

国内基于 GIS 的土地评价研究进展

徐梦洁, 梅 艳, 宋奇海

(南京农业大学公共管理学院, 南京 210095)

摘 要: 在国内土地评价研究中, GIS 的应用起步较晚但发展较快, 迄今为止, GIS 主要是为土地资源评价提供辅助服务。本文从土地评价的模型和方法入手, 依据土地评价单元之间的相互影响和评价区域的单一性与否, 将基于 GIS 的土地评价研究划分为单一区域非空间模型、单一区域空间模型以及多区域模型 3 类, 其中 GIS 及其相关技术的应用能较好地体现土地评价单元之间静态或动态的影响。本文对这 3 类研究进行了较全面的阐述, 是对近年来国内基于 GIS 的土地评价研究较系统的总结和归纳。

关键词: GIS; 土地评价; 研究进展

中图分类号: F301.2

GIS 应用于土地评价始于 20 世纪 60 年代, 主要有美国纽约土地利用与自然资源信息系统 (LUNR) 和美国明尼苏达土地管理信息系统 (MLMIS) 等。70 年代以来, 土地评价信息系统得到迅速发展和普遍应用, 出现了加拿大国家土地信息系统 (CGIS)、新西兰微型计算机土地信息系统、澳大利亚 SIRO 土地利用规划信息系统等。80 年代后, 随着计算机技术的迅速发展, GIS 在土地评价研究中的应用越来越受到世界各国政府的重视, 其理论方法也不断改进和完善。1981 年美国农业部土壤保持局在土地潜力分类的基础上提出了“土地评价和立地评价系统”, 加拿大的杜曼斯基和斯图尔特据此结合 GIS 技术发展了联合国粮农组织的农业生态区计划方法^[1]。20 世纪 90 年代以后, 随着土地信息产业的建立和地球数字化产品的普及应用, GIS 已成为许多土地管理机构 (特别是政府决策部门) 必备的工作系统^[2]。GIS 在我国土地评价中的应用起步较晚, 但发展较快。迄今为止, GIS 主要是为土地资源评价提供辅助服务。

本文从土地评价的模型和方法入手, 依据土地评价单元之间的相互影响和评价区域的单一性与否, 将基于 GIS 的土地评价研究划分为单一区域非空间模型、单一区域空间模型以及多区域模型 3 类, 其中 GIS 及其相关技术的应用能较好地体现土地评价单元之间静态或动态的影响, 如檀满枝等^[3]利用 GIS 建立属性数据库, 并进行空间叠加分析, 研究苏州市近 20 年来城镇扩展对土壤资源的影响, Pang 等^[4]和 Wang 等^[5]结合了 GIS 和 RS 技术对江西省土壤侵蚀程度进行了

分级, 并对影响因子进行分析。本文对这 3 类研究进行了较全面的阐述, 是对近年来国内基于 GIS 的土地评价研究较系统的总结和归纳。

1 土地评价分类

Hoosbeek 和 Bryant^[6]在研究土地评价模型和方法时, 根据计算程度、描述的复杂性和研究的层次性将模型分类为定性或定量模型、函数经验模型或机制模型、特定研究区域的层级体系或一般性研究区域的层级体系等类别。Rossiter^[7]则依据 8 条标准对土地评价模型加以分类, 这些标准分别是: 空间和非空间分析; 静态和动态数据输入; 静态和动态的评价成果; 是否基于土地质量的评价; 以自然限制因素、产量或经济价值等表示的评价结果; 均一和复合的土地利用类型; 空间尺度和最小评价单元; 单一区域和多区域。其中与 GIS 技术最密切的是空间和非空间分析以及单一区域和多区域这两种标准。空间分析与非空间分析的主要区别在于 GIS 在土地评价中的作用是空间分析还是辅助成图; 单一区域与多区域的主要区别在于 GIS 是只为土地评价服务, 还是触及了土地评价的最终目标——为土地资源优化配置奠定基础, 提供决策依据。

