

# 农用地综合生产能力测算及应用研究

——以霸州市为例

刘玉, 门明新, 许焱, 刘树庆

(河北农业大学资源与环境科学学院, 河北保定 071001)

**摘要:**农用地分等成果为耕地综合生产能力核算提供了新的思路。以霸州市为例,构建农用地综合生产能力的4个层次即自然生产潜力、可获生产潜力、现实生产能力和实际产量及相应的计算方法,并应用核算结果划分了农用地重点保护区域和优先整理区域。通过综合优势模型对各乡镇的农用地综合优势进行定量分析,应用聚类分析将全市13个乡镇划分为4类,并划定农用地重点保护区域和优先整理区域以及各类地今后发展方向。

**关键词:**农用地;生产能力;综合优势指数;霸州市

中图分类号:F301.21

文献标识码:A

文章编号:1008-0864(2008)01-0087-06

## Study on Calculation and Application of the Integrated Productive Capacity of Cultivated Land

——A Case Study of Bazhou City

LIU Yu, MEN Ming-xin, XU Hao, LIU Shu-qing

(College of Resource and Environmental Science, Hebei Agricultural University, Hebei Baoding 071001, China)

**Abstract:**The results of cultivated land classification provide a new approach to calculate the integrated productive capacity of cultivated land. Based on the database of cultivated land classification in Bazhou city, in order to evaluate the productive capacity of cultivated land at different levels and to make clear the distribution of the productive capacity, this paper builds up a system for calculating the productive capacity of cultivated land, including natural production potential, accessible production potential, current productivity and actual crop production, and then provides relevant calculation models. Then key protected land regions and priority settlement land regions are divided by applying the results of these calculation models. A quantitative analysis on comprehensive priorities of various arable lands in each village and town was conducted through these models. By clustering analysis of SPSS, 13 towns are classified into 4 groups, and key protected land regions and priority settlement land regions are rowed up, and each group will have its own development orientation.

**Key words:**cultivated land; production capacity; integrated advantage index; Bazhou city

粮食生产潜力以及未来粮食供求关系变化的趋势问题,已引起国内外理论界和决策界的广泛关注。从长远角度来看,粮食安全战略的核心在于建立粮食生产要素的保障体系,保障粮食安全的重点应从产量安全逐步转向能力安全<sup>[1-4]</sup>。一定数量、质量的耕地是粮食生产的自然基础,是粮食安全的根本保障<sup>[5]</sup>。农用地综合生产能力是

我国粮食安全保障的基础。立足于中国正在开展的农用地分等研究成果,估算粮食综合生产能力,加强土地质量、土地生产力和国家粮食安全链接相关研究,对于确保国家粮食安全和全面促进经济社会持续发展具有重要的意义<sup>[6]</sup>。

目前,主要围绕两个方向进行粮食生产能力的研究,一是微观层面的机理研究<sup>[7-11]</sup>,二是宏

收稿日期:2007-10-26;修回日期:2007-11-22

基金项目:国家重点基础研究发展规划资助项目(2005CB121107)和河北省农用地综合产能调查和评价试点项目资助。

作者简介:刘玉,研究生,主要研究方向为土地经济与评价。E-mail:liuyu820401@163.com。通讯作者:许焱,教授,博士,主要从事土地资源利用与评价研究。E-mail:xuhao22003@yahoo.com.cn

观层面的模型研究<sup>[12-13]</sup>,即把粮食生产作为耕地、资本、劳动力和技术等要素投入能力的合力推动的结果。二者的衔接主要是通过点和面的统一来完成,即把对点的微观潜力研究扩展为宏观的综合模型。目前,生产潜力研究存在以下问题:多数研究试验局限于田间小区定位观测,以点代面容易造成潜力研究结果的失真;潜力研究局限于气候、土壤等自然影响因素,对于社会经济影响因子考虑甚少;偏重数值计算,实证性较差;各种方法及模型测算的潜力值统一性差,可比性差等。农用地分等中的光合、光温、气候生产潜力的测算属于微观测算,而野外调查以及搜集的统计数据为宏观研究,依据分等成果可以将二者较好地衔接起来。

