

《南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南（征求意见稿）》编制说明

1. 工作简况

1.1 任务来源

潜育稻田是我国南方典型低产田，面积约 346 万公顷。因大都处于低洼地带，潜育稻田土壤有机质及全量氮、磷、钾养分较高，但有机质矿化度低，有效养分偏少。土壤长期渍水厌氧，水土温度低，肥力衰退，有效养分缺乏，并有大量还原物质积累，致使土壤生物活性差、土壤理化性状恶化，抑制了水稻根系的生长及其对土壤养分的吸收，已严重影响稻田生态环境质量，潜育稻田每公顷产量较一般稻田低 1500~2250 kg。由于潜育稻田主要分布在肥水条件较好的地势低洼区域，潜在肥力高，被认为是具有较强增产潜力的低产土壤类型。团体标准《南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南》依托于国家重点研发计划课题“潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄提质增效技术应用与示范（2023YFD1901304）”、国家自然科学基金面上项目“潜育化稻田周丛生物‘光驱氧泵’调控解磷菌群协同增效的有机磷活化机制（42577380）”等科研项目支撑。根据 2024 年 4 月中国土壤学会第十四届理事会议通过 2024 年 5 月 6 日起实施的《中国土壤学会团体标准制修订项目管理办法（试行）》通知由中国科学院南京土壤研究所牵头，联合广东省农业科学院农业资源与环境研究所、华南农业大学等单位，开展本团体标准的编制工作。

1.2 工作过程

自 2023 年起，中国科学院南京土壤研究所联合广东省农业科学院农业资源与环境研究所、华南农业大学在华南地区潜育稻田土壤改良领域开展深度合作，积累了丰富的研究基础。2024 年以来，依托国家重点研发计划项目、国家自然科学基金等科研项目支持，系统推进标准编制工作，具体过程如下：

2024 年 4-6 月：编制工作组通过对华南地区潜育稻田土壤样品分析，剖析了潜育稻田土壤障碍因子的发生特点，提出了潜育稻田土壤障碍因子的消减措施。

同时,开展国内外相关文献调研,并召开多次内部讨论会确定本团体标准的定位、适用范围、技术框架及核心内容。

2024年7月-2025年7月,编制工作组在广东省广州市增城区、南雄市等典型区域开展潜育稻田土壤改良技术的田间实验,系统收集国内外研究数据,分析现场观测结果,验证技术实施效果。

2025年8-11月,编制组经过多次讨论与修改,完成了标准草案并提交至中国土壤学会开展标准立项函评。经专家评审论证,中国土壤学会于2025年11月24日发布立项公告。

2025年12月-2026年1月,编制工作组汇总先前工作收集的相关资料进行编写,形成团体标准初稿。

2026年2-3月,通过多方面征求专家意见,形成修改方案,根据专家咨询意见和内部讨论结论,对本团体标准初稿进行多角度汇总和完善,并最终形成《南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南(征求意见稿)》及其编制说明。

1.3 起草组成员及其所做的主要工作

本团体标准编制工作由9名成员共同完成,具体分工如下:刘俊琢主要负责标准总体设计、标准文本撰写及生物产氧降酸与磷活化技术章节的编写;黄巧义主要负责智能排水增氧技术要求与实施方法的编写;刘忠珍主要负责土壤补氧降酸与培肥技术要求与实施方法的编写;谢丽娟主要负责水稻根系泌氧降酸技术要求与实施方法的编写;王远主要负责文本修改及试验操作现场指导;徐灵颖主要负责文本修改及技术模式试验操作现场指导;蒋少军主要负责试验操作及技术模式现场指导;刘勤主要负责标准文本修改与指导;吴永红主要负责标准文本修改与指导。

2. 标准编制原则和确定标准主要内容

2.1 编制原则

编制《南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南》团体标准主要应满足以下几个原则:

（1）合法性原则

标准内容必须遵守国家相关法律法规和政策，不得与之冲突。标准编制过程中应尊重相关知识产权，避免侵犯他人权益。

（2）科学性原则

以充分的科学研究与实践验证为基础，确保技术指标与方法的科学性。数据来源可靠，论证过程严谨，保障标准的准确性与权威性。

（3）适用性原则

标准内容应针对实际需求，因地制宜解决南方潜育稻田渍水厌氧导致的酸化、肥力退化的具体问题。标准编制过程中应吸纳多方意见，确保标准具有广泛的适用性和代表性。

（4）可操作性原则

标准内容应清晰、具体，便于理解和执行，同时应具备可操作性，相关技术需适用性强、操作便捷，确保在实际应用中能够有效实施，易于推广。

2.2 编制依据

《南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南》的主要内容和技术指标的确定需要进行实地调研、查阅资料、试验论证等。

