



一次成功的海洋国际合作

——我国参加全球大气试验始末

汪兆椿

“查清中国海，进军三大洋，登上南极洲”是1977年国家海洋局为适应改革开放新形势下提出的奋斗目标之一。经过几十年多次国内专题调查和国际合作调查，可以说向上述目标迈进的步伐越来越大，离完全实现最终目的越来越近。值此国家海洋局建局40周年之际，回顾亲身参与的一些国际合作调查活动，还是颇有意义的。

在20世纪70年代后期，我有幸参加了全球大气试验有关活动，并于1979年4月~7月随“实践”号调查船赴太平洋赤道海域进行了全球大气试验中的热带高空风以及其他海洋观测工作。虽然，时间已过去四分之一世纪，但这次规模空前的海洋活动仍历历在目，难以忘怀。

一、宏伟的全球大气试验

全球大气试验是联合国有关组织于1965年提出的，经过长时期的酝酿和协调，终于获得了世界气象组织、政府间海洋学委员会等5个政府组织的合作与支持。这次试验是一次全球性的综合观测试验，使用了包括地面、空中和海洋三方面观测手段，有149个国家和地区参与了各项观测试验，动用了全球所有的观测和通信能力，总计有9000余个地面站、1000余个高空站、9个气象卫星、50艘海洋调查船、110架飞机、300个定高气球以及300余个海洋浮标站等。从这次试验的规模和花费的人力、物力等方面来看，它是近代国际科学合作项目上的创举，为其后20余年不间断开展一系列大规模的海洋探测活动奠定了基础。

此项全球性的试验研究活动，主要目的在

于：①完整地了解全球大气动态及其形成的机制，为更有效地建立预报模式创造条件；②确立天气系统可预报的极限；③为今后全球大气监视网提供最佳布设方案；④调查形成气候异常变化的机制，以建立实用的气候模式。

全球大气试验共分为三个阶段。第一阶段为准备时期，其主要任务是把日常的世界天气监视网纳入试验范畴并开始工作，同时对特殊观测系统（主要是船舶、飞机、浮标站和定高气球等）进行检验，做好试验期间的资料收集和处理等各项准备工作；第二阶段为实施阶段，以1978年12月1日至1979年11月30日为实施年，其中1979年1月5日至3月5日、5月1日至6月30日为特别观测期，在此时期中各种观测手段都要开始工作；第三阶段为分析研究阶段，在外业观测结束后集中在几个地点进行资料整理和分析研究工作，要求在1984年前陆续公开发布资料和完成试验的各种研究成果。

根据与有关国际组织多次协调，我国在此次大气试验实施年期间，提供207个常规地面站和89个高空站资料，新建高原辐射站（以上国内分工由中央气象局负责），重点是提供两艘海洋调查船参与赤道海域的高空气象和海洋调查工作，国内分工由国家海洋局负责组织和实施。

二、热带高空风观测船计划

顾名思义，该计划是在赤道海区进行高空风的观测，因为赤道几乎被海水所环绕，在此海区进行高空风观测，必须借助于船舶。为实现此项计划，共有20余个国家和地区提供了

约 50 艘船只, 部署在赤道两侧纬度各 10° 洋区范围内。此区域是大气运动能量的源泉, 也是积云对流最为活跃的区域之一。为了研究海洋与大气之间的相互作用, 了解储藏在海洋中的能量是如何带到大气上空的, 赤道低纬度上空获得的能量又是如何向高纬度输送的等。这一系列科学问题的解决, 都必须要求对赤道区域内海洋和大气状况的了解。因此, 在热带赤道海区进行高空气象和海洋观测是该次全球大气试验特殊观测系统中的一项重要内容。

