

DB4403

深圳市地方标准

DB4403/T 601—2025

高标准农田 土壤质量提升

Well-facilitated farmland—improvement of soil quality

2025-03-14 发布

2025-04-01 实施

深圳市市场监督管理局 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 提升原则与设计要求 1

5 土壤改良 2

6 土壤培肥 7

7 控污修复 8

附录 A（资料性） 酸性土壤的调理剂 13

附录 B（资料性） 碱性土壤的调理剂 14

参考文献 14

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。

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专利的责任。

本文件由深圳市乡村振兴和协作交流局提出并归口。

本文件起草单位：西北农林科技大学、深圳市标准技术研究院、深圳市乡村振兴和协作交流局、中国农业科学院深圳农业基因组研究所、深圳市品牌建设促进中心。

本文件主要起草人：周鹏、吕欣、珠娜、刘永、梁晟铭、秦益楠、蒋青青、王晓娅、赵云龙、聂兰军、卢良森、谭韵、黄超林、谢妙琦、郭靖婷。

高标准农田 土壤质量提升

1 范围

本文件规定了高标准农田土壤质量提升的原则与设计要求、土壤改良、土壤培肥及控污修复等具体提升措施。

本文件适用于指导深圳市各区（新区、深汕特别合作区）高标准农田土壤质量提升工作。

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 5084 农田灌溉水质标准
- GB 15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB/T 30600 高标准农田建设 通则
- GB 50288 灌溉排水与排水工程设计标准
- NY/T 525 有机肥料

3 术语和定义

3.1

石灰质物质 liming material

含有钙和/或镁元素的矿物质。

注：通常钙和镁以氧化物、氢氧化物或碳酸盐形式存在，主要用于保持或提高土壤酸碱度（以下简称“pH 值”）。

[来源：GB/T 6274—2016，2.1.23，有修改]

3.2

土壤调理剂 soil conditioner

加入土壤中用于改善土壤的物理和/或化学性质，及/或其生物活性的物料。

[来源：GB/T 6274—2016，2.1.19]

4 提升要求

- 4.1 土壤质量提升前宜进行土壤区域地形、地貌、植被、绿地建植历史及养护等相关资料调查、收集，重点采集土壤、植物样本，进行测试及分析。
- 4.2 根据不同区域耕地质量现状，分析主要障碍因素，集成组装治理技术模式，因地制宜、综合施策，确保高标准农田土壤质量提升取得实效。
- 4.3 创新土壤质量提升建设投入机制，发挥政府项目示范带动作用，充分调动企业积极性。
- 4.4 提升后的高标准农田障碍因素得到消除，土壤肥沃，耕作层厚度适宜，耕性良好。

4.5 土壤质量提升工程应与高标准农田其他工程同步规划设计,同时应符合 GB/T 30600 中的相关规定。如渍涝潜育土壤改良工程应结合灌溉排水工程进行统筹设计,耕作层浅薄土壤改良工程应结合土地平整工程进行统筹设计。

