

引用格式: 吴国雄, 郑度, 尹伟伦, 等. 专家笔谈: 多学科融合视角下的自然资源要素综合观测体系构建[J]. 资源科学, 2020, 42(10): 1839-1848. [Wu G X, Zheng D, Yin W L, et al. Insights: Building a national comprehensive observation system of natural resource elements from the perspective of multidisciplinary integration[J]. Resources Science, 2020, 42(10): 1839-1848.] DOI: 10.18402/resci.2020.10.02

专家笔谈: 多学科融合视角下的自然资源要素综合观测体系构建

吴国雄¹, 郑度², 尹伟伦³, 南志标⁴, 傅伯杰⁵, 于贵瑞², 夏军⁶,
刘炯天⁷, 高学民⁸, 王凤鸣⁹, 宋长青⁵, 段晓男¹⁰, 刘刚¹¹

(1. 中国科学院大气物理研究所, 北京 100029; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 北京林业大学生物科学与技术学院, 北京 100083; 4. 兰州大学草地农业科技学院, 兰州 730020; 5. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085; 6. 武汉大学水安全研究院, 武汉 430072; 7. 郑州大学, 郑州 450052; 8. 自然资源部科技发展司, 北京 100812; 9. 河北地质大学, 石家庄 050031; 10. 中国科学院前沿科学与教育局, 北京 100864; 11. 南丹麦大学工学院生命周期工程研究中心, 欧登塞 5230, 丹麦)

摘要: 自然资源要素综合观测体系建设是自然资源部的基础性、公益性工程, 是全面贯彻习近平生态文明思想、践行山水林田湖草生命共同体发展理念, 履行自然资源“两统一”管理职责的重要举措, 为系统、全面认识自然资源变化规律、预判未来发展趋势提供基础数据支撑。自然资源要素综合观测体系建设重点工作主要包括: 第一, 充分考虑多学科融合, 做好顶层设计; 第二, 继承和发扬青藏科考精神, 打造一支吃苦耐劳、稳定的观测队伍; 第三, 充分考虑森林、草地等不同资源之间的耦合, 依托自然资源要素综合观测体系加强综合研究; 借鉴国内外生态系统观测经验, 利用现代化手段, 科学搭建多尺度网络; 第四, 打破壁垒形成合力, 探索不同观测网络、单位之间合作机制, 服务国家重大需求; 第五, 明确核心任务, 坚持点-线-面结合; 第六, 探索多部门合作, 试点示范先行。

关键词: 自然资源要素; 综合观测; 体系构建; 多学科交叉; 多部门融合; 多尺度网络

DOI: 10.18402/resci.2020.10.02

系统做好顶层设计, 全面推动观测体系建设

吴国雄 研究员

自然资源要素综合观测体系(以下简称“观测体系”)是以科学研究服务自然资源管理决策为宗旨, 符合我国当前自然资源统一管理的理念。但如何把科学知识应用到决策管理, 其中涉及多学科知识的交叉融合, 需要特别注意以下三方面:

第一, 全面性。观测体系建设必须从全球和全国视角出发, 站在面向自然资源统筹管理和生态文

明建设的高度上, 从新形势、新问题、新趋势角度思考, 构建一个服务国家、部门和地方需求的自然资源要素综合观测体系。全面、系统考虑各类资源, 确保完善的山水林田湖草海生命共同体, 海洋资源不可或缺。

第二, 关联性。观测体系是以山水林田湖草海生命共同体为观测对象, 需要掌握自然资源间耦合作用和相互联系, 特别需要以能量和水分循环为纽带, 研究各个组成部分的关联。按照模块化的思路设计观测指标, 需要体现出科学性、创新性, 为探索

收稿日期: 2020-9-10; 修订日期: 2020-10-15

作者简介: 吴国雄, 中国科学院院士, LASG学术委员会主任, 国际气象和大气科学协会(IAMAS)主席, 主要从事气候学, 环境科学与资源利用等研究。E-mail: gxwu@lasg.iap.ac.cn

研究各类资源的关联性奠定基础。

第三,系统性。要把山水林田湖草海相关资源转化过程和整个大气看成是一个复杂、庞大且完整的系统。比如水分循环不仅是蒸发和降水,也与地表径流、表层水和地下水有关系;还与大气环流的水分输送密切联系,从而与全球和区域的气候变化有关。通过水分循环把不同陆面的生态系统和大气系统连接、带动起来。各个子系统间相互作用必然涉及到资源变化和能量转换,如冰川资源融化成为水资源;植被生长则与土壤水分蒸散发有关;很多要素相互作用又与大气辐射过程有关等。观测体系建设要重视整个体系的系统协调性。

继承和发扬青藏科考精神,打造一支吃苦耐劳、稳定的观测队伍

郑度 研究员

中国科学院院士,中国科学院地理科学与资源研究所学位委员会主任,Journal of Geographical Sciences 主编。E-mail: zhengd@igsnr.ac.cn

