

黄土高原

生态经济建设若干问题

党小虎^{1,2} 刘国彬¹ 全斌^{1,2} 王淑英³

(1. 中国科学院水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100;

2. 中国科学院 研究生院, 北京 100049;

3. 宁夏平罗县黄渠桥镇林业站, 宁夏 平罗 753406)

摘要:以水土流失为基本特征的生态退化严重制约着黄土高原的社会经济发展, 重建及恢复生态系统是新时期黄土高原地区的主要战略目标之一。本文在分析以往黄土高原生态建设成果的基础上, 从生态经济学角度解读黄土高原生态退化的社会经济原因, 分析生态—经济相互作用的机理, 并探讨了该区域生态经济建设的主要目标及途径。

关键词:生态退化; 生态经济建设; 黄土高原

Several Issues of Eco-economic Construction in the Area of Loess Plateau

DANG Xiao-hu^{1,2}, LIU Guo-bin¹, QUAN Bin^{1,2}, WANG Shu-ying³

(1. Institute of Soil and Water Conservation, CAS and MWR, Yangling Shaanxi 712100, China;

2. Graduate School of CAS; Beijing 100049, China;

3. Huangquqiao Forestry Station, Pingluo Ningxia 753406, China)

Abstract: Eco-degeneration characterized by loss of soil and water severely restricts the social economic development on the Loess Plateau. Also, the eco-restoration is one of strategic target in this area. On the basis of the achievement of eco-construction on the Loess Plateau during the past decades, from eco-economic perspective of view, this paper analyzed the social economic reason for eco-degeneration of the Loess Plateau, explained the mechanism of eco-economic reciprocity and discussed main goals and approaches of eco-economic construction in this region.

Key words: degeneration of zoology; eco-economic construction; the Loess Plateau

1 引言

黄土高原东起太行山, 西至贺兰山, 北抵阴山, 南及秦岭, 总面积 62.4 万 km² (唐克丽, 2004)。以水土流失为主要特征的生态退化堪称黄土高原的癌症, 是该区域社会经济可持续发展的瓶颈。我国水土流失总面积达 356 万 km², 占国土面积的 37.1%, 而在黄土高原地区, 土壤侵蚀模数大于 1 000t/km²·a 的流失面积达 45.4 万 km², 占流域面积的 57.1%, 占全国水土流失面积的 12.4% (黄自强, 2002)。黄河多年平均 16 亿 t 输沙量几乎全部产生于该区内, 约占全国平均输沙量的 59.3%。黄土高原内水蚀面积 34 万 km², 其中侵蚀模数大于 8 000t/km²·a 的极强

度水蚀面积达 8.5 万 km², 占全国同类面积的 64%; 侵蚀模数大于 15 000t/km²·a 的剧烈水蚀面积为 3.67 万 km², 占全国同类面积的 89% (景可等, 1997)。严重的水土流失不仅使黄河成为世界上最难治理的河流, 而且导致了生态退化、土壤质量和土地生产力下降, 与之伴随的经济欠发达、贫困成为流失区的一大顽症。

造成黄土高原现状的原因很复杂, 主要表现在自然和社会经济两方面, 也就是说在一定的历史和社会经济背景下, 黄土高原地区本身十分脆弱的自然条件叠加了不合理的人类经济活动, 造成了目前生态与经济的严重失调, 导致了生态退化与贫困的恶性循

环 (黄秉维, 1953; 唐克丽等, 1994; 郑粉莉等, 1995; 徐勇等, 2002)。为了深入解读黄土高原生态退化的社会经济原因和生态—经济相互作用机理, 阐释生态恢复对黄土高原社会经济可持续发展的重大意义, 本文从生态经济学角度对黄土高原地区生态经济建设的目标及主要途径作深入分析。

2 黄土高原生态退化的社会经济分析

纵观黄土高原的环境演变史, 人类经济活动始终充当着驱动力的角色。早在 400 多年前, 黄土高原曾有“水草丰美, 土地宜牧, 牛马衔尾, 群羊塞道”的记载。明清时期, 随着边塞统一及

