

·学科进展与展望·

我国海洋科学“十一五”发展战略与优先资助领域

任建国

(国家自然科学基金委员会地球科学部,北京 100085)

[摘要] 海洋约覆盖了地球表面的 71%,占地球总水量的 98%以上,已成为人类拓展生存空间和争夺经济制高点的希望所在;最具学科交叉和挑战性的海洋将是连接全球科学家的纽带;近海环境恶化已成为全球问题,迫切需要采取措施加以修复和保护;海洋是地球系统的主要组成部分,其作为全球气候的巨大调节器已得到广泛公认;人类环保意识的提高和对海洋资源的迫切需求,呼唤人们加强对海洋生态环境与海洋资源的研究。

[关键词] 海洋科学,“十一五”,发展战略,优先资助领域

1 国际研究进展与发展趋势

20世纪80年代以来,社会发展和科学进步为海洋科学的发展提供了新的机遇,产生了一系列全球性的大型国际海洋研究计划。这些大型研究计划几乎涵盖了海洋科学研究的主要方面。这些大型研究计划分别从应用管理、观测系统和理论基础研究等方面入手,互补互益,共同促进了海洋科学研究的整体发展。

1.1 物理海洋学研究进展

在物理海洋学研究领域,通过“世界大洋环流实验(WOCE)”实现了全球尺度的水文学调查,取得了比历史上观测数据总和还多的资料,开发出新的海洋观测仪器设备,如 SOFA 水下浮标等,为当今的全球 ARGO 漂流浮标系统奠定了基础;“热带海洋全球大气试验计划(TOGA)”1994年结束后建立了业务化的热带海洋大气浮标阵(TAO)观测系统,其测量数据使厄尔尼诺预报更加接近于实际和可能。它们的成功实施和成果为现行的“气候变异与预测研究计划(CLIVAR)”的制定和开始实施奠定了基础。随着1991年全球海洋观测系统计划(GOOS)的产生,气候研究所迫切需要的全球观测系统的海洋部分开始形成。在这期间,物理海洋学所取得的重大进展包括发现了一些重要的科学现象,如新几内亚沿岸潜流、棉兰老潜流、吕宋潜流、Agulhas 潜流等;

改进了 El Nino 预报模式,预报准确度大有提高;特别值得一提的是,人们认识到海洋混合在各种过程中的重要作用,进而发明了可直接测量海洋混合参量的仪器设备,并开展了大量的研究,可望不久的将来会出一些突破性的成果;另外,在热带海气耦合过程、副热带温跃层理论、海洋能量平衡、全球中尺度变化分布的估算、沿岸捕陷波理论与观测、大洋环流路径和变化尺度的认识、底边界层物理、小尺度海洋过程的定量测量及对内波场强度的依赖性等方面也有不少研究进展。

1.2 海洋化学与海洋生物、生态学研究进展

由于海洋中许多化学过程均与生物过程密切相关,海洋生物过程对控制海水组成的颗粒循环及化学物质的内部循环起着举足轻重的作用,因此,海洋生物地球化学已成为现代海洋化学与海洋生物、生态学交叉研究的主要领域。通过一些重大国际研究计划的实施(如 JGOFS, GLOBEC 以及 SOLAS 等),人们认识到多学科交叉的重要性以及海洋生态系统的复杂性。我们已对海洋对大气 CO₂ 的收支过程和量级有了相当深入的认识,对海洋生物过程与碳等生源要素生物地球化学过程之间的相互关系有了较深入的了解;深入探讨了影响海洋碳和其他生源要素输出的机制——物理泵、生物泵和碳酸盐泵,认识到海洋物理过程对生物过程的影响,以及海洋浮游动物在海洋生态系统中的调控作用;通过沉积物捕

