



水的趣谈

胡望钧 童宛书 黄裕侃 编著

中国环境科学出版社

89.11.13

59
38

50.57
4738

水的趣谈

胡望钧 童宛书 黄裕侃 编著

中国环境科学出版社

1989

053033

内 容 简 介

本书是一本科普读物，作者对人们日常生活中不可缺少的水进行了科学和有趣味的谈论，阐述了水的来源，水的特性、水的分布、功能，最后指出由于人们的生产和生活造成了水的污染、水源枯竭等问题，论述了一些净化水的方法，对水的现状提出了恳切的希望，为人类面临的水荒发出了呼喊。

本书文字通俗易懂，寓科学性于趣味性之中，既严肃又实际，适合于广大环境保护工作者、青少年学生及科学爱好者阅读。

水的趣谈

胡望钧 童宛书 黄裕佩 编著

责任编辑 刘大猷

●

中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

北京市农业局印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

★

1989年8月第 一 版 开本 787×1092 1/32

1989年8月第一次印刷 印张 5 1/8

印数 1—3 000 字数 128千字

ISBN 7-80010-366-8/X · 214

定价：2.20元

前 言

水是整个生物圈中最重要的物质和资源，它维系着自然界动植物的生态平衡。水也是人类生活的源泉，与人类的生活、起居、健康、环境等都息息相关。人们从水的宏观和表面变化，对水的形态，性质有概略的认识。但对水的许多奇异特性，特殊用途，珍闻奥秘，未来前景，未必尽为人所思所知。本书定名为“水的趣谈”，就从水的起源开始阐述水的特性、分布、功能、珍闻，最后结合当今水污染和淡水水源枯竭问题，深入浅出地论述了水的种种污染，水的净化方法和水的展望。本书虽是一本科普书籍，但它寓知识于趣谈，寄学问于故事，资料丰富，行文流畅。从一个“水”字出发，纵古论今，广采博览，深入浅出地论述，是一本开宽眼界，丰富知识的有价值的科学读物，谨此推荐给读者。

吴鹏鸣

1987年5月30日

目 录

前言.....	(iii)
---------	-------

第一章 水的起源.....	(1)
---------------	-----

一、地球上的水是从哪里来的?	(1)
二、月亮上为什么没有水.....	(3)
三、海水为什么是咸的.....	(7)

第二章 水的特征.....	(13)
---------------	------

一、水的溶解性.....	(13)
二、水里有空气吗?	(21)
三、水的密度.....	(24)
四、硬水与软水.....	(27)
五、纯水和超纯水.....	(33)
六、水的分子结构.....	(37)

第三章 水的分布.....	(41)
---------------	------

一、地球上水的总体分布和特征.....	(41)
二、海水.....	(48)
三、河川径流(河水)	(52)
四、湖(泊)水.....	(55)
五、冰川和雪山.....	(58)
六、地下水.....	(60)

第四章 水的功能.....	(64)
---------------	------

一、生命之母.....	(64)
二、工业的血液.....	(68)
三、农业的命脉.....	(71)
四、理想的能源.....	(75)

五、鱼虾的天地.....	(78)
--------------	------

第五章 水的珍闻..... (82)

一、石头里的水.....	(82)
二、神奇的蒸汽——二聚水.....	(83)
三、在零下100°C也不会结冰的水.....	(84)
四、奥妙的“活性水”.....	(85)
五、能延年益寿的水.....	(86)
六、磁化水.....	(88)
七、会听话的泉水.....	(90)
八、水的卫士——森林.....	(93)
九、水和北京城.....	(95)
十、与水有关的世界之最.....	(98)

第六章 水的污染..... (104)

一、水污染与人体健康.....	(105)
二、我国水污染概况.....	(106)
三、湖泊水体的富营养化.....	(108)
四、海水中的赤潮.....	(114)
五、石油和塑料污染.....	(116)
六、水污染造成的损失.....	(119)

第七章 水的净化..... (122)

