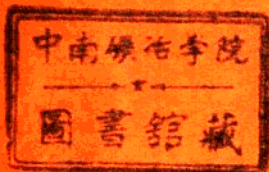


233293

世界石油勘探和开发 技 术 资 料

第 二 分 册

海上石油勘探



中国工业出版社

V-4

編 者 的 話

为了多快好省地开发我国油、气田，茲将国外有关石油地质勘探（海上勘探）、地球物理勘探、钻井和采油等方面的技术文献資料編譯整理成“世界石油勘探和开发技术資料”一书，供我国石油工作者参考。全书共分六个分册：

第一分册——大油区勘探和地球化学勘探；

第二分册——海上石油勘探；

第三分册——野外地球物理勘探新技术；

第四分册——矿场地球物理测井新技术；

第五分册——油田开发；

第六分册——钻井工艺与技术。

× × × ×

本分册由李国玉、黄佩文、周家珩和张一伟等編譯。担任审閱工作的有翟光明、陆邦干、蔣学明、康一孑及蔡陸健等同志。

目 录

編者的話

第一部分 世界海上石油勘探总論	1
一、海上石油勘探的現狀、展望与趋向	1
1. 海上石油勘探規模与成果	1
2. 海上石油勘探的三类国家	2
3. 海上石油勘探的两种途径	4
4. 海上石油勘探的展望	6
二、海上石油勘探的地质基础	8
三、海上石油勘探的經濟問題	11
1. 海上石油勘探的特点	11
2. 运載工具与設備造成的經濟問題	11
3. 目前几个主要海上油区的經濟問題	13
4. 选择海上勘探地区的条件	15
第二部分 海上石油勘探方法与技術	17
一、地质調查	17
1. 海上回声測量法	17
2. 海上航空照相法	17
3. 潛水地质調查法	18
4. 海上气測法	19
5. 海上构造制图站井法	20
二、地球物理勘探	24
1. 海上磁力測量	24
2. 海上重力測量	25
3. 海上电法勘探	32
4. 海上地震勘探	35
美国海上地震勘探方法	35
法国海上地震勘探方法	48
苏联海上地震勘探方法	49
三、海上定位方法	54

1. 金属线测量定位法	54
2. 反交会定位法	55
3. 雷达定位法	55
4. 连续无线电波测量定位法	56
5. 音标测量定位法	62
第三部分 世界主要海上油区勘探情况	63
一、墨西哥湾的海上勘探	63
1. 地质情况	63
2. 勘探过程及勘探方法	66
3. 勘探成果及油、气田简介	69
4. 海上勘探的经济问题	71
二、美国加利福尼亚州的海上勘探	73
1. 地质情况	73
2. 勘探过程及勘探方法	77
3. 勘探成果及重要油田简介	78
三、委内瑞拉马拉开波湖油区	82
1. 地质概况	82
2. 大油田简介	85
3. 五十年代马拉开波湖上油田开发情况	88
四、苏联里海区石油勘探	89
1. 地质概况	89
2. 勘探过程及方法	92
3. 海上石油勘探的三个阶段	97
4. 海洋钻井	98
五、波斯湾浅海油田资料简介	101
六、欧洲北海石油勘探	105
第四部分 附表	
1. 世界海上油区主要油、气田基本数据	插页
2. 美国和苏联海、陆探井成功率	111
3. 美国在墨西哥湾历年完成海洋勘探工作量	111
4. 美国不同水深钻井所需设备器材	112
5. 美国海洋钻井耗油量	112
6. 美国 1956 年海洋钻井费用和设备费	113
7. 美国海上和陆地上各种勘探工作费用	113

