

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

# DB2111

盘 锦 市 地 方 标 准

DB2111/T XXXX—XXXX

## 村镇社区畜禽粪便污染土壤修复技术规程

Technical specification for remediation of soil contaminated by livestock and poultry manure in villages and towns

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

盘锦市市场监督管理局 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 基本原则 .....	3
5 一般要求 .....	3
6 修复技术要求 .....	3
6.1 原位修复技术 .....	3
6.2 异位修复技术 .....	6
7 二次污染控制 .....	7
7.1 粉尘污染控制 .....	7
7.2 水污染控制 .....	7
7.3 稳定化处理安全性 .....	7
7.4 外源微生物危害控制 .....	7
7.5 污染土壤转运的安全控制 .....	8
8 修复效果评估 .....	8
附 录 A （资料性） 畜禽粪便污染土壤原位修复工作程序 .....	9
附 录 B （资料性） 畜禽粪便污染土壤异位修复工艺流程 .....	10
附 录 C （资料性） 畜禽粪便污染土壤背景值的确定 .....	11
附 录 D （资料性） 畜禽粪便污染土壤修复技术方案编制大纲 .....	12
附 录 E （资料性） 畜禽粪便污染土壤修复材料 .....	14
附 录 F （资料性） 畜禽粪便污染土壤修复效果评估报告编制大纲 .....	15

## 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。

本文件由盘锦市绿色发展服务中心提出。

本文件由盘锦市生态环境局归口。

本文件起草单位：盘锦市绿色发展服务中心、中国科学院沈阳应用生态研究所。

本文件主要起草人：贾春云、尹海、李伟、巩宗强、李晓军、郭国军、李伟（女）、张薇、刘畅。

本文件由盘锦市市场监督管理局负责管理，由起草单位负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送盘锦市绿色发展服务中心（盘锦市石油大街147号，邮编124010）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

# 村镇社区畜禽粪便污染土壤修复技术规程

## 1 范围

本文件规定了盘锦市村镇社区畜禽粪便污染土壤修复的总体要求、修复技术、二次污染控制及修复效果评估等内容。

本文件适用于盘锦市村镇社区内非规模养殖区内各种规模畜禽粪便污染土壤的修复。

## 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/T 14848 地下水质量标准
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB 18596 畜禽养殖业污染物排放标准
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB/T 32951 有机肥料中土霉素、四环素、金霉素与强力霉素的含量测定
- GB/T 50905 建筑工程绿色施工规范
- HJ 25.5 污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则（试行）
- HJ 164 地下水环境监测技术规范
- HJ/T 81 畜禽养殖业污染防治技术规范
- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范
- NY/T 395 农用地土壤环境质量监测技术规范
- HJ 497 畜禽养殖业污染治理工程技术规范
- HJ 557 固体废物浸出毒性浸出方法 水平振荡法
- HJ 568 畜禽养殖产地环境评价规范
- NY/T 1168 畜禽粪便无害化处理技术规范
- 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。

### 3.1

**非规模畜禽养殖** non-intensive livestock and poultry farm

生猪存栏200头以下，奶牛存栏50头以下，肉牛存栏100头以下及羊存栏100只以下的畜类养殖；家禽存栏1万羽以下，主要为经营性林下和经营性小散禽（水禽）类养殖。

### 3.2

**畜禽粪污** livestock and poultry feces

畜禽养殖场产生的废水和固体粪便的总称。

### 3.3

#### 畜禽养殖废水 livestock and poultry breeding wastewater

由畜禽养殖场产生的尿液、全部粪便或残余粪便及饲料残渣、冲洗水及工人生活、生产过程中产生的废水的总称，其中冲洗水占大部分。

### 3.4

#### 堆肥 compost

将畜禽粪便等有机固体废物集中堆放并在微生物作用下使有机物发生生物降解，形成一种类似腐殖质土壤的物质过程（NY/T 1168）。

### 3.5

#### 重金属污染土壤 heavy metal contaminated soil

位于重金属含量超过农用地土壤污染物基本项目含量限值的土壤（GB 15618）。

### 3.6

#### 抗生素污染土壤 antibiotic contaminated soil

抗生素含量超过兽药国际协调委员会提出的土壤抗生素生态毒害效应的触发值（100 μg/kg）的土壤。

### 3.7

#### 土壤污染调查 Soil pollution survey

采用系统的调查方法，确定土壤是否被污染及污染程度和范围的过程。

### 3.8

#### 原位修复技术 in situ remediation technology

不移动受污染的土壤，直接在场地发生污染的位置对其进行原地修复或处理的土壤修复技术，具有投资低，对周围环境影响小的特点。

### 3.9

#### 异位修复技术 ex-situ remediation technology

将污染土壤从地块中发生污染的位置挖掘出来，在场地范围内或转移到其他场所进行修复的过程。

### 3.10

#### 稳定化修复方法 stabilization remediation method

向土壤中添加稳定化剂，通过对重金属的沉淀、化学吸附与离子交换络合、表面沉淀、有机络合、氧化还原等一系列反应，降低重金属的活性和生物有效性，减少污染物在环境中的迁移和扩散。

