

《盐碱地覆沙改良技术规范》(征求意见稿)

编制说明

陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司

陕西省土地工程建设集团有限责任公司

2023年11月



目 录

一、工作简况.....	1
(一) 任务来源及起草单位	1
(二) 主要工作过程	2
(三) 标准起草单位和工作人员	3
二、标准编制原则和确定主要内容的论据	3
(一) 标准编制原则	3
(二) 确定主要内容的论据	3
三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果.....	21
(一) 主要试验分析和综述报告	21
(二) 预期的经济效果	21
四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比(或与测试的国外样品、样机的有关数据对比)	22
五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系	22
六、重大分歧意见的处理经过和依据	23
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	23
八、贯彻标准的要求和措施建议	23
九、废止现行有关标准的建议	23
十、其他应予说明的事项	23

《盐碱地覆沙改良技术规范》

编制说明

一、工作简况

盐碱地作为极为重要的后备耕地资源，合理开发利用盐碱地，提升产能，是落实“藏粮于地、藏粮于技”战略的重大举措，对应对国际变局、确保国家粮食安全意义重大。国务院印发的《全国土地利用总体规划纲要（2006-2020年）》提出“在不破坏生态环境的前提下，优先开发缓坡丘陵地、盐碱地、荒草地、裸土地等未利用地和废弃地”。“十四五”期间，国家及各级政府将进一步加强盐碱地治理相关标准制定，探索建立盐碱地治理长效机制。习近平总书记在黄河三角洲农业高新技术产业区考察时强调，开展盐碱地综合利用对保障国家粮食安全、端牢中国饭碗具有重要战略意义。

土壤盐碱化是全球农业生产和粮食安全面临的主要挑战之一，土壤中可溶性盐或交换性 Na^+ 过多，导致植物产生生理性干旱或毒害现象，造成农作物减产甚至死亡，严重影响农业生产。覆沙压盐作为盐碱地改良效果显著的技术之一，覆沙压盐技术在盐碱地覆盖或掺入较大粒径的沙土或砂粒，以调整土壤机械组成及空隙特性，从而达到降低盐碱和防止返盐碱的目的，且改良效果稳定而持久。为了有效实现盐碱地与退化土地（风沙土）的规模化、资源化利用和长效高效治理盐碱地，积极响应国家《全国土地整治规划（2016-2020年）》，依据我国现行法律、法规、政策、导则标准，结合土地整治与盐碱化改良，制定《盐碱地覆沙改良技术规范》，对我省盐碱地区域土壤改良技术标准体系的初步形成、区域生态环境改善具有重要的现实意义。

（一）任务来源及起草单位

根据《陕西省市场监督管理局关于征集 2022 年陕西省地方标准

制修订项目的函》（陕市监函〔2021〕1319号）和《陕西省市场监督管理局关于下达2022年地方标准计划的通知》（陕市监函〔2022〕380号）文件下达，《盐碱地覆沙改良技术规范》（以下简称《规范》）纳入地方标准制定计划，项目编号为SDBXM042-2022，由陕西省自然资源标准化技术委员会归口。

（二）主要工作过程

准备阶段：2022年1月，《盐碱地覆沙改良技术规范》申报了2022年陕西省地方标准制修订工作计划，2022年5月获得陕西省市场监督管理局批准立项，项目编号为SDBXM042-2022。

启动阶段：根据2022年5月《陕西省市场监督管理局关于下达2022年地方标准计划的通知》（陕市监函〔2022〕380号）。起草单位高度重视，立即组成由多个领导和专家组成的文件起草工作组，以自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室为依托，配备良好的办公环境和软硬件设施。2022年6月，按照陕西省自然资源地方标准修订流程要求，研讨制定了起草文件大纲，正式开始标准文件编制工作。

调研编制阶段：2022年7月-2022年12月，编制组开展前期调研和既有数据资料整理工作。通过陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司、陕西省土地工程建设集团有限责任公司，制定了详细的编制实施方案。在申报阶段标准草案基础上，广泛查阅文献、相关领域标准以及盐碱地治理工程资料，进一步明确了本文件的适用范围和对象，对覆沙改良技术原理、实施流程与覆盖材料要求等进行了总结归纳，起草标准文本相应章节条目内容。2023年1月-2023年5月，先后开展多次组内研究讨论，不断修改完善标准内容及其主要论据，形成标准讨论稿，撰写编制说明。2023年6月-2023年11月，编制单

位内部研究讨论，进一步对标准章节条目内容及编制说明进行修改完善，形成标准征求意见稿。

（三）标准起草单位和工作人员

标准由陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司和陕西省土地工程建设集团有限责任公司共同起草。

标准主要起草人根据专业领域进行分组协作，共同完成文件及编制说明的编写工作。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据

（一）标准编制原则

规范依据《标准化法》等法律法规，严格按照《标准化工作导则 第部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T1.1-2020）规则与按照《地方标准管理办法》和《地方标准制定规范》相关要求起草。充分借鉴已有的国家标准、行业标准及相关地方标准。

盐碱地覆沙改良技术集成于试验研究与工程实践，注重解决工程实际问题，技术实施流程精简明，易于工程实施，普适性较好。

（二）确定主要内容的论据

1. 规划政策

盐碱地是我国重要的耕地资源，盐碱地改良是我国农业生产中的重要性难题，对我国土地资源的有效利用和粮食安全具有重要意义。盐碱地治理是立足长远的战略工作，具有明显的公益性质。

党中央、国务院始终重视盐碱地综合利用和改良。依据土地利用总体规划和《全国土地整治规划（2011-2015）》等相关规划，提升盐碱地资源利用水平和促进农业现代化需要充分利用科学技术，在保障生态屏障的同时确保盐碱地的逐步利用。我国在高标准农田建设工作中也逐步出台有关政策措施，推进盐碱地改造和生态修复。2017年，

自然资源部印发《节地技术和节地模式推荐目录（第一批）》，推荐了“盐碱地暗管改碱与生态修复技术开发节地技术”，鼓励有关地方通过采用新方法、新技术对原不适宜种植的土地进行整治，实现农业用地节地目的。2019年《农业农村部办公厅、财政部办公厅关于开展2019年国家现代农业产业园创建工作的通知》明确支持中西部地区贫困人口聚集区盐碱地相关县可以按照创建申请程序，引进盐碱地适宜的种养殖品种。

《全国高标准农田建设规划（2021-2030年）》明确的2023年起每年新建2500万亩、改造提升3500万亩任务，加快谋划2023年及以后年份高标准农田建设资金安排和支持措施。加强盐碱地等后备耕地资源开发利用，稳定扩大资金规模。2022年启动的全国第三次全国土壤普查工作中，将盐碱地列入未利用地重点调查与可开垦耕地资源相关的土地，作为重点普查对象。

2. 相关标准

目前我国关于盐碱地改良尚无发布的国家标准，现行的行业标准和地方标准主要对沿海区或者是特定条件下的盐碱地改良做了规定要求。本标准针对板结、通透性较差的盐碱土进行改良，适用性强，有利于实现盐碱土的标准化、规模化改良。主要标准目录见表1。

