

# 基于农用地分等成果的武功县耕地生产能力分析

吴浩浩, 李团胜, 赵宏志, 史小慧, 康欢欢

(长安大学地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 为了充分利用农用地分等成果测算耕地生产能力, 合理开发农用地生产潜力, 建立了农用地产能核算技术方案体系, 并据此以武功县为例, 计算了该县农用地自然生产潜力、利用生产潜力和现实生产能力。通过各分等单元的自然质量等级指数和利用等级指数分别乘以单元面积并累加得到自然生产潜力和利用生产潜力, 并利用 Logistic 模型拟合标准粮产量和利用等级指数之间的关系来计算现实生产能力。结果表明, 武功县自然生产潜力和利用生产潜力分别为  $107.42 \times 10^4$  t 和  $70.05 \times 10^4$  t, 单位面积自然生产潜力和利用生产潜力分别为  $39.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $25.58 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 现实生产能力为  $28.49 \times 10^4$  t, 单位面积现实生产能力为  $10.40 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。武功县耕地生产能力在空间上差异明显, 粮食单产有从东南向西北递减的趋势, 单位面积现实产能最高和最低的分别为普集镇和游风镇, 为  $13.53 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $8.66 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ , 未来西北台塬区的乡镇是粮食增产的重点区域。

**关键词:** 耕地; 自然生产潜力; 利用生产潜力; 现实生产能力; Logistic 模型; 武功县

**中图分类号:** F301.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-7601(2013)03-0213-04

## Analysis of production capacity of cultivated land in Wugong County, Shaanxi Province based on agricultural land classification

WU Hao-hao, LI Tuan-sheng, ZHAO Hong-zhi, SHI Xiao-hui, KANG Huan-huan

(College of Earth Science and Resources, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

**Abstract:** In order to calculate farmland production capacity, rationally exploit farmland productive potential and fully utilize the results of agricultural land classification, the farmland grain potential production system was established. Based on this, natural productive potential, utilization productive potential and actual production capacity in Wugong County were calculated. The corresponding production potential was unit area times its corresponding quality index, and then summed up. The logistic model fitting the relationship between standard grain production and utilization quality index was used to calculate actual production capacity. The results showed that natural productive potential and utilization productive potential of Wugong County were  $107.42 \times 10^4$  t and  $70.05 \times 10^4$  t, respectively. The natural productive potential per unit area was  $39.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  and utilization productive potential per unit area was  $25.58 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ . The actual production capacity was  $28.49 \times 10^4$  t and actual production capacity per unit area was  $10.40 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ . In spatial, cultivated land productivity per unit area in Wugong County showed significant gradient decrease distribution from southeast to northwest. Actual production capacity per unit area of Puji Town was the highest,  $13.53 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ , and Youfeng Town had the lowest one, which was  $8.66 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ .

**Keywords:** cultivated land; natural productive potential; utilization productive potential; actual production capacity; Logistic model; Wugong County

土地生产潜力一直是学术界研究的一个热点, 目前土地生产潜力的计算方法可分为 3 类, 即趋势外推法、机制法和经验公式法。自全国进行农用地分等定级与估价以来, 关于农用地生产能力研究逐渐增多。机制法<sup>[1-3]</sup>在耕地生产能力的研究中应用较多, 也有人利用标准粮产量和自然质量等级指数、

利用等级指数之间良好的相关性, 建立耕地产能核算模型, 农用地分等定级估价办公室发布了《农用地产能核算技术规范》, 张蕾娜<sup>[4]</sup>对其具体的分析方法做了详细的解释。在《规范》的指导下开展了全国农用地产能核算工作, 此类成果发表的较多, 如崔方让<sup>[5]</sup>基于潜力衰减法对新疆和田开发区土地生产潜

收稿日期: 2012-12-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(31140042); 陕西省科学基础研究计划项目(2009JM5004)

作者简介: 吴浩浩(1990—), 男, 安徽安庆人, 在读硕士, 研究方向为景观生态与土地资源评价。E-mail: whh\_xkp@yahoo.cn.

