

TD

中华人民共和国土地管理行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

盐碱地改良蓄水模式工程技术规范

Technical specification for improvement of saline-alkali soil in water storage mode

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言.....II

引言..... III

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 施工工艺..... 2

5 前期调查..... 3

 5.1 区域调查..... 3

 5.2 项目区确定..... 4

6 蓄水控制工程..... 4

 6.1 蓄水沟..... 4

 6.2 降水排泄区..... 6

7 土壤改良工程..... 7

 7.1 耕作层土壤物理改良..... 7

 7.2 耕作层土壤化学改良..... 8

8 农田生态防护工程..... 8

 8.1 蓄水沟生态防护..... 8

 8.2 田间道路生态防护..... 9

9 基础设施工程..... 9

 9.1 设计..... 9

 9.2 施工..... 9

10 维护..... 9

 10.1 维护原则..... 9

 10.2 蓄水沟的维护..... 9

 10.3 生态防护植物的维护..... 9

附录 A（资料性）环境调查类别表..... 10

附录 B（资料性）土壤理化性质调查类别.....11

附录 C（资料性）分析测试类别与方法..... 12

参考文献..... 13

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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本文件起草单位：陕西省土地工程建设集团有限责任公司、西安理工大学、陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司。

本文件主要起草人：成生权、韩霁昌、解建仓、罗林涛、张宏凯、汪妮、范王涛、王欢元、王映月、李娟、师晨迪、张海欧、杨晨曦、杨飞翔、曹婷婷、郭振、王健、花东文、徐艳、卢垟杰、王荧、周航。

引 言

我国是土壤盐渍化问题较为严重的国家之一，针对地势低洼地区盐渍化土壤生态环境恶劣、排水不畅、盐害和碱害严重的问题。本文件将盐碱地治理以“排”为核心改为以“蓄”为核心，研发了盐碱地改良的蓄水模式工程技术，突破了淡水消耗大、成本高、易造成二次污染的传统盐碱地治理技术瓶颈。

该技术主要原理是在蓄水条件下水体与相邻土体盐分运移中，利用其弥散作用转移盐分，通过“对流-弥散”协同的治理方式。当降雨或灌溉时，蓄水沟内水位较高，盐分浓度低，低于土壤中的盐分浓度，形成溶质势，土壤中盐分向蓄水沟扩散；随着蓄水沟内水分的蒸发和利用，水位逐渐变低，盐分浓度变高，水体中盐分浓度大于土壤中的盐分浓度，水体仅与底层土壤发生离子交换，盐分随浓度梯度差迁移至耕作层以下，从而降低耕作层盐分含量，实现耕作层处于适耕状态。

盐碱地改良蓄水模式工程技术规范

1 范围

本文件规定了盐碱地改良蓄水模式工程技术的前期调查、蓄水控制工程、土壤改良工程、农田生态防护工程和基础设施工程的技术要求与方法、施工步骤等内容。

本文件适用于除滨海盐碱地以外的内陆地区盐渍化土壤改良工程。

注：内陆地区盐渍化土地主要指西北内陆盐碱区、黄河中上游半干旱盐碱区、黄淮海平原干旱半干旱洼地盐碱区、东北半湿润半干旱低洼盐碱区等地区，具有地下水临界水位高、地下水矿化度高、地势低洼、排水不畅等特点的盐渍化土地。

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 农田灌溉水质标准

GB/T 30600-2022 高标准农田建设通则

GB 50433-2018 生产建设项目水土保持技术标准

CJJ/T 283.4-2018 园林绿化工程盐碱地改良技术标准 第4部分：土壤改良

DZ/T 0064.9 地下水水质分析方法 第9部分：溶解性固体总量的测定 重量法

DZ/T 0064.12 地下水水质分析方法 第12部分：钙和镁量的测定 火焰原子吸收分光光度法

DZ/T 0064.27 地下水水质分析方法 第27部分：钾和钠量的测定 火焰发射光谱法

DZ/T 0064.49 地下水水质分析方法 第49部分：碳酸根、重碳酸根和氢氧根离子的测定 滴定法

DZ/T 0064.51 地下水水质分析方法 第51部分：氯化物、氟化物、溴化物、硝酸盐和硫酸盐的测定 离子色谱法

HJ 1147 水质 pH值的测定 电极法

JGJ 311 建筑深基坑工程施工安全技术规范

NY/T 85 土壤有机质测定法

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 1121.1 土壤检测 第1部分：土壤样品的采集、处理和贮存

