

高新技术科普丛书

无限丰富的 海洋能

WUXIANFENG FU DE
HAIYANGNENG

莫尊理◎丛书总主编

薛中华 卢小泉 饶红红◎编著



读者出版集团
DUZHE CHUBAN JITUAN
甘肃科学技术出版社

• 高新技术科普丛书 •

无限丰富的海洋能

薛中华 卢小泉 编著



甘肃科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

无限丰富的海洋能 / 薛中华, 卢小泉编著. -- 兰州:
甘肃科学技术出版社, 2012. 1

(高新技术科普丛书 / 莫尊理主编)

ISBN 978 - 7 - 5424 - 1578 - 3

I. ①无… II. ①薛…②卢… III. ①海洋动力资源—
普及读物 IV. ①P743 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 281112 号

责任编辑 韩 波

装帧设计 林静文化

出 版 甘肃科学技术出版社 (兰州市读者大道 568 号 0931-8773237)

发 行 甘肃科学技术出版社 (联系电话: 010-61536005 010-61536213)

印 刷 北京飞达印刷有限责任公司

开 本 710mm × 1020mm 1/16

印 张 12

字 数 150 千

版 次 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1 ~ 10 000

书 号 ISBN 978 - 7 - 5424 - 1578 - 3

定 价 23.80 元



序

火和工具的发明开启了人类使用能源和材料的历史进程，推动了人类的进化，加速了人类文明的进步，促进了经济的发展。能源和材料，人类生存和精神发展的物质基础，决定着人类文明的发展方向。他们的发展给全球经济、政治以及精神文化带来了前所未有的变革，也使全球的生态环境伤痕累累。开发绿色能源，发明新型材料，建设资源节约型、环境友好型社会已迫在眉睫。在“十二五”规划的引领下，我国大力加快文化建设，努力建设社会主义文化强国。2012年，中国也将启动《国家能源发展战略》编制工作，提出我国能源发展的总体方略和战略图。但是，目前市场上还没有一套详细介绍新能源、新材料的科普系列丛书。为了引导读者，特别是广大青少年更好地认识和了解新能源和新材料，明确我国的能源现状和材料的发展成果，增强开发新能源、新材料的意识，激发他们为新能源和新材料事业奉献的信心和决心，培养他们的民族自信心和创新精神。普及新能源和新材料的相关知识和发展动态，必将吸引和鼓励更多青少年热爱科学，献身科学，积极投身能源和材料事业，发明更多低碳、绿色的新型材料，使我国能源结构合理，为创造我们可持续发展的绿色家园做出更大的贡献。

2011年品牌价值达到76.45亿元，名列“中国500最具价值品牌”总排行榜175位的读者出版传媒股份有限公司，依托高校及研究机构的学科和人才优势，倾力打造并推出这套“新材料、新能源系列科普丛书”。为了打造好“新材料、新能源系列科普丛书”，知名材料学专家、西北师范大学博士生导师莫尊理教授担任丛书总主编；西北师范大学等高校的教授、博士生导师担任编委；丛书各册的主编均为相关领域的专家、学者。他们是一批热爱科学、朝气蓬勃、学风严谨、勤奋探索的科技工作者，以真挚的情感和对人类社会持续发展的使命感，用朴实而又

本套丛书作为新材料、新能源的科普读物，宗旨鲜明，风格独特，系统性强，认真探讨了人类与能源材料和谐的发展历程和方向。与一般科普读物相比，具有如下鲜明的特点：一是超大容量且时代感强的内容，本丛书共 18 个分册，紧扣当前能源、材料发展的困境，以新能源、新材料方面最新的研究成果及详实的资料为基础，通俗易懂的文字分别叙述了与人类生存、发展最密切的各种新能源和新材料，构成了一个完整的知识体系。从不同视角，多层次、全方位介绍了材料和能源领域的基础知识和发展动态，深入浅出，向读者朋友展示了材料和能源的发展脚步。《神通广大的第三金属》《新材料的宠儿：稀土》向你展示第三金属和稀土的魅力；《高新科技的特种钢》《取之不尽的光伏太阳能》《持续不断的风电新能源》《可再生能源：生物质能》《又爱又恨是核能》《待开发的地热能》《清洁能源：氢能》《未来无害新能源可燃冰》《无限丰富的海洋能》让你尽情领略能源的丰饶和开发前景；《异彩纷呈的功能膜》《节能减排的新动力电池》《无处不在的碳纤维》《遨游太空的航天材料》《改变世界的信息材料》《比人聪明的智能材料》《神奇的人体修复材料》向你呈现新型材料的发展动态以及带给我们的生活翻天覆地的变化。二是时尚流行的编创，本丛书语言流畅、深入浅出，配有大量精美的图片，图文并茂、通俗易懂，加上扩充知识面的小百科，使读者朋友全面了解新材料、新能源并享受着他们带来的无限魅力。