力的评价,段晓凤<sup>[6]</sup>等人采用机制法对光、温、水、土逐级递减来计算黑龙江黑土区各市县玉米、水稻、大豆的气候-土壤生产潜力,邢洪涛<sup>[7]</sup>对通辽市农业区主要粮食作物及苜蓿的生产潜力进行分析,王秋香<sup>[8]</sup>对广东省耕地粮食综合生产能力的研究,石淑芹<sup>[9]</sup>将潜力衰减法与 ARCGIS 空间分析中 GRID 建模相结合来研究吉林省玉米土地生产潜力。但《农用地产能核算技术规范》中产能核算的方法还存在不足,农用地可实现产能核算是以抽样单元的可实现单产和相应的农用地利用等级指数建立函数关系(一般是线性关系)来进行测算,该方法忽略了农用地分等中自然质量等级指数和利用等级指数本身就是两个生产潜力<sup>[10]</sup>。本文利用农用地分等成果,基于自然质量等级指数和利用等级指数是生产潜力的事实,计算武功县农用地的自然生产潜力和利用生产潜力,并依据 Logistic 模型计算了现实生产能力。

## 1 研究区概况

武功县位于关中平原西部,隶属于咸阳市。东迄兴平,西邻扶风,南靠渭河与周至相望,北与乾县接壤。东西 25 km,南北 18 km,面积 391 km<sup>2</sup>。地理位置位于东经 108°~108.26°,北纬 34.12°~34.26°。武功县地形西北高、东南低,从北向南呈阶梯下降,海拔 420~550 m。南部为渭河川道,地势平坦,北部为台塬。全县属于大陆性季风半湿润气候,四季冷暖分明,光、热、水资源比较丰富。年平均气温 12.9℃,年平均无霜期 227 d,年日平均积温 ≥ 10℃ 的积温平均为 4 165℃,标准耕作制度为一年两熟。年平均降水量在 552.60~663.9 mm 之间,年际变化和降水变率大,时空分布不均,干湿季节分明,一般降水不能满足农作物的生长需要。全县有 6 个土类,13 个亚类,27 个土属、77 个土种。主要土类有瘠土、黄土、潮土、水稻土、沼泽土、淤土。全县土地总面积 39 121.72 hm<sup>2</sup>,其中耕地面积 27 388.507 hm<sup>2</sup>,占总面积的 69.9%。

武功县农用地分等中共划分分等单元 996 个,自然质量等级指数在 2046~2754 之间,划分为 4 个自然质量等别。利用等级指数在 1304~1986 之间,共划分为 7 个利用等别。

## 2 研究方法

### 2.1 自然生产潜力和利用生产潜力的测算

农用地等别的划分实质上是对其生产能力高低的划分<sup>[11]</sup>,农用地分等时根据作物生产力形成的机理,考虑光、温、水、土等因子对作物产量的作用,以作物光温(气候)生产潜力为基础,通过逐级修正得

到 3 个层次的农用地质量等级指数:自然质量等级指数、利用等级指数和经济等级指数。农用地分等中,自然质量等级指数的计算,是应用 AEZ(Agro-Ecological Zoning,农业生态区)的方法,以光温生产潜力为基础,用分等单元的土地条件包括土壤、地形、灌溉、排水等条件加以修正,并使用产量比系数进行折算而得到的<sup>[12]</sup>,是有关理论的(本底的)标准粮产量,是分等单元的具体土地条件(主要是土壤、地质水文)的本底生产能力,即潜在生产能力<sup>[11]</sup>。利用等指数是在自然质量等指数的基础上,用分等单元所在的土地利用分区的平均利用水平进行修正而得到的,是一个通过加大投入和利用水平可实现的(反映平均利用水平条件下的)标准粮产量<sup>[13-14]</sup>。从计算方法上可以看出,两者是光温(气候)生产潜力乘以一系列无量纲系数得到,实质上就是两个层次的生产潜力,我们称之为自然生产潜力和利用生产潜力。

耕地自然生产潜力即为耕地的光、温、水、土生产潜力,指在一定的耕地利用方式、标准耕作制度和复种类型下,假设投入与管理等社会经济条件无限制作用,综合考虑光照、温度、水分、土壤条件等自然环境条件对耕地生产能力的限制作用,耕地所具有的理论最大作物生产潜力<sup>[10]</sup>。基于此,耕地自然生产潜力  $P_R$  的测算公式为:

$$P_R = \sum_{i=1}^n R_i \cdot S_i \quad (1)$$

式中,  $S_i$  表示第  $i$  个农用地分等单元面积;  $R_i$  表示第  $i$  个农用地分等单元自然质量等指数。则乡镇单位面积自然生产潜力为乡镇总耕地自然潜力除以乡镇总耕地面积。

