

浙江省农产品质量安全学会团体标准

T/ZNZ 112—2022

连作障碍土壤改良技术规范

Specification for soil improvement to control continuous cropping
obstacles

2022 - 05 - 13 发布

2022 - 06 - 13 实施

浙江省农产品质量安全学会

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。

本文件由浙江省农产品质量安全学会提出并归口。

本文件起草单位：浙江省农业科学院、上海化工院环境工程有限公司、中国农业科学院植物保护研究所、山东大学、山东师范大学。

本文件主要起草人：张志恒、张长波、徐明飞、王秋霞、崔兆杰、李慧杰、于国光、成杰民、姚燕来、李艳杰、刘玉学、李辉、王汉荣、倪寿清、陈璐。

连作障碍土壤改良技术规范

1 范围

本文件规定了作物连作障碍土壤改良的相关术语和定义、技术方法、适用条件和记录。
本文件适用于作物连作障碍土壤的改良。

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/T 3286.1 石灰石及白云石化学分析方法 第1部分：氧化钙和氧化镁含量的测定 络合滴定法和火焰原子吸收光谱法

GB 12475 农药贮运、销售和使用的防毒规程

GB/T 30366—2013 生物质术语

GB 38400 肥料中有毒有害物质的限量要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

连作障碍 continuous cropping obstacles

由于同种或近缘作物连续种植造成土壤理化性质恶化和生态失衡，导致作物病虫害加重、生长发育异常、产量降低和产品品质变劣的现象。

3.2

生物质 biomass

一切直接或间接利用绿色植物光合作用形成的有机物质，包含除化石燃料外的植物、动物和微生物以及由这些生命体排泄与代谢所产生的有机物质等。可分为农业生物质、林业生物质、城市固体废弃物、动物废弃物等。

[来源：GB/T 30366—2013]

3.3

封膜日晒法 sealing film solarization method

晴热季节在土壤中撒施生物质等物料，土面封盖薄膜形成厌氧还原环境，并在烈日下暴晒提升耕层土壤温度来改良连作障碍土壤的方法。

3.4

淹水还原法 waterflooding reduction method

在土壤中撒施生物质等物料，结合持续淹水形成厌氧还原环境，来改良连作障碍土壤的方法。

3.5

休耕晒垡法 fallow and sun upturned soil method

有计划地安排全年或季节性休耕，其间进行深耕翻土，使耕层土壤接受低温冻融、太阳暴晒、雨水冲淋的一种连作障碍土壤改良方法。

3.6

生物防治法 biological control method

在土壤中施入木霉菌、芽孢杆菌和荧光假单胞杆菌等生防菌剂，来抑制土传病原菌等有害生物和改善土壤生态，达到改良连作障碍土壤的方法。

3.7

化学熏蒸法 chemical fumigation method

在土壤中施入化学熏蒸剂，立即用薄膜密封，杀灭土壤中的有害生物，达到改良连作障碍土壤的方法。

4 技术方法

4.1 封膜日晒法

4.1.1 撒施生物质

在前茬作物收获后，将易降解的生物质（如禾本科和豆科等作物秸秆，十字花科等作物残体，绿肥、豆粕、甘蔗渣、废菇料、畜禽粪等）短截或粉碎，于高温季节均匀地撒施在土壤表面。所用生物质的有害物质限量应符合 GB 38400 的要求，以干物质计的总用量宜控制在 $1 \text{ kg/m}^2 \sim 2 \text{ kg/m}^2$ ，C/N（碳氮比）宜控制在 10~35，高碳和高氮类生物质应配合使用（参见附录 A）。

4.1.2 撒施石灰质物料

对于土壤 pH 值显著低于计划种植作物适宜范围的，宜加施石灰质物料（如熟石灰粉、生石灰粉、石灰石粉或白云石粉等）。石灰质物料的质量要求和用量参见附录 B，再结合土壤质地类型、耕层厚度、土壤 pH 值拟调升幅度等估算相应田块的具体用量。

