

遥感科学动态

1

2022年



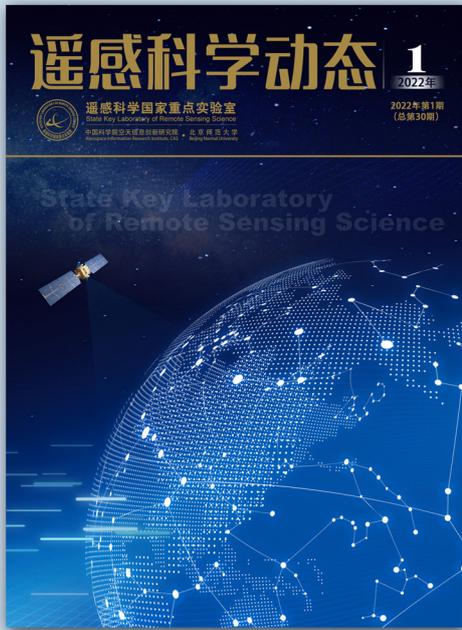
遥感科学国家重点实验室
State Key Laboratory of Remote Sensing Science

中国科学院空天信息创新研究院 北京师范大学
Aerospace Information Research Institute, CAS Beijing Normal University

2022年第1期
(总第30期)

State Key Laboratory
of Remote Sensing Science





遥感科学动态

2022年第1期
(总第30期)

主 编: 柳钦火

编 委: 陈良富、阎广建、张 颢、杨晓峰、倪文俭

编 辑: 王莹珞

主办单位: 遥感科学国家重点实验室

投稿邮箱: rslab@aircas.ac.cn

Contents目录

实验室简报

实验室要闻

- 02 遥感科学国家重点实验室召开第三届学术委员会第六次全体会议
- 03 《全球生态环境遥感监测 2021 年度报告》发布
实验室团队负责两项专题报告

科研动态

- 05 嫦娥五号样品新贡献: 实验室团队建立新的月球年代函数模型
- 06 遥感科学国家重点实验室助力北京 2022 年冬奥会和冬残奥会空气质量保障工作
- 07 国家重点研发计划“下一代碳卫星技术方案研究”项目启动暨实施方案论证会召开

学术交流

- 09 遥感科学国家重点实验室 2021 年学术年会顺利召开

成果快报

- 10 2021 年度主要科研工作: 成果产出
- 10 2021 年度主要科研工作: 一作 ESI 高被引论文
- 11 2021 年度主要科研工作: 新获批重要科研项目



国际动态

战略前沿

- 13 美国 NSF 提出下一代地球系统科学研究愿景
- 15 NASA 将在 2022 年发射四个地球科学任务
- 17 WMO 发布全球气候观测系统状况报告
- 18 《北极研究的新领域与新方法》报告发布

技术创新

- 21 NASA 部署研发低成本地球辐射能量监测传感器
- 21 新模型将优化环境监测的星载卫星合成孔径雷达的设计
- 22 欧洲航天局研发新卫星助力森林碳循环研究
- 22 新型 CO₂ 监测卫星有望实现国别级排放空间监测

国际要闻

- 24 欧洲监测北半球极端野火二氧化碳排放量创纪录
- 24 WMO 强化全球观测与地球系统数据交换行动举措
- 25 美国 LLNL 国家实验室地球系统模型计算速度显著提升
- 25 ESA 哥白尼哨兵 6 号返回有史以来最精确海平面数据

遥感科学国家重点实验室召开第三届学术委员会第六次全体会议

2022年1月29日，遥感科学国家重点实验室召开第三届学术委员会第六次全体会议。学术委员会主任郭华东院士等实验室学术委员会专家、主管部门及依托单位中国科学院空天院信息创新研究院领导、北京师范大学领导和实验室科研骨干共90余人以线上线下结合方式参加了会议。

实验室常务副主任柳钦火研究员做实验室工作汇报，向与会专家介绍实验室2021年度主要工作及科研进展情况。张兵研究员、实验室胡斯勒图研究员及田怀玉教授分别就“高光谱遥感前沿研究与进展”、“冰云特性的遥感反演及模式模拟”和“全球变化与公共健康遥感研究——以新发突发传染病为例”3个专题做学术报告。

与会专家认为实验室本年度在定量遥感机理研究、遥感定量反演前沿理论方法、新型遥感技术与空间地球系统科学等方面研究取得了突出的成果。围绕地球系统三大循环开展系统性遥感监测与过程研究，提高对三大循环科学问题的认知，具备基于国产卫星的地球系统各循环关键要素全球数据产品生产能力，形成了多尺度观测、建模、反演到产品真实性检验的定量遥感技术体系。同时，在人类活动与环境健康遥感、行星遥感探测科学研究及工程应用等方面也取得了突出成果，值得肯定。



↑ 线下参会领导、专家合影

与会专家就实验室进一步发展等提出了建设性意见与建议。实验室要坚持在电磁波与地物相互作用机理研究等遥感基础理论研究的特色，在地球系统三大循环和人地相互作用方面进一步聚焦找准重大科学问题，占领遥感科学的制高点，开拓遥感科学新方向并填补空白，不怕坐冷板凳。要站在全球视野，以地球系统科学研究为实验室的主要科学驱动，打通遥感基础研究 - 前沿技术 - 遥感工程 - 遥感应用创新链；把面向国家重大需求的建制化遥感科学与技术基础研究作为使命担当，在粮食安全、“双碳战略”等方面继续深入工作；要重视人才引进和培养，多给青年科研人员创造条件和机遇，让年轻人冲在科学研究的最前沿，促使他们迅速成长；在开放运行方面，对外加强与联合国等国际组织的联系和合作，对内加强整合、联合、协作，发挥依托单位学科链条完整的优势，要进一步细化开放基金的设置和评审工作。

在实验室重组方面，进一步明确定位、研究特色与方向，继续保持和发扬实验室的特色和优势，增强遥感前沿原始创新能力和国产卫星定量化应用集成创新能力，做好面向国家重大需求的建制化遥感科学与技术基础研究。



↑ 线上参会领导、专家合影

《全球生态环境遥感监测2021年度报告》发布 实验室团队负责两项专题报告

2021年12月20日，科技部在京发布《全球生态环境遥感监测2021年度报告》。本年度报告聚焦“全球陆域生态系统可持续发展态势”、“全球典型湖泊生态环境状况”、“欧亚大陆草原生态状况”和“全球大宗粮油作物生产与粮食安全形势”4个专题开展了遥感监测与分析。其中，遥感科学国家重点实验室的柳钦火研究员团队、吴炳方研究员团队分别编制完成了“全球陆域生态系统可持续发展态势”和“全球大宗粮油作物生产与粮食安全形势”两个专题报告。

这是中国连续第十年推出全球生态环境遥感监测年度报告，旨在面向国家重大战略需求和国际社会共同关切的议题，开展全球及洲际尺度的生态环境遥感监测、分析和评估。主要结论如下：

——全球陆域生态系统可持续发展态势。2015年以来，气候变化引起的干旱、火灾及人为的过度砍伐、开垦等因素，导致了亚马孙河流域、刚果河流域和东南亚区域三大热带雨林区森林面积持续减少，全球森林面积净减少28.41万km²。全球未能实现“到2020年停止毁林”的可持续发展目标，但森林减少的速度较前五年有所放缓。自然保护地内的森林生态系统相对稳定，森林减少的面积比例明显小于非保护地，保护成效显著。

近10年全球陆地生态系统，特别是山地生态系统的植被生长状况呈趋好态势，明显改善的区域有东亚、西欧、东欧和南欧。气候变化造成的厄尔尼诺-南方涛动、干旱等事件仍是影响植被生长的主要因素。

得益于有效的生态系统保护和修复工程，中国的陆地生

态系统在较大范围内呈有序恢复、向好发展态势，森林面积持续增长，植被生长状况明显改善。

——全球典型湖泊生态环境状况。2000年以来，全球197个面积500 km²以上的自然湖泊净蓄水量总体呈增加趋势，其中174个湖泊水位上升，青藏高原内流区的湖泊群水



↑ 全球生态环境遥感监测 2021 年度报告



↑ 新闻发布会现场，郭华东院士作为报告专家组组长答媒体问



↑ 央视专访柳钦火研究员



↑ 新华网专家访谈

位上升最为明显。与此同时，受气候变化和人类生产活动双重影响，中亚和非洲等干旱地区以及高需水地区部分湖泊出现快速萎缩现象，水资源缺口较大，严重制约了当地社会经济发展。

近 20 年，全球藻华暴发的湖泊数量呈上升趋势。70 个藻华暴发的湖泊中，北美洲和亚洲数量居多，气温条件适宜的温带和热带地区比例最高。藻华最大暴发面积呈增长趋势，亚洲增长最明显。

——欧亚大陆草原生态状况。2000 年以来，欧亚大陆草原整体变好变绿，80% 以上的草原植被生产力、植被覆盖度等指标呈改善趋势，青藏高原、蒙古高原等大部分区域草原植被状况改善明显。从草原类型看，极寒干旱半干旱草原植被状况改善最为明显，温性干旱半干旱草原植被状况也呈现整体变好的趋势，但年际波动和空间差异较大。

近 20 年，欧亚大陆主要放牧草原理论载畜量呈上升趋势，近十年较前十年增加 15.93%，相当于增加了 2.3 亿个羊单位所需饲草；与此同时，主要放牧草原的利用强度和地上现存生物量也较十年前有所增加。

尽管气温升高、局部降水增多、生态保护工程的实施和自然保护区、国家公园的设立，总体上有利于欧亚大陆草原植被的生长，但欧亚大陆草原的生态状况仍未恢复到上世纪 80 年代水平，局部过度放牧和管理不善等现象依然存在，草原生态恢复任重而道远。

——全球大宗粮油作物生产与粮食安全形势。近十年全球粮食总产量及人均粮食产量均有显著增加，2015 年联合

国可持续发展目标提出以来，全球粮食年均产量较 2010—2015 年增长 10.9%，凸显了全球为实现零饥饿做出的努力。

大范围的干旱等极端气候事件是导致全球和区域粮食产量波动的主要因素。如 2012 年和 2018 年大范围干旱造成全球粮食减产；撒哈拉以南非洲等区域因农业基础设施不足，灾害抵御能力不强，产量波动剧烈。

我国农田灌溉比例高，农业生产防灾减灾能力持续增强，农业灾害对作物生产影响有限，产量波动小，近十年中国大宗粮油作物产量年增长率为 0.5%，形成了“南方稳产、北方优势产区集聚”的总体格局。

全球生态环境遥感监测 2021 年度报告内容和相关数据集产品均面向社会公开发布，并提供在线免费共享服务：<http://www.chinageoss.cn/geoarc>。未来，将通过全球对地观测组织 GEO 等国际合作机制平台，积极拓展地球观测科学研究与合作交流的广度与深度，以全球视野进一步推进年度报告工作，助力形成世界环境保护和可持续发展的公共产品和解决方案。

科技部办公厅副主任吕静主持 20 日召开的新闻发布会上，中国科学院院士、可持续发展大数据国际研究中心主任郭华东作为年度报告专家组组长，出席发布会并回答媒体提问；柳钦火研究员、吴炳方研究员分别就“全球陆域生态系统可持续发展态势”、“全球大宗粮油作物生产与粮食安全形势”专题最新成果进行介绍并接受央视专访。

嫦娥五号样品新贡献：实验室团队建立新的月球年代函数模型

北京时间2月15日,《自然-天文学》杂志(Nature Astronomy)发布了月球科学研究的一项重要成果。遥感科学国家重点实验室行星遥感团队及合作者,利用嫦娥五号月球样品的同位素年龄和着陆区撞击坑统计结果,在目前常用月球年代函数的基础上建立了新的更精确的年代函数模型,为月球和行星科学研究提供更精确的时间标尺。

