

农用地分等中经济系数量化方法的探讨

以无锡市为例

孙兆金 周生路 王黎明 叶方

(南京大学城市与资源学系 南京 210093)

摘要 在江苏省农用地分等的实践基础上,以无锡市为例,对农用地分等中各修正系数进行相关分析与贡献率分析,指出经济系数直接参与分等指数修正的不合理性,提出了引入经济影响度对经济系数量化进行改进的方法,并对不同方法得出的农用地分等结果进行了比较。

关键词 农用地分等;经济系数;相关性;贡献率

中图分类号 F301.2

农用地分等是根据构成土地质量相对稳定的自然属性和经济属性,对农用地的质量优劣进行综合评价,并划分等别^[1]。农用地等别侧重于反映农用地因潜在的自然质量、利用水平和效益水平不同,而造成生产率水平的差异^[2]。其结果是合理制定土地利用规划、有效实施异地征地补偿、确保耕地总量动态平衡,以及农业税费制度改革的基础^[3]。国土资源部《农用地分等规程》为分等提出了总体技术思路。但由于农用地特性的地域性强^[4],分等中各系数的量化、计算和处理方法存在差异。本文拟在江苏省农用地分等工作的实践基础上,以无锡市为例,对农用地分等的中间数据和成果进行分析,研究各系数的相互关系与作用,探讨分等中经济系数量化方法的改进。

1 无锡市概况

无锡市地处长江三角洲下游江湖交错区,南濒太湖,北枕长江,辖2个县级市和3个区,即江阴市、宜兴市、锡山区、滨湖区、惠山区。土地总面积4050 km²,地形以平原为主,占全市面积的69.47%,山区和丘陵占总面积的16.8%,水域面积占16.5%。无锡市农业历史悠久,精耕细作,素有“鱼米之乡”之称,但耕地总量较少,占土地总面积的34.46%,人均耕地仅0.043 hm²,在全国相对较低。土地利用率高,土地产出率也高,据2000年调查,每公顷土地提供的工业产值达300万元,农业单产在9900 kg/hm²以上,但土地后备资源匮

乏。近年来由于经济发展和城市建设的需要,以及农村产业结构调整,耕地面积与粮田面积减少较快,粮食产量也有所降低^[5]。

2 研究方法

2.1 分等总体思路与研究材料

无锡市农用地分等以分等单元为评价的基本单位。分等单元的划分采用叠置法^[6],以无锡市1:10万土地利用现状图,土壤类型图与行政图3图叠加进行单元划分。分等单元的划分遵循如下原则:

(1) 主导因素差异的原则^[7]。不同地貌部位的土地不划为同一单元,山脉走向两侧水热分配有明显差异的不划为同一单元,地下水、土壤条件、盐碱度等土地因素指标有明显差异的不划为同一单元。

(2) 相似性原则。土地分等单元边界不跨分等因素指标控制区和土地利用系数、经济系数等值区。

(3) 边界完整性原则^[8]。单元内同一主要因素的分值差异不超过100/(N+1),其中N为等别数。

农用地分等的总体思路是通过计算各分等单元农用地分等指数,对全市耕地和未利用土地进行等别划分。其中,分等指数=光温生产潜力×土地自然质量修正×土地利用修正×土地效益修正。具体计算公式为:

$$G_i = \sum_{j=1}^n C_{Lij} \cdot \sum_{j=1}^n K_{Lj} \cdot K_{Cj}$$

式中, G_i 为第 i 个分等单元的农用地分等指数;
为连加运算符; t_{ij} 为第 j 种作物的光温生产潜力指数; C_{Lij} 为第 i 个分等单元内种植第 j 种指定作物的

自然质量系数； α_j 为第j种作物的产量比系数； K_{Lj} 为该单元所属等值区第j种指定作物的土地利用系数； K_{Cj} 为该单元所属等值区第j种指定作物的经济系数。光温生产潜力反映地带性的农用地生产潜力，国土资源部《农用地分等规程》已提供相关计算结果数据。分等工作主要是计算用于对光温生产潜力进行修正的各单元的自然质量系数、土地利用系数和经济系数，因此系数计算方法的正确性非常重要。

本文根据“江苏省农用地分等研究”中无锡市部分的初始数据、中间数据与结果数据等数据材料，在分析分等各系数相关性、对等别指数的贡献率基础上，提出经济系数量化的改进方法，并进行其合理性验证。具体材料包括：初始数据：无锡市划分的510个分等单元，每个单元都记载了其耕层厚度、障碍层深度、表土质地、有机质含量、pH值、灌溉保证率、排水条件、土壤侵蚀程度等自然因素数据；无锡市2000年乡镇合并以前的95个镇，22个乡及121个样点的利用状况和投入产出数据；无锡市土地详查数据。中间数据：无锡市各分等单

