

海洋新探索丛书

宋金明 编著

崛起的 海洋资源 开发

山东科学技术出版社

序

广袤无垠的大海，曾激起人们多少遐思，无数骚人墨客遥望大海，赋诗吟唱；多少英雄豪杰面对沧海，抒怀咏志。

今天，大海已不再仅仅是诗人灵感的源泉，在人类生存空间日趋拥挤、资源日趋匮乏和环境日趋恶化的地球上，大海是人类拓展生存空间的重要场所，是人类补充陆地资源匮乏而有待开发的广阔领域。同时，它作为行星规模的庞大整体，在很大程度上决定着人类生存环境的变化。于是，人类把目光投向了无尽的海洋。

对大尺度的海气相互作用的研究，会使灾害天气的研究成果为陆地农业的丰收还是欠产做出预测；对广漠的大洋底的研究，会使人类找到最急需的油气资源和各种金属矿藏；对种类繁多的海洋生物的研究，会丰富我们的餐桌，满足因人口增加而急剧增大的蛋白质需求；对海洋活性物质的研究，会为增进人类健康做出贡献。所以，海洋科学研究和海洋开发是一个非常重要的领域，人类在这个领域里将不惜巨资，不遗余力！

目前的高技术领域，核技术、信息技术蓬勃发展，

生物技术、材料技术方兴未艾,而海洋科学作为一门综合性学科,更是日益重要地被提上研究日程。当代科学的主要工作,是围绕着解决人类面临着的争取持续发展这一重大问题而进行的。海洋有矿、有粮,有宝、有药,有巨大的空间!海洋开发呼唤人类,呼唤有志的青年投身其中。

在世纪交替之际,山东科学技术出版社组织出版了《海洋新探索丛书》,这是在提高全民族海洋意识方面的添砖加瓦之举。这套丛书共四册,从海洋资源开发、海洋生物技术、海气相互作用、物理海洋等方面介绍了海洋科学领域的新探索。它不是普通意义上的启蒙读物,而是用较通俗的语言对目前海洋科学的前沿和焦点问题进行阐述。作者大多是青年科学家,海洋科学的未来是属于他们的。我们要大力支持青年学者在这方面的创意性的工作。

《海洋新探索丛书》将告诉大众尤其是青少年,现在的海洋科学家正在做什么,以期唤起他们的兴趣,为建设开发祖国的万里海疆贡献力量。书中虽有缺点和不足之处,但瑕不掩瑜,值得向广大读者推荐。

中国科学院院士

秦蕴珊

1999年7月

目 录

海洋——人类赖以生存发展的基础	(1)
一、海洋资源的开发利用	(1)
二、海洋资源的分类	(13)
化学工业的支柱——海水化学资源的提取与分离	(17)
一、“节流开源”的重要措施——海水淡化	(17)
二、最重要、最基础的化工原料——海盐的生产	(40)
三、重要的化工原料——溴的提取	(47)
四、农用钾肥——氯化钾	(49)
五、镁化合物的提取	(51)
六、核材料铀的提取	(52)
七、重水及其他稀有元素的提取	(57)
八、海水化学资源开发的前景分析	(59)
食品与药物的宝库——海洋生物资源的利用	(72)
一、海洋生物资源概况	(73)
二、海洋捕捞技术	(78)
三、耕耘蓝色的田野	(95)
四、新药物开发的处女地	(101)
社会发展的重要基础——海洋矿产资源的开发	(103)
一、海洋矿产资源的极端重要性	(103)

二、锰结核的开发	(112)
三、海洋油气田的勘探技术	(118)
四、海洋油气田的开发技术	(135)
五、海底热液矿床	(175)
地球上重要的能源库——海洋新能源	(191)
一、海洋能资源概况	(191)
二、海洋能技术开发	(195)
三、海洋能开发的评价	(218)
海洋资源的开发利用与可持续发展	(229)
一、可持续发展概述	(229)
二、可持续发展的理论基础	(238)
三、海洋资源开发与我国经济的可持续发展	(263)
四、实现海洋资源的可持续利用	(270)

海洋——人类赖以生存发展的基础

一、海洋资源的开发利用

浩瀚的海洋,被人们誉为生命的摇篮、资源的宝库,与人类的生存、发展有着极为密切的关系。20世纪60年代以来,海洋科学已从认识海洋的阶段向开发利用海洋的阶段发展。21世纪是海洋的世纪。当今的世界,面临人口、资源、环境三大问题,开发利用海洋资源、保护海洋生态环境,是解决上述问题的重要途径。《联合国海洋法公约》的签署,确立了大陆架、200海里专属经济区和国际海底等新的法律制度,使全世界海洋的35.8%划归沿海国管辖。同时,随着陆地上多种资源的日益减少以及开发利用技术的不断进步,越来越多的沿海国家把目光转向海洋,海洋逐渐成为现代大规模开发利用资源的新领域。

