序

中国科技在古代曾经灿烂辉煌，为人类文明做出过重大贡献。但是自明末之后，中国科技开始渐渐落后于西方。新中国成立之初，中国科技特别是高新技术领域几乎一穷二白，在极其困难的情况下，中国科技工作者发扬自力更生、艰苦奋斗精神，奋起直追。1964 年 10 月 16 日 15 时中国第一颗原子弹爆炸成功，1967 年 6 月 17 日 8 时中国第一颗氢弹空爆试验成功，1970 年 4 月 24 日 21 时中国第一颗人造卫星发射成功……以“两弹一星”为标志，中国开始了自身现代历史上第一次自主科技创新的历程。1978 年全国科学大会召开，中国迎来了“科学的春天”，在航空航天、超级计算机、海洋科学、超级工程、医药科技等众多领域取得了举世瞩目的成就。进入 21 世纪以来，我国科技发展突飞猛进，取得了一批引领世界的科技成果。正如习近平总书记在党的十九大报告中指出：“创新驱动发展战略大力实施，创新型国家建设成果丰硕，天宫、蛟龙、天眼、悟空、墨子、大飞机等重大科技成果相继问世。”一系列“叫得响、数得着”的科技成果，惊艳世界。这些科技成果既增强了我国综合国力，又为改善人民生活水平做出了重大贡献。

河北出版传媒集团领导高度重视宣传我国发展伟大成就，亲自谋划选题，指导河北科学技术出版社组织有关专家、科普作家编写了这套《中国科技的梦想与荣光》科普图书。这套书主要介绍了包括太空探索、北斗导航、中国天眼、量子通信、中国大飞机、深海探测、巨型计算机、中国高铁等近些年对中国乃至世界产生重大影响的科技成



果。在这套书中，读者在了解当代最前沿科学技术知识的同时，还会从中看到我国科学技术工作者“坚持、坚忍、坚韧”的可贵品格和“勤奋学习，自主创新”的精神；在生动有趣的科学故事中，读者可以了解到其中蕴含的科学思想、科学精神和科学方法，潜移默化中提高自己的科学素养；读者也会从科技工作者的勤奋、创新、拼搏和献身精神中受到鼓舞，并以更大的决心去迎接未来的挑战，为实现中华民族的伟大复兴而努力奋斗。

2019 年是新中国成立 70 周年，把新中国取得的科技成就宣传好，让更多的人了解中国科技发展历程，了解中国科学家艰苦奋斗、勇于创新的精神，在全社会形成爱科学、学科学、用科学的浓厚氛围，是一件很有意义的事情，我愿意向广大读者推荐这套科普图书。

中国工程院院士 

2019/9.

前 言

上九天揽月，下五洋捉鳖！

上天，入海，是炎黄子孙、龙的传人的伟大豪情！巨龙腾飞，大国重器，彰显了中华民族的底蕴和睿智。

炎黄子孙，龙的传人。龙在何方？歌词里说：“家里盘着两条龙，是长江与黄河。”也有人说，长城就是中国龙的脊梁。二月二，龙抬头；正月十五舞龙闹元宵；端午节赛龙舟……这些都是与龙有关的民俗活动，在华夏大地上有着悠久的历史。龙，在中华文化中，具有独特的意义和存在价值。

当岁月的车轮行驶到了 21 世纪的时候，一条“蛟龙”降临在华夏的土地上，一部围绕着这条“蛟龙”的传奇，开始不断地演绎。“蛟龙”号，中国人自行设计、自主集成研制的深海载人潜水器，开创了中国深海探索的新时代，让中国登上了国际深海探索最前沿的历史舞台。

十年磨一剑，一朝试锋芒！“蛟龙”号的研制经历了整整十年，凝聚了众多科研人员和海试人员的智慧与心血。

2001 年 12 月 23 日，国家科技部高新司、“863 计划”重大专项组在北京组织召开评审会，专门讨论了由中船重工 702 所牵头起草的《7000 米载人潜水器总体设计方案论证报告》，经过与会专家仔细而严谨的论证，最后一致通过了这个报告。这个报告的通过，相当于给“蛟龙”号签发了准生证。2002 年，科技部正式将研制深海载人潜水器项目确立为“863 计划”（即国家高技术研究发展计划）重大专项课题，正式启动了“蛟龙”号的自行设计、自主集成研制工作。战斗的号角



从这一刻吹响，无数可歌可泣的故事不断涌现。

深海载人潜水器，对技术的要求特别高，核心的技术掌握在别人手中，人家连跟你谈都不愿意谈。所以，“蛟龙”号的研制人员，必须依靠自己的智慧，走出一条自己的道路。从理论到实践，从细节到整体，从模型到实物，“蛟龙”号的研制人员，借鉴无人潜水器的经验，群策群力，不断地尝试，不断地探索，不断地突破。2007 年 8 月底，经过 5 年的技术攻关，“蛟龙”号终于完成了陆上总装调试，显现出了完整的形态，准备开始接受水池试验的考验。

