

台湾海峡中、北部海洋 综合调查研究报告

福建海洋研究所



科学出版社



200354543

35760

台湾海峡中、北部 海洋综合调查研究报告

福建海洋研究所

5478/10



00373401

科学出版社

1988

内 容 简 介

本报告是福建海洋研究所对台湾海峡中、北部海区综合调查研究的总结。内容包括海洋地质地貌、海洋水文气象、海洋物理、海洋化学及海洋生物等多学科的调查研究结果,阐述了该海区一些海洋学现象及其运动规律,提出了一些新见解,为今后开发利用台湾海峡资源提供了十分有用的科学依据。

本报告内容丰富,所包括学科比较齐全,科学性、系统性较强,可供海防建设、航运交通、水产渔业、水文气象、石油和地质等部门参考,亦可供有关学科的科研人员及大专院校师生阅读。

台湾海峡中、北部 海洋综合调查报告

福建海洋研究所

责任编辑 赵徐懿

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1988 年 10 月第一次印刷 印张: 27 插页: 9

印数: 0001—1,390 字数: 627,000

ISBN 7-03-000748-4/P·122

定 价: 9.50 元

序

我国海洋工作者对渤、黄、东、南海已进行了全面系统的调查研究。由于多种原因,长期以来,台湾海峡尚缺乏系统的、多学科综合的海洋调查资料。福建海洋研究所根据福建省科委下达的任务,自1983年5月至1984年8月,用海洋综合调查船“延平”号,在台湾海峡中、北部海域,进行了单船连续15个航次调查,获得了有关海洋水文气象、海洋物理、海洋地质地貌、海洋化学和海洋生物等方面的大量样品和系统的第一手观测数据。经一年多分析研究,编写出这一调查研究报告。

福建省科委于1985年12月在厦门市召开了《台湾海峡中、北部海洋综合调查研究报告》评审会,我应邀主持评审工作。参加评审会议的代表一致认为,台湾海峡中、北部海洋综合调查通过多学科的综合分析研究,发现了一些重要的海洋学现象,提出了一些新的见解。

《报告》提出了在调查区海峡暖流主干是顺着海峡中线略偏福建沿海一侧西南-东北走向的新见解;利用底层漂流器确证了海峡底层流在冬、春季仍由南向北流;初步阐明了夏季在福建近岸(海坛岛附近)存在涌升现象;首次对海峡的水团进行划分;系统地阐明台湾海峡复杂的海底地形和复杂流系交互作用下的沉积特征,指出调查区中存在两个盆地及一个盆间台地,并对其沉积环境作了细致的描述;从化学海洋学的观点进行海洋化学要素和沉积物地球化学的分析研究;记录了大量浮游生物、底栖生物种类及其生态分布特征,积累了十分有用的新资料。特别值得提出的是,首次在台湾海峡进行海水光学性质的研究和沉积物生态研究,填补了空白。这些新资料和新见解,具有重要的学术意义和实际应用价值。

《报告》的编写以海洋为统一整体,在多方面体现了多学科交叉和相互渗透,发挥了综合调查的作用。同时重视了面向国民经济建设的基本要求,为今后开发利用台湾海峡资源提供十分有用的科学依据,并为台湾海峡海洋科学研究奠定了基础。

台湾海峡风大浪高,境况特殊。福建海洋研究所是在人力少、时间短,使用常规手段的情况下取得了重要成果,充分体现了参加调查的科研人员和全体调查船员的拼搏精神和团结协作的优良作风。希望在这一调查研究基础上,再接再厉,继续结合经济建设、交通、国防和生产需要,进行各项专题调查,扩大海洋研究的广度和深度,为我国海洋开发事业的发展,为四化建设作出应有的贡献。

曾呈奎

前 言*

台湾海峡是我国东南海上的走廊,交通、经济、政治和军事地位十分重要。台湾海峡中、北部海洋综合调查是根据福建省科委下达的重点科研项目进行的。海上调查任务是由福建海洋研究所海洋综合调查船“延平”号单船承担的。自1983年5月至1984年8月,共完成了15航次调查,包括13航次多学科综合性调查和两航次专业性调查,总航程约11 000 n mile。调查范围北起闽江口,南至金门岛外海,西自福建近岸,东至台湾岛西岸岸外水域,调查海区总面积达26 000 km²,获得了有关海洋水文气象、海底地形地貌、海洋沉积、海洋地球化学、海洋物理、海洋化学、海洋生物等方面的大量样品和第一手观测数据。经一年多对调查资料、样品的系统整理、鉴定和分析研究,编写出本调查研究报告。

