

# 国土空间规划大数据应用方法框架探讨

秦萧<sup>1,2</sup>, 甄峰<sup>1</sup>, 李亚奇<sup>3</sup>, 陈浩<sup>4</sup>

(1. 南京大学建筑与城市规划学院, 南京 210093; 2. 地理空间大数据挖掘与应用湖南省重点实验室, 长沙 410006; 3. 南京新时代国土空间规划研究院有限公司, 南京 210000; 4. 镇江市发展和改革委员会, 镇江 212050)

**摘要:** 新时代国土空间规划的核心目标为“满足人民对美好生活的需求”和“自然资源保护”并重。作为国家部门调整后的新规划类型, 国土空间规划编制的方法研究整体缺乏, 学者主要聚焦于自然资源本身的禀赋情况, 利用传统统计、空间及调查数据和统计分析、空间分析及归纳演绎等方法对国家及省域层面的国土空间承载力与适宜性进行静态评价, 对生态红线、基本农田保护线、城镇开发边界进行刚性划定。然而, 现有研究较少考虑人类活动对国土空间利用的动态影响, 缺乏对新发展趋势之下的生态空间、农业空间及城镇空间的科学安排。本文引入能够直接反映人类活动时空变化的大数据, 重点从国土空间适宜性评价、生态空间规划、农业空间规划及城镇空间规划四个环节探讨了大数据应用的方向与具体方法框架, 强调“自然空间”+“社会经济活动”相互作用下的国土空间规划编制的科学化路径。

**关键词:** 国土空间规划; 大数据; 方法框架

2019年1月23日, 中共中央在《关于建立国土空间规划体系并监督实施的若干意见》(下称《意见》)中指出, 将土地利用规划、城乡规划、主体功能区规划等空间规划融合为统一的国土空间规划。通过对现有研究的梳理, 目前对于国土空间规划方法的研究还处于起步阶段, 主要集中在对国土空间承载力评价和国土空间适宜性评价方法的探讨<sup>[1-2]</sup>, 对生态红线<sup>[3-4]</sup>、基本农田保护线<sup>[5-6]</sup>及城镇开发边界<sup>[7-8]</sup>三类边界线的划定, 且在国家、省级及区域层面重点对空间规划编制的思路进行探讨<sup>[9]</sup>, 在市县层面侧重规划编制的实证研究<sup>[10-12]</sup>, 但总体研究不足、尚未形成完整的国土空间规划编制方法体系。同时, 现有研究更多利用统计、空间及调查等传统数据和归纳演绎、统计分析、空间分析等方法<sup>[1-3, 6-7]</sup>。

大数据出现之后, 城市研究与规划实践迎来了“大数据应用”热潮, 学者或规划师们聚焦于单个城市空间, 对城市战略定位<sup>[13-14]</sup>、城市空间边界界定<sup>[15]</sup>、城市规模预测<sup>[16]</sup>、城市空间结构分析<sup>[17-18]</sup>、城市功能区划<sup>[19-20]</sup>、城市土地利用<sup>[21]</sup>等方面的城市规划编制大数据应用方法进行了大量探讨, 但是随着自然资源部的成立和空间规划体系的改革, 目前较少学者对大数据在国土空间规划编制体系中的支撑方法路径进行研究。有学者借助互联网人口迁徙和人口热力大数据, 分别在宏观和微观两个尺度进行区域人口流动格局分析和城市存量建设用地潜力评估。研究发现, 国土空间规划编制理念应从经验判断走向数据支持, 其中人口活动大数据在宏观和微观场景中的实践应用有助于空间规划编制实

收稿日期: 2019-05-05; 修订日期: 2019-08-02

基金项目: 国家自然科学基金项目(51708276, 41571146); 中国博士后科学研究基金项目(2017M611781); 地理空间大数据挖掘与应用湖南省重点实验室开放研究基金项目(201803)

作者简介: 秦萧(1987-), 男, 江苏盐城人, 博士, 副研究员, 研究方向为大数据与城乡规划方法。

E-mail: x.qin@nju.edu.cn

现提升弹性、增强效率的目标<sup>[22]</sup>。但是,该研究并未探讨人口活动大数据在国土空间规划其他方面的作用及多源大数据的应用方法。因此,本文重点探讨新时代国土空间规划大数据应用重点领域,并试图搭建具体规划编制环节中的大数据应用方法框架,以期为国土空间规划编制提供更为科学与全面的新方法或技术支撑。

## 1 国土空间规划大数据应用重点领域

### 1.1 新时代国土空间规划理念

党的十九大报告提出了“中国特色社会主义进入了新时代,社会主要矛盾已经转变为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分发展之间的矛盾”。同时,报告还提出了“人与自然和谐共生”“绿水青山就是金山银山”等绿色发展新理念,强调“统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责”“像对待生命一样对待生态环境,统筹山水林田湖草系统治理”。传统主体功能区规划、城乡规划、土地利用规划、环境保护规划等的编制主要是考虑从国家空间开发或保护的视角进行的,规划以城市政府及相关部门为主体,利用统计、空间、调查等静态数据与分析方法,关注国土物质空间层面的结构、功能及土地的具体利用,并划定一些刚性的诸如禁止开发区、生态保护红线、基本农田保护线等进行国土空间的管治,即实行“自上而下规划”“静态分析支撑”“注重物质空间规划”“刚性管控为主”的规划理念或导向。按照党和国家的战略要求,新时代国土空间规划一方面需要综合考虑居民需求、满足人民对美好生活的向往,另一方面还需要注重自然资源的保护、走生态绿色发展道路,同时还需坚持国土空间多规合一、实现“一张蓝图干到底”。具体来讲,新时期国土空间规划理念应该遵循“自上而下与自下而上相结合”,“静态分析与动态模拟相结合”,“物质空间规划与社会经济规划相结合”,“刚性控制与弹性布局相结合”<sup>[23]</sup>。

(1) 自上而下与自下而上相结合。从规划主体来看,新时代的国土空间规划不仅需要政府及相关部门的发展战略与目标,更需要综合考虑居民及企业的需求。一方面从国家、区域及城市层面综合评估自然资源空间开发现状与潜力,另一方面深入挖掘国土空间之上居民与企业个体的日常活动及规律,进而更为科学、合理、公平地分配国土空间资源。

(2) 静态分析与动态模拟相结合。从数据与方法层面来看,新时代国土空间规划需要采集统计、空间及调查等传统数据和居民、企业活动大数据,一方面静态评估国土空间资源承载和适宜性能力、各类国土空间格局及土地利用情况,另一方面动态仿真模拟各类国土空间格局、土地利用方式与强度的时空变化,进而科学预测未来国土空间开发与保护规模、合理优化空间结构与用地布局。

(3) 物质空间规划与社会经济规划相结合。从空间层面来看,新时代的国土空间规划不仅仅是对国土物质空间资源的重新优化与分配,还需要关注空间之上所承载的社会经济活动的分析与模拟。后者既包括对居民及企业日常活动所记录的个体与群体的空间轨迹分析,又包括对群体活动之上所反映带来的深层次社会空间结构与分异、经济空间结构与要素流动等宏观规律的挖掘。

(4) 刚性控制与弹性布局相结合。从事权层面来看,新时代国土空间规划需要通过资源承载力及适宜性评价等划定诸如生态红线、基本农田保护线及城镇开发边界等刚性

空间管治线来实现国土空间资源严格保护的目标,但还需要在一般生态空间、一般农业空间等弹性安排内部用地布局以适应乡村振兴、休闲时代等国家发展战略或未来居民新的生活方式;在城镇空间内部混合安排功能性用地,以适应诸如联合办公空间、众创空间、交通枢纽空间等新空间的产生。

简言之,新时代国土空间规划就是要以政府、居民及企业的共同需求为导向,利用多源与多时段数据对国土空间发展现状与趋势进行动态分析与模拟,科学优化配置国土物质与社会经济空间各类资源,并注重刚性管控与弹性引导相结合的用地管理措施或布局策略制定。

