

《以内河航道疏浚土为基质的砂性滨海盐碱地土壤调理剂 技术规范》团体标准编制说明

一、背景、目的意义和作用

1.1 背景

盐碱地作为重要的后备耕地资源，其治理与利用已上升为国家粮食安全战略。2026 年中央一号文件明确要求“扎实推进盐碱地综合利用”，结合第三次全国土壤普查和卫星遥感数据初步测定，江苏省盐碱地资源约 1000 多万亩，主要分布于沿海滩涂区域及周边，涉及连云港、盐城、南通三市，为典型滨海盐碱土类型，其中江苏盐城滨海盐碱地多为砂性，砂粒占比 70%~90%，保水保肥能力差。

同时，“水运江苏”建设为疏浚土资源化利用提供了政策保障。《加快打造更具特色的“水运江苏”三年行动计划（2024—2026 年）》要求“提高航道疏浚土方综合利用率”。江苏省年产生疏浚土总量约 1000 万~2000 万立方米，传统堆存方式（堆高 3 米计算）年需占地 333~667 公顷，面临土地资源约束与生态环境风险的双重压力。据苏南运河苏州段航道疏浚工程试验数据，航道疏浚土经处理后细颗粒占比高达 90%，砂粒占比不足 10%，是天然的优质细颗粒来源，与砂性滨海盐碱地“砂多粘少”的结构性缺陷高度匹配，可实现“以废补质”的精准资源化利用。

从现有标准建设情况来看，现行盐碱地治理标准体系存在明显的结构性偏差：盐碱地治理领域长期聚焦“怎么改”的技术方法，即便已经针对苏打盐碱地改造、盐碱地原土造林绿化等场景出台了相关技术标准，对“用什么改”的改良产品供给的标准关注仍然不足；疏浚土资源化领域则恰好相反，相关标准侧重“往哪用”的方向指引，对“怎么做成合格产品”的技术规范覆盖不足。目前在盐碱地改良领域，从前期调查评估到改良实施，再到后续验收监管、长期管护的各环节之间存在衔接断层，长期以来存在技术碎片化、参数模糊化、成效难量化、长效监管缺位等突出问题，返盐率超过三成，治理效果反复，已成为行业痛点，亟须一项连接多环节两大领域的专用技术规程填补这一空白。根据全国标准公共服务平台数据显示，截至当前我国盐碱地改良领域现行有效标准多分散在不同层级、聚焦单一技术环节，缺乏覆盖全链条的衔接性专用规程，近年来行业已逐步启动相关标准的立项制定工作，印证了这一需求的紧迫性。

1.2 目的意义及作用

1.2.1 编制目的：

本标准旨在填补以内河航道疏浚土为基质、专门用于砂性滨海盐碱地改良的土壤调理剂全链条技术规范的空白，集成规范原料要求、制备、产品质量与施用技术三大技术环节，打通“盐碱地综合治理”与“内河航道疏浚土资源化利用”之间的标准衔接瓶颈，为疏浚土处理单位、调理剂生产企业、盐碱地改良工程及检测机构提供系统化、可操作的技术依据。

1.2.2 编制意义

（1）填补标准体系空白，完善“原料—制备—产品—施用”标准链条。现行标准体系中，技术规程类标准侧重田间操作，通用产品标准侧重最终产品质量，缺乏从原料预处理、配伍生产到田间施用的全过程技术规范。本标准首次系统规

定了内河航道疏浚土预处理工艺（除杂、除砂、脱水）、以疏浚土为基质的调理剂产品质量要求（细颗粒含量、有机质、腐植酸、微生物活菌数、重金属限量等）；砂性滨海盐碱地施用技术（施用量、施用频次、施用方法）。与现有技术规程、产品标准形成有机互补，共同构建完整标准支撑链条。

（2）提升产品场景适配性，精准服务砂性滨海盐碱地治理需求。砂性滨海盐碱地砂粒占比 70%~90%、保水保肥能力极差，对调理剂提出“补粘、培肥”的复合功能要求。本标准针对这一特定土壤类型，在产品质量指标中设置细颗粒含量等特异性指标，在施用方式中规定针对砂性滨海盐碱地的施用深度、频次和施用量范围，确保从“产品性能”到“田间效果”的精准转化。

（3）促进疏浚土高值资源化利用，助力“双碳”目标与绿色发展。将内河航道疏浚土作为基质制备土壤调理剂，是落实“水运江苏”三年行动计划所要求的“提高航道疏浚土方综合利用率”的具体路径。本标准的实施将推动疏浚土从低效堆存向高值利用转变，有效减少土地占用与二次污染，同时降低调理剂生产对原生矿产资源的依赖。

1.2.3 预期效果

据测算，砂性滨海盐碱土容重约 1500 kg/m³，以 0~20 cm 耕作层计（土壤重量约 200 t/亩），现状砂粒占比约 80%，细颗粒仅约 20%。为改造为适宜耕种的壤土结构，每亩需补充细颗粒 120~200 吨。按疏浚土（含水率 30%、细颗粒含量≥80%）折算，每亩需疏浚土方量 80~120 立方米。江苏省盐碱耕地约 300 万亩，其中砂性滨海盐碱地按 50%估算（约 150 万亩），从理论消纳能力来看，可消纳内河航道疏浚土约 1.2 亿~1.8 亿立方米（理论消纳能力，按 150 万亩×80~120 立方米/亩测算），可形成“疏浚产生—调理剂生产—盐碱地消纳”的闭环，实现内河航道疏浚土高值化利用与砂性滨海盐碱地规模化改良的双赢。

二、 编制过程

本标准由江苏港航投资发展有限公司、华设设计集团股份有限公司、江苏省港口集团有限公司、江苏省沿海开发（东台）有限公司、华设设计集团环境科技有限公司共同起草，编制工作自 2026 年 4 月启动，至 2026 年 9 月完成初步成果审查，历时 5 个月，主要经历以下五个阶段：

（一）前期准备及立项阶段（2026 年 4 月）

2025 年下半年至 2026 年初，编制组围绕盐碱地改良产品标准需求与疏浚土资源化利用方向开展系统前期调研。

一是梳理国家及江苏省关于盐碱地治理和疏浚土综合利用的政策文件，明确标准的政策定位和需求背景。

二是收集国内外土壤调理剂相关标准文本（包括 GB/T 32741、NY/T 3034、T/CIN 088-2025、DB32/T 5297-2025 等），分析现有标准对疏浚土壤调理剂的覆盖不足；三是开展初步的技术可行性论证，确认航道疏浚土作为调理剂原料的物理化学适配性。在上述工作的基础上，编制组按照江苏省综合交通运输学会团体标准管理要求，提交了《江苏省综合交通运输学会团体标准项目申请书》，经学会标准分委审议通过后正式立项。

（二）工作大纲编制与评审阶段（2026 年 4 月）

立项后，编制组系统整合前期调研成果，编制完成《团体标准编制工作大纲》，按照 GB/T 1.1—2020 的要求确定了标准的定位、适用范围、主要技术内容框架、核心指标体系构成、编制原则、进度安排及起草单位分工。2026 年 4 月，学会

