

历史时期汾河水库上游耕地发展与土壤侵蚀之关系

任世芳, 赵淑贞

(太原师范学院, 太原 030012)

摘要: 分析研究了西汉至今两千年来, 汾河水库上游人口、耕地的增长过程, 结合勘察观测资料, 得出以下结论: (1) 在 AD1892 以前, 本区土壤侵蚀的动力是自然侵蚀作用, 耕地的扩大不是导致土壤侵蚀加剧的原因; (2) 整个历史时期直至现代, 沟蚀在本区总侵蚀量中占主要成份; (3) 19 世纪末以来, 由于人口激增, 开始开垦陡坡地和急坡地, 导致土壤侵蚀加剧, 但就总体而言, 侵蚀量中大部分仍是自然侵蚀即沟蚀, 坡地开垦所造成的侵蚀量占第二位。

关键词: 土壤侵蚀; 耕地; 汾河水库上游; 历史时期

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0256-04

The Relationship of Farmland Development and Soil Erosion in the Upper-reach of Fenhe Reservoir in Historic Period

REN Shi-fang, ZHAO Shu-zhen

(Taiyuan Teacher's College, Taiyuan 030012, China)

Abstract: Combined with the investigation materials, the authors studied the population and the farmland increase in the upper-reach of Fenhe reservoir in past 2000 years from the Han Dynasty. Some main results are as follows. (1) Before AD 1892 the main factor led to soil erosion of this area was physical erosion. And the reason of more serious soil erosion was not farmland extension. (2) In the whole historic time to now, the gully erosion was dominant. (3) From the end of the 19th century, the population of this area increased rapidly, so the steep slope began to be farmed, which led to more serious soil erosion, but for the whole, most of erosion was physical erosion and the second erosion was because of the slope farming.

Key words: soil erosion; farmland; the upper-reach of Fenhe reservoir; historil period

1 引言

土壤侵蚀和水土流失是威胁黄土高原生态安全的最主要因素, 而在前工业社会, 即现代工业尚未成为社会经济结构中主要成份的历史时期, 土壤侵蚀和水土流失就是惟一的威胁。

黄土高原土壤侵蚀的成因有人为和自然两种, 究竟哪种成因起主导作用, 学术界至今尚未达成共识。主张人为因素为主者, 认为黄土高原在古代(如西周时期)原本是塬面平整、植被良好的自然景观, 而从西汉开始大规模屯垦, 破坏了天然林草植被, 导致土壤侵蚀逐步加剧。^[1] 另一种意见则认为, 黄土高原地区的侵蚀以自然侵蚀为主, 虽然现代人为加速侵蚀会导致侵蚀模数增大, 但并没有占主导地位。^[2] 并且从黄河中游黄土高原典型沟谷的侵蚀——堆积过程分析研究结果推论: 末次间冰期以来, 自然侵蚀作用可能在加剧。^[3] 显然, 上述两种观点截然相反。

本文试图通过汾河水库上游两千年来人口和耕地变迁的分析, 探讨人类经济活动对于土壤侵蚀的作用, 初步结论是: 导致土壤侵蚀的主要因素是自然力, 人为作用仅仅在现代才起加速作用, 而就总体来看, 仍居次要地位。

2 流域概况

汾河是黄河最大的一级支流之一, 也是山西省内最大的河流, 而汾河水库则是汾河干流上最大的控制性大型水库, 它是太原市和晋中市的主要地面水供水水源, 总库容 $7.2 \times 10^8 \text{ m}^3$, 现已淤积泥沙 $3.1 \times 10^8 \text{ m}^3$, 并侵占兴利库容 $0.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 如上游水土流失不能得以有效治理, 其下游新建成的汾河二库也将在 10 年或至多 20 年内淤平。

汾河水库控制流域面积 $5\,253.6 \text{ km}^2$, 占汾河上游流域面积 $7\,727.1 \text{ km}^2$ 的 68%。设计年平均径流量 $4.45 \times 10^8 \text{ m}^3$, 但 1960~1995 年间的 36 年实际平均年来水量仅 $3.46 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。年平均土壤侵蚀量为 $1\,874 \times 10^4 \text{ t}$, 在 1959~1987 年的 29 年间, 年平均入库泥沙量为 $1\,408 \times 10^4 \text{ t}$ 。