20 世纪 80 年代以来，人类认识到必须永续利用地球资源，改善地球的生态环境。可持续发展成为全球性的发展主题，我们应统一规划、合理开发能源，积极开发新能源、新材料，促进人类与自然界的和谐共处与协调发展。希望这套凝聚着策划者、组织者、编撰者、设计者、编辑者等工作者的辛勤汗水和心血的“新材料、新能源系列科普丛书”给那些热爱科学，倡导低碳、绿色、可持续发展的人们以惊喜和收获，希望对我国的能源和材料事业做出一点贡献。衷心祝愿应时代所需而出版的“新材料、新能源”科普读物能得到读者的青睐。

中国工程院院士

薛群基

2012.3

目 录

第一章 引 言

第一节 海洋起源	002
一、海洋的起源	004
二、海洋与生命	012
三、多姿多彩的海洋	018
四、海洋的划分	033
第二节 海洋资源	040
一、蓝色血液中的宝贵资源	040
二、丰富的海洋生物资源	045
三、不竭的海洋动力资源	052
第三节 海洋能	053
一、什么是海洋能	053
二、海洋能的分类	053
三、海洋能的优点	055
四、海洋能的缺点	057

第二章 大海的呼吸——海洋潮汐

第一节 潮汐能是如何产生的	065
一、跌宕起伏的潮汐现象	069
二、无限丰富的潮汐能	072
第二节 潮汐能的应用	073
一、潮汐能发电	073
二、潮汐能开发现状及前景	075
第三节 开发潮汐能的意义	078
一、丰富的潮汐能动力开发	081
二、潮汐能新能源产业	082
第四节 潮汐能应用现状	083
一、潮汐能应用现状	083
二、我国潮汐能资源分布	083
三、我国潮汐能资源特点	084
四、我国潮汐能的应用现状	085
第五节 潮汐能应用前景	086

第三章 海洋波浪能

第一节 波涛汹涌的海洋波浪	094
一、海洋波浪是如何产生的	094
二、海洋波浪的巨大破坏性	095



第二节 海洋波浪能	100
一、丰富的波浪能资源	100
二、世界波浪能资源分布	101
三、我国波浪能资源分布	101
第三节 开发波浪能的意义	102
一、丰富的波浪能动力开发	102
二、波浪能新能源产业	103
第四节 波浪能开发乐园	103
一、波浪能开发起源	103
二、波浪能开发类型	104
三、波浪能发电	106
第五节 波浪能应用现状与前景	108
一、波浪能应用现状	108
二、波浪能应用前景	110

第四章 海洋温差能

第一节 变幻莫测的海洋温差	116
一、海洋温差是如何产生的	116
二、海洋温差无处不在	118
第二节 海洋温差能	118
一、什么是海洋温差能	118
二、清洁的温差能	119
三、丰富的温差能	120
四、稳定的温差能	121

第三节 海洋温差能发电	121
一、有趣的温差能发电	122
二、多彩多姿的温差能转换	123
三、温差能发电的特点	127
第四节 海洋温差能应用现状与前景	128
一、温差能应用现状	128
二、温差能应用前景	129

第五章 海洋盐差能

第一节 神奇的化学盐差能	137
一、海水和淡水的区别	137
二、海洋盐差是如何产生的	139
三、海洋盐差所蕴含的能量	146
第二节 丰富的海洋盐差能	148
一、丰富的盐差能资源	148
二、盐差能资源分布	148
第三节 盐差能开发利用	150
一、盐差能开发起源	150
二、盐差能发电	151
三、盐差能利用遐想	152
第四节 盐差能应用现状与前景	153
一、盐差能应用现状	153
二、盐差能应用前景	153



