

基于 GIS 的农用地分等研究
——以江西省分宜县为例

吴志伟, 陈文波, 余 敦, 赵丽红
(江西农业大学 国土资源与环境学院, 南昌 330045)

摘 要: GIS 具有强大的空间数据和属性数据的处理能力. 将 GIS 技术运用于农用地分等, 不但可以减少大量烦琐的计算工作, 而且可以大大提高分等的速度和准确度. 以江西省分宜县农用地分等为例, 探讨 GIS 技术在县域农用地分等中的应用, 并提出县域农用地分等应注意的问题.
关键词: 农用地; 农用地分等; GIS
中图分类号: F301.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2007)06-0390-04

Study on Farmland Grading Based on GIS
—A Case Study of Fenyi

WU Zhi-wei, CHEN Wen-bo, YU Dun, ZHAO Li-hong
(College of Land Resources and Environment, JXAU, Nanchang 330045, China)

Abstract: GIS software has strong treatment ability of spatial data and the attribute data. It is not only can improve the speed and accuracy of grading and can reduce a large number of convoluted calculation work greatly through appling GIS technology to farmland grading. This text took the farmland grading of Fenyi in Jiangxi Province for example, probed into the application of GIS technology in the county farmland grading, and put forward the question that should be paid attention to in the county farmland grading.
Key words: farmland; the grading of farmland; GIS

农用地等别评价是指对特定区域的农业用地, 采用多种因素对其特性进行综合评估并使其等级化的过程. 农用地等别可以为农业政策制定、农业土地开发整理、土地管理工作中的耕地占补平衡及其农业税费改革等提供依据^[1]。

农用地分等涉及大量的专题地图要素及属性要素, 基础数据的种类比较繁多、来源广泛、形式丰富多样, 如若按照传统的手工作业方式不仅工作量大, 而且有的工作简直就没有办法进行, 例如要实现土地利用现状图、土壤图等图件的空间叠加就非常困难^[2], 而 GIS 具有优良的硬件环境, 多功能的软件模块, 能客观地表达地理空间的数据模型, 为各种涉及空间数据分析的学科提供了更为高效合理的手段^[3]。本文以江西省农用地分等定级估价试点单位之一分宜县为研究对象, 结合 Map GIS 6.5, ArcView 3.2 等 GIS 软件探讨县域农用地分等方法。

1 国内外农用地评价研究进展

国外的土地质量评价以俄罗斯、美国、联合国粮农组织 (FAO) 的研究最具代表性。俄罗斯的土地评价可以追溯到 1938 年, 当时是研究土地税与土壤质量的关系。美国的土地评价是随着资源调查和土地利用规划而发展起来的, 其中由斯托利提出的指数分等法对英语国家的土地分等产生了重要的农用地分等理论分支。FAO 主持开展的土地评价工

作有两个技术思路, 其一是 1976 年发表的《土地评价纲要》中比配概念; 另一个技术思路是 AEZ 方法^[4]。

我国早在夏商时代, 由于赋税需要, 开始了对农用地进行评价, 但并没有形成一个完整的体系。我国真正开始系统的农用地评价研究和实施工作开始于新中国成立以后。20 世纪 50 年代至 90 年中期, 财政部、农业部、中国科学院综考会等部门对农用地评价开展了大量的工作, 并取得了较高的科学研究成果。但是这一时期的农用地评价侧重的是对土壤肥力的等级评定很少涉及因投入和经营状况的差异造成的影响, 而且对评价等级的划分和地区间平衡的方法都没有科学的规定。随着国土资源部的成立, 土地的概念和含义赋予了更广泛的内容, 单纯从地力、潜力、适宜性分析都不足以表现土地质量的本质, 必须从更加综合、更多层次的角度进行研究。为此, 1998 年国土资源部提出了《农用地分等定级规程》(讨论稿), 其后, 部分市(县)开展了农地分等定级和估价工作, 提供了区域性的农地分等定级与估价成果, 为进一步深入研究奠定了良好的基础^[5-8]。