龙归大海，大海才是龙真正能够施展本领的地方。浅水难养真龙，水池试验只是“蛟龙”号需要经历的重重考验中的初级阶段。“海试”阶段，才是真正考验“蛟龙”号的时候。

2009 年至 2012 年，“蛟龙”号接连接受了 1000 米级、3000 米级、5000 米级和 7000 米级海试考验，都取得了圆满的成功。2012 年 6 月，“蛟龙”号在马里亚纳海沟创造了下潜 7062 米的中国载人深潜纪录，也创造了世界同类作业型潜水器最大下潜深度纪录。

2013 年，“蛟龙”号开始了应用性试验阶段，开始接受更加复杂环境的考验。从中国南海到太平洋，无论是近海，还是远洋，每一次下潜都取得了丰硕的试验成果。2014 年 12 月 18 日，“蛟龙”号首次赴印度洋下潜。从 2013 年到 2017 年，“蛟龙”号每一年都会有一个航次数个航段的应用性试验过程，“蛟龙”号的足迹，已经遍及了世界上绝大部分深海区域。在一次次的试验中，“蛟龙”号越来越成熟，越来越完善！

2018 年，“蛟龙”号开始接受全面的检修升级，科研人员在总结过去多年海试和应用性试验的经验基础上，对“蛟龙”号进行全方位的检查和系统的协调升级。预计经过两年时间，使“蛟龙”号完成一次蜕变，实现一次质的飞跃，为 2020 年开始的环球航次做好充分的

准备。

梁启超在《少年中国说》中有语：“潜龙腾渊，鳞爪飞扬；乳虎啸谷，百兽震惶。”“蛟龙”号不断彰显的威力，正是中华龙风采的体现，更是中华龙精神的传承。“蛟龙”号的脚步，才刚刚迈出，“蛟龙”号的精彩，将更加辉煌。

本书收集了“蛟龙”号从诞生到海试，再到应用性试验过程中的点点滴滴，有人物传奇，有故事演绎，有历程记录，目的是帮助大家更加清晰地了解“蛟龙”号成长的历程，学习“蛟龙”号的精神，为中华民族的伟大复兴输出正能量！

他山之石，可以攻玉。知己知彼，方能百战百胜。深海载人潜水器研究，是一个国际热点的话题，我们跻身世界的前列，但我们绝不骄傲。国际上，那些著名载人潜水器的风采，在本书中也有呈现。放眼看世界，这是胸怀！与群雄争高低，那是胆魄！

编　者

2019 年 3 月

目 录

一、神奇的海底世界…… 1
生命之源的水 …… 1
海底龙宫哪里有 …… 3
海底遗址奥秘多 …… 5
多彩的海底生物 …… 7
丰富的深海矿产 …… 11
蓝色圈地运动 …… 16

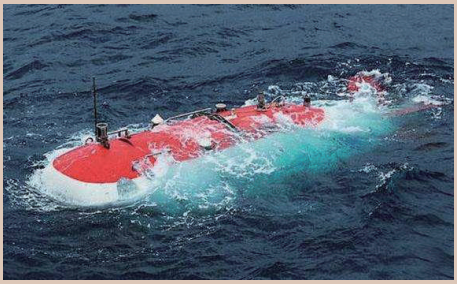
二、海底世界探索的传统手段… 18
古老的潜水者 …… 18
用生命探索大海的采珠人 19
潜水钟的鼻祖——泳气钟 22
神奇的水下套装——
潜水服 …… 24
现代探海的牛人们——
“蛙人” …… 27

三、潜水艇和水下机器人…… 30
《海底两万里》里的科学
幻想 …… 30
海底幽灵——潜水艇的
发明 …… 32
我国潜水艇的发展 …… 33
神奇的水下机器人 …… 38
“海龙”和“潜龙” …… 43
各显神通——我国载人潜水器
发展现状 …… 50

四、话说“蛟龙”号…… 54
初识“蛟龙” …… 54
“蛟龙”之名从何来 …… 56
母船“向阳红 09” …… 58
新一代母船“深海一号” … 60
先进而领先的“蛟龙”号
操控系统 …… 62
动力之源——“蛟龙”号
电源系统 …… 65
嘴巴和耳朵——“蛟龙”号
水声通信系统 …… 66

五、牛刀初试 1000 米 …… 71
微不足道而又意义重大的
38 米 …… 71
嘴巴和耳朵的难题 …… 74
1000 米深海潜行试验 …… 77

六、大步迈向 3000 米 …… 80
百密一疏惊险多［3000 米
级（上）］ …… 80





“蛙人”勇猛立奇功［3000米级（中）］ …… 83
调皮的接地检测值［3000米级（下）］ …… 87

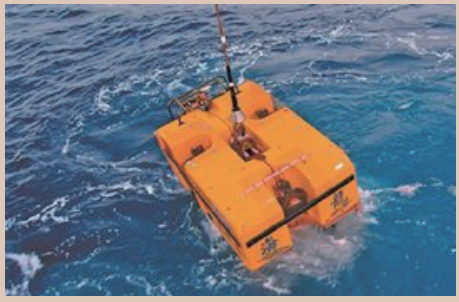
七、5000 米级，挑战性的跨越 93
狂风巨浪浑不怕，皇天不负有心人 …… 93
科学需要等待，不为虚名徒冒险 …… 96
“失踪”的“蛟龙” …… 100
好事多磨，完美收官 …… 102

