



绿色新能源科普知识馆

FANGBIAN KUAJIE DE
SHUINENG



水，无懈可击；水，无不渗透

袁飞◎编

方便快捷的 水 能

水，无懈可击；水，无不渗透。
这就是水，它用最柔弱的，往往也是最刚劲的力量，发出世间最强音！
如何领略水的威力？水又是如何转化为电能的？
答案就在这本书里——一个关于水能的创新资源。



甘肃科学技术出版社



绿色新能源科普知识馆

FANGBIAN KUALIE DE SHUINENG

水，无懈可击；水，无不渗透

袁飞◎编

方便快捷的

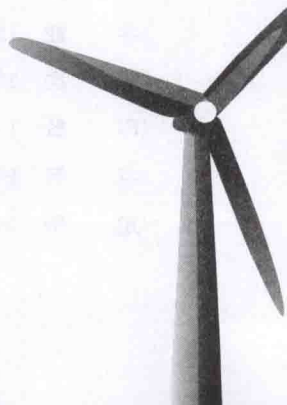


水能

这就是水，它用最柔弱的，
往往也是最刚劲的力量，发出世间最强音！
如何领略水的威力？水又是如何转化为电能的？
答案就在这本书里——一个关于水能的创新资源。



甘肃科学技术出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

方便快捷的水能 / 袁飞编. — 兰州 : 甘肃科学技术出版社, 2014.3

(绿色新能源科普知识馆)

ISBN 978-7-5424-1933-0

I. ①方… II. ①袁… III. ①水能—普及读物 IV.

① TK71-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 044888 号

出 版 人 吉西平

责任编辑 杨丽丽 (0931-8773238)

封面设计 晴晨工作室

出版发行 甘肃科学技术出版社 (兰州市读者大道 568 号 0931-8773237)

印 刷 北京威远印刷有限公司

开 本 700mm × 1000mm 1/16

印 张 10

字 数 153 千

版 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

印 数 1 ~ 3000

书 号 ISBN 978-7-5424-1933-0

定 价 29.80 元

前言

REFACE

我们生活的这个精彩纷呈的地球，能源时刻都在伴随着人类的活动而存在。人类的生存离不开能源，我们每天吃饭，是为了补充体能；天冷了，要穿上保暖的衣服，是为了保存体温，不让能量外泄；我们看电视、上网、使用手机，都需要电；汽车在路上前行，需要汽油。

自工业革命以来，能源问题就开始出现。在全球经济高速发展的今天，国际能源来源已上升到了国家战略的高度，各国都纷纷制定了以能源供应为核心的能源政策。在此后的 20 多年里，在稳定能源供应的要求下，人类在享受能源带来的经济发展、科技进步等好处，但也遇到一系列无法避免的能源安全挑战。能源短缺、资源争夺以及过度使用能源造成的环境污染等问题威胁着人类的生存与发展。

当前，能源的发展、能源和环境，已成为全世界、全人类共同关心的话题，这也是中国社会经济发展的障碍。但是，当前的状况是世界大部分国家能源供应不足，不能满足经济发展的需要。这一系列问题都使绿色能源和可再生能源在全球范围内受到关注。从目前世界各国既定能源战略来看，大规模的开发利用绿色能源和可再生能源已成为未来世界各国能源战略的重要组成部分。

我们生活在同一个地球上，开发和利用新能源，缓解能源、环境、生态问题已迫在眉睫，新能源、绿色能源如太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能和核聚变能等，越来越得到世人的重视。不论是从经济社会走可持续发展之路和保护人类赖以生存的地球的生态环境的高度来审视，还是从为世界上十几亿无电人口和特殊用途解决现实的能源供应出发，开发利用新能源和可再生能源都具有重大战略意义。可以这么说，新能源和可再