在月球和行星科学研究中,确定重要地质单元和重大地质事件的年龄至关重要。早期阿波罗(Apollo)和月球(Luna)探测任务在月球表面采集了样品(图1a),并通过同位素测年方法得到了这些样品的精确年龄,它们代表了样品所在地质单元的年龄。为了将这些有限的年龄信息应用到月球全球,欧美科学家们建立了撞击坑统计定年方法,包括描述撞击坑大小-频率分布规律的产率函数和描述撞击坑归一化频率与绝对年龄关系的年代函数,前者通过遥感图像撞击坑统计分析得到,后者通过样品年龄及其所在地质单元撞击坑归一化频率得到。其中最著名和广泛应用的是德国柏林自由大学格哈特·纽库姆(Gerhard Neukum)教授建立的产率函数和年代函数,自1983年建立沿用至今。

然而,遗憾的是,Apollo和Luna采集的样品年龄在约30亿年至10亿年间有一个很大的空白区间,几乎占据了月球地质历史的一半,这也使得年代函数的可靠性一直受到质疑。因此,寻找月球表面20亿年左右地质单元的样品对验证和改进月球年代模型具有重大意义,这也成为嫦娥五号任务的科学目标之一。2020年12月1日,嫦娥五号在月球正面

风暴洋北部吕姆克山、夏普月溪附近安全着陆,所返回样品的同位素测量结果表明其年龄为20.3亿年,与预期吻合很好。嫦娥五号样品年龄为月球年代函数的改进提供了一颗珍贵的“金钉子”,是嫦娥五号样品对月球科学研究的一个独特贡献。

研究团队基于高分辨月球遥感影像的撞击坑统计分析结果(图1b)和撞击坑产率函数得到嫦娥五号采样点地质单元的撞击坑归一化频率(即 $N(1)$ 值),与嫦娥五号样品的年龄构成建立月球年代函数模型一组新的控制数据,通过非线性最小二乘拟合算法,对Neukum(1983)年代函数进行更新,建立了新的月球年代函数模型:

$$N(1, t) = 1.089 \times 10^{-13} (e^{6.757t} - 1) + 7.660 \times 10^{-4} t$$

并对比了新老函数的差异(图2a)。分析表明,根据新的年代函数得到的定年结果在大部分情况下更老一些,最大的差别在2亿年左右(即0.2Ga,见图2b、2c)。由于增加了嫦娥五号关键数据点,新的月球年代函数模型定年的精度优于经典的Neukum(1983)模型,可用于今后月球地质单元的定年。进一步,可根据新的月球年代函数,推演火星、水星等其他地外行星的新年代函数,提高定年精度。新月球年代函数,是一把更精确的时间标尺,将在月球和行星科学研究中发挥重要作用。

a. 月球年代模型对比,红色实线表示新年代函数模型,黑色虚线表示Neukum(1983)模型;b. 不同撞击坑归一化频率对应的年龄差异;c. 不同地质时间对应的年龄差异

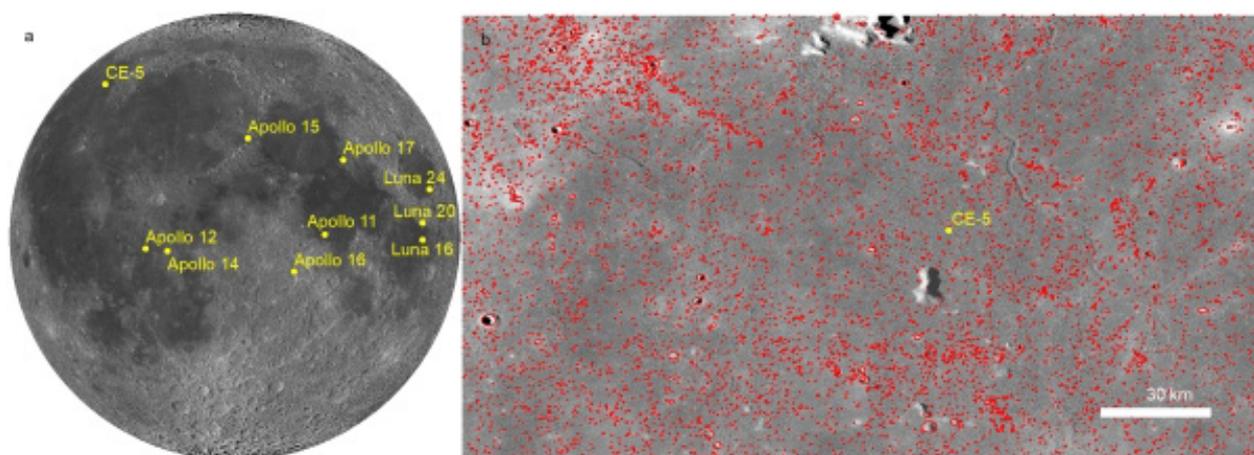


图1. 月球着陆采样区域(a)和嫦娥五号着陆区撞击坑统计(b)

该成果得到了审稿人的高度评价。其中一位审稿人表示，“这项原创性工作具有重要意义，我想整个行星科学领域都会对这个结果感兴趣”。

论文的第一作者和通讯作者分别是行星遥感团队的遥感科学国家重点实验室岳宗玉研究员和邱凯昌研究员，论文的

合作单位有中国科学院地球化学研究所和中国科学院国家天文台。该研究得到中科院、国家自然科学基金委相关项目支持。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41550-022-01604-3>。

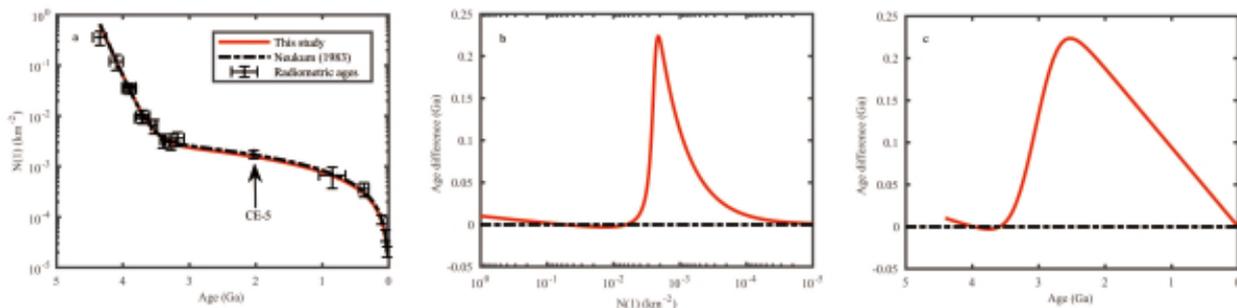


图 2. 新月球年代模型及其与 Neukum (1983) 模型的差异。

遥感科学国家重点实验室助力北京2022年冬奥会和冬残奥会空气质量保障工作

北京冬奥会开幕以来，“北京蓝”成为冬奥会靓丽底色，除了有利的天气因素，还得益于赛事期间生态环境部会同冬奥会赛场区域的北京、河北，以及污染物传输通道的天津、山西、山东、河南、内蒙和辽宁等8省（区、市）统筹的科学、精准的联防联控。遥感科学国家重点实验室陈良富研究员带领大气环境遥感团队，利用团队空气质量遥感监测技术优势和前期成果积累，积极参与了北京冬奥会期间空气质量保障

工作。

冬奥会期间，陈良富作为专家组成员参与了空气保障决策会商。针对冬奥会赛区与8省（区、市）的空气质量实况监测、天气与空气质量预报、污染成因和防控措施成效分析等因素，就未来天气形势发展对污染物扩散能力的影响及空气质量的变化进行会商，提出科学和精准的重点管控方案，为冬奥会空气质量保障工作决策提供科学依据。



陈良富研究员参与空气质量保障工作

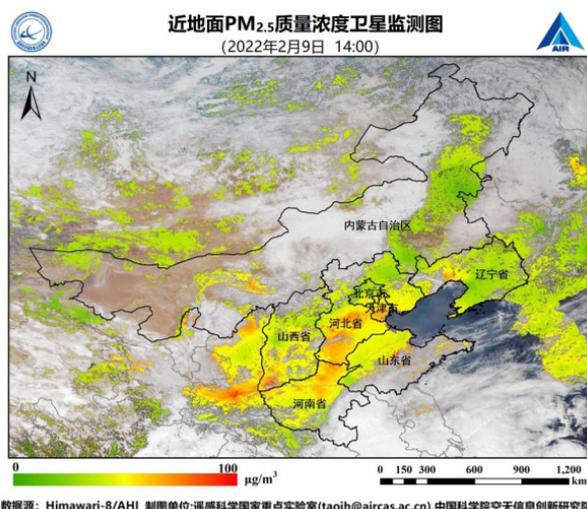


空气保障决策会商现场

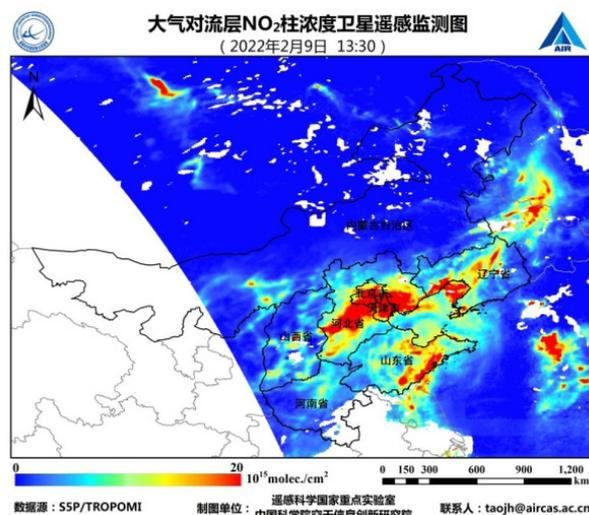
大气环境遥感团队成员陶金花、范萌、张莹、余超和研究生成立了奥运会空气卫星遥感保障小组，全程提供冬奥赛区周边联防联控区域（8个省/直辖市）每日实时的大气颗粒物和污染气体卫星监测数据及分析结果，作为空气质量保障

工作中“天-空-地”一体化立体监测的重要部分，发挥卫星遥感对于大气污染整体状况及传输过程宏观研判优势，助力科技冬奥。

目前，该团队正在积极为残奥会期间相关工作做好准备。



↑ 大气颗粒物卫星实时监测结果



↑ 大气污染物卫星实时监测结果

国家重点研发计划“下一代碳卫星技术方案研究”项目启动暨实施方案论证会召开

4月6日，国家重点研发计划“地球观测与导航”重点专项“下一代碳卫星技术方案研究”项目启动暨实施方案论证会在北京召开。科技部地球观测与导航重点专项管理办公室副主任张松梅、处长赵鲜东、专项主管徐泓，中科院重任局光电空间处副处长杜晓明，以及项目责任专家和咨询专家受邀到会指导。中科院空天信息创新研究院（以下简称“空天院”）和参研单位共50余人参加会议。

空天院科技处处长周翔主持启动会，并代表项目牵头单位致欢迎辞。会议宣布成立项目实施方案论证专家组，项目责任专家、国家卫星气象中心卢乃锰总工程师任专家组组长，专家组成员包括中科院上海技术物理研究所王建宇院士、中科院合肥物质科学研究院刘文清院士、北京大学张远航院士、清华大学贺克斌院士、中国卫星导航工程中心樊士伟研究员、空天院李传荣研究员、中科院微小卫星创新研究院尹增山研

究员、北京航空航天大学景贵飞研究员、中国气象科学研究院龚山陵研究员和清华大学张强教授。

张松梅对项目启动表示祝贺，强调了项目立项的背景和意义，并从全面落实责任制、项目负责人核心作用、项目组以目标为导向协同攻关等方面对项目实施提出了具体要求。

杜晓明代表项目牵头单位的主管部门对单位和项目团队提出了要求和期望，希望以此项目为抓手，聚焦当前国家“双碳”战略重大科技需求，为我国双碳事业发展贡献智慧和力量。

在实施方案论证阶段，专家组听取了项目总体实施方案报告，经质询和讨论，一致认为该项目实施方案合理可行，可有效指导项目有序开展研究工作，同意该实施方案通过评审。

“下一代碳卫星技术方案研究”项目是科技部十四五“地球观测与导航”首批启动的重点专项，由空天院陈良富研究员

实验室简报 · 科研动态

担任项目负责人，10家单位联合组成了从科学研究到工程设计一体化的项目研发团队，组建了阵容强大的科学指导专家组为项目保驾护航。力争面向“双碳”国家战略和全球碳盘点需求，开展基于卫星观测的“自上而下”清单校核方案研究，创建具有自主知识产权的主要温室气体清单卫星校核方法体系。同时，面向清单校核需求，通过科学和工程端迭代论证，形成我国高时频、高精度、多要素、多尺度的下一代碳卫星天基体系和旗舰星总体设计方案和关键技术解决途径，为推动我国下一代碳卫星星座建设发挥重大作用。