## 1.2 国土空间规划编制要求

根据国家发布的《意见》,国土空间规划包括总体规划、详细规划和相关专项规划,且在资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价的基础上,科学有序统筹布局生态、农业、城镇等功能空间,划定生态保护红线、永久基本农田控制线、城镇开发边界等空间管控边界以及各类海域保护线。2019年6月,自然资源部发布了《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价技术指南(试行)》(以下简称《双评价指南》),强调“双评价”的目标是识别生态系统服务功能极重要和生态极敏感空间,明确农业生产、城镇建设的最大合理规模和适宜空间,划定生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界,优化国土空间开发保护格局。因此,国土空间规划的首要任务是需要对国土空间上的各类资源进行承载力和开发适宜性评价,并将国土空间划分为生态空间、农业空间、城镇空间,分别界定三类空间中的生态保护红线、永久基本农田控制线及城镇开发边界,进而支撑后续的总体、详细及专项规划。

为进一步明确三类空间包含的具体对象、范围及规划内容,2019年6月12日,自然资源部还发布了《市县国土空间总体规划编制指南》和《市县国土空间规划分区与用途分类指南》,将国土空间分为生态保护与保留区(包括核心生态保护区、生态保护修复区、自然保留区)、农业农村发展区(包括农林牧渔等农业发展区、农民集中生活及生产配套区)、永久基本农田集中保护区、城镇发展区(包括城镇集中建设区、城镇有条件建设区及与城镇关联密切的生态涵养、休闲游憩、防护隔离、历史文化保护等特别用途区)、古迹遗址保护区、矿产与能源发展区及海洋特殊保护与渔业资源养护区、海洋利用与保护区。同时,指南还规定了市县层面的国土空间规划编制内容主要包括战略目标与协同发展、国土空间格局优化、城镇功能结构优化、乡村振兴发展、国土空间管制、国土空间生态修复及相关专项规划(包括交通、文化与风貌、安全与基础设施等)。其中,国土空间格局优化侧重对国土空间的分区与三类控制线划定、生态空间网络与格局建设、城镇与村庄体系及规模的优化、陆海一体化;城镇功能结构优化强调产业空间、公共空间、居住空间及公服设施等用地的协调布局;乡村振兴注重乡村产业发展、耕地保护、农业生产与景观格局构建、村庄拆并与整治、乡村文化资源挖掘等。

实际上,从国家和自然资源部颁布的一系列文件梳理并结合相关学者研究<sup>[24-26]</sup>可知,国土空间规划的重点内容及大致流程是:首先,需要对国土空间上的各类自然资源的承载力和适宜性进行评价。其次,在“双评价”基础上,参考上述各类指南要求,可以将国土空间划分为:生态空间,包含核心生态保护区、生态保护修复区、自然保留区;农业空间,包含永久基本农田集中保护区、农林牧渔等农业发展区、农民集中生活及生产配套区;城镇空间,包含城镇集中建设区、城镇有条件建设区及与城镇关联密切的生态

涵养、休闲游憩、防护隔离、历史文化保护等特别用途区。再者，准确界定生态保护红线、永久基本农田保护线、城镇开发边界三条空间用途管控线。最后，对生态空间、农业空间及城镇空间分别进行具体规划，并注重三类空间的网络体系、空间结构与规模、功能用地协调等方面的方案编制，且统筹考虑三条空间用途管控线的影响。需要说明的是，虽然上述相关指南也规定了海域空间、古迹遗址保护区、矿产与能源发展区的规划编制与具体分区要求，但是这些内容仅适用于特定区域，并不具有国土空间规划普遍约束性，也不能简单归纳入生态、农业及城镇三大空间范围内。

### 1.3 大数据重点应用领域

从国土空间规划编制层级来看，可以分为国家、省、市、区县、乡镇五个层级，但是这五个层级规划各有侧重，且规划编制内容也具有承接性。国家及省级空间规划更多为双评价基础上的三类空间划分及三类控制线的界定，市县与乡镇空间规划主要是三类空间及管控线基础上的落实，更加侧重三类空间内部的规划与设计（包含各类专项规划）。在此过程中（图1），国土资源承载力评价主要是测度各类自然资源为支撑自身功能运转和人类开发活动所能够达到的最大效用能力，侧重对自然资源自身属性的评估，通过采集土地、水资源、环境、生态、灾害等方面的基础数据和生物多样性维护、水土流失、土壤质地、光热条件、地形起伏度、地质灾害等反映自然资源承载能力的指标进行综合分析，较少涉及人类活动。然而，国土空间开发适宜性评价方面，传统方法主要通过各类国土空间斑块集中度、廊道重要性、区位条件等空间资源本身所适宜利用功能的潜力进行评估，但是对空间资源之上现已经发生的各类人类活动缺乏考虑，往往会导致诸如城市现状居民活动较多的公园绿地被划入了禁止开发的生态红线以内、城郊人气极其缺乏的新城或产业园区被划在了城镇开发边界以内。实际上，需要在进行国土空间规划适宜性评价时，一方面科学测度空间资源自身利用适宜性的同时，另一方面充分考虑现状社会经济活动对空间资源未来利用潜力的重要影响，通过采集人类活动位置、轨迹、情感意愿等大数据，建立包含活动强度、活动联系、活动偏好等社会经济活动适宜性指标体系，进而综合测度国土空间适宜性。

具体到生态、农业及城镇三大类国土空间的管控和规划，在国土空间开发适宜性评价

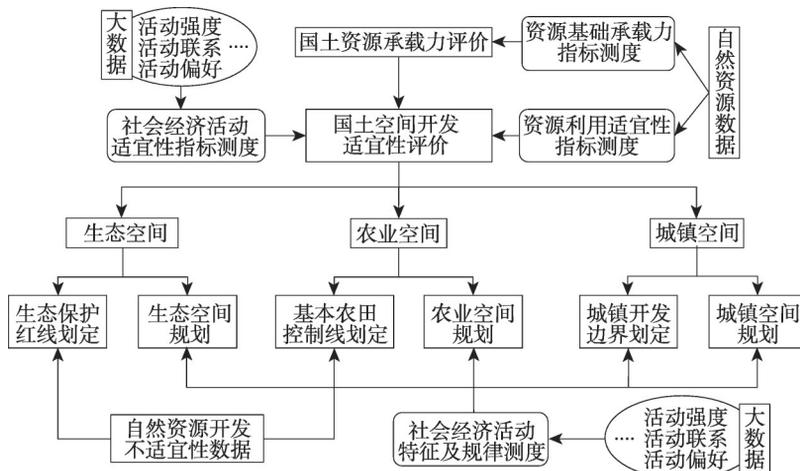


图1 国土空间规划大数据应用框架

Fig. 1 The application framework of big data in territorial spatial planning

基础上,需要利用自然资源开发不适宜性分析结果,划定生态红线和基本农田保护线。同时,城镇开发边界的划定与人类社会经济活动密切相关,空间边界的扩张受人口规模增长、居民活动范围扩大、企业生产集群布局、基础或公服设施建设等多种因子的时空影响,需要统筹考虑城镇空间形态与人类时空活动之间的关系。关于生态、农业及城镇空间的具体规划,需要改变传统仅关注物质空间本身形态的经验式规划布局,重视人类时空活动对空间的影响分析,利用大数据从活动强度、活动联系及活动偏好等方面对社会经济活动特征及规律进行测度<sup>[23]</sup>,进而更科学地指导三类空间的具体空间结构优化、功能分区及用地布局。此外,国土空间规划编制要求还包括国土空间管制、国土空间生态修复及各类专项规划等内容。但是,空间管制与生态修复强调对空间用途的强制性管理、工程性修复措施引导,倾向于管理制度与措施制定,较少涉及规划编制新技术的创新。

