

'98 国际海洋年科普读物

探索海洋奥秘 开发海洋资源

《探索海洋奥秘 开发海洋资源》编委会 编



地质出版社

地 球

世界地球日

1970 年 4 月 22 日是世界上第一个“地球日”(Earth Day).

这一天，美国哈佛大学学生丹尼斯·海斯发起并组织的保护环境活动，得到了美国环境保护工作者和社会名流的支持。全美有二千多万人，约一万所中小学，二千所高等院校和全国的各大团体参加了这次活动。他们举行集会、游行和其他多种形式的宣传活动，高举着受污染的地球模型、巨幅图画和图表，高呼口号，要求政府采取措施保护环境和资源。为此，美国国会也在这一天休会，让议员们回到各自的代表区参加宣讲会。全美三大商业网和公共广播系统对活动情况作了报道。这是人类有史以来，第一次规模宏大的群众性环境保护运动，它有力地推动了世界范围内资源和环境保护事业的发展。1972 年联合国人类环境会议在斯德哥尔摩召开，1973 年联合国环境规划署的成立，国际性环境组织——“绿色和平”组织的创办，以及保护环境的政府机构和组织在世界范围内的不断增加，“地球日”都起了重要的作用。因此“地球日”也就成为了全球性的活动。

在 1990 年 4 月 22 日“地球日”20 周年之际，李鹏总理发表了电视讲话，支持“地球日”活动。从此，我国每年都

开展“地球日”的纪念宣传活动。

中国地质学会，地质矿产部和各省、自治区、直辖市地质学会、地矿厅、地勘局从 1990 年起每年都开展“地球日”的纪念宣传活动，目的在于提高全社会珍惜地球资源，保护地球环境的意识，让人们认识到珍惜资源、保护环境，提高保护我们人类赖以生存的地球的重要意义。

地球：人类的家园

茫茫宇宙间，有一个被叫做地球的蓝色星体，在历史的长河某一瞬间，出现了生命，而且只有她出现了生命，因为只有她拥有一个蓝色的大气层。

飞出地球的宇航员回头遥望地球，映入眼帘的是一个蓝白纹痕相间、周围包裹一层薄薄小蓝色“纱衣”的玻璃体。它晶莹透亮，闪烁着斑斓的光环和绿色的彩带。这说明地球既不同于火星，也不同于木星，除了岩石和砂土以外，她还有大气、水和林带，使地球成为太阳系中最美丽的星球，也是迄今已知惟一具有生命的星球。

今天，从严寒极地到酷暑赤道，从荒芜的沙漠到浩瀚的海洋，从高 84 公里的云霄到深 3 公里的地壳深部，无处不是芸芸众生的栖息之地。在地球上，凡是有生命的地方，都属于生物圈。而生物圈又与岩石圈、水圈、大气圈有着错综复杂和相互依存的关系。

岩石圈包括土壤，是指地壳的固体部分，它是一切陆地生物的“立足点”。在岩石圈上，有郁郁葱葱的森林，一望无边的草原，婀娜多姿的奇花异草，还有五光十色的昆虫和千姿百态的蛱蝶、蝼蛄、鼯鼠等动物，大量的土壤微生物和植

物的根部也分布在这里。一般来说，营地下生活的生物主要在土壤表层下面几十厘米以内活动。至于更深的地方，那也只有植物的根才能到达了。沙漠地带的苜蓿，能把根系伸到地下 10 米深的地方，个别植物的根，甚至能伸及 100 米以下的地层。即使在地下 2500~13000 米深处，还能找到石油细菌。土壤和岩石堪称地球的百宝箱，在不同的岩层里面蕴藏着煤炭、石油、金、银、铜、铁、钨、铅、锌、钼、锰、铝、镁、钾、汞等金属、非金属矿和地下水。

地球上的生命是如何起源和进化的？远在 45 亿年前 构成生命的基本元素碳、氢、氧、氮、硫、磷等在紫外线、电离辐射及雷电等外部能源的长期作用下，通过化学反应，在原始海洋中形成了氨基酸、核苷酸及单糖等有机化合物。这些有机化合物又进一步聚合成更为复杂的有机物，如甘氨酸、蛋白质及核酸等，被称为“生物大分子”。生物大分子在原始的海洋中聚合而成以蛋白质和核酸为基础的多分子体系，呈现出初步的生命现象，既能从周围环境中吸取营养，又能将“废物”排出体系之外，构成有生命的原生体，这就是生命的开始。

在漫长的地质历史中，生物从原核到真核，从单细胞到多细胞，多细胞生物又逐步改善其生理体制，一直发展到现在的生物界（包括人类在内）。生物进化的整个过程经历了三次重大的突破性的分支发展。

最早一次是从异养生物到自养生物的发展，最初单细胞的细菌以原始海洋中由化学反应合成的有机质为养料，当这些异养生物缺乏养料时，原核生物演化出具叶绿素的蓝藻，它能进行光合作用，将外界的无机物在自己体内合成养料，从而形成一个菌-藻生态体系，叫两极生态体系。两极生态体系

形成以后，经过了很长一段时间，随着真核细胞生物的出现，开始了动植物的分化。动物的出现形成了一个三极生态体系，即绿色植物进行光合作用制成养料，自养并供给其它生物，被称为自然界的生产者；细菌分解出大量二氧化碳及氮、硫、磷等元素，为绿色植物生产养料提供原料，被称为自然界的分解者；动物以植物和其它动物为食，被称为自然界的消费者。

地球是迄今已知宇宙空间惟一具有生命的星球。据考古学家研究推算，距今 200~300 万年前，人类的祖先——古猿已在地球出现。从古猿—猿人—古代人—现代人的发展过程中，是劳动创造了人类，是科学技术发展了人类社会。人类在地球上创造了一个现代文明与科技发达的世界。然而，今天地球上已有 50 多亿人口，人类正面临着“人口、资源、环境”三大难题，甚至带来许许多多的灾难（害）。为此，国际大家庭——联合国向全世界呼吁：保护地球环境，珍惜自然资源，共同努力建设好人类美好的家园。

人类只有一个地球

太阳系中，为什么只有地球上才有生命？因为地球有适宜生命存在的自然环境。如果地球处在金星的位置上，地球表面将会像金星那样炎热，如果处在火星的位置，就会像火星一样寒冷。太阳系里，除地球轨道以外，其它的地方对生物特别是高级生物的存在都是极为不利的。幸运的是，地球离太阳不近也不远，因而表面温度不热也不冷，加之有水、大气和阳光，这些对于生命来说，是必不可缺的生存条件。人类和所有的生命都依赖这些条件生存和繁衍。人类文明和社会经济的发展都靠地球为我们提供美好的环境和各种资源。

但是，为了满足急剧增长的人口需要，人类的工程——经济活动正不断扩大，因此资源短缺和生态环境恶化就成了突出问题。许多资源是不可再生的，就是可以再生的资源也因生长远远赶不上消耗，也在不断地减少。以我国的一些数字为例，基本上可以反映资源面临的严峻形势：

——土地 因基本建设、农房建设等原因，平均每年减少 2200 万亩耕地，平均每年有 720 万亩被沙漠化。照此速度下去，到 2042 年至多到 2056 年将丧失全部耕地。

——铁矿 如果我们达到 1977 年的世界人均钢材消费量，则铁矿到 2052 年将被开采挖光。

——煤炭、石油 如达到美国 1979 年人均耗能的水平，仅以目前人口计，我们的煤炭储量到 2292 年，石油储量到 2020 年即可被消耗光。

——水 按 1952 年以来的耗水递增情况推测，到本世纪末，我们将年均缺少 316 亿立方米淡水，旱年将缺少 1063 亿立方米淡水。

——森林 接近 10 年平均采伐和毁坏森林的速度，到 2055 年将失去全部森林。

全球性的大气污染、水质污染、森林减少等，严重地破坏了生态环境，导致人类生存环境不断恶化，物种也以惊人的速度在灭绝。据有关资料报道，10 年前全球平均每 4 天有一种动物绝迹，而今天，平均每 4 个小时就有一种动物在地球上消失。人类应当清醒地认识到，宇宙间只有一个地球，她是人类赖以生存的美丽家园。家园一旦遭到破坏，最终将导致人类的毁灭。

作为地球的一个公民，请您珍惜自己的美好家园吧！

人类活动与环境污染

在人类活动中，不断地将大量的污染物排入自己生存的环境，污染物在环境中逐渐累积，一旦其浓度和毒性超过了环境的自净能力，超过了环境生态系统动态平均的恢复能力，便可使生态平衡遭到破坏，从而影响人体的健康和人们对环境资源的利用，这就是人们通常所说的环境污染。

环境污染同人类的生产活动和生活活动有直接关系。如：工业生产和城市生活所排放的大量烟尘和有害气体使空气烟雾弥漫，形成了大气污染；陆地上特别是沿江和沿海地区工厂排放大量未经处理的污水进入江河、湖泊和海洋，使污染物进入鱼虾体内，人类食用了这些被污染的鱼虾，会严重地影响身体健康；人类生活废弃物的大量排放和任意堆积，形成了垃圾，也会直接影响城乡居民的身体健康和生活质量的改善；人类从土壤中获取农产品，又将农药、肥料添加进去污染土壤；这些物质流入江河、湖泊和海洋中又会污染水质，进而影响生物圈。由此可见，影响人类健康的环境污染寻根溯源主要是由人类自身活动造成的。

我国环境保护的“三十二字方针”是：全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民。

当前我们要特别警惕由于人为原因引起的环境问题。如：滥垦土地、滥伐森林、破坏草原，引起严重的水土流失，土壤沙漠化，导致水旱灾害频繁发生；对工业“三废”和有害人畜健康的农药不加限制，不加处理，任意排放污染环境；城市人口剧增，产生垃圾、污水，污染空气，交通拥挤，城市

机动车辆大量增加，排放大量废气等一系列城市环境问题。今天的环境破坏，将意味着明天的贫穷。世界绿色保护组织呼吁：保护我们赖以生存的地球，保护大自然，保护每一片蓝天碧水，合理地进行人类的生产活动。因此保护环境是地球子民的共同责任。

全人类团结起来，保护地球，保护环境，与环境污染作斗争！

地球能养活多少人

地球到底能养活多少人？

生态学家指出，人类主要靠吃植物为生，虽然也吃肉类，但被吃的动物是靠吃植物生存的，所以人类实际上是间接地在吃着植物。一个人每天需从植物那里获得 2200 大卡^①的能量才能维持正常的生存，一年约需 8×10^5 大卡。估计全球植物每年生产的能量约为 660×10^{15} 大卡，这样算下来，地球能养活 8000 亿人口。

你也许会说：现在的世界人口已突破 50 亿，达到 56 亿，距离 8000 亿还远着呐，人们何必为人口的增加而忧心忡忡呢？

可是，专家们又指出，地球上的植物不可能全部变为食物供人类利用，有不少植物是根本无法利用的，有的则要供养其他动物，剩下能为人类享用的那部分能量实际上只占植物总生产量的 1%。因此，地球上最多养活的人口不是 8000 亿，而仅仅是 80 亿！

^① 1 营养学卡 = 4.1855 焦耳。

联合国在不久前的一项报告中说，世界人口在 21 世纪末之前是不会开始稳定下来的。到那时，世界总人口将达到大约 102 亿，即为现在人口总数的两倍，这已大大超过了地球能容纳的人口数。一些学者预计，如果今后人口每年按 2% 的比例增长，以地球陆地面积为 1.5 亿平方公里计，大约在 2500 年，每平方米土地上就有一个人。而到 2800 年的时候，地球上的人口密度，将如同拥挤的公共汽车上那样密集！

地球能养活的人口数量是有限的，人口只能稳定在地球这个特定的自然环境许可的条件下，不能想生多少就生多少。人口太多，超过了地球的负荷能力，灾难就要降临到人类自己头上。因此，计划生育，优生优育是人类应该自觉遵守的一项行为准则。我国把计划生育作为一项基本国策，受到联合国的表彰。

海 洋

海洋 —— 生命的摇篮

奔腾的江河、平静的湖泊、涓涓的溪流、皑皑的白雪、晶莹的清泉、浩瀚的海洋、漂浮的彩云……全世界四大洋和内陆水域，组成了地球的水圈。海洋占地球表面总面积的 71%，约 3.6 亿平方公里，其水体体积为 13.7 亿立方公里。

水是生命的乳汁，在水圈中，几乎到处都是生命，俗话说“天高任鸟飞 海阔凭鱼跃”，生活在海洋里的动物至少有 15 万种，动物界的“巨星”——蓝鲸就是那里的“居民”，至于植物，仅藻类就多达 10 万种以上，我们吃的海带就是海洋里的一种海藻。

在地球的水储量中，淡水仅占 2.53%，目前人类可以直接利用的地下淡水、湖泊水和江河水仅占总量的 0.77%，现在地球上总水量的 97% 都是不能被人直接利用的海水。

地球的生命起源于海洋。在漫长的历史演变进化中，从单细胞生物进化到水生无脊椎动物和水生植物，从无脊椎动物进化到脊椎动物，大约距今 1.6 亿年前，两栖类脊椎动物从水中扩展到陆地和空中进化成爬行动物，水生植物也有一支演化为陆生植物，爬行动物中的恐龙一度成为主宰地球的“主人”，爬行动物又演化出哺乳动物，最后，猿人直立变成人。直到现今地球上生存着 50 多亿人口、100 多万种动物、30

多万种植物和 10 多万种微生物。从赤道到两极，从高山到深海都有生命在活动。

生物演化的最重要阶段是从海洋到陆地的发展，生命是在原始海洋中产生的，生物界一直在水中发展，三极生态体系形成以后还有很长一段时间停留在水中。直到 4 亿年前才登上陆地，植物为先行者，动物继之。动物中两栖类开始登陆，它既可在水中生活，又能在陆地上生活。在距今 3 亿年左右的晚石炭世出现了爬行动物，从古生物学的许多证据看来，它来自两栖类，中生代时达到极盛（距今 2 亿~0.65 亿年）这时爬行动物开始辐射分化，占据了海、陆、空各个领域，后来它的一个分支演化成哺乳动物。新生代时期（距今 6000 万年以来）哺乳动物大发展，这期间完成了从古猿到猿人的演化。生活在 50 万年前北京周口店的“北京猿人”，从开始制造简单的工具开始向人进化的道路，劳动使猿人脱离了动物状态，进入了人的世纪。人类出现到现在，大约经历了二三百万年的时间。

从原生体生命到单细胞生物，再到多细胞生物都源自海洋，海洋是生命发生最早、最原始的生活环境。

有土、有水、有气，再加上太阳光，地球上就有了生命。这个生命存在的大舞台就是生物圈。几十亿年来，地球在日复一日、年复一年地进行着沧海桑田的变化，终于孕育出一个山清水秀，鸟语花香，充满生机的世界。由于生物圈成分的变化影响范围广泛，所以生态环境和自然资源的保护是全球人类共同的任务。

海洋是人类共同的财富

“国际海底”是 1973~1982 年联合国第三次海洋法会议期间提出的一个新的法律概念。《联合国海洋法公约》中将国际海底称作“区域”是指国家管辖范围以外的海底和洋底及其底土。该公约明确规定了“区域”及其资源是人类共同的继承财产，并指出任何国家不应对“区域”的任何部分或其资源，行使主权或主权权利；任何国家或自然人或法人也不应将“区域”或其资源的任何部分据为己有；“区域”内资源的一切权利属于全人类。从而建立起一项新的海洋法律制度。

1967 年 8 月 17 日，马耳他驻联合国大使阿维德·帕多首先提出，建议宣布国家管辖范围以外的海床洋底及其资源，是“人类共同的继承财产”。这项重要提案直接触发了国际社会关于国际海底及其资源法律地位的辩论。在 1968 年第 23 届联大会议上，各国代表就国际海底问题进行讨论，由于意见分歧较大，未能达成协议。

1969 年在第 24 届联大会议上所通过的关于国际海底的四项决议中，有一项由拉美、亚洲和非洲等 12 个发展中国家提出的第 2574D 号决议，要求在国际海底制度建立之前，国家和个人均不得对国际海底资源进行开发，对国际海底区域及其资源的任何权利主张，不予承认。这一决议挫败了少数海洋大国鼓吹自由开发国际海底的主张。

1970 年第 25 届联大在海底委员会讨论的基础上，通过了“各国管辖范围以外的海床洋底及其底土原则宣言”表明人类共同继承财产原则，已被世界大多数国家所接受，并获得赞同。从 1973 年联合国第三次海洋法会议开始，经过 9 年

的争论，终于在 1982 年 4 月，通过了《联合国海洋法公约》，以法律形式确立了国际海底法律制度。由于该公约必须符合《公约》第 308 条所规定的《公约》批准所要求的国家数，因此直至 1993 年 11 月 16 日《公约》签字国达到 60 个符合数，方正式生效。《联合国海洋法公约》从 1982 年 12 月 10 日开放签字至 1993 年 11 月 16 日正式生效共经历了 11 年 11 个月零 25 天。

蓝色的宝库

在即将进入 21 世纪的时候，富饶的海洋资源，为支持人类社会继续向前发展，展现了美好的开发前景。按照自然属性，可将海洋资源分为海底矿产资源、海水化学资源、海洋生物资源、海洋再生能源、海洋空间资源和海洋旅游资源等六大类。

在近海域中蕴藏着各种金属与非金属矿床、石油和天然气、甲烷水合物、磷钙土等；在深海大洋底蕴藏着多金属结核和结壳、热液多金属硫化物矿等。仅海洋石油总储量即达 1450 亿吨 天然气约 45 万亿立方米。大洋多金属结核 3 万亿吨，其中含锰 4000 亿吨、镍 146 亿吨、钴 58 亿吨、铜 88 亿吨。

海洋生物多达 25 万种 生物总量达 342 亿吨 仅鱼类年生长量即可达 6 亿吨。生物资源为人类提供了大量食物、药物原料和多种工业原料。

海水中溶解着 80 多种化学元素，人们把它比喻为“液体矿山” 海水中含食盐 3.77 亿亿吨、镁 1800 亿吨、钾 550 亿吨、溴 95 亿吨、碘 820 亿吨、铀 45 亿吨、金 1500 万吨。目

前除从海水中大量提取食盐外，还可提取镁、钾、溴、碘、铀等。随着技术进步还会有更多的金属和非金属被提取出来。

潮汐、海流、波浪、海风蕴藏着大量的能源，海水温差、盐差则蕴藏着差热能和化学能，它们均可用来发电。仅全世界的波浪能就有 45 亿千瓦，而潮汐能 27 亿千瓦、温差能 37 亿千瓦，它们都是可再生能源，用之不竭。

在陆地上人满为患时，人类可向广阔的海洋开拓新的空间，目前已有围海造地、建造人工岛、海上城市、水下储仓等新的利用空间方式。

海洋旅游业是新崛起的“无烟工业”。海岸、海岛及近海都有很多风光秀丽的自然景色和引人入胜的人文景观，可供游人观赏。

浩瀚的海洋，资源种类之多、蕴藏量之大，都是陆地所无法比拟的，堪称“蓝色宝库”。

蓝 色 国 土

我们伟大的祖国，既是博大的陆地国家，也是辽阔的海洋国家。仅大陆海岸线就长达 18000 多公里，海洋中分布着 6500 多个大小岛屿。按照新的《联合国海洋法公约》规定和我国政府主张，我国拥有 37 万平方公里领海和近 300 万平方公里的管辖海域，在世界海洋大国中名列第九位。

可管辖海域包括毗邻区、专属经济区、大陆架及传统的历史性海域等。一般把领海和可管辖海域统称为“海洋国土”，其中惟有内海、领海与领土一样享有同等主权权利，其他在法律地位和国家享有的权益方面皆有差异，故称“海洋国土”而不称“海洋领土”。人们也时常把“海洋国土”称为

“蓝色国土”这种有误之说是带有感情色彩的文学词语，常出现在通讯和科普文章中，但在文件和对外协议中则应严格区别使用。

中国有 300 万平方公里的海洋国土，其富饶的海洋资源将成为我国社会经济发展的新支柱。在 21 世纪——“海洋开发时代”到来之时，我们正面临新的机遇和挑战。

我们必须提高全民族的海洋意识，加强海洋国土观念教育，要加强海洋调查、科研和开发的力度，大力发展海洋产业。我们深信：中国成为海洋强国之日，必将是中华民族腾飞之时。

大洋中的中国“国土”

自 70 年代以来，我国地质矿产部和国家海洋局相继进行了十多个航次的大洋矿产资源调查工作。1990 年以“中国大洋矿产资源研究开发协会”（简称大洋协会）的名义，向联合国海底筹委会申请矿区登记。1991 年 3 月 5 日，在联合国第 9 届海底筹委会春季会议上，批准了中国的 30 万平方公里矿区申请，并将其中的 15 万平方公里矿区分配给中国做为开辟区。同年 8 月 28 日，联合国秘书长向中国颁发了深海采矿先驱投资者登记书。至此，中国成为继印度、前苏联、法国、日本后的第五个深海采矿先驱投资者。

90 年代以来，按照《联合国海洋法公约》的有关规定，我国已完成开辟区 30% 的区域放弃任务。“九五”期间，我国还将放弃开辟区的 20% 的面积，最终确定的 7.5 万平方公里区域将有望成为我国 21 世纪深海采矿的商业性开采区域。

“大洋协会”自 1991 年成立以来，组织地质矿产部、国

家海洋局、冶金工业部和有色金属工业总公司，在太平洋中我国 15 万平方公里的开辟区内进行了 6 个航次勘查。勘查结果表明，如果未来在开辟区内建立大洋多金属结核开采基地，按年产 300 万吨干结核计算，开采 20 年不成问题。

21 世纪将是“海洋开发时代”。有关专家认为 深海采矿产业如大洋水深五六千米海底多金属结核的开发的形成和发展大致可分为三个阶段：第一阶段以深海采矿试验为目标，进行航次调查和基础研究，完成商业矿区的圈定和开采加工技术的准备，大约需要 15~20 年；第二阶段，在开采能够预见之时，开始进行开采过程中的工业试验工作，时间大约为 5~10 年 第三阶段为正式的商业性开采阶段。专家预测 世界最早投入商业开采的时间，估计要到 2015~2020 年前后。

国际海洋年

1998：国际海洋年

——让公众认识海洋在人类生活中的重要性

1998年1月7日，世界气象组织在日内瓦发表公报指出：为让公众认识海洋在人类生活中的重要性，1998年被指定为国际海洋年。公报认为，海洋和大气的相互作用是目前地球气候变化，特别是大气变暖的主要原因。

公报说，海洋占地球表面总面积的71%在调节气候方面起着极其重要的作用。据研究，海洋也是吸收人类活动排放出来的二氧化碳（CO₂）等温室气体的最大“容器”其吸收能力是大气层的50倍。当今，世界工业化所造成的大量能源燃耗，每年向大气层排放CO₂、H₂S等30多种废气约50亿吨的“温室气体”其中30%为海洋所吸收。由这些废气形成的“温室效应”所引起的全球性增温越来越明显。

过去100年中气温最暖的7个年份都出现在80年代中期至90年代中期。最新测温结果表明，1995年是有气温记录以来最热的年份之一，平均气温比常年高出0.38℃；1997年也是有气温记录以来最热的一年，成为自1860年人类开始记录气温以来平均气温最高的一年，地球表面平均气温要比

1961~1990 年间的平均值高出 0.43°C 。

公报指出，据测量数据表明，在大气变暖的同时，几十年来海水也在升温。35 年来 大西洋海域 1~3 米表层水温平均升高了 0.3°C 北冰洋地区 17 年来消融的冰盖层面积达 61 万平方公里，占北冰洋全部冰盖的 5.7% 南极洲冰盖层的融化速度稍为缓慢一些。

全球变暖所产生的自然灾害将对地球的生态环境带来威胁和破坏。科学家们认为，由于全球变暖两极冰盖的融化将造成海平面上升。据预测 到 2050 年全球海平面将升高 30~50 厘米，海平面上升将直接对海洋国家的沿岸地区和一些小岛国，特别是近岸低地人们的生产和生活带来极大的危害和巨大的经济损失。

98 国际海洋年由来

1993 年 2 月在法国巴黎举行的政府间海洋学委员会第 17 次大会上，葡萄牙政府代表团提出，我们应该有一个国际海洋年，以此唤起全人类对海洋的关注。大会代表根据这一提议通过了第 17 号决议，提请教科文组织向联合国大会建议，宣布 1998 年为国际海洋年。随后在同年 11 月份召开的教科文组织第 27 届大会上通过决议，建议联合国大会宣布 1998 年为国际海洋年。

海洋学委员会的决议得到了教科文组织总干事马约尔先生的大力支持。1994 年 2 月 10 日 马约尔总干事致函联合国秘书长，要求与秘书长就宣布 1998 年为国际海洋年一事进行磋商。这一信函及教科文组织决议在 1994 年联合国经济及社会理事会举行的会议上进行了审议，通过了提请联合国第 49

届大会考虑宣布 1998 年为海洋年的决议草案。该决议草案得到第 49 届大会第二委员会的支持，在其第 12 项议程中进行审议并获通过，并向联大提交了“根据经社理事会的决议要求大会宣布 1998 年为国际海洋年的决议草案”。

1994 年 12 月 19 日，在第 49 届联合国大会即将结束的会议上，当联大主席加利要求就宣布 1998 年为国际海洋年这一议案进行表决时，与会代表一致表决支持这一议案，无一票反对。至此，第 49 届联大正式向全世界宣布 1998 年为国际海洋年。

联合国宣布 1998 年为国际海洋年，是为了提高人们对海洋重要性的认识，提高地球上每一个公民保护海洋生态环境的自觉性。

国际海洋年 世界大行动

联合国教科文组织、政府间海洋学委员会和环境计划署在荷兰海牙设立了'98 国际海洋年理事会及其办公室，负责组织协调各国在海洋年期间的活动。安排的主要活动有宣传活动、海上航行与调查、国际会议和展览会等。

世界各国将通过电影、电视、录像、光盘、图片、报纸、刊物、广播和国际互联网向公众宣传并普及海洋知识。7 月 28 日是海洋日，9 月 4 日是港口日，各国将充分利用这两个宣传日，广泛宣传海洋知识。我国将开展“百万民众热爱海洋保护海洋”宣传活动。

海洋年组织者将举行由各国海洋调查船参加的环球接力调查，将有记者随船报道活动情况，我国也将派出海洋科学考察船进行调查。

德国于 5 月 17~22 日举办“生命之旅”活动，“太阳号”调查船将前往里斯本参加海洋大会和博览会。欧洲将举办海洋知识有奖竞赛活动，各国参赛获奖的前 10 名将参加“生命之旅”活动。我国将举办“走向海洋”读书活动，每省选出 3 名读书积极分子参加“海洋探秘之船”活动，最后推举 3 名优秀分子赴里斯本参加海洋博览会。

在 1998 国际海洋年里，各国还将举办各种国际会议和展览会。荷兰将同时举办三个关于海洋的多媒体展览会，内容涉及海洋环境、气候、生态、文化等各方面。

加拿大同一些国家联合倡议，在 1998 国际海洋年内签署一个《海洋宪章》，其目的是赞同一致采取行动，使开发、利用海洋资源和保护海洋生态环境走上可持续发展的道路，并接受这一海洋宪章作为今后统一行动的基础。

海洋法律与法规

领海基线与领海

领海基线 为沿海国起算领海宽度的基线。是沿海国官方认定的大比例尺海图所标明的沿岸低潮线。这种基线通常适用于海岸线比较平直的地方。如海岸线极为曲折，或者紧接海岸有一系列岛屿，则确定基线时须在陆岸和沿海岛屿潮线处先选定适当点作为基点，连接相邻基点的一系列直线即构成领海基线。上述两种方法也可依据具体情况交替使用。领海基线向陆一面的水域构成国家内水的一部分；领海基线向海一面的水域为领海，领海基线也是毗连区、专属经济区和大陆架等海域划分的起点线。1982 年通过的《联合国海洋法公约》规定：“每一个国家有权确定其领海宽度 直到按本公约确定的基线量起不超过 12 海里的界限为止。”这一规定 既解决了数百年来悬而未决的领海宽度问题，又满足了中小海洋国家在防务和安全、资源的经济利益方面的需要。

领海 是处于沿海国主权之下的海域，沿海国有权根据本国利益和自然特点确定领海宽度，但限制在从领海基线量起的 12 海里之内。领海主权及于领海的上空及其海床和底上。沿海国对其领海内的一切人和事物享有排他的管辖权 管辖权主要是自然资源的所有权和专属管辖权、航行 航空 的管辖权、海洋科学研究的专属权、海洋环境保护的管辖权以

及司法管辖权。

当前，几乎所有沿海国都已宣布建立领海制度，其中约 110 个国家确立 12 海里为领海宽度。我国政府于 1992 年 2 月公布实施的《领海及毗连区法》明确我国领海宽度为 12 海里。

1996 年 5 月 16 日，我国政府正式颁布了中国领海基线的声明。

毗连区与专属经济区

毗连区 是在沿海国领海以外与其领海相连的海域，其宽度限制在从领海基线起算的 24 海里之内。毗连区不是一国的领海，对于宣布了专属经济区的沿海国来讲，该区是专属经济区的一部分；未设专属经济区的国家，该区属公海部分。但其法律地位又不同于专属经济区或公海，而有其独特的内容。沿海国在该区不能行使完全的主权，而是为保护其特别利益行使某些管制权，主要是为防止和惩处在其领土、内水或领海内违犯其海关、财政、移民或卫生的法律和规章的管制权。沿海国对毗连区的管制范围不包括该区的上空。

目前，有 40 个左右国家已建立毗连区制度，大多数已确立 24 海里的宽度。我国在《领海和毗连区法》中，明确我国毗连区的宽度为 24 海里。

专属经济区 沿海国在领海以外与领海邻接处，设立从领海基线起算不超过 200 海里的专属经济区。它的法律地位既不同于领海，也不同于公海。建立专属经济区的沿海国，在该区享有以勘探和开发、养护和管理自然资源为目的的主权权利，以及对人工岛屿及设施和结构的建造和使用、海洋科

学研究、海洋环境的保护和保安的管辖权；其他国家在此区则享有航行、飞越、铺设海底电缆和管道的自由。无论从地理位置或法律性质上说，专属经济区都是介于领海和公海之间的一种海域。

大陆架、公海与国际海底

大陆架《联合国海洋法公约》规定的大陆架最新定义，是沿海国领海以外依其陆地领土的全部自然延伸，一直扩展到大陆边缘的海底区域的海床和底土，如果从测算领海宽度的基线量起到大陆边的外缘的距离不到 200 海里，则扩展到 200 海里的距离。一般来说 大陆架是邻接海岸但在领海范围以外的水下延伸部分的海底区域，其自然资源丰富，除水产资源外，海底多蕴藏石油、天然气以及其他矿产资源。沿海国对大陆架及其资源的勘探开发享有主权权利。

公海 是指各国内水或领海或群岛水域或专属经济区以外不受任何国家主权管辖和支配的全部海域。按照《公约》规定，公海对所有国家开放，不论其为沿海国或内陆国。公海应只用于和平的目的，任何国家不得有效地声称将公海的任何部分置于其主权之下。公海对所有国家开放，所有国家在公海上享有六大自由：航行自由、飞越自由、铺设海底电缆和管道自由、建造国际法所允许的人工岛屿和其他设施的自由、捕鱼自由、科学研究自由。

国际海底 是指国家管辖范围以外的海底和洋底及其底土，一般是指 2000~6000 米水深的海底。按照《公约》规定，国际海底及其资源是人类共同的继承财产。国际海底及其资源的勘探、开发，应受国际海底管理机构和国际海底制度的

管辖，为全人类谋求福利，并要特别顾及发展中国家的利益和需要。根据科学技术的发展和当代各国海底活动的实践，目前国际海底资源中最先可能开发的是富含铜、镍、钴、锰四种金属的称之为大洋“多金属结核”的资源。

何谓“海洋国土”

严格地说，“国土”就是一个国家的领土。而“海洋国土”是指在国家主权管辖下的一个特定的海域及其上空、海床和底土。按照《联合国海洋法公约》的规定，一国的内海、领海属于国家领土的组成部分，国家对其行使主权，对其内的一切人和物享有专属管辖权。因而，可认定是严格定义上的海洋国土。

“海洋国土”不仅包括一国的内海和领海 而且还包括该国管辖的专属经济区（EEZ）和大陆架，是一国内海、领海、毗连区、专属经济区、大陆架等所有管辖海域的形象总称，是一个集合概念。

本世纪 60 年代以后，大陆架的开发和对 200 海里海洋权的要求引起了海洋秩序的深远变化。广大发展中国家为了保护在海洋上的利益，纷纷要求扩大管辖海域范围，极力促成新的海洋法律制度的建立，于是传统的领海之外即公海的海洋格局被打破了。在这样的历史条件下，1973 年第三次联合国海洋法会议拟定的《联合国海洋法公约》，在一定程度上体现了广大发展中国家的要求。《公约》将世界海洋分为 9 个不同的区域，规定沿海国除拥有作为其领土一部分的内水和领海外，还可拥有专属经济区（EEZ）、大陆架等其它新的管辖海域。世界上许多沿海国家据此扩大了管辖海域范围。 EEZ

制度的建立 将使全世界海洋中约 1.29 亿平方公里的海域成为沿海国的专属经济区，占世界海洋总面积的 35.8%。

那么，“海洋国土”就是国家的领土吗？答案是：不同区域的“海洋国土”并不完全都是国家的领土。具体说，国家在内海、领海的水体、上空、海床和底土享有完全的排他的主权，因而“海洋国土”中的内海和领海可称之为国家的领土；而国家在毗连区、专属经济区和大陆架上并不享有全排他的主权，只享有某些事项的管辖权，如对自然资源的主权权利和对某些事项的管辖权。从这个意义上讲，“海洋国土”与陆地领土有着不同的法律地位 是不能完全相提并论的。因而将“海洋国土”称为一国领土的说法是不准确的。如按《联合国海洋法公约》的规定 我国管辖海域约为 300 万平方公里。

海岛是海域划界的重要砝码

海岛是坐落在辽阔大海中的陆地。全球四大洋中共有 5 万多个大大小小的岛屿；我国 500 平方米以上的大小岛屿就有 5000 多个，这些岛屿，特别是无人居住的，并未引起人们的关注。500 年前哥伦布发现新大陆，虽诱发当时一些海洋强国先后控制了不少远离其本国领土的岛屿，但也只是扩大了自己的势力范围而已，并未增加岛屿的“身价”。

1973 年联合国第三次海洋法会议召开后，尽管海洋法作为国际法中一个重要的分支有了迅速的发展，相继建立了诸如领海、毗连区、大陆架、公海等一系列海洋法律制度，但是却未能就岛屿建立相应的法律制度。1982 年《联合国海洋法公约》对岛屿制度作出了明确规定，赋予岛屿与大陆领土

同样的法律地位，即岛屿本身也可以建立领海、毗连区、专属经济区和大陆架制度。岛屿的这一法律地位，使得世界各国，尤其是广大沿海国家，对其刮目相待。

值得指出的是，一些无法维持人类居住或其本身的经济生活条件的岩礁，不应有专属经济区域大陆架。也就是说，它只能建立领海及毗连区制度。但是，岛屿与岩礁如何界定，《公约》并未作出具体的规定。近年来，在讨论这个问题时，有的学者提出按面积的大小来区分岛屿与岩礁；有的专家提出按自然环境条件，如有无植被、土壤、淡水等等，以此加以区分两者的性质。当然，这些专家、学者的意见只是有利于岛屿制度的完善和施行，并不具备法律效力。

由此可见，一个国家只要拥有一个岛屿，就可以享有周围 200 海里半径范围内的专属经济区和大陆架。即使是一个岩礁，也可以主张 12 海里的领海和 24 海里的毗连区。在各国之间的海域划界中，岛屿和岩礁的作用更不容忽视。因此现今岛屿倍受人们重视，它在国与国之间海域划界中将成为一个重要的砝码。

中国海域

中国海域的生物资源

浩瀚的海洋是孕育生命的摇篮。她哺育着种类繁多、形体各异、大小不同的海洋动物。有闪闪发光的夜光虫和身体晶莹透明、随波逐流的水母，还有美丽的珊瑚、石花，五光十色的贝类和顶盔披甲的虾和蟹以及会喷云吐雾的乌贼，名贵的海参和鲍鱼，更有千奇百怪的鱼类、结构复杂的海龟类和婀娜多姿的海豹、海狮、海象、海豚、海鸟、企鹅以及硕大无朋的巨鲸等等。它们共同居住在这熙熙攘攘的大家庭中，组成地球上这个光怪陆离的海洋动物大千世界。

据统计，在海洋中大约生存有 50 多万种动物，占全球动物总数的 $\frac{4}{5}$ 。此外，还有 1.35 万种植物生长在海洋里。这些海洋生物资源量共计达 2.6 万亿吨，而目前的海洋生物开发利用程度很低，仅向人类提供 2% 的食物。随着捕捞技术的发展和运用，不少国家不仅在近海打鱼，而且到远洋去捕捞。当今海洋大约提供了人类需求总量中 16% 的动物蛋白质，这个数量虽然已接近海洋捕捞的持续生产量，但近岸的海水养殖业从全球看仍处于开发初始阶段。80 年代以来，科技发达国家，如美国、日本等国大力研究开发海洋生物高技术——生物基因工程，培育优良品种和抗病毒强的苗种。高新技术成果的应用与推广，使海水养殖业规模扩大、产量大增、经

济效益可观。

中国海域的生物种类丰富多样，已有描述记录的物种达 2 万多种。海产鱼类 1500 种以上，产量较大且具有经济价值的有 200 多种。渔场面积 200 多万平方公里，捕捞和养殖水产品年产量达 2800 多万吨，居世界首位。从“九五”计划起，我国海洋领域开始实施 863 海洋生物高新技术研究开发，“克隆鱼”技术已取得突破性进展。这将大大推进海水养殖产业的发展。

海里的虾蟹因其味道鲜美而倍受人们的喜爱。对虾是我国沿海珍贵的虾类，因它们主要产于黄海和渤海，是这一带的海鲜特产，所以被人们视之为“黄海和渤海的珍品”。生活在我国南海的斑节对虾，大的个体一个就有 0.5 千克重。而体长 40 厘米左右的龙虾，个体通常重 1~1.5 千克，大者可达 3~4 千克，最大者可达 5 千克，堪称“虾中之王”。

在辽东半岛和山东半岛沿海地区，在海流稳定的海湾 3~15 米深的岩礁或细泥沙质海底，生长着一种身体背部布满大小不等的圆锥状肉刺的海参，名叫“刺参”。它是海参中最为名贵的一种。它不仅是宴会餐桌上的美味佳肴，而且还是人们健康的营养滋补品，对增强体质，预防疾病，抑制肿瘤，延年益寿都具有良好的功效。

海龟是海洋龟类的总称。我国海域已发现有五种海生龟类，其中海龟科的有玳瑁、丽龟、海龟和 蠵龟四种；属棱皮龟科的只有棱皮龟一种。海龟是现今海洋中躯体最大的爬行动物。其中个体最大的当属棱皮龟了。它最大体长可达 2.5 米、体重约 1000 千克，堪称“海龟之王”。生物学家发现成年的海龟（约 7~8 岁），不论它们漫游到哪里，即使是漂洋过海，翌年都要千里迢迢返回“故乡”产卵、生儿育女。然

