

耕地土壤重金属污染风险管控与修复
严格管控技术

Risk management and remediation of heavy metal contamination in cultivated soil
—Strict management

地方标准信息服务平台

2020 - 12 - 28 发布

2021 - 03 - 28 实施

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 风险管控技术实施流程 2

5 严格管控区域边界确认 3

6 管控技术模式选择 4

7 管控技术方案编制 5

8 管控实施过程管理 5

9 管控效果评估 6

附录 A（资料性） 植物修复技术常用作物..... 7

附录 B（资料性） 可供选择的替代种植作物..... 8

附录 C（资料性） 可供选择的种植结构调整作物..... 9

附录 D（资料性） 化学修复技术常用试剂..... 10

附录 E（资料性） 联合修复技术常用模式..... 11

附录 F（资料性） 严格管控技术方案编制大纲..... 12

地方标准信息服务平台

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。

本文件由广东省农业农村厅、广东省生态环境厅提出并组织实施。

本文件由广东省肥料和土壤调整剂标准化技术委员会（GD/TC57）归口。

本文件起草单位：广东省科学院生态环境与土壤研究所、生态环境部土壤与农业农村生态环境监管技术中心、农业农村部农业生态与资源保护总站、华南师范大学、生态环境部华南环境科学研究所、暨南大学、广东省农业环保与农村能源总站、广州市标准化研究院。

本文件主要起草人：李芳柏、刘传平、李晓敏、郑勇、刘晓文、郑顺安、刘同旭、方利平、黄莉敏、孙岩、霍迎辉、李慧、潘丹丹、孙立杰、周建民。

地方标准信息服务平台

耕地土壤重金属污染风险管控与修复 严格管控技术

1 范围

本文件规定了耕地土壤重金属污染的风险管控技术实施流程、严格管控区域边界确认、管控技术模式选择、管控技术方案编制、管控实施过程管理和管控效果评估的要求。

本文件适用于严格管控类耕地土壤重金属污染的风险管控技术筛选与实施。涉及的重金属元素包括镉、铅、铬和汞等，以及类金属砷。

本文件不适用于放射性重金属污染耕地的严格管控。

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

NY/T 2150 农产品产地禁止生产区划分技术指南

DB44/T 2263. 1-2020 耕地土壤重金属污染风险管控与修复 总则

DB44/T 2263. 2-2020 耕地土壤重金属污染风险管控与修复 风险评价

3 术语和定义

DB44/T 2263. 1-2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

特定农产品禁止生产区 prohibited production area for specific agricultural product

由于农产品品种特性和生产区域环境介质中重金属污染严重，在采用安全利用技术的前提下，特定农产品中重金属含量无法达到GB 2762规定的要求而建议禁止生产该农产品的耕地。

3.2

替代种植 alternative planting

采用安全利用技术难以实现某农产品可食用部位达到GB 2762规定的要求，种植重金属低累积的可食用作物，以实现严格管控类耕地的安全生产。

3.3

种植模式 planting mode

依据治理区域当地的自然特点，综合运用现代农业科学技术，进行粮食、蔬菜等作物生产的模式，如间作、套种和轮作等。

3.4

种植结构调整 adjustment of planting structure

采用安全利用技术难以实现某农产品可食用部位达到GB 2762规定的要求，种植重金属低累积的非食用作物，以实现严格管控类耕地的安全生产。

3.5

富集植物 plant with high capacity for heavy metal accumulation

能够大量吸收重金属并将其运移到地上部的植物,其地上部重金属含量高于土壤中相应重金属含量,见附录A。

3.6

退耕还林还草 land restoration

对不宜种植替代作物,且治理修复工程无法达到安全利用的污染耕地,变更为植树种草。

3.7

植物修复 phytoremediation

利用植物吸收、挥发、根滤和稳定等作用,直接把土壤中的重金属移除的绿色技术。

4 风险管控技术实施流程

4.1 依据 DB44/T 2263.2-2020,结合土壤污染性质和作物品种特性,在严格管控类耕地区域,划定特定农产品禁止生产区,选择替代种植、种植结构调整、治理修复和退耕还林还草等模式,进行严格管控,达到严格管控类耕地安全利用或逐步降低其风险等级的目的,保障严格管控类耕地的生态安全与环境安全。

