

西太平洋

——我国深海科学研究的优先战略选区

秦蕴珊 尹宏

摘要: 西太平洋是我国实施由浅海向深海发展战略的必经之地。从国家需求的角度来看,西太平洋海底资源丰富、海洋环境复杂,是维护国家权益的焦点、保障国防安全的屏障;从科学前沿的角度来看,西太平洋发育有独特的沟弧盆构造体系和弧后盆地热液系统,存有海地板块运动的遗迹和众多海山生态系统,更是“大洋传送带”冷暖水系的转换区。科学有序地进入西太平洋深海研究领域,通过10年左右的探索与研究,实现我国深海科学研究的突破。

关键词: 西太平洋;海洋科学;深海研究;发展战略;中国

1 引言

深海以其广阔的空间、丰富的资源和特殊的政治地位日益成为各国关注的重要战略区域。深海研究不仅支撑着国家发展的战略需求,还同时孕育着地球系统科学新的理论革命。20世纪后半叶,深海科学研究的突破性进展对地球系统科学的发展影响深远。其中,板块构造理论的确立^[1, 2]、气候变化周期的发现与古海洋学的建立^[3, 4]、深海热液活动和深部生物圈的发现^[5, 6]、大洋环流理论的提出^[7]等,都对地球系统科学的发展产生了革命性的影响。21世纪深海研究继续保持着海洋科学的前沿地位,并有可能在海洋各圈层相互作用关系与过程机理、海洋极端环境与深部生物圈、地球深部动力过程与岩石圈演化等方面孕育着新的重大理论突破。

我国濒临西太平洋,西太平洋及其邻近海域是我国国家需求极为迫切的关键区域。中新世以来中国东部大陆的构造活动和矿产资源分布、边缘海的形成演化与油气盆地的形成、地震的发

生等都与西太平洋海底板块俯冲密切相关^[8-10];西太平洋活跃的构造和流体活动对地球环境变化产生重要影响,并塑造了特殊的深海生态系统,这些弧后盆地的海底热液活动区与广泛发育的海山系,使我国科学家可以凭借得天独厚的地理区位优势,将其作为取得海洋科学理论突破和国家探寻海洋战略资源的天然实验场。

可见,西太平洋及其邻近海域不但与我国海洋权益和资源开发等国家需求密切相关,也是我国实施由浅海向深海发展战略和实现海洋强国战略的必经之地。在该区典型海域进行系统的深海科学探索与研究,将在我国地球科学、生命科学以及环境科学等多方面取得重要突破性进展,并带动相关高新技术及产业的发展。

2 西太平洋存在重大国家需求

2.1 西太平洋是海底资源的宝库

西太平洋是现今地球上超巨型俯冲

带发育区,从北太平洋的阿留申海沟,向南过西太平洋的日本海沟、马里亚纳海沟,并一直延伸到南太平洋新西兰南部的普伊斯科(Puysegur)海沟,贯穿南北。由于西太平洋的板块俯冲作用,在西太平洋边缘向陆一侧发育了占全球70%的海沟-岛弧-弧后盆地(沟弧盆)系统,向洋一侧发育广阔的深海盆地和密集分布的海山群。西太平洋这种独特的地质构造格局和地理环境孕育着种类丰富、储量巨大的海底资源。鄂霍次克海、日本海、中国东海及南海等蕴藏着大量的含油气盆地和天然气水合物资源;冲绳海槽、马里亚纳海槽、马努斯海盆及北斐济海盆等发现正在活动的海底热液系统和巨型热液硫化物矿床,堆积了巨量的多金属沉积;浩瀚的菲律宾海盆和西太平洋星罗棋布的海山发育了丰富的铁锰结核和富钴结壳资源。这些海底资源是我国国家发展最具潜力的战略储备资源。此外,西太平洋海区极为发育的热液系统和海山系统中还培育了特殊的生态系统和生物群落,可提供

