

西太平洋Argo剖面浮标观测 及其应用研究论文集

许建平 主编



海洋出版社

西太平洋 Argo 剖面浮标观测 及其应用研究论文集

许建平 主编

海洋出版社

2010 年 · 北京

内 容 简 介

本书反映了承担国家海洋公益性行业科研专项“西北太平洋 Argo 剖面浮标观测及其应用研究”和国际科技合作重点项目计划“太平洋—印度洋暖池的 Argo 浮标观测研究”课题的科技人员撰写的部分观测研究成果。内容涉及全球 Argo 实时海洋观测网建设、太平洋暖池与海温、盐度、水团和环流等方面的研究成果以及 Argo 资料质量控制、资料数据库管理和 Argo 剖面浮标等应用技术方面的探索性工作。

本书可供从事海洋事业的科研、教学、技术和管理人员以及研究生们阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

西太平洋 Argo 剖面浮标观测及其应用研究论文集/许建平主编. —北京:海洋出版社,2010.3

ISBN 978 - 7 - 5027 - 7691 - 6

I. ①西… II. ①许… III. ①太平洋 - 海洋监测 - 研究 - 文集 IV. ①P722 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 038532 号

责任编辑:杨传霞

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京画中画印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

开本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张:22

字数:530 千字 定价:98.00 元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

前 言

在全球气候变化导致极端天气频发、强度不断增加的背景下，要想提高我国天气预报和气候预测的水平，缩短与世界先进水平的差距，就必须重视和加强对海洋、特别是深海大洋的观测和研究。

众所周知，海洋是地球气候系统的最重要组成部分。全球海洋吸收的太阳辐射 (Q_s) 占进入大气层总 Q_s 的 70% 左右，且由海洋吸收 Q_s 的绝大部分 (85%) 又储存于海洋表层 (混合层) 中，这些能量以潜热、长波辐射和感热交换的形式输送给大气，驱动大气的运动。因此海洋，尤其是热带海洋，是驱动大气系统运动的重要能量来源；此外，海洋还是地球大气系统总二氧化碳 (CO_2) 的最大汇源。这些性质，决定了海洋对大气运动和气候变化具有不可忽视的影响。而且海洋环流在大气系统能量输送和平衡中又起着重要作用，大气中水汽量的 86% 由海洋提供，且 30% 的经向能量输送由海洋承担。尤其在低纬度区域，海洋是大气水汽的主要源地。对气候和大气环流的变化，海洋混合层的作用又十分重要。混合层的辐合和辐散过程通过厄克曼抽吸效应影响深层海洋环流，反之又通过改变混合层状态影响大气运动。所以，无论是气候变化研究还是长期天气预报或短期气候预测，对海洋观测资料 (尤其是全球海洋温、盐、流的剖面资料) 都有极大的依赖性。在过去的 20 年中，热带海洋 - 全球大气实验 (TOGA) 和世界海洋环流实验 (WOCE) 的成功实施，揭示了海洋在海 - 气耦合系统中的关键作用，极大地促进了长期天气预报和短期气候预测的研究。而当前正在实施的“全球气候变异与观测试验” (CLIVAR) 国际气候研究计划，短期气候预测又是一个研究重点。世界上一些国家已经研制了多个可用于短期气候预测的海 - 气耦合数值模式。但是，由于受海洋观测技术和资金的限制，海洋观测资料的严重不足使这些模式难以充分发挥作用，气候预报的精度也是始终难以令人满意。

随着经济的发展和科技的进步，人类不仅要加大对自然灾害的研究力度，力争能预测一天、一周、一个月，甚至一年的天气、气候状况，还要具备预测几年、几十年内将要发生灾害的能力，使人类能从灾害源头上提前预



防。而要对天气进行准确的预测尚需大范围、乃至全球区域的、长时间的观测资料积累，更需提高对引起灾害的海洋或天气异常现象的认知程度。事实上，海洋科学的发展，特别是海洋和气候业务化预测预报技术的发展，广宽海洋上（占地球面积的 71%）大范围、准同步和深层次调查资料的匮乏，一直是制约其发展的瓶颈。20 世纪 90 年代问世的 Argo 剖面浮标以及在 2000 年启动的国际 Argo 计划，给海洋和大气科学家带来了一次难得的机遇，使人类深入了解和掌握大尺度实时海洋的变化，提高天气和海洋预报的精度，有效防御全球日益严重的天气和海洋灾害的愿望终将可能成为现实。

