

南海中部海域环境资源

综合调查报告

海洋出版社

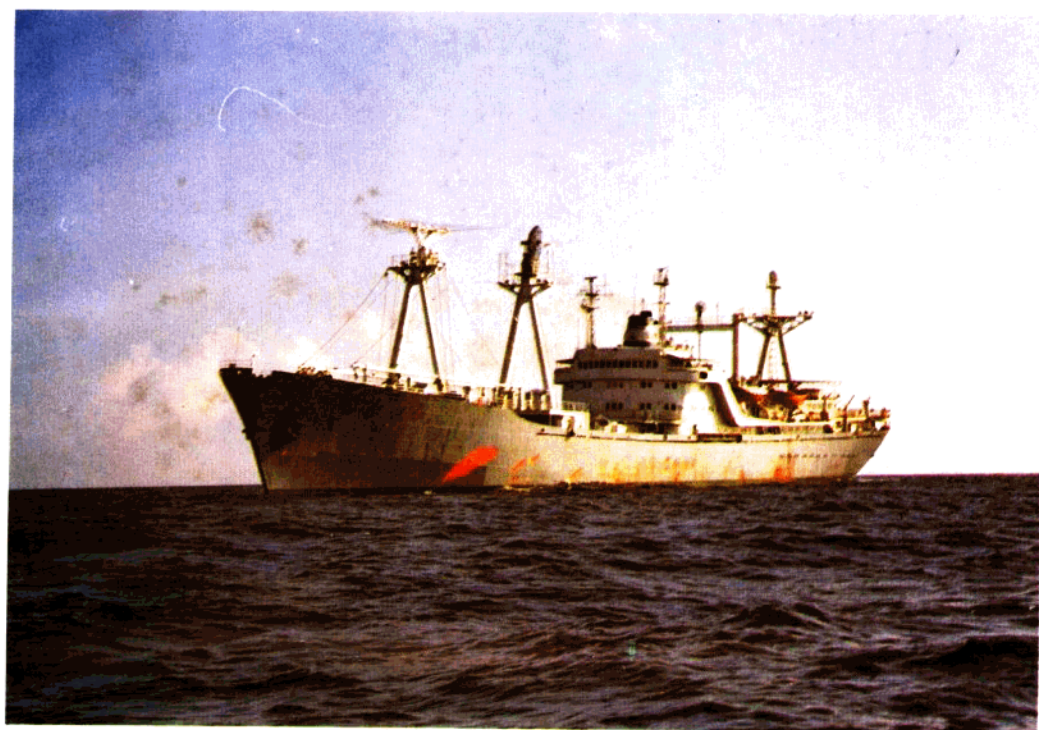
Introduction

The achievement in comprehensive investigations on environmental resources in the central part of the South China Sea consists of two parts; a report and an atlas. This book is an investigation report on comprehensive investigations with large scales, multi-disciplines and multi-levels in the sea area involving meteorology, hydrology, chemistry, biology, bottom soils, environmental qualities, etc. This report reflects the general picture of the sea area, in an all-round way and details the different kinds of natural phenomena and their laws, and providing a scientific basis for the exploitation and use of the resources and overall programme planning of the sea area.

The report, with plentiful substance, systematic data and complete charts, can be used as a reference for the scientists and technicians in various departments, such as scientific research, hydrology and meteorology, shipping and communications, fisheries, oil and geology, and as well as college and university students and teachers.

This is a detailed bathymetric and political map of the South China Sea (南海). The map uses contour lines to represent ocean depths, with labels for various depths such as 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 3000, and 4000 meters. Major geographical features include:

- Coastlines:** Vietnam to the west, Laos and Cambodia to the southwest, Thailand and Malaysia to the south, and the Philippines to the east.
- Islands and Archipelagos:**
 - Spratly Islands (南沙群岛):** Located in the central-south part of the sea, including islands like Yongshu Reef (永暑礁), Zhubi Reef (渚碧礁), and Xinyi Reef (信义礁).
 - Prata Islands (西沙群岛):** Located further west, including Johnson Atoll (约翰逊环礁) and McKean Island (麦克唐纳岛).
 - Other Islands:** Taiwan to the northeast, Luzon to the east, and Sumatra to the southwest.
- Cities and Towns:** Labeled locations include Hanoi (河内), Haikou (海口), Hong Kong (香港), Guangzhou (广州), Nanning (南宁), Kunming (昆明), Manila (马尼拉), Cebu (宿务), Singapore (新加坡), and Medan (棉兰).
- Straits and Channels:** The Taiwan Strait (台湾海峡), Luzon Strait (吕宋海峡), and the Sulu Sea (苏禄海) are indicated.
- Bathymetry:** Deep trenches and seamounts are shown, such as the Palawan Trench (巴林塘海沟) and several large seamounts with elevations up to 3932 meters.



