

*Water Science and
Water Civilization*

水科学与水文明

刘四运 编著

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

水科学与水文明/刘四运编著. —合肥:合肥工业大学出版社,2011. 3
ISBN 978-7-5650-0371-4

I. ①水… II. ①刘… III. ①水文学—普及读物 IV. ①P33-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第026818号

水科学与水文明

刘四运 编著

责任编辑 方立松 王磊 金伟

出版 合肥工业大学出版社
地址 合肥市屯溪路193号
邮编 230009
电话 总编室:0551—2903038
发行部:0551—2903198
网址 www.hfutpress.com.cn
E-mail press@hfutpress.com.cn

版次 2011年6月第1版
印次 2011年6月第1次印刷
开本 710毫米×1000毫米 1/16
印张 11.25
字数 180千字
印刷 合肥工业大学印刷厂
发行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-0371-4

定价:24.00元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换。

前言

人类已进入了一个新世纪。回顾走过的道路，不论是原始社会、农业社会，还是工业社会，人类的延续与成长进步往往是以向自然索取甚至破坏自然来维系的。人们在享受日新月异的现代文明带来的便利的同时，被肆意破坏而又极度脆弱的生态环境却一次次敲响着警钟。全球性的水资源状况恶化、气候变暖、臭氧层破坏、酸雨频繁、沙尘暴肆虐、森林破坏、生物多样性减少、土地资源退化等诸多的生态环境问题，使得越来越多的人开始反思自己的行为。越来越多的人认识到，不管科技如何发展，不论过去、现在，还是未来，对新鲜的空气、蔚蓝的天空、碧绿的草地、清澈的甘泉的渴望和需求从来就不可替代。大自然是不可复制的。

宇宙如此广袤和神奇，一时难以言尽。但是，作为宇宙的一部分——我们身边的自然都是如此平凡和触手可及。而且科学能使我们从身边小事推演到整个宇宙，做到由近及远，见微而知著，从平凡中找出神奇的来龙去脉。

“水是有生命的，它需要理解。人应该理解河流，理解水”。水犹如人，水不是冰冷的外物，而是有自身生命、自身特性、自身规律的活体。人们需要做的，只是正确地认识它、适应它、接受它、享用它。不去理解水，而只是一味地向水索取，甚至污染它、浪费它，又怎能持续地利用呢？人类又何谈可持续发展？“水不久将成为人类一场深刻而严重的危机”。

人们总是从单边主义出发去看待大自然恩赐给我们的资源，总想着“为我所用”，而忽视资源自身的需要。为水着想，也是为人类着想，而且是更长久的为人着想。不要动辄把水作为治理对象，要当作理解对象，当作生命的伴侣。

一、水是位不知疲倦的旅行家

水从何而来？不同的研究者对水的来源持有不同的看法。一种认为来自地球内部的，即自生说；另外一种认为来自地球以外的宇宙间，即外生说。自生说为水提供了五种不同的来源：一是地球形成后，氢、氧等元素通过多种物理化学作用而生成；二是在玄武岩先熔化后冷却形成原始地壳的时候产生的；三是地球深处岩浆所释放的；四是火山喷发释放大量的水（可占现代

全球大洋水的一半)；五是地球内部矿物脱水分解出部分水，或者释放出、一氧化碳、二氧化碳等气体在高温下与氢作用而生成水。外生说则认为水可能是太阳系中的球粒陨石带到地球的；另一种可能性是太阳风到达地球大气圈上层，带来大量的氢核、碳核、氧核等原子核，与大气圈中的电子结合成氢原子、碳原子、氧原子等，再通过不同的化学反应变成水分子。

水环境一般是指河流、湖泊、沼泽、水库、地下水、冰川、海洋等地表贮水体中的水本身及水体中的悬浮物、溶解物、底泥，甚至还包括水生生物等。从自然地理的角度看，水环境指地表水覆盖地段的自然综合体。

水是一种非常容易流动的液体。在地球上，水又很容易从一种形态变成另一种形态：它能蒸发，又能凝固。因此，水是一位不知疲倦的旅行家。水从海洋、湖泊、河流和陆地上蒸发，也可通过植物蒸腾，由液态变为气态进入空气中。水蒸气随着气候移动，在上升过程中冷却并液化成小水滴或凝华成冰晶，当其达到一定数量后就成为云。云内水滴或冰晶通过各种物理过程增长合并，产生一些质量比它们大 100 万倍的雨、雪粒子，当上升气流托不住时，这些大粒子就下落到地面成为雨、雪、雹等，统称为降水。降水渗入地下或汇入江河湖泊，最后回归海洋。这就是地球上水的循环。这里既有大陆与海洋的大循环，又有内陆或海洋本身的小循环。

