

中国西部生态修复的理论与实践

t 彭珂珊(西北农林科技大学 水土保持研究所,陕西 杨凌 712100)

[摘要] 建立人与自然和谐发展的生态文明是 21 世纪的绿色召唤。文章论述了生态修复理论的一般原理,提出了中国西部地区生态修复的迫切性,以及实施的原则、标准和效益指标,报告了中国西部地区生态修复的实践成果,提出了中国西部地区生态修复的对策。

[关键词] 生态修复;中国西部地区;成果;对策

[中图分类号] X171.4(270) [文献标识码] A [文章编号] 1008-8806(2005)04-0016-05

Theory and Practice of Renovating the Ecology of the West Area of China

PENG Ke-shan

(From the Research Institute of Water & Soil Conservation, Northwest A&F University, Yangling, 712100 China)

Abstract: The establishment of ecological civilization of the harmonious development between human and nature is a green summon of the 21st century. This paper has discussed the general principle of the theory concerning the renovation of ecology, and pointed out the urgency of ecological renovation in the west area of China and its practical principle, standard, and benefit index. This paper has also introduced the current practical effects of the ecological renovation of that area and presented the countermeasure of renovating the ecology of the west area of China.

Key words: Ecological renovation; West area of China; Achievement; Countermeasure

一、生态修复理论的一般原理

(一) 生态修复的概念:生态修复是指在特定的区域和流域内,依靠生态系统本身的自组织和自调控能力的单独作用,或依靠生态系统本身的自组织和调控能力与人工调控能力的复合作用,使部分或完全受损的生态系统恢复到相对健康的状态。近年来,有些学者认为生态修复的概念应包括生态恢复、重建与改造,其内涵大体上可以理解为通过外界条件作用使受损系统得到恢复、重建与改造。这与欧、美、日等国家/生态恢复0相类似。生态修复的基本原理是通过生物、生态、工程的技术和方法,人为的改变和切断生态系统退化的主导因子或过程,调整、配置优化系统内部及外界的物质,能量和信

息等流动过程和时空次序,使生态系统的结构、功能和生态的潜力尽快成功地恢复到一定的或原有的乃至更高的水平。生态修复的理论基础是运用了恢复生态学、土壤学相关的理论,依据限制因子原理、热力学定理、种群密度制约及分布格局原理、生物多样性原理、生态适应性理论、演替理论、植物入侵理论、斑块)))廊道)))基底理论等,生态修复理论基础是生态环境发展演变与遵循自然规律,人与自然和谐相处,搞好生态修复与经济发展协调的保障,为国土综合整治提供了强有力的理论支撑。生态修复是在充分认识水土流失及生态系统损害原因的基础上,依靠生态系统的自选择、自组织、自适应、自调节、自发展的功能,并辅以科学合理的各类人工修补措施,加速生态系统的顺向演替进程,从而达到水土

[收稿日期]2005-07-04

[作者简介]彭珂珊(1962.12-),男,湖南应城人,中国科学院水利部,西北农林科技大学水土保持研究所教授。

保持,实现生态系统良性循环之目的。

(二)生态修复理论的发展历程:20世纪20年代,德、美、英、澳开展土壤环境修复方面的工作,70年代后,受生态工程学术思想的影响,从土壤环境修复和生产力恢复层面上升到了生态系统的恢复层面。1975年/受损生态系统恢复0国际会议的召开,生态恢复被列为当时最受重视的生态学概念。1987年 Jordan 发表了5生态恢复学6专著,1993年 Bradsh 做了更深入的研究。生态恢复学作为生态学的一个分支学科,我国是在1979年开展这方面研究的,2000年以来,中国提出了充分发挥大自然的力量,依靠自我修复能力,加快国土整治步伐的新思路,并采取了一系列措施,效果显著。

(三)生态修复理论的特征:与生态系统相比较,其特征就是生物组成复合性;生态稳定性;系统整体性;功能高效复合性;可持续性;集约经营技术调控;社会经济条件的制约效应。生态修复的构建,既受社会经济发展的制约,亦受植被的地带性与非地带性分布规律,局部生态质量的空间分异特点影响。/自然修复启深思,封育措施替旧时0。以/大封禁、小治理0为先导,西部地区生态环境建设战略特征是集几十年经验教训而成的真知灼见。

