

水库库周区土地极限承载力分析方法及应用

陈晓楠^{1,2},施国庆^{1,2},赵言文¹,余文学^{1,2}

(1.河海大学水文水资源与水利工程国家科学重点实验室,江苏 南京 210098;
2.河海大学国土管理研究所,江苏 南京 210098)

摘要 提出水库库周区土地极限人口承载力分析方法,即从确保水库库周区恢复自我发展能力的角度出发,结合水库库周区的特点,依据库周区自然资源状况、社会经济发展水平及长期发展战略,以人均纯收入为土地极限承载力预测分析主要定量分析指标,采用一元线性回归法、时间序列趋势外推法、频率曲线、3 次样条插值法对投入产出、收入目标和人口增长进行综合预测,建立数学模型,计算土地生产潜力.以沅陵县五强溪库区为例,分析 2011 水平年各村土地极限人口承载力.

关键词 水库移民安置 土地极限人口承载力 数学模型 五强溪库区

中图分类号 :F301.24 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2006)05-0587-05

在移民安置规划决策中,水库库周区^①土地承载人口能力,即土地资源能供养人口数量,以及提高承载力的可能性与具体途径等是必须考虑的重要问题.土地极限人口承载力作为移民安置的限制因素之一,其研究不仅关系到移民规划的制定,更关系到当地社会稳定、经济发展、生态环境保护等诸多方面.

按照联合国教科文组织(UNESCO)的定义,一个国家或地区的土地人口承载力是指在可预见时期内,利用当地的能源和其他自然资源以及智力、技术等,在保证与其社会文化准则相符的物质生活水平下所能持续供养的人口数量.一般地,计算公式为

$$\text{土地人口承载力} = \text{土地资源的生产潜力} / \text{人均食物消费水平}$$

然而,对土地人口承载力的理解不同,以及用以估算的各项参数的不确定性,如土地资源潜在的生产能力、人均食物消费水平、科技进步和社会经济发展等,直接影响了土地人口承载力研究成果的一致性和精确的程度^[1].

由于水库工程绝大多数都建在相对偏僻的山区,而水库淹没的通常是河道两岸大量农民长期耕种、具有较好水利条件、经济效益较高、相对肥沃的土地,所以淹没之后的库周区剩余土地数量少、相对瘦薄、质量较差、效益较低^[2].根据“土地的极限(理想)人口承载量是在假设影响土地生产力的自然因素均处于最优状态,资源管理近乎尽善尽美的理想情况下,土地的粮食产出所能供养的最大人口限度”^[3]的思想,应基于保证移民的生活水平能动态(考虑社会经济正常发展)恢复到搬迁前同等水平和摆脱贫困这 2 个前提条件,来计算水库库周区的土地极限人口承载力.

本文依据水库库周区的特点,依靠移民所能达到的新增收入水平这一主要参数,通过土地各种资源的生产效益潜力计算模型,提出一种水库库周区土地极限人口承载力的分析方法.

1 水库库周区土地极限人口承载力预测工作程序

本文在对水库库周区进行实地调查的基础上,处理分析调查资料,并建立模型,进行优化设计,计算土地极限人口承载力,其计算过程见图 1.

1.1 土地资源现状分析

由于库周区各乡镇自然地理位置和交通、信息、流通市场的差异,其自然资源、社会资源的种类和开发价值不同^[4].

收稿日期 2005-03-29
基金项目 教育部人文科学研究资助项目(05JAZH007)
作者简介 陈晓楠(1982—),男,福建厦门人,博士研究生,主要从事移民科学与管理研究.
① 水库库周区可按水库库首之上至库尾之下的汇流范围内受影响的行政单位(一般以村为单位)所划定的地界确定.

