

城市时空大数据标准解读 ③ | 数据融合应用有效提升国土空间规划现代化治理能力

随着我国城镇化进入中后期阶段，城市发展面临的矛盾和问题趋于复杂化。党的二十大报告提出高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。支撑高质量发展需要优化国土空间发展格局，推进以人为核心的新型城镇化，统筹好发展与保护、发展与安全的关系，提高自然资源节约集约利用水平。面对新发展阶段的新要求，需要大力提升自然资源科技创新能力，从国土空间治理理念、知识体系和技术手段上进行全面升级，才能有力支撑国土空间规划治理能力现代化。

在国土空间规划中使用时空大数据，能够为我们提供时空本底信息（影像信息、定位信息和地理信息）和时空专题信息（资源的数量、分布和资料信息，资产的产权关系和权属信息，资源的资本和生态价值信息）等，更精确地反映现实世界各类实体与现象的空间分布、时间变化及属性特征。以时空大数据融合应用为基础的规划新技术探索，能够为国土空间的功能、品质提供更细尺度、更高动态的特征画像，提高空间问题诊断与空间资源供需匹配的精准性，从而更好地支撑空间规划决策和实施监督的科学性，全面提升国土空间现代化治理能力。

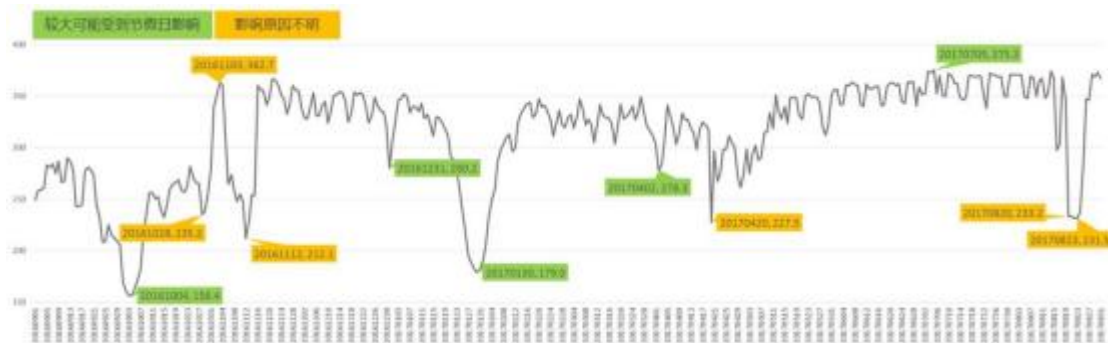
目前，时空大数据已较为广泛地应用于国土空间规划编制、审批、修改和实施监督工作中，但由于各地数据基础与技术水平的差距，存在良莠不齐的应用问题。《国土空间规划城市时空大数据应用基本规定》（以

下简称《规定》)首次构建了时空大数据应用的统一标准,以业务需求为导向,明确数据类型、口径要求与技术方法,既是对数据应用要求的明确,也是对数据应用的指导,是全面提升时空大数据在国土空间规划中应用成效的关键基础性工作。通过数据清洗、质量控制、数据校核等关键环节,有力提高数据的可靠性和有效性,在此基础上,才能进一步开展多源数据融合,实现在空间功能识别、问题诊断和空间模拟推演等不同应用场景的融合应用,全面提升时空大数据对国土空间规划决策的支撑力度。

一、通过数据清洗、质量控制和数据校核夯实应用基础

数据清洗是应用支撑的基础。手机信令、互联网位置服务数据等定位数据是目前国土空间规划中应用较为广泛的新型时空大数据。此类数据数据量庞大、时空颗粒度精细,但其原始生产目标为通讯或定位服务,因此在跨领域的规划应用中存在较多问题。一方面,数据在采集过程中容易受到设备与网络环境的稳定性影响而产生数据噪声,如手机信令数据受基站信号波动影响产生“乒乓效应”、出租车浮动车数据受信号影响出现样本位置偏移、物联网传感数据因设备影响出现时间序列偏差和重复存储等问题。此类数据在数据量与空间位置、时间序列存在的问题将影响甚至导出错误的分析结论;另一方面,对于国土空间规划的业务需求,时空大数据的全量数据并非均为有效信息,过于精细的原始数据也可能造成计算量的加大和存储空间的压力。本次《规定》提出数据的清

