

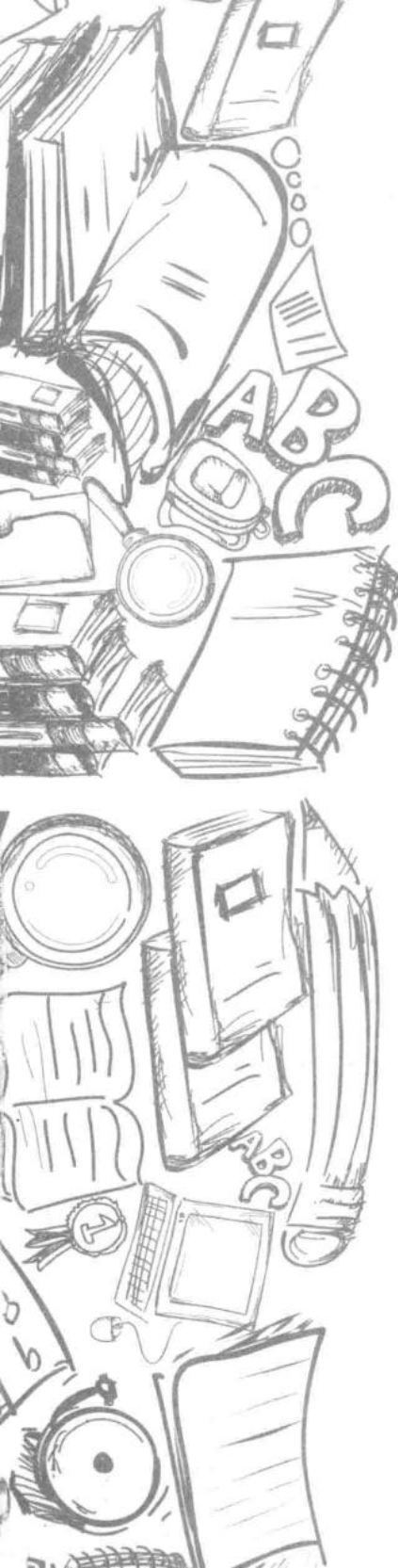
奇趣科学 QIQU KEXUE
玩转地理 WANZHUAN DILI

水的神秘世界

SHUI DE SHENMI SHIJIE

刘清廷◎主编

时代出版传媒股份有限公司
安徽美术出版社
全国百佳图书出版单位



奇趣科学 DIOU KEXUE
玩转地理 WANZHUAN DILI

水的神秘世界

刘清廷◎主编

时代出版传媒股份有限公司
安徽美术出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

水的神秘世界/刘清廷主编. —合肥: 安徽美术出版社, 2013. 3
(奇趣科学·玩转地理)

ISBN 978-7-5398-4247-9

I. ①水… II. ①刘… III. ①水-青年读物②水-少年读物 IV. ①P33-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 044198 号

奇趣科学·玩转地理

水的神秘世界

刘清廷 主编

出 版 人: 武忠平

选题策划: 王晓光

责任编辑: 张婷婷 程 兵

助理编辑: 刘 欢

特约编辑: 廉吉超

封面设计: 三棵树设计工作组

版式设计: 李 超

责任印制: 徐海燕

出版发行: 时代出版传媒股份有限公司

安徽美术出版社 (<http://www.ahmscbs.com>)

地 址: 合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场 14 层

邮 编: 230071

销售热线: 0551-63533604 0551-63533690

印 制: 河北省三河市人民印务有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印 张: 14

版 次: 2013 年 4 月第 1 版 2013 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5398-4247-9

定 价: 27.80 元

如发现印装质量问题, 请与销售热线联系调换。

版权所有 侵权必究

本社法律顾问: 安徽承义律师事务所 孙卫东律师

前言 PREFACE

水的神秘世界

水是人类生活的重要资源。人类文明的起源多数在大河流域或海边。早期城市一般都建立在水边，以解决灌溉、饮用和排污问题。在人类日常生活中，水在饮用、清洁等方面的作用不可或缺。

