

T/GDFL

团 体 标 准

T/GDFL XXX—2025

潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸 技术规程

Technical specifications for terraced irrigation and drainage with sponge-based
regulation and storage in logged acidic paddy fields

(征求意见稿)

2025 - xx - xx 发布

2025 - xx - xx 实施

广东省肥料协会 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 总体设计	2
5 技术要求	3
6 实施流程	4
7 潜育稻田梯级灌排海绵调蓄	6
8 管理维护	6

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。

本文件由广东省肥料协会提出并归口。

本文件起草单位：广东省农业科学院农业资源与环境研究所，广东省农业环境与耕地质量保护中心（广东省农业农村投资项目中心）。

本文件主要起草人：黄巧义、徐培智、刘一锋、曾招兵、唐拴虎、张木、黄旭、吴腾飞、戴文举、林碧珊、易琼、逢玉万、丁武汉、曾科、李苹、付弘婷、吴永沛、杜雪琰。

潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程

1 范围

本文件规定了潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的总体设计、技术要求、实施流程、监测与评估等内容。

本标准适用于南方潜育反酸稻田的治理与产能提升，其他类型低产田改造可参考执行。

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，其最新版本（包括所有的修改）适用于本文件。

GB/T 30600 高标准农田建设 通则

GB 50288 灌溉与排水工程设计标准

NY/T 310 全国中低产田类型划分与改良技术规范

NY/T 3443 石灰质改良酸化土壤技术规范

NY/T 3823 田沟塘协同防控农田面源污染技术规范

SL/T4 农田排水工程技术规范

3 术语和定义

3.1

潜育反酸稻田 **logged acidic paddy field**

因地下水位高或排水不畅，长期处于缺氧还原状态，导致土壤发生潜育化（还原性铁锰富集、有机质厌氧分解）与酸化（ $\text{pH}<5.5$ ）双重障碍的低产水稻土。

3.2

潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术 **the technology of terraced irrigation and drainage with sponge-based regulation, oxygen - increasing and acid - reducing in logged acidic paddy fields**

潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术是一种结合了梯级灌溉、海绵调蓄、增氧灌溉和土壤减酸等多个功能模块的技术体系，通过多级渠道和蓄水氧化塘将水资源从水源地输送到农田，将灌溉与排水措施相结合，利用地势高低，通过重力作用使水从高处向低处流动，将农田排灌系统作为灌溉、排水、节点蓄水塘、排水再利用复合系统进行统筹规划，从而优化潜育稻田的灌排系统，改善潜育稻田淹水潜育反酸问题。

3.3

梯级调控单元 **terraced coordinated regulation unit**

依据区域地形高程分级合理划分多个等高水分梯级调控单元，每一单元通过合理布设田、沟、塘和暗管等水利设施，实现调、蓄、灌、排一体。

3.4

梯级灌排系统 terraced irrigation and drainage system

梯级灌排系统是一种基于地形高程分级和渍水情况设置多个具有不同高程或水位的层级来实现水资源合理调配和农田水分管理的工程系统，实现水分梯级调控和高效利用。

3.5

海绵调蓄 sponge-based regulation

通过建设节点调蓄池塘，增强稻田系统对水分的“渗、滞、蓄、净、用、排”能力。

4 总体设计

4.1 应根据区域的地形地貌、水文条件、河流水系、稻田潜育化程度、潜育成因、作物种植结构等因素，按照“梯级灌排、排渍除障、海绵调蓄、增氧减酸”的原则，兼顾防洪、灌溉等综合利用和生态环境保护的要求，其总体布局图如图 1 所示。