表1 盐碱地改良相关标准

序号	标准名称	编号
1	硫酸铝改良苏打盐化土技术规程	DB14/T 1605
2	农用硫酸亚铁改良苏打盐化土技术规程	DB14/T 1364
3	风化煤改良苏打盐化土技术规程	DB14/T 1365
4	糖类化合物改良苏打盐化土技术规程	DB14/T 1505
5	暗管改良盐碱地技术规程	TD/T 1043-2013
6	盐碱地园林绿化施工规范	DB13/T 1487

3. 前期工作基础

标准基于科研项目和工程项目实践，在前期研究、广泛调研和实践过程中，开展了多项关于盐碱地水盐运移、改良技术等科研项目，不断凝练总结出标准核心技术。并通过盐碱地整治开发项目，对标准文件中验证完善，确保标准规定技术规范性和规模化操作性。标准可为工程项目设计与实施提供切实可行的技术指导，也为盐碱地和沙地资源综合开发、促进区域高质量可持续发展提供决策支持。

标准编制基于前期已开展的盐碱地改良相关科研项目，持续进行的中试实验研究，连续 10 年检测分析盐碱地覆沙改良效果，不断凝练总结出标准核心技术。

将科研成果转化应用于盐碱地修复治理中，通过盐碱地地区土地开发工程项目进一步验证覆沙改良盐碱地技术的普适性和经济实用性，为盐碱地修复治理和利用、促进区域高质量发展提供技术支持。

表 2 前期科研及工程项目

名称	编号	时间	立项单位	类型
盐渍化土壤改良技术集成研究及示范推广	/	1999.1-2009.12	陕西省自然资源厅	
退化及未利用土地整治工程创新团队	2016KCT-23	2016.5-2019.5	陕西省科学技术厅	陕西省重点科技创新团队计划项目
盐渍化土壤的生物利用及改良技术研究	DJNY2019-14	2019.1-2020.12	陕西省土地工程建设集团	企业内部科研项目
定边土地开发项目区地下水及土壤水盐动态监测	DJNY2020-15	2020.1-2021.12	陕西省土地工程建设集团	企业内部科研项目
榆林市定边县白泥井镇北畔村土地开发项目	榆政国土资耕验(2018)24号	2018.6.25 通过验收	榆林市自然资源和规划局	工程项目
榆林市定边县堆子梁镇小滩子村土地开发项目	榆政国土资耕验(2015)11号	2015.8.21 通过验收	榆林市自然资源和规划局	工程项目
榆林市定边县白泥井镇二道梁村一组土地开发项目	榆政国土资耕验(2014)64号	2014.12.8 通过验收	榆林市自然资源和规划局	工程项目

4. 范围

本文件规定了应用盐碱地覆沙改良技术的术语和定义、技术原理与技术流程、普探分析、材料要求、覆沙改良工程。

因自然因素和人为活动影响，我省盐碱地面积约 45 万亩，主要分布在榆林地区和渭南地区的沙滩地、河流阶地（滩地）和卤泊滩等地，其中榆林定边县分布面积最大，占全省面积三分之二以上。本标准所规定的核心技术为覆沙改良盐碱土，根据我省盐碱地盐渍化程度、类型与分布特性，结合风沙土松散、孔隙大透气性好、蒸发弱以及分布广泛等特点，将标准的适用范围为界定为利用沙对透气性差且土壤质地组为壤土或黏土的盐碱地改良工程的设计、施工。

5. 术语和定义

本标准涉及的术语除已在相关技术资料有明确的定义外，还有部分重要术语需要界定。

根据国家重点研发计划课题“盐碱地改良关键技术及改良效果评价标准研究”的讨论交流，中国农业大学、山东大学等专家讨论认为，对盐碱地进行了定义：土壤中含有较多可溶性盐分而使非耐盐植物不能正常生长的土地。也称为盐渍化土地。参考《陕西土壤》、GB/T 18834《土壤质量 词汇》、GB/T 21010《土地利用现状分类》的描述，并与正在批准的《连作障碍土壤改良通用技术规范》、《盐碱地农业利用土壤分类分级》标准进行对比研究后，本标准对盐碱地进行了如下定义：表土或心土含有较多的可溶性盐分，不利于非耐盐植物正常生长或具有明显盐渍化趋势的土地。也称为盐渍化土地。英文名称采用：saline-alkali land。

表 3 盐碱地定义及来源对比

盐碱地定义	来源
明确在“盐碱地”作为一种土壤类型	2022 年《第三次全国土壤普查工作方案》
明确“盐碱地”为“其他土地”类型中的一种类型，与空闲地、田坎、田间道、沙地、裸土地、裸岩石砾地等类型并列	2020 年 11 月自然资源部《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》
中轻度盐碱地：中轻度盐碱地是指含盐量 0.1 %~0.6 %、pH 值 8.5 以上的农田地块	内蒙古地方标准《中轻度盐碱地甜菜高产优质高效栽培技术规程》(DB15/T 2013-2020)
有“盐碱土”的分类	《中国土壤分类与代码》(GB/T 12796-2009)
土壤中含有较多可溶性盐分而使非耐盐植物不能正常生长的土地。也称为盐渍化土地	国家重点研发计划课题“盐碱地改良关键技术及改良效果评价标准研究”

针对土壤障碍因子而施用于土壤中以改良土壤物理、化学和(或)生物性状为目标的物料。沙材料为：颗粒松散、孔隙丰富，富含砂粒，颗粒细小的天然或经人为加工的物质。英文名称采用：**sandy material**。

依据盐碱地覆沙改良的研究与应用实践，覆沙改良多为利用沙材料（如风沙土），综合了土地平整技术、土壤管理技术和特定覆沙农艺技术的综合措施。因此，本标准对覆沙改良进行了如下定义：根据盐碱地盐渍化程度，通过覆沙调优耕作层土体剖面构型，改良土体物理结构，减弱水分蒸发、抑制盐分上升，以达到满足植物正常生长或特定用途要求的过程。英文名称为“**sand-covering improvement**”。

6. 技术原理、材料选择与技术流程

(1) 技术原理

沙材料颗粒疏松、大孔隙多，透水透气性好，含盐量低。盐碱土透气性差、因毛管作用返盐强，采用覆沙改良技术施入沙材料，能够改善土壤孔隙结构、增强土壤渗透性，增加非毛管孔隙、减弱毛管连通性，从而抑制土壤表层水分蒸发、增加土壤保蓄能力，减缓土壤盐分上升向表层聚集，防止表层返盐，改良耕作层土壤水盐分布，实现植物正常生长与产量提升。

