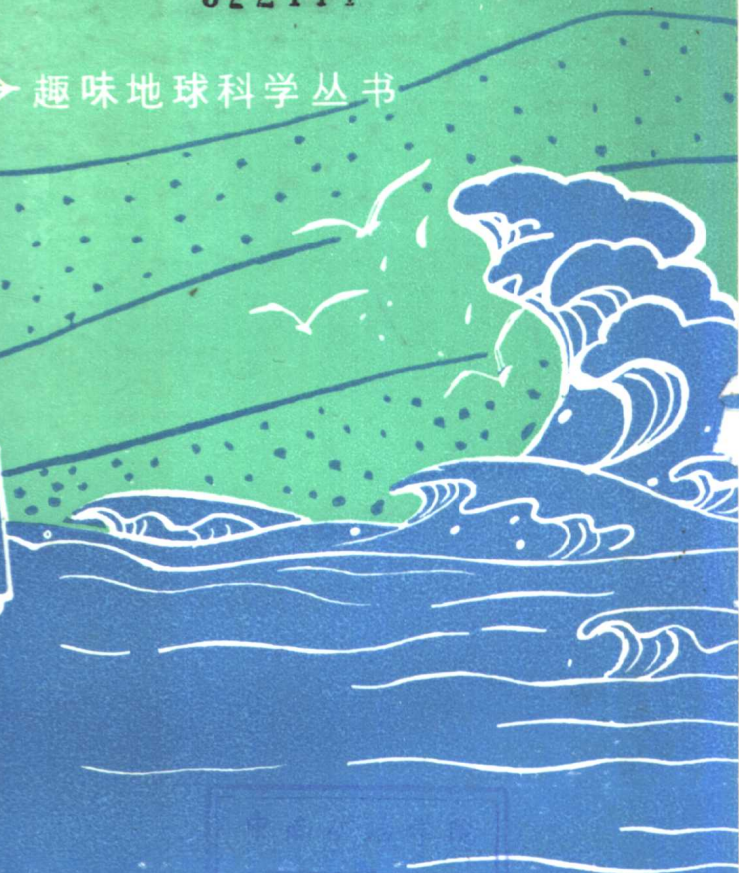


522444



趣味地球科学丛书



吴松柏 汪家君 编著



蓝色的能源

地质出版社

趣味地球科学丛书

蓝色的能源

吴松柏 编 著
汪家君

地质出版社

趣味地球科学丛书

蓝色的能源

吴松柏 汪家君 编著

责任编辑：杨 军

地质出版社出版

(北京西四)

通县马驹桥印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 印张：4⁵/₈ 字数：97,000

1984年9月北京第一版·1984年9月北京第一次印刷

印数：1—4,050册 定价：0.70元

统一书号：13038·新42

前 言

我们居住的地球，自诞生以来，已有四十六亿年的历史了。在这漫长的岁月中，地球不断发展变化，逐渐形成了今天的模样。

地球和我们的关系十分密切，它不仅孕育了人类，构成了人类的生存环境，而且向人类提供了各种资源和发展文明的物质基础；反过来，人类的生存和活动又影响和改变着地球的面貌和环境。

但是，你真的了解地球吗？你知道地球上都有哪些资源，这些资源又和人类社会的发展，特别是和当前我国的四化建设有什么关系吗？你了解地球的历史吗？你知道地球的环境变迁对人类的影响，以及人类改造环境的前景吗？

大家知道，能源是发展国民经济的基础。煤、石油和天然气是目前广泛采用的主要能源。它们不仅仅是动力原料，而且是重要的化工原料，经过加工提炼可以制造出塑料、尼龙、橡胶、医药用品等多种工业产品。随着科学技术的发展，今天，原子能、地热、太阳能、潮汐能等新能源也开始为人类服务了。

除了能源，工业建设还需要各种矿产资源。炼钢离不了铁矿石、石灰岩、萤石、菱镁矿和耐火粘土；制造合金钢需要钨、钼、铬、镍、钒、钛、钴等；铷、铯、镓、锗、硅是发展半导体工业不可缺少的材料；铀、钍、锂等则是原子能工业的必要食粮。同样，矿产资源对于农业和国防现代化都是

密切相关的。可以说，离开了矿产资源，工农业就成了无源之水、无本之木，尖端技术和国防工业就无从发展，更谈不上实现四化建设了。

至于环境，那和我们的关系就更为密切了。人和动物、植物都离不开空气、水和土地。因此，大气污染，水质和土壤污染，自然界的生态平衡，以及化学元素的分布与人类和动植物生命的关系等，都关系到人类的前途和生存，是举世瞩目的重要问题。

