

长江三峡地区人口承载力与库区移民拓展*

唐晓平, 舒克盛

(重庆工商大学 长江上游经济研究中心, 重庆 400067)

摘 要:重庆作为我国城乡统筹发展的改革试验区,已经提出“一圈两翼”的发展战略,其核心内容之一就是三峡库区的人口尽可能多地转移进主城经济圈中。那么,库区要移出多少人才算合理呢?通过建立适合三峡库区的人口承载力研究模型分析,发现三峡库区现有人口大于其人口承载力,到 2020 年前还应在现有基础上增加移民 78.84 万人。

关键词:人口承载力;非线性模型;移民拓展;长江三峡地区

中图分类号:F061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-6439(2007)03-0042-04

Carrying capacity for population in the region of Three Gorges of the Yangtze River and its immigrant expansion

TANG Xiao-ping, SHU Ke-sheng

(Yangtze Upriver Economic Research Center, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract:Chongqing, as an experimental zone for China urban-rural overall development, has pointed out "one circle two wings" development strategy, one of core contents of the strategy is to immigrate the population of Three Gorges Reservoir area into the economic circle because the nonlinear model analysis suitable for Three Gorges Reservoir Region of the Yangtze River finds that the population in Three Gorges area of Chongqing is more than the carrying capacity there and that, up to 2020, over seven hundred eighty-eight thousand and four hundred residents in Three Gorges area of Chongqing should be immigrated to other places besides present immigrants.

Key words:carrying capacity for population; nonlinear model; immigration expansion; Three Gorges area of the Yangtze River

三峡库区是指受回水影响的水库淹没区和移民搬迁、安置所涉及的行政区域,包括湖北的夷陵、兴山、秭归、巴东和重庆的巫山、巫溪、奉节、云阳、开县、万州区、忠县、石柱、丰都、武隆、涪陵区、长寿、江津市、渝北区、巴南区和重庆市区,共 20 个县(市、区),总面积约 $5.83 \times 10^4 \text{ km}^2$ (国务院长江三峡委员会, 2007)。它是长江上游经济带的重要组成部分,是长江中下游地区的生态环境屏障和西部生态环境建设的重点,是我国重要的电力供应基地和内河航运干线地区。在促进长江沿江地区的经济发展、东西部地区经济交流和西部大开发中具有十分重要的战略地位,而三峡库区经济社会发展在完成

二期蓄水和新一轮移民后又面临着新的矛盾和问题。准确测算三峡库区的人口承载力,既可以为我们进行下一轮移民的规模和方向提供参考,又对促进三峡库区的经济社会发展有着积极的意义。

一、人口承载力概念

对“人口承载力”(supporting capacity for population)的研究始于上世纪 70 年代。二战后到 60 年代初,绝大多数发达国家经历了战后婴儿潮时期。西方人口学者认为人口增长过快过猛破坏了人口与资源间的平衡,破坏了自然界生态平衡,使得人类的生存空间受到威胁。

最早提出人口承载力概念的是美国学者威廉·

* 收稿日期:2007-04-01

作者简介:唐晓平(1962—),男,重庆工商大学长江上游经济研究中心,副教授,博士,从事人口、资源与环境经济学研究。
舒克盛(1984—),男,重庆工商大学长江上游经济研究中心,硕士研究生。

福格特(William Vogt),他认为土地人口承载力就是土地提供饮食和住所的能力。随后针对这一问题,许多学者从不同的角度对人口承载力以及与之相近的“人口容量”(population capacity)概念进行了研究。罗马俱乐部关于“增长的极限”的研究报告是对全球性人口承载力及相关的资源、环境问题的最有影响的一次探讨。1976年联合国粮农组织(FAO)开始进行“发展中国家土地的潜在人口承载能力”的研究工作,到1983年分别研究了非洲、西南亚、东南亚、南美洲和中美洲117个发展中国家(不包括中国)的土地人口承载力。

