

ICS 13.080
CCS B13

T/SSSC

中国土壤学会团体标准

T/SSSC 0 —2026

南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南

Guidelines for Soil Oxygenation and Acidity Mitigation Technologies in Gleyed
Paddy Fields of Southern China

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中国土壤学会 发布

目 次

前 言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 潜育稻田增氧减酸改良措施.....	3
5 测产与改良效果评估.....	6
附录 A 生物炭基改良剂推荐施用量表.....	7

叻 詢

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。

本文件由中国土壤学会提出并归口。

本文件起草单位：中国科学院南京土壤研究所、广东省农业科学院农业资源与环境研究所、华南农业大学。

本文件主要起草人：刘俊琢、黄巧义、刘忠珍、谢丽娟、王远、徐灵颖、蒋少军、刘勤、吴永红。

南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南

1 范围

本文件明确了潜育稻田土壤增氧减酸改良相关术语和定义，提供了增氧减酸改良技术等操作要点。

本文件适用于我国南方潜育稻田土壤增氧减酸改良，具有相似土壤障碍因子的农田可参照执行。

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 38400-2019 肥料中有毒有害物质的限量要求

GB 4404.1-2008 粮食作物种子 第1部分：禾谷类

GB/T 38073-2019 腐植酸原料及肥料术语

GB/T 36197-2018 土壤质量土壤采样技术指南

GB/T 17891-2017 优质稻谷

GB/T 33469-2016 耕地质量等级

NY/T 1121.1-2006 土壤检测 第1部分：土壤样品的采集、处理和贮存

NY/T 1121.2-2006 土壤检测 第2部分：土壤 pH 的测定

NY/T 1121.4-2006 土壤检测 第4部分：土壤容重的测定

NY/T 1121.6-2006 土壤检测 第6部分：土壤有机质的测定

NY/T 1121.7-2006 土壤检测 第7部分：酸性土壤有效磷的测定

HJ 746-2015 土壤质量 氧化还原电位的测定 电位法

DB43/T 3134-2024 稻田土壤酸化治理技术规程

DB3201/T 1233-2024 稻田施用生物炭技术规程

DB32/T 4677-2024 周丛生物综合调查与分析测试技术规程

DB32/T 1093-2015 水稻产量现场测定操作规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

潜育稻田 Gleyed paddy fields

因地下水位高或排水不畅，土壤长期处于缺氧还原状态造成潜育化，土壤有机质厌氧分解形成有机酸导致土壤酸化形成的低产稻田。该类稻田主要分布在山丘谷地、平原湖沼低洼地带，具有渍水厌氧、微生物群落失衡、有机质矿化度低、有效磷含量低等特征。

3.2

增氧减酸 Increase oxygen to reduce acidity

水稻分蘖期至孕穗期调节耕作层 0~20 cm 土壤氧化还原电位不低于 100 mV，通过加快有机酸分解将土壤 pH 提升 0.5 个单位以上。

3.3

水-土-生-肥多途径调控增氧 Multi-path oxygenation through water-soil-organism-fertilizer integration

潜育稻田渍水导致土壤长期处于厌氧状态，通过优化灌溉调节稻田水分改善土壤通气状态、施用生物炭基改良剂向土壤补氧、培育周丛生物进行光合放氧、筛选耐冷泌氧水稻增强根系泌氧等多种途径，改善潜育稻田土壤通气状态，消除还原性障碍。

3.4

智能灌排 Smart irrigation and drainage

以传统灌排工程为基础，通过集成物联网感知、大数据分析、人工智能决策、自动化控制等现代信息技术，实现对田面水层和土壤水位的精准监测、智能研判和自动化调控。

3.5

生物炭基改良剂 Biochar-based soil amendment

以稻壳生物炭为主要载体，结合过氧化钙等制成的环境友好型土壤改良剂。

3.6

错位补碳培肥 Displaced carbon supplementation and fertilization

在耕层上部 0~15 cm 施用活性有机碳（如腐植酸类生物有机肥）加快土壤有机质转化，在耕层下部 15~30 cm 施用惰性有机碳（如生物质炭）改善土壤结构，形成兼顾固碳沃土、养分扩容增效的改良模式。

3.7

周丛生物 Periphyton

在稻田等淹水环境下，在固体基质表面由藻类、细菌、真菌、原生动物、后生动物等与矿物等非生物物质交织形成的复合聚集体，可通过光合放氧影响土壤微域氧环境、微生物代谢活性及养分转化等。