1. 实地调研：编制工作组通过现场挖取剖面观察潜育层、采集土样测定还原性物质、pH 及有效态养分等方法对我国南方（包括广东增城、南雄、台山等）不同程度潜育稻田的系统调查，发现区域内稻田普遍存在长期淹水缺氧、土壤冷烂黏重、还原性物质累积、耕层肥力低下等突出问题。调研结果表明：改善排水、有机肥配施化肥、栽培耐潜水稻品种等模式较常规平作栽培，降渍改土、促根壮苗效果提升显著，但在实际推广过程中，农户大多依靠传统经验开展田间管理，灌排调控、耕翻时机、养分运筹等关键环节缺乏标准化技术指南。这种非规范化作业使得不同田块潜育改良效果参差不齐，水稻生长态势、产量水平与土壤培肥成效高度依赖农户管理水平，无法形成可复制、可推广的稳定技术模式。此外，本次调研同步深挖了区域内降雨不均、地下水位偏高导致的渍涝胁迫波动，春秋

低温寡照、夏季闷热高湿的气候特点,以及地势低洼、排水不畅的地形地貌制约,创新性地提出了“水-土-生-肥”多途径调控增氧减酸培肥的改良方案。在传统农田水利体系中引入智能灌排、生物炭基改良剂、周丛生物肥、耐冷泌氧水稻品种等改良手段,实现从灌排调控、有机肥优化施用、微生物菌剂调控到作物品种优化、田间管理升级的系统技术革新,明确我国南方潜育稻田增氧降酸改良的试验场景,确定试验方案和具体观测指标,做好实验进度安排。

2. 查阅资料:编制工作组查阅了相关标准、规范、专著和文献,包括国家标准、行业标准、科技论文、专利、专著等,分析潜育稻田土壤改良领域的技术进展,为标准技术指标的确定提供理论支撑。

3. 试验论证:编制工作组需要选择合适的试验方法和仪器设备进行实验和验证,确保团体标准中技术指标的准确性和可行性。在实验验证过程中,需要及时调整和完善团体标准的技术指标。通过实地调研、查阅资料、试验论证等方式确定诸多技术指标,如智能灌排技术参数、错位补碳操作方法、养分活化及扩容增效的改良模式、耐冷泌氧水稻品种等。这些技术指标的选取和制定要符合一定的原则,例如,必须科学合理、可操作性强、可标准化等原则。除此之外,标准的编制还需要结合实际需求和市场需求,综合考虑经济效益、社会效益和环境效益等因素。

3. 主要试验(或验证)的分析、综述报告,技术经济论证,预期的经济效果

3.1 试验验证分析与综述报告

潜育稻田普遍存在长期渍水、水土温度低、还原物质大量积累、有效养分缺乏、作物低产等问题,尽管通过排水沟等水利措施可有效缓解渍水问题,但是易导致养分流失、肥力退化,使得潜育稻田改良与作物增产难以协同。以“水-土-生-肥”多途径调控增氧减酸除毒的改良技术,在广东增城、南雄等地应用验证,实现了土壤改良与作物增产的协同突破。

本技术指南以土壤增氧为核心,田间水分管理优化、增碳培肥、养分活化、耐潜适生作物为抓手,配套智能手段、肥料运筹等技术。前期在广东增城、南雄等试验基地,通过建立智能排水调蓄增氧系统、施用生物炭基改良剂与错位补碳培肥、调控生物产氧降酸与磷活化、耐冷泌氧水稻品种栽培等 4 组田间小区实

验，系统研究了潜育稻田增氧减酸及养分转化机制。数据显示，水稻关键生育期土壤氧化还原电位由-150 mV 以下的强还原状态，逆转为+100 mV 以上的氧化状态，土壤 pH 提高 0.6 个单位以上，耕层土壤有机质增加 10.8~33.5%，土壤水解氮、有效磷、速效钾分别提高 8.2~25.1%、50.2~143.7%、67.0~131.2%，土壤微生物多样性提高 27%~53%。2025 年水稻测产数据表明，采用智能排水调蓄增氧、生物炭基改良剂与补碳培肥、生物产氧与磷活化、耐冷泌氧水稻品种栽种等单项技术可增产 340~1230 kg/ha，并提高水稻支链淀粉含量。总体上，本技术指南在南方潜育稻田改土丰产中效果显著，对保障国家粮食安全、推动区域经济可持续发展具有重要战略意义，推广应用前景广阔。