### 3.11

#### 微生物修复方法 microbial remediation method

利用土著微生物或人工驯化的具有特定功能的微生物，在适宜环境条件下，通过自身的代谢作用，降低土壤中有害污染物活性或降解成无害物质。

### 3.12

#### 联合修复技术 joint remediation technology

采用物理修复、化学修复、生物修复等两种或者两种以上单一修复技术的农田土壤修复技术。

### 3.13

#### 二次污染 secondary pollution

污染物由污染源排入环境后，在物理、化学或生物作用下生成新的污染物(二次污染物)而对环境产生二次污染的再次污染。

### 3.14

#### 修复效果评估 assessment of soil remediation efficiency

通过资料回顾与现场调查、实验室检测分析，综合评估地块修复是否达到规定要求或可接收水平。

### 3.15

#### 目标污染物 target contaminant

在场地环境中其数量或浓度已达到对生态系统和人体健康具有实际或潜在不利影响的，需要进行修复的关注污染物。

### 3.16

#### 修复目标值 remediation target value

污染场地经修复后，目标污染物应当达到的规定指标限值。

### 3.17

#### 修复实施现场 remediation site

污染修复实施的场所，包括原位修复现场和原地异位修复现场。

## 4 基本原则

4.1 根据村镇社区畜禽粪便污染土壤的污染状况和分布特征，结合盘锦地区气候特点，考虑经济和效益前提下充分利用各种原位修复技术优势，必要时可联合使用异位修复技术。

4.2 根据土壤利用类型确定畜禽粪便污染土壤修复的目标值，清楚修复后土壤的去向、用途及相关标准要求。

4.3 根据地块污染调查报告和风险评估报告确定污染土壤修复边界、深度和土方量。

## 5 一般要求

5.1 畜禽粪便污染土壤修复，优先考虑在场地范围内实施，需要转运到其他场所进行异位修复时，保证土壤的安全转运。

5.2 畜禽粪便污染土壤清挖过程中应采取基坑降水、防扬尘扩散和雨水导排、收集、处理等措施。

5.3 畜禽粪便污染土壤和修复后土壤应分区暂存，暂存区域应做好防尘、防雨措施。

5.4 畜禽粪便污染土壤原位修复采用稳定化修复-微生物降解耦合修复技术，异位修复采用土壤修复设备。修复技术的工艺参数应结合污染土壤修复目标值确定，可通过小试或中试对具体工艺参数进行优化调整。

5.5 畜禽粪便污染土壤修复过程中应配套建设粉尘、水体等二次污染防治设施。畜禽粪便污染土壤修复效果的评估按照 HJ 25.5 及相关标准执行。

5.6 畜禽粪便污染土壤修复安全管控，采取综合性防治措施，推动受污染土壤治理修复；通过水肥调控、生物调控、钝化调控等措施，支持实现轻中重度污染土壤安全利用。

## 6 修复技术要求

### 6.1 原位修复技术

#### 6.1.1 适用条件

养殖场畜禽粪便堆放区中低浓度污染土壤、不同规模污染土壤，也适用于冬季寒冷地区畜禽粪便污染土壤。

#### 6.1.2 工作程序

原位修复工作流程:资料收集与分析-土地平整-区块划分及基础设施建设-分区检测土壤污染现状-统计分析数据-分区采取不同治理修复技术方案-定期检测查看治理效果-适时调整治理方案-修复效果最终评估-修复治理方案优选及推广。畜禽粪便污染土壤原位修复工作程序图见附录A。

### 6.1.3 资料收集和分析

通过信息检索、部门走访、电话咨询、人员访谈等方式,收集调查盘锦市畜禽养殖场规模、分布规律、饲料和粪便中重金属和抗生素含量、周边土壤污染状况,重点收集周边土壤环境质量状况调查报告、农业生产概况以及当地土壤背景值(背景值的获取参照附录C)等资料,核实和分析资料的完整性、有效性。

