



人类文明的足迹



地理 百科

图文并茂，具有趣味性、知识性

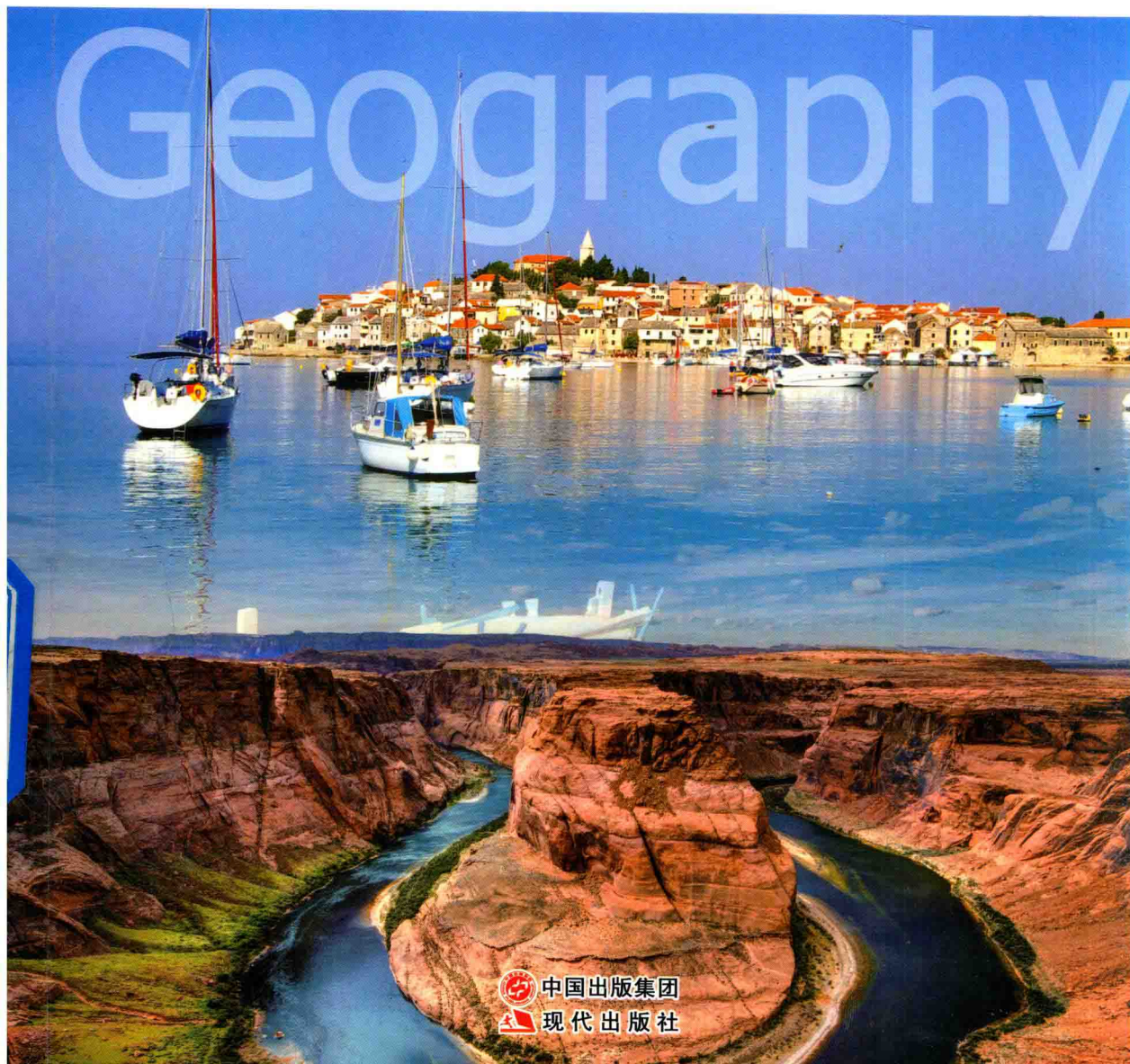
水是自然资源的重要组成部分，是所有生物的结构组成和生命活动的主要物质基础。因此水在自然环境中，对于生物和人类的生存来说具有决定性的意义。