我国关于这一方面的研究工作起步于20世纪80年代初,如宋健等学者在“从食品资源看我国现代化所能养育人口”、田雪原等学者在“经济发展和现代理想人口”中分别提出了我国土地资源可承载的人口数量(王宝山,等,1998)。近年,又有学者根据生物圈的能量流动,从热力学的角度对其进行了定义(史学斌,等,2006)。其中张志良提出的人口容量定义“在某区域的某一预见时段,以不损害区域环境质量和破坏资源的永续利用为前提,在保证符合其社会文化准则的物质生活水平条件和正常的经济发展速度下,地区的消费资料所能持续供生产资料所能容纳及满足个人福利的全体人口正常发展目标下的人口数量”能较全面地反映其含义(张志良,1993)。按照这种理解,人口承载力或人口容量包含有两个方面的内容:一是经济人口容量,即与经济过程协调统一的人口数量;二是环境人口容量,即区域资源可供养的人口。联合国教科文组织对人口容量所下的定义则偏重此方面。

二、人口承载力定量研究方法

国内外对土地人口承载力的研究,常采用单因子分析法、多目标决策分析法、土地资源分析法、系统动力学方法和非线性规划方法等几种方式(徐建华,1995;黄晨熹,1996)。其中,前两种方法均把某一地区的土地资源所能承载的人口上限作为承载力计算的目标,基本属于静态的研究方法;后三种分析方法则属动态研究方法。本文拟采用非线性规划方法。

根据人口容量的内涵分析,人口增长机制除受到人口种群大小(数量或密度)的调节外,还受到环境容量的制约,据此可建立数学模型:

$$\begin{cases} \frac{1}{N} \frac{dN}{dt} = f(t, N, k_{(t)}) \\ N|_{t=0} = N_0 \end{cases}$$

式中的 $N = N_{(t)}$ 表示 t 时刻的人口数量; $\frac{1}{N} \frac{dN}{dt}$ 表示人口平均增长率; $k_{(t)}$ 表示人口环境容量; t 表示时间(年份); $f(t, N, k_{(t)})$, 称为增长率函数;若选取不同的增长率函数,则可得到计算环境人口容量的各数学模型,如 Logistic 模型:

$$\begin{cases} \frac{1}{N} \frac{dN}{dt} = r \left(\frac{k-N}{k} \right) \\ N|_{t=0} = N_0 (r > 0, k > 0) \end{cases}$$

式中 r 为内禀增长率, k 为人口环境容量; $\left(\frac{k-N}{k} \right)$ 项表示环境条件的抑制作用。此方法的优点是考虑了资源的开发利用优化、匹配,且可解决系统的非线性问题,这是符合现实条件的。

三、三峡库区人口承载力预测

现有的对长江三峡地区的人口承载力研究,无论是采用土地资源分析法(徐阿生,1995;范月娇,等,2002;肖玉保,等,2005)还是“P-E-P”模型是将遥感和GIS技术运用于土地承载力研究,抑或是力图综合全面地考虑影响土地生产力的各种自然资源因素(王冰,等,2002;王鹏,等,2004),均存在着对人口数量与土地资源生产力和人们生活消费水平之间的动力学关系分析较少,对人口——土地资源系统的动态预测研究不够的问题。

中国科学院自然资源综合考察委员会为土地资源人口承载力下的定义是:“在一定生产条件下土地资源的生产能力,和一定生活水平下,所承载的人口限度。”这个概念实质上是围绕耕地——粮食——人口而展开的,它以耕地为基础,以粮食为中介,以人口容量的最终测算为目标(孟旭光,等,2006)。根据这一定义,在 Logistic 模型的基础上,应用非线性科学的理论来研究探讨土地资源人口承载力的动力学模型及其演化机制,便可较好地解决上述问题。我们在刘钦普等学者(2005)研究的基础上,建立了如下模型:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{cy} \right) \\ \frac{dy}{dt} = ael - bRx = g(x, y) \end{cases}$$

其中: x 为该区域的人口数量, r 为该区域人口数量的净增长率, 1 为该地区土地资源在一定时期内所允许的能承载人口数量的极限(即100%), c 为单位粮食数量所能供养的人口(人/kg), y 为粮食产量, cy 为土地资源的最大承受力,那么 $1 - \frac{x}{cy}$ 则表示

该地区土地资源的剩余承载力。 a 为土地资源潜力增长率, b 为人口增加和消费水平的提高对土地资源的消耗系数, R ($kg/人$)为人口生活消费水平, I (kg/hm^2)为在一定投入水平下土地的单产潜力, e (hm^2)是土地资源(耕地)数量。

根据上述方程组我们可以看到:人口随时间的变化量与人口增长率成正比,与土地的消耗量成反比。人口越多,剩余人口容量就越小,土地资源对人口约束就越强。这就是环境对人类的负反馈,从而保证“人—地”系统的平衡和稳定。同时粮食的产量与土地的生产能力呈正相关,与人类生活的消费呈负相关。

