

大数据时代下的城市生活圈规划信息化实践路径探讨

DISCUSSION ON INFORMATIZATION PRACTICAL PATH OF URBAN LIFE CIRCLE PLANNING IN ERA OF BIG DATA

陆佳 张耘逸 | Lu Jia Zhang Yunyi

摘要 大规模的土地开发和人口膨胀降低了城市的宜居性，以上海市为首的许多城市都相继提出了通过打造城市生活圈以实现城市治理、提升人民生活品质的方案。同时，大数据、机器学习等新技术的发展，为城市生活圈规划的编制、实施和监测评估提供了新的手段和方法。本文从生活圈规划的发展背景和意义出发，基于城市生活空间优化的现实需求，以上海市城市体征诊断实践为例，探讨在“大数据+”背景下：①如何构建人地动静全要素的时空数据资源体系支撑城市生活圈规划的编制；②如何通过大数据治理手段实现生活圈的各类运行体征指标的精准计算与诊断；③如何基于持续运行的大数据信息平台，实现对城市生活圈的长期动态监测评估，为规划编制者和城市管理者提供分析、评估、预测和模拟的信息化支撑，最终助力城市治理能力的提升、满足人民美好的生活需求。

关键词 城市生活圈；大数据；数据资源体系；数据治理；机器学习

Abstract Large-scale land development and population expansion have reduced the livability of cities. Led by Shanghai, many cities have put forward plans for building "urban life circle" to achieve urban governance and improve quality of urban life. Meanwhile, the development of new technologies such as big data and machine learning has provided new means and methods for the compilation, implementation, monitoring and evaluation of urban life circle planning. Based on the development background and significance of life circle planning as well as the realistic demands of urban living space optimization, this article takes Shanghai Urban Sign Diagnosis as the example to discuss the followings under the context of "big data +": 1) how to build a spatial-temporal data resource system including all the elements of human beings and lands with static and dynamic states to support the compilation of urban life circle planning; 2) how to calculate and diagnose various operational sign indexes of life circle more precisely by means of big data governance; 3) how to implement the long-term dynamic monitoring and evaluation of urban life circle based on a continuous operation of big data information platform, so as to provide urban planners and managers with informatization support for the analysis, evaluation, prediction and simulation, and ultimately, to enhance the urban governance competence and meet people's needs for a better life.

Keywords urban life circle; big data; data resource system; data governance; machine learning

近年来，以人为本的新型城镇化进程加速推进，力求实现“人—地”协调发展。传统的“经验式”规划成果已不能够精准高效地匹配社会发展的需求^[1]。大数据时代的来临，为城市问题的精细化挖掘与分析提供了契机。日益提升的城市数据获取能力，让微观层面的城市研究与动态实时的城市管理成为可能。兼顾定性与定量的大数据分析，不仅对城市中个体的行为模式进行描述，还能关联经济、社会、文化等多维度数据信息，对特定地域、群体的特征偏好进行全方位感知和解读。

一、新技术、新手段、新方法助推城市生活圈规划

1. 城市生活圈规划从缺失到兴起

“生活圈”的概念最初源于日本。日本在《农村生活环境整備计划》中提出生活圈是指某一特定地理、社会村落范围内的人们日常生产、生活的诸多活动在地理平面上的分布，并可按一定的人口和距离圈对生活圈进行层次划分^[2-3]。国内外已有众多学者针对生活圈开展了不同层面的研究，然而，目前我国对于生活圈规划的实践应用还较少，已有关于生活空间研究的规划落实仍不够^[3]。一直以来以谋发展、重生产的物质空间规划对于城市生活空间的关注存在缺失。

随着科技的高速发展，人类对美好生活的需求从改善生活水平逐渐过渡为提升生活质量。“十二五”以来，我国城市面临转型发展，“以人为本”的新型城镇化发展要求使城市从宏观层面注重增量、发展扩张转向中