↑ 项目负责人陈良富研究员作项目实施方案汇报



↑ 线下参会领导、专家、项目参与人员合影



↑ 线上参会领导、专家、项目参与人员合影

遥感科学国家重点实验室2021年学术年会顺利召开

2022年1月16日，遥感科学国家重点实验室2021年学术年会顺利举行，受新冠疫情影响，本次会议全程采用线上模式召开，实验室全体科研人员、研究生等100余人参会。

本次学术年会共设有6个主题报告和7个分会场53个专题报告。主题报告包括已完成重大科研项目成果交流，以及新立项重大科研项目设计与规划；专题报告围绕遥感机理模型与实验、地球系统能量平衡遥感、水循环遥感、碳循环遥感、大数据与新型遥感前沿技术等方向分组交流。

实验室常务副主任柳钦火研究员致欢迎辞，中国科学院空天信息创新研究院副院长张兵研究员在讲话中指出，本次会议主题报告和专题报告的设置体现了遥感学科发展的与时俱进及其与当前新技术发展的紧密相关，在2021年12月国务院学位委员会发布的《博士、硕士学位授予和人才培养学科专业目录（征求意见稿）》中，新增加了一级学科“遥感科学与技术”，充分说明学科发展的蓬勃向上，如何做好这个学科，是实验室所有科研人员的一份责任。

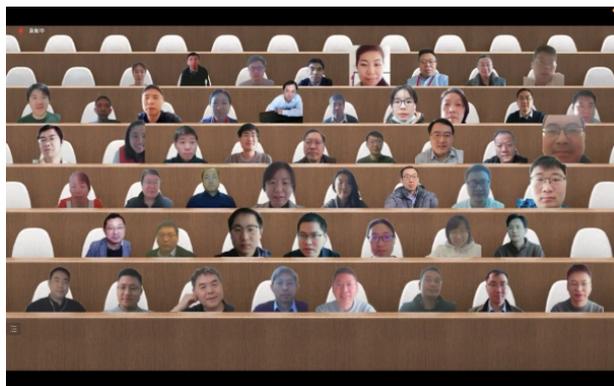
科技部国家遥感中心张松梅总工程师在讲话中充分肯定了实验室取得的成绩和在遥感领域发挥的重要的引领作用，并指出新技术的发展和遥感不断的深度地融合，推动遥感技术在更广、更深的范围内快速发展，希望通过本次学术年会，

科研人员可以进行更深入更广泛的交流，碰撞出思想的火花。

上午的大会分别邀请中国工程院王桥院士、张兵研究员、吴炳方研究员、柳钦火研究员、陈良富研究员、张新研究员做题为地表异常遥感探测与即时诊断方法、地球资源环境光动态监测技术、全球变化大数据的科学认知与云共享平台、国产卫星全球变化定量遥感产品研制、下一代碳卫星总体技术方案研究、复杂地球系统遥感智能认知理论与技术研究的主题报告。

下午分会由实验室53位科研人员围绕“遥感机理模型与实验研究”、“能量平衡系统遥感与过程研究”、“水循环系统遥感与过程研究”、“大数据与新型遥感前沿技术研究”、“即时遥感”、“碳循环系统遥感与过程研究”、“人类活动与健康遥感研究”七个专题，为会议带来了53场精彩的专题报告，与会人员进行了深入的讨论和交流。

通过本次学术年会，全体科研人员交流创新思路、汇报学术进展、讨论科研合作，为活跃实验室学术氛围、激励科研人员创新意识、促进团队合作和学科交叉起到了重要作用。遥感科学国家重点实验室每年召开学术年会，旨在逐步打造成为遥感科学基础研究高水平学术交流平台。



↑ 会议合影

2021年度主要科研工作：成果产出

2021年度遥感科学国家重点实验室（以下简称“实验室”）发表SCI论文412篇，其中JCR1区论文303篇，入选ESI高被引论文6篇。第一单位发表论文185篇，其中JCR1区论文145篇。在国际顶级期刊发表论文不断取得了新的进展，本年度在Lancet Digital Health（影响因子24.5）、National Science Review（影响因子17.27）、Science Bulletin（影响因子11.78）发表第一完成论文各1篇，Earth System Science Data（影响因子11.33）发表第一完成数据论文3篇，遥感顶级期刊Remote Sensing of Environment和IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing发表论文63篇。授权发明专利25项，出版专著7部，获得软件著作权25项，取得国家标准2项、行业标准1项。

面向国际科学前沿、面向国家重大需求、面向人民生命健康，实验室本年度开展了系统性的创新和集成研究，取得了一批重要研究成果。本年度获国家科技进步奖一等奖1项，测绘科学技术奖一等奖1项、二等奖1项，山西省科学技术进步奖

一等奖1项，国土资源科学技术奖二等奖1项，大禹水利科学技术奖二等奖1项，梁希林业科学技术奖科技进步二等奖1项。

省部级及以上奖励列表

| 序号 | 成果名称 | 奖励名称 | 等级 | 单位排序 |
|----|----------------------------|----------------|-----|------|
| 1 | 中国城镇建筑遗产多尺度保护理论、关键技术和应用 | 国家科技进步奖 | 一等奖 | 5 |
| 2 | 多源协同定量遥感产品生成关键技术与应用 | 测绘科学技术奖科技进步奖 | 一等奖 | 1 |
| 3 | 蒸散发遥感关键技术及应用 | 大禹水利科学技术奖科技进步奖 | 二等奖 | 1 |
| 4 | 农村居民点用地智能优化与规划管控 | 国土资源科学技术奖 | 二等奖 | 1 |
| 5 | 蝗虫遥感监测和预测关键技术及应用 | 梁希林业科学技术奖科技进步奖 | 二等奖 | 1 |
| 6 | 山西高原国土空间治理与生态修复关键技术集成及推广应用 | 山西省科技进步奖 | 一等奖 | 2 |
| 7 | 自然保护区遥感监管技术与业务化体系 | 测绘科学技术奖科技进步奖 | 二等奖 | 2 |

2021年度主要科研工作：一作ESI高被引论文

重构我国2000至2018年1千米高质量PM_{2.5}记录：时空变化及政策影响

Reconstructing 1-km-resolution high-quality PM_{2.5} data records from 2000 to 2018 in China: spatiotemporal variations and policy implications

暴露于细颗粒物污染 (PM_{2.5}) 会严重危害人类健康并增加死亡风险。卫星遥感允许生成空间上连续的 PM_{2.5} 数据，但当前数据集总体精度较低，空间分辨率粗略。在过去的几十年里，中国空气污染水平经历了巨大变化。然而我国地面 PM_{2.5} 记录只能追溯到2013年。为了揭示 PM_{2.5} 的时空变化，使用我们提出的时空-极端随机树 (STET) 模型，基于 MODIS MAIAC 1 km 气溶胶光学厚度产品，重构得到中国历史2000年至2018年1公里 PM_{2.5} 数据集（即 ChinaHighPM_{2.5}）。结果表明，在中国大部分地区 PM_{2.5} 浓度在2007年左右呈显著上升趋势，并一直保持到2013年，之后由于中国政府采取了一系列空气污染防治政策，PM_{2.5} 浓度大幅下降，表明空气质量显著改善。珠三角和长江三角洲改善明显，但华北平原依然面临较重空气污染，尤其是在冬季。ChinaHighPM_{2.5} 数据集将有助于对中小型地区污染的原因和归因进行更深入的分析。

论文引用: Wei, J ; Li, ZQ; Lyapustin, *REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT*. 2021,252, DOI:10.1016/j.rse.2020.112136

MODIS C6 版本 MYD11 和 MYD21 地表温度产品在中国西北裸露地表的精度验证

Temperature-Based and Radiance-Based Validation of the Collection 6 MYD11 and MYD21 Land Surface Temperature Products Over Barren Surfaces in Northwestern China

基于我国西北地区地面观测的温度数据，针对地表温度产品精度和不确定性进行了系统性分析，为温度产品的遥感应用提供重要支持

地表温度是全球气候变化研究的关键参数，MODIS 地表温度产品是使用最为广泛的遥感地表温度产品之一。目前 NASA 最新发布的 C6 版本的 MODIS 地表温度产品有两套产品，分别是采用劈窗算法反演的 MxD11 产品和采用温度与发射率分离算法反演的 MxD21 产品。已有研究表明 MxD11 产品在裸露地表存在较大不确定性，而 MxD21 产品则解决了上述问题。实验室利用中国西北地区的实测数据对上述两种 MODIS 地表温度产品的精度进行了验证，研究表明由于部分荒漠区被错分为草原导致 MYD11 发射率出现了明显的高估，因此地表温度被低估，而 MYD21 反演的发射率则没有这种问题，与地表类型实际情况更吻合。该项工作可为温度产品的后续应用提供了依据。

论文引用: Li, H; Li, RB; Yang, YK; Cao, B; Bian, ZJ; Hu, T; Du, YM; Sun, L; Liu, QH, *IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING*, 2021, 59, DOI: 10.1109/TGRS.2020.2998945

ChingHighPM₁₀ 数据集：生产、验证及时空变化

The ChinaHighPM10 dataset: generation, validation, and spatiotemporal variations from 2015 to 2019 across China

可吸入颗粒物 PM₁₀（空气动力学直径 ≤10μm）对大气环境和人类健康有重要影响。现有的 PM₁₀ 数据集具有粗略的空间分辨率，限制了它们在城市层面的应用，我们扩展了时空极端随机树模型估计近地表 PM₁₀ 浓度。STET 模型使用 1 km MAIAC 气溶胶产品和其他辅助因素，包括气象学、土地利用覆盖、地面高程、人口分布和污染物排放，生成了 2015 年至 2019 年中国（即 ChinaHighPM₁₀）的高分辨率（1 km）高质量 PM₁₀ 数据集。中国西北部（如塔里木盆地）和华北平原的 PM₁₀ 浓度较高。总的来说，中国 PM₁₀ 浓度过去五年中显著下降，每年减少大约 5.81 μg/m³（p < 0.001），尤其是在三个主要城市群。ChinaHighPM₁₀ 数据集有助于未来的中小型地区大气环境和空气污染研究。

论文引用: Wei, J; Li, ZQ; Xue, WH; Sun, L; Fan, TY; Liu, L; Su, TN; Cribb, M, *ENVIRONMENT INTERNATIONAL*, 2021, 146, DOI: 10.1016/j.envint.2020.106290

2021年度主要科研工作：新获批重要科研项目

重点研发计划 – “地球观测与导航”领域项目**复杂自然场景高分辨率遥感智能处理技术**

项目负责人：张兵，经费：7951.9 万元。

项目针对复杂场景下遥感大数据智能处理与空间认知的应用瓶颈问题，着力开展复杂自然场景遥感认知理论与多尺度自适应表征建模、多模态数据共性特征匹配与强力构网、交叉感知引导智能提取与图斑精细优化、基于云原生的分布式开放服务框架构建等系列技术攻关，研发遥感智能解译系统与精准应用平台，支撑任务驱动的数据汇聚、资源调度、模型管理、产品生成等复杂自然场景遥感信息服务，围绕西部乡村振兴发展、自然生态保护、国土空间用途管制等开展大范围行业应用示范。项目将地学知识与遥感信息相耦合，研究面向遥感智能解译的自然场景地学智能化解构分区、复杂场景中地物的跨模态多源遥感数据融合表征，发展从图像形态到地理制图的深度学习自适应空间尺度转化方法，创建业务牵引的开放式遥感智能解译平台迭代互促更新机制，实现地表真值样本多层次重构与多源解译结果协同校验。