洗与处理的统一要求，对于剔除数据噪声、排除无效冗余数据至关重要，是支撑时空大数据应用有效的基础。



某运营商原始数据波动情况示意图

质量控制是应用支撑的前提。由于采集渠道、方式、口径的差异，不同类型、不同地区、不同方式获取的时空大数据在数量结构与空间覆盖范围方面均存在差异。如部分互联网用户占有率过低，或其提供的服务偏重于某一特殊年龄层用户或某一特定空间区域用户，均会导致此类数据的分析结果对于国土空间运行主体特征的分析缺乏代表性，因此需要在使用中明确基本的内容要求与技术标准。本次《规定》明确了手机信令、互联网定位等位置服务数据的最低日活跃用户量比例，并对样本数据集提出数据空间和结构的覆盖要求，将有效避免因数据集样本有偏而导致的结论谬误或不全面，从而进一步提升时空大数据在国土空间规划应用中的分析结论的科学性与全面性。



数据质量控制示意图

数据校核是应用支撑的保障。由于时空大数据通常为新兴数据，其采样方式与计算方法存在一定模糊性，仅仅使用单项数据难以保证数据本身的准确性，也将大大降低推导出的分析结论的可靠性。如某地区统计调查数据与时空大数据测算的结果差距过大，若不结合其他相关数据源进行交叉验证，难以辨别数据真实性，也就无法保障数据对于结论的支撑力度。然而，数据校核往往是时空大数据在国土空间规划应用中较容易被忽略的一项工作。因此，本次《规定》从数据量、结构或空间样本相互验证的角度，提出数据校核的基本要求，对数据准确性进行校核，通过交叉校验的方法保障数据应用支撑的准确性。



多源数据交叉验证示意图

二、通过多源数据融合全面提升多场景应用价值

由于国土空间规划中实际面对的影响要素是多元的，仅仅使用单一数据源难以全面解读复杂的空间问题，加强时空大数据和传统数据等多源数据的融合，对于提升时空大数据在各种场景中的应用价值是十分必要的。比如融合 POI 等空间数据和互联网 LBS、手机信令、企业工商注册等使用主体动态数据，叠加手机信令与互联网 LBS、车辆 GPS 数据、互联网文本数据等动态数据，完成对不同时段、不同空间使用主体的行为分析，从而实现对空间使用情况的动态刻画。然而，时空大数据的多元异构属性使数据的汇聚融合存在一定难度，需要提出时空范围一致性处理方法与汇聚单元、样本量要求，才能保障分析准确性。本次《规定》对数据融合环节不仅明确了基础单元，还提出数量汇总、加权计算等方法，以及不同类型数据的语义融合等适用于不同数据与应用场景的方法引导。在以下三类不同应用场景的典型应用中，可以看出通过时空大数据的融合，可以较好地拓展数据维度，全面提升时空大数据的应用价值。

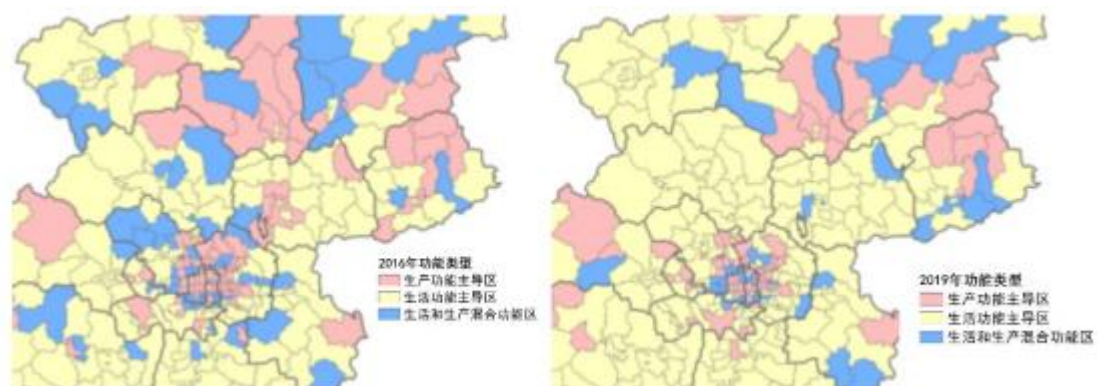
多源时空大数据在统一时空单元下的融合分析示意图

基于时空大数据融合分析的空间功能演变判别。在职住人口数量、企业密度等单项指标计算的基础上，通过将就业空间内部产业相关信息与职住距离、职住比、组团内通勤占比等职住特征相结合，可更深入地进行就业空间画像，以更全面地支撑功能布局优化。

