

海洋出版社

阿尔戈全球海洋观测大探秘 符建平 编着

阿尔戈全球海洋观测 大探秘

符建平 编署

海洋出版社

在世界气象组织的倡导下,几十年来各国在陆地上已经 建立了许多实时数据交换的气象站,作为天气预报及气候预 测的基础数据。这些观测站除了测量地表气象要素外,还定 时施放携带测量仪器的气球进入高空来探测大气的垂向剖面 要素(如大气压强、温度、湿度和风向、风速等)。

随着科学的进步,人们已经认识到海洋的作用对气候预测更为关键。此外,海洋也是了解全球变化的重点区域。为此,联合国政府间海洋学委员会(IOC)一直在推动一项庞大的全球海洋观测计划(GOOS)。但在海洋中建立像陆地上一样的定点观测站几乎是不可能的。早年为监测厄尔尼诺—南方涛动(ENSO)事件而建立的"热带大气海洋观测网(TAO)",在赤道太平洋海域布置了69个锚碇观测浮标。尽管这是有史以来在海洋上建立的规模最大的一个定点观测网,但对于全球海洋而言,该观测网如同"冰山一角",一来浮标数量十分有限,二来观测层次稀疏,三来维护经费昂贵,难以像陆地上的气象观测站一样长期生存。于是,应运而生的想法是在海洋上

投放足够多的、廉价的剖面测量浮标,构成一个海洋观测网。 虽然它们是随流漂移的,但其观测对全球海洋能有足够的覆 盖面。

IOC 基于上述想法倡导了一个以深海大洋为对象的观测计划,即"阿尔戈(ARGO)计划",这也是 GOOS 计划中的一个重要组成部分。"阿尔戈"是一个以剖面浮标为手段的海洋观测业务系统,它所取得的数据供全世界各国共享。

IOC 各成员国认识到"阿尔戈"计划中的剖面浮标因"随波逐流"可能进入他国的专属经济区(EEZ),因而一致同意通过了一项决议(即 IOC 第 XX-6 号决议)。此决议要求各国对其在"阿尔戈"计划下施放的剖面浮标,公告其施放地点及其实时漂流位置,所获取的数据要做到共享。目前,IOC 正在筹建一个"阿尔戈"信息中心,负责通知沿海国家"阿尔戈"浮标将漂入其专属经济区的信息、协调各国在特定海域施放浮标,以及为跟踪浮标位置和获取浮标资料等提供指导。但任何国家若要在其他国家的 EEZ 海域投放 ARGO 剖面浮标,必须按照海洋法公约征得该国的同意。

由于海洋观测费用高昂,全球海洋观测业务系统乐意并

且鼓励其他渠道所取得的海洋数据提供给业务系统,以让全世界共享。其中科学项目所取得的数据是一个重要来源,如在热带海洋与全球大气科学计划(TOGA)下,在太平洋赤道海域上布设的 TAO 锚碇浮标系列。"阿尔戈"计划也同样欢迎任何科学项目在剖面浮标观测方面作出贡献。

世界沿海各国都已认识到"阿尔戈"计划对全球社会经济的重要性,都承诺要为"阿尔戈"计划施放一定数量的剖面浮标。从经济的眼光看,取得的数据一定要有用户。由于人们对海洋的认识还远远不足,欧美国家倾向于由科研单位立项竞争来施放这些剖面浮标。随着"阿尔戈"计划的发展,估计这些国家最终会把大部分对科学项目所需的剖面浮标的资助皆归口于"阿尔戈"计划之下。

我国已于 2001 年正式宣布参加国际"阿尔戈"计划的组织实施,并正在制订中国的"阿尔戈"计划。然而,要能充分有效应用"阿尔戈"计划取得的数据,尚有许多深入的研究工作待做。相比国际前沿,我国的海洋科学研究落后甚多。积极参与国际"阿尔戈"计划,能为我国海洋和气象工作者提供更多的参与国际交流合作的机会,能迅速提高我国的海

洋科学研究水平。

许建平同志是国际"阿尔戈"科学组(AST)的成员,也是我国较早接触国际"阿尔戈"计划和制订中国"阿尔戈"计划的倡议人之一。由他编写的这本涉及国际"阿尔戈"计划和相关科学知识的高级科普读物,比较全面、系统地介绍了"阿尔戈"计划和全球海洋剖面观测网的建设,以及与中国海洋监测和海洋科学研究的关系。全书图文频茂、通俗易懂,为广大海洋和气象专业人员以及非专业人员了解国际"阿尔戈"计划提供了一本通俗读物,值得一读。

联合国政府间海洋学委员会(IOC) 主 席 国家海洋局第二海洋研究所(SIO/SOA) 名誉所长 国家海洋局海洋动力过程与卫星海洋学重点实验室(LOPSO/SOA)主任

装钯芝

二〇〇二年七月三十日于杭州

目 录

序		苏纪兰
-,	"阿尔戈"家族揭秘	
	何谓"阿尔戈"	(10)
	"阿尔戈"计划	(11)
	"阿尔戈"浮标	(13)
	"阿尔戈"科学组	(18)
	"阿尔戈"资料管理小组	(21)
	"阿尔戈"信息中心	(24)
	"阿尔戈"资料中心	(26)
_,	"阿尔戈"计划的神圣使命	(29)
	"阿尔戈"计划实施的必要性	(29)
	"阿尔戈"计划的科学意义	(32)
	"阿尔戈"计划的科学目标	(36)
	"阿尔戈"计划的预期成果	(38)
三、	"阿尔戈"全球海洋观测网	(41)
	"阿尔戈"海洋观测网设计	(41)
	"阿尔戈"海洋观测网建设	(43)
	"阿尔戈"数据实时接收与处理	(48)
四、	各国"阿尔戈"计划与进展	(61)
	美国"阿尔戈"计划	(61)
	英国"阿尔戈"计划	(64)
	西班牙"阿尔戈"计划	(67)
	俄罗斯"阿尔戈"计划	(67)

	阿	海洋观测大採秘 - 8
	新西兰"阿尔戈"计划	(68)
	韩国"阿尔戈"计划	(69)
	日本"阿尔戈"计划	(70)
	印度"阿尔戈"计划	(72)
	德国"阿尔戈"计划	(73)
	法国"阿尔戈"计划	
	欧共体"阿尔戈"计划	(76)
	加拿大"阿尔戈"计划	(78)
	澳大利亚"阿尔戈"计划	(80)
五、	"阿尔戈"计划与中国	(81)
	中国为什么要加入"阿尔戈"计划	(81)
	中国"阿尔戈"计划	(84)
	中国"阿尔戈"计划行动方案	(85)
	中国"阿尔戈"计划实施进展	(90)
六、	参考文献	(94)
后	记	(133)
附录	ξ:	
一、	联合国政府间海洋学委员会(IOC)决议	(xx-6)
	- ARGO 计划	(99)
二、	常用缩语词汇编	(103)
_,	国际和各国 ARGO 网站	(125)

阿尔戈, 这个来自于两方 20 世纪末的"海外来 客",曾一度惊动了国务院和浙江省政协等高层领导。 美国前任总统克林顿对其也是备加呵护、曾许诺拨款 1200 万美元给予重点支持; 日本政府亦不甘示弱, 除 巨额拨款外,还把其列为"国家新千年计划";英国、 德国、法国和加拿大等国也纷纷效仿,对"阿尔戈" 表现出情有独钟。就连太平洋岛国斐济、瑙鲁、基里 巴斯、巴布亚新几内亚、新喀里多尼亚、萨摩亚和马绍尔 群岛等国政府也纷纷表示, 虽然财力有限, 不能对"阿 尔戈"直接给予资金支持,但愿以其他形式支持"阿 尔戈"的组织实施。那么,"阿尔戈"究竟是何许人也, 或是什么神秘武器, 值得世界各国如此兴师动众。让 我们揭开它的神秘面纱来探个究竟吧!

一、"阿尔戈"家族揭秘

何谓"阿尔戈"?

"阿尔戈"是英语"ARGO"一字的音译,而 ARGO 又是英文"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"。它如同陆地上有许许多多的气象站组成的气象观测网一样,"阿尔戈"是在海洋上建立的海洋观测网的代称。此外,"阿尔戈"这一命名,还体现了海洋观测网与由美国国家航空与航天局(NASA)和法国国家空间中心(CNES)联合发射的新一代"杰森"(Jason)卫星高度计之间的特殊关系。传说"阿尔戈"(ARGO)是希腊神话中的一艘神船,那些称呼"杰森"(Jason)



图 1 "阿尔戈"和"杰森"

的勇士们乘上这艘神船无往不胜,完成了其史诗般的海上航行。现在人们用"阿尔戈"和"杰森"来比喻海洋观测网与卫星高度计之间的相互关系,强调"杰森"卫星高度计需要先进的"阿尔戈"海洋观测网的配合才能成功完成它的历史使命。

"阿尔戈" 计划

1998年,美国和日本等国家大气、海洋科学家推出了一个全球性的海洋观测计划,目的是要借助最新开发的一系列高新海洋技术(如 ARGO 剖面浮标、卫星通讯系统和数据处理技术等),建立一个实时、高分辨率的全球海洋中、上层监测系统,以便能快速、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,有助于了解大尺度实时海洋的变化,提高气候预报的精度,有效防御全球日益严重的气候灾害(如飓风、龙卷风、台风、冰暴、洪水和干旱等)给人类造成的威胁。

该计划设想用 3-5 年的时间(2000-2004年),在全球大洋中每隔 300 公里布放一个卫星跟踪浮标,总计为 3000个,组成一个庞大的"阿尔戈"全球海洋观测网(图 2)。一种称为自律式的拉格朗日环流剖面观测浮标(简称"阿尔戈浮标",图 3)将担当此重任。它的设计寿命为 3-5 年,最大测量深度为 2000米,会每隔 10-14 天自动发送一

组剖面实时观测数据,每年可提供多达 10 万个剖面 (0-2000 米水深内)的海水温度和盐度资料。由于其与"杰森"卫星高度计之间的密切联系,故将其以"阿尔戈"计划相称。

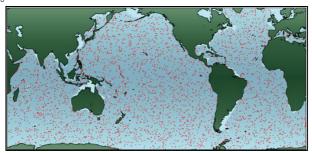


图 2 "阿尔戈"全球海洋观测网

"阿尔戈"计划的推出,迅速得到了包括澳大利亚、加拿大、法国、德国、日本、韩国等 10 余个国家的响应和支持,并已成为全球气候观测系统(GCOS)、全球大洋观测系统(GOOS)、全球气候变异与观测试验(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。第四届世界气候变化纲领大会、第 20 届政府间海洋委员会(IOC)大会和第 13 届世界气象大会都认为,"阿尔戈"计划是一个十分重要的项目。为此,联合国政府间海洋委员会还专门通过了一项决议(附录一),以支持"阿尔戈"计划在全球的实施。

"阿尔戈"浮标

"阿尔戈"浮标指用于建立全球海洋观测网的一种专用测量设备(图 3)。它可以在海洋中自由漂移,自动测量海面到 2000 米水深之间的海水温度、盐度和深度,并可跟踪它的漂移轨迹,获取海水的移动速度和方向。



图 3 "阿尔戈" 浮标

"阿尔戈"浮标在专业上称自律式拉格朗日环流剖面观测浮标(PALACE)或自持式剖面自动循环探测仪,也有人称中性剖面自动探测漂流浮标。这里有必要介绍一下浮标的工作原理。

众所周知,任何物体在水中实现沉、浮运动通常有三种途径,一是改变物体的体积而重量保持不变;二是改变物体的重量而体积不变;三是增加或减少对物体所施加的外力。"阿尔戈"浮标的设计则采用了第一种途径,即浮标在水中沉浮依靠改变其内部体积来实现。根据这一原理设计的浮标主要由可变体积的水密耐压壳体、机芯、液压驱动装置、传感器、控制/数据采集/存储电路板、数据传输终端(PTT)和电源等部分组成,其外形与内部结构如图 4 所示。

浮标的沉浮功能主要依靠液压驱动系统来实现。液压系统则由单冲程泵、皮囊、压力传感器和高压管路等部件组成,皮囊装在浮标体的外部,有管路与液压系统相连。当泵体内的油注入皮囊后会使皮囊体积增大,致使浮标的浮力逐渐增大而上升。反之,柱塞泵将皮囊里的油抽回,皮囊体积缩小,浮标浮力随之减小,直至重力大于浮力,浮标体逐渐下沉。若在浮标的控制微机中输入按预定动作要求编写的程序,则微机会根据压力传感器测量的深度参数控制下潜深度、水下停留时间、上浮、剖面参数测量、水面停留和数据传输,以及再次下潜等工作环节,从而实现浮标的自动沉浮、测量和数据传输等功能。

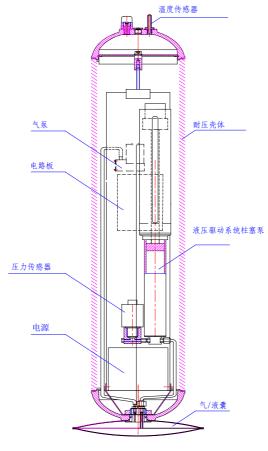


图 4 浮标总体结构

当浮标被海洋科学工作者投放在海洋中的某个区域后,根据上述工作原理,它会自动潜入 2000 米深处的等密度层上,随深层海流保持中性漂浮,到达预定时间(约 10 天)后,它又会自动上浮,并在上升过程中利用自身携带的各种传感器进行连续剖面测量。当浮标到达海面后,通过定位与数据传输卫星系统自动将测量数据传送到卫星地面接收站,经信号转换处理后发送给浮标拥有者。浮标在海面的停留时间约需6-12 小时,当全部测量数据传输完毕后,浮标会再次自动下沉到预定深度,重新开始下一个循环过程(图 5)。

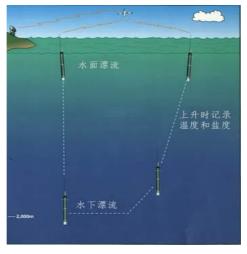


图 5 "阿尔戈"浮标剖面测量过程

这种自持式剖面自动循环探测仪的设计寿命为 3-5 年。如果不出意外的话,一个"阿尔戈"浮标每年可以提供约 36 个剖面的观测资料。目前,该浮标及其应用的剖面循环探测技术在国内还属空白,国外也只有少数几个国家(美国、法国和加拿大)有能力生产。PALACE、APEX、PROVOR 和 SOLO 等型号的自动剖面探测仪是各国在实施"阿尔戈"计划中应用较为广泛的 4 种颇具代表性的"阿尔戈"浮标。

事实上,ARGO 浮标早已被广泛应用于海洋科学研究、海洋资源开发、海洋环境保护和海洋军事等活动中。据了解,在国际 ARGO 计划发起之前,美国 Webb 研究公司(世界上最早商业制造 ARGO 浮标的厂家)就为世界上8个国家的25个实验室(研究所)提供了约1100个类似的浮标。

ARGO 浮标的布放也十分简单,一俟浮标通过测试程序,证明浮标处于良好工作状态,无需专业人员在场即可在海上布放。且布放的方式有多种多样,可以利用飞机空投(图 6),