北斗精准导航与高分辨率遥感集成技术及区域综合应用示范

项目负责人：张新，经费 43920 万元（13920 万元国拨经费 +30000 万元自筹经费）。

项目为十四五地球观测与导航领域定向项目，以科技部与山东省共同实施的“北斗星动能”科技示范工程为背景，将突破面向“智能化、无人化和少人化”应用场景的北斗与高分遥感集成系列关键技术，创建具备“精准、可信、高效”特征的北斗和高分遥感集成技术体系，建成天地一体的北斗精准定位与高分遥感综合集成服务平台，完成无人农场、精准农业、海洋牧场与生态保护等跨领域的区域大型综合应用示范。

下一代碳卫星技术方案研究

项目负责人：陈良富，经费 2500 万元。

项目主要面向 2030“碳达峰”、2060“碳中和”的国家战略，在我国首颗碳卫星技术成果与效能分析基础上，开展下一代中国碳卫星天基体系和旗舰星的需求论证。通过星座布局、有效载荷指标分析，提出卫星系统总体方案和关键技术解决途径，为我国高时频、高精度、多要素、多尺度的下一代碳卫星设计提供依据。针对未来全球温室气体盘点目标，开展基于卫星监测的“自上而下”排放清单校核方案研究，创建具有我国自主知识产权的基于卫星遥感的主要温室气体清单校核方法。

自然科学基金项目

重大基金：地表异常遥感探测与即时诊断方法

项目负责人：王桥，经费 1487.94 万元。

项目围绕解决地表异常遥感探测“看不到、看不清、看不快”技术瓶颈背后的科学问题，从卫星、载荷、应用三位一体的新视角，系统开展地表异常遥感探测与即时诊断方法研究，采用“通导遥”一体化、星上在轨处理、星地互馈机器学习等新思路，构建包括地表异常遥感响应特征与语义表征、地表异常超大动态范围自适应即时遥感探测、地表异常遥感在轨即时诊断、地表异常遥感预警知识即时生成与表达在内的地表异常遥感即时探测理论与方法体系，为在轨实现地表异常遥感数据 - 监测信息 - 预警知识的实时转化提供理论依据，为我国率先实现直到用户移动终端的地表异常遥感监测预警产品即时服务提供方法支撑。

重点基金：遥感实验场数字孪生体构建理论及关键技术研究

项目负责人：肖青，经费 370.6 万元。

项目在多年观测、建模、反演和真实性检验研究的基础上，创新性地提出构建遥感实验场数字孪生体生成先验知识支持遥感基础研究的新思路。研究内容包括：从地表参数多变量之间的内在关系出发研究协同观测的理论方法；从地表过程的逻辑关联出发研究过程模型与遥感物理模型的耦合机制；研究建立多层次的实验观测与模型之间的约束与驱动，以支持集合优化，提升遥感实验场数字孪生体的模拟精度和能力，最终建立一套观测与模型结合的三维动态真实场景计算机辐射传输模拟的理论与方法体系，支持遥感基础理论研究，推动地球科学发展。

美国NSF提出下一代地球系统科学研究愿景

美国国家科学院、国家工程院和国家医学院（National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine）发布报告《国家科学基金会的下一代地球系统科学》（Next Generation Earth Systems Science at the National Science Foundation），建议美国国家科学基金会（NSF）应该创建下一代地球系统科学计划，来探索自然世界和社会之间复杂的相互作用，并增进人类对包括大气、水圈、岩石圈、冰冻圈、生物圈在内的复杂地球系统的理解。报告指出了下一代地球系统综合研究方法需要体现的6个关键特征，并对NSF打造下一代地球系统科学提出了6个方面的建议。本文对该报告的核心内容予以简要介绍。

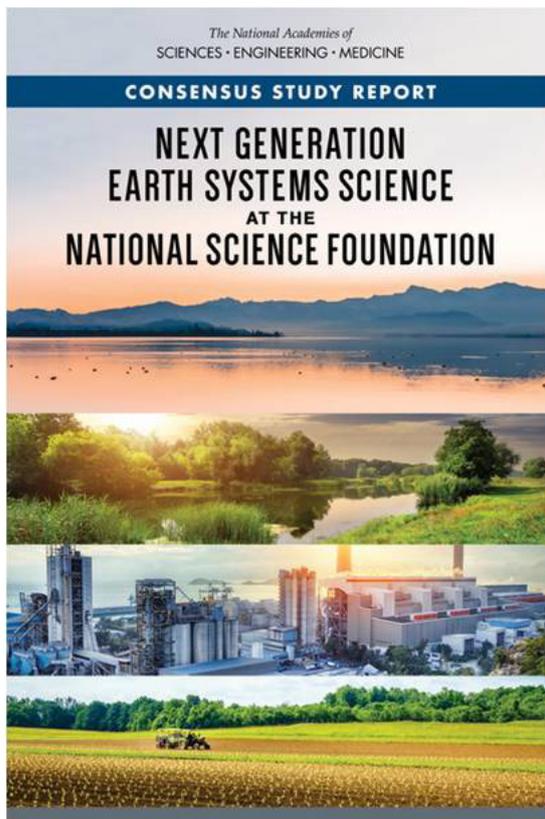
背景

近年来，人类技术进步和生产活动扩大了经济规模并消耗了资源，在驱动地球系统行为方面已经可与自然过程的规模相媲美，甚至超过了自然过程的规模。人类目前对地球系统的理解一直难以跟上地球自然系统的快速变化、人类对其影响的程度、系统对人类和生态系统可持续性与恢复力的影响以及应对这些挑战的不同途径的有效性。填补这些知识空白对世界是当务之急，因为今天做出的所有决定将塑造地球生命支持系统的未来运作，并影响粮食和水安全、减缓和适应气候变化和其他人为压力、抵御自然灾害和灾害的能力以及其他社会关切。NSF在加强探索这些问题所需的科学基础方面处于独特的地位。应NSF要求，美国国家科学院、国家工程院和国家医学院成立了专门委员会，为研究地球系统的稳健、综合方法制定愿景，并确定NSF的设备、基础设施、协调机制、计算和劳动力发展来支持这一愿景。委员会认为，下一代地球系统科学将探索影响地球现在和未来维持生命能力的自然和社会过程之间的相互作用。NSF在下一代地球系统科学中的关键和独特作用是：创新、推进和培育系统方法，以发现地球是如何运作的，并告知社会如何作为地球系统的一部分运作，以促进社区、地区、国家和世界的福祉。下一代地球系统科学与美国国家科学基金会的双重使命相一致，即通过促进对地球系统的基本理解来“促进科学进步”，并通过建立对解决地球系统相关社会问题至关重要的知识基础来“促进国家健康、繁荣和福祉”。

下一代地球系统科学计划的六个关键特征

报告指出，NSF下一代地球系统科学计划应创新、推进并培育该领域的综合研究方法。

（1）在空间、时间和社会组织尺度上推动好奇心和现实



需求驱动的地球系统基础研究。

基础研究为理解地球系统如何运作及其在支持社会中的作用提供了基础。好奇心和现实需求驱动的基础研究都是认识地球系统内部和整个系统复杂驱动因素、相互作用和反馈的关键。广泛的跨学科方法对于处理发生在广泛的空间和时间尺度上的非线性过程之间的联系十分关键。受使用启发的基础研究对于指导管理与地球系统相关的社会挑战也至关重要。

（2）促进社会科学、自然科学、计算科学和工程学的融合，为与地球系统相关的问题提供解决方案。

自然—社会关系是社会和地球面临的许多复杂问题的核心。在当前社会问题的背景下，识别和理解自然、技术和社会系统内部及其之间的诸多关系需要一门强有力的综合科学。融合研究通过从社会问题的角度构建研究问题，为发展综合科学提供了一种手段。

（3）确保地球系统科学的多样性、包容性、公平性和公正性。

谁参与定义和研究地球系统会影响我们对这些系统的理解

程度。将广泛的观点、价值观和经验纳入研究的所有阶段——包括那些在历史上被排除在地球系统科学之外的人——并确保包容性的健康工作文化将产生更相关的研究问题、更多的新想法、更多的创造力和更多的能力。它还将有助于确保科学进步给社会所有部门带来好处。

(4) 优先考虑与不同利益攸关方的接触和伙伴关系，以造福社会并解决社区、州、国家和国际范围内与地球系统相关的问题。

利益攸关方在推进地球系统科学知识和利用这些见解制定政策和做出实际决策方面发挥着重要作用。例如，让工程师、资源管理者、非政府组织和当地的利益相关者参与进来。社区在形成研究问题方面对于发展知识至关重要，这些知识可以在社区和更大规模上付诸实践。利益攸关方还可以与科学家共同生产知识，产生科学发现并改进数据产品。政府机构和私营公司之间的伙伴关系扩大了知识、观测和计算资源库，这将有助于推进下一代地球系统科学，加快创新和解决方案的开发。

(5) 协同观测、计算和建模能力，以加速发现。

观测、计算和建模基础设施必须共同支持地球系统科学的融合。观测和监测揭示了地球系统的变化。不同来源的数据被同化成代表自然和社会系统过程及其在地球系统中相互作用的模型。计算为整合地球系统科学的复杂部分、支持数据收集和分析、生成预测和解释模型结果提供了框架。

(6) 教育和支持拥有技能和知识的员工，以有效地识别、开展和传播地球系统科学研究。

地球系统科学的现有和未来研究人员必须保持强大的学科知识和技能，同时发展跨学科的科学技能和实践，这将有助于解决自然和人类系统交叉的问题。必要的技能和实践包括系统思维、人类维度的整合和应用、复杂问题的解决、计算和分析技能、空间和时间推理、必要的技能和实践包括系统思考、人类维度的整合和应用、复杂问题的解决、计算和分析技能、空间和时间推理、与不同受众的沟通以及在不同团队中以合乎道德的方式工作的能力。

关于 NSF 创建下一代地球系统科学计划的建议

(1) NSF 应该创建一个持续的下一代地球系统科学计划，既促进对地球系统的科学理解，又支持地球系统相关问题的解决。

具有 6 个关键特征的综合计划需要维持和扩大 NSF 目前的做法。目标是利用现有能力并创造新的方法，更加强调受使

用启发的融合研究，同时保持好奇心驱动的地球系统科学的优势；加强社会、工程、计算和数据科学家的参与，并将不同的观点纳入研究并与利益攸关方合作。

(2) NSF 应消除趋同研究的障碍，包括促进与利益攸关方的合作和建立跨学科团队。

下一代地球系统科学的融合研究需要跨部门、科学家之间、研究团队内部以及与利益相关合作伙伴之间的新的互动模式。跨学科团队以及与利益相关者的关系发展的时间框架比典型的研究项目要长，可能需要维持多年。处理这些现实问题是会聚研究、团队建设以及与利益相关者进行有效和持续参与的关键。

(3) NSF 应该在下一代地球系统科学的所有方面整合多样性、公平、包容和正义，包括研究优先级的确定、研究活动的评估和劳动力的发展。

NSF 实现这一目标需要在研究项目的各个阶段采用和创新的方法，包括研究如何构建包含共同生产知识和其他形式的参与性知识的项目。除了培养科学领导、管理和科学界的多样性的关键需求外，NSF 还可以激励科学家考虑研究团队的多样性，并在设计、实施和推广中解决他们的研究对社会不同阶层的影响的研究项目。

(4) NSF 应该促进和支持合作、科学设备与信息基础设施建设以及研究基础设施之间的数据共享活动，以形成下一代地球系统科学的融合研究。

利用网络基础设施和观测设施之间的协同作用、跨科学部门的合作以及随着受使用启发的研究需求的发展而努力提高适应性灵活性。

(5) NSF 应该通过扩展资源（例如，硬件、软件、数据分析、熟练劳动力）并确保其平等利用，以确立在计算革命中的领导地位。

地球系统科学将需要随着计算和观测的快速变化而进步。要利用这场革命进行积极的规划，就需要让计算和数据科学家成为地球系统科学界的重要成员，并确保提供足够的计算资源。

(6) NSF 应该促进和支持下一代地球系统科学研究力量的发展，包括志愿从事融合研究的本科生与研究生以及科学家与工程师。

具体机制包括资助已有和正在设立的项目，以促进必要技能的发展和评估。在本科和研究生培养中，引入融合研究、跨学科团队和多样化的观点将促进必要劳动力的发展。研究软件工程师和系统工程师也应该被纳入地球系统科学工作人员。