在古代，中国人就已把水力灵活地运用到农业中：为保证水稻生活的湿润环境，人们在田沿筑起土埂，防止田内余水流失，大大地提高了水稻产量。

水力利用的另一种方式是通过水轮泵或水锤泵扬水。水力利用的原理是将较大流量和较低水头形成的能量直接转换成与之相当的较小流量和较高水头的能量。虽然在转换过程中会损失一部分能量，但在交通不便和缺少电力的偏远山区进行农田灌溉、村镇给水等，仍不失其应用价值。20 世纪 60 年代起，水轮泵在中国得到发展，也被一些发展中国家所采用。

随着科学技术的发展，人们加大了对水力的利用，与洪涝灾害等自然灾害作斗争。因此形成了一些专门与水力有关的研究领域，进而产生了以水力为生的产业。

现代的水力利用，主要是利用水能进行发电。据 2004 年统计，世界上大约有五分之一的电力供应是来自水力发

电，有 24 个国家的水电比重超过 90%。到了 2007 年，全球水电装机达到 848400 兆瓦，约占全球电力供应量的 20%，水电开发程度按发电量与经济可开发量的比值计算达到了 35%，其中非洲为 11%，亚洲为 25%，大洋洲为 45%，欧洲为 71%，北美洲为 65%，南美洲为 40%。

水力利用是水资源综合利用的一个重要组成部分。近代大规模的水能利用，往往涉及整条河流的综合开发，或涉及全流域甚至几个国家的能源结构及规划等。它与国家的工农业生产和人民的生活水平提高息息相关。因此，水力利用需要国家在对地区的自然和社会经济综合研究基础上，进行微观和宏观决策。

C CONTENTS

目录

水的神秘世界

水与水能

水	2
水能	17
丰富的水能资源	29
我国的水能资源	55

水能的开发利用

早期的水能利用	74
近现代水能的开发方式	91

水力发电

水力发电原理	102
水轮发电机	104
水力发电站类型	109
小水电	116
潮汐电站	119

世界水电发展

世界水电发展历程	124
水电发达国家开发状况	126

水坝的影响	135
-------	-----

水电发展的前景	141
---------	-----

世界著名水电站简介	146
-----------	-----

中国水电发展

我国水力资源分布	168
----------	-----

我国水电开发状况	170
----------	-----

我国小水电发展	182
---------	-----

水电开发的制约条件和解决办法	185
----------------	-----

我国水电站简介	190
---------	-----

水的神秘世界

水与水能

地球表层水体构成了水圈，包括海洋、河流、湖泊、沼泽、冰川、积雪、地下水和大气中的水。北美洲的五大湖是世界上最大的淡水水系。还有许许多多的河流纵横在土地上。

天然的水流所蕴藏的动能统称为水能，或称水力资源。水力是一种宝贵的自然资源，是取之不尽用之不竭的可再生能源，而且是洁净的能源。

从广义上来说，水能资源包括河流水能、潮汐水能、波浪能、洋流能等能量资源；狭义的水能资源指河流的水能资源。





水

水包括天然水（河流、湖泊、大气水、海水、地下水等），人工制水（通过化学反应使氢氧原子结合得到水）。



广角镜

世界水日的设立

为了唤起公众的节水意识，建立一种更为全面的水资源可持续利用的体制和相应的运行机制，1993年1月，第四十七届联合国大会根据联合国环境与发展大会制定的《21世纪行动议程》中提出的建议，确定自1993年起，将每年的3月22日定为“世界水日”，以推动对水资源进行综合性统筹规划和管理，加强水资源保护，解决日益严峻的缺水问题。同时，通过开展广泛的宣传教育活动，增强公众对开发和保护水资源的意识。

水是地球上最常见的物质之一，是包括人类在内所有生命生存的重要资源，也是生物体最重要的组成部分。无论是过去、现在还是将来，水始终是影响人类社会发展的的重要因素。一旦失去了水，万物将无法生存。水是生命之源，水我们的生活息息相关。