汾河水库控制流域面积只占全流域面积的 13.33%, 但年径流量和泥沙量占全流域的 17.61% 和 43.51%, 是汾河流域的主要沙源。因此, 汾河水库上游地区理所当然地成为整个汾河流域水土流失治理的重中之重, 对本区的有效治理, 不仅能保证太原、晋中工农业和城市的正常供水, 而且可以使全汾河流域的泥沙量减少将近一半。

根据土地详查, 流域内现有耕地 $1\,614.5 \text{ km}^2$, 垦殖率为

* 收稿日期: 2005-08-26

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40471033)

作者简介: 任世芳(1974-), 女, 硕士, 讲师, 主要从事自然地理学和环境变迁的教学和研究。

30.7%, 这一比例本不算太高, 但因本区全部位于山区, 耕地中有 83.8% 为坡耕地。现有林地 1 204.1 km², 覆盖率为 22.9%, 高于山西全省水平(13.9%, 1989 年), 但其中有林地仅为 552.8 km²。

汾河水库上游现包括静乐、宁武、岚县和娄烦 4 县, 这些县的总土地面积为 6 782 km², 包括了各县境内属于桑干河、岚漪河和蔚汾河水系的面积。为了研究的方便, 本文在分析汾河水库上游人口及土地利用情况时, 多应用 4 县全县的统计数字, 即假定这些数字变化的趋势, 也代表了各县在汾河水系部分的变化趋势。

3 历史时期本区耕地的拓展

3.1 史料中耕地数据存在的问题

(1) 不少朝代只有一个全国耕地面积总计, 如西汉、隋、唐, 既没有分县数, 也没有分州、郡数。(2) 北宋虽有河东路的耕地面积数字, 但仍无分县数。(3) 明、清两朝虽有分县耕地数, 但明中、后期隐瞒严重, 如全国税田总计, 弘治时比洪武时 100 年间下降一半以上(《明史·食货志》), 而清朝政府的政策是“原额断自乾隆初年, 以昭定制”^[4]即以乾隆初年核定的田亩作为“原额”, 按此征收田赋, 永远不变, 因此官方统计数字远远低于实际开垦数字。

3.2 修正的方法与根据

如上节所述, 在现存史料中没有现成而可靠的数据, 作者只能通过综合分析和类推, 以已有的资料为基础, 尽可能准确地估算出各代表性朝代的耕地面积, 重点是西汉、北宋、明、清等 4 个朝代, 因为上述时期社会比较稳定, 对农业发展较为有利, 耕地面积必然大大拓展。

3.2.1 西汉人均耕地的推算和评估

西汉是中国第一个有耕地面积官方统计数字的朝代, 因而是本文对土地利用史研究的起点和重点之一。《汉书·地理志》(以下简称《汉志》)中有全国人口数和定垦田数(即耕地), 由此可算出全国人均耕地面积。作者在文献[5]中曾认为《汉志》所采用的面积单位为小亩(合 0.288 2 市亩), 故算得当时全国人均耕地 0.267 hm²。但从尹湾汉墓出土的东海郡《集簿》中所述: 东海郡提封(即总土地面积)为 51.21 万顷^[6], 如按大亩计, 每大亩合 0.691 2 市亩, 则总土地面积为 23 598 km²。梁方仲等根据顾颉刚《中国历史地图集》量得为 22 500 km²^[7]; 葛剑雄先生根据谭其骧先生《中国历史地图集》量得为 19 756 km²,^[8]显然按大亩计算的结果与现代计算结果相近。但如按小亩计算, 东海郡疆域面积仅有 9 832 km², 则与现代计算结果相去甚远, 这证明应按大亩计算西汉全国人均耕地, 即应为 0.639 hm²。

由《集簿》又可知, 东海郡人均耕地 0.698 hm², 略高于全国平均值, 这也可以与《汉书》所云的定垦田面积互相印证。

3.2.2 对北宋数据的评估

《文献通考·田赋》记载: 河东路有耕地 1 117.07 万亩, 折合 1 005.36 万市亩(67.02 万 hm²), 估计有人口 225.45 万人, 人均 4.459 市亩(0.297 hm²)。

