

最终报告

2021

执行摘要

TPOS 2020年最终报告

2021年8月

共同主要作者: William S. Kessler¹, Sophie Cravatte²

主要作者: Peter G. Strutton³, Adrienne J. Sutton¹, Arun Kumar⁴, Yuhei Takaya⁵, Harry Hendon⁶, Kevin O'Brien^{7,1}, Neville Smith⁸, Susan E. Wijffels⁹, Janet Sprintall¹⁰, Andrew T. Wittenberg¹¹, Kentaro Ando¹², Katherine Hill¹³, William Large¹⁴, David Legler¹⁵, Kathy Tedesco¹⁵, Sandy Lucas¹⁶

参与者: Olaf Duteil¹⁷, Yassir A. Eddebbbar¹⁰, Boris Dewitte¹⁸, Yolande Serra⁷, Stephen G. Penny¹⁹, Kenneth Connell¹, Dean Roemmich¹⁰, Tong Lee²⁰, Carol Anne Clayson⁹, Shayne McGregor²¹, Meghan F. Cronin¹, J. Thomas Farrar⁹, Jessica Masich^{7,1}, Karen Grissom²², Etienne Charpentier²³, Cheyenne Stienbarger¹⁵, Brittany Croll¹⁵, Feng Zhou²⁴, Dake Chen²⁴, Fei Chai^{24,25}, Xiaohui Xie²⁴, Weidong Yu²⁶, Iwao Ueki¹², Tatsuya Fukuda¹², Makito Yokota¹², Yasuhisa Ishihara¹², Sarah Purkey¹⁰, Stephen Riser²⁷, James Edson⁹, Masaki Katsumata¹², Akira Nagano¹², Kunio Yoneyama¹², Dongxiao Zhang^{7,1}, Aneesh Subramanian²⁸

作者、参与者和审稿人的完整列表见附录D。以上作者的单位详见下页。

执行摘要的中文翻译由 Guang Yang (杨光) 提供。

本报告为GOOS-268、PMEL贡献编号5219、CICOES贡献编号2021-1128。

完整报告见以下引文：

Kessler, W.S., S. Cravatte和主要作者，2021：TPOS 2020年最终报告。GOOS-268, 83 pp.[在线获取地址：<https://tropicalpacific.org/tpos2020-project-archive/reports/>]

作者单位

- ¹ 太平洋海洋环境实验室, 美国国家海洋和大气局(NOAA), 西雅图, 华盛顿州, 美国
 - ² LEGOS, 图卢兹大学, 法国研究与发展研究所(IRD), 法国国家航天局(CNES), 法国科学研究中心(CNRS), UPS, 图卢兹, 法国
 - ³ 海洋和南极研究所, 塔斯马尼亚大学, 霍巴特, 塔斯马尼亚, 澳大利亚
 - ⁴ 气候预测中心, 国家环境预测中心, 美国国家海洋和大气局(NOAA), 美国
 - ⁵ 大气、海洋和地球系统模拟研究部, 气象研究所, 日本气象厅, 筑波, 日本
 - ⁶ 气象局, 墨尔本, 澳大利亚
 - ⁷ 气候、海洋和生态系统研究合作研究所, 华盛顿大学, 西雅图, 华盛顿州, 美国
 - ⁸ 全球海洋数据同化试验 (GODAE) 海洋服务, 坎特伯雷, 澳大利亚
 - ⁹ 物理海洋学系, 伍兹霍尔海洋研究所, 伍兹霍尔, 马萨诸塞州, 美国
 - ¹⁰ 斯克里普斯海洋学研究所, 加州大学圣地亚哥分校, 拉荷亚, 加利福尼亚州, 美国
 - ¹¹ 地球物理流体动力学实验室, 美国国家海洋和大气局(NOAA), 普林斯顿, 新泽西州, 美国
 - ¹² 日本海洋研究开发机构 (JAMSTEC), 全球变化研究所, 横须贺, 日本
 - ¹³ 国家海洋学中心, 南安普敦, 英国
 - ¹⁴ 国家大气研究中心 (NCAR), 博尔德, 科罗拉多州, 美国
 - ¹⁵ 全球海洋监测与观测计划, 美国国家海洋和大气局(NOAA), 银泉市, 马里兰州, 美国
 - ¹⁶ 地球系统科学与建模部, 气候项目办公室, 美国国家海洋和大气局(NOAA), 银泉市, 马里兰州, 美国
 - ¹⁷ GEOMAR - 亥姆霍兹海洋研究中心
 - ^{18a} 干旱地区高级研究中心 (CEAZA), 科金博, 智利
 - ^{18b} 生物系, 海洋科学学院, 北天主教大学, 科金博, 智利
 - ^{18c} 海洋岛生态与可持续管理千年核 (ESMOI), 科金博, 智利
 - ^{19a} 环境科学协作研究所 (CIRES), 科罗拉多大学, 博尔德, 美国
 - ^{19b} 物理科学实验室, 美国国家海洋和大气局(NOAA), 博尔德, 美国
 - ²⁰ 喷气推进实验室 (JPL), 加州理工学院, 帕萨迪纳市, 加利福尼亚州, 美国
 - ²¹ 地球大气与环境学院, 莫纳什大学, 克莱顿, 澳大利亚
 - ²² 国家数据浮标中心, 美国国家海洋和大气局(NOAA), 斯坦尼斯航天中心, 密西西比州, 美国
 - ²³ 世界气象组织, 日内瓦, 瑞士
 - ²⁴ 第二海洋研究所, 自然资源部/国家海洋局, 中国
 - ²⁵ 缅因大学, 奥罗诺, 缅因州, 美国
 - ²⁶ 中山大学, 广州, 广东, 中国
 - ²⁷ 海洋学院, 华盛顿大学, 西雅图, 华盛顿州, 美国
 - ²⁸ 科罗拉多大学博尔德分校, 博尔德, 科罗拉多州, 美国
-