生能源是人类社会未来能源的基石，是大量燃用的化石能源的替代能源。

实践证明，新能源和可再生能源清洁干净，只有很少的污染物排放，人类赖以生存的地球的生态环境相协调的清洁能源。

由于现阶段广大青少年对绿色新能源认识比较单一，甚至相当匮乏，多数人处于一知半解的水平，这严重影响了新能源的推广认识和绿色低碳生活的实现，基于熟知绿色新能源知识和提高低碳意识已成为广大读者的迫切需要，我们编写了本书。

本书重点讲述了新能源知识和新能源推广应用，知识版块设置合理，方便阅读、理解与记忆。

本书集知识性、趣味性、可读性于一体，是一本难得的能源环保书籍，希望本书能为你带来绿色能源环保知识，让你在新能源推广应用之路上，为我们能够拥有一个美好的明天一起加油。

目录 CONTENTS

第一章 生命之源——水资源

第一节 认识我们身边的水	002
一、水与水循环	002
二、水资源	005
第二节 我国水资源简述	010
一、水资源分布	010
二、我国水资源的现状	017

第二章 永不衰竭的水能资源

第一节 什么是水能	028
一、水能资源概述	028
二、河流水能资源分布	033
第二节 水能创造的奇迹	039
一、神奇的喀斯特地貌	039
二、奇特的钟乳石	043
三、水冲出的平原	045



第三节 水能的开发方式 048

一、水能资源的开发 048

二、水能资源开发对环境的影响 051

第三章 水力能发电

第一节 水力发电概述 060

一、水力发电 060

二、水电站 062

三、水电站经济运行 066

第二节 世界水电发展 068

一、亚洲的发展状况 068

二、欧洲 072

三、中南美洲 073

四、北美洲 074

第三节 小水力发电 077

一、什么是小水力发电 077

二、小水力发力的构成 079

三、小水力发电站的开发 080

四、小水力发电的经济效益 081

第四节 抽水蓄能水电站 085

一、什么是抽水蓄能水电站 085

二、抽水蓄能电站构成 087



三、抽水蓄能电站特点	090
四、抽水蓄能水电站的发展	091
第五节 水电站开发对环境的影响	096
一、坝式水电站	096
二、引水式水电站	099
三、梯级水电站	100

第四章 水能的综合利用

第一节 古代水能的利用	104
一、水车	104
二、水排	107
三、水磨	108
四、筒车	109
第二节 水能灌溉	112
一、水能灌溉的历史	112
二、灌溉水源	116
三、灌水方法	120
四、节约水灌溉	122
第三节 防洪与治涝	128
一、防洪重要性	128
二、防洪措施	130



三、治涝	133
第四节 水能在其他领域的利用	135
一、水产养殖	135
二、水上运输	138
三、水能利用新发明	145

第一章

Chapter 1

生命之源——水资源

水是一种随时间而变化的动态资源，全球水体因受体积、运动速度和交换程度的影响，全部更新和交换一次的周期大不相同。地球生物体内的水，更新一次的周期只需数小时；而极地冰盖、永久积雪和永久冻土中的冰，更新周期长达万年；与人类社会和陆地生物关系密切的大气水与河流水，更新周期为 8 天和 16 天，就是说每年可更新 46 次和 23 次，为全球源源不断地提供生活所必需的淡水。





第一节 RENSHI WOMEN SHENBIAN DE SHUI

认识我们身边的水

水环境是生态环境的重要方面。水是最好的溶剂，水最易被污染，但同时又是最好的清污剂；水的格局影响了全球的海陆分布、气候变化；水的冲蚀、搬运、淤积作用，改变着地形、地貌……所以说，水又是环境的基本要素。

一

水与水循环

1. 地球上的水

地球表面、岩石圈内、大气层中和生物体内所有各种形态的水，包括海洋水、冰川水、湖泊水、沼泽水、河流水、地下水、土壤水、大气水和生物水，在全球形成了一个完整的水系统，这就是水圈。某一时刻储存于水圈内全部水体的总储量约为1386000 万亿立方米，其中海洋储存1338000 万亿立方米，占全球总储量的96.5%；其他各种水体储量只占3.5%；地表水和地下水各占50%左右。地球水总量中，含盐量不超过1克/升的淡水仅占2.5%，即35000 万亿立方米，其余97.5%均为咸水。