北宋的河东路包括了明、清以来山西省的大部分, 其中含晋中、临汾、忻定、上党等人烟稠密的盆地。汾河上游相对来讲地广人稀, 自然条件较差, 故人均耕地应高于整个河东路的平均值。由清乾隆四十六年官方统计数字得知, 汾河水库上游的人均耕地数是山西全省人均值的 1.879 倍, 按此比例计算, 北宋元丰年间本区人均耕地约 8.378 市亩(0.559

hm²)。

3.2.3 明成化年间数据的修正

按《明通志》的记载, 从洪武二十四年到成化八年, 历时 81 年, 本区人口增加了 65.64%, 耕地却只增加了 2.21%, 显然耕地的隐瞒严重。据《明史·食货志》记载: 弘治十五年(1502 年)的税田, 比洪武二十六年(1393 年)减少了 50.30%, 全国如此, 边远山区更不例外。作者按相当准确的明洪武、清乾隆两年份人口、耕地数字, 假定两者增长呈直线关系, 补插算得明成化年间的人均耕地数和耕地面积。

3.2.4 清乾隆、光绪数据的修正

清乾隆四十六年的数字取自当时雅德、汪本直修纂的《山西志辑要》(以下简称《清辑要》)^[9]。光绪年间编修的《山西通志》载有光绪十八年的各县田地数^[4], 但时隔 110 多年, 两书的数字竟完全一样, 察其原因, 正是本文 3.1 节所述, 文献^[4]记载的是乾隆初年的“原额”, 即明代所谓“税田”, 并非实际开垦种植的土地。但就在同一年, 阳曲县刊布的《阳曲丈清地粮图册》(以下简称《图册》), 丈清全县耕地为 20 591 顷, 是《清通志》所载 8 458.17 顷的 2.434 倍。该县此次清丈相当严格,《图册》公开发表, 并允许翻印, 农户必须根据《图册》丈量的面积和评估的等级缴纳钱粮, 核发地契, 其数据应该是可信的。至于太原府其他各县, 则尚未发现有重新丈清的史料(李鸿章曾说:“通省清丈, 断办不到”^[10])但刘铭传却于 1886~ 1888 年在台湾全省编造土地清册, 清丈康熙收复台湾后 200 年来新开垦的农田, 使田赋收入由 183 366 两提高到了 674 468 两, 为原额的 3.678 倍。^[11]由此可见, 阳曲县隐匿田地的比例还不算最高。再者, 阳曲为山西省会, 隐匿田地尚且如此之多, 汾河水库上游位于偏僻山区, 地广人稀, 隐瞒比例只能更大, 现均按 2.434 倍计算实有耕地, 当与实际情况相近。

表 1 历史时期汾河水库上游的耕地

朝代	人均耕地		人口数	耕地面积		垦殖率/%	备注
	市亩	hm ²		市亩	km ²		
西汉	9.592	0.639	64686	620468	413.64	7.87	AD2
北宋	8.378	0.559	73842	618648	412.43	7.85	AD1080
金	6.990	0.466	150643	1052995	702.00	13.36	约AD1223
明(洪武)	10.890	0.726	35325	384675	256.45	4.88	AD1391
明(成化)	8.810	0.587	58512	515512	343.67	6.54	AD1472
清(乾隆)	6.990	0.466	137550	961500	641.00	12.20	AD1780
清(光绪)	7.506	0.500	243640	1828796	1219.20	23.21	AD1892
1983 年	4.502	0.300	435100	199000	1306.00	24.86	农业人口
1996 年	5.525	0.368	427300	2361000	1574.00	29.96	农业人口

3.2.5 现代耕地数据的来源

现代本区耕地资料来源有两种: 1983 年引自文献[12]; 1996 年来自山西省水利厅 1997 年 7 月编制的《汾河上游水土保持规划报告(1998~ 2007)》(以下简称《规划》)。作者认为, 前者虽为统计部门汇总, 但基层所报未必可靠, 一般偏小。而后者系土地详查成果, 比较可靠。