4.6 土壤质量提升工程应优先采用生态、环保技术措施。

4.7 土地平整前应剥离收集原有可利用的表土层,并根据耕作层厚度调整,田面平整后再将剥离表土还原铺平。耕作层土壤剥离利用参照 TD/T 1048 相关规定。

5 土壤改良

5.1 土壤结构改良

5.1.1 通则

采用深耕、深松、客土等措施,消除障碍土层对作物根系生长和水气运行的限制。作业深度根据障碍土层距地表深度和作物生长需要的耕层厚度进行确定。

5.1.2 清除杂质

5.1.2.1 耕作层内含有过量固体废弃物、石砾等杂质,影响到植物生长时,应挑拣或过筛等予以剔除。

5.1.2.2 水浇地、水田砾石直径大于 5 cm 的含量应低于 5%,旱地应低于 10%。

5.1.3 清除不透水层

耕作层应与地下土层连通,当耕作层下存在混凝土板等隔离层时,应将混凝土板等隔离层挖除,并置换合格土料。

5.1.4 增加土层厚度

5.1.4.1 土壤有效土层厚度小于 60 cm 或水田耕作层厚度小于 20 cm、水浇地和旱地小于 25 cm 宜进行改良。

5.1.4.2 采用农机具深耕深翻土壤,结合晒垡和增施有机肥,加速土壤熟化。有机肥的施用原则、要点和安全施用等参照 NY/T 1868 相关要求。

5.1.4.3 利用非农建设占用耕地项目剥离下来的经检测土壤环境质量符合目标地块要求的表层耕作土壤或其他检测合格的熟土直接加厚耕作层。

5.1.5 深耕、深松

5.1.5.1 深耕和深松应根据有效土层厚度在土壤的适耕期内进行。

5.1.5.2 深耕、深松周期 2 年~3 年一次;深松、深耕可间隔进行;深松 2 年~3 年后深耕一次。

5.1.5.3 耕作深度的确定综合考虑土质、耕层、耕翻期间的天气和种植作物等条件和劳力、农机具及肥料的情况,宜达到 25 cm 以上。

5.1.5.4 深耕不应将新土层的生土翻入耕层。

5.1.5.5 深耕作业根据地块大小,可选闭垄法或开垄法。

5.1.5.6 根据种植作物、深松时间不同,可选全面深松或局部深松。

5.2 酸性土壤改良

5.2.1 通则

5.2.1.1 改良后土壤 pH 值应达到 5.5 以上至中性。

5.2.1.2 应根据土壤酸化程度，采用石灰质物质、土壤调理剂和有机肥等改良酸性土壤。

5.2.2 主要措施

5.2.2.1 施用石灰质物质改良酸性土壤遵循下列方法：

- a) 播种或移栽前将石灰质物质均匀撒施在耕地土壤表面，然后进行翻耕或旋耕；
- b) 利用拖拉机等农具，通过加挂漏斗进行机械化施用或与秸秆还田等农艺措施配合施用；
- c) 耕翻深度在 15 cm 以上；
- d) 石灰质物质施用量根据土壤质地和酸化程度参考 NY/T 3443 中相关规定确定。

5.2.2.2 施用石灰质物质后，随着土壤 pH 值升高，土壤养分，如磷、铁、锌、锰等的状态会发生变化。宜采取下列方法增加土壤有机质含量，提高土壤质量和缓冲性能，防止土壤板结：

- a) 增施 pH 值为中性或偏碱性的商品有机肥：使用方法参照商品使用说明；
- b) 秸秆还田：采用原位还田，具体方法参照 NY/T 3850 中相关规定。

5.2.2.3 常见用于改良酸性土壤的土壤调理剂的特性、适用范围和用量参见附录 A。

5.2.2.4 应采用测土配方施肥或优化施肥，合理搭配肥料品种和结构，减少使用酸性或生理酸性肥料。

5.2.3 维护措施

5.2.3.1 农田土壤背景 pH 值小于 6.0，或土壤背景 pH 值距校治目标 pH 值在 0.5 个单位范围内的，宜控制酸性与生理酸性肥料施用，选择配施碱性肥料逐年校治。