基金项目: 中科院重大项目“黄土高原水土保持与可持续生态建设试验示范研究”; 国家自然科学基金重点项目“黄土高原生态恢复的环境效应及评价”

作者简介: 党小虎 (1968~), 男, 博士生, 高级工程师, 主要研究方向为流域生态经济及评价。

“屯田戍边”政策的推行，种植业开始迅速发展，之后近200年，牧业和种植业呈交替发展，直至20世纪50年代初，高原南部大部分地区的森林已经达到轻微破坏的程度，畜牧业仍占有重要地位(李荣生,1999)。到了20世纪50年代后期至70年代，大跃进、“以粮为纲”、“以棉为纲”、“毁林开荒”和“陡坡开垦”等盲目扩大作物种植面积的一系列经济政策，导致黄土高原经济系统与生态系统的严重失调，生态日趋恶化。

深入分析，黄土高原生态恶化的根源在于：落后的生产技术条件下允许在先天脆弱的生态系统中从事农业生产，这种经济活动方式在一定条件下是适宜的，但与之对应的是经济承载能力有限。而随着人口数量的增长，原有的与生态系统相适宜的经济活动方式无法满足人类对土地产出能力的要求，在生产技术条件得不到改善的情况下，人类不得不改变经济活动方式，即从牧业转向种植业。在这种状况下，人口的持续增长与种植业的空间拓展必然导致生态退化以及与之互为因果的经济落后、人民生活贫困的结果。

黄土高原是我国当代欠发达地区的一个缩影，历史上长期处于封闭落后的状态，生态的脆弱性又使现代化发展严重滞后，该地区贫困人口达1000万，2001年GDP仅占同期全国总量的6.8%，农民人均纯收入为全国同期平均水平的73%^①。这里需要指出的是，贫困—生态破坏—贫困的恶性循环受到两个次级恶性循环的支配：即社会经济内部的恶性循环（低水平的重复）和生态过程的恶性循环。也就是说，经济落后—文化与科技水平低—原始、粗放开发—产业层次低、效益低—贫困本身是一种循环链，而自然环境脆弱—易破坏、难恢复—干扰后进一步退化—更脆弱也是一种循环链；两者的交叉、组合、迭加又构成大的循环链（见图1）。

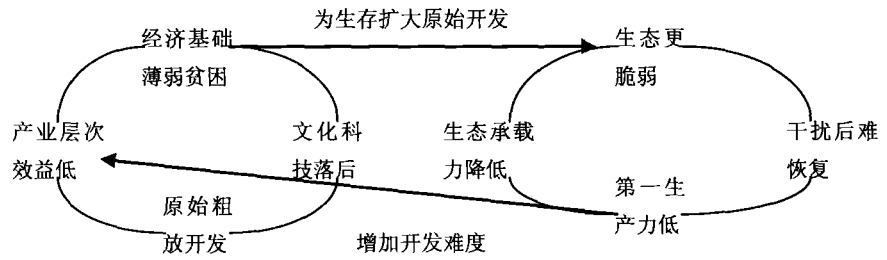


图1 黄土高原贫困与生态退化恶性循环示意图
Fig.1: The sketch map poverty and ecological vicious circle on the Loess Plateau

总结过去几十年黄土高原治理与经济发展的成败经验，主要有以下两方面的教训：一是没有把生态建设与农村经济发展紧密结合起来或结合不够；二是缺乏对不同类型区基于生态恢复基础上的农村经济发展模式进行深入的研究。因为生存始终是第一位的，在贫困状态下，群众根本无暇顾及生态保护与建设，甚至会以破坏生态来换取生存需要。只有经济发展了，生活水平提高了，良好的生态才能作为一种消费需求而得到重视，生态建设成果才会有生命力。同时，生态科学研究与建设实践需要大量的投入才能实现，这就需要以经济发展作为基础和保障。从这个意义上讲，黄土高原生态恢复不但是技术问题，更是经济问题，而经济占据主导地位，影响恢复的进程和质量。因此在研究生态恢复时，必须重视经济对生态建设的影响，尤其是产业结构、就业结构和消费结构等因素对土地利用变化的驱动机理(Quan *et al.*, 2006) 研究。