而，海龟为什么能准确无误地找到故地，而不会迷失航向呢？至今仍是一个未解之谜，对此人们也有种种解释。有人认为，海龟头部有自己的“定向罗盘”，有它的生物钟，白天能根据太阳的方位和高度定向，晚上则靠天上的星星来导航。也有人认为，海龟对出生时第一次接触过的海水气味，有着惊人的记忆力，它全凭敏锐的嗅觉来辨认归途。

我国海洋生物的物种较淡水多得多，有记录的鱼类 3802 种，海洋就占 3014 种。此外，我国沿岸还拥有红树林、珊瑚礁、上升流、河口海湾、海岛等各种海洋高生产力的生态系统，这种生态环境对各类海洋生物的繁殖和生长极为有利。

中国海域的矿产资源

在约 300 万平方公里的管辖海域中，从大陆边缘、近海到深海域蕴藏着各类矿产资源。除大陆架海底丰富的石油与天然气外，还有滨岸平原的地下卤水、滨海砂矿、磷钙石、海绿石、铁、铜、铅、锌和煤炭等金属与非金属矿产。此外，在深海陆坡区和海盆中，如东海的冲绳海槽发现有海底热液硫化物矿床；南海海盆一些海山上发现有多金属结核或结壳等矿产资源。

地下卤水 是在蒸发量大大超过降水量的滨岸平原和泥沙质滩涂环境下，由海水的蒸发、浓缩、渗透、富集而形成的一种液体矿产资源。其浓度高于海水 2~6 倍，与海水化学成分相似。新生代的第四纪（距今约 200 万年）滨岸地下卤水主要分布在北方环渤海沿岸，其中以山东半岛北部莱州湾南岸的地下卤水分布最广、规模最大、储量最丰。据初步估算，其分布面积为 1500 平方公里，总净储量 74 亿吨。此外，

辽宁、河北省滨岸平原也不同程度的赋存有地下卤水。目前已有一些地方进行了开发利用，如山东省潍坊市的寒亭建了大型的制卤盐、碱厂。

海底煤田 山东半岛黄县北皂海底煤田位于龙口东北约 5 公里岸外，属黄县新生代含煤盆地的一部分。下第三系黄县组的中亚组包括上、下两个含煤层段，可采煤层为 6 层，总厚度 16.98 米，可采煤层总厚 15.6 米。1990 年地质矿产部在该海区打成我国第一口海下煤井。经地震勘探推测，龙口矿区煤田延伸至海底下面积约 150 平方公里，海下主采煤层厚约 10 米，地质储量约 10 亿吨。此外，我国海域中的一些新生代地层中，不仅蕴藏有大量的油气资源，而且还有较丰富的煤炭资源。尽管目前开采技术条件困难，但海域的煤炭资源也是未来的潜在能源。

滨海砂矿 主要来源于陆上岩矿碎屑，经地表流水、河水搬运到河口滨岸地带，在海岸水动力的反复作用下，使比重大的矿物在有利的地貌部位（如阶地、沙嘴、沙滩、海湾等）富集而形成具有工业价值的矿产资源。我国现已发现和探明的滨海砂矿有锆石、钛铁矿、金红石、独居石、磷钇矿、磁铁矿、铬铁矿、铌钽铁矿、锡石、砂金、金刚石和石英砂等。现已探明各类砂矿床 191 个，其中大型 35 个、中型 51 个、小型 105 个，地质储量 16 亿多吨（不含石英砂）。在我国华南沿海地区分布有钛铁矿、锆石、独居石、磷钇矿、金红石、磁铁矿和砂锡等 60 多个矿产地，总储量 3 亿多吨。如广西官井大型金红石砂矿储量 7000 多万吨，防城金红石-锆石砂矿储量约 5000 万吨。辽东半岛和山东半岛沿岸蕴藏大量的金刚石、砂金、金红石、锆石和石英砂等滨海砂矿；福建沿岸分布有优质的石英砂；砂锡、铬铁矿、金红石、钛铁矿、铌钽

铁矿主要分布在广东和海南，规模多为中、小型。

油气资源 我国陆架区海域辽阔，共有 16 个新生代沉积盆地，总面积近 90 万平方公里。据国内地矿和石油部门资料估算，拥有石油资源量 200 多亿吨（不含南海南部西沙、中沙和南沙海域）、天然气资源量近 10 万亿立方米。

1982 年中国海洋石油总公司成立以来，积极开展对外合作和自营勘探开发，经过 15 年的建设，我国海上石油工业已进入一个高速、高质和高效发展的阶段。到 1997 年底，先后与 20 个国家和地区的 67 家外国石油公司签订合同与协议 131 个，引进外资近 60 亿美元。海上油气勘探开发取得了重大的突破和丰硕的成果。

至今，在陆架区近海域已完成地震勘探线 75 万公里，钻探井 400 多口、发现含油气构造 101 个，探明具有商业性开采价值的油气田 38 个，其中超亿吨级大型油气田 6 个（油田 4 个、气田 2 个）。探明石油地质储量 15 亿多吨、天然气地质储量 3000 多亿立方米。

到 1997 年底共投产的油气田 22 个，其中渤海 8 个、南海 14 个，石油产量达 1629 万吨、天然气 40 亿立方米，年产油气当量超过 2000 万吨，创历史最高水平。预计到 2000 年海上石油年产量将超过 2000 万吨，天然气产量将达到 85 亿～100 亿立方米。

中国海域的水动力能源

海洋水动力资源统称海洋能，包括潮汐、潮流、海流、波浪、温差和盐差等，它是一种可再生的巨大能源。据估算，世界海洋中仅以可利用的潮汐能一项就达 30 亿千瓦，其中可供

发电约为 260 万亿度。科学家曾做过计算，沿岸各国尚未被利用的潮汐能要比目前世界全部的水力发电量大一倍。

我国的潮汐能量也相当可观，蕴藏量为 1.1 亿千瓦，可开发利用量约 2100 万千瓦，每年可发电 580 亿度。浙江、福建两省海岸线曲折，潮差较大，那里的潮汐能占全国沿海潮汐能的 80%。浙江省的潮汐能蕴藏量尤其丰富，约有 1000 万千瓦，钱塘江口潮差高达 8.9 米，是建设潮汐电站最理想的河口位置。

我国利用潮汐能发电始于 1956 年。50 年代后期曾出现过一次高潮。沿海诸省市先后兴建了 42 个小型潮汐电站，总装机容量 5000 千瓦；70 年代初再度出现潮汐办电高潮。至今仍在运转的潮汐电站只有 8 座，总装机容量 7245 千瓦。其中较大的 3 座为浙江江厦电站、山东半岛白沙口电站和广东甘竹滩洪电站。其中江厦电站在 80 年代扩建，其装机容量为 3200 千瓦，成为迄今我国规模最大的潮汐发电站。据初步调查资料表明，仅浙江可开发装机容量 500 千瓦以上坝址的潮汐资源，总装机容量就有 880 万千瓦，年发电量 264 亿度。这些能源的 95% 分布在杭州湾、象山湾、三门湾和乐清湾。“九五”期间，国家将在闽浙沿海建立 1~2 座万千瓦级潮汐发电站。经过考察筛选，已在浙江海宁和福建的福鼎、连江确定了筹建潮汐电站的 3 个站址。有关专家认为，福鼎八尺门潮汐电站若立项兴建，可建成年发电量约 0.86 亿度的规模，将成为我国最大的潮汐电站。此外，舟山海区的潮流能资源量极为丰富，其中岱山海域龟山水道潮流的流速达到 4 米/秒。那里潮流能的优势为意大利阿基米德桥公司总裁看中。目前浙江省与欧盟代表团签署了“舟山潮流能发电技术开发研究”项目合作协议书，共同出资 200 万元人民币进行此项研究。

究。根据调查研究结果，中欧双方还将在岱山海域合作建立一座 100~300 千瓦的潮流发电装置，它将成为世界首座潮流能发电站。

据估算，我国可供利用的海洋能量还有：潮流能 1000 万千瓦、波浪能 7000 万千瓦、海流能 2000 万千瓦、温差能 1.5 亿千瓦和盐差能约 1 亿千瓦。如果将波浪的能量转化为可利用的能源，那也是一种理想的能源。据计算，海浪每秒钟在 1 平方公里海面上能产生 20 万千瓦的能量，全球海洋波浪能量高达 90 万亿千瓦，可开发利用的波浪能约为 27 亿~30 亿千瓦；而我国近海域波浪能的蕴藏量约为 1.5 亿千瓦，可开发利用量为 3000 万~3500 万千瓦。

目前一些科技发达国家已经开始建造小型的波浪发电站。美、日、印度等国设计的波能发电站的效率已达到 60% 以上。如日本海洋科技中心建造一艘波力发电船“海明号”，年发电量 19 万度；美国在艾莱岛上建成一座每天可发电 40 度的波能发电站；美国人还在苏格兰的波斯纳赫支附近，设计了一座容量为 5000 千瓦的涡轮机组波能发电站，近期即将投产。1995 年 8 月，世界上第一座商用名为“奥斯普雷-1 号”海浪发电站，其发电能力为 2 兆瓦，再加上在海浪发电站顶端安装的 1.5 兆瓦的风力发电机，总共可供 3500 户居民用电。该发电站是用拖船拖到离苏格兰北部海岸 275 米的海域进行波浪发电的。经过 2 个月的调试后，它所发的电已并入英国的敦雷电网。

目前我国波浪发电主要集中研究开发小型气动式装置，应用在海上做导航标灯。而对利用海水温差和盐差的能量转换为能源的问题，各沿海国家都正在进行可行性研究中。总之，开发利用“取之不尽、用之不竭”的海洋可再生能源，为

21 世纪人类社会的可持续发展展现了广阔的应用前景。

中国海域的空间与旅游资源

海洋空间资源包括海洋水体、水面及其上覆空间、海床、底土的总称。它和陆上土地资源一样，既有其自然属性，又有社会经济属性，是进行海洋开发利用的载体。根据《联合国海洋法公约》的规定 我国管辖海域约 300 万平方公里 相当我国陆地面积的 $\frac{1}{3}$ 。如此辽阔的海洋空间资源 为未来的海洋开发和解决“人口、资源、环境”三大问题提供了可持续开发利用的良好条件和广阔的空间。

我国海洋旅游资源非常丰富。在从北方的鸭绿江口到南方的北仑河口长达 18000 多公里的海岸线上 分布有 1500 多个各有特色的滨海旅游景点。此外，近海域分布有大大小小 5000（面积在 500 平方米以上的）多个岛屿。目前世界海洋旅游的海上航线主要有 6 条，其中太平洋旅游航线包括我国沿海主要港口城市：大连、北戴河、秦皇岛、青岛、连云港、上海、舟山、厦门、深圳、北海、海口、三亚、香港和澳门等。

我国美丽的海滨城市青岛，地处山东半岛黄海之滨，依山傍海，她除了以其“红瓦绿树、碧海蓝天、景色秀丽、气候宜人”的独特魅力吸引了大批中外游客外，还拥有世界上一流的汇泉湾海水浴场；沿海滨八大关、太平角一带建筑风格各异的别墅群；前海一带的中山公园、小鱼山公园、信号山公园、鲁迅公园、海产博物馆、水族馆、小琴岛、栈桥、海上皇宫、海上中苑广场和东海路上的五四广场等；向东部有新开发区的海上游乐场、海豚表演馆、国际啤酒城、石老人

高新技术开发区和著名的崂山风景区。每年 4 月下旬至 5 月上旬为各种樱花、海棠盛开季节,7~9 月为下海游泳、避暑、休闲、疗养季节,盛夏时平均每天来此“下海者”有 4 万~5 万人、双休日高达 20 万~25 万人次。在这里人们可以尽情享受海水的清凉、沙滩的温暖和阳光的沐浴。

北方美丽的海滨城大连市,首先建成第一座海底游乐园,在“圣亚海洋世界”的海底通道内,游览者宛如置身于粼粼的波光、各种颜色的海藻、神态各异的鱼群当中。当你看到潜水员与海豚、鱼儿嬉戏的情景时,便会忘却都市的喧嚣,沉浸于海底大自然的和谐、宁静之中,从而感到精神上的愉悦和轻松,获得人生的一种美感。

我国最大的海洋群岛型旅游度假胜地是浙江近海的舟山群岛,拥有 1339 个大小岛屿,素有“千岛之城”的美称。那里景色秀丽、气候宜人,既有海水、阳光、沙滩、岛礁等自然景观,又有宗教、渔火等人文景观和独特的民俗风情等社会景观,是中外游客观光、探奇、休闲、疗养和度假的理想之地。那里的各景区还推出了一系列富有海岛特色的旅游项目,如岱山、普陀山、嵊泗等景区的海上垂钓、冲浪、跳伞、帆船、帆板、快艇及山坡伞翼滑翔等现代海洋旅游项目,对游客具有很大吸引力和刺激性。乘上小型直升飞机可以在空中俯瞰海域全景,更别具风趣令人陶醉,同时也使游客游兴高涨、留连忘返。

海滨旅游与陆地风景名胜旅游相比,又是另一天地。海滨旅游是风景旅游区中的一个副区,它的风景主体是海水、沙滩、阳光(人们简称为 3S)加海岛,并以具有浪缓、沙软、滩平、异岛、奇山、怪石的特点。它们大多成为可供人们避暑、疗养、休闲、观日出和游览海上风光的胜地。

当今海洋旅游业被称为具有可观经济效益的“无烟工业”。它开发各种集吃住、游乐、观光、购物为一体的旅游区。由于海滨、海岛拥有上述陆地无法比拟的优势，因此方兴未艾的海洋旅游业正在世界各沿海国家兴起。

中国海域的岛屿资源

海岛是坐落在辽阔大海中的陆地。全球四大洋中共有 5 万多个大大小小的岛屿；我国海域岛屿星罗棋布，据测量统计，面积在 500 平方米以上的有 5000 多个，占陆地面积 0.8%。其中最大的是台湾岛（35780 平方公里），海南岛次之（32200 平方公里）。

海岛类型各种各样，有“母子分离”的大陆岛、连陆岛，海底火山喷出堆积形成的火山岛、珊瑚虫死后堆积成的珊瑚岛，由江河冲积而成的淤积岛，还有由人工堆积而成的形形色色的人工岛。

海洋中的岛屿除了一些有人居住的大岛外，大多数小岛都是无人居住的，这些无人问津的荒芜小岛几乎都未引起人们的关注。500 年前哥伦布发现新大陆，虽诱发当时一些海洋强国先后控制了不少远离其本国领土的岛屿，但也只是扩大了自己的势力范围而已，并未增加岛屿的“身价”。

1973 年联合国第三次海洋法会议，尽管海洋法作为国际法中一个重要的分支有了迅速的发展，相继建立了诸如领海、毗连区、大陆架、专属经济区和公海等一系列海洋法制度，但是却未能就岛屿建立相应的法律制度。1982 年《联合国海洋法公约》对岛屿制度作出了明确规定：四面环水并在高潮位时高于水面自然形成的岛屿，可以同陆地一样拥有自己的领

海、毗连区、大陆架和专属经济区，赋予岛屿与大陆领土同样的法律地位。即使是无人居住的岛礁（如我国南沙群岛海域的岛礁）也能在海域划界中争得领海与毗连区。

海洋法中岛屿的这一法律地位，使得世界各国，尤其是广大沿海国家对其刮目相待。这样一个小岛或一块礁石，按估算以 12 海里领海计算，可获得 1500 平方公里面积的领海区，相当于 3 个新加坡的面积；如再以 200 海里专属经济区距离计算，则可获得 43 万平方公里的专属经济区，相当于 4 个浙江省的面积。由此可见，看似无足轻重的一岛一礁，但在与周边海域邻国划界时则意义重大。即使是一个岩礁，也可以主张 12 海里的领海和 24 海里的毗连区。在各国之间的海域划界中，岛屿和岩礁的作用更不容忽视。因此，岛屿倍受人们重视，它在国与国之间海域划界中成为一个重要的砝码。

全球岛屿的总面积为 970 多万平方公里（相当我国的陆地面积）占陆地总面积的 1/15。据统计，全部领土由岛屿组成的国家共有 43 个，其中亚洲就有新加坡、印度尼西亚、日本、菲律宾等。素有“千岛之国”美称的印度尼西亚，实际上全国共由大小 13677 个岛屿组成，它们分布在太平洋西部 960 多万平方公里的辽阔海域中，真可谓是世界上绝无仅有的“万岛之国”。

我国海域中有许许多多的宝岛，除了众所周知的台湾岛和海南岛之外，还有诸如位于山东半岛威海湾中央的刘公岛，自古以来便是扼守东陲海疆的重要军港，素有“东海屏藩”之称；太平岛为南沙群岛中第一大岛，自汉代我国人民就开始在南海航行，先后发现西沙和南沙诸岛；突出在广东与福建交界处海面上的南澳岛，素有“闽粤咽喉，潮汕屏障”之誉。

称；东海舟山岛基岩临海、岬湾相间、水深湾大、波微浪轻，是不可多得的优良天然深水港，在 2300 多公里海岸中，现有 500 吨级以上的泊位 84 个，为我国两个最大原油中转泊位之一；位于长江入海口的崇明岛是长江黄金水道和上海对外进出口的必经之水路。它们在港口海运交通、军事海防和发展外向型经济方面都起着重要的作用。

我国海洋“国土”能养活多少人？

我国素有“地大物博”之说，然而发展到今天与世界发展中国家相比，我们不得不说“人口多、耕地少、底子薄”了。据测算，我国陆地国土的耕地最多只能养活 16 亿人。我国拥有可管辖海域约 300 万平方公里，那么这块海洋“国土”又能养活多少人呢？对此，专家们研究的结论是：本世纪末大约可承载 2.97 亿人，到 2010 年可养活 3.5 亿~4 亿人。

尽管海洋“国土”如此辽阔，但沿海国家人们的生活和生产活动主要集中在漫长而狭窄的海岸带上（海岸向陆、向海各 10 公里宽的地带）。

1. 沿岸滩涂不断淤长，资源丰富

我国沿海滩涂总面积为 2.17 万平方公里，它不仅为发展海涂种植业、海水养殖业、海盐业和沿海城市扩建等提供了广阔的空间，而且更重要的是它每年还在不断地增长。据统计，辽河、黄河、长江、珠江等主要河流每年平均入海泥沙量约 20 亿吨，可淤长成新陆地面积 40 万~50 万亩，经过人工改造有 1/3 的面积可变为耕地，那么每年可增加新耕地 13 万~17 万亩，按目前人均耕地 1.3 亩计算，每年新增耕地可养活 10 万~13 万人。

2. 浅海滩涂面积广阔，海水养殖潜力巨大

我国水深 15 米以内浅海域面积约 15 万平方公里，其中浅海滩涂面积 1.2 亿亩。适宜搞养殖的面积有 2000 多万亩。据计算，海水养殖的亩均产值是农业耕地亩均产值的 3 倍。目前海水养殖面积仅 1/3，若本世纪未能利用余下面积的 1/3 达到 1400 万亩，那么这些海水养殖面积就相当于 4200 万亩耕地，若按人均 1.3 亩计算，则可养活 3230 万人。目前我国已利用的浅海养殖面积只占 15 米水深浅海域面积的 0.5%；而日本浅海养殖已扩大到水深 20 米以内的海域，养殖面积占 15%，由此可见我国浅海养殖业潜力巨大。

3. 近海岛屿众多，开发前景良好

我国海洋面积 500 平方米以上的岛屿 5000 多个，有人居住的海岛只占其总面积的 7%。通过全国海岛资源综合调查，有关部门已提出开发海岛规划，只要从海岛实际出发，精心规划、合理安排，制订开发优惠政策，加强基础设施建设，便能吸引一部分人员向海岛移居，从而可减轻沿海省城镇人口密、耕地少的矛盾。

4. 新兴产业发展，可促进相关产业的兴起

以海洋油气为代表的新兴产业，是技术密集和资金密集型产业。这项产业从事人员不多，但却能带动许多产业的发展，可解决大量的就业人员。我国海洋石油勘探开发，1980 年的原油产量仅为 16.6 万吨，1991 年增长到 240 万吨，1997 年突破 1500 万吨，17 年间增加了近百倍。现已投入开发的油气田 25 个，预计到本世纪末海洋石油产量将超过 2000 万吨，天然气 85 亿~100 亿立方米。无疑，海洋油气业的大发展，必将带动石油化工、钻井平台、水下工程和造船等产业的发展，从而可吸收大量的就业人员。

21 世纪将是“海洋开发时代”我国海洋开发自 1980 年改革开放以来，传统的海洋渔业、海盐与盐化工业和海运业得到改进发展；新兴的油气业、水产养殖业、远洋渔业、滨海旅游业等迅速发展。大规模的海洋开发必将大量吸收就业人员，它不仅能增强沿海地区的经济实力，而且也能提高海洋“国土”的承载能力。

海洋地质与矿产资源

海洋地质科学

海洋地质学是调查研究海水覆盖下的海底地壳的特征、物质组成及其演化历史的学科。其主要研究对象是海底岩石圈的地形地貌、沉积物组分、地质构造、地球物理场、地球化学特征、海洋矿产资源分布及其特征、成矿作用和演化历史。通过对不同海区的海底进行调查研究，认识地球内部结构、构造，沉积物和岩石的物质组成，以及各类矿产的形成与分布，为人类开发利用海洋，特别是开发利用矿产资源提供科学依据和途径。

海洋地质学的研究领域十分广泛，涉及地球科学的各个方面，主要包括：海底地貌学、海洋地球物理学、海底构造地质学、海洋沉积学、海底岩石矿物学、海洋地史学、海底矿产地质学和海洋环境地质学、地质灾害学、工程地质学等。

由陆地向海洋，从海岸带的滩涂 宽广的陆架区 倾斜的陆坡区 辽阔的深海大洋盆地 陆地上常见的起伏丘陵、高丛的山川、辽阔的平原、深邃的沟谷等地貌景观，在汹涌波涛下的海底同样存在。经调查证实，我国陆架区海域的主要地貌景观有：水下坡地、侵蚀洼槽、侵蚀海底平原、水下纵谷、沙滩、河口淤积缓坡、浅水堆积斜坡，以及黄河与长江两个水下三角洲。在大陆架上还有一些孤山与残丘，如我国

东海大陆坡的典型地貌可分为丘陵状陆坡、弧形陆坡和陡坡状陆坡等。

我国海域，从海岸带到大陆架、大陆坡的海底蕴藏着多种多样的海洋矿产资源。例如在北方（辽宁、河北、山东）滨岸平原的地下蕴藏有卤水，在海岸带近海域海底基岩里蕴藏有陆地向海延伸的层状、脉状矿藏，如煤炭、铁、铜、铅、锌、铝等金属矿床。在海岸带的沙滩堆积物中，分布有各种滨海砂矿，已探明具有工业价值或储量的主要有锆石、锡石、独居石、钛铁矿、磷钇矿、铬铁矿、磁铁矿、铌钽铁矿、褐钇铌矿、金红石、石英砂、砂金和金刚石等 13 种，各类矿床 191 个，矿点 135 个，各类滨海砂矿总储量 15.24 亿吨。在近海域中以大陆架和大陆坡丰富的石油与天然气最引人注目，我国陆架近海海域的石油资源量为 200 多亿吨，天然气近 10 万亿立方米。

海洋的地质作用

如果从载人飞船上看地球，她是一个淡蓝色的水体，陆地只是在这个大水体中的几个小“岛屿”。海洋面积约占地球表面的 71%。

广义的海洋是指陆地以外连续水域的总称，濒临大陆的部分约占海洋面积的 11% 称为海；远离大陆的浩瀚部分称为洋，海又分为内陆海和边缘海，我国的东海、南海以及日本海和菲律宾海等都是边缘海；洋可分为海岭（又称洋中脊）、洋盆和海沟。

海洋是生命的摇篮，她对人类有着巨大的贡献，但是今天的海洋至少是从几亿年以前发展起来的，现在还在不断发

展、演变，促使海洋发展变化的原因是很复杂的，在众多因素中，地质作用无疑是起主导作用的。

根据板块构造理论，大约在 2 亿年前，即三叠纪，现在的七大洲是连在一起的 叫做联合古陆 也叫泛大陆)环绕大陆的海洋叫做泛大洋。1.6 亿年以前，即侏罗纪时，泛大陆开始裂解、漂移，也随之扩张、消亡，逐渐形成现在的七大洲、四大洋。

海洋的地质作用就是指造成海底地壳的物质、构造及其形态不断变化的地球内外动力地质作用。主要的地质作用是海洋沉积、海底扩张和俯冲消亡 沉积物源有来自陆地的、火山的、生物的、化学的、宇宙尘埃等，边缘海的沉积主要来自前四种，沉积厚度可达万米以上，是海洋油气资源的主要来源；深洋盆和海岭的沉积主要来自后四种。自侏罗纪开始，洋壳从大洋中脊不断扩张，同时又在海沟向大陆边缘俯冲消亡，洋壳的扩张、消亡，大陆的裂解、联合，多数地质学家认为这是地球 45 亿年形成以来地球不断演化的主要运动形式。造山作用、火山爆发、岩浆侵入、成矿作用和地震都与这样的运动形式有着密切的联系。喜马拉雅山脉、北美的落基山脉和南美的安第斯山脉都是由于洋壳俯冲促使陆块碰撞而造成的；西北太平洋的日本和我国的台湾省多数地震也是由于洋壳碰撞和俯冲引发的。

任何事物都有两重性。海洋地质作用既可以给人类造福，也可以给人类带来灾难。1998 年是国际海洋年，21 世纪是海洋开发时代，全人类应该携起手来加强海洋的调查研究，让蓝色的海洋成为人类的美好家园，让蓝色的宝库为人类造福。

海洋工程地质环境

海洋工程地质是调查研究海洋工程建设有关的工程地质环境的科学。其主要任务是研究评价海洋环境中的工程地质特征，预测海洋工程的地基稳定性及其变化规律，为保证海洋工程的合理规划、设计、施工和安全使用提供必要的科学依据。

自 50 年代以来，由于海洋资源的开发和海防军事的需要，人类工程建设逐步深入到海洋环境中，如修筑大量的港口，铺设海底电缆和输油管线，海上钻井平台的建立，这些在海洋环境中的建设工程，要求有可靠的环境资料来保证它们的安全和稳定。因此，海洋环境灾害的认识和研究日益显得重要。同时大多数海洋环境灾害具有潜在性和随机性。据大陆架海洋环境灾害研究证实，大陆架潜在的危害性多变，甚至在同一区域，不同类型灾害之间交织着复杂的相互影响。

近年来，随着海洋资源开发，海洋环境调查的进行，海底不稳定性等地质灾害，逐渐被人们所认识，引起了海洋科学家的普遍重视。80 年代中期以来，地质矿产部首先在联合国开发计划署的援助下，于南海北部珠江口盆地开展 1：20 万比例尺海洋灾害地质与工程地质调查研究，博采世界先进技术之长，创立了一套以多学科、多工种相结合，将海洋灾害地质与工程地质评价融为一体，科研、生产与社会服务互促共生为特色的技术路线与工作方法，调查研究的成果在沿海经济建设中发挥了重要作用。该项目完成 9 份 1：20 万图幅报告、4 份科研报告、1 部调查规范和一册总技术报告（专著），获地质矿产部地质勘查成果一等奖及国家科技进步三等

奖，填补了我国海洋工程地质调查的空白，大幅度地促进了海洋工程地质调查技术的进程，使我国海洋灾害地质及工程地质调查水平跃进世界先进行列。

海底有哪些沉积物

茫茫大海，神秘莫测。从数十米到数百米，数千米至上万米深水下的大洋深海底部有哪些沉积物质？洋壳底下是由什么物质构成的？内部隐藏有什么宝藏？海底沉积物又是怎样变化的。那些在海底被巨厚水体覆盖的究竟是什么东西 在一百多年前对海洋刚刚开始探测时，由于技术方法落后或精度不够，也难以了解、探测到它们的真面目。到了科学发达的现代，有了精确的探测仪器，科学家们可以把古代人千百年来对大海向往的幻想和到海底龙宫探宝的神话传说变成现实。现今，人们在近海远洋调查中，在船上可以通过有缆或无缆方式对五六千米水深的海底进行底质取样。

底质取样是调查研究海底沉积物的一种重要手段，可以对从海底取上来的样品进行直接观察。因此，取样的目的是探测和了解海底表层沉积物的成分、类型、分布，沉积演变过程和海洋污染对底质沉积物的影响，以及底质沉积物的声学特性等。底质取样在海洋地质调查中是一项作业难度较大的工作。技术比较落后的早期，一般都是使用有缆抓斗和拖网，用这种老式简陋的设备，要从几千米水深的海底取获底质样品，犹如大海捞针一样。

在我国的远洋科学调查中，曾先后在水深 2000 米、2600 米、3500 米和 4700 米进行过底质取样作业。一般超过 3000 米水深，作业就比较困难了，有时连续数次作业时间超过 24

小时都未能成功。若在太平洋中部海域 5000 米水深，进行底质取样，从船上施放取样器到海底就是一个难题，如果下水速度太快，抓斗在水中会自动闭合，导致作业失败；如果施放速度太慢，抓斗触底时冲力过小，就会影响取样数量，甚至取不到样品。

我国海洋科技工作者在 70 年代末的第四次远洋科学调查中，一次仅 3 个多小时的作业，从水深 5412 米的海底采到 12 千克的底质样品，又从水深 5407 米的洋底获取了长度 80 厘米极为难得的柱状样。那次的作业水深、取样数量、柱状长度，都创造了当时我国大洋地质调查取样的最高记录。就在这次底质表层取样中，在只有 0.1 平方米的洋底表层采的底质样中，含有 30 多颗大小不等的锰结核。这是我国继第三次远洋调查在太平洋水深 4000 多米的洋底首次采到锰结核样品后，再一次在更深的洋底采获锰结核。这些上千万年沉睡在深洋盆的底质和结核样品，对于深海大洋沉积物的研究，具有重要的科学价值。

海底有哪些沉积物？从海岸带的粗砂砾 → 近海域的中粒泥砂 → 远海域的细泥砂 → 深海远洋的钙质或硅质软泥。这反映海洋沉积物，从近岸浅水域 → 近海大陆架 → 远海陆坡 → 大洋深海盆海底沉积物由粗到细的变化。在物质成分上，分为陆源物质、火山物质、宇宙物质、生物物质和自生物质。其中生物物质是大量生物死后的残骸，又以软体动物介壳和浮游生物的遗体为最多。

大陆边缘区（滨岸、大陆架、大陆坡）有丰富的陆源物质，其物质成分主要是陆源碎屑物，有机质含量高，粒度成分变化大。有些海区还分布有珊瑚砾、角砾、砂、粉砂和炭质生物残骸。而远洋沉积是各种来源物质的复杂结合，主要

是生物物质和自生物质。远洋沉积物有红粘土、钙质软泥、硅质软泥和火山物质。

会移动的海底与地球板块

在我们生活的这个地球上，真可谓无奇不有：宇宙飞船登上火星，使人类对太空的研究进入一个新时代；Internet 的连通，使千里之外的人们好似近在咫尺；克隆牛、羊的实验成功，使生命科学进入一个新纪元。可会移动的海底你听说过吗？尽管你不能觉察到它的移动，但科学家们，特别是地质科学家们已有足够的证据证明其在缓慢移动之中。

科学家们通过对整个地球构造的研究，特别是利用近几十年来科学技术迅速发展的成果，已有大量的证据表明，我们生活的地球在大约 5.7 亿年前，是由一个统一的整体组成的。后来，由于地球内部一个叫做地幔的层位内的大量流体物质的对流作用，使整块大陆分离、裂解，最后形成了六大板块：即我们今天所见的太平洋板块、亚欧板块、印度洋板块、非洲板块、美洲板块和南极板块。在板块之下地幔对流的驱动下，流体从大洋中脊（大洋中间较大的山脉）向两边扩张，于是板块之间发生相背、相向和平错等运动，形成了所谓的会移动的海底。这些移动的海底（即海底扩张）引起大洋与大洋、大陆与大洋及大陆与大陆之间的碰撞与缝合，于是就形成了地球上凹凸不平的山脉、海岛、海沟和海盆。其中，当大洋向大陆俯冲时，在俯冲带上，可形成地壳活动最活跃的地区。这些地区火山活动频繁、地震活跃，是人们减灾防灾的重要地区；而大陆与大陆的碰撞缝合线，往往是地球上高大、绵延的高原或高耸山系所在地，其形成正是由于

海底扩张使大陆漂移所致；在大洋内部，由于软流圈熔融物质的不断上涌，并从大洋中脊向两侧移动，于是形成了远离大洋中脊的岩石越远越老，靠近大洋中脊的往往是年轻的海底。目前，科学家们经过一种叫做古地磁的地质手段进行分析研究，已经确认了大洋年龄的这种特性。也正是由于板块的这种不断运动，引起了地质历史时期的海陆变迁和各种地质构造的形成。

现在，板块构造学说虽然能够解释地球上一些重大地质构造问题，但对于板块构造运动机制的驱动力问题还处于假设阶段，更多更深的研究工作还等待海洋地质学家们去探索。

滨岸平原地下卤水

这种地下卤水是在蒸发量大大超过降水量的滨岸平原和泥沙质滩涂环境下，由海水的蒸发、浓缩、渗透、富集等复杂的物理化学过程而形成的一种液体矿产资源。其浓度高于海水 2~6 倍，与海水化学成分相似。可分为古代地下卤水和第四纪滨海相地下卤水两类。

古代地下卤水在四川、贵州、湖北、江西等省，自古生代（距今 4 亿~5 亿年）到中生代（距今 2 亿年）时期均有分布，其中闻名于世的四川“自贡黑卤”和新疆巴楚地下古卤就是在古生代的石炭纪和三叠纪时期生成而保存下来的。新生代的第四纪（距今约 200 万年）滨岸地下卤水主要分布在北方环渤海沿岸，其中以山东莱州湾南岸的地下卤水分布最广、规模最大、储量最丰。据初步估算，其分布面积为 1500 平方公里，总净储量 74 亿吨。此外，辽宁、河北省滨岸平原也赋存有地下卤水。目前有一些地方已经开发利用，如山东

潍坊市的寒亭建了大型的制卤盐厂。

由于滨岸地下卤水具有浓度高，成分与海水相似，且又无污染，是现代制盐业、盐化工业及生物养殖业的重要原料。

海洋固体矿产

滨海砂矿 主要来源于陆上岩矿碎屑，经地表流水搬运到滨海地带，在海岸水动力的反复作用下，使比重大的矿物在有利的地貌部位富集而形成具有工业价值的矿物资源。世界沿海国家的滨海砂矿分布十分广泛，且具有储量大、工业品位要求低、开采方便、选矿工艺简单和投资少等特点。目前在海洋矿产资源开发中滨海砂矿仅次于海洋石油而居第二位。我国现已发现和开发利用的滨海砂矿有锆石、钛铁矿、金红石、独居石、磷钇矿、金、金刚石、石英砂等 13 个矿种。其中辽东半岛、山东半岛沿海地带的金、金刚石；广东、广西、海南省的有色金属、稀有元素和稀土元素矿物砂矿以及福建沿海的石英砂矿开发前景最好。

固体矿产 在大陆边缘、近海和深海域，除石油、天然气矿产资源外，包括砂矿、磷钙石、海绿石、多金属结核（壳）、铁、铜、煤等金属和非金属矿产统称为固体矿产。它们在分布区域上可以一致，然而成因则不同，滨海砂矿属陆源沉积，分布在近岸环境；磷钙石、海绿石为自生矿物，分布在大陆架和大陆坡上；煤、铁、铜等金属和非金属矿则产于陆地向海延伸的海底沉积层之下的基岩层中；而海底多金属结核（壳）分布在深海盆底及海山斜坡上，它们是在内外营力和生物生产力的共同作用下形成的。

海洋石油与天然气

随着科学技术的发展和国民生活水平的不断提高，人们对能源的需求量越来越大，而在我国陆地资源日益减少的形势下，人类对海洋的依赖性就更强，所以开发利用海洋油气资源是解决能源接替的根本途径之一。据有关专家预测，1996年世界海洋经济（尤其是海洋石油与天然气的开发）的总产值为 9600 亿美元，其中海洋油气工业占 48%。可见海洋油气工业在海洋产业中占有何等重要的地位。今后 40 年，世界海洋开发总产值将相当于自有人类以来利用海洋全部产值的总和。当今世界靠开发海洋油气资源而振兴国力的国家不乏其例：英国开发北海油田后使整个国家的经济得到中兴；挪威通过开发海洋石油而跻身于北欧的富国行列；美国 1985 年海洋开发收入是 70 年代初的 10 多倍；东南亚地区的马来西亚、印度尼西亚、新加坡及文莱等国，也都是大规模开发海洋石油与天然气而由穷国变为富国的。

我国位于太平洋西海岸，是世界海洋大国之一，管辖的海域近 300 万平方公里，具有丰富的水产资源、海底矿产资源和便利的海上航运业。据全国二次普查油气资源量测算仅我国近海域的油气资源量石油为 246 亿吨、天然气为 8.43 万亿立方米，人说“21 世纪是海洋开发时代”这就不难想像到我国海洋事业的发展前景了。我国南海海区处于太平洋与印度洋、亚洲大陆与欧亚大陆的交通要道，素有“海上丝绸之路”的美誉，具有独特的区位优势。同时，辽阔广袤的南海海区蕴藏有极其丰富的油气资源，仅南沙海域石油资源量就达 400 多亿吨，天然气资源量达 10 万亿立方米。曾有人预言，

南海海区将成为未来中东的“波斯湾”是未来人类生活的空间和供给能源的“第二油库”是支撑国民经济和社会持续发展的“蓝色基地”，可见南海所处的经济地位的重要程度了。

当今东南亚众多国家对我国南海的石油和天然气资源虎视眈眈，并采取不同的优惠政策把我南沙海域划为不同的区块自行或承租给国际石油财团进行油气勘探，使得南海的形势更加复杂化了。面对错综复杂的国际关系，以及我国一贯坚持奉行和平共处五项基本原则的外交政策，本着维护我国海洋主权和权益的神圣职责，目前正开展相应的高科技攻关项目，包括国家南沙油气地勘专项、863 高技术课题和 126 专属经济区与大陆架勘测专项等，为捍卫中华炎黄子孙这块“聚宝盆”而尽职尽责 并为今后的海洋地质与矿产资源勘查作出更大的贡献。

大洋多金属结核

多金属结核是赋存于海底的一种极为有用的矿产资源。自英国“挑战者”号船于 1873 年 2 月 18 日在大西洋加那利群岛的佛罗岛西南约 300 公里，水深 4360 米海底采到以来，已有一百多年的历史了。当时命名为“锰矿球”对其性质和元素的含量不十分了解。随着工业的发展和测试技术的进步，科学家逐步发现它的经济价值，而且通过调查表明，所有大洋底都有多金属结核分布，其中以太平洋底丰度最高，尤以东太平洋海盆 CC 区最为富集。多金属结核分布最佳水深为 4800~5200 米，是从约晚渐新世（26 百万年）以来生成的。多金属结核有多种名称，如锰矿球、铁锰结核、锰结核和结核等。联合国国际海底管理局主张称其为多金属结核。

多金属结核通常为黑色或褐黑色。其颜色的深浅与化学成分有关，凡富锰者，色调较深，富铁者色调偏浅。多金属结核的形状千姿百态，主要有球状、椭球状、菜花状、杨梅状、葡萄状、碎屑状和连生体状等。多金属结核的粒径可从几毫米到十几厘米，甚至更大。它的硬度变化较大，为摩氏硬度 1~4，比重约 1.6~2 克每立方厘米。多金属结核的构造分为核心和壳层两部分。核心的成分复杂，有火山岩、铁锰质、鱼牙和粘土等。壳层主要由铁锰矿物组成，这些矿物主要包括钙锰矿、水羟锰矿和水钠锰矿。