微观层面盘活存量、提升质量。《智慧伦敦2020》中指出，一个更具“智慧”的城市，一定是人们愿意在其中生活和工作的地方^[4]。2015年的中央城市工作会议中也强调：“要以人为本，建设和谐宜居、富有活力、各具特色的现代化城市。”

上海市作为我国经济中心，在2015年出台的《城市更新实施办法》中将社区定义为城市更新的基础单元^[5]。2016年，上海市在城市总体规划中率先提出打造15分钟生活圈的发展目标：“构建全覆盖、均等化的基本公共服务体系。以15分钟社区生活圈组织紧凑的社区生活网络和休闲空间，至2035年，使卫生、养老、教育、文化、体育等社区公共服务设施15分钟步行可达覆盖率达到100%，让所有市民尤其是老人和儿童都能在拥有健康活力生活的社区居住、工作、学习和锻炼。”^[6]此后，各大城市在新一版总体规划中相继提出建立城市生活圈的理念，城市生活圈规划开始兴起，从关注城市生产空间到注重生活空间的品质提升，以及人与自然和谐统一。

2. 大数据时代为城市生活圈规划提供了新的契机

新时期城市规模的快速扩张及城市人口的急速增长对城市的功能和品质提出了更高的要求。传统数据的信息量、时空精度和更新频率不足以对城市的运行和发展进行及时有效的反馈。吴志强院士曾说道：“传统的城市规划只是设计空间和形态，但在空间和形态背后有着流动的生命。过去，我们看不见这些生命的流动状态。”

而在大数据时代，数据资源爆炸式增长，精确到个体的新数据以惊

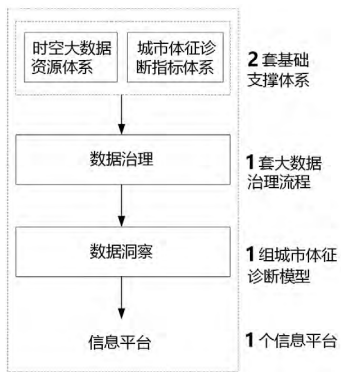


图1 信息化支撑城市生活圈规划实践的关键路径框架 (图片来源: 作者绘制)

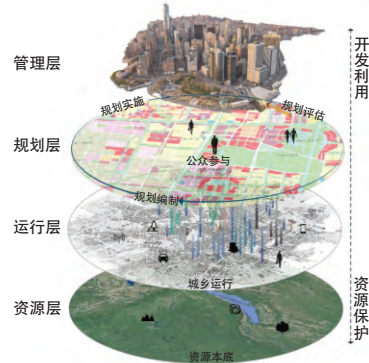


图2 城市运行的4个数据层次框架 (图片来源: 作者绘制)



图3 以人—地关系为核心的城市要素体系 (图片来源: 2018年第1期《地理科学》)

人的速度和规模不断涌现。这些数据记录了城市中生产、生活、游憩、交通、商业等种种活动的信息,我们可以以此观察人流的轨迹,分析人的时空行为的特征和实际需求。可以说,大数据不仅仅是一类数据资源,同时也为我们看待问题、洞察事物和解决问题提供了新的技术手段和新的思维方法。

城市生活圈规划即是以“人”的时空行为和个体需求为核心组织城市生活空间,实现空间资源的供需匹配和均衡配置,不断提高城市居民的生活质量^[3]。因此,大数据时代产生的海量人本化的数据资源,以及随之而来的新技术、新手段、新方法,为城市生活圈规划提供了新的契机。

二、城市生活圈规划信息化实践的关键路径

2016年,由上海市房屋土地资源信息中心牵头,北京大学城市与环境学院、清华同衡规划设计研究院、上海数慧系统技术有限公司参与合作,开展了上海市城市体征诊断模型的辅助决策研究(以下简称“上海市城市体征诊断项目”)。在以上海市为代表的特大城市以人为本、存量发展、品质提升的新时代发展要求下,以及城市精细管理、精确调控、精准服务的切实需求下,上海市城市体征诊断项目融合传统数据与大数据,聚焦社区居委会这一城市空间的“细胞”单元,以大数据相关技术为支撑,通过构建城市体征诊断模型来监测、诊断和分析城市的运行状态和健康状况,辅助城市治理。