标准分委组织专家对工作大纲进行评审，专家组认为大纲结构合理、技术路线清晰，同意通过评审，同时就以下方面提出了指导意见：一是进一步明确原料适用范围，将疏浚土类型限定为粘性土类或粉土类；二是细化核心指标体系设置，建议针对砂性滨海盐碱地的特殊需求设置差异化指标；三是建议依托实际工程和科研项目开展试验验证。编制组根据评审意见对大纲进行了修改完善。

（三）补充调研与试验论证阶段（2026 年 5 月）

根据工作大纲评审意见，编制组重点开展了以下几方面补充工作。

一是标准名称修改为《以内河航道疏浚土为基质的砂性滨海盐碱地土壤调理剂技术规范》，补充完善土壤调理剂制备及施肥技术等章节。

二是完善依托工程内容：依托 2025 年江苏省交通运输科技项目（Y11）《交通建设工程渣土绿色处理及利用技术》及江苏港航投资发展有限公司科技项目：苏南运河苏州段航道疏浚工程试验研究与示范应用项目 SNYH-SZ-YJ1 标段，开展了盆栽试验，通过调理剂施用量盆栽试验确定了推荐施用量区间为 50~70 g/kg，随后在江苏东台条子泥设置 5 亩示范田开展大田试验，验证改良调理剂的实地产量提升效果，后续由来自盐城市耕地质量保护站、中科院南京土壤研究所、江苏省沿海开发（东台）有限公司的三位专家组成测产组完成实收测产，测产结果显示试验田平均亩产达到 579 公斤，比未施用该调理剂的对照田增产 100 公斤以上，增产效果明确。通过上述工作，为标准技术指标的确定提供了充分的数据支撑。

（四）起草阶段（2026 年 6 月）

在补充调研和试验论证基础上，编制组按照 GB/T 1.1—2020 的规定起草了标准征求意见稿初稿及本编制说明。本标准共设 8 章。在起草过程中，编制组重点讨论并形成将细颗粒含量设为产品核心特异性指标，产品要求 $\geq 50\%$ ，原料要求 $\geq 80\%$ 的核心要求。

（五）预审阶段（2026 年 9 月）

学会标准分委于 2026 年 9 月组织专家对征求意见稿初稿及编制说明开展预审工作。专家组重点审查标准技术指标的科学性、检测方法的可行性以及与现行标准体系的协调性，并形成修改意见。编制组后续根据预审意见，对标准文本和编制说明进行针对性修改完善，最终形成正式征求意见稿。

（六）征求意见阶段（2026 年 10 月-11 月）

学会发布公开征求意见的函，编制组开展定向征求意见。并对反馈的意见进行认真研讨，确定是否采纳，并修改完善文本，形成报批稿。

三、与现有相关标准的关系

3.1 符合相关法律法规和强制性标准的要求

3.1.1 法律法规符合性

本标准编制严格遵循四项核心法律要求。

一是落实《中华人民共和国土壤污染防治法》相关规定，对总镉、总汞、总砷、总铅、总铬、总铊等重金属指标作出严格限定，确保产品符合该法第二十八条关于禁止向农用地排放重金属或其他有毒有害物质含量超标的污水、污泥以及可能造成土壤污染的清淤底泥的强制性要求，从源头防范土壤污染风险；同时呼应第二十七条关于支持土壤改良措施的规定，助力盐碱地改良与土壤肥力提升。

二是贯彻《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》“减量化、资源化、

无害化”原则，将航道疏浚土纳入土壤调理剂原料体系，推动固废资源化高值利用。现有研究证实，处理后的疏浚土用于土壤改良调理，能够有效提升土壤有机质含量、调节土壤 pH 值；针对疏浚土的改良试验显示，添加改良剂后的疏浚土作为种植基质，可让试验植物空心菜株高较原疏浚底泥提高 35.4%，同时还能优化土壤微生物多样性、提升土壤有效养分含量，具备明确的土壤调理效果。

三是符合《中华人民共和国产品质量法》要求，明确产品质量要求、检验规则和标识规定。四是遵守《中华人民共和国标准化法》关于标准制定程序和团体标准定位的规定。

3.1.2 强制性国家标准符合性

本标准全面执行现行强制性国家标准，并结合疏浚土基产品的特殊性在关键技术指标上进行优化提升。具体包括：全面执行《肥料中有毒有害物质的限量要求》（GB 38400-2019），对总镉、总汞、总砷、总铅、总铬、总铊、缩二脲、蛔虫卵死亡率、粪大肠菌群数等核心有毒有害指标严格执行标准规定，并针对疏浚土基产品原料特性，对重金属限量指标进一步从严控制，体现更高安全管理水平。产品包装标识严格遵循《肥料标识 内容和要求》（GB 18382-2021）的强制性规定。同时，鉴于本标准产品主要应用于农用地盐碱地改良，其重金属限量指标参照《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）的风险筛选值要求，并从产品端设定严于该标准被动风险管控的重金属限量要求，从源头降低土壤污染风险。

3.2 与现有相关国家标准、行业标准、地方标准、团体标准协调一致的主要结构和技术内容

3.2.1 与国家标准协调一致

本标准在结构框架、术语定义、检测方法和检验规则等方面，与现行国家标准保持高度统一。在标准结构上，严格按照 GB/T 1.1-2020 起草，设置范围、规范性引用文件、术语和定义、疏浚土原料、其他辅料、制备、质量与检验、包装、标志、贮存、运输等核心章节。在术语定义上，严格遵循《肥料、土壤调理剂和有益物质 分类》（GB/T 32741）、《肥料、土壤调理剂和有益物质 术语》GB/T 6274 中对土壤调理剂的分类定义。在检测方法上，缩二脲含量测定引用 GB/T 22924-2024，重金属含量测定引 HJ 680、GB/T 17141、HJ 491、HJ 835、HJ 805、GB/T 22924 等；判定规则采用 GB/T 8170-2008 规定的“修约值比较法”。

3.2.2 与行业标准协调一致

本标准在检验方法章节系统引用现行有效标准：原料含水率测定引用 NY/T 3036-2016；细颗粒（粒度）测定引用 HJ 1068-2019；pH 值测定引用 NY/T 1973；水溶性盐总量测定引用 NY/T 1121.16；有机质测定引用 NY/T 525-2026 规定的重铬酸钾容量法；总养分、氯离子测定引用 NY/T 525-2026 中规定的方法；机械杂质测定引用 NY/T 525-2026 附录 F；产品水分测定引用 GB/T 8576；腐植酸含量测定引用 HG/T 5931-2021 附录 A；缩二脲含量测定引用 GB/T 22924-2024；重金属及有毒有害指标测定引用 HJ 680、GB/T 17141、HJ 491、HJ 835、HJ 805、GB/T 22924 等。微生物活菌测定引用 T/TBD 005-2024《微生物肥料中活菌的快速检测细则》。通过全面衔接现行有效标准，本标准技术内容与行业通行做法保持高度一致。

