

doi: 10. 6046/gtzyyg. 2018. 03. 02
引用格式: 杜金龙,朱记伟,解建仓,等,基于 GIS 的城市土地利用研究进展[J]. 国土资源遥感,2018,30(3):9-17. (Du J L, Zhu J W, Xie J C. An overview of urban land use research based on GIS [J]. Remote Sensing for Land and Resources ,2018,30(3):9-17.)

基于 GIS 的城市土地利用研究进展

杜金龙¹, 朱记伟¹, 解建仓^{1,3}, 马增辉^{2,3}

(1. 西安理工大学干旱区生态水利工程国家重点实验室,西安 710048; 2. 陕西省土地工程建设集团陕西地建土地工程技术研究院,西安 710075; 3. 陕西省土地工程建设集团国土资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室,西安 710075)

摘要: 结合国内外城市土地利用研究现状,阐述 GIS 在城市土地利用研究中的现状与问题,并提出相应的改进方法,以期在城市土地合理利用提供科学依据。使用文献资料法和对比分析法,从城市土地利用变化、评价及规划、扩展及演变、结构和优化等 5 个方面综述了 GIS 在城市土地利用研究中的应用,同时分析了当前研究的侧重点及不足之处。研究认为,GIS 技术发展趋势与城市土地利用研究都面临着许多科学问题,二者既互相补充,又互相促进;当前需要在归纳总结各学科相关理论基础上,结合 GIS 技术的支撑,开展城市功能与城市土地利用关联研究,形成系统的城市土地利用理论体系;深入研究中城市和小城市及欠发达地区不同类型城市的功能性用地机制,促进“3S”技术与城市土地利用模型库的融合,更加有效地指导 GIS 在城市土地利用研究中的应用。

关键词: GIS; 土地利用; 评价; 扩展; 优化

中图法分类号: F 301.24 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2018)03-0009-09

0 引言

城市土地利用是对城市范围内的整片土地进行不同层次功能的配置,包括城市土地利用的规模、空间形态及其构成。城市土地利用依据城市中工业、交通、商业、文化、教育、卫生、住宅和公园绿地等建设用地的状况,反映城市布局的基本形态、城市内各功能区的地域差异和城市土地利用合理与否,关系到城市合理发展、人口容量、城市环境保护和城市建设中节约用地等重大问题;而地理信息系统(GIS)则为城市土地利用的合理配置提供了一种有效途径。GIS 是一种在计算机软、硬件支持下,结合地理模型分析方法,按地理坐标和时空分布各种地理信息和环境参数,具有输入输出、存储、检索及分析功能的综合系统。作为地理信息综合处理分析系统,GIS 主要解决了 5 类问题:①位置,即在什么位置有什么;②条件,即是否符合某些约束的实体;③模式,即某个位置存在着何种空间实体的分布;④趋势,即某个位置可能发生或随机发生的变化情况;

⑤模型,即某个位置或实体怎么才能具备发生效果的问题^[1]。尽管现存的 GIS 软件很多,但对于它的研究应用,归纳概括起来有 2 种情况,一是利用 GIS 系统来处理用户的数据;二是在 GIS 基础上,利用它的开发函数库二次开发出用户专用信息应用软件。GIS 核心功能是空间及模型分析,其中空间分析功能可以在城市土地利用研究中发挥重要作用,如利用空间叠加功能,对不同时期城市土地利用类型图进行空间叠加分析,可以有效监测城市土地利用的动态变化等。2016 年 12 月 27 日,ESRI 发布了新一代 ArcGIS10.5 及 ArcPro1.3,推出更精细的分级授权、全新的 i3S 三维标准、大数据分析处理产品、多 Portal 间协作共享等诸多新特性及增强功能,更进一步促进了用户间的沟通协作,引导用户去分析大数据背后的价值,使用户能够更智能、更高效、更敏捷地作出响应和决策。总之,利用 GIS 的各种信息分析技术,可以获取土地利用在数量、类型、结构及空间位置等方面的变化信息。基于 GIS 的城市土地利用主要集中在城市土地利用变化、评价及规划、扩展及演变、结构和优化等方面,本文在分析国

收稿日期: 2017-03-09; 修订日期: 2017-07-19
基金项目: 国家自然科学基金项目“面向生态城市的水土资源利用格局变化机制及适应性调控研究”(编号: 51479160)和陕西省自然科学基金基础研究计划项目“关中地区旱涝灾害演变特征及多事件相关性分析”(编号: 2016JQ5061)共同资助。
第一作者: 杜金龙(1988-),男,硕士研究生,主要从事土地利用管理方面的研究。Email: dujinlongxaut@163.com。
通信作者: 解建仓(1982-),男,教授,主要从事区域水土资源规划与利用方面的研究。Email: xautzhu@163.com。

内外城市土地利用相关研究文献基础上,从多个方面综述 GIS 在城市土地利用方面的研究概况。

1 城市土地利用研究现状

1.1 国外研究现状

西方国家在工业化和城市化发展过程中,城市土地利用随时间推移日益复杂化和多样化。城市土地利用研究重点是各种土地利用功能区布局和功能之间的入侵和继承性,以欧美国家最为领先,主要集中在城市土地利用变化和结构及其演变等方面。

国外有关城市土地利用方面的研究多数利用 RS 技术,并结合 GIS 以及 GPS 技术^[2-4],侧重于城市土地利用变化对城市及其周边环境等区域小气候的影响;有些研究深入到城市土地利用变化对区域碳、氮等元素循环的影响;有些探讨城市土地利用变化与可持续发展之间的关系^[5-6];有些根据城市土地利用变化及其所引发的环境问题,探讨城市规划新概念^[7-8];还有的侧重于方法研究,针对以往研究方法的不足,结合当前最新科技,提出便捷的研究方法,使抽象的城市土地利用变化形象化^[9-10]。城市土地利用结构及其演变的研究方法上,针对城市土地利用结构的自相似性及其自组织时空演变特性,非线性理论占据了重要地位。Batty Mhe, Longley PA 最先开创了城市土地利用的分形模拟,又从不同角度提出城市土地利用形态的分维描述方法, Batty M 等提出城市形态边界维数, Rank Hauser P, Sadler R 提出城市形态半径维数等^[11]。

