

晋西黄土残塬区水土保持生态建设模式探讨

胡振华¹, 解明曙², 王治国¹

(1. 山西农业大学林学院, 山西 太谷 030801; 2. 北京林业大学资源与环境学院, 北京 100083)

摘 要: 立足于晋西残塬区水土保持生态建设的实践进行模式优化设计, 在设计内容上, 以水土流失治理为基础, 水资源高效利用为“轴线”, 粮食增产和农民增收为“目标”, 初步形成水土资源高效利用, 粮食高产, 优质林果生产与畜禽养殖, 多元庭院开发等技术体系, 构建了以农、林、果、牧四大产业系统为“纵线”和塬、坡、沟、庭院四大系统为“横线”的高效生态经济复合网络系统, 为晋西黄土残塬区水土保持综合治理, 黄土高原环境改善, 资源利用, 经济开发, 提供一整套方法和技术措施。

关键词: 晋西黄土残塬区; 生态建设模式; 水土保持

中图分类号: S157; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)02-0126-05

Preliminary Study on Ecosystem Development Mode in Loess Gully Areas in Western Shanxi Province

HU Zhen-hua¹, XIE Ming-shu², WANG Zhi-guo¹

(1. Forestry College of Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi, China;

2. Resources and Environment College of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: On the basis of water and soil conservation ecosystem development practices in loess gully areas in western Shanxi province, the authors deal with optimum design of the eco-development mode. In designing, management of soil and water conservation as foundations, efficiently making use of water resources as “axes line”, increasing production as goal, basically forming a combined technique system and constructing a highly effective comprehensive net system with agriculture, forest, fruit and husbandry as “vertical line”, with flat ridges, slopes, gullies and courtyards as “horizontal line”. Offering a series of methods and technique measures for soil and water conservation management in loess gully areas in Shanxi province, as well as for loess plateau environment improvement, for resources utilizing and economy development.

Key words: loess gully areas in west Shanxi; ecosystem development mode; soil and water conservation

1 黄土残塬区基本情况

1.1 地形起伏大, 水土流失严重

本区主要由黄土塬、坡地、沟谷等地类组成, 有小流域 1 371 条。塬面较大, 从数百公顷到上千公顷不等, 600 多 hm^2 的塬面约有 14 个, 塬面坡度多小于 5° ; 但塬面与沟底高差大, 沟深坡陡, 塬面破碎, 多呈鸡爪型, 塬面周围沟蚀强烈, 溯源侵蚀, 蚕蚀塬面, 区内水土流失十分严重。土壤侵蚀模数为 $5\,700 \sim 9\,400 \text{ t/km}^2$, 最高达 $15\,000 \text{ t/km}^2$, 全区有明显的水土流失面积达 $7\,395.76 \text{ hm}^2$, 占土地面积的 75.61%, 其中剧烈、极强度、强度、中度、轻度水土流失面积分别占有明显水土流失面积的 7.79%, 20.05%, 42.62%, 18.19%, 12.32%。

1.2 光能资源较丰富, 但干旱缺水

晋西残塬区年平均日照时数在 2 400 h 以上, 日平均气温稳定。通过 0 的总辐射, 均高于临汾地区东部各县。本区年平均降水量 560.57 mm, 但主要集中在 7、8、9 三个月, 春季干旱缺水十分严重, 且降水的年际变化大。本区热量资源较为丰富, $> 0^\circ\text{C}$ 的积温在 3 600~4 000 间。

1.3 人均耕地多, 以种植业为主, 林、牧、渔资源优势还未充分发挥

本区按农业人口计算的人均耕地 0.33 hm^2 , 最少的乡宁县也有 0.21 hm^2 /人, 均高于山西省人均 0.19 hm^2 的平均水平。区内农林牧渔业总产值为 53 195 万元 (1990 年不变价), 其中, 种植业占 58.87%, 林、牧、渔分别只占 12.25%、

收稿日期: 2002-10-06

基金项目: 国家“九五”科技攻关项目“黄土高原水土流失区农业综合发展技术研究”第 6 专题—晋西残塬区高产农业综合发展研究 (96-004-05-06) 的内容。