八、7000 米级，开创历史新纪元106
7000 米级开门红 …… 106
来自深海世界的客人 …… 110
“蛟龙”“天宫”互问候，海天传音成佳话 …… 113
黑色的 40 分钟与新的世界纪录 …… 117

九、冲向更加广阔的天地——试验应用阶段…… 123
“三大突破”再创辉煌 … 123
“三大发现”收获多 …… 125
遨游采薇海山区 …… 127
以“多”为特色的航段 … 129
初探海底热液区 …… 132
海沟“漏斗效应” …… 135
马里亚纳海沟之行 …… 140
大修之前的最后一次征战 141

十、蛟龙英雄谱…… 145
老当益壮的总设计师——徐芑南 …… 145
三军总指挥——刘峰 …… 151
只爱科学不爱钱的第一副总设计师——崔维成 …… 158
舍我其谁的第一位试航员——叶聪 …… 161
初生牛犊不畏虎的第一代潜航员——付文韬、唐嘉陵… 164
英雄何其多 …… 169

十一、世界上著名的载人深潜器 181
皮卡德父子的发明 …… 181
“鹦鹉螺”号 …… 187
“和平”号系列 …… 189
“深海 6500”号 …… 191
“阿尔文”号 …… 193
“深海挑战者”号 …… 195





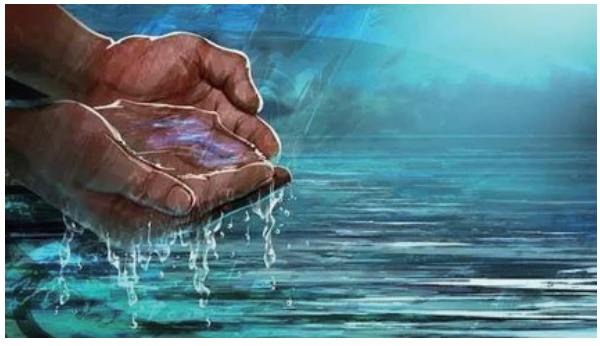
一、神奇的海底世界

按照生物学的观点，生命可能起源于海洋。的确，海洋占据了地球最大的地盘，也提供给了生活在地球上的生物非常丰富的各种资源。但是，不可否认的是，人们对海洋的认识还十分肤浅，当然，也正因为如此，人们探索海洋的脚步从来就没有停止过，对海洋重要性的认识更是与日俱增。

生命之源的水

对于地球表面的特征，我国古人有一种最朴素的认识——“三山六水一分田”。古人基于生活的这种直觉性的概括，从现代科学测量的角度来看，其实是非常符合实际的。

如果从水占星球的比重多少的角度而言，地球才是一颗货真价实的“水星”。地球上的水，主要集中在浩瀚的海洋之中，海洋是孕育地球生命的摇篮。在远古时期，4000 年以前，古人给我们留下了“海”字，即“人母”，意为“人的母亲，生命的源泉”。就人的身体而言，水在身体中所占的比重非常惊人。当胎儿在母体的羊水中孕育时，水分约占胎儿体重的 90%；新



生命之源的水



遍布地球的海水

生儿时期约占 80%；幼儿时期约占 70%；成年后，男性约占 60%，女性约占 55%；50 岁时，体内的水分会减少到约 50%，所以，人体老化的过程也是身体水分减少的过程。

人体中水分所占的比重最大，这是毋庸置疑的。不过，人体中不同器官的含水量是各不相同的。水分约占大脑的 75%、心脏的 75%、肺的 86%、肝脏的 86%、肾脏的 83%、肌肉的 75%、血液的 94%（根据某些研究发现，人体血液的成分与海水非常的相似）、软骨的 80%、结缔组织的 50%。甚至脂肪细胞和脂肪分子中，也有大约 10% 是水分。

水是组成生命物质最基本的成分。研究表明，除风干的植物种子含水量较低（10% ~ 15%）外，大多数生物体的含水量在 50% ~ 98%。当然，不同的生物体又略有差异，例如，哺乳类动物体内的水分约占 65%，鱼类占 75% ~ 85%，水母则高达 95% ~ 98%。植物界也是如此，据研究，水中的藻类水分占 95%以上，蔬菜中的大白菜水分也占到 95%。

美国生理学家阿道夫研究表明，如在安静背阴环境中，气温为 16 ~ 23℃时，人可以坚持 10 天不喝水；气温为 26℃时，期限降为 9 天；

气温为 29℃时，降为 7 天；气温为 30℃时，降为 5 天；气温为 36℃时，仅为 3 天；气温为 39℃时，人不喝水最多只能活 2 天。

所以，水对于人而言，就是生命！



日常饮用之水

海底龙宫哪里有

人们对海洋有着强烈的好奇心，沧海桑田的变迁，能够给人们提供一些认识海洋特别是海底世界秘密的机会，但是，这样的机会非常少，正是这难得的机会，更加勾起了人们探索海底世界奥秘的兴趣。大海里，生活着各种各样的生物，对于这一点，人们没有丝毫的怀疑。但是，人们总会禁不住去思考另外一个问题：浩瀚大海的底部，到底是什么样子的？然而，在技术无法实现真正的亲临观察的时候，人们只能把这种好奇寄托在神话传说中。