第六章 海流能

第一节 永不停歇的海洋流动	160
一、海洋流动的原因	162
二、海洋流动的功与过	166
第二节 巨大的海流能	169
一、丰富的海流能资源	170
二、世界海流能资源分布	170
三、我国海流能资源分布	171
第三节 海流能开发乐园	172
一、海流能开发起源	172
二、海流能发电	173
第四节 海流能应用现状与前景	174
一、海流能应用现状	174
二、海流能应用前景	175
参考文献	177



第一章 引言

在中华民族的神话传说中，一直流传着盘古开天辟地的故事。在天地形成之前，实际上世界所有万物都是混作一团的，盘古就在这一团混物中享受睡梦的快乐，等他一觉醒来，他睁大了双眼，可是眼前的一切是漆黑一片，伸手不见五指，他本能地伸手一摸，凑巧的是有一把神斧，于是他拿着神斧伸手一挥，紧接着天崩地裂，混沌世界随即破裂，一股非常轻的气流随即上升，形成了天；一切重物则随即下沉，凝结成了地。这就是有名的盘古开天辟地的传说。自盘古开天辟地后，他也非常担心某一天天和地会合拢，重新组成漆黑的混沌世界，于是他大无谓的牺牲了自己，头顶苍天，脚踏实地，撑在天地之间，或许是天地为之动容，也或许是天地被迫无奈，天则每日升高一丈，地则每日加厚一丈，盘古一看，既然这样，我也来个“道高一尺，魔高一丈”，他自然也日长一丈，就这样过了18 000年，形成了天和地的无法交融。

后来，盘古死了，他的全身就化为世界万物。他的左眼化成了太阳，右眼化为了月亮，头发和胡须化成了星辰，呼出的气体化为风云，身体四肢化为山川，血液形成了江河湖海，肌肉变为土地，皮肤和汗毛化为树木、花草，精髓化成了珍珠和宝玉。

可见，传说中的盘古用自己的“一生”为人类的繁衍创造了奇迹，之后的故事就从他的身体讲起。盘古的血液形成了江河湖海，而海洋是生命的摇篮，这中间的道理自然可以从海洋、河流的“前身”——盘古的血液说起。

人类从一产生开始，就与海洋、河流结下了不解之缘。地球表面

超过 70% 的部分被海洋所包围和覆盖着，随着人类生产、生活的逐步发展和提高，引发了世界范围的“温室效应”，最直接的后果便是海平面上升。按照微积分的原理，理论上在久远的未来，海洋会覆盖整个的地球，这是有点危言耸听，但至少说明了海洋在这个星球上确实很重要，所占的比重很大，应当引起人们的重视。盘古之所以将自身的精华和宝贵的“血液”化为江河湖海，就是将“生命之源”赐福于人类，使得人类的生命可以延续发展。当然，这些只是神话传说，但是从另一个方面，可以告诉我们海洋对于我们人类是多么的重要。

人类要从海洋这一“蓝色宝库”中汲取很多的能量，而这种能量是海洋所亘古自有的一种巨大的能量，可以为人类造福，也可以毁灭整个人类。

本书将带着读者进入海洋的世界，去了解海洋所蕴含的各种可为人类所利用、开发，并为人类造福的能量。

第一节 海洋起源

大海水者，海纳百川，汪洋无际，包括乾坤之大，升沉日月之光。大海也曾是许多作家、艺术家笔下托付思想、境界的一种有力素材。无数青少年梦幻着在大海中遨游，去感受海洋给每个人留下的无限遐想。但是，我们对大海的深层了解却非常有限，我们也曾带着激动的心情在海洋馆、水族世界、海滨浴场等去贴近海洋，去感受它那无比深广的美丽世界。可对海洋所蕴含的巨大能量还仅仅停留在那些遥远的传说中，真正的认识并了解海洋能，利用海洋能为人类造福是海洋科学又一任务。

我们常说，水是生命之源。的确如此，几千年来奔涌着的江河湖水，不仅哺育了我们的生命，也同样孕育了悠久的历史。人们在利用水的同时也注意到了水所蕴含的力量。“水能载舟、亦能覆舟”就很可能说明之。