	就业组团	就业人口密度	就业人口占比	企业数量	企业密度	企业占比
就业薄弱职住平衡型	北部片区					
	东部新区					
	副中心片区					
	西部近郊片区					
	北部产业片区					
就业强职住平衡型	西部产业片区					
	产城融合片区					
就业强职住不平衡型	CBD片区					
	西部核心片区					
	国际服务片区					
	北部科技园区					
	南部新城					
	创新产业片区					

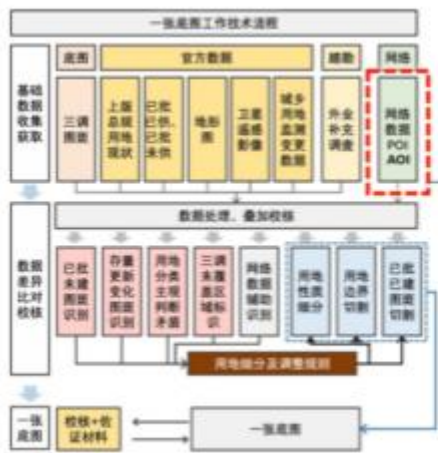
不同就业组团分产业占比结构分析示意图

基于时空大数据反映的高精度人口空间分布与高时效性人口流动联系，结合交通等时圈等建设条件信息，综合应用空间聚类等算法，可识别反映城市运行的真实要素联系边界，以量化支撑都市圈范围划定等功能结构发展规划。通过人口与产业、设施数量、流动关系的聚类分析，与不同年份的数据变化的对比，更可以深度反映城市功能演变，为挖掘城市发展规律，判断发展趋势提供参考依据。



不同年份城市功能空间分布示意图

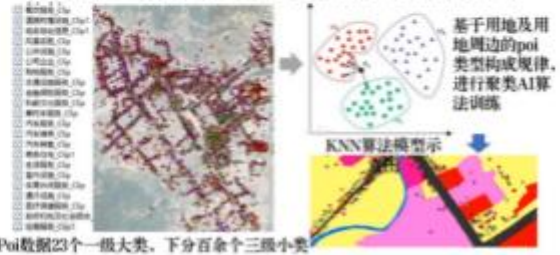
基于时空大数据融合分析的空间供需问题诊断。在官方数据和踏勘调研的基础上，采用AOI大数据和“POI数据+AI算法”开展空间校核和地类图斑细分，能够大幅降低人力成本，辅助空间问题识别与诊断。AOI、POI数据与人口、企业等城市运行主体数据的融合应用，可以更为综合的反映供需匹配问题，为空间资源配置提供决策支撑。