元各自然因素分值和由此计算得出的自然质量系数；各乡镇分作物土地利用系数与经济系数；各单元分等指数。结果数据：无锡市划分的各类农用地等别结果及统计。

2.2 分等各系数相关性分析

2.2.1 利用系数与经济系数相关性的经济学假设推理

土地利用系数反映当地可能实现的社会平均的开发利用土地的能力^[9]，在计算时以评价对象的多年作物单产与当地（无锡市）最高单产的比值进行量化；而土地经济系数反映的是土地所实现的经济效益高低，计算时采用评价对象的多年作物平均投入产出比与当地最高投入产出比的比值进行量化。虽然两个系数都是无量纲数值，但从其量化方式可以看出，由于在同一研究区内只有唯一的最高单产和最高投入产出比，所以土地利用系数的高低实质就是作物产量的高低，土地经济系数的高低实质是投入产出比的高低。这样，我们可以用产量和投入产出比分别代表土地利用系数和经济系数分析两者的关系（图1）。

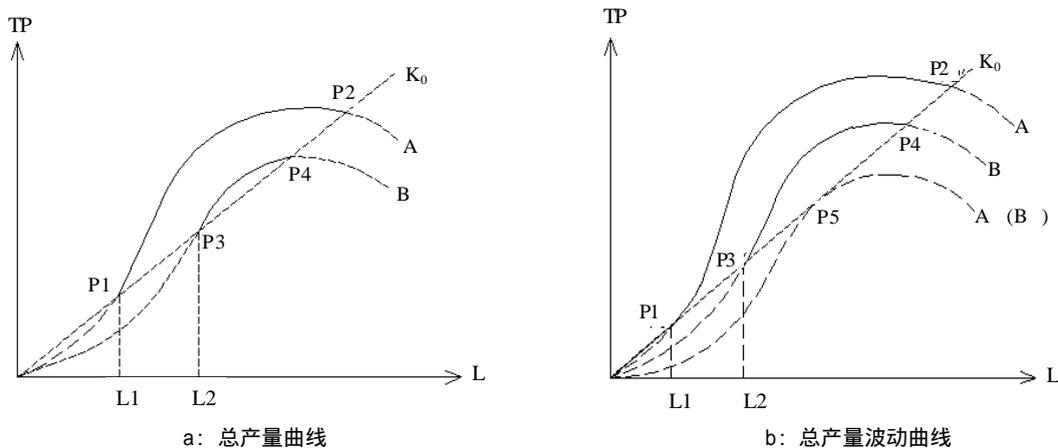


图 1 同一地区不同地块总产量及其波动曲线图

Fig. 1 Total outputs and their fluctuations of different fields in the same region

图1中a图由经济学中的总产量曲线演变而来^[5]，A、B是质量不等的两地块的总产量(TP)曲线，A高于B，即当两块地投入(L)相同，A的产量高于B的产量。K₀是农地收益为正的临界线，L₁、L₂分别为A、B获得收益时的投入量。不难看出，两条曲线上各点的TP值为产量，可代表土地利用系数，而各点的斜率TP/L为投入产出比，可代表土地经济系数。由于受社会平均效益的制约，农业生产只可能在有利益可取时进行，即a图中A、B曲线的实线部分(弧段P₁P₂和弧段P₃P₄)。如果不考虑市场的因素，产量趋势如A、B两曲线所示，由

a图可知，采用相同的投入和管理，土地利用系数高的地块其经济系数也高，即A曲线总在B之上；当农业生产受到市场供求、自然灾害、社会经济环境等不定因素影响时，其产量曲线会出现波动。由于市场供求等不定因素的变化在同一地区内差异不大，所以同一地区内不同地块的产量受各因素的影响作用相似，则产量曲线波动趋势和投入水平变化形式也相似，即a图中A、B两曲线按相似的趋势旋转或波动，但二者的高低位置不会有较大变动，土地利用系数高的地块其经济系数仍然较高。当同一地区内不同地块受市场供求等不定因素影响后效

益提高,其产量曲线向上波动,即 a 图中 A、B 曲线向上波动得到 b 图中 A' 和 B' 曲线。当受不定因素影响后效益降低, A、B 曲线便会向下波动,当农地收益为负时,农业生产将不再进行,故 a 图中 A、B 两曲线向下波动的下限为 b 图中 A''(B'') 曲线。

