



Research on Evaluation Method of Cultivated Land Quality Rating Based on GIS

—Take Luyi County as an example

Yang Jianbo¹, Li Minghui², Wang Li³, weng Jinpan³

¹ Institute of Geography, Henan Academy of Sciences, Zhengzhou 450052, China

² Zhengzhou Surveying and Mapping Vocational College, Zhengzhou 450065, China

³ Henan Provincial Land Repair Center, Zhengzhou 450016, China

Abstract:

Accurate and scientific assessment of cultivated land quality is of great significance for controlling the production efficiency of cultivated land and finely managing cultivated land resources. Taking Luyi County as an example, this paper uses 20164 arable map spots as the grading unit, combining quantitative and qualitative analysis, GIS model spatial analysis and difference comparison, etc., through the natural, social, economic, etc. that constitute the quality of cultivated land. Comprehensive comparison of factors, establish a grading evaluation system for cultivated land, determine the factor factor system and influence weights, and explore the method of dividing the quality level of cultivated land. The research shows that: (1) the cultivated land level has a significant positive correlation with the cultivated land, and both can better display the grain yield or total production level; (2) the level ratio can better reflect the cultivated land use. Level, which indicates that the grain output changes more broadly and is easier to quantify the difference in grain yield, so it is

easier to achieve land remediation performance evaluation in the province; (3) the quality level of cultivated land has a certain correlation with the location level and utilization efficiency. And the level is better than the other to reflect the spatial distribution of cultivated land. Provide data support for the value accounting of cultivated land resources in the region and the relationship between cultivated land occupation and subsidies.

Keywords: Geographic Information System ; Grading of cultivated land quality; Cropland division and other factors; Cultivated land level ; Luyi County

基于 GIS 的耕地质量定级方法研究

—以鹿邑县为例

杨建波¹ 王莉² 李鸣慧³ 温锦盼³

(1 河南省科学院地理研究所 郑州 450052, 2 郑州测绘职业学院 郑州 450065, 3 河南省土地整理中心 450016)

摘要:精确科学的评定耕地质量,对掌控耕地的生产效益及精细化管理耕地资源意义重大。本文以鹿邑县为例,以20164个耕地图斑为定级单元,采用定量与定性分析相结合、GIS模型空间分析、差值对比等方法,通过对构成耕地质量的自然、社会、经济等因素综合比较,建立耕地定级评价体系,确定因素因子体系及影响权重,探讨耕地了耕地质量级别的划分方法。研究表明:(1)耕地级别与耕地等别具有明显的正相关,且两者均能较好的显化粮食单产或总产水平;(2)级别比等别能更好的反映出耕地利用水平,其表征的粮食产量变化幅度更宽广、更易量化粮食产量的差异性,因此更易于在省域内实现土地整治绩效考评;(3)耕地质量级别与区位水平和利用效益也有一定的相关关系,且级别比等别能更好的体现耕地在空间上的分布特点。为区域内耕地资源资产价值核算及耕地占补关系提供数据支撑。

国务院试点项目,集体建设用地流转和集体建设用地价格评估体系试点

作者简介:杨建波(1972-),男,河南洛阳市人,副研究员,主要从事土地资源调查及评价。

(E-mail) yjianbo001@163.com。

关键字：地理信息系统（GIS）；耕地质量定级；耕地分等因素；耕地级别；鹿邑县

耕地质量定级是依据地块的适宜性、生产力和本身的自然属性，对耕地的自然、经济等特性进行综合分析和评价，并将分析结果划分级别的过程。在耕地质量定级过程中，涉及到大量的数据和图形处理。随着近年来 GIS 的快速发展，其强大的数据处理功能和制图能力为农用地定级提供了技术支持^[1-3]。耕地评价方法、成果应用方向及其与耕地分等成果衔接却很少涉及^[4-5]。2017 年，《国土资源部办公厅关于部署开展 2016 年全国耕地质量等级调查评价与监测工作的通知》明确要求在全国范围内，全面开展耕地质量定级和农用地估价工作。以部文件为标准，以耕地分等成果为基础，顺次开展耕地质量评价，探讨耕地质量定级方法中定级单元选择、因素因子体系构建、指标量化赋值方法等，全面提高耕地质量等级调查评价成果质量，同时为探索耕地定级成果在永久基本农田划定、高标准农田划定、耕地占补平衡考核、土地整治成效分析等领域的应用研究以及农用地估价成果在耕地资源资产价值核算、制订基准地价服务农用地流转等领域^[6-8]的应用研究意义重大。