这次调查是在福建省科委直接领导下进行的。在这次调查过程中,省市各有关部门和各兄弟单位给予多方支持,中国科学院海洋研究所、南海海洋研究所在业务方面热情指导和帮助,保证了调查研究工作的顺利完成。

为了审查、评议和及时提供调查研究成果,1985年12月由福建省科委主持,在厦门召开了《台湾海峡中、北部海洋综合调查研究报告》评审会。应邀出席会议的有来自全国各地的有关科研、教学、生产和事业机构及新闻、出版等单位代表78人,其中海洋界高级研究人员36人。代表们在肯定成绩的同时,对《报告》提出了很多有益的意见,在本报告正式出版之际,谨向他们表示衷心的感谢。

由于时间匆促和水平所限,《报告》中错漏之处在所难免,请读者惠予指正。

课题负责人 郑执中

1986年5月

* 全书统稿郑执中,由吴丽云协助;调查队长阮五崎(正)、朱长寿(副);调查船长苏金担;参加编辑工作的有徐秉正、聂颂平、李焕珊、夏瑟如、陈映霞(以编辑章节为序);图件由中国科学院南海海洋研究所编辑室绘图组清绘。

目 录

序.....	v
前言.....	vi
绪论.....	1

海 洋 地 质

I. 海底地形和地貌特征.....	8
II. 沉积物粒度分布及沉积演变过程.....	22
III. 沉积物矿物特征.....	49
IV. 沉积物的地球化学.....	74

海 洋 水 文 气 象

V. 气象和气候.....	111
VI. 海洋水文特征.....	138

海 洋 物 理

VII. 海水光学衰减特性的初步分析.....	189
VIII. 声速场的结构和变化.....	199

海 洋 化 学

IX. 溶解氧的分布.....	209
X. 营养盐的分布.....	224

海 洋 生 物

XI. 叶绿素 <i>a</i> 的分布和初级生产力的估算.....	244
XII. 浮游生物的种类组成与数量分布.....	259
XIII. 底栖生物的分布与群落结构.....	305
XIV. 鱼卵和仔稚鱼的数量分布.....	326
XV. 沉积生物的组成与分布.....	340
讨论与结语.....	384
参考文献.....	389
英文摘要.....	392
附录: 台湾海峡中、北部生物名录.....	395
图版说明.....	417

A COMPREHENSIVE OCEANOGRAPHIC SURVEY OF THE CENTRAL AND NORTHERN PART OF THE TAIWAN STRAIT

Contents

Preface	v
Foreword	vi
Introduction	1

Marine Geology

I. Topography and Geomorphology of Sea Floor	8
II. Distribution of Sediment Grain-size and Variation of Sedimentary Processes	22
III. Mineralogy of Sediments	49
IV. Geochemistry of Sediments	74

Physical Oceanography and Meteorology

V. Meteorology and Climatology	111
VI. Physical Oceanographic Features	138

Marine Physics

VII. General Features of Distribution of Sea Water Optic Attenuation Coefficient	189
VIII. Structure and Variation of Acoustical Velocity Field	199

Marine Chemistry

IX. Distribution of Dissolved Oxygen	209
X. Distribution of Nutrient Salts	224

Marine Biology

XI. Distribution of Chlorophyll-a and Estimation on Primary Productivity ...	244
XII. Species Composition and Quantity Distribution of Plankton	259
XIII. Distribution and Community Structure of Benthos	305
XIV. Distribution of Fish Eggs and juveniles	326

XV. Composition and Distribution of Sedimentary Organisms	340
Discussion and Conclusion	384
References	389
Abstract	392
Appendix: A List of Marine Organism in the Central and Northern Part of the Taiwan Strait.....	395
Explanation of Plates	417

结 论

一、调查概况

(一) 调查船及其主要设备

此次海洋综合调查任务是由我所综合调查船“延平”号单船承担的。“延平”号是一艘排水量仅 720 t 的海洋调查船。船长 54.89 m, 吃水深度 3.7 m。主机功率 808 500 W, 副机三部, 每部 88 200 W。航速 10.5 kn, 续航力 30 天。导航设备主要有雷达两部(国产 751 型和英国 DECCA)、劳兰 A 定位仪、回声测深仪、电罗经等。船上配备有可供 28—30 名科学工作者生活和工作所必需的舱房和实验室, 可同时进行海洋水文气象、海洋地质、海洋物理、海洋化学和海洋生物的综合调查。船上安装有电动绞车, 用于采样和底栖拖网。

