doi: 10.6046/gtzyyg.2020.02.20
引用格式: 黄景金,唐长增,李毅,等. 广西自然资源调查监测体系构建[J]. 国土资源遥感,2020,32(2):154-161. (Huang J J, Tang C Z, Li Y, et al. System construction for survey and monitoring of natural resources in Guangxi [J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2020, 32(2):154-161.)

广西自然资源调查监测体系构建

黄景金, 唐长增, 李 毅, 左天惠, 杨郑贝
(广西壮族自治区自然资源调查监测院,南宁 530023)

摘要: 此前,我国自然资源实行分头管理,各要素的调查监测分别由国土、水利、农业、林业、海洋等部门组织开展,这导致了各类要素调查监测存在数出多门、标准不一、成果矛盾和难以共享等问题。为解决上述问题,需要对广西自然资源全要素进行统一调查监测。广西自然资源调查监测体系的构建,将为自然资源不动产登记、国土空间规划和用途管制、生态环境保护与修复等提供准确、可靠、科学和权威的自然资源基础数据。首先,从调查监测理论体系研究入手,研究符合广西区情的调查监测方案,并强化应急监测的作用; 再重点研究了调查监测的云平台架构,分别从多维立体观测网络的搭建、遥感大数据的云计算、数据成果的分发服务等方面进行讨论; 然后,分析了体系构建中涉及的主要关键技术; 最后对基于调查监测成果的应用前景进行了展望。

关键词: 自然资源; 调查监测; 体系构建; 广西
中图法分类号: TP 79　**文献标志码**: A　**文章编号**: 1001-070X(2020)02-0154-08

0 引言

我国属全民所有的土地、水、森林、草原、湿地、海洋、矿产(统称"山水林田湖草")等自然资源要素相互依存、相互影响、不可分割,本同属一个生命共同体[1]。但是,以往自然资源按要素分别由各行政机构管理,如: 原国土部门管土地资源和矿产资源,水利部门管水资源,林业部门管森林资源等,导致各类自然资源要素的调查数出多门、标准不一、成果矛盾等问题[2]。为统一行使全民所有自然资源资产所有者职责,统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责,着力解决自然资源所有者管理不到位、空间规划重叠等问题,国家自然资源部于 2018 年 3 月组建成立[3]; 同年 11 月,广西壮族自治区自然资源厅成立[4]。

为保障国家对广西提出的构建面向东盟的国际大通道、打造西南中南地区开放发展新的战略支点、形成"一带一路"有机衔接的重要门户(也称"三大定位")和"建设壮美广西"[5]等目标的顺利实现,需要全面查清和及时掌握准确可靠的广西自然资源基本情况。根据自然资源部 2018 年初步形成的总体工作思路[6]和广西自然资源厅的 2019 年工作要求[7],需要加快构建广西自然资源调查监测体系,通过多方参与(即政府主导、部门协同、企业公众参与和社会监督)实现广西自然资源全要素的统一调查目标,形成一套广西陆海全域的调查监测数据。旨在为广西自然资源的不动产登记、资产评估、有偿使用,国土空间规划和用途管制,生态环境保护修复等提供全面、完善和权威的自然资源管理基础数据。本文将从广西自然资源调查监测的理论体系、云平台架构、关键技术和应用展望等方面进行研究。

1 理论体系

1.1 广西自然资源情况简介

1)土地资源。广西行政区域国土面积为23.76 万 km^2,占全国土地总面积的 2.5%,具有特殊的地

收稿日期: 2019-05-17; **修订日期**: 2019-08-12
基金项目: 第四批广西院士工作站"广西自然资源监测与地理信息应用技术研究院士工作站"(编号: 桂科成字[2018]121 号)、国家自然科学基金项目"基于深度卷积神经网络和超像素 CRF 模型的高空间分辨率遥感图像多尺度征提取与分类识别研究"(编号: 41601365)和中国地震局星火计划攻关项目"面向地震应急的空间智能决策方法研究"(编号: XH15019)共同资助。
第一作者: 黄景金(1988-),男,博士,主要研究方向为自然资源调查监测和星上遥感图像实时处理。Email: jingjin_huang@tju.edu.cn。
通信作者: 唐长增(1969-),男,教授级高级工程师,主要研究方向为自然资源调查监测。Email: tcz8959@163.com。

理位置和空间格局,集“老、少、边、山、库”于一身[8]。山多地少是广西土地资源的主要特征,其中,山地、丘陵和石山面积占总面积的69.7%;平原和台地占 27%;水域面积占 3.3%;耕地面积为 442.54 万 hm^2(2013 年度土地利用变更调查数),人均耕地面积约 0.09 hm^2。

2)矿产资源。广西矿产资源种类多、储量大,特别是铝、锡等有色金属,是全国 10 个重点有色金属产区之一。全区已发现 145 种矿产(占全国探明资源储量矿种的 45.8%),探明储量的矿藏有 97 种,其中 64 种储量位居全国前 10 位,有 12 种居全国第 1 位。在 45 种国民经济发展支柱性矿藏中,广西探明资源储量的有 35 种。

