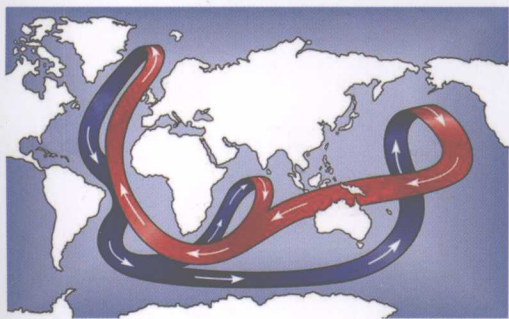


◆ 全国海洋知识竞赛推荐用书 ◆

蔚蓝色的涌动

海水运动之谜

侍茂崇 编著



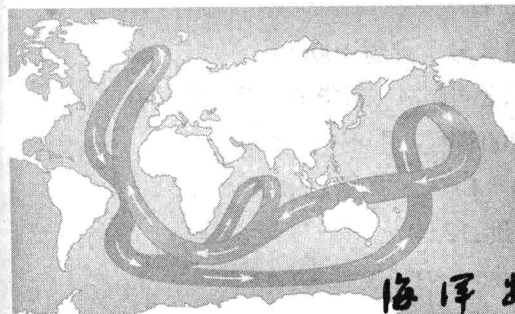
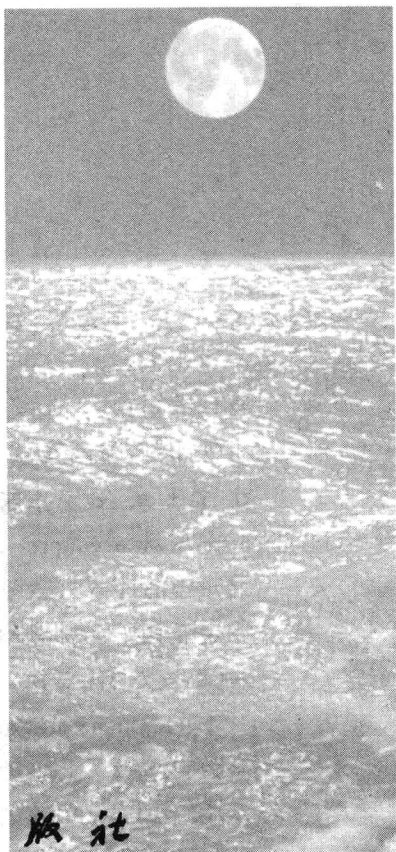
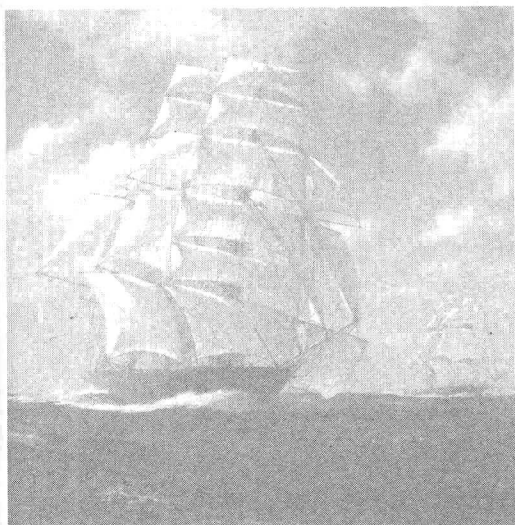
海洋出版社

◆ 全国海洋知识竞赛推荐用书 ◆

蔚蓝色的涌动

海水运动之谜

侍茂崇 编著



海洋出版社

2008年·北京

图书在版编目(CIP)数据

蔚蓝色的涌动:海水运动之谜 / 侍茂崇编著. —2 版.
—北京:海洋出版社,2008.7
ISBN 978-7-5027-7052-5

I.蔚… II.侍… III.海洋水文—青少年读物
IV.P731-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 093548 号

责任编辑:肖 炜

责任印制:刘志恒

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

保定市中华美凯印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2008 年 7 月第 2 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

开本:850mm×1168mm 1/32 印张:5.875

字数:137 千字 定价:12.00 元

发行部:62147016 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

研究开发海洋
开创科学世纪

宋健

序 言

我们伟大的祖国雄居于太平洋的西北岸。她不仅是一个陆地大国，也是一个海洋大国，除拥有 960 万平方千米的“陆地国土”之外，还拥有约 300 万平方千米主张管辖海域。我国有着 1.8 万千米绵长的大陆海岸线以及 6500 多个神奇美丽的海岛；辽阔的海域，纵跨温带、亚热带和热带，海洋资源十分丰富。自古以来，海洋就以它“渔盐之利，舟楫之便”，哺育了悠久而灿烂的华夏文明。

