

太平洋地质科学调查

(一)

地质矿产部广州海洋地质调查局 著



地质出版社

太平洋地质科学调查

(一)

地质矿产部广州海洋地质调查局 著

地质出版社

内 容 简 介

本书是地质矿产部“海洋四号”科学调查船首航太平洋进行地质科学调查的成果。书中详细阐述了太平洋深海沉积物的地球化学特点、微体古生物的分布、古地磁测量结果和表层沉积物的力学性质。对大洋多金属结核的特征、分类、产状与分布、内部构造、矿物组成、化学成分、形成年代及生长速率等也进行了较详细的论述。此外，还介绍了测区重力场的变化特征，地磁场的变化趋势和沉积层的反射特征等。

本书可供从事一般地质工作，特别是海洋地质，矿产地质的专业工作者及有关院校师生参考。

太平洋地质科学调查

(一)

地质矿产部广州海洋地质调查局 著

责任编辑：杨珊珊

地质出版社出版发行

(北京和平里)

同兴印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：10.625 铜版图6页 字数：280000

1990年12月北京第一版·1990年12月北京第一次印刷

印数：1—860册 定价：6.70元

ISBN7-116-00751-2/P·637

前 言

海洋地质学属于地球科学的范畴,它是海洋科学中的一个独立学科。近20年来,由于深海钻探、测深等新技术、新方法的采用,使海洋地质学得到了迅速的发展。而海洋地质、地球物理调查所获得的成就,板块构造学说的提出,又促使地球科学的发展进入了一个崭新的阶段。目前,地球科学工作者开始将大陆和海洋作为一个整体来研究,有关计划的实施必将再次推动地球科学的发展。

海洋地质学的发展,不仅有重要的科学意义而且还有巨大的经济意义。在滨海、近海已大规模地开发石油、天然气和固体矿产,而深海洋底蕴藏的大量矿产也成为各国进行勘察和开采的目标。

1872—1876年间,英国“挑战者”号作环球考察时,首次在大西洋发现了多金属结核。这一历史性的发现在很长时期内没有引起人们的重视,直到本世纪60年代,随着陆地金属矿产的迅速消耗,人们才把注意力转向海洋。据J.L.梅罗估算,整个太平洋约有多金属结核 $1.7 \times 10^{12}t$,而且每年还以6Mt的增长速率形成新的结核。70年代以来,美、英、苏、法、日和原联邦德国等经济发达国家,在对各大洋进行科学和资源调查的基础上,重点对中东太平洋进行了有计划地大规模调查。通过这些调查不但发现了多金属结核富矿区,还发现了富钴锰结壳、多金属软泥、块状硫化矿床等一些新的深海矿产资源。随着调查方法和技术的日臻先进,有些国家已开始了试验性的开采,对富钴锰结壳等资源的调查方兴未艾。

1969年,联合国大会通过宣言,宣布海床、洋底及其资源是人类共同继承的财产。1982年,联合国第三次海洋法大会通过了《海洋法公约》,建立了国际海底采矿登记制度。现在已有一些国家向联合国国际海底管理局和国际海洋法法定筹备委员会提出勘察和开采的申请和登记。

80年代,我国开始涉足大洋地质科学调查。地质矿产部大洋地质科学调查“七五”计划由南海地质调查指挥部[●]实施。大洋地质科学调查的指导思想是“加速大洋资源调查,维护我国在国际海底的权益”。目标任务是寻找以多金属结核为主的洋底矿产,争取在1990年前提供 $15 \times 10^4 km^2$ 面积的富矿区;搜集有关地质地球物理资料,研究太平洋中部多金属结核分布规律和形成环境。海上调查工作从1986年11月至1989年12月,分四个航次(代号为HY4-861、871、881、891)完成。前两个航次的主要任务是寻找具有进一步工作前景的多金属结核远景区,后两个航次则是在已圈定远景区的基础上进行加密测站,延伸扩展评价区范围,以达到完成提供富矿区面积的计划。这是地质矿产部系统首次在深海远洋进行以探查多金属结核为主要目标的地质-地球物理综合调查,它标志着我国海洋地质工作进入一个新时期。

