

黄土高原植被恢复存在的问题及对策研究

尚爱军

(榆林学院, 陕西 榆林 719000)

摘 要:黄土高原因水土流失严重、自然环境条件恶劣而成为我国生态建设的难点,且一直是植被恢复的重点区域。本文在回顾国内外植被恢复研究的基础上,总结了黄土高原植被恢复中存在的主要问题,提出黄土高原植被恢复的对策。

关键词:黄土高原;植被恢复;对策

中图分类号:S718.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-7461(2008)05-0046-05

Existing Problems and Countermeasures of Vegetation Restoration in the Loess Plateau

SHANG Ai-jun

(Yulin College, Yulin, Shaanxi 719000, China)

Abstract: The hilly and gully region of the Loess Plateau is an area suffering serious soil and water loss and the ecological environment is quite vulnerable. The vegetation restoration in this area is a difficult problem having not been solved. Based on reviewing the researches of vegetation restoration at home and abroad, this paper summarized the problems existed in vegetation restoration in this region. Countermeasures were put forward.

Key words: hilly and gully regions of the Loess Plateau; vegetation restoration; countermeasures

黄土高原水土流失严重,生态环境恶化,其生态治理不仅为西部地区的社会经济可持续发展奠定良好的环境基础,并且对黄河中下游地区的稳定和发展具有重要作用^[1-2]。同时它也是我国典型的生态过渡带,环境变化剧烈,植被恢复较困难,是目前林草植被建设存在问题较多的区域。因此,本文在回顾国内外植被恢复研究进展的基础上,对黄土高原植被恢复建设中存在的主要问题及黄土高原植被恢复的对策等进行了分析和探讨。

1 研究进展

以人为干扰为主的植被恢复,通常被称为重建。主要指植被生态系统经过了各个退化阶段,或超过了一个或几个阈值时所采取的一种植被恢复途径。一般指原有生态系统遭到严重破坏,土地退化严重,土壤理化性质发生改变,原有的生态环境条件不复存在,需要选择新的植被类型以适应变化了的环境

条件,重新构筑与现实生态条件相适应的植被生态系统。它不仅要求遏制生态系统的恶化、并且要生态系统逐渐进入良性循环;同时对导致土地退化和生态系统恶性循环的社会经济因子进行改造,实质上是一个区域可持续发展能力的恢复。这一过程也称之为“生态重建”^[3]。

1.1 我国研究概况

我国是世界上生态系统退化类型、山地生态系统退化最严重的国家之一。我国也是较早开始生态重建实践和研究的国家之一^[3-4]。从时间上,我国早在 20 世纪 50 年代就开始了退化环境的长期定位观测试验和综合整治工作。50 年代末,华南地区退化坡地上开展的荒山绿化、植被恢复;70 年代,“三北”地区的防护林工程建设,80 年代长江中上游地区(包括岷江上游)的防护林工程建设、水土流失工程治理等一系列的生态恢复工程^[5]。在 20 世纪 80 年代末,在农牧交错区、风蚀水蚀交错区、干旱荒漠区、

收稿日期:2008-04-10 修回日期:2008-05-27
基金项目:陕西省自然科学基金项目(2007C126);陕西省教育厅科技计划项目(07JK174);香港何崇鏊教育基金项目(06HX01)。
作者简介:尚爱军,男,博士,副教授,主要从事农业资源利用与可持续发展方面的教学与科研工作。

丘陵山地、干热河谷和湿地等也进行了退化或脆弱生态环境及其恢复重建方面的工作,20 世纪 90 年代开始的沿海防护建设研究,提出了许多切实可行的生态恢复与重建技术与模式^[6-7]。在实践上,已有了一些成功的小流域生态恢复案例。如《水土保持是重要的环境和生态修复重建工程》(2001)、《全国水土保持生态恢复分区探讨》(2003)、《西北黄土高原区生态恢复重建与农业可持续发展》(2002)等^[8-10]。

从研究区域看,中国科学院建立了 50 多个长期野外试验研究站,形成了初具规模的植被恢复和生态建设试验基地。中国科学院西北水土保持研究所开展的黄土高原水土流失区的治理与综合利用示范研究(西北水土保持研究所同时设立了许多观测试验站,如子午岭、长武、离石、王家沟、安塞、神木试验站、黄河中游水保站等)^[12-13],中国科学院西北高原生物研究所开展了高原退化草甸的恢复与重建研究。基本上形成了我国主要自然条件下的退化植被恢复研究学科齐全、研究队伍力量集中的良好格局,为开展全国各主要生态环境区的植被恢复重建打下了良好的基础^[6]。

