

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

学友文库

蓝色的诱惑

eBOOK  
网络资源 中国风

## 蓝色的诱惑

## 一 海洋与世界

### 1. 神奇的世界

在我国，人们传说碧透晶莹的海底深处有一座风光绮丽的水晶宫殿，海龙王住在里面，呼风唤雨，兴潮作浪；在国外，人们传说那珍奇的蓝宝石就藏在深不可测的海底，勇士们不畏艰险前去寻找，而在皎洁的月夜，美人鱼会从浪花中浮现出来，唱起动人的歌曲……

古代那些生活在海边的人们，看到海水极目无边，就以为整个大地是悬浮在海里的，下面被鳌鱼、大鲸之类的动物支撑着。

2500 多年以前，古希腊人赫加斯特绘制了一幅最早的世界地图。他把希腊画在世界的中心，周围环绕着浩瀚的大洋。在大洋的岸边画着一个人，立着一块界碑：“到此止步，勿再前进！”因为界碑的那一边是一片令人望而生畏的“昏暗的海”，是一个神秘莫测的“水的王国”。

从古至今，辽阔美丽的海洋编织出了多少美丽动人的神话，述说了多少代人切望了解海洋、征服海洋的心愿。许多现实而有意义的问题提出来了：海洋有边吗？海洋有没有底？海洋的尽头在什么地方？看不见的大海是啥模样？……谁也没有见过到过，所以对这个世界谁也说不清楚。

这些问题，只有在人们和海洋逐步接触以后，在航海实践和海洋技术的不断发展中，才逐渐找到了答案。

原来，地球上海洋的面积，要比陆地大得多。

不信你看看世界地图就明白了，淡蓝色的海洋，比绿色或褐色的陆地面积大一倍还多。海洋面积加起来是 3.6 亿平方公里，占地球表面积的 71%；陆地面积总共不过 1.49 亿平方公里。也就是说，居住着近 50 亿人口的陆地，只占地球表面积的一小部分，连 30% 都不到。

地球上的陆地不仅比海洋小，而且显得比较零碎，东一块西一块的，好像是突出在海洋面上的一些大岛屿。地球上的海洋却是连成片的——只有统一的世界大洋，没有统一的世界大陆；是海洋包围着陆地，而不是陆地分割着海洋。人们其实只是生活在大大小小的“岛屿”上。难怪一位美国宇航员乘坐宇宙飞船在太空遨游时，惊奇地发现，我们人类的摇篮——地球，竟是一个比月亮大 15 倍的“蓝月亮”，那是因为地球上广阔的海洋反射光形成的景象。所以这位宇航员感叹地说，我们的地球与其叫做地球，倒不如叫做“水球”更合适。

海洋是地球上广大连续的咸水水体的总称，是“水的王国”，地球上绝大部分的水都汇集到这里。海洋的平均深度是 3 795 米，将这个数乘以海洋的总面积，就可以求出海水的总体积为 13.7 亿立方公里。

海洋，海洋，我们已经叫惯了，于是有人以为“海”就是“洋”，“洋”就是“海”。这是不对的。“海”和“洋”其实不是一码事儿。根据海洋形态和水文特征等，可把海洋分成主要部分和附属部分。前者叫洋，后者叫海、海湾或海峡。

“洋”是“水的王国”的主体部分，是地球上特别广阔的水域。洋一般远离大陆，面积辽阔，水深在 2000 米或 3000 米以上，盐度、水温不受大陆影响，季节变化小，透明度大，有独立的潮汐系统和强大的洋流系统，沉积物多为深海特有的钙质软泥、硅质软泥和红粘土。人们根据地球上陆地的分

布特点，约定把海洋分为四个部分，即：太平洋、大西洋、印度洋、北冰洋。

大洋之间并没有明显的界线，有的只是人为规定的界线。一般认为，大陆和岛屿是大洋间的天然界线，在没有这种天然界线时，就以假定的标志为其界线。例如北冰洋，在东部以白令海峡这一天然界线为界，将它与太平洋区分开，在西部则以北极圈这一假定界线为界，将它与大西洋区分开；印度洋以通过塔斯马尼亚岛的东经 147° 线为界，与太平洋区分开，以通过非洲南端厄加勒角的东经 20° 线为界，与大西洋区分开；而太平洋与大西洋则以通过南美洲合恩角的西经 67° 线为分界线。

在世界各大洋中，太平洋是最大的一个，面积约为 1.8 亿平方公里，几乎是全球海洋总面积的一半，占全球总面积的三分之一还强。太平洋不仅面积最大，而且水最深，平均水深为 4068 米。世界上现在知道的 10 个超万米的最深的海沟，都在太平洋中。北冰洋是 4 大洋中最小最浅的一个，面积只有 0.13 亿平方公里，平均深度为 1205 米，最深处为 5200 米。北冰洋大部分位于北极圈内，亚欧大陆和北美大陆包围着它，是一个半封闭的海盆，其冰层覆盖面大，气候寒冷，航运价值不大。大洋中的“老三”——印度洋是世界最早的航海中心，现在仍然是沟通东西方交通的要道。最年轻的是大西洋，年仅 3 亿多岁，从北向南，像一条连接地球南北的“S”形纽带。

海是洋的一部分，占海洋总面积的 11%。海一般邻靠陆地，由大陆、岛屿、群岛等在不同程度上与洋隔开。海的深度不大，在 2000 米或 3000 米以内，盐度、水温受大陆影响，有显著季节变化、透明度小，没有独立的潮汐系统，潮汐一般从大洋传来，涨落显著，沉积物多为砂、泥沙等。由于不断沉积和受到侵蚀，海底形态变化较大。洋或海的一部分伸入陆地，其深度和宽度逐渐减小的水域叫海湾，如渤海湾、波斯湾等。地球上主要的海和湾有 59 个，内海（如我国的渤海）和大海中的小海（如地中海所包括的 7 个小海）还没有算进去，不然，海的数目就更多了。但面积超过 100 万平方公里的大海也不多，只有 15 个，其中属于太平洋的有 5 个，它们是南海、白令海、鄂霍次克海、珊瑚海和加利福尼亚湾。海峡则是大陆与大陆、大陆与岛屿、岛屿与岛屿之间的狭窄水道，它其实也同海或湾一样，

## 海底地形

海洋根据水深、海底坡度和海底沉积物等，分成四种地形区域：大陆架、大陆坡、大洋盆地和海沟。

海底的基本轮廓是这样的：从海岸向外伸延一般坡度不大，比较平缓，这个地带称“大陆架”；再向外是相当陡峭的斜坡，急剧向下直到 3000 米深，这个斜坡叫“大陆坡”；由大陆坡往下便是广阔的大洋底部即大洋盆地了。在整个海底面积中，大陆架和大陆坡占 20% 左右，大洋底约占 80% 左右。假如我们把海洋底部的轮廓画成一个示意剖面图，就有点像个水盆的样子。

大陆架紧接陆地，水深一般在 200 米以内，坡度一般为 1~2 度，宽度从几海里到几百海里。实际上，大陆架曾经是陆地的一部分，只是由于海平面的升降变化，使得陆地边缘的这一部分，在一个时期里沉溺在海面以下，成为浅海。

大陆架浅海底上面盖着一层厚度不等的泥沙石块，它们主要是河流从陆地上搬运来的。浅海水中含大量营养盐和丰富的有机质，是良好的渔场。另

外，我们在海底打捞沉船时，常常碰到腐烂的树杆，有时还在浅海底发现大片腐烂的树林，已成为泥炭层。显然，这些树木原来是生长在陆地上的，后来因为陆地被海水淹没，才死亡腐烂。而且，大陆架海底还有许多同大陆上一样的矿产。像日本沿海的海底煤矿，印尼与马来西亚的浅海底锡砂矿，南非大陆架浅海中的金刚石矿，阿拉斯加沿岸海底的金砂矿等，而其中最令人注目的是海底石油。据统计，全世界石油的远景储量是 3000 亿吨，而其中分布在大陆架区的海底石油约为 1000 亿吨。

大陆坡倾斜度一般为 4~7 度，但有的地方可达 40 度以上，水深一般为 200~2500 米。假如我们看一下太平洋、大西洋、印度洋的海底图，可以发现，大陆坡像一条带子环绕着整个大洋。从地图上看，它是微不足道的很窄的一条，但是用一些具体的数字来说明一下，便能发现它都是世界上最大的斜坡。大陆坡的顶部是大陆架的边缘，坡麓的平均深度是 3360 米。它的宽度在各个大洋差别很大，从十几公里到几百公里，平均坡度太平洋是 5 度 20 分，大西洋是 3 度多，印度洋是 2 度 55 分。

大陆坡上的沉积物也主要来自大陆，同时也有相当一部分是海洋生物残体的软泥。概括地说，整个大陆坡上，大约细沙占 25%，10% 是裸露的岩石，其余的 65% 是一种青灰色的有机质软泥。这种软泥的表层常常因受到氧化作用而呈栗色，这表明它的沉积速度远比大陆架缓慢得多。

大陆坡的海底是地壳最活跃的地带，世界上的火山、地震大多集中在这里，堆积在大陆坡上的泥沙，在它本身重力和海底地震的作用下，会造成规模巨大的滑坡。海底滑坡能够把停积在大陆坡上的大量泥沙带到深海底，同时它本身又是一种强大的动力，可以雕凿海底地形。

大洋盆地是海洋的主要部分，占海洋总面积的 77.7%，深度为 2500 米~6000 米。在大洋盆地中，深度超过 6000 米的地方，称为海沟，多分布在大洋边缘。海沟中区测得的最深部分叫海渊，超过 1 万米深的海渊，均在太平洋。

大洋深处曾经被认为是一个比较平坦的、无生命的、多泥的地带。其实大洋底也是高低不平的，洋底同样有各种生物活动，甚至在 1 万米的深海沟中，仍可捕获到深水海参、深海鱼虾等动物。

大洋底的地壳一般是由密度较大的玄武岩构成的，岩层上几乎都覆盖着一层软泥和沙石的海洋沉积物，沉积物一类是从大陆上来的，叫陆源沉积物，另一类是海洋生物沉积。

深海的环境是特殊的。在沉静、黑暗、寒冷和高压的环境下，完全没有植物，但却生活着一些奇异的动物。它们的身体有特殊的结构，海水可以渗透到细胞里去，使体内的压力与周围海水的压力保持平衡；它们还长有一些特殊的器官，为的是不漏掉任何一点可能得到的稀少的食物。

大洋底的许多秘密还不为人们所清楚，随着探险考察的不断深入，人类会越来越熟悉它。

## 海水运动

波浪、潮汐和海流是海水运动的主要形式。

辽阔的海洋没有平静的时候，即使在无风的日子，海面也在微微动荡着。大风一起，滚滚巨浪就像不驯的野马，跳跃奔腾。

波浪（或称海浪）的形态几乎都是一样的：水波一凸一凹，起伏不停。凸起的部分叫波峰，凹下的部分叫波谷，两个波峰或波谷间的距离叫波长。波浪的成因很多，但主要是风力作用。由风产生的波浪称为风浪。风浪传播到无风的海区或风息后的余波称为涌浪。风浪的大小取决于风力，所谓“风疾浪高”。另外，风浪还跟“风时”和“风区”有关系，风吹的时间越长，区域越大，海浪也越大。一般波浪的高度都小于4米。我国周围海区，除南海在台风季节曾见到过10米高的巨浪外，通常浪高都没有超出6米~8米。

海底火山喷发和地震可能引起更大的海浪，这叫作海啸。1883年，印度尼西亚海峡中的喀拉喀托火山喷发，激起的海浪高达35米，波长524公里，影响波及世界各大洋。

波浪运动只是波形向前传播，水质点只在其平衡位置附近振动，水团并未随波形前进。所以波浪对海水不起输送作用，只起加强海水紊动混合的作用。波浪拍到海岸，有时激起几十米高的浪花，当然会产生强大的冲击力。巨大的波浪，可以把13吨重的岩石抛掷到20米的高处，也能把1.7万吨的巨轮甩到岸上。实测结果告诉我们，波浪的冲击力一般可达每平方米20到30吨，大的甚至高达60吨以上，实在是了不起的“大力士”。

潮汐是海水在太阳、月球引力的作用下形成的一种周期性涨落运动。

农历8月18日，你若站在浙江钱塘江口，会看到这样一幅惊心动魄的壮丽景象：海面一道白浪，向江口涌来，后浪紧逼前浪，潮头陡立如墙，水墙有8~9米高，推进速度达到每秒4~5米，真像千军万马，汹涌奔腾，轰轰作响，几十里外都能听见。这就是著名的钱塘江大潮。

不但钱塘江口有潮，凡是到过海边的人，都可以看到海水的这种周期性涨落的现象。白天海面的涨落叫“潮”，晚上海面的涨落叫“汐”，合起来就叫“潮汐”。

潮汐的来去是特别遵守时间的，每隔12小时25分一次，循环往复，永不休止。

为什么海水会这样有规律地涨落呢？

这是因为有两个“大力士”在争着吸引我们地球上的海水，它们就是太阳和月亮。起潮力的大小与太阳、月球的质量成正比，而与太阳、月球至地心距离的三次方成反比。因此，太阳虽然个儿大、力气大，但是离我们太远，起的作用较小；月亮的个儿虽远不如太阳，但是离我们近，它的起潮力大于太阳起潮力，为太阳起潮力的2.25倍，所以地球上潮水的涨落，主要是由于月亮的吸引，并随月亮的圆缺周期性地出现“大潮”和“小潮”的现象。

在潮汐升降的每一周期中，上升过程叫涨潮，海面上涨到最高位置时叫高潮；下降过程叫落潮，海面下降到最低位置时叫低潮。高潮和低潮的潮水位差叫潮差。大洋中潮差不大，近陆海区潮差较大，但受地形的影响，潮差在各处不相同。

别看潮涨潮落，水面高度相差一般不超过4米，可月亮把海水这么提起来一下，这力量却非常惊人，估计全世界海洋的潮汐能量约有10亿多千瓦。而且潮汐天天发生，取之不尽，用之不竭，怪不得人们称誉它是“蓝色的煤海”哩！

说到海洋里的动力资源的时候，我们也不能忘记了海流。

海水是不知疲倦的“旅行家”。它不但能腾云驾雾去陆上“观光”，而且还能漂洋过海到别处去“溜逛”。据研究，海洋的水在天文、水文、气象

等因素或重力作用下沿某一定方向稳定地成年累月地流动着。这就是被称为海洋中“河流”的——海流。它可以把海水送到几百、几千甚至几万里远的海域去。1949年有人在澳大利亚墨尔本市附近的海里投下了一个密封的瓶子，瓶内有一张卡片，上面注明了投放时间、地点和其它事项。三年之后，这个漂流瓶在英国海岸被发现了。它横渡了印度洋，游历了大西洋，航程达13000海里。这样长途的“旅行”，海浪和海潮是达不到的。

形成海流的动力条件很多，其中主要是密度流和风海流。密度流是因海水温度、盐度和压力的分布不均而引起的水体流动，风海流是由风对水的摩擦作用而产生的海水水平流动。海流在近海岸和接近海底处的表现，和在开阔海洋上有很大的差别。世界上大洋表面的海流环流形式，基本上取决于地球上的大气环流形式，并受海陆分布制约。

海流同样蕴藏着巨大的力量。拿沿着我国台湾省东部北上的黑潮来说，它的流量就相当于1000条长江，大约等于全世界河流总流量的20倍。至于墨西哥湾暖流，那流量就更大了，最大的可以达到每秒9000立方米！你看，海流里蕴藏着多么巨大的动能啊！

海洋，的确是一个神奇的世界，是一个蕴藏着无穷无尽宝藏的世界。在当今世界面临着人口、资源和环境三大严峻问题的时候，海洋仍然是地球上生命最旺盛的地方。现在，海洋中还生活着16~17万种动物，而海生植物仅藻类一项就在10万种以上。

海洋生物为我们提供了丰富的高蛋白质，海底石油缓解了我们面临的“能源危机”，更不要说那些丰富的锰结核矿、镁砂矿、“海洋元素”了，就是将海水中的黄金全部提取出来，就有500万吨，足以堆起一座金山！倘若将蕴藏在海水、海风、海浪、潮汐中的动力资源全都加以开发，人类就再也不用为能源短缺而发愁了。

## 2. 探测的手

复杂的海洋环境及黑暗莫测的大洋底对于我们，就像光明的世界对于盲人。盲人没有眼睛，无法辨识道路、方向和事物，但他靠手摸索，照样认识大千世界，照样自如行走和生存。聪明的人类不断创造和发明越来越先进的现代探测工具，靠这些探测的“手”使全面研究与开发海洋成为可能。

海洋是个环境复杂的自然综合体，包括覆盖在海底岩石圈上、平均厚度为3800米的海水层，海面上的大气圈，以及海洋水体中各种生物构成的生物圈。它们有着各自运动演变规律。同时，这些层圈又相互作用，影响到大气环流、全球气候，影响到人类的生存环境。海洋中拥有丰富的资源，是人类的食物、矿产、能源等最具潜力的供应基地。由于海洋环境的复杂性，使得研究海洋环境，开发海洋资源，维护国家的海洋权益，都必须依靠现代的技术。例如，在大洋中航行、勘测、定位与测深是最基础的工作，应用卫星全球定位系统、卫星综合导航定位技术、现代自动测深制图技术，可以快速精确地确定船位，勘测海底地形，并自动制图。应用多普勒测流技术，可以连续地测得多层海流，了解深海水层流态结构。用现代声学技术可在大洋中自动测记波浪、勘测海底地层结构。同时为了直接观测神奇的海底现象及获取深海各类样品，我们又需要应用深潜技术。

## 海洋调查与观测

古代人类开始和海洋打交道的时候，所进行的是最直接的观察，尝尝海水的咸淡，试试海水的冷热……随着交通工具的不断进步，人们的航程越来越远，对海洋的调查就进了一步。大家一定还记得：早在 15 世纪初，我国的航海家郑和“下西洋”的时候，就用铅锤测量了海底的深度，调查了沿途的岛礁，绘制了航海图。

世界上比较系统的海洋调查，开始于 1872 年。一个英国考察队乘坐考察船“挑战者号”，航行到大西洋、太平洋和附近的一些海域。他们沿途取了不同地区的海底泥样和海水样，记录了不同深度的海水温度，航行了将近四年才回到英国。他们化验了采集到的样品，确认了海水的化学成份，对海底进行了综合分析。他们的考察结果，写成了几十本调查报告。

这以后，对海洋的调查研究越来越深入。现在世界各国已经成立了几十个专门的海洋研究机构。研究的范围从海空、水面直到海底，涉及到海洋水文、海洋气象、海洋生物、海洋物理、海洋化学、海洋地质等许多学科领域。海洋调查的工具越来越多，调查的设备越来越精良。

科学考察船是最基本的调查工具，它可以取得大部分的调查资料。现代先进的科学调查船常常是万吨级海轮，船只一面高速航行，一面通过各种自动化仪器测量、记录海洋环境的各种资料，船上安装电子计算机，能迅速而准确地分析和处理各种调查数据，这就大大提高了工作效率。

除调查船之外，70 年代以来还发展了一种无人自动观测浮标站。它一般锚着在固定的海区，连续长期地观测、记录海洋水文气象资料。这种观测浮标上部装着电子气象仪器，测量海风、气压、气温等等，下部设有伸入海水的探头，测量水温、盐度、洋流……浮标上还有无线电装置，每隔一定时间，它能自动地向岸上的基地发送观测资料。这样的浮标站越来越多，形成了观测网，像千万双机灵的“眼睛”，监视着海洋。

航空和空间技术发展以后，飞机和人造卫星也参加了探测海洋的行列。它们的速度快，居高临下，“视野”十分宽广，对于观测面积广大的海洋特别适宜。在飞机和人造卫星上，都装置着灵敏的遥感器，可以通过它们观测海洋水温的变化、海水色调的差异、暖流和寒流的运动、大浮冰的漂移……，这些对于海洋研究、气象测报、海上生产等等都是十分珍贵的资料。

## 导航与定位

在海洋上进行航行及海洋开发活动，都要求船舶沿一定的航向或测线航行，同时要求及时地确定船舶或观测点所在的位置，这项技术称为海上导航定位技术，这是一项非常必要又非常困难的工作。

人们有这样的经验，当你站在广阔无垠的大平原、大草原上，要想确定自己站立的位置，那是很不容易的。同样，在茫茫的大海中，要测定船舶的位置，更是一件复杂的工作。我国古代很早就利用日月星辰来判定海洋中的船位。现代航海中大致仍沿用此法。船员可用手持的“六分仪”测定太阳或星辰的高度，根据测量的时间，在专门的表格中查到船舶所在的经纬度。这种定位方法比较简便，所测定的船位误差往往超过 1 海里，不能满足航海和海洋测量的要求。



1912年，开始采用无线电定位，即利用船上无线电接受台与陆地上两个以上的无线电发射台之间的联系来确定船舶的位置。这种方法精度高、速度快，可以用来定点，也可以导航。自20年代无线电测向仪正式使用以来，无线电导航和定位系统在频段范围、信号形式、工作方式、几何体制、信息传递和处理等方面都有了很大发展。

近30年来，由于空间技术的发展，美国先后发展了子午仪卫星导航系统、导航卫星全球定位系统。前苏联也有类似于子午仪系统的实用卫星导航系统。进入80年代后，欧洲空间局也开始大力组织这类技术体系的研制。

子午仪卫星导航系统也称海军导航卫星系统，是一个轨道卫星系统，由6个子午卫星组成（实际上空间经常保持5颗卫星正常工作）。卫星不断发射特定的电磁波信号后，地面测站接收到这些信号后，利用观测到的其他资料进行数学分析，就可以计算测点的位置。子午仪卫星导航系统较之无线电导航定位无疑是又进了一步，但从发展趋势来看，子午仪系统将被全球定位系统所替代。

1973年12月，美国国防部制定了一个导航卫星计时和测距全球定位系统的国防卫星计划，简称GPS——全球定位系统。GPS由空间卫星网、地面控制系统和用户设备三大部分组成，它具有全球覆盖、全天候、连续实时、高精度三维定位的特点，其用户数不受限制，应用领域极为广泛。

GPS系统现已投入试运行，试验证明，定位精度最高可达2~5米，这是海洋定位技术上一项重大成就。GPS系统在高精度定位测量方面的开发应用，将对导航定位领域产生深远影响，也给海上导航定位、海洋测绘、海洋工程等领域提供了有效的定位手段。

为满足远洋航行和海洋开发对导航定位的特殊要求，在大规模集成电路、微处理机技术、各种功能软件及接口终端配套设备迅速发展、大量推广应用的基础上，卫星综合导航定位系统也问世。该系统是以我们以上谈到的卫星导航系统作为基础，利用计算机将各种导航定位系统联结起来。

## 海洋探测与水声技术

海洋很大，情况复杂，当我们面对海洋中的物体要一一去进行探测时，没有必备的仪器和技术作探测手段，那是非常困难的。诸如海水的温度、海流、波浪，以及海底的地形、地貌等等。

毕竟，人，是推动历史前进的动力，也是改造世界的强者。

上古的时候，人类靠智慧来原始地认识、对付大自然，对付海洋；今天，我们已经拥有大量的多参数测量装置和越来越先进的技术来探测海洋科学的各个领域。特别是水声技术近70年来的广泛应用，成为海洋探测必不可少的手段之一。

海水看似静止，实际上保持相对稳定的速度在流动。海流按其成因可分为梯度流、风海流、补偿流和潮流。这些形式的海水运动，又有表层流和底层流之分。对于每秒在1~10厘米这样弱的洋流，测量起来极为困难，很长一段时期人们都不能直接测量，只能根据海水的温度和盐度数值进行计算，间接测量。

海流测量是海洋调查的重要内容。60年代初期，美国科学家研制出声学海流计，它是根据声学多普勒原理制成的测流仪器，其工作原理是通过测量

声波在流动液体中的多普勒效应来测量海流。用它可以测量海流的深度剖面，可以测得湍流和弱流，还能在航行中连续同时测量多层海流而且精度高。

波浪是风在海洋上引起的一种复杂的自然现象，是海水一种不规则的运动形式。前面我们曾有过介绍，当波浪拍岸而起时，产生的冲击力是很强大的。大西洋沿岸的一个地方，有一次风浪冲破防波堤，把一块 800 吨重的混凝土堤面，连同它 550 吨的钢骨基础连根拔走。后来在同一个地方，重建 2600 吨重的堤防，又给另一次风暴冲跑。

波浪有那么大的力气，人们开始考虑，让它来为人类做工，比如说海浪发电。而要利用波浪，就得研究波浪运动的规律，要研究它，就必须对其进行连续观测。

早期的波浪观测大都是目测，由于电子技术的应用，测波仪器才相继出现，有光学测波仪，有电接触式测波仪，有压力式测波仪。近年，声学定点浪高仪在波浪观测中得到了广泛的应用。声学定点浪高仪实际上是一种反向回声测深仪。其工作方式一般是将声波换能器面朝上安装在海底，换能器向海面不断地发射声波，此声波又返回海底的接收器。有波浪传过时，根据声波从换能器到返回海底所需的时间，便可以得到浪高数据。

海底世界是什么样的？地形、地貌如何？那里有些什么物质和生物？一系列的海洋考察工作常常得从测量海洋的深度开始。

早在宋、元年间，我国渔民和航海家们就发明了“用长绳下钩，沉至海底取泥”和“下铅锤测量海水深浅”等方法。

后来，虽然用钢绳代替了麻绳，铅锤的构造也作了某些改进，但是使用仍然很不方便，测量一次得花费很长时间，测得的数据也不太准确。

随着科学技术的进步，人们在陆地上采用光和无线电波来测量距离。用这些技术来测量海底的深度行不行呢？

不行。水的透明度太差，光照到海面上，大部分被反射，少部分被吸收，海面下 200 米深的地方就几乎是一片漆黑。海水又是电的良导体，它能吸收电磁波，所以，用雷达之类的工具来测量海底深度也无济于事。

办法当然还是有的。人们发现，声波能在水里很好地传播，传播速度要比在空气中快四倍，可以委托声波来充当海洋深度的“测量员”。

用回声测深仪来测量海洋深度已经有好几十年的历史。测深仪在海面上向海底发出超声波，声波以每秒 1450 米的速度向下传播，碰到海底，马上反射回来，这就是回声。求出发射声波和收到回声的间隔时间，又知道了声音在水里的传播速度，就不难算出海底的深度。

回声测深仪仅仅是水声设备——声纳的一种，水声设备中还有一种旁侧声纳，也叫海底地貌仪。这种声纳向两边发射一定频率的声波，它的探测范围更大。

近十年来海洋地质研究方法的重大发展是多波束测深技术在海洋地貌研究中的广泛应用。多波束测深仪与一般测深仪的不同之处在于：当船沿一定航线行驶时，它可以测出几十个平行的深度剖面，与计算机相接可直接绘出海图。由于它探测迅速、测绘详细、经济效益高，因此越来越受到海洋界的高度重视。

由多波束测深系统、卫星综合导航系统和能自动绘图的计算机组成，就是一套完整的海底地形自动测绘技术系统，在航行测量过程中，迅速得到大量的海测资料，可以使我们直接了解世界各大洋的地形，并且可以获得精

确的海底地形图。

但是人们还不满足。科学工作者希望能够直接深入到海底去；海洋生物工作者需要看到海洋生物在海底的活动状态；海洋地质工作者希望观察海底地面的自然情况；海洋工程技术人员需要查明海洋建筑物和水下机械的故障……怎么办呢？人们除了在海面探测到海洋的一些资料和数据，还能不能够深入到海里，亲自去观察一下神秘的海底世界呢？

这个难题已经不再是难题，而且同以上所谈到的探测技术比较起来，它对于人们更为熟悉和亲切，那就是——潜水器。

潜水器作为向深海延伸的一种重要的技术手段，可按照我们的愿望，将科学家载到海下，直接观测海底，获得较精确详尽和具体的第一手感性资料。

潜水器的独特作用在于它可独立活动于海洋深处，观察海洋生物，测量海底地形，采集海底物质样品，完成水下探测作业和救捞等活动。为此，它在海洋考察和资源开发中占有特殊的地位。

有了这许许多多以及不断涌现的高新探测技术，人们认识、开发、利用海洋的梦想就会逐渐变成可行的现实，神秘的海底也不再神秘了。

### 3. 打开资源宝库的钥匙

1996年4月，一篇题为《21世纪能源预测》的文章作了如下报道：

21世纪中叶人口要增至100亿，为了养活这样多的人口，全球能源需要量要比90年代产量翻二至三番……人们将耗掉现在可供的石油、天然气和优质煤的大部分……

众所周知，随着世界工业和经济的高速发展，陆地矿产资源因加速开发而日益枯竭。据估计，陆上矿产资源只能维持30年。

这是多么令人可怕而严峻的事实！

中国有句俗话：巧妇难为无米之炊。没有米，再能干的人也做不出熟饭来；没有能源资源，这个世界就会陷入瘫痪；没有火，没有光亮，机器不能转动，飞机不能起飞，汽车轮船趴在那儿像死了的甲壳虫……

人们终于因为地球人口的膨胀和现代工业的高速发展而感到能源危机的恐慌；人们也正是因为恐慌带来的绝望而寻求生的希望之时，想起生命的摇篮——海洋。

面对地球陆地资源的日益枯竭，人类要维持自身的生存和发展，在现实条件下，充分利用占地球表面积71%的海洋——这块最后的资源丰富的空间，是最为切实可行的途径。

1873年，海洋工作者首先在南非海岸名叫厄加勒斯的地方发现了磷钙石。这种化合物一般沉积在水深40~360米的海底，初步估计，世界总储量有好几千亿吨。磷钙石含有20%~30%的五氧化二磷，是磷肥的原料，还被广泛地用到火柴、玻璃、制糖、食品、纺织、照相、医药和水泥生产等方面。

海底煤矿的开发较早。英国从16世纪，日本从1880年就开始了。日本全国的煤炭产量有30%来自海底，加拿大是39%，智利高达80%。

世界上已开采的海底铁矿有2个，一个是芬兰湾的贾亚萨罗·克鲁瓦矿，另一个是从加拿大纽芬兰附近延伸到大西洋底的铁矿。储量估计为几十亿吨，从贝尔岛的入口开采，已开采二十几年了。

