

农林牧优化生态经济结构的实验研究

巨 仁 陈国良

(中国科学院西北水土保持研究所)

I—设计的原则、方法与内容要点

一、前 言

宁夏固原县东部黄土丘陵区,在综合考察中制定出以牧为主、综合发展的生产建设方向,并提出在综合发展中应将农林牧合理结构作为系统深入研究的问题之一。1982年作了选点、调查,开展了部分工作。随后经中国科学院和宁夏自治区批准,分别列为攻关和重点研究课题。

在我国干旱、半干旱又严重水土流失的黄土丘陵区,开展多学科的农业综合研究所面临的自然与社会经济条件,比国外许多地方作同类工作要复杂得多。就我们所知,美、苏、澳分别在西部大平原、西伯利亚、南澳的治理虽见成效,但他们是在开发期短(几十年至二百年左右)、地形平缓(多为平原)、人口稀少(美国西部3—4人/平方公里,南澳1—2人/平方公里)的情况下进行的。我国黄土高原主体的黄土丘陵区,突出的问题是地形起伏大(被称为具有山地规模的丘陵)、开发甚早(一些地方据史载约2,600年)、人口密度大(30—250人/平方公里),加之这里气候条件恶劣,特别是降水的年际、月际变化大,属于国际上称之为边缘土地(marginal land)的地区,所以更有其复杂性与艰巨性。

人与生物圈研究计划(MAB)中,对该类地区的问题提出应以生态经济的观点来研究土地最佳利用结构,但目前尚未见到他们在综合农业方面的实际典型(仅在瑞士阿尔卑斯山地一旅游区有个典型)。

国内在土地合理利用及防止水土流失方面的研究虽有悠久的历史,在规划设计中也强调过综合,但在实施中多从单一角度起步,同时缺乏鲜明的生态经济思想和系统化、定量化的方法,致使在治理上速度慢,投资大,多反复。对于具有重大意义的综合农业合理结构问题,投入的力量弱,研究不系统,且常被忽视。至于农林牧三者配置上如何才能达到协调的实例,以及三者物质能量循环和生态经济效益方面所积累的系统科学资料,都非常缺乏。本实验的设计,就是期望在这些方面做出系统性的工作。

这个设计现已实施两年多,按要求的实现程度已达到90%,所得结果尚令人满意。现就这个实验作系统介绍。

二、实验区的自然经济特点

实验区在宁夏自治区固原县东部具有黄土丘陵区代表性的上黄村。它位于东经106°26′—

30′, 北纬35°59′—36°3′, 海拔1,561—1,795米, 总土地面积15.173平方公里(22,759.5亩)。人口密度为47人/平方公里。境内小川河将全村分为东西两部分: 东部为梁状丘陵, 地形起伏较大; 西部自东向西依次为台、坪、梁地形, 较为开阔。年平均气温7℃, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温2,573℃, 无霜期152天, 草木生长期($\geq 0^{\circ}\text{C}$ 持续天数)244天。年平均降水量472毫米, 常有暴雨和冰雹。至1982年6月底, 全村有124户, 712人, 300个劳动力。有大牲畜232个(牛、驴为主), 羊999只, 猪148头。耕地6,884亩, 林地431亩, 人工草地208亩。历史上平均粮食总产42万斤(19年的统计), 平均亩产70.5斤(22年统计)。年平均总收入5.6万元(5年统计), 每人平均总收入81.3元, 纯收入47.5元。

三、设计基本方法

实验设计是按下述农业系统工程学的原理、方法与步骤进行的:

第一、确定问题。综合考察中发现当地的问题很多, 何为主要, 众说纷纭。通过系统调查, 归结起来, 在自然方面主要是地面光秃化, 水土流失严重, 各类地力处于衰退过程, 生态环境恶化; 在社经方面主要缺粮、缺钱、少“三料”(燃料、饲料、肥料), 经济贫困。再进一步分析, 生态环境的恶化, 社会经济的贫困, 追根求源是大农业结构的不合理。这种不合理表现在经营的单一性上: 作物种植业占农业总收入的82.5%, 林业占1%, 牧业占9.1%, 副业及其它占7.4%。在土地上, 农耕地占总利用面积的34.2%, 内中约1/4实行轮荒制, 即所谓“倒山种地”。地面的光秃化, 就由此形成。光秃化的地面, 生态环境怎能不恶化! 单一性的经营, 怎能不缺这少那? 而地面的光秃化与经营的单一性又互为因果, 恶性循环, 这是问题的症结所在。

