

# 水的世界

肖荣寰 吕金福



中国音乐出版社

地理小丛书

# 水的世界

肖荣寰 吕金福

中国青年出版社

## 目 次

地球上的水圈.....	1
生命与水 .....	1
几种奇妙的特性 .....	4
水的踪迹 .....	8
浩瀚的海洋.....	12
声波的使命 .....	12
海水为什么不能喝 .....	16
海水的冷热变化 .....	20
五颜六色的海 .....	23
拍岸浪的威力 .....	26
大海的呼吸 .....	29
川流不息的洋流 .....	34
蓝色的宝库 .....	40
奔腾的河流.....	45
大地的动脉 .....	45
江河之水何处来 .....	49
水情的观测 .....	52
洪水与枯水 .....	56
泥沙的旅行 .....	59
星罗棋布的湖沼.....	64

断陷的湖盆 .....	64
火山与湖泊 .....	67
“千湖之国”的由来 .....	72
盐湖的风光 .....	75
沼泽地的奥秘 .....	78
<b>雄伟壮丽的冰川</b> .....	<b>83</b>
白色的地毯 .....	83
雪崩奇观 .....	87
高山上的雪线 .....	90
雪花——粒雪——冰川冰 .....	93
大陆冰盖与海上冰山 .....	97
山岳冰川的奇观 .....	100
融冰化雪和爱斯基摩人的雪屋 .....	104
<b>千姿百态的地下水</b> .....	<b>108</b>
无形的海洋 .....	108
波动的井水 .....	112
承压水与喷泉 .....	116
温泉与矿泉 .....	120
奇妙的地下河 .....	123
地下冰库 .....	125
<b>宝贵的水资源</b> .....	<b>129</b>
地球上究竟有多少水 .....	129
地球上水的循环 .....	133
兴利除害与开源节流 .....	137
水质污染与水体的保护 .....	140

# 地球上的水圈

## 生命与水

在人类生活的地球上，也许难以找到一种物质，会象水那样变幻多端，那样富有生气。上至高层大气，下至地壳深处，几乎没有什么地方能摆脱水的影响，几乎没有什么地方没有水的踪迹。相互沟通的世界大洋，陆地表面的江河湖沼，以及埋藏于地壳表层的地下水等，共同构成了一个包围地球的若断若续的水圈。这个水圈的总水量约有十四亿立方公里。它同大气圈、岩石圈、生物圈等，相互渗透，相互制约，形成了地球表层的圈层构造。这些圈层的相互作用，推动了地球的发展，也推动了水圈本身的演化。地球上的水，象一架永不停歇的机器，它们不知疲倦地循环着，运转着，一方面为人类提供了丰富的资源，一方面也为人类带来了无穷的忧患。自古以来，人类就在巧妙地利用地球上各种各样的水，并同各种各样的水患进行斗争。在同水的交往中，人类不断地探索了它的奥秘，逐渐地熟悉了这个世界。

早在两千七百多年前，我国思想家管仲，在《管子·地水篇》中曾说过：“水者何也？万物之本源也，诸生之宗室也”。

公元前六世纪，古希腊的唯物论哲学家泰勒斯，也曾把水作为万物的本源和元素。这些朴素的唯物主义学者，尽管都在努力从物质实体中寻找世界的本源，但在他们那个时代，却不可能揭示水的本质。

公元十世纪左右，水仍被当作不可再分的化学元素。因为就当时的认识所及，尽管水有汽态、液态和固态三种状态的变化，但它们的化学性质并没有改变。直到十八世纪末叶，人们才认识到水是氢和氧两种元素构成的化合物。用电解的方法可以进一步证明，水中氢和氧的重量比为一比七点九四，也就是说，它是由两个氢原子与一个氧原子构成的。

现代分子结构理论告诉我们，水分子具有偶极性。它象一个条形磁铁，一端为正极，另一端为负极。这是因为每个水分子中的氧原子和氢原子连结起来，都形成一个等腰三角形，氧原子在等腰三角形的顶端。由于氧原子对周围电子的吸引力比氢原子大得多，所以使水分子内部的电子更靠近氧原子，形成较为浓厚的电子云，使氧原子一端显示较强的负电性，形成负极。而氢原子一端，由于电子云较为稀薄，则形成正极。水分子的偶极性，是水具有许多理化特性的重要原因。