耕地利用生产潜力就是进一步考虑耕地利用水平对土地生产潜力的影响的情况下,耕地自然生产潜力所能发挥的程度。耕地利用生产潜力  $P_Y$  的测算公式为:

$$P_Y = \sum_{i=1}^n Y_i \cdot S_i \quad (2)$$

式中,  $Y_i$  表示第  $i$  个农用地分等单元利用等指数,  $S_i$  同上。则乡镇单位面积利用生产潜力为乡镇总耕地利用潜力除以乡镇总耕地面积。

### 2.2 耕地现实生产能力的测算

一定质量条件下的粮食实际生产能力与劳动、资本和技术投入有很大的关系,但并非绝对的正相关关系,投入程度很低的时候,粮食产量会随着投入的增加而明显提高,但当投入达到一定水平时,粮食产量会保持在稳定数值上下波动,不会超过理论的最高产量,这种关系与种群生态学中的 Logistic 模型

很相符<sup>[15]</sup>。因此,我们用 Logistic 模型来测算耕地现实生产潜力,表达式如下:

$$y = \frac{1}{1/u + (b_0 \times b_1^x)} \quad (3)$$

式中, $y$  为分等单元单位面积标准粮食产量; $x$  为农用地利用等级指数; $b_0$  和  $b_1$  为模型参数; $u$  为模型约束变量。

模型公式拟合好后,将分等单元土地利用等指数带入公式,可得到各单元单位面积标准粮食现实产量,则耕地现实生产能力  $P_p$  的测算公式为:

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_i \cdot S_i \quad (4)$$

式中, $S_i$  表示第  $i$  个农用地分等单元面积; $P_i$  表示第  $i$  个农用地分等单元单位面积标准粮食现实产量。则乡镇单位面积现实生产能力为乡镇总现实生产能力除以乡镇总耕地面积。

### 3 结果与分析

#### 3.1 自然生产潜力和利用生产潜力

武功县自然生产潜力和利用生产潜力见表 1。

表 1 各乡镇及全县自然生产潜力和利用生产潜力

Table 1 The natural productive potential and utilization productive potential in Wugong County

乡镇名 Name of town	耕地面积 Cultivate area /hm <sup>2</sup>	自然潜力 Natural potential productivity /(10 <sup>4</sup> t)	利用潜力 Utilization potential productivity /(10 <sup>4</sup> t)
普集镇 Puji	1495.54	5.96	4.30
苏坊镇 Sufang	2523.12	9.92	6.13
武功镇 Wugong	3238.26	12.64	7.80
游风镇 Youfeng	2387.97	9.23	5.70
贞元镇 Zhenyuan	3131.67	12.17	7.52
长宁镇 Changning	1864.00	7.31	4.86
小村镇 Xiaocun	1719.81	6.67	4.81
大庄镇 Dazhuang	2885.50	11.27	8.12
代家乡 Daijia	2642.89	10.63	6.56
河道乡 Hedao	2359.11	9.44	5.83
南仁乡 Nanren	1650.29	6.39	4.25
普集街乡 Pujijie	1490.35	5.79	4.17
全县 Total County	27388.51	107.42	70.05

由表 1 可知,武功县总自然生产潜力和利用生产潜力分别为  $107.42 \times 10^4$  t 和  $70.05 \times 10^4$  t。武功镇总自然生产潜力和利用生产潜力最大,分别为  $12.64 \times 10^4$  t 和  $7.80 \times 10^4$  t,主要原因是其耕地面积最大。普集街乡总自然生产潜力和利用生产潜力最小,分别为  $5.79 \times 10^4$  t 和  $4.17 \times 10^4$  t,其耕地面积最小。

武功县单位面积自然生产潜力和利用生产潜力见表 2。

表 2 各乡镇及全县单位面积生产潜力和利用生产潜力  
Table 2 Natural productive potential per unit area and utilization productive potential per unit area in Wugong County