本文以鹿邑县为例，通过借助地理信息系统和计算机技术，为体现“与等别关联、全省可比、注重应用”等原则^[9-10]，特在耕地分等成果的基础上对耕地质量进行划分^[11]，论述在耕地质量定级中不同因素因子在量化赋值上的不同，对其质量优劣进行全面、科学、综合的评定，为充分反映出耕地生产效益差异水平、科学有效提高耕地管理提供数据支撑。

1. 研究区概况

鹿邑县位于豫东平原东南部，隶属周口市，地处东经 115°2'55"—115°37'55"、北纬 33°43'3"—34°5'32"之间。东邻安徽亳州市，西接太康、淮阳，北与商丘、柘城相连，南与郸城接壤。东西最长 53.5 公里，南北最宽 41.6 公里，土地总面积 1248.4 平方公里，耕地总面积为 85048 公顷。全县位于华北陆台南部，周口凹陷的东北部，地形较为平坦，地势由西北向东南倾斜，海拔高度为 37.4—46.5 米之间，相对高差为 8.9 米左右。因历史上古河道交相沉积，黄河多次泛滥，局部形成槽状和碟状洼地。全县介于温带和亚热带的边缘地区，属暖温带半湿润半干旱季风型气候，区域内土壤以潮土和砂礓黑土为主，鹿邑县农业开发历史悠久，属典型的农业大县。境内永登高速、311 国道横穿全境，220

国道、207、210 省道贯穿南北，交通十分便利。2017 年，全县辖 22 个乡镇和 1 个工业园区，552 个村委会，总人口 120 万口，人口密度每平方公里 939.4 人。本次耕地质量评定对象为全区辖区范围内全部现有耕地。

2.实验材料和过程

2.1 数据来源

以鹿邑县的实际情况为基础，结合《农用地质量分等规程》（GB/T28407-2012）；和《农用地定级规程》（GB/T28405-2012），数据来源于主要以下几个方面：（1）图件资料：收集 2012 年鹿邑县农用地分等成果及 2014-2017 年鹿邑县耕地质量更新成果资料，包括近 4 年农用地分等单元底图等；（2）属性数据：近年全县土壤有机质数据、人均耕地、亩资金投入、亩均纯收益、农民人均收入、农村道路分布、道路级别、距区域经济中心距离、耕作距离等；（3）其他资料：2014-2017 年鹿邑县统计年鉴及其他相关资料，2014-2017 年鹿邑县土地利用变更调查数据以及河南省下发的耕地质量定级要求等。

2.2 定级方法及评价单元

本次耕地质量采用因素法进行评价，主要是通过对影响耕地质量的定级因素进行分值加和以衡量耕地级别。在对耕地质量有影响的自然、社会经济和区位等因素分析基础上，采用因素法。结合耕地分等指标体系，确定耕地定级区域因素因子的权重和作用分值，划分定级单元，计算定级单元每个图斑的定级指数，以此为依据客观评定耕地质量级别。

评价单元：根据豫东平原区情况，考虑数据可及性和耕地地块的连续性和完整性，以土地利用现状数据库中的耕地图斑作为定级单元，全县共设 20164 个评价单元。

2.3 定级因素因子体系

根据《农用地质量分等规程（GB/T 28407-2012）》和河南省耕地质量等别补充完善成果，鹿邑县一级指标区属黄淮海区，二级指标区为黄淮平原区，分等因素指标区属豫东平原区，标准耕作制度为小麦—玉米，一年两熟。本次耕地定级中，本次耕地质量评价构建了 19 个定级因子、6 个定级因素、2 个定级目标的耕地定级指标体系。其具体各目标、因素、因子等见下表所示。各因素因子权重采用层次分析法，以多名该领域专

家对各层指标的相对重要性进行两两比较、判断,利用和积法,得到评价指标的相对重要性判断矩阵,计算得出各指标的权重(表1)。

表1 鹿邑县耕地质量定级因素因子指标及权重表

目标层	因素层	因子层	权重	
耕地质量 定级	原分等成果指标	自然质量分		
		表层土壤质地	0.084	
		有机质含量	0.072	
		灌溉保证率	0.108	
		土壤酸碱度	0.030	
		地形坡度	0.036	
		障碍层距地表深度	0.042	
	基础设施条件	剖面构型	0.066	
		排水条件	0.090	
		盐渍化程度	0.072	
	新增定级指标	田块状况	田间道路密度	0.026
			林网化程度	0.042
			灌溉设施完善度	0.016
			田块平整度	0.032
田块形状			0.024	
土壤肥力		田块集中连片度	0.014	
		田块大小	0.010	
		全氮含量	0.050	
		速效磷含量	0.028	
		速效钾含量	0.022	