人类生存要素 水资源

领略大自然的鬼斧神工

编著◎吴波

Geography



中国出版集团



现代出版社

人类文明的足迹



地理 百科

图文并茂，富有趣味性、知识性

人类生存要素 水资源

领略大自然的鬼斧神工

编著◎吴波

Geography



中国出版集团
现代出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人类生存要素——水资源 / 吴波编著. —北京:
现代出版社, 2012. 12

(人类文明的足迹·地理百科)

ISBN 978 - 7 - 5143 - 0938 - 6

I. ①人… II. ①吴… III. ①水资源 - 普及读物
IV. ①TV211 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 275159 号

人类生存要素——水资源

编 著	吴 波
责任编辑	张 晶
出版发行	现代出版社
地 址	北京市安定门外安华里 504 号
邮政编码	100011
电 话	010 - 64267325 010 - 64245264 (兼传真)
网 址	www.xdcbs.com
电子信箱	xiandai@cnpitc.com.cn
印 刷	北京中振源印务有限公司
开 本	710mm × 1000mm 1/16
印 张	12
版 次	2013 年 3 月第 1 版 2014 年 1 月第 2 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5143 - 0938 - 6
定 价	29.80 元

版权所有, 翻印必究; 未经许可, 不得转载



前言

水是自然资源的重要组成部分，是所有生物的结构组成和生命活动的主要物质基础。从全球范围讲，水是连接所有生态系统的纽带，自然生态系统既能控制水的流动又能不断促使水的净化和循环。因此在自然环境中，水对于生物和人类的生存来说具有决定性的意义。

地球上水的绝大部分存在于海洋。今日的海洋覆盖地球表面积的 71%，水量占地球总储量的 96.54%，而陆地面积只占地球表面积的 29%，且南北两极特别是南极洲大陆全部为冰雪所覆盖。

海洋表面从太阳获得能量，水分通过蒸发逸入大气，并通过大气环流在地球上空扩散到海洋和陆地上空，在一定的条件下凝结，并以降水形式回到地球表面。在陆地表面因降水产生径流，或直接从地表汇流回归入海，或通过地表的蓄滞但最后仍回归入海，这样就形成了水在海洋和陆地之间的循环运动。

此外，由海洋蒸发的水汽在空气中凝结后，又直接以降水形式回落到海洋；还有陆面上的部分降水在陆地表面形成水体，以及植物截留，通过土壤及植被的蒸腾，使陆地表面上的水分直接返回大气，再次凝结，以降水形式返回陆地表面。

水在各类生物的组成中占有重要地位。陆上生物以各种形式摄取水分，并以蒸发或排泄形式使水分回归大气或海洋，是陆地小循环的组成部分。

水是人类赖以生存的、必不可少的重要物质，是工农业生产、经济发展



和环境改善不可替代的极为宝贵的自然资源。

地球上的水，尽管储量巨大，而能直接被人们生产和生活利用的，却少得可怜。全球淡水资源不仅短缺而且地区分布极不平衡。按地区分布，巴西、俄罗斯、加拿大、中国、美国、印度尼西亚、印度、哥伦比亚和刚果9个国家的淡水资源占了世界淡水资源的60%。约占世界人口总数40%的80个国家和地区约15亿人口淡水不足，其中26个国家约3亿人极度缺水。更可怕的是，预计到2025年，世界上将会有30亿人面临缺水，40个国家和地区淡水严重不足。

另外，水资源危机所带来的生态系统恶化、生物多样性遭破坏等一系列问题，严重地威胁人类的生存……

因此，保护水资源是人类最伟大、最神圣的天职。本着这个目的，也为了让朋友们多了解水资源的知识，我们编写了这本《地球上的水资源》一书，希望读者朋友们在阅读本书后，能够多一份忧患意识，从身边的小事做起，为保护宝贵的水资源作出一份贡献。



目 录

水资源常识

水资源的涵义	2
天然水的形成	6
自然界中的水循环	12
降 水	20
蒸 发	26
输 送	33
下 渗	38
径 流	41
水量平衡	49
各洲大陆的水量平衡和水循环	55