图 6 飞机投放 ARGO 浮标

适用于在一些偏远的海区布放浮标, 也可以用定期来往于全 球贸易航线上数以百计的商船(图 7)或其它机会船(VOS)布 放。当然,利用专业调查船(图8)施放会使浮标工作更具有 可靠性, 观测资料会更有说服力。因为在用专业调查船布放 浮标时,可以利用船载温盐深仪(CTD)和高精度实验室盐度计 等对浮标观测资料进行现场比较和校正。这种浮标最大的优 点是一旦施放, 它将持续自动运行而无需人为维护。





商船或机会船布放 ARGO 浮标 图 8 海洋调查船施放 ARGO 浮标 图 7

"阿尔戈"科学组

这是一个为实施"阿尔戈"计划、协调各国"阿尔戈" 计划进展和解决相关技术问题的科学团体, 由参加国际"阿 尔戈"计划和提供"阿尔戈"浮标的各国科学家代表组成。

国际"阿尔戈"科学组(AST)成立于 1999 年, 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,其中美国 3 名,德国、日本和澳大利亚各 1 名;"阿尔 戈"科学组的主席由美国斯克里普斯海洋研究所(SIO, USA) 的 Dean Roemmich 教授担任。

经过近 3 年的发展,国际"阿尔戈"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(表 1)。

"阿尔戈"科学组是在全球海洋数据同化实验(GODAE) 计划和世界气候变化和预测实验计划上层海洋专题组 (CLIVAR/UOP)的授意下成立的。其肩负的主要任务有:

- (1) 根据 GODAE 和 CLIVAR/ UOP 的要求,以这两个项目的计划书和工作报告为指导文件,为全球(温度、盐度)剖面观测网制定实施计划;
- (2) 就剖面浮标观测网如何服务于 CLIVAR 现有的长期海洋观测系统,以及 GODAE 和 GOOS/GCOS 的全球海洋和大气观测系统,向 CLIVAR 上层海洋专题组和 GODAE 领导小组提出科学的指导性意见,并接受这两个小组的建议;
- (3) 根据"阿尔戈"会议的决议,发起并成立一个全球"阿尔戈"联合组织以开展全球"阿尔戈"浮标网的布设和维护工作,并向此联合组织提供必要的咨询意见:
 - (4) 促进和评估观测系统的研究工作,以指导初期的 "阿尔戈"采样设计和长期的发展;

表 1 国际"阿尔戈"科学组成员

W 1 11/1/	1,11/11/20	11 1 11/4/2
姓名	国家名称	供 职 单 位
Olaf Boebel	美 国	罗得岛大学
Yves Desaubies	法 国	海洋研究与开发院
Howard Freeland	加拿大	海洋科学研究所
Kuh Kim	韩 国	汉城国立大学
Brian King	英 国	南安普敦海洋中心
B. N. Krishnamurthy	印度	海洋发展部
Pierre-Yves LeTraon	法 国	空间海洋研究室
Bob Molinari	美 国	大西洋海洋与气象学实验室
Breck Owens	美 国	伍兹霍尔海洋研究所
Steve Riser	美 国	华盛顿大学
Dean Roemmich	美国 (主席)	斯克里普斯海洋研究所
Uwe Send	德 国	海洋研究所
Philip Sutton	新西兰	国立水与大气研究所
Kensuke Takeuchi	日本	北海道大学
Susan Wijffels	澳大利亚	澳联邦科学和工业研究组
		织海洋研究部
Jianping Xu	中 国	国家海洋局第二海洋研究所
Sylvie Pouliquen	法 国	海洋开发研究院
Bob Keeley	加拿大	海洋环境资料中心

- (5) 提供咨询并指导与浮标网有关的技术革新;
- (6) 加强与全球海洋观测系统有关的机构和组织的联

络工作,包括船只机会计划、热带大气—海洋观测网和遥感 计划(如 Topex/Posidon 和 Jason 卫星)等的联系:

向 GODAE 和 CLIVAR 国际项目办公室提交阶段性进 展报告。

国际 ARGO 科学组在每年的 3 月举行一次年会, 回顾过去一 年的工作,交流各国 ARGO 计划的进展,探讨相关技术问题,协 调浮标投放、资料处理和分发等事宜。在 1999-2002 年期间, ARGO 科学组已经召开过 4 次年会。第一次国际 ARGO 科学组会 议于 1999 年 3 月 22-23 日在美国 Easton Marvland 召开: 第 二次于 2000 年 3 月 7-9 日在英国的南安普敦召开:第三次于 2001 年 3 月 20-22 日在加拿大的锡德尼举行: 第四次于 2002 年 3 月 12-14 日在澳大利亚的霍巴特召开:第五次将于 2003 年 3 月在中国杭州举行。

"阿尔戈"资料管理小组

该小组主要承担为 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。目前,"阿尔戈"资料管理小组的 成员主要有早期参加国际 ARGO 计划国家(如美国、法国、加 拿大和日本等)的大气、海洋和资料管理方面的研究、技术 人员组成(表 2)。来自法国海洋开发研究院的 Svlvie Pouliquen 先生和加拿大海洋环境资料中心的 Bob Keeley 担任该小组的联合主席。"阿尔戈"资料管理小组受国际 ARGO 科学组的领导。

表 2 "阿尔戈"资料管理小组部分成员

姓名	国家名称	供职单位
Sylvie Pouliquen	法国(联合主席)	海洋开发研究院
Bob Keeley	加拿大(联合主席)	海洋环境资料中心
Bob Molinari	美国	大西洋海洋与气象学
		实验室
Dean Roemmich	美 国	斯克里普斯海洋研究所
Kensuke Takeuchi	日本	北海道大学
Thierry Carval	法 国	海洋开发研究院
Mathieu Belbeoch	法国	IOC-WMO 联合海洋与海
		洋气象技术委员会
Annie Wong	美 国	华盛顿大学
Charies Sun	美国	国家海洋资料中心
Yves Desaubies	法 国	海洋开发研究院

ARGO 资料管理小组自 2000 年成立以来,已经召开过 2次年会。第一次国际 ARGO 资料管理小组会议于 2000 年 10 月

- 1、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:
- 2、 规定全球 ARGO 资料中心,一律使用相同的编码格式,即采用 NetCDF 基本格式分发或交换 ARGO 数据:
- 3、明确了全球 ARGO 资料中心将使用上述统一格式,并通过全球通讯系统(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,美国全球海洋数据同化实验(GODAE) 资料中心和法国海洋开发研究院(IFREMER)资料中心将承担 起全球 ARGO 资料中心的责任,并将在美国海洋资料中心 (NODC)建立一个长期的 ARGO 数据库。

ARGO 资料管理小组将致力于说服各国ARGO 资料中心使用统一的自动质量控制检验,并尽最大可能使ARGO 数据在 24小时内进入 GTS 网,以充分体现 ARGO 资料的实时性;还将建立一个检验数据集,提供各国资料中心对经质量控制的 ARGO 资料进行比较。2005 年后,GTS 将不再支持发送 TESAC 格式的数据,要转换成 BUFR 二进制格式。故 ARGO 资料管理小组

当前的主要任务是,广泛征求 ARGO 资料用户的意见,并说服全球 ARGO 资料中心采取一致行动,以应对 GTS 网上数据格式的转换。

为了充分发挥 ARGO 数据集的作用,以及保证广大用户能及时、方便地获得高质量的资料,ARGO 资料管理小组正在编辑一本 ARGO 数据管理手册 (DMH),其目的是为了使 (1) 全球 ARGO 数据中心能够采用标准化的数据管理程序; (2) 新建立的 ARGO 数据中心具备必要的启动信息; 以及 (3) 广大 ARGO 数据用户能熟悉数据管理程序和标准。

"阿尔戈"信息中心

联合国政府间海洋学委员会(IOC)执委会通过的第 XX-6 号决议(附录一)要求: "如果施放的漂流浮标进入某一国家的管辖海区,应通过适当途径提前通知该沿岸国家,并告之该浮标的精确位置。"为了落实这一决议精神,"阿尔戈"科学组积极采取措施,于 2000 年初在法国的图罗斯(Toulous)成立了一个国际"阿尔戈"信息中心(AIC),并配备了一名协调员。

"阿尔戈"信息中心的主要任务:

- (1)负责"阿尔戈"计划和浮标资料应用等方面的咨询, 并直接参与各成员国的"阿尔戈"计划:
 - (2) 提出各国布放浮标的合作途径;
 - (3) 实施全球统一系统,包括浮标资料的标准化、质量

控制和实时分发,以及采用海洋模式和海洋/大气耦合模式同 化实时浮标资料的分发等;

- (4) 监督浮标资料归入指定的档案库:
- (5) 协助解决在浮标操作人员、浮标制造商、数据通讯 提供者、数据同化中心、质量控制和档案机构等之间出现的 一些技术问题。
- "阿尔戈"协调员则负责日常管理"阿尔戈"信息中心的工作,在浮标操作者与数据使用者之间起着桥梁纽带的作用,并在国际"阿尔戈"计划中担负以下工作职责:
- (1) 贯彻 IOC 第 XX-6 号决议,及时发布通告,通报有 关浮标可能漂入成员国专属经济区的信息;
- (2) 协助与有关成员国在其专属经济区内施放浮标达成协议;
 - (3) 回收及维护、保养使用过的浮标;
- (4)编制介绍和宣传有关"阿尔戈"计划活动的信息和 宣传材料:
- (5) 协助开展与实施"阿尔戈"计划有关的活动,如协助解决一些特殊的技术问题、提供如何获得"阿尔戈"资料的有关信息等;还有如协助全球和区域性 ARGO 计划的实施(即协调浮标施放的时机、提供涉及数据传输系统和全球通讯系统中与资料分发有关的技术支持等)。

"阿尔戈"资料中心

"阿尔戈"资料中心是一个专门收集、处理和分发 ARGO 浮标观测数据的机构。根据其收集和分发资料范围的不同,设有国家"阿尔戈"资料中心、地区"阿尔戈"资料中心和全球"阿尔戈"资料中心等。

所谓国家"阿尔戈"资料中心,即由各 ARGO 成员国为收集、处理和分发 ARGO 资料设立的专门机构。一般担负本国投放的 ARGO 浮标资料的收集和处理,以及承担向本国用户分发经质量控制的 ARGO 资料和与地区 ARGO 资料中心或全球 ARGO 资料中心交换资料的任务。

顾名思义,地区"阿尔戈"资料中心主要为本地区 ARGO 资料用户提供服务。目前,按洋区划分,全球将会建立 4 个区域性 ARGO 资料中心,即大西洋区域 ARGO 资料中心、太平洋区域 ARGO 资料中心、南大洋区域 ARGO 资料中心和印度洋区域 ARGO 资料中心。地区 ARGO 资料中心承担的主要任务是:

- 1、 检验本地区的 ARGO 资料。比较该区域不同来源的 ARGO 资料,并与船只调查资料作比较,以确定本地区 ARGO 资料的一致性:
 - 2、 处理和分发本地区收集的 ARGO 资料;
- 3、 为无能力进行 ARGO 资料质量控制的国家提供质量控制服务:
 - 4、 协调本地区 ARGO 浮标的施放, 并为本地区的浮标施

放计划提供建议和指导;

- 5、 研究并寻求适合于特殊区域 ARGO 浮标实时数据质量 控制的新方法;
- 6、 收集本地区最新的 CTD 资料和水文观测资料,以用于对 ARGO 资料实时模式和延时模式的校正。

区域 ARGO 资料中心一般由本地区的一个国家资料中心承担,也可由 2 个或更多的组织协同担当。尽管区域 ARGO 资料中心的建立还在酝酿中,但许多国家和组织已经表现出浓厚的兴趣,纷纷表示有意组建或参加区域 ARGO 资料中心。这些国家和研究机构主要有:

大西洋区域 ARGO 资料中心: 法国海洋开发研究院 Coriolis 资料中心(负责单位),美国海洋与大气局大西洋海洋与气象实验室(参加单位);

太平洋区域 ARGO 资料中心: 日本海洋科技中心(负责单位),美国太平洋环境实验室和夏威夷大学国际太平洋研究中心(参加单位);

南大洋区域 ARGO 资料中心:英国海洋资料中心(负责单位),澳大利亚联邦科学与工业研究组织和澳大利亚气象局(参加单位);

印度洋区域 ARGO 资料中心: 印度海洋信息服务中心(负责单位),澳大利亚联邦科学与工业研究组织和澳大利亚气象局(参加单位)以及美国太平洋环境实验室和夏威夷大学国

际太平洋研究中心(参加单位)。

这些区域性 ARGO 资料中心的负责单位,为协调本地区 ARGO 计划的组织实施还专门召开过会议,其中太平洋区域 ARGO 计划实施会议于 2000 年 4 月 13-14 日在日本东京召开; 大西洋区域于 2000 年 7 月 10-11 日在法国巴黎召开; 印度洋区域于 2001 年 7 月 26-27 日在印度海德拉巴召开; 南大洋区域 ARGO 计划实施会议还在策划中。这些区域性 ARGO 计划实施会议的召开,为建立地区 ARGO 资料中心打下了基础。

无庸置疑,全球 ARGO 资料中心是一个专门收集全球 ARGO 浮标观测资料的机构,并负责向地区和各国 ARGO 资料中心分发经质量控制的全球海洋中的 ARGO 资料和提供相关服务(现场数据收集、资料归档和分类、资料质量控制等)。目前,确定的全球 ARGO 资料中心有二个,一个是法国海洋研究开发院Coriolis 资料中心;另一个则是美国海军舰艇数值天气和海洋学研究中心(FNMOC)中的全球海洋数据同化实验(GODAE)数据中心。可见,这两个全球 ARGO 资料中心兼有多重身份,因为他们还是地区和国家 ARGO 资料中心。

二、"阿尔戈" 计划的神圣使命

"阿尔戈"计划实施的必要性

近年来,在全球发生的许多自然灾害(如台风、飓风、龙卷风、冰暴、暴雨、洪水、干旱和暖冬现象等),使人们深深体会到了短期气候剧变对人类所带来的巨大危害。你可知道,为了预报一次台风、天气变暖或其他仅持续几天时间的天气现象,气象学家使用了一个大范围的天气观测系统,这包括对陆地和海洋表层要素的观测,以及至少一天一次的探空气球(收集大气温度、湿度和风力等的剖面观测资料)观测,从而可以精确预报 3-5 天的天气情况。但如果要预报更大范围、更长时间尺度(如季节或年际)的气候变化,仅有海洋表层的观测数据还不够,需要有海洋上层(2000 米水深以上)海水温度、盐度和海流的观测资料。

也许你曾听说过"厄尔尼诺"和"拉尼娜"这对孪生姐妹的名字。这是发生在赤道太平洋上的两种海洋异常现象,可以导致很多显著的气候变化。观测表明,每隔几年,东太平洋热带海洋上的水温就会异常上升,而且持续数月。这一异常海水变暖现象,科学家称之为"厄尔尼诺",它会改变全球大气环流体系,并导致很多破坏性天气现象的发生。"拉尼娜"是伴随"厄尔尼诺"后发生的同一海区的水温异常下降现象,同样可以导致许多灾害性天气情况的发生。可见,厄