水是生命的摇篮。现代科学告诉我们，生命的起源是通过化学途径实现的。早在地球形成的初期，随着地球的圈层分化，形成了原始海洋。原始地球上最初的液态水，只有现在海洋水体的百分之十左右，其余的水多以结晶状态，蕴藏在岩石之中。由于当时的温度很高，存在于岩石中的水，有许多又被蒸发到空中，形成了气态水。随着地球温度的逐渐下降，气态水又凝结成雨，重新降落到地面，使水圈逐步扩大。就在这

一过程中，自然界合成了一些原始的有机物质。随着地球的进一步降温和不断增加的降水，许多有机物质和岩石中析出的无机盐类，一起汇入了原始海洋。有人把这种贮存着越来越多的有机物和无机盐的原始海洋称为“原始汤”。就在这种“原始汤”里，有机物“如鱼得水”，它们不但在水下可以免遭紫外线的破坏，而且彼此之间的联系和接触更加频繁密切，从而促进了蛋白质和核酸等有机物的产生。蛋白质和核酸等有机物质，经过长期的聚积，形成了由多分子构成的新的更加高级的体系。它们虽然都在水溶液中，但由于自身的四周产生了一层“界膜”，而与周围的水溶液隔开，从而有了相对的独立性。这个多分子体系的产生，是非生物向生物转化的一次质变。当这个多分子有机物，通过其内部的矛盾运动及其与外界环境的相互作用，能够不断自我更新和再生时，它就实现了从无生命领域到有生命领域的过渡。

生命在水中诞生，在水中发展。正如达尔文主义所指出的，生物的进化是由低级到高级，由简单到复杂，由水生到陆生的。地质历史时期，无论是动物还是植物，都是首先在海水中繁衍的。即使在它们进军陆地以后，也仍然离不开水。可以说，地球上凡是有水的地方，便有生命，生命和水结下了不解之缘。

生命机体内的一切生命活动，都是在水的参与下进行的。进入人体内的食物，借助于唾液、胃液和肠液的帮助，才能消化变成营养。人体内的水分，大约占人体重的百分之六十五，如果失去百分之十到二十的水分，人就有可能死亡。动物如果失去百分之二十的水分，便有死亡的危险。根据生理学家

的计算,生活在温带的人,每年每人需要喝一吨左右的水。在干旱的沙漠地区,由于酷热缺水而使人干渴丧生的事,是尽人皆知的。

水是农业的命脉,是工业发展的重要条件。要获得一个人一年的食物,大约需要六百吨水;栽培一公斤的粮食或蔬菜,平均需要二吨水。要想得到一公斤肉类,平均需要二十吨水。在工业生产中,每生产一吨合成纤维,需要几百吨水;生产一吨塑料,需要三百吨水。采一吨煤,平均需要五吨水;采一吨石油,平均需要十三吨水;……。这样算来,人类直接或间接耗用的水量,该是何等惊人!这里还没有把水上航运、水力发电、水产资源等与人类的关系逐一地列举出来。无数的事实都告诉人们,水养育了生命,养育了人类,人类一时一刻也离不开水,没有水便没有人类。水是最重要的自然资源,是人类赖以生存的最宝贵的物质财富。

### 几种奇妙的特性

天然水,包括海水、陆地水和大气水,一般都不是纯水,都包含有或多或少的杂质。这是由于水能溶解许多物质的缘故。在众多的水中,雨水和雪水的成分是比较纯净的,但其中也溶解有一定量的空气和二氧化碳,还混杂着一些空气中的尘埃和颗粒。地面水有淡水和咸水之分。淡水大多也溶解有一定数量的矿物质,还含有不同数量的悬浮物,例如泥沙、水生生物及其残渣等。

人们把溶有较多钙镁成分的水,通常叫做硬水。由于这



种水在煮沸时，水中溶有的碳酸氢钙、碳酸氢镁，会分解成碳酸钙和氢氧化镁，发生沉淀。沉淀的碳酸钙等盐类附着在烧水的锅炉壁上，会形成锅垢。锅炉里形成锅垢，不但在烧水时要消耗更多的燃料，而且常常由于锅垢传热很不均匀，会引起锅炉的爆炸。因此，锅炉用水只能采用含钙镁较少的软水，或者用化学手段，将硬水软化。

