



武汉大学学报(信息科学版)  
*Geomatics and Information Science of Wuhan University*  
ISSN 1671-8860, CN 42-1676/TN

## 《武汉大学学报(信息科学版)》网络首发论文

题目: 新基建时代地球空间信息学的使命  
作者: 李德仁, 张洪云, 金文杰  
DOI: 10.13203/j.whugis20220078  
收稿日期: 2022-02-12  
网络首发日期: 2022-02-15  
引用格式: 李德仁, 张洪云, 金文杰. 新基建时代地球空间信息学的使命[J/OL]. 武汉大学学报(信息科学版). <https://doi.org/10.13203/j.whugis20220078>



**网络首发:** 在编辑部工作流程中, 稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定, 且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式(包括网络呈现版式)排版后的稿件, 可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定; 学术研究成果具有创新性、科学性和先进性, 符合编辑部对刊文的录用要求, 不存在学术不端行为及其他侵权行为; 稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准, 正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字符、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性, 录用定稿一经发布, 不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容, 只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

**出版确认:** 纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司签约, 在《中国学术期刊(网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版, 以单篇或整期出版形式, 在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊(网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物(ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z), 所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

DOI: 10.13203/j.whugis20220078

## 新基建时代地球空间信息学的使命

李德仁<sup>1,2</sup> 张洪云<sup>1</sup> 金文杰<sup>1,2</sup>

1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 湖北 武汉, 430079

2 地球空间信息技术协同创新中心, 湖北 武汉, 430079

**摘要:** 2021年9月16日, 习近平总书记在致首届北斗规模应用国际峰会的贺信中指出, 当前, 全球数字化发展日益加快, 时空信息、定位导航服务成为重要的新型基础设施。随着新型基础设施建设(新基建)时代的到来, 测绘人要认真领会习主席指示的内涵, 想国家所想, 急国家所急, 全身心投入到“第二个一百年”和“新基建”的浪潮中。首先阐述了新基建的定义, 并分析了新基建与传统基建的区别; 其次重点论述了地球空间信息学(即大测绘)在新基建的三个体系(信息基础设施、融合基础设施以及创新基础设施)中的使命。笔者认为, 我们已经从以绘制地形图为主的小测绘发展成当今以地球空间信息服务为主的智能化大测绘, 必须抓住机遇, 不失时机地拓展新基建时代地球空间信息学的新使命, 为新基建提供完整性好、现实性强、精准度高的时空数据, 实现数字产业化、产业数字化和智能化。

**关键词:** 新基建; 地球空间信息学; 时空数据; 数字化和智能化

**中图分类号:** P208

**文献标志码:** A

当今世界正经历百年未有之大变局, 新一轮科技革命和产业变革深入发展, 信息技术的快速发展催生了当前社会发展对新型基础设施的需求<sup>[1]</sup>。习近平总书记多次就推动新型基础设施发展作出部署, 强调要加强新型基础设施建设。2018年12月, 中央工作会议将5G、人工智能、工业互联网、物联网纳入新型基础设施范畴。2019年政府工作报告提出要加强新一代信息基础设施建设。2019年7月30日, 中共中央政治局会议再次强调, 要加快推进信息网络等新型基础设施建设。2020年4月20日, 国家发展和改革委员会在其新闻发布会中明确了新型基础设施的范围。新型基础设施建设即新基建, 是以新发展理念为引领, 以技术创新为驱动, 以信息网络为基础, 面向高质量发展需要, 提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系<sup>[2]</sup>。新基建主要包括三个方面内容, 分别为: (1) 信息基础设施: 包括以5G、物联网、工业互联网、卫星互联网为代表的通信网络基础设施, 以天空地对地观测与北斗卫星导航为代表的空间信息基础设施, 以人工智能、云计算、区块链等为代表的新技术基础设施, 以数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施等; (2) 融合基础设施: 主要指深度应用互联网、大数据、人工智能等技术, 支撑传统基础设施转型升级, 进而形成的融合基础设施, 如智能交通基础设施、智慧能源基础设施等; (3) 创新基础设施: 主要是指支撑科学研究、技术开发、产品研制的具有公益属性的基础设施, 如重大科技基础设施、科教基础设施、产业技术创新基础设施等<sup>[3]</sup>。

---

**收稿日期:** 2022-02-12

**项目资助:** 国家自然科学基金重大研究计划(91738302)。

**第一作者:** 李德仁, 教授, 中国科学院院士, 中国工程院院士, 国际欧亚科学院院士, 主要从事以RS、GPS和GIS为代表的空间信息科学的科研教学工作。drli@whu.edu.cn

**通讯作者:** 张洪云, 博士, 博士后。zhanghongyun@whu.edu.cn

新基建与传统基建有所不同，建设主体由原来的政府主导变成多元主体（企业、市场、政府）共建；建设方式由原来的只考虑物理空间布局变为各行各业之间相互协同，科技含量提高；建设重点由原来只注重硬设施建设变为硬软设施兼顾；应用方式由原来的传统物理空间（铁公基）变为从物理空间到网络空间一体化的万物互联时代（数字孪生世界）<sup>[4]</sup>。图1为新基建与传统基建的区别。

