

# 膨胀土地区土坎梯地的规格化研究\*

朱建强

蒋允静

(湖北农学院中日合作中心·荆州市·434103) (西北农业大学水利与建筑工程学院)

**摘要** 膨胀土地区因其土质的水敏特殊性,基本农田建设的指导原则应是:采用旱作反坡梯地,排水固坎工程与生物措施并重。结合野外调查的实际经验,在上述原则指导下,对膨胀土地区土坎梯地的规格、尺寸、构造等具体问题作了进一步阐述。

中图分类号:S157.31

**关键词:** 膨胀土 土坎梯地 规格化

## Standardization of Earth-banked Terrace in Expansive Soil Area

*Zhu Jianqiang**(China-Japan Cooperation Centre, Hubei Agricultural College, Jingzhou City, Hubei Province, 434103, PRC)**Jiang Yunjing**(Water Conservancy and Architectural Engineering College, Northwest Agricultural University, )*

**Abstract** Based on soil water-sensitive particularity in expansive soil area, basic farm field construction in this kind of areas should adopt an opposite direction slope terrace. It regards as the guide thought of terraced design in the expansive soil region to drain water for stabilization terraced bank, lay equal stress on slope engineering and plant measures. Combining the practical experiences of field investigation, the specific problems of the earth-banked terrace specifications, size and structure ect. are further expounded.

**Keywords:** expansive soil; earth-banked terrace; standardization

膨胀土大多是新生代的沉积物,在世界各地有着广泛分布,我国以珠江流域的东江、桂江、郁江和长江流域的乌江、岷江、嘉陵江、汉江等水系的火成岩及变质岩区内分布最为集中。由于它是地史沉积物,故原生的膨胀土多沿河谷阶地呈带状展布,但其厚度因地貌部位不同变化较大。膨胀土的土质有别于一般粘土,富含亲水性强的粘土矿物(蒙脱石和伊利石),其工程特性对含水状态极为敏感,遇水膨胀后强度锐减;表层的土体结构更因气候变化,反复缩胀或冻融而完全破坏,引发溜塌、泥石流。特别在多雨季节,坡体受水时间过长,则会因基部膨胀而失稳(座落)。我国南方,水热条件良好,但大多为浅山丘陵区,其中的膨胀土地区,由于土质特殊,对当地水土保持和基本农田建设工作影响很大,甚至在一定程度上制约了农业经济的持续增长。膨胀土丘陵山区的农田建设,以石坎梯田为好,这是显而易见的。但是,风化强烈的火成岩与变质岩区,大多伴生有厚层大面积的膨胀土,当地石料并不丰富;所以,如何科学合理地建设土坎梯地,仍是一个十分重要的问题。

土坎梯地的突出问题是垮坎严重, 所谓“一年修, 二年垮, 三年变成平铺塌”。垮坎的主要原因是雨多、强度大, 排水系统不力。另外, 也还与埂坎缺乏植物保护, 施工质量不高有关。一些滞水的梯地, 即使坎高小于 1.0 m, 也难免在雨季滑塌, 这正是由于土体含水量增加, 抗剪强度衰减极为剧烈之故。如陕西安康的一类膨胀土, 当土体含水量由 17.35% 增至 23.84% 时, 强度下降 67%; 而含水量增至 37% 时, 强度则下降 90% 以上<sup>[1]</sup>。

作者在野外调查和室内实验研究的基础上, 结合膨胀土的特性提出: 土坎梯地建设应遵循以排水固坎为中心, 工程措施与生物措施相结合、埂坎保护与开发利用相结合的原则<sup>[2,3]</sup>。本文将按上述原则, 进而论述膨胀土地区土坎梯地规划与设计中的规格化问题。

## 1 规格化的前提条件

(1) 实践表明, 膨胀土地区不宜修水田, 只适旱作。(2) 旱作梯地宽度过小, 既不利于作物生长, 也不便于经营管理。结合南方多雨的条件, 本文建议  $B_{\min}$  取 3 m。(3) 梯地位于谷坡之中下部, 其上为集雨的山坡, 在雨季梯地受到上方来水的威胁; 同时, 因膨胀土梯地的田面不能是滞纳降雨的水平面, 本身也有排导雨洪的要求。所以, 梯地规格化时, 采用多大的雨强  $I_P$  作为设计标准, 是十分重要的前提。从我国有关降雨和膨胀土边坡变形的实测资料看, 当 24 h 降雨量小于 40 mm, 边坡无变形; 当为 40~70 mm 时, 有局部变化; 若大于 100 mm, 则将出现严重溜塌、滑坡<sup>[1]</sup>。按暴雨汇流原理, 小面积的梯地洪水, 应取很短历时(如 5 min 左右)的设计频率点雨强作为设计雨强  $I_P$ ; 这方面的研究还不够成熟, 一般情况下, 若 24 h 降雨大于 100 mm, 其相应的设计雨强可在 1~3 mm/min 范围内适地取用<sup>[4]</sup>, 本文建议  $I_P$  取 2 mm/min。