医药用水，要求把水里的杂质尽量除净。为此，一般用蒸馏的方法，即首先把水煮沸，将蒸出的水汽收集起来，再把它冷凝成水。这种水就纯净多了，一般称为蒸馏水。

水的沸点和冰点随压强的高低而异。在高度接近海平面的地方，比较纯净的水，加热到一百摄氏度就会沸腾。如果在号称世界屋脊的青藏高原，情况就大不相同了。由于那里的海拔在四五千米以上，气压已较海平面大大降低了。在海拔八千八百四十八米的珠穆朗玛峰，只要加热到七十二摄氏度左右，水就可以沸腾。如果在这里做饭，锅盖需要盖得特别严密，才能把饭做熟，否则，由于温度不够，就只会做成夹生的饭。

这是什么原因呢？就是因为水的沸点随压强的升降而升降。在海平面，大气压强是七百六十毫米水银柱高，即每平方厘米受到一点零三九公斤的空气压力，这个数值叫做一个大气压。珠穆朗玛峰的大气压，只有海平面的三分之一，所以水在七十二摄氏度左右就沸腾了。如果在八十分之一的大气压下，只要把水烧到十摄氏度，水就“开了”。当然，这种“开水”是不能煮熟饭的。

同样地，自地表向下，由于气压逐渐增高，水的沸点也会

随着增高。一般说来，向下每增加一千米，就会增加零点一三个大气压，水的沸点将提高三摄氏度。

此外，压强和冰点的关系也十分密切。在一般情况下，零摄氏度的水就要结冰。但是，在某些特殊情况下，温度降低到零摄氏度以下，水仍然不会结冰，我们把这种水叫做过冷却水。

在云层里常有这种过冷却的水滴存在，它们甚至在零下十多摄氏度还不结冰，这是因为云里的水滴很小，又缺少固体微粒来作为“成冰核”的缘故。

我们知道，冰点一般随着压强的增加而降低，大约每增加一百三十个大气压，冰点就下降一摄氏度。在两万个大气压下，冰点将下降到零下二十二摄氏度，这时冰的密度增加，为水密度的百分之一百二十二。如果继续加大压力，冰点就会出现异常现象。这时的冰点不但不随着压强的加大而降低，反而会增高。在两万个大气压下，冰在八十摄氏度才能融化，这就是人们所说的“热冰”。可以想见，如果摸一下这种冰，是会烫手的。假若机械的润滑剂里混有水滴，由于负荷压缩，可以使水滴变成“热冰”，它会加速轴承的磨损，我们千万不能忽视。

纯净的水是无色、无味、无臭的透明液体，它具有许多奇妙的特性，这些奇妙的特性，使自然界的水体也出现了许多奇妙的现象。譬如，我们知道，一般对于同种物质来说，都是处于固体状态时密度较大，处于液体状态时密度较小。但是，水却不是这样。水在零摄氏度时结冰变为固体，而尽人皆知，冰却可以漂在水的上面，这说明冰的密度比水要小。

那么,水的密度与温度有什么关系呢?实际证明,水在四摄氏度时密度最大。这时的密度为一,高于或低于四摄氏度时,水的密度都小于一。水的这一特性,对天然水体的温度变化,有很大影响。例如冬季到来时,湖面开始降温,当水温降到四摄氏度时,由于四度水的密度最大,它便向水下沉降,产生对流;当水面的温度降到四摄氏度以下,甚至结冰时,湖下还常常保存有四摄氏度的水,这对于湖下越冬的鱼类,是十分有益的。

水为什么会有这一奇妙的特性呢?原来水常常不是由单个的氢氧分子组合成的。在很多情况下,水分子常常两个或者三个相互联结,形成缔合分子。在零摄氏度时,常有三个水分子结合起来,形成巨大的缔合分子,由于这种缔合分子结构疏松,体积变大,所以其密度也就小了。当温度升到四摄氏度时,水的三分子体又转化为二分子体。这种二分子体排列最为紧密,因此密度也就最大。随着温度的增高,水分子的动能加大,运动速度变快,吸引在一起的二分子体,会被拆开,形成单分子的水。单分子间的距离加大,使水的体积增大,水的密度也就减小了。

由于水中含有大量缔合分子,在加热时,缔合分子要分解为简单分子,而拆开缔合分子要消耗一定的能量。因此,使水升高一摄氏度所需要的热量,比不含缔合分子液体所需要的热量大。正是这个原因,使水具有较大的比热。水的比热较大,使天然水体具有调节气候的显著作用。例如在沿海地带,白天海面受到太阳辐射,由于水的比热较大,海水温度升高亦需要吸收较大的热量,因此气温不会升得太高;到了晚上,海

