

# 探索黄土丘陵区的水土保持型生态农业

中国科学院西北水土保持研究所安塞试验组

## 提 要

根据几年来在陕北安塞县水土保持实验区的试验、示范和生产治理的结果,按照半干旱地区的特点,系统地探讨了黄土丘陵区水土保持型生态农业的问题,包括土壤水分资源的合理利用;根据人工林对土层的干燥状况,规划水土保持防护林建设;尽力发展旱作农业,提高粮食产量;坡耕地的治理和陡坡地退耕还林等。文中提出并讨论了保护农业环境和水土保持型生态农业体系的设想。

## 一、陕北黄土丘陵区治理情况

陕北黄土丘陵区是黄土高原水土流失最严重的地区,因此在黄土高原综合治理过程中,探索水土保持型的生态农业,对第七个五年计划中提出的“搞好水土保持,改善农业环境”有十分重要的意义。

陕北黄土丘陵区包括延安、榆林两地区的19个县(市)的全部或一部分,总土地面积约6.7万平方公里。区内土壤侵蚀模数为10,000—30,000吨/平方公里/年,每年向黄河输送泥沙7亿吨左右,约占黄河年平均输沙量16亿吨的43.8%,成为黄河泥沙的主要来源地。这里,坡地各类侵蚀沟的发生和发展,造成土地资源的破坏和土壤肥力的退化。在长期水土流失影响下,区内土壤发育长期处于幼年阶段,其肥力低下,生产力极低。

严重的水土流失加重了区内干旱程度和干旱发生的频率。据有关资料记载,自1934—1970年不到40年期间,榆林地区发生过15个大旱年,占统计年数的40.5%。同时,由于区内降水集中,并常以暴雨形式降落,因而常常发生山洪危害,对群众的生命财产威胁很大。

为了探索陕北黄土丘陵区的治理途径,1982年我们与地方合作,在这一地区的安塞县境内延河流域建立了面积为78.4平方公里的水土保持实验区。本试验区遵循生态学原理,以维护生态平衡,保护自然资源为出发点,注意全面规划和农林牧业的协调发展,从而获得了良好的生态效益、经济效益和社会效益。试验区的面貌有了较明显的变化。

**1、土地利用结构趋于合理,土地生产率有所提高。**农林牧用地比由5:1:4调整为3.7:2.1:4.2。3年退耕约1,050公顷,每人平均退耕0.34公顷,每人平均耕地由1公顷减到0.63公顷,每人平均林地由0.2公顷增到0.4公顷。1984年每平方公里的生产总值较1981—1982年提高2.1倍。

**2、地面植被覆盖率明显增加,林地覆盖率由11.9%增加到21.9%。**

**3、粮食生产明显增长。**在每人平均退耕0.34公顷的情况下,1984年每人平均生产粮食507公斤,比1981年增长29%,平均每公顷产量1.06吨,比1981年提高1.1倍。

**4、群众收入成倍增长。**1984年试验区每户平均收入1,278元,每人平均纯收入259元,分别比1981—1982年提高2.8倍和2.7倍。

**5、水土保持效益有所提高。**1984年试验区治理面积已达36平方公里,占应治理面积的54%,各项治理措施拦泥达103.9万吨。

陕北黄土丘陵区地处半干旱地区,属黄土丘陵区第一、第二副区,虽然在治理上各有其侧重点,但又都面临着一些共同的技术关键。这些问题的解决,将有助于加速这一地区的科学治理,迅速取得成效。

## 二、水土保持型生态农业的尝试

(一) 根据半干旱地区的特点,重视土壤水分资源的合理利用。多年来,我们常听到“宜林则林”、“宜牧则牧”、“宜农则农”的提法,但怎样才算作到了“宜”,并没有明确回答。在大部分地处半干旱地区的陕北黄土丘陵区,我们体会这“宜”字就“宜”在一个“水”字上。黄土高原深厚的黄土,犹如一个巨大的蓄水库。据测定,黄土区土壤的持水孔隙约占30%左右,若以植物需水的主要供水层为2米计算,区内黄土性土壤的蓄水能力每公顷达6,750—9,000毫米,相当于每公顷4,500—6,000立方米水。土层储水能力很大。

