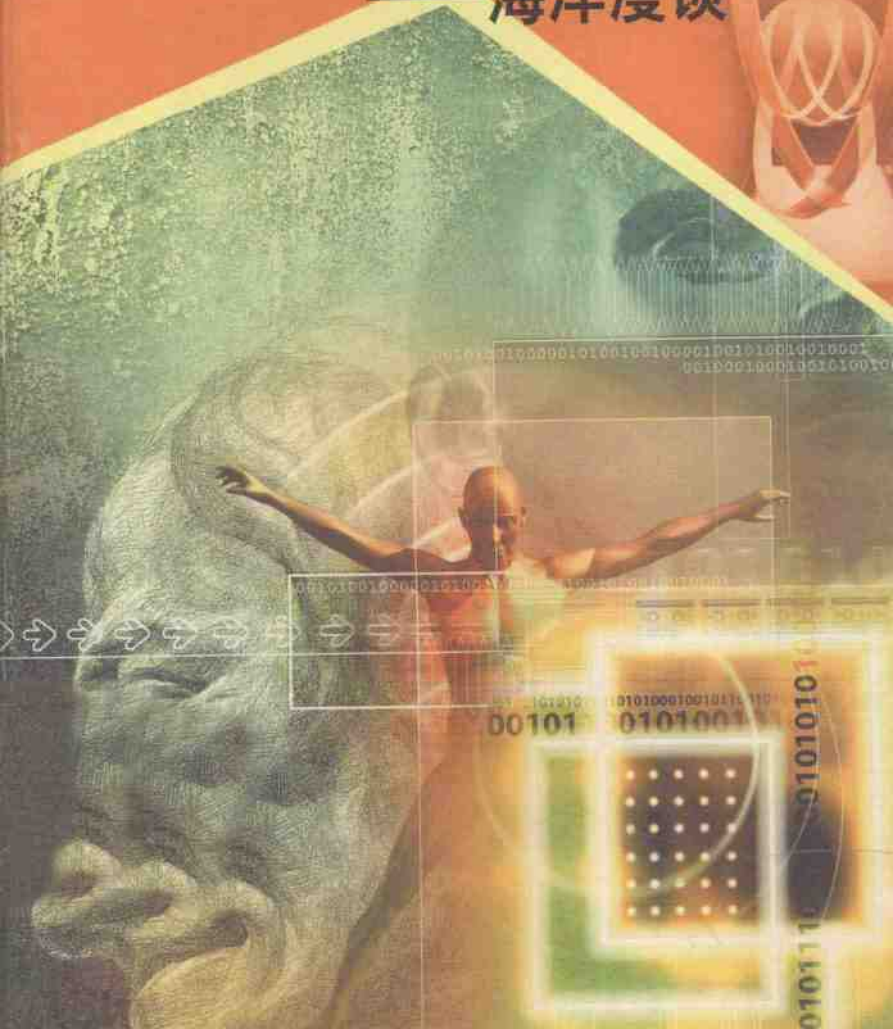


KE XUE WEN CUN

科学文丛

# 蓝色的诱惑

——海洋漫谈



科学文丛

# 蓝色的诱惑

——海洋漫谈

(46)

广州出版社出版

图书在版编目 (CIP) 数据

科学文丛. 何静华 主编. 广州出版社. 2003.  
形继祖

书号 ISBN7-83638-837-5

I. 科学... II. .... III. 文丛

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 082275 号

## 科学文丛

主 编: 何静华  
形继祖

广州出版社

广东省新宜市人民印刷厂

开本: 787×1092 1/32 印张: 482.725

版次: 2003 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数: 1-5000 套

书号 ISBN 7-83638-873-5

定价: (全套 104 本) 968.80 元

## 序 言

海洋是生命的摇篮,风雨的故乡,资源的宝库,各国人民友谊的纽带。

蔚蓝色的海洋,烟波浩渺,绚丽多采,掩藏着不尽的新奇和奥秘。它引发了人们无穷的遐想,赋予多少有识之士以灵感。诗人为它插上幻想的翅膀;作家为它妙笔生花;画家为它绘成美妙的画卷;歌手为它高歌畅想曲;海员看不够它出奇入胜的变幻美景;科学家则为它呕心沥血,倾献精诚。

