

中国Argo

大洋观测网试验

许建平 刘增宏 著



气象出版社



中國 Argon

北平 廣州 香港

1945 - 1946

1945 - 1946

中国 Argo 大洋观测网试验

许建平 刘增宏 编著

气象出版社

内 容 简 介

本书较为系统地叙述了中国加入国际 Argo 计划后,着手部署和建设 Argo 大洋观测网所取得的部分成果。内容包括 Argo 大洋观测网试验、Argo 资料质量控制、Argo 资料数据库管理和 Argo 剖面浮标技术国产化探索,以及 Argo 资料在海洋和气象领域中的试应用研究等。

本书可供从事海洋和气象事业的科研、教学、技术和管理人员,以及有关院校师生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国 Argo 大洋观测网试验/许建平编著. —北京:气象出版社,2007. 1

ISBN 978-7-5029-4280-9

I. 中… II. 许… III. 海洋监测-试验-中国 IV. P715-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 009161 号

出版者:气象出版社

网 址: <http://cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑:李太宇 章澄昌

封面设计:苏 梅

责任校对:杨 红

印刷者:中国电影出版社印刷厂

发行者:气象出版社

开 本: 787×1092 1/16 印 张: 10.5 字 数: 300 千字

版 次: 2007 年 1 月第一版 2007 年 1 月第一次印刷

印 数: 1~1000

定 价: 50.00 元

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮 编: 100081

电 话: 总编室: 010-68407112 发行部: 010-62175925

终 审: 黄润恒

版式设计: 安红霞

前 言

中国 Argo 大洋观测网试验是由国家科技部基础研究司批准的首个实施“中国 Argo 计划”的启动项目。旨在通过引进国际上新一代、先进的 Argo 剖面浮标,在西北太平洋附近海域构建我国 Argo 大洋观测网的框架,使之有权共享将在全球海洋中建成的由三千个浮标组成的实时海洋观测网资料,丰富我国的海洋环境数据库,提高我国海洋和大气科学家在国际前沿科学领域中的研究水平和显示度,强化我国在国际 Argo 计划成员国中的地位和作用。

中国 Argo 大洋观测网试验项目于 2002 年正式启动。该项目委托部门为国家科技部基础研究司,依托部门为国家海洋局科学技术司,牵头单位为国家海洋局第二海洋研究所和卫星海洋环境动力学国家重点实验室(原国家海洋局海洋动力过程与卫星海洋学重点实验室),项目承担单位有中国气象科学研究院、国家海洋信息中心、中科院南海海洋研究所、国家海洋环境预报中心、国家海洋局第一海洋研究所、国家海洋局第三海洋研究所、国家海洋技术中心和国家海洋局南海分局等。在国家海洋局科技司、国家海洋局第二海洋研究所和卫星海洋环境动力学国家重点实验室等领导的重视和支持下,成立了由国家海洋局、中国气象局和中国科学院等下属九个单位、15 名科研人员参加的项目组(实际工作中参加人数远不止此,如执行三个海上航次布放 Argo 浮标的科研技术人员就达三十余人),着手开展与执行本项目相关的信息资料收集和引进 Argo 剖面浮标事宜。

本项目的组织实施,为我国加入国际 Argo 计划奠定了坚实的基础,也为我国科学家了解和掌握 Argo 剖面浮标(国际上最先进的海洋高新观测技术)的性能和特点,以及利用这些新颖的观测资料开展海洋和大气科学研究提供了机遇,从而取得了许多过去利用常规观测仪器设备测量而无法得到或解释的现象、规律和认识。归纳起来,本项目的创新点有:

(1)批量引进 Argo 剖面浮标,在邻近我国的西北太平洋海域构建 Argo 实时海洋观测网,并对海洋上层(0~2000 m 水深)的海水温度和盐度进行长期、实时和大范围的监测,这在我国海洋观测史上尚属罕见。

(2)建立的“中国 Argo 实时资料中心”,不仅能快速接收和处理由我国布放的 Argo 浮标观测资料,而且也有能力收集和处理全球海洋中 Argo 浮标观测资料,并能及时提供给广大国内用户共享,使得我国海洋和大气科学等领域的科学