多金属结核含有几十种金属元素，其中含量最高的是锰、铁、铜、钴、镍、铅、锌等。对多金属结核矿的评价指标有：品位（铜、钴、镍相加的百分含量）、丰度（指每平方米海底结核的赋存量）和覆盖率（指单位面积内结核所覆盖面积的百分比）。我国在东太平洋圈定矿区采用的指标是：品位为 1.8%，丰度为 5 千克每平方米。

大洋铁锰结壳

铁锰结壳是海底一种重要的金属矿产资源。在文献中常见其有不同的名称，诸如锰结壳、铁锰结壳、多金属结壳、钴结壳和富钴结壳等，实际上指的都是铁锰结壳。由于铁锰结壳中钴的含量较高，所以常被称之为富钴结壳。铁锰结壳产出地点与多金属结核不同，后者主要分布于水深 5000 米左右海底较平坦的地方，而铁锰结壳主要分布在水深较浅的海山区，水深一般不超过 3500 米，最佳深度为 800~2800 米。铁锰结壳分布的海域较广，几乎海山区都可找到其踪迹。但目前调查表明，最富集的海域是中太平洋海山、约翰斯顿岛、夏

威夷群岛、马绍尔群岛、莱恩群岛、麦哲伦海山区、南太平洋波利尼西亚群岛和库克群岛等。

铁锰结壳是一种生长在海山基岩上自生的铁锰氧化物和氢氧化物。它常呈浅黑色或褐黑色。太平洋的铁锰结壳，具有两个生长时期：第一生长期大约是中始新世至早渐新世初期（约 30 百万年）第二生长期为中、晚中新世（约 17 百万年）。铁锰结壳大多呈斑块状，少数为不规则的块状、球状、板状和瘤状等。结壳的厚度一般为 2~4 厘米。结壳的平均密度约为 2 克每立方米。水深 800~2500 米为富集区，结壳的厚度可达到 5 厘米以上。铁锰结壳的丰度和覆盖率都远高于多金属结核，其平均丰度可达 40 千克每平方米左右，覆盖率达 80%~100%。铁锰结壳含有数十种金属元素，但含量较高的有锰、钴、铜、镍、铅，还有铂、银、钛和铈等。其中钴的含量特别高，平均 0.5%，高达 1.2%，甚至达到 1.8%，比陆地同类矿床高出很多。美国已将富钴结壳作为战略物资对待。

海底多金属软泥

海底多金属软泥又称重金属软泥，是指富含铁、锰、锌、铜、铅、金和银等多种金属的海底泥状自生沉积物。1948 年，瑞典《信天翁》号调查船在红海首次发现高温高盐卤水之后，美国、英国、法国和德国等国调查船相继在红海调查，发现了 24 个卤水池和多金属软泥沉积区。红海多金属软泥中主要金属含量为：铁 29%、锌 3.4%、铜 1.3%、铅 0.1%、银 54×10^{-6} 、金 0.5×10^{-6} 。红海中阿特兰蒂斯 I 号海渊是最具有商业开采远景的多金属软泥沉积区。在其 60 平方公里面积范

围内,20~30 米厚的矿层中金属储量为 铁 3000 万吨、锌 250 万吨、铜 50 万吨、银 9000 万吨。

为开发这种资源,沙特阿拉伯和苏丹已成立沙特阿拉伯-苏丹红海委员会。目前正在进行勘查、采矿和冶炼方面的技术开发。关于多金属软泥的成因说法不一,一般认为这种软泥是通过正常海水在盐岩和石膏等蒸发岩基底中向下淋滤形成高盐卤水,这种高盐卤水逐渐向下渗透,随地热温度增加而被加热并进入红海中央裂谷轴部的高地温区,最后从火山岩中淋滤出金属来沉淀而形成的。目前,除红海中央裂谷轴部地区以外,在东太平洋海隆附近的巴鸟尔海盆、西南太平洋的劳海盆、南斐济海盆、北斐济海盆、新赫布里底海盆以及所罗门海盆等均发现有海底热液多金属软泥。

海底正在形成的热液硫化物矿

60 年代,西方科学家在红海进行海洋地质调查时,发现海底存在规模巨大的多金属矿床(约 1 亿吨)和金属卤水,这一重大发现震动了整个科学界。

红海是亚洲和非洲之间的一个狭长海湾,两大洲正在这里互相分离。海湾中部正进行海底扩张,一个新的海洋正在那里生成。几千万年之后,这里将出现一个大海洋!既然这里可以生成多金属矿,科学家设想在世界大洋中具有同样构造环境的海区也必然能生成同类矿床,后来的调查证实,在大西洋中部的海底扩张脊和东太平洋海隆(海底扩张脊)处也发现存在海底热液多金属矿藏。其后科学家还在我国东海的冲绳海槽、西太平洋中的马里亚纳海槽中都发现了海底热液矿。

海底热液矿中含有铜、铅、锌、铁、金、银等金属矿藏。地球深部的热液从断裂上升到海底 与海水发生化学反应 沉淀出有用金属而形成矿藏。这是地球上惟一正在海底生成的热液多金属矿床。

在世界大洋中，能生成海底热液矿的地方很多，我国南海的海底中有三条扩张脊，还有西沙海槽、中沙海槽和礼乐海槽，都具有生成海底热液矿的地质条件，是我国科学家未来探查和研究这种矿藏的良好场所。

国外探查和研究海底热液矿大多采用载人深潜器。日本建造了两种深潜器，一种可下潜 2000 米，另一种可下潜 6500 米。深潜器下到海底，先用海底电视、照相等手段观察，发现热液矿后，使用机械手抓取矿藏样品。取到样品后，带回室内实验室进行分析化验，确定各种有用金属的含量。

海底热液矿的储量规模为陆地同类矿的若干倍，它们也将是陆地金属矿的补充矿藏。

天然气水合物——人类未来的新能源

人类一直在担心，地球上的石油天然气用完之后，用什么作为替代能源？是核能？太阳能？还是其它什么类型能源？

经过最近 30 年的探索，科学家在海洋中发现了一种新型能源——天然气水合物。这是一种分布面积广、储量比地球上的石油天然气大得多的新能源，给在能源危机接近“山重水复疑无路”的人类带来了“柳暗花明又一村”的美好前景。

天然气水合物是甲烷、乙烯等气体和水在低温（0～10℃）、高压（50 个大气压以上）下形成的固态物质。大家知道，海洋沉积物中含有许多有机物质，它们在细菌的降解作

用下，会生成大量的甲烷、乙烯等可燃气体。这些气体和沉积物中的水混合，如果压力达到 50 个大气压（水深大于 500 米）以上，它们会生成一种像冰一样的固态物质，保存在海底沉积物中，这就是天然气水合物。有人称它为“固体瓦斯”还有人称它为“可燃冰”。

因为地球表面面积的 71% 为海洋，而水深大于 500 米的海洋占海洋面积的 85% 以上。因此，具有可生成天然气水合物条件的海洋面积是巨大的。这意味着其储量是非常之大。据科学家近期估算，全球天然气水合物的资源量为 2 万亿立方米。按 1000 立方米天然气相当于 1 吨石油计算，其资源量为 20 万亿吨油当量。美国目前每年消耗 5 亿吨石油，其东海岸外大西洋中的布莱克海台的天然气水合物的储量足够美国用 100 年！

由于天然气水合物的储量巨大，并且是一种洁净的能源，所以，美国、日本、俄罗斯、加拿大、英国、法国、澳大利亚、印度等国先后开展了调查和研究，下个世纪初期将进入开发阶段。我国南海具有形成天然气水合物的地质构造条件，我们必须尽快加强调查和研究，为我国下世纪寻找出这种新型的、洁净的能源。

中国：海盐第一大国

海洋是人类“取之不尽、用之不竭”的一个大盐库。海水制盐是关系国计民生的重要产业，在中国有悠久的历史。我国濒临渤海、黄海、东海和南海四大海区，海岸线绵延万里，沿海有许多滩涂是良好的制盐场地。北起辽东半岛，南至海南岛，盐场星罗棋布。其中以渤海湾的长芦盐场、江苏的淮

北盐场和海南岛的莺歌海盐场最为著名。我国沿海十个省都有海盐生产，早在 1980 年海盐产量即达到 1356 万吨，居世界第一位。

但是，由于海盐生产是露天作业，受气候影响较大，丰歉不定。近年来，随着科学技术的进步，加之国家对盐业给予了政策方面的支持、倾斜，使我国的海盐工业实现了机械化或半机械化生产，减轻了劳动强度，提高了海盐的质量。1992 年全国海盐平均含氯化钠 95.78%，其中重点产区北方五省市海盐平均含氯化钠达到 96.12%。在北方海盐区，海盐生产、储运、维修方面的机械化程度达到 60%左右，其中大中型盐场达到 80%以上。

全国现有盐田面积 44.3 万公顷，1992 年产海盐 1978.23 万吨，是 1949 年的 7.6 倍，目前海盐年产量保持在 2000 万吨左右。

海盐化工是海盐业的主要组成部分，目前我国有盐化工厂 50 多个，产品品种 55 种，总产量达 50 多万吨。我国海盐总产值已由 1990 年的 21 亿元增加到 1995 年的 47.7 亿元，按可比价格计算，年平均增长率为 8%。

海洋资源宝库

海洋：一座尚未开发的“水中矿山”

辽阔的海洋是一座蓝色的资源宝库。在 13.7 亿立方公里的巨大水体中蕴藏着人类可取之不尽、用之不竭的财富。

全球海水约 137 亿亿吨，它本身就是一座资源宝库。海水溶解有 80 多种金属和非金属元素，其总量达 5 亿亿吨。通常把海水中的元素分为两类：每升海水中含有 1 毫克以上的元素叫常量元素，含量在 1 毫克以下的元素称为微量元素，海水中微量元素多达 60 余种。

海水的化学资源有两大类：一类是巨量的资源（万亿吨以上）；另一类是小量的资源（万亿吨以下）。海水中最丰富的资源当数盐，其量可达 3.77 亿亿吨，如按目前全世界每年生产海盐 1 亿吨计，海洋中的盐可供人类食用近 4 亿年。

在 137 亿亿吨海水中，约 97% 是水，各种盐分仅占 3% ~ 3.5%，约 5 亿亿吨。而在大约 3% 的盐分中氯化钠（食盐）就占 78%、镁盐 15%、石膏 4%、钾盐 2.5%，其余所有的资源总共占 0.5% 左右。因此海水中可开发利用的资源多数相对来说其量是很少的。例如人们想从海水中获得 1 吨食盐就要抽取并蒸发掉约 40 吨海水；1 吨溴要抽海水约 2 万吨；1 吨碘或铀，则要分别处理大约 2000 万吨和 4 亿吨海水。由此可见，单从抽水的动力消耗来看，其成本就相当昂贵。因

此在开发海水资源中，人们就想到采用综合开发利用，同时进行多种资源的提取，就可以大大降低动力消耗的成本价。

海水中的主要资源

名 称	总资源量/吨	名 称	总资源量/吨
氯化钠（食盐）	3.77 亿亿	钾（K）	550 亿
镁盐	7000 万亿	锰（Mn）	150 亿
钾盐	1200 万亿	钼（Mo）	150 亿
石膏	2400 万亿	铁（Fe）	137 亿
重水	244 万亿	铝（Al）	127 亿
溴素	89 万亿	溴（Br）	92 亿
硼酸	36 万亿	铜（Cu）	45 亿
氦气	8000 亿	铀（U）	40 亿
锂（Li）	2500 亿	锡（Sn）	41 亿
氟（F）	2000 亿	钒（V）	27 亿
铷（Rb）	1800 亿	钛（Ti）	14 亿
镁（Mg）	1767 亿	银（Ag）	4 亿
碘（I）	820 亿	金（Au）	0.15 亿
硼（B）	640 亿		

目前海水的开发利用主要有：一是制盐和以盐为原料发展盐化工，如工业制碱，我国是世界海盐第一生产大国，年产量近 2000 万吨；二是海水中溶存的有用化学元素的提取，如提取镁、钾、溴、碘、铀等；三是海水的直接利用，如一些工业用水，一些国家的沿海城市还专门利用海水冲厕所；四是海水淡化，以获取可饮用或农田灌溉用的淡水，目前在中东地区阿拉伯国家，采用海水淡化的办法提取淡水比较普遍，但成本较高。

现今海水资源的开发，特别是综合开发利用尚处于初期阶段。一些科技发达国家海水提取镁、钾、碘、溴和铀已进入小批量生产。我国在海水淡化，提碘、溴、钾、镁的研究

方面已取得较大的进展。海水中金属和非金属元素的资源如此巨大，人们一旦找到技术经济可行的方法，未来的海洋将成为一座开发不尽的“水中矿山”。

海洋中的黄金

海洋中的海水和海底沉积物里都含有金。海水中金的数量据资料报道，每升海水中含金量为 9 毫微，即每亿吨海水中含有 900 克黄金。这就是说，要从海水中获得 1 千克黄金，就得处理亿吨以上的海水，这从商业角度看是得不偿失的。然而，近年来，美国两位研究人员应用最新的分析技术，对取自世界不同海域的水样进行测定后指出，大西洋和太平洋的海水中金含量相等，每升海水中都只含有 1 毫微克黄金。也就是说，每亿吨海水中只含有 1 克黄金。这使得人们从海水中提取黄金的美梦变得更加渺茫。但毕竟海水中有 1500 亿吨黄金，使人们“寻金梦”始终不灭。

海底沉积物中含有颗粒状的金，这已为地质学家在对海底硫化物的调查过程中所证实。

德国和法国的科学家在对西南太平洋 1100 米深水以下的瓦鲁·法海脊（Valu Fa Ridge）的调查过程中，发现了颗粒状的金。发现黄金颗粒的地方是洋中脊的热液喷口，新的海底正在不断地产生。由于从海底热液口流出来的硫化物热流体与海水混合后迅速冷却，硫化物中的金就沉积起来。一般认为，沉积在扩张中心的硫化物是金属的重要来源。

在海洋地质调查过程中，地质学家在洋中脊尚未找到金属状的金，因为那里的火山岩有不同的组成。通常，颗粒状的金只出现在硫化物中，其含金量要比一般的高很多，在

12%~20% 之间。

通常海底沉积物中的黄金颗粒很微小，而且金的化学活性没有金属锰那么强，所以在一般情况下，不可能形成像锰结核那样的金结核，而达到具有开采的价值。但是，在海底发现单独存在的金属状金颗粒，有助于科学家去进一步弄清楚硫化矿的成因过程，以便能够去寻找和发现新的矿床。

海洋滩涂资源

海洋滩涂系指大潮时，高潮线以下，低潮线以上的，亦海亦陆的特殊地带。我国海洋滩涂总面积 217.04 万公顷，是开发海洋、发展海洋产业的一笔宝贵财富。滩涂不仅是一种重要的土地资源和空间资源，而且本身也蕴藏着各种矿产、生物及其它海洋资源。

滩涂资源用途很广，主要有以下五方面：

第一，可以开辟盐田，是发展盐化工原料基地的好场所。我国目前有盐场 50 多个，盐田总面积 33.7 万公顷。年产量达 2000 万吨，是世界第一产盐大国，其中 80% 为海盐。

第二，围海造地，增加耕地面积。我国沿海地区人口稠密，耕地稀少的矛盾尤为突出。建国以来，在辽河口、渤海湾、苏北、杭州湾、珠江口等地进行了大量围垦，总面积达 1000 万亩以上。这些地方现已成为重要的粮棉生产基地及热带水果生产地。

第三，发展滩涂水产养殖业。目前水产养殖面积已达 16.4 万公顷。主要养殖对象有扇贝、鲍鱼、牡蛎、蚶、蛤等贝类及海带等。

第四，填筑滩涂，解决沿海城市、交通及工业用地问题。

这是改革开放以来，解决沿海城市和经济开发区非农业用地问题的重要途径。如上海金山化工总厂占地 10 多平方公里，有 $\frac{2}{3}$ 建在滩涂上，节省了大量征地资金。还有浙江秦山核电站、上海浦东新机场、杭州与舟山新机场，以及数以万计的大、中、小企业，也在围涂的“新大陆”上兴建起来。

第五，海涂是发展海洋旅游业的重要场所，无论是沙质海滩，还是泥质滩涂，都可发展具有特色的滨海旅游。

生机勃勃的海岸带

我国大陆海岸线长约 18000 公里 如果包括 6500 多个岛屿，海岸线总长 32000 公里。漫长的海岸带背靠辽阔的东亚大陆，面对浩瀚的西太平洋，沿岸港口众多，物产丰富，风光旖旎、气候宜人，具有极大的区位优势 and 资源潜力。

海岸带是我国人口最稠密、经济和文化最发达的地区，也是我国对外开放的前沿和龙头。改革开放以来，我国海岸带到处呈现出一派生机勃勃的景象。北从鸭绿江口，南到北仑港口，一批批开发区竞相涌现，一座座新城镇拔地而起。一种新型的按照市场经济规律和地理区域内在联系组合的经济区——环渤海、长江三角洲及沿江地区、东南沿海和西南诸省（包括广西）⁴ 个拥有海岸带的经济区正在形成。海岸带的开发带动了整个经济区，而经济区又促进了海岸带大规模的开发建设。首先要开拓发展空间和解决能源问题，于是出现了前所未有的“围海造地”、“扩港建港”和“修桥凿隧”三大热潮。在海岸带发现的石油、天然气、煤、泥炭、盐卤和多种滨海砂矿等大批矿产资源为海岸带开发打下了良好的基础。

然而，海岸带是地球上两大自然景观——陆地和海洋衔接过渡地带，是地球上五大层圈——岩石圈、水圈、大气圈、生物圈和人类圈相互作用最活跃、最复杂的地带，因此也是一个对全球变化最敏感的地带。海平面上升、地面沉降、海水入侵、海岸侵蚀等地质灾害正引起人们的极大关注。海岸带是人类社会赖以生存的黄金地带。在 21 世纪的“海洋开发时代”中，海岸带将是“人类回归海洋”的起点，是发展各种海洋产业的基地、海岸带在“人类地球村”的环境中，将承受着更大的负载。海洋地质工作者为海岸带的科学合理开发，为人类社会持续发展和资源的可持续利用将继续做出应有的贡献。

富饶的大陆架

人们常说“五大洲四大洋”地球表面就是由大陆和海洋两部分组成的。水深超过 4000 米的海洋深处称为洋盆。洋盆与大陆之间的过渡地带称为大陆边缘，它由三部分组成——大陆架、大陆坡和大陆隆。水深最浅、坡度最缓、紧邻大陆的一部分称为大陆架，如果是紧邻岛屿则称为岛架。

大陆架一般是水深 0~200 米(平均 130 米)的台地，平均坡度只有千分之一，在它的外海方向以一道比较明确的坡面下折线而告终，后者成为陆架边缘或陆架坡折线。大陆架一般宽几公里至几十公里，平均宽 60 公里。全球大陆架面积约 2300~2800 万平方公里，占海洋总面积的 6% 以上，相当全球陆地总面积的 15%。

大陆架上最平坦部分的平均深度约为 60m，因此将水深 0~60 米的陆架部分称为内陆架，其底质沉积物以泥质为主，

也含有砂，水深 60 米以外的部分称外陆架，其底质沉积物粒度较粗，以砂、砾为主。

大陆架由于紧靠大陆，接纳了众多河流搬运入海的大量有机质养料。同时，因水浅而海底光照作用强，因而大陆架部分的水体中有着丰富的水产资源，世界上著名的大渔场都位于大陆架上。

大陆架的海底还蕴藏有丰富的矿产资源，最有工业价值的当数石油和天然气。据估计，海上的油气资源量约占全球的 35%，而大陆架占海洋油气资源的 65%。在陆地油气资源日益减少的今天，各国竞相勘探海上的油气，但现在已探明的油气储量还不到资源量的 15%。此外，大陆架上还有煤、铁、锡、金、金刚石、磷灰石、石英及各种重砂矿物等矿产资源，在今天的技术条件下还只利用了很小一部分。因此随着科技发展，大陆架——富饶的宝库必将对人类文明的建设起着越来越大的作用。

海洋中的淡水

在全世界发生淡水资源危机的情况下，如果能在浩瀚的咸海中寻找到甘甜的淡水，这对一些海岸带和海岛开发，乃至海上油气田开发用水，无疑是极为宝贵的。

很早以前就有人设想把从南北极漂浮出来的冰山，拖到像中东那样的干旱地区海岸，做为淡水资源应用。近年来，就有块面积达 2900 平方公里，相当卢森堡国那样大的冰山，从南极冰盖上脱离出来，其淡水储量达 29 亿吨，可供全世界每人约半吨水。拖曳冰山化淡水的设想，目前仍因经济成本问题而未能付诸实施。

在海洋底床中也蕴藏着大量淡水资源。在美国佛罗里达州和古巴之间，海面上有一个直径 30 米的淡水区，水色、温度与周围海水皆异，人称“淡水井”。在我国福建省古雷半岛东边，有个莱屿，距该岛 500 米的海面上也有一个淡水区，叫“玉带泉”。上述两例都是海底喷泉，离岸不远海底的含水构造都是和陆地含水构造相连的，由陆地予以补给。由于地下水露头很低，在海面以下，水头压力也是很大的。在一些大河河口外，都有第四纪晚更新世的下切古河道，其充填的砂砾层也是和陆地连通的含水层，往往在活动断层穿过的地方形成淡水露头。像这样的“海泉”在美国发现 200 多处，在我国沿海地区的近海域也发现几十处。

除此之外，在海底海相与陆相交互地层中，陆相地层也有淡水层保存，它们一般与陆地含水构造不连通，也没有露头，成为封存的“化石淡水”。

在国外已有开发海底淡水的实例，我国有关部门也正在积极探索开发路子。如果一旦开发成功，将给某些沿海城市用水带来福音。

海洋药物与营养食品

海洋资源十分丰富，它们为人类提供了大量美味佳肴和保健营养食品，以及多种工业原料。此外，它们还为人们提供了大量药物原料。

海洋药物可分为传统海洋药物和新型海洋药物两大类。

我国是开发传统海洋药物最早的国家，《本草纲目》中就记载有海洋中草药 90 多味。发展至今，我国药典上已记载海洋中草药 700 多味。如海马、海龙、海螵蛸、海蛤、海藻、珍

等都是重要的中草药；还有海参、鲨鱼翅、龟板胶等既是珍贵的中草药，也是高级补品。海洋中草药取自生物整体或部分，泡制简单。我国在海洋中草药的功效及临床效果方面都有大量研究成果，并开发研制出了一些疗效良好的药物，如对缺血性心、脑血管疾病及高血粘度综合症的“藻酸丙酯硫酸钠”（PSS），还有螺旋藻、海藻碘片和金牡蛎胶囊等。

现代新型海洋药物，是取自生物原料中的某种物质，经过化学或生物化学方法制成的药物。现代药理研究表明，由于海洋和陆地环境不同，海洋生物具有比陆地生物更强的免疫能力。海洋生物药品在抗真菌、抗病毒和抗癌方面具有更明显的疗效。如从鲨鱼软骨中提取的抗癌药物，比从小牛软骨中提取的药物疗效高 10 万倍。

目前，从海洋鱼类、软体动物、微生物、藻类，已能提取数以万计的海洋药物。例如从微生物中可提取多种抗生素；从鲨鱼、海绵体中提取抗癌药物；从海藻中提取心脑血管药物等。连目前治疗艾滋病的首选药物——“齐夫多啉”也是从某种鱼精囊中提取的。

说起营养食品，可真是五花八门，种类繁多，其中有一部分海洋生物制品可作为人类的营养品、保健品或药品，可满足人类物质生活的需要，这些海洋生物制品可称其为“海洋营养食品”。

鱼翅是名贵的海珍品，把它当作海洋营养食品是比较有代表意义的。人们把鱼翅与燕窝相提并论，历来对鱼翅十分推崇，在我国誉为“海味八珍之一”。鱼翅既高贵又滋补，含有丰富的蛋白质和胶质。据分析，每 100 克鱼翅含蛋白质 85.5 克，脂肪 0.3 克，不含糖，热量为 337 大卡。此外，还含有钙 730 毫克，磷 970 毫克，铁 76 毫克等矿物物质，食之

能补五脏，长腰力，有益气、清肺、开胃和滋补养颜等功效。另外，鲨鱼软骨和鱼翅具有强效的“防癌瘤血管生长因子”，能切断供给癌细胞养分及新陈代谢的能力，从而控制癌细胞生长及扩散。

目前我国的海洋中成药已有 60 种以上，各种保健品更是层出不穷。其中海藻加工制成的各种保健品和药品为人类利用的历史源远流长。海藻不仅营养成分丰富，而且含有抗菌、真菌、病毒、肿瘤和辐射的各种生物活性物质，堪称人类的保健品宝库。

我国海域初级生产力有 45 万吨，已发现经济藻类 50 多种，用海带等生产碘、琼胶、甘露醇等 10 多个系列产品，海藻胶产量占世界 1/2。其中羊栖菜是生活于海洋里的一种藻类，它是一种富有营养的食用藻，享有“保健珍品”的盛誉。羊栖菜肉厚多汁，食用价值高。据分析，干品每 100 克含蛋白质 10.6 克，糖类 47 克，灰分 18.3 克，脂肪 1.3 克，钙 1.4 克，磷 0.1 克，钾 4.4 克，铁 0.0055 克，胡萝卜素 0.55 克；还有多种维生素和微量元素。现代医学研究表明：羊栖菜对预防甲状腺肿大，降低血液中胆固醇，治疗高血压和大肠癌、胃癌，均有一定的疗效；对促进儿童骨骼生长，保持皮肤润滑，恢复大脑疲劳，防止衰老等，亦有显著的作用。

海洋营养食品，是人类喜爱的食品之一，常吃海洋营养食品，多吃海洋营养食品，对人的健康十分有益。医学界认为，常吃海鱼可保持人的高智商。

海洋药物和营养食品为提高人类健康水平奏响了强力的福音，也为海洋生物资源的开发利用开拓了更广阔的前景。

海水淡化

当我们打开世界地图时，清晰地展现在你面前的是四分之三的图幅被海洋所占据着。在这一片辽阔的蔚蓝色的海洋中储蓄着 13.7 亿立方公里的海水，成为地球上的一个重要组成部分——水圈。海水在太阳光的照射下，蒸发到空中，成为云层和水气，又变成雨雪降落到陆地和海洋的每一个角落。据统计每年有 635 万立方公里水又返回海洋中。就是靠这种在自然界中形成的水循环，滋润着地球上所有的生命。

随着工农业的发展，人们生活质量的提高，对淡水资源的需求越来越多。但是陆地上的淡水资源是有限的，有人估计淡水只占地球总水量的 3%。虽然每年有 15 万立方公里的雨雪降到陆地上，但是这种降水在地球上的分布是不均匀的。大部分以冰雪的形式储存在南、北两极和高山上。目前，不论是发达国家，还是发展中国家都面临着淡水资源危机。我国水资源的总储量是世界第六位，而人均占有水量仅为世界人均量的 $\frac{1}{4}$ ，排在世界第 86 位。因而联合国水资源会议向人们提出警告：“水作为取之不尽 用之不竭的时代已经结束。到 2000 年全世界能源危机之后的下一个危机便是水。”为解决淡水的问题，人们想到了海洋巨量的海水，想方设法要将海水进行淡化处理。

在海水中含有 80 多种主要元素，大多数以各种盐类的形式存在。总量达到 48 亿吨，占海水总量的 3%~3.5%。其中最大量的是氯化钠，即食盐，约占总盐量的 80%。由于海水中含有这些盐类，故海水不能被直接利用。除去海水中各种盐类的方法，就是海水淡化技术。

海水脱盐技术主要有蒸馏法、反渗透法、电渗析法和冷冻结晶法等。这些技术有的工艺成熟可靠，有的还在试验和改进中。蒸馏法是最为有效的，由于创造了与火力发电相结合的工艺流程，利用火电厂的余热作为海水淡化的能源，发电与海水淡化合为一体，使设备造价和基建费用大幅度降低，造水成本大约降低了 50%。

海水反渗透技术是在压力推动下 利用薄膜脱盐的工艺。该项技术由于膜技术的飞跃和经济上的明显效益而受到人们的重视。其装机容量已达到世界淡化装置的 20% 仅次于蒸馏技术，占第二位。电渗析法技术，是用电解的原理使海水脱盐淡化，它还是一项高提纯工艺。

海水淡化技术作为一种新兴的海洋高新技术产业，已经初步形成。近 10 年来，海水淡化技术已有突破性的进展，一些相关的技术产业在海水淡化技术的带动下，也有了长足的发展。如环境保护中的工业污水处理，制糖、牛乳等食品工业中的提纯工艺等。一些发达国家的沿海化工基地和火电基地，广泛与海水淡化相结合，组成联合企业，既解决了工业用水 又利用了工业余热。一些中东国家因缺乏淡水资源 如沙特阿拉伯和科威特就建有许多大型海水淡化厂，以满足一个城市或一个地区的供水，有的还能满足农业灌溉和美化城市的需要。

在我国海水淡化技术通过攻关也有了长足的进步，并在反渗透技术和电渗析技术的应用上获得了突破。在山东胜利油田，1990 年建成一个总产水量 180 立方米每天反渗透法淡化厂。1991 年我国向印度洋岛国马尔代夫出口了成套的电渗析海水淡化站的装置，日产淡水 50 吨。

随着人类社会的发展 对于水资源的需求将越来越大。高

新技术的发展，使人类有能力从海水中获的包括淡水在内的一切资源。海水作为一种巨大的资源，将得到综合利用，将会对未来人类的生产和生活带来重要的影响。

海洋生物资源

海洋生物的种类 以其性质不同 可区分为海洋植物、海洋动物及海洋微生物三类；以其生活习惯不同，可区分为浮游生物、自游生物及底栖生物三类。凡飘浮于水面或悬浮于水中之微小生物，其本身无自游能力，或游泳能力非常弱，而必须依赖风力、水流以及水的浮力等，以助其运动者称为浮游生物。这类浮游生物又可分为浮游植物和浮游动物两种；在海洋中能自行游泳觅食的生物，称为自游生物或游泳生物，因其本身有运动能力属动物；凡附着于海底或栖息于海底附近的生物，称为底栖生物，又可分为海底植物和海底动物两类。海洋生物因生活的环境不同，而形成不同的海洋生态。海洋生物与其环境即海洋中营养元素之间具有循环作用。营养元素首先供给浮游动物食用或藻类植物生长；浮游动物与藻类等，又供给肉食动物捕食（小鱼吃浮游动植物与藻类，大鱼吃小鱼）；肉食动物死亡后，经由细菌的分解作用而成为营养元素。

海洋中有种类繁多的植物和动物。海洋植物可简单地分为低等的藻类植物和高等的种子植物两大类。在 50 多万种海洋动物中仅鱼类就有 3 万多种，我国海域有 2000 多种。在鱼类的大千世界中，身体大小不一，大者长达 20 米，如鲸鲨，小者不足 2.4 厘米，如菲律宾虾虎鱼。至今，人们在海洋深处仍不断发现鱼类的新种，如在巴哈马群岛附近 1800 米深处

电网捕到一条前所未见的鱼类变种——长约 2.5 厘米的黑鱼 在波多黎各海沟 8840 米深处电网捕捞到一条罕见的长约 16cm 的无名鱼。

自 80 年代以来，海洋生物资源的开发利用已越来越受到世界海洋国家的重视。除藻类等营养食品加工外，90% 以上是海洋渔业。海洋渔业是沿海国家水产业的重要组成部分。1980 年以来，我国的海洋渔业以较快的速度发展，不仅在总量上保持持续增长，生产结构也得到较合理的调整，捕捞与养殖的比例逐步科学化。海洋渔业的发展，增加了海产品的供给，促进了沿海地区经济的繁荣，成为我国广大渔民脱贫致富的重要门路，其产业地位和作用越来越引人注目和受到重视。尤其是在 1992 年初邓小平同志视察南方后，沿海地区从南到北，出现了社会性、群众性的海洋渔业开发热潮。然而，海洋生物资源过度开发利用也会导致海洋生态的破坏。为保持我国海洋渔业稳定、协调、健康地发展，促进产业结构的优化，农业部于 1989 年提出了海洋捕捞“以科学利用资源为前提，以提高经济效益为中心，依靠科技进步，调整生产布局 and 作业结构，加强基础设施建设，健全服务体系，逐步实现产业的稳定增长和资源长盛不衰的经济生态良性循环”的目标。

海岛风力发电

我国有大小岛屿 5000 多个 为了满足岛上居民的生活需要 更好地开发海岛及其附近海域的渔业资源、港口资源、旅游资源、海底矿产资源，岛上需要有电。而海岛上及其周围海域除了蕴藏有丰富的海洋能外，还有取之不尽的风能，利

用风力发电是解决海岛用电的一个可行途径。

世界上一些国家如丹麦、瑞典、美国、英国等国家已开发出实用的风力发电机组并投入使用。

我国的海岛风力资源很丰富，如经专家论证的有：上海崇明岛从团结沙到佘山岛只要经简单的土石工程就可建 180 平方公里的风力场，装机容量 100 万千瓦；广东省的南澳岛风场 年平均风速 8.44 米每秒，年有效风速累计时数 7215 小时，是世界上风况最好的地区之一。

我国的海岛开发近年来掀起了“科技兴岛”的热潮，积极开发海岛的各种资源，其中就有开发风能这一项。如广东省唯一的海岛县南澳岛从 1989 年开始把开发风能列为重点开发项目，分期从丹麦、瑞典引进了数十台风力发电机，1997 年又从美国引进了 10 台 550 千瓦的大型风力发电机。目前南澳岛共有 66 台风力发电机，总装机容量 17530 千瓦，每年可发电 4900 万度，是亚洲沿海最大的风电场，南澳岛已成为世界开发风能资源的重点区域。

利用海洋能发电

浩瀚的海洋蕴藏着“取之不尽、用之不竭”的水动力能源资源。太阳给人类居住的地球提供了巨大的热能量，从而创造了地球上生物圈的生态平衡。每年太阳供给地球的热能量约为 3.8×10^{22} 焦耳，它相当于全世界能量消耗的 2 万倍。太阳的巨大能量给海洋中的风、浪、流提供了无限的动力，使海洋成为地球上拥有用之不竭、可再生的能源资源。

波涛汹涌的海洋、巨浪翻滚的海浪，它究竟蕴藏有多大的能量？据估算，世界波浪能约有 700 亿多千瓦。巨浪对海

岸的冲击力一般为每平方米 20~30 吨，大者可达 50~60 吨。巨大的海浪可把 10 吨重的岩石上抛 25 米高，能把 1500 吨的重物翻转，曾发生过 1.7 万吨的大船被巨浪推上岸边搁浅的事例，真可谓海洋的“大力士”。据计算，海浪每秒在 1 平方公里的海面上可产生 20 万千瓦的能量。正由于它有如此巨大的能量，人们就想方设法去开发利用海浪能源。

目前利用波浪发电已取得成功。最早人们利用波浪的垂直运动来推动装有活塞的浮筒，由活塞与浮筒的相对运动所产生的压缩空气来推动涡轮机发电。日本是世界上最早利用波力产生空气压缩方法发电的，它的海上航标灯和灯塔全部实现了波浪发电供电。美国在艾华岛上建成了一座每天可发电 40 千瓦每小时的波浪发电站；美国人还在苏格兰的波斯纳赫支附近设计了一座容量为 5000 千瓦的涡轮机组波能发电站。最近，世界上第一座名为“奥斯普雷-1 号”的商用波浪发电站，在苏格兰北部格拉斯哥海岸 275 米的海域发电成功，并入英国敦雷电网。这座发电站的能力为 2000 千瓦，可供 200 户居民用电。

海洋潮汐昼夜周而复始地运动，蕴藏着巨大的能量。据估算，世界潮汐能约有 30 亿千瓦，每年可发电 260 万亿度。潮汐发电是利用潮差能来推动水轮机转动，再由水轮机带动发电机发电。法国首先实现了较大规模的潮汐发电，1956 年在圣马洛湾建成了第一座试验性潮汐发电站，其工作水头为 5~11 米，装机容量为 9000 千瓦；1967 年法国又在郎斯河口建成了世界上最大的潮汐发电站，郎斯河口的最大潮差达 13.5 米、最小潮差 3 米，平均潮差 6.7 米。这座电站的拦潮坝总长 750 米，装有 24 台单机容量为 24 万千瓦、直径为 5.35 米的可逆式水轮机组，年发电量为 5.44 亿度。此后，前

苏联在基斯拉雅湾建成一座装机容量为 400 万千瓦的潮汐电站；1977 年加拿大在潮差高达 6~15 米的芬地湾内科比奎得湾建成装机容量为 400 万千瓦的电站，成为迄今世界规模最大的潮汐发电站。

1980 年法国又在圣马洛湾建了一座装机容量为 1000 万千瓦的巨型潮汐发电站，年发电量为 250 亿度。目前法国计划在圣马洛湾 2000 平方公里的水域上，建筑三道拦潮坝，装备容量最大的水轮机组，设计年发电量可达 350 亿度。

海洋潮汐能量主要集中在狭窄的浅海、海湾和海峡。我国沿岸潮汐能蕴藏量约 1.1 亿千瓦，可开发利用量约 2100 万千瓦，每年可发电 580 亿度。东海杭州湾钱塘江涌潮能量相当可观，有人粗略计算，如果利用钱塘江的涌潮发电，可相当三门峡水电站发电量的 1/2。我国于 50 年代建成了第一座潮汐水轮泵站，70 年代在广东顺德、江苏浏河、山东白沙口和浙江江厦等地，建成了多座规模较小的潮汐发电站。

海水温盐差发电

海水温度、盐度在水平和垂直（深度）方向分布是不一样的，海水温度差或盐度差是可利用的能源，称作温差能和盐差能。人们可以利用这种能源来发电。

在太平洋、大西洋和印度洋三大洋，表层海水温度大于 25℃ 的海区面积占 66% 而在深度大于 1000 米的海底海水温度接近 0℃，近极地海区的海底水温最低可达 -2℃。全世界的海水盐度通常在 33‰~37‰，平均 35‰，蒸发作用强的海区盐度最高可达 41‰。如红海在近河口附近海区的海水盐度只有千分之几。利用海水的温度差和盐度差可产生蒸气，

用蒸气驱动发电机来发电。目前温盐差发电尚处在研究实验阶段，但世界上有些国家已研制出一些温差发电系统，所采用的类型有三种：闭路循环、开路循环和混合循环，后两种类型在发电过程中可产生海上短缺的淡水。因此，后两种类型倍受重视。预计到 2010 年全世界将有 1030 座温差发电站，其中 50% 的发电功率在 1 万千瓦以下，10% 的可达 10 万千瓦以上。

我国也有丰富的温盐差能，据专家估算：我国温差能蕴藏量 1.5 亿千瓦，主要分布在南海和台湾附近海域，特别是在台湾，离岸 3~4 公里就有 1000 多米深的海底，表层海水与海底海水温差为 20℃，温差能条件比较理想；我国盐差能蕴藏量 1.1 亿千瓦，主要分布在河口附近海域。我国近海域可利用开发的温盐差能为 2500 万~3000 万千瓦。

我国今后的发展目标是：2000 年建成 1 座 100 千瓦的中型实验性海水温差发电站，争取开展海水盐差发电的研究；2020 年建成 2 座万千瓦级的海水温差发电站（含台湾）争取建 1 座 1 千瓦级的实验性盐差发电站。

