



海洋大视野科普文丛

HAIYANGDASHIYIEKEPUWENCONG

在这蔚蓝的海洋中蕴藏着威力无比的能量，
跟随本书一起去探索这惊涛骇浪中的能源宝库吧！

惊涛动力

威力无比的海洋能

JINGTAODONGLI

汪 洋◎著

河北科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

惊涛动力 : 威力无比的海洋能 / 汪洋编著 . -- 石家庄 : 河北科学技术出版社 , 2013.7
(海洋大视野科普文丛)
ISBN 978-7-5375-6222-5

I . ①惊… II . ①汪… III . ①海洋动力资源—青年读物②海洋动力资源—少年读物 IV . ① P743-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 161357 号

惊涛动力 : 威力无比的海洋能

汪 洋 编著

出版发行 河北科学技术出版社

地 址 河北省石家庄市友谊北大街 330 号 (邮编 : 050061)

印 刷 三河市燕春印务有限公司

开 本 700 × 1000 1/16

印 张 13

字 数 230 千字

版 次 2013 年 9 月第 1 版

2013 年 9 月第 1 次印刷

定 价 25.80 元

前 言

蔚蓝色的海洋，烟波浩渺，奔腾不息，掩藏着多少新奇和奥秘。自古以来，人们迷恋于她那碧波粼粼、鸥鸟盘旋的清丽；钟情于她那风柔水凉、海阔天高的豪爽；陶醉于她那棹声帆影、渔歌互答的神韵；感慨于她那惊涛裂岸、大浪淘沙的气势。面对着这浩瀚莫测、变幻万千的大海，作家妙笔生花，写出千古绝唱；诗人神游八极，为海洋插上幻想的翅膀。万顷波涛尽入画，千里帆影逐畅想。

从人类与海洋相约在地球的那一刻起，就拉开了一个美丽故事的序幕。在与海洋的相识、相处、相知的漫长岁月里，古今中外的人们，认识海洋、热爱海洋、开发海洋，他们在逝去的光阴中沉淀下来具有浓郁海洋特色的生存习惯、生活方式；他们珍惜当下，心怀感恩之情迎接新生活的到来；他们苦中作乐，用丰富别致的娱乐活动将艰苦的日子过得有滋有味……这一切的一切，俨然人类文明中的串串珠玑，散发着别样的光芒。

可以说，人类起源于海洋，海洋是人类的摇篮。自从人类诞生之后，就与海洋结下不解之缘。原始人很早就徘徊于陆水之间，寻找支持生命的食物，后来，又在岸边建立起部落，靠原始的独木舟出海捕鱼，在这样的生产过程中，他们逐渐习惯于海洋生活，并驾着风帆驶向远方，去寻找新的陆地，建立新的家园。技术进步使人们又产生了到深海里去探索的想法，这个想法激励了一代又一代人。

如此浩瀚的海洋，对经济和社会发展具有重要作用。海洋是生命的摇篮，是地球上最早生物的诞生源地；海洋是风雨的故乡，对全球气候起着巨大的调控作用；海洋是交通的要道，为人类物质和精神文明交流做出了重大的贡献；海洋是资源的宝库，蕴藏着极为丰富的生物资源、矿产资源、

化学资源、水资源和能源；海洋是国防前哨，海洋环境对海上军事活动有很大影响；海洋还是认识宇宙、发展自然科学理论的理想试验场。

对于国家，对于人类，海洋之重要，自不待言。一方面，新技术革命已为人类大规模开发利用海洋提供了现实可能；另一方面，被人口、资源、环境危机苦苦困扰着的人类，也只能将目光转向这片富有而神奇的蓝色沃野。如何有节有制地向海洋索取，在满足我们自身需要的同时又能力保海洋的正常生态环境，这就给和谐人海之路提出了严峻挑战。

