

黄土丘陵区生态修复项目实施效果分析与思考*

马德仓¹, 常富礼¹, 梁必升¹, 常磊², 张国良³

(1. 宁夏彭阳县水利局, 宁夏 彭阳 756500; 2. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083;
3. 青海海西州蓄集峡水利水电工程筹建处, 青海 德令哈 817000)

摘 要: 分析宁夏彭阳县生态修复项目的实施效果, 认为黄土丘陵区利用自然的自我恢复能力, 恢复植被效果好, 植被恢复的目标应为当地潜在的植物群落; 小面积的高效开发是大面积封育保护的基础, 实践证明畜牧产业化开发应是该区域发展的方向; 搞好项目后期管理是生态修复成功的关键, 宣传教育人们树立良好的生态意识是解决环境问题的长久之计。

关键词: 生态修复; 潜在植物群落; 产业化; 生态意识; 黄土丘陵区

中图分类号: X171.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2008)01-0238-03

The Analysis and Thinking of Effect of Ecological
Restoration Project in Loess Hilly Region

MA De cang¹, CHANG Fu li¹, LIANG Bi sheng¹, CHANG Lei², ZHANG Guo liang³

(1. Bureau of Soil and Water Conservation, Pengyang, Ningxia 756500, China; 2. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Haixi Water Conservancy and Hydroelectric Engineering Preparation and Construction Office, Delingha, Qinghai 817000, China)

Abstract: Based on the investigation of fixed sites, the effect of ecological restoration engineering in Pengyang county of Ningxia Hui Autonomous region was analyzed. It is considered that the using of natural self restoration ability in vegetation recovering is an effective way, and the goal of vegetation restoration is the potential vegetation community. The high efficiency of exploring small plots is the foundation of close protecting in large area. It proved that the industrialization of livestock farming is the direction of development in this kind of region. Furthermore, having a good management after is the key of success of ecological restoration, and propagandizing and educating for people's favorable ecological consciousness are the long strategy for completely solving environmental problem.

Key words: ecological restoration; potential vegetation community; industrialization; ecological consciousness; loess hilly region

生态系统在长期的演化过程中, 通过自然选择和子系统的优化组合, 与环境形成相互制约又相互依存的关系。各系统内及系统之间进行物质循环、转化与再生, 并且物质与能量流动形成一种动态平衡关系, 并与环境之间形成相互适应与补偿的协同进化机制^[1]。人类社会在发展过程中, 随着人口的急剧增加和消费需求的增长, 对自然资源的过度开发利用导致了生态系统逆行演替, 结构和功能开始退化, 严重威胁人类的持续发展。恢复生态学以生态系统为研究对象, 研究退化生态系统结构和功能的恢复机理。经过几十年的发展, 技术理论体系逐步成熟, 并在实践中得以检验, 而水利部提出的“利用生态的自我修复能力恢复植被, 加快水土流失治理步伐”生态环境建设思路将这项工作推向高潮。现对彭阳县水土保持生态修复项目试点工作进行总结, 提出问题, 进行思考, 希望对同类地区提供有益的参考。

1 项目区概况

水土保持生态修复项目区位于宁夏回族自治区彭阳县西南部, 为六盘山系黄卯山—瓦亭梁及其山前土石丘陵区

向黄土丘陵沟壑区过渡带。县域多年平均降水量 451.9 mm, 多年平均气温 7.4℃。项目区受六盘山地形抬升作用的影响, 局地气候为半湿润温凉类型, 降水量可达到 500~600 mm, 气温 5.5℃。项目区涉及 3 个乡镇 10 个行政村, 总面积 92 km²。根据地形地貌、土地开发利用现状和项目实施及管理的需要, 将项目区划分为 4 个小区, 各个小区的土壤、植被和水土流失具体情况如表 1。

