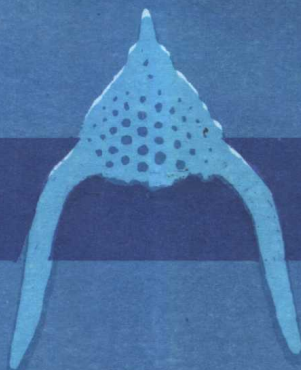
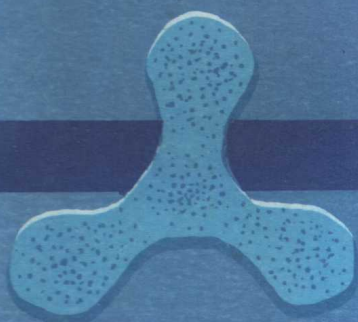




成都地质矿产研究所

肖永林 赵济湘 张连英 徐金沙 著

太平洋中部 硅质沉积



西南交通大学出版社

太平洋中部硅质沉积

THE SILICEOUS SEDIMENTS IN CENTRAL PACIFIC

成都地质矿产研究所

肖永林 赵济湘 著
张连英 徐金沙

西南交通大学出版社

内容提要

本书是一本研究深海硅质沉积物的基础理论著作。书中系统地介绍了太平洋中部(赤道北太平洋)硅质沉积物的沉积学、生物学、矿物学、地球化学特征。文中阐述了硅质沉积物类型、沉积单元、沉积速率,沉积物的生物组合、矿物组合、宇宙球粒和硅质沉积物的化学组成及稀土元素、微量元素地球化学特征;探讨了硅质沉积作用的特点及其与多金属结核生成的关系。

本书适合从事海洋地质、区域地质、沉积地质学的教学、生产和科研人员参考和使用。

太平洋中部硅质沉积

肖永林 赵济湘 张连英 徐金沙 著

★

西南交通大学出版社出版发行

(四川 成都市)

四川省新华书店经销

成都电脑激光印书公司印刷

★

开本:787×1092 1/16 印张:7.375

字数:168千字 插页:24 印数:1—1000册

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

ISBN 7-81022-208-2/P005

定价:5.00元

序

地球表面71%为海洋覆盖。沉积岩中海相成因的部分也占71%左右。大量的矿产资源都与海洋环境或在其中发育、形成的沉积体有关。这些充分说明了研究、认识海洋中各种地质作用、成矿作用及其历史演变的重要性。近四十多年来,由于在海洋调查中的一系列新技术、新方法的运用,获得了许多惊人的令人耳目一新的成果,促进了地球科学基本理论和观念的革命性发展。在沉积学方面也是如此。人们普遍接受这一看法,即要认识地球,必须认识海洋。

我国在海洋地质以及海洋矿产资源研究方面起步比较晚。近十年来,国家海洋局和地质矿产部对太平洋地质和资源的调查投入了大量力量,从1986—1988年,地质矿产部派出《海洋四号》考察船远航到太平洋中部(赤道北太平洋),对两个多金属结核远景区进行了3个航次的综合地质调查和海底取样,获得了丰富的大洋地质、地球物理资料和各种样品,在了解和认识大洋地质,特别是大洋沉积作用和成矿作用方面迈出了可喜的一步。

这本书是肖永林等同志研究了《海洋四号》船取自太平洋中部(赤道北太平洋)4900m深度以下的部分硅质沉积物后的总结。作者采用了先进的测试方法和合理的技术措施,取得了可靠的第一手材料,同时参考了国内、外大量文献,比较系统、全面和深入地分析了低纬度大洋硅质沉积物及其沉积作用的特征。

书中介绍了大洋硅质沉积物形成的海洋学和海洋地质学背景资料;讨论了硅质沉积物的结构、构造,划分了沉积类型;通过对生物及其他物质组分和矿物包裹体测温的研究,确定了基本物源;指出了洋底存在着不同地质时期沉积单元的表层沉积物,研究区部分洋底有沉积间断;通过对沉积物多种元素分析研究,系统提供了大洋硅质沉积物中常量、微量元素,特别是稀土元素的地球化学特征;同时对大洋沉积物中的自生矿物(微结核和沸石等)和微量的宇宙源物质成分、成因也作了细致的研究和报道。

在此基础上,作者得出了以下一些认识和结论:一、研究区大洋底为普遍的氧化沉积环境;二、中太平洋方解石补偿深度(CCD)相对很深,而CP区又远深于CC区,CCD既控制了沉积相带(或类型)的分布,又影响了沉积速率;三、大洋硅质沉积物具有十分缓慢的堆积速率,而且在时、空上都具有不连续性;四、南极底水团(AABW)北流形成的南极底层流对硅质沉积物的沉积作用和多金属结核的形成与富集有着深刻的影响;五、中太平洋硅质沉积物分布区的沉积环境提供了有利于多金属结核形成、富集和保存的基本条件,因而成为最有远景的区域之一。