单一区域非空间模型在土地评价时不须考虑相邻区域的影响, 评价结果实际上与其区位无关。无论评价单元相连或分离, 只要其土地性质相同, 评价结果都是一致的。而单一区域空间模型考虑了评价单元与其所处的空间的关联, 即评价结果与评价单元区位相

关。

单一区域与多区域评价模型的主要区别在于评价目的。单一区域评价模型的评价目的较简单,即在特定的土地用途下土地评价单元满足土地利用需求的程度。而多区域评价模型的评价目的较为复杂,首先评价土地单元质量,然后根据研究区域内对各种土地用途的限制规定,采用模型对评价结果予以调整,从而实现土地资源的优化配置。

2 基于 GIS 的土地评价研究

2.1 单一区域非空间模型

迄今为止, GIS 广泛地应用于单一区域非空间模型的土地评价中。其中 GIS 应用领域最普遍的是土地适宜性评价。如王桂芝^[8-9]在海南三亚针对热带作物进行的土地适宜性评价,李家永等^[10]在江西泰和针对水稻、旱作、柑橘、茶类、杉木、松树、阔叶林 7 种土地利用类型所做的土地适宜性评价,李勇等^[11]在辽宁省以大洼县小三角洲为研究区,对稻田和苇田的评价等。近年来基于 GIS 的土地适宜性评价逐渐减少,有刘长胜等^[12]、郑小刚等^[13]、郑宇等^[14]、邱炳文等^[15]在广西柳城县、河北省万全县、山东省和福建省等地的研究。这些评价主要是针对农用地,但也有关于城市建设用地的研究^[16]。其次是土地资源分等定级研究,如黄胜利和岳燕珍^[17]根据安徽省区域自然特点以及农林牧生产的要求,进行的区域土地资源分等评价,毕如田等^[18]对山西省永济市的耕地地力及质量评价,石常蕴等^[19]对苏州水田的质量评价,赵小敏等人^[20]对江西省农田等级的划分等。此外,基于 GIS 的土地潜力评价研究也较多,如张友焱等^[21]在山西省中阳县进行的黄土丘陵沟壑区土地潜力评价研究和杨广斌等^[22]在贵州花江喀斯特峰丛峡谷的土地潜力评价研究等。土地潜力评价往往和土地治理或整理工作相结合,如朱蕾等^[23]在浙江省仙居县进行的耕地开发整理潜力分析研究。

这些研究选取的评价指标主要是土壤生物、物理和化学指标,如土壤有机质、全氮、碱解氮、全磷、速效磷、速效钾、pH 等,侧重于土壤性状方面的研究,这是因为研究人员采纳了联合国粮农组织 (FAO) 编著的《土地评价纲要》中的一部分或全部理论和研究思路,而《土地评价纲要》的撰写者主要是从事过农用地适宜性分等研究的土壤学家。实际上土壤仅是土地评价中考虑的影响因素之一,此外还包括地形地貌、水文、植被、气候等自然因素和其他的社会经济因素。卢剑波和王兆骞^[24]在浙江省安吉县境内青石山小流域的农业生态信息系统研究中选择了坡

度、高程、土壤类型 3 类因素,前两类都与地形有关。有的研究在评价时还考虑了土地利用现状的影响,如杨海东等^[25]在评价广东省的耕地质量时,除考虑了土壤理化指标和地形地貌因素,还选取了土地利用类型参评。

通常评价结果可表示为评价单元中土地性质的函数 (式 1):

$$Q_{LMU,LUT} = f_{LUT}(\{LC\}_{LMU}) \quad (1)$$

式中 Q 是评价结果,可以是分值、等级等, LUT 是土地利用类型, LC 是土地性质, LMU 为土地评价单元。计算结果表示为分值如土地指数,再根据指数分布对其分等。指数可以用加法、乘法或开方来计算,其中采用加权法的最多,或采用改进的加权法,乘法和开方则较少使用^[26]。因素的赋值有定量如模糊数学方法^[27]和定性方法两种,而因素权重的确定方法较多,有专家打分法^[28]、AHP 法、主成分分析法^[29]、多元回归法^[30]等。此外,还可直接根据作物产量的高低评价土地的好坏^[31]。此时 (1) 式变形为 (2) 式:

$$yield_{LMU,(Out,LUT)} = f'_{Out,LUT}(\{LC\}_{LMU}) \quad (2)$$

式中, $f'_{(Out,LUT)}$ 为生产函数,产出 (Out) 的高低与特定生产系统 (LUT) 密切相关。如陈芬^[32]采用联合国粮农组织的农业生态区 (AEZ) 法,在福建对主要大田作物进行适宜性评价,赵哲远^[33]在计算作物气候生产潜力的基础上,根据土地性质对产量进行修正,对浙江省农用地分等,侯西勇等^[34]也在济南市长清县评价了土地资源的生产力。

以上研究都是根据土地性质 (land characteristic) 或土地质量 (land quality) 评价土地的适宜性、潜力或等级。土地性质是指通过常规土地调查方法可测量或估计其数值的属性,土地质量是指土地的复杂属性,通常不能通过常规调查方法直接获取,必须依据一系列“诊断性”的土地性质推断得知。有时土地评价并非是对土地的综合评价,而仅仅是评价特定的土地质量。如闫满存等^[35]在澜沧江下游根据沟道坡度、降水强度、植被盖度 3 类因素评价泥石流爆发危险性,孙希华等^[36]根据坡度、降雨侵蚀力、土层厚度和植被覆盖度等 8 个因子,对青岛市土壤侵蚀潜在危险度进行了分级评价。徐天蜀等^[37]根据通用土壤流失方程,对珠江上游九溪河小流域进行了土壤侵蚀程度评价,焦峰等^[38]根据特定区域内的土壤水分样点数据与地理数据,绘制了黄土丘陵区土壤水分图。严格来说,这些研究只是土地评价的中间成果。

GIS 应用于这些研究时,不考虑评价单元的相互影响,而是通过一系列模型或方法,计算每个栅格单元或多边形的分值,然后根据分值对栅格单元或多边

形再次分类。这里并不涉及空间分析, 只是根据土地性质的数据计算评价单元的产量或分值, 然后对产量或分值的高低进行空间表述。由于参评因素主要是自然属性, 所以在大部分情况下, 以同类图例表述的评价单元, 其最终评价结果也应相同。在这类模型中 GIS 及相关技术仅用于土地性质或质量的栅格或多边形的空间表述, 并生成相应的专题地图。

2.2 单一区域空间模型

Tomlin^[39]指出, 应用于土地评价中的单一区域空间模型, 需要“根据相邻单元的属性, 计算评估值”, 这里的相邻单元可被定义为: “与评价单元的距离在一定范围内的和/或对该评价单元有直接影响的单元”。相邻单元对被评价单元的影响构成了评价单元新的土地性质, 也即是与区位有关的土地性质。当这种影响不随时间而变化时是静态的; 反之就是动态的。目前在国内外土地评价中, 单一区域空间模型方面的研究较少, 少数的一些研究也主要侧重于评价单元之间的静态影响, 而关于评价单元之间动态影响的研究几乎没有。

2.2.1 静态影响模型 静态的土地性质在评价期间不随时间变化, 在评价初期就可以计算得到, 它包括评价单元与点(如市场)、线或链段(如最近的河流)或面(如某个保护区)的距离等。应用 GIS 技术的土地评价研究将待评价区域划分为“均质的”栅格单元或多边形, 先计算与区位相关的静态的土地性质(如距离), 然后分别对每个单元进行评价。

在土地评价工作中, 有些评价人员考虑到了单元之间的静态影响, 但却没有利用 GIS 的相应功能来分析, 只是把这些静态影响以定性方式描述, 并对评价单元赋值。例如在陈松林^[40]、伍世代^[41]、宝鲁等^[42]和张金霞^[43]所做的土地适宜性评价中, 都选用了交通条件为评价因子, 并以定性方式来描述, 然后再将其转化为单元分值。陈秋计等^[44]在平顶山矿区复垦中的土地适宜性评价, 选取了区位条件, 也采用这种方式处理。