水土保持生态修复工程是治理水土流失、防治土地退化、改善生态环境的一项有效措施, 本项目通过生物措施(包括封山育林、陡坡耕地退耕还林草、荒山抚育造林和生物围栏等)、工程措施(如刺丝围栏、生态移民等)、农业开发措施(主要为舍饲养殖、低产田改造和土地利用和种植结构调整等)和辅助配套条件建设(如草场管理措施及法规政策、宣传教育等)。共完成刺丝围栏 22.4 km, 生物围栏 47.5 km, 陡坡耕地退耕还林还草 1 980.7 hm², 人工种草 1 295.3 hm², 荒山抚育和造林 27.6 km², 修建基本农田 27.5 hm², 生态移民 410 户 1 775 口人, 扶持新建牛棚和羊舍 265 栋, 增加育肥

* 收稿日期: 2006 09 25
作者简介: 马德仓(1965-), 男, 宁夏彭阳人, 工程师, 主要从事流域治理和管理研究。
通信作者: 常磊, 工程师, 博士。

牛 475 头和羊 563 只, 配套人畜饮水工程两处, 解决 1 478 人和 2 747 只羊单位牲畜及一个小学的用水困难。

表 1 各个小区土壤、植被和水土流失情况

分区	土壤	植 被	水土流失状况
I 区	黄绵土和山地灰褐土	长芒草、冰草、阿尔泰狗娃花、芨蒿、铁杆蒿、百里香、冷蒿、委陵菜、小叶龙胆等比较耐旱的一年生或多年生的旱生草类, 耕地退耕后种植沙棘、山桃和紫花苜蓿	荒地鳞片状面蚀及沟坡沙砾化面蚀
II 区	中性山地灰褐土	与 I 区植物类型基本相同	耕地层状面蚀和荒山鳞片状面蚀
III区	中性山地灰褐土	灌丛植被主要分布在阴坡和半阴坡, 树种有沙棘、山桃、丁香、绣线菊、荀子等, 阳坡草类有地榆、沙参、芨蒿、莎草	阳坡荒山鳞片状侵蚀明显, 阴坡及半阴坡水土流失轻微
IV区	山地淋溶灰褐土	人工和天然森林植被分布在阴坡和半阴坡, 树种以山杨、辽东栎、白桦、落叶松、云杉、沙棘、山桃、绣线菊、毛榛子、虎榛子等为主, 阳坡以天然草场为主, 间有以绣线菊和沙棘为主的灌木恢复生长	植被覆盖较高, 水土流失轻微

2 研究方法

通过定点监测植被的恢复生长变化情况, 以及项目实施对产流产沙和当地社会经济发展的影响, 分析评价生态修复的效果。

2.1 监测点布设

根据生态修复类型区的特点, 各小区设立典型植被监测点, 对比分析植被恢复变化情况; 小流域径流泥沙监测点 2 个, 标准径流小区 4 个, 分别监测退耕林地、草地、灌木和人工林地的产流产沙情况; 选择有代表性的农民进行定点社会效益监测。

2.2 监测项目和监测方法

2.2.1 林草监测

林草植被的监测包括乔木林树种、生长量、高度和郁闭度变化, 灌木树种、盖度、高度、冠幅及生物量变化, 草地植物种、盖度、高度及生物量的动态变化。选择植被生长有代表性的地点, 乔木林样方大小为 20 m×20 m, 灌木林 5 m×5 m, 草地 1 m×1 m。各类样方共计 85 个。每年 9 月中旬监测 1 次。

监测方法: 乔木林和灌木林郁闭度监测采用对角线法, 草地盖度的监测采用针刺法。乔木林分每木检尺调查树高和胸径; 灌木测株高、冠幅、地径、单位面积株数和种类变化, 采集若干株标准株测定鲜重和干重; 草地测盖度、高度和草种类变化, 收割测定鲜重和干重。