## 2 国土空间适宜性评价大数据应用方法框架

根据《双评价指南》,按照空间类型划分,国土空间开发适宜性评价主要包含了生态、农业及城镇三类空间的适宜性评价。对于生态空间适宜性评价,一方面通过采集斑块矢量数据,利用生态景观指数等方法对生态斑块的集中度进行测算,另一方面利用生态安全评价等级数据,结合距离成本阻力分析等方法分析生态廊道的重要性,进而叠合评估生态空间的适宜性。对于农业空间适宜性评价,更多侧重对其地块连片度的分析,主要利用农业斑块矢量数据和生态景观指数等方法进行测算。对于城镇空间适宜性评价,主要包括城镇斑块集中度和城镇综合优势度的测量。前者可以通过采集城镇斑块矢量数据,利用城市形态指数等方法进行分析。区别于现有研究重点关注区位条件与交通路网密度两方面的物质空间优势,后者则应该是多维度的综合优势,既包含城镇物质空间优势,还应包含城镇活动空间优势,进而降低因城镇物质空间与活动空间现状不匹配而对综合优势度测算精确性造成的影响(图2)。例如,很多城市的新城区建设较好,但是却人气不足,这类空间并不能被认为是综合优势度较好的区域。

### 2.1 城镇物质空间优势测度

实际上,影响城镇物质空间发展优势的不仅仅包括区位条件和路网密度,产业布局、公服设施布局及共享性也是重要因素,是吸引未来城镇空间扩张和人口迁移的主要驱动力。关于具体计算方法,区位条件主要利用至中心城区、交通干线、交通枢纽的距离等可达性数据和可达性分析方法进行测度;交通路网密度主要利用线密度分析方法对城镇路网矢量数据进行分析;产业布局可以采集各类企业POI(Point of Interest,兴趣点)大数据,利用核密度分析、强度公式等方法测算单个地块产业布局强度;公服设施布局的测度方法与产业布局测度方法类似,但公服设施共享性不但需要考虑设施布局的数量及密度对居民的辐射能力,还需要考虑设施服务的类型差异程度和服务质量对居民的吸引能力,主要通过采集公服设施POI和居民网络评论数据(如大众点评网上居民对学校、医院等公服设施的评价及打分),利用核密度分析、差异度分析、引力模型等方法进行设施共享性的测度,这也是测度城镇空间连片发展潜力的重要指标。

### 2.2 城镇活动空间优势测度

按照活动的主体划分,城镇活动主要包括人口(居民)活动、产业(企业)活动及公共服务(政府)活动。按照活动维度划分,可以分为活动分布和活动联系两大类。城

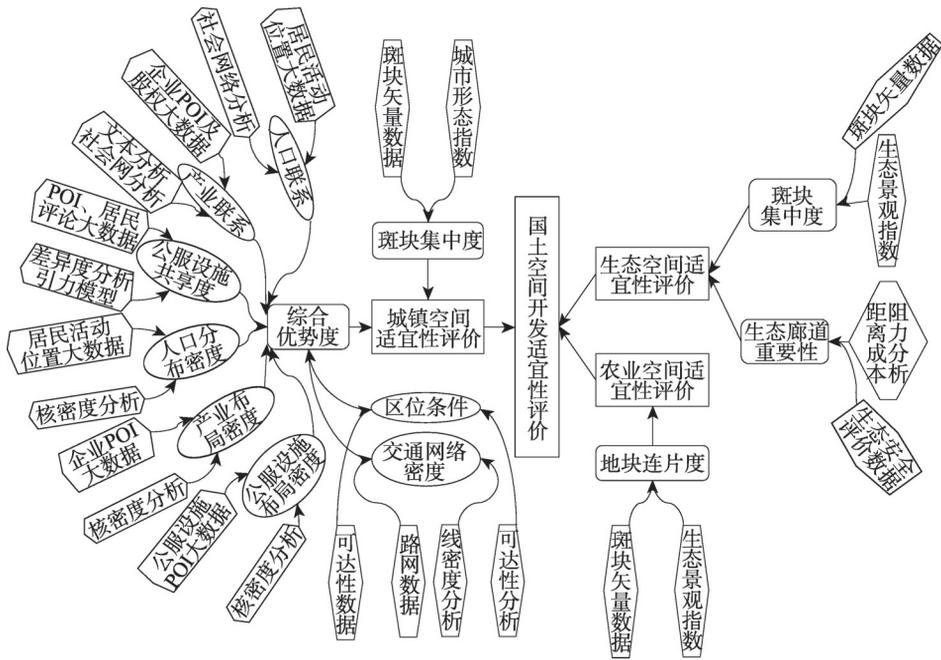


图2 国土空间适宜性评价大数据应用框架

Fig. 2 The application framework of big data in suitability evaluation of territorial space

镇活动空间优势测度可以包含两个方面的指标，一是活动分布方面主要包括人口活力，如果某地块人口活力越高，一定程度代表该地块适合进行城镇开发的优势越明显；二是活动联系方面主要包括人口活动联系和产业活动联系，如果某两个地块人口或产业活动联系越紧密，则该两个地块连片开发建设的优势越明显。具体来讲，人口活动分布可以利用手机、互联网等手段采集居民活动位置大数据，结合核密度分析等方法对其进行测度；人口活动联系可以利用社会网络分析方法对居民活动轨迹大数据进行挖掘；产业活动联系主要通过采集产业企业POI大数据和企业股权大数据（如天眼查等企业信息网站），利用文本分析识别产业类型、产业业态与资本关联度，利用社会网络分析模拟产业之间的关系网络及网络中心性。

### 3 生态空间规划大数据应用方法框架

现有生态空间规划主要包括生态空间评价、生态空间结构规划及生态用地布局规划三大部分。生态空间评价是建立在生态空间承载力评价和适宜性评价基础之上的，因生态资源自身所具备的特有自然属性，现有评价更多是利用生态资源数据对其空间的服务能力和质量进行综合测度，总体不涉及人类活动，并进一步为生态空间的结构规划和用地布局提供基础支撑<sup>[27-28]</sup>。然而，生态空间结构状态和生态用地分布，不仅仅是生态资源本身的基础及发展变化，往往是受人类活动影响后的结果，生态空间规划的好坏某种程度上反映的是人类对生态资源保护或利用的需求。因此，在具体规划过程中，需要重点考虑生态空间与人类活动变化之间的关系，综合判断各类生态资源的等级、合理优化生态廊道网络、精准识别生态用地类型、科学界定生态用地的规模（图3）。