二、我国西部地区生态修复的迫切性

目前,西部生态环境恶化的形势十分严峻,损害了当地社会经济持续发展的基础。引发人民群众的不满,造成环境难民的产生,导致不安全因素;自然条件较差,青藏高原高寒低氧,生存环境恶劣;自然灾害频繁,十年九旱,暴雨成灾,风沙盐碱灾害突出;开荒毁林现象严重,耕地面积不断扩大,林草面积锐减,植被覆盖率低,大多数地方沟壑纵横,造成土壤侵蚀;土地生产力低下,低产田面积大,农作物多年歉收,农业集约化生产和农村经济发展落后;文教事

业落后,文化素质低下,卫生条件较差,贫困人口面积大,2002年贫困人口1742万,占全国贫困人口的61.8%,从而形成/愈垦愈穷,愈穷愈垦0的恶性循环。西部生态的恶化,不仅给本地经济带来极大的危害,也给黄河、长江、珠江下游防洪抗旱带来不利的影 响。加快西部地区生态修复工程是为从根本上扭转这一地区生态恶化的状况,它不仅可以直接为西部大开发提供坚实的基础和有力的保障,也是对全国的生态建设做出的一个巨大贡献。因而,提出/合理布局西部经济建设、土地资源分区治理、实现经济与资源的持续利用,促进生态环境良性循环0,是十分正确的生态修复思路。

三、我国西部地区生态修复的原则、标准和效益分析

(一)原则:生态修复应该遵循三大原则:一是自然法则,即依据自然规律,依靠自然的力量,适当施加人为活动,恢复受损的生态系统;二是社会经济原则,即可采取的措施在技术上科学、经济上可行,且使公众可接受和参与;三是美学原则,即贴近自然,恢复的生态系统给人美的享受。

(二)标准:西部地区自然条件复杂,情况千差万别,如何运用适宜条件的评价标准进行生态修复的规划设计和措施配置就显得尤为重要,它直接关系到生态修复工程的成败,因而应该因地制宜,依据西部的自然、经济、社会、技术的实际,根据建设和谐社会的发展需求,制订适宜的评价标准(见表1),科学合理地对西部地区生态修复在整体上总揽全局,运筹帷幄,方能制胜。

(三)效益:生态修复的效益由多个因子所构成(见表2),其因子之间具有互补性,这就为生态修复提供了机会。加强生态修复,引导农民脱贫致富,制定经济发展战略,是环境恶化地区经济持续发展的

表1 水土保持生态修复适宜条件及评价标准

级别	适宜性	人口密度 (人/km ²)	年降水量 (mm)	土层厚度 (cm)	林草覆盖率 (%)	土壤侵蚀强 度	年人均纯收入 (元)	人均基本农田 (hm ²)
1	完全适宜	< 50	> 800	> 40	> 40	轻度	> 4000	> 0.09
2	基本适宜	51- 100	601- 800	31- 40	31- 40	中度	3001- 4000	0.07- 0.09
3	较难适宜	101- 200	401- 600	21- 50	21- 30	强度	2001- 3000	0.05- 0.07
4	困难适宜	201- 400	201- 400	11- 20	11- 20	极强	1001- 2000	0.03- 0.05
5	极难适宜	> 400	< 200	< 10	< 10	剧烈	< 1000	< 0.03

表 2 生态修复的效益分类表

类别	主要内容
植物及种群生长量	植被的类型、结构分布、退耕还林还草、林草生长量、育苗状况、造林种草进度、飞播造林、乡土树种、先锋树种、郁闭度、覆盖度
土壤理化性状变化	土壤质地、土壤结构、土壤比重、容重、孔隙度、水分、含水量、持水量、枯枝落叶厚度、土壤肥力、有机肥料、无机肥料、土壤有机质、腐殖质、PH值、NPK含量、速效NPK含量、微生物
生态效益	综合治理、治理程度、水土保持措施、农田基建、农田水利、生态修复蓄水效益、缓洪效益、保土效益、河流的洪峰流量、泥沙含量
社会效益	人均产粮、农村能源结构、土地利用结构、农村产业结构、区域经济发展、农业现代化水平、农民受教育程度、科技文化水平、家庭生活水平、移民情况、扶贫进度
经济效益	国民生产总值、农业生产总值、农业净产值、农产品商品率、植物产品的增产量和增产值、人均纯收入、第三产业占GDP比重、加工业与打工收入

主要任务。在生态恢复学理论的指导下，结合一定的技术措施，加速其良性循环，最终恢复建立具有生态、社会、经济效益的可自我恢复系统。西部地区干旱少雨，种草更具有适应性，而发展草业，更具有很好的经济效益，拉动更多的农牧民从以粮为主走向以草为主，使得草业生产摆脱以自主经营模式，跃上了产业化开发的新天地。如宁夏固原市金泉草业公司与 8500 名农民签订合同，生产的草产品畅销四川、广东等地，还出口到日本、韩国，全年销售额达 1700 万元人民币，就产生了良好的生态修复效益。