### 6.1.4 污染状况调查

清楚不同污染程度地块的边界和面积,具体调查内容包括养殖场基本情况、废弃物排放量、土壤中污染物类别及含量。

### 6.1.5 污染土壤区块划分

6.1.5.1 根据土壤和农产品中重金属和抗生素含量,结合必要的详细调查结果,按照 GB 15618、GB 2762、环办土壤[2019]53号的规定要求,对畜禽粪便污染土壤质量进行区块划分,明确不同污染程度土壤的边界和面积,见表1。畜禽粪便污染土壤背景值的确定参考附录C。

6.1.5.2 当污染土壤中同时存在2种及以上重金属或者抗生素时,参照《农用地土壤环境质量类别划分技术指南(试行)》的判定方法,取最严格的作为该点位的土壤质量类别。按照上述方法判定每项污染物代表的评价单元类别后,取最严格的作为该评价单元的类别,如某评价单元存在镉、铬两种污染物,根据污染物镉,该评价单元划分为安全利用类;根据污染物铬,该评价单元划分为优先保护类;综合评价,该评价单元应当划分为安全利用类。见表1。

表1 基于单因子的畜禽粪便污染土壤质量分类

污染物含量	污染风险	土壤质量类别
$Q_{mi} \leq F_i$ 且 $Q_{ai} < R_a$	无污染风险或者污染风险可以忽略	优先保护类
$Q_{mi} \leq F_i$ 且 $R_a \leq Q_{ai} < 1000 \mu g/kg$	污染风险可控	安全利用类
$Q_{mi} \leq F_i$ 且 $Q_{ai} \geq 1000 \mu g/kg$	污染风险较高1	严格管控类I
$Q_{mi} > F_i$ 且 $Q_{ai} < R_a$	污染风险较高2	严格管控类II
$Q_{mi} > F_i$ 且 $R_a \leq Q_{ai} < 1000 \mu g/kg$	污染风险较高3	严格管控类III
$Q_{mi} > F_i$ 且 $Q_{ai} \geq 1000 \mu g/kg$	污染风险较高4	严格管控类IV
注: $F_i$ 为GB 15618中农用地土壤重金属含量限值; $R_a$ 为兽药国际协调委员会提出的土壤抗生素生态毒害效应的触发值(100 $\mu g/kg$ ); $Q_{mi}$ 为畜禽粪便污染土壤中铅、铜、锌、镉、铬、砷等重金属总含量; $Q_{ai}$ 为畜禽粪便污染土壤中喹诺酮类、恩诺沙星、土霉素、强力霉素等抗生素总含量。		

### 6.1.6 修复目标确定

安全利用类污染土壤，以生产的农产品中重金属含量符合GB 2762 规定的相关标准为目标，兼顾考虑不降低土壤环境质量和农作物的产量。严格管控类污染土壤，禁止生产食用农产品，以防止重金属和抗性基因进入食物链、保护人体健康为目标。兼顾考虑土壤修复后的环境效益、经济效益和社会效益。

### 6.1.7 修复技术选择

6.1.7.1 安全利用类畜禽粪便污染土壤修复模式选择。对于无重金属污染，抗生素污染程度较轻的土壤，采用针对抗生素的单一修复技术。

6.1.7.2 严格管控类 I 畜禽粪便污染土壤修复模式选择。结合土壤抗生素种类及含量，选用抗生素高效降解技术，种植结构调整或退耕还林还草的修复模式。

6.1.7.3 严格管控类 II 畜禽粪便污染土壤修复模式选择。结合土壤重金属种类及污染程度、抗生素种类，选用重金属稳定化修复技术，同时联用抗生素修复技术，种植结构调整或退耕还林还草的修复模式。

6.1.7.4 严格管控类 III 畜禽粪便污染土壤修复模式选择。结合土壤重金属种类及污染程度、抗生素种类和含量，选用重金属稳定化修复技术，同时联用抗生素高效降解修复技术，种植结构调整或退耕还林还草的修复模式。

6.1.7.5 严格管控类 IV 畜禽粪便污染土壤修复模式选择。对于土壤重金属严重超标、种类多和抗生素含量较高的畜禽粪便污染土壤，宜采用多种技术联合修复技术，种植结构调整或退耕还林还草的修复模式。修复材料的选择参考附录 E。