	建设主体	建设方式	建设重点	应用方式	价值影响
传统基建	政府主导	只考虑物理空间布局（相对单一）	科技含量相对较低（硬设施投入为主）	注重硬设施建设	传统物理空间（铁公基） 功能单一（铁路、公路、电力） 局部传递效用（一设施一功能） 主要着眼于稳投资、保增长、促就业、惠民生
新基建	多元主体共建（企业+市场+政府）	统筹考虑（行业、产业协同）	科技含量高（硬设施+软实力）	更注重新一代信息技术和数据的应用 物理空间+网络空间（数字孪生世界） 渗透性强（经济社会各领域） 规模乘数效应（供需共同受益、应用场景增加）	短期着眼于稳投资、保增长、促就业、惠民生，长期着眼于支撑经济社会数字化转型

图1 新基建与传统基建的区别

Fig.1 Differences Between New Infrastructure and Traditional Infrastructure

地球空间信息学<sup>[5]</sup>主要利用测绘、遥感和地理信息技术来获取、处理、分析和应用与地球空间位置有关的时空信息，可为地球科学问题研究和对各行业全面精确服务提供技术方法和时空信息支撑<sup>[6]</sup>。随着新基建时代的到来，当前需要更加丰富和完善的空间信息采集、处理和服务机制，解决数据的连接、交互和处理等问题，这将赋予地球空间信息学新的使命，地球空间信息学应为新基建提供完整性好、现实性强、精准度高的时空数据，实现数字产业化、产业数字化和智能化<sup>[7]</sup>。

## 1 地球空间信息学在信息基础设施中的使命

在构建物理空间与网络空间一体化万物互联时代，新基建同时作用于实体与数字世界，形成数字孪生世界。在此形势下，地球空间信息学既为数字孪生提供框架和地理底座，又是记录人车物和水电气等万物活动时空大数据的手段。因此，应当将以空天地对地观测与导航等地理信息技术为代表的地球空间信息技术纳入“新基建”的信息基础设施中，并至少完成以下使命。

### 1) 中国与全球的高精度时空基准

新基建时代，人类社会活动以地球系统为中心，逐步向太空与外层空间发展，需要建立从牛顿力学到爱因斯坦相对论的天空地一体化的中国与全球高精度时空基准和四维时空框架<sup>[8]</sup>。

### 2) 全国全球 1:5 万、各省 1:1 万三维测图

利用中国资源三号（ZY-3）在轨三颗光学卫星和天绘二号在轨 4 颗合成孔径雷达（synthetic aperture radar, SAR）卫星数据，可以智能地完成全球任何地区的 1:5 万无地面控制测图，自动生成数字表面模型（digital surface model, DSM）和数字正射影像（digital orthophoto map, DOM）<sup>[9]</sup>。利用人机交互处理进而可生成数字规划地图（digital line graphic, DLG）和数字高程模型（digital elevation model, DEM），以保障新基建和面向人类命运共同体建设的需要。

利用高分七号（GF-7）和高分十四号（GF-14）两颗双线阵光学遥感卫星及其上的激光测高数据，可以测制 1:1 万地形图。中国多颗分米级干涉雷达（interferometric synthetic aperture radar, InSAR）卫星也可以用于此项任务。再结合 0.5 m 分辨率光学遥感卫星，可生成全国 0.5 m 分辨率正射影像产品。

3) 全国实景三维城市底座（2~10 cm 分辨率）和全国森林区激光点云三维模型（10 cm 分辨率）

利用航空飞机和无人机倾斜摄影，配以空地激光雷达（light detection and ranging, LiDAR）点云数据，可以为数字孪生三维城市建设形成室内外、地上地下一体化实景三维底座。在森林覆盖地区的高精度 LiDAR 三维点云模型可为碳汇和碳中和作出精确评估。此项工作可与大气遥感与夜光遥感数据融合，以快速获取全国与全球“碳达峰”和“碳中和”产品。

