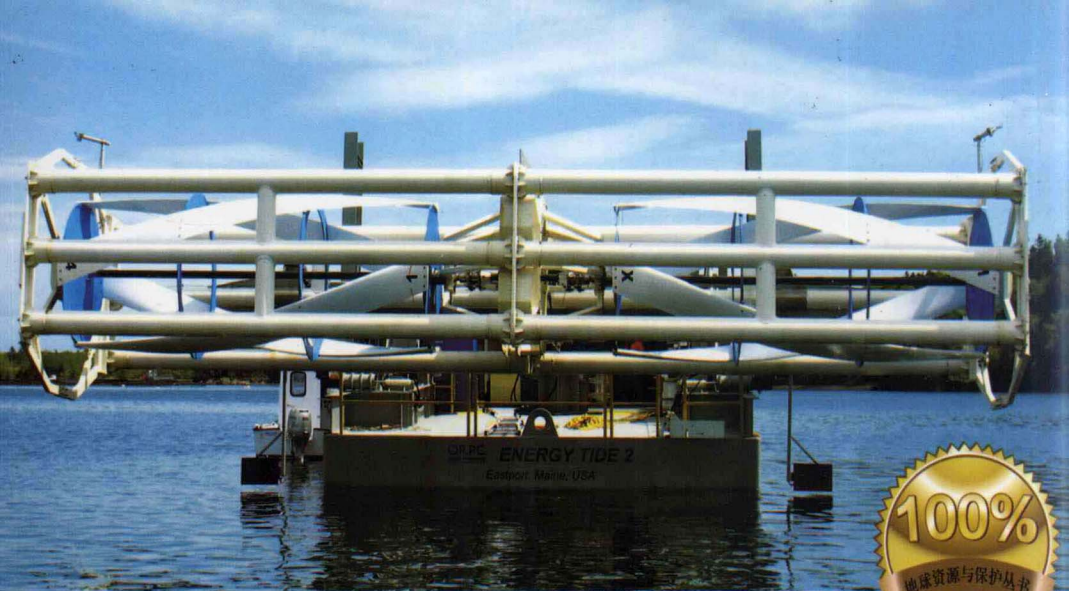
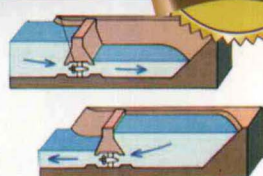




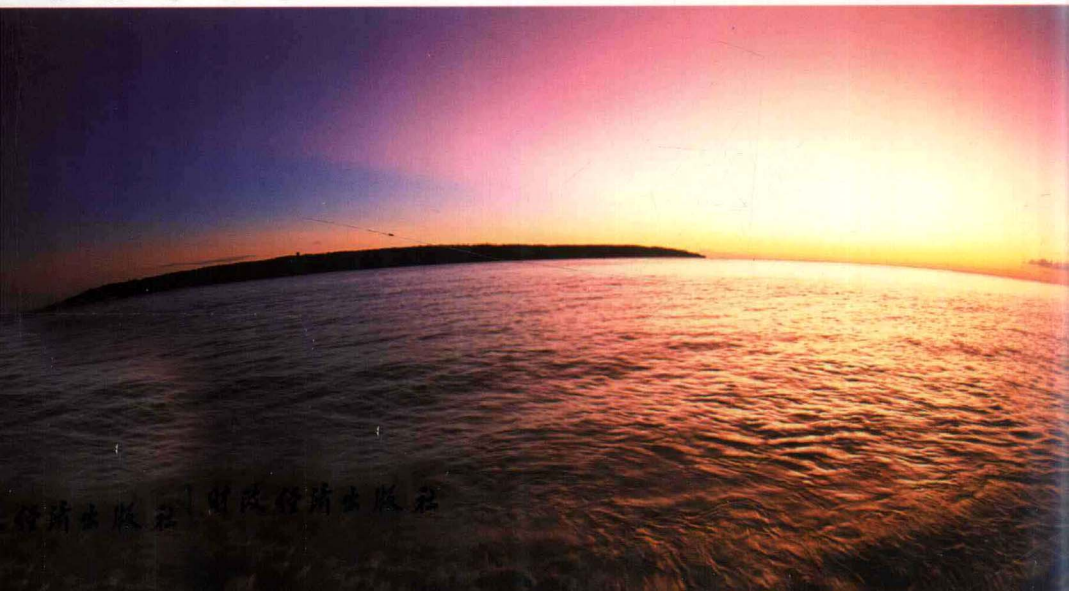
地球资源与保护丛书



潮汐资源大观

李 营 ◎ 主编 张 雷 ◎ 编著

H A O X I Z I Y U A N D A G U A N



经济出版社 | 时代经济出版社

地球资源与保护丛书

潮汐资源大观

张 雷 编著

中国财政经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

潮汐资源大观/张雷编著. —北京: 中国财政经

济出版社, 2012. 10

(地球资源与保护丛书/李营主编)