海洋旅游与海底观光

海洋旅游活动是世界上兴起最早旅游活动之一，发展至今已经成为国际旅游的主要流向之一。1998 年为“国际海洋年”全世界的目光将更加关注海洋，这势必推进海洋旅游业的进一步发展。

目前，海洋旅游的海上航线主要有 6 条，主要旅游海港城市有 40 多处。

海上主要旅游航线：

太平洋旅游航线 北太平洋旅游航线，从太平洋东岸的美国和加拿大到太平洋西岸的中国、韩国、日本等国家和地区；中太平洋旅游航线，从北美洲西岸经夏威夷到日本、韩国、中国和东南亚；南太平洋旅游航线，从北美洲经新西兰、澳大利亚到印度尼西亚。

印度洋旅游航线 亚欧旅游航线，由亚洲各个旅游港口经马六甲海峡、印度洋、红海、苏伊士运河、地中海、直布罗陀海峡至欧洲各旅游港口；波斯湾对外旅游航线，东去日本，西绕好望角到欧洲和美洲各国。

北大西洋旅游航线 欧洲和北美洲之间的旅游航线。

南大西洋旅游航线 由西欧经西非至南美洲东岸的旅游航线。

南北美旅游航线 从北美洲通往加勒比海和南美洲各个国家和地区的旅游航线。

非洲旅游航线 是亚洲和欧洲之间途经好望角的旅游航线。

主要旅游海港：

亚洲的上海、青岛、大连、香港、新加坡、孟买、加尔各答、科伦坡、亚丁、济州、横滨、大阪、卡拉奇、海参崴等。非洲的亚历山大、塞得港、达累斯萨拉姆、开普敦、达喀尔、达尔贝达等。欧洲的伦敦、利物浦、马赛、热那亚、安特卫普、鹿特丹、汉堡、哥本哈根、斯德哥尔摩、圣彼得堡等。大洋洲的珀斯、悉尼、惠灵顿、火奴鲁鲁（檀香山）等。南美洲的布宜诺斯艾利斯、里约热内卢、瓦尔帕莱索、利马、科隆等。北美洲的纽约、圣弗朗西斯科（旧金山）、温哥华、魁北克等。

海洋旅游业应按照“观光、赏古、度假、娱乐”的发展

思路，坚持保护与开发相结合的原则，大力开展传统海洋旅游项目，并围绕“岛、滩、钓”三个方面重点开展形式新颖、有影响力和吸引力的旅游项目，带动第三产业的发展，以达到旅游兴岛、兴省和兴国的战略目的。

海底观光是最新发展起来的一种海洋旅游活动。海底世界的丰富多彩及奥妙无穷引起了人们的极大兴趣，随着科学技术的进步。人们潜入水中亲眼目睹海底世界已成为现实。自1964年瑞士建造第一艘旅游潜艇下潜后，旅游潜艇的营运已遍布全球，每年大约向200万游客提供观赏海底的机会。

我国海域广阔，北起渤海，南至南海，大陆海岸线长18000多公里，加上星罗棋布的大小岛屿，这些都是开发海洋旅游业的黄金地带。国家先后批准的11个国家级旅游度假区中，就有6个海洋、海滨风景区。据统计，目前全国沿海省、市、自治区的滨海旅游景点有近400个，可见我国海洋旅游业的发展前景是极其美好的。

海洋环境与灾害

全球变暖之因

世界气象组织宣布：1997 年已成为自 1860 年人类开始记录气温近 140 年以来年平均气温最高的一年。1997 年地球表面平均气温要比 1961~1990 年间的平均值高 0.43°C 。过去 100 年中气温最暖的 7 个年份均出现在本世纪 80 年代中期后，而且其中 5 个就集中在 90 年代，全球变暖形势十分严峻。

近百年世界进入工业化以来，特别是近 20 年来，人类活动和二氧化碳 (CO_2) 的排放是导致全球气温上升的重要因素之一。而南太平洋海域每隔数年出现的水温上升，即厄尔尼诺现象也是造成气温上升的原因之一。

CO_2 、 H_2S 等气体主要来自燃烧的矿物燃料，特别是煤和石油。目前美国年消耗石化燃料约 14 亿吨，占全球 60 亿吨的 23%，欧洲占 14%。燃烧排放入大气层的气体像温室一样将地球的热量捂着，产生了“温室效应”。由于 CO_2 在大气层会滞留数十年，所以即使释放量减少， CO_2 的含量还会继续增加。

一个由联合国赞助的研究小组发现，全球气候有“人为影响”，就是温室气体的双倍释出，会令地球在未来的 100 年

内温度上升 $1.1\sim 3.3^{\circ}\text{C}$ 。由于全球变暖会使两极冰盖逐渐消融，引起海平面上升。1993 年 10 月 在荷兰举行的世界海岸会议 来自 95 个国家的科学家通过研讨认为，到 2025 年 由于极地冰川的消融和海水增温使水体膨胀等因素的影响，全球海平面将升高 $30\sim 50$ 厘米，并预测到 2100 年可能会升高 1m。

科学家们认为，海平面上升将直接对海洋国家的沿岸地区和一些小岛国，特别是近岸低地人们的生产和生活带来极大的危害和巨大的经济损失。

“厄尔尼诺”与气候异常

“厄尔尼诺”最早源于西班牙文“圣婴”之意，其意用来表示每年圣诞节前后，沿南美厄瓜多尔海岸出现的一支向南移动的暖海流。后来，科学界就用此名词表示在南美洲秘鲁和厄瓜多尔近岸海域发生的“长达几千公里的东赤道太平洋上海水温度的异常增暖现象”。厄尔尼诺现象 (EL NINO) 是太平洋赤道带大范围内海洋和大气相互作用由于失去平衡而产生的一种气候异常现象。

厄尔尼诺现象的成因是热带太平洋水域受到由东南向西北方向运动的信风（洋面上的一股强风）影响，大片海水被吹起来，造成位于澳大利亚附近的洋面比南美地区洋面高出约 50 厘米。这种现象使得与信风相反的方向上空形成一股暖流，这股暖流即厄尔尼诺。

在正常情况下，赤道南北两侧的低纬度地区属于“信风带”范围。当南半球东南信风盛行时，在南美秘鲁和厄瓜多尔沿岸为冷洋流。在离岸风的作用下，使沿岸一带冷水上翻，

沿岸水温特别低，洋面的东西坡度增大，一股沿赤道南侧自西向东流动的暖流强度减弱；而太平洋西岸及同纬度的澳大利亚东岸为向风海岸，又有暖流经过，所以这些地方气候湿润多雨。可是，有些年份（每隔 2~7 年）东南信风会出现减弱现象，甚至会逆转而变为西风。这样，南半球东太平洋沿岸的冷海水由底部向上翻动的势头就会减弱，甚至消失，而赤道逆流势力就会明显增强。同时，在较大洋面东西起伏的作用下，有更多的暖水流被赤道逆流向东源源不断输送，使得赤道东太平洋的表层海水温度迅速上升并不断向西扩展，形成一个庞大的暖海水团。

由于秘鲁、厄瓜多尔沿岸的冷洋流水温上升，大气层的水汽就随之变得不稳定，出现深层对流及降水量猛增，原来干旱不雨的地区一下子被滂沱大雨和洪涝所取代。另一方面，在南太平洋西部，由于南赤道暖流受阻削弱，表层水温相对下降，大气运动也减弱，本来多雨地区却出现了异常的干旱，土地龟裂、农作物减产、沿岸捕鱼量骤减、森林大火……这就是“厄尔尼诺”现象的发生原因、过程和给人类带来的影响。

厄尔尼诺现象的特征是太平洋沿岸海面的水温异常升高，海水水位上涨，暖流使太平洋东部的原冷水域变成暖水域，造成不同地区的灾害性气候。

厄尔尼诺是一种全球区域性和周期性出现的现象，一般 2~7 年发生一次，但进入 80 年代以来，周期性趋向短而频繁，一般 3~4 年一次，最短的甚至 2~3 年。本世纪最严重、造成损失最大的是 1982~1983 年那次，造成的经济损失估计在 80~130 亿美元。据世界各国科学家观测分析，目前，即从 1997 年 3 月开始的厄尔尼诺现象，西太平洋海面温度异常

升高，8 月份热带地区的海面温度增高 9°C 超过了 1982～1983 年，创历史最高纪录。

这次厄尔尼诺天气模式与 15 年前的那次强度相当 对澳大利亚造成的干旱将使澳农业在 1997～1998 财政年度损失 13.5 亿美元。世界气候专家在 1997 年 12 月初，于日本东京召开的全球气候会议上认为 这次现象在年底将达到高潮 到 1998 年 4 月份结束。对我国的影响主要是： 夏季雨带偏南、北方少雨； 长江中下游地区进入梅雨期偏晚； 东部地区秋季容易出现北少南多的降雨分布； 容易出现暖冬； 在西北太平洋和南海地区生成的热带风暴和台风个数比往年少。

拉尼娜 “小姐” 脾气不小

近年来，太平洋的厄尔尼诺现象席卷世界各地，把全球气候搅得一团糟，异常气象频频出现，该热的地方出现寒冷、雪花纷飞；该冷的地方却异常酷热、气温剧升。出现百年不遇的洪涝或干旱等自然灾害，造成成千上万人员的伤亡、农田被淹、建筑物倒塌，经济损失严重。

现今，随着厄尔尼诺的渐渐隐退，它的妹妹——拉尼娜“小姐”又开始粉墨登场了。最近 在美国召开的一次有来自世界各国气候学家参加研讨的首次最高级会议，科学家们预言，与其恶名昭彰的厄尔尼诺兄弟相比，人们知之甚少的拉尼娜现象可能会导致世界各地再次出现更为恶劣的天气。

气象学家初步研究表明，拉尼娜现象是信风返回至东太平洋时产生的，它把深海部位温度较低的海水携带到海面上来，从而替代厄尔尼诺所留下的异常温暖的海水。据有记录

以来，在过去 100 年里，拉尼娜“小姐”尾随其兄弟厄尔尼诺露面的机会总共只有 4 次。然而，1998 年海洋由于拉尼娜现象的出现，水温正在快速地下降。气象学家预测，在 1998 年秋天和冬季到来之前，人们才会完全感受到拉尼娜“小姐”的坏脾气。

美国斯克里普斯海洋研究所的气象学家蒂姆·巴尼特说，尽管人们害怕厄尔尼诺带来的坏天气，但“对于北美和西欧地区来说，拉尼娜的影响会更糟糕”。这是因为拉尼娜会把中太平洋的急流推向北纬地区，进入阿拉斯加、加拿大和西北欧一些地区，然后再把北极的冷空气往南推进，使之进入这一地区的国家。

厄尔尼诺和拉尼娜分别在本世纪的 1/4 时间里决定了海洋的气候类型。但是，美国大气层研究中心气象学家迈克尔·格兰斯认为，在拉尼娜占上风的年份里，其灾害影响未能引起人们的关注，因为它只是使预测的天气异常情况变得更为严重而已。在厄尔尼诺现象产生的基础上，随之又出现拉尼娜，就会使得北美和西北欧等地区的气候类型完全逆转，使一些地区降雨过度，洪水泛滥；一些地区的气温上升、异常酷热。而拉尼娜现象会使湿润的地区更湿润，干旱的地区更加干旱，如太平洋西北部沿岸地区将出现反常的潮湿天气，而太平洋南部地区的天气则会变得更加温暖干燥。气象学家认为，如果拉尼娜现象持续到 1999 年春天，那么它可能会引发北美地区更多的龙卷风，使得从得克萨斯地区到佛罗里达一带现存的干旱状况变本加厉。

那么拉尼娜现象对我国气候环境有什么影响呢？据国家气象部门专家介绍，无论是厄尔尼诺或拉尼娜现象的出现都会严重影响我国的气候背景。厄尔尼诺现象致使我国上空副

热带高压气旋的滞留，导致长江中上游地区异常闷热和连续降雨，形成特大洪涝灾害；而拉尼娜现象的出现则会加强台风对我国东南沿海地区的袭击，会引起特大的风暴潮。如果特大台风入侵内陆，也会给内陆地区带来较大的降雨。1998年6~8月间长江、东北地区的嫩江和松花江超警戒水位长达两个多月，形成特大洪涝灾害，对我国受灾地区造成直接的经济损失达1666亿元。

海洋中的暖池

茫茫的海面、深深的海底，海水给人的感觉是既咸涩、又冰凉。炎热的夏天，在阳光照耀下的沙滩上感觉热烘烘的，而畅游在海水中却能产生清凉舒适的感受。但人们却很难想到海洋中也有暖池——热水库。

世界气候的变化与海洋密切相关。辽阔的海洋是大气的主要热源和水气源，海洋热量的储备是通过吸收太阳辐射到大气层的热量而获得的。世界海洋平均深度约4000米，海面以下仅3米的海水体所含热量就相当于整个大气层热量的总和。因此，有人说海洋是地球上一座巨大的“空调器”，海洋只要有一点变化，大气就会受到很大的影响。

世界性工业化的发展所产生的“温室效应”导致全球变暖。海洋气象科学家首先发现大西洋正在变得越来越暖和。一个国际海洋科学家小组采用测温计，从表层水、中层水、深层水，直到底层水进行测量发现，过去35年来整个海洋的温度上升了大约 $0.35\sim 0.4^{\circ}\text{C}$ ，这与科学家所预测的每100年海水温度上升 1°C 大致相符合。他们还发现变暖的海水位于大西洋，而且温暖的海水一直深到海平面以下3000米的深

度。

近年来，海洋水文学家又发现了神奇的热带西太平洋暖水库对大气加热的作用，那里被称为“热带西太平洋暖池”。这个巨大的暖水库面积约占全球海洋面积的 20%，占赤道热带海洋面积的 45%，约 3000 多万平方公里，常年水温在 28℃ 以上，明显高出其它海域的常温达 10~12℃，形成了一个独特的大洋加温库，真可谓海洋的热极区。

为什么大西洋和西太平洋会存在这种暖水库呢？科学家调查研究认为，赤道是信风带，在赤道两侧的低层大气中，北半球刮东北风，而南半球吹东南风。平常信风从东太平洋向西太平洋吹动，把海水表面暖水由洋流传到西太平洋，暖水在西太平洋聚积，高出一般海面 10~20 厘米，形成一个厚层的暖水库。这一发现使科学家颇感兴趣，因为大洋暖水库的加热作用可对气候产生重要影响。

海 陆 变 迁

在长期的地质调查研究过程中，人们逐渐认识了地壳的运动和海陆变迁的规律。我国古代就有“沧海桑田”的科学成语，这表明我国是世界上认识海陆变迁最早的国家之一。

在欧洲，位于意大利那不勒斯海湾，现今还保留着罗马塞拉比斯古庙的遗迹。该庙建于公元前两世纪，至今尚耸立着三根 12 米高的大理石柱。它几经沉降和上升，使罗马古庙废墟的历史成为现代地壳升降运动的“见证人”。

欧洲的比利时和荷兰西北部的海岸，因陆地不断下沉，为防止海水上涨和入侵，修建了闻名于世的拦海堤坝。

“沧桑之变”也发生在我国东部地区，例如，大约 5000 年

以前，长江的入海口在江苏省江阴附近，现今距东海海岸为 230 公里，也就是说，现今我国东部沿海省区当时有一部分是海洋而在距今 10000 万年前 现今东海 130m 等深线范围的海区却是一片陆地，随着第四纪最后一次冰期之后气候的变暖，海水又浸漫了这片地区。

海陆变迁是由地壳运动和冰川消长所引起的海面升降所致。科学工作者将所收集到的有关海岸带的地形、河谷水系、第四纪沉积物、历史文物、生物遗迹等方面的资料，结合卫星照片或其它文字记载等加以研究分析 应用‘将今论古’的方法就可以恢复近代地质时期和历史时期的海陆变迁史。

地质工作者通过研究海陆变迁的特征和规律，就可以积极开发利用其有利的一面，而防治其有害的一面。如在海岸地区采取措施防止土壤盐渍化和沙荒、开辟盐场、寻找砂矿、寻找燃料（石油、天然气、煤和泥炭等）资源。根据海陆变化的规律，还可选择建港良址，对已建好的港口可采取相应措施防止泥沙回淤等。因此，调查研究海陆变迁，特别是海岸的变迁，就是为了更好地开发利用海岸和改造海岸，使海岸带的开发更好地为我国的经济建设服务。

海洋地震前兆种种

陆地有地震，海洋也有地震。海上发生地震前有哪些征兆呢？这些都是沿海地区广大居民、渔民和航运的海员十分关注的问题。

我国近海域属于大陆架浅海，也就是说，近海地壳是大陆地壳向水下的自然延伸，它们之间是紧密联系的一个整体。地质工作者根据所测得的地震、重力、地磁等资料，计算出

我国海域的陆壳厚度为 30~40 公里；而洋壳厚度只有 5~10 公里。

渤海和黄海位于华北地震区范围内，地震活动的强度和频率相对较高。据历史资料记载，近五百年来共发生 6 级以上地震 17 次，其中 7 级以上 2 次，最大一次是 1969 年 7 月 18 日渤海 7.4 级大地震。东海台湾及其附近海域属西太平洋地震带，也是地震多发地带。台湾自 1892 年有地震记录以来，4.5 级以上地震平均每年 100 次左右，其中 6 级以上地震 1~2 次，7 级以上地震平均两年一次。1935 年 4 月 21 日台中—新竹间发生 7 级地震，不仅产生规模巨大的断层错动，而且出现山崩地裂、喷沙冒水，民房倒塌、交通中断，人员伤亡也惨重。

华南近海地震强度较大，但频率不高。自 1600 年 9 月 29 日南澳 7 级地震以来，6 级以上地震发生过 10 多次，其中 7 级以上 4 次，最大的是 1604 年 12 月 29 日福建泉州以东约 70 公里处海中的 8 级地震，给沿海地区居民带来了不幸的灾难，其破坏程度之严重、波及范围之广，是我国东南沿海地区历史上空前的。

一般离岸 50~60 公里处的海中只有发生 7.5 级以上强地震，对沿岸地区才可能造成破坏。那么近海域发生地震有哪些前兆现象呢？

——海平面异常 是由于震前地壳形变产生的一种异常现象。如 1668 年山东沿海地区的一次大地震，震前在震发区东侧近岸处不远有一个小岛不断上升，最后与陆地相连成为陆连岛。

——海洋生物异常 渔民们发现，地震前在浅海可捕到深海的鱼类；鱼群浮上水面或活蹦乱跳，或捕鱼量较平时明

显减少，甚至捕不到当地常见的鱼类了。

——海鸟迁飞 有些海鸟似乎有灵性，好像它们预先知道要发生地震，地震来临前，它们就成群结队飞离原来栖息的海岛。1969 年渤海大地震前几天，辽东半岛和山东半岛一些岛屿的海鸥都飞离原地，逃之夭夭，远飞他乡躲避灾难。

海底火山与地震活动

陆地上的火山景象可能许多人都见过，火山爆发时，地下轰鸣，地面震动，大量气体和大大小小的熔岩块从火山口喷发并升入空中，形成巨大的黑色烟柱，场景蔚为壮观。可是，海底也有火山，可能知道的人就不多了，但据科学家研究，海底火山无论就其强度和数量，都比陆地上要强烈和多得多，不过，由于其远离陆地和位于水下人们难于观察罢了。

海底火山与陆地上一样，也有熔岩块和气体从火山口喷发，只不过由于海底上覆巨厚的海水，熔岩被海水迅速冷却收缩而凝成椭球状或枕状体，它们堆集在一起形成所谓的枕状熔岩，它是水下火山喷发的一种标志，大多数海山就是这样形成的。海底火山一般是宁静式喷发，喷发时无爆炸现象，大量熔岩从火山口宁静溢出，由于其粘性小，易流动，而且所含挥发物较少，冷凝较慢，常形成坡度较缓的火山锥，如太平洋夏威夷火山就是典型的代表。另外，其它一些海底火山介于宁静或猛烈喷发之间，有时猛烈、有时宁静，如一些岛弧、地缝合线的火山就是这样。

海底地震可说是海底火山的“孪生兄弟”，一般地震之后都有火山喷发。地震是岩石圈的快速颤动，是一种常见的地

质作用，它是地球岩石圈内部能量的逐渐积累后突然释放的结果。海底地震一般称为海震，地震发生时，从震源发出的地震波，掀起上覆的海水形成巨大的海浪，即海啸，其波长可达数百公里，到达岸边时，其波长减小，波高迅速增高，对沿海及岛屿形成巨大的冲击破坏力。如 1960 年 3 月智利海边发生的大地震，其海啸以 700 公里每小时穿过太平洋，24 小时就到达了日本东海岸，浪高 3 米 伤亡数百人 沉船 109 艘，造成巨大的生命和财产损失。科学家们正努力研究地震的成因、形成机制和可能发生的时间，可在一定程度上进行中长期预报，以提前作好预防工作。

有史以来，地震灾害给人类带来了惨重的伤亡和巨大的经济损失。但现代科学研究表明，地震活动有它的规律性，通过对它进行监测，预报是有可能的。通过观察地面动物的异常行为，地壳运动状态以及地球磁场和地应力的变化等，科学家在预报地震方面初步取得了成功。另一方面，我们在进行工程建设时，诸如海底电缆铺设、跨海大桥、海底隧道及海上钻井平台的选位等，应充分考虑到地震灾害因素，做好防震抗震措施，防患于未然。人类在与地震的长期斗争中，对地震发生的客观规律认识不断深入，地震地质科技工作者一定能将地震给人类造成的损失降低到最低限度。

目前，科学家们通过对地震、火山资料的研究和统计分析，掌握了它们分布的一般规律，即地震和火山基本上分布于板块构造边界上，如环太平洋地震（火山）带、阿尔卑斯-喜马拉雅地震（火山）带上。因此，研究板块构造运动与研究地震或火山是密切相关的。

海底滑坡与崩塌

众所周知，我国是一个资源丰富、地域辽阔的泱泱大国，除拥有 960 万平方公里陆地国土外，还拥有 300 万平方公里的管辖海域和 1.8 万多公里长的海岸线。随着人口的增长、工农业经济的日益发展，对资源的需求也日益增长。80 年代以来，人类对油气资源和其它矿产资源的勘探正日益从陆地走向海洋。沿海及海洋中有着丰富的渔业资源，油气资源和其它矿产资源，为人类提供了一个丰富的宝库。然而大自然对人们并没有特别的恩惠，海洋灾害，特别是海洋地质灾害事件也接连不断地发生。80 年代，渤海钻井平台的滑移、珠江口盆地隔水管的沉落、琼东南钻井船的走锚翻沉就是活生生的事例。沿海及海底油气资源勘探和海洋工程活动的迅速发展，对海洋灾害地质的预防及工程地质设计提出了更多更高的要求，海底滑坡和崩塌就是比较典型的海底灾害之一。

滑坡就是整块土体由于重力向下滑动而造成的，由滑坡后壁、滑塌谷、滑坡台坎、滑坡体等组成，而滑坡体常为鼓丘状。海底滑坡是具有活动性的海洋地质灾害的一种，其一般存在于陡坡、陡坎处，如滨海断裂带的陡坡地段、陆架边缘和上陆坡区、陡坡和海山及海脊地区。其分布处水深、本身大小都因其形成时所处条件不同而呈现出多样性，有的长可达 100 余公里，宽至 3~5 公里之大，可分为小型、中型、大型和超大型滑坡，或现代活动性滑坡和不活动性滑坡（古滑坡）。由于其土体是由极细砂、重粉质粘土、细砂组成，而粘土含量相对较高，这些粘土类型沉积，通常具有较高的亲水性、胀缩性和崩解性，抗剪性差，于是上、下部岩性明显

的差异性就可能成为滑动的客观条件。特别是由于强震、强潮流或风暴引起的风浪的作用，都可能成为滑坡体发生的诱导因素。地震直接破坏土体结构，减少粘聚力，以致发生灾害性的滑坡。滑坡可使海上工程设施移位、倒塌及管道弯曲、断裂、电缆折断等，因此它是海底工程构筑潜在危险。

崩（滑）塌同样分布于陆坡或陡坡处，也是海底地质灾害常见的一种，其不同于滑坡之处在于滑坡是整个块体下滑，而崩（滑）塌是零碎土体向下滑动或滚动，并在坡度较缓处堆积下来。

滑坡与崩塌虽然是海底重要的潜在地质灾害，但是，我们也不应该畏其危险而停滞不前，人类征服自然的能力总是不断提高的。通过一些地质探测手段，诸如浅层剖面、单道地震等，现在我们完全可以在大比例尺高精度的地形图和三维地貌图上识别它们，只要我们在海底工程建设中，充分考虑地质因素的影响，精心施工，选择最佳方案，就一定能把地质灾害造成的经济损失杜绝或减少到最低程度。

海洋地质灾害

海洋环境地质和地质灾害调查研究，在中国是 80 年代初随着海洋油气的大规模勘探、开发和沿海地区近岸工程及海底设施的兴建而发展起来的。尽管这一领域的研究起步较晚，但十多年来取得了长足的进展。

海岸带为海陆交互、海气相互作用的敏感地区，加之人类的开发活动，海洋地质灾害种类繁多，发生频繁。海岸带常见的主要地质灾害有海岸侵蚀与淤积、海平面上升与地面沉降、海水倒灌与土地盐碱化、地震海啸与风暴潮、地裂缝

与塌陷、岸边滑塌、滑坡、泥石流等。如近年对现代黄河三角洲地区的重力再沉积和底坡不稳定性的研究结果表明，该区由于重力驱动而产生的高密度水流、海底沉积物块体移运和粉砂流的作用，形成与其有关的各种塌陷、滑移、挤压脊以及侵蚀等海底灾害。黄河口由于沉积物在高速堆积环境中产生巨大的过剩孔隙水压力，现代河口沙嘴两侧已形成厚度达 10 多米的烂泥滩，为世界上其他河口海区所罕见。这些潜在灾害给该区的经济发展和环境治理带来了较大的困难。

在陆架区，潜在的地质灾害主要有两大类 13 种灾害 第一类为具有活动能力的破坏性地质灾害 包括滑坡、断层、浅层气、陡坎、底辟、沙波及地震等；第二类为不具有活动能力的限制性地质条件，包括埋藏河道、不规则基岩面、凹凸地、浅滩、槽沟及沙丘等。

上述灾害对沿海地区的经济建设和国家财产及人民生命财产安全造成了严重威胁。据估算，我国沿海地区各类灾害造成的直接经济损失每年达 150 亿~200 亿元，伤亡逾千人，其中由地质作用引发的灾害损失约占一半。

引发这些地质灾害的原因，一是我国地处地球上两大地质灾害常发带，即环太平洋带与地中海-喜马拉雅带的夹持部位，特殊的地质应力结构使我国成为世界上多灾害国家之一；二是由于工业化发展和人类非保护性活动增加而造成的，如向大气层排放二氧化碳气体的增加和森林的大量被砍伐造成“温室效应”导致全球气候变暖、极地冰雪融化造成海平面上升；过量开采地下水等造成地面沉降；排污造成海水污染、海洋生物被毒害死、海洋生态遭到破坏；对海岸有良好保护作用的红树林遭乱砍滥伐，加剧了海岸侵蚀。

海洋之水何处来

地球上的水，特别是海洋的水是从哪里来的？是地球本身就有的，还是来自宇宙空间呢？过去不少科学家都认为，自地球诞生之日起水就存在了。原始大气含有大量的水汽，而这些水汽和大气本身都是地球内部的物质在高温条件下蒸发分化出来的。现今人们看到的活火山爆发也不断释放着大量的水汽。这些水汽起初存在于大气层之中，以后由于温度逐渐降低，大气层中一部分水汽便冷凝成液态水降到地面，在原始地球的洼地中形成最早的江河、湖泊和海湾。经过几十亿年的积累，水量成年累月增加，原始的水圈就演变成今天这样的汪洋大海。

1996年2月美国航空航天局发射的一颗卫星“波拉”号收集的资料证明，宇宙外太空每天都有大量形如“雪球”一般的云团物体降落地球。因此，一些学者认为地球上的水很有可能是从天外天的宇宙空间供给的。这种称之为“宇宙雨”的论点正在引起学术界新的争论。争论的焦点是：海洋的起源和生命的进化，并非是地球自身的水圈形成的，而是“天外之水”——宇宙雨才是形成海洋的主要来源。

1997年5月，美国依阿华大学物理学家路易斯·弗兰克博士，在一次学术会上宣布他的最新研究成果。他从“波拉”卫星距地球960公里至2.4万公里高空拍摄到的照片来展示他的研究成果，照片上有种直径约12米、重量在20~40吨，主要由冰构成，外层包着一层碳物质的太空雪球，以每小时3.2万公里的速度飞行，尤如陨石雨般撞击地球上层大气后其壳层破裂，里面的冰蒸发成水汽。弗兰克说：“我还没

亲眼见过这些东西，想不出一个恰当的名字来，只好暂时称它为‘雪球’。

弗兰克展示的图像证据，终于使与会的大多数科学家信服了他的论点。一些科学家说：“几年前我还是持怀疑态度的，现在我相信照片上的东西是真实的。”另一些科学家说：“非常令人信服。但太空带来的水是否能填满地球上的海洋？雪球的重量是否有 40 吨重，还需进一步研究来证实。

这些来自宇宙太空的雪球，据说有的大到像一间小屋那么大，又如此巨重，而且每天要有几千个这样的雪球降落到地球大气层上空。那么，这种太空雪球会不会对人类居住的地球构成威胁呢？经过分析研究，因为这些雪球降落中在距地球表面几万公里高的地方就开始碎裂，分解成云，甚至蒸发了。一般普通飞机、宇宙飞船都飞不了那么高，因而就不会威胁到宇宙飞船和普通班机旅客的安全。它们撞击地球大气层上空的直接后果是破裂、分解、汽化，不断地向地球上降落水分。

大约每 1 万到 2 万年，太空雪球向地球降落的水分就足够使整个地球的海平面上升 2.54 厘米。因此，弗兰克认为，宇宙太空有大量的水在不断降落，可以说是“宇宙之雨”。当地球诞生后，每天接纳大量来自太空的雨水，所以地球上的海水很可能都来自“太空雨”。太空雪球内部含有大量有机物质，这就意味着地球上的生命起源也很有可能与此有关。

海平面上升

海平面的升降是指海面高度与陆地地面高度的相对变化。由于全球性工业发展，排放到大气层的 CO_2 及其它废气

浓度迅速增加，其所形成的温室效应导致全球气候变暖和环境大变化，已成为全人类瞩目的大事。气候变暖导致海平面上升也成为当今世人关心和议论的重要课题。1989年12月22日第44届联合国大会通过了《关于海面上升对岛屿和沿海地区特别是低洼沿海地区可能产生不利影响》的206号决议。联合国环境规划署公布的《最近20年（1972~1992）世界环境状况》白皮书指出：“近百年来全球气温升高了约 0.5°C ，海平面平均上升14厘米；下世纪全球气温将上升 $2\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，海平面将平均上升65~100厘米。”

海平面上升是一种“无形的水灾”，它具有明显的累进性；是成灾效应持续时间长，防治难度高，分布范围广的一种自然灾害。我国有漫长的海岸线和众多大小的岛屿。未来海面上升严重威胁的滨海平原和河口三角洲地区，正是我国人口密集，经济发达，并在国民经济中有举足轻重地位的沿海大中城市及工农业生产基地。海面上升将使沿海人口密集，工农业发达地区遭受海水淹没的威胁。与之相伴随的风暴潮灾害频率将增加，强度也将增大；盐水入侵、水质恶化、土地盐渍化，都将给工农业生产和人类生存环境造成极大的危害。

关于我国海平面上升的趋势，研究人员也得出不同的结果。有的学者经过分析研究于1996年指出：近20年来，整个中国海平均海面以上升为总趋势，平均年增率为2.1毫米。另一些学者指出：中国的海平面从20世纪以来，除个别地段外，都处于不断上升过程中，上升的平均速度为5.1毫米每年。还有的学者指出：70年来沿海30多个验潮站资料证明，除了少数站观测的海平面位置出现了稍有升高的现象外，绝大多数站观测的结果是趋于下降的。

研究人员也有如下提法：近几十年来，全球海平面平均

每年大约以 2.0 毫米的速度上升，到 2050 年，全球性海面上升估计为 20~30 厘米。我国沿海海平面上升的速度每年平均为 1.4 毫米。

全世界海平面上升的结果近年来也逐渐被大多数科学家所认可。尤其是从卫星测量的资料中得到了新的证明，已经连续 2 年，海平面每年上升 3 毫米。这个结果使很多人感到惊奇。因为，它已经是原来估算的世界海平面平均每年上升 1.5~1.6 毫米的 2 倍。也就是说若按这个速度，世界海平面到 2050 年将上升 16.5 厘米。事实上海平面的上升，绝对不是整个海洋都是一样均匀的，而是有些地区，特别是三角洲地区上升速度要快得多。

何谓海洋赤潮

赤潮是指由于海洋生态环境的变化，使海水中的浮游生物突然大量地繁殖并高度密集而使海水颜色变成赤褐、褐等颜色的一种现象。形成赤潮的海洋生物称为赤潮生物。

赤潮发生时，海水粘稠性会增加，带有异味。赤潮海水颜色取决于赤潮生物的种类。据报道，全世界赤潮生物的种类约有 50 属 150 种。赤潮一般发生在沿岸、海湾，而海产品养殖场往往就位于这些地方，赤潮的发生会造成大量海洋生物死亡，海产品产量减少，人吃了受毒素污染的海产品对身体健康有极大危害，甚至会导致死亡。

赤潮的危害主要有以下几方面：破坏其它海洋生物的饵料组分，影响其它生物的生存；大量繁殖的赤潮生物死亡后会消耗海水中的氧含量并产生硫化氢毒死其它生物；异常大量繁殖的赤潮生物及其粘质物堵住其它生物的呼吸器

官，造成窒息死亡；赤潮生物死亡后引起大量细菌的繁殖，细菌所含的毒素可毒死其它生物；⑤一些赤潮生物体内本身就含有毒素可毒死鱼、虾、贝类等生物；⑥人吃了含有赤潮生物毒素的贝类海产品会中毒死亡。据统计，全世界发生这类事件有数百起，死亡人数逾 200 人。

在我国，由于沿海地区工业的加速发展，产生大量的工业污水。如何处理好工业污水，避免受污染的水流入大海，影响海洋生态环境，引发赤潮，是环境保护工作亟待解决的问题。

黑潮与暖流

众所周知 空气的流动形成气流 水的流动形成水流 海水的流动则形成海流。那么海流的科学定义是什么呢？科学家指出：海水因辐射热、蒸发、降水、冷缩等原因，可形成密度不同之水团，再加上受风压、地球自转偏向力等之作用，而发生流动，即形成海流。它是海水的运动形式之一，是较周围海水具有较大流速的线状流动水带。了解了海流之后，我们再来谈谈暖流。

深海大洋中有一支强环流 就是太平洋里的黑潮暖流。黑潮是北赤道海域分流出的一股向北的支流延伸而来的，它犹如大海中的一条“黑蛟龙”在菲律宾东部海域向北拐后，沿着台湾岛东岸外直驱北上，主流经过东海，流经吐噶喇海峡和大隅海峡，进入日本南部海域，向东滚滚流去，最后在北纬 35 处变得又宽又弱，逐渐消失了原有强流的本色。

大洋中还有一股能量巨大的“海洋中的河流”被航海家称为“墨西哥暖流”。过去人们认为 它源于北美洲墨西哥湾。

其实不然，墨西哥暖流起源于离墨西哥湾很遥远的太平洋东南部，那儿有两股海流——北信风海流和南信风海流，它们会合起来后，穿过向风群岛之间的通道流入加勒比海。然后，这股海流通过尤卡坦海峡再进入佛罗里达海峡。在这里从波多黎各北部沿岸来的和从巴哈马群岛东部来的另外两股海流也一起汇合到墨西哥暖流之中。这条巨大的暖流比美洲的密西西比河或亚马逊河流得更急更猛，其中的水量也要大上千倍。据测流计测量结果，通过佛罗里达的水流量每秒约为2600~3000 万立方米。

为什么叫黑潮呢？这是因为在它流经的海域，海面上呈明显的蓝黑色，而且它像潮水一样快速地流动，所以就称它为黑潮。现在人们才弄清黑潮来自赤道，从南向北流去。80年代以来，中日海洋学家曾多次联合乘船现场调查发现，黑潮水体的两大特点就是温度高、盐度也高。科学家们利用卫星照片的信息和携带有无线电发送的海洋浮标测得的各种数据，通过接收站在陆地上就可以跟踪和监测这股黑潮的流速、流向、温度和盐度的变化。目前我国利用美国 NOAA 气象卫星 AVHRR 第 4 通道红外图像分析了东海黑潮冬春两季的表层流系分布特征。

黑潮虽不像加里斯·斯图亚特描述墨西哥湾暖流，犹如“点燃的香烟腾起的缕缕青烟和串串烟环”那样，这并非说它没有什么变化，实际它有极为明显的大变化。首先科学家发现黑潮的主干不是直流，而是像巨蟒爬行那样时而弯曲时而又直行。经过调查发现黑潮的大弯曲发生在日本的四国南岸，向东到达宝户琦和潮岬之间以南的海域，主干流突然转向南流，最远流到北纬 30°附近，又开始返回北流，当到达本州南岸御座岬附近海面时，便又沿着原路径向东北方向流去，

这就是世界海洋中规模最大的“大蛇行”海流。这种大弯曲的流路并非固定不变，它变化的区域很广，范围东西向大约 550 公里，而南北向也有 460 公里。据我国海洋学家们的调查研究，1934 年以来这样的大弯曲共发生过 7 次，每次持续的时间有长短，最短的一次只有 3 年，而最长的一次竟达 10 年之久。

黑潮与墨西哥暖流一样，流路经常发生变化，这样就给它流经所靠近的菲律宾、日本、韩国和我国带来较大的气候影响。一般它接近的海岛或岸边往往生长着繁茂的热带植物，像台湾岛位于北回归线以北，可大部分地区却生长着热带植物。韩国的济州岛位于北纬 $33^{\circ}30'$ 左右。由于黑潮流经其南部海域，气温比我国同纬度的江苏淮阳要高，而且济州岛南岸生长着亚热带地区的竹子、棕榈、桔子等，但在我国江苏连云港地区就没有这种天赐福气了。

由此可见，黑潮和暖流都是海流的不同表现形式，而黑潮又是一种特殊的暖流。黑潮与墨西哥暖流一样，流路经常发生变化，这样就会给它所靠近的陆地，如日本、朝鲜半岛、菲律宾和中国带来较大的影响。

惊涛骇浪威力有多大

大海在风和日丽时，平静的海面只泛起微波；但在狂风暴雨时，海面上会掀起汹涌澎湃的波浪，甚至形成一种威力巨大的惊涛骇浪。遇到这种恶劣的海况，即使是万吨巨轮在海上也难于安全行驶，世界航海史上的海难事故大多数是发生在海雾茫茫、海浪起伏和涌浪翻滚的海况之中。

大海的波浪主要是在风的作用下形成的。此外，还有其

它一些原因，包括海底地震或火山喷发也可以引起波浪。一般情况下，当风速小于每秒 1 米时，在平静的海面上形成微波；当风力加强时，就会产生较大的和明显的重力波；当风速达到每秒 7~8 米时，海面上就开始形成波浪。决定波浪大小的三个要素：风速、风时和风区。在某一海区内，风速和风向基本相同时，可将这一海区称为风区。在辽阔的海面上可以形成强大的风区，风速越大，风刮的时间越长，风浪也就越强大。

