

黄土高原沟壑区小流域综合治理模式

——以长武王东沟小流域为例

郝明德

中国科学院
水利部水土保持研究所·陕西杨陵·712100

摘要 黄土高原沟壑区的小流域综合治理的目的是建立该区域高效农业生态经济系统。王东沟小流域实施综合治理10年来成效显著,体现在农村产业结构发生显著变化,粮食生产持续发展,土地资源得到高效开发利用,小流域沟坡防蚀道路网建成,粮食单产10年平均3750kg/hm²以上,农民人均纯收入由230元增加到1 313元,水土流失量由原来的1860t/(km²·a)控制在800t/(km²·a)以下,林草覆盖率由18%上升到39.5%,综合治理的重点是全方位高效开发利用土地资源,在塬区提高塬面土地生产力,拦蓄村庄、道路场院等非农田硬地面产流;在沟坡发展经济林果带,建立沟坡道路防蚀技术体系;在沟谷建立水土保持林,寓水土保持措施于小流域经济开发全过程之中,实现社会、经济、生态三大效益同步增长。

关键词 高原沟壑区 综合治理 模式

Model of Comprehensive Harnessing at Small Watershed in Gullied Region of Loess Plateau

—A Case Study at Wangdong Gully Small Watershed in Changwu County

Hao Mingde

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

Abstract The objective of small watershed comprehensive harness in gullied region of loess plateau is to form a efficient agricultural eco-economic system. After the small watershed comprehensive harnessing at Wangdong gully for 10 years, an obvious benefit has been achieved as follows: 1. the agricultural structure has been changed remarkably; 2. the land resources has been unitilized efficiently; 3. the road net for erosion controlling of gully slope at small watershed has been built; 4. the average productivity of grain is 3 750kg/hm²; 5. the net income per capita from 230 Yuan to 1 313 Yuan; 6. the sediment discharge reduces from 1 860t/(km²·a) to 800/(km²·a); 7. the ratio of forested area rises from 18% to 39.5%. The key to comprehensive harnessing is to use land resources efficiently and in all-round way, it includes to raise land productive force, to retain the runoff from village road and stiff ground in plateau region; to develop economic fruit belt and set up erosion controlling techniques system in gully slope; to construct forest belt of soil and water conservation in the valley. Final-

ly, the benefits of society, economy and ecology are achieved at the same time.

Keywords loess gullied region; comprehensive control; model

黄土高原因其水土流失严重和生态环境恶化、土地生产力低下,群众生活贫穷,一向被人们认为是一个难以治理的地区。代表黄土高原沟壑区的长武王东沟试验示范区,近10年综合治理所取得的显著效益,以及所展示的巨大开发潜力,使人们对黄土高原有了新的看法和认识。仅从群众的人均纯收入和生态环境变化来看,使人们深受鼓舞。长武试区1995年人均纯收入达1 313元;土壤侵蚀模数由 $1860\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 降低到 $800\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以下,森林覆盖率由18.2%增至39.5%,生态环境得到明显改善。高效农业生态经济系统得到进一步完善,以小流域综合治理为主的“王东经验”,产生了很大的社会、经济、生态效益,迅速在陕、甘等省份推广。

1 长武王东沟试验示范区概况

长武王东沟试验示范区是国家“七五”、“八五”科技攻关项目黄土高原综合治理11个试区之一,代表黄土高原两大类型之一的高原沟壑类型区。试区位于陕西省长武县西12km的陕甘分界处,东经 $107^{\circ}40'30'' \sim 42^{\circ}30'$,北纬 $35^{\circ}12' \sim 35^{\circ}16'$,所在的长武塬位于黄土高原沟壑区的中部。土地类型以塬面和沟坡为主,塬面占总面积35%左右,梁坡占35%左右,沟缘线以下的现代沟谷占30%左右。在高原沟壑区具有很强代表性。

