

上海土地利用总体规划编制中多元数据集成应用研究

许伟

(上海市地质调查研究院, 上海 200072)

摘要: 本文在分析当前土地利用总体规划数据来源和特征的基础上, 开展了多元时空数据在关键问题诊断、发展趋势模拟、辅助方案决策等土地利用总体规划编制中的集成应用方法研究, 为特大型城市土地利用总体规划提供参考和借鉴。

关键词: 土地利用; 总体规划; 多元数据; 集成

中图分类号: F301.23

文献标志码: A

文章编号: 2095-1329(2018)03-0095-05

土地利用总体规划是指导城乡建设和土地利用的纲领性文件, 起着合理配置土地资源和组织土地利用的作用。我国土地利用总体规划经历了关注农用地合理利用、以加强耕地保护为关键、以完善土地用途管制为核心的3个发展阶段, 未来发展重点由推动“土地用途管制”向“国土空间用途管制”、关注土地利用规划评价体系和方法的系统化转变^[1]。在信息化迅速发展时代, 基于多元时空数据具有类型丰富、更新频率高^[2]等特点, 逐步成为区域资源环境、城市空间与土地利用等问题研究的重要手段。

目前, 已有的相关研究主要集中在基于经济统计数据、土地利用年度变更、遥感、测绘数据等的定量评价和规划的实施评估研究, 张润森等通过对土地利用/覆被变化对大气环境系统的作用机制分析, 研究土地利用/覆被变化对生态环境产生的影响^[3]。张杨等运用区域生态环境指数和土地利用变化类型生态贡献率, 对1996-2006年武汉市土地利用变化的生态环境效应以及导致武汉市生态环境质量变化的土地利用变化类型进行了分析与评价^[4]。杜勇等从人口、经济、社会和生态环境四个方面进行土地资源综合承载力评价, 研究了湖北省17个市(州)近10年来土地资源承载力的发展趋势^[5]。田志强等从市级规划监测评估内容和指标体系出发, 开展基于综合“一致性评估”和“绩效性评估”的市级规划监测评估^[6]。但定量关系与量化手段在规划实施评估、发展趋势模拟和辅助规划方案等土

地利用规划编制全过程中体现不足, 土地利用与经济、社会、生态等的耦合关系有待加强。从多元时空数据的集成应用必将给土地利用总体规划的编制带来新的思路和新方法, 如何应用多元时空数据更有效、更有针对性编制土地利用规划仍有待进一步研究。

1 当前土地利用总体规划数据来源及特征

1.1 土地利用规划数据来源

土地利用总体规划是对未来土地利用时序和空间布局的安排, 包含大量的空间决策。土地利用总体规划数据来源多样, 其中, 影像数据来源于航片、卫星、雷达数据等; 土地利用现状数据来源于土地利用年度变更、土地审批等数据; 社会经济数据来源于政府年度工作报告、统计年鉴、实地调查、人口普查数据等; 行业发展数据来源于行业年度公报、跟踪监测数据等。

1.2 土地利用规划数据特征

当前, 时空数据在土地利用总体规划中的应用仍停留在规划方案的制定上, 应用范畴和深度有待提高, 归纳起来具有以下特点:

(1) 当前土地利用总体规划应用的数据主要是静态数据, 其在规划中的应用主要在数据统计分析、规划方案制定阶段, 不同时段的人群活动特征对土地利用影响反映不足。

(2) 大多数研究和规划实践都是对土地利用及变化的现象进行描述, 对于现象发生背后更深层次的原因缺乏剖析和深入挖掘, 而这一点对于解决当前土地利用总体存在的问题至关重要。

(3) 目前, 土地利用总体规划在数据的获取、处理、存储、分析等方面不完善, 受数据广度和深度影响, 土地利用总体规划编制常用的分析方法仍是相关性分析、趋势分析等传统方法, 对规划中需要解决的新问题缺乏有针对性的技术研究方法。



项目

收稿日期: 2018-06-08

修订日期: 2018-08-18

作者简介: 许伟(1982-), 女, 硕士, 主要从事土地利用与规划研究。

电子邮箱: nancy3590@163.com

联系电话: 021-56618387

基金项目: 上海市规划和国土资源管理局科研

2 多元数据在规划编制中的集成应用

2.1 关键问题诊断

土地利用总体规划实施是一个综合过程，一切社会经济活动都会影响到土地利用规划实施的效果，利用多元时空数据的定量、定性分析，度量与检验土地利用规划的实施状况，包括规划指标完成情况、土地利用提升程度、土地利用对区域经济的带动作用、规划实施产生的综合效益等方面，直观的反映土地利用现象，诊断土地利用的关键问题。

