

海洋开发的新领域

(上)



美国国会技术评价办公室编

地质矿产部广州海洋地质调查局情报研究室

19904⁶
254
37243

海洋开发的新领域

—矿产资源—

(上)

美国国会技术评价办公室编

李志坚 仇祥华 沈政威 谭 帆 张松举 张 明 译
谭 帆 杨广泰 仇祥华 张 明 欧阳共鸣 校

地质矿产部广州海洋地质调查局情报研究室



海洋开发的新领域
(上)

责任编辑 张松举 王筱平

编辑者 广州海洋地质调查局情报研究室

印刷者 广州海洋地质调查局印刷厂

日期 一九九〇年四月

地址 广州市1180信箱

目 录

编译者的话	(1)
第一章 概况、问题和抉择	(2)
专属经济区：国家的新疆域	(2)
专属经济区的矿产资源远景	(4)
美国专属经济区内的矿产赋存情况	(5)
矿产的供应、需求和未来的趋势	(8)
几种海洋矿产开发的前景	(10)
钛	(11)
铬铁矿	(11)
磷灰岩	(11)
金矿	(11)
砂砾石	(11)
深海矿产	(12)
海底勘探技术	(12)
海洋矿产的开采和加工技术	(13)
环境问题	(14)
海洋资料的收集和管理	(15)
结论	(17)
问题和抉择	(17)
集中全国的勘探力量	(18)
制定未来海底采矿的规定	(20)
改进全国专属经济区数据和资料的利用	(23)
制定利用保密资料的规定	(24)
协助各州为未来的海底采矿作准备	(25)
第二章 资源评价和远景	(28)
世界海底矿产概况	(28)
地质背景	(30)
大西洋地区	(32)
砂和砾石	(32)

砂矿.....	(36)
磷块岩矿.....	(42)
锰结核和结壳.....	(43)
波多黎各和美属维尔京群岛.....	(44)
砂和砾石.....	(44)
砂矿.....	(44)
墨西哥湾地区.....	(44)
砂和砾石.....	(44)
砂矿.....	(45)
磷块岩矿.....	(46)
太平洋地区.....	(46)
砂和砾石.....	(46)
贵金属.....	(47)
黑矿——铬铁砂矿.....	(47)
其它重矿物.....	(50)
磷块岩矿.....	(50)
多金属硫化物矿床.....	(50)
阿拉斯加地区.....	(54)
砂和砾石.....	(55)
贵金属.....	(56)
其它重矿物.....	(57)
夏威夷地区和美国托管地.....	(58)
钴铁锰结壳.....	(59)
锰结核.....	(63)
第三章 矿产的供应、需求和今后的趋势	(66)
引言.....	(66)
矿产消费的趋势.....	(67)
商品价格.....	(68)
采矿业的现状.....	(70)
铁合金.....	(71)
国防储备.....	(72)
代用、保存和重复使用.....	(73)
主要的海底矿产品.....	(73)
钴.....	(73)
铬.....	(75)
锰.....	(77)
镍.....	(80)

铜	(82)
锌	(84)
金	(85)
铂族金属	(87)
钛 (钛铁矿和金红石)	(89)
磷灰岩	(93)
砂和砾石	(93)
石榴石	(99)
独居石	(99)
锆石	(99)
第四章 专属经济区调查技术	(100)
引言	(100)
调查技术	(103)
旁视声纳	(103)
测深系统	(107)
反射和折射地震方法	(115)
磁力方法	(118)
重力方法	(119)
现场特种技术	(120)
电法技术	(121)
地球化学方法	(124)
人控潜水器和遥控潜水装置	(126)
光学成象方法	(132)
用取心、钻孔和拖网直接取样	(134)
导航	(140)

编译者的话

《海洋开发的新领域》一书是美国国会技术评价办公室组织各方面的专家学者共同编写的，并由美国国会技术评价委员会批准出版发行。本书详细介绍了美国在其专属经济区内进行海底矿产勘探的政策，研究了有关专属经济区内硬矿物资源的最新知识，讨论了开发海底资源在经济上和安全上的可行性，评价了勘探和开采海底资源可以采用的技术，确定了国会和行政部门所面临的问题，最后向国会提出了解决这些问题的方案。

我们认为，这本书不但对我国广大的海洋地质工作者来说有较大的参考价值，而且也可以供有关部门在制订我国的海洋开发规划时参考，特组织人员将此书翻译过来。由于原书篇幅很长，译文删去了一部分插图和一些附录文章，分上、下两册出版。

在此，我们谨向提供英文版原书并参与了大量翻译工作的地质矿产部国际合作司李志坚同志及仇祥华同志表示衷心的感谢；向参与翻译和校订工作的我局高级工程师谭帆同志表示谢意。