尔尼诺和拉尼娜都会对全球气候产生巨大的影响。

因此,科学家们早就想能预测这些现象,并对厄尔尼诺和拉尼娜的发展、加强和持续过程进行准确预报。于是,由美国海洋大气局(NOAA)发起,曾在热带太平洋上建立了一个观测网(图9),用来监测海洋的变化。自1994年11月建成以来,它不断地把测量到的海洋表面气温、风速、风向和海洋表层温度、盐度等数据,通过卫星及时发送给美国海洋

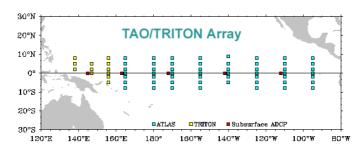


图 9 热带大气海洋观测网(TAO)

和天气预报中心。这些数据与大气观测数据结合起来,使得 美国科学家成功地提前 6 个月预报了 1997/1998 年发生的厄尔尼诺事件(图 10),从而为美国经济挽回了百亿美元的损失, 仅加利福尼亚州就避免了近 10 亿美元的损失。

然而,受 1997/1998 年厄尔尼诺影响的国家不仅仅美国, 从墨西哥西海岸的飓风到东非的暴雨,以及印度尼西亚的森 林大火等都是厄尔尼诺影响的结果。据估计,1997/1998年全球经济损失高达300亿美元。可见,有效地预报厄尔尼诺/拉尼娜现象,对世界经济的繁荣和发展有着重大的现实意义。

厄尔尼诺事件成熟阶段 SST 异常分布 (1997年11月)

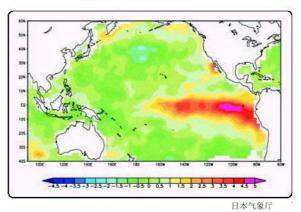


图 10 厄尔尼诺事件成熟阶段海面温度 (SST) 异常分布

科学家的研究还表明,除了厄尔尼诺和拉尼娜,全球海洋中还有许多其它的反常现象(如南极绕极波、北大西洋振荡和太平洋十年振荡等)。这些现象同样也对年际的气候变化产生影响。所以要预报这些海洋现象,仅有一个局地的海洋观测网显然满足不了对全球长期气候变化预报的需求,就需

要建立一个全球的海洋观测系统。

此外,西方国家已经投资近 10 亿美元建立了一个卫星观测网,但这个系统仅能提供海洋表面的信息。虽然,人们为监测厄尔尼诺已经建立了一个长期的海洋观测网,但它的覆盖区域十分有限。为此,需要建立一个实时的(与卫星观测同步)、并覆盖全球海洋的观测网。通过建立在空中和海上的立体观测网,使得科学家可以同步获得大气和海洋变化的信息,能更好地了解不断波动的气候系统,并提供可靠的全球气候预报。

"阿尔戈"计划的科学意义

事实告诉人们,海洋变化与异常天气状况有着密切的 联系。厄尔尼诺事件一旦发生,东赤道太平洋和南美洲太平 洋沿岸的海洋表面温度明显上升。它不仅导致了赤道太平洋 还有高纬度地区大气环流的变化,使全世界的天气状况出现 异常。海洋还被认为在气候变化中起着重要的作用,例如全 球变暖,由于海洋覆盖了地球表面 70%的面积,蕴藏着巨大的 热容量。于是,人们意识到监测全球海洋上、中层的变化对 长期天气预报和气候预测有着重大意义。所以,迫切需要建设 一个高分辨率的全球海洋监测系统。

无论是长期天气预报还是短期气候预测,对海洋观测资料(尤其是全球海洋温、盐、流的立体剖面资料)都有极大

的依赖性。在过去的 20 年中,热带海洋一全球大气实验(TOGA) 和世界海洋环流实验(WOCE)的成功实施,揭示了海洋在海一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。在未来 10-15 年中实施的"全球气候变异与观测试验"(CLIVAR)国际气候研究计划中,短期气候预测将是一个研究重点。目前世界上一些国家已经研制了一些可用于短期气候预测的海一气耦合数值模式。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。

目前,大范围的海洋观测主要以抛弃式温深计(XBT)为主,辅以少量锚锭浮标(如 ATLAS)。应用这些观测设备采集的资料,无论是观测要素(XBT 仅能测量海温),还是空间分辨率(受志愿船航线和锚碇浮标分布密度限制)和测量精度等方面均远不能满足气候预测的需求。而对海洋垂直剖面上的温度、盐度和海流资料,则知之甚少。因此,在海一气耦合模式中,目前对初始场的确定和海洋环流模式(OGCM)中相关参数(尤其是次表层、斜温层和深层)的选取,都是基于有限观测资料的一种物理推断,故存在着很大的随意性和不确定性。ARGO 计划的实施,则如气象观测中使用的探空气球一样,可以方便地获取海洋内部的海流、温度和盐度等资料,故而有助于了解全球海洋各层的物理状态,也如同气象学上可以

画出同时的天气图那样,能监视海洋各个时刻的运动状态, 从而可大大加深对海洋内部温、盐度垂直结构和环流,以及 能量和水份平衡过程的了解,并可揭示出海-气相互作用的机 理,改讲对模式初始场确定的盲目性,讲一步完善海-气耦合 模式,提高对长期天气预报和短期气候预测的能力。由此可 见, ARGO 计划的实施有着重大的科学意义。

WOCE 实验的结果表明, 洋流从热带海域携带大量的热能 到中纬度区域,据 Bryden 等人(1991)的估计,仅在北半球 就有大约 2×10¹⁵W 的热能被带往中纬度海域,与大气输送的热 量几乎相等。WOCE 实验的资料还进一步揭示,海洋热输送存 在显著的年际间变化。据 Roemmich 等人(2000)的研究结果, 在北太平洋热带/温带区域的热量输送,每年的变化量至少达 30%。而有关产生和维持年际和十年际变化过程的许多问题, 还有待进一步探讨。人们普遍认为,要进一步认识和预测气 候的变化,需要将目前主要集中在热带太平洋的观测系统(图 9) 扩大到整个全球海洋。在气候观测系统中,测量全球海洋 中的热储量和输送量是气候观测系统中的一项重要内容。

近年来, 随着三大科学技术的发展, 使得在全球海洋中 建立以"阿尔戈"浮标为主的实时剖面观测网成为可能。

(1) 九十年代剖面浮标的开发成功, 使得人们能够对全 球海洋中仟何一处的海洋物理性质(如温度、盐度和海流等) 进行实时的、常规的观测。

(2)高精度的卫星高度计可以每隔 10 天对全球海平面高度进行一次测量,但它迫切需要现场数据库来解译和补充真实的海面分布状况(图 11)。

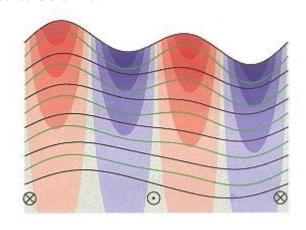


图 11、 海平面、等压面和等密度面分布 (海平面位于最上层;深色线表示等压面;浅色线表示等密度面;符号 ○ 和 ⊕ 分别表示海流的运动方向,即流出和流入)

(3)数据同化技术正处于成熟阶段。Stammer 和Chassignet (2000)提出的判断海面状况的方法,为海洋次表层数据库与由遥感观测的海面风力和海洋表面数据库的结合提供了一条有效途径。

因此,借助于现有的卫星观测系统和功能强大的数据同

化技术,在全球海洋中建立次表层观测网将有利于加深对气候系统的认识,促进气候预报水平的提高。

"阿尔戈"计划的科学目标

"阿尔戈"计划将提供全球海洋 2000 米深度以上的次表层温、盐度资料。世界大洋环流实验(WOCE)也曾进行过全球海洋观测,但其花了 7 年时间,动用了大量船只,才得以完成全球的观测任务。而"阿尔戈"计划实际上是一个实时的、海洋上层的 WOCE 计划,它将每隔 10 天提供一组全球海洋状态的资料。人们利用这些资料,并结合覆盖全球海洋表面的卫星观测,可以达到提高海洋、天气业务预报精度和科学研究水平之目的。

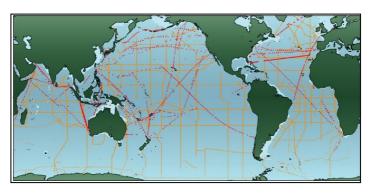


图 12 世界大洋环流实验测线和测点分布

这些资料将直接有助于提高对与 ENSO 有关的海洋、天气灾害(如洪水、干旱等)预报的能力,还将有助于提高海洋对气候的作用,以及其它与 ENSO 事件相似的,如太平洋十年振荡(PDO)、北大西洋振荡(NAO)、北极振荡(AO)和南极绕极波(ACW)等气候和海洋现象的认识,从而能对大尺度大洋环流,也包括海洋内部的质量、热量和淡水输送平均状况和变化过程进行全球性描述。

ARGO 资料还可以对大洋上层的演变过程及海洋一气候变化的模态(如热量和淡水的贮存和输运等)进行细致的描述;还可以通过对海面以下温、盐度垂直结构及参考层流速的测量来提升"杰森"卫星高度计(图 13)资料的使用价值,并为解译由高度计获得的海面高度资料提供足够的覆盖范围和分辨率。

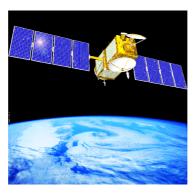


图 13 "杰森"卫星高度计

"阿尔戈"计划将为数据同化建立一个前所未有的数据库,从而可以帮助人们揭示海洋的物理状态,以及对预报模式进行初始化;实时的全球海洋业务预报亦将变为现实。这个数据库还将经受新一代全球海洋一耦合模式的连续性测试。通过测试可以了解耦合模式中海洋分量的变化,有助于提高相应的预测大气变化的能力。因此,没有"阿尔戈"计划就不可能对己有的模式进行改进。ARGO全球海洋观测网的建成,也正如天气观测中用了大量的无线电探空仪资料、可以准确地预报3一5天内的天气情况一样,ARGO资料将为人们更准确地进行短期气候预报作出贡献。

"阿尔戈"计划预期成果

"阿尔戈"计划是业已建立的海洋上层热量观测网的拓展。通过目前在全球范围开展的一些综合性调查结果,可以帮助我们预测实施"阿尔戈"计划后将会获取的成果。"阿尔戈"剖面浮标的使用可以获得比抛弃式深温计(XBT)更多的信息,而且也不再局限于仅在商船航线上获得这些信息。过去还没有一个观测网能获取剖面盐度资料,而在许多区域,海水盐度的变化可以导致密度的显著变化。此外,盐分也是水循环的一个重要诊断变量。正是由于时间序列盐度场信息的缺乏,使得尽快建立这样一个观测网显得更有现实意义。

在 1990 年到 1998 年间,世界海洋环流实验(WOCE)对

全球海洋进行了一次全面调查,总共收集了近 100 年来所测量过的 20000 条温、盐度剖面。而一旦 ARGO 全球海洋观测网得以建成的话,它每 10 天就可以提供 3000 条深度为 2000 米的剖面数据,一年则可得到多达 10 万条剖面的记录。也就是说,ARGO 全球海洋观测网建成后,只需 2 个月时间就可轻而易举获得过去需要上 100 年观测才能得到的信息。可见,ARGO 计划最显著的贡献莫过于提供了海量的、实时的、高分辩率的海洋次表层观测数据。人们想信,"阿尔戈"全球海洋观测网按计划如期建成,并能持续运行至少 10 年话,那么,它不仅仅可以提供大量的原始观测数据,而且还会给人类带来如下几个方面的收获:

- (1) 为建立新一代全球海洋和大气耦合模型的初始化条件、数据同化和动力一致性检验提供了一个前所未有的巨大数据库:
 - (2) 首次实现理论化的实时全球海洋预报:
- (3) 建立一个精确的随深度变化的温、盐度月平均全球气候数据库;
- (4)建立一个时间序列的数据库,其中包括热量和淡水 贮存,以及中层水团和温跃层水体的温盐结构和体积等信息。
- (5) 为由表层热量和淡水交换所建立的大气模型提供大 尺度约束条件;
 - (6) 完成对大尺度海洋环流平均状态和变化的描述,其

中包括对大洋内部水体、热量及淡水输送等的描述;

- (7)确定温、盐度年际变化的主要形式及演变过程。例如,通过对海一气耦合模型的分析,找出全球海洋中存在的其它类似 ENSO 事件的现象,以及它们对改进季节一年际气候预报的影响:
- (8) 提供全球海面的绝对高度图,其精度在一年或更长的时间尺度内可以达到 2cm,从而使"杰森"高度计资料与"阿尔戈"资料在研究较大空间和时间尺度的问题上结合得更好;
- (9) 通过确定海面高度变化同海面以下温、盐度变化的 关系,有效解译用卫星高度计所观测的海面高度异常(SSH);
- (10)直接解译海面高度异常。通过对降水与蒸发差、 冷热差、热量和淡水对流,以及由风力驱动的水体重新分配 的研究,了解厄尔尼诺(El Nino)所造成的全球海面变化。

值得指出的是,ARGO 计划并非一个完美无缺的现场观测系统。它的目标仅仅是提供大尺度空间范围及时间尺度在数月以上的覆盖全球大洋上层的海洋资料。该系统的空间分辨率不足以用来计算近岸海域的边界流等,故 ARGO 全球海洋实时观测网还须采用有效的手段给予补充,如与区域网结合起来,为之提供一个全球海洋的背景。因为气候本身就是一个全球性的问题,区域性的观测解决不了这些问题。

三、"阿尔戈"全球海洋观测网

"阿尔戈"海洋观测网设计

"阿尔戈"观测网建设遵循了对全球观测网的需求与实际条件限制之间寻求平衡的设计原则。在设计中考虑的主要因素有:

- (1)早期的浮标观测结果。在 WOCE 计划实施期间,曾在 热带太平洋和南太平洋上布放了 300 个浮标,其覆盖面积几 乎占了全球海洋的一半海域。尽管这些稀疏的数据集已足以 绘出五年期间平均的中层海洋环流图,但却无法获得中层海 洋环流的时间演变图 (Davis, 1998)。然而,"阿尔戈"观测 网在上述海域将会施放比 WOCE 计划多 5 倍的浮标,这将足以 精确地反映出该海域温、盐度和环流的季节和年际变化。最 近,在大西洋中开展的高密度剖面浮标实验表明,在有强噪 声的涡旋海域,需要布放大量的浮标,才能有效观测这些中 尺度现象的分布和变化。
- (2) 现有的上层海洋热量观测网。为了应用抛弃式深温计(XBT)数据集估算重要的统计场,人们已经进行了大量的观测网设计研究工作。利用间隔数百公里投放一个抛弃式温深计的观测网足以测定海洋表层的热储量,如对以季节为时间尺度、边长为 1000km 的水域来说,其观测精度可达 10w/m²,也就是说,对温度波动年际变化的观测精度可达到 3w/m² 左右。如