Argo 计划借助了国际上新开发的一系列高新海洋技术（如 Argo 剖面浮标、卫星通信系统和数据处理技术等），在全球海洋中建立一个实时、高分辨率和全自动的监测系统，以便快速、准确、大范围地收集全球海洋上层的海水温度和盐度剖面资料，有助于人们加深对海洋温、盐度垂直结构、环流和能量以及水分平衡过程的了解，并揭示海-气相互作用的机理，进一步改善模式的初始场和完善海气耦合模式，从而提高长期天气预报和短期气候预测的能力，其中包括与 ENSO（厄尔尼诺-南方涛动）有关事件（如洪水、干旱等）的预报能力和对太平洋十年涛动等的再认识。

Argo 是一个崭新的全球大洋观测计划。根据国际 Argo 信息中心的统计，全球由 3 000 个 Argo 浮标组成的实时海洋观测网已经于 2007 年 10 月底（在全球海洋上正常工作的浮标总数已达到 3 006 个）全面建成，并将维持 10 年以上。我国于 2001 年经国务院批准加入国际 Argo 计划时，曾承诺将在西太平洋和东印度洋海域布放并维持由 100~150 个浮标组成的中国 Argo 大洋观测网，以此作为全球海洋观测网的重要组成部分，并共享该观测网的长期观测资料。但直到 2009 年 7 月底，我国布放的浮标数量却还十分有限（66 个），且目前仍在海上正常工作的浮标仅有 37 个，而美国则有 1 883 个，亚洲地区的日本和韩国分别为 341 个、96 个，印度也有 69 个。整个全球海洋上的 Argo 浮标数量则达到了 3 319 个。我国正在开展的几个涉及海洋的重大基础研究项目，均要求收集太平洋、印度洋赤道海域、乃至整个太平洋和全球海洋中的第一手资料。就西太平洋而言，这一区域不仅拥有世界大洋里最强的西边界流——黑潮以及全球海洋与气候系统里最大的年际变化现象——厄尔尼诺，还拥有横跨太平洋和印度洋的巨大暖池以及全球最大的降水带——太平洋热带辐合带，因而一直是国际海洋科学研究的热点海域，尚有

许多前沿重大科学问题悬而未决，急需组织力量开展探索研究。目前已经建成的全球 Argo 实时海洋观测网，无论从观测浮标的数量、覆盖区域，还是观测资料的质量和应用价值，均明显优于 20 世纪 80 年代在赤道太平洋海域建立的 TAO（热带大气海洋）观测网，其观测资料具有不可估量的科学价值。

Argo 观测网是目前国际上唯一的一个全球实时海洋观测系统，其观测和积累的资料对海洋和大气科学的发展具有重大的科学意义；而且对我国这样一个饱受海洋和气候灾害影响的海洋大国，特别是过去长期以来对邻近我国的外海大洋和全球海洋观测重视不够，观测资料积累严重不足的国家来说，更具有十分重要的现实意义。

尽管 Argo 计划的实施时间还不长，全球 3 000 个浮标组成的实时海洋观测网建成不久，但其作用和价值已经在许多领域得到体现。Argo 资料正被世界气候变化及预测（CLIVAR）和全球海洋数据同化实验（GODAE）等国际计划用于海洋环流模式中，开始对全球海洋进行细致的分析和预报。各国的海洋业务中心和气候中心正用 Argo 资料进行气候和气象预报以及用于海事安全、海上交通、渔业管理、近海工业和国防事务等各个领域。Argo 资料的应用提高了人们对全球温室效应引起的海平面上升的估算和预报精度，在改进季节性气候预测和加深对飓（台）风活动的认识中也正起着关键性作用。而 Argo 观测网最显著的成效还在于，可以大大提高对全球海洋热储存总量的估算精确度，使得人类确定全球气候变暖与海平面上升以及预测它们未来趋势终将成为现实。气候变化是当今世界面临的最大环境问题，全球 Argo 实时海洋观测网将在认识和解决该问题中起到不可替代的作用。