VI

8、美国路易西安納 1956、1959 年海、陆钻井比較	114
9、美国 1956、1959、1961 年海上钻井	114
10、美国在水深 16 米海上钻井費用	114
11、美国海上钻 3,500 米定向斜井和直井所需時間	115
12、美国 1961—1962 年海、陆石油經濟比較	115
13、苏联在里海石油勘探工作量	115
14、苏联在里海钻井成本与其它地区比較	116
15、苏联在里海石油探井主要指标	116
16、苏联在里海生产井主要指标	116
17、苏联在里海每口生产井成本	117
18、苏联在里海每米生产井成本	117
19、苏联在里海每米探井进尺成本	117
20、苏联在里海水深 12 米建筑基底的耗鋼量与建筑安装 劳动量指标比較	118
21、苏联海洋钻井的耗鋼量	118
22、苏联在里海油石头油田钻直井和斜井經濟比較	118
23、苏联在里海自噴方法在采油总量中所占比重	119
24、苏联在里海新井平均原油月产量	119
25、苏联海上油田原油成本与其它地区比較	119
26、委內瑞拉馬拉开波湖标准钻井成本	120
主要参考文献	121

第一部分 世界海上石油勘探总論

一、海上石油勘探的现状、展望与趋向

世界石油勘探的領域由陆地上逐渐扩大到海洋区，已成为一种越来越明显的趋向。

海洋区的石油资源是极其丰富的，可成为今后增加石油儲量与产量的可靠来源。因之，世界海上石油勘探的規模在不断地扩大。在二十世紀五十年代以前，只有委內瑞拉、美国和苏联等少数国家进行海上石油勘探和开发，五十年代以后，开展海上石油勘探的国家大大增多，到1963年已有42个以上的国家在海上进行石油勘探工作，这些国家遍布世界各大洲。

1. 海上石油勘探规模与成果

目前，世界上共有一万多个油、气田，其中海上油、气田将近200个。1962年世界原油总产量12.1亿吨，海上原油产量估計为1.19亿吨，占世界原油总产量的9.8%。1963年7月，世界各地海上钻机，美国83部，波斯湾10部，非洲5部，远东3部，特里尼达3部^[30]。

委內瑞拉馬拉开波湖自1922年开始勘探以来，截止1959年初共发现10多个油田，钻成3,700口井，累計采油量为6亿吨，年产量达到6,500万吨，占全国总产量的46%左右，湖上共有各种钻井船42只。每年完钻井数变化不定，1954年为80口，1957年为303口^[29]。最大的拉貢尼拉斯油田，位处半陆半湖，石油儲量11亿吨，是世界特大油田之一，1961年产油为4,610万吨。

美国自1896年开始海上勘探以来，截止1962年底，共发现160多个油、气田，钻成4,960口井，累計采油量为7,690万吨。1962年采油量为1,890万吨，占全国总产量的5.25%。当年海上共有255台

钻井设备，其中大型钻井船 41 艘，钻井驳船 178 艘，钻井平台 36 个，共完钻 758 口井。海上较大的南河口 27 区油田，1962 年产油 156 万吨。

中东波斯湾自 1951 年发现沙法尼亚油田以来，到目前一共发现了 7 个高产油田，1962 年产油 1,925 万吨。这 7 个油田中有三个未开发，其余 4 个之中也只有沙法尼亚油田和卡夫奇油田在大规模开发。沙法尼亚油田 1962 年产油达 1,400 万吨。1963 年 7 月波斯湾共有 10 部钻机在钻井。

苏联的里海区，自 1925 年开始勘探以来，到目前共发现 11 个油、气田。1959 年产油 500 多万吨。1950—1960 年期间，共钻成探井和生产井 734 口，建成栈桥 120 公里。最大的油田是油石头油田，年产量占全国海上油田的绝大部分。进行海上重力和地震勘探结果，发现了 60 多个背斜构造^[31]。

欧洲北海正在勘探，尚未发现油、气田。

2. 海上石油勘探的三类国家

从如何对待海、陆石油勘探关系的角度来看，虽然由于世界各国的海、陆面积，地质构造，勘探程度，油、气资源发现的数量之不同，因而所持的态度也有所不同，但大致可分为三种类型：即海洋与陆地的石油勘探和开发几乎是同时发展起来的，这以委内瑞拉为代表；另一种是陆地上的油区开发到一定程度后，才在其毗连的海洋区开展石油勘探工作，而且规模与速度都比陆上小，这类国家数量最多，以美国、苏联为代表；第三类是多年来陆地上的石油勘探成效不大，转而向海洋找前途，以西欧的英国和亚洲的日本为代表。