(2) 材料选择

我省风沙土主要部分在榆林地区北部的定边、靖边、横山、榆林、神木等县/市，占风沙土类面积 97.43%。风沙土成土过程不稳定，土壤发育微弱，剖面形态很大程度表现母质特性，表层 20~30 cm 为较松散的砂土层。参照《陕西土壤》中风沙土的颗粒组成和物理性质见表 4 和表 5，经过长期风力侵蚀分选，风沙土颗粒组成较均一，大多以 0.25~0.1mm 细砂为主，占 80% 以上。通体为细沙层，无结构，大孔隙多，非毛管空隙约占 90%，具有渗水快、持水力弱、抗旱能力弱等特性。

表 4 风沙土颗粒组成（榆林）

深度 (cm)	各级粒占比 (%)			质地
	2~0.02	0.02~0.002	<0.002	
0-5	86.782	11.283	2.190	砂土
5-30	85.002	11.718	2.290	砂土
30-50	85.906	11.764	2.330	砂土
50-80	86.612	11.378	2.010	砂土
80-120	84.962	11.738	2.060	砂土

表 5 风沙土的物理性质（榆林）

深度 (cm)	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	非毛管孔隙 (%)	毛管孔隙 (%)	非毛管孔隙/毛管孔隙
0-20	1.61	40.1	35.17	4.93	7.2
20-60	1.58	41.2	35.25	5.95	5.9
60-100	1.60	42.1	35.96	6.14	5.9

陕北沙区（榆林市）不同利用方式形成的流动风沙土、半固定风沙土、固定风沙土（紧沙土）和由人类生产活动形成的耕种固定风沙土、耕灌固定风沙土耕层的机械组成见表 6。风沙土的物理性黏粒含量与其养分含量密切相关。于流动和半流动风沙土植被覆盖度低，防

止风蚀的能力弱，表层土壤中 $<0.01\text{mm}$ 的物理性粘粒经常被风吹走，含量仅为 4.83%和 7.43%；随着植被覆盖度的提高，抗风蚀能力逐渐增强，固定风沙土的物理性粘粒上升到 15.38%。

表 6 风沙土耕层的机械组成

土壤	机械组成 (%)		
	1~0.05mm	0.05~0.01mm	<0.01mm
流动风沙	93.93	1.27	4.83
半固定风沙土	90.33	2.24	7.43
固定风沙土	73.9	10.72	15.38
耕种固定风沙土	75.72	11.9	12.38
耕灌固定风沙土	68.87	14.63	16.5

利用风沙土改良盐碱地前，依据就地取材、成本可控原则，因地制宜的选择风沙土源，开展风沙土质量调查，确定风沙土分布及可利用量。拟用于改良盐碱地沙的环境质量应符合 GB 15618《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》规定，沙机械组成应满足以下要求(表 7)。机械组成测定按照 GB/T 19077《粒度分布 激光衍射法》规定测定。为免对盐碱地造成二次危害，受污染的沙不可用于盐碱地改良工程。

表 7 沙机械组成

粒级范围 (mm)	砂粒 (2 mm~0.02 mm)	粉粒 (0.02 mm~0.002 mm)	粘粒 (<0.002 mm)
粒度/(%)	≥ 85	5~15	≤ 3

(3) 技术流程

盐碱地覆沙改良工程包括技术原理与技术流程、普探分析、材料要求、覆沙改良工程和田间管理，具体工程技术流程如图 1 所示。

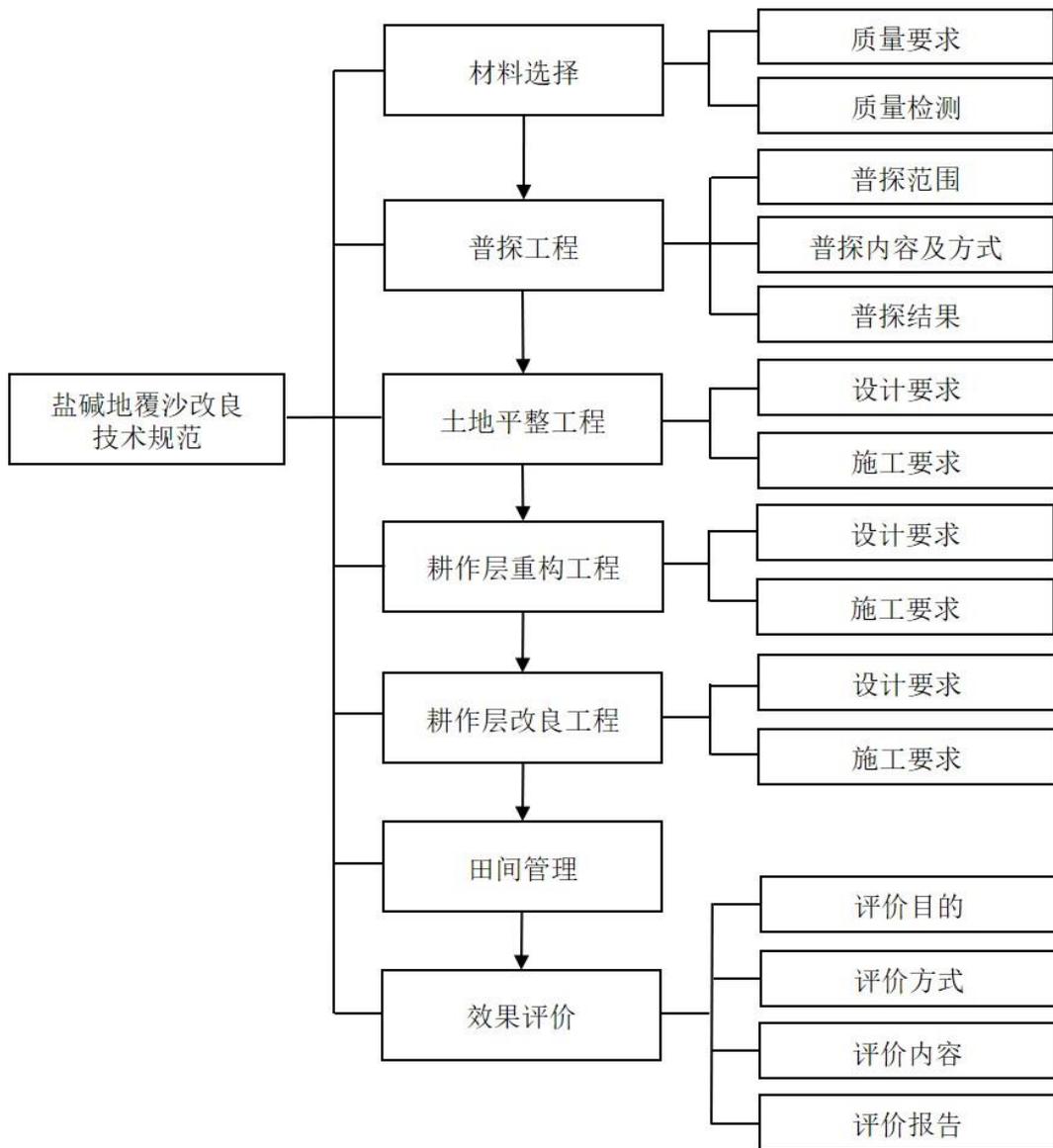


图 1 技术流程图

7. 普探工程

(1) 普探范围

普探范围主要包括项目区及周边相关的区域。具体视项目区位置、水文地质特征、生态完整性、生态敏感区分布、水资源分布与利用、项目所属行政区划等因素，综合确定普探分析的范围，且一般情况下普探范围不得小于具体的调查分析与监测范围。

