美国 2013—2017 年北极研究计划

王佳存
（山东省科技厅，济南 250014）

摘　要：当前，北极地区面临着越来越大的经济、环境和文化挑战，成为科学研究的重点，以更好地应对气候变化。为此，美国跨部门北极研究政策联合委员会（IARPC）根据法律制定了 2013—2017 年北极研究计划，确定了今后 5 年北极研究重点，力争美国在未来保持北极研究的领先地位。该计划重点围绕以下 7 个研究领域，分别是：海冰与海洋生态系统研究、陆冰与生态系统研究、地表热量、能量以及质量平衡的大气研究、观测系统研究、区域气候模型研究、区域可持续发展的气候适应工具研究、人类健康研究等。

关键词：美国；北极；北极研究计划；海洋生态系统；气候反馈
中图分类号：P941.62-171.202　　**文献标识码：**A　　DOI：10.3772/j.issn.1009-8623.2013.09.004

2013 年初，美国总统行政办公室和国家科学技术委员会联合发布《2013—2017 年北极研究计划》（*Arctic Research Plan: FY 2013–2017*）[1]，确定了今后 5 年美国在北极的研究重点。北极研究计划由美国跨部门北极研究政策联合委员会（Interagency Arctic Research Policy Committee，IARPC）制定。本文将对该计划的出台背景和所涉及的主要研究领域进行简要介绍。

1　出台背景

科学界普遍认为，气候变化对北极地区有着很大的影响。全球气候的快速变化不仅改变着北极的冰盖与雪盖，而且也影响着北极生态系统以及当地土著社会和自然资源。随着全球变暖，北极地区面临着越来越大的经济、环境和文化挑战，同时也在航运、商业、政治等方面迎来了难得的机遇。美国在《国家安全战略》（*National Security Strategy*）[2]中，重申美国是北极国家，声称在该地区有着广泛和重大的利益，要保护国家安全和环境，负责任地管理资源和原居民，支持科学研究并开展多方面的国际合作。正是在这样的背景下，美国 IARPC 组织各主要联邦部门的官员和学者制定了《2013—2017 年北极研究计划》。

1.1　1984 年出台《北极研究和政策法案》

美国政府一直高度重视北极研究，1984 年出台了《北极研究和政策法案》（*The Arctic Research and Policy Act*）[3]，并依据该法案成立了 IARPC，推动对北极的科学研究，制定国家北极研究政策和 5 年实施计划，每年投入经费 4 亿美元左右。IARPC 成员单位包括 14 家联邦政府机构和部门，主席由国家科学基金（National Science Foundation, NSF）主任担任。从 1987 年到 2007 年，IARPC 编制了 21 卷《美国北极研究》报告，全面介绍了美国的北极研究成果。

1.2　多方参与制定《2013—2017 年北极研究计划》

奥巴马上任后，对 IARPC 的管理体制进行了调整，将其纳入国家科学技术委员会（National Science and Technology Council, NSTC）的框架内，成为 NSTC 的一个分委员会，并要求科技政策办公室（Office of Science and Technology Policy，OSTP）

作者简介：王佳存（1965—），男，博士，副处长，主要研究方向为金融、信息处理及科技经济政策。
收稿日期：2013-07-11

和 NSF 对其实行共同领导。美国《2013—2017 年北极研究计划》吸收并借鉴了已有的一些关于北极的研究成果。参与该计划的制定人员主要来自美国各政府部门和机构，包括：地质调查局（United States Geological Survey, USGS）、内政部（Department of the Interior, DOI）、海洋与大气管理局（National Oceanic & Atmospheric Administration, NOAA）、NSF、航空航天局（National Aeronautics and Space Administration，NASA）、能源部（Department of Energy，DOE）、国防部（Department of Defense，DOD）、OSTP、国立卫生研究院（National Institutes of Health，NIH）、农业部（Department of Agriculture，DA）及北极研究委员会（Arctic Research Commission，ARC）等。