这次太平洋以多金属结核调查为主要目标的系统科学调查,其成果以航次调查所获得

● 1989年5月改名为地质矿产部广州海洋地质调查局

的资料为基础, 结合调查海区及任务, 分三册编写出版, 本书为第一册。

本书共分八章。参加编写者(按章节顺序)有: 王光宇、梁德华、张国祯、罗三民、滕云业、鲍才旺、张朝生、李平平、庄胜国、王一如、刘方晓、许东禹、黄永祥、葛同明、牛作民、李晓光、陈玄武。最后由梁德华统稿。

参加本书部分资料整理的还有张伯普、王公念、曹瑛、许康里、柯永清和郑世培。图件清绘由第二海洋地质调查大队成果出版室承担。室内资料的处理和样品的化验分析, 主要由第二海洋地质调查大队的计算站、实验室、测量队承担, 并得到了中国地质科学院地质研究所、地质矿产部青岛海洋地质研究所、国家海洋局第二海洋研究所、北京矿冶研究总院、黑龙江省地质矿产局、广东省地质矿产局实验室等有关单位的协作, 而且还得到了86080研究项目的有关单位的大力支持。在此一并致谢。

大洋地质科学调查(HY4-861航次)(一)从编写到审定一直得到张瑞翔同志的关怀与指导, 编审中惊悉他猝然病逝, 无限悲痛。仅以此书的圆满完成寄托我们对张瑞翔同志的崇敬和哀思。

由于大洋地质及矿产资源勘查是一项全新的工作, 加之水平有限, 错误疏漏之处在所难免, 尚祈读者不吝指正。

目 录

第一章 概况	1
一、概述.....	1
二、测区水文气象要素特征.....	4
三、任务完成情况.....	8
主要参考文献.....	9
第二章 导航及定位	10
一、5000型综合卫星导航系统.....	10
二、定位误差估计.....	11
三、取样器海底着落点的估计.....	15
主要参考文献.....	16
第三章 调查方法	17
一、地质调查.....	17
二、综合地球物理调查.....	19
三、现场分析测试.....	20
主要参考文献.....	23
第四章 海底地形	24
一、东北霍因豪斯海山区 (I 区).....	24
二、东南麦哲伦海山区 (II 区).....	24
三、西南海山海丘区 (III 区).....	24
四、中央深水盆地区 (IV 区).....	27
主要参考文献.....	29
第五章 地球物理调查成果	30
一、重力调查.....	30
二、地磁调查.....	35
三、地震反射剖面调查.....	39
主要参考文献.....	47
第六章 沉积物	48
一、表层沉积物.....	48
二、柱状沉积物.....	56
三、沉积物的地球化学特征.....	64
四、微体古生物.....	74
五、古地磁测量.....	85
六、工程地质性质.....	90
主要参考文献.....	97

第七章 多金属结核	101
一、概述	101
二、外部特征及分类	101
三、产状和分布	106
四、内部构造	107
五、矿物特征	108
六、化学成分	113
七、生长速率与时代	128
八、丰度	136
九、冶炼探索试验结果	143
主要参考文献	145
第八章 结论	148
英文摘要	151
图版说明及图版	161