NY/T 1121.5 土壤检测 第5部分：石灰性土壤阳离子交换量的测定

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 1121.17 土壤检测 第17部分：土壤氯离子含量的测定

NY/T 1121.18 土壤检测 第18部分：土壤硫酸根离子含量的测定

NY/T 1121.24 土壤检测 第24部分：土壤全氮的测定 自动定氮仪法

NY/T 2148-2012 高标准农田建设标准

NY/T 2949-2016 高标准农田建设技术规范

SL 714 水利水电工程施工安全防护设施技术规范

TD/T 1036 土地复垦质量控制标准

TD/T 1043.1-2013 暗管改良盐碱地技术规程 第1部分 土壤调查

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

耕作层土壤物理改良 physical reconstruction of soil tillage layer

通过旋耕、掺混沙性物质、有机物料以及暴晒等物理措施，破除盐碱土耕作层板结、僵硬，增加通透性，使耕作层土壤结构满足作物的生长需求。

3.2

耕作层土壤化学改良 chemical reconstruction of soil tillage layer

通过添加化学制剂等措施降低耕作层碱化度、pH 值及提升土壤养分含量，改变交换性阳离子组成，使其满足作物的生长需求。

3.3

蓄水沟 water storage ditch

在盐碱地中每隔一定距离开挖的具有控制地下水位、汇集降水或灌溉水的明沟，通过水体与土壤间盐分对流弥散，是改变土体盐分垂向分布的主要场所。

3.4

降水排泄区 precipitation discharge area

承载蓄水沟（3.3）在汛期内超出蓄水沟设计承载水量的区域。

4 施工工艺

