

SHUI HUANJING YU REN

陈进 编著

水·环境与人



水是生命之源、生产之要、生态之基。

护水爱水需要知水，更需要每个人的参与。

 长江出版社
CHANGJIANG PRESS

水·环境与入

陈进 编著



图书在版编目(CIP)数据
水、环境与人/陈进编著.
—武汉:长江出版社,2017.5
ISBN 978-7-5492-5290-9

I.①水… II.①陈… III.①水环境—关系—人类
—普及读物 IV.①X143-49②X24-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 155503 号

水、环境与人	陈进 编著
责任编辑:郭利娜	
装帧设计:刘斯佳	
出版发行:长江出版社	
地 址:武汉市解放大道 1863 号	邮 编:430010
网 址: http://www.cjpress.com.cn	
电 话:(027)82927763(总编室)	
(027)82926806(市场营销部)	
经 销:各地新华书店	
印 刷:武汉精一佳印刷有限公司	
规 格:797mm×1092mm	1/16 17.5 印张 350 千字
版 次:2017 年 5 月第 1 版	2017 年 10 月第 3 次印刷
ISBN 978-7-5492-5290-9	
定 价 49.80 元	

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)

序言

地球是由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈组成的，其中水圈及全球水循环是大气圈、岩石圈和生物圈之间循环的纽带，才有“水是生命之源，生产之要，生态之基”之说。水与生态环境关系不仅十分紧密，而且还有许多科学问题有待解决如不同层次的水循环与生物生长机制等，而处理好水与生态环境的关系，更是人水和谐、人与自然和谐的关键。这不仅涉及科学技术问题，也涉及水资源与环境保护的管理和公众环保意识，是国家推行生态文明建设的重大要求。在水资源支撑中国经济社会快速发展 30 多年后的今天，研究水与生态环境的关系，了解生态系统是怎样依靠水及水循环，保障陆地和水域生态需水，是中国走上可持续发展道路需要解决的重大问题。人水关系是水资源、水环境和水生态保护和管理必须面对的问题，也是国家制定水法律、水政策和相关技术标准需要考虑的重大问题。目前，我国存在的主要的水安全问题有水多（洪涝灾害）、水少（干旱缺水）、水污染和水生态功能



退化等。这些都是人水关系不和谐的表现，需要唤起全社会的重视。每个人、每个企业、每个地区都需用水和排水，也需要亲水和观赏水，都与水息息相关。人水和谐不仅需要科技人员解决相关科学技术问题，更需要各部门、各地区、企业家及全体公众的广泛参与，而公众的有效参与需要有相关的科学知识，无论是生态文明建设还是节水型社会建设都需要全民的参与，需要政府和科学家开展水科学的科普工作，其中出版科普图书是公众获得水知识的重要渠道。

本书以水、环境与人的关系为主题，从水利、地学、环境、生态、管理和人文等多学科视角，对地球中的水及水循环、水的特性、水与生命、水与环境、水与生态、水的利用、水的管理和水文化等方面进行解读，既有宽广的水与生态环境方面的科学知识，也有水管理、水文化、水伦理等人文方面的思考，体现了作者多年从事水资源研究成果以及对于水与环境和人的关系等问题的深刻思考。该书内容丰富，深入浅出，图文并茂，是集知识性、趣味性和文化性于一体的水方面的科普读物，希望广大读者喜爱。

中国工程院院士

中国水利水电科学研究院教授

王浩

2016年10月

自序

随着我国经济社会的快速发展和人们生活水平的不断提高，人们在得到日益丰富的物质享受的同时，也希望改善生活和工作的环境，追求健康的生活方式和高质量的生活环境，但是经济发展和环境质量二者之间常常产生矛盾。因为现代化的生产、城市化的进程和日益丰富的物质享受往往产生不利的环境代价。粗放式的经济发展不仅需要耗费大量不可再生的自然资源，同时容易损害生态系统健康与环境质量，如大量使用煤炭、石油和天然气等化石燃料，造成空气的污染和二氧化碳等温室气体的增加；工业和生活大量使用淡水产生大量废污水，污染了河流和湖泊；工业生产和城市生活每天都会产生大量有毒有害物质和垃圾，污染着土地和地下水等。虽然各级政府和绝大多数人都清楚这些问题发生的原因，但在权衡经济发展与环境保护的矛盾时，似乎前者更为迫切。长此以往，生态环境越来越差，生活质量还是难以得到真正的改善，实现人与自然的和谐相处更是难上加难。