3.2.3 与地方标准协调一致

本标准与江苏省地方标准《盐渍化土壤生物改良技术规程》（DB32/T 5297-2025）构成精准的产品标准与技术规程配套关系。该地方标准重点规范盐碱地生物改良的技术方法和操作流程，系统解决“怎么改”的技术路径问题；本标准聚焦疏浚土基土壤调理剂的技术规范，明确原料要求、技术指标、制备、检测方法、检验规则及施用工艺，解决“用什么改、怎么改”的产品供给问题。两者定位互补、功能衔接。在技术内容上，本标准设置的有机质含量、腐植酸含量、微生物活菌数等核心技术指标，与该地方标准所倡导的“微生物与有机物料高效协同”生物改良技术理念高度契合。

3.2.4 与团体标准协调一致

本标准与 T/CIN 088-2025《疏浚土资源化利用技术指南》保持清晰的承接关系。该指南由中国航海学会发布，是疏浚土资源化利用领域的首个专项团体技术规范，适用于基建性疏浚土、维护性疏浚土及江河湖库清淤产生的疏浚土资源化利用，文件本身提供了疏浚土资源化利用各方向的指导，明确将园林绿化及农业利用列为疏浚土资源化的重要途径。本标准在其基础上，聚焦盐碱地改良这一具体农业应用场景，进一步细化疏浚土资源化利用的产品方向和形态要求，是该指南在专用产品标准层面的深化延伸。该指南属于通用技术指引，缺乏针对具体产品形态的技术指标与检测方法，本标准通过系统规定原料要求、理化性状指标、生物学指标、有毒有害物质限量及相应的检验规则和制备施用工艺，填补了这一空白。

综上所述，本标准在标准体系中的定位为：向上承接法律法规与强制性标准的刚性约束，横向对接通用技术指南的方向指引，向下配套技术规程的应用需求，形成“法律法规—通用指南—产品标准—技术规程”四位一体的完整标准链条。

四、标准主要内容的创新先进

本标准在充分衔接现行国家标准、行业标准和地方标准的基础上，针对疏浚土基砂性滨海盐碱地土壤调理剂的产品特性和应用需求，在标准定位、技术体系、指标设置和资源循环等方面实现了系统性创新。

（一）首次确立疏浚土基盐碱地调理剂全链条技术规范，填补行业标准体系空白

现行土壤调理剂标准体系中，仅有《NY/T 3034-2016 土壤调理剂 通用要求》这类覆盖通用型产品的标准。从国内现有疏浚土资源化标准体系来看，现行标准虽为疏浚土农业利用提供了方向性指引，但整体仍缺乏针对具体农用产品形态的技术指标、检测方法和工艺要求。本标准首次将航道疏浚土纳入土壤调理剂核心原料体系，这一应用具备充分的实践与试验支撑：研究显示当疏浚土与土壤按 1:2 比例混合施用时，玉米幼苗根长、株高、生物量、叶片叶绿素含量以及地上部分碳氮磷含量均显著提升；实际应用中达标疏浚土可通过营养调节改善土壤性状，砂质疏浚土可改良黏质土壤结构，富含有机质的疏浚淤泥可搭配酸性土壤调节地力。依托这些实践基础，本次标准系统构建了涵盖“原料要求—制备—产品质量—施用技术”全链条的技术规范框架。这一创新性定位使本标准成为连接“疏浚土资源化利用”与“盐碱地综合治理”两大领域标准体系的关键节点，在标准分类和体系构建层面具有开创性意义。

（二）创新设置针对砂性滨海盐碱地的专用技术指标，实现从通用型向专

用型的精准化升级

现行土壤调理剂产品标准多为通用型标准,未能充分体现不同土壤类型和应用场景对调理剂功能的差异化需求。砂性滨海盐碱地具有土壤质地粗、砂粒含量高(70%~90%)、细颗粒严重不足、保水保肥能力差、盐分季节性运移剧烈等典型特征,其对调理剂的功能需求与黏质土壤、内陆盐碱地等存在显著差异。本标准针对上述特征,在通用技术指标基础上创新设置了细颗粒含量这一针对性指标,直接呼应砂性土壤质地改良的核心需求,通过外源补充细颗粒物从根本上改善土壤物理结构和持水保肥性能。同时,将腐植酸含量和微生物活菌数列为核心技术指标,分别针对盐分胁迫缓解和生物活性恢复两大关键问题。这一指标体系的创新设置,使产品技术要求与施用场景之间建立了精准的匹配关系,显著提升了标准的针对性和工程适用性。

五、 标准主要内容的可行依据

5.1 标准主要内容概述

本标准共设 8 章和 1 个资料性附录,主要技术内容包括:范围、规范性引用文件、术语和定义、疏浚土原料、其他辅料、制备、质量与检验、包装、标志、贮存、运输,以及附录 A 土壤调理剂施用技术要求。

核心内容如下:

(1) 范围:规定了以内河航道疏浚土为基质的砂性滨海盐碱地土壤调理剂的疏浚土原料、其他辅料、制备、质量与检验、包装、标志、贮存、运输的技术要求。

(2) 规范性引用文件:列出了本标准规范性引用的国家标准、行业标准及团体标准。

(3) 术语和定义:界定了砂性滨海盐碱地、砂性滨海盐碱地土壤调理剂等术语。

(4) 疏浚土原料:规定了疏浚土原料的分类指标、调查与检测要求,包括 pH、水溶性盐总量及污染物限值等。

(5) 其他辅料:规定了腐熟有机肥、生物腐植酸、微生物菌剂等辅料的技术要求。

(6) 制备:规定了疏浚土预处理、调理剂复配的工艺要求及推荐配方。

(7) 质量与检验:规定了产品外观、质量指标、有毒有害物质限量及检验。

(8) 包装、标志、贮存、运输:规定了产品的包装、标识、储运图示、贮存和运输要求。

(9) 附录 A:给出了土壤调理剂施用技术要求(资料性附录),包括施用量、施用频次和施用方法。

5.2 文献调研、试验验证与工程依托

5.2.1 文献调研

编制组系统梳理了近年来国内关于航道疏浚底泥农业利用及盐碱地改良领域的研究成果。文献研究表明,适量添加疏浚底泥可显著提升土壤饱和含水率(增幅 4.2%~14.7%),土壤持水时间延长 1~8 天;掺配比例适当时作物生长指标及养分积累均显著提升,但掺量过高存在重金属累积风险和养分失衡问题。上述结论为本标准技术路线的确定和指标设置提供了理论参考。

5.2.2 试验验证

编制组对江苏省典型砂性滨海盐碱地区——东台市条子泥垦区进行了系统实地调查与土壤采样检测。该区域系国家盐碱地综合利用试点核心区，具有典型代表性，土壤砂粒占比 70%~90%，粉粒占比 8%~25%，粘粒占比 2%~5%，有机质含量仅 0.47%~2.38%，可溶性盐分含量 0.65~16.55 g/kg，盐渍化程度较重。同时，编制组对苏南运河苏州段航道疏浚工程产生的疏浚土进行了取样检测，结果表明其指标如下：细颗粒含量达 95.3%，有机质含量 21.52 g/kg，全氮 1.13 g/kg，全磷 1.76 g/kg，全钾 15.32 g/kg，pH 值 8.33，是砂性滨海盐碱地补充细颗粒的理想来源，为将航道疏浚土作为调理剂核心原料提供了直接证据。