(1) 土地利用与经济社会发展的协调性评价

经济社会发展是土地、资本、劳动、技术等要素综合作用的结果，土地利用与经济发展之间有着密切的关系：①土地资源的合理利用能够促使资金、技术、劳动力相对集中^[7]，并以集聚优势提升土地资源价值，提升经济发展的保障能力；②通过土地利用结构和布局的调整促进产业转型升级，以土地利用方式的转变倒逼城市经济转型发展，进而实现经济发展水平不断提高；③经济发展、人口变化、科技水平提高、法律法规和管理政策调整等，同样会带来土地利用结构、方式发生变化，进而影响到土地资源的配置效率和利用效益。本文采用 2006-2016 年的 17 个区人口规模、GDP、建设用地规模数据（图 1），通过分析建设用地与人口、GDP 变化的匹配度，应用功效函数法对建设规模与经济发展水平和人口规模进行定量评价，来判断各区建设用地与经济社会发展的协调性，为各区确定区域发展定位、制定土地利用宏观调控目标、分解下达建设用地规模指标提供基础依据。

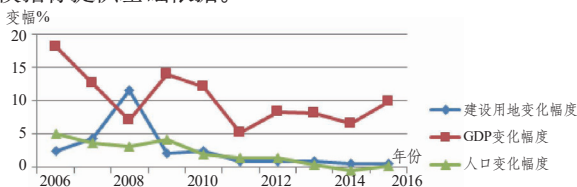


图1 2006-2016年上海市建设用地、GDP、人口规模分析
Fig.1 Analysis of construction land, GDP and population size during 2006-2016 in Shanghai

(2) 土地生态环境建设

土地利用活动对生态系统平衡和生态服务价值会造成影响，从而对人的生活、生产环境产生影响，协调土地利用与生态建设之间的关系是土地利用总体规划重要内容之一。上海国土开发强度达到 46%，城乡建设、现代农业发展等各项生活、生产、生态活动均作用于土地，对生态用地规模、生态空间的连通性和生态基础设施建设等均有影响。土地利用总体规划强化坚持保护和改善生态环境的导向，把生态环境保护作为保障城市长远发展的主要空间底线，规划确定了“多层次、成网络、功能复合”的基本生态网络体系，及“环、廊、区、源”的城市生态空间体系，在规划实施过程中人居环境、生态品质有了较大改善。但

也存在：①生态环境水平与全球城市定位差距显著，生态功能和质量水平总体不高；②生态资源规模总量明显不足，保护面临较大压力；③生态空间结构布局均衡性、系统性问题突出高。

城市生态建设稳步推进，2006-2016 年，城市人均绿地面积呈缓慢上升趋势，城市公园数量稳步提升、中心城区公共绿地空间逐步扩大（图 2），通过加强绿地和公园保护，从 2006 年 144 座公园增加到 217 座，城市绿化覆盖率也从 2006 年的 37.3% 增加到 2013 年 38.4%，对增加城市开敞空间、改善城市小气候和空气质量具有积极的意义。2012 年陆续启动郊野公园的规划和建设，廊下、青西、长兴岛、浦江和嘉北等郊野公园开园，基本形成“口袋公园—社区公园—地区公园”三级公园绿地组成的城市公园体系。

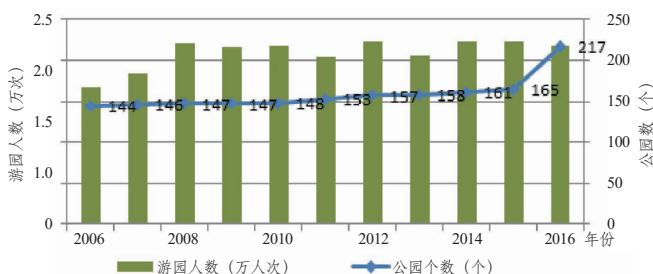


图2 2006-2016年上海市城市公园个数与游园人数统计
Fig.2 Shanghai's per capita green space scale and number of urban parks during 2006-2016