4.2 根据农田地形高差合理划分不同梯级灌排调控单元，依地势和渍水情况进行梯级灌排调节，改善农田潜育问题，提高水分利用效率。

4.3 同一梯级调控单元田、沟、塘和暗管等应一体化水力连通，其设计参考 NY/T 3823 中 5 的规定，满足排、灌、调、蓄要求。

4.4 水位监测设备和水闸的安装参考 NY/T 3823 中 4.3 的规定。

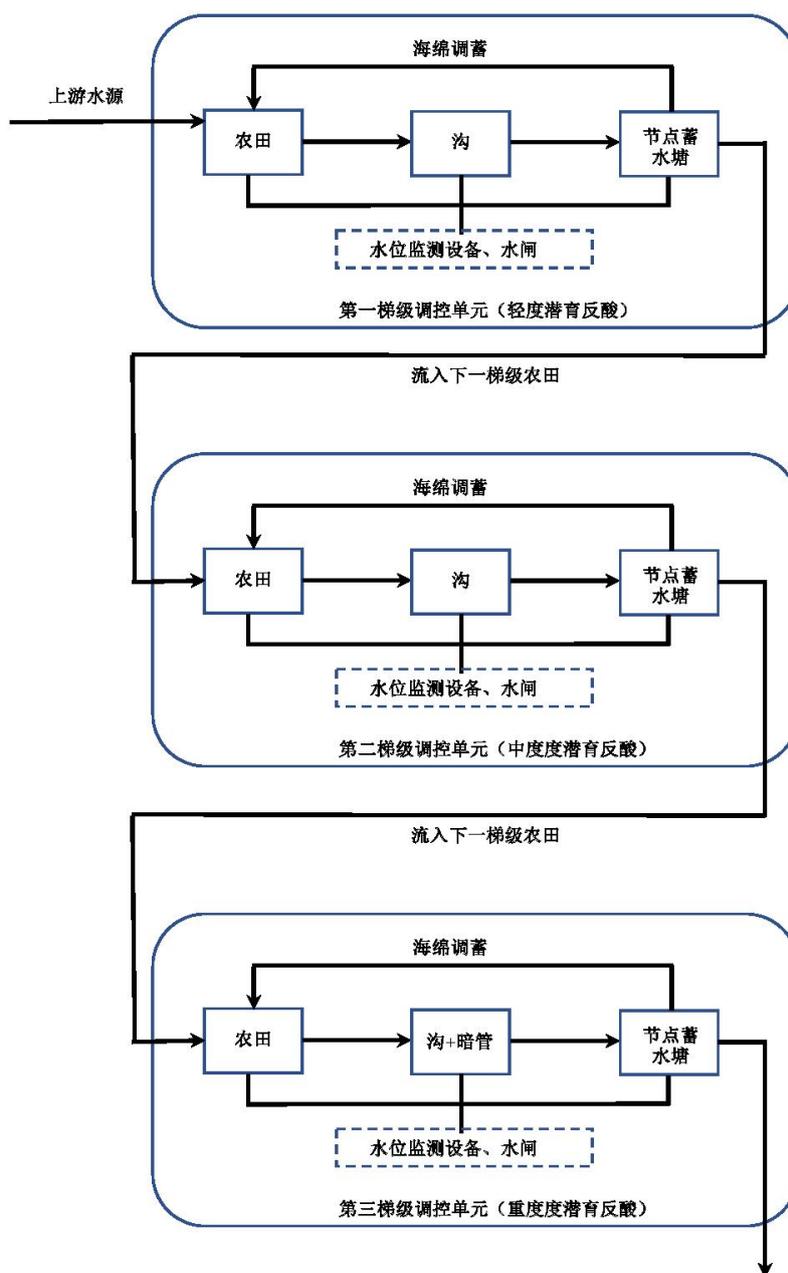


图 1 潜育稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸系统布局

5 技术要求

5.1 灌排目标

冬季地下水临界深度大于 60cm，生长季落干晒田地下水临界深度大于 30cm，解决稻田潜育问题，符合 NY/T 310 中 5.6.2 的要求。同时，农田排水设计暴雨重现期宜采用 10 年，1 d~3 d 暴雨 3 d~5d 排至水稻耐淹水深；水稻灌溉保证率 $\geq 85\%$ ，符合 GB/T 30600 中 6.3 的要求。

5.2 调蓄目标

滞蓄稻田周边径流，降低暴雨期排水系统压力，可容纳 10 年一遇暴雨地表径流量的 30%；同时，蓄水塘可为该梯级灌溉单元和下一梯级灌溉单元提供灌溉水源，提高了水分利用效率。

5.3 增氧减酸目标

耕作层（0~20cm）土壤 Eh 值从常规潜育化状态（<+100mV）提高至+50mV 以上（水稻分蘖期关键阈值），土壤 pH 提升至 5.5 以上（水稻适宜生长范围）。

6 实施流程

6.1 前期调查

调研项目区地形地貌、水文气象、排水条件、地下水位、和耕层土壤 pH、Eh 值等基本情况，了解耕地潜育化和酸化程度，及成因。

6.2 灌溉与排水工程设计和建设

灌溉与排水工程主要用于改善潜育反酸稻田的长期淹水潜育问题，同时提高农田抗旱、涝、渍的能力，灌溉与排水工程的设计应符合 GB 50288 的要求，灌溉与排水工程的建设质量应符合 GB/T 30600 中 6.3 的要求。

6.2.1 排水工程

开沟排水、防治渍害是潜育反酸稻田改良的关键内容，田间排水工程应按照排水要求，根据涝、渍成因，结合地形、降水、土壤、水文地质条件，因地制宜采取明沟排水和暗管排水等工程措施。农田排水工程的规划与建设应符合 SL/T 4 的要求。

6.2.1.1 明沟排水

明沟排水主要是通过开挖环田沟、十字沟、截水沟等进行排水，适合于无塌坡或塌坡易于处理的潜育反酸稻田。在农田中在田块内开环田沟和十字沟等排水沟，环田沟的规格一般为田块面积小于 333 m² 时，沟宽为 30 cm~40 cm，沟深为 20 cm~30 cm；面积大于 667 m² 的沟宽为 50 cm~60 cm，沟深为 40 cm~50 cm；面积介于二者之间的沟宽为 40 cm~50 cm，沟深为 30 cm~40cm。十字沟规格一般为田块面积小于 333 m² 时，沟宽为 20 cm~30 cm，沟深为 15 cm~20 cm；面积大于 667 m² 的沟宽为 35 cm~45 cm，沟深为 30 cm~40 cm；面积介于二者之间的沟宽为 30 cm~35 cm，沟深为 20 cm~30 cm。若因山地压力作用，局部地方涌出冷泉，导致农田长期浸渍潜育，沿山脚开环山沟，截断冷泉入侵农田。排水沟可采取生态型结构，减少对生态环境的影响。

6.2.1.2 暗管排水

若明沟排水难以达到排水目标，或明沟断面结构不稳定塌坡不易处理时，宜采用暗管排水，使地下水位降至耕作层（30 cm~50 cm）以下，避免土壤长期处于还原状态。选用波纹塑料管、光壁塑料管、钢筋混凝土管或陶土管等材质的排水暗管，排水管的内径 50 mm~100 mm，排水管埋设深度 0.8 m~1.2 m，

管道间距根据土壤透水性调整，黏土田间距 10 m~20 m，壤土田 15 m~30 m，砂壤土田可适当扩大。当有稻田土烂泥深，中间有泉眼，可在泉眼处埋设排水暗管，将泉眼水引入排渠，排水暗管内径大小根据泉眼的出水量而定。暗管排水的设计应符合 GB 50288 中 7.3 的规定。

6.2.2 灌水工程

按照 GB/T 30600 的规定执行

6.3 节点蓄水塘的规划和建设

农田节点蓄水塘主要用于回收利用各梯级调控单元多余的灌溉水，为下一梯级农田灌溉提供充分水源，提高农田灌溉效率，保障农作物生长所需的水分，同时优化水资源配置，实现水资源的可持续利用，节点蓄水塘的设计和建设应符合 NY/T 3823 中 5.2 的要求。

6.3.1 节点蓄水塘的选址

设置在梯级灌排系统的末级节点或地势较低的位置；避开断层、流沙层，优先选择黏土或壤土区域（渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-6}$ m/s）；远离农田核心耕作区，距稻田边界 1 m~5 m，减少占地（单塘面积 \leq 稻田面积的 3%）；按照 SL/T 4 规定执行。

6.3.2 节点蓄水塘的规格

蓄水池规格根据同一梯级调控单元农田的排水量确定，按 10 年一遇暴雨（24 小时降雨量 P）计算，蓄水塘容积计算公式（1）如下。

$$V = \alpha \cdot P \cdot F \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V ——蓄水塘有效容积，单位为立方米（m³）

