

《膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程》  
(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12月1日

# 目 录

一、工作简况 .....	1
(一) 任务来源及起草单位 .....	2
(二) 主要工作过程 .....	2
(三) 主要起草人 .....	3
二、标准编制原则和确定主要内容的论据 .....	4
(一) 编制原则 .....	4
(二) 确定主要内容的论据 .....	5
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 .....	12
(一) 主要试验(或验证)的分析 .....	12
(二) 综述报告 .....	12
(三) 技术经济论证及预期的经济效果 .....	13
四、知识产权说明 .....	13
五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系 .....	13
六、重大分歧意见的处理经过和依据 .....	13
七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议 .....	13
八、贯彻标准的要求和措施建议 .....	14
九、废止现行有关标准的建议 .....	14
十、其他应予说明的事项 .....	14

# 膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程

## 编制说明

### 一、工作简况

膨胀土是一种吸水膨胀、失水收缩和反复胀缩变形、浸水承载力衰减、干缩裂隙发育等特性性质极不稳定的土壤类型。膨胀土黏性矿物含量较高，其黏土矿物主要为蒙脱石、伊利石和高岭石等，大多是新生代的沉积物，是一种高塑性粘土。其中胀缩性是由于膨胀土特有的粘土矿物成分和微结构特征，使得水-土相互作用产生特殊的物理化学反应，形成土体吸水膨胀软化、失水收缩的宏观现象，这是膨胀土最根本的内在工程特性，也是引起膨胀土工程问题的本质因素。

我国是世界上膨胀土分布最广、面积最大的国家之一，面积约为10万 km<sup>2</sup>，主要分布在西南、西北、东北，黄河中下游地区，长江中下游地区和部分东南沿海地区，其中广东、四川、陕西等省分布较广。陕西省膨胀性土地地区面积约1300 km<sup>2</sup>，约占到陕西省总面积的6%，主要分布在陕南低山丘陵区，也是陕南梯田分布最为集中的地方，行政区域主要包括安康、商洛、汉中。该区域降水多、强度大，土层薄、容水量小，土壤吸水膨胀强度锐减，失水收缩出现裂隙，导致梯田田坎垮塌、边坡塌陷、水土流失严重，进而导致耕地面积锐减，可利用土地资源浪费，直接威胁区域农业生产和农民收入。因此，制定陕南膨胀性土地地区坡改梯工程建设技术规程，是做好区域土地资源节约集约利用，落实山水林田湖草系统整治的现实需求，也是提升区域水土资源高效利用，落实生态环境修复的重要举措，更是促进农业生产，农民增收，实现乡村振兴的重要保障。

## （一）任务来源及起草单位

然而，目前基于膨胀性土地地区坡改梯的高质量建设并没有相关技术及标准，为合理利用土地资源，科学开展膨胀性土地地区的土地整治，特制订《膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程》。

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计划项目的函》（陕市监函〔2021〕1319 号）精神，《膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程》被列入 2022 年地方标准制修订计划，正式下达编制任务，项目编号 SDBXM030-2022。

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。

## （二）主要工作过程

准备阶段：2022 年 1 月，《膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程》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 SDBXM030-2022。

启动阶段：根据 2022 年 5 月 18 日《陕西省市场监督管理局关于下达 2022 年第一批地方标准计划的函》（陕市监函〔2022〕380 号）。起草单位高度重视，立即组成由全部起草人和学术委员会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，召开研讨会制定起草文件大纲，正式启动标准文件的制定工作。

调研起草阶段：2022 年 7 月-2022 年 12 月，开展了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。明确了本文件的应用范围和对象，并对膨胀性土地地区坡改梯工程的设计、施工、管理等内容进行了总结归纳。2022 年 12 月，编

制形成了《膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程》(草案)。

编制阶段-讨论稿：起草组在单位内部开展了征求意见工作，并通过多次内部研讨会对各专家和技术骨干提出的意见建议进行研讨总结，不断修改完善标准草案。同时，按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020)要求，利用标准编制软件 SET2020 对标准草案格式和书写进行规范。2023年6月初形成标准征求意见讨论稿。