在此基础上，本标准依托 2025 年江苏省交通运输科技项目（Y11）及江苏港航投资发展有限公司科技项目——苏南运河苏州段航道疏浚工程试验研究与示范应用项目 SNYH-SZ-YJ1 标段，以疏浚土基土壤调理剂为研究对象，以东台条子泥砂性滨海盐碱地为供试土壤，开展了盆栽试验和大田示范。盆栽试验设空白对照、常规改良剂对照及本调理剂 30、50、70 g/kg 处理。

1.试验设计：试验共设置 6 个处理组，分别为空白对照（CK）和 5 个不同处理（G1、G2、T1、T2、T3）。试验采用盆栽方式，花盆规格为 25 cm×25 cm，每盆栽土 4 kg，每个处理设 3 次重复，分别于播种前、分蘖盛期（播后 40~60 d）和成熟期（播后 180~190 d）进行破坏性取样。

表 1 试验设计分组

序号	处理编号	改良剂类型	施用量 (g/kg)	重复次数	盆栽数目
1	CK	空白对照	0%	3	3
2	G1	常规改良剂 1（凹凸棒土+腐熟有机肥）	2.5;27.5	3	3
3	G2	常规改良剂 2（腐熟有机肥）	27.5	3	3
4	T1	滨海盐碱地土壤调理剂	30	3	3
5	T2	滨海盐碱地土壤调理剂	50	3	3
6	T3	滨海盐碱地土壤调理剂	70	3	3
7	合计	/	/	18	18

2.种植与管理：每盆播种扬麦 39 号 33 粒，基肥施用复合肥（15-15-15）6 g/盆，拔节期和孕穗期分别追施尿素 0.6 g/盆。

3.主要测定指标：阳离子交换量（CEC）、有机质（OM）、颗粒组成、水稳性大团聚体、硝态氮淋失值，以及作物地下生物量、地上生物量、产量。

4.试验结果：

（1）土壤调理剂对砂性滨海盐碱地阳离子交换量的影响

阳离子交换量是表征土壤保肥能力的核心指标。试验结果表明，添加疏浚土细颗粒和有机物料可显著提升砂性盐碱土的 CEC，且不同处理间差异显著，各处理组 CEC 整体呈现“播种前较高—分蘖期回落—成熟期回升”的变化趋势。

播种前，G1（7.85）和 G2（6.55）的 CEC 较 CK（3.65）分别提高 115%和 79%。这与二者较高的疏浚土细颗粒含量（55%、65%）及有机物料添加量（G1 合计 42%，G2 合计 32%）直接相关。T3（4.52）的 CEC 也显著高于 CK，增幅达 23.8%；T1（3.82）和 T2（3.88）的 CEC 同样显著高于 CK，但增幅相对较小。

分蘖期，各处理组 CEC 普遍回落。G1（4.53）G2（4.73）T2（4.53）T3（4.80）的 CEC 均显著高于 CK（3.80），增幅分别为 19.2%、24.5%、19.2%、26.3%；而 T1（3.50）与 CK 无显著差异。

成熟期，各处理间 CEC 无显著差异，G1（5.00）G2（5.00）T3（5.32）的 CEC 均高于 CK（4.07），T1（4.12）与 CK 接近。

综上，高有机物料添加量的 G1 和 G2 处理在播种前对 CEC 的提升效果最为显著；T3 处理（70 g/kg）在分蘖期对 CEC 的提升效果最优。这可能是因为较高的疏浚土细颗粒投入量直接提升了土壤中黏土矿物的绝对含量，进而增加了无机胶体的负电荷总量，最终表现为 CEC 的显著上升。低施用量（T1，30 g/kg）因细颗粒绝对量不足，在分蘖期未能对 CEC 产生显著影响。

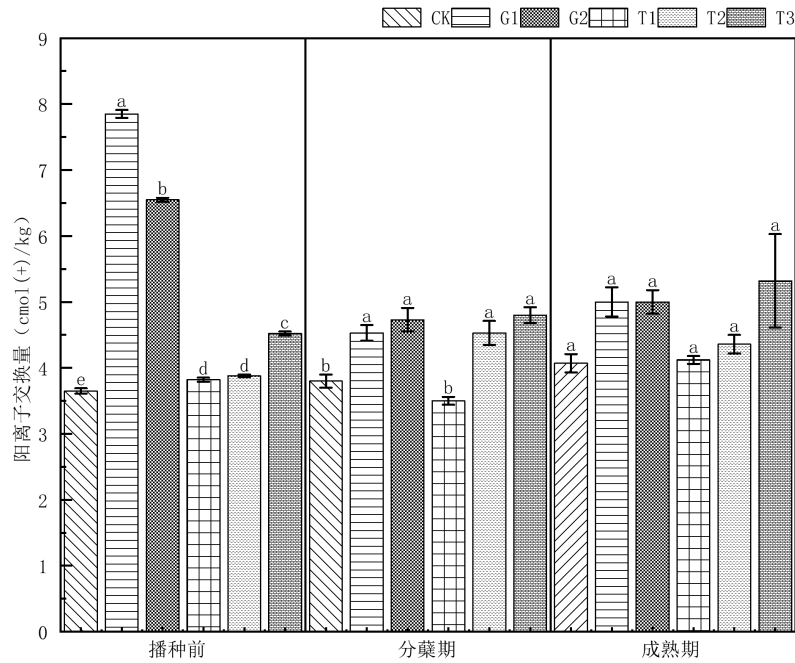


图 1 土壤调理剂对砂性滨海盐碱地阳离子交换量的影响

(2) 土壤调理剂对砂性滨海盐碱地有机质的影响

土壤有机质是衡量土壤肥力的基础指标。试验结果表明（表 3）：疏浚土本身有机质含量较高（21.52 g/kg），但各处理组有机质含量均随生育进程呈下降趋势，反映出疏浚土中的有机碳组分以易分解形态为主，矿化速率较快。

播种前，G1（22.12g/kg）和 G2（24.08g/kg）的有机质含量远高于 CK（4.87g/kg），分别提高 354% 和 394%，这一不同处理间的有机质含量差异规律，和已有区域盐碱地土壤肥力研究得到的未改良盐碱地土壤肥力普遍偏低、有机质仅约 22.12g/kg 处于三级肥力水平的结论相呼应，本次试验的有机质提升结果也进一步验证了外源物料改良盐碱地的培肥效果，这与疏浚土自身有机质含量（21.52 g/kg）及腐熟有机肥的添加直接相关。

至分蘖期，G1（10.57）和 G2（11.10）较播种前大幅下降（降幅约 52%~54%），说明疏浚土中的易分解有机质在生育前期被快速矿化。T1（30g/kg, 8.60）在数值上高于 CK（6.57），差异未达显著水平（ $p > 0.05$ ）。T2（50g/kg, 5.50）和 T3（70g/kg, 5.23）与 CK 无显著差异。