从植被恢复重建的理论研究看^[14-18],任海、彭少麟等人提出了“在一定的人工启动下,热带极度退化的森林可恢复;退化生态系统的恢复可分三步走;恢复过程中植物多样性导致动物和微生物多样性,植物多样性是生态系统稳定性的基础;森林恢复过程中结构与功能不同步恢复”等观点,并先后创建了我国恢复生态学研究的两基地——小良热带森林生态系统定位研究站和鹤山丘陵综合试验开放站等;提出了限制性因子原理(寻找生态系统恢复的关键因子)、热力学定律(确定生态系统能量流动特征)、种群密度制约及分布格局原理(确定物种的空间配置)、生态适应性理论(尽量采用乡土种进行生态恢复)、生态位原理(合理安排生态系统中物种及其位置)、演替理论(缩短恢复时间,极端退化的生态系统恢复时,演替理论不适用,但具指导作用)、植物入侵理论、生物多样性原理(引进物种时强调生物多样性,生物多样性可能导致恢复的生态系统稳定)、缀块—廊道—基底理论(从景观层次考虑生境破碎化和整体土地利用方式)等观点;最终形成了以生态演替理论和生物多样性恢复为核心,注重生态学过程的多层次的、时空优化调控的植被恢复与重建研究与其他各行业部门形成优势互补的恢复生态研究特色。

从植被恢复重建的技术与应用研究看^[19-26],已

试验研究成功的不同自然条件下的物种筛选技术;退化生态系统的恢复与重建的关键技术体系研究;生态系统结构与功能的优化配置与重构及其调控技术研究;物种与生物多样性的恢复与维持技术;生态工程设计与实施技术;环境规划与景观生态规划技术;水土保持技术;典型退化生态系统恢复的优化模式试验示范与推广研究等,初步建成大面积的生态建设综合试验示范基地。目前相关技术和试验模式已经和正在相关区域大面积推广应用。综合国内近 40 年来的研究大致可归纳为 3 个方面的特点:① 试验实践重于基础理论研究,即注重生态恢复重建的试验与示范研究;近年来开始加强恢复重建的生态学过程的研究;② 注重人工重建研究,特别注重恢复有效的植物群落模式试验;注重恢复过程中的植物多样性和小气候变化研究,相对忽视对动物、土壤生物(尤其是微生物)的研究;③ 对恢复重建的生态效益及评价研究较多,特别是人工林重建效益,还缺乏对生态恢复重建的生态功能和结构的综合评价。

与此同时,问题也存在,具体为:① 从研究的区域和干扰因子看,关于南方的生态恢复研究较多,而相对北方较少一些。应该加大北方的研究力度,同时形成系统的综合性的研究;在流域系统范围进行生态重建成功的报道较少;人为干扰因子仍然是生态系统退化的根源,目前尚未解决;② 从研究的内容看,虽然在恢复重建的理论和方法有过一些研究和探索,并形成适宜我国生态环境的一些理论与方法,但完整的生态恢复重建的理论体系和技术体系尚需进一步研究;③ 从概念看,对恢复生态学的有些概念还没有形成明确的统一的认识,对恢复实践中出现的新方法、新技术以及新问题还没有从理论上加以总结和提高;虽然对生态系统退化的总体框架已有所认识,但是进一步对生态系统退化的深刻阐述和研究还是较肤浅;④ 从研究方法和研究框架看,恢复生态学的研究多以短期的单学科的定性和半定量研究为主,缺少系统的、连续的、动态的定量研究,因而不能很好揭示系统退化的本质规律,并影响到系统恢复的程度和速度的确定,以及恢复效果的评价和管理技术的选择;退化生态系统恢复与重建模式的试验示范研究还停留在一些小的、局部的区域范围内或单一的群落或植被类型,缺乏从流域整体或系统水平的区域尺度的综合研究与示范(包维楷等 1998),也缺乏对已有的模式随着时间推移和经济发展的需求而变化的优化调控研究。

