



机械修梯田

中国科学院西北水土保持研究所 刘万铨

水利出版社



内 容 提 要

本书比较全面地介绍了机械修梯田的规划、设计、定线、施工和工效计算等技术,并提出了提高相对工效的途径。

本书可供从事水土保持工作的技术人员、工人和干部阅读,并可作为机械修梯田的规划、设计及拖拉机手的培训参考教材。

机 械 修 梯 田

中国科学院西北水土保持研究所

刘万铨

*

水利出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 4 $\frac{1}{4}$ 印张 93千字

1980年10月第一版 1980年10月北京第一次印刷

印数 0001—7610 册 定价 0.50 元

书号 15047·4076

建国以来，我国许多地方，在平整土地和修梯田中，采用了机械施工，因地制宜地创造了许多施工机具和施工方法，提高了工效，促进了生产，积累了经验。我们中国科学院西北水土保持研究所从1972年以来，也进行了机械修梯田的研究和推广工作，取得了初步成果。在此过程中，我们把提高机械修梯田的相对工效作为试验研究的主要任务。要求在保证梯田质量的前提下，以同样功率的机械，在同样的施工时间内，能修成更多的梯田，从而降低每亩梯田的油耗和费用，加快整个梯田的建设进度。围绕这个目的，我们对不同机具修梯田的工效，提出了相应的计算方法，分析了影响工效的各种因素，并根据工作中的收获，结合学习国内外的先进经验，从地块规划、断面设计、施工设计、机具改进和操作技术等五个方面，对提高机械修梯田的相对工效问题，进行了探讨。

为了适应进一步研究和推广工作的需要，我们把几年来研究和推广工作中积累的一些资料和学习各地的先进经验，编写成这本小册子。我所任乐田、陈文亮、周玉林、陈学新、刘培明、杨心淼、刘芳、刘谦德、郭保安、成征厚等同志，参加了机具研制和修梯田试验工作；王书欣、赵诚信二同志对书稿进行了认真的校阅，提出了许多宝贵意见；书中插图由王培森同志描绘。因此，这本小册子是大家共同努力的结果。在编写过程中，黄河水利委员会，原一机部农机研究所，陕西、山西、内蒙、甘肃、辽宁、吉林、黑龙江等省

(区)的水土保持和农机部门,广东海南岛农垦局等单位,对我们的工作给予了热情的支持和具体的帮助,对此一并表示衷心的感谢!

由于作者水平所限,学习和了解各地先进经验不够,内容也不尽完善,对于书中的缺点和错误,恳请同志们提出批评指正。

编 者

1980年2月

目 录

前 言

第一章 概述	1
第一节 机修梯田的情况	1
第二节 机修梯田的意义	2
第三节 机修梯田的机具与方法	5
第二章 机修梯田的规划	12
第一节 机修梯田的整体规划	12
第二节 机修梯田的道路规划	15
第三节 机修梯田的地块规划	16
第三章 机修梯田的断面设计	21
第一节 梯田的断面要素	21
第二节 梯田的需功量	25
第三节 田面宽度的设计	28
第四节 田坎坡度的设计	31
第四章 机修梯田的施工设计	46
第一节 全面向下翻土法和上下结合翻土法	46
第二节 表土逐台下移法和心土就近上移法	51
第三节 轮番开槽推土法和宽面深槽推土法	54
第四节 上下结合抛土法和全面向下抛土法	57
第五节 平台逐步扩大法和人字交叉推土法	61
第五章 机修梯田的工效计算	67
第一节 机引犁修梯田的工效计算	67
第二节 推土机修梯田的工效计算	77
第三节 铲抛机修梯田的工效计算	84
第四节 平地机修梯田的工效计算	90