根据大气和海洋状况在赤道海域的空间和时间变化, 又将赤道海域划分为“活跃区”和“非活跃区”, 活跃区则将重中之重, 必须确保的区域。我国国家海洋局的两艘海洋调查船的作业区域, 分别安置在太平洋赤道区的 $0^{\circ} \sim 10^{\circ} \text{S}$ 、 $170^{\circ} \sim 175^{\circ} \text{E}$ 和 $0^{\circ} \sim 5^{\circ} \text{N}$ 、 $160^{\circ} \sim 165^{\circ} \text{E}$, 这两个观测海域都是影响海洋和大气变化最为突出的活跃区。承担的主要任务为高空和海面的气象要素, 以及海面至 200m 水深面的“深温计”测定。同时, 为全面了解作业海区的环境基本状况, 还开展了洋区的水文、生物、底质、化学、物理等多要素的观测。

三、远航太平洋

为实施此次全球大气试验热带高空风观测计划, 我国选派的两艘调查船为国家海洋局东海分局的“实践”号调查船和北海分局的“向阳红 09”号调查船。这两艘调查船都是我国自行设计和建造的设备比较完善的综合性远洋科学调查船。“实践”号船建于 1968 年, 排水量 2 955t, 续航力 7 500 海里, 自持力 45 天, 定员 112 人。该船为钢质船体, 配有双舵、双柴油机, 主机为 $2 \times 2\ 000$ 匹马力。另配有适应海洋调查需要的侧向推进和 4 节以下低速航行设备, 双舵中装有主动舵, 船只转向灵活简便。在主甲板、平台甲板和驾驶平台上分别设有水文、物理、海水光学、化学、海浪、气象、底栖生物和浮游生物等 8 个实验室, 在甲板上还设有各式绞车 11 部, 其中有 1.37 万 m 深水绞车 1 部。为保证航行安全和作业定位的准确, 配备了多种航海定位设备。“向阳红 09”号船建造于 1978 年, 是一艘新

造的调查船, 也是该船首次承担远洋任务, 其排水量为 4 435t, 续航力 10 000 海里, 自持力 60 天, 定员 150 人, 其他观测仪器和设备基本上与“实践”号相似。

1978 年 12 月 18 日, 在广州黄埔国家海洋局南海分局长洲码头上, 红旗招展, 鞭炮齐鸣, 双狮随着喧天的锣鼓声, 跳起戏球的舞蹈, 在夕阳余晖下, “实践”号和“向阳红 09”号海洋调查船鸣起长笛离开欢送的人群, 驶向辽阔的太平洋。

按照计划“实践”号船奔赴赤道南半球的 $0^{\circ} \sim 10^{\circ} \text{S}$ 、 $170^{\circ} \sim 175^{\circ} \text{E}$, “向阳红 09”号开往赤道北半球的 $0^{\circ} \sim 5^{\circ} \text{N}$ 、 $160^{\circ} \sim 165^{\circ} \text{E}$ 洋区作业。两船的航线都是从南海出发, 入民都洛海峡, 经苏禄海过三宝颜, 沿苏拉威西海 5°N 线 (第二航次是沿赤道 0° 线) 直入太平洋。首航中, 两船驶离珠江口进入南海后就碰上了寒潮大风, 船体摇摆最大达到 40° 。到达 5°N 线进入太平洋航段, 又遇东北信风, 调查船顶风破浪航行, 船体颠簸更加厉害, 这给初次出海的科技人员带来很大困难, 有的人在一两小时内, 连吐七八次。经过十余天的锻炼, 绝大多数人终于克服了晕船的难关, 赢得了在海上工作和生活的主动权。按规定日期两船分别到达太平洋中部赤道指定洋区, 开始了各种观测活动。

此次大气试验中的热带高空风观测是在两个特殊观测期内进行的, 因此船只也是分两个航次完成的。第一航次是在 1979 年 3 月 23 日返航的; 第二航次是在 1979 年 4 月 13 日出发, 于 7 月 18 日返航的。两船共航行 4 个航次, 航行里程 61 488 海里, 在海上共度过 390 天。

我是随“实践”号船参与第二航次观测活动的, 启航时正值 4 月中旬。在广州备航时, 已感到初夏的闷热潮暑, 潮热的空气笼罩着整个船体, 船内温度已达 40°C , 终日大汗淋漓, 我与局宣传部吴进同志被安排在紧靠机舱的两人间内, 机器声终日轰鸣不断。因此, 船只启航后, 噪声、高温、晕船困扰我们约一个星期, 嗣后进入大洋, 空气清新了, 空调机也正常了, 隆隆的噪声反而成了我们的催眠曲了。