2 研究区概况

分宜县位于江西省西部, 地理范围为东经 114°29′ - 114°51′, 北纬 27°33′ - 28°08′。东接新余市渝水区, 西邻宜春, 南与安福、吉安相接, 北与上高毗邻, 下辖 10 个乡镇。本

*收稿日期: 2007-02-06
基金项目: 江西省教育厅资助项目(赣科技字[2006]146)
作者简介: 吴志伟(1982-), 男, 在读硕士, 主要从事土地遥感与地理信息系统研究。
通信作者: 陈文波。

县属于丘陵地区, 袁河自西向东横穿县境中部, 分割形成南北两个部分, 南部多崇山峻岭, 茂林修竹; 北部多低岗丘陵, 地势开阔。地势南北高而中部低。分宜县属亚热带湿润气候, 年平均气温 17.5℃, 年平均降雨量 1 607.4 mm, 年日照时数 1 623.5 h。分宜县主要的土壤类型有红壤、黄壤、石灰土、紫色土、炭质土、潮土、水稻土等 7 种。

3 基础数据与研究方法

3.1 基础数据及处理

(1) 研究资料包括。图件资料: 分宜县 1: 5 万土地利用总体规划图、1: 5 万土地利用现状图、1: 5 万行政区划图; 1: 5 万土壤图、1: 5 万土壤有机质含量图、1: 5 万土壤 pH 值分布图、1: 5 万分宜县地形图; 文献资料: 《分宜县农业区划》、《分宜县土壤志》、《分宜县统计年鉴》(1997—2004 年)、分宜县土壤侵蚀资料以及分宜县土地利用条件和土地经济条件等相关资料; GIS 软件: MapGIS 6.5, ArcView 3.2。

(2) 数据处理。首先通过扫描仪将收集到的分宜县土地利用现状图和土壤图等基础图件扫描进入计算机系统, 形成影像文件; 然后借助 MapGIS 6.5 强大的控制点编辑环境, 以完成 MSI 图像几何变换、重采样和灰度变换, 从而实时完成图像之间的配准, 生成分宜县农用地分等工作底图; 再在 MapGIS 6.5 软件的输入编辑模块下对土地利用现状图、土壤图, 土壤 pH 值图等图件进行数字化, 以建立点、线、面文件, 生成拓扑关系, 从而使得这些栅格数据转化为可以编辑的矢量数据。由于通过矢量化所获取的原始空间数据, 都不可避免地存在错误或者误差, 所以对数据进行一定的点、线、面等属性数据的增删、修改以及空间查询、定位、选择等管理、编辑是很有必要的。编辑主要包括空间数据的不完整或者重复、空间数据位置的不确定性、空间数据的比例尺不准确、空间数据的变形、空间属性和数据连接有误以及属性连接不完整等。

3.2 研究方法

3.2.1 技术路线

根据国家《农用地分等规程》规定, 农用地分等的基本思路是根据不同标准耕作制度确定分等指标区各个分等因素的权重, 编制分等因素指标区和指定作物的分等因素作用分值图, 最后在当地光温(或)气候生产潜力的基础上, 计算农用地自然质量等指数, 在综合考虑当地的土地利用系数和土地经济系数后, 确定农用地等指数, 根据农用地等指数的大小, 采用等间距划分法分农用地等别^[9]。其计算方法: 农用地等指数(G)= 农用地自然质量等指数(R)·土地利用系数(K_L)·土地经济系数(K_C)。

3.2.2 分等因素体系及其权重的确定

参考国土资源部《农用地分等规程》及《江西省农用地分等技术实施方案》, 根据分宜县的自然条件、地貌要素特征和土壤肥力状况, 水田选择土壤质地、剖面构型、土壤有机质、土壤 pH 值、排水条件、灌溉保证率等 6 个因素作为分等的主要指标; 旱地选取地形坡度、有效土层厚度、土壤质地、有机质含量、土壤 pH 值、灌溉保证率、土壤侵蚀程度等 7 个因素为分等主要指标。采用特尔斐法确定各个分等因素的指标权重如表 1、表 2。