### 6.1.8 修复技术确定

#### 6.1.8.1 修复基本原则

污染土壤修复遵循科学性、可行性、安全性和可操作性原则。综合考虑土壤污染类型、程度、范围以及修复效果、修复成本、修复时间、可操作性和环境影响等因素，科学合理地选择修复技术，制定实施方案。

#### 6.1.8.2 修复技术要点

修复要点见表2。

表 2 原位修复技术要点

畜禽粪便污染土壤质量类别	可选用的修复技术	优先选用修复技术	技术要点
安全利用类	植物修复技术、农艺调控技术、微生物降解技术	光解、微生物降解	选择具有降解抗生素特定功能的微生物，联合光解，将抗生素降解为CO <sub>2</sub> 和H <sub>2</sub> O
严格管控类 I	植物修复技术、农艺调控技术、微生物降解技术	光解、微生物降解	选择具有降解抗生素特定功能的微生物，将抗生素降解为CO <sub>2</sub> 和H <sub>2</sub> O
严格管控类 II	稳定化修复技术、植物修复技术、农艺调控技术	稳定化修复、植物富集	采用单一稳定化修复技术或者联合植物修复技术
严格管控类 III	稳定化修复技术、植物修复技术、农艺调控技术、微生物降解技术	稳定化修复、光解、微生物降解	采用两种或者两种以上单一修复技术联合修复
严格管控类 IV	稳定化修复技术、植物修复技术、农艺调控技术、微生物降解技术	稳定化修复、光解、微生物降解	采用稳定化修复联合抗生素高效降解菌剂进行联合修复



### 6.1.8.3 总平面布置

6.1.8.3.1 污染场地的总图修复设计应根据场址所在地区的自然条件，围绕主体设备布置，按污染土壤处理流程合理安排。处理设施应与办公和生活服务设施隔离建设。

6.1.8.3.2 处理场人流和物流的出入口设置应符合场内交通的有关要求，实现人流和物流分离。处理场的行车道路宜环形设置，路面宽度不宜小于6 m。处理场周围应设置围墙或其它防护栅栏，防止无关人员进入。

### 6.1.8.4 修复技术确认

6.1.8.4.1 结合当地政府对严格管控类畜禽粪便污染土壤用途的划定，在特定区域严禁种植食用农产品，选择多种修复技术进行土壤修复。

6.1.8.4.2 采用列表描述分析或权重打分等方法进行技术选择，对拟选用的修复技术在修复区域开展田间小区试验，验证技术可行性，最终确认修复技术。

### 6.1.9 修复技术方案编制

根据畜禽粪便污染场地的修复范围、目标和技术等，编制污染土壤修复技术方案。方案编制大纲参见附录D。修复技术方案应通过专家评审。

## 6.2 异位修复技术

### 6.2.1 适用条件

适用于严格管控类污染土壤在不同季节的畜禽粪便污染土壤修复。

### 6.2.2 工程实施收集资料

土壤污染物类型、浓度及修复方量；土壤含水率、质地等；区域气候条件(气温、降雨量、风向、风速)；地块的水文地质条件(地层结构、地下水位)；地块用途(目前及未来规划)；临水、临电、热源条件；修复后土壤的去向。

### 6.2.3 异位修复选址要求

污染土壤异位修复场址宜建在污染地块场区内，根据自然条件、地理位置、周边敏感区域要求进行选择，尽量远离居民区等敏感点。

### 6.2.4 工艺流程

污染土壤异位修复工艺流程见附录B，主要包括预处理、进料、稳定化修复和环境条件调控。综合考虑场地土壤条件、污染状况和业主要求等因素，可选择移动撬装式设备实现土壤中的抗生素和重金属的复合修复。修复材料的选择参考附录E。

### 6.2.5 工艺设计要点

6.2.5.1 设置污染土壤的干燥、破碎、筛分等预处理设施，根据土壤污染特征，确定污染土壤与稳定化材料或者固定化菌剂或液体菌剂的配比。宜选用生物炭作为稳定化材料或者固定化载体。

