

“长治”工程对三峡库区环境人口容量的影响

肖玉保¹, 齐实¹, 冯明汉², 赵阳³

(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, 在对研究区域的 42 个小流域进行了系统分类的基础上, 以粮食消费和价值消费为人口的消费标准, 分析了三峡库区 42 个小流域在治理前后的环境人口容量变化, 以及水土保持投资规模与环境人口容量的关系。研究表明, 长江三峡库区小流域可分为 6 类; 经过水土流失综合治理后, 42 个小流域环境人口容量均有明显提高, 其中的第 4 类小流域从提高环境人口容量的角度来看, 合理的投资规模为 5.50×10^4 元/ km^2 左右。

关键词: 环境人口容量; 聚类分析; 回归分析; 三峡库区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)02-0049-06

中图分类号: X24

Effects of Soil Erosion Control Project on Environmental and Human Carrying Capacity in Three Gorges Reservoir Area

XIAO Yu-bao¹, QI Shi¹, FENG Ming-han², ZHAO Yang³

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

2. Soil and Water Conservation Monitoring Center of the Yangzi River Water Conservancy Commission,

Ministry of Water Resources, Hankou 430010, Hubei Province, China; 3. The Park of Xiangshan, Beijing 100093, China)

Abstract: Based on the soil erosion control project in the Three Gorges Reservoir area, 42 watersheds were controlled in the first period from 1989 to 1994. The effects of the project on environmental human carrying capacity were studied in three aspects: watershed classification; environmental and human carrying capacities before and after control; impact of controlling investment on environmental human carrying capacity. Results show that 42 watersheds may be divided into 6 classes. The environmental human carrying capacity had greatly increased after control in terms of different consuming standards (food and money). The amount of rational controlling investment is about RMB 55 000 per square kilometer for the purpose of increasing environmental and human carrying capacity.

Keywords: environmental population capacity; cluster analysis; regressive analysis; Three Gorges reservoir area

长江三峡库区是一个特定的区域概念, 它泛指 175m 水位方案淹没范围涉及的 20 个县(市、区), 总面积约为 $5.80 \times 10^4 \text{ km}^2$, 人口约 1.64×10^7 人。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^2 , 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^[3]。“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^[1]。

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 条小流域。该区的年降水量为 1 100 mm,多集中于 7—8 月份,年平均气温为 18 ~ 20 °C,年平均相对湿度为 67% ~ 81%,无霜期长达 300 d 多。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^[3]。

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发展水平较低,并且存在如下几个突出的问题:(1) 人口密度高,分布不均。库区平均 314 人/km²,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 0.34 hm²,人均耕地 0.06 hm²,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,平均粮食产量 3 653.55 kg/hm²,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^[3]。

2 研究内容与方法

2.1 小流域聚类分析^[2,8,17]

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^[1]。本文采用系统聚类分析法对 42 个小流域进行分类,度量小流域个体各指标距离的方法是“欧几里德距离平方法”,在结合或连结类方面采用组间连结法,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^[14-15]

2.2.1 人口消费标准的确定^[4-5,7,11-12] 考虑到我国人民 20 世纪 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 20 世纪 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水平 300 kg 作为温饱型消费标准,400、450 与 500 kg 分别作为宽裕型、小康型、科学营养型 4 级不同的消费标准,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 2 省农村平均每人年消费水平作为标准,即 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

$$E_c = \text{土地生产能力} / \text{人的需求量}^{[6]} \quad (\text{人}) \quad (1)$$

粮食环境人口容量

$$E_{c1} = \text{粮食总产量} / \text{粮食消费标准} \quad (\text{人}) \quad (2)$$

价值环境人口容量

$$E_{c2} = \text{流域总收入} / 600 \quad (\text{人}) \quad (3)$$

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关系,以期为今后的治理投资提供更为准确的参考。

3 研究结果及分析

3.1 “长治”工程涉及的 42 个小流域聚类分析

根据研究目的,选取人口密度、平均每 1 hm² 产量、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表 1 所示。

3.2 “长治”工程实施前后环境人口容量计算与分析

根据环境人口容量计算公式及宽裕型消费标准,求得 42 个小流域治理前后的环境人口容量如表 2 治理前后环境人口容量对照表。

通过计算可以看出 42 个小流域治理前单位面积上的 E_c 差异显著,而治理后单位面积上的 E_c 差异更为显著。同时各个小流域经过综合治理,单位面积上增加的 E_c 也明显不同。另外用粮食消费和价值消费分别计算的 E_c 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_c 差异显著。