这套“趣味地球科学丛书”将以生动活泼、通俗易懂的形式，向你介绍有关地球的科学知识，特别是矿产资源、能源和环境方面的基础知识、应用常识，以及有关新学科、新技术和新领域的发展情况。

尽管人类是地球上的“老住户”了，但对它的认识仍不全面，也不彻底。地球上还有许多未解之谜需要我们去探索，去揭穿！这套丛书还将向大家介绍地球科学有待探索的一些奥秘和问题。

本书是这套丛书的一个分册。我们知道，在蓝色的海洋中，蕴藏着丰富的能源，有潮汐能、海浪能、海流能、海水温差能和海水盐度差能等。这本书通俗地介绍了这五种海洋能的开发利用原理、基本装置和国内外的情况，还介绍了潮汐、海浪、海流、海水温差和海水盐度等与海洋能有关的基本知识，展示了人类开发利用海洋能的历史画卷。阅后可以使读者了解海洋能，热爱海洋能，特别是启发青年读者对这一重要领域的注意和兴趣。

我们希望这套丛书能为普及地球科学知识，激发和培养

广大青少年对地球科学的兴趣和爱好，帮助广大青少年丰富知识，开拓视野，进而立志为探索地球的奥秘，为发展地球科学研究事业贡献力量，这就是我们编写这套丛书的主要目的。

本书插图是吴其生绘制的。

柯 普

1984年7月

目 录

1. 永动机的幻想	(1)
2. 牛顿的又一功绩	(10)
潮涨潮落, 因时而变, 因地制宜	(11)
举世公认, 万有引力, 潮之渊源	(14)
潮与月日, 如影随形, 亦步亦趋	(19)
潮波近岸, 迟到变形, 千姿百态	(26)
3. 驯潮	(31)
潮汐利用	(31)
潮汐预报	(36)
潮汐发电	(39)
潮汐发电的原理和潮汐能的计算	(40)
潮汐发电站的基本型式和组成	(42)
潮汐发电的现状和展望	(44)
4. 法国的朗斯	(49)
朗斯河上的明珠	(49)
与月球同运行	(52)
法国工程师的胜利	(55)
额外的得益	(57)
5. 中国的江厦	(60)
通向胜利的起点	(61)
“海上实验室”	(65)
生财之道	(67)

未来的课题.....	(68)
6. 海浪功过谁与评说.....	(72)
无风不起浪和无风三尺浪.....	(73)
从海上“肇事者”到“浪子”回头.....	(78)
打气筒与海浪发电.....	(80)
“海明”号.....	(88)
大海上闪烁的“眼睛”.....	(90)
7. 源远流长能量无尽.....	(95)
没有河床的“河流”.....	(95)
不贴邮票的“信件”.....	(103)
水下“风”车.....	(107)
在舟山群岛的尝试.....	(110)
8. 一热一冷温差发电.....	(112)
海洋温情处处异.....	(112)
克劳德的实验.....	(115)
从开式循环到闭式循环.....	(118)
热衷于海水温差发电的美国人.....	(123)
9. 一咸一淡浓差含能.....	(126)
海水是咸的.....	(126)
盐水淡水之间的渗透压.....	(128)
浓差电池.....	(130)
渗透压发电.....	(133)
10. 海上大力士的“苦闷”.....	(135)

1. 永动机的幻想



多少世纪以来，富于幻想的、具有探索精神的发明家们，为研究、设计和制造永动机而绞尽脑汁，期待创造出一台无需供给能量，而又能永远转动下去的机器，以便无限地为人类造福。可惜得很，美好而天真的愿望，被科学从理论上和实践上无情地否定了，永动机被宣判了“死刑”。但是，尽管可以宣判永动机的“死刑”，却不能抹去人们对永动机的幻想，至今还有人向往着永动机有朝一日会降临大地。

在一次展览会上，展览人别出心裁地在进口和出口的中间，布置了一件简单的大型玩具展品（如图1-1）。这个“玩具”，总共只有一块底座、两条轨道和一只飞轮。底座和轨道全部用透明有机玻璃制成，轨道在底座上凌空架起。轨道呈向下弯曲的圆弧形，圆弧半径很大，看来似乎成了直线。飞轮由青铜制成，轮轴搁在轨道上。匀称分布的三条轮辐，一端与轴相连，一端各与一只镀成银色的圆球相连。不知是谁推动了一下这只飞轮，飞轮就开始不停地往复运动。开始从轨道一端最高处向下滚，越滚越快，过了中点，继续向上滚，越滚越慢，人们眼巴巴地看着飞轮就要超出轨道的另一端时，它