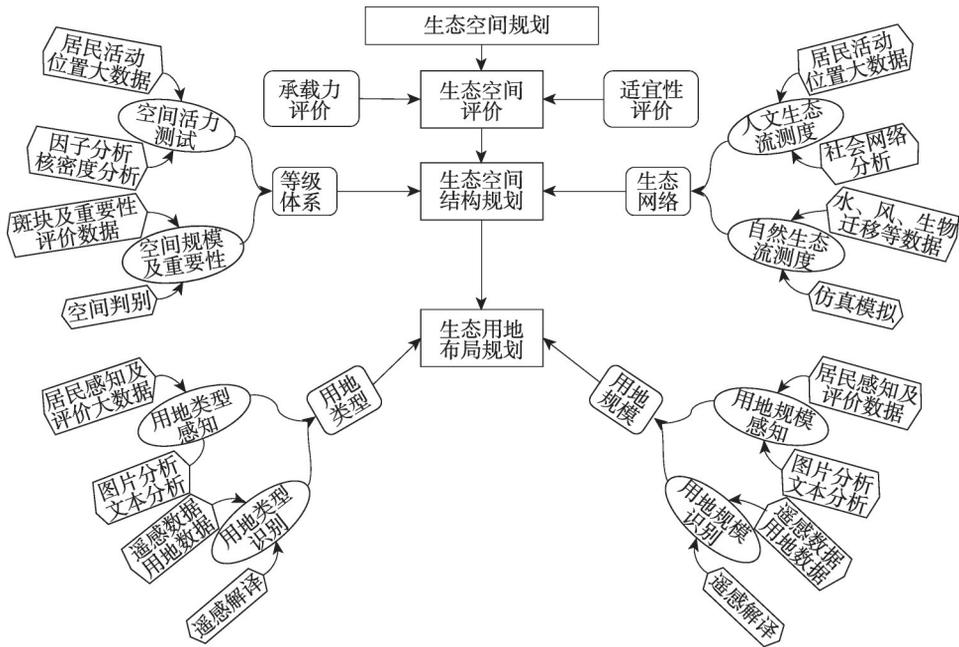


图3 生态空间规划大数据应用框架

Fig. 3 The application framework of big data in ecological spatial planning

### 3.1 生态空间结构规划

一般来讲，空间结构规划主要包含对空间等级体系的确定和空间网络体系的构建。生态空间等级体系一方面取决于生态资源自身规模体量和和服务功能重要性<sup>[29]</sup>，另一方面还应受到生态资源空间之上的人类活动状态的影响。理论上，生态资源规模体量越大、生态服务功能越重要，且在其容量范围之内的人类活动活力越高，其资源的等级应该越高。反之亦然。因为这些生态资源既体现了高质量的生态功能，同时也能够实际服务于更多的人类活动，例如游憩、疗养等。其中，空间规模及重要性主要通过斑块矢量数据和生态空间适宜性评价中的生态资源重要性评价结果进行综合判别。区别于传统方法仅对活力从空间规模层面的判断，空间活力的测度还应包含时间维度的活力，这样才能反映生态资源的全时段实际利用状况。首先，需要建立生态资源活力评价指标体系，可以从活动规模（单位时间与空间内的活动人数占比）和活动时序变化（工作日与非工作日人数占比差、人数时序波动、活动持续度等）两方面进行构建；其次，采集居民活动位置大数据，利用因子分析、核密度分析等方法进行空间活力测度与可视化；最后，将空间活力与空间规模及重要性结合进行生态资源空间等级的判别。

生态空间网络规划方面，传统方法主要在空间内的河流、山地、草地、林地、风等自然生态资源分布基础上，根据人类生态功能服务需求与城市开发建设目标等，经验归纳式的确定空间内的生态廊道网络，通常以“屏—轴—环—楔—廊—心结合模式”等进行布局构建<sup>[27,30]</sup>。但是，生态系统与外界其他系统之间、生态系统内部子系统之间各组成要素连接的中介应该是生态过程中发生的能量、物质及有机体的流动，因此生态空间优化需要结合生态流来构建联通稳固的生态空间网络<sup>[30]</sup>。学者一般从水流、风流、生物迁移等自然生态流方面来构建生态网络，缺乏对人类活动流（人文生态流）的模拟与分析。实际上，

人类活动流与生态网络的匹配度是衡量生态资源连通性和服务能力的重要指标。因此,生态空间网络规划,一方面需要利用水、生物迁徙廊道、风等数据和情景分析、仿真模拟等方法分析构建自然生态流网络,另一方面通过获取人类活动轨迹大数据和社会网络分析方法分析构建人文生态流网络,进而综合确定生态空间网络体系。例如,虽然两个生态地块相对独立,但是地块间人类活动联系较为紧密,则适宜通过对林木、草、河流等的增加种植或拓宽河道来连通这两个地块,进而确保生态空间流动体系的完整与畅通。

### 3.2 生态用地布局规划

生态用地布局规划重点确定生态用地的类型与规模,规划师主要是在遥感图像解译基础上,结合城镇人口与开发建设需求,估算生态用地规模,优化生态用地具体类型与范围。实际上,通过遥感对生态用地现状的判别和解译还存在较大的不精确性,且无法反映未来生态用地具体的利用需求、扩展方向等<sup>[27]</sup>。这就需要,在用地类型规划方面,一方面利用遥感数据和解译方法识别现状生态用地类型;另一方面,可以通过采集人类对生态空间的主观感知大数据(如游客在社交网站上上传的生态空间照片与评论数据、百度或谷歌街景数据等),利用图片分析、机器学习、文本分析等方法,识别图片中反映出的生态空间具体现状类型,同时提取居民对这些用地类型服务功能质量的评价及对其改造提升的意愿,结合城镇开发建设目标与需求,进而合理优化生态用地具体类型。

在用地规模方面,除了利用遥感数据识别生态用地现状规模与范围,还可以补充利用照片数据测度生态用地的比例(如通过构建绿视率等指标,可以测度单个照片内绿化用地的比例),进而对绿化用地现状规模与具体范围(特别是位于用地范围边缘地区)进行优化修正<sup>[31]</sup>。同时,采集居民对生态用地评论大数据,利用文本分析方法提炼居民对于生态空间现状规模方面的评论及需求(如居民集中认为某公园绿地规模较小,则表征可能需要在未来的用地方案中适当增加绿地规模),为新增生态用地的布局提供支撑。

## 4 农业空间规划大数据应用方法框架

受国家城镇化发展背景和导向的影响,农业空间规划是传统城乡规划和土地规划考虑较少的内容,主要集中在基本农田边界线划定、镇村布局规划及村庄整治规划三个方面,而对农业空间的总体优化布局探讨不足<sup>[5,32]</sup>。一般认为,农业空间主要包含农产品种植空间、乡村(乡镇、村庄及独立工矿)空间及交通等基础设施占用空间三部分。那么,农业空间规划则应是在农业空间评价基础上,一方面对农业产业发展进行分析,农业产业空间进行优化布局<sup>[33]</sup>;另一方面还需要对乡村体系和基础设施体系进行梳理,对村庄空间及环境进行整治。农业空间评价是由空间承载力评价和适宜性评价分析所得出的农业资源禀赋空间分布结果,在此基础上,农业产业分析与空间布局、乡村体系确定与空间整治两个环节都需要重点考虑人类活动所带来的主导影响。特别是在乡村振兴背景下,未来中国的农业空间不仅仅是以传统农作物种植为主导功能,乡村产业化趋势愈加明显,“生态农业+乡村旅游”开始成为农业空间开发的重要模式(图4)。

### 4.1 农业产业规划

农业产业规划首先需要对农业产业进行分析,包括产品的市场销售情况、产业链及业态组织、市场对产品的需求偏好,并结合自身产业基础和未来产业发展导向与目标,准确进行产业发展选择与区域功能定位。产品市场销售分析方面,除了利用产品销售统

