

“透明海洋”拓展中国未来

■ 演讲人: 吴立新

■ 地点: 中国海洋大学崂山校区图书馆

■ 时间: 2014年12月

纵观中国历史,我们从来没有像今天这样重视海洋;海洋强国之梦,也从来没有像今天这么近。我们从事海洋研究的人,应该有这样的责任和信心,在国家海洋战略发展的重要时期,承担起历史赋予我们的责任。今天我将分四个方面来谈海洋。

谈“碳排放”与气候变暖

21世纪是海洋的世纪,习近平总书记讲得更直接,“21世纪是太平洋世纪”,从这个角度讲,把海洋列为国家整个大的发展战略,既是民族复兴之路,也是时代之所需。我们常说海洋是生命的摇篮,是风雨的故乡,是气候的调节器,是资源的宝库,是交通的要道等等,但今天看海洋实际是一个非常复杂的系统,里面包含着各种不同尺度的运动,承担着海洋中能量与物质的运输。尽管我自己从事海洋研究多年,今天从全球的角度看海洋,依然感觉非常奇妙。

我们讲海洋的可持续发展,首先看21世纪人类到底面临怎样的问题。第一个大的问题就是气候。2014年的APEC会议上,我们国家提出2030年碳排放达到峰值,美国承诺到2025年在2005年基础上碳排放减少28%，“中美两国合作好了,可成世界稳定压舱石”。所以,今天气候是非常重要的问题,而且常常决定了经济、社会等多个层面的关系。第二个是水资源问题。现在地球上淡水资源越来越少,过去在全球所有大的水循环研究计划里面,很少考虑海洋,这不仅是科学上的误区,而且是管理层面的误区。实际上,全球水循环中,86%的蒸发来自海洋,78%的降水是到海洋里面,从这个角度讲,海洋控制着全球的水循环。第三个是能源的问题,这常常决定着国家之间的关系。美国能源全方位战略调整影响到其对中东的战略。我们讲能源,特别是可持续清洁能源,一个非常重要的来源是海洋。另外一个食品的问题。据统计,海洋中生物资源总量高达400-600亿吨,生物物种达18万种之多,是陆地物种的3倍,能够为人类提供1000倍于现有耕地所能提供的食物,是未来人类摄取蛋白质的主要来源。

海洋强国梦的实现需要深度认知海洋,需要海洋科技的发展。今年两院院士大会上,习近平总书记专门讲了创新驱动发展的问题。习近平总书记的讲话让我们感觉肩上的担子沉甸甸的。在海洋强国建设中,我们从事海洋科学研究的人,应当发挥什么样的作用?

21世纪海洋科学的前沿问题可以归纳为以下6个方面:一是认识今天正在变化的海洋、气候和水循环。二是海洋观测与预测,即观测海洋中发生的现象、过程以及预测与这些有关的事件。三是复杂的近岸问题。现在全球几乎40%的人口居住在离海岸100公里的范围内,日益加剧的人类活动对近岸、近海环境带来巨大影响。四是非平衡生态系统问题。建设海洋强国不能以牺牲海洋环境为代价,否则不可持续。现在北京和很多地方,每天早晨起床要先看看今天的PM2.5是多少。将来我们不能像陆地这样,我们不仅需要,而且要确保一个健康的海洋。五是研究海洋的底部,热液和冷泉的发现让我们对海底有了新的认识,海底是漏的。六是洋壳与板块动力学。在这些科学问题的背后,有人类居住的环境问题,有食品的问题,有矿产资源和能源的问题等。科学与人类社会、经济发展的需求是相辅相成的。

我今天主要就海洋与气候问题来展开。可以说海洋与气候是今天的一个超级科学,因为它几乎包含了各个学科层面的问题。我们现在关心碳排放与全球变暖问题,实际上大约50%的人类活动所排放的碳被海洋吸收,超过90%的由于温室气体增加所造成的盈余热量被海洋吸收,所以海洋既是碳汇,也是热汇;海洋的蒸发是大气中水汽的主要来源,也是大气环流的重要驱动力;海洋与大气的热量交换,是地球气候系统能量流最重要的部分之一,可以调控气候的长期变化。