5.2.3.2 改良措施达到目标后，在正常的耕作管理条件下，宜每年坚持施用有机肥，并配合秸秆还田、种植绿肥等措施。

5.2.3.3 对需要维持现有酸碱性、防止酸化的土壤，也可每 3 年施用 1 次石灰质物质。

5.2.3.4 有条件的农田宜两至三年种植一次水稻。

5.2.3.5 根据作物土壤水肥特性、土壤供肥能力和根系深浅不同合理轮作或套作，如茄果类与叶菜类轮作，蔬菜和玉米轮作，水旱轮作。

5.2.4 注意事项

5.2.4.1 施用石灰质物质时不应与铵态氮肥混用。当有其他碱性物质，如钙镁磷肥、硅钙肥、草木灰等施用到土壤时，应减少石灰质物质的用量。

5.2.4.2 施用石灰质物质后预留约一周的时间待土壤石灰质物质反应过后，再进行其他基肥施用和种植等农事活动。

5.2.4.3 种植绿肥宜在绿肥压青翻耕前将石灰质物质均匀地撒施在绿肥表面再翻耕。

5.2.4.4 施用石灰质物质应按照产品说明书使用，佩戴乳胶手套、防尘口罩和套鞋等用于防护，防止因石灰质物质遇水灼伤手脚或粉尘被吸入呼吸道灼伤呼吸系统。

5.2.4.5 作业人员出现因施用石灰质物质造成皮肤灼伤、呼吸道灼伤等症状应及时送医院救治。

5.2.4.6 雨天不应施用石灰质物质。

5.3 碱性土壤改良

5.3.1 通则

5.3.1.1 改良后土壤 pH 值应调整至适宜作物生长的范围，pH 值宜保持在 6.0 至 7.5 之间，具体根据作物种类和土壤特性确定。

5.3.1.2 针对土壤碱化程度，应采取添加酸性物质、有机质、土壤调理剂和合理施肥等措施，以逐步降低土壤 pH 值并改善土壤结构。

5.3.2 主要措施

5.3.2.1 添加酸性物质改良碱性土壤

5.3.2.1.1 在播种或移栽前，将酸性物质（如硫酸铵、硫酸亚铁、硫磺粉等）均匀撒施在土壤表面，并进行深耕或旋耕，确保酸性物质与土壤充分混合。

5.3.2.1.2 利用农机具进行机械化施用，或结合其他农艺措施（如秸秆还田）进行施用，以提高施用效率和均匀性。

5.3.2.1.3 耕翻深度应达到 15 cm 以上，以确保酸性物质能够充分渗透并均匀分布于土壤中。

5.3.2.1.4 酸性物质的施用量应根据土壤质地、碱化程度以及目标 pH 值，参考相关专家建议确定。

5.3.2.2 增加有机质含量

5.3.2.2.1 施用酸性或中性的商品有机肥，以增加土壤有机质含量，改善土壤结构，提高土壤缓冲性能。使用方法参照商品使用说明。

5.3.2.2.2 采用原位还田的方法，将作物秸秆切碎后均匀撒施于土壤表面，然后进行翻耕或旋耕，使秸秆与土壤充分混合。

5.3.2.3 使用土壤调理剂

常见的碱性土壤调理剂的特性、适用范围和用量参见附录 B。

5.3.2.4 合理施肥

采用测土配方施肥或优化施肥技术，根据土壤养分状况和作物需求，合理搭配肥料品种和结构。减少使用碱性或生理碱性肥料，以避免进一步加剧土壤碱化。

5.3.3 维护措施

5.3.3.1 控制碱性肥料施用

对于土壤背景 pH 值高于 7.5 的农田，应严格控制碱性肥料的施用，选择配施酸性肥料逐年调整土壤 pH 值。

5.3.3.2 坚持施用有机肥

在改良措施达到目标后，应坚持每年施用有机肥，并配合秸秆还田、种植绿肥等措施，以维持土壤有机质含量和良好结构。

5.3.3.3 合理轮作与套作

根据作物土壤水肥特性、土壤供肥能力和根系深浅不同，合理进行轮作或套作。如选择耐碱性作物与敏感作物轮作，或采用水旱轮作等方式，以改善土壤环境和提高作物产量。

5.3.3.4 种植耐碱性作物

在碱性土壤上种植耐碱性作物，如甜菜等，以充分利用土壤资源并降低改良成本。

5.3.4 注意事项

5.3.4.1 酸性物质施用安全

在施用酸性物质时，应佩戴乳胶手套、防尘口罩和套鞋等防护用品，防止酸性物质灼伤皮肤或吸入呼吸道。作业人员出现灼伤等症状时，应及时送医院救治。

5.3.4.2 避免与碱性物质混用

施用酸性物质时，应避免与碱性物质（如石灰质物质、钙镁磷肥等）混用，以免发生中和反应影响改良效果。

5.3.4.3 适时施用

应选择在土壤湿润但无雨天的条件下施用酸性物质，以确保其能够充分溶解并渗透于土壤中。雨天不应施用酸性物质，以免被雨水冲刷流失。

5.3.4.4 监测与调整

在改良过程中，应定期监测土壤 pH 值和养分状况，并根据监测结果及时调整改良措施和施肥方案。

5.4 渍涝潜育土壤改良

5.4.1 通则

渍涝潜育农田应开挖排渍沟，实行排灌分离，降低地下水位，排除多余地表水，降低土壤含水量。

5.4.2 布设标准及间距

排渍沟与田间灌溉渠应分离布设，平原区排渍沟布设间距宜为 80 m~100 m；山地丘陵区宜为 60 m~100 m，砂性土壤取较大值，黏性土壤取较小值。

5.4.3 设计与尺寸要求

排渍沟应按排渍流量和水位要求确定沟宽和沟深，净宽为 50 cm~60 cm，净深为 50 cm~80 cm。沟渠总宽度宜小于 100 cm。

5.4.4 其它

排渍沟其他参数应按照 GB 50288 计算确定。

5.5 砂（黏）质土壤改良

5.5.1 通则

黏土、砂土应进行土壤质地改良使其质地达到中壤或轻壤。

5.5.2 黏土改良方法

黏土改良宜采用如下方法：

- a) 掺河沙或砂土；
- b) 掺膨化岩石类；
- c) 掺河泥、泥炭等。

5.5.3 砂土改良方法

砂土改良宜采用如下方法：

- a) 客土掺黏土；
- b) 翻淤压沙。用农机深翻表层砂土较薄、心土层有黏质土的土壤，使黏质心土与表层砂土混匀。

5.5.4 土壤中掺入的河沙、沙土、膨化岩石、河泥、泥炭和客土应进行重金属、有害微生物及抗生素检测，其中，重金属检测结果应符合 GB 15618 中农用地土壤污染风险筛选值的相关要求。