水循环是永无止境的。据估算，每年从世界大洋表面蒸发的水有 432 万亿吨，其中 92% 的水又以雨的形式直接返回世界大洋里。另外 8% 的水则有一部分随气流进入大陆，形成降水，最终又汇入河流，返回大洋里。不过，落到陆地上的水，又形成了陆地内部的许多小循环，因为它们在一年的内能够蒸发，又多次变为雨水。结果一年内落到陆地上总的大气降水量大约有 107 万亿吨了。

唐代大诗人杜甫在《可叹》一诗中写道：“天上浮云为白衣，斯须变幻如苍狗”。在自然界中，云的变化千姿百态，让人难以想象。我国常用“白云苍狗”来形容云的变化，确实恰如其分。雨是从云中降下来的，而实际上，这是大气中的水汽，在太阳和风的“导演”下形成的。

冰雹小的像黄豆，大的像鸡蛋，最大的像砖块那么大。冰雹多数呈球状，有时呈块状、圆锥状，形状一般没有规则。冰雹与雷雨的“老家”是积雨云。如果积雨云更强烈地发展，落下的就是固体冰块了。

绝大多数雪花是立体结晶、双晶结构。它们伸出枝杈有它特定的组成规律，棱柱和角板是按一定方位、角度相互连接在一起的。从整体的结构来看，它有 6 支花、12 支花、辐射树枝、立体树枝、炮弹集合、交叉角板等类型。雪是环境净化的“白衣天使”。下雪时雪花在其形成、飘落过程中，将大气中飘浮的尘埃、二氧化硫、氮的氧化物等捕捉得一干二净。大雪过后，蓝天如洗，空气格外清新宜人。雪水能促进植物生长，增加肥田效果。雪还是“天

然的消声器”，飘落的雪花由于密度小、质量轻、空隙大，对噪声具有很强的吸收作用。雪后的大地显得格外的宁静，从而减少了噪声对环境的污染。此外，雪对我国广大盐碱地区有“压碱洗盐，淡化土壤”的作用。

“大火流兮草虫鸣，繁霜降兮草木寒”。这是汉代科学家张衡描述霜与草木凋零的诗句。霜在农业生产上虽会造成霜害，但霜也有它的功劳。因为水凝结时可以放出大量的热，它能缓和气温下降速度，减轻植物的冻结程度。霜消时又能吸收大量的热量，有利于受冻的植物慢慢复生。霜还能提高冬季蔬菜的品质，改良口感，增加食物风味。

朦胧柔美的雾，给人们以美的感受。雾能使空气保持湿润和变得清凉，雾滴带来的水分滋润万物的生长。可是，大雾弥漫的时候，由于空气中湿度大，使人感到胸闷、疲劳。雾滴飘浮在空气中，往往会带有细菌、病毒，传播疾病。大雾不仅影响城市污染物的扩散，甚至能加重二氧化硫等物质的毒性，是一种灾害性天气。

露，又叫露水，多出现在夏末秋初。这一季节，不仅空气中水汽含量多，而且晴朗微风的夜晚也多。加之夜间时间又长，有利于水汽冷却。露，人们之所以称它为“甘露”，是因为它除了与农作物的生长发育有密切关系外，还对人体健康极为有益。一些化学家认为，组成露水的氢和氧原子结合的“共价键”发生了微妙的变化；生理学家则认为，露水具有某种生理活性；营养研究表明，露水含有植物渗出的某些对人体有益的化学物质。更多的研究指出，露水有较强的渗透性，所以被露水湿润的植物长得快，长得美。

“飞流如玉帘，直下数千尺”。瀑布以其自身磅礴气势，或从断崖上蓦然跌落，或顺着山势蜿蜒泻下，声若雷鸣，水汽迷蒙，风韵各异，令人神往和眷恋。瀑布是地球内、外动力综合作用的产物。