4) 空间信息多级网格国情数据库

目前中国各大中城市的  $100 \times 100 \text{ m}$  数字网格化管理系统，从数字城管起步，到新型冠状病毒肺炎疫情期间已大大拓展了其上千个属性管理项，并在智慧城市建设中发挥了重大作用。建议将该网格化系统扩展到全国，按四叉树结构形成根结点（ $10 \times 10 \text{ km}$ ）、枝结点（ $1 \times 1 \text{ km}$ ）和叶结点（ $100 \times 100 \text{ m}$ ）组成空间信息多级网格国情数据库，在空间信息多级网格软硬件环境的支持下，为国家和省市宏观决策提供空间信息服务<sup>[10]</sup>。空间信息多级网格具有潜在的三大职能：一是作为数字地图的补充产品；二是作为城市网格化管理推向全国的一种空间数据的表示和组织方法；三是作为地理国情监测数据空间统计的统一载体和发布产品。这种空间数据表示和组织方法应向全国推广，不仅局限于城市，按照人口和经济分布可在全国建立不同粒度的多级空间信息网格，还可以在空间网格中叠加多类型数据，如绿化指数、GDP（gross domestic product）指数、交通便捷指数、人口密度指数、碳排放指数和由多种指数综合而成的幸福指数等。

5) 制作全球每季度、中国每月的土地覆盖标准产品（16 m 分辨率）

“十四五”期间，采用中国高分一号（GF-1）和高分六号（GF-6）光学卫星并辅以高分三号（GF-3）雷达卫星应做到实现每月、每季度的多时相  $16 \text{ m}$  分辨率的地表覆盖制图，并基于深度学习的智能影像解译技术，提高多源、多时相土地覆盖变化检测的精准度和自动化水平。

在自然资源部规划的“十四五”期间五个重大专项中为测绘的使命和任务划出了重点：实景三维中国建设、新一代国家测绘基准体系构建与服务、边境地区地理信息资源建设、海洋测绘和全球地理信息资源建设（二期）。当前，实景三维中国建设重点还需解决以下六 大问题<sup>[11]</sup>：（1）天空地海实景三维采集装备。中国的实景三维采集装备硬件方案基本成熟，国产化装备基本可以满足实景三维建设的要求，然而相机镜头等核心部件还不能完全取代国外产品；（2）数据处理相关软件与技术。目前针对倾斜摄影三维模型自动重建难点问题基本解决，国产软件的质量和性能基本可以满足市场的三维重建需求，然而技术仍需要不断迭代和升级；（3）实景三维计算超大规模算力消耗问题。实景三维的自动重建需要反复的读取图像数据，具有高吞吐、高计算密度的特点，目前用于公有云的大部分架构并不完全适配实景三维的处理，因此需要构建实景三维自动重建软硬一体化系统，实现软硬件协同、智能调度与处理、算法级 GPU（graphics processing unit）和 CPU（central processing unit）一机多用，充分消耗算力；（4）单体化分析与自动单体化技术。常用的单体化方式有两种，第一种为重建单体化，该方法类似于传统的 3DMAX 建模，整洁、干净、视觉感觉好，模型体量小，便于分析和展示，但人工操作量巨大，自动化程度低；第二种为标签单体化，只对模型进行标签，在模型后隐藏矢量模型，该方法可随意切分粒度，数据最真实，信息最完整，而且可实现自动化。两种单体化方法可联合使用；（5）海量数据可视化云渲染技术。大规模实景三维可视化仍存在以下难题，如数据量大、对展示端的硬件要求高，信息

丰富、数据保密要求高, 几何精度极高、测绘精度安全等<sup>[12]</sup>, 需要通过自主创新逐一攻关解决, 从而实现数据在云空间, 操作在端点 PAD 和手机, 加工后的瓦片数据传到用户终端, 实现数据安全和使用的双赢。

## 2 地球空间信息学在融合基础设施中的使命

在新基建时代, 应运用时空大数据将物理空间静态和动态目标数字化, 传输到网络空间, 实现数字孪生, 以支持融合基础设施发展, 实现产业数字化和数字产业化, 支持实体经济和数字经济双发展。目前, 整个新基建的规模大约为 40 万亿, 而测绘在新基建中至少应该创造 5 万亿。主要有以下几个实现方向。

