

ICS 13.020.40  
CCS N 7726

# 团 体 标 准

T/HAEPIC 45-2022

## 农田土壤重金属污染 修复与管控方案编制规范

Compiling regulation on the project of farmland soil heavy metal  
pollution remediation and control

2021-11-18 发布

2022-10-17 实施

湖南省环境治理行业协会 发布



# 目 录

目 录.....	I
前 言.....	II
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 相关定义和术语.....	1
3.1 农田土壤 farmland soil.....	1
3.2 农田土壤监测点 soil monitoring site of farmland soil .....	1
3.3 农田土壤重金属污染 heavy metal pollution of farmland soil.....	1
3.4 重金属污染土壤修复 heavy metal pollution remediation of farmland soil.....	2
3.5 污染土壤修复标准 standard for remediation of polluted soil.....	2
3.6 修复可行性 remediation feasibility.....	2
4 基本原则和工作程序.....	2
4.1 基本原则.....	2
5 资料收集及环境调查.....	4
6 重金属污染风险与修复目标.....	4
7 技术要求及目标可达性分析.....	5
8 编制修复与管控方案.....	5
9 效果评估.....	6
附 录 1.....	7
附 录 2.....	10
附 录 3.....	11

## 前 言

本文件依据《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国土壤污染防治法》，为加强防治农田土壤重金属污染防治，保护农田生态环境，规范农田土壤重金属污染修复方案的编制，指导相关团体农田土壤重金属污染修复方案制定工作，特制定本标准。

本文件由湖南省环境治理行业协会提出。

本文件由湖南省环境治理行业协会归口。

本标准主要起草单位：湖南钦杰环保科技有限公司，湖南鑫格睿环保科技有限公司，邵阳琼阁环保科技有限公司，湖南湖大威嘉环保科技有限公司。

本标准主要起草人：张娟、胡客岑、熊宸、朱翼、唐晨杰、邓林晖、曾自兴、唐灵杰。

本标准由湖南省环境治理行业协会负责管理和解释，湖南钦杰环保科技有限公司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，请将相关资料寄送湖南省环境治理行业协会标准管理部门。

## 1 适用范围

本规范规定了农田土壤重金属污染修复与管控方案编制的定义和术语、基本原则及工作程序、环境调查方法、修复目标及技术筛选、农田土壤重金属污染修复与管控方案编制等内容。

本规范适用于农田土壤重金属污染修复与管控方案编制中应遵循的一般性原则、程序和技术要求。

## 2 规范性引用文件

本规范内容引用了下列文件中的条款。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 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB 2762 食品安全国家标准食品中污染物限量

GB/T 37802 农田信息监测点选址要求和监测规范 HJ/T 166 土壤环境监测技术规范

HJ/T 415 环保用微生物菌剂环境安全评价导则

HJ/T 651 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范

HJ 588 农业固体废物污染控制技术导则(HJ 588-2010)