自然资源要素综合观测工作,是推进科技创新、合理利用自然资源和保护生态环境,促进生态文明建设的重要科技支撑平台;是一项响应国家需求、事关民族未来、服务生态文明建设的伟大事业,对于承担这项任务的单位来说,是机遇,更是挑战。笔者认为,建设好观测体系,要做好“两个需要”的准备。

需要继承和发扬青藏科考精神。干任何一件事情都需要有一种精神、信念来勉励、鼓舞,才能不断攀登科学高峰,观测体系建设也不例外。笔者自1966年参加对珠穆朗玛峰地区的科学考察开始,就在青藏高原进行长期综合考察工作。青藏高原地区自然条件严酷、高寒缺氧、辐射强烈。由于高山反应,考察队员身体不适或功能失调,长期外出也给家庭带来不少困难。从事青藏科考的科研工作者热爱高原科学研究事业,不畏艰难险阻,执着追求,无论是海拔6000~7000 m以上的雪原冰川,还是旷无人烟的高原腹地无人区,或是深切的雅鲁藏布江峡谷,到处都留下了他们的足迹。随着定位试验

研究的深入,不少中青年科学家承受着生活和工作条件差、待遇低等困难,长期坚持进行各种观测试验研究,才取得了许多新进展^[1]。观测体系的建设必须要继承和发扬献身事业的青藏科考精神,这里既凝聚着科学精神,也有奉献精神 and 团结精神,形成强大的凝聚力和向心力,才能够做好自然资源要素综合观测工作,才能有信心服务好国家生态文明建设,实现中华民族永续发展的中国梦。

需要一支吃苦耐劳、稳定的观测队伍。自然资源要素综合观测具有系统性、长期性的特点,需要保持观测工作的连续性、稳定性,这就需要有一支长期、稳定、专业的观测队伍来做支撑保障。如果工作不连续、队伍不稳定,所得数据资料零星分散,当然拿不出高水平的服务自然资源管理的观测成果。中国对青藏高原的科学考察工作有过教训,如20世纪50~60年代曾多次组织对青藏高原的考察,由于各种原因,未能持续进行。20世纪70年代开始的青藏高原综合科学考察研究,是在极其困难的“十年动乱”中启动的,由于汲取了过去的教训,排除各种干扰,克服重重困难,一直坚持下来。20世纪80年代在完成对西藏境内的考察研究后,及时转移到横断山区,1986年起又开始策划对喀喇昆仑山—昆仑山地区的考察工作。连续稳定的研究不仅获得了系统的成果,也培养了一批青藏高原研究的专家^[2]。加之野外观测工作多数在人烟稀少、条件艰苦的地区,更加需要一支耐得住寂寞、不怕艰苦,终身为观测事业奋斗的专业队伍。

从森林资源视角看自然资源综合观测体系建设

尹伟伦 教授

中国工程院院士,中国杨树委员会主席,国家发改委全国生态保护与建设专家委员会主任,Forestry Studies in China 主编。E-mail: yinwl@kjfu.edu.cn

习近平总书记指出:“山水林田湖草是一个生命共同体,人的命脉在田,田的命脉在水,水的命脉在山,山的命脉在土,土的命脉在树。”可见,森林是陆地生态系统的主体,与山、水、田、湖、草等多种自然

2020年10月

生态类型是相互匹配、相互联系、不可分割的生态共同体;它们之间具有物质流、能量流的关联;有了这样多种生态系统之间保持着畅通的物质传递与能量传递而构成的生态共同体,才能保证整个地球生态系统的可持续生存与发展。基于森林生态系统和其他自然生态类型整体性、关联性研究,笔者对自然资源要素综合观测体系建设谈三点思考。

第一,加强森林资源与其他资源系统的耦合作用研究。从研究对象上看,森林资源研究的科学问题涉及生态系统的不同要素,各要素间的相互关系复杂,要系统、全面、深入揭示不同地区森林资源与其他资源要素的复杂关系,需要多学科的协同交叉研究和不同研究部门的综合协作攻关。比如森林水文方面研究过于强调森林的水文效应,缺乏对影响森林水文过程其他要素的综合分析;生态学家、土壤学家、水文学家与气象学家多是从各自的学科角度进行森林资源相关数据采集和分析,缺乏跨学科、整体性的融合创新^[9]。因此,在自然资源要素综合观测体系建设中,对森林资源开展长期、连续、稳定的观测研究时,既要融合包括生态、水文与气象等多要素,又要与不同研究部门进行充分数据共享,以深入揭示森林资源系统内多个层次和界面之间物质和能量的交换过程。

第二,进一步完善森林资源生态发展趋势研判研究。目前,大多数森林资源生态发展趋势研判和预测评价模型是基于全球气候变化趋势为主要影响因素的,而区域水、土等其他资源生态系统和森林资源生态系统的相互匹配,以及相互关联的研究相对欠缺。尽管这些模型能较好地模拟短期内气候变化与森林资源的关系,但对于长远的较为精准的研判评价具有很大的局限性。所以,建议构建山水林田湖草等多种自然资源要素的综合观测体系,在森林资源生态发展趋势预测方面要加强跨学科研究、跨系统协作,不仅要研究全球气候对其影响,还要考虑森林资源生态系统本身的结构及生物多样性和区域其他资源生态系统的影响,以便更加科学、精准搭建预测评价模型,为森林资源生态系统的健康发展、保护修复和相关科学决策提供支撑。