至成熟期，各处理间无显著差异（ $p > 0.05$ ）。G1（8.46）虽在数值上高于 CK（5.79），但差异未达显著水平；T1（4.84）甚至略低于 CK。

综上，疏浚土壤调理剂对土壤有机质的提升以施用初期的快速输入为主，长期持效性有限。各处理在成熟期均回落至与 CK 无显著差异的水平。

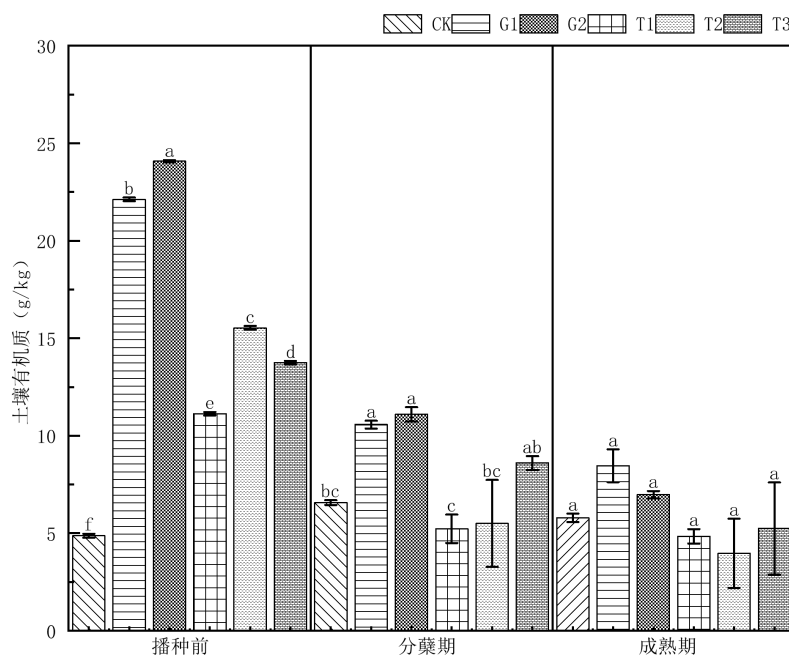


图 2 土壤调理剂对砂性滨海盐碱地有机质的影响

(3) 土壤调理剂对砂性滨海盐碱土颗粒组成的影响

土壤颗粒组成与团聚体水稳定性是评价土壤结构优劣的两个关键指标,前者决定了土壤质地的物质基础,后者反映了土壤结构的抗蚀能力。供试土壤砂粒占比 70%~90%,细颗粒仅占 10%~30%,属于典型砂质土壤,保水保肥能力差是该供试土壤的主要障碍因子。试验结果表明,添加疏浚土细颗粒可在短期内提升砂性盐碱土的细颗粒含量。

从颗粒组成来看,疏浚土细颗粒作为物理基质直接补充了砂质土壤所缺乏的细颗粒组分。从土壤大团聚体占比来看,播种前 T2 (7.55%) 含量最高,较 CK (4.98%) 提高 51.6%。至分蘖期, T3 (11.40%) 和 G2 (10.78%) 显著高于 CK (8.64%)。至成熟期, T3 (11.05%) 仍显著高于 CK (8.02%), 增幅 37.8%; G2 (10.37%) 次之, 增幅 29.3%; T2 (9.36%) 也显著高于 CK (增幅 16.7%)。

综上所述, T3 (70g/kg) 表现最优, 成熟期水稳性大团聚体含量达 11.05%, 较 CK 提高 37.8%。

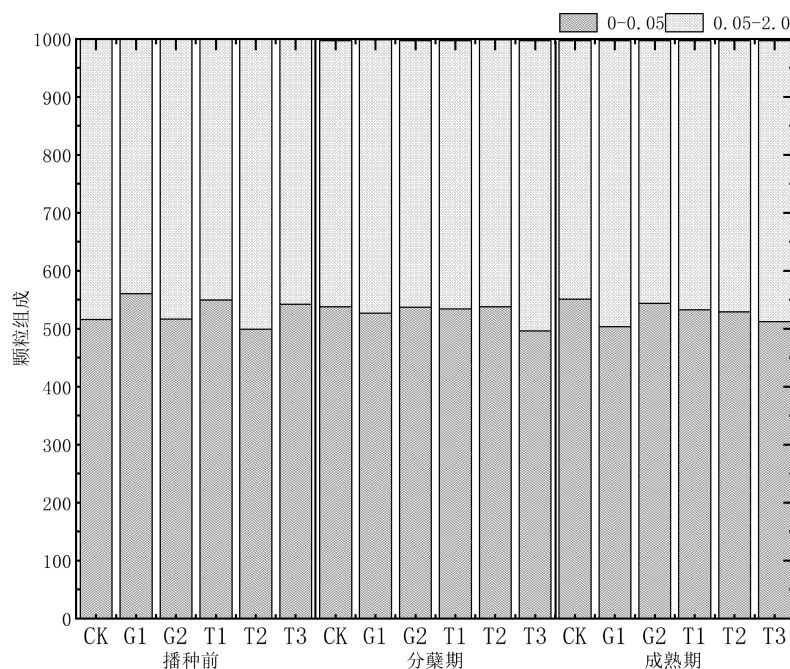


图 3 土壤调理剂对砂性滨海盐碱地颗粒组成的影响

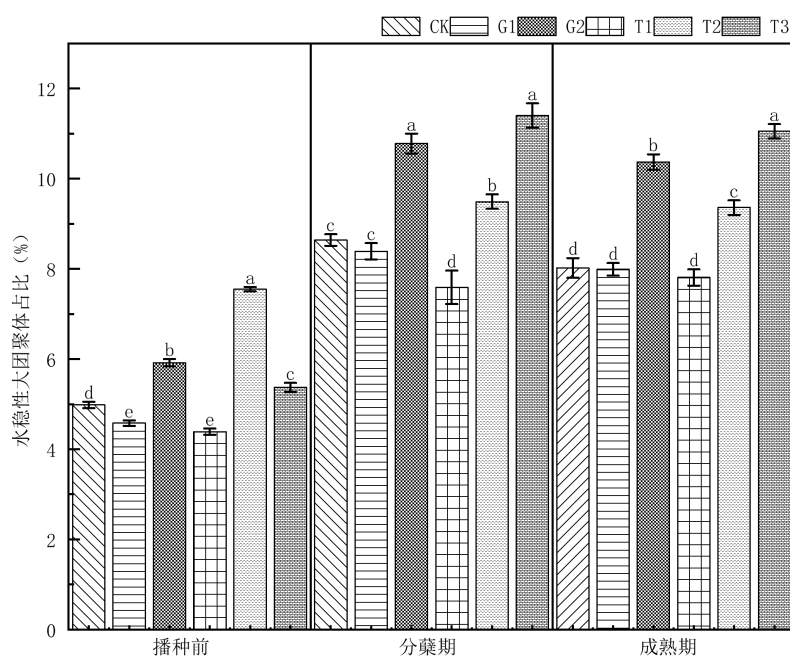


图 4 土壤调理剂对砂性滨海盐碱地水稳性团聚体占比的影响

(4) 土壤调理剂对砂性滨海盐碱土硝态氮淋失值的影响

硝态氮淋失是砂性土壤养分流失的主要途径之一。本试验通过测定淋出液中的硝态氮浓度，评估不同调理剂处理对土壤保氮能力的影响。淋失液中硝态氮浓度越高，表明土壤保肥能力越差，氮素淋失越严重。试验设置 4 组等量氮元素对照：CK1 对应 T1 (30g/kg)、CK2 对应 T2 (50g/kg)、CK3 对应 T3 (70g/kg)、CK4 对应 G1 和 G2，以排除氮素输入量差异对淋失的影响。