5.6 贫瘠土壤改良

5.6.1 通则

针对土壤有机质、碱解氮、有效磷、速效钾及缓效钾含量低的农田，应采取相应的改良措施，并在改良后引入定期监测机制，监测土壤养分状况。

5.6.2 有机质、碱解氮含量低的农田

土壤有机质、碱解氮含量低的农田宜采取如下改良措施：

- a) 施商品有机肥，配施尿素；
- b) 农作物秸秆还田，配施尿素；
- c) 种植绿肥，在农田种植紫云英、白蜡豆等。

5.6.3 有效磷缺乏农田

有效磷缺乏农田应增施磷肥，酸性土壤在按照 5.5.1 b) 实施的基础上，宜施用钙镁磷肥等碱性磷肥。

5.6.4 速效钾、缓效钾缺乏的农田

速效钾、缓效钾缺乏的农田在按照 5.5.1 b) 实施的基础上，适当增施氯化钾或硫酸钾。

5.7 合理灌溉

5.7.1 通则

为确保农业灌溉高效节水且环保，应选择无污染水源，并推广滴灌、微喷灌等节水灌溉技术。灌溉需依据作物实际需求进行，同时实施水肥一体化技术，涵盖管道系统合理设计、多样化灌水方式、配套施肥装置选用、适宜肥料选择、个性化施肥灌溉方案设计及肥料正确施用等关键环节，以优化资源利用，促进作物健康生长。

5.7.2 水源

应选择水量充足、清洁、无污染的水库水、湖泊水、河水、地下水等水源。

5.7.3 灌溉措施

5.7.3.1 宜采用滴灌、微喷灌（雾滴喷灌）、涌泉灌（小管出流）、膜下灌溉（包括膜下滴灌和膜下微喷灌）等节水灌溉措施。

5.7.3.2 根据不同作物种类及不同生育时期实际需水量进行灌溉。

5.7.4 水肥一体化技术

应按以下要求使用水肥一体化技术：

- a) 根据用户要求及田间实际情况，包括地形、田块、单元、土壤质地、作物种植方式、水源特点等基本情况，设计管道系统的埋设深度、长度、灌区面积等；
- b) 采用管道灌溉、喷灌、微喷灌、泵加压滴灌、重力滴灌、渗灌、小管出流等灌水方式；
- c) 选用和安装配套的定量施肥装置，如自压重力施肥系统或泵吸施肥系统，设计包括蓄水池和混肥池的位置、容量、出口、施肥管道、分配器阀门、水泵肥泵等；
- d) 选择适宜肥料种类，可选液态或固态肥料。固态肥料宜选用水溶性强，含杂质少的粉状或小块状产品。不宜选用颗粒状复合肥。使用腐殖酸液肥宜过滤以免堵塞管道；
- e) 根据具体作物和土壤情况制定施肥方案和灌溉方案，根据作物生长特点和养分需求规律提供合理的肥料配方及管理方案；
- f) 施用液态肥料时根据说明，进行稀释，避免浓度过高造成烧苗；

- g) 固态肥料溶解时，注意肥料特性，避免溶解时释放热量，损坏肥料容器；避免溶解时吸收热量，造成水温过低，出现沉淀现象。

6 土壤培肥

6.1 秸秆还田

6.1.1 还田数量与注意事项

- 6.1.1.1 秸秆还田数量根据主栽作物及产量水平而定，可采用作物秸秆的全量、半量、1/3 量还田。
- 6.1.1.2 以秸秆还田为主，兼顾其他主要作物秸秆还田。
- 6.1.1.3 秸秆还田量每亩不少于 600 kg（以干计）。
- 6.1.1.4 秸秆还田条件下种植作物，氮肥用量应增加 3%~5%。

6.1.2 机械切或粉碎秸秆及腐熟剂还田

- 6.1.2.1 选用切碎秸秆功能较强的收割机收割早稻，或在水稻收割后选用具有粉碎功能的机械粉碎秸秆。
- 6.1.2.2 将切碎或粉碎的秸秆均匀平铺田面，然后撒施秸秆腐熟剂，灌水 7 cm~10 cm，沤田 10 天左右，再用旋耕耙办田插（抛）秧。

6.2 种植绿肥

6.2.1 品种选择

- 6.2.1.1 绿肥品种以豆科为主，应依据区域降水量、积温及种植制度选择适宜品种。
- 6.2.1.2 常用绿肥作物有紫云英、白蜡豆、紫花苜蓿、油菜等。

6.2.2 种植方式

- 6.2.2.1 禾谷类作物长期连作或轮作的田块，3 年~5 年轮作种植 1 次绿肥。
- 6.2.2.2 与主栽作物生长期一致的绿肥品种宜进行间作或混作。
- 6.2.2.3 农田休闲期适宜种植的田块，宜填闲种植绿肥。
- 6.2.2.4 绿肥混播适宜部分季节性闲置及轮作耕地，以豆科绿肥（如紫云英等）为主，同时播种十字花科作物（如油菜等），实行均匀混播或宽窄行间套播等种植方式。
- 6.2.2.5 应在田间树立标识牌，注明“种植绿肥”。

6.2.3 播种量

播种量取决于绿肥作物品种，单作绿肥生长盛期应能覆盖农田地面；间套绿肥应能覆盖绿肥种植行或种植带地面。

6.2.4 播种方法

- 6.2.4.1 绿肥播种以条播或撒播为主。
- 6.2.4.2 播深根据品种要求和种子大小而定，大粒种子适当深播，以 5 cm~7 cm 为宜，小粒种子适当浅播，以 2 cm~5 cm 为宜。