土壤深层储水,反映着区域土壤水分循环与补偿特征,它对植物需水起着调节作用。但由于黄土丘陵区的土壤质地多属砂壤—轻壤,土壤透水性强,土体内上行蒸发活跃,因此土壤水库具有易满易失的特点。据测定,10米全层自然水分储量,只相当于土壤水库满库的60%左右,土壤经常处于水分亏缺状态,对植物需水的调节能力显著降低。这种土壤水分环境对种草种树和农作物生长是极为不利的。

土壤水分储量是随季节变动的,它深受降水年内分配、蒸发(蒸腾)过程的影响,但其水分循环和补偿情况,有一定的地理规律性,其地域分异甚为明显。就陕北黄土丘陵区的水分循环与补偿特征看,其大部分处于补偿亏缺和补偿失调的地区。由于区内地下水埋藏很深,土壤蓄水主要以悬着水状态存在。在这种情况下,悬着水蒸发就形成为区内土壤水分平衡中的主要支出项,从而形成特殊的土壤水分状况类型——蒸发自成型水分状况。这种水分状况的特点是伴随有土层干燥,造成水分亏缺。因此,掌握黄土丘陵区土壤水分的循环、补偿和土壤水分状况的分类特征,对合理规划林草建设和提高旱作农业的产量,都是非常重要的。

(二) 根据人工林造成土层的干燥情况,规划水土保持防护林建设。上面我们提到,陕北黄土丘陵区的土壤水分状况为蒸发自成型水分状况。在这种土壤水分状况下,伴随有土壤干燥,那么造林之后土壤水分状况又出现一种什么情况呢?据我们测定,人工林地,无论是乔木林地或灌木林地,由于林木根系对水分的吸取、消耗,会进一步使土层向干燥化发展,形成“重叠干层”。据调查,以荒坡草地为参照,可以看到刺槐林下,从50—400厘米土层,随林龄增加,其干燥程度愈烈;14龄刺槐林,其土壤湿度可降低到凋萎湿度值。人工沙棘、柠条灌木林同样会使土层强烈干燥。这种被干燥的土层一旦形成,在地处干旱或半干旱地区的黄土丘陵区,其土壤水分短期补偿,或长期补偿都难以使土壤湿度恢复到田间持水量状态。据调查,在次生梢林和狼牙刺纯林,以及百年以上的侧柏林下,可清楚地看到,林下土壤深层向干燥化发展的情景。说明在一个相当长的时间系列中,虽然经过多次丰水年份,土壤水分无疑也曾经历过多次补偿,但没有改变林下干燥化的土壤水分环境。

按生物气候特征,黄土丘陵区西北部一线处于风沙草原或草原地带,中部或南部一线处于向

森林草原过渡的地带，愈向西北气候愈趋干旱，土壤宜林条件愈差。按土壤水分状况，建议在土壤水分年循环基本补偿的地区，或周期性补偿亏缺地区，可采取乔灌结合的营林方式，且愈向西北推进愈应加重灌木林种植比例，形成以防治水土流失为重点的、兼以解决薪炭为目的的防护—薪炭互补的防护林体系。在土壤水分年循环补偿亏缺的地区，应种植适应性强的灌木和草类，形成薪炭—草地互补的灌木林体系；在水分条件较好的沙盖黄土丘陵阴坡、河谷滩地，以及沟抓阴坡，沟道渠岸，采用“园艺式集约经营”方式，培植高产速生林，以解决民用木材的短缺。

黄土丘陵区土地类型复杂多样，因此，造林成败的关键是能否做到适地适树。这就需要根据不同土地类型和土壤湿润程度，以及不同树种的生物学特性，划分立地条件类型，提出适生树种。

**（三）重视发展旱作农业，提高粮食产量。**陕北黄土丘陵区90%以上的农田都是旱地，无论是从当前还是长远讲，重视发展旱作农业对提高粮食产量有着十分重要的意义。区内年降水量400—550毫米，仅就数量看，发展旱作农业是可行的。本区各地不乏旱地高产事例，说明黄土丘陵区在旱作条件下确实有很大的生产潜力。为了提高旱地的粮食产量，在建设基本农田的基础上，我们牢牢抓住提高作物水分利用率这个中心环节，在试验区采用抗旱栽培措施收到明显成效。这些措施是：