湿地是自然界最富生物多样性和生态功能最强的生态系统。湿地为人类的生产、生活和休闲提供多种资源，是人类最重要的生存环境。水力文明及水生文明的建立与发展均以湿地为基础。此外，湿地也是野生动植物，尤其是鸟类最重要的栖身地。它不仅为人类的生产、生活提供多种资源，而且具有巨大的环境功能和效益，在抵御洪水、调节径流、蓄洪防旱、控制污染、调节气候、控制土壤侵蚀、促淤造陆、美化环境等方面有着其他系统无法替代的作用。因此，湿地被誉为“地球之肾”。沼泽也是一种重要的自然资源，沼泽地、沼泽植物和泥炭都有多种用途。

冰川是由固态降水积累演化而成，并能自行流动的天然冰体。冰川的进退可能使自然地理系统的面貌发生巨大的变化，它对气候、水循环、地形和生物均有重要的影响。

河流是陆地上的主要水体，是水圈的重要组成部分，是水循环中不可或缺的重要环节。河流一方面能为自然地理系统中的生物界提供作为生存基础

的淡水，另一方面河流的洪水泛滥也会带来巨大的灾难，并使自然地理系统发生重大变化。地下水是水圈的一个重要组成部分，它与河流、湖沼和冰川等地表水体共同构成陆地水。

海洋是自然地理系统水圈的主体，是地球上最庞大的水源地。全球海洋面积 3.6161×10^8 平方公里，占地球总表面积的 70.8%。海洋在自然地理系统中的物质输送和能量交换中起着重要的作用，对全球自然地理系统的形成与变化影响巨大。海洋是地球上生命的摇篮，如今它仍然孕育着种类繁多的生物，给人类提供了大量的食物资源。海洋还蕴藏着极其丰富的生物资源、矿产资源和能源，因此被人们称为“蓝色宝库”。

二、水就是生命

从生命的起源来看，地球上的生命是在有了水之后才产生的。首先，大气在一定的条件下与大气中的物质发生化合，经过一系列复杂的化学变化，形成氨基酸、核苷酸、核糖和卟啉等物质。这些与生命休戚相关的物质的出现，为地球上生命的诞生奠定了物质基础，它是生命过程中极其重要的一步，人们称之为化学演化。

水是地球上所有生命的摇篮，在亿万年前的海里，孕育了最初的蛋白质，从而开始了地球上漫长的生命旅程。从单细胞到多细胞，从无脊椎到有脊椎，从水生到两栖乃至陆生，生命在得到完备的进化后，才得以摆脱对水作为生存环境的依赖。然而水仍然是生命存在不可缺少的物质。

令人遗憾的是，生命物质的出现，并没有在地球开始形成时就形成生命。这是由于太阳的紫外线等所拥有的极强杀伤力，构成了对原始生命的威胁，成为生命起源的障碍。庆幸的是大自然赋予地球大量珍贵的水，帮助生命孕育渡过了难关，当生命物质随水循环过程来到海洋时，找到了它们理想的家园。巨大的海洋阻挡住了强烈的太阳辐射，原始海洋就成为原始生命天然的庇护所，因此，人们都亲切地将海洋称为地球上生命的摇篮。

原始生命是十分简单而且低级的，它们自己不会制造有机物，只能在厌氧的环境下靠吃“现成饭”过日子。光合作用的出现，是地球上生命演化的一个重要阶段，是生命从低级向高级、从简单到复杂的一个重要里程碑。这是因为，光合作用不仅形成了葡萄糖，也为地球上的生命带来了丰富的氧气。光合作用是绿色植物的一种特殊的化学作用。光合作用产生的氧气，改变着原始大气的组成和结构，促使原有大气逐渐开始向现代大气过渡，逐步形成以氮气和氧气为主的适合生物生存的现代大气，从而大大改善了生物的生活环境，同时，还促成了生物生活方式的彻底改变，由原始的无氧酵解向高级的有氧氧化方向发展。有氧氧化是生物体内一种最有效的产能方式，与原始产能形式相比较，其能量代谢提高了十几倍。

氧气的大量出现为空气中臭氧的出现奠定了基础。氧在高空中聚集，其

浓度逐渐增大，特别是在 10~50 千米高的大气层，臭氧能大量地吸收太阳紫外线，宛如一道过滤器，过滤掉大部分紫外线和其他高能辐射，履行着保护生物免受辐射伤害的天职。陆地表面逐渐变得适宜生物的生存，地球上的生物也就渐渐地从海洋进入大陆。随着生物的进化与演替，一个繁花似锦、万物丛生的生物圈层就逐渐在地球表层形成。

