

## “长治”工程对三峡库区环境人口容量的影响

肖玉保<sup>1</sup>, 齐实<sup>1</sup>, 冯明汉<sup>2</sup>, 赵阳<sup>3</sup>

(1. 北京林业大学水土保持学院, 北京 100083;

2. 水利部长江水利委员会水土保持监测中心, 湖北汉口 430010; 3. 北京香山公园, 北京 100093)

**摘要:** 水土流失综合治理是提高水土流失地区环境人口容量的有效途径, 以竣工的“长治”一期工程为例, 在对三峡库区 42 个小流域进行系统分类的基础上, 分别以粮食消费和价值消费作为人口消费标准, 比较了三峡库区 42 个小流域治理前后的环境人口容量, 以及小流域综合治理投资规模与环境人口容量的关系。研究表明, 可将三峡库区小流域分为六类, 每个小流域经过水土流失综合治理, 环境人口容量均有明显提高, 其中第四类小流域从提高环境人口容量的角度来看, 合理的投资规模应为 5.5 万元/km<sup>2</sup> 左右。

**关键词:** “长治”工程; 环境人口容量; 聚类分析; 回归分析

中图分类号: S 157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2005)05-0229-03

## The Effect of Soil Erosion Control Project in the Three Gorges Reservoir Area on Environment Human Carrying Capacity

XIAO Yu-bao<sup>1</sup>, QI Shi<sup>1</sup>, FENG Ming-han<sup>2</sup>, ZHAO Yang<sup>3</sup>

(1. The College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Soil and Water Conservation Monitoring Center of the Yangtze River Water Conservancy Commission, Ministry of Water Resources, Hankou, Hubei 430010, China; 3. The Park of Xiangshan, Beijing 100093, China)

**Abstract:** Based on the Soil Erosion Control Project in the Three Gorges Reservoir area, 42 watershed were controlled in the first period from 1989 to 1994. The effect of the project on environmental human carrying capacity was studied from three aspects: watershed classification; the amount of environmental human carrying capacity before and after the control; the impact of controlling investment on environmental human carrying capacity. The results show that 42 watersheds were divided into 6 classes. The environmental human carrying capacity had increased a lot after the control in terms of different consuming standard (food and money). The amount of rational controlling investment was about RMB 55 000/km<sup>2</sup> based on the purpose of increasing environmental human carrying capacity.

**Key words:** Soil Erosion Control Project on the Yangtze River; the environmental population capacity; cluster analysis; regressive analysis

长江三峡库区是一个特定的区域概念, 它泛指 175 m 水位方案淹没范围涉及的 20 个县(市、区), 总面积约为 5.8 万 km<sup>2</sup>, 人口约 1 636 万。该地区自然条件恶劣, 水土流失严重, 人口密度较高, 人均耕地数量少。由于三峡水库建成的淹没影响, 库区将会淹没陆地面积 632 km<sup>2</sup>, 规划移民超过 100 万人, 在土地利用结构发生变化和大规模移民进行的情况下, 三峡库区还能承载多少人口, 无疑对解决库区的移民安置问题及确保水库的长期运营具有重要意义。

从 1989 年开始实施的长江上游水土流失重点防治工程, 是长江流域生态环境建设的主体工程, 其治理方针是以大流域为依托, 小流域为单元, 实施山、水、田、林、路的综合治理, 工程建设的主要内容包括高标准、集中连片的大示范区样板工程, 替代能源工程及生态修复工程<sup>[3]</sup>。“长治”工程对库区环境人口容量的提高主要体现在提高以土地为核心的资源生产能力与调

整小流域的产业结构方面, 最终增加流域的产出<sup>[1]</sup>。

本文以粮食总产量(农业总产值) — 人均粮食消费(人均价值消费) — 环境人口容量研究为主线, 用不同的消费指标和消费标准衡量三峡库区的环境人口容量, 确定了小流域系统在各种消费标准下所能承载的环境人口容量, 对比分析治理前后的环境人口容量变化及“长治”工程对提高环境人口容量的作用, 同时研究小流域投资规模与环境人口容量增加的关系, 为“长治”工程提供科学依据。

