

滨海盐碱地生态化整治技术规程

Technical regulation for ecological rehabilitation of coastal
saline-alkali land

2022 – 07 – 19 发布

2022 – 08 – 19 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 总体原则 2

 4.1 生态安全 2

 4.2 耕地优先 2

 4.3 因地制宜 2

5 工作流程 2

6 准备工作 3

 6.1 材料准备 3

 6.2 人员准备 3

7 土壤环境调查及评估 3

 7.1 资料收集 3

 7.2 自然环境调查 3

 7.3 土壤调查 3

 7.4 水文调查 4

 7.5 土壤综合评估 5

8 工程规划与设计 5

 8.1 一般规定 5

 8.2 工程布局与规划 6

 8.3 工程设计 6

9 土壤改良 7

 9.1 工程脱盐 7

 9.2 结构调理 8

 9.3 改性培肥 8

 9.4 作物种植 9

 9.5 农艺管理 10

10 监测及维护 10

 10.1 监测 10

 10.2 效果维护 10

附录 A （规范性） 滨海盐碱地生态化整治工作流程 12

附录 B （规范性） 样品采集及记录方法 13

附录 C （规范性） 土壤调查指标测试方法 17

附录 D （资料性） 地下水临界深度计算方法 19

附录 E （资料性） 土壤因子分级 20

附录 F （资料性） 盐碱地冲洗定额 22

参考文献 23

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。

本文件由江苏省自然资源厅提出并归口。

本文件起草单位：江苏省有色金属华东地质勘查局地球化学勘查与海洋地质调查研究院、南京大学、中国科学院南京土壤研究所、河海大学、南京工程学院、南通市自然资源和规划局、南通市自然资源和规划局通州湾示范区分局、如东县自然资源和规划局。

本文件主要起草人：程知言、胡建、葛云、杨晋炜、姜夏烨、杨轮凯、陈澎军、卢小慧、刘强、王钜、楼锦花、魏文杰、孙立才、解君艳、缪源卿、韩继军。

滨海盐碱地生态化整治技术规程

1 范围

本文件确立了滨海盐碱地生态化整治技术的工作流程，规定了滨海盐碱地生态化整治的总体原则以及工作内容。

本文件适用于滨海盐碱未利用地生态化整治及产能提升，海岸带退化盐碱土地整治也可参考本文件。

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 5084—2021 农田灌溉水质标准
 GB/T 18314 全球定位系统(GPS)测量规范
 GB/T 28407—2012 农用地质量分等技术规程
 GB 50026 工程测量标准
 GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
 DZ/T 0064 地下水水质分析方法
 HJ/T 91—2002 地表水和污水监测技术规范
 HJ/T 166—2004 土壤环境监测技术规范
 HJ 704 土壤 有效磷的测定 碳酸氢钠浸提-钼锑抗分光光度法
 HJ 717 土壤质量 全氮的测定 凯氏法
 HY/T 0320—2021 滨海土壤盐渍化监测与评价技术规程
 LY/T 1249 土壤碱化度的计算
 NY/T 525 有机肥料
 NY/T 889 土壤速效钾和缓效钾含量的测定
 NY/T 1004 秸秆粉碎还田机质量评价技术规范
 NY/T 1121 土壤检测
 NY/T 1377 土壤pH值的测定
 NY/T 2722 秸秆腐熟菌剂腐解效果评价技术规程
 TD/T 1043 暗管改良盐碱地技术规程
 DB 32/T 2939 沿海滩涂耐盐水稻生产技术规程
 DB 32/T 3637 土地综合整治工程建设规范
 DB 32/T 4215 耐盐绿肥轮作及高效利用技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

滨海盐碱地 coastal saline-alkali land

在河流搬运作用与海水顶托下沉积成壤，同时受海水与咸化地下水影响的滨海潮上带及以上土地。

3.2

土壤含盐量 soil salt content

土壤中可溶盐的总量，以每千克干土中含有可溶盐的克数表示，单位为 g/kg。

3.3

生态化整治 ecological rehabilitation

针对滨海盐碱土壤的不良物理性质、化学成分，采取一些生态友好型工程、生物及化学措施，以改善土壤性状、去除有害成分、提升土壤肥力和提高作物产量，使障碍土壤最终成为耕地的过程。

3.4

地下水临界深度 critical depth of groundwater

以防止土壤盐碱化为目标，不致引起土壤盐分聚集、危害作物正常生长的地下水位最小埋深。可用土壤最大毛管上升高度和耕作层厚度两者之和测算。

3.5

新增耕地 newly-increased cultivated land

通过土地整治工作对符合规划要求的边际土地进行改良提升，从而满足国家及地方补充耕地质量要求的土地。

3.6

盐碱地冲洗定额 leaching quota of saline-alkali land

通过灌水淋洗盐碱土中的盐分，使计划深度内的土壤含盐量降至作物正常生长允许限值所需的灌水量。

3.7

土壤肥力 soil fertility

土壤为植物生长提供和协调养分、水分、空气和热量等环境条件的能力。

4 总体原则

4.1 生态安全

滨海盐碱地生态化整治工作应有效促进耕地数量、质量、生态“三位一体”发展，确保人与自然免受不利因素危害，并不断改善生态系统的脆弱性，促进区域生态功能提升。

4.2 耕地优先

制定合理的土地整治方案，增加有效耕地面积，提高土地质量和利用效率，改善区域生产、生活条件和生态环境。

4.3 因地制宜

整治工作应符合规划要求，并结合工作区地形地貌、自然条件、现有农田水利设施和预期投入统筹设计，确定适宜的整治模式、改良措施与进度安排，提升整治效率。

5 工作流程

滨海盐碱地生态化整治分为准备工作、土壤环境调查及评估、工程规划与设计、土壤改良、监测及维护五个部分，具体工作流程见附录A。

6 准备工作

6.1 材料准备

6.1.1 图件准备

收集工作区地理位置图（含拐点坐标）、土地利用现状图、国土空间规划图和地形图（比例尺不应小于1:5000，坐标系统为2000国家大地坐标系）作为底图图件，收集工作区水系图和遥感影像图等作为参考资料。