目前，生态环境领域聚集了大量学者，还有大量生态环境领域的大学生



和研究生在学习或者开展研究，国内外学者的研究成果已经弄清楚许多生态环境问题产生的原因，所以各国政府已经制定出各种法律、法规和技术标准，试图规范人们不科学的经济发展行为，极力推行节约自然资源，保护生态环境，促进可持续发展，但执行结果往往不尽如人意。因为解决生态环境问题，不仅需要采用法律和技术等方法，还与经济社会的发展水平、人们的文化素质和环境意识等密切相关，需要全民参与，只有将保护环境的意思融入到人们的道德层面，变成人们的自觉行为，生态环境质量才能真正得到改善。所以，对于社会公众特别是青少年进行环境保护方面的宣传、教育及科技知识的普及，使其具有环保意识，是十分迫切和必要的。

为了准备这本书，作者曾经到过武汉图书馆，想看看关于水与环境保护方面的科普书籍有多少，在自然科学总类中，虽然发现有少量环境方面的书籍，但不是科普书。跑遍该图书馆各阅览室也没有看到多少科普图书，甚至连《十万个为什么》都没有看到。最后询问管理员，才得知这些书都放在少儿阅览室。来到少儿阅览室，守门的管理员不让作者进入，说里面都是儿童，成年人免进。来到门口一看，果然里面都是学龄前儿童或小学生，我进去实在不合适。为什么将科普书都放到少儿阅览室？难道成年人就不需要科普知识吗？环境保护需要全民参与，如果没有相关知识，如何参与？走出图书馆，再到图书城，心想那里该不会限制年龄吧，应该有些科普图书。逛遍图书城，令我十分失望，大多数读物都是关于高考、中考、公务员考试复习资料，或者是大量流行或时髦的书籍，或者是不需要付版税的历史名著等，科普书十分罕见。通过网上数字图书馆的查询，关于水和环境方面的专业书籍很多，



但由于大多数书籍专业性很强，读者圈很小，出版数量不多，而且这些图书出版后，大部分都存储在大学图书馆或专业人员手中，书店和公共图书馆相关书籍很少，特别是通俗易懂的科普类图书太少。

我是学水利出身的，10多年以来开始研究水资源、水资源保护及河湖健康评价，同时学习了一些生态环境的知识，特别是2006—2007年到加拿大做访问学者期间，读了20多本发达国家生态环境方面的书籍，开阔了眼界，收获颇丰。体会最深的是，保护生态环境，科学技术发展虽然很重要，但更重要的是政府的严格管理和全社会的参与，管理的实质是要使河流健康，必须规范人类的生产和生活方式。水是每个人都要饮用和使用的，只有人人节约用水、保护水资源才能做到人水和谐，所以处理好水、环境与人的关系十分重要，于是就想写一本关于这方面的书，述说自己的一些学习体会。一旦写起来，就发现自己的知识面和学识水平实在不够，因为生态环境领域发展很快，专业分工越来越细，你懂水利，不一定懂环境；你懂环境，不一定懂生态；你懂专业技术知识，不一定懂管理等社会科学。现在做学者只能做专家，很难成为过去那些通晓百科的哲学家或者综合学者。所以，本书也不完全是科普书籍，有许多东西是自己的认识和看法，只能算作一孔之见，存在谬误在所难免。好在生态环境学科仍然在发展，许多问题尚无定论，水与人的关系更是仁者见仁，智者见智，取决于个人的世界观和价值观。作为学者，力图客观和公正地看待水资源的开发、利用与保护的行为，这也是作者想写这本书的目的之一。