(1) **第一类国家** 委内瑞拉的石油工业，一开始就与该国的西部的马拉开波湖区密切相关。1914 年在该湖东畔发现了明涅·格兰得油田，1922 年就已进入湖中勘探石油，当时全国原油年产量只有 32 万吨。到 1958 年，全国原油产量 13,864 万吨，而马拉开波湖的产量已达到 6,500 万吨，占 46% 左右，现在仍然大致保持这样的比例关系。这就说明，陆上与海洋的石油开采是同时发展起来的。这种实例，目前只有委内瑞拉一个国家，它为世界其它国家积极进行海上石

油勘探展示了无限的前景。这个国家海上石油勘探能这样快速的发展，主要原因是发现了资源极其丰富的海陆相连的大油区。

(2) **第二类国家** 首先在陆地上的含油区大力开展石油勘探和开采，当达到相当的开采程度后，再伸入与其毗邻的海区找油的国家是相当多的。美国是1859年在陆地上开始采油，1896年开始在加利福尼亚海区找油，1938年才进入墨西哥湾在海上找油。直到1948年，全国采油量达到2.6亿吨时，海上的采油量只有1.75万吨(仅墨西哥湾区)，1955年全国采油量3.3亿吨，海上原油产量786万吨，占总产量的2.3%，1962年全国原油产量3.59亿吨，海上原油产量1,890万吨，占总产量的5.26%。1961年，美国钻井总进尺为5,856.69万米，海上钻井进尺为175.8万米，占3%。在1896—1962年的66年的时间里，海上勘探和采油的规模发展的并不算大。但从美国在海洋勘探中投入的力量来看，还是相当大的，如美国1962年海上有钻井设备255台，钻井758口，而委内瑞拉则海上只有42个钻井船，钻井303口(1957年)。

苏联正式在里海区开展石油勘探，还是从二次世界大战后开始的。这时，巴庫地区第三系上部油层已开发了七、八十年，到了末期，但该区石油工业基础已相当雄厚，于是，在继续勘探和开发陆上油、气资源的同时，开始了海上石油勘探工作。1949年发现了油石头油田，大大促进了海上石油勘探和开发，现在该油田年产量几百万吨。1959年全国原油产量1.29亿吨，海上原油产量500万吨，占总产量的3.8%。现在，因苏联陆地上有许多丰富的大油田可以比海上较经济的开发，所以尽管里海油田的原油成本比阿塞拜疆陆地上低(而比全国则较高)，但对海上的勘探和开发的投資并不多。这类国家的实例说明，当在陆地上还有可能大力开展石油勘探工作的情况下，虽然在积极开展海洋石油勘探和开发工作，工作量也在不断增加，但对海洋的注意力相对地比较小一些。这也与海洋勘探和开发的經濟问题关系很密切。

(3) **第三类国家** 五十年代以后，特别是近年来海上石油勘探的国家突然增多，这一方面说明，海上石油勘探已使越来越多的国家感到莫大的兴趣，而另一方面，这在不小程度上与有些国家多年在陆上找不到出路，转而伸入海洋找油有关。西欧的英国和亚洲的日本都具

有代表性。英国本土共有六个小沉积盆地，总沉积岩面积 5.4 万平方公里，沉积岩盆地的面积最大的为 1.6 万平方公里，最小的为 4,500 平方公里，多年勘探结果，储量只有 80 万吨，年产油量仅为 8.4 万吨〔82〕。在这种情况下，除了从国外掠夺原油满足需要外，还从陆地转入海洋另找出路。日本情况更是这样，它国内需油量不断增长，而本土陆地上多年找油成果不大，探明石油储量仅为 730 万吨，原油产量 40.6 万吨〔82〕。为了解决用油问题，转入了海洋，一方面在日本岛周围的海区找油，另一方面远隔重洋将自己的勘探活动伸入中东的波斯湾掠夺石油，1959 年发现的卡夫奇油田，1962 年产油 350 万吨，在很大程度上解决了用油问题。

