

# 山东省沂源县耕地地力评价研究

唐丽静<sup>1</sup>, 王冬艳<sup>1\*</sup>, 宋诚亮<sup>2</sup>, 张德燕<sup>2</sup> (1. 吉林大学地球科学学院, 吉林长春 130061; 2. 沂源县农业局, 沂源 256100)

**摘要** 以山东省沂源县为研究区域, 采用土壤图和土地利用现状图叠加的方法确定评价单元, 选取立地条件、物理性状、化学性状 3 个方面 12 个评价因子, 运用层次分析法确定因子权重, 结合模糊评判法确定耕地地力等级。结果表明: 山东省沂源县现有耕地共划分为 6 个等级, 一~六级地分别占耕地总面积的 14.72%、15.52%、18.31%、24.25%、10.72%、16.48%。并结合实际情况对不同等级耕地进行描述性分析, 提出耕地地力提升的措施。

**关键词** 沂源县; 耕地地力; 评价

中图分类号 S28 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)13-04094-03

## Cultivated Land Productivity Evaluation in Yiyuan County, Shandong Province

TANG Li-jing, WANG Dong-yan et al (College of Earth Science, Jilin University, Changchun, Jilin 130061)

**Abstract** Taking Yiyuan County of Shandong Province as the study area, the evaluation units were determined by overlay of soil map and present land use map. Site conditions, physical behavior, chemical character were selected to determine the weight of each evaluation factor by using analytic hierarchy method. The grades of cultivated land fertility were confirmed by fuzzy evaluation method. The results showed that cultivated land could be divided into six grades and the area of the first to sixth grade accounted for 14.72%, 15.52%, 18.31%, 24.25%, 10.72% and 16.48% of the total area respectively. The main cultivated lands of different grades were analyzed according to their properties. Exploratory farmland productivity promotion measures were put forward.

**Key words** Yiyuan County; Cultivated land productivity; Evaluation

耕地地力指耕地的农业综合生产能力<sup>[1-2]</sup>, 即在特定气候区域以及地形、地貌、成土母质、土壤理化性状、农田基础设施及培肥水平等众多要素综合构成的耕地生产能力, 是耕地内在的、基本素质的综合反映。耕地地力状况直接影响着农业现代化发展和粮食生产安全。耕地地力评价实质是对耕地生产力高低的鉴定<sup>[3-4]</sup>, 是以利用方式为目的, 评估耕地生产潜力和土地适宜性的过程, 主要揭示生物生产力的潜在生产力。

笔者结合山东省沂源县测土配方施肥项目, 详细调查影响耕地地力的内部因素和外部因素, 构建了沂源县耕地地力评价指标体系, 通过内部因素对耕地地力进行分等, 在此基础上利用外部因素进行分级。结合分等定级结果对耕地利用中存在的问题和合理利用的方向做出阐述, 评价结果对于摸清全县耕地地力的现状及问题, 及时掌握耕地资源的数量、质量及其变化对于合理规划和利用耕地<sup>[5-7]</sup>, 提供了重要依据。

## 1 数据来源与研究方法

**1.1 研究区概况** 沂源县位于山东省中部, 淄博市最南端, 属沂蒙山区, 地理坐标为 117°53'56"~118°30'59" E、35°55'25"~36°23'28" N。全县总面积 1 635.66 km<sup>2</sup>, 境内地形地貌可概括为中山、低山、丘陵和盆地, 全县整个地势西北高、东南低, 沿沂河流向倾斜。属暖温带季风区域半湿润大陆性气候。据统计, 沂源县土壤分为棕壤、褐土、潮土 3 个土类, 8 个亚类, 18 个土属, 56 个土种。

## 1.2 数据来源

**1.2.1 野外调查资料。** 野外调查是耕地地力评价的基础。

根据样点采集相应资料, 主要包括耕地所处的地形地貌条件、水文地质条件、土地利用条件、有机质、大量营养元素、重量营养元素、微量营养元素等。

**1.2.2 测试资料。** 有机质含量、土壤酸碱度, 大量营养元素包括全氮、全磷、有效氮、有效磷等, 中量营养元素包括有效钙、有效镁等, 微量营养元素包括有效锌、硼、铜等。

**1.2.3 图件资料。** 包括 1:5 万比例尺地形图、行政区划图、土地利用现状图、地貌图、土壤图等。

## 1.3 研究方法

**1.3.1 确定评价单元。** 为确定此次沂源县耕地地力评价土地评价单元, 以 ArcGIS 软件为平台, 将土壤图与土地利用现状图叠加、划分, 同一个评价单元土壤类型、土地利用方式以及交通、水利、经营管理方式等基本一致。制图区界沂源县最新的土地利用现状图为准。为了更准确地反映土地利用现状, 结合最新实地调查结果对耕地利用现状进行了修正。