而有些评价人员不仅考虑了单元之间的静态影响, 并且把 GIS 的计算及分析等相应功能应用在其中。较早的研究有黄瑞红^[45]在广东五华县华城镇对城镇发展用地的适宜性评价, 该研究区域特指距现有镇中心距离 3 km 之内的范围。这些研究主要是对农地评价, 其中所涉及到的 GIS 的功能主要分为距离计算和缓冲区分析两种。第一类研究中较早的有赵庚星等^[46]在山东垦利县的农地潜力评价, 计算了评价单元距离渠道、水源、排水沟、公路、乡镇的距离; 后来聂庆华等^[47]和王铁成等^[48]分别在京郊房山区和无锡市马山区的研

究中, 计算了地块与点状要素(如居民点)、线状要素(如公路)、面状要素(如中心城市)的距离; 近几年欧阳进良等^[49]在黄淮海平原曲周县的土地质量变化研究中, 用 Distance 命令计算评价单元距道路、河流、县城和乡镇的距离。第二类研究如聂艳等^[50]在江汉平原后湖地区对农用地定级评价, 对区位条件进行分析时, 他们利用水渠、道路在空间衰减的特性, 进行缓冲分析, 并将缓冲区分分为几个典型等级, 再据此对单元赋值, 同样他们在鄂州市的耕地定级工作以及在宜都市的耕地质量评价也是如此^[51-52]。还有一些研究是关于城镇土地定级的, 如卢远和杨小雄^[53]在计算评价单元与距离有关的属性值时, 按现行《城镇土地定级规程》利用 MAPBASIC 语言编制计算模块, 然后在 MAPINFO 系统中调用评价模型, 计算各因子对网格单元的影响程度; 徐建刚等^[54]在对上海普陀区的城市商业土地级差地租评价时, 需要计算商业网点与地块距离, 而 PCARC/INFO 并无此功能, 所以他们就在多边形内部赋予一个标识点, 用来标记多边形属性, 以该点与商业中心的距离表示评价单元与商业中心的区位关联程度。

2.2.2 动态影响模型 Sklar 和 Constanza^[55]将动态影响模型定义为对空间模式 X_t 的描述, X_t 是较早时点空间模式 X_{t-m} 和变量集 Y_{t-m} 的函数, Y_{t-m} 也与时间相关, 时段数 m 可以是任何正整数(式 3):

$$X_t = f(X_{t-m}, Y_{t-m}) \quad (3)$$

在土地评价中, X_t 是与时间相关的土地性质矩阵 $LC_t = [LC(t)]$, 评价单元的土地性质 LC_t 由(4)式表示:

$$[LC(t)] = ([LC(0)], [LC(1)], \dots, [LC(q)])^T \quad (4)$$

式中 q 是土地性质的数目, t 是时间维。此时土地评价结果和土地性质数据之间的对应关系会随时间而变化。

与前面两种模型相比, 该模型更符合实际情况, 如在城市化进程中, 建成区扩张的方向和幅度受到潜在发展区域土地适宜性的影响就是一个典型例子。其中评价单元相对于农地或郊区用途的适宜性受到现有土地利用模式(pattern)的影响, 而土地利用模式处于动态变化中, 所以它对评价单元的影响也是动态的。目前动态模型方面的研究也多集中于城市空间扩展方面^[56-58], 一般情况下, 人们将元细胞自动机(CA)与 GIS 相结合, 用来研究城市发展形态, 虽然这也涉及到土地利用方式的变更, 但主要是进行预测分析和模拟, 而不是用于土地评价。

2.3 多区域模型

当土地评价直接为土地利用规划服务时, 土地用

途不仅受到评价结果的影响,还受到其他因素的限制,如土地利用类型的分布、产量幅度、劳动力、资金以及投入的有限性等。此时实施土地利用会受到各种总体目标的限制,这些目标涉及到自然、经济、社会等各个方面,为了实现资源的最优化配置,需要建立模型,该模型可以是线性的,或非线性的。土地资源的配置模型通常较为复杂,因为评价单元与土地利用类型是一一对应的关系,所以模型为整数规划模型,并且通常没有可行解。

