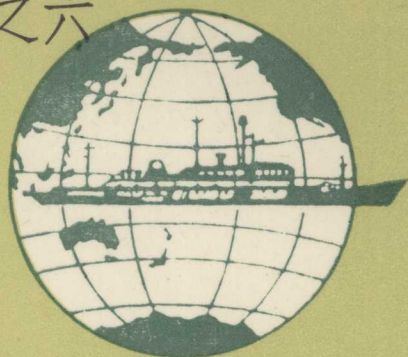


《太平洋中部多金属结核综合研究》之六



太平洋中部水文 地球化学特征

汪蕴璞 林锦璇

等著

王翠霞 叶思源

地质出版社

号380字登燕(京)

内 容 简 介

《太平洋中部多金属结核综合研究》之六

太平洋中部水文地球 化学特征

汪蕴璞 林锦璇 王翠霞 叶思源 等著

地 质 出 版 社

(京)新登字085号

内 容 简 介

本书是《太平洋中部多金属结核综合研究》丛书之六。书中对研究区各类水体、水岩系统、泛水岩系统、地球化学垒、成矿作用反应场等赋予了确切的涵义；对大洋水物质模型及其形成机理，界面水、软泥水物理化学场景观，软泥水在早期成岩作用阶段的形成演变模式，成矿金属的共生聚集关系、浓集强度、饱和浓度、存在形式及其转化条件，以及多金属结核形成的水文地球化学作用阶段做了系统的论述，基本反映了当代该学科的研究水准。

本书可供从事水文地质、海洋水文地球化学、海洋地质矿产研究的专业人员及大专院校有关专业师生参考。

《太平洋中部多金属结核综合研究》之六

太平洋中部水文地球化学特征

汪蕴璞 林锦璇 王翠霞 叶思源 等著

*

责任编辑：戴鸿麟

地质出版社 出版 发行

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：7.125 字数：161000

1994年2月北京第一版·1994年2月北京第一次印刷

印数：1—400册 国内定价：6.30元

ISBN 7-116-01463-2/P·1194

序

多金属结核是富含铁、锰、铜、镍和钴等有用金属元素的洋底自生沉积矿物集合体，自1873年2月18日在大西洋首次被发现以来，至今已有100多年的调查研究历史。第二次世界大战后，由于各国对金属资源需求量的增加，作为一种潜在矿产资源的多金属结核，日益受到各国政府、企业和学术界的重视。

60年代，我国开始注意到这种潜在矿产资源的重要性，并一直关注国际调查工作的进展和研究动向。为查明多金属结核的分布规律及其经济价值，促进海洋地球科学的发展，以适应我国经济建设的需要，“七五”期间地质矿产部开展了以多金属结核为重点的调查与研究工作。

根据地质矿产部的统一部署，调查工作由广州海洋地质调查局负责组织实施。1986—1989年间，“海洋四号”调查船在太平洋中部 7° — 12° N， 176° E— 178° W（CP区）和 7° — 14° N， 138° — 153° W（CC区）的范围内进行了四个航次的调查，历时580天。调查面积约130万平方公里，共设地质测站669个，其中8个测站还进行了温度、盐度、深度（CTD）的系统测定，完成地球物理测线达27万公里，为资源评价提供了可靠的科学依据。

研究工作由地质矿产部海洋地质研究所协调各单位共同完成。这些单位是广州海洋地质调查局，上海海洋地质调查局，中国地质科学院矿床地质研究所、地质研究所、水文地质工程地质研究所、岩矿测试技术研究所，成都地质矿产研究所。

通过海上调查与室内研究相结合，宏观与微观相结合，对多金属结核及沉积物等样品进行了多学科的综合分析，获得了以下几方面的成果：

建立了太平洋中部早中新世以来的岩性地层、生物地层、磁性地层和化学地层序列，恢复了碳酸盐补偿深度、沉积间断和古气候等古海洋环境和事件；

查明了太平洋中部表层和柱状样沉积物的类型、组分及其分布特征，以及其中陆源、火山源、生物源、自生和宇宙物质的矿物及地球化学特征；

在探讨多金属结核类型、丰度、覆盖率和品位与海洋水深、地形和沉积物类型关系的基础上，查明了结核的空间分布规律；

确定了多金属结核生长期或生长世代及其与古海洋演化史的关系，探讨了不同世代结核的时空分布规律；

查明了多金属结核中铁、锰矿物相，常量、微量、稀土及放射性元素分布特征和相互制约的关系，以及它们的区域分布同水深、地形、沉积物类型以及氧化还原条件等海洋环境的关系；

在前人研究的基础上，对多金属结核成因的地球化学判别标志作了深入的探讨，认为除结核中主要元素和Mn/Fe比值可作为成因判别标志外， TiO_2 、稀土总量以及Ce异常强度，也可作为判别结核成因的重要标志；

