

水土保持型生态农业的建设 与黄土高原的治理

卢宗凡

(中国科学院 水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

1 水土保持型生态农业的重要意义

水土保持型生态农业,以水土保持为主要手段,以建设良性生态经济系统为中心,形成高效的农业生产系统,达到生态效益、经济效益和社会效益的有机统一。水土保持型生态农业是针对水土流失而提出的,是为了突出水土保持的作用。1986年,在安塞县的纸坊沟流域提出并开始了水土保持型生态农业的试验研究,结果表明:水土流失严重地区建立水土保持型生态农业,能根治环境恶化,可提高系统生产力,是水土流失区农业发展的方向。

1.1 农业生态发展的必然结果

一般认为,农业的发展经历“原始农业→传统农业→石油农业→生态农业”。前三个农业发展阶段,既有生产力的飞跃,也有资源的被破坏。农业生产发展到石油农业阶段,生产力产生了巨大的飞跃,发达国家就是通过石油农业即“高输入”产生了农业经济的迅速发展。例如,美国的玉米生产,从1945年亩产130kg,提高到1978年亩产400kg;小麦从1939年亩产150kg,提高到1978年亩产350kg;通过四五十年的努力,农业总产量翻了一番,成了世界粮食输出国。但从农业自然资源利用与保护生态环境来看,也带来了如下严重的生态问题:土壤侵蚀日益严重;土地资源破坏,可利用土地不断减少;土壤肥力退化;地表植被破坏等。针对这种资源危机和环境被破坏的情况,人们开始了“生态农业”的建设,经实践结果良好。

黄土高原地区,水土流失严重,生态环境恶化,再加上贫困,农业生产的发展更为困难。如果我们采取由传统农业向石油农业转化,除了损失大量的物质和能量外,还有所需资金无法解决。但是,我国农民素以勤劳著称,黄土高原地区人均耕地又相对较多,因此,我们认为,建设水土保持型生态农业,是黄土高原地区农业发展的必由之路。

1.2 水土保持型生态农业的特点

经我们研究和实践,水土保持型生态农业具有下面几个重要特点。

一是保持水土。这是水土保持型生态农业研究的核心,也是水土保持型生态农业需要解决的主要问题。这里所讲的保持水土,要求达到三个目标:保持水土,提高产量,增加收入。这就是说,要以保持水土为前提和基础,同时提高产量,增加收入和改善环境。

二是以生态经济系统的良性循环求得经济的发展。由于生态环境的恶化,农民不得不依赖于

高投入或广种来获得基本的生存资料,即以巨大的能源投入与资源的破坏求得经济的发展。水土保持型生态农业的实施,也需要系统外部的投入,但它要求低投入,主要依靠生态经济系统的良性循环和较强的运转功能来提高土地生产力,使经济得到发展。

三是水土保持型生态农业包含了人的二重性,并要求人的自然属性和社会属性的统一。人是财富的创造者,但它更强调人又是财富的消耗者,要求人口数量和质量必需符合系统循环中“人链环”的容度,可以这样说,解决不好人口问题,就难以实现水土保持型生态农业。

四是水土保持型生态农业达到的目的是生态目标、经济目标和社会目标的有机统一,即生态系统的良性循环、经济飞速发展和人民物质文化生活水平提高的有机统一。

1.3 水土保持型生态农业的意义

从水土保持型生态农业的上述四个重要特点可以看出,水土保持型生态农业主要肩负三项任务:一是高效率地生产多种产品,使农民生活富裕,实现农业现代化;二是改善生存环境,净化、绿化、美化环境,形成优越的生产条件和生活条件;三是提高劳动力素质,使人类能够自觉地适应和改造自然。