寂静的湖水

这35000 万亿立方米淡水，有68.7%被固定在两极冰盖和高山冰川中，有30.9%蓄存在地下含水层和永久冻土层中，而湖泊、河流、土壤中所容纳的淡水只占0.32%，相当于全球水储量的0.008%。

2. 水循环

地球水圈在太阳辐射和重力的作用下，以蒸发、降水和径流方式



进行周而复始的互相交换,是一个不断更新的运动过程。地球上的水之所以能够循环,内因是水的三态转化特性。外因和动力则是太阳辐射和地心引力的作用。大的水循环是从海洋蒸发开始的,蒸发的水汽风行云移,输送到地球的各个角落,一部分可以深入到大陆的内部;一部分还留在海洋的上空。在适当的条件下,水汽凝结而形成降水,降到大陆上的雨雪,经植物截留、地面汇流、土壤入渗等环节,转化为地表径流和地下径流,通过河流与地下途径流回海洋,这种统一的、巨大的,连续不断的动态系统,是水循环的基本模式。

实际上,在水循环过程中,由于蒸发、水汽输送、凝结降水、入渗和径流过程是复杂的和交错进行的,因而地球上的水循环又可以分



水循环示意图

为外循环(或大循环)和内循环(小循环)。由海洋蒸发的水汽进入大气,被气流带到大陆上空,遇冷凝结,成云致雨,降落到地面上。其中有一部分经蒸发回到大陆上空,一部分经汇流进入河川回注到海洋,还有一部分渗入土壤后以地下水的形式也回归到海洋,这种海陆间的水循环路径称为外循环或大循环。而海洋和陆地本身的水,经蒸发、凝结、降水,还回到海洋和陆地上,这种水循环叫做内循环或小循环。海洋上的叫海洋小循环,陆地上的称为内陆小循环。在水分大循环过程中,虽然主要表现为海洋向大陆输送水汽,大陆向海洋注入径流,但海陆间的水汽交换不是单方面的,从海洋蒸发的水汽借助于气流吹向大陆,由大陆蒸发的水汽也随气流吹往海洋,无非是前者比后者大些和多些罢了。据计算,两者之差只占海洋总蒸发量的9%。

水循环是地球上最重要的物质大循环之一,它深刻地影响着地理环境结构和自然界发生的一系列物理、化学、生物学过程。水循环将地球上的各种水体组合成统一、连续的水圈,并成为海陆联系的纽带



和巨大的物质流及能量流，使地表获得的太阳辐射能得以重新分配，形成了各种水热组合的自然带。水循环使陆地上的水成为再生性的资源，成为淡水的最主要的来源，周而复始地供应陆地生物和人类社会对淡水的需求。

地球上的水循环，从长期看，大体上是不变的，就是从海洋蒸发出来并向陆地输送的水分，经过在陆地上空凝结降雨，再通过地面汇流以地表和地下径流的形式回到海洋。根据物质不灭定律，对于任何地区任何时段内的来水量，应当等于出水量与区域蓄水变量之和。即在水循环过程中，水量的收支应当平衡，这就是著名的水量平衡原理。

利用这一原理，可以定量地分析和计算任何地区任何时段的水循环要素组成。根据联合国科教文组织1978年公布的全球最新水循环和水量平衡成果和数据，全球每年从海洋、陆地蒸发进入大气圈的水量为57.7万立方千米，每年也有相同的水量以降水的形式回到海洋和陆地，完成全球的水量平衡过程。

全球每年约有115.4万立方千米的水参与世界的水循环过程。其中蒸发量的87%和降水量的79%，发生在由海洋及其上空大气耦合形成的海洋—大气系统中，亦即参与全球水循环总水量的83%，是在海洋—大气系统中进行的；全球总蒸发量的13%和总降水量的21%，是发生在