在本书的翻译和编辑过程中，我室的许多同仁投入了大量的精力和时间。参加翻译、校订、编辑和图件整理的主要人员有张松举、杨广泰、王筱平、欧阳共鸣、刘小微等同志。

尽管我们作了很大的努力，但是由于时间较紧，人手又少，难免会有错漏之处，望读者批评指正。

地质矿产部广州海洋地质调查局情报研究室

第一章 概況、問題和抉擇

專屬經濟區：國家的新疆域

自從1873年挑戰者號調查船在其歷史性的航行中從深海獲取錳結核以後，人們對海底礦產的好奇心從未停止。但是直到第二次世界大戰後，挑戰者號所獲取的這種黑色的、土豆大小的結核才不再是科學之謎。戰後經濟的高速發展刺激了金屬價格的上漲，由此帶來了對廣布在太平洋底和其它地區的富含鈷、錳、鎳和銅的結核的商業性興趣。第二次世界大戰也留下了前所未有的海洋勘探的技術能力。海洋學家們利用為軍事用途研製的海洋傳感裝置和船載設備來擴大海洋科學研究和商業性勘探。

在過去的30年里，人們揭示了许多海洋的秘密，取得了一些輝煌的發現。例如：只是在20年前，大多數科學家不接受大陸漂移和板塊構造的观点；而現在，主要通過對海底的研究，科學家們了解到，地球的表層是由“板塊”構成的。它們彼此間發生相對運動，雖然十分緩慢，但從不間斷。板塊沿“擴張中心”拆離，新地殼物質加積到板塊上。板塊沿“俯沖帶”碰撞，老地殼向下掩沖。板塊每年僅以數英寸的速度移動，地殼物質就是這樣象在傳送帶上從擴張中心向俯沖帶移動。最近科學家們又發現，海底擴張中心也是對人類有用礦床的產生之地。這些活躍的形成礦床的地点也往往是極好的生物群落的棲息場所。

科學家們對新的發現十分興奮，這使他們能更好地了解地球構造、礦物的形成過程以及其它許多問題。其它專家更感興趣於這些新知識對今後經濟的潛在影響。儘管經過二次大戰後幾十年的科學研究和一些有限的商業性勘探，人們對今後可能開發的海底礦產的類型、質量和分布僅知道一個非常粗線條的輪廓。海洋的大部分仍未被勘探過，這種狀況在主權國家管轄下的近海水域與在深海地區幾乎相同。

在過去的30年里，許多沿海國家建立了專屬經濟區（稱之為EEZ），其範圍從海岸線向海延伸200n mile*（見圖1-1）。在這一區域內，國家享有對所有包括生物和非生物在內的資源的主權。專屬經濟區的概念給獲取海洋和沿海國管轄範圍內礦床知識以新的刺激。現在70多個沿海國家已建立了專屬經濟區。當美國1983年3月以總統宣言的方式建立自己的專屬經濟區時，她成為第59個建立專屬經濟區的國家。美國專屬經濟區面積超過230萬平方海里（近20億英畝，相當於全部美國陸地面積的三分之二以上），是世界上所有國家管轄的最大的專屬經濟區。其法律依據是現已編入海洋法公約的國際慣例法。雖然美國迄今拒絕簽署公約，但是美國專屬經濟區的法律地位並不因此而成為問題。如同大多數其他國家的專屬經濟區一樣，美國的專屬經濟區的大部分也未被勘探過。它是國家的海洋疆域。

* 1n mile等於6,076英尺。本書中的術語“mile”均指海里

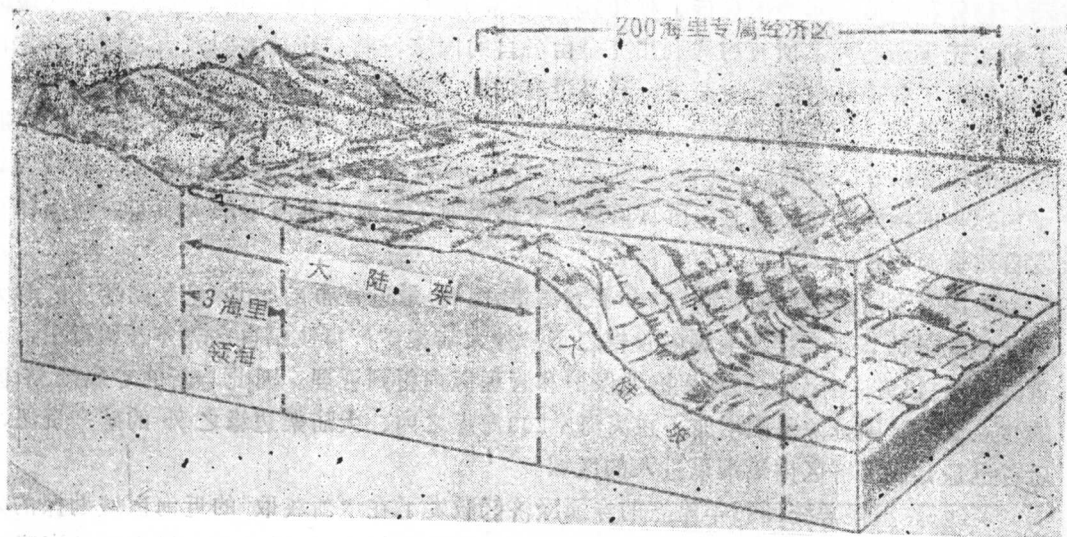


图 1-1 包括专属经济区的海洋分区

本书论述了美国领海、大陆架和新的专属经济区的勘探和开发问题，重点放在这些地区除石油和硫以外的矿产资源的潜力上。本书描述了美国海域的已知矿床；评价了海洋矿产资源勘探和开发的能力；估计了资源开发的经济价值；研究了与海底采矿有关的环境影响；审查了海底矿产可能对美国资源基础作出的贡献；评价了海底矿产对全世界需求和陆上供应产地的重要性。