3 黄土高原生态经济建设的基本目标

3.1 减少入黄泥沙

黄土高原严重的水土流失使大量

的泥沙淤积在下游河道，河床下游段高出地面3~10m，是举世闻名的地上悬河，成为中华民族心中的顽症，同时也严重影响了农业基础设施的使用寿命和效益发挥，阻碍着经济的发展。可见，减少入黄泥沙是实现生态安全与经济可持续发展的基本保障。

3.2 恢复重建黄土高原生态系统

恢复重建退化的黄土高原生态系统，改善社会经济生态基础，是当前乃至今后很长时期的基本战略目标之一。恢复生态学为黄土高原的生态重建提供了理论依据，退化生态系统的恢复通常有两种模式(见图2)。需要强调的是，生态恢复不仅仅是植被的恢复，而是包括生物因素(包括物种、种群和群落)的恢复、非生物或环境要素(包括土壤、水体、大气)的恢复以及生态系统(包括结构与功能)的总体规划、设计与组装等诸多内容。当然，生态恢复重建应当遵循一定的程序，当前的试验示范研究普遍按如下步骤进行：接受恢复项目→明确恢复对象，确定系统边界(生态系统层次与级别、时空尺度与规模、结构与功能)→退化生态系统的诊断(退化原因、退化类型、退化过程、退化阶段和退化程度)→退化生态系统的健康评价(历史

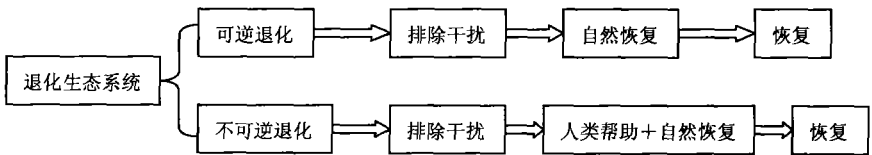


图2 退化生态系统恢复的两种模式
Fig.2: Two restoring models of degenerated ecosystems

上原生类型与现状的评价) → 生态恢复重建的试验、示范与推广 → 恢复重建过程中的调整与改进 → 恢复重建的后续监测、预测与评价。

3.3 重建黄土高原生态—经济协调

黄土高原地区本身十分脆弱的自然条件叠加了不合理的人类经济活动,造成了目前生态与经济的严重失调,导致了生态退化与贫困的恶性循环。生态经济学理论认为,一个可持续发展单元是由社会经济系统和生态系统通过物质、能量、信息和价值等介质耦合而成的生态经济复合系统,两者相互影响、互为因果(见图3)。生态系统是经济系统依存和发展的基础,经济系统的生产与再生产要从生态系统中获取所必需的物质和能量,用以生产人类生存所必需的各类物质资料,并将产生的废弃物排入生态系统,而生态系统(尤其是农业生态系统)也需要经济物质、能量和信息反馈输入以及太阳能等自然能量存在,才能维持其生态生产力和各类服务功能,并向有序方向演替,显然,只有两者协调发展才是黄土高原生态恢复的前提和保障。

20世纪80年代以来,学术界对黄土高原生态建设和农村经济发展的定位概括起来大致存在三种观点:一是主张将黄土高原建设为林业基地;二是认为发展牧业更有前途,宜建成牧业基

地;第三种观点认为黄土丘陵区的发展方向应是自给性农业、商品性牧业和保护性的林业(卢宗凡等,1994;许炯心,2000)。“七五”和“八五”期间以小流域为单元、以试验示范区为主要形式的定位试验研究工作旨在寻求生态建设与发展农村经济相结合、相互促进、相互协调的模式,但实践效果常常局限于试点小流域,并未呈现出推广效应。“九五”以来,随着国家政策方针的调整,其建设思路才呈现出了明显的“寓经济发展于水土流失控制和生态建设之中”的合理趋势。

