

# 黑龙江省耕地资源安全综合评价研究<sup>\*</sup>

高楠, 宋戈

(东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030)

**摘要:** 黑龙江省是我国重要的商品粮基地, 耕地总面积、人均占有耕地面积、粮食商品率均居全国首位, 黑龙江省耕地资源安全与否直接影响国家耕地与粮食安全。以全国最大的商品粮基地——黑龙江省为研究区域, 从耕地自身安全、经济安全、社会安全以及生态安全角度出发, 结合黑龙江省耕地资源的实际, 构建耕地资源安全评价指标体系, 运用层次分析法, 对黑龙江省1998—2007年间耕地资源安全状态进行定量分析与综合评价。结果表明: 不同时期黑龙江省的耕地安全状态并不一致, 1998—2001年耕地资源安全处于持续恶化阶段, 2002—2007年耕地资源安全处于波动变化阶段, 整体处于相对安全状态。全部评价价值仅在2001年进入稍不安全行列, 其余均处于相对安全值区间, 耕地资源社会功能与生态功能评价结果基本与综合评价整体态势相一致。

**关键词:** 耕地资源安全; 综合评价; 黑龙江省

中图分类号: F323.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)04-0250-05

## Comprehensive Evaluation on Security of Cultivated Land Resources of Heilongjiang

GAO Nan, SONG Ge

(College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** Heilongjiang province is an important base for marketable grain production in China, whose total area of cultivated land, per capita cultivated area, and output of foodstuffs are all in the first place. The state of cultivated land resources of Heilongjiang province influences the security of national cultivated land resources and food security directly. This paper took Heilongjiang, the biggest base for marketable grain production in our country, as research region, from the aspects of cultivated land own security, economic security, social security and ecological security and combined with practical situation of Heilongjiang cultivated land resources, to establish evaluation index system and use method of analytic and evaluation hierarchy process to analyze the operation status of the security of cultivated land resources in Heilongjiang from 1998—2007. The results showed that the security state of cultivated land in Heilongjiang was different from period to period, the stage of the continued to deteriorate from 1998 to 2001, the state of fluctuation changed from 2002 to 2007 and the overall state is at a relatively security situation. Only the evaluation value of 2001 entered into the ranks of insecurity and the rest are in a relatively safe range, the social function and ecological function of land resources are basically the same as the trend of comprehensive evaluation.

**Key words:** cultivated land resources security; comprehensive evaluation; Heilongjiang province

耕地资源作为农业生产乃至国民经济发展的基础, 不仅关系当前经济社会发展, 而且关系国家长远利益和民族生存根基。随着人口数量剧增、人均耕地水平下降、人地矛盾日益突出, 随之出现了耕地数量减少、耕地质量下降等一系列问题, 耕地资源安全

问题日益严重<sup>[1]</sup>。对耕地资源安全进行综合分析和评价, 保证相对稳定的耕地资源存量(包括数量和质量)和耕地生态系统的和谐发展, 实现耕地资源的持续有效供给, 以满足经济发展、人口增长和生态环境保护等对耕地资源不断增长的需求至关重要。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2009-01-10

基金项目: 黑龙江省高校青年骨干教师项目(1154G45); 国家社科基金项目(07CJY025); 中国博士后基金项目(20060391066); 黑龙江省博士后基金项目(LBH-Q06096); 东北农业大学黑土创新团队及黑土实验室项目