家能与各国科学家同步获取由国际 Argo 计划提供的广阔海洋上的丰富数据源,展开相关前沿科学研究,这在以往参加的国际合作计划中也是少见的。

(3)把 Argo 资料应用到“全球海洋资料四维同化系统”中,并利用改进后的海洋同化系统开展了“全球海—气耦合模式”的预报业务试验,与常规运用的业务模式相比,初始场更符合海洋的实际状况,且模式对全球气候变率的预测精度也有了较明显提高。利用 Argo 资料研究西北太平洋台风源地的海洋状况及其演变规律,以及台风发生和发展过程中的海洋变异等,也是以往常规调查所无法做到的,取得的一些初步研究结果,得到了国际上同行专家的关注。这些试验应用研究成果在国内首次报道,在国际上也还不多见。

(4)Argo 全球海洋观测网正在建设中,本成果为我国科学家参与该项大型国际合作计划取得了入场券。通过与世界各国共享全球海洋内部资料,也必将会激发我国海洋和大气科学家原创性的思维和认识,推动我国海洋和大气科学的发展。

Argo 剖面浮标技术的应用被誉为“海洋观测手段的一场革命”。目前,我国还没有掌握这一高新海洋观测技术,更缺乏生产此类浮标的能力。而批量引进 Argo 剖面浮标、构建 Argo 大洋观测试验网、建立 Argo 资料接收和处理系统,以及实现全球海洋 Argo 数据共享,使得我国成为国际 Argo 计划的重要成员国,这在国内类似学科中可谓屈指可数。在国际上,能批量生产 Argo 剖面浮标的国家也仅限于美国、法国和加拿大(后因浮标质量不稳定而停止生产)等三个国家,有能力批量布放 Argo 剖面浮标、建立 Argo 资料接收和处理系统,从而成为国际 Argo 计划成员国的国家也只有 12 个。我国是继美国、日本、加拿大、英国、法国、德国、澳大利亚和韩国后,第九个加入国际 Argo 计划的国家。2006 年 6 月,该项目顺利通过了由国家科技部基础研究司组织的项目结题验收,获得了与会专家的一致好评。

中国 Argo 大洋观测网试验项目的顺利实施和圆满完成,与张人禾、王东晓、纪风颖、许东峰、袁叔尧、余立中、殷永红、马继瑞、张建华、华锋、吴日升、孙朝辉、朱伯康等项目组主要成员所做出的贡献,以及滕骏华研究员和硕士研究生童明荣、博士研究生周慧等所做的工作是分不开的;同时,也离不开科技部基础研究司、国家海洋局科技司和国家海洋局第二海洋研究所,以及项目参加单位等各级领导的重视和支持;在项目执行过程中,还得到了国家海洋局南海分局和“向阳红 14”号科学调查船的各级领导和全体船员、卫星海洋环境动力学国家重点实验室的领导和负责实施“西北太平洋海洋环境调查与研究”项目的首席科学家黄大吉研究员以及全体调查队员的大力支持和密切配合;同时,也得到了国际全

球海洋观测组织(POGO)、国际 Argo 科学组(AST)、美国华盛顿大学海洋学院和美国海洋与大气局(NOAA)大西洋海洋与大气实验室(AOML)等组织和单位为我国派遣科技人员赴国外学习相关技术所提供的方便和支持,并对 Steve Riser教授(美国)、Bob Molinari 博士(美国)、Silvia Garzli 博士(美国)和Howard Freeland 教授(加拿大)等许许多多一直在关心和帮助本项目的国际友人和国内专家、同行,谨此一并致谢!