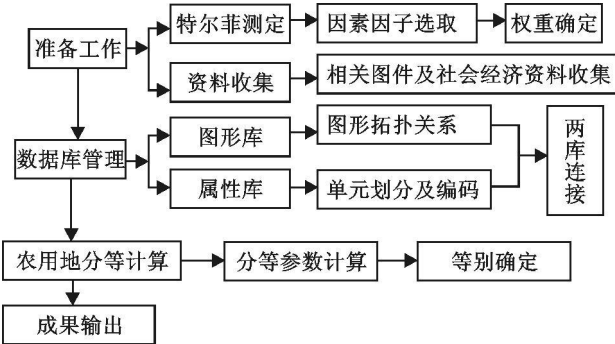


图 1 基于 GIS 的农用地分等技术流程图(据龙辉)

表 1 分宜县水田分等因素及其权重

	土壤质地	剖面构型	有机质含量	土壤 pH 值	排水条件	灌溉保证率
权重	0.159	0.179	0.133	0.075	0.183	0.270

表 2 分宜县旱地分等因素及其权重

	地形坡度	有效土层厚度	土壤质地	有机质含量	土壤 pH 值	灌溉保证率	土壤侵蚀程度
权重	0.243	0.258	0.101	0.111	0.062	0.149	0.076

3.2.3 分等单元的确定

分等单元是农用地分等的最小空间单位, 分等单元的划分要遵循因素差异性原则、界限分隔原则、边界完整原则和相似性原则。分宜县农用地分等过程中, 在 ARCVIEW 软件支持下采用 1: 5 万土地利用现状图的耕地图斑与分等因素指标控制区图叠加后形成的封闭单元作为分等单元。具体实现方法为: 运用 ARCVIEW 3.2 软件, 以土地利用现状图为底图, 在土地利用现状底图中选取 11~15 分类的农用地, 通过 Convertto Shapefile 命令攫取封闭图斑, 最后将所取得相应的封闭图斑与区域行政界线图用 Geoprocessing 模块下的 Intersect 命令进行叠加, 以保证不出现分等单元跨村现象。分宜县分等单元结果为: 按 11 为水田, 12~15 为旱地, 共有分等单元 2 138 个, 其中水田 580 个, 旱地 1 558 个。为了验证分等单元划分的合理性, 随机抽取分等单元总数的 5%, 对所选的单元进行实地检验, 结果所抽查的单元全部符合分等单元划分的原则与要求, 抽样合格率为 100%。

3.2.4 农用地自然质量分计算

首先根据分等因素实际状态值的区域分布, 编制分宜县农用地分等因素图; 其次, 根据分等因素图及“指定作物一分等因素—农用地质量分”, 在 GIS 技术支持下, 获得各分等单元、各指定作物的分等因素指标分值。再次, 将分等评价单元图与指定作物分等因素作用分值图套合(GIS 空间叠加分析), 即可采集指定作物单元因素分值, 进而计算单元指定作物因素质量分。分等单元单因素分值的确定方法, 主要有以点代面法、线形内插法、面积加权法等。分宜县农用地分等宜采用面积加权法。最后, 为体现主导因素原则, 分等单元农用地质量分的计算采用加权平均法确定, 其计算模型为

$$C_{Lij} = \frac{\sum_{k=1}^m W_k \cdot f_{ijk}}{100}$$

式中: C_{Lj} ——分等单元指定作物农用地自然质量分; i ——分等单元编号; j ——指定作物编号; k ——分等因素编号; m ——分等因素数目; f_{ijk} ——第 i 个分等单元内第 j 种指定作物第 k 个分等因素的指标分值; W_k ——第 k 个分等因素的权重。

3.2.5 土地利用系数、土地经济系数计算

土地利用系数、经济系数是以行政村为单位通过农用地投入、产出数据计算得到的。因此, 首先需要根据 MapGIS 中的属性数据, 从现状图中提取出行政区信息, 合并同一行政村内的图斑。然后将算得的各行政村、各指定作物的土地利用、经济系数录入属性库, 并依据土地利用、经济系数的大小及分布特点, 划分各指定作物的土地利用系数、经济系数等值区, 采用几何平均法计算各等值区的土地利用、经济系数^[10]。