1.3 有关北极研究的主要成果

（1）ARC 2011—2012 优先研究目标

2012 年 4 月，ARC 发布了《2011—2012 年北极研究目标》（*Goals and Objectives for Arctic Research 2011–2012*）[4]，旨在：观察和了解北极、北冰洋以及白令海的环境变化，并做出反应；改善北极地区居民生活和健康；评估北极蕴含的自然资源，包括油、气、矿产、渔业和野生动物等；加强北极科考的基础设施建设；评估北极原居民的语言、身份认同以及文化需求等。

（2）NOAA 北极远景和战略

2011 年 2 月，NOAA 发布《NOAA 北极远景和战略》（*NOAA's Arctic Vision and Strategy*）[5]，确立了预测海冰、加强北极气候和生态系统变化的基础研究、改善北极天气预报和预警、促进北极研究的国际和国内合作、加强北极地区海洋和海岸资源的协调和管理、推动北极地区社会和经济的健康发展等 6 项重点工作。

（3）海军北极路线图

2009 年 10 月，美国海军发布《海军北极路线图》（*Navy Arctic Roadmap*）[6]，分 3 个阶段确立了 2010—2014 年的目标：第一阶段主要是评估海军舰队准备以及海军在北极地区的战略目标，继续与 NOAA 合作开发新一代一体化的大气、海洋及海冰联合模拟系统，联合在白令海展开北极水文测量和调查；第二阶段主要是评估海军在北极行动所需的能力，制定 2014 财年海军《项目计划备忘录》（POM 14），继续参加“冰训–11（ICEX–11）”、“冰训–13（ICEX–13）”等演习，在北极地区开展搜索救援、海域态势感知、人道主义援助/灾难救援行动；第三阶段是总结海军《项目计划备忘录》预算执行情况，启用无人深潜器对北极环境进行调查。

（4）NSF 对北极研究的资助

从 20 世纪 80 年代起，NSF 就开始资助北极研究，目前，在研项目有 648 项，在研经费 4.57 亿美元。NSF 资助的项目共分 5 类：一是北极自然科学项目，重点领域包括海洋和陆地生态系统、北极大气和海洋动力学、北极地质和冰川运动及其与低纬度的关系；二是北极观测网络，重点支持北极环境检测和考察基础设施建设；三是北极研究支撑项目，重点支持北极实地考察，建立长期观察站，通过卫星或飞机、船等手段获取北极数据，为北极科学研究提供服务；四是北极社会科学项目，包括人类学、经济、地理、语言、心理等学科，重点支持与文化、环境、资源和经济变迁有关的研究；五是北极系统科学研究，重点支持涵盖大气、冰、海洋、陆地和人文多领域的跨学科研究。

2 主要研究领域

美国《2013—2017 年北极研究计划》阐述了需要政府重点资助的 7 个研究领域，认为这些领域对于制定国家政策具有重要参考价值，提出开展这些领域的研究需要联邦机构间的紧密协调与合作。

2.1 海冰与海洋生态系统研究

目前，由海冰大尺度变化驱动的北极海洋生态系统正在转向一个新的状态，这可能会在短期内带来突变。未来 5 年，包括 DOD、DOE、DOI、NASA、NOAA 以及 NSF 在内的 IARPC 相关机构，要加强以下几个方面的研究：

（1）开发监测与建模框架，对季节至年度尺度的海冰范围变化进行预测，以满足实际需要与研究需要。

（2）确定波弗特海、楚科奇海（Beaufort and Chukchi Seas）以及北冰洋海域中的气候反馈活跃地点，并对其开展研究。

（3）完成北冰洋分布式生物监测系统（Distributed

Biological Observatory，DBO）的部署，构建生物学、物理与化学变化以及生态系统响应的长期变化数据库。

（4） 在波弗特海与楚科奇海域，开展生态系统过程综合研究。

2.2 陆冰与生态系统研究

气候变化引发了北极陆地环境的不断变化，而这种变化可能会进一步引起全球气候变化，或是说形成“气候反馈”，而且也会影响到当地社区的气候适应能力。DOE、DOI、NASA、NSF 以及史密森学会（Smithsonian Institution, SI），要共同合作以下研究：