### 2.1 基于多时相三维实景影像的自然资源调查、生态环境监测与应急管理

结合深度神经网络对遥感影像进行自动分类与解译, 以用于国土和自然资源调查、管理与监测, 水土气生态环境监测, 精准农业和灾害应急管理等<sup>[13]</sup>, 例如: (1) 省级自然资源遥感制图。以江苏省为例, 将南京市作为历史自然资源矢量数据生成训练集, 利用 GPU 并行加速, 三天内完成 600 GB 影像推理, 实现全江苏省 1 m 自然资源遥感制图, 整体制图精度达到 84.44%; (2) 湖北省农作物一张图。融合哨兵多光谱多时相、珠海一号高光谱 (32 个波段)、无人机高光谱 (200 余波段) 等 85 GB 数据, 基于多时相、高光谱的深度学习网络, 构建湖北省农作物一张图系统; (3) 全国大棚一张图。针对自然资源监测中的大棚提取应用需求, 设计密集目标深度学习提取网络, 构建大小为 59.785 TB 的全国 0.5 m 分辨率影像数据库, 共提取全国大棚 13 647 764 个, 在山东、新疆、上海等地验证集上取得 85.78% 的精度; (4) 全国、全球地表覆盖分类。面向全球地表覆盖制图需求, 生产“国产资源三号卫星中亚 20 万 km<sup>2</sup> 地表覆盖制图”产品; 在中国实验区, 由历史产品数据驱动完成全国产品快速更新; (5) 湖北省农作物受灾情况一张图。2020 年, 依据多时相影像对洪涝灾害调查研究, 生成王家坝汛期时间变化图、巢湖地区洪涝灾害实时监测图、重庆当日水淹情况图等, 将湖北农作物受灾情况做成一张图, 以此分析各市县受损面积, 进行精准补偿, 帮助农业灾害处理; (6) 灾区水体变化检测。针对 2021 年 7 月郑州暴雨, 通过遥感影像实时监测受灾区域水体变化, 为应急管理提供决策参考。为了进一步提高基于深度学习的影像解译和分类的精度, 可逐步推广基于本体的语义网格描述, 以取代传统的地物分类方法。武汉大学龚健雅院士正在牵头研制开源的遥感影像样本库 (LuoJiaSet) 和遥感影像专用框架 (LuoJiaNet)<sup>[14]</sup>, 应得到更大的关注和支持。

### 2.2 基于高精度时空大数据的公共安全与大健康产业

对高精度时空大数据进行整理、挖掘、分析, 以满足社会需求, 是融合基础设施的重要组成。例如: (1) 在公共交通安全上, 建立“北斗+交通”智慧交通应急大脑系统<sup>[15]</sup>。人类所有的出行活动轨迹, 手机、视频、出租车、汽车、室内、公交刷卡数据, 一起构成了城市的人流、车流和物流, 采用这些轨迹数据建立智慧交通应急大脑系统, 通过全息感知、时空分析和数据挖掘技术进行科学调度, 解决交通拥堵问题。武汉市建成智慧交通应急大脑后, 城市拥堵排名从 23 名降至 53 名; (2) 在公共安全和大健康方向上, 综合应用智能手机测距技术、北斗+5G 室内定位技术<sup>[16]</sup>以及信道状态信息行为感知等技术手段建立基于时空大数据的公共安全和大健康服务体系, 通过感知人行为姿态、人和人之间间隔, 基于移动智能终端精准跟踪病毒传播途径, 从而有效避免大范围隔离和“封城”。在全国机场、车站、医院和学校等公共场合, 实现手机米级精度的位置上传到公共安全云, 与视频数据一起分析, 做到自动识别密切接触者和安全距离者, 做到疫情常态化不“封城”、不封区。这项建设意义十分重大。每个人的时空位置轨迹大数据又可为个人健康提供心理学、生理学和行为学的

可靠信息，为健康与养老服务提供科学数据。相应的建议已通过中国工程院上报国家。

### 2.3 基于数字孪生的新型智慧城市、智慧交通、智慧能源等

数字孪生新型智慧城市是指在网络空间，再造一个与物理城市匹配、对应的孪生城市，形成物理维度上的实体世界和信息维度上的虚拟世界同生共存、虚实交融的发展格局，并基于智能化技术手段让虚拟世界服务于物理空间，是一项需要长期探索和实践的数字化道路<sup>[17]</sup>，图 2 为构建数字孪生智慧城市的示例。以智慧电网为例，其充分利用电力系统物理模型、先进计量基础设施的在线量测数据、无人机巡线和机器人巡查加上电力系统历史运行数据，并集成电气、计算机、通信、气候、经济等多学科知识，进行的多物理量、多时空尺度、多概率的仿真过程，通过在虚拟空间中完成对智能电网的映射，反映智能电网的全生命周期过程。这项工作是融合基础设施的最重要任务，可推广到各个城市、各个企业和各个地区。



图 2 数字孪生的智慧城市

Fig.2 The Digital Twin of Smart City

### 2.4 基于 5G 和人工智能的智能驾驶与机器人产业

车路协同的智能化，是实现智能驾驶和自动驾驶的关键，要将智能传感器尽可能放在路上，为所有车辆共享，协同方式如图 3 所示。放在路上的智能传感器至少应当做到：第一，保证车辆高精度、高完好率连续导航的增强系统；第二，将路上给驾驶员看的交通标志改为车用智能终端可接收的信号；第三，记录路上人、车、物状态的传感器，如视频、测速雷达等。此外，放在车辆上的智能感知、定位定姿传感器和智能驾驶脑要做到价廉物美。车路协同感知认知，以 200% 的可靠性来实现无人驾驶和智能驾驶，这是未来中国基础设施建设中一个重要发展方向。由于中国车辆拥有量超过 2 亿，具有巨大的潜在市场价值。