中国海域辽阔,海岸线漫长,岛屿众多,资源丰富,为开发利用海洋提供了优越的条件。向海洋要财富、变海洋资源优势为经济优势,已成为越来越多人的共识,前所未有的开发利用海洋资源的活动正在日益蓬勃开展,开发海洋资源对建设社会主义现代化强国将起着越来越重要的作用。

(一)海洋——人类共同的希望

海洋是生命的摇篮,风雨的故乡,气候的调节器,交通的要道,资源的宝库。现在看来,这样的说法是很不够的,更全面、深刻的说法应是这样:海洋是人类可持续发展的重要基地,海洋是人类共同的希望,开发利用海洋是解决当前人类社会面临的人口膨胀、资源短缺和环境恶化等系列难题的极为可靠的途径。

海洋占地球表面的 71%, 占地球总水量的 97% 以上, 海水取之不尽、用之不竭。几个世纪以来, 海洋一直是世界各国的交通运输要道, 至今海洋仍承担着全世界 70% 的货运量。海洋中蕴藏着极其丰富的资源: 在海水的化学组成方面, 自然界已发现的百余种元素中, 有 80 多种在海洋中已被检出; 在固体矿产方面, 科学家估计, 世界洋底蕴藏着大约 3×10^{12} 吨锰结核资源量, 据不完全统计, 仅在西太平洋火山构造隆起带富钴结壳的潜在资源量就达 1×10^9 吨以上; 海底石油资源量约 1.35×10^{11} 吨, 天然气约 1.4×10^{14} 米³, 约占世界油气总资源量的 45%, 目前, 海上油气采量约占全球油气开采量的 30%; 在可再生能源方面, 包括潮汐能、海浪能、海水热能、盐度差能等, 可供开发利用的总量在 1.5×10^{11} 千瓦以上, 相当于目前全世界发电总量的十几倍; 在生物资源方面, 海洋中存活着 20 多万种生物, 地球动物界在 32 个门类中, 有 23 个仍然生活在海洋中, 据推算, 海洋的初级生产力每年有 6×10^{11} 吨, 其中可供人类利用的鱼类、贝类、虾类、藻类等, 每年有 6×10^8 吨, 而现在全世界每年捕捞量仅为 9×10^7 吨左右。目前, 海产品提供的蛋白质约占人类食用蛋白质总量的 22%。

由于得益于海洋的区位优势和丰富的资源, 自古以来, 凡是重视海洋的国家都成了发达的国家。在中国, 郑和七次下西洋

是明朝最为鼎盛时期。1492年,哥伦布从西班牙出海,发现美洲大陆,带来了西班牙200年的繁荣。后来,荷兰海洋事业发展起来,称雄一时。18世纪以后,英国海洋事业大发展,占领了遍布世界各地的众多陆地和岛屿,号称“日不落国”。迄今,凡是海洋事业强大的国家,大多是发达国家;所有沿海国家的发达地区,几乎都是在临海地区。海洋与民族兴旺、国家繁荣紧紧连在一起。

随着科学技术和社会经济的迅速发展,海洋在人类社会中的地位越来越重要,国际社会和沿海国家都在把发展的眼光投向海洋,各国围绕海洋权益的矛盾与争夺也越来越突出。维护海洋权益,强化海洋开发与保护,切实管好用好海洋,正在成为时代的特征。

国际社会异常关注海洋事业。1990年第45届联合国大会通过决议,敦促沿海各国把海洋开发与保护作为国家发展战略。1992年世界环境与发展大会通过的《21世纪议程》,把海洋列为实施可持续发展战略的重点领域。1994年第49届联合国大会通过决议,把1998年作为国际海洋年,号召各国以实际行动迎接21世纪这个海洋事业大发展时代的到来。特别是《联合国海洋法公约》1994年11月16日的正式生效,标志着国际海洋新秩序开始建立。在这一新的形势下,各沿海国家出现以下动向:

第一,各国争相扩大管辖海域,使海洋事务上升为重要而复杂的国际事务之一。《联合国海洋法公约》规定,各沿海国家可拥有200海里专属经济区和大陆架在内的管辖海域,这样一来,世界海洋总面积 3.61×10^8 (千米)²中的35.8%,即 1.09×10^8 (千米)²将划归各沿海国家管辖,其中380多处海域需要相临或相向国家协商划定。这一新的“蓝色圈地运动”,既扩大了各

沿海国家的管辖海域,打破了少数海洋强国称霸海洋事业的格局,又使有关国家海上矛盾加剧。

第二,各沿海国家不断加大海洋资源开发力度,使海洋经济成为世界经济中发展较快的一个领域。很多沿海国家都把开发海洋资源列入国家发展战略,同时由于海洋开发利用难度高、风险大,也都加大了投入。据统计,70年代以来,世界海洋产值每10年就翻一番:70年代初为1 100亿美元,1980年为3 400亿美元,1992年为6 700亿美元,1995年为8 000亿美元,预计2000年可达到15 000亿美元。

第三,大力加强海洋环境与资源保护工作。鉴于海洋对人类生存与发展的极端重要性,根据近年来人类在海上和陆地上的各种活动加剧了海洋环境的变化,特别是近岸海域的污染加重的实际情况,一些科学家发出了“没有健康的海洋,人类社会就会灭亡”的严重警告,沿海各国和国际社会在陆续采取各种措施加强对海洋环境的保护。已出台的仅涉及海洋环境保护的国际公约就有40多个。

第四,强化国家对海洋的法制建设、执法力度和综合管理工作。截止到1997年7月,全世界已有120多个国家批准了《联合国海洋法公约》,宣布实行200海里专属经济区和大陆架制度,并加强了与之配套的涉海法规建设。一些海洋大国纷纷建立强大、高效、装备精良的海上执法队伍,如美国建有准军事化的海岸警备队,日本设有海上保安厅。为了加强海洋综合管理和统一协调涉海工作,一些国家在政府内设置了相应的海洋统一管理的职能机构,如韩国在1996年新成立了海洋与水产部。

中国也十分重视海洋资源的开发利用,中华人民共和国成

立后,开展了首次全国海洋普查,着手建设强大的海防力量。改革开放以来,组织了全国范围的大规模的海洋资源调查,开创了大洋和极地考察事业,并在沿海地带开辟经济特区,激励沿海经济高速发展。以战略的眼光,直接经略海洋,从国家发展战略的高度部署海洋开发与保护。

中国海洋的基本状况是:大陆岸线总长度 18 000 千米,拥有面积在 500 米² 以上的岛屿 6 500 多个,海岛岸线长度 14 000 千米。根据《联合国海洋法公约》(全国人大常委会已于 1996 年 5 月 15 日批准)的规定和我国的主张,我国可管辖的海域有 3×10^6 (千米)²,相当于我国陆地国土面积的 1/3。这片辽阔的“蓝色国土”是一个富饶的资源宝库,其中鱼类等生物种类繁多(已确认的有 2 万多种),油气资源量丰富(石油资源量 2×10^{10} 吨以上,天然气 2.9×10^{12} 米³ 以上,各占全国油气总资源量的 20% 左右)。此外,港湾、食盐、矿产、旅游景点等资源也都相当丰富,可供长期开发利用。

近年来,我国海洋经济发展异常迅猛。全国海洋产业总产值,1979 年时只有 64 亿元,1996 年增至 439 亿元,1995 年 2 464 亿元,1996 年已达到 2 800 多亿元,平均每年增长 20% 以上,预计到 2000 年将达到 5 000 亿元,约占国内生产总值的 5%。其发展速度远高于国民经济年平均增长率,也高于经济发展最快的沿海地区的年平均增长值,已经成为国民经济新的增长点。从目前海洋各产业看,我国海水养殖业发展很快,海洋水产总量以及盐业产量均居世界第一位。沿海港口发展迅速,货物吞吐量已达 8 亿吨以上,造船工业居世界第三位,海洋运输已承担我国外贸 70% 的货运量。近年来,海洋油气、海洋旅游等新兴产业异军突起,为沿海地区进行大规模经济建设提供了科学依据。

颁布了《中国海洋 21 世纪议程》，编制和发布了我国第一部《全国海洋开发规划》和《国家海洋技术政策》，制定了全国海洋功能区划。多年来，坚持开展了海岸带和近岸海域的海洋环境监测、监视与保护工作，严防海洋环境破坏和严重污染事件发生。建立了全国海洋环境预报、海洋信息服务等海洋公益服务系统，为减轻海洋灾害和促进海洋经济发展提供了有效服务。进行了大陆架、专属经济区、南极以及大洋的深入调查和研究工作。通过实施“科技兴海”战略，执行海洋科技攻关计划和“海洋 863 计划”等，加速海洋科学技术的发展和应用。积极开展国际合作与交流，在国际海洋舞台上发挥重要作用。