3)水资源。广西河流众多,水资源丰富,境内河流分属珠江水系、长江水系、桂南独流入海水系和百都河水系等 4 大水系,并以珠江水系为主。2014 年广西地表水资源量为 1 978.06 亿 m^3,地下水资源量为 402.97 亿 m^3。流域面积为 23.67 万 km^2,常年径流量约 1 978.10 亿 m^3,水力资源蕴藏量为 2 133 万 kW。

4)海洋资源。广西的海岸线较为曲折,全长 1 595 km,沿海有岛屿 651 个,最大的涠洲岛面积为 24.7 km^2,滩涂面积约 10 万 hm^2,其中红树林总面积为 5 654 km^2,占全国的 40%。广西北部湾不仅是著名的渔场,更是世界海洋生物物种资源的宝库,生长有已知鱼类 500 多种、虾类 200 多种、头足类约 50 种、蟹类 190 多种等。

5)森林资源。广西地处亚热带,气候温暖湿润、雨水丰沛、阳光充足,有利于作物生长。全区森林面积达 2.22 亿 hm^2,森林覆盖率达到 62.31%,全国排名第三。森林活立木总蓄积量达 7.75 亿 m^3,植被生态质量和植被生态改善程度均居全国第一。另外,人工林面积居全国第一,年木材产量占全国木材产量的 1/3 以上。而且广西还是全国最大的水果蔬菜等农产品基地之一。

6)自然灾害。广西主要的自然灾害有洪涝、干旱、泥石流和塌陷等。广西地处亚热带地区,多云雨,且每年 4—9 月份为汛期,强降雨导致江河水位上涨、引发城市内涝和山体滑坡等灾害。另外,广西石灰岩底层分布广、岩层厚、褶纹断裂发育,为典型的岩溶地貌地区,是全国岩溶分布最广和石漠化最严重的地区之一。

综上所述,广西地形地貌复杂,自然资源种类丰富、分布广,天气多变,自然灾害频发。自然资源调查的图斑破碎分散、难以识别。为实现对上述自然资源的统一、高效、精细的管理,需要建立符合广西区情的自然资源调查监测体系。

1.2　调查体系

自然资源调查是一项综合性强的工作,基本思路是基于现代测绘地理信息技术,结合互联网、大数据、云平台等新技术,创新调查监测新模式,将自然资源的类型、位置、范围、质量等信息采集出来,形成科学、完备、权威的自然资源数据成果。现代测绘地理信息技术是自然资源调查的基本技术手段,提供现代测绘基准、各类遥感影像、大比例尺地形图、平面图和高程图等基础数据。调查体系要解决“全”和“真”的问题:“全”一方面体现在自然资源调查的区域和要素类型要全覆盖,必须做到广西国土面积(陆域 + 海域)全覆盖,不漏不重,山水林田湖草海矿湿地等所有自然资源(地上 + 地面 + 地下)要素也必须全盘考虑;另一方面体现在用于开展调查工作的数据种类尽可能齐全,自然资源要素的丰富多样和分布不均决定了调查数据种类的多样性,不仅要有光学影像、合成孔径雷达(synthetic aperture Radar, SAR)影像、多光谱(高光谱)数据和激光雷达数据,还要有互联网数据、物联网数据和移动终端数据等,特别要充分利用我国的国产卫星遥感数据[9-11]。“真”则一方面体现在调查数据的现势性要好,要用高时间、高空间、高光谱分辨率的的调查数据;另一方面体现在调查结果的准确性要高,要采用统一科学适用的分类标准与先进的算法模型来准确定量地描述自然资源要素。只有这样才能真实客观地反映和掌握广西自然资源禀赋特点。

根据我国将构建自然资源统一调查监测体系思路[6],构建符合广西区情的“1 + X”型自然资源调查体系(表 1)。其中,“1”是“基础调查”,“X”是多项“专业调查”,这 2 项调查中又包含“变更调查”。再将调查类型、调查周期、调查内容、地理底图和自然要素等统筹联系,最终实现统一组织开展、统一法规依据、统一调查体系、统一分类标准、统一技术规范、统一数据平台的自然资源调查。该体系的构建,首先实现了自然资源基础调查本底数据来源的需求,为不同自然资源要素开展专业调查提供了清晰、准确的实施范围,同时通过变更调查保障了调查成果能得到周期性更新。

表 1　“1 + *X*”型调查体系

Tab. 1　Survey system of “1 + *X*”