本书由国家重大基础研究前期研究专项(2001CCB00200)资助出版。

作 者

2006 年 10 月于杭州

目 录

第一章 绪 论	(1)
1.1 试验背景与科学意义	(1)
1.2 国内外现状与发展趋势	(2)
1.3 试验内容与预期目标	(3)
第二章 Argo 大洋观测网试验	(6)
2.1 概述	(6)
2.2 试验海区与试验方案	(6)
2.3 主要仪器设备及性能	(7)
2.4 浮标检测及施放步骤	(11)
2.5 Argo 大洋观测试验网	(19)
2.6 Argo 浮标的可靠性检验	(24)
2.7 Argo 资料的接收与处理	(30)
2.8 Argo 资料共享	(32)
第三章 Argo 资料质量控制	(35)
3.1 概述	(35)
3.2 Argo 浮标与 CTD 仪比较观测	(36)
3.3 Argo 资料实时质量控制	(40)
3.4 Argo 资料延时质量控制	(50)
第四章 Argo 资料数据库管理	(94)
4.1 概述	(94)
4.2 数据库结构设计	(94)
4.3 Argo 网络数据库管理系统	(100)
第五章 Argo 浮标技术国产化探索	(105)
5.1 概述	(105)
5.2 COPEX 型剖面浮标的特点与性能	(105)
5.3 COPEX 型浮标试验	(106)
5.4 COPEX 型浮标设计定型与产业化	(112)

第六章 Argo 资料试应用研究..... (113)

6.1 概述 (113)

6.2 全球海洋资料四维同化试验 (113)

6.3 西北太平洋海洋上层对热带气旋的响应 (118)

6.4 西北太平洋水团分析 (125)

6.5 棉兰老岛以东反气旋涡观测 (136)

第七章 展 望 (143)

附录 中国 Argo 大洋观测网试验进展 (145)

参考文献 (155)

第一章 绪 论

1.1 试验背景与科学意义

1.1.1 试验背景

为了准确、全面地了解全球气候的变化,大气和海洋科学界正在实施一项雄心勃勃的国际合作计划,即在全球建立一个实时海洋观测系统,以便对海洋从季节到 10 年间的变化开展前所未有的长期跟踪观测,这就是国际 ARGO 计划。ARGO 是英文“Array for Real-time Geostrophic Oceanography”的缩写,其中文含义为“地转海洋学实时观测阵”^[1]。

该计划设想用 5~10 年时间,在全球大洋中每隔 300 km 布放一个由卫星跟踪的剖面漂流浮标(称“Argo 剖面浮标”),总计为 3000 个,组成一个庞大的全球 Argo 实时海洋观测网,以便快速、准确、大范围地收集全球海洋 0~2000 m 上层的海水温度、盐度和浮标的漂移轨迹资料。这相当于在全球又增设了 3000 个类似“气球探空观测站”,将会给天气和海洋预报源源不断地提供大量来自海洋内部的资料。

这一计划推出(1998 年)不久,迅速得到了包括美国、日本、澳大利亚、加拿大、法国、德国、日本和韩国等 10 余个国家的响应和支持,并成为全球气候观测系统(GCOS)、全球大洋观测系统(GOOS)、全球气候变异与预测试验(CLIVAR)和全球海洋资料同化试验(GODAE)等大型国际观测和研究计划的重要组成部分。

国际 Argo 计划于 2000 年正式进入实施阶段。经国务院批准,我国于 2001 年 10 月正式加入该计划,并参与全球 Argo 实时海洋观测网的建设。

1.1.2 科学意义

众所周知,海洋在调节大气环流和气候变化中起着非常重要的作用。无论是长期天气预报还是短期气候预测,对海洋观测资料(尤其是全球海洋中的温、盐度剖面和海流资料)都有极大的依赖性。在过去的 20 年中,“热带海洋和全球大气实验(TOGA)”及“世界海洋环流试验(WOCE)”计划的成功实施,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研究的进程。而目前正在实施的“全球气候变异与预测试验”(CLIVAR)中,短期气候预测将是一个研究重点。尽管一些国家已经研制并开发了多个可用于短期气候预测的海—气耦合数值模式,但由于受到技术条件和观测资料的限制,对全球大洋的观测主要以抛弃式温深计(XBT)为主,并辅以少量的船只 CTD 观测站和锚碇观测浮标站,采集的数据大多局限于海洋表层和上层(800 m 以浅),对广阔海洋垂直剖面上的温、盐度和海流资料则获之甚少。而且,这些资料中所包含的观测要素(XBT 仅能测量海水的温度)和空间分辨率(受志愿船航线和浮标分布密度限制)或者测量精度等,还远不能满足气候预测的需求。因此,对海—气耦合模式初始场的确定以及海洋环流模式中相关参数的选取,尤其是次表层或温跃层及其以下的相关参数确定,几乎都是基于有限观测资料的一种物理推断,存在着很大的随意性和不确定性。

