

ICS xxxx

CCS xxx

DBXX

陕西省地方标准

DB XX/T XXX—XXXX

膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程

Code for Terraced Farmland Construction on slope land in Expansive Soil Area

(征求意见稿)

20xx-xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

目次 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 膨胀性土区坡改梯工程类型 2

5 普探工程..... 3

6 梯田工程..... 4

7 灌排工程..... 6

8 配套工程 7

9 管理与监测 8

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

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。

本文件由陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司提出。

本文件由陕西省自然资源标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：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。

本标准主要起草人：

本标准由陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司负责解释。

本标准首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司

电话：029-86625017

地址：陕西省西安市未央区广运潭大道与兴泰七街十字

邮编：710021

膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程

1 范围

本文件规定了膨胀性土地地区坡改梯工程建设的术语和定义、普探工程、梯田工程、灌排工程、配套工程和管理与监测的要求和内容。

本文件适用于陕南膨胀性土区坡改梯工程的设计、施工、验收和管理等，该规程适宜坡度为2~25°。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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/T 16453.1-2008 水土保持综合治理技术规范坡耕地治理技术

GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法

GB 50112-2013 膨胀土地地区建筑技术规范

GB 50265-2010 泵站设计规范

GB 50288-2018 灌溉与排水工程设计规范GB 5084-2005 农田灌溉水质标准GB/T 50596-2010 雨水集蓄利用工程技术规范

GB/T 50600-2010 渠道防渗工程技术规范

GB 7870 森林土壤碳酸钙的测定

HJ 802 土壤 电导率的测定 电极法

HJ 962 土壤 pH值的测定 电位法

NY/T 1121.4 土壤检测 第4部分：土壤容重的测定

NYT295-1995 中性土壤阳离子交换量和交换性盐基的测定

SL 190-2007 土壤侵蚀分类分级标准

SL 207-98 节水灌溉技术规范

SL 252-2017 水利水电工程等级划分及洪水标准

SL 277—2002 水土保持监测技术规程

SL 429-2008 水资源供需预测分析技术规范

TD/T 1012-2016 土地整治项目规划设计规范

TD/T 1013-2013 土地整治项目验收规程

TD/T 1036-2013 土地复垦质量控制标准

TD/T 1041-2013 土地整治工程质量检验与评定规程

TD/T 1042-2013 土地整治工程施工监理规范

DB 61/T 329-2003 梯田技术规范

DB 61/T 444-2008 机修梯田技术规范

DB 64/T 001-2009 梯田建设技术规范

3 术语和定义

3.1 膨胀性土 Expansive soil

黏土矿物总量大于30%且具有显著的吸水膨胀和失水收缩两种变形特性的黏性土。

3.2 自由膨胀率 Free swelling ratio

人工制备的烘干松散土样在水中膨胀稳定后，其体积增加值与原体积之比的百分率。

3.3 膨胀力 Swelling force

体积不变的膨胀性土浸水膨胀产生的最大内应力。

3.4 旱作梯田 Upland terrace

种植旱生作物的梯田。

3.5 顺坡梯田 Slope terraces

田面坡向与山坡坡向相同且田面带有明显坡度的梯田。

3.6 反坡梯田 Reverse slope terraces

田面坡向与山坡坡向相反且田面微向内倾斜适宜坡度的梯田。

3.7 田坎 Rister of terrace

人工或机耕修筑的保护梯田边坡的台阶状构筑物，包括土质田坎、石质田坎、植物田坎和其他人工材料构建的田坎。

3.8 田埂 Field ridge

位于田坎顶部的人工修筑的土埂，用以分界田面和容蓄梯田田面的降水。

3.9 植草护坎 Grass slope protection

针对田坎高度较低、稳定性较好的田坎可以采用植草护坡方式对田坎进行加固防护。

3.10 生态营养袋 Ecological nutrition bag

含由聚丙烯（PP）或者聚酯纤维（PET）为原材料，内装有一定配比的耕植土、有机基质、保水剂、肥料，并经双面熨烫针刺无纺布加工而成的新型生态袋，具有高强抗UV、耐酸碱、抗腐蚀、抗冻融等优点。