6.2.5 田间管理

- 6.2.5.1 豆科绿肥种植宜施用磷肥、钼肥和硼肥，早期宜施用氮肥。
- 6.2.5.2 贫瘠土壤在播种时应施用氮肥。

6.2.5.3 应及时除草、防治病虫。

6.2.6 刈割翻压

6.2.6.1 直接翻压的绿肥，应根据降雨量和气温，在主栽作物播种前 10 天～25 天翻压入土。

6.2.6.2 植株高大的绿肥、难以直接翻压的，可采用灭茬还田机械粉碎覆盖地表或刈割切碎后翻压入土，或刈割移出、切碎堆腐后撒施翻压。

6.2.6.3 绿肥鲜草压青量每亩不少于 1500 kg。

6.3 增施有机肥

6.3.1 肥料选择

有机肥质量应符合 NY/T 525 的要求。

6.3.2 肥料用量

有机肥应按具体产品推荐量施用，不过量使用。

6.3.3 施用方法

有机肥宜做基肥，在农田休闲前或作物播前结合翻耕，均匀施入土壤。

6.4 生土培肥

6.4.1 适用农田类型

适用于新垦、复垦或经过平整，地表熟土被移除，生土裸露、有机质含量极低、养分缺乏、易板结贫瘠的农田。

6.4.2 施肥

6.4.2.1 作物播前深耕整地，深耕深度宜到 25 cm 以上，并结合深耕增施有机肥。

6.4.2.2 根据作物需求和土壤测试结果，配施氮磷钾和中微量元素肥料。

6.4.3 耕作

6.4.3.1 作物收获后，进行深耕或深松并秸秆还田。结合深耕，将还田秸秆粉碎深翻入土；结合深松，将粉碎的秸秆覆于地表还田。

6.4.3.2 农田休闲期可种植绿肥，并适时刈割、直接翻压或堆腐还田，加速土壤增肥。

6.5 培肥期限

6.5.1 结合生产实际，坚持耕地用养结合，长期培肥土壤。

6.5.2 增肥期限宜在 3 年以上，具体以实现作物持续稳产增产、达到计划的土壤培肥指标要求为限。

7 控污修复

7.1 污染预防

7.1.1 水源污染预防

7.1.1.1 高标准农田灌溉用水水质应符合 GB 5084 的要求。

7.1.1.2 不应向高标准农田灌溉渠道排放工业废水、医疗污水、城镇污水、农产品加工废水和不达标的畜禽养殖废水。

7.1.2 土壤污染预防

7.1.2.1 不应向高标准农田排放重金属或者其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥，及可能造成土壤污染的清淤底泥、尾矿、矿渣等。

7.1.2.2 不应将重金属或者其他有毒有害物质含量超标的工业固体废物、生活垃圾或者污染土壤用于高标准农田客土回填或土地复垦。

7.1.3 农业投入品预防

7.1.3.1 应通过正规渠道购买种子、农药、肥料等农业投入品并索要票据保存备案。

7.1.3.2 宜有专门的农业投入品存储场所，专人统一管理，做好出入库台账。

7.1.3.3 不应使用重金属超标、国家或省级农业农村部门限制使用或不合格的农业投入品。

7.1.3.4 宜使用生物可降解农用薄膜。

7.1.3.5 宜回收农药、肥料等的包装废弃物和农用薄膜、过期药肥，交由专门的机构或组织无害化处理。农药包装废弃物回收工作参照 DB4403/T 324 中相关规定执行。

7.1.3.6 宜记录种子、农药、肥料等的使用信息，使用地块、施用人、用量、使用浓度、使用时间、目标病虫害、安全间隔期、使用方法等。

7.1.4 绿色防控

7.1.4.1 生态调控

通过抗病虫品种、优化作物布局、培育健康种苗以及改善水肥管理等健康栽培措施，同时结合农田生态工程技术，如作物间套种、培育天敌等技术，改造病虫害的发生源头及其孳生环境，增强自然控害能力和作物的抗病虫能力。

7.1.4.2 生物防治

通过以虫治虫、以螨治螨、以菌治虫、以菌治菌，以及植物、微生物本身或它们产生的物质为主要原料加工而成的生物农药等防治病虫害。

7.1.4.3 理化诱控

利用害虫的趋光性、趋化性等特点，应用杀虫灯、性诱剂、食诱剂、色板、防虫网等防治农作物害虫。

7.1.4.4 科学用药

根据不同作物和不同病虫害，科学选用高防效、高活性、高含量和低毒性、低残留、低污染的化学农药，参照 GB/T 8321（所有部分）使用农药，轮换使用、精准使用和安全使用农药。

