

基于木桶原理的县域耕地 地力综合评价探析

谢文¹ 郭熙^{1*} 赵小敏^{1,2} 黄超¹

(1. 江西农业大学 国土资源与环境学院 江西 南昌 330045; 2. 南昌师范高等专科学校 江西 南昌 330029)

摘要: 耕地地力评价通过定量的方法对耕地进行分等定级,可以摸清耕地综合生产能力、土壤肥力状况及分布特征、土壤障碍因素,为政府和农业部门提供决策支持,对了解当地农业生产、保障粮食安全、促进农民增收有重要作用。以婺源县为例,基于木桶原理,在分析耕地地力评价因子的基础上,利用 SPSS 方法进行因子分析,选取了 11 个指标进行综合评价,最后确定耕地的等级。该结果与当地实际情况基本相符,通过木桶原理得到的耕地等级既简单又直观,为耕地地力评价方法提供了一种新思路。

关键词: 耕地地力; 评价体系; 木桶原理

中图分类号: F301.21 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2012)04-0846-05

A Study on Comprehensive Evaluation of Cultivated Land Fertility Based on Barrel Principle in County Locality

XIE Wen¹, GUO Xi^{1*}, ZHAO Xiao-min^{1,2}, HUANG Chao¹

(1. College of Land Resources and Environment, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2. Nanchang Junior Teachers' College, Nanchang 330029, China)

Abstract: Soil productivity assessment as a quantitative method for classifying and grading the cultivated land can find out the comprehensive production capacity, soil fertility and its distribution and soil obstacle factors in cultivated. The study is based on the evaluation and analysis of the factors of the cultivated land productivity in Wuyuan County, Jiangxi Province. In order to evaluate the classification of cultivated land productivity, eleven indexes were selected with the software SPSS to carry out the factor analysis, finally based on barrel principle the grades of cultivated land were confirmed. The results of the study are in consistence with the actual local situation. It is thus concluded that grades of cultivated land based on barrel principle is a simple and visual approach and is worth extending in soil productivity assessment.

Key words: cultivated land fertility; evaluation system; barrel principle

耕地是土地的精华,是农业生产最重要的资源,耕地地力的好坏直接影响到农业的可持续发展和粮食安全。根据我国土地少,但人口众多的基本国情,必须有效地保护土地,特别是保护好耕地的数量和质量^[1]。耕地地力是指在当前管理水平下,由耕地土壤本身特性、自然背景条件和基础设施水平等要素综合构成的耕地生产能力。因此,耕地地力评价是一种一般目的的评价,并不是针对某种利用类型,而

收稿日期: 2012-01-30 修回日期: 2012-04-01

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目(KSCX1-YW-09)

作者简介: 谢文(1978—),女,讲师,主要从事土壤遥感与信息技术研究, E-mail: xw_jx@126.com; * 通讯作者: 郭熙,副教授,硕士生导师, E-mail: xig435@163.com。

是根据所在地特定气候区域以及地形地貌、成土母质、土壤理化性状、农田基础设施等要素相互作用表现出来的综合特征,揭示生物生产力的高低和潜在生产力^[2-3],实质是对土地生产力高低的鉴定。

木桶原理,也叫做“短板原理”,是指一个木桶装多少水并不取决于木桶壁上最长的木板,而是取决于最短的那块木板^[4]。在评价耕地地力水平过程中,可以把木桶的最大容量比作耕地地力水平的高低,而木板则是影响耕地地力水平中的每一个因素,木板间的长短差异即是耕地地力水平的个体差异,正是影响耕地地力水平的最大障碍。因此,根据木桶原理,制约耕地地力水平的关键因素并不是等级高的因子,而是等级最低的因子。本文以婺源县为例,结合木桶原理确定婺源县耕地地力等级,以等级最低的因子级数作为每个评价单元的最终等级值,与传统评价方法相比,更能直观地体现出限制耕地生产力的因子情况,及限制因子影响的程度,对于农业生产更具有指导性和直观性。

1 材料与方法^[5]

1.1 研究区概况

研究区位于江西省东北部边沿,地处浙、赣、皖三省交界处,地理位置为东经117°22′~118°11′,北纬29°01′~29°35′,地形以中低山、丘陵为主,地域略呈椭圆形,属亚热带东南季风性气候类型,该区域以变质岩为主,沉积岩较少,岩浆活动微弱,植被类型以亚热带常绿阔叶林和针阔混交林为主,耕地面积为18 736.71 hm²,约占土地总面积的6.36%,该区适宜农作物生长的耕地土壤类型主要有水稻土、潮土、棕色石灰土、红壤、紫色土5类。