分析上述三类国家情况来看，关于下海找油的时间问题，随各国具体情况可以早下，也可以晚下。关于海上勘探和开采的规模，随具体情况不同，可大可小。委内瑞拉海上石油地质条件非常优越，陆上石油地质条件也很好，采取了海陆同时发展的办法。美国和苏联，海上石油地质条件虽好，但陆上含油区面积大，石油资源相当丰富，目前对海上投入的力量比陆上小的多，把海洋区作为含油远景后备区。英国和日本陆上未取得进展，转而向海洋找出路。

3. 海上石油勘探的两种途径

目前世界上从事海上石油勘探的 42 个以上的国家中，只有少数国家的海上勘探历史较久，其余大多数是五十年代以来才开展海上石油勘探工作的。从这些国家经历的历史来看，反映出两种不同的途径。

(1) 凡是海上石油勘探历史悠久的国家，都经历了由浅入深、由低级到比较高级的发展过程。这些国家有委内瑞拉、美国和苏联。它们共同的特点是最初都在陆海相連的构造上进行勘探，以后逐渐伸入较深水区。目前，美国海上钻井最大水深为 91 米，苏联为 30 米，委内瑞拉为 36.6 米。从建筑海上钻井台基来看，最初是近岸处填土作井场，进而用木料建造井场，随后发展为建造钢筋混凝土的钻井台基（苏联无此阶段），最后，发展为采用各种类型船艇作探井台基，建造全钢结构固定式台基钻生产井。现在，这些国家基本上都采用现

代化的大型船艇与各种全鋼结构的台基开展海上石油勘探与开发工作。但最初采用的填土作井场的办法，在浅水区仍有使用的。近年来苏联正在酝酿和試驗采用鋼筋混凝土结构的台基。

委內瑞拉的馬拉开波湖，1922年开始钻井时，在水深3—4.5米范围内是采用木料作台基的〔32〕，1934年以前，共在这种以木桩为基础的固定式台基上钻成了900多口井〔29〕。后来钻井船建成，逐渐不建筑这种台基。早期用的是蒸汽船，船身为 $30 \times 12 \times 2.5$ 米，1938年改为 $33 \times 18 \times 2.5$ 米，1948年又改为 $42 \times 18 \times 2.5$ 米。1927年建筑了第一个鋼筋混凝土的钻井台基，下面有17个鋼筋混凝土的支柱，上面是一个鋼筋混凝土的平台。以后发展为支柱用鋼筋混凝土，而台基用标准的鋼制结构。1940年开始制造沉箱式基础，可在水深18米的地方钻井。这种基础由四个直径为1.5米，长60米的鋼筋混凝土沉箱組成。1952年开始生产直径为1.2米，长60米的整体鋼筋混凝土基桩，已能在湖水最深的地方钻井。后来，为了加快建筑基桩的速度，并为了改善組織工作和經濟起見，开始采用栅栏式鋼结构〔83〕。

苏联起初在比比爱伯特油田上的浅水区填土作井场钻井。1925年开始采用木制台基，1935年制成金屬结构基础。1960年酝酿和設計鋼筋混凝土台基，正在建設混凝土工厂。苏联工程师认为，鋼筋混凝土最便宜、最结实，在海水介质中耐久，应当在海上油矿建設中完全代替鋼材，而从性能上来看，它与鋼材没有什么差别。如果用鋼筋混凝土建造栈桥，每公里可节约鋼材500—700吨〔11〕。另外，苏联现在还主张采用填土法在浅水区开展勘探，他們有人认为，采用月填土50万立方米的填土机，經濟技术指标好，可以不用鋼材，現在只能填2—3米的水深，而需要填到水深5米〔11〕。

美国早在1896年已在海上采用木桩台架钻井，1927年初次出现了鋼筋混凝土的基桩，对发展海上钻井起了很大作用。1946年开始采用全鋼结构的基础后，就普遍都采用了。現在，在加利福尼亚沿岸条件适宜的地方仍采用填土办法建人工島钻井。

