

# 黄土高原南缘土石山区耕地地力评价研究\*

刘京<sup>1</sup> 常庆瑞<sup>1\*\*</sup> 陈涛<sup>1</sup> 刘宗院<sup>2</sup> 王银福<sup>2</sup>

(1. 西北农林科技大学资源环境学院 杨凌 712100; 2. 陕西省宝鸡市陈仓区农技推广中心 宝鸡 721300)

**摘要** 以黄土高原南缘土石山区陕西省宝鸡市陈仓区为例,通过野外采样和室内分析,获取大量耕地地力相关信息,在GIS的支持下,利用层次分析法、模糊评价等数学方法和模型对研究区耕地地力进行定量化评价。结果表明:该区耕地基础地力可分为6等,其中1等地占3.7%,2等地占17.2%,3等地占36.8%,4等地占24.1%,5等地占9.4%,6等地占8.9%。水浇地、园地和菜地主要集中在1、2、3等地;4等地在该区分布范围较广;而5、6等地主要分布于坡度较大、海拔较高、土壤耕层较薄的山区,利用类型主要为旱地。本研究分析了研究区各乡镇耕地数量及质量的空间分布特征,对耕地资源的科学管理、可持续利用及测土配方施肥有积极意义。

**关键词** 黄土高原 土石山区 GIS 耕地地力 空间分布特征

中图分类号: S158.3 文献标识码: A 文章编号: 1671-3990(2010)02-0229-06

## Evaluation of farmland productivity on the earth and rocky area of the South Loess Plateau

LIU Jing<sup>1</sup>, CHANG Qing-Rui<sup>1</sup>, CHEN Tao<sup>1</sup>, LIU Zong-Yuan<sup>2</sup>, WANG Yin-Fu<sup>2</sup>

(1. College of Resource and Environment, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;

2. Agricultural Extension Center for Chencang District, Baoji City, Baoji 721300, China)

**Abstract** On the basis of the field investigation, field sampling and chemical analysis, farmland productivity in Chencang District, Baoji City was evaluated via GIS, Analytical Hierarch Program (AHP) and Fuzzy Mathematical Theory (FMT). The results show that farmland productivity in the study area can be classified into six grades. Grade 1 area accounts for 3.7%, grade 2 for 17.2%, grade 3 for 36.8%, grade 4 for 24.1%, grade 5 for 9.4% and grade 6 for 8.9% of the total area, respectively. The first three grades of farmland are mainly irrigated lands, orchards and vegetable fields, in that order. Grade 4 occurs in every township. Grades 5 and 6 (which are farmlands) mainly occur in the mountain areas with steep slopes, high altitudes and thin layers of soil. Analysis of the characteristics of each grade for every township is beneficial for scientific management of farmlands, sustainable use soils and soil fertilization.

**Key words** Loess Plateau, Earth and rocky area, GIS, Farmland productivity, Spatial distribution

(Received April 21, 2009; accepted July 11, 2009)

人口众多但人均土地少,耕地更少,且耕地后备资源严重不足,是我国土地资源的基本情况<sup>[1]</sup>。随着我国人口不断增加和社会快速发展,土地退化日趋严重,滥垦滥用造成耕地浪费的现象随处可见。通过耕地地力评价,摸清区域耕地地力状况,对提高耕地保护与管理,促进农业结构调整和农业可持续发展具有重要的现实意义<sup>[2]</sup>。耕地在数量上扩大的可能性不大,只有提高耕地质量才能保证我国粮

食安全<sup>[3]</sup>。因此,耕地质量评价及合理利用一直是近年来研究的热点之一。

近年来我国各地借助地理信息系统(Geographical information system, GIS),采用系统聚类法、层次分析法(Analytic hierarchy program, AHP)、综合归纳法、模糊评价法等开展了耕地地力评价方面的研究,取得了较多成果<sup>[4-7]</sup>。王瑞燕等<sup>[8]</sup>以山东青州为试区,综合利用系统聚类法、层次分析法、模糊评价法和

\* 国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2007CB407203)、国家科技支撑计划项目(2006BAD03A0308)资助

