

# 基于 ArcGIS 的耕地整治潜力测算与分级研究

## ——以湖北省房县为例

马春艳, 王占岐, 易平

(中国地质大学 公共管理学院, 武汉 430074)

**摘要:**土地整治工作是一项综合性的系统工程, 潜力测算与分级是土地整治工作的前提和基础。以 ArcGIS 软件为平台, 采用基于新增耕地系数的数量潜力测算方法, 通过调查待整治耕地面积, 确定新增耕地系数, 测算出房县的耕地整治数量潜力为 1 210.18 hm<sup>2</sup>; 质量潜力测算采用基于农用地分等定级成果和产能核算理论的方法, 通过计算耕地现实单产和最高单产, 分别计算出待整治耕地提升产能和新增耕地产能, 得出房县耕地整治的质量潜力为 9 485.38 万 kg; 最后以质量潜力测算后的耕地总产能作为潜力分级标准, 将整治潜力划分为三个级别, 并绘制了以乡(镇)为单元的潜力分级图。根据潜力级别划分结果, 结合各乡镇的地形地貌、经济发展水平、农民整治意愿等条件, 将一级潜力区、二级潜力区和三级潜力区按照整治时序分别确定为房县耕地近期重点整治区、中期适宜整治区、远期一般整治区。

**关键词:**耕地整治; 潜力测算; 潜力分级; ArcGIS; 房县

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)01-0207-05

## Study on the Potential Calculation and Classification of Farmland Remediation Based on ArcGIS

### — A Case Study on Fang Xian County

MA Chunyan, WANG Zhanqi, YI Ping

(School of Public Administration, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** The work of land remediation is a comprehensive system. Potential calculation and classification are the premise and basis of land remediation work. This paper works on ArcGIS software platform. The farmland quantity potential of Fangxian County is 1 210.18 hectares by investigating the area of farmland and determining the new farmland coefficient. Farmland quality potential is 94 853 800 kg measured on the base of agricultural land classification and productivity accounting theory. Through calculating the real yields of arable land and the highest yields, production capacity of arable farmland to be remediation and new added farm land increased. With a total capacity of arable land as the potential grading standards, the farmland potential remediation can be divided into three levels and potential classification map can be drawn. According to the potential level of division results, the level of economic development and farmer willingness, the first level potential area is identified as the recent major remediation area by combining with the topography of the township. The second level potential area is identified as the medium appropriate remediation area and the third level potential area is identified as the forward general improvement district.

**Keywords:** farm land remediation; potential calculation; potential classification; ArcGIS; Fangxian County

随着工业化和城市化进程的不断加快,“人增地减”的矛盾在我国现代化进程中日益突出,加上部分耕地质量不断降低、耕地细碎化问题严重、宜耕后备土地资源匮乏、补充耕地能力有限等因素,耕地保护的不断增大。为了确保国家粮食安全,必须保有

相当数量和质量的耕地,土地整治规划作为补充耕地的重要手段,受到了国家的高度重视,国土资源部于 2010 年 6 月通过《关于推进土地整治规划工作的总体安排》,启动了新一轮《全国土地整治规划(2011—2020 年)》修编工作,而耕地整治潜力测算与分级作

收稿日期: 2014-03-20

修回日期: 2014-04-22

资助项目: 国家自然科学基金资助项目(41101535)