需要指出的是，由于 Argo 浮标具有在海上长期漂移观测的特点，人们无法对其所携带的各种传感器进行定期标定。因此，Argo 浮标与其他海洋观测设备（如 CTD、ADCP）一样，其观测资料会随着电子传感器的老化或海上其他电子信号的干扰以及海面油污和附着生物的影响而产生测量误差。国际 Argo 资料管理小组的研究技术人员为了能向用户提供高质量的 Argo 数据，正在不断致力于寻找校正和处理观测资料的最佳方法；还有的研究技术人员则在不断改进 Argo 浮标技术，尽可能延长浮标的观测寿命（达到或超过 4 年），并使之能携带更多的测量传感器（如测量 pH、溶解氧、硅酸盐等），方便海洋和气象学家通过 Argo 浮标获得更多的海洋环境信息。

由此可见，积极主动地参与国际 Argo 计划，不仅可以长期获取全球 Argo 实时海洋观测网提供的海量资料，满足我国海洋和大气科学界对研究和解决国际海洋科学热点以及前沿重大科学问题的需求，而且还可以促进我国海洋高新技术的发展，并借机建立起一支从事大洋环境调查、数据处理和质量控制的技术队伍，从而为推进全球 Argo 实时海洋观测资料在海洋和天气业务化领域中的广泛应用提供技术支撑和资料保障。

2003—2009 年期间，由国家海洋局第一海洋研究所、第二海洋研究所和卫星海洋环境动力学国家重点实验室共同支持的国际科技合作重点项目计划“太平洋—印度洋暖池的 Argo 浮标观测研究”课题以及由国家海洋局第二海洋研究所牵头、国家海洋环境预报中心和南海海洋预报中心共同承担的国家海洋公益性行业科研专项“西北太平洋 Argo 剖面浮标观测及其应用研究”课题，在巢纪平院士的指导和课题组成员长达 8 年的共同努力下，分别于 2007 年 12 月和 2009 年 7 月圆满完成了这两个课题的全部外业调查和内业研究工作。

在课题实施过程中，来自国家海洋局第二海洋研究所、中国科学院海洋研究所、国家海洋环境预报中心和南海海洋预报中心的部分科研人员陆续撰写和发表了一批研究论文和技术分析报告。现将这些成果汇编成册，谨以此向关心、帮助和支持该课题的各级领导和专家、同行表示衷心感谢，并庆贺全球 Argo 实时海洋观测网的正式建成！

中国 Argo 计划的组织实施得到了国家科技部、国家自然科学基金委员会、国家海洋局、中国气象局、中国科学院等部门和单位的重视和大力支持。

本文集由国家海洋公益性行业科研专项经费项目（200706022）资助出版。

国际 Argo 科学组成员 中国 Argo 计划首席科学家 许建平

二〇〇九年十月十八日于杭州

目 录

进展篇

全球 Argo 实时海洋观测网全面建成	许建平,刘增宏,孙朝辉,朱伯康(3)
Argo:成功的十年	刘仁清,许建平(8)
全球 Argo 实时海洋观测网建设及应用进展	朱伯康,许建平(20)
国际 Argo 计划执行现状剖析	朱伯康,许建平(34)
Argo 数据管理及其应用技术的发展	宁鹏飞,许建平(59)

综述篇

北太平洋西边界流研究综述	周慧,许建平,郭佩芳,侍茂崇(71)
西太平洋暖池研究的新进展	张立峰,许建平,何金海(83)
热带太平洋 ENSO 事件监测研究	孙朝辉,许建平(93)
热带西太平洋上层热含量的研究综述	吴晓芬,许建平(101)

研究篇

The Upper Ocean Response to Tropical Cyclones in Northwestern Pacific Analyzed with Argo Data ... LIU Zeng-hong,XU Jian-ping,ZHU Bo-kang,SUN Chao-hui,ZHANG Li-feng(115)	
The Application of Argo Data to Water Masses Analysis in the Northwest Pacific Ocean	SUN Chao-hui,LIU Zeng-hong,TONG Ming-rong,ZHU Bo-kang,XU Jian-ping(129)
西太平洋暖池海温异常年夏季东亚大气环流特征	张立峰,何金海,许建平,孙朝辉(143)
太平洋-印度洋暖池次表层水温与南海夏季风暴发	吴迪生,许建平,周水华,张娟,俞胜宾,冯伟忠,张文静(155)
赤道西太平洋暖池次表层水温与热带气旋的关系	吴迪生,张娟,刘增宏,俞胜宾,周水华,张文静,王文娟,冯伟忠(164)
热带太平洋次表层三维海温距平场的 EOF 分析	张立峰,许建平,何金海(176)
棉兰老以东反气旋涡的 Argo 观测研究	周慧,许建平,郭佩芳,侍茂崇,刘增宏,李云芳(188)