第六章 机修梯田提高相对工效的途径	93
第一节 从地块规划上提高相对工效	93
第二节 从断面设计上提高相对工效	98
第三节 从施工设计上提高相对工效	103
第四节 从机具改进上提高相对工效	105
第七章 机修梯田的定线	109
第一节 山、丘陡坡定田埂线	109
第二节 塬、川缓坡定田埂线	112
第三节 特殊情况下的定线	117
第八章 机修梯田的施工	121
第一节 翻土的操作技术	121
第二节 推土的操作技术	124
第三节 抛土的操作技术	128
第四节 刮土的操作技术	130

第一章 概 述

在我国，梯田一般主要指水平梯田。各地对水平梯田有不同的名称。例如，陕西省的群众，把山区、丘陵区陡坡上修的水平梯田叫梯田，把塬区、川地区缓坡上修的水平梯田叫水平塄地。在我国南方，有的把坡上种水稻的梯田叫梯田，而把种旱作物的梯田叫梯土或梯地。虽然名称和形式不同，但本质都一样，都是把具有不同坡度的地面，修成具有不同宽度和高度的水平台阶。为了便于叙述，在本书中把上述不同叫法统称梯田，而且以北方种旱作物的土坎梯田作为主要研究对象。

第一节 机修梯田的情况

在我国，无论南方或北方，群众修梯田都有悠久的历史和丰富的经验。但是，在旧社会，没有农业机械，修梯田都是人力施工。新中国成立后，在党的领导下，才开始采用机械施工。

从五十年代开始，广东省海南农垦局在我国南方缓坡地上，开垦荒地建设水稻梯田，就采用了推土机施工。还创造了“推环山行机”，可以在 20° 左右的陡坡上修窄条梯田，用来造经济林。农业合作化以后，全国出现了大搞农田基本建设的热潮。我国北方，特别是东北三省和黄河中游的陕西、山西、甘肃等省，有不少水土保持试验站和农机研究单

位，先后在不同类型地区，采用推土机、铲运机、深耕犁、筑埂器等，进行机械修梯田的试验研究，取得了初步成果。进入七十年代以来，在农田基本建设中，出现了前所未有的规模和速度。为了提高工效、加快进度、节约劳力，许多地方在平整土地和修梯田中，日益增多地采用了机械施工。有关农机、水利、水土保持等部门，生产、科研、教学等单位，都把农田基本建设的机械施工作为专题，开展协作，进行研究。许多人民公社和生产大队，把购置的拖拉机、推土机等大型机械，投入了农田基本建设施工。有的省、地区和县，由国家建立了专门机构，培训了专业人员，配备了专用机械，大力协助条件困难的生产队，开展机械修梯田。国家有关部门和许多省（市、自治区）、地区、县的有关领导单位，还先后召开了多次机械平整土地修梯田的现场会，不断地总结和推广先进经验。近几年来，机修梯田的工作，已由过去少数科技部门的试验研究，逐步应用到生产实践中去，并与人工修梯田紧密结合起来。各个不同地区因地制宜地创造了许多不同的机具和施工方法，能适应各种不同的地形条件和质量要求，使机修梯田工作，不断得到发展和提高。

目前，我国机修梯田还仅仅是开始。今后，随着农田基本建设的深入开展和农业机械化程度的日益提高，必将创造出更多更好的新机具和新方法，促进机修梯田的科学技术更快地发展。

第二节 机修梯田的意义

一、修梯田的好处

1. 保持水土 坡耕地，特别是山区、丘陵区的陡坡耕

地，跑水、跑土、跑肥，产量低而不稳。把坡地修成水平梯田，保水、保土、保肥，加上精耕细作、增施肥料，就能逐步实现高产稳产。

2. 便利机耕 坡地不便于机械耕作，在 15° 左右的坡地上，甚至有翻车的危险。因此，在山区、丘陵区，为了便利机耕，必须把坡耕地修成水平梯田。

3. 便利灌溉 在 5° 以上的中坡和 15° 以上的陡坡，一般是不能进行地面灌溉的，即使采用喷灌，也会产生不同程度的冲刷。 5° 以下的缓坡，虽可勉强进行自流灌溉，但费工、费水，地浇不匀，而且也产生冲刷。为了便利灌溉，省工、省水，保证把地浇好，不产生冲刷，无论陡坡、中坡和缓坡，都必须修成水平梯田。