试验区所在地的气候属暖温带半湿润大陆性季风气候,年降水584.1mm,年平均温度 9.1°C ,元月份平均温度 -5.0°C 。极端最低温度 -24.9°C ,7月份平均气温 22.1°C ,极端最高温度 36.9°C ,年平均 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $3\ 029^{\circ}\text{C}$,热量供作物一年一熟有余,无霜期171天,地下水埋深60m,无灌溉条件,属典型的旱作农业区。

试验区由2个行政村,11个村民小组,7个自然村组成,有501户2 139人,试区总土地面积 8.3km^2 ,人口密度 $258\text{人}/\text{km}^2$,在黄土高原地区属人口高稠密区,人均占有土地资源贫乏。试验区内含一个完整的小流域,系泾河支流—黑河的一级支沟,主沟道长5.30km,沟壑密度 $2.78\text{km}/\text{km}^2$,北部为平坦塬面,海拔高度1 200~1 226m,南部为三梁四沟组成的沟壑,海拔高度946~1 200m之间,流域相对高差280m,其地貌分为塬面—古代谷沟现代沟谷。从地貌类型、水土流失特征、农业生产特点来看,王东沟小流域在高原沟壑区具有典型代表性。

2 高原沟壑区治理的沟坡开发

黄土高原沟壑区普遍从60年代加强了治理,大搞农田基本建设和植树造林,对改善农业生产条件和生态环境起到一定的作用。但从发展经济角度来说成效不大,素有“高治理、低效益”之评价。

在高原沟壑区,塬面与沟壑面积之比,平均在3:7,当地通常把沟壑地带称为沟坡。沟坡土地面积大,地貌形态复杂,土、水、光、热随地形分异,构成丰富的土地资源类型及生态环境。尽管自古以来沟坡土地为当地人民所开垦利用,但由于地形破碎,耕地分散交通不便,生产条件原始落后,物质技术很少投入,广种薄收,掠夺性粗放经营,时而耕垦,时而荒芜,生产潜力远未发挥出来。

生活在沟坡地带的农民,因长期生活在闭塞、落后、原始的生活环境中,文化程度低、劳动力素质差,只能维持简单的再生产。因其居住分散,交通不便,用水用电困难,子女上学、就医、婚嫁等实际生活问题,80年代以来,出现了人口向塬面迁徙和劳动力远离沟坡,致使大量沟坡

土地再次荒芜。到目前该区域95%的农民以及村庄、学校、企业、交通集中于塬面,土地压力日增,人地矛盾尖锐。沟坡开发已成为人们争取生存空间,缓和土地压力的途径。

所谓沟坡开发,是指沟坡土地的治理、平整、建设和利用,即改善沟坡地区农业生产基本条件,为农民在沟坡地带生产和生活创造良好的生存环境,促使物质、技术、劳动力与沟坡土地紧密结合,并与市场、信息相沟通,实现土地的高产出和劳动力的高报酬。王东沟试验区首次把沟坡开发推进至经济开发,改变了沟坡开发就是植树种草,保持水土的老观念,把沟坡开发放在和提高塬面生产力同等重要地位,作为缓解人地矛盾,靠土地经营脱贫致富的战略措施。对低产荒芜的沟坡土地资源实施高效开发,一是建设农业基础设施;二是确定产业方向,开发的具体内容有:沟坡道路网络工程,有限水资源利用工程,低产沟坡土地集约化经营工程,沟坡生态果园建设工程,低产林分双效益改造等5项子工程在沟坡地带实施,带动产业结构发生显著变化。实施10年来,沟坡土地资源得以高效开发,带动了区域经济的发展,沟坡果园总面积达73.1km²,占全部沟坡耕地面积的56.7%,沟坡果园占果园总面积64.7%,其中“七五”初期建园的果园已进入挂果盛期,其收入已成为试区经济的支柱。