### (三) 主要起草人

本标准主要起草人共计 16 名，均来自于国有企业，具体如下(表 1)：

表 1 标准起草人主要情况

序号	姓名	职称	工作单位	主要工作
1	李瑞	正高级工程师	陕西省土地工程建设集团	负责人/ 主编人
2	郝起礼	高级工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
3	曹婷婷	高级工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
4	徐艳	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
5	杨晨曦	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
6	郝波	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
7	王迎国	助理工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
8	师晨迪	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
9	周航	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
10	花东文	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	试验人员/ 编写人
11	王荧	工程师	陕西地建土地工程技术研究院	试验人员/ 编写人

12	陈娅苗	工程师	陕西省土地工程建设集团	试验人员/ 编写人
13	慕哲哲	助理工程师	陕西地建土地工程技术研究院	试验人员/ 编写人
14	魏彬萌	高级工程师	陕西省土地工程建设集团	试验人员/ 编写人
15	李俭	助理工程师	陕西地建土地工程技术研究院	编写人
16	赵彤	高级工程师	陕西地建土地工程技术研究院	试验人员/ 编写人

## 二、标准编制原则和确定主要内容的论据

### （一）编制原则

本标准编制依据《中华人民共和国标准法》和《地方标准管理办法》的规定进行编制，标准格式和结构语句依据 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》的规定进行编排。标准编制遵循“科学性、适宜性、系统性、规范性”原则。

本标准从膨胀性土地地区坡改梯工程建设的普探工程、梯田工程、灌排工程、配套工程等方面进行规定。标准从工程模式、工程前期准备、设计要求、施工要求、验收要求等方面进行了系统全面的规定。

#### 1. 科学性原则

标准规范编制过程中，各项内容、程序应符合相关法律、法规，以及国家标准和相关行业标准，贯彻落实国家政策，合理开发土地资源以及保护土地资源的原则，各项指标参数的确定皆有相应的科学依据作为支撑。

#### 2. 适宜性原则

膨胀性土地地区坡改梯整治工程要遵循适宜性原则，制定切实可行政策和技术规范。从膨胀性土地地区的实际情况出发，以技术可行、操作方便、后期管护有保障为出发点，适当考虑生产、建设和科学技术发展的需要，针对膨胀性土地地区坡改梯的高质量建设要求，优化膨胀

性土地地区坡改梯工程建设新模式。

### **3. 系统性原则**

膨胀性土地地区的整治不能仅就单纯的坡改梯为目的，更要综合考虑其周围环境的系统性，水、地、生态等统一规划，综合整治，应紧紧围绕膨胀性土地地区坡改梯农田生态系统构建进行规范和要求，才能达到稳定长久整治膨胀性土地地区的目的。不同工程项目的制定应体现综合、协调、统一的原则。

### **4. 规范性原则**

标准的制定必须具有规范性，作为面向行业或者区域大众的规范，术语和语句必须按照相应的规范进行书写和编制，不可含糊不清、模棱两可。

## **(二) 确定主要内容的论据**

本规程主要技术内容分为 9 个方面：1.范围；2.规范性引用文件；3.术语和定义；4.膨胀性土区梯田整治工程类型；5.普探工程；6.梯田工程；7.灌排工程；8.配套工程；9.管理与监测。普探工程通过对项目区自然地理条件、土地利用现状、气候条件、土壤与植被、工程地质等进行调查分析，为梯田工程、灌排工程及配套工程设计、施工等提供基础数据资料；梯田工程根据膨胀土土质特性，分为顺坡、反坡田面设计、田坎生态防护、田埂设计及梯田施工及验收；灌排工程包括水源工程、灌溉工程和排水工程；配套工程包括道路工程、生态防护工程等。