果结合使用温度剖面观测资料和卫星高度计资料,则其精度会更高。

- (3)卫星高度计数据集。对高度计资料的光谱分析表明,全球海面距平变化,有半数波长小于 1000km。如果感兴趣的气候信号包括所有大于 1000km 的波长,那么以每隔 3 个经纬度布设的浮标观测网将能够分辨出这些信号,其信噪比约为3:1 (Wunsch 和 Stammer,1995)。研究还发现,测高谱中半功率点随纬度的改变而变化,它的波长从热带处的 1300km 到北纬 50°N 处变为 700km (Stammer,1997)。
- (4)世界海洋环流实验(WOCE)水文资料中的气候信号。通过WOCE水文资料与早期资料的对比发现,在北大西洋副热带海域中存在大范围的、十年时间尺度变化的中层变暖现象(Parilla等人,1994)。实验还表明,这些海盆尺度的变化信息可以从间隔3个经纬度分布的剖面浮标网资料中提取出来。
- (5)数据同化模式应用。事实上,模拟与纯数据分析对观测资料的要求并没有明显区别。模式是以数据为基础,它需要相应的比较场进行严格的模式测试。而数据同化模式则需要大量的资料,以确定单点测量与模式平滑场连接的统计学特性。

由此可见,"阿尔戈"观测网的布点既不能太稀疏,也不可能太密集。故最终选择了在全球海洋中布放3000个浮标,

观测深度为 2000 米的设计目标。考虑到卫星高度计的光谱空间尺度随着纬度的增加会缩短的事实,要求在高纬度海区增加浮标的布放密度,而在赤道海域则可稀疏一些。即在北纬60°N 以北海域,其浮标的布设密度要比赤道海域增加 2 倍。但就平均而言,ARGO 观测网将由每隔约 3 个经纬度(约 300 公里)布设一个浮标、总计约 3000 个 ARGO 剖面浮标组成。

"阿尔戈"海洋观测网建设

在2001年3月20-22日召开的第三次国际ARGO科学组会议上,澳大利亚和美国宣称已率先在东印度洋和东太平洋施放了21个ARGO浮标,从而正式拉开了ARGO全球海洋观测网建设的序幕。至2002年3月,世界上已经有14个国家和团体(澳大利亚、加拿大、丹麦、欧共体、法国、德国、日本、英国、韩国、俄罗斯、新西兰、美国、印度和中国等)加入国际ARGO计划,并已在太平洋、印度洋和大西洋等海域投放了337个ARGO浮标(实际投放数远超过此数目,原因是部分浮标投放后由于技术故障等已停止工作),这些浮标主要由世界上12个国家和团体施放(图14、表3)。

从图 14 中可以看出,ARGO 浮标的区域分布为:大西洋最多,其次为太平洋和印度洋,南大洋(即南纬 40°以南海域)几乎无人问津。为此,ARGO 科学组继续呼吁各国科学家对此给予必要的重视。南大洋的海水运动和其物理性质,对全球

海洋和气候影响极大,而人们对其的认识和了解,由于缺乏

海上观测资料,显得十分有限,故希望各国能提供浮标施放于这一海域。

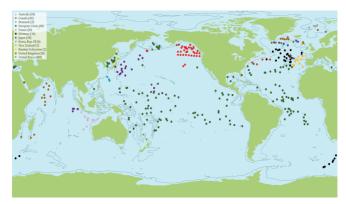


图 14 各国 ARGO 浮标投放海域及概位 (止 2002 年 2 月)

表 4 为各国已获取资助投放 ARGO 浮标的数量以及未来 3 年中计划施放浮标的情况。由此可见,预计到 2002 年底,世界上 15 个国家和团体已经或即将施放的 ARGO 浮标数会达到 1380 个;未来 3 年(即 2003-2005 年)计划投放的 ARGO 浮标数量将达到 2517 个。

表 3、 各国已投放的 ARGO 浮标数 (2002 年 2 月止)

100 11 10138 (2002 2)1777
ARGO 浮标(个)
10
42
5
10
16
34
24
6
2
2
26
160
337

届时,全球投放 ARGO 浮标的总数将会达到 3897 个,加上一些国家还尚未纳入 ARGO 计划的浮标 (346 个),故预计到 2005 年未,全球投放剖面浮标的总数在 4000 个以上。从提供 浮标的数量来看,美国 (1874 个)居首位;其次为日本 (490 个);法国 (308 个)和英国 (258 个)分别居第三和第四位;排名 5-11 位的国家分别为加拿大 (172 个)、印度 (150 个)、韩国 (124 个)、中国/澳大利亚 (123 个)、德国 (115 个)、

欧共体 (80 个)、丹麦/西班牙 (30 个)、新西兰 (12 个) 和 俄罗斯 (8个)。

表 4 各国 ARGO 浮标统计 单位: 个

国家或团体	1999	2000	2001	2002	03-05	1999-2005
澳大利亚	10		13	7	93	123
加拿大	10	42	20	25	75	172
中 国			10	8	105	123
丹 麦			(5)		30	30 (5)
欧共体		10	70			80
法 国	(8)	3	50	95	160	308 (8)
德 国		(18)	(22)	(42)	115	115 (82)
印 度				31	119	150
日 本		24 (4)	76 (8)	90	300	490 (12)
新西兰		2	2	2	6	12
韩 国			19	15	90	124
俄罗斯	(1)	(2)	(2)	2 (1)	6	8 (6)
西班牙					30	30
英 国		13	50 (5)	4512)	150 (40)	258 (57)
美 国	55	132 (51)	174 (43)	275 (7)	1238 (75)	1874 (176)
总 计	75 (9)	226 (75)	484 (85)	595 (62)	2517 (115)	3897 (346)

注: 括号中的数字表示未纳入 ARGO 计划的浮标

此外,丹麦、挪威等国也表示将提供浮标参与ARGO计划; 而日本、韩国等国表示若能继续争取到资金支持,其提供的 浮标数量还会有所增加。由些可见,ARGO 计划已经愈来愈受

到沿海各国政府和团体的重视。

另据 Roemmich 主席提供的一幅 2002 年各国在太平洋海域已施放或即将布放的浮标位置图 (图 15)来看,主要集中在太平洋中西部海域,提供浮标的国家有美国、日本、韩国和中国。

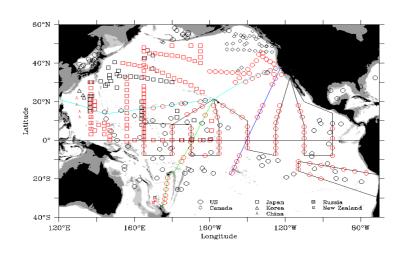


图 15 太平洋海域各国已投放(黑色标记)或即将(红色标记)投放的 ARGO 浮标分布

从图中可以看出,日本和韩国已经捷足先登,在此海域 (2001年)投放了约12个浮标,并已有计划在2002年上半 年度在此海域再投放18个。

"阿尔戈"数据实时接收与处理

阿尔戈浮标观测的资料目前主要利用"阿戈斯"(ARGOS)系统收集和转发,实现从海上到陆上的实时接收。阿尔戈浮标数据除了必须经"阿戈斯资料服务中心"作预处理外,还需进行"实时质量控制模式"和"延时质量控制模式"的校正处理后,方可用于海洋、气候预报,以及科学研究。

阿戈斯系统

1978年10月,在法国国家空间研究中心(CNES)和美国海洋大气局(NOAA)以及美国宇航局(NASA)之间开始了一个划时代的合作研究项目,即在泰罗斯一 N/诺阿(TIROS-N/NOAA)系列卫星(图 16)运行期间,建立一个以收集环境资料为目的的服务系统,这就是"阿戈斯系统"(图 17)。

阿戈斯系统主要由观测平台、卫星、地面接收站和数据 处理中心等子系统组成,各个子系统中又包含了若干个单元, 各自肩负着不同的使命,从而形成了一个从地球表面到空间 的庞大通讯体系,为人类认识自然环境做出了巨大贡献。

观测平台,是安装各种测量仪器(或传感器)的载体,

它可以是移动的船舶、气球和浮标, 也可以是固定的海洋和 气象观测站以及地震观测台等。但只有在这些载体上装备了 平台发射机终端(PTT)后,才能真正成为阿戈斯系统的组成 部分。所以, 当使用阿戈斯系统时, 用户首先必须选用阿戈 斯系统管理委员会认可的厂商生产的平台发射机终端。

卫星, 是阿戈斯系统接收和转发观测平台测量数据的中 转站。阿戈斯系统利用了美国发射的泰罗斯系列卫星(即 NOAA-D、H、J、K、L 等 5 颗卫星), 并装备了一套数据收集、 定位和转发系统(DCLS)。所以,该系列卫星除了可以收集和 转发测量数据外,还可以为观测平台定位。定位采用多普勒 频移原理,误差在500m以内。





图 16 泰罗斯系列卫星运行轨道 图 17 阿戈斯系统

地面接收站,起着收集由卫星转送的平台资料的作用。 目前,在阿戈斯系统中,有两种类型的接收站,一种称"遥 控指令和数据接收站(CDA)"。顾名思义,这类接收站是通过 地面指令传送数据的。阿戈斯系统拥有两个这样的地面接收 站,一个位于美国弗吉尼亚的瓦普斯岛上,另一个则在阿拉 斯加的哥尔茂。当卫星经过这两个站上空时,在地面站的指 令控制下,存储在卫星上的数据用S波段,以 2.66×10^6 波特 发送下来。 地面站接收后再经多次转发, 把数据汇集到美国 马里兰州苏特兰的国家环境卫星和数据中心(NESDIS), 再经 过分离, 然后用专线把环境数据送到位于法国图卢兹的阿戈 斯数据中心储存、处理,并用不同的方式分发给用户。因此, 从卫星接收到观测平台的数据,经处理后、再送到用户手中 的时间约需 14-26h。可见, 用户获得的平台数据已经不是真 正意义上的实时观测记录。若要获取平台观测的实时数据, 就需依赖于另一种地面接收站, 称"地区用户接收站(LUT)", 这类接收站可以根据用户的要求建立在地球上的任何一个地 方。它主要由卫星接收机、简易接收天线和微处理系统等三 部分组成。当卫星经过接收站上空时,接收机可以直接接收 到由卫星转发的数据信号,并送给微机处理后,便可即时打 印和显示出来。这类地面站虽然可以做到准实时接收平台数 据,但比起"遥控指令和数据接收站","地区用户接收站" 接收的数据存在误码率高和定位精度低等缺陷。故为了确保 ARGO 浮标资料的正确性和定位精度,国际 ARGO 计划和各国的 ARGO 计划均采用"遥控指令和数据接收站"接收和处理 ARGO 浮标资料。

数据处理中心,专门负责处理平台发射机终端信息编码和传感器测量的资料,并根据多普勒频移和轨道信息计算出平台发射机终端的位置等,再把这些计算结果存储在计算机中或打印输出,以便向用户分发。阿戈斯系统服务中心通常采用以下几种方式向用户提供平台测量数据:

- 1、全球通讯系统(GTS),这是世界气象组织(WMO)之间用来交换气象观测资料的一个通讯网络,连接着各个国家的气象中心。阿戈斯系统已于全球通讯系统联网,并按世界气象组织规定的四种统一编码(如SYNOP、SHIP、HYDRA和DRIBU等)传送 ARGO 数据:
 - 2、国际电传(TELEX)网络;
 - 3、国际电话网络:
 - 4、国际互联网(WWW、FTP和 E-mail):
- 5、磁带、光盘等,根据用户需要,只能每两周或每月 发送一次。

浮标资料的质量控制

ARGO 计划的观测目标是能取得精确度分别为 0.5℃和 0.01 的海水温度和盐度资料。然而,由于目前海水盐度还无 法从海洋中直接测量获得,是采用海水电导率间接导出的。

而测量海水电导率的传感器只要受到轻微的物理变形或油污等污染物的影响,其测量值就可能产生很大偏差。因此,要长期(4-5年)保持电导率传感器的高精度似乎是非常困难的。由于长期稳定的电导率传感器目前还在开发之中,所以,必须寻找到合适的方法来尽可能提高已经投放的 ARGO 浮标资料的质量。

按常规调查方法,在采用调查船观测时,CTD 传感器在调 查航次的前后均要接受权威部门的标定, 以保证得到高精度 的观测数据。在海上,CTD 测量的盐度还可以用现场实测资料 (采集海水的水样,再用实验室盐度计直接测出盐度)来订 正。然而, 对于 ARGO 浮标, 一旦投放后, 要对浮标上装载的传 感器进行维护几乎是不可能的事: 要监控传感器的工作状态 更是困难。因此, 人们很难确定在海洋中长期漂流后的传感 器产生误差的原因。即使传感器的测量误差已经十分明显,也 无法采用传统的误差订正方法对 ARGO 浮标观测资料进行校 正,因为人们难以得到与 ARGO 浮标观测相符合的现场实测资 料。ARGO 浮标可以自由漂移的性质, 也意味着只有极少量的 浮标可能被侥幸回收到实验室, 使得技术人员有能力对电导 率传感器进行标定。在过去的几年中, Freeland (1997)和 Bacon, et al. (2001)等人已经做了许多尝试,提出利用历史 观测资料或在时间/空间上相邻的观测资料来校正并提高 ARGO 浮标观测的盐度精度是可行的。目前,根据不同的 ARGO 资料用户,建立了两个资料质量控制模式(图 18),一个称为"实时(24-72h以内)质量控制模式",其特点是处理快速、时间短,资料精度一般,但已无明显错误,适用于海洋和天气业务预报部门或在海上从事捕捞作业的渔民等;另一个称为"延时质量(90 天以内)控制模式",经过该模式处理的资料,其精确度可以达到 ARGO 计划要求的技术指标,资料质量可以得到可靠保证,适用于科学研究和海-气耦合模式,以及对长期气候的预测模式中。为了充分发挥 ARGO 浮标资料的作用,有必要将上述两种质量控制模式的运行程序介绍如下:

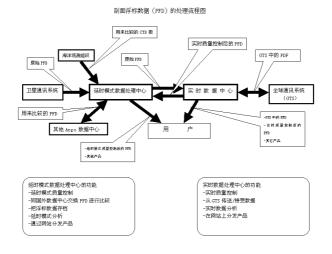


图 18 ARGO 剖面浮标资料处理流程

ARGO 资料实时质量控制 (QC) 模式

该过程主要利用已知的相关信息,对浮标剖面观测资料进行逻辑判断和客观分析,去伪存真,以达到对浮标资料粗控的目的。ARGO资料实时质量控制模式的程序为:

1. 识别平台编码(ID)

要求任何一个在 GTS 上发送 ARGO 数据的资料中心,都要为每个浮标备妥一份表头文件。在此文件中,WMO 编号要与每个浮标的 PTT 编号相符。在正常情况(除非弄错)下,就不会在 GTS 上出现无 ID 的浮标。如果浮标 PTT 编号与正确的 WMO 编号不一致,则该浮标的数据就不能在 GTS 上发送。

2. 测试观测日期

此项测试要求浮标的观测日期和时间与实际相符。如规定年份大于 1997 年,月份范围为 1-12 月,日期范围则根据当月计算,时间范围为 0—23 小时和 0—59 分。如果上述内容中任何一项出错,则要标上出错标志。

3. 测试浮标位置

该项测试要求浮标的位置能符合实际。如规定纬度范围为 -90° —90° ,经度范围为 -180° —180° 。并根据浮标投放的海域,测试其是否与所在海域的经纬度相符。如果经度或纬度出错,以及不能确定所获资料的位置,那么该测点要标上出错的标志。