1.2 生产项目投入产出分析

在分析调查库区生产发展水平现状和潜力的基础上，采用理论与实践相结合的方法，预测分析种植业、林果业、水产业、畜牧业和工副业不同品种(项目)的投入和产出情况，确定各种方式的投入值和产出值。

1.3 库区人口预测

根据统计资料或调查数据，运用回归分析等统计方法，推算未来计算时点的地区人口数量。

1.4 收入恢复目标值预测

《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》^①规定，“移民安置与库区建设、资源开发、水土保持、经济发展相结合，逐步使移民生活达到或超过原有水平”。受水库淹没搬迁影响，移民在搬迁前后生活水平会有显著变化。因此考虑收入是否恢复时，不仅要考虑静态绝对值的恢复，而且要考虑动态的恢复。

1.5 土地资源生产效益潜力计算模型

估算土地资源生产效益潜力是计算人口承载量的基础。

1.5.1 目标函数^[5-6]

净产值最大：

$$\max V = \sum P_i (A_j + B_k + C_l + D_m + E_n)$$
 (1)

式中： V ——新增效益(土地资源生产效益潜力)； P_i ——第 i 种生产项目的年净产值； A_j ——第 j 种作物的种植面积； B_k ——第 k 种林果品种的种植面积； C_l ——第 l 种水产的养殖面积； D_m ——第 m 种牲畜的饲养数； E_n ——第 n 种工副业的项目数。

1.5.2 约束条件

a. 非负约束：

$$A_j \geq 0 \quad B_k \geq 0 \quad C_l \geq 0 \quad D_m \geq 0 \quad E_n \geq 0$$
 (2)

b. 可利用土地面积约束：

$$\sum A_j \leq W \quad \sum B_k \leq X \quad \sum C_l \leq Y$$
 (3)

式中： W ——可利用耕地总面积； X ——可利用林地、果园、茶园总面积； Y ——可用于养殖的水面总面积。

c. 各种作物和果粮种植面积、各种水产养殖面积约束：

$$F_{j0} \leq \sum Q_j A_j \leq F_{j1} \quad F_{k0} \leq \sum Q_k B_k \leq F_{k1} \quad F_{l0} \leq \sum Q_l C_l \leq F_{l1}$$
 (4)

式中： Q_j, Q_k, Q_l ——第 j, k, l 种生产方式中，种植或养殖含该品种时取值为 1，否则取值为 0； $F_{j0}, F_{j1}, F_{k0}, F_{k1}, F_{l0}, F_{l1}$ ——第 j, k, l 品种种植或养殖面积的上下限值，主要根据土地资源和市场状况等因素确定。

d. 某种牲畜数量约束：

$$D_{m0} \leq D_m \leq D_{m1}$$
 (5)

式中： D_{m0}, D_{m1} 分别为第 m 种牲畜饲养数量的上、下限值，一般根据饲料总量和当地基本需求养殖规模等因素确定。

e. 某种工副业项目数量的约束：

$$E_{n0} \leq E_n \leq E_{n1}$$
 (6)

式中 E_{n0}, E_{n1} 分别为第 n 种工副业项目数量的上、下限值，主要根据当地的农产品产量规模和交通状况等因素确定。

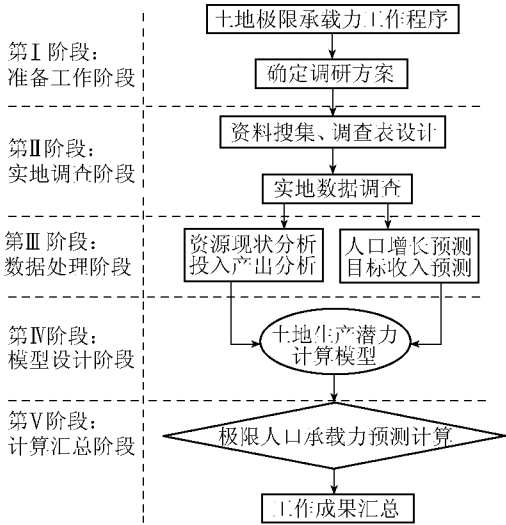


图 1 水库库周区土地极限承载力预测工作流程

Fig.1 Flow chart for prediction of ultimate population carrying capacity of land in reservoir area

① 国务院.大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例.1991.