(2) 普探内容及方式

盐碱地覆沙改良技术实施，需要对拟改良盐碱地及其周边的工程

环境、土壤环境等进行不同程度的普探分析。工程环境方面，参考正在编制的国家标准《耕地后备资源调查评价技术规程》和 DB61/T 1322 《土地工程普探技术规范》，收集现有有效的区域地形地貌、地质构造、水文地质条件、气候气象、生物多样性、土壤植被、水资源等自然环境状况数据资料。查阅相关文献资料与规划、统计资料等，厘清项目区及其周边土地利用、土壤类型及质量、农作物及土著植被、土地利用规划与开发目标和用途等内容。通过无人机航拍、专家咨询、影像数据分析等方法，结合数据资料调查项目区及周边交通和环保等基础设施、地上与地下管线工程等穿越工程的分布、生态环境影响及与项目间的关系。依据项目所在区域各类功能区划，详细调查明确项目区及周围敏感目标位置、分布、保护级别与要求。

调查土壤剖面构型、有效土层和耕层厚度等剖面性质，土壤质量调查参照 DB61/T 1322 《土地工程普探技术规范》、TD/T 1043.1 《暗管改良盐碱地技术规程第 1 部分：土壤调查》、NY/T 1121.1 《土壤检测 第 1 部分：土壤样品的采集、处理和贮存》和正在批准的国家标准《土壤质量 农业利用盐碱地土壤分类分级》中相关规定进行。土壤机械组成按照 GB/T 19077 《粒度分布 激光衍射法》规定测定；耕作层厚度和容重按照 GB/T 33469 《耕地质量等级》规程测定；含盐量按照 NY/T 1121.16 《土壤检测 第 16 部分：土壤水溶性盐总量的测定》规定测定；电导率按照 HJ 802 《土壤 电导率的测定 电极法》规定测定；pH 按照 NY/T 1121.2 《土壤检测 第 2 部分：土壤 pH 的测定》规定测定。

对于区域性普探，优先利用相关文献、已有有效数据资料，辅以遥感、无人机航拍、现场踏勘、公众调查、专业咨询；对于项目区土体盐渍化程度与水体环境调查在分析已有有效数据资料的基础上，结

合项目实际开展必要的现场监测与采样分析，辅以数值模拟、遥感、类比分析法。地下水环境调查主要收集已有监测数据，必要时利用已有监测井进行现场监测和采样分析，必要时进行布点监测。

(3) 普探结果

根据土壤含盐量水平判定其盐渍化程度，参考 DB61T 1416《蓄水模式盐碱地整治技术规程》和正在批准的国家标准《农业利用盐碱地土壤分类分级》，综合确定盐碱土分级标准如表 8 所示。

表 8 土壤盐渍化分级表

盐渍化程度分级	非盐化	轻度盐碱地	中度盐碱地	重度盐碱地
含盐量/(g/kg)	<1	1~2	2~4	>4

8. 土地平整工程

平整工程是盐碱地耕作层重构改良的前提。盐碱地区域地形起伏相对不大，根据耕作方式、作物种类、灌溉方式与基础设施，结合土壤盐渍化调查分区情况，划分相对集中连片的田块。田块面积划分参照 DB61/T 991.2《土地整治高标准农田建设 第 2 部分：土地平整》中方田区平整单元控制面积为 3~15 hm²，考虑到土壤含盐量的空间差异性，田块面积不宜小于 3 hm²。参照 NY/T 2148《高标准农田建设标准中》中的旱作地面和自流灌农田的田面平整度不大于±10 cm，坡降不大于 1/500。

田块平整依据距离就近、工程量就少、成本就低的原则，计算运输量，移高填低，确保在田块内土方的挖填平衡。参照 GB/T 30600《高标准农田建设 通则》中田块整治工程规定，在土地平整过程中测量放线，定点测量控制田面高程与坡降，不宜打乱表土层与心土层，并避免不同盐渍化程度田块间土方交叉填挖，确实需要打乱时应先剥离表土，单独堆放，待平整后再将表土均匀摊铺到田面上。

表 9 平整田块设计要求

指标	设计要求
田块面积/hm ²	≥3
田块长宽比	4~20
田面平整度 (100 m×100 m)	≤±10
坡降 (500 m)	1/800~1/500

9. 耕作层重构工程

(1) 不同处理下覆沙改良盐碱土效果

2012 年建设了盐碱地覆沙改良试验小区，位于陕西地建土地工程技术研究院富平中试基地内。试验布置如图 1，单个试验田块规格为 2 m×2 m×1 m(长×宽×深)，内侧和底部均用水泥做防渗处理，30~70 cm 深度内填充陕西省榆林市定边县堆子梁镇王滩子村采集的盐渍土，在表层分别覆沙 0、3cm、7cm 和 11cm 厚度风沙土(以下简称沙)，表层 0~30 cm 内分别按照盐渍土:沙厚度比例 30:0、27:3、23:7、19:11 铺设充分混匀的盐渍土和沙，即 0~30 cm 深度内沙在土层中的比例分别为 0%、10%、23%、37%。

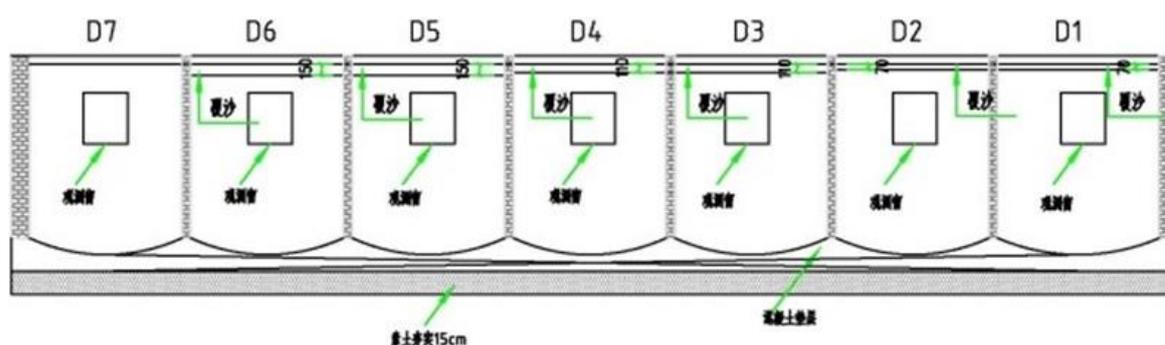


图 2 盐碱地覆沙改良试验处理示意图

改良盐碱土经过一年的种植后，0~30cm 土层内土壤随着拌沙量即拌沙比例的变化，呈现了显著的规律性变化趋势（图 3）。拌沙可以明显改变 0~30 cm 盐渍土质地过于细密的问题，并且在 3~11 cm 的拌沙量范围内，拌沙量越大、拌沙比例越高，土壤质地改善越为显著。在 0~30 cm 土层内，随着拌沙量从 3 cm 增加到 7 cm、11cm，粘粒