作者简介: 高楠(1984-), 女, 内蒙古满洲里人, 硕士研究生, 主要研究方向为土地利用。E-mail: gaonan\_840616@163.com

通信作者: 宋戈(1969-), 女, 黑龙江省庆安人, 博士后, 教授, 研究方向为土地利用。E-mail: ssongge@126.com

黑龙江省是农业大省,有丰富而宝贵的黑土耕地资源,耕地资源总量全国第一,人均耕地占有量  $0.31 \text{ hm}^2$ ,是全国人均耕地占有量的3倍,农业生产和粮食生产在全国具有明显的优势。2006年黑龙江省有耕地面积  $1\,190.77 \text{ 万 hm}^2$ ,占全国耕地总量的9.71%,2002–2007年间,黑龙江省累计为国家提供商品粮1188亿kg,年均商品率高达72%。2007年粮食总产达397亿kg,为国家提供商品粮250亿kg多。从全国范围来看,全国31个省级行政区仅有7个可以实现稳定的粮食自给,其中黑龙江省粮食保证率和商品率最高。耕地是粮食安全的基础,没有一定的耕地作保障,人类的生存就会受到威胁,未来国家“1.2亿  $\text{hm}^2$ ”耕地保护目标对黑龙江省耕地安全问题提出了更高的要求。

目前,对耕地资源安全问题研究主要侧重于耕地数量的安全,且限于少数经济发达省份,而综合评价耕地自身安全、经济安全、社会安全和生态安全的较少。鉴于此,论文以全国最大的商品粮基地——黑龙江省为研究区域,从耕地的数量、质量、经济社会以及生态安全角度出发,结合黑龙江省耕地资源的实际,构建评价指标体系,并运用层次分析法,对其1998–2007年间耕地资源安全状况进行综合评价,找出黑龙江省近10a耕地资源安全变化的特点,为今后城市发展以及耕地资源保护提供依据,对保证今后黑龙江省一定数量和质量的耕地资源乃至实现国家耕地保护目标和粮食安全具有重要实践意义,同时也为耕地资源安全评价提供科学可行的研究方法和研究思路。

## 1 研究区概况

黑龙江省位于中国的东北部,介于东经  $121^{\circ}11'$ – $135^{\circ}05'$ ,北纬  $43^{\circ}26'$ – $53^{\circ}33'$ 之间,是中国位置最北、纬度最高的省份。截至2006年末,黑龙江省共有3823.0万人,其中农村人口1777.7万,占全省人口总数的46.5%,城镇人口2045.3万人,占全省人口总数的53.5%(黑龙江省统计年鉴,2007年)。黑龙江省土地面积  $45.4 \text{ 万 km}^2$ ,占全国总面积的4.7%,其中耕地面积  $1\,190.77 \text{ 万 hm}^2$ ,连续5a年均增长率达0.04%(图1)。可开发的土地后备资源均占全国1/10以上,人均耕地为全国平均水平的3倍左右<sup>[3-4]</sup>。黑龙江省耕地主要分布在松嫩平原、三江平原与中部地区;耕地条件居全国之首,粮食综合生产能力近年来保持在300亿kg以上。黑龙江属中温带带寒温带的大陆性季风气候。年平均气温在  $-4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。气温由东南向西北逐渐降低,南北差近

$10^{\circ}\text{C}$ 。夏季气温高,降水多,光照时间长,适宜农作物生长。太阳辐射资源丰富,年日照时数一般在  $2\,300\sim 2\,800 \text{ h}$ 。但是由于年积温相对较低,适宜作物的生长期较短,近5a全国人口平均增加比率较粮食总产量增加的比率高出1%(黑龙江省年鉴)等这些因素,都极大限制了黑龙江省商品粮供应数量。

## 2 黑龙江省耕地资源安全综合评价

### 2.1 指标体系的构建

将耕地资源安全定义为一个国家或地区在一定时期内能够持续、足量、经济地获取食物,保障人类社会的生存、发展、促进生态系统达到和谐、平衡的耕地资源状态和能力,满足国民经济和社会健康发展对耕地需求的状态。其实质是保持一个相对稳定的耕地资源存量(包括数量和质量)和耕地生态系统的和谐发展,实现耕地资源的持续有效供给,以满足经济发展、人口增加和生态环境保护等对耕地资源不断增长的需求<sup>[5]</sup>。根据此内涵以及影响因素,同时考虑指标的重要性、主要性和可得性,结合研究区域实际情况,从耕地资源的经济功能、社会功能、生态功能3个方面构建耕地资源安全综合评价指标体系<sup>[6]</sup>(表1)。