\*\* 通讯作者:常庆瑞(1959-),男,教授,博士生导师,主要从事土地资源及空间信息技术研究。E-mail: changqr@nwsuaf.edu.cn

刘京(1975-),男,讲师,在职博士研究生,主要从事GIS在资源环境中的应用研究。E-mail: jingliu@nwsuaf.edu.cn

收稿日期:2009-04-21 接受日期:2009-07-11

数学模型,实现了耕地地力自动化、量化评价。何毓蓉等<sup>[9]</sup>采用土壤质量系数对川江流域及其周边几个典型农业生态区的耕地地力进行评价,用以指导生态环境建设和农业结构调整。林碧珊等<sup>[10]</sup>以土种为单元,采用限制因素法和综合归纳法,对耕地地力因素进行系统分析和评比,评价耕地地力等级。张海涛等<sup>[11]</sup>利用 GIS,将层次分析的原理和方法引入耕地地力评价以确定参评因子的权重,快速准确地对江汉平原后湖地区的耕地自然地力进行了综合评价。刘友兆等<sup>[12]</sup>以江苏省邳州市为研究区域,在 GIS 支持下对耕地地力进行了评价研究,实现了县域耕地分等的自动化,提高了结果的科学性。目前对土石山区、特别是黄土高原南缘进行耕地地力评价的研究尚少见报道。运用 GIS 技术与传统耕地地力评价方法相结合,分析土石山区耕地地力与土壤各肥力因子的时空变化特征,及时掌握耕地资源的数量、质量及其分布,对于土石山区合理利用耕地,促进耕地资源与环境的可持续发展,切实保护和提高耕地地力,推动耕地资源的合理配置,优化种植业生产结构等具有十分重要的理论价值和现实意义。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

陕西省宝鸡市陈仓区位于黄土高原南缘土石山区,东西长 119 km,南北宽 68 km,全区总面积 2 517 km<sup>2</sup>,北部为黄土台塬,西部为丘陵、山区,中间为渭河河谷平原,属川道区,渭河贯穿境内,地形地貌复杂,川、塬、丘、山皆有分布。陈仓区最高海拔 2 757.8 m,山势陡峻,宜农地很少,主要以林地为主,渭河川道和黄土台塬地势平坦、开阔,土层深厚,最低海拔 556 m,居民地和耕地多分布于此。该区属典型的暖温带大陆性季风气候,受大陆性季风影响,四季冷暖分明,冬季干冷少雪,夏季温热多雨,降雨期集中,每年 5~10 月上旬降水占全年的 78%以上,年际降水量变化大,多年平均降水量 664.2 mm,且空间分布不均匀,秦岭山区降水量较多,渭北台塬区降水量较少。年均日照时数 1 925.2 h,年均无霜期 213 d,年均气温 12.9℃。

### 1.2 数据资料来源及数据库的建立

本项目中的空间数据主要是将耕地地力调查过程中搜集的资料,如 1:50 000 地形数据、1:50 000 县土壤类型分布图、1:75 000 国土部门的土地利用现状图和 1:50 000 行政区划图等纸质图件,利用 ArcGIS9.0 和 Geoway 等 GIS 软件作为空间数据处理工具将其数字化、图形编辑、图幅误差校正、图幅

接边、拓扑查错等处理,其他养分数据来源于陈仓区 2006 年耕地地力调查项目。

数据库建立是进行评价的基础,因此必须对评价因子进行选择,从而明确所需资料和数据,确定入库的属性数据和空间数据。将数字化并处理后的图形数据建立空间数据库,采用微软 Access 数据库对在野外实地调查和室内分析的基础上广泛收集的相关资料和分析化验资料建立属性数据库,按全国耕地调查建库规范,建立陈仓区耕地资源数据库。