4.2 严格管控类耕地风险管控技术实施包括管控区域边界确认、技术模式选择、技术方案编制、实施过程管理和管控效果评估。技术实施流程见图1。

地方标准信息服务平台

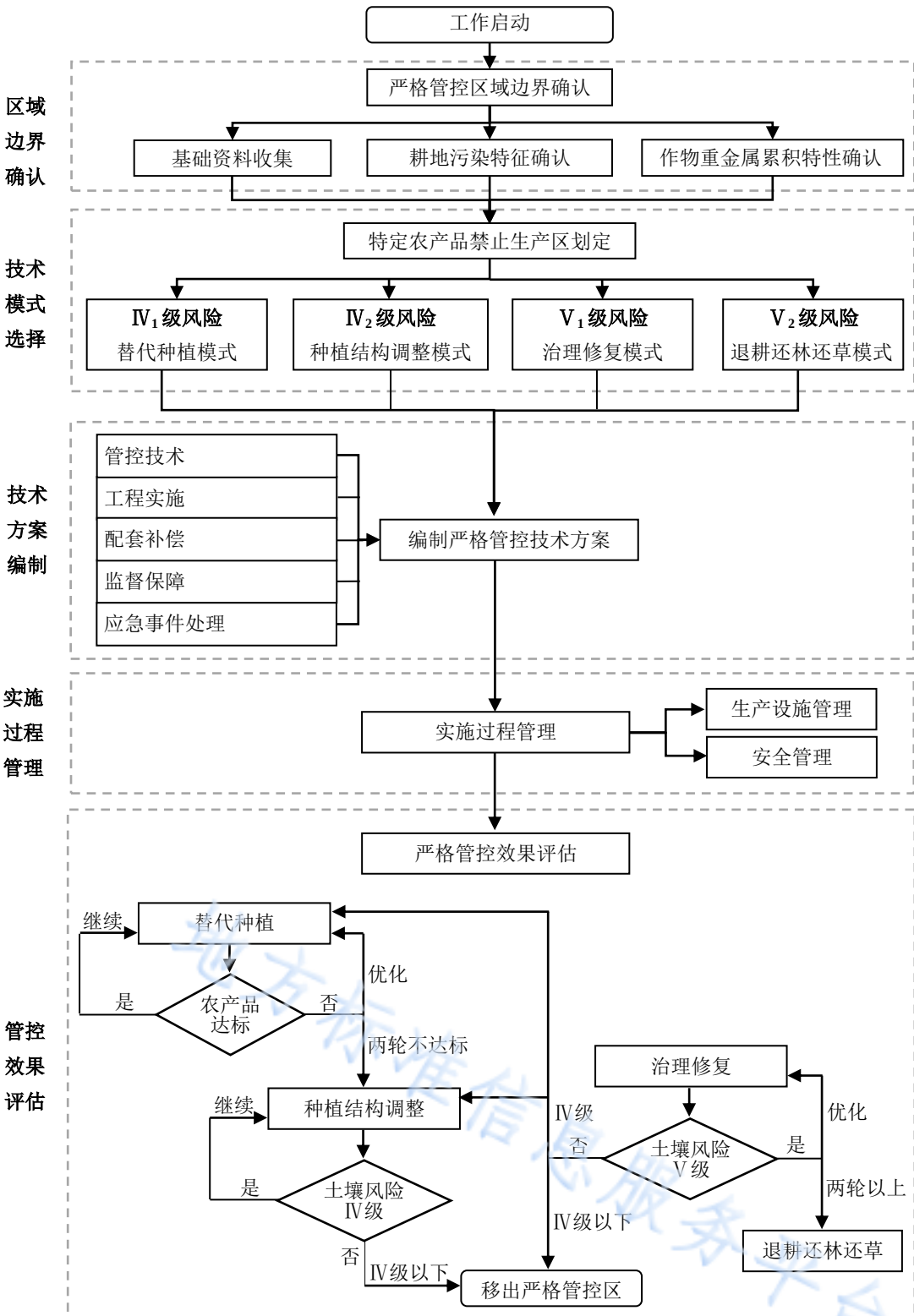


图1 严格管控技术实施流程图

5 严格管控区域边界确认

5.1 基本要求

依据DB44/T 2263.2-2020，结合目标区域土壤和重金属性质、传统种植和栽培习惯，对当地经济、社会条件等因素进行调查分析，初步确定严格管控类耕地风险管控的总体原则和目标。