执行摘要

TPOS 2020 项目是加强和重新设计国际热带太平洋观测系统 (TPOS) 的千载难逢的机会。从应对2012-2014年TAO和TRITON锚系阵列危机开始,世界各地的许多机构、相关人员和研究人员都付出了巨大的努力,这反映了热带太平洋变异的全球影响以及进行充分观测以支持研究和预测的必要性。

TPOS 2020重新设计的目的是充分利用当今可以利用的多种远程和现场调查技术,将它们组合在一起作为一个集成式系统。我们力求加快技术进步、进一步了解和预测热带太平洋变异,进一步提高TPOS对支持机构以及各种数据及相关产品的其他用户的价值,扩大相关人员的基础。该项计划已经认识到,利用模式及其同化产品的广泛使用是实现集成式系统的基本要素。

我们的第一次报告(Cravatte 等, 2016; 以下简称R1)和第二次报告(Kessler 等, 2019b; 以下简称R2)详细阐述了这种重新设计和改进的依据和计划,并提出成功实现这些目标的海洋和大气变量要求。本次报告(第三次报告,即最终报告,简称R3)没有重复提供前两次报告的结果或分析过程(总结建议详见附录B)。R3只是一份简短的报告,是对相关信息的更新,解决现在可能存在的相关问题,并为我们的继任者定义了相关问题。本报告没有重复提供前两次报告的内容,但引用了相关章节。这三份报告的内容都需要进一步进行审查,以便代表更广泛群体的观点,并共同构成一个整体。

本报告更新了自上次报告以来在生物地球化学观测(第2.1节)、预测建模(第2.2节)、数据管理和访问(第2.3节)、骨干锚系阵列(第2.4节)和通过西边界流与副热带的海洋联系(第2.5节)方面取得的进展。

除了TPOS 2020重新设计和改进之外,在世界气象组织整合全球观测系统(WIGOS)内,持续提出科学建议有助于阵列的进一步发展。作为“WIGOS运行前区域试点”,本项目的下一步工作重点为继续加强与政府间实体的联系。第3章提出2020年后的治理结构(第3.4节),以有助于对潜在变化(第3.2节)和所需的政府间联系(第3.3节)进行科学评价。最后一节(第4节)提供了工作的经验教训。

前两份报告提出的建议体现的是TPOS 2020的主要结论。详见本报告的附录B。以下对此作了补充和改进,在本报告的相关章节作了详细解释。

生物地球化学、生物学和生态系统

本报告对先前报告提出的含氧量观测的建议作出澄清，对未来在东太平洋进行锚系设备含氧量观测进行试点研究作了说明，并提出开发衍生产品和进行生态系统观测的方向。

R3/建议1 我们重申了95°W（用于高时间分辨率）和BGC-Argo（用于更广泛的采样）锚系上含氧量观测之间的互补性。[2.1.1]¹

R3/建议2 需要每年对TMA服务容器进行CTD O₂和生物地球化学采样。鼓励每年两次采样，包括额外无机碳变量（如果可以获得的话）。[2.1.1]

R3/建议3 需要用于进行传感器的独立确认的BGC-Argo策略，例如通过TMA服务航次的离散瓶样本。[2.1.1]

R3/建议4 加强通过锚系设备和船舶进行生态观测（可包括对浮游动物和鱼类的声学观测、监听标记的鱼类、环境DNA）。建议就渔业和生态系统问题咨询相关的国际组织。[2.1.2]

R3/建议5 鼓励通过加大TPOS观测（叶绿素、碳、硝酸盐、O₂、pH、pCO₂）开发格点化的生物地球化学产品。[2.1.3]