f. 劳动力约束：

$$\sum G_j A_j + \sum G_k B_k + \sum G_l C_l + \sum G_m D_m + \sum G_n E_n \leq Z \tag{7}$$

式中： G_j ——第 j 种作物单位面积年工日数； G_k ——第 k 种林果品种单位面积年工日数； G_l ——第 l 种水产养殖单位面积年工日数； G_m ——第 m 种畜牧品种在生长期所需花费的工日数； G_n ——第 n 种工副业项目正常生产每年所需的工日数； Z ——总人口可提供的劳动力年工日数。

1.6 土地极限人口承载力计算

极限人口承载力由式(8),(9)估算：

$$P_t = (V + P_0 I_0) / I_1 \quad (P_1 I_1 \leq V + P_0 I_0) \tag{8}$$

$$P_t = V / (I_1 - P_0 I_0 / P_1) \quad (P_1 I_1 > V + P_0 I_0) \tag{9}$$

式中： V ——移民村土地生产效益潜力； P_t ——库周区土地极限人口承载力； P_0, P_1 ——库周区现有人口和未来计算时点的预测人口； I_0, I_1 ——库周区现有人均纯收入和未来计算时点的恢复收入目标值。

2 应用案例

2.1 工程简介

五强溪水电站位于湖南省沅陵县境内的沅水干流,是湖南省目前最大的电源点,也是我国‘七五’计划的重点工程之一.五强溪库区淹没影响的沅陵、泸溪和辰溪 3 县 23 个乡镇以及沅陵、泸溪 2 个县城.水库淹没耕地 2940 hm²,淹没影响人口 96639 人(1994 年底),其中沅陵县淹没耕地占总淹没数的 96.79%.需进行生产安置 53311 人,占需安置人口数的 92.79%.淹没影响沅陵的 20 个乡镇 130 个村,其中以粮食生产为主的有 124 个村,以商品蔬菜为主的有 4 个村,另有 2 个村淹没影响轻微.沅陵县移民人口 75172 人(2002 年底),为主要库区县.为了制定水库移民安置 2 次搬迁和后期扶持规划,需进行沅陵县五强溪库周区土地极限人口承载力研究.

2.2 库周区土地资源现状分析

对沅陵县 20 个乡镇中 130 个村的 623 个组进行社会经济调查,基本摸清了库区社会经济、自然资源现状,移民意愿,乡村组规划设想等内容.资源现状调查结果详图 2.

由图 2 可见,沅陵县库区可利用荒地资源、林地资源和养殖水面资源相对丰富,具有较大的生产开发潜力.但部分村人均可持续开发利用资源占有量较少,分布不均,只能通过异地开发方式解决.

2.3 生产项目投入产出分析

根据沅陵县传统的生产方式和库区 1986 年以来的统计年鉴,结合县农业局的调查结果,依据库区的实际情况确定产品和生产要素投入的价格,预测种植业、林果业、畜牧业、水产养殖业和工副业各品种的单产.

2.4 沅陵县库区人口预测

根据沅陵县库区 20 个乡镇 1992~2002 年的人口统计资料,用回归分析法得出各乡的人口预测回归方程式：

$$Y = a_i e^{b_i T} \tag{10}$$

式中： Y ——预测末年人口数量； a_i, b_i ——第 i 乡人口预测回归方程参数； T ——预测末年的年份.

将 130 个村分别代入对应乡镇的回归方程,得 2011 年沅陵县移民村预测总人口为 80548 人.

2.5 收入恢复目标值预测^[7]

2.5.1 考虑动态恢复的收入目标

根据沅陵县的人均纯收入统计资料(1980~2002 年),选取沅陵县不受淹没或征地拆迁影响的 26 个非库区乡作为参照系.假定搬迁前、搬迁后 130 个移民村人均纯收入在当地 26 个非库区乡(不受搬迁影响的参照系)人均纯收入的相对位置(用频率曲线描述)保持不变,确定搬迁后 130 个移民村人均纯收入的目标值.

