

# 黄土高原沟壑区小流域 综合治理的新进展

## ——以长武试验区为例

郝明德

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)  
水利部

**摘要** 长武试验示范区建于黄土高原沟壑区王东沟小流域。通过路、水、田、果、林五项工程统一规划和实施,使王东沟小流域发生了巨大变化。粮食生产持续发展,农业抗御自然灾害能力增强,水土保持措施配置进一步优化,沟坡道路防蚀技术形成体系,黄土高原沟壑区综合治理提供了“王东模式”实体模型,并已在该类型区,甚至在全国范围内产生了较大的影响和示范推广作用。

**关键词** 高原沟壑区 小流域 综合治理

## Advancement in Comprehensive Control of Catchment on Loess Plateau Gully Area

### —Taking Changwu experimental area as an example

Hao Mingde

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences  
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

**Abstract** Upon comprehensive control of catchment of Changwu experimental area on loess plateau gully area, great changes have taken place in Wangdong catchment since five sub-projects (road, water, farmland, orchard and forest) was put into effect. In Changwu experimental area, the crop production is continuously developing; the ability of resisting natural disasters has greatly been strengthened; the measures for soil and water conservation have further been optimized; and the techniques of controlling road erosion has formed a technical system. The successful experiences of Changwu experimental area provide comprehensive control of catchment on loess plateau gully with a field model. Wangdong model will be expected to further promote catchment control on loess plateau gully region.

**Key words** loess plateau gully area catchment comprehensive control

黄土高原沟壑区是我国传统旱作农业区,农业开发历史悠久,至少在殷商时代,周朝的先祖就在此开垦土地,种植五谷,种植业十分发达,为以后周朝立国作出了巨大贡献,民国年间,这里仍是陕甘二省最大的粮食集散地。由于土地的不合理利用及掠夺性经营,水土流失严重,这块土地渐渐落伍了,被人们认为是环境恶劣,贫穷落后,难于治理的地区。

1986年,黄土高原综合治理被列为国家重点攻关项目,在黄土高原沟壑区的典型地区——陕西省长武县王东沟小流域设置试验示范区,以所在县为辐射区,进行了10年科技攻关和示范推广,取得了显著的社会、经济、生产效益。

## 1 王东沟小流域概况

王东沟小流域位于陕西省长武县西12km的陕甘分界处,东经 $107^{\circ}30''$ ,北纬 $35^{\circ}12' \sim 35^{\circ}16'$ 。所在的长武塬位于黄土高原沟壑区中部。地貌分塬面和沟壑两个单元,平坦的塬面被侵蚀切割而形成的沟壑所围绕,是黄土高原沟壑区的主要地貌特征。主要地貌单元有塬面、梁顶、梁坡、沟坡、沟谷、滩(坝)地、塌地、陡崖等。土地类型以塬地和沟坡为主,塬面占总土地面积的37%左右,梁顶和梁坡占35%左右,沟缘线以下的现代沟谷占30%左右,此比例在高原沟壑区具有代表性。

生产用地绝大部分分布在黑垆土和黄耧土二个主要土类上,深厚的土层具有良好的物理性质为作物生长提供了有利条件。土质均匀疏松,孔隙率占50%左右,通透性良好。

所在地气候属暖温带半湿润大陆性季风气候,年降水量584.1mm,年平均气温 $9.1^{\circ}\text{C}$ ,1月份平均气温 $-5.0^{\circ}\text{C}$ ,极端最低温度 $-24.9^{\circ}\text{C}$ ,7月份平均气温 $22.1^{\circ}\text{C}$ ,极端最高温度 $36.9^{\circ}\text{C}$ ,年平均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温 $3029^{\circ}\text{C}$ ,热量供作物一年一熟有余,无霜期171天,地下水埋深60m,沟道有泉水6眼,年涌水量 $14.3\text{万}\text{m}^3$ 。

王东沟试区由两个行政村,11个村民小组组成,501户农户,人口2139人(1995年),总土地面积 $8.3\text{km}^2$ ,人口密度 $258\text{人}/\text{km}^2$ ,在黄土高原属人口高密度区,人均耕地 $0.11\text{hm}^2$ ,人均土地 $0.38\text{hm}^2$ ,人均占有土地资源贫乏,90%的农户集中于塬面,学校、企业也集中于塬面,塬面土地压力巨增,人地矛盾日益尖锐。