(3) 基于核密度估算的耕地破碎化分析

耕地资源是特大型城市发展的基础性资源，在保障城市粮食安全和生态安全方面具有重要的作用。耕地资源的空间分布受自然与人为因素干扰，随着城镇化和工业化的快速推进，存在着河流、沟渠、道路分割所致的自然破碎和城镇建设占用耕地等现象，耕地被分割成大小不一的地块，影响农业机械化利用，进而影响现代农业发展。科学有效的判定耕地空间分布格局及其变化特征，对促进耕地保护及空间优化布局至关重要。

采用核密度计算方法研究耕地空间分布问题，根据耕地在各密度区的不同特点，研究耕地空间分布和变化。从 2009 年、2014 年和 2016 年土地利用现状数据中提取耕地地块，依据耕地地块的空间分布要素数据集来计算耕地地块的集聚特征（图 3），核密度估算值越大，耕地空间分布密度越高、规模越大、分布相对越集中。采用 Rosenblatt-Parzen 核估计模型^[8]，具体计算方法为：

$$f_n = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{x-x_i}{h}\right)$$

式中： f_n 为耕地地块分布的核密度值； n 为耕地地块的数量； k 为核密度函数； $x-x_i$ 为测算耕地地块 x 到样本耕地地块 x_i 的距离； h 为核密度测算带块的平滑参数。

从测算值空间分布情况来看，① 2009 年、2014 年、2016 年耕地空间分布核密度测算最大值分别为 77-120 块/

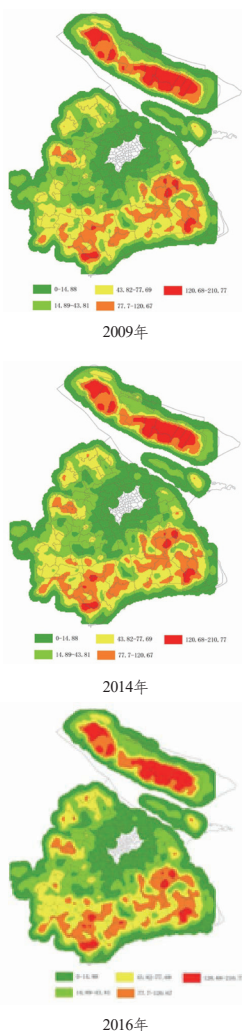


图3 2009年、2014年、2016年上海市耕地空间分布核密度
Fig.3 Spatial distribution density of cultivated land in 2009, 2014 and 2016

km²、15-43 块 /km²，说明崇明地区、松江南部、青浦北部地区耕地地块空间分布数量明显增加，且表现出递增的趋势；② 3 个年份耕地核密度测算值大值区域均主要集中在崇明岛、杭州湾北岸；中值区域主要集中在宝山、嘉定北部地区、黄浦江上游南岸地区和横沙岛；小值区主要分布在中心城周边地区。整体呈现南北部区域密集、中部稀疏的空间分布特征；③ 2009-2016 年中值区边缘地区向低值区转化的趋势明显，郊环线周边低值区呈环状扩大趋势，与城镇化发展和交通基础设施建设造成的耕地分割相关；高值区基本不变，得益于土地整治、高标准农田建设等耕地建设活动和后续管护因素。

2.2 发展趋势分析

(1) 城市土地利用空间格局模拟

城市形态和城市土地利用格局的变化受多种因素影响，土地利用空间格局模拟通常考虑高程、坡度、城镇优势度和交通便利性等影响因素，随着现代城市土地利用的复杂性和市民活动特征的变化，大型超市、学校、医院和图书馆等公共服务设施对城市空间扩张的影响度也不容忽

视，通过多元空间数据可以提取这些设施的位置信息，将之作为影响因素融入到土地利用空间格局模拟过程中，可以提高模拟精度。

选取人口密度、经济密度、交通便利性、城镇行政中心、大型公共服务设施等建设用地变化的影响因子(图4)，生态保护红线等禁止建设区和河湖水面、基本农田等限制建设区作为空间约束条件，根据不同土地利用类型的历史演变规律以及未来规划的实际情况，对不同土地利用类型的稳定程度进行设置，制定不同土地类型的转换规则和转换参数。采用 Dyna-CLUE 模型中 Logistic 逐步回归的方法对土地利用空间布局与各驱动因子之间的关系进行定量评价和分析，模拟未来土地利用格局变化趋势(图5)，为规划建设用地布局优化奠定基础。