一般是根据波高范围来划分波浪的级别，并将波浪分为 10 级。

波级	波高 (H) 范围/米	大小	波级	波高 (H) 范围/米	大小
0	0	无浪	5	$2.5 \leq H_{1/3} < 4$	大浪
1	$H_{1/3} < 0.1$	无浪	6	$4 \leq H_{1/3} < 6$	巨浪
2	$0.1 \leq H_{1/3} < 0.5$	小浪	7	$6 \leq H_{1/3} < 9$	狂浪
3	$0.5 \leq H_{1/3} < 1.25$	轻浪	8	$9 \leq H_{1/3} < 14$	狂涛
4	$1.25 \leq H_{1/3} < 2.5$	中浪	9	$H_{1/3} \geq 14$	怒涛

波浪的动能是巨大的。当波高为 1 米、周期为 10 秒的波浪拍击海岸时，在 1 英里（约 1.61 公里）海岸线波浪的功率大于 35000 马力（1 马力 = 735.499 瓦）。在苏格兰沿岸，一次巨浪从栈桥上将一块用水泥凝固的、重达 1350 吨的巨石冲击到桥下。5 年之后，狂浪又冲垮了重达 2600 吨新建的栈桥。后来工程师们测量了那里拍岸浪的能量发现，在巨浪冲击下可达 29 吨每平方米。在美国俄勒冈州沿海，大浪曾将重 60 千克的陡崖岩块抛到高出海面 28 米的灯塔顶部。

1933 年，从菲律宾马尼拉航向圣地亚哥的美国油轮“拉梅波”号，记录到了高 34 米的波浪。这样高的波浪是在波浪

扩度达数千海里的情况下，由每秒为 30~40 米的风速所造成的。1961 年 9 月 12 日，英国气象船“天气报告者”用仪器测到了高 20 米的罕见波浪。在通常情况下，只有在风暴中心区才会出现高度超过 14 米的波浪。大西洋波浪高度很少超过 12 米；太平洋西风带里波浪可高达 15 米、波速每秒 25~27 米，而波长可达 200 多米。

一种叫加速计的仪表是用来测量在外力作用下所产生的标准质量加速度的，船员可用加速计测量波浪对船的作用。按加速计的记录可以确定出波浪的种类和它的强度。

海浪最大的地带一般是三大洋的南部海域南极地带。那里三大洋连成一片，又有强劲的西风，风区、风时和风速三要素都达到了相当高的程度，可以说是“三碰头”地带，所以那里常常出现风暴席卷，巨浪翻滚的恶劣气候和海况。

海啸与风暴潮

沿海国家许多闻名于世的自然灾害是由巨大海浪引起的。灾难性的波浪有两种：一是伴随着地震或海底火山活动而出现的巨大海浪称为海啸；二是伴随着飓风而产生的凶猛的席卷性波浪称为风暴潮。

当海底地壳突然错动时，引起了地震。并使震区上部的海水产生波动，随后引起海啸。几千年来，居住在沿海低地的各国人民，一直生活在对波浪的恐怖之中，家园常被破坏，并有成千上万的人被淹死，给港口、码头等带来了严重的危害。在美国和其他许多国家，包括印度、孟加拉，海洋对海岸的最大侵袭是由飓风和被称为台风的热带风暴而引起的。当风暴中心向这些海岸移动时，通常随着海面升高，水位可

上升 15 米，淹没了大面积的海岸洼地，如 1900 年一次飓风进入美国得克萨斯州加尔维顿市海岸，造成海平面升高，低海堤被冲坏，所有居民区都被海浪所吞没，淹死 600 多人。

在我国，由波浪造成的损失也不可低估。如山东东营附近海堤在 1992 年的一次特大风暴潮中被毁，胜利油田受淹；1992 年天津塘沽出现风暴潮，海水大面积漫堤，造成重大损失。近年来，某些沿海人口密集地区，把围海造田作为发展经济的重要措施，然而，当围海造田受到灾难性波浪的侵袭时也会造成不可低估的经济损失。对于这种灾难性波浪，处于沿海地带的海岸重要工程建筑应引起严重的关切和防范。

面对这种灾难性波浪，为了促进我国沿海经济带的可持续发展，当务之急是开展我国近海海域以环境地质评价及灾害防治为主要内容的系统调查和研究，防患于未然。

潮涨潮落有规律

在沿海地区岸边如果你要注意观察海面的话，你一定会发现海平面每一昼夜都会出现有规律地变化，即周期性地升降、涨落与进退。海水这种有规律的升降、涨落与进退，被称为海洋潮汐。

在宇宙空间里，月球离地球最近，对地球的引力也最大。这样，向着月亮一边的海水，比背着月亮一边的海水所受的引力要大得多。如果取地球中心作为基准点，将月球对地球任意地点单位质量物体的引力，减去月球对地心单位质量物体的引力，所得的力就是引起地球产生潮汐现象的引潮力。月球的引潮力遍布地球各处，形成一个引潮力场。它对垂直于地—月中心连线的轴线来说几乎是对称的，而且有着周期性

变化。随着地球的自转，大约有半天的周期，因而世界各个海域主要是半日潮。太阳对地球也形成另一个较弱的引潮力场。在月亮、太阳引潮力场的共同作用下，便形成了地球上各种潮汐现象。

何时涨潮落潮，甚至几时几分开始潮涨，几时几分又开始退潮，即使是生活在海边的人，恐怕也很少有人能够准确地说出来。

掌握海潮的涨落时间，对人们观潮、赶海或洗海水澡都是很重要的。如你想去观看大潮，却偏偏碰上退潮，你自然大为扫兴；反之，如你要去赶海，甚至希望赶海能满载而归，好好美餐一顿，却时逢大潮，那就只好望海兴叹了。就是到海边洗海水澡，如果潮水不适宜，也会给你带来诸多不便。因此，若能计算并掌握每天的潮水涨落时间，那将是很有用的。

人们已经知道潮汐的形成与月球的引力有关，因而潮涨潮落与月球的运动规律密切相关。如同每天太阳、月亮出没的时间各异，潮的涨落时间每天也不同。经计算，每次潮汐活动的周期为 12.4 小时多一点，一天涨落两次。换句话说，每天的涨潮落潮时间要比前一天推后约 0.8 小时。各地具体的涨落时间，主要取决于农历日期和所在的经度。就拿青岛海滨来说，有人将每天的高潮时间总结为以下两个公式：

(1) (农历日期 - 1) \times 0.8 + 5 (点钟) ... 适用初一至十五

(2) (农历日期 - 16) \times 0.8 + 5 (点钟) 适用十六至月底

由上述两公式可算出当天几时几分为最高潮，往后推 6.2 小时即为最低潮时间，再隔 6.2 小时又是高潮。例如农历初五，由第 (1) 公式算得，高潮时间为 8.2 即 8 点 12 分；

低潮时间则为 14.4 即 14 点 24 分。那么下一次高潮时间为 20.6 即 20 点 36 分。可依次类推。

上述两个公式是一种近似的计算，因为每天都有一点误差，半个月的累计误差就不能忽略了，所以下半个月要改用第（2）公式计算。

应当知道的是，每月初一和十五潮汐特别大，称为大潮。由第（1）公式得知，初一的大潮时间为早晨 5 点。由于海区地形和海底不同，各地的潮汐大小也不完全相同。像我国的钱塘江口杭州湾呈喇叭型河口，而海底又有一坵坵沙岗，所以钱塘江口附近的海宁镇会形成涌潮现象，高出河水面的潮水犹如千军万马，以雷霆万钧、排山倒海之势涌来，其气势磅礴，情景壮观。每年农历八月十五日中秋节前后，那里就成为我国著名的观潮圣地。那天最大的潮高可达到 9.86 米。它以其“潮高、多变、凶猛、惊险”而堪称一绝，自古以来闻名于世，被誉为天下奇观之一。

神奇的海底世界

深海底的生命绿洲

早在 19 世纪，西方的一些科学家就认定，在离海面 600 米以下的海底深处已是一片漆黑暗冷，而且处于一种高压的环境，不可能有任何生命存在了。这主要是因为生命起源除了水之外，更需要阳光和空气。这些必需条件似乎深海底都缺乏。然而，本世纪 50 年代，海底电缆铺设后，人们就发现数年后电缆上附着了无数的微细海洋生物，使海洋生物学家感到惊讶。

随着海洋科技的发展，自出现“深潜器”以来，海洋科学家能乘坐密闭的深潜器下潜到数百、数千米海底做现场考察，不仅发现海底大千世界有海底平原、盆地、海山、海台、海岭，还有海底平顶山、海脊、热泉和大洋中脊等形态各异的地形地貌景观，而且在深海底还发现了“生命绿洲”。科学家们在几千米深的海底火山或大洋中脊两侧的热泉（温度在 $300\sim 350^{\circ}\text{C}$ ）附近，发现有许多许多的蟹类、贝类、水母、长管虫、蠕虫和一些细菌类微生物。

70 年代中期以来，随着海洋科学考察的深入，人们逐渐揭开了神奇海底世界的厚厚面纱，原来数千米的大洋深海底竟是一片生机勃勃、繁荣茂盛的“生命绿洲”。1970 年 4 月，美国著名的海洋生物学家沃斯教授随“约翰·埃斯奥特”考

察船，在南美波多黎各海沟 8169 米深处，找到一条鱼，这是人类至今发现的海底最深处的脊椎动物，因而被列入世界的“吉尼斯大全”。

1976 年春天，3 名美国科学家乘坐“阿尔文”(Alvin)号深潜器，下到东太平洋 2000~3000 米的海底考察热泉活动。当它下潜到 2700 米深处时，一位科学家惊奇地发现，前方不远处的山脊之上高丛林立着一排排“大烟囱”正向外冒着滚滚的“浓烟”，有的是“黑烟”，而有的是“白烟”，还有的是“黄烟”，其“烟雾”气势蔚为壮观。

当“阿尔文”号再下潜靠近“烟囱”底部周围时，科学家感到更惊讶了，使他们难以置信的是，在“烟囱”的周围居然聚集了许许多多奇形怪状的鱼儿在自由自在地游弋，还有蟹类、贝类、水母、长管虫和一些细菌类微生物，都在顽强地生活着。最使人惊叹的是一种叫“管栖蠕虫”的生物，它们的触手长达 3~5 米，犹如一条条红白相间的彩带在海底左右摇摆，舞来舞去，美妙动人。

1980 年 11 月，美国“托马斯·华盛顿”号科学考察船，在西太平洋马里亚纳海沟 10335 米深处，发现端足类甲壳动物。这是迄今为止发现的“地球最深处”的生物。此外，海洋科学家还在世界三大洋 5000~6000 米的深海底火山或大洋中脊两侧的热泉附近，普遍发现巨蛤、白蟹、水母、海蛇和蠕虫类等生物。

这些鲜为人知的生物，为什么在没有阳光、空气极其稀少和大气压力非常强大的大洋深处，会存在生命呢？科学家们至今不能作出令人信服的解释。有的科学家认为，这是由于海底火山喷出的热水，把附近岩石中的矿物质溶解出来了，在热量和压力的作用下，它们会合成硫化物，这种硫化物不

仅成为了微生物的食物来源，而且还能与海底海水中稀少的氧和二氧化碳结合，产生化学能源——类似于太阳能的作用。

众所周知，在自然界众多生物中，关系很复杂，但均可围绕食物联系起来，构成所谓的“食物链”，它的基础是绿色植物通过光合作用，将氧、碳、水合成为有机物，动物直接或间接以绿色植物为食。因此，这种食物链又称“光合食物链”。地球上生物圈的生物赖以生存的能源是太阳，这就是“万物生长靠太阳”的道理。

近年来，美国科学家托马斯·戈尔德提出一种“地下生物圈假说”。它从根本上动摇了“光合食物链”的理论基础。他认为在地下存在了一个由微生物组成的，不依赖太阳能和氧的新的生命世界，而深海底火山或热泉处的生物群落，就是这个地下生物圈的出露部分。最近，在瑞典锡利延的大陆超深钻中，从地下 6000 米深的花岗岩中发现了微生物。据研究，这些微生物也是以地热为能源，以烃类为食物的。

“地下生物圈假说”尚需科学家们进一步证实。然而上述生物群落的发现，不仅是生物理论上的一个重大突破，而且也为太阳系外其它星球可能有生命存在，提供了佐证。总之，为什么在深海底火山或热泉附近能存活如此众多的海洋生物，它们又是靠什么来维持生存的呢？这些奥秘至今仍是尚未解开的科学之谜。

海 底 风 暴

由于气候的异常变化，在陆地上会发生奇特的风暴、沙暴现象。每当风暴来临之前，天空会突然灰暗下来，顿时上空乌云密布，在遥远的天际边，随着一道道闪电光的发出，带

来阵阵轰隆隆的雷鸣声。这时狂风四起，暴雨倾泻而下。在疾风暴雨和雷鸣交加的袭击下，山区会发生山洪爆发、山体滑坡，凶猛的泥石流会把山下的村庄冲垮或掩埋。如果人们来不及躲避，就会遭到灭顶之灾。

在沿海岸边地区，如果遇上这种飓风暴雨，还会遭到强大的风暴潮的袭击。海水在狂风暴雨的作用下掀起巨浪，一排排海浪随着强风向岸边推进，潮水巨浪冲击岸边的礁石或防波堤。风暴潮的威力不仅可以冲垮防波堤，甚至可把岸上数吨重的“护海神牛”抛向大海中。风暴潮对居住在海边的人们是一大天灾。

陆地上的风暴人们可以见到，甚至会亲身经历暴风雨的洗礼。然而，海底的风暴现象人们则闻所未闻，更难以想像了。因为几乎人人都认为深海底是一片特别宁静的地方，但近年来海洋科学家发现，海底并不平静，类似于陆地上飓风的各种激流一年四季都在海底下兴风作浪、横扫一切。海底“风暴”发生时海水以高达每秒 50 厘米的速度流动，在一些海域，这种海底风暴每年要发生 5~10 次。

科学家发现，当海水和大气运动的能量集聚到一定程度时就会产生海底风暴。首先出现的是旋涡，大面积的海水连续不断地作旋涡状运动。当海面上空大气风暴持续数日时，海浪会越来越凶猛，传递到海底的能量越来越大，于是海底风暴就产生了。

海洋科学家乘坐全封闭的深潜器下潜到五六千米的深海底时所观察到的海底风暴非常壮观。当海底风暴袭来时，海底下也会发生类似陆上沙漠尘暴的景观。海底风暴所经过之处，无论是爬行动物、植物，还是礁石和海底通讯电缆、测量仪器都会被掩埋在沉积层之下。

海底风暴能量之大实属罕见。最猛烈的海底风暴，它的破坏力可相当于风速高达每小时 160.9 公里的风暴，而风速超过每小时 119 公里时已是飓风级了。

海底地貌奇观

深海大洋是人们难以造访的地方，深海大洋底更是人们难以到达的神奇世界。然而，海洋探险家总是想方设法去了解它，于是科学家和发明家研制了各种各样的探测仪器，通过间接手段来获取海底各种信息和图像；甚至成功地研制出载人或无人的深潜器，下沉到几千或上万米的深海底去，实地观察神秘莫测的海底世界。

20 世纪 70 年代以来，沿海发达国家的科学家们，就是借助各种海洋高技术，如海洋声层析技术、远距深海探测激光系统、多频探测器和多波束测深声纳系统等先进的探测仪器，发现了许多深海底世界鲜为人知的奥秘。

深海底有一些地貌景观的规模和形状要比陆地上的更加奇特壮观。如大洋底有狭长而陡峭的深邃海沟，通常它的宽度为 50~60 公里，长度达 1500~1800 公里，深度为 6000~11000 米。世界已知超过万米深的海沟就有 10 多条，其中以西太平洋关岛附近的马里亚纳海沟最深，现已测到的最深点为查林杰海渊——11034 米，比陆地最高的珠穆朗玛峰（8848.13 米）还多出 2185.87 米。

近十多年来，在大洋中脊、海岭和海隆附近不断发现有海底热液活动。70 年代中期，红海底的“热卤水”是最早发现的海底热泉，热泉喷出时的温度高达 350℃ 以上。在这些热泉周围形成了具有经济价值的热液多金属矿床，含有较高的

铜 (Cu)、铅 (Pb)、锌 (Zn)、锰 (Mn)、铁 (Fe)、金 (Au)、银 (Ag)、铀 (U)、钍 (Th) 等金属。具有经济远景的海区是东太平洋海隆的胡安德富卡海岭和加拉帕戈斯海岭。近年来，美、法等国在太平洋、大西洋和印度洋的一些海脊发现了几十处海底热液多金属矿床，矿床总体积达 4000 立方米。80 年代中期日本在伊豆·小笠原海域也发现了环形海山的热液活动，其中含有大量黄铁矿、闪锌矿和黄铜矿等。

1992~1993 年，科学家在东太平洋秘鲁和智利海岸以西水深约 3000 米的海底上发现了由 1113 个火山形成的海底火山群，分布面积达 18.2 万平方公里，其高度最低为 600 米、最高的达 2100 米。在这些火山群中有 200 多个为活火山。这是迄今人类在大洋底发现的规模最大、最密集的火山群。近几年美国在俄勒冈州岸外远海域发现了一个海底火山群。这些都是年轻的火山，是在近 10 多年的海底火山喷发过程中形成的，有的火山仅 30 米高，但有半数火山的高度为 1500~1600 米。这些火山的形成与在这一海区海底热液溢口的高温含矿热水的喷发有关。据估计，全球海底山有几万座，其中海底火山约 1 万座。

早在 1873 年，“挑战者”号调查船的科学家利用普通测深仪就发现了一条横亘跨越大西洋、太平洋、印度洋和北冰洋，长达 7.5 万公里的洋中脊。后来科学家们又多次用先进的旁侧声呐测深和多波束测深声呐系统进行探测，这条巨型的中央海岭宽度达 1500~2000 公里、高度达 2500~3000 米。其地形地貌异常独特，火山活动和地震也很频繁，海洋区域的震源大多都集中在中央海岭系内。

平顶海山之谜

在深邃莫测、神秘多端的深海大洋底中，耸立着一座座犹如发电厂的冷却塔那样的平顶山。由于它们的顶巅就像被锋利的快刀削过似的那么平坦，也像理发师给小伙子理的“板寸”式平头一样，故称为海底平顶山。

首先发现这种被“砍掉”山头的奇异海山的人，是美国普林斯顿大学一位航海家赫斯教授。20世纪40年代第二次世界大战期间他任太平洋舰队一艘军舰的舰长时，有一次在夏威夷到马里亚纳群岛一带，对海底进行测深时发现，在四五千米的深海底，耸立着一群群奇异的海底山峰。战后1946年，他将在太平洋深海大洋区“平顶海山”的重要发现及其研究成果公布于众。为纪念他的老师阿罗尔德·盖奥特教授，他把“平顶海山”命名为“盖奥特（Guyot）”，并提出这些顶部平坦的海山属于沉降到海底的古代火山岛屿。他的这个假说，当时轰动了整个地学界。

这些山峰与过去所发现的海山、海丘、海脊等完全两样，特殊之处就是顶巅平坦得像一张大圆桌。经过对平顶山的探测，一般的平顶面的直径在5~9公里，平顶山呈上小下大，海底山脚的基座直径一般达10~20公里。从山顶到半山腰呈 $30^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 陡倾斜，从山腰向下呈缓倾斜的阶梯状。这种海底平顶山是怎样形成的，这引起了海洋学家极大的兴趣。

这些耸立在深海大洋底的平顶山，由于它们的独特形状，居然成为船只在汪洋大海中航行的“海底航标”。早期船上只要拥有一张精确地标定了海底平顶山分布位置和水深的海图，船长就可准确地测出船位。现代先进的全球定位系统的

启用，使人们不再需要靠平顶山来定位了，但平顶山在航海历史中所做出的贡献已载入史册。

远洋捕鱼船也曾发现，在平顶山出露的海域，一般都有良好的天然渔场。一些在太平洋马里亚纳群岛附近海域捕捞金枪鱼的渔船，凡是发现有鱼群聚集的渔场时，就能在这一海域的海底找到平顶山。渔场和平顶山究竟有一种什么亲缘关系？经过海洋生物学家的调查研究发现，当底层和深层水流冲击深海平顶山时，便会产生一种上升流，深海的营养物质就会随着上升流被带到浅层海水中，丰富的营养物质可繁殖大量的浮游生物，这些生物正是鱼群觅食的美餐。因此深海大洋平顶山的表层海域，多半成为良好的渔场，也是远洋捕鱼船理想的捕捞场所。日本近海纪南礁附近，就是一处典型的海底平顶山渔场，那里盛产金枪鱼和鲐鱼。

海底平顶山是怎样形成的呢？科学家们有各种各样的解释。有的说，平顶山是由近海域的环形珊瑚礁下沉形成的，也有的说，平顶山是古代时期的环形礁下沉，后来又被深海沉积物填平其凹陷而形成的。但这些解释对平顶山头部的“板寸”和山腰斜坡的阶梯状这种明显的特征，都不能予以科学的解答。这使人们对平顶山的成因越发感到迷惑不解。令人惊讶的是，在有些平顶山山顶上采到地质年代较老的岩石块；而在平顶山麓下却采集到时代较年轻的火山岩岩石。而在另一些平顶山麓竟采到年代新和老的混杂岩石。但目前大多数科学家认为，平顶山这种独有的特征，是海浪和海流长年累月冲蚀的结果。然而，人们发现的平顶海山，多数在数百米以下，有的甚至在 2000 米以下。很显然，波浪的作用是无法达到这样的深度，只有海流才可以起到侵蚀作用。

深海大洋海底平顶山的成因始终是海洋地貌学家研究的

课题。在深海大洋海底绵延数千甚至上万公里的山脉中，拔地而起众多的顶巅平坦的平头奇峰，实在耐人寻味。各国海洋科学家都在积极研究和探索，揭开海底平顶山的成因奥秘，是指日可待的。

深海底微生物存活之谜

海洋中生长有成千上万种不同的生物，有动物、也有植物。就拿人们最熟悉的鱼类来说，全世界海洋中约有 3 万种，我国海域也有 2 千多种。但是几千米到上万米的深海底，人们总以为那里一片漆黑阴凉，加上巨大的大气压力，生物是很难在这种环境下生存的。然而，最近日本科学家在万米深海发现了微生物。

早在 1960 年，美国的“蒂里雅斯特 2 号”深潜器，在太平洋马里亚纳海沟万米深渊，出乎意外地竟发现了一种长 30 厘米、宽 15 厘米的比目鱼。1995 年日本的“海沟号”不仅创出了深潜 10912 米的新纪录，而且还确认深海底有生物存在。

1996 年 3 月日本无人驾驶的“海沟号”深潜器从 10898 米深的马里亚纳海沟底部采集的泥样中发现了 180 种微生物。在那里水压超过 1 万个大气压，水温仅 2℃ 迄今一直认为没有任何生物可以生存。但是，对泥样分析结果，不但发现了陆地上常见的大肠菌、酵母，而且还发现了能耐 55℃ 繁殖的菌、好碱性菌等微生物。仅在 1 克重的泥样中就含有 1 万～10 万个微生物。日本海洋生物学家认为，这些微生物可能是海洋形成早期“太古时代的低级微生物”，它们一直沉睡在深海底，至今没有进化。

美国科学家最近在墨西哥湾 600~1000 米的海底发现了一种新的海底生物。这种生物呈扁平状，粉红色，长 2.5~5 厘米，身体两侧有 12 条长 1 毫米左右长满了细须的腿。由于它们寄生在冻结的天然气冰积丘上，所以称之为“冰虫”。天然气冰积丘是由水和天然气在海底高压、低温的环境下形成的一种透明固体，主要由甲烷气组成。人们很难想像这种“冰虫”小动物能生存在这种易燃、易爆、且毒性大的透明固体中。

近十多年来，科学家们不断在深海里发现大量微生物，甚至在一些深海高温热泉周围也存活大量微生物。为什么这些微生物能在如此恶劣的环境中依然自由自在地存活呢？开始发现时，海洋生物学家也觉得是个难解释的谜。

最近，英国和挪威的科学家联合研究发现，海洋生物死亡后会沉入海底，在海底逐渐堆积起来，形成富含有机物的沉积物。这些有机物质会逐渐分解形成一种叫做乙酸盐的营养物，就是这种营养物质能为微生物提供碳、氧等必要元素供给它们维持生存之用。

海洋科学家还发现，一般海洋沉积物中的乙酸盐还没有丰富到让大量微生物生存的程度。因而科学家对此又感到十分费解。他们经过多次模拟实验发现，当温度升高时，海底沉积物中的有机物质就会加速形成更多的乙酸盐营养。这样就可以比较合理地解释为什么在海底热泉附近会有大量微生物繁衍生息。后来科学家为了证实这一推断，就专门乘深潜器对深海底部靠近热泉的底质沉积物采样进行分析，结果发现其乙酸盐含量大大高出其它成分，而且温度越高，这种物质含量也越多。

海底热液活动不仅为人类提供了大量可供开发利用的矿

产和生物资源，而且还有探索生命起源的科学研究价值。

奇特的海底山脉——大洋中脊

19 世纪 70 年代英国“挑战者”号调查船进行环球考察，发现北大西洋中部有一条巨型海底山系。但直到 1925~1927 年间，通过法国“流星号”调查船的回声测深，才确定了整个大西洋底纵列着一条长达 17000 公里的大洋中脊。1956 年，美国学者尤因和希曾进一步指出，世界各大洋都有大洋中脊存在。这条洋底山系在太平洋、印度洋、大西洋和北冰洋内连续延伸，成为环球山系，总长度约 80000 公里。

大洋中脊亦称中央海岭。脊顶水深大多为 2000~3000 米，但有少数火山成因的山峰露出海面成为岛屿。脊顶高出两侧洋盆底部的相对高度多在 2~3 公里左右。中脊宽度一般可达 1000~2000 公里，其宽度变化很大，最宽的可达 3000~4000 公里，窄者不过数百公里。洋中脊的地形相当复杂，在纵向上呈波状起伏的形态。大致平行于中脊的走向，有一系列岭脊和谷地相间排列。有的谷地可被沉积物填平成小块台地。岭谷起伏的幅度，一般在中脊顶部附近较大，随着远离脊轴而幅度渐减，这主要是沉积物充填程度增大的缘故。在中脊顶部，沉积层较薄甚至缺失，顶部的地形异常崎岖；向两翼，沉积层厚度逐渐增大，地形渐见平缓；延至洋盆底部，可出现深海平原地形。在大西洋和印度洋的轴部，一般有裂谷从中脊轴部切入。裂谷顺着中脊的走向展布，两侧为裂谷山脊，从后者至裂谷底发育深约 1.2 公里的倾向谷内的崖壁。裂谷宽约数十至百余公里，窄的谷底宽度不超过几公里。这种张性断裂作用造成的山谷，显示洋底地壳蒙受了巨大的拉

张作用。

洋中脊在构造上并非连续不断，它被一系列与轴线相垂直或斜交的大断裂带所错断。断裂带在地形上往往表现为一侧是狭长的海脊，另一侧是深陷的槽谷。由脊至槽为陡峭的崖壁；或者有一系列脊槽沿断裂带呈雁行状排列。沿断裂带发育的槽谷颇深，经常超过毗邻裂谷的深度。这种横向断裂带把中脊和裂谷平错开来，错移幅度可达数十至数百公里。在太平洋和赤道大西洋的中脊上，这种平错最为显著，幅度大者可达 1000 公里以上。

大洋中脊在太平洋、大西洋和印度洋中的分布各有特点。太平洋中脊的主体偏居大洋东南部，两坡平缓，相对高度较小，常称为太平洋海隆。大西洋中脊纵贯大洋中部，与大洋两岸轮廓平行，也呈 S 形弯曲，其两坡较陡。印度洋中脊也大体位于大洋中部，分为三支，呈倒置的 Y 形。三大洋中脊的南端相互串连，北端则伸进岛屿和大陆。

魔鬼三角区之谜

北大西洋中的“百慕大三角”，被人们称为“魔鬼三角区”。这个三角区的范围是从美国的佛罗里达半岛南端，向东南到波多黎各维尔京群岛，向东至百慕大群岛构成的三角海区，各边的长度约 2000 公里。长期以来，不计其数的船只和飞机在这个海区遇难或突然失踪，甚至寻找不到残骸，事故原因至今仍是一个难以解释的谜。这是一个神秘和令人生畏的三角海区，也是令探险家向往的地方。

大约五百年前，航海家哥伦布和他的探险队就曾在这个三角海区免遭葬身。那是 1502 年的某一天，正当他们在甲板

上观赏海面美景时，突然间天昏地暗、狂风怒吼、恶浪滚滚，船员被海浪颠簸得晕船呕吐，经历了一周的千辛万苦，他们终于脱险离开了这个可怕的“魔鬼三角区”。然而 后来仅 20 世纪以来 就有 100 多条船、30 多架飞机和 1000 多名船员、飞行员和旅客在这个三角海区遇难失踪。

为了揭开“魔鬼三角区”之谜，海洋科学家进行了长期的调查研究，但是至今尚未得出科学的结论。尽管如此，各种各样的假说还是不断被提了出来。

有的科学家说，由于这个海区的墨西哥湾暖流产生复杂的气象条件，会突发不测风云，造成大量海难事故，而深海流又会迅速带走遇难船只和飞机的残骸，给人以完全消失的假象。有人甚至说，尽管它是“魔鬼三角区”，却是个热门旅游区，常有大量游艇或飞机来往，加之他们驾驶技能不高，发生事故就是很自然的事了。1973 年 3 月某日，天气晴朗，海面平静，一艘载有 32 人的摩托快艇驶进这个三角海区，突然发生旋转下沉，永远销声匿迹。

另一些科学家指出，为什么具有高超驾驶技能的船长和机长也会在那里失事呢？甚至在遇难时总是来不及发出 SOS 呼救信号呢？1945 年 12 月 5 日 美国海军第 19 中队的五架《复仇者》歼击机，在这个海区上空编队飞行训练，突然所有飞机方位仪均发生故障，与陆上基地也中断联系。1963 年 2 月 3 日，一艘有自动导航和先进通讯系统设备的美国《凯恩》号油轮驶入了这个三角海区，突然通讯中断，连 SOS 呼救信号都没有发出就从海上消失了。

从事故记载资料来看，在“魔鬼三角区”发生的不少海难，并非在暴风骤雨状况下而是在风平浪静的时候发生的，这使科学家们更感到“迷惑”。于是，也有一些科学家提出“要

从地球的外部及内部找原因”。地球物理学家认为，地球的沉重核心在液态的岩浆里到处“漂浮”。由于月亮和太阳对地球的引力作用，使这个核心产生不规则的运动，引起火山爆发和造山运动。当地球核心“退却”时，地壳下垂出现了“吸入作用”。百慕大三角区正处于发生这种“吸入作用”的地区，那里的海水流进大洋底部地壳的裂缝里，使海面产生了飓风和磁暴，从而造成进入这个海区的船只或飞机失事。

还有人认为在这个三角海区存在一种“反旋风和下沉涡流”。飞机在反旋风中会偏离航线，而船只在强涡流中很容易被吸下沉。也有人把事故归罪于一种自然激光，平静的海面 and 大气上层就像两面巨大的反射镜，太阳光辐射会产生一个巨大的激光束，在激光束的作用下，就会发生磁暴和无线电干扰，海水也会沸腾，进入激光束范围的飞机和船只都会被烧掉。

“魔鬼三角区”的神秘，引起了各种各样的猜测，真是众说纷纭，莫衷一是。然而，百慕大三角之谜至今尚未解开。可以相信，随着科学技术的发展和科学家们的不断探索，这个令人费解的奥秘一定会被人们揭露。

探 测 海 洋

海底探索——海洋地质调查

从大陆架到深海大洋 其广阔的海底是石油、天然气、气体水合物、铁锰结核和结壳等矿物资源的赋存场所，又是海底扩张、板块构造、古海洋学和全球构造等学说的发源地。因此，调查研究海底既具有经济价值又具有科学意义。我们必须努力去探索海底奥秘，使其造福于人类。探索海底的主要手段是海洋地质调查，即利用地质、地球物理和地球化学等多种综合手段探测和查明海底地形地貌、地质构造，以及沉积物、岩石和矿产资源的分布状况。海洋地质调查与陆地地质调查不同的是，它必须借助海洋地质调查船来进行工作。

目前海洋地质调查的技术手段主要有：利用人造卫星导航和全球定位系统（GPS），以及无线电导航系统来确定调查船或观测点及测线在海上的位置；利用回声测深仪、多波束回声测深仪及旁测声呐测量水深和探测海底地形地貌；用拖网、抓斗、箱式采样器、自返式抓斗、柱状采样器和钻探等手段采取海底沉积物、岩石和锰结核等样品；用浅地层剖面仪探测海底未固结浅地层的分布、厚度和结构特征；用地震、重力、磁力及地热等地球物理方法，探测海底各种地理物理场特征、地质构造和矿产资源，有的还利用放射性探测技术探查海底砂矿。

目前有的国家还通过载人深潜艇、水下电视，装有多种观测装置的深拖系统和海底照相等方法直接探测海底沉积物和地形地貌以及多金属热液硫化物、铁锰结核和结壳等矿产赋存状况。海洋地质调查可根据不同的目的和内容，采用不同的技术方法完成调查任务，并提交不同比例尺的地质、构造、矿产、环境、工程、灾害和各种地球物理图件以及相应的调查研究报告。

海上的引路人——全球定位系统（GPS）

GPS 是英文 Global Positioning System 的缩写，即全球定位系统。整个 GPS 由空间卫星、地面监控和用户接收设备三个部分组成。全球用于 GPS 服务的空间卫星有 24 颗（其中 3 颗备用），它们犹如一个“星座”悬挂在 2 万公里的高空，每颗卫星每 12 小时绕地球运行一周。GPS 空间卫星肩负的“使命”是接收和储存来自地面监控站的导航、定位信息和控制指令。沿着人们为它设定的空间运行轨道连续地、全天候地向地面用户发送导航定位信息。同时，每颗卫星都载有 4 台高精度的原子钟，不断地发射标准频率来为地面的导航定位提供高精度的时间标准。最后由用户接收设备，也就是我们通常见到的 GPS 导航定位仪来接收 GPS 空间卫星发送的信号，经过数据处理它能直观地显示海上走航船只的位置、航向、航道、航速以及时间和偏航等状态。这样我们可以看到，由地面监控——空间卫星——GPS 导航定位仪组成的这个系统名符其实地起着海上“引路人”的作用。

GPS 是 20 世纪最重大的科技成就之一，使用 GPS 这项现代化先进的高新技术，无论何时何地，不管是风平浪静还

是波涛汹涌，也不管是风和日丽还是狂风暴雨，它都能保障在数秒钟之内准确地测出海上动态目标（船只、平台等）的位置、速度和时间信息。正因为 GPS 具有这种高超的“技艺”，所以能在苍茫大海上为人们指点迷津，在水天一色的汪洋大海中带领人们按设计的航线进行远航。

海底测绘者——多波束测深仪

声波探测是人们探测海底最有效和常用的技术，代表 90 年代高新技术水平的多波束测深仪，就是声波探测技术与现代电子和计算机技术结合的产物。多波束测深仪由三个基本部分组成：探头、处理机和工作站。探头安装在船底水中，以“扇面”形式向海底发射数百束窄波波束，当声波到达海底探测目标时会产生反射，探头上的接收传感器接收到海底反射声波之后，通过一根电缆将这些携带着海底地形和沉积物特征信息的信号传送进安装在船上仪器室内的处理机进行处理。处理机除处理回声信号外，还担负着控制波速发射，以及记录由相关设备测量出的船只状态、位置和时间等信息的任务。处理机再将数据由电缆传入工作站，也就是多波束测深仪的计算机系统。在这里，大量的数据被转换、改正和综合，从而获得海底测绘结果，并以等值线或三维立体图像形式，随着测量船的走航连续实时地显示或打印数据，并绘制海底地形图。

使用多波束测深仪能对测线两侧 7 倍水深范围内的海底进行 100% 的覆盖扫描测量，测量的精度高于 0.5%。通过变换探头发射频率，多波束测深仪的测量范围可以从几米水深的近岸浅水区，到几十米至几百米水深的陆架区，甚至延伸

到数千米水深的大洋区。海底大千世界由于厚层海水之隔而变得神秘莫测，但只要有了多波束测深仪这样的“海底测绘者”，人们就会揭开她的面纱，海底的“庐山真面目”就会直观而清晰地展现在我们面前。

水下眼睛——海底电视

海洋是一座巨大的资源宝库。人们为了从海洋中获取鱼、虾、贝、藻等生物资源和滨海砂矿、石油、天然气、铁锰结核和结壳等矿产资源，采用各种手段探索海洋。其中有底质采样、声波测深和鱼群探测，声呐扫描、地震、重力、磁力、地热和放射性测量等间接手段，潜水目视观察和载人潜艇、深拖系统，以及海底电视等直接观测方法。

由于人直接潜水目视观察受到水深压力的限制，目前主要采用海底电视来观察水中鱼类活动和水下各种地质现象。海底电视用途很广，有的可以用来监视石油钻井平台水下机械的工作状况和海底作业车及各种水下观测仪器或装置的运转状况；而有的海底电视机则直接用来调查深海铁锰结核和海山结壳及热液多金属硫化物等矿产的赋存状况。

在东太平洋海隆和冲绳海槽中正在活动的热液喷泉就是用海底电视发现的。安装在美国深潜艇《阿尔文》号和日本深潜艇《深海 2000》号上的海底电视不仅观察到了正在喷出的热液硫化物的成矿过程，而且在其周围还发现了许多蠕虫等奇异的生物群。深海“生命绿洲”的发现为生物起源的研究提供了宝贵的科学依据。因此，海底电视真不愧是能观察水中各种自然景观的佼佼者——“水下千里眼”。

深海电视系统由五个部分组成：绞车和电缆用来施放

电视机下海；②铠装同轴电缆用来传输电视信号和遥控信号；压载器用来沉放电视摄像系统并装载声波定位仪，以及避障声呐和测高声呐系统；④机架上装有低亮度电视摄像机、两台静止摄像机、两架闪光灯、两架聚光灯及各种仪器罩；⑤电视控制中心和显像装置。深海电视机可放到 6000 多米水深进行观测，一般将摄像机施放到离海底 5 米的高度上，以每分钟 45 米缓慢拖曳速度（1.5 节左右）进行海底连续观测。

大海的监视者 ——全球海洋观测系统（GOOS）

全球海洋观测系统（GOOS）是一个能覆盖世界四大洋各海域，进行全天候连续观测的系统，它包括了世界气象监测网、全球联合海洋服务系统、全球海平面观测系统和漂流浮标观测网的海洋学数据的采集、处理、分析和向各国发送各类海洋数据的永久性国际系统。

这种全球海洋观测系统，可以让人们随时通过国际联网终端了解和掌握所需海区的海洋风、浪、流和大气等的变化动态。科学家坐在研究室里就可以根据所需要的某一个海区的近期或当天观测仪器实测数据与近几年同时期的海洋状况，进行对比研究，探讨其变化趋势，从而及时发出近期内海况预报。使在近岸、近海和远洋作业的人员能够提前撤离或采取有效的预防措施，从而可避免因台风、海啸、风暴潮和海冰等海洋灾害带来的海难事故和巨大损失。

为了保证人们海上生活和生产作业的安全，必须及时了解 and 掌握海洋环境的变化规律，特别是海洋气象，风、浪、流

海况的异常变化，以及各类海洋灾害的发生—发展—消亡的规律。如海洋“厄尔尼诺”现象引起的全球区域性的干旱与森林大火，洪涝与狂风暴雨，异常炎热与严寒大雪等自然灾害给受灾地区带来了巨大灾难和损失。厄尔尼诺现象已成为各国政府决策者和大气、海洋科学家共同关注的全球气候研究的重大课题。