21 世纪将是海洋事业大发展的时代。形势的发展需要我们从战略的高度对待海洋，把海洋事业的发展列入国家发展战略，作出战略性的部署。这包括把海洋经济作为国家经济的一个重要增长点，使之与整个国民经济同步规划、同步发展；瞄准建设世界海洋强国的目标，加大海洋开发力度，形成结构合理的海洋产业群；把海洋环境的监视保护和整治，摆到国家环保事业的重点位置；把维护海洋权益作为国家外交政策的重要组成部分。我国海洋开发的战略目标是：立足海洋的可持续发展和永续利用，维护良性循环的海洋生态系统，形成科学合理的海洋开发体系，建设海洋经济强国，力争到 2010 年使我国海洋产业产值占国民生产总值的 10%，为国家 2010 年远景目标的实现和 21 世纪中叶基本实现现代化做出重要贡献。

（二）开发利用海洋

占地球表面积 71% 的海洋是人类赖以生存的基本条件之一，也是人类社会可持续发展的重要财富。世界经济的增长、科学的发展和社会的进步，均离不开对海洋的开发利用。传统的

海洋产业(如海上运输业、海洋渔业、海洋盐业)和新兴的海洋产业(如海洋石油、海洋旅游、海洋发电、海洋生物工程),都正在为人类社会做出与日俱增的贡献。

海洋形成了我们这个星球的特色,它是全球生命支持系统的重要组成部分。地球的大部分生存空间是海洋,地球上 97% 的水存在于海洋,这决非巧合。近年来,海洋探测发现了一些完全不同的深海生态系统,从而促使我们用新的方式考虑生命的起源问题。

海洋对天气和气候起着决定作用,对气温起着稳定作用。研究表明,海气交互作用、海平面升降、厄尔尼诺现象、赤道暖流、季风和极地冰川是影响全球气候的主要因素。其中对全球气候影响最大的是寒冷的两极(北极和南极)和酷热的赤道,它们控制着全球短期和长期的气候变化。极地的冰期和间冰期对海平面的升降也起到主导作用。对南极及其冰盖的勘查研究表明,在始新世期间,南极是一个风和日丽、气候湿润、森林覆盖、花草丛生的地方,到早渐新世才开始变冷,出现冰川,到晚第三纪则全部被冰雪覆盖。因此,研究海洋与天气气候的变迁,对深刻了解地球环境的演化是十分有益的。

20 世纪 60 年代开始的深海海洋勘探,为地球科学做出了显著的贡献,也为全球板块构造学说提供了强有力的证据。由海底勘探得到的海底沉积物,其存在年份是从大洋中嵴向两侧逐渐增加的,这有力地支持了海底扩张学说。深海海洋勘探还提示了最古老的洋壳年龄不超过 1.7 亿年,而陆壳岩石的年龄最大可达 35 亿年。这是因为新洋壳产生于洋中嵴,老洋壳俯冲并消亡于海沟。全球板块构造学说不仅加深了我们对地球本身的认识,而且为广泛的国际合作(如国际地壳上地幔计划、国际

岩石层计划、大陆超深钻探计划、深海钻探计划以及大洋钻探计划等的实施)提供了重要的理论依据。

深海海洋勘探对海底多金属矿产的发现和开发同样具有十分重要的意义。锰结核和铜、铅、锌、金、银矿床是目前已知的主要矿种。到 1993 年底为止,已发现了 139 个块状金属硫化物矿床,其中最大的一个硫化物矿床储量达 10^8 吨,而一般的储量界于数百万吨至数千万吨。值得一提的是,这些矿藏还仅是不到 1% 的洋壳表面上勘探的初步结果。