3.3 耕地拓展史的小结

综合上节对各典型朝代的分析 所得人均耕地、垦殖率如表 1 所示。从该表可见, 本区耕地面积和垦殖率总体来讲是上升的, 1 900 多年来两者的增幅达 333.8%。而人均耕地起伏不定, 最高时(明洪武间) 0.726 hm²/人, 迄至 1996

年只有 0. 368 hm², 为峰值的 50%。

值得注意的是, 金代虽无耕地数字, 但其末期人口已达北宋时的两倍, 也超过了清乾隆后期的人口, 估计当时耕地有 700 km² 之多(按乾隆时期人均耕地计算)。

4 关于侵蚀加剧开始年代的讨论

4.1 古代本区农田集中于河谷平川

作者在[9]中曾提出: 研究历史时期农耕活动对土壤侵蚀的影响, 应从平川人类活动强度的变迁入手, 因为一个农耕民族首先开发的是冲积平原与河谷川地, 一般来讲, 只有当人口增加到某一临界值, 平川土地资源已不敷需要时, 才开始向坡地发展。本区情况也是如此, 自古以来河谷平川即为农业精华所在。西汉汾阳县治在今静乐县城关, 北魏酈道元描述: "汾水又南迳汾阳县故城, 东川土宽平坦山夷水"。又写道: "汉高帝十一年(196BC), 封靳强为侯国, 后立屯农, 积粟在斯"(《水经注· 水经三》)。东川即今东碾河, 足见早在西汉之初, 汾河干流静乐段和东碾河两岸已是粮食生产基地。此外, 今娄烦县汾河水库库区在西汉时也属于汾阳县, 估计其河滩地、一、二级阶地约有土地 20 km² 以上, 应也垦为农田。

表 2 列出本区 4 县平川耕地和平坡地、缓坡地的面积, 其中, 平川耕地包括了水田、水浇地、沟川地和河滩地, 总面积为 215. 3 km²。平、缓坡耕地指坡耕地中地面较平坦和坡度较平缓者, 共 929. 42 km²; 两者合计 1 144. 72 km²。

但从表 1 可知, 西汉时本区耕地为 413. 64 km², 假定其中 215. 30 km² 为平川耕地, 其余 198. 34 km² 可能仍在平坡地耕地的范围之内, 土壤侵蚀还是比较轻微的。我们假设平川地、平缓坡地之和 1 144. 72 km² 为侵蚀轻微的上限, 则越过此上限的年代可能在清光绪的初期。

还应指出, 据土地详查, 本区目前城镇农村及工矿企业用地约 80 km² 以上, 这部分土地在古代应主要也是耕地。

表 2 汾河水库上游 4 县平川耕地和平、缓坡耕地 km ²					
耕地类型	总 计	宁 武	静 乐	岚 县	娄 烦
流域总面积	6766	1933	2041	1506	1286
平川耕地	215. 30	41. 77	46. 23	99. 06	28. 24
其中: 水田、水浇地	5. 77	1. 17	0. 58	3. 63	0. 39
沟川地	192. 94	38. 43	42. 76	87. 15	24. 60
河滩地	16. 59	2. 17	2. 89	8. 28	3. 25
平、缓坡耕地	929. 42	104. 94	460. 27	260. 69	103. 52
平川、平、缓坡合计	1144. 72	146. 71	506. 50	359. 75	131. 76

4.2 耕地地面坡度对侵蚀量的影响

评估农田开垦给土壤侵蚀的影响, 还可以从本区各种不同地面坡度的耕地所占面积来分析。

王尚义先生此前曾认为: 地面坡度 < 3° 的耕地可视为不产生侵蚀的平川地。^[13] 任世芳、孟万忠、赵淑贞通过 Morgan 算式的化简指出: 当作物、降雨径流和土壤相同条件下, 泥沙的径流搬运量与 SinS(S 为地面坡度) 成正比, 并认为地面坡度在 7° 以下即可视为土壤侵蚀轻微。^[5] 景可、陈永宗、李风新先生的建议分级标准是, 侵蚀量小于 1 000 t/(km² · a) 的土地定义为微弱侵蚀, 1 000~ 2 500 t/(km² · a) 为轻度侵蚀, 2 500~ 5 000 t/(km² · a) 为中度侵蚀, 5 000~ 7 500 t/(km² · a) 为强度侵蚀。^[14] 对应于黄委会天水水土保持科学试验站的资料, 以上前 3 个等级分别对应于地面坡度 4~ 5°,