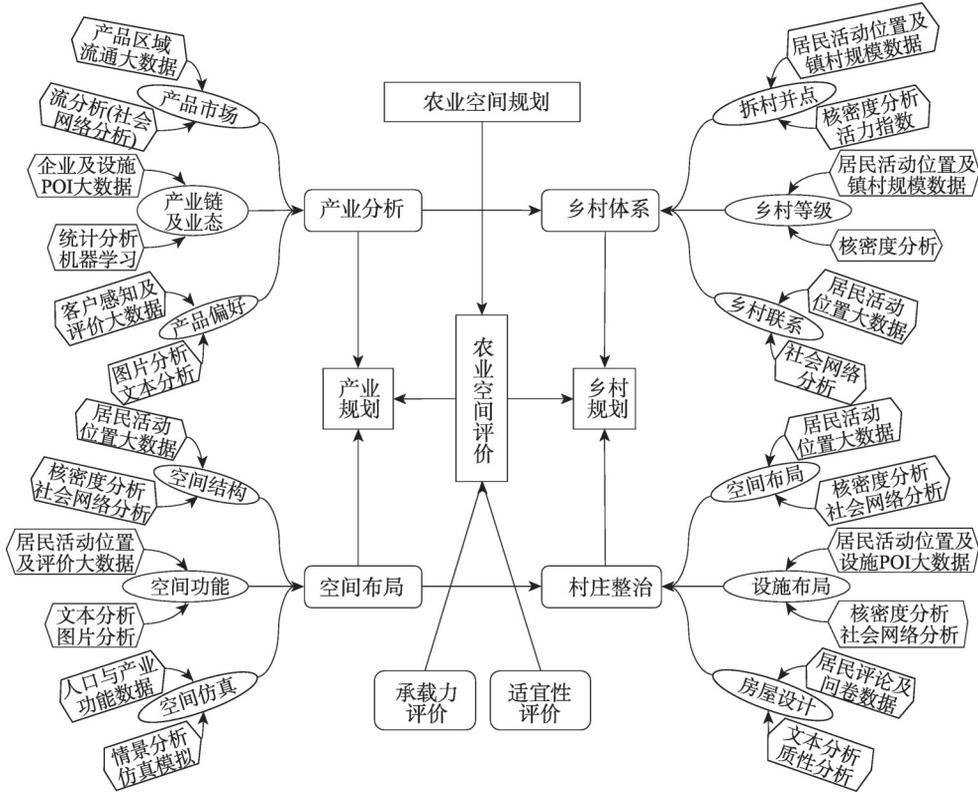


图4 农业空间规划大数据应用框架

Fig. 4 The application framework of big data in agricultural spatial planning

计数据对市场销售现状与趋势、销售空间分布等进行分析，还可以通过专业销售或物流网站等采集产品流通（人流、物流、资金流等）大数据，结合社会网络分析方法分析区域同类产品及自身产品的实际销售市场空间分布及变化规律，进而找出产品未来主要及潜力市场销售空间。产业链及具体业态组织分析方面，可以采集农业企业及配套企业POI大数据（企业位置及类型），利用文本分析、机器学习及统计分析等方法，一方面分析全国或区域内发展较好的同类产业区的产业链组织及各类业态布局比例，另一方面分析规划区内的产业链与业态组织及存在的问题，进而综合确定规划区未来产业发展方向及业态选择。产品偏好分析方面，利用网络评论及图片大数据（淘宝网、马蜂窝、大众点评等），通过文本分析、图片分析等方法，找出消费者对产品的类型、性价比、质量及服务等方面的真实评价，进而对规划区产业发展类型和具体产品选择提供支撑。

根据产业类型选择及定位，产业空间布局规划就是需要将具体的产业功能落实在空间之上，与生态空间规划类型，亦包括空间结构确定、功能分区及用地规划三个环节。空间结构规划需要采集居民位置及轨迹大数据，利用核密度分析方法分析规划区居民活动分布密度、利用社会网络分析规划区各功能地块居民活动联系，进而结合未来产业发展方向及类型综合确定产业空间主中心、次中心、节点及发展轴带。在具体功能分区及用地规划环节，采集网络评论、照片等数据，结合问卷调查和访谈，分析居民、游客、企业及政府部门等多主体对功能片区及用地布局的需求与偏好，并从不同类型产业活动关联的角度合理安排规划区内具体功能片区和用地。此外，对于确定以“生态农业+乡村旅游”开发

为主导的规划区,利用网络签到、酒店预订、时刻表、百度搜索等网络大数据和视频监控、门禁刷卡、自动售票机等设备大数据,结合人口识别及预测模型对规划区未来游客数量进行估算,进而对既定空间规划方案进行仿真模拟,评估地块产业功能组织合理性、游客活动强度、设施服务效率及道路交通拥堵情况等,最终对规划方案进一步优化。

## 4.2 乡村规划

乡村规划包括乡村布局规划和村庄整治规划两个部分。前者主要涉及村庄的拆并方案、乡村等级体系确定及乡村联系分析,后者则更多从微观层面对村庄内部空间布局、设施利用及村庄环境进行更新设计。传统的村庄拆并方法主要在人口统计数据分析基础上,重点考虑村庄的建设规模、政府开发导向及拆除成本等所做出的利益协调式方案。实际上,受外出务工的影响,村庄的统计人口与实际人口存在较大误差,往往会导致拆并方案的不科学。这就需要利用微信热力、手机信令等居民活动位置大数据,结合核密度分析、活力指数分析等方法对村庄实际人口进行动态监测,进而识别出真实的空心村,为村庄拆并方案提供较为科学的技术支撑。关于乡村体系规划,区别于通过区位、经济体量、人口与用地规模等传统经验式的乡村体系判断,一方面需要利用居民活动位置大数据和人口、建设用地规模数据,通过核密度分析、因子分析等方法识别与评估乡村的活力;另一方面利用居民轨迹大数据,通过社会网络分析模拟各村庄之间、村庄与乡镇之间的联系网络及强度,并测度各村庄在联系网络中的中心度;最后,结合乡村活力和中心度的测度,综合确定“乡镇、中心村、重点村、一般村”的镇村等级体系,并找出乡村未来主要发展轴带。

村庄整治规划方面,传统规划主要考虑是对村庄物质空间环境的纯粹式设计改造,忽视了居民的主观需求及偏好,需要采集居民活动位置及轨迹、公厕设施POI、网络评论等大数据和问卷调查与访谈数据,通过核密度分析、社会网络分析、文本分析、质性分析等方法科学评估居民日常活动特征与规律,测度居民的公厕设施可达性、利用效率及实际需求,进而重新安排村庄各类功能空间与公厕设施布局。同时,还需要获取居民网络评论与图片大数据,结合问卷调查与访谈,通过文本分析、图片分析、质性分析等手段了解居民对村庄建筑风格的评价与需求,进而支撑村庄整体建筑设计与改造。

## 5 城镇空间规划大数据应用方法框架

城镇空间规划延续城乡总体规划的编制流程与方法,在城镇空间承载力和适宜性评价基础上,还包含7个方面的主要编制内容<sup>[34]</sup>:城镇战略定位、城镇开发边界确定、城镇空间结构规划、城镇功能分区及城镇土地利用规划(图5)。

### 5.1 城镇战略定位

传统的城镇战略定位研究或规划更多利用GDP、人口、建成区面积、企业总部数量等统计数据,测算城镇与区域其他城镇之间的差异,进而判别其在区域中的等级地位。但是,这些判别缺乏对区域城镇之间真实要素流动的分析。实际上,城镇在区域要素联系网络中的地位才是决定城镇未来发展潜力的关键,需要对该联系网络进行科学测度。具体来讲,结合社会网络分析工具,利用手机信令、微博签到等居民活动大数据,可以测度区域城镇间的人口要素流动;利用百度搜索引擎等大数据可以发现区域城镇之间的信息交流;利用列车时刻表大数据可以模拟区域城镇间的交通流动;利用淘宝等电商网