4. 有利多种经营 在西北黄土丘陵沟壑区和其他山区、丘陵区，广种薄收、单一农业经营，是造成严重水土流失、群众生活贫困的重要原因。要彻底改变这些地区的贫困面貌，必须首先把坡耕地修成水平梯田，逐步实现少种、高产、多收；在保证粮食总产量逐年增长的前提下，有计划地逐步退耕，造林种草，发展林牧副业，增加经济收入。

5. 兴利除害 由于梯田的蓄水保土作用，可以为下游减轻洪水、泥沙的危害，有利于河流的开发治理，兴利除害，一举两得。

二、机械修梯田的好处

机械修梯田，只要方法对头，不仅能加快进度，节约劳力，而且能提高质量，节省费用。现以“上下结合翻土法”为例，说明如下：

1. 工效高 用一台东方红-75型拖拉机，在缓坡上修成田面宽30米、田坎高1米的梯田，每小时（纯工时）就可修

1 亩，加上修筑田坎等辅助性工作，每亩最多用机工时 1.5 小时左右。如每天工作 8 ~ 10 小时，可修梯田 5 ~ 7 亩。而同样的缓坡地，如用人工去修成同样宽度和同样高度的梯田，每亩需用 40 ~ 50 个工。

2. 质量好 地修平后，70 ~ 80 % 的田面上都不同程度地保留了表土，而且田面经过多次翻耕，松土层厚 30 ~ 50 厘米，有利于作物生长，从而提高产量。例如，陕西省洛川县城关大队，1974 年春，采用这种方法修梯田 140 亩，当年种秋作物，平均亩产 631 斤，比未修梯田的增产 1 倍左右。洛川县京兆大队，用这种方法修梯田 240 亩，种冬小麦，1975 年平均亩产 402 斤，比未修梯田的亩产 119 斤增产 2.4 倍。

3. 费用省 用这种方法修梯田，拖拉机每小时耗油 10 公斤，价 3 ~ 4 元，加上其他各种费用，成本不超过 8 元。陕西省各地农机站收费，每小时 10.5 元，每亩机工费用不过 16 ~ 17 元。如用人工修同样高宽的梯田，以每亩最少用 40 个工日计算，按中等生产队的经济水平，每个工日 0.5 元，每亩也需 20 元左右。对于有一定经济收入的生产队，用机械修梯田比用人工修合算。

三、加快修梯田进度的意义

(1) 目前许多地区平整土地修梯田任务很大，单靠人力，进度赶不上需要，应采取人机结合，加快速度，尽快改坡地为梯田，变低产为高产，使低产地区尽快赶上高产地区，为实现四个现代化贡献力量。

(2) 有些地区，地多人少，复种指数很高，两季庄稼之间的空时很短。单靠人力平整土地，需时较长，影响下一季庄稼。采用机械施工，加快速度，问题就解决了。

(3) 我国人口众多，而现有耕地面积有限。许多地广

人稀的缓坡地区，在不破坏水土保持原则下，应当有计划地成片开垦。这些新垦地，即使是缓坡，也必须修成梯田，防止水土流失，才能长期使用。地广人稀地区，劳力缺乏，修梯田必须采用机械施工，才能赶上需要。

（4）西北黄土地区，坡耕地占耕地总面积90%以上，水土流失十分严重，是黄河中游洪水、泥沙的重要来源之一。加快黄土高原的水土保持工作，有效地制止水土流失，减轻黄河的洪水、泥沙，不仅是这个地区几十万平方公里、几千万人民迅速改变面貌的大问题，而且是影响到黄河下游两岸几个省的工农业生产和千百万人民生命财产安全的大问题。而加快坡地修梯田的进度，也是加快整个水土保持工作的关键一环。