### **1. 普探分析**

商洛市腰市镇属低山丘陵地貌区。位于板桥河流域支流腰市河左侧丘陵坡源地带，涉及 5 个村土地，海拔在 847~990m 之间，相对

高差约 143m，地形呈椭圆形分布，地势东北南高西低，宽度在 70~200m 之间，长约 0.5km。项目区地类以其他草地为主，地貌为低山丘陵地貌，易发生水土流失（图 1）。土壤类型主要以褐土为主，东部山顶有部分紫色土类，属小红土土种，颜色较淡，多呈淡黄褐色，粘粒含量较低，质地为砂壤，粒状或团块、块状结构，上层疏松多孔，下层稍紧实，易耕作，宜耕期长，通气良好，吸热快，散热快，温差大，不易积水，供肥性快，但保水保肥性能差，不耐旱，肥效期短，在改良利用措施上，应加强地力培养。项目区降水量偏小，降水年际变化大和季节性分配不均制约土地利用的主要因素，项目区水土流失主要表现为水力侵蚀，如遇汛期暴雨冲刷，会导致良田破坏，土壤肥力减退，影响农业生产。



图 1 项目区现状地貌

## 2. 梯田工程

### 1) 确定田面类型

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。针对项目区的实际情况，设计田块为水平梯田，沿等高线布设，设计形状为长条形，梯田长度一般为 20~300m 左右，田面宽度平均在 15m 左右。项目区共规划水平梯田 646 块。

### 2) 确定田坎

项目区内土层薄、石砾多，薄层土覆盖于半风化砂泥岩之上。土壤类型主要以褐土为主，粘粒含量高，多具有膨胀性。东部山顶有部分紫色土类，颜色较淡，多呈淡黄褐色，粘粒含量较低，砂壤质地，保水保肥性能差，不耐旱。下伏半风化砂泥岩开挖后质地坚硬，遇水崩解成碎散体，砂砾含量较粗，粘结力低，透水能力强，填筑田坎后不利于田坎的稳定。根据地形、坡度条件，合理确定田块宽度，控制田坎高度。田坎平均高度约 3m。在施工过程中田坎以挖方为主，控制田坎填筑量，尽量利用土体原有强度维持田坎稳定，减少田坎支护工程量。

针对项目区土层相对较薄，砂石料资源短缺的实际情况，在项目中贯彻执行“生态土地整治”的理念，创造性的把生态护坡方案引用到本项目中，达到费用较省，工程实用，生态修复的目的。

在项目可研阶段，以引进创新和当地传统护坎方式结合优选出 3 种方案进行对比，分别是生态营养袋护坎、稳定剂护坎、植草护坡。

#### ①生态营养袋护坎

生态营养袋柔性护坡是指利用活性植物并结合生态袋物理防护相结合的护坡形式，在坡面构建一个具有自身生长能力的防护系统，通过植物的生长对边坡进行加固的一门新技术。生态袋有过滤功能，透水不透土，具备水土保持的关键特性，能有效抑制暴雨径流对边坡的侵蚀，增加土体的抗剪强度，大幅度提高边坡的稳定性和抗冲刷能力。生态袋袋体柔软，整体性好，施工简便，工程造价相对较低且符合生态修复的环保新理念，同时也避免了开山取石造成水土流失、存在安全隐患等问题。

生态袋系统以生态袋为主体，以三维排水连接扣为连接件，将袋与袋之间连接为一个整体。生态袋和连接扣交叠放置，构成一个稳固

的三角结构（图 2）。

生态袋内充填土料，透水但不允许土颗粒通过，可以成为植物生长的良好载体。袋体强度较高，胀破强度最大可达 165kpa。连接扣是由聚丙烯制成的构件，放置于生态袋之间能增强系统的整体强度，其中包含多个倒钩，具有加固作用。