6.2.5.2 进料系统设置计量和混合装置。预处理后的土壤与修复用材料一起输送到搅拌混合培养主体设备中进行修复。主体设备设置实时监测培养运行参数的自动控制系统。

### 6.2.6 主要设备

- 6.2.6.1 土壤粉碎设备。破碎机、振动筛、球磨机根据处理规模 and 要求的粒度选型。破碎机可选择颚式破碎机、锤式破碎机；振动筛可选择直线振动筛。破碎后土壤粒径要求：粒度小而均匀。
- 6.2.6.2 土壤传送装置。输送机、提升机、给料机根据土壤处理规模选型。输送机可选用带计量功能的皮带、螺旋输送机；提升机可选择斗式提升机。
- 6.2.6.3 稳定化材料和菌剂的添加装置。修复设备罐体上安装自动进料装置。给料机和动力泵，根据处理规模所需要的稳定化材料和菌剂的添加量而选型。
- 6.2.6.4 搅拌混合培养装置。本部分包括罐体和底座。通过电机驱动主动齿轮正向/反向转动，带动罐体正向/反向转动，进而带动中空搅拌器转动，从而实现所述罐体的搅拌与放料。
- 6.2.6.5 智能控制系统。根据设备运行需要及时调控运行工艺，能直接显示罐体中温度、湿度、氧气等指标，实现进料-混合-修复-出料的全过程控制。

## 7 二次污染控制

### 7.1 粉尘污染控制

#### 7.1.1 粉尘来源

污染土壤修复过程中产生的粉尘主要包括翻耕、稳定化材料施加、清挖、转运、暂存、破碎筛分等环节产生的粉尘。

#### 7.1.2 工艺设计要点

土壤翻耕、清挖、转运、暂存等环节应满足GB/T 50905的要求。风力4级及以上时，施工现场停止土方开挖、运输、回填等可能产生粉尘污染的施工作业，并采取必要的洒水等降尘措施。土壤破碎、筛分、混合搅拌等工艺环节宜在密闭设施内完成，尾气采用袋式除尘器除尘。

### 7.2 水污染控制

#### 7.2.1 废水来源

废水主要来源于原位修复治理区域收集的雨水、土壤清挖过程中基坑降水收集的地下水，土壤异位修复过程中罐体内产生的多余液体菌剂和其他废液。

#### 7.2.2 工艺设计要点

含重金属离子废水处理主要采用吸附法去除，工艺主要包括沉砂、pH值调节、吸附、还原、中和、絮凝沉淀、澄清等单元。铜、铅、锌和镉等重金属可选用蒙脱石、硅藻土等粘土矿物或生物炭等固废材料。含铬废水还原剂可选用硫酸亚铁、亚硫酸钠、硫化钠、焦亚硫酸钠等药剂。含抗生素废水处理主要采用微生物降解，达标后排放。沉砂池收集的残渣和絮凝沉淀脱水后的泥饼应按照危险废物处理处置。

### 7.3 稳定化处理安全性

7.3.1 原位污染土壤处理。重金属污染土壤常用的固化/稳定化修复材料包括：无机类，包括水泥、碱性药剂、硫化物、磷酸盐、黏土矿物及其它固废基材料；有机类，包括生物炭类等有机废弃物。低廉和操作简单的水泥、石灰等广泛应用于重金属污染土壤实际修复中，使用比例达90%以上。

7.3.2 异位污染土壤处理。将高浓度污染土壤输送到撬装式异位处理设备中，加入稳定化修复材料，改变各种参数进行土壤修复，待污染物达标后排出。

### 7.4 外源微生物危害控制

考虑到引入外源微生物对土壤潜在毒性及与土著微生物的竞争生存问题，因此，引入外源微生物时须考虑：能否降解大部分目标污染物；遗传稳定性如何；在土壤中能否快速生长并具有较高的酶活；是否具有较强的与土著微生物竞争生存能力；有无致病性且不产生有毒代谢产物。

## 7.5 污染土壤转运的安全控制

异位修复技术中涉及到土壤转运问题。转运过程中做好密闭覆盖、控制装载量、预防遗撒等防雨防尘措施，并将运输时间、方式、线路、污染土壤数量、去向、最终处置措施等提前五个工作日向所在地和接收地的市级生态环境主管部门备案。

## 8 修复效果评估

**8.1 修复后土壤的监测。**采样节点、布点数量、修复效果评估等应按照 HJ 25.5 和 HJ/T 166 执行。每份土壤样品至少 3 kg，于-20℃冷冻保存。畜禽粪便污染土壤修复效果评估报告编制大纲参考附录 F。修复后土壤，污染物指标达到 GB 15618 要求，可作为农用地；污染物指标达到 GB 36600 要求，可作为建设用地。

**8.2 修复后地下水的监测。**按照 HJ 164 标准要求开展地下水监测，定期采集各控制性监测点的水样。监测结果执行标准参考 GB/T 14848。

**8.3 监测数据质量控制。**如果连续两次的检测结果均满足修复目标值但偏差大于 20%，则继续每隔 5 d 进行检测分析。如果连续两次的检测结果均满足修复目标值且偏差小于 20%，则判定合格。如果检测结果超过修复目标值的情况，则判定不合格。