综上所述可知,虽然国外研究开始早,目前已有较丰硕的研究成果,但随着可持续发展思想的提出,城市土地利用作为促进城市可持续发展的重要手段而得到欧美国家的高度重视。所以在设计城市规划和政策时,应当意识到,城市人口与经济的可持续发展正越来越多地依赖于良好的土地资源管理,这也为以后的研究指明了方向:重视 RS 和 GIS 等先进定量与分析方法的应用,促进城市土地利用与土地利用管理相结合。

1.2 国内研究现状

目前国内有关城市土地利用的研究主要集中在城市土地利用变化、空间扩展及综合效益评价等方面。城市土地利用变化和空间扩展方面,主要是城市土地利用变化过程及其引发的生态环境问题,城市土地利用的扩展模式及动力机制等;城市综合效益评价方面,主要是从经济、社会、生态效益 3 个方面构建城市土地利用效益评价指标体系,结合相关评价方法进行城市土地利用综合效益评价。

在城市土地利用变化和空间扩展研究方面,顾朝林^[12]在对北京市土地利用变化进行分析的基础上,结合 20 世纪 70,80 和 90 年代卫星遥感资料阐述北京市近 30 a 来城市化进程的特点。张德铨等^[13]结合实地调查和历史文献,阐述西藏自治区拉萨市近 50 a 来的城市用地变化进程以及由此产生的生态和环境问题。史培军等^[14]通过分析深圳市不同时期的土地利用变化转移矩阵,并选取驱动力指标对建成区的变化进行逐步回归,构建深圳市土地利用变化驱动力机制。刘盛和等^[15]分析北京市不同时期的用地变化,提出年均扩展强度指数,总结北京市土地利用扩展模式。何流等^[16]论述了江苏省南京市空间扩展时空变化特征,分析城市空间扩展动力机制和存在的问题。关于城市土地利用综合效益评价。王雨晴等^[17-20]侧重于评价方法研究,构建综合效益评价指标体系,采用 AHP 法、熵权法、改进熵值法确定指标权重,运用相关模型进行评价。张旺锋等^[21-23]、陈静等^[24]都从经济、社会、生态效益 3 个方面构建城市土地利用效益评价指标体系,前者应用功效系数法定量评价甘肃省兰州市、福建省福州市等城市土地利用综合效益;后者运用 AHP 法、熵值法确定权重,对河北省唐山市土地利用效益进行动态评价,同时运用主成分分析法对土地利用效益驱动机制进行定性研究。李丹等^[25]运用模糊综合评价、秩相关系数法和协调度分析法,综合评价山东半岛城市群城市用地效益。

综上所述可知,在城市土地利用变化方面,因为侧重于“变化”的研究,而对于城市内部的土地利用类型分析比较粗,多数只分析城市用地,即建成区变化;在城市土地利用综合效益评价方面,方法比较单一。但随着现代科学技术的发展,在城市土地利用研究方面,研究方法也逐渐从过去的一些传统方法如利用地图和统计资料分析,发展到利用 GIS 和 RS 相结合的数值统计分析阶段,从而使研究方法从定性描述发展到定量测量,使研究结果更趋近客观^[26]。随着 RS 和 GIS 技术的发展,为挖掘城市用地潜力,更好地经营城市,现在城市土地利用研究中广泛应用到 RS 和 GIS 技术^[27-29]。

2 GIS 在城市土地利用研究中的应用

GIS 作为一门多学科交叉的新兴技术,随着社会信息化进程发挥着越来越大的作用,在城市规划、勘测、市政设施、管线、邮电、交通等行业得到了广泛应用。GIS 技术通过对空间与非空间数据的采集、处理、分析、输出等功能,实现对城市土地利用状况

及时、准确的跟踪和了解,并对遥感图像、地图、统计数据源的空间数据库进行分析。空间分析是 GIS 的核心功能,空间分析中的模型分析是 GIS 应用深入的重要标志。空间分析功能包括数字地形模型分析、空间特征几何分析、网络分析、影像分析和地理变量多元分析等。这些空间分析功能可以帮助人们从宏观的、科学的角度来对城市土地利用作出更加正确的分析判断。本文主要从 GIS 在城市土地利用变化、评价及规划、扩展及演变、结构和优化等方面综述 GIS 在城市土地利用研究中的应用,详见表 1。

表 1 GIS 在城市土地利用研究中的应用
Tab. 1 Application of GIS in the study of urban land use

GIS 功能	应用方向	主要内容
空间分析功能,结合数理统计软件及相关预测模型	城市土地利用变化	城市土地利用变化定量分析、时空分析和动态过程分析
空间分析功能,将评价因子数字化,形成有效影响因子空间分布特征图等	城市土地利用评价及规划	城市土地利用生态安全评价、生态适宜性评价、综合效益评价以及三维定量评价等
提取功能、空间分析功能并结合相关模型	城市土地利用扩展及演变	城市土地利用扩展状况、时空演变特征及驱动因素分析
基于 GIS 技术,采用模型并选取相关指标,通过空间分析统计,从不同角度分析等	城市土地利用结构	城市土地利用空间结构特征分析
GIS 技术结合相关优化模型,GIS 的图像、数据处理功能等	城市土地利用优化	城市土地利用面积优化、景观生态优化和空间结构优化