2.2.2 水沙监测

2 个小流域径流泥沙监测点位于 I 区, 对比分析以农地、村庄和荒坡为主的流域(面积 0.8 km²) 与以退耕农地和荒坡为主的流域(面积 1.2 km²) 产流产沙情况。利用自记水位计在量水堰测径流量, 并间断取水样, 计算径流量和泥沙产量, 用雨量筒和自记雨量计, 对每次的降雨量、雨强和降雨历时进行观测。径流小区(5 m×20 m) 采用泥沙取样、烘干测重法推算径流量和泥沙产量, 用雨量筒观测降雨量, 记录降雨历时。

2.2.3 经济与社会效益监测

经济与社会效益监测采取典型农户定点调查监测, 分别在 I、II 和 III区(IV区采取了生态移民), 按农户经济水平, 选择了 23 户好、中、差 3 个档次有代表性的农户进行。主要监测内容有: 粮食产量、经济作物产量、农业收入、非农业收入、

国家税收、居民纯收入、家庭年末生活性消费支出、家庭生产性固定资产支出、家庭生活性固定资产支出以及与封禁工程关系比较密切的项目, 如牛、羊等大家畜的发展等、退耕还林荒草面积及其相应的收入等。

3 生态修复效果

经过 3 a 封禁, 利用自然的自我修复能力, 使项目区的植被得到很好的恢复, 农业经济亦呈现出良好的发展势头。

3.1 项目区林草覆盖度提高

(1) 通过实施封山禁牧和退耕还林草工程, 项目区总的林草覆盖度达到 56.8%, 较封禁治理前提高了 32.5%; 土地利用结构趋于合理, 农林牧用地比例由 44.6%, 14.5% 和 32.1% 调整为 23.7%, 35.8% 和 31.7%, 其中人工草地由 103.1 hm² 增加到 1 398.4 hm², 增幅最大。

表 2 各小区的植被生长变化情况

监测点位置	年份	植被类型	盖度/%	高度/cm	生物量/(g·m ⁻²)	
					鲜重	干重
I 区 (石家湾)	第一年(2002)	草	80.25	19.2	50.9	37.3
	第二年(2003)		88.0	19.6	61.9	38.1
	第三年(2004)		91.8	21.5	72.4	51.0
	平均每年增加/%		7.0	5.8	19.3	18.0
II 区 (鹰鸽嘴)	第一年(2002)	草	58.0	16.7	38.35	22.35
	第二年(2003)		63.0	17.9	42.66	25.18
	第三年(2004)		73.0	19.8	46.59	29.83
	平均每年增加/%		12.25	8.9	10.22	15.56
III区 (小岔沟)	第一年(2002)	草	79.0	24.7	62.4	36.2
	第二年(2003)		82.7	28.0	70.3	43.8
	第三年(2004)		94.7	33.3	105.1	68.0
	平均每年增加/%		9.6	16.15	31.08	38.12
IV区 (瞎狼沟)	第一年(2002)	灌木	77.0	100.3	48.8	30.4
	第二年(2003)		86.0	108.5	53.8	34.7
	第三年(2004)		99.0	110.4	106.8	79.0
	平均每年增加/%		14.4	5.0	54.4	70.9
	第一年(2002)	草	45.3	22.2	360.9	189.8
	第二年(2003)		54.3	24.3	514.6	276.9
	第三年(2004)		78.7	32.5	774.2	445.4
	平均每年增加/%		32.4	21.6	46.5	53.4
	第一年(2002)	乔木	66.5	657		6.1
	第二年(2003)		68.25	715		7.0
	第三年(2004)		72.25	725		7.17
	平均每年增加/%		4.3	5.2		8.6

(2) 项目实施以来, 3 a 平均降水量较多年平均值偏高 3.5% (其中 2002 年偏高 5.5%, 2003 年偏高 25.4%, 2004 年偏低 20.4%), 植被组成、郁闭度、高度、地上生物量都较实