**8.4 评估报告总体要求真实、全面。**畜禽粪便污染土壤修复效果评估报告编制大纲见附录 F。评估报告包括以下内容：

- 场地环境概述，
- 修复方案实施情况，
- 评估工程程序与方法，
- 文件审核与现场勘察，
- 采样布点计划，
- 现场采样，
- 实验室监测，
- 修复效果评价，
- 验收结论和建议，
- 监理报告和检测报告。

## 附录 A

(资料性)

## 畜禽粪便污染土壤原位修复工作程序

A.1 畜禽粪便污染土壤原位修复工作程序见下图。

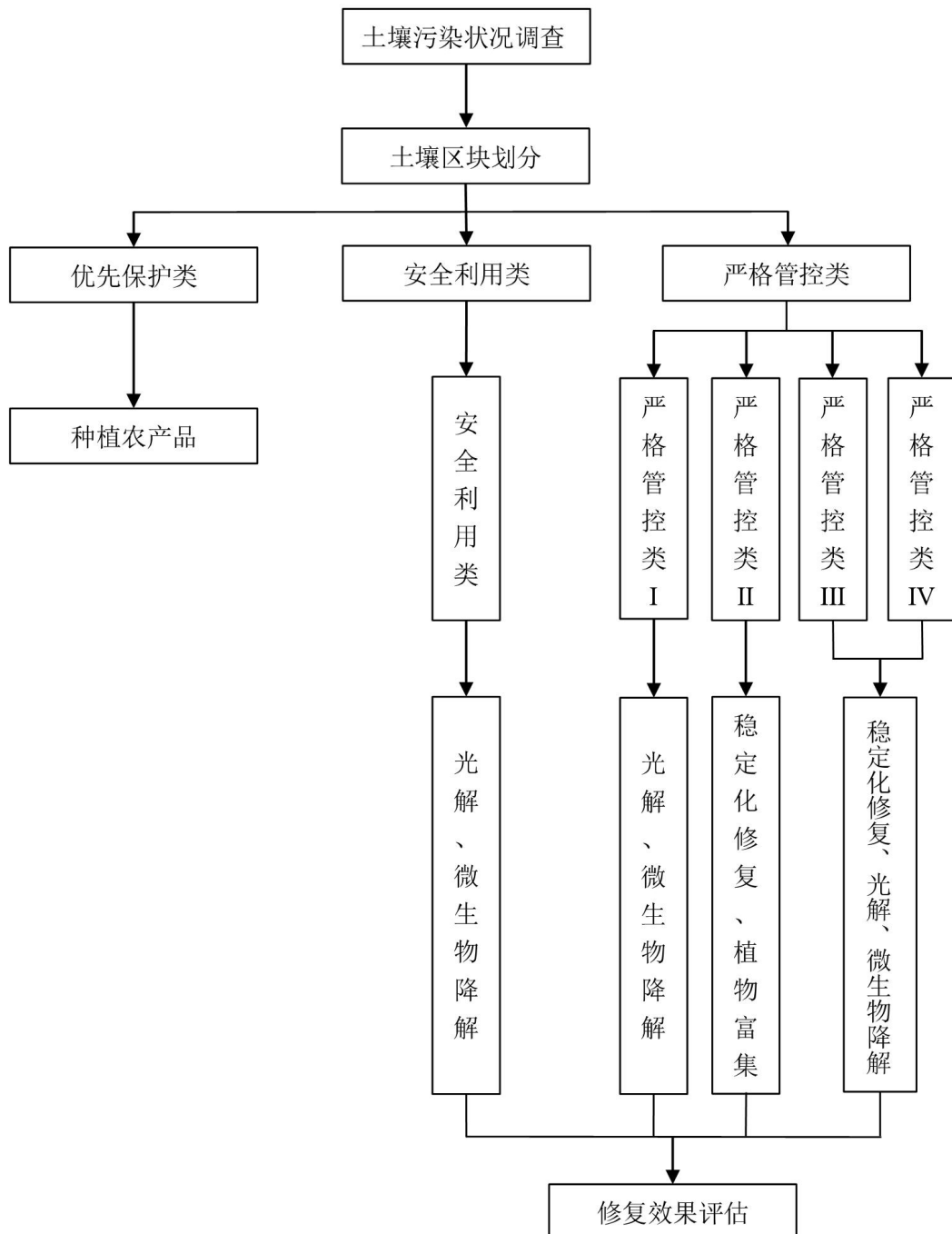


图 A.1 畜禽粪便污染土壤原位修复工作程序图

附录 B

(资料性)