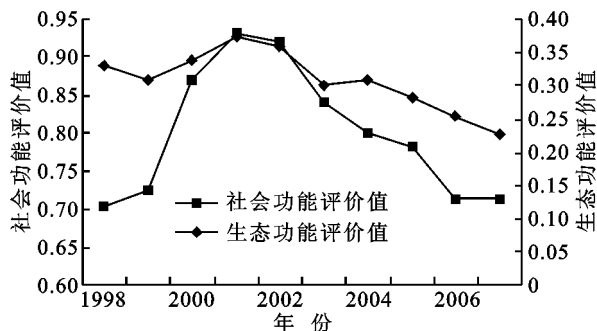


图1 黑龙江省1998–2007年间耕地面积及人均耕地面积变化

### 2.2 数据来源与处理

土地面积、耕地面积、人口、社会、经济等方面数据资料来源于《黑龙江省统计年鉴》(1998–2007年);其他耕地相关数据来源于黑龙江省国土资源局历年统计资料;水土流失以及其他生态功能指标数据来源于黑龙江省环保局统计资料。农药负荷、化肥负荷率等指标主要在参考相关研究成果的基础上,根据黑龙江省实际情况进行综合计算得出。其余数据均是在黑龙江省统计年鉴(1998–2007年)以及农业局统计资料基础上分析得出。

数据的无量纲化处理,采用极差标准化法对数据进行无量纲化处理,计算公式如式(1)。

$C'_{ij} = (C_{ij} - C_{j\min}) / (C_{j\max} - C_{j\min}) \quad (1)$  第  $j$  个指标值;  $C_{j\max}$  ——第  $j$  个指标中的最大值;  
式中:  $C'_{ij}$  ——标准化后的结果;  $C_{ij}$  ——第  $i$  个市的  $C_{j\min}$  ——第  $j$  个指标中的最小值。

表 1 区域耕地资源综合评价指标体系

目标层	准则层	因子层	指标层	安全趋向
耕地安全评价 (A)	经济功能 (B1)	经营集约度(C1)	复种指数(D1)	正
			单位面积农药施用量(D2)	负
			单位面积化肥施用量(D3)	负
			单位面积农膜使用量(D4)	负
			单位面积农用柴油使用量(D5)	正
			农业劳动力人均负担耕地面积(D6)	正
		耕地质量(C2)	灌溉保证率(D7)	负
			中低产田比例(D8)	负
			水土流失比例(D9)	负
			耕地受污染比例(D10)	负
			15°以上坡耕地比例(D11)	负
		耕地生产能力(C3)	耕地质量二等及以上面积比重(D12)	正
			耕地单位面积粮食产量(D13)	正
			旱涝保收率(D14)	正
		经营效益(C4)	单位面积耕地收益增长率(D15)	正
			人均农业收入(D16)	正
			单位面积产值(D17)	正
			农村每个劳动力负担人口数(D18)	正
	社会功能 (B2)	社会功能资源 拥有状况(C5)	人均耕地面积(D19)	正
			人均耕地后备资源量(D20)	正
			耕地补充系数(D21)	正
			人口密度(D22)	负
			人均粮食占有量(D23)	正
			人均GDP(D24)	正
			农民人均纯收入(D25)	正
		社会调控程度(C6)	非农建设占用耕地与耕地减少量的比例(D26)	负
			农村社会保障指数(D27)	正
			农村剩余劳动力比例(D28)	负
			农村从业人员中非农就业人口的比例(D29)	正
		生态功耕地负荷率(C7)	单位面积农药负荷率(D30)	负
			单位面积化肥负荷率(D31)	负
			工业“三废”处理率(D32)	正
	生态功能 (B3)	土壤状况(C8)	有机质含量(D33)	正
			速效钾含量(D34)	正
			速效磷含量(D35)	正
			pH值(D36)	正
			年平均气温(D37)	负
		气候变化(C9) 数据指标的处理	年平均降水量(D38)	正
			年平均日照天数(D39)	正
			年平均相对湿度(D40)	正
		景观效应(C10)	耕地景观多样性指数(D41)	正
			耕地景观优势度(D42)	正
			耕地景观均匀度(D43)	正
			生态退耕占耕地减少的比例(D44)	正
			森林覆盖率(D45)	正