目前,在国内多区域模型方面的研究较少,其中所使用的模型主要是系统动力学(SD)模型和多目标规划方法。如郑新奇等^[59]利用 SD 模型和多目标规划法对城市各类用地进行空间优化配置,另外他们还在无棣县用多目标规划法实现了耕地的优化配置^[60],这两项研究都是以土地适宜性评价为基础的。温熙胜和丁德蓉^[61]在城镇土地定级后,再用 SD 模型及多目标规划法对城市土地的利用进行动态分析以及编制优化方案。赵涛等^[62]利用 SD 模型预测济南市土地利用的数量结构,并用 ArcGIS 软件的二次开发语言编程,实现济南市土地利用的空间优化配置。陈端吕等^[63]则用 Logistic 模型来评价常德市土地开发整理潜力,获取系统稳定性的警限。建模的方法技术不属于土地评价的范畴,本文对此不多加讨论。

3 展望

本文根据土地评价单元之间的相互影响和评价区域的单一性与否,将国内基于 GIS 的土地评价研究划分为单一区域非空间模型、单一区域空间模型以及多区域模型 3 类。在单一区域非空间模型中, GIS 技术仅用于土地性质或质量的空间表述,并根据评价结果生成相应的专题地图。而在单一区域空间模型中, GIS 的功能如距离计算和缓冲区分析等得到更大的发挥,但其研究主要是反映评价单元之间的静态影响,而动态模型才是更符合实际的表述,在土地评价中实现动态模型,有赖于 GIS 功能的进一步强大以及 GIS 与其他模型技术的结合。多区域模型将土地评价与其最终目的一土地规划有机地结合,但其通常无法依赖单一的 GIS 技术实现土地资源的优化配置,而必须结合其他的模型或方法,更重要的是模型必须有可行解,否则研究就没有实际应用意义。

早期 GIS 主要用于制图,在研究和发展过程中继承了纸制地图的很多核心概念,它也常被理解为捕获或加工地理信息的技术。但地图的思维方式也限制了 GIS 的发展与完善^[64],使得 GIS 局限于土地性质的空间表述和专题地图的编制,没有充分发挥其强大的空

间分析功能。通常土地评价中评价单元之间的影响是动态的,如何利用 GIS 技术表述这些动态的影响,是该领域未来的重要研究方向。

GIS 运用于土地评价中面临的最大问题是地理表述与真实的差别,即不确定性,这将影响土地评价结果的可信度和精确度,并最终影响土地决策^[65]。早期研究主要采用传统手段分析误差,但前提是表述与真实的一致性存在的。不确定性研究始于 20 世纪 80 年代晚期,现在 GIS 的不确定性研究越来越多地集中在 GIS 表述和真实世界的差别,以及这种差别如何影响最终的研究成果。不确定性研究是基于 GIS 的土地评价领域中的空白点,有待于人们进一步研究,研究的重点是输入的误差和不确定性,以及最终影响评价结果的置信度。土地评价为土地利用规划决策奠定了基础,只有在土地评价的结果能为土地利用决策提供可靠的参考时,土地评价才是行之有效的。

参考文献:

- [1] 饶英俊, 普光彪. GIS 应用于土地评价研究现状. 玉溪师专学报, 1996, 12 (6): 551-554
- [2] 刘耀林. 土地信息系统. 北京: 中国农业出版社, 2003: 7-8
- [3] 檀满枝, 陈杰, 张学雷. 基于 RS 和 GIS 苏州市近 20 年来城镇扩展对土壤资源的影响研究. 土壤, 2004, 36 (6): 621-625
- [4] Pan JJ, Zhang TL, Zhao QG. Dynamics of soil erosion in Xingguo County, China, determined using remote sensing and GIS. Pedosphere, 2005, 15 (3): 356-362
- [5] Wang K, Shi XZ, Yu DS, Shi DM, Chen JM, Xu BB, Liang Y, Li DC. Environmental factors affecting temporal and spatial dynamics of soil erosion in Xingguo County, South China. Pedosphere, 2005, 15 (5): 620-627
- [6] Hoosbeek MR, Bryant RB. Towards the quantitative modeling of pedogenesis—A review. Geoderma, 1992, 55: 183-210
- [7] Rossiter DG. A theoretical framework for land evaluation. Geoderma, 1996, 72: 165-190
- [8] 王桂芝. 基于 GIS 的土地适宜性评价模型研究—以三亚市热作土地为例. 中国土地科学, 1996, 10 (5): 40-44
- [9] 王桂芝. 基于 GIS 的三亚市热作土地适宜性评价模型的建立. 测绘信息与工程, 1997, (2): 23-28
- [10] 李家永, 游松才, 冷允法, 张红旗. GIS 支持的县级区域开发与规划的土地资源评价—以江西省泰和县为例. 地域研究与开发, 1996, 15 (1): 8-13
- [11] 李勇, 苏文贵, 肖笃宁. 地理信息系统在典型区土地利用适宜性评价中的应用—以大洼县小三角洲为例. 土壤, 1996, 28 (1): 14-21
- [12] 刘长胜, 卢伟, 金晓斌, 周寅康. GIS 支持下土地整理中未利用地适宜性评价—以广西柳城县为例. 长江流域资源与环境,