一个 Argo 剖面浮标的观测过程及其资料应用探讨	刘增宏,许建平,朱伯康(201)
吕宋海峡附近海域水团分布及季节变化特征	刘增宏,许建平,孙朝辉,朱伯康(212)

技术篇

全球海洋中 Argo 剖面浮标运行状况分析	孙朝辉,刘增宏,朱伯康,许建平(227)
一种专门用于低纬度洋区观测的 Argo 剖面浮标	朱伯康,刘仁清,许建平(244)
Argo 浮标电导率漂移误差检测及其校正方法探讨	刘增宏,许建平,孙朝辉(250)
参考数据集对 Argo 剖面浮标盐度观测资料校正的影响	刘增宏,许建平,修义瑞,孙朝辉(260)
Argo 剖面浮标电导率传感器漂移问题探讨	童明荣,许建平,马继瑞,刘增宏,孙朝辉(273)
Argo 剖面浮标压力测量误差问题剖析	朱伯康,刘增宏,刘仁清,许建平(297)
Argo 剖面浮标观测资料的接收、处理与共享	孙朝辉,刘增宏,朱伯康,童明荣,许建平(304)
Argo 数据的网络可视化集成平台开发及其应用	孙朝辉,刘增宏,孙美仙,滕骏华,许建平(312)
Argo 光盘数据集的研制与应用	宁鹏飞,许建平(322)

进展篇

全球 Argo 实时海洋观测网全面建成

许建平^{1,2}, 刘增宏^{1,2}, 孙朝辉¹, 朱伯康¹

(1. 国家海洋局 第二海洋研究所, 杭州 310012; 2. 卫星海洋环境动力学国家重点实验室, 杭州 310012)

摘要: 较详尽地介绍了全球 Argo 实时海洋观测网建设现状, 以及 Argo 资料在相关领域应用研究中所取得的成果, 揭示了 Argo 资料广阔的应用研究前景。要实现国际 Argo 计划的最终目标, 尚需各参与国不遗余力的努力。

关键词: Argo 剖面浮标; 实时海洋观测网; 温、盐度剖面; 国际 Argo 计划

1 引言

2007 年 11 月 1 日, 国际 Argo 计划已经实现了其最初提出的在全球海洋上建成由 3 000 个 Argo 剖面浮标组成的实时海洋观测网的目标。目前, 该观测网正在以前所未有的规模和速度, 源源不断地为国际社会提供全球海洋上从海面到 2 000 m 水深内的海水温、盐度剖面和海流资料。每年提供的温、盐度观测剖面大约在 10 万条以上^[1], 是船基剖面测量的 20 倍之多, 而且其观测剖面并无季节差异。这种资料使本来无法开展的许多科学研究工作和业务活动逐渐成为可能, 并正有效地改变着人们对海洋和气候等自然环境的认识, 在科学研究和社会经济发展中起着越来越重要的作用。

2 全球 Argo 实时海洋观测网

国际 Argo 计划自 2000 年底正式实施以来, 至 2007 年 10 月底, 世界上有 23 个国家和团体已经在太平洋、印度洋和大西洋等海域陆续投放了近 5 000 个 Argo 剖面浮标。部分浮标投放后由于受技术或通讯故障等原因相继停止了工作, 到目前为止, 在全球海洋上正常工作的 Argo 剖面浮标已经达到 3 006 个 (图 1), 这表明国际 Argo 计划早期提出的由 3 000 个浮标组成的全球 Argo 实时海洋观测网已经全面建成。

在这些浮标中, 美国布放了 1 696 个, 占总数的 56.4%, 日本为 369 个, 占 12.3%, 名列第一、第二位; 法国 154 个 (5.1%), 德国 153 个 (5.09%), 澳大利亚