试验结果表明，各调理剂处理组的淋出液硝态氮浓度均低于其对应的等量氮素对照，说明调理剂的添加在一定程度上减少了土壤硝态氮的淋失。其中，T1

较 CK1 降低 56.9%(12.54→5.40 mg/L); T2 较 CK2 降低 64.9%(15.94→5.59 mg/L); T3 较 CK3 降低 65.9%(21.20→7.23 mg/L); G1 较 CK4 降低 29.3%(22.62→15.99 mg/L); G2 与 CK4 基本持平 (22.60 vs 22.62), 降幅仅 0.1%。

表 2 土壤调理剂对硝态氮淋失值的影响

处理组	淋出液硝态氮浓度 (mg/L)	等量氮对照	对照值 (mg/L)	降幅
T1(30g/kg)	5.40 ± 0.07 f	CK1	12.54 ± 0.29 d	-56.90%
T2(50g/kg)	5.59 ± 0.14 f	CK2	15.94 ± 0.68 c	-64.90%
T3(70g/kg)	7.23 ± 0.12 e	CK3	21.20 ± 0.25 b	-65.90%
G1	15.99 ± 0.21 c	CK4	22.62 ± 0.50 a	-29.30%
G2	22.60 ± 0.36 a	CK4	22.62 ± 0.50 a	-0.10%

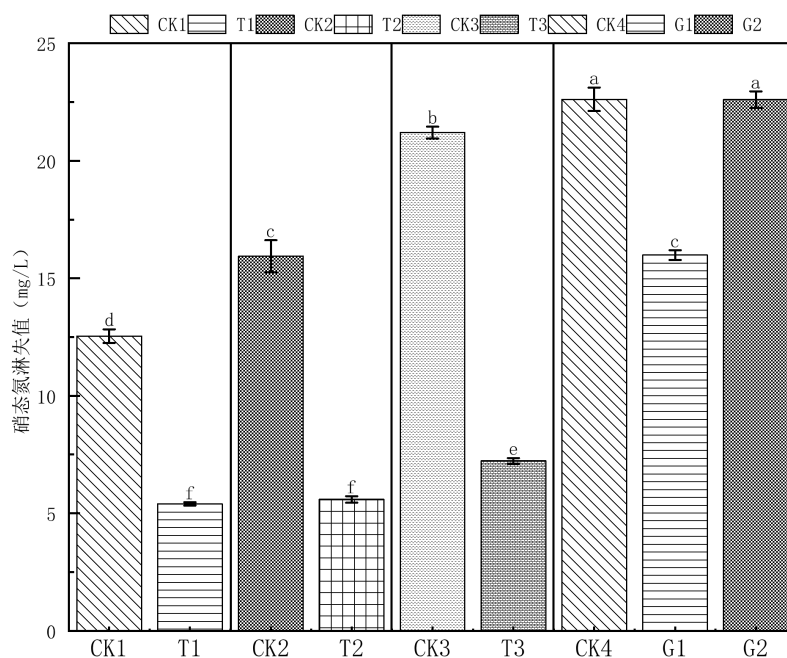


图 5 土壤调理剂对砂性滨海盐碱土土壤硝态氮淋失值的影响

(5) 土壤调理剂对砂性滨海盐碱土小麦产量的影响

作物产量是土壤改良效果的最终验证。试验结果表明, 各调理剂处理组在产量、地上生物量等指标上呈现促进趋势, 但因组内重复间变异较大(标准误差较大), 各处理间均未达到统计显著水平。

地下生物量: 各处理地下生物量表现为 G1 (20.87 g/盆) > T3 (18.04) T2 (14.24) T1 (10.54) CK (7.92) G2 (6.34)。G1、T3、T2 较 CK 分别提高 163%、128%和 80%, 差异未达显著水平。地下生物量的增加有利于作物对养分和水分的吸收利用, 为地上部生长奠定了物质基础。

地上生物量: 各处理地上生物量表现为 T2 (60.60 g/盆) T3 (57.62) G1 (44.92) T1 (39.68) G2 (15.44) CK (10.83)。T2、T3、G1、T1 较 CK 分别提高 459%、432%、315%和 266%。T2 和 T3 的地上生物量显著高于 CK 和 G2 ($p < 0.05$)。

籽粒产量: 产量表现为 T2 (37.62 g/盆) T3 (31.99) T1 (18.60) G1 (17.81) CK (9.64) G2 (9.04)。T2、T3 较 CK 分别提高 290%和 232%。籽粒数表现为 T2 (1257 粒/穗) T3 (1093) G1 (782) T1 (592) CK (288) G2 (258)。T2、T3 较 CK 分别提高 336%和 279%。所有处理产量和穗粒数的差异未达显著水平。

同一配方下 (T1、T2、T3), 地下生物量随施用量增加而持续增加

(10.54→14.24→18.04), 而地上生物量和籽粒产量则呈先增后降趋势, 以 50g/kg (T2) 为峰值。这表明施用量的增加对根系生长的促进具有持续性, 但过量施用 (70g/kg) 对地上部干物质向籽粒的分配可能产生一定的抑制作用。

表 3 土壤调理剂对砂性滨海盐碱地植物指标的影响

处理组	地下生物量 (g/盆)	地上生物量 (g/盆)	籽粒数 (粒/盆)	产量 (g/盆)
CK	7.92±4.44 a	10.83±4.56 b	288.33±158.84 a	9.64±5.43 a
G1	20.87±11.97 a	44.92±11.33 ab	782.33±235.74 a	17.81±5.97 a
G2	6.34±0.98 a	15.44±2.26 b	258.33±43.06 a	9.04±1.53 a
T1(30g/kg)	10.54±2.50 a	39.68±7.20 ab	591.67±146.36 a	18.60±3.69 a
T2(50g/kg)	14.24±6.54 a	60.60±14.97 a	1257.00±331.30 a	37.62±9.31 a
T3(70g/kg)	18.04±0.94 a	57.62±16.76 a	1093.00±362.07 a	31.99±10.61 a