随着人口的激增、资源的匮乏和环境的恶化，人类在地球的生存与发展遇到了严重的危机。在危机面前，人们又把希望的目光转向了蔚蓝色的海洋。广袤无垠的海洋，覆盖了地球表面的 71%，是人类未来广阔的发展空间。海洋是生命的摇篮，交通的要道，风雨的源头，资源的宝库。海洋是人类的伟大母亲，在事关生存的紧要关头，再返回海洋，寻求未来的光明，

是自然之理。许多事实表明，只要合理开发和保护好海洋，人类就能够“转危为安”；在地球上继续生存和持续发展，就多了几分希望。

青少年朋友，你们是祖国的未来，是 21 世纪建设的主力军，海洋将是你们大显身手的地方。在中华民族跨入 21 世纪海洋世纪的时候，海洋出版社把这套饱含海洋知识的丛书奉献在你们的面前，是希望千百万青少年在愉快的阅读中，为我国富饶美丽的海洋而骄傲，也为祖国拥有的这片蓝色国土油然而生出神圣的责任感，从而树立起为中国海洋事业而献身的精神。祝愿你们驰骋万里海疆，为把祖国建设成伟大的海洋经济强国贡献出你们宝贵的青春和才智。

中国科学院资深院士
著名海洋科学家

曾呈奎

目 次

海洋的诞生——001

地球容颜的秘密——001

海陆间的变迁——012

大海的风姿——029

鸟瞰大海的容颜——029

大洋五兄弟的故事——034

海水的秘密——056

变化的体温——056

死海不死之谜——067

海水的密度——073

海洋的呼吸——潮汐——076

潮涨潮落——076

与月亮有约——079

“土法”算潮汐——083

八月潮头动地来——084

假潮不假——086

潮流——潮汐的孪生兄弟——089

珠穆朗玛峰的起点——091

永不安分的多动儿——海浪——093

浪的生成——093

运动的波浪——095

特殊的海浪——102

海洋中的长河——海流——110

大洋表层的海流——113

中尺度涡——重要新发现——123

深海巨流——126

海洋中的涌泉——上升流——130

南极的“冰河”——132

中国近海海流——135

撩开南大洋的面纱——138

南方大陆的迷踪——138

科学的神殿——146

欲上雷山 先渡恶水——148

海洋动力能源库——153

超巨级能量——153

能源宝库——155

人类的妙计——157

智能眼看海洋——172

现场观测海洋——172

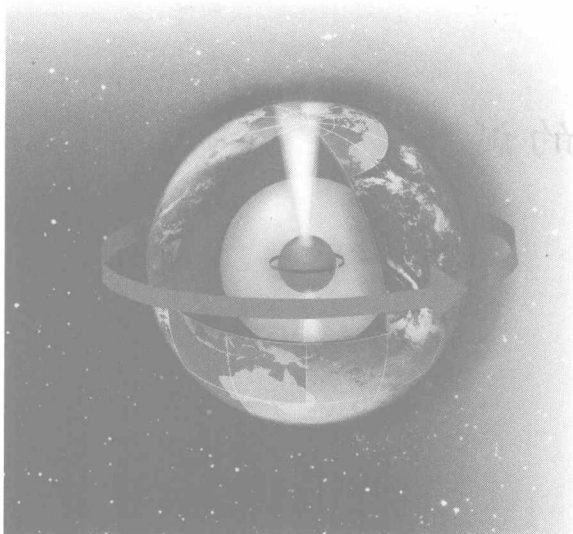
海洋上的“火眼金睛”——174

海洋的诞生

地球容貌的秘密

最初地球物质是松散的尘埃，它们碰撞凝聚成球，逐渐在表面形成了今日的陆地和海洋

自古以来，海洋就与美妙的传说联系在一起，成为产生传说的温床。从我国第一部记述山川海洋知识和神话传说的著作《山海经》，到国外古代亚述、巴比伦的神话对海洋都有着美妙离奇的描述。然而，社会的进步使科学家们揭秘了神话。许多科学家认为，60多亿年前，形成地球的物质由太阳星云中突然分化出来，飘浮于太空，成为混沌沌沌的无边无涯的一团。仔细看来，这种混沌物体中，又分成一个个团块状，彼此之间作无规则的冲撞。在冲撞过程中，由小变大，在万有引力作用下逐步形成一个原始的地球。在原始地球上既没有我们现在所看到的蔚蓝色的海洋，也没有包裹着地球的厚厚的大气，而是一个没有生命的松软的灰色集合体。初始的松散的地球温度较低，各种轻、重物质混杂在一起，近似于一个均质的球体。后来，由于地球的增长和绝热压