通过模拟试验，验证了结核中成矿元素的迁移、富集以及结核生长过程中的微生物作用，认为氧化作用、胶体化学作用是结核生长的主要机制，而生物化学作用促进了上述两

个作用的进程;

上述是我国在深海远洋地质矿产调查研究领域里取得的前所未有的重要科学成果,它无疑是我国海洋地质科学发展史上的重要里程碑。

为及时进行交流,促进科学事业的发展,我们决定将这些成果分为10册陆续出版,这10册是:一、多金属结核的分布规律;二、多金属结核的特征及成因;三、多金属结核和沉积物的地球化学研究;四、多金属结核主要元素的地球化学行为;五、太平洋中部沉积物的矿物组成与沉积作用的研究;六、太平洋中部水文地球化学特征;七、太平洋中部水-岩系统中微生物活动及其成矿作用;八、微体生物与多金属结核的生物成矿作用;九、太平洋中部晚新生代古海洋环境及事件;十、太平洋海盆微结核研究。

虽然我们已取得了显而易见的成绩,但由于我国深海远洋的地质矿产调查和科学研究工作刚刚起步,某些领域与国际先进水平还存在一定的差距,对有些问题的认识还有待进一步深化;加之,受作者水平所限,书中难免有疏漏或不妥之处,谨请读者指正。

许东禹 金庆焕 梁德华

1991年10月

前 言

1986—1989年,地质矿产部“海洋四号”船在太平洋中部进行了多金属结核的调查研究工作。同时,我们进行了海洋水文地球化学的研究工作。这改变了我们30多年来一直从事陆地水文地球化学研究工作的格局,步入海洋水文地球化学研究的新领域。研究领域的延伸和所获得的水文地球化学新信息,使我们产生了新的思索和认识,受益匪浅。

根据“海洋4号”船三个航次的调查资料和采集到的实物样品,我们对大洋水、软泥水和沉积物的各类参数进行了系统、全面地监测,并开展了模拟洋底天然条件下的水岩作用系列试验,从而取得了极其珍贵的第一性资料。通过综合分析研究,探明了研究区洋底水文地球化学基本规律及洋底多金属结核的成矿机制。

海洋水文地球化学(或称海洋底部水文地球化学)的研究领域既非陆地,又非海洋,而是由浩瀚的海洋水覆盖着的洋壳壳层及其中赋存的水,以及包括壳层与海洋水接触的空间部分在内的整个实体。它研究洋壳壳层水岩系统和壳层与海洋水接壤部分构成的泛水岩系统的水文地球化学特征及物质成分的迁移、聚集的规律性,以及成矿作用和机制。当代,海洋水文地球化学是海洋地球科学中研究较薄弱的一个领域,甚至可以说是个空白。以往的研究工作仅是肢解其中某个方面的问题开展的。例如,在洋底沉积物软泥水(按水储存于沉积物的空隙形态而言,可谓之孔隙水)研究方面,主要是测定和研究水中宏量组分的形成、分布问题,对微量组分的分析资料很少。在洋底多金属结核形成研究方面,偏于水中某些成矿组分的测试和研究,并推测它们与结核形成的关系。海洋化学论著颇多,但涉及到的水深相当有限,与洋底沉积物接触处的界面水资料鲜为人知。

本专著将大洋水(主要是界面水)、软泥水和软泥三个实体视为一个整体,以它们三者构成的洋底泛水岩系统为研究对象,以系统的观点研究其物质成分转移、聚集的水文地球化学基本规律,以及多金属结核的成矿机制。在研究方法上,首先采用分解法,即分别研究大洋水和软泥水两个实体的水文地球化学基本规律,这是基础理论部分;然后采用归纳法,从洋底泛水岩系统的总体上研究物质成分的形成转移规律,并以生成多金属结核的成矿作用反应场为中心和成矿金属的形成转移为重点内容展开论证,最终导向总结多金属结核的形成机制。

从某种意义上讲,这本地区性学术专著将会推动和促进海洋水文地球化学研究的进展。此外,对洋底多金属结核的水文地球化学成矿理论的概括,有助于与相邻学科研究成果互为检验和论证,提高多金属结核成矿理论研究的水准。上述是作者撰写本专著的主观愿望和动机。

本专著由汪蕴璞主笔和校订。其中,第三章之一、二、三由王翠霞执笔;第六章之三、五由林锦璇执笔;第六章之四由叶思源执笔。王焕夫参加了软泥水压出液和水岩作用模拟试验等工作;雷觐韵、何自冀完成了各类水化学成分测试;梁国玲参加了软件开发研究工作。专著凝聚了群体的辛劳和智慧。