## 2 “王东模式”生产的背景

具黄土高原沟壑区一般自然特征代表性的王东沟小流域,人口密度大,人均占有土地资源贫乏,人地矛盾尖锐程度在黄土高原地区是不多见的。为了开发保护现有土地资源,全面提高土地生产力,建立高效农业生态经济系统,国家“七五”科技攻关项目——黄土高原综合治理试验示范试区研究中,在陕西省长武县王东沟小流域建立试区(简称长武试区)以高效生态、经济为目标进行综合治理与开发研究。其纲性指标是:人均占有粮食 $450\text{kg}$ ,人均纯收入翻一番,泥沙流失量减少50%,生态环境明显改善,长武试区针对王东沟小流域生产中存在的土地利用率低,物质循环强度低,经营单一等问题,通过统一规划提出“提高塬面粮食生产,开发沟坡土地资源”的综合治理方案。通过沟坡道路工程、人畜改水工程、中低产田改造工程、沟坡开发果园建设工程、林业生产与低产林分改造工程的实施,使王东沟小流域发生了巨大变化,主要体现在五个方面:

1、粮食生产取得了重大突破,打破了长期徘徊不前的局面,跃上了新台阶。由“六五”平均 $2478\text{kg}/\text{hm}^2$ 增至 $5250\text{kg}/\text{hm}^2$ ,翻了一番,使每毫米降水产粮达国内外罕见水平。在人均粮田

不断下降的情况下,粮食总产上升,人均占有粮食由 389kg 增到 449.5kg。

2、农村经济活力增强,农民收入增加,人均收入由“六五”的 157.3 元增加到 508 元。

3、减沙效益显著,土壤侵蚀模数由  $1\ 860\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$  降低到  $894.6\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ,减少 51.9%。

4、森林覆盖率由 18.2%,增加到 32.1%,生态环境明显改善。

5、贫穷的沟坡村落稳定脱贫致富。沟坡村落粮食单产由 1986 年的  $1\ 600.5\text{kg}/\text{hm}^2$  增加至 1990 年的  $4\ 914\text{kg}/\text{hm}^2$ ,人均产粮由 331.7kg 增至 864.6kg,人均纯收入 187 元增至 630.8 元。

在“六五”高起点基础上产生的“长武王东模式”,是在国家政策指导下,靠科技投入,物质投入所取得的,对陕、甘两省毗邻地区产生了强烈的示范推广作用。长武县作出:“积极推广王东经验,加快综合治理步伐”等决定。以王东模式”为样板,开展小流域综合治理,取得了广泛而巨大社会、经济、生态效益。陕西省长武县,甘肃省泾川县被水利部列入国家水土保持示范县,全面开展黄土高原沟壑区的综合治理工作。

### 3 “八五”长武试区的新进展

王东沟小流域综合治理经过“八五”的努力,取得了如下进展。

#### 3.1 粮食生产持续发展

在无灌溉条件的旱塬地区,降水量多少制约作物产量的高低。冬小麦产量与上年度降水量相关,玉米产量与当年降水相关。由表 1 可见,“七五”期间平均降水量 598.5mm,其中有二个丰水年,而“八五”期间降水量均低于平均降水量,有二个特大干旱年,旱作产量产生波动,这种波动性来源于年度和季节降水的波动性。旱作科技的任务不能消除自然降水的波动性,而使产量在严重干旱情况下尽可能降低其干扰。在连续干旱作物遭灾的严酷形势下,粮食生产仍保持持续发展。在降水量接近常年降水量的 1993 年,小麦取得  $4\ 944\text{kg}/\text{hm}^2$ ,玉米取得  $9\ 478.5\text{kg}/\text{hm}^2$  的历史最高水平,在特大干旱严重成灾的 1995 年,粮食产量仍获得  $1\ 515\text{kg}/\text{hm}^2$  的好收成。相当 80 年代以前正常降水年份的产量水平说明了粮食生产抗灾能力的增强,但扩大并稳定人均粮田面积应是本地区的重大问题。

