

ZOUJIN DILI SHIJIE CONGSHU



走进地理世界丛书



地球上的水资源

DIQIUSHANG DE SHUIZIYUAN



这是一部以地理知识为题材的科普读物，内容新颖独特，并以图文并茂的方式展现给青少年读者，以激发他们学习地理的兴趣和愿望。

本书编写组◎编



中国出版集团
世界图书出版公司

JIIE CONGSHU



走进地理世界丛书



地球上的水资源

DIQIUSHANG DE SHUIZIYUAN



这是一部以地理知识为题材的科普读物，内容新颖独特，并以图文并茂的方式展现给青少年读者，以激发他们学习地理的兴趣和愿望。

本书编写组◎编



世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

地球上的水资源 / 《地球上的水资源》编写组编著
—广州: 广东世界图书出版公司, 2010. 1
ISBN 978 - 7 - 5100 - 1623 - 3

I. ①地… II. ①地… III. ①水资源 - 青少年读物
IV. ①TV211 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 010078 号

地球上的水资源

责任编辑: 程 静

责任技编: 刘上锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E - mail: pub@ gdst. com. cn, edksy@ sina. com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京燕旭开拓印务有限公司

(北京市昌平马池口镇 邮编: 102200)

版 次: 2010 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 1623 - 3/P · 0042

定 价: 25.80 元

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



前 言

1

从广义来说,地球上的水资源是指水圈内水量的总体。而通常所说的水资源主要是指陆地上的淡水资源,如河流水、淡水、湖泊水、地下水和冰川等。陆地上的淡水资源只占地球上水体总量 2.53% 左右,其中近 70% 是固体冰川,即分布在两极地区和中、低纬度地区的高山冰川,还很难加以利用。目前人类比较容易利用的淡水资源,主要是河流水、淡水湖泊水,以及浅层地下水,储量约占全球淡水总储量的 0.3%,只占全球总储水量的 0.007%。据研究,从水循环的观点来看,全世界真正有效利用的淡水资源每年约有 9000 立方千米。

地球上水的体积大约有 13.6 亿立方千米,其中海洋占了 13.2 亿立方千米(约 97.2%);冰川和冰盖占了 0.25 亿立方千米(约 1.8%);地下水占了 0.13 亿立方千米(约 0.9%);湖泊、内陆海,和河里的淡水占了 25 万立方千米(约 0.02%);大气中的水蒸气在任何已知的时候都占了 1.3 万立方千米(约 0.001%)。

水是生命之源,没有水就没有生命,水在人类文明发展史中,始终起着至关重要的作用。世界文明古国埃及、古巴比伦、印度和我国,无不是在大江大河流域中发展起来的。地球上难以计数的江河,就似无数天然输水管道,并且在江河流域往往会形成众多的湖泊、大片的湿地和丰富的地下水,为人类提供便于开发利用的水资源。



水作为一种不可或缺的珍贵资源，虽然总量是丰富的，但能够暂时被人类利用的却很有限，再加上近些年人口的激增，工农业的迅猛发展，还有人类短视的开发滥用，给这些可贵的水体造成了严重的污染，使其更显短缺和可贵，珍惜水源，爱护生命成为了世界环保主题。

本书从大处着眼，从小处入手，与细微处见灼见，配上百余幅生动珍贵的图片，定会让你获益匪浅。

目 录

Contents

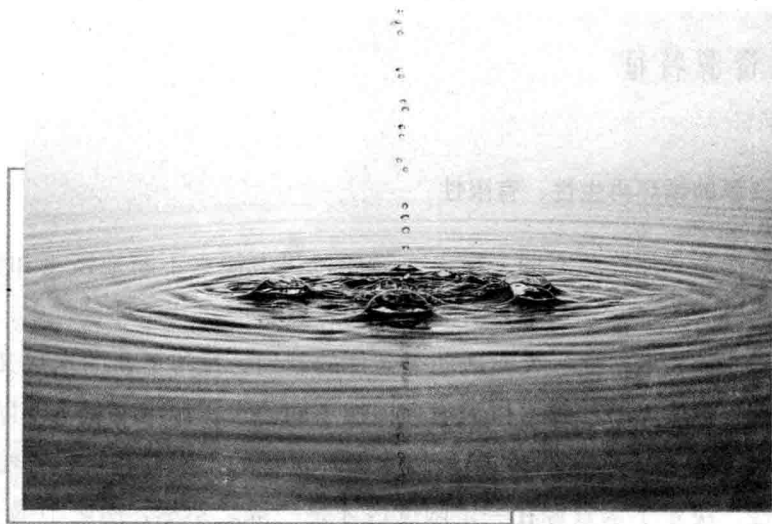
水资源知多少		水量平衡	53
水资源的涵义	1	几种主要水体	
水资源特征	2	海 洋	68
淡水资源	4	江河湖泊	96
海水资源	5	沼 泽	152
水资源的形成与分布		大气水	157
天然水的起源与形成	10	生物水	162
地球上水的存在与分布	13	水资源开发利用现状	
地下水的形成与分布	14	世界水资源利用现状	167
降水、地表水、地下水三水		我国水资源的开发利用	168
转化	18	我国水资源开发利用情况	172
我国水资源的形成与分布	19	我国水能资源	179
水循环		水资源需求与供水量预测	182
自然界水循环	26	水资源可持续性开发利用	188
地球水圈及全球水循环	30	水资源保护	
降水、蒸发、输送、下渗、		水资源危机	192
径流	33	水危机的解决途径	198