## 2 耕地质量评价过程

对影响宝鸡市陈仓区耕地质量的因子进行了比较详尽的分析评价,并征求有关专家的意见,建立了评价体系与评价模型(工作流程及技术路线如图 1 所示)。

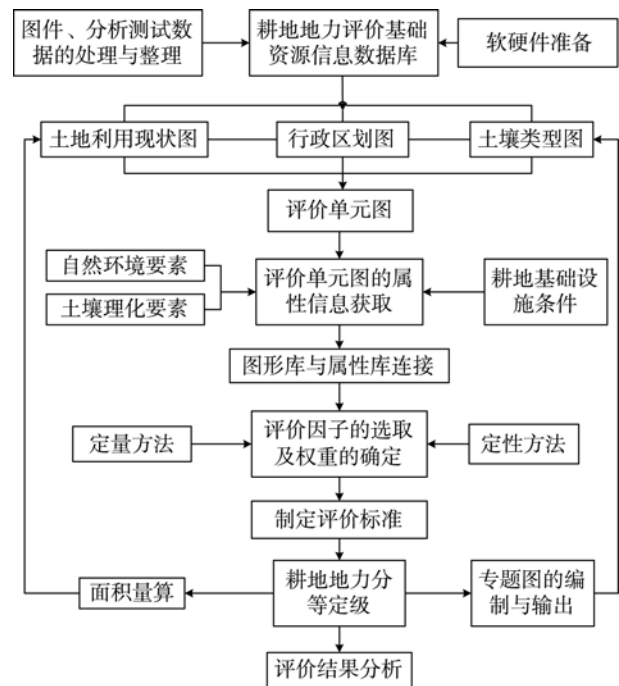


图 1 耕地地力评价流程图

Fig. 1 Process of farmland productivity evaluation

### 2.1 评价单元的划分

评价单元是由对土地质量具有关键影响的各土地要素组成的空间实体,是土地评价的最基本单位、对象和基础图斑。目前,对土地评价单元的划分尚无统一方法。本研究陈仓区耕地地力评价单元的划分采用土壤图、土地利用现状图及行政区划图的叠置,并进行综合取舍,形成评价单元图斑,即“土地利用现状类型-土壤类型-行政区划”的格式。该方法优点是考虑全面,综合性强;形成的评价单元,同一单元内土壤类型相同、土地利用类型相同,既满足了对耕地地力评价要求,且便于耕地利用与管理。全区最后共确定评价单元 5 438 个。

### 2.2 评价指标的确定

选择评价指标时应使所选取的因子对耕地生产力有较大影响, 在评价区域内变异较大, 便于划分等级, 同时必须注意因子的稳定性和与当前生产的密切相关性。影响耕地地力的因素多种多样, 选择的参评因素要能充分代表该地区耕地地力。根据全国耕地地力调查与质量评价指标体系总集, 结合陈仓区的具体实际, 遵循稳定性、主导性、综合性、差异性、定量性和现实性原则, 选取养分状况、理化性状、土壤管理、剖面性状、立地条件 5 个方面 13 个对耕地地力影响较大、区域内变异明显、具有相对稳定性、且与农业生产有密切联系的因素建立评价指标体系, 采用系统聚类法和德尔菲法确定最终评价因素。

### 2.3 评价指标权重的确定

耕地地力评价是多种因素综合作用的结果, 每一因素均对地力影响复杂, 且因素之间相互制约相互影响, 为增加赋值的科学性, 降低主观性, 层次分析法是一种较为合理的方法<sup>[13]</sup>。采用层次分析法确定各参评因素的权重, 基本思路是将问题分解为若干层次, 在比原问题简单得多的层次上进行分析、比较、量化、排序, 再比较各因素之间的重要性, 并将其数量化后构造判断矩阵, 根据判断矩阵计算矩阵的最大特征根与特征向量, 并进行一致性检验, 当一致性系数小于 0.1 时, 说明一致性较好, 权重匹配合理。根据专家对各评价因素重要性的打分结果, 通过汇总统计各因素的确认分值, 通过建立层次结构, 构造判断矩阵, 计算出矩阵的最大特

征根及其对应的特征向量, 并进行一致性检验, 一致性系数小于 0.1, 说明一致性较好, 权重匹配合理。通过层次单元排序及其一致性检验、层次总排序及其一致性检验得出各因子的组合权重<sup>[14]</sup>。陈仓区耕地地力评价各参评因素权重见表 1。

### 2.4 参评因素隶属函数的建立

模糊数学的概念与方法在农业系统数量化研究中得到广泛应用。土地是一个灰色系统, 系统内部各要素之间与耕地生产能力之间关系十分复杂, 因此采用模糊数学方法, 根据各因素对土壤质量影响特点和各因素鉴定指标建立隶属函数, 然后再根据各因素实际值求得隶属度。