据美《科学》报道,美国科学家最近警告说,每年有数以百万吨计的土壤正在雨水冲刷和风力推动下从全世界的现有可耕地上流失,因而严重威胁到农业生产的能力。主持这项全球性研究的康奈尔大学教授戴维·皮曼托指出,全世界目前已有 10 多亿人处于营养不良状态,土壤流失将进一步影响人类为维持 50 多亿人口基本生存而生产足够粮食的努力。该大学科学家的研究发现,过去 40 年间全球已有 1/3 的可耕地因为表层土壤流入海洋、河流和湖泊而丧失了生产能力,留下的可耕地仅有大约 1 490 万 km^2 ,每年遭到毁坏的农田为 11.7 km^2 。据估计,维持多种食物平衡摄入需要人均大约 4 860 m^2 的农田,但目前的人均可耕地面积为 2 430 m^2 ,40 年后可能缩小到 1 375 m^2 。皮曼托认为,耕地面积不足是全球许多地区食物短缺的主要原因。土壤流失是一个缓慢的过程,一场大雨过后表层土壤的损失约有 1mm,因此不会引起大多数人的注意。日积月累之后,土壤本身质量会下降,养分减少,不再适合于农业生产。以美国为例,1776 年农田的平均表层土壤厚度为近 23cm,而现在却只有平均大约 15cm。形成 2.5cm 厚的表层土壤需要 200 年以上的时间,而土壤流失的速度却 17 倍于这一自然积累过程。

黄土高原由于水土流失严重,每年大量的物质和能量的投入,大部分被流失,这当然是历史上滥垦乱伐,植被遭到毁灭性破坏,生态和生产严重失调造成的恶果。利用系统农业的耕作方法和生产经营方式不可能解决这些问题,若任其继续发展,还会形成更大的危机。为了解决这些恶化了的环境,从不同的农业发展阶段来看,只有生态农业才能解决这些问题。目前有没有条件建设水土保持型生态农业呢?回答是肯定的。生态农业建设的开始阶段要求进行活劳动的大量积累,进行劳动力集约化经营,而且许多生态农业的技术措施农民易于接受,这比较符合这一地区的生产实际,再从推广安塞实验区的试验结果来看,农民用得上,学得起。所以,积极进行水土保持型生态农业建设,对黄土丘陵区农村经济发展和农业现代化建设,有着重要的战略意义,亦是这一地区的战略目标。

2 黄土高原存在的主要生态问题

黄土高原是一个完整的地貌区域单元,其生态、环境属性、变迁与再建在全球和中国都具有独特的地位和意义。

黄土高原是地球上黄土沉积面积最大的一块,是地球上水土流失最严重的一块,是土地资源

破坏最厉害的一块,是我国人民生活极贫困的一块,也是土地尚有很大潜力的一块。存在的生态问题多而严重。现就主要的生态问题简述如下。

为了便于说明问题,以我们安塞试区为例加以说明。

安塞县纸坊沟流域试区,地处黄土高原中心,属丘陵沟壑区第二副区。该流域辖三个自然村,1990 年有 96 户,476 人,208 个劳动力。人口密度 57.6 人/km²,人均占有土地 26.1 亩,这一地区存在的主要生态问题是:

2.1 地形破碎,水土流失严重

该流域面积 8.27km²,梁峁起伏,沟壑密度高达 8.06km/km²,年平均土壤侵蚀模数 14 000t/km²,梁峁顶最大相对高差 205.7m,上下游沟床高差 210m,平均纵比降 37%,沟谷大部分已切入基岩。

流域内有沟间地(梁峁地)4 343 亩,占总土地面积的 35%,其中小于 25°的缓坡地占 5.8%,大于 25°的陡坡地占 49.2%;低山地占 32.3%,远山高山地占 67.7%。有沟坡地(峁边线以下至坡脚线之间)7 629 亩,占总面积的 61.5%,除部分塌地外,具有坡度陡,土壤侵蚀强烈,岩石裸露等特点。沟坡坡度 25°以上的面积 2 644 亩,占沟坡面积的 34.3%。塌地面积 1 679 亩,占沟地的 21.8%,还有崖坡、石坡等。沟谷地面积 439 亩,占总面积的 2.9%。

经分析,本流域宜农地面积 3 074 亩,占总土地面积的 24.8%;宜牧地占 36.1%;宜林地占 28.7%;不能利用地占 10.1%。

2.2 人口急剧增长,文盲多,素质差

50 多年来,该流域不仅人口增长过快(表 1),而且 80%以上为文盲和半文盲,接受新事物慢,商品观念差,严重影响了生产的发展和本身生活水平的提高。这里要特别指出的是,这一地区的人口自然增长率远远超过国家的规定;文盲和半文盲的数量又大于国家要求。