蔚蓝的海洋



全球海洋每年蒸发的水量为 50.5 万立方千米, 其中约有 91% (45.8 万立方千米) 在海洋上空形成降水, 直接回落到海洋中; 有约 9% (4.7 万立方千米) 以水汽的形式输向陆地, 成为陆地上空的重要水汽来源。全球陆地每年降水量约为 11.9 万立方千米, 其中约有 61% (7.2 万立方千米) 通过陆地上的水面蒸发、陆面蒸发和植物蒸腾重返大气, 有 39% (4.7 万立方千米) 以地面和地下径流形式流入海洋。

陆地及其上空大气组成的陆地一大气系统中, 即参与全球水循环总水量的 17%, 是在陆地及其上空进行的。

陆地一大气系统水循环的水量, 虽远小于海洋一大气系统中的水循环水量, 但其过程及其在水循环中的作用, 却比海洋一大气系统中的水循环复杂和重要得多。

水循环的陆面过程和大气过程, 是连接海洋一大气系统和陆地一大气系统水循环的纽带, 水循环陆面过程的主要功能, 是将陆地上的水汇集起来并输送到海洋。

们对水的可使用性的认识也不尽一致, 这就导致目前对水资源尚未给出一个公认的统一定义。

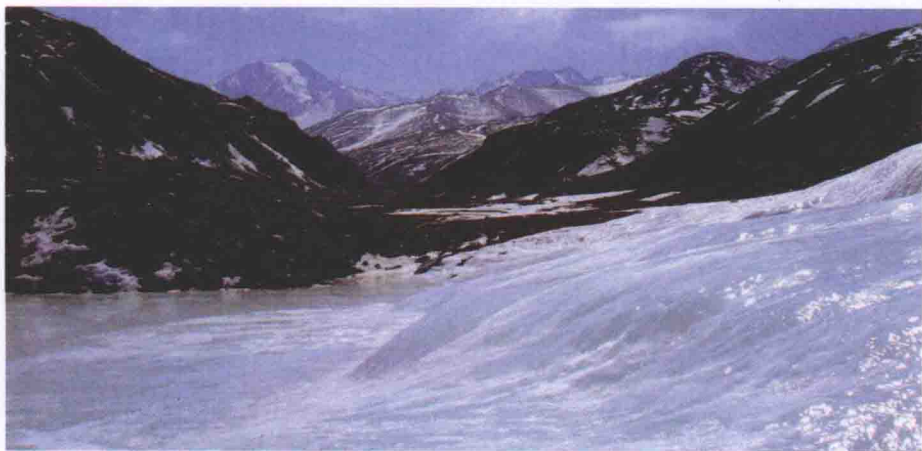
从广义的角度讲, 地球上的一切水体均属于自然资源的范畴, 包括河流水、湖泊水、冰川、海洋、地下水和大气中的水分等等, 都能够被人类直接或者间接地加以利用。根据《英国大百科全书》的记载, 关于水资源的定义是“自然界一切形态 (固态、液态、气态) 的水”。从狭义的角度讲, 水作为一种资源, 是我们人类生存和发展所不可替代的, 属于环境的基本要素。靠大气降水作为补给来源的水资源, 可以逐年恢复和更新。在人类利用水资源方面, 狭义水资源的概念强调的是水资源的再生性和可利用性。

水资源是“人类可以利用的”水,

二 水资源

1. 什么是水资源

由于地球上水体类型复杂, 而且水的使用价值又具有多样性, 人



冰川

是指水质应符合人类利用的要求。所以，水资源指的是符合人类不同用途相应水质标准的淡水量。在现代技术经济条件下，通过工程措施或净化处理可能利用的水，才算水资源。深层地下水、净化代价过高的海水，一般均不作为水资源。

水资源涵义中的“逐年可以得到恢复和更新的”，是说明水资源可以通过水循环得到恢复和更新，是再生性资源。水循环受日地运行规律所制约，具有季节交替和大体以年为周期的特点，所以特别加上“逐年”二字，故水资源量通常指年水资源量。

