

中国科学院学部 科学与技术前沿论坛简报 第 106 次

学部工作局学术与文化处 编报
《中国科学》杂志社

2021 年 1 月 5 日

“中-欧海洋科学与技术进展”论坛综述

一、论坛的必要性

中国与欧洲在海洋科学与技术领域具有长期的合作历史。早在 20 世纪 80 年代，中国改革开放之初，欧洲学术界就积极推动与中国在海洋科学与技术领域的合作。先后在渤海、东海的河口与近海地区开展了以陆-海相互作用为主体的多学科观测。在南海，欧洲与中国之间长期利用潜标阵列进行观测，并利用科考船开展合作观测。

中欧之间在海洋科学与技术领域的学术合作也与双方在经济与地缘政治等许多方面的诉求有关。在新中国的历史上，欧洲与中国的贸易往来一直是维系双边关系的重要支柱。在全球一体化的浪潮影响下，中欧双方在许多国际问题上的立场和可持续发展的利益诉求是相同的。例如，在《巴黎协定》的推动实施过程中，可以看到欧洲国家、中国以及其他发展中国家的积极参加和共同努力。同时，在中国政府大力推动“海上丝绸之路”和构建“人类命运共同体”的过程中，作为伙伴的欧洲国家的参与配合也十分重要。因此，围绕海洋科学技术的进展举办中欧双边论坛显得尤为重要。通过论坛在中国科学院与

欧洲科学院之间搭建桥梁，加强中国与欧洲之间在海洋科学与技术相关重要领域的交流合作。

中国科学院和欧洲科学院都具有重要的国际影响力，但是两者之间在管理机制和学科构建方面存在着差异。通过论坛开展学术交流，在研究生教育、青年科学家培养和学术共同体的构建等方面开展合作，加强中国与欧洲不同学术机构之间的联系。同时，期望在论坛的交流过程中找到互信互利的切入点，促进双方在国际学术舞台上的互相理解和支持。

二、论坛概况

2020年10月20~21日，以“中-欧海洋科学与技术进展”为主题的第106次中国科学院学部科学与技术前沿论坛在上海举行。本届论坛由华东师范大学张经院士和法国布列塔尼大学（University of Brest）Paul Treguer教授、法国索邦（巴黎）大学（Sorbonne University）Louis Legendre教授三人共同召集，中国科学院学部主办，中国科学院地学部和学部学术与出版工作委员会、欧洲科学院地球与环境科学学部承办，华东师范大学河口海岸学国家重点实验室、国际海洋科学研究计划IMBeR（Integrated Marine Biosphere Research）项目办公室（IPO）和《中国科学》杂志社协办。

论坛与会人员包括南京大学王颖院士、中国科学院遥感与数字地球研究所郭华东院士、自然资源部第二海洋研究所陈大可院士、中国海洋大学吴立新院士、厦门大学焦念志院士和戴民汉院士等。受疫情影响，欧洲科学院的代表团未能按照原计划赴上海参加论坛，因此论坛采用了线下（现场）和线上（网络）相结合的方式。欧洲科学院代表团共计27人在线上参加了会议。期间，论坛召集人还邀请IMBeR科学指导委员会的欧洲国家成员、项目办公室的同行参加了会议。论坛现场与会人数为20余人，线上注册参会人数达到400人以上。

三、论坛重点关注的问题

论坛旨在系统总结近期中国与欧洲双方在海洋科学与技术领域的主要进展，聚焦制约学科发展的关键瓶颈，凝练 21 世纪影响海洋科学发展的重大科学问题，聚焦双方在海洋科学与技术方面进行深入合作的优先领域。通过论坛提升我国海洋科学和技术发展的国际影响力，促进国家“十三五”规划中走向“蓝色的海洋”的战略实施。

论坛围绕“全球变化背景下海洋的作用”“海洋科学与技术的前沿问题”“海洋可持续发展”，以及“中-欧海洋科学与技术领域的合作”四个核心议题，进行了专题报告和学术研讨。论坛成果对于进一步推动中国和欧洲在海洋科学与技术领域的双边合作，促进年轻人才的培养和学术交流将发挥重要的作用。