表 1 纸坊沟流域社会经济情况动态监测

年份	户数	人口	人口密度 (人/km ²)	人均土地 (亩)	大牲畜 (头)	羊 (只)	人口增长	
							净增人口	人口平均年增长率
1933	24	94	11.4	132	56	430		
1958	46	221	26.7	56	62	405	127	42.74%
1975	75	383	46.3	32.4	84	519	162	32.35%
1985	86	417	50.4	29.8	127	441	34	8.51%
1990	98	476	57.5	26.1	139	603	59	26.47%

2.3 旱冻雹灾频繁,生产低而不稳

该流域属暖温带半干旱气候区,年日照总时数 2 415.6h,年辐射量 557kJ/cm²,年平均气温 8.8℃,≥0℃积温 3 733.5℃,≥10℃积温 3 113.9℃,平均无霜期 159 天。年平均降水量 549.1mm,每毫米降水生产粮食为 0.2kg 左右,降水年分布不均,7、8、9 三个月降雨量占年降水量的 61.1%,且多暴雨,因而有时坡耕地上一次最大降雨的侵蚀量占全年总侵蚀量的 80%以上,最大超过 98%,成为水土流失的主要原因。

根据湿润指数评价,试区全年湿润度为半干旱;春季为干旱,冬季为严重干旱,夏季为半湿润,秋季为湿润。

地下水埋藏较深,所以土壤水就成为植物吸收的唯一补给来源。区内土壤水分的补偿和恢复主要在雨季。从土壤水分的补偿情况来看,属年循环补偿亏缺地区。

这里经常发生春旱,影响春播;夏旱也时有发生,影响作物正常生长。其它冻害、雹灾、风灾频繁发生,致使生产低而不稳。

2.4 单产低、收入少,植被恢复维艰

30 多年来,该流域的耕地、基本农田和产量有如下特点,见表 2。

一是随着土壤肥力下降,到 1958 年耕垦指数和耕地面积达到最大,但单产极低,仅 27.7kg,人均占有粮 769.2kg。

二是自 1975 年以后,由于开展了综合治理和科学技术及物质的投入,逐年步入了正轨,在逐步减少耕地面积的基础上,通过基本农田建设和提高单产,基本达到了总产和人均粮食的稳定增长。

该流域的植被建造和恢复,也经历了艰难的过程。根据 1958、1975、1978、1986、1987 年五期航摄资料,并结合调查访问,对纸坊沟的土地利用变化进行动态监测分析表明:纸坊沟在 30 年代曾经是次生林区,40 年代以后由于人口增长,加之兵工厂烧柴和有关政策的影响,大肆砍伐林木,到 1958 年森林植被荡然无存,到处是童山秃岭。70 年代初开始综合治理,经过 10 多年的艰苦努力,在人口过快增长的情况下,通过调整优化土地利用结构,目前林地覆盖率已由 1985 年的 17% 提高到 25.7%,加上草地,植被覆盖率达到 61.1%,接近 1935 年的水平。

3 建设目标

从整个黄土高原来讲,水土流失是造成本区干旱、土地退化、土壤肥力低下、低产贫困和生态条件恶化的根源。总结多年的试验研究,提出把黄土高原建设成为:自给性农业、水土保持性林业和商品性牧果业的战略目标。所谓自给性农业指在黄土高原地区做到粮食自给即可,不要求更不提倡提供商品粮;所谓水土保持性林业指在黄土高原地区,应建造水土保持林,造林以解决水土流失为主要任务;所谓商品性牧果业,指黄土高原应向国家提供畜牧和果品商品。

表 2 纸坊沟流域农业生产情况动态监测

年份	耕地总	耕垦	坡耕地	基本农	经济作	粮食生产(亩、万 kg、kg)				退耕(亩)	
	面 积	指 数	面 积	田面积	物面积	面积	总产	亩产	人均	面积	退耕率
	(亩)	(%)	(亩)	(亩)	(亩)						
1958	6385	51.5	4582	0	255	6130	17.0	27.7	769.2		
1975	5326	42.9	3369	313	213	5113	19.12	37.4	499.2	1059	16.6
1985	4572	36.8	2820	549	247	4325	17.35	40.1	416.0	1373	23.1
1990	3653	29.4	1997	960	340	3223	28.63	88.8	601.5	509	12.2