总之,这本书涉及了现代大洋沉积和成矿作用方面很有意义的重要问题,具有一定开创性。特别是在我国大洋深海沉积的研究尚属起步阶段,肖永林等同志的成果的出版,无疑可作为我国沉积学工作者通过自身的实践来认识大洋沉积作用的良好开端,并为大陆上古代大洋硅质沉积物的认识和鉴别提供了可靠的现代类比物和参考资料。同时,它也是我国一项填补学术空白的成果。从这些方面来说,这本书有明显的理论意义和科学价值,是一份有用的参考文献。值此该书付梓之际,仅为序,以表祝贺之忱。

刘宝瑞

一九九〇年七月

目 录

前 言	1
第一章 研究区概况	3
一、研究区位置和取样站位	3
二、影响研究区沉积作用的水体要素	4
三、研究区地形和地质概况	7
第二章 硅质沉积物特征概述	11
一、硅质沉积物类型和沉积单元	11
二、硅质沉积物的粒级组成和来源	15
三、沉积速率	17
第三章 硅质沉积物的生物组合	19
一、生物遗体种类和数量	19
二、硅质沉积物中的放射虫和硅藻	19
三、硅质沉积物中的碳酸钙质生物遗体	24
四、硅质沉积物生物组合的地质意义	25
第四章 硅质沉积物的矿物组合	26
一、碎屑矿物	26
二、粘土矿物	32
三、自生矿物	36
第五章 硅质沉积物中的宇宙球粒(宇宙尘)	44
一、宇宙球粒(宇宙尘)的类型	44
二、宇宙球粒(宇宙尘)的成因和来源	51
第六章 硅质沉积物的化学组成及地球化学特征	53
一、硅质沉积物的常量元素地球化学	53
二、稀土元素地球化学	62
三、微量元素地球化学	72
四、指示元素地球化学	77

第七章 太平洋中部硅质沉积作用的特点及其与多金属结核的关系 80

 一、 硅质沉积作用的特点..... 80

 二、 硅质沉积物和多金属结核形成与富集的关系..... 81

结论 83

英文摘要 86

主要参考文献 93

图版说明 97

图版..... 108

Contents

Preface	1
1. Introduction to the study area	3
1.1 Geographic location of the study area and the sampling sites	3
1.2 Hydrographic features influencing sedimentation	4
1.3 Topography and geology	7
2. Characteristics of the siliceous sediments	11
2.1 Sedimentary types and units	11
2.2 Grain size and source of the sediments	15
2.3 Sedimentation rates	17
3. Biologic associations in the siliceous sediments	19
3.1 Variety and quantity of the biologic remains	19
3.2 Radiolaria and diatom	19
3.3 Biologic remains composed of calcium carbonate	24
3.4 Geological implications for the biologic associations	25
4. Mineral associations in the siliceous sediments	26
4.1 Detrital minerals	26
4.2 Clay minerals	32
4.3 Authigenic minerals	36
5. Cosmic spheres (cosmic dust) in the siliceous sediments	44
5.1 Types of cosmic spheres	44
5.2 Origin and source of cosmic spheres	51
6. Chemical compositions and geochemical characteristics of the siliceous sediments	53
6.1 Major element geochemistry	53
6.2 Rare earth element geochemistry	62
6.3 Minor element geochemistry	72
6.4 Indicator element geochemistry	77

7. Siliceous sedimentation and its bearings on polymetallic nodules in Central Pacific	80
7.1 Characteristics of siliceous sedimentation	80
7.2 Relationship between the siliceous sediments and the formation and enrichment of the poly- metallic nodules	81
Conclusion	83
Abstract	86
References	93
Plate description	97
Plates	108

前言

在大洋底部的一些区域上,蕴藏着丰富的多金属结核(锰结核)。自从 1873 年英国《挑战者》号进行远洋调查发现多金属结核以来,许多国家对世界各大洋的多金属结核都进行过调查和研究,特别是第二次世界大战以后,随着工业发展,对一些金属的需求更加迫切,在大洋多金属结核的调查和实用性开发研究方面,进展更加迅速。继美国几家公司在东太平洋一些地段进行开辟活动之后,苏联、法国和日本已向联合国国际海底管理局申请获准,在东部赤道北太平洋划定了矿区。

多金属结核中,富集有锰、铁、镍、铜、钴、锌、铂、稀土等有用金属元素,而且有十分巨大的潜在储量。在当今,陆地上矿产资源日渐匮乏之际,这一有远景的资源已经引起了世界各国的关注,和采取了实际行动。1982 年 4 月 30 日制定的《联合国海洋法公约》规定,国际海底区域及其资源是人类共同继承的财富,区域内资源的一切权利属于全人类。