一、我国古代的净水术.....	(124)
二、近代净水技术.....	(125)
三、水的“清洁工”.....	(132)
四、好氧和厌氧净水法.....	(134)
五、净水卫士——水葫芦.....	(136)

第八章 水的展望..... (140)

一、水的危机.....	(140)
二、解决水危机的途径.....	(145)
三、我国的水资源预测.....	(154)

第一章 水的起源

亲爱的读者，当你在办公室里、在旅游的列车上，在飞机上或工作之暇，打开世界地图或者看一看地球仪，就会发现在我们居住的地球上，大部分都被蓝色的海洋覆盖着。这蓝色的海洋是自然美的艺术天地。那轰鸣的海啸、拍岸的惊涛，令人心潮澎湃；那迷濛的海雾、碧绿的海水，令人日醉神酣。

海洋是一个浩瀚的水世界，它占据着地球表面积的70.8%。在大陆上和大陆之间还有数不清的海湾、湖泊、河流、冰川、雪山，那里也积存着大量的水。此外，空气中存在着水蒸气，地下的岩层和土壤中还储藏着大量地下水。生物体的主要成分也是由水组成的。地球不同于其它行星的主要特征之一，就是它到处都有丰富的水。

地球上的水是从哪里来的呢？不少科学家们曾经为此伤透脑筋，多少年来进行了执着的追求。为了便于说明问题，让我们把日历翻到46亿年以前，看一看当时的地球上是什么样子的。

一、地球上的水是从哪里来的？

地球的年龄已经有46亿岁了。地球表面由海洋、湖泊、沼泽、河流和地下水组成的水圈也有30亿年的历史了。在很早很早以前，当时地壳还没有形成，地球表面的温度很高，它的体积也比现在大得多，由于地球自转产生的重力加速度的影

响，地球的体积变得比原来缩小了许多，密度变得大起来。与此同时，地球表层的温度也逐渐冷却。在地壳形成的初期，由于火山喷发等原因，地球内部释放出大量气体，这些气体的主要成分是由原来地球内部的结晶水变成的水蒸汽和二氧化碳，其次还有氮及其它微量气体。当地壳表层的温度逐渐下降到足以使水蒸气凝结的时候，大部分水蒸气就凝结成液态的水。这些水逐渐汇集到硬质地壳的低洼部分，于是便形成了地球上的海洋、河流、沼泽和湖泊。

在太古时代，由于地球表层的温度还比较高，那时地下岩浆活动剧烈，火山喷发频繁，水的循环也是非常活跃的。当时（26亿年以前）地球上的七大洲、四大洋还无影无踪，到处都是一片深浅多变的广阔海洋，陆地犹如蓝色夜空散布着的小群星，一块块火山岛漂浮在浩瀚的大海之中，陆地上只有些秃山，到处岩层裸露，怪石嶙峋，看不到任何生命活动的痕迹。海洋里到处可见到冒出一股股青烟，发出叭哒叭哒的巨大响声，天空中经常出现烟雾满天的景象。当时，若能在几万米的高空俯瞰，地球表面就像一锅稀粥，粥面上漂浮着一棵颗饭粒（陆地），“米汤”冒着气泡（海底火山喷发），不断把地球内部的水分和气体蒸发出来，增加地面水的总量。同时由于太阳光的强烈照射和地热作用，又把大量水分蒸发到天空，凝聚成水滴。因此，那时候常常是风云突变，震耳欲聋的雷声夹杂着狂风暴雨铺天盖地而来。更令人吃惊的是，这里下的全是酸雨，水滴里聚合着大量氯化氢、氟化氢、硫化氢和二氧化碳，pH值很小。

那时的海水也是酸的。地面上的河流、湖泊里都注满了酸水。水里还夹杂着各种各样的沉积物和从陆地上搬运来的泥沙，水底下是大量的氧化亚铁和二氧化硅凝聚在一起的胶体，所以太古时代也是形成铁矿的重要时代。