基于上海市城市体征诊断项目实践,笔者认为在当前的大数据时代,以信息化辅助和支撑城市生活圈规划编制、实施和监测评估须建立在“2+1+1+1”4个环节的关键技术路径基础之上:首先,应构建时空大数据资源体系与城市体征诊断综合指标体系2套基础支撑体系;其次,通过1套大数据治理流程保证基础数据质量、提升指标诊断精度;第三,基于1组城市体征诊断模型,引入机器学习,洞察数据、模拟推演,提供决策支撑;最后,建立1个信息平台,实现对城市生活圈运行体征的持续动态监测、评估与反馈(图1)。

1. 构建人地全要素的时空大数据资源体系

构建时空大数据资源体系,是实现高质量城市生活圈规划的重要基础。在城市的运行过程中,基于城市的规划、建设和管理,规划行业内积累了国土、资源等环境本底数据,统计了城市运行过程中的人口、经济普查等社会经济发展的基础普查数据,产生了大量的规划成果数据,以及建设、审批、土地交易等业务管理数据。从数据更新的频度和样本量来看,上述传统数据大都属于更新频度较低的静态数据,且具有较粗的空间精度和时间粒度(图2)。

而生活圈规划作为微观层面的社区型规划,既要遵循上位宏观、中

观规划的指引,又需要以人的动态时空行为和实际需求为核心提升微观层面的城市生活空间。因此,仅仅利用传统空间数据、统计数据和业务数据已不能满足当下“以人为本”的生活圈规划对于数据的需求,而构建从宏观到微观,覆盖城市中人—地全要素、静态—动态全维度的时空大数据资源体系来支撑城市生活圈规划编制、实施与监测评估就显得至关重要(图3)。

大数据时代涌现出的手机信令、浮动车GPS数据、社交数据,以及各类物联网实时监测数据等具有更新频度高、样本量大的特性。动态的道路交通、设施利用、市政运行等城市运行数据和个体时空行为数据,极大弥补了传统数据在空间尺度和时间粒度上的不足,对我们获得更广泛的城市运行特征,对城市生活圈的深入研究和规划有着重要意义(表1)。

通过数据资源规划的方法,依照业务需求,梳理数据特性,明确数据构成、数据标准和责任主体,分清数据层级,规划并构建满足“人、物、动、静”全要素、全维度要求的规划基础数据支撑体系,实现大数据与传统调查、规划、管理数据相辅相成,是信息化支撑城市生活圈规划落地的必要条件(图4)。

2. 构建城市体征诊断综合指标体系

只有充分了解现状和需求,才能更好地规划未来。在进行城市生活圈规划时,我们同样需要设定各类指标,以有效评估现状,分析问题。城市体征诊断综合指标体系的构建思路应遵照全覆盖、可落实、可定制三项原则。

第一,全覆盖:保证城市生活圈中涉及的人—地空间要素,以及资源本底、建成环境和空间开发利用变化状况全覆盖。

第二,可落实:城市体征诊断综合指标体系应基于构建的时空大数据资源体系,并相互反馈,保证数据可获取、指标可计算、监测可落实。

第三,可定制:从数据出发,建立一套城市体征诊断的基础指标,根据规划、实施与监测评估目标需求可组合、可定制成多维指数,并建立以不同目标、问题为导向的指标体系。

上海市城市体征诊断项目整合了三类数据资源:第一类是各类规划、国土的空间数据与业务数据;第二类是人口普查、经济普查等非空间政务数据;第三类是手机信令、出租车GPS、轨交IC卡等多元多维的新型数据。从数据及业务两个维度进行综合指标体系的构建,首先从数据维度,在统一的空间单元下,由数据本身能形成的单指标作为基础指标库。其次从业务角度,选择能够直观揭示城市体征及生活圈运行状况的分析评价维度,从基础指标库中选取相关指标,进行指标关联、维度分解和指数构建,形成业务指标体系。最终建立起以城市研究新思路为基础、以目标和问题为导向的多维度、多层面的城市体征诊断框架。类比人体检查和问诊的体征指标,从属性、动力、压力、活力四个方面来评估、诊断城市运行