序号	调查类型	调查周期/a	调查内容
1	基础调查	10	各类自然资源在广西陆海全域空间的水平分布调查,对山水林田湖草海矿等自然资源要素进行统一调查,解决标准不一和空间重叠问题
2	专项调查	5	各类自然资源要素质量和生态状况调查、地理国情调查等,特别是广西作为生态和农业优势省区,海洋资源和有色矿产资源富集区,要更加注重对这些要素的专项调查,如:土地利用现状、基本农田、主要经济作物、人工林、水资源、红树林、石漠化、海岸线、有色矿山开发状况和矿山环境恢复治理等情况
3	变更调查	1	广西作为沿边沿海后发展西部地区,又是林业农业大省区,自然资源多样性丰富,各类资源在水平分布、质量、生态状况方面存在各种变化,后期要更加注重变更调查工作开展,以保证调查结果的现势性

1.3　监测体系

在形成自然资源调查成果的基础上构建自然资源监测体系,通过开展多类型监测工作,掌握自然资源的变化信息。该体系要解决“变”与“快”的问题。首先要确定“变”的重点区域和重点要素,如:重点区域包括城镇开发扩展区、建设中的工业园、农产品集中种植区、自然灾害易发地区、自然保护区和生态敏感脆弱区等;重点要素是指林地、草地、湿地等自然要素,以及河流湖泊与海洋、基本农田、未利用地、主要经济作物、重大工程建设等要素。为及时掌握“变”的区域和要素,就要建立监测体系的快速响应机制。“快”就是要解决第一时间掌握任何时间、任何地点、任何要素的任何变化的问题。在广西,要解决“快”的问题,就要依靠当地村干部和群众。另外,为确保监测结果的准确性和客观性,在每个监测阶段中必须采用相同的机制、标准和尺度。

在完成自然资源调查基础上优化监测体系[6],在土地利用动态遥感监测和地理国情监测的基础上,构建宏观监测、常规监测、精细监测和应急监测等 4 个监测类型(表 2)。

表 2　监测体系

Tab. 2　Monitoring system

序号	监测类型	监测周期	应用场景	数据来源
1	宏观监测	1 a	针对广西多雨多云多山情况,需要综合利用多种天基和空基观测网监测自然资源在宏观上的变化,如:对基本农田、石漠化治理修复、三区三线、自然保护区的监测	系列遥感卫星(光学卫星、SAR 卫星、视频卫星) + 有人机 + GNSS①
2	常规监测	1 ~ 3 月	针对广西林业、农业、矿产资源丰富情况,通过合理调整和增加监测内容与指标,及时掌握主要自然资源要素的时 - 空变化,如:用途管制、自然资源执法监督、尾矿库的监测[12]	系列遥感卫星(光学卫星、SAR 卫星、视频卫星) + 有人机 + 中/短航时无人机 + GNSS
3	精细监测	1 周 ~ 1 月	针对特定地区、重点工程和重点自然资源要素变化,如:对重点产业园、高标准农田、违法建设和违法用地的监测	中/短航时无人机 + 移动智能终端 + GNSS
4	应急监测	随时	针对突发自然灾害和特殊重点自然资源要素变化,如:对洪水淹没地区、山体滑坡、地面塌陷的监测	有人机 + 中/短航时无人机 + 移动智能终端 + GNSS

①全球导航卫星系统(global navigation satellite system,GNSS)。

另外,应急监测又是一种数据快速获取的能力,其可以存在于调查监测整个工作周期。特别是针对广西自然灾害频发地区和大量重点工程项目,可以充分利用国家应急测绘保障项目南宁基地来强化应急监测工作。

2　云平台架构

随着天 - 空 - 地一体化对地遥感观测网、互联网、物联网、位置服务网、泛在智能传感网等网络的建立与完善[13-14],将为广西自然资源调查监测提供海量、多源异构、实时、准确、有价值的观测数据,意味着调查监测进入了遥感大数据时代。如何在遥感大数据下实现调查监测将是最重要、最紧迫的任务之一。现有云平台的计算能力可能比不上高性能计算平台[15],但随着云平台服务架构设计、网络传输和存储策略等方面的不断提高和完善,云平台将在密集型计算、大数据挖掘和分发服务中发挥十分重要的作用[15-16]。

要实现广西自然资源调查监测中数据来源泛在化、数据获取实时化、数据处理自动化、信息分析智能化、信息应用多元化、服务内容多样化、服务方式主动化和服务主体社会化[16],就必须要设计广西自然资源调查监测云平台。云平台按照“一张多维立体智能感知网、一个云计算中心、一个分发服务系统、一套安全保障管理体系”的总体思路进行架构