6~ 8° 和 13~ 17° 的冬小麦田。为了便于和现有黄土高原地面坡度分级数据进行比较, 本文将耕地坡度 3~ 7° 的定义为轻微侵蚀, 7~ 15° 为中度侵蚀, 15~ 25° 为强度侵蚀, 25° 以上为剧烈侵蚀, 现将汾河水库上游 4 县耕地坡度分级统计情况列为表 3, 资料来源引自文献[15]。由表 3 可见, 本区耕地中土壤侵蚀轻微的面积为 910 km², 而从历史时期耕地拓展的过程看, 超过这一界限的时间约在乾隆四十六年(AD1781) 到光绪十八年(AD1892) 之间。光绪十八年本区耕地面积拓展到 1 219. 2 km², 而中度、轻微侵蚀的耕地面积合计为 1 414 km², 表明至少已经有 309. 2 km² 耕地产生了中度侵蚀。如耕地的增长与时间成直线关系, 则开始产生中度侵蚀的年代约为 AD1832, 即道光十二年左右。葛剑雄先生指出: 我国人口从 AD1759 的 2 亿多, 到 AD1850 达到了 4. 3 亿, 90 余年翻了一番多, 供养这样庞大的人口, 部分得益于新引进的玉米、甘薯、马铃薯、花生等作物的推广, 使原来无法利用的山地和旱地得到开发^[8], 本区的历史也和全国的历史一样, 但其负面效果则是促使土壤侵蚀加剧。由于各地发展不平衡, 某些村落平川地较少, 对坡地的开发可能更早一些, 则产生中度侵蚀的年代也会早于清光绪初期。这一估计, 与上节的估计差异不大。

表 3 汾河水库上游各县耕地坡度分级 km ²					
	娄 烦	静 乐	岚 县	宁 武	总 计
总耕地	352	746	544	516	2158
无侵蚀	13	12	23	8	56
轻微侵蚀	173	148	340	193	854
中度侵蚀	143	78	93	190	504
强度侵蚀	20	351	76	116	563
剧烈侵蚀	3	157	12	9	181
垦殖率%	27. 28	36. 59	36. 13	26. 72	31. 90
土地总面积	1286	2041	1506	1933	6766

5 各类土地的侵蚀状况

水力土壤侵蚀是黄土高原的主要侵蚀产沙动力, 按其作用方式可分为面状侵蚀和线状侵蚀两种, 其中线状侵蚀是黄土高原主要的产沙方式, 指沟谷在暂时性水流作用下的侵蚀产沙过程。据观测, 黄土丘陵沟壑区的沟蚀占 80% 左右。^[3,14] (黄秉维院士、郑度院士、赵名茶先生等在^[16] 中认为沟蚀占总侵蚀量 70% 以上, 与此相近), 而面状侵蚀产沙主要发生在农耕地上。

5.1 平川、平坡、缓坡耕地侵蚀状况

本区地貌可分为三大类, 即河川阶地区、丘陵沟壑区和土石山区。其中: 河川阶地区面积 375. 92 km², 年侵蚀量为 16. 74× 10⁴ t, 侵蚀模数为 445 t/(km² · a)。河川阶地区的土地中: 平川耕地(含塬地、菜地、园地) 占 35. 23%, 坡耕地占 13. 26%, 林地、草地占 11. 19%, 水域占 17. 25%, 居民、工矿、交通等用地占 6. 59%, 荒地占 16. 48%。

由于平川耕地、林地、草地及其他人类利用的土地, 侵蚀模数均 > 0, 荒地侵蚀模数又极高(《规划》指出: 主要分布在沟缘和沟坡区、覆盖度 < 30% 的荒草地, 侵蚀模数高达 1. 5 × 10⁴ t/(km² · a))。因此, 可以确定本区坡耕地的平均侵蚀模数 < 445 t/(km² · a)。《规划》还指出: 阶地和川地的侵蚀模数分别为 0. 05~ 0. 1 和 0. 02~ 0. 04× 10⁴ t/(km² · a), 因此平川耕地的侵蚀模数约与川地相当。