不难看出，地球上的生命从孕育的第一天起就与水休戚相关。生命的任何现象都与水紧密相连，生命演化的任何一个步骤都离不开水。换句话说，水就是生命，没有水就没有生命现象。水既是构成生物体的物质基础，又是生命协调过程中不可缺少的物质。新陈代谢，光合作用都离不开水。生物可以通过水从外界吸取营养，获得生存与运动所需的热量，又可以通过水排泄掉体内代谢的废物和散发多余的热量，达到养分、水分与体温的平衡，生物体内的水分平衡一旦被打破，它的生存状态必将受到损害。一个健康的人缺水 1%~2%，便觉口渴；缺水 5% 时就会皮肤皱折，神志不清；当缺水 14%~15% 时，人的生命就将很难维持。

水的特殊物理和化学性质对于生物体具有重要意义。水的功能主要表现在两个方面：一是作为营养传输、酶催化的各种反应和生物能量转换的介质；二是影响生物分子的结构、性质和功能。水分在人体中占有很大的比例，可以说，人体的细胞浸浴在血液和组织液中，细胞通过血液和组织液进行物质交换，以维持其生命活动。科学发达的今天，人类才开始认识到水跟人类的重要性，认识到水质对人类的健康有着十分密切的关系，认识到水是人体真正的营养物质。人体内水不断地排出，又不断地补充，处于动态平衡。体内水的排泄途径有肾脏、肺、皮肤和肠等，其中以肾脏的排出最为重要。肾脏在排出水的同时，对水有重吸收作用，故肾脏排出水量随体内水量的多少而变化，对调节水的平衡起着重要的作用。

三、水资源对可持续发展的作用

在可持续发展战略中，人口、资源、环境三大问题都与水密切相关。无论是维持生态系统的良性循环还是维持人类社会的发展，水都具有巨大的不可替代的作用。水资源对可持续发展的意义主要表现在：

人类得以生存最基本的物质是空气、水和食物。水不仅为人类直接饮用，也是人类获取粮食的重要基础。农业生产的基本保障是水，灌溉所消耗的水量是惊人的。实验证明，漫灌比喷灌多耗水 30%，比滴灌多耗水 70%。城市工业用水往往占到城市用水的 2/3 以上，为了提高工业用水的效益，欧美许多先进国家一直致力于进行循环用水以降低工业的用水量。我国先进企业的工业用水重复利用率只有 50%~60%，欧美许多先进国家主要工业已达 95%。水是一种不断循环、不断更新的资源，利用水力产生能源具有极大的发展潜力。水环境也是生态环境的一种，合理利用水资源可以更好地保护生

态环境。围湖造田，不仅使我国湖泊面积缩小了，而且严重破坏了水环境，干扰了生态平衡及原有秩序。

实现水资源的可持续利用，必须强化水资源管理。首先，水资源的利用要遵循自然资源可持续性法则。自然资源可持续法则指出，对生物和非生物资源的使用，只要在数量上和速度上不超过它们的恢复再生能力，则再生资源可持续地永存，但其永续供给的最大利用程度应以最大持续产量为最大限度。我们通常讲的水资源是指：通过水循环能逐年更新的，并能够为生态环境和社会经济活动利用的淡水，包括地表水、土壤水和地下水。再者经济社会发展必须与水资源承载能力相协调。水资源承载能力是指流域或地区的水资源可利用量对某一特定的经济和社会发展水平的支撑能力。我们可以通过调整产业结构、改变用水方式、提高用水效率、节约用水等多种有效措施，提高水资源的承载能力。可持续发展的水资源优化配置是基于宏观经济的水资源配置的进一步升华，它强调遵循人口、资源、环境和经济协调发展的战略原则，在保护生态环境（包括水环境）的同时，促进经济增长和社会进步。

水利包括与水有关的国民经济的各个方面，除了包括本身的基础水文工作，还包括水电、水运、灌溉、防洪、防涝、抗旱、水土保持、水环境和水产养殖、旅游等各个方面。因此，水利的内涵十分丰富，水利事业作为国民经济的基础产业，在经济社会发展中起到了举足轻重的作用。我们必须注重水资源的优化配置以及管理和保护，改善水环境状况，使水利事业走上良性循环的道路。