5.2 基础资料收集

依据DB44/T 2263.2-2020，收集与区域相关的自然环境、社会经济、土地利用、土壤特征和图件等评估资料，以及重点污染源、农资产品使用和地理单元资料等。

5.3 耕地污染特征确认

依据DB44/T 2263.2-2020，分析耕地土壤理化性质、重金属组成及含量等特征，综合评价目标耕地中重金属的有效性及其变化规律。

5.4 作物重金属累积特性确认

分析作物不同器官的重金属含量，结合种植作物的生长特性，确认作物的重金属累积特性。

5.5 严格管控区域边界确认

针对风险等级为IV级和V级区域，根据以下特性确认边界，包括行政区域与边界、目标耕地重金属含量与分布、种植结构和农产品可食用部位的重金属含量等。

6 管控技术模式选择

6.1 基本要求

根据目标污染耕地的污染特征与成因，结合当地经济水平、耕地使用者接受度等因素，筛选适宜的严格管控技术。在确保农产品安全生产的基础上，最大限度的减少耕地使用者的经济损失，评估严格管控技术的适用性、可行性和安全性，确定严格管控技术模式。

6.2 管控技术选择原则

依据第5章确认的不同区域风险等级，选择管控技术，选择原则如下：

- a) 对风险等级为IV₁级的区域，优先选择替代种植模式；
- b) 对风险等级为IV₂级的区域，优先选择种植结构调整模式；
- c) 对风险等级为V₁级的区域，优先选择治理修复模式；
- d) 对风险等级为V₂级的区域，建议选择退耕还林还草模式。

6.3 特定农产品禁止生产区划定

依据NY/T 2150以及国家和广东省相关规定，划定特定农产品禁止生产区，明确各分区禁止生产的特定农产品品种。

6.4 替代种植模式

对风险等级为IV₁级的区域，综合考虑目标耕地重金属特性、土壤性质、作物性质、经济和社会环境条件、可实施性等因素，围绕严格管控原则，在保障农产品质量和耕地使用者经济收入的前提下，尊重区域种植习惯，综合考虑作物环境要求，选择可替代种植的可食用作物，建议优先选择低累积作物品种，见附录B。所有考虑作为替代种植的可食用作物，应通过第三方农产品质检部门的安全性检验，其可食用部位的安全标准按照GB 2762进行判定。

6.5 种植结构调整模式

对风险等级为IV₂级的区域,不适宜实施替代种植模式。综合考虑目标耕地重金属特性、土壤性质、作物性质、经济和社会环境条件、可实施性等因素,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,尊重区域种植习惯,综合考虑作物环境要求,选择可调整种植结构的非食用作物,建议优先选择低累积作物品种,见附录C。

6.6 治理修复模式

对风险等级为V₁级的耕地,不适宜实施替代种植或种植结构调整模式,可选择治理修复模式,逐步降低污染耕地中重金属的含量,以达到提高耕地环境质量、实现安全利用的目标。主要的治理修复技术包括生物修复、化学修复及其联合修复等,见附录A、附录D和附录E。根据目标耕地重金属特性和土壤性质,结合治理周期、费用、次生环境风险以及技术的难易程度等,选择有针对性的、适宜的治理修复技术。治理修复结束,应对目标区域的风险类型和等级进行重新划分。

7 管控技术方案编制

7.1 基本要求

根据筛选的管控模式,确定技术工艺参数,兼顾经济性、可行性和安全性等,编制管控技术方案,应包含具体的管控技术、工程实施、配套补偿、监督保障和应急事件处理等,由主管部门组织可行性论证,并报主管部门备案。严格管控技术方案编制大纲参见附录F。