然而,随着国际 Argo 计划的实施,海洋观测开始从布放少量定点浮标和船只走航观测,

仅能取得少量、零星和非同步的海洋要素资料,发展到由一批数量众多、覆盖面广、测量深度可达 1500 m 或 2000 m 的 Argo 剖面浮标观测取而代之,可以提供广阔大洋上大量、密集的和准同步、准实时的海洋要素(温度、盐度和海流等)资料,实现了长期、自动、实时和连续获取大范围、深层海洋资料的能力。这将有助于人们了解全球海洋各层物理要素的分布与变化,监视海洋各个时刻的运动状态,从而可以大大加深海洋内部温、盐度垂直结构和环流,以及热、盐平衡过程等的认识,并可揭示出海—气相互作用的机理,改进对模式初始场确定的盲目性,进一步完善海—气耦合模式,提高对长期天气预报和短期气候预测的能力,因而具有重大的科学意义。

我国是世界上海洋灾害最严重的国家之一,年经济损失已超过 100 亿元人民币,且呈现逐年增长的趋势;与此同时,我国年气候灾害损失也已达到 2000 亿元人民币。根据联合国政府间海洋学委员会(IOC)的一份统计资料表明,及时准确的海洋预报,可使海洋灾害所造成的经济损失减少 10% 以上。美国科学家曾利用在赤道太平洋上布设的锚碇浮标阵(TAO)和卫星遥感等现代观测技术所获取的数据,提前半年成功地预报了 1997—1998 年度的厄尔尼诺事件,使全球经济损失减少 400 亿美元。而国际 Argo 计划的重要目标之一,就是要通过获取全球海洋中上层的温盐度资料,应用数据同化技术,提高海洋与气候预测预报的精度。故利用 Argo 浮标资料,结合现有的卫星遥感、海洋台站、志愿船、锚碇浮标观测资料,以及陆基台站气象观测资料,将会显著改善我国海洋环境和气象预报的质量,提高灾害预警水平和时效,对减灾防灾具有十分重要的现实意义。

1.2 国内外现状与发展趋势

1.2.1 国外现状与发展趋势

国际 Argo 计划于 1998 年由美国、日本等国家的大气、海洋科学家发起并制定,2000 年底正式启动。

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,在全球海洋数据同化实验(GODAE)计划和全球气候变异与预测试验计划上层海洋专题组(CLIVAR/UOP)的授意下,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)。当时仅有 4 个国家(美国、德国、日本、澳大利亚)的 6 名科学家组成。到了 2002 年初,国际 Argo 科学组成员已经扩大到世界沿海 11 个国家(美国、德国、日本、澳大利亚、法国、加拿大、韩国、英国、印度、新西兰、中国)的 18 名科学家加盟^[1]。2000 年又成立了 Argo 资料管理小组,主要承担为 Argo 资料的处理和分发制定各种标准,以确保利用不同制造商提供的浮标和传感器,以及不同的浮标投放者和数据管理中心所获取或提供的剖面观测资料有统一、可靠的质量保证。

美国、英国、日本、澳大利亚等国还在国际 Argo 计划实施不久,纷纷建立专门机构收集 Argo 浮标资料,并着手制定详细计划和时间表开展 Argo 资料的应用研究工作。如建设经数据同化后的高精度网格点数据库(包含了 Argo 资料),用来改进和提高海洋及短期气候预测模式的预报能力。美国国家环境预报中心(NCEP)、英国 Hadley 气候中心和澳大利亚气象局(BMRC)等均已将 Argo 同化资料投入到业务预报试运行中,虽然还存在一些问题,但已显示出良好的应用前景。

此外,各国 Argo 资料(分)中心(如美国斯克里普斯海洋研究所、伍兹霍尔海洋研究所、华盛顿大学海洋学院、大西洋海洋与大气实验室、英国南安普顿海洋中心、日本海洋科技中心、德国基尔大学海洋研究所、加拿大海洋科学研究所、加拿大海洋环境资料服务中心和澳大利亚联邦科学与工业研究组织海洋研究所等),除了通过互联网及时公布本国 Argo 计划的执行进展情况和布放 Argo 浮标的区域、位置和时间等信息外,还在互联网上开辟了 Argo 资料和产品(如温、盐度垂直分布曲线、T-S 曲线和温、盐度大面/断面分布图以及浮标漂移轨迹等)的在线浏览和下载服务,以满足和方便不同用户对 Argo 资料的需求。