6.1.2 工具准备

调查工具包括采样工具、测绘工具、测试工具等。

6.1.3 表格准备

表格应包括土壤、地下水采样记录表等。

6.2 人员准备

工作人员除具有土壤学专业知识外，还应具有作物学、地球化学、第四纪地质学和水文地质学等多学科知识储备，并进行相应培训。

7 土壤环境调查及评估

7.1 资料收集

资料收集包括以下几个方面：

——收集工作区及周边水文资料，包括地表水流量、流向和水位等；潜水埋深、流速、流向、水位、水质、补给和排泄通道及受潮汐影响情况；主要隔水层埋深、厚度等水文地质特征。

——收集工作区历年气象资料，包括降水量、蒸发量、气温、风速、气压等要素数据。

——收集工作区以往土壤调查、水文调查相关资料及成果。

7.2 自然环境调查

7.2.1 地形地貌调查

采用全球定位仪（GPS）、全站仪等测量设备获取工作区高程、四至、形状、面积等要素信息，工程测量应符合GB 50026 具体要求，绘制工作区数字化高程模型。

7.2.2 植被调查

调查工作区周边 5 km范围内主要农作物种类、布局、面积、产量、耕作制度及灌溉制度等信息；通过实地植被样方调查获取工作区的主要植被类型、数量及分布。

7.2.3 基础设施调查

调查工作区现有沟渠、水工建筑物等基本水利设施的规模，明确工程布局形式及使用状况等；测量现有渠、沟的深度、坡比、底宽、口宽以及承泄区水位等参数。

7.3 土壤调查

7.3.1 调查对象

土壤调查对象包括表层土壤（0 cm ~ 30 cm）和土壤剖面（0 cm ~ 200 cm）。

7.3.2 样点布置

7.3.2.1 布点原则

布点应遵循代表性和均匀性原则。

7.3.2.2 布点方法

表层土样布点方法应在考虑工作区土壤类型和植被覆盖度分布的基础上,可使用随机布点法或网格布点法。土壤剖面调查布点应根据实际工作区土壤类型具体情况而定,应涵盖每一种土壤类型。

7.3.2.3 布点数量

采用网格布点法时,一般 $1\text{ hm}^2\sim 4\text{ hm}^2$ 布设1个点位,可根据土壤空间变化情况、微地形起伏变化、土壤盐渍化变化、土壤质地、地下水变化等实际情况进行调整,在类型变化较大的地区应加密调查。采用随机布点法时,可根据土壤盐渍化差异将区域分成几个单元,每个单元随机布点,一般要求每个单元至少布设3个点位。具体布点方法及数量应符合 HJ/T 166—2004 第5章的规定。

土壤剖面调查中,每种土壤类型至少布设一个剖面观测点。

7.3.3 样品采集

土壤样品采集及记录方法见附录 B。

7.3.4 调查内容与指标

7.3.4.1 土壤物理性质

土壤物理性质调查主要包括容重、含水率、孔隙度、田间持水量、渗透系数、机械组成及水稳性团聚体含量等,各指标具体检测方法见附录 C。

7.3.4.2 土壤化学性质

土壤化学性质调查内容主要包括水溶性盐离子(K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-)含量及总量、盐渍化类型、碱化度(ESP)、阳离子交换量、酸碱度(pH)、有机质、全氮、有效磷和速效钾等,各指标具体检测方法见附录 C。

7.3.4.3 土壤剖面性状

土壤剖面性状调查主要包括土体构型(土壤层次数量、排列、厚度)、不透水层深度和厚度等,调查方法见附录 B。

7.4 水文调查

7.4.1 调查对象

水文调查对象包括为地表水和浅层地下水。

7.4.2 样点布置

地表水调查针对工作区内部及周边500 m范围内的地表水系进行调查，样点布置方法应符合HJ/T 91—2002 中4.1.4具体规定；浅层地下水调查样点布置方法同7.3.2，尽量选择井径大、水位高的水井或建设水文观测井。

7.4.3 样品采集

土壤样品采集及记录方法见附录 B。

7.4.4 调查内容与指标

7.4.4.1 一般规定

地表水调查包括工作区周边主要地表水系（河流、灌溉渠道）的性质、流向和流量。地下水调查包括地下水埋深、地下水性质和地下水临界深度。

7.4.4.2 地表水性质

对地表水水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、BOD₅、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物和粪大肠菌群进行检测，检测方法应符合 HJ/T 91-2002 具体要求。

7.4.4.3 地下水埋深

- 有民井地区可直接进行地下水位埋深测量，其它地区可建设水文观测井进行测量。具体测量方法：
- 潜水出露后需静置 1 t 以上待其稳定；
 - 采用卷尺、测绳及电测水位仪进行测量时，应测量两次，测量间隔时间应介于 2 min~5 min 之间，取两次水位的平均值；
 - 当两次测量的水位误差超过 ± 0.02 m 时，应重新测量；
 - 采集水位时应记录观测井是否曾经抽水，以及是否受到附近抽水井影响。