2.1 GIS 在城市土地利用变化方面的应用

GIS 在城市土地利用变化方面的应用主要是利用其强大的空间分析功能,结合数理统计软件及相关预测模型,进行城市土地利用定量、时空和动态过程分析,在城市土地合理利用的基础上,进一步优化城市土地利用结构,调整社会经济发展策略。

GIS 空间分析方法包括数据基础、模型基础和数据处理过程 3 方面。朱会义等^[30]在此基础上进行北京市土地利用变化实例分析。李琳^[31]在利用 GIS 空间分析功能对福建省厦门市土地利用数据进行空间叠加提取的基础上,建立土地利用动态变化模型,定性、定量地分析了厦门市土地利用变化。黄端等^[32]结合 GIS 空间分析、数理统计、单一土地利用动态度、土地利用转移矩阵和综合土地利用动态度方法,对湖北省武汉市城市圈 2000—2015 年以及 3 个 5 a 期土地利用变化的总体特征、转化方向和区域差异特征进行研究,并分析了政策因素对土地利用变化的驱动作用。朱瑜馨等^[33]利用 GIS 技术对

山东省聊城市土地利用动态变化过程进行分析,结合马尔可夫模型分析其土地利用动态变化过程,预测其演变趋势。

2.2 GIS 在城市土地利用评价及规划方面的应用

GIS 在城市土地利用评价方面的应用主要是城市土地利用生态安全、生态适宜性、综合效益和三维定量评价,为城市土地利用规划决策提供依据。生态安全评价主要是利用 GIS 空间分析功能将城市土地利用与生态安全评价结果进行有机结合;生态适宜性评价主要是通过 GIS 将构建的生态适宜性评价指标体系中的各评价因子数字化;综合效益评价主要是借助 GIS 技术形成城市土地利用效益的有效影响因子空间分布特征图;三维定量评价主要是通过 GIS 技术进行城市土地利用强度的三维定量评价。在城市土地规划实施管理中运用 GIS,不仅可以大幅度提高管理的高效性和精确性,而且可以改变原有的土地规划和管理的组织结构、管理方法和程序。基于 GIS 的城市土地利用规划可以及时更新管理土地资源信息,也可以与计算机、数据库等技术相结合,加速信息化进程。

利用 GIS 空间分析功能,郭斌^[34]将陕西省西安市土地利用与生态安全评价结果有机结合,提出了相应的生态安全调控措施和土地资源优化配置方案。黄小芳^[35]利用 ArcGIS10 将以引导性和约束性两大类指标为基础构建的生态适宜性评价指标体系中的各评价因子数字化,采用加权叠加法对上海市浦东新区工业用地进行生态适宜性评价。白丽娜^[36]借助 GIS 技术形成城市土地利用综合效益有效影响因子空间分布特征图,通过空间叠置或缓冲区形成单因子分值图,进而对吉林省吉林市土地利用综合效益进行评价。田毅等^[37]以 GIS 技术为支撑,基于 AHP 法对北京市海淀区东区城市土地利用强度进行三维定量评价。刘波^[38]将 GIS 应用于云南省昆明市呈贡区土地利用规划中,展示出呈贡区土地利用规划情况变化图和呈贡新区数字化区域地图。

2.3 GIS 在城市土地利用扩展及演变方面的应用

GIS 在城市土地利用扩展及演变方面的应用主要是城市土地利用扩展状况、时空演变特征及驱动因素分析。扩展状况主要是基于 GIS 技术,通过提取功能或利用相关模型分析城市土地利用扩展状况;时空演变特征及驱动因素分析主要是利用 GIS 空间分析功能,分析城市土地利用时空演变特征及其驱动因素。

利用 ArcGIS 提取工具,程鹏^[39]分析了山东省泰安市建成区扩展状况并发现了其变化特征。陈旭

等^[40]基于 RS 和 GIS 技术,结合空间分形模型对湖北省武汉市城市土地利用空间扩展状况进行分析,通过空间分形维数的变化,总结出武汉市城区在 1991—1995 和 1995—2005 年 2 个时段内的扩展规律。利用 GIS 空间分析功能,肖捷颖等^[41]结合网格分割法分析河北省石家庄市近 70 a 来城市土地利用扩展时空变化特征,并简析其驱动因素。李云亮等^[42]对江苏省连云港 1980—2005 年间城市土地利用扩展时空演变特征及规律进行分析,并简析了城市扩展的主要原因。

2.4 GIS 在城市土地利用结构方面的应用

GIS 在城市土地利用结构方面的应用主要涉及城市土地利用空间结构特征,可基于 GIS 技术,或采用模型并选取相关指标,或通过空间分析统计,或从不同角度分析城市土地利用空间结构特征。

采用 GIS 技术,常显显等^[43]结合计量经济模型选取相关定量指标,从数量结构角度出发探讨黑龙江省双城市土地利用结构特征。姜鲁光等^[44]通过 GIS 软件对山东省济南市 1986 年和 2000 年 2 个时相的航空影像解译成果进行空间分析与查询统计,总结出城市土地利用结构具有明显的圈层和扇形结构特征。贺子康^[45]对新疆维吾尔自治区喀什市土地利用空间结构特点进行时间尺度和空间角度的分析,并采用土地利用动态度方法,将从不同角度分析土地利用空间结构的变化情况更加直观地展现出来。

2.5 GIS 在城市土地利用优化方面的应用

GIS 在城市土地利用优化方面的应用主要是城市土地利用面积、景观生态和空间结构优化。面积优化主要是基于 GIS 技术,结合相关优化模型,对城市各用地类型面积进行优化计算;景观生态优化主要是借助 GIS 的图像、数据处理功能,分析景观空间格局指数,提出景观生态优化对策和措施;空间结构优化主要是通过 GIS 软件完成城市土地空间结构优化配置,包括建立以数量优化和适宜性评价为核心的空间配置优化模型和以元胞自动机模拟演化为核心的优化模型。和传统的城市土地优化配置方法相比,基于 RS 和 GIS 的城市土地资源优化配置,不仅使土地资源适宜性评价更加准确,而且使土地资源利用更加合理。