## 2 规格化的先决参数与构造

(1) 梯地横坡  $i_n$ 。农民常习惯于从地边起犁向内侧翻土的耕作方式, 日积月累, 田面内高外低, 雨水朝外流向埂坎, 这对埂坎的稳定是很不利的。因此, 应改变耕作习惯, 向外侧翻土, 使田面内低外高, 以保持反坡梯地; 使雨水向内流, 然后, 再沿坎根沟汇至地头排水沟。按反坡梯地调查经验, 本文建议梯地横坡  $i_n$  取为 10%, 参看图 1。

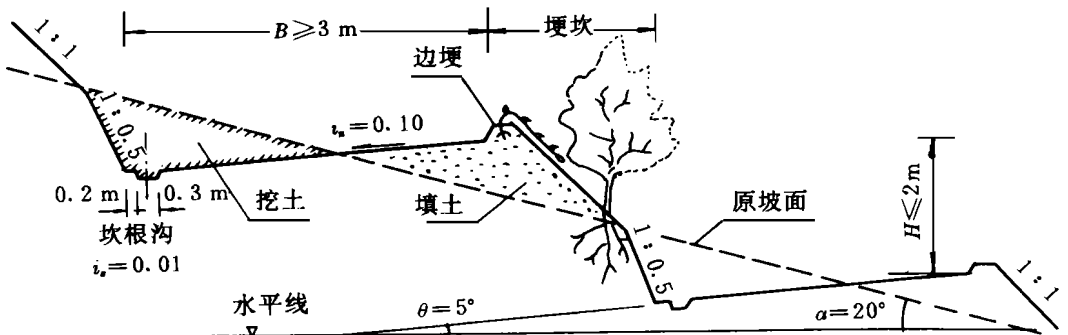


图 1 反坡排水土坎旱作梯地横断面示意图

(2) 坎根沟。为了不使梯地滞留过多的雨水, 除梯地需有内倾的横坡  $i_n$  外, 沿等高线方向还须有坎根沟, 才能将雨水分别导向地头两端的排水沟。坎根沟的底坡  $i_s$ , 可视梯地条块的长度, 在 1/100~1/150 范围内选定, 本文  $i_s$  拟取 1/100。坎根沟的断面, 应取宽浅型, 最大挖深

不宜超过 0.2~0.25 m, 以免影响埂坎安全。

(3) 最大阶差  $H_{\max}$ 。相邻两级梯地的高差  $H$ , 主要取决于田面宽度  $B$  的选定, 但对于膨胀土, 为了能使田坎稳定, 阶差过大是不安全的, 根据我们的调查,  $H_{\max}$  宜取 2 m。

(4) 埂坎的构造。边埂田面内倾的反坡梯地在理论上似可不作边埂, 但考虑到外侧填土部分的沉陷变形, 实用上修筑边埂仍属必要, 唯边埂的尺寸可较一般水平梯田小一些, 以增加田面的有效宽度。按实地调查经验, 一般边埂的高度多为 0.2~0.3 m, 宽度亦在 0.3 m 左右。埂上应植有蔓瓜类或黄花, 以防暴雨直接击打。埂坎坡度在横向土方平衡的条件下, 田坎下部为原状土, 上部为填筑土, 其分界线大致在坎坡中间。由于二者抗滑能力不同, 故宜采用不同的坡比, 上部取 1:1, 下部取 1:0.5。调查表明坎坡应以植物保护, 多在新老土结合处栽种经济树种, 如杜仲、桑、桔等。

### 3 规格化有关参数的确定

#### 3.1 坡改梯的界限坡角 $\alpha_{\max}$

按上述  $B_{\max} = 3 \text{ m}$ ,  $H_{\max} = 2 \text{ m}$  的梯地主要尺寸的拟定, 即可定出界限坡角  $\alpha_{\max}$  约在 20° 左右, 即坡比 1:2.75~1:3.0。换言之, 凡坡角大于 20° 的谷坡, 应弃耕还林(草), 采取生物措施抑制水土流失。

#### 3.2 界区截水沟

在宜修梯地的坡地( $\alpha > 20^\circ$ )与其上部陡坡地交界处, 应视梯地以上集水坡面的大小, 修建一个大致平行等高线的界区截水沟, 不使上方坡面雨水进入梯地。

设坡面集水面积为  $F$ , 则截水沟的末端设计流量  $Q_p$  按暴雨—径流关系可写为:

$$Q_p = 1.67 \times 10^{-5} \Psi I_p F$$

式中:  $Q_p$ ——截水沟末端的设计流量( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $\Psi$ ——暴雨径流系数, 按坡面渗蓄条件而定, 对于历时较长的暴雨通常可取为 0.90;  $I_p$ ——设计雨强( $\text{mm}/\text{min}$ ), 按前述采用  $I_p = 2 \text{ mm}/\text{min}$ ;  $F$ ——集水面积( $\text{m}^2$ )。

按计算所得的  $Q_p$  即可设计截水沟。显然, 该沟所控制的集水面积  $F$  越大, 截水沟的尺寸也越大。一般来说, 界区截水沟的设计流量以不大于 0.25~0.3  $\text{m}^3/\text{s}$  为宜, 这样, 截水沟末端的横断面一般不超过 0.2  $\text{m}^2$ 。若上方集水面积过大, 则应分段布设多道截水沟。为避免截水沟冲刷下切, 其末端部位, 宜以砌石适当保护。

