

自然常识教学参考丛书

水



上海教育出版社

水

沈振善 金咸靖 许文明编



自然常识教学参考丛书

水

沈振善 金咸靖 许文明编

上海教育出版社出版

(上海永嘉路123号)

新华书店上海发行所发行 江苏南通印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.25 字数 47,000

1980年3月第1版 1980年3月第1次印刷

印数 1—20,000本

统一书号: 7150·2238 定价: 0.19元

目 录

一	自然界中的水	(1)
	(一) 水大量广泛存在于自然界中	(1)
	(二) 水和生命	(3)
	(三) 自然界中水的循环	(6)
二	水的性质	(8)
	(一) 水的组成	(8)
	(二) 水的形状和颜色	(12)
	(三) 水的反常膨胀	(14)
	(四) 水的力学	(16)
	(五) 水能溶解许多物质	(21)
三	水的三态	(28)
	(一) 水的三态	(28)
	(二) 分子论	(30)
	(三) 汽化、凝结	(32)
	(四) 溶解、凝固	(35)
	(五) 升华、凝华	(38)
四	水和气象	(39)
	(一) 水和气象	(39)

(二) 湿度、湿度的测定·····	(41)
(三) 云、雾·····	(44)
(四) 露、霜·····	(49)
(五) 雨、雪、雹·····	(50)
(六) 天气预报介绍·····	(53)
五 水资源的利用和开发·····	(59)
(一) 水在工农业生产中的应用·····	(59)
(二) 水力资源的利用·····	(60)
(三) 兴修水利·····	(61)
(四) 水的净化·····	(63)
(五) 水源的污染及其防止·····	(66)

一 自然界中的水

(一)水大量广泛存在于自然界中

看一下地球仪，它的表面大部分是蓝色——蓝色表示海洋。

海洋确实是地球上最大的水体，太平洋、大西洋、印度洋和北冰洋的水是连在一起的。人类所生活的陆地，实际上是大海洋中的一些岛屿。海洋的总面积有3.6亿平方公里，占地球表面积约71%。海底也象陆地那样是高低不平的。海底高的地方是浅海，低的地方是深海。海洋最深的地方有11022米*。海洋的平均深度约为3700米。

再看一下它的容积，海洋的容量估计可达13.7亿立方公里，这相当于地球总体积的0.001%，海洋中的水，相当于地球上所含的全部水的94%。

在地球表面的水体，除了海洋以外，还有河流和湖泊，湖泊水的总量约有23万立方公里，河床蓄水虽只有0.12万立方公里，但由于河水周转快，就使它的容量扩大了许多。我国河、湖众多。最大的长江，每年将1千立方公里的水送入海洋。面积在1平方公里以上的湖泊有2800多个，总面积有80000平

* 海洋最深的地方是太平洋的马里亚纳海沟，深11022米。位置在印尼、澳大利亚附近的海底。

方公里之多，这些湖是淡水湖，且大部分与河流相通，灌溉价值极大。

如果你在田里拾一块土，你会发现它是潮湿的，这就是说，土壤中是含有水分的。在江南地区，“挖地三尺”就可能有水。就整个地球来说，土壤中所含的水的总量是个很大的数字，但更多的水深藏在地下，人们叫它地下水，井水和有些泉水就是地下水。

就是在那高山上也有水。因为那里气候酷寒，它是以冰或雪的形态存在着的。即使在那郁郁葱葱的赤道热带，高山上也戴着一顶雪帽。而在我国高原地区的山顶上，更是白雪皑皑。若在晴朗的夏天，遥望群山，会看到一条黑白分明的线，横过山腰，蜿蜒于群山之间，线以上便是银光闪烁的冰雪世界，这条界线称为雪线。雪线可以说是冰雪王国的“国界”。在雪线以上的地区是终年不化的积雪。积雪从山坡滑下，聚集在低凹处，由于重压，局部融化，积雪的雪片会失去它美丽的形态，变成颗粒状，融水渗入它们的空隙后又重新冻结起来，慢慢地变成了淡蓝色的冰层，这样的冰层叫做冰川。其所以称为冰川，是因为它会象河那样的流动。如喜马拉雅山中个别的冰川，一年流动约700~1300米。