至 2002 年初,世界上已经有 15 个国家和团体表示愿意提供浮标,并参与 Argo 计划,全球已经布放或即将布放的 Argo 浮标有 871 个。据国际 Argo 科学组的预测,随着世界沿海国家纷纷加入该计划,以及各参与国投放浮标数量的不断增加,全球 Argo 实时海洋观测网(由 3000 个浮标组成)有望在 2006 年底或 2007 年初全面建成。

1.2.2 国内现状与发展趋势

我国于 2001 年 10 月经国务院批准正式对外宣布加入国际 Argo 计划,是继美国、日本、加拿大、英国、法国、德国、澳大利亚和韩国后,第九个加入国际 Argo 计划的国家。

在此之前,国家海洋局曾派代表团到美国考察以及参加相关的国际和区域性 Argo 计划组织实施会议,还曾邀请美国 Argo 浮标研制和应用专家来华访问,开设讲座,加深了我国科学家对国际 Argo 计划和 Argo 剖面浮标技术的认识和了解;同时,国家海洋局还专门派出青年海洋工作者赴美国进修、学习,为制定和实施中国 Argo 计划奠定了基础。

国家海洋局还组织国内海洋和气象领域的专家、学者,着手制定中国 Argo 计划。我国将在未来 5~10 年内,在太平洋和印度洋海域投放并维持 100~150 个 Argo 剖面浮标,以便建成中国的 Argo 大洋观测网,为我国的海洋和天气业务化预报,以及海洋研究、海洋开发、海洋管理和其他海上活动等提供实时观测资料和产品,使之成为全球 Argo 实时海洋观测网的重要组成部分。

1.3 试验内容与预期目标

我国新一代实时海洋观测系统(Argo)——大洋观测网试验(简称“中国 Argo 大洋观测网试验”),是国家科技部于 2002 年初批准的一个实施中国 Argo 计划的启动项目。旨在通过引进国际上先进的 Argo 剖面浮标,并施放于西北太平洋附近海域,以了解和掌握该高新海洋观测技术的性能和特点,探索和研究 Argo 剖面浮标观测资料实时接收和数据处理的流程和方法,以及 Argo 浮标实时观测数据在海洋、天气业务化预报模式中的应用、Argo 资料同化技术开发及其在区域/大洋环流模式中的应用前景等;收集和积累西北太平洋附近海域的海水温度、盐度和海流资料;参与并组织国际 Argo 计划的有关活动,争取并共享全球海洋中 3000 个 Argo 浮标资料的权利和义务,为我国海洋和气象界承担的相关研究项目提供资料服务,丰富我国的海洋环境数据库,并寻找一条适合我国自己发展这一观测系统的道路,为大规模利用 Argo 浮标观测以及建立中国的新一代海洋观测系统提供科学依据。

1.3.1 试验内容

(1)Argo 浮标性能可靠性检测及其海上布放

为了确保从国外引进的 Argo 浮标在投放后能正常工作,利用 Argos 上行信号接收器等

设备对引进浮标的性能进行可靠性检测,确定浮标在投放前是否处于良好的工作状态,以避免不必要的浮标资源损失;探索采用专业调查船、海监飞机和志愿船(如商船和客轮等)布放浮标的途径、方法和步骤等。

(2) Argo 剖面浮标与常规海洋水文仪器的比较观测

Argo 剖面浮标所携带的电子传感器,受测量现场外界声波干扰、温度和电导率传感器之间的响应时间不相配等因素的影响,以及随着时间的推移产生的电子元器件老化等,都会造成测量误差。故有必要利用常规海洋观测仪器设备(如 CTD、ADCP 和实验室盐度计等)对浮标进行投放前、中、后的比较观测,为浮标资料的检验和校正采集第一手资料,以保证浮标观测资料的准确性和精确度。