4.1.3 翻耕

采用旋耕机立即将刚撒施的生物质和石灰质物料翻入土中。

4.1.4 封膜

先整成平畦，灌水至耕层土壤持水量达到 70% 以上，再用两层透明或上层透明下层黑色的塑料薄膜严密封盖。对于有棚架的土地，上层也可改在棚架上用棚膜严密封盖。

4.1.5 揭膜和松土通气

封膜时间达到附录C要求后揭膜，并松土通气。

4.1.6 注意事项

4.1.6.1 撒施石灰质物料时应穿戴乳胶手套、防尘口罩和套鞋，并避免在雨天进行。

4.1.6.2 封膜后应仔细检查薄膜是否出现破损，周边是否封压严密，并确保土壤在要求的封闭时间内持续处于密封状态。

4.2 淹水还原法

4.2.1 撒施生物质和石灰质物料及翻耕

按照4.1.1~4.1.3的规定执行。

4.2.2 灌水封土

及时灌水淹没土壤，并持续保持土面上有10 cm以上水层封闭土壤；

4.2.3 排水落干和松土通气

淹水持续封闭土壤时间达到附录C要求后排水，适当干燥后松土通气。

4.2.4 注意事项

4.2.4.1 撒施石灰质物料时应穿戴乳胶手套、防尘口罩和套鞋，并避免在雨天进行。

4.2.4.2 灌水封土期间要正常检查是否有漏水，必要时及时补充灌水，并确保土壤在要求的封闭时间内持续处于淹水状态。

4.3 休耕晒垡法

连作障碍比较轻的可选择季节性休耕，宜安排在冬季或夏季；连作障碍严重的应采用全年休耕。休耕期间，应在寒冬和盛夏初期排干积水进行深耕翻土后晒垡，隔20 d~40 d后再翻耕一次；其他时间如杂草茂盛，可再行翻耕。土壤有机质或pH偏低的，可在深翻前分别加施生物质（参见4.1.1）或石灰质物料（参见4.1.2）。

4.4 轮作法

应根据当地生态条件和技术经济可行性，选择对导致该种植区域产生连作障碍的土传病原菌、土居害虫及土壤理化和养分缺陷等有较强抗耐性，并有利于土壤生态恢复的作物进行轮作。通常宜选择水旱轮作，豆科作物与非豆科作物轮作，禾本科作物与非禾本科作物轮作，粮油、果蔬、烟草和中药材等与绿肥和饲草作物轮作。

4.5 生物防治法

4.5.1 菌剂选用

宜选用木霉菌、芽孢杆菌、荧光假单胞杆菌等土传植物病害生防菌剂，并应获得国家农业主管部门的使用登记。

4.5.2 处理方法

参照菌剂产品说明书，在作物生长期或换茬间隙适当松土后用生防菌剂稀释液灌根或浇土。常用菌剂的使用剂量和方法等参见附录D。

4.5.3 注意事项

不宜与封膜日晒法、淹水还原法和化学熏蒸法同时使用，但可在这些方法的全部程序完成后配套使用。

4.6 化学熏蒸法

4.6.1 熏蒸剂选择和预备

从我国获得使用登记的土壤熏蒸剂中选择安全有效的产品，如棉隆、氰氨化钙、威百亩和异硫氰酸烯丙酯等，并参考附录D或产品说明书中的使用剂量预备。

4.6.2 施药和封膜方法

根据所选用熏蒸剂的剂型，参照其产品标签或说明书的规定，采用如下方法之一施药和土面封膜：

- a) **灌溉施药法：**适用于能溶于水的熏蒸剂剂型。施下基肥后翻耕，将土壤耙细整平，药剂兑水均匀浇入土中，然后立即用塑料薄膜严密封盖土面；如有滴灌系统，则整地后先封盖好土面，然后通过滴灌系统将药液施到土壤中。兑水量以能渗透湿润 10 cm~20 cm 土层为度（一般用水量 15 L/m²~45 L/m²）。
- b) **混土施药法：**适用于微粒剂等固体型熏蒸剂剂型。将基肥和熏蒸剂均匀撒施到土里，然后用旋耕机翻耕和耙细土壤，浇水至土壤含水量达到持水量的 60%~70%，并立即用塑料薄膜严密封盖土面。
- c) **注射施药法：**适用于液体类熏蒸剂剂型。施下基肥后翻耕，将土壤耙细整平，用专用手动注射器或机动注射消毒机施药（注射孔间距 30 cm 左右），立即用土封好注射孔。施药后及时用塑料薄膜严密封盖土面。