α ——径流系数（稻田取 0.6~0.8）

P ——设计降雨量，单位为毫米（mm，按 10 年一遇暴雨取值，如华南地区 24h 降雨量 150~200mm）

F ——同一梯级调控单元汇水面积，单位为平方米（hm²）

6.3.3 节点蓄水塘的建设

塘底铺设 10 厘米碎石层 + 5 厘米粗砂层，兼具防渗（非砂土田）与滤水功能，中央设集水井（深 50 厘米）便于清淤和抽水；边坡系数小于 GB 50288 中规定的最小边坡系数下限时，采用多孔砖、木排桩等材料护坡（岸）；塘内适当配置面积占比 $\leq 30\%$ 的浮水和挺水植物，塘周种植湿生植物；蓄水塘进水口、出水口处设置闸门；蓄水塘四周加装围栏，设置警示标志，每年进行 1 次清淤与防渗漏维护。

6.4 土壤改良

根据土壤酸化程度，依据 NY/T 3443 的要求合理选择农用石灰质物质，按推荐用量和施用周期施

用；同时开展秸秆还田、施有机肥、合理轮作间作、利用冬闲田推广种植绿肥等改良措施，提高耕地质量。

7 潜育稻田梯级灌排海绵调蓄运行

7.1 通过排水沟和排水暗管等排水工程提高潜育稻田排水能力，并经沟塘系统进行拦蓄，并依地势梯级利用。

7.2 排水沟、排水暗管和节点蓄水塘和暗管应一体化水力连通，通过闸门调节稻田、排水沟和节点蓄水塘的水位高度，实现海绵调蓄。

7.3 按照 GB 50288 规定的水稻耐淹耐渍能力，充分发挥农田的蓄水功能。

7.4 优先利用沟、塘存水灌溉农田，实现水资源的循环利用。

7.5 不具备自流条件时，可利用水泵抽提循环利用。

7.6 暴雨前，沟塘提前排水，提高排涝能力。

8 管理维护

8.1 建立风险预案及设施设备巡查制度，及时处理异常和故障。

8.2 建立运行记录档案管理制度，定期采集运行效果数据，包括(但不限于)水量、地下水位、土壤 pH 值和氧化还原电位等。

8.3 适时对沟、塘进行清淤，清理枯萎植物、垃圾等，对塘中水生植物进行刈割，并妥善处理。

团体标准
《潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术
规程》

(征求意见稿)
编制说明

广东省农业科学院农业资源与环境研究所
广东省农业环境与耕地质量保护中心 (广东省农业农村投资项目中心)

二〇二五年四月

一、背景和意义

耕地是农业发展之基、农民安身之本。党的十八大以来，耕地保护不断强化，高标准农田建设加快推进，粮食综合生产能力稳步提升，有力支撑了国家粮食安全和重要农产品有效供给。但是，因偏施化肥、酸沉降、酸雨、收获水稻籽粒（甚至秸秆）、矿山开发等因素影响，广东省农田土壤酸化程度逐渐加剧。据调查，近30年以来广东省农田土壤pH值呈降低趋势，土壤pH平均值下降了0.30个单位，严重酸化区域下降了0.55个单位。广东省耕地土壤平均pH值约5.5，其中pH 4.5~5.5范围内的耕地占全省耕地面积56.38%，pH 5.5~6.5范围内的耕地占全省耕地面积41.65%，酸化已成为我省耕地质量退化的突出问题。酸化导致土壤矿质营养元素有效性降低，且铝、镉、锰等有害金属元素活性提高，危害作物根系生长，导致粮食减产，且影响粮食安全，进而危害人体健康。酸化，业已成为影响我省耕地土壤肥力、粮食安全和农业可持续的最关键因素，引起学界、政府以及社会各界高度关注。据国家统计局数据，2023年广东省单位面积粮食产量在全国31个省（区、市）中位居第15名，通过提升耕地质量增加粮食产量空间较大。

我国高度重视南方地区耕地土壤酸化问题，酸化耕地治理也是国家重点关注的全国严重耕地质量问题“三片地”（北方盐碱地、东北退化黑土地、南方酸化耕地）中的重要工作内容。“十一五”期间，国家设立了“南方低产水稻土改良技术与示范”公益性行业科研专项，开展南方酸性土壤改良和产量提升技术研究。2015年，农业农村部印发《耕地质量保护与提升行动方案》，针对长江中下游平原水稻土区和南方丘陵岗地红黄壤区存在的耕地质量问题，提出通过综合治酸、排水治潜、调酸控污，施用石灰和土壤调理剂改良酸化土

壤，提升耕地质量。2015年以来，结合实施耕地保护与质量提升项目，在土壤 pH 值小于 5.5 的南方地区加强开展技术试验示范，集成推广施用石灰和土壤调理剂、秸秆还田和种植绿肥等土壤改酸技术模式。并成立专项资金支持南湖南、广东、广西、海南等省（区、市）开展土壤酸化治理示范，集成推广调酸控酸、培肥改良技术模式。另一方面，农业农村部引发《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》，示范推广科学施肥技术，缓解南方土壤酸化；农业农村部将增施有机肥作为提高土壤抗酸化能力的一项重要措施，并结合实施畜禽粪污资源化利用、果菜茶有机肥替代化肥试点、秸秆综合利用等项目，大力推广应用有机肥，改良土壤酸化问题。

我省将酸化土壤改良作为耕地保护和质量提升的关键内容。在《广东省 2020 年耕地保护与质量提升项目实施方案》中提出，针对我省耕地土壤酸化较为明显的水稻、蔬菜等农作物种植区域的土壤酸化问题，集成推广调酸控酸等土壤改良技术模式，建立 20 万亩以上土壤酸化耕地治理示范区。通过项目实施，项目区土壤 pH 值提高 0.1 个单位以上，有效缓解耕地土壤酸化程度，稳步提升耕地质量。通过多年的研究和示范推广，通过工程、农艺、化学、生物等多种措施改良和治理酸性土壤已经具备了相对成熟的技术储备。但是，目前我省仍未形成一整套“可推广、可复制、能落地、接地气”、贯穿整个生产周期的耕地质量保护提升主推技术模式，从而限制了我省酸性土壤改良工作的大面积推广和应用。因此，目前迫切需要针对酸性土壤障碍因子进行改良技术筛选、改进、研发和集成，分区域、分土壤类型制定酸性土壤改良技术指导意见和方案，创新集成酸性土壤改良与产量提升配套技术及其模式，并在我省进行示范，创造有利于作物高产、稳产和优质的“沃土”环境。