第一章 概 况

测区位于中太平洋海盆西北部 (图1—1), 西濒马绍尔群岛, 北界中太平洋海山, 东南

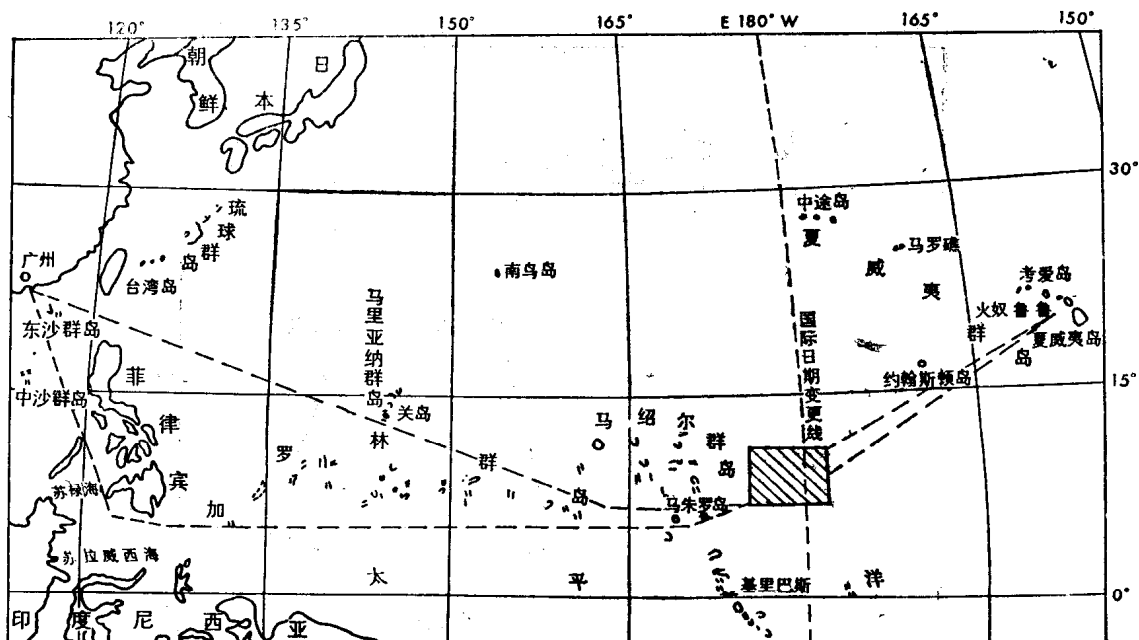


图 1—1 测区位置图

临近麦哲伦海岭。调查海域范围为, $7^{\circ}\text{--}12^{\circ}\text{N}$, $176^{\circ}\text{E--}178^{\circ}\text{W}$, 约 $35 \times 10^4 \text{km}^2$ 。测区西南端距马绍尔共和国首府——马朱罗岛约 370km, 东北端离夏威夷火奴鲁鲁港约 2330km。测区离广州, 北航线约 6666km, 南航线约 8148km。

一、概 述

1986年11月30日, “海洋四号”离开广州新港码头, 斜穿南海中央海盆, 取道民都洛海峡, 经苏禄海和苏格威西海, 向东驶进太平洋, 于12月18日抵达测区。在测区作业了两天, 由于海况恶劣, 被迫提前驶进马朱罗港补给。在该港停靠 5 天后, 于12月29日离港航渡到测区。尽管海况仍不理想, 但是为了抢时间, 克服了种种困难, 在测区内连续工作了 25 天。1987年1月22日重返马朱罗港, 进行检修和第二次补给。2月1日再次到工区继续作业了 6 天, 至2月7日, 基本完成了测区的调查计划。2月8日离开测区, 历经 5 天于 2月13日抵夏威夷火奴鲁鲁港。至此HY4-861航次海上调查作业基本结束。

本航次总航行距离11231.7n mile, 共历时1204h。航渡中采用KSS-5型海洋重力仪和雷声12KHz万米测深仪分别进行了重力、测深调查。

测区内测线和测站的间距一般为 60×60 n mile, 但在西南海山区, 由于多金属结核丰度较高, 局部加密到 30×30 n mile, 甚至更密些(图1—2)。测站的定点测量主要是地质采样, 每个测站投放采样器2—3种, 测站和测站之间一般均做地球物理(包括重力、测深、多频探测、磁力和单道地震等)测量(图1—2)。