7.4.4.4 地下水性质

对浅层地下水 pH 值、易溶盐离子（ K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- ）含量、矿化度以及给水度等参数进行检测，检测应符合DZ/T 0064的具体要求。

7.4.4.5 地下水临界深度

地下水临界深度可根据土壤质地、地下水矿化度、降雨、灌溉、蒸发和农业措施等因素综合试验确定，也可根据土壤毛管水上升高度进行估算，具体方法见附录 D。

7.5 土壤综合评估

根据调查获取的壤和地下水相关参数，依据分级指标对工作区土壤盐渍化现状进行评估，评估方法见附录 E。

8 工程规划与设计

8.1 一般规定

滨海盐碱地生态化整治工程规划应在区域作物种植制度、水利规划的基础上，根据工作区地形、地貌、气象、土壤、水文地质条件、水利设施现状等综合因素制定。

8.2 工程布局与规划

8.2.1 规划原则

滨海盐碱地生态化整治规划应遵循生态安全、因地制宜等原则，统筹规划以达到降低土壤含盐量、提升土壤质量，增强土壤宜耕性的目的。

滨海盐碱地经生态化整治后，表层土壤（0 cm~30 cm）水溶性盐总量应 $<3\text{ g/kg}$ ，土壤有机质含量应 $>6\text{ g/kg}$ ，土壤质地改善，土地质量符合《江苏省补充耕地质量评定技术规程（试行）》（苏农办农〔2014〕14号）的具体要求。

8.2.2 确定整治模式

根据淡水供给条件，确定滨海盐碱地生态整治模式：有充足淡水供给区，采用耐盐水稻-旱作轮作改良模式；无稳定淡水供给区，采用旱作改良模式。

根据土壤综合评估确定的土壤盐渍化程度，宜采用如下组合措施：

- 重度盐化土-盐土生态化整治可采用工程脱盐、结构调理、改性培肥、作物种植和农艺管理等措施；
- 中度盐化土生态化整治模式可适当减少工程脱盐手段，以结构调理、改性培肥、作物种植及农艺管理等为主；
- 轻度盐化土生态化整治模式以改性培肥、作物种植及农艺管理等为主。

8.2.3 工程布局

工程布局应与工作区内、外基础设施相协调，与土地权属调整相衔接，与促进水土保持和改善生态环境相结合，遵循节水、节地、省工的原则合理安排。

在进行工程规划和布局时，应根据农业生产、洗盐需求和旱、涝、渍、碱综合治理原则，因地制宜进行灌溉与排水工程规划，选定灌排方式和工程布局，充分调动地表淡水资源和利用大气降水进行土壤盐分淋洗。

8.3 工程设计

8.3.1 土地平整

工作区田块规模应根据地形条件、耕作方式、作物种类和种植习惯等因素确定，一般不宜低于 10 hm^2 ，以条田形式为主。条田宜南北向布置，长度一般在300 m~600 m之间，宽度一般在50 m左右。

田块应尽量实现田面平整，内部田面高差控制在 $\pm 5\text{ cm}$ 以内（水田在 $\pm 3\text{ cm}$ 以内）；旱作改良模式耕作层厚度应在20 cm~25 cm，水旱轮作模式耕作层厚度应在15 cm~20 cm。

8.3.2 灌溉洗盐工程

8.3.2.1 一般规定

旱作改良模式下，其灌溉设计保证率应满足75%~85%；水旱轮作改良模式下，其灌溉设计保证率应满足85%~90%。

灌溉水源水质应符合 GB 5084—2021 中4.1.1规定的具体要求，即水中全盐量 $\leq 2000\text{ mg/L}$ ，pH值 <8.5 。

8.3.2.2 总需水量分析

在进行总需水量分析时，需统筹考虑农业灌溉用水和盐碱地洗盐用水。可参考江苏省沿海各地市的农业灌溉用水定额和盐碱地冲洗定额（见附录F）进行总需水量计算。

8.3.2.3 输水方式

输水方式可采用明渠灌溉和管道灌溉，具体灌溉洗盐工程设计应符合GB 50288及DB 32/T 3637 具体要求。

8.3.3 排水降渍工程

8.3.3.1 一般规定

在滨海盐碱地生态化整治过程中，排水及控制浅层地下水位的方式主要有明沟、暗管等。

8.3.3.2 明沟

明沟是指从地表面向下开挖一定深度和一定长度的沟，以利排走地面水和地下水的排水方式。宜按照以下原则布置：

- 明沟排水系统与灌溉渠道的布置应合理，宜排灌相间。
- 明沟按大小、深浅一般可分为干、支、斗、农四个级别；工作区宜布置2级~3级固定排水明沟，各级排水明沟宜相互垂直布置，排水线路宜短而直。
- 排水明沟应尽量自排。受承泄区或下一级排水沟水位顶托时，应设涵闸抢排或设泵站抽排；不能自排应充分利用地形和承泄区水位变化，采用分片排水，高水高排、低水低排，自排和抽排相结合的方式。
- 排水沟深度、间距和断面设计应符合GB 50288中的具体规定。