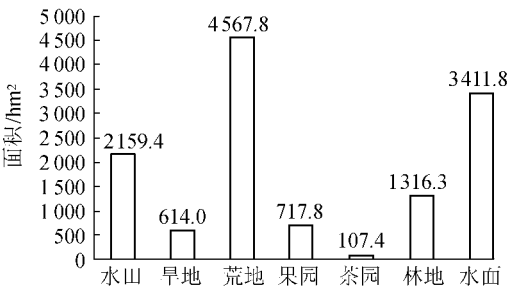


图 2 沅陵县土地资源现状

Fig.2 Current situation of land resource of Yuanling County

以沅陵县 26 个没有搬迁的乡镇基准年 1986 年人均纯收入确定基准年的频率曲线. 将 130 个移民村的人均纯收入代入 3 次样条插值函数程序^[8], 求出其基准年的频率. 根据长系列(1980~2002 年)参照系各乡镇人均纯收入值, 对各乡镇进行回归分析, 预测 2011 年参照系各乡镇的人均纯收入值, 即图 3 中 2011 年预测值. 再由预测所得参照系各乡镇的人均纯收入值确定中长期的频率曲线, 如图 3 所示. 按照相对位置保持不变的原则, 将各移民村的频率代入 3 次样条插值函数程序, 预测 130 个移民村收入的中长期目标值.

2.5.2 考虑脱贫的收入目标

上述方法计算出的移民村后期扶持规划收入目标值是考虑了横向比较后的动态恢复目标. 如果进一步考虑脱贫目标, 预测后期扶持规划水平年 2011 年的贫困线, 则移民收入的目标值不应低于规划水平年当年的贫困线. 根据 1982~2002 年国家贫困线历史资料, 采用二次多项式曲线拟合, 并趋势外推. 回归方程为

$$Y = 1.5402X^2 + 6.1518X + 273.59 \qquad R^2 = 0.998$$

(11)

预测结果 2011 年贫困线为 1428 元, 取整数确定为 1400 元.

2.5.3 综合考虑动态恢复与脱贫收入目标值的确定

考虑动态恢复的收入目标值如果低于贫困线, 则脱贫的目标没有实现, 因此要综合考虑恢复和脱贫双重目标. 采用频率法预测的 2011 年目标值, 如果低于贫困线 1400 元, 则目标提高至 1400 元, 高于 1400 元, 则目标值不变.

2.6 库周区土地极限人口承载力估算

根据式(1)求出各村的新增效益, 再用式(8), (9) 求出 130 个移民村的土地极限人口承载量, 逐级汇总到乡, 结果见表 1.

由表 1(乡镇级)可见, 沅陵县库区 2011 水平年总人口承载量为 132 343 人, 预测人口为 80 548 人, 说明库区乡镇土地人口承载总量完全能满足人口发展的需要, 但是分布不均. 在 20 个库区乡镇 130 个库区村中, 有 6 个乡 44 个村的人口承载量低于预测的人口数, 处于超载状态. 有 44 个村 17 279 人(2002 年水平)需要异地搬迁安置, 这些村主要集中在白田乡、北溶乡、丑溪口乡、太常乡、乌宿乡和沅陵镇, 占需外迁总人数的 88.8%.

根据实例计算的结果, 由五强溪水库引起的沅陵县的移民问题可以在该县完全解决, 但必须跨乡、跨村进行, 实际操作有待于进一步规划安置.

3 结 语

从发展的观点看, 一般水库库区的水产、林果、畜牧业具有较大的发展潜力, 应该改变移民的思想观念, 促进农、林、牧、副、渔相结合的大农业生产, 提高移民生活水平.

土地资源的极限人口承载力是有界的, 如果不进行极限人口承载力分析而随意进行规划, 在规划完成后, 移民生产生活将存在风险. 水库库周区的土地极限人口承载力是动态变化的, 要提高承载力, 应从提高土地的合理利用程度及改变生产方式、提高劳动生产率、进行外出劳务输出培训等方面着手.