无论是东方还是西方，关于大海都有着许多神话传说。东方的神话中，海底有龙宫，里面住着龙王，龙王手下有龟丞相、虾兵蟹将。在西方的神话里，有充满了野心的海神波塞冬，有美丽的人鱼公主。只是，神话毕竟是神话，传说依旧只是传说，大海深处，海底世界，到底有些

什么？那还需要人们凭借智慧发明出越来越先进的探测工具，深入到大海深处去一探究竟！

龙宫，即传说中龙王的宫殿，位于海底。龙王，是传说中天帝分封的天下海洋的掌管者，在我国的神话传说中，海洋掌管者中领头的龙王应该是四个，分别是东海龙王、南海龙王、西海龙王和北海龙王。其中，东海龙王是诸龙王中的老大，叫敖广，《西游记》里孙悟空的金箍棒就是从东海龙宫索要的，《封神演义》里面被哪吒杀死的三太子也是出身于东海龙宫。龙王的居所是龙宫，也被称为水晶宫，因为据说龙王居住的宫殿都是由水晶建造而成的。

但是，水晶宫也罢，海底龙宫也好，统统只不过是传说中的存在，或者是文学作品里的描述。真实的海底世界中，真的有海底龙宫吗？答案就是肯定没有！因为就目前的研究来讲，这个世界上根本就没有龙这种生物。即便是地球的历史上曾经出现过叫作恐龙的生物，但是，恐龙毕竟不是龙，龙只是中国等地区古代神话中的神异动物而已！既然没有龙这种动物，就更谈不上有龙宫。那么，海底世界里面有没有宫殿模样



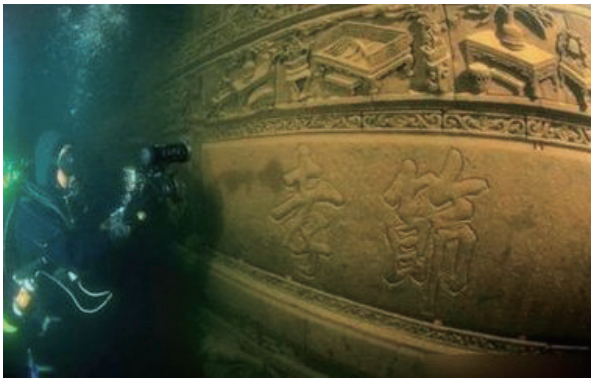
海底遗迹

的建筑物存在呢?

事实上，在海底世界里，还真的有不少的宫殿模样的建筑物存在。但是，这些宫殿建筑只不过是曾经的陆地上的建筑，在发生了极为特殊的地理变化后，沉没到海底去的。且不说那遥远的古代和浩瀚的海洋，就是我国现在非常著名的一个景点——千岛湖的湖底，就藏着不少的建筑。因为千岛湖是当时为了新建新安江水电站拦蓄新安江下游而形成的一个人工湖，1955 年开始修建，到 1960 年建成，当时就淹没了 49 个乡镇，1377 个自然村，其中就有不少古镇，这些古镇被淹没到水底之后，便成了一座座神奇的“水下宫殿”。

海底遗址奥秘多

潜水，是人类探索大海深处秘密的一种常用手段。在人们潜水的过程中，发现了不少藏在海底的遗迹。1968 年的一天，阳光明媚，海水十分清澈，可见度非常不错。趁着这么好的条件，美国科学家和几名潜水员在大西洋的比米尼岛附近海域进行水下考察。突然，一名潜水员在海底发现了一条笔直的十分宽阔的道路，路面是用各种大小不一的长方形和多边形的石块铺设而成的。很显然，这名潜水员所看到的，正是藏在海底的一处历史遗迹。