为了维护我国在国际海底的合法权益,保证社会主义经济建设长远发展的需要,中国国家海洋局从 80 年代初就开始了太平洋多金属结核资源的调查。地质矿产部遵照国务院的有关指示,于 1986 年组织实施了太平洋中部多金属结核资源的调查研究,迄至 1988 年,《海洋四号》远洋考察船已经在太平洋中部(赤道北太平洋)的两个区域进行了 3 个航次的调查,采集了丰富的多金属结核和大洋沉积物样品,获得了大量地质和水文资料。为此,设立了《太平洋中部多金属结核的调查和研究》项目,目的是查明调查区多金属结核赋存的地理和地质背景,结核的成因和分布规律,为在国际海底申请开发矿区提供资料;同时,也提高我国在大洋地质、沉积和成矿作用领域中的研究水平。

国外和国内已经发表的大量调查、研究文献都证明,太平洋底的多金属结核与硅质沉积物有密切的伴生关系,太平洋中部(或赤道北太平洋)硅质沉积物分布区是世界各大洋中多金属结核最富集的区域之一。因此,研究与结核有紧密依存关系的硅质沉积物,查明其物质组分、来源和地球化学特征,研究其沉积环境条件和有关变化,无疑有助于阐明结核形成、富集和保存的沉积条件与地质背景;同时,研究现代大洋板块上硅质沉积物的各种特征,了解沉积作用和成矿作用的关系,还可以为大陆上古代洋壳地质体的研究和识别提供类比的借鉴。所以,研究大洋硅质沉积物具有重要的现实意义和科学理论价值。本书就是对太平洋中部硅质沉积物进行研究后获得的认识的总结。

本书初稿完成后,蒙业治铮、刘宝珺、曾允孚、金庆焕、何起祥、许东禹、吴必豪和余光明诸位教授审阅了全文,他们除对研究结果给予了肯定和鼓励外,也提出了补充和修改的建议,作者根据他们的意见又进行了补正。

书中研究的硅质沉积物取自太平洋中部两个调查区内的 14 个站位,面积 $>600000\text{km}^2$,仅根据稀疏分布的沉积物研究,很难认识和概括广阔洋底上硅质沉积作用的一般规律,所以书中只能根据获得的有限实际资料,进行适当归纳和引伸讨论。研究的局限和笔者们又是第一次

涉足远洋沉积,错误和疏漏实难避免,恳请读者批评指正。

我们的工作得以开展和顺利完成,有赖于《海洋四号》船全体考察人员的辛勤劳作和广州海洋地质调查局与青岛海洋地质研究所的指导、关心和支持;我们特别怀念已故的项目负责人张瑞翔先生,他为地质矿产部进行的远洋地质和资源调查、研究呕心沥血,做了卓有成效的组织和领导工作,他的精神将永远留在我们心中。

在研究初期,苏俊周、黄慧琼和葛传芝同志曾做了大量工作;此外,刘俨然、陈乐尧、郭福琳和陶大理等同志指导、协助了部分矿物鉴定、显微照相和矿物包裹体测温;张选阳同志帮助翻译了英文摘要。

借此机会,谨向曾支持和帮助我们工作的同志们致诚挚的谢意。

第一章 研究区概况

一、研究区位置和取样站位

两个研究区(CP 区和 CC 区)都位于太平洋中部,即赤道北太平洋(Equatorial North Pacific)。西部研究区在中太平洋海盆(Central Pacific Basin)的西北部(简称 CP 区),在北纬 7°—12°和经度 176°(E)—178°(W)之间。东部研究区在东赤道太平洋克利帕顿断裂带(Clipper-ton Fracture Zone)和克拉里昂断裂带(Clarion F. Z.)之间(简称 CC 区),包括北纬 7°—11°或 12°、西经 138°45′—153°间区域(图 1)。