学术专著是学者学术成就的一种体现，但学术专著多供学者和专业工作



者研读，一般人看不懂或看不进去（太枯燥）。作者认为，学者的成就不应该仅仅局限于发表几篇高水平的论文、出几本专著，还可以为社会做出更多的贡献，特别是从事资源环境方面的学者，应该将自己的研究成果以通俗易懂的方式表达出来，为社会公众提供科普知识和精神食粮。

本书第2版增加了大量专栏、照片，同时更新了水资源数据，增加了近年来水科学领域的最新研究成果，目的是增强科普读物的知识点和可读性。

本书以水与环境知识为基础，讲述水、环境和人的关系，力图用通俗易懂的语言和自己的一些肤浅的看法，为读者解读水、环境与人的关系。本书可以供中学生、大学生和公众作为有关水方面的科普读物，也可供水务、水利、水生态和水环境工作者参考。由于本书涉及的面比较广，资料和数据不全面，也可能不准确，难免有谬误之处，请广大读者批评和指正。

中国工程院院士、中国水利水电科学研究院教授王浩在百忙之中专门为本书赐序，对本书的编写和出版给予了大力支持，不仅是对我工作的肯定，更是对水科学知识普及工作的重视，在此表示衷心的感谢！本书的出版得到了武汉市科学技术协会和长江水利委员会长江科学院科学技术协会的大力支持，同时也得到了水利部公益性行业科研专项“健康长江指标体系的建立及应用研究”的资助，特别是得到了长江出版社精心的编辑、绘图和出版，在此表示衷心的感谢。

2017年5月于武汉



目录

第1章 绪论 1

第2章 水 11

- 1 地球上的水 12
- 2 水循环 18
- 3 海洋 24
- 4 可利用的水资源 28
- 5 中国的水资源 31
- 6 人的用水 37

第3章 水的特性 41

- 1 水的物理特性 42
- 2 水的化学特性 44
- 3 水体的生物特性 46
- 4 水污染 55
- 5 饮用水 63

第4章 水与生命 71

- 1 宇宙中的水和生命 72
- 2 地球上的水和生命 81
- 3 湿地 86

4	水与植物	89
5	水与动物	96
6	水与人类	99

第 5 章 水与环境 103

1	地球环境的时空变化	104
2	气候与水	115
3	地质运动、地貌变化与水	120
4	水循环的生态环境作用	122
5	地下水与环境	126

第 6 章 水生生物 131

1	微生物	132
2	浮游植物和水草	134
3	无脊椎动物	138
4	鱼	139
5	其他水生动物	142
6	鸟	143
7	水生生物栖息地	145

第 7 章 人水关系 149

1	人类对水的认识	150
2	洪水与防洪	154
3	台风	161
4	内涝与城市排水	163
5	人类用水	166
6	大坝的功过	174
7	水运	180
8	物质文明的环境代价	182

第 8 章 水的管理 193

- 1 现代水资源管理 194
- 2 水的价值 199
- 3 水权 202
- 4 水事纠纷 205
- 5 水管理的新概念 210
- 6 自然资源的极限 215