7.2 管控技术

主要包括任务指标、模式选择、实施技术、实施费用、实施时间和可行性分析等。

7.3 工程实施

主要包括工程进度、工程预算、二次污染防范措施、工程实施主要技术指标的环境监测计划、安全管理计划和第三方监理计划等。

7.4 配套补偿

补助标准应与原有的种植收益相当,不影响耕地使用者的经济收入。

7.5 监督保障

加强组织领导和宣传培训,强化督促指导;构建技术支撑体系,规范技术措施,强化措施落地,构建工作推进体系;加强监督检查、严格验收和第三方评估体系。

7.6 应急事件处理

分析施工过程中可能出现的二次污染风险并制定防护预案;识别和预防可能存在的安全问题,对可能出现的灾害性天气、突发事故制定应急预案;配备必要的安全防护设施和开展安全防护训练等。

8 管控实施过程管理

8.1 基本要求

依据管控技术方案，建立防护隔离带，加强政策引导，重视环境安全管理，防止安全事件发生；动态监测严格管控区风险管控效果，不断优化技术参数。

8.2 生产设施管理

在严格管控工程实施过程中，应加强排灌沟渠、田埂和机耕道等农田基础设施和农田的维护、修整。

8.3 安全管理

配备必要的安全防护设施，开展安全防护训练等。一要避免工程实施对实施人员、周边人群产生健康风险；二要防止对周边环境产生二次污染；三要确保应急事件发生时实施人员、周边人群的人身安全。

9 管控效果评估

9.1 基本要求

委托第三方对严格管控技术方案的实施效果进行跟踪评价。工程实施完成后，根据监理单位提供的工程施工监理报告和项目施工单位提交的工程实施报告，进行管控效果评估。达到相应模式效果评估合格标准的，继续进行监测与管护，避免管控措施失效或修复效果反弹的现象出现；未达到相应模式效果评估合格标准的，进入后续的技术优化或技术再筛选阶段。

9.2 替代种植效果评估

对替代种植的农产品进行安全性检验，可食用部位的安全标准按照GB 2762进行判定：

- a) 对农产品重金属含量达标的区域，可继续进行替代种植；
- b) 对农产品重金属含量不达标的区域，视为替代种植效果不达标，应更换替代种植作物品种进行耕种；
- c) 对经过两轮替代种植农产品重金属含量均不达标的区域，可考虑改用种植结构调整模式。

9.3 种植结构调整效果评估

分析目标区域土壤重金属含量。若土壤重金属含量显著降低，依据DB44/T 2263.2-2020对目标区域的风险类型和等级进行重新划分：

- a) 对土壤重金属污染风险降低为Ⅳ级以下的区域，可移出严格管控区，按照新的风险等级进行耕种和管理；
- b) 对土壤重金属污染风险仍为Ⅳ级的区域，可继续进行种植结构调整或考虑改用替代种植模式。

9.4 治理修复效果评估

分析目标区域土壤重金属含量。若土壤重金属含量显著降低，依据DB44/T 2263.2-2020对目标区域的风险类型和等级进行重新划分：

- a) 对土壤重金属污染风险降低为Ⅳ级以下的区域，可移出严格管控区，按照新的风险等级进行耕种和管理；
- b) 对土壤重金属污染风险降低为Ⅳ级的区域，可考虑改用替代种植或种植结构调整模式；
- c) 对土壤重金属污染风险仍为Ⅴ级的区域，应优化治理修复方案，重新进行治理修复；
- d) 对经过两轮以上治理修复土壤重金属污染风险仍为Ⅴ级的区域，可选择退出治理修复模式，考虑退耕还林还草模式。