目标层	因素层	因子层	权重
	区位条件	农贸中心	0.057
		道路通达度	0.031
	生产效益	可否机械化耕作	0.026
		单位面积效益	0.022

2.4 定级因子量化与赋分方法

根据各定级因子对耕地质量影响程度，对指标值进行分级，并给出相应的质量分。各因子按照其点、线、面状性质进行矢量化并赋质量分值^[12-13]。各因素指标处理方法及赋分方式具体如下：

2.4.1 点状因素量化

首先确定点状因素（如城市（镇）影响度）影响半径的相对距离，按照指数衰减法计算点状因素的作用分值，如下式：

$$f = M_f^{1-r} \left(r = \frac{d_r}{d} \right)$$

式中：f——因素作用分值； M_f ——规模指数；d——因素影响半径； d_r ——实际距离；r——相对距离。

2.4.2 线状因素的量化

先计算线状因素（如道路通达度）的作用指数和功能分，作用指数依据线状因素本身的功能计算确定，再计算因素影响半径和相对距离，并按照指数衰减计算因素的作用分值（公式点状因素）。

2.4.3 面状因素量化

面状因素具有非扩散性，直接采用区域赋值的方法确定其作用分值。

（1）极值标准化处理

对有指标值的因素，首先要进行无量纲化极值处理，具体方法如下：

$$A_f = \frac{a_f}{a_{\max}} \times 100$$

A_f ——因素作用分值； a ——因素具体指标值； a_{\max} 为该因素中的最大值；

(2) 极差标准化处理

对于有指数值表示的因素，采用下列公式计算：

$$f = \frac{100(X_i - X_{\min})}{X_{\max} - X_{\min}}$$

式中： f 为因素作用分值， X_{\max} 、 X_{\min} 、 X_i 分别为因素中最大值、最小值和具体指标值。

2.4.4 量化方式

在定级区内，对扩散因素起阻碍作用的主要有涡河和惠济河等，依此在定级区划出 3 个阻隔区 12 个通行点。以耕地图斑为单元，对于扩散性因素、因子，由计算机自动进行扩散分析。扩散时，考虑了阻隔区、扩散点、扩散规律（指数衰减或直线衰减）、各因子中心分值和服务半径等。各项因子类型及计算方式见下表：

表 2 耕地质量定级因子作用方式表

因子	指标特性	计算方式
地形坡度、土壤 PH 值、土壤质地、剖面构型、盐渍化程度、障碍层次、排水条件、灌溉保证率、田间道路密度、林网化程度、田块平整度、田块形状、田块集中连片度	正向及逆向指标	区域赋值（无衰减）
农贸中心影响度	正向指标	农贸中心（指数衰减）
道路通达度、耕作距离	正向指标	扩散衰减（线性衰减）

2.5 定级单元分值计算及级别划分

2.5.1 定级单元分值计算

因子分值：根据定级单元，计算每个因子图斑实际作用分值，根据图斑因子分值，划分该因子等级；

因素分值：根据因子与因素层关系，采用加权求和法，计算因素作用分值大小，根

据图斑因素分值水平，划分因素层等级；

目标层分值：根据因素与目标层的所属关系，采用加权求和方法，计算图斑目标层作用分值大小，根据图斑目标分值水平，划分图斑目标层等级；

定级分值：对原分等成果指标与新增定级指标依据各自权重值进行加权求和，求取图斑定级作用分值；

划分耕地级别：以定级规程和河南省耕地质量等别成果中气候生产潜力和光温生产潜力为基础，计算单元定级指数，见公式 1。以一定的定级指数区间划分级别，公式如下：

$$R_k = C_k \times B_z \times L_k$$

式中： R_k ——单元 k 的定级指数； C_k ——单元 k 的总分值； B_z ——标准生产潜力指数； L_k ——综合利用系数。

2.5.2 划分耕地质量级别

以一定的定级指数区间划分级别，公式为：

$$J_B = \text{INT} \left(\frac{R_k}{D} \right)$$

式中： J_B ——定级单元级别； R_k ——定级单元指数； D ——为级别间距。根据河南省试点结果，在使不同级别间标准粮产能差为 100kg，初步设定级别间距为 100 分。耕地质量级别数字越大，表示耕地质量越好，如 8 级地优于 6 级地。