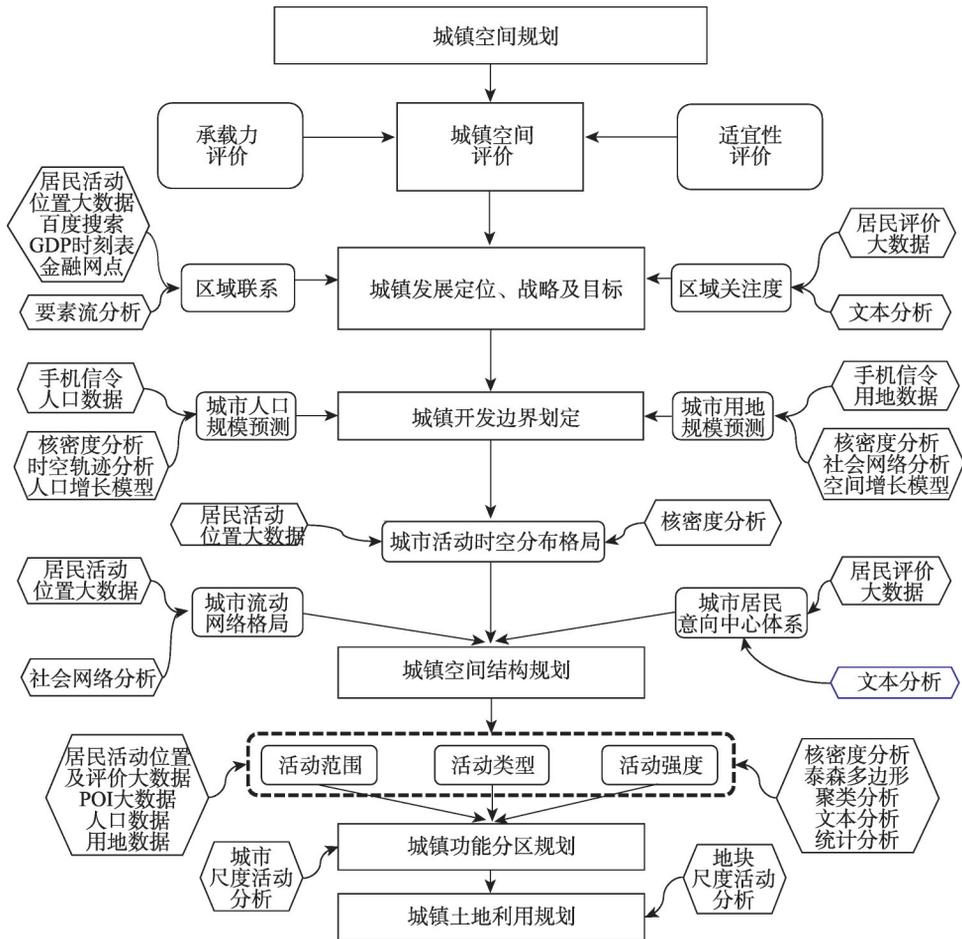


图5 城镇空间规划大数据应用框架

Fig. 5 The application framework of big data in urban spatial planning

站大数据可以分析区域城镇间的货运流；利用银行网点POI大数据，可以计算区域城镇间的资本分配格局。同时，还需利用基于GDP数据和重力模型测度的区域城镇经济联系对上述大数据分析结果进行修正。最终，通过各类要素流网络分析结果的综合叠加与聚类分析，找出城镇在区域城镇综合要素网络中的地位，并结合区域未来发展目标或政策导向，提出城镇空间或经济层面的发展战略。此外，城镇战略定位还需要关注其在区域居民意向中的地位或评价，找出城镇社会层面的吸引能力。这类分析可以利用微博或网络论坛居民评价文本数据，通过文本分析方法测度某一城镇被区域其他城镇居民关注的程度和该城镇居民关注其他城镇的能力，并对比分析城镇在区域居民意向中的地位，提出城镇社会发展战略。

### 5.2 城镇开发边界划定

在城镇空间双评价和战略定位分析基础上，城镇开发边界划定主要取决于人口规模和用地规模的预测。在人口规模预测方面，首先采集反映城镇人口真实分布与动态变化的手机信令大数据，通过统计分析把握居民活动的时间模式，利用时空棱柱等空间分析方法摸清居民的活动空间轨迹；其次，设立包括职住活动识别、城镇枢纽区域基站监

测、边界区域基站监测等方面的人流监控机制, 判别城镇人口分布与多时段变化, 综合分析城镇不同属性人口流动的规律, 并进行变化参数的提取; 第三, 根据最新全国人口普查数据, 利用人口多年份变化参数修正传统诸如自然增长法、环境容量法、产业带圈系数等人口增长模型, 并结合地方城镇人口或人才相关引导政策测算城镇未来人口规模。关于用地规模预测, 一方面可以通过核密度分析等方法测度城镇空间人口活动强度及集聚范围; 另一方面可以结合社会网络分析工具发现城镇各组团间的人口联系网络及强度, 特别是主城区与郊区组团之间的联系, 进而划定城镇实际利用边界范围; 再者, 通过多年份手机信令、城镇边界及人口规模等数据的分析, 提取相关用地规律变化的参数, 并考虑城镇未来发展可能出现的机遇或其他限制因素, 通过元胞自动机等空间增长模型来划定未来城镇开发边界。

### 5.3 城镇空间结构规划

传统城镇空间结构规划主要是在城镇现状功能体系、相关规划方案、发展政策或机遇、地方政府发展目标等多重因素影响下, 结合规划师自身的专业判断进行的空间结构布局。实际上, 空间本身并没有真实的意义, 满足空间之上的人类活动及需求才是空间存在及利用的价值所在。因此, 传统规划手段忽视了对城镇空间之上承载的居民活动和需求的科学分析或考虑。具体来讲, 城镇空间的结构判断主要与其之上的居民活动分布特征及活动联系有关。一方面, 可以采集手机信令、微信热力、微博签到、GPS等居民活动位置大数据, 通过核密度分析方法对城镇空间居民活动密度及分布特征进行全尺度分析; 另一方面, 可以借助社会网络分析方法来判断城镇空间内部各组团之间的活动联系网络及联系强度。同时, 居民在城镇空间内的活动规律还会受到居民自身对城镇空间结构判断的影响, 即其所认知的意向中心体系。这方面的测度方法可以借助于网络论坛或微博等文本数据和文本分析方法, 通过“商业中心”等关键词的提取来分析居民对于城镇空间中心体系的认知。最终, 通过对城镇居民活动中心体系和意向中心体系两方面的分析, 加之多年份的空间结构变化与规律总结, 再结合未来可预见性的政策或机遇、重大项目建设等综合确定城镇未来空间结构。

### 5.4 城镇功能分区规划

区别于传统以居住、商业、工业、公园绿地等空间功能开发为导向的功能分区规划方法, 城镇空间的功能更多体现在空间之上居民的活动功能, 居住空间之上往往会发生大量办公活动、商业空间也会存在着不少的居住或办公活动, 且空间功能的混合趋势也越来越明显。基于大数据的城镇功能分区, 主要集中在对城镇空间之上居民活动的类型和活动范围的识别。一方面, 可以利用微博等社交媒体数据和文本分析方法直接提取居民活动内容, 并结合其签到的位置数据和核密度分析方法进行不同类型活动的空间集聚程度判别。另一方面, 利用手机信令、微信热力、微博签到、浮动车轨迹等居民活动位置大数据, 结合时空棱柱、统计分析等方法可以判别居民活动的时空模式, 不同的模式实际上代表不同的活动类型, 例如居住、就业、出行等等活动功能的提取, 并通过核密度分析测度不同类型活动的空间集聚程度。再者, 在不同活动类型和集聚程度判别基础上, 通过聚类分析、泰森多边形等方法对同一类型活动进行聚类及边界界定, 将城镇空间划分为就业、居住、休闲、混合等等不同类型活动区, 并与城镇现状功能区(可以利用POI大数据和聚类分析方法对城镇现状功能布局进行测度)进行叠合优化。最终, 在城镇空间结构规划方

案基础上,结合多年份功能分区大数据的规律性分析,提出未来城镇空间功能分区布局。

### 5.5 城镇土地利用规划

现有城镇土地利用规划主要是在城镇功能分区规划基础上,按照国家颁布的各类规划编制办法、技术导则等,对城镇各功能区内部的土地利用进行分析与优化,结合人口预测规模和各功能组团的人口分布,确定不同土地利用类型之间的比例关系,划定不同类型用地的实际规模,但是缺乏对具体用地之上居民活动类型及强度的考虑。从逻辑上来讲,城镇土地利用规划是对城镇功能区划分结果在地块尺度的进一步落实。因此,智慧的城镇土地利用规划则是对城镇未来的居民活动与功能空间关系的深度细化。首先,利用地块矢量、POI、容积率等数据统计分析城镇功能区内部用地的现状类型、规模及开发强度;其次,利用手机信令、微信热力等居民活动位置大数据和核密度分析、聚类分析、泰森多边形分析、强度分析等方法,识别现状用地之上的居民活动类型、活动范围及强度;再者,将现状用地与居民活动分析结果进行叠合分析,优化城镇空间现状用地布局,并找出不同用地指标与居民活动之间的配比关系;最后,结合城镇空间人口规模预测及组团分布方案、政府未来用地计划与重点建设项目等,多年份综合确定城镇空间未来土地利用方案。