GOOS 是一个涉及全球的大而全的海洋观测系统，目前各个分系统经过近 20 多年的实践、发展和更新，现都拥有比较先进的观测仪器和通讯设备，但是每个分系统在实际过程中不同程度地都存在一些问题。如气象监测网的台站陆地多、海洋少，海洋中的数据采集密度尚未达到要求，甚至还有空白区。为此，国际海委会 (IOC)、世界气象组织 (WMO) 和联合国环境署 (UNEP) 联合提出建立一个全球海洋观测系统 (GOOS) 和一个全球气候观测系统 (GCOS) 并要求沿海各国海洋管理部门建立一个能够对数年、数月、数周和数小时的海况变化进行预报、警报和实时报的海洋预报系统。

从 1990~1997 年，GOOS 已完成设计制定和论证阶段；1997~2007 年为系统试点实验阶段，各项观测技术和仪器通过试用检验合格后即可正式投入使用，观测数据向全世界开放。GOOS 的观测网络包括：以海洋卫星遥感为主，进行海面起伏、风、浪、流、水色和海冰等要素测量；以海洋浮标为主，对海面次表层流、热量扩散、水体混合、水团升降、营养盐、溶解氧、化合物等进行观测；以声学遥感为主，利用一些海底观测仪器，钻探船和潜水器进行洋壳内部探测。形成从空间—海面—水体—海底的 GOOS 立体式观测网络。

全球气候观测系统 (GCOS) 已于 1991 年由世界气象组织与其他组织联合建立。它的海洋数据由 GOOS 提供；而

GCOS 的数据又可为研究气候对海洋的影响提供帮助。海洋是一个巨大的“空调器”，GOOS 的数据可对研究全球气候变化，提供重要的依据。

海洋是如此浩瀚，人类难以做到像在陆地那样实地观测、监测海洋上发生的许许多多、变幻莫测的异常海况。只有发展海洋遥感技术和其它高新技术，从高空的卫星遥感观测，沿岸 近海 远海的固定或漂移浮标的监测，到水中、水下海底的探测，大面积或全覆盖的立体式观测与监测，才可以在任何时候了解世界上任何海区的海况。只有这样人们才可以说在某种程度上“征服”了海洋，为科学合理地开发、利用和保护海洋创造了条件。

深海底的探索者

在西欧风景美如画的瑞士国，有一位著名的科学家阿·皮卡尔，他是专门研究大气平流层的专家。由于他对平流层气体的运动方式和特点了如指掌，有很深的造诣。他设计了各种式样的平流层气球，一般的都能飞到万米高空，他和弟弟曾创造了飞达 15690 米和 17000 米高度的世界记录。后来，他看到了使他激动不已的海洋，于是他又把自己的兴趣转向了大海，专门研究起能下潜到海底去的深潜器来了。

宇宙天体和深海大洋是两个完全不同的世界，然而空气和海水都是流体。因此，皮卡尔在研究深潜器时，很自然首先就想到利用平流层气球的原理来设计和改进深潜器。在这以前，下沉的深潜器都是靠钢缆吊入水中的，它既不能自动浮出水面，又不能在海下水中自由运行，而且潜水的深度也受钢缆强度的限制。因为钢缆越长，自身的重量就越大，遇

到强海流或巨风浪也容易断裂，所以它长期无法突破 2000 米的大关。

一般的平流层气球由两部分组成：充满比空气轻的气体的气球和吊在它下面的载人舱。轻汽球或热气球都是利用气球在空气中的浮力使连带在气球的载人舱一块升上高空。皮卡尔想到，如果在深潜器上也加一只浮筒，不就像一只“气球”那样可以在海水中自行上浮了吗？于是他和他的儿子就设计了一只由特殊钢材制造的圆形潜水球和外形象船的浮筒组成的深潜器。在进行下潜试验中，他们在潜水球里放入铁砂或铅块作为压舱物，使其沉入海中。如果深潜器要浮上来，只要将压舱重物抛入海中，就可借助浮筒的作用使它升出海面。如果再给深潜器配上动力设备，它就可以在任何深度的海里自由行走，再也不需要拖上一根像辫子一样长长的钢缆了。

皮卡尔父子的这种科学的设计，获得了很大的成功。由于第二次世界大战曾一度使第一个潜水器计划中断。1948 年，这只潜水器成功地进行了 1380 米深的海底无人潜水试验。后来法国将这只潜水器改造制成深潜艇，能深潜达 6000 米。

后来皮卡尔去意大利，1953 年完成了“蒂里雅斯特”号深潜艇的设计和制造。在建造过程中，曾得到意大利蒂里雅斯特市的热心援助，因此以该城市命名。皮卡尔和他的儿子杰克乘坐这只深潜器在地中海进行了几十次潜水试验，做了大量有关深海底的观测工作。从此，人们向深海探索有了入海的工具，可以乘坐深潜器下沉到数千米的深海底现场观测神奇的海底世界。

“蒂里雅斯特”号深潜的成功，引起了世界海洋界人士的

极大关注。当时美国看到了它的价值，便向皮卡尔提出购买，开始皮卡尔和他的同伴不愿意出售，但是最后迫于生计还是卖给了美国。不久，美国决定对世界最深处的太平洋马里亚纳海沟的查林杰海渊进行探险，于是把买来的“蒂里雅斯特”号改制成能承受深海的超强压的“蒂里雅斯特 2 号”。1960 年 1 月 23 日皮卡尔的弟弟琼·皮卡尔和美国海军军官顿·华尔舒，克服了种种困难，终于探明查林杰海渊的最深处，下潜深度达到 10916.8 米，成为世界上下潜最深的深潜器。奥·皮卡尔、琼·皮卡尔兄弟和杰克一家两代人因此获得“上天入海的科学家”的美名。

海底实验室

在遥远的古代，就有人幻想希望能上天飞翔或遨游海底，如神话中的玉皇大帝就生活在天宫里，而海龙王则深居海底的水晶宫之中。随着现代科学技术的发展，人类的宇宙飞船登上了月球，深潜器下潜到几千米甚至上万米的海底。古代的幻想终于变成了现实。

20 世纪 60 年代初，一些沿海发达国家就开始着手建造海底实验室，在几百米甚至上千米的深海底居住并进行实验工作。海底实验室是一种圆筒状的水下装置，它与深潜器的形状、结构、原理基本相同，但体积相对要大些，大的几百吨、小的几十吨，舱内设有控制室、工作室和起居室。底部还设有潜水站和观察仓，前者存放潜水衣和其它用具；后者供科学家进行海底观察之用。由于海底实验室与外界海水保持相同的压力，这样科技人员就可以通过底部仓口自由出入。

早期的海底实验室，人员呼吸的是人工空气，其中氧气

的含量占 1% ,惰性氦气占 95%。由于氦的导热性为一般大气的 6 倍 ,且穿透力强 ,因而使用这种人工空气不仅使仪器设备不能正常工作 ,而且也使人员无法正常生活。如烧沸的开水会很快冷下来 ,煮好的饭是上面夹生、下面焦糊 ,甚至声波在氦气中传播速度快 ,人的声音严重失真 ,相互听不清楚。后来 ,针对这些缺点 ,在海底实验室中增设了空气调节系统 ,使室内温度恒定 ,还设有氧气自动调节器 ,保持人工空气中氧的适当比例。这样人们在海底实验与居住的环境条件才有了改善。

为了保证人员在海底能较长时间进行实验和居住 ,必需设有专门的设备和装具。深海底水温低 ,加之人员又在以氦为主的人工空气中生活 ,人的体温下降快 ,海底实验室内要有专门的空气调节系统 ,人员出仓下海也要穿上加热式潜水服。人员对话采用专门安装有氦语调整器的电话 ,与外界联系则使用电传打字机。到现场进行海底观察或取样的人员 利用可携带的声呐、信号绳和其它信标导航 ,以便能顺利安全地返回海底实验室。

深邃的海底一片寂静漆黑 ,如果没有高强度的照明设备 ,是无法进行海底观察的。因此 ,不仅要配备有激光、脉冲光等新型光源的水下照明灯 ,还要有专门设计用于深海底考察的 ,能载人、携带仪器 ,可自由航行的水下工作艇。海底实验室长期在深海底停留 ,需要水面的母船或岸上定期来船进行供应和补给。一般由海面上的船只用专门的粗大软管升降输送。这条软管可用于供气、供水、供电、供应食物、通讯和传递数据。

深海采矿车

深海大洋底分布着具有巨大经济价值的多金属结核（锰结核）如何把 4000~6000 米水深海底的结核捞上来，这一难题一直困扰着科学家们。深海采矿技术方法和设备装置无疑是一项高技术。从本世纪 60 年代提出开采设想，70 年代调查研究到 80 年代研制出试采设备。专家们认为，目前深海采矿系统开发技术已基本成熟，技术水平已接近实用化，一旦时机成熟即可形成生产力实现产业化。专家预测到 2015 年前后可进入商业性开采。

在深海采矿技术方面，目前已开发研制出三种类型：液压提升式、空气提升式和连续链斗式的采矿系统。美、日、英、法、捷克等国已研制出样机，并成功地进行了试采。据报道，液压提升式采矿系统作业水深可达 5000 米，矿石采收率达 90%，其中生产能力最高的可达日产湿结核 1 万吨。捷克研制成功两部海底集矿机、一艘采矿船、一艘运输船、一套水上和水下控制系统。该系统作业水深达 6000 米，年生产能力为湿结核 450 万吨。

1978 年 3~4 月间，日本一家矿业公司在太平洋夏威夷东南海域，使用采矿船进行了多金属结核的试采。先后使用抽吸式和气动提升式方法进行试采均获得成功。抽吸式携带上来的结核，一般直径 1~5 厘米，最大的约为 20 厘米。经化验分析结果证实，含有锰、铁、铜和镍等 40 多种不同的金属元素，几乎没有非金属的物质成分，是一种纯金属混合物。从试采海区拍摄到的海底照片看，那些密集排列在海底表层的圆球状黑色金属结核，就像在城市的街道路面上所铺的砾

石一样 在 4000~5000 米的深海底上 其厚度竟达 1 米左右。

1991 年联合国批准我国成为继前苏联、日、法、印度之后的第五个先驱投资者 拥有 15 万平方公里的开辟区。目前, 我国“大洋协会”正组织有关部门研究开发和研制包括海底自行式集矿车、从海底到水面的扬矿系统和运输母船的深海采矿系统。

海 上 航 行

人类在征服海洋的斗争中, 航海事业历经了漫长而艰辛的道路。从古代的独木行舟至今日的超巨型油轮, 其间历尽了无数沧桑和海难事故, 人类为此付出了多少代价和牺牲啊!

在科学技术飞跃发展的现代, 航海事业也在日新月异地发展着。世界上最大的船——55 万吨级的油轮“贝拉姆亚号”全部由电脑控制。但是 威严的大自然仍是人类顽强的挑战者, 海上的风暴、浓雾、大浪、海啸、流冰等恶劣自然现象的出现, 致使许多船舶搁浅、触礁、碰撞、沉没, 海难事故依然不断地发生。本世纪初, 一艘豪华巨轮《泰坦尼克号》就是由于遭遇冰山而沉没海底的。当然, 随着现代科学技术的进展, 海难也将越来越少, 人类在与自然界的斗争中, 将不断地夺取更多的主动权。

海上航行, 首先要考虑安全问题, 其次才考虑缩短航程和减少航行时间的问题。因此, 航海时能否利用海面上水文气象条件的有利一面, 回避其不利的一面, 是保障海上安全和节省航行时间的关键。海上航行一般采用《航海指南》所推荐的安全而经济的航线, 这些传统航线是数百年来航海经验的总结。但是, 瞬息万变的气象水文条件有时也会对传统

航线上的船只带来极不利的影响。目前，海洋水文气象工作的一个重要任务就是对航海中的船舶进行引导，即开展最佳航线的预报任务。

我国是一个海洋大国，人们很早就在海上航行和从事生产活动，进行海洋天文观测，描述海洋飓风（台风）、季风和海流，航海事业为我国的社会经济发展作出了重要贡献。目前，我国与世界上许多国家都开辟了海上航线，开展进出口业务活动。

海洋科学调查船

海洋科学调查船是专门从事海洋科学调查研究用船的统称，它是运载海洋科学工作者亲临现场，应用专门仪器设备直接观测海洋、采集样品和调查研究海洋的工具。

海洋科学调查船的主要特点是： 装备有执行考察任务所需的专用仪器装备和满足全船人员长期工作、生活所需的设施，例如起吊设备、工作甲板、实验室，并具有续航能力和自持能力等； 船体坚固，有良好的稳定性和抗浪性；具有良好的操纵性能和稳定的慢速推进性能； 具有准确可靠的导航定位系统，现今多装有以卫星定位为中心的组合导航系统；⑤具有充足完备的供电能力和不同规格的稳压电源及必要的无干扰电源。

海洋科学调查船按使用海区不同大体可分为近海调查船、远洋调查船两大类。前者船体小、吃水浅、航区小、续航能力低，只装备浅水调查用的仪器设备；后者船体大、吃水深、航区广、续航能力长，装备着深水调查用的仪器设备。若是极地调查，还需具备船体坚固、破冰能力强、防寒性能

好的特点。这两种船之间虽没有严格的界限，但从经济效益和使用便利起见，一般不相互兼用。

海洋科学调查船按调查任务的不同又可分为综合调查船、专业调查船和特种调查船三种。

1. 综合调查船 主要任务是进行基础海洋学的综合调查，例如系统地观测、采集海洋水文、气象、物理、化学、生物和地质的基础资料和样品。这种船除具备上述工作所需的仪器设备之外，还具备整理分析资料、鉴定处理标本样品和进行初步综合研究工作所需的条件和手段。这类船又有“海洋研究船”之称，多为海洋研究机构 and 高等院校所使用，例如中国的“向阳红”号和日本的“白凤丸”号。

2. 专业调查船 这种船只承担海洋学某一学科的调查任务。与综合调查船相比，具有任务单一、重点突出、工作深入等优点，船体也较小。常见的专业调查船有：

(1) 海洋测量船 主要任务是为编制海图、航海指南、海潮流表和其它海洋图集的需要，例如美国的“威尔克斯”号和联邦德国的“彗星”号。

(2) 海洋物理调查船 主要任务是调研海洋声学、光学和其它物理学特性，例如美国的“海斯”号和前苏联的“罗蒙诺索夫”号。

(3) 海洋气象调查船 主要任务是观测海面、高空和海-气界面附近的气象、水文要素，播发船舶天气预报资料，研究海-气相互作用和海上天气系统的变化规律。有少数气象调查船由世界气象组织安排在海上固定位置进行长期定时观测，所得资料及时发报，进行国际交换，为全球天气预报服务，这种船统称为“天气”船。

(4) 海洋地球物理调查船 主要任务是应用地球物理勘

探和采样分析等手段研究海底的沉积物和构造，评估海底矿产资源的蕴藏量，如中国的“海洋四号”和“大洋一号”。

(5) 海洋渔业调查船 主要任务是进行渔业生物学和渔场环境调查 研究渔业资源的数量变化和渔场形成的规律 如中国的“北斗号”。

3. 特种调查船

(1) 极地考察船 是专为考察两极而建造的船只。其中美国的“极星”号和前苏联的“M. 萨莫夫”号是当前最大型的极地考察船。

(2) 深水采矿钻探船 此船具有海底采矿打捞、铺海底管线和海洋调查多种功能。

(3) 大洋钻探船 这种船具有在世界深海大洋（> 2000 米水深）向海底较深层打钻取样 其吨位大、续航能力长、动力定位、仪器设备先进并具有重返原钻孔再加深打钻的能力，如以美国为首的“深海钻探计划”（DSDP，1968~1983）的“挑战者号”和“大洋钻探计划”（ODP，1985~ 至今）的“坚决号”。

大洋钻探揭秘

早在本世纪 50 年代，海洋科学家就开始酝酿在深海大洋底进行钻探，要看看海底下深处究竟是什么东西。当时打钻的目标是想穿透较薄的洋壳，获得上地幔的岩石样品。1961 年美国科学家设计了“莫霍孔计划”，由“卡斯 1 号”钻探船在东太平洋海域进行了第一次深海试钻，在水深 3560 米的洋底钻取了 183 米玄武岩样品，被称为科学史上“历史性的里程碑”。

从 1968 年开始，以美国为首的由《格·挑战者》（G·Challenger）号钻探船开始执行深海钻探计划（DSDP, 1968. 8~1983. 11），在它结束一年后改由规模更大、设备更先进的《坚决》（JOIDES Resolution）号实施大洋钻探计划（ODP, 1985. 1—）。历时 15 年的深海钻探计划，取得了举世瞩目的重大成就，《格·挑战者》号在世界各大洋共完成 96 个航次调查，航程近 60 万公里。在不同海区的 624 个站位上打了 1092 个钻孔，钻入海底的总进尺达 50 多万米，获取岩芯近 9.5 万米。钻探最大水深 7049 米，最深钻孔到达海底下 1741 米。为实施大洋钻探计划（ODP），《坚决》号 1985 年 1 月 31 日从美国迈阿密启航，至 1997 年已完成 70 多个航次的调查和钻探。

深海大洋钻探结果，证明了海底扩张学说和板块构造理论。科学家们通过对近 2 万个沉积层的岩芯样品的分析研究，揭示出了海洋的历史演变过程，使人们对海洋的形成有了新的认识。如初步查明了洋壳岩石圈的物质组成，根据地震资料和岩芯分析结果，洋壳可划分出三个由明显不同物质组成的沉积层，即：

层 I 沉积岩，厚度 0~2 公里（平均厚约 500 米），主要有陆源、生物成因、自生和火山物质组成；

层 II 火山岩层，以玄武岩为主，并夹有固结沉积岩的混合层，其厚度为 2~4 公里（平均厚约 1500 米）此层上部为低钾拉斑玄武岩，下部有呈岩脉或岩床形式的辉绿岩，底部为席状岩墙群；

层 III 大洋层 是海洋型地壳的主体。其厚度为 4~10 公里（平均厚约 4500 公里），推测可能是由辉长岩、角闪岩及蛇纹石化橄榄岩等组成的。

至今，在海底采到的大洋最古老的沉积物，其时代相当于中侏罗世（距今 1.7 亿年左右），因此有“古老的海洋、年轻的洋壳”之说。

极 地 世 界

寒冷的北极

北极地区位于地球顶部，是一个凹地。造成这个地区气温急剧下降的是大约在距今 2 亿年前地球陆地的一次分裂，本来现今所有的陆地原是连成一个泛古陆的，而后出现四分五裂之势，这个巨型地块慢慢裂解、漂移形成了现在的各大洲，这样就把原有的气流和洋流系统搅乱了，由于这种新的循环方式的出现，使气温逐渐变冷，北极地区开始结冰，大量的结冰使世界各大洋的底层水变得冷多了，从而增加了赤道与极地之间的温度差距。另外，北极地区接收到的太阳能比地球上任何其它地区都少，巨大的冰川又把射到地面的阳光更多地反射回太空，以至于造成北极地区所吸收的太阳能较其他地区少得多，温度自然就低得多。以上这几个因素就是导致极地地区气候寒冷的原因。

北极是一个奇特的地方。由于地球在倾斜的地轴上自转造成了北极有半年时间对着太阳，半年时间背着太阳，形成独特的极昼和极夜现象。除此之外，在春季及秋季的某些夜晚，可以看到天空中闪烁着七彩缤纷朦胧的雾幕及流光——极光。

寒冷的极地不是一个孤独的世界 也不是生命的禁区。虽然不适宜大部分种类的生物生存，但却适宜少数一些生物的

生存，那里的海洋和陆地供养了数量可观的温血动物，其中许多很奇特——不会飞的鸟（企鹅）像鱼那样游泳的哺乳动物（鲸类）在陆上爬行的水生动物（海豹）。有的很凶恶、有的很温驯，有的很滑稽，有的很可爱，各有其特殊生理功能以适应极地的严寒。

除了动物之外，还有人类在那里生存，而且有一部分人还保持着原始的生活状态。其中最著名的民族有爱斯基摩人和拉普族人。爱斯基摩人具有他们祖先蒙古族人的外形——矮个子、宽鼻子、直直的黝黑的头发、黄皮肤等特点。他们以打猎为生。拉普族人则与黄种人无关，也与欧洲其他人种无关。确切地说，他们是古代某个民族的后裔，那民族在欧洲大陆定居时，其他那些人种还未发育成形。与爱斯基摩人用狗拉雪橇不同，他们是用鹿来拉雪橇，以驯鹿为生。他们同其他民族一样，都很勤劳、勇敢，充满着对生活的热爱和智慧，他们是地球上最刻苦耐劳的民族，也是最易于满足而乐天知命的人，他们的生存，是人类具有很强的适应生活环境能力的最好实例。

南极大陆的发现

提起南极，人们会想到那里四周被浮冰和冰山包围，气候恶劣，风暴冰雪时常发生，使航海和探险者难以靠近。那么，世界上是谁最先发现了这块遥远而又神秘的大陆呢？

公元前六世纪，毕达哥拉斯假定地球是一个圆球，根据希腊人对对称美学的理解，南半球必定存在着与北半球相对称的大陆。早在公元二世纪，人间就传说着“未发现地——未知的南方大陆”的存在。1531年，奥龙修斯凭借传说，将

“未发现地”绘制在世界地图上；1538年，麦卡托进行了复制。奇怪的是，这张仅凭想像的地图，竟然与我们目前所知的南极大陆十分相似。

1501~1502年，有一位叫维斯普奇的人，他发现了南大洋的南乔治亚岛。但至今尚未见到更为详细的记载。有的资料认为，他是南极大陆的最早发现者。

1768~1775年，英国船长詹姆斯·库科曾经3次进入南极圈寻找南极大陆。他曾到达南纬 $71^{\circ}10'$ 海域，发现了一些南极的岛屿，如南桑德韦奇岛等。

1782年，俄国探险队发现了距南极大陆不远的彼得一世岛。俄国人认为，他们首先发现了南极大陆。1818年，俄国探险队在船长萨丘斯·弗·别林斯高晋指挥下，曾发现了南极大陆的帕尔默地扇形区（南极半岛向北延伸部分）。

美国的研究者认为，1820年11月年轻的新英格兰捕海豹船长纳撒尼尔·帕尔默首先发现了南极大陆；而英国人则认为，是英国探险家爱德华·布兰斯菲尔德上校于1820年1月30日发现的南极洲。

以上三种争论，出于对不完善的历史记录的解释，只能成为学术争论的问题。

1840年1月，法国的迪蒙·迪尔维尔率领探险队在南磁极地区，东经 120° 和 160° 之间发现了一个“裸露岩岸”。

1840年1月30日，查尔斯·威尔克斯上尉受美国政府派遣，率探险队穿过冰山，沿海岸航行1500海里（约合2414公里）并绘制了陆地地图。由于他没有上岸，人们认为他的说法有某种程度的猜测。但根据他绘的地图来看，他的发现和假设又是有实据的。

世界上真正第一个登上南极大陆的人，是挪威捕鲸手博

希莱文克，1895 年，他驾船到达南极，并登上了罗斯海入口处的岬角。1899 年 1 月 他和其他 9 位同伴首次在南极越冬。在南极进行了气象、地磁等科学考察，沿着海岸走了几百公里，并作了详细记录。他们的经历也表明，人类可以在南极越冬。

科学家和探险家并不满足于登上南极大陆，还要进军南磁极和南极点。1907 年，爱尔兰人谢克尔组织探险队去南极，1909 年 1 月 9 日 他们到达南纬 $88^{\circ}23'$ 处 离南极点仅有 160 多公里。他们派出一个分队，到达南磁极并测定了当时南磁极的位置：南纬 $72^{\circ}25'$,东 经 $155^{\circ}16'$ 处。此次找到南磁极的是澳大利亚人莫森。

1911 年 12 月 24 日，挪威人阿蒙森到达并测定了南极点的位置。1912 年 1 月 18 日 美国人斯科特到达南极点。他们成功地探明了南极大陆是一个真正的大陆，遂称之为南极洲。

1928~1929 年，美国人威尔克最先在南极大陆上空进行考察飞行。1929 年 11 月 29 日，美国人伯德乘飞机到达南极点。1935 年 11~12 月，埃尔斯沃德驾飞机飞越南极大陆。1940 年，伯德再次飞行南极洲并拍摄了南极大陆的轮廓，测量了海岸和山脉，并绘成地图。至此，南极大陆的全貌已被人们所了解。

南极大陆的发现是许多探险家及其支持国家不断努力奋斗的结果。对于为发现南极大陆作出间接贡献的科学家和国家，同样也应给予应有的评价。例如，古希腊科学家托勒密关于“存在着未知的南方大陆”的推论，驱使人们产生去南极探险的想法和付诸行动。当然，我国科学家发明的指南针，对提高航海技术也起到了功不可没的作用。所有的科学预测、科学的发明及不屈不挠的探险活动，均为人类最终发现南极

大陆作出了杰出的贡献。

南极的矿产和资源

南极大陆和地球上其它陆地一样，有着丰富的矿产资源。从地质构造看，南极洲的几条山脉是南美洲安第斯山脉的延伸，也同样蕴藏着各种各样的矿产资源。经过地质学家的调查，已经在南极大陆上找到了上百种矿物，其中煤、铁、铜、镍、铬、锰、锡、铅、锌、银、金、金刚石、石墨、石油的储量都很丰富。南极洲发现了几个大型铁矿，其中一个可谓世界之最，储量数百亿吨；煤炭储量也相当可观，达到 5000 亿吨。在南极洲大陆还发现了少量云母和对制造光学仪器有工业价值的水晶。

南极洲大陆上尚未发现有石油，但对西南部近岸陆架区勘探的结果表明，那里有储量丰富的石油和天然气。据估算，石油储量约 64 亿多吨，天然气储量达 3.26 万亿立方米。科学家认为，罗斯海、威德尔海、别林斯高晋海、阿蒙森海和普留湾等海域是有开发前景的油气区。

南极海区的海底也勘查到了锰结核等矿产资源。在南大洋中，南极辐合带海底是锰结核富集的区域，是有进一步开采希望的海区。

南极洲是一片冰雪覆盖的世界，但它除埋藏在地下的矿产外，其它资源也同样十分丰富。那里是世界上鳍脚类和鲸类种类数量最多的地方，如水产资源，它的磷虾资源为世界之最，年捕获量 1~1.5 亿吨，可以满足目前全世界对蛋白质的需求；南极水域最有代表性的鱼类是硬鳍科鱼，它们为当地特有的品种。白血狗鱼是鱼类中的珍品，这种鱼血液中

没有红蛋白而呈白色。南极的众多鸟类中最有代表性的当属企鹅，一个栖息地的企鹅可多达 20 多万只。

南极除了丰富的矿产和水产资源外，最引人注目的是巨大的淡水资源——冰山。据科学家推算 南大洋上有 21.83 万座冰山，总体积约 1.8 万立方公里。每年从南极洲海岸断裂下来的冰块达 1378 立方公里，形成一座座冰山进入南大洋。根据推算，冰山的平均寿命约 13 年。当然，有的被迅速冲进大洋的冰山，仅几个月就融化掉了；而有的冰山在沿海地带搁浅可长达数十年之久。

目前世界上许多国家都缺乏淡水资源，于是人们就想到南极的冰山 提出利用南极的冰山作为解决水危机的办法。然而，如何把南极的冰山拖运到急缺淡水的中东地区的阿拉伯国家 南极有三种形状的冰山：平顶形、圆顶形和破损形。一般说，拖运平顶形的冰山较容易和安全。拖运方法可以用合成膜皮把冰山吃水线以下的整个周边套住。从南极运到沙特阿拉伯，其费用是 1 立方米淡水约合 1 美元左右。若将冰山拖运到南半球的几个国家，费用将会更便宜。还有人提出另外的办法：用绝热的塑料把冰山罩起来，使用功率大的拖船进行快速拖运；还有人建议，利用卫星将最靠近北边的冰山信息传给拖船，然后用钢缆捆住冰山，利用海流拖运。到达目的地后，将其破碎储存在水库中。

随着科学技术的进步，南极的矿产、水产和淡水资源的利用会引起人们的重视，人们会想出更多更好的办法，努力降低开发费用，使南极丰富的资源得到充分地开发利用，更好地为人类的生产和生活服务。

南 极 磷 虾

目前，当资源变得日益稀少时，寻求新的蛋白质来源极为迫切。作为地球上最大的单种生物资源之一的南极磷虾 由于其巨大的生物量和潜在的渔业资源，以及在南极生态系统中的特殊地位而日益受到人们的关注。

南极磷虾是一种产自南极地区类似虾的海洋生物，其形状、大小类似于一般小海虾。“磷虾”一词来源于挪威语 意指鲸鱼食物一类的东西，实质上是一个甲壳类大家族。磷虾有 5~6 厘米长，形态类似于北洋虾，总量约为 2.5 亿吨，是世界上最大的蛋白质来源。科学家们认为这些小生物每年的更新换代率在 3000~5000 万吨。磷虾不仅在数量上“取之不尽、食之不绝”而且是一种特别有价值的蛋白质来源。它以浮游植物为食物，处于食物链的初级阶段，这意味着它们的蛋白质对人类有着特别的营养价值和保健功能。

在很长一段时间内，前苏联是主要的磷虾捕捞国，随着其政治体制的解体，俄罗斯的渔船队减少到几乎没有了。与此同时，日本取代了俄罗斯世界领先者的位置，日本一向是磷虾主要的购买和使用。目前，全世界每年的磷虾捕捞量只在有限的 150 万吨内。面对世界“绿色和平”组织反对养虾业的压力，未来磷虾的开发和利用将会得到很大的发展。现在科学家发现，磷虾肉中含有大量的氟化物等毒素，这类海生动物的毒素具有抗病毒、抗细菌、抗凝血、抗肿瘤、抗辐射作用，并且有提高心血管系统活性及神经生理学活化作用，是新药的宝贵资源。磷虾的加工应用多种多样。目前，系列磷虾产品已被认为是新一代的美味海洋食品，具有值得炫耀的全面营养和抗病毒的特点。

海洋开发时代

21 世纪 —— 海洋开发时代

当今人类社会正面临着“人口剧增、资源匮乏、环境恶化”三大问题。随着陆地资源由于消耗而日益减少，科学家们预言：开发占有地球表面面积 70% 的海洋 将成为 21 世纪人类社会发展和资源可持续开发利用的重要领域。

1994 年 11 月 16 日《联合国海洋法公约》正式生效。它确定了沿海各国领海及经济水域的范围，对开发利用大陆架自然资源等方面，亦作出了原则规定，并确定对共同开发共有的海洋矿产资源和保护海洋生物资源进行国际管理。可以预期，人类将进入一个有秩序的共同开发利用海洋的新时代。

目前，高速航运、海洋能发电、海洋探测和海洋资源开发的综合研究，已成为向海洋进军的四大高新技术课题。船舶的时速已成为新世纪发展海运的关键，如果将船速提高到像汽车一样快，那么从日本到美国的阿拉斯加也只需两三天时间。利用波浪和潮汐能发电，今天已成为绿色革命的一部分，这种可再生能源将为未来大规模开发海洋提供充足的能源。现代海洋农牧化意味着将发展较大规模的海水养殖业，它是建立在高新生物技术的基础上，利用生物遗传工程技术，培育或改良出鱼虾贝藻的优良品种，为人们提供丰富的蛋白质食物。

开发海洋，首先需要能远距离航行和进行深海探测的船只与技术。深海大洋底蕴藏着储量巨大的多金属结核、富钴结壳、热液硫化物矿床、多金属软泥和气体水合物等。在众多的海底矿藏中，石油和天然气已为人们大量开采，据估计海底石油的资源量为 7000 亿吨以上、天然气资源量为 200 万亿立方米以上。地质学家称：21 世纪的海洋大油气田可能出现在南、北极地圈内。目前海洋科技发达国家美、日、英、法、俄和加拿大都在建造具有破冰能力的钻探船和采油设备，试图抢先获得极地的油气资源。

海洋——对外开放的门户

1998 年是国际海洋年，21 世纪将是海洋的世纪。这就是说，海洋科学研究和海洋资源的开发利用将成为我国 21 世纪建设海洋经济强国的主要任务。

我国位于太平洋西海岸，沿海大陆岸线总长约 1.8 万多公里，拥有丰富的水产资源、海底矿产资源、海洋能源、海水资源、海岛资源、海上旅游资源和便利的海上航运条件。正是由于海洋在交通、国防、渔业、资源、环境和国际交往等方面的重大利益，海洋对于我国从来没有像今天这样，显得特别重要。李瑞环同志有过精辟的论述：“历史上我们过多地利用了海洋的阻隔作用，而现在我们要充分认识并利用海洋的联结作用”。海洋是对外开放的门户，通过海洋沟通东西方国家。我国实行的改革开放，沿海城市以优越的地理区位率先对外开放，通过引进外资、西方发达国家的高新科学技术和先进的经营管理方法，经过引进、消化、吸收、创新，大大促进了沿海城市本身生产力的发展，提高了经济效益和人

民的生活水平，并辐射和带动了内地经济的发展。

随着陆地资源的消耗减少和科学技术的高速发展，势必使人类进一步开发海洋资源。在海上油气勘探开发方面，中国海洋石油总公司与美国、英国、意大利、荷兰等国合作，取得了突破性进展。至今，我国近海域已投入开发的油气田 25 个，1997 年石油产量 1629 万吨、天然气产量 40 亿立方米，创历史最高水平。海岸工程、港口开发管理、深海采矿、海洋环境监测等中外合作也取得了良好的经济效益和社会效益。所以说海洋是对外开放的门户。

开发海洋 振兴海业

众所周知，资源与环境是当今世界人类持续发展所面临的重大课题。人们早意识到海洋蕴藏着丰富的资源，各国政府纷纷把未来发展的希望转向海洋，开发海洋已成为一股强大的潮流。海洋资源主要是生物资源、油气资源、固体矿产资源、海水资源、海洋能源、海洋空间资源和海洋旅游资源等。各种海洋资源在人类的开发活动中，分别形成了不同的海洋产业，如海洋捕捞业、海水养殖业、海洋交通运输业、海水制盐业、海洋化工业、海洋油气业、海洋食品与药物业、滨海旅游业以及海洋能源开发、深海采矿、海洋工程、海洋信息等高新技术和未来的海洋产业。

80 年代以来，全球各国加快了海洋开发的步伐。在人们对陆地自然资源的需求越来越紧缺的今天，确立开发利用海洋资源，建立海洋强国的战略目标已成为世界几乎所有沿海国家的一项基本国策。据统计，1980 年世界海洋产业的年产值为 2500 亿美元，1985 年为 3500 亿美元，1996 年上升到

9600 亿美元，估计本世纪末将超过 15000 亿美元，海洋产业高速增长，年产值 10 年翻一番。

我国海域辽阔，拥有丰富的海洋资源，开发海洋，其经济价值不可估量。改革开放以来，我国三大传统海洋产业迅速发展，海盐年产量近 2000 万吨，连年保持世界第一；海洋渔业产量也上升到世界第一位；海运业进入世界十大海运国行列。据统计，1995 年全国海洋产业总产值 2400 亿元，1996 年 2855 亿元，1997 年 3100 亿元，预计 2000 年将达 5000 亿元。然而，我们必须看到，我国海洋开发技术落后，海洋产业规模还相当小，海洋产业结构不合理，工业化程度还相当低，与世界发达国家水平相比大体滞后 10~15 年。21 世纪是全面开发利用海洋的新时代，如何开发海洋，振兴海业，把我国建成海洋经济强国，是海洋科技工作者迎接新世纪肩负的历史使命。

我国海洋经济高速发展

1979 年 4 月，邓小平同志以他那政治家极富远见的气魄和胆识，首先提出兴办经济特区。在邓小平同志的领导下，1980 年 5 月，中央决定在深圳、珠海、汕头和厦门 4 个沿海城市试办经济特区。

沿海开放战略的实施，使中国经济发展进入了快车道。一个以沿海地区为先导的全方位、多层次的对外开放格局逐渐形成。沿海 12 个省、自治区和直辖市发挥各自优势，耕海牧渔，大唱“山海经”，北有“海上辽宁”、“海上山东”、“海上苏东”战略的实施，南有海南“海洋大省”、广东“海洋强省”、广西“蓝色计划”、福建“海上田园”、浙江“海洋经济

大省”方略的推行。今天，极具发展潜力的沿海地区以占全国 13% 的土地面积 养活了全国 40% 的人口 创造了 60% 的国民生产总值。

以渔业、盐业和海运业为主的三大传统海洋产业稳步发展。

海洋渔业 1996 年水产品产量达 2813.9 万吨，年平均递增 15.7% ,连续 7 年居世界首位，占世界水产品总产量的 25% 以上。

海盐和盐化工业 我国现有盐田 41.6 万公顷，1996 年海盐产量达 1900 多万吨，居世界第一位。目前，有盐化工厂 50 多个 产品品种 55 种 产量 50 万吨 ,1996 年总产值 69.77 亿元。

海洋交通运输业 到 1995 年底 我国共有沿海深水泊位 460 多个 运输船舶 4230 艘 净载重 2119 万吨。全国沿海主要港口吞吐量超过 8 亿吨。1995 年，中国船舶行业主要企业造船总吨位 184 万吨，居世界第三位。

以海洋油气开采业、海水养殖业、海洋娱乐和旅游业为主的新兴海洋产业崭露头角。

海洋油气工业 1997 年底，共与 20 个国家和地区的 70 个石油公司签订了 131 个石油合同与协议，直接利用外资 60 多亿美元；找到石油地质储量 15 亿吨，天然气储量 3200 亿立方米；建成投产油气田 25 个。1997 年原油产量 1629 万吨，天然气 40 亿立方米。

海水养殖业 近年来迅猛发展，海水养殖从滩涂向水深 10 米左右的浅海推进，有的地区已达到水深 30 米左右。许多海水养殖品种，例如贝类、藻类、虾类和鱼类等，初具规模，成为当地的支柱产业。

滨海旅游业 后来居上，“八五”期间的年平均发展速度达到 32%。

此外，以海水资源利用、海能利用、海底矿产开采、海洋生物资源开发为内容的海洋高技术产业初现端倪。海洋能、海水直接利用技术取得突破性进展。

中国海洋经济的发展赶上了世界的步伐。最近的 20 多年里，世界海洋产业的年增长率高达 20%，成为世界经济的新高点。而我国海洋产业在 80 年代的发展速度就达 17% 进入 90 年代以后，增长速度达到 22% 以上，大大高于国民经济的增长速度。中国海洋产业总产值，从 1979 年的 64 亿元，上升到 1997 年的 3100 亿元，预计到 2000 年，这一数字将突破 5000 亿元。

海洋高新技术

人们要认识海洋、开发海洋，都要面对那从数十到数千千米巨厚而深邃的海洋水体；而想要看到海底世界，更要透过覆盖在海底上的厚层海水。如果没有装备先进的调查船、精良的探测仪器、遥感遥测技术和全球定位系统等一系列高新技术，那么人们也只能是站在海边望洋兴叹了。

80 年代以来，一些海洋科技发达国家如美、英、日、法、德、俄等国都分别制订了海洋方面的科技发展规划，提出要优先发展海洋高新技术。1986 年美国制订了“全球海洋科学规划”指出海洋是地球上“最后的开辟疆域”，谁能最早、最好地开发利用海洋，谁就能获得最大的利益；1990 年又发表了“90 年代海洋科技发展报告”明确提出要以发展海洋科技来满足对海洋不断增长的要求，以便继续“保持和增强在海