潜育反酸稻田是在淹水条件下形成的还原性水稻土，其中，长期积水的强潜育性低产水稻土，形成强酸性土壤。潜育反酸稻田的主要障碍因素：水分过多、土烂泥深，耕作性差；冷浸田早春土温低，土壤微生物活性弱，水稻生长缓慢；还原性物质过度积累， Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 S^{2-} 含量较高；有机质矿化率低，速效钾、有效磷等土壤有效养分含量偏低，土壤结构性差，水、肥、气、热不协调，供肥能力弱，简称“冷、烂、酸、毒、瘦”。长期以来，潜育反酸稻田的耕地质量差，水稻产量偏低，稻谷产量一般不及正常稻田产量的 1/2。全国约有潜育反酸稻田 346 万 hm^2 ，占全国稻田面积的 15.07%，占低产稻田面积的 44.2。据广东第二次土壤普查资料显示，潜育反酸稻田总面积 18 万 hm^2 ，约占广东中低产田面积的 30%，主要分布在山区，成土母质主要为谷底冲积物、河流冲积物、洪积物和滨海沉积物。

综上，制定潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄技术的团体标准，是解决耕地酸化问题、提升耕地质量和粮食产能的关键举措，旨在实现排灌平衡与土壤改良，提高粮食产量和质量，确保粮食供应的稳定，维护社会的和谐与稳定

二、任务来源

标准牵头单位向广东省肥料协会提交立项申请，根据 2025 年 3 月 20 日广东省肥料协会发布的《关于南方水稻无人机水肥药“一喷多促”技术规范 等三项团体标准立项的公示》，批准本标准立项并开展标准立项工作。

三、编制过程

1. 预研阶段

申报团队通过承担的公益性行业（农业）科研专项“华南稻区反酸田/酸性田改良与产量提升技术与示范”（201003016）、“三熟区耕地培肥与合理农作制”、广东省科技化计划项目“稻菜轮作体系化肥减施关键技术与示范”等

同类科研项目，开展了大量相关试验研究和田间示范，积累了扎实的土壤酸化耕地治理技术经验。针对华南地区水稻土酸度强、面积大、产量低的现状，研究酸性水稻土障碍机理、改良技术、产品创制及技术模式，

获得国家重点研发计划项目子课题“潜育反酸稻田智能灌排海绵调蓄增氧技术研发与示范”、青年科技人才培养计划项目“强酸性耕地土壤改良与提质增效技术模式研究”等项目经费的支持。

2024年1月，成立了《潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程》起草工作组，并于2024年1月~2024年6月，开展潜育反酸稻田、梯级灌排、农田灌水设计、海绵调蓄等相关文献、技术标准和规范方面资料的收集、分析和整理汇总工作；开展田间试验与分析调查进行验证；并同时赴惠州惠阳区、韶关南雄市、广州增城区等开展潜育反酸稻田调研，详细了潜育反酸稻田危害及成功治理技术措施等情况。

2. 起草阶段

2024年7月-2024年12月，标准起草工作组先后在内部多次召开潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程编制讨论会，根据专家意见以及前期调研结果，开展潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸主要技术措施和指标参数研究，确定合理的措施和指标参数，明确潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程的总体设计、技术要求、灌排目标、调蓄目标、增氧减酸目标、实施流程等具体要求，形成工作组讨论初稿。

2025年1月-2025年2月，继续开展试验验证工作和实地走访调研工作，在工作组讨论稿基础上经多轮修改后，形成工作组讨论稿及编制说明，并申请立项。

2025年3月20日，广东省肥料协会组织相关专家对广东省农业科学院农业资源与环境研究所申请的《潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程》团体标准项目进行评估，同意本团体标准立项。

2024年4月，完成《潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程（征求意见稿）》及编制说明。

3. 征求意见阶段

标准草案完成后，按照协会章程，由协会通过广东省肥料协会网站（<http://www.gdsflxh.com>）向社会公开征求意见，时间不少于30日。公开征求意见结

束后，协会将收集到的意见整理反馈给标准起草小组。标准起草小组根据相关意见进行修改，将修改后的标准文本和《广东省肥料协会团体标准反馈意见处理表》提交协会秘书处。

4. 送审阶段

协会组织专家对标准进行进一步审查。于 2025 年 月 日审查通过，并由协会编号发布。

四、编制原则及依据

1. 统一协调性

本标准按照 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》给出的规则编写，在结构、格式、措词等方面保持统一协调；标准内容保持与相关现行国家标准、行业标准等的统一和协调。

2. 适应性

本标准充分征求农业信息部门、农业管理部门的意见，内容与当前产品技术水平相适，同时，兼顾同类产品未来的发展方向，具有较强的适应性。

3. 一致性

本标准在编制过程中，参照了 GB/T 30600《高标准农田建设 通则》、GB 50288《灌溉与排水工程设计标准》和 NYT310《全国中低产田类型划分与改良技术规范》等国家标准和行业标准，在内容、指标要求等方面保持与该标准的一致，符合标准的一致性原则。

五、主要内容技术指标确立

1. 研究基础

在“华南稻区反酸田/酸性田改良与产量提升技术与示范”(201003016)、“三熟区耕地培肥与合理农作制”、广东省科技化计划项目“稻菜轮作体系化肥减施关键技术与示范”、及国家重点研发计划项目子课题“潜育反酸稻田智能灌排海绵调蓄增氧技术研发与示范”、青年科技人才培养计划项目“强酸性耕地土壤改良与提质增效技术模式研究”等项目实施期间，研究团队在潜育反酸稻田治理与改良方面开展了系列研究，研发了潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术，并通过示范应用，取得了较好的潜育反酸稻田改良和增产增收。同时