7.1.5 测土配方施肥

7.1.5.1 测土配方施肥技术预防农田污染，包括以下过程：

- a) 测土，测试土壤中的有效养分，了解土壤养分含量的状况；
- b) 配方，根据种植作物的目标产量，作物的需肥规律及土壤养分状况，计算需要的各种肥料及用量；
- c) 施肥，合理安排所需的各种肥料，做基肥、种肥和追肥及施用比例和施用技术。

7.1.5.2 土样采集、田间基本情况调查、土样分析、确定肥料养分施用量方法、配方设计、施用量和氮肥追施量确定方法等参照 NY/T 1118 执行。

7.1.6 宣传引导

7.1.6.1 农业主管部门宜加强农用地土壤污染防治知识宣传，提高农业生产者的农田环境保护意识。

7.1.6.2 农业主管部门宜引导农业生产者合理使用肥料、农药、农用薄膜等农业投入品。

7.1.6.3 农业主管部门宜引导、支持单位和个人回收农业投入品包装废弃物、农用薄膜、过期农药。

7.1.6.4 农业主管部门宜引导农业生产者采用测土配方科学合理施肥。

7.1.6.5 农业主管部门宜鼓励农业生产者采取种养结合、轮作等良好农业生产措施。

7.2 安全利用

7.2.1 应用要求

7.2.1.1 轻中度污染耕地开展治理优先采取安全利用类措施，阻断或者减少污染物和其他有毒有害物质进入农作物可食部分，降低农产品超标风险。

7.2.1.2 安全利用措施实施时，不对种植作物造成影响，同时不对土壤、地下水、大气等周边环境造成二次污染。

7.2.1.3 安全利用措施实施过程中产生的废水、废气和固体废物，应按规定进行处理或处置。

7.2.1.4 安全利用措施实施中所使用的农业投入品应符合国家或省级农业农村部门要求。

7.2.1.5 安全利用期间，应定期开展土壤和农产品协同监测与评价，核算受污染耕地安全利用率，根据农产品质量评价结果及时优化调整治理措施。

7.2.2 调节 pH 值

7.2.2.1 施用时采用人工或机械化的方式，将石灰质物质均匀地撒施在农田表面，同时补施硅、锌等元素。

7.2.2.2 石灰质物质施用频率为 1 次/年，且稻田土壤 pH 值达到 7.0 后，应停施 1 年。

7.2.2.3 石灰质物质施用适用于土壤 pH 值在 6.5 以下的偏酸性镉污染稻田。

7.2.2.4 石灰质物质施用不适用于存在砷超标风险的稻田。

7.2.3 优化施肥

7.2.3.1 根据土壤环境状况与种植作物特征，优化有机肥、化肥的种类与施用量。

7.2.3.2 结合耕作制度、气候、土壤、水利等情况，选择适宜的氮、磷、钾肥料品种，避免化学肥料活化重金属污染物。如氮肥施用时，优化铵态氮与硝态氮的施用比例，可提高土壤 pH 值，降低重金属活性；磷肥施用时，推荐施用钙镁磷肥；钾肥施用时，推荐施用硫酸钾。

7.2.3.3 肥料施用适度，不应过量施肥引起土壤盐化、土壤酸化、养分不平衡等问题以及可能的二次污染。

7.2.3.4 肥料施用适用于所有耕地土壤。

7.2.3.5 有机肥做基肥，可配合深耕施用。

7.2.4 品种调整

7.2.4.1 不同作物种类或同一种类作物的不同品种间对重金属的积累有较大差异，在中、轻度重金属污染土壤上种植可食部位重金属富集能力较弱，但生长和产量基本不受影响的作物品种。

7.2.4.2 选择水稻、玉米、菜心、苋菜、小白菜、番茄、豇豆等作物的镉低积累品种。

7.2.5 叶面调控

- 7.2.5.1 叶面喷施硅、硒、锌等有益元素，提高作物抗逆性，抑制作物根系向可食部位转运重金属，降低可食部位重金属含量。
- 7.2.5.2 选用可溶性硅、可溶性锌、可溶性硒等原料，根据作物种类、土壤中有效态硅或锌的含量优化组合。
- 7.2.5.3 叶面调控适用于镉污染稻田，特别是有效硅、有效锌缺乏的镉污染稻田。

7.3 治理修复

7.3.1 应用要求

- 7.3.1.1 安全利用类措施难以奏效时，选取不影响农业生产、不降低土壤生产功能的治理修复类措施。
- 7.3.1.2 治理修复措施实施时，不应种植作物造成影响，同时不应土壤、地下水、大气等周边环境造成二次污染。
- 7.3.1.3 治理修复措施实施过程中产生的废水、废气和固体废物，应按规定进行处理或处置。
- 7.3.1.4 治理修复措施实施中所使用的投入品应符合国家或省级农业农村部门要求。
- 7.3.1.5 治理修复期间，应定期抽测农产品质量，核算受污染耕地安全利用率，根据农产品质量评价结果及时优化调整治理措施。
- 7.3.1.6 治理修复范围、流程和总体技术要求参照 NY/T 3499 中相关规定。