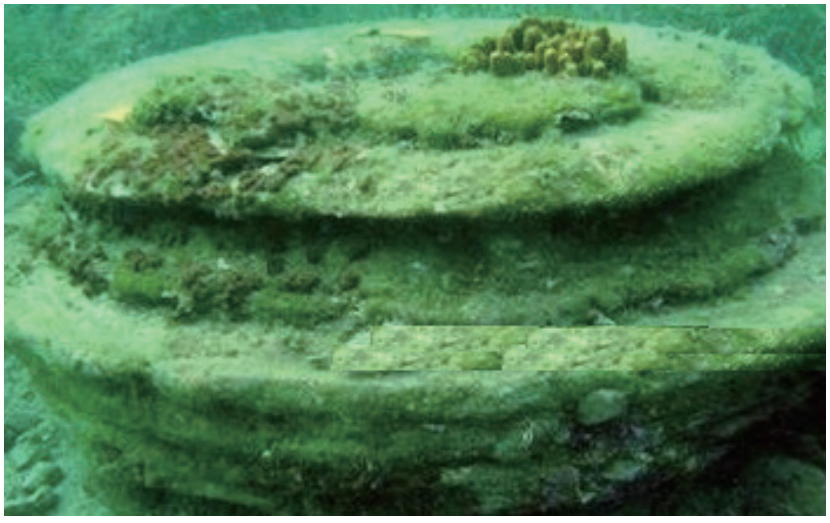


沉没在水下的古城遗址

1974 年，苏联的科学家在北大西洋海底，也拍摄到了一批建筑物的遗址照片。照片里的建筑物，已经破败，只剩下了断瓦残垣。但是，从这

些痕迹里可以清晰地看出，那里曾经是一处非常繁华的人类栖息地。

1979 年，法国和美国的科学家一起，在大西洋百慕大群岛附近的海底，发现了一座水下金字塔。这座水下金字塔的规模甚至比埃及的那些金字塔的规模还要大很多。



水下遗迹

大概半个世纪之前，在琉球群岛的与那国岛南端，潜水员在海底也发现了人造建筑物的遗迹。这些遗迹之中有被珊瑚覆盖着的方形建筑物、巨大的带有棱角的平台、街道、楼梯、拱形门状的建筑等。后来，一名当地的潜水员将这座海底遗迹称为“海底遗址潜水观光区”。

事实上，在海底发现的建筑遗址远远不止这些。但是，无论哪一处，我们都可以肯定不是什么海底龙宫。这些遗址的出现，其实完全是地壳自身运动的结果。正所谓沧海桑田，地球的表面形态也是在随着时间的推移不断地变化着，而使其发生变化的原因有很多，比如地壳运动、火山爆发、冰河期、巨大洪水等。在大自然的威力面前，有时候人类的力量显得十分弱小。古代的那些人类文明痕迹，就是通过这样的方式被保存了下来。

另外，随着航海事业的发展，越来越多的船只开始在大海上航行起来。但不是每一条船都是幸运的。在漫长的历史长河中，大海不知道吞噬了多少船只。其中，有一些船只就成为海底的遗址。

多彩的海底生物

海洋十分广阔，无论是面积，还是深度，都是非常惊人的！“三山六水一分田”，说的是海洋面积的广阔。那么，海洋的深度呢？就目前的测量而言，海洋的平均深度约为 3800 米，而最深的地方则达到了 11 034 米，比世界上的最高点珠穆朗玛峰还要高很多，这个地方就是著名的太平洋马里亚纳海沟。马里亚纳海沟，全长 2550 千米，大部分地方都达到了 8000 米以上的深度。1899 年，人类在关岛东南首先测到了内罗渊的深度为 9660 米，30 年之后，1929 年人们又在这个位置附近发现了 9814 米的深度。1957 年，苏联科学院海洋研究所的一艘海洋考察船在马里亚纳海沟的西南部发现了一处特别深的海渊。1960 年，美国海军的深潜器第一次下达到了 10 916 米的深度，创造了下潜深度的世界纪录。相信随着人类深海下潜技术的进步，总有一天会真正地抵达海洋的最深处。

那么，在如此深广的海洋里，是不是只有海水呢？显然不是！我们都知道，在海洋里生活着无数的生物，有动物，有植物，还有微生物和病毒等。海洋里的动物，又分为无脊椎动物和有脊椎动物。无脊椎动物主要包括各种海螺类生物和贝壳类生物。有脊椎动物的种类更加丰富，包括各种鱼类和大型海洋动物，如鲸、鲨鱼、海豚等。

中国东部、南部濒临渤海、黄海、东海和南海四大海区，大陆海岸线长 1.8 万多千米，适合捕捞水深 200 米以内的大陆架渔场面积约 150 万平方千米，大于全国耕地面积。浅海滩涂可供养殖面积约 1.34 万公顷。鱼类资源相当丰富，海水鱼类约 1500 多种，其中主要经济鱼类近百种。



水下的鱼

事实上，到目前为止，人类也无法准确地说出海洋之中到底生活着多少种不同的生物，到目前为止有文字记载的达到了50万种以上。随着人类深潜技术的进步，探索的深度不断增加，发现新的海洋生物种类将是必然的结果。

提到海底世界的生物，人们会不由自主地想到一种东西——珊瑚！珊瑚其实并不是生物，但是形成珊瑚的珊瑚虫却是地道的海洋生物，而且是非常典型的海底世界的生物。珊瑚虫是一种海生的圆筒状腔肠动物，以捕食海洋里细小的浮游生物为食，在生长过程中吸收海水中的二氧化碳和钙，然后分泌出石灰石。这些石灰石，再加上死去的珊瑚虫的骨骼，最后凝结在一起，就形成了所谓的珊瑚。珊瑚虫的种类有很多，大部分分布在浅海底部，水深大概在40米以内，个别种类的分布深处能够达到60米。但是，有一种珊瑚虫却是可以生活在