此外还有英国的莱文特锡矿，墨西哥湾的硫磺矿场，美国阿拉斯加重晶

石矿场等等。

综上所述，这些矿种的开采均利用岸口、天然岛口或人工岛口方式，避开了与海水打交道，这样，就与陆地矿物开采的情况和技术方法相似。而深海大洋底的矿物尚未能进行商业开采。

目前，在海洋矿产资源中，最有经济意义、最有发展前景和高技术含量最多的，是海洋油气资源、大洋锰结核和海底热液矿床的开发。

## 海洋石油 天然气

全世界海洋石油蕴藏量为 1450 亿吨，占世界石油储藏总量 3000 亿吨的 45% 以上；海洋天然气储量为 140 亿立方米。丰富的海底石油资源引起人们极大注意，海底石油和天然气的开发，已成为世界海洋产业经济中最重要的部门，其产量已占世界总产量的 1/4 以上，其产值已占世界海洋开发总产值的 70% 左右。目前世界上有近百个国家在近海区进行油气勘探与开发，据统计，1990 年全世界海洋油气探井和评价井已超过 1200 口。

那么，埋藏在海底的石油是怎样开采出来的呢？

20 世纪初期，有人在墨西哥湾的海面上看到了一种奇异的现象：广阔的海面上漂浮起一层油花，在阳光的照射下闪现着彩虹一样的颜色。经过调查研究，才知道墨西哥湾海底埋藏着一个很大的油田。又过了一段时间，这里建成了世界上第一口海上采油井。

当然，靠海面上漂油花来寻找海底油田是比较古老的故事了。现代开采海底油气，一般是先对海区进行广泛的地质调查，从而确定有希望的地区，接着在该地区进行各种方法的勘探，以进一步确定蕴藏石油天然气的沉积盆地的位置、面积、地层厚度、岩石类型、地质构造等科学资料。主要的勘探技术有现代三维海洋地球物理勘探技术和地球化学勘探技术。

海洋地球物理勘探技术，是根据海底地层的地球物理生质与油气层之间的关系来开发的先进技术。它是通过在调查船上设置一定的仪器和设备，探测可能存在石油和天然气的盆地及其地层和构造。80 年代以来，海洋地球勘探已从二维发展为三维勘探，把地层的三维空间结构清晰地反映出来，成为寻找油气的有力武器。最主要的方法有地震勘探、磁法勘探和重力勘探之类。

地球化学勘探技术是通过在调查船后拖挂一个嗅探器，连续采集海底附近的水样，揭示海底油气资源的贮存状况，与水样中甲烷的平均浓度，以及和湿气（乙烷至丁烷）的标准衍生物总浓度之间的对应关系。据称，这种地球化学勘探模式的成功率，可高达 85% 以上，在未来的海上油气资源调查中，将成为一种重要的手段。

海底石油同陆地上的石油一样，都是利用钻井来进行勘探和开发的。钻井直径 95 ~ 650 多毫米，井深一般是 1000 ~ 4000 米，也有超过 7000 米的。油井打出来了，地下的石油就顺着它里面的套管自动地喷上海面；要是压力不足，还可以用油泵把它们抽出来。

最初勘探和开采海底石油的时候，钻机是安装在海岸上的，斜弯着向海底钻进。这样既费工夫，技术要求也高，而且无法到远处去，不能钻得很深，海底石油采不出多少来。

后来钻井设备搬到海里去了，开始实行海上打钻。同时，随着现代科技的不断发展，开采技术发展为多种形式，主要有：人工岛技术、固定式生产

平台技术、浮式生产系统技术和海底采油技术等。

在靠近海岸的浅海，可以用石块、砂土或者混凝土填海筑岛，钻井放在人工岛上，钻进后就可以采油。

离海岸越远，海水越深，建筑人工岛的工程量越大，这就不经济了。怎么办？人们在海底打进桩柱，再在桩柱上架设钻井平台。平台往往有几十米长，几十米宽，高出海面十几米，非常坚固结实，不怕狂风恶浪。在一个平台上可以打多口直井和斜井。

最早的钻井平台是固定式的，柱脚固定在海底，造价很高，使用不便，而且在离开海岸比较远的地方不容易应用。为了向更深更远的海域进军，人们又设计和制造出可移动作业和适应各种水深的活动式钻井装置。近年来这类钻井技术发展十分迅速。目前它可分为四种类型：自升式平台、半潜式平台、钻井船、座底式平台。这几种新的钻井平台钻完一口井，就可以转移到另一个地方再钻，这样当然方便经济多了。

钻井以后，就得采油。固定式生产平台技术是国际上应用最多、最主要的采油平台。早期采用木质平台，到 1947 年才出现了钢桩固定平台，现在有钢导管架柱基平台、钢筋混凝土重力平台、张力腿平台等多种类型。不同的类型适用于不同的海洋环境。张力腿平台是最近发展起来的新型生产平台。它节省钢材，稳定性好，可在水深超过 900 米的海上作业。

浮式生产系统需要利用海底管线收集海底石油，通过柔性立管把油集中到海面油轮或平台上。这种技术能在水深 900 米以上的海区作业，最大水深可达 1800 米。

1989 年前联邦德国研制出一种集中了固定式和浮式平台两者优点的新型廉价海上石油平台。

近年来英国石油公司（BP）一直在研制无需潜水员的“海底采油系统”，以便开发外海大陆架深水区的油气资源。这种采油技术把设备全都放在海底，由陆地上用电子计算机操作。从发展来看，这种方法可能更经济合理，更有前途。

海洋油气运输技术，目前主要有油船和输油管两种。海上油轮是 70 年代主要的运输方式，80 年代以来海底管道技术发展迅速，成为运输海洋石油和天然气的重要方式。目前，在世界一些主要油气开发区，如欧洲北海油田、波斯湾和墨西哥湾等处，海底输油气管线已达到很高的密度，对输送海洋油气起着极为重要的作用。我国 80 年代末开始在南海和渤海铺设海底输油气管线，并在设计、施工等方面取得可喜的突破性进展。

开采海上石油也得由浅入深。现在一般还是在大陆架的浅海区采油，水深大多在 200 米以内。不久的将来，人类就要向更深的海域要油。

越过大陆架、大陆坡富饶的油气矿产资源区，我们再来看看那终年黑暗的大洋底，那里蕴藏着什么宝贝呢？

## 锰 结 核

在数量众多的洋底矿产里，当前最引人注目的是深海奇珍——锰结核，别名叫做锰矿瘤或锰团块。它以巨大的魅力吸引着人们，跟海底石油几乎有着同等的声誉。

锰结核的外貌倒不怎么惊人，是一种球状或者块状的锰与铁的结核块，

大小不等，小的像豌豆，大的像马铃薯，一般直径 0.5~25 厘米，个别的可达 1 米以上。到目前为止，最大的一个锰结核是在菲律宾以东 500 公里处的海底发现的，重达 850 公斤。

锰结核的颜色一般为土黑色，也有黄褐色、浅棕色等，取决于各种元素成分的相对含量。

这是一种新发现的矿产吗？不！1872 年就找到了锰结核，不过当时并没有引起人们的注意。本世纪 60 年代以来，锰结核突然受到重视，现在已经有好几个国家正在进行大规模的勘探和开采。

为什么锰结核这么引人注目呢？因为这类特种矿物含有的元素太多了，至少有 30 多种有用的金属，而且含量丰富。据分析，锰结核中一些主要有用金属的含量，比它们在地壳中的平均含量高 300 倍。另外还有铀、钍、铀、铯、锶、钨、钼等微量元素，锰结核里的含量也比海水高出千倍、万倍甚至几十万倍。这些金属，都是工业生产急需而陆地上的储量短缺的。

在广阔的深海洋底，锰结核的分布相当广泛。它们并不被沉积物覆盖，而是半埋在海底的软泥中，有时多得出奇，每平方米就有 100 多个，重约 10~60 公斤。据目前统计，世界大洋锰结核的总储量，多达 3000 亿吨，其中太平洋 1700 亿吨，大西洋和印度洋 1300 亿吨。更有趣的是，这种矿瘤生长得很快，每年增加的锰可供全世界用三年，增加的钴可用四年，加上现在已经有的，那真是取之不尽，用之不竭啊！

认识世界的目的是为了改造世界，归根到底还得把锰结核从洋底采出来。

锰结核主要躺在 4000~6000 米深的洋底，这里水深而压力大。不过有利的是，锰结核散落在柔软的洋底表面，可以直接捞取。

经过 30 多年来各国对三大洋锰结核的大量勘探与开发实践，目前已有一些开采技术趋向可行、成熟。每一种开采装置基本上都由海底采集系统、输送系统和海面船只三大系统组成。按开采形式，目前应用的有水力提升式采矿技术、空气提升式采矿技术二类。

水力提升式采矿技术，是通过由采矿管、浮筒、高压水泵和集矿装置四部分组成的系统实现的。这种技术在 80 年代中已达到日产 500 吨的采矿能力，近年来得到改进后，生产能力又有了很大提高。

空气提升式采矿技术，与水力提升采矿技术相似，区别是在船上装有大功率高压空气泵代替水泵。简单地说这是一种“抽吸”的办法，长长的吸管从船上放下去，利用真空抽吸器把锰结核矿吸上来。这种技术由美国开发后又不断完善，现在已能在水深超过 5000 米的海区作业，具有日产 300 吨锰结核的采矿能力。

在锰结核的调查开发中，美、日、德、法、俄、英等国最为积极。目前全世界已建立起八个跨国财团，约有 100 多家公司在从事勘查与试采工作，我国目前也已基本上具备了开发大洋锰结核的条件，一二十年后可望实现生产性开采。

总之，海洋矿产资源的调查、勘探技术及其设备已日趋成熟，海洋油气的开采技术亦已成熟，并进入大规模的商业生产时期。相比之下，深海底非燃料矿产的开采加工技术，目前还处于实验和模拟操作阶段，真正适合海底多金属结核的开采、加工、冶炼技术和设备，还有待改进和完善。

蓝色的海洋是个天然的“聚宝盆”。它敞开着宽广的胸怀，期待着我们

去发掘那无穷的深海奇珍！

#### 4. 优良品种的开发

某年，太平洋学术会议在日本召开，鲨鱼食用专业会主席，东京大学名誉教授桧山义夫在会上发言讲到：“在世界海域的鲨鱼是吃人的，但是在日本，人是吃鲨鱼的。”他的发言引起与会者的热烈鼓掌。对于日本人来讲，海产动植物在很早以前就是粮食来源了。

海洋是所有生命的“摇篮”，直到现在，海洋仍然是地球上生命最旺盛的地方。很难准确推测海洋中究竟有多少种生物，每一次深海远征，都会发现一些新的生物品种。有人估计，生活在海洋里的动物超过 15 万种，而海生植物仅藻类一项就在 10 万种以上。在不破坏生态平衡的状况下，海洋每年可提供 30 亿吨水产品，至少供 300 亿人食用。也有人推算，海洋给人类提供食物的能力，等于世界上所有陆地面积农产品的 1000 倍。所以，在人口越来越多，蛋白质需求越来越大的今天，世界上许多国家都把海洋当做巨大的“粮仓”，作为解决人口用“粮”的重要来源之一。目前，水产品已达全世界人类动物蛋白摄取量的 40% 左右。

#### 鱼类资源及其利用

海洋生物资源与陆地一样，也包含植物资源和动物资源。由于植物生长需要阳光，而阳光透入海水又不深，故一般海洋植物多生长于 200 米水深以内；海洋动物和细菌则不受此限制，超过千米以上的深海区也有，只是数量和种类比较少而已。

浩瀚的海洋为生物生长提供了最广阔的场所，海洋里的生物资源，最大宗的是鱼类。据统计，全世界海洋里的鱼类总共有 2 万多种；海洋各处的环境不同，生活着的鱼类也不一样。

太平洋面积广，岛屿多，环境多样，渔业资源丰富，盛产鲱鱼、沙丁鱼、鲑鱼、大黄鱼、小黄鱼、金枪鱼等等，鱼产量是四大洋中最高的。东南部的秘鲁沿海，西北部和北部海域的日本北海道、朝鲜，我国舟山群岛，以及美国和加拿大西北沿海海域，都是世界著名的大渔场。

大西洋的渔业资源也很丰富，鱼产量仅次于太平洋。鱼类以鲱鱼、鳕鱼、鲭鱼等为最多。

印度洋的渔业资源不像太平洋、大西洋那样丰富，主要生活着飞鱼、金鲳鱼、鲨鱼等。

北冰洋的鱼类比较少，不过那里倒有形形色色的海兽。

虽说海洋处处都是鱼类活动的广阔天地，但是它们繁殖最多的场所，还是在深度不大、阳光充足、水温较高、食料丰富的浅海。世界上 14 个渔业区和三大著名渔场都分布在浅海、这些海区的鱼产量，要占世界海洋总鱼产量的 80% 以上。

我国浅海渔场的面积广阔，北起辽东、南到南沙，估计有近 150 万平方公里，约占世界浅海渔场面积的 1/4，居世界第一位。

我国沿海产量比较多的海鱼，共有 1500 多种，其中主要的有 200 种左右，包括我们大家都很熟悉的大黄鱼、小黄鱼、带鱼和乌贼等四大海产，还有鲭

鱼、马鲛鱼、鲱鱼、沙丁鱼、鳓鱼、鲳鱼、鳕鱼、红鱼、鲨鱼等等。此外，渤海和黄海的对虾、海参，东海的干贝和海蜇，南海的牡蛎、珍珠贝壳等等，以及梭子蟹，也都是我国著名的海产。

鱼类是一种很重要的副食品，鱼肉鲜美，而且营养价值高。一般鱼肉里含有 18.5% 的蛋白质、3.2% 的脂肪和 1.6% 的矿物质，维生素 A 的含量也比一般的肉类多。

一般的鱼，直接供我们吃的部分约占总重量的一半以上。剩下来的部分用处也挺多，有些是贵重的工业原料，价值甚至比鱼肉还高。

鱼油可以做润滑油、油漆和肥皂的原料。鱼肝含有大量的蛋白质和脂肪，可以制成鱼肝油，它是一种营养价值很高的滋补药，含有丰富的维生素 A 和 D，防治儿童佝偻病有特效。鱼卵里的蛋白质、脂肪、磷脂和维生素也很多，营养非常丰富。鱼皮可以熬胶，这种胶作木材加工工业用的粘合剂，制造纸张、火柴、皮件和乐器也少不了它；鲨鱼鱼皮还可以制革。鱼鳔也可以炼制鳔胶，作工业粘合剂，又可以做外科手术用的缝合线。苦味的鱼胆是制造中药人造牛黄的原料，还可以做生物化学制剂。

银光闪闪的鱼鳞通常都当作废物扔掉了，可是它的用处还挺大哩！鱼鳞经过加工，可以制成鱼鳞胶、磷酸钙、鱼鳞酱油、磷光粉、盐酸、尿素等工业原料和化学制剂，它还是制造泡沫灭火剂的原料；鱼鳞胶可供制造电影胶卷和 X 光底片，在医药上用来调制药膏和制做胶丸。

鱼头、鱼骨以及鱼类加工后剩留下来的废料可以制成鱼粉。这是一种很好的禽畜饲料和农业肥料。

这就是说鱼的全身都是宝。

如果我们每年能够捕捞 1000 万吨鱼，那意味着什么呢？

单拿 1000 万吨鱼所提供的肉量来说，就相当于我们饲养了 3000 多万头牛，或者 1 亿多头猪，或者 5 亿多头羊。如果再算上工业和医药方面的综合利用，经济价值就更大了。

目前人们每年要从海洋里捕鱼七八千万吨，绝大多数都是在浅海区捕获，捕鱼范围只占世界大洋总面积的 10%，潜力还大着哩！

## 海藻资源及其利用

400 多年前，当哥伦布一行在大西洋上航行时，发现远处有一块绿色的“草地”，以为大陆已经临近。赶紧向前驶去一看，却大失所望：“草地”消失了，眼前是一片茫茫的海上大“草原”。船队艰难地在一望无际的大“草原”上航行，几天几夜没能找到尽头，人们忧虑这神秘的“草原”将给船队带来不幸。后来才知道，他们正处在北大西洋中心，离大陆远着哩！他们是进入了长满马尾藻的海面。因为这一带水流微弱，风平浪静，漂浮的马尾藻不能远游，便在这里定居下来，繁殖后代，盖满了大约 450 万平方公里的海面，使这一海区赢得了“马尾藻海”的称号。

海洋里有 1 万多种植物，绝大多数是藻类，马尾藻就是其中过着漂泊流浪生活的大型藻类。浅海地区许多藻类却生在海底，不过这些固着在海底的海藻不像陆上植物扎根于土壤，用根来吸取养分，而是用假根附着在海底或岩石上，靠自己长长的叶片直接从海水里获得营养物质。最长的海藻可达 300 多米，超过陆地上任何高大的树木。这些成群的海藻竖立在海中，构成巨大



的“海底森林”。由于它们具有柔软的身躯，故能屈折自如，随意摆动。大风浪固然能把海岸、码头损坏，却损坏不了这些“海底森林”，它们起了天然防波堤的作用。

形形色色的海藻，品种繁多，可分为绿藻、裸藻、甲藻、黄藻、金藻、硅藻、蓝藻、褐藻、红藻等9大类，其中绿藻、褐藻和红藻的经济价值比较高。绿藻生活在滨海潮间带；浅海50米以内是褐藻的天下；50米以外主要生长着红藻。在水深10米到100米之间，藻类的繁殖特别茂盛。

初步调查，全世界的褐藻的储量就在1亿吨以上，红藻的储量更大。有些藻类可以作我们的食品，有些藻类是牲畜的饲料。近年来，人类还越来越多地从海生植物中提取药物。

海藻作为食物，自古即在人民生活中占有重要地位。海藻含有丰富的碳水化合物和一定的蛋白质及纤维素、维生素。由于海水中积累有全部种类的化学元素，而海藻吸收这些元素后被人类当作食物，从而得到了从陆地中得不到的重要元素。海藻作为食物，其营养成分含量较高。如含糖量，绿藻中的孔石药为73.45%，礁膜为73.30%，浒苔为71.29%；蛋白质含量，溪菜达31.30%，礁膜为25.22%，石莼为24.76%；微量元素，浒苔高达16.89%，石莼达16.10%。这些藻类均为沿海人们所喜欢的食品。

红藻类的髓部细胞间隙，含有十分丰富的胶质，这些藻胶生成的糖类是颇有用途的食品成分，有的是可做药用的物质。糖类含量较丰富的是海萝，其次为石花菜。

石花菜是主要生产琼胶的藻类，目前我国广东福建的琼胶，多用培养的石花菜提取制成。石花菜的琼胶在热水中溶解后可以得到还原糖、总醛糖、半乳糖等。此外，琼胶可以产生几种衍生物。

褐藻有我们前面提到的马尾藻，较大型的还有裙带菜、鹅掌菜、爱森藻以及我们最为熟悉的海带。

海带一般长2~4米，最长可达7米。海带喜欢在冷水中生活，以2~15为最适宜。它含有大量的碘。住在山区的人，常患“大脖子病”，就是缺乏这种碘。现在海带成了人们餐桌上的家常菜了，“大脖子病”也大大减少。

海带除了含蛋白质、脂肪、糖、维生素等多种营养成分外，工业上和医药上的用处也不少，可以提炼碘、镁、铁、氯化钾等，还可制褐藻胶，做球鞋、雨鞋也用得着它。我国沿海地区的工人还成功地从海带中提取了褐藻胶、甘露醇等多种产品，并且大量投入生产。工人还用褐藻胶代替面粉浆纱、浆布，节省了工业用粮。

紫菜也是海藻的一种，生长在浅海潮间带岩石上，富含蛋白质和碘、磷、钙等物质。紫菜每100克中含有氨基酸量为33~40克，有时可达50克之多。其中人体需要的八种必需氨基酸的含量，一般不低于13~15克，而我国江苏如东沿岸养殖的紫菜则含有18~20克。

值得一提的是，近年来已开始注意海洋药物的精制及疗效和剂型的研究，更有一些具特殊作用的药用资源有待于进一步开发和保护。

人民群众很早就利用红藻类的海藻——鹧鸪菜，浙江人称其为蛔虫菜，是我国传统给儿童驱除蛔虫的药物，还可给小儿消化不良症。鹧鸪菜现在已在广东的汕头近海进行人工养殖。

海洋的微藻——海洋螺旋藻是最近十几年发现并发展起来的微藻生物技术的主要开发对象。螺旋藻除含丰富的蛋白质与合理的氨基酸成分外，它还

能降低胆固醇，对许多老年人都易出现的动脉硬化程度有明显改善作用。螺旋藻中所含的β-胡萝卜素有防癌的医疗效果，螺旋藻中的γ-亚麻酸和前列腺激素，能控制人体许多基本的功能，包括调节血压，合成胆固醇，以及细胞分裂等，可以防治关节炎、心脏病、肥胖病等。螺旋藻的藻蓝蛋白，还有增强免疫力的效果及治疗贫血症等功效。因此，各国都在大力推进螺旋藻的产业化生产。我国国家科委已号召有技术力量的单位寻找合作者，多开展合作，推动我国螺旋藻产业尽快搞上去。

## 保护和增养殖

海洋生物资源远比陆地丰富，但是如不科学地利用和保护，常会发生过度捕捞，海中生态系统就会遭到破坏，资源就会衰退枯竭。

有一种海生动物叫无齿牛，1941年，白令探险队在康曼特群岛首先发现了它们，27年以后，人们就再也找不到它们的踪影了。

还有人人都知道的鲸鱼，常见的八个鲸种已经全部处于危险状态之中，其中有五个鲸种几乎已经绝迹。十多年前，有一个调查报告中就说：“现在只剩下100条蓝鲸，这个鲸种无论如何将会绝迹，因为公鲸在大海上到处找不到母鲸。”

海狗、海象和海龟这些有价值的海兽也已经大为减少，某些有价值的鱼、蟹、牡蛎，也遭受着同样的命运。

海洋生物资源不同于矿产资源之处在于它能够再生长。如果我们能够科学地管理海洋生物资源，帮助它们繁殖，很好地获取和利用这些生物生产的剩余部分，那么，人类的“粮食”资源决不会减少。

目前，人工增殖的工作已经开始。把海藻类的紫菜、裙带菜、海带的种子放在网里投放海中的培育技术和陆地上的农耕栽培方法大体一致。对于海中的动物，如鲍鱼、海扇、对虾、加级鱼、花鲫鱼等许多种类的鱼都可采用人工授精和人工孵化的办法培育幼苗。现在的“生物能的增殖技术”已经不只限于鱼贝类，可以养到成鱼的种类已经超过了10种。

人们开始由捕捞天然水产动物，发展到放牧水产动物。方法是，用人工培育鱼的幼苗，待生长到一定大小后，放流到自然水域成长，借以增加资源，提高海洋生产力。这一过程，日本称其为“栽培渔业”，欧美则称为“增殖”。

人类在100多年前就开始人工培育和放流海洋鱼类、贝类和虾的种苗，到70年代这种事业得到了迅速发展。美国每年把30多亿尾鱼苗放流到海里去。1979年美国增殖业产量已达8万吨，现在已有200多个增殖场。前苏联也有140多处增殖场和移殖站，每年仅放流到库页岛海域的约120亿尾鱼苗。日本是世界上增殖渔业发展比较快的国家，建立了几个渔业栽培中心，1979年养殖产量达88万吨，增殖渔业正从内海、浅海向外海区域发展。

当前世界，许多国家已经制订了发展海洋渔牧场的计划。特别是日本，近十多年来他们开展了“海洋农牧场计划”，建成了鱼、贝增殖场，人工投放种苗增加资源，人工施肥提高海域初级生产力，并在外海大陆架上建造人工岩礁，控制自然环境，适于鱼类栖息而不远游。

1983年，我国在经过3年的基础研究后，也开始了以虾类、牙鲆鱼为主的种苗放流增殖。这是我国海洋农牧化研究的一项成功试验。当然这仅是开端。进入90年代，世界范围内的海水增殖业和养殖业，在向海洋农牧化方向

迈进中，取得了重大进展。

## 5. 综合利用的设施

还是在小学的地理课上，我们就知道地球上有一块最小的洲，叫澳洲，它同时也是一个独立的国家——澳大利亚。

1981年，科学家们发现：澳大利亚在“融化”。

澳大利亚四面环海，印度洋和太平洋的惊涛骇浪，日夜不停地冲击澳大利亚海岸，吞噬着那里的陆地。仅澳大利亚波特兰海岸，40年间就被海洋吞没了3米宽。

为了防止澳大利亚“融化”，保护这个国家不被海洋吞没，澳大利亚的专家们想尽办法，如用石头筑起水下防波堤等等，以阻止海洋的吞噬。

其实，与海洋打交道的岂止澳大利亚一国？

打开世界地图，我们可以看到，历史上各文明古国都是濒临大海的。即使现在，我们也可以看到，世界上很多著名城市都挨着大海。沿海地带是各国经济、文化的发达地区。这些都充分说明海洋与人类文明息息相关。

广袤无垠的海洋既是个天然的聚宝盆，又是个十足的“捣蛋鬼”；它既可为我们提供无穷无尽的财富、带给人类安宁与幸福，又会制造出种种恶作剧，将灾难施加于人类。要想开发利用海洋的资源，同时对海洋环境保护治理、变害为利，常常需要通过相应的海洋工程才能实现。

海洋工程是应用海洋基础科学开发利用海洋资源所形成的一门综合技术学科，也指开发海洋资源，保护海洋环境和某些特殊用途所需的各种建筑物、建筑群或其它工程设施。

在传统的海洋开发利用阶段，由于科学技术水平的限制，仅仅是一般地利用海洋，而且利用的范围也很狭窄。除了“兴鱼盐之利，行舟楫之便”外，其它海洋开发都还谈不上。因此，在这一阶段形成的产业就只有海洋捕捞、海水制盐和海洋运输。但是，这些传统产业给人类社会的影响同样是巨大的：有了海洋捕捞业，人类就可以解决一部分食物；有了海水制盐业，人类就可以增强自己的体质；有了海洋运输业，随之而来的就是海外贸易的拓展、商业的繁荣、城市的兴起和文明传播速度的加快。

到本世纪60年代，海洋的开发利用已从传统的渔、盐、垦、航等资源开发中的单一项目，发展到用于矿藏、能源、空间利用等更多的领域，海洋工程也成为综合开发和环境保护的庞大生产系统的综合项目体系。

### 黄金海岸

海岸带的海洋资源十分丰富，滩涂、水产、海盐、海运，还有石油和海洋能等。世界发达海洋国家沿海开发利用很好，常成为富饶、繁荣的“黄金海岸”；河口地区得到综合治理与开发，使河口三角洲成为交通方便、信息灵捷、工商业发达、市场繁荣、对外交流活跃的特殊经济区。

沿海的自然条件是很复杂的，不同的海岸段有各自的海洋环境特征。平坦开敞的岸段多半是沙砾质或淤泥质的海滩，波浪是主要海岸动力因素，泥沙运移活跃、岸滩演变频繁，台风暴潮袭击常常对海岸带构成极大的威胁。曲折的海湾与瞭湖岸段多半是基岩岸壁、沙质岸滩，潮汐是主要海岸动力因

素，湾内和湖内有掩蔽良好的水域并有潮汐通道伸入。入海的河口岸段，大、中河口为粉沙淤泥质岸滩，山溪类小河口多砂砾质岸滩，以潮流与径流相互作用为主，河口常有较深的通海水道和盐水入侵，口门附近还有拦口沙浅滩。

海岸带的海洋环境不仅因地形、岸滩演变、泥沙运移以及温度、地震、辐射等因素而显得复杂、多变，同时还因引起海面周期升降几米至几十米的潮汐，因为使海水异常增长十几米的海啸，因为能把千吨以上的混凝土块移动几米并能在岸上 30~90 米的地方吞没灯塔、毁坏房屋的波浪而显得险恶。

于是，采用海堤、护岸、保滩等海岸防护工程设施来防止风暴潮的泛滥淹没，抵御波浪与水流的侵蚀与淘刷，保护与划定沿海局部岸段的岸滩，形成土地资源的综合开发区，用于水产养殖、草滩牧放、种植经济作物、旅游疗养等等，就成为海洋工程中首先要做的一件事。

海堤是在河口、海岸地区，沿海岸原有地面上修筑的一种专门用于挡水的建筑物。在中国长江以南和浙江一带也称为海塘。一般用土、石堆筑而成。临海一侧海堤的外坡或外壁直接承受波浪、水流作用，需采用人工护面来保障堤身安全。浙江钱塘江海塘采用长条方石砌成陡墙。该工程闻名于世。目前正在研究采用混凝土制成各种轻型护面，如栅浪板等。

在淤泥质潮滩上修建海堤，极易沉陷与滑动。近 10 年中国创造爆炸填石排淤新技术成功，这项技术居世界领先地位。此外，大量推广的还有塑料排水板新技术，世界上只有日本等少数国家使用成功。

护岸也是对河口、海岸地区岸坡进行加固的海岸工程。在滨海城镇或兼有系靠船只需要的岸段常建造陡墙与岸壁，砌筑石墙、混凝土墙、钢筋混凝土挡土墙或板桩墙等。

保滩工程也具有间接地保护堤、岸的功能，常用的保滩建筑物有丁坝与顺坝、扩滩与扩坝，也有的采用种植植物护滩和铺抛人工沙滩等措施。后两种方法日益引起世界各海洋国的关注。

围海工程包括：围堤、堵坝、水闸等。它们用来圈围部分滩涂、围割部分海域，挡潮、御卤、防浪，控制围内水位，形成封闭陆域、水域的围区，用于发展多种经营、盐田晒盐与发展盐卤化工工业、库区蓄淡或建潮汐电站、陆地建设城镇或工业、建设港口陆域等。

海岸带上的各个海港，主要承担海上运输和内陆运输的转载以及货物和旅客的集散，是水陆交通的枢纽。作为出海口岸，海港是发展陆上交通运输网的重要前提与关键，对地区综合开发和区域经济发展具有深远意义，对所在城镇的发展作用更重要。世界有不少著名的海港城市，如鹿特丹、纽约、伦敦、东京和上海等。海港有位于海滨或海湾内的，也有位于河口的。后者也称为河口港，成为海——河联运的枢纽。