又过了若干亿年之后，地球表面的温度进一步冷却下来，水的循环日趋缓和，稳定的大陆开始形成，这就是所谓的元古代，那时候地球表层的原始大气逐渐逃逸殆尽，地球内部分解出来的各种气体上升到地面，成为第二代气体。水的性质也有所改变，酸性减弱了，溶解到水里的矿物质不断增多起来。因为地表水不断被蒸发、凝结，然后又降落到地面，到达地面以后，因地形不同而从高到低，经山坡流向平原，再汇集于河流或地下水，最后又回到海洋。由于水有优良的溶解特性，它在不断循环的过程中，把地球表层大量的可溶性盐溶到水里，逐渐形成了象今天地球上见到的秀丽多姿的山川、清波粼粼的湖泊和蔚蓝无际的大海。

地球上的生命活动也是从水里开始的。在元古时期（距今24亿~6亿年以前），当时的陆地上还是一片荒凉，而水里却早已有生命在活动了。海水里除已有单细胞生物以外，还出现了藻类、海绵等生物。到了古生代（距今6~2.5亿年）中期，生命活动才逐渐从海洋扩展到陆地上，这时出现了茂密的蕨类植物和从鱼类演变而来的两栖动物。直到新生代（距今0.7亿年以前）后期，地球上才出现人类。

地球表层的水始终在不断运动着，通过水的循环，淡水不断补充给地表径流和地下水，为整个人类世界提供了丰富的水源，它养育了人类，促进了人类的发展。

二、月亮上为什么没有水

自从尼尔、阿姆斯特朗和爱德华、小奥尔尼林等12名美国人乘“阿波罗”号飞船先后登上月球以来，分别采集到几百公斤月球样品。经过分析，发现在月岩和月壤中有地球上的全部化学元素，和多种有机化合物。月球的年龄，同地球

一样也是46亿年。但月球上却丝毫也找不到地球上那种生气勃勃、欣欣向荣的生命活动景象。月亮上到处寂寞无声、死气沉沉。这里既没有风、云、雨、雪的气象变化，连声音都无法传播。这是什么原因呢？因为月球表面没有空气，没有任何形态的水。因此，月球上也就不存在生命活动。

按理说，月球的年龄与地球差不多，都是46亿年左右，理应与地球一样存在着由海洋、湖泊、沼泽和河流以及地下水组成的水圈和第二代气体。但是为什么在月球上找不到水和大气呢？是月球里面的结晶水尚未逸出月面？还是逸出月面后逃逸到太空中去了呢？这个问题今天已经得到并认为比较可靠的答案。

月球和地球一样，存在着月壳、月幔和月核。月核的温度大致有1000℃左右，由铁—硅—硫为主组成。我们肉眼看到的月球正面的明亮部分，是月面上的山脉、高原。月球上的最高山峰高达9000米。月球的暗里部分是广阔的平原和洼地，过去人们误认为是海洋，给它们取名为“风暴洋”“静海”等等。月面上最显著的特征是坑穴星罗棋布。在月球正面，就有33000个直径大于1公里的环形山（月坑），这些都说明月亮曾发生过大量火山喷发，环形山就是当年的火山口。月面白天的温度是127℃。从这些条件看，在几十亿年中，月球内部的结晶水不逸出月面是不可能的，问题是这些水分到哪里去了？

星球上的大气和水能否长期被保留，首先取决于星球的大小和对大气、水引力的强弱。如果星球很小，引力太弱，则原来在星球表面的大气层中的各种气体将会逃逸到太空。当然，即使星球很大，也总有少量的大气逃逸到太空里去，不过逃逸的量很小就是了。按照金斯的经验规则：如果气体的逃逸速度 V_1 大于热运动均方根速度 V_0 的5倍或5倍以