独特的深海基因和酶资源，在医疗、化工等领域具有广泛的应用前景。

2.2 西太平洋是维护国家权益的焦点

西太平洋丰富的海底资源使海域内、外大陆架之争成为维护国家根本权益的迫切问题。《联合国海洋法公约》自1994年生效以来，我国在管辖海域划界和维护海洋权益方面面临的形势十分严峻，在我国主张的300万 km^2 管辖海域中，有120万 km^2 与周边国家存在争议。在东海，我国与日本在海域划界问题上存在巨大分歧，争议海域面积达30万 km^2 ；在南海，我国同越南、菲律宾、马来西亚、文莱在南沙群岛全部或部分主权归属问题上有严重争端，主张管辖海域面积的70%存在争议。在菲律宾海，冲之鸟礁的中日之争烽烟再起。日本2008年11月以冲之鸟礁为由，向联合国大陆架界限委员会提出太平洋大陆架延伸申请。一旦申请获准，日本将获得冲之鸟礁周边超过40万 km^2 的海洋专属经济区，其海底大陆架面积可增至相当于其陆地面积2倍的74万 km^2 进而享有海洋资源的开采权。中国则认为冲之鸟礁是“礁”，而非日本辩称的“岛”，不能供人类居住，也无法维持经济生活，日本设定大陆架没有任何根据。在这些争议中，相关国家须向大陆架界限委员会提供科学资料，其精度、可靠性和科学释义以及是否符合《海洋法公约》的规定成为维护国家权益的关键；只有掌握了充分的科学依据，才能使我国在维护国家权益的国际谈判中处于主动地位。

2.3 西太平洋是国防安全的屏障

位于第一岛链和第二岛链海域之间的西太平洋海域，战略地位十分重要，历来是全球军事活动最敏感的区域之一。有的国家已将60%的弹道导弹核潜艇、60%的攻击性潜艇、超过一半的

航空母舰编队都转移到了亚太地区，其军舰、战机长期在临近我国的西太平洋海域、空域飞行侦察，对我国安全构成重大威胁。因此，突破西太平洋第一岛链已成为捍卫国家海洋安全最重要的战略布局。详细的海底地形地貌特征、重力场、磁力场、水声声学环境参数及海底声学物理参数等是舰艇巡戈、潜伏、进攻、通讯、对抗、反击时必需了解的海洋背景参数，尤其是作为水与沉积物界面的海底浅表层，对于声传播过程中反射、散射和损失具有直接影响。温家宝总理在2010年政府工作报告中明确指出，国防和军队现代化建设要以增强打赢信息化条件下局部战争能力为核心；著名军事专家、海军少将尹卓认为，局部战争最大可能发生的区域就在海上。在未来的海战中，要确保我军能够正确评估作战态势、制定作战方案、发挥武器装备的最佳效能、进而掌握作战的主动权，须及时开展未来作战海区海底综合参数的调查研究，这已成为十分迫切的战略任务。

3 西太平洋蕴藏着重大地球系统科学问题

3.1 西太平洋构造体系在全球板块构造理论中占有独特地位

西太平洋是全球最著名的汇聚板块边缘之一，发育着全球最老的洋壳（1.8亿年）和地球上最年轻、最壮观的海沟—岛弧—弧后盆地体系，是全球唯一可以同时观察到板块消减与增生的区域。近年来，越来越多的地球科学问题集中在汇聚板块边缘^[11]，如板块构造动力学、地震的孕震机制、壳幔物质相互作用、大陆增生模式和海底流体活动等。许多大型研究计划，如国际大陆边缘计划、俯冲带构造细节计划、地震带实验以及大洋钻探计划等都将西太平

洋作为最重要的研究靶区^[12]。在西太平洋构造体系研究中的核心科学问题是56Ma以来菲律宾板块俯冲方向和残留洋脊俯冲的过程和机制问题。解决了这些科学问题就像拿到一把钥匙，不但可以打开西太平洋岩石圈演化史的大门，还可以为中国东部新生代的矿床分布规律和岩浆活动、岩石圈减薄、郯庐断裂带的活动、中国边缘海和沉积盆地的形成与演化等提供新的视角。