(<2 μm)和粉粒(2~50 μm)均呈现明显降低趋势,从不拌沙到拌入 11cm 沙,粘粒从 8.0%降低到了 4.5%,降幅 43.7%;而粉粒从 70.7%降低到了 39.1%,降幅 44.7%。与此同时,粒径为 50~2 000 μm 的砂粒,则从 21.3%增长到了 56.4%,增长了 1.6 倍。

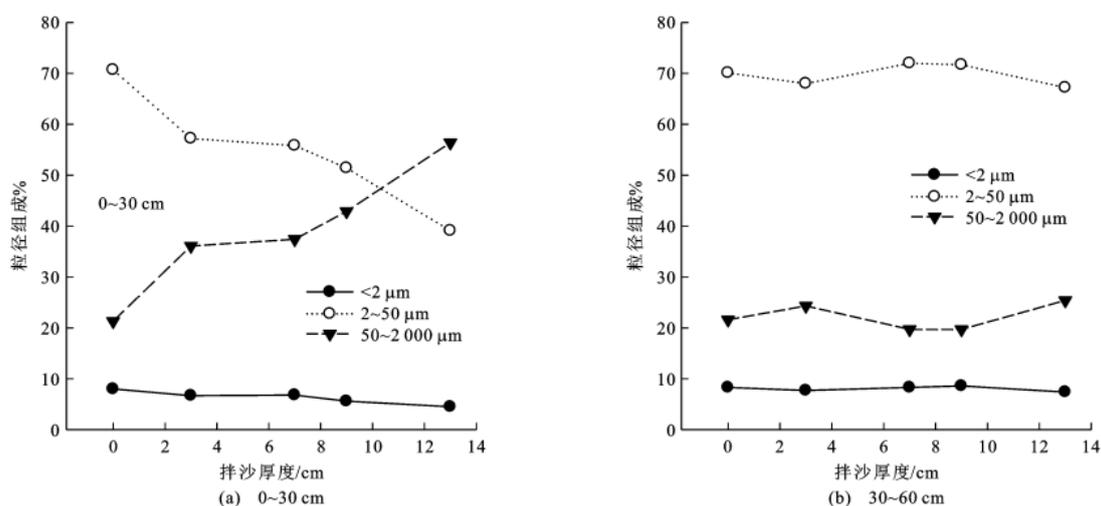


图 3 不同覆沙比例下 0~60cm 土壤粒级组成变化

拌沙没有明显改变土壤的 pH,但是对于电导率起到了一定的降低作用(表 10)。0~30 cm 土层内,拌沙量为 0 时,土壤电导率为 2.6 ms/cm 掺入 3.711 cm 沙后,电导率降低至 0.9~12 ms/cm 降幅显著 ($P<0.05$),但是不同拌沙量处理之间的差异不显著。30~60 cm 土层内,拌沙也不同程度地降低了土壤的电导率,降幅最高达到了 31%,且随着拌沙量的增加,电导率降幅不增反降。拌沙对于 0~60 cm 土层内盐渍土土壤的全盐及主要盐离子含量均有不同程度的降低作用,其中 0~30 cm 深度内降幅更为显著(表 11、表 12)。0~30 cm 土层内,随着拌沙量的增加,土壤的全盐含量从不拌沙的 12.3 g/kg,降低至 8.0~8.7 g/kg,拌沙量为 11 cm 时,降幅最大,达到 35.0%。从拌沙比例上看,拌沙量越大、降幅越大,个别降幅未随拌沙量增加而增加的离子,其在不同拌沙比例处理之间差异未达到显著水平。对于 30~60 cm 土层而言,多数盐离子并未在不拌沙和拌沙处理之间呈现明显差

异性，仅有 Cl^- 、 Mg^{2+} 两种离子表现除了拌沙后含量显著下降的趋势。

表 10 不同比例下 0~60cm 土壤电导率和 pH 值变化

覆沙厚度 (cm)	电导率 (ms/cm)		pH	
	0-30cm	30-60cm	0-30cm	30-60cm
0	2.6	2.6	9.3	9.3
3	0.9	1.8	9.4	9.3
7	1.1	2.1	9.4	9.2
11	1.2	2.5	9.5	9.2

表 11 不同比例下 0~60cm 土壤盐离子含量变化 (单位: g/kg)

覆沙厚度 (cm)	土层深度 (cm)	SO_4^{2-}	Na^+	Cl^-	K^+	Ca^{2+}
0	0-30	0.08	1.6	0.24	0.04	0.13
	30-60	0.07	1.59	0.23	0.04	0.06
3	0-30	0.05	0.89	0.07	0.02	0.08
	30-60	0.07	1.33	0.13	0.04	0.08
7	0-30	0.06	1.04	0.07	0.02	0.08
	30-60	0.09	1.51	0.16	0.04	0.04
11	0-30	0.06	1.04	0.08	0.01	0.07
	30-60	0.07	1.54	0.19	0.04	0.07

表 12 不同比例下 0~60cm 土壤盐离子含量变化 (单位: g/kg)

覆沙厚度 (cm)	土层深度 (cm)	Mg^{2+}	CO_3^{2-}	HCO_3^-	全盐
0	0-30	0.02	0.02	0.03	12.3
	30-60	0.07	0.02	0.2	12.1
3	0-30	0.08	0.01	0.04	8.7
	30-60	0.03	0.02	0.03	9.7
7	0-30	0.07	0.02	0.01	8.4
	30-60	0.04	0.02	0.02	10.6
11	0-30	0.02	0.02	0.03	8.0
	30-60	0.05	0.02	0.03	12.5

改良后 1 年（2013 年 6 月）和 5 年（2017 年 6 月）后表层（0-25cm）盐渍土的 pH、电导率、全盐量等盐分变化如图 3 所示。盐渍土 pH 并没有随着拌沙量或改良年限的改变而呈现规律性的变化；盐渍土的电导率随着拌沙量的增加呈现上升趋势，且改良 5 年后比改良 1 年时略有上升，但是幅度较小；拌沙对于盐渍土全盐量的降低作用显著，改良 5 年后，全盐量更是显著低于改良 1 年。