昔日,人类对海洋的幻想曾创造了五光十色的海底龙宫、千千万万的虾兵蟹将、引人入胜的美人鱼等许多美丽的神话,充分显示出人类对美丽富饶的大海的向往。而张羽煮海和哪吒闹海的故事又从另一个侧面反映出人们向海洋挑战、征服海洋的美好心愿。

随着陆地上人口的不断增加,住房、粮食、能源、水资源日趋紧张、危机四起。人们把缓解危机的希望,在很大程度上寄托于海洋。海洋蕴藏着丰富的生物资源,将为解决人类食物问题起到不可估量的作用;她那形形色色的矿物资源将是陆上天然矿产资源的重要补充。海洋还是一个巨大的能量库,它所蕴藏的动力资源数字惊人,仅潮汐能一项就有 10 亿千瓦,海水温差、海流波浪的能量也十分丰富,这些作为一种重要的再生能

源,有着光辉灿烂的开发前景。在海上建造亭台楼阁,在水下建造宽敞的居民村和工厂将对缓和陆地上的居住危机发挥巨大作用。

今天,随着科学技术的不断进步,昔日的幻想,正在或即将变成现实。一个开发海洋、利用海洋、使海洋为人类造福的新时期已经到来,科学家们预测未来世界将是一个“海洋时代”。与此同时,海洋也面临着严重威胁,其中主要是石油污染。因而,摆在人们面前的另一项重要任务是保护海洋,净化海洋。

海洋属于全人类,海洋必将造福于全人类。未来的海洋,必将是人间的水下乐园。

## 目 录

|                  |       |
|------------------|-------|
| 序言 .....         | ( 1 ) |
| 一、海洋的诞生 .....    | ( 1 ) |
| (一)洋盆的形成 .....   | ( 1 ) |
| (二)从天而降的海水 ..... | (10)  |
| (三)世界的大洋 .....   | (11)  |
| 二、资源的宝库 .....    | (13)  |
| (一)海水化学资源 .....  | (13)  |
| (二)海底矿产资源 .....  | (25)  |
| (三)海水动力资源 .....  | (39)  |
| (四)海洋生物资源 .....  | (57)  |
| 三、面临的威胁 .....    | (74)  |
| (一)最危险的敌人 .....  | (75)  |
| (二)保护海洋 .....    | (89)  |

|                  |       |
|------------------|-------|
| 四、蔚蓝色的诱惑 .....   | (93)  |
| (一)广阔的海洋牧场 ..... | (93)  |
| (二)新兴的海上工厂 ..... | (96)  |
| (三)迷人的人工岛 .....  | (101) |
| (四)未来的水下天堂 ..... | (103) |

## 一、海洋的诞生

人类在陆地上住惯了，往往忘记了最大的大陆也不过是浩瀚海洋中的“岛屿”。世界海洋覆盖着地球表面的 70.8%，太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋互相沟通，连成一体，包围着六块大陆。海洋的平均深度约 3800 米，如果我们把地球上的山脉和洼地一齐夷平，让海水倾泻在大地上，那么，整个地球表面就要覆盖一层深达 2400 多米的海水。

那么，浩瀚的海洋是怎样形成的？蔚蓝色的海水又从何而来呢？

### （一） 洋盆的形成

古代巴比伦曾流传着这样一个美丽的神话：月神马尼多克在与恶魔狄亚马德的战争中，杀死了狄亚马德，把他的尸体分成两半。一半向上高举，用它创造了太阳和月亮；另一半向下沉落，创造了大地和海洋。我国古代也有一个神话，说是有个英雄叫共工，与颧顼大战而不胜，盛怒之下，撞倒了一座高山——不周山。不周山原是支撑天地的天柱之一。天柱一折，天地就倾斜了。“天倾西北，地陷东南”。天倾西北，天上石头掉



下来,从此西北多高山;地陷东南,形成广阔无垠的凹地,从此我国东南方就出现了碧波万顷的海洋。世界上各民族最古老的神话里大多有一段关于海洋是如何被创造出来的传说。神话不是科学,但它多少反映了古人对地壳沧桑变化的关心和猜测。