四、我国西部地区生态修复的成果

(一) 综合治理是生态修复的根本措施。以小流域为单元的综合治理，是我国各地在生态修复工程中的一大特点。西部地区将小流域作为自然单元、经济单元和生态单元，坚持山水田林路草沙统一规划，分类指导，科学实施，梁、坡、沟综合防治，坚持以基本农田为基础，以林草措施建设为重点，大力发展生态型林业、经济型果业和草畜业，有效地提高了土地利用率和土地生产率，促进了小流域的生态修复，延长了发展农林经济的产业链。无定河是黄河中游较大的一级支流，发源于陕西定边、靖边和吴旗交界的白于山，干流全长 491km，流域面积 3.03 万 km²，流域内多年平均侵蚀模数 1.2 万 t/km²·a，年均输沙量为 2.52 亿 t，占三门峡以上输沙量的 16%，其中粗沙量 0.98 亿 t，占三门峡以上粗沙量的 25%。自从 1983 年把无定河列为全国水土保持八片治理区之一以来，486 条小流域群众投工 13776 万工日，移动

土石方 19505 万 m³，兴建大小淤地坝 2851 座，整修加固各类水保工程 1.72 万处，兴建基本农田 12.26 万 hm²，营造水土保持林 48.32 万 hm²，发展经济林 4.66 万 hm²，实施坡耕地等高灌木带 1.73 万 hm²，控制水土流失面积 8.33 万 hm²，人工种草 6.46 万 hm²，封禁治理 8997 万 hm²，共完成水土保持初步治理面积 8203.76km²，累计治理度达到 74.4%。综合治理的开展，农业生产有了很大的发展，人均基本农田 1661m²(2.49 亩)，比重点治理前增长 834m²(1.31 亩)；生态环境大为改善。林草覆盖率由 19.5% 提高到 43.1%；群众收入明显增加，流域出现小康乡 12 个，小康村 698 个，农民人均纯收入 1197 元。水土流失得到有效控制，平均含沙量 90kg/m³，比 20 世纪 50 年代减少 43.50%，年输沙量 0.84 亿 t，比 50 年代减少 66.7%。

(二) 节水工程是西部地区人类生存的百年大计，建立节水型社会已成为当今社会发展的主题，建立节水工程是其中重要组成部分。节水是一场革命，这一措施对缓解西部地区资源性缺水矛盾，改善生态环境，促进经济可持续发展具有深远的意义，节水工程是近几年兴起的与传统水利工程不同的一种新型水利工程，此类工程以农民投资为主，国家补助为辅的小型水利工程，如小型自流灌区，小型抽水站、旱井、旱窖，这些工程由于规模小，管理方便，具有 5 个方面的特点：1. 效益呈现多方面；2. 投资呈现多元化；3. 服务对象呈现多用户；4. 管理呈现高科技；5. 工程呈现出多学科配合。经过多年的努力，西部地区防渗渠道输水沙灌溉面积在 20hm² 以上为

341.54万 hm^2 , 低压管理输沙灌溉面积在10万 hm^2 以上为37.0万 hm^2 , 喷灌面积超过10万 hm^2 为50.32万 hm^2 , 微灌面积超过0.5万 hm^2 为21.98万 hm^2 (包括新疆生产建设兵团)。各地在节水上实施了一系列措施, 受到农民的欢迎。甘肃推行的/1210雨水集流工程、内蒙古/1120集雨节灌工程、宁夏/窖水蓄流节水灌溉工程、陕西/甘露工程⁰等。2001年度全国节水灌溉面积达0.175亿 hm^2 , 年节水总量538.4亿 m^3 , 年增产农产品390.7亿 kg , 年增收高达507.9亿元, 西部地区的份额占到70%以上。农业用水量大增, 这在西部地区还存在四个方面的问题。一是灌溉水利用系数低; 二是灌溉定额普遍偏高; 三是自然降水利用率低; 四是农业用水效率不高。为此农业节水任重道远。宁夏农科院在同心、银川两地采用多功能高分子植物生长剂按1:5的比例进行玉米包衣的节水试验实践证明, 经过包衣处理的玉米田间长势明显优于不包衣的自然耕作, 增产率达17.0%。

