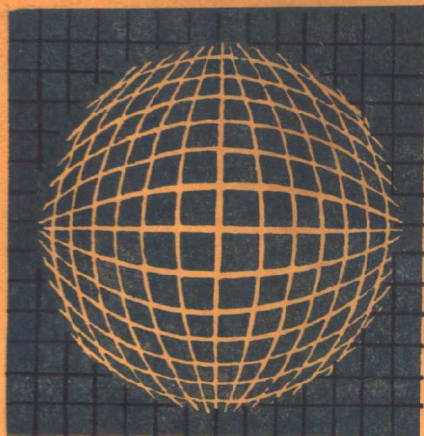


[苏] Л. Б. 勃列斯拉夫 主编

世界 海洋开发手段的 技术经济论证



海洋出版社

世界海洋开发手段的 技术经济论证

【苏】Л.Б.勃列斯拉夫 主编
张 础 刘清鉴 等 译

海洋出版社

1986年·北京

内 容 简 介

本书是苏联最新出版的一部技术经济方面的专著。本书运用技术经济论证方法对怎样选择符合要求的海洋技术设备问题进行了探讨，对有关开发世界海洋技术手段的大量资料作了系统的介绍，书中论述了评价利用海洋技术手段的经济效益问题，并指出了它的发展前景。

本书适于我国从事海洋开发的广大专业人员，海洋技术经济的研究人员以及海洋技术设备的设计和制造人员阅读参考。

责任编辑：马 瑞

责任校对：刘兴昌

Технико-экономическое

обоснование средств

освоения Мирового океана

Л.Б.Бреслав

Ленинград. «Судостроение», 1982.

世界海洋开发手段的技术经济论证

〔苏〕Л.Б.勃列斯拉夫 主编

张 础 刘清鉴 等 译

海洋出版社出版

(北京市复兴门外大街1号)

新华书店北京发行所发行

海洋出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：8.75 字数：196千字

1986年5月第一版

1986年5月第一次印刷

印数：1—800册

统一书号：13193·0546 定价：2.80元

译者的话

这本书运用技术经济论证方法对怎样选择符合要求的海洋技术设备问题进行了初次探讨。书中对有关开发世界海洋技术手段的大量资料作了系统的介绍，进一步明确了开发世界海洋的新技术及其费用方面的许多概念，论述了评价利用海洋技术手段的经济效益问题，并指出了它的发展前景。本书可供我国从事海洋开发问题的专业人员，海洋技术经济研究人员，以及海洋技术设备的设计和制造人员参考。

参加本书翻译的有：张础、刘清鉴、尤艳琴、马贵有、君虹、肖炼，由张础、刘清鉴校订。由于知识水平所限，译文中难免有不当和错误之处，恳切希望读者批评指正。

前 言

海洋在人类生活中所起的作用，无论怎样估计也不会过分。从古代起，海洋就是食品的来源。海上运输线路网纵横交错，把相距遥远的国家联接起来，使人类早就能够使用最廉价的运输形式——海运。当代海洋的作用与日俱增，并发生着根本性的变化。海洋深处和海底的开发，首先是大量的矿藏和能源的开发问题，已经提到日程，并正顺利地得到解决。

学者和国务活动家们在评价世界海洋开发问题的意义时，把它同当代最重要的科学技术问题相提并论，同发展核能和征服宇宙相提并论。

海洋正逐步成为紧张的生产活动领域。某些活动，包括矿藏的勘探和开采，在我们这个时代已经开始了，并蓬蓬勃勃地向前发展着。这一过程，既是迫切需要不断增长的结果，又是科学技术进步的结果，它提出许许多多十分复杂的技术、经济、生态和法律方面的新问题，同时也刺激着许多新学科的发展。

在这许许多多问题当中，海洋开发经济学占有特殊的位置。这门科学的应用职能是研究、论证和选择开发世界海洋的途径，以便以最少的消耗取得所要求的结果。当然，在解决这一问题方面起首要作用的是对海洋技术，即开发世界海洋技术手段的论证。在这种情况下，有关技术论证的理论基础和实践的研究本身，正逐渐形成一门独立的经济学科。