上, 则气体的逃逸量可以忽略不计。也就是说, 该气体将会在行星表面永远保持下去。太阳系的行星中, 如金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星上空气的逃逸速度 V_e 分别为10.3、11.2、5.0、59.5、35.6、21.6、23.6 公里/秒, 能够满足 $V_e \geq 5 V_e$ 的条件。所以金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星上都有厚薄不等的大气层。木星的 V_e 最大, 其体积和质量均属九大行星之冠, 故其表面的大气层也最厚。火星的 V_e 只有5.0公里/秒, 所以火星上虽然有大气层, 但十分稀薄。火星表面的大气压只有地球表面的1%, 其大气组分比例为: 二氧化碳95.3%, 氮气2.7%, 氩气1.6%, 氧0.13%, 一氧化碳0.07%, 水蒸汽0.2%。火星表面尚未形成水圈。九大行星中以冥王星和水星的体积和质量为最小, 冥王星和水星上的气体逃逸速度 V_e 只有1.2和4.3公里/秒, 其 V_e 均小于 $5 V_e$, 所以水星表面几乎没有大气, 冥王星表面也没有发现存在有大气的迹象。月球的体积只有地球的1/49, 月球的质量为地球的1/81, 它的重力相当于地球的1/6。因而月球上气体的逃逸速度 V_e 只有2.4/公里/秒, 为地球的1/5稍多一点。据此, 月球的 V_e 肯定小于 $5 V_e$, 于是大气和水蒸汽都无法在月面保留。另外, 据我们所知, 月球要形成象地球上那样的水圈, 首先它应该像地球表面那样具有介乎 $0 \sim 100^\circ\text{C}$ 之间的温度, 这是水能在液体状态下存在的温度范围。星球表面温度太高或太低, 都影响水圈的形成, 温度过高则水都变成了蒸汽; 温度过低, 水分子聚集在一起变成了固体(冰)。地球的表面温度为 22°C , 具有水圈形成的条件。月面上白天的温度(127°C)比地面高得多, 所以当时即使大量结晶水溢出月面, 也在 127°C 的高温气化下变成蒸汽而向太空飘去。

表1-1 所列的数据可以看出, 在月球和太阳系的其他行星中, 虽然有不少星球具备保留大气和水的条件。但是, 在月

球和太阳系的其它行星上,至今没有找到生物,也没有找到适合水体循环的自然条件,所以也没有发现适合生命生存的环境。地球是太阳系中唯一拥有适合生物生存条件的天体。至于月球,过去、现在和将来都不具备保留空气和水的条件。我们看到的22个月海都不过是滴水全无的洼地或死亡的山谷。月面上的大气层从来没有形成过,所有的气体都随着月球的自转而逸向太空。月球没有空气,没有任何形态的水,因此,月球上过去没有,今后也不会有象地球上那样的人类世界。

表 1-1 太阳系九大行星及月球的质量、体积和表面温度表

名 称	质 量 (地球为 1)	体 积 (地球为 1)	表面温度 (°C)
月 球	0.012	0.02	白 天 127 夜 晚 -183
水 星	0.05	0.056	白 天 350 夜 晚 -170
金 星	0.82	0.856	-33 (云层) 480 (星球表面)
地 球	1.00	1.000	22 (星球表面)
火 星	0.11	0.150	-23 (星球表面)
木 星	317.94	1316	-150 (云层)
土 星	95.18	745	-180 (云层)
天王星	14.63	65.2	-210 (云层)
海王星	17.22	57.1	-220 (云层)
冥王星	0.0024	0.009	-230 (云层)

* 地球质量为 5.98×10^{27} 克,约等于 6×10^{21} 吨,地球的体积为 1.08×10^{12} 立方公里。其它星球的质量与体积,均可按此换算。