**1.3.2 参评因素的选取。** 根据沂源县的区域特点, 遵循主导因素原则、差异性原则、稳定性原则、敏感性原则, 采用系统聚类方法和特尔斐法相结合的方式<sup>[8-9]</sup>, 选取参评因素。

利用 SPSS 统计软件进行土壤养分等化学性状的系统聚类, 结果见图 1。

根据各因素对耕地地力影响的稳定性, 以及营养元素的全面性, 在聚类分析第一组中选取有效锌、有效硼为参评因素, 第二组中选取有效磷、速效钾为参评因素, 第三组选取有机质为参评因素。结合专家组选择结果, 最后确定灌溉保证率、坡度、地形地貌、耕层质地、剖面构型、障碍层状况、土层厚度、有机质、大量元素(有效态钾、有效态磷)、微量元素(有效锌、有效硼)等 12 项因素作为此次评价的参评指标。

**1.3.3 参评因素权重的确定。** 在耕地地力评价中, 需要根据各参评因素对耕地地力的贡献确定权重, 该研究采用层次分析法(AHP)来确定各参评因素的权重。

**基金项目** 农业部资助项目“测土配方施肥项目”与“耕地地力评价项目”。  
**作者简介** 唐丽静(1989-), 女, 山东沂源人, 硕士研究生, 研究方向: 土地资源评价。\* 通讯作者, 教授, 博士生导师, 从事土壤地球化学研究。  
**收稿日期** 2014-04-14

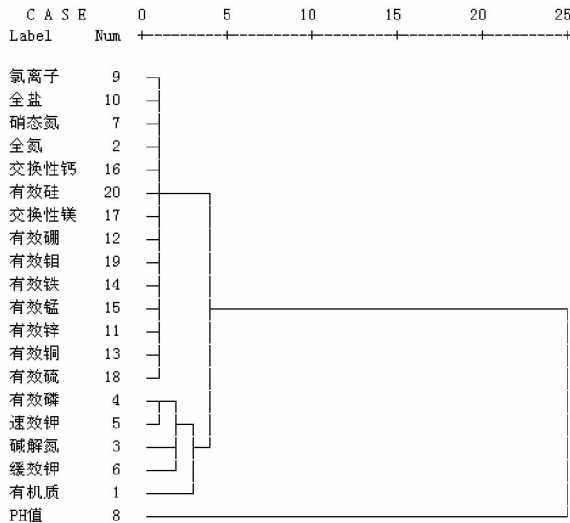


图1 土壤养分等化学性状聚类分析结果

1.3.4 参评因素隶属函数的建立。用特尔斐法根据一组分布均匀的实测值评估出对应的一组隶属度,然后绘制两组数值的散点图,再根据散点图进行曲线模拟,寻求参评因素实际值与隶属度关系方程,从而建立起隶属函数。

1.3.5 耕地地力等级的确定。耕地地力综合指数为每个评估指标隶属函数值与每个评估指标权重乘积的总和。计算耕地地力综合指数之后,利用累积曲线分级法进行评价,根据曲线斜率的突变点(拐点)来确定等级的数目和划分综合指数的临界点。

## 2 结果与分析

2.1 评价单元 通过土壤图和土地利用现状图的叠置和检索,将沂源县耕地地力划分为5 179个评价单元。

## 2.2 参评因素的权重

2.2.1 建立层次结构。耕地地力为目标层(G层),影响耕地地力的立地条件、物理性状、化学性状为准则层(C层),再把影响准则层中各元素的项目作为指标层(A层),其结构关系如图2所示。