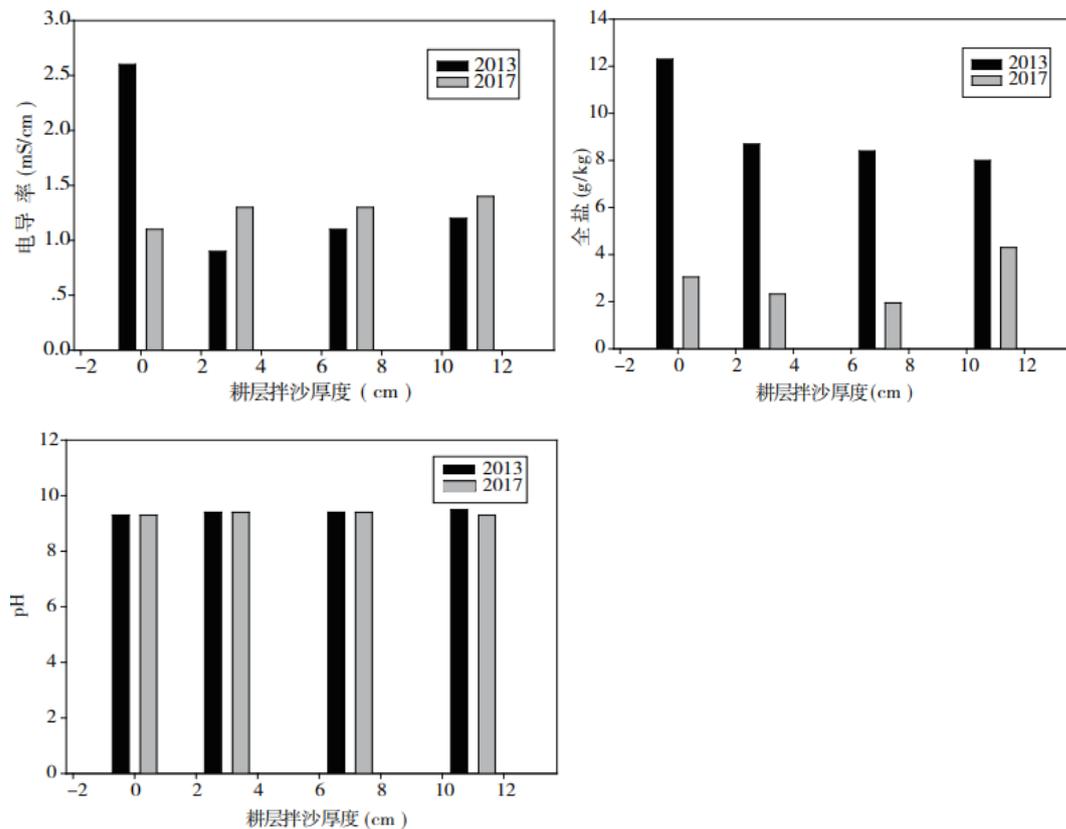


图 3 不同覆沙量对盐碱土的影响

(2) 盐碱地覆沙改良技术与其他物理改良技术对比

盐碱土改良设 4 个处理，分别为空白对照、覆沙、覆秸秆（玉米秸秆）、施加盐碱地改良剂（脱硫石膏）。覆沙厚度、覆秸秆量和施加脱硫石膏量均参考中、重度盐碱地的田间最佳施用量，分别为 10 cm、7500 kg/hm² 和 20000 kg/hm²，随机区组设计，每个处理设置 3 个重复，试验小区面积为 3 m×5 m。种植黑麦草品种为中国农业科学院草原研究所研制的伊犁特。

盐渍土的容重一般偏大、结构紧实、土壤团粒结构少、透水透气性较差，改良与利用较为困难。实验表明，从 2 年的土壤含盐量的监测结果综合来看，覆沙，覆秸秆、施加脱硫石膏 3 种改良措施均有助于降低土壤盐分，不同改良措施降低土壤盐分的顺序为施用脱硫石膏 > 覆沙 > 覆秸秆。如图 4 所示，土壤耕层盐分含量总体呈先升高后缓慢降低趋势，2016 年平均盐分含量分别为 4.68、4.21、3.85 g/kg，相比天然对照区 0~20 cm 土层的含盐量平均值分别降低 0.56、1.03、1.39 g/kg。表 13 显示不同改良措施下的耕层土壤 pH 值在 2016 年和 2017 年黑麦草生长期均比对照低。2017 年 8 月 24 日，覆秸秆、覆沙和施加脱硫石膏的耕层土壤 pH 值分别比对照降低 0.05、0.18 和 0.94。

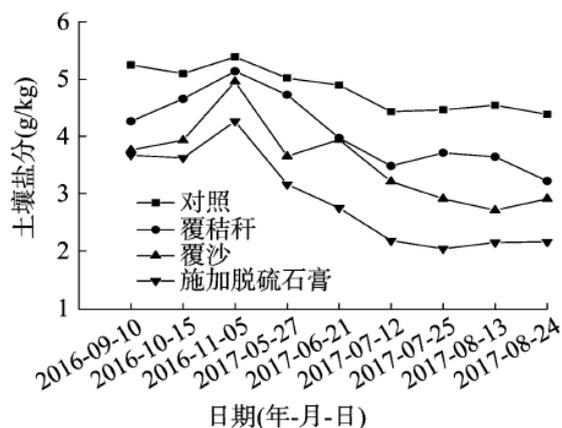


图 4 不同改良材料下盐碱土含盐量变化

表 13 不同改良材料下盐碱土 pH 变化

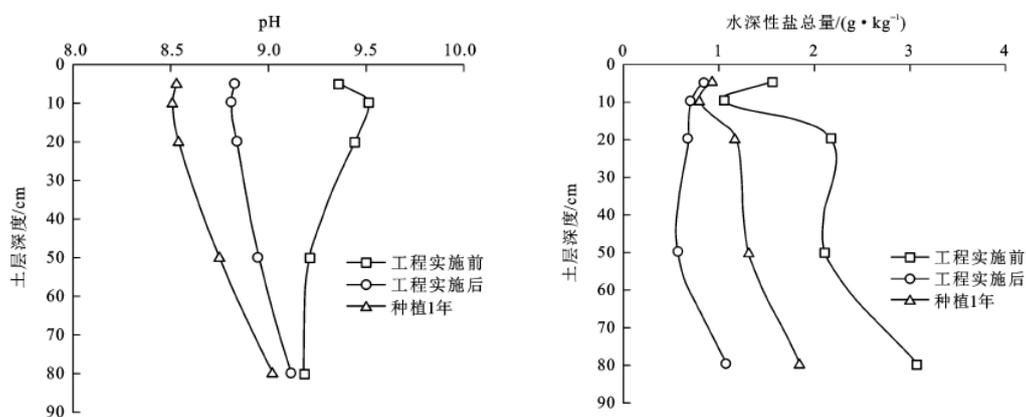
处理	2016 年耕作层土壤 pH				2017 年耕作层土壤 pH				
	09-10	10-15	11-05	05-27	06-21	07-12	07-5	08-13	08-24
对照	9.13	9.12	9.11	9.22	9.18	9.11	9.09	9.14	9.01
覆秸秆	9.13	9.05	9.07	9.12	9.11	9.03	9.01	8.98	8.96
覆沙	9.11	9.07	9.15	9.09	9.11	9.03	8.98	8.87	8.83
脱硫石膏	8.62	8.51	8.35	8.32	8.21	8.11	8.20	8.05	8.07