附 录 A
(资料性)
植物修复技术常用作物

植物修复技术常用作物见表A.1。

表A.1 植物修复技术常用作物

重金属元素	富集类型	植物名称
Cd	高富集植物	鱼腥草 (<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.)、溪口花籽和朱苍花籽品种油菜 (<i>Brassica juncea</i> L.)、紫茉莉 (<i>Mirabilis jalapa</i> L.)、杨桃 (<i>Averrhoa carambola</i> L.)
	超富集植物	东南景天 (<i>Sedum alfredii</i> Hance)、伴矿景天 (<i>Sedum plumbizincicola</i> X.H. Guo et S.B. Zhou sp. nov.)、龙葵 (<i>Solanum nigrum</i> L.)、圆锥南芥 (<i>Arabis paniculata</i> L.)、宝山堇菜 (<i>Viola baoshanensis</i> Shu, Liu et Lan)、商陆 (<i>Phytolacca americana</i> L.)、印度芥菜 (<i>Brassica juncea</i> L.)、遏蓝菜 (<i>Thlaspi arvense</i> L.)、凤眼莲 (<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms)、鬼针草 (<i>Bidens pilosa</i> L.)、向日葵 (<i>Helianthus annuus</i> L.)、苎麻 (<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaudich.)
As	高富集植物	/
	超富集植物	蜈蚣草 (<i>Pteris vittata</i> L.)、大叶井口边草 (<i>Pteris cretica</i> L.)、井栏边草 (<i>Pteris multifida</i> Poir.)、粉叶蕨 (<i>Pityrogramma calomelanos</i> (L.) Link)
Zn	高富集植物	蓖麻 (<i>Ricinus communis</i> L.)、向日葵 (<i>Helianthus annuus</i> L.)、皱叶酸模 (<i>Rumex crispus</i> L.)、黑麦草 (<i>Lolium perenne</i> L.)
	超富集植物	东南景天 (<i>Sedum alfredii</i> Hance)、长柔毛委陵菜 (<i>Potentilla Griffithii</i> Hook. f. var. <i>velutina</i> Card.)、圆锥南芥 (<i>Arabis paniculata</i> Franch.)、印度芥菜 (<i>Brassica juncea</i> L.)、遏蓝菜 (<i>Thlaspi arvense</i> L.)
Cu	高富集植物	海洲香薷 (<i>Elsholtzia haichouensis</i> Sun)、艾草 (<i>Artemisia argyi</i> Lévl. et Van.)
	超富集植物	鸭跖草 (<i>Commelina communis</i> L.)、印度芥菜 (<i>Brassica juncea</i> L.)、蓖麻 (<i>Ricinus communis</i> L.)、荇菜 (<i>Heleocharis dulcis</i> (Brum.F.) Trin. ex Henschel)
Pb	高富集植物	苍耳 (<i>Xanthium sibiricum</i> Patr. ex Widd.)、三叶鬼针草 (<i>Bidens pilosa</i> L.)、马蔺 (<i>Iris lactea</i> Pall. var. <i>chinensis</i> (Fisch.))、向日葵 (<i>Helianthus annuus</i> L.)
	超富集植物	夏至草 (<i>Lagopsis supina</i> (Stephan.) Ik.-Gal. ex Knorr.)、印度芥菜 (<i>Brassica juncea</i> L.)、中国芥菜 (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i>)、羽叶鬼针草 (<i>Bidens maximowicziana</i> Oett.)、土荆芥 (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.)、杨梅 (<i>Myrica rubra</i> (Lour.) Sieb. et Zucc.)、圆锥南芥 (<i>Arabis paniculata</i> Franch.)、凤眼莲 (<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms)、苎麻 (<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaudich.)
Mn	高富集植物	/
	超富集植物	垂序商陆 (<i>Phytolacca americana</i> L.)
Cr	高富集植物	扁穗牛鞭草 (<i>Hemarthria compressa</i> (Linn. f.) R. Br.)、女贞 (<i>Ligustrum lucidum</i> Ait.)、蓖麻 (<i>Ricinus communis</i> L.)
	超富集植物	李氏禾 (<i>Leersia hexandra</i> Swartz)
Hg	高富集植物	悬钩子 (<i>Rubus</i> L.)、野蒿 (<i>Artemisia argyi</i> H.)、乳浆大戟 (<i>Euphorbia esula</i> L.)
	超富集植物	/

附录 B
(资料性)