沟坡土地资源高效开发,在于加快农业基础设施。(1)修筑沟坡道路,促进劳动力,物质、技术与沟坡土地资源结合,发挥沟坡土地资源和生态资源的优势。试区从“七五”到“八五”期间,修沟坡道路19条,累计长度20km,并且配套9个沟坡单元可通行机动车,构成沟坡道路网。(2)有限水资源利用工程,高原沟壑区沟底有数量不等的泉水涌出,人畜饮水全靠提取这些泉水,除人畜饮用外尚有部分节余,未被利用,试验区1992年利用人畜饮水工程的原抽水设备,铺设地下塑料管道5 000余m,向杜家坪、泡桐山沟坡果园输水,自压节水灌溉沟坡及沿途16.7余km²,经济效益显著,仅灌水一项年平均增加经济效益在10~15万元之间。(3)沟坡土地集约化经营,农民对沟坡土地的利用已发展与空间上的高度集约化。在梯田栽植果树,在梯田地埂栽植桃树向空间发展,梯田埂根栽植一行葡萄,使葡萄藤条沿崖壁上爬,充分利用空间,果园未挂果前,间作西瓜、豆类、蔬菜等,挂果后在行间种植绿肥,果园周围用花椒树护园,充分利用沟坡土地资源。(4)投资转移沟坡,由于果园利润颇丰,沟坡果业生产迅速发展,沟坡土地已由附带经营变成产业经营重心。利益驱动使之成为物质、技术投入重心,农民在沟坡修建房舍,供暖季管理果园用。由步行到自行车,现已有数十辆摩托车。经过数年对农民的技术培训,试区已有15名果农获得果树技术员证书,这些农民技术员不仅能熟练操作、并向周围进行技术传授,每年的冬剪、夏管传授技术收入数千元,起到了技术辐射的作用。

3 高原沟壑区水土保持优化措施

该区域水土保持措施以增加降水就地入渗拦蓄为中心,主要做法是改变微地形和增加植被覆盖,根据高原沟壑区土地特征和利用方式进行治理,工程措施与生物措施并举,从塬面到梁顶,从沟坡到沟底,各种水土保持措施合理配置,层层设防。

3.1 塬区水土保持措施

高原沟壑区的塬面宽阔平坦,侵蚀微弱,但塬边周围沟道密布,其中大部分沟头与农田集流槽和村庄及村庄道路直接相连。从王东沟流域的沟道分布特征来看,沟道发育和沟头延伸与农田集流槽、村庄道路场院等硬地面集水冲刷有着密切的关系,特别是村庄道路等硬地面集水径流的下切侵蚀作用,导致塬面沟头迅速延伸,据长武县区划资料,年平均沟头延伸6m,使塬面更加破碎。滑坡的形成也与村庄道路硬地面产流有关。村庄、道路、院落等硬地面其面积占总土地面积7.5%,但其侵蚀量占总侵蚀量的1/3以上,由此可见,非农田硬地面产流是黄土塬区

一个十分严重的水土流失现象,是塬区水土保持的重点。

我们采用的方法是:

(1)推行庭院种植业,在庭院开辟菜园和种植果树,配合挖渗井,拦蓄院落和房顶产流。如三组李志奎庭院硬地面集水面积 320m^2 ,种植蔬菜 60m^2 ,院内栽植苹果树四株,场院4周植树并栽植黄花,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。

(2)全面整修村庄道路,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。

(3)以村庄为单元,以道路网为控制系统根据硬地面集流面积和地势,设计足够容量的涝池群。与村庄道路的排水沟相联结调蓄水量。并通过排水沟引入近村农田。涝池群的建立同时有利于群众生产和生活。

(4)塬地实行全面平整,实现以道路为骨架的方田林网化。塬边缓坡地修成水平埝地,沟头低洼地和胡同全部填堵并平整,塬边缓坡临近沟头和陡坡的部位,修筑沟边埂并栽植草灌进行沟头防护。耕地实行机耕深翻,基本可容纳全部降水。

通过上述措施,可基本防治塬面村庄非农田硬地面产流,与塬面农田基建相配套,基本作到了10年一遇暴雨($109\text{mm}/\text{日}$)水不下塬。

3.2 沟坡地带水土保持措施

(1)沟坡梯田化、果园化,梁顶全部修成水平埝地;梁坡上 $>30^\circ$ 的陡坡地修成水平阶地造林;陡坡地已全部建成水保防护林。王东沟试验区在沟坡地带修筑水平梯田和埝地共 221.4hm^2 ,占沟坡面积的46%。在沟坡梯田主要发展经济林果,建设沟坡果园80余 hm^2 ,沟坡梯田化可基本接纳全部降水,沟坡果园成为当地农民经济收入的主要来源,陡坡地已全部建成水保防护林。