我国地处东亚季风区。水汽主要来自西太平洋、南海和印度洋,只要这些海域的海温有变化,就会影响东亚地区水汽输送通道的变化。研究不透这些水汽输送大动脉的变化,就没有办法预测我们国家气候的变化。还有台风问题。一般强度的台风没有什么可怕的,但如果是超级台风,那就不一样了。2005年的“卡特里娜”飓风将新奥尔良市一夜之间变为废墟,2013年的“海燕”造成数千人死亡。未来这样所谓的超级台风的频率会不会增加,目前还没有答案,但确实是国家可持续发展必须要搞清楚的事情,这就需要我们研究海洋。1998年对中国人是很难忘的,几乎半个中国处在一片汪洋之中。如果未来再发生类似的洪水,整个国家的经济发展将面临巨大的挑战。1998年的中国洪水滚滚,澳大利亚却沙尘漫天,如此的旱涝不均,一个重要的诱因是赤道太平洋的海温的变化,就是常说的“厄尔尼诺”现象。这样的超级“厄尔尼诺”现象发生的频率在未来会不会增高?不幸的是,我们最近的研究发现,随着二氧化碳不断增加,像1997年、1998年这样的超级“厄尔尼诺”现象会变得越来越频繁。

西北太平洋同样也存在着海温的变



吴立新 物理海洋学家,中国海洋大学教授、中国科学院院士。1966年生,本科毕业于清华大学工程力学系,北京大学力学系硕士、博士,留美11年从事科学研究,2005年回国至今任中国海洋大学“筑峰工程”第一层次教授。国家杰出青年基金获得者,教育部“长江学者”特聘教授,国家自然科学基金委创新群体学术带头人,科技部重点领域创新团队学术带头人。

化。20世纪70年代中期发生一次从冷到暖的变化,这就是所谓的70年中期气候突变。最早发现这一现象的不是海洋与气候学家,而是渔业学家,因为他们北太平洋发现一些三文鱼的种类及数量在这个时期发生了很大的变化,实际上这种变化在大西洋乃至全球都能检测到。搞清楚未来西北太平洋这种海温突变的频率以及持续时间会发生怎样的变化,对海洋渔业资源管理与开发将会提供重要的科学指导。但遗憾的是,我们目前对西北太平洋海温为什么会发生突变,以及持续多长时间认识很有限,更谈不上预测。如果可以构建起西北太平洋海洋观测与预测系统,使其变成“透明”,就可以对这个海区环境、气候、资源的变动有很好的把握。

中国海洋研究必须走向深蓝海。抛开国际形势不说,在过去的50年,全球平均地表温度增加了0.5~0.8℃,大家感觉暖和了一点,但不是特别明显。但是,如果没有深海洋对热量的平衡,气温增加的也许只是5~8℃,那就大不相同了,甚至会带来社会、经济结构根本性的变化。

最近十多年,国际上有一个一直在争论的重大气候变化问题。温度统计数据显示,20世纪90年代



末以来,尽管二氧化碳在持续增加,但全球平均气温不再有明显的增暖趋势,即所谓的增暖停滞现象。如果这样的停滞趋势能持续二三十年或更长时间,对我国经济的发展和减缓碳排放压力会有所帮助。所以,不管是从国家还是全球发展的角度,对全球变暖停滞发生的机理、持续时间及社会、经济和环境效应等方面要及时开展研究,搞清楚。最近我们物理海洋教育部重点实验室的陈显尧教授在Science发表论文提出了全球变暖停滞与热量被北大西洋深层吸收紧密相关,在全球引起巨大反响,以至于这个过程被称之为“深海炸弹”。这些热量到了深海,跑哪儿去了?北大西洋作为全球重要的热汇,会不会饱和,什么时候饱和?这种“深海炸弹”对深海环境会造成什么影响?电影《后天》展现了随着全球气候变暖,深层环流的停滞带来了一系列灾难及冰河时代的来临。很遗憾,我们目前对全球2000米以下的海洋几乎一无所知,我们有没有可能在未来的5到10年让2000米以下的海洋变成“透明”。