主要水体概述

海洋水	61
四大洋简介	75
部分海简介	85
江河水及部分河流简介	94
我国部分河流简介	101
运河与瀑布	108



湖泊水与水库	115
我国部分湖泊简介	122
沼泽水	130
地下水	136
大气水	141
生物水	148

水资源与人类社会

世界水资源现状	154
我国的水资源	156
经济社会需水预测	163
生态环境需水预测	167
严重的水资源危机	172
水资源可持续性开发利用	179
解决水危机的策略	182

水资源常识

地球在地壳表层、表面和围绕地球的大气层中存在着各种形态的,包括液态、气态和固态的水,形成地球的水圈,并和地球上的岩石圈、大气圈和生物圈共同组成地球的自然圈层,水圈和岩石圈、大气圈和生物圈相互作用,并且存在于其他圈层之中。水圈中的水在太阳能的作用下,不断交替转化,并通过全球水文循环在地球表层及大气中不断运动。因此,水圈是地球圈层中最活跃的圈层。

水圈中的水由于地球表面各地温度的差异,大部分以液态形式积存于地壳表面低洼的地方,就是海洋;有相当一部分以固态形式即冰雪存在于地球的南北两极地以及陆地的高山上;或仍以液态形式存储于地壳陆地部分上层,即地下水;或在陆地表面水体如河流、湖泊等,即陆面水;在围绕地球的大气层中仍有部分的气态水,即以水汽形式存在的大气水;以及在地球上一切动植物体内作为其组成部分存在的生物水。



水资源的涵义

水是宝贵的自然资源，也是自然生态环境中最积极、最活跃的因素。同时，水又是人类生存和社会经济活动的基本条件，其应用价值表现为水量、水质及水能3个方面。

广义上的水资源是指世界上一切水体，包括海洋、河流、湖泊、沼泽、冰川、土壤水、地下水及大气中的水分，都是人类宝贵的财富，即水资源。按照这样理解，自然界的水体既是地理环境要素，又是水资源。但是限于当前的经济技术条件，对含盐量较高的海水和分布在南北两极的冰川，目前大规模开发利用还有许多困难。



北极的冰川

狭义水资源不同于自然界的水体，它仅仅指在一定时期内，能被人类直接或间接开发利用的那一部分动态水体。目前，这种开发利用不仅在技术上可能，而且经济上合理，且对生态环境可能造成的影响也是可接受的。这种水资源主要指河流、湖泊、地下水和土壤水等淡水，个别地方还包括微

咸水。这几种淡水资源合起来只占全球总水量的0.32%左右，约为1 065万立方千米。淡水资源与海水相比，所占比例很小，却是人类目前水资源的主体。

这里需要说明的是，土壤水虽然不能直接用于工业、城镇供水，但它是植物生长必不可少的条件，可以直接被植物吸收，所以土壤水应属于水资源范畴。至于大气降水，它不仅是径流形成的最重要因素，而且是淡水资源的最主要，甚至唯一的补给来源。

水资源的特征:

1. 水资源的循环再生性、有限性

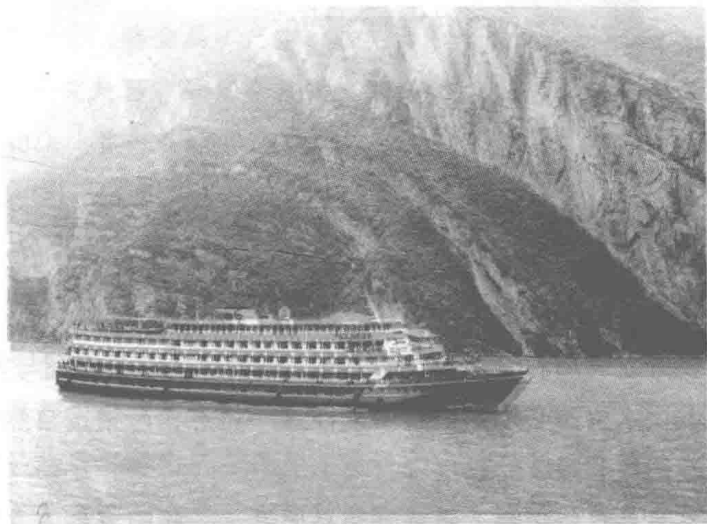
水资源与其他资源不同,在水文循环过程中使水不断的恢复和更新,属可再生资源。水循环过程具有无限性的特点,但在其循环过程中,又受太阳辐射、地表下垫面、人类活动等条件的制约,每年更新的水量又是有限的,而且自然界中各种水体的循环周期不同,水资源恢复量也不同,反映了水资源属动态资源的特点。所以水循环过程的无限性和再生补给水量的有限性,决定了水资源在一定限度内才是“取之不尽,用之不竭”的。在开发利用水资源的过程中,不能破坏生态环境及水资源的再生能力。