四、论坛报告及讨论情况

(一) 专题一：全球变化背景下海洋的作用（主持人：陈大可，**Paul Tréguer**）

Jean Jouzel: Global warming: The need to keep in line with the Paris Agreement

《巴黎协定》的核心内容是将全球气温的增加控制在工业革命之前的 2°C 范围，而且力争保持在 1.5°C 以下。然而，若不采取有效的行动，到本世纪末，温度将较工业革命之前增加 4°C。不同的情景分析结果给出的答案在 2°C~4°C 之间。如果想造就一个良好的生存环境，并使我们的下一代免遭气候变化引起的灾难，现在就应该采取必要的行动。为了实现在本世纪中期将大气升温控制在 1.5°C 和到本世纪末控制在 2°C 的范围之内，欧洲与中国的引领角色就变得非常重要。

戴民汉: Upper ocean biogeochemistry in the oligotrophic ocean

占全球海洋面积约 30% 的寡营养海域以低生物量为特征，通常称为“海洋荒漠”。尽管单位面积的生产力很低，但海洋荒漠面积巨大，因此对全球海洋碳汇具有潜在的重要贡献，可能具有很大的增汇潜力。

这里是全球海洋碳循环的重要环节，但却是研究最为匮乏的海域。最新的证据表明，海洋荒漠区的真光层具有特征迥异的双层结构：（1）营养盐匮乏层，介于海表与营养盐跃层上部；（2）营养盐充足层，介于营养盐跃层与真光层底部。两者的营养盐来源与结构的不同，引起生物群落组成的差异，进而决定了真光层双层结构不同的输出生产力。基于高分辨率的湍流微结构与物理-生物地球化学参数和同步观测，量化了南海寡营养海域氮、磷、硅和碳的跨等密度面通量。鉴于对寡营养海域生物地球化学的新认识，希望构筑一个关于寡营养系统生物泵的新的理论框架，并为“海洋荒漠”的增汇途径及其有效性提供科学论证。

Nadia Pinardi: Predicting the global coastal ocean: Toward a more resilient society

人类迫切需要建立一个国际性的监测与预报体系，了解气候与人类活动对海洋的影响，以便为适应性管理提供科学支撑。在欧洲，一个名为“哥白尼（Copernicus）”的计划在过去10年中被发展起来，旨在为业务化的海洋学提供技术支持。对过去环境变化的再分析技术的提升，使得我们可以将水生地球化学与环流动力学之间进行耦合，并且提高了认识其未来变化特点的精度和完整性。另一方面，研究和监测相结合的网络可用于帮助评估和分析联合国可持续发展的目标。同时，也需要从业务化海洋学的角度将上述技术用于近海，并且制定相应的标准和方法。目前一个联合国范围的研究计划已经建立，目的在于将满足上述需求中所涉及的观测、模式和社会学领域的应用进行整合。

王颖：Estuary and delta – Examples of land-sea interactive processes & sedimentation

三角洲是河-海-陆交互作用的河口活动区，其发育与形态特征取决于诸多要素之间的相互影响：陆地的径流与海水的相对密度；河流

输入的泥沙量、粒径与速率；海域浪/潮/流的力度与变化；河口地区的构造地质与地貌结构，以及人类活动效应。中国的长江、黄河、珠江从西部山地汇入亚太边缘海，其河口三角洲的形态与发育阶段性却明显不同。印度河、台湾岛东部的河流、美洲大陆西部流入太平洋的河流等源自山地，坡度陡峭，由于高的比降，河流入海后，泥沙不只是堆积在海-陆交互的地带，而是延伸到陆架的边缘，在坡麓堆积成海底扇。河口三角洲的沉积具有从粗到细的基本组成特征，而且相互之间可以套叠，反映出季节与年度水量的变化。自然界从来不会有沉积结构类型一致的两个三角洲，对河口三角洲的分类比较困难。一些矗立于海边的山脉发育的河流在河口地区出现三角洲的“缺失”，高纬度地区罕有三角洲堆积。不仅中国大陆的河口三角洲与边缘海岛屿发育的体系对比困难，地中海与墨西哥湾的对比也不容易，仅用一个发育模式试图解释三角洲的形成发育是不现实的。

