

doi: 10. 6046/gtzyyg. 2020. 04. 01
引用格式: 景贵飞. 开放科学对全球综合地球观测系统建设影响分析[J]. 国土资源遥感,2020,32(4):1-7. (Jing G F. Analysis of impact of open science on the construction of Global Earth Observation System of Systems [J]. Remote Sensing for Land and Resources ,2020,32(4):1-7.)

开放科学对全球综合地球观测系统建设影响分析

景贵飞

(北京航空航天大学前沿科技创新研究院,北京 100191)

摘要: 遥感应用已经成为众多行业必不可少的工作支撑,各国遥感系统发展风起云涌,可信遥感信息支持执法应用成为用户新的要求。针对地球观测组织在 2019 年堪培拉部长级峰会上提出的面向数字经济推动由开放数据向开放科学的转变,分析了地球观测系统需要研究新的互操作模式来指导知识枢纽建设,适应数字经济对于数据质量的要求,提升科学决策支撑能力。遥感信息独特优势吸引了国际数字技术大企业的关注和参与,讨论了新一代数字技术支持下遥感图像处理新的技术路线,依据遥感科学的概念顾及获取到信息整体链条进行全参数处理,通过构建检验、认证质量保证体系实现定量遥感、可信遥感。进一步分析了开放科学目标下全球综合地球观测系统建设需要在实现数据质量和结果复现下,运用云计算和大数据等技术整链条式处理信息,建立遥感系统之间新的互操作,实现各国用户执法应用的可信支持。

关键词: 全球综合地球观测系统; 开放科学; 遥感科学; 整链条处理; 地球观测系统互操作; 可信遥感

中图法分类号: TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-070X(2020)04-0001-07

0 引言

地球观测组织(Group on Earth Observations, GEO)是主要发达国家和发展中国家为响应 2002 年在南非约翰内斯堡举行的世界可持续发展峰会提出的对地球状况进行协调观测的迫切要求,以及 2003 年法国举行的八国集团首脑峰会(G8)关于确认地球观测应是重要和优先行动的声明,于 2005 年建立的政府间多边科技合作机制^[1]。GEO 是目前在地球观测领域规模最大、最具权威和影响力的政府间国际组织,也是地球观测领域最重要且最活跃的国际舞台,主导和引领着全球地球观测系统的发展。GEO 的目标是推动全球综合地球观测系统建设,通过制定和实施《全球综合地球观测系统十年执行计划》^[2],建立一个综合、协调、可持续的全球综合地球观测系统,更好地认识地球系统,为包括天气、气候、海洋、大气、水、陆地、地球动力学、自然资源、生态系统以及自然和人类活动引起的灾害等社会领域服务,为决策者提供从初始观测数据到专门应用产品的信息服务。

2019 年 GEO 在堪培拉召开了部长级峰会并发表了《堪培拉宣言》^[3],对未来工作方向提出指导性

意见,明确要进一步发挥地球观测在推动生产力进步和可持续经济增长方面的关键作用,将有关地球当前和预测状态的信息融入数字经济并充分整合到支持国家战略规划、个人日常活动决策的各个方面;地球观测在支持国家级和国际社会报告的统计工作中具备重要价值,要进一步加强地球观测与政府统计工作的合作。堪培拉会议周对于全球地球观测系统发展提出了从经济视角,尤其是与数字经济融合发展的视角下的新型思想,是 GEO 由现有开放数据(open data)阶段向开放科学(open science)发展新阶段转变的重要战略深化,也对地球观测系统建设、遥感科学发展提出了新的要求。

开放科学是指在所有利益攸关方的积极参与下,让科学数据、信息和研究成果更广泛地可获取并更可靠地加以再利用^[4]。这是在大数据时期对现有的单纯数据共享的进一步发展,通过开放知识成果让更多的需求者、利益方能够复用研究成果,任何基础的生产者都能够依托数据形成决策知识,造福更多用户,当前全球通过开放科学来共同抗击新型冠状病毒肺炎就是一个很好的示例^[4]。GEO 提出的这种转变充分体现了全球综合地球观测系统(Global Earth Observation System of Systems, GEOSS)建设进入了新的成长阶段。