覆沙压盐是改良土壤次生盐渍化的重要措施之一，也是陕北盐碱

地开发利用的常用方法之一。覆沙压盐能改变土壤的理化性状，提高地温，防止盐分上升，有利于作物的生长发育进而提高作物产量，故有“沙压碱、赛金板”。在中、重度盐碱土上覆盖风沙土可以起到“沙压碱、沙压盐”的作用，即通过沙地土壤毛管空隙大、不能形成毛管吸力的作用，限制下层盐碱土的盐分向上移动，使之分布于立地土壤的某一深层下面，实现上面覆沙层发展耕作层的目的；或由于覆盖的风沙土与下面的盐碱土发生一定程度的混合，能够调节土壤黏沙比例，降低容重，改善土壤结构，降低盐分效果。

(3) 盐碱土改良技术实施效果

以陕北定边县典型盐碱地改良工程为例，通过平整后覆沙（无盐碱侵蚀的沙源）来消除土壤盐分富集的微域地形，并切断毛管水作用，抑制地下水盐向表层运移，实现土壤脱盐排碱，进而逐渐改良耕作土壤，覆沙厚度为 15cm（经过自然沉降后）。覆沙改良工程前后土壤理化性质变化情况如图 5 所示。平整覆沙和土壤培肥等工程的实施，能显著降低土壤含盐量，种植玉米 1 a 后的土壤平均含盐量高出工程实施后 55. 53%，但耕作层土壤含盐量仅比工程实施后增大了 10. 26%，对作物的生长发育影响程度很小。此外，土壤全氮含量得到了显著提高，分别较工程实施前后提高了 6870%和 104.63%。种植玉米 1a 后的土壤有机质含量比工程实施前后分别高出 41. 57%和 121. 70%。



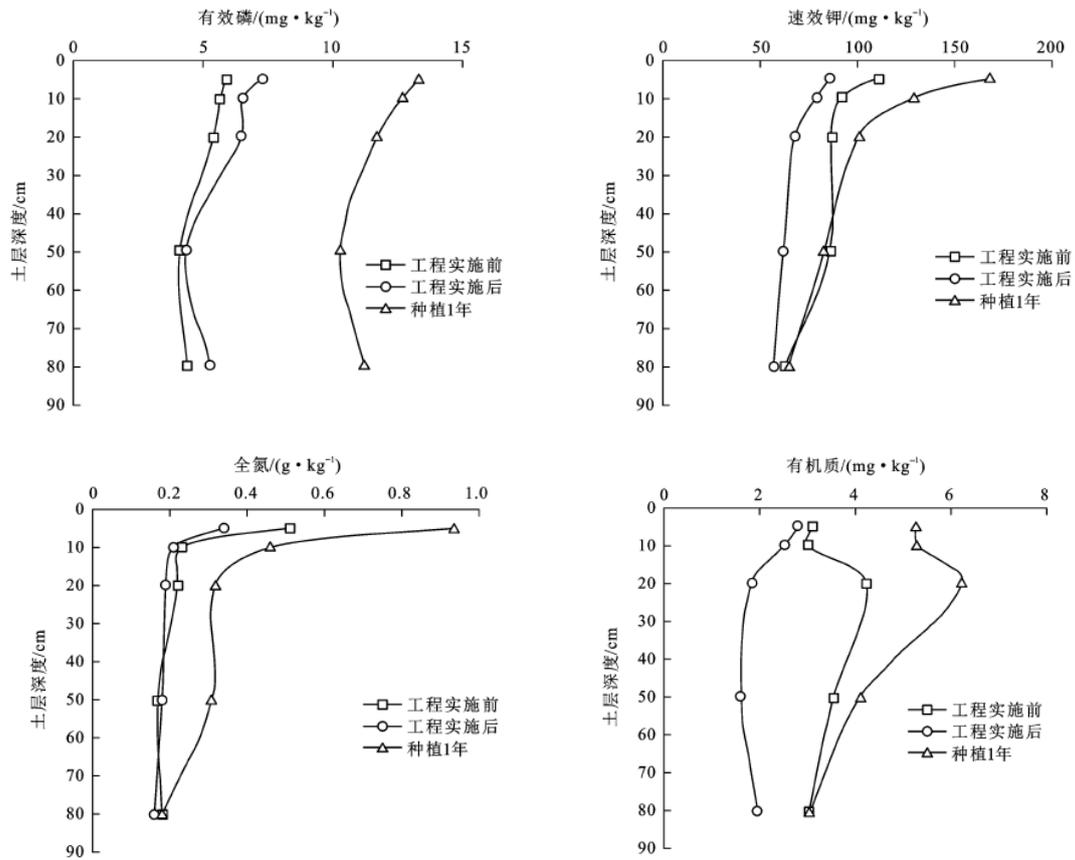


图 5 覆沙改良盐碱土后土壤理化性质变化

根据《陕西省土地整治工程新增耕地质量标准》中新增耕地质量标准, 陕北长城沿线风沙滩区等区域关于新增耕地土壤质量的要求如表 14 所示, 我省盐碱地主要分布于陕北风沙滩区与关中平原。本标准盐碱地在覆沙改良后, 土壤质量应不低于陕北长城沿线风沙滩区盐碱地新增耕地耕作层土壤, 土壤黏粒含量不应大于 27%。结合我省盐碱地分布及主要特性, 对覆沙改良后耕作层土壤的砂粒含量进行了限定 (表 15)。

表 14 新增耕地土壤质量要求

指标	陕北长城沿线风沙滩区(盐碱地)	陕北黄土高原区	渭北台塬区	关中平原区
砂粒(>0.05 mm)	≥23%	≤45%	≤45%	≤20%
机械组成 粉粒(0.002 mm~0.05 mm)	≥25%	≥30%	≥35%	≥50%
粘粒(<0.002 mm)	≤27%	≤15%	≤25%	≤35%

指标	陕北长城沿线风 沙滩区(盐碱地)	陕北黄土高 原区	渭北台塬区	关中平原区
容重/(g/cm ³)	1.0~1.45	1.0~1.4	1.0~1.45	0.90~1.45
有效土层厚度/cm	≥30	≥30	≥30	≥40
有机质/(g/kg)	≥2	≥5	≥5	≥5
pH	8.5±0.5	8.5±0.5	8.5±0.5	8.5±0.5

表 15 耕作层重构设计要求

指标	设计要求	检测方法
轻度盐碱地	≥23	
砂粒含量/%	中度盐碱地 ≤45 重度盐碱地 ≤76	GB/T 19077
容重/(g/cm ³)	1.0~1.45	GB/T 3364