作者简介: 胡振华 (1968-), 男, 山西五台县人, 博士, 讲师, 目前主要从事土壤侵蚀与有限水分利用方面的研究。

28.85%、0.03%。而本区的林、牧土地资源丰富,林地、牧草地分别占农业用地面积的33.4%和10.8%,林、牧资源优势还未充分发挥。

1.4 农村非农产业发展不足,农副产品加工水平和层次低

据农业普查资料,晋西残塬沟壑区农村住户非农行业的从业人数仅57 720个,只占本区农村住户从业人员总数的16.37%。1997年,非农行业总收入103 957万元,占农村经济总收入的51.5%,但主要集中在蒲县、乡宁、汾西等三个有煤矿的县;主要靠非农农业收入的农村住户有26 995户,只有主要靠农业收入住户数约27%。全区以农副产品为原料的轻工业产值48 665万元,人均65.48元,低于山西省1 423.64元/人的平均水平,且主要集中在隰县(几乎占全区的一半),多为作坊式粗加工型,其科技含量、附加值等都十分低。

1.5 粮食人均占有量较高,但单产水平低而不稳

本区1996、1997年人均占有。粮食分别达549.98 kg和422.56 kg,均高于山西省(1996年为352.08 kg/人,1997年为291.75 kg/人)的平均水平。但本区粮食单产水平低,而且气候变化表现极不稳定,1996、1997年本区粮食单产水平分别为3 555.92 kg/hm²和2 864.94 kg/hm²,1997年和1996年的粮食单产水平变化幅度,晋西残塬沟壑区达690.98 kg/hm²,而临汾地区和山西省分别只有157.8 kg/hm²和437.87 kg/hm²。

1.6 果品及林、牧业的人均生产水平较高,但仍有很大潜力可挖

本区1997年人均水果48 kg/人、人均林业产值86.65元/人、人均牧业产值203.99元/人,均高于山西省(分别为47.37 kg/人、37.74元/人、166.65元/人)的平均水平。但本区果、林、牧产品的单产水平不高、品质较差,无论从其产量、质量还是从市场营销上看均有很大潜力可挖。

1.7 庭院面积较大,发展庭院经济有一定基础

本区1996年人均农村居民点用地面积329.86 m²/人,高于临汾地区(233 m²/人)和山西省(209 m²/人)的平均占有水平;全区庭院播种面积241.54 hm²,占非耕地种植面积的9.13%、总播种面积的0.18%,均高于临汾地区(分别为6.36%和0.06%)和山西省(分别为4.8%和0.03%)的平均比例,庭院经济建设已具有一定基础。

1.8 农业生产及乡镇企业经营规模小,农村市场建设滞后

本区农业生产经营规模普遍较小,如:规模养牛、养猪、养羊、养家禽、养兔的户数分别只有467,426,7 834,530,183户,规模饲养农户牛、猪、羊、家禽、兔的年末存栏数分别为4 771头、9 411头、496 702只、60 175只、9 970只,分别只占本区牛、猪、羊、家禽、兔年末存栏总数的2.52%、5.62%、62.32%、4.27%、26.01%,总体上低于临汾地区(分别为6.95%、12.95%、50.68%、23.51%、6.68%)的平均比例。乡镇企业经营规模也较小,如:500万元以上非农乡镇企业占非农乡镇企业总数的比例,晋西残塬沟壑区只有1.68%,而临汾地区为2.55%、山西省达3.75%。1996年晋西残塬沟壑区共有集贸市场40个,平均每万平方公里40.89个,低于

临汾地区(77.93个/万 km²)及山西省(52.86个/万 km²)的平均比例,农村市场建设相对滞后。

2 设计原则,指导思想

2.1 设计原则

(1)按照因地制宜的原则,针对不同地域类型和水土流失情况特点来设计水土保持生态建设模式。水土流失是在特定的因素和时空范围内进行的,生物在不同的地域中有不同的地域效应。基于晋西黄土残塬区生态环境的多样性,各区域的水土保持生态建设技术体系不可能是相同的。所以,要因地制宜,因害设防,植物措施与工程相结合,进行全面规划,精心设计,合理布局。根据当地林业生产需要和防护目的,在规划中兼顾当前利益和长远利益,生态和经济相结合,做到有短有长,以短养长,长短结合。