《向阳红 5 号》 调查船的主要性能

排水量：13650 吨

经济航速：15 节

全长：152.6 米

最大航速：18 节

型宽：19.45 米

续航力：20000 海里

吃水：7.3 米

建造年月：1967 年

主机马力：7200 马力

造船厂：波兰格登尼亚



《向阳红14号》 调查船的主要性能

排水量：4400 吨	经济航速：17 节
全长：110.99 米	最大航速：18.75 节
型宽：15.2 米	续航力：10000 海里
吃水：5.5 米	建造年月：1980 年
主机马力：2×4500 马力	造船厂：上海沪东造船厂

CONTENTS

Preface

Introduction

Meteorology and Hydrology

Chapter One Analysis of Surface Meteorological Parameters

1. Pressure
2. Temperature
3. Humidity
4. Winds
5. Cloud amount and Cloud type
6. Main Weather phenomena and Others

Chapter Two Analysis of Meteorological Parameters at High Altitude

1. Data Sources and Processing Methods
2. Potential Altitude Fields
3. Wind Fields at High Altitude
4. Temperature Fields
5. Humidity Fields
6. Distribution Characteristics of Fictitious
Potential Equivalent Temperature

Chapter Three Main Weather Systems and Weather Processes

1. Southwestern Monsoons
2. Northeastern Monsoons
3. Seasonal Variations of Subtropical Ridge Lines and Sea Area
Weather
4. Intertropical Convergence Zone (ITCZ)
5. Typhoons in the South China Sea

Chapter Four Distribution and Layer Phenomena of Temperature, Salinity and Density

1. Spatial Distribution of Temperature
2. Spatial Distribution of Salinity
3. Spatial Distribution of Density (σ_t)
4. Layer Phenomena of Temperature, Salinity and Density

Chapter Five Water Mass Analysis

1. Methods of Water Masses Classification
2. Analysis of Water Masses in the South China Sea

Chapter Six Density Circulation

1. Circulation Conditions in Spring
2. Circulation Conditions in Summer
3. Circulation Conditions in Autumn
4. Circulation Conditions in Winter

Chapter Seven Wave Condition and Wave Spectrum Analysis

1. Statistical Analysis of Wave Conditions
2. Wave Spectrum Analysis

Chapter Eight Water Colour, Transparency and Wave-producing Phenomena

1. Water Colour and Transparency
2. Wave-producing Phenomena

Sea Water Chemistry

Chapter Nine Temporal and Spatial Distribution of Sea Water Chemical Parameters

1. Dissolved Oxygen
2. pH
3. Alkalinity
4. Active Phosphate
5. Active Silicate
6. Nitrate
7. Nitrite
8. Ammonia

Marine Biology

Chapter Ten Heterotrophic Microorganisms

1. Quantity Distribution of Heterotrophic Microorganisms
2. Population Composition of Heterotrophic Microorganisms
3. Relationship Between Distribution of Heterotrophic Microorganisms and Environmental Factors

Chapter Eleven Primary Productivity

1. Introduction to Methods
2. Spatial Distribution of Chlorophylla
3. Estimation of primary Productivity
4. Relationship Between Temporal and spatial Distribution of Chlorophylla and Environmental Factors

Chapter Twelve Planktons

1. Planktons
2. Zooplanktons

3. Relationship Between Distribution of Planktons and Environmental Factors

Chapter Thirteen Benthic Organisms

1. Distribution of Benthic Organism Biomasses
2. Distribution of Benthic Organism Habitat Densities
3. Composition and Distribution of Benthic Organism Species
4. Relationship Between Distribution of Benthic Organisms and Environmental Factors

Appendix Lists of Organiam Species

General Sedimentary Landforms

Chapter Fourteen Landforms in the Central Part of the South China Sea

1. Discriptions of Types of Bottom Landforms
2. Evolution and Landform Development of the South Chine Sea Basin

Chapter Fifteen Rock Floors, Autogeny and Cosmogenous Components of Deep Sea Sediments

