

黄土台原的治理与开发

主 编
·
副主编

李佩成
·
包纪祥
·
高思敏

陕西人民出版社



黄土台原的治理与开发

主 编 李佩成
副主编 包纪祥 韩思明
高 敏

陕 西 人 民 出 版 社

(陕)新登字 001 号

HUANG TU TAI YUAN DE ZHI LI YU KAI FA

黄土高原的治理与开发

主 编 李佩成

陕西人民出版社出版发行

(西安北大街 131 号)

陕西现代彩色印刷厂印刷

850×1168 毫米 32 开本 15 印张 8 插页 328 千字

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—1000

ISBN 7-224-03367-7 / K·455

定价: 10.80 元

序 言

黄土高原在中国的覆盖面积约为62万平方公里，辽阔厚大，著称于世。

黄土是一种大孔隙湿陷性岩土。未扰动的黄土，干时硬若岩石，因而可以挖窑，可以打墙，可以作土坯，成为良好的建筑材料。黄土若遇水浸泡，土粒便会分散，极易发生水土流失，平坦的土地被弄得千沟万壑，支离破碎，大块良田常常毁于一场暴雨！

但是，在水分适宜时，黄土却具有十分良好的可耕性，疏松虚绵，蓄水性强，只要科学耕耘，便是良田活土。因此，黄土地区曾是粮仓宝地，是中华民族的摇篮。

随着岁月流逝，天灾人祸，黄土高原水土流失加重，黄土地一度失去当年绚丽的风采，被某些骚人墨客讥讽为落后愚昧的场所。

但是，人民是要生活的，他们把爱祖国、爱家乡、爱黄土地的心凝聚在一起，立意改天换地，千百年来进行了艰苦卓绝的斗争，这种斗争在新中国成立以后达到了高潮，亿万人民，日夜奋战，修造成千上万片梯田、坝地。鬼斧神功，如诗如画，使黄土高原憔悴面貌发生了巨大变化！显露出动人的生机和希望。然而，人口的增长、经济发展的需求，提出了更大规模、更高标准治理开发黄土高原的迫切任务。

由于黄土高原在自然和人为因素作用下，发生的水土流失

等生态痼疾是在漫长的岁月中形成的，没有先进的科学技术，不作长期努力，难以治愈其陈年百病，难以开发黄土地蕴藏的惊人潜能。因此，国家把黄土高原治理列为“七五”攻关项目是完全正确的。我们这个研究集体，承担了其中的黄土高原阶地治理开发模式区建立的研究任务。

台原阶地是黄土高原的组成部分，主要分布在汾渭地堑，面积约5.3万平方公里，将近黄土地总面积的 $\frac{1}{10}$ ！而且该地区的重要性却大大超过其面积的比重，因为在这里分布着西安、太原等大城市，这里是黄土地的较发达地区。然而，也许正因为存在着几颗明珠，它的创伤斑痕，贫穷落后的一面长期受到忽视，治理开发相当落后，距离西安不到百公里的地方，便是沟沟叉叉的穷乡僻壤。不少群众至今住土窑、吃窖水，地方病魔时显淫威。这里的土壤侵蚀模数仍然达到每年每平方公里2000—3000吨之多，这里的粮食亩产五年之前不到100公斤，文盲占总人口的30%以上。由于它的种种自然特征和开发需要，对其设立专门的试验区予以研究是十分必要的。

根据上级的批示，我们在黄土台原中西部的乾县枣子沟设立了《台原阶地枣子沟试验示范区》，在乾县人民政府的协作下，组织了22个学科的60余人开展攻关研究，进行试验、示范和推广。五年来，在各级领导的关怀和广大群众的支持配合下，完成了合同规定的攻关任务（参见下表）。

除完成地形地貌勘测、地质调查、土地调查、水资源调查、土壤调查、农业气候调查、水保现状调查及社会经济调查等八大项目调查外，先后开展了五大项科学研究：

“七五”攻关前后主要指标变化表

项 目 名 称	1985 年	合同指标	1990 年实际完成	较 1985 年增加
人均基本农田(亩)	0.87	2	2.05	136%
林草覆被率(%)	8.4	30-40	36.1	330%
7000 亩粮食亩产 (kg)	100.2	—	278.7	178%
2500 亩示范田亩产 (kg)	100.2	—	370	269%
人均产粮(kg)	472.5	500	.994	110%
人均纯收入(元)	186	400	451.7	143%
侵蚀模数 (T / km ²)	2450	1225	1135	

(1) 土地等自然资源合理利用与水土保持措施优化配置及其实施的研究;

(2) 台原区恢复植被造林(果)种草的有效途径研究;