我们编写此书的目的，旨在使读者了解海洋、认识海洋、热爱海洋。我们愿用一句话与大家共勉：迎接海洋世纪，共铸蓝色辉煌！

本书用生动流畅的语言，丰富精美的插图，并配以准确、科学的图解文字，生动形象地向读者展示了知识世界中神秘、有趣，耐人寻味的各种现象，让学生们在充满趣味的阅读中，轻松愉快地开阔视野、增长知识。本书力求做到集知识性、趣味性、科学性于一身。但是，由于海洋知识领域十分广泛，而本书篇幅有限，又要适应青少年读者的阅读习惯，所以在框架设计，内容取舍等方面难度较大，疏漏差错之处在所难免，希望专家、学者及广大读者批评指正。

目 录

惊涛动力：威力无比的海洋能



第一章 人类最后的资源宝库：海洋资源

第一节	蔚蓝的海洋世界	002
	辽阔的海洋	002
	海洋从哪里来	003
	海与洋一样吗	010
	海洋的地形分类	015
第二节	储量惊人的海洋资源	020
	认识资源	020
	海洋资源	024
	海洋资源分类	027

第二章 波涛汹涌的能量：海洋能

第一节	能量与新能源	040
	认识能量与能源	040
	正在枯竭的常规能源	044
	新能源“大观园”	055

第二节	清洁的海洋能源：海洋能	061
	什么是海洋能	061
	海洋能大家族	063
	海洋能优缺点	066
	海洋能开发历史	069
	海洋能开发前景	073
第三节	魅力无穷的海洋能	076
	海流成为摇钱树	076
	来自海底的巨大瀑布	077
	匪夷所思的洋流	078

第三章 潮起潮落生电能：潮汐能

第一节	跌宕起伏的潮汐	082
	到海边看潮汐	082
	潮起潮落的起因	083
	天体带来的潮汐现象	084
第二节	潮汐能与潮汐发电	087
	威力无穷的潮汐能	087
	一涨一落能发电	088
	分布广泛的潮汐能	093
	亦喜亦忧的潮汐发电	099
	潮汐能发电有“潜力”	101
第三节	著名的潮汐能发电站	106
	朗斯潮汐电站	106
	江夏潮汐电站	107
	白沙口潮汐电站	109
	甘竹滩洪潮电站	110
	岳浦潮汐电站	111

第四章 波浪滚滚送能源：波浪能

第一节	不断翻滚的波浪	114
-----	---------------	-----

	波涛汹涌的波浪	114
	波浪有哪些特征	114
	有趣的波浪家族	116
第二节	威力无穷的海洋波浪能	119
	波浪能的形成	119
	波浪能的无穷威力	120
	波浪能的特点	121
第三节	愤怒的“蛟龙”能发电	123
	波浪能发电	123
	波浪能的分布	127
	波浪能发电的早期利用	133
	波浪能发展的前景	135
第四节	著名的波浪能发电站	138
	早期的波浪发电站	138
	“海明号”波力发电船	139

第五章 海流湍急好发电：海流能

第一节	永不停息的海流	142
	奔腾不息的海流	142
	海流会带来什么	144
第二节	巨大的海流能	146
	丰富的海流能资源	146
	世界海流能资源分布	147
	我国海流能资源分布	147
第三节	海流能开发乐园	150
	海流能开发起源	150
	海流能开发现状	150
	海流能开发的新时代	152

第六章 冷暖交替蕴电能：温差能

第一节	取之不尽的温差能	154
-----	----------------	-----

	海洋里的无限热能	154
	海洋温差能如何形成	155
	温差能有什么优势	156
第二节	温差能发电	158
	温差能如何发电	158
	温差能发电的发展	165
	著名温差能电站	167
第三节	温差能的广泛应用	168
	全球的温差能分布	168
	我国海洋温差能分布	170
	温差能的综合利用	177

第七章 咸水淡水融汇出：盐差能

第一节	海水盐度	180
	什么是海水盐度	180
	海水为什么是咸的	180
	海水里到底含有多少盐	182
第二节	神奇的盐差能	185
	海水的“咸”里有能量	185
	盐度差能会发电	186
	盐度差能发电的前景	189
	盐度差能分布广	192



