

# 耕地保护规模测算方法研究

——以湖北省为例

龚健<sup>1,2</sup>, 刘耀林<sup>1</sup>, 陈年山<sup>1,3</sup>

(1. 武汉大学 资源与环境科学学院, 湖北 武汉 430079; 2. 中国地质大学(武汉) 资源学院, 湖北 武汉 430074; 3. 湖北省国土资源厅, 湖北 武汉 430070)

**摘要:**目前,土地利用总体规划中预测耕地保护规模,主要是通过粮食作物需求量来预测耕地的需求量,然后根据耕地的供给量来分析供需平衡,确定耕地保护的规模。测算方法存在方法单一、科学性不强、预测性不够等缺点,不能较好的预测未来耕地变化趋势。在湖北省土地利用总体规划修编专题研究中,为了避免上述方法带来的缺陷,采用了基于粮食安全需求预测方法、趋势外推法、剩余法和社会经济目标预测法等来测算耕地保护的规模,然后定性的分析各种方法的准确性,并分别赋予每种方法预测结果不同的权重综合确定耕地保护规模。

**关键词:**耕地保护;规模测算;粮食安全;趋势外推法

**中图分类号:**F301.21(263)

**文献标识码:**A

耕地是土地的精华,是农业最为基本的生产资料。国民经济和社会的稳定及健康持续发展都离不开耕地的合理开发和利用,尤其像中国这样一个典型的对土地高度依赖的农业大国,耕地的地位与作用更显得特别重要。随着经济社会的快速发展,农业结构调整、工业化与城镇化的整体推进以及生态环境保护与建设等均对耕地资源产生了巨大需求,而我国入世又加剧了这种需求,从而使耕地保护的形

势严峻,耕地保护的任务任重而道远。在这种背景下,对我国耕地保护的规模测算和耕地保护政策进行深入研究,无疑是十分必要的。

## 一、耕地保护规模测算方法综述

由于我国开展土地利用总体规划的时间较晚,已经实施的第一轮、第二轮土地利用总体规划都没有较深入的研究耕地保护规模测算方法。目前土地利用总体规划中预测耕地保护规模主要是通过粮食作物需求量预测耕地的需求量,然后根据耕地的供给量分析供需平衡,确定耕地保护的规模<sup>[1]</sup>。

根据原国家土地管理局 1996 年印发的《县级土地利用总体规划编制规程》,耕地需求量预测方法如下:

首先确定规划目标年各类农作物产品需求量和预测各类农作物耕地单产,然后结合当地的耕作制度求各类农作物的耕地需求量之和<sup>[2]</sup>。

耕地需求量的计算公式为:

$$C = \sum_{i=1}^m D_i / A_i \quad (i=1, 2, 3, \dots, m) \quad (1)$$

式中: $C$ 为规划目标年耕地需求量; $D_i$ 为第 $i$ 种农作物产品需求量,可根据粮食或农业部门的规划而确定; $A_i$ 为第 $i$ 种农作物耕地亩产,根据实际情况采用

收稿日期:2006-08-22;改回日期:2006-10-08

基金项目:国家重点基础研究计划(973 计划)——长江流域水沙及环境变化特征信息监测反馈(2003CB415205)

作者简介:龚健(1977-),男,讲师,从事土地资源管理、土地利用规划的教学和科研工作。

平均增长法、回归预测法或增产因素法进行预测。为简化运算,可先计算播种面积占总播种面积 5%以上的各类农作物对耕地的需求量,然后按比例确定其余农作物对耕地的需求量。

这种耕地保护规模测算方法存在以下几个问题:①以粮食需求测算的耕地保护规模是最低耕地保有量,对于耕地资源丰富的地区按此种方法测算耕地保护规模,国家的粮食安全将难以实现;②对于经济发达而耕地资源缺乏的地区,现状耕地数量小于耕地需求量,若按这种方法测算耕地保护规模,耕地保护目标不可能实现;③测算方法没有考虑国民经济建设发展的需要,离开社会经济发展的现实情况简单测算耕地保护规模,耕地保护目标也没有太多的实际意义。