要实现人类与自然的和谐共处必须尊重生态法则。应将生态用水列入水资源开发、利用和配置方案中，抢救和保护湿地生态系统，逐步恢复湿地生物多样性。水资源的开发利用不仅要考虑量和质的问题，而且应该在不超过生态系统自我调节和自我修复能力基础上进行合理的开发利用，并采取各种保护措施，使生态系统在自我调节的过程中发挥作用，以保证生态系统稳定地良性发展。生态水利的内涵可以概括为：在水资源的开发、利用、管理和保护条件下，根据生态系统的物质、能量和信息的交换特征，建立水生态学指标体系，评价生态系统的自我调节能力、自我控制能力和自我修复能力，提出开发、利用、管理和保护生态系统的方式和措施，使生态系统与人类和谐共处，走上良性发展的道路。

伴随社会的进步以及城市化进程的不断加快，水资源及其利用活动在城市发展过程中所占据的位置已经越来越重要。城市让世界更美好，一个现代化的城市，需要水的支撑和保障；一个生态型城市，需要水去发展和灵动；一个文明的城市，需要有水的渊源和延续。

“城市不在大，有水则灵”，城市水利作为现代治水观的一种发展，在水利实现工程水利向资源水利，传统水利向现代水利、可持续发展水利转变的

过程中，水利固然要为城市的发展防洪保安全，但城市水利又不能是单纯的蓄、挡、排、引、灌等，而应该综合考虑其环境作用和美学价值，并应该与城市的绿化、美化有机结合起来。在城市水利建设规划中，要让城市河道给市民一种“郁郁葱葱两岸堤，悠悠碧水中间行”的曲径通幽的自然流畅之美感；要有令人胸襟开阔的碧水青山的亲水平台；要有“水字号”的、体现水特色的地理、人文景观；要有令市民因水而聚的广场、园林。总之，打造城市水环境就是要打造富有都市灵气的碧水长廊，达到人与水的自然融合。

人类择水而居，要的就是水的那份清静，古代文人墨客喜好游山赏水，就是喜欢水的那份自然、恬淡、流动和灵气。在钢筋混凝土味较浓的现代都市，除了绿化可以缓解其一点烦躁之外，水便成了净化人们心灵的一种很好的调剂剂了。

为缓解严峻的水形势，钱易院士提出三个对策：一是节水优先。在国家发展过程中，选择适当的发展项目，建立“有多少水，办多少事”的理念，杜绝水资源浪费；同时需要良好的管理和技术手段，提高水资源利用率，积极发展节水的工业、农业技术。二是治污为本。这要求我国的水污染防治战略应尽快实行调整，从末端治理转向源头控制和全过程监控。我国还有大量的工业企业仍然是粗放型的生产模式，如果大力推行清洁生产，实行污染物排放的源头控制和全过程控制，污染物排放会有较大幅度的削减，工业生产也可以做到增产不增污。三是多方开源。这主要指开发非传统水资源。过去主要着眼于传统水资源的开发即当地的地表水和地下水的开发，当发现地下水位持续下降和地表水逐渐枯竭后又想到远距离调水。但远距离调水除了需要十分昂贵的基建投资和运行费用外，还有施工、管理方面的困难，同时生态影响是近年来人们关心的又一重要问题。非传统水资源包括：雨水、再生的污染水、海水、空中水资源等。

四、水与人类文明

在漫长的人类启蒙时期，人们以狩猎和采撷野果为食，其生存的命脉就是水。

狩猎者蛰伏在河流或水流附近的树林、草丛或山洞中，等待着捕杀或擒获前来饮水的野生动物，水源被当作吸引猎物、捕食食物和群居最安全之地。无数古人类生活的遗迹都分布在水边的山洞或谷地，这种依水而居、逐水而徙的生活方式延续了无数个世纪，直到人们开始利用土地栽培植物为止。

人们在平坦开阔的农地上耕作，虽然离开了天然的水坑和河岸，但是，相对群居的小村落和聚居区的选择无疑是以可靠的流泉和井为前提的，半农半牧的部落社会和经济活动仍然是依水而生。

古人从狩猎、采集和放牧的生活方式逐渐固定在农地上来从事耕种，有一个关键的因素使人类历史发生了重大转折，进入一个全新的富裕的阶段，

那就是灌溉。社会的分工、生活用品的交易、社会组织形式和真正的文化活动开始产生了。

在距今五千至一万年的新石器时代，即古老中国的仰韶文化时期，黄河流域及西北地区的许多河谷和近河地带，先民们即在肥沃的河谷土地上从事农业种植和家畜专养。山西夏县的西阴村遗址考证，有石刀、石斧、骨锄、骨针、石纺车，先民开始了种植、缝纫、纺织、陶器制作等多种农业生产活动，谷物已成为重要的食物；社会分工已相当明显和多样化，引水灌溉已是农业发展的重要条件，甚至有专门的部落首长管理农业和水利。