由图 1 可知,同一地区内产量曲线的变动趋势相似,即不同地块产量曲线的高低位置无太大变化而保持相对稳定。换言之,在正常情况下,若 A 曲线高于 B 曲线,则 A 曲线各点的 TP 值和斜率(TP/L)高于 B 曲线相应点的值;当受市场供求等不定因素的影响时,两曲线发生少许波动变为 A' 和 B' 曲线或 A''(B'') 曲线,但 A' 曲线仍保持高于 B' 曲线,则 TP 值高的曲线其斜率(TP/L)仍然高。由于 TP 值代表土地利用系数,斜率(TP/L)代表土地经济系数,则可得出:在同一地区内,土地利用系数高的地块其经济系数也高,两系数之间应存在较高的正相关关系。

2.2.2 利用系数与经济系数相关性的实证分析

采用 SPSS 软件对农用地分等中各系数进行相关分析。由于土地利用状况与经济效益都反映的是区域性的平均特征,单个样点投入产出数据不能准确反映其所在区域的特征,所以土地利用系数和经济系数分别采用“江苏省农用地分等研究”中无锡市对应的各乡镇利用系数和乡镇经济系数,自然质量系数也相应采用通过区域平均化处理后的各乡镇平均自然质量系数进行分析。

2.3 分等各系数贡献率分析

农用地分等中有自然质量系数、利用系数、经济系数 3 个修正系数,它们通过影响分等指数而最终决定农用地等别。通过计算各系数对分等指数的影响贡献率,可以分析这些系数对分等指数和农用地等别的作用大小。为此,本研究引入影响贡献率公式:

$$R_{ij} = G_i / G_h$$

式中, R_{ij} 为农用地等别从第 i 等变为第 i+1 等 j 系数的影响贡献率; G_i 为该因素变化引起的农用地分等指数变化; G_h 为所有系数引起的总变化,江苏省农用地分等采用 200 分等间距法划分等别, G_h 取 200。在分析单个系数的 G_i 时,要排除其他因素的影响,故假定其他系数无变化。如此将以上公式可扩展为 3 个公式:

$$R_{iz} = t_j \cdot C_{Lij} \cdot j \cdot K_{Lj} \cdot K_{Cj} / G_h$$

$$R_{il} = t_j \cdot C_{Lij} \cdot j \cdot K_{Lj} \cdot K_{Cj} / G_h$$

$$R_{ic} = t_j \cdot C_{Lij} \cdot j \cdot K_{Lj} \cdot K_{Cj} / G_h$$

式中, R_{iz} 、 R_{il} 、 R_{ic} 分别为农用地从第 i 等变为第 i+1 等时自然质量系数、利用系数、经济系数的影响贡献率; C_{Lij} 、 K_{Lj} 、 K_{Cj} 分别为各系数相应的变化量; C_{Lij} 、 K_{Lj} 、 K_{Cj} 分别为第 i 等内各系数值; t_j 取作物光温生产潜力当地平均值; j 为作物的产量比系数; G_h 取 200,各影响贡献率取正值。 C_{Lj} 、 K_{Lj} 、 K_{Cj} 计算时,应以各等别的平均值为基准进行,为此整理出各系数在各等别中的平均值数据(表 1)。

表 1 无锡市各等别内各系数平均值

Table 1 Means of coefficients in each farmland-class in Wuxi City

系数类别	一等	二等	三等	四等	五等	六等
自然质量系数	0.974	0.926	0.907	0.864	0.834	0.811
利用系数	0.957	0.934	0.899	0.875	0.81	0.764
经济系数	0.96	0.897	0.854	0.797	0.755	0.735

2.4 经济系数量化方法的探讨

通过对农用地分等中各系数的相关性和贡献率分析,研究其量化方式是否既符合统计学原理,又与农用地分等的实质一致。针对其存在的问题,探讨经济系数量化方法的改进,提出具体的改进方法,并研究改进后的经济系数与其他系数的相关性与贡献率,对采用改进后量化方法得出的农用地分等结果和原方法得出的分等结果进行比较,验证改进方法的合理性。

3 研究结果

3.1 各系数相关性分析结果

采用 SPSS 软件对无锡市农用地分等各系数进行相关分析,结果见表 2。

表 2 分等各系数相关性分析结果

Table 2 Results of correlation analysis of classifying coefficients

相关因素	自然质量系数	利用系数	经济系数	分等指数
自然质量系数	1	0.633*	0.738	0.896
利用系数	0.633	1	0.882	0.818
经济系数	0.738	0.882	1	0.869
分等指数	0.896	0.818	0.869	1