## 二、耕地保护规模测算方法研究

### (一)研究区域背景

湖北省是全国重要的粮棉油生产基地,根据 2004 年湖北省土地利用变更调查数据,土地总面积为  $1859 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,耕地面积  $469.10 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,占土地总面积的 25.23%,占全国耕地面积的 3.83%;人均耕地面积  $0.078 \text{hm}^2/\text{人}$ ,2004 年耕地面积相比上轮规划基期年 1996 年净减  $25.85 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,耕地减少的去向主要是:①农业结构调整与生态退耕  $265964.21 \text{hm}^2$ ,占耕地减少数量的 85.32%;②各类建设占用耕地  $40010.9 \text{hm}^2$ ,占耕地减少数量的 12.84%;③退耕为其他土地  $5746 \text{hm}^2$ ,占耕地减少数量的 1.84%;共计减少耕地  $311721.1 \text{hm}^2$ 。除了国家政策性生态退耕以外,湖北省耕地减少的主要去向是农业结构调整和非农建设占用。耕地总体质量不高、生产力的区域差异显著、耕地减少速度快、后备耕地资源匮乏、粗放经营、浪费严重等因素严重制约和影响了湖北省社会经济持续、快速、健康发展。

### (二)耕地保护规模测算方法设计

当前耕地保护规模测算方法存在方法单一、科学性不强、预测性不够等缺点,不能较好的预测未来耕地变化趋势。在湖北省土地利用总体规划修编专题研究中,为了避免上述方法存在的缺陷,

采用了基于粮食安全需求预测方法、趋势外推法、剩余法和社会经济目标预测法等来测算耕地保护的规模,然后定性的分析各种方法的准确性,并分别赋予每种方法预测结果不同的权重综合确定耕地保护规模。

### (三)耕地保护规模测算方法研究

#### 1.粮食安全需求预测法。

##### 人口预测

从总的趋势来看,湖北省人口总规模将持续扩大,育龄妇女人数不断增多,预计高峰期出现在 21 世纪 30 年代。自然增长率呈降低趋势,由于科技进步,社会发展,人均寿命将持续提高,人口死亡率将降低,整个社会向老龄化方向发展。城镇化水平在经济发展的推动下逐步提高,人口素质亦稳步提高。

(1)自然增长率法预测<sup>[3~4]</sup>。根据《湖北省国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》,“十一五”期间人口自然增长率控制在 6‰ 以内,总人口控制在 6570 万人以下。若以 2004 年的 6016.10 万人为基数,则至 2010 年人口将达 6220 万人,再以此为基数,以 6‰ 的年均自然增长率,至 2020 年人口总数将达 6603.44 万人。计算过程如下:

$$P_{2010} = 6016.10 \times (1 + 6\%)^6 = 6220.00 (\text{万人})$$

$$P_{2020} = 6220.00 \times (1 + 6\%)^{10} = 6603.44 (\text{万人})$$

(2)总和生育率法预测。根据湖北省计划生育委员会采用的总和生育率法对全省总人口及各地、市、州总人口进行预测,至 2010 年,全省人口将达 6232.05 万人,2020 年全省总人口为 6613.80 万人,人口最高峰出现在 2034 年,峰值为 7331 万人。

(3)规划期各主要年份总人口预测值的确定。以上两种方法预测结果比较接近,说明可信度较高。依据人口现状及发展态势的分析和规划期人口状况的预测,为保证规划的弹性,采取充分考虑人口增长的原则,确定 2010 年,2020 年全省总人口预测值分别为 6226.05 万人和 6608.62 万人。

##### 粮食需求数量预测

(1)人口粮食需求量(包括人口粮食消费量、饲料粮需求量、工业用粮以及种子用粮)。根据中国粮食行业协会对粮食消费需求的研究,2010 年全国粮

食需求量(包括人口粮食消费量、饲料粮需求量、工业用粮以及种子用粮)为 380kg/人,2020 年粮食需求量为 400kg/人。其中 2010 年和 2020 年口粮分别为 180kg/人、165kg/人。