第二、选定目标。针对问题, 总目标是: 迅速扭转恶性循环, 尽快治穷致富。途径与内容有四: 1、大力种草, 建立巩固的饲料基地, 发展以畜产商品为主的经营业; 2、大力造林, 以林护农护牧, 燃料自给; 3、建设基本农田, 进行旱农改制, 粮食自给; 4、开展多种经营, 增加收入。根据这些总目标与社会经济实际需求, 确定了以下的具体指标:

林草覆被面积达70%以上;
水土流失减少50—80%;
粮食自给标准为每人平均900斤;
燃料自给标准为每人平均木质柴1,200斤;
投入产出比达到1:5—8;
生物产量总功能提高5倍;
纯收入每人平均达到200—400元。

第三、建立数学模型, 确定各业发展比例。具体来说, 就是要确定农、林、牧三者相适应的发展比例。为此, 通过实际测定与调查, 以上黄村各类土地适宜性分级为基本变量, 并确定了各主要自然、生物、社会经济因素相应的参量, 建立起一个线性规划模型。这一模型是将农、林、草三级结构合为一体, 多种生态经济目标统筹兼顾, 并应用电子计算机多次模拟, 最后经综合评审, 选定第8次基本计算的第2方案。新结构中生产用地的比例为: 农地占23.6%, 林19.7%, 草56.7%; 对上述生态、经济的目标均可满足(表2)。

第四、建立综合用地配置模式, 使各业用地在防护上达到功能互补。这一步骤是系统学的定位工作。所谓定位就是要解决农、林、草三者在土地空间如何摆法的问题。摆法不同, 结果也不同。举例来说, 假定有大小相同的三个山头, 第一个山头摆农, 第二个摆林, 第三个摆草, 这就是

“三三制”的一种摆法。这种摆法使农林草用地各自孤立，其结果农山产粮，林山产柴，草山产草，别无其它关系。如果换一种摆法，三个山头的上部都摆草，下部都摆林，中部都摆农，这种“三三制”比例虽然未变，但它们三者之间的关系变了。在新的摆法中，草地除产草外，又能保护其下的农地不受冲刷；林地除产柴外，又能固沟护岸，保护其上的农地不被冲沟蚕食。这种摆法我们称为镶嵌模式。它第一符合生态学因地制宜原则，因为丘陵区土地类型的适宜性是呈三维镶嵌的；第二符合系统学总体大于部分之和的原理，因为农、林、草用地的摆法在防护功能上是协调互补的。因此，我们称镶嵌模式是“寓防护于生产”的系统。具体做法是通过土地的分类、评级，制订用地原则。这个原则是：高的主梁及较高的支梁的盖地、坡地、坳地作草地用；主沟及支沟的滩地、沟坡地、四旁地为林地用；介于前二者的河台地、台地、坪地、湾地、缓坡地为农地用。最后制出配置图。

四、总体结构简介

新结构的总体性体现于土地利用的调整与其调整前后的功能上，分别见下表（表1、表2）。

表1 上黄村结构调整前后土地利用配置表

结构类型	总土地面积 (亩)	用地结构						
		用地面积合计 (亩)	农用地		林地		牧用地	
			面积(亩)	%	面积(亩)	%	面积(亩)	%
原状	22,759	20,107	6,884	34.2	482	2.4	12,741	63.7
优化方案 (1985—1990)	22,759	20,717	4,884	23.6	4,088	19.7	11,745	56.7
			其中：		其中：		其中：	
			河台地 401		灌木林 3,232		退耕种草 2,000	
			台地 1,307		乔木林 856		草场改良 7,816	
			坪地 1,123				林间种草 740	
			湾地 308				天然草地 1,189	
			坡地 1,745					

注：原状土地利用率为88.3%；新构结为91.0%。

表2 上黄村结构调整前后系统功能表

结构类型	人口密度 人 平方公里	化肥水平 公斤/公顷	系 统 功 能						年 份
			水土流失 模数	生物产量 公斤/公顷	粮食总产 万公斤	牧业总产 羊单位	每人平均 粮食 公斤	每人平均 收入 元	
原 状	47	<0.5	5,000	853	21	2,453	290	49	1980—1982
优化 阶段 I	50.7	67.5		1,452	35	3,542	450	200	1983—1984
II	59.3	188	1,200	4,500	45	5,000	500	400	1985—1990

五、各业结构建造要点及主要技术措施

(一) 农业。按新结构, 农耕地经退耕保留4,884亩(1984年完成), 推行以下的旱地农作制:

- 1、台地及河台地, 实行禾豆作物轮作, 要求豆类作物占 $1/4-1/5$;
- 2、坪地及湾地, 以禾豆作物轮作为主, 视具体情况, 部分可实行禾(谷类作物)草(豆科牧草)轮作;
- 3、坡地, 实行禾草轮作, 要求坡耕地中, 每年至少有 $1/3$ 的禾谷类作物种在轮作的豆科草荏地里。

此外, 要求每年油料作物占作物总面积的11%以上。主要技术措施:

- 第一、培肥地力。建立上述禾、豆、草轮作的目的, 主要是培肥地力;
- 第二、改革施肥制度, 采用合理施肥技术, 即改春施为秋施, 改浅施(表层)为深施(耕层10—15厘米), 以无机肥促进有机肥的发展;
- 第三、破除犁底层, 加深耕层至20厘米以上;
- 第四、普及本地优良品种和复壮良种种子;
- 第五、采用抗旱播种及保苗技术。

(二) 林业。新结构要求林业改变光秃化的地面, 恢复生态环境, 保护农田、草地, 保持水土, 提供薪柴, 兼顾生态与经济效益。

林种布局与树种结构以小川河为界, 东半部以灌木放牧林为主, 西半部以用材林与编织林为主。在总体上, 灌木林要求占70%以上。树种结构以土地类型为单元, 适地适树, 采用镶嵌形式: 沟坡下部或流水线附近以乔木和中生灌木为主, 沟坡中上部以旱生灌木为主, 红胶泥沟坡营造酸刺林; 盐渍地营造怪柳林。主要技术措施:

第一、造林前必须整地, 整地方式采用带子田或鱼鳞坑, 整地要比造林提早一个季度进行。带子田宽度不小于80厘米, 具 $3-5^\circ$ 反坡; 鱼鳞坑半径不小于35厘米, 深度不小于15厘米。

第二、植苗造林技术要求“挖深、填虚、舒根、扶直、覆土不深、松紧适中”; 直播技术要求小粒种子覆土深度为1厘米, 中粒种子为1.5—2厘米, 大粒种子为3—5厘米。

第三、早春植苗造林要保证在萌发前完成(3—4月); 雨季直播应在雨季到临前进行; 寄籽播种应在初冬进行。

第四、造林成活后要抚育, 主要内容为松土、锄草、补植。抚育一般要求进行2—3年, 每年1—2次。

第五、为促进林木生长, 部分地块施用化肥, 施肥量为10斤/亩, 一次施入。施肥时间应在5月中下旬或6月上旬进行。

第六、矮化作业的刺槐应在植苗造林后的当年冬季平茬, 以后每2年进行一次。

(三) 种草与养畜禽:

1、种草。新结构的首要目标是建立畜产商品基地。大力种草, 既恢复生态又为发展牧业, 建立巩固的饲草基地。要求种草面积占土地利用面积的56.7%, 草地配置类型有三:

- 第一、退耕地种草, 面积为2,000亩, 与上述农业轮作制相结合;
- 第二、天然草场改良种草, 面积为7,800余亩, 改良效益在于既要提高草地的产量, 又要提高产草的质量;

第三、林间种草，以灌木林间种草为主，面积为740亩，与林业配置相结合。

种草技术措施：

第一、天然草场改良种草，采取等高带状间耕补播法，即在一道天然草场的梁上，沿等高线进行带状间耕，耕带与非耕带间距相等，各为1.5—2米（机耕）或0.5—0.8米（人工开挖），草籽补播在耕带内；

第二、退耕地种草，采取以秋作物为覆盖保护的方式，即在秋庄稼种植时，同时播上草籽；

第三、林间地种草，镶嵌在一些陡坡地、圪地、坎坡地的灌木幼林之中，方式多样，可穴状镶嵌，也可行状镶嵌或混种在一起；

第四、为了提高产草量，部分草地要追施化肥，施肥量每亩10斤。

2、养畜禽。在开始的1—2年内，由于饲草基地正在建立之中，养殖业不可能有大发展。1983—1984年还得采取适当压缩羊群的权宜措施。为了在结构调整的前一时期，不减少群众的收入，畜、禽的养殖采取以下原则与措施：

第一、大牲畜基本上维持现有头数，在饲养管理与畜种上尽可能作一些改进、改善工作；

第二、羊群可压缩1/3，为了改进饲养方式（推行舍饲）和不减少收入，应以细毛羊全面代替土种羊；

第三、发展短期见效的鸡、兔养殖，要求1983年每户平均养来航母鸡10只，1984年每户平均养20只，重点户养50—80只。养兔以两个回民队为重点，选定15户为重点户，改进兔窝，培训科学养殖方法。自1985年开始，畜、禽养殖要求有较大的发展。