1 地球观测系统开放科学必须要生产高质量数据融入数字经济

地球观测系统进入数字经济,主要是提供数字信息,以成为数字社会中广域、连续、客观、时效性信息源的主要部分。地球观测在数字经济中的角色和作用必须要符合数字经济的一般规律,符合数据科学的一般理论,才能够真正融入进去。

1.1 数据质量是数字经济的重要基础和遥感结果的必答题

遥感数据需要顾及大数据的需求,尤其是数据科学对于数据质量、数据产品、数据驱动决策等理论要求,调整自身的生产供给体系,融入大数据、数字经济中。

数据科学随着大数据时代的到来成为学科和产业研究的热点。数据科学是一种以数据为中心的科学,朝乐门^[5]在《数据科学》中概括了其基本内涵:①将“现实世界”映射到“数据世界”,在“数据层次”上研究“现实世界”的问题,并根据“数据世界”的分析结果,对“现实世界”进行预测、洞见、解释或决策;②以“数据”尤其是“大数据”为研究对象,以数据统计、机器学习、数据可视化等为理论基础,主要研究数据加工、数据管理、数据计算、数据分析和数据产品开发等活动;③实现“从数据到信息”、“从数据到知识”和(或)“从数据到智慧”的转化为主要研究目的,以数据驱动、数据业务化、数据洞见、数据产品研发和(或)数据生态系统的建设为主要研究任务。

数据科学对数据质量、数据加工、数据柔术、大数据分析、数据产品开发、数据驱动型决策等进行了深入研究^[6-7]。当前云计算为海量分布的数据提供了存储、访问的平台,而从平台上实时挖掘数据价值则是大数据技术的关键核心议题,高质量的数据是大数据发挥效能的前提和基础,强大、高端的数据分析工具只有在高质量的数据环境中才能提取出隐含的、准确的、有用的信息,才能保证基于这些高质量分析结果所做出的各项决策不至于偏离正常轨道,否则数据分析工具再先进,在充满“垃圾”的大数据环境中也只能提取出毫无意义的“垃圾”信息,因此数据质量在大数据环境下显得尤其重要。遥感处理结果的质量,也就成了需要面对大数据需求的重要必答题。

目前遥感技术已经成为众多行业的日常应用支撑,世界各国争相发展卫星、航空遥感技术用于民用市场需求^[8-11],但目前遥感数据的急剧增加也带来

了一系列新的研究课题,数据共享、数据融合、信息服务、精度检验等都成为行业内研究的热点,生产高质量可信信息的定量遥感越来越成为各国科学家关注的重点^[12-13]。目前遥感处理的方法、体系大多沿袭了 20 世纪 80、90 年代以来的遥感图像数字处理的体系,这一体系是在计算机存储和内存严重不足、计算能力和软件系统极度弱小的情况下,对于遥感图像涉及的各种参量进行了大量的简化、忽略而设计实现的,是当时的特色,这也是造成遥感信息定性分析为主、定量分析不足的原因。当今计算能力、传输能力有了跨越式的提高,有能力对涉及遥感处理的各个参量进行精细化的计算,虽然云计算环境、人工智能等已经在行业内不断引入、应用,但总体上尚未完成定量遥感的彻底变革,面向数字经济提供的的数据质量还没有完全回答完毕。

1.2 遥感图像处理结果质量缺乏控制标准成为其开放科学的首要问题

地球观测系统必须要提供高质量的数字信息才能够使自身融入进数字经济,开放科学首先要回答如何保证 GEOSS 支持不同国家、不同生产者利用数据和研究成果来复现生产高质量数据支持用户决策的问题。这需要对于遥感处理体系进行重新规划和研发,与云计算能力、人工智能等相匹配,实现由统计学方法、数据驱动到未来知识驱动的转变^[10],使遥感信息能够依据其科学体系最大限度地考虑各类参量约束获得高质量的计算结果,直接面向大数据时代提供遥感数据产品。