本文以河北省霸州市为例,在农用地分等的基础上,建立农用地综合生产能力的4个层次即自然生产潜力、可获生产潜力、现实生产能力和实际产量,弄清区域农用地综合生产能力以及分布状况;在综合产能核算的基础上,通过综合优势模型对各乡镇的农用地综合优势进行分析,划定了农用地重点保护区域和优先开发区域,并针对各类的具体情况提出了今后农用地利用方向,为实现保障农用地综合生产能力不降低的耕地保护目标、耕地占补平衡与开发整理提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究区概况

霸州市位于河北省中南部,京、津、保三角地带的中心。东邻天津、武清,西接雄县,南与文安毗邻,北与固安、永清、廊坊市安次区接壤。辖区总面积800.273 km<sup>2</sup>。霸州市地处海河低平原的东淀,地势低平,属暖温带半干旱大陆性季风气候区,年平均气温12.1℃,≥0℃积温4 609℃,年均降水量543.6 mm,冬春季占10%,夏季占75%,秋季占15%,降水量分配不均极易造成春旱夏涝。霸州市现辖13个乡镇,据2004年统计,全市农业人口4.81×10<sup>5</sup>人,粮食总产量2.32×10<sup>5</sup>t,单产为5811 kg·hm<sup>-2</sup>。

### 1.2 资料来源

本文基础数据来源于霸州市农用地分等定级

项目调查数据;耕地面积数据来源于2003年土地利用现状变更调查数据;社会经济数据来源于《霸州市国民经济统计资料汇编》。霸州市农用地分等采用因素法,从评定霸州市农用地的生产潜力(土地质量)、反映当地社会平均的开发利用土地水平、反映土地经济收益相对高低情况3方面同时入手,按土地潜力、利用水平、经济收益3个模块综合分析,确定标准耕作制度、基准作物、标准粮总量寻找可比指标,得出土地等指数,进而确定霸州市农用地的分等利用及生产能力。本文利用农用地分等成果进行农用地综合生产能力的测算,为开展县域农用地综合产能的测算提供借鉴。

### 1.3 研究方法

**1.3.1 农用地综合生产能力的测算研究** 以农用地分等成果为基础,求算霸州市的自然生产能力、可获生产力、现实生产能力和农用地实际产量,以此表征霸州市的农用地综合生产能力。

#### ①自然生产潜力的测算

农用地自然生产潜力,即光温水土生产能力,即理论上的总生产量,这种理想产量表明农用地资源与光、温、水等诸要素的协调关系。在农用地分等中,农用地自然质量等指数以光温(气候)生产潜力为基础,利用土地适宜性评价所得到的农用地自然质量分进行订正,并经过产量比系数折算得到各分等单元指定作物最高标准粮产量。比较可知,两者均是从单一的自然因素来考虑耕地生产力,本质上是耕地的生产潜力,两者在内涵上是一致的。因此,理论上可以利用农用地自然质量等指数来测算耕地自然生产潜力。公式如下:

$$G_{\text{自然}i} = \sum N_{ij} \times S_{ij}, \quad G_{\text{自然}} = \sum G_{\text{自然}} \quad (1)$$

其中: $N_{ij}$ 表示*i*乡第*j*自然等别公司的单位标准粮产量, $S_{ij}$ 表示*i*乡第*j*自然等别的面积, $G_{\text{自然}i}$ 表示*i*乡的标准粮产量。

#### ②可获生产潜力的测算

基于同一自然土地质量性状下,不同的投入管理水平,对应不同的产量水平。在同一自然等内,标准粮与利用等指数呈明显的线性正相关,建立回归模型求算各单元的标准粮产量;将同一自然等划分为不同利用等别,选取最高利用等所对应的平均标准粮作为该自然等的可获生产潜力,