基于 GIS 技术,温熙胜等^[46]结合系统动力学模型和多目标规划模型,对城市各用地类型面积进行优化计算,进而实现城市各类用地空间的优化配置。陈士银等^[47]利用 GIS 的图像、数据处理功能,通过对湛江市景观空间格局异质性指数的计算分析,提出城市景观生态优化的相关对策和措施。赵涛^[48]

通过 GIS 提供的二次开发语言编写了一个程序模块,自动完成山东省济南市城区土地空间结构的优化配置,并将结果与济南市 1996—2010 年土地利用总体规划图相比较,找出了异同点及存在差异主要原因。

3 GIS 技术发展趋势及城市土地利用科学问题

随着计算机技术的发展及相关需求的提出,GIS 技术呈现出网络化、开放性、虚拟现实、集成化、与其他技术融合性等发展趋势。城市土地利用也面临规模扩张过快、规划功能重叠、效率低下、结构和空间布局不合理、信息管理不完善等科学问题。二者既互相补充,又互相促进。

3.1 GIS 技术发展趋势

GIS 技术是基于计算机及其相关设备的应用工具,主要功能包括对数据进行采集、管理、分析和应用。随着虚拟实景、多媒体、数据仓库等技术的发展,尤其是卫星互联网的建立及遥感卫星的大量发射,使当前的 GIS 技术已无法满足信息时代、数字时代的要求,目前 GIS 技术总体上呈现网络化、开放性、虚拟现实、集成化、与其他技术融合性等发展趋势。

1) 网络 GIS 利用网上发布的空间数据,为用户提供查询、浏览和分析等功能,实现远程异构数据的共享,同时只需维护服务器端即可,大大降低了系统工作量。与传统 GIS 相比,WebGIS 具有适应性强、应用面广、现实性强、维护社会化以及使用简单的特点。

2) 开放式 GIS 能够使数据在应用系统内和系统间流动起来,并且实现异构分布数据的信息共享,具有互操作、技术公开、可扩展以及可移植的特点。

3) 虚拟 GIS 是将三维 GIS 同虚拟现实技术相结合,主要是为了提高用户操作体验,增强 GIS 可视化特征,从声音、图像等方面给用户更好的操作体验。目前虚拟 GIS 的研究主要集中在虚拟城市构建技术方面。

4) 多媒体 GIS 一方面能够将生动直观、高效快捷的信息服务提供给社会经济、文化教育、旅游、商业和决策管理等诸多领域,另一方面能够让计算机技术真正渗入到人们生活当中。应用多媒体技术对 GIS 系统结构、功能及应用模式的设计产生了巨大影响,使 GIS 的表现形式更加丰富、灵活^[49]。

5) 集成化 GIS,卫星定位系统为 GIS 的快速定位和更新提供手段,RS 多时相、多谱段、多分辨率和

多传感器的特点,为 GIS 不断注入“燃料”;同时 GIS 也是卫星定位系统重要的空间数据处理、集成和应用工具,RS 处理过程可以利用 GIS 数据,增强结果的精确度与准确率。3S 技术整体结合所构成的系统是高度自动化、实时化的 GIS 系统,不仅可以自动、实时地采集、处理和更新数据,而且能够分析和运用数据,从而为各种应用提供科学的、全面的、完善的解决方案。

6)GIS 与 SOA、移动通信等技术相融合。引入面向服务的架构(service-oriented architecture,SOA)理念,让 GIS 从组件式飞跃到了服务式,让基于互联网的不同系统之间更方便、灵活、开放的集成得到实现。通过与 Web. 技术的融合,GIS 技术可以为用户提供更加方便快捷的服务,用户无论处于何时、何地,都能够利用移动通信设备进行 GIS 系统的查询,从而获得详细的地理信息数据^[50]。

作为传统学科与现代技术相结合的产物,GIS 已经深入到各行各业,成为现代管理、决策、指挥的重要组成部分,在人们生活中扮演越来越重要的角色。GIS 技术发展趋势并不是孤立的,其中涉及多种交叉学科的相互影响、相互支撑。GIS 技术将随着时间的推移而逐渐走入人们的日常生活,成为人们生活中不可分割的一部分。

3.2 城市土地利用科学问题

土地资源是城市生存和发展的基础,对于城市发展意义重大。随着社会经济的迅速发展,城市化进程逐步加快,对自然资源和生态环境等产生了较大的影响,引发了一系列的矛盾和问题,其中土地利用问题尤为显著。

1)城市用地规模扩张过快,用地供需矛盾尖锐。城市用地规模的扩大既是经济增长的结果,又是数量扩张和粗放式土地利用的后果。一些城市在建设过程中,以工业园、物流园、大学城等多种形式占用土地,使有限的土地资源在数量上难以满足日益增长的城市用地需求。

2)城市土地利用功能性重叠,缺乏明确合理的规划。不同政府部门之间仅仅从自身的微观用途来规划用地,而未能从宏观整体区域发展的角度考虑,使土地利用出现规划功能的重叠。

3)城市已占用土地利用效率低下。城市土地开发利用程度与其所处环境及自身基础设施状况密切相关,一些城市建成区内或多或少都有一定数量的闲置或废弃地,土地集约利用程度较低。