2. 时空分布的不均匀性

作为水资源主要补给来源的大气降水、地表径流和地下径流等都具有随机性和周期性,其年内与年际变化都很大;它们在地区分布上也很不均衡,有些地方干旱,水量很少,但有些地方水量又很多而形成灾害,这给水资源的合理开发利用带来很大的困难。

3. 利用的广泛性和不可代替性

水资源是生活资料又是生产资料,在国计民生中用途广泛,各行各业都离不开它。从水资源利用方式看,可分为耗用水量和借用水体两种。生活用



航 运

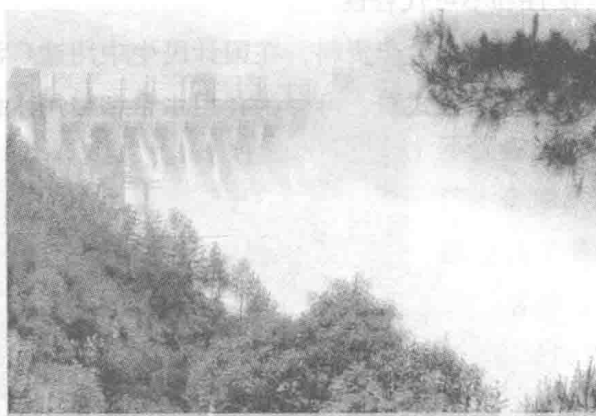


水、农业灌溉、工业生产用水等，都属于消耗性用水，其中一部分回归到水体中，但量已减少，而且水质也发生了变化；另一种使用形式为非消耗性的，例如，养鱼、航运、水力发电等。水资源的这种综合效益是其他任何自然资源无法替代的。

此外，水还有很大的非经济性价值，自然界中各种水体是环境的重要组成部分，有着巨大的生态环境效益，水是一切生物的命脉。不考虑这一点，就不能真正认识水资源的重要性。随着人口的不断增长，人民生活水平的逐步提高，以及工农业生产的日益发展，用水量将不断增加，这是必然的趋势。所以，水资源已成为当今世界普遍关注的重大问题。

4. 利与害的两重性

由于降水和径流的地区分布不平衡和时程分配的不均匀，往往会出现洪涝、旱碱等自然灾害。开发利用水资源的目的是兴利除害，造福人民。如果开发利用不当，也会引起人为灾害，例如，垮坝事故、水土流失、次生盐渍化、水质污染、地下水枯竭、地面沉降、诱发地震等，也是时有发生。



水力发电

水的可供开发利用和可能引起的灾害，说明水资源具有利与害的两重性。因此，开发利用水资源必须重视其两重性这一特点，严格按自然和社会经济规律办事，达到兴利除害的双重目的。