1、深耕蓄墒与保墒，包括伏耕蓄墒、春季耙磨保墒，以及根据气候条件播种前后进行镇压提墒。

2、重施有机肥，提高肥力，以肥调水。研究表明，高肥农田显示了较高的水分利用率，丰产田块玉米的强烈用水层1.2米，总用水层超过2米，重施有机肥促进作物根系发育，有利于调动土壤深层储水；同时还可以明显提高作物用水效益。在低肥情况下，每毫米水只能生产小麦0.1—0.15公斤；在高肥的情况下，每毫米水可生产小麦0.5公斤以上。

3、调整作物布局，扩种抗旱稳产作物。实验区以秋粮生产为主，夏粮为辅，因秋粮比夏粮稳产。在秋粮中，以谷糜较耐旱，因此，不但要注意秋夏粮的适宜种植比例，还要种一部分耐旱谷糜。

4、通过轮作倒茬，提高水分利用率。据调查，大秋作物在50—100厘米土层内，谷子对有效水的利用率为53%，而高粱可达83%。可见由于茬口不同，作物收获后土壤的剩余湿度亦有很大差别。因此，要注意合理安排茬口，做到用水适度，达到均衡增产。

5、推广以山地水平沟种植和梯田、川地垄沟种植为中心的水土保持耕作法（简称“两法种田”）。“两法种田”紧紧抓住经济用肥（集中施肥）、精耕细作（相对于一般耕法而言）和合理用水三个环节，较好地解决了“薄粗旱”的矛盾，从而为当地发展旱地农业提供了一条有效措施。

**（四）大量建设人工草地，促进畜牧业发展。**近年来，虽经大力提倡种草，但人工草地建设仍然很不理想，阻力较大，其关键在于草地的利用和草地的经济效益问题。安塞县寺岷岷村养羊专业户康正才走出了一条种草种树、发展畜牧业的路子。他一户7人，承包6公顷耕地中，退耕1/3，1.3公顷种草，0.7公顷造林，现养细毛羊83只，经济效益连年大幅度提高。1985年仅羊毛一项收入就达2,016.9元，每人平均288.1元。由于羊多肥多，1982年因多施羊粪3.5吨，小麦比上年增产1.5倍，每人平均小麦115公斤。

根据科学实验和群众经验，我们认为要建立稳定的人工草地，必须抓好几个关键：

1、退耕种草要与科学种田，提高单位面积产量同步进行。提高单产促退耕，退耕陡坡种林

草。

2、发展人工种草要与发展畜牧业同步进行，以草定畜，建立牧草基地。

3、人工种草要与封山育草，改造牧荒坡同步进行。一方面在退耕地种优良牧草，一方面要保护和更新天然草地，互为补充，相得益彰。牧荒坡面积广，潜力大，进行人工改造，是提高土地生产率和搞好水土保持的重要措施。经过改造的荒坡草地，产草量可以提高5—8倍，由于植被迅速恢复，生态效益也很明显。

为加速陕北黄土丘陵区种草和畜牧业的发展，我们建议采取“三改一固定”措施，即改天然草场为人工草地，改传统的放牧为舍饲或半舍饲，改良畜群结构和畜种，提高牲畜质量和商品率，象固定农田那样固定人工草地。通过政策和经济手段，与农户签定种草合同，落实责权利，保证人工种草和畜牧业的发展。

**(五) 加速坡耕地的治理与实现陡坡退耕。**陕北黄土丘陵坡耕地，由于土壤侵蚀强烈，每年有大量肥沃表土流失，造成土壤退化和农业减产。据调查，区内坡耕地占到全部农地的90%左右，其中有相当部分（典型调查为50%），分布在大于25°的陡坡上，从而造成了严重的水土流失，而且还存在着向切沟侵蚀发展的潜在威胁。据在试验区所在的杏子河考察结果，大于25°的陡坡耕地的侵蚀模数平均为2万吨，沟缘线以下的陡坡耕地，即沟抓地达3.5万吨以上。由此可见，坡耕地土壤侵蚀的严重程度，它不仅造成了河流、水库淤积，而且严重制约了农林牧生产发展。因此在治坡方针上，在强调以修水平梯田为中心的基本农田建设的同时，亦应重视大面积坡耕地的水土流失治理。为此，中共中央1985年一号文件明确决定“山区25°以上的坡耕地要有计划有步骤地退耕还林还牧，以发挥地利优势”。