基金项目: 国际科技合作重点项目计划 (2002CB714001); 国家海洋局资助项目。

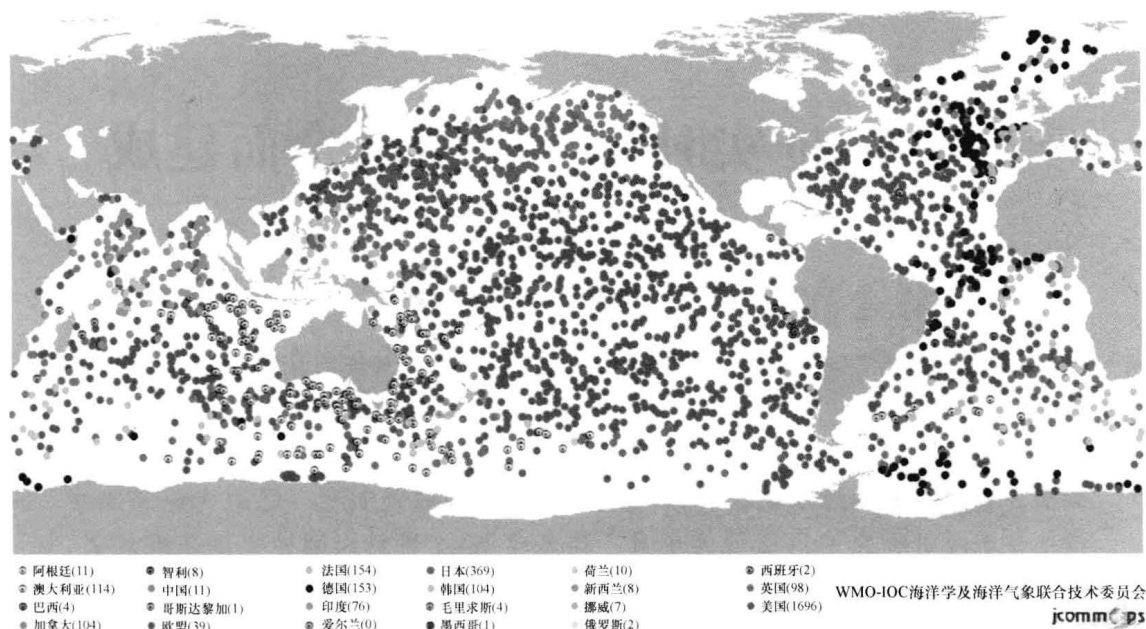


图1 各国 Argo 浮标投放海域及概位和数量（至 2007 年 10 月底）

（国家名后小括号内的数字为 Argo 的数量。图片来源：国际 Argo 信息中心网站，网址：<http://argo.jcommops.org>）

144 个（4.8%），分别处于第三至第五位；加拿大和韩国均为 104 个（各占 3.5%），并列第六位；英国 98 个（3.3%），印度 76 个（2.5%），欧盟 39 个（1.3%），分别处于第七至第九位；阿根廷和中国均为 11 个（各占 0.5%），并列第十位；荷兰 10 个（0.3%），列第十一位；智利和荷兰均为 8 个（各占 0.27%），并列第十二位；挪威 7 个（0.23%），列第十三位；巴西和毛里求斯均为 4 个（各占 0.13%），并列第十四位；俄罗斯和西班牙均为 2 个（各占 0.07%），并列第十五位；哥斯达黎加和墨西哥均为 1 个（各占 0.035%），并列第十六位。

1998 年，美国和日本等国的科学家根据世界海洋环流实验（WOCE）所取得的经验，提出了在世界大洋上每隔 3 个经纬度布设 1 个漂流浮标，从而建成一个全球实时海洋剖面观测网的设想。认为该系统与新一代的 JASON 雷达高度计一起，将会使对气候研究具有重要意义的全球海洋要素（温度、盐度、海流和风等）的采集发生革命性的变化，并首次实现全球性的实时海洋观测，使人类应对由全球气候变化所带来的许多严重环境问题成为可能^[2]。这一设想得到 1999 年在法国维勒弗朗什举行的世界海洋观测大会（OeanObs'99）的共识，一些与会的发达国家代表纷纷作出响应。而由美、德、日、澳等 4 个国家的 6 名科学家组成的国际 Argo 科学组也相继宣告成立，国际 Argo 计划迅速从酝酿准备阶段进入实施阶段。

2000 年 6—11 月，澳大利亚和美国率先在东太平洋和东印度洋布放了第一批（21 个）Argo 浮标，从而拉开了全球 Argo 实时海洋观测网建设的序幕。7 年来，Argo 计划从无到有、从小到大，得到越来越多沿海国家的重视和支持，参与该计划的国家也已由最初的 10 个发展到今天的 27 个，在全球海洋上布放的 Argo 浮标总数已经达到了 5 000