(三) 封山禁牧与舍饲养畜是促进经济社会与生态环境协调发展的利民工程。在生态修复工程中, 必须实施封山禁牧, 舍饲养畜, 解决林牧矛盾, 调整农业结构, 才能恢复保护植被, 形成乔灌草混交的地表植被。2003年底, 全国已有25个省(区、市)、161个地(市)、894个县(市、区)实施了封山禁牧, 封禁范围达52万 km^2 , 取得历史性突破。从各地实践来看, 凡是禁牧3-5年的地方, 植被初步得到恢复, 过去裸露的黄土披上了绿装, 水土流失减轻。陕西榆林北部处于农牧交错带和半干旱区的沙质干草地,

采取封育使草地植被覆盖率明显增加, 封育当年的草地植被覆盖率较未封育区增加57%, 继续封育植被覆盖率有增加趋势。封育的产草率提高2.3倍, 多雨年份达3.1倍。促进了根系的发育, 较未封育提高1倍, 对于退化严重的草地来说, 封育也能有效促进草地植被的恢复。封育15年后, 草地覆盖度由25%增加到80%, 生物量由450 kg/hm^2 上升为1875 kg/hm^2 。陕西省治沙研究所多年对沙丘上、中、下试验, 植被盖度均得到增加, 生物量可以达到围封前3倍(见表3)。围封后, 随着枯落物的积累, 裸地率降低, 围栏恢复5年和10年, 地表覆盖随封育时间的增加, 使风蚀作用降低, 对土壤及其周围环境产生明显的保护作用。表层土壤(0-15 cm)有机碳的含量随封育时间而增加, 同时对风沙活动有所控制, 当植被大于10%, 输沙量就非常小, 对于大部分退耕还林草地而言, 围封一年就可达到10%。陕北农民户均种草200 m^2 (3亩), 牧草经过氨化、微贮、碱化处理, 提高了利用率和营养效果, 一个普通农户可以养8只羊, 舍饲养羊积沤的羊粪投入农田, 有效地改变了土壤贫瘠状况, 降低了农业成本。榆林一个农户养10只羊, 舍饲养肥毛收入1830元/年, 放牧毛收入915元/年, 净效益高出1倍。封山禁牧, 退耕还林还草之后, 促进了高效设施畜牧业的发展。西北农林科技大学在延安南泥湾桃宝王村示范, 田永清等6户/四位一体⁰温室养牛, 利用秸秆和干草三月周转一转, 短期育肥架子牛, 每头牛净获利300元, 户年均经济效益超过万元。

表3 榆林市半流动沙丘围栏封育后植被恢复状况

项目	围栏前	围栏5年后
主要植物种数量	3	5
主要植物平均高(cm)	70-100	160-210
生物量(kg/hm^2)	590-670	1960-2210
沙丘下部植被盖度(0-5 cm)	25-40	60-70
沙丘中部植被盖度(5-10 cm)	<8	10-15
沙丘上部植被盖度(10-15 cm)	<5	8-10

(四) 退耕还林还草, 以粮(煤)代赈是生态修复的突破口。退耕还林还草工程是指在25 b 以上坡地上, 有计划有步骤停止耕种, 因地制宜地封山、造林、种草和禁牧荒坡, 在生态演替的理论指导下, 结合一定的技术措施, 加快林草恢复建设, 改善生态环境,

达到/山青、水秀、村美、人富⁰之目的。大量的试验表明, 坡耕地是土壤侵蚀的发源地, 如果25 b 以上的陡坡地不进行退耕, 土壤侵蚀就不能从根本上解决。退耕还林(草)工程从1999年在四川、陕西、甘肃三省进行试点示范, 2000年到2001年, 试点范围分

两次扩大 20 个省(市区) 224 个县, 2002-2005 年退耕还林在 25 个省(市区) 全面启动。通过七年的实施, 一是森林覆盖率增加 1-3 个百分点; 二是国家补助增加了农民的收入; 三是促进了结构调整; 四是提高了土地生产力; 五是全民生态意识增强。从 1999 年至 2004 年, 全国累计完成退耕还林还草 1603.2 万 hm^2 , 包括退耕还林 651.9 万 hm^2 , 宜林荒山荒坡 941.2 万 hm^2 , 占计划的 83.7%, 而西部地区的份额又占到全国的 63.3%。西部实施退耕还林还草, 可以从根本上解决西部的水土流失, 减轻风沙灾害, 提高水源涵养能力, 改善长江、黄河和珠江流域等地区的生态环境, 有效地增强这一地区的防洪防旱能力, 又能为平川地区和中下游地区提供生态保障, 促进平川地区和中下游地区工农业取得更快的发展。