8.3.3.3 暗管

暗管排水是指将排水管埋设在地下一定深度、不影响地表机耕、最大限度节约土地的一种排水方式。在明沟开挖维护困难，用地紧张地区，宜优先采用。

暗管改良工程设计前，应根据前期土壤调查和现场勘察的结果进行规划，从而确定田间排水管的间距、长度与埋深。暗管改良工程设计可参考TD/T 1043 具体要求制定。

9 土壤改良

9.1 工程脱盐

9.1.1 一般规定

根据工程规划设计所确定的排灌工程模式，降低并控制浅层地下水位，适时洗田，促进土壤含盐量降低。

9.1.2 降低浅层地下水位

通过明沟、暗管等工程措施配合，将工作区浅层地下水位尽可能控制在地下水临界深度以下，尤其是蒸发强、降雨少的春秋季节。雨季及时抽排田块及沟道积水，预防浅层地下水位抬升。

9.1.3 洗田

9.1.3.1 洗田条件

洗田应具备充沛的淡水资源和畅通的排水系统。无稳定淡水供给区域，可利用雨季丰沛降雨进行淋洗。

9.1.3.2 洗田时机选取

洗田时机宜选择水源充沛、地下水位低的时期；一般在春、秋季作物播种前进行洗田，降低土壤盐分。水量丰沛的地区，可根据土壤含盐量变化和作物长势情况，及时进行保苗洗田。

9.1.3.3 水量计算与分配

根据土壤初始含盐量、种植作物的耐盐程度、土壤含水量等差异，参照前苏联列国斯塔也夫经验公式计算出冲洗水量定额，详见附录 F。洗田宜分批多次冲洗，水量分配可采用先大后小原则，提高洗田效果。

9.1.3.4 洗田方式

冲洗前平整土地，打牢田埂形成畦田，畦田不宜过大（ $0.2\text{ hm}^2 \sim 0.3\text{ hm}^2$ ）；冲洗时，可先进行旋耕，使土壤质地疏松，再进行灌水；灌水后适时泡田1 d ~ 2 d，使土壤中的盐分充分溶解；最后将洗盐盐水经由排水系统排出，如必要可使用强排。

9.2 结构调理

9.2.1 一般规定

良好的土壤结构是植物生长的必要条件，能够促进土壤盐分淋洗，阻断土壤因毛细水蒸发、植物蒸腾等造成的返盐。

9.2.2 农艺措施

土壤结构调理的农艺措施可包括：

- 深耕不少于 20 cm，土体破裂松散，并且适时采取中耕、耙、镇压等耕作措施；
- 实行合理的轮作倒茬，如绿肥轮作、水旱轮作等；
- 秸秆就地粉碎还田，秸秆还田深度 20 cm ~ 30 cm；
- 施用有机肥，肥料选取及用量满足 9.4.2.4 的要求。

9.2.3 施用土壤结构改良剂

9.2.3.1 改良剂选取原则

土壤结构改良剂选取应体现对土壤、植物的环境友好性，符合农田使用相关要求，性质稳定。如天然多孔矿物（膨润土、沸石等）、果胶、天然聚合物（如纤维素、半纤维素、木质素、胡敏酸、多糖类）等材料，辅以有机肥改善和调节土壤结构。

9.2.3.2 施用方法

土壤结构改良剂一般可在洗盐或播种前10 d施入表层 0 cm ~ 20 cm 土壤，视不同需求进行浇水，旋耕后即可播种。

9.3 改性培肥

9.3.1 酸碱度调节

滨海盐碱地土壤pH 值生态整治的目标为7.5 ~ 8.0。

对于土壤 pH 值在 8.0~8.5 的土壤，可通过完善地块灌排设施，淡水淋洗和土壤培肥等，使土壤 pH 值逐渐趋于整治目标。

对于土壤 pH 值大于 8.5 的土壤，可少量施用石膏、硫磺粉和木醋液等土壤改良剂进行调节，具体用量视土壤自身酸碱度而定。

9.3.2 培肥

9.3.2.1 一般规定

采取测土配方、监控施肥技术，科学施用有机肥、氮磷钾及生物菌肥相结合，土壤中各项养分含量指标应达到当地土壤养分丰缺指标体系的“中”值水平；防止单项养分元素在土壤中的超量富集，保持土壤中各种养分含量的相对平衡，减少养分浪费，实现资源最优配置；搭配耕作、绿肥种植和还田技术，协同提升土壤有机碳、氮含量，稳定土壤磷、钾供应能力。

9.3.2.2 合理耕作

土壤耕作以旋耕为主，及时耙耱。作物播种前旋地深度不少于 15 cm；收后、播前松耕深度不少于 20 cm；视情况采用少耕、免耕等保护性耕作，促进土壤有机质累积和提升。

9.3.2.3 施用肥料

肥料包括有机肥、无机肥和生物菌肥。

有机肥源可选择粪肥、厩肥、土杂肥、沼肥、饼肥以及商品有机肥等，选取时应符合 NY/T 525 的具体要求。施用时应根据作物与土壤实际情况，配合适量的氮、磷、钾无机化肥，相互调剂、平衡施肥，提高肥效。

在作物种植阶段，可添加含有相应促生微生物菌（内生真菌、菌根真菌和植物根际促生细菌）的复合肥料，促进植物营养吸收和发育，提高作物抗逆性能。

根据土壤养分情况，粪肥、厩肥、土杂肥、沼肥等一般每公顷用量为 15 t~75 t 左右，饼肥一般 1.5 t~7.5 t；商品有机肥及生物菌肥可按产品具体指导量施用。