设计。如图 1 所示,云平台包括 5 大模块：①天－空－地一体化遥感观测网；②云计算中心；③数据挖掘和评价制度；④分发服务；⑤政策标准和制度安全保障体系。

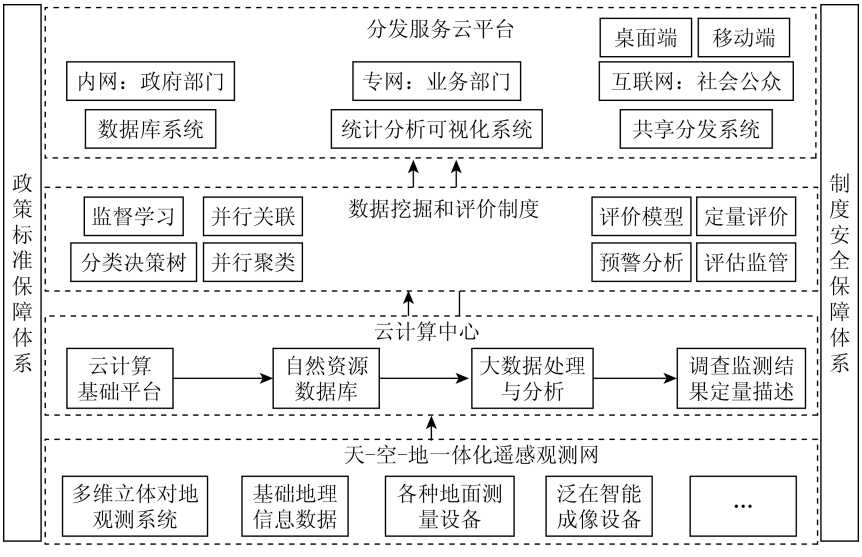

图 1　云平台架构

Fig. 1　Architecture of cloud platform

2.1　天空地一体化遥感观测网

自然资源调查监测期间可利用的数据,按数据来源可分为遥感影像数据、位置数据、社会照片和网络视频等；按电磁波的光谱段可分为紫外、可见光、热红外、微波、激光等；按数据结构可分为结构化、半结构化、非结构化。它们除了具备大数据的体量巨大、类型多样、时效性强、真伪难辨和潜在价值大等特征外[13],还具有区域性、客观性和动态性等地理特征；可为调查监测提供海量、多源异构、时效性强的遥感大数据。

广西自然资源调查监测离不开能够反映自然资源要素基本状况的观测数据,因此,需要构建符合广西区情的天－空－地一体化遥感观测网,如图 2 所示。该观测网要满足“多维立体”和“快速灵活”2 个核心要求。

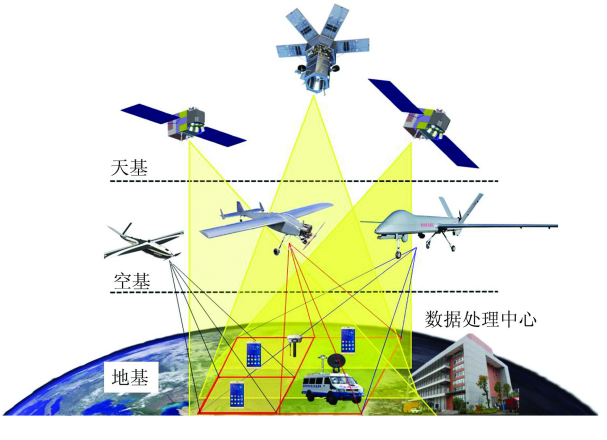

图 2　天－空－地一体化遥感观测网

Fig. 2　Integrated observation network of remote sensing

在调查阶段,强调的是“多维立体”。由于调查是全域覆盖和全要素考虑,单一观测网络已不能满足要求,需要建立多维立体的遥感观测网络,以提升对全区域、局部地区的自主、全天时、全天候、多种观测、多源数据获取能力。尤其是在山地丘陵性盆地地貌和地处亚热带季风气候区的广西,其独特的地理位置和气候条件,导致地表覆盖类型复杂繁多、全覆盖的光学遥感数据获取困难和调查图斑破碎分散且难以识别。因此,需要依靠其他观测手段作为补充,如微波遥感、无人机遥感、地面遥感和泛在智能传感网络等。

监测阶段强调的是“快速灵活”,就是要第一时间掌握广西陆海全域的自然资源变化情况,这就需要对各类观测设备进行合理科学的布设和安排。本文提出基于多尺度格网的观测设备布设方案,旨在通过不同尺度格网来对自然资源监测区域进行分级,在对应区域选取合适的观测设备和方法。首先,对广西陆海全域的自然资源禀赋特点、等级差异进行分析,对重点变化和重要自然要素地区划分为小格网,对次重要地区划分为中格网,对一般地区划分为大格网,对广西全域定义为一个总格网。中低空间分辨率卫星负责中格网、大格网中宏观变化的监测；高空间分辨率卫星和航空摄影负责中格网、小格网中微观变化的监测。无人机、地面测量设备和泛在智能成像设备则负责小格网中精细变化的监测。每个格网(不管是大格网、中格网、小格网)都有相应的设备负责监测,如每个中格网和小格网都可以布设一台消费型的无人机和地面测量设备。当