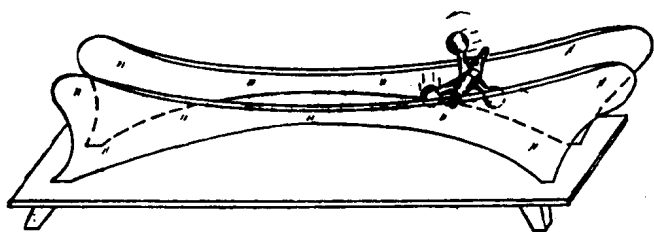


图 1-1 “玩具”展品示意图

却停了下来，接着又朝相反方向向下滚，越滚越快，经过中点，继续向轨道原来那端滚去，几乎回到原来的最高位置时又停了下来，以后就是这样单调地无休止地滚来滚去。就在这样一个再也简单不过的“玩具”面前，却成天围着一层又一层的观众。奇怪的是，和平时在吸引人的展品面前常常发生的现象不同，观众既不熙熙攘攘挤来挤去，又无指指点点低声评论，从几岁的孩子到八旬老人都静静地站着、看着、想着、等着，深怕小小的动作、微微的声音，会影响飞轮的运动。人群中鸦雀无声，观众的眼睛跟着飞轮来回移动，人们脸上的表情丰富多采：惊讶、思索、期待、遐想。谁也不知道飞轮什么时候会停止运动，又希望它永不停止运动。这个简单的“玩具”竟具有这样大的魅力，大概它的童心般的“单纯”、永恒式的运动是产生魅力的核心吧！成千上万的观众，不管他们是否想过，但他们的行动已经表明，永动机的幻想，还在牵动着人们的心。所以我们不得不承认，永动机是不科学的，但它却是吸引人的。

人们面对大海，凝视着亿万年来咆哮奔腾的惊涛骇浪，人们仰望天空，看着光辉的太阳、皎洁的月亮和灿烂的群星，它们一圈又一圈地转呀转呀，谁也说不清转了多少岁

月。这些现象不能不使人有这样的联想：大自然在永恒地运动着，为什么不可能有一台永恒运动的机器呢？永恒运动的机器如果存在，那么首先要解决的问题应该是向这种机器提供一种永恒的能源。永恒的能源又在哪里呢，是在运行不止的太阳、月亮和星星那里吗？还是在奔腾不息的海洋里面呢？

当然，地球、太阳、月亮、星星，都各有灭寂消亡的时候，它们都不是永恒的。永恒的能源，恐怕也是没有的。但是对于人类的历史长河和人的短促生命而言，海洋能的确确实可以称得上是永恒的蓝色能源了。什么叫海洋能，至今还没有一个确切公认的定义。顾名思义，由海洋里产生的能量，都可以称之为海洋能。这样范围就很广泛了，如海水运动所具有的能量就是海洋动力能；海水温度差异所具有的能量，就是海洋热能；海水中生物产生的能量，称之为海洋生物能；另外还有以物质资源形式存在的其它能源，如海水中的铀和重水都是十分重要的能源。习惯上，我们把海洋能仅仅看作是海水中蕴藏着的可补充的能源，它的范围包括以下四个方面：

- 海水势能，如潮汐能；
- 海水动能，如海浪能，海流能；
- 海水热能，如海水温度差能；
- 海水化学能，如海水盐度差能。

本书所要介绍的，也就是上述四个方面包括的五种海洋能。

海洋是一个庞大的蓄能库，海水中蕴藏的海洋能来源于太阳能和天体对地球的引力。只要有海水存在，海洋能永远不会枯竭，所以我们常常形容海洋能是取之不尽用之不竭的

新能源。其实海洋能早就存在于海水中了，世界上有海水那天起就有了海洋能，只是人类没有能够认识和开发利用罢了。世界上的海洋能有多少，至今还没有确切的、公认的数字。世界各国学者根据不同的计算方法和海洋资料，得到了不同的结果，它们之间的差别是相当大的。下表和图 1-2 中列出的世界海洋能蕴藏量是选取七十年代以来各国学者估算比较接近的数据。各国学者计算的结果虽然不尽相同，但是有一条一致的看法，那就是海洋能的蕴藏量是十分惊人的。有人作过估算，如果赤道地区宽10公里、厚20米的表层海水冷却到深层冷海水的温度所释放的热能够加以利用的话，就比全世界一年的能源消耗量还大。即使根据表中列举的比较保守的数据来看，也只要利用其中很小的一部分，就能满足全世界的能源需要了。