本文于 2006 年 11 月 7 日收到。

获器的工作,对颗粒沉降过程及其组分变化已渐清晰,发现有机物质的降解与存储都是有选择性的,沉积物中的有机物质并不一定直接反应了上覆水中的颗粒有机物质的化学性质与组成,并且浮游植物种群的粒径结构对颗粒的形成、沉降及降解均起着重要作用;围绕海洋生物泵的效率以及“铁假说”,继 IronEx、SOIREE 等海洋中尺度受控施铁实验之后,2002 年美国科学家又进行了 SOFeX (South Ocean Fe Experiment) 实验。验证“铁假说”的“海洋施肥”实验在中尺度范围上直接从事海上的“培养”实验,而全球海洋观测计划(GOOS)的全面实施又为海洋化学提供了大范围、长时间观测的平台;此外,微观尺度的观测手段和分析方法的日新月异为海洋化学机制和示踪研究提供了基础。近 20 年来,在全球海洋初级生产力、微型浮游生物、微食物环、碳贮库及其通量、上升流生态系、污染生态与赤潮、生物地球化学循环以及海洋生态机制和动态过程等方面已进行了深入研究,基本形成了全球性生态环境长期监测网络,提出了最大持续产量和剩余生产力理论、新生产力、再生生产力、生物泵、大海洋生态系和生态系统动力学等新概念。海洋生物地球化学过程与生态系统成为近 20 年来地学领域最为庞大、活跃的研究领域,是地球系统科学的核心内容之一,海洋生态系统碳收支已成为研究全球生源要素物质循环的一个焦点。

进入本世纪,国际地圈生物圈计划(IGBP)在其前 15 年全球变化研究基础上开始启动第二阶段科学计划(II)。IGBP I 的研究成果已经深刻地揭示了地球系统所具有的复杂性和相互作用的本质。在海洋方面,认识到深入了解可持续海洋生态系统服务与产出的瓶颈之一是对海洋生态系统功能的知识不足;认识到海洋生态系统生产力的变化与海洋生物地球化学过程密不可分,尤其是海洋中营养与痕量元素的生物地球化学循环。因此,在总结过去 15 年研究成果的基础上,提出了一个新的关于全球海洋系统的科学计划 IMBER(Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research)。该计划针对“全球可持续性”需求的目标,以海洋生物地球化学与生态系统相互作用为其核心内容,在研究内容上强调跨学科和相互作用,在研究方法上调强集成与整合,有望成为今后十年 IGBP 大型核心研究计划。

1.3 海洋地质与地球物理学研究进展

在海洋地质与地球物理领域,1968—1983 年的“深海钻探(DSDP)”和 1985 以来的“大洋钻探

(ODP)”将海洋地质拓展到深海海底,完全改变了海洋地质学的地位和作用。正是深海的科学钻探,克服了地质科学偏重于大陆与浅海的局限性,找到了记录地球四大圈层信息的深海沉积,推动进入了地球系统科学的新阶段。近年来国际海洋地质学研究以更快的速度向前发展。20 世纪 70 年代末期深海热液系统的发现,不仅找到了正在形成中的多金属“活”矿床,而且找到了地球深部与表层相互联系的渠道;热液系统不但支持着与光合作用无关和依靠硫细菌化合作用能量的“黑暗食物链”,而且通过热液循环将上地幔的元素输向大洋,在地质时间尺度上改变着地球的表面系统;海底天然气水合物释出事件、气候突变的高分辨率深海记录、以及独立于冰盖消长的碳循环事件等的发现,使得我们日益接近地球气候系统演变的谜底;数千米深海底的地层中,发现广泛存在的古菌与细菌组成的“深部生物圈”,这种微生物在极端条件下生活了数十、数百万年,其生物量至少占全球生物量的十分之一。这些不靠形态多样性而靠新陈代谢多样性分类的原核生物,在地层深处的成岩过程到高温的火山玄武岩中无所不在,它们的发现极大地扩展了地球上生物圈的范围,使得地球科学与生命科学在微生物和生物地球化学的层面上形成了新的交叉点。新启动的综合大洋钻探计划(IODP)以“地球系统科学”思想为指导,计划打穿大洋壳,揭示地震机理,查明深部生物圈和天然气水合物,理解极端气候和快速气候变化的过程,为国际学术界构筑起新世纪地球系统科学研究的平台。与 DSDP 和 ODP 相比,IODP 的规模要大的多,学术目标也更为雄伟。