讨论情况：在引导性学术报告之后，与会专家围绕《巴黎协定》在海洋实施中的变数、对气候变化的应对（适应还是减缓）、寡营养海域中尺度与亚中尺度的过程对营养盐垂直结构的影响、河口三角洲的演化等问题进行了热烈的讨论。讨论的热门话题还包括不同地区的对比：中国 2030 年有温室气体减排的目标，欧洲 2050 年的目标是什么？地中海和高纬度不同地区的冻土层在今后气候变化情景下的演化特点有什么不同？此外，近海环境也是与会专家高度关注的问题，包括不同自然条件与人类活动叠加而产生的观测数据的质量和之间的匹配性如何，在近海环境变化的预测中如何消除模式本身的不确定性与偏差，在新的近海预报系统中如何评估地下水的影响等问题。

（二）专题二：海洋科学与技术的前沿问题（主持人：吴立新，Jean-Pierre Gattuso）

Jack Middelburg: Ocean alkalinity, buffering and biogeochemical provinces

海洋对人类排放的 CO₂ 的吸收作用依赖于海水中形成的碳酸氢盐。海水中的碱度作为过剩碱的度量，对海洋酸化起到了缓冲作用。然而，不同的时间尺度中碱度的缓冲作用也各异。在地质时间尺度上，与风化作用相关的碱度输入，在稳态的假定条件下应该与碳酸盐的埋藏相当。然而，对现今海水中碱度变化数据的再分析表明，模式中应该也包括了来自河流的颗粒态无机碳的作用。在百年到千年的时间尺度上，海水中的无机碳、pH、碱度的变化受到碳酸盐补偿机理的控制，以及碳酸盐的沉积与溶解影响。因而，有必要区分与生物作用有关和与化学过程相关的补偿机制的差别。在更短的时间尺度上，海水化学受控于质子在不同溶解态组分之间的传递，现有的研究已经比较透彻，可用于认识不同的生物地球化学过程对 pH 的作用。

Pierre Karleskind: Marine sciences and technologies in the European framework programs: Science for better policies

近期（2020）欧盟关于环境、生物多样性，以及社会发展的系列规划中或多或少都涉及到海洋，政策的制定者和执行者愈来愈密切地依赖于知识的分享和科学的变化。Horizon Europe 科学框架下的“Starfish 2030”计划的使命是适应现今的研究战略以满足欧盟建设蓝图之需要，为决策者们提供今后 10 年内解决海洋问题的钥匙。“Starfish 2030”的使命包括五个部分：填补知识与动议方面的不足、恢复淡水与海洋生态系统、去除污染的危害、海洋中的碳减排，以及改善现有的管理。

郭华东: Big Earth data for sustainable development goal 14: Life below water

2015 年联合国通过的《变革我们的世界：2030 年可持续发展议程》（SDG14）中，强调要对海洋加以保护并使之可持续地发展，以减缓诸如富营养化、有害赤潮、缺氧等带来的负面后果。为了提高对海洋的监测能力，提出了“Big Earth Data”的理念。中国科学院针对“SDG14”

的具体目标和指标，着眼于海洋污染和生态系统健康，基于诸如营养盐、叶绿素、溶解氧、浮游生物量等参数，开发出评估富营养化与生态系统相应的模式。从“Pressure-State-Response”的角度，利用模式认识和评估富营养化的危害。同时，此研究还将绘制中国沿海水域中海洋垃圾和微塑料污染的区域分布图，并与历史资料进行分析对比。研究表明，自 2015 年以来，中国近海海洋漂浮垃圾和塑料的数量正在逐渐地减少。这项工作对于海洋生态系统的保护具有多重的意义，包括对现有评估技术的改进、建立判别依据和临界指标，以及帮助实现近海环境的有效管理。“Big Earth Data”在前期的实践中经受了检验，具有良好的发展前景。