我国是多山的国家，冰川分布很广。单在祁连山，冰川的数目就有三千多条。就全球来说，冰川主要集中在南极洲和格陵兰岛。世界上最大的冰川在南极洲，那里冰层厚度平均有2.4公里，陆地上的冰层与海洋上的冰层连在一起，以致到现在还难以确定南极大陆的边界。格陵兰岛面积的九分之七被冰川覆盖，有的地方冰层厚1.5公里。海岸上的冰层有时会被推入海中，“崩解”而成冰山，这些冰山慢慢向南飘移，

最后消失在温暖的海洋中。

冰川所占的陆地面积是整个陆地面积的11%，冰川的储量有2400万立方公里。如果冰川全部融化为水流入海里，这将使海面普遍升高50多米。

空气中的水是以气的形态存在着的，如果空气中没有水，或含水很少，人呼吸时就会感到干燥难受。空气中水气的含量是不均匀的。海洋上空的空气含水量多，而沙漠上空的空气含水量少。平均1立方米的空气中含有0.2~1克的水，最高可达4~5克（在即将下雨的云中），地球上的全部空气中所含的总水量，相对说来，不是一个很大的数字。

地球上的生物体内都含有水，人体的60%是水，在人体的各器官中，最重要的器官脑的含水量最多，就是在骨头里也有14~40%的水。植物体内所含的水分有时还要多，蔬菜和水果的含水量可高达90%，即使是晒干入库的种子，也含有10~12%的水分。

在矿物和岩石中也有水，它储留在矿物和岩石的罅（xià）隙及看不见的细缝中。对有些岩石来说，这些细缝的总体积要占到岩石全部体积的一半，而对另一些岩石来说，这些细缝就微乎其微了，如花岗岩中占千分之五。在这些细缝中储留的水虽不多（一立方米花岗岩的含水量有0.8公升左右）。但就整个岩层来说那决不是一个微不足道的数字。

因此我们可以说，地球上几乎找不到一个没有水的地方。

（二）水和生命

生命的秘密虽然还没有完全被揭示，但我们有充分的证据可以说，地球上的生命是从海洋起源的。

地球上有了水以后，元素、无机物与水作用产生有机物，进而形成氨基酸及原始蛋白质，并由此进一步进化为最原始最简单的生命——这就是生命产生的过程。这一过程是在海洋中进行的，因为生命所需要的各种元素及盐类都溶解在海水中。海水的温度变化不大，象个巨大温室，很适合生命的活动。虽然阳光中的紫外线是扼杀生命的刽子手，但是水却能将其滤除，海洋就象母亲那样保护着幼小的生命。

以植物为例，根据化石的研究，证明植物的进化是从低级到高级、从水生到陆生、从简单到复杂的。在三亿年前，植物都生活在水中，在此以后，才逐渐有陆上植物。

植物的生活是绝对不能缺少水的，水是细胞内原生质的主要成分。原生质呈胶体溶液，水分减少时，就处于凝胶状态，脱水时就凝固，生命也就停止了。植物生活所需养料是溶解在水中后才被根部吸收的，养料的输送也是靠水。植物体内最重要的生化作用是光合作用，水是光合作用中不可缺少的原料。而且光合作用中另一重要原料——二氧化碳必须先溶解在细胞壁的水分中，才能为原生质所利用。

植物吸收的水分，大部分通过叶子和其他器官散发到空气中去，这种作用叫蒸腾，植物即使在强烈的日光下仍保持一定的体温而不致枯死，这正是蒸腾的作用，这种作用使植物需要大量的水。植物一生中所吸收的水分大大超过它本身的重量。

植物的细胞膜是一种半透膜，水可以透过它，细胞内部的物质却不能透过它。水向细胞内渗透时，有相当大的压力，这压力使细胞膜稍微张紧而处于紧张状态，植物的茎、叶、花瓣都具有一定的弹性，原因就在于此。折下一枝花，过一

会它就会显得有些枯萎，插在花瓶中，它又恢复了原来挺拔的姿态，这是水在起作用。

对于水中的动物来说，水的重要性是不言而喻的。水如果不具备许多奇妙的性质，恐怕水中动物也难以生存。水能溶解氧气，这是水中生物所不可缺少的，水在 4°C 时密度最小，这使水中生物在严冬不受冰冻；水的浮力使水中的生物能容易“支撑”自己身体的重量，不需要象陆上动物那样的支撑器官。不然你想象一下吧，要是鲸鱼生活在陆地上，要多粗的腿才能支撑这庞大的身体呢？