3.2.6 农用地等计算

根据《农用地分等规程》, 按照标准耕作制度对指定作物分别进行分等, 在作物分等基础上进行多作物综合, 从而计算分等单元最终的综合等别。

从空间上看, 对于江西而言, 在一个县域内只需一个“因素控制区”。通过因素打分和综合分值计算得到农用地的质量分, 这是整个数据处理的核心部分, 上述过程通过“作物-因素-分值-权重”表由计算机自动计算, 因此“作物-因素-分值-权重”可以看成是计算指定作物“自然质量分”的知识库。

表 3 分宜县农用地分等结果

等别	1 等	2 等	3 等	4 等	5 等	6 等	7 等	8 等
等指数	0~ 200	200~ 400	400~ 600	600~ 800	800~ 1000	1000~ 1200	1200~ 1400	1400~ 1600
等别	9 等	10 等	11 等	12 等	13 等	14 等	15 等	16 等
等指数	1600~ 1800	1800~ 2000	2000~ 2200	2200~ 2400	2400~ 2600	2600~ 2800	2800~ 3000	3000~ 3200

为了便于对农用地质量等别的识别与掌握, 将上述 1~ 16 等农用地等别重新组合, 即一等地(9~ 16 等)、二等地(5~ 8 等)和三等地(1~ 4 等), 见表 4。

表 4 分宜县农用地分等面积结果

农用地类别	一等地	二等地	三等地	合计
面积/ hm^2	10934.54	8497.10	9271.65	28703.30
比例/ %	38.10	29.60	32.30	100.00

从表 4 可以看出, 分宜县农用地总体质量较优。一等地面积 10 934.54 hm^2 , 占评价农用地面积的 38.10%, 主要分布在分宜镇、洞村乡、凤阳乡、洋江口乡和新址乡。该区域地势低平, 灌溉条件好, 土壤肥力高, 是分宜县稳产高产的粮食基地及商品性菜地, 应是农田保护的核心区; 二等地面积 8 497.10 hm^2 , 占评价农用地面积的 29.60%, 主要分布在操场乡、大岗山乡、高岚乡和松山镇。该区域为丘岗地区, 水田为主, 一般水田水源保证率高, 灌溉条件好, 土壤肥力尚好, 但有的土壤或黏或沙。本等地中有部分旱地, 主要由于缺灌溉条件, 也有部分旱地受坡度、土壤质地、土壤侵蚀等强度不大的限制因素的影响, 只要改善灌溉条件, 注意合理耕作, 一般都可以成为经济作物和旱粮生产的高产基地; 三等地面积 9 271.65 hm^2 , 占评价农用地面积的 32.30%, 在各乡镇均有分布, 其中尤以杨桥镇、双林镇和松山镇居多。本等地主要为旱地, 也有部分水田。旱地多属坡地, 加之耕作粗放、营养

就某一作物的分等而言, 主要包括以下几个过程:

光温(气候)生产潜力指数(α_j) \rightarrow 农用地自然生产潜力指数($R_j = \alpha_j C_{Li} \beta_j$) \rightarrow 农用地利用等指数($Y_j = R_j K_{Lj}$) \rightarrow 分等指数($G_j = Y_j K_{cj}$), 对分等指数进行等间隔划分(100 分)即可得到作物 j 的等别。

多作物综合可以得到综合等别:

$$G = (\sum G_j) / \text{耕作制度修正系数}$$

式中: α_j ——指定作物的光温或气候生产潜力; C_{Li} ——农用地质量分; β_j ——指定作物与基准作物的产量比系数; K_{Lj} ——指定作物的土地利用系数; K_{cj} ——指定作物的经济系数^[11]。

4 研究结果与分析

根据《农用地分等规程》和《江西省农用地分等实施方案》的相关规定, 分宜县农用地等别划分采用等距法。根据农用地等指数本身的差异程度和各等指数区间上的面积分布, 分宜县等指数的划分采用等间距法, 间距为 200, 共有 16 个等别(等指数与等别数呈正向性), 经过初步分等等别校验调整后形成了最终分等成果, 见表 3。MAPGIS 提供的“根据参数赋属性”功能可按照分等指数对全县的农用地进行等别划分, 并可通过“根据属性赋参数”将各等地赋上不同的颜色, 使成果更加直观。根据结果可以得知分宜县农用地等别产生了两个层次, 即 1~ 7 等别的农用地主要为旱地, 3~ 16 等别的农用地主要为水田。