陈大可：Perspectives on China's polar ocean and climate research

极地海洋与冰架在地球的气候系统中扮演了重要的角色，并且成为许多国家研究计划的焦点，譬如针对南极的 SOOS 和针对北极的 MOSAiC 研究计划。然而，这些计划的实施需要在国际层面上进行广泛的科学、技术和后勤保障等方面的合作。中国目前有两艘极地科考的船舶用于支持关于南、北极的观测活动。从国家战略角度出发，重点支持的领域包括极地大气、冰架/川、极地的生态系统、南大洋的环流、高纬度的空间科学等。针对极地海洋的研究所利用的技术包括船载设备、浮标、Argos，以及陆地站台支持的观测设备。目前，中国已经在南、北极地区建立了 6 个长期的观测站，用于支持中国科学家开展相关的研究工作，并且作为平台开展国际合作。近期，中国政府正在积极地推动“Big Ring”研究计划，以作为对 SOOS 计划的支撑。

讨论情况：与会专家和学者的讨论集中在中欧之间海洋科学与技术的交叉领域，包括如何利用前期国际海洋观测计划中的数据来进行海底温度变化的趋势分析、与河口毗邻的近海中富营养化、缺氧情况怎样进行对比和统一分类等。近海环境数值模式种类和用途不同，将

现有知识应用到近海中经常受到局地变化的约束，有必要修改数值模式中的生物地球化学模块。近海地区 CO₂ 的收支受到人类活动的直接影响，有证据表明，甲烷等其他温室气体也不应该被忽视。近海环境具有多变的特点，CO₂ 体系可能不存在所谓的“稳态”问题，但是通过各种措施减排是大家共同期望的。在全球变暖的背景之下，海表附近呼吸作用的变化与碳酸盐的溶解速率的改变十分重要，从这样一个角度出发制定未来的政策需要哪些新的观测数据？此外，海底环境中发生的“Reverse Weathering”对 CO₂ 的影响也应该受到重视。针对 CO₂ 的问题，现有知识体系存在着欠缺，今后应该在实践中将模式的结果同工业界的努力结合起来。欧洲实践海洋保护区的理念过程中，仅有少数的物种获益，而且不同的地区之间差异很大，这中间缺乏理论与实际的结合，类似的问题在亚洲地区和中国可能也是存在的。应对环境变化不同需求之间存在着矛盾或者冲突，对比总结欧洲与中国的知识和经验，寻找出恰当的对策。对比欧洲和中国的海洋空间设计/规划，利用监测与研究的结果引导正确的举措。实施国家和地区性的发展战略时，非常有必要采取措施促进现场观测与卫星遥感等资料数据的共享。而在极地环境下，研究本身有针对性，数据的分享与研究的目标有关。实施“Digital Twin of the Ocean”时需要提供/建设一个从知识到政策的沟通平台，并加强相关的能力建设。

（三）专题三：海洋可持续发展（主持人：戴民汉, Louis Legendre）

吴立新：Multiscale air-sea interaction and high-resolution Earth system modeling

海洋中的动力过程涵盖了从湍流混合到海盆尺度的涡旋环流等不同尺度。它们与大气中的锋区、气旋、行星波等过程相互作用，从而调节着区域性范围内的动能、能量与物质转换，进而影响气候变化。对这种跨尺度的相互作用的理解能够帮助提升对气候变化的预报能

力、减少预测的不确定性。高分辨率的海-气耦合模式揭示，海洋中尺度涡-大气的相互作用（OMEA）对西边界流的动力过程与海表温度具有重要的影响。OMEA 会影响黑潮射流的强弱变化，以及涡位能的耗散，从而影响黑潮能量的收支并引起流场的变化。此外，OMEA 也会改变涡热量的垂向传输进而引起层化和海表温度的变化。在锋区附近，中尺度涡在垂向的热传输会改变海表的热通量。冬季强风引起的海表降温不仅会引起垂向的混合，也会通过影响垂向的剪切作用于中尺度涡。当垂向的剪切恢复时会引发非地转的次生环流并将热量从深层输送到海表附近，对于维系锋区和维持大气的热量输送很重要。黑潮的年际变化对于毗邻边缘海的夏季降水产生很大的影响。黑潮在春季的离岸摆动会影响陆架表层温度场并使之出现异常，进而引起中国东海中部地区的降水增加。另一方面，海表温度异常会影响大气锋面的移动速度，从而引起降水异常。

Martin Visbeck : Future ocean sustainability – From ocean observation towards sustainable development