洋科技领域的领导地位”。

1990 年英国发表了“90 年代海洋科技发展战略报告”提出要优先发展对实现海洋具有战略意义的高新技术。同年日本也制订了面向 21 世纪的“海洋开发推进计划”，提出要加速海洋开发和提高国际竞争能力的基本战略。

1994 年 11 月 16 日《联合国海洋法公约》(Law of the Sea Convention UN)生效后，各海洋国家都面临着新的挑战和机遇，海洋及其资源将又一次成为争夺的焦点。可以预料，21 世纪海洋及其资源将成为国际竞争和开发的重要领域。一场显示高科技实力的“战争”将在海洋中“打响”。围绕海洋的国际竞争比历史上任何时期都将更加激烈，海洋的竞争将是一场高新技术的竞争。

当今国际海洋高新技术可分为三大技术系统：即探测技术系统、资源开发技术系统和深潜采样技术系统。目前主要集中在海洋环境监测、资源调查、油气勘探开发、深潜采样、水声探测和生物工程等高新技术领域。当前国外海洋高新技术发展前沿及趋势，已形成或正在研究开发的海洋高新技术及其产业有三种类型：海洋油气勘探开发、海洋探测和深潜采样。

——海洋油气勘探开发技术是现代海洋开发中最具有代表性的高新技术产业。油气资源一般深埋藏在海底下数千米，要把石油和天然气开采出来，首先要有仪器设备先进的地球物理调查船，探测海底的储油气构造，然后根据地质条件选定最有希望的含油气构造，用固定式或半潜式钻井平台打钻。一旦打出足够量的工业油气流，这种油气构造就可能成为海上油气田。可见从油气的勘探、平台的钻探、生产井的开采和油轮或海底管线集输，到陆地上炼油厂提炼出油的全过程，

几乎全靠高新技术的支撑。

——海洋探测技术也是一个具有相当规模的电子化高新技术产业。其产品主要包括全球导航定位系统 (GPS)、海洋现场观测与卫星遥感传感系统，以及海洋数据处理系统。其中最令世人瞩目的是 Seabeam 多波束测深系统。它由多波束测深系统、卫星导航系统、自动绘图计算机系统等组成，可在走航过程中实时获得高分辨率和三维成像立体的海底地形地貌图像，具有全球海洋探测能力 (50~11000 米) 是当今最先进的海底探测技术装备。

——深潜采样技术主要有三种类型：即常压载人深潜器 (ADS)、无人遥控潜水器 (ROV) 和自治式或无人潜水器 (AUV)。ADS 主要用于海底考察、搜索、打捞、水下作业和救生，其作业深度已超过 6000m。AUV 和 ROV 是一种技术更先进的潜水员替代系统。主要用于深海作业，最大潜水深度已超过万米。

院士与专家笔谈

海洋调查与地球科学的发展

国土资源部

中国科学院院士 李廷栋

海洋是地球生命支持系统的一个基本组成部分，是地球上最大的自然资源库，是地球环境的最大调节器。海洋对人类社会的文明和进步作出了巨大的贡献，也对地球科学的发展产生了重大影响，特别是对以板块构造理论为核心的地学革命的爆发和推动起到了决定性的作用。

现代地质学是在 17 世纪后半期从西北欧诸国开始发展起来的。经过大约 300 年以大陆地质为主的调查研究和科学的论战，逐步建立了以地层学、古生物学、岩石学、矿物学、矿床学、构造地质学等为主要分支学科的经典地质科学体系以及地球物理、地球化学的科学体系，提出了一系列有关地球形成、演化和大地构造的概念和学说，建立了许多有关地质构造、岩石矿物、矿床成因的理论和模式。这就是说，地质学主要是通过大陆地质的调查研究而诞生并逐渐发展起来的。它的许多理论、概念和学说来源于对陆地的调查研究。然而，第二次世界大战以后，情况发生了极大的变化，各国在继续开展大陆地质调查研究的同时，加强了对海洋地质、地

球物理的探测工作。特别是 1957~1958 年“国际地球物理年”活动的开展,60 年代“国际地壳上地幔计划”和 70 年代“国际地球动力学计划”、“国际深海钻探计划”的实施,采用地质、地球物理相结合的方法,进行了大规模的海底地质构造和海底地形地貌的调查研究,发现了全球裂谷系、海底磁异常条带、扩张中脊、海底热泉及热流异常、转换断层等一系列新的重要事实,使魏格纳的“大陆漂移说”得以复活,并于 60 年代末期在海底扩张学说的基础上诞生了板块构造学说,引发了地球科学领域的一场大变革。这场大变革对地球科学的影响,无论从深度还是从广度上都远远超过地球科学发展史上任何一次的变革。这是板块构造,实际上是海洋地质、地球物理调查对地球科学的发展所做出的重大贡献。这种贡献至少可以概括为以下几个方面。

首先,板块构造作为一种新全球构造学说,它强调把地球作为一个整体加以研究,把陆地研究与海洋调查相结合,地球表层研究与深部探测相结合,分析探讨岩石圈、水圈、生物圈、大气圈之间的相互作用和影响。这种研究在很大程度上推动了地质科学向全球化的方向发展,进一步树立或巩固了人们的全球观念,并为地质科学向地球系统科学方向发展奠定了良好的基础。

其次,板块构造的兴起和发展,推动了地质学、地球物理学、地球化学、大地测量学等的相互渗透和结合。这种渗透与结合,不但使一些传统地质学科,如岩石学、矿物学、地层学、构造学、矿床学等在科学理论与研究方法上都得到了迅速的进步与革新,导致产生一些新兴交叉学科和综合学科,而且给人们提供了新的科学思维条件和方法,开阔了科学家的视野,滋生出一些新的研究方向和研究领域,增强了人们

探索地质规律的能力和水平。

第三，板块构造的研究，为矿产资源和地质灾害的评价和预测提供了新的理论和思路。对大陆边缘沉积盆地的详细研究，开辟了新的寻找石油、天然气的地域，促使 70 年代世界石油、天然气的储量大幅度增长；洋中脊及边缘海盆、海底热液成矿作用的研究，大洋多金属结核及富钴结壳成矿作用及成矿机理的研究，不但为海洋矿产资源的勘查、开发提供了依据，而且为大陆造山带矿床的研究和预测开辟了新的途径；蛇绿岩、不同类型花岗岩及岛弧火山岩研究，为某些矿床的寻找和评价提供了理论依据；板块边缘及板内活动构造的研究，为地震、火山活动等地质灾害的评估、预测提供了新的依据。

第四，板块构造推动了大陆动力学研究的深化。板块构造学说应用于大陆，使人们可以在全球背景上看待大陆的运动，揭示了大陆的水平运动及其产生的构造形迹。但同时也发现了大陆的复杂性和特殊性，从而导致板块构造应用于大陆的局限性，迫使人们用大陆动力学来解决板块构造的这种局限性，以建立大陆形成、演化的新模式。

海洋是一个广阔的天地，它不但在自然资源探测及调节自然环境中具有巨大潜力，而且对地球科学研究上也具有重大的科学意义。只要我们进一步加强对海洋地质的调查研究，加强大陆、海洋相结合的调查研究，地球科学一定会获得进一步的发展，海洋将对人类作出更大的贡献。

我国海域油气资源勘探开发前景

国土资源部广州海洋地质调查局

中国工程院院士 金庆焕

1992 年世界环境与发展大会通过《21 世纪议程》将海洋列为人类今后可持续发展的重要领域。1994 年第 49 届联合国大会决定把 1998 年作为“国际海洋年”。本文仅就我国近海和南沙群岛附近海域的油气资源作一概述。

一、我国近海的石油天然气资源

石油和天然气对国民经济的发展至关重要。就经济价值而言，石油和天然气占目前人类已开发矿产资源总价值的 48%。由于油气的需求量日益增长，世界各国在深入勘探陆地油气资源的同时，相继开展海域的油气勘探。

美国和前苏联是世界上从事海洋油气勘探最早的两个国家，它们分别于 1947 年和 1949 年在路易斯安娜州岸外的墨西哥湾及南里海钻遇工业油气流。

我国是世界主要海洋国家之一，海岸线总长度约 18000 多公里，200 海里专属经济区的管辖海域面积约 300 万平方公里。但由于海洋国土意识不强，加上其它原因，我国对这片广阔的“蓝色国土”的石油和天然气资源调查落后于发达国家约 15~20 年。

据统计，目前世界已有 100 多个国家和地区从事海洋油气的勘探和开发，1995 年世界海洋石油产量已达 9.65 亿吨，占全世界原油产量的 31% 天然气产量达 4421 亿立方米。预计至 2000 年世界海洋石油产量将达 12 亿吨，占世界石油产

量的 35%。1995 年整个海洋产业（含石油天然气、渔业、盐业及滨海砂矿等）的产值为 9600 亿美元，其中海洋石油、天然气的产值约占 48%。

我国近海蕴藏着丰富的油气资源，前地质矿产部在我国海域油气调查中起到先行作用，其主要工作有：①从 1959 年至今在我国管辖的 300 万平方公里的海域完成了 1/100 万、1/50 万及局部海区 1/20 万的航空磁力测量；②自 1959 年以来先后在渤海、北黄海、南黄海、东海、北部湾、珠江口、琼东南、雷东等盆地和南海北部陆坡、台湾海峡等海区开展地球物理概查和普查，陆续发现和圈定了一批沉积盆地，并对油气资源量进行了评价；前地质矿产部广州海洋地质调查局和上海海洋地质调查局先后在南黄海盆地、东海陆架盆地和南海珠江口盆地完成 44 口探井并于 1979 年和 1983 年在珠江口盆地“珠 5 井”和东海陆架盆地“平湖 1 井”发现工业油气流。

中国海洋石油总公司所属的渤海和南海西部石油公司，于 1964 年和 1973 年在渤海及南海西部的北部湾、莺歌海及琼东南盆地开展油气普查和勘探，尔后又在东海及台湾海峡开展油气普查和勘探。自 1979 年改革开放以来，中国海洋石油总公司先后与 16 个国家 62 家石油公司签订了 126 个合作合同和协议，引进外资 51.2 亿美元，从而极大地加快了我国海域的油气勘探步伐。与此同时，还开展了自营勘探，取得了一批重要油气成果。

总之，通过我国自营勘探和中外合作勘探，已在我国近海发现、圈定和评价了 17 个沉积盆地，其总面积约 114 万平方公里，已探明其石油资源量为 245.6 亿吨、天然气 8.43 万亿立方米。

截至目前，在我国近海共发现含油气构造 102 个，具有商业开采价值的油气田 38 个。其中储量超亿吨的油田 5 个，超千亿立方米的气田 1 个。现已投入开发的油气田 25 个。珠江口、渤海和北部湾盆地已成为我国海洋石油主要产区；而莺歌海、琼东南和东海陆架盆地可望成为我国海上天然气主要产区。

1997 年我国海洋石油的产量已达 1629 万吨、天然气产量 40 亿立方米，它们分别占我国石油和天然气总产量的 10.5% 和 23%。

需要指出的是，我国近海的油气勘探程度还很低，探明的地质储量仅占油气总资源量的 4.7%。另外中生界和部分海区的古生界尚有油气远景（如北黄海盆地的朝鲜一侧已有几口井于侏罗系中钻遇工业油流）这表明我国近海仍有较大的油气勘探潜力。

毫无疑问，随着我国海洋油气的进一步勘探和开发，海洋油气的产量必将逐年增长，完全可以预计海洋油气定将在国家制定的“稳定东部、发展西部”的油气能源政策中占有更加重要的地位。

二、南沙群岛附近海域的油气资源

南沙群岛附近海域面积约 82 万平方公里，其中位于我国传统海疆线内的面积约 70 万平方公里。南沙群岛附近海域的油气勘探活动始于 50 年代，1954 年荷兰壳牌石油公司首先在巴林坚浅海域开展地震调查，并于 1957 年钻遇工业油流。随后东南亚五国先后通过招标吸引西方等国的石油公司在南沙群岛附近海域进行大规模的油气勘探和开发。据不完全统计，截至目前，周边国家已在万安、曾母等 6 个沉积盆地内共发现 170 个油气田或含油气构造，已探明石油储量约 15 亿

吨，天然气储量逾 5000 亿立方米。南沙群岛附近海域已成为世界上重要的油气产区之一。周边国家已从南沙群岛附近海域的油气开发中获得了巨大的经济利益。

由于各种原因，前地矿部和中国科学院等有关单位从 80 年代中期才开始在南沙群岛附近海域开展地质和地球物理调查。通过调查和研究发现在 16°N 以南的南海海域发育有 34 个沉积盆地，总面积约 64 万平方公里，其中位于我国传统海疆线内盆地的面积约 47 万平方公里。据计算各盆地的油气资源总量约 301 亿吨。

南沙群岛自古以来就是我国领土的一部分，并曾得到国际社会和周边一些国家的承认(包括他们出版的地图)，目前围绕南沙群岛的权益之争其核心是油气资源之争。我国政府提出与周边国家共同开发南沙群岛附近海域的油气资源的主张是解决这一争端的惟一办法。

海洋矿产资源的开发与海洋高新技术

国土资源部广州海洋地质调查局

教授 陈邦彦

海洋是人类生存和社会经济持续发展的资源宝库。随着世界人口的急剧膨胀，陆地资源的日渐枯竭及生存环境的不断恶化，人类将解决这三大问题的希望寄托于占地球表面积 71% 的海洋。21 世纪将是认识海洋、调查海洋、开发海洋和保护海洋的时代。

我国既是一个大陆国家 也是一个海洋国家 拥有 960 万平方公里的陆地领土和享有主权与管辖权的约 300 万平方公

里的海域即“蓝色国土”。我国海域辽阔，大陆架宽广，矿产资源丰富。据测算，仅渤海、黄海、东海和南海北部陆架海域的石油资源量就约为 250 亿吨，天然气资源量为 8.43 万亿立方米；北起辽东湾南至海南岛的沿岸地带发现近 200 处含金属、非金属、稀土元素的滨海砂矿。同时，在东太平洋海域中中国开辟区的 15 万平方公里内已查明多金属结核资源量达 9 亿吨；“九五”至 2010 年，以海洋资源开发为主的海洋产业的发展必将在国民经济中占有越来越大的比重。为了维护我国海洋主权和权益，提高海洋在国民经济和人民生活贡献率，必须加速探明我国海域资源状况，加快海洋资源的开发进程。实现这一目标的出路就是大力发展海洋高技术。

近 20 年以来，我国在海洋国土探查、海上油气田勘探开发、近海和大洋矿产资源勘查等领域的技术水平有了长足的进步。现拥有几十条专用调查船及先进的多波束测深系统、视像侧扫测深系统、差分 GPS 导航定位系统、多道数字地震采集系统和重磁、遥感等地球物理、地球化学调查装备，掌握了区域性、基础性和综合性地质地球物理、地球化学勘查技术，掌握了油气勘查的海上高分辨率地震和三维地震采集技术。但是，总体来说相比世界发达国家尚有不小的差距。

1996 年 9 月，国家批准“海洋领域”进入高技术研究发展计划（即国家八六三计划）要求大力发展专属经济区和大陆架勘测及海洋油气资源开发所需的关键性高技术，促进海洋油气产业及相关产业，促进海洋科学等发展进程。

在海洋探查方面，海洋领域 820 主题优先开发海底地形地貌和地质构造的探测技术，这是以多波束系统全覆盖测深技术、侧扫和视像技术、高精度差分 GPS 技术为核心，形成

高精度地形地貌探测、双船地壳地震测深及海底地震仪探测等技术集成，加之成像技术、自动成图技术、智能解释技术的开发，构成时空多维的海洋地学探查技术系列，为专属经济区和大陆架勘测提供成套的高新技术。

在海洋油气勘探开发方面，应重点开展海上天然气地震勘探技术的攻关。因为我国南海西部海域和东海海域天然气资源相当丰富，将成为我国重要的海上能源基地。特别是莺琼盆地，预测其天然气资源量达 3 万亿立方米，一旦得到充分开发利用，将大大缓解东南沿海经济发达地区能源紧张状况，极大地促进整个国民经济的发展。但由于莺琼盆地天然气藏埋藏深度大，又处于高温超压环境，致使勘探难度增大。当前重点开发海上中深层（地层深度 2000~4000 米）高分辨率多道地震采集技术及其资料处理技术的研究和海上多波地震采集方法和处理解释方法的开发研究。连同高温超压地层钻井技术中的关键技术，一并选作突破口，集中攻关，由此将会促进海上油气勘探开发跃上一个新台阶。

在大洋多金属矿产资源勘查开发方面，我国已完成勘探工作第一阶段任务，“九五”在提高矿区勘探程度的同时，应开发适合于在 6000 米洋底工作的运载装置之关键技术，为研制不同类型的深海工程作业装置和全面开展深海采矿系统研究奠定基础，缩短深海深潜技术与其他先进国家的差距。

总体来看，在海洋探查和资源开发技术领域，我国已具备高新技术突破的基本条件，现在应集中力量，在关键仪器研制的基础上，强化技术开发和综合集成，强化技术产品的转化，形成勘查开发的作业能力。应该看到，海洋高新技术是一个多学科、高风险，需要高投入的领域。它独具一个特点，亦即海洋上条件恶劣，深水压力大，探测起来很困难。

突破海水屏障，进入大洋深处，其难度不亚于宇宙空间探索。所以，海洋开发技术并非工业技术和陆上相应技术的简单转移，而是融合进大量自动化技术、遥测遥控技术、传输通讯技术和高强材料技术等工业技术的高度集成和发展。我们深信在党的十五大精神指引下，坚持“科技兴国”的国策，在高技术成果的支撑下，海洋矿产资源的勘查开发事业一定会开创一个新局面。

大洋矿产资源开发前景

国土资源部海洋地质研究所

研究员 许东禹

21 世纪将是“海洋开发时代”。海洋是全球生命系统的一个基本组成部分，也是人类社会赖以生存和可持续发展的资源宝库。浩瀚的海洋蕴藏着丰富的矿产资源，如多金属结核、富钴结壳、热液多金属硫化物、磷钙土及气体水合物等。

多金属结核 是富含铁、锰、铜、钴、镍和钼等有用金属元素的海底自生沉积物，主要分布和富集在水深 4000~6000 米的深海平原和深海丘陵区，在世界三大洋中太平洋为最富集地区。东太平洋克拉里昂和克里帕顿两条断裂带之间的地区（简称 C-C 区）是目前最引人注目的结核的第一代商业性开采矿区。那里的结核金属平均品位为：铜 1.19%，镍 1.29%，钴 0.23%，该区 250 万平方公里面积内结核的资源量为 400 亿吨，可供年产 300 万吨开采能力的 20 家企业开采 20 年。目前，俄罗斯、法国、日本、中国、海金联（原东欧

国家集团)和韩国等在太平洋 C-C 区;印度在印度洋,已在国际海底管理局登记获批准为“先驱投资者”,正在进行不同规模的勘查和采、选、冶技术开发和研制工作,同时还进行深海采矿对生态环境影响方面的现场试验和科学研究。有人估计,目前因市场、法律和技术等原因,多金属结核的商业性开发可能要到 2015~2020 年才能得以实现。

富钴结壳 是生长在海底岩石或岩屑表面的富含锰、铁、钴、铂及稀土元素的结壳状自生沉积物,其中钴和铂的含量分别高达 2.5% 和百万分之几,主要分布在水深 300~3000 米的海山、海台和海岭的顶部和斜坡上。太平洋的密克罗尼西亚和马绍尔群岛,以及中太平洋海山群和莱恩群岛、夏威夷群岛、天皇海岭、萨摩亚群岛及马克萨斯海台等地均有富钴结壳分布。据推算,水深 800~2400 米的太平洋海山区 40% 的地区被富钴结壳所覆盖,其中金属资源量钴为 690 万吨,镍为 390 万吨,铜为 50 万吨,锰为 1.89 亿吨。美、德、日、俄、法和韩国等已在南、北太平洋海山区广泛进行结壳资源调查,而且美、日和俄等国正在研制结壳的自行式采矿器。由于结壳产出的水深较结核浅,它主要分布在各属经济区内,钴和铂的资源潜力大,同时结壳的矿渣可以综合利用作为空气清洁剂和工艺建筑材料,而且其冶炼技术并不复杂,因此有人预计富钴结壳的商业性开发会早于多金属结核的开发。

热液多金属硫化物 是在海底热液作用下形成的富含铜、铅、锌、银和金等有用的金属矿产,其中呈泥土状产出的松散沉积物,叫做含金属沉积物或多金属软泥,如分布在红海的金属软泥;另一类是固结的块状硫化物,主要分布在东太平洋海隆、加拉帕戈斯海岭等海底扩张中心地带。在红

海已发现了 24 个卤水池和多金属软泥沉积区，其中阿特兰蒂斯Ⅱ海渊是最有远景的多金属软泥矿区，其软泥中金属含量是：铁 29%，锌 1.5%，铜 0.8%，铅 0.1%，银 54×10^{-6} ，金 0.5×10^{-6} 。该海渊 60 平方公里面积矿区内金属资源量分别是：铁 3000 万吨，锌 250 万吨，铜 50 万吨，银 9000 吨。沙特阿拉伯和苏丹两国已共同组成沙特阿拉伯-苏丹红海委员会，准备开发红海多金属软泥。美国和加拿大也积极策划开发东太平洋胡安·德富卡海岭上的块状硫化物。中国东海冲绳海槽中已发现有 7 处正在活动的热液硫化物喷出口是值得重视的调查研究对象。

天然气水合物 是低温高压下形成的碳氢气体和水分子结合而成的冰状结晶化合物。主要分布在永久冻土带和水深大于 400 米的大陆坡及深海底。迄今，在世界海域已发现有 56 处气体水合物产地，估计其资源量若换算成甲烷气体，约为 1.8~2.1 亿亿吨。这个资源量是世界天然气探明储量 140 万亿立方米的 10 多倍。现已知道 每立方米的固态气体水合物中含有 164 立方米的气体和 0.8 立方米的水，一旦这种气体水合物分解释放气体，即每立方米水合物可释放出 150 立方米的甲烷。可见这种水合物是巨大的新型能源。据推算 如果开发大西洋布莱克海台上已发现的气体水合物，其中的甲烷量就可以满足美国 105 年的天然气需求量；日本周围海域的气体水合物资源量可供日本开发利用 100 年。因此，日、美和加拿大等国积极开发相关技术，准备开发这种新型能源。

磷钙土 是由各种磷灰石组成的海底自生沉积物，其中含有 15%~20% 的 P_2O_5 和较高含量的铀、钍和镭等金属，可作为磷和其它化工原料。海洋磷钙土主要分布在非洲西南沿岸，秘鲁、智利西岸、澳大利亚及新西兰沿岸、陆架、陆坡

和西太平洋海山区。据推算，大洋磷钙土资源量约 85 亿吨，占陆地总资源量的 30%。大西洋西岸和东岸的美国和非洲西南一些国家早已开采沿岸、陆架的磷钙土，但大洋海区的磷钙土尚处于调查和研究阶段。

除以上列举的大洋矿产之外，人们还预测深海广泛分布的红粘土和钙质软泥将是铝、耐火材料和石灰的重要来源。深海红粘土分布区占整个世界大洋面积的 38% 和太平洋的 49%，钙质软泥分布区则占整个大洋的 47.1% 和太平洋的 36.2%，可见这两种沉积物也是巨大的潜在矿产资源。

总之，大洋矿产资源潜力巨大，国土资源部要积极探索、调查研究和开发利用它们，造福于人类社会。

固体瓦斯——未来的新能源

中国地质科学院
研究员 吴必豪

“固体瓦斯”是一种天然产出的气体水合物，由碳氢气体与水分子组成，呈白色结晶状，形如冰雪，产于深海底与极地冻土带的沉积物空隙中。“固体瓦斯”的发现已近 30 年，它从物理与化学性质到赋存产出特征均不同于传统油气矿藏，因其能量密度高、分布广、规模大，被认为是一种潜力巨大的新型能源。

“固体瓦斯（气体水合物）最初在 1965 年发现于西伯利亚油气田，1979 年发现于美国东海岸的大西洋海域与东太平洋的中美洲海槽。此后，水合物的研究便成为受美国科学基金会控制的深海钻探计划和后续大洋钻探计划的一项重要任

务。积极参加该项工作或单独组织调查的还有英国、加拿大、挪威、日本、德国、法国及俄罗斯等国家。迄今为止，通过大量的地质和地球物理调查及深海钻探，已在世界各大洋直接、间接发现的“固体瓦斯”矿床或矿点多达 56 处，其中达到世界级矿床规模的共有 16 处。

在 90 年代，一些发达国家和印度还制订了专门的国家重点计划，从不同侧面加强调查研究，对其物理性质、产出条件、分布规律、勘查技术、开发工艺、经济评价和环境影响等方面都进行了不同程度的科学考察与研究，取得了多方面的成果，掀起一股研究的热潮。最近美国地质学会主席莫尔斯在其“基础研究的社会效益”一文中，就曾将气体水合物的发现作为六大实例之一，列入帮助美国经济和人民健康的栏目中。

气体水合物在结构上是一种笼状包合物。水分子在低温高压条件下可形成一些多面体结晶的笼状结构，多面体内部具空穴，可包笼一些体积更小的客体分子，如甲烷(CH_4)、乙烷(C_2H_6)等形成甲烷或乙烷包合物或称气体水合物。它们主要产于新生代地层中，含矿岩石可为各种类型的砂质岩、砂岩及沉积岩，水合物在其中的含量最高可达 95%。

目前，有关气体水合物形成机理的研究还很薄弱，但最基本的条件是，必须有充足的物源（包括气体和水），适当的温压条件和地质构造环境。

在海洋中，来自沉积物所含有机质的转化产物（生物化学成因）与来源于更深层位或下伏油气田的气体（热解成因），被认为是碳氢物质的主要来源。它们可以流体的形式通过各种渗滤途径运移到水合物形成的稳定带中（温度为 $0\sim 10^\circ\text{C}$ ，压力为 10MPa）析出冰状水合物即“固体瓦斯”。海

底气体水合物可发现于水下 300~3500 米或更深海底，埋深为 0~650 米的沉积物中。水合物矿层厚度数十厘米、数米至上百米，分布面积数达万至数十万平方公里。它们主要赋存于板块的聚合边缘大陆坡、被动边缘大陆坡、水下高地、边缘海和内陆海，尤其是那些与泥火山、热水活动、盐（泥）底辟以及与大型构造断裂有关的海盆环境中。具有气体水合物或“固体瓦斯”形成条件的水域约占海洋面积的 1/10，相当于 4000 万平方公里。

气体水合物不仅分布广，而且能量密度高。已知甲烷水合物在理想状态下，其体积与水分子体积之比为 164 : 1，即每立方米的固体水合物包容有 180 立方米的甲烷气体。这意味着气体水合物的能量密度是煤和黑色页岩的 10 倍，是传统天然气的 2~5 倍。与传统油气田相比，气体水合物的规模极为巨大，许多海区的甲烷资源量可达数万亿至数百万亿立方米。如大西洋西部布莱克海台所发现的气体水合物中甲烷量就达 100 亿吨（以甲烷量计），可满足美国 105 年天然气的需求；日本海东北部和南海海槽的水合物资源可满足日本 100 年的能源消耗。各大洋中气体水合物的总资源量，换算成甲烷气体，约 1.8 亿亿~2.1 亿亿立方米。这大约相当于全世界已知煤、石油和天然气总量的两倍。因此，气体水合物被称为“未来能源”或“21 世纪新能源”。

初步的研究表明，气体水合物的开发工艺可包括：热解法、释压法和试剂法三种技术途径。迄今为止，仅在陆上冻土带进行过试验性开发，并证明经济上有利可图。在海上的开发技术还不够成熟，成本相对较高，对环境的影响问题也未解决，迄今未能进行商业性开采。但因发达国家的高度重视和对实验研究的投入，可望在不久的将来取得突破，实现

商业性开发，使之真正成为 21 世纪的新型能源。

此外，气体水合物作为海洋中广泛分布的一种地质体，由于其易受温度和压力条件的影响，稳定性差，易引起气体的溶解释放，使其与传统油气藏发生紧密的物质交换，成为找油的重要标志；另一方面，它又可诱发海底滑坡、产生海难事故，造成严重地质灾害，并增强温室效应，影响长周期的全球气候变化。因而，海底气体水合物或“固体瓦斯”的调查研究对能源或环境都有着重大的意义。

西太平洋海域自北而南已有多处海区发现水合物存在的直接、间接标志，在我国管辖海域，也存在着良好的成矿地质构造条件，总体上可与东太平洋周缘海域相比拟。因此国土资源部应该有计划地开展海底“固体瓦斯”的调查研究，以弥补未来油气资源的不足，为发展我国能源工业，建立新型的能源后备基地，做好前期性准备。

海洋区域地质调查的战略意义

国土资源部海洋地质研究所

研究员 莫杰

我国海域宽广辽阔、矿产资源丰富。根据《联合国海洋法公约》的规定，可能划归我国管辖的海域面积约 300 万平方公里。

21 世纪将是“海洋开发时代”。占地球总面积 71% 的海洋，将是为人类社会未来发展提供生存空间和供给资源的宝库。在当今人类社会面临的“人口、资源、环境”三大问题中，资源与环境是海洋地质工作的重要内容。

1953 年，毛泽东主席关于地质工作“普查是战役，勘探是战术，区域调查是战略”的论述，既适合陆地地质工作，也同样适合于海洋地质工作。

建国以来，前地质矿产部、中国科学院、国家教委、国家海洋局、中国海洋石油总公司等部门在我国近海域不同程度地开展了各类海洋地质、地球物理综合调查或某些专门性调查研究。至今，已完成小比例尺以寻找油气资源为主的海区调查面积约 150 多万平方公里。同时，还开展了构造地质、现代沉积、石油地质、第四纪地质、工程地质与地质环境、同位素地质、地球化学、地热流、古海洋和海底固体矿产的分布与富集等多学科的调查和科研工作，完成了一批海洋地质、石油地质、地球物理、矿产普查和各类中、小比例尺区域性图件的编制。但就整个地质工作的发展和国民经济建设发展的需要来说，现有的海洋地质工作，无论是海洋区域地质调查和基础研究，还是含油气盆地的勘查和海底矿产资源的调查，其研究程度都比较低。就整体而言，与当前国外一些发达国家的海洋地质工作发展水平相比仍有相当大的差距（估计总体落后约 10~15 年）。因此，在“海洋开发时代”即将到来之前，加强海洋地质工作已为当务之急。在总体部署上，首先要开展具有基础性、综合性和战略性的海洋区域地质调查，进行海底地质填图，获得系统的、完整的海洋区域地质资料，为国土资源开发和全国海洋有关产业部门提供未来海洋开发所需的地质矿产基础资料和图件。

一、海洋区域地质调查的战略意义

随着我国海洋事业的发展和海洋开发的日益扩大，在近海陆架区的矿产资源开发，特别是沿海地区海岸带港口航道、油气勘探、海底工程、人工岛、海防建设、环境保护和维护

主权权益的海域划界等方面，都需要有可靠的和精度较高的海洋地质基础资料和图件。

区域地质调查是海洋地质的基础工作，它直接反映一个国家海洋地质工作的调查研究程度。前国家科委制订的 2000～2020 年海洋科技政策和中长期海洋科技发展纲要，都要求海洋有关行业部门统一规划完成海洋基本图件和专业性基础图件的绘制。这项综合性的基础工作，对发展我国海洋科学、查明中国海域矿产资源和未来的海洋开发都具有长远的战略意义。

此外，我国与邻近海域 8 个周边国家对海域划界的争议区较多。为了海域划界的需要 维护我国海洋主权和权益 外交和国防部门也需要海洋地质基础资料和图件。因此，开展海洋区域地质调查不仅具有促进海洋科学与经济建设发展的意义，而且具有政治上外交划界与军事上海防基地建设的重要意义。

二、海洋区域地质调查现状

目前世界上一些海洋科技发达国家(美、俄、英、法、德、日和加拿大等国)除俄罗斯和加拿大陆架海域一些年冰封期长难以进行调查的海区外，都已完成或接近完成本土沿岸陆架区小、中比例尺海洋区域地质调查图件的测制。如美国不仅完成了东、西海域陆架区 1:25 万海洋区域地质调查图件的测制 还计划到 2000 年完成 1:6.25 万大比例尺海底地质图的测制；法国、英国、德国和日本现已基本完成本土周围陆架海区 1:25 万海底地形、地貌、地质构造和地球物理调查图件的测制，并出版了相应的各类图件。此外，一些发展中的沿海国家(如印度、印度尼西亚、墨西哥、巴西等)也不同程度地进行了本土周围陆架区的海洋地质调查。目前 我

国陆地区域地质调查研究程度已达到了世界中上水平，而海洋区调程度与陆地区调相比则要低得多。正是由于调查研究程度较低 反映出目前海洋地质工作总的状况是“构造不清、模式不明、资源不详、水平不高”的现状。

我国以寻找油气勘查为主的海洋地质调查，从 50 年代后期至今已完成各类小比例尺和少量中比例尺海域地质调查图件测制的面积约 150 万平方公里（非正规图幅）而中比例尺（1：10 万~1：20 万）的调查图件测制工作尚未系统开展。至今，我国仅完成 6 幅 1：50 万（大连、青岛、南通、上海、宁波、温州幅）和 3 幅 1：100 万（南通、上海、广州-海南幅）的编图。现有的海洋区域地质调查远远不能满足国家中长期规划和国民经济建设发展，以及未来大规模海洋开发的需要，与我国海洋大国的地位也是极不相称的。因此，有计划地开展我国海域陆架区区域地质调查工作应列入国土资源部的“九五”计划和 2010 年规划。

三、开展海洋区域地质调查的建议

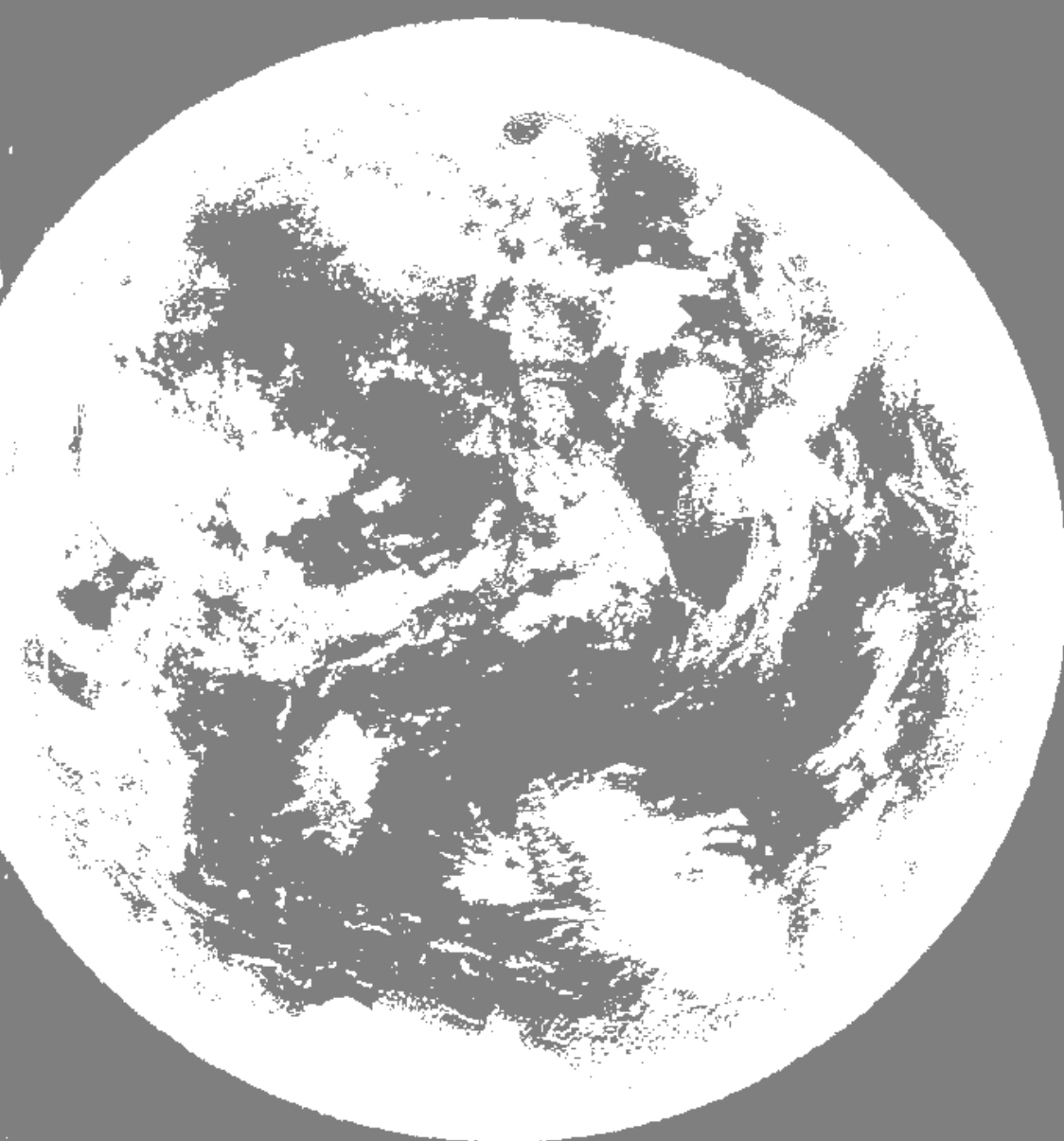
根据国家中长期海洋科技发展规划的要求，开展这项具有战略意义的基础工作，应本着“统一规划、分幅进行、选择重点、急需优先”和“先行试点、由外向内、逐次推进、编测结合”的原则，首先对沿海经济发达区海陆连幅和与周边国家有争议的划界图幅，利用已有资料先行编图；近海陆架区则应编测结合；而远海区应以实测为主。

我国渤海、黄海、东海、南海海域面积 475 万平方公里（包括周边海域），按国际分幅以东经 126°以西、北纬 4°以北计算的 1：100 万比例尺涉及海域图幅共 20 幅，其中海陆连幅有 12 幅。按我国海域国际图幅现有的调查研究程度，可划分为 I、II、III 类（I、II 类为编图或编测结合，III 类为实