失衡、土壤肥力不高, 耕层厚度不大。水田则多为淹育型或潜育型土壤, 有的地处丘岗区, 不宜种植双季稻, 部分冷侵田、沙砾地则属低产田。

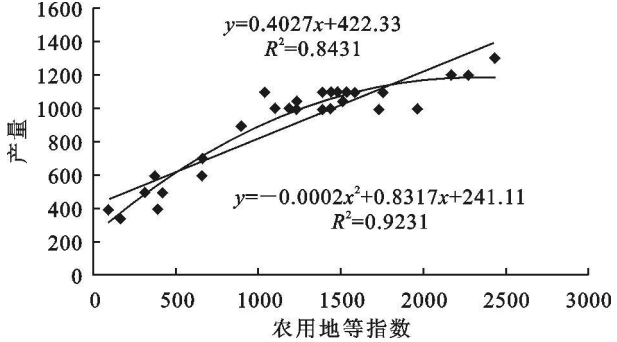


图 2 农用地等与样点标准粮产量关系

5 结论与讨论

(1) 传统的农用地分等方法主要依赖于手工作业, 存在较大缺陷: 评价单元难以细分, 反映土地质量空间分异能力不足; 评价因子选择受信息获取与处理能力的限制, 影响到评价结果的可靠性; 因子的量化人为性较强, 如地形坡度的获取, 往往采用目视判读等方法进行; 评价结果的统计和制图较困难; 很难进行动态评价和多时相的对比分析; 进行较大范围土地评价时周期长、效率低, 不同区域的评价在评价方法和标准上不统一, 可比性差, 难以按行政范围逐级汇

总^[12]。而地理信息系统(GIS) 具有强大的空间数据和属性数据的分析处理能力, 将其运用到农用地分等评价中, 不但可以快速获得丰富的农用地资源信息, 还可以在数据分析的基础上, 获得一系列精美专题图件及相关的报表数据, 这些功能为农用地分等评价工作提供了全新的技术支持, 在速度和精度方面具有卓越的优越性^[13]。

(2) 由于农用地分等涉及的范围广、内容复杂、技术要求高, 因此在农用地分等过程中, 必须对所取得的成果进行检验。根据《农用地分等规程》和相关技术简报的有关规定, 采用随机抽样法, 在全县范围内随机抽取 30 个样点, 用 GPS 进行定位, 将样点落实到具体分等单元上。调查抽查分等单元的地等指数和对应该单元单位面积一年内的作物标准粮实际产量进行回归分析。

研究结果表明: 农用地等指数与样点标准粮产量也有较高的相关性, 线性回归的相关系数为 0. 843 1, 而多项式拟合(非线性回归) 的结果表明两者的相关系数为 0. 923 1, 显著高于线性相关, 该研究结果科学、合理。

(3) 对指定作物的产量成本指数的计算主要来自县各乡镇汇总的资料和实地调查。但由于当地政府部门和村民对分等工作重视程度不高, 上传的数据要么不完整, 要么准确性很低, 由此在分等过程中, 土地利用系数、土地经济系数确定困难。尽量减少人造数据, 保证基础数据的准确性和权威性就显得很重要了。

(4) 农用地分等工作技术环节多, 涉及到的地理要素众多, 图形编辑的工作量很大, 而且运算过程也比较繁琐, 运算数据量大。农用地评价信息系统实现了对农用地分等空间信息和属性信息的统一管理, 通过“项目信息统一管理”和“分等流程批处理”技术, 可以大大提高农用地分等的科学化和自动化水平, 提高农地分等工作效率。

(上接第 389 页)