第一章

人类最后的资源宝库： 海洋资源

海洋动物、植物、微生物共同组成了广阔海洋中充满生机的庞大水族。世界各大渔场是资源丰富的“鱼仓”。海洋药物种类繁多、各显奇效。海床和底土的石油、天然气、多金属结核和热液硫化物等蕴藏丰富，是人类的“聚宝盆”。海洋中的潮汐、海浪、海流、温差一样能被驯化，为人类带来无穷的能量，从而造福人类。

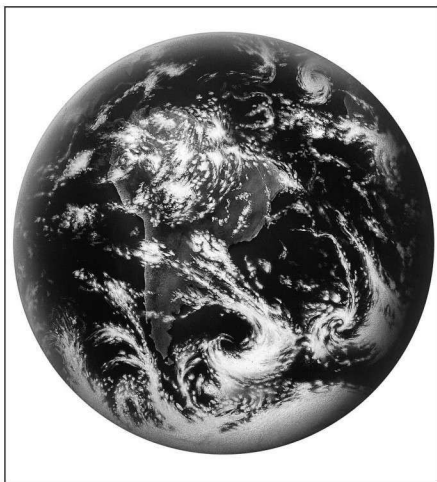


第一节 蔚蓝的海洋世界



辽阔的海洋

海洋是指由作为海洋主体的海水水体，生活于其中的海洋生物，邻近海面上空的大气和围绕海洋周边的海岸及海底等几部分组成的统一体。



“地球”还是“水球”

海洋的面积为 36 105.9 万平方千米，占地球表面面积的 70.78%（一般视为 70.8%）。其中，大陆架上的海洋面积为 2743.8 万平方千米，占全部海洋面积的 7.6%；大陆坡上的海洋面积为 5524.3 万平方千米，占全部海洋面积的 15.3%；大洋底上的海洋面积为 27 404.4 万平方千米，占全部海洋面积的 75.9%；超过 6000 米深沟的海洋面积为 433.4 万平方千米，占全部海洋面积的 1.2%。

海洋的体积为 137 032.3 万立方千米，全部海水的总质量为 13×10^8 亿吨，海水占地球上所有水量的 97.2%，冰占地球上所有水量的 2.15%，淡水占地球上所有水量的 0.63%。海洋在地球表面上并不是均匀分布的，它与陆地分布有对称的现象。如南极洲为大陆，

北极为海；欧、亚、非大部分陆地与南太平洋的面积成对称；北半球的大陆部分成环状分布，南半球的海洋也成环状分布。北半球有陆半球之称南半球有水半球之称。这是因为：世界陆地的67%分布在北半球，而世界海洋的57%分布在南半球；在北半球，海洋面积约占60.7%；而在南半球，海洋面积却占了80.9%。

海、陆在各个纬度上的分布也不均匀。除了北纬 $45^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，以及南纬高于 70° 的南极洲地区，陆地面积大于海洋之外，其余大多数纬度上，海洋面积均大于陆地。而在南纬 $56^{\circ} \sim 65^{\circ}$ ，几乎没有陆地，整个地球都被汪洋大海包围着。



海洋从哪里来

海洋到底在什么年代产生，又因何种原因产生的呢？这是人们迫切需要了解的问题。实际上，对于海洋的身世，自古至今，一直是人们苦苦探索和研究的课题。只是由于受到各种研究条件的限制。往往不同的年代有不同的结论。随着科技的进步，人们对海洋的解释就越科学。



你知道吗

地球深处的“海洋”

地质学家通过实验室模拟，在人们最意想不到的地表之下1000多千米的地层深处找到了水。在温度达 1000°C 以上、并且承受高压的矿物岩里，可能储藏着相当于地球所有大洋中水量之5倍的水。而且该项发现还很可能有助于弄清地球是如何形成和发育的，也有助于找到海洋形成最有利的证据。