为探索陡坡退耕还草还林的科学途径，实验区从建立“生态户”入手，取得了退耕不减产，林草面积增加的效果。5户生态户有耕地13.6公顷，从1982年开始，3年退耕陡坡农地8.8公顷，每人平均退耕0.24公顷，占原耕地面积的52%，现每人平均耕地0.23公顷。退耕后由于集中施肥，精耕细作，每人平均生产粮食仍然达到415公斤以上。3年种草5.3公顷，每户平均1.05公顷；造林3.6公顷，每户平均0.7公顷，其中经济林0.23公顷。同时退耕后劳力富余而开展了养羊、养鸡等家庭副业。1984年每人平均纯收入比1981年增长2倍多。

如何做到退耕不减产呢？我们认为：

**1、过渡时期补充化肥，提高单产。**根据几年试验，在降水量450—500毫米的情况下，提高旱地产量1倍的主要限制因素是肥，而不是水，因此要在因土施肥，合理使用化肥上下功夫。

目前全国平均每公顷施化肥622.5公斤，高产地区有的达到750—1,500公斤。而陕北施用化肥量极大低于这个水平。安塞县1983年平均每公顷施化肥47.25公斤，仅及全国水平的7.9%。试验结果表明，在有机肥每公顷30吨，每公顷施纯氮肥45—135公斤的范围内，每公斤纯氮增产谷子6.4公斤，每公斤 $P_2O_5$ 增产谷子3.5公斤。为此，每公顷投资102.6元（化肥提价后每公顷117.75元）化肥款，而退耕1公顷山坡地，粮食总产不减。为促进本地区陡坡地还草还林，当前国家支援一定数量的化肥是必要的。

**2、大力推行“两法种田”，提高单产。**为了改造坡耕地和提高单产，试验区从1982年就大抓“两法种田”。当年“两法种田”373.3公顷，每人平均0.1公顷；1983年发展到643.3公顷，每人平均0.2公顷，粮食产量1,205吨，占总产的83%；1984年扩大到792公顷，占农耕地的1/3。这对于保持水土和促进退耕，起了重要作用。

**3、增加有机肥，提高单产。**实验结果表明，在氮磷俱缺的瘠薄土地上，大量施入有机肥，

不仅能提高土壤肥力，增产粮食，而且能改良土壤性状，解决用养失调的矛盾。有机肥的增产效果，视其质量和肥力高低不同而有差异。如川地肥力水平高于梯田，有机肥质量较差（全氮含量0.257%），每吨有机肥可增产谷子19.3—22.0公斤；梯田土壤肥力低，在有机肥质量高时（全氮含量0.407%），每吨有机肥增产谷子80.8公斤。在增施有机肥的基础上，实行有机肥和氮磷配合使用，更能达到高产稳产的目的。

此外，提高单产的措施还很多，如推广优良品种，实行草田轮作，即时防治病虫害等。总之实行科学种田，走精耕细作、少种高产的道路，就会逐步改变广种薄收的旧习惯，顺利实现退耕还草还林和建设绿色宝库的奋斗目标。

### 三、建立水土保持型生态农业体系的设想

赵紫阳同志曾经指出：“现在农业如果出问题，很可能不是出在所有制上，而是出在自然环境、生态平衡受到破坏上，这种破坏是带有根本性的。”这是具有战略意义的远见卓识，深刻说明了在我国农村建立一种科学的农业体系的必要性和紧迫性。近年来，在各国兴起的所谓“生态农业”，正是遵循生态学原理，以维护生态平衡，保护自然资源为出发点，更加注意全面规划，农林牧业相协调发展的高效人工生态系统，是使农业健康发展的一种科学的农业体系。考虑到遭受水土流失危害地区的特点，在这里建立生态农业，更应该突出水土保持的作用，我们暂且称之为“水土保持型生态农业”。