9.3.2.4 绿肥作物种植

改良初期，可在春、夏季种植田菁，秋季种植黑麦草、大麦等绿肥作物用以增加土壤有机质含量、降低地表裸地蒸发、减少返盐，可参考 DB32/T 4215 中具体规定。

9.3.2.5 生物质材料还田

将地块原生的芦苇、大米草及前期种植的作物等生物质材料直接粉碎翻压还田，具体方式可参考 NY/T 1004 中的规定。如进一步提高滨海盐碱地改良效率，可采用秸秆腐熟还田技术，促进秸秆养分转化，详见 NY/T 2722 中具体规定。一般来说，生物质材料还田秸秆用量约为 $45 \text{ t/hm}^2 \sim 75 \text{ t/hm}^2$ 。

9.4 作物种植

9.4.1 水旱轮作

水旱轮作模式下，春末种植耐盐水稻。经结构改良、洗盐和培肥后，确保表层土壤（0 cm~5 cm）含盐量降低至 3 g/kg 左右，方可进行水稻秧苗移植。水稻种植期间的水肥管理、病虫害防治及收割可参考 DB 32/T 2939 具体规定。秋季水稻收获后，秸秆粉碎还田，种植秋绿肥作物耐盐大麦和燕麦，来年水稻种植前，将秋绿肥粉碎还田，进一步培肥地力。

9.4.2 旱作

旱作模式下，根据不同的改良阶段，选取相应耐受度的作物进行适应性种植，具体如下：

- a) 初始阶段（表层土壤含盐量 $>8\text{ g/kg}$ ）。可种植碱蓬、盐角草等盐生植物，搭配秸秆覆盖降低土壤盐分，提高土壤微生物菌含量。
- b) 改良阶段（表层土壤含盐量 $5\text{ g/kg}\sim 8\text{ g/kg}$ ）。可种植田菁、黑麦草、狗牙根等豆科、禾本科等耐盐先锋绿肥作物，当季种植结束后秸秆还田。
- c) 过渡阶段（表层土壤含盐量 $3\text{ g/kg}\sim 5\text{ g/kg}$ ）。可种植大麦、燕麦、蓖麻、高粱、油菜、大豆等作物耐盐品种，当季种植结束后秸秆还田。
- d) 维护阶段（表层土壤含盐量 $<3\text{ g/kg}$ ）。可种植小麦、玉米、棉花和大豆等经济作物，当季种植结束后秸秆还田。

9.5 农艺管理

9.5.1 控制盐源

滨海盐碱地生态化整治期间，应防止不符合灌溉洗盐水质要求的河水、养殖废水、海水进入田块，控制盐分进入。

9.5.2 地表覆盖

在生态化整治初期及土壤蒸发较强时期，可通过地表覆盖以降低蒸发抑制盐分表聚。覆盖材料宜选取芦苇、水稻、小麦秸秆等生物质材料，覆盖厚度为 $5\text{ cm}\sim 10\text{ cm}$ ，用量为 $30\text{ t/hm}^2\sim 45\text{ t/hm}^2$ 。

9.5.3 统筹安排

基础工程宜在雨季前完成，确保利用雨季丰沛降水进行泡田洗盐，提升整治效率。

作物播种前，可适当进行灌溉淋洗，为幼苗定根生长提供良好环境。在旱季和其他关键生长期可进行洗盐和秸秆覆盖，提高作物产量。

10 监测及维护

10.1 监测

10.1.1 自然条件监测

滨海盐碱地生态化整治过程中应对大气温度、湿度、降雨量、蒸发量及潜水水位等自然条件进行日常监测，结合土壤含盐量动态变化，分析工作区引发土壤返盐临界状态。

10.1.2 土壤监测

滨海盐碱地生态化整治过程中，应定期对土壤pH值、含盐量、有机质、N、P、K等养分指标进行监测，以监测改良效果，控制返盐。

耕作层土壤（ $0\text{ cm}\sim 30\text{ cm}$ ）pH值和含盐量可按照改良期（2次/月~1次/周）、过渡期（1次/月）和维护期（2次/年）频率进行取样监测，在春秋等蒸发较强季节，可适当增加监测频率。土壤有机质、N、P、K等养分指标的监测频率可按照作物种植季进行监测。