注: 由于各评价指标的安全趋向性具有正向和负向之分。指标安全正向性, 即指标的值越大, 区域耕地资源越安全; 反之, 安全负向性则表示指标值越小, 区域耕地越安全。

假设  $X_i(i=1,2,3,\dots,n)$  为指标的实际值,  $S_i$  是指标的算数平均值,  $P(X_i)$  为该指标的安全指数。因子层中的各个指标与目标层之间存在两种相关关系, 即正相关和负相关关系, 在确定安全指数时也分为两种情况<sup>[7]</sup>。

评价指标的安全趋向性为正向时

$$P(X_i)=\begin{cases} 0 & (X_i\geq S_i) \\ 1-X_i/S_i & (X_i< S_i) \end{cases} \quad (2)$$

评价指标的安全趋向性为负向时

$$P(X_i)=\begin{cases} 0 & (X_i\leq S_i) \\ X_i/S_i-1 & (X_i> S_i) \end{cases} \quad (3)$$

2.3 指标权重的确定

黑龙江省耕地资源综合评价主要指标权重计算结果如表 2。

表 2 黑龙江省耕地资源综合评价主要指标权重计算结果

指标代码	指标权重	一致性检验
B1	0.6483	$\lambda_{\max}=3.0037, CI=0.0019<0.10$
B2	0.1220	$RI=0.5800, CR=0.0033<0.10$
B3	0.2297	
C1	0.0418	
C2	0.1101	$\lambda_{\max}=4.1836, CI=0.0612<0.10$
C3	0.2335	$RI=0.8900, CR=0.0687<0.10$
C4	0.6146	
C5	0.2500	$\lambda_{\max}=2.0000, CI=0<0.10$
C6	0.7500	$RI=0, CR=0<0.10$
C7	0.1681	
C8	0.4117	$\lambda_{\max}=4.0248, CI=0.0083<0.10$
C9	0.0649	$RI=0.8900, CR=0.0093<0.10$
C10	0.3554	

注:  $CI$  代表一致性指标;  $RI$  为通过查表获得相应的一致性指标值;  $CR$  为一致性比例。

2.4 评价模型的建立

耕地资源安全综合评价是多因素的综合评价, 根据影响耕地安全程度的不同, 确定评价指标和权重, 在对原始数据进行无量纲化的基础上, 根据指标权重进行加权求和, 并最终计算出区域耕地资源安全综合评价值。其计算公式如式(4)。

$$f=\sum_{i=1}^n P(X_i)\times W_i \quad (4)$$

式中:  $f$  ——耕地资源安全综合评价值;  $P(X_i)$  ——某年第  $i$  个指标的安全数值;  $W_i$  ——某年第  $i$  个指标的权重。采用平均值加减标准差的方法, 将安全级别分相对安全( $0<f\leq0.25$ )、稍不安全( $0.25<f\leq0.50$ )、较不安全( $0.50<f\leq0.75$ )、极不安全( $0.75<f\leq1.00$ )4 个等级。

2.5 结果分析

按照上述计算方法及研究思路, 可测算出黑龙江省 1998– 2007 年耕地资源安全综合评价值(表 3)。

从表 3 中可以看出, 黑龙江省 1998– 2007 年间耕地资源安全综合评价值介于 0.171 8~ 0.256 0 之间, 其安全级别处于相对安全与稍不安全等级。从时间尺度上可以清晰地看出安全级别的转换大致经历了两个阶段。1998– 2001 年间的持续恶化阶段与 2002– 2007 年间的波动变化阶段(图 2)。与其相对应的社会功能评价值与生态功能评价值均与整体趋势保持一致, 在达到 2001 年的峰值后, 渐渐以波动的形式回落(图 3)。从黑龙江省 1998– 2007 年间耕地资源安全综合评价值与时间构成的时间序列函数来看(式 5), 构成以 2001 年为对称轴的凸函数(图 2), 全部评价值在 2001 年到达最大值。