地层解剖图

缩作用，使其内部变暖，初始温度大概在 1000°C 。随后地球内部的一些放射性元素接着起作用，在蜕变中释放出大量的热来，地球内部温度慢慢升高，地内物质开始熔解。在重力的作用下，轻者上浮，重者下沉，水汽与大气从地壳内逃逸出来，飞升进入空中；而那些铁、镍等重金属则沉入地底，形成地球的核心部分。硅酸盐等比较轻的物质则紧紧地包围在地核外面，形成2900多千米厚的一层地幔。在地幔上部又进一步分化出地壳来。这种分化过程大概是在46亿年前才完成的。

地壳很薄，平均厚度大约为40千米。如果与地球平均半径6371千米相比，就像一只鸡蛋的蛋壳一样，只不过是薄薄的一层表皮。但是，这层表皮却不像蛋壳那样光滑。由于地球内部运动的结果，在这层地壳上，既有高山、平原，也有洼地，有点像晒干了了的橘子皮。

水汽与大气共存的情况，一直持续了很长时期。由

于地球表面逐渐变冷，水汽与大气的温度也随着降低。水汽便开始凝结，形云致雨。可以想象，那时地球上到处电闪雷鸣，狂风暴雨；呼啸的浊流，通过千川万壑，汇集到原始洼地中去，形成最早的江、河、湖、海，这就是原始水圈。原始水圈中的水又不断蒸发，重新变成水汽，然后又降落到地面上来，把陆地上岩石中的大量盐分带到原始海洋中去，日积月累，年复一年，海洋中的淡水就变成了咸水。

也有人认为，当地球由其原先的液态凝固成火山岩及其他的岩石时，其内部陷进了大量的原始水。后来，由于受风、水和有关的一些地面过程影响，岩石崩塌破裂，被陷在岩层中的水流出来，一起形成了原始海水。但是，那时水圈的面貌与我们今天所看到的江、河、湖、海的面貌，却是大相径庭的。

最近，通过地球卫星观测资料表明，太空中每天都有无数个雪球状的物质进入地球大气层，这种雪球状的物质中含有大量的水。因此，一部分科学家认为，地球上海洋中的水不是由地球物质中分离出来，而是来自遥远的太空。孰是孰非，只有靠进一步研究去证明。

“大陆漂移”，魏格纳道破天机，陆地和海洋不断变化，有生有灭

根据化石的研究，人们发现，大约在2.7亿年前，南美洲和非洲的动物与植物是完全相同的。这样看来，在两亿多年前这两块大陆是互相沟通的。可是，现在南美洲与非洲之间是一片又大又深的海洋，并没有两亿多年前的古陆地。难道它已经沉入大西洋的海底了吗？

人们又发现，欧洲与北美的动物和植物，一直到地质史的近代，都是完全相同的。可见，这两块大陆从前



魏格纳

也是相连的。那么，这两块大陆之间的古陆地，是否也沉入水波翻卷的大西洋中去了呢？有人企图在大西洋中打捞这块古陆地的历史遗迹，结果是白费了力气。一些地质学家也声称，这是“千古之谜”！

1910年的一天，勤于思考的年轻的德国气象学家魏格纳，从世界地图上意外地发现，大西洋两岸的轮廓凹凸有致，两岸几乎可以像积木那样拼到一起，尤其是南美洲巴西东端直角突出部分，与非洲西岸呈直角凹进的几内亚湾完全可以衔接起来。于是他突发奇想，在历史的长河中，非洲与南美洲曾经结合在一起！他完全不带地质学上的成见，认真地阅读了前人的文献，在总结前人成果的基础上，大胆地发表了“大陆漂移”学说。认为两亿多年前，南美洲与非洲是连在一起的。后来南美洲脱离了非洲向西漂移。不仅如此，他还进一步根据南美洲、非洲、印巴次大陆、澳大利亚等古代动植物化石的相似性，设想在古生代(距今2亿~6亿年前间)地球上只有一块陆地，在它的周围是广阔的海洋。后来，由于天