2.2 国外研究概况

国外在恢复生态学的理论与技术方面都进行了

大量的研究工作^[27-31]。美国是世界上最早的生态恢复研究与实践的国家之一。早在 20 世纪 30 年代就成功恢复了一片温带高草原。随后在 60~70 年代就开始了北方阔叶林、混交林等生态系统的恢复试验研究,探讨采伐破坏及干扰后系统生态学过程的动态变化及其机制研究,取得了重要发现;在 90 年代开始了世界著名的佛罗里达大沼泽的生态修复研究与试验,至今仍在进行。欧洲共同体国家,特别是中北欧各国(如德国),对大气污染(酸雨等)胁迫下的生态系统退化(decline)研究较早,从森林营养健康和物质循环角度已开展了深入的研究,形成了独具特色的欧洲共同体森林退化和研究分享网络,并开展了大量的恢复试验研究;英国对工业革命以来留下的大面积的采矿地以及欧石楠灌丛地(heartland)的生态恢复研究最早,很深入。北欧国家对寒温带针叶林采伐迹地植被恢复开展了卓有成效的研究与试验。在澳大利亚、非洲大陆和地中海沿岸的欧洲各国,研究的重点是干旱土地退化及其人工重建。此外,澳大利亚对采矿地的生态恢复的研究历史较长,也深入;美国、德国等国学者对南美洲热带雨林、英国和日本学者对东南亚的热带雨林采伐后的生态恢复也有较好的研究。

目前在生态恢复理论和实践方面走在最前面的是欧洲和北美,在实践中走在前列的还有新西兰和澳洲。其中欧洲偏重矿地恢复,北美偏重水体和林地恢复,而新西兰和澳洲以草原管理为主。从 20 世纪 70 年代至今,国外比较成功的恢复样板有:热带的土地退化现状及恢复技术,昆士兰东部退化土地的恢复,坦桑尼亚的毁林地恢复,退化的石灰岩矿地的造林,湿热带自然林恢复,东玻利维亚、巴西、东南亚、赞比亚等国的土地恢复,干旱和半干旱退化生态系统的恢复与重建。这些恢复试验的对象涉及了草原、河流、湖泊、废弃地、森林和农田,在这些恢复过程中主要研究内容有干预和受损生态系统的恢复与重建,湿热带森林生态系统的稳定性,废弃矿地垃圾场的恢复,河流和湖泊的水生植物群落的重建等^[32]。

总之国外研究大致可归纳为以下几方面的特点^[33-43]:① 研究对象的多元化。主要包括森林、草地、灌丛、水体、公路建设环境、机场、采矿地、山地灾害地段等在大气污染、重金属污染、放牧、采用等干扰体影响下的退化与自然恢复;② 研究积累性好、综合性强,涉及生态功能群的方方面面如植被、土壤、气候、微生物、动物;③ 生态恢复研究的连续性,特别注重受损后的自然生态学过程及其恢复机

制研究;④ 注重理论与实验研究。

但是国外的研究也有他们的缺点,具体如下:① 理论性的研究比较少;② 在流域系统范围进行生态重建尚属少有;③ 对生态系统化的深刻阐述和研究还是相当肤浅;④ 生态系统恢复重建的理论体系和技术体系尚未形成。

2 黄土高原植被恢复中存在的主要问题

我国学者就黄土高原水土流失治理及生态环境建设提出了一定的意见与建议^[44]。植被恢复与重建基于生态系统的干扰与演替,恢复的技术途径、策略和目标的选择,必须要考虑区域的自然、经济和社会背景。

2.1 恢复规划问题

实际上,理想的恢复目标和真实性之间存在距离和矛盾。首先人们着重于结构的返回(选择的植物种),而不是过程的修复(水文和养分循环);其次关注特定的立地而不是考虑景观之间的联系。最后认为修复项目的完成就是恢复过程的结束,而不是期望自然修复过程开始。当前的修复项目往往关注以下 3 个方面的问题,导致恢复结果与恢复目标的偏离。

2.1.1 恢复的短期行为 植被恢复是生态系统恢复的关键,在恶劣生境条件下,自然环境转变和生物转换过程的速率经常是很低的,过程经常用数以十年计而非以年计。试图通过单一的、短期的生态工程就可立竿见影地解决环境乃至经济发展问题是不现实的,也是不可能的。实际的恢复目标就是帮助促进植被恢复过程的开始,而不是恢复项目本身完成恢复过程,这是我们实施恢复项目过程中所忽略的问题。