4)城市土地利用结构不合理。这样会造成城市住房紧缺,交通拥堵,中心城区缺乏发展空间,住宅生态环境恶化等问题。

5)城市土地利用空间布局不合理。城市土地整体粗放开发,局部地区却利用强度过高,使土地价值得不到合理发挥。

6)城市土地利用信息管理不完善。城市土地利用数据反映了当前城市土地利用情况,是对各类城市用地进行有效控制、提高土地利用集约度,科学制定城市土地利用规划的基础。同时城市土地规划部门对各类土地の利用情况掌握不足必然会导致土地利用效率低下、布局不合理等问题。

3.3 GIS 与城市土地利用的互补

针对城市土地利用规模扩张过快、规划功能重叠、效率低下、结构和空间布局不合理、信息管理不完善等问题,GIS 作为集信息处理、空间分析、科学管理等于一体的综合系统,其发展趋势与城市土地利用科学问题可以互相补充、互相促进。一方面,GIS 技术发展趋势可以为解决城市土地利用科学问题提供技术支持;另一方面,城市土地利用科学问题的解决又可以促进 GIS 技术的发展。

对于城市土地利用规模扩张过快的问题,集成化 GIS 作为高度自动化、实时化的 GIS 系统,可以自动实时地采集、处理、分析和运用数据,结合空间分析功能,研究得到城市土地利用扩展状况、时空演变特征及驱动因素,进而为城市土地利用规模提供科学的解决方案。对于城市土地规划功能重叠的问题,网络及开放式 GIS 可通过为不同系统用户提供远程异构数据的共享,高效而精确地实现“多规合一”。对于城市土地利用效率低下的问题,通过 GIS 空间分析、建立相关模型及利用多媒体 GIS,能以更加生动直观、高效快捷的形式呈现结果,并进一步分析城市土地利用效率低下的原因,找出解决方案。对于城市土地利用结构和空间布局不合理的问题,虚拟 GIS 可从声音、图像等方面让用户体验城市土地利用空间结构,进而在面积、景观生态等方面进行优化。对于城市土地利用信息管理不完善的问题,网络化、集成化及融合了 SOA、移动通信等技术的 GIS 不仅能够收集到城市土地的资源信息,而且能够以移动端的形式为用户提供查询、管理等功能,使城市土地利用信息管理得到完善,在此基础上提高城市土地利用效率,完善城市合理布局,实现城市社会经济的可持续发展。

4 总结及展望

随着我国社会经济的快速发展,城市土地利用的供需矛盾日益尖锐。合理的城市土地利用能促进城市功能的正常发挥及用地效益的不断提升,促进

区域经济与环境的和谐发展。基于 GIS 的城市土地利用研究在一定程度上呈现了关于城市土地利用的类型、结构、综合效益以及驱动因素等方面的内容,为优化城市土地利用提供了依据,具有一定的现实和指导意义。总体上说,我国 GIS 在城市土地利用方面的研究已取得了丰硕的成果,为城市规划及城市土地合理利用提供了理论基础,但是现有研究还存在以下不足及亟需改进的方面:

1) 目前国内外关于城市土地利用方面的理论仍然是相互独立的、分割的,主要局限于传统的规划学、地理学等单学科阶段,多学科穿插、融合的交叉研究体系尚未成熟,需要从系统角度出发,对各学科相关理论进行科学的归纳总结,以 GIS 这一土地利用研究的重要抓手为支撑,形成新的城市土地利用理论体系。

2) 虽然越来越多的研究者认识到城市土地利用的合理配置将直接影响到城市功能的发挥,但鲜有学者研究不同产业的不同发展阶段影响城市土地利用的一般规律。目前基于 GIS 的城市土地利用评价方法单一,评价体系尚不完善,学者们应从城市功能合理配置的角度,开展城市功能与城市土地利用关联的系统研究,形成系统的理论体系,使 GIS 与城市土地利用紧密结合。

3) 大多数研究样本多集中在国内大城市和较发达省份,对于中小城市和欠发达地区的研究较少。虽然部分原因是出于样本数据获得的难易程度,但鉴于不同职能、不同规模及不同地域城市土地利用存在明显的差异性,所以应分散研究对象的分布,深入研究不同类型城市的功能性用地及用地比例,为 GIS 在城市土地利用方面的应用指明方向。

4) 虽然“3S”技术发展迅速,但“3S”技术与城市土地利用模型库缺乏一定的融合。RS 技术与卫星定位技术相结合,可得到城市土地利用图形数据与属性数据,从而成为 GIS 技术的数据源。GIS 技术作为城市土地利用的数据组织、管理、分析与可视化工具,可再结合城市土地利用模型库,进行诸如空间叠置分析、空间格局分析、空间自相关分析等城市土地利用的空间信息分析,进一步完善 GIS 在城市土地利用方面的应用机制。

参考文献 (References):

[1] 梁明杨. 基于 GIS 的土地利用变化研究——以济南市市中区土地变更调查为例[D]. 天津:河北工业大学,2013.
Liang M Y. Study on Land Use Change Based on GIS - Case in Shizhong District Land Change Survey[D]. Tianjin:Hebei University of Technology, 2013.
[2] Kittler J, Hancock E R. Combining evidence in probabilistic relaxa-