(3) Argo 资料的检验、校正和处理技术

Argo 剖面浮标采用循环探测技术,大约每隔 10 天完成一个 0~2000 m 水深的剖面观测,每个浮标使用寿命在 2 年以上。显然在如此长的时间内保持传感器的高测量精度是比较困难的,特别是盐度,因其传感器容易受海水腐蚀和生物附着影响,观测精度很难保证。因此,需要探索和研究合适的方法,对观测数据进行检验与校正。

(4) Argo 浮标实时观测数据在天气/海洋业务化预报模式中的应用

根据所建立的全球 Argo 资料同化数据库,形成新的海洋初始场,利用改进后的热带太平洋区域海—气耦合业务预报模式及全球海—气耦合模式,在不改变原模式动力框架基础上,进行长期天气预报和短期气候预测试验,提高原热带太平洋区域海—气耦合业务预报模式和原全球海—气耦合模式对全球气候变率的预测能力。

(5) Argo 资料同化技术

为了避免在数值分析和预报业务过程中,由于将不规则、不均匀的测站资料显式地转换成模式计算所需的网格化数据,从而导致初始化引入误差超过资料误差的缺陷,有必要引入基于最优控制理论的伴随同化数据法和其他的同化技术,将 Argo 浮标观测数据单独或结合常规温、盐度观测数据同化到数值模式中,以丰富资料源和提高对海洋和天气预报的精度和水平。

(6) Argo 资料在区域/大洋环流模式中的应用

结合 Argo 浮标资料的同化技术研究,开展区域/大洋环流的模拟研究,以提升我国 Argo 资料的应用技术和环流模拟技术。同时利用伴随同化数据法等同化技术优化 MOM3 模式的初始场、参数估计、开边界条件和外部强迫场等,以提高对太平洋环流场分布状态以及温盐场分布特征的认识。

(7) Argo 浮标资料管理与服务网络系统

建立与 Argo 浮标资料接收系统的网络联接,实现业务化的浮标资料采集能力;在海洋浮标资料标准化处理、质量控制和数据库管理技术基础上,进行 Argo 浮标资料信息需求分析,建立 Argo 浮标资料数据库;开发系列化的海洋环境背景场资料产品和 Argo 浮标资料可视化产品;建立 Argo 浮标资料网络服务系统,利用海洋信息网站进行 Argo 浮标资料和数据产品的发布与服务。

1.3.2 预期目标

(1) 在西太平洋附近海域施放 16 个深水型 Argo 剖面浮标,初步建成我国新一代海洋实时观测系统(Argo)中的西太平洋观测网(第一期工程),为大洋观测网(由 100~150 个深

水型 Argo 浮标组成)的第二期工程及日后建设近海观测网积累技术奠定基础;

(2)通过 Argo 浮标与常规观测设备(如 CTD、ADCP 和实验室盐度计等)的现场观测比较,以及与历史观测资料的对比分析,检验 Argo 浮标的性能以及测量数据的精度和可靠性,并获取 Argo 浮标制造的有关设计参数;探索和研究 Argo 剖面浮标实时接收和数据处理的流程和方法;提出科学、合理的检验浮标资料质量的标准与流程;

(3)创建中国 Argo 信息网页;建立 Argo 浮标资料管理与服务网络系统;

(4)建立 Argo 资料数据库;以及相应的太平洋暖池区和试验海区历史海洋资料数据集和海洋环境数据库;

(5)开发 Argo 资料同化技术;利用获取的全球 Argo 浮标共享资料,改善目前我国现有的热带太平洋区域海—气耦合业务预报模式和全球海—气耦合模式中的海洋参数和初始场,提高原模式对长期天气过程和短期气候的预测精度;

(6)加入国际 Argo 计划,并获得共享全球海洋中 3000 个浮标资料的权利和义务,使我国成为国际 Argo 计划中的重要成员国。

第二章 Argo 大洋观测网试验

2.1 概述

在我国 Argo 大洋观测网试验伊始,全球 Argo 实时海洋观测网在西太平洋暖池海域还是空白。西太平洋暖池不仅是全球海气相互作用中最典型的海区之一,其毗邻洋区还是经常侵袭我国东南沿海,乃至内陆地区并造成重大经济损失的台风以及影响我国近海环流系统和渔业生产的黑潮暖流的发源地。因此,开展对西太平洋暖池变化监测及毗邻洋区海洋观测具有重要的科学和社会经济意义。在该海域布放浮标,一来可以获得西太平洋暖池区域宝贵的第一手资料,还可使我国科学家尽快地掌握和应用这一高新海洋观测技术,以及把全球 Argo 实时海洋观测系统中的西北太平洋部分纳入我国 Argo 计划的有效控制之下。