海洋对人类社会具有不可或缺的影响，为人类提供水、食物、能源的同时也对气候进行调整。海洋观测与我们的日常生活息息相关。海洋支撑的经济据称占世界排名的前七位，它提供的产品与服务仅在近海地区就达到 25 亿美元/年。人类对海洋的持续利用已经导致渔业和其他经济资源的衰退，CO₂ 和各种类型污染物的排放导致海洋变暖、酸化、缺氧与海平面的上升。国际与区域性的合作努力是维系海洋的可持续利用和资源养护的重要举措。同时，需要整合海盆尺度的观测以便支撑有效的管理，协调不同国家之间的研究活动有助于提升模拟水平和提供预测产品。然而，如何维持海洋生态系统服务的持续性并采取相应的保护措施？从评估海洋价值的角度，需要将观测、数据传递、知识体系构建与社会的行动联系在一起。欧洲目前倡导的大西洋观测系统作为对全球海洋观测系统的支撑项目，以及“Digital Twin of

the Ocean”计划，均有助于实现从观测数据到知识体系的构建。然而，这些任务的完成需要整个海洋社会、从科学界到工业界的齐心打造。国际层面上，联合国的可持续发展规划为中欧之间实现海洋战略伙伴关系提供了机会。

焦念志：Ocean Negative Carbon Emission (ONCE) – A proposal for international program on mitigation of climate change

海洋对 CO₂ 的负排放（Ocean Negative Carbon Emission, ONCE）是实现《巴黎协定》中提出的将本世纪末全球温度升高限制在 2°C 甚至 1.5°C 的重要途径。海洋对于人类排放的 CO₂ 具有很大的封存空间，因而对海洋 CO₂ 负排放机制和过程的认识将为大规模“碳中和”提供技术储备。ONCE 国际计划意在推动对如下问题的进一步认识：（1）海洋对碳的吸收机制和过程，例如生物泵、微型生物碳泵等不同类型的途径之间的关系与相互作用；（2）生物与非生物的过程的多重叠加，譬如有机碳与无机碳之间的相互作用及其对其他元素的影响；（3）维系从海表到深层、从近岸到开阔海洋溶解有机碳浓度梯度的生物地球化学机制；（4）建设基于现场、模拟与受控生态系统实验的观测体系；（5）基于模式的生物地球化学参数的观测；（6）建立负排放生态/地质的可供实现持续发展与适应气候变化的示范工程。

Jean-Pierre Gattuso：Ocean-based measures to reduce climate change and its impacts, and rebuild marine life

目前的碳排放减缓尚不足以实现《巴黎协定》中提出的在本世纪末将温度上升控制在 2°C 以下的减排目标。然而，执行《巴黎协定》所采取的任何措施都会对目前的海洋产生影响。因此，海洋生态系统和人类社会的适应性都需要更多政策和举措。日益增加的证据表明，海洋在减缓人类活动排放的 CO₂ 中发挥着重要作用，但由此也给海洋物理、化学、生态系统乃至人类社会层面上的带来了多重后果。在气候变化的背景下，基于海洋的碳吸收潜力和机遇是什么？基于 13 个全

球与地区性的研究结果表明：(1) 前期的研究工作需要多重评判指标来权衡利弊；(2) 全球与区域性的方案相结合将更为有效并利于推广；(3) 前期的研究结论很大程度上具有不确定性，不能够简单照搬；(4) 政策上的一致性能保障跨尺度有效管理机制的实现；(5) 需要在有效性、收益性、产出/投入比等方面来检验科学上的努力。根据联合国保护和持续利用海洋与其生态系统的“SDG14”，需要重新认识海洋生命的保护体系和其为社会提供的可持续收益。研究表明，2050年，针对海洋生命的丰度、结构与功能的保护努力可能见效，可采取的行动包括污染物减排，建立适应气候变化的社会与经济结构等诸多方面。为此，需要整个社会采取措施、承担责任，制定更为明智的经济目标。

Hans-Otto Poetner : The ocean and cryosphere in a changing climate, IPCC Special Report 2019