项目采用横向单行错位码放进行筑坎（图 3），单坎型生态袋田坎砌筑完成后坎顶宽  $B$ ，坎高  $H$ ，坡度  $\theta$ 。

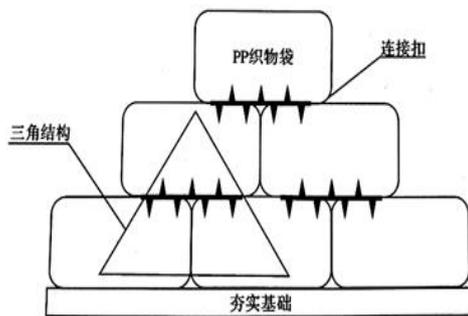


图 2 生态袋田坎筑坎连接形式

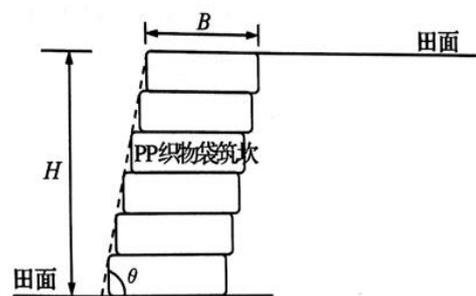


图 3 单坎型生态袋田坎

生态袋本身无毒、无害，对梯田中的农作物生产无副作用且使用寿命长，透水保土，便于绿化。在生态袋上种植植物，不仅可以充分利用耕地，增加土地利用率，提高农民收入，还可以充分利用植物发达的根系，起到固坎、保水作用，且植被生长可以覆盖田埂，降低雨雪对埂坎的冲刷，从而保护田面，延长梯田的使用寿命。

## ② 稳定剂护坎

土壤稳定剂主要以无机类为主。无机类稳定剂主要为石灰、水泥类，石灰类稳定剂能够增加土壤孔隙溶液中  $\text{Ca}^{2+}$  浓度，置换出膨胀土中蒙脱石等矿物中吸附的水和  $\text{Na}^+$ ，降低粘土颗粒的水膜层厚度，有利于粘土颗粒间形成较强的结构连结；并且石灰溶解出的  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  晶体，配合一定的水泥水凝材料能够提高固化土强度。针对膨胀性土地地区土质的特殊性以及滑塌严重、结构性差、产能低下等问题，可有

效选择稳定剂护坎方式。

田坎高度 $>2.0\text{m}$ 时宜采用稳定剂护坎（图4），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 $12\%\sim 16\%$ 为宜，夯实度 $\geq 75\%$ ，土壤干容重达 $1.6\text{ t/m}^3$ 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。

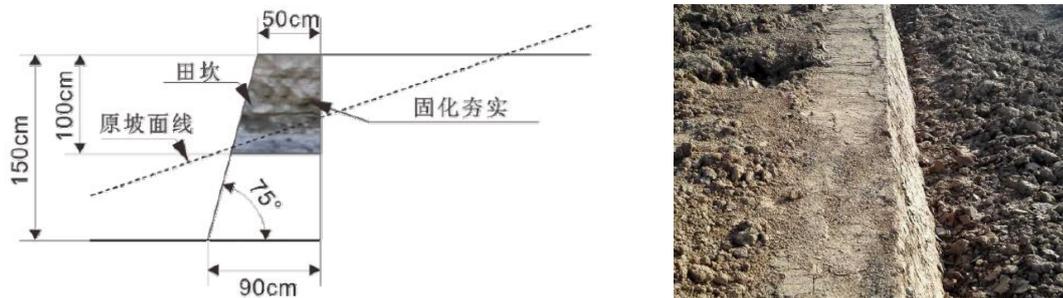


图4 稳定剂固坎夯实

### ③植草护坡

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生态防护，有效减少水土流失，防止雨水冲刷，有利于田坎稳定。在土质田坎外侧播种根系发达、生命力旺盛的多年生地被植物（高羊茅等），3个月即可成坪，可有效防治降雨冲刷，1~2年后根系可达 $50\text{cm}$ 以上，根系与土体紧密结合可提高土坎稳定性。

生态营养袋上植草时一般每个生态袋取2孔栽植（图5），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6）。视土壤水分条件，适时适度浇水养护。