分析遥感图像加工处理生成专题信息的过程,就会发现其间的环节众多,每一个环节都存在带来误差的机会^[14]。①传感器和平台。传感器对地物探测的影响主要体现在传感器定标与光谱响应 2 个方面,传感器辐射定标有利于不同传感器对地物特征进行统一比较,传感器光谱响应表现在每一传感器光谱波段依赖波长探测和滤波响应不同、空间分辨率及观测范围也经常不同。可以说,传感器一旦确定,那么由这个传感器获取的遥感图像特征及其处理也就确定了,将会跟随这个传感器服役的一生。搭载传感器的平台参数也对于数据获取产生重大影响,获取时间、地面角度、稳定性、高度等都是需要处理考虑的重要内容。②地面站校正。遥感图像由地面站接收(0 级产品)以后必须要进行初期的数据处理,主要是各类校正,就是通过传感器自身特征、平台姿态和太阳光角度、大气影响等参数的校正,形成一幅在某个波段和角度上客观反映地物的图像,包括辐射校正、几何纠正,还有图像整饰、投影变换、镶嵌等系列工作。地面站经过一系列校正处理,形成

了市场销售的图像(1 级产品),目前大多数的遥感数据共享也是从这个阶段开始的。③专题信息提取。遥感图像处理就是依据地物在不同电磁波段的特征从图像中把地物信息提取出来的过程。一般首先对于遥感图像进行影像增强,以突出数据的某些特征,提高影像解译质量,然后依据目的不同采用不同算法进行数字图像处理,从经过增强处理的影像中提取有用的遥感信息。④信息融合处理。不同的遥感图像数据具有不同的空间分辨率、波谱分辨率和时相分辨率,将它们各自的优势综合起来,可以弥补单一图像上信息的不足,不仅可以扩大各自信息的应用范围,也大大提高了遥感影像分析的精度。这里至少有 2 类方法:一类是对遥感图像分别进行处理,得到专题属性信息之后进行综合分析,是同类专题信息之间的操作;第二类是遥感图像信息融合处理,就是将多源遥感数据在统一的地理坐标系中,采用一定的算法生成一组新的信息或合成图像,然后进行处理分析。

上述流程是行业内基本的处理过程,体现在了目前的各个系统上。从遥感诞生之初,由于遥感数据量的巨大与当时计算能力之间的差距,遥感处理就采用了把上述流程分阶段式处理的思路,因此划分出了不同级别的数据,0 级数据是地面站进行处理的;1 级数据是销售给用户的;用户把不同传感器的 1 级数据进行融合形成新的图像再进行处理形成专题数据。这是在当时的计算、存储、模型等条件下的有效方法,但不是最佳的方法,因为其中做了太多的忽略和简化处理,尽管每一段都是定量处理,但因此做到的最终结果却是定性分析结果支撑趋势判断有余、而定量分析结果作为支撑执法依据的能力不足。这一框架可以简称为“分阶段式”。分阶段式处理结果带来误差源于每个环节,对遥感数据质量难以形成误差计算方法、质量评估规范,难以建立质量保证标准和检验体系。

遥感科学家一直试图改变这种状况,定量遥感是行业共识和着力推进的方向。定量遥感或称遥感定量化研究主要指从遥感电磁波信号中定量提取地表参数的技术和方法研究,其基础是强调在遥感像元的观测尺度上建立对遥感面状信息的地学理解,对局地尺度上定义的概念,总结推导出的定律、定理的适用性进行检验和纠正,发展遥感模型与地表参数的提取方法,形成地球表面时空多变要素的遥感数据产品^[12]。