tion[J]. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence,1989,3(1):29-51.
[3] Shi W Z, Ehlers M. Determining uncertainties and their propagation in dynamic change detection based on classified remotely - sensed images[J]. International Journal of Remote Sensing, 1996, 17(14):2729-2741.
[4] Ketut W. Spectral and Textural Aspects of multisensor and multi-temporal satellite data for land use/land cover mapping in a tropical area[J]. International Journal of Remote Sensing, 2000, 27(10):1200-1215.
[5] Jenson J Q, Cowen D. Principles of Change Detection Using Digital Remote Sensor Data, Integration of GIS and Remote Sensing[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1997:45-52.
[6] Janssen L L F, Vanderwel F J M. Accuracy assessment of satellite derived land - cover data: A review[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1994, 60(4):419-426.
[7] Ode Å, Fry G. A model for quantifying and predicting urban pressure on woodland[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 77(1/2):17-27.
[8] Nichol J, Wong M S. Modeling urban environmental quality in a tropical city[J]. Landscape and Urban Planning, 2005, 73:49-58.
[9] Singh A. Digital change detection techniques using remote - sensed data[J]. International Journal of Remote sensing, 1989, 10(6):989-1003.
[10] Crist E P, Ciccone R C. Application of the tasseled cap concept to simulated thematic mapper data[J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1984, 50:343-352.
[11] 凌怡莹. 城市土地利用结构及其演变的非线性研究——以上海市为例[D]. 上海:华东师范大学,2004.
Ling Y Y. Study on the Urban Land Use Structure and its Evolution - A Case Study of Shanghai[D]. Shanghai:East China Normal University, 2004.
[12] 顾朝林. 北京土地利用/覆盖变化机制研究[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4):307-312.
Gu C L. Study on phenomena and mechanism of land use/cover change in Beijing[J]. Journal of Natural Resources, 1999, 14(4):307-312.
[13] 张懿锂, 李秀彬, 傅小锋, 等. 拉萨城市用地变化分析[J]. 地理学报, 2000, 55(4):395-406.
Zhang Y L, Li X B, Fu X F, et al. Urban land use change in Lhasa[J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(4):395-406.
[14] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2):151-160.
Shi P J, Chen J, Pan Y Z. Landuse change mechanism in Shenzhen City[J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(2):151-160.
[15] 刘盛和, 吴传钧, 沈洪泉. 基于 GIS 的北京城市土地利用扩展模式[J]. 地理学报, 2000, 55(4):407-416.
Liu S H, Wu C J, Shen H Q. A GIS based model of urban land use growth in Beijing[J]. Acta Geographica Sinica, 2000, 55(4):407-416.
[16] 何流, 崔功豪. 南京城市空间扩展的特征与机制[J]. 城市规划汇刊, 2000(6):56-60.
He L, Cui G H. Study on the urban spatial expansion of Nanjing City[J]. Urban Planning Forum, 2000(6):56-60.

- [17] 王雨晴,宋戈.城市土地利用综合效益评价与案例研究[J].地理科学,2006,26(6):743-748.
Wang Y Q, Song G. The benefits evaluation method and application of urban land use[J]. Scientia Geographica Sinica, 2006, 26(6): 743-748.
- [18] 周飞,陈士银,吴明发,等.湛江市土地利用综合效益及其演化评价[J].地域研究与开发,2007,26(4):89-92.
Zhou F, Chen S Y, Wu M F, et al. Evaluating on land use multiple efficiency and its evolvement in Zhanjiang[J]. Areal Research and Development, 2007, 26(4): 89-92.
- [19] 韩书成,濮励杰.江苏土地利用综效益空间分异研究[J].长江流域资源与环境,2008,17(6):853-859.
Han S C, Pu L J. Spatial differentiation of comprehensive land use efficiency in Jiangsu Province[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2008, 17(6): 853-859.
- [20] 徐金哲,陶军德,汤永玲.哈尔滨市土地利用社会经济效益与生态环境效益相关分析[J].经济研究导刊,2010(36):142-144.
Xu J Z, Tao J D, Tang Y L. Correlation analysis of social and economic benefit and ecological environment benefit of land use in Harbin[J]. Economic Research Guide, 2010(36): 142-144.
- [21] 张旺锋,林志明.兰州市城市土地利用效益评价[J].西北师范大学学报(自然科学版),2009,45(5):99-103.
Zhang W F, Lin Z M. The evaluation of urban land use efficiency in Lanzhou City[J]. Journal of Northwest Normal University(Natural Science), 2009, 45(5): 99-103.
- [22] 戴菲,陈松林.基于功效系数法的福州市土地利用效益评价[J].太原师范学院学报(自然科学版),2009,8(3):94-98,120.
Dai F, Chen S L. The evaluation of land use efficiency for Fuzhou city based on efficiency coefficient method[J]. Journal of Taiyuan Normal University(Natural Science Edition), 2009, 8(3): 94-98, 120.
- [23] 王蓉,张桂兰.哈尔滨市土地利用综合效益评价[J].哈尔滨师范大学自然科学学报,2010,26(3):105-109.
Wang R, Zhang G L. The evaluation of urban land use efficiency in Harbin City[J]. Natural Science Journal of Harbin Normal University, 2010, 26(3): 105-109.
- [24] 陈静,付梅臣,陶金,等.唐山市土地利用效益评价及驱动机制[J].资源与产业,2010,12(1):60-63.
Chen J, Fu M C, Tao J, et al. Evaluation and drives of land utilization benefit in Tangshan City[J]. Resources & Industries, 2010, 12(1): 60-63.
- [25] 李丹,张文秀,郑华伟,等.山东半岛城市群城市用地综合效益分析[J].国土与自然资源研究,2010(2):24-26.
Li D, Zhang W X, Zheng H W, et al. Analysis on comprehensive benefit for urban land in Shandong peninsula city group[J]. Territory and Natural Resources Study, 2010(2): 24-26.
- [26] 陈彦光,刘继生.城市土地利用结构和形态的定量描述:从信息熵到分维数[J].地理研究,2001,20(2):146-152.
Chen Y G, Liu J S. An index of equilibrium of urban land-use structure and information dimension of urban form[J]. Geographical Research, 2001, 20(2): 146-152.
- [27] 薛丽霞,王佑成,李永树,等.基于3S的土地利用时空特征研究——重庆市北部新区为例[J].重庆邮电学院学报(自然科学版),2006,18(1):1-6.
Xue L X, Wang Z C, Li Y S, et al. Research on spatial-temporal features of land use based on 3S; Example for northern new city of Chongqing[J]. Journal of Chongqing University of Posts and Telecommunications; Natural Science, 2006, 18(1): 1-6.
- [28] 李艳丽,赵纯勇,穆新伟.基于GIS与RS技术的城市土地利用/覆盖变化分析[J].水土保持研究,2006,13(3):72-74.
Li Y L, Zhao C Y, Mu X W. Analysis on urban land use and land cover change based on GIS and RS[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2006, 13(3): 72-74.
- [29] 王思远,张增祥,周全斌,等.基于遥感与GIS技术的土地利用时空特征研究[J].遥感学报,2002,6(3):223-228.
Wang S Y, Zhang Z X, Zhou Q B, et al. Study on spatial-temporal features of land use/land cover change based on technologies of RS and GIS[J]. Journal of Remote Sensing, 2002, 6(3): 223-228.
- [30] 朱会义,何书金,张明.土地利用变化研究中的GIS空间分析方法及其应用[J].地理科学进展,2001,20(2):104-110.
Zhu H Y, He S J, Zhang M. GIS spatial analysis and its application in the research of land use change[J]. Progress in Geography, 2001, 20(2): 104-110.
- [31] 李琳.厦门市土地利用变化及其驱动力分析[J].地理空间信息,2017,15(2):105-107.
Li L. Analysis of land use change and its driving force in Xiamen City[J]. Geospatial Information, 2017, 15(2): 105-107.
- [32] 黄端,李仁东,邱娟,等.武汉城市圈土地利用时空变化及政策驱动因素分析[J].地球信息科学学报,2017,19(1):80-90.
Huang D, Li R D, Qiu J, et al. Analysis on spatio-temporal variation of land use and its policy-driven factors in Wuhan metropolitan area[J]. Journal of Geo-Information Science, 2017, 19(1): 80-90.
- [33] 朱瑜馨,张锦宗.基于GIS的聊城市土地利用动态变化与预测研究[J].安徽农业科学,2007,35(7):2172-2173.
Zhu Y X, Zhang J Z. Variation change and prediction research of land-use dynamic change of Liaocheng City based on GIS[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2007, 35(7): 2172-2173.
- [34] 郭斌.基于RS、GIS的城市土地利用变化与生态安全评价研究——以西安为例[D].西安:陕西师范大学,2007.
Guo B. Urban land use change and ecological security evaluation in Xi'an based on RS and GIS[D]. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2007.
- [35] 黄小芳. GIS在城市土地利用生态适宜性评价中的应用——以上海市浦东新区为例[J].科学技术与工程,2011,11(31):7841-7846.
Huang X F. The application of GIS in urban land use ecological suitability assessment: A case study of Pudong new area[J]. Science Technology and Engineering, 2011, 11(31): 7841-7846.
- [36] 白丽娜.基于GIS的城市土地利用综合效益评价研究[D].长春:吉林大学,2012.
Bai L N. Research on comprehensive benefit evaluation of urban land use based on GIS[D]. Changchun: Jilin University, 2012.
- [37] 田毅,吴克宁,郑新奇,等.基于GIS的北京市海淀区土地利用强度三维定量评价[J].山西农业大学学报(自然科学版),2009,29(6):488-493.