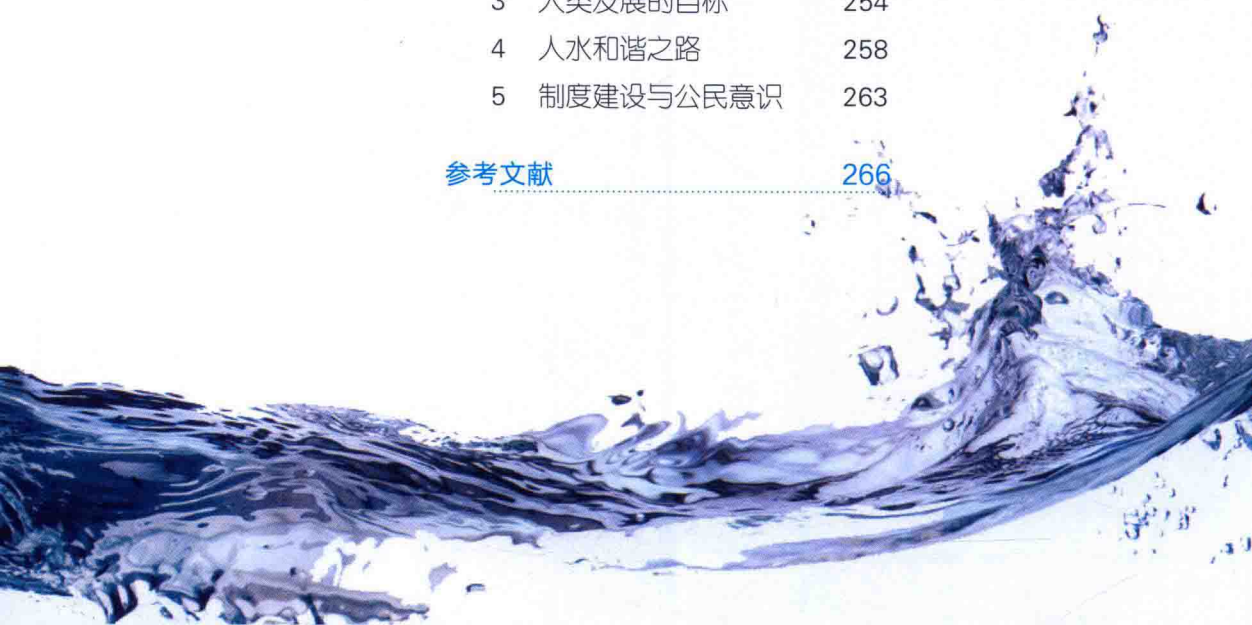
第 9 章 水文化 221

- 1 水文化传承和发展 222
- 2 古代大河文明 224
- 3 水崇拜与宗教 227
- 4 水景观 231
- 5 水与文人 234
- 6 水的伦理 237
- 7 水文化遗产 242