十分感谢地质矿产部石油海洋地质司及其下属机构广州海洋地质调查局、海洋地质研

著者

目 录

序	
前言	
第一章 研究现状和某些术语	1
一、研究现状	1
二、某些术语	2
三、水成分测试资料的选用原则	5
第二章 洋底水文地球化学作用的环境背景	6
一、地质构造因素	6
二、沉积物因素	7
三、地形和水文因素	10
四、水岩系统地球化学环境因素	13
第三章 大洋水化学景观和规律性	16
一、大洋水化学成分的基本特征	16
二、大洋水化学参数在垂向上的演变趋势	18
三、界面水化学参数在空间上分布的规律性	23
四、大洋水的物质模型及其理论解释	33
第四章 软泥水化学景观	36
一、软泥水化学成分的基本特征	36
二、软泥水化学成分随深度变化的规律性	38
三、软泥水化学参数值在空间上分布的规律性	41
第五章 软泥水化学成分形成演变的规律性	56
一、软泥水化学成分形成作用的基本类型	56
二、软泥水形成和演变的限制条件	57
三、软泥水形成和演变的过程和方向	58
四、软泥水变质作用阶段和演变模式	67
第六章 成矿作用反应场中成矿物质的形成和转移模型	71
一、洋底多金属结核形成分布的特性	71
二、成矿金属的来源和成矿作用反应场	72
三、成矿金属的聚集共生关系	74
四、成矿金属的浓集强度和饱和浓度	81
五、成矿金属的存在形式及其成矿作用的功能	84
六、成矿金属存在形式的转变和补偿	88
七、成矿作用反应场中物质成分的形成和转移模型	91
第七章 多金属结核的成矿作用和机制	93

第一章 研究现状和某些术语

一、研究现状

海洋水文地球化学(或称海洋底部水文地球化学)的研究领域既非陆地、又非海洋,而是由数千米厚的大洋水层覆盖着的洋壳壳层及其中赋存的水,以及包括洋壳壳层与底层洋水接触的空间部分在内的整个空间实体。它研究洋壳的水岩系统和洋壳与大洋水接壤的水岩系统的物质成分特点、转移、聚散和形成过程的规律性及其成岩成矿作用和机制。海洋水文地球化学是海洋洋底地质学的分支科学,是介于海洋洋底地质学和海洋化学之间的边缘科学。

如果按照这个认识去观察问题,海洋水文地球化学研究工作至今尚未真正地开展起来,仅是肢解其中的某个方面的内容进行了研究和总结。按文献记载,开展的研究工作可归结为两个方面:一是软泥水研究;二是洋底多金属结核形成的研究。

对软泥水形成机理的研究,早在1870年A. A. 维里哥在黑海河口湾首先进行;之后, J. 默累和L. H. 伊尔文研究了苏格兰海岸附近的大西洋边缘的软泥水。“挑战者”号在考察中也进行过软泥水的研究工作。直至本世纪50年代中期,苏联和美国才对软泥水进行了较系统的研究。美国学者曾研究过沉积物中深达170m层位的软泥水。1972年,原苏联O. B. 希什金娜著有《海洋软泥水地球化学》专著。该书可作为近代的代表作。它总结了世界三大洋和内陆海软泥水化学成分随深度变化的规律性,并对这种规律性进行了解释。但遗憾的是,提供的众多水化学成分资料主要是宏量组分,微量组分仅对硼、碘、溴等作了测定,对微量碱金属、碱土金属、痕量重金属几乎均未予测定,也未曾论及洋底的成矿作用。到1979年为止,深海钻探(DSDP)所打500余口井的岩芯(涉及深度达800m),虽大部分进行了沉积物孔隙水的取样和研究,但见报导的仅是宏量组分和某些微量组分含量随深度变化的情况及其在成岩作用上的意义。在G. N. Baturin于1988年所著的《大洋锰和锰结核的地球化学》一书中,有“海洋沉积物孔隙水中的锰”一章,汇总了近30a来世界海洋沉积物孔隙水中锰含量的分布情况,发现诸沉积物岩性类型的锰浓度变化范围是间接的。每种沉积物类型中软泥水的锰浓度变化范围相当宽广。按其锰含量,将沉积物分为内陆盆地、边缘海洋带和大洋深海带三种类型,并对锰的地球化学行为作了分析,但未涉及结核的形成问题。

分布面积约占地球表面70%的海洋,具有极其丰富的自然资源。近20年来,随着工农业生产和科学技术的发展,以及陆地上资源储量的日益减少,调查和开发海洋资源已引起世界各国的极大重视。海洋已成为国际上争夺矿产资源、海洋权益的场地和科学研究的重点,已成为地球科学的研究领域之一。现已查明,大洋底部广泛分布着极其丰富的多金属结核资源,Mn、Cu、Ni、Co等金属的潜在资源量巨大,许多国家已先后开展了空前规模的调查和研究工作。目前,对洋底多金属结核的分布及性质已有了较全面的了解,对结