我们再来谈谈近海问题。如果说深蓝海目前是战略问题,那么近海是我们每天都要面对的问题。中国近海目前面临着多重压力,近海生态系统的健康问题很突出。富营养化、污染严重,另外,中国近海在近30年,增温非常显著,其速率大约是全球平均的5~10倍,这种快速增温带来了渔业资源、海底天然气水合物资源不稳定等一系列问题。如水母喜欢高温,温度越高,生长越快,也就是说未来几十年,如果近海增温速度不变,中国近海将有可能被水母占领,从而改变中国近海的生态结构,使渔业资源面临巨大挑战。现在中国近海的管理,我个人在不同的场合都说过我们可能走向了一个误区,没有基于坚实的海洋科学基础。海洋管理要有一个前提,是基于海洋生态系统健康,还是基于海洋资源或是权益上的管理,这些都需要我们与海洋科学紧密结合。今天的海洋科学研究,一定要把气候、环境、资源结合起来进行研究。近海可再生清洁能源开发是应对气候变化的一个重要举措。海洋局908专项对中国近海的调查预示,中国近海蕴藏大概15万亿千瓦的发

电量。但是我们做海洋能源开发,不管是海流能、波浪能、温差能、潮汐能,甚至是海洋生物燃料能等,都要把海洋状态、过程、变化搞清楚。

今天我们谈可持续发展,实际上涉及三个方面:经济、社会、地球生命支撑系统,这三个方面互相关联。而对于海洋来说,就是蓝色经济、海洋与人类社会,以及海洋生命系统。海洋可持续发展今天带给我们一个重大科学问题就是:在全球变化背景下海洋环境多尺度变化及气候资源效应预测问题。这里讲的多尺度包括时间、区域及空间三个维度。时间尺度包括从秒、分、时、日,一直到年代甚至世纪更长的尺度,区域尺度包括从近岸、近海、深远海、极地,而空间尺度包括从潮流尺度、中尺度、海盆尺度、行星尺度。这是由海洋系统本身的复杂性所决定的。要解决这一重大科学问题,我们需要将海洋变成“透明海洋”。

谈“透明海洋”的发展瓶颈

“透明海洋”是指针对特定海区,实时或准实时地获取和评估不同空间尺度海洋环境信息,研究其多尺度变化及其气候资源效应机理,并以此为基础,预测未来特定一段时间内海洋环境、气候及资源的时空变化,使其成为“透明海洋”。因此,“透明海洋”包含状态透明、过程透明、变化透明三个密切关联的层面,其实途径包括观测、认知、预测三位一体的研究。我不觉得这个概念有多新,只是我们国家在过往的发展战略里面,没有很好地将这三个方面有机结合起来。

要实现“透明海洋”,需要开展四个方面协同研究,包括观测、机理与预测的协同、科学与技术发展的协同、海洋系统多学科交叉协同,以及海洋研究与人才培养的协同。而在我们国家,由于机制体制问题,观测、机理与预测三方面的联系松散,观测资料缺乏连续性、系统性,共享程度低,关键观测仪器受国外封锁,科学与技术发展脱节,科学研究与人才培养结合不紧密,多学科交叉的人才培养体系亟待完善。这些已成为制约“透明海洋”实现的瓶颈。

海洋观测非常复杂而且昂贵,在一定的程度上体现了一个国家的经济实力。海洋观测系统包括水下移动平台、固定平台、卫星观测平台,以及数据集成与产品四个组成部分。特别值得一提的是全球海洋Argo观测网,可以说是海洋观测史上一次革命性的进展,它首次让科学家在自己的办公室就可以知道全球海洋上2000米正在发生的变化。Argo观测网计划在全球布放4000个左右的浮标,目前已基本实现,大部分来自发达国家,我们国家目前的贡献大约在100个左右,这与一个大国的地位和身份很不相称。

现在的Argo浮标只能观测到海洋的上2000米,国际上正在酝酿第二轮Argo计划,向2000米以下的深海沿拓。目前美国、日本、法国等正在大力研发深海Argo浮标技术,以占领新一轮深海竞争的制高点。作为一个负责任、有担当的大国,在新一轮深海Argo观测大计划中,我们应该怎么办?这不仅是挑战,更是一次难得的机遇,是我国深海大洋研究实现跨越式发展,抢占制高点的契机。把2000米以下的深海大洋变成“透明”,揭开深海大洋的神秘面纱,让我们对深海环境、深海生物圈、资源等有很好的认知和把握。