第三,构建森林资源与其他资源系统综合观测

网络。科学数据是森林资源与其他资源关系研究的核心要素,尤其是全球尺度下的森林资源与其他资源系统关系研究需要长期观测的数据积累与复杂模型构建相结合,才能揭示规律、阐明机理。因此,构建以自然资源区划为单元的森林、草原、农田等全要素自然资源综合观测体系,不仅能大大促进各专项资源生态定位观测研究水平,也有利于各类资源观测系统的有效融合,发挥各种资源观测系统的最大潜能,优化各区划内自然资源间配比,促进地球系统科学的全面发展和理论创新,更有利于贯彻落实我国“山水林田湖草是生命共同体”发展理念指导下的自然资源“两统一”管理,构建起以区划为单元的资源、经济、社会、生态协调发展模式,实现资源的高效持续利用,以保障中华民族永续发展和伟大复兴。

我国亟待开展草原资源的调查与监测

南志标 教授

中国工程院院士,兰州大学草地农业生态系统国家重点实验室,草地农业科技学院。E-mail: zhibiao@lzu.edu.cn

草原是我国面积最大的陆地生态系统,是宝贵的土地-生物资源复合体。目前,我国对草原资源的认知基本可概括为家底不清、现状不明,这势必影响国家“乡村振兴”“生态文明建设”“美丽中国”和“健康中国”等重大战略的实施,制约全社会对草原生态系统的认识、保护与利用。急需开展以下几方面工作:

第一,摸清草原资源家底。20世纪80年代,我国完成了第一次全国草原资源普查。随着社会的发展,草原资源发生了重大变化,亟需开展第二次全国草原资源普查。

第二,建立科学的草原分类体系。分类是草原资源管理的基础。我国已形成植被-生境分类法和综合顺序分类法,后者具有数字化特征,可对全世界的草原进行统一分类,亟待应用于全国草原资源调查与监测。

第三,开展草原健康评价。制定草原健康评价标准并动态评估,才能合理修复、保护与利用草原

资源。我国学者提出的健康评价体系(简称“CVOR”),能够比较准确地定量反映草原健康状况,有待在更大范围内推广。

第四,进行统一草原监测。整合各地各部门已有监测平台,统一标准,长期定位并连续监测,为草原管理与利用提供基础资料。

谨以此祝贺全国自然资源要素综合观测网工程启动,相信这将对我国草原资源的综合研究、管理与利用,提供有力支撑。

借鉴国内外生态系统观测经验,科学搭建国家自然资源观测体系

傅伯杰 研究员

中国科学院院士,未来地球中国委员会副主席,国际地理联合会副主席,中国生态系统研究网络科学委员会副主任。E-mail: bfu@rcees.ac.cn

人类社会的可持续发展是地球科学所面临的最严重挑战,资源、生态、环境问题是制约人类社会可持续发展的主要问题。把地球作为一个由各圈层或子系统相互作用的复杂系统来开展研究,是整体解决全球性资源、生态、环境问题的必要途径。因此,自然资源部提出以地球系统科学理论为指导,构建国家自然资源要素综合观测体系,旨在以自然资源区划为单元,布设覆盖全国的自然资源多要素野外观测站网,开展长期、连续、稳定的天空地立体观测研究,探究自然资源变化动因机制,研判气候变化趋势和未来状态,评价国土空间资源环境承载力和适宜性,进一步提升自然资源变化认知和统一管理的水平。构建这个观测体系十分重要,也很必要。

自20世纪80年代以来,一些国家、国际组织纷纷建立了国家、区域甚至全球尺度的观测、监测网络。其中,中国生态系统研究网络CERN是最具代表性观测网络之一,该网络始建于1988年,主要以样点尺度的台站为核心,以“水、土、气、生”为观测要素,通过定位观测和控制试验,进行生态系统结构与功能、格局与过程的机理分析;在此基础上,开展景观和区域尺度上的多台站联网观测和试验,并

采用样带观测与卫星遥感、高空航空观测的有机结合,进行多手段、多尺度、多要素的生态数据采集和集成分析,从而实现生态系统格局和服务功能的多尺度观测、跨尺度模拟,支持生态系统评估和管理。

国内外典型观测网络建设经验和做法给了我们3点启发如下:一是加强地面观测和遥感观测的有机结合,进一步强化定位动态观测、样带的移动观测与卫星遥感监测三位一体的立体化、跨区域、跨尺度的综合性野外观测;二是综合应用各种现代化的观测手段与技术,开展样地-集水区-流域尺度的综合观测,全面提升流域尺度资源与环境问题综合研究能力和服务自然资源综合管理的决策支持能力;三是利用现代化的信息技术、数据同化、数据模型融合等新技术建立基于多尺度观测、多种数据资源的融合系统,通过计算机网络实现数据的远程管理和共享,提高自然资源要素综合观测数据的开放度、共享度和提升相关部门履职尽责的业务水平。