1. 海洋的产生

远古的人们生活在陆地上，对桀骜不驯、神秘莫测的大海敬而远之，认为海是神灵，是凶险恐惧之地。于是编造了不少美丽动听的神话。如《圣经》中对海的产生是如此描述的：神灵出现的第一天，带来了光明，形成了白天和黑夜；神灵出现的第二天，塑造了蓝蓝的天空，形成了天与地；神灵出现的第三天，就把地上的水聚集在一起，大叫一声：“陆地，出现吧！”于是陆地诞生，海洋也出现了。我国古代人们认为“海为龙世界”，海中有龙王居住的宫殿，海龙王主宰着水的世界。上述思想，反映了在科学技术落后的时代，人们对海洋神秘现象的恐



圣经大洪水传说

惧感与求助于神灵保佑的美好愿望。

后来，生活在海边的人们，看到水中漂浮的树叶和木头，受这种自然现象的启发，就尝试着用木头制作出了简单的木船和木筏。古人曾有“古者观落叶因以为舟”，“见窾木浮而知为舟”的记载。《易经》也曾说过：“剡木为舟，剡木为楫”。有了这些简单的水上航行工具后，一些勇士们便开始在海上进行小规模探险活动，对海洋的认识逐步深入。另外，一些先哲们也开始了对海洋的研究。如被誉为“自然研究之父”的古希腊哲学家泰勒斯(公元前 624 ~ 公元前 565 年)根据水的循环理论，提出了“水是万物之源”的观点。另一位古希腊哲学家恩培多克勒认为：“海洋是如同地球汗水的盐水的集合体。”有“古

代海洋学之父”之称的古希腊学者亚里士多德也指出：“由于太阳的热，从海面蒸发的水蒸气，再次凝结而形成降水，从而形成河川水、喷泉、地下水。这些水流入海中，以此反复循环，但水的总量是不变的。”这些观点完全摒弃了各种迷信思想，渐渐揭开了海洋的神秘面纱，把人们带入了对海洋科学认识的正确轨道。



独木舟

海洋到底有多大的年龄，多数学者认为距今 18 亿 ~ 45 亿年，最大年龄约为 45 亿年。海洋的形成离不开凹凸不平的地球表面和海水两个基本因素。一方面，地表低洼的部分为洋盆，用来存放海水；另一方面，海水贮存在洋盆之中，有水才能叫海洋。因此，两个基本因素缺一不可。

2. 关于洋盆产生的三种学说

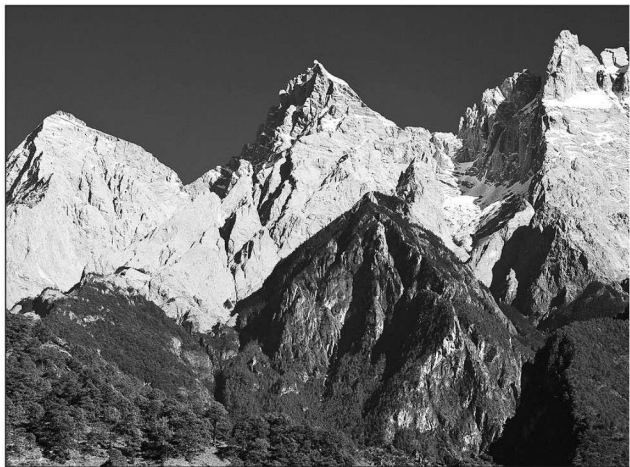
凹凸不平的地表与地壳的变动分不开。关于这个问题学术界一般有三种观点，即大陆漂移学说、海底扩张学说、板块构造学说。“泛大陆”周围被海水包围，称为“泛大洋”。到距今约 2 亿年，“泛大陆”开始分裂后漂移，逐步形成了现在我们看到的海洋中水、陆“支离破碎”、交错分布的形式。

(1) 海底扩张

海底扩张学说：20 世纪 60 年代初期，由美国学者提出。假定海底本身在运动。由于地球内部蕴藏着大量的放射性元素，放射性元素的衰变，产生了许多热能。地球内部受热很不均衡，靠近地核附近的地幔受热大，温度高，而地壳附近的地幔温度较低。两者的温差在地球内部产生了循环对流。这种缓慢而巨大的对流运动带动了部分较轻