近 20 余年来，世界经济增长较快，促进了海运事业和海港建设。发展的趋势是：海上运输量迅速增长，平均每年增长 4% 以上；船舶大型化与专业化，5 万吨级以上船舶的营运量已占一半以上；海港向深水发展，装卸设备日益现代化。

海洋环境条件常是能否建港和港地选择的决定性因素，港口布置及其工程设施也必须遵循环境变化的规律。在沿海选择港地时，必须研究海岸与河口的演变规律，及其对建港可能产生的影响。

港口水域的水深是港口的重要标志之一，表明港口条件和可接纳最大船舶的界限。码头和防波堤等水工建筑物是海港工程的主体，形成船舶靠泊的

条件，也是港口发挥转载功能的关键。

港区水域掩蔽条件不能满足需要时，常采用防波堤，形成一人工掩蔽水域，获得平稳水面和足够水深，既能保证船舶的停靠、装卸和航行的安全，又能保护海港的各种设施与装备。防波堤常成为兴建和发展海港的前提与关键，而防波堤的建造技术一直是国际海岸工程界重视的研究课题，荷兰与日本在技术上处于世界领先地位，中国也有不少创新。

海港港区建成后，余下的问题是，通往外海深水区需要有供船舶安全航行的通道，也包括河口港的通海深水航道。航道的水深、宽度和转弯半径，需要根据主要运输船舶的尺度和通航要求来确定，尽量利用天然的良好地下水形，必要时也需要开挖人工航槽。时间久了，航道会发生回淤，这时就需要用疏浚的方法来维护航槽。在这方面，现代挖泥船的装备和疏浚技术已经有了显著进步。此外，在维护难度更大的情况下，人们已经能够采用导堤、丁坝、顺坝、潜坝等建筑物整治航道的工程措施来解决。

人们通过海岸防护工程抵御台风暴潮的袭击和侵害，通过围海工程形成综合经济开发的自然保护区，人们兴建防波堤、码头、修造船，用于发展商港、渔港、军港和工矿、采油或旅游等，但这还只是一种被动的“防守”。

海水运动过程中产生多种可再生的能量，那些爱“闹恶作剧”的风、波浪、潮汐、温差等等，实际上都是“取之不尽，用之不竭”的新能源。海洋能工程就是利用一定的方式方法及设备装置把各种海洋能转换为电能或其它可利用形式能的建设项目。

目前，潮汐能开发已经在包括我国在内的许多国家进行，全世界已经投产的较大型的潮汐发电站七座，计划和在建中的有十几座。小型波浪能发电装置已经实用化，现在世界上大约有 700 多个小型波浪发电装置，作为航标灯、浮标、灯塔的电源在海上使用。英国、日本、美国等十几个国家已在研制大型波浪发电装置。1978 年，日本建造了 1000 千瓦的“海明”号波浪发电船，1979 年美国在夏威夷附近海上进行小型温差发电装置试验成功；以后日本在瑙鲁建立岸式温差试验电站，装机 100 千瓦。此外，利用海水盐度差发电、利用海潮流发电等的研究工作也开始了。据科学家估计，海洋能发电在下个世纪初有可能实用化，并将在整个电力供应中占有相当的比重。

## 二 生机勃勃的大陆架

大陆架浅海是海洋中最富饶的地方。光线透过浅浅的水层，射到海底，整个海域都充满了阳光；滔滔不绝的江河把大陆丰富的物质倾泻而来，又使海水变得异常肥沃。这样的环境，对海洋生命的生长十分有利，鱼、虾、蟹、贝都乐意在这里生活，各种海草也来此安家落户，生物资源丰富多采。而特别引人注目的，还是浅海底丰富的矿产资源。

海底矿产资源按分布情况，可分为海底深处和海底表面两种主要类型。号称“世界四大海底矿源”的石油、天然气、锰结核、热液矿床构成了海底矿产资源的主体。目前，人类已开发的海底矿产资源有 20 多种，其中石油和天然气的勘探开采进展最快。

由于石油危机的冲击，过去 20 年近海石油发展很快，大陆架以外海域的石油探查也在进行。现在，全世界约有 100 多个国家和地区在进行海洋石油和天然气的勘探，其中已有 40 多个国家正在进行海上采油采气。海上油田的

石油产量已达 6 亿多吨，占世界石油总产量的 22%。近 30 年来，产量增长了 19 倍。天然气的增长速度更快，预计到 2000 年，世界油气需要量将有一半来自海洋。

随着海洋石油和天然气的开发，给海洋工程提出新的课题，促使钻井平台和水下施工技术的迅速发展。海洋钻井平台从生产至今虽不过百年的历史，但其发展速度很快，变化相当大。从所使用的材料看，由木质变钢质；从其结构类型看，由于钻井位置逐渐向深海推移，钻井平台也逐渐由固定式向移动式发展。

目前世界各国所用的移动式平台中，自升式钻井平台约占 70%，是石油钻井平台的主要类型。自升式钻井平台的最大工作水深为 100 米左右，被誉为近海 100 米水深内石油钻探的标准工具。自升式平台在允许范围内可自行升降，以适应不同水深的钻探工作。由于自升式钻井平台提供了与陆地上一样的钻井条件，适应性强，工作效率高，而且其造价较其他移动式钻井平台低廉，因此，在水深允许范围内，总是首先被考虑采用。当然，自升式平台也有其弱点。如由于它不具备自航能力，拖航移位时，长长的桩腿矗立在甲板上，受风浪影响较大，拖航的速度也慢。因此，自升式钻井平台适合在一定的海域内打井钻探。

随着海洋油气资源开发向较深领域的发展，半潜式和浮船式钻井平台受到了人们的重视。

海上采油也不同于陆地，它是通过平台来进行的。利用输油管把油井和平台连接在一起，一个采油平台可以和几个或几十个油井连接在一起，利用平台上的采油设施来同时采油。海上采气则比较麻烦，原因是它不便于储存和运输，非要利用长长的输气管输到大陆不可。日本自 1982 年开始设计制造“大洋天然气处理系统”，这种系统可以把在海上采得的天然气转换成液化天然气、甲醇或压缩天然气，不必修筑长距离的输气管道，适用于开采深海天然气。看来，这是海上采气的发展方向。

成分以锰为主的多金属结核——锰结核，在内海及大陆架都有所发现，但绝大部分是分布在 4000~6000 米深的大洋底。在太平洋的富集区，锰结核的贮量高达每平方米 9.08 公斤，最高的为每平方米 70 公斤。这类富集区的洋底表面的锰结核就像布满鹅卵石的马路一样。

自从 19 世纪 70 年代“挑战者号”探险船第一次采集到锰结核后，目前，对锰结核矿进行过开采的已有美国、日本、加拿大、联邦德国、法国等发达国家的 20 多家大公司，前苏联也取得了开采锰结核技术方面的成功经验。

但是应该看到，深海锰结核的开发工程是比较复杂的。要想从大洋底开采锰结核，必须解决两个问题，即深海勘探和深海采掘问题。茫茫大海，高深莫测，要选择适宜的开发矿区，必须有现代化的勘探设备和方法。例如深海照相设备，高速拖曳深海闭路电视系统，各种海底取样工具，荧光分析设备，物探系统，以及船用卫星导航系统和各种海洋定位系统等等。近年来，旁侧声纳系统的研究与应用，船用计算机系统的采用，为锰结核资源的勘探增添了新的手段，提高了工作效率。勘探问题的解决还只能提供适宜开采的矿区，要把矿区的锰结核从几千米深的海底采掘上来，还必须制造出适宜深海开采的机械以及把矿石从海底运输上来的设备。

深海采矿，人不能身临其境，只能靠现代的技术和设备，主要是遥控采掘机、动力提升系统、各种专用船只和神通广大的机器人。美国于 1980 年 6

月，制订了国家锰结核开发法，美国是大洋锰结核勘探、开采技术及加工处理技术领先的国家，并且首先进行商业性开发。它的重点放在夏威夷群岛和美国本土之间的海域。据报道，美国已有日采 5000 吨锰结核的开采设备和日加工处理 50 吨锰结核的试炼工厂。总之，目前对深海锰结核的开采和冶炼都还是小规模、试验性的，很多问题还有待解决。不过，随着海洋工程技术的进步，大规模地开采利用锰结核的日子不会很久了。

## 1. 从指南针到卫星导航系统

首先发明指南针的，是我国人民。早在 11 世纪末，指南针就用到航海上。有了指南针，人们在茫茫的大海上航行就不致迷失方向。

明朝，我国著名的航海家郑和，七次率船队下“西洋”，成为世界航海史上的壮举。他们在航行中，就是利用指南针来确定方位，引导航向的。

海上导航定位有多种技术途径，古老的海上定位方法还有一种叫做“六分仪”的轻便仪器，观测天体或陆地标志来推算船位，称为天文定位或地物定位，这些方法所测定的船位误差较大。

在那个时候，若说船舶实现无人导航，准会被人看作是“天方夜谭”。然而今天，人们可以感到欣慰的是，导航技术和电子计算机技术以及空间技术的发展水平和速度，预示着船舶实现真正无人导航已为期不远了。

自 20 世纪初无线电测向方法最先使用以来，船用导航系统的发展已有近 80 年的历史。早期，在人们的概念中，关于海上导航只限于引导船舶安全地到达目的地这样一个狭窄的含义。随着现代技术的高度发展，如今海上导航的概念已远远超出上述的基本含义，又包含了新的内容，包括全天候、全球覆盖、自动驾驶、高精度定位、多路信息传输和多种模式组合利用等。

典型的无线电导航系统有最古老的无线电测向仪；有在第二次世界大战中研制成功的近、中、远程导航系统和战后日趋完善的全球、全天候导航系统；还有近 30 年发展起来的子午仪卫星导航系统、导航卫星全球定位系统等。

尽管无线电测向仪是最古老的无线电导航设备，它的误差还随着距离而增大，但是因为它简单可靠，至今还得到发展。例如，在操作上由自动代替了手动；在显示上，由阴极射线管代替了指针，近来的发展则是用微处理机进行数字显示。

很多国家在沿海都设有无线电指向标台，供近海船只活动使用，我国北自鸭绿江口起，南至海南岛、西沙群岛止，沿岸岛屿及河口均装有指向标台。

1947 年，第二次世界大战后，美国海军开始研制比较完善的全球、全天候导航系统，名叫“奥米加系统”。这种系统采用甚低频发射无线电波，传播时间的相位非常稳定，提高了定位精度。它的信号除了在南、北两个极地的长年冰上传播衰减特别大之外，几乎在地球上的任何地点都能接收到所有奥米加发射台发射的信号。所以，全世界只建 8 个发射台，就能实现全球导航。

自 50 年代世界上第一颗卫星发射之后，美、前苏联以及欧洲共同体等都提出用卫星来导航的方案。

卫星是怎么来进行导航呢？简单地说，就是把卫星作为一个发射台送到绕地球运行的轨道，卫星接收到地面站发送的卫星轨道位置的计算数据后，

以一定频率向地球发射精确的时间信号和卫星轨道位置的导航信号，航行在海上的船只只要接收到卫星发射的信号，卫星导航接收机就能自动测量信号的多普勒频移，从而可以计算出船舶所在的较准确的地理位置。

前苏联海军的卫星导航系统曾在 1967—1968 年度投入使用，80 年代转而研究组合导航卫星系统。其它如日本、印度等国家也在研究供军用或民用的导航卫星系统。然而 60 年代后期以来，只有美国的“子午仪”卫星导航系统被广泛地使用着。80 年代后期，美国的新式卫星导航系统——导航卫星全球定位系统（GPS），即“星座式”卫星系统的计划制定出来并付诸实施。

“子午仪”卫星导航系统是霍普金斯大学应用物理实验室于 1958 年开始研制，1964 年 1 月正式投入军事导航定位应用，1967 年 7 月解密，兼供民用。

子午仪卫星系统由三大部分组成：地面设备、船用卫星信号接收指示器和绕地球轨道运行的 6 颗导航卫星。每个地面跟踪站测量一颗卫星飞越其上空所产生的多普勒频移，并把这些数据传给计算中心进行一系列处理。

从二十几年的运行情况来看，“子午仪”卫星导航系统确实是一种精度很高的定位系统，它具有易于实现全球导航、全天候工作、精度高、不必设地面发射台、不易摧毁等一系列突出的优点。只要配置了卫星接收机，都能使用导航卫星。因此，许多国家的捕鱼船队、商船、水面舰艇、潜艇、近海钻井、石油勘探船、航道测量船等都安装了卫星接收机，接收“子午仪”卫星间歇发射的定位信号。

1973 年，美国国防部充分吸收现代卫星通讯新技术，制定了导航卫星全球定位系统计划。这个计划简称 GPS，也是通常所说的“星座式”卫星导航系统。

CPS 由空间卫星网、地面控制系统和用户设备三大部分组成。空间卫星网由 18 颗工作卫星、3 颗备用卫星构成，确保在地球上任何时间、任何地点都至少能见到 4 颗卫星。地面控制系统由 5 个广泛分布的监控站组成，跟踪现场内的所有卫星，收集数据并进行处理。

GPS 系统的投入使用，将对导航定位领域产生深远影响，也给海上导航定位、海洋测绘、海洋工程等领域提供了有效的定位手段。由于卫星导航定位是全球覆盖的，也就是说，它不受地球上任何地域的限制，因而摆脱了无线电定位岸台设置和控制范围的问题。卫星导航定位还是全天候的，也就是说，它不受天气、风浪等条件的影响，因此，该系统正引起世界的密切关注。

## 2. “火眼金睛”的遥感技术

在我国著名神话故事《西游记》中，孙悟空有一双能观测到十万八千里以外的火眼金睛。但神话终归是神话。许多世纪过去，人们在自然界中却一直没有发现具有火眼金睛的生物。

其实，把神话变成现实，具有一双“火眼金睛”的就是人类自己。现代人利用遥感技术，所能观测到的距离已远远超过了十万八千里。

遥感是指从远距离、高空以至太空的平台上，主要利用可见光、红外、微波等波段的探测仪器，收集地面的电磁波信息，通过信息感应、传输和处理，从而认识地面物质和状态的技术。

海洋主要是由运动着的水体组成。海洋现象具有范围广、幅度大、变化快的特点，进行海上调查的传统方法是通过科学考察船沿航线以及附近海区



进行航海观测来完成，所获资料和数据很受限制。

本世纪 30 年代，人们开始利用飞机进行海上气象观测和海岸带摄影测量，半个多世纪来已为海洋环境研究积累了大量的历史资料。1950 年，美国海军水文局将航空遥感直接用于海洋水文物理研究。从那以后，各国利用飞机从事海洋调查研究者日益增多。据统计，目前世界各国装备有几十种不同型号的遥感飞机，机上安装有航空多光谱照相机、红外传感器或多光谱扫描仪、测试雷达等先进仪器。广泛用于海洋、大气和地球资源调查。

60 年代以来，由于空间科学的蓬勃发展，遥感技术飞跃到一个崭新的阶段。而遥感技术特别是航天遥感在海洋上的应用，使海洋调查观测手段和方式发生了革命性的变化，有可能实现大范围、长期、反复的海洋监测和研究，开始形成“空间海洋学”。

1960 年，美国发射了世界上第一颗气象卫星“泰罗斯”，在获取气象资料的同时，还获得无云海区的海面温度场资料，从而开始了卫星海洋遥感的应用。美国在已发射的卫星和航天器中，可以兼测海洋的大约有 68 颗。

前苏联于 1979~1981 年先后发射了 4 颗属于“宇宙”系列的海洋卫星与海洋监测卫星；日本于 1987 年发射了海洋观测卫星。同时，一些环境卫星和其它飞行器如陆地卫星、航天飞机，也都十分注意对海洋数据的收集。90 年代初，遥感技术已不同程度地应用于海洋各分支学科。

遥感技术与传统的海洋调查研究方法相比较，具有综合、动态、快速等特点。遥感探测的范围大大超过地面探测。因为高空飞机的高度可达 10 千米，极轨卫星的轨道高度近 1000 千米，而静止卫星则位于赤道上空 36000 千米处。由于它们飞得高，观测的面积就大，一幅陆地卫星影像能覆盖地面面积 34000 平方千米，而在太空飞船上，可以把半个地球拍摄在一张像片上，这就为海洋的宏观研究提供了非常有利的条件；遥感获得的信息量大，海洋卫星—1 安放了 5 种传感器，可以接收到可见光、红外和微波谱段的数据，提供多种信息，便于综合研究；遥感获得信息的速度快、周期短，陆地卫星每 18 天或 16 天覆盖地球一遍，静止气象卫星每半小时向地面发送数据，能反映动态变化，有利于动态监测；遥感方法不受地面条件的限制，对于自然条件恶劣和难以到达的地区，能免去跋涉之苦较顺利地获得资料。

经过不断的试验和研究，遥感技术已应用于海洋科学研究和海洋资源开发的许多领域。

比如说海冰，在北半球约占海洋面积的 10%，在南半球约占 13%，极地海冰占全球海洋面积的 7%。别小看了海冰，海冰影响着大洋环流，对全球热平衡和气候变化起着重要作用。遥感是观测研究海冰的一种主要技术手段，尤其是卫星遥感技术，可以得到海冰的色调及表面特征的信息，可以接受到海冰同周围环境温度差别的信息，可以得到海冰分布度、冰温度、冰厚度、冰类型的资料，以及进行海冰动态监测，预测浮冰、冰山的运动路线和运动范围。

再如海洋测深，过去是利用导航、定位、测深技术在专门的海洋调查船上进行，其所得水深精度较高，但工程浩大，耗费昂贵。利用遥感影像与水深的相关，可以在浅海区获得水下地形的信息。若配合多光谱扫描、旁侧声纳、激光测探、合成孔径雷达等技术的应用，则可使遥感测深技术日益完善，便于应用。

还有对海面叶绿素的测定。海洋浮游植物的光合作用，是海洋食物链的

基础和中心，其光合作用量约占全球绿色植物光合作用总量的一半，因此，它对全球环境碳和氧的循环，以及地球上食物链都有重要意义。遥感技术通过测定海面水色，来测定海水叶绿素，进而监测海洋浮游植物，快速绘制大面积浮游植物分布图，研究大面积的海洋初级生产力。

随着海洋石油运输业的发展和海上油田开采的加强，全世界每年泄漏入海洋的石油及石油产品，已超过 600 万吨。石油污染成为当代最大的海洋污染。对海域进行石油污染监测和管理的过程中，遥感技术是 90 年代初投入的监测系统中最重要和最有效的手段之一。以遥感飞机为主，由卫星、飞机和海面巡视舰组成的监视系统，可以对海面油膜的覆盖范围、油膜厚度、油污种类，以及溢油数量等多个参数进行监测。

此外，利用遥感技术还可以对海面及河口悬浮泥沙的状况进行测定，以助于对河口水质、海洋物质通量的研究，以及近海港湾、航道及其它近岸工程的建设；将遥感技术与适当的船测方法相结合，监测渔场生态环境和观测鱼群活动，进行海洋渔情的遥感分析预报，以提高海洋捕捞业的生产效率等等。

总之，遥感技术在海洋上的应用是多方面的，应用遥感技术可以获得海面辐射、反射或散射的几乎全部的海洋要素的有关信息。由于海洋遥感的范围广，同步性强，资料提供及时，可以大大提高和改善海洋预报、气象预报和海洋资源的开发利用，对航海、渔业、沿海工业以及海洋资源的开发利用，起到保障和促进作用。

### 3. 潜水服和早期潜水器的研余

当很多科学家还在沉醉于海面上的旖旎奇景时，许多探险者却已将探寻的目光投向海底这片处女地。但入海比上天难，这也并非呓语。直到 1960 年 1 月 23 日，皮卡德父子和美军上尉沃尔什打开了通向“海底龙宫”之门起，各国才加快了深海探索的步伐。

浩瀚无垠的海洋，令人心驰神往，而它那幽暗的深处更是充满着扑朔迷离的色彩。在科学和生产力低下的年代，人们只能借助美丽的神话和奇妙的幻想，寄托人们渴望了解海底世界的愿望。在我国民间，曾广泛流传着孙悟空大闹海底龙宫，哪吒降龙伏海的故事；在国外，也有美丽的海神海伦等美妙的传说。

神奇美妙的传说固然动人，实际的探索才更为可贵。大约在五六千年以前，生活在我国沿海的贝丘人就已与神秘的大海打交道了。据有关专家考证，当时一些贝丘人已具有相当的潜泳本领，因为采集鲍鱼必须潜至水下几米甚至更深处，迅速且出其不意地将鲍鱼从岩礁缝隙中拉下来。据说，公元前几千年的欧洲克里特人也深谙潜水术，可以在海中采集贝类、捕鱼，并长时间停留。但是不借助其它设备进行裸潜，最大难题是水中吸氧。早期人们在水下潜泳仅凭体中贮有的氧气，一般潜水时间 1 分钟左右，经过专门训练，潜探可加大，时间可增长。目前，世界上裸潜的最大深度已超过 100 米，但是，人们生理条件是有一定限度的，因而裸潜的深度和时间不可能再有大的突破。此外，海中与陆地不同，还有水压，在海洋中，水深每增加 10 米，压力就要增加约一个大气压，在万米深处，连坚硬的钢球也会被压瘪，更何况普通的躯体！看来仅凭裸潜方法，到几百、几千乃至万米深海遨游是根本无法

达到的。

为了解决水下吸氧和海水压力过大等问题，人们曾设计过各种器具和潜水设备。据说，意大利文艺复兴时期的画坛巨匠达·芬奇设计过一种潜水装具的草图。这张图在他生前没有透露，据说潜水者凭着它可在水下停留较长时间。不过达·芬奇的设计还只是“纸上谈兵”，离付诸实施还有一段距离。发明现代潜水服的鼻祖是一位德国炮兵中尉奥古斯特·西贝，他于1819年发明的这套潜水服主要组成部分是一铜制头盔，下接皮制垫肩，以保持头盔位置。头盔有管线通到水面的手动气泵上，用来提供潜水员呼吸用的气体，产生的废气则从衣服下端透泄出去。1839年，奥古斯特·西贝又对这套潜水服进行全面改进，主要采用美国的硫化橡胶，使头盔和雨衣的连接处变为密封的。不久，一些国家便开始仿效并逐渐推广起来。

潜水服的发明可以让人潜入深海中，而潜水真正做为一种运动是1926年开始的。当时，法国海军中校科利尔发明了脚蹼，并把它绑在脚上，使划水动作变得有力灵活，潜泳速度急剧提高，在此基础上，潜水者又把脚蹼和潜水镜结合起来，对海底潜泳运动起到了推动作用。1944年，法国海洋科学家库斯托在工程师卡格南的协助下研制成一种“水肺”，在这种新型装置上配备了铝制气筒，以及一个排废气的自动调节装置。在库斯托身背“水肺”亲自试验下，有越来越多的人潜入深海，到神奇的海底探险。其中不乏女性，仅据1976年的统计，美国从事潜水运动的女运动员就达1万人。其中美国加利福尼亚海湾畔有一位名叫扎丽的女潜水员，曾经常在海底骑蝠鲼嬉戏玩耍。蝠鲼是一种面貌可怕的海中庞然大物，看起来令人生畏，实际上性情温和、动作舒缓，一般很少发脾气，不过要真惹怒了它，它也会“大发雷霆”，用有力的“翅膀”拍击入侵者。可是，在扎丽面前，蝠鲼就像一匹温顺的骏马，驮着她忽而潜入幽暗的海底，忽而又直冲海面左右盘旋。

但人们并不满足穿潜水服遨游海中，而是希望涉足更深海底去探寻奥秘。于是，人们设想能否建造一种内部保有空气，可潜入海底，并且随深度的增加，内部的压力也增加，与外界水压相等，人员还可以自由进出，类似钟的潜水器。1554年意大利人塔尔奇利亚发明制造的木质球形潜水器是正式载入人类史册的第一个潜水钟。该潜水钟主要由座舱和压载舱组成，它的设计独树一帜，但当时因为没有实用过，因而有许多人怀疑它是否真能潜入水中。但它的发明，对后来的潜水器研制产生了巨大的影响。1714年，英国潜水员约翰·莱瑟布瑞治别出心裁，制造出一个奇异而巧妙的木桶潜水器。木桶的顶端是一个可以打开的密封盖，潜水员可以从这里进出木桶，桶的侧面上部有一个观察窗口，下部有两个密封套筒，潜水员的双手可以从这里伸出桶外进行水下作业。莱瑟布瑞治把木桶吊在一艘旧船下方进行了潜水活动，结果非常令人满意。而第一个申请了“潜水木桶”专利的是一位法国探险家，他在作了重要性的研究后于1853年注册。

在潜水器中除了钟形潜水器外，还有一组塔形潜水钟。1871年，一个名叫托塞利的军官制造了一个名叫“海鼯鼠”号的塔形潜水器，这个潜水器曾成功进行了70米水深的下潜试验。1884年他又研制了一个结构更为奇特复杂的塔形潜水器“海神”号。“海神”号直径3米，高10米，外有一圈步行平台，侧面有坚固的钩环用来拉缆绳。出口有螺旋状的楼梯与上下平台相连。最高处的一层为压缩空气储存室，并装有与海面的通信仪器，中层的观察室可同时装载14人，侧面和底部有舷窗供乘员瞭望用，下层小室放置有照明灯

和压载。但，“海鬣鼠”号和“海神”号并没有受到人们的青睐。

在潜水器家族中最具魅力的要算是球形潜水器了。1890年到1893年间，由意大利人保萨迈罗设计制造的镣铁球形潜水器，创造过下潜165米的纪录，这在当时是处于独领风骚地位的。这个潜水器为了能在水底停稳，采用了长度适当的锚缆并利用投下砂石的方法，使它能更快地浮上水面。然而真正在深海探测技术史上产生巨大飞跃的是本世纪20年代美国人威廉·贝比和奥蒂斯·巴尔顿，他们设计的潜水器别具匠心，极有特色。它是在金属支架上，托起一个直径约为1.5米的空心钢球，钢球舷窗上镶有厚7.5厘米的石英玻璃，有一根电缆直通往舱内。潜水钢球内备有可供两人呼吸6小时的氧气，以及还原“废”空气的回收装置。这个潜水器的首次下水是在1930年，潜深达244米，打破了以往潜水球创造的各项潜水纪录。4年后，贝比和巴尔顿又把纪录一下子提高到925米，并整整保持了15年，到了1949年，巴尔顿才再次刷新了深潜纪录，创造了绳吊潜水装置深潜的世界之最。不过，贝比和巴尔顿研制设计的这种潜水器有诸多不完善的地方，一是它的下潜活动是通过从船上放下缆绳吊挂来实现的，因而当船体受风浪影响时，潜水器在水中旋转不定；二是吊持的缆绳太长，且时紧时松，存在着绷断的危险，时时孕育着不安全的因素。

#### 4. 探访海底的深潜器

人类一直向往着潜到更深的水下去探宝。

这样做，当然是有一定困难的。原因是海水越深，压力越大；在水深1000米的地方，海水可以把木材的体积压缩一半；在7600米的深处，空气会被压得像水一样密实；来到1万米深处的海底，压力将等于地面大气压的1000倍。人没有任何保护，光着身子潜水，深度一般不超过10米。潜水员穿着软潜水服能够下到100多米的深处，穿着用钢筒制成的潜水服可以到达300多米深的海底。如果要到更深的地方去，光穿潜水服就不行了。

从19世纪初到现在，人们想了许多办法，发明了各式各样的深潜器。第一个潜深球是1929年制成的，它是一个直径1.45米的钢铸圆球，球壁厚度32毫米。人们乘坐潜深球向海底进军：1930年下潜到435米，1934年下潜到923米，1949年已达到1375米。

但是，潜深球必须用钢绳系在船上才能在水里活动，很不方便。1948年以后，人们设计制造了一种能够独立行动的深潜装置——深潜艇，它有坚固的耐压壳，壳外还装配可减少航行阻力的外壳，能够经受深海的高压。潜水器自带推进动力，依靠浮体装置可以上浮下沉，通过发动机转动螺旋桨，能够在水面自由行进，也能在水下独立活动，这种深潜艇可分为载入潜水器和无人潜水器两种。

载入潜水器内安设有人所必需的氧气供给和二氧化碳吸收的控制装置。根据需要潜水器还装备罗盘、深度计、各种探测声纳、水声通信设备、水下机械手、照明设备等。有的潜水器还安设潜水员可以在水下出入的闸门。潜水员在深水中作业必须采用饱和潜水新技术，即在舱内分段预先加压至某水深压力，再出水在相应的水深处活动，否则，水下活动将引起潜水病，严重时可导致死亡。

无人潜水器常靠海面母船遥控操作，在水下进行观察与作业，也可用有

缆供电和控制。装备与载人潜水器相似，但无人条件时可简化很多装置。目前有缆无人潜水器占多数，现在正研制海洋机器人，用来代替潜水员进行水下作业。

载人潜水器下潜多数在 2000 米以内，无人潜水器下潜深度已达 7600 米。潜水深度随潜水器的进步一直在不断增加着：1953 年下沉到 3150 米，不久增加到 7200 米；1960 年以后，法国的“阿基米德号”和美国的“的里雅斯特号”深潜艇，都已经下潜到创纪录的 11000 米——世界大洋的最深处。在这样的深度上，一只个儿不大的“的里雅斯特号”深潜艇，经受的总压力竟达 15 万吨之巨！

有了这种具有水下观察和作业能力的活动深潜水装置，我们就能够直接观察海底地形、地貌、地物的细节，就能够借助深潜器上装备的机械手，进行海底打捞、取样和采集标本的工作，完成水下考察、海底勘探、海底开发等任务。人坐在艇内，不但自己可以直接探访海底世界，还可以通过水下摄影和水下电视录像，使更多的人看到海洋深处的各种情景。