在相当长的一段时间,西北太平洋关系到我们国家的海洋核心利益。但是这么多年过去了,这个地区的海洋观测系统一直没有建立起来。我们今天的航天事业发展很迅速,可以飞得很高、很远。现在作为海洋学家,我希望我们也可以飞得很深、很远。我一直有一个梦想,希望能在西太平洋、南海、印度洋构建起支撑我们国家海洋战略的观测系统。作为一个负责任、有担当的大国,我们应

当为全球的海洋可持续发展作出应有的贡献。热带太平洋锚定浮标阵列可以实时把海洋表层和次表层温度、风速等测出来,并通过卫星传到地面,这为ENSO(厄尔尼诺—南方涛动)预报提供了极为重要的资料。但现在,由于缺乏资金维护,有几乎一半的浮标不能工作,西太暖池区的浮标原来由日本布放和维护,但现在由于经费原因,也面临困境。在这个问题上,我们怎么做,需要好好思考和筹划。

如今的海洋观测,实际上不单单是简单的传统仪器,更需要海洋新技术的革命。上半年习近平总书记任在两院院士大会上,讲创新驱动发展的时候提到了“机器人技术”以及“大数据技术”,这两样技术对实现“透明海洋”尤为重要。

与观测同样重要的是预测。马航MH370飞机失踪后,全世界都希望能找到残骸,这可以通过粒子追踪技术,反推失事海区。法航447的搜寻就是一个很好的例子。20世纪全球最快的计算机是日本的“地球模拟器”,是当时的日本政府根据气候学家的意见投资建造的,再后来就是欧洲的“活的地球模拟器”,美国的“蓝基因”计算机,目前全球最快的计算机“天河二号”在中国天津。这些全球最快的计算机很重要的一个用途是用来模拟和预测地球气候系统的变化,而海洋作为地球气候系统的重要组成部分,其模拟和预测需要这些超级计算机的支撑。“透明海洋”的实现离不开超大规模计算机的支撑。

有人问什么是“透明海洋”,是不是原来有污染不透明的海区,通过修复变成透明。当然不是。“透明海洋”是通过复杂的观测和数据预测系统把海洋的状态、过程 and 变化搞清楚。海洋如此之大、之深、之复杂,实现“透明海洋”必须做好规划。

谈“透明海洋”计划的实施

“透明海洋”是一个大科学计划,需要分步骤、有序来进行推进,要从透明陆架海、透明南海,向透明西太平洋—印度洋以及南大洋和两极推进。前几天我在天津大学新成立的海洋科学与技术学院访问交流时,谈到未来发展方向时,我问他们是否能够整合天津的科研力量实现“透明渤海”。环渤海的经济给渤海的生态系统带来巨大的压力,渤海的环境承载力已很有限,“透明渤海”是掌握在人类活动与气候变化双重胁迫下渤海环境与资源变化的关键途径,是科学管理渤海,保持环渤海经济可持续发展的重要保障。

不只是渤海,实际上如果能实现我们国家“透明陆架海”,将对我国东海岸陆架海的可持续开发利用及管理提供重要的支撑。但到目前为止,我国陆架海的长期观测系统以及预测系统很不完善,这种不完善主要体现在学科交叉以及长期连续观测能力上。如黄海冷水团是我国东部陆架海最为突出的一个现象,其温度及空间区域变化对渔业资源影响巨大,但我们尚未形成对这一重要现象的多学科长期连续观测系统,这制约了我们对它变动以及随之产生的渔业资源变化的预测水平。

海洋观测的一个重要任务是要为预测服务。中国海洋大学作为国家的一所战略型大学,不仅要实现“透明陆架海”,更要放宽视野,努力推进“透明西太平洋—南海—印度洋”计划的全面实施。为此我们充分利用青岛作为国家重要海洋研究基地的优势,联合上海交通大学、中国科学院海洋研究所、国家海洋局第一海洋研究所、北京大学等重点涉海科研单位,创立了海洋科学与技术青岛协同创新中心,为实现“透明南海—西太平洋—印度洋”这一重大建设任务,从四个方面进行了战略性的规划。

一是技术突破。在现有观测技术难以支撑国家海洋发展要求的情况下,着重加强深海观测系统关键设备与技术研发,特别是水下浮力平台观测技术,形成核心技术自主产品,提升观测能力,突破国外封锁。二是观测网