(五) 生态移民是生态修复地区长治久安的保障, 它是西部地区改善生态环境的重大举措, 是加快贫困山区脱贫致富的有效途径。新中国成立 50 多年来, 陕北从山区向沙滩地区移民达 10 万户 60 万人, 退耕还林还草 20 万 hm^2 。陕西靖边县 1998-2000 年多方筹资 6030 多万元, 搬迁白于山区 1860 户 1.23 万人, 建设移民点 26 处。在移民区造林固沙, 拉沙造田, 平整工地, 兴修水利, 使人均水地达 0.13 hm^2 以上, 每户分别拥有 0.07 hm^2 菜地和宅基地。定边县的全国劳模石光银不畏贫穷, 勇挑重担, 在政府的协调和支持下, 先后吸收白于山区人均粮食 150 kg , 收入 200 多元的 147 户 574 人, 在沙滩地区建房、平地、打井、种药材、建厂, 进行开发性治理, 经过四年时间, 移民区 2003 年人均粮食达到 1140 kg , 年人均收入 2136 元, 解决了就医、生活用水、子女上学等问题, 使移民安居乐业, 走上了小康之路。

五、我国西部地区生态修复基本对策

生态修复需要一个相对稳定和比较封闭的实施环境, 它既涉及到政策、法律、科技、人力、物质、资金等多种因素, 也牵涉到自然、社会、经济的多个层面。需要从多方面入手, 调动积极性, 优化组合各种要素, 才能搞好生态修复工程。根据上述情况, 应采取以下措施。1. 切实加强领导, 强化组织机构, 抓好良好机遇, 紧跟世界潮流, 建设绿色西部; 2. 认真贯彻 5 环境法 6, 加强法制建设, 制定和实施相关的法律法规, 全面提高全民法制水平, 完善生态环境执法、监理制度, 坚决制止人为破坏; 3. 根据各类型的主

要障碍因子, 科学配置生态修复措施, 落实到田间地头, 明确各类型区生态修复目标, 编制生态修复规划; 4. 树立科学发展观, 合理利用自然资源, 有效保护生态环境, 搞好以粮(煤)代赈, 保证造林种草绿化稳步推进; 5. 依托科技创新, 搞好科技推广, 培养一批高技术人才, 全面普及科学技术, 提高科技成果转化率; 6. 实行倾斜政策, 加大治理投入, 依靠社会力量, 吸收各方面资金, 形成生态修复工程多元化投入机制, 推广/五荒 0 权转让; 7. 稳定家庭承包经营关系, 转变生产方式, 寻找新的就业门路, 调整土地利用结构, 搞好退耕还林(草)工程, 增加林草的比例; 8. 加强工程实施的动态监测, 及时调整建设方案, 了解和掌握修复的效果, 建立生态修复质量标准体系, 确定具体的量化指标, 全面提高生态修复质量; 9. 大力推进农业产业化, 增强农业发展后劲, 保障群众的合法利益, 转变农牧生产方式, 促进生态的自我修复; 10. 依法控制人口数量, 认真贯彻计划生育政策, 提倡少生优生, 普及文化教育, 提高人口素质, 实行人口增长、经济发展与生态环境协调一致, 减轻人为因素对环境的破坏。u

[参考文献]

- [1] 李正国, 王仰麟, 张小飞. 陕北黄土高原景观动态的植被覆盖季节响应[J]. 地理学报, 2005, 60(2): 299-308.
- [2] 彭珊珊. 西部地区生态环境恶化致灾与改良对策[J]. 自然灾害学报, 1993, 2(4): 44-52.
- [3] 国家水利部. / 十一五 及 2020 年水利发展规划思路目标[J]. 中国水利, 2005(7): 5-7.
- [4] 陈彩虹. 城市化过程中的景观生态环境效应[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(3): 1-5.
- [5] 周万龙. 运用综合措施推进黄土高原生态修复[J]. 水土保持通报, 2005, 25(2): 2.
- [6] 李晓燕, 张树文. 基于景观结构的吉林西部生态安全动态分析[J]. 干旱区研究, 2005, 22(1): 57-62.
- [7] 廖力君, 米文宝. 宁夏南部山区的生态重建初步研究[J]. 水土保持研究, 2005, 12(2): 166-169.
- [8] 刘政, 施为光. 金沙江干热河谷生态环境建设问题探讨[J]. 四川草原, 2005, 26(4): 28-31.
- [9] 兰泽松, 崔永庆. 宁夏中部干旱带生态环境建设与农牧业发展研究[J]. 宁夏农林科技, 2005(增): 1-7.
- [10] 张吉明. 璧山县水土保持生态修复成效与做法[J]. 中国水土保持, 2005(5): 22-23.

责任编辑 蓝彩金