对高等动物以及人来说，水同样是不可缺少的。人们所吃的食物，淀粉、糖、蛋白质和脂肪，只有溶于水中时，才能为人体所吸收。脂肪不溶于水，人体的肝脏就能分泌一种酶，它使脂肪成为很小的油滴——乳浊液而为人所吸收。血液在人体中的重要性是显而易见的。它一刻不停地把氧和养料送给各部分组织，再将二氧化碳和废物运回肺和肾，而血液的五分之四就是水。有些严重的腹泄之所以是危险的病症，就在于它能引起身体的失水。健康人的体温是恒定的，这也和水有关。在夏天，人保持体温恒定的方式就是依靠水分蒸发。由汗腺分泌出的水分（同时有些物质也跟着分泌出），在皮肤上蒸发，借此带走大量的热。

各种生物所需的水分是不同的。仓库中的象鼻虫，虽然终生只食仓库中的谷物，但要知道，即使是仓库中的谷物，也含有12%左右的水。被称为沙漠之舟的骆驼，要比马耐渴，但骆驼的这种耐渴也不能超过八天。蚯蚓体内的水分减少到某一程度时，会引起死亡，但还能复活；当水分减少到50%时，则完全死亡，不能复生。因此可以说，世界上没有一种生

物能在完全干燥的空间里生存，没有水也就没有生命。

(三)自然界中水的循环

长江的源头是在青藏交界处，各拉丹冬的姜根迪如唐古拉山脉中段雪山下的冰川融水。滔滔的大江，在它的源头只是涓涓细流，它汇集百川而一泻万里，注入浩瀚的东海。从涓涓细流成滔滔江水，正是由于自天而降的雨雪水的注入。如果没有雨雪，所有的河流最终将干枯，河流只不过是雨雪水的收集者。

自然界里的所有物质都在不停地运动着，变化着，或者从一种状态变为另一种状态。水在自然界里的循环就是这种变化和运动的一个很好例证。也正是这一循环给我们的自然界带来了丰富多彩的气象变化。从图1.1中我们可以了解这一循环的大概情况。

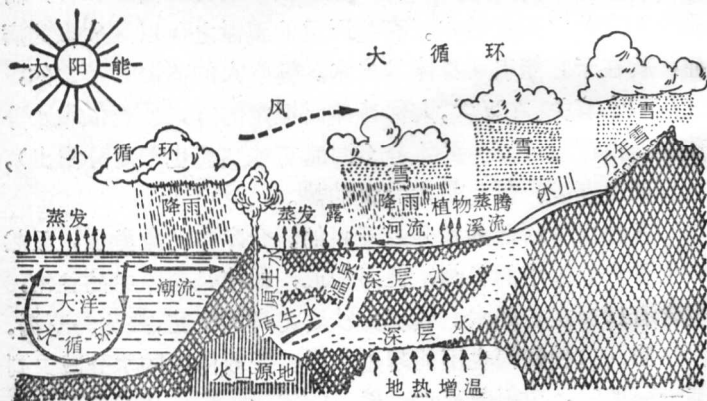


图1.1 自然界里水循环的概况。

我们如把海洋作为循环的起点，由于太阳的照射，每年从大洋表面蒸发的水有四十一万立方公里，它的三分之二又经大气降水重新落到海洋里，构成水的小循环。其余三分之一的水被气流带入大陆上空，和陆地上植物蒸腾的水汽以及从土壤、其它水体中蒸发的水汽合在一起，在陆地上空遇冷凝结，以雨或雪的形式落到地面。每年陆地上的降水量约达十万立方公里。其中一部分被地面植物截留或通过植物及地面重新蒸发到空中；一部分在地面低洼处汇成湖泊及河流，以河水形式重返海洋；另一部则渗入地下，慢慢汇集成地下水，地下水在土壤和岩石的孔隙中缓慢地流着，有的重新流到河床里变成河水，有的从地下慢慢流入海洋。落到地面的雪融化后，以地表水或地下水的形式回到海洋，而落到极地或高山上的雪所形成的高山冰川和大陆冰川也在缓慢地运动着，有的直接融化补给河流，有的直接缓慢地“爬入”海洋。不过这部分水返回海洋的周期就相当长了。