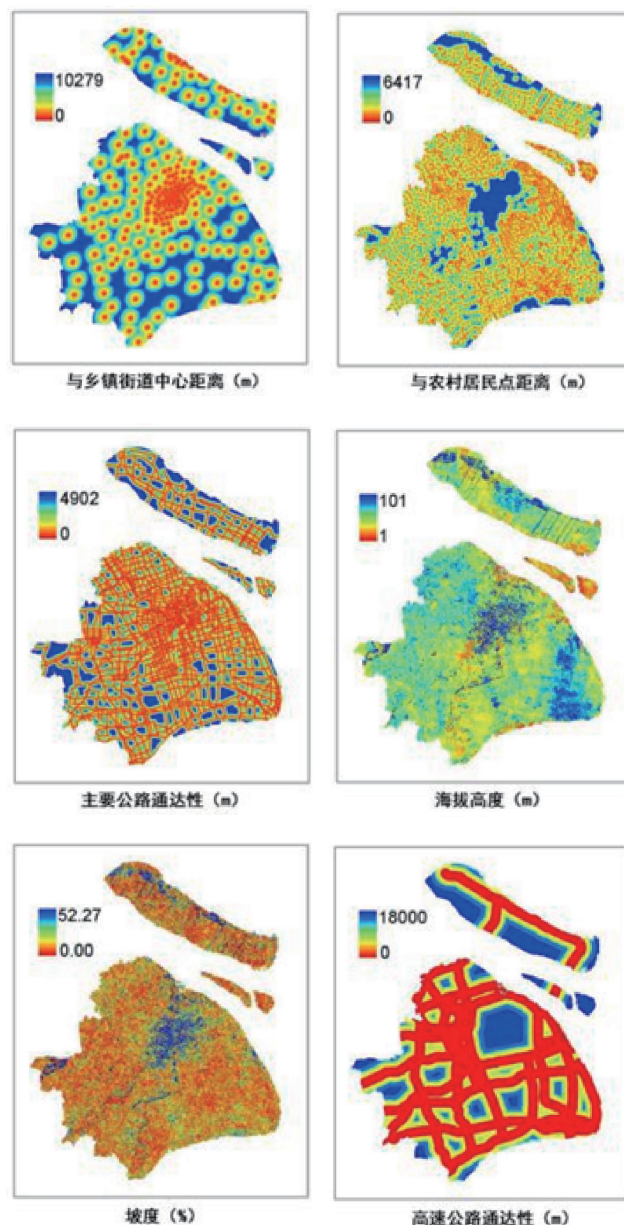


图4 土地利用格局变化影响因子分析图
Fig.4 Analysis of impact factors of land use pattern change

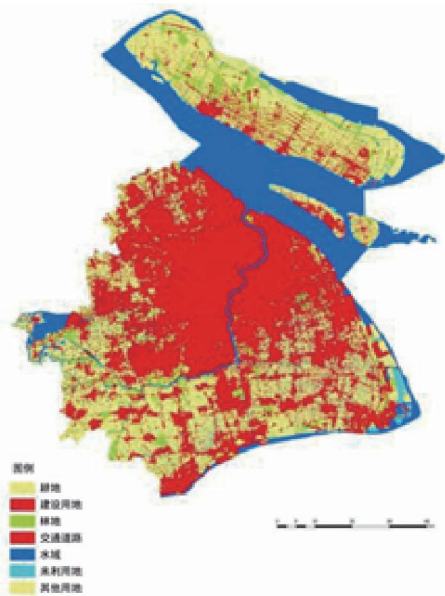


图5 土地利用空间格局模拟
Fig.5 Simulation of land use spatial pattern

(2) 开发潜力重点地区规划

受地区资源禀赋、区位条件、发展阶段等因素的影响，不同地区土地开发潜力、开发程度也不尽相同。根据不同地区人口分布密度不同，利用建设用地可承载人口密度定量计算土地开发潜力^[9]，运用土地开发潜力指数 = 现状人口密度 / 规划人口密度，现状人口密度大于规划人口密度，说明目前该区域人口超载，土地开发强度高，存在公共服务设施紧缺、生态环境恶化等风险，从均衡角度出发，应通过人口做减法来优化人口布局，促进人口与建设用地相均衡；现状人口密度小于规划人口密度，则规划人口密度与现状人口密度差值愈大，居住、就业空间潜力越大，则土地开发潜力越大。本研究结合上海城市空间布局的特点，“现状人口密度”根据手机信令数据计算得出，规划人口密度根据“上海 2035”城市总体规划中“合理优化人口结构和布局”的相关规定，主城区人口密度、新城人口密度、新市镇人口密度、各行政区人口密度控制值，进行不同区域土地开发潜力指数测算，为重点开发潜力区域规划提供依据。