施前发生了很大的变化,如表 2,特别是草类和灌木的盖度、高度及单位面积的生物量等指标有显著的提高。从监测数据可以看出,植被恢复生长很快,反映了受干扰生态系统一旦去除干扰后其自我恢复力是巨大的,草本植物盖度平均每年增加 15.31%,灌木林限制了割灌和羊畜的危害后,在原有植被的基础上恢复生长很快,同时也反映出越是退化严重的生态系统恢复速度越慢,如鹰鸽嘴监测区域。另外,植被的生物量明显增大,石家湾草被干重平均每年增加 18%;小岔沟草被干重每年增加 38.12%,灌木为 70.9%,尤以第 2 年增加明显;瞎狼沟监测点乔木植被生物量变化不明显,是因为该监测点位于挂马沟水源涵养林的保护范围之内。

3.2 蓄水保土效益情况

通过 3 a 的植被恢复,陡坡耕地退耕还林还草,裸露地面积减少,地表枯落物增多,雨滴击溅侵蚀作用变得很小,土壤改良后保持了良好的渗透能力,超渗产流很少,退耕地采取技术标准为“88542”的整地工程,分散拦蓄径流效果非常明显,极大地减少了水土流失,如 2004 年 8 月 19 日,项目区

内连续 10 h 降雨 40.5 mm,而最大的石家湾利用量水堰测的径流模数小于 13 000 m³/km²,侵蚀模数小于 1 000 t/km²,小岔沟径流模数在 500~ 4 400 m³/km² 之间,而瞎狼沟监测点乔木盖度高,林下枯落物多,在 3 a 的监测中没有径流和泥沙的产生。

3.3 项目区社会经济状况

(1) 农业产业结构调整。项目的实施对区域内农民的收入起了一定的促进作用,这是因为:耕地退耕后,在种植业上的劳力和资金投入大为减少,而转向于收益好的畜牧业、二三产业、服务业和劳务输出,而退耕补助的粮款基本作为净收入,不但没有减少反倒增加了种植业收入。粮食总产、总产值和农业产值减少是因为项目区实行生态移民后,人口减少 1 672 人,详见表 3。

(2) 畜牧养殖业的发展。养畜的个体规模减少,养羊的农户却增多,总的规模增大,3 a 内项目区羊只每户增加 1.2 只,达到 3.8 只,牛户均 3.8 头,且品种良种化程度增大,商品率 and 经济效益提高(表 4),增收效果明显,发展潜力很大。

表 3 项目区农业生产变化情况

年份	人口/ 人	粮食		总产值		农业产值		林业产值		牧业产值		副业产值	
		总产/	人均/	总产值/	人均/	总产值/	比例/	总产值/	比例/	总产值/	比例/	总产值/	比例/
		10 ⁴ kg	kg	10 ⁴ 元	元	10 ⁴ 元	%	10 ⁴ 元	%	10 ⁴ 元	%	10 ⁴ 元	%
2001 年	4040	230.93	571.6	512.37	1268.2	350.82	68.47	76.75	14.96	37.40	7.3	47.39	9.25
2004 年	2368	112.48	475.0	432.29	1825.5	214.42	49.60	111.96	25.90	46.26	10.7	59.66	13.80
增减/%	- 41.38	- 51.3	- 16.9	- 15.63	43.9	- 38.88	- 27.56	45.88	73.13	23.69	46.6	25.89	49.20

表 4 2004 年畜牧养殖典型户调查

户主	人口/ 人	承包耕地/ hm ²	人工草地/ hm ²	养羊			养牛			养殖业 总收入/ 元	其他收入/ 元
				总数/ 只	出栏/ 只	年均收入/ 元	总数/ 只	出栏/ 只	年均收入/ 元		
马守山	5	1	0.65	19	16	3200	4	1	1500	4700	(劳务) 3500
冶海生	6	0.47	0.28	16	13	2500	2	1	1000	3500	
海生满	4	1.93	1.1	22	18	3650	4	2	1800	5450	