海洋能蕴藏量估值值

类 别	世 界		中 国			
	理 论 蕴藏量 (亿千瓦)	可 供 开发量 (亿千瓦)	理 论 蕴藏量 (亿千瓦)	可供开发量 (亿千瓦)	理论发电量 (亿度/年)	可 开 发 发电量 (亿度/年)
潮 汐 能	27	2	1.1	0.21	2750	579
海 浪 能	700	27	1.5	0.3	—	—
海 流 能	50	0.5	0.5~1	—	—	—
海水温差能	500	20	60	1.2	—	—
海水盐度差能	35	3.5	1.5	—	—	—

我国地处太平洋西岸，海域辽阔，岸线漫长，岛屿星布，港湾罗列。我国海岸线长达一万八千公里，岛屿五千多个，岛屿岸线总长一万四千公里。中国海海域面积488万平

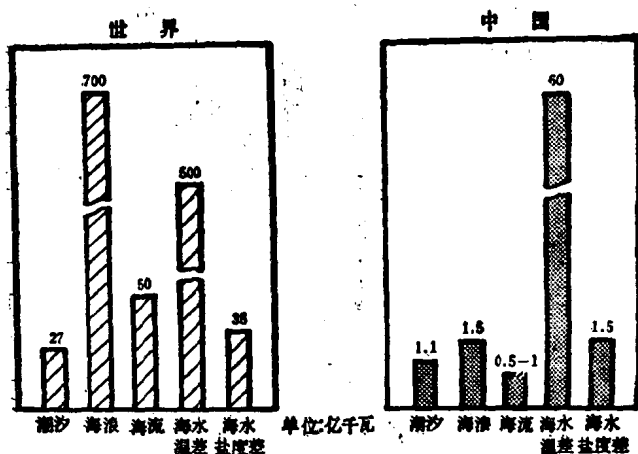


图 1-2 海洋能理论蕴藏量

方公里，约为我国陆地面积的一半，其中低纬度的南海面积达360万平方公里。每年入海河流的淡水水量约为2~3万亿立方米。这些优越的自然条件使我国成为世界上海洋能比较丰富的国家之一，总蕴藏量约占全世界的5%。如果在海洋能的蕴藏量中用百分之一来发电，其装机容量就相当于我国现在的全国装机总容量。

在能源的大家族中，海洋能属于小字辈，开发利用的历史不长。自从六十年代世界能源出现紧张的局面以后，人们对海洋能发生了兴趣，加快了对海洋能开发利用的步伐，并取得了令人欣喜的进展。例如法国于1966年建成了世界上最大的朗斯潮汐发电站，装机总容量为24万千瓦，年发电量约五亿度。日本于1978年建成世界上第一艘海浪发电船——“海明”号，装机总容量在1000千瓦以上，发电装置经长期

运行，工作正常。美国于1979年建成世界上第一座1000千瓦级的海水温差发电站，该电站锚泊在太平洋中部夏威夷岛附近的海面上，第一台50千瓦发电机组发出的电能已开始为岛上居民照明供电。日本也于1979年开始在南纬 $0^{\circ}32'$ ，东经 $166^{\circ}55'$ 的瑙鲁岛上建设一座陆上海水温差发电装置，1981年8月进行发电试验，同年10月获得试验成功，输出电力100千瓦。

从目前情况来看，世界各国的发展水平差距很大。一些技术比较先进的国家，他们的着眼点已经是希望从海洋能中获得工业性能源，利用的方式主要是发电。各种海洋能的发展情况也极不平衡，大部分处在试验阶段，小部分达到实际使用水平。其中潮汐能的开发利用走在最前面，开发技术基本成熟，潮汐能发电的规模开始从中、小型向大型化发展。世界上已经有不少潮汐电站投入运行，目前的年发电量达到五亿度的水平。在经济上，潮汐发电还不如普通电站来得合算，但是从综合利用的角度和长远的观点来看，前景还是令人乐观的。根据联合国有关部门估计，到2000年，潮汐发电的年发电量将增加60~120倍，达到300~600亿度的水平。法国是当今潮汐发电最先进的国家。海浪能的开发利用目前处在各种实型和模型试验阶段，都属于中、小型的规模。其中小型海浪发电装置开始商品化，在海上航标灯上的实际使用已经有十多年的历史。预计2000年全世界海浪发电的年发电量将为100亿度。目前日本在海浪发电方面处在领先地位。海流能发电处在小型试验阶段。海水温度差能发电开始从小型试验阶段向中型过渡，它的发展势头最大，可能不久将会赶上潮汐能。据联合国的有关资料表明，1981年全世界海水温差发电几乎是零，而到2000年预计可达到年发电量一万