水资源知多少

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，其应用价值表现在水量、水质及水能三个方面。



珍贵的水

广义上的水资源指世界上一切水体，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。

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。这种开发利用，不仅目前在技术上可能，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 1065 万立方千米。淡水资源与海水相比，所占比例很小，但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。

水资源特征

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地恢复和更新，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。在开发利用水资源过程中，不能破坏生态环境及水资源的再生能力。

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平衡，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。

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，可分为耗水量和借用水体两种。生活用水、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。

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、旱灾等自然灾害。开发利用水资源目的是兴利除害，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的特点，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。

淡水资源

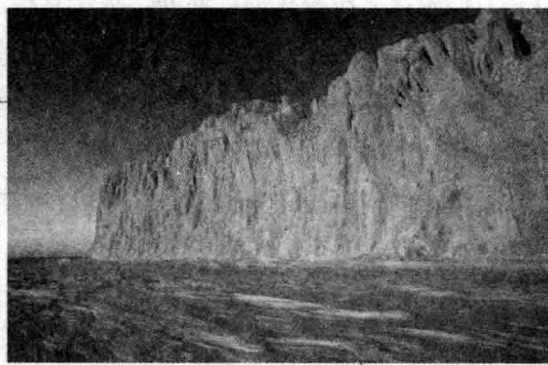
目前，地球上的淡水总量约为 3.8 亿亿吨，是地球总水量的 2.8%。然而，如此有限的淡水量却以固态、液态和气态的几种形式存在于陆地的冰川、地下水、地表水和水蒸气中，其比例分布是：

极地冰川占有地球淡水总量的 75%，而这些淡水资源几乎无法利用。

地下水占地球淡水总量的 22.6%，为 8600 万亿吨，但 $1/2$ 的地下水资源处于 800 米以下的深度，难以开采，而且过量开采地下水会带来诸多问题。

河流和湖泊占地球淡水总量的 0.6%，为 230 万亿吨，是陆地上的植物、动物和人类获得淡水资源的主要来源。

大气中水蒸气量为地球淡水总量的 0.03%，为 13 万亿吨，它以降雨的形式为陆地补充淡水。由于陆地上的淡水会因日晒而蒸发，或



南极冰川

通过滔滔江流回归大海，地球可供陆地生命使用的淡水量不到地球总水量的 0.3%，因此陆地上的淡水资源量是很紧缺的。

一个区域水资源总量，为当地降水形成的地表水和地下水的总和。由于地表水和地下水互相联系而又相互转化，因此计算水资源总量时，不能将地表水资源与地下水资源直接相加，应扣除相互转化的重复计