根据对上述方程组的平衡态计算,得到以下结论: $r = 4bRc$ 是系统动力学行为变化的临界点。当 $r < 4bRc$ 时,平衡态 $A\left(\frac{ael}{bR}, \frac{ael}{bcR}\right)$ 为稳定的焦点。点的动力学行为是震荡形的,即做不等幅的周期运动。此时土地资源——人口系统以缓慢不等幅周期运动的形式趋于平衡态,这一运动是符合自然界基本运动形式的。当 $r > 4bRc$ 时,平衡态 $A\left(\frac{ael}{bR}, \frac{ael}{bcR}\right)$ 为稳定的结点。结点的动力学行为是非周期的曲线或直线式的逼近运动。这种运动形式要比周期运动来得快,也就是说,当人口数量的净增长率超过 $4bRc$ 时,该系统的运动变化速度将加快,以非周期的曲线或直线式的运动形式快速地向终态演化。人类已习惯于大自然的缓慢的周期运动,快速的变化意味着灾难。

为了使计算结果更直观、更具说服力,本文引入以下两个概念作为土地人口承载力分析的基本指标:承载比(supporting ration,简称SR),即现在或未来某一阶段的实际人口量与理论上的土地人口承载力之比;承载差(supporting deference,简称SD),即人口量与承载力之差。

基于以上人口和土地资源潜力动态模型,我们结合三峡库区的实际情况,计算出三峡库区未来5年和15年人口和土地资源潜力的供求关系,从而预测出三峡库区的社会经济可持续发展情况。我们以2004年为基年,查阅相关资料,得到下列数据(见表1)。

我们利用上述方程组来预测未来三峡库区的人口和土地生产潜力。根据该地区土地资源在一定时期内所允许的能承载人口数量的极限,我们将三峡库区最大人口承载力定为2200万人;三峡库区的人

表1 2004年三峡库区粮食产量、户籍人口、耕地面积统计表

地区	粮食产量 /万吨	户籍人口数 /万人	耕地面积 /千公顷
夷陵区	18.14	51.73	24.27
秭归县	11.66	39.16	21.15
兴山县	6.76	18.52	12.89
巴东县	20.64	48.33	35.66
湖北合计	57.20	157.74	93.97
巫山县	22.50	59.45	33.51
奉节县	42.91	100.20	49.39
巫溪县	19.88	51.95	31.43
云阳县	43.88	128.75	48.79
万州区	51.36	169.7	57.74
开县	55.69	152.95	66.21
忠县	42.51	96.25	55.38
石柱县	25.59	51.45	29.35
丰都县	32.88	78.67	36.94
涪陵区	43.86	111.57	67.24
武隆县	16.98	39.84	29.65
长寿区	38.65	87.49	37.50
渝北区	25.77	84.78	29.34
巴南区	39.85	85.75	41.19
江津市	68.06	145.48	68.48
重庆市区	28.50	396.64	46.37
重庆合计	598.87	1840.92	728.51
总计	656.07	1998.66	822.48

资料来源:《2005年重庆市统计年鉴》,《2005年湖北省统计年鉴》

口净增长率为6.5%,即 $r = 6.5\%$;我们用粮食增长率来反映土地资源的潜力增长率(范月娇,等,2002),因此 $a = 1.3\%$;用耕地的减少率来反映人口增加和消费水平的提高对土地资源的消耗程度(王鹏,等,2004),即 $b = 0.053\%$ 。现将上述数据代入方程组中:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{cy}\right) = 0.0065 \times \left(1 - \frac{x}{2200}\right) \\ \frac{dy}{dt} = ael - bRx = g(x, y) = (0.013 - 0.00053)y \end{cases}$$

运用基年的数据,解出上述方程组并进行预测,可得如表2的结果:

表2 三峡库区人口与粮食发展预测

年份	按自然增长率计算			模型预测		
	总人口数 /万人	粮食产量 /万吨	人均消费 /千克	总人口数 /万人	粮食产量 /万吨	人均消费 /千克
2010	2064.47	708.94	343.40	2058.62	698.30	339.21
2020	2202.65	806.68	366.23	2123.81	791.02	372.45