7.3.2 原位钝化

- 7.3.2.1 向土壤中添加钝化材料，如含硅材料、含钙材料、含磷材料、有机材料、黏土矿物等，将土壤中有毒有害重（类）金属离子转化为化学性质不活泼形态，降低其在土壤环境中的迁移、植物有效性和生物毒性。
- 7.3.2.2 技术效果和稳定性与土壤类型、土壤理化性质、重金属种类及污染程度、种植农作物品种及降雨量等密切相关。
- 7.3.2.3 应先小规模示范，再大面积推广应用，正确选择钝化材料种类，精准把握施用剂量。
- 7.3.2.4 不应土壤理化性质及环境质量等带来负面影响。
- 7.3.2.5 钝化后应继续跟踪监测土壤重金属有效态含量、农作物可食部位重金属含量的变化及土壤质地、理化性质、微生物群落结构及生物多样性的变化情况，评估钝化的长期效应与可能产生的负面影响。

7.3.3 定向调控

- 7.3.3.1 调节土壤中的氧化还原、吸附、沉淀等过程，促进重金属污染物由高有效性向低有效性转化、由高毒性向低毒性转化，定向控制土壤中重金属元素的迁移和农作物的富集。
- 7.3.3.2 镉污染稻田，提高土壤 pH 值或降低氧化还原电位（以下简称“Eh 值”）值有利于降低稻米镉积累。
- 7.3.3.3 砷污染稻田，提高土壤 Eh 值、施加铁锰材料有利于降低稻米砷积累。
- 7.3.3.4 采用具有特殊功能的材料配置成土壤调理剂，实现土壤重金属污染的定向调控。

7.3.4 微生物修复

- 7.3.4.1 利用天然或人工驯化培养的功能微生物（藻类、细菌、真菌等），通过生物代谢功能，降低污染物活性，防控生态风险。
- 7.3.4.2 微生物修复材料包括微生物菌剂、微生物接种剂、复合微生物肥料和生物有机肥等。
- 7.3.4.3 施用种类和施用量根据土壤类型和作物类型确定。
- 7.3.4.4 微生物修复适用于农药或重金属污染耕地。

7.3.5 植物萃取修复

- 7.3.5.1 利用超富集（高富集）植物或络合诱导植物高效吸收污染土壤中的重金属并在地上部积累，收割植物地上部分从而达到去除土壤中重金属污染物的目的。
- 7.3.5.2 持续型植物萃取，直接选用超富集植物吸收积累土壤中的重金属；诱导性植物提取，在种植植物的同时添加某些能够活化土壤重金属的物质，提高植物萃取重金属的效率。
- 7.3.5.3 应选择合适的栽培措施，包括育苗、翻耕、种植密度、除草、间套作、刈割等。
- 7.3.5.4 根据植物的特点与气候科学种植，提高污染土壤的修复效率。
- 7.3.5.5 小面积重金属污染耕地宜采用植物萃取修复技术。
- 7.3.5.6 通过调整大棚的温度等来控制修复植物的生长适宜温度。

附 录 A
(资料性)
酸性土壤的调理剂

A.1 酸性土壤的调理剂主要特性及适用范围

石灰氮、氧化钙型土壤调理剂、钙镁磷肥和生物炭等常见的酸性土壤的调理剂主要特性及适用范围见表A.1。

表 A.1 酸性土壤的调理剂主要特征及适用范围

土壤调理剂名称	主要特性	适用范围
石灰氮	药肥双用型； 1. 氰氨化钙 (CaCN ₂) ≥50%、总氮 (N) ≥19% (缓效)、碳化钙 CaC ₂ ≤0.3%； 2. 粒度 (1~6 mm) ≥90%。	推荐在土传病害严重的酸化土壤应用，特别是设施蔬菜基地、草莓基地等。
氧化钙型土壤调理剂	1. pH 值在 8~12； 2. 氧化钙 (CaO) ≥20%； 3. 粉状、颗粒状均有。	广泛适用于各种酸性土壤。
钙镁磷肥	1. 含五氧化二磷 (P ₂ O ₅) 约 15%~18%、二氧化硅 (SiO ₂) ≥20%、氧化钙 (CaO) ≥45%、氧化镁 (MgO) ≥12%； 2. 粉状。	1. 适用于各种作物和缺磷的酸性土壤； 2. 特别适用于钙镁淋溶较严重的土壤以及缺硅水稻土。
生物炭	1. 原料为秸秆等农林生物废弃物，在缺氧或有限氧气供应和相对较低温度下 (<700℃) 热解得到的； 2. pH 值在 8~10，疏松多孔。	1. 广泛适用于各种酸性土壤； 2. 推荐在高附加值作物上施用。