(2)按照递进性原则,根据晋西残塬沟壑区的发展阶段来设计生态技术体系。水土保持生态建设技术体系设计面对的是复杂的系统或系统组合,由于系统的可控性随其复杂程度的增加而降低,一些所谓最优化的设计往往也会因个别因素的失调而变为非优,另外生态系统的演替,技术系统的改进需要一定的支持条件。所以,要保证设计的可行性,就必须使生态建设体系的发展节律,从简到繁,从低级到高级,不应盲目追求不能实现的目标。

(3)以大中流域总体规划为指导,以小流域综合治理规划为基础,以防治水土流失、改善生态环境和农牧业生产条件为目的。各生态工程的配置与布局,必须符合当地自然资源和社会经济资源的最有效利用原则,做到局部利益服从整体利益,局部整体相结合。

总体上应围绕生态农业“农、果、林、牧、渔”合理配置和“种、养、加、运、销”有机结合的纵横交错网络生态系统特征,并结合晋西残塬沟壑区生态农业发展的客观阶段,运用生态工程方法来设计、构建晋西残塬沟壑区的水土保持型生态建设技术体系。

2.2 指导思想

(1)贯彻“预防为主,全面规划,综合防治,因地制宜,加强管理,注重效益”的水土保持方针。

(2)在流域设计中,将水土流失治理与水土资源的开发利用相结合,经济效益和生态效益相结合,努力增加商品生产。以提高土地生产力,控制水土流失,保护生态环境为中心,建立持续、稳定、高效的流域生态经济复合系统。

(3)在此模式设计中,要从实际出发,实事求是地对区内的自然资源和社会经济的有利因素进行综合分析,根据当地的发展目标,使模式设计具有鲜明的科学性、典型性和效益性,起到示范和推广作用。

(4)在水土资源的利用中,通过优化农林牧生产用地比例和生产结构,提高水土资源的利用效益。

(5)因地制宜,因害设防,科学地配置各项水土保持措施,工程措施和生物措施相结合,治坡和治沟相结合,小流域治理和骨干工程相结合。

(6)以科技为先导,提高流域人口素质。

3 模式设计

遵循水土保持综合治理的原则,首先要控制塬面径流,就地拦蓄,就地入渗。修筑塬边埂,在边埂种植枸杞、黄花菜、柠条等护埂植物,塬面农田平整后,充分利用软埝地埂,建设农田防风林带。对塬面农村聚落周围产生的径流,应通过旱井、涝池等小型蓄水工程拦蓄利用。第二是控制坡面水土流失,应根据地形地貌和土地类型把基本农田建设,造林整地,坡面拦泥蓄水工程有机结合起来,营造坡面防护林,并重经济林基地建设和人工种草及荒草地改良,形成坡面综合控制体系。第三是修建主沟道的控制性骨干坝工程和支毛沟的谷坊工程,同时注重蓄排结合,蓄种结合,引水上山,充分利用水资源,沟头部位应配合工程措施营造以灌木林为主的沟底防冲林,沟头沟岸防护林形成沟道综合体系。总之要形成保塬、护坡、固沟配套。模式结构如图1:

4 生态建设关键技术

4.1 塬面水土保持生态建设关键技术

4.1.1 拦蓄庭院自产径流,减轻塬面冲刷 庭院是塬面主要产流场所之一。做到庭院自产径流就地入渗拦蓄,是实现塬面综合治理的重要目标之一。据观测,塬面径流下沟后,流域泥沙总量有明显增加,因此,能否将塬面雨水径流全部就地入渗拦蓄,是衡量塬面综合防治体系建成的重要标志之一。

拦蓄庭院自产径流的途径有两条:第一,在庭院内或在院边适当位置挖水窖或涝池,聚集径流,供人蓄饮水。第二,通过发展庭院经济,将原来庭院内的硬地面和院边荒地开发为果园、菜园和林地,强化降水就地入渗,减少或者消除径流。根据对典型农户庭院土地利用结构的调查表明,通过对护庄地(16.5%)和庭院空地(24.0%)的开发利用,可减少庭院自产径流的39.8%,若加上院边蓄水坑、水窖等小型蓄水工程拦蓄 30 m^2 ,则拦蓄效益提高到5.0%,泥沙量减少40%,从而可使塬面径流模数由 $9\ 206\text{ m}^3/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,减少为 $6\ 965\text{ m}^3/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,降低24.3%。