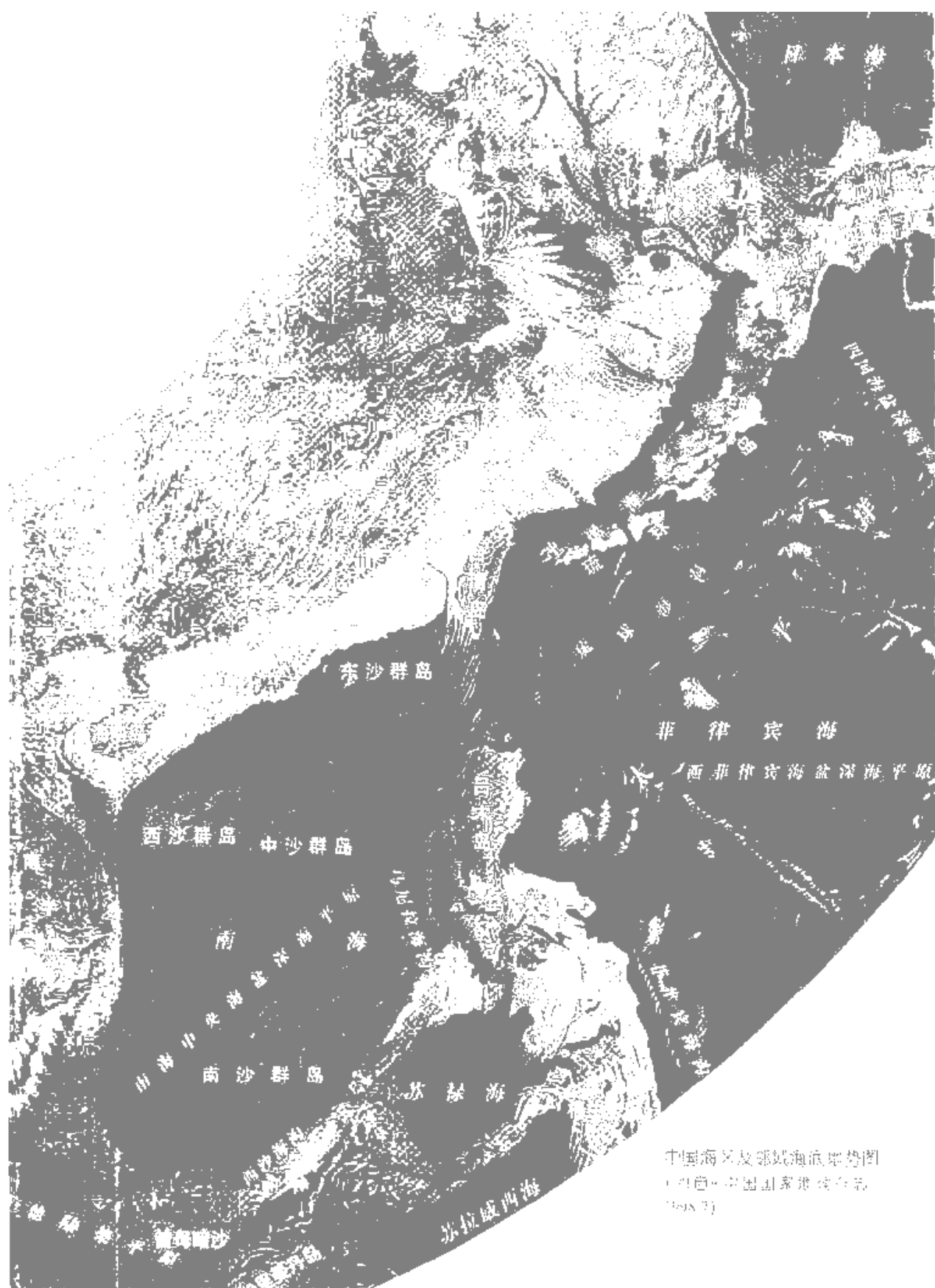
测图幅)设想计划用 10~15 年时间分两期完成全海域 1:100 万(部分 1:50 万)区域地质调查。第一期:编图、编测结合的 8 幅,实测的 2 幅第二期:编测结合的 4 幅,实测的 6 幅。在此基础上,还应选择重点海区进行 1:20 万的区域调查与编图,在近岸经济发达地区还应结合地质环境评价进行 1:5 万的调查与编图。

上述 1:100 万图幅,除编图图幅外,对编测结合和实测调查的图幅,应优先选择黄海油气远景区、东海浙东、台湾海峡和南海曾母、万安西海域油气远景区以及沿海经济开发区。

随着具有基础性和战略意义的海洋区域地质调查工作的开展和完成,必将大大提高我国海洋地质工作的调查研究程度,对未来的海洋开发和海洋矿业的发展都将发挥重要的作用。



人类的家园——地球



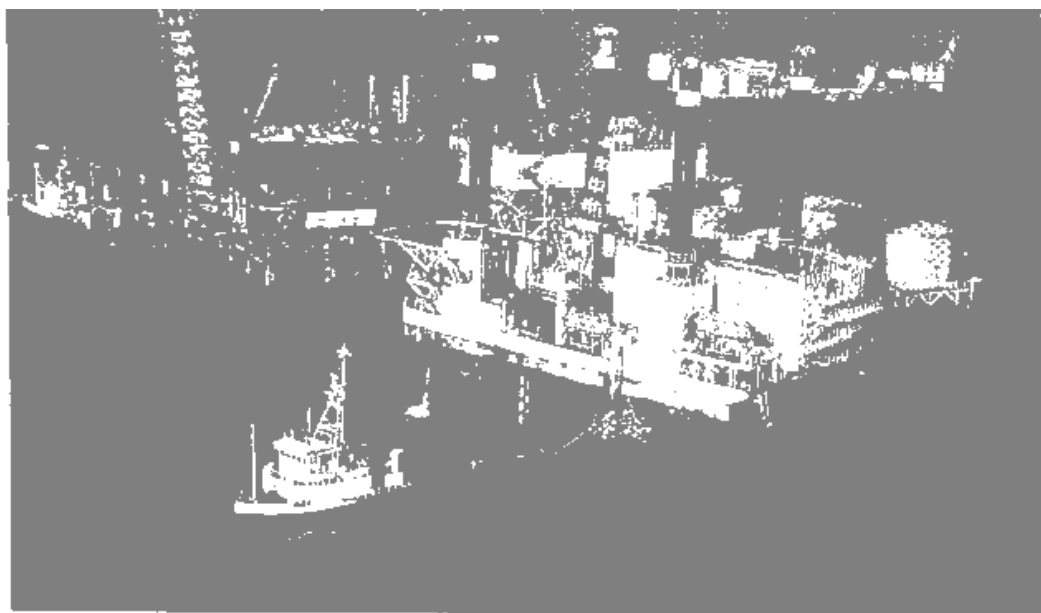
国土资源部、中国地质学会联合主办“世界地球日”纪念会和宣传活动
1998年4月22日



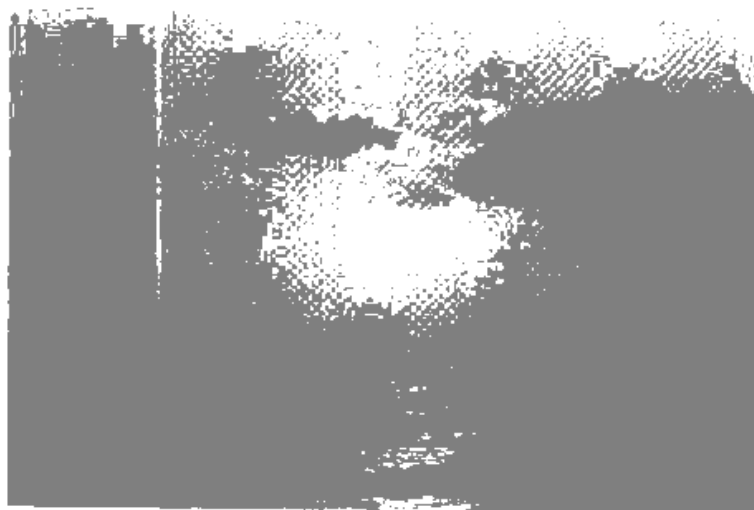
国土资源部蒋承耘副部长在“世界地球日”纪念活动中接受记者采访
1998年4月22日



1985年8月 中国代表出席在日内瓦召开的国际海底管理局筹委会第一届年会

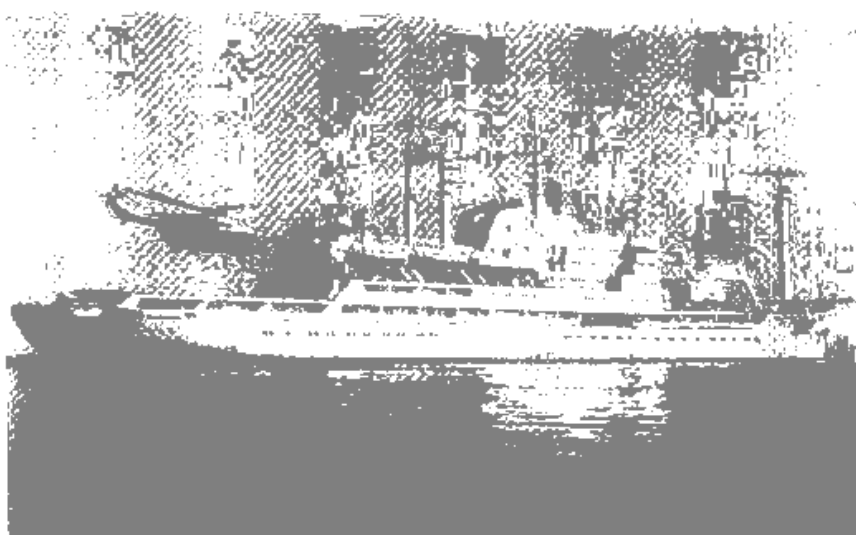


海上油气田生产作业区



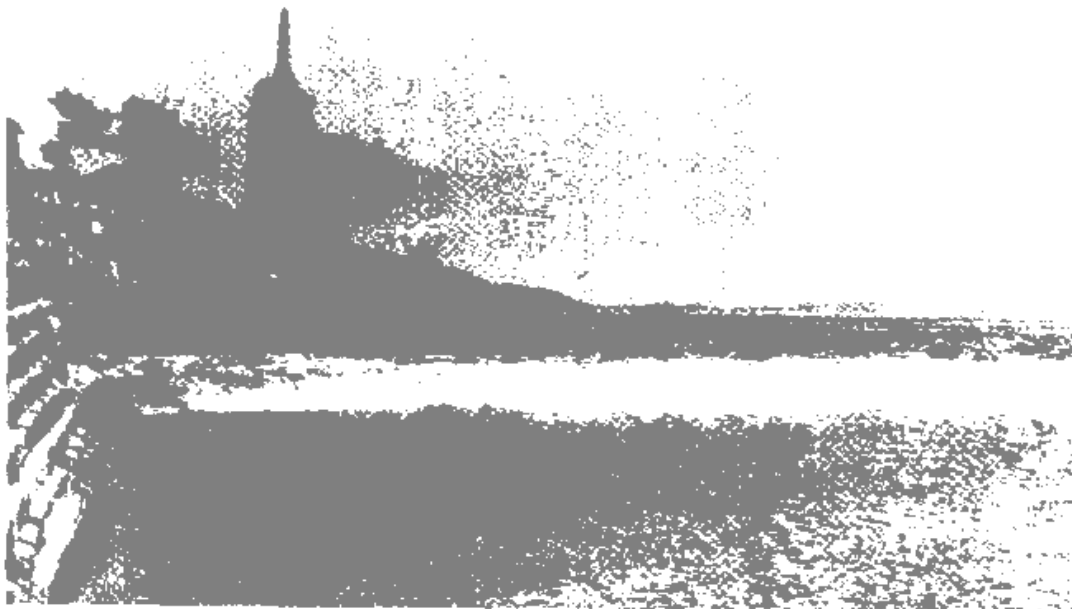
大海的监视者 海洋数字浮标

“向阳红10号”海洋调查船

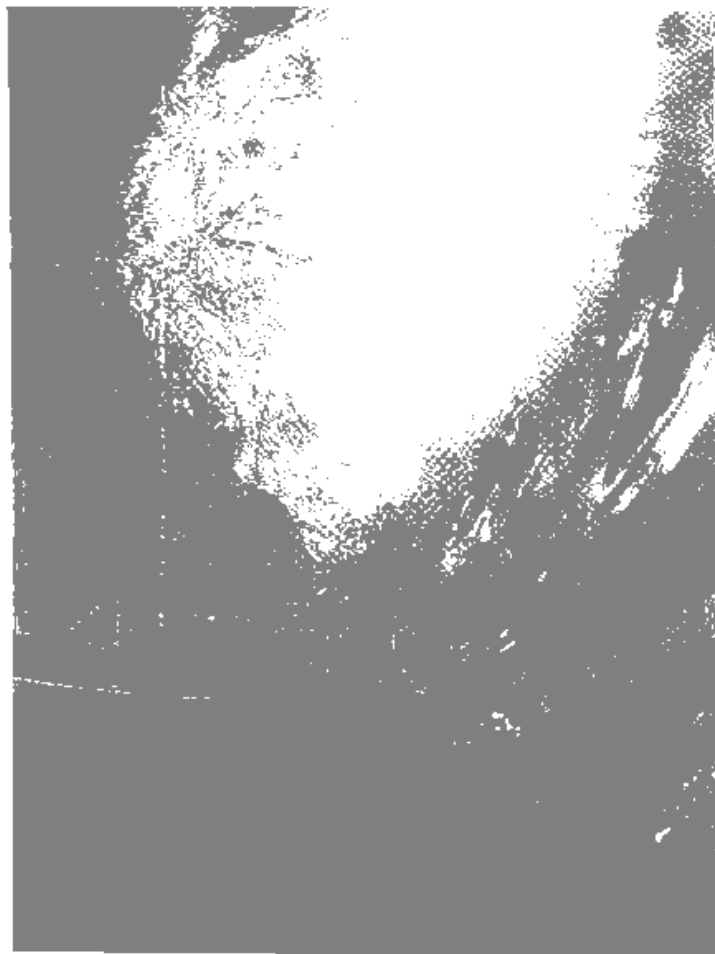




青岛第一海水浴场 (引自《当代中国的海洋事业》)



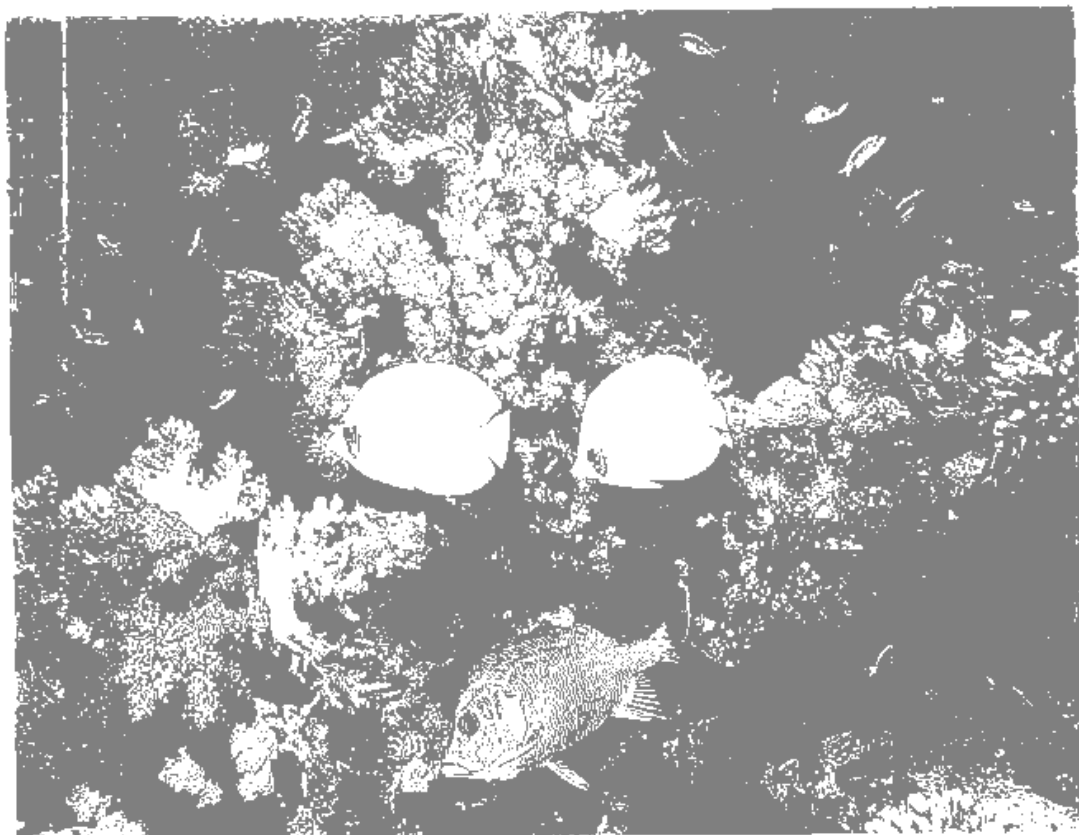
钱塘潮(浙江海宁观潮) 陈建华摄



暴风浪 (引自《中国大百科全书 海洋科学》)

南沙海域晨曦

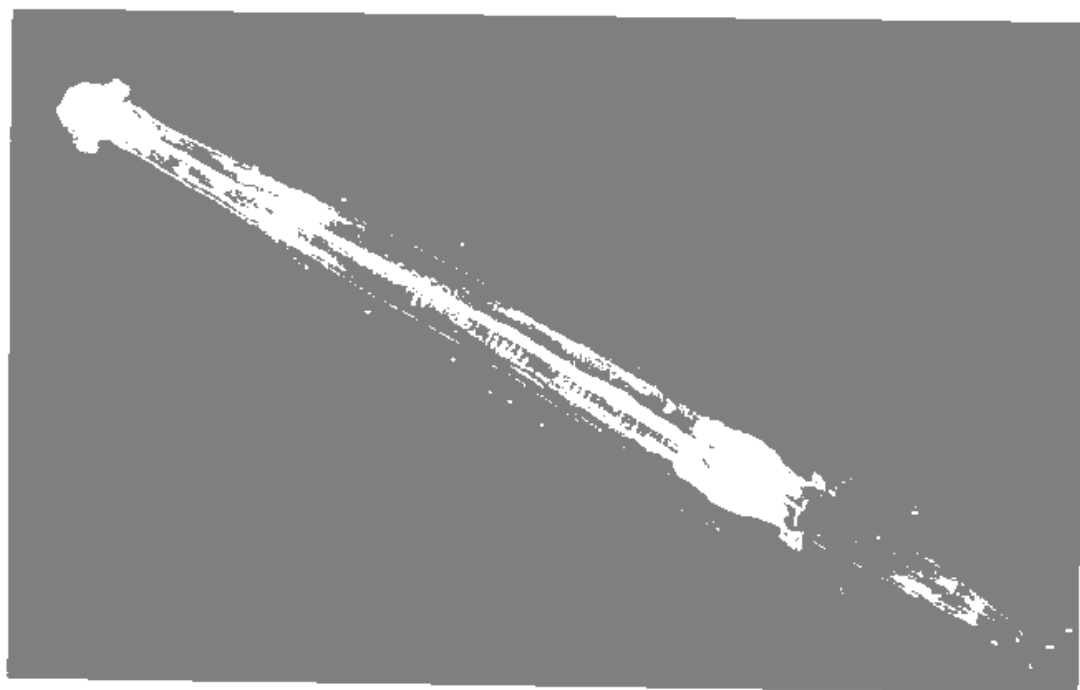




▲ 世界中的热带鱼类 (日本海洋博覧会 1989 年撮影)



▲ 海中点发灯鱼类 (日本海洋博覧会 1989 年撮影)



奇异的深海生物
(引自《Newton》，1995，No.1)



对虾（引自《当代中国的海洋事业》）



扇贝（引自《当代中国的海洋事业》）



海底热泉口周围生活的长管虫
(引自《中国大百科全书·海洋科学》)

海底“奇花”

(引自《中国国家地理杂志》，1998·7)



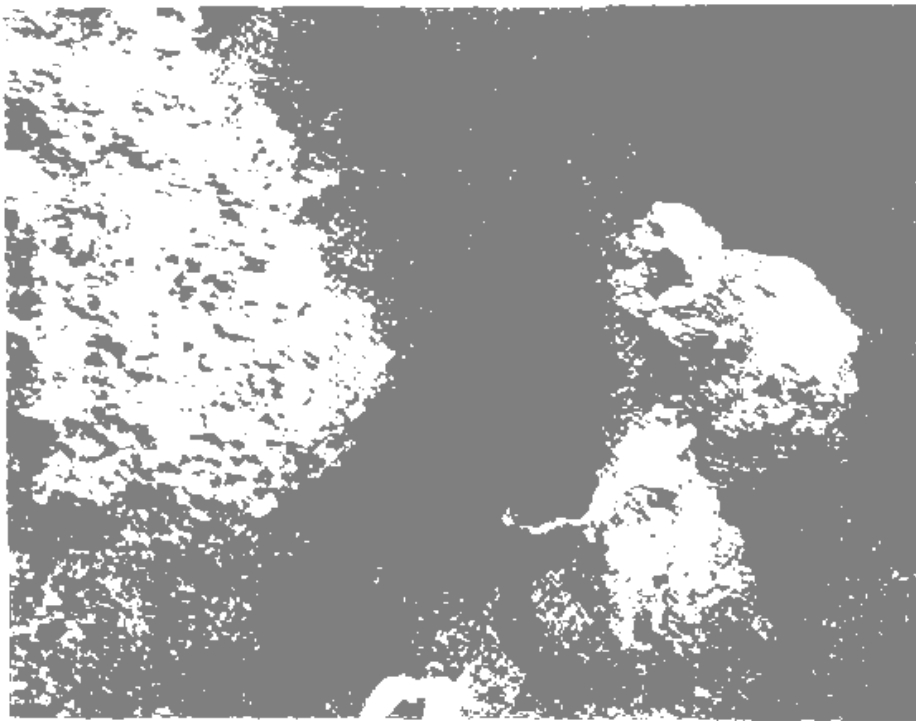
古生代海洋生物群落
(引自《海洋世界》, 1996, 2期)



泥盆纪海洋中的动植物
群落 (引自《海洋世界》,
1996, 2期)

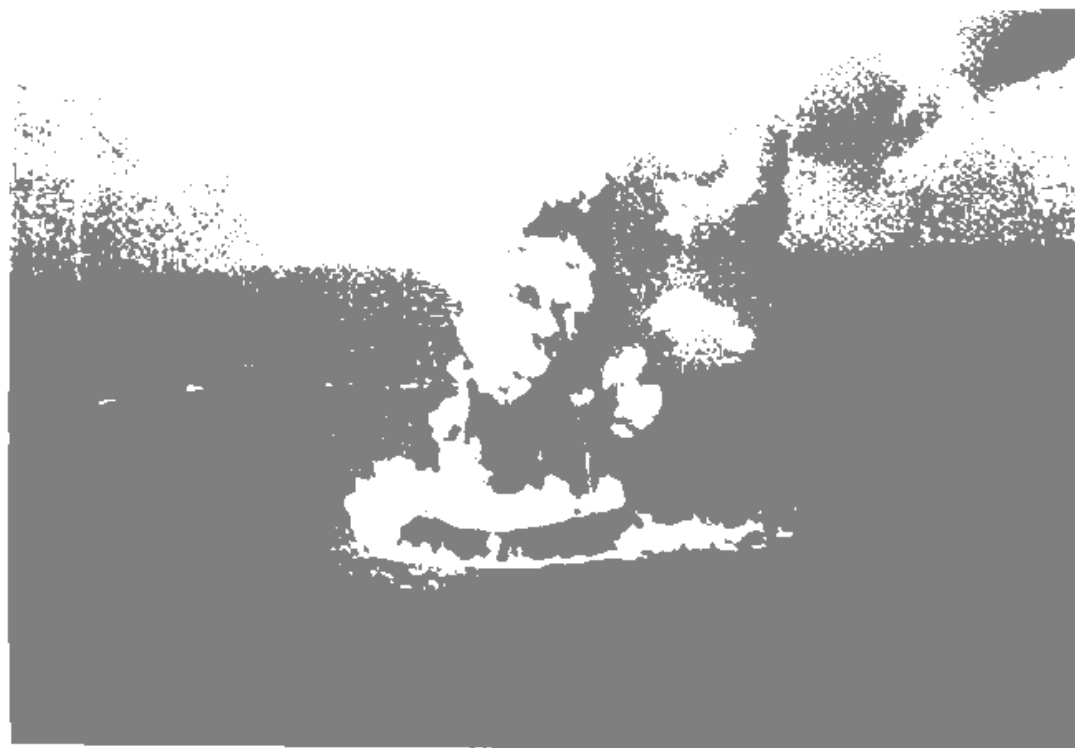


白垩纪海洋生物群落
(引自《海洋世界》, 1996, 2
期)



海底热泉 (引自《中国大百科全书·海洋科学》)

日本西之岛附近的海底火山喷发 (引自《中国大百科全书·海洋科学》)





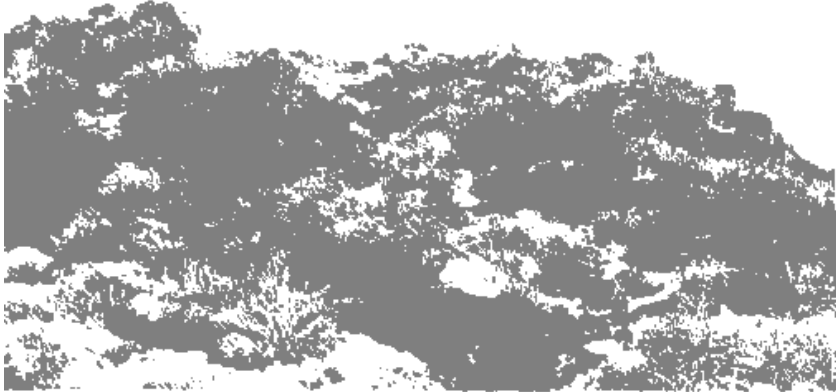
南极大陆冰盖中的小湖泊

极北海域中的翼足类 (引自:Newton, 1993, No.7)





南极大陆生长的苔藓植物。



南极大陆夏季,海豹与企鹅在岸边尽享阳光浴。

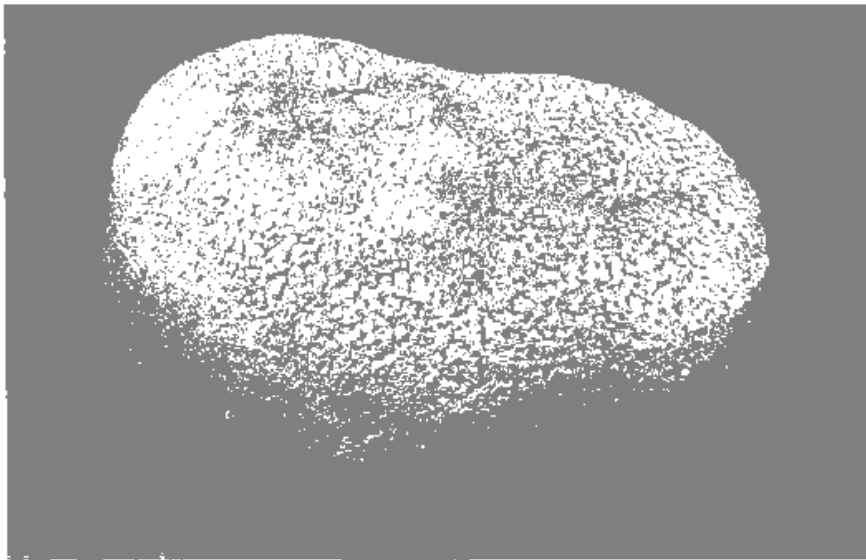
南极大陆夏季阳光下的企鹅群。



南极火山 (引自《当代中国的海洋事业》)

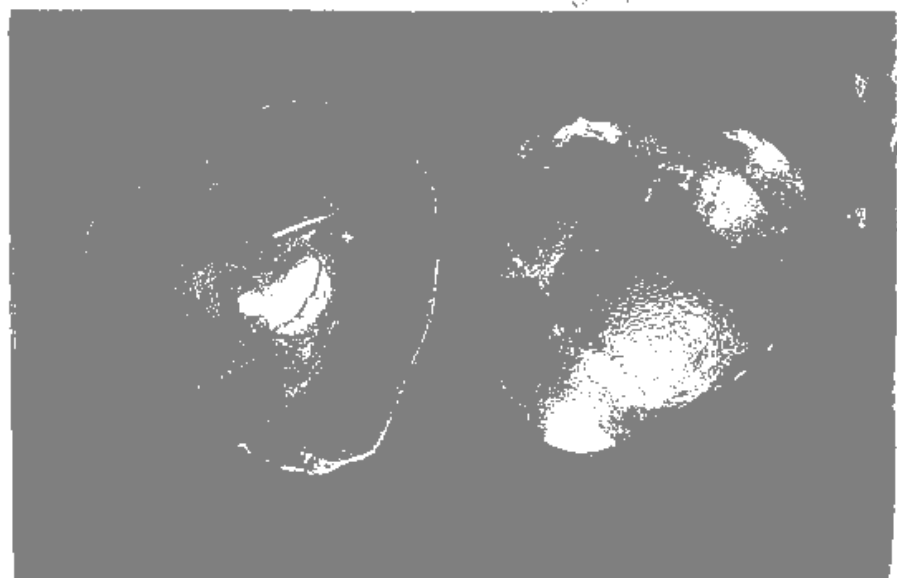
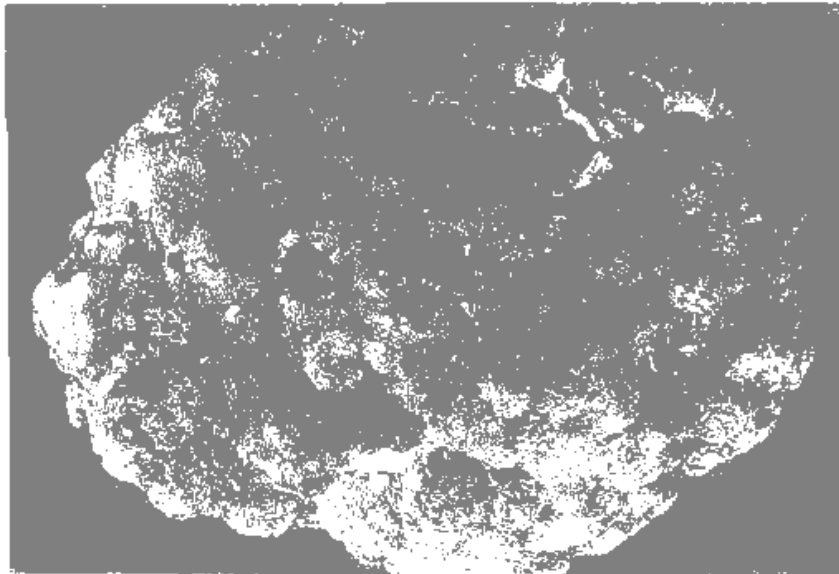


南极磷虾 (引自《当代中国的海洋事业》)



上 似心脏形的多金属结
壳巨块(70.5公斤)

中 菜花状多金属结核
下 瘤状多金属结核及切
面(内部层状结构)



《探索海洋奥秘 开发海洋资源》编委会

名誉主任：蒋承崧

主 任：姜建军

副 主 任：张洪涛 肖汉强 刘守全 马申达 季强

编写单位：青岛海洋地质研究所

广州海洋地质调查局

主 编：莫 杰

副主编：阎立本 彭维震 黄永样 李元山 谢苹

参加编写人员（以姓氏笔划为序）：

丁 东 王树民 孙 岩 许东禹 刘宝民

刘锡清 任菊泉 匡立春 吴能友 吴进民

吴庐山 陈泓君 李唐根 李绍荣 杨木壮

张松举 赵铁虎 姚伯初 龚跃华 莫 杰

康长生 梁德华 曾繁彩 鲍才旺 蔡秋蓉

特约院士与专家：李廷栋 金庆焕 陈邦彦 许东禹

吴必豪 莫 杰

前 言

1998 年 4 月 22 日是世界地球日 28 周年，又适逢联合国确定 1998 年为国际海洋年。国土资源部于 1998 年 4 月 22 日世界地球日，开展了“海洋地质与人类”为主题的科普宣传活动。

为了增强全民族的海洋意识，国土资源部和中国地质学会联合主办了“海洋地质与人类”纪念宣传活动，在北京和各省、自治区、直辖市开展了形式多样的科普报告会、讲座、专家咨询和新闻媒体报道等活动。为普及海洋地质科学知识，本书编委会组织了 25 位海洋地质科技人员撰写了“探索海洋奥秘，开发海洋资源”科普小品约 100 篇，并邀请六位院士和专家做了以发展海洋地质科学和开发海洋矿产资源为主题的笔谈。

本书将近百篇科普小品和六位专家的文章汇编成册，分成地球、海洋、国际海洋年、海洋法律与法规、中国海域、海洋地质与矿产资源、海洋资源宝库、海洋环境与灾害、神奇的海底世界、探测海洋、极地世界和海洋开发时代共 12 个部分，向人们展现“探索海洋奥秘，开发海洋资源”的美好前景。

人类社会发展到今天，正面临着“人口剧增、资

源匮乏和环境恶化”三大问题。而资源和环境又与地球科学的调查研究任务密切相关。人类继续生存和发展的出路是重返海洋，使用现代科学技术手段，调查研究海洋，开发利用和保护海洋，发展海洋产业，从大海中索取更多的资源。

本书向读者展现了世界海洋和我国海域的奇特自然地理景观、各类丰富的海洋资源、深邃神秘的海底和一派生机勃勃的海洋生物世界。海洋中既有绵延万里的海底山脉、丘陵、谷地和高耸的平顶山，也有直立陡峭、万丈深渊般的凹槽与海沟。在辽阔的海洋中蕴藏着储量巨大的生物资源、矿产资源、空间资源、海水资源和可再生的海洋能源。这些“取之不尽、用之不竭”的资源，尚待人们去开发利用。深邃的海底还是人们至今了解最少的另一个陌生世界。

当今，世界的现代高新技术已使人们有可能在“上天、入地、下海、登极”的科技领域中大显身手。21世纪将是海洋开发时代，一场全球性的波澜壮阔的“蓝色革命”——用海洋高新技术开发海洋将展现在人们面前。

蒋承崧

一九九八年四月廿二日

目 录

前言

· 地 球 ·

世界地球日

地球：人类的家园

人类只有一个地球

人类活动与环境污染

地球能养活多少人

· 海 洋 ·

海洋——生命的摇篮

海洋是人类共同的财富

蓝色的宝库

蓝色国土

大洋中的中国“国土”

· 国际海洋年 ·

1998：国际海洋年

1998国际海洋年由来

国际海洋年世界大行动

· 海洋法律与法规 ·

领海基线与领海

毗连区与专属经济区

大陆架、公海与国际海底

何谓“海洋国土”

海岛是海域划界的重要砝码

· 中国海域 ·

中国海域的生物资源

中国海域的矿产资源

中国海域的水动力能源

中国海域的空间与旅游资源

中国海域的岛屿资源

我国海洋“国土”能养活多少人？

· 海洋地质与矿产资源 ·

海洋地质科学

海洋的地质作用

海洋工程地质环境

海底有哪些沉积物

会移动的海底与地球板块

滨岸平原地下卤水

海洋固体矿产

海洋石油与天然气

大洋多金属结核

大洋铁锰结壳

海底多金属软泥

海底正在形成的热液硫化物矿

天然气水合物——人类未来的新能源

中国：海盐第一大国

· 海洋资源宝库 ·

海洋：一座尚未开发的“水中矿山”

海洋中的黄金

海洋滩涂资源

生机勃勃的海岸带

富饶的大陆架

海洋中的淡水

海洋药物与营养食品

海水淡化

海洋生物资源

海岛风力发电

利用海洋能发电

海水温盐差发电

海洋旅游与海底观光

· 海洋环境与灾害 ·

全球变暖之因

“厄尔尼诺”与气候异常

拉尼娜“小姐”脾气不小

海洋中的暖池

海陆变迁

海洋地震前兆种种

海底火山与地震活动

海底滑坡与崩塌

海洋地质灾害

海洋之水何处来

海平面上升

何谓海洋赤潮

黑潮与暖流

惊涛骇浪威力有多大

海啸与风暴潮

潮涨潮落有规律

· 神奇的海底世界 ·

深海底的生命绿洲

海底风暴

海底地貌奇观

平顶海山之谜

深海底微生物存活之谜

奇特的海底山脉——大洋中脊

魔鬼三角区之谜

· 探测海洋 ·

海底探索——海洋地质调查

海上的引路人——全球定位系统（GPS）

海底测绘者——多波束测深仪

水下眼睛——海底电视

大海的监视者——全球海洋观测系统（GOOS）

深海底的探索者

海底实验室

深海采矿车

海上航行

海洋科学调查船

大洋钻探揭奥秘

· 极地世界 ·

寒冷的北极

南极大陆的发现

南极的矿产和资源

南极磷虾

· 海洋开发时代 ·

21世纪——海洋开发时代

海洋——对外开放的门户

开发海洋振兴海业

我国海洋经济高速发展

海洋高新技术

· 院士与专家笔谈 ·

海洋调查与地球科学的发展 & 李廷栋

我国海域油气资源勘探开发前景 & 金庆焕

海洋矿产资源的开发与海洋高新技术

陈邦彦

大洋矿产资源开发前景 & 许东禹

固体瓦斯——未来的新能源 & 吴必豪

海洋区域地质调查的战略意义 & 莫杰

目 录

前言

· 地 球 ·

世界地球日

地球：人类的家园

人类只有一个地球

人类活动与环境污染

地球能养活多少人

· 海 洋 ·

海洋——生命的摇篮

海洋是人类共同的财富

蓝色的宝库

蓝色国土

大洋中的中国“国土”

· 国际海洋年 ·

1998：国际海洋年

1998国际海洋年由来

国际海洋年世界大行动

· 海洋法律与法规 ·

领海基线与领海

毗连区与专属经济区

大陆架、公海与国际海底

何谓“海洋国土”

海岛是海域划界的重要砝码

· 中国海域 ·

中国海域的生物资源

中国海域的矿产资源

中国海域的水动力能源

中国海域的空间与旅游资源

中国海域的岛屿资源

我国海洋“国土”能养活多少人？

· 海洋地质与矿产资源 ·

海洋地质科学

海洋的地质作用

海洋工程地质环境

海底有哪些沉积物

会移动的海底与地球板块

滨岸平原地下卤水

海洋固体矿产

海洋石油与天然气

大洋多金属结核

大洋铁锰结壳

海底多金属软泥

海底正在形成的热液硫化物矿

天然气水合物——人类未来的新能源

中国：海盐第一大国

· 海洋资源宝库 ·

海洋：一座尚未开发的“水中矿山”

海洋中的黄金

海洋滩涂资源

生机勃勃的海岸带

富饶的大陆架

海洋中的淡水

海洋药物与营养食品

海水淡化

海洋生物资源

海岛风力发电

利用海洋能发电

海水温盐差发电

海洋旅游与海底观光

· 海洋环境与灾害 ·

全球变暖之因

“厄尔尼诺”与气候异常

拉尼娜“小姐”脾气不小

海洋中的暖池

海陆变迁

海洋地震前兆种种

海底火山与地震活动

海底滑坡与崩塌

海洋地质灾害

海洋之水何处来

海平面上升

何谓海洋赤潮

黑潮与暖流

惊涛骇浪威力有多大

海啸与风暴潮

潮涨潮落有规律

· 神奇的海底世界 ·

深海底的生命绿洲

海底风暴

海底地貌奇观

平顶海山之谜

深海底微生物存活之谜

奇特的海底山脉——大洋中脊

魔鬼三角区之谜

· 探测海洋 ·

海底探索——海洋地质调查

海上的引路人——全球定位系统（GPS）

海底测绘者——多波束测深仪

水下眼睛——海底电视

大海的监视者——全球海洋观测系统（GOOS）

深海底的探索者

海底实验室

深海采矿车

海上航行

海洋科学调查船

大洋钻探揭奥秘

· 极地世界 ·

寒冷的北极

南极大陆的发现

南极的矿产和资源

南极磷虾

· 海洋开发时代 ·

21世纪——海洋开发时代

海洋——对外开放的门户

开发海洋振兴海业

我国海洋经济高速发展

海洋高新技术

· 院士与专家笔谈 ·

海洋调查与地球科学的发展 & 李廷栋

我国海域油气资源勘探开发前景 & 金庆焕

海洋矿产资源的开发与海洋高新技术

陈邦彦

大洋矿产资源开发前景 & 许东禹

固体瓦斯——未来的新能源 & 吴必豪

海洋区域地质调查的战略意义 & 莫杰