- 2004, 13 (4): 333-337
- [13] 郑小刚, 于际茂, 杜长友. 土地开发整理项目中的土地适宜性评价—以河北省万全县郭磊庄镇土地开发整理项目区为例. 资源·产业, 2005, 7 (2): 74-76
- [14] 郑宇, 胡业翠, 刘彦随, 赵庚星. 山东省土地适宜性空间分析及其优化配置研究. 农业工程学报, 2005, 21 (2): 60-65
- [15] 邱炳文, 池天河, 王钦敏, 吴靖. GIS 在土地适宜性评价中的应用与展望. 地理与地理信息科学, 2004, 20 (5): 20-24
- [16] 梁艳平, 刘兴权, 刘越, 谭春华. 基于 GIS 的城市总体规划用地适宜性评价探讨. 地质与勘探, 2001, 37 (3): 64-67
- [17] 黄胜利, 岳燕珍. GIS 支持下区域土地资源分等评价—以安徽省为例. 地域研究与开发, 1999, 18 (4): 17-20
- [18] 毕如田, 王镜, 段永红, 李华, 张耦珠, 王晋民. 耕地资源管理信息系统的建立及应用—以永济市为例. 土壤学报, 2004, 41 (6): 962-968
- [19] 石常蕴, 周慧珍. GIS 技术在土地质量评价中的应用—以苏州市水田为例. 土壤学报, 2001, 38 (3): 248-255
- [20] 赵小敏, 艾亮辉, 张宁珍. 基于 GIS 的江西省农田划分等级研究. 中国生态农业学报, 2002, 10 (1): 65-67
- [21] 张友焱, 周泽福, 程金花. 黄土丘陵沟壑区土地潜力评价研究—以山西省中阳县圪针耳流域为例. 北京林业大学学报, 2004, 26 (3): 51-54
- [22] 杨广斌, 安裕伦, 熊康宁, 李亦秋. 栅格数据的喀斯特地区土地潜力评价典型研究—以花江项目示范区为例. 贵州师范大学学报 (自然科学版), 2004, 22 (1): 68-71
- [23] 朱蕾, 黄敬峰, 王秀珍. 基于 GIS 的县级耕地开发整理潜力分析及评价—以浙江省仙居县为例. 地理与地理信息科学, 2003, 19 (5): 55-60
- [24] 卢剑波, 王兆骞. GIS 支持下的青石山小流域农业生态信息系统 (QWAEIS) 及其应用研究. 应用生态学报, 2000, 11 (5): 703-706
- [25] Yang HD, Hu YM, Deng FQ, Chen FX, Wang F. Application of immune algorithm to evaluation of soil resource quality. *Pedosphere*, 2005, 15 (5): 660-668
- [26] 白淑英, 张树文, 宝音, 阿拉坦图雅. 遥感和 GIS 在土地适宜性评价研究中的应用. 水土保持学报, 2003, 17 (6): 18-22
- [27] 胡月明, 章家恩, 吴谷丰, 黎卓仪, 饶卫民, 徐剑波. 基于 GIS 长春市郊农地土壤肥力综合评价. 生态科学, 2003, 22 (1): 18-20
- [28] 聂庆华, 包浩生. 基于 GIS 农田质量自动分等定级算法及其实现—以北京市房山区为例. 南京农业大学学报 (自然科学版), 1999, 35 (6): 697-703
- [29] 黄方, 刘湘南, 张养贞. GIS 支持下的吉林省西部生态环境脆弱态势评价研究. 地理科学, 2003, 23 (1): 95-100
- [30] 刘建军, 李春来, 邹永廖. 贵阳市区土地资源评价模型的建立. 地质地球化学, 2001, 29 (2): 66-71
- [31] Dumanski J, Onofrei C. Techniques of crop yield assessment for agricultural land evaluation. *Soil Use Manage*, 1989, 5: 9-16
- [32] 陈芬. 基于 AEZ/GIS 的福建土地适宜性评价. 福建地理, 2002, 17 (3): 11-14
- [33] 赵哲远, 盛乐山, 吴次芳. 基于作物气候生产潜力的浙江省农用地分等方法研究. 水土保持学报, 2003, 17 (3): 173-177
- [34] 方萌, 刘高焕. 黄河三角洲土地生产潜力的 GIS 评价. 地球信息科学, 2004, 6 (3): 79-84
- [35] 闫满存, 王光谦, 刘家宏. GIS 支持的澜沧江下游区泥石流爆发危险性评价. 地理科学, 2001, 21 (4): 334-338
- [36] 孙希华, 闫福江. 基于遥感与 GIS 的土壤侵蚀潜在危险度评价研究—以青岛市为例. 土壤, 2004, 36 (5): 516-521
- [37] 徐天蜀, 彭世揆, 岳彩荣. 基于 GIS 的小流域土壤侵蚀评价研究. 南京林业大学学报 (自然科学版), 2002, 26 (4): 43-46
- [38] 焦峰, 温仲明, 陈云明. 基于 GIS 的黄丘区土壤水分制图及其定量化分析. 水土保持研究, 2005, 12 (3): 129-132
- [39] Tomlin CD. *Geographic information systems and cartographic modeling*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1990
- [40] 陈松林. 基于 GIS 的荒地资源适宜性评价. 福建地理, 2001, 16 (1): 35-37
- [41] 伍世代. GIS 支持的福清市多目标土地适宜性评价. 福建师范大学学报 (自然科学版), 2000, 16 (3): 87-91
- [42] 宝鲁, 玉山, 包玉海. 基于遥感、GIS 的半干旱区旗县域农用地适宜性评价研究—以呼和浩特市托克托县为例. 干旱区资源与环境, 2004, 18 (9): 73-76
- [43] 张金霞. GIS 在土地适宜性评价中的应用. 资源·产业, 2004 (10): 27-29
- [44] 陈秋计, 赵长胜, 谢宏全. 基于 GIS 和 ANN 技术的矿区复垦土地适宜性评价. 金属矿山, 2004 (3): 52-56.
- [45] 黄瑞红. GIS 在城镇发展用地适宜性评价中的应用—以广东五华县华城镇为例. 中山大学学报, 1997, 36 (6): 108-113
- [46] 赵庚星, 李玉环, 李强. GIS 支持下的定量化、自动化农用地评价方法的探讨. 农业工程学报, 1999, 15 (3): 219-223
- [47] 聂庆华, 包浩生. 基于 GIS 农田质量自动分等定级算法及其实现—以北京市房山区为例. 南京大学学报 (自然科学版), 1999 (06): 55-61
- [48] 王铁成, 周生路, 王杰臣, 彭补拙. 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. 干旱区地理, 2001, 24 (2): 118-122
- [49] 欧阳进良, 宇振荣, 张凤荣. 土地综合生产力评价与土地质量变化研究. 资源科学, 2003, 25 (5): 58-64.
- [50] 聂艳, 周勇, 于婧, 任意. 基于 GIS 和模糊物元分析法的农用地定级评价研究. 农业工程学报, 2004, 20 (5): 297-210
- [51] 聂艳, 周勇, 陈肖辉. 基于 GIS 的耕地定级方法及其应用. 长江流域资源与环境, 2005, 14 (3): 95-99.
- [52] 聂艳, 周勇, 于婧, 梁本望, 罗代平. 基于 GIS 和模糊物元贴近度聚类分析模型的耕地质量评价. 土壤学报, 2005, 42 (4): 551-558