表 1 聚类分析结果表

流域分类	数量	流域名称及编号	人口密度	人均耕地	每 1 hm ² 产粮食	人均纯收入	流域特征
第 1 类型	3	W ₄₀ 良斗河、W ₄₁ 青干河、W ₄₂ 童壮河	169	1.63	2 365.05	408.33	均位于湖北秭归,人口密度较低,人均耕地很多,平均产量很低,人均纯收入较高
第 2 类型	3	W ₃₇ 香溪河、W ₃₈ 百岁溪、W ₃₉ 乐天溪	146	0.90	5 719.95	487.67	均位于湖北省,人口密度很低,人均耕地处于平均状态,平均产量较高,人均纯收入很高
第 3 类型	17	W ₇ 小佛溪、W ₁₂ 大河口、W ₁₃ 岳家沟、W ₁₅ 岳溪河、W ₁₆ 小河、W ₁₇ 高桥河、W ₁₈ 平安溪、W ₁₉ 映阳河、W ₂₂ 乌扬河、W ₂₃ 龙滩河、W ₂₄ 天城梅、W ₂₅ 关龙河、W ₂₆ 荣溪河、W ₂₇ 龙宝梅、W ₃₀ 渠马河、W ₃₂ 木古溪、W ₃₃ 鸭旦溪	436	0.72	7 472.70	365.94	均位于四川省,人口密度很高,人均耕地很少,平均产量很高,人均纯收入较低
第 4 类型	9	W ₆ 石板沟、W ₈ 清水溪、W ₉ 接龙河、W ₁₀ 深沟子、W ₁₁ 麦子沟、W ₁₄ 太沿沟、W ₂₀ 水平河、W ₂₈ 朱衣河、W ₂₉ 桃子溪	308	1.02	4 513.35	372.82	均位于四川省,人口密度中等,人均耕地处于平均状态,平均产量及人均纯收入都较低
第 5 类型	6	W ₅ 老盘河、W ₂₁ 福田河、W ₃₁ 洞溪河、W ₃₄ 东壤口、W ₃₅ 渡河、W ₃₆ 万福河	214	0.82	3 304.95	309.67	位于四川、湖北 2 省,人口密度、人均耕地、平均产量及人均纯收入都很低
第 6 类型	4	W ₁ 双溪、W ₂ 龙桥河、W ₃ 桃花溪、W ₄ 双河溪	420	0.86	8 197.50	787.25	均位于四川省,人口密度很高,人均耕地较少,平均产量及人均纯收入都很高

由表 1 的数据可以看出,若以粮食消费标准(充裕型)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/km²,增加为 384 人/km²,每增加了 89 人/km²; 42 个小流域总的 E_c 由治理前的 1 756 460 人增加到治理后的 2 285 122 人,增加了 528 662 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/km² 增加为 378 人/km²,增加了 179 人/km²; 42 个小流域总的 E_c 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%。

这充分说明小流域治理是提高环境人口容量的有效途径之一,小流域治理是防治水土流失,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_c 增长率用价值消费衡量是 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 4 类小流域为例,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 4 类 9 个小流域的平均人口密度为 308 人/km²,人均耕地面积为 1.02 hm²,平均每 1 hm² 产量为 300.89 kg,人均纯收入为 372.82 元,而三峡库区的平均人口密度为 314 人/km²,人均耕地面积为 0.9 hm²,平均每 1 hm² 产量为 243.57 kg,人均纯收入为 300~400 元,所以可以看出第 4 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,可以为整个库区的投资治理提供参考。