当前计算能力、存储和传输、遥感科学知识等都有了革命性进步,从遥感电磁波信号中定量提取地表参数有了强大的技术基础,能够以整个链条减少

参量简化过程来考虑数据处理问题,也就为高质量处理、误差计算、质量保证体系建设提供了基础。

2 基于传感器整链条式过程处理构建高可信遥感信息体系

遥感要融入大数据时代、成为数据挖掘的核心组成部分,必须要供给高质量的遥感信息,为实现这个目标,通过以上的分析我们的观点是,不进行分阶段处理,而是按照某一个传感器的整体链条进行处理、瞄准任务要求的专题信息进行组合或者融合、运用强大计算能力进行智能处理,建立流程溯源和评估标准对数据质量进行检测认证。这一框架可以简称为“整链条式”。

整链条式处理,必须要将遥感图像按照任务要求的专题信息,从最初传感器到数据地面站接收再到专题信息提取的整个链条过程涉及的每一个参数进行计算,充分发挥计算传输等新一代数字技术能力,做尽量少的参数简化处理。做好整链条式处理需要切实按照遥感科学体系来连续实施每一步的处理工作。

遥感一直被认为是一项技术,遥感科学的总结和认识比较薄弱,必须要梳理清楚遥感学概念,才能够更好地在链条上说明一幅遥感图像的起源和影响要素,建立图像处理科学体系。遥感系统是有自身特殊的基础科学理论支撑的,但由于其集成了物理学、地球科学等多项其他基础学科且缺少总结,遥感学没有成为显学。遥感学是研究非接触获取地物与电磁波相互作用随波长变化特征并进行识别形成信息的科学。从定义看出,一幅遥感图像的形成至少有 4 个主要的阶段:地物电磁波变化特征、非接触获取、特征识别和信息形成。地物电磁波变化特征最直接的内容就是地物波谱库;非接触获取就是卫星、航空、近景摄影等运行传感器的遥感平台上的数据获取;特征识别就是遥感数据为提取某类地物的处理流程;信息形成是指从遥感图像提取形成的包含质量评估的某类地物专题信息。所谓按照某个传感器的整链条式处理就是相关参数在 4 个阶段不作简化而把整体链条保持成一个环节来进行处理。对于传感器之间的协作和融合、遥感系统互操作,是遵循不同传感器整链条原则,把各自地物电磁波变化特征、非接触获取参数同时捆绑式进行特征识别、专题信息操作,形成包含质量评估的某类地物专题信息。

GEO 的开放科学应当以传感器整链条式数据处理为基础来进行设计和发展,推动传感器数据处

理质量的高水平和不同过程的可重复性实现,构建起符合大数据时代数据科学理论的高可信遥感信息体系,保证不同国家的科学家在运用数据、知识等开放科学成果时,得到能够复现的知识运用。

3 GEO 开放科学融入数字经济需要新的互操作

GEO 通过 15 a 的努力,遵从 System of Systems 指导原则,成功地建成了初级的 GEOSS^[15],基本实现了开放数据的目标。目前这个系统主要包含组件与服务注册中心(components and services registry, CSR)、数据访问代理服务(discovery and access broker, DAB)和访问门户(portal)3 部分,其中 CSR 提供了资源分级分类标准和资源目录管理能力,DAB 和分布式检索中心(clearing house)实现了分布式地球观测资源和系统的访问,访问门户提供地球观测资源的搜索和展示的能力。应该看到当前系统比较好地实现了资源元数据信息的“多到一的汇聚”和资源访问能力的“一对多的连接”,极大地促进了全球各国尤其是广大发展中国家对于遥感数据的获取和应用。我国也参照相关体系框架建设了国家综合地球观测数据共享平台^[16],对国内遥感卫星数据、国际卫星数据资源进行了综合编目和数据共享服务,已经成为国内卫星数据共享的重要渠道,极大地促进了我国综合地球观测系统间的合作和应用推广。

但是要融入数字经济,除了发挥地球观测系统之间合作优势、保证原始数据供给外,仅仅开放数据是不够的,还要推动世界各国服务提供商生产出高质量的、可信的信息产品,这就需要为大多数发展中国家的服务商提供数据、模型、处理工具、应用方案等系列必要的资源,因此 GEO 提出面向开放科学的转变是必需的、与时俱进的,既是对 GEO 前期发展成果的肯定,也是 GEO 进一步走向成熟的表现。