ISBN 978 - 7 - 5095 - 4040 - 4

I. ①潮… II. ①张… III. ①潮汐 - 普及读物 IV.

①P731. 23 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 247396 号

责任编辑: 张 铮

封面设计: 佳图堂设计工坊

中国财政经济出版社出版

URL: <http://www.cfeph.cn>

E-mail: cfeph@cfeph.cn

(版权所有 翻印必究)

社址: 北京海淀区阜成路甲 28 号 邮政编码: 100142

发行电话: 010 - 88190406 财经书店电话: 010 - 64033436 (传真)

北京龙跃印务有限公司印刷 各地新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开 12 印张 215 千字

2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

定价: 21.60 元

ISBN 978 - 7 - 5095 - 4040 - 4/P · 0010

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

本社质量投诉电话: 010 - 88190744

前言

凡是到过海边的人，都会发现：有时候海水涨到了岸边，一望无际的海面上，滚动着万顷波涛，船只往来如梭，大轮船昂然驶进海港；有时候海水却退到了离岸很远的地方，大片的泥滩、沙洲露出水面，儿童们卷起裤腿，嬉笑着在海滩上捡拾贝壳。海水一会儿上涨，一会儿下落，海水的这种涨落运动，就是众所周知的潮汐现象。

潮汐含有巨大的能量，可以说是一种“取之不尽、用之不竭”的动力源泉。我们国家拥有漫长的海岸线，蕴藏着极其丰富的潮汐能源。根据有关部门不完全统计可达 1.1 亿千瓦，其中可以开发利用的约在 3400 万千瓦以上。

潮汐能量直接与潮差有关，潮差越大，能量越大。由于深海大洋中的潮差一般较小，因此，潮能利用主要集中在潮差较大的浅海、海湾和河口地区。我国的海岸线上，海岸曲折，港湾交错，有些地区潮差很大，给潮能利用带来极为有利的条件。

近数十年来，海洋潮汐在农田灌溉、滩地围垦、建港、航道、捕捞、养殖、测量、能源利用等方面，都得到了广泛的应用。

世界上较大规模利用潮能进行发电始于 20 世纪 50 年代。当时我国沿海不少地方也办起了潮汐电站，为潮能利用展示了广阔的前景。潮汐发电站的基本原理，就是利用潮波的能量，通过水轮机变成机械能，再由水轮机带动发电机变为电能。



本书从自然科学尤其是天文、力学方面，解释了形成潮汐现象的原因，并结合先进的海洋国家对于潮汐能源利用与实践的例子加以说明，内容丰富，以飨读者。

编者

2012、 9

前

三

2

目 录

一、带你去认识潮汐现象

- 1. 海边处处有潮涨潮落 1
- 2. 循环往复的朝潮晚汐 7
- 3. 潮水涨落与月亮出没 12
- 4. 多种多样的潮汐现象 18

二、揭开潮汐产生的原因

- 1. 从“海鲢出入”到“水月相感” 24
- 2. 处于领先地位的潮汐成因学说 30
- 3. 宇宙间普遍存在的引力 35
- 4. 太阳的引潮力 40
- 5. 月亮的引潮力 44
- 6. 地球是软的还是硬的 49

三、潮汐的一般利用

- 1. 潮汐对农田水利的影响 52



2. 潮汐规律在航运上的应用	57
3. 潮汐对渔盐业的影响	62
4. 潮汐与大地测量	66
5. 潮汐在军事上的应用	70
6. 潮位异常现象	76

四、潮汐能量的利用

1. 中国海潮汐	82
2. 河口潮汐	88
3. 潮能的利用历史	93
4. 潮汐发电站的基本形式	99
5. 潮汐电站站址选择	105
6. 潮汐电站的综合利用	111