4 膨胀性土区坡改梯工程类型

4.1 普探工程

普探工程指通过对区域内的自然条件、土地利用现状、水土流失情况等进行调查分析，明确项目区地形地貌、气候条件、土质类型、植被种类、水文地质、工程地质及配套设施情况，为梯田工程、灌排工程及配套工程设计施工提供基础数据资料。

4.2 梯田工程

梯田工程主要包括梯田田面、田坎及田埂的设计、施工及验收。膨胀性土区梯田修筑中排水固坎、防风化固坎非常重要，可根据项目区情况在梯田与上部陡坡结合处修建排水措施，田坎采用生态护坡措施确保梯田稳定性。

4.3 灌排工程

主要包括水源工程、灌溉工程和排水工程，通过设置水泵站、截水沟、排水沟、集水池、蓄水池等工程，有效控制膨胀性土区梯田地表径流等，实现梯田水资源高效利用。

4.4 配套工程

配套工程是为满足项目区正常运行和作物种植生长的其他必要工程设施，包括道路工程及生态防护工程等。

5 普探工程

5.1 自然环境背景调查

自然环境背景调查是普探工程的主要内容，具体调查内容如表 1。区域面积较大（大于 10000 hm²）或条件较复杂区域，先划区再普探；区域面积较小或条件较为单一的区域，可直接进行普探。

表 1 自然环境背景调查具体内容

分类	主要内容
自然地理	地理位置、地貌类型、地形坡度等
水文气象	近 10 年以上降水、暴雨强度、蒸发量、气温、主风向、平均风速等
水文地质	地质构造、基岩类型、地表水径流系数、下垫面类型等
水土流失	水土流失类型、面积、强度等
土地利用现状	土地利用类型、面积及权属等
基础设施	交通设施、灌排设施、电力设施等
土壤基本性质	土体构型、土层厚度、土壤类型、质地、容重、CaCO ₃ 含量、pH、有机质等
土力学特性	抗剪强度、无侧限抗压强度、自由膨胀率、膨胀力等
植被状况	植被类型、植被覆盖度等
社会经济状况	面积、人口、劳动力、农业产值、产业结构和人均耕地、人均收入等情况。

5.2 测定指标

土壤质地、容重、CaCO₃ 含量、pH、有机质及阳离子交换量（CEC）指标分别参照 GB/T 19077、NY/T 1121.4、GB 7870、HJ 962、NY/T 1121.6、NYT295-1995 推荐的方法测定；土壤膨胀特性指标主要参照 GB 50112-2013 中推荐的方法进行。

5.3 其他资料

项目所在地的区域总体规划、水土保持规划、水资源规划、节水灌溉发展规划、防洪规划、土地利用规划、农业发展规划、林业发展规划和生态保护规划。

6 梯田工程

6.1 设计

根据项目区土质特性，地形地貌、土层厚度及降雨等实际情况，选择梯田类型。梯田类型选用应遵循以下原则：梯田田面水土流失较小，排水顺畅，田坎稳固，梯田安全性高。具体可参照如下：土层较薄，年降雨量较小的区域宜修筑顺坡旱作梯田；土层较厚，年降雨量较大的区域宜修筑反坡排水式旱作梯田。

6.1.1 设计暴雨标准

梯田防御暴雨标准，一般采用 10 年一遇 3h~6h 最大降雨。根据不同区域降雨特点，分别采用当地最易产生严重水土流失的短历时、高强度暴雨量进行计算。

6.1.2 田面设计

顺坡梯田田面设计：梯田横坡按照顺坡设计（图 1），为减少养分及水土流失，顺坡田面坡度 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 为宜。结合膨胀性土区地形、降雨及作物生长条件，田面宽度 6~15m 为宜，田面长度随地形而宜。地形坡度较大时（ $\geq 15^{\circ}$ ），可考虑修筑隔坡梯田。