### 1 研究地区概况

#### 1.1 研究区域的范围及环境特征

研究区域在行政区界上包含四川省的江北、长寿、巴县、武隆、丰都、涪陵、石柱、开县、巫山、忠县、万县、奉节、云阳, 湖北省的巴东、兴山、宜昌、秭归共 17 个县市的 42 条小流

<sup>1</sup> 收稿日期: 2004-11-07

基金项目: 国家攻关专题项目(2001BA510B02-01)资助

作者简介: 肖玉保(1979-), 男, 在读硕士研究生, 研究方向为流域治理; 通讯作者: 齐实(1964-), 博士, 主要研究方向为水土保持、流域治理, 发表论文 50 余篇。

域。该区的年降水量为 1 100 mm,多集中于七八月份,年平均气温为 18~20℃,年平均相对湿度为 67%~81%,无霜期长达 300 多 d。第四纪以来三峡库区受长江及其支流的强烈冲刷和侵蚀,形成了峡谷深切、山谷陡峻、地形破碎的三峡地貌。由于复杂的地形地貌,库区地表成土过程缓慢,土层瘠薄,表层土壤容易流失,由此导致三峡库区的自然环境先天脆弱<sup>[3]</sup>。

## 1.2 库区社会经济条件

由于地理位置的限制和种种原因,三峡库区的社会经济水平较低,并且存在几个突出的问题:(1)人口密度高,分布不均。库区平均每平方公里 314 人/km<sup>2</sup>,其中长江沿岸是人口密集区,每平方公里在 600 人以上。部分小流域的环境人口容量已达其环境人口容量的上限;(2)耕地数量少、质量差。库区山地多、平地少;坡地薄地多、平坦土层厚的耕地少;零碎地多、成片地少。库区人均幅员面积 0.3 hm<sup>2</sup>,人均耕地 0.06 hm<sup>2</sup>,低于全国平均水平,其中坡度大于 25°的耕地占旱地面积的 20%。农业生产水平低下,平均公顷产粮食 3 653.6 kg,人均产粮 362.88 kg;(3)商品经济不发达,人均收入低。库区基本上属于自给自足的自然经济,商品经济极不发达,农产品商品率大于 40%的县市仅占 18%,工业总产值低,大多数县人均工农业产值在 300~400 元左右,低于全国平均水平<sup>[3]</sup>。

## 2 研究内容与方法

### 2.1 小流域聚类分析<sup>[2,8,17]</sup>

对于流域环境人口容量的提高而言,小流域的地理位置、自然环境、投资治理规模及社会经济发展水平等对环境人口容量的影响各不相同,因此按照一定标准对小流域进行分类是评价环境人口容量变化的基础<sup>[1]</sup>。

本文采用系统聚类分析法对 42 个小流域进行分类,在结合或连结类方面采用组间联结法,所有计算分析均在统计软件 SPSS 下完成。

### 2.2 “长治”工程对环境人口容量的影响<sup>[14,15]</sup>

#### 2.2.1 人口消费标准的确定<sup>[4,5,7,11,12]</sup>

考虑到我国人民 90 年代的现实消费能力,对环境人口容量起主导作用的因素为粮食产量和经济收入,所以本文根据人均粮食消费和人均价值消费作为指标分析三峡库区的环境人口容量。

(1)粮食消费标准。根据 90 年代全国及一些省市已有的研究成果,选择人均粮食年消费 300 kg 作为温饱型消费标准,人均年消费粮食 400 kg 作为宽裕型消费标准,对“长治”工程治理前与验收时的环境人口容量进行计算比较,并以宽裕型消费标准(即 400 kg/人·a)进行分析。

(2)价值消费标准。人均价值消费标准以国家统计局统计的 1989 年“长治”工程开始时的四川、湖北两省农村平均每人年消费水平作为基础,经过适当调整后确定为 600 元/(人·a),亦属于宽裕型消费标准。

#### 2.2.2 环境人口容量的计算方法

环境人口容量  $E_c = \text{土地生产能力} / \text{人的需求量}^{(1)}$  (人) (1)

粮食环境人口容量 ( $E_{c1}$ ) = 粮食总产量 / 粮食消费标准 (人) (2)

价值环境人口容量 ( $E_{c2}$ ) = 流域总收入 / 600 (人) (3)

