



国家重点研发计划项目

(项目编号:2016 YFA0601200)

海洋生态系统储碳过程的多尺度调控 及其对全球变化的响应

Marine Carbon Sequestration: Multiscale Regulation
and Response to the Global Change

项目简报

2017 年第 1 期，总第 2 期

项目办公室主办 2017 年 1 月 1 日

目 录

一、	项目年终总结会议	1
二、	公众科普：海洋生物泵，从科学象牙塔到公众知识	4
三、	研究进展-Highlight	7
四、	后续工作概览	10

项目办公室通讯信息

地址：厦门大学翔安校区金泉楼 A302

电话：0592-2181151

网址：<http://marco2016.xmu.edu.cn>

邮编：361102

Email: lizhen8214@xmu.edu.cn

一、 项目年终总结会议

2016 年 12 月 23 日，国家重点研发计划“全球变化及应对”重点专项项目“海洋生态系统储碳过程的多尺度调控及其对全球变化的响应”年终总结会（2016 年）在厦门大学翔安校区周隆泉楼召开。项目组首席黄邦钦教授主持会议，项目组成员韦刚健、史大林、林森杰、王大志、石拓、叶丰、李骁麟、庄伟、董纯明、孙萍、柳欣、谢聿原、杨伟峰、齐琳、刘光兴、徐杰、李芊、庄昀筠、陈洪举等或现场或通过远程视频参加了会议。