(2) 凡是五十年代以来开展海上石油勘探的国家，基本上都是采用現代化海上勘探設備，直接进入深水区勘探，发展速度快。这类国家有日本（在波斯湾）和西欧一些国家。它們的共同特点是工业发

达，自己能提供一些设备与器材。有的国家还采取了引进新技术的途径。如日本 1958 年在波斯湾海上找油，直接进入水深 33 米的地区。由于采用现代化设备，卡夫奇油田从勘探到发现只有一年半的时间。1960 年发现该油田后，采取了从美国引进新技术的途径开发，1962 年原油产量已达到 350 万吨，1963 年计划达到 710 万吨。近年来，西欧一些国家在北海开展石油勘探，今年将直接进入水深 15 米的地区用现代化钻井设备进行钻探。

另外，资本主义国家中，在开展海上石油勘探时，还采用改装渔船、货船和海军供应船的办法作为运载工具，这种实例在美国和法国都有。

4. 海上石油勘探的展望

从石油地质条件来看，现代的陆棚区和内陆湖几乎都是近代沉积盆地，一般在第三纪或者更早一些时期下陷幅度大，因而堆积了厚度巨大的沉积岩层，其中有良好的生油层、储油层、盖层的条件，加之这类地区的油层圈闭条件多种多样，除背斜之外，还经常出现地层、岩性等圈闭，而且许多地区盐丘也很发达，成为主要储油构造。所以说，海上石油勘探的前景很大。这也为目前世界上几个海上大油区的实际情况所证实。尤其像委内瑞拉马拉开波湖的拉贡尼拉斯油田，年产原油 4,000 多万吨，苏联的罗马什金诺油田也莫过于此。又如中近东波斯湾的沙法尼亚油田，年产量 1,400 万吨，苏联的杜依玛兹油田也莫过于此。这就说明，在石油地质条件优越的地区，海洋区的石油资源是相当丰富的。

关于海洋区的石油资源，不同学者曾作过各种估计（表 1），其中最低为 200 亿吨，最高为 1,350 亿吨。

除现在已发展起来的几个主要海上油区外，根据石油地质条件来看，世界各地还有许多陆棚区是非常有希望的地区。

我国黄海与东海地区，有若干沉积盆地伸入海中，可以预计在陆棚区蕴藏着丰富的油、气资源。看来日本岛上找到的油、气较少，可能与这些岛屿分布在山间盆地的边缘有关，因之，可望在日本海和太平洋水下找到较多的油、气。拉普底夫海、堪察加、鄂霍茨克海地

世界海洋区含油面积及石油资源

表 1

年 份	估计人	计算范围	面 积	沉积岩体	石油储量
1932年	童豪富	213米以内	陆棚区1,000万哩 ² 包括陆棚斜坡 2,500万哩 ²	陆棚与陆棚斜坡 为7,000—8,000 万哩 ³ , (陆地为 4500万哩 ³)	—
1947年	普拉特	—	—	—	陆棚及其斜坡区 共計1,350亿吨, 为陆上三倍, 仅 陆棚区为202— 270亿吨
1962年	泰 勒	1,828米以内	滨海区面积为 世界大陆面积 的一半以上	—	—
1963年	英国石油 新闻报导 杂志	—	有找油远景的 面积(陆棚区) 750—1,000万 公里 ²	—	200亿吨, 其中波 斯湾占1/3
1963年	維克斯	—	—	—	海滨区石油储 量占世界储量 的12%

区, 有巨厚的沉积岩层, 有些地层中已见到瀝青, 所以是有希望的。亚洲南部的海洋区, 印度尼西亚已在陆上找到丰富的石油, 可以推断, 在海中侵没部分的油、气也是多量的。

欧洲的北海四周, 已在荷兰、西德、英国的陆地上找到了石油, 开采时间已很长。根据北海的地质条件来看, 对生、储油都有利, 所以近年来大力开展了勘探工作。荷兰所钻的三口海上探井未得到工业性油、气流。另外欧洲的波罗的海、黑海和地中海沿岸地区, 都是有希望的开展石油勘探的地方。