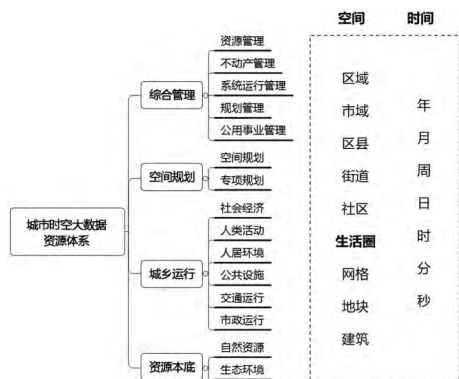


图4 基于数据资源规划方法的城市时空大数据资源体系示意图 (图片来源: 作者绘制)

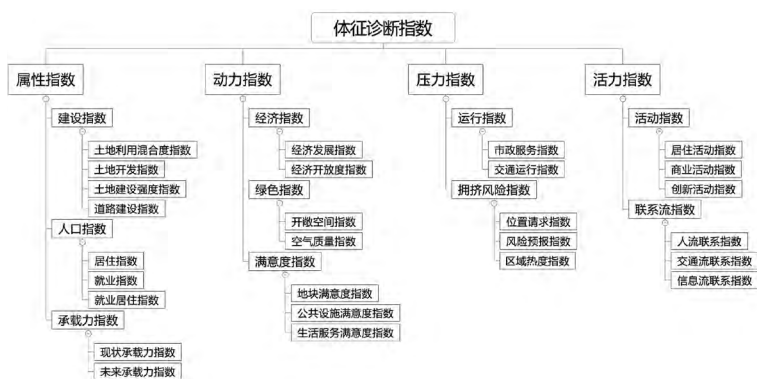


图5 上海市城市体征诊断指数体系 (图片来源: 2018年第1期《地理科学》)

表1 典型城市大数据的来源、时空特性与应用方向

类型	典型数据	数据来源	获取方式	适用的最小空间尺度	更新频率	数据应用方向	是否能免费获取	
人类活动	手机信令数据	移动、联通、电信运营商	购买或商业合作	街道/社区	实时	人口分布及人口流动; 职住分析; 居民出行特征分析; 通勤/出行特征分析; 城市功能区的发展评估; 区域间OD客流分析; 设施承载力/活力分析; 基于人口的资源承载力分析	否	
			政府单位协调					
	智慧足迹	购买或商业合作	250 m网格	实时		否		
	政府单位协调							
人口热力图	百度地图	网络爬虫	网络爬虫	行政区/片区	15 min	人口分布监测预警; 职住分析; 公共服务设施利用; 人口密度, 岗位密度分析; 商业、教育等用地功能识别; 节假日进行商业区吸引力分析	是	
			微信宜出行	网络爬虫	地块	延迟1 min		是
	腾讯位置大数据	购买或商业合作 (有数据接口)	地块	实时		否		
微博数据	新浪微博	网络爬虫	地块	实时	人口分布和变化趋势; 职住分析; 城市/区域联系度; 居民舆情分析; 社交网络分析	是		
城乡运行	街景图片数据	百度地图API	调用API	道路	年	城市街道空间要素识别; 城市意象分析; 街道空间品质评价; 城市街道/建筑色彩分析	是	
	互联网地图POI数据	百度地图API	调用API	建筑	年	城市功能区识别; 城市用地混合度分析; 城市空间结构分析; 城市生活便利度/15分钟生活圈研究	是	
	出租车GPS数据	出租公司 (如上海强生)	购买或商业合作	道路	实时	出租车调度优化; 道路拥堵分析与预测; 商业区活力度比对; 用地类型识别; 区间联系分析	否	
			政府单位协调					否
	互联网地图出行数据	百度地图API	调用API	道路	实时	交通等时圈分析; 城市空间结构、布局分析; 城市拥堵影响分析; 公共交通覆盖水平分析	是	
			高德地图API					
土地交易数据	土地市场网站	网络爬虫	地块	实时	城市土地供应分布土地出让面积/价格分布城市发展方向分析土地投资强度、方向分析土地投资效益评估	是		
用水、用电、燃气数据	相关政府单位或经营方	政府单位协调	建筑	月	资源、能源承载力分析; 市政设施承载力分析; 建筑功能类型识别; 社区人口数量与家庭结构分析	否		
资源感知	空气质量	中国环境监测总站	网络爬虫	城市	小时	空气质量感知与监测预警; 涉及空气质量因子的相关性分析 (如出行、产业、经济发展、交通政策等); 居民舆情分析	是	
			生态环境部数据中心		网络爬虫		天/小时	是
			环境云		调用API		天/小时	是
			天气预报		网络爬虫		天/小时	是
	水环境质量	中国环境监测总站	网络爬虫	城市	小时	水质感知与监测预警; 涉及水质因子的相关性分析 (如城市功能、产业类型、人类活动等); 居民舆情分析	是	
			生态环境部数据中心		网络爬虫		周	是
			环境云		调用API		周	是
聚合数据API (付费)	调用API	小时		否				