建模研究和进展

本报告介绍了模式和预测中心的最新发展情况，并就如何充分利用这些机会提出具体的建议。

R3/建议6 鼓励预测中心之间加强协调，更好地记录模式偏差，监测S2S预测系统使用的观测结果的有效性。包括使用多种预测系统对跨运营中心、协调的OSE或OSSE实验进行定期评估。[2.2]

R3/建议7 鼓励进行过程研究，改善过程参数，减少降低观察初始化效率的模式偏差。[2.2]

TPOS数据流和访问

R3/建议8 通过GOOS观测协调小组，改进数据的互操作性和整合。[2.3]

¹[]括号内的数字是指本最终报告/R3的相关章节。

骨干锚系设备

在R1和R2中，针对热带锚系阵列（TMA）提出的几项建议不精确；在本报告对此进一步作了澄清，明确说明如下：

前两次报告建议向北和向南延伸，但没有说明具体位置。

前两次报告建议提高盐度，但没有明确其深度和位置。

前两次报告建议在每个站位观测近海表的流速；本报告对相关优先级作了详细说明。

R3/建议9 在10°N上110°W、170°W、165°E需要布置新的锚系设备。建议向极地方向布置锚系设备，但需要进一步研究，详细说明所需的观测及具体位置（图2）。[2.4.1]

R3/建议10 在提出具体站位建议之前，需要试点布放可进行SPCZ研究的锚系设备（图2和图4）。[2.4.2]

R3/建议11 TMA盐度观测最优先站位如图5所示：在暖池及其东部：锚系设备沿赤道西部从137°E到170°W，以及沿165°E经度断面从5°S的SPCZ开始，跨赤道至5°N。此外，还包括两个长期的历史站位(0°，140°W和0°，110°W)，以及ITCZ以南（8°N，110°W）的站位。[2.4.3]

R3/建议12 TMA盐度观测第二优先站位（很有必要）主要为位于暖池的其地地点（及靠近其东部边缘区域）：位于2°N和2°S，137°E至170°W内。同时包括赤道上其它站位，如SPCZ以南（8°S，165°E），以及140°W断面上的2°S和2°N两个站位（图5）。[2.4.3]

R3/建议13 盐度观测深度（1m；1-30m为5m间隔；30-80m为10m间隔；以及100m）。此外，应考虑短周期Argo浮标的互补作用。[2.4.3]

R3/建议14 最重要的近海表单点流速仪布放地点见图8上图的红色区域，包括：赤道站位上的长期次表层ADCP已经布放；将会在140°W断面上2°S-2°N之间新增次表层ADCP；以及所有第2梯队锚系设备（包括140°W断面上5°S和5°N两个点位）。[2.4.4]

R3/建议15 第二优先的近海表单点流速仪布放地点见图8中的蓝色区域：所有其他的赤道站位，以及沿110°W、140°W、170°W、165°E断面上2°S-2°N之间的位置。同样包括ITCZ以南140°W，9°N的站位。[2.4.4]

R3/建议 16 我们建议在未来几年内在多个地点轮换第2梯次布置点（鉴于混合层ADCP流速剖面在上60m），有助于在提供最终建议之前积累更多经验。图8（下图）为建议试点的大致位置。[2.4.4]

低纬度西边界流/印度尼西亚贯穿流系统

北太平洋和南太平洋的低纬度西边界流（LLWBC），包括印度尼西亚贯穿流（ITF），在区域和全球尺度上对海洋动态和气候变异都起着至关重要的作用。在R1和R2中，我们建议在该领域进行试点研究。在最终报告中，我们报告了该试点工作取得的进展以及需要进一步关注的尚未解决和正在处理的问题。

R3/建议17 鼓励开展各种研讨会（例如，在CLIVAR PRP的主持下），将三个区域的工作（WBC的北部和南部，以及ITF）整合在一起，制定有组织的联合采样方案。[2.5.3]

R3/建议18 鼓励参与建模工作，解决复杂的测深、混合和潮汐以及表征该系统的强烈狭窄的近岸流等难题。[2.5.3]

未来工作方向

R3/建议19 开发对TPOS研究和预测系统目标的整体和持续有效性进行滚动评估的方法。[3.1]

R3/建议20 开发一个明确、独立的结构，以评估纳入骨干网的可能性的能力、作用和准备情况。[3.2]

R3/建议21 鼓励GOOS考虑采取最佳措施，在研究层面和具体操作层面吸引更多的相关人员参与本项目。[3.3]

R3/建议22 我们建议建立一个由三个部分组成的主要管理结构，该结构以科学咨询委员会为中心，负责为参与机构和政府间机构提供科学建议，并整合研究界的新成果。相关人员小组将负责整合资源并评估研究成果。实施协调小组负责一个论坛，旨在为分享技术意见和问题，协调现场作业、取样规范和测试提供支持（图9）。[3.4]