为全面落实上述战略任务。经“六五”和“七五”的实践,我们又进一步提出把黄土高原建成“水土保持型生态农业”的主要方向,即今后黄土高原的建设目标是:大力进行水土保持型生态农业的建设。

为了尽快搞好水土保持型生态农业的建设,我们提出以一个中心,一个前提和四项主导措施作为在本区建设水土保持型生态农业的指导思想。即以强化降水就地入渗防治水土流失为中心;以土地资源合理利用为前提;以恢复植被,建设基本农田,发展经济林和养殖业为主导措施。

黄土结构疏松,雨水入渗能力较强。试验表明,本区黄绵土恒定渗透速率为 1.15mm/min,首 30min 渗水总量为 101.5mm。梯田恒定渗透速率为 0.91(内侧)—1.75mm(外侧)/min。草粮等高带状间作一次拦蓄降水在 60mm 以上,水平沟种植在一次降水 30mm 左右下,一般不产生径

流,隔坡梯田和水平梯田每次拦蓄水量可超过 100mm,且无冲刷现象发生。因此,在耕种和林草植被建设中,必须采取耕作和各种整地工程措施,以强化降水就地入渗,防止或减轻水土流失危害,寓抗旱和增产于水土保持之中。

黄土高原一般土地资源丰富,类型多样,必须把因地制宜对土地和结构进行优化调整作为提高系统总体功能的前提条件。

为了改变本区低产贫困的面貌,应采取咬住基本农田不放,抓住经济林大上的措施。民以食为天,吃饭是头等大事,大搞基本农田建设,稳定粮食,稳定民心,为退耕造林种草,恢复植被打下坚实的基础。

根据本地区光温资源丰富的特点,应大抓经济林和养殖业,以增加收入,提高广大人民群众的生活水平。

黄土高原地区情况比较复杂,生产水平和经济收益差异较大,不仅在一个县一个乡的范围内有明显的差异,即使在一个大流域内,不同的自然村也有差异,事物的发展又都有其由量变到质变的发展过程;依据我们多年在试区建设水土保持型生态农业 3 个阶段:生态系统逐步恢复阶段;生态系统稳定发展阶段;生态系统良性循环阶段。为了建设好水土保持型生态农业,必须依据分段的标准,结合当地条件,采取不同的途径,有计划的进行实施。

生态系统逐步恢复阶段:这是一个艰难的起步阶段,这一阶段要按照立地条件把破坏了的环境重新建立起来。首要的任务是通过生物措施和工程措施增加地面的覆盖度和减少径流形成的立地条件。这个阶段的特点是:1)以农田基本建设为主,以提高植被覆盖度为中心,以退耕为先决条件;2)生态效益的发展速度可能大于经济效益的发展速度,但二者的差距在缩小;3)投资的有效性随着生态系统的逐步恢复而提高。由于生态系统的逐步改善,土壤侵蚀量的减少,投资的损失也随之减小;4)这个阶段出现的矛盾是技术的先进性与劳动力素质低的矛盾,规划和有关措施的实施在很大程度上受到人为的阻力。完成这个阶段的建设大约需要 10~15 年的时间。

生态系统稳定发展阶段:在这个阶段,要求创造条件,进一步协调系统内部的关系,促进系统稳定发展,防止可能引起系统衰退条件的产生。这一阶段的主要特点:1)生态系统处于比较脆弱的、相对稳定的阶段。如果有逆向作用力(无论是主观的还是客观的),系统会再次衰退;2)生态效益与经济效益的发展速度接近,已具有发展经济的巨大潜力;3)农民的经营意识将发生质的变化,由单纯追求粮食到要求经济收入。开发与治理同步,较易产生极端化生产经营。这一阶段,要注意用行政和法律手段引导农民。完成这一阶段的建设约需 5~10 年的时间。