当人类第一次离开地球，从太空遥望自己的家园时，人们惊讶地

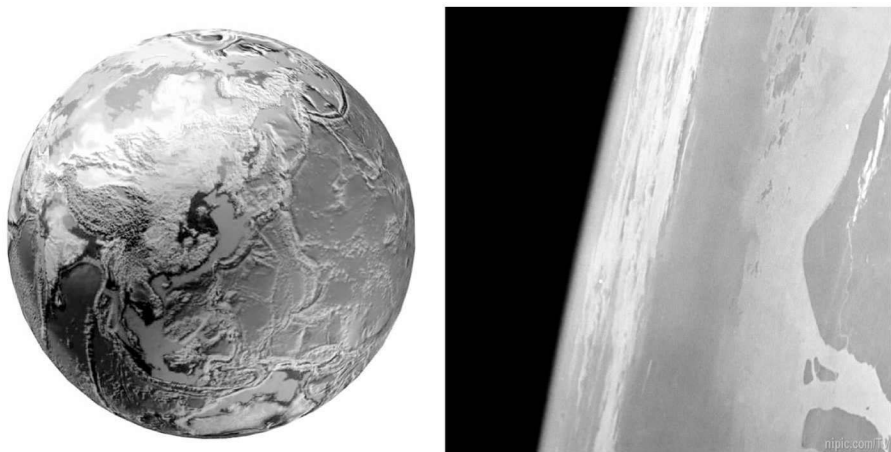


图 1-1 地球图（左）及太空看地球的图（右）

发现，地球是一颗蔚蓝色的水球，这是为什么呢？

原来，在地球上的 5.11 亿平方千米的总面积中，海洋占了 70.8%，面积达 3.62 亿平方千米，大约有 38 个中国这么大。所以，从太空远远望去，地球就成为一颗蔚蓝色的水球了。

地球上的陆地不仅比海洋小，而且显得比较零碎，这里一片，那里一块，好像突出在海洋上的一些大的“岛屿”。海洋却是连成一片的，各大洋都彼此相通，形成一个统一的世界大洋。所以，地球表面不是陆地分隔海洋，而是海洋包围陆地，地球上的居民全生活在大大小小的“岛屿”之上，只不过，有些“岛屿”相当大而已。地球上水地很多，大大小小的湖泊、河流星罗棋布，而在其中唱主角的，对地球的方方面面形成显著影响的，自然首推海洋，因为海洋水总体积约有 133 899 万立方千米，约占地球上水储量的 96.5%。假如地球是一个平滑的球体，把海洋水平铺在地球表面，世界将出现一个深达 2440 米的环球大洋。海洋是地球表面除陆地水以外的水体的总称，人们习惯上称它为海洋。

其实，“海”和“洋”就地理位置和自然条件来说，它们是海洋大家庭中的不同成员。可以这么说，“洋”犹如地球水域的躯干，而“海”连同另外两个成员——“海湾”和“海峡”，是它的肢体。



对于浩瀚的大海洋，我们要全方位的认识她，了解海洋所蕴含的各种能量，最终改造利用这些能量，为人类的繁衍和发展造福。

那么，你心中的海洋是什么样子的呢？

不急于回答这一看似简单但却很难给出准确定义的问题，我们就从海洋的起源谈起吧。

一、海洋的起源

有人说自从有了地球也就有了海洋，也有人说自从有了海洋也就有了地球；还有人说海洋很年轻……那么，海洋到底是怎样形成的？这也是人们一直探讨了几百年的问题。实际上，人类是继地球和海洋诞生之后才出现的，所以不可能目睹海洋形成的奇观。因此，对海洋的起源问题只能以已经掌握的科学知识来进行推测，也就是目前关于海洋起源的多种多样的科学假说。

海洋起源与地球起源密切相关，近两个世纪以来，人类有关海洋起源与演化问题的知识已取得很大进展。

有这样一个传说，创世之初，在陆地未被海洋覆盖之前，有一个叫做爪尼亚（位于南美洲）的地方坐落着四座大山。其中有一座山被人们称作“海岛”，即勇士之地。坐落在山坳上的一个名叫考瓦比的小镇上，居住着一个名叫雅亚的老人和他的妻子——伊提芭以及他们的儿子雅亚艾尔，雅亚艾尔是一位技艺高超的猎人。雅亚艾尔用他父亲从蜡烛木上雕刻出来的弓去打猎。据称，蜡烛木是小精灵们的栖身之地，这种木头具有非凡的魔力。