4 问题与讨论

(1) 生态修复目标的确立和项目后续管理生态恢复是指停止人为干扰作用,解除生态系统所承受的超负荷压力,通过生态本身的自动适应、自组织和自调控能力,而按生态系统自身演替规律达到恢复植被的过程^[3]。生态系统的退化是伴随气候的变化和人为的不合理干扰活动引起的。因此,对一个变化了的环境条件,要恢复退化的植被达到原生植被的状态是不可能的,只能根据立地条件恢复到潜在的植物群落,因地制宜,宜林则林,宜灌则灌,宜草则草^[3-4]。近年来全国各地建立的各种自然保护区、封山育林区和轮封轮牧区等很好地证明了植被的自我恢复能力。植被的自然恢复虽然很慢,但经过自身的繁育和演化,形成结构和功能与环境适应的自组织、自协调机制,形成稳定的、可自我维持的植物群落^[5-6]。生态修复项目实施结束后,进行生态系统管理、综合开发利用,是项目成功的关键,最终形成自然、社会、经济复合系统^[7-8]。探讨在市场经济条件下,草场和林地责、权、利的分配和管理体制,避免走建设后又遭破坏的路子。

(2) 农业产业化开发小面积高效开发需要强有力的技术和资金支撑。舍饲养殖发展初期出现的羊只体质、肉质、繁殖率、成活率下降、养殖成本提高、新品种的引进和繁殖、畜

牧产品的销售市场和信息以及产业化发展等问题直接影响群众增收。实践证明,畜牧产业的生产要素及其过程,在较大程度上吻合了黄土高原的生态地理背景,具有生态的适应性和生产的有效性,应作为支柱产业来发展^[9],在项目实施中得到很好的验证。建立上下游生态补偿机制,对上游环保行为因外部经济性增长缓慢和受益主体社会化而给予一定的经济补偿^[10],将下游发达地区的资金和高新技术,通过补偿机制和资源优化配置,科学开发上游地区的优势资源,畜牧产业应是该区域发展的重点,既启动落后地区的经济发展,又可获得较高效益回报,实现两赢的局面,推动全流域乃至全国社会经济持续发展。

(3) 生态环境退化是由于气候变化和人类对自然资源过度开发利用而引起生态系统结构破坏、功能衰退、生物多样性降低、生产力下降、土地资源丧失、水土流失加剧和环境污染等一系列生态恶化的现象。在这个过程中,人为的因素起到了主导作用。通过广泛宣传环境恶化的典型事例和对人类持续发展的危害,教育人们树立人与自然和谐发展的新自然观、塑造“真、善、美”相统一的新人格观、合理的新消费观^[11],是解决环境问题的长久之计。

土壤、植被、地貌等因素一致的情况下,土壤水分反映了大气降水与水分蒸发的相关关系。土壤水分受降雨、植被、地貌等多方面的因素影响,单一考虑其中的一个或几个因素都不能完全表达出土壤水分的变异性。另外,由于侵蚀、植被等因素造成的坡面浅沟等微地形,也会对土壤水分造成影响^[6]。降雨和植被作为主要的影响因素,对道路边坡的稳定性以及道路边坡土壤的水分差异有着重要的作用。降雨是土壤侵蚀的动力因素,水土流失量随降雨量的变异而发生变化。植被具有拦蓄降雨、减少径流、固持土壤、防止侵蚀、改良土壤、改善生态环境等作用,植被作为水土保持当中的有效因子,不同植被会造成土壤水分利用以及土壤水分空间分布的差异性^[4,7]。