2.1.2 忽视恢复效益与成本 重建需要综合多种技术措施和长期的管理投入,恢复重建的成本、难度极大,恢复项目忽视过程的渐进性、高成本与低收益等特征,即便是成功的恢复,其本身的经济与生态效益的发挥也需要一个过程。忽视投入成本和不顾农民的经济收益要求,盲目推动恢复进程,加重了经济与生态的双重风险。

2.1.3 模糊区域性差异 黄土高原的 3 个基本生物—气候带的存在,决定了植被类型和水分环境的明显地域性差异,植被分别以森林、灌草和草本为主,水分条件由半湿润到干旱。忽视明显的地域差异,对工程的规划和实施一刀切,存在很大程度的无序性和盲目性。如,不顾水分条件差异和植物生物学特征,一味要求还林和种树,并未达到恢复的目的。

2.1.4 恢复策略简单划一 植被恢复重建包括自然恢复及人工与自然结合等方法,可以选择保护、恢复、重建和改造等途径。对自然资源和地带性生态系统进行保护和恢复,对于水分条件较好的区域,人工重建结合自然恢复,具有低的成本、高的自然价值和稳定性;有些极度退化的景观,干旱荒漠草原带失去人工重建的生态条件和经济意义,维持是最好的选择。一概强调采用人工种植乔木、灌木和草,会增加工程的投入成本和风险。

2.2 恢复技术问题

黄土高原植被恢复技术主要集中在植物种的选择、植被结构配置和植物种植技术等方面。

2.2.1 植物种材料的选择 黄土高原有许多乡土植物种,不同生物气候区适宜的植物类型不同,退化生境地带性植被优势种选择十分困难,还没有真正解决大面积造林种草的关键问题。生态工程项目草率大面积种植乔木如刺槐、侧柏、杨树和柳树,结果令人担忧。

2.2.2 植被类型和结构的选择 不仅植物种类的选择存在问题,而且在实施中乔灌木的比例与空间配置结构也存在问题。乔木和灌木栽种比例、密度过大,普遍存在人工造林种草成活率、保存率低,生态功能差。主要是植物对水分的需求与土壤水分含量及时空分布的矛盾。

2.2.3 植被恢复模式和效益 黄土高原水土保持治理仍是粗放型,治理措施的配置比较单一,生物与工程措施的进展不平衡,不同条件下的优化配置比例不明确。水土保持和生态建设需要集约化、规模化和产业化。

2.2.4 水分及水环境问题 植被恢复应该在查明水分承载力与容量本底值的基础上,选择适宜的草、灌和乔木种,确定合理的配置结构、适宜密度、栽种方法及管理措施,控制水量平衡是关键,根据水分承载力和雨水资源化水平调整植被结构,以集水、截流和蓄水技术提高径流利用率和改善土壤水分状况。

3 黄土高原植被恢复对策

3.1 科学定位植被恢复的指导思想、目标与模式

加快黄土高原植被恢复,是确保区域可持续发展的前提和基础。在植被恢复工作中,应科学定位植被恢复与区域可持续发展的指导思想、目标与模式,注重植被恢复与经济建设相协调。一方面植被恢复要以生态经济理论为指导,加强生态示范区、生态县、生态村、生态产业、生态工业园区、生态社区等建设,逐步建立黄土高原绿色生态经济区,按照生态

学和生态经济学原理组织生产,把发展经济、建设生态、保护资源相结合,统筹规划,科学管理,形成一个有机整体;另一方面要积极探索社会主义市场经济体制下的生态建设政策体系与组织管理机制及其有效实现形式,促进黄土高原植被恢复与社会经济的可持续发展。

3.2 制定科学的生态恢复与区域发展规划

3S 技术的迅猛发展,为从整体上把握黄土高原自然环境和社会经济发展动态提供了可能。在黄土高原生态恢复过程中,利用最新的资料、先进的技术等手段,通过多学科联合,对生态环境状况进行科学分析和正确定位,以县域为单位,制定符合实际的生态恢复与区域经济协调发展规划,鼓励广大群众积极参与本地生态恢复重建工作,确保生态恢复工作的顺利进行和建设成效。

3.3 加强水资源综合管理

水是制约黄土高原生态恢复的关键因素,必须切实管好、用好当地水资源。一要充分合理利用大气降水,因地制宜地推广集雨工程;二要借鉴国内外先进经验,大力推广旱作农业技术;三要节约用水,采用滴灌、喷灌、地膜覆盖等节水技术,提高水的有效利用率;四要加强中小水库工程建设,增强水资源的调蓄能力;五要建立统一的水资源管理机构,确保生态用水。同时,要加快污水处理,防止水污染,提高水资源的利用水平。