五、中国潮汐能的开发利用

1. 历史回顾	117
2. 江夏潮汐试验电站	123
3. 备受关注的小型潮汐电站	130
4. 万千瓦级潮汐电站	136
5. 大型潮汐电站选址范围	141

六、国外潮汐能的开发利用

1. 法国潮汐能源的开发利用	148
2. 英国塞文河口潮汐发电计划	155
3. 英国其他地点的潮汐发电	161

4. 美国潮汐能源的开发利用	167
5. 加拿大潮汐能源的开发和利用	172
6. 俄罗斯潮汐能源的开发利用	178

一、带你去认识潮汐现象

1. 海边处处有潮涨潮落

✿知识风向标

我们伟大的祖国，不仅是一个幅员辽阔的大陆国家，而且是一个海域宽广、岛屿众多的海洋国家。我国大陆濒临渤海、黄海、东海和南海；东接太平洋，南邻印度洋，为我国对外贸易和与世界各国交往提供了方便。那么，你知道海面为什么会时而上涨、时而下落吗？

生活在海边的人都知道，海潮昼夜周而复始地升降涨落，它与沿海人民的生产活动息息相关。有时，遇台风或大风吹袭，风助潮势，造成海水泛滥，淹没良田，冲毁房屋，危害极大。在沿海地方志中，把这种现象叫作“潮灾”。潮灾，有些海区比较严重，有些海区则比较



轻微，这与海岸地带的地形有关；而海潮的传播和变化情况，也直接受海底地形的制约。因此，让我们首先对中国海的地理形势作一个概括的介绍。



台风“纳沙”肆虐海口

中国的邻海从北向南包括渤海、黄海、东海和南海，其中渤海是我国的内海。这四个海的海底地势大体上和大陆一样，西北高、东南低。我国的海岸线，北从中、朝交界的鸭绿江口，南达中、越接壤的北仑河口为止，长达 18000 多千米。在这漫长的海岸线上，处处都有海潮涨落。

渤海古时叫沧海或北海。在四个海中，它的面积最小，水深最浅。渤海的面积为 97000 平方千米，平均深度 20 米。海区中部水较深，最深的地方在渤海海峡的北水道——老铁山水道。那里一般的深度可达 60~70 米，最大深度为 83 米。渤海的地势，除海峡较深外，四周都很浅，尤其是黄河口、海河口、辽河口等河口地区特别浅。海底坡度甚小，地势平坦，从山东半岛龙口以西到塘沽一带，由于海底坡度很小，沿海地势低，潮位只要有 1~2 米的异常变化，就可能海溢，是旧中国经常发生潮灾的地带之一。

跨过渤海海峡的庙岛群岛，便进入了黄海。黄海以长江口的北岸至济州岛西北角一线与东海分界。黄海的面积约为 420000 平方千米，相当于渤海面积的 4 倍多，平均深度也比渤海大 1 倍左右。海区中部有一个南北走向的海盆，深度介于 50~80 米之间；济州岛附近深度较大，最深处超过 100 米。山东半岛成山头与朝鲜的长山串一线，把黄海划分成南北两部分。南黄海的地势，东面深、西面浅，特别是苏北沿岸，本来是古黄河下游的三角洲所在地，深度很浅，坡度十分平缓。黄海的这种地形特点，直接决定了海区潮波的分布。

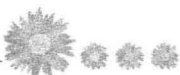


卫星下的渤海湾

沿长江口至济州岛一线以南，海面骤然开阔，这便是一望无际的东海，它的东界是我国的台湾省和日本九州的连线。东海的潮波主要就是由这一连线传入的，东海的南界在台湾海峡的南部——台湾浅滩与南海相邻。

东海的面积约为 750000 平方千米，差不多有 8 个渤海那样大。平均深度为 349 米，最大深度在台湾东北面，可达 2782 米。我国著名的舟山渔场就在东海。每逢鱼汛之时，这里渔歌嘹亮，马达轰鸣，广大的渔业工人和渔民们，日日夜夜乘风破浪捕鱼忙。

东海的南部水域是台湾海峡，它与福建沿岸山脉走向一致。海峡



的北部和中部，水深约 50~70 米；澎湖列岛东南，水深急剧增加，深于 2000 米。台湾浅滩位于澎湖列岛西南，水深浅于 20 米。这一海域以及钓鱼岛、黄尾屿、赤尾屿等岛屿周围的海底蕴藏着丰富的石油、天然气等资源。