就使用的性质而言，开发世界海洋的手段当中，有一部分是传统的，包括运输船和渔船；其他一些手段，如科学考察

船、勘探钻井船、自动升降和半潜式钻探船（平台）、海上采油服务船、水下载人装置和无人装置——这些都是现代出现的几种工具。传统手段的论证方法已经形成，并为一些著作，其中包括B.И.克拉耶夫、O.K.斯图宾、З.П.里蒙诺夫^[26]和A.И.拉科夫^[60]等人的著作，作了十分全面的阐述。这些著作研究的仅是论证运输船和渔船的具体问题，并没有涉及那些开发世界海洋的非传统手段的技术经济方面的论证问题。

世界海洋开发手段的技术经济论证问题，有其自身的特点。这些特点取决于手段的特殊性、问题的综合性。

解决技术经济论证的问题，要求在许多不同的知识领域——如船舶的设计、工艺、组织建造、使用特点——有相当的基础。目前，除了“职业”经济学家之外，从事技术论证的还有越来越多的造船工程师、机械师及其他方面的专家，虽然他们在经济学方面没有足够的基本训练，例如对经济效益问题没有专门的知识，但是在各自独立地研究这些问题。因此，书中扼要地阐述了从事这方面工作必不可少的经济学基本概念。

作者力求使用尽可能少的数学方法论述现代观念和方法，主要着眼点不在于公式的严谨，而注重于经济论述的明确性和连贯性。

第一章第二节是与K.Г.苏沃罗夫共同撰写的。在准备手稿的过程中，B.B.罗日杰斯特文斯基教授、M.B.萨韦利耶夫副教授、技术科学副博士A.И.德米特里耶夫、经济学副博士И.С.奥杰斯基曾给予了帮助，在此致以由衷的谢意。

因为对许多问题作了新的解释（这是由问题的特殊性决定的），所以书中某些观点可能是有争议的。所有批评、反对或修改意见，均请寄至列宁格勒，果戈里大街8号《造船》出版社，将不胜感谢。

第 一 章

世界海洋开发和海洋技术 发展的前景

1.1 世界海洋开发的前景

今天世界海洋的综合开发问题引起人们极大的兴趣。其原因之一是人类的需要不断增加。其中部分原因是地球人口的高速度增长。根据联合国的资料，地球上的人口每年大约增加2%。预计到2000年，地球上将有60—70亿人口。

人类需要量的增长，不仅由于人口剧增，而且还因为按人口计算工业需要的原料和能源越来越多。据计算，世界原料消耗每年平均增加4.8%，而且有色金属，特别是稀有金属的消耗量增加更快。表1.1说明几种金属预计消费的增长情况^[57]。

表 1.1 资本主义国家工业的金属消费情况预测（百万吨）

金属名称	1970年		1985年		2000年	
	美 国	其余各国	美 国	其余各国	美 国	其余各国
铁	100.0	300.00	120.00	600.0	130.0	800.0
铜	2.0	4.00	2.5	8.0	4.0	12.0
铝	4.8	5.00	12.00	10.0	35.0	20.0
镍	0.2	0.30	0.35	0.6	0.7	0.8
铬	0.5	1.00	1.00	1.9	1.2	2.4
钴	0.1	0.15	0.15	0.2	0.3	0.3

能源问题，首先是石油问题更加尖锐。对石油储量的估计，众所纷纭。陆地上的石油探明储量为620亿吨，已从地下开采出约200亿吨^[81]。陆地上石油的可靠储量约为800亿吨^[81]。如果考虑到每年开采大约30亿吨，而且对石油的需要量还在不断增加，那么能源问题的尖锐性便一清二楚了。直到最近一直遵循一条确定的规律：探明储量的增加大致同开采量的增加成正比。但是，这不会长久。此外，这一规律就整个世界来说是正确的，而对于发达的资本主义国家来说，现在探明储量的增加已落后于开采量的增加，石油消费量的增加比工业产量的增加快一、两倍。

在陆地上要发现新的矿产，希望是不大的。容易勘探的矿产，基本上已经探明了，绝大部分正在开发，许多矿区已经枯竭。现在面临的任务是到北方人迹罕见的地区、永久冻土带、沙漠里去开矿。显然，在这些地区开矿和把开采的原料或加工的产品运出来，费用要比正开采的那些矿高得多。

可以预计，将来核燃料会成为最重要的能源。原子能发电站现在已经成功地同热电站竞争。当人类掌握了热核聚变并学会利用水中所含的氘作燃料时，人类将得到实际上取之不尽的能源。