已有的相关标准也为本标准编制奠定了良好的基础。

表 1 潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术相关的标准/规范

标准/规范名称	标准/规范编号	标准/规范类型
肥料和土壤调理剂 术语	GB/T 6274	国家标准
农产品产地土壤改良剂 使用技术规范	GB/T 42817	国家标准
高标准农田建设 通则	GB/T 30600	国家标准
灌溉与排水工程设计标准	GB 50288	国家标准
全国中低产田类型划分 与改良技术规范	NY/T 310	行业标准
石灰质改良酸化土壤技术 技术规范	NY/T 3443	行业标准
田沟塘协同防控农田面 源污染技术规范	NY/T 3823	行业标准
有机肥料	NY/T 525	行业标准
土壤检测 第1部分:土壤 样品的采集、处理和贮存	NY/T 1121.1	行业标准
土壤检测 第2部分:土壤 pH的测定	NY/T 1121.2	行业标准
土壤调理剂 通用要求	NY/T 3034	行业标准
农田排水工程技术规范	SL/T4	行业标准
冷浸田类型划分与改良 利用技术规范	DB35/T 1376	地方标准
双季稻田地表径流氮磷 流失防控	DB34/T 4605-2023	地方标准
酸性土壤改良与评价技 术规范	DB36/T 1517	地方标准
酸性土壤改良与评价技	DB36T+1517	地方标准

术规范		
冷浸田机械起垄水稻栽培技术规程	DB42/T 1058	地方标准
冷浸田水稻生产技术规程	DB4413/T 79	地方标准

2. 目标与原则

本标准主要针对潜育反酸稻田耕作层长期渍水导致活性还原物质及有机酸大量累积、有效磷难以释放等问题，以“长效增氧减酸消障”为核心目标，构建稻田梯级排灌系统、田塘管水肥循环利用与增氧系统，形成灌水增氧、排水减酸与水肥干湿海绵调蓄技术，提高潜育反酸稻田排水能力，提高土壤 pH 值和氧化还原电位，提升耕地质量和产能。

潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程团体标准的制定，旨在通过标准化流程推动潜育反酸稻田从“低产田”向“高产田”转化，其核心目标聚焦中低产田改良、耕地质量提升和粮食增产，应强调科学性、因地制宜和多方协作，应遵循因地制宜、多技术集成优化组合和兼顾经济和环境效益的原则，实现潜育反酸稻田治理和水资源高效利用。

3. 潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术总体设计的确 定

潜育反酸稻田由于排水不畅、低温导致的土壤有机质厌氧分解、有机酸累积及养分有效性低等问题。国内外针对稻田潜育反酸机理和调控管理措施开展了一系列的研究工作，提出了潜育化稻田排水氧化、反酸田/酸性田酸性消减等改良关键技术，形成了系列潜育反酸稻田改良与地力提升技术模式。本团体标准基于前人研究基础，通过构建田-塘-渠-管海绵水网，形成反酸稻田梯级灌水排酸和水肥海绵调蓄技术，提出潜育反酸稻田潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术总体设计原则为：应根据区域的地形地貌、水文条件、河流水系、稻田潜育化程度、潜育成因、作物种植结构等因素，按照“梯级灌排、排渍除障、海绵调蓄、增氧减酸”的原则，兼顾防洪、灌溉等综合利用和生态环境保护的要求，其总体布局图如图 1 所示。