### 2.3 投资规模与环境人口容量的关系

采用回归分析法确定投资规模与环境人口容量增加之间的量化关系,以期今后的治理投资提供参考。

## 3 研究结果及分析

### 3.1 对“长治”工程涉及的 42 个小流域进行聚类分析

根据研究目的,选取人口密度、平均单产、人均产粮、人均纯收入、人均基本农田、人均经济林果、农地利用比例、林地利用比例、其它土地利用比例等 9 个指标作为聚类分析依据。聚类分析结果及流域特征如下表:

### 3.2 “长治”工程实施前后环境人口容量的计算与分析

根据环境人口容量计算公式及宽裕型消费标准,求得六个类型区治理前后的环境人口容量如表 2:

表 1 聚类分析结果

流域 分类	数 量	流域名称及编号	人口密度/ (人·km <sup>-2</sup> )	人均 耕地	粮食单产/ (kg·hm <sup>-2</sup> )	人均 纯收入	流域特征
第一 类型	3	W40 良斗河、W41 青干河、W42 董壮河	169	1.63	2365.05	408.33	人口密度较低,人均耕地很多,平均单产很低,人均纯收入较高
第二 类型	3	W37 香溪河、W38 百岁溪、W39 乐天溪	146	0.90	5719.95	487.67	人口密度很低,人均耕地处于平均状态,平均单产较高,人均纯收入很高
第三 类型	17	W7 小佛溪、W12 大河口、W13 岳家沟、W15 岳溪河、W16 小河、W17 高桥河、W18 平安溪、W19 映阳河、W22 乌扬河、W23 龙滩河、W24 天城梅、W25 关龙河、W26 荣溪河、W27 龙宝梅、W30 渠马河、W32 木古溪、W33 鸭旦溪	436	0.72	7472.7	365.94	人口密度很高,人均耕地很少,平均单产很高,人均纯收入较低
第四 类型	9	W6 石板沟、W8 清水溪、W9 接龙河、W10 深沟子、W11 麦子沟、W14 太沿沟、W20 水平河、W28 朱衣河、W29 桃子溪	308	1.02	4513.35	372.82	人口密度中等,人均耕地处于平均状态,平均单产及人均纯收入都较低
第五 类型	6	W5 老盘河、W21 福田河、W31 洞溪河、W34 东壤口、W35 渡河、W36 万福河	214	0.82	3304.95	309.67	人口密度、人均耕地、平均单产及人均纯收入都很低
第六 类型	4	W1 双溪、W2 龙桥河、W3 桃花溪、W4 双河溪	420	0.86	8197.5	787.25	人口密度很高,人均耕地较少,平均单产及人均纯收入都很高

表 2 治理前后环境人口容量对照表

流域分类	以粮食消费标准计算/(400 kg·人 <sup>-1</sup> ·a <sup>-1</sup> )						以价值消费标准计算/(600元·人 <sup>-1</sup> ·a <sup>-1</sup> )					
	治理前	验收时	<i>E<sub>c</sub></i> 增加值	治理前单	验收时单	<i>E<sub>c</sub></i> 增加	治理前	验收时	<i>E<sub>c</sub></i> 增加值	治理前单	验收时单	<i>E<sub>c</sub></i> 增加
	<i>E<sub>c</sub></i> (人)	<i>E<sub>c</sub></i> (人)	(人)	位面积 <i>E<sub>c</sub></i>	位面积 <i>E<sub>c</sub></i>	<i>E<sub>c</sub></i> 增加	<i>E<sub>c</sub></i> (人)	<i>E<sub>c</sub></i> (人)	(人)	位面积 <i>E<sub>c</sub></i>	位面积 <i>E<sub>c</sub></i>	<i>E<sub>c</sub></i> 增加
第一类型	43064	80074	37010	108	212	104	49771	73039	23268	124	191	67
第二类型	43622	49739	6117	129	145	16	35265	78864	43599	99	189	90
第三类型	817698	1079871	262173	329	440	111	517369	988280	470911	209	400	190
第四类型	350698	476198	125500	344	436	92	164010	302971	138961	136	255	119
第五类型	141912	193792	51880	153	206	52	97439	173657	76218	107	187	79
第六类型	359466	405452	45986	536	597	61	323478	634850	311372	506	1048	543
合计	1756460	2285126	528666				1187331	2251659	1064328			