1. Sediment Grain Size
2. Whole Components of Sediment Sand Grades
3. Components of Sediment Fine Sand Grade Rocky Mine
4. Clay Components of < 2 Micron Sediments
5. Sources of Sediments

Chapter Sixteen Biophore Components of Deep Sea Sediments

1. Foraminifera
2. Calium Nannofossils
3. Radiolaria
4. Diatoms
5. Sporo-pollens
6. Geologic Interest of Biophore Components

Attached List 1. A List of Calium Nannofossils

Attached List 2. A List of Radiolaria

Attached List 3. A List of Diatoms

Attached List 4. A List of Sporo-pollens

Chapter Seventeen Spatial Distribution and Changing Characteristics of Chemical Parameters of Deep Sea Sediments

1. Element Components
2. Distribution of Chemical Elements
3. Redox Environments and Organic Carbon

Chapter Eighteen Types of Deep Sea Sediments and Sedimentation Characteristics

1. Types of Deep Sea Sediments

2. Sedimentation Rates

3. Modern Sedimentation Characteristics in the Central Part of the South China Sea

Chapter Nineteen Evaluation of Deep Sea Mineral Resources

1. Distribution Characteristics of Iron-Manganese Particles

2. Component Characteristics of Iron-Manganese Particles

3. Sources of Mineralogical Substances

4. Preliminary Evaluation

Environmental Qualities

Chapter Twenty Environmental Qualities

1. Sampling Methods and Analysis Methods

2. Present Condition of Sea Water Pollution

3. Present Condition of Sediment Pollution

4. Assessment of Environmental Qualities

5. Proposals for Prevention and Control of Pollution

Conclusion

Plates and Illustrations

References

前 言

南海是濒临我国最大的边缘深海，海域宽广深邃，自然环境复杂多变，资源丰富且地理位置极为重要。

一百多年来，国外的许多海洋机构对南海进行了多次调查。最早可追溯到1842年美国的“文森兹”号 (Vincennes)、1872年英国的“挑战者”号 (Challenger) 和1908年美国的“信天翁”号 (Albatross) 的探索性考察。本世纪20年代开始，日本、英国和苏联等进行了以编制航海图和水路志为主要目的的南海调查。60年代至70年代，世界各国对南海的调查更为频繁，尤其是1965年至1975年间，作为“国际黑潮联合调查”的一部分，日本、美国、苏联、泰国、马来西亚、印度尼西亚等国和香港地区对南海进行多航次调查。此外，美国和泰国也联合进行了“纳加” (Naga) 调查。

我国对南海的调查，应首推50年代末至60年代初的全国海洋普查。此后，台湾省的“阳明”号和“九连”号也在南海做过调查，而从70年代至今，则有更多涉及海洋事业的部门和单位，在南海从事综合性或专业性的调查，其调查范围也逐步地由陆架区向深海延伸，如中国科学院南海海洋研究所、国家海洋局南海分局、水产科学院南海水产研究所以及石油化工和地质矿产部门都在南海做了许多有价值的调查研究。

为了进一步了解和掌握南海中部海域气象、水文、化学诸要素的分布变化规律、海底地形地貌的基本特点、重磁场的基本状况和地质构造特征、海盆成因、声速的时空变化规律、生物和其他海洋资源的分布状况、水中与沉积物中污染物质的含量及其分布规律，并对海洋生

产潜力、海洋环境质量和矿产资源作出评价，以适应我国经济建设和国防建设的需要。经国务院批准，国家海洋局将“南海中部海域环境、资源综合调查”列入重点科研项目，对南海进行一次测站定位更精确、测线（点）密度更合理、调查序列更完善、调查项目更全面、资料精度更高的大面积、多学科、多层次的周年综合调查。本项目由国家海洋局南海分局主持，联同国家海洋局第二海洋研究所和第三海洋研究所共同承担。海洋科技情报研究所负责编辑和出版调查报告与图集。

本调查于1983年4月3日～1985年1月7日，在北纬 $12^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，东经 $111^{\circ}\sim 118^{\circ}$ ，面积为64万平方公里的广大水域内进行了气象、水文、化学、生物、底质、重力、磁力、水深、声速和环境质量等10个项目的多学科、多层次的综合调查。先后由“向阳红5”号和“向阳红14”号调查船执行了6个航次的调查任务，总航程35090海里，历时181天，首次获得大面积、周年系统的完整资料，为南海中部海域的开发利用、科学研究、环境保护、航海保证、执法管理、国防建设和海洋自然环境图集的编绘提供了可靠的科学依据。