4. 测试浮标漂移速度

当浮标浮出海面后,就可以知道浮标观测剖面的位置和时间,并且可以计算出浮标的漂移速度。在任何情况下,认为浮标的漂移速度不可能超过 3m/s。如果超过此值,则表明浮标的位置或时间有误,或者是浮标的 ID 码弄错了。只要查一下在正常情况下,所获得浮标的不同的位置,就容易区别出错误的位置和时间。如果在所获的一组时间和位置数据中,某一时间和位置是合理正确的,那么相应的数据可以发送到GTS 上。相反,则将时间或位置,或者两者都标上出错标志。

4. 测试温、盐度值

该项用于对观测的温度和盐度值作粗略判断。如规定温度范围为-2.5—40.0℃,盐度范围为 0.0—41.0PSU。如果一个数值出错,则该数值要标上出错的标志;如果在同一深度处的温度和盐度值都出错,那么这些数值都要标上出错的标志。

5. 测试区域性参数

该测试仅适用于某个特殊海域,以使控制范围更小、观测资料更切合实际。如对红海的观测区域限定在 10° N、 40° E;20° N、 50° E;30° N、 30° E;10° N、 40° E 等四点连线的范围内,而对地中海则限定在 30° N、 6° W;30° N、 40° E; 40° N、 35° E;42° N、 20° E;50° N、 15° E;40° N、 5° E;30° N、 6° W 等七点连线的范围内。且红海的温度范围设为 21.7 -40.0 ° C、盐度范围为 0.0 -41.0 PSU;地中海的温度范围为 10.0 -40.0 ° C、盐度范围

为 0.0-40.0 PSU。如果在上述限定区域或范围中个别数值出现错误,则必须标上出错标记。

7. 测试压力值

该测试要求观测剖面所反映的压力值是单调增加的(这里假定压力值是从最小到最大值排序)。如果在某一深度上出现压力值不变的情形,则除了第一个数值被保留外,该连续序列的其余数值都应标上出错标志。如在某一深度上压力值出现反转(即减小),在剖面上所有反转的压力值都应标上出错标志。

8. 测试尖峰(毛刺)信号

在一组采样值中,出现某个值的大小与相邻值完全不同,这个值被称之为尖峰(或毛刺),通常出现在海水的突变层(或跃层)中,也有传感器受外界干扰信号影响所致。该项测试要求利用下面的温度和盐度剖面计算公式来完成:即测试值 = $|(V_2 - (V_3 + V_1)/2 - (V_3 - V_1)/2|$ 。这里 V_2 指尖峰(毛刺)值、 V_1 和 V_2 为相邻的上下两个观测值。就温度而言。当测试

值, V_1 和 V_3 为相邻的上下两个观测值。就温度而言,当测试值超过 6.0° 0,而压力值低于 500db;或者当测试值超过 2.0° 0,而压力值大于或等于 500db 时, V_2 值则要标上出错的标记。

对盐度而言, 当测试值超过 0.9PSU, 而压力值低于 500db;

或者当测试值超过 0.3PSU,而压力值大于或等于 500db 时, V_2 值则要标上出错的标记。凡没有通过这项测试的值,都要标上出错的标记。如果温度和盐度值在同一深度处都有错,则

9. 测试顶部和底部的尖峰(毛刺)

它们都要标上出错的标记,相应的深度值也要标出。

这是一项特殊的尖峰(毛刺)测试方法,以比较观测剖面两端(开始和结束)的观测结果与其相邻点观测值的差异。因为,在实际海洋中,顶部(海面)或底部(2000 米层)相邻点的温度和盐度值之差异不应该超过1°c和0.5PSU。所以,若在观测剖面上存在未通过这一测试的数据,要标上出错标志。如果在同一深度处的温、盐度都未通过测试,则这些数据都要标上出错标志,相应的深度值也不例外。

10. 测试梯度变化

垂向上相邻的观测值变化十分悬殊,显然也是不现实的。该项测试不考虑深度的变化,而是采用一个采样点,该采样点的温、 盐度值随深度而变化。测试计算公式为:测试值 = $|(V_2-(V_3+V_1)/2|$ 。这里 V_2 是尖峰(毛刺)值, V_1 和 V_3 是

相邻的值。对于温度: 当压力小于 500db,测试值超过 9.0°c;或者,当压力值大于等于 500db,测试值超过 3.0°c 时, V_2 要标上出错标志。对于盐度: 当压力值低于 500db,测试值超过

1. 5PSU, 或者, 当压力值大于等于 500db 时, 测试值超过 0.5PSU时, V_2 值则要标上出错标记。

11. 测试密度反转

该测试要求首先应用 UNESCO 技术手册上的计算公式,利用对应深度上的温、盐度计算出密度。然后,对同一剖面上相邻深度处的密度进行比较。如果在较大压力处计算得到的密度小于较小压力处的密度,那么,这些温度和盐度值都要标上出错的标志。

当 ARGO 浮标观测资料通过上述程序测试后,才可以通过 GTS 发送。但在发送前,务必剔除在测试中带出错标志的数据。由于人们希望当 ARGO 浮标到达海面后 24 小时内,能把观测数据传送给用户,所以该模式的运行完全是自动的。虽然规定未通过上述程序测试的数据不能在 GTS 上发送,但所有的 ARGO 数据(包括未能通过测试的数据),还是要求转换成 NetCDF(网格累积分布函数)格式后,送到全球 ARGO 资料中心作进一步分析、处理。

ARGO 资料延时质量控制 (QC) 模式

该模式主要是为了保证能向研究人员提供高质量的 ARGO 数据。在这一过程中,将尽可能多的使用已经获得的海洋上层的温度、盐度实测数据进行处理;对单个浮标的观测数据也会同其相邻的浮标或 XBT 和 XCTD 等自动观测仪采集的数据

进行比较。此外,还将利用每个浮标及相邻浮标的历史观测数据来检验该浮标的性能及测量资料的可靠性。

毫无疑问,对 ARGO 数据进行校正和质量控制的最理想方法是,利用海洋调查船在 ARGO 浮标观测的剖面附近水域得到的现场测量数据,作为评判标准。显然,这样的方法不可能应用于所有的 ARGO 浮标,必须寻找其他的替代方法。一般来说,大洋深层的温度和盐度相对稳定。因此,对 ARGO 数据进行校正和质量控制的最现实的方法是,与 ARGO 浮标观测海域深层水中的气候学资料作比较。美国华盛顿大学的 Wong et al.(2001年),利用 1998年全球海洋数据库中的剖面浮标数据,已经开发出了一种校正 ARGO 浮标盐度数据的方法。而澳大利亚联邦科学和工业研究组织(CSIRO)的科学家们,则采用了ARGO 浮标周围的 WOCE-CTD 数据库中的历史观测资料进行校正(CSIRO,2001),同样取得了比较理想的处理结果。

上述盐度校正方法均采用了温-盐度气候学关系。因为海洋中的两种主要特征变量,即温度和盐度,其在某一海区的特性是相互关联的(Emery and Dewar,1982)。尽管这些温-盐关系会受到海洋中的涡旋及其年、季变化的影响,但只要给出这些变量的范围,还是能预测出某个点上的海洋状况。这种温-盐度气候学关系在较深的水域中以及远离河口的海区通常会更加稳定。

ARGO 计划已经为各国资料中心建立了一个全球海洋的温

-盐度气候学关系数据库,这是从 1998 年全球海洋数据库中挑选出的一批包括了 CTD 和浮标观测的资料,而且已经对它们作了严格的处理,并被插值到标准等温层上。各国 ARGO 资料中心可以利用这些在标准等温层上所预测到的气候学盐度场,同 ARGO 浮标所观测的数据进行比较、订正。这里利用了标准等温层而不是等密度面,主要是考虑到盐度测量的误差可以直接导致密度的计算误差,而盐度与温度是两个互不相关的独立变量,所以 ARGO 浮标观测的盐度数据完全可以用相对独立的、更为精确的温度数据来订正。

为了使温-盐度气候学关系数据库能适用于全球海洋,延时质量控制模式在-1-30°C之间规定了54个标准等温层,并从最深层到最浅层进行插值。考虑到一些海区的温度会出现逆增现象,所以每个等温层最深处的盐度都被保留了下来。目的是为了在存在较浅温度逆跃层的情况下,尽可能多地利用海水稳定区的信息。这也是ARGO计划在设计浮标观测网时,选择2000米作为浮标最大测量深度的原因之一,即为了便于ARGO浮标资料的质量控制。

四、 各国的"阿尔戈"计划及其进展

"阿尔戈"计划的规模之大是任何一个国家都无法单独完成的。目前,已经和计划布放"阿尔戈"剖面浮标的国家有:澳大利亚、法国、德国、日本、韩国、英国、美国、俄罗斯、新西兰、加拿大、中国、印度和西班牙,以及欧共体等。期待有更多的国家和地区来参与这项计划,包括提供浮标或对施放浮标给予支持,以及协助利用"阿尔戈"资料等。

美国"阿尔戈"计划

美国 ARGO 计划是由美国联邦机构间的国家海洋合作计划 (NOPP) 资助,并由美国浮标联合协会组织实施。美国浮标联合协会由 6 个研究机构,即斯克里普斯海洋研究所 (SIO)、伍兹霍尔海洋研究所 (WHOI)、华盛顿大学 (UW)、美国国家海洋与大气局大西洋海洋学与气象学实验室 (NOAA/AOML)、美国国家海洋与大气局太平洋气象学环验室 (NOAA/PMEL) 和 LEDO 等组成。浮标的制造、施放和资料系统的运行等工作均由这些研究机构协作完成。美国政府计划拨款 1200 万美元提供约 1000 个 ARGO 浮标。

在美国 ARGO 计划实施的头两年中(即 1999 和 2000 财政年度), NOPP 已资助了 187 个浮标,同时还包括技术改进和资料系统研制的经费。2001 年是美国 ARGO 计划进入全面实施

的一年。这个富有挑战性的计划已于 2001 年 3 月 16 日送交 NOPP, 所有工作于7月1日全面开始。估计从 NOPP 可获得 150 个浮标的经费, 另外还有 20 个由 CORC 提供, 美国海军研究 署提供 20 余个, 这样在 2001 财政年度, 美国的浮标总数可 达 190 个。2002 年,美国将投放 172 个浮标。2003 年还将投 放至少 275 个浮标。目前,有 164 个美国浮标通过 ARGOs 系 统在传输资料。这包括 90 个 ARGO 浮标和 74 个非 ARGO 浮标, 其中 10 个为 PMEL 浮标, 12 个为 NAVOCEANO 浮标, 13 个为 AOML 浮标, 19 个为 UW 浮标和 20 个 SIO/CORC 浮标。2002 年底前, 计划在大西洋施放 76 个浮标、太平洋 96 个和印度洋 15 个。 在大西洋, 浮标将集中施放在热带和西部副热带海域。印度 洋和太平洋施放的区域集中在热带暖池区域。因此, 这两年 中, 由美国施放的 ARGO 浮标总数为 258 套。根据经费到位情 况,从2003财政年度起,美国努力争取每年的浮标数达到300 个。

美国 ARGO 资料中心设在 NOAA/AOML。所有美国的 ARGO 浮标实时资料都经全球通讯系统(GTS)接收发送。盐度校正系统已经由 NOAA/PMEL 研制完成。有关延迟模式的质量控制系统正在研制过程中,并准备把实时质量控制和 GTS 发送的工作转交给一家适于 24 小时运转的机构来负责。资料中心正在用国际一致的 NetCDF 格式传送着 ARGO 数据。

美国选择投放浮标的重点区域是由美国 ARGO 咨询小组决

定的,这个咨询小组由浮标提供者、政府机构代表、ARGO 资料的用户(NCEP、FNMOC、NODC、CLIVAR、GODAE 等)等人员组成。美国投放浮标的准则是:

- (1) 与国际上其它参与者一起建立一个全球 ARGO 海洋 观测网;
- (2) 迅速建立起对广大用户有极大利益的区域观测网(如在暖池区域和西部亚热带区域);
- (3) 加强对已有(先前和早期建立的 ARGO 观测网)浮标观测网的建设。

美国 ARGO 浮标投放的主要目标区域仍旧是热带太平洋和大西洋。在 2002 年完成上述海区观测网的布设以后,美国还将在东北太平洋和热带印度洋投放浮标,在 2002-2003 年开始在南大洋投放浮标。

美国 ARGO 计划 2002 年要集中解决的是浮标技术的改进和开发。迄今,美国浮标的失败率已经到了不能容忍的地步。现正在努力寻找可能因设计、装配和投放不当而产生失败的原因。在过去的 6 个月中,美国浮标投放速率相对放慢,就是为了集中精力寻求提高浮标耐久性和稳定性的途径。2002 年,浮标技术改进的另一个目标是,对可供选择的通讯系统一Iridium 和 Orbcomm 进行比较测试。

英国"阿尔戈"计划

英国的 ARGO 计划是由环境、运输和行政区域部(DETR)、国防部(MOD)和国家自然环境研究委员会(NERC)等部门共同资助的,并由梅塔(Met)办公室代为管理。南安普敦海洋中心(SOC)、英国海洋资料中心(BODC)和英国水文办公室(UKHO)等单位都参与了这项计划。

英国的 ARGO 资助管理委员会由 DETR、MOD 和 NERC 等资助 机构组成,具体确定英国 ARGO 计划的资金、目标和实施政策等。英国 ARGO 计划小组负责监督管理,并向管理委员会报告项目的进展情况及相关事宜。英国 ARGO 专家小组对本国和全球的 ARGO 计划提供科学、技术建议和咨询,必要时提出建议供管理委员会参考。该专家小组隶属于英国国内海洋科学技术委员会(IACMST)下属的全球海洋观测系统(GOOS)工作小组,并向其汇报工作。

英国 ARGO 计划开始于 2000 年, 其目的是确保每年投放 50 个浮标, 所有的实时资料用于海洋业务预报, 并采用延迟模式处理英国的浮标资料, 以提供给气候研究使用。2003 年底之前的 ARGO 计划资金已经落实。

从 2001 年 3 月起, 英国已经在不同的海域投放了 25 个浮标 (两个失败)。4 个在 Irminger 海 (西北大西洋), 3 个在东北大西洋, 2 个在挪威海, 5 个在印度洋西南海域, 10 个在印度洋西北海域,还有一个在西南大西洋。其中 25 个是英国 ARGO

浮标,还有两个是研究浮标。其中包括投放在 Irminger 海的两个 MARTEC PROVOR 浮标。加上 2001年1月在 Irminger 海投放的5个浮标,英国总共已经投放了30个浮标。

2002 年春季,按计划大约有 36 个浮标 (33 个英国 ARGO 浮标和 3 个研究浮标)将要投放。两个将于 3 月初投放在西南大西洋,25 个在 3-4 月间沿南纬 32 度断面投放在南印度洋,2 个在 4 月投放到西北印度洋,3 个在 5 月投放到挪威海,还有大约 4 个 (包括 3 个研究浮标)在 3 月投放到 Irminger 海。