总之，一切都适应了，为我们在海上工作创造了条件。

四、探空测海的日日夜夜

为了有效地获取各种观测数据，两艘调查船在太平洋中部赤道洋区，分别布设了径向断面4条，各由42个和38个测站组成。在这些测站中，有的是大面站，船只到站后观测一次就离去；有的是连续站，船只到站后，要在一昼夜24小时内，连续进行多次观测。这些布设站点方法主要是从单船作业来考虑的，以期用最小代价获取最大有用数据。

此次海上观测项目较多，有高空气象、海面气象、水文、底质、生物、化学等，重点是高空风向、风速的测定，这也就是“热带高空风观测船”名称的由来。

高空测风设备是采用芬兰创造的导航测风装置。其基本原理是利用海上导航定位的方法，也就是地面上有3个以上的定点导航台，定时发送无线电信号，以信号到达空中目标物的时间差，即可判定出目标物在空中所处的位置，从而测定出各个高层的风向、风速量值。为掌握导航测风装置操作维修技能，1978年国家海洋局选派3人去芬兰制造厂进修实习，回来后就承担了此次高空风的观测任务。此次投放高空气球使用的是液压氦气，这在我国也是首次，以往使用的都是氢气，很不安全。通过有关国际组织协调由美国无偿提供了300瓶氦气。在试验期间，成功地完成了每天两次高空风观测任务，投放成功率达到98%，放球最高高度为3.25万m，总计向世界气象组织提供了607盘高空观测记录磁带。

在船只航行中，投放高空气球也不是一件容易的事。首先要选择在下风面投放，因此，每次放球都要挪动放球架，尤其是在大风大浪的情况下，人们连走路都很艰难，要数次摆放架子，其艰难程度就可想而知了。一次为了避风，我们将放球架挪到后舱一间房间后面，当球一出手，气球立即向海中栽去。我们仔细分析原因，发现在避风点的后方，往往形成“风障”，就是这样一股向下的气流把气球带入海中。在实践中，我们终于摸出了一套在大风大浪和雨天等不利条件下，安全投放高空气球的

有效方法。

海面气象观测是此次试验期间观测次数最多的一个项目，从船只离开码头到返航的整个期间都要连续不断地进行定时观测。在某些海区观测次数从每日4次增加到8次，有时还要加测到24次，这样就成倍地增加了工作量。尤其是赤道海区终年炎热，平均气温在28℃左右，气温日较差很小，晴天甲板温度可高达60℃以上。再加之湿度大，降水频繁，给观测带来很大不便。为了获取一个观测记录，往往是晴天一身汗，雨天湿透衣。遇上狂风恶浪付出的代价则更大，边呕吐、边工作是常事。有时值一次班，要4个人连续顶替才能完成任务。在这180余个日日夜夜里，海面气象观测发报1454次，报文基本无差错，所有资料在观测后半小时内即可从五六千海里以外传至北京，有效地保证了时效。为此，世界气象组织东京通信中心曾发来了“所发资料质量高、传递迅速”的贺电。

其他如水文、生物、底质等项的观测调查任务也是艰巨的。在水深5000m进行一次底质取样作业，仅施放和回收钢丝绳就需要五六个小时，值班人员每次都坚守岗位，直到完成任务后，才吃饭休息。在观测期间两船共进行了14次底质柱状取样，最深的一次是在5373m的深海底，取到了长4.19m的柱状底质样品，并多次从深海底获取到有重要经济价值的锰结核。

在恶劣海况下，进行水下观测也是一个难



题。一次，“实践”号船为获取不同深层的海流记录，在两舷同时施放了不同深度的4架海流计，由于海况不好船只摇晃得异常厉害，致使4根悬挂海流计的钢丝绳相互缠绕在一起。在这种情况下，要妥善保护海流计的安全，可不是一件简单的事。科技人员们认真分析现场后，严格控制绞车的取吊速度，采取先取浅层、后收深层海流计的措施，连续工作3个多小时，终于排除了故障。在船上进行测流，需要测定各个不同时间船只的移动速度和方向，这样才能准确地测出流速和流向。利用卫星测定船位是比较可靠的，但是在赤道大洋中，卫星过顶的次数有限，且时间间隔也不均匀。“向阳红09”号船科技人员就曾以洋区附近的库赛埃岛为目标，每小时用雷达定位一次，以便与卫星比较，由此取得了比较准确的船只漂移记录。

