

河湖淤泥资源化制品改良盐碱地
技术规程：固结土改良

Technical specification for improvement of saline-alkali land by resource utilization
of river and lake silt: Consolidated soil improvement

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

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 技术原理 2

5 河湖淤泥固结土质量要求 2

6 基础调查 2

 6.1 一般规定 2

 6.2 调查对象 3

 6.3 调查方法 3

 6.4 调查内容及标准 3

 6.5 盐碱化程度划分 3

7 改良措施 3

 7.1 一般规定 3

 7.2 改良前准备 3

 7.3 施用量的确定 4

 7.4 固结土-盐碱土掺混 4

 7.5 配套措施 4

 7.6 作物种植 5

8 跟踪监测 5

 8.1 一般规定 5

 8.2 评估内容 5

附 录 A （规范性） 检测项目及分析方法 7

参 考 文 献 9

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。

本文件由江苏省自然资源厅提出。

本文件由江苏省土壤修复标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：江苏省海洋地质调查院、江苏省生态地质调查大队、江苏省土地开发整理中心、江苏省地质局第一地质大队、中国科学院南京土壤研究所、南京农业大学、江苏华东地质环境工程有限公司、北京科技大学、江苏省耕地质量与农业环境保护站、江苏省中国科学院植物研究所、江苏农林职业技术学院、江苏省常州环境监测中心。

本文件主要起草人：刘 强、程 瑜、姜夏烨、罗 鸣、葛 云、夏瞩目、叶 茂、杨贵芳、胡 建、杨晋炜、陈澎军、孙明明、王道涵、姜海波、华建峰、汤 英、祁红娟、杜小娅、阮 娟

河湖淤泥资源化制品改良盐碱地技术规程：固结土改良

1 范围

本文件明确了河湖淤泥固结土的定义与质量要求，描述了盐碱未利用地的调查方法与工作流程，规定了河湖淤泥固结土改良盐碱未利用地的技术方法、跟踪监测及效果评估等内容。

本文件适用于砂质盐碱未利用地改良为后备农业用地，其他利用方式的盐碱地也可参照使用，改良地块应具备基本灌排条件。

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 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
GB 4284 农用污泥污染物控制标准
GB 42828 盐碱地改良通用技术
GB/T 14550 土壤中六六六和滴滴涕测定的气相色谱法
GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法
GB/T 44343 土壤质量 土壤中 22 种元素的测定 酸溶-电感耦合等离子体质谱法
HJ 166 土壤环境监测技术规范
HJ 491 土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法
HJ 680 土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解 / 原子荧光法
NY/T 889 土壤速效钾和缓效钾含量的测定
NY/T 1119 耕地质量监测技术规程
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 1121.4 土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定
NY/T 1121.6 土壤检测 第 6 部分：有机质的测定
NY/T 1121.7 土壤检测 第 7 部分：土壤有效磷的测定
NY/T 1121.16 土壤检测 第 16 部分：土壤水溶性盐总量的测定
NY/T 1121.19 土壤检测 第 19 部分：土壤水稳性大团聚体组成的测定
NY/T 1121.24 土壤检测 第 24 部分：土壤全氮的测定
DB32/T 4313 滨海盐碱地生态化整治技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

河湖淤泥固结土 river and lake silt

将河流、湖泊等自然水体底部沉积形成的未固结细粒 / 极细粒土状淤积物，利用一定的脱水措施处理后，形成的结构紧密，含水率小于 60 % 的类似土体。

3.2

盐碱未利用地 saline-alkali unutilized land

土壤全盐量（以干土计）高于 1 ‰，且按现行土地利用现状分类归为未利用地的盐碱地。

3.3

砂质盐碱未利用地 sandy saline-alkali unutilized land

土壤中粒径 0.02~2 mm 的砂粒含量高于 55 % 的盐碱未利用地。

4 技术原理

将河湖淤泥固结土与原位盐碱土混合，并配施适量改良剂，降低表层土壤盐分浓度；同时引入黏粒、有机质和养分，改善土壤质地与团粒结构，提高保水保肥能力，阻断毛细孔隙连续性，抑制可溶性盐分向表层积聚。