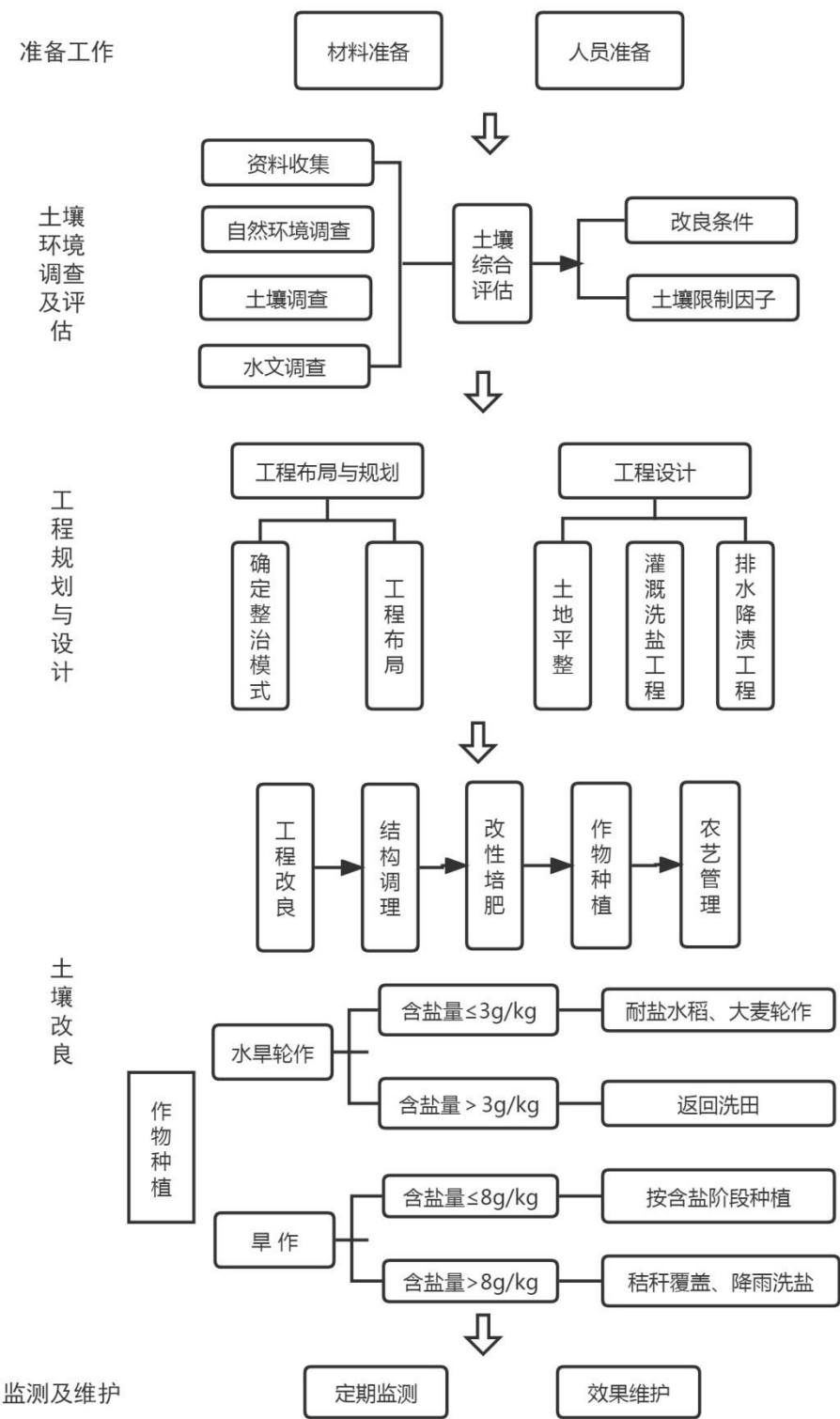
10.2 效果维护

每年在雨季来临前，确保完成排水沟道、强排站的维护工作；雨后及时抽排田面积水避免潜水位抬升导致返盐。

进入维护期（表层土壤含盐量 $<3\text{ g/kg}$ ）之后，仍需在每季种植结束后进行秸秆还田，培肥地力。

针对日常土壤监测发现的土壤含盐量抬升（表层土壤含盐量 $>5\text{ g/kg}$ ），应及时进行保苗洗田或秸秆覆盖。

附 录 A
(规范性)
滨海盐碱地生态化整治工作流程



图A.1 滨海盐碱地生态化整治工作流程

附 录 B
(规范性)
样品采集及记录方法

B.1 表层土壤样品采集方法

表层土壤样品采集时应遵循以下原则：

- 1) 采样时避开田埂、道路及垃圾堆等各类点状污染地，避开施肥期和农药喷洒期。
- 2) 采样时按照S型采样法，进行混合取样；取样时应去除表面枯枝落叶等杂物，垂直采集地表至20 cm 深土壤，保证上下均匀采集；应去除动、植物残留体、砾石、肥料团块等；土壤样品原始重量> 1000 g。
- 3) 样品采集过程应防止玷污；所有新、旧布袋使用前均需经过洗涤，保证样袋清洁、无污染；经过污染的样袋不能再次使用；样袋外均应套聚乙烯塑料袋隔开。
- 4) 采样点应正确标绘在比例尺不小于 1: 2000 的地形图上。使用GPS并结合地形图定点，采用航迹监控，误差应< 50 m，具体方法应符合 GB/T 18314 规范的要求。若表层土壤样由多个采集点采集，定点可标绘在中心采集点的位置。
- 5) 采样记录。在野外做好对样品性质、位置和所处环境的记录，统一使用标准的表层土壤采样记录卡（见表 B.1），并对采样地点进行标记和照片记录；记录卡应在采样现场用2H（3H）铅笔填写，内容应真实、正确、齐全，字迹工整，不应重抄或涂改，发现记录有误，可将原记录划去，在其右上方填上正确的信息。
- 6) 重复样。重复样采集点按样品总量的2%~ 3%布设。重复样应由检查人员在不同时间进行，应根据原采样点标记和GPS坐标点选择采样位置，按记录卡格式填写记录，采样重量>1000 g。

表层土壤采样记录卡见表B.1。

B.2 土壤剖面样品采集方法

土壤剖面样品采集方法有田间钻孔法和土壤剖面挖掘法两种，根据实地情况和实际需要选择使用，具体采样方法应符合 TD/T 1043.1 规定的要求。样品采集过程中，对剖面形态特征进行描述，并填写土壤剖面样品采样记录卡（见表B.2）。

B.3 水样品采集方法

地表水样品采集应选择在水位稳定时期进行采样。采样时尽量轻扰动水体。取样前先用待取水洗涤装样瓶和塞子 3次~5 次，然后尽量把取样瓶沉入水中30 cm 深处取样。

地下水样品采集应在地下水位平衡后采集水样。采集采用瞬时采样法，采样时尽量轻扰动水体。取样前先用待取水洗涤装样瓶和塞子 3次~5次，然后把取样瓶沉入水下30 cm 深处取样。