随着生产的发展和科学的进步,人们对海洋的认识不断加深,终于摒弃了种种神话,开始提出了科学的假说。其中之一是“冷缩说”,又称“收缩说”。它首先由意大利天文学家布鲁诺提出,他把地球表面的褶皱和干苹果的皮相比。苹果干了,内部收缩,表皮起皱,地球也是这样。这是最原始的解释。后来法国人鲍蒙又重新提出了解释。他认为,地球最初是从太阳分离出来的炽热球体,由于辐射散热,原始地球便逐渐冷却收缩。地球表面冷却得比较快,首先形成一层包裹于地球表面的硬壳。而地球内部继续冷却收缩,但已经凝固的表面硬壳,却保持着以前的大小。结果,在地壳和内部之间,便形成一道空隙。随着地球内部的不断冷却和收缩,空隙变得愈来愈大。空隙上的岩体在本身重力下而下陷。在下陷的过程中,互相拥挤,有的形成褶皱,这就是高山。而大部分地方下陷成为凹地(即洋盆),洋盆积满了雨水,就变成为碧波万顷的宽广海洋。

按照这种说法,地球当初冷却成什么样子,海洋就是什么样子了,虽然有海陆变迁,仍然不会改变地球上大洋的基本面貌。但这样问题又来了,如果按该学说的设想,那么地球表面将会皱褶得不像样子,这就无法解释为什么会有今日的大洋和陆地这种分布形态。后来,又经过一些人的修修补补,才勉强自圆其说。

这种关于地球形成的“冷缩说”理论,在 19 世纪下半叶到 20 世纪初,一直占据着统治地位。后来,由于放射性元素的发

现,使“冷缩说”受到了严重的打击。因为人们发现放射性元素蜕变所产生的热能,不断地烘烤着地球,使地球不仅没有冷却收缩,而且还在增热膨胀。这样,“冷缩说”也就难以成立了。

与此同时,一些科学家已把眼光转移到月球上去了。科学家皮克林提出了“月球分离说”。这一假说认为,当地球还处在原始熔融状态的时候,便受到太阳引力的作用,产生一涨一落的潮汐振动。当潮汐振动周期与岩浆固有振动周期相等时,便出现共振现象,使振动越来越强烈。强烈的振动终于使一部分岩浆不翼而飞,脱离地球,在宇宙空间形成了新的天体——月球。太平洋洋盆就是月球脱去的痕迹。的确,在太平洋洋底,人们现在压根儿都找不到地壳的表层岩石——硅铝层,或者说它缺失了较轻的花岗岩,洋底几乎全由较重的玄武岩组成。而其他大洋洋底,除了玄武岩外,同时还见到花岗岩类的物质。那么,太平洋底的花岗岩到哪里去了呢?可以认为太平洋的花岗岩十之八九是飞到月球那里去了,因为,月球的体积竟奇迹般地、与太平洋“失去”的地层体积相一致。

这种理论一提出,真是娓娓动听。它既解释了太平洋的起源,又给月球找到了生身的“母亲”。不过,与“冷缩说”一样,这个假说本身也有无法弥合的裂缝。例如,月球若是地球为熔融状态时分离出去的,那么地球上流动的岩浆一定会再将太平洋填满;若是在地球形成之后飞出去的,那么又是什么力量能使地壳发生这种解离?这种力量为什么不发生在当初的熔融时期呢?即便不追究这一力量,那么,月球的形成时间应该晚于地球。然而,对月球表面岩石取样分析的结果,证实月球与地球具有同一年龄,都是大约在46亿年前形成的。月球上也有古地磁存在,说明月球曾经有过熔融的核心。通过对月震的测量得知,这个月核依然存在。于是这个假说又进入了死胡同。

人类对自然的认识是不断深化的,一个假说被推翻,并不意味着倒退,而是表明人们在认识自然的原有基础上更前进了。近几十年来,随着科学技术的发展,关于海洋的形成问题,人们又不断提出了日趋成熟的新假说。德国年青的气象学家魏格纳提出的“大陆漂移说”是从一个有趣的现象开始的,即南美的东海岸与非洲的西海岸,形态极为相似。如果我们把整个大西洋拿去,让非洲和南美衔接起来,那么,南美巴西高原向东突出的部分,大体上可以装到非洲西海岸的几内亚湾内,就像拼七巧板那样贴合。