一般而言,坡度不同,土壤抗侵蚀能力会随着发生变化,从而影响到土壤水分的变化。Tenberge 等研究发现,0– 10 cm 表层土壤水分沿坡面纵向不存在空间差异^[8]。Miller 等在美国 Sacramento 市西北 Dunnigan 山区选取的一个 400 m 长坡面研究表明,在 50 cm 深处的土壤水分不随坡面位置的不同而改变^[9]。这与本研究所得出的结果一致,在本研究当中,土壤水分并没有随着道路边坡坡度的变化表现出一定的规律性。造成这种结果的原因可能与道路边坡的土层较薄,采样只限于 0– 20 cm,浅层的坡面土表现出极不稳定,容易受到干扰,导致道路边坡土壤水分的规律性较差。道路边坡坡面土壤水分分布是降雨、植被以及坡度、坡长等综合因素影响的结果,而坡地地形与土壤侵蚀密切相关,对陡坡坡面土壤水分的研究中,不能孤立地研究土壤水分,而应考虑陡坡坡地的实际情况,把土壤水分再分布过程与土壤侵蚀过程有机地结合起来研究。

由于不同时间阶段土壤水分分布所受的主导影响因素可能不同,土壤水分随时间的变化较大,不象其他土壤理化性质一样具有相对稳定性,而且不同尺度上土壤水分的空间变异规律是不同的,土壤水分的分布和变异具有时间依赖

性。该文只对特定时间里道路边坡土壤水分空间变异性的一些规律进行探讨,缺乏其不同时间段的动态变化结果,要全面了解道路边坡土壤水分的空间变异规律,还需要对道路边坡土壤水分空间分布随时间的变化及在不同尺度上的规律性做更进一步的研究。

参考文献:

[1] 杨喜田,董惠英,黄玉荣,等.黄土地区高速公路边坡稳定性的研究[J].水土保持学报,2000,14(1):77-81.

[2] 胡伟,邵明安,王全九.黄土高原退耕坡地土壤水分空间变异性研究[J].水科学进展,2006,17(1):74-81.

[3] 马风云,李新荣,张景光,等.沙坡头人工固沙植被土壤水分空间异质性[J].应用生态学报,2006,17(5):789-795.

[4] 徐学选,刘文兆,高鹏,等.黄土丘陵区土壤水分空间分布差异性探讨[J].生态环境,2003,12(1):52-55.

[5] 李裕元,邵明安,张兴昌.侵蚀条件下坡地土壤水分与有效磷的空间分布特征[J].水土保持学报,2001,15(2):41-44.

[6] 潘成忠,上官周平.黄土半干旱丘陵区陡坡地土壤水分空间变异性研究[J].农业工程学报,2003,19(6):5-9.

[7] Scholz F G, Bucci S J, Goldstein G, et al. Hydraulic redistribution of soil water by neotropical savanna trees [J]. Tree Physiology, 2002, 22: 603-612.

[8] TenBerge H F M, Stroosnijder L, Burrough P A, et al. Spatial variability of physical soil properties influencing the temperature of the soil surface [J]. Agricultural Water Management, 1983, 6: 213-226.

[9] Miller M P, Singer M J, Nielsen D R. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1988, 52: 1133-1141.

(上接第 240 页)

参考文献:

[1] 解明曙,吴秋丽,谌利斌,等.实施陆地生态修复的科学观[J].中国水利,2004(8):33-34.

[2] 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.

[3] 梁宗锁,左长清,焦巨仁.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.

[4] 姜德文.荷兰等欧洲国家生态修复所见所思[J].中国水土保持,2004(5):4-5.

[5] Mark B. Bush. Ecology of a Changing Planet[M].北京:清华大学出版社,2003.

[6] 张信宝.黄土高原植被建设的科学检讨和建议[J].中

国水土保持,2003(1):17-18.

[7] 杨新民,李玲燕.西北地区生态环境存在问题与生态修复对策[J].水土保持研究,2005,12(5):98-100.

[8] 任海,彭少麟.恢复生态学导论[M].北京:科学出版社,2001.

[9] 王国宏,张新时.从生态地理背景论草地畜牧业产业在黄土高原农业可持续发展中的战略地位[J].生态学报,2003,23(10):2017-2026.

[10] 毛显强,钟瑜,张胜.生态补偿的理论探讨[J].中国人口·资源与环境,2002,12(4):38-41.

[11] 彭立威.论环境教育的价值目标[J].湖南师范大学教育科学学报,2005(1):20-23.