HJ 624 外来物种环境风险评估技术导则

NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范

NY/T 1259 基本农田环境质量保护技术规范

NY/T 1261 农田污染区登记技术规范

NY/T 3343 农田污染治理效果评价准则

NY/T 3499 受污染耕地修复和管控导则

DB13/T 2206 农用地土壤重金属污染修复技术规程

DB44/T 2263 耕地土壤重金属污染风险管控与修复

DB45/T 2145 农田土壤重金属污染修复技术规范

## 3 相关定义和术语

### 3.1 农田土壤 farmland soil

用于种植各种粮食作物、蔬菜、水果、纤维和糖料作物、油料作物、花卉、药材、草料等作物的农业用地土壤。

### 3.2 农田土壤监测点 soil monitoring site of farmland soil

人类活动产生的污染物进入土壤并累积到一定程度引起或怀疑引起土壤环境质量恶化的土壤样点。

### 3.3 农田土壤重金属污染 heavy metal pollution of farmland soil

农田土壤中重金属污染物含量达到危害农产品质量安全以及对周边生态环境产生不利影响超过可接受风险水平的现象。

### 3.4 重金属污染土壤修复 heavy metal pollution remediation of farmland soil

指通过物理方法、化学方法、生物技术等多种措施对土壤中存在的重金属进行清除，或是将其固定在土壤中，限制其迁移活动，从而达到土壤修复的目的。

### 3.5 污染土壤修复标准 standard for remediation of polluted soil

为恢复土壤的特定用途，对土壤中相关污染物或者化学品设立的数值上的限值。

### 3.6 修复可行性 remediation feasibility

从技术、条件、成本效益等方面对可供选择的修复技术进行评价。

## 4 基本原则和工作程序

### 4.1 基本原则

农田土壤重金属污染修复与管控方案应考虑生态修复和环境管理的可持续性，以生态因子调控、发挥土壤自净功能、生物修复、维持土壤生态功能等特点为基础，合理选择修复技术，具有可行性使其目标可达、修复工程安全可行。

### 4.2 工作程序

农田重金属污染修复与管控方案编制的工作程序主要包括资料收集及环境调查、农田土壤重金属污染风险与修复目标确定、技术要求及目标可达性分析、制定修复与管控方案等过程，具体见图1。