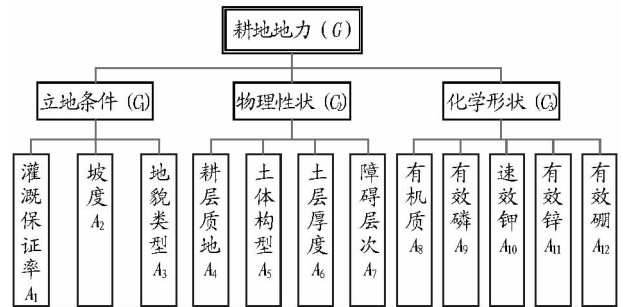


图2 耕地地力影响因素层次结构

2.2.2 各因子权重结果。运用层次分析法计算得到各因子权重见表1。

因子	权重	因子	权重	因子	权重
灌溉保证率	0.202 7	土体构型	0.013 0	速效钾	0.085 0
矿化度	0.033 9	盐渍化	0.032 0	有效锌	0.035 5
地貌类型	0.083 6	有机质	0.280 6	有效硼	0.027 4
耕层质地	0.077 7	有效磷	0.128 6		

2.3 参评因素的隶属函数 通过模拟共得到直线型、戒上型、戒下型3种类型的隶属函数,其中有效磷属于以上2种或2种以上的复合型隶属函数,地貌类型、质地等描述性的因素属于直线型隶属函数,然后根据隶属函数计算各参评因素的单因素评价评语。各参评因素类型及其隶属函数见表2。

表2 参评因素类型及其隶属函数

函数类型	参评因素	隶属函数	a	c	u <sub>1</sub>	u <sub>2</sub>
有机质/mg/kg	戒上型	$Y=1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.543	1.822	0.35	1.822
速效钾/mg/kg	戒上型	$Y=1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.000 007 60	327.836	15	327.836
有效磷/mg/kg	戒上型	$Y=1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.000 099 20	80.159	3	80.159
	戒下型	$Y=1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.000 007 42	111.967	111.967	450.000
有效锌/mg/kg	戒上型	$Y=1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.245	1.924	0.1	1.924
有效硼/mg/kg	戒上型	$Y=1/[1+a \times (u-c)^2]$	0.251	1.879	0.1	1.879
函数类型	参评因素	隶属函数	a	b	u <sub>1</sub>	u <sub>2</sub>
地貌类型(分值)	正直线型	$Y=b+a \times u$	0.01	0	0	100
剖面构型(分值)	正直线型	$Y=b+a \times u$	0.01	0	0	100
障碍层状况(分值)	正直线型	$Y=b+a \times u$	0.01	0	0	100
耕层质地(分值)	正直线型	$Y=b+a \times u$	0.01	0	0	100
坡度(分值)	正直线型	$Y=b+a \times u$	0.01	0	0	100
灌溉保证率(分值)	正直线型	$Y=b+a \times u$	0.01	0	0	100
有效土层(分值)	正直线型	$Y=b+a \times u$	0.01	0	0	100

2.4 山东省沂源县耕地地力评价 根据上文构建的评价指标体系及评价方法,按耕地地力评价结果划分,山东省沂源县耕地可划分为6个等级,具体评价如下。

2.4.1 一级地。一级地综合评价指数 > 0.81,农地面积7 446.44 hm<sup>2</sup>,占全县总农地面积的14.72%。一级地主要分布于悦庄镇、沂源县经济开发区等。土壤类型以棕壤、褐土、

淋溶褐土为主。土壤表层质地为轻壤和中壤,土体构型以轻壤均质、中壤均质为主,无明显障碍层次。土壤理化性状良好,可耕性强。农田水利设施较为完善,灌排条件好,灌溉保证率达到75%以上。土壤养分含量较高。

一级地存在的问题主要有:土壤肥力与高产高效农业的需求还有一定差距,有些养分含量相对较低;施肥、用药种类

与比例不合理,缺乏针对性,盲目性较大等。

一级地的利用方向:发展高产、优质、高效农业,如大樱桃、苹果、葡萄等高效果树栽培、绿色无公害蔬菜种植、小拱棚韭菜、蔬菜大棚等。

**2.4.2 二级地。**二级地综合评价指数为0.71~0.81,农地面积为7 852.81 hm<sup>2</sup>,占全县农地总面积15.52%。二级农地主要分布在鲁村镇、东里镇、大张庄镇、西里镇。土壤类型以褐土、棕壤、淋溶褐土为主,兼有少量潮土和潮棕壤。土壤表层质地主要是砂土和轻壤,土体构型以轻壤均质、中层为主。土壤理化性状良好,可耕性较强。农田水利设施较为完善,灌排条件良好,灌溉保证率达到75%以上。土壤养分含量均比较理想。