第一作者: 马春艳(1988—),女,江苏淮安人,硕士研究生,研究方向: 土地利用规划与评价。E-mail: mcycug@163.com

通信作者: 王占岐(1965—),男,陕西岐山人,博士,教授,从事土地利用规划与基准地价评估研究。E-mail: zhqwang@cug.edu.cn

为土地整治工作的核心内容,其重要性不言而喻。

随着土地整治工作的开展,国内众多学者从不同角度对土地整治进行了大量的研究,主要集中在耕地整治潜力测算<sup>[1-3]</sup>、潜力评价指标体系构建<sup>[4-5]</sup>以及潜力评价方法研究<sup>[6-8]</sup>几个方面。目前对于耕地整治质量潜力的研究,主要有以下三种方法:一是基于产能理论的耕地质量潜力测算<sup>[9-11]</sup>,这种方法主要根据农用地产能核算结果,以耕地理论单产与实际单产的差距来表示耕地整治质量提高的潜力。二是基于农用地分等定级成果的耕地质量潜力研究<sup>[12-14]</sup>,此方法主要是以耕地等别评定的技术方法为依据,结合利用农用地分等定级成果,确定耕地质量可提高等级与面积。三是将农用地分等定级成果与产能核算成果相结合的耕地质量潜力研究,这种方法是对上述方法的融合和改进,它在确定耕地单产水平及整治后单位面积耕地标准产量时利用了农用地分等定级成果,计算耕地质量提升产能时又利用了产能核算的成果。基于此方法,本文以湖北省房县为例,利用 ArcGIS 对数据进行处理和分析,测算耕地整治的数量和质量潜力,并根据潜力测算后的耕地总产能划分潜力级别,明确房县耕地整治的重点区域和时序安排,为科学合理地开展土地整治工作提供依据。

## 1 研究内容与方法

### 1.1 耕地整治潜力测算方法

耕地整治是指对待整治区域中的田间道路、田坎、沟渠、林网、零星地类以及分布在耕地中的少量未利用土地进行归并和整理,从而增加耕地面积,改善耕地质量,提高耕地利用率的的活动。耕地整治的对象主要包括基本农田、坡度小于 25°的耕地、非城镇发展区、退耕还林区等,耕地整治潜力不仅指耕地数量的增加还包括耕地质量等级的提高<sup>[15]</sup>。

1.1.1 耕地整治数量潜力 新增耕地数量潜力主要表现为经整治后增加的有效耕地面积,在调查待整治耕地地区面积、确定新增耕地系数的基础上测算新增耕地数量潜力。其中新增耕地系数主要是根据已整治的典型项目区内耕地面积与项目区面积的比值推算确定,耕地整治数量潜力的计算公式如下:

$$S = \sum_{i=1}^n (\alpha_i \times S_i) \quad (1)$$

式中: $S$ ——全县新增耕地面积; $\alpha_i$ ——第  $i$  个乡(镇)新增耕地系数; $S_i$ ——第  $i$  个乡(镇)待整治区面积, $i=1,2,\dots,n$ ,其中  $n$  为乡(镇)数量。

1.1.2 耕地整治质量潜力 耕地质量潜力测算采用基于农用地分等定级成果与产能核算成果相结合的

方法,将耕地质量潜力分为原有耕地质量提升潜力和新增耕地潜力两个部分。根据农用地分等定级成果,参照湖北省推荐指定作物各二级区最大产量及指定作物产量比系数表确定理论单产水平、现实单产以及单产差值,结合新增耕地规模和待整治耕地面积计算质量潜力,耕地整治质量潜力的具体计算公式如下:

$$W = A \cdot T + Q_i \cdot K_i \quad (2)$$

式中: $W$ ——整治后耕地的质量潜力; $A$ ——待整治耕地规模; $T$ ——整治前后单产水平的差值; $Q_i$ ——第  $i$  个乡(镇)新增耕地面积; $K_i$ ——第  $i$  个乡(镇)整治前的耕地现实单产水平。

### 1.2 耕地整治潜力分级

耕地整治潜力级别划分采用基于耕地总产能的分级方法,根据质量潜力测算后的耕地总产能划分整治潜力级别,并在 ArcGIS 中以乡(镇)为潜力分级单元,对全县区域内的耕地整治潜力进行分级渲染,绘制出耕地整治潜力分级图,从而明确耕地整治的重点区域和时序安排。

## 2 实证研究

### 2.1 研究区概况与数据来源

房县位于湖北省西北部、十堰市南部,地跨东经 110°02′—111°15′,北纬 31°24′—33°31′,东连保康县和谷城县,西邻竹山县,南临神农架林区,东北交丹江口市。地形以山地为主,西高东低,南陡北缓,中间河谷平坝,最低海拔 180 m,最高海拔 2 458.6 m,地貌单元类型复杂,农业立体分层明显,土地资源结构基本呈现出“九分山水一分田地”的特点。全县现辖 12 个镇、7 个乡、1 个国营林场。2010 年土地总面积 511 823.05 hm<sup>2</sup>,总人口 48.69 万人,国民生产总值 35.72 亿元,农民人均纯收入 3 360 元。