然而，与转换成电能的消耗的同时，独立的能源消耗，首先是汽车和航空运输，在人类的生活中将起巨大作用。为这些消耗提供核能还是十分遥远的事，人类对化学燃料的需要量长时期内还会是很大的。另一方面，把石油和煤用作化工原料也是很重要的，而且，也是很难以其他能源替代的。

还有一个问题——淡水问题也变得严重起来，地球上主要的淡水水源是河流与湖泊，它们仅占水的总储量的0.02%。同时，淡水的储备分布得极不均匀：世界上有50多个国家感到严

重缺水。

苏联是淡水资源最丰富的国家，然而分布同样不均匀。欧洲部分各地工业高度发达、人口稠密，而水资源仅占20%。

与此同时，淡水的消费却持续增长。例如，冶炼一吨镍需要消耗约800立方米的水，冶炼一吨铝需1200立方米水。生产合成材料耗水量特别大，生产一吨尼龙约需5000立方米水。生活用水量也很大。莫斯科市平均每一个居民一昼夜消耗0.6立方米水，即莫斯科人每年要消耗1.8立方公里水。相当于伏尔加河每年流入里海水量的2%。

可能是因为资源有限，人们才紧紧盯着世界海洋，把开发世界海洋资源看成是满足人的需要的生存悠关的大事。

人们要问，海洋能提供什么呢？海洋的经济潜力如何？

海洋一直被视为是能把地球最遥远的地点联系起来的全球性的运输网，是食品的提供者。在这些方面利用海洋的意义丝毫未减，当前又出现了一个新的用途，即利用水中和海底蕴藏的财富，而且这一用途的前景可能极为广阔。鉴于海洋中开采的全部矿物价值的90%是石油和天然气，并且在最近的将来开采石油和天然气的潜在可能性最大，所以就从它们开始考察世界海洋的经济潜力。

海上油田的油产量占全世界开采量的30%以上，天然气开采量占12%。根据预测，到二十世纪末，海上采油量将可能占全世界采油量的45%。如果说陆地上大部分大油田已被发现，那么在海上发现象波斯湾储量在10亿吨以上的大油田看来还大有希望。

海上油井的产量往往高于陆地。美国大陆上只有12%的油井产油达到工业出油量，海上则有42%。澳大利亚在陆地上打140口井，才有一口井产油，而海上三口井中就有一口井产

油。

据初步估算，在300米深度以内的海洋里石油和天然气的储量分别为：石油为2800亿吨，天然气为140万亿立方米^[6]。对于苏联，开发海上石油和天然气同样具有重要意义。苏共二十五大决议确定“要更广泛地在沿海大陆架开展地质勘探工作，首先是寻找石油和天然气。”^①。

苏联是最先开始海上采油的国家之一。

除了石油和天然气，世界海底还蕴藏有其他矿物。它们的重要性不及石油和天然气，这是由于寻找、勘探、开采都有许多工艺方面的困难，从而在许多情况下，盈利率也较低。然而，尽管水下有用矿物的开采量同陆上相比还不大，但是，对于许多国家来说，却具有重要意义。

矿物根据分布的地点不同可分为海底矿物、原生矿床、海滨冲淤矿床。

表示海底矿物资源的绝对数字是庞大的。比如，铁矿储量估计为2320亿吨。海底金属的估计储量大大超过陆地的储量：锰相当于陆地的50倍，钴相当于陆地的620倍，镍相当于陆地的90倍，铜相当于陆地的8.6倍，铀、钼和锌相当于陆地的数百倍。这些资源基本上是蕴藏在所谓的锰结核里，锰结核分布很广，浅海里、沿海水域都可以发现锰结核，但基本上是集中在远离海岸的深海里。结核矿的富集程度从每平方公里1万吨到5万吨不等。