（1）特定动态范围内的冰川过程研究。

（2）各方陆地生态系统研究工作的综合与协调，包括信息传递。

（3）气候反馈活跃地点的识别与研究，包括永冻层、雪、水合物、冰川以及冰。

（4）山地森林火灾频率及程度研究，分析它们对植被及野生生物的影响。

（5）对北极冻原随气候变暖而变化过程中的生态系统服务开展社会经济学研究，为制定北极环境的保护、管理以及适应计划提供参考借鉴。

2.3 地表热量、能量以及质量平衡的大气研究

与地球上其它区域相比，北极地表温度的年度（或更长时间内）变化要更大。因为与低纬度区域相比，北极大气过程的影响因素具有一定的独特性，如，极夜、雪盖与冰盖的高反射率以及大气稳定，这些都影响着气溶胶及云层加热或冷却该区域程度。要想更加全面地认识北极大气及其过程，就必须消除这些独特影响因素的科学不确定性。而遥感与实地观测的结合、模型中对大气过程描述的改进、模型输出不确定性的定量化以及长期观测数据集，对于解决这种科学不确定性来说是非常重要的。DOE、NASA、NOAA 以及 NSF，要开展以下 3 个方面的研究：

（1） 通过卫星观测、长期实地观测以及模型改进，进一步提高对短寿命气候驱动因子（short-lived climate forcers，SLCFs）及其在北极区域作用的认识。

（2） 提高对北极云层形成、寿命及其物理特征影响过程的认识，包括气溶胶的影响以及云层对气溶胶的敏感性。

（3） 通过提高卫星及陆基观测站性能，改进气候与天气预测系统中北极系统的描述，全面认识北极大气过程及其对地表能量代谢预算的影响以及与海洋、陆地和冰冻圈系统的联系。

2.4 观测系统研究

北极地区的变化是在多个时间与空间尺度上同时发生的，为收集多尺度上的数据与信息，需要建立并加强国家与国际北极综合观测系统（Integrated National and International Arctic Observing System）建设。DOE、DOI、美国环境保护署（Environmental Protection Agency, EPA）、NASA、NOAA、NSF、国防部海洋研究办公室（DOD Office of Naval Research，DOD–ONR）以及美国海岸警卫队（United States Coast Guard，USCG）要重点关注以下 9 个方面的研究活动：

（1） 进行北极观测系统的设计研究。

（2）对当地居民在气候方面的优先关注领域，进行评估。

（3）将海冰实地及遥感观测与当地社区和传统知识进行结合。

（4） 对主要注出冰川与入海冰川，进行长期监测。

（5）对北极海洋环境生物与物理状态，进行监测。

（6）对云层与大气成分对地表辐射平衡的影响，进行评估。

（7）对陆地变暖及永冻层融化对碳循环的影响，进行评估。

（8）改善数据获取的方式。

（9）积极推动当地观测者与社区，参与环境参数监测。

2.5 区域气候模型研究

地球气候模型是认识目前气候过程，预测未来气候变异及变化的数学工具。改善北极区域模型，将进一步提高对目前气候过程的科学认识，以及对未来变化预测的准确性，引导更高效的北极实地研究设计，支持更明智的决策。DOE、NOAA、DOI 以及 NSF，要组织开展以下 7 个方面研究，将建模与过程科学研究集成到一起，提高北极系统及过程的建模水平。