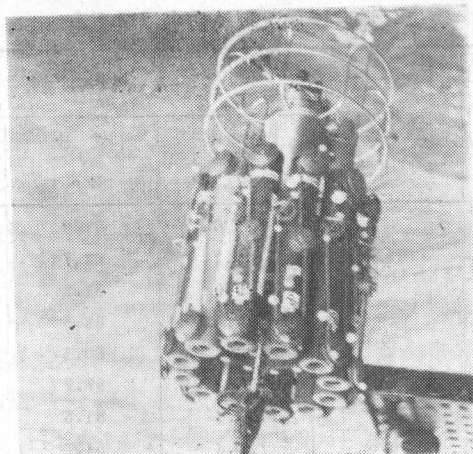
核的形态与构造、结核的化学成分和矿物成分、结核的生长速度和生长年代等方面的研究都取得了一定的进展,并开始研究其成因。研究工作主要是从沉积学、矿物学、岩石学、地球化学和动力学等学科的角度展开和取得成果的,很少或几乎未曾涉及从水文地球化学角度研究结核的形成问题,只是就某个方面的内容进行了描述,诸如大洋水的深度与多金属结核中金属含量的关系等。这种定量相关关系未能触及结核形成的实质,因为未与生成结核的成矿作用反应场联系起来进行研究,难以认识结核形成的本质问题。在文献中普遍使用了“底层洋水”这个术语,试图讨论其化学成分与结核形成的关系。然而,这个术语的概念含混不清,究竟距洋底沉积物多大距离,无明确的界限。它不能正确地反映大洋水与洋底沉积物接触处水的化学性状。因此,将底层洋水与沉积物孔隙水化学成分加以比较而获得的浓度梯度的认识就显得更粗糙了。由于结核主要存在于沉积物表面上,对沉积物孔隙水化学成分的研究就显得极其重要。有人推断,沉积物孔隙水中金属向上扩散迁移与结核形成有关,但对锰的迁移条件、锰浓度梯度剖面及所在介质的物理化学条件等缺乏资料论证。对于洋底水岩系统中软泥水、沉积物与大洋水交界处的界面水的化学成分较全面的监测资料,至今相当贫乏。界面水术语未加以引用,资料鲜为人知。我国大洋调查和研究起步较晚,仅是从60年代才开始注意和收集大洋多金属结核的文献资料和筹划这一潜在资源的调查和研究工作。国家海洋局“实践号”、“向阳红”号相继在中太平洋开展的调查,仅报导了大洋水水深1500m以上的水化学性状,而测定的化学成分主要是宏量组分。

从上述可知,国内、外在海洋水文地球化学研究方面的水平显然是相当有限的。从水文地球化学研究多金属结核的成矿作用和成矿机理是海洋研究中的一个极其薄弱的研究领域,甚至可以说是一项空白。

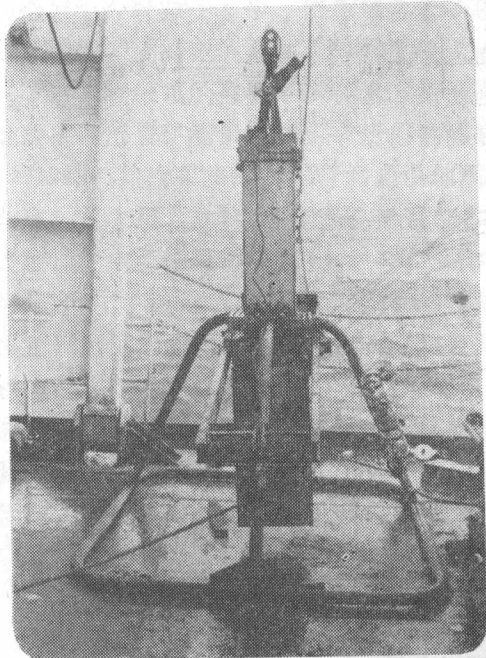
二、某些术语

目前使用的某些术语,虽名称不同,但赋予的含意却是相同的,而名称相同的术语,却赋予不同的含意。为了避免这种混乱现象和准确地运用术语,故对本专著中使用的一些术语的名称和内涵作如下规定:

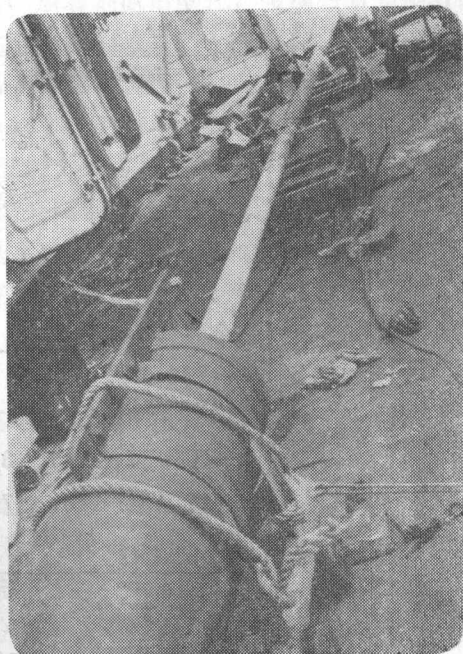
- (1) 表层洋水 系指在大洋水面以下2—3m深度上采集的水。
- (2) 分层洋水 系指按一定深度采集到的大洋水。所谓分层是指深度而言的,并不反映它们在物理化学上存在什么差别。这次使用的采水仪器是由美国EGSG公司生产的MKⅢ型温盐深水文探测仪(图1—a),采样深度间距为500m。
- (3) 底层洋水 顾名思义,它是大洋水与洋底沉积物接触处的水。但事实上与洋底沉积物存在一定的距离。用MKⅢ型温盐深水文探测仪采集不同深度的水样时,为避免仪器与洋底沉积物撞击而遭受损坏,一般投放仪器的最大深度总是要离洋底100m或200m以上;加之,由于浮力和洋流的冲击,使探测仪发生飘移,离铅垂线飘移距离大者约1km左右,小者亦在100m左右。飘移后,虽仪器测定的深度是正确的,但难以定位,与洋底距离较难准确地确定。因此,本书中指的底层洋水是指离洋底沉积物表面约100m或200m或更大一点距离的大洋水。显然,这个距离是相对的,底层洋水这个术语是泛指。
- (4) 界面水 系指洋底沉积物与大洋水交接处的水,亦即是固相和液相交界面上的水,主要是用箱式采样器和大型重力活塞采样器(图1—b,图1—c)等采集的。界面水隶



a 温盐深采样器



b 底层采水器



c 大型重力活塞采样器

图 1 各种类型的采样器

属于底层洋水，而底层洋水不等于就是界面水。这两个术语的差别仅在于此。

(5) 软泥水 (或称孔隙水) 洋底表层沉积物天然含水量很大，液性指数很高 (表 1)，主要是由胶粒 (颗粒粒径小于 0.002mm 的占 40%)、粘粒 (颗粒粒径 $0.005-0.002\text{mm}$ 的占 20%) 等细分散性物质组成 (图 2)。在底层洋水平流、对流或底栖生物的搅动，以及其它力的作用下，表层沉积物具有流动性，实为半液化或液化的软泥层。将赋存其间的水谓之软泥水。软泥水的提取，主要是用高效多用途间隙水压滤机在调查船上或样品送往实验室后进行的，用其它方法提取亦可。

(6) 沉积成因水 按其 与沉积物生成的时间关系可将其分为同生和后生沉积成因水

表 1 洋底表层沉积物含水量数据表

站 位	沉 积 物 名 称	天 然 含水层 W	界 限 含 水 量			液 性 指 数
			液 限 W_L	塑 限 W_P	塑性指数 I_P	
CC8	硅质软泥	161.3	119.6	61.8	57.8	2.39
CC2	硅质软泥		105.2	64.7	40.5	
CC6	深海粘土		99.0	51.3	47.7	
CC10	硅质软泥		124.4	68.5	55.9	
CC31	硅质软泥		122.5	60.1	62.4	
CC55	硅质软泥	180.8	126.2	67.7	58.5	2.52
CC59	硅质软泥		108.8	61.5	47.3	
CC60	深海粘土	180.6	118.3	64.7	53.6	2.16

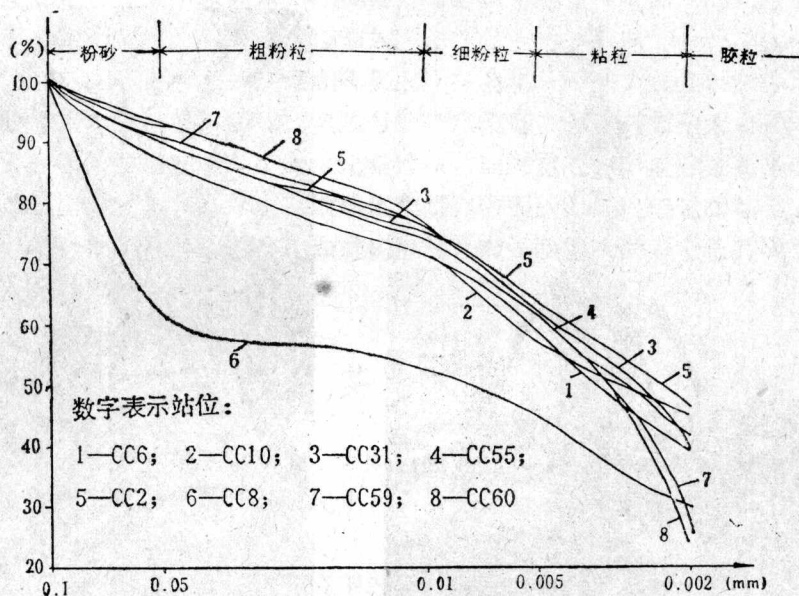


图 2 洋底表层沉积物土粒累积曲线

两类。

同生沉积成因水系指在沉积作用期间与沉积物同时形成，并被俘获在沉积物颗粒之间的水，形成后并未受到异地沉积成因水的排挤或交替。

后生沉积成因水系指在沉积物形成后经受了后期作用的改造，使赋存其间的同生沉积水经受了排挤或交替，形成了新的沉积水。这种水不是与储层沉积物同时形成的，它可早于沉积物，也可晚于沉积物生成的年代。