通常，锰结核矿里含有24%的锰、14%的铁、1%的镍、0.5%的铜、0.5%的钴。陆地上开采的锰矿，通常比锰结核富

^① 参见《苏共二十五大文件汇编》，莫斯科，政治书籍出版社，1976年版第183页。

0.5—1倍。因此，锰结核对于开采铜、钴、镍特别有经济上的吸引力。结核的化学成分取决于深度，海洋越深，含镍、铜越高，含钴和钒越低。

海底锰结核的开采和加工过程的经济效益问题是特别重要的问题。美国由于陆地金属短缺，对这一问题进行了专门研究。计算确定，如果生产规模相当大（每昼夜5000吨），开采在经济上是合算的，而且4年就可以收回最初的费用。只要能开采探明的锰结核矿的30%，在保持现有消费速度的情况下，铜可以保证世界工业用2000年，镍和钴可以保证用更长时间。

原生矿床最重要的开采方法是矿井，即从大陆或从天然的和人工专门建造的岛上通到水下矿井。可以用这种方法开采煤、铁矿、铜、锡、镍矿。

在现代技术条件下，用矿井方法开采海底矿产，如果储量很大，在距离海岸25公里以内开矿可以做到盈利，在距离海岸50公里以内开矿在经济上也是合算的。

沿海冲淤矿床主要含有金属矿物，占第一位的是钛矿（钛铁矿和金红石）以及锆石和独居石矿。此外，在某些水域，冲淤矿物里还含有铬铁矿、磁铁矿、锡石、金刚石、贵重金属：黄金、白金。

钛铁矿主要用于颜料生产和冶金。金红石含的纯钛达60%。锆石砂用于冶金和生产纯锆，锆具有很高的抗腐蚀性能。锆吸收热中子能力很差，可用于建造核反应堆。独居石可以冶炼十分需要的稀土元素，主要是钍和铀。

这些矿的最大矿床位于澳大利亚的东海岸。矿床沿海岸蔓延1500公里以上。澳大利亚这些矿的开采量占世界总开采量的65%以上（金红石占90%，锆占60%，等）。1980年这些矿产的出口进款额达700亿美元。印度的东南和西南沿海，巴西、斯

里兰卡、非洲和美国都有这些矿物的富集矿床，苏联也有冲淤矿床。

磁铁矿含有70%的铁，铬铁矿和锡石是冶炼铬和锡的主要矿石。磁铁矿床集中在新西兰、塔斯马尼亚（澳大利亚）、日本。日本铁矿石总开采量的60%左右（大约是150万吨）来自磁铁矿砂。新西兰有一家冶金联合工厂的生产依靠海滨矿砂的磁铁矿。锡石分布不广，矿床主要集中在东南亚——马来西亚、泰国和印度尼西亚的沿海，这些国家是世界上锡的主要生产国。

除了上述矿物，海底冲淤矿床还蕴藏有已经提到的贵重金属——白金（分布在美国的古德纽斯湾）、黄金（分布在阿拉斯加和太平洋大陆架的其他地区），以及金刚石（分布在西南非洲沿岸（纳米比亚），这一地区大陆架和沿岸金刚石总储量估计为4000万克拉——8吨）。

矿物资源还应包括世界海洋14亿立方公里水中的各种元素。这些资源的绝对数量也是很惊人的：分布在世界海洋里的矿物总量为 50×10^{16} 吨。

每一立方米海水平均含1.3公斤镁；0.3克溴；0.079克铜；0.011克铀。海水中溶解的元素占其总量的千分之三十五。其中海洋里黄金的总储量估计为800—1000万吨。

然而重要的与其说是绝对量，不如说是富集程度，它决定着工业开采的可能性。上述元素只有溴和镁适合工业开采。现在海水里提炼的溴的产量占世界总产量的70%，美国从海水里提炼的镁超过了25万吨。从海水里提炼其他元素，今天暂时还不合算^[72]。

从世界海洋里提炼矿物资源的结果，发现了矿物的新来源——温度在40℃以上的海底热卤水，它含有丰富的矿物质。卤水的主要成分是食盐，但其中金属的含量是很高的：每公升含

锰100毫克、锌7毫克、铜1毫克以下。

这些卤水下面沉积的盐里含有丰富的锌、铜、铅、银和黄金。根据资料[25]，这类矿床集中在红海的中央深水部分。黑海和地中海里这类矿床的前景也是可观的。

最后，谈谈淡水问题。海洋的水资源（14亿立方公里）实际上是无限的，问题仅仅在于用哪种经济上合算的办法从中提取淡水。

海洋里有如此丰富的宝藏，这是人们感兴趣的第二个原因。然而工业开发海洋的途径并不是平坦的。

决定开发世界海洋财富的实际可能性的，是科学技术潜力，而科技潜力主要是建立在科学技术各应用部门成就的基础上的。超声波技术为研究人员提供了水下观察极为方便的条件。计量、通讯联系的手段、电视观察的研制成功，提供了直接观察人们无法到达的地方所发生的变化。核能为建造水上、特别是水下有极大独立性和很高的动力装备率的技术手段创造了前提。化学和冶金方面炼制了轻型的、坚固的和抗腐蚀的材料，这就可以建造水下装置，用于开发深水资源，半导体仪器和电子计算机保证了收集和整理信息的高效率。