## 6 结论与讨论

国土空间规划是中国在新时代要求下的全新规划类型,虽然规划内容方面继承了主体功能区划、土地利用规划及城乡规划的重点内容,但是在规划体系和具体编制流程方面有了较大的改变。自2018年自然资源部的成立,国土空间规划的规划体系、概念内涵、规划理论、规划方法及技术等都处于起步探索阶段,学术界和行业领域都尚未形成统一且成熟的理论与方法体系。本文聚焦于国土空间规划方法层面的探索,一方面理清国土空间规划的编制环节与流程,更重要的是试图找出国土空间规划中不可忽视或避免不了的大数据应用环节,并构建了国土空间规划大数据应用方法框架。

在国土空间适宜性评价方面,突出城镇空间适宜性评价中的综合优势度测度方法,建议充分考虑基于活动和设施大数据分析的人口活动强度与联系、产业活动强度与联系及公服设施密度与服务能级在城镇空间开发适宜性评估中的重要作用。在生态空间规划方面,强调了居民活动强度和活动联系分析在生态空间等级确定和生态网络构建中的支撑功能,同时倡导利用文本与图片大数据感知生态用地功能与质量进而提升生态用地布局的合理性。在农业空间规划方面,一方面重视对农业产业的多源大数据分析,另一方面强调对村庄居民生活需求及规律的挖掘,并重点考虑了乡村振兴国家战略下未来农业空间规划中“生态农业+旅游”空间功能布局的仿真模拟方法。在城镇空间规划方面,提出居民活动大数据的采集与时空分析在城镇战略定位、开发边界划定、空间结构规划、功能分区规划及土地利用规划全过程的应用方向,强调了对居民活动空间分析与优化将提升传统物质空间规划科学性的主要规划方法思路。

虽然,本文重点探讨了国土空间规划主要环节的大数据应用框架,但由于篇幅的限制和相关方法的实证研究相对较少,并未对每一个方法框架的具体大数据应用技术进行详细介绍,这部分还需要在未来的研究中进一步结合国家发展最新政策及新一代技术创新(人工智能、云计算、物联网等)而不断补充与完善。同时,国土空间规划大数据应用方法与国土空间规划整体方法体系如何融合?市县层面的方法体系与国家及省级层面

的方法体系如何协同对接? 国土空间规划多源数据标准 (特别是数量众多的市县层面) 如何制定? 这些都需要在未来的研究中给予重点关注。

### 参考文献(References):

- [1] 岳文泽, 代子伟, 高佳斌, 等. 面向省级国土空间规划的资源环境承载力评价思考. 中国土地科学, 2018, 32(12): 66-73. [YUE W Z, DAI Z W, GAO J B, et al. Study on the evaluation of resources and environment carrying capacity for provincial territorial planning. China Land Science, 2018, 32(12): 66-73.]
- [2] 纪学朋, 黄贤金, 陈逸, 等. 基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价: 以辽宁省为例. 自然资源学报, 2019, 34(3): 451-463. [JI X P, HUANG X J, CHEN Y, et al. Comprehensive suitability evaluation of spatial development and construction land in the perspective of land-ocean co-ordination: A case study of Liaoning province, China. Journal of Natural Resources, 2019, 34(3): 451-463.]
- [3] 王丽霞, 邹长新, 王燕, 等. 基于GIS识别生态保护红线边界的方法: 以北京市昌平区为例. 生态学报, 2017, 37(18): 6176-6185. [WANG L X, ZOU C X, WANG Y, et al. Methods to identify the boundary of ecological protection red line regions using GIS: A case study in Changping, Beijing. Acta Ecologica Sinica, 2017, 37(18): 6176-6185.]
- [4] 李永格, 李宗省, 冯起, 等. 基于生态红线划定的祁连山生态保护性开发研究. 生态学报, 2019, 39(7): 1-10. [LI Y G, LI Z X, FENG Q, et al. Research on the development of the ecological protection of the Qilian Mountains based on ecological redline. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(7): 1-10.]
- [5] 杨绪红, 金晓斌, 贾培宏, 等. 多规合一视角下县域永久基本农田划定方法与实证研究. 农业工程学报, 2019, 35(2): 250-259. [YANG X H, JIN X B, JIA P H, et al. Designation method and demonstration of permanent basic farmland in county level on view of multi-planning integration. Transactions of the CSAE, 2019, 35(2): 250-259.]
- [6] 罗志军, 赵越, 赵杰, 等. 基于景观格局与空间自相关的永久基本农田划定研究. 农业机械学报, 2018, 49(10): 202-211. [LUO Z J, ZHAO Y, ZHAO J, et al. Defining of permanent basic farmland based on landscape pattern and spatial autocorrelation. Transactions of the CSAM, 2018, 49(10): 202-211.]
- [7] 郑颖, 张翔, 徐建刚. 城镇开发边界划定“3S”模型构建与应用: 以福建长汀南部新区为例. 城市与区域规划研究, 2018, (3): 139-159. [ZHENG Y, ZHANG X, XU J G. Construction of "3S" model for urban development boundary delimitation and its application: Taking new district of southern Changting of Fujian as an example. Urban and Regional Planning, 2018, (3): 139-159.]
- [8] 钟珊, 赵小敏, 郭熙, 等. 基于空间适宜性评价和人口承载力的贵溪市中心城区城市开发边界的划定. 自然资源学报, 2018, 33(5): 83-94. [ZHONG S, ZHAO X M, GUO X, et al. Delimitation of urban growth boundary based on spatial suitability evaluation and population carrying capacity in Guixi county. Journal of Natural Resources, 2018, 33(5): 83-94.]
- [9] 郝庆, 封志明, 袁国华. 省级国土空间规划编制的几点思考. 中国国土资源经济, 2018, (1): 29-33. [HAO Q, FENG Z M, YUAN G H. Thoughts on the compilation of provincial territory spatial planning. Natural Resource Economics of China, 2018, (1): 29-33.]
- [10] 韩青, 薛洪利, 于连莉, 等. 青岛市国土空间规划工作筹备: 从“多规合一”到“大部制”改革. 城市与区域规划研究, 2018, (3): 25-47. [HAN Q, XUE H L, YU L L. Work preparation of Qingdao territorial spatial planning: From "Multi-Plan Integration" to "Super Spatial Planning Ministry" system reform. Urban and Regional Planning, 2018, (3): 25-47.]
- [11] 李宏志, 汤燕良, 卢石应. 县域空间规划编制探索与实践: 以《固原市原州区空间规划》为例. 小城镇建设, 2017, (8): 96-102. [LI H Z, TANG Y L, LU S Y. Exploration and practices of county spatial planning compilation: A case study of spatial planning in Yuanzhou district, Guyuan city. Development of Small Cities & Towns, 2017, (8): 96-102.]
- [12] 廖威, 苗华楠, 毛斐, 等. “多规融合”的宁波市域国土空间规划编制探索. 规划师, 2017, (7): 126-131. [LIAO W, MIAO H N, MIAO F, et al. National land space planning compilation with Multi-plan integration, Ningbo. Planners, 2017, (7): 126-131.]
- [13] KRINGS G, CALABRESE F, RATTI C, et al. Urban gravity: A model for inter-city telecommunication flows. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2009, 7: 1-8.
- [14] BECKER R A, CACERES R, HANSON K, et al. A tale of one city: Using cellular network data for urban planning. Pervasive Computing, IEEE, 2011, 10(4): 18-26.