Tian Y, Wu K N, Zheng X Q, et al. GIS – based 3D – quantitative evaluation of urban land use intensity in Haidian district, Beijing [J]. Journal of Shanxi Agricultural University (Natural Science Edition), 2009, 29 (6) : 488 – 493.

[38] 刘 波, 吴学群. GIS 在土地利用规划设计中的应用 [J]. 中国锰业, 2016, 34 (6) : 169 – 171.

Liu B, Wu X Q. An application of GIS in land planning and design [J]. China's Manganese Industry, 2016, 34 (6) : 169 – 171.

[39] 程 鹏. 基于 RS 和 GIS 的泰安市土地利用变化和城市扩展研究 [D]. 临汾: 山西师范大学, 2010.

Cheng P. The study of land use change and urban expansion in Taian City based on RS and GIS [D]. Linfen: Shanxi Normal University, 2010.

[40] 陈 旭, 何 宽, 常 强. GIS 和 RS 支持下的城市土地利用空间演变研究——以武汉市为例 [J]. 安徽农业科学, 2011, 39 (2) : 973 – 975.

Chen X, He K, Chang Q. Research on the evolution of urban land utilization space under the GIS and RS support [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39 (2) : 973 – 975.

[41] 肖捷颖, 葛京凤, 沈彦俊, 等. 基于 GIS 的石家庄市城市土地利用扩展分析 [J]. 地理研究, 2003, 22 (6) : 789 – 798.

Xiao J Y, Ge J F, Shen Y J, et al. Analysis on urban land use sprawl by using GIS: The case of Shijiazhuang City, China [J]. Geographical Research, 2003, 22 (6) : 789 – 798.

[42] 李云亮, 谈俊忠. 基于 GIS 的连云港市城市土地利用扩展分析 [J]. 河南科学, 2008, 26 (2) : 249 – 252.

Li Y L, Tan J Z. The sprawled analysis of urban land use in Lianyungang based on GIS [J]. Henan Sciences, 2008, 26 (2) : 249 – 252.

[43] 常显显, 纪 聪, 杨凤海, 等. 基于 GIS 和计量地理模型的双城市土地利用结构分析 [J]. 中国科技信息, 2009 (22) : 16 – 17.

Chang X X, Ji C, Yang F H, et al. Analysis of land use structure in Shuangcheng based on GIS and econometric model [J]. China Science and Technology Information, 2009 (22) : 16 – 17.