2.3 辅助规划方案

(1) 乡村地区建低效建设用地减量化区域识别

乡村地区建设用地减量是优化土地利用格局、改善生态环境、积极盘活土地资源的重要手段。随着城市化的不断推进和产业结构调整，农村人口加速向城镇转移，产出效率较低的工业企业处于停产、功能调整状态，并催生大量空心村、闲置工业用地等低效建设用地，是未来盘活存量土地资源、挖掘土地资源潜力的主要对象。传统的土地利用信息调查方法难以有效的识别低效建设用地的分布，农村居民点用地和工业用地等现状建设用地的利用效率、空间活动强度特征是确定低效建设用地减量的重要因素，

通过对工业仓储用地和农村居民点用地的空间活动强度特征进行分析。具体方法：一是通过不同类型用地的空间活动强度特征分析，挖掘出不同类型用地的开发潜力。将上海市域范围划分为 100m×100m 的网格单元，以人口调查数据为基础，计算网格单元内白天和夜间人群出行活动频次，根据差异程度，活动频率较低的区域实际利用率较低、人群活动特色较弱，这类区域划为乡村地区建设用地减量化重点区域。二是通过工业用地地均产值和农村居民点集聚度分析，选取经济产出和环境指数较低、农民居民点土地利用效率较低的区域，划为乡村地区建设用地减量化的重点区域，挖掘不同类型用地的开发潜力。

(2) 基于立地条件的基本农田优化布局

基本农田是土地利用规划中重要的内容之一，是特大型城市重要的空间底线。基本农田布局是自然因素、经济社会因素、生态因素和规划因素综合作用的结果，开展以社会、生态、经济多目标立地条件的基本农田划定，采用 LESA 系统，由土地评价 (LE) 和立地分析 (SA) 两部分组成，土地评价着重评价农用地的自然条件，评价体系由土壤条件、水系条件等内容组成，立地分析着重评价农用地的社会经济条件，用于除土壤以外的农业用地适宜性条件的判断。运用空间聚类方法，通过对自然、社会经济、生态、环境、规划等实时动态数据的采集和分析 (图 6)，可以对基本农田立地条件进行分析。通过设定在不同空间尺度下集中程度、质量等级、生态隔离和区位条件等基本农田优化规则条件下，划定永久基本农田布局方案。

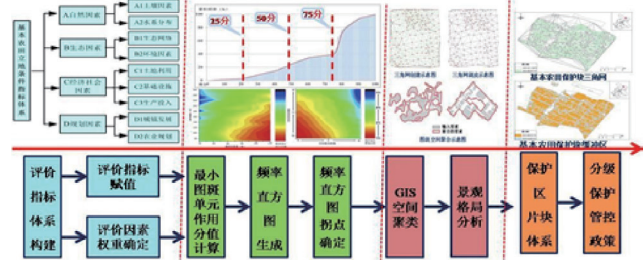


图6 基本农田立地条件评价思路
Fig.6 Evaluation of basic farmland conditions

(3) 辅助规划方案

针对建设杂乱、局部地区过渡开发、利用效率不高的滨江沿海岸带利用现状，以 3E (生态空间、生产空间和生活空间) 结构优化和布局协调为核心规划理念，运用多因素多因子的分析方法，以岸线和与其邻接 5-10km 岸带区域为对象，分别选取相应的指标体系，包括冲淤、潮差、水深、底层沉积物地球化学质量、坡度等自然条件，高速公路通达性、港口码头可达性、城镇邻近度、旅游景点邻近度等区位条件，及重要生态区、水源地等生态条件和规划条件，在此基础上综合评价判断岸线的适宜功能 (生态、生活、生产) (图 7)，统筹实现区域空间资源的最优利用和岸线的融合发展^[10]。