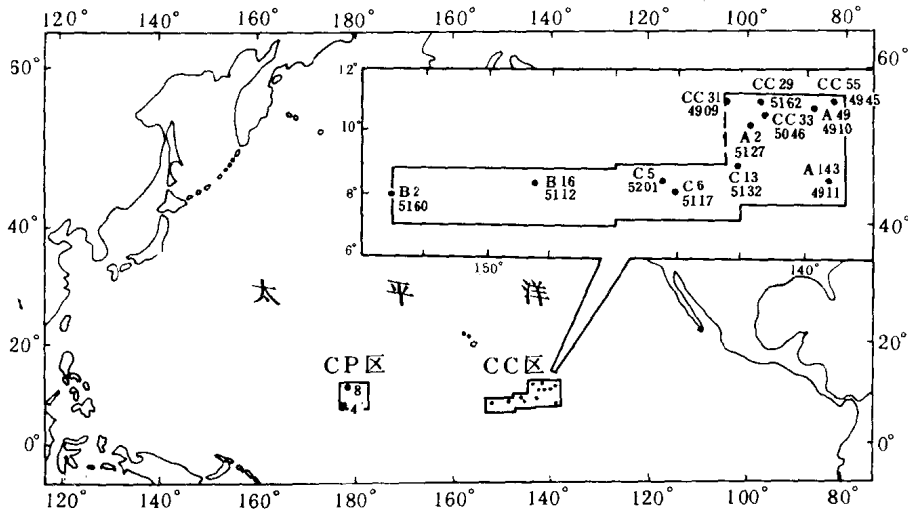


图 1 研究区位置和取样站位

Fig. 1 Localities of area studied and sampling sites

被研究的硅质沉积物样品均采于水深 4900m 以下的洋底(表 1)。

除了 3 个站位的沉积物样品是箱式样短岩心柱(CP4' 岩心长 38cm; CP8, 20cm 和 CC29, 22cm), 2 个站位是抓斗样短岩心(CC55 岩心长 20cm 和 B16, 14cm)外, 其他各站位样品(包括 CP4' 和 CP8 两站位的重叠样品)均为抓斗采取。

表 1 研究区取样站位和海水深度

Table 1 Localities and depth of sampling sites

站位编号	位 纬	置 经 度	海水深度 (m)	所处海洋盆地
CP4'	7°30. 15'N	176°26. 22'E	5406	中太平洋盆地
CP8	11°04. 43'N	177°00. 30'E	5375	
CC29	10°59. 55'N	141°31. 78'W	5162	东赤道太平洋 克利帕顿和克 拉里昂两断裂 带之间。
CC31	11°00. 30'N	142°33. 12'W	4909	
CC33	10°28. 60'N	141°26. 32'W	5046	
CC55	11°00. 61'N	139°01. 46'W	4945	
A2	10°15. 57'N	141°45. 72'W	5127	
A49	10°45. 19'N	139°46. 84'W	4910	
A143	8°31. 50'N	139°14. 34'W	4911	
C5	8°30. 65'N	144°28. 44'W	5201	
C6	8°00. 64'N	143°58. 06'W	5117	
C13	9°02. 31'N	142°00. 03'W	5132	
B2	8°00. 63'N	153°01. 15'W	5160	
B16	8°23. 47'N	148°29. 55'W	5112	

二、 影响研究区沉积作用的水体要素

(一) 上层水团和海流

研究区上层水团属太平洋赤道水团(Pacific Equatorial Water)(Sverdrup 等, 1942)(图 2)。水团上部水体的温度、盐度分层十分明显。根据温度、盐度和深度实测剖面, 上层水体上部对流混合水层厚 100m 左右, 温度为 25°—28°C, 盐度 33. 2—34. 8‰; 在混合层之下, 存在明显的温度跃变层(thermocline)。在温跃层内, 海水温度以比较高的梯度(0. 13—0. 17°C/m)由上向下降低, 从 25°C 下降到 13°C 左右, 盐度也下降到 34. 5‰左右, 大致与 13°C 等温面和 34. 3—34. 5‰等盐度面相当的温跃层底的水深约 150—200m; 温跃层之下到水深 800—1000m 处, 温度和盐度也有变化, 温度下降至 5°C 左右, 盐度呈现略微复杂的变化, 温跃层下, 盐度先回升到 34. 7‰左右, 然后缓慢下降到 34. 5‰左右。赤道水团以下的深水层中, 水温由 5°C 向下缓慢降低, 2500m 以下在 1. 5—2. 0°C 之间, 盐度 34. 6—34. 7‰。4000m 以下受底层流影响的底水温度多 < 1. 5°C。

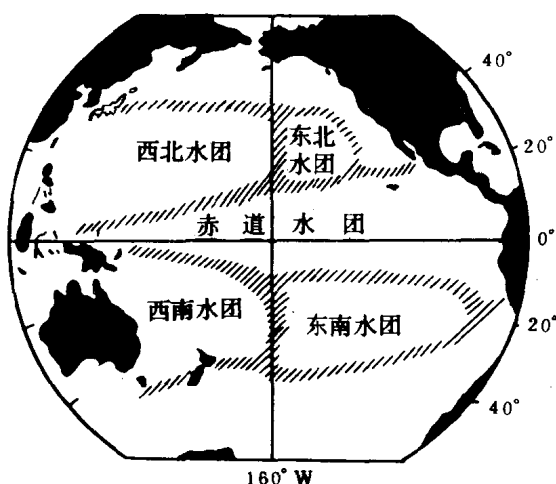


图2 太平洋的主要水团
(据 Sverdrup 等, 1942)

Fig. 2 The principal water mass of the
Pacific (after Sverdrup et al. 1942)