3.2 西太平洋弧后盆地热液系统——独具特色的海底热液活动

海底热液活动是20世纪70年代末期海洋地质领域的重大发现，与其相关的重大资源问题、环境效应问题和非光合作用的“黑暗食物链”等生命过程已成为近半个世纪以来海洋科学研究的焦点。作为有机世界与无机世界的结合点，海底热液系统与其系统内存在的极端生命现象是研究地圈、生物圈、水圈等各圈层之间的物质交换和相互作用的最佳对象。许多科学家预言，深海极端环境与生命过程的研究将是继板块理论之后又一全新的重大理论突破。因此，海底热液活动研究是国际许多重大研究计划的核心研究内容，成为极富挑战性且前景诱人的科学研究领域，是美国、欧盟、日本、加拿大和澳大利亚等国未来十年、十五年海洋科学发展的一个重要方向。国际上对深海热液系统的研究主要集中在大洋中脊区域，如东太平洋海隆、大西洋中脊等，对西太平洋弧后盆地热液系统研究的广度相对薄弱。然而，不论是从地质构造背景和岩浆活动等深部过程的角度，还是从环境效应和生态系统的角度看，西太平洋弧后盆地热液系统与大洋中脊的热液系统相比，存在明显差异，具有显著的特殊性^[13]。因此，西太平洋弧后盆地热液系统研究的核心科学问题就是回答它们与大洋中

脊相比其典型特征在哪里?演化机制如何?不同区位的弧后热液系统之间有什么关联?

3.3 西太平洋海山系—海底板块运动的遗迹和深海大洋中“与世隔绝”的生态系统

广袤的深海平原上分布着雄伟的海山,由于绝大多数的海山是地幔柱和板块运动的产物,因此往往形成一个由老到新的火山链(如夏威夷—帝王海岭),成为海底扩张和板块运动理论的有力证据^[14]。受海山地形的影响,在海山上方形形成一个特殊的环流系统—泰勒柱^[15],泰勒柱将大洋深部的营养物质带入透光带,使这里成为一个高生产力区域,是远洋渔场探索的重点靶区。受流场和地形的制约,海山区域形成了特殊的生物地球化学元素环境并发育着独特的海山生物物种。因此,对海山系统的研究成为海洋科学又一热点^[16],并形成了系统的国际海山研究计划。尽管如此,人类对海山的认识还是相当肤浅,在全球洋底分布的30000多座相对高度超过1000m的海山中,人类探索过的海山仅有324座。西太平洋是全球海山分布最密集的区域,分布着夏威夷—帝王海岭、麦洋伦海岭、卡罗林海岭、翁通—爪哇海台等著名的海底山脉。这些海山系统记录了中生代以来太平洋板块演化重大历史事件,承载着丰富的轨道尺度及亚轨道尺度古海洋环境演化信息,孕育着特殊的海山生态环境。西太平洋典型海山基底的结构构造、形成年代和漂移轨迹、海山沉积物和环流系统、生物群落组成和生态系统是其中的核心问题。通过对这些科学问题全方位的深入探求,将为中生代以来中国东部及其边缘海重大地质事件提供新的线索,同时为我国深海生物和基因资源的开发利用开辟新的通道。