近年来，潜水技术又有了新发展——建立海底居住实验室。海底居住实验室和深潜器有什么不同呢？

人们乘坐深潜器可以深入海底，但是由于舱外的海水压力比舱内气压大得多，人不能离开潜水器，进入水中。

海底居住实验室又称水下居住舱，是设置在海底的活动基地，供科学家、潜水员休息、居住和工作。这种基地也是一种规模较大的潜水器，需要根据饱和潜水技术的原理来设计制造，可以沉浮和移动，是现代从事水下、海底调查研究与潜水作业的新型装置与工具。水下实验室系统一般由水面补给船、人员运载舱和水下实验室三部分组成。室内气体成分，根据水下生活要求，一般配制为混合气体。室内的气压，和外面所在深度的海水压力是一致的，室内外压力平衡时，海水不会进入室内，潜水人员可通过专用的闸室自由出入。

当然，海底居住实验室目前还不能潜到太深的地方，1977 年的纪录是 500 米，但是，这个实验展示了大有希望的前景。目前水下实验室工作深度普遍已达 300 米以上，无补给条件下可连续工作 59 天。

现在近海工程中采用水下潜体的工程设施进行海底考察和资源开发，兴建水下海洋旅游设施、海底公园与博物馆等，也是一种水下活动基地，与水下实验室相似。科学家们相信，总有一天可以把整整一个队的调查人员送到海底深处，在那里工作和生活。这样，海洋深处的秘密就能更多地被人们所掌握，海洋也将成为更有作为的广阔天地。

## 5. 绘出最新最美的图画

我们大多有这个经验：出差、旅行或者有机会到一个陌生的城市或国土，我们手上常常持有有一个特殊的“向导”——地图。

在陆地上，一切工程建设、军事活动也都离不开地图。人们把地面上测量的山脉、河流、居民点和交通路线的分布情况，用各种颜色和符号表示在图上，看了地图，就可以一目了然地了解各地的面貌。能不能有一张海底的地图，让我们清楚地了解海底呢？

海水挡住了视线，长期以来，人们无法得知海底的秘密，以致人类科学

事业相当发达的今天，对近在我們身边的海底，仍然知道得还很不够。

要探索海底的秘密，第一步是要设法测得海深。这方面的工作，开始得很早。用根绳子系上重锤测深是一种古老而简便的方法。不过这只有在近岸浅海才行，大洋很深，用这个办法就不行了。在 1520 年时，航海家麦哲伦曾试着在远海测深，他把仅有的 800 米绳子全部放了出去，重锤还没有触底，便说他已来到世界最深的地方。

事实当然不是这样，麦哲伦未免太不慎重了。为什么不能用更长的绳子呢？

绳子长固然测得更深，但太长了，绳子本身重量就会增加，一旦绳子比重锤还重，要感知重锤什么时候触底就很困难了。重锤何时触底不知道，又怎么能测出海水的深浅呢？在科学不发达的时代，此方法不失为在近海测量海水深度的有效方法。后来，海洋研究、海洋开发转向了深海大洋，锤测法固有的缺陷就显得十分突出，例如测量时间长，误差大等。

自本世纪起，随着科学技术的发展，海底测量的面貌大为改观。1914 年至 1918 年第一次世界大战期间，声学技术兴起，发明了回声测深仪，这使人们像长了一双能看透海水的眼睛，对海底的面貌才有了比较正确的了解。

回声测深仪是船舶测量水深、海底地形的一种仪器。它的基本工作原理是：在船底安装发射振荡器，用它在水中激起声波。与其相距一定距离的地方，安装一个接收振荡器。发射振荡器每隔一定时间在水中激起一次声波，此声波到达海底后，反射到接收振荡器，然后在仪器上激起机械振动，指示器显示出深度数据。

回声测深仪是利用声音在海底反射来测量海深的，就像我们在山谷中听到回声一样。你大喊一声，声音被山谷阻挡，反射回来，不久你便听到了回声。回声测深仪也是这样，不过它是用仪器来接收超声波，人耳是听不到的。超声波发出后，遇海底反射回来，再收下它的信号，这段时间，超声波自海面到海底走了一个来回，等于海底的两倍。已知超声波在海中平均每秒钟走 1500 米，把它乘上发出和收到讯号的时间间隔，再除以 2，海洋的深浅就可以算出来了。现代化的测深仪器，我们只要打开它的开关，海深就立即显示出来。测量 3000 米的海底，只需 4 秒钟。可以边开船边测量。仪器上还装有自动记录装置，能够自动地把海底的形状连续地记录下来。它绘出的地形图和用绳子测量后人工绘出来海图自然是不能相比的。

回声测深仪产品种类繁多，以仪器使用深度区分，这些仪器可以分为浅、中海回声测深仪和深海回声测深仪；以仪器的记录方式区分，又可以分为模拟记录回声测波仪和数字回声测深仪。

早期，国外回声测深仪以采用宽波束、小振荡器（又称换能器）、间断工作频率的仪器为主。70 年代末，为了提高仪器的方向性，缩小了波束宽度。小换能器改成大换能器，仪器工作频率进一步提高。

窄波束的回声测深仪又名回声扫海仪，多采用 3 至 4 个或 8 个波束，波束宽度一般在 5 度至 16 度。声波束变窄，目的在于提高深度测量的分辨率；为了保证换能器的发射面和接收面处于有效平面，回声扫海仪一般采用机械式或电子式的防船纵横摇的装置。

在此基础上发展的多波束测深技术，是近 10 年来海洋地质研究方法的重大发展，由于它探测迅速，测绘详细，经济效益高，因此越来越受到海洋界的高度重视。人们将该技术在海洋领域的应用，称之为重要的科学技术革命。

多波束测深系统一般由窄波束回声测深设备和回声处理设备两大部分组成。测深时，它与一般测深仪不同之处在于：载有多波束测深系统的船，每发射一个声脉冲，不仅可以获得船下方的垂直深度，而且可以同时获得与船的航迹相垂直面内的几十个水深值，与计算机相接可直接绘出海底地貌的轮廓。

多波束测深技术与航测技术相类似，但比普通大地测量难度大得多。该技术具有大面积控测海底地貌的特点，从覆盖面积角度讲，这种方法可提高工效 15~16 倍；从经济效益讲，它是传统测量方法的 10 倍。该技术由于可以做到同步测量，并能准确判定海底地貌形状的真实走向及其空间相关性，因此，它对地貌研究更为重要。

旁侧声纳是与回声测深仪同属于水声设备——声纳的又一种测量海底起伏的新技术。旁侧声纳发射出的声波碰到海底就有回波产生，遇到礁石、沉船等突出海底面的物体，就会有强的反射，而它们的后面，由于声波照射不到，就产生声影。船在行进中，声束一道一道地扫过，并记录反射和散射信号在记录纸上显示出海底的图像。回波信号较强的目标图像较黑，声波照射不到的影区图像色调很淡，这样的记录图像称之为地貌声图。从地貌声图上可以看出礁石、沉船、海底表层结构、海底沙波等形象。

回声测深仪以及现代旁侧声纳、远距离旁侧声纳、合成孔径旁侧声纳，这些高新技术应用研究的快速发展，不仅给我们绘出了一幅幅海底世界的地形调查图，也给我们展示了人类开发海洋的美好前景。

## 6. 咸水变淡水

有句成语叫“望洋兴叹”，有个故事却真成了这句成语的写照。

1519 年 9 月，一支西班牙舰队从圣罗克出发，穿过大西洋，绕经南美洲的最南端，横渡太平洋，去寻找到达印度的西航道。这就是著名的航海家麦哲伦所作的一次规模较大的远航。

三年后，船队环绕地球一周，从东面回到西班牙。不过，5 艘军舰和 265 人的船队，这时只剩下一艘军舰和 18 个人了！除了狂风恶浪等灾难性的袭击外，大家可能还记得一幅悲惨的场景：麦哲伦的船队航行在汪洋大海里，周围全是水，却不能喝，人们只能“望洋兴叹”眼睁睁地看着自己的同伴因缺水而死亡。

原来，供人类饮用的水，含盐量不能超过 0.5%。可是，海水的平均盐度是 35%，高出人们饮水标准 70 倍！日常生活经验就曾告诉我们，当我们放了一勺盐的汤正可口时，别说再加几十倍的盐，就是再多加一勺盐，大家都会因咸得难进口而叫嚷起来。

所以，尽管地球上 97% 的水都集中在海洋里，可是，海水又咸又苦，既不能喝，又不能用——用海水灌溉，作物会被腌死；用海水烧锅炉，锅炉内壁会结起一层厚厚的锅垢，影响传热，甚至引起爆炸。

可是，水——确切地说，是淡水——又是那么不可缺少。

水占人体重量的 70%，一个人每天差不多要从各种食物里汲取 2 升水。人 7 天、10 天、甚至更长一点时间不吃食物还不会死，但人只要有几天不进水，就马上会渴死。

工业用水量也很大：生产 1 吨砖需要水 1~2 吨，炼制 1 吨钢或石油需要

水 200 吨，生产 1 吨化肥要水 600 吨，制造人造纤维的需水量是产品本身重量的 1200 ~ 1500 倍。

农业的用水量就更大了，每收获 1 吨玉米需得浇水 1000 吨左右，收获 1 吨小麦、稻谷和棉花，分别要灌水 1500 吨、4000 吨和 1 万吨。对畜牧业来说，大约 15 吨水才能换回 1 斤牛肉。农业用水要占人类一切活动用水量的 80%。

随着现代工业的发展和人口的不断增加，许多国家和地区的需水量已超过其天然淡水来源。30 年代，淡水不足的只是中东等地区的干旱沙漠国家。60 年代以来，欧美和日本的城市工业稠密地区也开始感到淡水不足。城市愈大，愈集中，用水量增长得愈快。美国和日本城市用水量每年约增长 4%。日本号称“多雨之国”，尽管平均年降雨量 1800 毫米，但每年仍大量缺水，仅东京地区每年就缺水 30 多亿吨。有些地区，已到了“水贵如油”的地步。

为了解决水荒，寻求淡水来源，许多国家采取不少措施，但这些方法都有很大局限性。开采地下水吧，过度开采地下水会造成地面沉降和海水侵入的危险；采取污水净化回收重复利用吧，技术难题多，成本高，而且可供回收利用的污水也有限；跨流域将充裕的水源调拨到缺水地区吧，困难是基建规模过大，输水和供水工程十分艰巨，而且人力物力花费大，投资过高；那么，多修建河口水库，最大限度地保留自然淡水和利用水吧，问题是水库占地面积太大，合适的坝址也有限。于是，人们又一次把目光转向海洋。

早在二千多年前，人们就在考虑海水淡化的问题了。当时有人想让海水通过砂子和土壤的过滤来达到淡化的目的，但是没有成功。他们不知道，海水里的盐类是溶解在水里的，不像污水里的悬浮杂质那样，可以通过沉淀或者过滤的办法除去。

海水淡化研究属于当代高科技领域。它是研究把海水、苦咸水等含高盐量的水，转化为生产、生活用水的理论和技术的—门新兴技术学科。但是要把海水中约 98.6% 的盐类除去，使其达到饮用水和其它用水的要求，并非易事。然而，由于人类对淡水需求的迫切性，以海水淡化为目标的研究日益受到重视。据统计，至 1990 年底，海水淡化日产量已达 1300 万立方米以上。

从海水中取淡水或除去其中溶存的盐类，达到海水淡化的目的，目前已有几十种方法，主要是蒸馏法、膜分离法等。

第二次世界大战期间，有一名中国船员沈祖挺，在商船遇难后带领 39 名海员漂到一个无人荒岛，与大自然进行了 76 天的艰苦斗争后获救。当时想到解决淡水问题以维持生存的方法就是用锅子烧海水。

他们拆下救生艇上的铜皮空气箱，做成了一个最原始的蒸馏器，在“锅”上架起一个铜盖，铜盖的边缘弯起水槽，使蒸汽在盖顶冷凝后顺着边缘流到水槽再滴入淡水箱内。这是很原始很简陋的蒸馏法，但靠它救了 40 条生命。

蒸馏法就是把加热到一定温度的海水引至一个压力较低的设备中，那么，进到蒸发室里的高温海水会在极短的时间内急速蒸发，这叫做“闪急蒸馏”。蒸汽急速离开海水，盐则留在液体中，当蒸汽冷凝下来便得到淡水。此法可成为地区性稳定供应淡水的主要方法，但进一步降低造价和能耗比较困难。蒸馏淡化需要消耗热量，除了燃料以外，还有没有别的更经济的能源可供利用呢？有的，这就是太阳能。

太阳能蒸馏，这是海水淡化的新技术，是应用集热技术将太阳能转变成热能，供给海水淡化中所需全部或部分能量制取淡水的方法、可分为直接法



和间接法两种。直接法将集能和除盐部分集于一体；间接法是将集能和除盐部分分开。即通过集热器收集能量，用以驱动除盐装置的方法。对日生产能力为 100~200 米<sup>3</sup>的淡化厂，每生产 1 立方米的淡水，需要石油 3~20 升；而太阳能淡化厂，直接法仅需 0.2~0.5 升，间接法需要 0.7~2 升，且没有污染。不足之处是受地理条件限制，要求日照量大且比较稳定。在有条件的地方，这是一种极有前途的方法。

蒸馏法海水淡化技术研究比较长，在供水方面应用最广，起的作用最大。直到 80 年代中期，蒸馏法淡化继续占世界淡化市场的首位，产水量占有所有淡化法总造水能力的 60% 以上。

与此同时，膜分离法亦成为世界高科技竞相开发的热点。用于海水淡化的膜分离法主要有电渗析和反渗透。电渗析法使用两种薄膜——阴离子交换膜和阳离子交换膜，通电以后，海水中的盐类分解成为阴阳离子，分别通过两种薄膜跑到一边，剩下的就是没有盐分的淡水了。反渗透法用的是一张特殊结构的渗透膜，它只让淡水通过而不让盐类溜走。这不由使我们联想到文章开头提到的古人让海水通过砂子和土壤想达到淡化的做法，不同的是，古人的幻想变成了今天的事实。

反渗透法是 50 年代为淡化海水而提出来的一种膜分离方法。反渗透法的分离效果好，设备简单小巧，消耗能量少，一出现就受到各方面的重视。这种方法通常又称超过滤法。

渗透现象是通过半透膜来实现。当用一层只有水分子能透过，而电解质不能透过的膜，将淡水和海水隔开时，淡水的水分子将透过这种膜而扩散到海水一侧，使它稀释并产生渗透。反过来，若向海水施加大于海水渗透压的外压时，则海水中的水分子就会透过半透膜到淡水一侧。实现这一过程的关键是要求反渗透膜具有较大的透水性及优异的脱盐能力，可以说，反渗透膜就是反渗透淡化器的“心脏”，为此，人们在这方面作了大量研究工作。60 年代由于研制出了高通量、高脱盐率的不对称醋酸纤维素膜，使反渗透法的应用变成可能，并相继出现了各种反渗透装置。到 70 年代，这项技术在海水和苦咸水脱盐及生产饮用水方面已达到工业应用的程度。时至今日，膜分离法已成为世界高科技开发的热点，淡化市场开始出现向反渗透方面倾斜的趋势。西欧尤里卡计划涉及当代高科技五大领域 24 个尖端项目，其中把“海水淡化渗透膜”技术提到相当突出的地位。欧洲共同体计划把膜技术列为主要研究开发领域，特别强调连续过程（如反渗透、超过滤、微孔过程、电渗析、渗析）中膜的应用。日本通产省工业技术院也把高效分离膜列入“90 年代基础研究开发制度”中。由此可见，膜分离法水处理技术在当代高科技竞争中的地位。

## 7. 从海水中提取镁、钾、溴、碘

几乎从海洋开始形成的时候起，就在一刻不停地做“收容”的工作。现在全世界的江河，每年从陆地带到海洋里去的溶解物质，差不多有 30 亿吨。

近几十年，从海水里提取工业原料的工作取得了很大的进展，最主要是提取镁、钾、溴和碘。

镁是一种银白色的轻金属，比重只有铜的五分之一。镁在航空工业中是重要的角色，制造飞机常常使用又轻又耐高温的铝镁合金。它还是制造导弹、

快艇、汽车和某些机器的重要结构材料。

镁有很强的还原能力。在提炼稀有金属的时候，也可以请镁充当还原剂。

容易燃烧也是镁的特点。镁可以作火箭的固体燃料，制造照明弹、燃烧弹等也要用到镁。

每立方米海水中含镁 1.3 公斤，是仅次于钠的金属元素，在海水含有的各种元素里排第三位。全世界海水贮藏着 2100 万亿吨镁，是世界上最大的“镁矿”。世界上镁年产量约为 30 万吨，其中 60% 是从海水里提取的。

可不要以为海水里的镁是金属状态的镁，海水里的镁都藏在氯化铁、硫酸镁等盐类里，这些盐类才是提取金属镁的原料。

海水提镁的工艺过程不复杂：先用水泵把海水吸到巨大的沉淀池里，加进比较纯净的石灰水，得到氢氧化镁沉淀，再注进盐酸，得到氯化镁。氯化镁经过脱水干燥，放在大钢槽里电解，就能得到金属镁。

世界上最早从海水提取镁砂是在 1885 年，当时碱性炼钢法刚出现不久，法国没有天然镁砂，就在南部海岸，利用地中海海水与白云石作用进行提取，但由于工艺设备等没过关，很快倒闭。

英国无天然镁砂，因而也被迫从海水提取镁砂。1938 年 8 月首次工业化试验成功，在东北海岸哈特普尔兴建了年产 1 万吨的海水镁砂厂。以后又几次扩建。1958 年镁产量达 15 万吨，1978 年产量达 25 万吨。该厂不但是世界上第一个正式生产海水镁砂的工厂，而且在 60 年代前，一直是生产海水镁砂最大的厂家。

40 年代，美国、日本相继开始发展海水镁砂生产，并在 60 年代以后大大超过英国。美国目前是世界上生产海水镁砂最多的国家，镁砂总产量的 80% 是从海水中提取。日本宇部化学公司是日本最早生产海水镁砂的公司，也是目前世界上最大的海水镁砂生产单位。日本总产量仅次于美国，占世界第二，英国第三。

现在来说另一种元素——钾。

钾是一种银灰色的金属，又轻又软又容易熔化，而且个性非常活泼，在自然界里从来不孤独，总是和其它元素组成化合物。

说到钾的用途，大家首先会想到钾肥。“作物养分三大宝，氮、磷、钾肥不可少”。钾使作物茎秆挺直，不易倒伏。钾还能促进光合作用，增强作物对病虫害的抵抗能力。1 吨小麦在生长过程中，要吸收 5 公斤钾肥。

硝酸钾、氯化钾、硫酸钾、碳酸钾等都可以作钾肥。草本灰里含有钾，矿长石里含有钾，海水更是钾的“大仓库”。1 立方米海水含钾 380 克，整个世界大洋的储钾量达 600 万亿吨。

世界上已探明，可溶性钾矿储量分布很不均匀，在大陆上，加拿大、前苏联几乎占世界钾盐储量的 90%，其次是德国和美国。因此，许多缺少陆源可溶性钾矿的沿海国家，一直致力于海水提钾的研究。已有用硫酸钙复盐法、高氯酸盐沉淀法等从制盐卤水中提钾；用苦胺法、沸石法和新型钾离子富集剂等从海水中直接提钾。

我国钾资源不足，多年来依靠进口部分钾肥。我国学者从 70 年代起就结合我国资源特点，研究发展沸石法提钾工艺，用一种叫做“吸钾石”的东西，来吸取海水里的钾。这种方法简单易行。之后我国海洋研究部门不断对该工艺进行改进，1988 年，他们设计、合成的钾离子高效富集剂  $\text{TTAH}_4$ ，既能用于天然海水提钾，又可适用于地下海水型卤水提钾。这种方法非常好，

可以将海水中的钾一网打尽，100%地收回。

当然，钾和钾的化合物不光能用来生产钾肥，还可以制造火药、火柴、焰火、冶金、电镀、照相以至医药部门也都离不开它。

我们再来认识一下溴。

溴是一种暗红色的液体，是唯一在普通条件下呈液体状态的非金属元素。

你可能没有见过溴，甚至也不知道它有什么用处。其实，我们在日常生活中常常要碰到它。它是制造许多重要药物的原料。比如，我们不小心摔破了皮或割破了手，就马上会想到抹上一点红药水，这红药水就是溴同汞的有机化合物；普通的镇静催眠药三溴片，是用溴作主要原料制成；生产常用的抗菌素药物青霉素和链霉素，也跟溴有关系……溴还用来制造农药、消灭害虫，保护庄稼。

染料和塑料工业也要用到溴。用溴制成的抗爆剂，可以抑制汽油的爆炸；汽油里加进少量的三溴乙烯，能使内燃机的汽油消耗量降低 30%。

地球上除了石油废水、井盐苦卤、地下温泉等含有少量的溴以外，99%以上的溴都藏身在海洋里。溴被称为“海洋元素”是当之无愧的。

平均 1 升海水里含有 65 毫克溴，海洋里总共合溴 100 万亿吨。

碘是人体里不可缺少的营养元素之一。

有些地方，特别是山区，由于食物里缺碘，人们常常会得一种粗脖子病——甲状腺肿大。其实，只要我们在饮食盐里专门加进一点碘盐，得粗脖子病的人就会少多了。

碘在工农业生产上也大有用处。

碘大量用于医药工业和作分析试剂。照相、橡胶、染料等工业部门也都要用到碘。

碘化银又可以用来进行人工降雨。用飞机把碘化银粉末撒布在云层里，云层中的水汽马上会以碘化银为核心凝聚起来，成为水滴降落，这就是人工降雨。

海水里含碘的浓度相当小，每升海水平均含碘 0.06 毫克。但是海洋里碘的总储量仍很惊人，达 930 亿吨，比陆地上多得多。

怎样把碘从海水里提取出来呢？

有些海洋生物可以帮我们很大的忙。

海带、马尾藻等藻类植物有很高的富集碘的本领。一般干海带里含碘 0.3% ~ 0.5%，有的可高达 1%，比海水里含碘的浓度高出十几万倍。人们发现有一种高分子化合物，叫离子交换树脂，有很强的吸附碘的能力。我国沿海的一些化工厂，就是用海带、马尾藻作原料，采取离子交换树脂吸附法，把碘提取到手的。由于养殖海带和收集马尾藻所需费用较多，致使碘成本高昂，加上海带是具有良好营养价值的食品，故从长远看，海带制碘只能是一种过渡性的办法，为解决碘源不足，人们势必把目光直接转向海水本身了。

1978 年左右，我国首次获得从海水中直接提取碘和溴的重要进展，研制出一种新型高效吸附剂，从海水中富集碘。把这种吸附剂放进海水里 5 天，每克吸附剂平均吸碘 1800 微克，相当于成熟海带碘富集量的 3.6 倍，相当于智利硝石矿含碘的 1.8 倍左右。因而，该吸附剂大有工业应用的广泛前景。

## 8. 打开“原子能仓库”

也许有人不知道铀，可有谁不知道原子弹，不知道核电站呢？铀，就是原子弹里的“炸药”，核电站里的“燃料”。

1939年，人类完成了科学技术史上的一项重大发现：用人工方法轰击铀原子核，使它发生分裂，放出惊人的巨大能量，这种能就是原子能，或者叫核能。

铀原子核分裂的时候放出的能量要比普通化学反应放出的能量大几十万甚至几百万倍。1克铀放出的原子能相当于2.2万千瓦小时的电能，1两铀原子核分裂的时候放出的能量，顶得上燃烧10万公斤优质煤。

铀是原子能工业和原子武器重要的原料，为此，世界各国都非常重视它的开发。然而，铀在陆地上的储量并不多，据估计，目前有开发价值的仅为100万吨左右，而到本世纪末，全世界对铀的需要量将增加5倍，长此以往，用不了多久，陆地上的铀矿资源就会消耗殆尽。许多人于是把找铀的目光转向蓝色的海洋。海水提铀研究就是基于这一观点于60年代发展起来，到70年代末已有相当规模。

海洋里的确有铀。这些铀溶解在水里，1000吨海水里含铀3克，好像少得很！但是，浩瀚的大海是“水的王国”。据初步测算，这么多的海水里溶解有40多亿吨铀，比陆地上已知的铀的总储量大4000倍！这些铀的原子能至少相当于燃烧8000万吨优质煤！

如此庞大富有的“水中铀矿”，当然非常诱人。但是，海水里铀的浓度那么低，300吨海水里的铀加在一起才够1克，怎样才能把它提取出来呢？

英国人最早进行海水提铀的尝试。他们使用一种能够富集铀的吸附剂，这种吸附剂的表面具有某种特殊的性能，能够把从旁边流过并且接触到的海水里的铀吸附到自己身上。等到吸附剂“吸饱喝足”，我们再把它们吸附的物质“解吸”下来分离，就能得到所需要的核燃料。这种方法吸铀量较高，是最有希望的一种方法。但是吸附材料很关键，且对它的要求又很多；性能稳定，不溶解于水，可以重复使用；吸附容量大，速度快，效率高；没有毒性，不污染海水；来源丰富，价格便宜，可以大量生产等等。

许多国家都在研究吸附剂，结果吸附剂就如雨后春笋。目前无机的吸附剂已经研究出了几百种，主要是钛、铝、锌、锰、铁、铅等等的氧化物、氢氧化物和碳酸盐。现在看来，人造的水合氧化钛是“主角”，把它们沉淀在活性炭上，1克这样的吸附剂就能吸附500~600微克铀，但该吸附剂机械强度较差，为了改善这一状况，采用高分子粘合剂和水合氧化钛制成复合型钛吸附剂，获得较好效果。经过长期研究筛选，钛型吸附剂至今仍是海水提铀可行的主要方法之一。

科学家对方铅矿等天然矿石的吸附能力也进行了研究，并且取得了比较满意的效果。有人设想，如果在适当的海湾里修建一道几公里长的堤坝，坝里装有便宜的方铅矿颗粒吸附剂，让海水不断地保持与吸附剂良好的接触，那么这套工程每年就可以给我们从海水里回收几百吨铀资源。

近几年，有机吸附剂的研究非常活跃，主要集中在聚丙烯偕胺脲树脂、聚丙烯偕胺纤维、含磷基或磷羧基的大孔螯合树脂、大环六配位基化合物等方面，其中特别引人注目的是聚丙烯偕胺脲类高分子，其吸附量已达到或超过陆源富铀矿的含铀品位。只是这类吸附剂的稳定性和反复利用的周期性，有待进一步提高。

日本改良偕胺肟树脂的亲水性，使吸铀速度显著增大，富集系数达  $10^6$  数量级，吸附容量为 3~4 毫克/克，这是海水提铀近期的一大突破，已引起许多国家重视，并相继开展研究。例如吸附速率比水合氧化钛高的“类富里酸有机吸附剂”，以及其它类型的螯合树脂的研究。如今，经过不断改进的无机吸附剂，对海水中铀的富集系数提高到  $10^4 \sim 10^5$  数量级。有机螯合树脂和聚偕胺肟纤维状吸附剂的富集系数，可达  $10^5 \sim 10^6$  数量级。该研究结果表明，从复杂的天然海水体系中，成功提取铀含量仅 3.3 微克/升的铀化合物，这标志着人类在痕量元素富集分离技术上的飞跃。

当然，回收海水铀的方法，除了吸附剂吸附法外，还有用有机溶剂靠重力分离的溶剂提取法，加金属氢氧化物等使之与铀一起沉淀的共沉法，附着在气泡上的浮选法以及生物富集法等等。前面三种方法对含铀浓度这样稀的海水收效不大，只有生物富集法还有希望，目前正在进一步研究。研究发现，有些藻类具有很强的富集铀的本领，可以成为我们采铀的“帮手”。这些海藻繁殖迅速，机体里的含铀浓度比天然海水高出几千甚至上万倍，干物质里的含铀量可达万分之三，已接近或超过低品位铀矿的铀浓度。

60 年代以来，继英国之后，美、日、法等十几个国家都开始进行海水提铀的研究。我国也在这方面做了不少工作，并且有自己的特色。目前，海水提铀在实验室的小规模试验已完全成功，已从基础研究和应用技术研究，转向开发应用研究，但大规模生产还得克服不少困难。

英国的海水提铀研究开展较早，提出过产铀量为千吨级的潮汐湖计划。前苏联很重视有机树脂型的铀吸着剂的研究。德国侧重于天然藻对铀的生物富集方法。在具体研究成果方面，日本的水平是最高的。他们在香川县仁尾町大约 1 万平方米的基地上已建设中等试验性工厂，年产铀量为 10 公斤。还提出了工业规模的海水提铀工厂计划，年产铀量为 1000 吨。一些沿海国家，亦计划在本世纪末建造年产量为百吨或千吨级铀的工业规模海水提铀厂。

能源是一个国家发展生产和提高人民生活的物质基础，海洋是未来原子能燃料的最大“仓库”。海水里的铀如果全部提取出来，所含的裂变能就相当于 1 万亿吨优质煤，比现在地球上全部煤炭的地质储量还多 1000 倍，即使今后能源消耗水平比现在提高 100 倍，也可以绰绰有余地供应全世界一万年！

## 9. 海洋能发电

1952 年，一艘美国轮船在意大利海岸附近被浪头斩成两半，一半抛上海岸，另一半冲到很远的海洋里去了。

还有数不清类似的记载：斯里兰卡海岸上一个 60 米高处的灯塔被海浪打碎；法国的契波格海港，拍岸浪把 3 吨半的重物抛过 6 米的高墙；荷兰的阿姆斯特丹，20 吨的海中混凝土块被举起 7 米多高，又抛到距海面 1.5 米的防波堤上去；苏格兰威克地方，巨浪把 1350 吨的庞然大物移动了 10 米……

人们开始考虑：海浪有那么大的力气，能不能叫它来为人类做工呢？比如说，可以叫海浪来发电。这就是我们要讲的海洋能源了。

现在通常所讲的海洋能源，主要指海洋本身所蕴含的能量，即：海洋潮汐能、波浪能、海潮流能、海洋热能、海水盐度差能等。

近几十年来，由于对能源需求量大增，地球上能源日益短缺，加上燃烧

矿物燃料造成严重环境污染，要求保护环境的呼声很高，因此海洋能作为新的可再生能源之一，已经为越来越多的国家所重视，开展了大量的把海洋能转换为电能的技术研究，取得显著进展。