盐碱地蓄水模式改良工程施工工艺见图1。

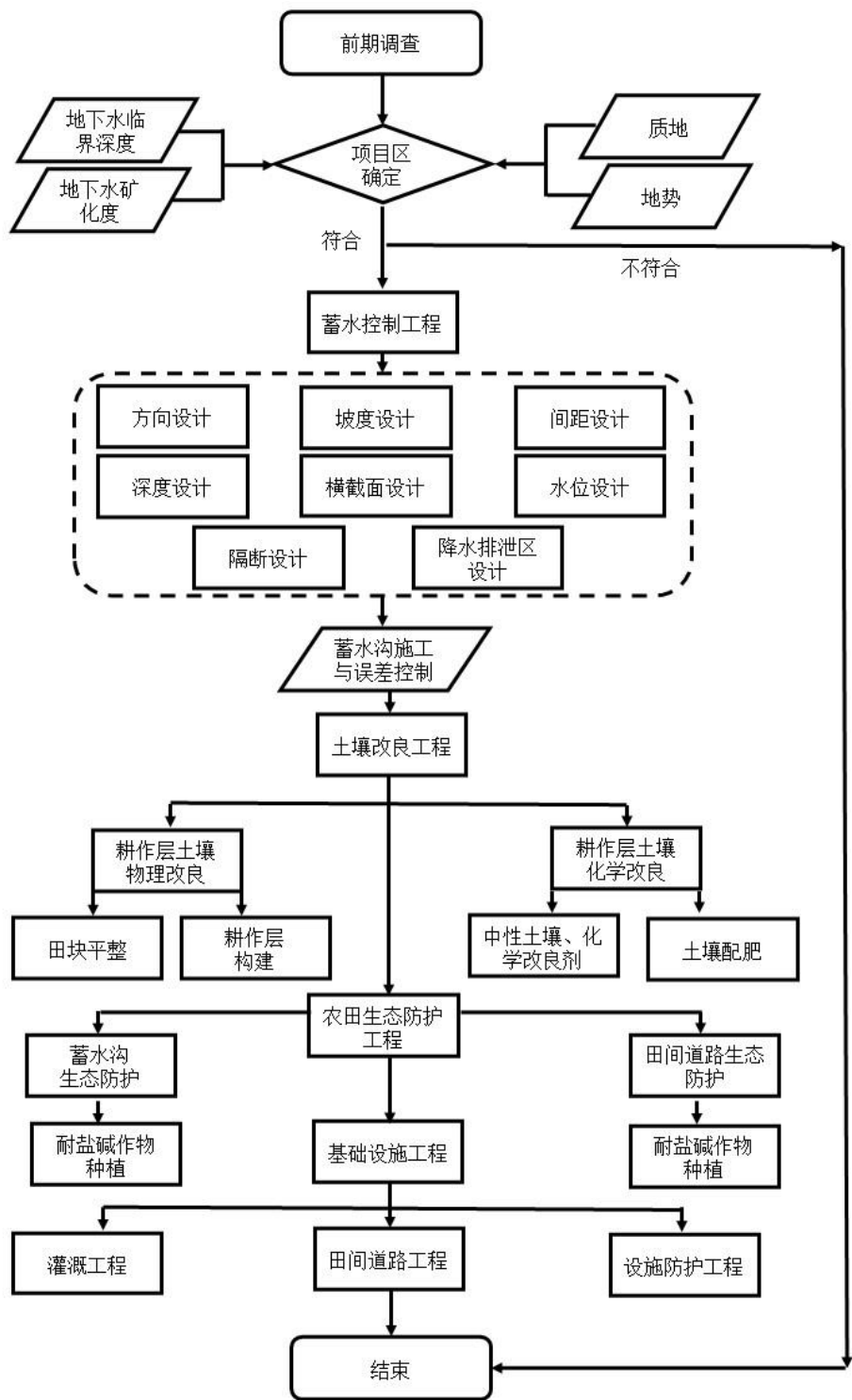


图1 施工工艺示意图

5 前期调查

5.1 区域调查

5.1.1 基本要求

- 5.1.1.1 对面积较小或地质及土壤环境较为均一的项目区，可直接进行调查。
- 5.1.1.2 对面积大于 10000 hm² 或条件较为复杂的项目区，先划分区域，再进行调查。

5.1.2 环境调查

环境调查类别见附录 A。调查布点、采集方法按照 TD/T 1043.1-2013 中 7.1 和 7.2 规定的要求执行。

5.1.3 土壤理化性质调查

土壤理化性质调查类别见附录 B。布点、采集方法按照 TD/T 1043.1-2013 中 6.1 和 6.2 规定的要求进行。

5.1.4 分析测试

土壤样品与水样分析测试类别及方法见附录 C。

5.2 项目区确定

- 5.2.1 项目区应为地势低洼、排水不畅的盐渍化内陆地区。
- 5.2.2 项目区应根据土壤质地、地下水矿化度与临界深度进行确定。
- 5.2.3 项目区确定要求见表 1。

表1 项目区确定要求

地下水矿化度 g/L	地下水临界深度 m			
	砂土地区	轻壤土、砂壤土地区	中壤土地区	粘土、重壤土地区
1~5	≤2.3	≤2.1	≤1.8	≤1.2
5~10	≤2.5	≤2.3	≤2.0	≤1.4
10~30	≤2.8	≤2.5	≤2.2	-
≥30	≤3.1	≤2.8	≤2.6	-

6 蓄水控制工程

6.1 蓄水沟

6.1.1 设计

6.1.1.1 基本要求

蓄水沟设计应符合以下要求：

- a) 布局应满足机械耕作及农业现代化要求；
- b) 布置规划应与降水排泄调蓄工程规划同时进行；
- c) 设计应与田块、道路、防护林等工程设计相协调；
- d) 布置在各自控制范围较低处；
- e) 布置力求整齐，形成方田化。