状况与健康状态, 分别作用于区域特征把握、禀赋动力挖掘、运行状态监控、活动动态展现^[7](图5)。

3. 通过数据治理, 保证数据可用性和模型有效性, 提升诊断精确性

伴随着新的数据资源在城市治理领域的深度应用, 新的问题也随之产生。大数据时代, 数据体量爆发式增长, 且数据种类繁多, 质量参差不齐, 这也给数据资源的储存和管理带来了新的挑战, 比如:

常规处理方式对大数据无法进行读写计算操作, 我们需要基于 Spark 内存分布式计算框架来进行并行计算, 为大数据处理提供更好的架构和更高的性能。

应对实时数据处理的时限要求, 我们需要通过 Spark 流计算处理框架进行处理, 同时兼容批量和实施数据处理的逻辑和算法, 满足需要历史数

据和实时数据联合分析的特定应用场合。

大数据完整性较差、质量参差不齐, 为了保证各类算法模型的结果有效性, 需要对大数据进行处理。例如, 某区域连续一个月的手机信令记录波动非常大, 我们首先要分析数据质量指标, 并对数据进行过滤去噪、分组、排序、关联等预处理工作, 才能保证运用这些数据源能有效正确地刻画人群特征。

此外, 在处理多源数据融合需求时, 还需要考虑不同数据类型在统一时间维度、统一空间单元上的归一化问题。比如在上海市城市体征项目中, 研究小组在现有的规划国土、人口普查、经济普查、手机信令、轨交IC卡、出租车GPS基础上, 以社区居委会为基本空间单元和研究对象进行数据融合, 并对这些基础数据进行重新审查和相互校验, 删除重复信息、纠



图6 以手机信令数据为例的数据处理流程 (图片来源: 作者绘制)



图7 大数据分析成熟度 (图片来源: 作者绘制)

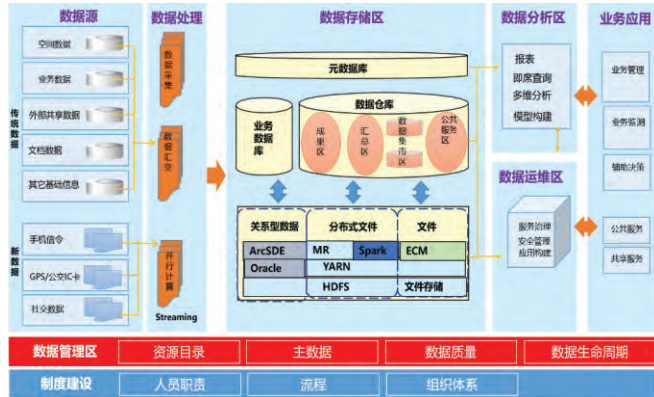


图8 大数据解决方案 (图片来源: 作者绘制)