本调查各专业的承担单位，受国家海洋局的委托，于1986年3月至1987年2月分别进行了各专业调查的成果评审会。应邀参加会议的有来自高等院校、中国科学院、地质矿产部、石油化工部、农牧渔业部和国家海洋局等系统共159名代表，其中包括学部委员任美锷、郝诒纯以及关定华、郑重、郑执中、汪龙文、金庆焕、邱书院、李少菁、庄启谦、陈清潮、陈驹、陈世训、甘子钧、唐永奎、莫金垣、王谦身、吴瑜端、李复雪、胡明辉等高级教研人员46名。与会代表对各专业调查成果都给予充分地肯定，并提出一些中肯而宝贵的意见。会后，我们对调查报告和图集作了适当的修改和补充，现予正式出版。重力、磁力和声速部分的调查报告和图集分别独立成册，单独出版。

本调查报告统稿人：李粹忠、黄振宗、陈瑞祥、詹进源、杨嘉东、
王泽民、李国琪、吴焕林、谢导、牛学勤。

南海中部海域环境资源综合调查报告编写组

1987年6月于天津

各专业报告完成单位、主要执笔人及编写人员名单

气象、水文

完成单位：国家海洋局南海分局

主要执笔人：詹进源、王名文、刘玉栋

编写人员：邱可森、李绪录、朱国风、赵柳智、黄平、张广泉、
曾祥雄、陈敏、陈德祥

海水化学

完成单位：国家海洋局第三海洋研究所

主要执笔人：杨嘉东

编写人员：陈国祥、汤荣坤、宋金珠、吕荣辉、杨绪林、黄福照、
陈劲毅、郑文庆

海洋生物

完成单位：国家海洋局第三海洋研究所

主要执笔人：陈瑞祥、周宗澄、陈兴群、江锦祥

编写人员：

林燕顺、倪纯治、曾活水、叶德赞、姚瑞梅、梁子原、
李志棠

陈其焕、庄亮钟、陈世敢、张明

蔡秉及、林茂、林景宏、林玉辉、戴燕玉、杨清良、
林金美、连光山、王志远、张金标

蔡尔西、吴启泉、林双淡、李坚、徐惠州

沉积、地貌

完成单位：国家海洋局第二海洋研究所

主要执笔人：李粹中、李志珍、郑连福

编写人员：陈文彬、詹玉芬、曾呈开、高水土、王小波、张熙

环境质量

完成单位：国家海洋局南海分局海洋环境监测中心

主要执笔人：李国琪、李锦蓉

编写人员：邱礼生、王柏

绪 论

一、自然 环境

(一) **地理位置:** 南海面积约350万平方公里。北接我国华南大陆,东面和南面分别隔以菲律宾和大巽他群岛,与太平洋和印度洋为邻,西邻山脉连绵的中南半岛。南海东北部以海槛深度约为70米的台湾海峡和海槛深度约为2600米的巴士海峡分别与东海和太平洋沟通;东南以海槛深度约为450米的民都洛海峡与苏禄海相通;南部以水深约为36米的卡里马塔海峡与爪哇海相通;西南以水深为22~157米的新加坡海峡和水深为25~151米的马六甲海峡与印度洋沟通。

(二) **地质与地貌特点:** 南海西北、西南为宽阔陆架,东西两侧陆架(或岛架)狭窄,大陆架以外为台阶状大陆坡(或岛坡);大陆坡以外为水深一般大于4000米的菱形状中央海盆。由于崎岖不平的基底被沉积物填平,所以在海盆中央为一片广大平坦的深海平原。南海海底断裂构造非常复杂,出现四组呈定向排列的断裂构造,即北东向断裂、北西向断裂,近东西向断裂和近南北向断裂。其中北东向断裂和东西向断裂最为发育,北东向断裂奠定南海长轴为东北—西南向菱形海盆的基础,它控制了海盆的主要构造格局,为各构造单元的分界线。近东西向断裂主要出现在南海中北部,有琼南—西沙北断裂带、中央海盆北缘断裂带、西沙—中沙断裂带等。东西向断裂在深海盆中代表了向南北扩张的张裂构造,因此,它对南海海盆的形成演化有重要意义。