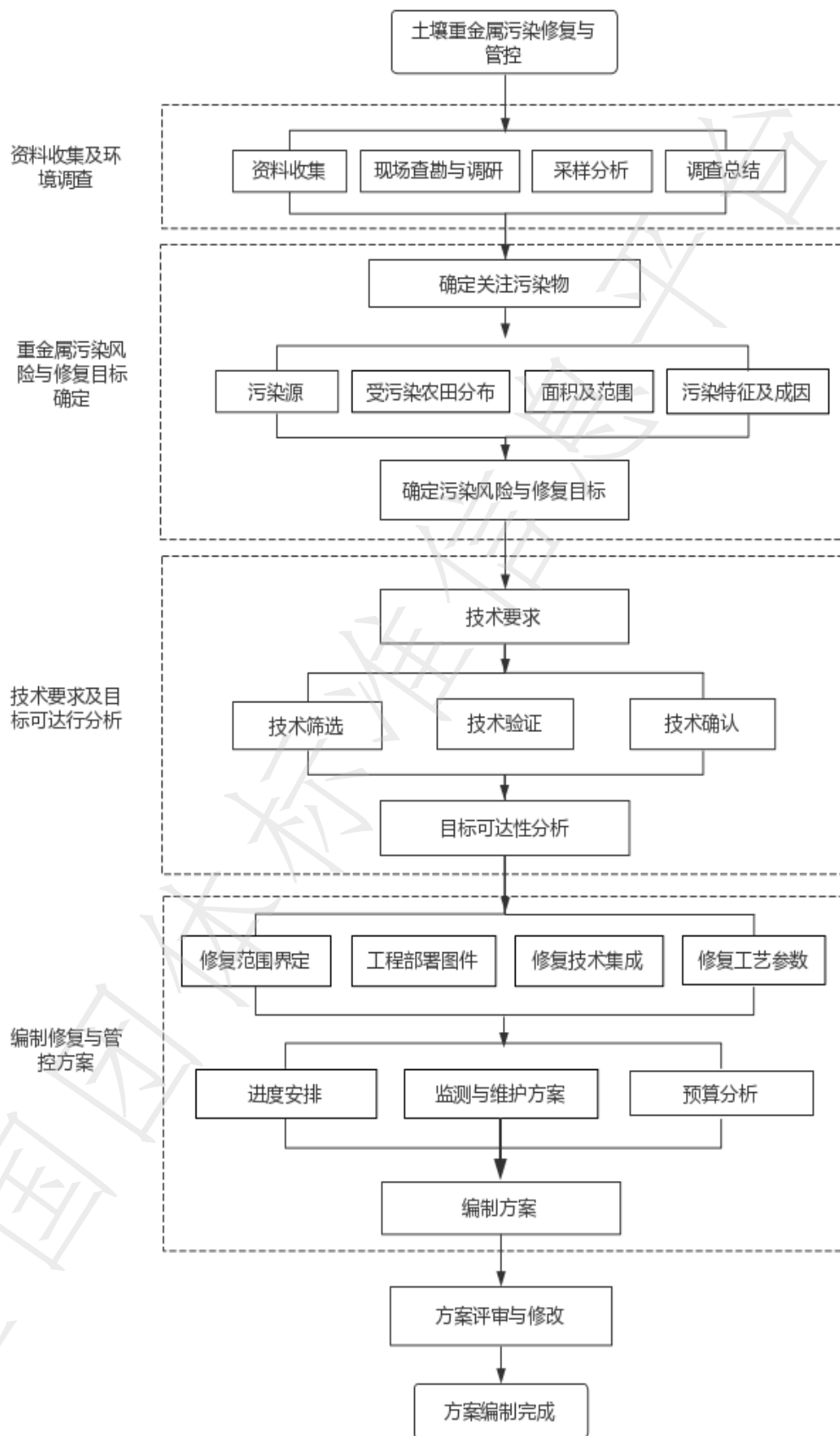


图 1 农田重金属污染修复与管控方案编制的工作程序

## 5 资料收集及环境调查

### 5.1 资料收集

通过信息检索、部门走访、电话咨询、人员访谈等方式，收集调查关于污染农田的相关资料，重点是农田附近工矿企业及矿山分布情况、农田土壤环境质量状况调查报告或者土壤重金属污染状况调查报告、农业生产概况以及土壤重金属背景值等资料，核实和分析资料的完整性、有效性。收集资料具体内容参照 HJ/T 166 和 NY/T 3499 以及 NY/T395。

### 5.2 现场查勘与调研

资料收集之后进行现场查勘，确定需要开展现场查勘的区域；开展调研证实或增加资料收集和现场查勘过程中获得的信息，调研时询问的问题应该与影响土壤环境质量的活动和事件有关。此外需特别关注与前期场地环境调查和风险评估时发生的重大变化，以及周边环境敏感目标的变化情况。具体内容参照 GB/T 37802 与 NY/T 1261。

### 5.3 采样分析

区域土壤背景及农用地土壤污染调查监测布点采样和样品采集等参照前期场地环境调查和风险评估报告。农产品重金属含量分析应以所调查农田常年主栽的食用农作物为准，农产品重金属监测种类应与土壤污染物保持一致。具体内容参照 GB15618；GB2762；NY/T 1259；DB13/T 2206 与 DB45/T 2145。

### 5.4 调查总结

根据资料收集与环境调查结果总结污染土地特征信息，主要包括污染土地位置、面积、地形、周边环境状况、周边工矿企业及矿山分布情况、植被覆盖特征、土地边界条件和土地利用规划、农产品种植情况等；总结土壤特征信息，主要包括土壤类型、质地、酸碱度、有机质含量、土壤层深度和异质性等；总结关注污染物的特征信息，包括污染物种类、浓度水平、空间分布、存在形态及在土壤胶体、孔隙水、气相中的分布、理化性质，以及影响污染物迁移转化的土壤特征信息。具体内容参照 DB44/T 2263。

## 6 重金属污染风险与修复目标

### 6.1 重金属污染风险等级

农田土壤重金属污染风险等级应同时结合土壤与食用农产品监测结果进行划分。具体数值参照 GB 15618；GB 2762 以及 NY/T395。

### 6.2 修复目标

参照前期风险评价结果确定总体修复目标，具体修复目标值如下：

基本目标：治理修复区域内实现当地常规或主栽农产品达标生产，评价标准按照 NY/T395 的规定执行。

参考目标：在实现基本目标的基础上，进一步使土壤中目标污染物含量降低到 GB 15618 规定的筛选值以下（含），或降低到可保障当地常规或主栽农产品达标生产的含量。

## 7 技术要求及目标可达性分析

### 7.1 技术要求

确定污染土壤生态修复技术要求，包括污染物去除或控制、修复技术的成熟度、成本与效益合理性、修复时间周期、对周围环境的影响、符合生态修复原则等。

### 7.2 技术分析

提出可以采用的修复技术，评价各农田土壤重金属污染修复技术的特点，探讨组合、集成修复技术的可行性，参照国内标准、省地方标准、农业部标准及相关技术模式进行技术筛选、技术验证与技术确认。