1.2 基础数据来源

土壤属性数据来源于两个方面,首先是2007—2009年测土配方施肥项目中研究区采集的4 000多个样点分析数据,分析的项目包括:pH、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾;其次,土壤物理性质等相关指标从第2次土壤普查数据中获取,包括土壤质地、有效土层厚度、剖面构型、土壤结构、成土母质、障碍层类型。

空间数据包括1:5万地形图、1:5万土壤图、1:5万土地利用现状图、1:5万排灌图、1:5万侵蚀图。

2 地力综合评价过程

2.1 评价单元的确定

评价单元是性状特点基本一致的独立土地单位,是土地评价的基本控件单位,其划分应成分体系突袭质量的差异性^[6]。本文从含有行政区划信息的土地利用现状图中提取出耕地图层,再和土壤图叠加,形成图斑单元,土壤属性数据中检测的pH、有机质、碱解氮、有效磷、速效钾值,通过经纬度坐标转换成空间数据,通过对样点空间插值形成的栅格图像与单元图进行区域统计来获取数据;土壤属性数据中从第2次土壤普查数据中获取的土壤质地等数据,通过与土种名称进行关联获取相关数据。

空间数据中的排灌图和侵蚀图通过数字化处理后,属性录入信息形成矢量图,通过与图斑单元进行属性提取来获取数据;地形图通过GIS软件进行三维分析,形成坡度栅格图,通过与图斑单元区域统计来获取坡度数据。从而形成一幅包含有成土母质、剖面构型、土壤结构、耕层厚度、障碍层类型、pH、有机质、有效磷、速效钾、碱解氮、坡度、质地、侵蚀程度、排水条件、灌溉条件数据的单元图。

2.2 评价指标的选择

耕地地力评价实质是评价地形地貌、土壤理化性状等自然要素对农作物生长限制程度的强弱,因此,根据耕地地力评价因子总集(农业部《测土配方施肥技术规范》),遵循重要性、易获取性、差异性、稳定性等原则^[7],结合婺源县实际情况,初步建立了立地条件、剖面性状、耕层状况、障碍因素和土壤管理5个因素层,15个指标层的指标体系。

耕地地力评价也要求数量化、客观化、综合化。合理的耕地地力评价指标既能反映土壤的自然养分状况,又能显示土壤养分对植物的供应能力,还能反映土壤所处的环境^[8]。因此,本评价在综合以上因素基础上,根据初步建立的包含有15个指标的属性数据,进行标准化处理后,利用SPSS分析,通过因子分析,得到15个指标的相关系数矩阵,见表1。由表中可以看出,有机质与有效磷、碱解氮三者之间的相关系数比较大,只需保留有机质一项指标即可;质地与剖面构型、土壤结构之间的相关系数比较大,同理,保留质地一项指标。因此,建立新的指标体系包含了5个因素层,11个指标层,见图1。

表 1 相关系数矩阵
Tab.1 Correlation matrix

指标 Index	耕层厚度 Thickness of cultivated horizon	障碍层类型 Type of obstacle layer	pH 值 pH value	有机质 Organic matter	有效磷 Available phosphorous	速效钾 Available potassium	坡度 Slope	侵蚀程度 Erosion degree	排水条件 Drainage effiphorus	灌溉条件 Irrigation effiphorus	质地 Texture	成土母质 Parent material	剖面构型 Profile pattern	土壤结构 Soil structure	碱解氮 Available nitrogen
耕层厚度	1.000	0.265	-0.114	-0.022	0.081	0.060	0.029	0.007	-0.083	0.016	0.363	-0.081	-0.183	-0.021	-0.005
障碍层类型	0.265	1.000	-0.100	-0.105	-0.031	0.059	0.036	0.077	-0.016	-0.044	-0.167	-0.182	-0.220	-0.055	-0.018
pH 值	-0.114	-0.100	1.000	-0.032	-0.170	-0.090	-0.049	-0.037	0.107	-0.168	0.021	-0.064	0.014	0.097	-0.091
有机质	-0.022	-0.105	-0.032	1.000	0.546	-0.113	-0.010	-0.025	0.142	-0.004	-0.006	0.014	0.093	0.052	0.481
有效磷	0.081	-0.031	-0.170	0.546	1.000	-0.098	0.034	-0.050	0.012	0.128	-0.053	0.026	-0.032	-0.100	0.432
速效钾	0.060	0.059	-0.090	-0.113	-0.098	1.000	-0.108	0.111	-0.193	0.035	0.038	0.060	0.018	0.037	-0.077
坡度	0.029	0.036	-0.049	-0.010	0.034	-0.108	1.000	-0.041	-0.002	-0.016	-0.052	-0.055	-0.095	-0.087	-0.011
侵蚀程度	0.007	0.077	-0.037	-0.025	-0.050	0.111	-0.041	1.000	0.046	-0.116	-0.040	0.012	0.074	0.024	-0.049
排水条件	-0.083	-0.016	0.107	0.142	0.012	-0.193	-0.002	0.046	1.000	-0.183	-0.119	0.015	-0.005	0.047	-0.033
灌溉条件	0.016	-0.044	-0.168	-0.004	0.128	0.035	-0.016	-0.116	-0.183	1.000	0.000	-0.043	0.013	0.001	0.091
质地	0.363	-0.167	0.021	-0.006	-0.053	0.038	-0.052	-0.040	-0.119	0.000	1.000	0.098	0.549	0.556	0.018
成土母质	-0.081	-0.182	-0.064	0.014	0.026	0.060	-0.055	0.012	0.015	-0.043	0.098	1.000	0.039	-0.257	0.074
剖面构型	-0.183	-0.220	0.014	0.093	-0.032	0.018	-0.095	0.074	-0.005	0.013	0.549	0.039	1.000	0.666	0.074
土壤结构	-0.021	-0.055	0.097	0.052	-0.100	0.037	-0.087	0.024	0.047	0.001	0.556	-0.257	0.666	1.000	-0.005
碱解氮	-0.005	-0.018	-0.091	0.481	0.432	-0.077	-0.011	-0.049	-0.033	0.091	0.018	0.074	0.074	-0.005	1.000