打破壁垒形成合力,服务国家重大需求

于贵瑞 研究员

中国科学院院士,亚洲通量网(AsiaFlux)主席,中国生态学会副理事长,中国陆地生态系统通量观测研究网络联盟(ChinaFLUX)理事长。E-mail: yugr@igsnr.ac.cn

立足国家自然资源管理、环境保护和生态修复治理的需求,解决缺乏长期、连续、稳定的科学数据支撑问题,建设国家自然资源要素综合观测体系非常必要、重要。但是要建设好这一观测体系,需要从以下几个方面深入思考研究。

一是找准定位。如何准确定位观测体系建设的科学意义、内核、目标非常关键,定位太窄或者太宽可能会影响开展工作的思路、方法。建议跳出自然资源部的传统思维模式,希望能够在开发利用资源与资源科学相关的一些科学问题研究中做到用系统思维、整体思维去理解,也需要对各类资源要素之间的相互关系研究进行系统思考,这些对观测系统设计都非常重要。

二是制定策略。开展此项工作需要制定一个基本策略,既要能够有所为,也要有所不为。因为

2020年10月

在自然资源领域的观测工作非常之复杂,包括土壤、生物、大气、水循环及其各圈层的物理和化学过程,不可能把它们都包括进来,一定要有目的性、选择性。建议作为自然资源部主抓这项工作,要能够体现3个特色:一是强调水、土、气、生、矿,从地球系统科学角度出发,把它们系统性地统合起来;二是观测山、水、林、田、湖、草等资源,能够把一个地理单元进行整合,形成完整的概念;三是服务保障生存、生活、生产与生计“四生”问题,把以上三方面融合到一起,进行系统的构思,跳出原有的格局,形成一个新的理念进行设计。

三是先导探索。要在工作布局上,精选突破口,优先选择艰苦边远、难度较大、别人不做、国家特别需要的地区开展综合观测,包括青藏高原无人区、云贵高原、海岸带和南海等地,作为试点区先行做起来,错位发展,然后发挥示范作用及成果影响,再推广到全国,进行相关资源整合,最终完成国家尺度上的观测体系建设任务。

四是运作机制。针对观测体系建设工作的实践状况,要构建一种长期有效的运作机制,包括业务运作机制、专家咨询机制、部委领导机制,以及在全国其他观测网络、单位机构之间的联合观测机制,集中各方面的力量共同开展自然资源要素综合观测工作,完成好这项复杂的系统性工程,这是时代的需要,也是国家的需要。

明确观测体系建设的核心任务,坚持点-线-面有机结合

夏军 教授

中国科学院院士,中国自然资源学会副理事长,中国科学院学术委员会资源环境专门委员会副主任,联合国教科文组织 UNESCO-EHP-ASC 科学委员会委员。E-mail: xiajun666@whu.edu.cn

国家自然资源要素综合观测体系建设任务重大,现在正式由中国地质调查局自然资源综合调查指挥中心承担。截至目前,观测体系建设任务已有序开展,定位与目标、发展思路、重点任务明确,思路清晰,任务设计可行。为了进一步完善技术方案,笔者提出以下建议:

(一)加强三大核心任务的统筹。第一,构建自然资源的形成与变化的观测体系。从地理学角度,在全球气候变化和人类活动开发的影响下,水、土、气、生是自然资源最核心的要素。应以它们为研究对象建立观测体系;第二,构建自然资源的综合调查评价体系。目前单项自然资源的研究,各部门开展的工作已经足够细致和成熟。但从综合角度出发,仍有很大潜力和空间。现在构建综合调查评价体系正当其时、条件成熟。第三,服务社会管理和重大需求。不管是框架方案设计,还是观测指标构建,要从国家重大需求、服务资源综合管理视角出发开展工作,才能走得长远。

(二)坚持观测体系的“点-线-面”的结合与综合。首先,要清楚观测的点和面是什么关系?基于地理分异和地理综合,应该有明确的对象和边界。例如流域水循环和流域水管理,就是以流域为对象开展监测与管理的。流域有大也有小,核心是代表性单元,如子流域,它们由河网系统连接,形成空间格局,比如长江流域、黄河流域、淮河流域、松花江流域等。为了获得流域自然资源的时空分布与变化特征,流域系统可以进一步划分为子流域和子子流域等。因为流域水循环和水资源的形成和转化,可以通过流域系统及其代表性单元(子流域)的降水、蒸散发和径流测量与计算获得。另外,为了便于水资源管理与开发,一般在水资源观测与计量方面,需要结合行政区的应用与管理设计。例如,通常在流域基础上结合行政分区进一步划分到三级子流域的分区等。关于行政区,包括省、市、县、乡、村等,目前全国开展水资源评价是把自然的流域三级分区和行政区进行套用。另外,在观测系统设计方面,应该考虑站点的分布和区域特性,思考如何更好地做到“点-线-面”观测系统结合。如,黑河流域观测系统是由多个点、多条线以及它们组成的面和立体空间观测组成的,如何从一个流域到与其他更大的区域融合,这个问题非常关键。因此,从点到线要有融合,宏观层面也要有类似的融合。否则,点-线的工作推广到面上,解决应用需求问题就有些困难。需要加强多元观测信息的融合与集成,不仅是各观测站网设计问题,也有很多的科学研究问题。