正错误,规范数据格式,形成多源数据集的一张表,从而为系统层面从全市、区县、街道、社区等维度进行数据查询提供基础(图6)。

4. 建立城市体征诊断模型,引入机器学习,洞察数据,模拟预测

前瞻性是规划的重要原则,应用大数据就是为了通过海量样本挖掘历史规律,预测未来趋势,提前布局,满足人的需求。鉴于城市复杂系统每时每刻都在变化,保障规划的前瞻性,需要结合历史积累数据和持续更新的动态监测数据,通过描述性分析、诊断性分析刻画、精确把握和诊断城市运行状态,并引入机器学习,利用有限的计算资源进行预测性和处方性分析,实现模拟预测,求解最佳的情景方案,以支撑规划决策(图7)。

城市体征诊断项目中,研究团队一同探索了一组体征诊断模型,引入机器学习算法,基于社区单元的各项体征指标与指数,进行聚类分析,挖掘不同社区的标签特征;并根据特征指标和聚类结果训练决策树模型,以实现对社区单元特征标签的动态模拟与预测,从而量化评估环境变化及相关政策施行给社区生活与就业空间带来的影响,为规划决策与精细化管理提供决策支撑。

5. 以信息平台为支撑,实现对城市生活圈的持续动态监测评估

城市是一个复杂有机体且处于动态变化之中,城市的运行承载了人的需求和环境的变化,同时产生了大量的数据。城市生活圈的规划者、实施者和管理者需要能持续、动态、及时地感知到空间资源、建成环境的状况变化、人们的时空行为需求,以及潜在的城市问题。通过数据和指标体系的构建、数据的治理及模型的挖掘分析能够实现城市运行状态“截面”的诊断,而建立信息平台则是一种实现持续监测、监管的重要途径。通过信息平台提供信息的及时获取、分析与反馈,最终形成大数据分析能力支撑城市生活圈规划、建设、管理的闭环。

信息平台需要对多源异构的新数据和传统数据进行采集、汇交、并行计算处理和存储;提供数据的多维查询与分析、模型构建,以及数据服务治理、安全管理、应用构建等;按照业务管理、业务监测、辅助决策等不同的应用场景发布服务。为了保障整个分析流程的有序进行,需要设立数据管理区,对数据资源目录、主数据、数据质量和数据生命周期进行统一管理,并且对相关职责、运行流程和组织体系进行制度规范,形成一个完整的大数据分析管理体系(图8)。

三、基于大数据的城市生活圈动态监测评估系统

基于城市体征诊断项目成果,笔者的团队利用大数据等技术手段面向城市生活圈规划,开展了城市生活圈动态监测评估系统研发。系统以构建城市时空大数据资源体系和城市体征诊断指标体系为基础,综合考虑人、

地、动态、静态四维要素,建立数据挖掘分析模型,并基于数据分析结果进行自定义可视化,实现对于数据的及时接入、处理、分析和展现,支撑规划编制、实施和监测评估过程中的业务需求。系统平台的搭建旨在运用“大数据、云计算、移动互联网”等新一代技术理念,以“问题、目标、群众”为导向,以数据为核心,以共享为关键,以应用和服务为宗旨,以新技术新模式推动传统政府管理模式变革。

根据系统建设目标,系统功能逻辑架构,包含大数据运算技术框架、大数据挖掘分析平台、大数据资源管控系统、城市体征指标模型管理系统、城市体征诊断应用系统。

1. 大数据运算技术框架

采用以Hadoop、Spark为核心的大数据相关技术,实现包括手机信令数据、GPS数据在内的各类结构化、半结构化、非结构化海量数据的采集、处理大数据计算框架,具体包括基础硬件支撑环境、基于内存的分布式计算处理框架、分布式存储、资源调度框架、任务调度编排框架、大数据分析开发工具、数据采集、数据导出框架等。