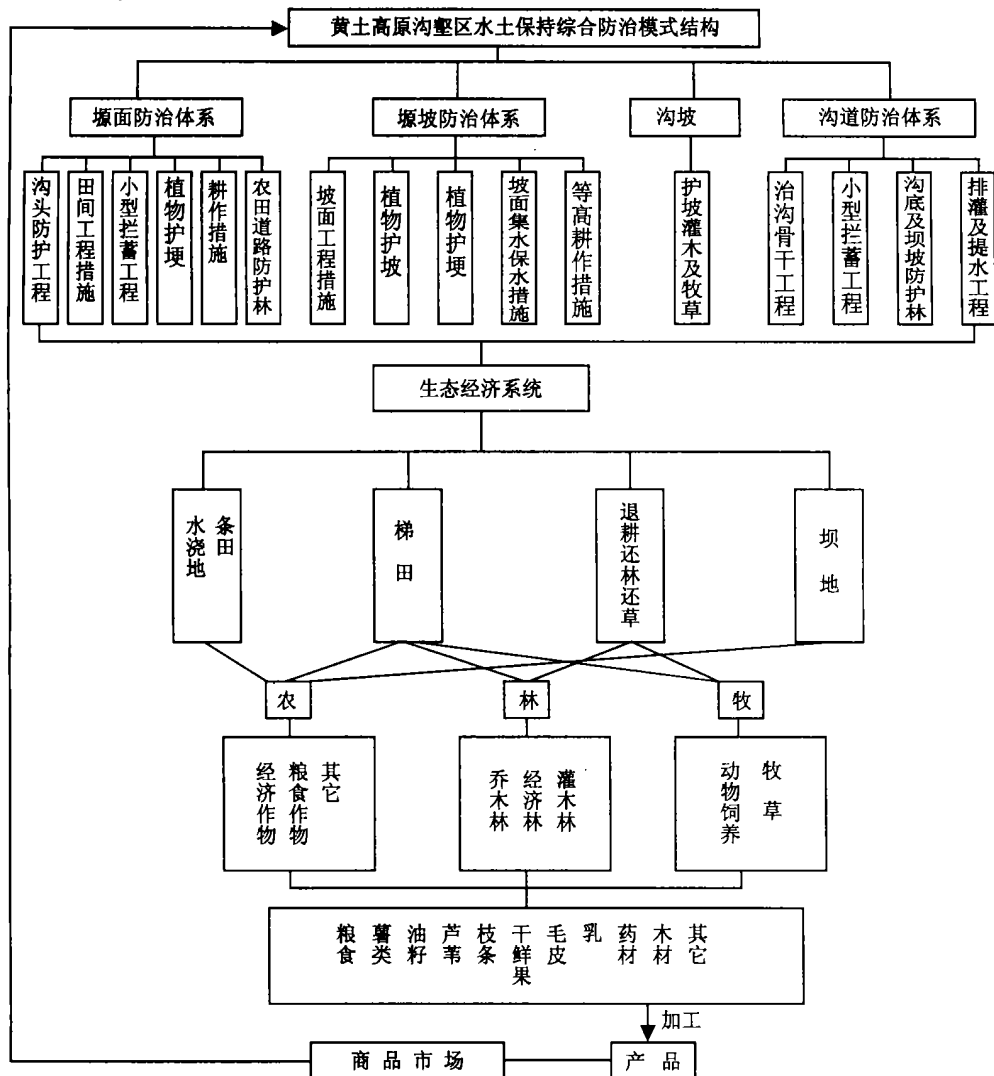


图1 黄土高原沟壑区水土保持综合治理模式结构图

4.1.2 塬面径流控制技术 为了保证塬面农田的增产和防治塬面继续蚕食,首先要控制塬面径流,就地拦蓄,这样,既可以防止沟头溯源侵蚀,塬面减少,又可以在干旱时灌溉农田,这就是我们所指的蓄水式沟头防护工程。