报告总结认为，几十年来，NSF 在地球系统科学领域发

挥重要作用。随着这项研究日益揭示人类驱动的地球系统变化对社会的影响，NSF 有机会扩大和重新集中其努力，以实现更大的影响。下一代地球系统科学，基于加强跨关键学科的参与和合作，有助于提高对我们星球的基本了解和指导其未来造福社会的能力。

(刘文浩 编译)

原文题名: Next Generation Earth Systems Science at the National Science Foundation

来源: <https://www.nationalacademies.org/news/2021/09/national-science-foundation-should-create-next-generation-earth-systems-science-initiative-new>

NASA将在2022年发射四个地球科学任务

美国航空航天局 (NASA) 将在 2022 年发射四个新的地球科学任务，为科学家提供更多关于基本气候系统和过程的信息，包括极端风暴、地表水和海洋以及大气尘埃。科学家将在 2021 年 12 月 13-17 日在新奥尔良举行的美国地球物理学会 (AGU) 秋季会议上讨论即将开展的任务。这些任务，包括由该机构的喷气推进实验室领导的两项任务，将有助于监测我们不断变化的地球。

NASA 的地球观测卫星提供了关于地球相互关联的环境的高质量数据，从空气质量到海冰。这四项任务将增强监测我们不断变化的地球的能力：

- TROPICS 将使用六颗小型卫星来提供改进的和快速的热带气旋观测。
- EMIT 将利用国际空间站上的成像光谱仪追踪可能影响气候、生态系统、空气质量和人类健康的矿物灰尘的来源和组成。
- 美国国家海洋与大气管理局 (NOAA) 的 JPSS-2 将帮助科学家预测极端天气状况，包括洪水、野火、火山等等。
- SWOT 将评估世界上的海洋及其在气候变化中的作用，并监测湖泊、河流和其他地表水。

观测热带气旋

用小型卫星星座对降水结构和风暴强度进行时间分辨观测 (TROPICS)。NASA 的 TROPICS 任务旨在改善对热带气旋的观测：六颗 TROPICS 卫星将协同工作，以最快的速度每 50 分钟对风暴的降水、温度和湿度进行微波观测。科学家们期望这些数据将帮助他们了解驱动热带气旋增强的因素，并将有助于天气预报模型。

2021 年 6 月，该星座的第一颗“探路者”卫星（或概念验证卫星）开始收集数据，包括 2021 年 8 月的飓风艾达，这显示了这些小型卫星的前景。TROPICS 卫星将在三次不同的发

射中成对部署，预计将在 2022 年 7 月 31 日之前完成。

每颗卫星大约有一个面包的大小，携带一个小型化的微波辐射计。它们在三个不同的轨道上成对飞行，将比目前进行类似测量的气象卫星更频繁地集体观测地球表面，大大增加了可用于近实时天气预报的数据。



↑ TROPICS 卫星主载荷

TROPICS 团队由麻省理工学院列克星敦林肯实验室的首席研究员威廉·布莱克韦尔博士领导，包括来自 NASA、NOAA 以及一些大学和商业伙伴的研究人员。位于佛罗里达州肯尼迪航天中心的 NASA 发射服务项目将管理发射服务。

风从地球的干旱地区吹起尘埃，并将矿物颗粒带到世界各地。尘埃可以影响辐射强迫，或从太阳射向地球的能量与地球反射回太空的能量之间的平衡，从而影响地球表面和大气的温

度。颜色较深、含铁的矿物倾向于吸收能量，导致环境变热，而颜色较亮、含粘土的颗粒则散射光线，可能导致冷却。除了影响区域和全球的大气变暖外，灰尘还可能影响空气质量和全世界人民的健康，当沉积在海洋中时，还可能引发微观藻类的繁殖。

地表矿物尘埃源调查 (EMIT)

地表矿物尘埃源调查 (EMIT) 任务的目标是绘制尘埃的来源，并估计其组成，以便科学家能够更好地了解它如何影响地球。EMIT 的目标是在 2022 年发射，主要任务为一年，将安装在国际空间站上。EMIT 将使用一种被称为成像光谱仪的仪器，测量从下方表面反射的可见光和红外光。这些数据可以揭示尘埃中矿物的明显吸光特征，有助于确定其成分。

EMIT 将填补对地球干旱地区的知识空白，并回答关于矿物尘埃如何与地球系统互动的关键问题。

观测地球的风暴：联合极地卫星系统 (JPSS)

提前许多天预测极端风暴需要捕捉大气层中的温度和湿度以及海洋表面温度的精确测量。NOAA/NASA 联合极地卫星系统的卫星提供了这些关键数据，这些数据被预报员和第一反应者使用。这些卫星还告诉我们洪水、野火、火山、烟雾、沙尘暴和海冰的情况。

JPSS 卫星从北极到南极环绕地球，在飞行中获取数据和图像。当地球在这些卫星下旋转时，它们每天至少要观察地球的每一个部分。



↑ JPSS 示意图

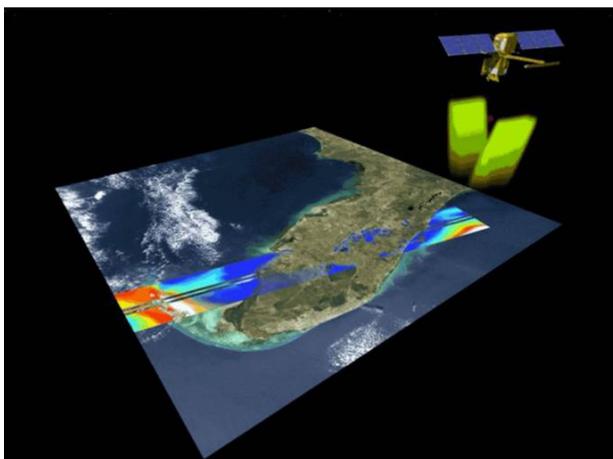
Suomi-NPP 和 NOAA-20 卫星目前正在轨道上。JPSS-2 卫星的目标是在 2022 年从加利福尼亚的范登堡空军基地用联合发射联盟的 Atlas V 火箭发射。还有三颗卫星将在未来几年内发射，提供数据到 2030 年。位于佛罗里达州肯尼迪航天中心的美国宇航局发射服务项目将管理发射服务。

勘测地球的地表水和海洋

地表水和海洋地形学 (SWOT) 任务将帮助研究人员确定地球的海洋、湖泊和河流含有多少水。这将有助于科学家了解气候变化对淡水的影响以及海洋吸收多余热量和二氧化碳等温室气体的能力。

位于佛罗里达州肯尼迪航天中心的 NASA 发射服务项目将管理发射服务，目标是在 2022 年 11 月发射。SWOT 将由 SpaceX 的猎鹰 9 号火箭从加利福尼亚的范登堡空军基地发射。

这颗 SUV 大小的卫星将使用其 Ka 波段雷达干涉仪测量水的高度，这种新仪器将雷达脉冲弹出水面，并同时用两个不同的天线接收返回信号。这种测量技术使科学家能够精确地计算出水的高度。这些数据将有助于追踪海平面的区域变化，监测河流流量的变化和湖泊储水量的多少，以及确定世界各地的社区有多少淡水可用等任务。



↑ SWOT 数据采集示意

SWOT 将解决海洋在我们不断变化的天气和气候中的主导作用以及对陆地上淡水供应的影响。这项任务是 NASA 和法国国家空间研究中心之间的合作，加拿大航天局和英国航天局也有贡献。

(安培浚 整理)

原文题目：NASA To Launch 4 Earth Science Missions in 2022
来源：<https://www.nasa.gov/feature/esnt/2021/nasa-to-launch-4-earth-science-missions-in-2022>

WMO发布全球气候观测系统状况报告

2021年10月1日，世界气象组织（WMO）发布《2021年全球气候观测系统状况：GCOS 状况报告》（*State of the Global Climate Observing System 2021: The GCOS Status Report*），回顾了全球气候监测的状况，涵盖大气、海洋、陆地、冰冻圈和生物圈。报告确定了目前地球观测能力的改进，并强调了仍存在的问题和差距。

报告指出，自2015年以来，卫星观测有所改进，实现了多个变量的近全球覆盖，并提供对数据的开放访问。随着新技术和方法的开发，对大气、海洋和陆地领域基本气候变量（ECV）的地基观测有了许多改进。对观测结果和衍生信息的存档与在线访问也得到了改进。

大气观测

陆地和海洋表面观测

陆地和海洋表面 ECV 的原位观测在部分区域覆盖率很高，但部分大陆的大片地区覆盖率不足或未覆盖，包括南、北极等大部分由冰覆盖的区域以及海运线路很少的海洋区域。沙漠和热带雨林地区的覆盖率也很低。

高空观测

对于高空风、温度以及云，地面观测网络和卫星共同提供了准全球的覆盖。大多数地面观测网络档案管理良好，但长期以来观测稀少的地区没有得到改善。除主要海运航线外，全球海洋几乎没有原位观测。观测完整的水汽垂直廓线存在困难，但水汽观测的空间覆盖率和可靠性已经有了显著提高。至少有两个实时高分辨率网络能够确保闪电的全球覆盖。目前数据由私人网络提供，无法免费获得。

大气成分观测

得益于新的卫星观测以及地面和商用飞机原位观测的发展，全球气溶胶观测系统、臭氧和气溶胶前体物、二氧化碳和甲烷的总柱浓度以及上对流层臭氧廓线观测在过去10年中得到进一步改善。特别是，新的上对流层观测仪（TROPOMI）空间分辨率大幅提高，提供了以前卫星无法提供的数据。

海洋

物理量观测

总体上，海表物理量观测在过去10年中得到进一步改善，在公海区域满足了海表观测要求，但在深海、海洋边缘、大陆坡、沿海地区和极地地区仍然不足。海温是空间和时间覆盖范

围最大的海表物理量，但在持续高云量地区和沿海地区，海温观测的覆盖范围稀疏，精度较差。海表盐度或海流观测在过去10年进一步改善，但尚不能完全满足公海区域的观测要求。对于表面风应力或海平面高度等的观测，原位观测精度满足需求，但覆盖范围极其稀疏，卫星观测虽提供了更好的空间分辨率，但数据质量较低。

碳和生物地球化学观测

过去10年来，通过船载、定点和自动观测，加强了海洋表层和内部生物地球化学的国际协同观测。表层海洋 pCO₂ 观测数据的时空覆盖率在北半球公海较好，但在南半球和沿海地区很差。海洋内部无机碳参数、营养物质、溶解氧和瞬态示踪剂已通过全球海洋船舶水文调查计划（GO-SHIP）收集，覆盖全球海洋表面到近底层，但时间分辨率很差。Argo 全球海洋观测网的剖面浮标网络不断扩大，提供了高时空分辨率观测。

生物与生态系统观测

海洋生物变量的观测正在迅速发展。过去10年中，只有不到10%的海洋有长期生物采样，并且采样集中在全球发达地区——北美、欧洲和澳大利亚。通过通信、能力发展和技术转让，扩大生物与生态系统观测的全球覆盖范围将是建立全球观测系统的重要组成部分。

陆地

水文观测

原位水文观测通常由国家组织进行，湖泊和河流的排放由 WMO 进行国际协调。不同的全球陆地网络（GTN）在 GCOS 的支持下运作，促进原位观测。主要问题是普遍缺乏自由和公开获取全球最新和历史水文数据的机会。

冰冻圈观测

总体上，冰冻圈数据管理非常好，数据与描述性元数据可以自由公开获取。冰川观测由全球陆地冰川网络（GTN-G）协调，全球冰川分布和变化的所有数据集都可以开放免费获取。卫星对南极、格陵兰的冰盖和冰架状况进行了很好的监测，覆盖了大片偏远和难以到达的地区。卫星重力测量提供了过去20年中冰盖质量损失的观测结果。多年冻土观测由全球陆地多年冻土网络（GTN-P）协调，覆盖了除非洲少数高山之外的大多数地区。

生物圈观测

反照率、吸收光合有效辐射分数 (FAPAR) 和叶面积指数 (LAI) 的观测基于光学卫星观测, 但由于热带地区的云层覆盖、卫星传感器和不同产品之间的差异以及原位验证地点不足而受到限制。在联合国粮食及农业组织 (FAO) 的协调下, 土壤碳观测已被汇编成全球土壤地图。