通过计算可以看出各个类型区治理前单位面积上的 *E<sub>c</sub>* 差异显著,而治理后单位面积上的 *E<sub>c</sub>* 差异更为显著。同时各个类型区经过综合治理,单位面积上增加的 *E<sub>c</sub>* 也明显不同。另外用粮食消费和价值消费分别计算的 *E<sub>c</sub>* 相差也很大。这说明小流域的环境人口容量具有明显的地域差异性,且用不同指标计算的 *E<sub>c</sub>* 差异显著。

由表中数据可以看出,若以粮食消费标准(宽裕型)作为人均年消费标准,则治理后的环境人口容量密度从 295 人/km<sup>2</sup> 增加为 384 人/km<sup>2</sup>,增加了 89 人/km<sup>2</sup>;42 个小流域总的 *E<sub>c</sub>* 由治理前的 1 756 460 人增加到治理后的 2 285 126 人,增加了 528 666 人,增长了 30.10%。若以价值消费标准作为人均年消费标准,则治理后的环境人口容量密度从 199 人/km<sup>2</sup> 增加为 378 人/km<sup>2</sup>,增加了 179 人/km<sup>2</sup>;42 个小流域总的 *E<sub>c</sub>* 由治理前的 1 187 331 人增加到治理后的 2 251 659 人,增加了 1 064 328 人,增长了 89.64%。这说明小流域治理是提高环境人口容量的有效途径,是防治水土流失、带领人民群众发家致富的有效办法。同时还可以看出治理后的 *E<sub>c</sub>* 增长率用价值消费水平衡量是 89.64%,用粮食消费衡量是 30.10%,这说明小流域的经济发展速度比粮食增产速度要快。

3.3 投资规模与环境人口容量的关系

在确定投资规模与环境人口容量的关系时,以第四类小流域为例,共包括 9 个小流域,且均位于四川省,具有相似的自然环境、土地利用结构及社会经济状况,因此具有可比性。

第四类 9 个小流域的平均人口密度为 308 人/km<sup>2</sup>,人均耕地 0.07 hm<sup>2</sup>,平均公顷产 4 513.35 kg,人均纯收入 372.82 元,而三峡库区的平均人口密度为 314 人/km<sup>2</sup>,人均耕地 0.06 hm<sup>2</sup>,平均公顷产 3 653.55 kg,人均纯收入 300~400 元,所以可以看出第四类型区在整个三峡库区极具代表性,其计算分析结果具有普遍意义,可为整个库区的投资治理提供参考。

3.3.1 以粮食消费标准计算的环境人口容量增加值来确定

由图 1 可以看出,当投资在 5.5 万元左右时环境人口容量最大,达到曲线的峰值;当投资小于 3 万元时,环境人口容量的增加值小于 50;当投资 6 万元时的环境人口容量增加值与投资 5 万元时的增加值差不多,也就是说,当投资 5.5 万元后,再增加一些投资,环境人口容量的增加量不明显,这说明小流域的环境人口容量存在一个上限。另一方面,由于图中横坐标所示的投资规模主要用于粮食生产,故也可认为当投资在 5.5 万元/km<sup>2</sup> 时,小流域的粮食产量恰能达到最高水平。所以可以确定第四类 9 个小流域治理时最合理的投资规模为 5.5 万元/km<sup>2</sup> 左右。