前述人口预测确定 2010 年、2020 年全省总人口预测值分别为 6226.05 万人、6608.62 万人。用人口总数乘以人均需求量,从而求得只考虑粮食自给自足情况下湖北省粮食需求量。2010 年和 2020 年人口粮食需求量分别为  $2412.47 \times 10^4 \text{ t}$  和  $2678.54 \times 10^4 \text{ t}$ 。

(2)粮食调出量。湖北省是产粮大省,据统计资料,近三年调往省外的粮食平均为  $200 \times 10^4 \text{ t/年}$ ,按国家的有关要求,净调出地区其调出量应保证有增无减,调出量原则上接近三年平均调出量的  $(1+13\%)^n$  倍计。2010 年粮食净调出量为:

$$200 \times (1+13\%)^{14} = 239.64 \times 10^4 \text{ t}$$

2020 年粮食净调出量为:

$$200 \times (1+13\%)^{24} = 272.68 \times 10^4 \text{ t}.$$

(3)粮食安全下湖北省粮食总需求量。在粮食自给自足情况下,2010 年、2020 年人口粮食需求量分别为  $2412.47 \times 10^4 \text{ t}$  和  $2678.54 \times 10^4 \text{ t}$ ;考虑国家粮食安全,2010 年、2020 年湖北省粮食调出量为  $239.64 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $272.68 \times 10^4 \text{ t}$ 。考虑上述各项因素,2010、2020 年湖北省粮食需求量为:  $2652.11 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $2951.22 \times 10^4 \text{ t}$ 。

#### 相关指数测算

(1) 湖北省粮食作物单产水平预测。根据

1994-2004 年的单产水平(表 1)进行曲线拟合,回归模型如下:

$$Y = 3.5227X^2 + 12.25X + 5066.5 \quad (2)$$

式中:  $X$  为年次;  $Y$  为粮食单产。

表 1 1994-2004 年湖北省粮食作物单产<sup>[5]</sup>

年份	粮食单产 (kg / hm <sup>2</sup> )	年份	粮食单产 (kg / hm <sup>2</sup> )
1994	5010	1999	5250
1995	5160	2001	5325
1996	5085	2002	5265
1997	5325	2003	5400
1998	5220	2004	5655

用回归分析模型预测 2010 年和 2020 年的粮食单产为  $6164.25 \text{ kg/hm}^2$ 、 $6491.55 \text{ kg/hm}^2$ 。

(2)粮食作物复种指数预测。根据湖北省农村统计年鉴 2002-2004 年粮食作物播种面积和耕地面积测算的粮食作物复种指数分别为:151.13%、151.47%和 152.55%,其平均值为 151.71%。由于湖北省是国家主要的商品粮生产基地,经过几千年的开发和耕作,其粮食作物复种指数已经达到了很高的水平,短期内不可能再有很大提高,故以近三种粮食作物复种指数的平均值为基数,考虑农业经济和农业技术水平的发展,取 2010 年和 2020 年粮食作物复种指数为 152%和 154%。

(3)其他农作物播种面积比重。根据湖北省历年其他农作物播种面积在总播种面积的比重(表 2),对历年数据进行拟合,其模型如下:

$$Y = 0.0004X^2 + 0.0006X + 0.1934 \quad (3)$$

表 2 1994-2004 年湖北省其他农作物播种面积比重<sup>[5]</sup>

年份	农作物总播种面积 (10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup> )	棉花播种面积 (10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup> )	油料播种面积 (10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup> )	其他作物播种面积 (10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup> )	粮食作物以外 农作物占的比重
1994	718.13	49.73	82.33	11.73	0.20
1995	741.40	50.20	104.73	11.53	0.22
1996	757.87	47.40	105.93	12.33	0.22
1997	773.93	48.07	103.87	14.80	0.22
1998	769.60	43.13	112.87	11.27	0.22
1999	778.87	31.07	128.27	11.67	0.22
2000	758.40	31.80	150.33	11.93	0.26
2001	748.87	34.67	146.53	10.60	0.26
2002	728.13	28.67	150.73	10.80	0.26
2003	715.33	35.53	150.60	9.87	0.27
2004	715.60	40.80	147.60	8.87	0.28