### 7.3 目标可达性分析

#### （1）实验室小试

可以采用实验室小试进行土壤修复技术可行性评估。实验室小试应采集一定量待修复污染土壤进行试验，针对试验修复技术的关键环节和关键参数，制定实验室试验方案。

#### （2）现场中试

如对土壤修复技术适用性不确定，应在污染场地开展现场中试，验证试验修复技术的实际效果，同时考虑工程管理和二次污染防范等。中试试验应尽量兼顾到场地中不同区域、不同污染浓度和不同土壤类型，获得土壤修复工程设计所需要的参数。

#### （3）应用案例分析

土壤修复技术可行性评估也可以采用相同或类似污染农田修复技术的应用案例分析进行，必要时可现场考察和评估应用案例实际工程。

## 8 编制修复与管控方案

### 8.1 修复范围界定

当土壤中污染物浓度超过 6.1 节规定的标准值或目标值，应实施污染土壤修复与管控界定程序，确定水平和垂直尺度上污染物浓度超过土壤标准值或目标值的范围，根据界定结果确定污染土壤的修复管控模式。对于面积较大、异质性强的农田重金属污染区应该进行分区修复，根据各分区污染风险等级等因素分别设计修复方案。

### 8.2 工程部署图件

以图件反映农田重金属污染修复管控工程的责任范围分区、工作部署等，内容包括地理要素(地表水系、水库、湖泊的分布；重要城镇、村庄、工矿企业；干线公路、铁路、重要管线；人文景观、地质遗迹、水源地等保护区；对主要工程部署及手段等插入放大的专业附图；对重要工程部署加以附表说明，包括分布、面积、主要生态环境问题和影响程度和修复措施等。

### 8.3 修复技术集成

当污染状况及社会因素复杂，单一技术无法解决土壤污染引发的环境问题的情况下，应根据污染农田土壤的复杂性和污染程度水平集成污染土壤修复技术，根据污染土壤的特点可以制定分区修复方案，进行多种技术组合，具体使用的污染土壤生态修复技术见附录 3。使用的技术应符合《环保用微生物菌剂环境安全评价导则(HJ/T 415-2008)》、《农业固体废物污染控制技术导则(HJ 588-2010)》、《外来物种环境风险评估技术导则(HJ 624-2011)》，《受污染耕地修复和管控导则(NY/T 3499)》。技术集成应经过专家审定，不得随意更改。

### 8.4 修复工艺参数

土壤修复技术的工艺参数应通过实验室小试和/或现场中试获得。工艺参数包括但不限于修复材料投加量或比例、设备影响半径、设备处理能力、处理需要时间、处理条件、能耗、设备占地面积或作业区面积等。

### 8.5 进度安排

制定可行性研究、工程设计、监测、实施、验收等阶段的时间安排表。

### 8.6 监测与维护方案

为了解重金属污染农田土壤修复技术实施过程中的修复效果，应确定修复实施节点，制定修复过程监测计划。监测计划应包括但不限于“监测项目、进度安排、工作步骤等，应制定详细的监测点位，给出监测的时间节点、频次及相应评价标准等。修复管控方案中还应包括重金属污染农田土壤修复工程结束后的维护方案及长期效果监测方案。

### 8.7 预算分析

根据待修复农田土壤的修复工程量，估算修复方案所产生的修复费用，包括直接费用和间接费用。直接费用主要包括修复工程主体设备、材料、工程实施等费用，间接费用包括修复工程监测、工程监理、质量控制、健康安全防护和二次污染防治措施等费用。

### 8.8 编制方案

农田土壤重金属污染修复与管控方案报告书内容结构参见附录 1，农田土壤重金属污染修复与管控方案编写大纲，可根据实际适当增减有关内容。

## 9 效果评估

修复和管控完成（或阶段性完成）后，由第三方机构对修复和管控的措施完成情况及效果开展评估，评估方法参照 NY/T 3343；NY/T395 的规定执行，评估报告所包含的内容及技术要点见附录 2。