四千年前的夏初，社会发展已进入私有制，古人在发展引水灌溉的基础上，已能引水设沟池以固城邑。三千年前的周代，沟洫制度已使田野中分布着不同等级渠道形成的灌溉系统。东周秦汉以来，芍陂灌溉工程、引漳十二渠、都江堰、郑国渠、邗沟、灵渠等大型的农业灌溉和水运工程相继建成，有的灌地数百万亩，贯通两大水系，泽被中华两千余年，在中国社会经济的发展中起着重要的推动作用。

之后，历史上的各个时期，中国的水利事业长盛不衰，水利工程的功能不断扩展，以农业灌溉、航运、发电、城市供水为直接功用的水资源开发推动着农业的发展、社会生产力的提高、城市的形成、科学技术的进步和社会经济文化的全面发展。

水孕育了生命，也孕育了文明。文明往往发源于大河流域，因为这里为农耕和放牧提供了足够的水源。在交通落后的古代，水道是最便利的运输方式，人们开辟运河作为自然河流的连贯与延伸。河流不仅为文明提供了滋养，还是防范外来入侵的天然屏障。自然之水构造了丰富的景象。同样是雨，有细若游丝，飘风沾絮；也有覆盆顷刻，街如川流。西湖的澄碧，漓江的清亮，九寨沟的明净，黄龙的瑰丽，色彩缤纷；还有峡谷惊湍，平原静流，山巅飞瀑，洞中暗河，无不牵引着人心。人们常常以水为比喻。古诗有云：“桃花潭水深千尺，不及汪伦送我情”，“忆君心似西江水，日夜东流无歇时”。连绵阴雨使人情绪低落，一道彩虹又令人惊叹。面对流淌的河流，东西方的睿智者都在感悟万物变化的道理。大希腊哲学家赫拉·拉克利特肯定地说：“人不能两次踏入同一条河流”，孔子则喟叹“逝者如斯夫！”同是帝王，周厉王“防民之口，甚于防川”，唐太宗却懂得“水可以载舟，亦可以覆舟”的道理。

水精神是水文化的灵魂。水精神，就是水的灵动带给人的感悟与启迪。

水有滋养万物的奉献精神。水，使地球有了生气，有了生命，有了秀美，使世界生机盎然；水，使每个人的衣食住行得到保障，生活质量不断提高，为人带来了福音；水，使生态良性循环，经济发展，社会进步，它是最简单最重要的载体与介质。水，只有奉献，没有索取；水，不仅自己运动变化，还推动其他事物运动发展。我们应该崇敬水、爱惜水和保护水。

水有自然不息的求知精神。宇宙洪荒，天地玄黄，最初造水的时候，并没有把它要走的路也一条条规划出来，但这并不影响水对理想的追求，不断追求真理。在水那里，只有理想，没有教条；只有前进，没有退却，并经济地不停地寻找自己的路。

水有百折不挠的创新精神。水无处不在，无处不有。水因方成池，遇圆为湖；被拦在进埝之间，围于库坝之内，让人感动它静如淑女，柔似贤妇；殊不知这同时便是它积蓄能量、酝酿气势的开始。一旦有了哪怕是蚁穴大的通道，它也能脱颖而出，继而“惊浪雷奔，骇水迸集”，“激逸势而前驱，乃鼓怒而作涛”。所到之处，拔树折屋，裂壁摧岩，摧枯拉朽。它不畏强敌，愈挫愈勇。

水有浮天载地的包容精神。它无色，并不怕染上赤橙黄绿青蓝紫；它无味，也不怕品尝酸甜苦辣咸；它洁净，亦敢于吞吐枯枝败叶污泥浊土。它以向大千世界开放的博大胸怀，携土卷尘，沉淀泥沙，荡涤万物，洗刷乾坤；不惜以自身之被污，换来寰宇之澄清。做出了许多牺牲，也将自己的生活变得“有滋有味”、“有声有色”。不仅洗净自己，也冲刷其他各种污垢。