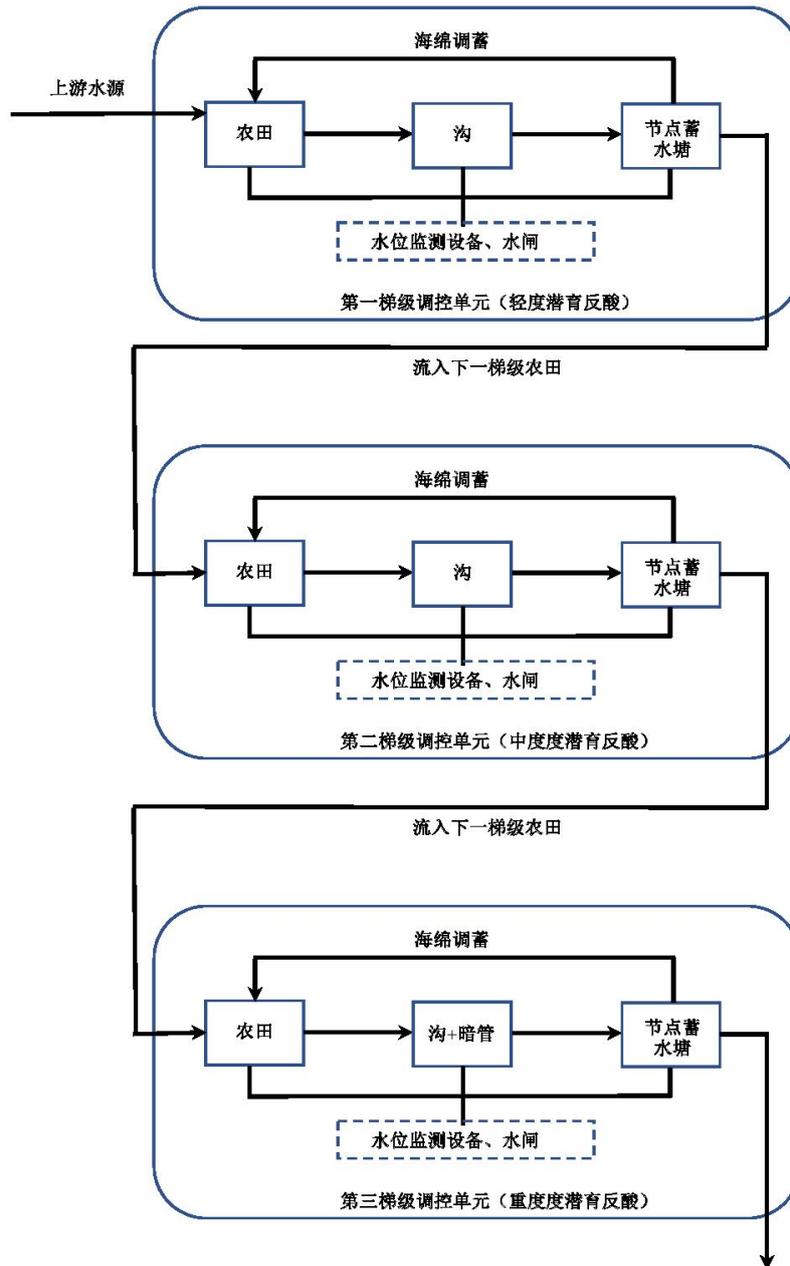


图 1 潜育稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸系统布局

4. 潜育反酸稻田梯级灌排调控单元的确定

为了降低灌排设施建设成本，提高灌排调蓄能力，综合考虑土壤障碍特征、水文动态、生态修复目标及工程可行性，通过分级调控实现酸水阻控、养分循环和系统稳定性。本团体标准通过调研了潜育稻田改良技术文献资料、农田灌水和排水技术规范、高标准农田建设规范等资料，提出：根据农田地形高差合理划分不同梯级灌排调控单元，依地势和渍水情况进行梯级灌排调节，改善农田潜育

问题，提高水分利用效率。

5. 田、沟、塘和暗管调蓄要求的确定

高标准农田田、沟、塘等灌排设施的调蓄要求在 NY/T 3823 中 5 已有详细规定，本标准采用其规定。

6. 灌排目标的确定

潜育反酸稻田的主要障碍是排水不畅、低温、还原性物质积累、有机酸累积及养分有效性低等问题，本技术通过构建田-塘-渠-管海绵水网提高潜育反酸稻田的排水和水分调蓄能力。本团体标准基于 NY/T 310 中 5.6.2 的要求，潜育稻田排水工程的改良目标为“设计指标二十年一遇，地表水三日暴雨丘陵不淹田，平原及滨湖沿河围田三日内排除积水。丘陵区三沟配套，中心沟以上为石砌明(暗)沟或混凝土暗管。排灌分开。冬季地下水临界深度大于 60cm，生长季落干晒田地下水临界深度大于 30cm”。和 GB/T 30600 中 6.3 的关于灌溉与排水工程要求，提出潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的灌排目标为：冬季地下水临界深度大于 60cm，生长季落干晒田地下水临界深度大于 30cm，解决稻田潜育问题，符合 NY/T 310 中 5.6.2 的要求。同时，农田排水设计暴雨重现期宜采用 10 年，1 d~3 d 暴雨 3 d~5 d 排至水稻耐淹水深；水稻灌溉保证率 $\geq 85\%$ ，符合 GB/T 30600 中 6.3 的要求。

7. 调蓄目标的确定

潜育反酸稻田积水严重，土壤水分含量高，排水压力大；另一方面，水稻生长关键期间，如分蘖期、孕穗期的蒸发蒸腾量大，水分需求量也大。本团体标准基于 NY/T 310 和 GB/T 30600 关于稻田灌水和排水工程的规划和建设要求，提出潜育反酸稻田的调蓄目标为：滞蓄稻田周边径流，降低暴雨期排水系统压力，可容纳 10 年一遇暴雨地表径流量的 30%；同时，蓄水塘可为该梯级灌溉单元和下一梯级灌溉单元提供灌溉水源，提高了水分利用效率。

8. 增氧减酸目标的确定

潜育反酸稻田主要障碍因素是酸度高、氧化还原电位低，为了提高耕地生产能力，根据文献资料表明，水稻分蘖期对耕层氧化还原电位较敏感，当土壤氧化还原电位低于 50 mV 时根系活力下降，易发生黑根、烂根；当土壤 pH 值低于 5.5 时，土壤铝、锰离子活性增强，造成根系毒害，同时抑制硝化细菌活动，影

响水稻养分吸收和生长。本团体标准基于水稻根系生长环境要求，提出潜育反酸稻田的增氧减酸目标为：耕作层（0~20cm）土壤 Eh 值从常规潜育化状态（<+100mV）提高至+50mV 以上（水稻分蘖期关键阈值），土壤 pH 提升至 5.5 以上（水稻适宜生长范围）。

9. 前期调查内容的确定

根据 GB/T 30600、GB 50288、NY/T3823 和 SL/T4 等文献资料，农田灌水和排水工程的规划和设计需要了解地形地貌、水文气象、排水条件等基础信息；同时，根据 NYT310、DB35/T 1376、DB4413/T 79 等文献资料，潜育反酸稻田改良工程的规划和设计需要调查农田地下水位、和耕层土壤 pH、Eh 值等基本情况。本团体标准基于文献调研，提出潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的前期调查内容为：调研项目区地形地貌、水文气象、排水条件、地下水位、和耕层土壤 pH、Eh 值等基本情况，了解耕地潜育化和酸化程度，及成因。

10. 明沟排水内容的确定

根据 GB/T 30600、GB 50288、NY/T3823 和 SL/T4 等文献资料，排水明沟级数分为干、支、斗、农四级，根据排区面积的大小可增减级数；涝、渍、盐碱严重地区可增设毛沟、暗管、鼠道等辅助排水措施。在无塌坡或塌坡易于处理地区或地段，宜采用明沟排水。同时，根据 NYT310、DB35/T 1376、DB4413/T 79 等文献资料，明沟排水是潜育反酸稻田改良的关键，前期研究结果表明，通过合理挖开环田沟和十字沟等排水沟，可改良潜育稻田渍水问题。本团体标准基于文献调研和前期研究结果，提出潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的明沟排水内容为：明沟排水主要是通过开挖环田沟、十字沟、截水沟等进行排水，适合于无塌坡或塌坡易于处理的潜育反酸稻田。在农田中在田块内开环田沟和十字沟等排水沟，环田沟的规格一般为田块面积小于 333 m² 时，沟宽为 30 cm~40 cm，沟深为 20 cm~30 cm；面积大于 667 m² 的沟宽为 50 cm~60 cm，沟深为 40 cm~50 cm；面积介于二者之间的沟宽为 40 cm~50 cm，沟深为 30 cm~40 cm。十字沟规格一般为田块面积小于 333 m² 时，沟宽为 20 cm~30 cm，沟深为 15 cm~20 cm；面积大于 667 m² 的沟宽为 35 cm~45 cm，沟深为 30 cm~40 cm；面积介于二者之间的沟宽为 30 cm~35 cm，沟深为 20 cm~30 cm。若因山地压力作用，局部地方涌出冷泉，导致农田长期浸渍潜育，沿山脚开环山