美丽的珊瑚



凶猛的鲨鱼

深海区域的，被称为深水石珊瑚，人们曾经在阿留申海沟 6296 ~ 6328 米的深处发现过它们的踪迹。

人们对于深海生物的研究，是从 19 世纪初才开始的。曾经，在很长的一段时间里，因为研究条件的限制，人们误以为 550 米以下就是生命的禁区了。后来，随着深海探测技术的不断进步，借助于深海探测设备，人们发现其实在深海之中生活着无数的生物。

深海生物，按照它们的生活方式，可以分为浮游、游泳和底栖三大类。

浮游生物，主要包括细菌、原生动物、腔肠动物、甲壳动物、毛颚动物等，种类和生物数量都不是很多。这些生物的数量，一般会随着水的深度的增加而明显地减少。另外，同一种浮游动物，往往是个体比较小的时候生活在浅水处，个体较大的时候则生活在深水处。

游泳生物，主要是鱼类，还有乌贼、章鱼和虾等。在 1000 多种海洋鱼类中，生活在深水区的约有 150 种。其中比较典型的就是深海安康鱼，其鱼头的背侧有一柄状突起，突起顶端可以发光，像一个小灯泡，能够起到诱饵和照明的作用。安康鱼是雌雄异体，但雌雄鱼的个头差别极大，雌鱼的体重可以达到 6 ~ 8 千克，而雄鱼却只有几克而已。平时，



珊瑚丛中的鱼

雄鱼是将头部钻进雌鱼的表皮中获得营养的。安康鱼还是一种很独立的鱼，不会成群结队，每个个体之间都会保持着大约 30 米的距离，有着很强的领地意识。深海鱼类的嘴巴一般都比较大，能够吞下比自己身体还要大的食物。

深海游泳生物中，鱼的种类相对较多，个体也较大，其中一种叫作睡鲨的其身体可以达到 7 米长。相对而言，深海游泳生物中的多足类生物种类比较少，主要就是乌贼和章鱼，有的章鱼非常适合深海生活，因为它们没有眼睛！

深海底栖生物的数量，跟水深有着直接关系，在水深 2000 ~ 3000 米的区域里，生物种类相对较多。另外，随着水深的增加，生物种类的组成也有着明显的变化，浅水种类逐渐被深水种类取代。一般来说，200 米、3000 米和 6000 米是深海底栖生物种类分布的三个转折点。当然，在万米以上的深渊里，仍然有底栖生物的存在，目前已经发现的有孔虫、海葵、多毛类、等足类、端足类、海参类等。



珊瑚丛中漂亮的小鱼

深海生物都有适应高压的机制，如果将深海生物带到水的浅层，它

们往往会立刻死亡。深海生物的食物一般来自从上层沉降下去的生物死亡后的尸体、碎屑，微生物合成产生的有机物和其他深海生物等。由于食物少、温度低，深海生物的生长速度都很慢。深海生物的视觉都不是很发达，因为深海处的光线都不是很好，但是，这些生物的嗅觉却很灵敏。另外，还有不少的深海生物能够发光，发光可以起到很多作用，比如诱饵、惊吓敌人、辨识同类等。

丰富的深海矿产

深海之中，不仅拥有丰富的各种生物资源，还蕴藏着丰富的矿产资源，它们正是人类未来发展所需能源的重要来源之一。所谓深海，一般而言指的是大陆架或大陆架边缘以外的海域。事实上，地球上的海洋面积中，绝大部分都属于深海范围，占比百分之九十以上。



可燃冰

不过，由于大部分的矿产资源都藏在海底深处，想要将它们开发出来是很有难度的，所以目前人类对于深海矿产还处于探索发现阶段，想要实现大规模的开采使用还有一段很长的路要走，有很多技术难题等待克服。随着社会的发展，人类所消耗的资源越来越多，从深海获取生存资源将势在必行，所以，向深海拓展成为对整个人类的生存具有深远意义的战略行动。

目前探测发现，深海矿产资源主要包括：多金属结核矿、富钴结壳矿、海底多金属硫化物矿床和深海磷钙土矿等。下面，我们就分别介绍

一下这些矿产资源。

1. 多金属结核矿

多金属结核矿，顾名思义，是一种由多种金属结合在一起形成的矿产，其中以铁、锰、铜、钴、镍和钼等金属的含量最多，是这些金属经历了长时间之后在深海海底形成的自生沉积物，呈现结核状，棕黑色，像马铃薯或者姜块一样的坚硬物质，主要分布在4000 ~ 6000 米深的平坦的深海海底。



多金属结核矿

多金属结核矿的个体一般都不是很大，大部分都在 3 厘米到 6 厘米之间，最小的个体直径只有几毫米，只有个别极其罕见的直径达到 1 米以上。经过深入研究发现，这种结核矿中，铜、钴、镍、锰、铁等金属的含量最高，总储备量能够达到陆地相应金属储量的几十倍到几千倍。



锰、铁等固体矿产

除了这些常见的工业必需金属之外，结核矿里被发现的元素最多达到了 70 多种，有些放射性元素的含量也很高，如铍、铈、锗、铌、铀、镭和钍的浓度，要比海水中的浓度高出几千、几万乃至百万倍。因此，多金属结核矿具有很高的经济价值，是一种非常重要的深海矿产资源。