算量。

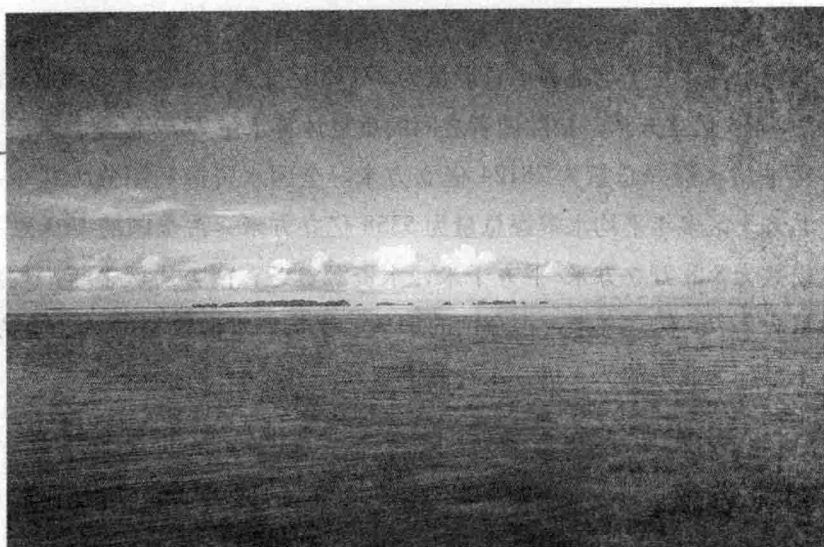
我国全国多年平均地表水资源量为 27115 亿立方米，多年平均地下水资源量为 8288 亿立方米，扣除两者之间的重复计算水量 7279 亿立方米后，全国多年平均水资源总量为 28124 亿立方米。全国水资源利用分为 9 个一级区，北方 5 区多年平均水资源总量为 5358 亿立方米，占全国的 19%，平均产水模数为 8.8 万立方米/平方千米，水资源贫乏；南方 4 区多年平均水资源总量为 22766 亿立方米，占全国的 81%，平均产水模数为 65.4 万立方米/平方千米，为北方的 7.4 倍，水资源丰富。

海水资源

自古以来人们就逐水草而居。大约在 50 亿年前的原始地球，天空烈日似火，电击雷轰；地面熔岩滚滚，火山喷发。这种自然现象成了生命起源的“催生婆”。巨大的热能，促使原始地球各种物质激烈地运动和变化，孕育着生机。原始地球由于不断散热，灼热的表面逐渐冷却下来，原来从大地上“跑”到天空中水的水，凝结成雨点，又降落到地面，持续了许多亿年，形成了原始海洋。在降雨过程中，氢、二氧化碳、氨和甲烷等，有一部分被带入原始海洋；雨水冲刷大地时，又有许多矿物质和有机物陆续随水汇集海洋。广袤的原始海洋，诸物际会，气象万千，大量的有机物源源不断产生出来，海洋就成了生命的摇篮。

海洋面积占地球表面的 71%，如果将海洋中所有的水均匀地铺盖在地球表面，地球表面就会形成一个厚度 2700 米的水圈。所以有人说地球的名字起错了，应该叫作“水球”。

从各个半球来看，北半球海洋面积占北半球总面积的 61%，陆地面积占 39%；在南半球，海洋面积占总面积的 81%，陆地面积占 19%；在东半球，海洋面积占总面积的 65%，陆地面积占 35%；在西半球，海洋面积占总面积的 80%，陆地面积占 20%；在北半球，海洋面积占 90.5%，陆地占



碧波万顷的海洋

9.5%；在南半球中，海洋占 52.7%，陆地占 47.3%。所以。地球上任一半球中海洋面积均超过陆地面积。全球海陆面积之比约为 2.4:1。其次，从纬度来看，各纬度带上海洋与陆地面积的分布很不均匀，北纬 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 之间陆地几乎连成一片，南纬 $56^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 之间三大洋连成一片，北极为海，南极为陆。

海水资源意即海洋资源，它包括海水化学资源、海洋生物资源，海底矿产资源、海洋动力资源和海洋空间资源。

海水化学资源

海水中所含各种盐类的总重量达 5 亿亿吨，总体积为 13.4 亿立方米。若将这些盐平铺在陆地上，陆地可以增高 150 米。海水中镁的储量为 1800 万亿吨，目前全世界每年从海水中提炼的镁产量已达 200 万吨。海水中还含有钾 500 万亿吨，重水 200 万亿吨，溴 95 万亿吨，都比陆地上储量多，铀储量为陆地上铀储量的 4500 倍。海水中还含有大量的其他元素，虽然它们的浓度不大，但由于海水的总体积如此庞大，因此这些元素的总储量仍然

相当可观。例如海水中含铀 11 万亿吨，硼 6 万亿吨，锂 70 亿吨，铷 1600 亿吨。另外还有碘 820 亿吨，钼 137 亿吨，锌 70 亿吨，铝、钒、钽 27 亿吨，铜 40 亿吨，银 5000 万吨，金 500 万吨等。人类对海水中各种资源的开发正方兴未艾，有着极大的发展潜力。