积组分。生物有机体不仅向海底沉积物供应了大量以蛋白石质 SiO_2 和 CaCO_3 作壳的遗骸,还把被生物吸附或萃取富集的一些金属元素带到了深水或海底。因此,受上覆水团和海流控制的生物生产率状况控制了海底沉积物(或相)的分布,并影响多金属结核的形成和富集。

(二) 底层流

对研究区沉积和成矿作用有很大影响的是南极底水团(Antarctic Bottom Water, AABW)向北流动产生的底层流。AABW 起源于环南极带,它有比较高的密度、相当均一的低温度(0°C)和盐度(34.67‰)。作用于太平洋的 AABW 在新西兰东南部 4000m 深度之下向北扩展,通过萨摩亚通道和不连续的莱恩群岛脊流入中太平洋海盆和东部赤道太平洋,它使流经区温度降低,并带来溶解氧和养分(Edmond 等, 1971; Heezen and Hollister, 1971; Craig 等, 1972; Reid, 1969; Pautot and Melguen, 1979; Lansdale and Spiess, 1980)。Gordon 和 Gerard(1970), Heezen 和 Hollister(1971), Hayes(1977, 1979)和 Pautot 等(1979)通过深层水位温和流动的测量确定部分底层流的途径,在 CC 区西部测出现代底层流速度一般为 5—10cm/s(图 3)。Johnson 等(1970, 1977)和 Piper 等(1979)认为由 AABW 引起的底层流是幕式的,随着南极冰盖的扩大,底层流的流动将加速。

富氧和营养物质的底层流对其流经区的海底沉积作用有很大影响,它使水体不断更新和交换,给底栖生物带来养分,造成深海的氧化条件,引起沉积物的分解,侵蚀和再沉积,使高生物生产率带沉积速度减慢。Pautot 和 Melguen(1979)还指出,底层流会使镍(Ni)和铜(Cu)沿通道富集。因而, AABW 产生的底层流也是使其流经区多金属结核形成和富集的重要因素。

影响研究区的表层流主要是被东北信风驱动在北赤道流,其次为南侧的赤道补偿流(或称赤道逆流)(图 3)。在太平洋东部美洲岸外与赤道补偿流北界辐散带上,表层北赤道流得到富植物营养盐的上升海水和加利福尼亚流补充,使其具有比较高的浮游生物生产率。随着水体向西运动远离东部近岸补给区,营养物质被逐渐消耗,生物生产率呈现降低的趋势。

如上所述,由于太平洋赤道水团上层水体具有高温和富于营养物质的特征,所以,其分布区大都有高或比较高的生物生产率。表层水中生活的微体植物和动物死亡后,其遗骸以“降雪”的方式向海底缓慢沉降。在沉降过程中,其中一部分或大部分被溶解,只有一小部分到达海底成为沉

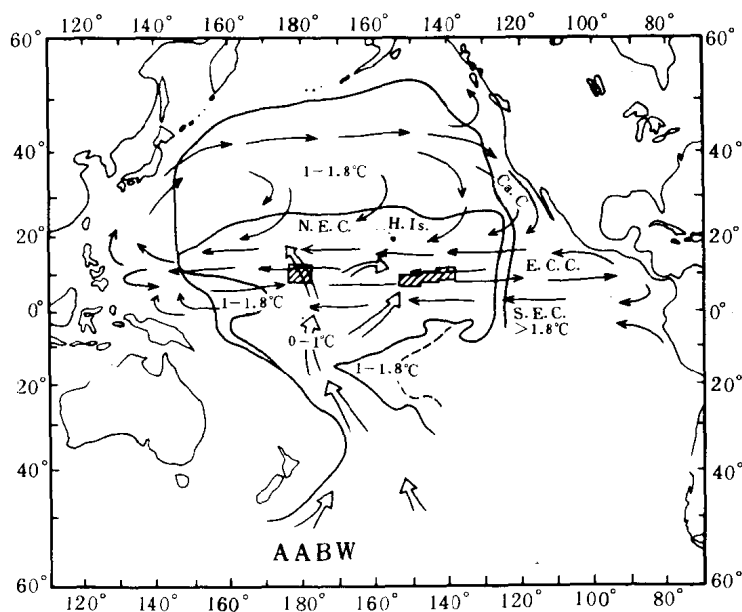


图3 影响研究区沉积作用的海流
(据 Sverdrup 等, 1942 和 Heezen 等, 1971 修改)

Fig. 3 Oceanic currents affecting sedimentation

(adapted from Sverdrup et al. 1942 and Heezen et al. 1971)

AABW 南极底水团 N.E.C. 北赤道流 E.C.C. 赤道补偿流 S.E.C. 南赤道流 Ca.C. 加利福尼亚流 H. Is. 夏威夷群岛
(图中所示温度为底部水温度)

(三) 方解石补偿深度 (Calcite compensation depth, CCD)