然后通过汇总得到各乡镇的可获生产力。此种生产能力计算方法可较好地反映在当地自然条件下,通过优化投入模式,改良作物品种等措施能够得到的产量水平。计算公式:

$$G_{\text{可获}} = \sum Y_{\text{max}i} \times S_i \quad (2)$$

其中: $Y_{\text{max}i}$ 表示第*i*自然等的可获生产力, $S_i$ 表示第*i*自然等的面积。

### ③现实生产力的测算

现实生产力是指在农业生产条件得到基本满足的条件下,区域内农用地在当地利用水平下和当地实际光、热、水、土等资源条件下,农作物在正常年景能达到的粮食产量水平。采用回归方程计算的标准粮作为各单元的现实生产力,汇总得到霸州市的现实生产力。公式如下:

$$G_{\text{现实}i} = \sum Y_{ij} \times S_{ij}, \quad G_{\text{现实}} = \sum G_{\text{现实}i} \quad (3)$$

其中: $Y_{ij}$ 表示*i*自然等别下第*j*单元的单位标准粮产量, $S_{ij}$ 表示*i*自然等别第*j*单元的面积, $G_{\text{现实}i}$ 表示*i*自然等别的标准粮产量。

### ④农用地实际产量的测算

农用地实际产量是指区域农用地目前实际获得的产量。数据来源于农业统计部门对作物产量的统计调查。为了便于比较分析,通过产量比系数,将近三年不同作物的平均粮食产量通过产量比系数转化为标准粮,并进一步计算汇总。

## 1.3.2 各乡镇农用地综合产能比较优势分析

### ①农用地生产规模优势指数

生产规模优势指数(SAI)是指某乡镇的农用地面积与全市各乡镇平均农用地面积的比值。

### ②农用地综合生产力优势指数

用各乡镇农用地综合生产力除以全市同期的平均水平,得出农用地生产力优势指数。该指数反映各乡镇农用地综合生产力的差异。其计算公式为:

$$EAI_{1i} = \frac{Y_{i\text{自然}}}{Y_{q\text{自然}}} \quad EAI_{2i} = \frac{Y_{ij\text{现实}}}{Y_{q\text{现实}}} \quad (4)$$

$$EAI_i = \sqrt{EAI_{1i} \times EAI_{2i}}$$

式中: $EAI_i$ 为各乡镇农用地综合生产力优势指数, $EAI_{1i}$ 、 $EAI_{2i}$ 分别为各乡镇农用地自然生产力优势指数、现实生产力优势指数, $Y_{i\text{自然}}$ 、 $Y_{ij\text{现实}}$ 分别为各乡镇农用地单位面积自然生产力、现实生产力; $Y_{q\text{自然}}$ 、 $Y_{q\text{现实}}$ 为全县平均自

然生产力(单产)、现实生产力。

### ③农用地重点保护区域的划定

据综志刚等研究成果<sup>[14]</sup>,引入综合优势指数(AAI),并对其进行了改进,综合考虑各乡镇的耕地规模、耕地质量以及实际产出能力,将生产规模优势指数和农用地综合生产力优势指数综合起来,取两者几何平均数,作为一个综合指标对各乡镇农用地的综合比较优势进行全面评价。当 $AAI > 1$ ,表明该乡镇农用地有综合比较优势,值越大,比较优势越强。

## 2 结果分析

### 2.1 霸州市农用地综合产能状况分析

自然等指数乘以土地利用系数为利用等指数,它既与农用地自然条件有关也与当地人们对土地的投入和管理水平有关,利用等指数可反映现实的作物生产潜力水平。霸州市农用地利用等指数与标准粮的回归系数很高, $R^2 = 0.9623$ ,表明农用地利用等指数能够反映实际的粮食产量水平,利用此方法测算农用地现实产能是具有实际意义的。根据回归方程,求得各单元的标准粮产量,进而求算各自然等别的可获生产力(图1)。结果显示:随着自然等别的升高,可获生产力逐渐升高,第8等可获生产力最低,为 $3\,081 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,第14等最高,为 $12\,440 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。霸州市的综合生产能力及其分布见表1。

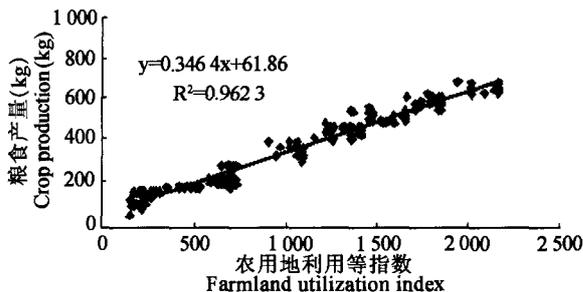


图1 霸州市农用地利用等指数与标准粮回归分析  
Fig.1 Regression relationship between the farmland utilization index and productivity indicator crop.