#### 3.3 梯地田块的尺寸

由于梯地有排水要求, 其长度不宜过大, 通常以不超 100 m 为宜, 否则坎根沟挖深过大。对于较长的田块, 应采用从中间向两头排水的方式。为了适时排除雨水, 田块面积增大, 坎根沟的断面也随之增大。若取  $i_s = 1/100$ , 曼宁糙率  $n = 0.04$ , 坎根沟末端的最大过水断面为 0.3  $\text{m} \times 0.2 \text{ m} = 0.06 \text{ m}^2$ , 相应的流量约为 0.03  $\text{m}^3/\text{s}$ ; 按前述暴雨—径流关系式可得, 田块面积宜控制在 1 000  $\text{m}^2$  之内。考虑到坎根沟可能因杂草滋生或管理不善而阻水, 建议田块面积一般以不超过 0.067  $\text{hm}^2$  为宜。

#### 3.4 加强坎

为了避免梯地的埂坎仍有可能被暴雨破坏而引发的连锁反应, 对于连续布设的多级梯地, 一般可隔 5 级设一道加强坎。对于土坎梯地, 加强坎的埂高与埂宽均应酌情增大; 而有条件的地方, 加强坎最好采用石坎。

(下转第 41 页)

式中:  $R$ ——效益费用比(倍);  $B$ ——折算后的年效益总值(万元);  $C$ ——折算后的年运行管理费总值(万元);  $K$ ——基准点的投资(万元);  $B_t$ —— $t$  年的年效益(万元);  $C_t$ —— $t$  年的年运行管理费(万元)。

结合工程具体情况,  $R$  的计算式为:

$$R = \frac{B_1(P/A, 7\%, 30) + B_2(P/A, 7\%, 5)(P/F, 7\%, 5) + B_3(P/A, 7\%, 20)(P/F, 7\%, 10)}{K_0 + C_0(P/A, 7\%, 30)} \quad (2)$$

式中:  $B_1$ ——2 600 万元;  $B_2$ ——800 万元;  $B_3$ ——4 800 万元;  $C_0$ ——125 万元;  $K_0$ ——1 250 万元。

算得  $R = 4.28$  (倍)。即在计算投资利率的情况下, 本工程单位投资仍产生 4.28 倍的效益, 经济上是可行的, 效益是客观的。用净现值  $V_{np}$  分析, 见下式(3)

$$\begin{aligned} V_{np} &= B - C - K_0 \\ &= (B_1 - C_0)(P/A, 7\%, 30) + B_2(P/A, 7\%, 5)(P/F, 7\%, 5) \\ &\quad + B_3(P/A, 7\%, 20)(P/F, 7\%, 10) - K_0 \end{aligned} \quad (3)$$

式中符号意义同前。经计算得  $V_{np} = 45\ 868$  万元。说明本工程在计算投资利率的情况下, 还可盈利 45 868 万元。

## 4 结 语

通过对农业综合开发工程的基本条件、规划及实施方案原则和效益的分析, 证明了在贫困山丘区, 实施农业综合开发, 不仅可以改善当地耕地条件, 实施各业种植结构的优化调度, 使原有的跑水、跑肥、跑土的“三跑田”变为“三保田”, 使低产变高产, 并有效地治理了水土流失, 逐步改造原有恶劣的自然环境, 同时, 取得了经济、社会、生态效益的有机统一, 无疑充分显示出农业综合开发工程强大的生命力。

(参考文献略)

(上接第 19 页)

## 4 结 语

(1) 膨胀土丘陵山区的坡改梯农田基本建设工程宜在自然坡角小于 20 的缓坡带进行。20 以上的陡坡带应退耕, 转为林牧业用地。

(2) 膨胀土地区的梯地应以“排水固坎”为原则, 建造反坡旱作梯地。田面宽长不宜小于 3 m, 相邻两级的高差不宜大于 2 m。

(3) 梯地排水工程系统由位于缓坡带顶部的界区截水沟、每级田块的坎根沟和垂直于等高线的排水干沟组成。设计暴雨强度采用  $I_P = 2\text{ mm/min}$ 。

(4) 为避免坎根沟挖深过大而影响埂坎安全, 梯地田块单元面积以不超过  $0.067\text{ hm}^2$  为宜。

(5) 梯地埂坎应采用植物保护措施, 地埂顶部植有蔓瓜类, 坎坡之间栽经济树种。

本文曾经沙际德教授审阅, 并提出了修改意见, 在此特表谢意。

### 参 考 文 献

- 1 廖世文. 膨胀土与铁路工程. 北京: 中国铁道出版社, 1984
- 2 朱建强. 陕南土坎梯地垮坎的原因分析及防治对策. 水土保持通报, 1994, 14(3): 44-47
- 3 朱建强, 李靖. 陕南西部土坎梯地建设研究. 水土保持通报, 1998, 18(2): 19-24
- 4 成都科技大学. 工程水文及水利计算. 北京: 水利电力出版社, 1983. 184-185