你知道海水的颜色吗？

水对于各种光线的吸收是有选择的，不同深度的海水，吸收不同波长的光线。光线里的红橙色光波长长，海水吸收得多，反射得少，对短波长的蓝青色光，海水吸收得少，反射得多。这样，映入人们眼帘的海水就成了蔚蓝色。

在阿拉伯半岛和非洲东北部之间，有一个狭长的海域，海水呈现殷



红色，这就是有名的红海。据科学家研究，这是因为那里的海水温度和盐度都比一般海水高，非常适合一种叫蓝绿藻的海藻生长繁殖。这种藻类的名字虽然叫蓝绿藻，然而它却是一种红色的海藻，它在这特有的暖水环境里繁殖生长，年复一年，它细胞里的藻红素就把海面染成了红色。

在欧洲东南部和小亚细亚之间有一个内海，那里却又是另一番景象：海水的颜色是黑色的。这就是世界上最大的内海——黑海。

或许这是一个真实的传说，因为当雅亚艾尔打猎的时候，他经常能够满载而归。甚至当其他村镇的猎手们空手而归的时候，考瓦比的居民也能吃到不错的食物。那天，正当雅亚艾尔打猎的时候，他发现东方的天空颜色变暗了。接着一群大雁拍打着翅膀飞过低云，在他的头上盘旋。雅亚艾尔很清楚这预示着可怕的飓风女神——瓜班塞克斯已经苏醒了，她对雅亚艾尔神奇的捕猎成果感到很愤怒，因为她是来复仇的。雅亚艾快速地把弓和剩下的箭藏在大石头下面，然后朝村庄跑去，寄希望于呼啸的大风和暴雨掀翻他之前能跑到一个安全的地方。瓜班塞克斯用力猛击，大风也肆虐着。粗壮的大树被连根拔起，像火种一样被丢弃在一边。村庄里所有的房子都被摧毁了。

当飓风来袭的时候，村民们正在田里干活，他们纷纷跑到岩洞中以求庇护。当呼啸的飓风呜咽着停止后，人们小心翼翼地 从岩洞中走出来，却发现他们的村庄已经被夷为平地。雅亚和他妻子焦急地等待着雅亚艾尔回来，但是雅亚艾尔却始终没有出现。雅亚去寻找儿子，但是他只在雅亚艾尔藏弓箭的地方找到了弓箭，并没有发现任何雅亚艾尔的踪迹。当伊提芭看见丈夫拿着儿子的猎弓回来的时候，她尖叫着雅亚艾尔的名字倒在雅亚的脚下号啕大哭。雅亚小心翼翼地把雅亚艾尔的弓箭摆放在葫芦上，然后坐在妻子身边和她一起哭了起来。村民们互相帮助重建家园。悲伤过后，他们帮助雅亚和伊提芭把葫芦挂在临时居住的小屋的房顶上。弓箭挂在那里很安全，悲伤的夫妻二人想象着雅亚艾尔的灵魂能够回来拜访他们。雅亚艾尔已经不可能为村民们拿回猎物了，所以雅亚和村里的其他男人拿起弓，拖着沉重的脚

步去打猎。虽然他们每天去打猎，但是收获的猎物总是不够。所有的村民都在忍受着饥饿，就连那些总是吃得最饱的孩子们现在也变得骨瘦如柴，有的甚至生病了。

而在一个绝望的夜晚，雅亚让伊提芭把摆放着雅亚艾尔弓箭的葫芦拿下来，并说道：“我想看看儿子的弓，或许它还保留着蜡烛木的神力。”

当伊提芭把葫芦放下来，发现它已缩成了一小团。紧接着，跳出来很多大鱼。雅亚和伊提芭吃惊极了。他们从来没见过这种鱼，既肥美又呈银色，而且还是活的；就像刚从小溪中捞出来的鱼一样，但这些鱼更大、更肥，和这里的小溪、河流中游的鱼不同。