3.4 实施生态教育,加大执法力度

生态环境建设是一项复杂的系统工程,需要诸多行政部门的协调和配合、多门学科的参与和支持。同时,生态环境保护又是一项长期而艰巨的任务。要大力加强生态宣传教育,提高公众的生态意识,把保护生态环境变成人民群众的自觉行动。同时,加强法制建设,完善森林法、草原法、水土保持法、环境保护法等相关的法律法规,加强法规的普及,加大执法力度,做到有法必依,执法必严,违法必究。

3.5 设立生态补偿基金,增加投入,强化管理

目前,黄土高原生态恢复与经济矛盾的矛盾突出。由于生态恢复需要巨大投资,仅依靠自身力量难以实现,因此国家应设立生态补偿基金,增加必要的和充足的物能投入与科技投入。投资来源不应仅仅依靠中央和当地政府,还要鼓励其他地区及群众来投入。选择合理的经营方向,适当发展适生经济林草,增加农民收入,这也是现阶段黄土高原生态恢复过程中,确保林草业发展与稳定的一个基本条件。加强建后管理,严禁毁林毁草,防范复垦,巩固生态恢复成效。

3.6 抓好以植被恢复为核心的小流域综合治理

以县域为单位,通过“四荒”拍卖,加快以植被恢复为核心的小流域综合开发治理,在小流域内发展商品化、产业化的生态经济,把小流域的潜在资源优势转化为产业优势、商品优势,使小流域真正成为发展商品生产和开发新产业的基地。积极探索生态建设集约化、规模化和产业化与小流域生态经济系统的有效实现形式,推动小流域治理深入开展,为黄土高原生态恢复和区域经济社会可持续发展开辟新的途径。

3.7 建立有利于社会力量参与的激励机制

进一步明确谁造、谁有、谁受益的原则,树立经营者的长期观念。不论对国有、集体单位或农民个人,在造林经费补贴、提供信贷资金和其他政策优惠方面都要一视同仁。进一步完善“四荒”拍卖政策,坚决制止买而不治与毁林毁草。

3.8 加快生态恢复的产业化发展

从黄土高原生态退化的严峻现实看,生态恢复工作不可能一蹴而就,而是需要相当长的时间和大量的资金、技术与劳动力投入,需要多部门、多学科的密切合作。为此,应借鉴发达国家生态恢复工作的经验,加快生态恢复的产业化进程,建立专业化的生态恢复产业机构,部门协调,学科并进,形成具有黄土高原特色的生态恢复理论、技术研发与应用的产业化实体,提高生态恢复工作的成效。

4 结 语

黄土高原水土流失治理经历了 50 a 之余,关于治理的理论、技术和方法有大量的研究成果,为生态恢复提供了良好的理论技术基础。黄土高原的生态恢复也存在很多问题与争议,主要表现在工程管理与自然规律的背离,恶劣环境条件与过高的期望,工程的高投入、高风险与低效的矛盾等。关键是植被恢复重建一定要符合自然规律,重视脆弱的生境条件对植被恢复重建的影响和约束,对恢复过程、生态和经济目标要切合实际,建立系列渐进的恢复目标,实现生态环境改善和社会经济的可持续发展。

参考文献:

[1] 常庆瑞 安韶山. 黄土高原恢复植被防止土地退化效益研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(4):6-9.

[2] 沈国舫. 西部大开发中的生态环境建设问题—带笔谈小结[J]. 林业科学,2001,37(1):1-6.

[3] 陈伟烈,陈灵芝. 中国退化生态系统研究[M]. 北京:中国科技出版社,1995:165-185.

[4] 包维楷,陈庆恒. 退化山地植被恢复与重建的理论与方法[J]. 长江流域资源与环境,2001,7(4):370-376.

[5] 包维楷,刘照光,刘庆. 生态恢复重建研究与发展现状及存在的主要问题[J]. 世界科技研究与发展,2001,23(1):44-48.

[6] 黎明. 贵州喀斯特石化环境及生态恢复研究[J]. 环保科技,1991(1):28-29.

[7] 李建东,郑慧莹. 松嫩平原碱化草地的生态恢复及其优化模式[J]. 东北师范大学学报,1995(3):67-71.

[8] 杨振怀. 水土保持是重要的环境和生态修复重建工程[J]. 中国水土保持,2001(10):3-3.