地球上，深海多金属结核矿资源特别丰富，远景储量约 3 万亿吨，仅太平洋的蕴藏量就达到 1. 5 万亿吨。太平洋的多金属结核矿主要富集在东太平洋克拉利昂和克利帕顿两个断裂带间，又称 c-c 区。据科学家估计，太平洋的多金属结核矿中，含锰约 2000 亿吨、铜约 50 亿吨、钴约 30 亿吨、镍约 90 亿吨，是有前景的潜在海底资源。多金属结核矿不仅储量巨大，还可以快速再生，每年以 1000 万 ~ 1500 万吨的速度不断地增加。所以，这些矿产必将成为人类未来金属资源的重要来源之一。另外，深海多金属结核矿，在地球上的分布也十分广泛，太平洋、大西洋、印度洋的很多海区中都有分布，其中以太平洋中的分布范围最为广泛，储量也最大。

多金属结核矿如此丰富，但并不是谁想去开采就可以随便开采的。因为那些矿区基本都在国际海域的海底，所以相应的开发活动必须经过联合国国际海底管理局的同意和批准方可生效与合法。现在，世界上只有七个国家或集团获得了联合国的批准，分别是印度、俄罗斯、法国、日本、中国、国际海洋金属联合组织和韩国。1991 年 3 月，中国成为联合国批准的第五个国际海底区域先驱投资者国家，由中国大洋协会负责具体的勘查工作。经过多年的努力之后，到 1999 年，我国正式获得了东太平洋区域 7.5 万平方千米的多金属结核矿区的专属勘探权和优先开发权。7.5 万平方千米是什么概念？相当于 5 个北京的面积。经过计算，在这片矿区中，我国可以最终获得约 4.2 亿吨的多金属结核矿资源，其中含锰约 1.11 亿吨、铜约 406 万吨、钴约 98 万吨和镍约 514 万吨。

2. 富钴结壳矿

富钴结壳矿也是一种自生沉积物，主要由铁、锰、氧化物组成，其中还含有铜、铅、锌、镍、钴、铂及稀土元素，一般出现在海底岩石或岩屑表面，呈结壳状，金属壳的厚度大约在 1 厘米到 6 厘米，平均厚 2 厘米，最大的厚度可以达到 20 厘米。富钴结壳矿主要分布在水深 800 ~ 3000

米之间的海山、海台和海岭的顶部或上部斜坡上。

深海矿产中，富钴结壳矿的储量很大，具有非常高的潜在经济价值。



富钴结壳矿

因为这种矿产的矿区主要分布在各个国家的专属经济区范围内，所以沿海国家都拥有开采权。正因为如此，富钴结壳矿不仅是深海矿产中在法律上争议最少的矿种，也是目前世界上各国大洋勘探开发的重点对象。20世纪以来，德、美、日、俄等国纷纷投入大量资源开展富钴结壳矿的勘查研究。据估计，在太平洋地区的专属经济区内，富钴结壳矿的潜在资源总量至少有 10 亿吨。

我国在南海地区也发现了富钴结壳矿，并且经过进一步研究，发现我国南海地区的富钴结壳矿中钴的含量比其他矿区的高出 3 倍左右，而且铂和稀土的含量也很高。铂和稀土，都有非常重要的工业价值。近年来，我国大洋协会又开始在太平洋深水海域进行面积约 10 万平方千米的富钴结壳矿靶区的调查研究，希望能够从中找到有商业开发潜力的区域，为炎黄子孙在该领域之中争得一席之地。

3. 海底多金属硫化物矿床

海底多金属硫化物矿床是指海底热液作用下形成的富含铜、锰、锌等金属的火山沉积矿床。

海底多金属硫化物矿床按照不同的标准，具有不同的分类。如果按照产出的形状来分，可以分为两类：呈现土状产出的松散含金属沉积物和固结的坚硬块状硫化物。如果按照化学成分来分，则可以分成四类：第一类富含镉、铜和银，产于东太平洋加拉帕戈斯海岭；第二类富含银



热液矿

和锌，产于胡安·德富卡海岭和瓜亚马斯海盆；第三类富含铜和锌；第四类富含锌和金，与第三类同时产出。

与前面两种深海矿产相比，海底多金属硫化物矿床具有水深较浅、矿体富集度大、矿化过程快、易于开采和冶炼等特点。

世界上，目前已经发现的热液多金属硫化物产出地点有 70 多处，其中有 7 处位于东海冲绳海槽地区。我国发现的多金属硫化物产出地点是在东海冲绳海槽轴部。目前我国主要是对海底热液多金属硫化物矿进行实验性的勘查。

4. 磷钙土矿

磷钙土是由磷灰石组成的海底自生沉积物，按产地可分为大陆边缘磷钙土和大洋磷钙土。它们呈层状、板状、贝壳状、团块状、结核状和碎砾状产出。大陆边缘磷钙土主要分布在水深十几米到数百米的大陆架外侧或大陆坡上的浅海区，主要产地有非洲西南沿岸、秘鲁和智利西岸。大洋磷钙土主要产于太平洋海山区，往往和富钴结壳伴生。磷钙土是磷