某一格网需要启动监测时,就调用负责该区域的设备,确保第一时间获得变化情况。需要特别说明的是,配备的彩虹 -4 无人机可负责总格网的应急监测(测绘)工作。

2.2　云计算中心

遥感大数据的爆炸式增长改变了传统遥感数据的存储和管理方式。遥感大数据存储需要结合数据特点,建立完善的数据组织模型和存储架构。TB/PB 级遥感大数据的存储面临 4 大问题[17]:数据来源的地理位置分布广泛、数据的格式样式多样化、海量数据的压缩比不一致、I/O 性能与高并发读写不尽匹配。针对上述问题,利用 4G/5G 通信网络和分布式文件系统解决数据传输与存储,具有速度快、动态可扩展、高可用、使用代价低、易用性和支持大规模并行处理等特点。随欣欣等[18]就利用 RasterCatalog 栅格数据模型实现了海量遥感数据的高效存储和快速展示。

遥感大数据处理是典型的数据密集型计算,对传统计算平台来说是一个极大的挑战。传统的集群分布式平台或者超级计算处理遥感大数据时,需要依赖硬件平台、任务划分、任务处理和节点通讯,而数据密集型的计算又要摆脱对硬件编程模型的依赖。2006 年 Google 公司首次提出了“云计算”的概念[19]。云计算与大数据相结合,通过虚拟化技术,为遥感大数据的存储、处理、服务提供了新的技术手段、解决方案和服务模式。云计算中心主要包括平台引擎、运行监控和管理等组件,并提供格式转换、数据处理、影像解译、要素提取和定量描述等功能。

云计算中心通过对海量多源异构的遥感大数据进行处理,其流程如图 3 所示。首先,数据池的数据

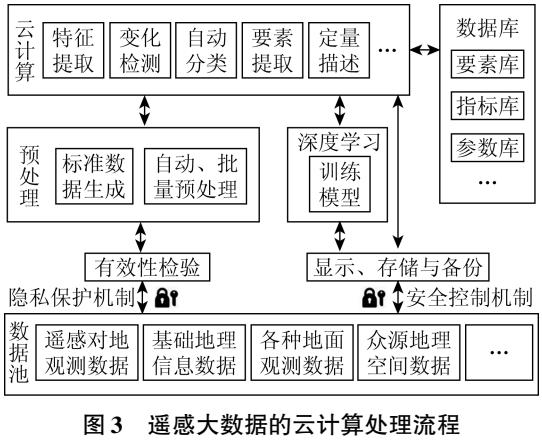

图 3　遥感大数据的云计算处理流程

Fig. 3　Process flow of cloud computing in remote sensing big data

包括来自遥感对地观测数据、基础地理信息数据、各种地面观测数据、众源地理空间数据以及其他互联网数据等。以上数据需要在隐私安全保护机制下进行有效性检验和显示存储以及备份。在预处理阶段、对经过有效性检验的数据进行统一描述表达和生成标准格式数据。结合深度学习训练的模型,对标准格式的数据进行全自动的批量预处理,得到中间数据产品。利用深度学习的训练模型,实现特征要素的自动提取,序列影像的变化自动检测,变化信息的自动分类。再结合自然资源的要素库、指标库和参数库,获取自然资源要素的水平分布及其变化情况。由于数据量大、格式多样、要素复杂、时效性强,因此,遥感大数据的处理必定朝着自动化、实时化和智能化的方向发展。

2.3　数据挖掘和评价制度

全面查清和及时掌握自然资源的分布状况为自然资源管理提供科学的基础数据,但若要掌握自然资源的时 - 空变化规律和内在逻辑关系,就必须对海量的调查监测数据和结果进行深层次分析。数据挖掘是目前将“数据”变为“知识”和“规律”的重要手段。挖掘过程可以直接面向调查监测数据或者产品库,利用人工神经网络、决策树、云模型、并行关联、并行分类等算法挖掘海量数据蕴含的“知识”和“规律”。

在获得调查监测结果和经过数据挖掘后得到“知识”和“规律”基础上,即可构建自然资源评价指标体系。该体系的主要内容包括自然资源要素的定量评价方法、预测预警模型、规则制定流程、评估监管标准和平台构建技术等。该体系将为创新自然资源安全管控体系,完善国土开发适宜性和资源环境承载力评价模型,优化生态、农业、城镇等 3 类空间和生态保护红线、永久基本农田保护红线和城镇开发边界线等 3 条控制线的精细划定和管控方法,建立乡村空间规划和综合治理新模式,研制全域用途管制规则和规划评估监管标准等提供直接的参考依据。

2.4　分发服务

分发服务包括数据库、统计分析可视化、共享分发 3 个方面,是整个云平台提供数据产品服务的对外窗口。分发服务必须接入各级政务云和私有云,为政府部门(由内网传送)、业务部门(由专网传送)和社会公众(由外网传送)提供主动、智能、综合和个性化的自然资源调查监测信息服务。针对不同的应用场景,又可以分为桌面端和移动端,供便捷使用。在数据库方面,由于此前自然资源各要素采用的分类体系、技术标准、调查方法、地图精度、调查时点各不相同,导致各数据库间难以共享,自然资源调查将按照统一的数据库标准和建库规范建立互联共享的自然资源调查数据库。利用三维可视化技术,未来融合 AR 和 VR 技术,来帮助用户理解、掌握和