与各国政府通常对领土行使的主权管辖不同，对海洋及其资源利用的管辖是通过源于17世纪的国际海事法的复杂条例实行的。专属经济区是海洋法公约的产物，是为制定一个更完善的海洋法所作的最近的国际努力的结果。

在专属经济区内，美国宣布有“以勘探、开发、保护和管理海床、底土和上覆水域的生物和非生物资源为目的的主权权利”。美国各个沿海州保留了对美国领海——沿海岸3n mile宽的条带中类似资源的管辖权，这是根据国会1953年颁布的水下土地法令赋予各沿海州的。沿海州对3n mile领海的利益和联邦政府在专属经济区管理上的职责使近海资源的管理成为一个联邦一州的共同问题。

到1987年7月止，除了参照少数专门法律外，国会还通过实施和依照立法来编纂1983年颁布的建立美国专属经济区的第5030号总统宣言的条款。实施专属经济区宣言的立法工作并非易事。涉及国家海洋界线的问题分散在大量的法令之中，在修改法律以实施新的专属经济区法令时，必须仔细审议对每一法律的影响。

实际上，在1983年提出的专属经济区内，美国对资源控制的范围对早已在美国控制之下的面积而言，增加不多。美国和其它沿海国家在这之前已经控制了200海里范围内的鱼类（根据1976年麦克纳森渔业保护和管理法令）以及大陆架上的其它资源。这次对资源控制的延伸可追溯到1945年的亨利·杜鲁门总统宣言。在这个宣言中，亨利·杜鲁门总统宣布美国对大陆架的海床和底土的自然资源拥有专属控制和管辖权。许多人认为，正是这个宣言引起了旋风般的对新海域的要求。例如，随着这个宣言的颁布，智

利、秘鲁和厄瓜多尔等国宣布了对200海里区域的主权和管辖权，并认为200海里区域除了船舶无害通行外，所有海洋利用完全由各自的国家控制。在杜鲁门宣言之后，其它国家也提出了各种其它的主权要求，只是没有如此广泛而已。

美国通过1953年颁布的外大陆架土地法令实施了杜鲁门宣言。该法令授权租让州控制的领海以外的大陆架矿产。美国单方面扩大对富含石油的大陆架管辖权，导致制定了1958年的国际条约。由此，所有沿海国家都获取了在毗邻其海岸的大陆架内勘探和开发自然资源的权力。

美国的大陆架面积估计约160万平方海里。因此，最近宣布的200海里专属经济区的大部分地区自1945年起就在美国的管辖之下；外大陆架矿产租让权自1953年开始授予；而鱼类资源自1976年起在200海里渔业保护和管理区内得到管理。因此，新的专属经济区的建立仅为美国资源基础增加了在离海岸200海里之内、大陆架边缘之外的矿产资源，后者也是专属经济区内最难以进入的区域。

罗纳德·里根总统1983年建立的专属经济区激发了在“新获取”的近海区域勘探的兴趣。有些人将专属经济区的建立与路易斯安那州的购置相比拟。另一些人将专属经济区的勘探冒险比作19世纪刘易斯和克拉克对西北部的探险或约翰·鲍威尔对西部领土的地质踏勘。或许里根宣言最重要的方面是，它正式宣告了专属经济区内的资源，不论是在海底还是在水体，不论是生物资源还是非生物资源，不论是碳氢化合物还是固体矿产都被宣布为由美国政府代表美国人民托管。

专属经济区的矿产资源远景

近年来，海洋地质的知识稳步积累。这些知识使科学家能修正他们关于某些矿床类型形成的理论，并更好地预测可能发现新矿床的地点。例如，许多大陆特征和矿床是在海底上或海底以下形成的。通过研究海洋矿床的形成，地质学家能更好地了解陆上地质。就位于洋底扩张中心的多金属硫化物矿床的形成来说，如果矿床存在，就能够观察到。

同时，通过多年地质观察和研究获得的陆上矿床的知识，为发现近海矿产的性质和可能的地点提供了线索。例如，在海退前形成的，含有重矿物（例如，锆铁矿、钛）或磷灰岩的滨海滩砂矿，可以帮助确定近岸地区同样矿床的地点和成份。现在位于陆上而形成于海下的多金属硫化物矿床产出了大量的具有商业价值的铜、锌和铅矿石。对这些陆上矿床的了解，可以使人们对洋底形成的多金属硫化矿石的演化有更好的了解。