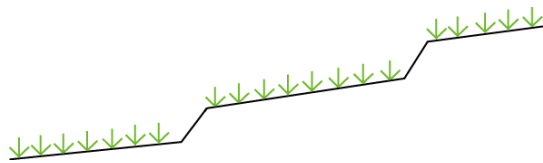


图 1 顺坡梯田示意图

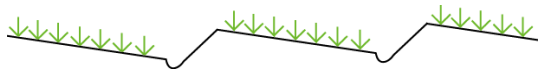


图 2 反坡梯田示意图

反坡梯田田面设计：梯田横坡按照反坡设计（图 2），降水沿田面汇至截水沟后再沿排水沟流走。旱作梯田田面坡度 $3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 为宜。田面宽度及长度可参照顺坡梯田田面设计要求。

坡面平整及耕作层重构：以田块为平整单元，田面平整高差控制在 $\pm 5\text{ cm}$ ，土方填挖时应注意保护表土。根据下伏基岩母质类型，确定有效土层厚度，土层厚度不宜小于 30 cm，土壤理化指标应满足作物生长稳产要求。梯田田块长度、田面宽度应根据地形、地面坡度、机耕条件、土壤性质、干旱程度和利用方向综合确定，可参照《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）和《梯田建设技术规范》（DB 64/T 001-2009）相关要求。

6.1.3 田坎设计

田坎设计应遵循安全稳定、占地少、用工省、因地制宜等原则，根据地形、坡度条件，合理确定田块宽度，控制田坎高度。田坎平均高度应不大于 3 m。根据《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），进行田坎剖面稳定性计算。当剖面稳定性系数 $F_s < 1.13$ ，田坎不稳定时可利用生态营养袋护坎、稳定剂护坎及植草护坎增加稳定性。若石料充足且就地取材方便时，亦可考虑修筑石坎梯田。田坎修筑参照小弯取直大弯就势原则，做到坎面整齐、稳定，不坍塌。

6.1.3.1 生态营养袋护坎

膨胀性土区一般田坎 $> 2.0\text{ m}$ 时可采用生态营养袋护坎，田坎外坡比 1:0.6 左右。生态营养袋田坎稳定性可根据《水工挡土墙设计规范》（SL 379-2007）进行验算。

生态袋内充填有一定比例配制的耕植土、有机基质、保水剂及营养肥料等以满足作物生长基本需求。

生态袋具有一定透水性但不允许土壤颗粒通过，袋体胀破强度不超过 165 kPa，以三维排水连接扣为连接件（图 3），可采用横向单行码放进行筑坎（图 4），构成一个稳固的三角结构。田坎填方若大于 2.0 m，生态袋下埋 0.3 m。在墙的顶部，将生态袋的长边方向水平垂直于墙面摆放，以确保压顶稳固。