文中耕地利用现状数据主要来源于房县第二次全国土地调查、土地利用变更调查(2010 年)和房县土地利用总体规划(2010—2020 年)等,土地整治数据主要来源于 2011—2020 年房县低丘岗地改造、基本农田整治等土地综合整治项目。

### 2.2 耕地整治潜力测算结果与分析

2.2.1 数量潜力测算与分析 结合房县第二次全国土地调查以及土地利用变更调查成果数据,在调查待整治耕地地区的面积及范围,确定新增耕地系数的基础上,借助 ArcGIS 9.3 对数据进行处理分析测算出最终的数量潜力。

(1) 调查待整治耕地地区的范围及面积。利用 ArcGIS 9.3 统计出房县基期年(2010 年)耕地范围内的地类图斑面积为 41 093.81 hm<sup>2</sup>,此面积包括通

过耕地区的线状地物、坐落在耕地区域内的零星地物以及一些坑塘水面。将房县 2010 年以前已实施的基本农田整治项目和高产农田整治项目进行汇总,在 ArcGIS 中用已实施项目去切割房县第二次土地调查中的地类图斑文件,再按地类编码进行统计并扣除坡度大于  $25^\circ$  的面积得出房县已整治耕地中缓坡耕地面积为  $1\,712.29\text{ hm}^2$ 。因此待整治耕地面积为扣除零星地物、坑塘水面、线状地物面积、已整治耕地面积以及坡度大于  $25^\circ$  耕地面积之后的基期耕地图斑面积,计算得出待整治耕地面积为  $32\,084.69\text{ hm}^2$ 。

(2) 确定新增耕地系数。根据房县 2000—2010 年已实施的土地整治项目,结合房县农用地整治潜力调查资料,分析整治后各乡镇预计新增耕地面积和待整治耕地区的面积,两者的比值即为新增耕地系数。参考房县农用地整治的实际情况,以乡镇为单位计算新增耕地系数,结果显示房县 20 个乡镇的新增耕地系数基本上介于  $3\%\sim 4\%$  之间,其中最大的是  $4.56\%$ (门古寺镇、青峰镇、土城镇),最小的为零(回龙乡和五台林场),其他乡镇基本上都集中在  $3.65\%$ 。

(3) 测算耕地整治数量潜力。依据各乡(镇)待整治耕地面积和新增耕地系数,按照公式(1)测算出各乡(镇)的耕地整治数量潜力,并汇总计算出全县的耕地整治数量总潜力。经测算,房县耕地整治数量总潜力为  $1\,210.18\text{ hm}^2$ ,从空间分布上看,新增耕地数量较多的主要分布在红塔乡、青峰镇、门古寺镇,这三个乡镇的新增耕地面积均在  $100\text{ hm}^2$  以上,平均新增耕地系数为  $4.26\%$ ;中坝乡和上龛乡耕地整治数量潜力较小,均在  $30\text{ hm}^2$  以下;而回龙乡、五台山林场由于新增耕地系数为零,故新增耕地数量潜力为零。房县各乡镇的耕地整治数量潜力情况见表 1。

2.2.2 质量潜力测算与分析 耕地质量潜力通常以产能提高状况来表达,本文采用基于农用地分等定级成果和产能核算理论相结合的方法,以乡(镇)为单元,按照公式(2)汇总测算出全县的耕地质量总潜力。耕地质量总潜力由原有耕地等级提高产能和新增耕地产能两个部分组成,因此在测算总潜力时需要将这两部分分别进行测算。

原有耕地通过综合整治,改善农业生产条件,提高耕地质量,产量也会相对提高。对于这部分潜力的测算是以整治后耕地生产能力提高程度作为待整治耕地所能提高的质量潜力。新增耕地部分则是假定其能达到该乡(镇)耕地整治前的平均产量水平,该平均产量水平可以在 ArcGIS 中利用农用地分等定级成果中的土地利用系数和最高单产反推求出,将新增耕地面积与乡(镇)的平均产量水平相乘得到新增耕