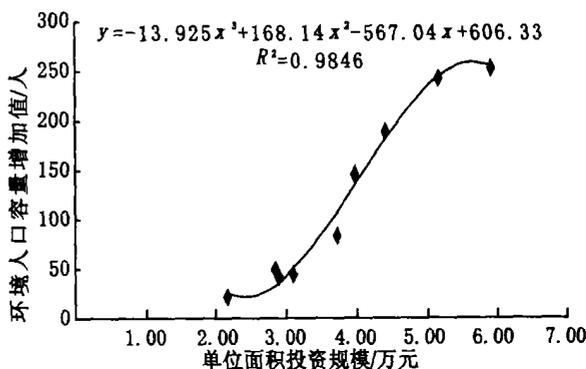


图 1 投资规模与粮食环境人口容量增加值回归关系图

3.3.2 以价值消费计算的环境人口容量增加值来确定

由图 2 可以看出,环境人口容量的增加值和单位面积的投资规模所对应的点均匀分布在曲线的两侧,由于  $R^2 = 0.8953$  已满足要求,故认为环境人口容量增加值和投资规模具有很好的回归关系。从图上可知,当投资在 5.2~5.8 万元时,环境人口容量的增加值达到曲线的峰值,而当投资大于 5.8 万元或小于 5.2 万元时,相应的环境人口容量增加值都开始变小,所以第四类小流域在治理时以 5.2~5.8 万元/km<sup>2</sup> 的投资规模是比较合理的,同时这也印证了用粮食消费标准进行分析的回归结果。

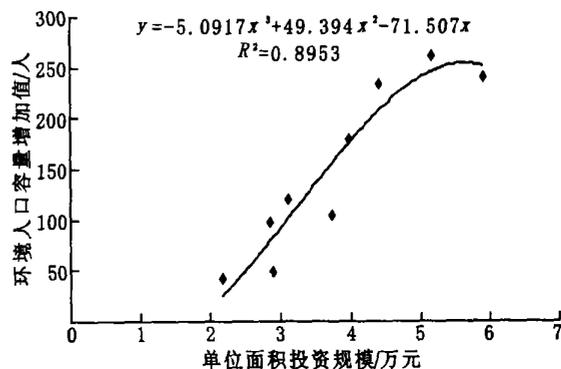


图 2 投资规模与价值环境人口容量增加值回归关系图

4 结论与建议

- (1) 三峡库区水土流失小流域可以划分为 6 个类型区。
  - (2) “长治”工程的实施,使三峡库区的环境人口容量总量提高了 528 662 人,单位面积上的环境人口容量提高了 89 人(以粮食消费和价值消费两种计算方法中的较小值计)。表明小流域治理是改善三峡库区生态环境,提高环境人口容量
- (下转第 236 页)

着黑土区作为国家重要商品粮基地的黑土基础,也正在流失着人类赖以生存的基础。鉴于上述分析结论,建议在黑土区广泛开展坡耕地退耕还林还草工程,继续加大水土保持综合治理和监督执法力度,重点防止陡坡开荒,加强以小流域为单元的综合治理。对于水土流失严重,低水平经营的坡耕地逐步退耕还林还草,大面积坡耕地治理以改垄和地埂植物带为主,充分利用宜林宜物荒地,大力营造水土保持林和优质牧草,最终形成生物、工程、耕作三大措施紧密结合的综合防治体系。尽快遏制当前水土流失剧烈发展的严峻局势。

黑土地水土流失的严重现状,正在引起方方面面的关注。2002年6月9日至14日,中央财经领导小组办公室组织参考文献:

- [1] 关君蔚. 水土保持原理[M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [2] 李明贵, 李明品. 呼盟黑土丘陵区不同土地利用水土流失特征研究[J]. 中国水土保持, 2000, (10): 23- 25.
- [3] 刘思峰, 郭天榜. 灰色系统理论及其应用[M]. 开封: 河南大学出版社, 1991.
- [4] 邓聚龙. 灰预测与灰决策[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2002.
- [5] 范昊明, 蔡强国, 王红闪. 中国东北土壤侵蚀环境[J]. 水土保持学报, 2004, 18(2): 66- 70.
- [6] 陆欣来. 东北耕作制度[M]. 北京: 中国农业出版社, 1996.
- [7] 张显逵, 等. 黑龙江省土壤流失方程的研究[J]. 水土保持通报, 1992, 12(4): 1- 9.
- [8] 王玉玺, 谢运杰, 王萍. 东北黑土区水土流失成因分析[J]. 水土保持科技情报, 2002, (3): 27- 29.
- [9] 徐世晓, 赵新全, 孙平, 等. 水土流失及其影响分析[J]. 水土保持学报, 2002, 16(5): 31- 34.
- [10] 白建宏, 王玉玺, 刘凤飞, 等. 黑龙江省典型黑土区土壤侵蚀潜在危险度调查研究[J]. 中国水土保持, 2003, (11): 16- 18.
- [11] 解运杰, 王玉玺, 张韬鹏. 基于 GIS 技术的东北黑土区土壤侵蚀本底数据库创建[J]. 黑龙江水利科技, 2002, (4): 3- 5.