(3) 台原区旱作农业增产体系研究;

(4) 水土保持、生态与社会经济效益综合评价;

(5) 台原区水-土-光-热-气-植农业生态系统动态监测及其调控研究。

这些研究都获得相应的成果,特别是选作“七五”攻关突破口的粮作技术体系,成效十分显著,试区内粮食单产五年内由 100.2 公斤/亩,翻了一翻还多,人均产粮由 1985 年的 472.5 公斤达到 1990 年的 944.9 公斤。人民生活得到很大改善。

对一些实用技术成果,我们都及时推广到乾县北部 13 个乡镇,辐射到全县及临近地区,使乾县粮油生产不断提高,连年获得国务院和陕西省人民政府的嘉奖。

一些带有开创性的研究:如黄土台原治理开发的指导思

想、系统仿真在黄土台原治理开发规划中的应用、农业水保技术措施体系、黄土台原的地质、地貌形成特征、水-土-光-热-气-植农业生态系统监测及其调控、黄土台原治理开发实体模型的建立、黄土台原的草类资源、黄土台原的名特果树栽培、以及有关的科技管理经验等，都明显地丰富了黄土地的治理开发科学。

尽管这些研究今后尚需深化。为了使获得的成果系统化，为了向各级领导和领导部门汇报，为了向兄弟试区抛砖引玉，更多地是为了向关心或有志于黄土高原治理开发的国内外朋友们交流资料，倾听教益，我们以自己试验区的研究成果和工作体会为基本资料，编辑出版了《黄土台原的治理与开发》一书。

由于想赶在“八五”攻关开题前出版，以利今后的工作，时间显得紧迫，加之水平所限，错误难免，敬希读者批评指正。

李佩成

1991年9月15日

于枣子沟

前 言

近 20 年来，随着黄土高原研究在广度和深度上的进展，黄土台原作为一个具有自身特色的地域分区得到肯定，从“七五”计划开始，国家批准在该区设立试验示范区。开展治理开发攻关研究，西北农业大学承担了这一攻关任务，并组织了专业齐全、学科配套的研究队伍（该项目组织成员及参加人名单见后记）。

枣子沟试区是第一个设立在黄土台原的大型新试验区。一切从零开始，尽管广大科技人员、工作人员、工人、农民和当地领导作出许多努力，完成了合同规定的任务，但与理想要求仍然相距甚远。然而，一项新的事业、新的研究，即便是初步成果，仍然会使人感到新鲜和有益。第一个迈步，往往对实现远大目标具有决定作用。正因为如此，我们才鼓起勇气，把五年来获得的认识、资料、体会、成果择其主要编入本书，希望起到抛砖引玉的作用。如果能够有益于我国黄土地的振兴和发展，我们将感到十分欣慰！

本书实际上是有关黄土台原治理开发科学研究的成果要编，它首次全面系统的介绍了占我国黄土高原 $1/10$ 面积的黄土台原的综合治理开发问题。尽管它的取材主要来自枣子沟试验示范区，但却有明显的代表性。同时，也涉及到整个黄土高原的主要共性问题。

全书共分 14 章，具体分析了黄土台原的自然特征、自然

资源和社会经济条件，论述了综合治理开发的适用科学技术，以及通过五年科学攻关获得的理论见解和经济、社会、生态效益。

五年的攻关过程中，在中国科学院的直接领导下，并得到国家计委、国家科委、农业部、经贸部、水利部、陕西省委、陕西省人民政府的关怀，得到陕西省科委、农办、计委、有关厅局以及黄土高原兄弟试验区的帮助，各级领导还多次亲临实地进行督导。对此，我们表示由衷地感谢！

同时，世界银行、联合国开发计划署、粮农组织的官员及美、前苏联、德、英等国的专家们不远万里来到试验区，推进合作研究，互相交流经验。我们对于国际友人的热情支持和帮助顺致谢意。对于枣子沟试验区所在地的乾县人民政府、吴店乡的干部群众、西北农业大学的领导和广大师生员工的支援和协助十分感激！

本书在出版时，陕西人民出版社常平阳编辑给予了大力支持，并对书稿加工付出了辛勤劳动，在此表示衷心地感谢。

李佩成

1991年8月15日

目 录

第一章 总论	(1)
一、黄土台原的地质地貌特征	(1)
二、黄土台原治理与开发相结合的指导思想	(15)
第二章 自然资源及社会经济本底调查	(20)
一、本底调查的内容与方法	(20)
二、枣子沟流域自然资源及社经状况调查	(26)
三、自然资源条件分析	(30)
第三章 综合治理开发规划及攻关课题设置	(37)
一、枣子沟流域水土保持综合治理开发总体规划 仿真研究	(37)
二、攻关研究的课题设置	(53)
第四章 枣子沟流域的水土流失与治理	(59)
一、水土流失的自然及社会因素	(59)
二、流域治理前后的水土流失状况	(64)
三、水土流失综合治理的决策与措施	(71)
四、水土保持观测研究	(77)
第五章 枣子沟流域的水资源及其开发利用	(82)
一、水资源形成的自然条件	(82)