互动。在共享分发方面,鉴于自然资源数据产品具有政治属性、经济属性和社会属性,首先对其进行溯源、防伪、审核和批准; 再通过云计算、4G/5G 网络和人工智能技术,创新分发共享模式,从单纯的数据共享升级到信息共享和主动共享,真正实现“信息辅政”和“信息惠民”。

2.5　政策标准和制度安全保障体系

要实现“六个统一”的自然资源调查监测,必须要有相应的政策标准保障体系贯穿于整个流程: 从分类指标和技术流程,到数据的统一表达和处理方法,再到分发服务等。

自然资源数据的互联共享必须通过互联网和云平台,而它们的公开透明对自然资源数据安全产生极大隐患,直接关系到经济发展和社会稳定,必须建立结合自然资源现状,集政策、标准、技术、管理和应用为一体的安全保障体系。在该体系中,涉密等级不同的数据应运行于不同的网络(如: 基础数据运行在涉密的局域网、政务数据运行在政务网、公众信息运行在互联网); 还要对安全管理进行专门设计,对安全认证机制进行完善,采用分域分级防护策略,统一实行云平台的安全保密监控与管理; 建立各种异常情况的处理机制,建立异地容灾存贮备份机制,并确保突发事故后以最快的速度恢复运行。

3　亟需攻克的重点技术难题

围绕广西自然资源调查监测体系构建,为实现调查监测遥感大数据的获取存储、云计算、挖掘评价、统计分析、共享分发等,需要重点解决天 – 空 – 地一体化遥感观测网、突破海量多源异构遥感大数据处理、设计政务一体化云平台等技术难题。

1)完善天 – 空 – 地一体化遥感观测网。此前,天基、空基、地基的遥感观测网络各自独立发展,甚至网络内部也互不关联,还有物联网和泛在智能传感网的加入,造成数据类型和格式千差万别,导致数据耦合和综合利用难度加大。要真正实现天 – 空 – 地一体化的多维立体遥感观测网,更好地服务于自然资源调查监测,需要解决 2 方面问题: 一是相互独立的天基、空基、地基的观测网络的互联互通和各种传感器角色定位问题; 二是遥感大数据中“多源”和“异构”问题。“多源”首要解决遥感影像的配准和融合,而“异构”则首要解决结构化数据与非结构化数据的一致性表达。

2)突破海量多源异构遥感大数据处理。多维立体遥感观测网络将为自然资源调查监测提供源源不断的观测数据,单纯地增加作业人员的数量,已无法应对数据量的急剧增加。因此,亟需突破基于人工智能的自然资源要素智能识别和提取技术,其中,首要解决的问题有: ①优于 90% 的自动分类和自动变化检测[20]; ②基于深度学习的道路、水系、树林、农田等主要自然资源要素的识别和提取; ③基于移动智能终端的图片、视频和文本数据融合处理。

3)设计政务一体化云平台。要发挥调查监测数据成果的最大价值,关键在于数据成果的分发服务和开放共享,而云平台是其最好的载体。广西自然资源调查监测云平台仍需要实现向上可接入国家级、省级政务云,横向可接入各部门业务平台(如: 国土空间规划平台、生态环境修复平台、国土一张网等),向下可接入市县政务云,对外要主动服务社会大众的衣食住行,最终实现平台的纵向一体化和横向多元化发展。因此,亟需设计具有安全性、开放性、可移植、可兼容和可扩展的云平台架构。

4　应用展望

基于统一的自然资源调查成果,不仅可以摸清广西自然资源家底,还可以据此为基础开展自然资源的不动产登记、资产评估和有偿使用等工作。另外,还可以创新自然资源调查监测应用领域,例如: ①基于调查监测成果的国土空间规划和用途管制。可对国土空间规划的全生命周期进行监测和评估,建立终身责任追究制,并与政府绩效考核挂钩,从根源上解决规划不落地和规划频繁变更的问题; ②基于调查监测成果的生态环境保护修复。特别是在广西漓江流域的生态环境保护和广西石漠化修复治理中,可准确掌握各个生态环境因子的历史成因、空间分布和变化趋势,为保护和修复方案的设计和落实提供客观全面的参考依据; ③基于调查监测成果指导自然资源管理。根据成果的历年变化趋势,研判和分析未来一段时期的发展趋势或揭示其内在规律,指导当前自然资源管理工作。

5　结论

1)广西自然资源调查监测体系的构建是落实国家对广西“三大定位”的具体措施,更是实现“建设壮美广西”的重要举措。在国家自然资源部的总体工作思路框架和广西自然资源厅工作内容的基础之上,从 4 个方面对广西自然资源的调查监测进行研究: ①研究符合广西区情的自然资源调查监测理论体系; ②对调查监测的云平台架构进行设计,其中,重点突出了天 – 空 – 地一体化遥感观测网、遥感