（1） 系统梳理美国已有北极建模活动。

（2） 鼓励通过协调合作更好地表示地球系统模型中的北极过程。

（3） 构建与区域和全球方法相适应的北极区域模型。

（4） 构建北极陆冰质量损失模型、与海洋和大气变异的关系模型以及海平面影响模型。

（5） 提高北极模型分辨率，提高预测准确性，为未来研究与观测提供参考。

（6） 利用基于模型的分析结果为过程研究提供参考，同时也利用过程研究结果为建模提供借鉴。

（7） 通过模型确认与验证，提高对北极气候变化主要驱动因素及不确定性的认识。

2.6 区域可持续发展的气候适应工具研究

北极地区的居民正在努力适应环境的快速变化，以及不同社会经济压力所形成的新生活条件。USDA、DOI、美国国务院（Department of State，DOS）、EPA、NOAA、NSF 以及 SI，要对北极社区对气候变化影响的恢复力及脆弱性进行评估，为当地居民、社区领导者以及决策者制定可靠的气候适应策略提供所必需的知识。

（1） 通过与当地社区合作，开发社区可持续发展及恢复力评估方法，判断目前适应策略的功效，找到正面或负面意外结果的发现方法。

（2） 识别北极社区及生态系统在应对气候变化时的弱点，分析气候脆弱性与社会经济及其他压力因素间的相互作用。

（3） 通过对未来气候情景及人口条件的预测，分析北极地区人类与生态系统的潜在优势与劣势。

（4） 设计新的研究、教育、拓展工具和过程，为北极社区的语言与遗产保护以及文化复兴提供帮助。

2.7 人类健康研究

与所在国家整体人口相比，北极土著民族的平均寿命较短，而且婴儿死亡率也相对较高。除了非故意伤害与自杀率较高外，土著民族还面临高发传染病，以及由环境污染、经济快速发展及气候变化所带来的健康影响。

未来 5 年，IARPC 的人类健康研究计划将同时涵盖 USARC 2009—2010 年北极研究目的与目标，以及 2011 年在格陵兰努克召开的北极地区卫生部长会议的优先关注领域。美国卫生与公共服务部（Department of Health and Human Services，DHHS）疾病控制与预防中心（Centers for Disease Control and Prevention, CDC）、EPA、印地安卫生服务中心（Indian Health Services，IHS）、NIH 以及美国北极研究委员会，要重点关注以下 4 个领域的研究：

（1） 继续扩大对传染及非传染性疾病、外伤、损伤、卫生服务以及室内空气质量的极地监测与研究，以帮助预防发病与死亡。

（2） 继续通过跨部门合作，监测气候变化和环境污染物对人类健康和野生生物的影响。

（3） 继续鼓励科研人员在主要卫生优先领域的自由探索研究，如，心理卫生领域，包括：药物滥用与自杀、肥胖、糖尿病等。

（4） 继续吸引当地社区及部落群体参与北极的研究活动及项目。

3 研究设施

北极地区地理位置遥远，自然环境恶劣，因此，推动对北极地区的研究需要有更为专业的研究平台和工具。为实施北极研究五年计划，美国现有和将要建设的研究设施主要有：空基、海基、飞机及地面站等。

3.1 空基研究设施

美国现有的空基研究设施包括：NOAA 卫星，主要观测天气和重点气候变化信息，使用寿命到 2017 年；国防气象卫星（DMSP），是利用被动微波对海冰进行成像，使用寿命至 2017 年；NASA 地球观测卫星，是对海冰、云等进行高精度观测，很多已超过设计寿命；极轨卫星（JPSS），用于下一代天气观测，其中，SUOMI–NPP 卫星使用寿命至 2017 年，其他卫星处于设计阶段；USGS 土地资源卫星 Land–5 以及 Land–7，用于观测农业、地质、森林等信息，也用于制图、应急反应、减灾防灾等，其中，Land–5 发射于 1984 年，Land–7 发射于1999 年；合成孔径雷达（SAR），用于观测海冰和冰川地球物理信息以及制图，目前，美国没有自己的 SAR，只是购买使用外国的 SAR 数据。