地的质量潜力。

表 1 房县各乡镇耕地整治数量潜力

乡镇	待整治耕地 面积/ $\text{hm}^2$	新增耕地 系数/ $\%$	整治数量 潜力/ $\text{hm}^2$
城关镇	1897.20	3.65	69.25
军店镇	2694.70	3.65	98.36
化龙堰镇	1705.21	3.07	52.35
土城镇	1958.97	4.56	89.33
大木厂镇	2638.98	3.65	96.32
青峰镇	2892.92	4.56	131.92
门古寺镇	2284.90	4.56	104.19
红塔乡	3857.85	3.65	140.81
白鹤镇	2545.56	3.65	92.91
窑淮乡	1229.59	3.65	44.88
姚坪乡	1395.03	3.65	50.92
尹吉甫镇	975.42	3.65	35.60
沙河乡	986.06	3.65	35.99
万峪河乡	1197.80	3.65	43.72
野人谷镇	1052.78	3.65	38.43
上龛乡	611.39	3.65	22.32
中坝乡	789.33	3.65	28.81
九道乡	908.52	3.75	34.07
回龙乡	207.33	0.00	0.00
五台林场	255.15	0.00	0.00

根据房县农用地分等成果,结合湖北省推荐指定作物各二级区最大产量及指定作物产量比系数表,计算房县最高单产值为  $7\,616.69\text{ kg}/\text{hm}^2$ 。在 ArcGIS 中利用 Analysis Tools 模块中的 Spatial Join 工具将土地利用系数文件中的属性数据按照空间位置关系赋值到行政区文件中,得到行政区\_spatial join 文件,再将最高单产值链接到此文件中,并在其属性表中通过 Add Field 功能添加“现实单产”和“单产差值”字段,按照现实单产 =  $\text{TDLYXS} \times \text{最高单产}$ ,单产差值 =  $\text{最高单产} - \text{现实单产}$ 的公式,通过 Field Calculator 系统自动计算出各乡(镇)的现实平均产量水平和单产差值。将前面测算出的耕地整治数量潜力数据(待整治耕地面积和新增耕地面积)链接到行政区\_spatial join 属性表中,继续添加“待整治耕地产能”、“新增耕地产能”和“总产能”这三个字段。按照待整治耕地产能 =  $\text{待整治耕地面积} \times \text{单产差值}$ ,新增耕地产能 =  $\text{新增耕地面积} \times \text{现实单产}$ ,总产能 =  $\text{待整治耕地产能} + \text{新增耕地产能}$ 的计算方法,通过 Field Calculator 测算出各乡(镇)的待整治耕地产能为  $8\,898.73$  万

kg,新增耕地产能为 586.64 万 kg,总产能(耕地整治质量总潜力)为 9 485.38 万 kg。测算结果表明房县 20 个乡镇中红塔乡的耕地整治质量总潜力最大,达

到 1 097.16 万  $\text{hm}^2$ ;回龙乡和五台林场由于新增耕地为零,因此总产能最少。房县各乡镇的耕地质量潜力计算结果见表 2。

表 2 房县各乡镇耕地整治质量潜力

乡镇	待整治耕地		新增耕地		总产能/万 kg
	面积/ $\text{hm}^2$	产能提高/万 kg	面积/ $\text{hm}^2$	产能提高/万 kg	
城关镇	1897.20	523.31	69.25	33.64	556.96
军店镇	2694.70	737.20	98.36	48.01	785.22
化龙堰镇	1705.21	486.85	52.35	24.93	511.78
土城镇	1958.97	501.22	89.33	45.18	546.39
大木厂镇	2638.98	795.46	96.32	44.34	839.80
青峰镇	2892.92	769.32	131.92	65.39	834.71
门古寺镇	2284.90	677.71	104.19	48.45	726.16
红塔乡	3857.85	1027.40	140.81	69.75	1097.16
白鹤镇	2545.56	702.12	92.91	45.14	747.26
窑淮乡	1229.59	363.89	44.88	20.90	384.79
姚坪乡	1395.03	390.82	50.92	24.52	415.34
尹吉甫镇	975.42	254.16	35.60	17.84	272.00
沙河乡	986.06	265.88	35.99	17.71	283.59
万峪河乡	1197.80	305.63	43.72	22.14	327.77
野人谷镇	1052.78	284.33	38.43	18.89	303.21
上龛乡	611.39	169.88	22.32	10.79	180.67
中坝乡	789.33	228.95	28.81	13.59	242.54
九道乡	908.52	280.62	34.07	15.43	296.05
回龙乡	207.33	65.30	0.00	0.00	65.30
五台林场	255.15	68.68	0.00	0.00	68.68
合计	32084.69	8898.73	1210.18	586.64	9485.38