当然，以上四点不能完全概括水的品格。水集奉献精神、求知精神、创新精神、包容精神于一身，让我们以水为师，大力弘扬“水精神”。世界更美好！生活更美好！

刘四运

2010年3月4日

目 录

第一章 水的自然表演 / 001

第一节 水环境 水资源 水循环 / 001

- 一、水：数据说话 / 001
- 二、水环境 / 002
- 三、水资源 / 002
- 四、水圈 / 003
- 五、水循环 / 003

第二节 从雨说起 / 005

- 一、雨 / 005
- 二、天上“白衣”知多少 / 005
- 三、暴雨之源 / 006
- 四、“怪雨”是怎么回事 / 007

第三节 气象大观 / 008

- 一、雪 / 008
- 二、冰雹 / 010
- 三、霜 / 010
- 四、雾 / 011
- 五、露 / 012

第四节 陆地水体 / 013

- 一、河流 / 013
- 二、沼泽 / 014
- 三、湿地 / 015
- 四、湖泊 / 016
- 五、瀑布 / 018
- 六、地下水 / 019

七、泉水 / 020

八、冰川 / 030

第五节 海洋 / 031

一、海洋 / 032

二、海岸 / 034

三、潮汐 / 036

四、海啸 / 037

第二章 水的基本性质与污染防治 / 041

第一节 水的理化特性 / 041

一、水的同位素亚种 / 041

二、水小分子团 / 042

三、水重要的理化性质 / 044

四、天然水的水质特征 / 046

第二节 几种分散系及其作用 / 049

一、溶液 / 049

二、PH—酸碱度的表示法 / 051

三、悬浊液 乳浊液 胶体 / 051

四、浮力 / 052

五、虹吸现象 / 053

六、人工降水 / 054

第三节 水的净化与污染防治 / 056

一、自来水的处理 / 056

二、海水淡化 / 057

三、城市污水的三级处理 / 058

四、典型的水污染及其危害 / 059

五、水体污染的防治 / 062

第四节 水环境污染事件 / 063

一、水环境容量 / 063

二、酸雨 / 064

三、赤潮 / 067

四、太湖蓝藻暴发成因及“三湖”治理 / 068

五、浒苔 / 072

第三章 水与人体健康 / 078

第一节 生命之水 / 078

- 一、水的生理功能 / 079
- 二、水的活度与食品的稳定性的稳定性 / 081
- 三、水的硬度与健康水 / 082
- 四、科学饮水 / 085

第二节 几种常见饮料 / 087

- 一、茶 / 087
- 二、酒 / 088
- 三、咖啡 / 089
- 四、可口可乐 / 090
- 五、食醋 / 092
- 六、乳及乳制品 / 092
- 七、果汁 / 094

第三节 气象与健康 / 096

- 一、阴雨潮湿对人体的影响 / 096
- 二、秋雨与情绪 / 097
- 三、冬天的杀人帮凶 / 097

第四章 治水与节水 / 099

第一节 中国水资源现状与节水 / 099

- 一、水资源状况 / 099
- 二、节约用水 / 100
- 三、水资源与可持续发展 / 103

第二节 水利 / 103

- 一、农业水利 / 104
- 二、城市水利 / 106
- 三、水利发展观 / 110

第三节 治水方略 / 113

- 一、治水 / 113
- 二、水力资源开发 / 114
- 三、南水北调 / 118
- 四、节水优先 治污为本 多方开源 / 120

第四节 大江大河 / 120

- 一、长江 / 120
- 二、黄河 / 122
- 三、京杭大运河 / 124
- 四、都江堰 / 125

第五章 水性哲学与人类文明 / 128

第一节 水自然哲学思想 / 128

- 一、中国古代水生万物思想 / 129
- 二、老子和庄子的水性哲学 / 132
- 三、儒家道德哲学的水观念 / 134
- 四、古代治水与中庸之道 / 135
- 五、天人感应 / 137
- 六、古希腊爱奥尼亚学派 / 139