对于定性描述的概念型评价因子(如剖面构型、地貌类型、土壤质地等), 以特定的值表示其优劣度, 即以特征函数作为其隶属函数(表 2)。定量因子与土地质量的关系比较复杂, 根据前人研究成果, 土层厚度、有机质含量、有效磷、速效钾、坡度、海拔等与土地质量表现为戒上型函数和负直线型函数(表 3)。

### 2.5 综合评价指数计算与耕地分级

利用累加模型计算耕地综合指数(Integrated fertility index, IFI), 对应于每个图斑的综合指数计算方法如下:

$$IFI = \sum Fi \times Ci \quad (i=1, 2, 3, \dots, n) \quad (1)$$

式中,  $Fi$  表示第  $i$  个因子隶属度,  $Ci$  表示第  $i$  个因素的组权重值。再根据综合指数计算结果, 结合耕地类型分区<sup>[15]</sup>, 根据分级标准(表 4), 采用累积曲线分级法, 将试区耕地地力分为 6 级。

表 1 陈仓区耕地地力评价因子组合权重

Tab. 1 Factors and their weights of farmland productivity evaluation in Chencang District

目标层 A Object	准则层 B Rule	指标层 Index	组合权重 Weight ( $B_i, C_j$ )	
耕地地力 Farmland productivity	立地条件 $B_1$ Site condition	坡度 $C_1$ Slope gradient	0.357 8	
		坡向 $C_2$ Aspect	0.087 4	
		海拔 $C_3$ Elevation	0.175 6	
	土壤理化性状 $B_2$ Soil physi-chemical properties	地貌类型 $C_4$ Geomorphy	0.379 2	0.138 3
		质地 $C_5$ Texture	0.250 0	0.060 5
		有机质 $C_6$ Organic matter	0.750 0	0.181 5
	土壤管理 $B_3$ Soil management	农田基本设施 $C_7$ Farmland infrastructure	0.333 3	0.028 5
		灌溉能力 $C_8$ Capability of irrigation	0.666 7	0.057 0
	土壤剖面组成 $B_4$ Soil profile component	土体构型 $C_9$ Profile structure	0.523 5	0.025 8
		耕层厚度 $C_{10}$ Arable layer thickness	0.476 5	0.023 5
	土壤养分 $B_5$ Soil nutrient	碱解氮 $C_{11}$ Alkali-hydrolysis N	0.413 8	0.107 0
		有效磷 $C_{12}$ Available P	0.363 6	0.094 0
		速效钾 $C_{13}$ Available K	0.222 6	0.057 5

表 2 概念型评价因子隶属度及描述  
Tab. 2 Description and membership of conceptual factors

因子类型 Factor	描述 Description	评价因子描述及隶属度 Description and membership of evaluation factors				
土体构型 Profile structure	描述 Description	Ap-P-APb-Bk-c	Ap-P-B-Bg-C	Ap-P-B-C	Ap-P-Bt-Bk-C	Ap-P-C
	隶属度 Membership	1	0.8	0.6	0.4	0.2
农田基本设施 Farmland infrastructure	描述 Description	配套 Perfection	基本配套 Basic perfection	不配套 Imperfection	无 None	
	隶属度 Membership	1	0.8	0.4	0	
灌溉能力 <sup>1)</sup> Capability of irrigation	描述 Description	保灌 Guarantee irrigation	能灌 Capable irrigation	可灌 Possible irrigation	无灌 None	
	隶属度 Membership	1	0.8	0.5	0	
地貌类型 Geomorphy	描述 Description	平原 Plain	川地 Valley	台塬 Tableland	滩地 Flood land	山地 Mountain land
	隶属度 Membership	1	0.9	0.8	0.6	0.3
坡向 Aspect	描述 Description	南 South	东南、东 East, southeast	西南 Southwest	西 West	北、东北、西北 North, northeast, northwest
	隶属度 Membership	1	0.8	0.7	0.6	0.4
质地 Texture	描述 Description	中壤土 Medium loam soil	砂壤土 Sandy loam soil	砂土 Sand soil		
	隶属度 Membership	1	0.6	0.3		

1) 保灌表示有灌溉保障; 能灌表示有灌溉设施及条件; 可灌表示将来可以发展灌溉条件; 无灌表示现在没有, 将来也无灌溉可能。  
Guarantee irrigation represents irrigation can be guaranteed; Capable irrigation represents good irrigation facilities; Possible irrigation represents no irrigation facilities now which can be built in the future; None represents no irrigation now and future.