目前,海洋开发利用已进入一个新时期,即现代海洋开发利用阶段。海洋开发利用规模和领域正在不断扩大和延伸。除了传统的海洋渔业、海运和海盐之外,已经开拓了许多新的开发利用领域,包括能源、水源、矿物、生物资源、化工原料以及海洋空间本身的利用。其中有些已经形成产业,如海洋油气、海水养殖、滨海旅游、海洋化工等,被称为新兴的海洋产业;有些正在开拓之中,如深海采矿、海洋再生能源发电、海水综合利用、海洋新的空间利用等,在 21 世纪有可能形成产业,称为未来的海洋产业。1980 年世界海洋开发产值约 3 400 亿美元,1985 年增加到 4 000 亿美元,目前已接近 10 000 亿美元。有人预测,到 2000 年,世界海洋开发产值可能达到 15 000 亿~20 000 亿美元,届时海洋开发产值在世界经济总产值中的比重将会进一步提高。甚至有人预言,到 21 世纪 50 年代,世界将全面进入海洋经济时代。在我国,近年来海洋开发也有很大发展,海洋经济上了一个新台阶。传统的海洋产业有了新发展,新兴的产业迅速崛起,发展速度之快,举世瞩目。1990 年我国主要海洋产业产值已达 439 亿元,占国内生产总值的 1.15%,比 1979 年翻了一番多。估计到 2000 年有可能提升到 3% 左右,接近目前的世界平均水

平。

1. 海洋能源问题

海洋石油储量约 1.35×10^{11} 吨, 天然气约 1.4×10^{14} 米³, 分别是地球油气总储量的 45% 和 50%。海上油气开发刚刚起步, 目前海上油气开发量只相当于陆地上 50 年代末期的开发量, 可以说大部分资源尚未开发利用。另一方面, 从海上油气实际开发进展看, 1989 年世界近海已查明石油储量为 3.656×10^{10} 吨, 天然气 3.01×10^{13} 米³; 海上石油产量达 7.42×10^8 吨, 天然气为 3.0781×10^{11} 米³。分别占世界油气总产量 25% 和 20%。有些石油专家估计, 到 2000 年, 世界海洋油气生产将呈较大的上升趋势, 海上石油产量可能达到 1.3×10^9 吨, 约占当时世界石油总消耗量的 40% 以上。因此, 无论从储量估计和开发趋势看, 在未来世界油气开发和能源供应中, 海洋油气资源无疑具有重大战略意义。我国近海大陆架面积 140(千米)², 蕴藏有丰富的海底油气资源, 初步估计石油地质储量约 2.5×10^{10} 吨。经过十几年的勘探, 已发现 61 个油气构造, 特别是近年来勘探又获重大进展, 在东海、辽东湾、珠江口以及黄河入海口先后发现了大型油田。从油气开发情况看, 目前已经投产油田 4 个, 正在开发的有 7 个油田, 海上石油产量已超过 200 万吨。今后海上油气开发速度可能加快, 估计到 2000 年海上石油产量有可能达到 1 000 万吨, 其所占的比重将由目前的 2% 提升到 10% 左右, 加上海上天然气产量, 届时海洋油气在我国石化能源中的地位将有显著提高。但是, 迄今海上油气资源尚未查清, 钻井数很少, 有远景的构造钻探数还不到 1/3。

为了充分开发海上丰富的油气资源, 除了开采技术和油气输运技术外, 还必须依赖于海洋科学技术的支持, 需要对许多海

洋科学问题进行深入的研究,其中包括与油气勘探有关的海洋地质科学问题、与保障开采活动安全有关的物理海洋问题、与减少因开采油气而引起的污染有关的海洋环境问题等等。

2. 海洋中的生物资源是人类重要的蛋白质来源

目前人类从海洋取得的食物只占食物总量的 1%,但它所提供的蛋白质则占人类食用动物蛋白的 22%。所以,充分利用海洋生物资源,对解决不断增长的食物需求具有重大意义。据研究,世界海洋中生物种类多达 16 万~20 万种。海洋中浮游植物通过光合作用提供的初级生产力为 150 亿吨,以摄食浮游动植物为生的鱼、虾类的潜在产量为 15 亿吨。肉食性凶猛鱼类的潜在产量为 1.5 亿吨。目前,对这些生物资源的开发利用,从种类讲还只占极少部分,如现在捕捞鱼类约为 200 种,其中产量高于 100 万吨的仅 6 种,渔获总量 8 000 多万吨。据 1990 年世界资源研究所的年度研究报告估计,世界海洋水产的潜在产量为 1 亿吨,捕捞渔业资源还有一定的潜力。但是,目前海洋渔业生产主要集中在近岸大陆架水域,这个区域的捕捞渔业已达饱和程度,渔业资源遭受严重的破坏,今后不可能有较大的发展,因而捕捞渔业的开发潜力主要在于发展远洋渔业和开发新的资源。现代海洋农牧业的发展为海洋生物资源利用开辟了一条宽阔的新途径。人们正在开展一场“蓝色革命”,要把传统的“狩猎”式渔业转向新的“栽培”和“放牧”式渔业,大力发展海水增殖、养殖业,走海洋农牧化生产的道路。据世界资源研究所的报告,1989 年世界海水养殖产量已达 600 万吨,占世界海洋渔业总产量 7.5% 左右。养殖种类包括鱼、虾、贝、藻等。有人估计,随着海洋生物工程的发展,今后 20 年内,世界海水养殖产量可能达到 3 000 万吨。而未来 50 年内,海洋农牧化生产将超过