我们先说潮汐能发电。

潮汐主要是由月亮和太阳的引力引起的一种往复不停而又有规律的海水运动。别看潮涨潮落，水面高度相差一般不超过 4 米，可蕴藏着巨大能量。据 1974 年第八届世界动力会议统计，全世界可用来发电的潮汐能为 30 亿千瓦。1977 年世界动力会议认为全世界可开发的潮汐能为 1400 ~ 1800 亿度。

潮汐在深海大洋表现不显著，在浅海，特别是海湾和河口，“劲头”就大了。例如，英吉利海峡的潮能约有 8000 万千瓦，美国和加拿大附近的芬迪湾潮汐能达 2000 万千瓦。我国黄海地区的潮汐能量有 5500 万千瓦，如果用钱塘江的涌潮发电，发电能力顶得上半个三门峡水电站。

潮汐发电的原理跟一般的水力发电没有多大差别，也是用一条坝把靠海的河口或海湾同大海隔开，造成一个天然水库，大坝中间安装水轮发电机组。涨潮的时候，潮水从海洋流进水库，带动水轮发电机发电；落潮的时候，海水从水库流回海洋，又从相反的方向转动水轮机发出电来。同陆地上的水力发电相比，潮汐发电有自己的长处，它不受洪水和干旱的影响，发电功率比较稳定。

人们为了开发利用潮汐能，进行了长期的探索和研究。据记载，12 世纪就有人利用潮汐能推磨。19 世纪末，法国工程师布洛克曾提出建潮汐电站的设计。到本世纪初，在诺德斯特兰德岛和大陆之间建立一座潮汐电站，使利用潮能发电的幻想变成了现实。1966 年，法国首先在朗斯河口圣马洛湾建成了大规模的潮汐电站，安装了 24 台 1 万千瓦的涡轮机，现在每年的发电量为 5.4 亿度。此外，目前世界上大型的潮汐电站还有一座是前苏联 1968 年建成的基斯洛亚湾潮汐电站，装机容量 800 千瓦。据估计，到 2000 年，全世界潮汐发电量可达到 300 ~ 600 亿度。

近来，世界各国提出的潮汐电站设计很多，但比较理想又已取得良好效益的是一种叫做单库双向型的潮汐电站。法国的朗斯潮汐电站就属于这种类型。

我们再回到文章开头提到的波浪。

海洋上的波浪是海水周期性运动的形式之一。对于全世界的海洋波能，很多学者都进行过推算，结果差别甚大。实际可能利用的波能大约是 300 亿千瓦。

现在的问题是：怎样来利用波能。

办法也想出了一些。有一种浮标，它装有活塞，利用波浪一上一下地运动，推动活塞，活塞压缩空气，空气就转动涡轮机发出电来，供浮标自己使用。从 60 年代至今，现在已经有几百个利用波浪发电的导航浮标及灯塔的工作电源在实际中应用。

浮标式海浪发电装置的发电能力很小，一般只有几十瓦到几百瓦。不过不要紧，事物的发展总是由小到大，由弱到强的。1978 年，日本建造的“海明”号波浪发电船基于这种原理，开始向 1000 千瓦前进；1982 年，日本又实施一项大型的“新海明”波能发电装置实验计划，总输出在 2000 千瓦以上。

除了浮标式海浪发电，还可以试验海岸固定式海浪发电。高 1.5 到 2 米的海浪，在平均 1 米长的海岸上，可以发电 5 ~ 10 千瓦，也就是说，它能在

每秒钟的时间里，把 75 公斤的重物，提到 7~14 米的高度。你想想，成千上万公里的海岸线，该有多么巨大的潜力等待着人们去发掘啊！

海洋每天都受到太阳辐射的加热，在热带和亚热带海区，表层海水和深层海水之间的温度差高达  $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 。据估算，世界海洋热能的储量约 500 亿千瓦，可能利用的约 20 亿千瓦。这种巨大的热能，早已引起科学家们的注意。

第一个探索海洋热能发电原理的人，是 19 世纪 80 年代的法国物理学家和工程师 J·德阿松瓦尔。1930 年，他的学生 G·克洛德在古巴附近建造一台海水温差发电站，不久被风暴摧毁。由于转换技术复杂，设备成本昂贵，加之当时能源供应不存在问题，所以海洋热能发电研究的进展缓慢。直到 70 年代初出现“能源危机”，才被重新提到开发日程。

美国从 60 年代中期开始进行海洋热能发电研究。70 年代末，在夏威夷附近的洋面上成功地进行了世界上第一个海洋热能电站试验。该装置采用闭路循环系统，输出功率 50 千瓦。之后，日本、法国以及西欧一些国家，也都制定了开发海洋热能的计划，并且达到现场研究小型装置的设计试验阶段。目前，着重研究一系列技术问题，以降低经济成本，达到商业应用化。

除了上述几种海洋能发电方式之外，还有海流能发电及盐度差能发电等几种正在探讨中的发电方式。

据估计，世界大洋海流的总功率在 1 亿千瓦以上，其中便于利用的强流功率在 500 万千瓦以上。因此许多国家在进行研究试验。日本提出了黑潮发电计划。美国也在研究利用墨西哥湾流发电，提出了“科里奥利”方案。近年海洋中尺度涡的发现，也引起了人们的极大兴趣，因为这种涡旋集中了世界大洋海流能量的 90%。

利用海水盐度差能发电的研究，还刚刚开始。

由于海洋能源的平均能流密度小，需要庞大的能量转换设备，同时海洋环境条件严酷，技术难度大，材料要求高，因此，目前海洋能源开发利用投资大，经济性差。但是，随着科学技术的发展，海洋能源开发技术也将得到发展。据科学家预测，海洋能源将成为 21 世纪实用的新能源

## 10. 建立现代海洋农牧场

还是在本世纪中叶，人们就设想：我们可不可以像在陆地上种庄稼那样在海洋里种植水生植物，像在草原上牧羊那样在海洋里放牧鱼儿呢？

是有可能的，养殖海带就是一个例子。

海带是褐藻中的一种。它的“根”其实是一种附着器，能“抓”住岩石，把自己固定在水中。“根”上有一个短短的柄，再上面就是叶子。它的叶片扁平，几米长，绿褐色，喜欢在水流通畅、水质肥沃、夏季平均水温一般不超过摄氏 20 度的海水里生活。

过去海带都是自生自长的，产量低，又不稳定；质量差，长得又小又窄，收割也很困难。

科学家们经过长期研究，掌握了海带生长发育的规律，开始用人工来养殖海带。

现在假如我们到海边去常常能看到这样的图景，港港湾湾，已形成一片肥沃的水上田园；海面上整齐地漂浮着一排排玻璃球或竹筒，随波荡漾；小

船像马车一样穿梭往来，海水里长满着茂盛的庄稼——这就是海带养殖场。

海洋里种植庄稼跟陆地上不同，用竹筒或玻璃浮子扎成养殖浮架，漂浮在水面上；浮架用绳子连起来，不让它随浪漂走。“播种”的时候，把海带的幼苗插在绳子缝里，每隔一定距离插一株或几株，再把插好苗的绳子一根根挂在养殖浮架上，绳子在海水中，海带的“根”紧紧地抓住绳子，带状的叶片就尽情地朝海底伸展。

海带每年夏秋季节“播种”，收获季节在来年6月。“播种”后要进行“田间”管理，主要是施氮肥以提高海带的产量和质量。

海带是营养价值很高的大众化食品；它含有大量的碘质，能治甲状腺肿，有药用价值，对于降低血压，治疗气管炎哮喘，促进产妇分泌乳汁，也有一定的作用；在工业上，海带可以用来提制碘、钙、氯化钾、褐藻胶、甘露醇和褐藻淀粉等等，是纺织、印染、食品、橡胶等工业的重要原料。

我国原来并不生长海带。旅顺大连地区的第一批海带出现于1927年，后来才慢慢地向南扩大地盘到烟台海湾，1949年后，经过多次科学实验，破除了“海带不能向南移过连云港”的迷信，1956年培育出了适合于温水生长的新品种。这种寒带的海生植物，终于可以在温暖的南方海洋里“安家落户”繁殖生长了。

在浅海这块“庄稼地”里，人们还养殖着许多其它的藻类，比如营养丰富、味道鲜美的紫菜和苔菜；用途广泛、又可食用的裙带菜；经济价值挺高、可以制造琼胶的江篱和石花菜；治疗小儿消化不良症和驱蛔虫的药材鹧鸪菜等等。这些藻类不仅可以吃，可以做药、做饲料、肥料，而且可以作工业原料，甚至可以从中提取某些贵重的金属元素。

海生植物能够人工种植，海生动物能不能人工繁殖饲养呢？

大家都熟悉池塘养鱼，关键是要圈出一块地方来作“养鱼池”。对于游泳能力强的鱼类，若采取不设围网的方法饲养，就难以阻止鱼群在一定程度上的扩散。最简单的一个办法，就是在浅海海湾筑堤修坝，围成一个养鱼场。当然也可以用简易的金属网或化学纤维网来代替工程量浩大的堤坝。但是这些办法的成本都太高。

应该设法采取一种更简便更经济的措施。

办法也想了不少：有人在划定的海区周围通上强大的电流；有人在养殖场的边缘发射声波；还有人在海底铺上多孔的铁管，压进空气，造成一道由数不清的气泡组成的“气泡帘”。这些办法的实质都一样，就是造一个无形的“笼子”，叫鱼儿乖乖地待在里面，不能越界出境。

有人试验一种更有趣的办法，既不用坝，又不用网，甚至也不造成无形的笼子，他们在海里建造设置能满足鱼的生长阶段需要的各种人造渔礁，采用音响驯养法喂食、集鱼，并有消除敌害、保护鱼群的方法。当然，环境条件要选择特定鱼种所要求的适宜的水温和食饵的海域，对鱼类有很大的吸引力，使它们自愿在这样的建筑物里留下来，不想再到远处去觅食游逛。

还出现了一种新的又养又放的办法，就是利用某些鱼类有回归出生地的本领，把鱼虾养大到一定程度，然后流放到大海里，让它们自己到海洋里去觅食。等它们长大以后，再让它们自己回到“老家”，来个一网打尽。这种又养又放的办法，当然要比完全用人工养殖的方法经济得多。

许多国家的海洋生物学家，正在进行着一系列海洋生物的“放牧”试验。

有人把鳟鱼养在海水网箱里，每次喂食的时候播放一种音乐，使它们形



成条件反射，然后把它们放归大海。经过一段时间的自然取食，鱼儿长大了，这时候，人们再播放原来的音乐，果然把大部分鱒鱼都“召唤”回来了。

繁殖洄游范围大的鱼群时，所要管理的海域变得更加广阔。尤其是繁殖沙丁鱼、鲑鱼、秋刀鱼、竹荚鱼等高产鱼种时，鱼的食物只好完全依靠天然供给。此外，在产卵保护、消除敌害、适时捕捞等方面，乃至对鱼的全部生活过程，都需要人在广阔的海面上进行必要的管理，到了这种“海洋放牧”阶段，似乎只能借助海豚这样的高级动物的力量，此外没有别的更好的办法。其具体方法是，把海豚分成几群进行驯养，使其能分别承担起各自所适合的专门任务，如引导鱼苗进入有食物的地方，保护鱼群不受外敌的侵害，把成鱼群赶入捕捞网，把成熟雌鱼引向产卵场使其平安产卵，并保护鱼卵不遭损害等。这样，海豚就扮演了中间管理者的角色，而管理人员的任务是从海面快艇上适时向海豚发出适当的指令，以使海洋放牧系统根据人的意愿顺利地达到预期的目的。从实现这一设想所应具备的技术水平来看，在硬件方面已基本能够满足要求，但在海豚的驯养等软件技术方面，还有许多有待进一步研究和解决的问题。

海洋农牧化技术是一项高技术，也是一个新技术群。现代化的海洋农牧场，是建立在高新技术基础上的海水养殖和增殖渔业新生产方式的组合体，它不仅要对“放牧”对象进行品种培育、改良，而且要实施渔场管理和人工改造。除了生物技术外，还包括增加海水温度、水质监测、鱼群控制、人工鱼礁等工程技术。

将来又会怎么样呢？

现在人工养殖只是在十几米深的浅海区进行，而且还只利用了其中的极小一部分，未来的海洋人工养殖规模之大，将使你难以想象。海底“农场”、“牧场”要向广大的海域扩展。到那时候，人们“耕海”“放牧”的夙愿完全实现了，海洋每年将向人们提供几十亿、几百亿吨水产品，足够供应十倍、几十倍于现代世界人口生活的需要。

## 11. 海洋都市——人工岛

1981年3月20日，在一个地图上从未有过的小岛上洋溢着明媚的春天气息，人们正在上面举办为期半年的博览会。博览会取名为“波托比亚”，意思是“海上的未来城市”。博览会荟集的现代科技精华使人流连忘返，心驰神往。每天参观的人数达10万人次，最多时达20万人次。如此盛况空前，让我们也去浏览一番吧。

从繁华的日本神户市中心的三宫站，乘上由电子计算机控制的无人驾驶高架电气列车不消6分钟，我们就来到了新神户大桥。大桥南面联接着一个东西长3公里、南北宽2.1公里、方圆14公里、面积为436公顷的小岛。在16年前日本的地图上还没有这个小岛，这是日本人民移山填海建造起来的一个人工岛。

这个地图上从未有过的小岛，现在已经变成一座新型的海港城市。环岛的沿海建有11个4万吨级泊位的集装箱船码头，可堆放150万个集装箱。同时，还建有16个15000吨级泊位的普通船码头，以及车站、仓库和包装工厂。全港装卸年吞吐量达1.5亿万吨，仅次于荷兰的鹿特丹和美国的纽约，名列世界第三。

岛上划分为公共区、服务区和国际区。公共区里，公寓楼群鳞次栉比，层迭相间，可供 10 万以上人口居住。服务区里建有幼儿园、学校、医院，辟有南公园、中公园和北公园。其中以南公园为最大。在三座公园里，有四季常青的林带，有姹紫嫣红的花圃，有碧绿如茵的草坪。在其它各区也都相间穿插种上葱郁的树木、芳艳的花草，使人仿佛置身于碧海环抱的“花园岛”上。

以 12 层楼的国际交流会馆为中心的国际区，还建有一幢 31 层楼的神户港岛饭店。这是岛上最高的大厦。它的与众不同的奶白色椭圆形楼体，宛如一座白玉雕就的擎天“巨碑”，巍然兀立在岛中，格外引人注目。商业、体育和娱乐中心，以及专供展览交流的博览会场址，都设在国际区里。

我们已经身临岛上周游了一番，看来，这个岛并非“海市蜃楼”。在近海浅海水域中，建造人工岛，把局部海域变成陆地，是近海工程设施的重要形式。

近海海域远离大陆陆地，其海洋环境具有水深、浪大，水下压力高、温度低、能见度差，还有潜伏暗流，台风、地震、海啸发生机遇多等特点。复杂、严酷的海洋环境给资源开发带来巨大困难和很多技术难题。对待这样的海洋环境已是难于用人力去改变或影响它，主要是如何适应它，克服它带来的困难，使资源开发顺利进行，使开发者能在那种环境中生存与工作。因此，需要采用人工岛和海上平台等专门的人工设施和现代的定位、建造、材料、施工等高新技术及其装备。

人工岛，是在较深的海域中人工修筑的“陆地”，具有一定面积并高出最高海面，用来减轻波浪和水流的侵袭，形成一专门的海上作业区，用于开采石油与天然气、采掘海底其它矿藏、海洋能利用海水淡化、兴建海上工厂与仓库、建设超大型海轮码头与海上机场、发展城市与旅游基地等。

1986 年，据前苏联《消息报》报道，法国建筑学家克里斯蒂安·梅尼设计的长达 4 公里、可住 1 万人左右的人工岛模型，在联合国教科文组织和国际建筑师协会举办的“未来住宅”传统性比赛中获得头奖。

梅尼设计的这个“海上城市”的用途就是为了开采海底矿藏、沿海大陆架石油和捕鱼的。海上城市的基础是一系列大型双重角锥体结构（其中的 8 个锥体高耸在海面上，8 个反方锥体深入水中）。人造岛的全部设施都同这种建在海上的结构连成一体。为了开采矿藏，专家们将从水下 350 米深的反方锥体里面乘电梯或自动升降梯下到海底。开采的矿石将运到上面，在设于第一“层”的工业区加工。在海上城市第二“层”，设行政管理综合体和科研实验室。这里还将开辟商业中心、电影厅和剧院。住宅安排在第三“层”，即锥体的最上部，海上城市将利用波浪能自行解决能源问题。

由于离岸较远，近海工程的建筑物或结构物都成为海上“孤堡”或“孤堡”群。这些人工岛大多有栈桥或海底隧道与岸相连，栈桥与隧道也是人工岛工程的组成部分。

现代工业发达的沿海国家，滨海一带常人口密集、城市拥挤，进一步发展和建设新企业及公用设施受到很大限制，原有城市的居住、交通、噪声、水与空气污染等问题也很难解决。兴建海上人工岛，是改变或改善这些老城市发展难题的重要途径之一。

60 年代以来，日本建造人工岛最多，规模也最大。除了文章开头提到的神户人工岛外，以后又建成面积达 580 万平方米的六甲人工岛和长崎新大村

海上飞机场。日本酝酿用 200 年时间，在离日本列岛 5 公里外的海域填造 700 个人工岛，每个人工岛的面积约为 1650 公顷（16.5 平方公里），共计 114 万公顷，与现在日本住宅和工厂用地面积相当，等于使日本建筑面积扩大了一倍。

此时，我们的心头该倏然升起一种坚定不移的信念：开发利用美丽富饶的海洋，建造繁华的“海洋都市”，并不是什么空幻奇想，而是为期不远的事了！

### 三 走向海洋的先导

在人类历史上，人类从陆地到海洋，进而到两极的探索，无不历经坎坷，也造就了众多杰出的航海探险家。他们坚韧不拔，矢志不渝，将永远辉耀史册。

迄今为止，有据可查的最早一艘风帆船是公元前 3100 年由埃及人制造的。有许多的历史学家根据众多陶罐上的彩绘、岩雕画资料，推断埃及人发明风帆船的年代应当在公元前 6000 年左右，即早在 8000 年前古埃及人已驾驶着他们独特的风帆船进出尼罗河，远航红海南部了，但古埃及人并未在后来风帆船的发展上作出多大贡献。

我国的造船技术早在公元前 3000 年就有记载。春秋时期，我国造船工业已相当发达，公元前 547 年至公元前 490 年，齐景公曾乘船在海上漫游数月，甚至要长此邀游下去而不想回国。在唐代，当时有一条比“陆上丝绸之路”更漫长、曲折的“海上丝绸之路”。它通过辽阔的海洋，把我国东南沿海地区与印度洋沿岸、红海之滨和地中海东岸的广大地区联系起来，开展了空前规模的海上贸易航海史。

#### 1. 中华民族的航海家

翻开中华民族的航海历史，我们就会骄傲地读到，远在闻名于世的航海家哥伦布、麦哲伦等人远航之前将近一个世纪，即公元 1405 年，一支庞大的远洋船队，自中国东南南下，扬帆在西太平洋面，并穿过马六甲海峡进入印度洋，遍访东南亚及南洋广大地区。先后访问过 40 多个国家，历时近 30 年，这支远洋船队，就是由中国古代伟大的航海家郑和统帅的大明帝国出使船队。从这一年起，到 1433 年，这支声名赫赫的船队前后共进行了七次大规模出航，即著名的“郑和下西洋”。

郑和原来并不姓郑，而姓马，叫马和，1371 年诞生在我国云南昆明县一个虔诚的伊斯兰教教徒的家里。从小时候起，马和就向往着到海洋上去航行。马和出生的年代，正是元朝灭亡，明朝初建的时期。在兵荒马乱之中，马和被明军俘虏，惨遭酷刑，在朱元璋第四个儿子朱棣的燕王府里作太监。

当时的中国，是整个亚太地区最先进文明的、高度发达的封建专制帝国。朱棣当了皇帝之后，出于对“帝王”居中、抚驭万国和“四夷慕圣德而率来”这样一种国际政治格局的追求，以及中国封建皇权对所谓“皇威”与“皇德”两个方面无限膨胀的一种强烈追求，决定派郑和下西洋。

郑和首次远航，有大型宝船 62 艘，人员达 27800 人。最大的“宝船”，船长 44 丈，宽 18 丈；中等的长 37 丈，宽 15 丈，大多数装配了 8 只大橹，

并首次将“指南针”运用于航海船上，船上还可利用绳索测量海深，取海底泥质样品或根据海水颜色来判断航路。郑和的航程达十万余里，航队的主要航线有42条之多，完成了流传后世的“郑和航海图”，促进了中国与西洋国家乃至东非人民的友好和贸易往来。

在15世纪那个历史时代，郑和同他所率领的数千中华民族的优秀儿女，在洪涛接天，巨浪如山的海洋上云帆高张，“昼夜星驰，涉彼狂澜，若履通衢者”。他们把自己的青春、精力甚至生命，都献给了浩瀚无际的海洋，献给了中华民族的航海事业。他们的活动，创造了人类征服海洋历史上的空前壮举，极大地丰富了人类航海知识的宝库。作为这一伟大航海活动的具体组织者和领导者的郑和，更是我国历史上一位杰出的航海家和外交家，这位初航时正值“壮岁旌旗拥万夫”的年华，最后一息留在航海事业岗位上的海洋征服者，同他领导的航海事业一样，是中华民族的光荣，永远受到人们的崇拜与纪念。

## 2. 哥伦布——海上寻梦

15世纪末期，在西方，一个意大利青年克里斯多弗·哥伦布，受到马可波罗的《东方见闻录》的吸引，卷入了去东方寻找财富的漩涡，他专心学习航海知识，去地中海作过多次航海实践。几经周折，才得到西班牙国王和女王的赞助，并且同意封哥伦布为将来他所发现的“一切岛屿和大陆的海军上将”；将来哥伦布无论用什么方法得到的财物，除去航行费用外，他本人可享用十分之一。但他只得到三艘破旧不堪的军舰，最大的“圣马利亚”号不过130吨，中等的“平特”号90吨，最小的“宁雅”号只有60吨。

1492年8月3日拂晓，哥伦布率领88人的舰队，亲自驾驶旗舰“圣马利亚”号从西班牙巴罗士港首次启航，一直向西航行，经过了艰险的35天后，他们清楚地见到一个树本青葱的岛屿。哥伦布率领众头目上岸，以为到达了目的地。他跪在地上升起了一面西班牙国旗，并竖起一个十字架，表示西班牙国王和女王占领了这块土地。哥伦布将它命名为“救世主岛”，西班牙文里读作“圣萨尔瓦多”又称“华特林岛”。

哥伦布踏上圣萨尔瓦多后，迫不及待地寻找黄金、宝石和香料。可是，除了见到一些小村落外，什么也没有找到。他开始怀疑自己是不是真的到了中国。哥伦布登高四眺，见远处有许多岛屿，他想起马可波罗在书中曾说过印度周围有许多岛屿，救世主岛一定是印度的岛屿。于是，他就将这些岛屿叫做“印度群岛”，把岛上居民叫做“印地安人”。其实，这根本不是什么印度的岛屿，而是中美洲大陆以东的巴哈马群岛。可是他仍然没有在这些岛上掠得多少黄金。

后来他在一位印地安人的指引下，来到了另一个小岛上，这个岛上也只散布着可怜的村落和村落旁的小块耕地。耕地里种了些棉花和欧洲人当时还不认识的玉米、马铃薯、香烟草等农作物。如果说还有什么稀奇的事儿，那就是西班牙人第一次瞧见了吸烟。以后，吸烟的习惯也就很快传入欧洲，并且流行起来。

哥伦布又驾船到了“海地岛”，在海地岛，哥伦布的确见到了一些黄金，便开始不择手段地掠夺，把岛民的一切东西据为己有。当他准备到南面一个更富有的岛屿上进行掠夺时，他的旗舰“圣马利亚”号搁浅了，另一艘军舰

“平特”号开了小差，剩下的只有60吨的“宁雅”号，无法继续航行，不得不返航。哥伦布带着为数不多的黄金和10名印地安俘虏归国后，受到了隆重接待。他极尽诓骗之能事，使西班牙国王和女王同意了他的第二次远航的请求。

1493年9月25日，哥伦布率领17艘帆船和大约两千人从西班牙的加斯港出发，进行第二次远航。这次出航，他的航向比上次向南大约10个纬度，然后又转向西行，出乎意料，这次只花了20天就横渡了大西洋，比上次少了半个月，这是大自然对他的帮助。他的第二次远航，南行至加那利群岛以南10个纬度才转向西，正好进入东北信风和赤道洋流海域，顺风顺流，大大加快了行进的速度。此后，欧洲各国的帆船便自觉地利用顺风顺流的便利，循着哥伦布开辟的航路横渡大洋，去彼岸进行贸易。这条航线，也就被人们誉为“黄金航线”了。

哥伦布航行至一个群山起伏、森林茂密的加勒比海向风群岛中的一个小岛时，哥伦布信口开河地把它叫做“星期日岛”，西班牙文读作“多米尼加”。从此，这个小岛便被人们叫做多米尼加岛。然而他仍没在多米尼加岛上找到黄金。于是又向北航行，来到瓜德罗普岛，仍然没有收获。他非常失望，决定再回海地岛。途中他们经过分布着一群密密麻麻小岛的海洋，其岛屿不计其数。哥伦布心血来潮，称它们：“一万一千个处女岛”吧！“处女”二字，西班牙文读作“维尔京”，所以，这群岛屿就得了个“维尔京群岛”的名字。

当他回到离别一年多的海地岛时，亲自率一部分人进行了更血腥更疯狂榨取印地安人血汗的活动。他又派遣一部分人员和船只，把开采出来的黄金、黄铜，采伐的贵重木材和抓来的一批印地安奴隶运回西班牙。然而国王和女王嫌他带回的东西太少了，想取消他的一些特权，他只得紧急回国，再一次用花言巧语打动了国王和女王，同意了他第三次的远航。

但是，和前两次一样，哥伦布的第三次远航仍只是在加勒比海诸岛屿间辗转。他的船队得不到梦想的财富，留在岛上的西班牙人和印地安人的矛盾已发展到了白热化的程度，许多人偷偷驾船返回西班牙，对哥伦布进行控告。就在这时，又传来了葡萄牙人达·伽马绕过好望角到达印度的消息。国王和女王非常恼怒，断定哥伦布是个骗子，确定他发现的那个“印度群岛”之事完全是一派胡语。于是下决心取消了他的一切特权，并逮捕他。在1500年10月，哥伦布带着沉重的镣铐被押回了西班牙，投入牢中。关心哥伦布的朋友们用各种方法在女王面前替他开脱，女王宽恕了他。为了报答女王，1501年，哥伦布又申请第四次远航，并于1502年春率领四艘不大的帆船和150名水手西航。

哥伦布第四次横渡大西洋后，在巴亚群岛中的瓜纳哈岛上隐约见到南方有山脉出现，他非常兴奋，认为这次终于找到中国和印度，可以圆他的黄金梦了。但这只是中美洲洪都拉斯的海岸。为了寻找黄金，哥伦布继续向东南航行，沿着中美洲海岸航行了很长一段时间，并在洪都拉斯东南角100公里处，第一次登上了美洲大陆。可惜他没有深入美洲大陆，只在此休整几天便被迫返航了。

哥伦布又无功而返，非难他的人有增无减，支持他的女王又去世了。再没有人支持他长久不见成效的航行了。他的财产也被没收，以支付他的航海费用，他在贫病交加中死去，终于没能圆他的发财之梦。

在哥伦布航行期间，一个曾为哥伦布船队服务的叫亚美利哥·维斯普奇

的人，又驾船沿着哥伦布的航路去海上冒险，到过哥伦布说过的那片大陆，他认为那片大陆，是一块新大陆。此事被一个地理学家偶然知道，以为这是亚美利哥发现的一块新大陆，便在他新制出的地图上把这块大陆命名为“亚美利加”。很快，亚美利加大陆的名称便传播开了。西班牙人经过核对，发觉这块亚美利加大陆竟然就是哥伦布首先到达的“美洲”，因而坚持要把它改名为“哥伦布比亚”大陆，以纪念哥伦布的航行，但已来不及了。

实际上，哥伦布并不是第一个发现美洲的人。不过，哥伦布率领远航船队，第一个在北半球的热带和亚热带海区多次横越大西洋，并发现了藻海，他对大西洋东北信风和赤道洋流作了较早的观测，开辟了帆船时代横渡大西洋的“黄金航线”。他为欧洲人发现了大安德列斯群岛——古巴岛、海地岛、牙买加岛和波多黎各岛，发现了巴哈马群岛中的中部各岛，包括由多米尼加岛至维尔京群岛在内的小安德列斯群岛的大部分以及特立尼达岛、加勒比海内一系列较大的岛屿。他还沿中美海岸作长距离航行，并且登上了美洲大陆。他的航行，对欧洲人认识大西洋和美洲起了先驱作用。

### 3. 到达美洲先驱者

哥伦布最先“发现”美洲大陆，似已家喻户晓。但现在有不少专家学者以科学依据对此提出了相反的论点，他们认为首先“发现”美洲大陆者是中国殷人。有趣的是，一些欧美学者竟从《山海经》中找到了殷人东渡的蛛丝马迹，这部书中的“海外东经”、“大荒东经”中的描述，似乎与墨西哥的一些大峡谷地区相似。而“东山经”中的叙述，则仿佛同北美洲和墨西哥湾地区有关。后来的考古也发现，在密西西比河下游发现的上古时代的图形上墩和石斧，和我国张家口附近发现的土墩和石斧相似。不过，《山海经》在叙述古代地理时，常将其与古代神话糅合在一起，使得这本书的许多阐述变得变幻莫测。

但以美国拉各斯大学语言人类学专家塞蒂玛为代表的一些专家坚持认为：非洲黑人早在哥伦布 2000 年前就已涉足美洲大陆了。而这些非洲移民可能就是今天苏丹境内的黑人。在公元前 8 世纪，他们曾凭借强大的军事实力在埃及建立了自己的王朝，这个黑人国家濒临地中海和红海，掌握了精湛的航海技术，经常出没于地中海，甚至与来往英伦三岛的腓尼基商船保持来往。70 年代中期，波兰解剖学家安德译·维尔辛斯基在奥尔梅格人的坟墓中发现了有些颅骨“明显具有黑人的特征”。