沟，截断冷泉入侵农田。排水沟可采取生态型结构，减少对生态环境的影响。

11. 暗管排水内容的确定

根据 GB/T 30600、GB 50288、NY/T3823 和 SL/T4 等文献资料，采用明沟降低地下水位不易达到设计控制深度，或明沟断面结构不稳定塌坡不易处理时，宜采用暗管排水；暗管排水系统组成、分级与管道类型、规格等，应根据排水规模、控制要求、地形、土质、管材、滤料和施工条件等因素，通过技术经济比较确定。同时，根据 NY/T310、DB35/T 1376、DB4413/T 79 等文献资料，暗管排水是潜育反酸稻田改良的重要内容，前期研究结果表明，通过铺设田间暗管排水，可有效解决潜育稻田泉眼冒水问题。本团体标准基于文献调研和前期研究结果，提出潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的暗管排水内容为：若明沟排水难以达到排水目标，或明沟断面结构不稳定塌坡不易处理时，宜采用暗管排水，使地下水位降至耕作层（30 cm~50 cm）以下，避免土壤长期处于还原状态。选用波纹塑料管、光壁塑料管、钢筋混凝土管或陶土管等材质的排水暗管，排水管的内径 50 mm~100 mm，排水管埋设深度 0.8 m-1.2 m，管道间距根据土壤透水性调整，黏土田间距 10 m~20 m，壤土田 15 m~30 m，砂壤土田可适当扩大。当有稻田土烂泥深，中间有泉眼，可在泉眼处埋设排水暗管，将泉眼水引入排渠，排水暗管内径大小根据泉眼的出水量而定。暗管排水的设计应符合 GB 50288 中 7.3 的规定。

12. 节点蓄水塘选址要求的确定

潜育反酸稻田节点蓄水塘的选址需综合考虑地形地貌、水文特征、稻田布局及功能需求，以实现高效排水、蓄水调洪和生态修复的目标。优先选择稻田流域内天然低洼地、沟谷交汇处或原有坑塘改造，利用地形高差实现雨水和灌溉退水的自然汇集，减少抽水能耗。选址处土壤以黏壤土或黏土为主，避免在沙质土或裂隙发育区建塘，减少蓄水流失和地下水污染风险。同时 SL/T4 对农田灌排设施均有明确具体要求，本标准严格按照 SL/T4 规定执行。基于节点蓄水塘的建设目标，提出潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的节点蓄水塘选址要求为：设置在梯级灌排系统的末级节点或地势较低的位置；避开断层、流沙层，优先选择黏土或壤土区域（渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ）；远离农田核心耕作区，距稻田边界 1 m~5 m，减少占地（单塘面积 \leq 稻田面积的 3%）；按照 SL/T 4 规定执

行。

13. 节点蓄水塘规格的确定

节点蓄水塘规格的几个关键因素：汇水面积、降雨量、土壤特性、作物需水量等。还需要考虑地形、成本效益以及生态保护。同时，GB 50288 和 GB/T 30600 也有关于农田蓄水工程的规定。本标准基于潜育反酸稻田节点蓄水塘的建设目标，提出潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的节点蓄水塘的规格为：蓄水池规格根据同一梯级调控单元农田的排水量确定，按 10 年一遇暴雨（24 小时降雨量 P ）计算，水塘容积计算公式如下。

$$V = \alpha \cdot P \times F \times 10^{-3}$$

式中：

V ：蓄水塘有效容积，单位为立方米（ m^3 ）

α ：径流系数（稻田取 0.6~0.8）

P ：设计降雨量，单位为毫米（ mm ，按 10 年一遇暴雨取值，如华南地区 24h 降雨量 150~200 mm ）

F ：同一梯级调控单元汇水面积，单位为平方米（ hm^2 ）

14. 节点蓄水塘建设要求的确定

依据“容量精准、防渗可靠、净化高效、生态友好”的原则，结合 GB 50288 和 GB/T 30600 中关于农田蓄水工程的要求，本标准提出潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的节点蓄水塘的建设要求为：塘底铺设 10 厘米碎石层 + 5 厘米粗砂层，兼具防渗（非砂土田）与滤水功能，中央设集水井（深 50 厘米）便于清淤和抽水；边坡系数小于 GB 50288 中规定的最小边坡系数下限时，采用多孔砖、木排桩等材料护坡（岸）；塘内适当配置面积占比 $\leq 30\%$ 的浮水和挺水植物，塘周种植湿生植物；蓄水塘进水口、出水口处设置闸门；蓄水塘四周加装围栏，设置警示标志，每年进行 1 次清淤与防渗漏维护。

15. 土壤改良内容的确定

潜育反酸稻田存在酸化、养分有效性地、粘板等退化问题，根据 NY/T 3443，酸化耕地可通过增施农用石灰质物质进行改善；同时，根据 NY/T 310，潜育稻田还可通过增施有机肥、秸秆还田、种植绿肥等措施进行耕地培肥。我们前期研究结果也表明，通过增施石灰质物质可快速提高耕地 pH 值，改善土壤酸化问题；

同时通过增施有机肥、秸秆还田、种植绿肥等措施可提高耕地土壤有机质、养分有效性,改善土壤结构,提高土壤酸缓冲性能,从而改善潜育反酸稻田耕地质量。基于文献资料和前期研究结果,本标准提出潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术的土壤改良内容为:根据土壤酸化程度,依据 NY/T 3443 的要求合理选择农用石灰质物质,按推荐用量和施用周期施用;同时开展秸秆还田、施有机肥、合理轮作间作、利用冬闲田推广种植绿肥等改良措施,提高耕地质量。