2.3 耕地整治潜力级别划分 以质量潜力测算后的耕地总产能作为潜力级别划分依据,按照表 3 中的潜力分级标准,对耕地整治后的总产能  $W$  进行级别划分,将房县耕地整治潜力划分为三个级别,在 ArcGIS 中以乡(镇)作为潜力分级单元,依据总产能  $W$  对耕地整治潜力进行分级渲染,渲染方式为单一要素,生成房县耕地整治潜力分级图(见图 1)。

表 3 耕地整治潜力分级标准

分级标准	$W \geq 700$	$300 \leq W < 700$	$0 < W < 300$
指标级别	一级潜力区	二级潜力区	三级潜力区

从图 1 可以看出,房县耕地整治潜力可以划分为一级潜力区、二级潜力区和三级潜力区这三个级别,根据潜力级别划分结果,结合各乡镇的地形地貌、经济发展水平、农民整治意愿以及农业基础设施状况等条件,将一级潜力区、二级潜力区和三级潜力区按照整治时序分别确定为房县耕地近期重点整治区、中期适宜整治区和远期一般整治区。

近期重点整治区:主要集中在红塔乡、大木厂镇、青峰镇、军店镇、白鹤镇、门古寺镇这 6 个乡镇,这些乡镇经济发展水平较高,农民整治意愿强烈,新增耕地潜力较大,区域总产能为 5 030.31 万 kg,各乡镇产能均在 700 万 kg 以上,对于这些具备较好耕地整治条件的乡镇应加强整治力度,可以从经济、技术、社会、行政、法律等方面推进耕地整治工作的有序开展。

中期适宜整治区:集中分布在地形坡度小,土壤保水保肥性好,灌溉排水设施完善的城关镇、土城镇、化龙堰镇、姚坪乡、窑淮乡、万峪河乡、野人谷镇这 7 个乡镇,区域耕地总产能为 3 046.24 万 kg,占全县总产能的 32.12%,这些乡镇可通过改善道路交通条件和基础配套设施水平来提高耕地整治潜力。

远期一般整治区:空间上主要分布在坡度较大,以丘陵山地为主的上龛乡、中坝乡、尹吉甫镇、九道乡、沙河乡、回龙乡、五台林场 7 个乡镇,这些乡镇耕地资源有限、经济发展相对滞后、农民整治意愿一般,新增耕