北欧的冰岛至今流传着该岛探险家比哥伦布早 500 年“发现”北美洲的经历。公元 985 年年底，一个名叫比尔尼·赫尔福森的年轻人，为了追寻到格陵兰岛的父亲，从冰岛驾船西行，航行三天后，便遇上恶劣天气，赫尔福森的船只如同一片树叶，完全听于天命。当风暴过去时，赫尔福森惊喜地发现一片平坦的芳草地突现眼前，处长满了浓密的森林，但寻父心切的他在这片陆地前没有停留，而是继续向北航行。7 天后，他终于找到父亲。如今看来，赫尔福森错过一个良机，因为他看到的那片长满茂密森林的大地就是北美洲。其实，在公元 982 年，一个绰号为红胡子艾迪克的北欧海盗就曾发现过世界上最大的岛——格陵兰。而他的儿子——利夫，也子承父业，后来发现了现今加拿大的纽芬兰岛。近年来，我国一些学者考证出，我国东晋时期的法显大师曾于公元 412 年 9 月 5 日，由印度返回途中从狮子国（今斯里

兰卡)启航,共航行105天,航程1万海里左右到达今天墨西哥阿卡普尔科(法显称之为耶婆提),在那里曾住过五个月之久,受到当地人民友好的接待。

其实,早在18世纪中期,西方史学家在研究世界史和早期美洲史时,就已肯定早在哥伦布之前,中国人就已到过美洲。1977年冬,美国地质调查队在加州洛杉矶的帕拉斯维德半岛的浅海中作业时,发现了中国古代轮船上的一个重250公斤的轮胎状石锚。1981年,另有两位美国地质学家在相同地点挖出了一个相似的石锚,不久又从海中找到5块石锚,3块压舱石。经鉴定,它们与中国福建、台湾灰岩相同。这些石锚沉海时间约为2000—3000年。因此,美国圣地亚哥大学两位考古学者皮尔逊和莫里亚蒂作出科学结论,中国人早在哥伦布之前2000多年,就已到达美洲,并且指出,中国古代航海的技术已相当先进,中国人比欧洲人早1000多年就发明了指南针和方向舵等,因而当时完全有能力到达美洲。

上述石破天惊之说,可以说基本上是可靠的和有根据的。当然,它的意义还不仅如此,这些研究、考察分析和推断纠正了近百年来外国人的误断,正历史以本来面目,确立了中国人法显和中国舰队早于哥伦布2000多年就到达美洲的结论。

#### 4. 航海家达·伽马

继哥伦布航行成功后,葡萄牙航海家迪亚士也曾多次组织了非洲西海岸的航行,并于1486—1487年率领探险队绕过非洲南端,并在返航途中发现了好望角。葡萄牙国王非常关心完成绕过好望角到印度的完整航线。为此他选中了年轻的航海家瓦斯哥·达·伽马来实现这一伟业。达·伽马早就向往迪亚士的事业,对迪亚士的半途而废深感遗憾。在1497年7月,达·伽马建造了一艘4艘大帆船,组织了170人的探险队从葡萄牙首都里斯本启航出发了,当船队绕过好望角后,转向东行驶,这里大海茫茫一片,无遮无拦。他们按照指南针所指,沿非洲东岸向北航行,因为这一段航路有股自北向南的暖流阻挡船队北进,致使航行非常缓慢。终于有一天,达·伽马船队发现了4艘阿拉伯商船,船上装载的正是他们朝思暮想的香料,在马林迪国王介绍的一个领航人的指引下,葡萄牙船队又在大海中颠簸了23天,远远望见前面地平上有一片绿色,而这正是印度的海岸。船队继续沿着海岸向南航行,于1498年5月到达印度大城市卡利卡特。卡利卡特当时不仅是个富饶的地方,而且是海上交通枢纽。达·伽马船队在此以极低的价格,收购了大量的丁香、肉桂和宝石,他们把葡萄牙国王的信交给卡利卡特的国王,卡利卡特国王也用棕榈叶给葡萄牙国王写了回信。

达·伽马顺利地完成了探寻新航路的任务后启程回国。谁料刚航行一二天后,就遇到了强劲的西南风迎面扑来,严重阻碍了船队继续前进。他们只好降下风帆,任船只在海面上自由飘荡。他们从非洲马林迪驶到印度时,只航行了23天,可是归途中遇上逆风,航行了一个月还在大洋中心,离非洲大陆和印度都很遥远。这时,船上带的淡水紧张起来,新鲜食物也断绝了,很多人生病,无法工作,两个月后,船员一个接一个死亡,先后死亡30人。船队航行80多天后,终于出现了顺风,船队迅速向西南方前进,航行了6天,总算驶抵现今索马里首都摩加迪沙。休息几天后,他们便转向南航行,到达

好望角。此后，又沿着非洲西海岸北上，于 1499 年夏天回到葡萄牙首都里斯本。

达·伽马船队打通了到印度的航路后，葡萄牙举国欢庆。达·伽马到达了非洲本土，找到了繁华城市，带回了很多值钱的东西，不仅如此，发现新航路的消息在欧洲不胫而走，欧洲各国商船纷纷到这条航路上航行，而且，这些商船都是先到里斯本，然后再从这里出发，所以里斯本很快就成为商船集散的大海港。新航路的发现，使欧、非、亚三大洲的海上交通迅速发展，洲与洲之间的贸易日益兴盛起来。

## 5. 划出第一条环球航道的人

继哥伦布和达·伽马之后，又出现过一位赫赫有名的航海探险家——首次完成环球航行壮举的麦哲伦。麦哲伦曾参加过葡萄牙远征队，当过水手和士兵。他熟悉达·伽马开辟的新航路，也始终对航海探险事业一往情深，决心创出一番惊人的远航壮举。

那时，欧洲人已经知道，大西洋的西面并不是印度，而是欧、亚、非以外的第四洲——美洲。而美洲再向西是什么地方呢？却是个谜。麦哲伦根据人们航海的经验，制定了一个向西远航计划，去寻找更多的黄金和香料，同时验证他的关于美洲以西就是亚洲的大胆设想。然而，当时的葡萄牙国王正满足于达·伽马开辟的航路可以不断从印度掠来更多的财富，还能用武力从东方取得更多的殖民地。既然这是一条稳妥而可靠的“财”路，又何必再向西冒险呢？无奈，麦哲伦只能带着西航计划来到西班牙，与一直想发财，想扩张殖民地的西班牙国王一拍即合。西班牙国王愿意向他提供 5 艘设备完善的船只，派给他 234 名水手士兵及其他人员，并答应给他相当优惠的条件：如果找到香料群岛，将由他担任岛上总督，并可把这个头衔传给子孙后代；麦哲伦有权从他所发现的岛屿和大陆获得的一切利润和收入中除去航行费用外，享受 1/20。

1519 年 9 月 20 日，麦哲伦率领 5 艘帆船从西班牙桑卢卡尔出发，经加那利群岛驶入大西洋。这 5 艘船只不仅破旧不堪，而且载重量也不大，最大的“圣安东尼奥”号不过 120 吨；麦哲伦自己乘坐的旗舰“特立尼达”号虽然比较坚实，也只有 110 吨；其它 3 艘船吨位都在 90 吨或 90 吨以下。麦哲伦的计划是寻找穿越美洲进入大南海（当时人们把太平洋称为大南海）的海峡。由于他确信这条海峡在南美洲南部某个地方，所以一渡过大西洋，他就命令船队沿南美洲东岸向南驶去。但航行了好几个月，也没有找到海峡。这时南半球的冬季来临，天气已不利继续航行。麦哲伦只好命令在圣胡利安港过冬。在这里，其中 3 艘船上的奸细发生暴动，麦哲伦挫败了奸细的阴谋，处死了叛乱头目。冬天将尽时，为了给继续航行做准备，麦哲伦命令“圣地亚哥”号前去探航，但这只船在探航途中不幸沉没。麦哲伦率领剩下的 4 艘船只继续寻找海峡。

10 月 21 日，船队在南纬 52 度处发现了一个很深的湾口，派船只去探航，发现一条水流湍急的水道，水是咸的。麦哲伦猜想这条水道可能就是通往大南海的海峡，船队在迂回曲折的狭窄水道里航行。峡湾里有岔路，岔路中又有岔道，简直像个迷宫，不安的情绪在水手中蔓延开来。最大的船只“圣安东尼奥”号趁探航之机，逃回西班牙，但麦哲伦并不气馁，而是继续向西航



行。

经过大约一个月，于 11 月 28 日见到水道尽头的一片茫茫无垠的大海突兀在人们面前。人类几十年来努力探索的连接大西洋和“大南洋”的海峡终于找到了。人们将此称为“麦哲伦”海峡，以此纪念发现海峡的麦哲伦。

驶出海峡后，船队转向西北，越过赤道，麦哲伦认定香料群岛在热带地区，于是又向西航行，一连三个多月都没有遇到风暴，海面平静极了，麦哲伦就把它称为“太平洋”。

当初麦哲伦制定计划时，以为大南海并不比大西洋宽，只要渡过海峡，很快就可以到达它的海岸，船上储存的食物有限，在远航途中越来越少，以至到最后不仅面包屑和淡水绝无仅有，就连船上的小耗子也成了难得的佳肴，船员也接连死去。

1521 年 3 月 8 日，船队历经磨难，终于到达一个居民较多，植物茂盛的小岛。随之，被发现的岛屿越来越多，一个接一个，麦哲伦把这些岛屿称为“菲律宾群岛”。在这里，麦哲伦见他从小六甲带来的奴仆，竟能与当地土著居民对话，突然醒悟，原来他已经踏上了亚洲的土地，他的目的地已基本达到了。和哥伦布一样，麦哲伦所到之处总是使用暴力，妄图使他们成为西班牙的殖民地。他们的行为受到当地一些土著居民的反抗。1521 年 4 月 27 日，麦哲伦在菲律宾群岛的马克坦岛上登陆时，被当地土著人杀死。

麦哲伦死后，船队几经折腾，只剩“维多利亚”号单枪匹马，通过马六甲海峡，进入印度洋，绕过好望角，直到 1522 年 9 月 6 日才返回西班牙。

这次航行是人类有史以来首次环球航行，历时整整 3 年，当时启航时的 5 艘船，265 人的船队，最后只剩下 1 艘船和 18 个人。麦哲伦虽然死于航行途中的菲律宾，但因他是这次航行的总指挥，所以被誉为环球航行第一人当之无愧。麦哲伦的首次环球航行，以绕地球一圈的事实，无可辩驳地证实了地圆学说的正确。从此，再也没有人相信大地无边、海洋无底的谬论了。人们对地球，特别是对海洋的概况逐渐开始有了比较正确的认识。

哥伦布、达·伽马、麦哲伦等人的航海探险，大大改变了欧洲人对海洋的认识，发现了过去许多不知道的大陆和岛屿，使人们对地球及其海陆的面貌有了越来越正确的认识。这一时期欧洲人称之为伟大的地理大发现时代。

## 6. 征服北极之路的人们

大西洋南部航道的发现和探索，引起了越来越多航海探险家强烈的好奇心和探索新世界的欲望，许多探险家开始探索北部的通往大西洋和太平洋的航道，为此，有的甚至献出了宝贵的生命。亨利·哈得孙就是一位勇敢的探险家。这位生活在 17 世纪的英国人，曾四次率船队向北大西洋航行，希望发现绕过美洲北部进入太平洋和绕过欧亚大陆进入太平洋的航道。

哈得孙于 1607 年进行第一次探险航行，他们乘坐“豪普威尔”号从格雷维森港出发，目的是探查北方的冰海。探险船驶过冰岛和棉岛之间的水路，向北方的格陵兰岛荒凉的海岸进发。到北纬 75 度时，遇上了一段恶劣的天气，云开雾散后，哈得孙发现他们已靠近一块陆地——格陵兰岛的东海岸线。接着，船队继续向东北航行。在这片海域，他们遇到了大片浮冰，发现了许多海豹和北极熊，当接近北纬 80 度时，“普豪威尔”号发现了斯匹次卑尔根岛。进入 7 月后，大雾、浮冰和大风的困扰迫使探险船向南航行，但恶劣天

气依然紧随，7月12日午夜，天气情况略有好转，这时一位叫科陵斯的水手惊呼起来，他发现了一块陆地，这是一块狭窄的陆地，哈得孙将这块陆地用第一个发现者的名字来命名，称为“科陵斯角”。到了7月底，哈得孙放弃对斯匹次尔根岛的探查，驶向格陵兰岛，但这条航路被冰块中断了，哈得孙只得再次折返斯匹次尔根岛，贴进该岛西南部向英国返航。显然，探索新航路的目的未达到。但这并没有动摇哈得孙探险的决心。

1608年4月，哈得孙又进行了第二次航行。探险船仍然是“豪普威尔”号，探险船先沿挪威海岸北上。但没过多久，一些船员耐不住寒冷，不能正常工作了，再加上浮冰使前进的道路受阻，因而打通北方航路的计划再次成为泡影。不过哈得孙并没有马上折回返航，他们在诺瓦齐姆伯拉一带多次靠岸登陆，哈得孙对这一带海域的鱼、鸟及其它动物作了大量的记录。其实，如果哈得孙随后向南航行，就能获得通向喀拉海的成功，令人遗憾的是哈得孙功亏一篑，致使第二次探险活动又归于失败。但他仍没有丧失信心，又于1609年，乘“半月”号探险船进行第三次探险，由于船员没有和他甘苦与共的决心，使他这次探险又流产了。

1610年，哈得孙进行最后一次探险，也是其悲剧生涯中最后一次探险。这次探险哈得孙吸取了前几次的经验和教训，准备得比较充分，他征到了一艘“发现”号大船，队员数量也增多了，哈得孙的两个儿子也在“发现”号上。5月底他们到达冰岛，7月到格陵兰岛南端后改向西航行，很快他们通过一段冰区向西航行后又往北驶，途中发现和探查了一些新岛屿海岸和海角，进入了一个海峡，哈得孙估算这个海峡大约有1400多公里长，这就是“哈得孙海峡”。通过海峡后，“发现”号进入到一个开阔的海域，面积为120万平方公里，每年10月末开始结冰，次年6月下旬解冻。经过测量，这一海域水很浅，一般深度30~60米，最深处不过200米，这片美丽、广阔的水域就是今天的“哈得孙湾”。可是，当“发现”号航行到哈得孙湾西部，就再也找不到向西航行的海路。此时，冬季来临了，他们只好在简易营房里呆到第二年6月天气转暖，但是，海冰又阻住了他们航行的道路，食物越来越少，哈得孙对食物实行严格的控制，船员情绪被激化。6月12日，船员发生叛乱，哈得孙和他大儿子及几名水手被叛乱分子拖到一艘小艇上。小艇既无动力、又无食物，处于茫茫的冰海之中，后果可想而知。哈得孙等人为航海探险事业献出了生命。尽管前后四次探险他都未能打通新航路，但他的探险发现和不屈不挠的精神却给后人以极大的鼓舞。

继哈得孙之后，在不断掀起的探索北极的热潮中，英国极地探险家约翰·富兰克林可谓最悲壮的献身者。1844年，富兰克林率领一支129人的庞大探险队，乘坐当时动力最大，装备精良的两艘三桅帆船，“阴阳界”和“恐怖”号前往北极探险，尽管这两艘船都装备有蒸汽机、螺旋桨推进器和前所未有的热水管系统，但仍对付不了那漂忽不定的浮冰，最后在一个塞满冰块的狭窄水道中，进退两难，探险船被整整滞留了两年，结果还是被挤成碎片，船员们只好弃船徒步南撤。这时，疾病、寒冷、饥饿和疲惫降临到他们头上，富兰克林鼓励同伴继续前进，在极地黑夜来到之前向南前进，白天慢慢地越来越短，全队129人无一生还。富兰克林虽然长眠于寒冷的冰乡，但他曾深入到维多利亚海峡，为以后开辟北极航路打下了基础。在以后十多年里，先后有几十支探险队始终不渝地对北极地区进行探险。其中最最有成绩的是挪威探险家南森和阿蒙森，以及年过半百的美国海军将军波利。

作为一位杰出的极地探险家，南森早在 1888 年就用狗拉雪橇首次横穿了格陵兰南部的冰雪大地。1893 年，他在总结前人的经验教训下，设计了一艘没有龙骨，底部是半圆形的不怕浮冰挤压的特殊船“前进”号，浮冰是不可能将它挤碎的，他准备将它冻在冰里随浮冰一起漂向北极去作一次奇特的旅行。1893 年 6 月 24 日“前进”号在勒拿河三角洲以北，北纬 77 度 44 分处冲入冰块之中。一直漂流了 1 年零 3 个月的时间，到 1894 年底船只漂流到北纬 83 度 24 分的海区。这时浮冰层不再向北移动了，南森决定弃船探险，最终到达北纬 86 度 14 分，离北极不过 224 海里了。这是人类 19 世纪最深入北极区的一次。南森和船员在那里整整穴居了 8 个月，开春又继续前行，凑巧的是“前进”号居然也在同一天从斯匹卑尔根北面冲出冰块。这艘坚固的小船经历了 35 个月的航行，终于载着他们的船员凯旋而归。这次北极探险使人们对北极有了更深的了解。北极并非一块大陆，而是一片充满冰雪的汪洋大海，南森为探索北极立下了不朽的功勋，他的活动被列为 19 世纪最伟大的事件之一。

南森虽然成了深入北极心脏地区的第一人，但他仍然没有达到开辟极海航道的目的，也没有踏上地球的北极极点。阿蒙森决心向极点冲击，他在南森的帮助下，实施开辟北冰洋西北航道的探险计划，阿蒙森和 6 名船员驾着小船，与浮冰风浪顽强地拼搏着，在北极地区度过了三个严冬。1906 年 9 月，他们终于穿过北极海区，从大西洋来到太平洋的威尔士角，打通了 400 多年来人们梦寐以求的东西之间的极海西北航路。可是遗憾的是，阿蒙森却没有摘取第一个到北极点的桂冠，获此殊荣的美国海军将军波利。1902 年 7 月，波利率一支探险队乘“罗斯福”号出航，向北极极点进军。探险队在离北极只有 660 公里的埃米斯米尔岛北端的冰岸乘狗拉雪橇向极点进发。1903 年 4 月 1 日，波利探险北极点的主力队仅剩 6 人，此时离北极点只剩下 213 公里。探险队以每天 40 公里的速度向北极点艰难的跋涉，终于在 4 月 6 日胜利抵达极点，拿下世界第一个极点堡垒。

北极点的被征服，吸引和激励着各国的探险家和科学家继续深入考察。不少科学家甚至献出毕生的精力。法国女生物学家多米尼克·埃琳就是其中的佼佼者。这位来自法国北部庇卡底的女生物学家，特别偏爱北极生物的研究，而且成就喜人。在北极研究生物，不同于温带地区，零下 30 多摄氏度的低温是不足为奇的，伴随着严寒和风暴还将遇到许多意料不到的困难。但埃琳却不畏这些艰险，长年的极地磨练，练就了她勇敢坚强的性格。为了表彰她的杰出成就与勇敢奋斗精神，1989 年法国政府授予她“庇卡度的妇女”光荣称号。

在北极考察活动中，最扣人心弦的是那些依靠自身体能，徒步闯北极的英雄。1991 年 3 月，3 名挪威人：28 岁的盖尔·兰德贝，27 岁的厄林·卡盖和博格·奥斯兰在没有任何外援的条件下，徒步滑雪闯北极。刚一踏上征程，高压气流和漂流雪就阻碍了他们前进的行程。滑行到第九天，盖尔的雪橇便不幸滑进冰缝，扭伤了他的背，盖尔不得不中途退出。剩下的两人继续向北极点前进。他们在危机四伏的冰面上曾八次化险为夷，在北极夜间太阳照射下，冰面变得光滑了。于是，他们的滑行速度加快，当北极点已距离不远时，他们两人都已精疲力尽，几乎是举步维艰。为了赶在英国徒步探险队的前面，厄林和博格强忍肉体和精神上的痛苦。每天滑行 15 小时，常常 24 小时处于极度紧张状态。由于过度紧张，他们两人的双脚麻木，以致滑过北极极点，

深入到前苏联一侧 550 米处。他们高兴得紧紧拥抱在一起，无力地瘫倒在雪原上。在睡梦中，他们才随着漂移冰又漂回北极点。

人类虽然以各种方式征服了北极点，但对北冰洋及北极层下的秘密始终没有真正揭示。为了探索古代大气，推知未来大气的变化，解开千年冰封之谜。从 1991 年起，一批美国的科学家抵达格陵兰，他们在那里竖起了特制的钻机，执行历时五年的一项科研计划，科学家们准备在几个特定的区域钻入 2000 米深的冰层，取出冰样，以研究 20 万年前至今的天气成分及气温的变化。格陵兰从古至今终年飘雪，由于气温低，积雪并不融化。下雪时，雪花中约带 10% 的空气。这样年复一年，积雪一层又一层，当下面的雪被压成冰块时，雪中的空气就形成一个个小气泡。这些小气泡就是当时空气的宝贵标本，通过这些标本，科学家们便可测知当时大气中各种成分的含量，尤其是氧气和二氧化碳的含量，由于冰样几乎连续地提供了 20 万年前至今的空气标本，因此到计划完成时，人们对地球大气系统的历史变化将有一个完整的了解。

冰层和树一样，也有年轮。因为不同年份下的雪积累起来时，有明显的两个界面，所以人们用肉眼就可辨别计算出距今几百年的冰样的确切年代。但到了一定深度冰层受到了巨大的压力，分层逐步消失，科学家们只好用计算机模拟下雪与累积过程，然后计算出探度与冰样年代之间的关系。历史上的火山活动也有助于确定冰样的年龄，火山喷发时，大量的火山灰进入大气，又随着降雪来到了北极，科学家通过测定冰中的化学成分，然后参照历史上大规模火山喷发的年代，就可确定一批冰样的准确年龄。对于极深处的冰样，科学家们是通过测定其中碳同位素的含量来估计其形成年代的。

当然，要全面探索北极洋的奥秘，单靠一两个国家的力量是远远不够的。近年来，世界各国越来越呈现出加强联合考察之势。1993 年 7 月 28 日，来自 25 个国家的 110 名科学家组成了一个大型考察团，乘坐一艘考察船首次前往北冰洋永久冰区进行深海钻探，以获取有关地球环境史和气候史的新资料。

## 7. 库克及其南行人

北极的探险充满了艰难险阻，南极大陆的发现和极点的征服，同样经历了无数的坎坷和磨难。麦哲伦渡过太平洋之后，人们已知北半球陆地很多，南半球陆地偏少，觉得这似乎不太平衡，便猜想南半球应该有一个面积很大的洲。有的地理学家甚至在南极附近画出一块假想的陆地，称为“未知的南方大陆”。有的国家幻想南方大陆会有大批奴隶和黄金，可以抢掠。所以到南太平洋寻找陆地的人，比到北太平洋的多。1768 年 8 月，英国海军上尉库克指挥排水量 370 吨的“努力”号，从英国普利茅斯港拔锚开航。此次航行的目的是勘察太平洋南部是否有南大陆存在。

“努力”号从英国穿过大西洋南下，绕过南美洲南端，进入太平洋。随后，该船直驶新西兰，并首先到达新西兰的北岛。当时，一些老航海家认为这块陆地就是南大陆的边缘，库克却没有盲从，而是命令“努力”号沿海岸航行一周，证明它只是一个较大的岛，却不是大陆，他发现北岛南面还有一块陆地，与北岛隔了一个海峡，库克又沿着海岸，绕行一圈，结果又回到老地方。于是库克宣布，这也不是大陆，只是一个较大的岛——新西兰岛。库

克根据探查，绘出了新西兰的地图，这两个大岛之间的海峡，至今仍然叫作库克海峡。接着他向西北前进，到达澳大利亚的东岸，一直到达北端的约克角。“努力”号在穿过澳大利亚和新几内亚之间的托雷斯海峡后，先到新几内亚岛南海岸停船靠岸。其后又到巴塔维亚停泊，后来，“努力”号穿过印度洋，绕过好望角，到达圣赫勒拿岛，于1771年6月11日在多佛尔海峡附近的一个英国小岛抛锚停泊。

库克的第一次航行花了三年零七个月，因为英国政府希望在更南的地方找到大陆。1772年7月13日，库克率领轻巡洋舰“决心”号“冒险”号再次从英国普利茅斯下水，他们经过非洲南端好望角，进入印度洋。不久，船队就朝着东南方向前进，途中没有见到任何陆地。一天，船航行到南纬57度时，突兀在眼前的是一座高大的冰山，巨大的冰块互相撞击，发出震耳欲聋的声响，长时间回荡在海面上。可是，更可怕的是冰山隐匿在水下的部分，船如果撞上，就会粉身碎骨。“决心”号和“冒险”号上的船员格外小心地注视冰山靠近，以尽早实施回避。一直到1773年5月，库克他们仍未发现任何陆地的影子。他们决心继续向南航行，寻找南方大陆。这年10月，南航途中刮起大风雪，等风雪稍停时，同行的那艘船已经无影无踪了。库克只得单独驾驶一艘船，继续航行。库克的船最南的航行处曾达到南纬70度，这在当时是人类到的最南方。但库克在这儿没有找到大陆。库克按顺时针方向绕着南极转了一圈，多次到了南纬70度以南，距南极只有2000公里左右，仍然没有见到任何陆地的踪影。库克只好结束其第二次探险活动，回到英国后他错误地宣布：南极不存在大陆。他的这番话，使得此后50年，再没有人去南极附近寻找大陆。

1776年，库克又开始了第三次航行。但这次他是要看看太平洋北部究竟有没有陆地。船队一直航行到北纬71度处，到了威尔士角。经过探测，威尔士角对面不远的陆地就是亚洲大陆的东端，这里是太平洋最北的地方，穿过白令海峡，船队在北极圈里继续航行，但是没有找到通往大西洋的航路。北半球的秋冬季节来临了，库克只得忍痛下令返回，“决心”号和“发现”号于1778年11月26日抵达夏威夷，在和岛上土人的争执中，麦哲伦死于马克坦岛的悲剧，在这里又由库克重演了。英国又失去了一位杰出的航海探险家。

库克对太平洋的三次考察，北出白令海峡，南近南极大陆，范围极广，前无古人。他考察了澳大利亚东岸，确定了新西兰岛形，探访和发现了南太平洋喀里多尼亚群岛等无数岛屿，从而廓清了长期困扰着人们的“南方大陆”的问题；他第一次发现了中太平洋极具战略意义的夏威夷群岛；他仔细探查了北美太平洋沿岸，结束了长期以来欧洲人对所谓“西北航线”的追求。总之，在近三个世纪航海前辈无数次成功与失败的基础上，库克全面考察了太平洋，基本解决了一些长期悬而未决的问题，给太平洋早期探查事业，画上了句号。

半个世纪过去了，几乎没有人再到南极周围海域进行“毫无希望”的探索航行，然而，许多人却并没有轻易相信这个论点。1819年7月，俄国探险家别林斯高晋，奉沙皇亚历山大一世的命令，率领9000吨的“东方”号和530吨的“和平”号向南行驶到库克没有到过的海域，寻找南极大陆。他们从俄国西部海港克琅施塔得出发，沿欧洲西岸南下，经加那利群岛西航南美洲，到麦哲伦海峡东南方的南乔治亚岛，再向南，又驶达南桑得韦奇群岛。这年年底，他们继续向南，船从许多浮冰中穿过，浮冰不时地撞着船舷。1821

年1月，别林斯高晋第一次见到南极洲大陆的边缘，并把该岛南面海洋叫做别林斯高晋海。别林斯高晋船队仍然竭力更迫近南极。1821年1月10日，经过一年半的艰苦航行，他们终于看见了一块高出海面的陆地，海岸覆有皑皑白雪，陆地上的悬崖峭壁，因太陡而无法积雪，露出了黑色的岩石。这是人类第一次看到的实实在在的南极陆地。又过了7天，他们又发现了一块陆地，后来才知道，这个岛是南极洲最大的岛。面积将近6万平方公里。接着，他们又围着南极洲转了一圈。比起当年的库克，他们进入了更南的地区，并且在冰海中航行了更长的时间，特别是首先发现南极大陆。此消息一传出，不少国家重新组织人员到南极寻找陆地。1838—1843年间，美、法、英三国都先后派出探险队到南极去。第一个打破南进纪录的是法国杜蒙·德乌尔维尔领导的探险队，他最先测量了南半球诸海洋的地磁情况。1840年，英国航海探险家罗斯一直深入到南纬78度10分的海域，这远比别林斯高晋所到的地方更南，在这里，罗斯发现一座巨大惊人的冰墙，它有20层楼那么高，800公里长，无法攀登。为了纪念罗斯的功劳，后人把这座冰墙命名为“罗斯冰障”；一座火山小岛命名为“罗斯岛”，紧临冰障的海洋，称为“罗斯海”。1898年，挪威航海家包尔赫格列文第一个登上南极洲大陆。

南极点上第一面被升起的国旗是挪威国的国旗，由挪威人阿蒙森于1911年10月19日第一个踏上南极点时亲手升起的。阿蒙森是从设在鲸湾的基地开始向南极出发的。由52只狗拉着4架雪橇，带着远远超出正常需要量的运输工具及粮食储备，在前进途中，他建立了许多供应品储藏点，还用雪在沿途树起一座座路标，从而使他们在到过南极之后能顺利返回。他和另4个人乘雪橇走了160公里，此后又由狗拉着雪橇前进了500公里，顺利地走完了征途的一半；后一半路上冰隙纵横，险象环生，出于安全需要，他们每天只前进20公里。1911年12月14日是阿蒙森一生中最辉煌的一天——探险队终于抵达了梦寐以求的南极点。阿蒙森探险队继续在极点2700米的高地上停留了三天三夜。1912年1月25日，阿蒙森等人胜利返回。全世界都为他们欢呼，阿蒙森不仅是挪威而且也是世界探险史上的杰出英雄。从此，南极点不再是人类足迹的禁区。