体的引潮力和地球自转的离心力作用，使原始大陆碎成若干块，就像冰块浮在水面上那样，逐渐漂移开来。

根据大陆漂移学说，在很久以前，各大陆之间不是桥梁式的沟通，而是全面地联结。因此，在这些大陆上繁衍生息的动物和植物是完全相同的。

魏格纳的岳父是汉堡大学著名的气象学教授柯本。柯本不无担心地劝他，要他不要涉及如此包罗万象的大难题。但是，勤奋好学、勇于探索的魏格纳，对此却如痴如迷。

自“大陆漂移”学说发表后，引起学术界的激烈争论。许多人认为魏格纳的学说纯粹是异想“地开”。因为，在此以前，大多数地质学家都把地壳看成是比较稳定的地层。地壳运动以垂直运动为主，水平位置是固定不变的。当时如果有人提出两块陆地水平移动100千米，都被认为是不可思议的。一些地质学权威认为，涉及海



大西洋两岸地形图

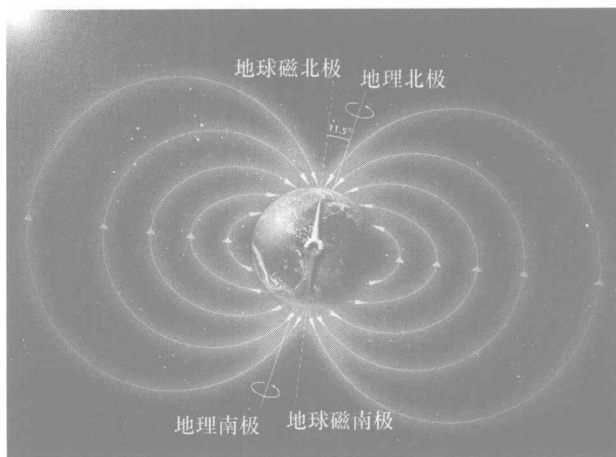
洋的形成和变化这个许多地质学家长期争论不休的大问题，由一个搞气象的人来完成，对他们是一种嘲弄和大不敬！但是他们又找不到充足的理由来否定魏格纳的学说。

然而，我们也必须看到，魏格纳只是根据有限的陆地上的化石、古地质资料和海岸线轮廓的相似性，大胆地进行逻辑推理而作出了假设，是很不完善的，更无法解释大陆是怎样在强度很大的硅镁层中漂移的。

海底在扩张，大陆漂移是从海底开始裂开的

20世纪60年代，人们对洋盆进行了广泛的地质研究，尤其是古地磁的研究，发现了洋底也在扩张。从此，冷落了几十年的“大陆漂移”学说又风靡起来。大陆漂移说终于找到了更有力的证据。

什么是古地磁呢？古地磁学是根据古岩石中存在的剩磁现象研究磁场变化的一门科学。举例来说，像玄武岩熔岩那样的富含铁质的流体在洋底出现后不久，熔岩中铁粒子便被地球磁场磁化，每个铁原子都像指南针那样按地磁场的方向定位。在玄武岩冷凝后，包含在其中的铁原子磁性也就固定不变。只要测出这块岩石中铁原子的磁极方向，就知道那个时代的地球磁极位置。近年来进行的大量古地磁研究表明，岩石中剩磁在地质史上已几经颠倒。假如地球的磁极是固定不变的话，这就意味着大陆本身发生了漂移、错位。科学工作者对从北美洲和欧洲采集的岩石标本进行的古地磁研究证明，这两个大陆曾经是连在一起的。在巴西以及西非加蓬进行的古地磁和放射性年代测定表明，这些地区的岩石样品在成分上、地质构造上以及年代上几乎完全相同。由此认为，非洲和南美洲也曾经是连在一起的。如果我们



地球磁场示意图

注：地球上的磁北极实际上在地理南极附近，与惯称的“地球磁南极”相对应。

用别的方法知道地磁极的变化历史，那么，也就是间接知道这些岩石的年龄了。这是一个非常巧妙的方法，正是通过这个方法，人们才了解到大洋底的不同位置的年龄。把古地磁称为研究地壳演变历史的“档案馆”，这个说法是有道理的。

但是，地球磁极在历史的长河中也是几经变化的，它给岩石剩磁的研究带来了麻烦。一方面要考虑大陆的不断移动和变化对剩磁的影响，另一方面又要考虑地球磁极的变化对剩磁所造成的后果。由于这两种影响的时间尺度不一样，科学家已经能把它们完全分开。