第二节 水的辩证法 / 140

- 一、中国古代关于水的辩证法 / 140
- 二、风水说 / 142
- 三、打击伪科学 / 143

第三节 水与人类文明 / 144

- 一、水与文化 / 145
- 二、水与文学 / 147
- 三、水的断想 / 150

第四节 水文化节 / 152

- 一、上巳节 / 153
- 二、放水节 / 154
- 三、泼水节 / 155
- 四、龙舟竞渡 / 156

主要参考文献 / 159

第一章

水的自然表演

本章学习提要

- ◎ 水环境 水资源 水循环
- ◎ 雨云
- ◎ 雪霜 雾露
- ◎ 河流 湿地 湖泊 泉水 冰川
- ◎ 海洋 潮汐 海啸

第一节 水环境 水资源 水循环

地球之所以是蓝色，是因为她 70% 的面积都被水覆盖。但是这一资源却是非常有限的。只有 2.5% 的水是淡水，其余的都是海洋中的水。在淡水中只有 0.3% 的水是可利用的河水和湖水，而且在地球上分布十分不均匀。现在有些缺水的地区每年人均可支配的水量不到 1700 立方米。联合国警告说，由于人口大幅度增长，到本世纪中期，将有 60 个国家的 70 亿人口面临没有可靠饮用水的威胁。

一、水：数据说话

没有人能命令老天爷下雨，我们大家都清楚，没有雨水，地球上什么也长不出来，而人类 3 天不喝水就无法生存。

我们现在就来了解一下有关水的数据：智利北部地区年降雨量仅为 0.1 毫米，是世界上最干旱地区；世界上医院 1/2 的病床上躺着的病人与缺少饮用水有关系；全世界每年有 500 万人死于与水有关的疾病；一滴水在大气环境中的生存周期是 10 天，在冰川中是 40 天，在湖泊中是 100 天，而在地下土壤中可达到 1 万年。科威特是世界上人均水资源最少的国家，每个居民每日可支配水量仅为 27 升；格陵兰是世界上人均水资源最多的国家，每个居民每天可支配的水资源为 2900 万升；全世界已经有 54% 的饮用水被利用；全世界

用于农业的水资源为 69%；由于缺少安全的饮用水，有 23 亿人患有各种疾病；由于缺少饮水卫生保障，全世界每天约 6000 人因此死亡，其中大部分是儿童。

我们不是从祖先那里继承了地球，而是从子孙那里借用了地球。地球能满足人类的需要，但满足不了人类的贪婪。拯救地球，从生活细节做起吧！幸福生活不只在于衣食住行的享乐，也在于碧水蓝天。

二、水环境

水环境一般是指河流、湖泊、沼泽、水库、地下水、冰川、海洋等地表贮水体中的水本身及水体中的悬浮物、溶解物质、底泥，甚至还包括水生生物等。从自然地理的角度看，水环境是地表水覆盖地段的自然综合体。

水环境可以按“类型”划分，也可以按“区域”划分。按“类型”划分时，可将地表贮水体划分为海洋水体和陆地水体，陆地水体还可进一步划分为地表水体和地下水。按“区域”划分时，是指某一具体的被水覆盖地段，如太湖、洞庭湖、鄱阳湖等，是三个不同区域的水体；而按“类型”划分，则它们同属于陆地水体类型的湖泊。又如长江、黄河、珠江它们同属于河流；而按“区域”划分，则分属于三个流域的三条水系。水环境的目的在于更好地研究和利用这些不同类型、不同区域的水体。

在对环境污染的研究中，将“水”与“水环境”（水体）加以区分是十分重要的。水的结构、特性和水的循环运动等，无疑对人类生活及环境有重大作用和影响。但很多污染物质在水中的迁移转化是与整个水环境密切联系在一起的，仅仅从水着眼往往会得出错误的结论，对污染的预防与治理产生误导。例如重金属污染易从水中转移到底泥中（生成沉淀，或被吸附和螯合），因而水中重金属的含量一般都不高，仅仅从水着眼，似乎未受到污染，但着眼于整个水环境，则很可能受到较严重的污染。有些人把污染物由水中转向底泥的过程称之为水的自净作用，但从整个水环境看，这种转移却可能使该水体成为次生污染源，在适当的条件下污染物又可被释放出来。

三、水资源

水作为资源必须是可为国民经济部门利用的物质资源。水资源容易被人类利用（直接的或间接的），并逐年可更新成一部分淡水资源。水资源与其他自然资源相比，具有一些明显的特点，现概括如下：

（1）维护生态平衡和环境的基本要素：水资源在维持人类生命、发展工农业生产和创造良好环境等方面的作用是其他资源无法替代的。

（2）利用上的多用性。一水多用，有多功能的特点。许多经济部门利用水的方式各不相同，有的需消耗水量（农业灌溉、工业用水或城市供水），有的只利用水的能量（水电站），有的则主要利用水体环境而不消耗水量（航运和渔业等），因此，水资源的开发具有综合作用，可同时满足不同用水部门需