的重要来源之一。另外，磷钙土常伴有高含量的铀和稀土金属铈、镧等。

蓝色圈地运动

地球上广阔的区域被海洋所覆盖。海洋蕴藏着无穷的资源——海底遗址、生物资源、矿产资源等等。只是，人们对海洋的探索，还很有限。但是，人们对海洋的重要性，已经认识得非常深刻。尤其是在世界人口快速增长、陆地资源逐渐匮乏的时候，人们把目光越来越多地集中到了海洋之中。

2007 年 8 月 2 日，俄罗斯的两艘深海载人潜水器“和平 1 号”和“和平 2 号”（后文中将有关于这两艘载人潜水器的具体介绍）从北冰洋洋面上平稳而快速地潜入海水深层。一段时间之后，其中的“和平 1 号”抵达了 4261 米深度的海底。随后，潜水器里面的潜航员操控机械手将一面高 1 米能够在海水中保存 100 年左右的钛合金俄罗斯国旗深深地插在了北冰洋的海底。

俄罗斯的举动很快就在世界上引起了轩然大波，一些国家对此举表示不满，因为俄罗斯此举具有明显的抢夺北极地区冰川下面资源的意图。

俄罗斯曾经在 2001 年的时候，向联合国机构提出申请，把本国专属经济区扩展到罗蒙诺索夫海岭水域。如果这个申请得到批准，俄罗斯就可以获得 100 亿吨标准燃料的油气储量。当然，这样的申请并没有被通过，因为证据不足。所以，这一次他们需要通过这种特殊的“科考”活动去准备证据，为再一次的申请做准备。

一石激起千层浪！俄罗斯的举动，很快就引来了周边国家的效仿。2007 年 8 月 8 日，加拿大宣布扩大北部国家公园保护区、世界文化遗产保护区，以及制订一系列的北极地区发展新计划，高调地宣布北极地区的加拿大主权。随后，美国也加入进来，甚至提出在北极地区建立导弹防御和预警系统。2009 年，丹麦宣布组建北极联合指挥部，在格陵

兰岛组建北极快速反应部队。挪威紧随其后，将军事指挥部大本营迁移到了北极圈，等等。这些国家争前恐后地涌向北极圈，其根本目的就是抢夺北冰洋深海之下蕴藏的大量资源。仅一处北冰洋尚且如此，更加广阔浩瀚的其他深海大洋领域呢？自然诱惑更大。

目前，国际公海占全球海洋面积的将近三分之二，这些海洋区域都在远离大陆的深海大洋里。随着深海潜水技术的不断完善，有能力的国家越来越深入地去考察深海海底。抢占丰富的海洋资源与探索生命起源的热情，使世界上掀起了新一轮开发海洋深层底部的热潮，于是，人们形象地将这股热潮称之为“蓝色圈地运动”。

深海，作为人类未来生存发展的新空间、人类未来生存发展所需资源的重要来源，蕴藏着巨大的能源矿产和几乎取之不尽的各种其他资源，必将成为世界各国争夺的对象。但是，探索深海领域，需要有足够的新型先进海洋技术装备，没有足够先进的海洋技术装备的支撑和保障，只能望洋兴叹。正如前文提到的那样，当你拥有了技术，你就拥有了优先勘探和开采的权利，你就拥有了领先别人一步的机会。中国之所以能够成为联合国批准的第五个深海采矿先驱投资者，不正是因为我国在深海高新技术装备方面有了足够的资本吗？

在关系到国家发展和民族未来的重大利益面前，炎黄子孙必须是积极的参与者。现代人探索深海奥秘的科学队伍里，一定要有我们的一席之地，甚至在某些领域还要做到领先！



二、海底世界探索的传统手段

海底世界，奇妙无比，蕴藏着无数的资源。但是，要想让这些海底资源真正地服务于人类，似乎并不是一件简单的事情。人类探索海底世界奥秘的历史，已经很悠久，人类探索海底世界的手段也在不断地发展着，进步着。

古老的潜水者

人类最早探索海底世界的手段、最原始的手段，就是人类自己的身体。在很长一段时间里，人们利用潜水的手段，潜入水底，有所收获。

关于潜水者，我国历史上最早的记载应该是出现在《列子·说符》中，书中记载着这样的一段对话：“白公问曰：‘若以石投水，何如？’孔子曰：‘吴之善没者能取之。’”这里的“善没者”，应该指的就是潜水者。

《史记·秦始皇本纪》中记载，当时秦始皇想把周鼎从泗水中取出来，便安排了上千人潜入水中寻找。很显然，要想到水底寻找东西，仅仅会游泳是办不到的，必须会潜水。

上面这些记载中，提到的潜水者，应该还是在河流中潜水的人。除此之外，能够在大海中潜水的潜水者也是存在的。所谓靠山吃山靠水吃水，靠着大海的人，自然就需要从大海里获得生存的资源。大海里的资源非常丰富，有海参、珍珠之类的珍贵之物，也有鱼虾蟹贝之类的果腹之物。不过，在潜水设备不发达的时代，要想获得这些东西，就必须依