第 10 章 水的未来 247

- 1 人类的需求变化 248
- 2 地球的承载力 250
- 3 人类发展的目标 254
- 4 人水和谐之路 258
- 5 制度建设与公民意识 263

参考文献 266

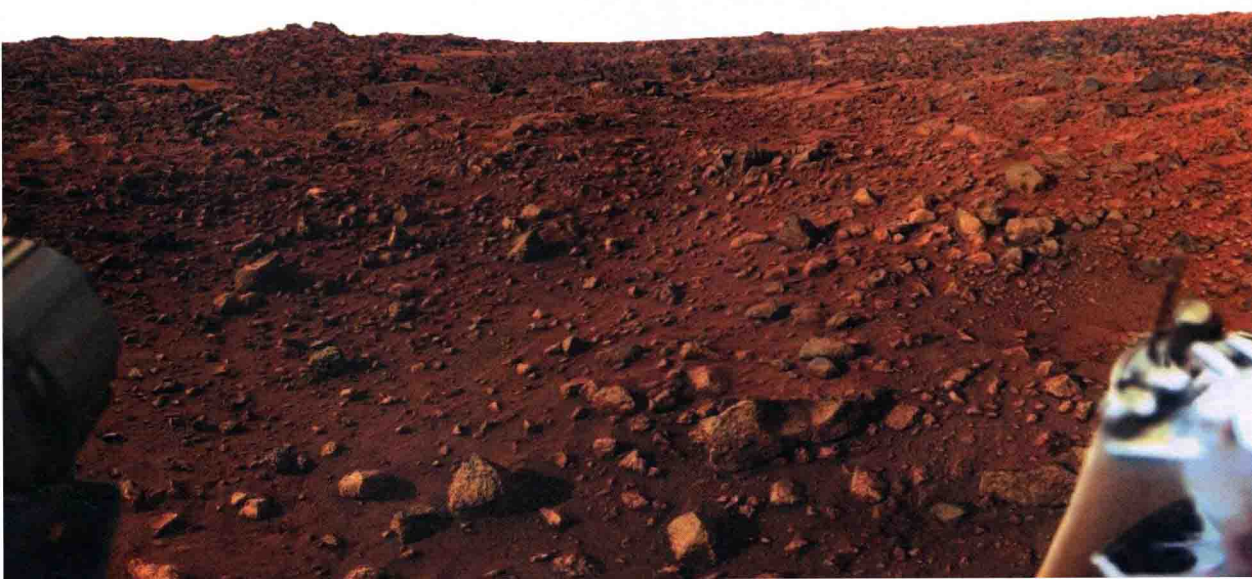


只有从太空看，才发现地球是蓝色的，宇宙中唯一充满生机的星球，目前是人类唯一可居住的地方，只有保护好地球环境及生态系统，人类社会才可能持续发展。

第 1 章 绪论

2008年5月，美国“凤凰号”火星探测器在火星北极着陆，利用所携带的机械臂挖掘火星土壤，并发回一系列照片，发现一些白色物质，但不能确定这些物质是冰还是盐。经过美国宇航局科学家的初步分析后认为，火星北极区域地表面以下可能存在冰。这是人类在地球以外星球通过科学探索，发现唯一可能有水存在的迹象。现实情况是：火星的大气十分稀薄，大约95%是二氧化碳，水蒸气很少，只占火星大气成分的1/10000。而在地球上，即使在干旱地区大气中的含水量也比火星大气中的多100多倍，可见火星是多么的“干燥”。火星两极可能的冰盖主要是干冰（固体二氧化碳），水冰含量极少。由于火星大气稀薄，大气产生的温室效应很弱，使火星昼夜温差超过100℃，即使在火星赤道附近，白昼最高温度也只有20℃，夜间却骤降到-80℃，而两极地区夜晚温度更低，可降到-139℃，可见火星并不“火热”，而是十分“寒冷”。根据火星表面地貌照片可以看出，火星历史上好像曾经出现过洪水冲积，有过液态水出现的迹象。如果曾出现过液态水，就有可能出现过生命，但目前尚未发现火星上有生命的迹象。另一个可能有水的星球是彗星，但彗星是由密度很小的气体、尘埃和干冰等物质组成的，也没有液态水和生命的迹象。所以，到目前为止，地球上液态水和大量生命现象仍然是宇宙中唯一的。

贫瘠的火星表面



地球上的生命也不是与生俱来的,根据地质学家和古生物学家的研究表明:地球诞生已经有 45 亿年左右,开始也没有生命,大约 36 亿年前在地球海洋中首先出现了生命元素——微生物细胞。在水中,生命从单细胞逐渐进化到多细胞,再进化到更复杂的生命形式,经过 20 亿年的进化后,即 5.5 亿年前,生物才出现在陆地。所以,地球上的生命首先是在水中产生的,水是生命之源,有水才可能有生命。



地球上的生态系统与水循环及环境之间是一个相互影响、相互联系和相互依赖的整体,其中一个系统出现问题,必然会引起其他系统的变化和调整。在人类社会产生以前,地球上水及环境变化主要是由气候、地质和生物等自然演变和循环所决定的,即使遭受到陨石撞击、火山喷发、地震、海啸、洪水、干旱、泥石流、雷电、森林大火等自然破坏,生态系统经过一段时间,会逐渐恢复或进入到一个新的生态系统中,当然这种变化或恢复历程相对于人的生命来说是一个十分漫长的过程。