3. 耕地定级结果及分析

采用 ARCGIS10.2 软件，根据鹿邑县实际情况，计算全县耕地图斑因子分值；然后根据因子权重，采用加权求和法计算各因素分值；再根据因素权重计算各定级单元分值。其中，鹿邑县各因素层评价划分为 3-5 个等级，具体结果如下图 1---图 6 所示，全县耕地定级划分为 5 个级别，即 14 级---18 级，即为耕地级别数字越大，表示耕地质量水平越优。各级别定级指标均值、级别面积和比例如下表所示，级别空间分布情况见下图。

表 3 鹿邑县耕地定级指数频率分界点

级别	14 级地	15 级地	16 级地	17 级地	18 级地	总计
----	-------	-------	-------	-------	-------	----

定级指数均值	<1465	1540	1655	1760	>1830	
面积（公顷）	10076.05	21866.90	20855.79	23936.36	8313.29	85048.40
比例%	11.85	25.71	24.52	28.14	9.77	100.00

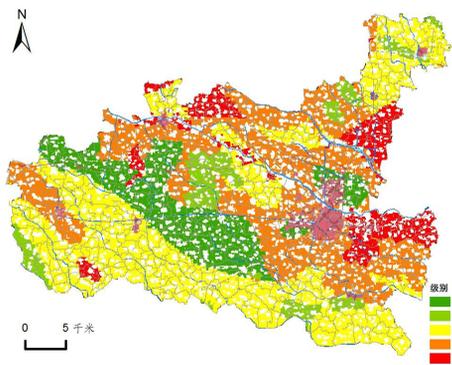


图 1 鹿邑县自然质量分级图

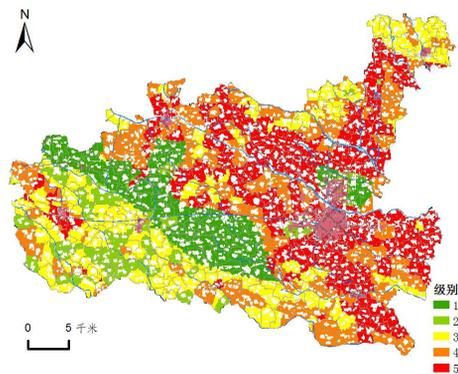


图 2 鹿邑县基础设施条件级别图

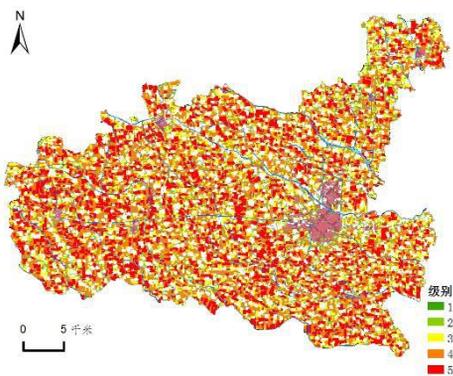


图 3 鹿邑县田块状况级别图

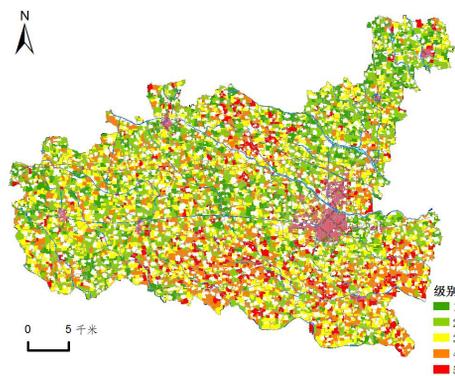


图 4 鹿邑县土壤肥力级别图

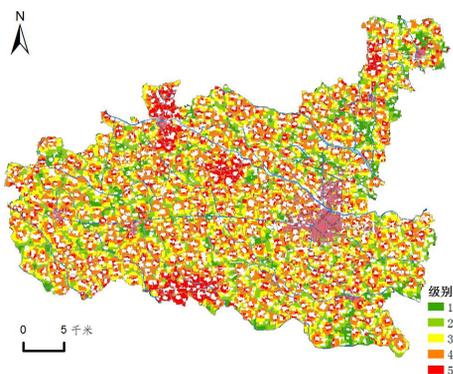


图 5 鹿邑县区位条件级别图

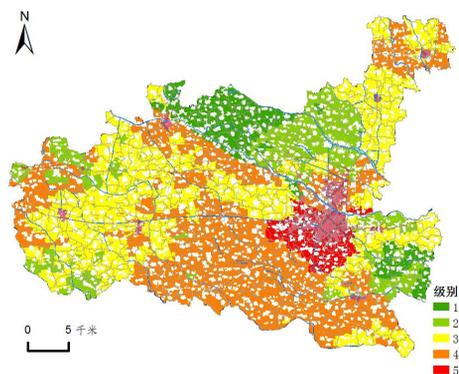


图 6 鹿邑县生产效益级别图

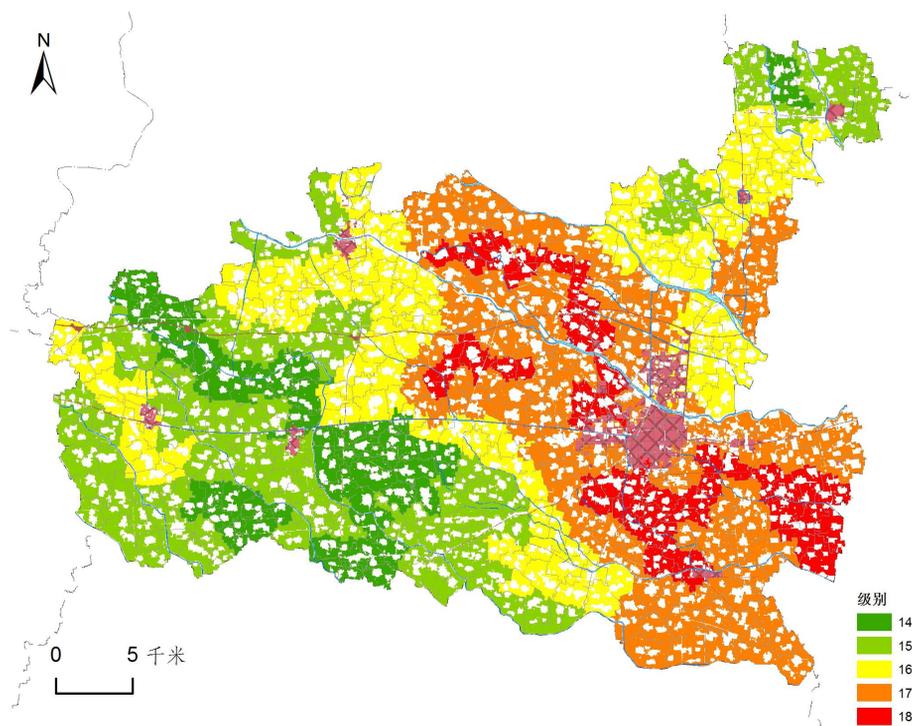


图 7 鹿邑县耕地质量定级成果空间分布图

3.1 空间分布