另一方面,技术进步允许在洋底深处设置井底地球物理监测站,直接观测板块俯冲的微小动静;已经有井下的观测系统对“洋底下面的大洋”,即俯冲带中的液体动态进行追踪监测;由破冰船配合的多平台北极深海钻探于 2004 年 8 月正式实施;美、加联合在东北太平洋建设的“海王星(NEPTUNE)计划”,将采用最新技术,在海底和钻孔内安置仪器,利用三千公里光缆,将上千个海底观测设备联网,预计 2007 年后可以实时向陆上传送观测信息。海底长期观测网的建立将促使观测、采样进入到长期、系统、实时的新阶段。

1.4 海洋科学研究的发展趋势

海洋科学研究近年来取得的巨大进展,加深了人类对海洋以及地球各部分之间的有机联系的认识,为逐步建立地球系统变化的整体观打下了一定

的基础。在这样的背景下,世界发达国家以及相关的国际组织纷纷组织力量开展海洋科学优先发展领域的研究,并制定了相应的发展战略规划。最具代表性的是美国基金会海洋学处组织编写的“新千年海洋科学”和联合国教科文海委会(IOC)、国际海洋研究科学委员会(SCOR)和国际环境问题科学委员会(SCOPE)等国际组织委托编写的专著“海洋2020——科学、趋势和可持续挑战”。他们在总结以往研究的基础上,提出了海洋科学12个优先发展领域:卫星遥感,包括与海洋生物和化学现场观测新方法的结合;信息革命与海洋科学;全球化建模能力,包括实时数据同化与共享;功能生物多样性;全球气候变化及其对海洋生态系统的影响;倾废与可持续生态系统;深海海底生物圈;陆海界面及近海生态系统;海洋多学科交叉与整合;社会参与与海洋管理;渔业及生态系统水平的管理;海洋科学与技术能力建设等。可以看出,对于未来海洋科学的发展,特别关注新研究领域与多学科整合、可持续发展及新技术应用,而这些方面又皆与地球系统科学的研究有密切联系。

海洋科学研究的发展趋势表现为:

- (1) 海洋科学的发展趋向于多学科交叉、渗透和综合;
- (2) 海洋科学的研究重点趋向于环境、气候及海洋可持续发展等重大问题;
- (3) 海洋科学的研究趋向于全球化和国际化;
- (4) 海洋科学的研究手段不断采用高新技术,并趋向于全覆盖、立体化、自动化和信息化;

2 我国研究现状与成果

2.1 物理海洋学

近年来我国学者继续围绕中国近海环流动力学主要分量开展深入的调查和研究。在黄海夏季冷水团及其环流结构,黄海春季中层冷水分布,东海沿岸上升流、黄东海水交换、黄海暖流的起源,东海黑潮流速三维结构、黑潮的不稳定性等方面取得了新的研究进展;在南海的工作主要集中在南海海盆尺度季节性环流及中尺度涡旋、上层海洋年际变化及环流动力调整、南海域际水交换、中深层环流、混合层和温跃层等方面;另外,我国学者在海洋垂直混合过程的研究上也取得了显著的进展。通过多年深入研究,对我国近海海洋动力环境整体上的描述和部分海域的一些海洋现象及变化规律的认识在不断提高。

上世纪80年代,中国的海洋环流与海气相互作用研究开始从中国近海进入了大洋。组织了多次大规模热带西太平洋环流与海气相互作用调查研究,参与TOGA、TOGA-COARE、WOCE、CLIVAR等大型国际前沿研究项目,取得了大批科学数据和一些重要科学发现(如发现“棉兰老潜流”等),特别是承担了TOGA-COARE核心观测区实验任务,为这项多国合作计划的圆满完成起到关键作用,在该研究领域取得了一定的国际学术地位。我国大洋环流研究主要集中在太平洋西边界流方面,在热带西太平洋环流主要分量的季节变化、大洋西边界潜流结构和机理、台湾/琉球以东黑潮流速/流量诊断计算等方面有显著的进展。海气相互作用的研究则主要集中在热带太平洋季节内-年-年际变化、ENSO过程及其气候效应、东亚季风与ENSO相互作用、太平洋年代变化、以及北太平洋和印度洋海气相互作用等。近年来,我国物理海洋研究除了“973”项目以外,基本上是分散的。由于缺乏系统的、长期的物理海洋学科学研究计划,很难推动该领域一些重大科学问题的解决,这一点值得深思。