6.1.1.2 方向设计

根据 5.1.1 确定区域地下水流向，蓄水沟走向应与地下水流向垂直。

6.1.1.3 坡度设计

蓄水沟坡度应根据田面坡度设计，宜控制在 1/400 以下（见图 2）。

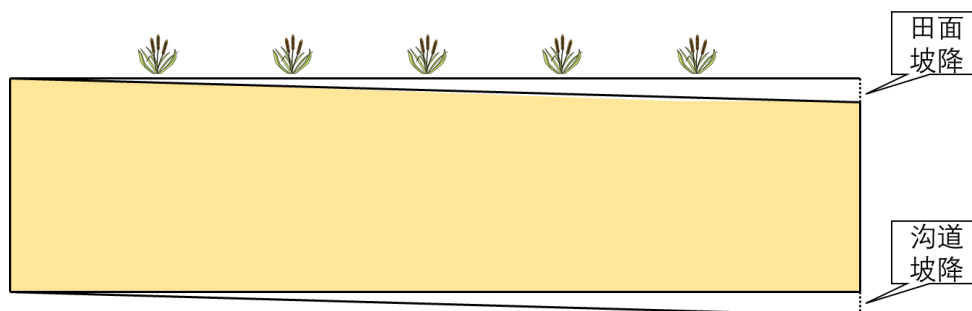


图2 蓄水沟坡度设计

6.1.1.4 深度设计

根据土层结构、渗透性、地下水位、土壤质地和地下水临界深度，进行蓄水沟深度设计（见图3）。深度计算公式为：

$$H = h_k + \Delta h + h_0 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H ——蓄水沟深度；