第三节 机修梯田的机具与方法

一、主要机具

梯田施工的主要过程就是土方移动。主要机具的基本任务就是移动土方。根据土体移动方向和机身前进方向的关系，这些主要机具又可分为正向运土机具与侧向运土机具两类：凡土体移动方向与机身前进方向一致的，叫正向运土，如推土机、铲运机、刮土器等；凡土体移动方向与机身前进方向正交的，叫侧向运土，如铲抛机、机引犁（包括翻转犁）、平地机（铲刀调整到与前进方向成 40° 左右夹角时）等。

（一）正向运土的机具

最主要的是推土机，其次是铲运机和刮土器。他们的共同特点是，机身既能顺等高线方向运土，也能向与等高线正

交（ 15° 坡以下）或斜交方向运土，适应性较强。但在坡面较规整、运土方向与等高线正交、田面宽30米以下时，相对工效比侧向运土低一些。

1. 推土机 推土机的主要特点是适应性强，在修梯田施工中，无论多么复杂的地形，只要采用适当的方法，都能修平，而且能推倒树木，清除乱石，进行多种作业。在运距20米左右内，推土工效最高，正常情况，每小时能推土60~70立方米。缺点是，不能适应较大运距的需要。当运距超过30米时，则工效降低。

目前我国定型生产、适于农用的推土机，主要是东方红-60型等。1972年以来，许多地方把东方红-75型拖拉机，装上推土铲，也成了推土机。但与东方红-60型比较，有一些缺点。如东方红-60型推土机前进一档较慢，有利于铲刀入土；后退二档较快，有利于缩短空行程时间。而东方红-75型拖拉机装上推土铲则相反，前进一档较快，没有后退二档。因此，同样条件下，东方红-60型推土机使用较便，工效也较高。

2. 铲运机 铲运机的主要特点是能适应远距离运土。在修梯田中，有时由于地形条件，必须顺田面纵向运土，运距较远，有了铲运机，就能大大提高工效。

铲运机的构造，主要是有液压装置的拖拉机，后面牵引一个铲运斗。斗的前沿有铲刀，后面有地轮。取土时，用液压控制斗身着地，铲刀入土；机身前进，铲起的土自动装入斗内；装满后，再用液压关闭斗门，升起斗身，地轮着地，机身就可牵引铲斗，高速前进。

目前各地试制成功的铲运机有许多型号，有的已成为国家的定型产品。常用的有：（1）C₄-3A型，与东方红-75

型拖拉机配套，铲斗容量2.5立方米；（2）ICX-1.8型悬挂铲运机，与铁牛-55型拖拉机配套，铲斗容量1.0立方米；（3）ICX-1.4型铲运机，与东方红-28型拖拉机配套，铲斗容量0.7立方米。

3. 刮土器 目前国家尚无定型的刮土器。1973年中国科学院西北水土保持研究所利用辽宁省阜新农机厂出产的松土器，改制成刮土器，使用效果较好。后来有的单位在修梯田中进行了仿制。需要与带悬挂装置的东方红-75型拖拉机配套。用刮土器施工修梯田，有以下特点：（1）因刮土铲在机身后面，能把田面上的坎下、地边等一些“死角”部位的土体刮走。这些部位对推土机来说，施工是很困难的；（2）在土质松软情况下，工效比推土机高一些（包括单铲刮土量和运行速度）；（3）与推土机相比，刮土器刮后的地面比较平整；（4）操作技术比推土机容易掌握。但是，刮土器也有一些缺点：（1）铲刀强制入土能力不如推土机，遇土质较硬时，工效显著降低；（2）卸土在机身后面，许多情况下（特别是近距离）不如推土机灵活。因此，刮土器一般应当与推土机配合使用，取长补短，提高工效。