根据 Hadley 气候预报研究中心所作的气候模拟表明, 南印度洋中层水变淡是人类活动影响气候变化的一个信号。因 此,这个海域将是英国在开始阶段集中投放浮标的地点。

在2002/2003 财政年度中,英国计划购买45个英国ARGO 浮标,可能还有12个研究浮标。最初的计划是把这些浮标大部分投放到南大西洋,印度洋和南大洋(大西洋和印度洋部分)。

南大洋对于全球海洋的环流起着极其重要的影响,这也是 NERC 重点资助的研究区域。英国已经建议在 BODC 建立南大洋 区域 ARGO 资料中心。

英国浮标的实时资料都会送到世界气象组织(WMO)的全球通讯系统(GTS)中。APEX 浮标是由 CLS 方式(通过法国的 Meteo 卫星)发送; PROVOR 浮标则由 Coriolis 方式(通过法国的 Meteo 卫星)发送。另外,在 1996 年施放的、目前还在

使用的 4 个由 SOC 施放的 PALACE 浮标,其实时(温度)资料 由 Met 办公室发往 GTS。

英国浮标的数据都会自动以 TESAC 格式送到世界气象组织的全球通讯系统(GTS)中。APEX 浮标是由 CLS(通过法国的 Meteo 卫星)发送; PROVOR 浮标则由 Coriolis 方式(通过法国的 Meteo 卫星)发送。收到的浮标数量已经由 2000 年九月的 214 个(52 个有盐度)增加到 2002 年二月的 371 个(252 个有盐度)。两天之内将有超过两倍的要报告。英国浮标的高精度的数据也可以近乎实时地从 ftp 站点得到,目前这个站点归南安普敦海洋中心(SOC)所有。通过 GTS 获得实时 ARGO资料用来改进日常运行的业务化海洋大气预报模式(FOAM),Met 办公室用这个模式来进行提前五天的海水温度、盐度和深海海流的分析和预测。

英国延迟模式数据是由英国海洋资料中心(BODC)和英国水文办公室(UKHO)合作管理,利用南安普敦海洋中心(SOC)的专家意见,尤其是初始阶段。英国海洋资料中心(BODC)将开设ARGO延迟模式中心,第一阶段思念的资金已经落实,到2005年。例如,到ARGO试验阶段的末期。这个行动将在2004年末进行回顾,到时候将评估远期计划的必要性。资料中心将作为: a)英国ARGO计划所有英国浮标的延迟资料中心和b)南大洋的国际ARGO延迟模式资料中心。资料中心将和英国水文办公室(UKHO)合作对延迟数据尽心确认,保证及时

将这些数据传送给 UKHO,以加入到它们的数据库中去。一旦 BODC 系统开始运转,数据就可以传送到国际 ARGO 资料中心, 而交换的格式已经完全确定下来了。

西班牙"阿尔戈"计划

尽管西班牙有 3 个研究单位参与了欧共体的 ARGO 计划 (即"Gyroscope"计划),但西班牙目前还未正式形成国家 ARGO 计划。

目前,来自各海洋机构、大学和其它需要 ARGO 资料的非海洋和非研究机构的一群人员联合起来,正在向西班牙基金会申请经费,准备在大西洋施放 24 个浮标。国家科技部的官员已经接受他们的意见,正在着手研究资助 ARGO 计划的问题。一份专题报告已提交科技部。在今后 3 个月内还将提交一份具体的ARGO 实施计划,大约 6 个月后会有结果。

设想由上述提到的各单位成立一个国家 ARGO 委员会,其 主要目的是以期获得西班牙政府对全球 ARGO 网的长期支持。同 时,也将探讨今后在西班牙制造或装配浮标的可能性。

俄罗斯"阿尔戈"计划

国际 ARGO 计划对俄罗斯海洋界有着巨大吸引力。特别是对浮标资料在气象和海洋业务预报中的应用潜力非常感兴趣。俄罗斯作为世界气象组织(WMO)的成员,对此计划表示支持。

俄罗斯"阿尔戈"计划由国家水文气象局负责实施。该局下属的远东地区水文气象研究所(FERHRI)已具备利用此类浮标的经验。与日本原子能研究所合作,已经于1999年到2000年投放了4个Webb Research公司的PALACE 浮标,两个现在仍在工作(漂流水深600米,周期十天)。另两个从一开始就一直在水面漂流。

FERHRI 准备在 2002 年施放 2 个以上 PALACE 浮标。俄罗斯水文气象局还提议,在今后 2 年中,他们的两艘调查船可为投放 ARGO 浮标提供服务,尤其是可以为其他国家在南大洋施放浮标。

俄罗斯浮标资料通过全球通讯系统发布,并可在俄罗斯ARGO网站(见附录三)上获取。 俄罗斯还将在 FERHRI(在符拉迪沃斯托克)建立一个 ARGO 延迟模式数据中心。

新西兰"阿尔戈"计划

新西兰 ARGO 计划是由国家水与大气研究所 (NIWA) 实施,并提供资助。

在 2001 年,新西兰已经在其北部海域投放了 2 个浮标。 今后 3 年内还将购买 10 个。这些浮标将会施放在新西兰海域,即新西兰西北的 Tasman Front 水域 (28-33°S, 164-178°E)。 在同一航次中,将同时施放美国的 8 个浮标。今后,新西兰施放的浮标也主要集中在此海域,以及新西兰亚南极区域,即 44-55 °S, 170 °E-170 °W 水域内。

新西兰对 ARGO 计划能做的贡献主要是后勤方面的支持。 NIWA 拥有一艘 72m 长的 "Tangaroa"号调查船,可作为施放 浮标的工作平台。常年可在新西兰水域工作,偶尔也去南极的 罗斯海。另外,新西兰还可以为其它国家在南太平洋施放浮标 提供后勤支持,如提供和训练人员、浮标运输和开展宣传活动 等。

韩国"阿尔戈"计划

韩国科技部所属的国家气象局(KMA)和韩国海洋渔业部(MOMAF)联合组成了韩国 ARGO 分委员会(KAS),由韩国海洋委员会领导。韩国在 2001—2006 年内,计划投资 400 万美元,提供 110 个 ARGO 浮标。

韩国 ARGO 计划于 2000 年 10 月正式开始实施。KAS 成员来自 KMA、MOMAF、韩国海洋研究和开发研究所、韩国渔业研究和开发研究所、国家海洋研究所以及有关大学的 ARGO 专家。2001 年韩国投放了 17 个装备 CTD 的浮标。8 个在东/日本海,8 个在西太平洋,两个在南太平洋。2002 年有 25-30 个浮标计划要投放。10 个在东/日本海,15 儿歌在西太平洋,期于的在其他海域。KMA 和 MOMAF 将向国家申请财政资助,争取每年施放的浮标数量增加到 30 个。

日本"阿尔戈"计划

日本 ARGO 计划由教育、文化、体育、科学技术部(MEXT)和国土、基础设施、运输部以及气象厅和海岸保卫厅等 4 个部门联合制定,并组织实施。日本海洋科技中心(JAMSTEC)与全球变化探测性观测研究系统组负责延迟模式高质量 ARGO 剖面浮标资料的处理和分发;日本气象局(JMA)则负责运行日本 ARGO 实时数据库以及 ARGO 剖面浮标资料的实时分发。

日本于 1998 年建立 ARGO 工作组,是国际 ARGO 计划的发起国之一,故也是国际 ARGO 科学组的首批成员,曾派代表参加了第一、第二、第三和第四次国际 ARGO 科学组会议,并于2000 年 4 月 13-14 日在东京组织召开了"太平洋区域 ARGO 实施会议"。日本政府还于2000年正式宣布把ARGO 计划作为"日本新世纪计划"的一部分。在五年内计划投资1200万美元,在西太平洋和印度洋投放410-560个ARGO 浮标。

日本于 2000 年初正式启动 ARGO 国家计划。MEXT 在 5 年 内将投资约 1200 万美元, 计划在西太平洋和印度洋投放 410 -560 个 ARGO 浮标。日本在 2001 年已投放了 24 个浮标, 在 2002 年头 3 个月投放了 29 个浮标。除了 2001 年 9 月的 5 个 浮标投放在西热带印度洋外, 其余浮标均投放在西北太平洋。截止 2002 年 2 月底, 日本投放的浮标总数已达到 57 个。目前,尚有 50 个浮标仍在正常工作。在过去两年投放的浮标中,其中有 21 个是配备了 Seabird 传感器的 APEX 浮标,还有 1

个是配备了 FSI 传感器的 APEX 浮标,其余的则是配备了 Seabird 传感器的由 Met-Ocean 公司制造的 PROVOR 浮标。

JAMSTEC/FORSGC 正计划在 2002 财政年度再投放约 100 个浮标。投放的主要区域是西北太平洋,可能有个别浮标被投放到西热带印度洋和南大洋。

日本已在 JAMSTEC 和 JMA 建立了 2 个 ARGO 浮标资料的接收、处理、分析和分发中心,并通过国际互联网发布日本 ARGO 计划的有关信息及 ARGO 浮标的相关数据。日本所有的 ARGO 浮标资料都放在 GTS 上,同时这些资料也可以从日本的 ARGO 网站(见附录三)上获取。JMA 将在 2002 年 3 月,建立一个实时资料处理系统通过在 JMA 译解资料来加快浮标资料向 GTS 的传送。从 2001 年 4 月起,JMA 和 JAMSTEC 都在各自网站开始提供提本浮标资料。

JMA 网站(见附录三)上有 GTS TESAC 做的全球和地区浮标覆盖地图,还有所有的 TESAC 消息。JMA,作为日本国家实时资料中心,将在 2002 年 3 月末向全球资料中心实时传送资料。JAMSTEC 网站(见附录三)也将展示太平洋和印度洋的浮标覆盖地图。到 2002 年 3 月底,JAMSTEC 的 ftp 服务器应该准备就绪,它将用来反映 FNMOC 和 IFREMER 的全球资料中心,并提供日本浮标资料用标准数据形式(netCDF, 2.0 版本)。JAMSTEC 正检查延迟模式质量控制的方法,为北太平洋和印度洋创建高质量的数据库,用以延迟模式质量控制。

由 TSK 研制的首个浮标原型将在 2002 年 3 月的 Mirai (JAMSTEC) 航次投放到日本近海。

印度"阿尔戈"计划

印度国家 ARGO 计划已获得政府批准,同印度海洋发展局(DoD)提供资助,并由印度国家海洋信息中心(INCOIS)、国家海洋技术研究所(NIOT)、印度科学研究院的海洋与大气科学中心(CAOS)与国家海洋研究所和其它 6 所科研机构联合实施。

2001年2月,一个由加拿大提供的浮标已经在西南阿拉伯海投放,由此获得了投放的经验。这个浮标(29000193)已经提供了七个周期的资料。

北印度洋海域的浮标资料已经由 INCOIS 获得,印度的其他用户可以从这里得到。

ARGO 计划在印度确定下来的第十个五年计划中的海洋观测中占据了重要地位。印度许诺将在印度洋上南纬 10 度以北海域继续投放 150 个浮标。经过修改后的投放时间表显示,2002年投放 31 个,2003 和 2004年各投放 50 个,2005年投放 19个。

在印度 Hyderabad, INCOIS 已经建立了 ARGO 资料中心。

德国"阿尔戈"计划

德国 ARGO 计划是在交通部 (提供天气和水文服务的业务机构)对 ARGO 计划表示出浓厚的兴趣、并在利用这些资料以后,科技部才表示愿意资助 ARGO 初始阶段的工作。

在德国,除了 ARGO 计划以外,还有很多研究计划在使用剖面浮标,它们有各自的资助渠道。例如:

- (1) 在大西洋沿着 46°N 线,德国海洋水文局(BSH)已施放了 18 个浮标在中大西洋海脊附近区域,每个浮标都配有 T/S 传感器。2001 年还会增加 5 个。这些浮标数据都发往GTS。
- (2) AWI 现有 15 个浮标(仅测量温度)布放在威德尔海中,其中 10 个是在 2000 年 10 月下水的,其他几个是在 2000 年春季施放的(放置的深度为 750m,每周循环一次)。由于受冰况的影响,预计有几个浮标很快会丢失。这些浮标的资料是无法实时获得的。在 2002-2003 年期间还将在西南大西洋(德雷克海峡及附近区域)布放 10 个新型的 T/S 浮标,可以实时获取 0-2000m 层剖面上的资料。
- (3) 在大西洋的亚北极海区,基尔大学海洋研究所 (IfM-Kiel)于 1997年布放了 15个温度浮标,其工作深度为 1500m,但资料不对外公开。在 2001年夏季还将投放 7个 T/S 浮标,深度为 1500m,每 10 天循环一次,这些浮标的资料是 对外公开的。

(4) IfM 已提交一份计划,拟在西南印度洋投放 20 个 T/S 浮标,滞留深度为 200m,剖面水深可达 1500m,每 10 天循环一次。如果此计划批准实施,这些资料同样对外公开。

作为欧盟 ARGO 计划 Gyroscope 的一部分, IFM-Kiel 负责总共大约 40 个浮标。这当中的 10 个已经于 2001 年投放的冰岛/Irminger 盆地。还有 10 个将投放在法国 2002 年从西班牙到格陵兰的 OVIDE 航次上投放。其余的 8 个将于 2002 年沿着北纬 48 度线,补足 BSH 部分(向东、西延伸)。此外,2002年还将在一个从纽芬兰到冰岛(Labrador Sea, Irminger Sea)的航次上投放。最后 6 个计划在 2002 年冰岛到爱尔兰的航次上投放。

在德国,所有的浮标资料均由 Coriolis 接收,并作实时 质量控制和负责分发。

法国"阿尔戈"计划

在法国,与ARGO有关的活动均由CORIOLIS国家计划协调。该计划的总目标是加强收集、验证和分发实时的全球现场海洋观测资料的能力。有数家研究机构(CNRS、IFREMER、IFRTP、IRD、Météo France、SHOM)参与了CORIOLIS国家计划。该计划的工作涉及的不仅限于ARGO浮标,还有如XBT测线、PIRATA观测网、海面浮标、热-盐度计等)。且与MERCATOR计划(海洋模式中的全球实时资料同化)之间也有紧密的联系。

IFREMER 负责法国的 ARGO 计划, CNRS 和 SHOM 等单位参与。在 2000-2005 年期间, 法国计划投放近 310 个浮标。此外, SHOM 还筹资投放了 20 个单温度型 PROVOR 浮标, 现在有 9 个已经正常运行, 还有 11 个将在 2002 年投放的北大西洋。法国的 ARGO 计划与欧共体的 "GyroScope" 计划有紧密的联系。

2000-2002 年期间所需的 250 个浮标的经费已经落实 (包括 40 个由欧共体 GyroScope 计划资助的浮标,亦由法国负责施放),这些浮标计划在 2001-2003 年期间施放。

在大西洋 ARGO 计划实施会议期间(2000 年 7 月在法国 巴黎召开),法国已表明将大西洋作为其工作的重点,并与 MERCATOR 模式开发保持同步。根据在会议上的承诺,法国在 2001-2003 年期间由北至南布放浮标(约 200 个,其中有一半 浮标施放在 20 °N 以南海域),大部分浮标将由调查船在维护 PIRATA 观测网时布放。