表 3 参评因素隶属度函数模型  
Tab. 3 Membership function models of the evaluation factors

项目 Item	函数类型 Function type	隶属函数 Membership function	标准指标( ) Standard inc x	指标下限值(U <sub>l</sub> ) Index lower limit
有机质 Organic matter	戒上型 Upper limit	$Y=1/[1+0.023\ 688(u-c)^2]$	16	5
有效磷 Available P	戒上型 Upper limit	$Y=1/[1+0.001\ 381(u-c)^2]$	43	5
速效钾 Available K	戒上型 Upper limit	$Y=1/[1+0.000\ 176(u-c)^2]$	192	70
碱解氮 Alkali-hydrolysis N	戒上型 Upper limit	$Y=1/[1+0.000\ 661(u-c)^2]$	80	20
坡度 Aspect	直线型 Linear	$Y=1.086\ 027-0.043\ 541x$	$x=24.9$	$Y=0$
海拔 Elevation	直线型 Linear	$Y=1.295\ 886-0.000\ 607x$	$x=2140$	$Y=0$
耕层厚度 Arable layer thickness	直线型 Linear	$Y=0.152\ 103+0.034\ 859x$	$x=24.5$	$Y=1$

表 4 试区耕地地力等级划分  
Tab. 4 Productivity grade standard of tested farmland

	1 等地 1 <sup>st</sup> grac	2 等地 2 <sup>nd</sup> grad	3 等地 3 <sup>rd</sup> grad	4 等地 4 <sup>th</sup> grad	5 等地 5 <sup>th</sup> grad	6 等地 6 <sup>th</sup> grac
综合指数 Integrated fertility index	>0.88	0.85~0.88	0.68~0.85	0.53~0.68	0.48~0.53	0.48

### 3 结果与分析

#### 3.1 各等级耕地的空间分布

陈仓区共有耕地约 7.4 万 hm<sup>2</sup>, 评价结果见图 2 和表 5。该区 3 等地较多, 占总面积的 36.80%, 其次是 4 等地, 占 24.1%, 1 等地很少, 不足 4%。耕地地力等级的地域分布特点是 1 等耕地主集中分布于渭河谷平原地带, 土壤类型主要为潮土或褐土, 农田基本设施配套或基本配套, 主要土地利用类型为水浇地; 2、3 等耕地主要集中分布在渭河谷平原和渭北台塬地区, 该区域土层深厚, 地势较平坦, 土地生产力较高, 土壤主要是褐土、塿土和典型潮土, 耕层土壤较厚, 土壤养分含量较丰富, 农田基

本设施配套, 有较好的灌溉条件, 利用类型大多为水浇地、果园和菜地, 土壤总体质量高, 对于耕地质量较好的 2、3 级耕地, 应采取保护措施, 严格控制建设用地的征用, 使其保持稳定的较高生产水平; 4 级耕地广泛分布于研究区内, 主要土壤类型为黄绵土, 应加强耕地水利建设, 适量增施有机肥, 提高耕地的生产水平; 而 5、6 等地则分布在陈仓区中、西部地区, 该地区地面坡度较大, 海拔高, 土壤瘠薄, 灌溉水源没有保证, 耕作比较困难, 耕地类型多为旱地, 这类土地土壤总体质量较差, 耕层土壤较薄, 养分贫乏, 生产力低, 利用时要加强水保设施的建设, 并视具体情况退耕还林还草。

3.2 各等级耕地的行政区域分布

将耕地地力等级分布图与行政区划图进行叠置分析, 从耕地地力等级行政区域分布数据库中按权属字段检索出各等级的记录, 统计各等级耕地在各乡镇的分布状况(表 5)。由表 5 可知, 周原镇和阳平镇耕地面积不到全区面积的 5%和 4%, 但其 1 级耕地却分别占全区 1 级耕地总面积的 37%和 36%, 分别占本镇总耕地面积的 28%和 35%, 阳平镇 2 级耕