地规模较小,各乡镇的产能均在 300 万 kg 以下。这些乡镇应拓宽耕地整治资金的筹措渠道,增强投资能力并结合当地实际探索适宜的耕地整治模式。

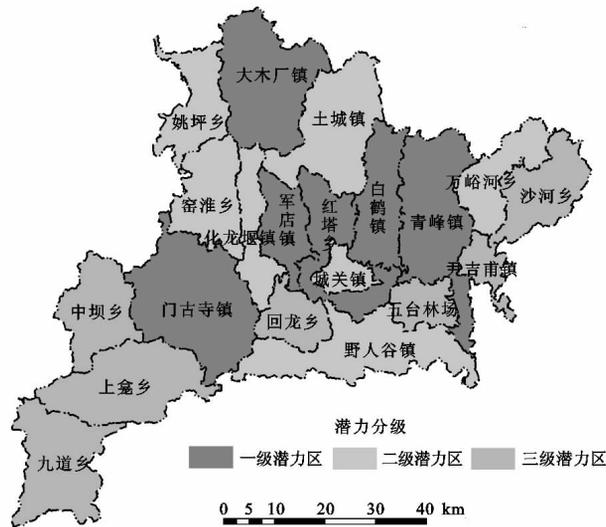


图 1 房县耕地整治潜力分级

### 3 结论与讨论

土地整治是一项综合性的系统工程,潜力测算是土地整治工作的前提和基础,也是潜力分级的依据,对于提高土地利用效率,指导土地利用活动具有重要意义。本文以 ArcGIS 软件为平台,采用基于新增耕地系数的数量潜力测算方法,在调查待整治耕地面积,确定新增耕地系数的基础上,测算房县耕地整治数量潜力为 1 210.18 hm<sup>2</sup>。质量潜力测算采用基于农用地分等定级成果和产能核算理论的方法,通过计算耕地实现单产水平、最高单产,分别计算待整治耕地提升产能和新增耕地产能,两者求和得到总产能为 9 485.38 万 kg。以质量潜力测算后的耕地总产能作为潜力分级标准,将整治潜力划分为三个级别,并绘制了以乡(镇)为单元的潜力分级图,将一级潜力区确定为近期耕地重点整治区,主要集中在红塔乡、大木厂镇、青峰镇等 6 个乡镇,二级潜力区确定为中期耕地适宜整治区,主要分布在城关镇、土城镇、化龙堰镇等 7 个乡镇,三级潜力区确定为远期耕地一般整治区,主要分布在九道乡、沙河乡、尹吉甫镇等 7 个乡镇。本文在农用地分等定级成果和产能核算研究的基础上将两者综合考虑,创新了耕地质量潜力测算方法。在潜力分级时以总产能作为分级依据,这与传统的以新增

耕地面积为依据相比,不仅考虑到数量的增长而且体现了质量的提高,但研究中由于数据收集的难易程度和分级标准的主观性,测算结果的准确性有待提高。

#### 参考文献:

- [1] 张正峰,赵伟.北京市大兴区耕地整治潜力模糊评价研究[J].农业工程学报,2006,22(2):83-88.
- [2] 闫东浩,侯森兴,朱德举.耕地整治潜力测算[J].农业工程学报,2004,20(3):257-261.
- [3] 邵晖,胡宝清,王瑜.基于模糊综合评判的耕地整治潜力评价:以南宁市江南区为例[J].资源科学,2007,29(4):146-150.
- [4] 张正峰,陈百明,郭战胜.耕地整治潜力评价指标体系研究[J].中国土地科学,2004,18(5):37-43.
- [5] 龚健,刘艳芳,刘耀林.农村土地整治潜力评价方法初探:以湖北省保康县为例[J].国土与自然资源研究,2004(1):29-31.
- [6] 范金梅,孟宪素,薛永森.中国耕地整治潜力评价初探:以北京延庆县为例[J].地理研究,2004,23(6):736-744.
- [7] 郭洪泉,胡振琪,张亚龙,等.基于 ARCGIS 的耕地整治潜力评价系统研究:以北京市延庆县为例[J].中国土地科学,2006,20(3):50-54.
- [8] 江一波,胡守庚,刘越岩.基于 GIS 的丘陵山区可持续耕地整治潜力综合评价[J].中国土地科学,2012,26(6):42-47.
- [9] 刘华宾,张俊梅,门明新,等.基于产能的耕地资源保护级别评定方法研究:以河北省卢龙县为例[J].自然资源学报,2009,24(8):1325-1333.
- [10] 刘文智,陈亚恒,李新旺,等.基于产能的耕地整治数量质量潜力测算方法研究:以河北省卢龙县为例[J].水土保持研究,2010,17(3):227-231.
- [11] 张慧,李新旺,霍习良,等.基于产能理论的耕地整治现实潜力测算方法研究:以河北省肃宁县为例[J].水土保持研究,2011,18(2):202-212.
- [12] 刘永为,吴克宁,黄琴,等.基于农用地分等的土地整治潜力分析:以吉林省为例[J].安徽农业科学,2009,37(9):4147-4149.
- [13] 张一飞,黄劲松.以定级为基础的农用地整治潜力测算方法研究[J].地域研究与开发,2005,24(2):96-100.
- [14] 高士光,陈亚恒,许皞.基于农用地分等成果的耕地整治潜力计算方法:以衡水市桃城区为例[J].中国农学通报,2008,24(1):397-401.
- [15] 张正峰,陈百明.土地整治内涵与评价方法研究初探[J].资源科学,2002,24(2):43-48.