(上接第 231 页)

的必经之路, 同时也是促进该地区产业结构优化和经济持续发展的有效措施。

(3) 小流域环境人口容量的增加直接与小流域的投资规模有关, 第四类型区 9 个小流域的合理投资规模为 5.2 ~ 5.8 万元/km<sup>2</sup>, 整个三峡库区可参考此投资规模进行投资治理。

参考文献:

- [1] 齐实, 孙立达. 西吉县黄家二岔小流域系统的环境人口容量研究[J]. 北京林业大学学报, 1991, 13(1): 30- 36.
- [2] 吴明隆. SPSS 统计应用实务[M]. 北京: 科学出版社, 2003. 234- 249.
- [3] 长江上游水土保持委员会办公室. 长江上游水土保持重点防治区一期工程竣工验收成果汇编[Z]. 1994. 320- 325, 364- 377.
- [4] 黄宁生. 广东资源承载力探讨[J]. 中山大学学报论丛, 1997, (5): 193- 197.
- [5] 崔凤军. 环境承载力理论初探[J]. 中国人口·资源与环境, 1995, 5(1): 76- 80.
- [6] 毛志峰, 任世清. 论人口容量与资源环境[J]. 中国人口·资源与环境, 1995, 5(1): 71- 75.
- [7] 封志明. 土地承载力研究的源起与发展[J]. 自然资源, 1993, (6): 74- 79.
- [8] 李建牢. 黄河中游小流域系统环境人口容量分析与评价[J]. 水土保持通报, 1998, 18(3): 10- 20.
- [9] 杜佐华, 严国安. 三峡库区水土保持与生态环境改善[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(3): 299- 304.
- [10] 杜榕桓, 史德明. 长江三峡库区水土流失对生态与环境的影响[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [11] 石玉林. 中国土地资源的人口承载能力研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.
- [12] 孙峰华. 中国环境人口容量研究方法的述评和构想[J]. 河南大学学报(自然科学版), 1991, 21(4): 83- 87.
- [13] 吕兴霞, 裴家常. 三峡工程重庆库区移民环境容量研究[J]. 重庆三峡学院学报, 2001, 17(2): 61- 64.
- [14] 贾宏俊, 顾也萍. 芜湖市土地资源人口承载力与可持续发展研究[J]. 长江流域资源与环境, 2001, 10(6): 491- 498.
- [15] 毛汉英, 余丹林. 区域承载力定量研究方法探讨[J]. 地球科学进展, 2001, 16(4): 549- 555.
- [16] 邓贤贵. 长江上游典型流域水土保持效益分析[J]. 水土保持通报, 1998, 18(2): 68- 70.
- [17] 海东霞. 系统聚类分类法在水土保持林林种分类中的应用[J]. 水土保持科技情报, 2000, (3): 43- 44.

有关专家对黑龙江省黑土区水土流失现状调研的报告, 引起了国家领导的关注。温家宝总理在报告上做了重要批示, 国家将于 2003 ~ 2005 年, 按照已经通过水利部审查的《东北黑土区水土流失综合防治试点工程可行性研究报告》, 工程估算总投资 19 980 万元。项目实施期为 3 a(2003 ~ 2005 年), 届时将完成治理水土流失面积 1 804 km<sup>2</sup>。在国家的大力支持下, 在广大人民和水保工作者的努力下, 东北黑土区生态环境必将改善, 作为我国重要商品粮基地的黑土区必将充分发挥其作用。

致谢: 在本文的撰写过程中得到了孙中峰博士, 张晓明博士的大力支持与帮助, 在此特以表示感谢。

(4) 小流域的环境人口容量存在一个上限, 在特定的生产力条件下, 该上限随着人类对环境的改造而变化, 是一个动态量化的衡量指标, 该指标对小流域经济生产及综合治理具有重要的指导意义, 小流域治理的最终目的就是使这个上限值尽可能大, 以期在可持续发展状态下承载更多的人口。