三、海水为什么是咸的

为什么江河里的水是淡的，而海水和一部分高山湖泊里的水却变成了咸水呢？前面我们已经说过，地球表层的水在不停地运动着，称谓自然界的水的循环。水的循环是从地球表面的水体在太阳的照射下蒸发和植物蒸腾变成水蒸气开始的。水蒸气上升到天空凝成云，在大气环流——风的推动下，在空中随气流运行，其中的一部分在适当的条件下变成雨或雪，以降水形式降落到地面或水面上。这些降落下来的水分，一部分渗入地下，成为土壤水或地下水（其中一部分又直接从地面蒸发回到大气中）；另一部分经植物吸收后，再经枝叶蒸腾进入大气层，其余部分顺着地表径流汇入江河、湖泊，最后千里迢迢流入大海。千百年来地球上这种水的转化、输送和交换过程都循环往复，永不止息，如图1-1所示：

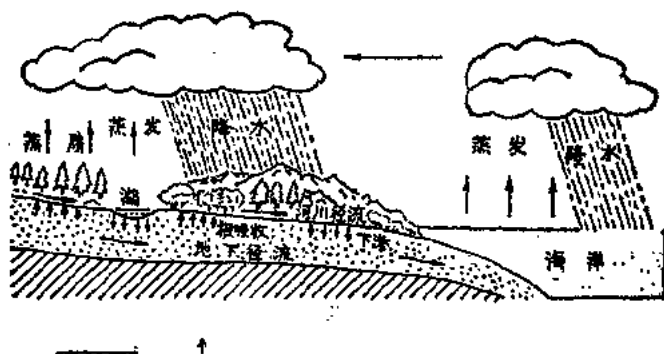


图1-1 水循环示意图

据估计，大气中的总含水量为140000亿立方米，而地球的年降水总量为5200000亿立方米，大气中的水蒸气每年可

以跟降水交换37次，这等于说大气中的水蒸气每10天左右可以轮换一次。全球的河流总储水量约13000亿立方米，而河流的年径流量为374000亿立方米，也就是说全球的河水每年可以被大气降水更换30次左右，或者说河水平均12天可以轮换一次。

根据全球的平均估算，每年从海洋蒸发到空气中的水蒸气总量为4479000亿立方米，总降水量4105000亿立方米，总降水量比蒸发量少了374000亿立方米。这个缺额和全球的地表径流正好相等。所以从全球来看，水的总量没有多大变化。海洋的总水量是132亿亿立方米，假使没有地表径流的补充，3.5万年后海水将会干涸。

表1-2 详细估算了全球地表水的年循环情况

表1-2 地表水的年循环量

区 域	面 积 ($\times 10^6$ 平方公里)	指 标	年 总 量 (亿立方米)	年均深度 (厘米)
海 洋	361	降水	4105000	1137
		径流	374000	103
		蒸发	4479000	1240
大陆外流区	117	降水	1021000	873
		径流	374000	320
		蒸发	647000	553
大陆内流区	32	降水	74000	231
		蒸发	74000	231
全球合计	510	降水	5200000	1020
		蒸发	5200000	1020

下面让我们看一看在循环过程中，水质的变化情况。在降水过程中，水首先和大气接触，这时大气中的尘埃等物

质，就会进入雨水中。因各地区的环境条件不同，大气中的化学成分也有变化，使降水的质量受到一定程度的影响。例如在海洋上空的降水质量要比城市上空的降水好得多，若大气受到污染，含有较多二氧化硫和氮氧化物的气体会使降水变成偏酸性。大量尘埃进入大气降水后，水里的钙、镁、铁、铝等无机化合物将会增多。但就比较而言，在各种自然水体中，大气降水还是洁净的。