表 1 长武王东试验区粮食生产情况

年份	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
粮食单产(kg/hm <sup>2</sup> )	2734.5	2631	4117.5	5265	5250	3871.5	3064.5	6256.5	4066.5	1515
小麦(kg/hm <sup>2</sup> )	2341.5	1863	3132	4701	4179	3885	1536	4944	3930	894
玉米(kg/hm <sup>2</sup> )	5715	6417	7354.5	6019.5	5817	3847.5	7416	9478.5	4261.5	2610
人均粮田(hm <sup>2</sup> )	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08
降水量(mm)	448.6	548.6	724.9	557.8	712.5	368.8	555.5	538.6	438.6	272.2

#### 3.2 农业基础设施不断完善,抗御自然灾害能力增强

长武王东沟试区已完成基本农田建设 340hm<sup>2</sup>,所有农地和果园都进行了土地平整,基本生产条件得以改善;每个沟坡单元都修建了机动车路,促进了物质投入和农副产品的商品化。1992 年完成的有限水利用工程,可满足 16.7hm<sup>2</sup> 沟坡果园穴灌及试区农业生产育苗需水。果园穴灌一项可使果品净收入 10 万元以上。1993 年完成自来水入户工程,每年节省 2 万多劳力,极大地解放了劳动生产力。1995 年遭受 60 年来一遇特大干旱,降水仅占同期降水

46.67%，只有 272.2mm，但粮食产量仍取得 1 515kg/hm<sup>2</sup> 的好收成，相当于 80 年代正常降水年份的产量水平，人均纯收入达 1 313 元，灾年收入增加，人心稳定，社会安定。

### 3.3 水土保持措施配置进一步优化，基本控制住水土流失

本区域水土保持是以增加降水就地入渗拦蓄为中心。其基本作法是改变微地形和增加植被覆盖，工程和生物措施并举。根据高原沟壑区土地特征和利用方式采用不同方法进行综合治理。王东沟小流域从塬面到梁顶，从沟坡到沟底，其水土保持措施配置如下：

塬面完成平整土地，实行以道路为骨架的方田林网化。塬边缓坡地修成水平埝地，沟头低洼地全部填堵并平整，修沟边埂并栽植草灌进行沟头防护，基本可容纳全部降水。塬面村庄道路、场院、砖场等硬地面出现暴雨产流。试区对场院产流防治方法是发展庭院种植业，在庭园开辟菜地或栽植果树，配以挖渗井，拦蓄院落和屋顶产流。如三组李志奎家庭硬地面集水面积 320m<sup>2</sup>，种植蔬菜 60m<sup>2</sup>，院内栽植果树四株，场院四周植树并栽植黄花菜，院内集水全部用于果蔬灌溉，所产蔬菜自食有余，年产水果 200kg，产值 500 元左右。对村庄道路产流采取的方法是，全面整修道路，路面起拱，路旁挖排水沟并植树，排水沟与涝池群相联结组成排蓄体系，基本上可作到水不下塬。

在沟坡地带，梁顶全部修成水平埝地，梁坡上 <15° 的缓坡修成宽面梯田，15~30° 的坡地修成窄面梯田，梁坡上 >30° 的陡坡地全部修成水平阶地造林种草、梁坡下部的残留阶地修成水平埝地，通过改变沟坡地带的微地形，可基本解决沟坡地带降水就地入渗问题。

位于沟坡地带下部的现代沟谷，地形破碎，沟内散布大小不等的滑坡体及堆积物，沟缘线陷穴、盲沟、串洞横生，是本地区土壤侵蚀活跃之地。水土保持措施以生物固沟为主，沟缘线附近营造乔灌草复合植被；陡崖之下的泻溜坡采用沙棘、刺槐固定；沟底及滑坡体实行先整地后造林，树种以速生的杨、柳、刺槐为主，沟床上游修串珠状柳谷坊群，中下游筑小坝，在沟淤地上种植芦苇。这样从塬面到沟底各种措施镶嵌配置，层层设防，连锁控制。随着林草植被覆盖度的提高；水土流失已得到基本控制，土壤侵蚀模数已降至 800t/(km<sup>2</sup>·a) 以下，生态环境已进入良性循环状态。

### 3.4 沟坡道路防蚀技术体系

沟坡土地在黄土高原沟壑区其面积一般占总土地面积 70% 左右，交通不便是普遍存在的问题。为了开发沟坡土地资源，试区从 1986 年开始修筑沟坡土公路 19 条，每个生产单元机动车辆都能通行，其沟坡土公路密度为 4.0km，为黄土高原地区之冠。四通八达的沟坡道路网有利于农业机械、肥料、农药及技术的投入及农副产品的运出，使沟坡土地实现了集约化经营，提高了沟坡土地的利用程度。