二级地存在的主要问题:部分地区耕层中存在砾质、夹砂等障碍性层次;农地地形坡度较大,存在一定程度的侵蚀等。

二级地的利用方向:与农田基础设施建设相结合,兴修水利,大力推广节水灌溉技术,扩大灌溉面积等。

**2.4.3 三级地。**三级地综合评价指数为0.61~0.71,农地面积9 266.1 hm<sup>2</sup>,占全县农地总面积的18.31%。三级地主要分布在西里镇、鲁村镇、大张庄镇、东里镇、南麻镇。土壤类型以褐土、棕壤、褐土性土、棕壤性土为主。土壤表层质地主要是轻壤、砂壤、砂土,土体构型以中层、轻壤均质为主,部分地块有障碍层。灌溉保证率达到或接近50%,有少部分无灌溉区。土壤养分相对比较理想。

三级地存在的主要问题:处于坡麓梯田、沟谷梯田,部分农地灌溉条件受一定限制;农地不平,地块微有倾斜;部分地块存在表层砾石土、粗砂土,底层硬石底、酥石棚等障碍等。

三级地的利用方向:平田整地,深翻改土,加深耕层厚度,改善土壤物理性状;增施有机肥,推广果树、作物配方施肥,根据土壤养分丰缺情况合理使用中微肥等。

**2.4.4 四级地。**四级地综合评价指数为0.53~0.61,农地面积12 266.99 hm<sup>2</sup>,占全县农地总面积的24.25%,为沂源县农地面积最大的一个等级。四级地主要分布大张庄镇、燕崖镇、南鲁山镇、鲁村镇、南麻镇。土壤类型以棕壤性土、褐土性土、棕壤、褐土为主。土壤表层质地主要是砂土、砂壤和轻壤,土体构型以中层、轻壤均质为主,部分耕层中含有砾石、夹砂等明显障碍性层次。部分地区灌溉保证率能达到75%。土壤养分含量中等。

四级地存在的主要问题:该级地耕层中存在障碍性层次,砾石较多,阻碍作物的正常发育;地形坡度较大,水肥易流失;农田水利设施不完善,灌溉条件较差;部分养分含量偏低,对作物生长不利等。

四级地的利用方向:推广种植苹果、桃、大樱桃等果树,桔梗、丹参、黄芩等中药材,花生等无公害农产品,大力推广绿色食品和无公害农产品生产技术。

**2.4.5 五级地。**五级地综合评价指数为0.43~0.53,农地面积5 721.614 hm<sup>2</sup>,占全县农地总面积的10.72%。五级地主要分布在鲁村镇。土壤类型以棕壤性土、褐土性土为主,

含有少量棕壤、褐土。土壤表层质地以砂壤和砂土为主。土体构型以薄层、中层为主。耕层中含有砾石、夹砂等明显障碍性层次。少部分地区灌溉保证率能达到50%,有大量的无灌溉区。土壤养分含量偏低。

五级地存在的主要问题:耕层中存在障碍性层次,地形坡度较大,不宜大面积开发种植农作物等。

五级地的利用方向:整修梯田,营造水土保持林,提高综合控制水土的能力;因土制宜调整农业种植结构,发展耐旱耐土壤贫瘠作物;发展经济林,实行多种经营,增加收入。

**2.4.6 六级地。**六级地,综合评价指数<0.43,农地面积8 340.74 hm<sup>2</sup>,占全县农地总面积的16.49%。六级地主要分布在悦庄镇、南鲁山镇、鲁村镇、石桥镇。土壤表层质地以砂土和砂壤为主。土体构型为薄层、极薄层。耕层中含有砾石等明显障碍性层次。六级地全部属于无灌溉区。土壤养分含量与五级地持平。

六级地存在的主要问题:土壤物理条件较差,大部分存在砾质等障碍性层次,较大的地形坡度使得灌溉无法保证,大部分只能靠天吃饭,不宜种植大田作物等。

六级地的利用方向:调整种植业结构,适当发展核桃、板栗等经济林,实行多种经营,同时起到改善土壤环境条件、防止水土流失、保护自然植被的作用。

### 3 沂源县耕地利用对策及措施

一是增加经济投入,加大耕地保护力度。在一定范围内,获得高产出要有相应的高投入,因此,使耕地增产的一个重要途径就是要对耕地增加投入力度。加强中低产田改造,提升耕地质量,逐步消除限制耕地生产力的因素是研究区工作的重点。