大数据的云计算、分发服务等方面；③列举了调查体系中亟需攻克的关键技术；④展望了基于广西自然资源的应用服务。

2)只有完成广西自然资源调查监测体系和云平台的建设,才能实现：①广西自然资源的智能化调查监测,大幅提高生产效率,解放单一繁重体力劳动；②算法模型的动态化建模,适应未来数据源和应用的多样化；③基于大数据的知识发现,变“数据”为“知识”,透析广西自然资源的时－空变化本质和内在逻辑关系；④打破管理部门间的数据壁垒,实现自然资源的互联互通,真正做到山水林田湖海湿地等自然资源要素的一体化监管。

参考文献(References)：

[1] 黄贤金,杨达源. 山水林田湖生命共同体与自然资源用途管制路径创新[J]. 上海国土资源,2016,37(3):1－4.
Huang X J,Yang D Y. Orderly ecological system for mountains,rivers,forest,farmland and lakes,and innovation path of purpose regulation of natural resources[J]. Shanghai Land and Resources,2016,37(3):1－4.

[2] 奋力开创自然资源调查监测新局面——访谈自然资源调查监测司司长白贵霞[J]. 国土资源,2018(11):6－8.
Strive to create a new situation of investigation and monitoring in natural resources－interview Bai GuiXia－the director of investigation and monitoring in natural resources[J]. Land and Resources,2018(11):6－8.

[3] 深化党和国家机构改革方案(摘要)[EB/OL]. (2018－3－29)[2019－3－27]. http://www.mnr.gov.cn/jg/jggg/201806/t20180620_1798741.html.
Deepening reform scheme of party and government institutions(Abstract)[EB/OL]. (2018－3－29)[2019－3－27]. http://www.mnr.gov.cn/jg/jggg/201806/t20180620_1798741.html.

[4] 一图详解:《广西壮族自治区机构改革方案》[EB/OL]. (2018－10－26)[2019－3－29] http://www.gxzf.gov.cn/tj/20181026－718976.shtml.
A figure:《Reform scheme of institutions of Guangxi Zhuang Autonomous Region》[EB/OL]. (2018－10－26)[2019－3－29]. http://www.gxzf.gov.cn/tj/20181026－718976.shtml.

[5] 汪 洋. 在广西壮族自治区成立 60 周年大会上的讲话[EB/OL]. (2018－12－11)[2019－3－29] http://news.cctv.com/2018/12/11/ARTIp0IMtXVk0aiX2J7Liv4A181211.shtml? spm=C94212.PrwsCuCg3jyS.S52214.3
Wang Y. A speech on the 60th anniversary of the founding of Guangxi zhuang autonomous region[EB/OL]. (2018－12－11)[2019－3－27]. http://news.cctv.com/2018/12/11/ARTIp0IMtXVk0aiX2J7Liv4A181211.shtml? spm=C94212.PrwsCuCg3jyS.S52214.3.

[6] 我国将构建自然资源统一调查监测体系[EB/OL]. (2018－8－2)[2019－3－27]. http://www.gov.cn/xinwen/2018－08/02/content_5311319.htm.
China will construct a system of the unified survey and monitoring of natural resources[EB/OL]. (2018－8－2)[2019－3－27]. http://www.gov.cn/xinwen/2018－08/02/content_5311319.htm.

[7] 2019 年广西自然资源工作会议在南宁召开[EB/OL]. http://www.mnr.gov.cn/dt/dfdt/201903/t20190329_2403370.html.
The 2019 working meeting of Guangxi natural resources was held in Nanning city[EB/OL]. (2019－3－29)[2019－3－29]. http://www.mnr.gov.cn/dt/dfdt/201903/t20190329_2403370.html.

[8] 广西概况[EB/OL]. (2017－12－1)[2019－7－30]. http://www.gxdqw.com/flbg/#floor_gxgk.
Guangxi situation[EB/OL]. (2017－12－1)[2019－7－30]. http://www.gxdqw.com/flbg/#floor_gxgk.

[9] 陈 玲,贾 佳,王海庆. 高分遥感在自然资源调查中的应用综述[J]. 国土资源遥感,2019,31(1):1－7. doi:10.6046/gtzyyg.2019.01.01.
Chen L,Jia J,Wang H Q. An overview of applying high resolution remote sensing to natural resources survey[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2019,31(1):1－7. doi:10.6046/gtzyyg.2019.01.01.

[10] 杨如军,谢国雪. 国产卫星数据在国土资源监管中的探讨——以广西壮族自治区为例[J]. 国土资源遥感,2017,29(s1):52－57.
Yang R J,Xie G X. A discussion on domestic satellite data in land and resources supervision:Taking Guangxi Zhuang Autonomous Region as example[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2017,29(s1):52－57.