（二）侧向运土的机具

侧向运土，机身必须顺等高线运行，运土方向必须与等高线正交。只能适应较规整坡面，但基本没有空行程。

1. 铲抛机 铲抛机是近年来我国北方坡地修梯田中新创造的一种工效较高的机具，有叶轮式和皮带式两种。在叶轮式中又有前置式和后置式两种。这里着重介绍目前使用比较普遍的后置叶轮式。铲抛机需与有悬挂装置的东方红-75型拖拉机配套。其机身主要由两部分组成：一是松土铲，宽1.5米左右，平置于地面，铲刀稍向下，机身前进时，铲刀入土，

铲起的土体自动送到后面的抛土轮下面；二是抛土轮，与拖拉机后面的动力输出轴连接，使叶轮转动，利用离心作用，将土体沿切线方向抛出。

山西、辽宁、黑龙江等省的农机科研单位，试制成功了多种型号的铲抛机，目前有的已开始小批量生产。

2. 八字铲 八字铲由山西应县农机厂等单位试制成功。主要结构是：在东方红-75型拖拉机前面左右两侧，各安装一个铲刀，形成一个“八”字。铲刀的刀臂、支座、升降装置等，与一般推土机基本相似。每一铲刀的宽度，大致为一般推土机的一半。如将左右二刀调整角度，也可合成“一”字铲，与一般推土机一样。通过液压升降，可使铲刀向左右两侧垂直回转 $\pm 4^\circ \sim \pm 8^\circ$ 。当机身在坡面顺等高线前进时，左右两侧的铲刀入土情况不一样，在坡面上侧的铲刀入土较深，在坡面下侧的铲刀入土较浅。这样，就可铲起上侧的土，垫在下侧，形成一个宽约2米的小平台，使拖拉机能在陡坡上顺等高线安全运行，完成侧向运土修梯田的任务。

山西省应县农机厂和省农机研究所等单位，在同一台拖拉机上，前面装八字铲，后面带铲抛机，不仅解决了在陡坡上安全运行的问题，而且利用前面八字铲把机前两侧的土铲起，集中于机身两轨之间，供后面铲抛机用，大大提高了抛土工效，并把它叫做“集土铲抛机”。

3. 机引犁 机引犁是将一般的拖拉机，带上一般的铧式犁（任何型号都可以）。这本来是农业耕用上用来翻地的机具。由于翻土过程中，土垡向侧面移动，这就具备了侧向移土修梯田的基本功能。粗看似乎运土量不大，经具体分析，实际运土量并不小（见第五章第二节）。1973年，中国科学院西北水土保持研究所根据这种分析，先后试验成功了“全

面向下翻土法”和“上下结合翻土法”修梯田，在比较规整的坡地上，工效高、质量好、费用省，很受群众欢迎。

4. 翻转犁 翻转犁又名“双向犁”，一般需要与有悬挂装置的拖拉机配套，有水平翻转和垂直翻转两类。其特点是：当调整换向机构时，犁铧的翻土方向就可调整 180° 。在采取“全面向下翻土法”修梯田时，用翻转犁施工，就能保证拖拉机在坡地上顺等高线运行中，来回都能向下方翻土。

目前国内定型生产的，都是水平翻转犁，四铧的与铁牛-55型拖拉机配套，三铧的与丰收-35型拖拉机配套。1977年，中国科学院西北水土保持研究所试制了与东方红-75型拖拉机配套的垂直翻转四铧犁，使用性能较好，修梯田工效较高。

5. 平地机 目前国内已定型生产的平地机有多种型号，如PDY-3型牵引式液压平地机、SPY-3型牵引式液压平地机，都与有液压升降的东方红-75型拖拉机配套，铲刀升降靠液压，机身前进靠牵引，调头转弯时需有较大的回转半径。IPCZ-4型与有悬挂装置的东方红-75型拖拉机配套，SPX-1800型（同系列的SPX-2000型、SPX-2400型）与东方红-28型拖拉机配套，都是悬挂式，运转比较灵活。