水样品采样记录卡见表B.3。

表B.1 表层土壤样品采样记录卡

项目名称:

采样日期

样号		点位	X:	Y:	H:
行政区划	市（县）镇村组				
采样深度		土壤质地		土样颜色	
盐渍程度	0 无 1 轻度 2 中等 3 严重	排灌条件	0 无 1 简易 2 一般 3 良好	既往改良	0 有 年限: 方法: 1 无
土壤成因			土地利用		
植被 种类描述					
备注					

采样:

记录:

审核:

表B.2 土壤剖面采样记录卡

项目名称:

调查日期:

采样:

记录:

审核:

剖面编号				剖面点位		X:		Y:		H:		
行政区划		市（县）镇村组										
土壤剖面环境条件												
地形	成土母质	海拔	自然植被	农业利用方式	灌溉条件	地下水位	侵蚀情况	地下水质				
剖面位置特征及其情况描述:												
剖面图		剖面形态特征									样号采集	
		发生层	深度	颜色	质地	结构	松紧度	干湿度	根系	新生体		侵入体

表B.3 水样品采样记录卡

样号		点位	X:	Y:	H:
行政区划	市（县）镇村组				
水样类型	☐ 水库水、湖水、塘水 ☐ 河水、渠水 ☐ 饮用井水 ☐ 农业或工业用井水 ☐ 泉水 ☐ 人工开挖取样孔水				
pH 值		电导率		水位埋深	
水色	0 无色 1 白色 2 黄色 3 棕色 4 褐色 5 绿色	水臭	0 无 1 臭 2 刺激 3 异味	浊度	1 透明 2 半透明 3 混浊
污染	0 无 1 可能 2 轻度 3 严重	水位	01 枯水位 02 平水位 03 丰水位	水功能	1 饮用水 2 灌溉水 3 水生养殖 4 其它
采样方案	加 HNO ₃ 样	加 HCl 样	加 NaOH 样	原水样	总计
备注					

附 录 C
(规范性)
土壤调查指标测试方法

C.1 土壤物理性质

土壤物理性质测定方法参考表C.1:

表 C.1 土壤物理性质指标测试方法

名称	建议测定方法	测定依据
容重、含水量及孔隙度	环刀法	《土壤理化性质实验指导书》
田间持水量	铁框法	TD/T1043.1
渗透系数（埋深>3 m）	注水法（反渗法）	TD/T1043.1
渗透系数（埋深<3 m）	钻孔回升法	TD/T1043.1
土壤机械组成	激光粒度仪法	TD/T1043.1
土壤水稳性团聚体含量	干筛法和湿筛法	《土壤理化性质实验指导书》

C.2 土壤化学性质

土壤化学性质测定方法建议参考表C.2:

表 C.2 土壤化学性质测试方法

名称	建议测定方法	测定依据
土壤水溶性盐分总量 （土壤含盐量）	烘干残渣质量法	NY/T1121
Cl ⁻	滴定法	NY/T1121
SO ₄ ²⁻	滴定法	NY/T1121
CO ₃ ²⁻ 、HCO ₃ ⁻	双指示剂中和法	TD/T1043.1
水溶性 Ca ²⁺ 、Mg ²⁺	EDTA 络合滴定法	TD/T1043.1
交换性 Ca ²⁺ 、Mg ²⁺	原子吸收分光光度法	NY/T1121
水溶性和交换性 Na ⁺ 、K ⁺	火焰光度法	TD/T1043.1
土壤阳离子交换量	醋酸铵交换法	TD/T1043.1
土壤碱化度（ESP）	利用交换性 Na 和阳离子交换量计算	LY/T 1249
土壤酸碱度（pH 值）	酸度计法	NY/T 1377
土壤有机质	重铬酸钾-硫酸溶液氧化法	NY/T 1121
土壤总氮	凯氏法	HJ 717
土壤有效磷	碳酸氢钠浸提-钼锑抗分光光度法	HJ 704
土壤速效钾	中性乙酸铵浸提-火焰光度计法	NY/T 889

C.3 土壤剖面性状调查

剖面性状调查需划分土壤层次、记录土层深度、剖面形态和土体构型等信息。方法有田间钻孔法和土壤剖面挖掘法两种，可根据实地情况选择使用，具体可参考TD/T 1043.1 规定的方法进行。

附 录 D
(资料性)
地下水临界深度计算方法

地下水临界深度，可根据土壤毛管水上升高度，按式（D-1）近似估算：

$$H_K = h_p + \Delta Z \cdots \cdots \cdots (D.1)$$

式中：

H_K ——地下水临界深度，单位为米（m）；

h_p ——土壤毛管水上升高度，单位为米（m），可通过调查和多年实验来确定；

ΔZ ——耕作层厚度，单位为米（m）。滨海盐碱地区地下水矿化度高，采用作物根系主要活动层厚度。

附 录 E
(资料性)
土壤因子分级

E.1 土壤盐渍化类型和程度

盐碱土壤根据其中易溶盐 Cl^- 和 SO_4^{2-} 含量差别可划分为：硫酸盐型 (SO_4^{2-})、氯化物-硫酸盐型 (Cl^- - SO_4^{2-})、硫酸盐-氯化物型 (SO_4^{2-} - Cl^-) 和氯化物型 (Cl^-)，表 E.1 给出了土壤盐渍化类型划分标准。