5 河湖淤泥固结土质量要求

用于砂质盐碱未利用地改良的河湖淤泥固结土质量应满足如下要求：

- 1) 固结土砂粒含量应小于 45 %，全盐量应小于 3 ‰且应小于待改良地块全盐量的本底值，pH 值应小于 8.5；
- 2) 固结土含水率以低于 40 %为宜；有机质含量应大于 10 g/kg，以 15 g/kg 及以上为宜；
- 3) 优先采用自然干化、物理压榨等无需添加絮凝剂的固化处理方法。宜采用可生物降解的环境友好型絮凝剂（纤维素 / 木质素基絮凝剂、微生物絮凝剂（MBF）），少用聚合氯化铝（PAC）作为絮凝剂；
- 4) 固结土中镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量和苯并[a]芘含量应符合 GB 15618 农用地土壤污染风险管控筛选值，其中镉、汞、砷、铅、铬等 5 种应符合最严格标准（表 1 所示）；其他污染物有要求时需满足相关要求（需满足相关法律法规含量的限值要求）；
- 5) 应每月进行一次抽样检测，参考 GB 4284 具体规定。

表 1 固结土中镉、汞、砷、铅、铬等 5 种重金属限值表

污染物	镉	汞	砷	铅	铬
限值(mg/kg)	0.3	0.5	20	70	150
注：固结土中镉、汞、砷、铅、铬等5种重金属限值参照GB15618。					

6 基础调查

6.1 一般规定

开展基础调查工作时，应根据改良区域范围及改良目标要求，系统收集改良区及周边区域的水文资料、气象资料与以往土壤环境调查资料，包括区域水系分布、灌排条件、历年降水量与蒸发量数据、区域地下水埋深与矿化度情况，以及已有土壤类型、理化性质、盐碱化程度等调查成果。在此基础上，按照均匀布点、代表性覆盖的原则开展野外实地调查采样。

6.2 调查对象

盐碱未利用地土壤调查对象为盐碱地表层土壤（0 cm ~20 cm）和深部土壤（20 cm ~40 cm）。

6.3 调查方法

土样布点方法应考虑盐碱地土壤类型和植被覆盖度分布等情况，遵循代表性和均匀性原则，原则上单个地块样品数量不少于 3 件，具本布点方法和布点数量应符合 HJ 166 的规定。土壤样品采集在参考 NY/T 1121.1 具体规定的同时，应在雨后连续晴天不少于 5d 的条件下开展。

6.4 调查内容及标准

6.4.1 调查内容

土壤物理性质：包括容重、土壤质地、水稳性团聚体含量等，检测方法参照附录 A。

土壤化学性质：包括全盐量、pH、有机质、全氮、有效磷和速效钾等，检测方法参照附录 A。

土壤环境调查：包括镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量、苯并[a]芘含量，检测方法参照附录 A。

6.4.2 调查标准

改良后作用农业用地使用的：镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量、苯并[a]芘含量应满足GB 15618 农用地土壤污染风险管控筛选值，全盐量应小于 3 %。

改良后作为其他用地的：根据相关标准确定本底调查各指标。

6.5 盐碱化程度划分

根据 0 cm ~ 20 cm 表层土壤全盐量，可将盐碱地划分为轻度、中度、重度和盐土，参照第三次全国土壤普查土壤盐渍土分类分级标准，盐碱未利用地分级标准如表 2 所示。

表 2 盐碱未利用地土壤盐分分级标准

分级	轻度	中度	重度	盐土
全盐量（g/kg）	≤1~2	≤2~4	≤4~6	≥6

7 改良措施

7.1 一般规定

河湖淤泥固结土可直接用于滨海未利用盐碱地改良，固结土与盐碱土配比应小于 75 %；也可与其他改良产品配施，配施产品应满足相关产品标准。

7.2 改良前准备

- 1) 应当结合本底调查结果，根据待改良地块的盐碱化程度、目标利用方式确定改良技术方案；
- 2) 落实地块作业范围边界，平整待改良作业区，疏通现有灌排沟渠，确保灌排体系畅通；
- 3) 物料中转场地准备，中转场地应选择地势平坦、交通便利、距离改良作业区较近且避开环境敏感区的位置，场地应采取必要的防渗措施。应按照固结土进场批次分区堆存，做好批次标识，不得混堆；

- 4) 对进场改良作业的河湖淤泥固结土,应当再次抽样检测其各项指标,确认质量符合本文件第 5 章规定的要求后方可进场;同时应当根据作业规模提前做好相应的施工机械,结合方案要求调试作业参数,确保满足后续摊铺、翻耕混合的施工要求。