这难道是巧合吗?!人们为了验证这种吻合程度,曾把深度约 1000 米的大陆边缘拼合起来,结果平均误差只有 88 公里。用同样的方法,如将南美、非洲、欧洲、北美、格陵兰都拼合起来,发现如将西班牙做些转动,拼合的平均误差也不超过 130 公里。

这种拼合的结果给人一种印象,那就是世界大陆原来很可能是连成一体,只是后来由于某种原因才分开的,特别是非洲和南美洲更是如此。

1912 年,魏格纳根据大洋分隔的两大陆之间的海岸形态、地层、古生物、矿产等的相似性,正式提出了“大陆漂移说”。他认为,地壳最初形成时是很薄的花岗岩质硬壳,均衡地漂浮在玄武岩质基底上。由于地球自转,产生自东向西的潮汐摩擦力和从两极向赤道方向的离心力,使地壳聚集起来构成比较厚的由若干锯齿状的大小破块镶在一起的原始联合古陆,也称泛大陆,而其余部分则形成原始海洋,也称泛大洋。这个过程在古生代时完成。在 2 亿年前的中生代,由同样的力量使原始联合古陆先后在多处出现裂缝,并开始分裂和漂移,花岗岩质大陆像冰山在海洋中一样,漂浮在玄武岩质基底上。所有大陆都自

东向西漂流,美洲漂得最快,亚、澳大陆漂得最慢。首先美洲和欧、非洲之间形成大西洋,接着澳大利亚和南极洲之间形成印度洋,这个漂流过程很缓慢,直到距今 2500 万年前的第四纪初期,泛大陆各洲才逐渐漂移到现在位置,形成今天我们所熟悉的海陆分布轮廓。

魏格纳还认为地球上的山系也是大陆漂移的产物。如纵贯南北美洲大陆西海岸的科迪勒拉和安第斯山脉,就是美洲大陆向西漂移滑动过程中,受到太平洋玄武岩基底的阻挡,被挤压褶皱形成的。亚洲东缘的岛弧群,是陆地向西漂移时留下的残块。东西向的各大山脉,如阿尔卑斯山、喜马拉雅山等,是大陆从两极向赤道挤压的结果。

这个有趣的假说一经问世,立即受到人们广泛的重视。因为,长期以来许多地质工作者对于地球上部的构造活动,持有一种固定论的观点,认为海陆的发展和地球上部的运动,主要表现为地面的隆起和沉降。如水下沉积物能够露出水面好几千米,受到抬升的高原和下陷的沉积海槽,都说明了地壳垂直运动的作用。然而,“大陆漂移说”却一反常态,认为地壳在水平方向上作了大规模漂移,这怎能不使人惊异?不过,由于魏格纳的假说在理论上也存在一些弱点,加之在魏格纳时代,还没有发现地壳中大规模水平位移的正面证据,因而,轰动一时的假说又很快没有声息了。

20 世纪 50 年代中期,由于古地磁学的迅速发展,给“大陆漂移说”带来了新的喜悦。人们发现,各大陆的地磁极,在漫长的地质时期里曾发生过多项迁移。这表明,各大陆在地史时期的相对位置有过很大变化。如果对地磁极的移动用垂直运动去解释,则无法得到圆满的答案。但是,如果把分离的大陆,照魏格纳的假说拼合起来,则每一地质时代的北磁极位置,大致

可以落在一个较小范围内。这就证明了各大陆的确曾发生过漂移。

同时,自 50 年代以来,在大洋和大陆,又相继发现了不少大规模的水平大断裂。如北美西部圣安德列斯断层,在 1000 万年间,竟错动了 400—500 公里;太平洋底的门多诺断裂,错动了 1140 公里。在别的大洋也见到了类似的现象。这表明地壳水平运动的幅度,比垂直运动的幅度大得多。因此,地壳漂移千里,并非无稽之谈,而是言之成理、确凿有据的。

科学的历中充满着大胆的假说。它们当中的大多数被遗忘了,但其中一部分经过了长时间的考验,逐渐得到了补充和证实。

随着探海活动的日益开展,人们发现在大洋中,无论是蜿蜒伸展的中脊(海岭),或是高差悬殊的海沟——岛弧系统,大都伴随着频繁的地震,反映出这里是一条巨大的破裂带。中脊地区的地形崎岖不平,热流特高,有火山活动,它时常被水平大断裂所割断,撕裂成若干段,错开一定的距离。这种大断裂叫做转换断层,长达 1000 公里以上。在转换断层上,地震活动更为强烈。海沟——岛弧系统的地震,则几乎都集中在一个向大陆方向倾斜的斜面上。