4 黄土高原生态经济建设的主要途径

4.1 坚持以小流域为单元,并加强中尺度生态经济建设试验示范研究

1980年4月,我国水利部在山西吉县召开了13省(区)小流域综合治理(integrated small watershed management)座谈会,首次提出小流域(small watershed)的概念,明确了我国的水土保持要以小流域为单元进行综合治理,并首先在黄土高原开展试点。1982年,国务院将黄土高原地区水土流失严重、经济十分贫困的黄河支流无定河、皇甫川、三川河流域及甘肃定西县列为国家重点治理区,每年拨专款进行水土流失研究与治理。至此,小流域综合治理工作全面展开,成为我国生态经济建设的主要途径之一。1986年又在黄土高原选定有代表性的11条不同类型的小流域,由中国科学院主持开展定位试验示范研究(杨文治等,1991;李玉山,1996)。这些尝试均取得了比较好的效果,但常常局限于试点小流域,并未呈现出推广效应。且试点区设置的区划尺度过粗和小流域治理典型尺度过小,缺乏中尺度研究和不同尺度间模式及内容转换的方法,是典型模式推广不理想的一个重要原因(程序等,

2004)。为加快建设速度,确保工程建设的可持续性,很有必要把若干个,甚至十几个、几十个小流域连成片,形成几百平方公里或以县为单元的中尺度试验示范区。

小流域建设的主要目标是保护水土资源,减少水土流失;以县为单元的中尺度生态建设,则在土地利用结构布局中,与规模化、产业化和经济发展相结合;区域的国家目标则是大江大河的生态安全。因此,应深入研究不同尺度建设的目标、相互关系及评价指标体系(刘国彬等,2003)。

4.2 水土保持型生态农业体系建设

为实现黄土高原粮食基本自给的宏观战略目标,在该地区建设“水土保持型生态农业”仍然是今后的主攻方向,卢宗凡等(1997,2000)提出了“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,以水土资源的合理利用为前提,以恢复植被,建设基本农田,发展经济林果和养殖业为主导措施。同时指出建设水土保持型农业可分三个阶段,即生态系统逐步恢复阶段、生态系统稳定发展阶段和生态系统良性循环阶段。

经过几十年的研究积累,黄土高原以水土保持为中心的生态农业定点试验示范研究取得了很大进展,围绕基本农田构成与种植业结构特征、园地规模与经济林果业发展前景分析、牧草地合理利用方式与畜牧业发展对策、农业用地结构及空间配置特点、农业生产及产出结构特征、不同农业地域模式在不同生活标准(如温饱、小康等)条件下的人口承载力等研究内容,成功地探索出了适应于黄土高原不同生态类型和社会经济条件的一系列复合型农业发展模式,如以坝系建设为中心的绥德非园沟模式,坡沟兼治、治坡为主的米脂高西沟模式,以生态农

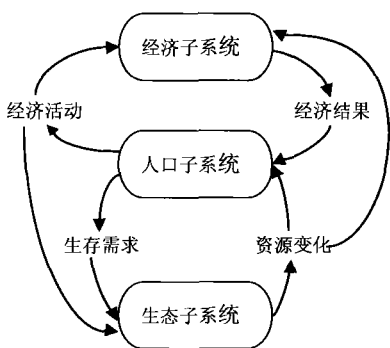


图3 生态经济系统要素及相互作用
Fig.3: Components and interactions of eco-economic system

业建设为中心的安塞纸坊沟模式,生态经济同步发展的长武王东沟模式,集水型生态农业的定西高泉沟模式等。这类探索为在整个黄土高原地区推广水土保持型生态农业打下了坚实的基础,为寻求该区域农业发展出路提供了有力的理论支持。