霸州市的自然生产潜力为 $1.64 \times 10^6 \text{ t}$ ,是现实生产能力的5.36倍,平均单产为 $35\,505 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,说明霸州市耕地的自然生产潜力很大,该市可确保粮食安全的耕地资源的保障程

表1 霸州市农用地综合生产能力汇总

Table 1 Distribution of the productive capacity of cultivated land in Bazhou city.

乡镇 Town	耕地面积 (hm <sup>2</sup> ) Cultivated land area	自然生产潜力 (t) Potential natural productivity	可获生产力 (t) Accessible productivity	现实生产力 (t) Current productivity
胜芳镇 Shengfang	4 640.9	147 859.7	38 162.6	16 585.3
霸州镇 Bazhou	5 282.3	207 079.5	62 738.3	45 100.8
王庄子 Wangzhuangzi	2 720.5	102 406.3	31 867.0	18 571.0
南孟 Nanmeng	3 064.6	125 368.4	38 125.3	34 098.5
岔河集 Chaheji	5 331.7	196 240.6	58 764.1	43 150.9
康仙庄 Kangxianzhuang	5 108.9	202 646.6	62 318.4	46 478.5
东杨庄 Dongyangzhuang	2 006.3	77 154.1	24 032.8	15 344.0
煎茶铺 Jianchapu	4 845.4	176 741.1	53 674.4	40 412.0
信安 Xin'an	3 191.2	103 888.6	24 548.8	11 978.7
堂二里 Tang'erli	2 583.5	81 126.7	18 879.6	8 450.1
东段 Dongduan	1 412.0	42 864.9	9 580.0	4 296.8
辛章 Xinzhang	2 073.0	56 934.1	12 136.8	4 886.4
杨芬港 Yangfengang	3 886.9	118 156.3	27 816.8	16 248.8
合计 Total	46 147.2	1 638 467.0	462 644.9	305 601.8

度高。霸州市的耕地资源主要分布在霸州镇、康仙庄、岔河集、煎茶铺和南孟5个乡镇,占霸州市自然生产潜力的55.5%。经分析,霸州市各乡镇的自然产能与耕地面积呈高度正相关( $R^2 = 0.872$ ),表明各乡镇的自然产能主要取决于耕地面积,各乡镇耕地的自然质量状况相差不大,保证一定数量的耕地面积是保证产能的基础。

霸州市的可获总产量为 $4.6 \times 10^5$  t,是现实生产能力的1.51倍,这说明改革种植模式,优化配置资源,加强基础设施建设和科技投入,通过经济、行政措施调动农民的生产积极性,降低耕地闲置率,提高复种指数,加强农业基础设施建设,降低自然灾害的影响等一系列措施的实施,可以大幅度提高粮食产量。

霸州市的现实总产量为 $3.06 \times 10^5$  t,现实生产力主要来源于霸州镇、康仙庄、岔河集、煎茶铺和南孟5个乡镇,占霸州市现实生产力的56.6%。经分析,这5个乡镇的耕地面积较大、农用地自然质量高,而且农田基础设施良好,社会投入水平高,因此耕地的现实生产能力也高。

## 2.2 霸州市各乡镇农用地综合产能比较优势分析

经计算, $SAI_i > 1$ 的有胜芳镇、霸州镇、岔河

集、康仙庄和煎茶铺5个乡镇,这5个乡镇耕地面积大,具有规模优势; $EAI_i > 1$ 的有霸州镇、王庄子、南孟、岔河集、康仙庄、东杨庄和煎茶铺,这7个乡镇具有综合生产力优势; $AAI_i > 1$ 的有霸州

表2 霸州市农用地综合优势比较

Table 2 Comprehensive advantage of cultivated land in Bazhou city.