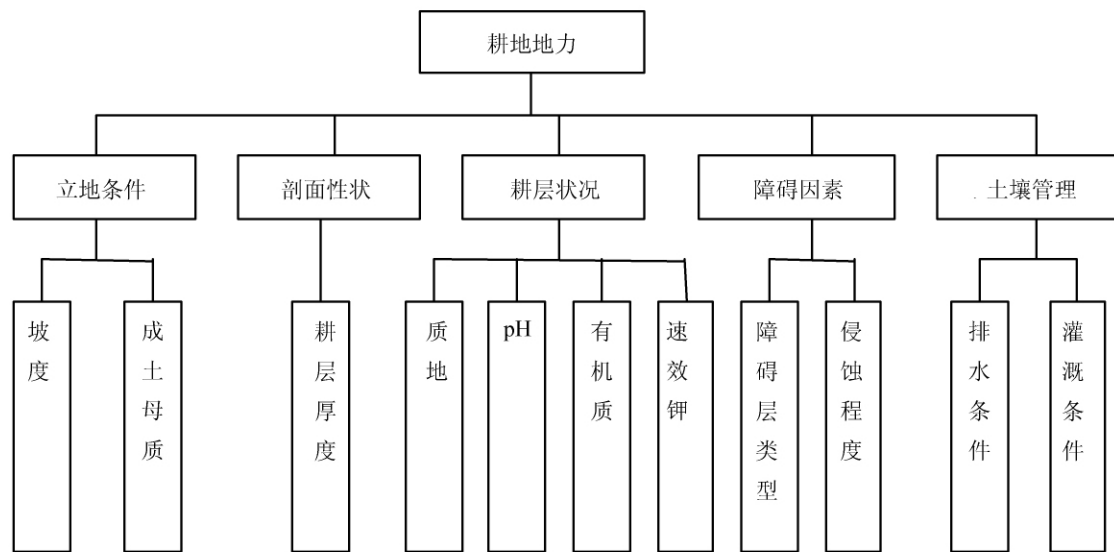


图 1 耕地地力评价指标体系

Fig.1 Evaluation index system of cropland soil fertility

2.3 评价等级的确定

根据木桶原理, 制约木桶盛水的高度主要取决于其中最短的那块木板高度, 而耕地地力可看作是一个盛水的木桶, 11 个指标则相当于围成这个木桶的不同木板, 因此, 决定耕地地力水平的这个木桶主要取决于 11 个木板中最短的那个指标。本文首先对耕地地力评价指标体系中的 11 个指标分级, 对各指标进行分级, 分别划分为 6 等, 级数越小, 质量越好; 级数越大, 质量越差, 见表 2。然后依据木桶原理, 由级数最差的指标决定耕地地力整体质量的级数。

3 结果与分析

最终将婺源县耕地地力综合等级划分成 4 个等级见图 2, 各等级面积以及所占比例见表 3。

3.1 三级耕地

耕地面积 8.83 hm², 占耕地总面积的 0.05%, 所占面积最小, 是婺源县耕地地力综合等级中质量最

表 2 耕地地力综合评价各指标等级划分标准
Tab.1 Standard of indexes in comprehensive evaluation of cropland soil fertility

