

数字地球时代地球空间信息学的发展

李泰仁

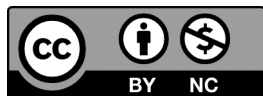
中国地质大学地理与信息工程学院, 武汉

摘 要 | 回顾了从传统测绘学到当今地球空间信息智能服务科学的 60 年发展历程; 总结了测绘学从模拟到解析再到数字化发展的 3 个重要阶段; 分析了数字地球时代地球空间信息学的发展, 进而论述了当今智慧地球时代地球空间信息科学走向实时智能服务的最新进展, 并对“互联网+”空间信息智能服务的 3 个发展水平进行了重点论述。

关键词 | 测绘学; 地球空间信息学; “互联网+”; 对地观测脑; 地球空间信息智能服务科学

Copyright © 2021 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 无所不在的地球空间信息服务

21 世纪以来, 人类进入大数据时代, 测绘科学走向了一个地球空间信息服务新时代。特别是近年来“互联网+”的兴起, 为各行各业, 包括卫星对地观测与导航提供了无所不在的大众化、普及化、实时化和智能化服务的有利条件。地球空间信息学的获取手段已经从传统的专用传感器, 如遥感、通信、导航卫星、航空飞行器、地面测量设备等扩展到物联网中上亿个无所不在的非专用传感器, 如智能手机、城市视频监控摄像头, 将大大提高地球空间信息学的获取能力。

作者简介: 李泰仁, 中国地质大学地理与信息工程学院, 硕士。

文章引用: 李泰仁. 数字地球时代地球空间信息学的发展 [J]. 测绘观察, 2021, 3 (3): 153-157.

<https://doi.org/10.35534/go.0303015c>

这将对地球空间信息学提出新的要求,使之具有新的时代特征:无所不在、多维动态、互联网+网络化、全自动与实时化、从感知到认知、众包与自发地理信息、面向服务。在大数据时代,地球空间信息学正在形成和具有新的时代特征,因此应及时地赋予它符合时代特征的新定义:地球空间信息学是用各种手段和集成各种方法对地球及地球上的实体目标和人类活动进行时空数据采集、信息提取、网络管理、知识发现、空间感知认知和智能位置服务的一门多学科交叉的科学和技术。网+”空天信息服务体系构建和关键技术。根据国内外技术发展情况,“互联网+”空天信息服务可以分为3个不同水平的级别。

2 初级阶段

初级阶段的主要特点为,将空天地数据获取手段获得的原始数据和影像,加工成各类地球空间信息后送互联网,为其他应用业务提供地理基准和位置服务。其基本出发点就是利用互联网发布地理信息,让客户通过浏览器浏览和获取地理信息系统中的数据和功能服务。WebGIS提供的电子地图LBS服务通过与电子商务、汽车导航、物流、消费等行业融合,已成为人们日常工作、生活中不可或缺的空间信息支撑。在这种初级阶段,卫星遥感数据在地面接收站接收后,通过各种硬软件系统进行加工处理,提取有用信息,再传送到互联网去服务广大用户。但是,这种服务方式具有明显的缺点:天基信息处理是离线、非实时的;送到网络上去的信息与地表现势性可能是不一致的。因此,该阶段的WebGIS,如各类导航电子地图是无法保证100%的现势性的。

3 中级阶段(基于传感网的WebGIS)

中级阶段是目前空天信息服务研究和系统实现的主要形式。其特点是通过传感网在线调用卫星和其他传感器数据,实现云计算支持下的空间信息服务。系统将各类空天传感器资源、数据处理资源、空间信息资源、地学知识资源、计算资源、网络资源和存储资源一体化纳入服务模型,通过在分布式注册中心进行注册,在云计算支持下,实现传感器调度、数据加工、信息提取和知识发现的网络化,为不同需求的用户提供精准服务。由于卫星数量和传输能力限制,