地亦占该镇耕地面积的 37%, 此两镇耕地土壤质量最好, 具有较高的生产力; 研究区中 2、3 级地主要分布于县功、礮溪、新街等镇, 尤其是县功镇 2、3 级地分别占该区总耕地面积的 40%和 55%; 4 级耕地主要分布于幕仪、拓石、凤阁岭等镇, 其他各镇也有一定数量的分布; 5、6 级耕地主要分布于凤阁岭、坪头、香泉和胡店等镇, 占全区 5 级与 6 级耕地总面积的 79%和 97%, 总体耕地地力较差。

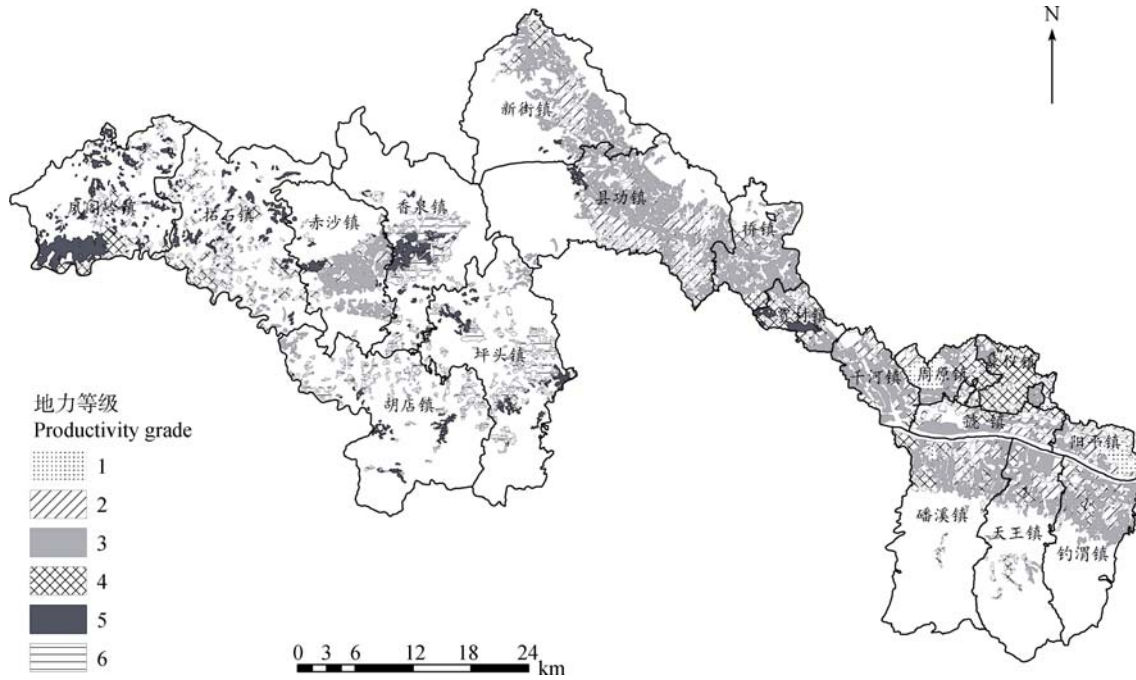


图 2 研究区耕地地力等级分布图

Fig. 2 Distribution of farmland productivity grade in the study area

表 5 研究区各乡镇各等级耕地面积

Tab. 5 Farmland area of different productivity grades in each town of the study area