钓鱼岛

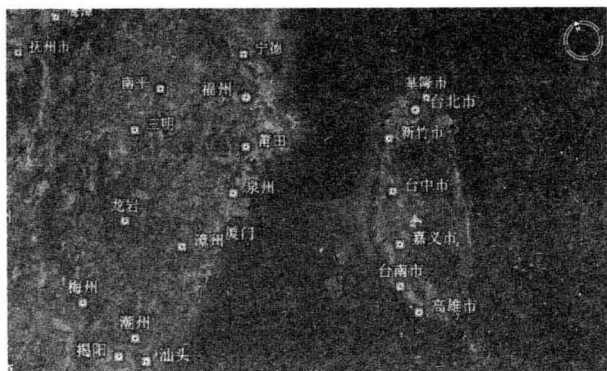
越过台湾海峡南部的台湾浅滩，就是碧波万顷、水天一色的南中国海了。南海是中国海中面积最大、深度最深的海区。它的面积约为 3700000 平方千米，差不多等于渤海、黄海和东海总面积的三倍，平均深度为 1100 米，最大深度可达 5567 米。

在我国漫长的海岸线上和中国海的广大海域里，处处都有海潮涨落，但其变化规律却因地而异，是世界海洋潮汐类型最为丰富多彩的海区之一。在海岸坡度平缓的地带，海水一涨一落，进退可达几里甚至几十里，特别引人注目。我国唐代著名诗人白居易曾在一首诗里写道：

白浪茫茫与海连，平沙浩浩四无边。

暮去朝来淘不住，遂令沧海变桑田。

这首诗写得如此形象和深刻，至今仍被人们所传诵。

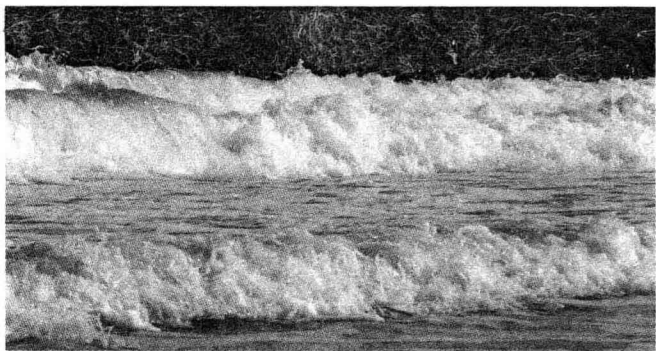


带你去认识潮汐现象

[illegible]

随着社会生产的发展,生活在我国沿海地区的劳动人民,在长期的生产实践中逐渐掌握了海潮现象的规律,并广泛地利用潮汐的变化规律来发展渔盐业、航运业和护岸、筑港等工程建设,积累了丰富的经验。

当前, 由于我国经济迅速发展的需要, 大家对于如何准确掌握和利用潮汐规律, 提出了更高的要求, 这就需要我们z把有关潮汐现象的



涨潮

科学知识同实践经验进一步结合起来，努力探索和认识潮汐变化发展的规律，以便更好地为发展国民经济和国防建设服务。



知识金手指

❖美丽富饶的南海诸岛

在辽阔的南海中，有许许多多美丽富饶的岛屿，组成了四个群岛，根据它们在南海中的位置，分别称为东沙群岛、西沙群岛、中沙群岛和南沙群岛。这些岛屿合在一起，就是我国的南海诸岛。南沙群岛的南端是曾母暗沙、立地暗沙和八仙暗沙等岛屿。南海诸岛历来就是中国的神圣领土，中国人民自古以来就在这里航行、居住和生产劳动。南海诸岛环峙在祖国的南疆，是远洋航行的要冲，不仅在交通和国防上具有重要意义，而且也是我国重要的渔业基地之一。

2. 循环往复的朝潮晚汐

✧知识风向标

要掌握潮汐的变化规律，应从认识潮汐现象开始。因为现象是本质的反映，而本质是通过现象表现出来的。那么，潮汐现象反映出潮汐的哪些本质呢？

我们的祖先很早便认识了潮汐现象，很早就有关于潮汐的文字记载。我国古代称白天为“朝”，晚上为“夕”，这样就把白天里出现的海水涨落称为“潮”，而把晚上的海水涨落叫作“汐”，合称为“潮汐”。

潮汐现象在垂直方向上表现为潮位的升降，而在水平方向上则表现为潮流的进退，二者是一个现象的两个侧面，它们都由同一的规律所控制。例如，就位于山东半岛胶州湾里的青岛港来说，正是由于涨潮流流入湾内，使湾里的潮位上涨才形成青岛港的高潮；而在退潮时，湾内海水随着退潮流流出湾外，潮位便随之下降，从而形成了青岛港的低潮。