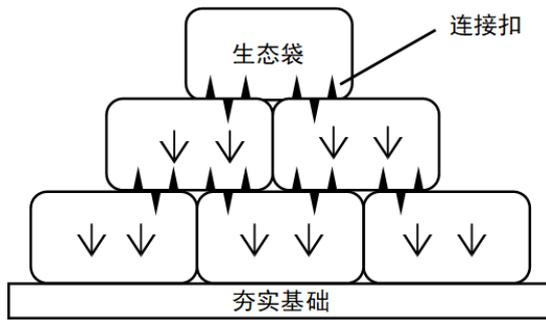


图 5 生态营养袋植草护坎

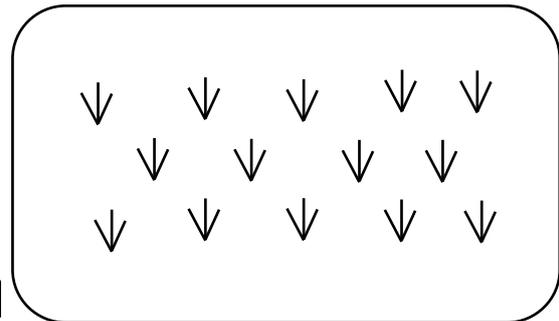


图 6 稳定剂植草护坎

### 3) 确定田埂

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。

### 4) 确定地力提升方式

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。

## 3. 灌排工程

### 1) 确定灌溉设计标准

依据当地自然条件、土壤类型、种植作物，按《灌溉与排水工程设计标准》对陕南山地区标准，设计灌溉保证率取 75%。

### 2) 确定水源

项目区灌溉水源为地表径流水及沟底泉水，在项目区内沟谷低洼处建设塘坝用泵站提水，注入高位蓄水池进行低压管道灌溉，项目区沟道较多，沟道内水流流量较大，且在塘坝附近有一泉眼，水量较大，

可满足项目区灌水需求，规划为水浇地管道布设可行，架设高压线也仅有 2478m，且投资较省。项目区规划水源为在项目区内沟谷低洼处新建塘坝 2 处，配套提水泵站、高位蓄水池、高低压线、变压器等配套设施。

### 3) 灌排工程设计

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)，项目区用泵站提水，利用钢管管道输送到项目区最高处，修建钢筋混凝土蓄水池，再利用 PVC 低管道输送池水进入田间配合出水桩进行灌溉。修建三座蓄水池，蓄水池-1 容积 50m<sup>3</sup>，蓄水池-2 容积 150m<sup>3</sup>，蓄水池-3 容积 50m<sup>3</sup>，新设计钢管输水管道 3 条，长 1245m；田间灌溉采用低压 PVC 管道，干管 8 条，长 2747.48m，支管 33 条，长 6292.07m；田间配套出水桩 261 个，配套闸阀井 27 座，泄水井 27 座。

项目区生产路和田间道单侧采用 U 型混凝土排水沟，生产路较低处布置支沟，支沟比降与生产路比降一致，在生产路下埋设 PVC 管，与较高处田块内排水沟相连，使田面排水沟内水排出；田间道在单侧较低处布置支沟，支沟与斗沟连接处埋设涵管。共布置支沟 5 条，长 3832.25m；斗沟 50 条，长 10000m；新修涵管 12 座。

## 4. 配套工程

项目区内，按照农业机械化要求及方便耕作、运输、管理的原则，规划田间道和生产路。以保持新修田块之间的畅通，尽量使每一个田块都能通达。项目区内新建田间道 5 条，长 5738m，路面为砂砾石路面，厚 16cm。新修生产路 50 条，总长 16347.80m，路面为素土路面，厚 30cm。田间道路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。

根据项目区的自然地理条件及气候条件，项目区内不设防护林带，只在田间道种植护路林，在田间道一侧栽植种树一排。结合生态土地整治有关政策要求，综合考虑项目区实际地形地貌等因素限制，对局部坡度较大的地块进行生态修复，共设生态修复区 23 处，面积约 299 亩，在生态修复区边界种植生态防护林进行防护。