水资源不只是自然之物，而且有商品属性。一些国家都建立了有偿使用制度，在开发利用中受经济规律制约，体现了水资源的社会性与经济性。

 知识点

盐渍化

土壤盐渍是指易溶性盐分在土壤表层积累的现象或过程，也称盐碱化。主要发生在干旱、半干旱和半湿润地区。

盐碱土的可溶性盐主要包括钠、钾、钙、镁等的硫酸盐、氯化物、碳酸盐和重碳酸盐。硫酸盐和氯化物一般为中性盐，碳酸盐和重碳酸盐为碱性盐。



延伸阅读

可再生资源与不可再生资源

地球上的资源包括两种：可再生资源和不可再生资源。

人类开发利用后，在相当长的时间内，不可能再生的自然资源叫不可再生资源。主要指自然界的各种矿物、岩石和化石燃料，例如泥炭、煤、石油、天然气、金属矿产、非金属矿产等。这类资源是在地球长期演化历史过程中，在一定阶段、一定地区、一定条件下，经历漫长的地质时期形成的。与人类社会的发展相比，其形成非常缓慢，与其他资源相比，再生速度很慢，或几乎不能再生。

人类对不可再生资源的开发和利用，只会消耗，而不可能保持其原有储量或再生。其中，一些资源可重新利用，如金、银、铜、铁、铅、锌等金属资源；另一些是不能重复利用的资源，如煤、石油、天然气等化石燃料，当它们作为能源利用而被燃烧后，尽管能量可以由一种形式转换为另一种形式，但作为原有的物质形态已不复存在，其形式已发生变化。通过天然作用或人工活动能再生更新，而为人类反复利用的自然资源叫可再生资源，又称为更新自然资源，如土壤、植物、动物、微生物和各种自然生物群落、森林、草



原、水生生物等。

可再生自然资源在现阶段自然界的特定时空条件下,能持续再生更新、繁衍增长,保持或扩大其储量,依靠种源而再生。一旦种源消失,该资源就不能再生,从而要求科学地合理利用和保护物种种源,才可能再生,才可能“取之不尽,用之不竭”。

土壤属可再生资源,是因为土壤肥力可以通过人工措施和自然过程而不断更新。但土壤又有不可再生的一面,因为水土流失和土壤侵蚀可以比再生的土壤自然更新过程快得多,在一定时间和一定条件下也就成为不能再生的资源了。

可再生能源泛指多种取之不尽的能源,严谨来说,是人类有生之年都不会耗尽的能源。可再生能源不包含现时有限的能源,如化石燃料和核能。不仅非可再生资源的数量是有限的,在一定的时间跟空间范围内,可再生资源的数量也是有限的。也就是说,可再生资源也并不是“取之不尽,用之不竭”的资源,它是一个动态的概念。可再生资源只有在我们控制了量的情况下,权衡了开采量及该资源的再生量,使我们的开发利用速率小于其形成速率的条件下,才是“取之不尽,用之不竭”的。

大部分的可再生能源其实都是太阳能的储存。可再生的意思并非提供 10 年的能源,而是百年甚至千年的。

随着能源危机的出现,人们开始发现可再生能源的重要性。

天然水的形成

水是地球的一部分,水的产生和变化规律是地球历史起源和发展规律的一种表现,也就是说,水的起源与地球的起源密切相关。关于地球的起源问题,至今在认识上还存在着很大的分歧。所以,水的起源也只是有一系列的假说。学者们对全球大洋水的来源有 32 种假说,这些假说归纳起来可分成两类:

第一类假说认为,在初始的物质中存在一种 H_2O 分子的原始星云,类似

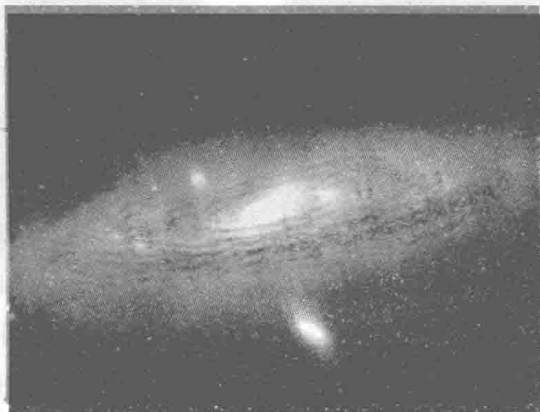
于现在平均含水 0.5% 的陨石。

第二类假说指出，在星云凝聚成初始行星，在地球形成后才有形成水的原始元素——氢和氧。

地球的形成是在距今 6 亿年以前，在星际空间的各个部位，几乎均匀地弥散着无数的气体与尘埃，它们是冷却的星际物质，呈围绕太阳旋转的近平面圆环，各自缓慢地运动。此后，在这个时期里，这些星际物质在运动过程中由于气体的摩擦和彼此间无弹性地碰撞，尘埃运动的速度逐渐变小，且沉降于星云的中心平面上，从而，在此生成尘埃密度相对较大的盘状星云。盘状星云密度逐渐加大，变成薄盘时，发生破裂并生成浓聚的尘团。这些浓聚的尘团又进一步变密加实，融合成大量小天体，成群结队地飞旋于宇宙空间之中。

科学家们已经查明，在现今的星际物质、宇宙线、银河系和太阳以及巨行星的化学成分中，氢元素（H）均占优势，氧（O）在某些星体的内部由于氢的“燃烧”所产生的物质（氮、碳）变异而成。在宇宙中，由于温度和压力值的变化范围很大，氢和氧可以在适宜的条件下化合，生成羟基（OH）。美国和澳大利亚的天文学家曾经在 1963 年发现，银河系核部具有强烈而广泛的 OH 吸收带，那里，羟基的浓度极大。在宇宙中，OH 进一步经过复杂的变化，可以生成许多其他分子和离子，如 H_2O ， (H_3O^+) ， (H_2O^+) ， $(\text{H}_2\text{O}_2)^{2-}$ 等等。其中，水分子（ H_2O ）是最稳定的。由此可见，在气体——尘埃云弥散物质聚集的过程中，完全可能捕获这种聚合水分子。

在地球形成阶段，当温度升高，内部脱气时，物质分异组成地球圈层，氢、氧从地球中部运移到它的边缘的过程中，由于物理作用和化学作用才形成 H_2O 分子。水流到年轻的地球表面，并与其他气体一起逸入大气圈。它的变化过程与现代火山喷发时所产生的事件相仿。当时，30 亿年



银河系



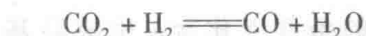
前的火山活动比现在强烈、普遍和频繁。

假设，水圈增长均匀地进行，据科学家粗略统计，它的增长速度约为0.6立方千米/年。在研究中，有若干资料说明大洋面近1 000年内上升了1.3米。最新资料指出，大洋面在近60年（1900~1960年）内上升了12厘米。用这种速度推求出大洋面每1 000年上升2米。如果取上述两者的平均值，每1 000年则上升了1.65米。按照这样的速度计算，5亿年内将出现一个非常惊人的数字，大洋的厚度将增长83千米。根据推测，近代洋面的异常增长速度可能是多种因素综合作用的结果，这些因素与气候变暖，造成冰川消退，水温升高，以及与地球内部水的增加有关。

在地球内部，地表及大气圈都可以产生新的水分子，事实上也正在产生新的水分子，而地球内部在矿物脱水时亦分解出 H_2O 分子。在一定温度条件下，由一氧化碳或二氧化碳与氢作用而合成水。例如在 $1\,000^{\circ}C$ 时，



或在炽热情况下，



地球表面和地球大气圈里的碳氢化合物燃烧时，也形成原生水，



蜡烛燃烧

比如，蜡烛、汽油、煤、陨石等燃烧时都会产生这一过程。

另外，“太阳风”把有重粒子（质子）的微粒带到大气圈里，而这些微粒在大气圈中与电子结合时便变成氢和氧的原子，并形成水。

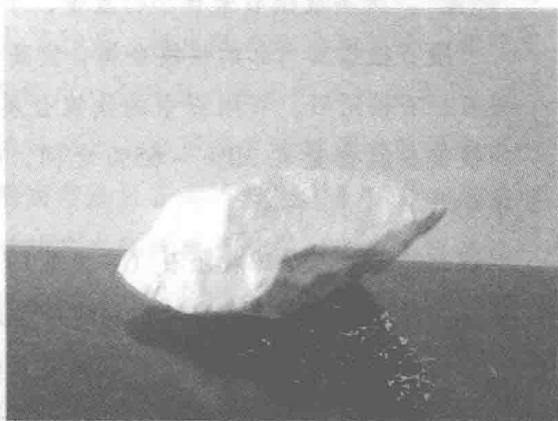
根据荷兰的天文学家奥尔特

特的假设，认为地球水的主要来源是我们这颗行星的深层内部。地球内部是指岩石圈和上地幔。应当指出，岩石圈的全部物质一半是由硅组成。喷出岩和侵入岩平均含60%（从40%~