伊提芭立刻把鱼炖上，并请全村的人来享受美食。村民们庆祝着他们的好运，并唱道：“我们崇拜你，雅亚艾尔！”这些天以来的第一次饱餐过后，他们美美地睡着了。第二天，村民们都到田里干活去了。并留下四个男孩去守护小屋天棚上雅亚艾尔留下来的弓箭。但是孩子们感到很好奇，胃也咕咕叫起来。太阳升得越高，他们就越好奇、越饥饿。一个孩子踮起脚尖，试着窥视那个葫芦；另一个孩子试着爬上去，想看个究竟；接着，四个孩子爬上去，拽拉着葫芦，最终把它拖到了地面上。葫芦里跳出来四条美丽的鱼，而大小正与这四个饥饿的孩子一样。孩子们把鱼煮熟后大吃了一顿，后来他们又吃了四条。接着，开始歌颂雅亚艾尔，并又吃了四条鱼。美美地饱餐了一顿之后，他们才开始睡觉。

听到村民们从田地返回的声音后，孩子们都醒了。他们非常害怕被捉到，就快速地把葫芦重新挂在天棚上。孩子们在匆忙之间弄断了绳子。绳子断了，葫芦就掉在了地上，伴随着尖锐的“咔嚓”声葫芦裂开了。水从破裂的葫芦中喷涌而出，瞬间淹没了雅亚和伊提芭的小屋。一股巨浪把孩子们卷到了村边，卷到村民脚下。孩子们说，水是咸的，正像人们为雅亚艾尔留下的眼泪。

但是大水就像狂暴的泉水一样从破裂的葫芦中喷涌出来。湍急的水流顺着山间小路涌到了山下的峡谷中。大水淹没了村民的天地，席卷了树木和巨石。各种大小不一、五颜六色、形状不同的鱼，甚至是



想象不到的鱼都从葫芦中游出来，或者是被水流带出来。大鱼、小鱼、鳗鱼、鲑鱼、鲨鱼、水母以及其他各种各样的海洋生物都从葫芦中游到了咸水中，整片水域呈现出生机勃勃的景象。村民们聚集到山顶上，眼睁睁地看着大水淹没了爪尼亚。当大水最后停止上涨、古老的村庄被淹没在深海下时，村民们发现原来的高山现在变成了由无数的海洋生物包围的小岛。村民们就像过节一样盛装打扮，并用音乐和舞蹈来庆祝这种奇景。他们知道他们再也不会挨饿，因为大海中有很多鱼。伟大的猎手雅亚艾尔再一次为他的村庄作出了贡献，这就是海洋的起源的古老传说。

当然，在远古的时候，人类还没有科学文化知识，只能通过想象和神话去寻求海洋成因问题的解答。后来，逐步提出一些有一定依据的假说。

实际上，我们所处的五彩缤纷的世界有许许多多谜团至今未能解开。在所有自然之谜中，海洋形成之谜可算是最玄妙难解的谜了。千百年来，无数专家学者为解此谜而苦心探索，提出了许多见解和假说，最主要的有“大陆漂移说”、“海底扩张说”、“板块学说”等几种。

其中有一种十分有趣的假说就是由世界著名的生物学家、进化论的奠基人达尔文的儿子弗朗西斯·达尔文于1879年提出的一种形成大洋的“月球分出说”，曾在“海洋的起源”假说思想中轰动一时，而且给人类探索海洋的起源增添了无限的遐想。

“月球分出说”的核心思想是：地球是从太阳中分离出来的，是太阳的“女儿”，这个女儿刚开始独立生活时，还是一团熔融状态的岩浆火球，由于太阳的引力作用和地球的自转，把一部分岩浆从地球上甩了出去。被甩出的岩浆在地球引力的作用下，绕着地球不停地旋转，成为月亮，她就是太阳的“孙女”。月亮起初用自己的光芒照耀地球，后来她变冷了，不能再发光，只能借着反射太阳的光辉来回报地球母亲，给人类明亮的月光。月亮甩出去后，在地球上留下一个大窟窿，这就是古老而巨大的太平洋。月亮离开地球时，地球一定受到了极其强烈的震动，其表面产生裂缝，分离开来，于是大西洋和印度