

ICS 13.080

CCS Z 51

T/QHNX

T/QHNX XXX-2022

团 体 标 准

高海拔区耕地土壤砷、镉农业修复
技术规程

Technical Procedures for Agricultural Remediation of Arsenic and Cadmium of Cultivated
Soil in High Altitude Area

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

青海省农学会 发布

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。

本文件由青海省农学会提出并归口。

本文件起草单位：青海省农林科学院、青海大学省部共建三江源生态与高原农牧业国家重点实验室、西宁市经济技术开发区甘河工业园区管理委员会、青海省生态环境监测中心。

本文件主要起草人：肖明、崔明明、杨文君、金诚、陈鹏、陈黎军。

高海拔区耕地土壤砷、镉农业修复技术规程

1 范围

本文件规定了农业耕地土壤砷、镉农业修复技术的术语和定义、适用耕地砷、镉含量范围、修复目标、修复参数、修复状态确定、农业修复技术选择及修复效果评估。

本文件适用于海拔 2000m 以上农业耕地土壤砷、镉农业修复技术的实施。

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 15618-2018 | 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行） |
| GB 2762-2017 | 食品安全国家标准 食品中污染物限量 |
| DB 51/T 494-2005 | 绿色食品 油菜生产技术规程 |
| DB 51/T 2205-2016 | 豆科绿肥种植技术 通则 |
| DB 63/T 1535-2017 | 藜麦丰产栽培技术规范 |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 土壤重金属污染

由于人类活动产生的重金属进入土壤，积累到一定程度，超过土壤本身的自净能力，导致土壤性状和质量变化，构成对人体和生态环境的负面影响和危害。

3.2 类金属砷

砷，元素符号 As，类金属元素，土壤中砷（As）主要来源于地质成因和人为活动，其中地质成因包括含砷（As）岩石和矿物的风化、火山及地热活动等，人为活动如矿产资源开发、冶炼、使用肥料及农药等是导致砷（As）在土壤中累积的重要因素。

3.3 金属镉

镉，元素符号 Cd，金属元素，土壤中镉的来源包括自然来源和人为来源。前者来源于岩石和土壤的本底值。后者主要是由于镉在电镀、颜料、塑料稳定剂、镍镉电池、电视显象管制造中的日益广泛应用。

3.4 农业投入品

在农业生产中输入到农田中的物质，包括肥料、农药、灌溉水投入及其它投入。

3.5 土壤修复

利用物理、化学和生物的方法固定、转移、吸收和转化土壤中的污染物，使其含量降低到目标水平。

3.6 农业修复

通过以农业生产为技术手段来降低土壤污染物。

3.7 修复效果评估

通过资料分析与现场勘察、布点采样与实验室检测，综合评估土壤修复是否达到规定要求。

4 适用耕地砷、镉含量范围

4.1 适用于需要修复的表层 20 cm 土壤砷大于 20 mg/kg 或土壤镉大于 0.30 mg/kg 的一年一熟制耕地。

4.2 适用于新开垦土壤砷超过 20 mg/kg 或土壤镉超过 0.30 mg/kg 的宜农荒地。

5 修复目标、修复参数、修复状态确定

5.1 修复目标确定

依据 GB 2762 确定修复总体目标；依据耕地类型、土壤理化性质，确定阶段性修复目标。

5.2 污染物输入输出量测算、总量限量原则及修复系数确定

5.2.1 污染物输入输出量测算

5.2.1.1 测算一个轮作周期砷、镉投入品携带输入量。依据公式（1）计算出 R，即一个轮作周期内，所有农业投入品所携带砷或镉总量，并以此为总限量值。

R：一个轮作周期内，所有农业投入品所携带砷或镉总量；

C：一个轮作周期内，栽培农作物生物产出物砷或镉携带输出量；

当 $R > C$ 时，存在耕地土壤砷或镉农业污染；当 $R < C$ 时，污染逆转。

5.2.1.2 检测农业投入品（主要包括肥料、农药等）携带砷或镉的质量分数，投入品为 F，该投入品砷或镉质量分数 f，测算一个轮作周期投入品单位面积砷、镉输入量 R，即：

$$\sum F_n \times f_n = R \quad (1)$$

农作物输出物总量 M，农作物砷或镉质量分数 m。一个轮作周期内，测算栽培农作物生物产出物砷、镉携带输出量 C。

$$\sum M_n \times m_n = C \quad (2)$$

5.2.2 农业投入品携带输入、农作物携带输出砷或镉总量限量原则

$$W = C / R \quad (3)$$

$$X = W - 1 \quad (4)$$

W：砷或镉农田出入比，设为维护系数；X：设为修复系数
农业修复目标评价分级表见表 1。

表 1 农业修复目标评价分级

| 修复系数 | 评价（修复目标） |
|-----------------|----------|
| $0.5 > X > 0.0$ | 污染逆转 |
| $1.0 > X > 0.5$ | 初级修复 |
| $1.5 > X > 1.0$ | 中级修复 |
| $2.0 > X > 1.5$ | 高级修复 |
| $X > 2.0$ | 超级修复 |

5.2.3 修复系数确定

依据修复阶段性目标确定修复系数 X、维护系数 W，见表 1。

5.3 农业修复状态确立

一个轮作周期内，农田土壤净输出量 C 大于农田土壤砷、镉净输入量 R，即 $W > 1$ ，视为农业修复状态。

6 农业修复技术选择

6.1 轮作制度

本规则以藜麦-豆科绿肥-油菜轮作为既定轮作制度执行，其它轮作作物选择参考执行。

栽培次序，一年一熟制耕地以藜麦为先行作物；枸杞地以油菜为先行作物；宜农荒地以豆科绿肥为先行作物。

6.2 栽培技术措施

6.2.1 藜麦栽培

按照 DB63/T1535-2017 执行。

6.2.2 绿肥栽培

按照 DB51/T2205-2016 执行。

6.2.3 油菜栽培

按照 DB 51/T494-2005 执行。

7 修复效果评估

7.1 评价指标与标准

7.1.1 评价指标

7.1.1.1 必评指标主要包括：

- 治理单元内农产品重金属含量超标率；
- 农产品产量影响评价；
- 治理单元内农产品重金属含量对照变化百分比。

7.1.1.2 选评指标主要包括：

- 土壤重金属有效态影响评价；
- 土壤基本理化性质与土壤肥力影响评价；
- 生态环境效应评价；
- 技术经济合理性评价。

7.1.2 评价标准

评价标准如下：

- 安全利用以实现区域内食用农产品重金属含量降低到 GB2762 规定的含量限值及以下为目标，GB2762 未规定的重金属限值，参照其他农产品限值标准执行；
- 安全利用效果分为年度效果、持续性效果和整体性效果三类，有达标和不达标两个等级；
- 安全利用措施不能对耕地和地下水造成二次污染；

7.1.3 评估时段与周期

在一个修复周期结束后的作物收获时开展评估；结合修复阶段性目标、总体目标作出评估结论。

7.2 采样监测

按照 GB 15618 进行布点和采样。