(7) 水地球化学垒 (或称栅栏或屏障) 系指在水系统内，或水与固相接触处，或在地壳内的较短距离内元素的迁移强度急剧降低和浓度增高的地段。根据水中组分或地球化学环境指示因子可分为不同性质的垒，诸如金属垒、浓度垒、氧化垒、碱性垒等。垒的规模差别很大，大的可称为巨垒，小的可称为微垒。

三、水成分测试资料的选用原则

水成分测试资料的优劣直接关系到研究成果质量的好坏,这是众所周知的。因此,在使用水成分测试资料时一定要持慎重的态度。

由于深海远洋调查耗资巨大和水样采集技术的高难度,这些水化学成分测试资料是来之不易的,其珍贵性是显而易见的。这些资料为讨论和总结大洋水、软泥水化学成分的基本特征、分布规律,以及成矿作用等提供了必要的条件。因此,最大限度地利用这些资料,从中提取充分的信息说明问题,应是整理和研究资料的一个准则;同时,对资料进行认真筛选,正确地使用这些资料也是至关重要的。这是因为:

(1) HY4 1986-1、HY4 1987-1二个航次和HY4 1988-1航次采集水样的处理方法不同。前者水样未经过滤就酸化,水样不仅混浊且有悬浮体。由于酸化,使水样中固体物质中的金属组分释放于水中,使金属含量显著增高;后者则滤后酸化,金属含量与前者相比,显然偏低,而测定的金属含量却反映了水中实际存在的浓度。

(2) 水样采用的监测分析技术方法不同。HY4 1986-1、HY4 1987-1航次的部分样品是由地质矿产部岩矿测试技术研究所用电耦感荷等离子体光谱仪测定的;而另一部分样品和HY4 1988-1航次采集的全部样品是由地质矿产部水文地质工程地质研究所测定的。测定痕量金属,首先用D401大孔径苯乙烯系螯合型树脂分离富集后,然后用180—80原子吸收分光光度计测定;微量碱金属 Li^+ 、 Rb^+ 、 Cs^+ 等是用180—80原子吸收分光光度计测定;而宏量组分 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等是在水样稀释后,在508原子吸收分光光度计上测定的。为了取得正确可靠的数据,一般均进行了重复测定,尤其是测定痕量金属的部分样品,用不同分析方法进行了对比和多次测定。

由于采样的技术处理和测试技术方法不同,势必导致测试数据可比性较差,尤其是痕量金属组分,可比性更差。

因此,对水成分测试资料进行筛选是完全必要的。资料选用的原则是:

(1) 选用以HY4 1988-1航次采集的经过滤后酸化的水样测试资料为主要研究依据。

(2) 以原子吸收分光光度计测定的资料为准。

(3) 对其它测试资料亦应进行整理和对比分析,从中挖掘和提取可资使用的水化学信息和扩大信息的容量。

这样做不仅使选用的资料具有代表性和提高了可信度,而且又充分地利用了这些珍贵的资料。事实上,不同采样技术处理和不同分析方法的测试结果,主要是痕量金属浓度的绝对值存在着差别,甚至有的差别很大,而相对值却存在着和谐性和一致性。这说明,用不同分析方法测试的资料还不至于步入到不可利用的地步;同时,在第六章中通过计算水中成矿金属能否形成难溶盐的饱和浓度值,证明了它们均未达到饱和状态。这就排除了它们通过纯化学沉析途径形成多金属结核的一个极其重要的成矿信息。换言之,多金属结核的形成不是主要取决于大洋水中溶解成矿金属含量的多寡,而在很大程度上取决于介质环境的条件和水中存在的高价难溶的成矿金属固体颗粒,而未过滤的水样,在酸化后溶入水中的成矿金属的增高含量恰恰提供了这方面的定量信息。但这并不意味着不同的采样技术处理对水中金属含量的正确测定是无关重要的。恰恰相反,提供它们的正确含量数据是至关重要的。

第二章 洋底水文地球化学作用的环境背景

我们把这一章作为本专著实质性研究的起点和导向,是基于水岩系统中发生的水文地球化学作用是赖以其存在的介质环境。一定性质的介质环境决定了水文地球化学作用的性质、过程和规模。因此,阐明这个环境背景,为讨论水岩系统中发生的水文地球化学作用和基本规律确立了框架,以便研究水岩系统中物质成分的转移和聚集和方向。