二、水资源计算及其评价	(91)
三、枣子沟流域水资源的开发利用建议	(96)
第六章 枣子沟流域土地资源及其开发利用	(102)
一、土地类型的划分、分布和特征	(102)
二、土地资源评价	(112)
三、土地利用现状分析	(121)
四、土地资源的合理利用	(131)
第七章 枣子沟流域土壤资源及其开发利用	(136)
一、枣子沟流域的土壤类型及基本特征	(136)
二、土壤肥力状况	(148)
三、土壤培肥及利用	(156)
第八章 枣子沟流域农业气候资源及其开发利用	(164)
一、本区气候概况	(164)
二、本区农业气候资源	(165)
三、农业干旱	(175)
四、本区农业气候资源的开发利用	(177)
第九章 土壤—水分—植物生态系统的动态特征	(180)
一、台原区的水分——气候特征及变化	(180)
二、土壤的持水特性及其变化	(182)
三、土壤水分的周年变化规律	(187)
四、夏季休闲时期土壤水分的变化	(193)
五、小麦生长过程中土壤水分动态变化	(195)
六、小麦对土壤水分的利用效率及回归分析	(200)
七、小麦对土壤不同深度储水的利用	(202)
八、小麦生长后土壤残留储水量的分析	(204)

九、几点认识	(205)
第十章 旱作农业增产技术体系及畜牧业发展	(208)
一、不同类型区农业发展战略体系	(211)
二、保水保土耕播技术体系	(215)
三、粮食作物品种引、育、繁体系	(227)
四、粮食作物高产稳产栽培技术体系	(258)
五、枣子沟流域畜牧业	(307)
第十一章 果树开发及其水保效应	(320)
一、黄土高原区田埂果树效应与果树生物 埂的建造	(320)
二、黄土高原旱地苹果水肥调控	(334)
三、昆虫区系、发生规律及害虫防治研究	(343)
四、柿子采后生理及贮藏保鲜研究	(357)
第十二章 植被恢复与牧草试验	(380)
一、试区植被资源调查	(380)
二、水土保持林草营造途径研究	(381)
三、人工改造劣质植被研究	(384)
四、植被分区配置研究	(385)
五、黄土高原区经济生物埂研究	(388)
六、试区饲草资源开发及优质牧草栽培研究	(393)
七、乔、灌、草在水保生态建设中的配置与作用 ...	(401)
八、野生中草药资源调查及其引种试验	(405)
第十三章 科技成果推广及专题管理	(413)
一、科技成果转化的方法及措施	(413)
二、专题管理的几点认识	(423)
第十四章 综合治理开发效益分析	(432)

一、规划实施效果	(432)
二、治理开发经济效益分析	(433)
三、治理开发综合效益分析	(441)
后 记	(460)

第一章 总 论

一、黄土台原的地质地貌特征

“黄土台原”是近十多年来在黄土研究领域中新形成的概念，是指在黄土地区中实际存在的一种台阶状黄土地形，是半干旱黄土地区特有的地貌特征。具有这种地貌特征的地区，便称其为“黄土台原区”。它和相邻的作为统一体研究的河谷阶地区一起，面积约为 5.3 万平方公里，约占黄土高原总面积的 $\frac{1}{10}$ 。

由于黄土台原的外部形态及分布特征与河流阶地有许多相同之处，而组成主体又和黄土高原区的原、梁、峁基本相同，均属于黄土堆积地形。所以从概念上、地质地貌形态上、成因上和物质结构组成上，弄清黄土台原与上述地貌形态的区别，认识其基本特征，将会有利于对症下药，正确制定黄土台原治理开发方针，有利于全面实现黄土高原的治理开发。