水温度降低，又可以放出大量的热，使气温也不致降得太低。海水对气温的这种调节作用，不但表现在昼夜的变化，还表现在季节，甚至年际的变化上。沿海地区的气温，通常一年四季变化较小，相反地，大陆的腹地，则常常是冬季酷寒而夏季燥热。其道理就在于海水的比热较大，因而对气温产生了明显的调节作用；相反地，大陆内部岩体比热较小，气温的变化也就比较悬殊。

## 水的踪迹

水是一位不知疲倦的旅行家，从高层大气到地壳深处，从南北两极到赤道附近，从植物体内到动物体内，到处都有水的踪迹。水在自然界中永不停息地运转着，循环着。象游客按着天气的变化，随时更换衣着一样，水也会根据气温的高低而改变自己的形态。夏季，常常是浓云密布，大雨倾盆。秋天，水会变成晶莹可爱的露珠，一夜之间撒满草地。初冬的清晨，它又会变做银色的白霜，铺在屋顶和田野。冬季到来，北国的大地万里雪飘，河湖冻结，流水变成了坚冰。冬去春来，冰消雪融，坚冰又变成了流水……。尽管自然界中的水千变万化，但是万变不离其宗，它的基本形态却只有三种，即气态水、液态水和固态水。这就是人们熟知的水的三态变化。

水由固态变为液态的过程叫做融解，由液态变为气态的过程叫做蒸发。严寒的冬季，在北方晾在屋外的湿衣裳，会冻得硬邦邦的，但是过了一段时间，也能变干。原来冰会直接变成水汽，悄悄地跑掉。这种现象叫做升华。

相反地，空气中的水汽遇冷也会变成水滴，这种由气态水向液态水的转变叫做凝结。如果气温低于零摄氏度，气态的水汽可以直接变为固态的冰，这个过程叫做凝华。冬天的雪花就是由水汽直接凝华而变为冰晶的。液态水向固态水的转变叫做凝固。

蒸发和凝结，升华和凝华，融解和凝固，这些相反方向的过程，在自然界随时都在进行。它们左右着水的踪迹，使水的形态变幻多端。这些过程都是在温度的严格控制下进行的。

水的三态变化除了受温度的控制外，往往还同其他条件有关。冰水之间的融解和凝固，通常是比较简单的，一般说来，低于零摄氏度，水就凝固而成为冰；高于零摄氏度，冰就会融解而成为水。但是水面的蒸发和冰面的升华就较为复杂了。虽然蒸发和升华在任何温度下都能进行，但是蒸发和升华的速度，却是随着温度的升高而加快的，此外，还同空气的干燥程度以及风的大小等有关。

由于地球表面各地的热量状况不同，水在各地的存在方式也不同。地表的热能主要来自太阳能，各地热能的多少，主要受太阳高度角的制约。高纬地区，由于太阳高度角较小，接受太阳辐射的热能就较少；低纬地区，由于太阳高度角较大，接受太阳辐射的热能就较多。在南北两极地区，由于那里的温度低、热量少，水多呈固态形式，形成大陆冰盖和海冰。目前，世界上最大的两个大陆冰盖，是南极大陆冰盖和格陵兰冰盖。它们的总面积大约为一千四百多万平方公里，冰盖的厚度可达数千米。广袤的大陆冰盖完全掩盖了南极大陆和格陵兰的本来面目。

地壳在不断地运动着。由于地壳运动，造成地表高低不平。有的地方隆起为山岭，有的地方沉降为谷盆。地表形态的高低起伏，以及这种起伏规模大小的不同，为水提供了各种各样的存在环境。

地球上的巨大凹陷，蓄积了大量的水体，形成了海洋。辽阔的海面，幽深的海水，构成地球上水圈的主体。蓝色的大海，水天相连，浩瀚无边，波涛起伏，雄伟壮观。它蕴藏着巨大的能量和丰富的资源。

陆地上沿着线形延伸的洼地常年流动的水体称为河流。它纵横交错、奔流不息，为茫茫大地增添了无限生机。

湖泊是天然洼地中停滞的或流动缓慢的水体。湖泊风光，绚丽多姿，这里常是人们疗养、旅游的好地方，同时还可以供给人们以矿产、水利资源。湖泊中有断陷湖、火口湖、堰塞湖、冰川湖、风蚀湖、盐湖……。它们成因各异，点缀在世界各地，犹如珍贵的明珠，闪烁着晶莹的光辉。

在高寒山区，常是一片严酷的冰雪世界。那里的水，以固态方式形成能自动流动的冰川。冰雪世界气象万千，冰塔林立，冰洞幽深，犹如水晶宫殿一般，使人向往。高山冰川不仅是众多河流的发源地，而且把大地装点得更加雄伟壮丽。