除了通过海底和陆上矿床的对比研究可提供科学知识外，通过海底勘探亦可能发现相当规模的陆上或海底矿床。这些发现在将来可能具有重要意义。与其它多数矿产品的供应来源相比，目前海底采矿的经济潜力不理想。但陆上矿床是有限的。如果有足够的经济刺激，甚至开发高成本的海底矿产在商业上亦是可行的，以后还可能富有吸引力。

对海底勘探和海洋采矿技术的投资应被看作是一项长期的事业。它的价值既不可以当前的经济条件来判断，也不可以目前的矿产需求来衡量。过去，即使短期的矿产和能源需求预测也常常失灵。因而，没有理由相信今后的供求关系会变得更可预测。今日许

多矿业领域内的能力过剩可能会被因人口的增长和世界经济发展的回升所造成的需求增长所抵消。另一方面,技术的变化也会通过代用品、回收利用、新材料的应用及微型化而造成对常规矿产品需求的降低。矿产需求的增长过去是与世界经济的增长相联系的,因此,矿产消费的发展将来仍可能继续受经济趋势的影响。

在更多地了解美国管辖区内海洋矿产的地点、范围和特征以及与之有关的海洋环境之前,海底矿产的经济前景仅能是猜测。它们的市场地位首先决定于它们的生产成本与它们最相近的国内和国外陆上矿产成本的比较;其次是与国外海洋矿产生产者相比较。矿产市场如同多数商品一样,首先对生产成本最低者有利,因此,潜在的矿物来源之间存在着经济上的等级。矿物成本的决定因素是活跃的,它能随着降低成本技术的研制,异常富矿的发现,或者因需求的增长或供应中断引起的市场价格的无规律的跳跃而产生急剧的变化。如果海底矿产的开采或处理会引起环境问题,那么,在确定开发的经济可行性时,还应考虑到减少或避免对海洋环境破坏的开支。

海底某些矿产(例如,钴、铬、锰和铂族金属)的战略重要性,仅次于国家安全,具有长远的经济意义。这些战略金属的82%—100%是从政治状况不稳定或由于地理政治原因可能发生供应中断的国家进口的(见图1-2),例如,南非、苏联、津巴布韦、扎伊尔、赞比亚、中国、土耳其和南斯拉夫等国。尽管专属经济区产出的某些矿产可能在正常时期经济前景暗淡,但是,对这些矿产的产地、范围和保证程度的了解可在紧急情况下提供一个重要的回旋余地。在短期的和不甚严重的供应中断情况下,国防储备可以替补美国依赖进口的某些战略矿产的损失。

虽然美国面临的直接挑战是进一步了解管辖区内的自然地理、地质和环境以及探明矿产的赋存情况,但研制和销售海底采矿技术和船只的潜在价值不可忽视。主要的商业性海底采矿可能不是在美国专属经济区内,而是在其它国家的水域内进行(小的采矿活动已经进行)。如果这样,美国应用于研制海底采矿技术的发明和工程技能可能会置美国于开发世界海底采矿设备市场(可能规模不大)竞争的中心地位。海底采矿系统的技术革新也能帮助美国工业界在经济机会来临或紧急情况发生时,保持在美国水域或世界其它地方应用这种技术的能力。

美国专属经济区内的矿产赋存情况

美国仅在专属经济区内很小的一个部分进行过矿产勘探。但已知专属经济区内各种地带赋存有若干种矿床(图1-3)。它们是:

1. 砂矿——含有金、铂、铬铁矿、钛以及其它共生矿物的砂和砾石的富集。
2. 多金属硫化物——由溶解于海底火山地区高温水内的矿物在海底形成的金属硫化物。它们通常含铜、铅、锌及其它矿物。
3. 铁锰结壳——在太平洋地区海山、海岭和海台两侧海底上形成为覆盖面的富钴锰结壳。它们可能还含有少量的其它金属,例如,铜、镍等。