h_k ——地下水临界深度；

Δh ——地下水稳定水头差；

h_0 ——蓄水沟水深。

根据工程实践， Δh 采用0.3 m~0.4 m； h_0 采用0.2 m~0.3 m。

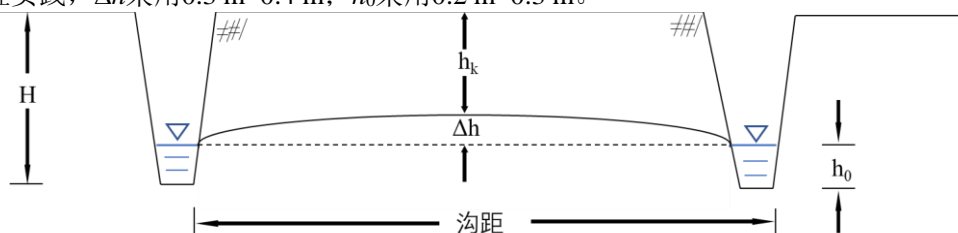


图3 蓄水沟的深度设计示意图

6.1.1.5 间距设计

沟距根据蓄水沟的脱盐范围进行设计，沟单侧的脱盐范围宜按照沟深的 60 倍~70 倍计算。

6.1.1.6 横截面设计

根据蓄水沟容积 V 及长度 L ，确定横截面积 D （见图4），按公式（2）计算。

$$D = \frac{V}{L} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

D ——截面积，单位为平方米（ m^2 ）；

V ——容积，即设计雨量下的蓄水沟总蓄水量（包括地下水补给、沟道降雨、田面降雨退水和沟道蒸发水量）；

L ——总长度根据区域实际设计情况计算。

进一步公式（3）和（4）计算蓄水沟顶宽 $B_{顶}$ 和底宽 $B_{底}$ 。

$$B_{顶} = \frac{D}{H} + mH \dots\dots\dots (3)$$

$$B_{底} = \frac{D}{H} - mH \dots\dots\dots (4)$$

式中：
 $B_{顶}$ ——顶宽，单位为米（m）；
 $B_{底}$ ——底宽，单位为米（m）；
 H ——深度，单位为米（m）；
 m ——边坡系数。

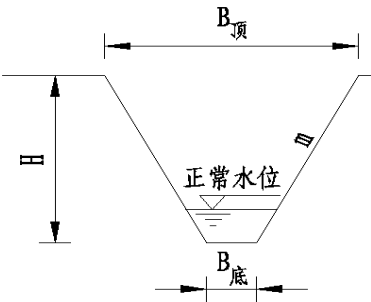


图4 蓄水沟顶宽和底宽设计图

表2 蓄水沟最小边坡系数

开挖深度 m	边坡系数			
	砂土	轻壤土、砂壤土	中壤土	粘土、重壤土
>4.00	>5.00	>4.00	>3.00	>2.00
3.00~4.00	4.00~5.00	3.00~4.00	2.50~3.00	1.50~2.00
1.50~3.00	3.00~4.00	2.50~3.00	2.00~2.50	1.25~1.50
<1.50	2.50	2.00	1.50	1.00

6.1.1.7 蓄水沟水位设计

蓄水沟的高水位距地面宜小于30 cm，低水位距地面宜大于100 cm。

6.1.1.8 蓄水沟隔断设计

隔断由土质填筑而成，整体呈现为梯形。隔断布置在蓄水沟末端，两个隔断之间的间隔不宜超过400 m，隔断底部宽度宜大于1 m，顶部宽度宜大于0.5 m。隔断高度均按照公式（5）计算。

$$H_{隔} = iL_{沟} \dots\dots\dots (5)$$

式中：
 $H_{隔}$ ——隔断高度；
 $L_{沟}$ ——蓄水沟单条长度；
 i ——坡降。

6.1.2 施工

6.1.2.1 根据设计蓄水沟的位置进行施工放线和定线。

6.1.2.2 根据 6.1 蓄水沟的设计坡度、深度、边坡比及宽度进行挖沟，准确控制蓄水沟开挖宽度与顺直度，确保沟底土壤不被扰动。开沟后修整沟底，复核沟底高程。

6.1.2.3 蓄水沟开挖完毕后，对断面尺寸及边坡系数进行测量。边坡系数不宜小于表 2 规定的最小数值，蓄水沟顶宽与底宽施工与设计误差不大于 10 cm；蓄水沟的隔断符合设计要求，底宽误差应小于 10 cm，顶宽误差应小于 5 cm。

6.2 降水排泄区

6.2.1 设计

6.2.1.1 降水排泄区应设置在项目区最低处，依据实际地形设计成多个水平高度级别，降水排泄区不少于三级，其中降水排泄区面积的30%为一级淹没地块，40%为二级淹没地块，剩余30%为三级淹没地块。各级淹没地块水平落差应大于30 cm，宜选择50 cm。

6.2.1.2 当降雨量小于设计雨量（设计雨量为当地多年平均降雨量）时，区域降雨全部储存在蓄水沟内。当降雨量大于设计雨量，将超出部分的雨量排入降水排泄区内。

降水排泄区承载的最大水量为校核雨量（校核雨量为当地多年平均最大降雨量）减去设计雨量。

6.2.1.3 降水排泄区要承载的水量为：

$$W = W_{校} - W_{设} \dots\dots\dots (6)$$

降水排泄区面积为：

$$S_{淹} = W / h_{淹} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

W ——雨量达到校核雨量时降水排泄区需承载的水量；

$W_{校}$ ——雨量达到校核雨量时区域内总水量；

$W_{设}$ ——雨量达到设计雨量时区域内总水量；

$S_{淹}$ ——降水排泄区面积；

$h_{淹}$ ——1.5 m~2 m。

6.2.2 施工

6.2.2.1 根据设计降水排泄区的位置进行施工放线和定线。

6.2.2.2 根据 6.2.1 中降水排泄区的设计要求进行各级淹没地块施工，控制各级淹没地块比例和两级之间的落差，确保能够引导水流逐级淹没。

7 土壤改良工程

7.1 耕作层土壤物理改良

7.1.1 设计

7.1.1.1 土地平整按照 GB/T 30600-2022 中 6.2 与 NY/T 2148-2012 中 7.1 规定的田块平整与田块调整实施；耕作层物理改良厚度宜介于 30 cm~40 cm。