依据上表结果和 SR、SD 值的定义,计算 SR、SD 值结果如表 3:

表 3 三峡库区预测年度 SR、SD 值

预测年度	承载比 SR	承载差 SD/万人
2010	1.0028	5.85
2020	1.0371	78.84

四、结论及政策建议

将上述数据代入平衡态的计算,得到: $4bRc=4b=2.12\%$,而 $r=6.5\%$,因此 $r>4bRc$,系统处于非平衡状态。这说明三峡库区的人口增长率过高,使得系统以非周期的曲线或直线的方式快速向终态演化。在这种环境下,人类的生存和发展都面临严重的挑战,必须采取措施降低增长率。

从表 2、表 3 中我们可以看到,若人口自然增长率仍维持在目前的水平上,到 2010 年,SR 值超过了 1,人地关系呈不良状况,SD 值会达到 5.85 万人,此时根据人均消费水平,只能达到温饱型标准。若不采取有效措施任其发展的话,到 2020 年 SR 值达 1.0371,人地关系相当紧张,此时 SD 值为 78.84 万人,接近一个特大城市人口的规模,此时人均消费仍未达到 400 千克/人的宽裕型标准。

三峡库区移民安置基础非常薄弱,本身面临着自然资源匮乏、二元经济结构突出、城市化水平不高等三大问题。通过十几年的搬迁,三峡库区的移民已经超过 120 万人。这些移民中除了 14 万余人搬迁到了沿海和中部其他省市外,其余的 100 余万移民通过就地后靠、市(省)内外迁的形式,在三峡库区和市(省)内实现了搬迁安置(张桂林,等,2006)。

为保障三峡库区的自然生态环境和库区经济的可持续发展,我们认为现有移民数量仍不能满足环境的要求,必须进行移民拓展。根据模型预测结果,在控制人口自然增长率的同时,我们还应在 2010 年前再移民 5.85 万人以上,而到 2020 年前移民 78.84 万人以上。

参考文献:

- [1] 国务院长江三峡委员会. 库区 20 个县[EB]. <http://www.3g.gov.cn/2007-03-22>.
- [2] 王宝山,丁安民,王赞国. 区域土地人口承载力预测模型研究[J]. 焦作工学院学报,1998,3,17(2):121-125.
- [3] 史学斌,武涛,武辉. 人口容量与适度人口的热力学解释[J]. 西北人口,2006(1):2-9.
- [4] 张志良. 人口承载力与人口迁移[M]. 兰州:甘肃科学技术出版社,1993:52-76.
- [5] 徐建华. 论人口容量及研究方法[J]. 地理学与国土研究,1995,8,11(3):11-16.
- [6] 黄晨熹. 人口容量研究:回顾与展望[J]. 地域研究与开发,1996,9,15(3):10-14.
- [7] 孟旭光,吕宾,安翠娟. 应重视和加强土地承载力评价研究[J]. 技术经济研究,2006(2):38-40.
- [8] 范月娇. 三峡库区的土地人口承载力[J]. 国土与自然资源研究,2002(3):10-12.
- [9] 徐阿生. 三峡库区土地人口承载量及移民环境容量探究[J]. 人民长江,1995,5,26(5):47-51.
- [10] 肖玉保,齐实,冯明汉,赵阳. “长治”工程对三峡库区环境人口容量的影响[J]. 水土保持研究,2005,10,12(5):229-231.
- [11] 王冰,黄岱. 三峡库区可持续发展的环境人口容量分析[J]. 中国人口科学,2002(2):68-74.
- [12] 王鹏,曹学章,董杰. 三峡库区土地利用变化的特征与趋势[J]. 资源开发与市场,2004,20(6):433-435.
- [13] 刘钦普,林振山,冯年华. 土地资源人口承载力动力学模拟和应用[J]. 南京师大学报(自然科学版),2005,28(4):114-118.
- [14] 扬子生. 大理市土地资源人口承载力之研究[J]. 云南大学学报(自然科学版),1994,15(1):40-47.
- [15] 张桂林. 三峡移民总数最终达到 140 万,搬迁已完成总量 85%[EB]. <http://news.sohu.com/20061001/n245629889.shtml>. 2006-12-30.
- [16] 王长生. 关于建立长江三峡国家地质公园的初步设想[J]. 重庆工商大学学报(西部经济论坛),2003(5).

(责任编辑:弘流;责任校对:段文娟)