人为影响观测

需要卫星和原位大气成分观测来估计全球温室气体排放总量。进一步加强地球系统建模和扩大原位、卫星观测将有助于更好地将人为温室气体排放与自然温室气体排放区分开。对人为用水的估计有所改善, 总储水量是一个新的观测变量, 可以利用空间重力测量提供更及时和完整的水循环数据。

总体而言, 全球气候观测系统在以下四方面需要改进:

(1) 确保观测的可持续性。一些卫星的长期连续性没有保证, 例如欧洲风神卫星 (风廓线观测) 没有后续的飞行计划。研究卫星上的云雷达和激光雷达观测也不能保证连续性。

(2) 解决观测系统中的缺口问题。实地观测的全球覆盖范围仍然存在缺口, 尤其是非洲、南美洲、东南亚、南大洋和冰雪覆盖区域的部分地区, 几乎所有基本气候变量的原位观测

始终不足。在偏远和交通不便的地区, 维持业务观测存在技术困难。在卫星观测方面, 存在对流层低层臭氧的地表覆盖范围、全球平流层甲烷廓线以及高山和极地地区的卫星覆盖范围等缺口。

(3) 确保永久、自由和不受限制地访问观测结果。并非所有基本气候变量都有认证的全球数据仓储, 数据仓储可能不完整或者未得到完全支持。因此, 需要持续、长期和充足的资金支持数据中心, 确保各数据中心采取一致的诚信原则、数据管理计划和引用要求, 向所有用户开放和免费提供。

(4) 增加对《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)《巴黎协定》的政策支持。需要通过披露和跟踪物理、化学和生物循环中的基本气候变量来填补知识缺口, 包括与土地利用/覆盖变化相关的反馈、政策对土地和气候变化的影响、海洋翻转环流对大气热量和碳交换的控制作用等。

(刘燕飞 编译)

原文题名: State of the Global Climate Observing System 2021: The GCOS Status Report

来源: <https://gcos.wmo.int/en/gcos-status-report-2021>

《北极研究的新领域与新方法》报告发布

2021年11月,“变化中的北极”(Changing Arctic Ocean)计划发布《北极研究的新领域与新方法》(Emerging Arctic Research Areas and Approaches)报告,介绍了北极研究的新领域和未来待研究的重要问题。

“变化中的北极”计划于2017年2月正式启动,最初包含由英国自然环境研究理事会(NERC)资助的4个大型项目。2018年7月,受NERC和德国联邦教育及研究部(BMBF)联合资助的12个项目加入其中。“变化中的北极”计划涵盖英国和德国的32家研究机构,共有200多名科学家参与其中,每项研究均侧重于北极变化的不同方面。“变化中的北极”计划将于2021年年底结束。在收尾之际,该计划面向16个项目的负责人征集了以下待研究的新领域与重要问题:

潜在的新研究领域

食物网韧性与粮食安全

北极居民人数达到400万,包括土著居民在内的诸多北极社区以海洋为生,包括捕鱼、捕猎海豹、捕鲸和其他活动。不断上升的海洋温度、持续走低的海冰面积、海洋酸化和亚北极物种的入侵正在改变这些自然资源。须进一步拓宽对食物网敏感性的认识和理解,以保障和保护资源,包括就多重环境变化对食物网和能量输送的影响形成综合认识。未来应以科学和综合设计为基础,侧重于为北极社区开发完善的生态系统指标,以保护其资源。

北极连通性

由于北极的主要组成部分受到跨领域连通性的影响,因此对其连通性开展耦合式定量评估对于加强年和百年时间尺度上的认识至关重要。核心的关联包括海洋与陆地之间、海冰和大气之间,以及北极与大西洋和太平洋之间的联系。尤其值得注意的是,北极对大西洋的显著作用对欧洲的天气和渔业同样产生

了重要影响。未来针对极地和中纬度地区之间的联系开展进一步研究对于认识大气的遥相关性而言至关重要。

北极大陆架是调节海洋、海冰、陆地和大气之间连通性的关键枢纽，但针对该区域的研究严重不足，进而削弱了对变化影响的预测能力。陆地、海洋和大气之间以及北极和北极“附属”地区之间的流动也是物种迁移、疾病和污染的关键载体。鱼类、鸟类和哺乳动物等流动性较强、敏感度较高的关键物种会受到这些变化的影响。

海底

必须认识到海底作为生物地球化学接收端（蓝碳储存等）、反应端（有机物降解、海底生态系统等）和记录端（古气候记录等）的作用，以及海底食物（固定碳源）在缓解气候变化影响方面的作用，特别是在繁殖等基本生物功能方面。

碳 / 甲烷

碳质量的重要性主要体现在大陆架过程中。受多年冻土融化和悬崖侵蚀持续加剧的影响，北冰洋大陆架很可能会成为重要的 CO₂ 来源。在能量平衡和生态系统动力学方面，围绕因碳输出增加而变黑的水域仍存在一些热力学关键问题。须对这些地区的初级生产和细菌形成开展监测。

多年冻土集水区释放的甲烷，尤其是俄罗斯地区须引起关注。随着甲烷的国际关注度日益增加，迫切需要开展一项类似于“北极—北方脆弱性”(ABOVE)的计划，以便在迅速变化的北极地区获取大量的数据集。在这方面，俄罗斯有很大的合作空间。应利用英国先进的生物信息与测序设备，结合原位测量、涡流通量塔和飞行 / 卫星数据，建立北极环境变化与从米到北极整体尺度上甲烷释放之间的联系。

必须开发变暖对北极湖泊和池塘结构与响应方式影响的内陆模型。开展相关研究，以准确模拟、验证和预测这些变化对北极水体在减少或增加温室气体排放方面作用的影响。

物种变化

对于北极中部生态系统的认识仍然不足，如果要防止北冰洋中部不受管制的渔业活动，须加深认识。在持续变暖和海冰流失的背景下预测即将面临威胁、能够适应或进一步壮大的种群，利用热生理学、资源利用和生命史的动态变化，结合温度变化对能量输送结构产生的自下而上的影响，以及认识整个北极地区水文和地理环境的变化将至关重要。具体工作包括开展生物标记研究，以认识个体发育阶段的资源利用、运动和代谢情况；开展原位和远程取样 / 观测调查；结合实验室研究，加强对水下和 ROV 平台的利用。

可利用针对氨基酸的稳定同位素数据分析北冰洋鱼类对营

养资源的利用情况，利用热量 - 能量层和资源利用情况预测北冰洋中部鱼类的扩张。加强对环境变化多代影响的认识，包括对关键物种整个生活史的研究，因为早期生命阶段是生态系统的瓶颈。

污染

须查明更多污染物的暴露途径，包括近岸和公海环境中的化学品、噪音和光污染。相关研究应既包含进入海洋的化学污染物，又包含食物网研究。必须研究微塑料作为气候因素和污染物输送载体进入海冰的速度。必须重新调查沉积物、多年冻土和冰雪中的化学污染物，以及河口和海岸带系统中的营养物和颗粒物，并开展长期研究。重新比较远距离输送和当地排放对北极污染的影响，因为受气候变化相关活动影响，当地使用的化学品可能越来越多。由于未来航线很可能增加，须了解噪音和光污染对北极食物网生物的影响。

跨学科 / 社会科学研究

由于缺乏国际性的总体北极观测网络，北极的管理和治理结构呈现出碎片化的特点。应加深对治理战略价值和局限性的认识，从而减少风险，提高北极生态系统的韧性并减轻对人类的影响。在复杂和迅速变化的背景下，评估治理结构的可持续性和灵活性尤为重要。

有效的科学进步需要跨学科的方法以及与当地知识界开展合作。必须与国际伙伴开展合作，就观测战略、数据、教育和技术采取一致行动，鼓励科学家、土著居民、研究人员、政府、私营部门和其他国际组织（例如非政府组织）参与其中。

待解决的重要问题

韧性、反馈和临界点

研究北极生态系统功能和服务的长期影响。为支持生物多样性与建立与气候变化之间的联系（联合国“海洋科学促进可持续发展十年”和与之相关的北极行动计划），通过适应力和缓解力对环境进行管理，明确认识区域变化和连通性。

自主性

未来的一切研究活动都应包含自主能力的发展，特别是新型传感器。各国将借助自主能力的提升在极夜开展观测，并提供全年观测数据。原位监测技术相对较低的成本和韧性，以及参数的准确性、宽度和固定性正在接近监测北极系统年度和季节尺度参数所需的费用和韧性。为了最大限度地利用自主技术，应将不同的学科结合在一起，从而获得对大气 - 冰 - 海洋和生态系统及其联系的全面认识。英国、德国和挪威联合开展的计划有助于为多学科取样提供自主平台方面的专门知识。

海洋观测站

应牵头一项长期的观测计划，从而推动持续观测的国际行动，可通过与其他国家合作实现。欧洲应借鉴北极太平洋扇区工作组（PAG）的分布式生物观测计划（DBO），并将太平洋 DBO 的概念延伸到整个北极盆地，直至大西洋。

综合监测

应采用新技术并改进与所有相关利益攸关方之间的合作，包括来自北极关键区域的利益攸关方，如俄罗斯，以实现加深对认识和预测而言至关重要的综合监测。这一方面需要传统的原位实验，另一方面需要利用自主能力、部署动物传感器、遥测、组学、卫星，以及本土知识和公民科学，特别是致力于长期观测。

监测北极关键变量

欧盟资助的北极 PASSION 计划将在 SAON ROADS 计划实施的过程中确定一套北极基本变量和北极共享变量。今后的工作将开启这一进程，并作为“泛北极观测系统”计划的一部分开展对相关变量的观测。

季节性变化

应将更详细的季节性变化纳入其中，这需要在北冰洋不同地区开展共生化国际研究。必须针对区域变化问题开展对比研究，以检验共性，识别差异，区分气候变化引发的变化与自然

变化。

剧烈的局部和区域变化

必须识别整个北极地区主要过程中的气候和海洋参数，包括物理、化学、生物等变量随气候变暖和海冰流失已经出现的和即将出现的变化。

跨学科性

未来的研究计划必须连接基础科学主题并围绕自然科学、社会科学、管理学和人类影响展开，尤其是建立物理和生物学与生物地球化学之间的联系。须重视人类对北极系统及其敏感性的直接和间接影响。

RRS Sir David Attenborough (SDA) 考察船

利用 SDA 每次考察的取样数据，对化学、生物、物理测量数据进行组合，形成一个取样流程。此外，充分利用每次北极考察活动，创造固定的时间序列。

（薛明媚，王金平 编译）

原文题名：Emerging Arctic research areas and approaches
来源：<https://www.changing-arctic-ocean.ac.uk/wp-content/uploads/2021/11/AO-CAO-Booklet-WEB.pdf>

● NASA部署研发低成本地球辐射能量监测传感器

2021年11月31日，美国国家航空航天局（NASA）发布消息称，NASA兰利研究中心（Langley Research Center）正在研发一款新的最先进的地球辐射能量系统监测传感器（DEMETER）。借助该款小型、轻量级传感器将实现对从日常天气到自然灾害再到气候变化等重要地球现象的更高分辨率监测。