CCD 是深海中的一个重要相界线, 在这一水位上, 固相方解石的供给量等于被溶的量。在远离陆源区的大洋中部, 影响 CCD 水位变化的主要因素是: 1. 钙质生物的供应数量; 2. 海水溶解方解石的能力, 这主要取决于温度、活性 CO_2 的量和压力。对于已沉积的沉积物, 底层流引起的冲刷和再沉积作用也会使方解石重新溶解。

研究区位于赤道高生物生产率带北缘, 低镁方解石质的有孔虫和钙质超微化石供应量比较丰富, 因此, 有比较深的 CCD 水位。以碳酸钙含量 10% 为 CCD 标准 (Lisitzin, 1972; Ramsay, 1977), 我们确定中太平洋盆地 11°N 附近, 中、晚第四纪沉积时期的 CCD 在 5300m 左右。因为 CP8 站位 (水深 5375m) 的中、晚第四纪沉积物中保存有比较多的有孔虫和钙质超微化石, CaCO_3 分析值在 4.8—13.1% 之间。这说明在第四纪中、晚期以来, CCD 在这一水位上下波动。而水深 5106m 的 CP4' 站位沉积物中, 生物碳酸钙含量仅 0.0—3.5%, 即在 CCD 之下。CC 区的 CCD 由东向西变深 (4400m → 4800m → 5000m) (Piper 等, 1979, 1988; Мурдмаа, 1986), 明显浅于 CP 区。所以, CC 区各站位的水深虽然都浅于 CP 区 CP8 站位, 却普遍沉积了贫 CaCO_3 的硅质沉积物。

CCD 控制了洋底沉积物类型 (或相) 的分布, 并影响沉积速率。研究区内, 除部分浅于 CCD

的海山,海丘有钙质软泥或富 CaCO_3 的沉积物外,广大区域深于 CCD,从而出现平行赤道的富放射虫硅质沉积带,其沉积速率远低于富钙质的沉积。此外,生物 CaCO_3 的溶解,还向底层水供应了生物生命活动富集的某些金属元素。

三、研究区地形和地质概况

两个研究区都在东太平洋海隆以西的太平洋板块上,其东西两侧会聚边缘的陆缘弧、岛弧带有较强的中性火山活动。两个区因为位置和发展时期的差异,其海底地形、深度和地质特征也有一些差异(图 4、图 5、图 6)。

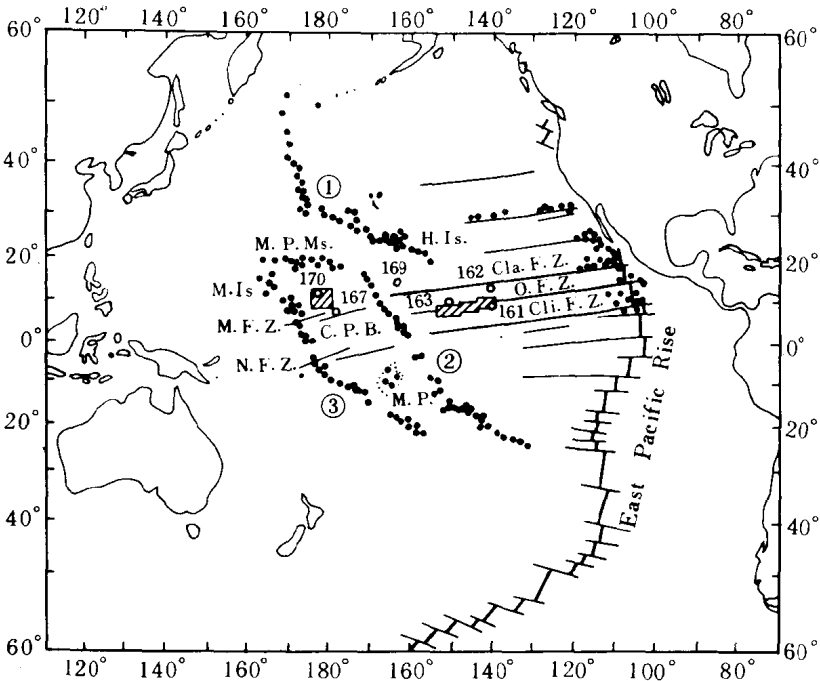


图 4 研究区在太平洋板块上的地质构造位置

Fig. 4 Geologic setting of the area in Pacific Plate

- | | | | |
|-----------------------|-------------------|------------------|--------------------------|
| Cl. F. Z. 克拉里昂断裂带 | Cl. F. Z. 克利帕顿断裂带 | O. F. Z. 奥诺茨科断裂带 | N. F. Z. 诺瓦-坎顿断裂带 |
| M. F. Z. 麦哲伦断裂带 | M. P. Ms. 中太平洋海山区 | C. P. B. 中太平洋海盆 | M. P. 马尼希基海底高原 |
| H. Is. 夏威夷群岛 | | M. Is. 马绍尔群岛 | East Pacific Rise 东太平洋海隆 |
| ① 夏威夷—皇帝海山热点火山链 | | ② 土阿莫土—莱恩群岛热点火山链 | |
| ③ 土布艾—吉尔伯特—马绍尔群岛热点火山链 | | 169 深海钻孔和编号 | |
| ··· 海底火山(与研究区关系不大的省略) | | | |