在沟头以上的塬面修筑与沟头大致平行的若干道封沟埂,同时在距封沟埂上方 1.0~1.5 m 处开挖与封沟埂大致平行的蓄水沟或水窖。在塬边线到封沟埂中种植防护林,防护林要乔灌木相结合。

4.1.3 道路集雨技术 在田边路旁挖水窖,作为蓄水工程,以调节塬面旱涝不调状况。

4.1.4 塬面农田防护林网 塬面最严重的问题是干旱缺水,防护林木必然与农田作物争水争肥,导致局部减产,因此林网面积不宜太小,小则胁地严重,并采取挖沟断根,修枝缩冠,种植林下绿肥等多种形式,减少胁地危害。

为了防止减少耕地面积,可将农田防护林与道路防护林,塬边防护林,还有片状果园等相结合,形成似网非网,功能强大的林业生态工程格局。

农田防护林的具体配置,根据黄土高原沟壑区的条件,一般可由 2~3 行乔木及 2 行灌木组成上下均匀的透风结构林带。

4.1.5 护埂植物 护埂植物可以选择枸杞、黄花菜等经济作物,这样既可护埂,又可增加农民收入,同时又可促进农民修筑地埂,在埂坡上,护埂植物呈“品”字形种植。

4.1.6 耕作措施 基本农田必须采取深翻多耙,蓄水抗旱,增施有机肥,选择适宜作物等一系列措施,防止前期减产。改变传统耕作制度,应用覆盖,秸秆还田,喷施抑蒸剂等多种旱作农业技术,把农田生产搞上去,使粮食产量能够持续高产稳产。只有这样,才能保护林果牧业用地,才能防止陡坡开垦,促进退耕还林还草,才能真正达到防治水土流失的目的。

4.2 塬坡水土保持生态建设关键技术

塬坡坡度较缓,一般在 15~25 之间,对于这种情况,修筑梯田,既可以提高土地的生产效益,又可以更好的控制水土流失。

4.2.1 坡面工程措施—修筑梯田 由于晋西黄土残塬区干旱缺水,修筑隔坡反坡梯田,能增加田面蓄水量,并使暴雨时过多的径流由梯田内的水窖蓄存或安全排走。

相邻两梯田之间隔一斜坡段,从斜坡段流失的水土可被截留于梯田,有利于促进农作物生长,斜坡段则种草,种经济林。梯田面微向内侧倾斜,反坡一般可达 2°。

4.2.2 坡面集水,保水工程 在梯田田边或中间挖水窖可以蓄水,用于春旱时灌溉农田。

4.2.3 护坡植物配置 在梯田的地坎和中间的隔坡,可栽植灌木和草本植物,为防止“串根胁地”及灌丛对作物造成遮荫影响,灌丛应每年或隔年进行平茬,平茬在晚秋进行,以获得优质枝条,且不影响灌丛发育。

4.2.4 护埂植物配置 在黄土高原,群众有在梯田埂上种植经济林木的传统习惯,地埂经济林往往是当地群众的重要经济来源。配置时,沿地埂走向布设,紧靠埂内缘栽植一行,株距为 3~4 m。一些根蘖性强的树种如枣树栽植几年

后,能从坎部向外长根蘖苗,并形成大树,这也是黄土区梯田陡坎上生长大量枣树之因,另外,还可附加浅根性草本植物如黄花菜。

4.2.5 耕作措施 新垦土地必须深翻多耙,增加有机肥如厩肥、沤肥、土杂肥、人畜粪尿等,以改变土壤结构,提高土壤保肥保水能力。

4.3 沟坡防治技术

(1) 沟坡较陡(25~45°),可以全部造林或带状造林。可选择根系发达,萌蘖性强,枝叶茂密,固土作用大的树种,如阳坡选择刺槐、臭椿、醋柳、紫穗槐等,阴坡选择青杨、小叶杨、油松、胡枝子、榛子等。

(2) 配置防蚀林。首先考虑的是坡度,然后是考虑地形部位,一般配置在坡脚以上全长的 2/3 为止,因为陡坡上部多为陡立的沟崖(50°以上,如果这类沟坡已基本稳定,应避免因造林而引起其他的人工破坏。在沟坡造林地的上缘可选择一些萌蘖性强的树种如刺槐、沙枣等,使其茂密生长,从而达到进一步稳固沟坡陡崖的效果。在沟坡陡崖条件较好的地方可以考虑撒播一些乔灌木树种的种子,让其自然生长。