2. 大数据挖掘分析系统

在大数据计算框架基础上,大数据运算基础技术平台对外提供数据的深度挖掘和分析服务的核心系统。大数据挖掘分析系统利用多种分布式计算引擎,提供各类业务分析模型的新建、修改等管理功能,结合分布式数据存储模型对各类结构化及非结构化的信息资源进行快速的分布式分析处理,并将分析处理后的中间结果数据提供给业务系统或其他单位进行二次利用等。

3. 大数据资源管控系统

大数据资源管控系统对各类数据源和数据服务、应用服务进行全生命周期管控,包括实现各类数据服务的接入,元数据管理;按业务需求进行数据专题的配置;进行系统用户、角色和权限的对应关系配置;针对不同功能,通过容器进行功能位置排列设定,并实现系统访问日志的管理。

4. 城市体征指标模型管理系统

城市体征指标模型管理系统是针对城市生活圈规划、实施、监测和评估中涉及的指标体系与模型进行的统一信息化管理。

建立城市体征诊断指标体系后,系统应支撑指标的信息化管理,对指标、指数、体系,以及其计算公式、指标测算说明、评价标准、使用空间范围、类型、数据来源等元数据进行统一管理,建立源数据读取关系、配置对应计算过程,实现指标体系的数字化管理和动态更新维护。同时,系统提供一套模型管理环境,以管理城市体征诊断中的各类模型。通过制定一套模型的参数、输入及输出接口要求,所有符合此要求的模型都可纳入模型管理系统中进行管理,实现模型的建立、测试、运算和监控。



图9 数据资源展示模块界面截图 (图片来源: 作者团队开发)

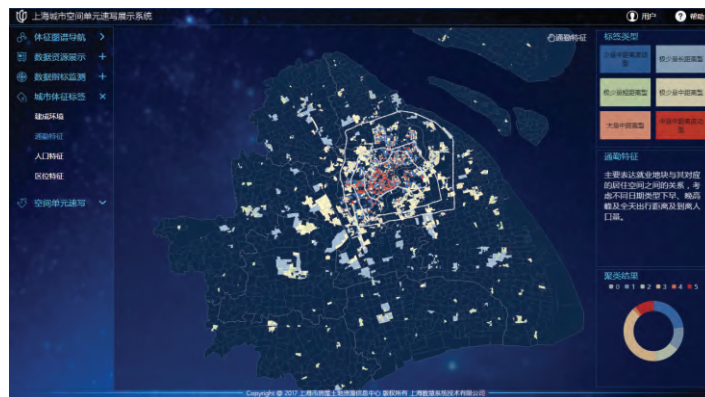


图10 城市体征标签分析展示模块界面截图 (图片来源: 作者团队开发)

5. 城市体征诊断应用系统

建立一套规划国土大数据动态诊断应用系统后,可以通过对大数据成果的分析检测、共享展示系统的建立,所见即所得,更快地发现、定位、解决问题,降低管理成本,提高运行效率,使管理科学化,变被动为主动,实现精细化管理和跨系统数据共享,解决信息孤岛,提升数据质量,辅助决策分析,提供统一的数据服务,具体内容如下:

第一,数据资源展示。将规划国土数据、人口普查数据、经济普查数据、物联网大数据(主要是对轨道交通IC卡、手机信令、出租车GPS等数据)进行处理后放入数据库中,并用相关指标进行查询展示(图9)。