总之，从海洋表面蒸发后，被气流带入陆地上空的那一部分水，最终又通过各种不同的途径重返海洋，水的这种循环叫做大循环。

川流不息的河水永不会枯竭，因为它是地球上永恒不绝的水循环的一个中间环节。同时我们也应注意到，在水循环的过程中，运动着的大气是水的一个极为重要的“运输工具”。如果没有它不知疲倦地从海洋向陆地运输着水汽，那么陆地早已成为一片荒漠了。由于地球上永不停息地进行着大规模的水循环，才能使地球上的水能够以各种方式重新分配着，并为一切生物提供了生活条件。

二 水的性质

(一)水的组成

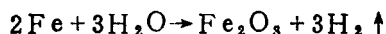
水是人们生活中不可缺少的物质。人类的活动，一开始就是与水密切地联系在一起。古代的思想家，在他们探索自然的组成时，都把水看作是一个重要成分，在学术思想空前活跃的战国时期的一些著作中，就反映了这种观点。战国末年的《尚书》里，记载着五行学说，“五行：一曰水，二曰火，三曰木，四曰金，五曰土。”《左传》里有“天生五材……”的说法。《国语》中则有“……以土与金、木、水、火，杂以成百物”的记载等等。

上述观点为古代希腊的思想家们表达得更为明确，公元前约624~547年的希腊思想家泰里斯认为“水是万物之母”，以后两百年，著名的哲学家亚里斯多德则认为在热与冷、干与湿中形成的水、火、空气和土是构成世界的四种基本要素。

这些言论在后代的化学家看来是天真而可笑的，可是即使到十八世纪，化学家们对水的了解也很有限，一个很大的错误就是他们同样地把水看做是一种不可分解的单一的物质。直到十八世纪五十年代以后，英国的物理学家、化学家卡文迪许在研究空气的组成时，发现了一种新的、可以燃烧的气体。这种气体是后来才被法国的拉瓦锡定名为“氢”的。

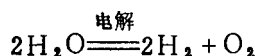
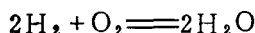
卡文迪许在研究这种新的气体时发现,当它燃烧后能生成水,而且是唯一地只生成水。这就意味着水是由氢和氧组成的。此后,用分析法也证明了水由氢和氧组成,这一工作是拉瓦锡完成的。他把水蒸汽通过赤热的铁管,在高温下水中的氧和铁化合,在铁管内侧生成氧化铁,而氢气自管中放出。

这一反应的方程式是:



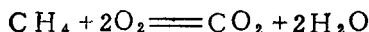
数年后,用电解的方法,把水直接分解成氢和氧。

把氢气和氧气放在一起,并不能生成水,但只要有很小的火花,氢和氧就会激烈地反应而生成水,反应时有爆鸣声。



含氢的物质燃烧时,都有水生成,例如甲烷。甲烷大量地存在于池水的软泥层中,用棒搅动一下水底就有气泡冒出,这就是甲烷(又名沼气)。甲烷燃烧的生成物之一就是水。

这一反应的方程式是:



水是非常稳定的一种化合物,就是在摄氏2000度这样的高温下,也只有58%的水分子分解。

氢和氧是以怎样的比例组合成水的呢?十九世纪前半期,化学家柏齐

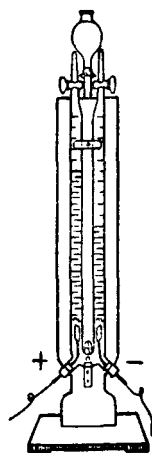


图2.1 水的电解图

利阿斯用实验测定了氢和氧的重量。后来，美国化学家摩莱（1838—1923）又进行了更精密的测定，氢和氧是以1:7.94的重量比组成水的。或者说，水的重量组成是氢占水重的11.11%，氧占水重的88.89%，它们的体积之比是2:1。

二十世纪科学发展的一个重大成果，就是关于原子结构的理论。这一理论指出，原子是由一个原子核和绕核运转的电子组成的，而原子核又是由质子和中子构成的*。

氢原子是构造最简单的原子，它的核只有一个质子，绕核运转的也只有一个电子。质子带一个单位的正电，而电子带一个单位的负电。氧原子的结构要复杂得多，它的核是由8个质子和8个中子组成。中子不带电，所以氧的核是带8个单位的正电，绕核运转的电子也有8个，所带的总的负电也是8个单位的电量，这8个电子分处在二层轨道上，第一层轨道上有两个电子，第二层轨道上有六个电子。就整个氢原子或氧原子来说，一般我们说它是不显电性的。