畜禽粪便污染土壤异位修复工艺流程

B.1 畜禽粪便污染土壤异位修复工艺流程见下图。

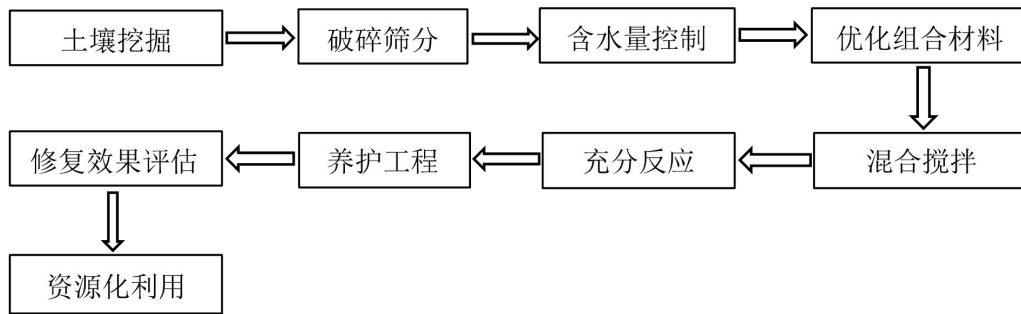


图 B.1 畜禽粪便污染土壤异位修复工艺流程图

## 附录 C

(资料性)

### 畜禽粪便污染土壤背景值的确定

#### C.1 背景含量数据

##### C.1.1 获取区域土壤背景值

查阅国内相关资料，获取可靠的区域土壤背景值，获取方法如下：

- 生态环境部、农业农村部等部门发布土壤环境质量相关标准中的区域土壤背景值；
- 生态环境、农业农村等各级主管部门官网发布的修复区域所在区域土壤背景值；
- 国家级、辽宁省区级及地市级土壤背景值研究相关科技项目发布的区域土壤背景值研究成果。

##### C.1.2 确定土壤背景值

应收集整理盘锦市内畜禽粪便污染土壤环境背景含量统计所需相关数据资料，明确是否存在历史环境调查数据：

- 当不存在历史数据时，应开展土壤环境背景调查，获取土壤环境背景含量数据；
- 当存在历史数据时，应进行点位数据评估。若不存在满足要求的点位数据，应开展土壤环境背景调查，获取土壤环境背景含量数据；
- 当存在满足要求的点位数据时，应进行数据集评估；
- 当数据集满足要求时，将满足要求的点位数据作为土壤环境背景含量数据；
- 当数据集不满足要求时，应开展土壤环境背景调查，可结合数据集中满足要求的点位数据开展调查，将调查获得的数据和满足要求的点位数据共同作为土壤环境背景含量数据。

#### C.2 土壤背景样品布设、采样及检测方法

C.2.1 依据成土母质、地貌特征、气候类型等自然条件，划分若干个相对一致的自然生态区作为统计单元，也可根据行政单元进行统计单元的划分。

C.2.2 要求相对偏差不大于30%，即精度 $>70\%$ ，为保证精度，点位数一般要求在30个以上。原则上，按每 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 网格布设1个点位，根据具体情况可酌情调整，找寻没有受到人为污染或相对未受污染，而成土母质、土壤类型及农作历史等一致的区域布点。尽量将监测点位布设在成土母质或土壤类型所代表区域的中部位置。

#### C.3 土壤环境背景值的确定

C.3.1 在采取Grubbs法（0.05显著性水平）或箱线图法剔除异常值后，采用置信带法考察数据的分布情况，计算相对偏差、平均值、标准差、变异系数。

C.3.2 分析统计单元内的土壤环境背景值含量数据，采用土壤环境背景值数据的顺序统计量，视具体情况以90%或75%分位值确定为土壤环境背景值。

## 附录 D

(资料性)