## 附录 1

### (资料性附录)

#### 农田土壤重金属污染修复与管控方案编制纲要

农田土壤重金属污染修复与管控方案应根据污染农田土壤所在地的区域环境特征和污染土壤修复工程的特点选择下列全部或部分内容进行编制。

##### 1.1 总论

包括项目概要、前期场调和风险评估结论、修复（管控）方案研究的结论、存在问题及建议等内容。

##### 1.2 项目背景

###### 1.2.1 任务由来

说明方案编制任务的由来、相关背景资料等。

###### 1.2.2 必要性和意义

阐述方案编制的政策符合性，论述方案的实施对修复污染土壤生态环境，改善土壤环境治疗，保障生态安全和促进地方可持续发展的作用与意义。

###### 1.2.3 编制依据

国家、地方、部门、行业等相关法律法规、标准、规范、政策性文件等。

###### 1.2.4 方案范围及实施年限

阐述方案所涉及的污染土地，与整体污染区的关系，计划实现年限，实现年限与土地利用规划应一致。

##### 1.3 区域概况

介绍行政区域地理位置和区域自然、经济社会及环境概况。自然概况包括土壤类型、土壤地球化学地形地貌、气候气象、地表水文地质等情况。经济社会概况包括行政区划国民经济发展规划、产业结构和布局土地利用规划、农用地面积与分布、农业种植结构、畜禽养殖情况、污水灌区分布、灌溉水量水质、肥料和农药使用情况、农产品质量状况、水源地及水系分布等。环境概况包括主要土壤环境污染状况、点位超标区分布、土壤重点污染源分布、土壤污染问题突出区域分布固体废物堆放情况等。

###### 1.3.1 污染土壤特征

主要包括土壤类型、质地、酸碱度、有机质含量、土壤层深度和异质性等。

###### 1.3.2 污染物特征

包括污染物种类、浓度水平、空间分布、存在形态及在土壤胶体、孔隙水、气相中的分布、理化性质，以及影响污染物迁移转化的土壤特征信息。

##### 1.4 污染成因分析

a) 简述已开展的农田土壤调查和污染风险评估况，含调查时间、调查范围；采样布点方案、采集样品种类及数量；检测指标、检测方法检测结果，风险评估方法、风险评估结果等内容及评审意见、论证意见等。基于已有资料和数据，明确是否需要以及哪些区域需要开展土壤和农产品加密调查。

b) 简述土壤与农产品加密调查结果（根据实际情况）。

c) 根据农田污染风险评估及土壤与农产品加密调查结果，分析农田污染状况、分布、面积、成因及来源等。

##### 1.5 修复目标

依据现行法律、法规及有关技术政策，结合污染土壤特点，明确规定污染土壤生态修

复应达到的总体目标与指标；结合修复技术特点，明确修复不同阶段目标，建立污染土壤生态修复综合评价体系。

#### 1.6 修复技术分析

提出可以采用的修复技术，评价各农田土壤重金属污染修复技术的特点，探讨分区、组合、集成修复技术的可行性，参照国内标准、省地方标准、农业部标准及相关技术模式进行技术筛选、技术验证与技术确认。

##### 1.6.1 分区修复

根据土壤污染程度、土地利用类型、生态风险和技术要求等对目标污染区进行分区划分，分别设计修复方案。

##### 1.6.2 技术集成

综合分区修复方案，进行多种技术组合，发挥生态修复的最大潜力，实现效果与经济性的统一。

##### 1.6.3 工艺参数

根据集成技术特点，提出工艺参数，完善修复方案。

#### 1.7 可行性分析及预期修复效果

##### 1.7.1 可行性分析

从技术、组织管理、资金等方面对方案进行可行性分析。

##### 1.7.2 预期修复效果

阐述修复完成后预计土壤污染物浓度或风险的降低程度，评述污染土壤生态功能，对周边环境的影响等。

#### 1.8 实施方案

根据受污染农田实际修复技术确定工程部署情况，辅以图表反映污染生态修复工程的责任范围分区、工作部署等。

#### 1.9 监测与维护方案

应确定修复工程实施节点，制定修复过程监测计划。生态修复方案中还应包括污染土壤生态修复工程结束后的维护方案及长期效果监测方案。

#### 1.10 进度安排

提出污染土壤生态修复可行性研究、工程设计、监测、实施、验收等阶段的时间安排。

#### 1.11 经费估算

根据生态修复工程部署、工程量及技术手段，参照相关标准，进行经费估算。

#### 1.12 保障措施与效益分析

提出组织保障、技术保障和资金保障措施，对生态修复工程实施后所产生的社会效益、环境效益和经济效益进行客观的分析评价。

全国团体标准信息平台

附录 2  
(资料性附录)