3.2 技术经济论证

《南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南》具有显著的技术可行性与经济合理性，操作性和适应性强，技术成熟度高。该技术以土壤增氧为核心，以田间水分管理优化、生物炭基改良剂增碳培肥、微生物菌剂与养分活化、耐潜适生作物种植为抓手，配套智能手段、肥料运筹等技术，通过标准化培训即可指导农民掌握。其技术参数充分适配南方潜育稻田地下水位高、土壤长期渍水的环境特征，在广东增城、南雄等地不同潜育化程度的试验中均展现出稳定的改土增产效果，技术成熟度与环境适应性得到充分验证。从经济成本与收益角度分析，该技术指南初期虽需投入传感器、自动化控制闸门、调蓄塘、生物炭基调理剂、微生物菌剂等成本，但在提高水稻产量及稻米品质、减少养分流失、提升养分利用效率等方面优势明显，据统计，该技术体系可以提高亩收益 120~300 元。

3.3 预期的经济效果

推广应用《南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南》，可破解潜育稻田土壤缺氧、酸化、养分有效性差的核心问题，带来显著且可持续的经济收益。通过规范化增氧、调酸、培土、控水协同技术，能快速改善土壤根际环境，消除还原性有毒物质，提升水稻发根率、分蘖数与结实率，实现亩产稳步增产 20%以上，大幅提升南方低产潜育稻田产能。同时，该技术可提高肥料利用率，减少化肥盲目投入与流失，兼顾节本与提质双重效益。长期来看，既能推动单块稻田稳产增

收，又能提升区域耕地质量，扩大高效种植面积，助力种植户实现增产、节本、提质、增效。

4. 标准涉及的相关知识产权说明

通过检索发现，截至目前，与本标准内容有关的已授权发明专利 2 项，申请发明专利 2 项。具体清单如下：

1. 张文可；黄玉芬；刘忠珍；郑小东；魏岚；蒋少军；李翔；黄连喜. 一种潜育化土壤改良的生物炭基缓释氧材料及其制备方法和应用，授权发明专利 ZL202510124237.9。

2. 谢丽娟；廖雯雯；王晓卓；王雅美；陈景光；仇荣亮. 一种用于潜育化稻田水稻品种筛选的分子标记及其应用，授权发明专利 ZL202411777405.6。

3. 刘俊琢；王秋雨；吴永红. 一种活化潜育化稻田土壤有机磷的生物方法，申请发明专利 202411388202.8。

4. 王远；向海涛；薛能刚. 一种基于强化学习的潜育稻田智能灌排系统及调控方法，申请发明专利 202511273025.3。

5. 与国内相关标准水平的对比情况，与现行有关法律法规和强制性标准的关系

经系统性检索与对比分析，本标准的制定旨在填补国内外现有标准体系中的一项关键空白。现有的《灌溉与排水工程设计标准》（GB 50288-2018）与《节水灌溉工程技术标准》（GB/T 50363-2018）等，主要从水利工程角度规定了通用的设计、施工与节水要求，其核心目标在于保障工程安全与水分的高效输送，并未涉及利用工程手段对土壤潜育化、酸化等特定障碍进行定向改良的技术路径。与此同时，《耕地质量等级》（GB/T 33469-2016）等评价性标准将“潜育化”明确为土壤障碍因素，指明了问题的客观存在；而《酸性土壤改良与评价技术规范》（DB36/T 1517-2021）等改良类标准则侧重于施用生石灰、有机肥等化学及农艺措施。本标准创新性地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，改善潜育稻田土壤厌氧状态，最终达到增氧减酸消障的效果。本标准提出了一套通过“水-土-生-肥”多途径调控潜育稻田增氧减酸的系统性技

术方案，区别于传统排水等物理工程调控措施。因此，本标准是对现有标准体系的精准细化与重要补充，首次构建了潜育层、耕作层等立体化增氧减酸技术体系，为潜育稻田的综合治理提供了此前缺失的、具有高度可操作性的技术依据。

本标准在制定过程中参考了《稻田土壤酸化治理技术规程》（DB43/T 3134-2024）、《稻田施用生物炭技术规程》（DB3201/T 1233-2024）、《周丛生物综合调查与分析测试技术规程》（DB32/T 4677-2024）、《肥料中有毒有害物质的限量要求》（GB 38400-2019）、《粮食作物种子 第1部分：禾谷类》（GB 4404.1-2008）、《优质稻谷》（GB/T 17891-2017）、《土壤检测》（NY/T 1121-2006）等标准。与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

6. 重大意见分歧的处理经过和依据

无。

7. 其他应予说明的事项

本团体标准在立项评估过程中有专家提出“该标准草案主要适用于我国南方潜育稻田土壤增氧减酸改良”，并建议“在标题中限定地理范围”。此外，编制组成员在编制过程中发现“反酸稻田”易与“硫酸盐型反酸田”混淆。基于上述意见，编制组在标准初稿编制过程中将题目修改为：《南方潜育稻田土壤增氧减酸改良技术指南》。