根据项目区实际情况，项目区树种选择耐旱耐寒性强的，成活率高的树。因而本次规划树种选择适合当地土壤和气候条件的油松，胸径在 3cm 左右，树坑大小为 80cm×80cm×60cm，株距 3m。田间道一侧栽植油松 1913 株，生态修复区栽植油松 5410 株。

配套工程：配套工程按照相关标准要求进行了设计、施工和验收。

### 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(或验证)的分析

应用《膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程》核心技术，已成功在陕西地区进行了广泛应用。通过在膨胀性土地地区开展坡改梯整治技术研究及工程应用，为本标准制定提供了理论依据、数据支撑、技术支持及工程经验，目前该技术已在陕南商洛市完成梯田土地整治 1350 亩，建成现代化农业种植示范基地 2600 余亩，同时在汉中、安康、铜川、宝鸡等梯田整治中多元化推广应用超 5 万亩，梯田长效稳固，当地水土资源得到了充分利用与保护，显著提高了该区域梯田质量，社会、经济和生态效益显著，具有巨大的推广前景。

#### (二) 综述报告

《膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程》可为陕西膨胀性土地地区坡地治理提供技术指导，以“优化田面、排水保土、生态护坎”为核心技

术的膨胀性土地地区坡改梯工程建设新模式。该技术模式的应用可有效解决膨胀性土地地区表层土壤流失、梯田田坎垮塌、区域排水不畅问题，有助于梯田长效稳固，土地资源节约集约利用，可增加耕地有效面积，提高农业生产力，助推生态文明建设与乡村振兴。

### **（三）技术经济论证及预期的经济效果**

膨胀性土地地区坡改梯核心技术已推广至汉中、安康、铜川、宝鸡、渭南等土地整治领域多元化推广应用超 5 万余亩。该技术可实现集“优化田面、排水保土、生态护坎”于一体的膨胀性土地地区梯田建设关键技术，对水土资源得到了充分利用与保护。该技术形成了“固坎增稳、排水保土、肥力提升”的梯田长效稳固建设新模式并示范推广，助力脱贫攻坚。在陕南商州区累计建成 2600 余亩具有引领作用的农业种植示范基地，为同类易损毁梯田土地整治提供对做好区域水土资源节约集约利用，落实山水林田湖草系统整治具有重要意义，促进了农业增产，农民增收，助推了乡村振兴，经济、社会和生态效益显著。

## **四、知识产权说明**

任何单位使用本标准所产生的知识产权归编制单位。

## **五、与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系**

经过检索，目前涉及膨胀土及坡改梯整治技术方面的现行标准均未对膨胀性土地地区的梯田整治做出明确规定。本标准在基本理念与核心技术方法等方面与相关类型膨胀性土地地区整治技术规程有互通性，同时满足促进膨胀性土地地区农业和生态持续健康发展需求。

## **六、重大分歧意见的处理经过和依据**

无重大意见分歧意见。

## **七、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议**

针对膨胀性土地地区坡改梯的高质量建设要求，提出了以“优化田

面、排水保土、生态护坎”为核心技术的膨胀性土地地区坡改梯工程建设新模式。该模式及示范工程已在陕西商州区土地整治项目区成功应用。该技术模式的应用可有效解决膨胀性土地地区表层土壤流失、梯田田坎垮塌、区域排水不畅问题，有助于梯田长效稳固，土地资源节约集约利用，可增加耕地有效面积，提高农业生产力，助推生态文明建设与乡村振兴。为保证本标准的有效实施，建议颁布《膨胀性土地地区坡改梯工程技术规程》作为推荐性标准，为工程施工提供规范性指导。

## **八、贯彻标准的要求和措施建议**

本文件发布后，建议标准管理机构面向自然资源管理部门、相关科研事业单位、专业评估机构等做好宣传，委托起草单位为使用单位做好培训，指导工作。

## **九、废止现行有关标准的建议**

本文件是新标准，无现行有关标准废止。

## **十、其他应予说明的事项**

无。