- [15] ZHEN F, CAO Y, QIN X, et al. Delineation of an urban agglomeration boundary based on Sina Weibo microblog 'check-in' data: A case study of the Yangtze River Delta. *Cities*, 2017, 60: 180-191.
- [16] 包婷, 章志刚, 金澈清. 基于手机大数据的城市人口流动分析系统. 华东师范大学学报: 自然科学版, 2015, (5): 162-171. [BAO T, ZHANG Z G, JIN C Q. An urban population flow analysis system based on mobile big data. *Journal of East China Normal University: Natural Science*, 2015, (5): 162-171.]
- [17] 钮心毅, 丁亮, 宋小冬. 基于手机数据识别上海中心城的城市空间结构. 城市规划学刊, 2014, (6): 61-67. [NIU X Y, DING L, SONG X D. Understanding urban spatial structure of Shanghai central city based on mobile phone data. *Urban Planning Forum*, 2014, (6): 61-67.]
- [18] 王波, 甄峰, 张浩. 基于签到数据的城市活动时空间动态变化及区划研究. 地理科学, 2015, 35(2): 151-160. [WANG B, ZHEN F, ZHANG H. The dynamic changes of urban space-time activity and activity zoning based on check-in data in SinaWeb. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(2): 151-160.]
- [19] 池娇, 焦利民, 董婷, 等. 基于POI数据的城市功能区定量识别及其可视化. 测绘地理信息, 2016, 41(2): 68-73. [CHI J, JIAO L M, DONG T, et al. Quantitative identification and visualization of urban functional area based on POI data. *Journal of Geomatics*, 2016, 41(2): 68-73.]
- [20] HOLLENSTEIN L, PURVES R. Exploring place through user-generated content: Using Flickr tags to describe city cores. *Journal of Spatial Information Science*, 2013, 1: 21-48.
- [21] TOOLE J L, ULM M, GONZÁLEZ M C, et al. Inferring land use from mobile phone activity//Proceedings of the ACM SIGKDD international workshop on urban computing. ACM, 2012: 1-8.
- [22] 袁源, 王亚华, 周鑫鑫, 等. 大数据视角下国土空间规划编制的弹性和效率理念探索及其实践应用. 中国土地科学, 2019, (1): 9-16. [YUAN Y, WANG Y H, ZHOU X X, et al. Conceptual exploration and practical application on flexibility and efficiency of territory spatial planning making from the perspective of big data. *China Land Science*, 2019, (1): 9-16.]
- [23] 秦萧, 甄峰. 大数据与小数据结合: 信息时代城市研究方法探讨. 地理科学, 2017, 37(3): 4-13. [QIN X, ZHEN F. Combination between big data and small data: New methods of urban studies in the information era. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(3): 4-13.]
- [24] 林坚, 吴宇翔, 吴佳雨, 等. 论空间规划体系的构建: 兼析空间规划、国土空间用途管制与自然资源监管的关系. 城市规划, 2018, (5): 9-17. [LIN J, WU Y X, WU J Y, et al. Construction of the spatial planning system: With discussion on the relationship between spatial planning, territorial spatial regulation, and natural resources supervision. *City Planning Review*, 2018, (5): 9-17.]
- [25] 邹兵. 自然资源管理框架下空间规划体系重构的基本逻辑与设想. 规划师, 2018, 34(7): 5-10. [ZHOU B. Logic and conception of spatial planning system reconstruction under the framework of natural resources management. *Planners*, 2018, 34(7): 5-10.]
- [26] 袁奇峰, 谭诗敏, 李刚, 等. 空间规划: 为何? 何为? 何去?. 规划师, 2018, 34(7): 11-25. [YUAN Q F, TAN S M, LI G, et al. Objectives, functions, and orientation of spatial planning. *Planners*, 2018, 34(7): 11-25.]
- [27] 王甫园, 王开泳, 陈田, 等. 城市生态空间研究进展与展望. 地理科学进展, 2017, 36(2): 207-218. [WANG F Y, WANG K Y, CHEN T, et al. Progress and prospect of research on urban ecological space. *Progress in Geography*, 2017, 36(2): 207-218.]
- [28] 孔令桥, 王雅晴, 郑华, 等. 流域生态空间与生态保护红线规划方法: 以长江流域为例. 生态学报, 2019, 39(3): 835-843. [KONG L Q, WANG Y Q, ZHENG H, et al. A method for evaluating ecological space and ecological conservation redlines in river basins: A case of the Yangtze River Basin. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(3): 835-843.]
- [29] 陈柳新, 洪武扬, 敖卓鹤. 深圳生态空间综合精细化治理探讨. 规划师, 2018, (10): 46-51. [CHEN L X, HONG W Y, AO Z H. Detailed governance of ecological space in Shenzhen. *Planners*, 2018, (10): 46-51.]
- [30] 陈君. 生态安全约束下的城乡生态格局优化方法: 以海南省文昌市木兰湾地区概念规划为例. 规划师, 2018, (7): 65-70. [CHEN J. Improving urban rural ecological safety pattern with constraints: Conceptual planning of Mulan bay area, Wenchang, Hainan province. *Planners*, 2018, (7): 65-70.]
- [31] GOWRI B G, EVRIM D M, GEORGE H, et al. The restorative potential of a university campus: Objective greenness and student perceptions in Turkey and the United States. *Landscape and Urban Planning*, 2019, 187: 36-46.
- [32] 武前波, 俞霞颖, 陈前虎. 新时期浙江省乡村建设的发展历程及其政策供给. 城市规划学刊, 2017, (6): 76-86. [WU

- Q B, YU X Y, CHEN Q H. The development process and policy support for rural areas in Zhejiang province in the 21<sup>st</sup> century. *Urban Planning Forum*, 2017, (6): 76-86.]
- [33] 王雨村, 屠黄桔, 岳芙. 产业融合视角下苏南乡村产业空间优化策略研究. *现代城市研究*, 2017, (10): 50-57. [WANG Y C, TU H J, YUE F. Study on Southern Jiangsu rural industry space optimization strategy from perspectives of industry convergence. *Modern Urban Research*, 2017, (10): 50-57.]
- [34] 秦萧, 甄峰. 论多源大数据与城市总体规划编制问题. *城市与区域规划研究*, 2017, (4): 136-155. [QIN X, ZHEN F. On multi-source big data and compilation of urban master planning. *Urban and Regional Planning*, 2017, (4): 136-155.]

## Discussion on the application framework of big data in territorial spatial planning

QIN Xiao<sup>1,2</sup>, ZHEN Feng<sup>1</sup>, LI Ya-qi<sup>3</sup>, CHEN Hao<sup>4</sup>

(1. School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Key Laboratory of Geospatial Big Data Mining and Application, Hunan Province, Changsha 410006, China;

3. Institute of New Era Territorial Planning, Nanjing Co., Ltd., Nanjing 210000, China;

4. Zhenjiang Development & Reform Commission, Zhenjiang 212050, Jiangsu, China)

**Abstract:** In the new era, the core goal of territorial spatial planning is to meet the people's needs for a better life and also to protect natural resources. As a new type of planning, the method of territorial spatial planning is generally lacking. Based on the endowment of natural resources, scholars use data based on statistics and surveys, as well as methods of statistical analysis, spatial analysis and deduction to evaluate the carrying capacity and suitability of land space at the national and provincial levels, and make a static delimitation of the ecological red line, prime farmland protection line and urban development boundary. However, the existing studies rarely consider the dynamic impact of human activities on the use of land space, and lack the scientific arrangement of ecological space, agricultural space and urban space under the new development trend. This paper introduces the big data which can directly reflect the temporal and spatial changes of human activities. It mainly discusses the direction and specific methodological framework of the application of big data from the four parts of territorial spatial suitability evaluation, ecological spatial planning, agricultural spatial planning and urban spatial planning. Meanwhile, it emphasizes the scientific path of territorial spatial planning compilation under the interaction of "natural space" and "social and economic activities".

**Keywords:** territorial spatial planning; big data; methodology framework