4.3 植被恢复

4.3.1 自我恢复

现代生态学理论表明,生态系统的自组织和自调控能力能够自身维持一定的外界干扰而达到自然适应和自控制,并重建退化植被系统。

生态系统恢复,很大程度是以植被恢复为基础的。植被系统是生态系统的子系统,自我恢复(部分学者主张用自我修复这个提法)就是利用系统的自组织和自调控特性,按自身规律演替达到其休养生息的过程。当然,自我恢复不是完全摒弃人工干预,为了加速已被破坏植被系统的恢复和优化群落结构,必须进行适度的人为干预。自我恢复是大面积治理水土流失、重建黄土高原植被的有效途径(刘震,2001)。近年来黄土高原部分地区实行的封山禁牧、建立自然保护区、围栏轮牧等措施从侧面已经证明,自我恢复在增加地表覆盖、控制水土流失方面起到了意想不到的良好效果。例如,中国科学院水土保持研究所安塞生态试验站的长期定位观测发现,经过近20年的封禁,纸坊沟流域植被已达到了亚顶极水平,植被覆盖率大幅度增加;生物多样性在恢复,还出现了黄土高原濒危植物;物种数量增加(包括植物、鸟类、昆虫),形成了良好的生态演替趋势,水土流失基本得到控制(王志意等,2003;梁宗锁等,2003)。

4.3.2 人工重建植被系统

植被经过长期的自然选择和演替,出现一些与当地自然环境相适应并相对稳定的森林植被系统。过度的人为干扰介入后,这个平衡一旦被打破,比如出现较严重的水土流失、生物多样

性丧失、食物链中断、土壤理化性质改变和肥力下降等现象时,原有植被与其周围环境的平衡关系不复存在,这时要想再恢复到原生状态是极其困难的。必须选择新的植被类型以适应变化了的环境条件,重建与现实环境状况相适应的植被系统,这时的最佳选择应该是人工重建植被类型(李俊清等,2000)。

人工重建是在植被系统经历了各种退化阶段,或者超越了一个或多个不可逆阈值,已全部或大部分转变为裸地或接近裸地时所采取的一种恢复途径。对于自然植被已不复存在的立地类型,人工重建是一种植被建设的最佳选择。显然,重建的植被系统可以与原来历史资料记载或推测的自然植被有很大差别,但可借鉴国内外类似地区的植被类型。与恢复和保护相比,在初期阶段,重建要求有高强度的物流、能流供给,通过模拟相应自然群落、以物种选择、小生境人工改造和利用等为主要技术手段,开展人工设计和建造。

4.3.3 植被保护

植被保护是对植被系统进行人为管理,使其避免进一步遭受破坏和继续退化的一种人为手段或措施。需要采取保护措施的对象,既包括完全没有受到干扰或者干扰很轻的原始植被,也包括受到干扰但所形成的群落相对稳定、自然演替速率很慢的原生或次生植被,还包括已建成的结构良好的人工植被。

4.4 庭院经济和人居环境改善

4.4.1 以“四位一体”温棚为纽带的庭院立体经济模式

在黄土高原,可通过发展“四位一体”生态型温棚(农村微生物能源生产生活偶合:牲畜—厕所—沼气—蔬菜),实行立体种养,实现物质多级循环利用。该流域气候温凉,无霜期短,冬季干燥少雪,日照充足,发展“四位一体”温棚蔬菜栽培,既能充分利用自然光能和冬闲时节,还能就地消化剩余劳

力,改善农村环境,促进农村种植业结构的调整,增加农民收入。

4.4.2 人居环境治理

居住区的治理主要以美化环境为宗旨,包括合理规划人口聚居区域,使其既有利于土地资源的合理和有效利用,又有利于防止滑坡、泥石流;合理规划、建设乡村道路,既利于生产生活,又利于本区域的产品输入输出和与外界的交流;合理布局学校、医疗机构、商业场所,以大力改善人民的生活水平。