通常, 水库库周区的耕地资源较少, 依靠粮食产量来估计承载力得到的结果与现实情况差距较大. 本文在计算过程中, 只考虑了主要参数, 对其他参数, 如近年实物指标增长、物价上涨等对价格的影响考虑较少, 但是在土地生产潜力的计算过程中留有一定余地.

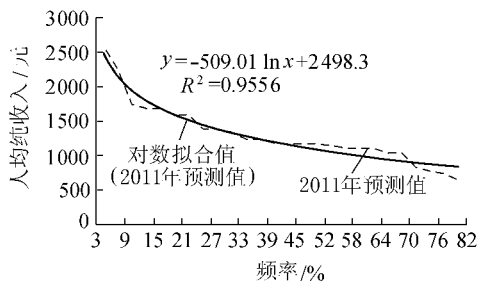


图3 2011 年非库区乡频率曲线
Fig.3 Frequency curve for non-reservoir area in Yuanling County for 2011

表 1 2011 年沅陵县土地极限人口承载力计算结果
Table 1 Calculated result of ultimate population carrying capacity of land of Yuanling County for 2011

乡 名	承载人口/人	预测人口/人	乡 名	承载人口/人	预测人口/人
白田乡	4414	5510	棋坪乡	1872	2412
北溶乡	10884	7294	清浪乡	12047	4141
陈家滩乡	16974	6758	沙金滩乡	350	505
丑溪口乡	1844	5204	深溪口乡	5063	4025
高坪乡	4042	2850	舒溪口乡	18275	9072
苦藤铺乡	9764	5519	太常乡	6872	6746
落鹤坪乡	2063	309	乌宿乡	18324	6831
落坪乡	1419	438	肖家桥乡	15901	6126
楠木铺乡	154	170	沅陵镇	342	5819
七甲坪乡	200	124	郑家乡	1539	695

参考文献：

[1] 封志明.土地承载力研究的过去、现在与未来[J].中国土地科学,1994,8(3) 1-9.
[2] 苏青,施国庆,余文学.水库移民置换安置方式研究[J].河海大学学报·哲学社会科学版,2001,3(4) 28-32.
[3] 丁树谦.土地人口承载力研究与实践[J].国土与自然资源研究,2003(1) 58-59.
[4] 张俊生.认真编制水库移民规划 解决好移民遗留问题[J].海河水利,2002(1) 42-43.
[5] 吴宗法,杨世港,谈采田.移民安置区土地承载力研究[J].河海大学学报·自然科学版,1999,27(4) 39-44.
[6] 邱元锋,罗金耀.移民安置区土地资源及人口承载量研究[J].中国农村水利水电,2002,35(6) 50-52.
[7] 陈绍军,施国庆,胡非凡,等.水库移民收入恢复目标值的确定方法与探讨[J].河海大学学报·自然科学版,2004,32(3) 336-339.
[8] 冯天祥.两类三次样条插值函数的统一解法[J].西南交通大学学报,2003,38(4) 450-453.

Method for analysis of ultimate population carrying capacity
of land in reservoir area and its application

CHEN Xiao-nan^{1,2}, SHI Guo-qing^{1,2}, ZHAO Yan-wen¹, YU Wen-xue^{1,2}

(1. State Key Laboratory of Hydrology-Water Resources and Hydraulic Engineering,
Hohai University, Nanjing 210098, China ;

2. The Territory Management Research Institute, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract For recovery of self-development capacity of reservoir area, the method for analysis of the ultimate population carrying capacity of the land in this area is put forward based on the characteristics of this area, including the situation of natural resources, the level of social economic development and the strategy for its development. With the net income per capita taken as the primary index for quantitative prediction and analysis, the unary linear regression, time series analysis, frequency curve, and cubic spline interpolation function are adopted for comprehensive prediction of input-output, target income, and population increment, and finally, a mathematical model for calculating the land potential productivity is developed. As a case study, the ultimate population carrying capacity for each village in Wuqiangxi reservoir area of Yuanling County for 2011 is calculated.

Key words :reservoir resettlement ; ultimate population carrying capacity of land ; mathematical model ; Wuqiangxi reservoir area