2.2 试验海区与试验方案

2.2.1 试验海区

我国 Argo 大洋观测网的建设区域,经国内海洋和大气科学领域的专家论证,确定为由(0°N , 130°E)至(15°N , 125°E)至(23°N , 125°E)至(30°N , 130°E)至(30°N , 145°E)至(0°N , 145°E)等六点联接的西北太平洋海域内(图 2-1)。面积约 $600 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。其理由有三:其一,全球 Argo 实时海洋观测网在西太平洋暖池海域还是空白区;其二,西太平洋暖池不仅是全球海气相互作用中最典型的海区之一,而且其毗邻洋区还是经常侵袭我国东南沿海,乃至内陆地区并造成重大经济损失的台风以及影响我国近海环流系统和渔业生产的黑潮暖流的发源地;其三,该海域离我国大陆主要港口(广州港)距离相对较近,有利于派遣调查船布放浮标和日后观测网的维持等。

2.2.2 试验方案

采用 20 世纪 90 年代国际上先进的调查方法和观测手段,对试验海区进行船只走航观测和深水型 Argo 剖面浮标的拉格朗日监测。

(1) 船只走航观测

在船只前往试验海区和布放浮标航途中,进行船载 ADCP 仪的走航观测,并定点进行 CTD 仪观测和水样采集。主要观测内容有海面气温、气压、湿度、风速、风向、以及海水温度、盐度、海流等。主要观测手段有 CTD 仪、ADCP 仪和实验室盐度计等。

(2) 深水剖面浮标监测

在预定海域利用船只漂泊布放 Argo 剖面浮标。主要监测内容为 $0 \sim 2000 \text{ m}$ 水深内的海水温度、盐度和海流等。利用的主要观测设备则为 APEX 和 PROVOR 型 Argo 剖面浮标。

根据试验经费的到位情况,设计了多个航次完成首期 Argo 剖面浮标的布放任务,其中一个为专门航次,另外几个则为搭载航次,即随其他项目的海上航次进行。

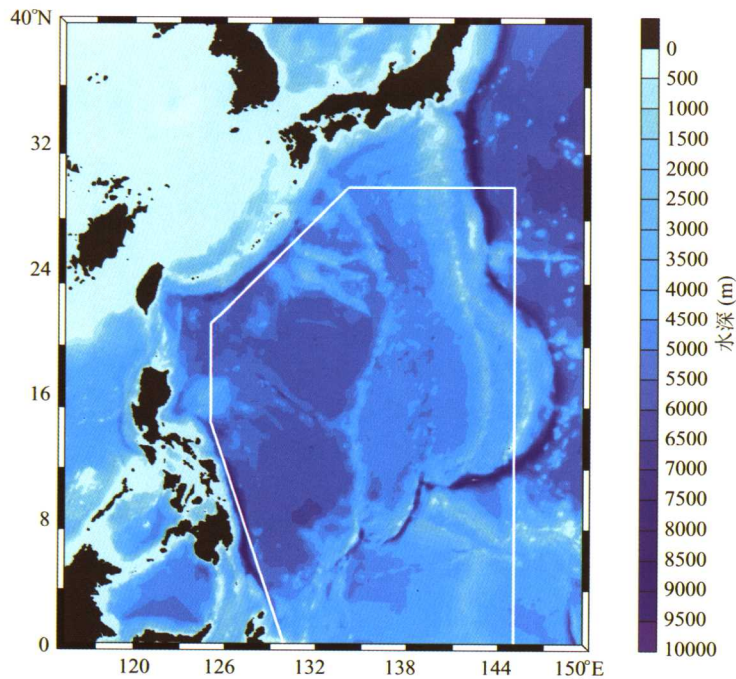


图 2-1 中国 Argo 大洋观测网建设海域

2.3 主要仪器设备及性能

目前,建设中的全球 Argo 实时海洋观测网采用的剖面浮标主要有两种,即由美国 Webb 公司研制的 APEX 型剖面浮标(图 2-2)和法国 Martec 公司生产的 PROVOR 型剖面浮标(图 2-3)。这也是国际 Argo 科学组推荐各国际 Argo 计划成员国采用的浮标。尽管美国斯普里克斯海洋研究所还研制了一种 SOLO 型 Argo 剖面浮标,但一直未投入商业化生产。故我国 Argo 大洋观测网试验引进了上述两种比较成熟的 Argo 剖面浮标。