1993年1月，第四十七届联合国大会作出决议，确定每年的3月22日为“世界水日”。

水不仅是生物体的重要组成部分，也是地理环境中最活跃的因素之一。

正因为有了水，地球才变得丰富多彩，生机盎然。

◎ 水的形成

与我们时刻相伴的水是怎么形成的呢？目前，对地球上的水是怎么来的有很多种说法，归结起来，可分为2大类：①原生说（自生说），即认为地球上的水来自地球内部；②外生说，即认为地球上的水来自地球以外的宇宙空间。

原生说（自生说）认为，35 亿年前，原始的宇宙星云凝聚成地球，随着地球快速的自转，含在熔融状态的原始物质里的水分便向地表移动，最终逐渐释放出来。当地球表面温度降至 100°C 以下时，呈气态的水才凝结成雨降落到地面。

基本 小知识



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的物质。它也称陨星。大部分陨石来自小行星带，小部分来自月球和火星。

外生说大约又分为 2 种情况：一种认为大量的陨石降落到地球表面，从而源源不断地带来了宇宙的水；另一种则认为从太阳辐射带来正电的基本粒子——质子，与地球大气中的电子结合成氢原子，再与氧原子化合成水分子。

当然，无论哪种说法，都有待于科学的进一步研究。

◎ 水的分布

水是地球上分布最广泛的物质之一。自然界的水总是以气态、液态和固态 3 种形式存在于空中、地表与地下，成为大气水、海水、陆地水以及存在于所有动植物有机体内的生物水，组成一个统一的相互联系的水圈。

地球总面积约 5.1 亿平方千米，其中海洋面积约 3.613 亿平方千米，约占地球总面积的



广角镜

水与生命

生物都是含水的系统。只有在含水的情况下，才有生命活动。生物水在生命的繁衍中有着多种重要作用。正常生理条件下，体液在机体内流动、循环，把养料和废物分别运送到一定的部位，在浩繁的生命活动中完成运载工具的重要功能。水又是一个优良的溶剂，它为生命提供了一个合适的介质环境。水还是光合作用、葡萄糖酵解等多种重要反应的直接参加者。



70.8%。海洋的总水量约 13.38 亿立方千米，约占地球总水量的 96.5%，折合成水深可达 3700 米，如果平铺在地球表面，平均水深可达 2640 米。除海洋外，还有湖泊、河流、沼泽、冰川等。地表约 $\frac{3}{4}$ 被水所覆盖。

地表之上的大气中的水汽来自地球表面各种水体水面的蒸发、土壤蒸发以及植物散发，并借助空气的垂直交换向上输送。一般来说，空气中的水汽含量随高度的增大而减少。科学观测表明，在 1500 ~ 2000 米高度上，空气中的水汽含量已减少为地面的 $\frac{1}{2}$ ；在 5000 米高度，减少为地面的 $\frac{1}{10}$ ；再向上，水汽含量则更少，水汽最高可达平流层顶部，高度约 55000 米。大气水在 7 千米以内总量约 12900 立方千米，折合成水深约为 25 毫米，仅占地球总水量的 0.001%。虽然数量不多，但活动能力却很强，是云、雨和雪等的水源。

地球上的水，水平分布面积很广，垂直分布存在于大气圈、生物圈和岩石圈之中，其水量非常丰富，约为 13.68 亿立方千米，所以地球有“水的行星”之称。

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、水质和水能。

世界上一切水体，包括海洋、湖泊、河流、沼泽、冰川、地下水以及大气中的水分，都是人类宝贵的财富，即水资源。目前，限于当前技术条件，对含盐量较高的海水和分布在南、



拓展阅读

地球圈层的划分

地球圈层分为地球外圈和地球内圈两大部分。地球外圈可进一步划分为三个基本圈层，即大气圈、水圈、生物圈；地球内圈可进一步划分为三个基本圈层，即地壳、地幔和地核。此外，在地球外圈和地球内圈之间还存在一个软流圈。它是地球外圈与地球内圈之间的一个过渡圈层，位于地面以下平均深度约 150 千米处。

北两极的冰川的大规模开发利用还存在很多困难。河流、湖泊、地下水等淡水，能够被人类直接或间接开发利用，尽管这几种淡水资源合起来只占全球总水量的 0.32% 左右，约为 1065 万立方千米，但却是目前研究的重点。