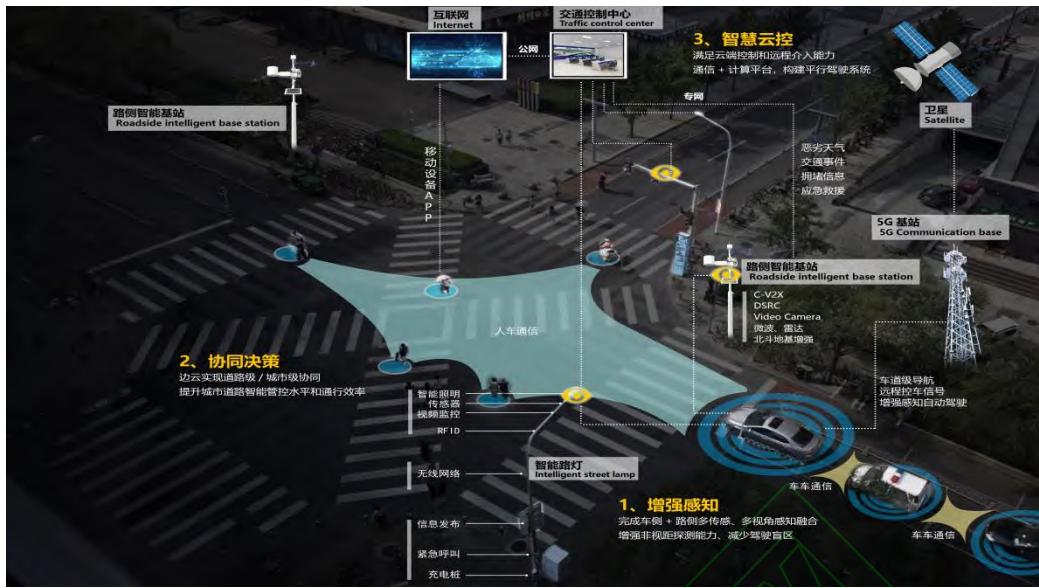


图 3 车路协同体系

Fig.3 System of Cooperative Vehicle Infrastructure

除了智能驾驶，智能机器人也是“十四五”期间一个重要的科研和产业方向，智能机器人能够在多种人迹难至的场景，进行全天时、全自动、全方位的作业。以电力巡检机器人为例，电力巡检机器人能够实现对变电、输电、配电设备进行全天时、全方位、全自主智能巡检和安全防护，包括自动巡逻、智能读表、图像识别、红外测温、实时视频回传等功能，以人工智能先进化手段代替传统人工完成电站巡检及设备查明工作，降低人员安全风险，保障电网本质安全，提升电网智能化巡检技术水平。测绘人要勇于研发能认路识路、导航定位的智能传感器，做能爬坡爬楼、水陆兼用的智能机器人的主力军。

## 2.5 通导遥一体化的空天信息实时智能服务

当前，中国的遥感卫星、北斗卫星、通信卫星各成体系、彼此分离，存在系统孤立、信息分离以及服务滞后等问题。因此，需要将三种卫星连通融合成一个畅通服务系统，称之为通导遥一体化的天地信息实时智能服务系统<sup>[18]</sup>。北斗三号系统的建成并开通服务实现了中国卫星导航从 0 到 1 的跨越，这不是结束，而是一个新的开始。通过融合多种技术手段可以进一步提升导航定位精度，打造全球领先的高精度定位服务；目前北斗地基增强定位主要服务于中国陆地区域，但通过低轨信号增强可以扩展其服务范围；通过星基增强服务使北斗三号能够覆盖无法设立地基增强系统的全球陆海区域，低轨信号增强能够降低收敛时间，从而提供全球无缝高精度定位服务能力，提升北斗国际竞争力。

通导遥一体化空天信息实时智能服务系统<sup>[19]</sup>，旨在构建全球数百颗卫星组成的天地一体化通信、导航、遥感多传感器加云计算和人工智能的天地互联网。通过星载精密单点定位 (precise point positioning, PPP) 技术、组网通信技术和实时目标检测、变化检测、几何定位技术，将用户需要的信息（包括位置 (positioning)、导航 (navigation)、授时 (timing)、遥感 (remote sensing) 与通信 (communication)，即 PNTRC）实时或近实时地送到用户的智能终端（如手机）上，该系统可实现 BTB (business-to-business)、BTM (business to manager) 和 BTC (business to customer) 全方位服务，创造万亿产值。图 4(a) 和 4(b) 分别为通导遥一体化空天信息实时智能服务系统的说明和示例。武汉大学牵头研制的珞珈三号多模光学遥感能智能卫星，将于 2022 年 6 月发射，是世界上第一颗通过手机 APP 实时获取高分卫星影像的通导遥一体化智能卫星。