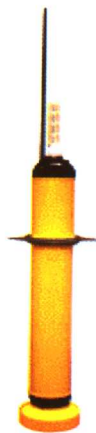


图 2-2 APEX 型 Argo 剖面浮标



图 2-3 PROVOR 型 Argo 剖面浮标

2.3.1 Argo 剖面浮标技术^[2,3]

(1) 工作原理

Argo 剖面浮标主要根据物体在水中重量不变、只改变体积,从而使其获得不同的净浮力,使该物体上升和下沉的原理,设计浮标体的底部为一可改变体积的皮囊,通过高压单冲程液压柱塞泵驱动系统,将高压泵内的油注入皮囊或抽回,从而改变皮囊体积使浮标在水中上升或下沉。

设定物体体积不变,它在水中所承受的浮力取决于所处海水的密度。在海洋中,随着深度、盐度和温度的不同,在各个层上有不同的海水密度。所以,不变体积的物体在不同的深度所承受的浮力是不相同的,当物体在水中的重量与它所承受的浮力相等时,即处于中性状态。因此,同一物体、相同重量,但不同体积,便可在不同深度的海水中呈现中性状态,即可停留在该深层随流漂移而不上下起伏。Argo 剖面浮标正是根据这一原理,依靠改变自身体积实现在海洋中的任意深度上下沉/上升和定深漂移。

(2) 系统组成

Argo 浮标系统由外部和内部结构以及上、下盖和密封体等部件组成。

1) 外部结构:浮标外观为圆柱形耐压壳体。顶部为上盖,其上端为一个平台,可以装载用于测量的 CTD 传感器、Argos 天线和抽真空密封结构件等。中间是圆柱壳体,底部为下盖,仍为半球形壳体,其下端装一碟形双腔皮囊。

2) 内部结构:浮标内部为一矩形面板——机芯,该面板上装有柱塞泵、气泵、控制电路板和电池组等。机芯的另一重要用途是将浮标上、中、下三个部分连结成一体,并使其密封,浮标外观与剖视如图 2-4。

3) 上盖:上端盖是一半球形壳体,与圆柱体相接处采用 O 型密封圈结构。顶部平台上装有 CTD 传感器,其外观如图 2-5、2-6 所示。

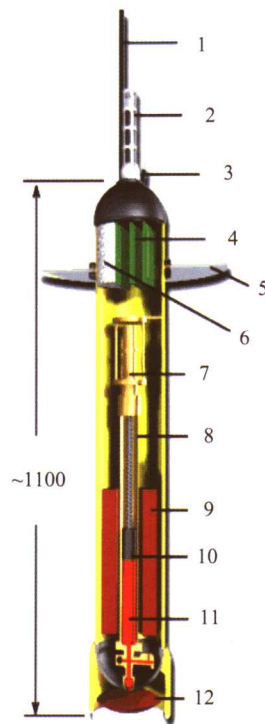


图 2-4 浮标结构剖视

- 1 天线 2 电导率传感器 3 温度传感器 4 电路板 5 姿态稳定圆盘 6 泡沫隔振材料 7 直流电机/减速器 8 液压缸 9 电池 10 螺杆柱塞 11 液压油 12 油囊

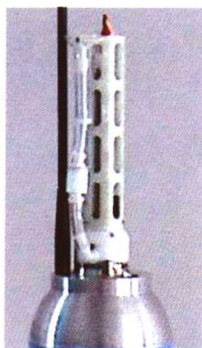


图 2-5 安装 SBE-41CP 型 CTD 传感器的上端盖



图 2-6 安装 FSI CTD 传感器的上端盖