图7 上海岸线资源功能适宜性评价

Fig.7 The result of suitability evaluation on coastline resource of shanghai

3 结论

本文在总结土地利用总体规划中数据特征的基础上,从规划编制全过程出发,开展多元时空数据在关键问题诊断、发展趋势模拟、辅助规划决策等环节中的集成应用研究,为超大型城市土地利用总体规划编制提供技术支撑。受时间和数据限制,“人、地、时”关系融合、人群活动特征对土地利用影响在本文中研究有待深入,也是下一步研究的重点。

参考文献 (References)

- [1] 林坚,周琳,张笑叶,等. 土地利用规划学30年发展综述[J]. 中国土地科学,2017,31(9):25-29.
Lin J, Zhou L, Zhang X Y, et al. Review on the development of land use planning science in recent three decades[J]. *China Land Sciences*, 2017,31(9):25-29.
- [2] 叶宇,魏宗财,王海军. 大数据时代的城市规划响应[J]. 规划师, 2014(8):5-8.
- [3] 张润森,濮励杰,刘振. 土地利用/覆被变化的大气环境效应研究进展[J]. 地域研究与开发,2013,32(4):124-127.
Zhang R S, Pu L J, L Z. Advances in research on atmospheric environment effects of land use and land cover change[J]. *Areal Research and Development*, 2013,32(4):124-127.
- [4] 张杨,刘艳芳,顾渐萍,等. 武汉市土地利用覆被变化与生态环境效应研究[J]. 地理科学. 2011,31(10):1281-1284.
Zhang Y, Liu Y F, Gu J P, et al. Land use/land cover change and its environmental effects in Wuhan city[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2011,31(10):1281-1284.
- [5] 杜勇,皮庆. 湖北省各市(州)土地资源承载力区域差异性研究[J]. 中国国土资源经济,2015(3):61-64.
Du Y, PI Q. Research on regional differences relating land resource carrying capacity of all the cities and counties of hubei province[J]. *Natural Resource Economics of China*, 2015(3):61-64.
- [6] 田志强,陈逸,黄贤金. 市级土地利用总体规划实施监测评估研究[J]. 广东土地科学,2014,13(5):18-21.
Tian Z Q, Cheng Y, Huang X J. Research on the method of monitoring and evaluating the implementation of municipal general land use planning[J]. *Guangdong Land Science*, 2014,13(5):18-21.
- [7] 郑华伟,张锐. 土地集约利用与经济发展关系的动态计量分析——以江苏省为例[J]. 长江流域资源与环境,2012,21(4):413-418.
Zhang H W, Zhang R. Between land intensive utilization and economic development in Jiangsu province[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2012,21(4):413-418.
- [8] 任平,吴涛,周介铭. 基于GIS和空间自相关模型的耕地空间分布格局及变化特征分析——以成都市龙泉驿区为例[J]. 中国生态农业学报,2016,24(3):326-329.
Ren P, Wu T, Zhou J M. Analysis of spatial distribution pattern and evolutionary characteristics of cultivated lands based on spatial autocorrelation model and GIS platform-A case study of Longquanyi District, Chengdu, Chian[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2016,24(3):326-329.
- [9] 刘曦,王军,何曼丽. 基于大数据的上海市存量土地开发潜力评价[J]. 上海国土资源.2017,38(1):14-18.
Liu X, Wang J, He M L. Evaluating the potential of stock land development in Shanghai based on big data[J]. *Shanghai Land & Resources*, 2017,38(1):14-18.
- [10] 许伟. 多功能视角下的上海市岸线资源适宜性评价研究[J]. 上海国土资源,2016,37(1):14-18,23.
Xu W. Suitability evaluation of the coastline resources in Shanghai from a multifunction perspective[J]. *Shanghai Land & Resources*, 2016,37(1):14-18,23.

The application of multivariate data integration in the compilation of land-use master plans in Shanghai

XU Wei

(Shanghai Institute of Geological Survey, Shanghai 200072, China)

Abstract: Based on an analysis of the current data and characteristics of land-use master plans, this paper analyzes the integrated application of multivariate spatial-temporal data in land-use master plan compilation, including the diagnosis of key problems, simulation of development trends, and decision-making of auxiliary programs, to offer information and reference for land-use master plans in megalopolises.

Key words: land use; master plan; multivariate data; integrate