多个, 累计获得了 36 万余条温、盐度剖面。从 2002 年以来, Argo 已经成为科学家获取大洋剖面资料的最大来源。

为实施国际 Argo 计划、协调各国 Argo 计划进展和解决相关技术问题等, 在有关国际组织的发起和支持下, 于 1999 年成立了由国际 Argo 计划参加国科学家代表组成的国际 Argo 科学组 (AST), 目前 Argo 科学组已经召开过 8 次年会。同时, 国际 Argo 计划设立了资料管理小组, 已经建立了一套全球统一的 Argo 资料实时质量控制自动检测程序, 明确了全球 Argo 资料中心将使用统一的数据格式, 并通过全球通信系统 (GTS) 分发 Argo 实时观测资料以及通过国际互联网交换各国的 Argo 资料。在该小组的倡议下, 在美国的全球海洋数据同化实验 (GODAE) 资料中心和法国的海洋开发研究院 (IFREMER) 资料中心建起了 2 个全球 Argo 资料中心, 并将在美国海洋资料中心 (NODC) 建立一个长期的 Argo 数据库。同时, 还在大西洋、太平洋、南大洋和印度洋沿岸建立了 4 个区域 Argo 资料中心, 并与各国的 Argo 资料中心一起组成了一个高效的资料管理网络, 约 90% 的 Argo 浮标观测资料可在 24 小时内向用户发布, 而全部观测资料则可在 48 小时内提供。各地的气象和气候业务中心还可以从世界气象组织 (WMO) 的全球通信系统 (GTS) 上更方便、快捷地获取 Argo 浮标的实时观测资料。也就是说, 世界上任何一个想要使用 Argo 资料的用户都能够无条件地在第一时间获得所需海域的资料, 这也是国际 Argo 计划的指导原则。

3 Argo 资料应用研究成果显著

Argo 计划的实施时间还不长, 全球 3 000 个浮标组成的海洋观测网还刚刚建成, 但其作用和价值已经在许多方面体现出来。国际 Argo 计划已在 2003 年和 2006 年分别在日本东京和意大利威尼斯举行了两次国际 Argo 科学研讨会, 向人们展示了一大批 Argo 资料的应用研究成果。Argo 资料正被世界气候变化及预测 (CLIVAR) 和全球海洋数据同化实验 (GODAE) 等国际计划用于海洋环流模式中, 开始对全球海洋进行细致的分析和预报。各国的海洋业务中心和气候中心正用 Argo 资料进行气候和气象预报^[3], 并用于海事安全、海上交通、渔业管理和近海工业、国防事务等各个领域; 澳大利亚、法国、日本、英国和美国等国还用 Argo 资料对全球和区域性海洋的次表层特征进行常规分析, 其结果公布在世界气候监测网上, 可以对重大的海洋温度与盐度异常和海洋环境变化提供早期预报^[4]; 我国海洋和大气科学等领域的科学家开始用 Argo 资料研究西北太平洋台风源地的海洋状况及其变化规律以及台风发生发展过程中的海洋变异等^[5,6], 并把 Argo 资料应用到了全球海洋资料四维同化系统中, 进行全球海-气耦合模式的业务预报试验, 使得初始场更能符合海洋的实际状况, 对全球气候变率的预测精度也有了明显提高^[7,8]。在阿拉斯加和日本海周围, Argo 浮标正被用于监测影响生物资源和生物生产力的环境状况^[9]; 英国气象局根据 Argo 观测网获得的大西洋次表层温度资料, 每年夏天发布当年冬季的海况预报和欧洲大陆的气候预报, 从而大大提高了预报的可靠性。特别是, 2005 年 10 月发布的当年冬季欧洲大陆平均气温、英国南部地区的平均气温和英国降雨量都会低于或少于多年平均值以及北大西洋涛动为逆向涛动等预报结果均