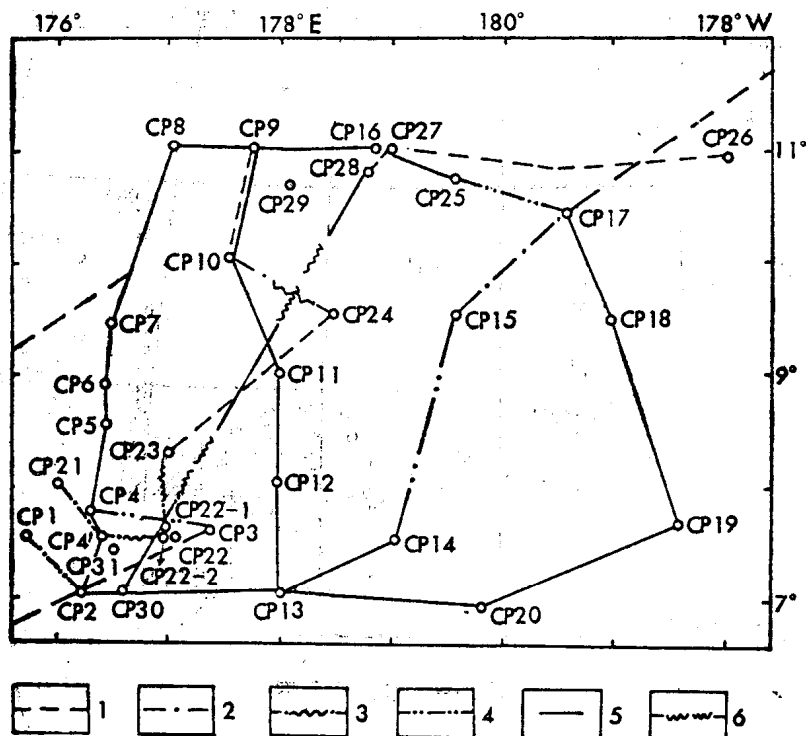


图 1—2 测区地球物理测线分布图

1—同时进行重力、测深的测线；2—同时进行重力、测深、多频探测的测线；3—同时进行重力、测深、多频探测、单道地震的测线；4—同时进行重力、测深、多频探测、磁力的测线；5—同时进行重力、测深、多频、单道地震、磁力的测线；6—同时进行重力、测深、多道地震的测线

整个航次日程进度, 详见表1—1。

表 1—1 HY4-861航次调查日程进度

日 期	天 气	航行时间 (h)	航 程 (n mile)	说 明
1986年11月30日	晴	2.0	18.5	离广州新港, 航渡到沙角
12月1日	阴			沙角锚地抛锚
12月2日	阴	3.5	48.0	沙角航渡到桂山岛
12月3日	雨			桂山锚地抛锚
12月4日	晴			桂山锚地抛锚
12月5日	晴	15.5	271.3	带照相机自返抓斗试验, 启航和重力、测深调查

续表1—1

日 期	天 气	航行时间 (h)	航 程 (n mile)	说 明
12月6日	晴	24.0	352.7	重力、测深调查
12月7日	晴	24.0	300.2	重力、测深调查
12月8日	晴	24.0	385.0	重力、测深调查
12月9日	晴	24.0	395.3	重力、测深调查
12月10日	晴	24.0	346.4	重力、测深调查
12月11日	晴	24.0	381.7	重力、测深调查
12月12日	晴	24.0	361.8	重力、测深调查
12月13日	晴	24.0	312.9	重力、测深调查
12月14日	晴	24.0	383.2	重力、测深调查
12月15日	阴有雨	24.0	380.9	重力、测深调查
12月16日	阴有雨	24.0	385.5	重力、测深调查
12月17日	雨	24.0	312.8	重力、测深调查
12月18日	阴	24.0	229.2	重力、测深、多频探测、磁力调查和取样(CP3)
12月19日	阴有雨	24.0	57.4	重力、测深、多频探测、磁力调查和取样(CP4)
12月20日	雨	24.0	287.5	重力、测深调查
12月21日	阴	24.0	46.3	马朱罗岛外漂泊
12月22日	阴	3.0	80.9	从马朱罗岛外航渡到港内抛锚
12月23日	晴	1.0	2.0	停靠马朱罗码头
12月24日	晴			停靠马朱罗码头
12月25日	晴			停靠马朱罗码头
12月26日	阴有雨			停靠马朱罗码头
12月27日	阴有雨			停靠马朱罗码头
12月28日	阴有雨			停靠马朱罗码头
12月29日	晴	4.0	73.7	从马朱罗到测区, 进行重力测深调查
12月30日	少云到多云	24.0	262.7	重力、测深调查和取样(CP1)
12月31日	多云	24.0	78.7	重力、测深、多频探测、磁力调查和取样(CP1)
1978年元月1日	晴	24.0	71.8	重力、测深、多频探测、磁力调查和取样(CP2)
元月2日	阴有阵雨	24.0	97.6	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP5、CP6)
元月3日	晴到少云	24.0	95.4	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP7)
元月4日	阴有雨	24.0	297.9	重力、测深调查
元月5日	阴	2.5	101.0	航渡进马朱罗港
元月6日	雨			马朱罗港内抛锚, 排除螺旋桨缠钢缆故障
元月7日	阴有雨	10.0	106.5	航渡去测区
元月8日	阴	24.0	287.3	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查
元月9日	晴	24.0	113.2	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP8)
元月10日	多云	24.0	116.8	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP9)
元月11日	多云	24.0	82.0	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP11)
元月12日	阴	24.0	110.2	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP12)
元月13日	阴	24.0	65.4	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP13)
元月14日	阴	24.0	112.6	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP14)
元月15日	阴	24.0	125.8	重力、测深、多频探测、磁力调查和取样(CP15)
元月16日	阴到多云	24.0	107.2	重力、测深、多频探测、单道地震调查和取样(CP17)
元月17日	多云到少云	24.0	100.3	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP18)
元月18日	多云到阴	24.0	115.5	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP19)
元月19日	少云到阴	24.0	115.2	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP20)
元月20日	阴	24.0	141.0	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查