本文将着重以关中的黄土台原为例，讨论黄土台原的地质地貌特征。

(一) 黄土台原的概念

在原来划分的黄土高原区五种地貌类型（黄土丘陵沟壑

区、黄土高原沟壑区、土石山地区、风沙草地区和河谷平原区)中,黄土高原沟壑区是在下伏平缓开阔的盆地或倾斜平原古地形之上堆积了厚层黄土形成的,其原面平缓开阔,发育有冲蚀沟壑,一般分布于半干旱和干旱地区,降水量小而蒸发量大,水土流失严重。而广义的黄土台原是在下伏的古侵蚀面和古堆积面之上堆积的黄土,它以表面的多级台阶及相对平坦完整的台面等外部形态,以及决定这一外部形态的下伏阶梯状古堆积面和古侵蚀面和黄土高原形成明显区别。黄土台原主要分布于汾渭地堑(盆地)之中,属于半干旱气候区,是位于黄土高原沟壑区或土石山地区和河谷平原区之间发育的一种过渡性地貌形态。虽然水土流失严重,但在自然地理条件方面则较黄土高原更具有发展农业生产的巨大潜力。

从狭义的角度分析,黄土台原还可分为两种次一级的地貌单元,即下伏基岩或非河流作用形成的古堆积面(如洪积扇、冲、湖积物等)的黄土台原和下伏河流阶地的黄土台地,二者的差异主要在于下伏地层的成因不同,在分布上前者与现代河流无直接联系,而后者则与现代河流密切相关,故又称之为黄土覆盖的阶地。但其共性则在于:二者都具有外表形态的多台阶性,而且这种外表的台阶性是由黄土堆积时模拟出原先形成的阶梯状古地形面,并在这一台阶状古地形面上堆积了厚层黄土层,构成了台原或台地的主体,且在分布上二者相互依托,密切相连,常常表现为最低一级台原和最高一级台地直接接触。

黄土台原的上述性质构成了它和黄土原极为明显的区别。

一般而论,黄土原分布于高原区,黄土台原已如上述,分布于陷落盆地的边缘,多为与高原的接壤地带,一般介于黄土

原和黄土台地之间；而黄土台地则分布于陷落盆地中心，其低级台地常和高的阶地相接。

一般情况下，上述四种地貌类型在剖面上，从黄土高原向陷落盆地中心显示出系列过渡关系（图 1-1），即黄土高原 → 黄土台原 → 黄土台地 → 河流阶地。

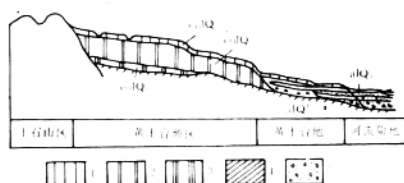


图 1-1 黄土台原系列过渡关系图

1. 马兰黄土 2. 离石黄土 3. 午城黄土
4. 亚砂土、亚粘土 5. 砂砾石层

由于黄土台原和黄土台地联系密切，均为介于黄土高原和河流阶地之间的过渡性地貌类型，而且外部形态上基本一致，故从广义上讲，可以统称为黄土台原。

顺便指出，“七·五”期间在黄土高原综合治理开发研究分区中，曾经提出“黄土台原阶地”的概念，这一概念所包括的地域范围除上述的黄土台原区、黄土台地区之外，还包括现代河流阶地，由于他们所处的农业生态条件十分相似，因此，在治理开发研究中划归一个研究范围。但在本文中，对于现代河流阶地不再赘述，因为它的概念和地貌特征是清楚的，已有大量比较成熟的研究资料。

(二) 关中盆地黄土台原的类型及其物质结构

黄土台原主要分布在汾渭地堑，在汾渭地堑的西部形成关中盆地，渭河自西向东从盆地中心流过。沿渭河两侧均发育有黄土台原（图 1-2），但主要展布在渭北地区，分布连续，东

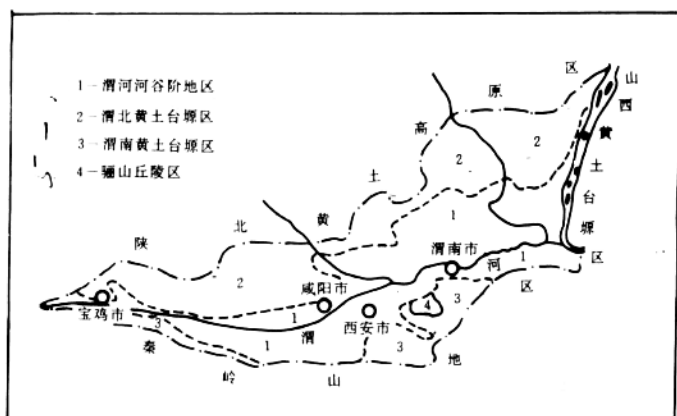


图 1-2 渭河盆地黄土台原分布示意图

西长约 300 余公里，南北宽为 20~50 公里，高出渭河冲积平原 100~200 米。而在渭河以南沿秦岭北麓地带，黄土台原分布不连续，呈长条状断带和不连续的零星小块，面积较小。

黄土台原依其下伏地层岩相的差异，可以划分为如下不同结构类型(图 1-3)。