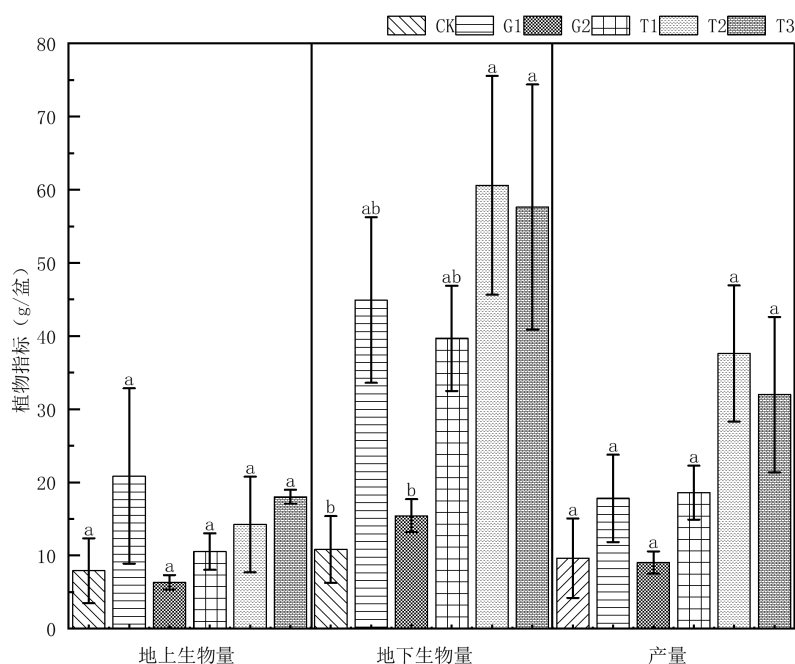


图 6 土壤调理剂对砂性滨海盐碱地植物指标的影响

(6) 综合结论

本试验系统研究了疏浚土细颗粒对砂性盐碱土的改良效果。结果表明, 疏浚土细颗粒的添加能够显著改善砂性盐碱土的理化性质, 且改良效果随施用量的增加而增强。

土壤 pH: T1 (30 g/kg) 和 T3 (70 g/kg) 在播种前、分蘖期和成熟期三个时期均显著降低土壤 pH, 降幅为 5.2%~8.6%。

阳离子交换量: 分蘖期 T3 对 CEC 的提升效果最优, 较对照 CK 提高 26.3%; T2 处理在分蘖期也可显著提升 CEC。

水稳性大团聚体: T2 在播种前效果最为突出, 较 CK 提高 51.6%; T3 在分蘖期和成熟期均显著提高, 增幅分别为 31.9%和 37.8%。

作物地下部生长: T2 地下生物量显著高于 CK (14.24 对 7.92 g/盆, 提高约 80%), G1、T3 较 CK 分别提高 163%和 128%, 表明疏浚土细颗粒施用有利于促进根系生长; 地上生物量 T2、T3 较 CK 的增幅 (459.6%、432%) 高于地下部, 差异达显著水平 ($p<0.05$)。

硝态氮淋失阻控: T1、T2、T3 较相应 CK 分别降低 56.9%、64.9%和 65.9%, 表明疏浚土细颗粒能有效吸附固持土壤中的硝态氮, 减少养分流失, 且随施用量增加, 阻控效果增强。

综上, 高施用量 T3 (70 g/kg) 在降低 pH、提升 CEC、增加水稳性大团聚体

及阻控硝态氮淋失方面表现最优，中剂量 T2（50 g/kg）在促进地下部生长、播种前改善土壤结构方面优势突出，且地上生物量与籽粒产量均以 T2 处理为最高。综合物理改土需求与产量响应，确定推荐施用量区间为 50~70 g/kg：以综合改土进度为目标取上限 70 g/kg，兼顾产量与经济性取 50 g/kg。大田示范按区间上限实施，增产 20.95%，佐证区间有效。

表 4 土壤调理剂效果

处理	CEC (成熟期, cmol/kg)	水稳性大团聚体 (成熟期, %)	硝态氮淋失 (mg/L)	产量 (g/盆)
CK	4.07	8.02	—	9.64
G1	5.00	7.99	15.99[-29.3%]	17.81
G2	5.00	10.37	22.60[-0.1%]	9.04
T1(30g/kg)	4.12	7.81	5.40[-56.9%]	18.60
T2(50g/kg)	4.36	9.36	5.59[-64.9%]	37.62
T3(70g/kg)	5.32	11.05	7.23[-65.9%]	31.99

5.东台条子泥 5 亩大田试验

基于盆栽试验确定的推荐施用量区间（50~70 g/kg，示范按 70 g/kg 实施），在东台条子泥片区选取 5 亩示范地进行大田试验。对照处理的小麦产量为 478.70 公斤/亩，而处理组小麦产量为 579.00 公斤/亩，较对照增产 20.95%。

上述试验结果充分证明以疏浚土细颗粒为主要基质、复配腐熟有机肥、腐植酸和微生物菌剂制备的土壤调理剂，能够改善砂性滨海盐碱地的土壤结构、降低盐碱胁迫、提升保肥能力并促进作物生长。本次大田试验为初步示范验证，结果验证了该产品在大田条件下的应用潜力。建议后续开展更系统的多重复、多点位田间试验。

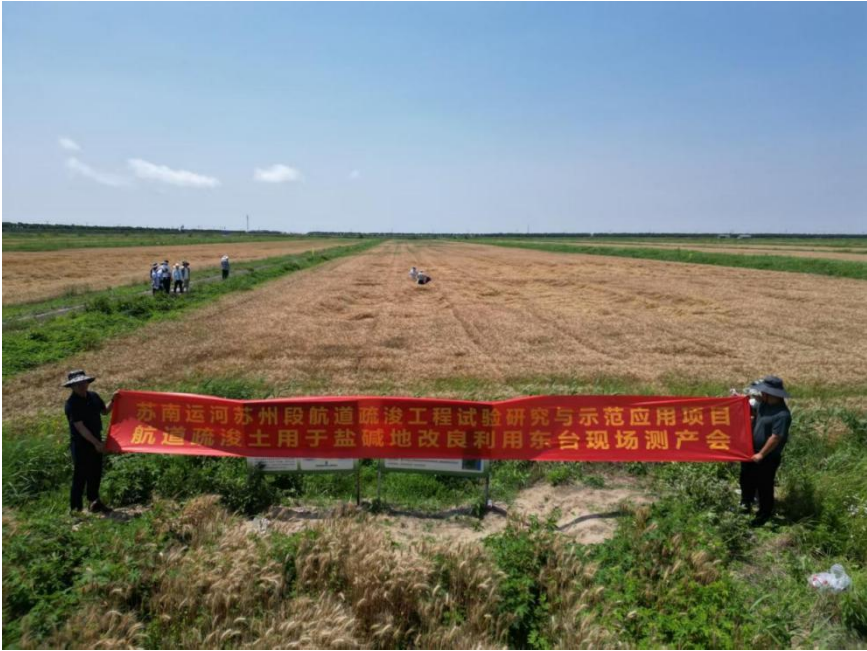


图 7 示范田块测产会

5.2.3 工程依托

本标准编制依托的资源来自三个方面。

（1）疏浚土原料依托苏南运河苏州段航道疏浚工程，该工程产生的疏浚土经检测符合原料指标要求。

（2）示范应用依托东台市条子泥垦区 2 区田块，在 5 亩示范地按推荐配方和施用量进行了大田验证。

(3) 科研课题依托 2025 年江苏省交通运输科技项目 (Y11) 《交通建设工程渣土绿色处理及利用技术》及江苏港航投资发展有限公司科技项目—苏南运河苏州段航道疏浚工程试验研究与示范应用项目 SNYH-SZ-YJ1 标段, 课题将疏浚土资源化利用及盐碱地改良产品研发列为核心研究内容, 为本标准编制提供了经费保障与技术支撑。