二是合理施肥,用地与养地相结合。长期以来,为保证作物生长所需养分,在开发利用耕地的过程中对化肥的使用相对过多,而对有机肥的投入量相对较少,尤其是氮肥、磷肥等的使用在逐年增加,使得土壤养分和矿质养分失衡,导致耕地肥力下降。因此,在今后的生产过程中注重有机肥的投入使用,保障耕地的基础地力。

三是加强水利建设,改善灌溉条件,注重农田基础设施建设。通过合理规划,健全水利工程建设使灌溉系统更加完善,同时引进先进的灌溉技术,提高作业效率。

四是采用农业措施改良土壤质地、改善土体结构。限制沂源县耕地生产力的一个主要因素为土层薄,水土流失严重。因此,依靠科学的规划与治理是克服自然限制性因素的重要途径。因地制宜,调整土地利用结构,建设高标准基本农田不失为提高耕地生产力的有效办法。

五是节约利用耕地资源,发展生态型可持续农业,改善生态环境。通过蔬菜作物与粮食作物轮作等方法,增加复种指数,使耕地利用率逐步提高;同时充分利用自然条件培育特色农业,加强生态环境建设。

### 参考文献

- [1] 张冬明,卓奂福,谭丽霞,等.海南省琼中县耕地地力评价研究[J].中国土壤与肥料,2014(1):11-14.

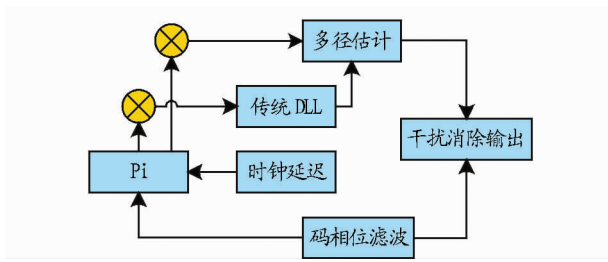


图2 改进 DLL 系统模型

实现。

### 3 算法流程

图 1 所示,窄相关技术对超过码元宽度的多径干扰具有抑制作用,而对延迟小于码元的短多径失效,因此对接收到的信息用短多径干扰抑制算法进行检测,具体步骤如下。

步骤 1:确定相关器与信号幅值的关系。 $A_i = \frac{I_i}{1 - |l|d/2}$

式中, $A_i$  为信号幅度; $I_i$  为相关值; $|l|d/2$  为相关器延时。

步骤 2:判定条件  $t = a\tau / (a + 1)$ ,判断  $a$  若为 正数,执行步骤 3,否则执行步骤 4。

步骤 3:计算  $\alpha$  值。 $\alpha(A_2 - A_0) / A = 2a\tau / (a + 1)$ 。

步骤 4:若  $A_2 - A_0 \neq 0$ ,计算合成相关函数,否则  $\alpha = 0$ 。

步骤 5:根据  $\alpha$  值得到多径误差参数,进行测距修正。

由此可见,该研究所提出的算法对于正相短多径干扰差能够有效地修正,而对于反相多径干扰忽略不计,不增加额外误差。

### 4 试验结果

采用 GPS 卫星 PRN12 的 C/A 码,中频频率  $f_{IF} = 4.309$  MHz,仿真 1 s 的相关器积分为观测量。设直射信号幅度为 1,延迟和载波相位均为 0。多径信号延迟的码片数为 (0.2, 0.5),落在估计点上,其幅度为 (0.5, 0.7),则接收信号如图 3

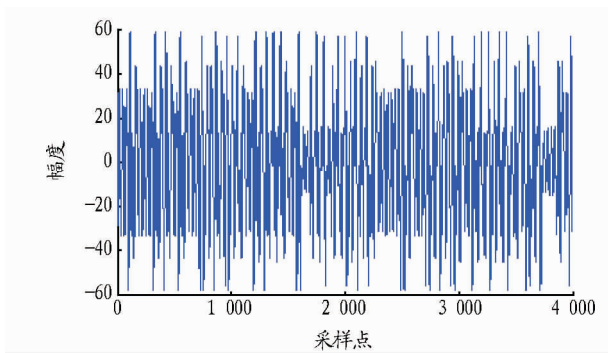


图3 接收信号波形

所示,通过捕获可以初步得出多径信道参数,多径信号的延迟及幅度估计如图 4 所示。

图 5 给出捕获在不同支路个数情况下的检测概率。从图 5 可以看出,由于扩频信号处理,使系统实现在低信噪比情况下获得较好检测效果,随着相关支路数目的增加,在低信噪比情况下,信号的检测概率略有降低,但变化幅度很小。