非洲大陆周围有不少跨入海洋的边缘盆地, 现在已在加蓬海区开展了海洋勘探。从目前发展情况来看, 在大陆中部的阿尔及利亚、摩洛哥和突尼斯等地发现了极其丰富的石油资源, 而海洋边围只找到了一些小油田, 可以预计, 在深入海洋的部分会发现较丰富的油、气资源。

美洲大陆四周的海洋区, 有许多地方是石油勘探的良好场所, 美国的加利福尼亚地区, 虽然只有一些不大的山间盆地, 但已较大规模地

开展了海上采油工作，1957年产油444万吨。类似这样的地区和条件更优越的地方亦是不少的，所以说，美洲的海洋区是开展石油勘探工作的有希望的广阔的地区。

澳大利亚地区的海洋区也是很有希望的。

总之，世界的海洋区是今后石油勘探的大后方，潜力很大。目前在海上发现和开发的石油资源，只是海洋区极其丰富的油、气资源中很小的一部分。无疑，海洋区的石油勘探前景是很大的，值得予以相当重视。

有一种最乐观的估计认为，在最近20—30年内石油工业的发展将取决于海上油田〔3〕。

正是由于海洋区有极其丰富的石油资源，而且人类对石油的需要量与日俱增，再加上经过几十年的探索后已找出了一套适于海洋区的勘探和开发的方法，这就促成了现在大力开展海上石油勘探的局面。

二、海上石油勘探的地质基础

以往探讨现代水盆地底部含油、气远景的学者中，有两种不同的观点。一派认为，水深200米范围内的陆棚区完全是有含油、气远景的，另一派认为，只有与陆地上工业性含油、气区连接的水区才是有含油、气远景的。这两种观点，无论从理论上或实践上都是不完全正确的。

地质资料表明，陆棚区的地质构造是多种多样的。有的是地盾边缘的下陷区，如挪威沿岸的陆棚；有的是褶皱山脉中央的下陷部分，如克里米亚滨岸区黑海的底部等等。如果我们只以深度为准则在海洋中探索油、气资源，势必花费大量的钻井工作才能找到确实有远景的地区。

当陆地上有工业性油、气区时，在其毗连的海洋区勘探石油，是经常采用的方法，而且也发现了许多新油田，但是这种方法是有缺点的，会把并不分布在陆上工业性油、气区的直接延续部分的海上油、气田遗漏掉。

苏联地质家M.K.卡林科认为，应用陆地上已明确的油、气田分布规律进行海洋油、气勘探，就能充分地估计海洋区的含油、气远

景，也不会出現上述的两种偏見。

許多現代水盆地底部的地质研究表明，在多数情况下，海滨陆上見到的构造单元是延伸在海中去的。至少，海洋浅水区深度1,000—2,000米范围内的海底地质构造与大陆上没有原則的區別〔3〕。这里，可以明显地划分出地台、地槽和山前拗陷之类的一級构造单元，也可以明显地划分出地向斜、地背斜、盆地和隆起之类的二級构造单元。同时，多年来在世界著名的四个海洋油区——墨西哥湾、波斯湾、里海和馬拉开波湖地区的油、气勘探工作說明，这些地方存在着大量的局部构造，其形态和陆地上見到的一样，如背斜褶皱、穹状隆起和盐丘等等。仅墨西哥湾北部已找到的局部构造就有531个〔3〕，其中多半是盐丘。同样，在陆地上广泛分布着浅海相沉积物的事实也說明浅海与大陆在构造上是一个統一体。

关于海洋与深水盆地的地质构造与地质史的資料还很少。苏联地质学家B.E.哈因认为，海洋盆地是在长期的地史过程中形成的，因而其海底构造与陆地和浅海地区有显著的不同〔4〕。但苏联的大地构造学家B.B.別洛烏索夫却认为，所有的海洋盆地，除太平洋盆地外，都是不久之前形成的，其底部与大陆上一样，也发育着地台、褶皱带、地背斜和地向斜等构造单元〔5〕。