乡镇名 Name of town	单位面积自然潜力 Natural productive potential per unit area /(t·hm <sup>-2</sup> )	单位面积利用潜力 Utilization productive potential per unit area /(t·hm <sup>-2</sup> )
普集镇 Puji	39.87	28.75
苏坊镇 Sufang	39.33	24.29
武功镇 Wugong	39.02	24.10
游风镇 Youfeng	38.67	23.88
贞元镇 Zhenyuan	38.87	24.01
长宁镇 Changning	39.24	26.06
小村镇 Xiaocun	38.75	27.95
大庄镇 Dazhuang	39.04	28.15
代家乡 Daijia	40.21	24.83
河道乡 Hedao	40.02	24.71
南仁乡 Nanren	38.74	25.73
普集街乡 Pujijie	38.81	27.99
全县 Total county	39.22	25.58

由表 2 可知,武功县单位面积自然生产潜力和利用生产潜力分别为  $39.22 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $25.58 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。单位面积自然生产潜力最大是代家乡的  $40.21 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,原因是代家乡的大部分耕地为有机质含量高的黑油土,土层深厚,水分条件较好,灌溉保证率较高。单位面积利用潜力最大是普集镇的  $28.75 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,原因是普集镇热量条件较好,地势平坦,土壤主要是黑油土和黑瓣土,有机质含量及氮、磷、钾等有效养分均高于其它乡镇;并且普集镇水利条件好,井渠双灌,粮食作物复种指数高,间套面积大。游风镇单位面积自然生产潜力和利用生产潜力都是最小,分别为  $38.67 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $23.88 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。原因是游风镇位于全县最北部的黄土台塬上,地势高,坡度大,水土流失严重,土层虽深厚但肥力较差,土壤贫瘠,大部分为旱地,没有灌溉条件,并且游风镇土地生产条件较差,耕作不便,土地利用粗放,导致耕地利用水平低。

#### 3.2 现实生产能力

样本选取过程中本着面积适中,各地类、地貌单元分布均衡,空间分布均匀的原则,最终从 996 个分等单元中选取 252 个样本。用这些样本的标准粮产量和农用地利用等指数进行拟合,建立拟合模型公式。将数据导入 SPSS 16.0 软件中,利用曲线拟合中的 Logistic 模型进行拟合,结果如下:

$$y = \frac{1}{1/1200 + (0.3915 \times 0.9962^x)} \quad (5)$$

模型的检验结果为: $R^2 = 0.692$ ,  $F = 560.519$ ,  $\text{sig} F = 0.000$ ,检验在 0.05 水平上显著,模拟效果比较理想。

根据确定的 Logistic 方程可以计算出各分等单元单位面积标准粮食现实产量,乘以单元面积,累加后即得武功县农用地现实生产能力(见表 3)。

表 3 各乡镇及全县现实生产能力

Table 3 The actual production capacity in Wugong County

乡镇名 Name of town	现实产能 Actual production capacity ( $10^4$ t)	单位面积现实产能 Actual production capacity per unit area ( $t \cdot \text{hm}^{-2}$ )
普集镇 Puji	2.02	13.53
苏坊镇 Sufang	2.30	9.11
武功镇 Wugong	2.88	8.89
游风镇 Youfeng	2.07	8.66
贞元镇 Zhenyuan	2.74	8.75
长宁镇 Changning	2.05	11.00
小村镇 Xiaocun	2.20	12.81
大庄镇 Dazhuang	3.76	13.05
代家乡 Daijia	2.56	9.68
河道乡 Hedao	2.26	9.56
南仁乡 Nanren	1.76	10.66
普集街乡 Pujijie	1.90	12.72
全县 Total county	28.49	10.40

武功县农用地现实生产能力为  $28.49 \times 10^4$  t, 单位面积现实生产能力为  $10.40 t \cdot \text{hm}^{-2}$ 。武功县 80% 以上耕地的粮食现实生产能力在  $8 t \cdot \text{hm}^{-2}$  以上, 60% 以上耕地粮食现实生产能力达到  $9.73 t \cdot \text{hm}^{-2}$  的水平。各乡镇中, 大庄镇的总现实生产能力最大, 为  $3.76 \times 10^4$  t, 南仁乡最小, 为  $1.76 \times 10^4$  t, 主要原因是大庄镇的耕地面积较大, 而南仁乡较小。单位面积现实生产能力最大的是普集镇的  $13.53 t \cdot \text{hm}^{-2}$ , 最小的是游风镇的  $8.66 t \cdot \text{hm}^{-2}$ , 原因是普集镇光热条件优越, 地势平坦, 水源丰富, 灌溉保证率高, 多为井渠双灌, 自然条件较好, 且其粮食作物复种指数高, 间套面积大, 农田基础设施完善, 耕地利用水平较高。而游风镇自然条件较差, 水利化和水源利用程度低, 耕地以旱地为主, 土地利用粗放, 产量水平低下。