地球辐射收支（ERB）的监测即地球吸收、反射和发射回太空的太阳能的多少。这些信息有助于研究人员更多地了解从日常天气模式到气候变化的一切。自1984年“挑战者”号将地球辐射收支卫星（ERBS）送入轨道以来，研究人员一直用该卫星监测ERB。随后，还有五颗卫星加入了ERBS，作为“地球辐射收支实验”（ERBE）和“云和地球辐射能量系统”（CERES）项目的一部分，以跟踪地球和外层空间之间的能量相互作用。从这些仪器中收到的数据产品是无价的。通过计算地球吸收的辐射量和地球发射的辐射量之间的年度差异，可以清楚地看到地球因气候变化而变暖的速度有多快。但大多数仪器的寿命已接近计划寿命的终点。目前提供全球宽带覆盖的ERB仪器包含复杂的扫描机制，增加了有效载荷的质量、功耗和成本，至少需要1.5亿美元的预算。此外，将这么大的仪器送入近地轨道也并不能很快实现，即使数据记录中存在很小的缺失也会影响所构建模型的精确性。为了解决这些问题，兰利研究中心的研究人员目前正在基于NASA地球科学技术办公室（ESTO）的资助，研发下一代辐射传感器DEMETER。DEMETER不仅将大大减少用于监测ERB的卫星的尺寸和重量，而且还将大大增加这些仪器的效用，以满足气候模拟不断变化的需求。DEMETER将从近地轨道（LEO）使用非扫描广角光学模块和二维探测器阵列测量 $0.2\mu\text{m}$ 至 $\geq 50\mu\text{m}$ 之间的地球反射太阳辐射和热辐射。这种辐射能量范围对于了解辐射如何影响区域天气条件和长期气候数据趋势尤为重要。DEMETER将把可用ERB数据的分辨率提高10倍，并使用机载数据处理单元为研究人员提供近乎实时的ERB数据访问权限，这对了解ERB与自然灾害和农业生产等动态、快速变化的地球系统之间的关系至关重要。DEMETER将解决发射成本问题，因为最后一颗送入轨道的ERB卫星重达2000多公斤，而DEMETER的重量可能只有90公斤。与其他传感器不同，DEMETER不需要复杂的扫描机制来跟踪辐射。相反，DEMETER的广角光学模块将通过“推扫式”传感器以更少的能量实现更好的全球覆盖。这将有效降低ERB卫星发射的成本及难度。

DEMETER的另一个独特特征是其送入轨道的航天器的结构，它可以很容易地重新配置，以携带新的有效载荷元素或支持不同的轨道环境。这使得科学家可以轻松定制DEMETER的仪器平台，以容纳各种各样的仪器。

研究人员表示，虽然DEMETER2028年才能发射，但关于DEMETER系统性能和发射任务的最终报告定于2022年9月提交。能够快速部署ERB卫星对于最大限度提高监测数据价值，形成关于ERB如何塑造世界的宝贵见解至关重要。

（刘文浩 编译）

原文题名：Small Sensor Could Provide Big Insights into Earth's Radiant Energy

来源：<https://science.nasa.gov/technology/technology-highlights/small-sensor-could-provide-big-insights-into-earth-s-radiant-energy>

● 新模型将优化环境监测的星载卫星合成孔径雷达的设计

2021年10月4日，俄罗斯斯科尔科沃科学技术研究院（Skolkovo Institute of Science and Technology）和美国航空航天局（NASA）戈达德太空飞行中心（Goddard Space Flight Center）的研究人员联合开发出一款新模型，将其用于小卫星合成孔径雷达（SAR）系统概念设计，成功确定了立方体卫星（CubeSat）上SARs的44个可行设计点，并提出了综合研究，以考虑它们在任务级的性能。相关成果将帮助设计人员快速确定最佳设计方案。该成果以《小卫星合成孔径雷达（SAR）设计：一种权衡空间探索模型》（Small satellite synthetic aperture radar (SAR) design: A trade space exploration model）为题发表在《星际航行学报》（Acta Astronautica）上。

近年来，随着在轨小型卫星数量的不断增加，SAR工程师想知道其中哪些是小型化雷达的可行载体。这一点尤其重要，因为最近的研究表明，如果将成本效率考虑在内，数十个所谓的基于微型或纳米卫星的SARS协同工作可能会大大优于传统的大型SAR任务。随着选项范围的扩大，平衡雷达性能特征与SAR发射任务的其他参数变得越来越具有挑战性。涉及的一些变量是可用轨道、雷达和卫星模型及其物理尺寸和许多特性，例如数据速率和功耗。这种复杂性需要一种计算方法来支持未来基于SAR的地球观测任务的设计。为了解决这个问题，由Skoltech主导的一项研究提出了一个

用于创建最佳 SAR 概念设计的数学模型。该模型使用称为“权衡空间探索”(trade space exploration)的方法优化 SAR 性,将帮助早期设计师分析过程中涉及的众多权衡,快速评估众多备选方案并确定最佳解决方案。研究通过两个案例论证了协定空间模型的实用性。第一项研究着眼于在大范围的小型卫星平台上使用的雷达仪器。针对不同的无线电频率,该研究将 1265 个可行雷达设计的交易空间缩小到小于 44 个不同中心频率(C-和 x-波段)的帕累托(Pareto)优化设计,得出了 L 波段 SAR 可行性的条件,并讨论了相关仪器和航天器需求的可行性界限和技术约束。研究提出,脉冲重复频率是 SAR 协定空间的主要限制性约束因素。第二项研究考虑 3U CubeSat 平台的雷达。该研究在 12928 个可行设计中确定了 44 个帕累托(Pareto)优化设计,并阐明了发展这种创新小型化雷达所需的操作限制。研究得出结论是,立方体卫星的 SARS 从仪器级的角度是可行的,并建议考虑其任务级设计及其对航天器设计的影响。

研究人员表示,该研究证实了所提出的星载 SAR 模型的广泛适用性,从传统的大型 SAR 天线到小型卫星平台的更紧凑的 SAR,可以支持概念设计阶段的 SAR 仪器设计工作。该研究中提出的模型适用于安装在单一卫星上的雷达系统。在未来还将有可能得到扩展,以考虑将 SAR 卫星组合成星座的方法。

(刘文浩 编译)

原文题名: Small satellite synthetic aperture radar (SAR) design: A trade space exploration model

来源: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576521003672?via%3Dihub>

欧洲航天局研发新卫星助力森林碳循环研究

2021 年 11 月 15 日,欧洲航天局(ESA)发布消息称,其正在研发一款名为 Biomass 的卫星,将在气候危机的背景下,为评估森林状况及其演变过程发挥关键作用,并推进对森林碳循环的了解。该卫星计划于 2023 年发射,目前已经完成多项核心测试,处于最后的测试阶段。

森林生物量的测量可以用来代替储存的碳,但在世界大多数地区,这方面的量化很差。ESA 的这款新型卫星将使用一种新颖的测量技术,从太空中探测有关森林高度和森林生物量的全新信息,森林生物量不仅包括树干,还包括树皮、树枝和叶子,这些数据将降低计算陆地碳储量和通量的主要不确定性,包括与土地利用变化、森林退化和森林再生有关

的碳通量。然而,从太空绘制森林生物量图是一个巨大的技术挑战,因为森林是复杂的结构,不同的树种和茂密的树冠使它们难以测量。为了迎接挑战,ESA 的该款卫星将使用一种特定类型的雷达仪器,它可以穿透云层及树冠层,从而能够实现对树木生物量的测算。ESA 官员称,这将是第一颗携带全偏振 P 波段合成孔径雷达用于干涉成像的卫星。由于 p 波段的波长很长,大约 70 厘米,雷达信号可以穿透整个森林层。卫星的研制过程涉及欧洲 50 多个产业团队和美国的主要供应商。卫星平台方面,除了雷达仪器,目前正在英国斯蒂夫尼奇的空中客车公司组装。大多数航空电子设备,如机载计算机、动力控制单元和控制卫星运动的反作用轮,都已经安装完成。这颗卫星的反射器直径达 12 米,目前,已经在美国佛罗里达州的 L3Harris 技术公司完成了全面的测试并已准备运往欧洲。在德国弗里德里希港的空中客车公司,卫星的合成孔径雷达的工程模型也已完成全面测试,并将于明年安装到位,完成 2023 年发射前的最终测试工作。

卫星研制人员称,该款卫星的测量结果将改善对森林碳存储总量的了解,同时改善对土地利用变化和森林退化造成的碳排放的估计,以及认识森林生长对土地碳的吸收机制。此外,ESA 还与地球观测组织(GEO)合作,逐个收集各国政府和参与组织的参考数据,并建立一个可用于验证的全球数据库。项目目标是根据测量协议和地球观测卫星委员会的建议,在全球建立 300 个森林生物量参考地块,以最终实现对地表生物量的测算。

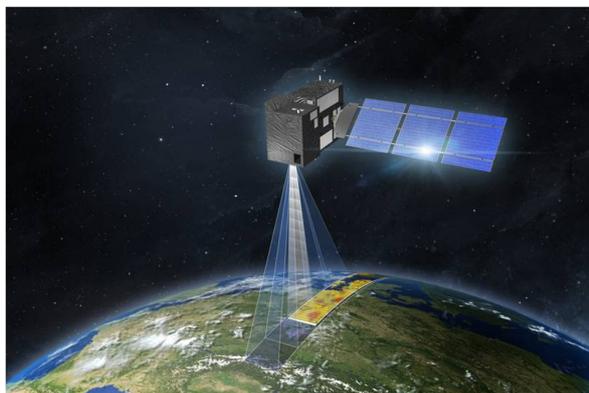
(刘文浩 编译)

原文题名: ESA's Biomass on track to target forests

来源: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Biomass/ESA_s_Biomass_on_track_to_target_forests

新型 CO₂ 监测卫星有望实现国别级排放空间监测

2021 年 11 月 24 日,《环境研究快报》(Environmental Research Letter)杂志在线发布文章《大气 CO₂ 空间观测数据的同化支撑国家 CO₂ 排放清单》(Assimilation of atmospheric CO₂ observations from space can support national CO₂ emission inventories)称,来自瑞典隆多大学等机构的研究团队提出了一种新的模式,可以从空间卫星观测角度,开展国别 CO₂ 排放验证和核算,该结果将在欧洲航天局(ESA)计划于 2025 年发射的哥白尼人为二氧化碳监测卫星任务(CO₂M)中实现应用。



↑ 哥白尼计划 - 人为二氧化碳监测卫星任务示意

CO₂M 是由 ESA 负责的欧盟 6 个哥白尼“哨兵”卫星扩展任务 (Copernicus Sentinel Expansion missions) 之一。CO₂M 计划由 2 颗卫星组成, 还可以选择第三颗卫星。它们都将携带一个近红外和短波红外光谱仪, 以高空间分辨率测量大气中的 CO₂。作为测量综合大气 CO₂ 柱浓度 (XCO₂) 的卫星星座, CO₂M 预计将成为监测和验证 CO₂ 排放能力的关键组成部分, 将为欧盟提供一个独特和独立的信息来源, 以评估政策措施的有效性, 并跟踪其对欧洲脱碳和实现国家减排目标的影响。

《巴黎协定》建立的人为 CO₂ 排放的透明度框架的核心组成部分是基于清单的国家温室气体排放报告, 并辅以从大气 CO₂ 监测得出的独立估计值与逆向建模相结合。然而, 尚不清楚这种监测和验证支持 (MVS) 能力是否能够将化石燃料排放的估计限制到足以提供有价值信息的程度。在这项新

研究中, 研究人员研究了如何最好地进行这些测量, 以及如何获得尽可能可靠的 CO₂ 排放数据。研究人员利用 XCO₂ 模拟数据和其他观测数据, 对综合数据同化系统的潜力进行了新的评估, 以限制 2008 年某 1 周的化石燃料 CO₂ 排放估算。结果发现, CO₂M 能够对国家规模化化石燃料排放进行有用的每周估算, 并独立于国家自主清单。当从周尺度推断到年度尺度时, 排放的不确定性与清单的不确定性相当, 因此可以使用清单和 MVS 容量的估计进行相互验证。此外, 研究人员还进一步展示了一种替代的协同操作模式, 目的是提供最佳的化石燃料排放估算。在这种模式下, 同化系统不仅使用 XCO₂ 和先验模式的其他数据流, 还使用清单信息。

研究人员称, 对各国 CO₂ 排放量进行独立核查是一个现实的选择。通过研究卫星监测的大气数据, 将有可能审查和评估《巴黎协定》签署国采取的 CO₂ 减排措施的有效性。

(刘文浩 编译)

参考文献:

- [1] Carbon dioxide monitoring satellite being tested against launch stresses. <https://phys.org/news/2021-11-carbon-dioxide-satellite-stresses.html>
- [2] Assimilation of atmospheric CO₂ observations from space can support national CO₂ emission inventories. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac3cea>

欧洲监测北半球极端野火二氧化碳排放量创纪录

2021年11月22日，欧洲中期天气预报中心（ECMWF）哥白尼大气监测服务中心（CAMS）发布监测结果显示，截至目前，2021年夏季肆虐整个北半球的极端野火所造成的碳排放量突破历史记录。同时，7月和8月成为全球碳排放量最高的月份。