面向开放科学新阶段,还存在较大的挑战,尤其是让更多的发展中国家需求者、利益方复用研究成果方面还有很多具体的问题,最基础性的问题是各国地球观测系统之间的深度互操作问题。

仔细分析目前 GEOSS 的技术架构并没有真正解决全球遥感资源和系统的异构性难题,尤其是各类资源的复杂配置、各类系统的独立运行、难以以实时专业协调问题,也没有对于最初定义的各项问题带来根本性的解决,各国分散独立系统之间的互操作水平、服务能力依然很低,多数发展中国家应用各国观测系统进行快速集成、高质量信息生产能力上还

多处于空白阶段; GEOSS 的建设采用的还是把遥感系统按照获取到信息的工作过程分阶段进行处理的思想,数据共享提供的是图像,对于图像相关的平台、传感器、波谱信息等要素供给不足,处理的决策信息还是处在偏定性分析的程度,造成用户业务对此依赖性还不高,地球观测信息应用远未达到大数据产业中其他数据内容的发展水平。因此 GEOSS 还没有完全直接赋能全球遥感资源和系统,促进它们之间的实时性、专业应用上的对接和整合,GEOSS 并没有如其目标定义的、实质性地影响和改变地球观测系统的建设和应用。

推动系统互操作是实现全球综合协调系统的必要条件,但也是目前进展缓慢的方向。各国系统之间必须要在实现高质量信息生产要求的基础上进行互操作、实现互操作,才能够将各国各自系统整合成为一个相互协调、相互配合的有机整体,从而实现系统之系统的目标。互操作工作涉及技术、标准、政策、运行、管理等各方面内容,复杂而繁琐,由于涉及到各国根本利益而协调难度大,虽然从一开始 GEO 就希望推动该项工作,但一直没有成为组织的集体行动目标,进展很小。按照 GEO 第二个十年规划,下一步通过开放科学推进遥感领域的“数据-信息-知识”的逐步深入,实现应用领域的服务依赖,必须实现全球分散独立的数据资源和系统的有机整合、实时交互、动态集成、可信服务,能否解决可信系统互操作这一难题,事关 GEO 未来 15 a 的成败。因此开放科学也应当围绕这样的目标展开。

实现高质量信息生产要求基础上进行新的互操作就是要实现高可信互操作,首先需要采用新的处理体系以保证高质量可信遥感信息,以能够支持部门进行执法应用,深入到部门业务系统,跨越式拉动全球各国行业对于遥感系统应用的信心和依赖性;然后依据新的处理体系构建各国遥感系统之间新的互操作,从目前图像数据共享转变到高质量可信结果实现,在这样的系统间互操作框架和体系下构建全球综合协调的观测系统,才能切实实现 GEO 定义的目标,对于 GEOSS 建设和可持续发展产生崭新的拉动作用。

4 以高可信遥感互操作来建设 GEOSS

GEOSS 实质就是实现各国、区域系统之间的互操作。事实上地球观测系统之间的互操作也确实得到了 GEO 的高度重视^[17],2005 年组织建设之初,科学家们就推动成立了互操作和标准工作组,并进行了几年的活动。但是由于实施目标、增值效益不明

确,现在仅仅成为了一个资源注册入口,欢迎各国自发注册自己的标准,并进行推广和宣传^[18],这已经完全不能够适应开放科学的要求了。

4.1 GEOSS 提供高质量数据需要整链条式处理过程的互操作

现在 GEO 在进行开放数据到开放科学的转型,通过构建知识枢纽等新的设施来推动遥感结果服务于用户决策、融入数字经济中,这为从更加科学角度调整重整 GEOSS、推动新的系统互操作、实现各国系统的增值服务提供了良好机遇,也是新的要求。我们提出要以质量保证、高可信遥感信息来服务决策,得到了 2019 年堪培拉会议的认可,其后 GEO 讨论知识枢纽建设文件也重申了这一思想^[19]。这是大数据时代的要求,遥感必须要调整和发展自己来适应数字经济用户的要求。