表 E.1 土壤盐渍化类型划分标准

盐渍化类型	$\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$
硫酸盐型 (SO_4^{2-})	<0.5
氯化物-硫酸盐型 (Cl^- - SO_4^{2-})	0.5~1.0
硫酸盐-氯化物型 (SO_4^{2-} - Cl^-)	1.0~4.0
氯化物型 (Cl^-)	>4.0

注：参考 HY/T 0320-2021

土壤盐化程度可分为：非盐化、轻度盐化、中度盐化、重度盐化和盐土五个级别，表 E.2 给出了土壤盐渍化程度划分标准。

表 E.2 土壤盐渍化程度划分标准

分级	土壤含盐量/ g kg^{-1}			
	氯化物型	硫酸盐-氯化物型	氯化物-硫酸盐型	硫酸盐型
非盐化土	<1.5	< 2.0	< 2.5	<3.0
轻度盐化土	1.5~3.0	2.0~3.0	2.5~4.0	3.0~6.0
中度盐化土	3.0~5.0	3.0~6.0	4.0~7.0	6.0~10.0
重度盐化土	5.0~7.0	6.0~10.0	7.0~12.0	10.0~20.0
盐土	>7.0	>10.0	>12.0	>20.0

注：参考 HY/T 0320-2021

E.2 土壤有机质含量

土壤有机质含量分级如下（下含上不含）：

- 1) 1级，土壤有机质含量 $\geq 40 \text{ g/kg}$;
- 2) 2级，土壤有机质含量 $30 \text{ g/kg} \sim 40 \text{ g/kg}$;
- 3) 3级，土壤有机质含量 $20 \text{ g/kg} \sim 30 \text{ g/kg}$;
- 4) 4级，土壤有机质含量 $10 \text{ g/kg} \sim 20 \text{ g/kg}$;
- 5) 5级，土壤有机质含量 $6 \text{ g/kg} \sim 10 \text{ g/kg}$;
- 6) 6级，土壤有机质含量 $< 6 \text{ g/kg}$;

注：参考 GB/T 28407—2012

E.3 地下水分类

潜水根据其矿化度情况，可分为淡水、弱矿化水、矿化水、强矿化水、极强矿化水和盐水，具体参考表 E.3进行分类评价。

表 E.3 地下水按矿化度分类

分类名称	干残余物/g L ⁻¹
淡水	<1
弱矿化水	1~5
矿化水	5~10
强矿化水	10~30
极强矿化水	30~80
盐水	>80

注：参考TD/T 1043.1—2013

附录 F
(资料性)
盐碱地冲洗定额

F.1 盐碱地冲洗定额

盐碱地冲洗定额是指为达到脱盐标准，每单位面积上所需的冲洗水量，即为冲洗定额。可按照前苏联列国斯塔也夫经验公式（F.1）进行计算。

$$M = m_1 + m_2 + n_1 + n_2 - o_1 - o_2 \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

- M ——冲洗总定额，单位为立方米/公顷（ m^3/hm^2 ）；
- m_1 ——冲洗前灌溉至田间最大持水量的所需水量，单位为立方米/公顷（ m^3/hm^2 ）；
- m_2 ——冲洗盐分水量，单位为立方米/公顷（ m^3/hm^2 ）；
- n_1 ——冲洗期间蒸发损失水量，单位为立方米/公顷（ m^3/hm^2 ）；
- n_2 ——冲洗时非毛细管空隙下渗损耗水量，单位为立方米/公顷（ m^3/hm^2 ）；
- o_1 ——冲洗期间降水量，单位为立方米/公顷（ m^3/hm^2 ）；
- o_2 ——冲洗土层中土壤凝结水量，单位为立方米/公顷（ m^3/hm^2 ）。

F.2 冲洗前灌溉至田间最大持水量的所需水量与冲洗盐分水量

冲洗前灌溉至田间最大持水量的所需水量 m_1 可按公式（F.2）计算：

$$m_1 = 100H\gamma(\theta_f - \theta_0) \dots\dots\dots (F.2)$$

计划冲洗层的冲洗盐量所需水量，按照排盐系数法由公式（F.3）计算

$$m_2 = 10H\gamma(S_b - S_t)/K \dots\dots\dots (F.3)$$

式中：

- H ——计划冲洗层厚度，单位为米（ m ）；
- γ ——计划冲洗层土壤干容重，单位为千克/立方米（ kg/m^3 ）；
- θ_f ——计划冲洗层田间持水率，单位为干土重%；
- θ_0 ——冲洗前土壤自然含水率，单位为干土重%；
- S_b ——冲洗前土壤含盐量，单位为干土重%；
- S_t ——冲洗后土壤含盐量，单位为干土重%；
- K ——排盐系数，即单位冲洗水所能冲走的盐分重量，单位为 kg/m^3 ；

参 考 文 献

- [1] 白殿一,刘慎斋等.标准化文件的起草[M].中国标准出版社.2020.
 - [2] 黎立群.盐碱土基本知识.科学出版社[M].1986.
 - [3] 李宗尧,于纪玉.农田灌溉与排水[M].中国水利水电出版社.2003.
 - [4] 朱德举.土地评价(修订版)[M].中国大地出版社, 2002.
 - [5] 乔盛英.土壤理化性质实验指导书[M].中国地质大学出版社.2012.
 - [6] 《江苏省补充耕地质量评定技术规程(试行)》(苏农办农〔2014〕14号).
-