得到了证实。

Argo 资料的应用提高了对全球温室效应引起的海平面上升的估算和预报精度,在改进季节性气候预报和加深对飓(台)风活动的认识中也正起着关键性作用。Argo 观测网最显著的成效还在于,大大提高了对全球海洋热储存总量的估算,使得人类确定全球气候变暖与海平面上升以及预测它们未来趋势终将成为现实^[10-12]。稳定、可靠的 Argo 数据源以及由雷达高度计获取的全球卫星观测资料,也必将会使得海-气耦合模式随着对海洋的认识而取得更大进展,并带动季节性气候预报和海洋次表层状态的常规分析和预报的发展。这在 Argo 计划实施之前只能是梦想。除此之外,Argo 资料对预测开阔大洋上溢油的影响以及帮助和指导远洋渔业生产等都具有极高的应用价值。

Argo 资料也越来越广泛地被用于科学研究,使人们对海洋与大气在极端和正常情况下的相互作用问题有了新的认识。在亚热带南太平洋海域,20 世纪 90 年代以来大洋环流的输送增加了 20% 以上,而其主要原因发现是由深层密度结构的变化引起的;而在大西洋西部海域,对冬季水团特征与环流年际变化的分析研究,更好地揭示了海-气相互作用的变化;在印度洋已经开始用 Argo 浮标监测次表层温度与盐度的变化,所得结果将有助于确定这种变化是自然变异的一部分,还是气候变化模式所预测的是人类活动引发的长期变化等问题。气候变化是当今世界面临的最大的环境问题,全球 Argo 实时海洋观测网将在认识和解决该问题中起到不可替代的作用。

4 Argo 计划展望

全球 Argo 实时海洋观测网的建设和资料的应用已经取得了许多可喜的成果,但是该计划的实施时间还不长,整个观测系统还刚刚建成,设计方案还需要进一步优化和完善,所使用的仪器设备和技術还需要不断地改进,测量数据的质量还需要不断地提高,且观测资料在各领域的应用也有待于进一步开发。因此,国际 Argo 科学组认为,只有当 3 000 个浮标组成的全球 Argo 实时海洋观测网的观测时间能维持 5~10 年以上,并能保持覆盖全球海洋,即不存在偏重于北半球的现象,而浮标的技术性能和寿命又能维持一个适当的水平,观测网的设计及其对人类的贡献得到全面的评估,Argo 计划才算正式完成使命。而要实现这些目标,尚需要国际社会进一步加强合作,并为此做出不懈努力。

全球 Argo 实时海洋观测网的建成是世界上 30 多个国家和欧盟合作的结果。目前,该观测网使用的浮标可以每隔 10 天获得一个海面到 2 000 m 水深的温盐度剖面,其寿命大约为 4 年,所以,要维持由 3 000 个浮标组成的全球海洋观测网,每年大约需要补充布放 800 个浮标,所需费用大约为 2 400 万美元(包括资料处理与通信等费用)。美国已经承诺为维持该观测网提供约 1/2 的浮标,其他参与国也都在为维持该观测网的长期运行而积极争取。可以预见,随着对浮标及其传感器性能的不断改进,浮标的寿命必将会进一步延长,从而使该计划的成本与效益之比得到进一步的改善。

参考文献:

- [1] 许建平. 阿尔戈全球海洋观测大探秘. 北京: 海洋出版社, 2002.



- [2] The Argo Science Team: Roemmich D, Boebel O, Desaubies Y, Freeland H, Kim K, King B, P. - Y. LeTraon, Molinari R, Owens W B, Riser S, Send U, Takeuchi K, S Wijffels. Argo: the global array of profiling floats. In *Observing the Oceans in the 21st Century*, ed. by C. J. Koblinksky and N. R. Smith, Godae Project Office, Bureau of Meteorology, Melbourne, Australia, 2001, 248 - 258.
- [3] Operational use of Argo data. http://www.argo.ucsd.edu/FrUse_by_Operational.html.
- [4] The 8th meeting of the International Argo Steering Team. Paris, France, March 6 - 9, 2007.
- [5] 许东峰, 刘增宏, 徐晓华, 等. 西北太平洋暖池区台风对海表盐度的影响. *海洋学报*, 2005, 27 (6): 9 - 15.
- [6] Liu Zenghong, Xu Jianping, Zhu Bokang, et al. The upper ocean response to tropical cyclones in the northwestern Pacific analyzed with Argo data. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2007, 25 (2): 123 - 131.
- [7] Zhu Jiang, Zhou G Q, Yan C X, et al. 2006: A three - dimensional variational ocean data assimilation system: Scheme and preliminary results. *Science in China Series D-Earth Sciences*, 2006, 49 (11): 1 212 - 1 222.
- [8] Liu Yimin, Zhang Renhe, Yin Yonghong, et al. The Application of ARGO Data to the Global Ocean Data Assimilation Operational System of NCC. *Acta Meteorological Sinica*, 2005, 19 (3): 355 - 365.
- [9] Nicolas Gruber, Scott C Doney, Steven R Emerson, et al. The Argo - Oxygen Program - A white paper to promote the addition of oxygen sensors to the international Argo float program. Prepared for distribution to the Argo Steering Committee, 2007.
- [10] Hadfield R E, Wells N C, Josey S A, et al. On the accuracy of North Atlantic temperature and heat storage fields from Argo. *Journal of Geophysical Research - Oceans*, 2007, 112 (C1) .
- [11] Johnson G C, Lyman J M, Willis J K. Global oceans: Heat content. In *State of the Climate in 2006*, Arguez A, Ed., *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2007, 88 (6): S31 - S33.
- [12] Willis J K, Lyman J M, Johnson G C, et al. Correction to "Recent cooling of the upper ocean" . *Geophysical Research Letters*, 2007, 34, L16601, doi: 10.1029/2007GL030323.