(二) 定 位

船位的精度关系到资料的代表性。本调查中船位的测定主要依靠雷达和劳兰 A 定位仪。但因台湾海峡海区的具体情况, 在雷达陆标测不到、劳兰 A 定位有困难时, 个别观测站的定位则结合船只性能和具体海况进行推算, 总的定位精度在《海洋调查规范》要求之内。

(三) 调查时间和范围

1. 调查时间

本调查自 1983 年 5 月开始, 至 1984 年 8 月结束, 共进行了 15 次航次。其中 1983 年 5 月至 1984 年 5 月进行了 13 个航次的大面综合观测, 1984 年 7—8 月分别进行连续观测和测深。总航程达 11 000 n mile。

2. 调查范围

本调查范围为 $24^{\circ}20'N$ — $26^{\circ}00'N$, $118^{\circ}40'E$ — $121^{\circ}00'E$, 调查水域面积约 26 000 km^2 , 其中设综合调查断面四条($26^{\circ}00'N$, $25^{\circ}30'N$, $25^{\circ}00'N$ 和 $24^{\circ}30'N$) 计 21 个综合观测站(其中连续观测站 4 个); 地质断面 15 条, 共计 134 个点, 其中 26 个垂直采样点(图 1), 测深断面 11 条(其中包括一条检查线), 见图 2。