16. 潜育稻田梯级灌排海绵调蓄运行内容的确定

参考 NY/T 3823 中关于田沟塘协同调控稻田水分的规定,结合潜育反酸稻田排水需求,本标准提出潜育稻田梯级灌排海绵调蓄运行为:7.1 通过排水沟和排水暗管等排水工程提高潜育稻田排水能力,并经沟塘系统进行拦蓄,并依地势梯级利用。7.2 排水沟、排水暗管和节点蓄水塘和暗管应一体化水力连通,通过闸门调节稻田、排水沟和节点蓄水塘的水位高度,实现海绵调蓄。7.3 按照 GB 50288 规定的水稻耐淹耐渍能力,充分发挥农田的蓄水功能。7.4 优先利用沟、塘存水灌溉农田,实现水资源的循环利用。7.5 不具备自流条件时,可利用水泵抽提循环利用。7.6 暴雨前,沟塘提前排水,提高排涝能力。

17. 管理维护内容的确定

参考 NY/T 3823 中关于田沟塘系统管理维护的规定,结合潜育反酸稻田排水需求,本标准提出管理维护为:8.1 建立风险预案及设施设备巡查制度,及时处理异常和故障。8.2 建立运行记录档案管理制度,定期采集运行效果数据,包括(但不限于)水量、地下水位、土壤 pH 值和氧化还原电位等。8.3 适时对沟、塘进行清淤,清理枯萎植物、垃圾等,对塘中水生植物进行刈割,并妥善处理。

六、与相关标准的关系分析

潜育反酸稻田改良相关国家及行业标准相对较少,目前,国家发布了农业行业标准 NY/T 3443-2019《石灰质改良酸化土壤技术规范》规范了提升土壤 pH 所用到的碱性石灰质物料种类及提升 1 个 pH 单位的石灰质物料用量,为酸化土壤改良物资质量和用量提出了指导。但尚无潜育反酸稻田改良的国家和行业标准。

在国家标准和行业标准的指导下,根据潜育反酸稻田的长期淹水、有机质厌氧分解、酸含量高、养分有效性地和水稻产量低的障碍问题,制定了本标准。本标准规定了潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄技术规程的术语和定义、技术流程、关键技术及配套技术等,以国家标

准和行业标准作为指导，但侧重于潜育反酸稻田改良技术细节，与国家标准关于酸化土壤改良技术内容具有明显区别。

参考和引用标准的标准号和标准名称为：

GB/T 6274 肥料和土壤调理剂 术语

GB/T 42817 农产品产地土壤改良剂使用技术规范

NY/T 525 有机肥料

NY/T 1121.1 土壤检测 第1部分:土壤样品的采集、处理和贮存

NY/T 1121.2 土壤检测 第2部分:土壤 pH 的测定

NY/T 3034 土壤调理剂 通用要求

NY/T 3443 石灰质改良酸化土壤技术规范

七、与现行法律、法规、标准的协调性

习近平总书记多次强调，实施乡村振兴战略，必须把粮食供给作为首要任务，把提高农业综合生产能力放在更加突出的位置，把“藏粮于地、藏粮于技”真正落实到位。实施“两藏”战略重点在于耕地保护与质量提升，战术要点在于强化科技支撑。制定和实施酸化土壤改良技术规范，是落实两藏战略的重要举措。广东省 pH 小于 6.5 的酸性耕地占比达 95%，制定潜育反酸稻田改良技术规范，推动耕地质量的全面提升，是从农业自然资源配置层面为百千万工程做好保障措施。潜育反酸稻田改良涉及的相关法律法规如下：

2024 年 6 月 1 日，国家颁布实施《中华人民共和国粮食安全保障法》，其规定县级以上的人民政府要建立耕地质量和种植用途监测网络，开展耕地质量调查和监测评价，采用土壤改良、地力培肥、治理修复等措施来提高中低产田产能，治理退化耕地，加强大中型灌区建设与改造，提升耕地质量。本标准的制定和实施将为该法规的贯彻落实，提供较好的技术指引。

《中华人民共和国土地管理法》（2019 年修正）强调永久基本农田保护制度，禁止破坏耕作层，要求对中低产田（包括潜育反酸田）实施改造计划，并纳入高标准农田建设范畴，这为潜育反酸田的改良提供了政策依据，强调了政府在改善土壤质量方面的责任。《土壤污染防治行动计划》（“土十条”）要求针对酸化、潜育化等土壤问题实施分级分类管理，重点推进受污染耕地安全利用。提出到 2030 年实现土壤环境质量稳中向好。《关于改革完善耕地占补平衡管理的通知》（自然资发〔2024〕204 号）提出建立以省域耕地总量动态平衡为核心的占补平衡机制，要求通过改良潜育反酸田等低产耕地提升质量，确保补足耕地数量与质

量

本标准以习近平总书记讲话精神、农业农村部文件和相关法律法规 v 昂贵为工作指导，符合我国耕地建设要求，没有违反相关法律法规及强制性标准。

八、采用国际标准的程度及水平说明

无。

九、重大分歧或重难点的处理经过和依据

无。

十、标准推广应用措施及预期效果

1、推广应用措施

(1) 政策引导。国家高度耕地质量提升和粮食安全，习总书记提出要采取长牙齿的手段保护耕地，潜育酸化耕地治理是贯彻习近平总书记重要指示，落实党中央、国务院部署的重要举措，各地要深入学习领会，坚决贯彻落实各项工作部署。

(2) 在相关企业进行实施。在实施酸化耕地治理重点县，选择存在潜育反酸障碍的区域，开展《潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程》示范，形成样板，逐步推广应用。

(3) 技术培训。依托广东省肥料协会，通过举办技术培训班、观摩会等多种形式，推广相关技术。

(4) 媒体宣传。通过省、市、县多级媒体，开展《潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程》宣传。

(5) 主推技术。继续开展项目技术研究，积极申报省、市、县的农业主推技术，通过政府引导，加大推广力度。

2、预期效果

根据本团队前期开展的大量试验研究，《潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程》已逐步完善；通过酸化耕地治理重点县的应用和推广，有利于提升广东省耕地质量。企业通过技术转移，形成新的利润增长点，为耕地治理和高标准农田建设提供多元化的技术方案，促进企业快速发展。科研机构通过制定潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程可为我省农作物秸秆资源化利用提供技术支撑和科学指导。

总之，制定潜育反酸稻田梯级灌排海绵调蓄增氧减酸技术规程，在改善耕地酸化、潜育

和退化，提升耕地质量和粮食安全等方面具有重要的现实意义。

十一、其他应说明的事项

无。