80%) 的硅的化合物, 就是说, 在我们研究的深度上, 硅酸盐占优势, 而硅酸盐与水的相互作用是肯定的。

美国学者肯尼迪等人认为, 岩石在完全熔化混合时, 含有硅酸盐 75%, 含水 25%。这种现象与其说是硅酸盐在水中溶解, 不如说是水在硅酸盐中溶解, 水能够强烈地降低熔融体的黏滞性和熔化的温度。在此过程中, 这种混合物能把大量硅酸盐从地球深部搬运到地表。美国学者的研究和威尔纳茨基地球化学的实验资料指出, 熔融体中水的含量在压力为 $1.5 \times 10^8 \text{ Pa}$ 、温度为 $10\,000^\circ\text{C}$ 时, 钠长石中含水量占 30%。

学者科尔任斯基认为, 在上地幔的上层及中下层岩石圈里上升的溶液, 可以从深部携带水、二氧化碳气、碱金属、碱土金属和溶解于水中的其他成分。这是一种渗透过程, 并与扩散作用形影相随。



钠长石

在讨论天然水的化学成分时, 应当注意, 淡水是岩石圈表面最罕见的水, 它只占地表水的 2%。淡水中主要是重碳酸水,

其次是硫酸水和氯化物水。岩石圈上层地下自由(重力)水总量的 98% 是矿化水、盐水和以氯化物为主的卤水。

衣阿华大学物理学家路易斯·弗兰克曾提出: “地球上的海水是从空间落下无数黑雪球溶化而成的”, 该论点曾被质疑, 但在美国召开的地球物理协会会议上, 来自欧洲和加拿大的研究报告支持了这一论断。

弗兰克以“探索者 1 号”卫星在 1981~1986 年搜集到的数据作为理论依据, 通过紫外线光谱研究地球周围的大气, 发现了许多无法解释的穿过大气层的空洞。弗兰克经分析, 否定了许多解释后, 断定这些空洞只能是空间雪球造成的, 这些雪球表面有一层黑色的碳氢化合物, 每块质量有 100 吨, 每年有 1 000 万块下落地球, 在接近地球时破碎, 然后在大气中急骤蒸发成水



蒸气。最后水蒸气凝结成水，落到地球上。

→ 知识点

陨石

陨石是地球以外未燃尽的宇宙流星脱离原有运行轨道或成碎块散落到地球或其他行星表面的、石质的，铁质的或是石铁混合物质，也称“陨星”。大多数陨石来自小行星带，小部分来自月球和火星。

陨石根据其内部的铁镍金属含量高低通常分为三大类：石陨石、铁陨石、石铁陨石。石陨石中的铁镍金属含量小于等于 30%，石铁陨石的铁镍金属含量在 30% ~ 65% 之间，铁陨石的铁镍金属含量大于等于 95%。

大部分陨石是球粒陨石（占总数的 91.5%），其中普通球粒陨石最多（占总数的 80%）。球粒陨石的特点是其内部含有大量毫米到亚毫米大小的硅酸盐球体。球粒陨石是太阳系内最原始的物质，是从原始太阳星云中直接凝聚出来的产物，它们的平均化学成分代表了太阳系的化学组分。



延伸阅读

地球起源之谜

地球的起源、地球上生命的起源和人类的起源，被喻为地球科学的三大难题。尤其是地球的起源，长期以来信奉上帝创造世界的宗教观念，哥白尼、伽利略、开普勒和牛顿等人的发现彻底推翻了神创说，之后开始出现各种关于地球和太阳系起源的假说。德国哲学家康德 1755 年设想因较为致密的质点组成凝云且相互吸引而成为球体、因排斥而使星云旋转，是关于地球起源的