(一) CP 区

CP 区在中太平洋海盆的中央拗陷内,基底洋壳形成于中生代晚期(晚侏罗世至早白垩

世)。其东、西两侧是地幔热柱造成的莱恩群岛脊和马绍尔群岛链(Mörger, 1972), 北部是一系列海底火山构成的中太平洋海山区。海底火山活动造成许多海山或海丘, 成为大洋沉积物源之一。洋壳上有几条 NEE 向断裂带, 走向与东太平洋的断裂带近于一致(米纳德, 1964), 沿断裂带出现平行的深槽和脊。

CP 区大部分是间有近 NWW 向线状海丘的深海盆地, 水深 5500—6300m。在西南部、东北部和东南部有比较多的海山或海丘。西南海山—海丘区内局部海山顶水深 < 4000m, 海丘区水深 5000—5500m。东北部海丘和东南部麦哲伦海隆边缘海丘部分水深 < 5000m(图 5)。

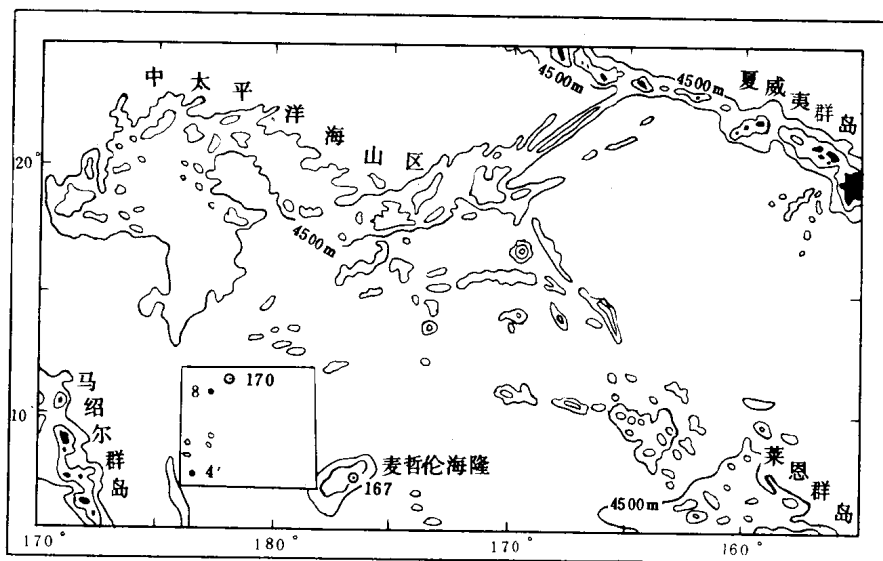


图 5 CP 区位置和海底地形概要

Fig. 5 Location and ocean bottom topography of CP region (isoline is 4500m depth)

基底洋壳上的沉积盖层由中生代晚期(提唐期或阿尔布期)至新生代的远洋沉积层组成, 下部有时夹有火山凝灰岩或为辉绿岩墙穿插。主要沉积物在 CCD 之上时, 为燧石质白垩、燧石质灰岩、硅质白垩或钙质软泥; 在 CCD 之下时, 为放射虫软泥、硅质粘土或沸石质粘土。在麦哲伦海隆上的 DSDP167 号孔(水深 3176m), 盖层厚度达 1185m, 而在深海平原上 DSDP170 号孔(水深 5774m)被揭露的盖层厚度仅 192m(Winterer, 1973)。这一巨大差异, 一方面是受 CCD 的控制, 另一方面是 4000m 水深之下受底层流冲刷、改造的结果。在 170 号钻孔剖面上, 被认为是渐新世至第四纪的沉积物(含放射虫的沸石质粘土)只有约 20m, 其上部含 *Theocyrtis an-nosa*, *Calocyrtella virginis* 等放射虫化石, 据这类早中新世的放射虫化石分析, 第四纪沉积实际缺失或极薄。底层流的作用使区内一些地方从晚渐新世至早更新世出现多次沉积间断(Ram-say, 1977; Keller and Barron, 1983; Barron 等, 1985), 在深海底第四纪中、晚期的沉积物或缺失, 或只有几厘米至几米厚。