我们提出的新的地球观测系统互操作,充分依托遥感学概念贯彻整链条式处理原则,每一步骤尽量减少分步骤内参量损失内容,步骤之间都要进行各参数科学无缝的接口连接,也就是理论上相关参数不作简化而把不同单个整链条互操作成一个新整链条,作为一个云过程来进行处理,从而获得误差计量的高质量数据,实现把地球观测信息顺利对接进互联网大数据的目标。

具体推动 GEOSS 工作建议,首先是发挥现有工作的基础,在云算力、各国遥感系统支持下,补充 4 个阶段参量以构建高可信遥感必要的处理、质量保证能力,对共享的数据形成新的互操作和高质量数据供应给数字经济;其次对于新加入系统按照新的体系指导建设,最终实现全面高质量数据提供能力,融入大数据时代。整链条式推动互操作主要分为 6 个主要方面:①运行的地球观测系统的互操作,根据地球观测数据质量需求,协调正在服役运行的地球观测系统进行包含各参量的数据集成的共享、加工,形成互操作;②地球观测数据的互操作生产,建立充分考虑共享的地球观测数据不同产品级别、地球观测数据的光谱/空间/时间等分辨率、数据解译分析的波谱库、模型库、坐标系等要素,以整链条原则生产加工地球观测信息,获得符合决策要求质量的误差计量的数据产品;③地球观测信息应用互操作,专题信息成为空间地理信息内容,互操作可以采用开放地理空间信息联盟(Open Geospatial Consortium,OGC)作出的系列标准成果;④专题信息进入互联网接口规范,融合大数据关于数据应用的接口规范,真正融入数字经济,支持数据柔术等应用,成为决策支持必要手段;⑤规划中的地球观测系统的互操作设计,支持各国规划中的系统参照有关互操

作原则和标准进行体系设计,主动成为 GEOSS 有机组成的一部分,减少行业的重复投资,提高综合效益;⑥综合配套设施,主要包括知识枢纽、云计算环境、网络环境、质量保证检测体系和政策建议等。

因此 GEO 实现开放科学的转变,不是简单的数据共享之上进一步专业知识加工处理问题,需要面向数字经济的数据科学要求,做整体架构的适应性改进,探索新一代数字技术支持下的整链条式处理方式,推进整链条式综合系统互操作架构和实施方案,完善自身行业质量保证和检验体系,从而实现高质量信息服务。这种遥感系统新的互操作是发挥支撑决策作用的必由之路,也是遥感科学进一步发展必然的专业细分和深化。

4.2 整链条式推动系统互操作面临的主要问题

整链条式处理模式以遥感学概念作为指导,具备逻辑合理性。但是实现这种处理系统却不是容易的事情。

1)遥感系统的复杂性。定量遥感实际上就是地物与平台间各参数组成的方程的求解,但是目标-传感器之间的相互作用非常复杂,既有大气的反射、散射、透射,也有地表的反射、辐射以及地-气之间的多次散射,因此造成待求解的参数个数数量繁多,目前求解地表参数的过程往往还是离不开经验模型和物理方程相结合来算出地表参数。另外还有其他多重因素影响,如地表非朗伯体特性、地形起伏等复杂性、定量遥感产品验证和质量控制复杂性。因此虽然各个阶段的处理系统比较成熟、水平很高,但要形成整链条式处理系统还需要做大量的工作,大量算法、模型需要重新架构。

2)遥感系统之间的非完全公开特性。遥感系统由于传感器、卫星或者航空平台、地物参数敏感性、数据的商业性等特征,造成遥感系统的管理者对于遥感地面站之间完全公开全链条信息是有保留的、很难在行业内完全实现的,全部实现全链条处理是一个最理想的状态,需要在技术上探索解决方案。