(三)探索机制创新。在过去40多年,我国针对自然资源尤其水循环和水资源,有很多部门的观测。如何利用和提升已有的观测系统与观测信息,需要通过新的机制。因此,建议成立自然资源综合评价协同创新中心,把国内相关单位的观测,通过数据共享机制联合与发展。通过联系各个不同部门涉及自然资源观测和研究应用的专家,吸纳到指挥中心构建的观测体系这个大平台上来,以指挥中心为主体,作为一个大核心,形成1+N的工作格局,可以弥补指挥中心工作团队专业知识上的不足。希望中心发展壮大,愈办愈好。

积极探索多部门合作模式,有序推动试点示范先行

刘炯天 教授

中国工程院院士,河南省科学技术协会第八届委员会副主席,中国高等教育学会副会长,中国工程院化工、冶金与材料工程学部第十届学部主任。E-mail: scetljt@126.com

自然资源要素综合观测体系是一个复杂的系统工程,整个体系建设充分体现科学性、系统性、继承性、创新性和前瞻性。就如何把观测体系建起来,并让自然资源系统健康稳定运行下去,笔者提出3点建议。

(一)进一步强化国家行为。观测体系建设是自然资源部重大科技工程,需要多部门配合、多单位协作、多站网融合、多学科交叉。科研院所和综合性大学一般都有各自特色的野外观测站,如何利用已有的观测站网资源,打破部门利益壁垒,让这些资源发挥最大效能,同时也能避免重复建设,满足自然资源部统一管理需要,是这个体系构建的核心。因此,体系构建要进一步强化国家、自然资源部行为,从国家自然资源管理需求角度出发,全面、系统、科学统筹协调和部署安排,体现和反映国家意志,便于推动观测体系建设。

(二)探索跨部门合作模式。目前,自然资源部以前完成的自然资源调查和各个部门已有的观测信息,包括中国科学院、水利部、国家气象局、农业农村部的水土资源、城乡建设部关于城市地表资源的观测等,如何协调部门的信息共享是一个非常

的难题。就如何建立跨部门的合作模式,首先要沟通协调好自然资源部内部单位合作,在内部整合的基础上再向外发展,由易到难,循序渐进。

(三)做好示范先导项目。目前3个示范项目区域选择科学合理,特别是黑河流域试点区选择非常有代表性,因为基金委10年支持完项目以后就结束了,后面不可持续,现在自然资源部把黑河作为一个西北干旱半干旱流域的试点工程,实际上是把基金委的重大项目后续工作再接下去,然后继续开展相关观测工作,笔者觉得无论是对国家还是对世界都是一个重大的贡献。通过试点项目进一步探索观测体系建设理念、思路,找准了目标定位,明确观测对象、内容和指标,以及观测研究技术和运维模式,形成科学、合理的观测体系架构,为建成全国范围的观测站网奠定了基础和提供了样板。

系统构建多要素综合科学观测网,全力支持国家资源管理

高学民

自然资源部科技发展司规划处处长。E-mail: xmgao@mail.mnr.gov.cn

党中央、习主席分析了国内外形势,提出了一系列的发展理念和治国理政方略:生态文明关系人民福祉和中华民族永续发展,要坚持节约优先(资源)、保护优先(环境)、自然恢复(生态)方针,促进人与自然和谐共生;国土空间用途管制和生态修复必须遵循自然规律,贯彻山水林田湖草生命共同体发展理念,进行统一保护、修复;生态环境问题归根到底是资源过度开发、粗放利用、奢侈消费造成的。资源开发利用既要支撑当代人过上幸福生活,也要为子孙后代留下生存根基。这些都需要基于对自然资源系统的科学认知、掌握资源调查监测基础数据和预判资源未来发展状态。

目前行政主导自然资源调查监测,能够说明自然资源有什么、在哪里等外在情况,不能回答为什么如此、相互关系怎样的内在规律。开展“自然系统要素综合科学观测体系”建设,是在自然要素相互联系、相互作用的自然地理系统中,在人地要素相互依存、相互作用的人地空间系统中,系统考虑

2020年10月

空间规划、生态修复、耕地保护、海域开发、资源利用及用途管制等自然资源主责,以揭示自然地理系统和人地空间系统要素构成、空间格局、运行机制、过程效应的演变规律为主要目的,以观测自然要素时间序列变化及影响其变化的因素为主要对象,以我国自然地域分异规律下合理布局的“点”上科学观测为主要工作,共享系统外、整合系统内现有野外观测站,以建立健全野外观测和系统研究为主要内容。这是一项基础性、长期性、战略性的系统工程,既服务于当代,又将为子孙后代留下丰富历史数据。

