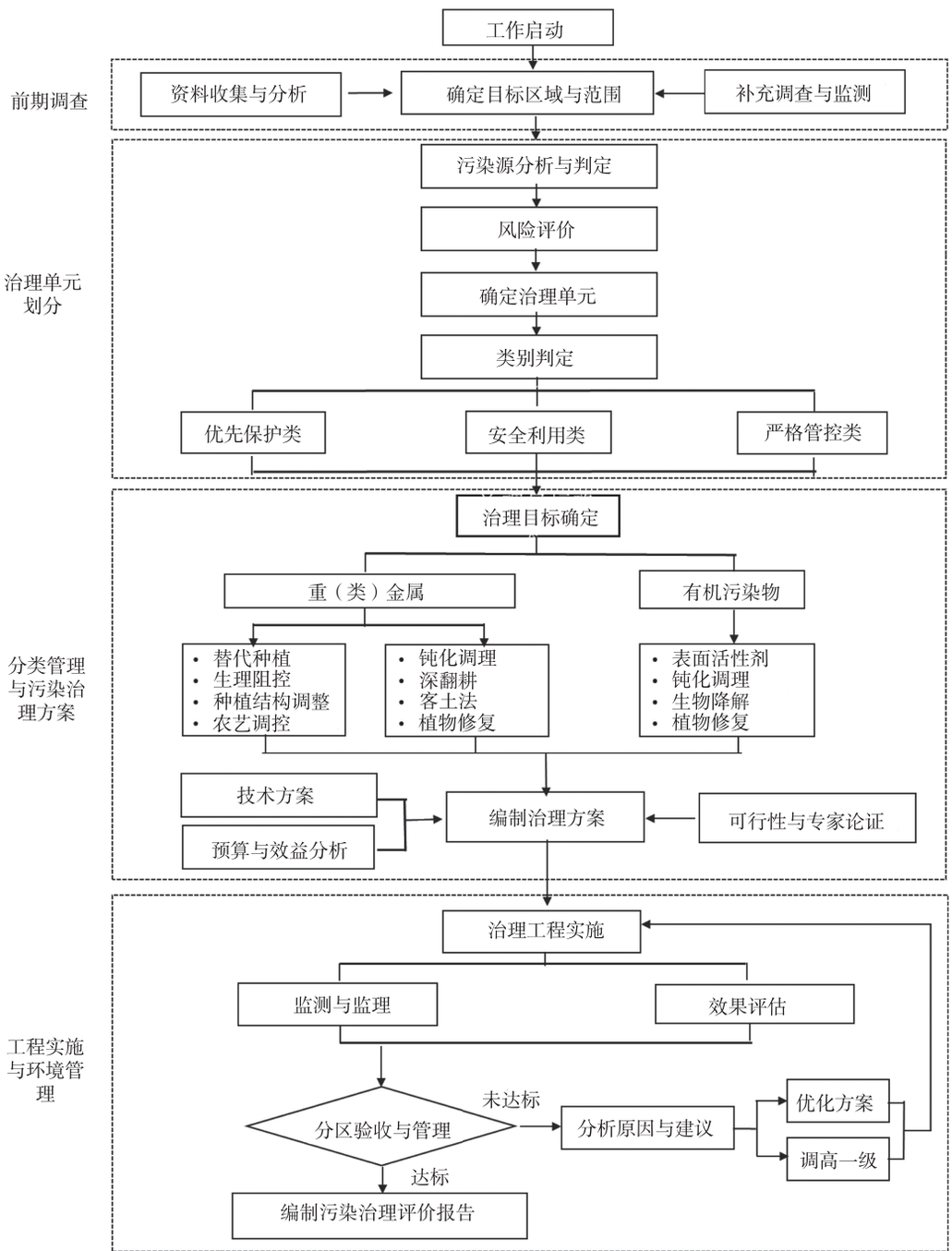

图 A.1　耕地污染治理工作程序