南极点虽然被征服，但南极一直被人们喻为“神秘的第七大陆”，它吸引着无数的科学家、探险家去了解、揭示它。南极洲是地球上最冷的大陆，约有98%的面积为冰雪覆盖。前苏联东方站曾于1960年8月24日在南极测得了现今世界上最低的温度：—88.3摄氏度。同时南极恶劣的自然环境使得它比地球上其它大陆的动、植物的种类数量都少得多。不过，南极洲的水资源却是世界上首屈一指的，油气和矿产都名列世界前茅。

为了使这些财富造福于全人类，长期以来许多人为此做出了种种努力。为了系统考察南极，第一个在南极洲上建立永久性探险基地的是美国海军军官理查德·伯德，于1928年12月2日在罗斯冰障的鲸湾附近建立的。翌年1月27日，伯德第一次驾机向南，发现并命名了洛克菲勒山脉。以后，南极已有越来越多的地区被考察过了，但它的大陆在大西洋沿岸地区的地图上仍只被画了一些星星点点的虚线，还没有人涉足过。在离人类首次登上南极大陆已过去了40年之际，南极大陆的轮廓仍没有清晰地标上地图，不少人对南极洲究竟是不是一块完整的大陆还模糊不清。为了彻底弄清这些问题，理查德·伯德又两次率队考察南极，其中1946年的第四次考察规模最大，成果最显著。其西行分队在东经70~80度之间发现了美洲高地，并校正了早期的威

尔克斯地图。东行分队则详细地考察了南极大陆太平洋海岸的大部分地段。这次考察除了印度洋沿岸的 1000 公里长的海岸线外，南极洲其余海岸线的考察任务全部完成。自此次考察勘探之后，就基本上形成了今天地图上的南极轮廓形状。

人类第一个在南极大陆留下足迹的女性，是一名挪威人，叫卡罗琳·米格尔逊。从此后，南极考察队中女性的数量与日俱增，还有女性留下过冬。50 年代后期，对南极洲的考察、探险进入了国际阶段。1957 年 7 月 1 日至 1958 年 12 月 31 日，第三届国际地球物理年期间，前苏联、美、英、法、新西兰、比利时、挪威、日本、智利、阿根廷、南非和澳大利亚 12 个国家先后派出大批科学家踏上南极大陆，建立了科学考察站。1959 年 12 月 1 日，上述 12 国在华盛顿签署了《南极条约》，于 1961 年 6 月 23 日正式生效。《南极条约》规定：在南极地区的活动只能是为了和平目的的科学活动，禁止设立军事基地和进行武器试验，禁止核试验。确保自由地进行科学调查和国际合作，成果发表和科学家间的交流，允许对各国在南极的活动进行自由的核查、视察等等。

1989 年 7 月 28 日，南极考察探险史上又揭开了新的一页。由美国、法国、前苏联、英国、日本和中国，共 6 国 6 名队员组成的国际徒步横穿南极考察队，从南极半岛的拉尔森冰架北端的海豹冰原岛出发，开始了人类历史上第一次由西向东徒步横穿南极大陆的壮举。中国参加这次考察的冰川学家秦大河，凭着坚韧不拔的意志，顽强的努力，终于成为中国历史上第一个徒步登上南极点的人，第一个由西向东横穿南极大陆的人。同时，他也是世界上第一个徒步跋涉于南极点与前苏联“东方站”之间，并在此间采集冰雪样品的极地科学家。这次考察，唯有中国和前苏联政府选派了具有高级职称的科学家参加。尽管横穿南极路途艰辛，险情迭生，但来自六个不同国籍的考察队员的信心和决心始终没有动摇。最后，他们终于顺利地通过南极半岛的冰裂隙区，穿过了南极点到前苏联东方站之间的不可接近区。

其实南极的冰层下也并非死寂一片，现已据科学家探明，南极大陆及周围岛屿有不少露天火山，其中最大的是位于罗斯岛上海拔 3474 米的埃里伯斯火山。另外，南极大陆曾经生长过树木，这是由 1992 年美国俄亥俄州立大学古生物学家迪斯、托马斯和罗宾取得的化石证明的。南极大陆已存在 1 亿年之久，但直到 3700 万年以后，才开始有冰雪。南极大陆曾有过几次温暖时期，生长过参天大树。

南极的真面目日渐展露，可是这块洁白无瑕的圣地近年来随着人类足迹增多，愈来愈多孕育着日益增长的危机。在南极众多的考察站和基地迄今没有任何基地找到净化污染和对付垃圾的有效途径；南极洲的资源丰富，但是一经开采，必将产生大量灰尘，将冰雪表面染成黑色，冰由此吸收大量热量而融化，殃及一些沿海城市。随着科学技术的进步，人类对南极的研究也将更进一步，更全面。但也让我们记住：人类只有一个南极，当我们尽情享受南极带给我们财富时，请爱护南极，让这片原始的雪原永远拥有它纯洁朴实的面目吧！

## 8. 皮卡德父子携手建奇功

奥古斯特·皮卡德的绝妙设想，成功地解决了潜水器在深海容易出事的

难题。这位皮卡德先生是布鲁塞尔大学的一名教授，并且是瑞士著名气象学家。本世纪初，欧洲人对用气球升空很感兴趣，皮卡德也对此着了迷，曾多次乘坐气球升上天空，当时的气球十分简陋，不但飞不高且乘员坐在无遮盖的吊篮里，经常受到高空严寒和空气稀薄的威胁，很多人在飞行中惨死在吊篮里。奥古斯特·皮卡德在研究了各种各样的气球后，很快设计出一种铝制密封舱来代替吊篮。1913年，皮卡德乘坐自己设计的气球上升到平流层，在水平方向上飞越了德国和法国，创造了当时气球飞行的世界纪录。

1933年，皮卡德参观了在美国芝加哥举行的世界商品交易会，在交易会上他偶然结识了曾多次潜入深海的美籍海洋学家贝比，两人一见如故，马上成为好朋友。贝比对事业的执著追求及他所描绘的海底奇观，深深地吸引住了皮卡德，皮卡德决定改弦易辙，把研究对象从天空转到海洋。作为一名杰出的科学家，皮卡德自然极重视设备的系统性和科学性，他详细研究了当时世界各国的所有深潜器，总结了以往深潜的经验和教训，找到了问题的症结。皮卡德认为，要使深潜器下潜到2000米以下，必须在深潜器上加一个压力舱加以保护。他还大胆地把气球密封舱的原理应用到潜水器的改进上，设计出一种独特的“水下气球”式深潜器。“水下气球”式深潜器大致可分为两部分：钢制的潜水球和像船一样的浮筒，两者紧密相连，成为一个整体。浮筒内充满比海水比重小得多的轻汽油，为潜水器提供浮力；同时又在潜水球内放进铁砂等压舱物，以助它下沉。采取上述措施后，潜水器就可以完全抛掉系缆绳，在海洋里自由沉浮，随意航行了。

皮卡德的设计振聋发聩，引起世界各国海洋科学家的普遍关注。这使皮卡德兴奋不已，更加夜以继日工作。就在他事业即将取得成功时，第二次世界大战爆发了，皮卡德的研制工作被迫中断，他精心设计的方案，只好束之高阁。二战结束后，皮卡德又重新燃起制造深潜器的欲望。他在比利时国家科研基金会的资助下，在安特卫普建成了第一艘“水下气球”式深潜器——“弗恩斯”三号深潜器。1948年11月3日奥古斯特·皮卡德开始正式向深海发起冲击。这天，一艘形似热气球的深潜器缓缓潜入水中。该深潜器的载人舱是一个直径约为2米的钢制球壳，除了控制仪器外，球壳内仅仅能够挤下两个人；载人舱与一个装有2.8万加仑汽油的油箱相连，以产生足够的浮力。为了能够在海中浮游，以及能够下潜与上浮，与载人舱相连的还有充气的气箱和被电磁力吸附的铁块。深潜器上浮时通过排出球内的水和抛弃铁块来实现；下潜时则靠排出汽油，在剩余的油箱空间注满海水，以增加重量。第一次试验时，奥古斯特·皮卡德与英纳德小心翼翼地把深潜器潜到水下26米处，虽然深潜的深度并不大，但这次实验却向世人昭示，不需要系留钢缆控制，只需艇上的驾驶员控制，同样能够完成自由升降。初次尝试成功后，皮卡德决心向更大深度进军。为了保险起见，皮卡德设计了一套遥控装置，并由它来控制深潜器工作。第二次试验，深潜器下到了1370米的深度。当它完成任务浮出水面时，整个深潜器几乎面目全非：载人舱严重进水，雷达天线丢失，外形因受到巨大的海水压力作用而扭曲变形。尽管如此，奥古斯特·皮卡德仍激动万分，他多年的心血终于结出硕果，人类自由潜入海底的梦想变成了现实。由于他的研制、发明，使人类向深海探索的历程中又进入了一个崭新的纪元。但是仅凭“弗恩斯”三号向更深的海底进军肯定是不行的。在不断探索的精神激励下，皮卡德决定研制更新、性能更好的深潜器来实现向海洋最深处挑战的夙愿。



一年之后，他带领他的儿子杰昆斯·皮卡德来到了意大利东北部的港口城市——的里雅斯特。在瑞典有关部门的支持下设计他的第二艘深海潜水器，杰昆斯·皮卡德生于1922年，从他懂事那天起，他的父亲就有意识地培养他对海洋及深海探险的兴趣，逐步把儿子引导到自己为之奋斗一生的潜水事业上。在父亲的循循善诱和悉心教导下，杰昆斯·皮卡德很快成长起来了。十几岁时他就成为父亲的得力助手，20几岁便成为世界上第一流的深潜器设计家和深海探险家。1952年，奥古斯特·皮卡德在他儿子杰昆斯·皮卡德的协助下研制建成一艘新型深潜器。这艘深潜器长15.1米，宽3.5米，艇上可载两三名科学家。皮卡德父子为了感谢的里雅斯特市民的盛情，特地将它命名为“的里雅斯特”号。1955年的一天，皮卡德父子驾驶着“的里雅斯特”号潜入1088米深的海底，由于下潜速度过快，当深潜器重重地落在海底上时，急速溅起的海底淤泥顿时遮挡住深潜器观察窗的视线。他们紧急抛掉艇上的一些铁块后，“的里雅斯特”号开始以每秒1米的速度上升，这时周围的光线渐渐地变亮起来，由黑色变成灰色、蓝色，最后“的里雅斯特”号浮出了撒满金色阳光的海面。第二次在第勒尼安海，皮卡德父子乘坐的深潜器达到3048米深的海中，又一次创下了人类深海潜水的新纪录。同年9月，“的里雅斯特”又一次载着皮卡德父子再次刷新了纪录，他们在地中海下潜到3150米的深处。1954年，年逾古稀的皮卡德退休了，岁数和体力都使他感到力不从心，加上层出不穷的新课题，更使他遗憾自己有生之年无法完成潜入深海最底部的宏愿。于是，他便把自己所有的知识全部传授给儿子，把希望寄托在杰昆斯·皮卡德的身上。

1955年的一个偶然机会，小皮卡德结识了美国海军研究局欧洲办公室的海洋学家罗伯特·迪茨。这位科学家立即意识到皮卡德研制的深潜器极有可能打开通向“海底龙宫”之门，而且这种潜水器在军事上有着重要的价值，将在未来水下作战和探测等方面发挥其它任何装备所起不到的作用。当然，最使美国科学家和军界感兴趣的是，“的里雅斯特”号上所做的声音传播实验。杰昆斯·皮卡德利用深海中含盐量和水压很高，水下声音传播速度是空气中传播速度5倍的特点，可以较早听到远处海底火山的爆发，鱼类的游动和海中其他动物角逐角斗的微弱声音。饶有兴趣的美国海洋科学家还乘坐“的里雅斯特”号遨游海底，大饱了眼福。并为之拍手叫绝。1958年，“的里雅斯特”号以高价卖给美国海军。杰昆斯·皮卡德也被邀请作为研制海潜器的顾问，在皮卡德父子的精心组织和直接领导下，美国海军又从德国购置了一种耐压强度更高的克虏伯球，以建造新型的“的里雅斯特”号深潜器，使之具有下潜11000米深度的能力。1958年，新的“的里雅斯特”号改建成后，首次试潜就达到5600米的深度，第二年又潜深到7315米。此后，试验小组即着手制订了向世界最深渊——马里亚纳海沟的“挑战者深坑”进军的计划，并把这次计划命名为“浮游生物计划”。

1960年1月，新年刚过没多久，美国驱逐舰“莱维斯”号缓缓驶离码头，驶向马里亚纳的海沟测量它的最深度。1月23日上午8时，“莱维斯”在距关岛西南354海里的海面上，测得此处的海沟深度为10058.4米，这个深度已接近以往测得的海度最大深度。为此，主持人赖赫尼茨博士决定：“的里雅斯特”号深潜器从这里下潜，去完成前所未有的重大深潜任务。当海洋调查船“温达克”号拖着新型“的里雅斯特”号赶到下潜点时，此处海域上空狂风大作，海面上怒涛巨浪接连拍打着“温达克”号及“的里雅斯特”号

深潜器。排水量只有 150 吨“的里雅斯特”号被海浪摔打得狼狈不堪。艇上的电话，计速器，垂直海流计等均遭受严重损毁。杰昆斯·皮卡德看到他心爱的深潜器伤成这般模样，心里难过极了，多年研制成功的深潜器尚未拼搏难道就要功败垂成，把毕生精力献给深潜事业的老父亲难道等待的只是失望和沮丧的消息吗？小皮卡德经过仔细检查发现“的里雅斯特”号深潜器本身并未受损，他和有关人士略一商量决心继续下潜。8 点 15 分，杰昆斯·皮卡德和他的助手，美国海军上尉唐·沃尔什信心十足地爬进深潜器，关上重达 9 吨的舱门。唐·沃尔什曾经过多次试验，对“的里雅斯特”号的性能是十分了解的，他这次除配合皮卡德完成这项人类壮举外，还准备在这之后正式从小皮卡德手中接管“的里雅斯特”号。

新型的“的里雅斯特”号深潜器从“温达克”号海洋调查船上被缓缓放下，触水的瞬间飞溅起巨大的浪花，淹没于深蓝色的海水之中。新型的“的里雅斯特”号的耐压球直径为 2 米，壁厚达 127 毫米，能承受 1500 个大气压，足以保证安全下潜到 11000 米的深海。此时，小皮卡德镇定地膘了一眼手表，时间是 8 点 23 分。“的里雅斯特”号压载舱缓缓进水，深潜器开始下沉。突然，像是受到猛然撞击，紧接着向上弹起，原来它遇到了海水密度急剧变化的温度跃变层。小皮卡德打开油箱阀门，放掉了一些汽油，深潜器继续开始下潜。在潜深近 200 米的过程中，停留了几次。9 点时，深潜器到达水下 244 米处，这时周围的海水能见度开始降低，而巨随着深度的增加，外面海水的温度也越来越低，深潜器一路下潜，直插向深深的海底。到了水下 700 米时，周围漆黑一片，打开艇上探照灯，只见水中浮游生物的尸体碎屑或生物粪便在灯光照射之下像漫天雪花，飘飘荡荡。11 点 30 分，深潜器到达 7900 米深处。皮卡德和沃尔什再次打开探照灯，想观察一下周围宁静的世界。但是，探照灯光照射之处什么也没有发现。此时，艇上却发生一些小故障，驾驶室侧面有几滴海水渗入，两起小碰撞炸裂了舱内的一块有机玻璃。当到达 8840 米深处后，因为这里的海沟只有 6 公里宽，弄不好深潜器会与海沟边缘相撞，如果那样就将前功尽弃，甚至永远沉入海底喂鱼虾。于是，“的里雅斯特”号释放了重 6 吨的铁块，下降速度减至了每秒 0.6 米。

“的里雅斯特”号渐渐潜至 9900 米，忽然传来一阵阵沉闷的爆裂声，密封舱也同时被震得摇晃起来，小皮卡德和沃尔什上尉顿时紧张起来，他们知道在海底任何疏忽大意都意味着艇毁人亡，后果将不堪设想。他们关掉所有仪器，检查爆裂声来自何方，舱内没有故障，显然声音是从耐压壳球体上传来的。在死一般的沉寂中，这种爆裂声很轻但极清晰。他们抓起电话准备向赖赫尼茨博士报告，谁知屋漏偏遭大雨！这时电话又失灵了，这一下更加剧了他们的紧张心理。小皮卡德和沃尔什上尉面对严峻现实，简单商量了几句，还是决定向最深的海底冲击。

1 点 56 分，“的里雅斯特”号上的回声探测仪发出了即将到达海底的信号。他们俩都非常激动，此时离“挑战者深沟”只有 91.5 米了。12 点 6 分，“的里雅斯特”号走完了这段最后的航程。探照灯光照亮了覆盖着硅藻层的海底，青铜色的海底看起来还比较坚硬，能够承受住深潜器的重量。“的里雅斯特”号先碰到海底的是一些起引导作用的绳子，然后才稳稳地落在上面，到达这个“世界之渊”。此时，杰昆斯·皮卡德激动地抓起电话叫了起来，刻不容缓地向世界宣布这一喜讯，但他早已忘记电话失灵了。

探照灯光打开了，光线第一次照亮了这幽暗的海底。小皮卡德与沃尔什

睁大眼睛透过 15 厘米厚的有机玻璃舷窗，仔细地观察着：静谧的海底有一只长约 30 厘米的美丽红虾，一条约 30 厘米长、15 厘米宽的扁平状鱼，睁着微突的双眼悠然自得地游动着。不一会，这条突眼扁平鱼便倏地钻进青铜色的海底淤泥中，不见踪影了。海洋生物学家长期以来争论不休的万米深海是否有鱼类生存问题，顷刻之间便迎刃而解了。小皮卡德抓紧时间，首先测量了水温，“挑战者深坑”的温度较低，仅 3.33 摄氏度，但比 3600 米深处的温度还要高一些。然后，他们又测量了海底放射性现象。最后，他们又用取样器挖取了一些黄色软泥，这些黄色软泥的主要成分是一种单细胞硅藻。

深潜器就要离开海底前，沃尔什上尉再次抓起电话，高声喊道：“‘的里雅斯特’号在海底报告，‘挑战者深坑’的深度为 11022 米，报告完毕，请回话！”“祝贺你们！”电话竟然意外地接通。事后才弄明白，无线电一度失灵是由于一群海洋浮游生物捣的鬼。这群海洋生物非常密集，阻碍了声波的传播，给上下联络的人们带来了一场虚惊。激动的消息立即传遍了全美国和全世界，它向世人证实：人类不仅能将卫星送入太空，而且也能乘深潜器到达万米深的海底。76 岁的老皮卡德更是激动万分，摘取深海探险桂冠的夙愿终于由他的儿子完成了。

观察镜的裂纹在灯光照耀下清晰可见。小皮卡德和沃尔什深知在 1100 个大气压环境下，深潜器耐压球上还承受着 15 吨的压力，随时可能出问题，于是决定由原计划 30 分钟的停留时间减至 20 分钟，时间一到，小皮卡德按下压载抛出电钮，一束铁丸从深潜器底部倾泻出去。“的里雅斯特”号开始像气球一样向上飘浮。经过 3.5 小时的上升，终于冉冉升出海面，回到阳光照耀的世界。低空盘旋的美国海军飞机，摆动着双翼向这两位深海挑战者致意，驱逐舰也疾驶而来，鸣放礼炮向他们祝贺，小皮卡德和沃尔什眼眶中噙满了激动的泪花，向欢迎的人们频频挥手致意。几天后，美国总统在华盛顿亲自给杰昆斯·皮卡德和席·沃尔什颁奖。“的里雅斯特”号被拖回基地后，专家们对它进行了全面检查。他们发现这个直径 2 米，壁厚 127 毫米的金属壳体，在万米深海的巨大水压下，直径竟缩短了 1.5 毫米。“的里雅斯特”号取得深潜冠军称号后，又进行了多次水下深潜，为人类向海洋进军继续作出贡献，1964 年，“的里雅斯特”号退役，被陈列在美国州立博物馆里，而皮卡德父子的业绩将永远载入人类探险家的光辉史册。

继“的里雅斯特”号深潜器完成世界上最深处的探险壮举之后，科学家们更加紧了对深潜器的研究，深潜器的发展速度更加迅猛。但在很长的时期内，深海探索领域及深潜器的发展一直为美国垄断。近 10 多年来，我国研制的深潜器逐渐崭露头角，逐步跻身于世界深潜器先进国家的行列，我国第一艘载入深潜器救生艇于 1988 年投入使用，成为目前世界上少数几个掌握潜艇水下对接技术，并实现人员转移的国家之一。这艘深潜救生艇长 15 米，排水量 35 吨，最大下潜深度 600 米，可容纳 4 名艇员，每次对口救生人数为 22 人，在水下 220 米内可以开舱营救 6 名人员。艇上装有水下电视成像声纳，定位声纳以及机械手等设备，所以它还能兼顾海洋调查和海底勘探等任务。10 多年来，我国的无人遥控潜水器研制工作也取得了突出猛进的成果，研制的海人一号无人遥控潜水器，最大工作深度 2000 米，1980 年，加拿大国际潜艇工程公司又与上海交通大学通力合作，联合设计制造了两种作业型无人潜水器，现已提供给海上救捞公司使用，并在南海平台作业开发投标中一举夺魁。

## 9. 林克和他的“海底家园”

前苏联作家别里亚耶夫笔下曾描绘了一个水陆两栖人。他生就一双凸出的大眼睛，和青蛙一样的脚掌，身上长满蓝幽幽的银鳞。他能长时间地在水上生活，主要靠鳃部在海中呼吸。前些年，美国电视连续剧“大西洋底来的人”中的主人公麦克·阿里斯在水下生活的神奇功能，也深为中国观众所熟知和喜爱。这两个人物虽然都是科幻故事里的典型形象，但却寄托了人类对深海生活的无限情思及不懈的追求。

而人类怎样才能自由自在地在深海生活，成为名副其实的“海中人”，这个问题第一个障碍就是人体如何直接从海水中获取氧气。许多不畏艰难险阻的前人对此付出了宝贵的生命；也有不少先辈经过艰苦探索，取得了极辉煌的业绩。美国百万富翁爱德华·林克便是其中佼佼者和杰出的探索者。他建造一艘“海洋潜水员”号小艇，决定亲自指挥这艘用最新仪器装备起来的小艇深潜海底。

就在林克跃跃欲试，准备尝试邀游海底时，传来了美国海军军医乔治·邦德创造的饱和潜水理论，使他极为震惊和欣喜。所谓饱和潜水理论是区别于常规潜水（非饱和潜水）和不减压潜水的一种新型理论。它是利用潜水员在高压环境下长时间停留之后，机体内溶解的中性气体（氮、氦等）达到饱和状态下的潜水。邦德认为，潜水员在高压环境下过24小时之后，机体内吸收的中性气体就达到饱和。一旦达到饱和之后，无论潜水员在此高压环境下停留多长时间，减压时间将不随停留时间的延长而增加。因此，饱和潜水可以大大提高潜水作业效率。饱和潜水用的气体，除了在小浓度下用压缩空气外，其余都用人工混合气体，一般用氦、氮、氧、或氦氧混合而成，且各种浓度对配比有不同的要求。

饱和潜水理论的诞生，使得林克脑海中萌发了“海中人”的宏伟设想。这个设想大致可以分为以下三个步骤：第一步是水密电梯，潜水员穿上潜水服后，从海面上的母船甲板进入电梯，游向离电梯不远处的水下住房。第二个步骤是水下住房，这是一个充满高压混合气体的密封金属圆筒，潜水员可以打开水密门进入室内，脱掉潜水服，然后舒舒服服地在水下住房内生活和休息。第三个步骤是减压舱。当水下任务全部顺利完成后，潜水员便乘水密电梯顺利返回母船并立即进入减压舱。舱内的压力按预定程序慢慢地降低。几小时或几天之后，当压力降至一个大气压时，潜水员就可以从减压舱出来。这样就完成了一次饱和潜水的全过程。

林克的“海中人”三步骤设想既新颖，又建立在比较完善和科学理论基础之上，深为各国海军和海洋工作者所青睐。因此，许多组织和单位纷纷捐资赞助这项意义等同升天的潜水事业。为了加快进程，使“海中人”设想早日得以实现，林克决定亲自进行试验。当时，他已年过半百，可仍精力旺盛，夜以继日地工作着，1962年，倾注林克全部心血的“水下住房”试验即将进入全面展开阶段。这年8月27日，在地中海沿岸的维尔佛郎什，林克亲自乘水密电梯下到了水深18米处的水下住房，在那里他共呆了8个小时。然后又乘电梯回到海面，经过9小时的减压，一切都极为正常，他的感觉良好。不久，他又一次下到水下住房，呼吸着2.8个大气压的氦氧混合气（氦79%、氧21%）。这次他在水中呆的时间更长，约14小时，并在水下住房里用餐，

依然没有不舒服的感觉。林克为自己的初步成功兴奋不已，他知道自己迈出的第一步是坚实而正确的。但是，试验中也有一个怪现象缠绕着林克及其助手。母船上的助手抱怨林克在水下住房里讲话太快，水面上的人几乎无法辨听。后来，人们终于搞清楚：声音在氦气中的传导性能与在空气中完全不同，它增加声音的高音部分，又降低了声音的响度，所以在母船上的工作人员听到的声音既古怪又含混，尖声细气的。而且随着下潜深度的增加和混合气体中含氦量的不断提高，语音的辨别越来越难，最后干脆无法进行通信联络。

林克的目标决不仅限于十几米的海中。在取得第一阶段胜利后，他决定向 60 米深度进军。不过，这回他不亲自出马，而是挑选了一位当时世界上最出色的潜水员——比利时人罗伯特·斯特尼。9 月 6 日上午 9 时 55 分，斯特尼按照林克制定的方案，顺利地潜到水下 60 米深的“水下住房”里。将氦气含量增加到 97%。斯特尼在水下住房里休息一段，又“走”出住房到水中游泳，到海底进行考察，然后再回到水下住房里吃饭，睡觉。这座水下住房直径 1 米、高 3 米，房内四周安装了各种仪表后，所剩的空间就极为狭小。斯特尼只能坐在折叠椅上睡觉。由于混合气体中氦气的含量增高，母船上的工作人员根本听不清斯特尼说的话，但他们认为只要听到斯特尼的声音就心满意足了。天黑之后，水下住房越来越冷。一方面是由于海水温度很低，另一方面很重要的是氦气的导热率比空气要大 6 倍，因而水下住房及斯特尼体内热量散发特别快。他连忙穿上毛衣，打开水下住房内的电热器。斯特尼成为人类迎来海底之夜第一人，一直躺到 10 点多他才进入梦乡，翌日早晨 8 时，斯特尼已经顺利地海底度过了 20 个小时了。

斯特尼根据身体状况和感觉，他决定在水下住房内度过 48 小时，以创造出一项新的世界纪录。令人遗憾的是，海面母船上氦气供应不足，运送氦气的小艇又突遇地中海风暴而沉没。风暴狂涛又使系在吊车上的水下住房摇晃起来。面对随时可能发生的意外，林克命令斯特尼上来，并果断地下令把水下住房提升出海面，并将斯特尼转入减压舱。由于过去各国都没有人在这样的深度呆这么长时间，所以究竟要减压多长时间？林克心中无数。最后，斯特尼减压过程整整持续了 3 天 20 小时 30 分。这次试验取得许多珍贵的数据：人体能够毫无困难地长期忍受 7 个大气压力，呼吸氦氧混合气体可达 24 小时之久。

斯特尼的成功之举迅速在各国海军和海洋界产生轰动效应，作为“水下住房”的设计者——林克更是信心倍增。于是，他再次调整计划，在原有 60 米的基础上，加大深度，向海底 130 米进军。为了克服前一个水下住房舱室狭小的缺点，林克决心建造一座能让潜水员在里面舒服工作和睡眠的水下住房，他精心设计了一种用橡胶制做的充气膨胀篷，称为折叠式水下住房——海中人 2 号。林克又精心挑选了一位优秀的潜水员约翰·林德别尔格，让他和斯特尼一起完成这项计划。1964 年 6 月初，随着一声令下，“海中人 2 号”被徐徐地沉放到巴哈马群岛附近的 130 米海底深处。他们乘水密电梯下到距离“水下住房”仅有 5 米的地方，屏气游了过去。由于防水容器经受不住 130 米深度的高压而漫入了海水，导致所有的装置都失灵了。“水下住房”内一片漆黑，伸手不见五指，他们带来的手提电灯也在海底高压的作用下爆破了。更危险的是，两位潜水员的心跳加快，呼吸也变得急促，这两位有经验的潜水员立即意识到可能是空气净化器出了故障，二氧化碳过量造成的。他们想用备用的空气净化器更替，不料海底深处的高压使他们难以打开栓塞。幸亏

水密电梯离得近，斯特尼和林德别尔格拼尽全力才游回电梯里。空气净化器被进行紧急抢修，直到下午6时，才修复好，他们摸黑安装好空气净化器，又从容地修好电灯。他们两人在130米深的水下度过了寂寞寒冷的一夜。第二天他们又进行了3个小实验。下午13时20分，他们在海底已经整整生活了两天两夜，又创造了一项新的纪录。

人类认识事物总是循着由低级到高级，由简单到复杂这一过程而发展的，下潜试验亦是如此。目前，一些欧美国家已达到了下潜500米的水平。有关人士指出：从理论上讲，潜水深度可以达到1000—2000米，但减压时间将长达1~2个月；潜水员如果在此间患急症，现有的医疗手段将无能为力。