还有一些浮标计划投放在印度洋(2003年),很多研究所都对此感兴趣,"Marine Dufresne"号调查船将协助施放这些浮标。

CORIOLIS 资料中心目前利用一套初级、原始的版本处理 资料,改进的版本将于 2001 年中期开始运行。该资料中心还 将处理所有的 PROVOR 型浮标的数据,如果需要,还将处理其 它浮标的数据集(如 Webb APEX 浮标)。关于浮标的技术信息, 将通过通信录发给各有关项目负责人。资料的发送通过 GTS, 或因特网或 FTP 站点。其它实测的垂直剖面资料(如 XBT、漂流浮标资料等),以及其它的一些产品(如北大西洋一些海域的客观分析资料)均可从网站上获取。

作为全球 ARGO 资料中心之一的 CORIOLIS 资料中心,将与全球海洋数据库连接,并承担协调质量控制程序、文档协议和数据处理比较等活动。

法国是世界上少数几个掌握剖面浮标技术的国家之一。 PROVOR 浮标正在研制之中。单温度型的浮标已经研制成功, 现已经在 POMME 实验中应用。配备有 FSI 公司和 CT 公司传感 器的 PROTO 型浮标已分别在 2000 年 4 月和 9 月施放,目前正 待评估鉴定。配备有 Seabird 公司或 FSI 公司传感器(电导率 和温度)的改进型浮标将在 2001 年上半年进行试验,验收合 格后再进行投放。

IFREMER 承办了大西洋 ARGO 计划实施会议(2000 年 7 月 巴黎)和国际 ARGO 资料管理会议(2000 年 10 月在 Brest 举行)。法国每年提供 9150 欧元给设在法国图卢兹的 IOC ARGO 信息中心。

欧共体"阿尔戈"计划

欧共体资助的 GyroScope 计划已纳入"全球变化、气候和生物多样性"重点计划中。受资助年限为 3 年,从 2001 年 1 月开始。该计划由来自法国、德国、西班牙、英国等国家的

9个研究机构参加,总资助额为490万欧元,其中欧共体出资290万,将为全球ARG0计划提供80个浮标。

GyroScope 计划的目标是在北大西洋布设欧洲的全球海洋变化现场观测系统,作为全球 ARGO 计划的一部分。获取的资料将被用来评价海洋环流的实时变化、温盐场、北大西洋的热量平衡等。一些评估工作将实时完成,而另一些工作则要有补充数据集(如卫星高度计资料)后,才能取得精确的评估结果和获得浮标资料的信息内容(分辨率、精度)。同时,也将为未来现场海洋观测系统的实施提出建议。

2001年2月1-2日在 Brest 召开的第一次计划会议期间,浮标的施放步骤曾是主要议题。会议决定施放不同制造商生产的、带有 FSI 公司或 Sea Bird 公司传感器的、不同类型的浮标(如 APEX 和 PROVOR等),以便进行比较。由于浮标供货的推迟,使得第一批浮标的施放工作在 2001年6月才开始,而且数量较少(10-15套)。估计要到 2002年中期才能完成GyreScope计划中全部浮标的投放。

海上工作由 LPO、CMO、IFM 和 IEO 等研究单位负责。主要由调查船完成浮标的布放工作, 航次计划任务已经在会议上决定。初步达成的一致意见是, 该项计划要与各个国家的计划相协调。

该计划中的其他目标要在全部浮标施放后才能开展,因 为许多分析工作均涉及到 GyroScope 计划资助的浮标和全球 ARGO 浮标资料。

整个工作计划将分几个阶段进行。第一阶段涉及在海上 布放浮标,还包括用高分辨率海洋环流模式对浮标采样进行模 拟,从而设计观测网、制订实验计划、购买仪器、准备、检测、 校正、程序编制和海上作业等:第二阶段涉随后的技术监测和 仪器性能的评价: 第三阶段与担负资料管理的 CORIOLIS 资料 中心有关: 第四、第五阶段涉及探讨各种途径和方法, 来评估 观测网所测量的海洋状况和所获取信息的可靠性。其中第四阶 段主要探讨低分辨率浮标资料与卫星高度计资料的结合,以便 适用于高分辨率的海洋模式数据同化系统。利用有限差分逆模 式将高度计数据和剖面浮标数据与海面通量数据结合,并对各 种数据进行评估。第五阶段涉及实时资料产品的研究、资料的 综合以及直接在网站上显示。技术上做到结合环流模式和高度 计资料对混合层进行模拟和逆模拟计算。第六阶段将对实验期 间的海洋过程(如北大西洋热量和淡水量收支、两年期间的海 气交换、输送和储量、混合层和水团的特征以及水团的形成和 消失等) 进行科学分析: 第七阶段则要根据前面工作进展以及 今后的技术发展和经费情况,对进一步实施海洋观测系统提出 建议。

加拿大"阿尔戈"计划

加拿大 ARGO 计划目前主要由国家海洋与渔业部资助,将

来可能会发生一些变化。自从第二届国际 ARGO 科学组会议后,加拿大加大了 ARGO 计划的实施力度。

加拿大已于 2001 年 3 月 1 日施放了 18 个 APEX 浮标,到 2002 年 3 月,累计投放浮标 42 个,主要分布在印度洋、北太西洋和阿拉斯加湾。

加拿大已明确对北大西洋感兴趣。目前,加拿大准备投放6个浮标于北大西洋中,将选择在还没有其它国家浮标的区域投放。在北大西洋海域,加拿大已经失去很多原先准备投放浮标的位置,为此我们必须提出这个问题。基于这个原因,加拿大积极支持"浮标自由布放、资料公开"的政策,这与 IOC公布的第 XX-6 号决议也是相符合的。2001 年期间,加拿大的大部分浮标将放在阿拉斯加湾。加拿大第一批正式的 ARGO 浮标将于 2001 年 5 月份开始投放。

加拿大已经在国家海洋环境资料服务中心 (MEDS) 基础上建立了一个实时资料处理中心,目前运行良好。每12个小时接收一次数据,并进行自动处理和质量控制,然后通过 GTS 传输发往有关国际网站。并且和 Coriolis 网站数据互相交换。

目前,实施加拿大 ARGO 计划所需的资金虽已确定,但还未到位。相信这些经费会在新的财政年度计划中得到解决。值得一提的是,加拿大 ARGO 计划的运行有可能从一个跨政府部门的基金中得到资助,当然,大部分经费仍将来自国家海洋与海业部。

澳大利亚"阿尔戈"计划

澳大利亚已经于 1999-2000 年在澳大利亚西北和印度尼 西亚之间的东南印度洋上施放了10个浮标,组成了一个试验 性的海洋观测网。该观测网由澳大利亚科学与工业组织 (CSIRO) 专用资金资助。所有的浮标均是 Webb 公司制造的 R1-PALACES 浮标, 剖面深度可达 2000m。国家水利资源委员会 (WRC) 也曾首批施放了 4 个浮标, 但当浮标通过温跃层时测 量均告失败。接着由 CSIRO 计划施放了第二批浮标, 为了延长 浮标的寿命,采用锂电池替代碱性电池以增强电能。至今,这 些浮标工作状态良好, 剖面数据完整。这些浮标是利用澳大利 亚海军船只和商船施放的。

试验性浮标观测网数据通过 GTS 传送,并准实时地在互联 网(见附录三)上发布。原始数据和图片可从该网站上获取, 并可通过一个交叉式的数据浏览器进行数据库浏览。

澳大利亚计划从 2002 年 7 月开始再投放 19 个浮标。这些 浮标将布放在印度洋东南海域,一方面可以把观测阵覆盖到印 度尼西亚贯流区,另一方面可以把观测阵延伸到南面。目前澳 大利亚正在同印度尼西亚同行联络,想在爪哇和苏门答腊岛以 南海域布放几个浮标。新浮标大部分将是 Webb 研究公司生产 的 260cc 浮标, 循环周期为十天, 浮标的停留和漂流深度会接 近 2000 米水深。

气象局已经得到为每年购买 6 到 7 个浮标所需资金。还将提交建议到联邦科学与工业研究组织,要求其设备基金为每年再放 7 个浮标提供资金。其他的所需要的浮标将作为南极合作研究中心的可更新投标的一部分。CSIRO 和气象局还在积极争取更多的经费,以使澳大利亚能为国际 ARGO 计划作出更大的贡献。

五、"阿尔戈"计划与中国

中国为什么要加入"阿尔戈"计划

中国科学院院士、国家海洋局第二海洋研究所研究苏纪兰 在论述中国是否参加 ARGO 计划这个问题时明确表示,中国应 该积极参加。他还一针见血地指出:

- (1) 我们所担心的无非是南海的问题,但目前他国军方已在南海经常性地获得大量的各类数据,我们是难以阻止他们这种做法的。
- (2) 我们无论参加或不参加 ARGO 计划, 南海周边国家或 其他国家的非军方机构(科学界或观测业务系统)若要在南海 施放 ARGO 剖面浮标, 皆需征得各有关国家的同意(包括我国、 越南、菲律宾等等), 就像国际大洋钻探计划最近在南海钻孔 时所作的一样。
 - (3) 未来他国的科研项目所实施的 ARGO 剖面漂标中,最

大可能"随波逐流"漂进南海的,应属韩国、日本和澳大利亚等国家有关西太平洋的科研项目在南海以外海区施放的 ARGO 剖面浮标,相比其施放的数目,进入南海的比例也不会很高。

- (4) ARGO 计划正在完善之中,我们若积极参加此计划,可以保证我们的意见能反映在其规范之中。
- (5) 积极参与 ARGO 计划,能为我国海洋工作者提供充分参与国际交流合作的机会,能迅速提高我国的海洋科学研究水平。

ARGO 全球海洋观测网建设的原则遵循国际惯例,即共同参与、资料共享。曾记得 1994 年国际上曾在热带太平洋海域建成第一个 TAO(热带大气海洋)观测网(拥有 69 个锚碇 ATLAS 浮标),当时因我国大陆未参与施放长期观测浮标,而无法及时获得该观测网发布的实时观测资料,从而使我国海洋和气象学家失去了一次旨在深刻认识和了解发生在热带太平洋的 E1 Nino 和 La Nina 现象以及 ENSO 对中国大陆气候如何造成影响等问题的机会。而在未来 3 年内建成的 ARGO 全球海洋观测网,无论从观测浮标的数量、观测覆盖区域,还是观测资料的代表性和应用价值,均明显优于 TAO 观测网,且其观测资料具有不可估量的科学价值。

其次,我国正在开展或即将开展的几个大型调查研究项目,如:我国重大气候灾害的形成机理和预测研究(973项目)、中国近海环流形成变异机理、数值预测方法及对环流影响的

研究(973 项目)和(973 前期研究项目)等,均要求收集西 北太平洋和印度洋赤道海域,乃至整个太平洋和全球海洋中 的第一手资料。

目前,美国、英国、日本、澳大利亚等国均成立了专门 机构收集 ARGO 浮标资料,制定了详细的计划和时间表进行 ARGO 浮标资料的同化方法研究;建设经数据同化后的高精度 网格点数据库;并进一步利用同化后 ARGO 资料改进海洋及短 期气候预测模式的预报能力。如美国国家环境预报中心 (NCEP)、英国 Hadley 气候中心、澳大利亚气象局(BMRC) 等均已将 ARGO 同化资料投入业务预报试运行,虽然还存在一 些问题,但已显示出良好的发展前景。截至目前,我国还没 有开展这方面的工作。在对 ARGO 浮标资料的变分同化处理和 利用其改善长期天气预报和短期气候预测模式的预报能力方 面,西方发达国家已先于我们起步。我国必须尽快开展这方 面的研究工作,以便有效地提高数值模式的模拟和预测能力, 这对我国的社会和经济发展具有重要的意义。

此外,由于ARGO 浮标可在水下长时间随海水流动而漂移,并连续工作,故可方便地获取漂移沿程的大量海洋环境要素资料,对沿海国的权益亦会构成一定的威胁。从这一点来讲,我国也迫切需要掌握和应用这一技术,以便为捍卫国家权益服务。

中国"阿尔戈"计划

中国计划在2002-2005年期间投放100-150个ARGO浮标, 以便建成一个大洋局域观测网。以后则每年投放20-30个浮标,以维持该局域观测网的正常运行。

中国"阿尔戈"计划总体目标是,通过引进国际上新一 代、先讲的沉浮式海洋观测浮标(即 ARGO 剖面浮标),施放 于邻近我国的西北太平洋海域(少量浮标将视情形布放到南 大洋和赤道印度洋海域), 建成我国新一代海洋实时观测系统 (ARGO) 中的大洋观测网(投放 100-150 个 ARGO 剖面浮标), 使中国成为国际 ARGO 计划中的重要成员国。同时能共享全球 海洋中 3000 个 ARGO 浮标资料,丰富我国海洋和气象界承担 的相关研究项目的资料源,并为该系统的近海观测网建设提 供强有力的技术支撑,即通过大洋观测网建设,以此来了解 和掌握该高新海洋观测技术的性能和特点, 走技术引进、消 化吸收和自行研制之路, 使未来大洋观测网的维持由国产 ARGO 浮标代替, 而近海观测网则完全采用国产 ARGO 浮标组成, 最终建成我国自成系统的海洋实时观测网络, 为我国的海洋 研究、海洋开发、海洋管理和海上军事活动等提供实时观测 资料和产品。

中国 ARGO 计划的组织实施工作涉及许多部门和单位, ARGO 资料的用途更是十分广泛,涉及海洋、气象、军事和外 交等领域,需要成立一个高层次的协调机构领导中国 ARGO 计 划的制订和实施。中国 ARGO 工作协调小组将由国家科技部 (MST)、国家海洋局(SOA)、中国气象局(CMA)、中国科学院(CSA) 等部门组成,其日常办事机构设在国家海洋局内;同时,成立由上述部门专家组成的中国 ARGO 计划科学委员会,为 ARGO 工作协调小组的决策提供咨询意见,以及指导本项目的组织实施。中国 ARGO 资料中心是本项目的执行机构,除在项目实施过程中承担数据的收集、处理和交换工作外,还是维护我国新一代海洋实时观测系统的日常管理机构。由于其担负着 ARGO 浮标的施放、海上的比较观测,以及资料的校正、处理等专业性较强的任务,故中国 ARGO 资料中心将由国家海洋局下属的国家海洋资料中心和海洋研究机共同组建。

中国 ARGO 计划是国际 ARGO 计划的一个重要组成部份,需要进行广泛的国际合作,以便借鉴国外研究机构和生产厂商在浮标的设计、研制、组装、使用以及资料的校正、处理和应用等方面的先进技术、成功经验和研究成果,确保中国ARGO 计划的顺利实施。

中国"阿尔戈"计划行动方案

2001年,中国已正式决定加入国际 ARGO 计划。中国 ARGO 计划的启动资金由国家科技部的资助,并由国家海洋局负责实施,中国气象局和中国科学院等部门及下属有关研究机构将共同参与此项工作。

大洋观测网将布设在(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(30°N、145°E)至(0°N、145°E)等六点联接的西北太平洋海域内(图19),按国际ARGO计划的布点原则,初步设计布放约100个ARGO剖面浮标。其它约50个ARGO浮标,将视试验的进展情况,有可能被投放到赤道印度洋和南大洋海域。ARGO浮标的布放采用专业调查船、志愿船和海监飞机等海上和空中观测平台实施。