乡镇 Town	SAI	EAI			AAI
		EAI <sub>1</sub>	EAI <sub>2</sub>	EAI	
胜芳镇 Shengfang	1.31	0.9	0.54	0.7	0.95
霸州镇 Bazhou	1.49	1.1	1.29	1.19	1.33
王庄子 Wangzhuangzi	0.77	1.06	1.03	1.05	0.9
南孟 Nanmeng	0.86	1.15	1.68	1.39	1.1
岔河集 Chaheji	1.5	1.04	1.22	1.13	1.3
康仙庄 Kangxianzhuang	1.44	1.12	1.37	1.24	1.34
东杨庄 Dongyangzhuang	0.57	1.08	1.15	1.12	0.8
煎茶铺 Jianchapu	1.36	1.03	1.26	1.14	1.25
信安 Xin'an	0.9	0.92	0.57	0.72	0.81
堂二里 Tang'erli	0.73	0.88	0.49	0.66	0.69
东段 Dongduan	0.4	0.86	0.46	0.63	0.5
辛章 Xinzhang	0.58	0.77	0.36	0.52	0.55
杨芬港 Yangfengang	1.09	0.86	0.63	0.74	0.9

镇、南孟、岔河集、康仙庄和煎茶铺 5 个乡镇,这 5 个乡镇具有综合比较优势,可划为霸州市农用地重点保护区域。

基于以上计算结果,运用 SPSS11.5-Analyze-Hierarchical Cluster 进行聚类分析,结合实际情况,可将霸州 13 个乡镇划分为 4 类(详见图 2)。

I 类,霸州镇、康仙庄乡、岔河集乡和煎茶铺镇。这 4 个乡镇的农用地规模指数  $SAI$  和综合生产力优势指数  $EAI_1$ 、 $EAI_2$  均大于 1,说明这 4 个乡镇的农用地数量大、质量较高,并且农业投入水平高、农业基础设施良好,这 4 个乡镇的现实生产能力为  $1.75 \times 10^5$  t,占全市总量的 57.3%,应是霸州市农用地重点保护区域。该地区地势低洼,历史上曾因低洼易涝,种不保收。随着基本农田建设的发展,加之近年来北方气候干旱,农业生产力以及保收能力已有较大提高。该地区农业生产的基本特点是以小麦、玉米等粮食生产为主。今后这一地区应继续以粮食生产为主,着力解决春季缺水问题和提高耕作水平,逐步建成商品粮基地;同时积极发展多种经营,努力提高蔬菜生产的科学技术水平;加速方田林网建设,提高粮食综合生产能力。

II 类,胜芳镇和杨芬港镇。这 2 个乡镇的农用地规模指数  $SAI$  大于 1,而综合生产力优势指数  $EAI_1$ 、 $EAI_2$  均小于 1,说明胜芳镇、杨芬港镇的农用地规模比较大,但农用地自然条件较差,且社会投入水平低,农田基础设施条件差。这主要是因为胜芳镇、杨芬港乡第二产业、第三产业较发达,农业产值占国民生产总值的比重很小,农业投

入低,农业基础设施落后,农民积极性较低。此地区粮食增产潜力大,预计增产潜力可达  $3.3 \times 10^4$  t,占全市增产潜力的 21.1%,其增产潜力与该区的现实生产能力相等,可划为霸州市农用地整理的重点区域和优先区域。今后该地区应加强基础设施建设,加大农业投入力度,狠抓小麦一季高产,适当种植春播作物。

III 类,王庄子乡、东杨庄乡和南孟镇。这 3 个乡镇的农用地规模指数  $SAI$  小于 1,而综合生产力优势指数  $EAI_1$ 、 $EAI_2$  均大于 1,说明这 3 个乡镇的农用地数量少,但质量较高,具有单产优势。该区土壤质地复杂,大部分为洪水冲积物,腐殖质多,团粒结构好,水资源丰富。根据该区的自然和社会经济特点,应继续坚持以小麦生产为主,确定科学的种植制度,确保小麦高产,同时实行种养结合,不断培肥地力,并积极开发利用浅层地下水,解决小麦后期缺水问题等。