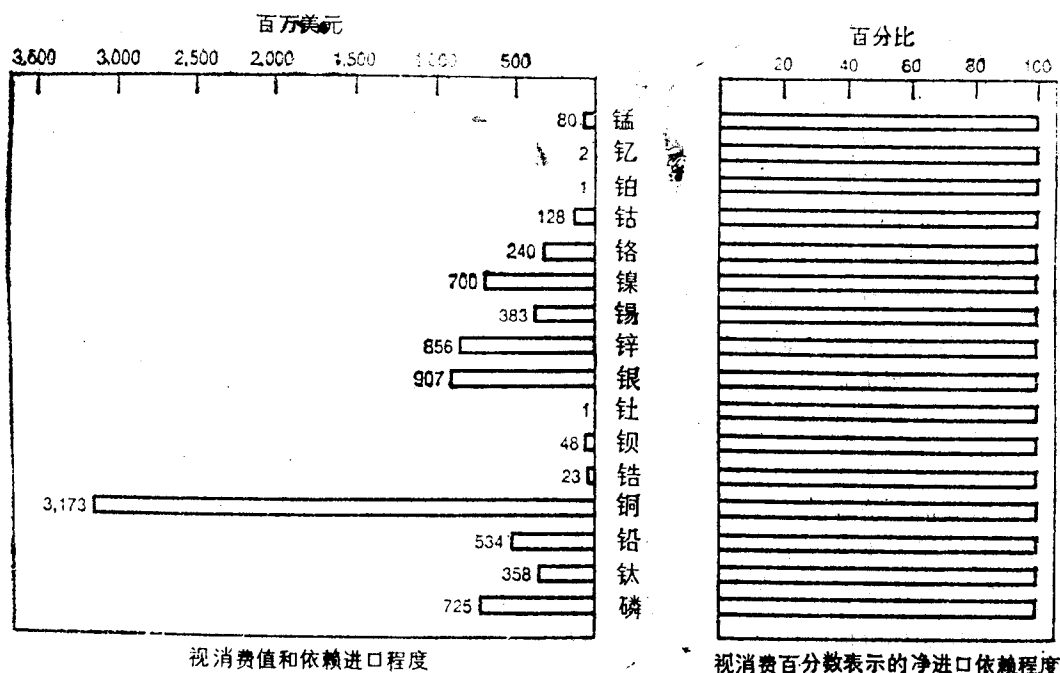


图 1 - 2 美国矿产进口情况

4. 铁锰结核——成分与铁锰结壳相似,但形状如小土豆,不规则散布在海底表面。

大西洋专属经济区内发现的铁锰结核的含钴量往往比太平洋深处的铁锰结核低。

5. 磷灰岩层——形成于古海洋环境的陆上磷酸盐岩向海中的延伸。

因为人们对多数海底矿床的体积和矿物成分所知甚少,所以大多数矿床被称之为“赋存”,而不是资源。赋存的含义仅是指鉴定了一种矿物,也许是从一个表层取样中作出的鉴定。专属经济区内有些矿床的调查程度足以被称为“资源”,它们产出的类型和数量具有潜在的经济开发可行性。

在目前专属经济区资源初步评价的阶段,不应轻信某些观察家推测的海底矿产的经济价值或数量。对当前的资料应作谨慎的解释,以避免作出超过所采用的取样密度、取样方式和分析技术所能证实的肯定程度。对初步评价成果作出的错误的解释(例如,用少数表层样品的结果来代表一个大面积的、三维矿床进行推测)会带来错误的期望。

详细描述和确定海底矿床的数量需要高密度的测网和三维取样。砂和砾石、磷灰岩层和砂矿在海底以下的深度不同,因此,样品必须通过许多英尺的沉积物来取心,有时要一直取到基岩。多金属硫化物的取样比专属经济区内其它矿产要难得多,多金属硫化物矿床被认为具有很大的厚度,有时甚至延至海底基岩。多金属硫化物通常在深水区发现。因此,需要采用十分昂贵的硬岩石取心技术才能取到足够的样品。钴锰结壳和锰结核的资源评价较之砂矿和多金属硫化物可靠些。结核和结壳的分布可以被观察到,并直