海洋生物资源

地球上生物的总生产力为每年 1540 亿吨有机碳，其中 1350 亿吨产自海洋，在这 1350 吨有机碳中最主要的是浮游生物与甲壳动物。如海洋中生活着大量浮游藻类，约 4500 种，有红藻、绿藻、蓝藻、褐藻等。在藻类中大约有 50 种可供人类食用，如褐藻中的海带、裙带菜，红藻中的紫菜、石花菜等。有些可作为饲料或肥料。从藻类中还可提炼碘、溴等元素。海洋每年可生产水产品 30 亿吨（目前全世界渔获量仅 7000 万吨左右）。海洋中还有各种软体动物，如海参、乌贼、海蜇等均是营养价值极高的食品，甲壳动物中的对虾、龙虾、磷虾等也是珍贵的佳肴。脊椎动物中的鲸、海



海底生物

豚、海龟、海狮、海豹、海象等，也有相当数量可供人类利用。因此，海洋生物学家称海洋为人类最大的食品工厂，如能充分利用海洋中的各种蛋白质，将可满足人类的温饱。

海底矿产资源

石油和天然气是海底矿产资源中已被开采利用的最主要的资源。它们主要蕴藏在大陆架浅海地区。据估计，大陆架油气储量约为 1500 亿

吨。由于陆地上石油资源日益枯竭，海洋油气的开采已迅速发展。1985年世界海上油气产量为6亿吨，占世界石油总产量的20%；2000年海上油气产量已占世界石油总产量的35%~40%；预计到2010年将占世界50%。

当前，全世界有30多个国家和地区在近岸带和浅海地区开采滨海砂矿，包括金砂、铂砂、金刚石砂、铁砂、锡矿砂、重矿砂（金红石、锆石、独居石等）以及贝壳砂和石英砂等。其中产量最大的是石英砂矿和锡砂矿。

世界各大洋的深海盆地表层储藏着十分丰富的锰结核矿，总储量达1万亿~3万亿吨，而且还以每年1吨的速度增长。锰结核矿中除富含锰、铁以外，还含有30多种金属元素。其中平均含锰30%、铁18%、镍1%和小于1%的钴、铜、铅，并含有某些稀有元素，如铍、铈、锆、铌、铀、镭、钍等。这些稀有元素在深海盆地表层的含量，要比海水中的含量高数千倍到一百万倍。

多金属硫化矿床是近几年来新发现的，它是富含铁、锰、铜、铅、锌、银、金等成分的深海软泥沉积物，所以也称深海软泥矿。经分析，有些软泥中含锌量超过10%，含铜量达4%，比陆地上铜锌矿的含量要高数十倍到数百倍，如红海“阿特兰斯”海渊上就堆积了10米厚的软泥矿，总量达5000万吨以上，其中含锌290万吨、铜106万吨、银4500吨和金45吨。

海洋动力资源

海水运动是永不止息的。海洋中的波浪、潮汐、海流以及海水的温度差、盐度差、压力差等能量均可用来发电。随着陆地上能源危机的日益加剧，世界各国竞相研究如何利用蕴藏在海洋中的多种动能。

据推算，全球海洋大约储有潮汐能10亿~27亿千瓦，波能10亿~53亿千瓦，海流能10亿~30亿千瓦，温差能10亿~20亿千瓦，浓度能26亿~35亿千瓦。利用海洋能来发电既经济，又不占用土地，不受气候影响，也不污染环境，实为利用价值极高的取之不尽的动力资源。

目前,人类仅对潮汐能、波能、温差能的开发利用已进入实用阶段,特别是潮汐发电站已在世界各海洋国家广泛建立,如法国的朗斯潮汐电站、我国的江厦潮汐电站等已在运转。但对海流能、浓度能、压力能等尚未能进行开发利用,现仅停留在试验阶段。相信在不远的将来,对海洋能的利用会有新的突破。

海洋空间资源

世界人口激增,工业飞速发展,环境污染已十分严重,因此人类已开始向海洋进军,企图将海洋开发为人类生存的第二空间。美、英、法、日等国从1970年开始首先在水下建立为军事服务的海底水下实验室、水下军事设施、水下油库等。从1977年开始,法、英、美、日等国又相继建立水下民用建筑群(水下住宅、水下村等)。这些水下住宅配备有各种现代化生活、娱乐设施,使居住在海面以下的人们也拥有良好的生活环境。

水资源的形成与分布

天然水的起源与形成

水是地球的一部分，水的发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 亿年以前漫长的天文时期。在星际空间的各个部位，几乎均匀地弥散无数的气体与尘埃，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，在天文时期里，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^+ ， H_2O_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立方米/年。在研究中，有若干资料说明大洋面近1000年内上升了1.3米。最新资料指出，大洋面在近60年（1900~1960年间）内上升了12厘米。用这种速度推求出大洋面每1000年上升2米。如果取上述两者的平均值，每1000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 1000°C 时，



或在炽热情况下，