2.2 海洋化学与海洋生物、生态学

海洋化学与海洋生物生态学领域的最大特点在于紧密与国际接轨,启动了不少IGBP框架下的中国研究计划,如JGOFS, GLOBEC, LOICZ, GEOHAB等,其中的研究内容涉及海洋化学、海洋生态学、生物海洋学、生物资源可持续利用研究等。通过这些研究计划的实施,持续开展了陆架边缘海通量研究,估算了东海吸收大气CO₂的能力,得出东海是大气CO₂汇区的初步结论;在长江、黄河和珠江口及邻近陆架海域开展了物质运输、营养盐循环和初级生产力等方面的工作;在渤、黄、东海开展了生态系统动力学与生物资源可持续利用等方面的研究,在海洋生态系统过程与机制研究上取得了明显的进展,例如对我国黄东海浮游动物优势种中华哲水蚤的种群动力学研究和对近海营养物质循环的研究等都取得了受到国际赞许的成果。我国科学家对IMBER计划的发展,都做出了快速反应并积极介入,有7位大陆科学家和4位台湾科学家不约而同地参加了OCEAN巴黎会议。之后,CNC-IGBP/GLOBEC工作组组织有关专家多次研讨国际IMBER发展动向和中国的相关研究,针对如何在可持续生态系统的前提下,开展海洋生物地球化学过程与食物网相互作用研究的瓶颈、热点等问题进行讨论。目前正在制定和申请国际上第一个IMBER国家研究计划

——“海洋生物地球化学循环与海洋食物产出”。

2.3 海洋地质与地球物理学

我国的海洋地质科学已经开始走向深海大洋,实施了太平洋海底资源的“大洋专项”、南大洋和北极的考察、西太平洋环境调查、天然气水合物专项,以及建造载人深潜器等。我国在海洋技术和调查上的投入已经空前增大,也取得了重要进展。国家中长期科学和发展规划战略研究也已经明确将海底资源勘探与研究列为海洋科技的三个“优先主题”之一。1998年我国作为“参与成员国”加入大洋钻探计划,1999年实现了中国海首次大洋钻探——南海 ODP 184 航次,使我国进入国际深海基础研究的前沿。南海大洋钻探的成功,也带动了我国海洋地质学研究队伍和基地的建设,并大大增强了我国在该领域的国际地位。大洋钻探也促进了深海资源勘探中的基础研究,如我国天然气水合物的项目便是利用南海航次开展研究。同时,我国也已经或正在加入与大洋钻探密切相关的其他国际计划。以深海晚第四纪古环境研究为对象的“国际海洋古全球变化 IMAGES 计划”,我国是其创始成员之一,多年来始终积极参加航次和交流活动;以深海热液作用为重点的国际大洋中脊 InterRidge 计划,我国已作为通讯成员加入;以洋、陆交界海区为目标的“国际大陆边缘 InterMargin 计划”处在创建阶段,我国也已参加了其活动。

我国的海洋科学研究在物理海洋学、海洋生物学、海洋地质与地球物理学、海洋化学等基础研究方面有了长足的发展,有些领域的研究工作具有较高的研究水平,例如:海浪谱和数值预报、陆架环流理论、海浪和潮汐潮流的预报、风暴潮数值预报模型、海冰数值预报、古海洋学、海洋沉积学、近海生物地球化学、近海生态系统动力学、人工养殖海带及对虾增殖、扇贝引种驯化、藻类蛋白提取技术等方面的研究皆处于国际研究的前沿。