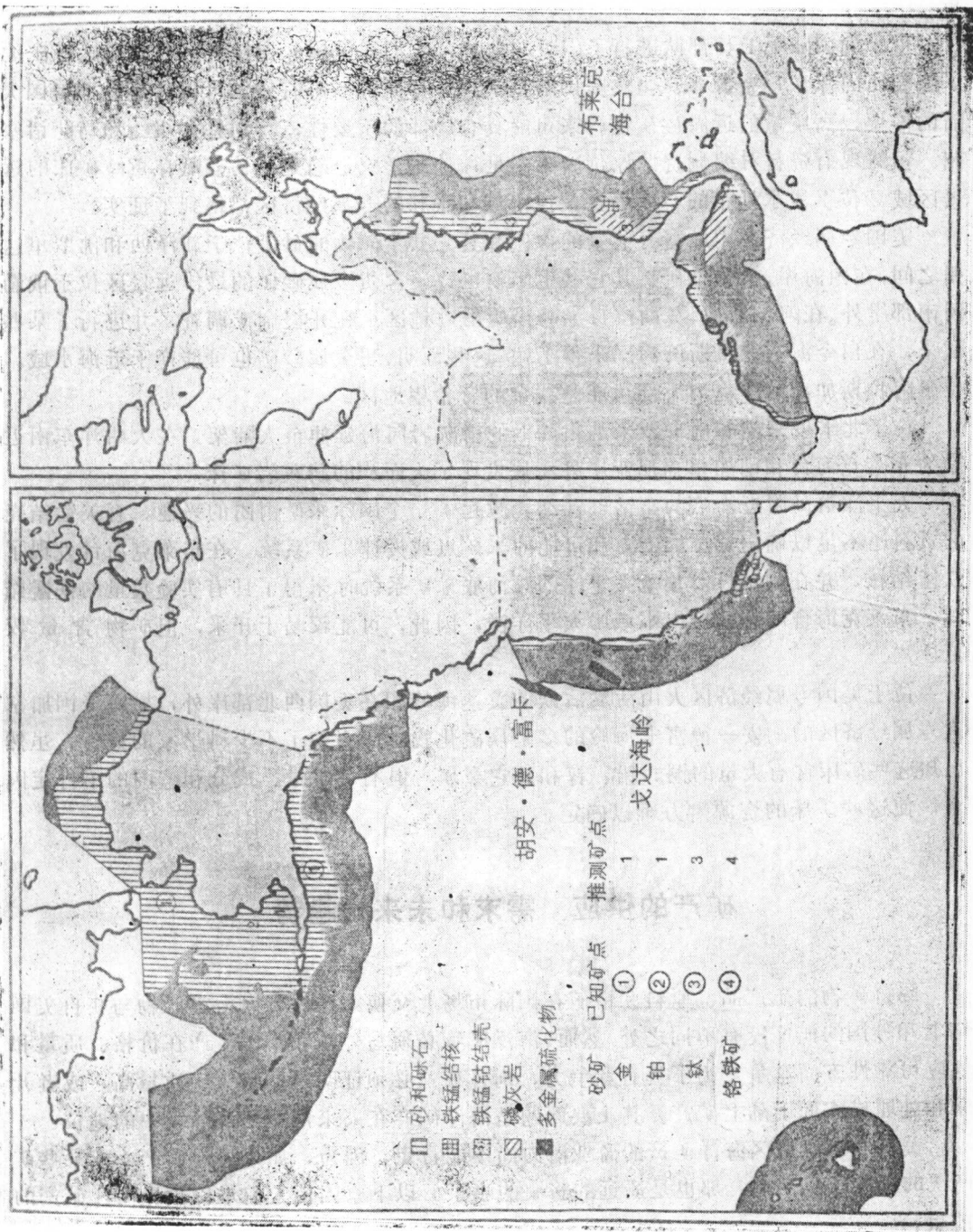


图 1-3 美国本土阿拉斯加和夏威夷大陆架专属经济区固体矿产资源远景

观填图，而抓斗取样和浅层取心装置可以估计这些矿床的厚度，并能取到样品作化学分析。

由于美国陆军工兵部队进行了广泛的取样，人们对美国专属经济区的砂和砾石矿的了解要比固体矿产资源多。虽然美国陆上大部分地区的砂砾石资源可以满足近期美国大陆的需要，高质量的近海砂矿在将来可能具有局部的重要性，特别是在纽约和麻省诸塞州。虽然现有资料对编制资源评价尚嫌不足，地质学家已确定了具有赋存重砂矿床的远景区域。位于浅水地带的砂矿点在州控水域和联邦的专属经济区都得到了证实。

美国专属经济区内最富有前景的含钛和其它共生矿物的砂矿位于新泽西和佛罗里达州之间。在西海岸，含铬铁矿、其它共生矿物也许还含贵金属砂矿的最佳远景区位于俄勒冈南部岸外。在阿拉斯加，在西澳得半岛诺姆附近地区正在开展金矿调查，并进行了某些试采，在白令海右德纽斯湾海岸采得了铂。这些证明，贵金属砂矿也可能产于近海水域。位于阿拉斯加湾的库克湾下部可能是找金的有希望地区。

位于北卡罗来纳和南卡罗来纳州陆上的磷灰岩向海延伸至大陆架。在大西洋东南近岸的布莱克海台和南加里福尼亚岸外海底发现了大面积的磷灰岩矿床。

太平洋群岛附近海底的富钴铁锰结壳激起了一个国际采矿财团的兴趣。有关锰结壳的资料还不足以确定资源的潜力和可能的采矿点或设计采矿系统。在布莱克海台发现了铁锰结核，并在测试打算用于太平洋的深海底采矿系统时采得了具有实验数量的铁锰结核。布莱克海台的结核产出水域比太平洋浅，因此，可能较易于开采，但矿物含量较低。

位于美国专属经济区火山活动活跃的戈达海岭和在美国西北部岸外，横跨美国加拿大专属经济区的胡安—德富卡海岭的多金属硫化物矿床引起了不少科学家的好奇。虽然已知这些矿床含有大量的铜、铅、锌和其它金属，但有关质量、成分和范围的不肯定因素，使这些矿床的资源潜力难以确定。

矿产的供应、需求和未来的趋势

源自矿物的矿产品、原料和精矿在国际市场上交换。在这方面海洋矿物与获自美国陆上和外国矿产没有不同之处。然而，海洋矿物必须与外国和本国矿产在价格、质量和供应可靠性方面竞争。为了具有竞争力，海洋矿产必须证明是储量大、质量高，或者开采和处理成本低于陆上矿产。其主要问题是海洋矿产在未来产品经济等级中的地位。

美国专属经济区海洋矿产的商业潜力尚不能肯定，因为，如果海洋矿产（或某些矿产）的开发得以实现，那也是遥远的将来的事了。以下原因使人们难以预见海洋矿产的前景：

1. 对专属经济区内发现的矿产的范围和品位所知甚少。
2. 几乎没有实际经验，也没有多少试验生产可用来评估海底采矿的成本和生产中的不确定因素。
3. 美国和世界经济的动荡增加了矿产需求预测的不确定性。