5 几点建议

以水土保持为中心的黄土高原生态经济建设是一个系统工程,涉及自然、社会、经济等学科领域和体制问题,因而仅靠只言片语不能阐述清楚涵盖的所有科学问题。在未来的生态经济建设中,需要深入研究的科学问题很多,比如:(1)针对新时期黄土高原生态经济新特点,调整生态经济建设综合区划和分区方案;(2)生态经济建设的区域环境效应评价研究;(3)黄土高原生态建设与全球变化影响的研究;(4)生态系统健康评价;(5)生态经济、社会、人文学研究,包括生态退化的社会经济学分析、生态建设的经济评价、社会效应的趋势与对策等。

另外,在生态经济建设过程中涉及的一些所有制、投(融)资机制和生态补偿等问题,也在一定程度上影响着生态环境建设的成败和生命力,这诸多问题仍需要我们从从事水土保持与生态建设的科技工作者进一步研究解决。

注:

①黄河上中游管理局编,《黄河流域水土保持基本资料》。

参考文献:

[1] 程序, 刘国彬, 陈佑启, 等. 黄土高原小流域生态——经济重建模式的尺度概念和方法[J]. 应用生态学报,

(下转 42 页)

源)和生活资料(主要是粮食)在内的资源出现短缺问题。一方面,人口在急剧增长,对资源的需求不断增加;另一方面,经济社会发展过程中,如果单纯追求高速度的经济增长,对自然资源掠夺性索取必然会造成环境污染和生态破坏。我国已面临十分严重的环境污染,不仅出现了空气污染、水污染、海洋污染、危险废物污染,还出现了酸雨污染、气候变异等问题,严重阻碍了我国社会经济的发展,并影响到人民群众的身心健康。“资源短缺,特别是水、石油资源短缺,是人与自然不和谐的另一集中表现,它对社会和谐的影响尤为突出,已经威胁到国家安全和世界和平^[12]。”可见,只有加强环境保护,合理利用自然资源,才能为构建和谐社会提供持续的资源保障。

良好的生态环境能促进和谐社会的可持续发展。可持续发展需要自然生态系统可持续提供发展所需要的资源,否则可持续发展就会成为一句空话。我国要实施可持续发展战略,就必

须进行产业结构调整,逐步减少能耗大的各类产业,扶持发展高效利用、循环利用资源的新型产业,推进资源利用率技术的创新,从根本上减轻环境污染的压力,解决环境和资源的矛盾问题^[13]。以科学发展观为指导,选择好发展的道路和发展模式,做到城乡协调发展、区域协调发展、经济社会协调发展、人与自然和谐发展,坚持走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。

环境污染和破坏生态是人与自然不和谐的突出表现。这种不和谐实际上是通过损害大多数人的环境、经济和生存利益来获取少数人的不法利益,严重破坏了社会的公平与正义。正如胡锦涛同志所说,“大量事实表明,人与自然关系不和谐,往往会影响到人与人的关系、人与社会的关系。如果生态环境受到严重破坏,人们的生产生活环境恶化,如果资源供应高度紧张,经济发展与资源能源矛盾尖锐,人与人的和谐、人与社会的和谐是难以实现的^[14]。”

参考文献:

[1] 张岂之. 生态环境问题的历史思考[J]. 史学期刊, 2001(3).
 [2] 马克思, 恩格斯. 马克思恩格斯选集: 第3卷[M]. 北京: 人民出版社, 1995: 374~375.
 [3] 恩格斯. 自然辩证法[M]. 北京: 人民出版社, 1971: 159.
 [4] 列宁. 列宁选集: 第3卷[M]. 北京: 人民出版社, 1965: 229.
 [5][6] 马克思, 恩格斯. 马克思恩格斯选集: 第4卷[M]. 北京: 人民出版社, 1995.
 [7][10] 马克思, 恩格斯. 马克思恩格斯全集: 第21卷[M]. 北京: 人民出版社, 1965.
 [8][9] 马克思, 恩格斯. 马克思恩格斯全集: 第42卷[M]. 北京: 人民出版社, 1979.
 [11][14] 新华社. 胡锦涛: 在省部级主要领导干部提高构建社会主义和谐社会能力专题研讨班上的讲话[EB/OL]. [2005-06-26]. http://news.xinhuanet.com/newscenter/2005-06/26/content_3138887.htm.
 [12] 陆新元, 熊跃辉, 曹立平, 等. 人与自然和谐是构建和谐社会的物质基础[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(3).
 [13] 白雪涛. 马克思主义生态哲学思想的当代价值[J]. 南京工业大学学报: 社会科学版, 2005, 4(4).

(上接27页)

2004, 15(6): 1051~1055.

[2] 黄秉维. 陕甘黄土区域土壤侵蚀的因素和方式[J]. 地理学报, 1953, 19(2).
 [3] 黄自强. 黄土高原水土保持近期方略[J]. 水土保持学报, 2002, 16(5): 82~85.
 [4] 景可, 等. 黄河中游侵蚀环境特征和变化趋势[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1997.
 [5] 李俊清, 崔国发. 西北地区天然林保护与退化生态系统恢复理论思考[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(4): 1~7.
 [6] 李荣生. 论黄土高原中部丘陵区养羊业[J]. 地理研究, 1999, 18(增刊): 57~65.
 [7] 李玉山, 苏陕民. 长武王东沟高效生态经济系统综合研究[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1991.
 [8] 李玉山. 黄土高原在国民经济发展中的新地位[J]. 中国科学院院刊, 1996(10): 15~19.
 [9] 梁宗锁, 左长清, 焦居仁. 生态修复在黄土高原水土保持中的作用[J]. 西北林学院学报, 2003, 18(1): 20~24.

[10] 刘国彬, 梁宗锁, 郝明德. 流域生态与管理学科发展及研究重点[J]. 西北植物学报, 2003, 23(8): 1315~1319.
 [11] 刘震. 利用生态的自我修复能力防治水土流失[J]. 水土保持研究, 2001, 8(4): 13~16.
 [12] 卢宗凡, 梁一民, 刘国彬. 中国黄土高原生态农业[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1997.
 [13] 卢宗凡, 苏敏, 张兴昌. 黄土高原生态农业建设与环境保护[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 1994, 24(4): 289~295.
 [14] 卢宗凡. 黄土高原的农业发展战略[J]. 干旱地区农业研究, 2000, 18(4): 1~7.
 [15] Quan B, Chen J F, Qiu H L, et al. Spatial-temporal pattern and driving forces of land use changes in Xiamen[J]. Pedosphere, 2006, 16(3).
 [16] 唐克丽. 中国水土保持[M]. 北京: 中国科学出版社, 2004: 194~208.
 [17] 王志意, 张永江. 浅论水土保持

生态建设中的生态自然修复[J]. 中国水土保持, 2003(9): 15~17.
 [18] 徐勇, Roy C, Sidle, 等. 黄土丘陵区生态环境建设与农村经济发展问题探讨[J]. 地理科学进展, 2002, 21(2): 130~138.
 [19] 许炳心. 黄土高原生态环境建设的若干问题与研究需求[J]. 水土保持研究, 2000, 7(2): 10~13.
 [20] 杨文治, 余存祖. 黄土高原区域治理与评价[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
 [21] 刘震. 我国的水土保持目标和任务[J]. 中国水土保持科学, 2003, 1(4): 1~5.
 [22] 任海, 彭少麟. 恢复生态学导论[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
 [23] 唐克丽, 王斌科, 郑粉莉, 等. 黄土高原人类活动对土壤侵蚀的影响[J]. 人民黄河, 1994(2): 13~17.
 [24] 郑粉莉, 唐克丽, 张科利, 等. 自然侵蚀和人为加速侵蚀与生态环境演变[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 251~258.