的地壳，并形成了大洋脊，海底运动则从中央洋脊开始，逐步向外进行。

现在海洋磁力测量的成果已经证实了海底扩张理论，计算结果表明，海底扩展速度一般为每千年 1~5 厘米，即 1 亿年为 1000~5000 米。按照这样的扩展速度来算，大约再过 5000 万年的时间，大西洋宽度将增大 1000 千米，而太平洋将缩小 1000 千米，雄伟的喜马拉雅山将超过 1 万米。再过 6000 万年，美国洛杉矶将潜入阿留申海沟，永远消失在海洋之中。



壮美的喜马拉雅山脉

(2) 大陆漂移说

早在 1620 年，英国人培根就已经发现，在地球仪上，南美洲东岸同非洲西岸可以很完美地衔接在一起。到了 1912 年，德国科学家魏格

幔中去。

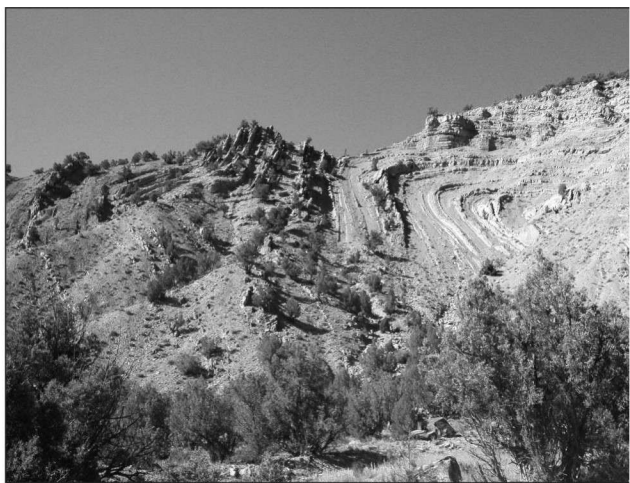
从地图上可以看出，大西洋两岸海岸线弯曲形状非常相似，但细究起来，并不十分吻合。这是因为海岸线并不是真正的大陆边缘，它在地质历史中随着海平面升降和侵蚀堆积作用发生过很大的变迁。1965年，英国科学家布拉德借助计算机，按1000米等深线，将大西洋两者完美地拼合起来。如此完美的大陆拼合，只能说明它们曾经连在一起。此外，美洲和非洲、欧洲在地质构造、古生物化石的分布方面都有密切联系。例如，北美洲纽芬兰一带的褶皱山系与西北欧斯堪的纳维亚半岛的褶皱山系遥相呼应；美国阿巴拉契亚山的海西褶皱带，其东端没入大西洋，延至英国西南部和中欧一带又重出现；非洲西部的古老岩层可与巴西的古老岩层相衔接。这就好比两块撕碎了的报纸，按其参差的毛边可以拼接起来，而且其上的印刷文字也可以相互连接。我们不能不承认这样的两片破报纸是由一大张撕开来的。

古生物化石，也同样证实大陆曾是连在一起的。比如广布于澳大利亚、印度、南美和非洲等南方大陆晚古生代地层中的羊齿植物化石，在南极洲也有分布。此外，被大洋隔开的南极洲、南非和印度的水龙

兽类和迷齿类动物群，具有惊人的相似性。这些动物也见于劳亚大陆。如果这些大陆曾经不是连在一起，很难设想这些陆生动物和植物是怎样远涉重洋、分布于世界各地的。

（3）板块构造说

板块构造理论，是从海底研究得出的，是了解地球形态的一把钥匙。地球表层是由一些板块合并而成的。这些板块就像浮在海面的冰山，在熔融的地幔岩浆上漂浮运动。所谓板块构造，讲的就是这些坚硬的岩石板块以及它们的运动体系。地球表层主要有六个基本板块。板块坚如磐石，内部稳定，地壳处于比较宁静的环境之中；而板块之间的交界处是地壳运动激烈的地带，经常发生火山喷发、地震、岩层的挤压褶皱及断裂。