4. 不断发展的技术可造成矿产和原料供求之间难以预测的变化。

5. 过去的经验表明, 计划或预测矿产需求都不可靠。

商业和工业中使用的各种原料之间存在着不断的竞争。矿产品的总费用是由商品消耗的量(体积和数量)和每件商品在制造过程中的用量来决定的。前者与经济的活力和用户的偏爱有关, 后者与技术的发展趋势有关。而技术的发展也可能与经济因素有关。新的或其它材料的替代、制造效益的提高带来的材料保护和旧材料的回收利用, 都可能降低对原料的要求。

美国和世界经济的重要变化加上技术的进步和消费观念的改变, 自70年代末至今已在很大程度上改变了消费的趋势。大多数来源于海洋矿产的商品, 如铬、锰、锡、锌、铅和镍等在1972年至1982年期间相对于商品产量的用量都减少了。只有铂和钽的使用强度有增长。在这期间, 除了铂和钽之外, 商品的消耗及由此产生的对矿产品的需求也减少了(但是没有使用强度下降得快)。

70年代初, 由于矿产价格高涨, 消费大, 经济前景明朗, 采矿能力——特别是矿产丰富的第三世界的采矿能力增长了。80年代, 需求疲软, 价格跌落, 世界经济发展缓慢, 造成美国专属经济区所具有的大多数矿种的采矿能力大量过剩。现在尚不知道向微型化、代用材料和可源于海洋矿物的矿产品的使用强度降低的发展趋势是否将断续发展; 美国和世界经济增长是否将回升到新的高度, 或者按仅目前的状况继续缓慢增长。这些不确定因素将影响现有能力的利用, 并决定将来新矿产开发的需要, 包括海底矿产开发的需要。

由于世界能力的过剩, 美国矿产和采矿工业遇到外国较强的竞争。金属价格仍然低下。直到最近, 美国和加拿大铜、锌、铅和其它工业大量使用的金属的生产成本仍高于世界平均值。来自依靠低资本投入和低生产成本以及高矿石品位优势的外国产业的竞争, 造成了国内采矿业的萧条。这一趋势在80年代初加剧了。

外国矿产业(包括州有和州控的公司)很可能将继续是美国陆上和近海的矿产业必须面临的竞争者。海底采矿生产只有在与本国和外国的陆上矿产业, 甚至外国近海矿产业相比成本最低时, 才能具有商业活力。

锰、铬和镍是赋予钢和其它金属以特殊性质的合金成分。它们的需要量与钢的生产紧密相连, 它们通常作为铁合金加入溶化的金属内, 或作为加了合金成分的铁的中间产品。美国没有锰和铬储量(被探明的经济资源), 因此, 美国必须进口几乎所有这些合金金属。

十年前, 美国进口精矿石, 由美国铁合金公司加工成铁锰合金和铁铬合金供应当时繁荣的国内钢铁工业。从1981年起, 美国进口铁铬合金多于铬铁矿石。铁锰合金的情况也基本相同。外国产业现已供应美国铬钢生产所需的约90%的铁铬合金。铬铁矿生产国现在将矿石加工成铁合金, 通过加工使产品增值, 然后再出口给消费者。当前美国没有生产铁锰合金的能力。

美国钢产量的下跌也有利于廉价品的进口。随着美国铁合金生产和钢铁生产的下降, 美国用于制造铁合金的铬和锰矿石(锰也用于炼钢脱硫)的需求似乎将继续减少。美国正迅速接近完全依赖外国铁合金加工能力的状况。即使俄勒冈南部岸外的专属经

济区的铬铁砂矿证实具有经济开发价值，美国濒临太平洋的西北部也没有冶炼炉来加工所有生产的铬铁矿。所有近海可能开采的铬铁矿大约将用于生产铬的主要化学衍生物——重铬酸钠。

钛金属现在广泛用于航空工业，预期它在工业中的应用将扩大。美国东南部濒临大西洋各州岸外专属经济区的重砂矿含有不少富集的钛铁矿（一种含钛矿物）。虽然钛铁矿可通过中间加工（转化成合成金红石）制成金属钛，但加工的开支可能使它变得不经济。从大西洋专属经济区回采的钛铁矿最可能的用途是生产钛白粉，因为北佛罗里达有两家大厂当前采用当地矿物生产。世界30%以上的钛白粉产于美国。

美国开采的磷酸盐岩约90%用于生产农用肥料。余下的大部分用于生产洗涤剂和清洁剂。世界上磷酸盐储量丰富，但只有小部分具有商业价值。近海磷灰岩与美国沿海平原开采相类似，美国历史上一直是磷酸盐的主要生产者，但其突出的地位现已受到低成本的外国产业的挑战。

贵金属——金和铂族——自成等级。顾名思义，它们储量不丰，且比其它矿物更难发现和开采，因而价值很高。金和铂都在某种程度上用于制造业，而铂族金属的用途更广泛。因为欧洲、澳大利亚和日本将铂作汽车热辐射控制的催化剂，所以，铂族金属的需求预计将增长。金仍是财富的标志，用于制造首饰。铂和金都受到根据经济变化、市场趋势、世界政治形势以及其它因素作出反应的投机家的操纵，因此，价格变化急剧，不可预测。