4.6.3 熏蒸和通气

在密封条件下熏蒸，时间达到附录C的要求后，先于傍晚揭开薄膜的边角通气，并设立明显标志警示人员不要在通气口处长时间停留。第二天全部揭除地膜并松土通气。

4.6.4 土壤安全性测试

通气时间达到附录C要求后，按照附录E方法进行测试，确认土壤安全性。

4.6.5 注意事项

4.6.5.1 熏蒸剂的使用应尽量均匀，土壤封膜应及时和严密。

4.6.5.2 整个熏蒸过程应参照GB 12475的规定做好职业和环境危害的防护。特别是施用地点不宜紧邻水体或禽畜养殖场；撒施时要佩戴口罩、帽子和橡胶手套，穿长裤、长袖衣服和胶鞋；未用完的熏蒸剂要密封，存放在通风、干燥的库房内，不应与人畜同室。

5 适用条件

各种土壤改良技术方法适用的连作障碍类型和条件见表1。

表1 不同改良技术适用的连作障碍类型和条件

序号	技术名称	适用连作障碍类型	适用条件	备注
1	封膜日晒法	土壤理化性质恶化和生态失衡	高温季节、换茬空隙期	连作障碍严重时可与化学熏蒸法结合
2	淹水还原法	土壤理化性质恶化和生态失衡	有良好的淹水条件、较长的换茬空隙期	温度高更有利；可与封膜日晒法结合
3	休耕晒垡法	土壤理化性质恶化和生态失衡	有冰冻、晴热和（或）多雨季节	注意是否符合当地的政策导向
4	轮作法	土壤理化性质恶化和生态失衡	轮作作物的适宜生长发育条件	
5	生物防治法	土壤生态失衡并出现轻度危害	日平均气温15℃以上，作物生长期或换茬空隙期均可	也可在生物日晒法、厌氧还原法或化学熏蒸法处理的全部过程结束后配套使用
6	化学熏蒸法	土壤生态失衡并出现严重危害	日平均气温10℃以上、换茬空隙期	连作障碍严重时可与封膜日晒法结合

6 记录

记录内容应包括：待改良地块连作障碍的发生情况、处理过程中拟使用的投入品的购买和制备、土壤改良的技术过程、改良技术实施后连作障碍的改善情况等。

记录档案至少保存4年。

附 录 A

(资料性)

连作障碍土壤改良用主要生物质材料的 C/N 分类

连作障碍土壤改良用主要生物质材料的C/N分类见表A. 1。

表 A. 1 连作障碍土壤改良用主要生物质材料的 C/N 分类

类别	C/N	代表性种类
高碳类	>35	稻草、麦秸、玉米秸、玉米芯、稻壳、甘蔗渣、芦苇、茭白叶、木屑
碳氮平衡类	10~35	十字花科蔬菜残体、油菜和豆类秸秆，麦麸、野草、牛粪、马粪、菇渣、水果渣
高氮类	<10	绿肥、新鲜豆科植物、豆粕、棉籽粕、花生粕、菜籽粕、酒糟、猪粪、鸡粪

附录 B

(资料性)

调升土壤 pH 值用石灰质物料的质量要求和需要量参考值

B.1 质量要求

调升土壤 pH 值常用石灰质物料的质量要求见表 B.1。

表 B.1 石灰质物料的质量要求

石灰质物料类型	主要成分	钙镁氧化物含量 (CaO和MgO之和), %	检验方法
熟石灰粉	Ca(OH) ₂	≥55	GB/T 3286.1
生石灰粉	CaO	≥75	
石灰石粉	CaCO ₃	≥40	
白云石粉	CaCO ₃ 和MgCO ₃	≥40	