[9] 王宗明,张柏. 西北黄土高原区生态恢复重建与农业可持续发展[J]. 农业系统科学与综合研究,2003,19(2):112-115.

[10] 邹厚远,刘国彬,王晗生. 子午岭林区北部近 50 年植被的变化发展[J]. 西北植物学报,2002,22(1):1-8.

[11] 刘国彬. 黄土高原草地植被恢复与土壤抗冲性形成过程[J]. 水土保持研究,1997(12):111-121.

[12] 侯庆春,韩蕊莲,韩仕锋. 黄土高原人工林草地“土壤干层”问题初探[J]. 中国水土保持,1999(5):11-14.

[13] 张光富. 浙江天童山区灌丛群落的物种多样性及其与演替的关系[J]. 生物多样性,2000,8(3):20-27.

[14] 温远光,黄棉. 大明山中山植被恢复过程植物物种多样性的变化[J]. 植物生态学报,1998,22(1):33-40.

[15] 王国梁,刘国彬. 黄土高原丘陵沟壑区植被恢复重建后的物种多样性研究[J]. 山地学报,2002,20(2):182-187.

[16] 梁一民,侯喜录,李代琼. 黄土丘陵区植被快速建造的理论与技术[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1999,5(3):1-6.

[17] 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.

[18] 任海,彭少麟. 恢复生态学导论[M]. 2002(2):3-15.

[19] 杨京平,卢剑波. 生态恢复工程技术[M]. 2002(6):2-5.

[20] RAPPORT D J. Ecosystem Health[M]. Oxford: Blackwell Science, Inc,1998.

[21] 彭红春,李海英,沈振西. 国内生态恢复研究进展[J]. 四川草原,2003(3):1-4.

[22] 刘震. 发挥生态的自我修复能力加快水土保持步伐[J]. 中国水土保持,2001(12):3-5.

[23] 章家恩,徐琪. 恢复生态学研究的一些基本问题[J]. 应用生态学报,1999,10(1):109-113.

[24] HOLL M,郑小石. 生态恢复发展趋势:保护大自然[J]. 科学(重庆),1994(8):46-56.

[25] 丁运华. 关于生态恢复几个问题的讨论[J]. 中国沙漠,2000,20(3):341-344.

[26] 赵晓英. 对中国生态恢复的几点思考[J]. 资源生态环境网络研究动态,1999,10(4):32-36.

[27] LAWTON J H. What do species do in ecosystem[J]. Oikos,1994,71:367-374.

[28] TOWNS D,胡季平. 新西兰的生态恢复[J]. 世界科学,1993(1):19-20.

[29] ABER J D, JORDAN W. Restoration ecology: An environmental middle ground[J]. Bio Science, 1985,35(7):399.

[30] CAIRNS J. Rehabilitation damaged ecosystem[M]. Boca Raton: CRC press,1995:165-185,373-411.

[31] PALMER M A. Ecological theory and community restoration ecology[J]. Restoration Ecology, 1997, 5(4):291-300.

[32] RAPPORT D J. Ecosystem Health[M]. Oxford: Blackwell Science, Inc,1998.

对黄绵土区域的植被恢复。在黄土丘陵沟壑区的梁峁顶建立水土保持植被,退耕后最适宜还草,可以适当种植灌木;在梁峁阳坡,以水土保持为主,兼顾生态混交的草灌,并以少量乔木结合;梁峁阴坡以薪炭林为主,草灌乔相结合;在沟底以培育用材林为主。在黄土高原沟壑区的塬面建立农林草生态经济复合模式,以农耕地为主;塬坡营造水土保持防护林草带,沿沟边种植根系发达、固土作用强的植物。阳坡以退耕还草灌为主,阴坡乔灌草相结合;在沟头、沟边以建防护林为主。研究表明,在北洛河流域进行退耕还林(草)是完全可行的。

参考文献:

[1] 邹厚远. 陕北黄土高原植被区化与林草建设的关系[J]. 水土保持研究,2000,7(2):96-101.

[2] 王元林. 泾洛流域自然环境变迁研究[M]. 北京:中华书局,2005.

[3] 吴旗县地方志编纂委员会. 吴旗县志[M]. 西安:三秦出版社,1991

[4] 志丹县地方志编纂委员会. 志丹县志[M]. 西安:陕西人民出版社,1996.