遥控系统为建造无人潜水装置创造了条件。宇航技术能够对世界海洋作全球范围的了解。从根本上扩大了开发世界海洋船舶航行的可能性，包括确定和计算自己位置的可能性。

最后不能不指出，军舰制造业，首先是建造原子潜艇的成就同海洋开发技术进步的紧密联系。解决能源、导航、通讯、动力、生活保障这些极为重要的问题取得的成果，可以用于研究和开发海洋的和平领域。

此外，这一技术进步在很大程度上应当归功于无限增长的海洋知识。如果把发展关于地球表面的最初观念当作海洋学产

生的时间，那么关于海洋的科学——海洋学就是一部相当古老的科学领域。起初，收集、分析和总结海洋学的信息来源是航海日志。对海洋进行系统的科学研究始于十九世纪后半叶。

许多研究人员都把海洋学形成一门独立的科学同“挑战者”号的环球航行（1872—1876年）联系起来，因为它首次完成了大量的海洋学考察。^①

海洋地质学在海洋综合科学中占有特殊地位。太平洋洋脊的发现在海洋地质学的发展中具有革命性意义。考察船“格洛玛·挑战者”号1972年底在大西洋和太平洋底打了300多口井，对于海洋地质学的顺利发展起了巨大作用。

珍贵的地质资料是包括苏联在内的许多国家在勘探石油、天然气和金属矿物时获得的。考察船“勇士”号为研究锰结核矿在太平洋底的分布进行了专门航行，绘制了锰结核在太平洋底的分布图。

科学技术的进步过程使基础科学和应用科学间的界限消失了，海洋学也完全如此。基础海洋研究具有潜在的经济价值。在发达的资本主义国家和苏联开展了应用研究，其目的是研制能盈利的开采和提取世界海洋矿物资源的工艺。开采石油和天然气的技术手段已经研制出来并正在使用，这些技术手段因使用海域海洋的深度不同而形式各异。

1970年美国创造了一种方法，用这种方法能够提炼锰结核矿中所含的全部金属的98%。美国、日本、联邦德国设计成了能够保证从6000米深的海底开采结核矿的采掘机。苏联也在研

① “挑战者”号是一艘英国军舰（2300吨）。1872年12月7日从英国希尔内斯港出航，历时三年半，航行116000公里，先后调查了太平洋、大西洋以及南极海等世界海洋，1876年5月24日返回，带回极其丰富的海洋资料。——译者注

究、设计类似用途的工具。日本从海水中提取铀的实验装置应已投入使用。根据专家的意见，到1990年，日本从海水中提取的铀将能满足原子能发电站对铀需要量的15%。

从十九世纪开始，许多国家试图从海水中提取黄金。德国化学家爱·保埃尔曾从100升海水中提取出1.4毫克黄金。苏联也进行了类似的研究。1959年一次航行时科学考察船“罗蒙诺索夫”号上曾安装了带有离子交换树脂（离子交换剂）的过滤器。航行中大约有60立方米海水通过过滤器。结果，每公斤离子交换剂提取出0.15克铀，0.125克银，还有为数更少的镅、金、铜、锌。另一次实验从500升海水中提取了1毫克金。

如果考虑到科学技术、包括这一领域的有目的的研究在高速进步，可以认为，在不太遥远的将来，就可以研究出从海水中提取贵重金属的相当经济的工艺过程。鉴于海洋矿床可以通过自然途径得到恢复，不象陆地矿床越采越少，日渐枯竭，这一点就特别重要。

在解决海水淡化问题方面也取得了显著成就。现在全世界共有300多座海水淡化装置。其中最大的建在苏联、美国、委内瑞拉、科威特、以色列、日本等国。1964年苏美两国签定了在海水淡化方面，包括利用原子能淡化海水方面进行合作的协定。