表 3 黑龙江省 1998– 2007 年间耕地资源安全综合评价值

年份	经济功能	社会功能	生态功能	综合评价值
1998	0.0354	0.7055	0.3305	0.1848
1999	0.0561	0.7244	0.3092	0.1985
2000	0.0705	0.8692	0.3401	0.2298
2001	0.0864	0.9321	0.3756	0.2560
2002	0.0779	0.9211	0.3604	0.2470
2003	0.0692	0.8411	0.3001	0.2164
2004	0.0609	0.8009	0.3092	0.2082
2005	0.0621	0.7820	0.2819	0.2005
2006	0.0511	0.7144	0.2558	0.1791
2007	0.0503	0.7139	0.2267	0.1718
权重	0.6483	0.1220	0.2297	

$$y=-0.0021x^2-0.0323x+0.1573 \quad R^2=0.6765 \quad (5)$$

式中:  $y$  ——地资源的安全值;  $x$  ——年份。

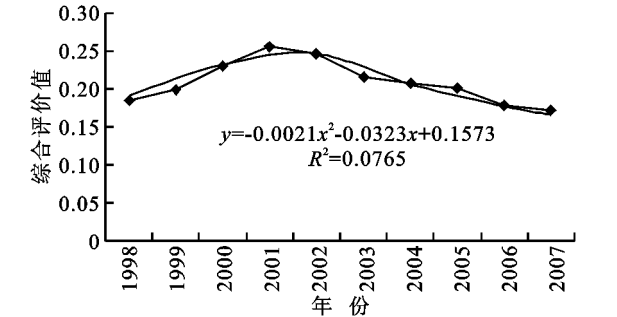


图 2 黑龙江省 1998– 2007 年间耕地资源安全趋势

由上述分析可知, 从整体上来看, 耕地资源安全综合评价值呈递减的趋势, 耕地资源的安全度随时间的推移而增加; 黑龙江省耕地资源处于相对安全状态, 全部评价值除 2001 年外, 均处于相对安全区间, 即仅在 2001 年进入稍不安全行列(图 2); 从耕地资源社会功能评价与生态功能评价结果来看,