乡镇名称 Town name	1 等地 1 <sup>st</sup> grad	2 等地 2 <sup>nd</sup> grad	3 等地 3 <sup>rd</sup> grad	4 等地 4 <sup>th</sup> grad	5 等地 5 <sup>th</sup> grade	6 等地 6 <sup>th</sup> grad	耕地面积 Farmland area
香泉镇 Xiangquan Town	0	0	0	224.5	1 175.3	2 241.2	3 640.9
新街镇 Xinjie Town	0	1 279.7	3 282.4	784.6	41.4	0	5 388.1
桥镇 Qiaozhen Town	0	26.9	2 914.2	1 202.5	0	0	4 143.6
周原镇 Zhouyuan Town	1 027.4	731.4	816.8	1 022.0	0	0	3 597.5
幕仪镇 Muyi Town	152.9	155.2	243.8	3 076.0	32.3	0	3 660.1
礮镇 Guozhen Town	77.4	1 024.6	1 108.0	728.6	1.5	0	2 940.0
阳平镇 Yangping Town	991.4	1 056.6	784.4	39.9	2.1	0	2 874.5
钓渭镇 Diaowei Town	86.0	1 066.9	2 405.4	524.3	8.8	0	4 091.4
礮溪镇 Panxi Town	188.9	1 167.8	2 199.9	1 419.8	5.3	0	4 981.6
千河镇 Qianhe Town	31.9	918.7	2 313.2	378.6	10.9	0	3 653.3
贾村镇 Jiacun Town	131.5	230.8	767.3	1 165.8	441.9	0	2 736.6
县功镇 Xiangong Town	14.7	3 899.2	5 433.6	392.6	163.9	0	9 903.7
坪头镇 Pingtou Town	0	0	150.5	338.9	766.0	2 396.2	3 651.6
胡店镇 Hudian Town	0	0	194.8	15.9	409.8	1 732.5	2 353.0
拓石镇 Tuoshi Town	0	43.2	214.6	2 817.0	907.0	0	3 981.7
赤沙镇 Chisha Town	0	208.6	2 585.5	463.6	306.5	183.4	3 747.5
天王镇 Tianwang Town	50.8	881.4	1 781.9	942.5	9.3	0	3 665.9
凤阁岭镇 Fenggeling Town	0	0	3.1	2 239.6	2 664.6	0	4 907.3
面积合计 Total area	2 752.8	12 690.9	27 199.2	17 775.6	6 946.6	6 553.3	73 918.2
所占比例 Proportion(%)	3.7	17.2	36.8	24.1	9.4	8.9	100

### 4 结果与讨论

本研究以陕西省宝鸡市陈仓区耕地作为评价对象,通过 GIS 对空间数据和属性数据进行处理和分析,利用层次分析法、模糊综合评价方法和累加法进行耕地基础地力评价,采用累计曲线法,按照综合指数分级方案划分地力等级,较准确地反映了耕地地力的空间差异,并提高了耕地地力评价结果的精度。通过 GIS 强大的数据处理和分析功能,统一管理耕地地力等级划分过程中的空间数据和属性数据,实现评价单元属性值的自动计算,快速更新耕地资源信息库。

本研究评价指标根据研究区的地理位置及地形地貌特征进行选择,比较适合该研究区的当地实际。评价单元采用土壤图、土地利用现状图与行政区划图进行叠置划分,既反映了单元间的空间差异性,又使土壤类型有了明确的地域边界,使评价结果更具综合性、客观性,在耕地配土施肥和耕地质量改良时,更具可操作性。

该区耕地基础地力可分为 6 等,其中 1 等地占 3.7%, 2 等地占 17.2%, 3 等地占 36.8%, 4 等地占 24.1%, 5 等地占 9.4%, 6 等地占 8.9%。水浇地、园地和菜地主要集中在 1、2、3 等地,而 5、6 等地主要分布于坡度较大、海拔较高、土壤耕层较薄的山区,利用类型主要为旱地。

### 参考文献

[1] 牛彦斌,许峰,秦双月,等. GIS 支持下的耕地地力评价方法研究[J]. 河北农业大学学报, 2004, 27(3): 84-89

[2] 王静宇,袁希平,甘淑. 基于 GIS 技术的县域耕地地力评价——以云南省寻甸县为例[J]. 昆明理工大学学报: 理工版, 2008, 33(3): 1-6

[3] 贾树海,韩璐,周德,等. 基于 GIS 的耕地地力评价研究——以辽宁省瓦房店市北部 5 乡镇为例[J]. 土壤通报, 2008, 39(3): 485-489

[4] 袁秀杰,赵庚星,朱雪欣. 平原和丘陵区耕地地力评价及其指标体系衔接研究[J]. 农业工程学报, 2008, 24(7): 65-71

[5] 于婧,聂艳,周勇,等. 生态位适宜度方法在基于 GIS 的耕地多宜性评价中的应用[J]. 土壤学报, 2006, 43(2): 190-196

[6] 徐梦洁,葛向东,张永勤,等. 耕地可持续利用评价指标体系及评价[J]. 土壤学报, 2001, 38(3): 275-284

[7] 邢世和,黄吉,黄河,等. GIS 支持下的区域耕地质量评价[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2002, 31(3): 378-382