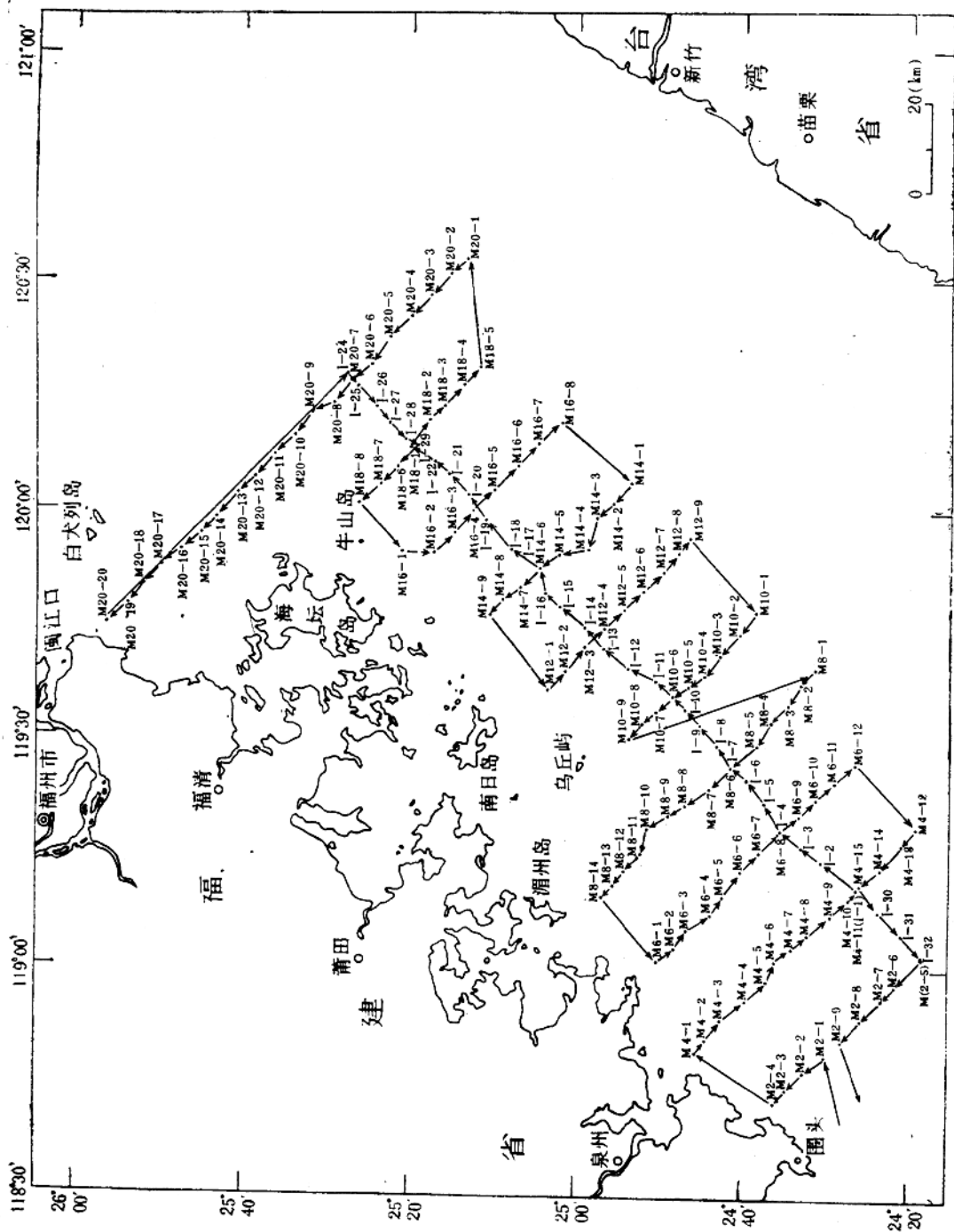


图2 调查海区水深测量航迹图

(四) 调查内容和方法

这次综合性的海洋调查,参加学科有海洋水文气象、海洋地质、海洋化学和海洋生物,并首次对台湾海峡海水光学性质进行了现场观测。参加海上调查的科技工作者达 202 人次,每个航次还有 10—12 名辅助工人参加海上现场操作。在周年的调查中,除地质取样站外,完成了 217 站次的大面综合观测,其中包括四个连续站的周日观测。

1. 水文气象

(1) 水温 全部水层测温均采用颠倒温度计。调查区水深均小于 100 m,水温观测分如下层次:表层,5 m 层,10 m 层,15 m 层,20 m 层,25 m 层,30 m 层,50 m 层,75 m 层和底层。

(2) 采水和盐度测定 采水所用的仪器主要是国产 QHM₁ 颠倒采水器(容量 1 L)以及有机玻璃采水器(容量 2 L)。按与水温观测相同的层次采集水样。盐度值部分采用沪产 WUS 型感应式盐度计测定(第 1 至第 6 航次用氯度滴定值换算)。

(3) 气象 调查期间气象要素的观测是使用 HZY-2 型数字气象仪观测气温、风速、风向等,用气压计测量气压,并记录了海上气象实况。

(4) 海流观测 用 HLJ1-1 型印刷式海流计测表层、10 m 层、20 m 层、30 m 层和底层海流流速和流向。施放人工漂流水母和漂流卡,分别定性观测底层流和表层流。

(5) 透明度 海水透明度系用直径为 30 cm 的白色透明度盘进行观测。

2. 海水光学

用中国科学院南海海洋研究所研制的 STD-1 型双光路补偿式海水透明度仪测定各水层海水光学衰减系数。

3. 海洋地质

(1) 采样与分析 用 0.1 m² 的蚌式采泥器采集海底沉积物表层样;用重力取样管和重力活塞取样管采集沉积物柱状样。对样品进行粒度分析、矿物分析和地球化学分析及部分柱状样¹⁴C 测年。

(2) 测深 用 SDH-6 型回声测深仪测量水深,自动记录海底地形。

4. 海洋化学

水样采集仪器和采集层次与盐度测定项目相同。海水化学要素分析原则上按《海洋调查规范》规定进行。溶解氧在固定后 2 小时左右用 Winkler 碘量法测定,氧饱和度引用 Richards 和 Corwin (1956) 计算公式,经 TRS-80 型电子计算机计算;硝酸盐含量用锌镉还原,重氮-偶氮比色法测定,活性磷、硅酸盐分别用磷钼蓝法和硅钼黄法测定,均用国产 LGC2-1 型船用分光光度计分析。

5. 海洋生物

(1) 浮游生物 分别用大、中、小三种标准浮游生物网^[3],按海洋调查规范的要求,

在各测站自底层至表层垂直拖网取样。每季度用中型网(附闭锁装置)分别在各断面进行垂直分层(10 m—表层、20 m—10 m、35 m—20 m、50 m—35 m、75 m—50 m、底层—75 m)取样。样品用5% 甲醛溶液固定。大网样品依湿重法用感量为0.01 g 扭力天平测定浮游动物生物量。用个体计数法计数各个种的数量。大部分浮游动物和鱼卵、仔稚鱼用大网样品计数;浮游植物则依据小网样品计数细胞个数。