一、地质构造因素

自东至西,可将太平洋大体可分为三大区。东部为东太平洋海隆及与其关联的大型横向断裂带;中部为大洋盆地区,在地形上是以北西或向北延伸的海脊为主,其上耸立着许多岛屿及其周围的海盆,在地质构造上是个比较宁静的区域;西部为巨大的岛弧—海沟—边缘海区,在地质构造上是异常不稳定的。太平洋的巨大海沟环绕着大洋的大部分边界,拦截了陆地带来的陆源沉积物,以致使太平洋中部沉积层相对较薄。



图3 东太平洋海隆及断裂带
(据同济大学海洋地质学, 1982年)

研究区为太平洋中部海域,界于北纬 0° — 20° 和东经 177° —西经 139° 之间,跨越于西部的中太平洋海盆(谓之CP区)和东部的东太平洋海盆(谓之CC区)。其周围为露出海面的峰顶、海岭、岛屿所围限。西倚马绍尔群岛、吉尔伯特群岛和图瓦卢群岛;南至萨摩亚、库克群岛;东频以弧形围限的线岛群岛;北临夏威夷海岭。纬向断裂带中的克拉里昂(Clarion)、克帕顿(Clipperton)和欧罗兹科(Orozco)断裂带直插入研究区东部。这三条断裂呈近东西向分布,

其延伸长度在500km以上,分布着垂直于东西向的一系列近南北向的次级正断层。这二组断裂构成了形如鱼骨形态,不仅控制了洋壳的地形变化,造成东西和南北向的海沟、脊、山,而且又是火山和热液活动的通道。研究区西部的较大断裂有诺瓦-坎顿(Novacanton)

和麦哲伦 (Magellan) 断裂。前者平均宽度为10—20 km, 延伸长度达500km; 后者延伸长度达300—350km, 可能是克拉里昂和克里帕顿断裂向西的延伸 (图3)。

研究区的最早沉积始于白垩纪, 古新统缺失。早始新世, 在东部的克拉里昂北部沉积了硅质石灰岩; 中新世早期, 沉积速率较快, 而晚期则变缓。在中新世至晚新世期间, 曾发生过多次沉积间断, 第四纪和现代沉积物分布不连续, 厚度很薄。缺失区, 早中新世沉积物裸露洋底。