7.1.1.2 田块长度 300 m~400 m 为宜，田块宽度划分参照 6.1.1.5 蓄水沟间距设计而定。

7.1.1.3 土壤盐分分类分级按照 TD/T 1043.1-2013 中 6.5 的规定，对不同分级的盐渍化土壤采用不同改良措施，具体如下：

- a) 当为中度及以下盐化土时，宜进行深耕破除板结，并进行暴晒；
- b) 当为重度盐化土时，宜进行掺土修复和旋耕；
- c) 当为盐土时，宜进行客土置换或种植耐盐作物。

7.1.2 施工

7.1.2.1 田块平整时不宜打乱表土层与心土层，确需打乱应先将表土进行剥离，单独堆放，待田块平整完成后，再将表土均匀摊铺到田面上。

7.1.2.2 在降雨或灌溉前，所有盐碱地宜翻耕土壤，疏松表土，翻耕深度宜大于 30 cm。

7.1.2.3 重度盐化土与盐土掺土修复与客土置换时宜掺杂较大颗粒物质。

7.1.2.4 掺土修复及客土置换时，土体重构深度宜高于 30 cm。

7.1.2.5 掺土修复和客土置换应遵循就近原则，客土运输距离不宜超过 10 km。

7.2 耕作层土壤化学改良

7.2.1 设计

7.2.1.1 土壤化学改良要求土壤耕作层水溶性盐总量、氯化物含量、硫酸盐含量等基础化学指标能够满足耕地最基本的生产需求，具体设计要求见表 3。

7.2.1.2 土壤改良与配肥设计应符合 NY/T 2949-2016 中 6.2 与 TD/T 1036 的规定，具体设计要求见表 3。

表3 耕作层土壤化学改良设计要求

检测项目	检测/计算方法	改良后设计要求
交换性钠百分率 %	NY/T 1121.5	≤20
土壤水溶性盐总量 g/kg	NY/T 1121.16	≤6
氯化物含量 g/kg	NY/T 1121.17	≤2
硫酸盐含量 g/kg	NY/T 1121.18	≤4
有机质 %	NY/T 85	≥1
全氮 %	NY/T 1121.24	≥0.08
有效磷 mg/kg	NY/T 1121.7	≥30
速效钾 mg/kg	NY/T 889	≥100

7.2.2 施工

7.2.2.1 通过施加中性土壤、化学改良剂（聚丙烯酰胺、脱硫石膏、磷酸）等措施降低土壤中钙离子、氯化物、硫酸盐含量，施用时应符合 CJJ/T 283-2018 中 4.1 的规定。

7.2.2.2 耕作层土壤化学改良宜与耕作层土壤物理改良过程配合实施，通过旋耕将改良剂与土壤耕作层混合均匀。

7.2.2.3 土壤配肥设计应符合 NY/T 2949-2016 中 6.2 与 NY/T 1118 的规定，施肥方法根据肥料种类选择。

7.2.2.4 配施有机肥宜与耕作层掺拌均匀，有机肥使用应符合 NY/T 525 中的规定。肥料均匀撒于地表并通过旋耕施入土壤。

8 农田生态防护工程

8.1 蓄水沟生态防护

8.1.1 蓄水沟边坡生态防护

护坡植物选择与种植方法按照GB 50433-2018中5确定的程序执行，还应满足耐盐碱的要求。对于局部难利用的区域，可因地制宜设置生物栖息地和繁育地，搭建生态廊道，丰富物种多样性。