• AOI大数据空间校核，助力图斑细分

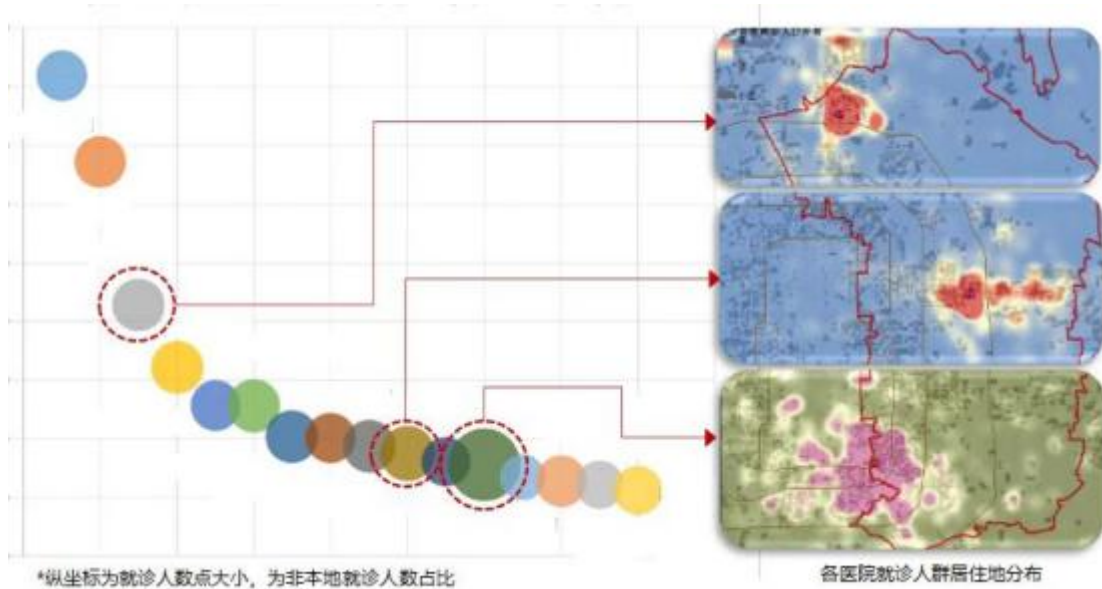


• POI数据+AI算法，预测用地功能初判，极大降低人力



数据融合应用技术路线

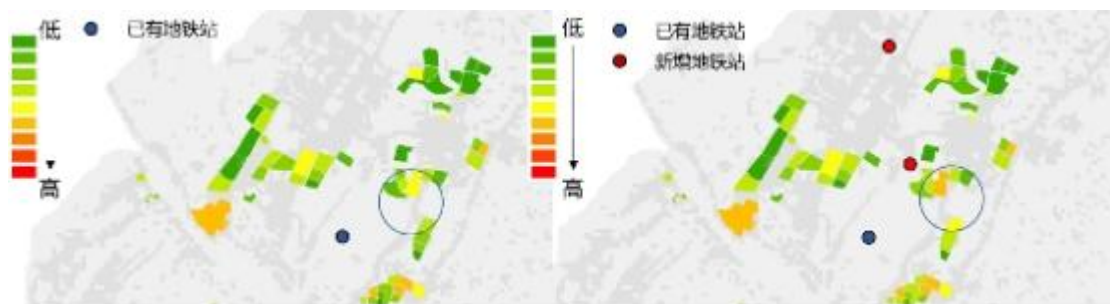
通过时空大数据的精确人口位置与结构信息获取城市中各类设施的使用人口规模、年龄与来源地，能够在物理覆盖范围的基础上刻画出其真实服务对象与服务效能，从而更好地针对不同人群的真实准确需求，精准识别现状设施供需匹配缺口，并精细化地进行设施优化布局。



医疗设施就诊人口数量与来源地占比分析示意图

基于时空大数据融合分析的空间规划情景模拟。时空大数据精度高、维度多和覆盖度广等特点为空间研究提供了更多的样本，使得空间规划能够引入机器学习等算法，通过要素自身发展规律的学习进行不同发展情景的预测模拟。

宏观尺度中，可对建设用地增长的驱动及限制影响各类要素及其影响机制进行总结，并在此基础上设定路径依赖、高质量发展等多情景，开展流域等区域尺度的城镇空间扩展模拟，为用地指标传导、开发边界划示、差异化制定策略及城镇“双宜区”判定提供科学支撑。微观尺度中，可基于多维数据综合评估进行设施布局模拟。通过汇聚反映服务规模、密度、质量、覆盖度、多样性、满意度的多源数据，建立基于设施综合评价的“选择度指数”，有效辅助资源配置水平的精准认知与供给决策。



基于地块开发可行性的公服设施选址模拟

结语：

时空大数据覆盖范围广、空间精度高、时效性强等应用优势不仅丰富了国土空间的解读维度，更提升了对人群等空间运行主体活动特征的刻画精度，是对传统空间规划研究方法的有效补充。《规定》对于时空大数据应用标准的构建，将有效避免由于时空大数据采样的来源途径、口

径不一，处理方法存在差异，计算结果缺乏校核等导致的结论误差问题，是加强国土空间精准认知的重要基础；同时作为时空大数据在国土空间规划中的应用基础性参考和方向性指引，将有力支撑“智慧规划”技术在规划问题的定量化分析、规划方案的智能化推演、规划实施的动态维护和实时监督等各种场景应用和决策支持，从而进一步推动国土空间规划创新技术应用的全面拓展，为实现“数字中国”夯实基础。