河川阶地区的坡耕地中, 平坡地占 43. 81%, 缓坡地占 55. 99%。陡坡地只占 0. 20%, 可略而不计, 而急坡地则完全没有。因此, 可以认为该区的坡地仅由平坡地和缓坡地所组成, 而平、缓坡地的综合侵蚀模数 $< 445 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

汾河水库上游平川耕地及平、缓坡耕地合计 $1\,144.72 \text{ km}^2$, 如均按其侵蚀模数的上限计算, 年侵蚀量为 $50.94 \times 10^4 \text{ t/a}$, 仅为本区总侵蚀量的 2. 72%, 可谓微不足道。而从表 1 可知, 直至清光绪十八年 (AD1892), 本区耕地面积才超过这一上限 (超过 6. 51%), 因此可以得出第一个结论: 在 19 世纪末以前, 耕地扩展不是本区水土流失的原因。

5.2 沟壑的侵蚀状况

据山西省水利厅 1997 年调查, 侵蚀最为强烈的地域是丘陵沟壑区的沟壑, 裸土陡坡和植被覆盖度 $< 30\%$ 的荒草地就分布在这里。沟壑不但产沙量大, 而且沟坡互相促进, 坡促沟蚀, 沟又溯源侵蚀坡面, 导致土地侵蚀不断加剧, 成为悬移质泥沙的主要策源地。

按照典型调查, 汾河上游沟壑面积占流域面积 44%, 据此推算, 丘陵沟壑区的沟壑面积为 $1\,420.5 \text{ km}^2$, 侵蚀模数以

$1.2 \times 10^4 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 计, 则沟壑侵蚀量为 $1\,705 \times 10^4 \text{ t}$, 占丘陵沟壑区侵蚀量的 86. 9%, 占流域总侵蚀量的 62. 3%, 这一比例高于文献[3, 14] 中记载的数值 (80%), 更高于文献[16] 中记载的数值 (70%)。这表明本区沟蚀情况更为严重。由此我们得到第二个结论: 从历史时期到现代, 沟蚀占本区土壤侵蚀的主要成份。

5.3 陡坡、急坡耕地的侵蚀状况

本区陡坡、急坡耕地有 423.93 km^2 , 占整个坡耕地面积 ($1\,353.35 \text{ km}^2$) 的 31. 32%。据《规划》提供的数据, 坡地平均侵蚀模数为 $4\,200 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。但由本文 5. 1 节可知, 平坡地和缓坡地的侵蚀模数 $< 445 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 由此可算出陡、急坡耕地的侵蚀模数 $> 12\,432 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$, 其侵蚀量达 $527 \times 10^4 \text{ t/a}$ 以上, 占全区侵蚀量的 28. 12%, 而这一部分耕地正是 1892 年以后开垦出来的。由此我们可以得到第三个结论: 在 19 世纪末以后开垦的陡坡地和急坡地, 是导致土壤侵蚀的第二位因素, 这个人为因素对水土流失的贡献, 仅次于自然因素造成的沟蚀。

(下转第 263 页)

(上接第 255 页)

坝到政府组织和出资建设, 由分散建坝到以小流域为单元的坝系建设, 由盲目建坝到合理规划、设计的规范化建坝, 由重建坝、轻管理到建设、管护、运行并重, 取得了显著成效。

截至 2000 年, 黄土高原地区已建成淤地坝 11. 3 万座, 形成较完整坝系数千条, 其中陕、晋、蒙三省区共有淤地坝 9 万余座, 占总数的 82. 5%。黄土高原地区的 11 万多座淤地坝共淤成坝地 30 多万 hm^2 , 发展灌溉面积 2 万多 hm^2 。在已建成的淤地坝中, 国家投资修建的骨干坝 1 356 座, 控制流域面积 $9\,724 \text{ km}^2$, 总库容 13. 75 亿 m^3 。

为了进一步加快黄河上中游地区水土流失治理步伐, 水利部将淤地坝建设列入 2003 年的三大“亮点工程”之一优先启动, 并按照《黄河流域黄土高原地区水土保持淤地坝建设规划》的统一部署进行实施。黄委会已将黄土高原淤地坝系建设作为治黄重中之重的工作, 这必将加快黄土高原坝系建设和生态环境综合治理。