2019年，IPCC通过了关于海洋与冰冻圈应对气候变化的报告(SROCC)。在SROCC中，强调了占地球表面80%的海洋和冰冻圈在气候变化影响下发生的改变和对社会产生的反馈，譬如：冰川消融、海平面上升，海洋变暖、氧气亏损、海洋酸化以及对海洋生物和渔业的影响。气候变化引起的冻土层的融化在冰冻圈中带来了严重后果。海洋的变化还导致了低纬度地区珊瑚生态系统的演变，造成了不可逆转的后果。在升温控制在1.5°C的目标之下，SROCC着重于寻求自然过程适应海平面变化的解决方案。IPCC通过SROCC和其他文件得以向政策制定者们提供应对气候变化的科学支撑，提供关于海平面上升与适应对策等方面的评估依据。来自不同国家的科学家参与了IPCC相关报告的撰写和评审，各国政府通过在联合国气候大会上的博弈积极参与报告的评估。在目前的气候变化评估报告中，不仅阐述了评估的前沿问题，而且就应对气候变化的解决方案、有效性、收益等方面也进行了研究。在SROCC报告中，强调在《巴黎协定》的框架范围之内，采取必要的措施以应对气候变化带来的负面影响，海洋与冰冻

圈在未来的演化也约束着人类社会的未来。

讨论情况：与会专家就以下问题展开了热烈讨论：不同海洋环境中有机物质降解过程对碳循环影响的差异；气候变化背景下评估生态系统的价值演化和时空尺度的差异；“**Digital Twin of the Ocean**”在GOOS中科学活动与社会收益的协调问题。《巴黎协定》框架下中欧之间的区域性合作中如何协调针对不同内容的投入和重要性权衡，以及会留下来什么样的“遗产”？如何利用工程措施促进海洋对大气CO₂的吸收能力，以及加铁施肥实验中涉及的“伦敦倾废公约”的约束力问题。如何将“**Big Data Initiative**”中的卫星遥感数据同化并应用到海岸带的管理等。会议还讨论了计算不同时间尺度下的pH、物种和气候变化的数值模式问题。最后，在气候变化的应对策略层面，公众的参与程度和对相关科学研究的关注程度、对现有政策的支持程度等，也获得了与会专家广泛的关注。

（四）专题四：中欧海洋科学与技术领域的合作（主持人：张经，Paul Tréguer）

论坛最后阶段，与会专家学者围绕海洋科学与技术领域的合作问题进行了更为广泛的研讨，包括海洋观测、海洋的现在与未来，以及气候变化中的海洋方案等一些共性的问题。针对近海问题，学者们认为，应该将人类本身作为生态系统中的一个分子来考虑，同时在观测和研究方案中理出一个翔实且在不同区域之间可对比的参数与对象清单。关于中国科学院与欧洲科学院今后的合作领域，专家提出根据本次会议的成果和轻重缓急程度，建立一个次序名录，譬如“**Digital Twin of the Ocean**”、近海、能力建设、海底过程等，同时也要兼顾获得资助的可能性。在此之上，应该搭建围绕碳减排等问题整体的框架设计。同时，利用现有的资助项目加强中国与欧洲国家的双边和多边合作渠道，就具体问题成立工作组，制定联合研究计划，譬如针对南极和南大洋的研究。

在讨论中，与会专家和学者们提出中国科学院与欧洲科学院在今后着重考虑能力建设问题，建立联合的博士后资助机制、举办暑期学校等方便欧洲和中国学生的互访。成立专门的工作组针对温室气体的影响、碳减排等问题进行联合研究；促进譬如 GEOTRACES 等国际计划的实施。通过联合观测计划和航次对学生进行训练。气候变化是一个非常广泛的命题，在中国科学院与欧洲科学院的双边合作中需要聚焦。为应对气候变化，结合人类社会的可持续发展和生态系统的健康，应该围绕“海洋方案”提出一些潜在的合作议题。

五、共识和建议

经过充分研讨，与会专家学者提出了“中-欧海洋科学与技术进展”领域相关且在未来发展中具有潜力的一些重要科学问题，并形成了相应的建议。

1. 加强海洋管理，减缓和适应气候变化

气候变化在全球不同地区都产生影响，海洋在其中扮演的角色应该予以充分地重视。海洋在人类社会对气候变化的适应性、全球碳循环和减缓温度变化等方面发挥了独到的作用并且反馈于整个地球系统。对此，需要从知识的有效性、行动的收益等不同层次理解、管理海洋，并提高政策执行的力度，从而加强海洋对整个社会服务功能的影响。