当雨、雪降落到地面以后，除一小部分蒸发外，其余部分通过地面或地下汇集到河流，这种汇水过程叫径流。在形成径流过程中，地球表层的土壤和岩石中的各种成分被溶解进来，使水体中的各种化合物成倍甚至成十倍地增加。土壤和岩石的化学组成直接影响到天然水体中所含杂质的成分，所以，河流、湖泊水中所包含的杂质往往都具有明显的地区性特点和地带性规律。例如，自北极向赤道苔原地带的河水含有有机质、重碳酸盐和二氧化硅。苔原带向南为森林带，这一带的河水以重碳酸盐占优势。在北半球干旱的荒漠地区，河水含有氯化钠和硫酸钠；在北半球南部和临近赤道的热带和亚热带地区，河水的成分含有有机质，以二氧化硅和重碳酸盐占优势。虽然河水中杂质的成分有较大差别，但其主要成分都是：钙、镁、钠、铁、锰、硅、铝、磷等的盐类，还有氧和二氧化碳等气体。在天然水的流动过程中，原来溶解在水中的一部分化合物同水里的二氧化碳和氧发生了化学反应，生成了沉淀物被保留下来。经过了很多很多年以后，日积月累就形成了沉积矿藏。如我们今天开采的石灰岩矿，就是水中的碳酸钙沉积而成的。而水中的绝大部分无机盐和有机质，则随着滔滔江河日夜不停地流进了海洋。

俗话说，条条江河归大海。地球上97%的水都储藏在海洋里，水循环使降水不断冲刷地面，然后又汇集到一起，使

江河产生不断更新的径流。径流又夹带着地面的化学成分流向海洋，这样的循环永无终止。水循环的结果是河川水体得到不断更新。所以在未受环境污染情况下，河水的化学成分比较稳定，其含量相对而言也较低。湖泊水体的径流更新比河流迟缓，所以在同一地区的湖泊水体中的化学成分其含量一般而言总是比河水高。海洋是水循环的归宿，尽管它硕大无比，但因为海水得不到像河川径流那样的更新，经过了漫长的地质年代以后，大量的可溶盐就在海水中慢慢地富集起来。在海水的可溶盐中，含量最多的是氯化钠（食盐）和氯化镁，所以未经淡化过的海水，其味既咸又苦就不足为奇了。

除河川径流外，海水中的可溶盐的另一个来源是海底火山喷发。海底火山喷发能把地球内部的成分不断溶解到海水中来，特别是使海水中的氯离子（ Cl^- ）、硫酸盐（ SO_4^{2-} ）和重碳酸盐（ HCO_3^- ）大量增加。

海水中究竟含有什么东西呢？海洋学家告诉我们，海水中几乎含有地球上的全部元素。其中含量大的元素有8种，微量元素45种。1立方公里海水中含有6.1吨黄金，这是一个给人印象很深的数字。如果海洋里的黄金都提取出来，可供全世界每个人制造一辆黄金马车。但是1立方公里的海水有 1.1×10^9 吨重，也就是说在100立方米的 seawater 中，仅能提出6克黄金，如此微小的含量，至今还没有什么有利可图的方法来提取它。

尽管提取黄金是得不偿失的，但化学家们仍然对海水所包含的大量可溶性矿物资源抱有很大兴趣。表1-3是每立方公里海水中包含的可溶盐类的近似值。从表中，我们可以看出，海洋是个聚宝盆，随着科学技术的不断进步，它可以为人类世界提供一定的宝藏。

表 1-3 每立方公里海水中所含的可溶性盐

名 称	含 量 (吨)
氯化钠	31000000
氯化镁	4400000
硫酸镁	1900000
硫酸钙	1440000
硫酸钾	1000000
碳酸钙	140000
溴化镁	89000
溴	73400
锶	15000
硼	5000
氟	1600
碘	300
钡	224
砷	>85
铷	50
银	11
铜、锌、铅、锰	8.7
金	6.1
铀	1.7

●另说每立方公里海水中含食盐27000000吨。

从海水中可得到的最丰富的盐类是氯化钠，也就是食盐。我们的祖先早在公元前1000年就开始用蒸发海水来制取食盐了。在1立方公里海水中所制取的食盐，就足够全世界人口用几年。化学家们估计，假如把海里的食盐全部蒸出来，可得干盐4亿亿吨，把它平铺在地球表面上，足可以使地球表面糊上一层30米厚的盐层。另外，今天我们还可以从盐水井或盐矿里提取出井盐来。其实这种盐的来源还是海洋