The Global Argo Real-time Observation Network Accomplished

XU Jian-ping^{1,2}, LIU Ceng-hong^{1,2}, SUN Zhao-hui¹, ZHU Bo-kang¹

(1. *The Second Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China;*
2. *State Key Laboratory of Satellite Ocean Dynamics, State Oceanic Administration, Hangzhou 310012, China*)

Abstract: Present status of the global Argo real-time observation network and the achievements of application of Argo data in relevant fields are described, which shows broad prospects of Argo data in applied research. However, further efforts of the Argo countries are needed for achieving the final target of the Argo program.

Key words: Argo profiling float; real-time observation network; temperature and salinity profile; international Argo program



Argo: 成功的十年

刘仁清¹, 许建平^{1,2}

(1. 国家海洋局 第二海洋研究所, 杭州 310012; 2. 卫星海洋环境动力学国家重点实验室, 杭州 310012)

摘要: 由美、日等国科学家发起的国际 Argo 计划已经走过了 10 个年头。10 年来, 该计划从无到有, 得到迅速发展。最初确定的由 3 000 个自动剖面浮标组成的全球 Argo 实时海洋观测网于 2007 年 10 月末正式建成, 成为全球海洋观测系统的重要支柱, 正以前所未有的规模和速度, 源源不断地为国际社会提供全球海洋 0~2 000 m 深度范围内的海洋温度、盐度和海流资料, 迄今所获剖面资料总数已达 56 万余条, 并正以每年 10 万条剖面的速度增加。随着 Argo 资料数量的快速增加和质量的不断提高, 它们在海洋和大气等多个领域的科学研究和业务活动中的应用也得到了长足的发展, 正有效地改变着人们对许多重大自然环境问题的认识, 提高着人们对重大海洋和天气事件的预测预报能力。我国于 2001 年正式加入该计划, 已经初步建立起我国的 Argo 大洋观测网, 并在 Argo 资料的接收、处理和质量控制等方面积累了丰富的经验。但是, 与其他国家和我国的实际需要相比, 无论在重视程度和投入力度方面都还存在较大的差距。急需整合资源和力量, 强化我国 Argo 大洋观测网的建设及其资料的应用研究, 为应对全球气候变化做出更大的贡献。

关键词: Argo 计划; 全球海洋观测网; 预测预报; 现状与发展

1 Argo 计划初显成效

由美、日等国的海洋和大气科学家发起的国际 Argo 计划已经走过了 10 个年头。10 年来, 该计划从无到有, 得到迅速发展。最初确定的由 3 000 个自动剖面观测浮标 (以下简称 Argo 浮标) 组成的全球 Argo 实时海洋观测网已经于 2007 年 10 月末初步建成。自那以后, 在全球海洋正常工作的浮标一直保持在 3 000 个以上, 目前已达 3 300 多个。迄今共获取全球海洋 0~2 000 m 水深的温、盐剖面资料 564 788 条, 是历年船基观测资料的 20 倍之多, 且仍以每年 10 万条剖面以上的速度增加。Argo 资料的接收、处理和分

基金项目: 2007 年度海洋公益性行业科研专项 (200706022)。