鹿邑县耕地质量较优耕地以县城为中心，呈环状或块状分布，主要分布在县城周围和环县城周边的环形道路两侧，该部分耕地区区位优势明显，地形、土壤、水源等自然条件优越，当地社会经济比较发达，对土地的物化投入较高，经济效益最好，为优质高产粮田。目前，全县还存在部分片状或呈零星插花状土壤肥力相对低的轻型质地培肥区、重壤改良培肥提升区、壤土类型改良培肥提升区的耕地，这些低质耕地主要分布在地势相对低洼且远离城镇和交通相对不便的地区，如任集乡四周，唐集乡东部，试量乡北部，赵村乡西部等。该区域部分耕地土壤质地粘重，区域内低产田面积较多，因地表水和浅层地下水相对贫乏。

3.2 结果分析

3.2.1 级别与等别分布关系

根据耕地分等成果，在鹿邑县耕地等别中，自然等分 1 个等别，利用等分 3 个等别（6 等、7 等和 8 等），经济等分 1 个等别。其中自然等与经济等均为 1 个等别，所以耕地级别与自然等与经济等别对应简单且一致，呈多对一的关系。

表4 耕地级别与耕地利用等别对应关系表

单位：公顷，%

对应表	14级地	15级地	16级地	17级地	18级地	面积
6等地		15.49	2285.25	19226.41	7061.06	28588.21
7等地	10024.27	21851.4	18570.55	4709.95	1252.23	56408.4
8等地	51.78					51.78
面积	10076.05	21866.89	20855.8	23936.36	8313.29	85048.4
比例	11.8	25.7	24.5	28.1	9.8	100

根据上表可知，鹿邑县高级别耕地（17级和18级）占全县耕地总面积的37.9%，其中高等别（6等地）中高级别的耕地比例占92%；高级别耕地具有较大的土地区位优势，地形、土壤、水源等自然条件优越，当地社会经济比较发达，对土地的物化投入较高，经济效益最好，为优质高产粮田区。具体如图8、图9。低级别耕地（14级、15级、16级）占全县耕地总面积的62.1%，其中低等别（7等地）中低级别耕地比例占89.4%；低级别耕地分布于县域周边，区域内地形、土壤、水源等自然条件较一般，部分区域耕地有低洼呈条带分布，耕地投入和集约度呈中等水平。具体如图10、图11、图12。总体上，耕地级别与利用等别总体上呈现出级别越高（级别数字越大），耕地等别越好（等别数字越低），同时也表现出耕地级别比耕地等别的空间差异性更为显著。