### 畜禽粪便污染土壤修复技术方案编制大纲

- 1 项目背景
  - 1.1 项目基本情况
  - 1.2 项目所在地自然、经济社会及环境概况
  - 1.3 污染土壤质量类别划分
- 2 编制依据和目的
  - 2.1 编制依据
  - 2.2 编制目的
  - 2.3 编制总体思路
- 3 污染土壤分类管理和修复目标及范围
  - 3.1 污染土壤分类管理思路
  - 3.2 修复范围
  - 3.3 修复目标
  - 3.4 修复目标确定的依据及合理性分析
- 4 修复技术比选及方案选定
  - 4.1 修复技术概述
  - 4.2 修复技术筛选
  - 4.3 修复技术方案制定
- 5 修复方案设计
  - 5.1 工程概述
  - 5.2 工程前期准备
  - 5.3 主体工程内容
  - 5.4 配套设施工
  - 5.5 主要设备与材料
  - 5.6 修复效果监测计划
  - 5.7 二次污染防治和安全防护措施
- 6 环境影响评价
  - 6.1 项目实施主要环境影响分析
  - 6.2 拟采取的防治污染措施
- 7 项目管理与组织实施保障
  - 7.1 项目管理机构与职责
  - 7.2 项目施工组织方案
  - 7.3 环境应急预案
  - 7.4 公众参与计划
- 8 项目投资经费预算
  - 8.1 项目预算
  - 8.2 经费使用计划
  - 8.3 资金筹措方式
- 9 项目实施可行性研究分析

- 9.1 政策与社会影响风险分析
- 9.2 工艺技术方案可行性分析
- 9.3 项目实施与管理可行性分析
- 9.4 资金筹备与使用可行性分析
- 10 项目效益分析
  - 10.1 生态效益
  - 10.2 社会效益
  - 10.3 经济效益
- 11 畜禽粪便污染土壤修复效果评估
  - 附件
  - 附表
  - 附图



## 附录 E

(资料性)

## 畜禽粪便污染土壤修复材料

E.1 污染土壤重金属稳定化修复材料和污染土壤抗生素修复菌剂见下表。

表 E.1 污染土壤重金属稳定化修复材料

类别	材料名称	修复对象	稳定化机理
碱性物质	氢氧化钙	Cd、Co、Cu、Ni、 Pb、Zn	通过提高土壤 pH 值，增加土壤表面负电荷，增强重金属吸附能力并生成不溶性沉淀
含磷物质	磷酸二铵，羟基磷灰石	Pb、Cd、As、Zn	与重金属发生吸附、沉淀和共沉淀
粘土矿物	海泡石、膨润土、硅藻土、沸石	Cd	通过表面吸附、离子交换固定土壤重金属
工业废渣	钢渣、粉煤灰、高炉渣	Zn、Cd	通过表面吸附、共沉淀及化学专性吸附固定重金属
农业废弃物	秸秆、生物炭	Cu、Cd、Pb、Zn	通过表面吸附固定土壤中重金属
铁盐	硫酸亚铁	Pb、Zn	调节土壤 pH, 与重金属产生沉淀、络合反应等

表 E.2 污染土壤抗生素修复菌剂

类别	材料名称	修复对象	修复效果
细菌	埃希氏菌属	强力霉素	降解率最佳达 92.5%
	假丝酵母属	强力霉素	降解率最佳达 91.6%
	苍白杆菌属、双头菌属、戈登氏菌属	磺胺甲恶唑	降解率约为 45.2%~62.2%
	嗜麦芽单胞菌	四环素	降解率可达 95.0%
真菌	白腐真菌	四环素、土霉素、诺氟沙星和环丙沙星	降解率最大可达 100%

## 附录 F

(资料性)

### 畜禽粪便污染土壤修复效果评估报告编制大纲

- 1 污染土壤环境质量调查结果概述
  - 2 污染土壤修复方案概述
  - 3 污染土壤修复实施情况
    - 3.1 修复技术实施情况
    - 3.2 二次污染控制情况
  - 4 污染土壤修复效果评估
    - 4.1 评估内容与方法
      - 4.1.1 评估依据
      - 4.1.2 评估内容和范围
      - 4.1.3 评估程序与方法
    - 4.2 采样采集与分析
      - 4.2.1 采样布点方案
      - 4.2.2 分析项目
    - 4.3 样品采集与分析
    - 4.4 修复效果评估
      - 4.4.1 评估标准
      - 4.4.2 效果评估
  - 5 结论与建议
    - 附件1 修复实施前和过程中相关审核审批文件
    - 附件2 修复范围图
    - 附件3 修复实施过程记录文件、照片（或影像记录）
    - 附件4 二次污染监测记录文件
    - 附件5 自检检测报告
    - 附件6 工程监理报告
    - 附件7 采样布点图
    - 附件8 现场采样照片
    - 附件9 采样原始记录表
    - 附件10 验收检测报告
-