拓展。着力提高观测网的时空分辨率,从单一观测拓展为多要素综合观测,形成立体、实时、多学科的观测网。三是理论突破。深入开展西太平洋—南海—印度洋环境、气候、资源的协同研究,力争在海洋环境多尺度变化机理及气候资源效应等方面取得重大原始创新。四是预测构建。逐步有序构建起西太平洋—南海—印度洋气候预测系统以及针对国家具体要求的区域预测系统,即多层次、多学科、多目标的预测体系。

在国家海洋强国建设战略的有力支持下,经过不断地与国际接轨、与海洋科学前沿接轨,“透明海洋”计划的实施取得了一系列的阶段性进展。受观测网建设需求的驱动,一批关键技术迅速发展,形成了海洋科学与技术的良性循环发展机制。初步建成了西太平洋—南海—东印度洋观测系统,深海观测能力快速提升。海洋变化透明机理研究取得突破性进展,近三年来针对全球变暖与西太平洋—南海—印度洋的相互作用研究取得了一批原创性成果,国际影响力不断提升。模式系统的协同发展为预测系统的建立奠定了良好的基础。国际合作大计划的发起使一大批科学家登上了国际领军舞台。2014年10月,中心借中国海洋大学90周年校庆之机在青岛召开了全球海洋峰会,第一次将全球顶尖海洋机构的领导者聚集到一起,共同探讨海洋发展问题,推动了当前已有的海洋观测框架在全球范围内的实施和协同发展,为当前海洋观测体系中各要素的有机整合及实施过程中的机制创新提供了支持;同时,会议展示了诸多当前海洋科学发展中对服务社会需求有重要意义的新的研究领域,将这些新的观测与研究纳入已有的观测体系,不仅能获取更多的数据,加强海洋与气候响应模式的发展,还将增加对已有观测系统的支撑与投入;会议号召全球的科研力量就全球海洋资源的可持续利用问题进行探索和协作,通过建立一个可持续的、综合的全球海洋观测系统,对全球海洋的长期未来发展给予诊断、预测及应对,维护地球系统的可持续发展。此次会议签署的“未来海洋青岛共识”,围绕李克强总理在希腊谈到的中国海洋科学发展观问题,通过国际研究机构的合作,构建和平、和谐、合作关系,将“透明海洋”计划推向了更深远的层次。

谈未来

在系统的规划指导下,“透明海洋”计划的实施取得了卓有成效的进展。“透明海洋”的建设要完成什么目标,下一步的路该如何走?我认为主要是四方面。一是形成一批海洋观测、探测和预测的关键设备的研制技术,带动我国海洋仪器产业的发展。二是构建西太平洋—南海—印度洋观测和预测系统,建成“透明西太平洋—南海—印度洋”,形成支撑海洋科学与国家重大海洋战略需求的能力。三是建立西太平洋—南海—印度洋多尺度能量、物质运输和交换的重大基础理论,形成具有国际水平的海洋环境、资源与气候新的前沿交叉学科体系,引领我国深海科技的发展。四是建立3~5个世界一流的深海研究创新团队,创建培养深海复合型人才的新模式,形成满足海洋科学与技术协同创新需求的人员聘用、人才培养新模式,成为国际海洋领域交流与合作最为活跃的平台之一。

海洋科学传统上包括物理海洋、海洋地质、生物海洋、化学海洋四个学科。但今天海洋科学的发展不仅需要四大学科的深度交叉,而且也需要分子、机器人、通信、纳米、卫星等技术学科的支撑,以及大气、数学、信息、生命、管理等相关学科的融合渗透。只有各学科有效交叉结合,我们才能做好海洋科学研究,满足国家战略发展需求,解决全人类共同的问题。海洋科学的发展,海洋强国建设,每个人都可以找到用武之地,需要我们共同的努力。

“透明海洋”计划应国家海洋强国战略需求提出,是可持续发展的必经之路。希望我的解读能带来更多思考、更多挑战,使“透明海洋”从概念到理论到实践都更加明确。



(了解更多光明讲坛内容,请扫描二维码关注光明讲坛公众微信号。欢迎留言、探讨、推荐。)