我国的海洋科学研究已引起了国际世界的重视,许多国际海洋科学组织中都有我国科学家,有的甚至在其中担任要职,如 IOC 的前主席和 SCOR 的副主席皆为中国科学家,而 IGBP 也曾有中国海洋科学家任其科学委员会委员。现在,我国海洋科学的研究区域从以前的以近海为主,逐步地向深海大洋和极地海域扩展,研究的内容也紧紧围绕着资源、环境和气候等这些当今世界的热点问题。

3 制约中国海洋学发展的瓶径问题

(1) 研究思路不够开阔。目前为止,我国的多数

研究只是跟踪国际计划和国际研究思路,尚提不出具有全球意义的科学问题,缺乏前瞻性的科学思想;我国的海洋学研究往往就事论事,局限于地区性、至多区域性的选题而很少考虑其在全球问题中的意义;总是以“近岸沿海”为主,忽视深海大洋,与国际上的发展不合拍,也不再适应国家发展的需求。

(2) 公用考察船问题已成为制约海洋科学发展的重要因素之一。利用海洋调查船到海上获取第一手资料是进行海洋科学研究的基础,我委资助的面上和重点基金项目在实施过程中无力单独组织出海考察,阻碍了基金项目高水平成果的产出,长此下去必将严重阻碍我国海洋科学的发展。

(3) 现场调查手段落后、海上工作平台欠佳、分析方法不能与国际接轨,质量控制欠严谨、海洋基础数据几乎不能共享。这导致了可资利用的高质量数据太少,长时间序列高水平观测数据更是严重缺乏。我们缺乏原创性的研究,其根本原因之一可能在于缺乏支持学术思想和研究水平提升的高质量数据基础。

(4) 学科的交叉、渗透与综合不够;研究思路相对单一,缺乏系统性,涉及机理的研究很少,也缺少数值模拟和专题实验的结合,因而很难提升理论研究的高度。

(5) 我国的海洋科学研究缺少长远的国家计划,高水平的团队不多,很难在国家层面上部署,组成“国家队”参与国际竞争。结合国家战略需求和国际海洋科学的发展趋势,设置目标导向性的大型研究计划和项目群,鼓励地球科学、生命科学和技术科学中有关科学家加入海洋科学研究,组织高水平的学术团队。

(6) 我国缺乏军民结合、寓军于民的海洋环境研究体制,军民兼用的海洋环境保护业务体系尚未建立;我国海洋科学大型计划之间的衔接不够,科技计划与各种海洋事业发展计划缺乏协调;各部门也缺乏必要的协调,影响海洋科技全面发展。

4 中国海洋科学近期寻求突破的关键科学领域、科学问题

中国近期海洋科学的发展,必须紧紧围绕气候、资源、环境和灾害等与人类生存与发展密切相关的重大问题和国际海洋科学前沿问题,要立足近海,面向深海大洋和极地海域。为此,中国近期海洋科学重点发展方向的确定要把握以下几个切入点:

(1) 全球变化为海洋科学发展提供了很好的机

遇,结合全球与我国的气候变化和近海环境生态演变问题,研究的角度要从区域扩展到全球,实施“从近海转向大洋”的战略延伸;

(2) 中国近海关键海洋过程研究是解决近海环境生态问题的基础,为资源环境服务、满足国家需求也是其发展的一个强大动力;

(3) 深海研究是当今海洋科学研究的前沿之一,开展深海研究可以大大提高我国地球科学的整体研究水平,而且也将带动其他相应科学技术领域的发展,同时也是确立我国科技大国地位的保证和实现我国经济可持续发展的重要基础;

(4) 紧密围绕海洋科学自身的发展需求,提出前瞻性科学问题。

针对以上重点发展方向,近期中国海洋科学寻求突破的关键科学领域和科学问题为:

4.1 西太平洋、东印度洋与青藏高原的海-陆-气相互作用及其对东亚气候变化的影响

我国属典型的季风气候,降水主要受夏季风的影响,而季风的变化又在很大程度上受太平洋-印度洋暖池与青藏高原组成的“大三角”之间的海-陆-气相互作用的控制。

西太平洋-东印度洋暖池是世界上驱动大气环流的最大热源之一,也是东亚季风、南亚季风和澳大利亚季风的结合部。西太平洋-印度洋在该海域有多处水道相连,水交换与环流间的相互作用非常活跃,全球热盐环流中的印度尼西亚贯通流也流经此处。因此,西太平洋和东印度洋在暖池动力学、海洋环流动力学和季风动力学上都应视为一个整体,对理解全球气候系统以及我国气候变异都有重要作用。西太平洋-南海-东印度洋环流及海气相互作用的研究及其变化的预测既是我国气候预测的迫切需要,又是国际上一个相对薄弱的研究领域。

西太平洋边缘海处在世界最大的大陆和最大的大洋之间,是太平洋和亚洲大陆之间海陆相互作用最为强烈、物质和能量交换最强的地方,对东亚气候环境影响非常大。西部边界流是否进入边缘海处成为冰期旋回的两大环境格局。要了解西太平洋边界流对气候环境的影响,仅研究其现代的动力过程还不够,还要了解西太平洋边界流在地质历史上的演化和变动,只有将现代过程的实测和地质记录的解释相结合、将数值模拟与分析数据相结合,才能为我国气候环境的长期预测提供重要的科学依据,为理解全球气候环境变化的规律做出贡献。

新生代东亚及相邻海区的宏观环境格局发生了

重大变化,表现为以青藏高原隆升和西太平洋边缘海形成标志的地形格局的演化和以亚洲季风系统建立为特点的气候环境格局的演化,从早期的西倾地形变为现今的东倾地形,被认为可能是诱发亚洲乃至全球气候环境格局总体改变的原因之一,因而也是当今国际地球科学界竞相探索的“构造-气候”关系的主题。海陆结合,通过沉积物开展从内陆到深海“从源到汇”的研究,探索山区隆升剥蚀、大陆风化、河流搬运到海底沉积的系统过程,研究我国新生代地形倒转及其气候环境后果,寻求构造抬升-气候演变-物源区物源供给之间的关系。

因而,以海洋在气候演变中的作用为主线,以太平洋-印度洋暖池与青藏高原组成的“大三角”为研究对象,从西太平洋-东印度洋暖池海洋不同时间尺度变异入手,通过海-气相互作用、海陆相互作用以及边缘海沉积记录研究,阐明西太平洋-东印度洋海域对东亚海洋-陆地-大气耦合系统的贡献,为建立和完善我国气候预测体系奠定坚实的海洋学基础,提升中国在国际海洋与气候前沿领域的学术地位。

对于该研究领域,其关键科学问题是:

(1) 太平洋-东印度洋暖池动力、热力学变异特征及其对东亚和我国气候变化的影响

(2) 太平洋环流多时间尺度变化及其在暖池形成、演化和气候变化中的作用;

(3) 西太平洋-东印度洋-青藏高原区海陆气耦合系统的变异及其影响亚洲季风和我国气候的过程与机理;

(4) 洲形变与气候环境演化的海陆对比。

4.2 海洋生态系统与生物地球化学过程

研究与地球系统和全球变化紧密联系的海洋生物地球化学循环,寻求气候和人文驱动的海洋生物地球化学过程对海洋生态系统(结构、功能、多样性、稳定性和生产力)的影响已成为当今国际海洋科学研究的前沿之一。海洋食物网的动态变化与海洋生物地球化学循环密不可分,营养盐分布格局的变化会影响到海洋生态系统结构与功能的变化,而后者的变化又能够影响到营养盐格局的变化,二者之间是一种动态的、相互作用的关系。在整个海洋生态研究中,海洋生物生产过程是整个生态系统能流与物流转移的驱动力,既影响到生物资源的数量变动,也影响到物质通量的变化,而其本身又受到物理过程和化学过程的驱动与制约。因此,开展海洋生态系统与生物地球化学过程的研究是深入认识可持续生态系统服务与产出的重要途径,是在全球变化和地球

系统科学框架下开展海洋整合研究的重要内容。

结合我国的特点与国家需求,立足于我国陆架边缘海,重点研讨与地球系统和全球变化紧密联系的海洋生物地球化学循环和海洋食物网及其相互作用,深入探讨在气候和人文驱动影响下海洋生态系统的可持续性(结构、功能、多样性、稳定性和生产力)。