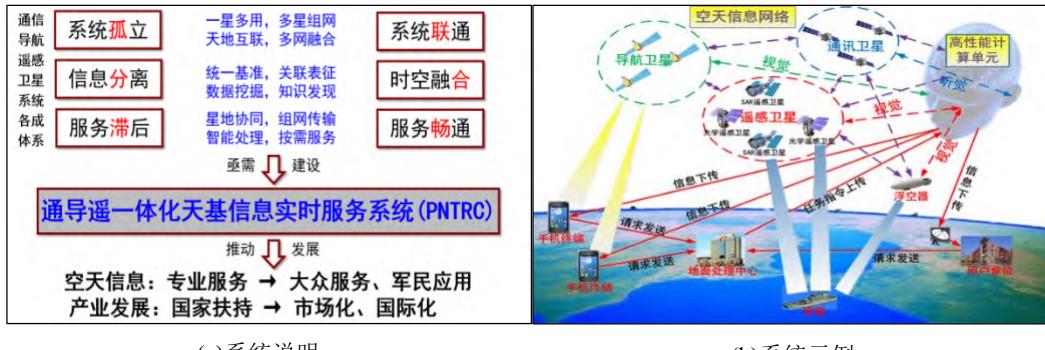


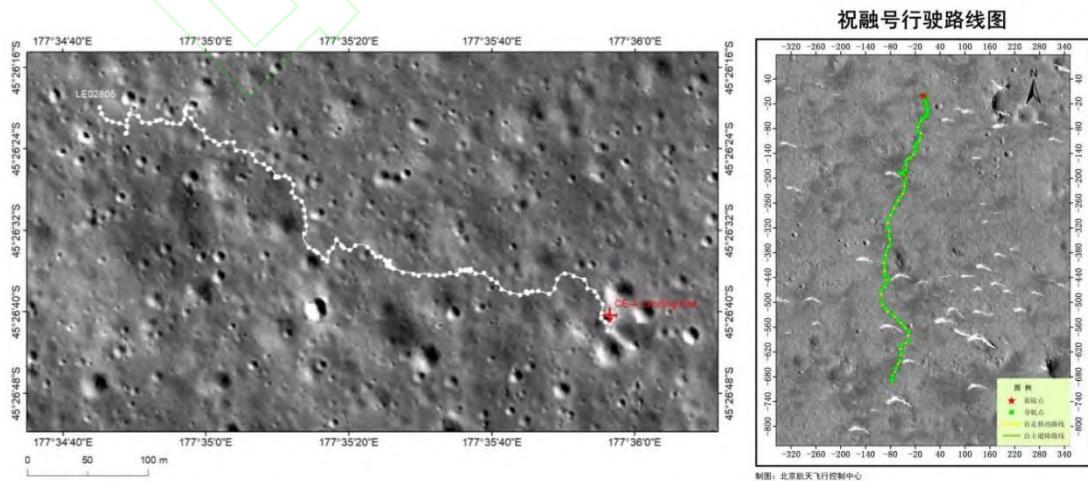
图 4 通导遥一体化空天信息实时智能服务系统

Fig.4 Air Space Information Real-Time Intelligent Service System Integrating Positioning, Navigation, Timing, Remote Sensing and Communication

### 3 地球空间信息学在创新基础设施中的使命

#### 3.1 三深一系统

在创新基础设施中,要抓住“三深一系统”,即深地、深海、深空以及地球系统。努力实现对天对地观测智能化,在空天大数据中提取信息、挖掘知识;深空探测、国防作战与灾害应急必须做到快、准、灵;通过融合发展、创新发展突破人员无法或难以到达区域的对天对地观测。应实现在太空开展导航定位、重力场研究以及矿产资源勘测和开采,并积极主动参与太空竞争和对抗保证国家安全<sup>[20]</sup>。当前的主要研究成果有:(1)研究基于视觉的月球车导航定位。图5(a)为玉兔二号前28个月昼的行驶路线图,共行驶682.8 m,截至2021年底,玉兔二号累计行驶超过1 000 m。(2)基于视觉的火星车导航定位。图5(b)为祝融号火星车在火星表面运行90个火星日(约92个地球日)的行驶路线,累计行驶889 m,所有科学载荷开机探测,圆满完成既定巡视探测任务,后续将继续向乌托邦平原南部的古海陆交界地带行驶,实施拓展任务。截至2021年8月23日,祝融号火星车火星运行100 d,行驶里程突破1 000 m。未来要不断提高中国深空探测中通信、导航和遥感的能力,并与自动控制和人工智能结合,提高其感知和认知的能力。