续表1—1

日 期	天 气	航行时间 (h)	航 程 (n mile)	说 明
元月21日	阴	24.0	238.0	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查
元月22日	晴	13.0	234.0	航渡去马朱罗
元月23日	晴	13.0	234.0	马朱罗港内抛锚检修
元月24日	晴			马朱罗港内抛锚检修
元月25日	晴			马朱罗港内抛锚检修
元月26日	晴			马朱罗港内抛锚检修
元月27日	晴	0.5	2.0	停靠马朱罗码头补给
元月28日	晴			停靠马朱罗码头补给
元月29日	晴			停靠马朱罗码头补给
元月30日	晴			停靠马朱罗码头补给
元月31日	晴			停靠马朱罗码头补给
2月1日	晴	12.0	204.9	航渡去测区
2月2日	晴	24.0	191.5	航渡和多道地震试验
2月3日	阴	24.0	95.9	重力、测深、多频探测调查和取样(CP22)
2月4日	少云到多云	24.0	76.6	重力、测深、多频探测、单道地震调查和取样(CP23)
2月5日	多云	24.0	181.5	重力、测深调查和取样(CP24)
2月6日	多云到少云	24.0	149.9	重力、测深、多频探测、单道地震调查和取样(CP10)
2月7日	少云	24.0	92.2	重力、测深、多频探测、磁力、单道地震调查和取样(CP16)
2月7日	晴	24.0	264.4	重力、测深、多频探测调查
2月8日	晴	24.0	384.1	向夏威夷航渡, 重力、测深调查
2月9日	晴	24.0	394.7	重力、测深调查
2月10日	晴	24.0	337.9	重力、测深调查和取样(J5)
2月11日	晴	23.0	222.3	重力、测深调查
2月12日	阴	5.0	60.3	漂泊和航渡
2月13日	雨	3.5	33.7	进火奴鲁鲁港

• 2月7日前为东半球日期,以后为西半球日期

二、测区水文气象要素特征

测区位于中太平洋西北部,地处赤道附近热带区。由于纬度低,太阳的直射较强,区内终年气温高、湿度大、云量多,而且又受附近岛屿的热辐射影响,造成低压频繁出现。调查时间是12月、1月和2月份,正值北半球冬季,冷空气活动频繁,测区处于北太平洋副热带高压边缘,出现稳定的,较大的东北季风。这里所阐述的水文气象要素特征仅是依据调查期间(1月1—21日及2月1—8日)所观测和收集到的资料归纳而成的。

(一) 气压

调查期间,测区平均海平面气压约为101.09kPa。1月份为101.08kPa,2月份为101.09kPa,2月份比1月份略高(表1—2)。气压的日变化趋势与陆地一样,呈现出两高两低的变化规律(图1—3),一日当中,最高气压出现在09时(指当地时间,下同)左右。气压平均日较差在300Pa以内。