(2) 底栖生物 定量采集是用0.1 m² 蚌式采泥器采集表层泥样,每站连续采二次合为一份样,用孔径0.1 cm 的套筛冲洗,收集底栖生物标本。定性拖网是采用1.5 m 宽的阿网和衍网,每站拖5 min,收集底栖生物标本。

(3) 沉积生物 水层中的浮游介形类、翼足类-异足类是用大网采得浮游生物样品,有孔虫和放射虫则分别用中网和小网采获的浮游生物样品进行定量计数的。放射虫标本的处理是按常规的重铬酸钾溶液浸蚀制片法进行的。上述各类沉积生物均按浮游生物个体计数法进行计数。

表层沉积物中的有孔虫、介形虫和翼虫类-异足类是用蚌式采泥器采得的表层沉积物样品经烘干,取50 g 干样,用100 目(孔径0.15 mm) 铜筛筛洗,再用四氯化碳浮选浓集,这三类沉积生物是用同一样品进行计数,浮选过的余样均经检查。另10 个柱状样仅进行了有孔虫分析。放射虫定量分析的沉积物样品是用孔径0.067 mm 铜筛筛洗,烘干称重,经用焦磷酸钠和过氧化氢处理后,加酸除去含钙质壳类和杂质,冲洗、沉淀后,挑出放射虫标本制片,进行鉴定计数。

有孔虫、介形虫、翼足类-异足类的图像均借助电子探针扫描,放射虫则用显微照像。

(4) 叶绿素及初级生产力 用有机玻璃采水器按表层、5 m、10 m、30 m 层和底层(离底面2 m) 采集5 L 左右水样,用混合纤维素脂滤膜(孔径0.80 nm) 减压过滤,滤膜3 次对折后放入装有硅胶干燥剂的带塞试管中,置于电冰箱(-5℃) 冷冻暗藏。返航后立即采用90% 丙酮溶液进行多次搅拌萃取,用751-G 型分光光度计测定叶绿素萃取液吸光值,再换算为叶绿素a, b, c 含量。

用黑白瓶测氧法测定海区同化系数,此项工作在连续测流时同时进行。

二、台湾海峡自然概况

(一) 台湾海峡地理位置

台湾海峡位于东海大陆架南部,与南海陆架相连,处于福建和台湾两省之间,自东北向西南伸展,是南海和东海的通道,属于纵向狭长型的海峡,素有“海上走廊”之称。它的北界从福建省的海坛岛到台湾省的富贵角,相距为172 km;南界从福建东山岛到台湾省最南端鹅銮鼻,宽约370 km,南北长约380 km,东西平均宽度约为190 km,最窄的地方(海坛到新竹)仅130 km。

(二) 台湾海峡地形

台湾海峡水较浅,绝大部水深不到100 m,水深在60 m 以浅的水域约占四分之三。

海底地形复杂。海峡东南部水深在 140—150 m 发生坡折,以 40‰—50‰ 的急坡进入南海海盆。澎湖水道构成了台湾海峡中最深的地段。位于台湾海峡东北的基隆水道,沿台湾海岸向东北深度增大,海底有许多宽阔且较低的海脊或者隆起,此外还有一些浅海槽。

调查海区的水深一般在 50—60 m 之间,等深线与岸线平行,呈北东走向。24°20'N—25°10'N 为一北东走向的狭长形盆地(乌丘盆地),南北长 190 km,东西宽 15—20 km,盆壁西陡东缓,盆深 75 m,最长达 81 m,盆南与澎湖水道相通,该盆地东侧呈现一宽为 45 km 的平缓台地,南与台中浅滩相接。25°00'N 以北、120°20'E 以东是一凹盆——台西盆地,南部宽约 60 km,向北延伸,可能与东海陆架及基隆水道相通,一般深为 70—80 m,最长达 100 m。在台中附近,有一东西走向浅滩,长达 100 km,宽为 18—25 km,水深一般小于 40—50 m,称为台中浅滩。此外,调查区海底尚有个别小隆起和凹陷。总之,台湾海峡海底地形是相当不规则的。