(2) 科学实施林灌草生态工程建设。恢复和建造植被是黄土高原生态环境修复重建的关键环节, 植被具有良好的蓄水保土、改善生态环境的功能, 是一种可再生资源, 合理建设、开发与保护, 可促进资源的有序利用; 反之, 植被破坏、资源枯竭, 短期内难以恢复重建。因此, 在植被恢复重建时, 必须科学实施坡耕地退耕还林还草、宜林荒山荒坡种植林果灌草的生态建设工程。并因地制宜制定生态建设的科学实施规划与方案, 依据植被地带性分异规律, 采取适地林灌草的类型、适宜规模与合理结构和布局, 建设合理的林灌草植被结构模式。植被措施要和工程措施相配合, 以小流域单元综合治理为基础, 统筹规划, 因地制宜措施优化配置, 综合运用生物措施、工程措施和耕作措施, 使三者功能协调、互补, 形成比较完整的参考文献:

综合防治体系, 并与合理利用土地、产业结构调整紧密结合, 稳步扩大绿色植被, 促进农、林、牧协调持续发展。

(3) 生态自我修复。黄土高原的生态环境恢复改善是一个漫长而艰巨的过程, 不仅依赖人工治理加速其恢复, 更应注重发挥生态的自我修复能力, 促进生态系统的自然恢复。

生态修复是本世纪水土保持生态建设的一个重大战略调整, 它是针对黄土高原水土流失面广量大、受人为因素影响多而采取的一项重要水土保持措施。其主要目标是对大面积的坡面实施退耕还林还草, 保护森林草场和生态环境, 加强预防监督措施, 使各类土地合理利用、得到休养生息, 使生态系统能够通过自调恢复, 功能逐渐提高。

2002 年 3 月正式启动了甘、宁、蒙、晋、陕、新 6 省区 12 个旗县的黄河水土保持生态修复试点工程, 这是贯彻落实党中央国务院“退耕还林(草)、封山绿化、以粮代赈、个体承包”的生态建设政策措施, 加快黄河水土保持生态工程的建设步伐, 提高黄河水土保持生态工程的建设质量的重要举措。

人类的生产、生活和军事活动能够对环境变迁造成明显影响, 反之, 不断变化着的自然环境也影响着人类的活动。目前综合治理已取得显著效益的乡村和小流域, 已改变过去单一粮食生产为农林牧副与加工业等多种经营全面发展、改广种薄收为少种高产、使原有的生态环境的恶性循环趋向良性循环。这证明前述环境治理方向与治理措施是符合自然规律与经济规律的, 生态环境自我修复是切实可行的。所以恢复生态环境的良性循环, 必须使人口、资源、环境协调发展, 改善生态系统的结构、运行机制和功能, 提高生态系统的适应性和调控能力, 促进生态环境自我修复, 建设生态农业, 确保水土等自然资源的永续利用。

[1] 中科院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区自然环境及其演变[M]. 北京: 科学出版社, 1991. 111- 124.
[2] 韩茂莉. 黄土高原地区历史时期农牧区域的变迁[A]. 中科院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区综合治理开发研究论文集[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 1993. 44- 51.
[3] 张汉雄, 邵明安. 黄土高原生态环境建设[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2001. 23- 26, 271- 275.
[4] 朱士光. 黄土高原地区环境变迁及其治理[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1999. 31- 48.

连通性较高。还有 3 个流域的 Shannon’s 多样性指数和 Simpson’s 多样性指数是 纳河的最高而环江上游最低, 相对而言 纳河流域的稳定性即抗干扰能力最好, 合水川流域次之, 环江上游流域的最低。

表 3 景观水平指数特征

	CA	NP	PD	CONTAG	IJI	COHESION	SHDI	SIDI	AI
环江上游	4549.94	482	0.0675	74.0737	15.5260	99.8645	0.7671	0.5125	96.3731
纳河	1650.92	3991	1.0278	46.8748	56.3162	97.1773	1.7715	0.8222	84.9151
合水川	828.30	2049	1.3070	53.9229	63.1788	99.4906	0.1586	0.7677	95.5131