7.3 施用量的确定

根据需改良盐碱地土壤容重、砂粒含量及固结土砂粒含量、含水量,结合改良后砂粒含量目标范围,计算固结土施用量;实际操作中应结合不同地区盐碱地实际情况调整。

固结土干湿重换算关系,通过公式(1)计算固结土干湿重换算关系:

$$W_g = \frac{W}{1+\omega} \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中:
 W_g ——固结土每平方米干土重 (kg/m²);
 ω ——固结土含水率;
 W ——固结土每平方米实际施用量 (kg/m²)。

根据固结土和盐碱地土壤中的砂粒含量,通过公式(2)计算固结土施用量:

$$W = (1 + \omega) \frac{RL(S_1-S)}{S-S_2} \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中:
 W ——固结土每平方米施用量 (kg/m²);
 ω ——固结土含水率;
 R ——盐碱土容重 (kg/m³);
 L ——地块改良深度 (m);
 S_1 ——盐碱土砂粒含量 (%);
 S_2 ——固结土砂粒含量 (%);
 S ——改良后砂粒含量 (推荐30%-50%)。

根据固结土施用量和改良的砂质盐碱地面积,通过公式(3)计算改良所需固结土总量:

$$W_{总} = \frac{MW}{1000} \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中:
 $W_{总}$ ——改良所需固结土总量 (t);
 M ——改良的盐碱地面积 (m²);
 W ——固结土每平方米施用量 (kg/m²)。

7.4 固结土-盐碱土掺混

施用固结土之前应对盐碱地进行平整,然后将固结土均匀平铺在表层。固结土铺设厚度以不超过 15 cm为宜。按照确定的地块改良深度开展旋耕混合作业时,固结土含水率应小于10%,旋耕混合作业应不少于 3 次,旋耕完成后实施土地精平作业,耕种区域坡度应均匀一致。

混合后土壤应确保固结土与盐碱土充分混匀,土壤混合完成后静置时间应不少于 10 d 。

7.5 配套措施

根据地块盐碱程度和地下水位布设排盐工程。重度及以上盐碱地宜建设明沟、竖井、暗管排盐系统，并配套灌水淋洗，使耕层盐分随水排出；条田整理时应保持适宜田面坡降，确保灌排畅通。地下水位较高的区域，应先降低地下水位，再实施改良。轻、中度盐碱地可依托地块原有灌排体系，结合常规灌溉实现自然排盐。

7.6 作物种植

掺混改土完成后，可根据目标利用方式选择耐盐作物进行种植。若改良目标为农业用地，可根据种植作物需肥规律和土壤养分状况配施肥料；如需配施化学改良剂、有机肥等其他改良物料，其施用方法和用量应参照相应产品使用说明及相关技术标准执行。

8 跟踪监测

8.1 一般规定

改良完成后，定期监测土壤环境状况和植物长势，作为农用地中耕地使用时，参照 NY/T 1119 规范要求进行测产。改良后 60 天开展首次监测，后续每年监测 1 次，连续 3 年。

8.2 评估内容

8.2.1 用作耕地用途

8.2.1.1 土壤环境监测

- 1) 采样时间应在改良完成后作物收获期，水旱轮作时每季作物收割后各采集 1 次样品；
- 2) 土样布点方法应符合 HJ 166 第 6 章的规定，土壤样品采集在参考 NY/T 1121.1 具体规定的同时，应在雨后连续晴天不少于 5d 的条件下开展；
- 3) 土壤理化监测指标：容重、土壤质地、水稳性团聚体、全盐量、pH、有机质、全氮、有效磷和速效钾等，全盐量应小于 3‰；
- 4) 土壤环境安全监测指标：改良后镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、六六六总量、滴滴涕总量、苯并[a]芘含量应满足 GB 15618 农用地土壤污染风险管控筛选值，判定改良后土壤是否存在环境风险。

8.2.1.2 农产品环境质量监测

作物成熟后，在采集土壤样品的点位同步采集农产品可食用部位样品，农产品中污染物环境限量应满足GB 2762的规定。

8.2.1.3 作物出苗率监测

在作物出苗后及时进行出苗率监测，监测点与土壤采样点位置一致。每个监测点由5个样方组成，每个样方为1m×1m，每个样方内的作物株数，5个点作物株数的平均值即为该点的作物株数。作物出苗率计算公式为：

$$F = \frac{V_t}{V_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：
F——监测地块或区域的作物出苗率，单位为 %；
V_t——监测地块或区域的作物出苗株数，单位为株 / m²；