(3) 沟床强烈下切,重力侵蚀十分活跃的沟坡,首先采用相应的沟底防冲生物工程,固定沟床,当林木生长起来以后,重力侵蚀的堆积物将稳定在沟床两侧。在此条件下,由于沟床流水,无力把这些泥沙堆积物携走,逐渐形成稳定的天然安息角,其上的崩塌落物也将逐渐减少。在这种比较稳定的坡脚(约在坡长达 1/3 或 1/4 的坡脚部分)栽植沙棘、杨柳、刺槐等根蘖性强的树种,在其成活后,可采取平茬,松土(上坡方向松土)等促进措施,使其向上坡逐步发展,虽然它可能被后续的崩塌物或泻溜所埋压,但是依靠这些树木强大的生命力,坡面能很快被树木覆盖,几经反复,泻溜面或其他不稳定的坡面侵蚀最终将固定。

4.4 沟谷水土保持生态建设技术

4.4.1 工程措施

(1) 在沟谷上游,沟底纵坡度较大,沟道狭窄,沟坡崩塌较为严重,配合沟顶上方的沟头防护工程,在沟底根据顶底相照原则,就地取材,建筑谷坊群工程。抬高侵蚀基准点,减缓沟底纵坡坡度,从而稳固侵蚀沟沟坡。

(2) 在修筑沟头防护工程时,也应结合工程插柳枝或垂直水流方向打柳桩,待其萌发生长后可进一步巩固沟头防护工程。除了进水凹地的防护措施外,关键在于固定侵蚀沟顶的基部或侵蚀沟顶附近的沟底,使其免于洪水的冲刷。主要采用工程措施与林业措施紧密的编篱柳谷坊或土柳谷坊工程,在沟道中形成森林工程坝(柳坝)。当洪水来临时,谷坊与沟头间形成的空间,发挥着缓力池的作用。水流以较小的速度回旋漫流而进,尤其在柳枝发芽成活,茂密生长起来以后,将发挥稳定的,长期的缓流挂淤作用,沟头基部冲刷逐渐减少,沟头的溯源侵蚀将迅速的停止下来。

(3) 在主沟道内,自下而上依次推进,修筑淤地坝,做到建一坝成一坝,再修一坝。这样可集中全部泥沙于一坝,淤地快收益早;淤成一坝,上游始终有一个一定库容的拦洪坝,确保下游坝地安全生产,并能供水灌溉;同时上坝可修在下坝

末端的淤积面上, 有利减少坝高和节省工程量。

4.4.2 生物措施

(1) 沟头防护林。在靠近沟头的进凹地, 留出一定水路, 垂直于进水凹地水流方向配置 10~20 m 宽的灌木柳防护林带, 拦截过滤坡面上的径流和泥沙。

(2) 沟底防护林。为了拦蓄沟底径流, 制止侵蚀的纵向侵蚀(沟底下切)。促进泥沙淤积, 在水流缓、来水面不大的沟底, 可全面造林或栅状造林; 在水流急, 来水面大的沟底中间留出水路, 两旁全面的或雁翅造林。

沟底防冲林的布置, 在集水区坡面上采取林业或工程措施滞缓径流以后进行。布置原则是: 林带与水流方向垂直, 目的是增强其顶冲缓流, 拦泥淤泥的作用。在沟道已基本停止扩展, 冲刷下切比较轻微或侧蚀冲淘较强度的沟底, 可与沟坡造林结合进行, 将林带配置于流水线两侧而与之相平行。

(3) 坝坡防冲林。黄土区淤地坝修成后, 坝坡陡(1:1.25~1:2)为了防止坝坡冲刷, 在淤地坝的施工过程中, 可以在其外坡分层压入杨柳苗条或直接播种柠条、沙棘、紫穗槐等灌木, 以便固坝缓流。

4.4.3 排灌系统 采用自下而上的方法建成坝系, 这样, 淤成一坝, 上游始终有一个一定库容的拦洪坝, 确保下游坝地安全生产, 并能供水灌溉。在沟谷两侧修排洪区, 在已淤成坝地的围堤上端开一引水口进行漫淤, 灌溉。另一侧的下端开一退水口, 把多余的洪水或清水通过排洪渠排到坝外或下一淤地坝。