(2)沟坡道路防蚀措施。在高原沟壑区,道路侵蚀是沟谷系统演化的主要途径之一。在沟坡道路修筑中,防蚀措施极为重要。修路不防蚀,不仅通行无保障,开挖面及堆积物还会成为新的泥沙源。而且路面侵蚀造成沟谷延伸,加剧水土流失。我们依据的原则是: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。上拦、下护、分流、路蓄、引排的方法解决了沟坡道路侵蚀问题,其具体方法是:

①、上拦:拦截路坡上方径流的汇集。路坡上方修窄梯田或水平阶地种植草灌,控制路坡地表产流。防止坡面径流进入路面,减少路面的集水量。

②、下护:保护路肩不受径流溃刷,在路坡种植小冠花,沙棘,紫穗槐,杞柳等草灌,防治冲刷路坡。

③分流:路面起拱,分散路面径流。梁顶的道路,其路面分水线位于正中、两侧修排水沟,适地将路水引入农田。

④、路蓄:是路面径流就地拦蓄,位于坡面上的道路,其路面分水线距崖壁侧 $2/3$, $1/3$ 距边坡,在崖壁修排水沟,沟内分段筑埂构成蓄水槽,以增加入渗时间,并在崖壁土体陡壁处挖渗水窑窖,密度及贮水容积取决于集水面积、路面坡度、路面渗透系数、径流量等因素。一般 $30\sim 50\text{m}$ 布设一个,蓄水 10m^3 左右。

⑤、引排:当道路穿过梯田、埝地时,选择适当地段将路水引入农田果园。

3.3 沟谷地带的水土保持措施

位于下部的现代沟谷,地形破碎,遍布有陡崖和陡崖之下的堆积物,沟内散布大小不等的滑坡体,沟缘线陷穴,盲沟、串洞横生,是本地区土壤侵蚀活跃之地。每遇暴雨出坡洪冲刷、泥沙

随之而下。

该部位水土保持措施是以生物固定为主。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、杞柳固定。在沟床上游修串珠式谷坊群,中下游打小土坝,沟滩淤地栽植芦苇。试区在现代沟谷造林 168hm^2 ,沟缘建造林带 $3\,000\text{m}$,修谷坊30余座,打小土坝5座,沟滩栽植芦苇 2hm^2 。目前,除陡崖和石沟槽外,其余皆被乔灌草所覆盖。

这样,从塬面、沟坡到沟底各种水土保持措施镶嵌配套,连锁控制,层层设防,土壤侵蚀量大幅度下降,土壤侵蚀模数由 $1\,860/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ 稳定在 $800/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ 以下,水土流失基本上得到控制。

4 沟坡开发与水土保持效益

王东沟试验区的成功经验是改变了黄土高原水土保持就是植树种草、打坝修地的老观念。把沟坡开发放在与提高塬面生产力同等重要地位,沟坡经济开发与水土保持措施相结合,并寓水土保持措施于沟坡开发全过程之中。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。经济效益的增长,促进了群众自发地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。沟坡开发和水土保持充分结合使王东沟试验区水土保持工作发展到了一个新阶段。昔日偏远荒芜的土地已被道路成网、林果满山的新景观所代替,已挂果的 46.6hm^2 苹果产值达120万元,果业一项人均纯收入达422.5元,实现了生态、经济效益同步增长。昔日贫穷落后、与世隔绝、萎缩的沟坡村落,现在成为路通塬面,水到村前,粮食高产,收入倍增安居乐业的新家园。沟坡村落人均纯收入由建立试验区时的187元增加到1995年的1220元,增加了6.5倍。显示了沟坡开发与水土保持的巨大效益,王东沟试验区作为一个农业生态经济单元和系统,其结构和功能水平都得到了明显改善,并继续向优化方向发展。