CP 区海底沉积物表面多金属结核分布不均匀, 在西南部海山、海丘区丰度比较高。

(二) CC 区

CC 区基底洋壳从东向西年代变老, 由中始新世至晚白垩坎佩尼期。近 EW 向断裂发育, 除

北部和南部各有一条断裂带外,奥诺茨科断裂带穿过研究区(图 6,据 Van Andel,1973)。这三条转换断裂带延伸长度超过 5000km。与转换断裂带垂直,有一系列近 SN 向,平行于东太平洋海隆的次级正断层,这两组呈鱼骨形的断裂不仅控制着原始洋壳的地形变化,形成近 EW 向和近 SN 向的沟、脊和海山、小海盆,它们也是基性火山和热液活动的通道。

由于扩张洋壳的失热收缩和重力作用,CC 区地势呈现由东向西变低的总趋势。东部区(139°—142° W)的东北部有深度<4800m 的海山和 5000m 左右的海底台地,海丘和海盆一般深 5000—5100m。西部(142°—153°W)为有零星海山、海丘的深海平原,水深一般超过 5100m。沿奥诺茨科断裂带表现为近 EW 向的海槽(深度 5100—5200m)。受 SN 向断块控制的海丘通常呈东坡陡西坡缓的不对称形态。

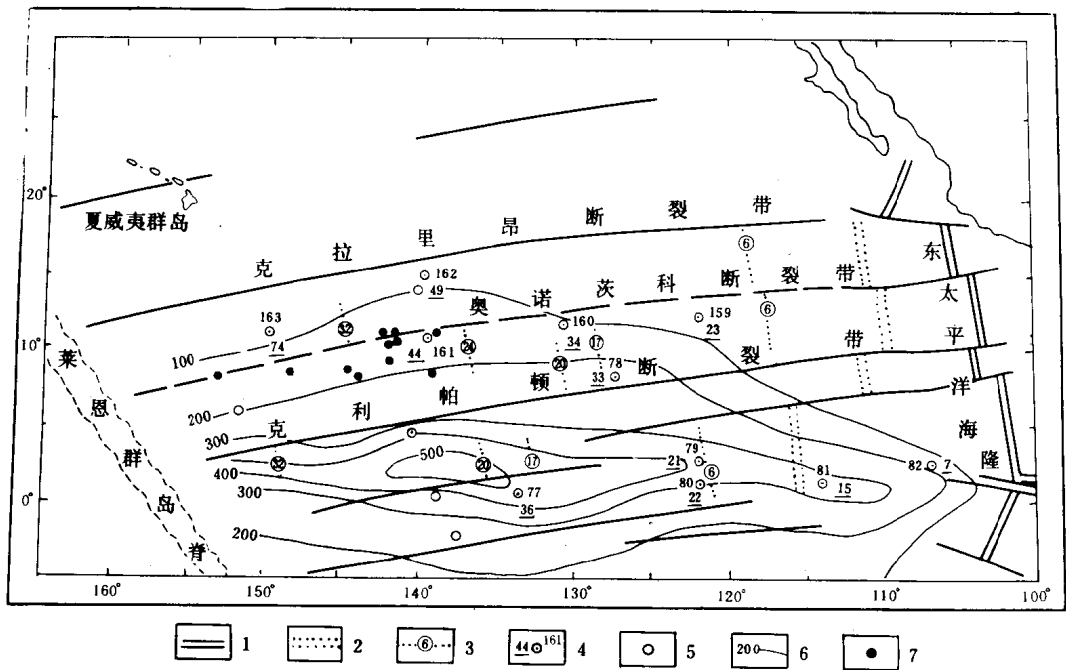


图 6 CC 区构造和沉积体概要图

(据 Van Andel 等,1973)

Fig. 6 Sketch of tectonics and sedimentary bodies in CC region(after Van Andel et al. 1973)

1. 活动大洋裂谷 2. 消亡的大洋裂谷 3. 磁异常带 4. DSDP 钻孔(已达到基底)及基底年龄(Ma)
5. DSDP 钻孔(未达基底) 6. 沉积厚度等值线(130°W 以东沉积等厚线基面相当于基底玄武岩,130°W 以西在不透声始新世燧石层之上) 7. 研究区样品位置

研究区沉积盖层厚度 100—200m。由硅质白垩、钙质软泥、放射虫软泥,硅质粘土和沸石粘土构成的远洋沉积盖层在东部 DSDP161 号孔处厚 213m,在 163 号孔处厚 276m。在紧接玄武岩的盖层底部常有由火山喷气(或热液作用)生成的富金属粘土层。基岩或不透声的始新世燧石层以上的沉积层厚度等值线呈现以下变化:在克利帕顿断裂带以南,133°—143° W 之间近赤道轴部厚度最大(>500m);向南、北厚度迅速减薄,向东、西厚度也减小,只是变化趋势比较和缓(见图 6)。这个大型眼球状沉积体的变化主要受生物生产率带和 CCD 控制。

与 CP 区相似,CC 区在早中新世后,至中、晚更新世期间也发生过多处沉积间断(Keller 等