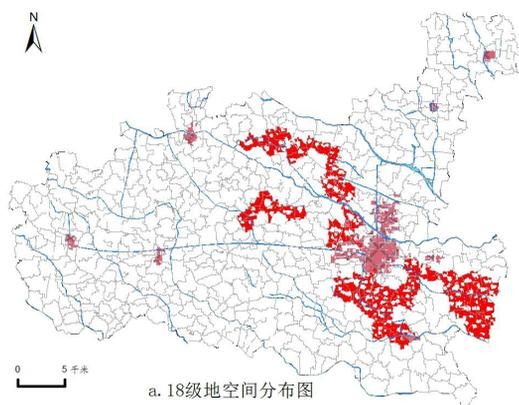


图8 鹿邑县18级地空间分布图

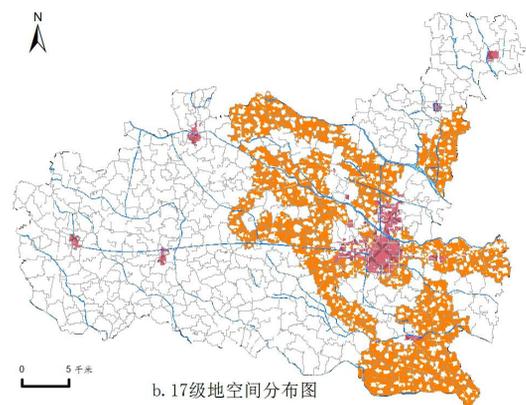


图9 鹿邑县17级地空间分布图

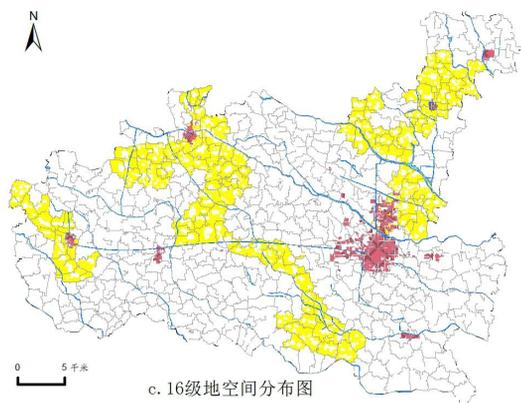


图 10 鹿邑县 16 级地空间分布图

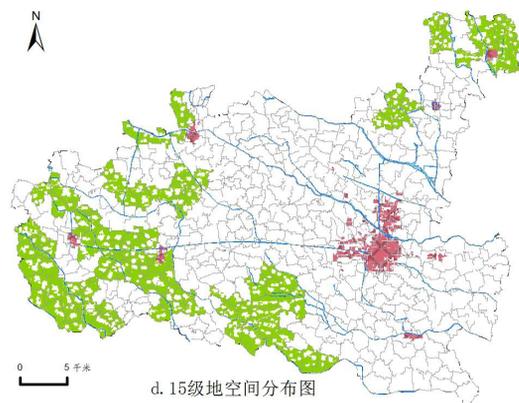


图 11 鹿邑县 15 级地空间分布图

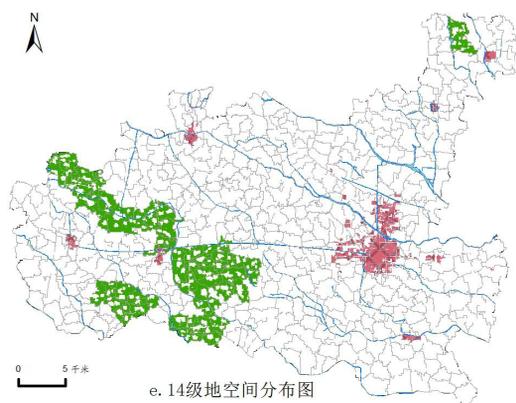


图 12 鹿邑县 14 级地空间分布图

3.2.2 级别与粮食产量关系分析

根据近几年耕地质量年度更新和监测评价成果，同时采用补充调查数据，以行政村为单元统计小麦和玉米产量，对比分析耕地级别与和等别对应的粮食产量关系。

表 5 耕地级别与和等别对应的粮食产量关系表

级别	小麦		玉米	
	单产	单产等级差值	单产	单产等级差值
18 级地	8336.1		8646.5	
17 级地	8074.2	261.9	8343.8	302.7
16 级地	7816.4	257.9	8060.9	282.9