可供选择的替代种植作物

可供选择的替代种植作物见表B.1。

表B.1 可供选择的替代种植作物

类型	作物种类		作物名称	重金属富集情况
可食用作物	粮食作物	粮食作物	水稻 (<i>Oryza sativa</i> L.)、玉米 (<i>Zea mays</i> L.)、大豆 (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)、番薯 (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lamarck)	一般情况Cd富集能力为：水稻>玉米≈番薯≥大豆。
	经济作物	油料作物	花生 (<i>Arachis hypogaea</i> L.)、向日葵 (<i>Helianthus annuus</i> L.)、芝麻 (<i>Sesamum indicum</i> L.)	花生、向日葵、芝麻对某种或某些重金属一般具有较强的耐受性和吸收能力。
		药用作物	夏枯草 (<i>Prunella vulgaris</i> L.)、益母草 (<i>Leonurus japonicus</i> Houtt.)、薄荷 (<i>Mentha haplocalyx</i> Briq.)、狗脊蕨 (<i>Woodwardia prolifera</i> Hook. et. Arn.)、野菊花 (<i>Chrysanthemum indicum</i> L.)、金银花 (<i>Lonicera japonica</i> Thunb.)	耐性较强。
		其他作物	甘蔗 (<i>Saccharum officinarum</i> L.)、木薯 (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	生物量较大、重金属耐性较强。
			蔬菜	一般情况重金属富集能力为：叶菜>根茎菜≥果菜≈豆菜>瓜菜；叶菜类蔬菜的Cd和Pb含量较高，根茎类蔬菜的Zn含量较高。

附录 C

(资料性)

可供选择的种植结构调整作物

可供选择的种植结构调整作物见表C.1。

表C.1 可供选择的种植结构调整作物

类型	作物种类		作物名称	重金属富集情况
非食用作物	经济作物	饲料作物	皇竹草(<i>Pennisetum sinense</i> Roxb)、香根草(<i>Vetiveria zizanioides</i> Nash)、芒草(<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.)	生物量较大、重金属耐性能力较强。
		能源作物	皇竹草(<i>Pennisetum sinense</i> Roxb)、甜高粱(<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench)、木薯(<i>Manihot esculenta</i> Crantz)、甘蔗(<i>Saccharum officinarum</i> L.)、蓖麻(<i>Ricinus communis</i> L.)、柳枝稷(<i>Panicum virgatum</i> L.)、芒草(<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.)、亚麻(<i>Linum usitatissimum</i> L.)、巨菌草(<i>Pennisetum giganteum</i> L.)	
		景观作物	变叶木(<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) A. Juss.)、紫罗兰(<i>Matthiola incana</i> (L.) R. Br.)	
		绿肥作物	苜蓿(<i>Medicago sativa</i> L.)、紫云英(<i>Astragalus sinicus</i> L.)	
		其他作物	棉花(<i>Gossypium hirsutum</i> L.)、烟草(<i>Nicotiana tabacum</i> L.)、桑树(<i>Morus alba</i> L.)	