8.1.2 蓄水沟沟底生态防护

蓄水沟沟底水生植物宜选用耐盐碱的乡土植物，营造有利于生物繁殖、栖息和迁移环境的防护措施。

8.2 田间道路生态防护

8.2.1 设计

8.2.1.1 田间道路生态防护工程按 NY/T 2949-2016 中 6.6 相关方法进行农田防护与生态环境保持设计。

8.2.1.2 道路距蓄水沟宜保持 0.5 m~1 m 安全距离，道路两侧农田防护林宜选择耐盐喜湿的树种。

8.2.2 施工

8.2.2.1 当土壤为盐土时，树穴应换土填埋。

8.2.2.2 树种栽植宜选择春季种植，浇水宜量多次少。

8.2.2.3 施肥应避开春、秋返盐高峰期，宜选择有机肥。

8.2.2.4 树木病虫害防治应以预防为主，综合防治。

9 基础设施工程

9.1 设计

9.1.1 灌溉工程

农田灌溉工程设计按 NY/T 2949-2016 中 6.3 相关方法进行设计；农田灌溉用水水质应符合 GB 5084 的规定。

9.1.2 田间道路工程

田间道路工程设计按 NY/T 2949-2016 中 6.5 相关方法进行设计。

9.1.3 设施防护工程

设施防护工程按照 SL 714、JGJ 311 相关方法进行设计。

9.2 施工

基础设施工程按 GB/T 30600-2022 中 6 相关方法进行施工，施工宜选用环保绿色的抗冻胀、抗腐蚀的施工材料。

10 维护

10.1 维护原则

维护应以设计标准为依据，定期维护蓄水沟、隔断以及降水排泄区，确保蓄水模式治理方式持续发挥作用，耕作层土壤含盐量和 pH 持续下降，耕地地力提升，农田基础设施完好，运行正常。

10.2 蓄水沟的维护

根据设计要求和坡面侵蚀量大小，及时对蓄水沟进行清理，以达到 6.1.1.4 所要求的蓄水沟深度。

10.3 生态防护植物的维护

定期观察蓄水沟内植物生长势，及时换种或补种，以达到盐分移除和生态景观的双重效果。

附 录 A

(资料性)

环境调查类别表

环境调查类别见表A.1。

表A. 1 环境调查类别表

环境调查项目	
自然环境调查	地形地貌
	历年气温
	降水
	蒸发量
	...
水文调查	地表水的流量、流向、水位
	地表水季节变化特征
	地表水质
	地下水的埋深、流向、临界深度
	地下水水质
土地利用调查	...
	土地利用类型
	土地利用范围
	土地利用面积
基础设施调查	...
	水利设施
	道路
	地下管线
	电力设施
	...

附 录 B

(资料性)

土壤理化性质调查类别

土壤理化性质调查类别见表B.1。

表B.1 土壤理化性质调查类别表

土壤调查项目	
土壤剖面性状	土体构型
	不透水层深度及厚度
	冻土层深度及厚度
土壤物理性质	容重
	机械组成
	孔隙度
	入渗率
	渗透系数
	...
土壤化学性质	水溶性盐分总量及组分
	pH值
	交换性钠百分率
	土壤阳离子交换量
	...

附 录 C

(资料性)

分析测试类别与方法

分析测试类别与方法见表C.1。

表C. 1 分析测试类别与方法

类别		检测/计算方法
土样分析测试	Ca ²⁺	TD/T 1043.1-2013
	Mg ²⁺	
	Na ⁺	
	K ⁺	
	CO ₃ ²⁻	
	HCO ₃ ⁻	
	Cl ⁻	
	SO ₄ ²⁻	
	pH	
	交换性钠百分率	NY/T 1121.5
水样分析测试	溶解性总固体	DZ/T 0064.9
	Ca ²⁺	DZ/T 0064.12
	Mg ²⁺	
	Na ⁺	DZ/T 0064.27
	K ⁺	
	CO ₃ ²⁻	DZ/T 0064.49
	HCO ₃ ⁻	
	Cl ⁻	DZ/T 0064.51
	SO ₄ ²⁻	
	pH	HJ 1147
	地下水矿化度	TD/T 1043.1-2013

参 考 文 献

- [1] GB/T 15218 地下水资源储量分类分级
 - [2] GB/T 36197 土壤质量 土壤采样技术指南
 - [3] GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
 - [4] NY/T 1118 测土配方施肥技术规范
 - [5] SL/T 4 农田排水工程技术规范
-