*相关系数的类型为皮尔逊相关,显著性水平为 1%(双尾 t 检验)。

由表 2 知,利用系数与经济系数的相关系数为 0.882,达到高度相关的程度,与理论推理吻合。对两系数线性回归分析,其线性方程为:

$$K_{Cj} = -0.281 + 1.253 K_{Lj}$$

式中, K_{Cj} 为经济系数, K_{Lj} 为利用系数。

根据相关分析的原理,若两因素之间的相关系

数绝对值介于0.85~1之间,则可以舍去其中一个因素,以另一因素代表两者的作用与变化。因此从统计学角度,农用地分等指数只需选用利用系数对土地生产潜力进行修正,不需经济系数修正,但结果只能反映农用地在当地最有利经济条件下所能实现的最大可能产量,不能反映农用地间的收益差异。

3.2 各系数贡献率分析结果

利用贡献率公式计算每次等别变化各系数影响贡献率,然后求其平均值,作为其最终影响贡献率,自然质量系数、利用系数和经济系数分别为0.260、0.290和0.381。农用地分等侧重评价农用地相对稳定的自然和经济属性,自然质量系数和利用系数应该是影响农用地分等指数的主要因素。但从计算出的各系数影响贡献率看,经济系数的影响贡献率明显大于自然质量系数和利用系数,成为影响分等指数的主导因素,与农用地分等的本质要求不符。

3.3 经济系数量化方法的改进

3.3.1 经济系数量化的改进方法 为了克服经济系数与利用系数的相关性,同时兼顾经济系数的修正作用,真实体现农用地的收益差异,需对经济系数的量化方式进行改进。为此,本研究首先确定经济系数影响作用的范围(定义为“经济影响幅度”),然后对经济系数量化方法进行改进。经济影响幅度是土地经济效益对土地等别影响的最大作用值,而经济系数是土地所实现的经济效益高低的相对比例,两者相乘,就是土地经济效益的真实影响大小,即经济影响潜力的发挥程度。分等指数的修正系数均为0~1的无量纲数,以经济影响幅度改进过的经济系数需要标准化为0~1的无量纲数,才可修正农用地分等指数,因此引入经济影响度:

$$D_{KL} = a + A_{KC} \cdot K_{Cj}$$

式中, D_{KL} 为经济影响度, A_{KC} 为经济影响幅度, K_{Cj} 为第j种指定作物的经济系数,a为常量,它与 A_{KC} 的和为1。

经济系数通过“产量~成本”指数刻画,其影响作用就取决于产量和成本各自的影响作用,产量和成本变动引起的整体效益的变动范围就应该是经济影响幅度。为了将经济影响的作用与土地自然质量、利用状况的作用分离出来,必须首先限定土地自然质量、利用状况的影响已知或不变。为此,可以利用无锡市农用地分等的利用等结果,对于利用等相等的地块,视为其自然质量和利用状况的综合作用一致,即对土地质量的影响作用一致,则相同利用

等内地块间的产量与成本差异便可视为仅由经济因素引起的差异,由其差异范围便得出该等别内经济影响幅度。通过研究各利用等内各地块样点的产量与成本在时间上和空间上的差异,探求其最大影响范围,便可确定无锡市内农用地经济影响幅度。通过定量分析,得出两者综合作用引起的经济系数增减幅度的绝对值接近30%。因此,无锡市农用地分等的经济影响幅度取0.3,即 $A_{KC}=0.3$ 。以经济影响度代替《农用地分等规程》中的经济系数进行农用地分等指数的经济效益修正,可得出更客观准确的农用地分等结果。

3.3.2 改进方法的合理性分析 改进经济系数的主要目的是为了克服与利用系数重复修正,并真实体现其修正作用大小,使农用地分等结果更加合理。经过改进的经济系数以经济影响度修正农用地分等指数,虽然它与利用系数仍存在相关性,但它把经济系数的影响作用限定在特定范围内,可以有效避免与利用系数共用产量数据造成的重复修正部分。改进后的经济系数对分等指数的贡献率也有了明显变化,经过计算,自然质量系数,利用系数和经济系数的影响贡献率分别为0.287、0.330和0.114。自然质量系数和利用系数的影响贡献率接近,且明显高于经济系数的贡献率,这与农用地分等的本质要求相符,合理体现了各系数的作用大小。

农用地分等结果是否合理,能有效验证用改进后的经济系数修正分等指数的合理性。农用地分等过程中用3种方式得出农用地分等结果,即不考虑经济系数修正所得的土地分等结果,简称为利用等;直接以经济系数相乘修正后的分等结果,简称经济等;采用经济影响度修正后的分等结果,简称最终等。3种结果的面积构成见表3。