第二,数据指标监测评价展示。对规划国土、人口普查、经济普查、物联网大数据等关键指标进行监测和分析评价,并采用地图、图表等方式展现。其中规划国土方面,主要选择现状容积率、近期开发力度、土地利用现状、地铁站点覆盖指标;人口普查方面,主要选择流动人口密度、流动人口占比、常住人口平均年龄、平均受教育程度指标;经济普查方面,主要选择第一、二、三产业机构密度、单位建筑面积职工数等指标;物联网数据方面,主要选择工作日、非工作日、白天、夜晚等瞬时人口密度等指标,采用文、图、表等形式联动分析。

第三,城市体征标签分析展示。基于社区单元各类评价指标与指数,采用聚类分析,针对建成环境、通勤特征、人口特征、区位特征、人群活动等几个维度,对5 430个社区居委会单元的总体分布和各标签类型的空间分布GIS图渲染,以及各标签类型占比统计。另外,还包括岗位类型、建筑用途等其他维度,所有以上维度标签需要在文、图、表中进行交互式关联展示(图10)。

第四,城市社区空间单元画像。采用多源数据,运用机器学习算法,对某个行政区238个以居住为主导功能的社区空间及30个以就业为主导功能的社区空间进行多维画像,并提供特征曲线查询、标签解读及空间单元画像综合排名。

四、小结

大数据时代下,新数据、新技术、新手段和新方法的涌现是逐渐兴起的城市生活圈规划的重要助推器,而生活圈规划编制、实施、监测和评估过程中对于数据获取、处理、分析挖掘、模拟预测,以及长效监测和反馈生活圈运行体征的需求则离不开信息化和IT技术的支撑。

本文以上海市城市体征诊断实践为案例,探讨了生活圈规划信息化实践的关键路径,提出应通过“2+1+1+1”的总体框架落实城市生活圈规划信息化工作,从而实现信息化支撑城市生活圈规划编制、实施与监测评

估全生命周期。同时,本文认为要实现针对城市复杂系统的持续、动态的诊断和监测评估,基于大数据的信息平台建设是不可或缺的基础性工作,通过建立大数据运算技术框架、大数据挖掘分析系统、大数据资源管控系统、城市体征指标模型管理系统与城市体征诊断应用系统,实现数据的持续接入、处理、分析与可视化,以及指标与模型的有效管理和维护。最终,让大数据+信息平台成为规划编制者和城市管理者分析、评估、预测和模拟的得力助手,助力城市治理能力和人民生活品质的提升。■

参考文献

- [1] 刘伦, 龙瀛, 巴蒂. 城市模型的回顾与展望——访谈麦克·巴蒂之后的新思考[J]. 城市规划, 2014, 38(8): 63-70.
- [2] 朱查松, 王德, 马力. 基于生活圈的城乡公共服务设施配置研究——以仙桃为例[C]//中国城市规划学会. 规划创新: 2010中国城市规划年会论文集. 重庆: 重庆出版社, 2010: 2813-2822.
- [3] 柴彦威, 张雪, 孙道胜. 基于时空间行为的城市生活圈规划研究——以北京市为例[J]. 城市规划学刊, 2015(3): 61-69.
- [4] Mayor of London. Smart London plan: using the creative power of new technologies to serve London and improve Londoners' lives[M]. London: Greater London Authority, 2013.
- [5] 上海市人民政府. 市政府关于印发《上海市城市更新实施办法》的通知[EB/OL]. (2015-05-27) [2018-10-11]. <http://www.shanghai.gov.cn/nw2/nw2314/nw2319/nw12344/u26aw42750.html> 2015.
- [6] 上海市人民政府. 上海市城市总体规划(2017-2035年)报告[EB/OL]. (2018-01-04) [2018-10-11]. <http://www.shanghai.gov.cn/newshanghai/xgkfj/2035001.pdf>.
- [7] 柴彦威, 刘伯初, 刘瑜, 等. 基于多源大数据的城市体征诊断指数构建与计算——以上海市为例[J]. 地理科学, 2018, 38(1): 1-10.

作者简介: 陆佳 上海数慧系统技术有限公司, 副总经理

张耘逸 上海数慧系统技术有限公司, 大数据产品经理

收稿日期: 2018-10-11