式中: $X$ 为年次; $Y$ 为其它农作物播种面积的比例。

由于湖北省是国家粮食主产区,生产条件优越,粮食尤其是稻谷生产具有比较优势;加之国家为实现粮食安全未来对粮食主产区的政策扶持,湖北省的粮食播种面积不会如模型预测的趋势下降太大。综合模型预测和上述分析确定2010年和2020年的除粮食以外的其他农作物占农作物播种面积的比例分别为0.3和0.32。

#### 基于粮食安全需求的耕地保护规模预测

依据粮食作物总需求量、粮食作物复种指数和粮食经济作物比例,计算阶段年和目标年耕地需求量<sup>[6]</sup>。

$$S = \frac{q}{p * f * (1 - k)} \quad (4)$$

式中: $S$ 为耕地需求量; $q$ 为粮食作物总需求量; $p$ 为粮食作物单产; $f$ 为粮食作物复种指数; $k$ 为其他作物播种面积比重。

将粮食总需求量、粮食作物单产的播种面积、复种指数以及其他农作物播种面积占总播种面积的比重代入公式即可求出耕地需求量。根据对湖北省粮食安全分析和基于粮食安全需求的耕地需求量预测,测算阶段年2010年和目标年2020年耕地需求量分别为 $397.26 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 和 $428.97 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (表3)。

表3 基于粮食安全需求的耕地保护规模预测

项目	2010年	2020年
人口(万人)	6226.05	6608.62
人均粮食需求(kg/人)	380	400
粮食总需求量( $10^4 \text{ t}$ )	2605.54	2916.13
粮食作物单产( $\text{t}/\text{hm}^2$ )	6.16425	6.49155
粮食作物播种面积( $10^4 \text{ hm}^2$ )	422.69	449.22
粮食复种指数	1.52	1.54
粮食作物占种植面积比重	0.3	0.32
耕地保护规模( $10^4 \text{ hm}^2$ )	397.26	428.97

2.趋势外推法。任何事物的发展从长远趋势看都具有一定的数理变化规律,耕地变化也是如此,基于趋势外推法的耕地需求量预测是通过耕地变化的趋势模拟耕地变化规律预测规划目标年耕地需求量(表4)。

表4 湖北省1996-2004年耕地面积变化情况

年份	耕地需求量( $\text{hm}^2$ )	年份	耕地需求量( $\text{hm}^2$ )
1996	4949535	2001	4905489
1997	4947502	2002	4820462
1998	4945078	2003	4718081
1999	4931035	2004	4690986
2000	4921637		

数据来源:湖北省1996-2004年土地利用现状变更调查数据。

根据历年湖北省耕地面积变化情况,绘制散点图(图1)。根据历年耕地面积变化趋势采用指数曲线进行外推。预测公式为:

$$y = 5039629 * e^{-0.0069t} \quad (5)$$

式中: $y$ 为耕地面积; $t$ 为年次。

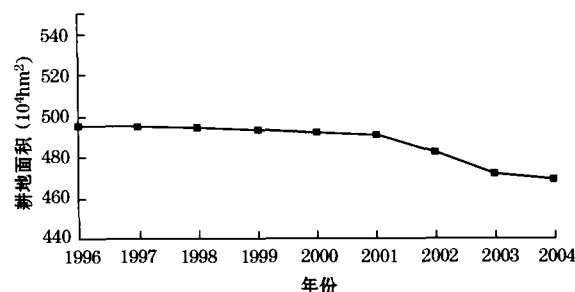


图1 1996-2004年湖北省耕地变化趋势

计算可得2010年和2020年全省耕地保有量为 $4567357.67 \text{ hm}^2$ 和 $4234485 \text{ hm}^2$ 。

3.剩余法。基于剩余法的耕地保护规模测算主要是基于耕地转用和耕地补充数量,确定耕地保护规模量。根据2004年湖北省土地利用现状变更调查数据,耕地总量为 $469.10 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,人均耕地数量为 $0.078 \text{ hm}^2$ 。

(1)耕地转用面积。根据湖北省农业结构调整、生态退耕和建设占用等相关专题研究结果,预测2005-2010年湖北省耕地和基本农田转用面积累计达 $245520.73 \text{ hm}^2$ ,2010-2020年湖北省耕地和基本农田转用面积累计达 $324025.83 \text{ hm}^2$ (表5)。