- [53] 卢远, 杨小雄. 基于 GIS 的层次分析法在城镇土地定级中的应用. 广西师范学院学报 (自然科学版), 2003, 20 (6): 73-77
- [54] 徐建刚, 屠帆, 韩雪培. 城市商业土地级差地租的 GIS 评价方法研究. 地理科学, 1996, 16 (2): 176-183
- [55] Sklar FH, Constanza, R. The development of dynamic spatial models for landscape ecology//Turner MG, Gardner RH. Quantitative Methods in Landscape Ecology. Ecological Studies, New York: Springer-Verlag, 1990: 82
- [56] 黎夏, 叶嘉安. 约束性单元自动演化 CA 模型及可持续城市发展形态的模拟. 地理学报, 1999, 54 (4): 289-298
- [57] 阎金凤, 陈曦. 基于 GIS 的干旱区 LUCC 分析和模拟方法探讨. 干旱区地理, 2003, 26 (2): 185-191
- [58] 杨青生, 黎夏, 刘小平. 基于 Agent 和 CA 的城市土地利用变化研究. 地球信息科学, 2005, 7 (2): 78-82
- [59] 郑新奇, 阎弘文, 赵涛. RS 和 GIS 支持的城市土地优化配置—以济南市为例. 国土资源遥感, 2001 (1): 15-19
- [60] 郑新奇, 阎弘文, 徐宗波. 基于 GIS 的无棣县耕地优化配置. 国土资源遥感, 2001 (2): 53-56
- [61] 温熙胜, 丁德蓉. RS 和 GIS 支持的城市土地资源优化配置模型. 水土保持情报, 2003 (3): 29-30
- [62] 赵涛, 郑新奇, 邓祥征. 城市土地利用优化配置分析应用—以济南市为例. 地球信息科学, 2004, 6 (2): 53-57
- [63] 陈端吕, 董明辉, 彭保发, 胡武贤. 基于 GIS 的常德市土地开发整理潜力分析与评价. 湖南文理学院学报 (社会科学版), 2004, 29 (1): 8-11
- [64] Goodchild MF, Anselin L, Appelbaum RP, Harthorn BH. Toward spatially integrated social science. Int. Reg. Sci. Rev., 2000, 23(2): 139-159
- [65] Zhang J, Goodchild MF. Uncertainty in Geographic Information, New York: Taylor & Francis, 2002

Advancement in Research on GIS-Based Land Evaluation in China

XU Meng-jie, MEI Yan, SONG Qi-hai

(College of Public Administration, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

Abstract: The application of GIS technology to land evaluation in China began much later than in other countries. But it is developing very rapidly. So far, GIS has been used mainly as an assistant in evaluation of land resources. Beginning with addressing models and methods for land evaluation, the authors divided the GIS-based land evaluation research into three types, i.e. single-region nonspatial model, single-region spatial model, and multi-region model based on interactions between land evaluation units and unicity or not of the evaluation region. The application of GIS and its related technologies may reveal the static or dynamic interactive effects between land evaluation units. This paper is a review of the three types of research, summarizing systematically advances in the research on GIS-based land evaluation in the country.

Key words: GIS, Land Evaluation, Review