(a) 玉兔二号行驶路线图

(b) 祝融号行驶路线图

图 5 玉兔二号与祝融号行驶路线图

Fig. 5 Route Map of Yutu 2 and Zhurong

### 3.2 “三极”协同研究

“三极”是指南极、北极以及青藏高原。中国凭借优越的地理位置，在青藏高原的研究中一直发挥着引领作用。开展“三极”协同研究，有望发现和解决地球系统和日地关系重大科学问题。新基建时代应重点研究：（1）发射中国“三极”科学探测冰卫星，实现高精度全球激光测高；（2）建立自动联网的“三极”日地观测系统；（3）建立“三极”地区地面无人值守观测网等。

## 4 结语

新基建是一项需要更多自主创新创造的国家任务，将有力推进中国第二个百年的建设发展。在新基建时代，地球空间信息学作为空间感知认知手段，要建立全球全时空大数据精准感知认知的理论和技术体系，在新型信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施中找准位置发挥作用，提升往前走的探路能力，实现从0到1的原始创新，为将中国建设成为国际领先的地球空间信息科学，即大测绘科技强国贡献力量。

### 参考文献

- [1] Pan Jiaofeng, Wan Jinbo. Building Ten Types of New Infrastructure System for a Great Modern Power [J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2020, 35(5): 545-554 (潘教峰, 万劲波. 构建现代化强国的十大新型基础设施[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(5): 545-554)
- [2] Yao Guanhui, Zheng Xiaonian. Structuring and Organizing for 14th Five-Year Plan, Balancedly Promoting the Construction of Innovation Infrastructure [J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2020, 35(11): 1366-1372 (姚冠辉, 郑晓年. 面向“十四五”谋篇布局, 统筹推进创新基础设施建设[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(11): 1366-1372)
- [3] Liu Yanhong, Huang Xuetao, Shi Bohan. China's New Infrastructure Construction: Concepts, Current Situations and Problems [J]. *Journal of Beijing University of Technology (Social Sciences Edition)*, 2020, 20(6): 1-12 (刘艳红, 黄雪涛, 石博涵. 中国“新基建”: 概念、现状与问题[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020, 20(6): 1-12)
- [4] Li Deren. Opportunities and Challenges of Geo-spatial Information Science in the New Infrastructure Era [J]. *China Industry & Information Technology*, 2020(12): 52-57 (李德仁. 新基建时代地理信息产业的机遇与挑战[J]. 中国工业和信息化, 2020 (12): 52-57)
- [5] Li Deren. The Mission of Geo-spatial Information Science [J]. *Science & Technology Review*, 2011, 29(29): 3 (李德仁. 地球空间信息学的使命[J]. 科技导报, 2011, 29(29): 3)
- [6] Li Deren. Towards Geo-spatial Information Science in Big Data Era [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2016, 45(4): 379-384 (李德仁. 展望大数据时代的地球空间信息学[J]. 测绘学报, 2016, 45(4): 379-384)
- [7] Li Deren, Yao Yuan, Shao Zhenfeng. New Mission for Surveying Mapping and Geomatics in Smart Earth Era [J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2012, 37(6): 5-8 (李德仁, 姚远, 邵振峰. 智慧地球时代测绘地理信息学的新使命[J]. 测绘科学, 2012, 37(6): 5-8)
- [8] Ning Jinsheng. Research on the Development Strategy of Surveying and Mapping Science and Technology Transformation and Upgrading [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2019, 44(1): 1-9 (宁津生. 测绘科学与技术转型升级发展战略研究[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2019, 44(1): 1-9)
- [9] Ning Jinsheng, Wang Zhengtao. Comprehensive Report on Development of 2012-2013 Surveying and Mapping