3)遥感内容单一识别特征与混合像元地物过程的特殊性质。传感器获取的地物信息是综合的像元,地物电磁波识别特征是针对纯粹单一地物的,而遥感图像的任何一个像元中获得的都是地面上某一个尺度上所有地物的集合,其中地物间的比例千差万别,因此任何一个像元都有可能是不同地物不同比例的混合,其中差别是非常微小的、微弱的,再加上同物异谱、同谱异物的存在,高质量处理的难度怎么强调都不过分。行业内在建立获取系统平台之外,这个方向的重视程度和投资力度严重不足,使得数据质量和误差计量的坎儿没有迈过去。

4)新一代数字技术的复杂和跨学科人员的缺失。新一代数字技术涉及高性能计算、数据库、数据挖掘等技术,遥感涉及空间数据的尺度效应、空间拓扑、空间动态并发等,遥感信息加工必须要在新的计算能力、网络平台下进行新的架构设计、算法和模型研发、系统开发,这需要信息技术、遥感、地理信息系统等科学家的密切合作,跨学科的工作带来了一定的困难。

5)作为一个科学体系、逐步迈向成熟的行业,需要有一套质量保证和检验体系。在上述4个方面的工作取得进展的同时,必须要构建综合地球观测系统获得的数据和处理信息结果的质量评价和检验体系,使决策者用得放心。

不论开放科学是基于目前的知识枢纽方式进行推动,还是今后的升级和更新,开放科学中涉及的请求/要求开放的具体内容都顾及推动新的系统互操作,保证数据的质量和可复现。

5 结 论

开放科学的转变对于全球综合地球观测系统的建设提出了新的要求,通过分析新一代数字技术为遥感图像处理获得高质量可信信息服务提供的条件,大数据时代数据科学对质量、分析工具的要求,提出按照遥感科学的体系框架来构建整链条处理体系,改进发展初期计算资源有限的分阶段简化处理的范式,这为遥感系统建设、遥感处理、信息质量体系等工作提出了新的发展方向,也将会对于全球综合地球观测系统建设产生巨大影响,提出全球开放共享的新的科研成果内容,为建设全球综合地球观测系统提供新思路。在各国地球观测系统之间实施保障整链条式处理的新的互操作,实现误差计量的高质量、高可信遥感信息服务,才能够保证各国尤其是发展中国家实现数据和知识的复用、数据成果的高质量 and 可对比,完成从开放数据到开放科学的转变,为决策提供可信信息,推进遥感信息融入数字经济中成为中坚力量,发挥出遥感科学的作用和潜力,切实实现地球观测组织的目标任务。

参考文献(References):

[1] 李素菊. 空间减灾国际合作机制(四):地球观测组织机制介绍[J]. 中国减灾,2018(15):50-51.
Li S J. International cooperation mechanism on space disaster reduction(four):Introduction of GEO mechanism[J]. Disaster Reduction in China,2018(15):50-51.
[2] GEO strategic plan 2016—2025:Implementing GEOSS[OL]. <http://www.earthobservations.org/>.