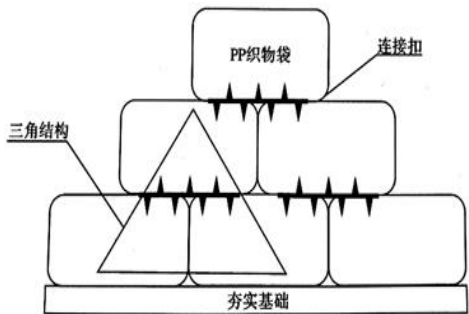


图 3 生态袋田坎筑坎连接形式

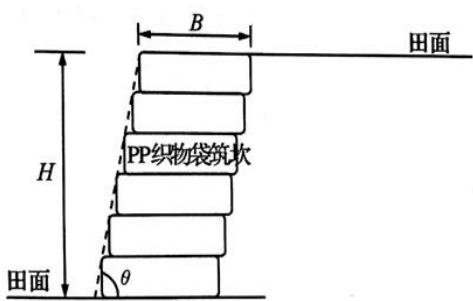


图 4 单坎型生态袋田坎

6.1.3.2 稳定剂护坎

田坎高度>2.0 m 时宜采用稳定剂护坎（图 5），一般在修筑田坎时添加石灰，辅以各类离子稳定剂等稳定田坎；田坎外坡比为 1:0.35。筑坎时从底层开始逐层夯实至预定高度，土壤含水率以 12%~16% 为宜，夯实度≥75%，土壤干容重达 1.6 t/m³ 左右。依据土壤膨胀特性掺入适量的稳定剂处理相应土层，分层进行夯实。随田坎升高，按设计的田坎坡度逐层向内收缩并将坎面拍光。

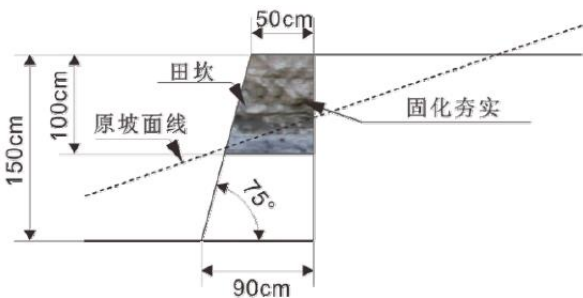


图 5 稳定剂固坎夯实

6.1.3.3 植草护坎

在生态袋护坎和稳定剂护坎基础上，可附加植草护坎技术在田坎外围加以防护，以减少径流对田坎的冲刷。护坎植物宜选择当地根系较为发达、生命力旺盛、防冲刷效果好的多年适生植物。

生态营养袋上植草时一般每个生态袋取 2 孔栽植（图 6），栽植孔随生态袋错位分布，以增加径流阻力，减少径流汇集，有效提升植草防护效果，施入稳定剂的田坎可直接插孔种植，上下层错位分布即可（图 7）。视土壤水分条件，适时适度浇水养护。

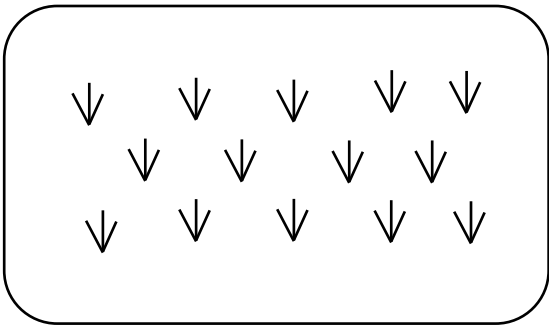
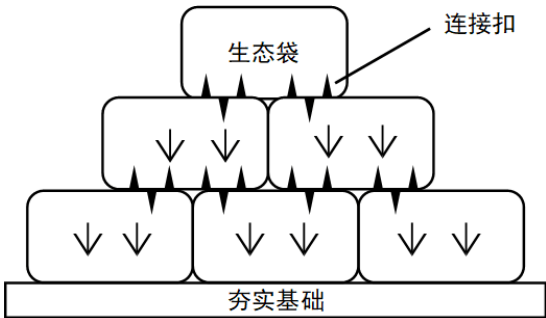


图 6 生态营养袋植草护坎

图 7 稳定剂植草护坎

6.1.4 田埂设计

为保证田面排水通畅，顺坡梯田可不设田埂；反坡梯田为防止暴雨直接打击坎坡，一般可在每级梯田布设较小的田埂，土质田埂呈梯形，高度建议 0.2~0.3 m，宽度 0.3 m 左右。还可在田埂上种植当地适生植物以削弱大气营力对边坡的风化侵蚀作用，保护田埂。

6.2 地力建设

耕作层厚度一般为 20 cm~30 cm；耕作层土壤理化性状指标表层土壤质地以壤质土为佳，表土疏松，通气性良好，心土紧实，保墒保肥；针对膨胀性较强的土壤类型需施以相应的土壤改良措施；可使用有机肥，如堆沤肥料、秸秆直接还田、绿肥还田、粮豆作物轮作等方式提升地力；土壤侵蚀模数需达到《土壤侵蚀分类分级标准》（SL 190-2007）第 4 章中规定的微度侵蚀标准。