- [J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2014, 39(2): 3-10 (宁津生, 王正涛. 2012-2013 年测绘学科发展综合报告[J]. 测绘科学, 2014, 39(2): 3-10)
- [10] Li Deren, Zhu Xinyan, Gong Jianya. From Digital Map to Spatial Information Multi-grid — A Thought of Spatial Information Multi-Grid Theory [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2003, 28(6): 642-650 (李德仁, 朱欣焰, 龚健雅. 从数字地图到空间信息网格—空间信息多级网格理论思考[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2003, 28(6): 642-650)
- [11] Liu Xianlin. High Technologies of Surveying and Mapping for Social Progress [J]. *Science of Surveying and Mapping*, 2019, 44(6): 1-15 (刘先林. 为社会进步服务的测绘高新技术[J]. 测绘科学, 2019, 44(6): 1-15)
- [12] Song Yue, Gao Zhenji, Wang Peng. Framework of 3D Visualization for City Geology in Cloud Platform Based on Big Data Technique [J]. *China Mining Magazine*, 2020, 29(6): 81-86. (宋越, 高振记, 王鹏. 基于大数据技术的云端城市地质三维可视化框架[J]. 中国矿业, 2020, 29(6): 81-86)
- [13] Li Deren, Zhang Liangpei, Xia Guisong. Automatic Analysis and Mining of Remote Sensing Big Data [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2014, 43(12): 1211-1216 (李德仁, 张良培, 夏桂松. 遥感大数据自动分析与数据挖掘[J]. 测绘学报, 2014, 43(12): 1211-1216)
- [14] Gong Jianya, Xu Yue, Hu Xiangyun, et al. Status Analysis and Research of Sample Database for Intelligent Interpretation of Remote Sensing Image [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2021, 50(8): 1013-1022 (龚健雅, 许越, 胡翔云, 等. 遥感影像智能解译样本库现状与研究[J]. 测绘学报, 2021, 50(8): 1013-1022)
- [15] Li Deren. The Intelligent Processing and Service of Spatiotemporal Big Data [J]. *Journal of Geo-information Science*, 2019, 21(12): 1825-1831 (李德仁. 论时空大数据的智能处理与服务[J]. 地球信息科学学报, 2019, 21(12): 1825-1831)
- [16] Chen Ruizhi, Chen Liang. Indoor Positioning with Smartphones: The State-of-the-art and the Challenges [J]. *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica*, 2017, 46(10): 1316-1326 (陈锐志, 陈亮. 基于智能手机的室内定位技术的发展现状和挑战[J]. 测绘学报, 2017, 46(10): 1316-1326)
- [17] Li Deren. Digital Twin City: a New Height of Smart City Construction [J]. *China Engineering Consulting*, 2020 (10): 13-14 (李德仁. 数字孪生城市, 智慧城市建设的新高度[J]. 中国勘察设计, 2020(10): 13-14)
- [18] Li Deren, Shen Xin, Li Dilong, et al. On Civil-Military Integrated Space-Based Real-Time Information Service System [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2017, 42(11): 1501-1505 (李德仁, 沈欣, 李迪龙, 等. 论军民融合的卫星通信、遥感、导航一体天基信息实时服务系统[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2017, 42(11): 1501-1505)
- [19] Li D R, Wang M. Earth Observation Brain (EOB): An Intelligent Earth Sbservation System [J]. *Geo-spatial Information Science*, 2017, 20(2): 134-140
- [20] Li Deren, Wang Mi. From Earth Observation Satellite to Earth Observation Brain [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2017, 42(2): 143-149 (李德仁, 王密. 从对地观测卫星到对地观测脑[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2017, 42(2): 143-149)

## The Mission of Geo-spatial Information Science in the New Infrastructure Era

LI Deren<sup>1,2</sup> ZHANG Hongyun<sup>1</sup> JIN Wenjie<sup>1,2</sup>

1 State key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, Wuhan 430079, China

2 Collaborative Innovation Center of Geospatial Technology, Wuhan 430079, China

**Abstract:** On September 16, 2021, general secretary Xi Jinping pointed out in his congratulatory

letter to the first international summit on BeiDou scale application: At present, the development of global digitalization is accelerating, and spatiotemporal information, location and navigation services have become an important new infrastructure. With the advent of the new infrastructure era, geomatics people should think about what the country wants, be anxious about what the country is anxious about, and devote themselves to the wave of “the second 100 years” and “new infrastructure”. Firstly, this paper expounds the definition of new infrastructure, and analyzes the difference between new infrastructure and traditional infrastructure. Secondly, it discusses the mission of geo-spatial information science in the three systems (information infrastructure, integration infrastructure and innovation infrastructure) of new infrastructure. The authors believed that we have walked through the so called “traditional surveying and mapping” that mainly serves topographic maps, and developed into the so called “ubiquitous surveying and mapping”, the services of geo-spatial information. At present, we should seize the opportunity and expand the new mission of geo-spatial informatics science in the new infrastructure era, provide spatiotemporal data with good integrity, strong reality and high accuracy for the new infrastructure, and realize digital industrialization, industry digitization and intelligence.

**Key words:** new infrastructure; geo-spatial information science; spatiotemporal data; digitalization and intelligence

**First author:** LI Deren, professor, Academician of Chinese Academy of Sciences, Academician of Chinese Academy of Engineering, Academician of Euro-Asia International Academy of Sciences. He is concentrated on the research and education in geospatial information science and technology represented by RS, GPS and GIS. E-mail: [drli@whu.edu.cn](mailto:drli@whu.edu.cn).

**Corresponding author:** ZHANG Hongyun, PhD, postdoctoral fellow. E-mail: [zhanghongyun@whu.edu.cn](mailto:zhanghongyun@whu.edu.cn)

**Foundation support:** The Major Research Plan of the National Natural Science Foundation of China (91738302).