水资源涵义强调“大气降水是水源的补给来源”，是说明一个

区域（或流域）的水资源，是该区域边界内、当地大气降水补给下的产物。本区域当地大气降水补给的地表水量、地下产水量（动态水量），才是本区域的当地水资源量或区域水资源量。流经本区域、非本区域大气降水补给的地表水量、地下水量，称做过境水资源量或入境水资源量，当地水资源量和过境（入境）



降水



水资源量都是本区域可以开发利用的水资源量。

2. 水资源的性质

水资源是在水循环背景上随时空变化的动态自然资源,水资源具有与其他自然资源不同的特性,主要表现为再生性、有限性、用途多样性、分布不均匀性和利害双重性等。

(1) 水资源的再生性。

水资源的再生性源于周而复始的水循环。宏观上看,地球上一切水体都在自然界的水循环中不断地转化、更新。不同水体其更替周期长短不同。更替周期短的水体可利用率高,遭受污染时水质恢复快。地球上某些水体,如深层地下水、高山冰川、永冻带底冰等更新速度极其缓慢,其更替周期长达一千年以上。这些水体每年可以恢复、更新的水量极其有限。水资源的再生性表明这些水体是一种可持续利用的自然资源。

(2) 水资源的有限性。

由于地球上的水循环是周而复始、永不停息的过程,水资源曾被认为是“取之不尽、用之不竭”的自然资源。这种认识是不恰当的,

甚至是有害的。就特定区域一定时段(年)而言,年降水量有或大、或小的变化,但总是个有限值,因而就决定了区域年水资源量的有限性。水资源的超量开发消耗,或动用区域地表水、地下水的静态储量,必然造成超量部分难以恢复,甚至不可恢复,从而破坏自然生态环境的平衡。就多年均衡意义讲,水资源的平均年耗用量不得超过区域的多年平均资源量。无限的水循环和有限的大气降水补给,决定了区域水资源量的可恢复性和有限性。因此,强调水资源的再生性时必须清醒地看到水资源的有限性,水资源的开发利用,只有不超出其逐年可恢复、更新的限度,才可能保持其可持续利用。

(3) 水资源时空分布的不均匀性。

水资源时间变化上的不均匀性,



地下水资源示意图



表现为水资源量年际、年内变化幅度很大。区域年降水量因水汽条件、气团运行等多种因素的影响,呈随机性变化,使得水年、枯水年水资源量相差悬殊,水年、枯水年交替出现,或连旱、连涝持续出现都是可能的。水资源的年内变化同样是很不均匀的,汛期水量比较集中,不便利用,枯水季节时水量锐减,又满足不了需水要求,而且各年年内变化的情况也各不相同。水资源量的时程变化与需水量的时程变化的不一致性,是另一种意义上的时间变化不均匀性。水资源空间变化的不均匀性,表现为资源量地区分布上的不均匀。水资源的补给来源为大气降水,多年平均年降水量的地带性变化,基本上规定了水资源量在地区分布上的不均匀性。水资源地区分布的不均匀,使得各地区在水资源开发利用条件上存在巨大的差别。水资源的地区分布与人口、土地资源的地区分布的不相一致,是又一种意义上的空间变化不均匀性。

水资源空间变化的不均匀性,表现为水资源量在地区分布上的不均匀。水资源的补给来源为大气降水,多年平均年降水量的地带性变化,使得水资源量在地区分布上不

均匀。因此,水资源地区分布的不均匀,使得各地区在水资源开发利用情况上存在巨大的差别。而且水资源的地区分布与人口、土地资源的地区分布的不相一致,是另外一种意义上的空间变化不均匀。

由于水资源时空变化的不均匀,使得水资源的有效利用要采取各种工程的和非工程的措施,或者实施跨区域调水工程,或者在时程分配上调节水量,或抬高天然水位,或制定调度方案等等,以满足人类在生产和生活过程中对水资源的不断需求。



农业灌溉

(4) 水资源用途的广泛性。

水资源的用途十分广泛,各行各业都离不开水,有些用水部门属于消耗性用水,如用于农业灌溉、工业生产、城乡生活的水;而有些