3.8

耐冷泌氧水稻 Cold-tolerant and oxygen-secreting rice cultivars

具有耐冷性（ $<12^{\circ}\text{C}$ ），并能通过泌氧作用适应潜育稻田低温低氧环境的水稻品种。

4 漈离窝疒壽沉捌劬斛苑振星

4.1 智能排水增氧

4.1.1 智能调蓄增氧系统构成

a) 灌溉系统：包括用于引水、输水和配水的主干渠、支渠、斗渠及田间进水口等。

b) 排水系统：包括用于汇集和排出田间多余地表水和土壤水的毛沟、斗沟、支沟、干沟及最终排水口。沟道应呈梯级布局，上下级沟底高程应有明确落差。

c) 田间调蓄结构：设置在沟渠系统中的用以控制水位、调节流量的工程设施。主要包括：节制闸/堰：用于控制各级田面和沟道的水位。跌水/陡坡：设置于上下级排水沟衔接处，通过水流跌落实现充氧。生态调蓄塘/湿地：位于排水系统末端或适宜位置，用于汇集、存蓄和净化尾水。

d) 智能监测与辅助设施：包括水位传感器、流量计、土壤氧化还原电位（Oxidation-Reduction

Potential, ORP) 传感器等监测设备, 以及自动化控制的闸门等。

4.1.2 规划设计要求

a) 总体布局: 应基于高精度地形图(如 1 m×1 m 分辨率 DEM 数据)进行规划, 灌排系统应与等高线大致平行或以小角度相交, 充分利用自然高差。排水系统应布局在田块的最低处, 确保排水顺畅, 避免产生新的渍水点, 各级田块的出水口应直接与下一级排水沟相连。生态调蓄塘的选址宜在片区的下游洼地, 其容量设计应能满足调蓄目标区域内设防标准下的产流峰值。

b) 排水沟系设计: 毛沟: 间距宜为 10~20 m, 沟深应低于田面 30~50 cm, 以有效降低晒田期土壤水位。斗沟及支沟: 应根据汇水面积和设计流量确定断面尺寸, 确保能顺畅排出上游来水。梯级落差: 为达到排水增氧效果, 相邻两级排水沟(如毛沟与斗沟, 斗沟与支沟)的衔接处应设置明确的高度落差。落差高度宜为 20~40 cm, 并应在跌水处采取堆放生态袋等必要的防冲刷措施。沟道边坡: 宜采用生态型护坡, 如耐淹草皮护坡, 以增加稳定性并改善田间生态。

c) 调蓄结构设计: 节制闸/堰的设置应能实现对各级田面水位的独立调控, 满足水稻不同生育期对水层的需求(如分蘖期的浅水灌溉, 晒田期的彻底排干)。生态调蓄塘的设计应包含进水口、出水口、溢流口, 并考虑设置沉砂区和水生植物种植区以净化水质。

4.1.3 运行与调控

a) 晒田期调控(关键增氧减酸期): 在水稻分蘖末期至幼穗分化前, 应执行强制性晒田。打开各级排水沟的节制闸门, 利用梯级排水系统快速排干田面积水。晒田标准以田面开裂、人行不陷脚为宜, 目标是使土壤表层(0~15 cm)的氧化还原电位(ORP)提升至 50~150 mV。此期间应避免灌溉。

b) 灌溉期调控: 采用浅、湿、干间歇灌溉模式。灌溉时关闭排水口, 保持田面 2~4 cm 的浅水层。在自然落干至田面无水层后, 间隔 1~2 天再进行下一次灌溉, 通过干湿交替为土壤补给氧气。

c) 暴雨期调控: 暴雨来临前, 可预先降低各级沟道和田面水位, 以腾出库容。暴雨发生时, 系统应能快速汇集和排出多余径流至生态调蓄塘, 避免田间长时间(超过 24 小时)淹水(>2~3 cm)导致强还原状态。调蓄塘中存蓄的雨水可在后续干旱期作为补充灌溉水源。

4.2 土壤补氧降酸与培肥

4.2.1 生物炭基改良剂制备

根据附录 A 要求，将稻壳生物炭、过氧化钙等复配成生物炭基改良剂。

4.2.2 生物炭基改良剂补氧降酸及错位补碳培肥

在泡田前以间隔 1~2 m 开沟深翻形成补氧降酸沟，深翻至潜育层（一般为 30 cm 左右），施生物炭基改良剂及过氧化钙后进行翻耕，生物炭基改良剂及过氧化钙施用量参照附录 A，将土壤翻耕整平，通过过氧化钙缓慢释氧对潜育层土壤进行补氧。然后，每公顷按土壤酸化程度撒施腐植酸类生物有机肥 6~9 t（其中，腐植酸 \geq 15%、有机质 \geq 45%、有效活菌数 \geq 2 亿/g）；撒施后通过浅翻耕将其施入耕作层（0~20 cm）。休耕期间，应在寒冬或者盛夏排干积水进行深耕（18~22 cm）翻土晒垡，隔 10~20 d 再翻耕一次。