6.3 施工

施工前做好准备工作，将施工区域内的地上、地下障碍物清理完毕。梯田田面、田坎及田埂施工可参照上述设计要求进行修筑，田面与田坎需紧密结合，修筑中每道埂坎应全面均匀地同时升高，不应出现各段参差不齐，影响接茬处质量；采用生态营养袋护坎时每垒砌 4 m²生态袋时，有一生态袋可填充中粗砂以便排水；铺设时注意袋子缝线结合一侧向内摆放，每层铺设完毕后进行压实，确保生态袋相互连接良好。采用稳定剂护坎时，可根据田坎不同层位不同膨胀土特性掺入适当比例的稳定剂。

6.4 验收

梯田工程应按照隐蔽工程的验收规定，进行施工过程的检查控制和最终检查、检测，从外观鉴定、实测项目，基本要求方面对梯田田面、田坎及田埂等各项工程进行评定（表 2），测定指标可参照《建筑边坡工程施工质量验收标准》（GB/T 51351-2019）相关要求。

表 2 梯田工程验收标准

检查项目	规定值或允许偏差	检查方法
梯田田面、田坎、田埂	外观无龟裂现象，浇水或下雨，坡面应无浑水产生	每 20m 检查一个断面，用直尺确定厚度
生态营养袋护坎	铺设平顺，搭接满足设计要求，坡脚、坡顶、坡面、平台处理压、固定牢靠	每 20 m 检查一个断面

7 灌排工程

7.1 防洪工程标准

排涝标准应满足田面积水不超过作物最大耐淹水深和耐淹时间，应由设计暴雨重现期、设计暴雨历时和排除时间确定。梯田田面排水宜采用 5a~10a 一遇。梯田排水沟及主要建筑物防洪标准的设计重现期应根据排水区的自然条件、涝灾的严重程度及影响大小等因素，经技术经济论证确定，一般按重现期 5a~10a。

7.2 水源工程

根据项目区水源条件和灌溉需求，合理配置各类水源工程，提高灌溉保证率。膨胀土区可通过在沟道内修建塘坝，配提水泵站，将拦蓄的地表水通过水泵抽至高位蓄水池，再通过地埋低压管道自流到田

间进行灌溉，在每层田面设置 1 个出水桩进行灌溉。坡改梯农田灌溉用水一般按非充分灌溉标准设计，灌溉设计保证率应不低于 50%。工程布局要求如下：

a) 塘坝应修筑在有来水的沟道中，坝址工程地质条件好，施工管理方便，上游有一定保证程度的坡面集水面积和库容，通过挡水坝拦蓄径流，储蓄水量。引蓄地表水工程规划布局应符合《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288-2018)第 5 章的有关规定，泵站布设应符合《泵站设计规范》(GB 50265-2010)第 4 章的有关规定。

b) 高位蓄水工程布置时蓄水池建筑位置应处地质条件良好，具有一定的地基承载力，尽量满足自流出水灌溉的条件。蓄水池不应建在地下水严重渗漏处，可采用地下式或半地下式的型式，且满足防冻要求，蓄水池的上水管进口应布设在池顶部；配水管出口布设在池底以上 20 cm~30 cm；蓄水池的池墙应高于蓄水池最高蓄水位 30 cm~50 cm；池顶应设置护栏等安全保护装置；另外引用坡面来水作为蓄水池水源，蓄水池前端进水口处应设置过滤和沉淀装置，并考虑蓄水池防冲措施。