建在里海之滨舍甫琴科市的快中子海水淡化装置，能充分保证该市的用水，平均每个居民每昼夜有500多公升优质淡水。

显然，人类有足够的科学技术潜力和经济潜力来开发世界海洋的财富。这就是人们密切注意世界海洋问题并不断加紧开发海洋的第三个原因。

联合国很重视研究世界海洋和开发海洋资源问题。联合国的几个专门委员会都通过了有关加强这方面研究的决议。

苏联积极参加世界海洋的研究。在苏联科学院海洋学研究所的基础上成立了国际协调中心，负责协调研究世界海洋的许多组织和部门的活动。

1970年初全世界共有1170个海洋学研究中心。苏联有53个大型的科研组织（不包括大学）从事海洋学研究。总的领导和协调工作由“海洋研究及其资源利用委员会”负责。

美国在世界海洋的研究和开发方面居于重要地位。1966年美国国会通过一项法律，规定了研究和开发世界海洋方面的政策。这项法律规定了8个基础研究方面，其中包括加紧开发海洋资源，扩大海洋学研究，改进海洋学方面专家的培训工作。

苏美签订了关于在研究世界海洋包括研究深海海底方面实行合作、保护环境、海洋学设备和海洋研究工作方法标准化的条约。

解决开发世界海洋、提取海洋中的巨大宝藏的道路决不是平坦的，主要的是费用昂贵。随着研究规模的扩大，进行这些研究的费用在增加，甚至会超过前者。比如，美国开发世界海洋的总费用由1966年的3.33亿美元增加到1978年的10.44亿美元，即增加了二倍多（见图1.1和1.2）^[87-97]。仅此一例足以说明问题。对所列图表加以分析就可以发现，开发矿物资源费用的增长速度超过了开发世界海洋总费用的增长速度。这一项费用增加了27倍，即从1966年的500万美元增加到1978年的1.4亿美元。

美国各部门中国防部和商务部所占费用的份额最多，而且国防部的费用水平是相当稳定的；商务部下设国家开发海洋和宇宙空间管理局，从事大陆架海洋资源的勘探、开发和保护。除了联邦部门和研究组织之外，一些私人的工业公司也参与海洋的研究，而且私人资本的费用与联邦部门的费用大致相等。

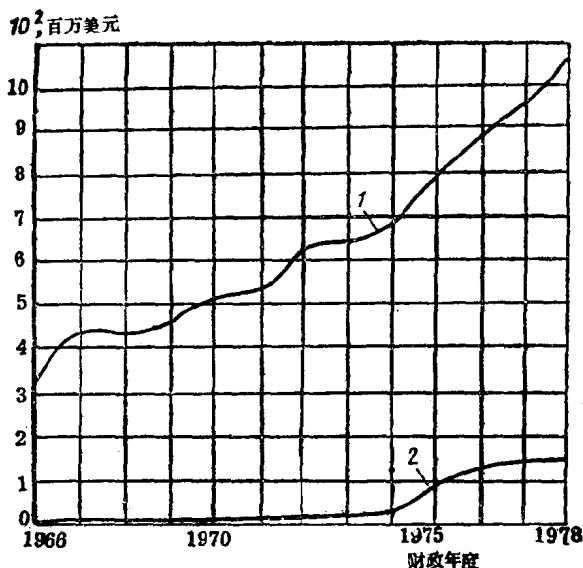


图 1.1 美国用于开发世界海洋的联邦支出动态

1 —— 总的开支

2 —— 开发矿产资源和解决淡水问题的开支

实现全国计划应当保证解决决定着美国在这方面政策的基本技术经济任务中的一个课题：到1980年完全掌握领水、大陆架和深度在600米以内的大陆斜坡；到2000年，开始利用深度在6000米以内的海底地段。这项计划被美国视为取得经济、社会、科学和军事-政治优势的重要手段之一^[85]。

世界海洋开发支出中的相当大部分用于建造专门的开采手段、运输手段和确保科研使用的手段。因此，世界造船业出现了制造这些船舶的固定的专业化部门。美国和日本在这一专业化的造船部门居于主导地位。

这一造船部门的特点是专业船舶和手段的造价迅速提高