(2)耕地补充面积。根据湖北省土地开发整理规划和土地开发整理潜力,预测2010年土地开发整理复垦补充耕地和基本农田面积 $91588.71 \text{ hm}^2$ ,2020年土地开发整理复垦补充耕地和基本农田面积 $136586.85 \text{ hm}^2$ 。土地补充方式中以土地整理和土地

开发为主(表6)。

表5 湖北省耕地转用规模预测

耕地转用方向	2010年	2020年
农业园地 (hm <sup>2</sup> )	22798.72	35703.81
农业牧草地 (hm <sup>2</sup> )	2670.74	164.80
农业结构养殖水面 (hm <sup>2</sup> )	2279.87	3570.38
调整其他农用地 (hm <sup>2</sup> )	634.76	964.22
小计 (hm <sup>2</sup> )	28384.09	40403.21
生态退耕 (hm <sup>2</sup> )	126786.67	143180.00
建设占用 (hm <sup>2</sup> )	88393.18	136529.00
因灾毁弃 (hm <sup>2</sup> )	1956.79	3913.57
合计 (hm <sup>2</sup> )	245520.73	324025.83

表6 湖北省耕地补充规模预测

土地补充方式	2010年	2020年
土地整理 (hm <sup>2</sup> )	55252.01	82572.35
土地开发 (hm <sup>2</sup> )	31968.97	48509.47
土地复垦 (hm <sup>2</sup> )	4367.72	5505.03
合计 (hm <sup>2</sup> )	91588.71	136586.85

(3)基于剩余法的湖北省耕地保护规模测算。根据湖北省耕地和基本农田现状、耕地和基本农田转用数量和补充数量,预测耕地和基本农田可供面积 2010 年为  $453.71 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 2020 年  $434.96 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。2010 年和 2020 年耕地可供面积分别比 2004 年减少  $153932.02 \text{ hm}^2$  和  $341371 \text{ hm}^2$  (表7)。

表7 基于剩余法的湖北省耕地保护规模预测

年份	基期数据 (hm <sup>2</sup> )	耕地转用 (hm <sup>2</sup> )	耕地补充 (hm <sup>2</sup> )	耕地保护规模 (hm <sup>2</sup> )
2010	4690986.21	245520.73	91588.71	4537054.19
2020	4537054.19	324025.83	136586.85	4349615.21

规划阶段年 2005-2010 年,耕地转用数量为  $245520.73 \text{ hm}^2$ ,规划目标年 2010-2020 年,耕地转用数量为  $324025.83 \text{ hm}^2$ ;规划阶段年 2005-2010 年,耕地补充数量为  $91588.71 \text{ hm}^2$ ,规划目标年 2010-2020 年,耕地补充数量为  $136586.85 \text{ hm}^2$ 。考虑耕地占补平衡,耕地保护规模 2010 年为  $453.71 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 2020 年为  $434.96 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

4.社会经济目标法。根据湖北省国民经济与社

会发展十一五规划,2010 年规划粮食生产能力稳定在  $2300 \times 10^4 \text{ t}$ ;按此发展速度推算,2020 年粮食生产能力应达到  $2670 \times 10^4 \text{ t}$ ;按照粮食安全需求预测法中耕地保护规模预测方法,2010 年和 2020 年湖北省耕地保有量为  $350.66 \times 10^4 \text{ hm}^2$  和  $392.77 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。

5.湖北省耕地保护规模测算。根据国家耕地和基本农田保护政策以及湖北省社会经济发展需要、农业结构调整、生态退耕、后备土地资源等各项因素综合分析,粮食安全需求法测算的耕地保护规模最小,不符合国家粮食安全政策和严格保护耕地的政策;剩余法和社会经济目标法预测的耕地保护规模较为接近,符合湖北省社会经济发展的实际;趋势外推法是按照历年耕地规模建立模型测算,有些年份耕地变化数据由于国家政策原因所致,测算的耕地保护规模较高;故取粮食安全需求法、剩余法、趋势外推法和社会经济目标法的权重分别为:0.15、0.35、0.35、0.15。据此方法测算湖北省耕地保护规模,2010 年和 2020 年耕地保护规模分别为  $430.85 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 、 $423.70 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (表8)。