10. 田间管理

利用风沙土改良盐碱地后需要进行田间管理。按照 NY/T 2911《测土配方施肥技术规程》要求，依据土壤盐渍化程度和作物种类，因地制宜的施用基肥和追肥，不宜施用富含氯离子和钠离子肥料，多施用有机肥。由于不同的作物抗盐碱能力不同，因此盐碱地改良过程中，需结合区域耕作制度和气候环境合理选择作物的种类。在作物生长过程中，根据作物品种的生物学特性、土壤墒情和水盐运移规律适时灌溉，灌溉水质应满足 GB 5084《农田灌溉水质标准》要求。

11. 效果评价

当前，我国对于盐碱地改良效果尚未做出统一标准。已有文献报道中，通过监测分析改良后土壤性质、盐分指标，结合改良盐碱地再利用后所产生的效益进行评价。本标准通过经济效益、生态效益分析，评估生物改良效果，并优化改良方案。

通过沙材料改良后盐碱地的经营主体或者第三方专业评价机构，具体视地力与土壤板结情况，适时开展土壤监测，进行技术评价。按照 GB 15618 标准，通过沙材料改良盐碱地前后土壤质地与含盐量、

pH 等理化指标的对比分析，评价盐碱地盐渍化程度改善效果。对比沙材料改良盐碱地技术实施过程中沙材料的施用量、施用成本等改良成本。核算一定年限内种植成本、作物生长状况及总产量、售价及销售额、总产值与净利润等。对比分析改良成本与经济产出评估经济效益。效果评价应形成正式的评价报告，报告内容至少包括土壤改良效果评价情况、经济效益评价情况与优化措施及建议。

三、主要试验(或验证)的分析、综述报告、技术经济论证及预期的经济效果

(一) 主要试验分析和综述报告

本标准围绕盐碱地改良、沙地资源开发利用、促进区域高质量发展目标，充分利用我省风沙土资源具有范围广、取用成本低及环境友好等明显优势，一次性投入可取得持久稳定的改良效果，有效推进盐碱地标准化、规模化改良。利用本标准核心技术将轻-中-重度盐碱地改良成良田的同时，能够有效保证土壤质量和粮食品质安全。大范围盐碱地改良后，通过农田水利工程的配套，使原有低产田变成高产农田，水肥流失减少，土壤盐渍化现象得以控制，原来的盐渍化荒地经土壤改良为耕地，土地荒芜面积减少，区域生态环境得到显著改善。

(二) 预期的经济效果

本标准在我省榆林市等地的土地开发项目开展盐碱地普探分析、诊断分级分类、摊覆沙改良、沙地资源化利用，为盐碱地覆沙改良工程项目的顺利实施提供了重要技术支撑，直接应用规模 20000 余亩，实现新增耕地 17000 余亩。当地农民可充分利用完善的农业生产设施，发展多种经营，降低生产风险，从而保证农业生产的稳定发展。盐碱地开发项目建设，改善了生产条件，降低了生产成本，提高了生

产效率，使农民人均增加纯收入近 600 元，推动区域脱贫致富，促进了农村经济快速健康发展。

四、采用国际标准和国外先进标准的程度及与国际、国外同类标准水平的对比（或与测试的国外样品、样机的有关数据对比）

在全国标准信息公共服务平台等平台进行检索，对比分析，尚未发现与本标准相同的国际、国外标准以及同类标准。

五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

目前我省针对地势低洼、排水不畅、水盐水平运移大于垂直迁移速率且具有层状土壤结构的盐渍化土地整治发布了《蓄水模式盐碱地整治技术规程》（DB61/T 1416）。但针对更普遍的旱区蒸发量大、非层状土壤结构的盐渍化地区，尚无发布实施的盐碱地覆沙改良技术相关的标准。

经检索，国内外尚无颁布与拟制定地方标准《盐碱地覆沙改良技术规范》相同的国际、国家、行业或地方标准。现有的标准多针对区域性盐碱地改良、作物生产、节水栽培等相关标准及规程（含在起草阶段标准），具体对比情况见表 16。

表 16 拟制定地方标准项目与国内外已有标准对比情况

标准编号	标准名称	发布单位	发布/立项时间	适用范围
20213478-T-606 (国标)	盐碱地改良通用技术	中国石油和化学工业联合会	2021-08-27 立项	起草阶段。针对铁矿山企业副产品改良盐碱地或水资源丰富地区盐碱地改良。
20205107-T-326 (国标)	土壤质量 盐碱地农业利用 土壤分类分级	农业农村部	2020-12-28 立项	起草阶段。主要内容：盐碱地土壤调查与评价、土壤改良以及改良效果的评价、盐碱地开发、利用以及管理相关内容。
TD/T 1042.4-2013	暗管改良盐碱地技术规程 第 2 部分：规划设计及施工	自然资源部	2013-10-12	规定了暗管改良盐碱地工程规划、设计、施工、管理与监测的内容、程序和技术标准等。

标准编号	标准名称	发布单位	发布/立项时间	适用范围
DB61/T 1416-2021	蓄水模式盐碱地整治技术规程	陕西省市场监督管理局	2021-01-19	针对地势低洼、排水不畅、水盐以水平运移为主、层状土壤结构的盐渍化地区。
DB13/T 5405-2021	滨海区盐碱地暗管改良土壤培肥技术规程	河北省市场监督管理局	2021-07-28	规定了滨海区盐碱地暗管排水排盐工程土壤培肥技术的适用条件与技术要求。
DB15/T 1548-2018	盐碱地小麦复种牧草综合改良技术规程	内蒙古自治区市场监督管理局	2018-12-28	规定小麦复种草改良盐碱地技术的播前准备、小麦种植、牧草种植等技术要求。适用于内蒙古自治区巴彦淖尔市等轻度盐碱化地区。
DB65/T 4192-2019	生态绿化工程盐碱地改良技术规程	新疆维吾尔自治区市场监督管理局	2019-03-01	规定土壤改良技术、造林技术、抚育管理、有害生物防治等。适用于新疆生态绿化工程盐碱地造林的生产技术活动。
DB37/T 2824	盐碱地农作物栽培技术规程	山东省质量技术监督局	2018-07-19	规定土壤含盐量 $\leq 0.3\%$ 的盐碱地典型农作物（玉米、高粱、谷子、花生）种植、田间管理与收获等生产技术措施。
DB22/T 2392-2015	盐碱地水田“淡化表层”快速创建技术规程	吉林省质量技术监督局	2015-12-15	适用于盐碱地水田淡化表层创建。主要内容：土壤诊断、配套灌溉工程、平整土地、增施有机肥、泡田脱碱、稻草还田。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

本规范是利用覆沙技术改良盐碱地的重要依据，对我省乃至西北旱区盐碱地综合治理及沙地资源化利用具有重要的指导意义。建议作为推荐性标准实施。

八、贯彻标准的要求和措施建议

颁布后可用于指导我省盐碱地整治与利用、覆沙改良技术实施、农业生产社会化服务等。

九、废止现行有关标准的建议

不涉及。

十、其他应予说明的事项

无。