注: CONTAG 连通性, SHDI Shannon’s 多样性指数, SIDI Simpson’s 多样性指数。

4 结论与讨论

土地利用/土地覆被格局对流域的径流量与输沙量有重要影响, 同样流域土地覆被类型的空间格局分布特征与其水沙变化之间也存在密切联系。对泾河 3 个子流域的分析表明:

30 多年来环江上游的径流量增加了 60% 而输沙量却增加了 1 倍多, 合水川的径流量基本保持不变输沙量略有增加, 纳河的径流量减少了约 40% 而输沙量却只有 1/5, 同时,

参考文献:

[1] 刘纪远, 张增祥, 庄大方, 等. 20 世纪 90 年代这个土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 1– 12.

[2] Mander U, Jongman R H G. Human impact on rural landscape in central and northern Europe[J]. Landscape and Urban Planning, 1998, 41: 149– 153.

[3] 索安宁, 王兮之, 洪军, 等. 基于遥感的泾河流域植被覆盖格局分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(4): 191– 194.

[4] 毕晓丽, 周睿, 刘丽娟, 等. 泾河沿岸景观格局梯度变化及驱动力分析[J]. 生态学报, 2005, 25(5): 1041– 1047.

[5] 冉大川, 吴永红. 泾河流域水土保持生态环境建设与治理方略刍议[J]. 水土保持研究, 2003, 10(2): 58– 59.

[6] 程积民, 万惠娥. 中国黄土高原植被建设与水土保持[M]. 北京: 中国林业出版社, 2002. 163– 201.

[7] 王中根, 刘昌明, 左其亭, 等. 基于 DEM 的分布式水文模型构建方法[J]. 地理科学进展, 2002, 21(5): 430– 439.

[8] McGarigal K, B J Marks. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure[R]. Gen. Tech. Report PNW– GTR– 351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR, 1995.

[9] Gustafson E J. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art[J]. Ecosystems, 1998, 1: 143– 156.

(上接第 259 页)

参考文献:

[1] 谭其骧. 何以黄河在东汉以后会出现一个长期安流的局面[J]. 学术月刊, 1962, (2): 23– 35.

[2] Yuan B, Lu Z , Deng C. Formation and erosion processes of the Loess Plateau[J]. International Journal of Sediment Research, 1999, 14(2): 345– 352.

[3] 邓成龙, 袁宝印. 末次间冰期以来黄河中游黄土高原沟谷侵蚀– 堆积过程初探[J]. 地理学报, 2001, 56(1): 92– 98.

[4] (清) 王轩, 杨笃等纂修. 山西通志[M]. 北京: 中华书局, 1990.

[5] 任世芳, 孟万忠, 赵淑贞. 历史时期三川河湫水河流域的土地利用[J]. 中国历史地理论丛, 2004, 19(4): 17– 35.

[6] 连云港市博物馆. 江苏东海县尹湾汉墓群发掘简报[J]. 文物, 1996, (8): 4– 25

[7] 梁方仲. 中国历代户口、田地、田赋统计[M]. 上海: 上海人民出版社, 1980.

[8] 葛剑雄. 中国人口史· 第一卷· 先秦至南北朝时期[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2002. 234– 236, 487.

[9] (清) 雅德修, 汪本直纂. 山西志辑要[M]. 北京: 中华书局, 太原: 山西省史志研究院, 2000.

[10] 李鸿章. 李文忠公全集[M]. 上海: 商务印书馆, 1921.

[11] (美) 费正清. 剑桥中国晚清史· 1800– 1911· 下卷[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1985. 300– 302.

[12] 山西省统计局. 山西省三十五年建设成就[M]. 太原: 山西人民出版社, 1984.

[13] 王尚义. 两汉时期黄河水患与中游土地利用之关系[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 73– 82.

[14] 景可, 陈永宗, 李风新. 黄河泥沙与环境[J]. 北京: 科学出版社, 1993. 68– 70.

[15] 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 中国黄土高原地区耕地坡度分级数据集[M]. 北京: 海洋出版社, 1990.

[16] 黄秉维, 郑度, 赵名茶. 现代自然地理[M]. 北京: 科学出版社, 1999. 327.