(三) 入海河流

从福建和台湾西岸入海的河流,每年有大量的淡水流入台湾海峡。福建省主要河流有闽江和九龙江,此外还有闽北岱江、交溪、霍童溪;闽中的木兰溪、大樟溪;闽南的晋江、九龙江等,历年平均年径流量约 $8.06 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。台湾有 19 条主要河流,其中有 15 条从台湾西海岸流入海峡,其年径流量达 $3.654 \times 10^9 \text{ m}^3$ 。入海径流对海峡的影响是不可忽略的,主要河流流量及输沙量如表所示。

福建沿岸及台湾西岸主要河流自然地理特点和人文特征

河流名称	水系长 (km)	干流长 (km)	流域面积 (km ²)	年平均流量 (m ³ ·s ⁻¹)	平均年径流量 (10 ⁹ m ³)	平均含沙量 (kg·m ⁻³)	平均年输沙量 (10 ⁴ t)
闽 江	6145	577	60806	1713	541	0.132	748.5
九 龙 江	1148	285	13600	187	118	0.180	222.8
晋 江	404.8	182	5629	163	51.3	0.39	200.0
交 溪	—	162	5549	129	40.6	—	61.5
霍 童 溪	—	126	2244	81	25	0.28	—
木 兰 溪	—	105	1732	30	10	—	27
台湾西岸 入海主要 河流	—	—	—	—	36.54	—	2930

(四) 台湾海峡气候特征

台湾海峡属亚热带季风气候区,季风基本上控制着整个海峡的气候。由于台湾海峡呈 NE-SW 走向,与海峡两岸山脉走向一致,因此,窄管效应十分明显。冬季由于受西伯利亚或蒙古冷气流的影响,盛行东北季风,平均风速大,大风日数多,盛行期长。夏季盛行西南季风,平均风速小,大风日数少。春季和秋季为季风交替季节。

台风是影响台湾海峡夏、秋季天气的重要因素。从5月到11月，特别是7—9月，台风经过海峡时，狂风和暴雨常造成严重灾害。

台湾海峡的气温、降水的区域差别比较大，充分体现了季风、地形和海洋暖水系的综合效应。气温是夏季高，冬季低。平均气温最冷月出现在1、2月，其中海峡东岸出现在1月，在14—20℃之间；西岸出现在2月，在8—14℃之间。最高气温东岸出现在7月，平均气温在28—30℃之间；西岸出现于8月，在27—28℃之间。调查海区月平均气温最低值9.6出现在2月；而月平均最高气温30.3℃出现在8月份。

降水主要集中在4—9月，一年之中出现二个高峰，一是夏季的6月，二是台风季节的8—9月。因受地形影响，降水量分布很不均匀，年平均降水量西岸为980—1400 mm，东岸为1500—1900 mm。

海洋地质

I. 海底地形和地貌特征*

一、调查区及两岸地质概况

台湾海峡是福建和台湾岛之间的一个水道,也是沟通东海和南海的通道。地质构造上位于南岭纬向构造带的东端,与新华夏构造体系组成联合弧的一个沉降带^[23]。是欧亚板块与太平洋板块碰撞时所产生的台湾岛弧与大陆山弧间的前陆盆地^{[1][52]}。因而它的地质发展过程与两岸,以及东海、南海的发展,都有着密切的关系。其构造格局、地层展布和地形轮廓,都与两岸一致,大都以 NE 走向为主。

(一) 海区地质调查概况

对台湾海峡的调查研究,较早的是 1929 年,矢部、田山著有《台湾海峡海底地形的研究》^[66]。1958—1960 年,国家科委海洋组全国海洋综合调查,在福建中部近海进行部分调查工作²⁾。1961 年,新野弘和 K. O. Emery 依据历年采自东海至南海的部分样品,并结合海图资料,编制了海底沉积物图,著有《东中国海和南中国海浅海部分的沉积》^[71],认为台湾海峡中部砂粒级碎屑可能是残留的更新世沉积。

1961—1964 年,中国科学院华东海洋研究所和福建省科委海洋组协作,对福建海岸带水下岸坡区进行沉积物和地形调查³⁾。

1966 年台湾省中国石油公司重力队对澎湖列岛一带进行重力观测。并进行钻探^[73]。

1968 年春,美国海军海洋局在台湾岛西、南部近海进行航磁普查^[72]。10—11 月又同联合国亚洲与远东经济委员会用“亨特”号调查船对东、黄海进行地球物理调查,在台湾海峡东段进行过二条连续地震反射和地磁剖面测量^[81]。