[44] 姜鲁光, 聂晓红, 刘恩峰. 基于 GIS 的济南市城市土地利用空间结构分析 [J]. 经济地理, 2003, 23 (1) : 70 – 73.

Jiang L G, Nie X H, Liu E F. Analysis on the spatial structure of urban land use in Jinan City [J]. Economic Geography, 2003, 23 (1) : 70 – 73.

[45] 贺子康. 基于 GIS 的喀什市土地利用空间结构变化分析 [D]. 乌鲁木齐: 新疆大学, 2014.

He Z K. Analysis on the spatial structure of urban land use in Kashi City [D]. Urumqi: Xinjiang University, 2014.

[46] 温熙胜, 丁德蓉. RS 和 GIS 支持的城市土地资源优化配置模型 [J]. 水土保持科技情报, 2003 (3) : 29 – 30.

Wen X S, Ding D R. Optimal allocation model of urban land resources supported by RS and GIS [J]. Scientific and Technical Information of Soil and Water Conservation, 2003 (3) : 29 – 30.

[47] 陈士银, 钟来元. 基于 GIS 的城市土地利用与景观格局优化研究——以湛江市为例 [J]. 江西农业大学学报, 2004, 26 (3) : 445 – 450.

Chen S Y, Zhong L Y. A study on optimizing the urban land use and landscape pattern based on GIS: Taking Zhanjiang City as illustration [J]. Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis, 2004, 26 (3) : 445 – 450.

[48] 赵 涛. 基于 GIS 的城市土地优化配置研究——以济南市为例 [D]. 济南: 山东师范大学, 2001.

Zhao T. A study of urban land optimal allocation based on GIS: A case of Jinan City, Shandong Province [D]. Jinan: Shandong Normal University, 2001.

[49] 杜长磊. 基于计算机技术的 GIS 技术发展趋势探讨 [J]. 黑龙江教育 (理论与实践), 2016 (11) : 69 – 70.

Du C L. Discussion on the development trend of GIS technology based on computer technology [J]. Heilongjiang Education (Theory & Practice), 2016 (11) : 69 – 70.

[50] 张会玲. GIS 技术应用及未来发展趋势 [J]. 信息系统工程, 2012 (4) : 98 – 99.

Zhang H L. Application and future development trend of GIS Technology [J]. Information system engineering, 2012 (4) : 98 – 99.

An overview of urban land use research based on GIS

DU Jinlong¹, ZHU Jiwei¹, XIE Jiancang^{1,3}, MA Zenghui^{2,3}

(1. State Key Laboratory Base of Eco – Hydraulic Engineering in Arid Area, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China; 2. Shaanxi Land Construction Group, Shaanxi LCG Land Project Technology Institute, Xi'an 710075, China; 3. Shaanxi Land Construction Group, Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering the Ministry of Land and Resources of China, Xi'an 710075, China)

Abstract: Combined with research status of urban land use both in China and abroad, this paper expounds the status and problems of GIS in urban land use research and puts forward some corresponding improvement methods, with the purpose of providing scientific basis for the rational use of urban land. Methods employed include documentary data analysis and comparative analysis. The results indicate that the application of GIS in the study of urban land use is mainly the function of its powerful spatial analysis, model analysis and so on. The application of GIS in the study of urban land use is reviewed from five aspects, i. e., urban land use change, evaluation and planning, expansion and evolution, structure and optimization. The current research focuses and shortcomings are

analyzed at the same time , i. e. , the development trend of GIS technology and the scientific problems faced by urban land use research , the two complementing and promoting each other . At present , based on summarizing relevant theories of various disciplines and combining with the support of GIS technology , it is necessary to carry out research on the correlation between urban functions and urban land use and form a systematic urban land use theory system. Further study on the functional land use mechanism of different types of cities in small and medium - sized cities and underdeveloped areas , promote the integration of GIS technology and urban land use model library , and more effectively guide the application of GIS in urban land use research .

Keywords: GIS; land use; evaluation; expansion; optimization

(责任编辑: 李 瑜)

下期要目

丁 波	基于多源遥感的三亚宁远河口海岸线变迁分析
薛传平	GF-2 影像浑善达克沙地稀疏榆树识别技术
禹定峰	基于 HICO 模拟数据的杭州湾水体悬浮物浓度遥感反演
周 询	一种遥感影像自动识别耕地类型的机器学习算法
张 康	基于 CNN 模型的遥感图像复杂场景分类
薛朝辉	高光谱与 LiDAR 数据融合研究 - 以黑河中游张掖绿洲农业区精细作物分类为例
刁明光	矿山遥感监测解译记录表自动生成方法研究
薛 娟	基于 SENTINEL-1 多时相 InSAR 影像的云南松切梢小蠹危害程度监测
李天慧	基于 Fisher 准则和 TrAdaboost 的高光谱相似样本分类算法
李 尧	基于 RS 和 GIS 的山区重要生态服务功能区划定方法
随欣欣	基于 MapGIS 和 ArcGIS 的遥感解译成果图件数据库研究与实现
宋国磊	基于混合模糊的 SAR 图像水陆分割算法
李 微	基于面向对象法艾比湖卤虫信息提取
陈军林	基于独立成分分析和形态特征的干涸水系提取
张东辉	典型目标地面光谱信息系统的设计与实现
黄 巧	老挝沙湾水经济区土地利用适宜性评价
曹西凤	MODIS 遥感产品在三江源地区草产量估测中的应用
韩红珠	基于 MODIS 时序的陕西省植被物候时空变化特征分析
王 琳	遥感技术在交通气象灾害监测中的应用进展
刘昭华	开封市城市扩张动态监测及驱动因子分析
赵 展	基于多源数据的土地利用变化检测
赵玉灵	粤港澳大湾区自然资源遥感调查与建议
陈 理	《国土资源遥感》载文情况及高被引论文分析