在高原沟壑区修筑沟坡土公路，其首要问题是防止道路侵蚀。否则路面侵蚀造成沟谷延伸，千年古道变成沟的历史教训又会重演。特别是新修道路，开挖面及堆积物若无防蚀措施，又会成为新的土壤流失源，加重水土流失。在投入少，就地取土修路的情况下，试区创造了一系列道路防蚀保护的系统工程：分散拦蓄，就地入渗，缩短径流距离，防止洪流汇集，减少洪流对路面的冲刷。采用上拦、分流、路蓄、下护、引排的系统工程解决了沟坡土路防蚀问题。其具体方法是：

1、上拦：是拦截土路上方坡面径流的产生。在路坡上方坡面修成窄梯田或水平阶地种植草灌，控制路坡地表径流。

2、分流：路面起拱、分散路面径流。

3、路蓄:是指路面径流就地拦蓄。布设路边蓄水槽和渗水窑窖。根据路面坡度、径流量、集水面积等因素确定蓄水窑窖的距离,一般30~50m布设一个,蓄水10m<sup>3</sup>左右。

4、下护:是在路坡种植草灌、保护路坡不受冲刷。

5、引排,是在适宜地段将路水引入农田。

在具体实施中,以路蓄最难控制。试区实行生产路面草皮化,选择耐践踏的禾本科、豆科牧草种植在路面,除机动车轮下难于生长外,路面形成三条草带与路坡草相联结,提高了就地拦蓄的能力,减轻了暴雨对路面的冲刷,沟坡道路的防蚀技术体系保证了沟坡土地的高效利用。修建道路的系统工程得到国内外专家高度评价,并正在发挥其示范推广作用。

## 4 总结经验再上新台阶

王东沟小流域综合治理的成功经验是解决了长期困扰黄土高原治理中的“高治理、低效益”问题,实现了高治理、高效益,社会效益、经济效益、生态效益同步发展,其核心是坚持水土保持治理与经济开发之中。主要内容为土地平整与低产田培肥丰产相结合;沟坡治理与果园建设相结合;沟坡道路修筑与道路防蚀技术体系相结合;植树造林与低产林分抚育改造相结合,水土保持措施与群众利益,治理效益相结合。经济效益的增长促进了群众自发投入到水土保持事业之中。王东沟小流域的水土保持措施几乎全部靠群众的义务工来完成。经济开发和水土保持综合治理充分结合,使长武试区水土保持工作发展到一个新阶段。

王东沟小流域综合治理的效益现状是生态效益显著,经济效益的潜力尚未充分发挥;尚未建立一支集行政、科技和群众三位一体的推广体系,以小流域为单元的治理模式如何进一步提高并扩展到广大区域治理,这是今后分析阶段的主要攻关课题。

(上接第71页)

### 3.4 磷肥用量估测

以价钱较低的钙镁磷肥为例,对穴栽乔木以每穴施用0.5~1.0kg为适宜,穴大、苗木大可多施些,穴小、苗木小可少施些;对灌木或草本植物的坡面绿化,采用条带状开浅沟栽植,每公顷施用磷肥750~1125kg为适宜,可采用条状撒施方法。当然如果能混合施用其它复合肥料,其肥效将更加突出。

从上述讨论中可以看出,采用水土保持生物措施,必须建立植物群落的多样性和多元结构,必须解决生物生长中的基本土肥问题。这两方面问题的解决,更有赖于种植业和养殖业相配套水土保持经营管理体系的建立。在此体系下,种植业为养殖业提供饲料,养殖业为种植业提供肥料,以构成两者互补互促的良性循环,最终确保水土保持的稳定发展。

### 参考文献

- 1 王献博.生物多样性的概念及其在研究红壤利用上的应用.红壤生态系统研究(第2集),江西科学技术出版社,1993,23~26
- 2 蔡守坤,朱为民等.几种桉树的引种及其光合蒸腾强度试验.红壤生态系统研究(第1集),科学出版社,1992,234~244
- 3 杨艳生等.水土资源恢复中的先锋豆科灌木——胡枝子的栽植研究.长江流域资源与环境,1994年4期