生态系统良性循环发展阶段:这是水土保持型生态农业的高级阶段,农业生态系统和农业经济系统达到了有机的统一。这一阶段的主要特点:1)人的自然属性和社会属性达到了有机的统一。计划生育和资源的开发利用已成为人们自觉的、有目的的行动;2)农业生态系统更为复杂,但功能较健全,运转效率提高;3)科技和信息已成为农业生产经营不可缺少的资源。这是人们期望达到的阶段,已具备改造、利用、保护土地资源的能力。

我们要根据各地区的具体情况,有计划有步骤的进行水土保持型生态农业的建设。

4 实施途径

黄土高原尤其是黄土丘陵区情况复杂,地域间差异较大,有以川地为主的基本农田区域;有以塌地为主的基本农田区域;还有以山坡地为主的生产用地区域,这三种不同类型区域,虽均走“生态→经济→生态→生态经济”的发展模式,都要经过三个阶段,但其实施途径是不同的,现简

要分述如下。

4.1 “川地+沟坡地”地区的实施途径

4.1.1 主要问题 “川地+沟坡地”地区的主要问题是:川地凹凸不平,遇到大雨,常受到山坡上水流和洪石的冲击,不少川地被冲毁,沟坡地水土流失严重,土地生产率低。

4.1.2 实施途径 针对该区域存在的主要问题,第一阶段,以平整川地为主,有条件的地方并改变成水浇地,实行集约化经营,以川养山,退耕沟坡地,还林还草,改善生态环境。在还林过程中,兴修梯田,栽植果树,提高山坡地生产力。第二阶段,要进一步增加投资,对基本农田继续平整、培肥,达到高标准,进一步提高单产。对于退耕还林还草的土地,要采取保护措施,严防过牧和超度利用,争取早日进入第三阶段。一般来说,“川地+沟坡地”地区前两个阶段的周期小于其它类型地区。

4.2 “塌地+沟坡地”地区的实施途径

4.2.1 主要问题 塌地比沟坡地地势好,但遇到大雨时,塌地也会产生径流,只是沟坡地的径流量大,水土流失严重,养分损失多,而塌地水土流失较轻,其生态系统的功能比前一类地区弱。

4.2.2 实施途径 实施的基本途径是平整塌地,实行集约化经营,以塌养山,山坡地兴修梯田或退耕。第一阶段,从合理利用土地角度出发,大于25°的土地应退耕,但由于系统的长期衰退,很难达到这一步,所以符合实际的做法是平整培肥塌地,其它山坡地实行草粮、草灌带状间轮作,特别差的土地植树种草。同时要特别重视新修梯田的地力恢复问题。第二阶段,按照不同的立地条件进行各个生产项目的合理布局,也就是山坡地大幅度退耕还林还草,粮食需求应大部分来源于基本农田。此时的主措施是:1)增施化肥,提高单产。由于农田生态系统得到了很大改善,水土流失得到了有效控制,土地肥力得到了很大的提高,梯田产量可望接近川地。2)加强草场建设,发展畜牧业,以牧促农,以农、草养牧。3)开发经济林木,提高经济收入。

4.3 全部为山坡地地区的实施途径

4.3.1 主要问题 水土流失极为严重,人均土地面积较大,但土地生产率极低,主要依靠广种获得必要的生活资料,没有缓解沟坡地压力的外界条件,只有依靠山坡地本身生产力的提高,实施水土保持措施。

4.3.2 实施途径 此类型地区必须实行劳动力集约化经营,进行大量的活劳动积累,利用农闲时间,兴修基本农田,在条件相对好的地方,形成高产梯田;同时,在部分梯田上栽植果树,提高梯田收入。此类型地区打破恶性循环的突破口是养羊业和经济林。在第一阶段,要实行草粮、草灌带状间轮作,果树地实行林粮间作,陡坡地逐步大面积退耕造林种草,培肥新修的梯田,此类型区这一阶段的进展比其它两类型区较缓慢。第二阶段,果树已开始受益,养殖业也得到很大程度的发展。此阶段必须改良老梯田,兴修新梯田,培肥农用地和经济林地,适度利用草地,用养结合。