水是由两个氢原子与一个氧原子结合为一个水分子。水分子中的氢原子与氧原子是按图2.2所表示的那样排列的，氧原子位于等腰三角形的顶点上，氢原子位于底角的两个顶点上，顶角是 104.5° ，一个腰的长度是 $0.96 \text{ \AA}^{**}$ 。如果把把这个三角形的面积扩大一百亿倍，仍可把它放在一个方桌上。

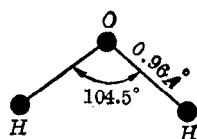


图2.2 水分子的组成示意图

* 原子结构的理论，特别是核结构、基本粒子的研究，都属于近代科学研究的课题，我们这里选用了一种最简单的模式。

** $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ cm}$ 。

从图中又可以看出，水分子上下是不对称的。

从微观结构来看，由二个氢原子与一个氧原子如图那样组成水分子时，由于氧的电性较强，就把氢的电子拉到自己一边，这样氧的一边电子多了，就显出了负的电性，而氢的一边，电子少了，就显出了正的电性，形成了水分子结构的不对称性。水分子的一端显正电性，另一端显负电性。这就是说，水分子是有极性的。象水分子这样的一类分子叫极性分子。

由于异性电的相互吸引（水分子的这种吸引力不是很大），水的分子通常是二个、三个地结合起来（图2.3），这种由二个以上分子组成而不改变性质的分子团，叫缔合分子。



图2.3 水分子的缔合示意图

重水的发现使人们对水的了解更深入了。重水(D_2O)是由氢的同位素氘与氧构成的，重水在 $25^{\circ}C$ 时的密度是1.1077，比普通水重，所以称它为重水。由重水构成的冰的熔点是 $3.8^{\circ}C$ ，而重水的沸点是 $101.4^{\circ}C$ 。重水是美国化学家尤锐在1932年前后发现的。人们在电解水时发现剩下的水要比普通的水重，这样才显示出重水的行迹。1933年人们就己能用电解的方法制得较纯净的重水了。

重水的发现和研究对原子能的研究有着密切的关系。科学家们把重水作为核反应的减速剂和冷却剂。热核反应的研究成功，氘、氚成了核反应的燃料。虽然普通水含有重水的数量是很少的，五十吨水里大约有七点五公斤重水。但由于热核反应能提供极大的原子能，这使科学家们对从水中提取

宝贵能源的研究更为积极。

(二)水的形状和颜色

1.水的形状

水会流动，没有一定的形状，装在瓶子里，就是瓶子的形状，盛在杯子里就是杯子的形状……，这是人们所熟知的性质。可是，细心观察草上的露珠，天空中下落的雨滴——在这些没有容器的情况下，水的形状又是怎样的呢？稍微深入地研究一下这个问题，就会发现，问题并不这样简单。

表面张力很大也是水的一个特性，借助图 2.4 可以很容易地了解表面张力的产生原因。位于液体内部的某一水分子 *A*，受到周围的水分子对它的引力，因为四面八方的其他水分子都对它有引力，平均地说，这些引力是互相抵消的。而对一个处于表面层的水分子 *b* 来说，情况就大不一样了。这个水分子只受到下面的那些水分子对它的引力（上面的气态的分子对它的引力很小，可以忽略不计），这些引力的总和产生了把水分子 *b* 拉向内部的趋势，所以在水的表面层，只能保持最少的水分子数，于是水的表面层就好象是一张张紧的薄膜。这种保持液面张紧的力，就叫表面张力。水的表面张力是比较大的，在 20°C 时每厘米长度上约是百分之七克。

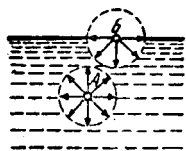


图2.4 水表面张力形成示意图

在体积相同的一切几何形状中，表面积最小的是球形。一个小的水滴，由于它的重量很小，表面张力的作用能使它的形状近于球形。极小的水滴，它的形状就近于精确的球形。小朋友吹出的