尚达不到全球实时获取和处理卫星资源的水平，一定程度上限制了天基信息服务的实时化和自动化程度。

4 高级阶段（通信、导航与遥感的实时集成）

高级阶段的特点为，通过空天地各类传感器组网、星地实时处理、信息快速传输和聚焦服务，最终实现全球全覆盖的在线实时 PNTRC（定位、导航、授时、遥感、通信）服务，将这些信息实时地送到军民用户的智能终端（如手机）上，实现对各类任务和用户的灵性服务。我国现有的通信、导航、遥感卫星系统各成体系。通信卫星尚无自主的业务化卫星移动通信系统，对遥感、导航等天基信息的传输保障能力受限；北斗卫星具有短报文通信能力，不具备宽带数据传输和实时高精度定位能力，而且北斗难以在我国境外建立地面 CORS 站；遥感卫星方面，需要过境或通过中继卫星向地面站下传数据，无星间链路和组网，无在轨数据实时处理和信息智能提取功能，数据下传瓶颈严重制约信息获取效率；服务模式方面，主要面向专业用户，尚未服务大众用户。我国现有的通信、导航、遥感卫星系统面临系统孤立、信息分离、服务滞后的问题。PNTRC（定位、导航、授时、遥感、通信）系统的基本设想是“一星多用、多星组网、多网融合、智能服务”。通过发射上百颗具有遥感导航通信多功能的卫星，建设低轨卫星网络，再将地面网、移动网和天基卫星网络结合在一起，实现对全球表面分米级空间分辨率的遥感成像、半小时时间分辨率的数据采样频率、米级精度的室内外导航定位服务和全球无缝的移动通信。在时空大数据、云计算和天基信息服务智能终端支持下，通过天地通信网络实现对广大用户智能手机的全球无缝的 PNTRC 服务。PNTRC 一体化全球地球空间信息实时智能服务有极大的难度，它需要解决至少以下 7 个关键技术：星基导航增强技术、天地一体化网络通信技术、多源成像数据在轨处理技术、天基信息智能终端服务技术、天基资源调度与网络安全、全球空天地一体化的非线性地球参考框架构建技术以及基于载荷的卫星平台设计与研制等。该系统的主要特色有：一星多用、多星组网、多网融合。通过通信、遥感、导航等载荷与平台高效集成，实现面向任务的空天资源按需配置和灵性服务；军民深度融合。系统平时服务经济建设和民生服务，

战时服务于军方“打赢”需求；网络多源异构，节点动态变化。由于时空跨度大，信息维度高，信息网络结构十分复杂，对网络可拓展性更高，且具有高动态性；覆盖范围大，应用前景广阔。拓展到全球和空间，应用涵盖空间观测、信息传输、处理及应用，是孕育战略性新兴产业的重要载体。为了实现这个目标，我们提出了对地观测脑的概念，它是实现 PNTRC 服务的关键一步。所谓对地观测脑是一种模拟脑感知、认知过程的智能化对地观测系统，通过结合地球空间信息科学、计算机科学、数据科学及脑科学与认知科学等领域知识，在天基空间信息网络环境下集成测量、定标、目标感知与认知、服务用户为一体的一种实时智能对地观测系统。对地观测脑实质上是通过天上卫星观测星座与通信、导航星群，空中飞艇与飞机等获取地球表面空间数据信息，利用在轨影像处理技术、星地协同数据计算分析技术等对获取的数据信息进行处理分析，获取其中的有用的信息和知识，实时传送给不同用户，服务于用户决策，从而实现天空地一体化协同的实时对地观测与服务。

检测定位请求，对地观测脑通过视觉功能光学遥感卫星进行在轨成像，通过星上处理平台对获取的影像实现在轨辐射校正、目标检测、几何定位处理，提取影像中的有效信息。对提取的有效信息通过对地观测脑的听觉即中继通信卫星，无延迟下传至客户端地面处理中心，地面处理中心根据用户需求将有效信息快速推送给用户，用户根据推送信息做出决策判断。整个过程实现了用户对海洋目标快速准确的检测定位，进而辅助用户作出决策判断。

5 结论与展望

60 年的回顾，测绘学突飞猛进，成就辉煌。面向未来的展望，测绘学发展空间巨大，形势喜人。可以看到，现在和未来的测绘学已经融入了更多学科的交叉，这些学科包括信息科学、通信科学、地球科学、服务科学、人工智能科学和脑认知科学。从当前国家需求和国际高科技与产业发展形势看，发展我国新一代 PNTRC 系统，建立地球空间信息智能服务交叉科学已提到议事日程。抓住机遇，群力攻关，开拓国内外互联网+天基信息服务的新产业和新市场是我们努力的方向。如今，测绘学面临着从未有过的大好形势，在回顾 60 年辉煌成

就的今天，我们欢呼测绘科学已从当初的几何科学，发展成为多学科交叉的信息科学和服务科学。我们将充满信心迎接地球空间信息智能化服务的新时代。

参考文献

- [1] 李德仁. 多学科交叉中的大测绘科学[J]. 测绘学报, 2007, 36(4): 363–365.
- [2] 牛汝辰, 邓国臣. 展望智慧地球时代的测绘地理信息学——李德仁院士专访[J]. 测绘科学, 2014, 39(1): 3–8.

Development of Geospatial Informatics in the Age of Digital Earth

Li Tairen

*School of Geography and Information Engineering, China University of
Geosciences, Wuhan*

Abstract: This paper reviews the 60 years of development from traditional surveying and mapping to geospatial information intelligent service science. Three important stages of geomatics development from simulation to analysis and then to digitization are summarized. This paper analyzes the development of geospatial informatics in the era of digital Earth, and then discusses the latest progress of geospatial information science towards real-time intelligent service in the era of intelligent Earth, and focuses on the three development levels of “Internet +” space information intelligent service.

Key words: Geomatics; Geospatial informatics; “Internet Plus”; Earth observation brain; Geospatial information intelligent service science