尽管如此，不少国家的专家和潜水员仍为此执著地追求，并朝着更大深度迈进。1969年，英国伊丽威勒斯托克实验室负责人本温特决定做一次更大深度——475米的下潜。本温特从一组人员中挑选出26岁的约翰·比文和21岁的彼得·沙普豪兹。1970年3月3日，一切准备就绪，整装停当的比文和沙普豪兹进入压力室。本温特使用了多级加压，即压力不断增加的方法。潜水员加压前后待续了3个多昼夜，最终到达近400米深度。在压力不断增加的过程中，他们的肌肉颤震程度也随之增大；但在中间“深度”逗留几昼夜期间，颤震慢慢停止。6日中午，比文和沙普豪兹完成了最后冲刺的准备。晚上，压力室的压力开始增加。达到412米的“深度”时，又作了一个小时的停顿，为的是再进行系统检查研究。6日到7日夜里，压力室的压力达到了457.5米的“深度”。比文和沙普豪兹在这个“深度”上，停留了10小时。他们共用8个多小时完成了各种各样的试验。除了对肌肉实施协调试验外，还做了大量的灵敏性及检验皮肤感觉等试验。3月7日早晨，开始减压。18日下午4时，比文和沙普豪兹胜利的结束了试验。离开了压力室。这次试验，不仅破了“深潜”纪录，而且通过试验获得极为丰富的资料。本温特的试验成功，世界各国反响强烈，很快，一股向更深“深度”进发的热潮被掀了起来，1970年11月16日，柯麦克斯公司两名潜水员：26岁的贝尔纳·罗依内和22岁的帕特里斯·谢曼开始了520米的下潜。在加压过程中，压力增加不仅按阶梯方式进行而且还按变速方式进行。从16日开始，仅下潜两天，深度即超过比文和沙普豪兹年前创造的深潜纪录。11月19日，他们两人到达了518米的深度，其压力几乎是正常压力的53倍。从下潜试验中获得的资料表明，离极限深度还很远，人类有能力下潜到更深的深度。

多年来，科学家寻求各种途径和方法下潜，再下潜，但人体对水下压力的承受能力究竟有多大？这是现今各国正在努力探求的。日本海洋科学技术中心主任毛利元彦认为：至今还没有找到制约入深潜界限的要素，直接潜深刻1000米以下的海中将是有可能的。面对将来，人们拭目以待！

#### 四 蓝色的诱惑

当今世界面临着人口、资源和环境三大问题。随着地球上陆地资源因加速开发而日渐枯竭，环境污染日益加剧，人类陆地生存空间受到越来越大的威胁。于是人们将目光转向了海洋，开始争夺这一新的“制高点”。近二三十年来，越来越多的国家，已经把大量人力、物力，投入到开发海洋的事业中去。时间虽然不长，但取得的成果是惊人的，给人类社会的发展带来很大的影响。海洋资源的开发对人类来说，已经显示出极大的吸引力。总结过去，

展望未来，前景更为诱人，概括起来有下几个方面。

## 1. 有待开发的多种资源

浩瀚的大海蕴藏着人类迫切需要的多种资源，等待着人类更好地开发利用，现经科学家确认，海水中主要溶有元素已近 80 种，其中有 17 种元素是陆地上所稀有的。

海水资源海水总体积约为 13.7 亿立方米，约为地球总水量的 97%。而面对世界人口增加和工业迅速发展的今天，水资源危机已成为世界性问题。

卤素资源 海洋中的卤素，能够真正成为天然资源的是氯、溴和碘。它们通常以卤素化合物的形式存在。在海水中 80% 的盐分是氯化钠，总量约为 4 亿亿吨。因此，氯化钠是海洋水体中除水本身外最大的化学资源。

镁、钾资源 镁是海洋水体中第三大资源，海洋水体中镁的含量约为 2100 万吨，其中 60% 来源于海水。目前已探明，世界上可溶性钾矿储量分布很不均匀，其中加拿大、前苏联几乎占世界钾盐储量的 90%，其中是德国和美国。而海洋中钾的资源丰富，平均为 380 毫克/升。储钾总量达 580 亿亿吨。因此，许多缺少陆源可溶性钾矿的沿海国家，一直致力于海水提钾的研究。

核能开发 核能开发，主要包括有铀、锂、重水等资源的开发。其中铀是高能量的核燃料，1 公斤铀可供利用的能量相当于 2250 吨优质煤。预计到本世纪末，人类陆地上已探明的铀资源将告急。而海洋中铀储量约是陆地上的数千倍，开发前景可观。

海洋中渔业、海藻及食物资源 海洋中有 30 门类、50 余万种生物，陆地上的门类，海洋中基本上都有，其中不少是陆地上没有的门类。我国的海洋渔业数量大、品种多。1988 年海洋水产品总产量达 605 万吨。

而海藻作为食物，自古即在人民生活中占有重要地位。海藻含有丰富的碳水化合物和一定的蛋白质及纤维素、维生素。海藻从海水中吸收大部分的化学元素，因而富含陆地上得不到的重要元素。作为食物，营养成分较高，推广它们，对全民健康都有益处。

海洋生物的药物资源 在海洋资源中，生物资源有特殊的重要地位。中国药用海洋生物不下百种，其中大部分都是贝、藻，以及棘皮、腔肠动物。但由于研究海洋生物的药物价值刚刚起步，有一些具有特殊作用的药用资源有待于进一步开发和保护。

海洋矿产资源 众所周知，随着世界工业和经济的高速发展，矿产资源消耗量急剧增加，陆地矿产资源在全球范围内日趋短缺、枯竭。据估计，陆地上的矿产资源只能维持 30 年，这将严重阻碍经济的持续发展。我国虽有地大物博之称，但陆地矿产资源人均占有量却很少，仅为 1.5 吨，而世界平均为 3.5 吨，前苏联为 15 吨，美国为 20 吨。按照国内外经济发展与矿产资源消耗之间的关系计算，假设 2050 年我国人口控制在 15 亿以内，人均国民生产总值达 5000 元，那么在未来的 60 年中，我国的铜、镍、铅、锰、锌、铬等金属矿产资源，目前的储量只能满足需要量的 1/6。面对这种矿产资源危机，我们唯有把占地球表面积的 71% 以上的海洋，作为未来矿产的来源。

海洋石油、天然气及锰资源 海洋石油、天然气，是指蕴藏在海底地层中的石油与天然气。全世界海洋石油蕴藏量为 1450 亿吨，占世界石油总储量 3000 亿吨的 45% 以上；海洋天然气储量为 140 亿立方米。1988 年世界海上

油、气探明的可采储量，分别已接近 450 亿吨和 30 万亿立方米。现在海洋石油、天然气已成为世界海洋产业经济中最重要的部门，其产值已占世界海洋开发总产值的 70% 左右。现已发现在水深 1000 ~ 3000 米的大陆坡麓，蕴藏着与大陆架海底同样多的海底石油，这是 21 世界潜在的巨大石油资源。

大洋锰结核较为科学的名称应叫大洋多金属结核，它呈结核状。主要分布于 2500 ~ 6000 米深的大洋底，成份中以锰为主，故通常称为大洋锰结核。它富含多种有色金属，主要的还有镍、铜、钴等，其总组成元素多达近 80 种。其颜色一般为黑色，也有黄褐色、浅棕色等。

据目前统计，世界大洋锰结核的总储量，高达 30000 亿吨，可使用 18 万年。其中太平洋 17000 亿吨，大西洋和印度洋 13 000 亿吨。大洋锰结核不仅有如此巨大、惊人的储量，更有其金属品位之高的特点。据分析锰结核中一些主要有用金属的含量，比它们在地壳中的平均含量高 300 倍！总之，大洋锰结核已日益受到许多国家的高度重视，特别是 70 年代以来，随着现代高技术的发展，调查活动频繁，投资急增，开采技术已日趋成熟，现已开始实验性开采。

## 2. 高科技施展的天地

中国有句俗语：“靠山吃山，靠海吃海”。然而，也许在不久的将来，人类对这句话的实践不再是一种浪漫而简单封闭的“利用”。现在陆地资源已尽匮乏，频频向人类亮起了红灯。据测算，陆地资源的人口承载力，最多可达 100 亿人（目前 51 亿），如果充分利用海洋资源，就可以养育 300 亿人。要开发海洋，离不开使用高、精、尖的技术。

海洋遥感技术与地理信息系统这一重要的高新技术，在海洋的开发中得到越来越广泛的运用。

遥感是一种以物理手段，数字方法和地学分析为基础的综合的应用技术。作为遥感应用者来说，应当了解遥感的全过程，即对研究目标的电磁波辐射进行收集、传输、校正、转换、处理分析，也就是遥感的信息的收集，信息的处理和信息运用三大类。

现代遥感技术系统主要由遥感器、遥感平台和信息传输、处理与分析等几个部分组成。遥感器又称传感器，是直接获得目标物信息的仪器，用以测量和记录电磁辐射强度和特征，是遥感技术系统的主要组成部分。常用的遥感器有：照相机、扫描仪、辐射计和雷达等。遥感平台用于放置遥感仪器，按其高度有地面平台（高架、塔、车、船等），空中平台（如气球、飞艇、飞机等）和太空平台（人造卫星、太空探测器载入飞机、太空站和探空火箭等）。它们有不同的应用范围。在遥感作业中，这三类平台往往配合使用，以建立立体的观测体系。遥感信息通过直接回收（返回式卫星、航天飞机等），或用无线电传送到地面接收站。遥感数据经过数据压缩，数据校正等一系列处理后，以数字或影像形式的资料进行传输。

地理信息系统（简称 GIS），是综合处理和分析空间数据的计算机系统，地理信息系统是一个跨学科的技术系统，具有信息共享、综合分析、辅助决策等特点，成为资源与环境综合评价、规划、管理、决策的现代化手段。利用地理信息系统技术进行渔业资源开发，首先建立研究区的海水循环模型。利用地理信息系统技术的现有的同一海域各单因素专题图，还可以合成综合



性海图。地理信息系统技术可用于研究海底地形演变，还可用于海洋数据管理。

作为空间信息获取、管理和分析的有效工具的遥感和地理信息系统技术，已在海洋科学和海洋开发领域中得到了不同程度的应用。但与在陆地资源与环境方面的应用相比较，还是较落后的，这是因为过去较多地注意应用于陆地的机理、方法和技术系统的研究，同时也因为对海洋的研究还不够深入，海洋遥感机理比较复杂，技术系统的研制难度也很大。

继美国发射海洋卫星—1 之后，风云—7 气象卫星上的海岸带水色扫描仪和日本的海洋观测卫星，都是直接为海洋研究服务的，气象卫星也为获得海洋信息设置了通道。90 年代计划发射或已发射的海洋卫星，有加拿大的雷达卫星和欧洲空间局的地球资源卫星—1。我国也计划在 2000 年前后发射海洋卫星。这些卫星在星体、遥感器及轨道设计上，均尽可能地满足海洋学上的需要。一个多国合作计划“全球观测系统”正在进行中，它是从空中对全球进行大气、海洋、生物等进行综合观测研究的庞大计划项目，由一系列航天平台、卫星和探测器组成，并研制多种新的遥感器。在海洋观测方面就涉及到海水、海面风、波浪、环流、生物活动等方面，研究课题大部分是综合性的。

我国于 1996 年发射了资源卫星（与巴西合作），在 2000 年前后还将发射静止气象卫星和海洋卫星。我国资源与环境信息系统，以及一些专题性的地理信息系统的研究，已完成许多基础建设，初具规模。资源卫星的应用系统正在积极组建中。自 70 年代后期我国开发海洋遥感的研究以来，已培养了一支较强的科学队伍。我们深信，海洋遥感与地理信息系统，将得到很大的发展，为我国海洋研究和海洋开发提供有效的技术保证。

海水中数量最大的是水资源，面对世界性的水源危机，人们希望从海水中获得淡水，因此，海水淡化研究作为一门新兴科学技术，受到人们极大关注。

从海水中取得淡水，其方法有几十种，但概括起来主要有蒸馏法、膜分离等。直到 80 年代中期，蒸馏法淡化继续占世界淡化市场的首位。与此同时，膜分离法亦成为世界高科技竞相开发的热点。西欧尤里卡计划涉及当代高科技五大领域，24 个尖端项目，其中把海水淡化渗透膜“技术”提到相当突出的地位。欧洲共同体计划把膜技术列为主要研究并发领域，特别强调连续过程（如反渗透、超过滤、微孔过程、电渗析、渗析）中的膜应用。日本通产省工业技术也把高效分离膜列为“90 年代基础研究开发制度”中。海水中丰富的盐卤，还是海水中提取多种贵重元素的重要来源。我国是世界海盐生产最多的国家，平均年产量为 1356.5 万吨。主要用于提取盐卤的方法有：塑苫结晶、塑料薄膜铺底防渗等技术。

从海水中提镁常用的方法大都是由海水沉淀的氢氧化镁转化为氯化镁，然后电解得到金属镁和氯气。近几年来，海洋镁资源研究重点，转向高纯度的海水镁砂方面。海水镁砂生产也是利用碱沉淀剂。首先将海水中的镁离子转化成氢氧化镁，然后经过分离洗涤、过滤、轻烧、成型和死烧，最后获得海水镁砂产品。由于卤水并不是纯净的镁盐溶液，要获得高纯度镁砂，实际难度很大。制备高纯度镁砂的技术关键是降钙和除硼。华东师范大学和中国科学院海洋研究所等单位，试用离子交换预处理法和过碱法可使镁砂的含量接近或达到国际先进水平。利用酸法或碱法可降低海水镁砂中含钙量。

从 60 年代开始, 约有 10 多个沿海国家相继进行了海水提铀研究, 其中以水合氧化钛吸附剂为基础的无机吸附剂进展最快。该吸附剂机械强度较差, 为了改善这一状况, 采用高分子粘合剂和水合氧化钛制成复合型钛吸附剂, 获得较好效果。近几年来, 有机吸附剂的研究非常活跃, 主要集中在聚丙烯偕胺脲树脂、聚丙烯偕胺纤维、含膦基或膦羧基的大孔螯合树脂、大环六配位基化合物等方面。而日本改良偕胺脲树脂的亲水性, 又使吸铀迅速显著增大。

锂被誉为“能源金属”。目前从卤水中提取锂的技术有: 蒸发结晶法、沉淀法、溶剂萃取法、离子交换法等。而现在较大规模地生产重水的方法有蒸馏法、电解法、化学交换法和吸附法等。

但是, 所有这一切技术从目前发展趋势看, 海水化学资源的开发和利用, 仍处在基础研究逐渐转向技术研究和开发过渡时期。至今入接从浩瀚的海洋水体中, 只拿到食盐、淡水、镁、溴、钾等几种物质, 大部分资源尚未开发利用。因此今后仍需继续开展微量物质的分离富集新技术研究和开发应用研究, 特别是与核能有关的海水提铀、锂和氘的研究, 以便为人类 21 世纪新能源的开发提供原料。纵观近几十年国内外海水资源的开发利用, 从海洋中单项提取某种微量物质耗资过高, 竞争性较差, 难以推广应用。综合提取显然是海水化学资源开发利用的重要途径。有人曾估算过, 如果仅按现有的研究成果和技术水平, 使一次通流海水, 经过不同吸附剂组合的液固分配富集床, 同时捕集十多种稀有而宝贵的元素, 则所获得产品值将显著超过生产过程所消耗的费用。因此, 有的国家如日本就提出发电—淡化—综合提取三者相结合的联合生产和经营方式, 使物质和能量均得以合理利用, 从而降低每种单项产品的成本。

多年来世界近海渔业, 由于过度开发使一些资源蕴藏量减少, 科学家们根据多年的研究观察, 提出了一个利用现有资源开展增殖的计划, 这就是“水产农牧化”的研究。

海洋农牧化技术是一项高技术, 也是一个新技术群, 它包括海洋生物技术、机电一体化技术、新材料、环境工程技术、信息技术, 以及资源管理技术等。通过这些高新技术的开发应用, 重点解决农牧化所需的苗种培育、生产和管理技术, 培育、改良鱼虾贝藻的种苗和幼仔, 生产成长快、肉质好、生命力强的优良品种。现代化的海洋农牧场, 正是建立在高新技术基础上的海水养殖和增殖渔业新生方式组合体, 它不仅要对“放牧”对象进行品种培育、改良, 而且要实施渔场管理和人工改造。除了生物技术外, 包括增加海水温度、水质监测、鱼群控制、人工鱼礁等工程技术。当前许多国家已经制定了发展海洋渔牧场的计划, 世界各国都划定 200 海里专属经济的渔业区。随着我国沿海鱼类资源的衰退, 迫切需把近海渔场和滩涂养殖的发展密切结合起来。

当前, 世界海洋高新技术的两大发展重点之一是海洋矿产资源勘探开发技术。

这是一项高技术密集型的产业, 涉及地质、海洋、气象、机械、电子、航海、采矿、运输、冶金、化工、海洋工程等许多学科和工业部门。深海矿产资源勘探开发技术, 主要包括深海油气开发技术、深海多金属结核矿开发技术和深潜技术等。其中, 寻找海底油气田的技术过程, 分为勘探技术、钻井技术、开采技术、储运技术。其中主要的勘探技术有: 现代三维海洋地球

物理勘探技术；地球化学勘探技术。

无论是海洋油气的勘探还是开采，都需要钻探海底地层，海上钻井，在技术和费用方面要比陆地上高得多，海上钻井装置可分为两大类：固定式钻井装置和活动式钻井装置，海洋石油天然气的勘探技术与钻井技术最终都是为了石油、天然气的开采。随着现代科技的不断发展，海洋石油、天然气的开采技术已开展为多种多样的形式，主要有：人工岛技术、固定式生产平台技术、浮式生产系统技术和海底采油技术等。其中海底采油技术，是近年来随着自动控制技术和潜水器技术的发展而发展起来的。海洋油气储存技术，目前已成为多种方式，以满足不同的开采环境、储油池、储油罐、储油船和液化天然气船等。

当前世界开采石油、天然气的技术发展方向，是如何降低海上开发费用和如何向深水和极浅海开发。最近世界三大石油公司之一的壳牌石油公司，专门成立了一个叫做 SLIM 的特别小组，以研究降低海上开发费用的技术问题。该小组制定了一系列开采技术措施。如果提高压力的多相泵、多相升压站技术；低成本高性能的绝缘材料。挪威拥有世界最先进的海洋油气开采技术，目前从事的研究项目有：石油钻井平台的移动、维修技术；海底石油生产系统；深水特大吨位钻井平台技术等。纵观世界各国的研究动态，今后海洋油气开发技术的发展趋势，主要可归结为以下几个方面：发展浮式石油天然气生产系统；海底采油技术；发展最佳浮油式石油天然气生产系统的部件技术；研制初期生产与采油实验系统；开拓深海石油开发技术，研制水深 500 米以上的可移动再利用的平台和第二代石油钻探装置；水下技术，包括潜水装置、水下运载工具和设备、水下有人与无人作业技术和方法等。

相比之下，深海底非燃料矿产的开采加工技术，目前还处于实验和模拟操作阶段。大洋锰结核的分离和加工技术目前仍沿用陆上的传统方法和技术，真正适合海底多金属结核的开采、加工、冶炼技术的设备，还有待完善和改进。

为了能找到锰结核比较富集、金属含量较高而便于开采的海区。首先，要有性能良好的远洋调查船，这是基本条件。进而要采用现代化的仪器设备和工具。根据调查的方式，调查技术可概括为直接调查和间接调查两大类。直接调查包括利用各种取样工具，海底电视、遥控水下摄影等技术，采集或观测洋底沉积物。近年来由于使用了比较先进的直接调查技术，如无缆取样、无缆摄影等，大大提高了调查效率。但近年来，各国一直在研究新的高效调查技术。目前，日、德、法等国已将水声与浅海地层地震技术，成功地用于洋底锰结核的勘探。此外，近年来用于浅海沉剖面调查的旁测声技术，正在被尝试用于锰结核调查。经过几十年来各国对三大洋锰结核的大量勘探与开发实践，已有一些开采技术最具发展前景。其一是水力提升式采矿技术，是通过由采矿管、浮筒、高压水泵和集矿装置四部分组成的系统实现的；其二是空气提升式采矿技术，与水力提升式采矿技术相似，区别是在船上装有大功率高压空气泵，气泵产生的高压空气通过输气管道向下，从采矿管的深、中和浅三个部分输入，在采矿管中产生高速上升的气、固、液三相混合流，把经过洋底集矿装置采集的锰结核矿提升到海面采矿船上。

自从 70 年代试验锰结核开采成功以来，开采规模日益扩大，已由过去各国单独开采，发展到现在多国大规模合作开采。从目前的情况看，到本世纪末，世界大洋锰结核可进入商业化生产阶段，预计 21 世纪大洋锰结核将成为

世界重要的有色金属来源。80年代以来，又一种大洋底矿产——结壳矿的勘探正以迅猛之势取代锰结核。所谓结壳矿是指分布在没有沉积物的海底和海山表面的一层薄壳状矿物体，其厚度一般在10厘米左右，平均2厘米以内。此种结壳中的金属品位高，因而具有经济开采价值。其中钴的含量比在锰结核中高一倍。结壳矿在西太平洋和大西洋的海底隆起区分布十分广泛，但目前的研究程度还不高，开发技术尚不成熟。不过其经济上的重大战略意义已使美、日、法、德等发达国家正在加紧勘探与开发的调查研究工作。

海底热液矿床是80年代才受到人们重视的新矿种，它是由大洋底裂谷处的热液作用而形成的硫化物和氧化物矿床。其形态可分为岩化的块状体和软泥状体两类。前者主要分布在东太平洋海底，后者主要分布在红海。海底热液矿床富含铜、铅、锌、铁、镉、钼、钒、锡、金、银等10多种金属。特别是它含有金、银等贵金属，而被誉为“海底金银库”。随着调查工作的不断深入，一个个大型海底热液矿床不断被开采出来。当前人们主要采用以下两种开采技术：岩化块状体矿床的开采技术和多金属软泥的开采技术。海底热液矿床是仅次于锰结核的深海底矿产资源，其前景可观。目前，各国纷纷不惜巨资建造专用深潜器，用来研究海底热液矿床，海底热液矿床的开发研究，大有赶超锰结核开发之势。

海洋永远是奥妙无穷的，人类永远是勇于探索的。人们现在还不知道：明天，海洋又会为人类“奉献”什么！但人类永远不会停下探索的脚步。

由于海洋资源的多样性和环境的复杂性，人们一直非常重视海洋资源的综合开发，到20世纪的后半期，海洋综合开发将渐渐形成一个崭新的领域——海洋工程技术。

海洋工程是应用海洋基础科学开发利用海洋资源所形成的一门综合技术学科，也指开发海洋资源，保护海洋环境和某些特殊用途所需的各种建筑物、建筑物群或其他工程设施。海洋的资源开发利用和环境保护治理，常常需要通过相应的海洋工程才能实现。海洋工程需要运用很多如勘测结构、施工、管理等方面的高新技术，也包括运用现代系统工程方法，才能实现综合的、多目标的开发。海洋工程包括：海岸工程、近海工程和深海工程三大类。

海岸、近海、深海三大类工程技术，分别用于海岸带、大陆架、大洋等海域的海洋资源开发。海岸、近海、深海、三类工程常是相互交叉的，其工程技术也是相互渗透、密切联系的。海洋工程的结构形式多种多样，常用的有重力式建筑物、透空式建筑物和浮式结构物。重力式建筑适用于沿海浅水地区；透空式建筑物适用于近岸浅水不海域，软土地基，更适用于水深较大的海域；浮式结构物主要适用于深水海域。此外，近几十年来研究制造的深潜水器，已不单单用于人们实验及探险的需要，它可以和水面浮式结构共同组成海底采掘系统或遥控海底生产系统。深潜水器需要在数千米深的海底工作，承受很大的水压力及其他复杂的环境因素作用，要运用更多的高新技术。

根据海洋技术工程的特点和发展趋势，今后还将在以下四个方面给予高度的重视：关注新技术的不断涌入。近数十年来海洋工程技术的迅速发展大量引入先进技术密切相关，这个趋势今后更为显著，海洋开发已成为世界各海洋国家注意的重点，这是一场新技术革命，一场进步与落后、富裕与贫穷的争夺。关注新学科的相互渗透。海洋工程和海洋开发具有显著的综合性的特点，多学科的相互渗透常常是海洋工程技术发展的生长点，也是海洋工程技术的重要特色。关注与海洋环境的密切关系。海洋工程技术是在

适应、改善海洋环境过程中发展的，还要有利于海洋环境，包括生态的循环。有时是海洋环境本身，还有工程周围的局部小环境也是海洋工程的重要组成部分。关注海洋工程技术研究的重要性。海洋工程技术及其方法的提高，在很大程度上决定于实践总结和科学研究，也要重视海洋工程技术科学研究本身的提高，包括研究方法、设备和仪器的完善与发展，引入高新技术等。

### 3. 海洋需要保护

海洋开发技术的不断创新，必将引起世界围绕海洋开发的竞争，使海洋将继续陆地之后，成为人类活动的重要舞台。但人类在开发海洋的同时，并没有忘记海洋管理与海洋环境的保护。

在下世纪，海洋技术将成为增强各国经济、政治、军事地位极为重要的因素。今天世界各沿海国家，包括我们中国在内，都将不可避免地对海洋开发及其高科技技术发展做出抉择，这是最具战略意义的。但，开发就一定离不开管理，海洋管理这个概念从 70 年代才开始被广泛引用的。海洋管理指的是政府对海洋空间及其环境和资源的研究，开发利用活动的计划，组织及控制活动。

我国是一个国土辽阔的大陆国家，陆地面积 960 万平方公里，同样我国也是一个海洋国家，有 3.2 万公里海岸线（其中大陆岸线 1.8 万公里），有岛屿 5000 多个，岛屿面积 8 万多平方公里。此外，还有 473 万平方公里海域面积。当前，应在我国人民群众中树立海洋国土意识，即国土与国土资源应包括陆地与海洋两部分。丰富的海洋资源也是我中华民族赖以生存和发展的空间。

根据 1982 年《联合国海洋公约》的规定，我国享有主权和管辖权的内海、领海、大陆架和专属经济区相当于我国陆地面积的 49%，组成了我国的海洋国土。我国的海洋国土面积在世界海洋国家中居第九位，属于海洋大国。在我国的海洋国土中，还有一部分属于与邻国划界有争议的区域，也还有一些岛屿海域被外国侵占。我国的人均海洋国土面积为 0.0027 平方公里，在世界沿海国家中仅占第 122 位。而世界人均海洋国土面积为 0.026 平方公里，是我国的人均海洋国土面积的 9.6 倍。由此看来，我国人均海洋国土面积在世界上处于很低的水平，因而，必须充分、合理地开发利用我国的海洋国土，维护我国的海洋权益。

海洋权益管理是以《联合国海洋公约》为基础的。为适应国际海洋法的要求，更好地维护自己的海洋权益，各国纷纷制定公布了自己的海洋法规。环绕中国海的多数国家，都宣布了 200 海里专属经济区、海区、大陆架等项管理海域的法规制度，扩大了海洋管辖权，其中很大面积应属于我国管辖的海域。因此，我国面临着解决海域边界的巨大任务。

在海洋权益范围内，管理海洋资源是目前各国面临的另一海洋问题。而我国海洋资源管理，正处于由行业部门分工管理，逐步转入加强综合管理，形成在综合调控指导下，综合与行业部门相结合、中央与地方相结合的管理过渡时期，主要通过中央和地方相应的管理机构，通过法规政策和规划等来实现管理。尤其是海洋法规，是有效地进行海洋资源开发、保护、管理的依据和准则。

我国海洋资源管理的目标和任务主要有以下几个方面：利用高技术手段

及现代概念，对海洋进行科学研究，查明海洋各部分环境资源属性，为制定海洋法规提供依据。如我国已进行了我国海岸带环境资源综合调查和全国海岛环境资源调查，成效显著，为了更好地进行海洋资源管理提供依据；制定和健全海洋法规体系，制定全国海洋综合性管理法规，如《中华人民共和国海洋法》，在此法规原则下，制定和健全完善专门性法规。制定海洋资源综合开发规划和方针、政策，指导海洋资源合理开发利用；健全管理机构，加强综合管理；进行海洋的权属管理，确保国家对管辖海域的各种矿产资源、生物资源以及动力能源的占有、使用和处理的权力；组织海洋资源开发新领域的探索，促进海洋新产业的形成和发展等。

随着科技发展，必然会带来经济的迅速发展，海洋环境污染的威胁日益加剧。因此，加强海洋环境管理与保护，刻不容缓。预防海洋环境污染损害的最主要措施是控制和减少污染物的入海量。污染物质入海的途径主要是：陆源废弃物直接排入海；人类无意识地向海洋倒的废弃物；海上船舶排污和海损事件造成的石油和其他有害物质入海；海洋石油勘探开发过程中造成的石油污染等。根据污染源的不同，海洋环境管理可以分为：陆源污染管理；海上倾废管理；船舶污染管理；海上油气开采造成的污染管理；沿岸（核）电站的污染管理。

本世纪由于海湾污染日益严重，国际组织已陆续制定了各种保护海洋环境的法律、法令和国际公约。如《国际防止海上油污染公约》（1971）、《国际干预公海油污事件公约》（1969）、《国际油污损害民事责任公约》（1969）、《国际防止倾倒废弃物及其他物质污染海洋的公约》（1972）、《国际防止船舶造成污染公约》（1973）、《联合国海洋法公约》（1982）中保护海洋环境的条款占有很重要的地位。我国也先后颁布了《中华人民共和国海洋环境保护法》（1983）、《中华人民共和国防止船舶污染海域管理条例》（1983）、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》（1983）、《中华人民共和国海洋倾废管理条例》（1985），以及保护海洋生物资源的各种法规。但是，在污染源控制，区域性或专业法规、污染事件处理的法律程序、污染损害的法律程序等方面，还是很不完美的。为了适应海洋环境管理的需要，还必须加强控制陆源污染物的具体法规、重点海区污染防治法规、海洋污染损害法律责任等具体法规的建设进程。

海洋环境管理除了通过法律手段外，还应依靠先进的科学技术手段，提高我国海洋环境监测技术，利用航空遥感和海洋观测浮标监测技术，对海洋污染状况长期进行监视，利用卫星进行海洋污染监视监测，解决海面溢油、海洋倾废、临海排污口及赤潮现象等问题，发展各种适用的海洋污染防治技术。根据我国海域的特点，重点发展对石油、化工、交通、造纸、冶金等行业向海洋排放的废弃物的治理，大中城市生活污水处理技术，南海溢油清理技术等。

各种高新技术的发展与创新是为了人类明天的生存与发展。毫无疑问，我们应着眼于未来，利用高新技术走一条开发海洋、建设海洋、保护海洋之路。愿我们的子孙后代永远看到的是一片丰饶美丽澄绿碧清的大海！