15 级地	7627.1	189.3	7815.9	244.9
14 级地	7420.4	206.7	7569.8	246.2
级别均值	7854.8	228.9	8087.4	269.3
6 等地	8171.7		8532.2	
7 等地	7850.4	321.3	8088.2	444.0
8 等地	7591.9	258.45	7671.8	416.4
等别均值	7871.4	289.95	8097.3	430.2

由上表知，总体上，以行政村为单元，按面积加权平均，全县小麦级别单产在 7420.4-8336.1 千克/公顷，平均单产 7854.8 千克/公顷；等别单产在 7591.9-8171.7 千克/公顷，平均单产为 7871.4 千克/公顷。玉米级别单产在 7569.8-8646.5 千克/公顷，平均单产为 8087.4 千克/公顷；等别单产在 7671.8-8532.2 千克/公顷，平均单产为 8097.3 千克/公顷。总体上，鹿邑县耕地质量级别水平越高，粮食产量相对也越高；级别越低，粮食产量也低。在单产水平上，无论小麦与玉米，其级别与等别反映出的粮食产量水平基本一致；在单产范围上，级别单产范围要大于等别单产范围，即耕地级别比耕地等别更能体现粮食产量的变化幅度。

从单产等级差值来看，小麦级别单产平均差值为 228.9 千克/公顷，等别平均差值 289.95 千克/公顷；玉米级别平均差值为 269.3 千克/公顷；等别平均差值为 430.2 千克；总体上呈现出级别单产差值小于等别单产差值，即表现为耕地级别比耕地等别能更准确量化出粮食产量的差异水平。

3.2.3 定级指数与等别指数关系分析

分析级别指数和国家利用等指数，以揭示两者联系（关系曲线见下图所示）。二者相关系数极强，且单元定级指数相关系数更为显著，这不仅符合与分等成果相衔接原则，也反映出定级评价体系能更全面的反映耕地质量差异。

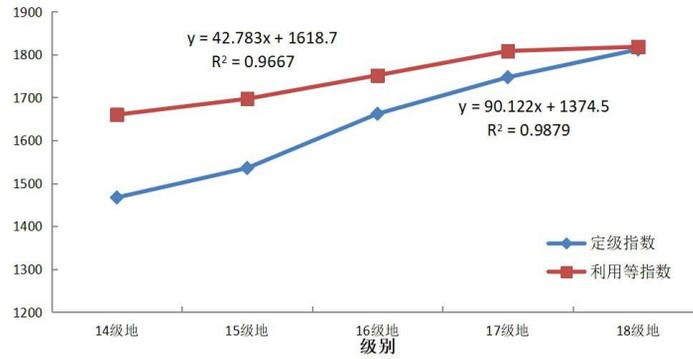


图 13 单元定级指数与国家利用等指数对比图

由图知，耕地单元定级指数与单元利用等指数呈较高的相关性。且耕地级别越低，耕地单元定级指数和国家利用等指数之差越大；耕地级别越高，耕地单元定级指数与国家利用等指数差异越小，在一定级别时二者将趋同；这表明低等别的耕地不但分等因素差异性较大，而且定级因素差异性也大，而高等别耕地由于各因素表现充分，其在级别的表达上也较丰富。

3.2.4 级别产能与等别产能分析

以级别与等别为基础分别计算全县域耕地总产能，对两者进行对比分析。通过计算，以级别成果计算的全县耕地总产能为 112.72 万吨，以等别成果统计全县耕地总产能为 114.60 万吨，二者总产能之差仅为 1.67%，不大于 5%。这说明耕地级别与耕地等别趋向一致，均能较好的反映出鹿邑县耕地产能实际。

4. 结论与讨论

4.1 结论

4.1.1 文章以豫东平原县为例，以耕地原分等因素与新增定级因素为基础，构建了以图斑为评价单元的耕地定级因素因子指标体系，在分等成果基础上划分了耕地级别，分析了级别成果特点，比较了耕地级别与粮食产量、等别指数、产能等关系，其成果既有级别成果的自身特征，又增强了与分等成果的衔接性，在其适用性和可操作性。

4.1.2 耕地质量等别与耕地级别具有明显的正相关。总体上，耕地等别较好区域，耕地质量级别也较高；也就是说，耕地级别受土壤质量条件影响很大，土壤质量越高，则级别越高；土壤质量低，则级别低。耕地级别与耕地等别均能较好的显化粮食单产或总产水平，且级别比等别能更好的体现耕地在空间上的分布特点、更好的表征出粮食产