[3] Canberra declaration[OL]. <http://www.earthobservations.org/>.
[4] Open science[OL]. <https://en.unesco.org/science-sustainable-future/open-science>.
[5] 朝乐门. 数据科学[M]. 北京:清华大学出版社,2016.
Chao L M. Data science[M]. Beijing:Tsinghua University Press, 2016.
[6] 宗 威,吴 锋. 大数据时代下数据质量的挑战[J]. 西安交通大学学报(社会科学版),2013,33(5):38-43.
Zong W,Wu F. The challenge of data quality in the big data age [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Social Sciences), 2013,33(5):38-43.
[7] 章昌平,米加宁,李 大宇. 数据科学研究在社会科学中的应用前景[J]. 社会科学,2018(9):78-88.
Zhang C P,Mi J N,Li D Y. Research progress on data science and the prospect in social science[J]. Social Science,2018(9):78-88.
[8] 赵 新,王战举,屈鸿钧,等. 我国遥感应用产业化中的若干问题探讨[J]. 卫星应用,2017(10):39-44.
Zhao X,Wang Z J,Qu H J,et al. Discussion on issues of industrialization of remote sensing applications in China[J]. Satellite Application,2017(10):39-44.
[9] 郑 浩. 高分辨率航空遥感系统产业化应用与思考[C]//第五届高分辨率对地观测学术年会论文集,2018:726-735.
Zheng H. Industrial applications and considerations of high resolution aerospace remote sensing system [C]//Proceedings of the Fifth Annual Conference of High Resolution Earth Observations, 2018:726-735.
[10] 赵忠明,高连如,陈 东,等. 卫星遥感及图像处理平台发展[J]. 中国图象图形学报,2019(12):46-58.
Zhao Z M,Gao L R,Chen D,et al. Development of satellite remote sensing and image processing platform[J]. Journal of Image and Graphics,2019(12):46-58.
[11] 王海燕,朱建民,卢海强. 我国陆地观测卫星遥感应用服务[J]. 卫星应用,2020(1):35-38.
Wang H Y,Zhu J M,Lu H Q. Remote sensing application service of Land Observation Satellite in China[J]. Satellite Application, 2020(1):35-38.
[12] 李小文. 遥感科学与定量遥感[J]. 科学观察,2006,1(5):45.
Li X W. Remote sensing science and quantitative remote sensing [J]. Science Focus,2006,1(5):45.
[13] 柳钦火,阎广建,焦子锦,等. 发展几何光学遥感建模理论推动定量遥感科学前行:深切缅怀李小文院士[J]. 遥感学报,2019(1):5-14.
Liu Q H,Yan G J,Jiao Z D,et al. Geometric-optical remote sensing modeling to quantitative remote sensing theory and methodology development;In memory of academician Li Xiaowen[J]. Journal of Remote Sensing,2019(1):5-14.
[14] 孙家柄. 遥感原理与应用(第三版)[M]. 武汉:武汉大学出版社,2013.
Sun J B. Remote sensing theory and applications (third version) [M]. Wuhan:Wuhan University Press,2013.
[15] GEOSS[OL]. <http://www.earthobservations.org/geoss.php>.
[16] 国家综合地球观测数据共享平台[OL]. <http://www.china-geoss.cn/>.
National Integrated Earth Observation Data Sharing Platform

[OL]. <http://www.chinageoss.cn/>.

[17] Bai Y, Di L, Wei Y. A taxonomy of geospatial services for global service discovery and interoperability [J]. Computer and Geosciences, 2009, 35 (4) : 783 – 790.

[18] GEO standards and interoperability [OL]. https://www.earthobservations.org/gei_sr.shtml.

[19] GEO Programme Board. GEO knowledge hub implementation plan (March 2020—March 2021) [R]. Geneva : GEO, 2020.

Analysis of impact of open science on the construction of Global Earth Observation System of Systems

JING Guifei

(Research Institute of Frontier Science, Beihang University, Beijing 100191, China)

Abstract: Remote sensing application has become an indispensable support for a number of industries , and the development of remote sensing systems in various countries is surging . Trusted remote sensing information for supporting law enforcement applications has become a new requirement from users . Based on the Group on Earth Observations (GEO) advanced transformation of “ open data ” to “ open science ” facing digital economy at Canberra GEO Ministerial Summit in 2019 , it is held that Earth Observation Systems need to study new interoperability mode to supervise the construction of knowledge hub , adapt to the requirements of digital economy for data quality , and improve the ability to support scientific decision – making. The unique advantages of remote sensing information have attracted attention and participation of large international digital technology enterprises . New technical route of remote sensing image processing supported by new generation of digital technology is discussed , the whole parameter processing should be carried out under the whole chain from acquisition to information according to the concept of remote sensing science so as to realize quantitative remote sensing , and the quality assurance system of inspection and certification to fulfill reliable remote sensing should be built . It is further held that the construction of GEOSS under open science needs to process remote sensing information concerning the whole chain using cloud computing and big data with the consideration of data quality and result reappearance to promote new interoperability among remote sensing systems so as to ensure that trusted remote sensing information will be promoted to reassure decision – makers.

Keywords: Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) ; open science ; remote sensing science ; whole chain processing ; interoperation of earth observation systems ; trusted remote sensing

(责任编辑：李 瑜)