表8 湖北省耕地保护规模预测

项目	2005-2010年	2010-2020年
粮食安全需求法 ( $10^4 \text{ hm}^2$ )	397.26	428.97
趋势外推法 ( $10^4 \text{ hm}^2$ )	456.74	423.45
剩余法 ( $10^4 \text{ hm}^2$ )	453.71	434.96
社会经济目标法 ( $10^4 \text{ hm}^2$ )	350.66	392.77
耕地保有量 ( $10^4 \text{ hm}^2$ )	430.85	423.70

### 三、结论

本文从粮食安全、耕地变化趋势、供给与需求平衡以及社会经济发展目标等四个方面预测规划目标年的耕地保护规模,较过去单纯依靠粮食需求预测耕地保护规模有所改进。但是耕地保护规模测算不仅是技术问题还是政治问题,如何更好的结合国家粮食安全、社会经济发展以及区域经济协调发展等国家方针政策利用科学的方法模型测算各级行政区域的耕地保护规模值得深入的研究。

## 参考文献:

- [1] 程绍文,张毅.湖北省耕地潜力分析及供需预测研究[J]. 中国农业资源与区划,2005,(8):18-22.
- [2] 国家土地管理局.县级土地利用总体规划编制规程[S].1996.
- [3] 李朝旗,周兴.土地利用规划中的人口预测方法综述[J]. 国土资源科技管理,2006,(2):64-69.
- [4] 杨丽霞,杨桂山,苑韶峰.数学模型在人口预测中的应用——以江苏省为例[J].长江流域资源与环境,2006,(3):287-291.
- [5] 湖北省统计局.湖北省统计年鉴(1994-2004)[Z].
- [6] 王万茂,韩桐魁.土地利用规划学[M].北京:中国农业出版社,2002.

## Scale Calculation Method Study of Arable Land Protection

### ——A Case Study of Hubei Province

GONG Jian<sup>1,2</sup>, LIU Yao-lin<sup>1</sup>, CHEN Nian-shan<sup>1,3</sup>

(1.School of Resources and Environment Science, Wuhan University, Wuhan, 430079, China;

2.Faculty of Earth Resources,, China University Of Geosciences, Wuhan, 430074, China;

3.Land and Resource Department of Hubei Province, Wuhan, 430070, China)

**Abstract:** The arable land protection scale forecast in the present general land use planning is mainly through the grain crops demand. As it is simple and not scientific and the forecast is insufficient, the method can not predict accurately the change tendency of the arable land in the future. In the monograph of the general land use planning of Hubei Province, methods such as food security demand, the tendency extrapolation, surplus method and social-economic goal method are used to forecast the arable land protection scale. Then the accuracy of each method is qualitatively analyzed, and the arable land protection scale is synthetically predicted with each forecasting result being given different weight.

**Key words:** arable land protection; scale calculation; food security; trend extrapolation

(上接第 70 页)

## Designing Potential Evaluation System of Urban Land Use of Changchun City Based on GIS and Internet/Intranet

ZHANG Shao-jian<sup>1</sup>, WANG Dong-yan<sup>1</sup>, HUANG Li-mei<sup>2</sup>, YANG Ji-hong<sup>3</sup>, WU Tao<sup>4</sup>

(1.College of Geosciences, Jilin University, Changchun, 130061, China; 2.Bureau of Land

and Resources, Changchun, 130011, China; 3.Land Survey and Planning Institute of Jinin Province,

Changchun, 130061, China; 4.Shenzhen Careland Information System Co. Ltd, Shenzhen, 518040, China)

**Abstract:** This paper introduces the potential evaluation information system of urban land which regards regularity and practicability as the basic principle and uses the parcel attribute database and parcel price database as the information source and relies on LandCada information system based on GIS and Internet/Intranet technique. The paper also conducts a systematic analysis of the key software support, network condition and database design. The evaluation system achieves such functions as statistics and check of data, price calculation, potential evaluation and making of special maps.

**Key words:** GIS; land use; potential evaluation; changchun cities