地方标准信息服务平台

附 录 D
(资料性)
化学修复技术常用试剂

化学修复技术常用试剂见表D.1。

表D.1 化学修复技术常用试剂

淋洗剂种类	作用机理	常用淋洗剂名称	优、缺点	注意事项
无机盐淋洗剂	通过水解和离子交换等作用破坏土壤表面官能团与重金属形成的配合物，从而将重金属交换解吸下来，进入土壤溶液中将其去除。	氯化钙 (CaCl ₂)、氯化亚铁 (FeCl ₂)、碘化钾 (KI)	可能破坏土壤理化性质及其结构；不易再生利用。	a) 土质粘重、渗透性比较差的土壤该方法修复效果较差； b) 对土壤理化性质有一定影响； c) 淋洗材料的选择： 1) 低环境负担、高效、廉价； 2) 现场修复和排水系统； 3) 确保土壤肥力良好，植物可生长。
低分子有机酸	有机酸通过与重金属形成络合物促进重金属的溶解。	草酸、柠檬酸、乙酸和酒石酸	有机酸除了对土壤中重金属有一定去除能力外，由于其自身多是碳、氢、氧的化合物，生物降解性较好，对环境无污染。	
金属螯合剂	通过螯合作用，将吸附在土壤颗粒及胶体表面的重金属离子解吸下来，然后再利用自身的强螯合作用将重金属离子包含到螯合剂内部形成强的螯合物，从而将重金属离子从土壤中分离出来。	人工螯合剂：乙二胺四乙酸 (EDTA)、乙二胺二琥珀酸 (EDDS)、二乙基三乙酸 (NTA)。	使用条件较广，可回收再利用。但价格昂贵，生物降解性差，二次风险高。	
		可降解螯合剂：甲基甘氨酸二乙酸 (MGDA)、乙二胺二琥珀酸 (EDDS)、谷氨酸二乙酸四钠盐 (GLDA)。	具有较好的生物降解性，而且重金属的去除效果也较好，但价格昂贵。	
表面活性剂	表面活性剂是利用自身的润湿、增溶、分散和洗涂等特性，通过对土壤重金属的吸附、络合等，将重金属从土壤表面置换出来，螯合物的形式存在于土壤溶液中，从而将其洗出。	人工表面活性剂：烷基多苷 (APG)、十二烷基硫酸钠 (SDS)、十二烷基苯磺酸钠 (SDBS)、十二烷基三甲基氯化铵 (DDTMA)。	种类繁多，可选择性强，适用重金属和有机物污染土壤，同时可回收再利用。但二次污染风险高。	
		生物表面活性剂：鼠李糖脂、茶皂素、单宁酸、腐殖酸和环糊精及其衍生物等。	生物表面活性剂可降解，但价格昂贵。	

附录 E
(资料性)
联合修复技术常用模式

联合修复技术常用模式见表E. 1。

表E. 1 联合修复技术常用模式

联合修复模式名称	修复理论	举例	注意事项	备注
植物修复-化学修复联合	通过化学螯合剂等化学修复技术，强化植物富集作用。	可生物降解螯合剂谷氨酸二乙酸四钠盐（GLDA）和磷素活化剂促进东南景天提取土壤重金属的潜力。	加强螯合剂使用安全与规范。	富集植物：东南景天；重金属螯合剂：谷氨酸二乙酸四钠盐（GLDA）。
植物阻控-富集移除联合修复	将低累积作物与超富集植物形成套种、轮作等体系，用于农田重金属污染修复，同时收获符合食品安全标准的农产品，实现边生产边修复双重目标。	低累积作物品种玉米套种东南景天；重金属高累积油菜-水稻轮作。	加强农产品质量安全监测。	高富集型 - 茄科（茄子、蕃茄）、藜科、菊科（莴苣）、十字花科（萝卜、油菜、芜菁）；中等富集型 - 百合科（韭菜、洋葱）、伞形科（欧芹、胡萝卜）、禾本科（玉米、小麦、水稻、高粱）、葫芦科（黄瓜、南瓜）；低富集型 - 豆科（豌豆、大豆）。

地方标准信息服务平台

附 录 F
(资料性)
严格管控技术方案编制大纲

F.1 管控技术

- F.1.1 任务指标。
- F.1.2 模式选择。
- F.1.3 实施技术。
- F.1.4 实施费用。
- F.1.5 实施时间。
- F.1.6 可行性分析。

F.2 工程实施

- F.2.1 工程进度。
- F.2.2 工程预算。
- F.2.3 二次污染防治措施。
- F.2.4 环境监测计划。
- F.2.5 安全管理计划。
- F.2.6 第三方监理计划。

F.3 配套补偿

- F.3.1 补偿依据。
- F.3.2 补偿办法。

F.4 监督保障

- F.4.1 组织领导与宣传培训。
- F.4.2 技术支撑体系。
- F.4.3 第三方评估计划。

F.5 应急事件处理

- F.5.1 潜在安全问题。
- F.5.2 应急预案。

F.6 附件

- F.6.1 目标区域的风险评价报告。
- F.6.2 工程实施报告。
- F.6.3 工程施工监理报告。
- F.6.4 效果评估报告。