1968—1969 年,台湾水产试验所“海宪”号在台湾西北近海和澎湖列岛进行底质调查^[69]。

1973 年,台湾大学海洋研究所调查船“九连”号对海峡东段进行地震、地磁、地形和底质调查^[67]。同年美“奥迪考 4”号船在海峡东段,24°28'N, 120°13'E 和 24°46'N, 120°49'E 两处进行钻探,发现有油气显示。海峡东段共钻了八个孔^[64]。

1975 年,福建省水产研究所与科学院海洋研究所协作,对闽南-台湾浅滩渔场进行地

* 参加本项工作的主要人员有骆惠仲、杨顺良等。

1) 前陆盆地是邻近陆缘的弧后地区,其下为大陆型地壳是陆缘的延伸部分,虽然被浅海所盖,但仍具有挤压特征。

2) 国家科委海洋组海洋综合调查办公室,1973,全国海洋综合调查图集,第八册。

3) 中国科学院华东海洋研究所等,1965,福建省海岸带(中段、南段)地质地貌调查报告。

形及底质调查¹⁾。北界为 24°00'N, 东界为 118°30'E。

1977 年, 国家海洋局第二海洋研究所在收集海图及以上资料基础上, 编制台湾海峡地形、底质图^[53]。

总之, 台湾海峡仅在东段进行过不同程度的调查研究, 而西段除水下岸坡及台湾浅滩外, 几乎空白(图 1.1)。

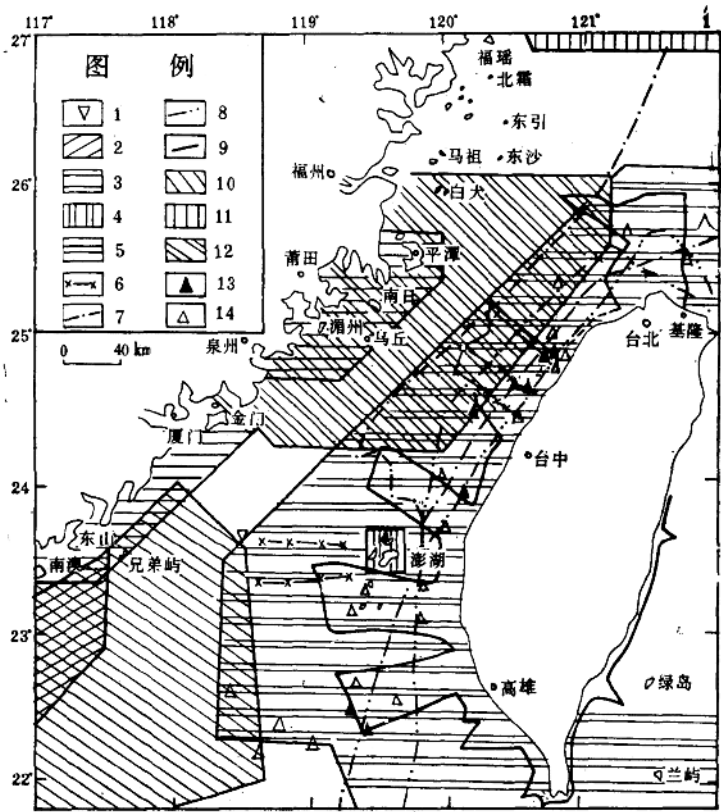


图 1.1 台湾海峡调查范围图

1. 1961 年前 Emery 等取样站位; 2. 1959—1960 年南海调查范围; 3. 1961—1964 年福建省海岸带调查范围; 4. 1966 年澎湖重力调查范围; 5. 1968 年美军台湾近海航空磁测范围; 6. 1968 年台湾“海究”号取样站位; 7. 1970 年美“亨特”号地球物理调查航迹; 8. 1973 年台湾“九连”号地球物理调查航迹; 9. 1973 年台湾“九连”号调查航迹; 10. 1975 年闽南-台湾浅滩渔场调查范围; 11. 1975—1979 年东海调查范围; 12. 1983—1984 年福建海洋所调查范围; 13. 有油气显示钻井位置; 14. 无油气显示钻井位置

(二) 海峡两岸地质概况

海峡西岸的福建省, 属新华夏构造体系第二隆起带^[23], 又称福建-岭南地块^[80]。在沿

1) 闽南渔场海洋鱼类资源调查队, 1980, 闽南-台湾浅滩鱼类资源调查报告, 上册。