从表3看出,不考虑经济系数修正的利用等使无锡市农用地等别绝大多数集中在了三、四等,未有效体现出区域的内部差异性;直接以经济系数相乘修正后得出的经济等夸大了土地间等别差异,将自身差异不明显的农地人为划分了过多过细的等别,使等别图中插花现象严重,抹煞了土地整体性特征。追溯其数据,基本是将最终等的二、三、四等每个等扩充为2~3个等别,从而引起等别划分过多。采用经济影响度计算得出的农用地分等结果多集中在二、三、四等,相对全省共7个等别而言,体现出了无锡市土地质量属江苏省较高水平,与实际吻合。同时它有少量五、六等低等别农地,这与

表 3 不同类型农用地等别面积和比例

Table 3 Acreages and proportions of different classes of farmland under different land use

等别类型	面积和比例	一等	二等	三等	四等	五等	六等	七等	八等	九等
利用等	面积 (hm ²)	11057	22774	69969	50260	13440	6077	1937	-	-
	比例(%)	6.3	12.98	39.87	28.64	7.66	3.46	1.1	-	-
经济等	面积 (hm ²)	14415	10829	13267	40704	28513	41370	16162	5484	4771
	比例(%)	8.21	6.17	7.56	23.19	16.25	23.57	9.21	3.12	2.72
最终等	面积 (hm ²)	19026	40055	47534	50978	8758	9162	-	-	-
	比例(%)	10.84	22.82	27.08	29.05	4.99	5.22	-	-	-

无锡市分布有少量山地、丘陵的地形情况相符。通过以上比较,可以看出采用经济影响度进行土地经济效益修正是较客观合理的。

4 结 论

在农用地分等中,按照《农用地分等规程》计算得出的经济系数与利用系数存在高度相关性,且夸大了经济效益因素对土地质量的影响作用,既违背了统计学原理,也不符合农用地分等的实质。以经济影响幅度改进后的经济影响度克服了经济系数在相关性与影响贡献率方面的缺陷,并使分等结果更加合理,更符合实际。因此,农用地分等中不应以经济系数直接修正分等指数,而应通过确定经济影响幅度改进经济系数,以经济影响度直接参与农用地分等指数的修正。

参考文献

- 倪绍祥. 土地类型与土地评价. 北京: 高等教育出版社, 1992
- 陈敬雄, 黄劲松, 周生路. 我国农用地分等定级和估价研究的近今发展. 土壤, 2003, 35 (2): 107 ~ 112
- 沈秀峰, 周生路, 李春华. 试论农用土地估价的几个问题. 土壤, 2003, 35 (1): 12 ~ 17
- 陈浮, 彭补拙, 濮励杰, 周寅康. 区域土地可持续管理评估及实践研究. 土壤学报, 2001, 38 (4): 529 ~ 539
- Pu LJ, Yang GS, Xu MJ. Characteristics and process of land use changes in the Yangtze River Delta, China. *Pedosphere*, 2001, 11 (3): 193 ~ 198
- 周生路, 王铁成, 黄劲松, 李春华, 彭补拙. 农用地经济定级中两种方法的比较研究—以新疆一四八农场为例. 土壤学报, 2001, 38 (3): 239 ~ 247
- 周生路, 彭补拙, 徐彬彬, 石晓日. 桂林市以土地资源及利用为核心的区域持续发展研究. 土壤学报, 1999, 36 (3): 395 ~ 403
- Eswaran H, Kimble J. Land quality assessment and monitoring: the next challenge for soil science. *Pedosphere*, 2003, 13 (1): 1 ~ 10
- 张风荣, 陨文聚. 对《农用地分等定级规程》土地利用系数的探讨. 中国土地科学, 2002, 16 (1): 16 ~ 19
- 刘东, 梁东黎. 微观经济学. 南京: 南京大学出版社, 1997

QUANTIFICATION OF ECONOMIC COEFFICIENTS IN FARMLAND CLASSIFICATION

—A CASE STUDY OF WUXI

SUN Zhao-jin ZHOU Sheng-lu Wang Li-ming Ye Fang

(Department of Urban and Resources Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093)

Abstract Based on the practice of farmland classification in Jiangsu Province, Wuxi was taken for a case study to perform correlation analysis and contribution rate analysis of amended coefficients of farmland classification, which revealed the irrationality of direct employment of economic coefficient in amending classification indexes. Then a modified method was proposed, introducing economic influence degree into economic coefficient quantification, and the results of farmland classification in Wuxi City with different methods were compared.

Key words Farmland classification, Economic coefficient, Correlation, Contribution rate