有鑒于此，M.K.卡林科认为，陆地上已明确的油、气田分布規律同样适用于海洋油、气勘探工作，这就是：

第一：每一个构造盆地，只要其中具有厚度巨大的未經变质的沉积岩层，一般都有油、气田。

第二：盆地中部下陷最深部分一定存在油、气田。

現代水盆地的位置，都是在大构造盆地下陷最深的部分。其次，根据各蓄水盆地的石油地质資料，越往盆地中心，則含油层的范围就越大，在較年青的地层中不断出現許多新油层。由于这两种原因，海上油、气资源比較丰富。

对于海上地区來說，有含油、气远景的地方也和陆上一样，是构造盆地范围内的地区。特别是当一个盆地从陆上延伸到海洋中时，海中部分的含油、气远景就更高，其原因是它接近盆地中心。在另一种情况下，构造盆地也可能只是位于海洋范围内，而并不是跨入陆地

上，則在淺水區的只是盆地的邊圍部分，這時的陸棚區就不見得含有較豐富的油、氣資源。

英國地質學家 S. 耶爾德爾認為〔2〕，淺海勘探一般是在陸上已証實的油田或油區的延伸部分進行的，但現在已推廣到陸上有含油遠景的沉積盆地的淺海延伸部分。他把淺海區分為兩大類。

第一：陸緣海中充滿沉積層的構造洼陷或侵蝕洼陷。在這些地區，沉積物下面的岩層，一定和周圍大陸上相似。如果已証實大陸有油或者有含油遠景，而且海比較淺，這是勘探的好目標。委內瑞拉的馬拉開波湖、波斯灣及里海就是屬於這一類。這些地方，海和海下岩層及周圍岩層之間的关系，曾經歷過長期複雜的變遷。但是，像哈得遜灣和波羅的海那樣的陸緣海，周圍沒有產油的岩層，海底沉積層很薄，而且地質發展史也不宜於產油，這些地方不宜於勘探。

第二：大陸周圍被水淹沒的部分和一些大島，即所謂的陸棚區。如果這裡分布的岩層是陸地上油田產油層的延伸部分，其勘探價值很大。例如加利福尼亞及墨西哥灣陸棚區。大河流三角洲沉積物形成的陸棚區，也是值得勘探的地區。

關於有含油、氣遠景的海水最大深度，如上所述，在水深 1,000—2,000 米的範圍內，其地質構造與大陸上並無差別。但由於目前海洋地區勘探程度不足，鑽探技術與設備還受到限制，所以目前最好研究水深 1,000 米以內的含油、氣遠景，無疑，在較大的深水區也是存在着油、氣田的，也可能，數量更多，規模更大〔3〕。

陸棚的深度，很少有超過 205 米的，其底面雖不規則，但起伏變化不大。向大海方向的傾斜平緩。陸棚寬度為 1.85—1,296.4 公里不等。到深海部分，陸棚邊緣變陡，坡度劇增，這就叫做陸棚坡，世界平均梯度為 27.8 公里 1 度，坡面也極不規則，常出現峽谷。過去有人認為，陸棚是大陸邊緣受長期侵蝕所造成，但是，現在則認為不是這樣，因為陸棚寬達 1,000 多公里，不可能是侵蝕所致。大多數地質家認為，陸棚是大陸地塊與海盆地之間的地層下陷或斷裂後在其上面堆積了沉積物所形成的，也有的是沿大陸邊緣發生撓曲而造成的。在這些地方，至少有一部分是由沉積物堆積而成，而且這些沉積物是在富有海生動植物的環境中堆積下來的，即有利於生油和儲油。