B.2 需要量参考值

不同质地土壤, 有机质含量中等 (20 g/kg~30 g/kg) 的 20 cm 耕层调升 1 个 pH 值的石灰质物料需要量参考值见表 B.2。

表 B.2 20 cm 耕层调升 1 个 pH 值的石灰质物料需要量参考值

土壤质地	生石灰粉 (kg/667m ²)	熟石灰粉 (kg/667m ²)	石灰石粉 (kg/667m ²)	白云石粉 (kg/667m ²)
沙土	80~110	100~140	140~200	140~200
壤土	110~150	140~190	200~270	200~270
粘土	150~190	190~250	270~340	270~340

附录 C

(规范性)

不同温度条件下封膜日晒法、淹水还原法和化学熏蒸法的土壤封闭和通气时间

不同温度条件下封膜日晒法、淹水还原法和化学熏蒸法的土壤封闭和通气时间要求见表C.1。

表 C.1 不同温度条件下覆膜日晒法、淹水还原法和化学熏蒸法的土壤封闭和通气时间

日最高气温 (°C)	土壤封闭时间 (d)			化学熏蒸法通气时间 (d)
	封膜日晒法	淹水还原法	化学熏蒸法	
>35	≥10	≥20	≥7	≥5
30~35	≥15	≥25	≥10	≥6
25~30	≥20	≥30	≥15	≥8
15~25	—	≥40	≥20	≥10

附录 D

(资料性)

连作障碍土壤改良用主要熏蒸剂和菌剂的使用剂量、方法及注意事项

连作障碍土壤改良用主要熏蒸剂和菌剂的使用剂量、方法及注意事项见表D.1。

表 D.1 连作障碍土壤改良用主要熏蒸剂和菌剂的使用剂量、方法及注意事项

类型	药剂名称	每 667m ² 有效成份用量 ^a	每 667m ² 代表性制剂用量 ^a	使用方法	注意事项
熏蒸剂	棉隆	19.6 kg~29.4 kg	98%微粒剂 20 kg~30 kg	混土施药法	
	氰氨化钙 (石灰氮)	24 kg~32 kg	50%颗粒剂 48 kg~64 kg	混土施药法	呈碱性反映,对酸性土壤有中和作用,但不宜用于碱性土壤;含氮量高,应相应减少氮肥使用
	威百亩	1.7 kg~2.1 kg	42%水剂 4 L~5 L	灌溉或注射施药法	
	异硫氰酸烯丙酯	0.6 kg~1 kg	20%水乳剂 3 kg~5 kg	灌溉或注射施药法	不宜与碱性物质(如石灰质物料等)混用
生防菌剂	哈茨木霉菌		3 亿 CFU/g 可湿性粉剂 3 kg~4 kg	灌根或浇土	
	枯草芽孢杆菌		100 亿 CFU/g 可湿性粉剂 400 g~600 g	灌根或浇土	
	蜡质芽孢杆菌		10 亿 CFU/ml 悬浮剂 4 L~7 L	灌根或浇土	
	解淀粉芽孢杆菌		10 亿 CFU/g 可湿性粉剂 100 g~200 g	灌根或浇土	
	甲基营养型芽孢杆菌		30 亿 CFU/g 可湿性粉剂 700 g~1300 g	灌根或浇土	
	杀线虫芽孢杆菌 B16		5 亿 CFU/g 粉剂 1500 g~2500 g	灌根或浇土	
	海洋芽孢杆菌		10 亿 CFU/g 可湿性粉剂 500 g~620 g	灌根或浇土	
	荧光假单胞杆菌		3000 亿 CFU/g 可湿性粉剂 500~660g	灌根或浇土	
^a 采用局部处理方法可相应减少药剂用量。					

附 录 E
(规范性)
土壤安全性测试方法

取易萌发的种子40粒，用清水浸泡6 h后备用。取2个高度20 cm~30 cm的透明广口玻璃瓶，分别快速装入半瓶熏蒸过和未熏蒸过的土壤。随后将吸水后的棉花平铺于瓶中的土壤上，每瓶在棉花上放置20粒浸泡过的种子。盖上瓶盖后置于无直接光照的室温下培养2 d~3 d，记录种子发芽数和发芽状态。如芽尖无异常，发芽率在75%以上，且与未熏蒸的对照土壤无显著差异，判定为土壤中的毒气已散出，可进行播种或移栽。