量变化幅度、更准确的量化出粮食产量差异性。

4.1.3 耕地质量级别比耕地等别更能反映耕地利用水平。衔接了分等成果的耕地质量级别,不仅具有耕地等别中土壤本底生产能力的自然特性,同时考虑了耕地利用时的基础设施条件、田块状况、土壤肥力等特点,并在一定程度上兼顾了耕地区位条件,且各项指标(林网程度,田块的形状、平整度、连片度,肥力指标等)易于量化,在实现了全省耕地质量级别可比性的前提下,更易于实现省域内土地整治及耕地占补的绩效评价。

4.1.4 耕地质量级别与区位水平和利用效益有关系。作为平原农业大县,鹿邑县的耕地质量级别还受一定的区位因素影响,全县耕地级别即距离中心城镇和道路越近,耕地耕作越方便,则土地级别相对较高,反之亦然。耕地级别反映出耕地在利用效益上的差异,一般情况下,利用效益与耕地级别成正相关。例如水浇地的经营效益相对高于旱地的经营效益,水浇地的高级别面积较大,而旱地的低级别面积则较大。

4.2 讨论

在耕地质量定级研究中,因素选择与其赋值方法特别重要。当地貌类型不同,因素选取的差异^[14-15],决定了耕地质量级别可利用性的高低,在延续分等成果基础上耕地质量定级新因素选择意义重大,本次研究仅是以平原农业大县的耕地为例,研究结果在其他山地区、丘陵区是否适用还应进一步加大探讨。同时,因素指标选择的差异决定了量化方法不同,同一因素指标采用扩散性处理或采用面状赋分处理或是采用极值与极差^[16]处理,其结果的差异性是否明显也有待深入研究。

参考文献

- [1] 王淑梅,张永福,范兆菊.GIS的农用地处理浅析[J].乌鲁木齐职业大学学报,2004,13(1): 36-38
- [2] 郭岚.利用GIS进行耕地质量评等定级方法的探讨[J].西南农业大学学报,2002,12(5):476-478
- [3] 周芳,盖艾鸿,李纯斌等.GIS技术在定西市农用地定级中的应用[J].甘肃农业大学学报,2007,22(4):103-107
- [4] 张凤荣.农用地分等工作中应注意的几个关键参数[J].广东土地科学,2004,3(6): 4-7

- [5] 杨建波,王国强,王莉.农用地等级价关联探讨[J].国土资源科技管理,2007, 24(3): 81--86.
- [6] 郎文聚,程锋.农用地分等定级的四个应用[J].中国土地, 2005, 24(1): 44.
- [7] 徐康,金晓斌,吴定国等.基于农用地分等修正的土地整治项目耕地质量评价[J].农业工程学报,2015,(07):247-255.
- [8] 匡丽花,叶英聪,赵小敏等.基于农用地分等修正的土地整治项目对耕地质量的影响评价[J].农业工程学报,2016,(17):198-205.
- [9] 国土资源部.农用地定级规程(GB/T 28405-2012)[S],国家质量监督检验检疫总局、国家标准化委员会,2012.
- [10] 贾雷,张孝成,星财华等;基于新规程的耕地定级估价--石柱县实证研究[J].江西农业学报 2013, 25(6): 111-115
- [11] 涂建军,卢德彬.基于GIS与耕地质量组合评价模型划定基本农田整备区[J].农业工程学报, 2012, 28(2):234-238.
- [12] 任云,关欣,李巧云.农业地质因素对农用地分等定级的影响——以湖南省为例[J].江苏农业科学, 2014,42(5):266—270.
- [13] 陈韦,熊向宁,王芳等.兼顾城市规划因素的城镇土地定级技术路线探讨——以武汉市商业用地定级为例[J].中国土地科学,2015,29(1):79-85
- [14] 文虎,易正炳,王新军等;基于GIS的农用地定级研究——以新疆五家渠垦区为例[J].中国农学通报 2016,32(2):186-192
- [15] 赵璐,郑新奇.基于GIS和分等成果的县域内农用地定级方法研究——以山东省平阴县为例[J].水土保持研究,2008,15(4): 145-148
- [16] 雷少刚,黄继辉,陈津浦等.农用地定级中区位因素定量化存在的问题及其改进[J].资源调查与评价,2006,23(2):13-16
- [17] 张琳.基于GIS的扶风县农用地定级研究[D].长安大学: 2005:43-44
- [18] 秦静,朱德举,姜广辉等.农用地定级两种因素法比较研究——以重庆市九龙坡区为例[J].土壤通报: 2007,11(1): 11-14