(二) 风

由于北太平洋副热带高压稳定地控制整个热带海区,测区的风向较为稳定,东北风向

表 1—2 日平均气压统计表

单位: 10^{-2}kPa

日 均 气 压 月 份	日 期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	平 均
1		098	099	106	098	097	099	094	104	135	128	115	106	099	110	125	115	110	114	106	106	104	108
2		099	096	107	098	116	125	112	116														

注: 表中日均气压值省略百位和十位, 如1月份平均值108实际应为101.08kPa。

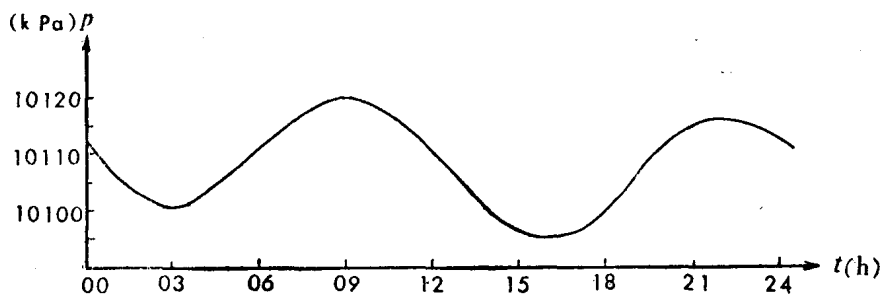


图 1—3 日平均气压变化曲线

(包括偏东风向) 占绝对优势。其频率1月占82%, 2月占77% (表1—3)。除了风向稳定外, 风速变化也不大, 一般为5至6级。1、2月份, 出现5级及5级以上的分别为79%、67%, 但5级出现的频数较高 (表1—4)。

表 1—3 风向、频率统计表

次 数 频 率 月 份	风 向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	次数		108	22	1				
	频率(%)		82	17	1				
2	次数	1	32	9					
	频率(%)	2	77	21					

表 1—4 风力等级、频数统计表

次 数 频 数 月 份	风 力	1	2	3	4	5	6	7	8
1	次 数			4	23	55	49		
	频率(%)			3	18	42	37		
2	次 数				9	28	5		
	频率(%)				21	67	12		

(三) 气温

测区平均气温在27.0°C左右。1月份为27.1°C，2月份为26.8°C（表1—5）。日气温变化，最高气温出现在午后，最低气温在日出前。平均日较差小于1°C。作业期间，气温变化有时会在短时间内变化数度，这种情况一般都发生在强大的阵性降雨后，特别在傍晚更为明显。

表 1—5 日平均气温统计表

单位: °C

气 温 月 份	日 期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		27.3	27.3	27.0	27.8	27.0	25.8	26.8	27.0	26.9	27.3	27.1
2		27.6	27.8	26.7	27.1	26.6	26.4	26.4	26.7			
气 温 月 份	日 期	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	平 均
1		27.6	27.9	27.4	27.1	28.3	26.9	26.9	27.5	27.5	27.2	27.1
2												26.8

(四) 湿度

调查期间，测区平均绝对湿度为27.7m bar。1月份为27.8mbar，2月份为27.6mbar，月平均绝对湿度相差很小（表1—6）。相对湿度较陆地高得多，1、2月份都为80%。1月份日平均最高相对湿度为91%，平均最低相对湿度为74%，2月份分别为89%与74%。平均日变化在10%左右（表1—7）。

表 1—6 日平均绝对湿度统计表

单位: mbar

绝 对 湿 度 月 份	日 期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		29.0	30.6	30.3	28.4	31.6	30.4	31.2	28.9	27.7	28.7	29.1
2		30.2	30.2	31.2	28.8	27.6	25.9	25.6	25.6			
绝 对 湿 度 月 份	日 期	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	平 均
1		28.0	27.9	28.7	26.3	25.2	27.5	27.6	28.4	29.4	30.2	27.8
2												27.6