这种系统工程, 在洪水过大超过上一拦洪坝的设计洪水时可以排洪, 在干旱时可灌溉下游已成的坝地。已修成的水库可进行提水灌溉, 引水上山补灌塬面的旱地或作为人蓄用水工程。

4.4.4 黄土残塬沟壑区道路设计 在原有道路上拓宽, 保证今后机械化耕作能顺利进入每一个耕作区和每一地块, 在道路旁设排水区、挖水窖, 以排蓄路面径流, 既保证路面完整又可蓄水以供农业灌溉。

塬坡耕作区划分主要以道路骨干划定, 相邻两条顺坡道路的距离就是梯田块的长度。

5 模式功能与推广

5.1 模式功能

(1) 根据地形垂直差异, 分层综合治理, 立体经营, 使土地资源得到合理利用。

建设基本农田, 发展粮食生产, 在沟壑打坝淤地, 发展淤地坝水地。提高粮食单产, 保证粮食自给, 促进陡坡退耕还林还草。

建设塬面及塬坡经济林, 增加农民收益, 改善生态环境。在荒山、荒地、荒沙、荒滩造林种草; 在新修梯田建设经济林果, 保土防蚀, 促进农林牧副业全面发展。

建设坝系, 淤地坝、骨干坝、水库、格坝层层控制, 兼顾防洪、生产及人畜饮水多种功能和效益。

(2) 退耕还林还草, 促进畜牧业和以农产品加工为主, 生产加工, 运销配套的工副业, 如集约种植的草地, 可发展畜牧业, 从而肉产品加工, 运销得以发展, 利用油籽进行油料加工, 利用枝条、芦苇进行编织加工等。通过深度加工和运销, 使农产品多次增值。

(3) 种养加一体化, 分层综合治理立体经营为加工提供原料, 而加工业的发展与农产品销售又为立体治理提供资金, 与此同时, 各种生物种群共生互补, 各得其所, 有机废物也得到循环利用。

5.2 模式推广

(1) 多渠道集资: 面对资金比较缺乏的问题, 不能靠国家投资, 应多方面筹措资金, 建立一个以多年生经济植物为核心的产业, 以生态经济效益为中心, 农业耕作措施和经济开发相结合, 多渠道有偿投资, 所流域建设成为一个良性循环的生态经济系统。

(2) 树立起规模效益观点: 作为一个独立的流域, 其自然条件、社会经济, 各种措施存在着密切联系, 只有规模治理才能发挥其整体效益, 因此要把小经济单元集中起来, 搞综合开发, 发展区域性集约化生产, 才能形成流域治理的自我发展机制。

(3) 开展技术培训: 面对队伍素质参差不齐的现象, 应多期举办流域治理规划设计、施工、效益分析、预测方法等培训及专业技术培训, 其中也包括对农民的培训。

(4) 预防、监督、管护补充治理, 以开发为主, 治理与管护并重。

总之, 治理模式的推广要在各级政府的直接领导下, 多方面筹措资金, 解决资金缺乏问题; 举办培训班, 解决技术问题; 进行规模治理, 解决效益问题; 分步骤治理, 解决基础条件差异问题。在模式的应用中, 各种模式是在具体条件下产生的, 推广中不要照搬硬套搞一刀切, 要因地制宜, 使流域治理沿科学化、规范化、优质化的轨道前进。

参考文献:

- [1] 张宝林, 徐宝根 晋西黄土残塬区生态农业产业化技术体系及其实施进展[J]. 水土保持研究, 2000, 7(4): 15-19
- [2] 常茂德, 赵诚信, 等 黄土高原地区不同类型区水土保持综合治理模式研究与评价[M]. 西安: 陕西科技出版社, 1995
- [3] 陈奇恩, 李连昌 黄土高原隰县残塬沟壑区高效农业生态经济系统发展研究[J]. 华北农学报, 1995, 10(6): 1-6
- [4] 陈奇恩, 李连昌 黄土高原残塬沟壑区高效农业生态系统发展研究[J]. 山西农业科学, 1993, 21(3): 1-8