褶皱现象

六大板块中，太平洋板块完全由大洋岩石圈组成；而大西洋由洋中央海底山脉分开，一半属于亚欧板块和非洲板块，一半属于美洲板块；印度洋，也由人字形的海底山脉分开，使印度洋洋底分别属于非洲板块、印度板块和南极板块。所以，这些板块是由大洋岩石圈及大陆岩石圈组成，包含了海洋与大陆。

板块为什么会运动？它的动力来自何处？目前的科学知识告诉我们，主要是地幔深处的热对流作用。地球深部的核心称地核，它是高温熔融的。它给地核外围的地幔加热，致使温度很高，靠近地核的岩层也熔化。地幔下部的导热性不能有效地将地核的热量散发出去，使热量积聚，致使地幔逐渐升高温度。地幔物质成为塑性状态，形成对流形式的运动。地幔的热对流是在大洋中的海底山脉（又称洋中脊）处上升，沿着海底水平运动，到大洋边缘的海沟岛弧带，经过水平长距离运动后冷却，而沿海沟带下沉，又回到高温的地幔层中消失。

由于地幔的对流运动，使得漂浮在它上面的板块也被带动做水平运动。所以，地幔的热对流是带动板块运动的传送带。板块从洋中脊两侧各自做分离的运动。这些运动的板块最终总会相遇的，相遇时会

相互碰撞。当大洋板块与大陆板块相碰撞，大洋板块密度大而且重，就插到大陆板块之下，在碰撞向下插入处就形成大洋边缘的深海沟。假使是两个大陆板块相碰撞，则互相挤压，使两个板块的接触带挤压变形，形成巨大的山系。如喜马拉雅山系就是由于欧亚板块与印度板块挤压而形成的。因此，大洋底部的运动，形成大洋边缘岛弧海沟复杂的地貌，也构成大陆上巨大的山系。板块构造控制了整个地球的地表形态。

3. 海水的形成

俗话说：“海水不可斗量”。其意指海水数量之多。海洋海水的总体积到底有多少，很难准确计算，据粗略估算，全球海洋贮存着约13.38亿立方千米的水资源，约占地球所有水量的97%。如此巨大容量的海水是怎样形成的呢？科学界对此也有几种观点。

最早的也是大多数人认同的观点是海水主要来自地球内部。其实在远古时期，海洋中的储水量并不太多，相当于现代海洋的1/10左右，当时地球上的水主要以岩石结晶水的形式储藏在地球内部。在漫长的地球演化过程中，地球内部释放出大量的热量，加热了地壳，于是地

球内部产生出非常多的水汽，这些气体通过岩浆活动或火山喷发，流“窜”到地球外部，据推断，主要在距今45亿~25亿年之间排出的，大量的气态水存在于大气之中，凝结后以雨或雪降落到地球表面，使海洋中的水量逐渐增加，另外，陆地上的河流也把水源源不断地输送到海洋。经过了大约十几亿乃至几十亿年的漫长积累，才有了现在的海水规模。

近几十年来，少数学者认为海水并非来自地球内部，而是来自宇宙。1983年4月11日，中国无锡市东门区，从天空落下许多冰块，

经科学家分析化验，证实这些冰块是来自宇宙的陨冰。美国1996年曾发射过一颗名为“波拉”的卫星，从其所收集的资料证实，宇宙每天都有大量雪球般的小天体陨落到地球上。美国爱德华大学路易斯·福兰克博士研究了大量的卫星观测资料，进一步指出来自宇宙的雪球重量约为2万~4万千克，大小像一间小房屋，在1000~3000千米的高空分解成云。每天都有几千个这样的雪球来到地球，大约经过0.1万~2万年，地球表面积水可达到3厘米。照此推算，自地球诞生后，每天接收到大量来自太空的“宇宙



火山喷发