需要说明的是，大气降水不但是径流形成的最重要因素，而且是淡水资源的最主要的补给来源。

◎ 水循环

水循环是指地球上各种形态的水在太阳辐射、地心引力等作用下，通过蒸发、水汽输送、凝结降水、下渗以及径流等环节，不断地发生相态转换和周而复始运动的过程。

知识小链接

相 态

相态（或简称相，也叫物态）也就是物质的状态，指一个宏观物理系统所具有的一组状态。一个相态中的物质拥有单纯的化学组成和物理特性（如密度、晶体结构、折射率等）。最常见的物质状态有固态、液态和气态。少见一些的物质状态包括等离子态、夸克-胶子等离子态、玻色-爱因斯坦凝聚态、费米子凝聚态、酯膜结构、奇异物质、液晶、超液体、超固体和磁性物质中的顺磁性、逆磁性等。

从全球整体角度来说，这个循环过程可以设想从海洋的蒸发开始，蒸发的水汽升入空中，并被气流输送至各地，大部分留在海洋上空，少部分深入内陆，在适当条件下，这些水汽凝结降水。其中海面上的降水直接回归海洋，降落到陆地表面的雨、雪，除重新蒸发升入空中的水汽外，一部分成为地面径流补给江河、湖泊，另一部分渗入岩石层中，转化为壤中流与地下径流。地面径流、壤中流与地下径流，最后亦流入海洋，构成全球性统一的、连续有序的动态大系统。



水循环整个过程可分解为水汽蒸发、水汽输送、凝结降水、水分入渗,以及地表、地下径流 5 个基本环节。这 5 个环节相互联系、相互影响,又交错并序、相对独立,并在不同的环境条件下呈现不同的组合,在全球各地形成一系列不同规模的地区水循环。

基本
小知识



太阳辐射

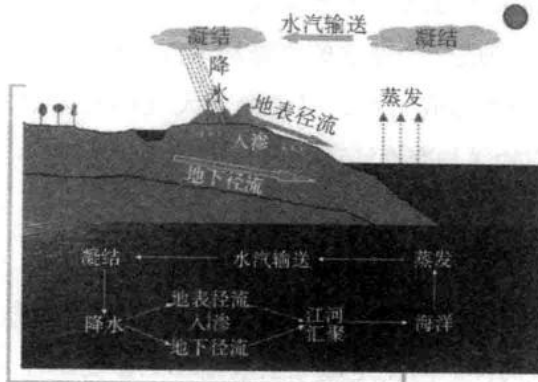
太阳辐射是指太阳向宇宙空间发射的电磁波和粒子流。地球所接收到的太阳辐射能量仅为太阳向宇宙空间放射的总辐射能量的二十亿分之一,但却是地球大气运动的主要能量源泉。

太阳辐射与重力作用是水循环的基本动力。此动力不消失,水循环将永远存在。其中,蒸发、降水和径流是水循环的主要环节。

从实质上说,水循环乃是物质与能量的传输、储存和转化过程,而且存在于每一环节。在蒸发环节中,伴随液态水转化为气态水的是热能的消耗;在降水环节中,伴随着凝结降水的是潜热的释放,所以蒸发与降水就是地面向大气输送热量的过程。据测算,全球海陆日平均蒸发量为 1.5808 万亿立方米,是长江全年入海径流量的 1.6 倍,蒸发这些水汽的总耗热量高达 3.878×10^{21} 焦耳,如折合电能为 10.77×10^{14} 千瓦时,等于 1990 年全世界各国总发电量的近 100 倍。

由降水转化为地面与地下径流的过程,则是势能转化为动能的过程。这些动能成为水流的动力,消耗于沿途的冲刷、搬运和堆积作用,直到注入海洋才消耗殆尽。

根据水循环的不同途径与规模,全球的水循环可分为大循环与小循环。大循环发生于全球海洋与陆地之间的水分交换过程,由于广及全球,故名大循环,又称外循环。大循环的主要特点是,在循环过程中,水分通过蒸发与降水两大基本环节,在空中与海洋,空中与陆地之间进行垂直交换,与此同