首先，由预研航次首席柳欣博士介绍了预研航次的总体情况与汇总结果，并由刘浩然、黄毅彬、邱勇等分别介绍了在分粒级浮游植物光合参数、群落生产与呼吸、

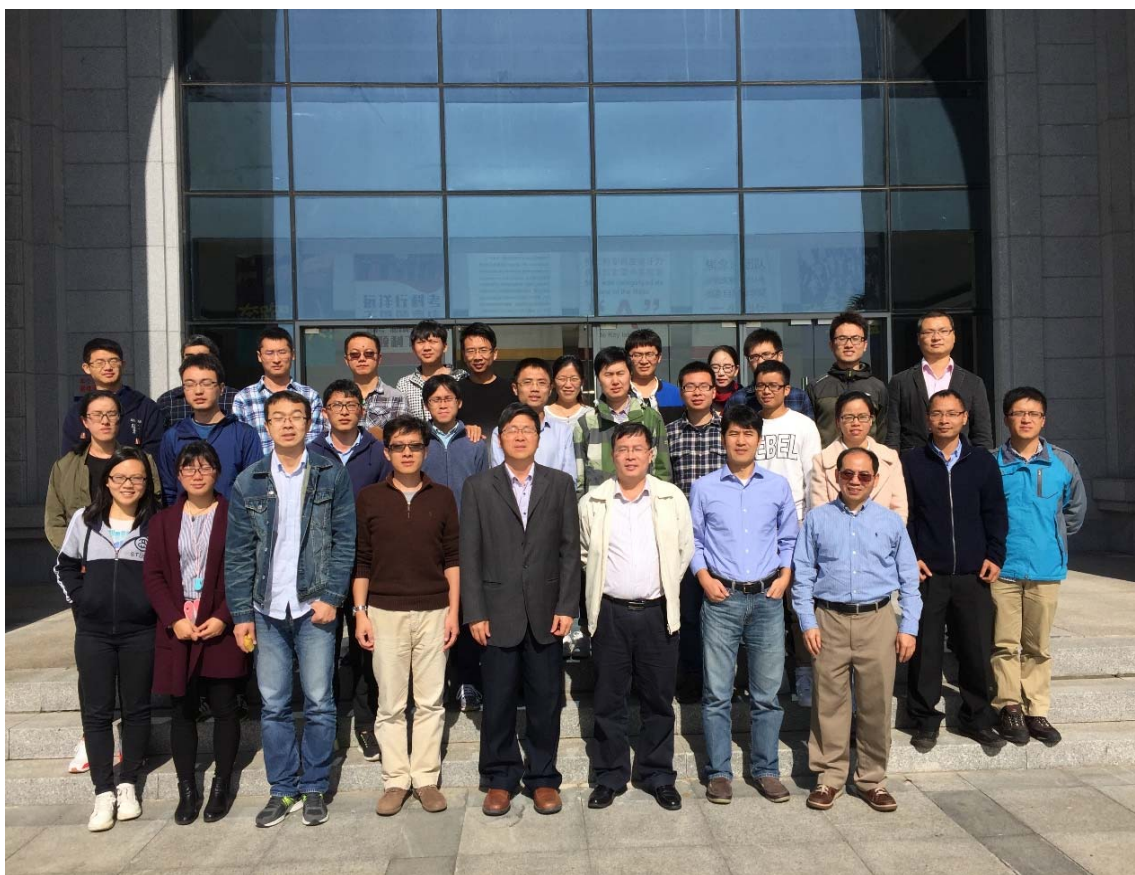


图 1. 参加年终总结会议项目组成员合影

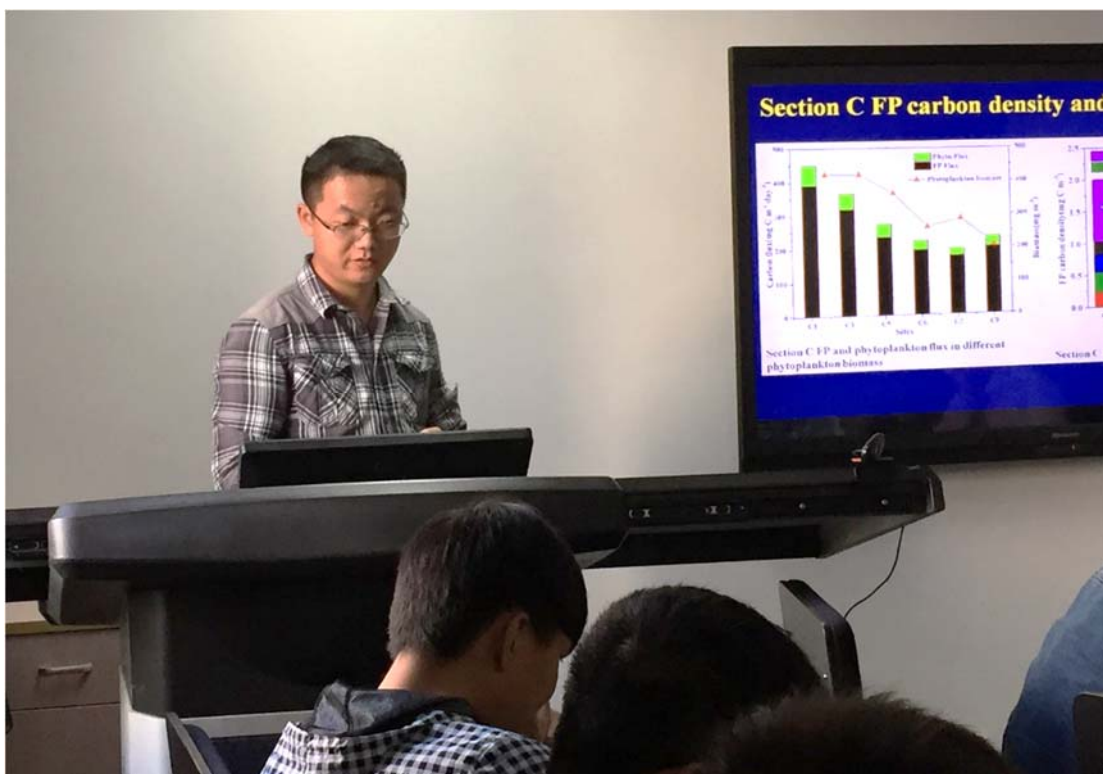


图 2. 博士研究生邱勇介绍预研航次浮游生物 POC 输出的研究结果

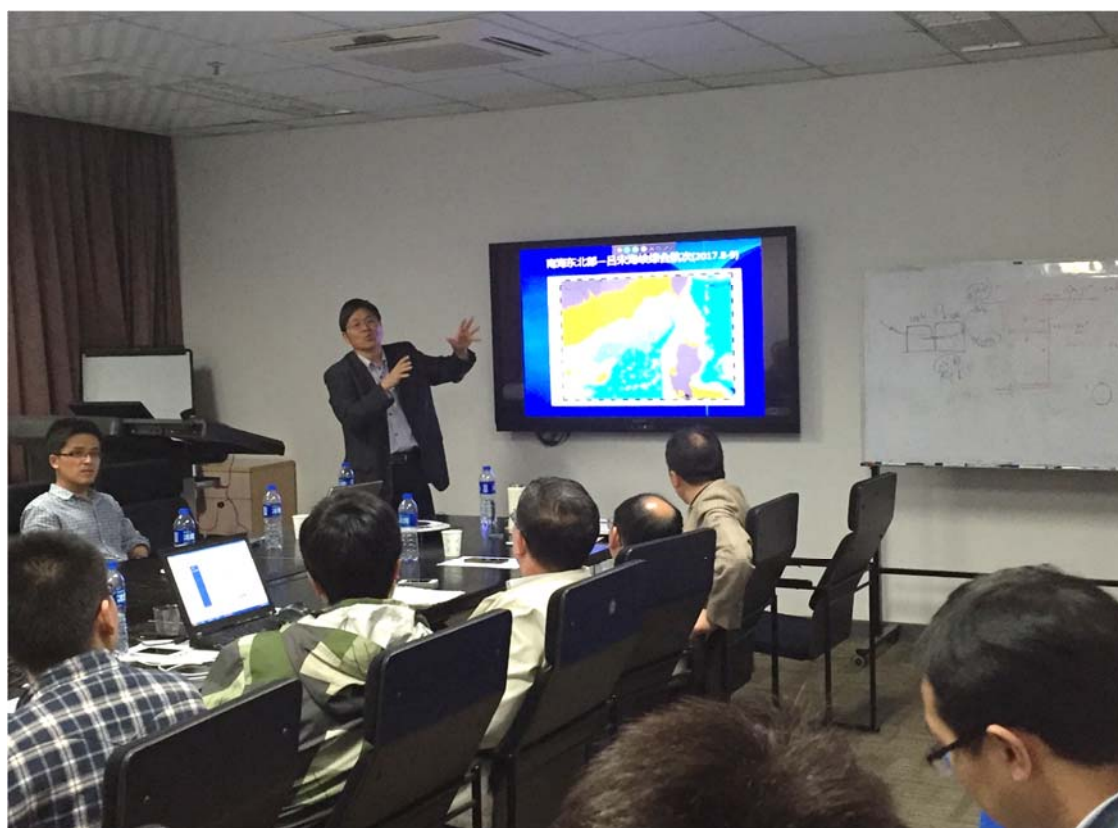


图 3. 黄邦钦教授主持 2017 年夏季航次计划讨论

浮游生物 POC 沉降、同位素示踪 POC 输出、表层沉积物等方面的预研航次获得的样品分析结果与初步结论，参会人员着重讨论了台湾海峡南部陆架站 C6 与陆坡站 C9 群落组成、沉积物、同位素特征以及物理场差异。

其后，项目各个课题组成员分别介绍了自项目执行以来的各课题的主要研究进展情况以及下一步工作计划，针对项目的主要科学关注点与执行难点，如珊瑚室内培养受控实验、新陈代谢机器的多组学分析、酸化与暖化对固氮的影响机制与培养实验设计、颗粒有机碳（POC）输出与再悬浮的同位素示踪/校正等，参会人员展开了热烈的讨论。