亿度，将超过当时潮汐发电量的几十倍。海水温差发电现在以美国的兴趣最大。海水盐度差能的开发利用在海洋能中最落后，尚处在原理性研究和工程设想阶段，进行实地试验和付诸实用还有相当长的路程。

我国海洋能的开发利用，总的来说处于刚刚起步的阶段。其中以潮汐发电的历史最长，发展最快。自五十年代以来，我国陆续建成一批小型潮汐电站并投入运行。1980年，浙江江厦潮汐试验电站投运发电。总装机容量为3000千瓦，名列世界第二。电站的设计比较成功，采用的技术比较先进，投运后运行基本良好，发电正常，至1983年上半年已累计发电250余万度，仅1983年上半年已发电80余万度。江厦潮汐试验电站的建成标志着我国在潮汐发电方面进入了一个新阶段，成为世界上潮汐发电比较先进的国家之一。我国在海浪发电方面也取得了一些成绩，在航标上使用的小型海浪发电装置已经试验成功，现正处在海上试用阶段。对潮流发电进行了原理性试验，已在舟山群岛海区获得成功。为了向海洋索取能源，我国加强了资源勘测普查、站址选择评价等前期研究工作，并且进行了各方面的实验和试验，以积累技术经验，培养技术队伍，为大规模开发利用海洋能做好资源准备、技术准备和人才准备。从目前我国国情和国力出发，对海洋能的开发利用主要采取以小型为主、实用为主的方针，力求迅速投入使用，短期收到效益，特别要在能源供应困难、电力网无法到达的沿海渔村、孤立小岛、航标灯塔、海上观测站、海上作业平台上积极开发利用海洋能，做到就地发电就地使用。说来也巧，我国的海洋能大多数分布在能源比较紧缺、人口高度集中、工业十分发达的华东、广东沿海各省，因此在这些地区开发海洋能资源更有它的特殊意

义。

现在世界各国，尤其是在技术先进工业发达的国家中，都有各自的庞大的海洋能发展计划，列为八十年代以后海洋开发的重要课题，将投入大量的人力、物力和财力进行研究试验，规划建设各种中型、大型的海洋能发电站，为输出廉价的电力而相互竞争着。海洋能发展的前景是很诱人的。蓝色的能源何以如此引人瞩目竞相开发呢？仅仅就海洋能本身所具有的“才能”和“特长”就足以能够理解其中的奥妙了。与一般常见的煤炭、石油、天然气等能源相比，蓝色能源的主要“才能”和基本“特长”可以归纳为以下十二个字，那就是：分布广，蕴量大，用不尽，无污染。

在面积为三亿六千万平方公里浩瀚无际的海洋上，到处都有海洋能；在体积为十三亿七千万立方公里的海水中，处处都蕴藏着海洋能，海洋能的分布遍及全球。

关于蕴藏量大这一点，前面已经有了介绍。可是象煤炭、石油等能源，即使蕴藏量再大，总有一天是要消耗完的，而海洋能是可补充能源，不是一次使用后就消耗殆尽，能不断地从太阳能和天体对地球的引力中得到补充，因而海洋能具有用不尽的特色。人们一旦把海洋能发电装置建成投产后，除了少量的管理维修费用外，无需再为燃料花费分文，而可以源源不断地得到电力，这样一来，就用不着发愁燃料价格上涨，更不必担心能源发生危机，难怪有人把海洋能发电装置誉为当代的“永动机”，不吃粮的“大力士”。这种一劳永逸、一本万利的事情，怎么会不叫人甘心情愿地去投此一劳，下此一本呢！

海洋能的诱人魅力不仅在于分布广、蕴量大和用不尽，而且以它的清洁吸引着人们。海洋能发电装置不用燃料，也

就没有燃料燃烧后废弃的残碴、污液和废气，为人们伤脑筋的环境污染问题也就随之自解。所以海洋能堪称为清洁的能源。

蓝色的海水来到世界各个角落，人们可以尽量地取走它的能量，既不要酬劳，也不留下一点污迹，就悄悄地离去，然后又迅速而准时地回来，再次向人们贡献它那巨大的能量，如此日复一日，年复一年，天长日久，始终不渝地来为人类效劳。人们啊！当你对海洋能的“性格”有所了解之后，难道你不觉得它是多么的无私和可爱吗？是的，海洋能的形象如同海洋能所具有的能量一样，会给人们带来取之不尽、用之不竭的精神力量。