表 2 治理前后环境人口容量 E_c 对照

流域分类	流域名称	流域编号	以粮食消费标准 [400 kg/(人·a)] 计算				以价值消费标准 [600 元/(人·a)] 计算			
			治理前	验收时	治理前单	验收时单	治理前	验收时	治理前单	验收时单
			E_c /人	E_c /人	位面积 E_c	位面积 E_c	E_c /人	E_c /人	位面积 E_c	位面积 E_c
第 1 类型	良斗河	W ₄₀	7 953	22 885	89	255	9 736	19 350	109	216
	青干河	W ₄₁	23 830	39 811	147	245	29 717	37 633	183	232
	童壮河	W ₄₂	11 281	17 378	88	135	10 318	16 056	80	125
第 2 类型	香溪河	W ₃₇	24 008	28 117	99	116	21 117	56 967	87	234
	百岁溪	W ₃₈	8 188	9 205	165	186	6 185	10 392	125	210
	乐天溪	W ₃₉	11 426	12 417	123	134	7 963	11 505	86	124
第 3 类型	小佛溪	W ₇	80 150	88 072	416	457	48 125	69 391	250	360
	大河口	W ₁₂	60 747	66 126	510	555	39 832	72 354	335	608
	岳家沟	W ₁₃	55 736	61 005	428	469	21 797	56 120	168	431
	岳溪河	W ₁₅	44 217	86 993	240	473	24 833	39 117	135	213
	小河	W ₁₆	74 570	81 968	414	455	25 115	50 397	139	280
	高桥河	W ₁₇	34 525	50 681	262	384	22 385	33 422	170	253
	平安溪	W ₁₈	27 422	41 130	216	323	23 345	46 467	184	365
	映阳河	W ₁₉	68 009	75 189	310	342	52 573	78 200	239	356
	乌扬河	W ₂₂	55 442	74 231	250	335	59 571	122 597	269	553
	龙滩河	W ₂₃	50 044	68 608	336	461	54 228	113 091	364	760
	天城梅	W ₂₄	21 669	27 005	348	433	11 282	24 660	181	396
	关龙河	W ₂₅	74 267	92 050	290	359	23 853	66 608	93	260
	荣溪河	W ₂₆	49 682	63 821	398	511	36 283	75 076	290	601
	龙宝梅	W ₂₇	15 566	24 692	255	404	9 697	19 697	159	322
	渠马河	W ₃₀	56 805	99 501	325	569	29 283	65 383	167	374
木古溪	W ₃₂	26 140	42 388	281	456	20 917	33 183	225	357	
鸭旦溪	W ₃₃	22 707	36 411	307	493	14 250	22 517	193	305	
第 4 类型	石板沟	W ₆	29 774	32 396	467	508	6 740	9 837	106	154
	清水溪	W ₈	12 539	14 473	303	350	5 848	9 917	142	240
	接龙河	W ₉	14 132	15 621	406	449	4 278	8 483	123	244
	深沟子	W ₁₀	21 425	22 832	416	443	5 767	12 362	112	240
	麦子沟	W ₁₁	54 216	81 385	430	645	17 024	47 758	135	379
	太沿沟	W ₁₄	75 237	109 496	318	463	59 167	101 663	250	430
	水平河	W ₂₀	51 480	68 858	246	329	25 133	46 818	120	224
	朱衣河	W ₂₈	56 405	76 331	234	317	21 607	36 503	90	152
	桃子溪	W ₂₉	35 490	54 806	273	421	18 446	29 630	142	228
第 5 类型	老盘河	W ₅	19 594	27 188	146	202	8 683	20 900	65	156
	福田河	W ₂₁	39 277	45 079	261	299	25 467	49 892	169	331
	洞溪河	W ₃₁	31 959	61 247	151	289	18 900	48 950	89	231
	东壤口	W ₃₄	8 368	12 421	106	157	7 521	10 991	95	139
	渡河	W ₃₅	29 901	33 729	149	168	24 384	28 555	122	142
	万福河	W ₃₆	12 813	14 128	107	118	12 484	14 369	104	120
第 6 类型	双溪	W ₁	117 384	138 447	560	660	61 878	111 300	295	531
	龙桥河	W ₂	31 353	32 686	461	481	35 433	91 217	521	1 341
	桃花溪	W ₃	114 499	124 844	638	696	129 900	274 833	724	1 531
	双河溪	W ₄	96 230	109 475	483	549	96 267	157 500	483	790
合计	—	1 756 460	2 285 122	—	—	1 187 331	2 251 659	—	—	
平均	—	—	—	295	384	—	—	199	378	

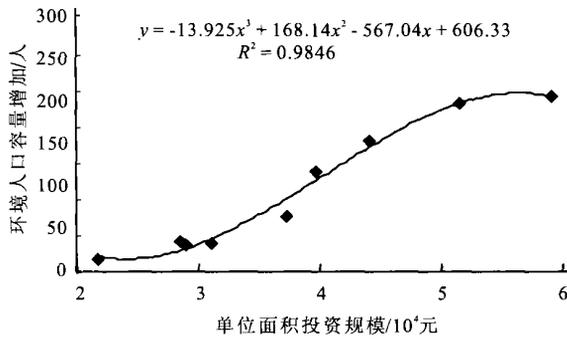


图1 投资规模与粮食环境人口容量增加值回归关系

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。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,由图 1 可以看出,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^2 时,小流域的粮食产量恰能达到最高水平。所以可以确定第 4 类 9 个小流域治理时最合理的投资规模为 5.5 万元/ km^2 左右。

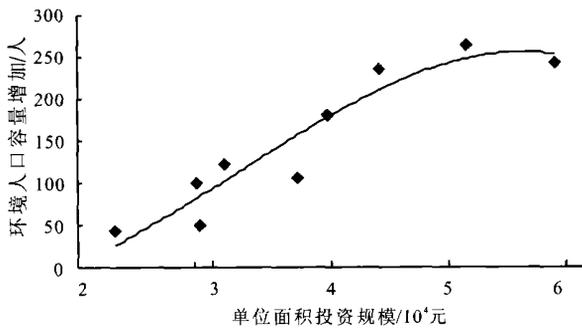


图2 投资规模与价值环境人口容量增加值回归关系

3.3.2 以价值消费标准计算的环境人口容量增加值来确定。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,由图 2 可以看出,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 万元左右时,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^2 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。

4 结论与建议

(1) 三峡库区水土流失小流域大致可以分为 6 个类型。

(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 4 类型区 9 个小流域的合理投资规模为 5.2 ~ 5.8 万元/ km^2 ,整个三峡库区可参考此投资规模进行投资治理。

(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。

[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[M].1994.320—325.
- [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,1994.5.
- [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.