近几十年,我国不同部门相继开展了地质调查、土地调查、森林资源清查、水利普查、草地资源调查、海岸带调查和地理国情普查等工作,获得了大量的专项自然资源数据,为国家重大决策部署和经济社会发展提供了基础依据,发挥了重要作用。相比调查监测而言,由于自然资源观测的定点、长期、连续、观测内容易变化等特点,导致观测数据的积累远远不及调查监测数据。为解决我国在认识自然生态变化规律、预判发展趋势的基础数据支撑能力不足问题,自然资源部2018年组建以来,高度重视自然资源多要素综合观测研究工作,在《自然资源科技创新发展规划纲要》(自然资发[2018]117号)、《中共自然资源部党组关于深化科技体制改革,提升科技创新效能的实施意见》(自然资党发[2018]31号)、《自然资源调查监测体系构建总体方案》自然资发[2020]15号和《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》发改农经[2020]837号文件中都相继提出相关的建设要求。2019年10月,自然资源部给自然资源综合调查指挥中心(原武警黄金部队)正式下达《关于做好自然资源要素综合观测工作的函》(自然资办函[2019]1855号),标志着这项工程正式启动。

自然资源要素综合观测是基础性、公益性和紧迫性的系统工作。必须按照地球系统科学理论,以自然资源区划为单元,以区划内各种资源和生态系统为基础,系统开展自然资源变化机制、相互间耦合作用过程观测研究,科学预判区划内资源、生态和环境发展趋势,开展国土空间资源综合承载力和适宜性评价,精准服务和支撑资源“两统一”管理。

强化体制机制保障,加快促进观测体系落地生根

王凤鸣 教授

全国青联社会科学工作者联谊会常务理事,河北省中青年社科专家50人工程首批入选者,河北省有突出贡献中青年专家。E-mail: 13703396698@163.com

自然资源要素综合观测体系是从山水林田湖草生命共同体理念出发,以地球系统科学理论为指导,旨在掌握自然资源间共生、变化规律、耦合关系和承载力水平,是支持国土空间规划、生态保护修复的基础调查工作,对于提高自然资源认知能力、提升决策管理水平有着十分重要的意义。就如何强化体制机制保障方面,笔者提出3点不成熟的建议。

第一,构建三级组织模式。建议由自然资源部、中国地质调查局及所属部门构建层级领导分明、工作任务清晰的三级组织模式,便于对自然资源要素综合观测体系建设工作统筹规划、资源整合,合力研究解决自然资源要素综合观测工作推进中的难题和关键技术瓶颈,确保观测体系各项建设目标顺利实现。

第二,创新工作机制。一方面,建立数据共享机制,可以制定相关部门认可并共同遵守的数据保密、共享制度,打破部门、行业间数据壁垒,实现数据融合共享,充分挖掘数据价值,服务自然资源统一管理。另一方面,建立成果发布机制,一切关于自然资源要素综合观测成果相关信息,建议可形成固定周期,由相关单位统一对外发布,方便公众了解掌握自然资源管理领域相关进展情况。

第三,加强科技创新。应把科技创新作为提升观测体系建设水平的重要手段,进行理论、技术与装备的集中研究和集成研发,产出新技术、新方法、新理念,实现技术创新、理论创新和成果创新。在自然资源要素综合观测、空间规划利用技术体系等方面,培育重大科技创新成果,提升自然资源科技创新水平和效能,加快云计算、大数据与人工智能等先进适用技术和装备的应用推广,支撑服务自然资源要素综合观测体系建设工作。

从“山水林田湖草”生命共同体视角构建观测体系

宋长青 教授

中国地理学会副理事长,中国古生物学会孢粉学会理事,《地理学报》副主编。E-mail: songcq@bnu.edu.cn

习近平总书记深刻指出:“人的命脉在田,田的命脉在水,水的命脉在山,山的命脉在土,土的命脉在树”。由林草、水土等组成的自然资源系统,存在着无数相互依存、相互转化、相互影响的有机链条,牵一发而动全身。因此,应从整体出发,用地球系统科学理论方法构建自然资源要素综合观测体系,来重新认识陆地表层系统中的水土气生人之间的相互作用关系。“黑河计划”就是一个很好的例子。

2010年,国家自然科学基金委就启动了“黑河流域生态-水文过程集成研究”重大计划,资助金额达1.9亿元,资助项目200多个。黑河计划是科学探索导向的开创性研究,其设计思想先进:一是注重全流域的整体性和系统性,既把握到边,又深入到块,很好地处理了黑河流域多要素耦合、多尺度依赖的科学难题,实现了从点到面研究的突破。二是突出水资源纽带作用研究,上至大气、冰川,下至草原、森林、绿洲、湖泊、沙漠,一水串联多个自然资源系统。三是全链条攻关,建立了指标观测、指数计算、情景模拟、对策生成和集成示范的科学探索完整系列,真正做到了精细解剖麻雀,使我国流域科学研究进入了国际先进行列。