陆地上，除地表水以外，还有蓄存于岩石、土壤空隙中的地下水。它们是工农业生产、国防建设和人民日常生活的重要水源。特别是地表缺水的干旱地区，地下水的开发利用显得格外重要。地下水在地表的露头就是泉水，泉的实际意义很大，它可以作为生活用水、灌溉用水。有些温泉和矿泉，是医疗、发电和提取各种有用元素的宝贵财富。

由上所述，可以看出，地球上的水圈，包括各种各样的水体。其中海洋水是水圈的主体，海面占整个地球表面的百分之七十一，海洋水占地球总水量的百分之九十六点五。大气水在整个水圈中的比重较小，仅占百分之零点零零一。此外还有陆地水，其中包括河流水、湖沼水、冰川水、地下水、土壤水等等。陆地水虽然含量也不算多，但它对于地理环境的形成和人类的生活，却有十分重要的影响。地球上的各种水体，在太阳辐射能的作用下，不断地从水面、陆面和植物表面蒸发，化为水汽升到高空。水汽被气流带到其他地区，在适当的条件下，凝结成云，然后又会以降水的方式落到地表。大气降水会形成径流，渗入地下或被植物吸收。地表和地下的径流还会汇聚，流往大海或湖沼……。这个过程周而复始，往复不断，成为地球表面最重要、最活跃的物质循环之一。

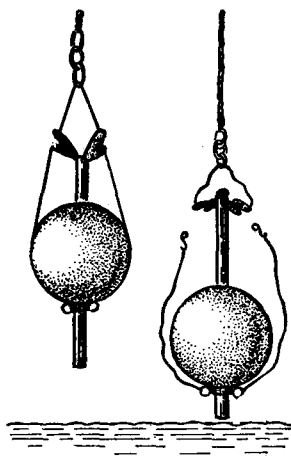
# 浩瀚的海洋

## 声波的使命

大海，浩瀚无边，深邃莫测。唐代诗人白居易曾用“海漫漫，直下无底旁无边”的诗句，表达了人们对它的无限感慨和兴叹。十五世纪以来，随着航海事业的发展，人们迫切需要了解海洋的深度。然而，为了

获得海洋深度的数据，人类却经历了一个艰难的过程。

最早，人们用长长的绳索系上沉重的铅锤，把它放到海里，当铅锤触到海底时自动脱落，此时绳索的长度便是海深。可以想见，要把长达几千米的绳索放下去，收上来，十分困难，每测量一次常常要花几小时的功夫。因此，直到本世纪二十年代，广阔的世界大洋也只是一万



能自动脱落的测深锤



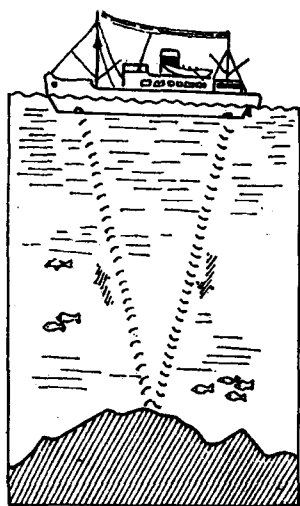
八千个测深数据，它们远远不能反映大洋底的真实情况。

本世纪二十年代，人们开始用回声测深仪测量海深。回声测深仪是根据声波从声源到海底，又从海底返回来的时间，测量海深的仪器。声波在水中传播的速度是每秒一千五百米。如果七千五百米的海深，声波往返只需十秒钟。加上计算的时间在内，测量一次只用几分钟就够了。

后来，人们又应用了超声波回声测深仪。超声波的频率

高，波长短，可以构成定向的超声波束，并具有很好的反射能力。这种仪器可以将测深曲线自动记录在图纸上。它不仅了解海洋的深度，还能判断海底组成物质的性质。石质海底反射超声波的性能好，收到的回声强，记录纸上的线条清晰；软泥海底可以吸收部分超声波，回声微弱，线条模糊；砂砾海底，记录纸上的线条断断续续，比较粗糙。如果水里有反射超声波的东西，测深仪立刻就能发现。因此，还可以用它来搜索鱼群或潜艇。

超声波回声测深仪所取得的资料，在科学家面前展现了一个清晰的海底世界。原来，海底并不平坦，水下的地形同陆上一样，千姿百态，那里有孤立的海山，低洼的海盆，有绵延的



海底回声测深