对于该研究领域,其关键科学问题是:

- (1) 陆架边缘海生源要素的转换与生态系统变动的耦合关系;
- (2) 海洋中元素的生物地球化学循环与古海洋环境和生态系统的替代指标;
- (3) 人类活动对近海生物地球化学循环和海洋生态系统的影响;
- (4) 海洋生物地球化学循环与食物网的相互作用及海洋生物资源变化规律;
- (5) 典型海洋生态系统中的关键生理、生态过程系统性的比较性研究;
- (6) 层水体与底泥间物质循环、生物过程、生物地球化学过程以及动力学;
- (7) 海洋生物对海洋环境变异的响应;
- (8) 生态过程与物理过程相互作用。

4.3 近海海洋过程与生态环境变异

我国拥有世界最宽广、生产力最高的陆架海,经受着东亚季风的强烈作用,与黑潮发生直接的相互作用,同时又有长江、黄河、珠江等世界著名的高浑浊大型河流每年挟带大量陆源物质入海。我国流域大坝的数量位居世界第一,而农药和化肥的使用量也是世界之最,流域的一切人类活动通过河流影响和制约着近海生态环境的变化,引起了一系列严重的环境和生态问题。近年来,流域入海泥沙锐减,三角洲海岸侵蚀加剧,沿海土地资源破坏性丧失,具有重要生态功能的滨海湿地减少约50%,海堤防御能力降低,风暴潮灾害加重;流域污染物排海量剧增,以致近海环境恶化,赤潮频发,海岸带生态系统受损,生物多样性减少,生物资源再生产力和食物安全受到严重影响。

中国近海水域呈现高浑浊度及特有的底质特征,陆源水系与近海环流系统发生较强的相互作用,各种物理、化学、地质、生物过程相互作用,产生了许多具有重要科学意义的、我国特有的海洋现象。针对这些现象进行物理、化学、生物、地质方面的跨学科研究,揭示这些关键海洋过程的内在机制及变化规律,不仅可以推动我国海洋科学的发展,也将使我国在国际海洋学界占据重要位置。同时,对于认识

全球气候环境变化和人类社会的可持续发展也具有十分重要的意义。

对于该研究领域,其关键科学问题是:

- (1) 陆架环流动力学过程及其对全球变化的响应;
- (2) 物质的跨陆架输运、迁移及与大洋之间的交换过程和制约;
- (3) 陆海相互作用下的河口海岸过程及其环境效应;
- (4) 中国邻近海域营养盐水平、结构演变以及生态系统对其的响应;
- (5) 生源要素在海气、海底、河海界面的交换机制;
- (6) 水体富营养化的机理和评价方法、赤潮形成和调控机制。

4.4 深海大洋环境与资源

水深超过2000米的深海,约占海洋总面积的90.3%,是海洋的主体部分。目前,仍有95%深海大洋处于研究空白和待开发状态,深海是地球上尚待开发的最后疆域。

近年来的新发现大大地改变了以往人类对深海功能和作用的理解:深海海底以下数千米深部仍然有大量微生物生存,这种“深部生物圈”估计占全球生物量的1/10至1/2;大洋中脊和其他海区(如冲绳海槽),又发现有深海热液喷出,形成金属成矿,滋养独特的热液“黑暗生物链”;陆坡海底下面发现的天然气水合物,既是新世纪潜在的能源,又是全球环境演变和海底不稳定性的的重要因素;海底下面还发现有巨大的水流系统,联系着地球的深部与表层;深海不仅可为社会可持续发展丰富的潜在资源,而且其变化对全球气候变化有着直接的影响,正确预测全球气候和环境变化都离不开对深海的认知。

深海是理解当前地球系统科学的关键和薄弱环节。以深海为对象的多学科综合研究,不仅是当前国际科学界的一个重要学术前沿,而且也是维护国家权益、保障海上军事活动安全的战略需要。深海和远洋是一个国家领土的战略延伸和前沿,面积更为辽阔的深海大洋也应是中国经济和科技的舞台。