二、沉积物因素

研究区表层沉积物天然含水量、界限含水量和颗粒粒径监测 (表1, 图2) 表明, 这类表层沉积物实为半液化或液化的软泥层。

根据生物残骸含量命名为硅质软泥、钙质软泥和深海粘土 (图4)。其中所含的放射虫、硅藻等微体化石普遍呈碎块状, 保存较差。

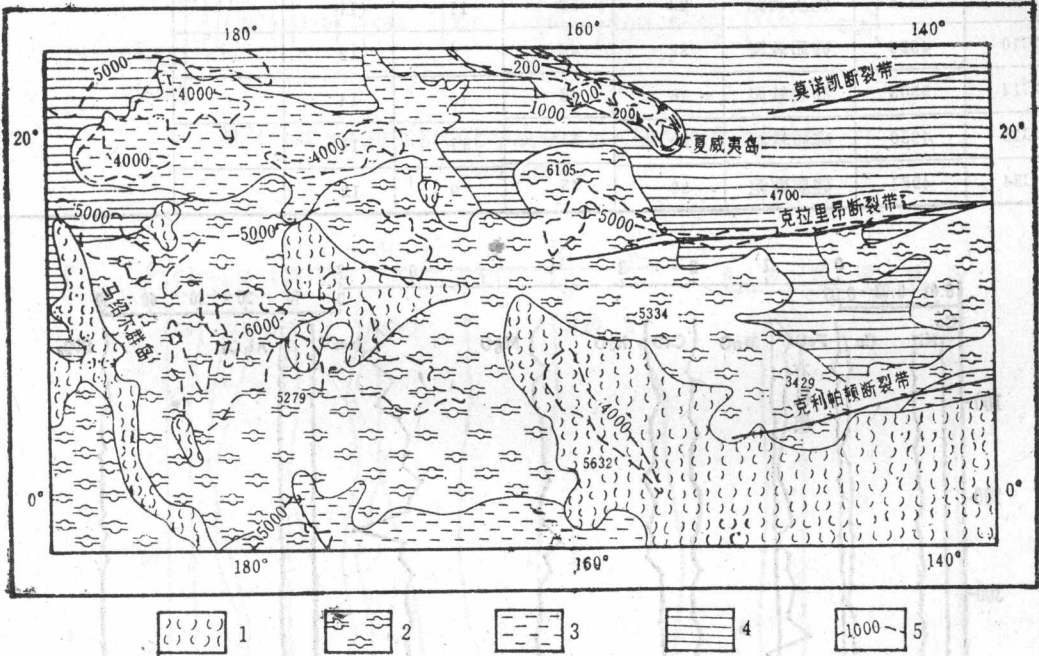


图4 太平洋中部地质构造水文背景图

1—钙质软泥; 2—硅质软泥; 3—钙质泥; 4—深海粘土; 5—海水深度等值线

软泥颜色呈由暗变淡的褐色至黄棕色的系列色调, 为氧化环境沉积的产物。

软泥的粘土矿物成分主要是蒙脱石、伊利石, 两者含量占70%以上, 其次是高岭石和绿泥石, 构成混层矿物 (表2)。

软泥的化学成分主要是 SiO_2 和 Al_2O_3 。铁氧化物含量占第三位, 大于钠氧化物(5.7%)、钙氧化物和碳酸盐的总量 (约4%)。锰氧化物含量小于1%。其中, 有机质含量普遍较低, 仅为1%左右。有机碳含量约为0.40—0.80%。它们的含量随深度变化情况见图5、图6、图7。

表 2 表层沉积物中主要粘土矿物百分含量统计表

站 位	水 深 (m)	沉积物 名称	主要粘土矿物成分含量百分数(%)				$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	备 注
			蒙脱石	伊利石	高岭石	绿泥石		
CC29			47.9	31.8	10.8	9.5	4.23	据地矿部成都地 质矿产研究所
			45.9	33.6	20.5	无	3.59	
CC31			46.0	36.4	17.6		3.75	
CC33			54.5	29.2	7.7	8.6	3.83	
CC33	5046	硅质软泥	42	35	8	11		据地矿部海洋地 质研究所
CC53	5034	硅质软泥	54	30	8	8		
CC2	5390	硅质软泥	25	46	11	14		
CC4	3234	硅质软泥	26	49	8	12		
CC6	4918	钙质软泥	23	50	11	11		
CC10	4928	硅质软泥	32	44	8	12		
CC14	5303	硅质软泥	26	45	10	14		
CC25	4950	硅质软泥	20	51	11	14		
CC54	4961	硅质软泥	30	45	9	12		

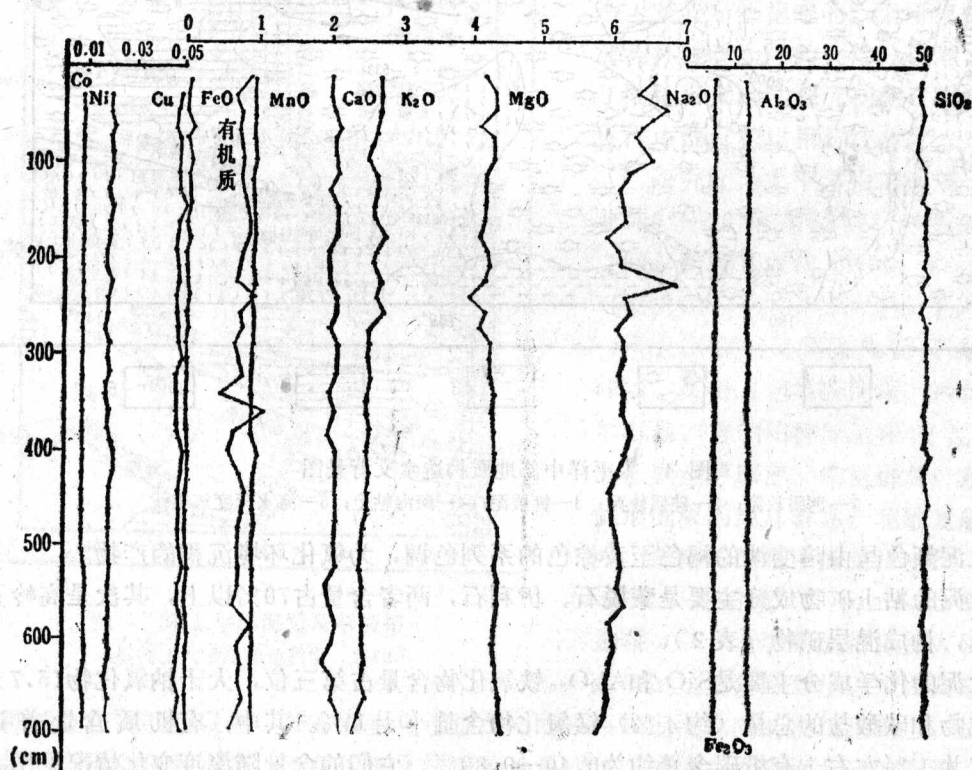


图 5 CP30 站位沉积物化学成分 (%) 随深度变化曲线图

(据地质矿产部海洋地质研究所1988年监测资料编制)