最后，会议讨论并确定了 2017 年夏季项目航次方案：首选方案将采用组合式航次安排，台湾海峡南部与南海北部陆架站位航次采用延平二号，预计航次时间为七月份；南海海盆（SEATS）航次利用南海东北部-吕宋海峡综合航次，保证 SEATS 站位 72 小时的连续作站时间，预计航次时间为七-八月份。备选方案为嘉庚号，计划航次时间为七-八月份；同时以实验一号为第二备选方案。

二、 公众科普：海洋生物泵，从科学象牙塔到公众知识

2016年11月13日，“探索海洋—第五届厦门大学海洋科学开放日”在翔安校区周隆泉楼、希平楼、金泉楼隆重举行，此次活动由中国海洋科学卓越计划（COSEE China）、厦门大学近海海洋环境科学国家重点实验室、滨海湿地生态系统教育部重点实验室、厦门大学海洋与地球学院、厦门大学环境与生态学院主办，此次活动共吸引了超过8000名公众参加，成为科普活动的盛宴。



图 6. 小朋友们积极踊跃地参加科普游戏活动



图 7. 志愿者为小朋友讲解如何通过显微镜观察浮游植物

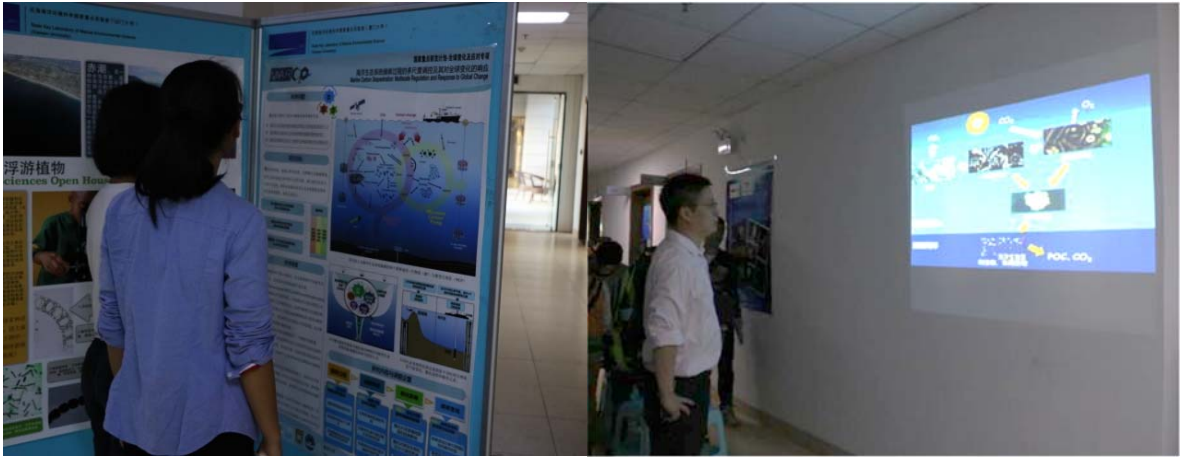


图 8. 通过海报与视频科普 MARCO 项目和海洋生物泵知识



图 9. 黄邦钦教授与参加开放日活动的公众热情交流

海洋环境生态学研究组 (CEG) 积极响应活动号召, 依托国家重点研发计划项目“海洋生态系统储碳过程的多尺度调控及其对全球变化的响应 (MARCO)”的支持, 设置以“海洋生物泵”为主题, “碳在海洋浮游生态系统的传递”为线索, 除了常见的海报、视频材料宣传以外, 设置了一系列的科普游戏, 在游戏过程中向公众介绍了海洋生物、海洋生物泵以及气候变化的概念。

第一环节, 通过显微镜观察浮游植物 (藻类), 了解二氧化碳是如何被浮游植物固定, 引导公众进入海洋生物泵, 认识海洋浮游植物;