21世纪初期我国的海洋科技在以近海海域研究作为重点的同时,要加强深海大洋研究。目前我国只是在海洋古环境方面具有一定优势,应当在其优先发展的同时逐步拓宽研究范围,大力推进深海热液系统、深部生物圈等方面的研究,早日形成一支深海研究队伍。

对于该研究领域,其关键科学问题是:

- (1) 深海环境变化与地球环境预测;
- (2) 海洋固态圈层动力条件变化对海洋环境的影响;
- (3) 现代海底热液系统与多金属成矿作用;
- (4) 深海极端环境与深部生物圈;
- (5) 深海天然气水合物的形成机理及其资源环境效应;

4.5 其他重要的问题

- (1) 大洋碳循环与热带驱动;
- (2) 海洋生态系统与海洋生物多样性;
- (3) 海洋观测、分析新技术和方法及其国际比

对研究;

- (4) 业务化海洋学基本理论以及海洋资料同化技术;
- (5) 西太平洋大陆边缘岩石圈演化与震源带;

致谢 该报告是在科学处近年来组织召开的一系列分支学科发展战略研讨会的基础上编写的,是海洋界科学家辛勤劳动的结晶。王凡、魏皓、翦知潜、戴民汉、孙松、初凤友提供了有关资料,王辉、孙效功等协助进行了报告的编写。海洋学科评审组专家以及胡敦欣院士、董兆乾、钱培元、吴德星、赵进平、王东晓、乔方利、宋金明、张占海等审阅了报告初稿并提出详细的修改意见,在此一并致谢!

DEVELOPMENTAL STRATEGY AND FUNDING PREFERENCES OF "THE ELEVENTH FIVE-YEAR PLAN" OF OCEANOGRAPHY IN CHINA

Ren Jianguo

(Department of Earth Sciences, NSFC, Beijing 100085)

Abstract Ocean covers 71% of the surface of the earth and the water-content of ocean is over 98% of the whole water of the earth. People look forward to ocean for expansion of existing space and contesting for the economical commanding height. Oceanography, which is a challenging and intercrossing subject, will be the ligament to link the scientists all over world. Degeneration of the offshore environment and exhaustion of the ocean resources, which have been the serious global questions, are urgent for people to take methods to repair and protect the sea. Ocean has been recognized widely as the main constituent of the earth ecosystem and the climate adjuster of the world. With the enhancement of environmental protection intention of people and the urgent request for the resources of the sea, it calls for people to strengthen the research on the ecology and the recourses of ocean.

Key words oceanography, "The Eleventh Five-year Plan", developmental strategy, funding preferences

·资料·信息·

5.51 亿年前的动物胚胎细胞和亚细胞结构研究取得新突破

近日,国际著名刊物 Science 发表了关于中国贵州瓮安生物群的最新科研成果——“新元古代动物胚胎的细胞和亚细胞结构”。这项成果采用光学显微镜、扫描电子显微镜和透射电子显微镜等研究手段,特别是利用了 X-射线断层扫描摄影(X-ray computed tomography)这一最新技术,对产自中国贵州瓮安距今约 5.51 亿年前的磷酸盐化动物胚胎化石进行了深入研究,揭示了胚胎细胞中的肾形亚细胞结构可能代表了细胞核、纺锤体或其他细胞器,而胚胎细胞中分散的球状体结构可能代表了一些有膜包裹的细胞质泡、脂质或卵黄粒。同时,利用传统的技

术手段,我们不可能数清超过 8 细胞阶段的胚胎化石的细胞个数,而新技术手段的应用使这项工作变得非常简单。需要特别值得提出的是,这项成果是由来自美国、英国、瑞典、澳大利亚、中国和瑞士 6 个国家的 15 位科学家共同完成的,是古生物学研究领域国际合作的又一结晶。

地质科学院地质研究所尹崇玉研究员、中科院南京地质古生物所的周传明、袁训来研究员参加了该项研究工作。

(地球科学部 刘羽 姚玉鹏 供稿)