农田重金属污染治理效果评价报告编写提纲

- 2.1 农田土壤重金属污染治理背景。
- 2.2 农田土壤重金属污染治理依据。
- 2.3 农田土壤重金属污染风险评估情况。
- 2.4 农田土壤重金属污染治理方案（含相关审核审批文件清单，文件作为附件）。
- 2.5 农田土壤重金属污染治理开展情况。
  - 2.5.1 治理措施实施情况（治理台账及过程记录文件清单，典型文件作为附件）。
  - 2.5.2 二次污染控制情况（含治理过程中投入品污染物含量情况）。
- 2.6 农田土壤重金属污染治理效果评价。
  - 2.6.1 评价内容与方法。
    - 2.6.1.1 评价内容和范围。
    - 2.6.1.2 评价程序与方法。
  - 2.6.2 采样布点方案。
  - 2.6.3 现场采样与实验室检测。
  - 2.6.4 治理效果评价。
    - 2.6.4.1 评价标准。
    - 2.6.4.2 对农产品产量的影响。
    - 2.6.4.3 效果评价。
- 2.7 农田土壤重金属污染治理效果评价总体结论（含建议）。
- 2.8 附件（相关审核审批文件、治理台账及过程记录典型性文件、检测报告等）。

### 附录 3

#### (资料性附录)

#### 农田重金属污染土壤修复技术

##### 3.1 物理修复技术

利用物理的方法进行污染土壤的修复。包括：客土法、翻耕混匀法、去表土法、表层洁净土壤覆盖法等。

###### 3.1.1 客土法（换土法）

对重金属污染重、面积小的农田，多采用客土或换土的方式，但换出的土壤应进行妥善处理；

###### 3.1.2 稀释法（翻耕混匀）

在污染土壤中加入大量未被污染的土壤来降低重金属含量，土源需要关注；

###### 3.1.3 去表土法

将受到重金属污染的表层土壤清除，然后进行翻耕；

###### 3.1.4 深耕翻土法（旋耕法）

污染程度轻、土层厚、面积小的污染场地可采用深耕翻土的方法。

##### 3.2 农艺调控措施

主要指采取农艺方法，如水分管理、施肥调控、低累积品种替换、调节土壤 pH 值、调整种植结构等措施来控制农田重金属污染，直接或间接达到修复农田重金属污染的目的。

##### 3.3 原位钝化修复技术

指通过调节土壤理化性质以及吸附、沉淀、离子交换、腐殖化、氧化-还原等一系列反应，将土壤中的有毒重金属固定起来，或者将重金属转化成化学性质不活泼的形态，降低其生物有效性，从而阻止重金属从土壤通过植物根部向农作物地上部的迁移累积，以达到治理污染土壤的一种修复技术。

##### 3.4 植物修复技术

植物修复技术是指植物吸取修复技术，除此之外，土壤重金属的植物修复技术还包括植物阻隔(低吸收)、植物稳定、植物挥发和植物根际过滤等，但就技术应用来说还是植物吸取修复相对较为成熟。

植物吸取修复技术应用的关键之一在于筛选具有生物量大，生长迅速，重金属耐性高且富集能力强的积累或超积累植物。

超富集植物：能超量吸收重金属并将其运移到地上部的植物，其临界含量分别为镉 100mg/kg, 锌 10000mg/kg, 砷、铅、铜、镍均为 1000mg/kg。

##### 3.5 联合修复技术

采用上述两种或两种以上单一修复技术联合的修复技术。

例如：VIP+N 技术，是指由中国科学院亚热带农业生态研究所、湖南农业大学、湖南省农业科学院、湖南省农业资源与环境保护管理站等单位，联合研究了污染稻田镉形态变化的特点，构建了“低镉品种(Variety)+全生育期淹水灌溉(Irrigation)+施加生石灰调节土壤酸碱度(pH)+辅助措施(N)”的稻米镉污染控制技术体系。