A.2 酸性土壤的调理剂使用量

A.2.1 根据土壤酸化程度、作物类型确定酸性土壤的调理剂种类及施用量，石灰氮、氧化钙型土壤调理剂、钙镁磷肥和生物炭等常见土壤调理剂推荐用量见表A.2。

A.2.2 质地黏重的土壤施用调理剂的用量宜适当增加。

A.2.3 pH值<5.0且有机质含量高的土壤，调理剂用量宜适当增加。

表 A.2 土壤调理剂推荐用量

单位：kg/亩

种植作物	土壤酸化程度	石灰氮	氧化钙型土壤调理剂	生物炭	钙镁磷肥
蔬菜	5.0 ≤ pH 值 < 5.5	50~80	50~100	300~600	根据作物 需磷量计算
	4.5 ≤ pH 值 < 5.0	60~100	100~150	600~800	
	pH 值 < 4.5	80~100	150~200	800~1000	
粮油作物	5.0 ≤ pH 值 < 5.5	20~50	40~80	/	
	4.5 ≤ pH 值 < 5.0	50~60	80~120	/	
	pH 值 < 4.5	60~80	120~150	/	

附 录 B
(资料性)
碱性土壤的调理剂

B.1 碱性土壤的调理剂主要特性及适用范围

石膏、硫酸亚铁、硫磺粉以及微生物菌剂等常见的碱性土壤的调理剂主要特性及适用范围见表B.1。

表 B.1 碱性土壤的调理剂主要特征及适用范围

土壤调理剂名称	主要特性	适用范围
石膏（硫酸钙）	1. pH 值在 2.5~6.5; 2. 粉状	适用于碱性过重、缺乏硫元素和钙元素的土壤，特别对改善盐碱地效果显著。
硫酸亚铁型土壤调理剂	1. pH 值在 3~4; 2. 七水合硫酸亚铁（FeSO ₄ ·7H ₂ O）≥20%; 3. 粉状。	适用于碱性土壤，对缺铁引起的作物黄叶病有预防和治疗作用。
硫磺粉	1. pH 值在 4.2~5.5; 2. 硫含量（S）90%~95%; 3. 粉状。	适用于碱性土壤，特别是需要大幅度降低 pH 值的土壤。
微生物菌剂	1. pH 值在 3.5~5.0; 2. 主要成分为微生物菌料、氯化钾、矿物复合料、柠檬酸渣、硫酸化合物、废硫磺、腐植酸、过磷酸钙、黄腐酸、糠醛渣、稻壳、油枯、松针和分散剂等。	适用于各种土壤，对碱性土壤中的盐碱化、养分失衡等问题有改良作用。

B.1 碱性土壤的调理剂使用量

B.1.1 根据土壤碱化程度、作物类型确定碱性土壤的调理剂种类及施用量，石膏、硫酸亚铁、硫磺粉以及微生物菌剂等常见土壤调理剂推荐用量见表B.2。

B.1.2 pH值>7.5且有机质含量高的土壤，调理剂用量宜适当增加。

表 B.2 土壤调理剂推荐用量

单位：kg/亩

种植作物	土壤酸化程度	石膏	硫酸亚铁	硫磺粉	微生物菌剂
蔬菜	pH 值>8.5	100~200	20~30	30~50	按说明使用
	7.5≤pH 值≤8.5	50~100	10~20	20~30	
粮油作物	pH 值>8.5	80~150	15~25	25~40	
	7.5≤pH 值≤8.5	40~80	5~15	15~25	

参 考 文 献

- [1] GB/T 6274—2016 肥料和土壤调理剂 术语
 - [2] GB/T 8321（所有部分） 农药合理使用规则
 - [3] NY/T 1868 肥料合理使用准则 有机肥料
 - [4] NY/T 3034—2016 土壤调理剂通用要求
 - [5] NY/T 3499 受污染耕地治理与修复导则
 - [6] TD/T 1036—2013 土地复垦质量控制标准
 - [7] TD/T 1048 耕作层土壤剥离利用技术规范
 - [8] DB4403/T 324 农药包装废弃物回收指南
 - [9] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国土壤污染防治法: 第十三届全国人民代表大会常务委员会第五次会议. 2018年
 - [10] 中华人民共和国农业农村部. 农业农村部办公厅关于印发《轻中度污染耕地安全利用与治理修复推荐技术名录（2019年版）》的通知: 农办科〔2019〕14号. 2019年
 - [11] 广东省农业农村厅. 省农业农村厅办公室《关于印发高标准农田建设项目耕地质量提升相关指引的通知》: 粤农农办〔2020〕194号. 2020年
 - [12] 深圳市市场监督管理局. 市市场监管局关于印发《深圳市高标准农田建设规划（2021-2030年）》的通知: 深市监〔2023〕511号. 2023年
-