第二环节，介绍碳从浮游植物传递至浮游动物，通过完成浮游动物拼图，让公众认识海洋中的一级摄食者浮游动物的重要作用；

第三环节，介绍碳以有机形态从浮游动物传递至鱼类，通过“捕鱼达人”游戏，以“大鱼吃小鱼，小鱼吃浮游动物”的形式，让公众形象地认识到碳沿食物链传递的过程；

第四环节，介绍碳的沉降与埋藏，通过“七巧板搭建”游戏，模拟碳沉积到海底的过程，即海洋生态系统的储碳过程。

丰富新颖的活动形式，有效地调动了公众参与的热情，特别是激起了中小学生对海洋科学的兴趣，通过视、听、学、做一系列过程领略了海洋生物泵的精妙与优美，收获了不仅仅是一份来自海洋环境生态学研究组（CEG）的DIY小礼物，更重要的是打开了认知海洋科学的窗户。

经过7个小时的科普活动，海洋科学开放日圆满落幕。丰富的活动让公众认识海洋生态系统在全球气候变化的作用，让“海洋生物泵”这个一般仅出现在学术期刊或学术报告的词汇走向公众知识，激起了中小学生对海洋科学的兴趣，加强了公众对海洋科学研究意义的认识，这也是厦门大学坚持每年举办海洋科学开放日的初衷。



图 10. 参加活动的孩子们硕果累累

三、 研究进展-Highlight

1. 南海微小型浮游生物群落研究进展

Wu W.X., Logares R., Huang B.Q. and Hsieh C.-H. (2016) Abundant and rare picoeukaryotic sub-communities present contrasting patterns in epipelagic waters of marginal seas in the northwestern Pacific Ocean. *Environmental Microbiology* doi: 10.1111/1462-2920.13606.

利用在东海及南海采集的四个季节(春、夏、秋、冬)表层和次表层水体样品, 结合 454 焦磷酸高通量测序, 对微小型真核生物群落中的优势种类(Abundant)和稀少种类(Rare)子群落分布特征及其影响机制进行了分析。结果发现: 在表层水体, 优势种类群落较多地受到扩散限制影响, 而稀少种类群落较多受到环境过滤影响; 在次表层水体, 这两个类群子群落都较大程度受扩散限制影响、且环境过滤作用不明显; 优势种类相比稀少种类子群落显示出更强的季节性分布特征。

2. 海洋贮碳的同位素示踪方法研究进展

Chen X.F., Zhang L., Wei G.J., Ma J.L., 2016. Matrix effects and mass bias caused by inorganic acids on boron isotope determination by multicollector ICP-MS. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 31, 2410–2417.

研究了应用 MC-ICP-MS 测定硼同位素受到无机酸介质的类型和浓度的影响。酸介质下 B 在 MC-ICP-MS 中的信号有所增强, 且稳定性更好, 同时 ICP 中质量歧视所引起的 B 同位素分馏有所减小, 且随着进样介质 (HCl 和 HNO₃) 酸度的增加 ¹¹B/¹⁰B 比值逐渐减小。但不同酸介质对 B 在 ICP 中的分馏情况影响略有差

异：1) HCl 介质下 $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ 比值最小，HF 介质中 $^{11}\text{B}/^{10}\text{B}$ 比值最大；2) 酸度改变在 HCl 介质中对 B 同位素分馏影响显著，而在 HNO_3 介质中对的影响略弱，而 HF 介质中几乎没有影响。根据本研究，保障无机酸基体匹配情况下可以准确测定各种组成的 B 同位素比值。

3. 利用造礁珊瑚记录重建 2000 年以来南海气候环境演变过程

(1) Deng W.F., Liu X., Chen X.F., Wei G.J., Zeng T., Xie L.H., Zhao J.X., 2016. A comparison of the climates of the Medieval Climate Anomaly, Little Ice Age, and Current Warm Period reconstructed using coral records from the northern South China Sea. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 121, doi:10.1002/2016JC0124584.

(2) Xiao H.F., Deng W.F., Chen X.F., Wei G.J., Zeng T., Zhao J.X., 2016. Wet and cold climate conditions recorded by coral geochemical proxies during the beginning of the first millennium AD in the northern South China Sea. *Journal of Asian Earth Sciences*, 135: 25-34.