（四）水土保持。新结构中虽然包含修建水平梯田的任务，但由于前两年要集中力量进行造林种草，故在水土保持工作上也要配合造林、种草，进行培地埂、整地（修带子田，挖鱼鳞坑）以及修筑治理湾地的坝堰，治理支毛沟的谷坊等。随着实验测试工作的开展，也配合修筑一些径流小区和测试小坝工程。

Ⅱ 一实施两年优化方案的结果与解决问题的途径

按上述设计要求，1983—1984年为实施的第一阶段。从两年来的进展看，基本上获得了预期的结果；有些情况比预期的还要好些。同时，在实施过程中，遇到疑难问题后在寻求解决的途径方面也有一定的收获。本文对此亦作如下探讨性小结。

一、1983—1984年实施结果

（一）林草发展快速。根据设计，按年度计划完成了农、林、草用地的调整种植任务，达到了本阶段林草大上的要求。

实验区现累计造林4,500亩，每人平均有林地6.3亩，较原状提高10.5倍，实现了一级结构的林用地占生产用地20%的设计要求。主要乔木树种有杨、柳、榆、刺槐，成活率达80—90%，主要灌木树种有柠条、黑刺，出苗率与保苗率均在80%以上。各种树木密度均符合林业部统一要求的标准。累计退耕坡地2,019亩，保留农耕地4,884亩，达到农用地占生产用地24%的设计调整任务。累计种草7,019亩（完成年度计划），实现设计要求的78%，其中天然草场改良种草5,000亩，退耕地种草2,019亩。现在每人平均有草9.8亩，较原状提高32.7倍，主要草种有沙打旺、苜

肴、草木樨、红豆草。

(二) 农、牧业有较大发展。实验区农、牧业的发展情况，比预期的效果还要好些，主要表现在：

1、粮油生产方面。1983年天时顺适，在退耕1,400亩的情况下获得丰收。粮食总产80万斤，比原状提高90%以上，每人平均粮食由不足500斤提高到1,000斤以上；1984年又逢丰水年，但遭6次冰雹，又在继续退耕600余亩的情况下，粮食总产虽减少三成，但仍达60万斤，每人平均784斤。油料总产6.8万斤，创历史最高记录，每人平均油籽110斤。两年来，平均亩产达166斤，较原70斤提高1.4倍。两年平均每人粮过900斤。

2、“三料”有了好转。饲草已达150万斤（人工草70万斤，饲用秸秆80万斤），每人平均草质燃料740斤。每亩耕地农家肥（扣除40%耗损）平均860斤，合化肥纯氮4.7斤，五氧化二磷2.8斤，氧化钾4.4斤。

3、畜牧业有较大发展，畜禽结构良好。大牲畜增长12.9%（净增100头以上），猪增长25.7%，兔增长31.7%，鸡增长140%。大牲畜中母畜占42.4%（全县为41%），羊群在暂时压缩37.8%的情况下，适龄母羊占58.3%（全县为55%，全国最高为60%），羊羔成活率达85.5%（全县为80%），产蛋母鸡795只，蛋产量12.72万枚（不完全统计），内供种蛋10,000枚。

(三) 农户经济收入与生活水平有明显改善。在1982年尚吃国家救济粮、用救济款的基础上，1984年农牧业（林业尚未见效）总产值达24.7万元，较原5.38万元增长3.5倍。扣除劳力、种子、化肥、畜种引进费、生产工具折旧费外，农牧业纯收入达15万元，加上工副业收入1.6万元，每人平均纯收入200元（原为47元）。纯收入中牧业收入由9.1%增长至15%（与全国平均值相当），这意味着农牧业均在增长过程中，牧业增长得更快些。农民生活水平也有明显提高，按农村中档商品统计：自行车、缝纫机、手表、收音机等均有成倍乃至10余倍的增长。建造新房的人也不少（老的住宅几乎全是窑洞）。

这些变化，对于贫困山区一向温饱尚成问题的农民来说，确实是有所感受的。正如一位农民说的：“我三十年前政治上翻了身，到今天在经济上才翻身。”