水土保持型生态农业，其基本涵义是指在遭受水土流失危害的地区建立生态农业。首先要求水土流失必须得到有效控制，通过水土保持措施的优化配置，做到无论在总体上，或是在某些单项措施防治水土流失的功能上，其水土保持效益都应该是明显的。其次在宏观上，要求农业环境得到保护，农林牧生产必须协调发展，就是一方面对农林牧用地加以优化，另一方面使农林牧各业内部结构协调发展，从而发挥生态系统的总体功能，最终获得良好的生态经济效益；在微观上，通过绿色植物的合理利用，加速能量和物质在生态系统中的再循环，实现“低输入、高产出”的人工生态系统。归纳起来说，有效地控制水土流失，搞好水土保持，实现水土保持、生态和经济三个方面的效益，是遭受水土流失危害的地区建立生态农业的最突出的特点。

过去半个世纪以来，一些发达国家的农业发展一直着眼于提高生产率上，也就是采取所谓“高输入”农业，或称高度集约化农业，而且确实取得了一些成就，粮食产量有了明显增加。例如美国的玉米生产从1945年每公顷产1.95吨，提高到1978年每公顷产6吨；在半个世纪中，英国的产量翻了一番，小麦从1939年每公顷2.25吨，提高到1978年每公顷5.25吨。但从农业自然资源利用与保护生态平衡看，也带来了许多严重的生态问题，主要有：1、土壤侵蚀日益严重；2、土地资源破坏，可利用土地不断减少；3、土壤肥力退化；4、地面植物被覆破坏；5、农药和大量施用化肥对环境造成的危害，等等。由于片面强调粮食，忽视农林牧和多种经营的协调发展所引起的后果，我们也是有深刻教训的。

水土保持型生态农业，正是为了避免和有效地解决上述生态问题提出来的。那么水土保持型生态农业的内涵究竟如何？根据我们多年实践认为，在黄土丘陵区建立水土保持型生态农业这一人工生态系统，应该体现作为一个系统的整体性、系统性和效益的多重性。在实施过程中：1、要有一套合理的水土保持措施优化配置方案，并有因地制宜的实施步骤；2、要把农业生态平衡、农林牧生产和农业环境条件的保护三者有机结合起来，做到功能互补，效益互补，做到水土保持林、薪炭林与果林体系的有机组合，草灌植被的合理利用，同时建立起完整的旱作农业增产体系，从而

使农林牧生产有一个较大发展；3、要有水土保持、生态和经济等多方面的效益。

我们设想，如果在一切遭受水土流失危害的地区，建立起各具特色的水土保持型生态农业体系，这类地区农业环境必将会显著改善，农林牧生产定会有个较大发展，一批新型的生态经济效益明显的生态农村的建成，预示着水土流失地区的治理和各项事业的发展，是大有希望的。

但这里需要说明的是，水土保持型生态农业这一促进水土流失地区农林牧生态发展的模式，还是一个正在探索的问题，它定会在总结开展水土保持和发展农林牧生产的经验教训的基础上不断得到发展，其科学涵义也必将在发展中得到充实和完善，从而为我国广大水土流失地区的整治，使环境生态由恶性循环向良性循环转化，走出一条既能使水土流失得到治理，农林牧生产又能得到协调发展的新路。

(杨文治和卢宗凡编写)

## AN APPROACH TO THE ECOLOGICAL AGRICULTURE OF SOIL AND WATER CONSERVATION TYPE IN LOESS HILLY REGION OF NORTHWEST CHINA

*Ansai Experimental Group of Northwest Institute of  
Soil and Water Conservation, Academia Sinica*

### Abstract

Based on the results of experiment, model and productive control in the experimental plots of soil and water conservation of Ansai county, North Shannxi Province, for many years, and the characters of the semiarid region in the hilly loess region, the author makes an attempt to discuss systematically the ecological agriculture of soil and water conservation type in the hilly loess region, including rational use of water resource in soil; programme of the construction of the forest-protection of water and soil conservation on the basis of the influence of artificial forest on dry condition in soil layer; development of dry farming as far as possible so as to raise food production; establishment of the artificial grassland and development of the animal husbandry; harnessing slopland and renouncing steep slopland-farming and planting trees, etc. The paper suggests and discusses the problems about protection of agricultural environment and system of ecological agriculture of soil and water conservation type.