在此次大洋作业中，除较好地完成原定任务外，还大胆地进行了一些远洋考察技术方法的科学实验。比如深海锚泊问题，为了准确测定海流，最好是在船只锚泊时进行。但是锚链长度有限，无法在深水中抛锚。“向阳红09”号船就作了一次试验，他们利用船尾部的1.37万m长的绞车钢缆，挂上一个重100kg重的山字锚，在4级风力下，下抛海底，终于进行了一次长达28个小时的抛锚观测实验，获取了大洋深水定点测流的一次宝贵记录。此外，还通过试验证实国产颠倒温度表最大使用深度可达水下3000m。

在海上工作之余，我们还开展了多种文体活动，其中最为吸引人的则是钓鲨鱼。赤道洋区终年高温，光合作用强，浮游生物繁殖旺盛，有利于各种鱼类发育成长。每当调查船停泊海面时，各种鱼类就会聚而来，最引人注目的就是形似潜艇状的庞然大物——鲨鱼了。

在作业区所见的鲨鱼大多长1m左右，重20kg~30kg，也有长度超过2m，重50kg以上的。鲨鱼喜欢集群，有时多到三四十条。它们的胃口大，异常贪食，对带有血腥味的肉类更是贪得无厌。鲨鱼还有喜灯光的特性，夜晚只要把舷灯打开，不一会儿就会有鲨鱼群集在灯光照亮的水里游弋，此时正是钓鲨鱼的大好时

机。钓鲨鱼的工具很简单，用手指粗的圆铁条弯成长约20cm的弯钩，在钩上做成倒刺，用帆缆绳做鱼绳，并在鱼钩后1m处，系上一小块木板作为浮子。垂钩时在鱼钩上系上一块带血的肉，不要多时就会有鲨鱼猛扑过来，一口死死咬住鱼钩。这时钩上的倒刺即刻钩住鱼嘴，任它如何挣扎也逃脱不了。

为保障航海人员的生活需要和身体休整，两船在航次中间还相继停靠在南太平洋上的岛国斐济的首都——苏瓦。苏瓦是一个美丽、宁静的港口城市，人口仅6万人。港口设施先进，备有充足的油料和食品。我们在这里进行了补给和休整，并拜访当地行政官员和华侨社团，组织当地群众参观我们的调查船设施。此外，我们还与当地篮球队、乒乓球队进行了比赛，增进了友谊，受到热烈的欢迎。

五、向海洋科学的深度、广度进军

通过此次具有历史意义的全球大气试验，给我们提供了这样一个启示：海洋和大气是地球上两大密度不同的流体，它们之间有着广阔的交界面，构成相互作用的耦合系统。这个系统是一种相互调整和相互制约的过程，是永远相互运动着的。大气对海洋的影响主要是动力性的，海洋上界面受到大气低层风和温湿层结的影响，使海洋改变了自己的流场和温盐场；而海洋对大气的影响则多属热力性的，海洋比热大，吸收能量多，不断向大气输送热量和水汽，对低层大气环流、云和降水均有显著作用，这个系统一旦失调则会造成气候的异常。近20余年来，世界各地出现的气候异常现象，证实了海洋和大气相互耦合作用的威慑力量。由此，有关国际组织在20世纪后1/4世纪中，组织了“海洋和大气相互作用”等研究项目，集中力量突破所谓的“暖地”效应。暖地是指在热带赤道西南太平洋区有多个常年高温区。在高温区里的热力、动力活动异常活跃，它是驱动海气相互耦合作用的原动力。尤其是厄尔尼诺等现象的频繁出现，造成全球性的灾难后果，故使人类对向海洋科学深度、广度进军给予充分的关注。

(作者单位 原国家海洋局国际合作司)