二、实施中遇到的问题与解决途径

(一) 总体方案实施的开始阶段，遇到的重要问题有二：

第一是在群众吃粮有困难的情况下，需要退耕种草，压缩耕地；

第二是在牲畜吃草不足的情况下，需要改良天然草地种草，短期内实行封禁。

这两个问题如不采取适当的途径、方法解决好，就会使粮食减产，收入下降，引起抱怨。从实施设计方案将会困难重重。经分析，实验区虽属半干旱条件，当前粮食亩产量甚低（70斤）的原因，首先不是水分限制，而是由于广种薄收，地力衰退所致。只要在耕地里施用一定量的化肥，即使在平水年单产也有很大潜力，实行退耕，不会有什么风险；对于改良草场，暂时封禁的对象主要是羊，而压缩羊群会带来的损失有两方面：

第一是农家肥会减少（这是主要方面）。此一损失也可用化肥来弥补；

第二是收入减少。此一损失可用发展短期见效的鸡、兔来弥补。

实验区正是这样作了，每亩耕地施用13—15斤化肥（氮磷配合），既支持退耕农地29%的调整任务，又支持了将羊群压缩1/3，按年度计划完成天然草场改良78%的要求。因此，可以说，化肥象一根柱子，支住了退耕与种草这两条梁。同时，鸡、兔有了较大的发展。这样做的结果，

试论土地综合利用配置的镶嵌模式

巨 仁 宋桂琴

(中国科学院西北水土保持研究所)

黄土丘陵区是我国黄土高原的主体部分, 约在东经 100° — 115° 、北纬 32° — 41° 之间广泛分布。海拔起伏于1,000—2,400米上下。从大趋势讲, 随着纬度的增加, 年平均气温由 12°C 降至 6°C ; 沿着经度的减小, 年降雨量由600毫米减少到300毫米; 又因海拔的起伏, 也引起水热条件的明显变化。开发甚早, 人口较密(50—300人/平方公里), 土地利用上单一经营(作物种植业占农业总产值的60—80%), 造成地面光秃, 年侵蚀模数达5,000—30,000吨/平方公里。生态环境恶化, 社会经济贫困, 互为因果, 恶性循环。

为了改善生态环境, 振兴社会经济, 自五十年代以来, 我们在丘陵区的许多地方, 先后作过将近30个生产单位或小流域的土地利用配置规划。早期的工作是用传统方法; 近年来, 在原经验方法基础上应用生态学与系统学的原理与方法, 提出一种在土地综合利用配置上建造镶嵌模式的途径。这种模式使防护与生产构成一统体, 所以也称“寓防护于生产”体系。本文主要是讨论这方面的问题。

在开始调整期间达到了粮食收支不降的设计要求, 而且比预期的结果还要好一些。

(二) 1984年秋季以来, 由于前期种草速度较快, 草产量增长的势头比预计的来得猛, 从而产生了所产之草如何能及时地转化为皮、毛、肉等畜产品, 收到应有的经济效益的问题。不解决好这两个问题, 就有导致草地难以巩固的危险。反之, 如果此问题解决得好, 实验方案下一阶段的实施将会顺理成章。为此, 我们作了又一次的调查分析后认为: 要迅速增加畜、禽数量, 完全靠自繁自养是远水解不了近渴的; 靠购买输入, 许多人的经济还有困难。故决定采取这样的途径: 用部分必要的有偿贷款方式, 尽快地发展菜牛(以回民队为重点)、肉猪(汉民队); 将鸡、兔的饲养量在现有的基础上增加50—100%; 以细毛羊全部替换土种羊。这一安排, 自1984年冬季开始执行, 现已签订菜牛贷款合同49项, 其余各项将依次开展。

(三) 根据实验区的观察, 目前农户的宅舍与发展经济之间看来有些不相适应。对一般农户来说, 由于过去经济贫困, 宅舍窄狭; 现在经济有所发展, 并且还要继续发展, 如养畜养禽增加, 庭院种植增加, 加工也逐渐增加。这样, 原有的狭窄天地就施展不开。但这是一个有关农村经济政策和山区农户宅舍结构如何适应经济发展的问题, 对我们来说是完全陌生的。因此, 我们向自治区领导及有关部门提出建议:

首先, 从政策上放宽山区(平原和城市除外)农户宅舍的修建面积;

其次, 应结合各自承包的林地、草地, 选择新宅舍的场地;

再次, 新宅舍在地基上不得占用平地、好地;

最后, 一户人可有新、老两处宅舍。老宅舍区(即原村)由于集中, 可发展为农副加工业及文化、教育等事业的基地; 新宅舍由于结合各自所承包的林地或草地, 将会是分散的, 也应是专业化的。此项建议已写入自治区有关农村政策的10条规定中了。