[5] 甘泉县地方志编纂委员会. 甘泉县志[M]. 西安:陕西人民出版社,1993.

[6] 富县地方志编纂委员会. 富县志[M]. 西安:陕西人民出版社,1994.

[7] 洛川县地方志编纂委员会. 洛川县志[M]. 西安:陕西人民出版社,1994.

(上接第 50 页)

[33] MARK T S, HEATHER C V, STEVE W. Exploiting the attributes of regional ecosystems for landscape design: The role of ecological restoration in ecological engineering [J]. Ecol Eng,2007,30:201-205.

[34] GRIFFIN G J. Blight-control and restoration of the American chestnut[J]. Journal of Forestry,2000,98:22-27.

[35] MORENO D, PEDROCCHI C, COM'LN F A, et al. Creating wetlands for the improvement of water quality and landscape restoration in semi-arid zones degraded by intensive agricultural use[J]. Ecol Eng, 2007,30:103-111.

[36] DISKIN M, STEINER K C, HEBARD F V. Recovery of American chestnut characteristics following hybridization and backcross breeding to restore blight-ravaged *Castanea dentata* [J]. Forest Ecology and Management,2006,223:439-447.

[37] VERHOEVEN J T A, BELTMAN B, BOBBINK R, et al. Wetlands as a Natural Resource [M]. Ecological Studies, Berlin Springer;2006:190.

[38] GAWLIK D E. The role of wildlife science in wetland ecosystem restoration: lessons from the Everglades[J]. Ecol. Eng, 2006,26:70-83.

[39] KIRBY J T. Gardening with J. Crew: the political economy

[8] 黄陵县志编纂委员会. 黄陵县志[M]. 西安:西安地图出版社,1995.

[9] 《中国植被》编委会. 中国植被[M]. 北京:科学出版社,1980.

[10] 吴钦孝,杨文治. 黄土高原植被建设与持续发展[M]. 北京:科学出版社,1998.

[11] 中国自然资源研究会. 西部地区资源开发与发展战略研究 [M]. 北京:中国科学技术出版社,1991.

[12] 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区农林牧综合开发与合理布局[M]. 北京:科学出版社,1991.

[13] 张小燕,杨改河. 中国西北地区退耕还林还草研究[M]. 北京:科学出版社,2005.

[14] 韩恩贤,薄颖生,韩刚. 吴旗县退耕还林模式设计[J]. 陕西林业科技,2002(1):30-34.

[15] 雷明德. 陕西植被[M]. 北京:科学出版社,1999.

[16] 师江澜. 黄土高原适地适草与利用模式研究[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2002.

[17] 吴发启,刘秉正. 黄土高原流域农林复合配置[M]. 郑州:黄河水利出版社,2003.

[18] 江有得,吴钦孝. 黄土高原植被建造优化模式[J]. 水土保持研究,1994(3):87-93.

[19] 关秀琦,邹厚远. 黄土高原丘陵区林草混作研究[J]. 水土保持研究,1994(3):77-81.

[20] 付明胜,高登宽,马小哲,等. 山坡地林草植被配置模式研究 [J]. 水土保持研究,1998, 12(4):93-97.

[21] 程积民,万惠娥,杜锋. 黄土高原半干旱区退化灌草植被的恢复与重建[J]. 林业科学, 2001,37(4):50-57.

of restoration ecology[M]// BALDWIN J A D, LUCE J D, PLETSCH C. Beyond Preservation; Restoring and Inventing Landscapes. Minneapolis; University of Minnesota Press, 1994:234-240.

[40] BAUERLE W L, WANG G G, BOWDEN J D, et al. An analysis of ecophysiological responses to drought in American chestnut [J]. Annals of Forest Science,2006,63:833-842.

[41] PEDERSEN M L, ANDERSEN J M, NIELSEN K, et al. Restoration of skjern river and its valley: project description and general ecological changes in the project area[J]. Ecol Eng,2007, 30:131-144.

[42] DOUGLASS F J. Toward development of silvical strategies for forest restoration of American chestnut (*Castanea dentata*) using blight-resistant hybrids[J]. Biological Conservation,2007,37:497-506.

[43] HEBARD F V. Backcross breeding program produces blight-resistant American chestnuts[J]. Ecological Restoration,2001,19:252-254.

[44] 黄志霖,傅伯杰,陈利顶. 恢复生态学与黄土高原生态系统的恢复与重建问题[J]. 水土保持学报,2002,16(3):122-125.