4.3 生物产氧降酸与磷活化

4.3.1 周丛生物复合载体制备及施用

以 75%过氧化钙、淀粉、聚丙烯酸钠为原料（质量比 100:10:1），加少量水混合后起粒，利用压片机挤压造粒成片状（粒径 8 mm），再以 60 g/L 乙基纤维素在 50~60℃条件下进行包膜，制备出周丛生物载体。在水稻秧苗返青后（插秧后约 7~10 天），将上述载体撒施在稻田土壤表层，根据潜育化程度的不同，复合载体的施用量为 300~800 kg/ha。上述复合载体的主要功能是在改善土壤氧化还原环境的同时招募土壤细菌及藻类，促进其快速聚集和生长形成周丛生物。进而，周丛生物通过光合作用释放氧气及胞外代谢物质，一方面改善土壤厌氧状态提高好氧微生物数量，另一方面为土壤微生物提供多糖、氨基酸等营养物质促进其生长，最终通过提高好氧微生物代谢活性达到彻底分解有机酸、提高土壤 pH 的效果。该载体不能替代化肥，肥料按种植区域推荐用量施用。

4.3.2 解磷菌富集与施用

采集潜育稻田表层 0~20 cm 土壤，加入富含卵磷脂的液体培养基，置于 30 °C 及 150 rpm 条件下培养 5~7 天，提高有机磷解磷细菌的相对丰度。进而，将花生壳或水稻秸秆剪碎后作为诱导基质

对富集到的解磷菌在 30 °C 进行恒温扩繁培养。在水稻进入分蘖期后（插秧后约 25 天）将上述解磷菌及诱导基质撒入稻田，施用量为 220~250 kg/ha，使用后 7 天内不排水。通过周丛生物光合放氧改善潜育化水稻土氧化还原环境并分泌多糖、氨基酸，为解磷菌增殖创造合适的生长环境，以实现有机磷矿化及闭蓄态磷活化，提高土壤有效磷含量。

4.4 水稻根系泌氧降酸

4.4.1 耐冷泌氧水稻品种筛选

在低温（<18°C）低氧（充氮气并淹水 5 cm 深度）萌发不同品种的水稻种子，7 天后测定不同品种水稻幼苗芽的长度，计算萌发率；用微电极法测定不同品种水稻根系泌氧量，选择萌发率高（>80%）且幼苗芽长和根系泌氧量高的品种为耐冷泌氧水稻品种。种子质量应符合《粮食作物种子 第 1 部分：禾谷类》（GB 4404.1-2008）的规定，以便于推广应用，并达到《优质稻谷》（GB/T 17891-2017）的要求。

4.4.2 水稻栽培

水稻可适当密植，秧苗移栽种植行距小于 25 cm，穴距小于 12~14 cm，插秧深度 1~2 cm，每穴插栽 6~8 株秧苗。

5 浸沅买斛苑斫枉谦佞

5.1 测产方法

处理设置原则：设置明确的对照组（常规改良方法、原有主栽品种）与试验组（采用智能灌排调蓄增氧、生物炭基改良剂补氧、周丛生物产氧、耐冷泌氧水稻品种）进行对比。

测产操作流程：采用实收测产或者样方（1 平方米）测产评估技术增产效果。水稻产量现场测定参照《水稻产量现场测定操作规程》（DB32/T 1093-2015）。操作中需确保单个处理区作物独立收割，避免混杂。

5.2 土壤指标测定与改良效果评估

上一季作物收获后，下一季作物整地施肥之前完成土壤采样。每个处理区按“棋盘法”取≥15 个点

位混合样, 采样深度为 0~20 cm, 样品采集应符合《土壤质量土壤采样技术指南》(GB/T 36197-2018)。

测定土壤氧化还原电位、pH、容重、总有机碳、碱解氮、有效磷等, 具体测定方法参考《土壤检测》

(NY/T 1121-2006)。基于土壤 pH、容重、有机质、碱解氮、有效磷等指标, 参照《耕地质量等级》

(GB/T 33469-2016) 计算改良后的耕地质量等级, 评估土壤改良效果。

附录 A 喀尔喀垦区斜苑肋撈莲星叠銀泉

(资料性)

方法类别	土壤质地	生物炭 ¹ (kg/ha)	过氧化钙 (kg/ha)	施用方法
土壤补氧降酸法	砂土	1500~1800	600~750	深翻后撒施, 然后翻耕整平
	壤土	1800~2250	750~900	
	黏土	2250~2700	900~1200	
1. 采用局部处理(如重度潜育化斑块或酸化严重)的方式增加用量 20%~30%。				