1883 年 8 月 27 日,印度尼西亚的喀拉喀托火山爆发,将面积达 75km^2 的海岛炸得只剩下 $1/3$, 25km^2 范围内的岩石被抛到空中,火山灰上升到 80km 的高空,天空漆黑一片,然后散落到 77km^2 的范围内。4 小时后声音传到 4800km 以外的罗德里格斯岛,大约全球有 $1/13$ 的地方都听到了爆炸声。这次火山喷发使喀拉喀托岛只剩下撒满浮石和尘埃的山巅,露出在水面,岛上所有生物荡然无存。幸而离它最近的一个有生物的岛屿只有 40km 。



火山爆发后才9个月，一位植物学家在岛上就发现一只蜘蛛在独自织网，尽管岛上当时还根本没有可供捕食的生物。3年后，情况有了显著改变：先是藻类植物开始蔓延，接着是11种蕨类植物和15种开花植物也回到岛上。再过10年，浮土已被绿色植物覆盖，小椰树沿海岸生长，野生甘蔗随处可见，还出现了4种兰花。25年过去，已有263种动物来到岛上居住，其中大多是昆虫，另有16种鸟和2种爬行动物。火山爆发后不过半个世纪，整个岛屿已经生机勃勃，处长起虽不高但很茂密的森林，有47种脊椎动物，大多是鸟类和蝙蝠在这里“安家落户”。这些新生物有的是由残留下的种子发育而来，有的是随风飘来，有的通过海路漂浮，有的依靠虫、鸟携带而来，也有的是自己飞到岛上的。

火山喷发在很短的时间内几乎完全毁灭了一个岛屿的生态系统，但在地球这样充满生机的环境中又重建了一个新的生态系统，不过，这个匆匆忙忙建造出来的生态系统跟原来的生态系统并不完全一样，一些土生的动植物没有回来，生物之间的关系也不太协调，出现了失衡现象，比如，有几年老鼠遍地，到处啃食植物，可没过几年，又忽然影踪全无。这表明，这个岛上的生态系统还很年轻，也很不成熟，因而还不能很好地维持稳定的生态系统，还处在不断演替和进化之中。

讲到这里，我们应该提个问题：假如喀拉喀托岛离最近的一个有生物的地方不是 40km，而是几千千米，那结果又会怎么样呢？简单的回答是，至少要经过几千年全岛才会重新被植物所覆盖，至于要把所有有效的生态小环境都填满，那恐怕再等上好几百万年的时间也是不够的。地球上像地震、火山喷发等一类的天灾，发生的次数和地域都是有限的，特大地震或者特大规模的火山喷发，更是几十年、几百年甚至上千年才会遇到的事。当然，在地球这样的适宜生命发展的自然条件下，尽管局部地区生态系统在短时间可能发生巨大变化，但整个地球生态系统与环境的演变则是一个十分缓慢的过程。喀拉喀托岛的例子说明：破坏一个生态系统往往只需要短短几天、几小时甚至几分钟，而靠自然条件恢复一个生态系统却需要几年、几十年甚至几百年，一个成熟稳定的生态系统的建立是一个十分缓慢的过程。

1991 年 9 月，美国科学家利用募集的 2 亿美元资金，在亚利桑那州进行了举世瞩目的“生物圈 2 号”试验。该试验包括建设一个 1hm^2 大的封闭的温室，在温室内布置了多达 4000 种不同的物种，并修建和模拟了热带雨林、戈壁、草原、珊瑚礁等地球多种生态系统 and 环境。实验的目的是希望在不借助外力的条件下，8 名志愿者（包括生态学家在内的 4 男、4 女）准备在封闭的

地球、水与人类是宇宙唯一的吗？

尽管科学家一直在寻找外星人，但遗憾的是，除了在科幻影视片上常常见到形态各异的“外星人”外，至今尚未发现真实的外星人，甚至连生命之源的液态水也没有发现，不得不说地球、水与人类仍然是宇宙中唯一的，而且地球、水循环与生命的起源及人类的产生关系密切，而且相互依存。