基本与综合评价整体态势相一致(图 3)。

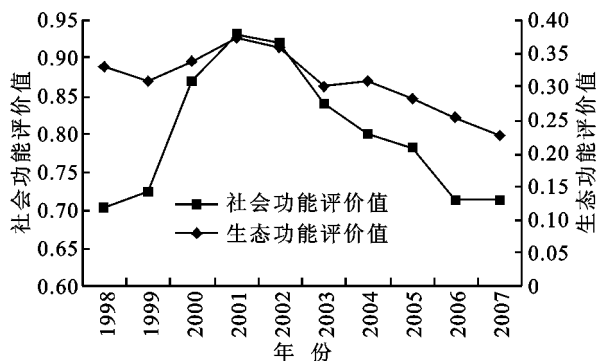


图 3 黑龙江省 1998—2007 年耕地资源社会、生态功能评价

根据历史资料总结可知, 1998—2001 年耕地波动减少的原因归结于黑龙江省 20 世纪 90 年代中后期城市规模急剧膨胀、建设用地迅速增加及城市周边的优质农田被占用等引起的耕地快速减少。2001 年以后, 国家开始政策调整, 实施黑龙江生态省建设规划, 使退耕还林达到了新的高度, 3 a 共退耕还林 4.1 万  $\text{hm}^2$ , 其中以 2003 年最为显著, 保护湿地和禁荒政策促使开荒数量锐减<sup>[8]</sup>。2001 年以后耕地数量的增加使得黑龙江省耕地资源能够保障有效的粮食供给, 并且有逐渐增强的趋势, 这将对区域可持续发展能力产生巨大的推动作用。但是, 为了进一步提高耕地安全性, 避免今后综合评价阶段性攀升, 仍有必要建立地区性的耕地安全体系, 提高耕地可持续利用能力。这就要求采取最严厉的措施管理土地资源, 应严格控制城市用地规模, 充分挖掘现有非农业用地的生产潜力, 提高建设用地的利用率, 尽量少占耕地<sup>[9-10]</sup>。

### 3 结论

耕地安全是国家粮食安全的基础, 黑龙江省作为我国重要的商品粮基地, 其耕地资源安全与否直接影响国家耕地安全。通过对黑龙江省 1998—2007 年间耕地资源安全定量分析与综合评价, 黑龙江省耕地资源在 1998—2007 年期间总体处于相对安全状态, 中间时有波动, 黑龙江省应改变现有耕地粗放经营方式, 改造中低产田, 加强农业基础设施建设, 消除黑龙江省耕地资源安全潜在的隐患, 这为保证国家粮食安全具有重要的实践意义。由于影响耕地资源安全的因素很多, 而且管理、规划、公众土地

利用行为等因素很难量化和精确描述, 下一步将进一步深化研究, 同时考虑黑龙江省各区域间耕地资源安全空间分异的研究。

## 4 对策建议

### 4.1 改变耕地粗放经营方式

黑龙江省耕地经营集约度(C1)以及社会调控程度(C6)不高, 耕地质量(C2)、耕地生产能力(C3)等指标在一定程度上影响了耕地产出效益, 可见土地利用方式是影响耕地安全的重要因素。实现耕地利用方式从粗放经营到集约经营的根本转变, 是保证黑龙江省耕地安全的基础。

### 4.2 改造中低产田, 加强农业基础设施建设

黑龙江省耕作环境受光照、温度、降水以及投入等自然和社会因素限制, 黑龙江省中低产田占全省耕地 80%, 而且全省现有耕地中, 有灌溉设施的面积不到总面积的 20%, 加强农业基础设施建设, 以增加耕地安全系数是当务之急。

参考文献:

- [1] 陶军德, 王振亚. 黑龙江省耕地资源可持续利用的制约因素及对策研究[J]. 中国土地科学, 2000, 14(4): 33-36.
- [2] 陈百明, 周小萍. 中国粮食自给率与耕地资源安全底线的探讨[J]. 经济地理, 2005, 25(2): 146-148.
- [3] 宋戈, 吴次芳, 王杨. 城镇化发展与耕地保护关系研究[J]. 农业经济问题, 2006(1): 64-67.
- [4] 宋戈. 中国城镇化过程中土地利用问题研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 2006(1): 53-56.
- [5] 陈志, 孙建美. 咸宁市耕地资源安全评价的初步研究[J]. 2007, 17(2): 218-210.
- [6] 文森, 邱道持, 杨庆媛, 等. 耕地资源安全评价指标体系研究[J]. 农业资源与环境科学, 2007, 23(8): 466-468.
- [7] 黄海洋, 杨庆媛. 区域耕地资源安全综合评价: 以重庆市为例[J]. 贵州农业科学, 2008, 36(3): 158-161.
- [8] 李宏, 王红梅. 黑龙江省耕地数量变化及驱动因子分析[J]. 农机化研究, 2007, 12(12): 13-15.
- [9] 宋戈, 吴次芳, 王杨. 黑龙江省耕地非农化与经济关系的 Granger 因果关系研究[J]. 中国土地科学, 2006, 20(3): 33-37.
- [10] 宋戈, 王兰霞, 方斌, 等. 大城市周边卫星城土地集约利用评价方法研究[J]. 经济地理, 2005(6): 887-890.