南海的基底较为复杂。由于晚中生代—新生代的张裂活动和海底扩张,使中沙、西沙、南沙地块从华南大陆分离,华南陆块和中南陆块则延伸入海,因此南海既有前寒武纪的陆老基底,又有加里东、海西和燕山期的褶皱基底,还有中新生代玄武岩洋壳基底。盖层在古缘区以上第三系和第四系海相、滨海湖沼相沉积为主,由砂岩、泥岩、页岩、以及灰岩、火山碎屑岩等组成,沉积厚度最大可超过6公里。根据推测,在深海盆地中央,位于玄武岩洋壳之上的为海相沉积—火山灰层,厚度小于500米。海底高原上为珊瑚礁灰岩和生物碎屑岩,厚1000~4000米。

(三) **气候特征:** 南海地处热带季风区,季风气候显著。每年10月至翌年3月为东北季风期,常有冷空气入侵,5月至8月为西南季风期,其他月份为季风转换期。南海受台风影响频繁。以西沙海洋站(北纬 $16^{\circ}50'$ 、东经 $112^{\circ}20'$)1969~1979年的气候资料为例:1月气温最低,平均为 22.8°C ;6月气温最高,平均为 28.8°C ;年平均气温为 26.4°C ,极端最低气温为 15°C 。南海中部没有气候学上的冬季。西沙多年平均降水量为1408.4毫米;6~11月降水量占年总量86%;12月至翌年5月占14%;其中7~9月占54%;1~3月仅占4%。可见,干湿季节明显,东北季风期属干季,西南季风期属湿季。

(四) **水系和环流:** 南海的海水来源于三大水系,一是由江河径流冲淡而成的沿岸低盐水。注入南海的主要河流有珠江、韩江、红河、湄公河、湄南河等,其年径流量丰富,年总输沙量相对较多;二是由西北太平洋经巴士海峡流入南海的高盐水;三是在西南季风期间,来自爪

哇海、巽他陆架的赤道表层低盐水。此三大水系的消长变化,对南海的水文状况、底质、环境质量有着不同程度的影响。南海海域辽阔、水体深邃。菱形长轴方向与季风方向一致,极利于漂流的发展。南海岛礁众多,大小不一,水道纵横,水深多变,这种复杂的地形和多变的水深有利于水体垂直运动和局部环流的产生。冬季在强劲的东北风驱动下,南海表层为强大的西南向漂流所控制,从南海西部向南流的海水,因受巽他陆架阻挡,迫使部分海水沿加里曼丹岛北岸折向北上,构成冬季表层环流的东翼,使整个南海形成一个气旋式的大环流,而大环流中又包含着众多的小环流。夏季南海盛行西南季风,表层环流的方向大致与冬季相反,西部以偏北流动为主;东部多为局部小环流,没有形成象冬季那样扩及整个南海的大环流。春、秋两季,是季风转换期,风向多变,漂流减弱,在某种程度上仍分别保持着冬、夏两季流场特征。

二、调查概况

(一) 调查船及定位:除了1984年4~5月份和1984年6月份两航次用“向阳红14”号船之外,其他各航次均用“向阳红5”号船。

“向阳红5”号船,原是波兰制造的,排水量为13650吨的远洋货轮,具有抗风能力强、稳定性好等特点。经我国改装后成为综合性科学考察船,拥有比较齐全和先进的专用调查设备和仪器。

“向阳红14”号船,是我国自行设计和制造,设备较为完善的一艘综合性科学考察船,排水量4400吨。它具有4节以下的低速推进能力和回旋半径小和机动灵活的特点。

“向阳红5”号和“向阳红14”号船的导航定位主要利用706CA型单频道卫星讯号接收机接收过顶卫星讯号,计算船位,卫星接收间隔通常为1~2小时,最长达4小时。卫星接收间隔期间将已知的海流流速、流向、航速、航向等输入计算机,以上一个卫星过顶测得船位为基点,每隔15~20分钟记录——推算船位。在推算船位过程中,常在条件可能的情况下(如近岸或岛屿附近)辅助以劳兰A或雷达测船位。定位误差估算可由下式得出:

$$R = 0.1 + at(\text{海里})^*$$

式中: t 为两次卫星过顶的间隔时间(小时);系数 a 为0.2海里/小时。从该式可得出: t 为小时时,定位误差为0.3海里; t 为2小时时,定位误差为0.5海里。我们在测量中,卫导点间隔时间一般在2小时之内,最长间隔为4小时。所以定位精度一般在0.5海里左右,最大不超过1海里。