CAMS 报告称，2021年野火高发季节，整个北半球，包括地中海盆地周围、北美和西伯利亚等热点地区，无论是野火发生频次，还是火灾的持续性和强度都明显偏高。例如，西伯利亚东北部萨哈共和国的野火自6月以来一直在燃烧，直到8月底才开始消退；北美、加拿大部分地区、太平洋西北部和美国加利福尼亚自6月底和7月初以来大规模野火仍在持续。GAMS 此次发布的监测结果要点如下：

（1）地中海的干燥条件和热浪导致了野火的发生，整个地区多处发生强烈和快速发展的火灾，造成了大量的烟雾污染。

（2）GAMS 全球火灾同化系统（GFAS）数据集显示，7月全球二氧化碳排放量创纪录，达1.258亿吨。而超过一半的二氧化碳是由北美和西伯利亚火灾造成的。

（3）根据GFAS的数据，8月份是火灾发生最多的月份，所释放二氧化碳估计达到1.3846亿吨。

（4）6月至8月北极野火所造成的二氧化碳排放量为6600万吨。

（5）6月至8月，整个俄罗斯的野火的二氧化碳排放量估计达9.7亿吨，其中萨哈共和国和楚科奇地区占到8.06亿吨。

科学家强调，由全球变暖带来的更干燥和更热的区域条件增加了植被的可燃性和火灾风险。这导致了非常强烈和快速发展的火灾。虽然当地的天气条件在实际火灾发生中发挥着作用，但气候变化更有助于为野火提供理想的环境。随着亚马逊和南美洲的火灾季节继续发展，预计未来几周世界各地还会发生更多火灾。

CAMS 的科学家们利用卫星近实时观测正在发生的野火来估计其二氧化碳排放量，并预测由此产生的空气污染状况。这些观测结果提供了火的热输出测量方法，称为火辐射功率（FRP），它与碳排放有关。

CAMS 通过其GFAS，利用美国国家航空航天局（NASA）MODIS 卫星仪器的FRP 观测数据，估计每日全球火灾排放量。CAMS 预报系统以ECMWF 天气预报系统为基础，利用估算的不同大气污染物排放量作为地面边界条件，能够提前

5天预测全球空气质量将如何受到影响。ECMWF 天气预报系统能够模拟大气污染物的输送和化学过程。

（张树良 编译）

原文题名：Devastating wildfires cause record emissions in Northern hemisphere

来源：<https://public.wmo.int/en/media/news/devastating-wildfires-cause-record-emissions-northern-hemisphere>

WMO强化全球观测与地球系统数据交换行动举措

2021年10月20日，世界气象组织（WMO）通过3项重大举措——世界气象组织统一数据政策（WMO Unified Data Policy）、全球基本观测网络（Global Basic Observing Network, GBON）和系统观测融资基金机制（Systematic Observations Financing Facility, SOFF），旨在通过系统地增加全球急需的观测数据和数据产品，大力加强世界气象和气候服务。

（1）统一数据政策

地球系统模拟能力正在迅速发展，地球系统数据交换的需求继续增长。WMO 统一数据政策全面更新了指导WMO 193个成员国天气、气候与地球系统数据交换政策的全面更新，重申了对自由和不受限制的数据交换的承诺。为了满足对更好信息和服务日益增长的需求，新政策将包括所有与WMO 相关的地球系统数据——天气、气候、水文、海洋、大气成分、冰冻圈和空间天气。这种地球系统方法将有助于国际社会加强和更好地维持各种地球系统的监测与预测，并产生巨大的社会经济利益。更多的各种类型环境数据交换反过来又将使WMO 成员成员国能够提供更好、更准确和更及时的天气与气候相关服务。

（2）全球基础观测网络

过去数十年，数值天气预报（NWP）已成为全球国家天气和气候服务的共同基础，全球和区域模拟与预测中心提供的模式数据产品越来越受到依赖。反过来，这些中心和产品又完全依赖于从各国获得的可靠观测。

全球基础观测网络是一种新方法，即在全球层面设计、定义地表基本观测网络并进行监测，为数值天气预报提供输入资料。一旦全面实施，全球基础观测网络将显著增加最基础的地表数据的可用性。这将对天气预报和信息质量产生直接的积极影响，有助于改善全球公共安全和福祉。缩小全球基础观测网络的数据差距将带来很高的经济效益。根据世界银行、世界气象组织和英国气象局联合进行的一项分析，每

投资 1 美元，至少可以实现 26 美元的社会经济回报。

(3) 系统观测融资机制

鉴于全球观测系统种的数据空白对支撑全球预警服务模式产品的准确性产生负面影响，WMO、联合国开发计划署（UNDP）和联合国环境规划署（UNEP）领导建立系统观测融资机制（SOFF）。该机制为国际社会持续遵守全球基本观测系统条例提供长期赠款和技术援助，重点是小岛屿发展中国家和最不发达国家。

SOFF 将布局持续的国际数据交换；为持续的数据共享提供长期资金；利用全球最先进的国家气象服务业务经验，通过点到点的咨询形式提高技术能力；利用合作伙伴的知识与资源。SOFF 将专门关注气象价值链的初始部分，以便推动有效的气候和恢复力发展行动。SOFF 还将与其他合作伙伴合作关注价值链中的其他环节，以确保 SOFF 投资转化为气候适应效益。

（刘燕飞 编译）

原文题名：WMO Overhauls Data Exchange Policy

来源：<https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-overhauls-data-exchange-policy>

美国 LLNL 国家实验室地球系统模型计算速度显著提升

2021 年 10 月 14 日，美国能源部（DOE）劳伦斯·利弗莫尔国家实验室（LLNL）发布消息称，其最新版本的 E3SM 地球系统模型的计算速度比 2018 年的第一版本 E3SMv1 增加了 2 倍，且分辨率在部分地区达到了 25 公里。

LLNL 于 2018 年发布的地球系统模型 E3SMv1 具有天气尺度（泛指水平尺度为 1000~3000 千米、时间尺度为 1~3 天的天气系统）的分辨率，可以使用先进的计算机来模拟地球变率各个方面的特征，并预测未来几年美国能源行业关键影响因素的年际变化趋势。这些关键因素包括：①区域大气或水的温度，这可能会给能源电网带来压力；②水资源供应，这将影响到发电厂运行；③极端水循环事件，这可能影响基础设施和生物能源；④海平面上升和沿海洪水，这将威胁沿海基础设施。研究人员表示，地球的大气、海洋、陆地和冰的成分相互作用错综复杂，呈现出一个非常复杂的研究系统。地球系统模拟涉及在空间网格上以计算资源所允许的精确尺度解决物理、化学和生物控制方程的近似问题。在 E3SM v1 中，所有模型元素（大气、海洋、陆地、冰）都是可以采用可变分辨率将计算能力集中在特定区域的精细过程上，因为

其通过使用先进的网格设计，可以将网格尺寸从外部区域的粗网格平滑地缩小为内部区域更精细的网格。

计算能力的提高使研究人员能够在过程和交互中添加更多细节，从而获得比之前版本更精确和有用的模拟。E3SMv2 改善了降水和云的表征。具体来说，就是可以模拟云在温暖的气候中变化特征。此外，由于更强大的计算能力，模型分辨率进一步得到改善。现在新版本模型有 2 种完全耦合的精度：100 公里的全球统一分辨率大气和区域精炼模式（RRM）分辨率，其中北美为 25 公里，其他地区为 100 公里。研究人员表示，由于性能的改进，E3SMv2 的 RRM 配置运行速度与几年前 E3SMv1 的标准分辨率配置（100 公里）一样快，可以说基本上是在“免费”获得更高的分辨率。此外，E3SMv2 还将通过开发 v3~v4（用于第三阶段模拟活动）版本显著提高模型性能、基础设施和地球系统能力，并将继续在模型分辨率方面突破当前大气中的流体静力极限。在此期间，耦合系统将在最强大的 DOE 高性能计算设施计算机上高效运行。

研究人员表示，目前已经利用 E3SMv2 完成了数千年的模拟工作，并计划再运行数千年的模拟。E3SM 项目将在地球系统模拟方面保持国际科学领导地位，这些模拟能够解决 DOE 及美国最关键的科学问题。

（刘文浩 编译）

原文题名：Updated exascale system for earth simulations

来源：<https://www.llnl.gov/news/updated-exascale-system-earth-simulations>

ESA 哥白尼哨兵 6 号返回有史以来最精确海平面数据

哥白尼哨兵 6A 卫星（Sentinel-6A）是欧盟的哥白尼任务系列之一，但它的实施是欧空局（ESA）、欧洲气象卫星开发公司（EUMETSAT）、美国航空航天局（NASA）和美国国家海洋与大气管理局（NOAA）之间特殊合作的结果，法国国家空间研究中心（CNES）也做出了贡献。该任务包括两颗相同的卫星，相隔五年发射。“哥白尼哨兵 -6A 于 2020 年 11 月 21 日发射，而哥白尼哨兵 -6B 将于 2025 年发射。2021 年 11 月 29 日 ESA 发布了哥白尼哨兵 6A 返回的最精确海平面数据。

海平面上升是气候变化的一个关键指标，因此准确监测几十年来海面高度的变化对于气候科学、政策制定以及最终保护低洼地区面临风险的人们的生命至关重要。利用欧空局

开发的最新雷达测高技术，这项新任务将推进海面高度测量的长期记录，该记录由法国 - 美国的 Topex-Poseidon 卫星和随后的 Jason 系列卫星任务于 1992 年开始。哥白尼哨兵 -6A 卫星不久将接过接力棒，扩展这个数据集，成为气候研究的“黄金标准”，它将海面高度测量的记录带到未来并以比以往更高的精度完成这一任务。

来自 CDN1 转发器的测量结果表明，来自哥白尼哨兵 6A 和 Jason-3 的测量结果之间的绝对差异小于 2 毫米，这对于在 1330 公里高度运行的两颗独立卫星来说是非常了不起的。这些数据的发布标志着 NASA 科学界和国际海洋表面地形学科学小组开始了一个新的海洋卫星测高的时代，将扩大近三十年的海洋和气候科学发现。

海平面上升是气候变化最直接的后果之一，最近岛屿国家领导人在 COP26 峰会上发出的紧急呼吁强调了这一点。对海平面上升的全球测量对于支持全球政策和保护海岸线和低地的战略是必不可少的。

首批数据产品则是低分辨率产品，已于 2021 年 6 月发布，这是向高分辨率产品过渡的重要一步。这些数据已被用于天气预报和季节性预报模型以及预测飓风的发展和轨迹。

哥白尼哨兵 6A 的 Poseidon-4 测高仪的设计则是为了将

新的高分辨率 Ku 波段合成孔径雷达测量数据带入测高学参考时间序列。因此，它可以同时提供低分辨率测量和高分辨率测量。由于低分辨率测量值跟任务的前身 Jason-3 的测量值相匹配，因此，对于确保连续性至关重要，而增强的高分辨率数据则可以以绝对的信心提供。

对海平面上升的测量提供了一个独特但综合的气候变化观点是因为海洋变暖膨胀和陆地上的冰雪融化增加都会导致海平面上升。哥白尼哨兵 6 A 卫星安全地将一种新的合成孔径雷达测量技术首次引入参考高度计时间序列。这使得哥白尼哨兵 6A 能够提供改进的海况和风速测量、增强河流和湖泊水文应用的能力并同时保持海平面上升估计的稳定性。这些测量提供的证据对于为未来制定和实施强有力的社会政策至关重要。

(安培浚 整理)

原文题目: Sentinel-6 returning most precise data ever on sea level

来源: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-6/Sentinel-6_returning_most_precise_data_ever_on_sea_level



遥感科学国家重点实验室

State Key Laboratory of Remote Sensing Science

中国科学院空天信息创新研究院 • 北京师范大学
Aerospace Information Research Institute, CAS • Beijing Normal University

中国科学院空天信息创新研究院分部：

北京市朝阳区大屯路甲20号北

邮编：100101

电话：010-64848730

Email: rslab@aircas.ac.cn

北京师范大学分部：

北京市海淀区新街口外大街19号

邮编：100875

电话：010-58801865

Email: crs@bnu.edu.cn

(内部刊物，仅供交流)