从武功全县范围来看, 粮食产能有从东南向西北递减的趋势, 原因是东南区的川道及大部分台塬地区地势平坦、土层深厚且多为井渠双灌, 土壤肥力较高, 而西北区的洼地土壤透气性差, 排水能力差, 台塬中部的小流域两岸坡度大, 水土流失严重, 基本无灌溉条件, 耕地质量相对较差, 并且北部地区土地生产条件较差, 耕作不便, 灌溉成本很高导致农民没有生产积极性, 土地利用粗放, 耕地产出能力较低。

## 4 结 论

1) 农用地分等中的自然质量等指数与利用等

指数本质上就是两个生产潜力, 我们称之为自然生产潜力和利用生产潜力, 充分利用农用地分等成果来计算耕地生产潜力是可行的。

2) 利用生态学中的 Logistic 模型来测算现实生产能力理论分析和实际测算上都很合理。

3) 武功县自然生产潜力和利用生产潜力分别为  $107.42 \times 10^4$  t 和  $70.05 \times 10^4$  t, 单位面积自然生产潜力和利用生产潜力分别为  $39.22 t \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $25.58 t \cdot \text{hm}^{-2}$ , 现实生产能力为  $28.49 \times 10^4$  t, 单位面积现实生产能力为  $10.40 t \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

4) 武功县耕地产能在空间上差异明显, 粮食生产能力有从东南向西北递减的趋势, 单位面积现实生产能力最高和最低的是普集镇和游风镇, 分别为  $13.53 t \cdot \text{hm}^{-2}$  和  $8.66 t \cdot \text{hm}^{-2}$ 。未来西北台塬区的乡镇是粮食增产的重点区域。

## 参 考 文 献:

- [1] 刘新卫, 陈百明. 黄土丘陵区安塞县县域粮食生产潜力及其开发[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 286-290.
- [2] 邵晓梅, 刘春玲, 张洪业. 鲁西北地区土地现实生产力调查与估算[J]. 地理研究, 2005, 24(4): 535-541.
- [3] 刘勤, 严昌荣, 何文清, 等. 山西寿阳县旱作农业土地生产潜力[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 55-59.
- [4] 张蕾娜, 郎文聚, 苏强, 等. 基于农用地分等成果的产能核算研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(Supp. 1): 133-136.
- [5] 崔方让, 李新平, 魏迎春, 等. 新疆和田开发区土地生产潜力评价与土壤修正系数的确定[J]. 干旱地区农业研究, 2007, 25(3): 125-129.
- [6] 段晓凤, 张磊, 张慧, 等. 黑龙江省黑土区主要作物对农业资源利用率评价[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(5): 185-190.
- [7] 邢洪涛, 刘克礼, 高聚林. 通辽地区农业生产潜力分析[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(3): 128-132.
- [8] 王秋香, 任向宁, 孙伟杰, 等. 广东省耕地粮食综合生产能力研究[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(1): 68-71.
- [9] 石淑芹, 陈佑启, 李正国, 等. 基于空间插值技术和辅助信息的吉林省玉米土地生产潜力研究[J]. 干旱地区农业研究, 2011, 29(5): 209-217.
- [10] 李因胜, 张艳, 闫颖, 等. 基于农用地分等成果的陕西周至县耕地粮食生产能力测算[J]. 农业工程学报, 2012, 28(15): 193-198.
- [11] 张凤荣, 郎文聚, 胡存志. 《农用地分等规程》的几个理论问题及应用方向[J]. 资源科学, 2005, 27(2): 33-38.
- [12] 中华人民共和国国土资源部. 中华人民共和国国土资源部行业标准(TD/T1004—2003): 农用地分等规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [13] 吴克宁, 程先军, 黄勤, 等. 基于分等成果的农用地综合生产能力[J]. 农业工程学报, 2008, 24(11): 51-56.
- [14] 张千五, 王数, 张凤荣, 等. 基于农用地分等的粮食生产潜力田间质量限制研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(10): 85-88.
- [15] 张艳. 周至县农用地分等及其成果应用研究[D]. 西安: 长安大学, 2008: 41-50.