(五) 云与降水

调查期间，测区以多云、阴天的天气居多（1月为85%，2月为62%）。在多云、阴天的天气中，为低云所覆盖的1月有37次，占86%，2月占76%（表1—8），云量变化比较

表 1—7 日平均相对湿度统计表

单位: %

相对 湿度 月 份	日 期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		80	84	85	79	89	91	84	81	78	79	81
2		82	81	89	80	79	75	74	78			
相对 湿度 月 份	日 期	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	平 均
1		76	74	79	74	74	77	78	77	80	83	80
2												

快,有时可在瞬间从少云转变为多云或阴天天气,反之亦然。通常早上云量较多,午后稍少,傍晚的云量逐渐增多。很少出现晴朗无云的情况,至少也浮有积云。云状一般以积云、层积云、高积云为主。

测区的降水具有阵性和频繁的特征。1月份21天的观测中,有22次阵性降水,在2月份的8天中有4次降水。

表 1—8 总云量、低云量频率统计表

总云量 次数 月 份	低云量 频率	9—10	5—8	1—4	<1
1	次数	33/28	10/9	8/5	0/8
	频率(%)	65/56	20/18	15/10	0/16
2	次数	11/8	10/8	9/12	2/4
	频率(%)	34/25	31/25	29/38	6/12

(六) 能见度

一般来说,海上能见度较好。即使出现多云或阴天天气,能见度也常达到50km或50km以上。在降水期间,能见度较低,特别在强大的阵性降水时,能见度甚至可降低至200m左右,但雨后,能见度又很快转好。

(七) 风浪与涌浪

1. 风浪

风浪的波向基本与风向一致。主要在东北至偏东之间,风浪浪高随风力的大小而变化。1月份风较大,风浪也大,以1—2m的浪高为主。(占76%);2月份以浪高在1m及1m以下的轻浪占优势(75%)(表1—9)。

表 1—9 风浪高度、频率统计表

次数 月份	风浪高 频率 (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
1	次数	7	18	32	11	13			
	频率(%)	9	22	40	14	15			
2	次数	10	13	5	1	2			
	频率(%)	32	43	16	3	6			

2. 涌浪

冬季, 由于东北季风长时间劲吹, 促使测区出现长周期涌浪增强且方向不变的情况。据统计, 1、2 月份都是 2 m 以上的大涌, 1 月份 3 m 及 3 m 以上的可占 68%, 其中、4 m 及 4 m 以上的占 29%; 2 月份 3 m 及 3 m 以上的涌浪占 26%, 而 4 m 及 4 m 以上的没有出现 (表 1—10)。1、2 月份涌浪浪向都是东北向 (包括偏东方向) (表 1—11)。

表 1—10 涌浪高度、频率统计表

次数 月份	涌高 频率 (m)	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5
1	次数		6	20	17	15	18	6	
	频率(%)		7	25	21	18	22	7	
2	次数		6	17	4	4			
	频率(%)		19	55	13	13			

表 1—11 涌向、频率统计表

次数 月份	涌向 频率	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	次数		81	1					
	频率(%)		99	1					
2	次数		31						
	频率(%)		1						

三、任务完成情况

这次调查全面超额完成了本航次设计书所规定的各项地质-地球物理调查和现场观察、测试任务。详见表 1—12 和表 1—13。

表 1—12 地质、地球物理工作量统计

项 目		完成工作量	项 目		完成工作量(km)
地 质 调 查	测 站 (个)	35	地 球 物 理 调 查	重力调查 (测区)	5468
	抓泥斗和箱式采样 (次)	12		重力调查 (航渡)	11843
	重力取芯 (次)	2		地形调查 (测深) (测区)	5468
	重力活塞取芯 (次)	2		地形调查 (测深) (航渡)	11843
	拖 网 (次)	9		磁力梯度调查	2853
	自返抓斗采样 (次)	33		多频深测调查	2767
	自返重力取芯 (次)	3		单道地震调查	2604
	采到结核 (kg)	358.5		多道地震调查	460
	采到柱状样 (m)	11.05		浅地层剖面调查	2858
	表层沉积样 (kg)	85.6		声纳浮标调查*	2 (个)
	水 样 (个)	28			