V_0 ——监测地块或区域的作物播种量，单位为粒 / m^2 。

8.2.1.4 作物产量监测

- 1) 粮食作物产量监测
作物产量监测应与土壤监测点、作物出苗监测的区域一致，产量采用实收测产法测定。
- 2) 作物相对经济产量
作物相对经济产量计算公式如下：

$$Y = \frac{Y_t}{Y_0} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 Y ——监测区域的作物相对经济产量，单位为 %；
 Y_t ——监测区域的作物实际产量，单位为 $kg / 667 m^2$ ；
 Y_0 ——监测区域所在行政村同等栽培管理的非盐碱地作物产量，单位为 $kg / 667 m^2$ 。

8.2.1.5 效果评估

- 生产性能评价：改良后农业用途地块作物出苗率、作物相对经济产量，评价土地生产能力提升效果。
- 可持续性评价：依据连续 3 年监测数据，评估土壤返盐风险、土壤理化性状维持情况，判断改良效果的可持续性。

8.2.2 用作园林草用途

- 1) 土壤环境监测
参照本文件 8.2.1.1 耕地用途土壤环境监测的技术要求执行，监测指标应满足对应土地利用类型的土壤环境质量标准要求。
- 2) 园林草成活率
定期开展苗木成活率监测，监测内容包括植株高度、覆盖度、生物量等指标，改良 3 年后，成活率应不低于 80 %。

附 录 A
(规范性)
检测项目及分析方法

固结土、盐碱土检测项目及分析方法见表 A.1。

表 A.1

序号	检测项目	分析方法	标准标号
1	pH	土壤 pH值的测定 电位法	HJ 962
2	全盐量 / (g/kg)	烘干残渣质量法	NY/T 1121.16
3	容重 / (g/cm ³)	环刀法	NY/T 1121.4
4	土壤质地 (砂粒含量 %)	激光衍射法	GB/T 19077
5	土壤质地 (黏粒含量 %)	激光衍射法	GB/T 19077
6	水稳性团聚体含量 (%)	湿筛法	NY/T 1121.19
7	有机质 / (g/kg)	重铬酸钾氧化 - 油浴加热法	NY/T 1121.6
8	全氮 / (mg/kg)	凯氏消煮 - 自动定氮仪法	NY/T 1121.24
9	有效磷 / (mg/kg)	碳酸氢钠浸提法	NY/T 1121.7
10	速效钾 / (mg/kg)	中性乙酸铵浸提 - 火焰光度计法	NY/T 889
11	镉 / (mg/kg)	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141
			HJ 680
12	汞 / (mg/kg)	原子荧光法	GB/T 22105.1
			HJ 680
13	砷 / (mg/kg)	原子荧光法	GB/T 22105.2
			HJ 680
14	铅 / (mg/kg)	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141
			HJ 491
15	铬 / (mg/kg)	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 44343
			HJ 491
16	铜 / (mg/kg)	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 44343
			HJ 491
17	镍 / (mg/kg)	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 44343
			HJ 491
18	锌 / (mg/kg)	火焰原子吸收分光光度法	GB/T 44343
			HJ 491
19	六六六总量 / (mg/kg)	气相色谱法	GB/T 14550
			HJ 921
20	滴滴涕总量 / (mg/kg)	气相色谱法	GB/T 14550
			HJ 921
21	苯并[a]芘 / (mg/kg)	高效液相色谱法	HJ 784
		气相色谱-质谱法	HJ 805

序号	检测项目	分析方法	标准标号
22	固结土含水率	烘干法	GB/T 50123
			HJ 613

参 考 文 献

- [1] 《中华人民共和国生态环境法典》
 - [2] 《第三次全国土壤普查技术规程（修订版）》
 - [3] 《盐碱地专题调查实施方案》（国务院第三次全国土壤普查领导小组办公室，2023）
 - [4] 《拟开垦为耕地的复垦土地及未利用地土壤污染状况调查技术指南（试行）》（苏农建〔2023〕1号）
 - [5] 《江苏省补充耕地质量鉴定技术规程（试行）》
 - [6] 《江苏省补充耕地质量验收实施细则（试行）》
 - [7] 《盐碱地改良通用技术 第1部分：铁尾砂改良》（GB/T 42828.1-2023）
 - [8] 《食品安全国家标准 食品中污染物限量》（GB 2762-2017）
 - [9] 《耕地质量等级》（GB/T 33469-2016）
 - [10] 《土壤地球化学测量规程》（DZ/T 0145-2017）
 - [11] 《盐渍土改良效果评估技术规程》(DB 65/T 4955)
-