(二) 调查时间和海域:各专业的调查时间和海域见下表:

水文、化学、声速和生物的调查均沿纬向布设6条断面,站位间隔基本上按1个经度 $\times$ 1.5个纬度网格设置。底质采样站位的布设,基本上按三百万分之一底质图的成图要求进行,属于大面积小比例尺的海洋地质普查性质。表层采样是在42个水文大面站的基础上,基本按1个经度 $\times$ 0.5个纬度网格均匀加密布点。各专业的调查站位见图1至图4。

(三) 调查项目及仪器:气象调查包括海面和高空两部分。高空气象要素的调查,每天07时放球一次,使用芬兰产的Rs12型Vaieala探空仪,并采用 ω 导航测风,经NOVA计算机终端处理而获得温、压、湿和风向、风速等要素的数据。海面气象调查,每天进行八次定时观测,具体时间是:02、05、08、11、14、17、20和23时(北京时)。此外,当定时观测时间与到站的时间间隔超过30分钟时,还要进行定点观测。海面气象观测项目有:云(包括云量、云状和云高)、能见度和天气现象,均在观测场上用目测。观测场平台距海面7.5米(11米*)。空气

航次	专 业	时 间	海 域
1	气象、重力、磁力、水深	1983.4.9~5.21	北纬12°00'~20°00' 东经110°30'~118°00'
2	气象、水文、化学、生物(浮游生物、初级生产力、异养微生物)、声速	1983.9.11~26 (代表秋季)	北纬12°00'~19°30' 东经111°00'~118°00'
	气象、底质 环境质量(沉积物)	1983.10.2~14	北纬12°00'~14°00' 东经111°00'~118°00'
3	气象、水文、化学、生物(浮游生物、初级生产力、异养微生物)、环境质量(水质)、声速	1984.4.19~5.1 (代表春季)	北纬12°00'~19°30' 东经111°00'~118°00'
4	气象、生物(底栖)、底质、环境质量(沉积物)	1984.6.8~29	北纬15°00'~20°00' 东经111°00'~118°00'
5	气象、水文、化学、生物(浮游生物、初级生产力)、声速	1984.7.27~8.9 (代表夏季)	北纬12°00'~19°30' 东经111°00'~118°00'
6	气象、水文、化学、生物(浮游生物、初级生产力)、环境质量(水质)、声速	1984.12.21~1985.1.2 (代表冬季)	北纬12°00'~19°30' 东经111°00'~118°00'

温度和湿度的观测用国产干湿球温度表,在观测场的百叶箱内进行,温度表球部距海面高度9米(12米*)。风的观测,用国产HZY1型船舶气象仪,感应元件距海面25米(17米*)。航行中的测量,用矢量法算出真风向、风速。气压的观测用国产F×70—1型精密气压表,在观测室内进行。气压表感应元件距海面6米(9米*)。

水文调查包括水深、水温、盐度、海浪、水色、透明度和海发光等。水深测量采用ELAC型万米测深仪,仪器的读数分辨率:A₁I、A₂I档为2.5米;A₁II、A₂II档为5.0米;A₁III、A₂III档为10.0米。测量中三组档均用到。

水温观测采用国产和日本产两种温度表,其分刻度均为0.10℃。各站观测层次为0、10、30、50、75、100、150、200、250、300、400、500、700、1000、1200、1500和2006米,共17个标准层。为了解深层温度的分布和变化状况,分别在8324、8327、8353和8356四个站加测2500、3000和4000米三个标准层。采水器沉放深度的确定,150米以浅采用余弦订正;150米以深,先用开闭端表之温差算出计算深度,再通过绘制L—L—H深度订正曲线确定采水器的实际沉放深度。XBT观测采用国产SZCL-1型船用投弃式深度温度计,与水温观测同时进行。该仪器测量深度为500米,精度为±0.05℃。

盐度测量采用国产HD-2型实验室海水盐度计,精度为±0.003‰,重复性为±0.001‰,由测得水样电导比查《国际海洋学常用表》得到盐度值。观测层次同水温。海浪观测采用

* 括号内数字为1984年4~5月和6月份两航次的仪器设备高度。