低潮过后，潮位上涨。起初涨得慢些，接着越涨越快，到低潮和



高潮的中间时刻涨得最快，随后又涨得慢些，直至形成高潮为止。这时海面好像稳住似的，在一个短时间内处于不涨不落的平衡状态。这一段不涨不落的时间，大约有数十分钟。过了这一阵子，海面便开始慢慢下落，而且



山东半岛滨海

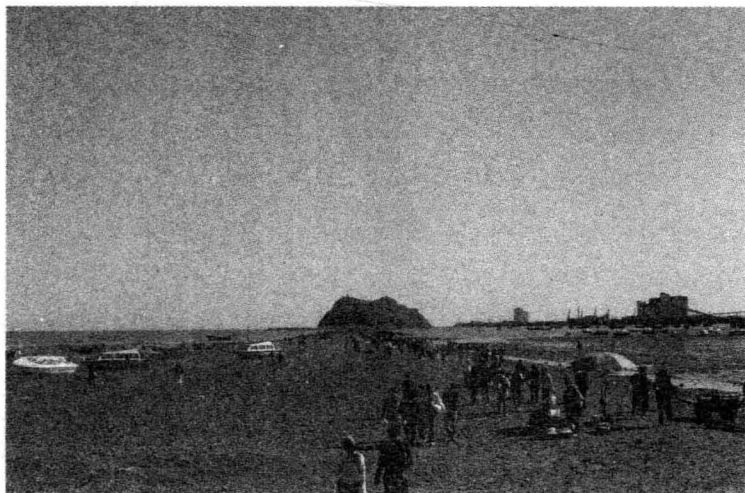
越落越快，到高潮与低潮的中间时刻落得最快，接着又落得慢些，直至形成低潮为止。这时候与高潮情况相似，海面也有一短暂的时间处于平衡状态，继而，潮水又活跃起来，重新按照上述“慢、快、慢”的规律上涨。就这样，潮水夜以继日，循环往复，涨落不已。

通常，人们把从低潮到高潮这段时间内海面的上涨过程称为“涨潮”；从高潮至低潮的海面下落过程称为“落潮”或“退潮”。从涨潮转为落潮的过程，海面处于不涨不落的暂时平衡状态称为“平潮”；从落潮转为涨潮的过程，海面处于不落不涨的暂时平衡状态称为“停潮”。

为了准确掌握高潮、低潮的出现时刻和当时的潮位，人们分别把“平潮”和“停潮”的中间时刻作为高潮、低潮的时刻，即所谓“高潮时”和“低潮时”，而把平潮和停潮状态时的海面水位作为高潮水位和低潮水位，即所谓“高潮高”和“低潮高”。

按一般的习惯，人们总是把海面一涨一落这两个过程合起来叫作一个潮，或称为一个潮汐循环。因此，掌握了高潮时、低潮时和高潮高、低潮高，也就可以确切地定出每个潮汐循环的历时和潮差。具体地说，从每一个潮汐循环中的高潮到它前后各一个低潮的时间间隔，就是这个潮汐循环的“涨潮历时”和“落潮历时”，两者之和，便是这个潮汐循环的“周期”；而这个高潮与前后各一个低潮的潮位差，即

“涨潮潮位差”和“落潮潮位差”，两者的平均值便是这个潮汐循环的“潮差”。



海水落潮

相邻两个潮汐循环的涨潮历时、落潮历时和周期都不相等，这种现象叫作“潮时周日不等”；同时，相邻两个潮汐循环的涨潮潮差、落潮潮差和平均潮差也都不相等。这种相邻两个潮汐循环的高潮位不相等和低潮位不相等的现象，叫作“潮高周日不等”。它与“潮时周日不等”合称为“潮汐周日不等”。

潮汐周日不等现象，乍看起来似乎是杂乱无章的。但实践证明，观察了大量的同类不等现象后，通常总可以找出它的规律性，这也就是大量的潮汐不等现象所特具的一种稳定性。例如，以潮时不等现象来说，通过在同一地点大约一个月的观测，便可算出涨潮历时和落潮历时之间（即一个潮汐循环的周期）的平均值等于 12 小时 25 分。

举例来说，如果上午 10 时发生高潮，那么下一次高潮大致应发生在 22 时 25 分；再下一个高潮则应出现在第二天的 10 时 50 分。