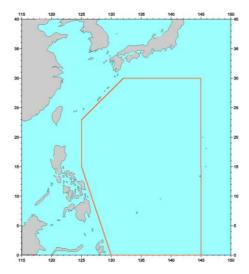


图 19、中国新一代海洋实时观测系统(ARGO)—大洋观测网布置海域

2001年底,国家科技部已拨出专款,由国家海洋局第一、

第二海洋研究所分别从加拿大 Metocean 公司和美国 Webb 公司 引进了 1 个 PROVOR 型和 2 个 APEX 型浮标 (图 20)。前者已经 于 2002 年 3 月施放于印度洋海域:后者正在择机待放。这 2 个 APEX 型浮标按计划将投放在西北太平洋海域。根据计划安排, 2002 年底前将会在西北太平洋海域再投放 8-10 个。



图 20 引进美国 Webb 公司生产的 APEX 浮标

国家海洋局海洋技术研究所在"九五"863滚动发展项 目的资助下,于 2000年3月开始着手"自沉浮式中性漂流浮 标关键技术研究",经过短短一年的奋战,初步掌握了ARGO 浮标的自动沉浮和定深控制二项关键技术。不久,该所在"十 五"863 项目的资助下,继续对"自持式循环剖面探测漂流浮 标"进行开发研制。计划在2004年前完成数台可以在2000 米水深大洋中实际使用的 ARGO 浮标工程样机。2002 年 6 月, 由该所自行开发研制的第一台"自持式循环剖面探测漂流浮 标"样机(图 21), 已进行了首次海上现场观测试验(图 22)。 但中国 ARGO 计划中大洋局域观测网建设所需浮标将主要从国 外进口。中国也打算从国外进口主要部件,并在国内组装此 类浮标,以便降低浮标成本,以及减小仪器由于长距离运输 而导致的损坏和技术故障等,对此设想也希望能得到如 Webb 公司、METEOCEAN 公司等浮标制造商的全力支持。



图 21 自持式循环剖面 探测漂流浮标样机



图 22 浮标海上试验

在国际海洋观测组织(POGO)的资助下,以及美国 NOAA 的联系和安排下,国家海洋局第二海洋研究所于 2002 年 1 月派出 2 名年轻海洋学者赴美国华盛顿大学和 AOML 学习 ARGO 浮标的检测技术和资料处理方法,他们的学成回国给实施中国 ARGO 计划打下了坚实基础。

随着首批 ARGO 浮标的投放,中国正在筹建自己的 ARGO 资料中心,以满足对 ARGO 浮标资料接收、处理和分发的需求。同时,将通过 GTS 和 INTERNET 网及时发送中国 ARGO 浮标的观测资料和信息等,以便与世界各国共享全球海洋中的 ARGO 浮标资料。国家海洋局还在杭州建立了一个中国 ARGO 信息网站(见附录三),目前已投入试运行。

国家海洋局已委托下属海洋研究机构,即国家海洋局第二海洋研究所(杭州)和国家海洋局海洋动力过程与卫星海洋学重点实验室(杭州)承办第五次国际 ARGO 科学组会议(2003年3月,杭州),以表明中国对国际 ARGO 计划的重视和支持。这一建议已得到2002年3月在澳大利亚霍巴特召开的第四次国际 ARGO 科学组会议全体代表的响应和国际 ARGO 科学组的采纳。中国希望通过承办第五次国际 ARGO 科学组会议,能有更多机会得到国际 ARGO 科学组及各国 ARGO 计划组织和实施者的指导和帮助,加强和密切国际间的交流与合作,以加快国际 ARGO 计划的实施进程,为国际 ARGO 计划的顺利实施和取得预期目的作出中国科学家的贡献。

中国"阿尔戈"计划实施进展

1999年9月26-27日, 在杭州举行的中美海洋与渔业科 技合作联合工作组第十四次会议上,中美双方在"海洋在 全球气候变化中的作用"领域里通过了一个新的合作项 目,即"西太平洋和印度洋海洋观测(ARGO 计划)"。 中国开始跟踪国际 ARGO 计划的进展。2000 年 3 月至 2001 年 3 月, 国家海洋局海洋技术研究所在"九五"863 滚动 发展项目的资助下,开展了"自沉浮式中性漂流浮标关键 技术研究",初步掌握了ARGO 浮标的自动沉浮和定深控 制二项关键技术。2000年5月15-26日,由巢纪平院士 为团长的中国海洋考察代表团赴美进行了为期十天的海 洋技术考察,对美国 ARGO 计划的进展和实施情况作了较 为深入的了解。回国后即向国家科技部和国家海洋局等国 家政府部门呈报了"关于 ARGO 全球海洋观测网建设进展 情况的考察报告",建议国家有关部门投入资金,尽早研 究和考虑加入 ARGO 全球海洋观测网,以便有权利共享 ARGO 资料。 2000 年 8 月, 国家海洋局第二海洋研究所许 建平研究员被接纳为国际 ARGO 科学组(由来自美国、德 国、日本、澳大利亚、法国、加拿大、韩国、英国、印度、 新西兰和中国等11个国家的16名科学家组成)成员。2000 年 11 月 2-11 日, 在外国专家局的资助下, 美国海洋与

大气局国际事务部主任 Rene Eppi 先生和美国华盛顿大 学海洋学院 Stephen C. Riser 教授访问了海洋二所,就 ARGO 计划的实施进展情况和相关技术问题作了 4 次系列 讲座,并就有关技术合作事官进行了商谈。

- 2001 年 3 月 5-9 日,国家海洋局第二海洋研究所许建平研究员应邀出席了在日本举行的"ARGO 浮标施放与业务运行论坛"。
- 2001 年 3 月 20-22 日,国家海洋局第二海洋研究所许建平研究员和朱伯康工程师,以及国家海洋局海洋技术研究所余立中高级工程师等 3 人出席了在加拿大召开的第三次国际 ARGO 科学组会议。2001 年 12 月,国家海洋技术中心在"十五"863 项目的资助下,继续对"自持式循环剖面探测漂流浮标"进行开发研制。计划在2004 年前完成数台可以在2000 米水深大洋中实际使用的ARGO 浮标工程样机。
- 2002年1月16日至3月16日,在国际海洋观测组织的资助下,国家海洋局第二海洋研究所刘增宏实习研究员和郭明硕士赴美国华盛顿大学海洋学院和AMOL学习有关ARGO 浮标测试、施放和资料接收及处理技术。
- 2002 年 1 月 26 日,中国正式对外宣布加入国际 ARGO 计划;并启动"我国新一代海洋实时观测系统(ARGO)-大洋观测网试验"项目。国家海洋局第二海洋研究所许建

平研究员任该项目负责人,其成员来自于国家海洋局下属的第一、第二和第三海洋研究所、国家海洋信息中心、国家海洋预报中心和国家海洋技术中心,以及中国气象局气象科学研究院和中国科学院南海海洋研究所等单位。

- 2002 年 3 月 12-14 日,国家海洋局第二海洋研究所许建平研究员(国际 ARGO 科学组成员)和国家海洋局国际合作司朱文熙副处长(国家观察员)应邀出席了在澳大利亚霍巴特召开的第四次国际 ARGO 科学组会议。这是我国第二次派代表参加国际 ARGO 科学组年会。会议决定,第五次国际 ARGO 科学组会议将于 2003 年 3 月在中国杭州召开。
- 2002年3月21日,国家海洋局第一海洋研究所于卫东 副研究员在执行"印度洋-太平洋暖池及其海流系统和海 -气相互作用前期研究"项目期间,在东印度洋114° 42′E, 14°12′S海域施放了一个PROVOR型ARGO剖面 浮标。
- 2002年3月22日,中国从美国 Webb 研究公司引进的第一批(2个)ARGO 浮标运抵杭州,并完成实验室各项检测工作。等待航次投放。

- 2002 年 4 月 5 日,国家大型科学观测试验(ARGO)项目组在国家海洋局第二海洋研究所的支持下,"中国ARGO"宣传网页开始面向国内外开放。
- 2002年4月9日,中国ARGO 计划协调小组成立,并在北京举行了第一次会议。2002年6月,国家海洋局海洋技术研究所在"十五"863项目资助下自行开发研制的第一个"自持式循环剖面探测漂流浮标"样机,进行了首次海上现场观测试验。

六、参考文献

- Ackerman, J., 2000, New Eyes on the Oceans, Journal of the National Geographic Society, vol. 198(4), 86-115.
- Argo Data management Group, 2000, Report from the First Meeting of the International Argo Data management Group and Subsequent Actions, October3-5, 2000, IFREMER Center, Brest, France.
- Argo Data management Group, 2001, Report from the 2nd Argo Data Management Meeting, November12-14, 2001, IFREMER, France.
- Argo science Team, 1998, On the design and implementation of Argo:
 An initial plan for a global array of profiling floats. International
 CLIVAR Project Office Report.21, GODAE Report 5. GODAE
 International Project Office, Melbourne, Australia, 32 pp.
- Argo Science Team,1999 a, report of the First Argo Science Meeting (Argo — 1), March 22-23, Tidewater Inn, Easton Maryland. Unpublished Report. GODAE International Report Office, Melbourne Australia, 27pp.
- Argo Science Team, 1999 b, Argo: the global array of profiling floats.
 From: Proceedings of OCEANOBS 99 International Conference on the Ocean Observing System for Climate, ST. Raphael France, October 18-22, 1999.
- 7. Argo Science Team,2000, Report of the second Argo Science Team Meting (AST 2), March 7-9,2000, Southampton Oceanography

- Centre, Southampton, UK.
- 8. Argo Science Team, 2001, Report of the Third Argo Science Team Meting (AST-3), March 20-22, 2001, Institute of Ocean Sciences, Sidney.B. C., Canada.
- 9. Argo Science Team, 2002, Report of the Fourth Argo Science Team Meting (AST – 4), March 12-24,2002, CSIRO Marine Research, Hobart, Tasmania, Australia.
- 10. Bacon, S., L. R. Centurioni and W. J. Gould, 2001. The Evaluation of Salinity Measurements from PALACE Floats. J. Atm. And Oceanic Technol., 18(7), 1258-1266.
- Bryden, H., D. Roemmich and J. Church, 1991. Ocean heat transport 11. across 24° N in the Pacific. Deep Sea Research, 38, 297-324.
- 12. CSIRO,2001,SalinityCalibration. http://www.marine.csiro.au/~fen051/float/calibrate/salinity-calibr.html/
- .Davis, R.E., D.C. Webb, L.A.Rigier, and J. Dufour, 1992, The 13. Autonomous Langrangian Circulation Explore (ALACE), Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 9, 264-285.
- Davis, R. E., 1998, Preliminary results from directly measuring 14. middepth circulation in the tropical and South Pacific. J. Geophys. Res., 103(11), 24619-24639.
- Emery, W. J. and J. S. Dewar, 1982, Mean TS, SZ and TZ curve for the 15. N. Atlantic and the N. Pacific. Prog. Oceanogr., 11, 219-305.

- 16. Freeland, H., 1997, Calibration of the Conductivity Cells on P-ALACE Floats. U.S. WOCE Report, 37-38.
- 17. Kobayashi, T., Y. Ichikawa, Y. Takatsuki, T Suga, N. Iwasaka, K. Ando, K Mizuno, N, Shikama and K. Takeuchi, 2001, Quality control of Argo data based on high quality climatological data Set (HydroBase) I. Technical Report-FY2001, Japan Marine Science Technology Center, 36-48.
- 18. Japan Marine Science and Technology Center, 2001, Summary Report from the FORUM on Deployment and Operation of Argo Floats, March5-9, 2001, JMSTC, Yokosuka, Japan.
- 19. **METOCEAN** DATA SYSTEM LIMITED. 2001. User's Manual -METOCEAN PROVER (version 1.2), 1-22.
- 20. Nakajima, H., Y. Takasaki, K. Mizuno, K, Takeuchi and N. Shikama, 2001, Data Communication Status of the Argo Floats, Argo Technical Report-FY2001, Japan Marine Science and Technology Center, 44, 78-87.
- 21. Parilla, G., A. Lavin, H. Bryden, M. Garcia and R. Millard, 1994, Rising temperatures in the subtropical North Atlantic Ocean over the past 35 years. Nature, 369, 48-51.
- 22. Roemmich, D. and W. B. Owens, 2000, The Argo Project: global ocean observations for understanding and prediction of climate variability, Oceanography, 13, 45-50.

- Stammer, D., 1997, Global characteristics of ocean variability estimated from regional TOPEX/POSEIDON altimeter measurements.
 J. Phys. Oceanogr., 27, 1743-1769.
- Stammer, D. and E. Chassignet, 2000, Ocean state estimation and prediction in support of oceanographic research. Oceanography (In Press).
- 25. Takatsuki, Y., Y. Ichikawa, T. Kobayashi, K. Mizuno, and K. Takeuchi, 2001, Construction of the Automated Data Processing and Delayed-mode Quality Control System for profiling floats. Argo Technical Report-FY2001, Japan Marine Science and Technology Center. 88-97.
- UNESCO, 1983, Argorithms for Computation of Fundamental Properties of Seawater, UNESCO Technical Papers in Marine Science, 44.
- 27. Webb Research Corporation, 1999, User's Manual –APPEX SBE Profile, 13,1-16.
- Wison, S. (ed), 1999, observing the Ocean in Real Time: ARGO,
 Pamphlet of ARGO Project.
- Wong, A., G. Johnson, and W.B. Owens, 2001, Delayed-mode Calibration of Profiling float salinity data by historical hydrographical data, Integrated observing system V, Albuquerque, New Mexico.
- 30. Wong, A., G. Johnson, and W.B. Owens, 2001, Delayed- mode

- Calibration of autonomous CTD Profiling float salinity data by theata-S climatology, Submitted to Journal of Atmospheric and Oceanic Technology.
- Wunsch, C. and D. Stammer, 1995, The global frequency-wavenumber spectrum of oceanic variability estimated from TOPEX/POSEIDON altimetric measurements. J. Geophy. Res., 100, 24895-24910.
- 32. 苏纪兰, 2001, 如何正确认识 Argo 计划。 海洋技术。 20 (3), 1-2。
- 33. 许建平, 2001, 日本 Argo 计划及其运作, 海洋技术, 20 (3), 3-5。
- 34. 许建平,朱伯康,2001,全球海洋观测计划(Argo)进入全面实施 阶段,海洋技术,20(3),9-16。
- 35. 许建平,朱伯康,2001, Argo 全球海洋观测网与我国海洋技术监测技术的发展,海洋技术,20(2),15-17。
- 36. 余立中, 商红梅, 张少永, 2001, Argo 浮标技术研究初探, 海洋技术, 20 (3) 34-40。
- 37. 袁业立, 陈显尧, 2001, Argo 计划的最新研究进展, 海洋技术, 2001, 20 (4) 1-4。
- 38. 周春平,2001,太平洋暖池及其影响-与 El Nino 、西太平洋副高、中国降水及沿海自然灾害的关系,气象出版社,141pp.