今后要建立的研究设施包括：USGS/NASA土

地资源数据卫星（LDCM）——用于观测农业、地质和森林信息，计划于 2013 年发射；NASA 全球降雨观测卫星（GPM）——用于观测降雪和暴雨信息，计划于 2014 年发射；NASA/DLR 重力恢复与气候试验卫星（GRACE）——用于观测北极海洋地质以及冰块变化情况，计划于 2017 年发射；NASA 土壤水分有源无源卫星（SMAP）——用于观测土壤水分、冻土模型及绘制海冰图像等，计划于 2015 年发射；NASA 冰云和地面高度卫星（ICESat2）——用于观测极地海冰厚度的变化情况，计划于 2016 年发射。

3.2 飞机

（1）巡逻机

在巡逻机方面，美国已建造和计划建造的有：2 架 P-3（NASA），可以搭载多种仪器，主要用于北极海冰和陆冰研究以及很多北极科学研究，使用寿命至 2017 年；一架 DC-8（NASA），使用功能同 P-3，使用寿命至 2014 年，但是该机需要大修；一架湾流 V 型机（Gulfstream V）（NSF/NCAR），用于研究化学和气候、化学循环、空气质量、中尺度天气、上对流层以及下平流层等，使用寿命至 2017 年；8 架重型运输机 LC 130（NSF），用于支持格陵兰岛的科学考察，使用寿命至 2017 年；一架 C 130 Q（NSF/NCAR），装配有标准热力学、微物理以及射线传感器，具有很强的运载能力，使用寿命至 2017 年；多架 C130（USCG），装配有科学仪器，用于海洋和北极地区预警、国土安全等，使用寿命至 2017 年；4 架双水獭机（Twin Otter），用于观测和调查白令海峡、楚科奇海（Chukchi）和博福特海（Beaufort sea）区域哺乳动物的情况，使用寿命至 2017 年；各种小型机，每年通过合同方式租用，调查鱼类资源情况。

（2）无人机

在无人机方面，美国已建造和计划建造的有：多架全球鹰（Global Hawk），飞行高度达 6.5 万英尺，用于大气测量，使用寿命至 2017 年；一架 Ikhana（NASA），用于测量海冰和大洋资料，具有铺设海洋浮标的能力，2013 年投入使用；各种各样的中小型飞行器，用于测量北极地区物理、化学和生物等信息。

3.3 海基基础设施

美国海基基础设施主要有：

（1）3 艘破冰船，其中 Healy 使用寿命至 2030 年，Polar Star 在检修后使用寿命可延长至 2021 年，Polar Sea 将于 2013 年退役。

（2）具有破冰能力的科考船，目前建造的 Sikuliaq 号将于 2014 年初投入科考使用。

（3）其他研究和考察船，其中，R.V. Marcus G. Langseth 号在 2011 年夏天对北冰洋进行了科学研究，Oscar Dyson 号主要用于渔业资源考察，Rainier 号和 Fairweather 号主要用于水文地理考察，R.V. Tiglax 每年夏天都在北极水域执行考察任务。

（4）美国科考人员使用的外国科考船，主要有俄罗斯的 R.V. Khromova，执行美俄长期北极考察任务，观测气候对海冰、海洋环境以及生态系统的影响；加拿大的破冰船 Louis St. Laurent 以及 Wilfred Laurier，开展美加海洋联合调查。同时，美国还通过国际合作，利用韩国、中国、日本等国的科考船建设北冰洋分布式生物监测系统。

（5）潜艇，美国海军每年进行几次海洋科学考察，同时还参与英国的潜艇海洋科学考察任务。

（6）海冰观测设施，主要用于持续几周或几个月的短期观测，很少超过 2 年。

3.4 地面站

美国的地面站主要有：

（1）阿拉斯加北坡图里克湖观测站（Toolik Lake，NSA），主要观测北极的生物和研究北极长期的生态变化，使用寿命至 2017 年。

（2）格陵兰萨米特观测站，主要观测北极地区的雪和冰以及长期气象变化，使用寿命至 2017 年。

（3）阿拉斯加巴罗（Barrow）观测站，主要观测大气和生态系统，使用寿命至 2017 年。

（4）俄罗斯提克斯（Tiksi）观测站，以合作的方式进行大气科学研究。

美国还有很多规模虽然小但也很重要的设施。如：空基有测量冰层厚度的激光雷达 LIDAR、测量海冰上面雪厚度以及绘制陆冰结构的雷达，海基有各类浮标、海洋自动平台、无人潜水器、声波通信和导航器、电缆海底观测系统等。