指标分类 Index classification	分级界点值 Value of boundary data					
	1	2	3	4	5	6
坡度/°	<3	3~6	6~10	10~15	15~25	>25
成土母质	河积物	酸性结晶岩类风化物或酸性结晶岩类残积物	红砂岩类风化物	碳酸盐岩类风化物	泥质岩类风化物	紫砂岩类风化物
耕层厚度/cm	>25	25~20	20~15	13~15	10~13	<10
质地	中壤土	重壤土	壤质潮	轻粘土	粘壤土	砂壤土
pH 值	6.0~7.9	5.5~6.0, 7.9~8.5	5.0~5.5, 8.5~9.0	4.5~5.0	<4.5, 9.0~9.5	>9.5
有机质/(mg·kg ⁻¹)	>40	30~40	20~30	10~20	6~10	<6
速效钾/(mg·kg ⁻¹)	>100	90~100	80~90	70~80	65~70	<65
障碍层类型	无障碍层	无明显障碍层	粘化层	聚铁网纹层	淹育层	潜育层
侵蚀程度	无明显侵蚀	轻度侵蚀	中度侵蚀	重度侵蚀	极强度侵蚀	剧烈侵蚀
排水条件	极强	强	较强	中	较弱	弱
灌溉条件	极强	强	较强	中	较弱	弱

高的一级耕地,主要分布在大鄣山乡、段莘乡和中云镇 3 个乡镇,该区地势平坦、土层深厚,保水保肥性能好,质地壤土,耕性良好,养分含量属中上等。该级土壤没有障碍因素,无明显侵蚀,土壤 pH 值 5.3~5.4,有机质 28.5~37.5 mg/kg,排灌条件理想。该等级耕地的主要限制因素是土壤酸碱度、速效钾、土壤质地等因子,今后土壤改良的主要措施是控制废气二氧化碳的排放,制止酸雨发展或添加碳酸钠、硝石灰等土壤改良剂;注意平衡施肥,有效提高土壤对钾肥的吸收;有效增施有机肥等。

3.2 四级耕地

耕地面积 128.49 hm²,占耕地总面积的 0.69%,所占面积也很小,是婺源县耕地地力综合等级中质量次高的一级耕地,主要分布在浙源乡和紫阳镇两个乡镇,大鄣山乡、赋春镇、中云镇、秋口镇、溪头乡、江湾镇、思口镇有少量分布,该区土层较为深厚,成土母质以酸性结晶岩类风化物或酸性结晶岩类残积物为主,质地壤土,养分含量较高。

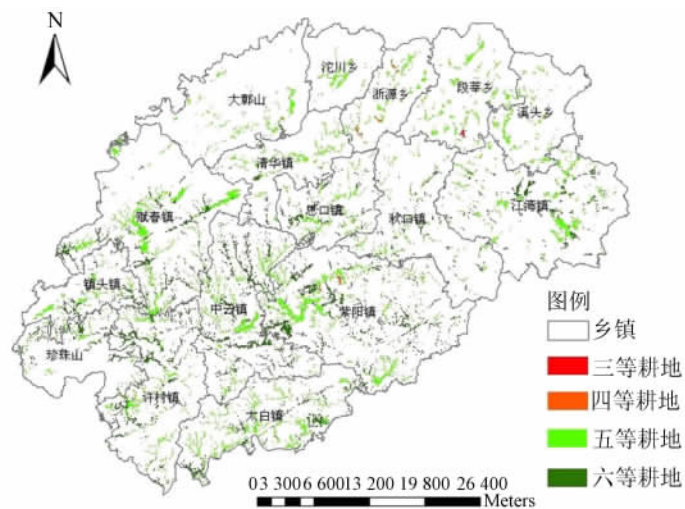


图 2 江西省婺源县耕地地力综合等级图

Fig.2 Map of comprehensive productivity grade of cropland in Wuyuan county of Jiangxi Province

表 3 江西省婺源县各耕地等级面积

Tab.3 Area of cropland soil fertility evaluation results in Wuyuan county of Jiangxi Province

等级 Grade	面积/hm ² Area	占总耕地面积比例/% Area percentage
三级	8.83	0.05
四级	128.49	0.69
五级	13 143.80	70.15
六级	5 455.59	29.11
总计	18 736.71	100.00

该级土壤主要是粘化层,大部分土壤无明显侵蚀,土壤 pH 值为 5.2~5.4,有机质含量为 25.8~42.9 mg/kg。该等级耕地土壤的主要限制因素是速效钾、坡度和排水条件等因子,今后改良措施是合理配施氮磷钾肥,修整田间水利工程,有效提高农田排水能力等。