海陆间的水循环

时,又以水汽输送和径流的形式进行水平交换。交换过程中,海面上的年蒸发量大于年降水量,陆面上情况正好相反,降水大于蒸发;在水平交换过程中,海洋上空向陆地输送的水汽要多于陆地上空向海洋回送的水汽,两者之差成为海洋的有效水汽输送。正是这部分有效的水汽输送,在陆地上转化为地表和地下径流,

最后回流入海,在海陆之间维持水量的相对平衡。小循环是指发生于海洋与大气之间,或陆地与大气之间的水分交换过程。小循环又称内部循环,前者又可称为海洋小循环,后者称陆地小循环。海洋小循环主要包括海面的蒸发与降水两大环节,所以比较简单。陆地小循环的情况则要复杂得多,并且内部存在明显的差别。从水汽来源看,有陆面自身蒸发的水汽,也有自海洋输送来的水汽,并在地区分布上很不均匀,一般规律是距海愈远,水汽含量愈少,因而水循环强度具有自海洋向内陆深处逐步递减的趋势。如果地区内部植被条件好,贮水比较丰富,那么自身蒸发的水汽量比较多,有利于降水的形成,因而可以促进地区小循环。陆地小循环可进一步区分为大陆外流区小循环和内流区小循环。其中外流区小循环除自身垂直方向的水分交换外,还有多余的水量,以地表径流和地下径流的方式输向海洋,而高空必然有等量的水分从海洋送



你知道吗

植 被

植被就是覆盖地表的植物群落的总称。它是一个植物学、生态学、农学或地球科学的名词。植被可以因为生长环境的不同而被分类,譬如高山植被、草原植被、海岛植被等。环境因素如光照、温度和雨量等会影响植物的生长和分布,因此形成了不同的植被。



至陆地，所以还存在着与海洋之间的水平方向的水分交换。而陆地上的内流区，其多年平均降水量等于蒸发量，自成一个独立的水循环系统，地面上并不直接和海洋相沟通，水分交换以垂直方向为主，仅借助于大气环流运动，在高空与外界之间进行一定量的水汽输送与交换活动。

◎ 河流与湖泊

地球上参与水循环的水量，相当于全球多年平均蒸发量，其中 39.5% 形成河川径流（简称河流），最终汇入海洋。河流是地球上水循环的重要路径，对全球的物质、能量的传递与输送起着重要作用。

河水的来源叫作河流补给。河水最主要的来源是大气降水，尤其是降水中的雨水，经过地表径流汇入河流。世界上大多数河流的补给都是靠雨水补给。山地的湖泊，有的成为河流的源头；位于河流中下游地区的湖泊，则对河流径流起着调节的作用，在洪水期蓄积部分洪水，以削减河川的洪峰。人工湖泊——水库更是起着这样的作用。陆地上的其他水体，如冰川、地下水，也常常是河流补给的组成部分，对某些河流来说，还是相当重要的部分。然而事实上，单由一种水源补给的河流很少，绝大多数河流有多种补给形式。正是由于河水补给形式的多样性，才导致了河流径流变化的复杂性。

知识小链接

洪 峰

洪峰是一次洪水或整个汛期水位或流量过程中的最高点。它也就是洪水的最大流量。如果单位面积的降水量大于水流量，雨水就会一点一点地积累。一旦流域广，路程长之后，就会形成洪峰。

径流是指受重力作用到达地面的大气降水扣除蒸发返回大气、植物截留、土壤下渗、洼地滞蓄及地面滞留等水量后，通过不同途径形成地面径流、表

层流和地下径流，汇入江河，流入湖泊、海洋的水流总称。径流的水量称为径流量，指的是一段时间内河流某一过水断面过水量，径流量反映某一地区水资源的丰歉程度。径流量在水文上有时指流量，有时指径流总量。计算公式为：径流量 = 降水量 - 蒸发量。

径流是水循环的主要环节之一。径流量是陆地上最重要的水文要素之一，是水量平衡的基本要素，是自然地理环境中最活跃的因素之一。在当前的技术、经济条件下，径流是可供长期开发利用的水资源。