[11] 丁宇雪. 基于国产卫星数据自然资源调查研究——以黑龙江省中西部地区为例[J]. 国土资源遥感,2017,29(s1):121－126. doi:10.6046/gtzyyg.2017.s1.20.
Ding Y X. Research on natural resources based on domestic satellite data:Exemplified by midwest Heilongjiang Province[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2017,29(s1):121－126. doi:10.6046/gtzyyg.2017.s1.20.

[12] 王立娟,靳 晓,贾虎军,等. 基于国产高分卫星数据的矿山环境变化检测[J]. 国土资源遥感,2018,30(3):151－158. doi:10.6046/gtzyyg.2018.03.21.
Wang L J,Jin X,Jia H J,et al. Change detection for mine environment based on domestic high－resolution satellite images[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2018,30(3):151－158. doi:10.6046/gtzyyg.2018.03.21.

[13] 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.
Li D R,Zhang L P,Xia G S. Automatic analysis and mining of remote sensing big data[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,2014,43(12):1211－1216.

[14] 张 兵. 遥感大数据时代与智能信息提取[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2018,43(12):1861－1871.
Zhang B. Remotely sensed big data era and intelligent information extraction[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University,2018,43(12):1861－1871.

[15] 史园莉,孙中平,姜 俊,等. 环境遥感云服务平台与高性能平台对比分析[J]. 国土资源遥感,2019,31(2):240－245. doi:10.6046/gtzyyg.2019.02.33.
Shi Y L,Sun Z P,Jiang J,et al. Comparison and analysis of cloud service platform and high－performance platform for environmental

remote sensing[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2019, 31(2):240 - 245. doi:10.6046/gtzyyg.2019.02.33.

[16] 张继贤,顾海燕,鲁学军,等.地理国情大数据研究框架[J].遥感学报,2016,20(5):1017 - 1026.
Zhang J X,Gu H Y,Lu X J,et al. Research framework of geographical conditions and big data[J]. Journal of Remote Sensing,2016, 20(5):1017 - 1026.

[17] 李振举,李学军,刘 涛,等.遥感云计算:研究现状与展望[J].装备学院学报,2015,26(5):95 - 100.
Li Z J,Li X J,Liu T,et al. Remote sensing cloud computing:Current and prospect[J]. Journal of Equipment Academy,2015,26 (5):95 - 100.

[18] 随欣欣,王彦佐,晋佩东,等.基于 RasterCatalog 的海量遥感数据存储及快速浏览技术研究[J].国土资源遥感,2017,29(4): 214 - 218. doi:10.6046/gtzyyg.2017.04.32.
Sui X X,Wang Y Z,Jin P D,et al. Research on mass remote sensing image storage and rapid browse based on RasterCatalog[J]. Remote Sensing for Land and Resources,2017,29(4):214 - 218. doi:10.6046/gtzyyg.2017.04.32.

[19] 吴炳方,张 淼,曾红伟,等.大数据时代的农情监测与预警[J].遥感学报,2016,20(05):1027 - 1037.
Wu B F,Zhang M,Zeng H W,et al. Agricultural monitoring and early warning in the era of big data[J]. Journal of Remote Sensing,2016,20(05):1027 - 1037.

[20] 关于印发自然资源科技创新发展规划纲要的通知[EB/OL].(2018 - 10 - 16)[2019 - 4 - 1]. http://gi. mnr. gov. cn/201811/t20181113_2358751. html.
Notice of the issued planning outline of the technological innovation and development for natural resources[EB/OL].(2018 - 10 - 16)[2019 - 4 - 1]. http://gi. mnr. gov. cn/201811/t20181113_2358751. html.

System construction for survey and monitoring of natural resources in Guangxi

HUANG Jingjin, TANG Changzeng, LI Yi, ZUO Tianhui, YANG Zhengbei
(*Guangxi Insititute of Natural Resources Survey and Monitoring*, *Nanning* 530023, *China*)

Abstract: In the past, different historical periods had different important missions and , as aresult, the work of surveying and monitoring of natural resources elements of Guangxi was organized by different administrative departments. In the past, the China's natural resources were managed separately. the survey and monitoring of each element are organized and managed separately by land resources department , water resources department, agriculture department, forestry, department and marine department, etc. This led to the existence of many problems, such as multiple sources, different criteria, contradictory results and difficult share. For the purpose of solving these problems, all elements of natural resources in Guangxi need to be surveyed and monitored uniformly . The construction of a system for surveying and monitoring can provide an accurate , reliable, scientific and authoritative basic data for the registration of realestate of natural resources , the land space planning and use control, and the protection and remediation of ecological environment , etc. Starting with the theory system, the authors found the approach suitable for the situations in Guangxi and highlighted the effect of emergency monitoring. Then the architecture of cloud platform was studied and discussed, which included the multidimensional - stereoscopic observation network, the cloud computing of remote sensing big data, and the shared service of the data and results. Meanwhile, the key technologies of the system construction were analyzed . Finally, the prospect of survey and monitoring results - based applications was predicted.

Keywords: natural resources; survey and monitoring; system construction; Guangxi

(责任编辑: 李 瑜)