平地机的主要特点是：铲刀能左右水平旋转，有的能到 40° 左右，有的还能旋转到更大的角度。因而既能正向运土，又能侧向运土。在机修梯田中，可作为主要机具。同时，在田面基本修平以后，为了灌溉而进行精细平整时，又可作为辅助机具。其主要缺点是：铲刀强制入土能力差，在土质较硬情况下，工效显著下降。在坡度 $6^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 时，向下方侧向运土工效较高；当地面坡度太缓时，侧向运土工效也相应降低。

二、辅助机具

辅助机具是为完成修梯田中某些辅助性工作服务的。

1.破冻土机 冬季施工，冻土深达10厘米以后，修梯田的各种主要机具都遇到困难，有的工效大减，有的甚至不能施工。有了破冻土机，可以在一定厚度内破开冻土层，为主要机具运土施工创造有利条件。几年来，东北三省和山西省等农机科研部门，先后研制成功了多种型式的破冻土机，如破冻土犁、破冻土钩、破冻土锯、破冻土钻、破冻土锤等，各有其特点和适应性，一般性能良好，解决了机修梯田冬季施工问题。

2.三用器 三用器是辽宁省阜新农机厂出品，与有悬挂装置的东方红-75型拖拉机配套。在一个通用机架上，可以轮换安装松土器、筑埂器或开沟器。其中松土器和筑埂器可以作为修梯田的辅助机具。

(1)松土器。当地面土质较硬，或夹有乱石时，用松土器协助松土，或刨出乱石，可以大大提高工效。一般松土深30~40厘米，最深可达60厘米。

(2)筑埂器。筑埂器每秒前进1.0米左右，可筑成高0.6米、顶宽0.4米、底宽1.2米的土埂。在用“全面向下翻土法”修梯田时，先用它筑埂，可以提高工效。

(3)筑埂犁。筑埂犁与东方红-75型拖拉机配套。主要特点是犁铧大，耕幅宽0.6米，耕深0.5米。在用“上下结合翻土法”修成水平梯田以后，用这种筑埂犁去协助人工完成最后的培埂任务，可以大大提高工效。例如黑龙江省安达县农具厂生产的筑埂犁，内蒙古自治区在机修梯田中引进使用，效果较好。

三、机修梯田的方法

根据不同的地形条件和机具性能，我国各地先后创造了

十多种机修梯田的方法。这些方法各有特点，各能适应不同的地形条件和质量要求。在某种具体条件下，只有采取某一种相应的方法较为有利，较能多快好省。但是为了既能提高工效、加快进度、降低费用，又能更多地保留表土、提高质量、保证增产。因此，在实际运用中，应当选用几种方法互相补充，取长补短。

各种方法的施工设计，见本书第四章，各种方法的特点和适应性，见表1-1。

表 1-1

坡 度	坡 形	运土方向	田面宽度 (米)	采用机具	施 工 方 法
1	2	3	4	5	6
缓 坡 (5°以下)	规 整	侧 向	20~40	机 引 犁	上下结合翻土法
			15~30	铲 抛 机	上下结合抛土法
			10~15	平 地 机	心土就近上移法
	复 杂	正 向	20~40 30~60	推 土 机 推 土 机	轮番开槽推土法 宽面深槽推土法
中 坡 (5°~15°)	规 整	侧 向	15~30	机 引 犁	全面向下翻土法
			15~20	铲 抛 机	上下结合抛土法
			10~15	平 地 机	表土逐台下移法
	复 杂	正 向	15~20	推 土 机	表土逐台下移法
			15~20	推 土 机	人字交叉推土法
			15~20	推 土 机	轮番开槽推土法
陡 坡 (15°~25°)	规 整	侧 向	10~15	铲 抛 机	全面向下抛土法
			10~15	机 引 犁	平台逐步扩大法
	复 杂	正 向	10~15	推 土 机	表土逐台下移法
			10~15	推 土 机	人字交叉推土法