3.4 西太平洋洋流—“大洋传送带”冷、暖水系的转换区

全球大洋90%的水体受温盐环流影响,其经向热输送对局地 and 全球气候变化有明显影响,有关研究成果也被西方舆论界称为20世纪的科技新发现之一。而作为经向倒转环流的一部分,深水环流是各洋盆间热量、营养和溶解气体分布的一个关键控制因素,其在全球气候变化中的作用不容忽视。同时,约占全球海水体积30%的深层水团是气候变化的重要“缓冲器”,海底藏冷效应使得大洋底层水成为一个巨大“冷源”,且大洋底层的化学组成控制着大气CO₂的含量变化。近期有研究表明全球变暖与大洋底部温度的增加准确对应,深而冷的海水可能对调解全球气候也起着至关重要的作用^[17]。此外,现代气象与海洋学家也已确认热带西太平洋上层海洋对气候变化影响的时间尺度为2~7年,而对10年以上尺度的气候变化因素应到深海去寻找。西南太平洋是南大洋底层冷水进入太平洋的关键区域,而中北太平洋却是“大洋传送带”底层深水环流的终极点 and 南极深层冷水上翻转为上层暖水的枢纽区。因此,第四纪大洋上层与深部水体古温度变化的耦合关系及其相关的同位素示踪成为西太平洋区域古海洋环境研究的核心。

4 结语

长期以来,我国海洋科学研究主要集中在我国近海(西太平洋边缘海),然而大洋中脊—深海盆地—俯冲带—岛弧—边缘海是一个复杂的相互关联的系统,西太平洋深海区域研究的相对滞后使我国近海研究的一些关键的核心科学问题长期悬而未决。加之由于深海研究的薄弱,导致我国海洋科学在国际前沿领域的外围徘徊。

西太平洋深海研究将为我国海洋科学研究理论水平的整体抬升,支撑国家海洋战略的科学规划与实施。

科学有序地进入西太平洋深海研究领域,是实现我国深海研究战略目标的必要保障。以国家需求为引导、定视角;以解除解决核心问题为主线,定方案;以技术创新为支撑,抓重点。鉴于我国对西太平洋深海资料的严重缺乏,需制定一个相应的长期规划,分阶段实施。第一阶段是综合科学考察阶段,主要在于注重海洋自然过程和现象的发现,积累资料;第二阶段为全面研究阶段,主要利用多学科交叉,重点在于机制和机理上的解释;第三阶段为系统集成阶段,主要注重规律上的提升和认知,以建立我国海洋学家自主的理论体系。相信利用10年左右的时间,中国的深海科学研究定能奋起直追,跻身世界海洋科学强国之列。

致谢:中国科学院海洋地质与环境重点实验室自2008年开始,组织了全体科技人员进行相对系统的有关深海科学的战略研讨,是本文构思和写作的重要基础,在此特别致谢!■

参考文献

- [1] McKenzie D P, Parker R L. The North Pacific: An example of tectonics on a sphere[J]. *Nature*, 1967, 216: 1 276—1 280.
- [2] Morgan W J. Rises, Trenches, Great Faults, and Grustal Blocks [J]. *Journal of Geophysical Research*, 1968, 73 (6): 1959—1 982.
- [3] Pichon X Le. Sea—floor spreading and continental drift[j]. *Journal of geophysical Research*, 1968, 73 (12): 3 661—3 697.
- [4] Hays J D, Imbrie J, Shackleton N J. Variations in the Earth's orbit: Pacemaker

of the ice ages [J]. Science, 1976, 194 (4 270): 1 121—1 132.

[5]Peter Lonsdale. Clustering of suspension-feeding macrobenthos near abyssal hydrothermal vents at oceanic spreading centers [J]. Deep-Sea Research, 1977, 24: 857—863.

[6]Thomas Gold. The Deep Hot Biosphere [M]. Berlin: Springer, 1999.

[7]Wunsch C. What is the thermohaline circulation? [J]. Science, 2002, 298: 1 179—1 181.

[8]Zhang Wenyou. Ocean and Continent Tectonics of China and Its Adjacent Areas [M]. Beijing: Science Press, 1986. [张文佑. 中国及邻区海陆大地构造[M]. 北京: 科学出版社, 1986.]

[9]Chen Guoda. The marginal extensional belt of East Asia continent investigating the origin of a discrete continental margin [J]. Geotectonica et Metallogenia, 1997, 21 (4): 2 857—2 859. [陈国达. 东亚陆缘扩张带—一条离散式大陆边缘成因的探讨[J]. 大地构造与成矿学, 1997, 21 (4): 2 857—2 859.]