IV 类,信安镇、堂二里镇、东段乡和辛章乡。这 4 个乡镇的农用地规模指数  $SAI$  和综合生产力优势指数  $EAI_1$ 、 $EAI_2$  均小于 1,说明这 4 个乡镇的农用地数量少、质量偏低。该地区以沙壤质和沙质土为主,土壤瘠薄,风蚀严重,且中、浅层为碱水区,深层水储量很少,农业生产条件恶劣。根据本区的自然条件和特点,其生产方面应以花生、林果、山芋生产为主。该地区应加强基础设施建设,狠抓小麦、玉米等粮食作物的集约经营,提高单位面积产量,同时因地制宜种植花生,努力提高花生生产的科学技术水平和栽培技术。



图 2 霸州市农用地综合优势区划图

Fig. 2 Comprehensive dominant region diagram of farmland in Bazhou city.

### 3 结论与讨论

本文系统地论述了农用地综合产能的层次即自然生产潜力、可获生产潜力、现实生产力和实际产量4个层次,并给与了相应的计算方法。以霸州市为例,利用农用地分等成果进行了实证研究,求得4个层次的产量分别为: $16.4 \times 10^5$  t,  $4.6 \times 10^5$  t,  $3.1 \times 10^5$  t 和  $2.8 \times 10^5$  t, 理清了综合生产能力的分布状况,为其他地区开展农用地综合产能核算提供经验。

在综合产能核算的基础上,引入综合比较优势模型,并对其进行改进,综合考虑各乡镇的耕地规模、耕地质量以及实际产出能力,计算了霸州市各乡镇农用地的生产规模优势指数、农用地综合生产力优势指数、农用地综合比较优势指数,采用SPSS进行聚类分析,将霸州市的农用地划分为4类,并针对不同类别提出对策,划定了霸州镇、康仙庄乡、岔河集乡和煎茶铺镇为农用地的重点保护区域,胜芳镇、杨芬港镇为优先开发区域。

由于资料限制,加上实际产量转化中存在一些问题,如统计数据中耕地面积与分等中面积不统一等问题,本文没有对实际产量进行具体分析,实际产量层次的生产力转化有待进一步研究。

### 参 考 文 献

- [1] 封志明,李香莲. 耕地与粮食安全战略:藏粮于土,提高中国土地资源的综合生产能力[J]. 地理学与国土研究, 2000,16(3):1-5.
- [2] 许经勇,黄焕文. 有关我国粮食安全的几个问题研究[J]. 财经研究,2004,30(5):122-129.
- [3] 鲁靖,许成安. 构建中国的粮食安全保障体系[J]. 农业经济问题,2004,(8):29-79.
- [4] 张晋科,张凤荣,张迪,等. 2004年中国耕地的粮食生产能力研究[J]. 资源科学,2006,28(3):44-51.
- [5] 谢俊奇,蔡玉梅,郑振源,等. 基于改进的农业生态区法的中国耕地粮食生产潜力评价[J]. 中国土地科学,2004,18(4):31-37.
- [6] 李天杰,郎文聚,赵焱,等. 土地质量、生产能力与粮食安全相关研究的现状及展望[J]. 资源与产业,2006,8(1):19-23.
- [7] 周治国,曹卫星,王绍华,等. 基于GIS的区域作物生产系统潜力分析[J]. 农业工程学报,2003,19(1):124-128.
- [8] 聂庆华. 陕西省洛川县土地生产潜力及其人口容量研究[J]. 自然资源,1992,3:31-37.
- [9] Black J K, Watson D J. Photosynthesis and the theory of obtaining high crop yields[J]. Field Crop Absts., 1960, 13: 169-175.
- [10] 冷疏影. 地理信息系统支持下的中国农业生产潜力研究[J]. 自然资源学报,1992,7(1):41-79.
- [11] 党安荣,阎守邕. 基于GIS的中国土地生产潜力研究[J]. 生态学报,2000,20(6):910-915.
- [12] 程叶青,张平宇. 东北商品粮基地粮食生产的区域分异[J]. 自然资源学报,2005,20(6):925-931.
- [13] 樊闽,程锋. 中国粮食生产能力发展状况分析[J]. 中国土地科学,2006,20(4):46-51.
- [14] 徐志刚,傅龙波,钟甫宁. 中国粮食生产的区域比较优势分析[J]. 中国农业资源与区域,2001,22(1):45-48.