三、海上石油勘探的經濟問題

关于海上石油勘探的經濟問題，尽管各国对經濟問題的着眼点可能不同，但有些共同性的問題仍可进行探討。

1. 海上石油勘探的特点

海上石油勘探最突出的特点是，一切活动都必需配备相应的水上运载工具和設備。特别是在钻井和油田开发阶段，更需重型的运载設備。以地震勘探为例，美国采用的一种船是吨位为200吨、长55米、寬10米的船艇；法国則采用两只船，记录仪器船的吨位是162吨，长32米，寬6.1米，放炮船的吨位为84吨，长21米，寬6.4米。在钻井方面，为了运载和安置庞大笨重的钻井設備和器材，就需要更为坚固可靠的大型輪船和固定台基。美国在进行构造钻井时，采用的是排水量为229吨的船只，长59米，寬11米。至于目前世界上几种最大的钻井浮船，則規模更大，例如CUSS系列的CUSS-II船，长81.6米，寬17.6米，空船重1,980吨，載重吨位为5,600吨。

另外，还要考虑海洋区的气象条件和海水的腐蝕影响，这就为海洋区勘探和开发采用的台基提出了更高的要求。

海洋油区的气象条件，影响生产甚大。苏联里海的气候恶劣，一年之中能真正适于正常工作的好天气只有60—70日，而6級以上大风的时间为125日，波浪最大高度7米。墨西哥湾气象条件好，一年之中6級以上大风天气只有1—4日。

据苏联资料，由于海水对水下設備的腐蝕很强，开发时间受到限制。油田总的开发时间，应与設備的腐蝕时间結合在一起。一般海上台基的使用年限为15—20年，因之，有人认为油田开发时间定为15年最合理〔84〕。

2. 运载工具与设备造成的经济问题

海洋勘探的运载工具和設備，涉及到技术問題与經濟問題。勘探与钻井的水深越大，技术問題越复杂，成本也随之越高。

总的讲，海上石油勘探和开发的投資費用比陆上高的多，至于海

上油田是否合算，关键在于所发现的海上油田的质量。如果油的儲量多、单井产量高，就能抵偿海上投資費用过高之不足，变得合算。如果海上所发现的油田小，单井产量低，就会变得比陆地上貴出許多倍。

先从海上地球物理勘探工作来看，航空磁測的費用，美国海上为10—16美元/哩²，陆上为10—12美元/哩²，相差无几。重力勘探則不同，一个海上重力队的装备費为10万美元，每月操作費用为2万美元，而陆上每月操作費用只需5,000美元，所以要比陆上貴3倍。一个海上地震队，必需配备价值22万美元的運載船只。从每月的費用来看，海上为7.5万美元，陆上为3万美元，貴一倍。但因海上地震勘探的速度比陆上快10—20倍，則海上地震勘探的成本反而又比陆上低。海上反射地震成本45—120美元/公里，而陆上为150—3,600美元/公里。另外，海上地球物理勘探中，必需配备无綫电定位仪，这项设备費用和工作費用是陆上地球物理勘探所沒有的。总的讲，在海上地球物理勘探中，从操作費用来看，重力貴，地震便宜。但从運載工具着眼，則地震队的22万美元的船只和设备以及重力队的10万美元的船只和设备投資是陆上所不需要的。

到钻探和开发阶段，海上钻井的耗鋼量多，这也是决定海上油田开发經濟的关键性条件之一。据美国资料，钻一口3,000米的井，除各項钻井器材設備外，仅底座建筑鋼就需要1,000吨。在不同水深的地区，钻井所需船只和底座的类型不同，耗鋼量也有所不同。在水深1.2—3米范围内，需鋼300吨；水深3—12米，需鋼650吨；水深12—18米，需鋼1,000吨；水深18—36米，需鋼1,500吨。因之，美国海上钻井成本要比陆上高出1—2倍不等。据苏联资料，在水深12米钻井时，建筑JIAM-8×8米型基底需鋼462吨，苏联于1956—1958年期间，海上共钻井54.31万米，钻井共用鋼材29,000吨，而用于建筑台基和栈桥的鋼材达87,675吨，为钻井用鋼的3倍。因之，海上的探井每米成本比陆上高1倍多，而生产井每米成本高2—3倍。委內瑞拉钻一口1,500米井的成本为19万美元，其中7万美元为台基成本，钻一口3,600米的井成本为70万美元，其中10万美元为台基費用。