世界上径流量最大的河流是南美洲的亚马孙河，其次是非洲的刚果河，然后就是中国的长江。

亚马孙河河口年平均流量 17.5 万立方米/秒，年均径流量 69300 亿立方米。

刚果河河口年平均流量 39000 立方米/秒，年径流量 13026 亿立方米。

长江河口年平均流量 31000 立方米/秒，年径流量 9600 亿立方米。

各大洲的径流量，亚洲径流占全球的 31%，南美洲占 25%，北美洲占 17%，非洲占 10%。各大洋获得的径流量中，大西洋获得陆地地表径流总量的约 52%，其次为太平洋，占 27.2%。全世界河流径流总量按人平均分，每人约分到 10000 立方米。大洋洲平均每人占有径流量最多，欧洲最少。

河流量有季节变化和年际变化，因而海洋获得的地表径流量也具有随季节与年际而变化的特性。



拓展阅读

降水与植物截留

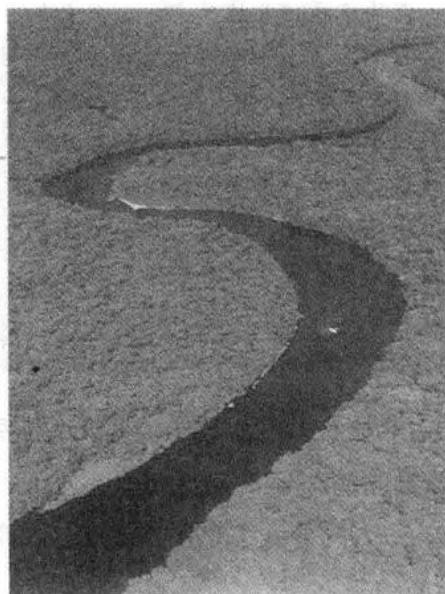
植物截留指降水落到地面以前，被树木枝叶、作物茎叶截去的部分。降雨初期，雨滴落在植物枝叶上，几乎完全被叶面截留，呈小水滴或薄膜状。在没有满足最大截留量之前，植物下的地面，仅能获得少量降水，有不小的一部分降水在降落过程中，因与植物冲击而被分裂，有的落至地面，有的在降落过程中被蒸发掉。植物截留水量直到水滴重力超过表面张力时，才下落至地面。



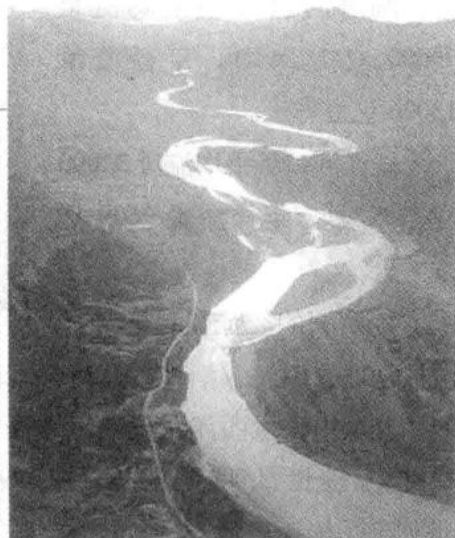
亚马孙河

河流在一年内各个月份的径流量是不同的。洪水季节和枯水季节的交替，一般很有规律。河流径流一年内有规律的变化，叫河流径流的季节变化。河流径流的季节变化，同河流的水源补给密切相关。各种类型的河流水源不同，因而径流季节变化的规律也就不同：以雨水补给为主的河流，

主要是随降雨量的季节变化而变化；以冰雪和冰川融水补给为主的河流，主要是随气温的变化而变化。以我国为例，东部的河流以雨水补给为主，西部的河流以冰雪、冰川融水补给为主，东部河流的径流季节变化的规律与西部河流的有所不同。河流径流的季节变化，对人类的生产和生活有很大的影响。径流季节变化大的河流，洪水期容易发生洪涝灾害，枯水期又往往满足不了



刚果河



长江