源评价的结果, 计算各分区水资源总量。

(5) 图形管理。本模块能对降水、蒸发、径流、地下水位观测数据进行添加、删除、修改和查询以及统计分析等操作, 并可绘制柱状图、过程线图、动态曲线图、饼图等图形, 如图 4 所示。

4 结 论

(1) 水资源的时空分布涉及地形、地貌、地质构造、水文地质、河流水系、气象气候、植被和水利工程等诸多因子, 地理信息系统具有强大的空间数据管理和分析能力, 为水资源评价信息管理提供一个新颖、高效的平台。

(2) 组件式开发技术现在已经成为 GIS 开发的主流, 与传统的开发方式相比可以降低开发难度, 提高开发效率, 增强系统的灵活性和开放性。本系统以 ArcGIS Desktop, ArcObjects 和 ArcGIS Engine 为开发平台, 以面向对象 C# 语言为开发工具, 开发了基于组件式 GIS 的水资源评价系统。

(3) 对水利工作者而言, 应用 GIS 不仅仅是简单的浏览、查询和空间数据显示等电子地图式的应用, 而是需要更深层次, 带辅助决策支持的系统。本系统耦合视图、图层编辑、空

参考文献:

[1] 彭建. 我国农用地分等定级研究进展与展望[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(4) : 167- 170.

[2] 龙辉. 地理信息系统在农用地分等定级中的应用[J]. 国土资源管理, 2002, 19(2) : 26- 29.

[3] 张翠, 孙在宏, 王亚华, 等. 农用地分等及农用地分等信息系统的研究[J]. 南京师大学报, 2001, 24(4) : 120- 124.

[4] 李建华, 张培晶, 杜敏行. 农用地分等定级之管见[J]. 黑龙江国土资源, 2004(4) : 41.

[5] 高中贵, 彭补拙. 我国农用地分等定级研究综述[J]. 经济地理, 2004, 24(4) : 514- 519.

[6] 王洪波. 农用地分等定级的理论与方法探讨[J]. 土壤, 2004, 36(4) : 371- 375.

[7] 但承龙, 王万茂, 厉伟. 农用地分等定级和估价理论与技术路线的探讨[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2000(4) : 42- 46.

[8] 高向军, 马仁会. 中国农用土地等级评价研究进展[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1) : 165- 168.

[9] 农用地分等规程[S]. 国土资源大调查专用, 2001.

[10] 袁秀杰, 冯永军, 等. 计算机支持下的农用地分等研究[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2003, 34(1) : 100- 103.

[11] 余敦, 赵小敏. 江西省农用地分等信息系统设计与开发[J]. 农业工程学报, 2006, 22(6) : 208- 210.

[12] 王铁成, 周生路, 王杰臣, 等. 基于 GIS 的农用地质量综合评价方法研究: 以无锡市马山区为例[J]. 干旱区地理, 2001, 24(2) : 118- 122.

[13] 聂艳, 周勇, 陈平, 等. 基于 GIS 的农用地分等信息系统设计与开发[J]. 南京师大学报, 2003, 19(3) : 228- 231.

间分析、专题图制作等 GIS 通用功能和降水分析、资源量评价等专业应用功能。

参考文献:

[1] 刘青勇, 张保祥, 程善福, 等. 基于 GIS 的青岛市水资源信息管理与决策支持系统[J]. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2003, 34(4) : 537- 542.

[2] 杨卫华, 李树文, 赵秀娟, 等. 基于 GIS 的水资源管理系统的开发和应用[J]. 水文, 2005, 25(2) : 29- 32.

[3] 邓清海, 潘国营, 贾军辉, 等. 基于 GIS 的水资源优化管理信息系统[J]. 干旱区研究, 2004, 21(1) : 17- 20.

[4] 魏加华, 王光谦, 李慈君, 等. 地下水地理信息系统设计与实现[J]. 水利学报, 2003(11) : 59- 63.

[5] ESRI 中国(北京) 有限公司. What is ArcGIS 9. 1[M]. 北京: 2005.

[6] 毛峰, 沈小华, 艾丽双. ArcGIS 8 开发与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

[7] 宋关福, 钟耳顺. 组件式地理信息系统研究与开发[J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(4) : 313- 317.