2018年自然资源部发布的《自然资源科技创新发展规划纲要》,谋划了“自然资源要素综合观测网络工程”,列为十二个重大科技工程之首,并于2019年正式启动。这一重大科技工程的核心目标任务是面向自然资源管理需要,布局全国范围和重点地区、重大项目的综合观测,研发有针对性的关键技术和工程模式,获取反映资源间耦合作用过程、变化趋势等关键数据,从国家、区域等不同尺度对自然资源可能发生的变化进行预测和预警,为自然资源的开发利用和保护提供科技支撑。笔者认为,有国家需求引领,有国际经验借鉴,有黑河流域综合观测筑基,我国自然资源综合观测重大科技工程目标一定能够实现^[1]。

多学科交叉融合,增强自然资源观测体系能力

段晓男 副研究员

中国科学院前沿科学与教育局地球科学处处长。E-mail: xnduan@cashq.ac.cn

观测是认识客观世界的重要工具和手段。自古以来,人类通过开展观测,研究和认识自然现象的形成和发展规律。随着科学技术的进步,自然观测的方式和能力不断迭代进步,将人类的探索触角深入到地球内部、海洋深处以及浩瀚星空,更新着对自然资源的认知和理解。

“自然资源是天然存在的,有实用价值,可提高人类当前和长远福祉的自然环境因素的总和”。虽然种类繁多、功能各异,但各种自然资源之间有着紧密的联系,这就要求对自然资源的管理和利用需要从综合的视角进行全要素的分析和研判。“山水林田湖是一个生命共同体”的理念就是对自然资源整体性和系统性的深刻阐述。因此,在生态文明建设的指引下,新时代的自然资源管理应从水、土等要素的单项管理,向自然资源系统的统一管理转变。

综合观测是统一管理的前提,为优化管理方式和提升效能提供着数据基础和科学认知。与单项观测相比,综合观测体系从多要素、多过程、多尺度来整体设计和系统推进。换言之,综合观测不是观测指标的简单叠加,也不是观测技术的复制粘贴,而是以服务自然资源综合管理为目标,通过整合观测资源、统一观测手段、完善观测能力、提升观测水平,实现对我国主要自然资源变化的长期连续观测,为全国和重点区域自然资源管理的分析决策提供平台支撑。

在自然资源综合观测体系建设的过程中,要注重多学科交叉和多手段集成。以自然资源为整体对象,将研究各要素、分过程的方法、技术、仪器予以整合,从而推动多要素、多过程、多尺度的协同观测,从更加全面系统的视角把握自然资源的变化规律。加强高技术研究,针对综合观测稳定性、精确性方面的实际需求,研发低成本、轻量化、高性能的传感器和探测装备,提升观测智能化和信息化能力。加强观测与模型的匹配和结合,利用大数据、

2020年10月

人工智能等数据科学手段,改善数据获取方式,优化数据管理,深化数据信息挖掘,更好地反映蕴含其中的趋势和规律。

我国自然环境呈现显著的地带性特征,各个地带上自然资源的类型禀赋,以及影响自然资源的因素有着显著的差别。在设计自然资源要素综合观测网络时,既需要考虑自然资源机制的普遍性,也要考虑地理条件的特殊性。根据观测区域和对象的特点,确定科学合理的观测体系布设和观测方式,针对性地加强遥感观测与地面观测的结合、单点观测与联网观测的结合、固定观测与流动观测的结合。这些都离不开学科交叉的带动作用。

国外相关观测网络建设经验与思考

刘刚 教授

国际工业生态学学会社会经济代谢分会副主席,华人工业生态学学会创会理事,Resources, Conservation & Recycling 副主编。E-mail: geoliugang@gmail.com

资源-生态-环境观测研究网络受到许多国家和地区的重视,美国、英国、欧盟(法国、德国)等主要发达国家及地区纷纷建立观测网络用以开展观测与试验研究,其主要特点为:一方面,长期定位观测能够反映自然资源难以预测的变化,揭示其长期变化趋势,如英国洛桑实验站自1843年开始长期定位观测与试验,为农学、土壤学、植物营养学、生态学和环境科学的发展做出了重要贡献。另一方面,空天地一体化感知技术、物联网技术、人工智能技术、高性能计算机等技术发展,使跨部门、多学科、高度融合成为了可能,为破解自然资源生态系统运行规律奠定了基础,如欧洲生态系统观测与实验研究网络整合高精度数据集,实现复杂变化下的自然资源和生态环境预测模拟,服务国家、区域、流域等多尺度的自然资源可持续管理。同时,由于站网建设的复杂性,依靠一支长期稳定的队伍开展持续的观测是必须的,如美国国家生态系统观测网络(NEON)由专门机构运营维护。

基于以上经验总结,笔者对推进中国自然资源要素综合观测工作提出以下4点建议:

第一,学习国际经验因地制宜建设。选择性借鉴国外经验,探索中国特色的自然资源要素综合观测体系,充分利用已有台站网络,采取改、扩、新建结合,围绕重点关注的资源问题和敏感区域,示范先行,建立一个长期、连续、稳定、定位的观测网络。

第二,搭建观测创新平台。围绕自然资源耦合作用过程、综合评价等内容,建设重点实验室,并吸引和聚集高层次人才,打造一支稳定的、具有国际视野和创新能力的一流科学家群体,利用新的观测技术和前沿科学理论,产出高水平、能够服务自然资源统一管理的科研成果。

第三,建立多元化保障体系。主要设立固定的运维专项经费,确保观测网长期、连续、稳定的经费投入;与国家基金委合作设立自然资源要素综合观测基金,积极吸纳地方科技计划资金,激发国内外人才和团队积极参与中国自然资源观测站网建设事业。

第四,加强合作交流。主要通过科研院所等单位合作,整合相关的数据、人才、成果等各类资源,构建国家自然资源观测数据中心,进一步研究完善自然资源综合评价理论和方法,综合集成自然资源观测成果,定期发布中国资源报告,打造“中国资源论坛”。

参考文献(References):

- [1] 郑度. 青藏科学研究范式与效应[J]. 自然杂志, 2009, 31(5): 249-253. [Zheng D. The Paradigm of Scientific Researches on Tibetan Plateau and Its Effects[J]. Nature Magazine, 2009, 31(5): 249-253.]
- [2] 郑度. 中国科学院研究生院演讲录(第十一辑). 北京: 科学出版社, 2009. [Zheng D. Graduate School of Chinese Academy of speech was recorded (Series XI). Beijing: Science Press, 2009.]
- [3] 尹伟伦. 全球森林与环境关系研究进展[J]. 森林与环境学报, 2015, 35(1): 1-7. [Yin W L. Advances in the relationship between forest and environment in the world[J]. Journal of Forest and Environment, 2015, 35(1): 1-7.]
- [4] 郎文聚, 宋长青. 加快构建我国自然资源综合观测体系[EB/OL]. (2020-06-09) [2020-06-20]. https://www.sohu.com/a/400571160_650579. [Yun W J, Song C Q. Speed up the construction of a comprehensive observation system of natural resources in my country[EB/OL]. (2020-06-09)[2020-06-20]. https://www.sohu.com/a/400571160_650579.]

Insights: Building a national comprehensive observation system of natural resource elements from the perspective of multidisciplinary integration

WU Guoxiong¹, ZHENG Du², YIN Weilun³, NAN Zhibiao⁴, FU Bojie⁵, YU Guirui², XIA Jun⁶,
LIU Jiongtian⁷, GAO Xuemin⁸, WANG Fengming⁹, SONG Changqing⁵,
DUAN Xiaonan¹⁰, LIU Gang¹¹

(1. Institute of Atmospheric Physics, CAS, Beijing 100029, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China; 3. College of Biological Science and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 4. College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, China; 5. Research Center for Eco-Environmental Sciences, CAS, Beijing 100085, China; 6. Institute of Water Security, Wuhan University, Wuhan 430072, China; 7. Zhengzhou University, Zhenzhou 450052, China; 8. Science and Technology Development Division, Ministry of Natural Resources, Beijing 100812, China; 9. Hebei Geology University, Shijiazhuang 050031, China; 10. Bureau of Frontier Science and Education, CAS, Beijing 100864, China; 11. SDU Life Cycle Engineering, Department of Chemical Engineering, Biotechnology and Environmental Technology, University of Southern Denmark, Odense 5230, Denmark)

Abstract: The construction of a comprehensive observation system for natural resource elements is a foundational and public welfare project of the Ministry of Natural Resources. It is an important measure to fully implement Xi Jinping Thought on Ecological Civilization, to practice the development concept of “a community of shared life” of mountains, waters, forests, croplands, and grasslands, and to fulfill the “two unifications” management responsibilities of natural resources. It provides basic data support for systematic and comprehensive understandings of the law of natural resources movement and predictions of future development trends. Key tasks for constructing the comprehensive observation system mainly include: First, thoroughly improving integration of multiple disciplines and top-level design; Second, inheriting and carrying forward the spirit of the Qinghai-Tibet Scientific Expedition, and building a diligent and stable observation team; Third, considering the coupling of different resources, such as forests and grasslands, and strengthening comprehensive research based on observation systems; drawing on the experience of ecosystem observations both in China and abroad, and using modern methods to build multi-scale networks scientifically; Fourth, breaking barriers to form synergy, exploring the cooperation mechanism between different observation networks and units, and serving major national needs of China; Fifth, clarifying the core tasks, and adhering to the point-line-surface integration principle; Sixth, exploring multi-sector cooperation and conducting pilot demonstrations.

Key words: natural resource elements; comprehensive observation; system development; cross-disciplinary corporation; multi-sectoral integration; multi-scale network