[8] 王瑞燕,赵庚星,李涛. 山东省青州市耕地地力等级评价研究[J]. 土壤, 2004, 36(1): 76-80

[9] 何毓蓉,周红艺,张保华,等. 长江上游典型区的耕地地力与农业结构调整——以川江流域及其周边地区为例[J]. 水土保持学报, 2003, 17(3): 86-88, 92

[10] 林碧珊,汤建东,张满红. 广东省耕地地力等级研究与评价[J]. 生态环境, 2005, 14(1): 145-149

[11] 张海涛,周勇,汪善勤,等. 利用 GIS 和 RS 资料及层次分析法综合评价江汉平原后湖地区耕地自然地力[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 219-223

[12] 刘友兆,何方,夏敏,等. 耕地适宜性评价专家系统的建立与应用[J]. 安徽农业大学学报: 自然科学版, 2001, 28(3): 226-330

[13] Thomas L S. The analytical hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation[M]. New York: McGraw-Hill, 1980

[14] 庄锁法. 基于层次分析法的综合评价模型[J]. 合肥工业大学学报, 2000, 23(4): 582-590

[15] 王蓉芳,曹富友,彭世琪,等. 农业部行业标准: 全国耕地类型区、耕地地力等级划分[R]. 1996

2009 年共有 184 位专家为本刊审稿,为保证期刊质量做出了重要贡献,在此表示衷心感谢!

艾希珍	安调过	别之龙	蔡强国	曹湊贵	曹建生	曹志平	柴强	常会庆	常志州
陈洪松	陈建秀	陈立松	陈立云	陈利顶	陈世宝	陈素英	陈欣	陈旻	程一松
董全民	董文旭	董孝斌	杜建军	樊胜岳	方修琦	冯玉龙	高定	耿元波	郭建平
郭熙盛	郝明德	何启伟	洪坚平	侯茂林	胡正义	黄道友	黄兴法	黄玉清	黄占斌
景蕊莲	孔繁花	李保平	李春强	李红军	李继钧	李久生	李恋卿	李隆	李强坤
李庆梅	李生才	李世清	李增元	李兆君	梁成华	梁康迺	梁威	梁银丽	梁永超
梁宗锁	廖和平	林多	刘海军	刘金铜	刘孟雨	刘鹏	刘普灵	刘荣花	刘荣章
刘世梁	刘曙照	刘四新	刘万学	刘小京	刘晓凤	刘彦随	鲁敏	陆宏芳	吕仲贤
栾文楼	罗其友	罗卫红	罗小勇	骆世明	马锋旺	马瑞君	马永清	毛任钊	毛树春
孟凯	闵庆文	潘开文	庞奖励	彭佩钦	彭志良	钱拴	邱栋梁	邱建军	任志远
阮维斌	商彦蕊	师光禄	师尚礼	孙国荣	孙宏勇	孙剑秋	孙学振	谭周进	田霄鸿
田小海	王德建	王果	王红瑞	王铭	王强盛	王全九	王绍强	王松良	王西瑶
王晓燕	王效科	王一鸣	王勇	王兆骞	魏道智	吴凤芝	武雪萍	肖润林	谢高地
熊伟	熊又升	徐明岗	徐卫红	徐小牛	徐阳春	许皦	闫旭骞	杨改河	杨桂华
杨莉琳	杨维东	杨永辉	杨玉盛	杨允菲	杨正礼	姚槐应	姚丽贤	尹昌斌	于法稳
于应文	宇万太	岳明	臧润国	曾江海	张安录	张宏武	张晋京	张仁陟	张树清
张文胜	张喜英	张彦才	张玉秀	张玉焯	张正斌	章家恩	章明奎	赵秉强	赵桂慎
赵世杰	赵廷宁	赵希勇	赵先贵	赵艺学	郑长英	郑有飞	钟秀丽	周广胜	周青
朱波	朱建国	庄恒扬	宗良纲						