5.3 主要指标确定依据

本标准指标确定采用“引用现行标准、配方理论计算、试验验证支撑、安全余量修正”相结合的方法。各项指标确定依据如下:

(1) pH (4.5~8.5) :

下限 4.5 引用保定市肥料协会团体标准《土壤调理剂》(4.5~9.5) 的同类指标。上限 8.5 通过理论计算如下: 本产品原料 pH 范围: 疏浚土 6.5~8.5、腐熟有机肥 5.5~8.5 (NY/T 525)、生物腐植酸 4.0~7.0 (见本标准表 3)。按表 5 推荐配方范围 (疏浚土 60%~75%、有机肥 12%~23%、腐植酸 10%~16%、微生物菌剂 1%~3%)

氢离子浓度加权法 (混合体系 $[H^+] = \sum w_i \cdot 10^{(-pH_i)}$, 理论 $pH = -\lg[H^+]$): 理论 pH 区间为 4.77~7.89。

简单质量分数线性加权计算: 理论 pH 为 5.9~8.4。

考虑到线性加权低估了酸性组分的贡献、氢离子加权未考虑体系缓冲作用, 实际指标处于两种计算方法的综合区间, 定 pH 指标范围为 4.5-8.5。

(2) 总养分 ($\geq 1.5\%$) :

本产品总养分主要来源于疏浚土和腐熟有机肥。疏浚土全氮 1.13 g/kg、全磷 1.76 g/kg、全钾 15.32 g/kg, 合计约 1.82%; 腐熟有机肥总养分按 NY/T 525 要求 $\geq 4.0\%$ 。按推荐配方下限计算, $60\% \times 1.82\% + 12\% \times 4.0\% \approx 1.57\%$, 高于标准限值 1.5%, 上限可达 2.29%, 该限值设置留有充足余量。

(3) 水分、机械杂质、氯离子:

该项指标要求直接引用 NY/T 525 的相关规定。

(4) 有毒有害物质:

执行 GB 38400, 并参照 GB 15618 从严控制。

(5) 有机质 $\geq 10\%$:

按推荐配方计算, 成品有机质范围为 11.1%~18.0%, 最低值 11.1%, 高于标准限值 10%, 限值合理且有余量。

(6) 细颗粒 $\geq 50\%$:

按推荐配方, 疏浚土占 60%~75%, 其细颗粒含量 $\geq 80\%$, 仅疏浚土贡献的成品细颗粒为 48%~60%。有机肥、生物腐植酸、微生物菌剂经粉碎混配后同样含有细颗粒组分, 可进一步补充细颗粒含量。标准限值确定为 $\geq 50\%$ 合理且留有余量。

(7) 有效活菌数 ≥ 2 亿/g:

农用微生物菌剂有效活菌数 ≥ 200 亿/g, 按配方比例计算, 理论有效活菌数为 2 亿~6 亿/g, 取下限 2 亿/g 作为标准限值。

(8) 总腐植酸 $\geq 3\%$:

以腐植酸产品总腐植酸含量 $\geq 50\%$ 计, 按推荐配方计算, 产品中总腐植酸含量范围为 5.0%~8.0%, 最低值 5.0%, 高于标准限值 3%, 留有充分安全余量。

表 5 成品技术指标表

项目	要求	检测方法
pH	4.5-8.5	按照NY/T 1973规定方法测定
有机质的质量分数, %, ≥	10	按照NY/T 525规定方法测定
总养分 (N+P ₂ O ₅ +K ₂ O), %, ≥	1.5	按照NY/T 525规定方法测定
水分的质量分数, %, ≤	30	按照GB/T 8576规定方法测定
颗粒粒径要求 (0~0.075 mm), %, ≥	50	按照HJ 1068规定方法测定。
微生物有效活菌数, 亿/g (固体)	≥2	按T/TBD 005规定方法测定。
总腐植酸含量, %, ≥	3	按照HG/T 5931规定方法测定
机械杂质质量分数, %, ≤	0.5	按NY/T 525规定方法测定。
氯离子 (Cl ⁻) 的质量分数, %, ≤	1	按NY/T 525规定方法测定。

六、标准宣贯和推广应用的实施计划与措施

(一) 标准宣贯计划

1. 发布初期宣贯培训

组织标准起草组成员编写《标准实施指南》，对标准技术指标、检验方法、应用场景等进行通俗化解读，方便相关单位理解与应用。联合江苏省综合交通运输学会、江苏省农业科学院、江苏省交通运输厅港航事业发展中心等单位，在南京举办标准发布宣贯会，邀请疏浚工程单位、土壤调理剂生产企业、盐碱地改良项目单位、检测机构等相关单位参会，由主要起草人解读标准内容，发放标准文本和解读材料。针对本标准核心技术指标（细颗粒含量测定、微生物活菌计数、重金属检测等）举办专题技术培训，提升相关检测机构与生产企业的技术能力。

2. 实施中期试点观摩

依托江苏省盐碱地改良实践基础（东台条子泥垦区等），建立标准应用试点，验证标准的适用性和可操作性，形成示范案例。在试点区域召开现场观摩会，邀请相关单位实地考察标准产品的应用效果，交流实践经验，扩大标准影响力。在交通运输、农业行业相关学术会议和技术交流活动中进行专题研讨，推广本标准的技术理念和应用成果。

(二) 推广应用措施

1. 政策对接与协同

积极与江苏省交通运输厅、江苏省农业农村厅沟通对接，争取将本标准的应用纳入疏浚土综合利用、盐碱地综合利用等相关政策支持范围。推动本标准在江苏省干线航道疏浚工程、盐碱地改良重大工程中的采信应用，为工程提供标准化产品保障。指导企业按照本标准组织生产，配合农业农村部门做好土壤调理剂肥料登记工作，推动产品合法合规进入市场。

2. 市场推广与产业培育

结合本标准内容，编制指导手册，明确产品在不同类型盐碱地、不同作物上的施用方法、用量和注意事项，指导用户科学使用。依托江苏省综合交通运输学会平台优势，组织疏浚土产生单位（航道管理部门、港口企业）、调理剂生产企业和盐碱地改良需求单位（农业园区、土地整理单位）开展供需对接，促进产业链协同发展。

3. 多渠道宣传推广

通过学会官网、行业期刊、微信公众号等平台，发布标准解读文章、应用案例和技术成果，扩大标准的社会知晓度和行业影响力。

七、 编制过程中发生的重大分歧意见及处理情况

无

八、 其他需说明的事项，包括涉及专利的处理、修订（废止）现行有关标准的建议等

无。