[10]Sun Weidong, Lin Mingxing, Yang Xiaoyong, et al. Ridge subduction and porphyry copper-gold mineralization: An overview [J]. Science in China (Series D), 2010, 53 (4): 475—484. [孙卫东, 林明星, 杨晓勇, 等. 洋脊俯冲与斑岩铜金矿[J]. 中国科学: D辑, 2010, 40 (2): 127—137.]

[11]Hansen, Vicki L Subduction origin on early Earth: A hypothesis [J]. Geology, 2007, 35 (12): 1 059—1 062.

[12]IODP Scientific Planning Working Group. Earth, Oceans and Life: Integrated Ocean Drilling Program Initial Science Plan, 2003—2013 [M]. Shanghai: Tongji University Press, 2003. [IODP科学规划委员会. 地球、海洋和生命: IODP初始科学计划 2003—2013 (中译本) [M]. 上海: 同济大学出版社, 2003]

[13]Barker P F, Hill I A. Asymmetric spreading in back-arc basins [J]. Nature, 1980, 285: 652—654.

[14]Tarduno John, Hans-Peter Bunge, Norm Sleep, et al. The Bent Hawaiian—Emperor Hotspot Track: Inheriting the mantle wind [J]. science, 2009, 324: 50—53.

[15]Velasco Fuentes O U, Kelvin' s discovery of Taylor columns [J]. European Journal of Mechanics—B/Fluids, 2008, 28 (3): 469—472.

[16]Wessel P, Sandwell D T, Kim S S. The global seamount census [J]. Oceanography, 2010, 23 (1): 24—33/

[17]Rahmstorf S. Thermohaline Ocean Circulation [M]//Elias Scott A, ed. Encyclopedia of Quaternary Sciences. Netherlands: Elsevier, 2007: 739—750.

Western Pacific: The Strategic Priority in China Deep-Sea Research

Qin Yunshan¹, 2, Yin Hong¹

(1. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China;

2. Key Laboratory of Marine Geology & Environment, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

(本文刊于2011年3月《地球科学进展》第26卷第3期)

专家简介:

秦蕴珊, 中国科学院院士, 著名海洋地质学家, 中国科学院海洋研究所研究员, 博士生导师, 中国海洋湖沼学会名誉理事长, 第十届全国人大代表。曾任中国科学院海洋研究所所长、党委书记, 中国海洋研究委员会主席, 国际第四纪海岸线分会东亚地区副主席, 中国海洋湖沼学会理事长, 国际黄海研究协会主席, 第九届全国政协委员。

秦蕴珊教授1933年6月出生, 山东省莱州人, 1956年毕业于北京地质学院, 是我国海洋沉积学研究的开拓者之一, 47年间, 先后发表学术论文60余篇, 《渤海地质》、《东海地质》和《黄海地质》等专著多部。先后有多项科研成果荣获全国科学大会奖、国家科技进步奖、中国科学院重大科技成果奖、科技进步奖、自然科学奖, 国家经委专业科技成果奖、山东省科技大会奖等。

创建和发展了我国海洋沉积学研究, 在我国最早提出和建立了中国大陆架的沉积模式, 提出了中国陆架的“泛大陆阶段”、“青年期陆架”、“壮年期陆架”和“现代陆架”等四个不同的演化发展阶段; 率先阐明了黄河物质在黄、渤海的扩散范围与强度, 发现了南黄海海底黄土的存在, 阐明海底黄土沉积都是末次冰期时近源风成的产物; 发现并研究了菲律宾深海区的“类黄土”陆源沉积, 及风成性质, 其研究受到国内外的广泛重视; 对冲绳海槽的浊流沉积及岩浆活动的研究, 为冲绳海槽沉积作用的研究提供了良好的基础; 开展的我国海底灾害地质学和海底古河道、埋藏沙丘的研究, 为海上石油平台的选址提供了可靠的科学依据。近年来, 他密切关注国家战略需求, 为我国大陆架的划界提供战略咨询和科学依据。为我国海洋地质科学的建立和发展做出了重要贡献。