利用年分辨率的造礁珊瑚 Sr/Ca 和 $\delta^{18}\text{O}$ 重建了南海北部 2000 年以来包括公元初期 (AD 167–309)、中世纪暖期 (AD 900–1300)、小冰期 (AD 1550–1850) 和现代暖期 (AD 1850–现在) 等特征时段的百年时间尺度气候环境演变特征。结果表明，中世纪暖期和现代暖期总体上具有温暖干燥的气候环境特征，长期年均 SST 接近 (约 26.6°C)。同时，这 2 个时期的海水氧同位素组成也类似 (约 0.40–0.50‰)。公元初期和小冰期具有寒冷湿润的气候环境特征，这 2 个时期具有相似的长期年均 SST (约 25.1°C) 和海水氧同位素组成 (–0.06–0.12‰)。中世纪暖期温度最高时期 (AD 1100–1250) 和小冰期温度最低时期 (AD 1680–1730) 分别对

应于较强和较弱的太阳辐射强度，因此 2000 年以来百年时间尺度的 SST 变化主要受太阳辐射强度变化影响。公元初期和小冰期潮湿的气候环境可能是由于较弱的太阳活动造成东亚夏季风和澳洲夏季风的同时减弱，导致低纬地区降雨增加。另外，沃克环流的东西向移动也可能导致南海北部降雨的变化使中世纪暖期和现代暖期的降雨较少。

4. 珠江口氮营养盐生物地球化学过程同位素示踪

Ye F., Jia G.D., Xie L.H., Wei G.J., Xu J., 2016. Isotope constraints on seasonal dynamics of dissolved and particulate N in the Pearl River Estuary, south China. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 121, doi: 10.1002/2016JC012066

系统测定了珠江口水体不同季节硝酸盐、铵盐和颗粒氮的稳定同位素比值，通过 C-N 稳定同位素可以判断该区冬季和夏季存在不同程度的生物地球化学过程，以及大气沉降是冬季珠江口近海地区硝酸盐的重要外部来源。

5. 珠江口不饱和醛 (PUAs) 的生物地球化学研究

Wu Z.C., Li Q.P.*(2016). Spatial distributions of polyunsaturated aldehydes and their biogeochemical implications in the Pearl River Estuary and the adjacent northern South China Sea. *Progress in Oceanography*, 147:1-9.

综合性研究了溶解态和颗粒态的不饱和醛 (PUAs) 的空间分布、物理和生物控制因素，及其在珠江口和南海北部潜在的生物地球化学的影响。在珠江口外的夏季水华暴发期间检测到高浓度的总颗粒类 (0–41 nm) 和溶解类 (0.10–0.37 nm) 不饱和醛，同时具有剧烈的空间变化。发现水华中颗粒类与海水温度密切相关，而

整个地区总体上呈现出与叶绿素 a 正相关。此外，在河口 Si/N 比与颗粒类不饱和醛显著相关，表明硅在 PUA 生产的重要作用。在高叶绿素区域，溶解类不饱和醛同样表现出与叶绿素 a 呈正相关，但在此区域以外与温度负相关，反映了海洋溶解类不饱和醛分布的基本生物物理耦合效应。PUAs 对沿海生态系统的生物地球化学意义不仅包括硅藻生产出 PUAs 抑制桡足类种群，而且颗粒类 PUAs 对南海北部有机碳的微生物循环有重要影响。

四、 后续工作概览

1. 组织项目成员参加 2017 年 1 月厦门大学 XMAS-III 海洋科学开放大会，召开本项目专题的主题讨论会。
2. 组织 2017 年项目夏季航次备航会议，时间计划为 2017 年 4 月-5 月之间。
3. 项目组成员将于 2017 年 2 月底参加夏威夷 ASLO 年会，并报告 MARCO 项目进展。
4. 升级设计并加工沉积物捕获器，提高采样通量与 AIS 信号稳定性，时间计划为 2017 年 2 月-3 月。