* 试验性调查, 资料未经解释。

表 1—13 现场观察测试工作量统计表

X荧光分析样品数 (个)	44	氯 度	20
X荧光分析次数 (次)	264	盐 度	20
X荧光分析元素比值参数 (个)	616	碱 度	20
简易化学分析 (个)		温 度	20
ph值	31	间隙水	9
Eh值	31	气象观测	
溶解氧	19	海面观测 (次)	406
饱和度	19	获得数据 (组)	6496
磷酸盐	18	发布天气预报 (次)	186
硅酸盐	18	接收气象传真图 (张)	2000
Fe ³⁺ /Fe ²⁺	35		

主要参考文献

- 国家海洋局, 1972, 海洋水文图集 (太平洋北部), 海洋出版社, p.3-36.
- 穆罗姆采夫, 1958, 太平洋水文的基本特征, 科学出版社, p.199-212.
- Tomoyuki Moritani, Koji Onodera, Keiji Handa, Takemi Ishihara, Yasumasa Kino-shita, Kiyokazu Nishimura, Taiauke Suzuki, Katsuya Tsurusaki and Makoto Yuasa, 1981, Outline of the GH78-1 Cruise and its results, Geol. Surv. Japan Cruise Rept., p.1-24,

第二章 导航及定位

本航次采用的5000型综合卫星导航系统，是在MX200B型综合卫星导航系统的基础上研制出来的新型综合卫星导航测量系统。它适用于海上导航、调查测量定位和系统控制以及记录各种野外工作数据。

一、5000型综合卫星导航系统

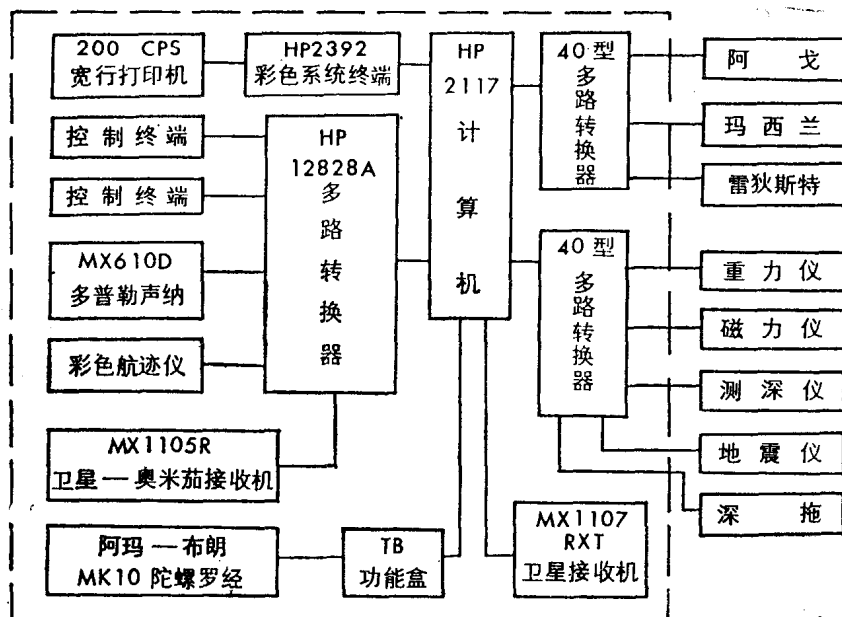


图 2—1 5000型综合卫星导航系统方框图
(虚线范围内为系统主要设备)

图 2—1 是5000型综合卫星导航系统的方框图。该系统的主要设备及功能是：

MX1107 RXT双频道卫星接收机：接收两个频率的卫星信息，通过对比计算，较准确地定出卫星过顶时的船位。

MX1105R卫星-奥米茄接收机：作为定位的辅助设备，其精度低于MX1107RXT双频道卫星接收机，但稳定可靠，可以用来鉴别MX1107RXT工作是否正常，当双频道卫星接收机发生故障时，可以保证该系统继续工作。

MX610D多普勒声纳：实时提供船的航行速度数据，供系统推算两次卫星更新期间