几种近海矿产开发的前景

国会技术评价办公室审议了近期美国沿海几种矿物开发的潜力。海上采矿的费用决定了它与美国 and 外国陆源矿产的竞争地位。大多数海上矿产近期开发的前景不佳。虽然开采近海砂矿和磷灰岩不需作很多的新技术开发，但近海采矿的设备投资高于陆上生产在这方面的投资。增加费用的因素包括需要适于海洋采矿的船只；还可能需移动补偿装置以及导航和定位设备。

除了高额投资外，海上采矿的生产费用通常也高于陆地。不时的恶劣气候肯定会减少每年的可生产期。在大多数近海环境中，每年300天的生产期被认为是乐观的。原矿石或经过选矿处理的矿石需要运往陆上（可能距离遥远）作最后加工，这是另一个可能增加生产费用的因素。另一方面，近海采矿设备的定位安装比陆上设备容易，费用也少。

现在还没有足以制定标准的海上采矿作业详细费用估算的资料。但从初步的利润估算可以窥见近海采矿和陆上采矿相比的竞争性。国会技术评价办公室制定了假设的位于已知矿物富集区的四种海洋矿床的开采方案。这些矿床是，佐治亚州近海的具有潜在价值的富钛砂矿、俄勒冈州沿海的含铬砂矿、北卡罗来纳和佐治亚州近海的磷灰岩和阿拉斯加州诺姆附近的近海砂金矿。

钛矿

国会技术评价办公室分析的结果表明,近期开采含钛砂矿的前景不太乐观,但人们对这类矿床已表示了一些商业兴趣。除非近海砂矿初级精矿运到陆上加工厂的費用能与陆上砂矿床含钛矿产的运输費用竞争,不然单独回采钛铁矿就没有经济可行性。要具有竞争力,近海矿床必须具有相当数量的高价值矿物,如金红石(350至500美元每吨)或其它高价值的矿物,例如,锆石、独居石或贵金属。迄今尚未发现这样的矿床。

铬铁矿

开采和加工铬铁矿表明,其结果和钛相似。铬铁矿要以125美元每吨售出才能在3年内偿还投资。美国1986年上半年进口的低品位、非耐火材料的铬铁矿精矿的平均价格是10美元每吨,不包括进口税、运费、保险費和其它开支。因此,单独生产铬铁矿不能满足收入要求。高价矿产的存在(如金),如果其售出所得收入超过分选的费用,就可以改善近海铬铁砂矿开采的利润率。

由于世界铁铬合金工业的过剩,美国铁铬合金工业在外国工业的竞争中很难生存。俄勒冈的铬铁矿可能用来制造重铬酸钠——一种主要的工业用铬化工产品。在西海岸也可能必须建造一座“绿地”工厂来补偿运到位于东海岸的化工厂的費用。

磷灰岩

近海磷灰岩采矿的经济前景也不佳。过去美国依靠北佛罗里达和北卡罗来纳的陆上采矿业居世界磷酸盐岩生产的首位。目前这一地位已受到摩洛哥的挑战。摩洛哥拥有被认为可以满足世界未来多年需求的巨大的高品位矿储量。美国近海磷灰岩开采可以成功地与低成本的摩洛哥磷酸盐岩或其它国家低成本产业竞争的日子被认为还很遥远。但美国陆上产业因对环境的破坏和土地利用的方法遇到了相当大的阻力。如果环境和土地利用问题不能解决,将来北卡罗来纳和其它东南部各州近海的磷灰岩矿床与美国陆上生产相比较,前者可能具有较大的竞争力。

金矿

阿拉斯加诺姆附近的近海砂金矿的开采前景较好。实际上,Inspiration采矿公司已经开始了试验性开采,并计划采用一艘经过改装的东南亚采锡船开展全面的金矿开采工作。国会技术评价办公室用以估算这个项目的投资和生产费用的部分资料就是由Inspiration采矿公司提供的,因此,用于近海金矿开采方案的一些估计比较可靠。假设每盎司金价为400美元(1937年7月的保守估价,但金价的动荡很大),根据每年黄金产量48,000盎司估计,计划上税前收入为1900万美元。这个数字表明,如果生产者能保持这个生产率,诺姆的近海金矿开采项目显示了很有前景的利润率。但需注意,在那儿的近海开采活动每年只能进行5个月。因为诺顿湾的冰阻止了冬季月份的工作。每年冰的覆盖期(加上金价的浮动)将对生产的利润率产生重大的影响。

砂和砾石

按体积计算,价值最低的海洋矿产是砂和砾石。然而与陆上资源相比它们最具有直接的竞争地位。虽然陆上砂砾石资源丰富,但粗砂有时并不易找。土地利用的限制使合适的资源越来越难以开采。有限的近海砂砾石的开采正在进行。砂砾石是体积大、价值