7.3 排水工程

膨胀性土区梯田不能全部拦蓄雨水径流的地方，应布设相应的排蓄工程；梯田上部有地表径流流入的地方，应布设截水沟等小型蓄排工程，保证梯田安全。

排水工程可按截水沟和排水沟布设，在每一级梯田田面与田坎交汇处距离田坎 0.5 m~1 m 处布设截水沟，汇集相邻田面及田坎的径流；排水沟垂直于截水沟在田块两侧布设。结合膨胀性土区土质特性，截水沟及排水沟宜采用现浇混凝土矩形或梯形断面。

不同坡度、不同土质、不同植被的坡面暴雨径流量与土壤侵蚀量可根据水土保持径流试验资料或当地水文手册中暴雨径流模数确定，应按《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288-2018)中 6.3 的规定执行。结合膨胀性土区实际情况，截水沟、排水沟参照承载田块 5a~10a 一遇 24h 暴雨重现期设计。

截水沟、排水沟均应达到《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288-2018)第2章规定的工程级别。

7.4 灌溉工程

依据当地自然条件、土壤类型、种植作物，根据《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288-2018)，可在梯田低位修筑集水池，收集排水沟雨水及地表径流，并在梯田高位修筑用于灌溉的蓄水池，修筑泵站并铺设输水管道，安装出水桩及灌溉等装置，设计灌溉保证率取 75%。灌溉水源可优先采用集水池供水，在条件允许的地区可建设拦水坝取水。灌溉水利用系数可依据《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288-2018)的规定，田间水利用系数为 0.90，管道系统水利用系数为 0.97，计算灌溉水利用系数即为 0.87。

喷微灌工程设计可按照《喷灌工程技术规范》(GB/T 50085-2007)和《微灌工程技术规范》(GB/T 50485-2009)有关规定执行。

输水管道工程包括灌溉系统设计流量、管道系统工作水头、管道系统水头损失、管材、管径、给水栓(或出水口)型式和规格尺寸的选择等设计内容，应按《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288-2018)中相关规定执行。

8 配套工程

配套工程包括道路工程与生态防护工程，田间道路工程和生态防护工程设计及施工可参照《土地整治项目规划设计规范》(TD/T 1012-2016)、《机修梯田技术规范》(DB 61/T444-2008)相关规定执行。

9 管理与监测

9.1 管理

每年应从田埂下方取土加高田埂保持有足够的拦蓄容量，并夯实拍光。每次大暴雨后应对梯田区进行检查，发现被冲跨的田埂或穿洞等损毁现象及时进行补修。修建梯田过程中，应结合播种和施肥措施，每年进行定向耕作1~2次，耕作深度保持在15~20 cm。雨后田面产生不均匀沉陷或浅沟，作物收割后应取土填平。每年应配合定向耕作按照平衡施肥技术要求，大量施用腐熟的有机肥和化肥，在修建田埂时挖土的部位施肥量较一般施肥量高一倍以上。种植作物应增施复混肥料和中微量营养元素。作物收获后宜采用留高茬。在每年旱季前后，尤其是特别干旱季节，应进行认真普查。对开裂损坏者，要记录裂缝形态、宽度、长度和开裂时间等。每年雨季前，应重点检查截洪沟、排水干道有无损坏、渗漏和堵塞。

新修梯田部分，第1~3年种植应选种需要每年进行土壤制作的豆类、马铃薯和豆科牧草等。护埂草坡，在修筑好的田埂上，均匀散播草种，用回填土覆盖3~5cm压实。田埂宜种植多年生牧草或选种对田面作物生长影响小的地被植物。施工取土部位应选择种植马铃薯、豆类等适宜点种或穴播的作物。另外为防止绿化不当对建筑物造成危害，绿化方案（植物种类、间距及防治措施等）不得随意更改，提倡采用喷灌、滴灌等现代节水灌溉技术。

9.2 监测

农田防护林和埂坎植被应加强管护，及时补植、补种。每年定期对梯田种植效益、工程防护效益和项目区水土流失情况进行监测，监测方法、监测时段按《水土保持监测技术规程》（SL 277—2002）的有关规定执行。