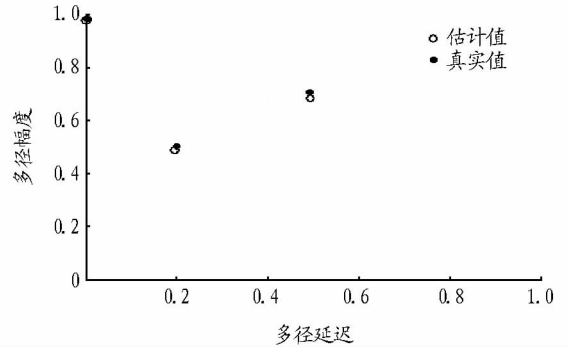


图4 多径延迟估计结果

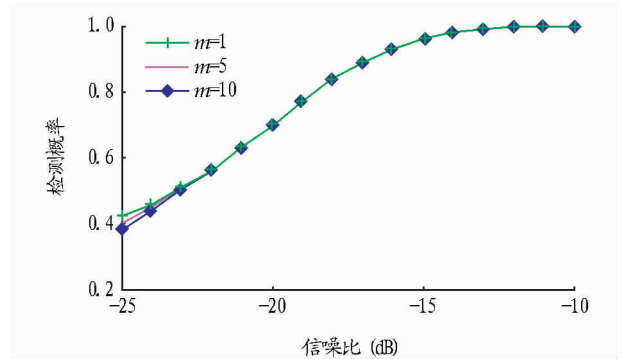


图5 不同相关支路的捕获性能

### 参考文献

- [1] 聂玉藻,冯仲科. 林冠与山地对 GPS 定位精度的影响及消减对策[J]. 北京林业大学学报,2004,26(2):1-5.
- [2] EVA H, CARBONI S, ACHARD F. Monitoring forest areas from continental to territorial levels using a sample of medium spatial resolution satellite imagery[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,2010,65(2):191-197.
- [3] 陈轲,归庆明,岳利群. 一种基于多相关器的 GPS 多径估计方法[J]. 宇航学报,2012,33(9):1241-1247.
- [4] 高帅和,赵琳,郭丽珠. 引入微分控制思想的辅助 GPS 载波跟踪环路设计[J]. 电子学报,2012,3(2):817-820.
- [5] 姚彦鑫,杨东凯. GPS 多径信号的自适应滤波估计方法[J]. 宇航学报,2010,31(10):2004-2008.
- [6] 张慧春,郑加强,周宏平. 精确林业 GPS 信标差分定位精度分析[J]. 农业工程学报,2011,27(7):210-213.
- [7] 李丽,尚庆文. 基于 GIS 的淄博市淄川区耕地地力评价[J]. 山东农业科学,2013,45(11):87-90.
- [8] 王慧. 界首市耕地地力评价及中低产田改良技术措施[J]. 安徽农学通报,2013,19(9):68-75.
- [9] 林志奎. 主成分分析. 聚类分析在耕地适宜性评价中的应用——以将乐县万安镇为例[J]. 甘肃教育学院学报,2001,15(2):40-46.
- [10] 刘洁,李宏,高敏华. 农用地定级与基准地价评估研究[J]. 中国农业资源与区划,2011(2):6-12.

(上接第 4096 页)

- [2] 王蓉芳,曹富友,彭世琪,等. 中国耕地的基础地力与土壤改良[M]. 北京:中国农业出版社,1996.
- [3] 赵丽莉,盛建东,武红旗,等. 博湖县耕地地力评价及其影响因素分析[J]. 新疆农业科学,2013,50(10):1954-1960.
- [4] 罗群胜. 耕地地力评价成果在指导县域农业生产中的应用[J]. 资源与环境科学,2014(5):254-256.
- [5] 黄艳艳,马中文,黄勤,等. 淮南市大通区耕地地力评价及其利用[J]. 中国农业资源与区划,2013,34(2):32-36.