与此同时，大洋中的海岭也引起了科学家的广泛兴趣。我们知道，大西洋中央有一条海岭，高出洋底1~2千米以上，从北向南长达1.2万多千米，并且基本上重复着大西洋的“S”形走向。无独有偶，在太平洋东部，从北美沿岸开始，也有一条向南蜿蜒伸展的海岭。它从南纬50°附近折而向西，一直到印度洋中部，并且表现出与大西洋海岭相连接的趋势。人们形象地称这些海岭为

洋中脊。在人们研究大洋的时候，曾经提出过这样的问题：为什么在几千米的大洋深处，会耸立起这样长而高的海岭，它是与地球形成一起诞生的，还是后来形成的？这个问题一直到20世纪中期，由于地球物理探测方法得到广泛应用，尤其是古地磁的研究，发现洋中脊两侧古地磁异常呈对称型分布，才在一定程度上知道了这些海岭发生、发展的历史和特征：

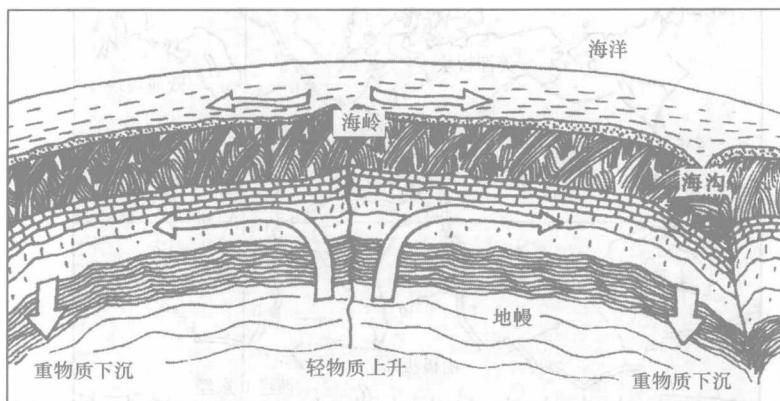
一是陆地上的山脉，主要是由深厚的沉积物质褶皱而成。而大洋底的海岭，则全部是地底下岩浆升上来固结而成。它没有受到挤压，因此没有形成褶皱。

二是沿着大洋海岭的顶部，有一条很深的裂缝，它的长度几乎与海岭一样。裂缝里的岩石年龄很轻，裂缝两侧，越往外岩石年龄就越大。此外，根据地热流的测定，还看出海岭上热流比较高，两边比较低。

三是裂缝两侧的岩石，向相反方向运动。运动速度是每年1~5厘米左右，最快的是太平洋海岭，最慢的是大西洋海岭和西北印度洋卡尔斯伯格海岭。

四是经过更详细的研究，发现这些海岭并非像长蛇一样连成一体，而是由于移动方向和速度不一样，被撕裂成若干段。每段本身，则保持相对稳定。段与段之间的破裂带又称为转换断层，这是地震发生最多的区域。

根据上面这些事实，1961年美国人赫斯提出了“海底扩张”学说。海底扩张学说是这样假设的：地球由地核、地幔、地壳组成，地幔厚度很大，达2900千米，由硅镁物质组成，占地球质量的68.1%。由于地幔温度很高，处于熔融状态，像沸腾的钢水，不断翻滚对流，具有强大的动能，大陆则被动地在地幔对流体上运动，而不是魏格纳所说那样，大陆像冰块浮在洋底上漂移。他



地壳在海岭处破裂

设想大洋的海岭，是新地壳的诞生地。地幔中的物质，不断地从海岭当中的裂缝里流出来，冷凝固结，再为涌升流所推动，把老洋壳向两侧推移出去，使海岭不断向外扩张，形成了一浪接一浪、后浪推前浪的运动方式。而且，这种运动永不停歇。大洋底部，就是处在这样不断地更新的过程中。当地幔涌升流把洋底抬升起来，就像陆地上火山那样会伴随强烈的地震发生。大洋中脊浅源地震特别密集，就是这种理论的最好说明。

地球外壳由板块组成，像一个由若干个“皮块”缝成的足球

1965年，加拿大人威尔逊根据“大陆漂移”学说和“海底扩张”学说，加以提炼总结，提出了“板块学说”。根据他的理论，地球的外壳是由20多块大板块组成的。最基本的有六大块：太平洋板块、欧亚板块、印度洋板块、美洲板块、非洲板块和南极板块。板块的划分，不受海洋和陆地的限制。一个板块可以全是大洋地壳，也可以全是大陆地壳，或者二者兼有。例如，在六大板块