海洋的年龄虽然很老,但海底却很年轻。至今,人们还未在海底发现比中生代更老的岩石。而且,中脊裂缝里的岩石年龄最小,裂缝两侧,越往外岩石年龄就越大;沉积物的厚度也是越往外越厚,成分越复杂;反之,沉积物越薄,成分越简单。此外,中脊两侧的地磁等,也像沉积物那样,呈对称分布。

洋底的这些新发现,给人们提供了一把解开海洋起源之谜的重要钥匙。

1961 年,美国的赫斯和狄兹根据上述的海底地貌特征和地

球物理现象,创立“海底扩张说”。

我们知道,地球最上层是一个岩石层,厚度不到 100 公里,强度很大。其下的一层约几百公里厚,强度较小,叫做软流层(地幔)。“海底扩张说”设想大洋中脊(海岭)是新地壳的诞生地。海岭的高峰被一个中间谷分成两排峰脊,中间谷是地壳张裂的结果,软流层中的物质不断从大洋中脊的裂缝中涌出,推动着旧海底不断向两侧扩张,形成一浪接一浪,后浪推前浪的运动方式。洋底岩石的年龄离海岭裂谷越近就越年轻,越远就越老,以及地磁异常带和磁场逆向带在海岭两旁有规律的排列,就是这一设想的有力证据,这一设想还认为,海底扩张的速度,不同的地区有所不同,同一地区在时间上也有所变化。海岭裂谷两边的扩展速度有时相等,有时不等。但总的来看,海底扩张的总速率是每年 1—10 厘米左右。扩张得最快的是太平洋东南的现代海岭,年速率达 16 厘米;最慢的是大西洋海岭和西北印度洋的卡尔斯伯格海岭。如果海底以每年 15 厘米的总速率扩张,那么,宽 15000 多公里的太平洋,只需 1 亿年的时间则可形成。因此,从海岭裂谷处上升的新物质,不断向两侧推移,然后又俯冲到大陆壳下,消亡于高温高压的软流层中。这种新陈代谢的机制使得大洋底下不断更新,大约 2 亿年左右更新一次。如太平洋底就没有早于侏罗纪时代(距今约 2 亿年)的地层。由此得出一个惊人的结论,地球上正发生着极活跃的“新陈代谢”作用。

“海底扩张说”的问世,促进了“板块学说”的诞生。1965 年,加拿大人威尔逊根据“大陆漂移说”和“海底扩张说”提出的一些重要论据,提出了“板块构造说”。

“板块学说”的理论认为,地球岩石层不是整体连续的一大块,而是被一些活动构造带,如海岭、海沟、转换断层等所割裂,

形成许多不连续的单元,称为“板块”。根据该理论,地球的外壳是由 20 多个大板块组成的。最基本的有 6 大块,即太平洋板块、亚欧板块、印度洋板块、美洲板块、非洲板块、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 6 大板块中,太平洋板块全为海洋,其余 5 块都是海洋和陆地兼有之。板块呈刚体运动,可以在数千公里范围内进行。至于板块的厚度现在还不能完全确定,有可能是在 70 ~ 100 公里之间。板块与板块交界的地方,则是地壳比较活动的地带,这里通常有火山、地震的活动。例如,世界上活火山主要集中在太平洋沿岸和一些岛屿上,也就是在太平洋板块与其他板块相交界的地方。这里,实际上是一条相当大的断层,形成了太平洋“火山圈”。世界上的活火山共有 522 个,其中分布在太平洋的有 322 个,在大西洋的有 67 个,在印度洋的 100 个,亚洲和欧洲南部才 33 个。太平洋占了 60%。海陆的变迁和发展,其基本原因就在于这些巨大板块的相互作用。