3.3 五级耕地

耕地面积 13 143.80 hm²,占耕地总面积的 70.15%,是婺源县耕地地力综合等级中分布最广的一级耕地,全县均有分布,主要集中在大鄣山乡、段莘乡、沱川乡、浙源乡、溪头乡、清华镇和太白镇等北部乡镇。本级耕地土壤土层较差,平均厚度为 14 cm,质地壤土为主,有少部分粘土,有机质含量较高,成土母质以泥质岩类风化物为主,速效钾含量偏低。该级土壤限制因素主要是土壤成土母质、排灌条件、土壤质地和坡度等因子,今后改良措施是深翻地、深施有机肥;pH 值过低土壤可用肥沃土替换;新建田间水利工程,加强农田排灌能力等。

3.4 六级耕地

耕地面积 5 455.59 hm²,占耕地总面积的 29.11%,是婺源县耕地地力综合等级中分别较广、条件最差的一级耕地,主要分布在全县的中南部地区,集中分布在许村镇、珍珠山乡、赋春镇、中云镇、紫阳镇、秋口镇和江湾镇等乡镇。本级土壤土层较差,有效耕层厚度在 6~28 cm,质地粘、壤土,土壤肥力较差,成土母质以碳酸盐岩类风化物、泥质岩类风化物和紫砂岩类风化物为主,障碍层类型以潜育层和粘化层为主。该级土壤限制因素主要是农田排灌条件、土壤障碍层和土壤坡度等因子,今后改良措施是开沟挖圳,排除渍水;水旱轮作,改善土壤通气性;合理耕作、科学管水;合理施肥;低于 25°的坡耕地,可采取各类改变微地形,或增加地面植物被覆,或增加土壤入渗,提高土壤抗蚀性能,以保水保土,减轻土壤侵蚀;大于 25°的不适宜耕种的耕地可实行退耕还林发展经济林果产业等。

4 结 论

耕地地力评价是对决定耕地生产能力的内在属性和影响耕地生产能力的外部环境条件进行综合评价^[9],基于木桶原理,通过对比各种影响耕地生产能力指标的差异,来确定土地的质量等级。研究在获取了大量耕地地力相关信息基础上,借助 SPSS 工具选取主要影响婺源县耕地质量的 11 个指标,对指标进行标准化处理,然后根据木桶原理,对婺源县耕地地力进行了自动化对比评价。通过此种途径进行耕地地力评价方法具有很强的客观性,比仅根据粮食产量判读耕地地力等级或对指标进行定量化处理得出的耕地地力等级更加直观、更加客观。用户可以通过直接点击图上图斑综合等级结果,可以从属性表中明显查看到每块耕地的指标因子等级情况,及制约每块耕地的因子情况,针对制约因子可以很快找到限制每块耕地生产力的原因,并提出最直接的改良措施,对于耕地土壤的改良来说,是最有效最便捷的一种评价方法。评价结果对今后农业区划调整、指导科学施肥、增强农业可持续发展后劲、更科学合理利用有限耕地资源、全面提高耕地综合生产能力将产生巨大的作用。

参考文献:

- [1]龙惠芳,郭熙,赵小敏,等.基于 GIS 的县域耕地地力评价研究[J].江西农业大学学报,2009,31(2):359-363.
- [2]张炳宁.耕地地力评价的原理与方法[C]//农业部种植业管理司.第一期全国耕地地力调查与质量评价技术培训教材,2004:84-114.
- [3]彭世琪.《全国耕地地力调查与质量评价技术规程》总体框架及重点内容说明[C]//农业部种植业管理司.第一期全国耕地地力调查与质量评价技术培训教材,2004:50-59.
- [4]李苑辉.用木桶原理改进最大流算法[J].长春大学学报,2011,21(6):47-49.
- [5]中国国家标准化管理委员会.NY/T 1634—2008.耕地地力调查与质量评价技术规程[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [6]邵华,石庆华,赵小敏.基于 GIS 的江西省耕地土壤质量评价研究[J].江西农业大学学报,2008,3(6):1137-1141.
- [7]赵其国,孙波,张桃林.土壤质量与持续环境 I.土壤质量的定义及评价方法[J].土壤,1997,39(3):113-120.
- [8]王良杰,赵玉国,郭敏,等.基于 GIS 与模糊数学的县级耕地地力质量评价研究[J].土壤,2010,42(1):131-135.
- [9]陈晔晔,耿庆龙,张晗,等.基于 GIS 的新疆县级耕地地力评价研究[J].新疆农业科学,2010,47(1):184-188.