捕捞渔业,成为海洋渔业的主体。

我国历来重视海洋生物资源的开发利用,中华人民共和国成立后,海洋渔业生产有了很大发展,目前海洋水产品产量已迅速提高到 700 万吨,增加了十几倍;人均占有量也由 1 千克提高到 6 千克。但是,由于近海渔业捕捞过度,出现渔业资源严重衰退,一些重要经济鱼类产量大幅度下降。今后,海洋生物资源开发利用的出路在于发展海水增殖、养殖和外海远洋渔业,特别是发展海水增殖、养殖业,走海洋农牧化的道路。据调查,我国沿海滩涂宜养面积约 130 万公顷,可以养鱼、虾、贝、藻和海珍品等几十个品种。目前实际养殖约 40 万公顷,占宜养滩涂面积的 30% 左右;1989 年海水养殖产量达 154 万吨。但是目前海水增殖、养殖业尚处于传统的技术水平,不仅单位产量不高,而且波动大,与农牧化生产还有很大距离。因此,要充分和合理开发利用海洋生物资源,必须加强渔业海洋学、生物海洋学和海洋生物技术的研究与开发,为保护近海渔业资源、利用新的渔业资源以及发展海洋农牧化提供科学基础。有人认为,如果能在生物海洋学基础研究和海洋生物技术上取得突破,实现海洋农牧化生产,有可能把我国海洋水产品总产量提高到 2 000 万吨的水平,相当于现在海洋水产品产量的 3~4 倍。

3. 海洋空间是一种潜力巨大的海洋资源

现代海洋空间利用已从传统的港口和海洋运输,发展到利用海洋空间建造各种工业生产、生活、娱乐和储存基地,在海上建设机场、桥梁等。现已在海底开凿隧道 200 余条,大型海上桥梁 10 余座,铺设海底电缆 100 余条,光纤通讯电缆 10 余条。还建造了许多各种用途的人工岛,如日本的神户、大阪南港、横滨大觉、四日市、六甲人工岛等。全世界已经建成上千个海上娱乐

设施和旅游中心,其中海洋公园就有 200 多个,每年仅在娱乐钓鱼方面就要花费 280 多亿美元。另外,一些国土狭小的国家,每年都在围海造地,如荷兰平均每年围海造地 $10(\text{千米})^2$,日本每年 $50(\text{千米})^2$ 。中国在海洋空间利用方面也有新的发展,除了建设海港、发展海洋运输之外,还在进行较大规模的海涂围垦,在滨海地区建设许多旅游设施,如海水浴场、海洋公园等。今后还计划在海岸带和近海的一些地区建设跨海桥梁、人工岛和海底隧道等工程设施。

但是,海岸带和近海空间的开发利用涉及众多海洋科学特别是海岸地质和环境问题,如海底地质、海岸侵蚀、泥沙运动、生态环境变化、海洋污染等,开发利用海岸带和近海必须进行有关的海洋环境基础研究。

4. 大洋多金属结核资源的勘探开发是一个新的领域

世界大洋底广泛分布有多金属结核矿物,据初步估计,整个大洋底的多金属结核资源约有 3×10^{12} 吨,其中太平洋大约为 1.7×10^{12} 吨。目前,一些国家已在太平洋某些地区进行了详细勘探。从多金属结核的四种主要金属(镍、铜、钴、锰)的需求趋势看,在 2000 年之前,把它作为主要金属来源加以开发的需求并不迫切。但是,由于多金属结核的勘探开发并不单纯是一个经济问题,还有更重要的政治因素,估计到 21 世纪初有可能进行商业开采,因而大洋多金属结核资源是“21 世纪的矿物”。我国已经制定了深海多金属结核勘探开发的长期规划,并已获得国际先驱投资者的资格。在这个领域,我们还有许多有关资源和环境的应用基础研究需要继续展开,才能实现跟踪世界先进步伐的目标。

海洋开发利用必须依靠海洋科学研究的支持,以解决与资