2. 维护全球范围近海地区的可持续性发展

全球范围内的近海是受到人类活动直接影响的地区，也是气候变化对人类社会反馈的最为直接的环境。这里的“近海”包含了从河流的积水盆地到陆架边缘的范围广阔的地理区域。为了维护人类社会的福祉，有必要对近海地区的可持续性发展从概念到生态系统服务等不同层次进行梳理，然后采取联合的行动。

3. 推进“Digital Twin of the Ocean”实施，丰富“数字地球”内容

现今在国际上推行的“数字地球”计划中，海洋是不可或缺的领域。中欧双边应积极推进“Digital Twin of the Ocean”的实施，丰富“数字地球”内容，提供将不同来源、不同类型的数据、资料、知识和技术进行整合的有效途径。同时，“Digital Twin of the Ocean”对知识的传播将在很大程度上促进公众、政府和工业界对气候变化问题的参与，进而有助于建造一个可持续性发展的星球。

4. 强化学术交流的双边性，促进青年人才培养

通过数据分析发现，近期双边的学术交流中，以中国的研究生和青年科学家赴欧洲访学为主，而从欧洲前往中国的青年学者相对较少。建议中国科学院与欧洲科学院加强合作，可以采取举办暑期学校、短期学术访问、提供奖学金等多种措施，积极地促进青年科学家和研究生之间双边的学术交流，加强能力建设。

5. 建立长期和稳定的合作机制

最后，与会成员认为，仅通过一次会议分享海洋科学与技术的研究经验、探讨前瞻性的问题是不够的。大家一致建议，将“中-欧海洋科学与技术进展”学术研讨会延续下去，每两年在中国或者欧洲举办一次，加强中国科学院与欧洲科学院之间的相互沟通与合作，在双方之间建立一个长期和稳定的合作机制。

六、特色和创新

一段时间以来，中国与欧洲在海洋科学与技术的发展方面处于并行的状态。虽然，中国同欧洲的大学、研究机构和工业界都有着不同程度的合作，但是在科学院学部的层次，双方共同组织的海洋科学与技术方面的学术交流比较少。

此次论坛，欧洲的与会成员来自不同的国家和地区，具有广泛的文化背景和研究领域，其中包括国际IMBeR计划科学指导委员会的欧洲国家成员，甚至是欧洲议会的成员/政治家也参会并进行了学术报告。中国的参会代表，除了中国科学院地学部海洋学科的院士之外，

还邀请了其他学科和工程院的相关院士。此外，会议还邀请了近期获得了国家杰出青年科学基金的中青年学者，专业分布广泛。

在双方共同组织的 13 个学术报告中，欧洲科学院推荐的 7 个学术报告集中在气候变化、近岸海洋、碳循环、气候变化的《巴黎协定》等方面，内容大都涉及到不同的国家，具有全球化视野，科学问题的实用性也比较宽。中国科学院的 6 个报告内容则主要针对我国目前的研究，视野范围相对比较集中。

本次会议在线参会人数众多，年龄层次宽泛、研究领域分布广泛。据统计，2 天会议的线上参会人次达到 1981 人，参会人员来自亚洲、欧洲、非洲和北美洲的 29 个国家，文化背景分布广泛。从年龄结构上来看，既有资深/退休的教授和研究员，也有在校的青年学生。与会者的研究领域更是包含了海洋、大气、地理、古气候、环境、生物、化学、社会科学与经济等不同门类。除了专业人士之外，还有欧洲议会的成员参与。因此，通过线上书写和会上发言，会议讨论的内容范围非常广，气氛相对活跃。

此外，欧洲科学院在其网站等国际学术机构对本次会议的情况进行了报道。同时，IMBeR 项目办公室对本次会议给予了支持，并在会后对会议情况通过 e-News 的形式进行了介绍。

（作者：许一，华东师范大学河口海岸学国家重点实验室博士后；张经，中国科学院院士，上海交通大学海洋学院教授，华东师范大学河口海岸学国家重点实验室教授）

联系方式：中国科学院学部工作局学术与文化处，010-59358366