这些岩石层板块,很像湖泊中的冰块,浮在地幔对流体(软流层)上“滑行”,只不过软流层比水粘得多罢了。像机器传送带那样,岩石层被驮在地幔对流体上,不停地慢慢运移。在板块运动过程中,当大洋地壳遇到大陆地壳时,就俯冲进入大陆下面的地幔中。在俯冲地带,由于拖曳作用,形成了很深的海沟。如太平洋的一个突出的特点是,最深的地方都在边缘,特别是太平洋的西半部,有很多非常深的海沟,其中主要有阿留申海沟(阿留申群岛以南),深度在 6000 ~ 7000 米;千岛海沟(千岛群岛以东),深度达 8000 ~ 10000 米;菲律宾海沟,深度在 8000 ~ 9000 米左右;马里亚纳海沟,最深处达 11034 米,为世界最低点。在太平洋东部,有一个秘鲁海沟,深度也在 7000 ~ 8000 米。

几乎所有的太平洋海沟都具有明显的沟状,在沟的旁边分布着一连串的弧形岛屿。可见,这里就是大洋地壳向大陆地壳俯冲的地方。这个地方像个“漏斗”,岩石圈的物质随着俯冲地带进入这个“漏斗”中,逐渐为地幔所吸引、增温和同化。然后,再流回大洋海岭的底部,通过海岭顶部再流出来。这个假定的对流体系,像传送带一样带动板块,也供给海岭产生裂缝所需的动力。这样,海洋地壳从大洋海岭处诞生,而消失于海沟岛弧一带。一面生长,一面消失,处于不断的更新过程中,在鉴定海底岩石年龄时,发现都是比较年青的,没有比中生代更老的沉积岩和基岩,这也给“板块学说”提供了一个有力的证据。

“板块学说”认为,板块活动贯穿于整个地质时期。两个板块的碰撞或撕裂,产生了巨大的水平运动。这种水平运动有时使板块相互碰撞,或者大陆粘接在一起,于是,原来的海洋变成了陆地,并导致了雄伟山脉的形成;有时使大陆被撕裂,形成了新的海洋。“板块学说”还认为,海洋的形成和发展,同样经历着胚胎期、幼年期、成年期、衰退期、终了期等几个阶段。如东非大裂谷,现在正被一些串珠状的湖泊所占据,有人认为它是一个新大洋的胚胎,当进一步扩张,迎进海水,便将变成一个新的大洋;红海和亚丁湾则是洋盆发展的幼年期,那里正在不断加宽,千百万年后,非洲和阿拉伯半岛之间将会出现一个浩瀚的大洋,波斯湾将被完全堵死,使这个海湾变成一个内陆湖;大西洋则已进入了洋盆发展的成年阶段;至于太平洋,由于它处于衰退期,洋底地貌就显得和其他大洋不完全相同;规模狭小的地中海,已是大洋地壳发展到终了期的例证,它今日的规模,仅是宽阔的古地中海的残余,非洲板块的北移,可能再度封闭地中海。

大陆漂移、海底扩张和板块构造,是一个问题的三部曲。



海底扩张是大陆漂移说的一个新形式,板块构造则是海底扩张说的引伸。板块学说的出现,给海洋的形成和变化提供了一条比较清晰的纹理,为人们认识海洋的起源展现了新的前景。

## (二) 从天而降的海水

有了巨大的洋盆,如果没有水还是成不了海洋。碧波粼粼的海到底是从何而来呢?

古诗上说“黄河之水天上来”,是有道理的。地球上的水主要是从大气中分化出来的。地球在圈层分化过程中,内部产生一些气体,形成了地球最外的大气圈。原始大气中含有大量的水汽,这些水汽以及大气本身都是地球内部的物质在高温条件下分出来的,就是在今天,火山的爆发也继续在释放出大量的水汽。这些水汽起初存在于大气之中,由于地球温度逐渐降低,加上大气中有大量的尘埃微粒,这样,一部分水汽便凝结而成液态水,降落到地面,汇聚在原始的洼地之中,形成最早的江河湖海,也就是原始水圈。以后,由于水量逐渐增加和地质历史上的沧桑巨变,原始水圈就逐渐成为今天这样的汪洋大海和江湖沼泽。

原始的海水并不像今天这么咸。海水为什么会由淡变咸呢?原来,从海面上蒸发到天空去的水是比较纯的水,而从陆地经河道回到海洋去的水,却给海洋带来了大量的无机盐,其中的碳酸盐被海洋生物大量地吸收和利用了,而氯化物(主要是氯化钠)却积存下来,久而久之,海水中所含的氯化钠就越来越高,变成了又苦又涩的咸水。