此外，美国还围绕北极研究，加强信息基础设施建设，比如，宽带通信和网络连接、研究网络、

数据库、数据标准、数据处理以及数据协议与接入等等。

4 结语

2009 年 1 月 9 日，美国就北极地区政策发布国家安全总统令和国土安全总统令，重申美国在北极地区多方面的利益，特别是有广泛的、重大的国家安全和国土安全方面的利益[7]。2013 年 5 月 10 日，美国政府发布《北极地区国家战略》（*National Strategy for the Arctic Region*）[8]，认为北极是地球上最后需要开拓的疆土之一，再次提出通过科学研究提高对北极的认识，扩大对北极水域、太空以及海岸地区的观测能力，以实现美国在北极的安全、经济等利益。■

参考文献：

[1] Executive Office of the President, National Science and Technology Council. Arctic Research Plan: FY 2013–2017 [R/OL]. Washington, DC: Office of Science and Technology Policy, 2013-02[2013-05-10]. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/2013_arctic_research_plan.pdf.

[2] National Security Strategy[R/OL]. Washington, DC: The White House, 2010-05[2013-05-10]. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/rss_viewer/national_security_strategy.pdf.

[3] Arctic Research and Policy Act of 1984 (amended 1990)[S/OL]. [2013-06-03]. http://www.mmc.gov/legislation/pdf/arp_act.pdf.

[4] USARC. Goals and Objectives for Arctic Research 2011–2012[R/OL]. Arlington, Virginia: USARC, 2012-04[2013-06-05]. http://www.arctic.gov/publications/2011-12_usarc_goals.pdf.

[5] National Oceanic & Atmospheric Administration. NOAA's Arctic Vision & Strategy[R/OL]. Washington, DC: NOAA, 2011-02[2013-06-05]. http://www.arctic.noaa.gov/docs/NOAAArctic_V_S_2011.pdf.

[6] U.S. Navy Arctic Roadmap[R/OL]. Washington, DC: Navy, 2009-10[2013-06-15]. http://www.navy.mil/navydata/documents/USN_artic_roadmap.pdf.

[7] Arctic Policy Directive (NSPD-66/HSPD-25)[S/OL]. [2013-06-10]. https://www.fas.org/irp/offdocs/nspd/nspd-66.htm.

[8] National Strategy for the Arctic Region[R/OL]. Washington, DC: The White House, 2013[2013-06-15]. http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/nat_arctic_strategy.pdf.

The U.S. Arctic Research Plan: FY 2013–2017

WANG Jia-cun

（Department of Science and Technology of Shandong Province, Ji'nan 250014）

Abstract: The Arctic region that is facing growing economic, environmental, and cultural challenges has become a critical target for research as scientists work to understand the feedback mechanisms influencing global climate. To address these challenges and opportunities, and as required by 15 U.S.C. § 4108, the U.S. Interagency Arctic Research Policy Committee (IARPC)—representing 13 Federal agencies, departments, and offices—has crafted this FY 2013–2017 Arctic Research Plan. The plan provides a blueprint for effective Federal coordination of Arctic research for the next half-decade and positions the United States to remain a global leader in Arctic stewardship for many years to come. This national policy for Arctic research consists of seven overlapping research areas: sea ice and marine ecosystems, terrestrial ice and ecosystems, atmospheric studies of surface heat, energy, and mass balances, observing systems, regional climate models, adaptation tools for sustaining communities, as well as human health.

Key words: US; Arctic region; Arctic Research Plan; marine ecosystem; climate feedback