

“十二五”国家重点图书出版规划项目
北京市科学技术委员会科普专项资助

A DILEMMA ON OUR BLUE PLANET:

WATER CRISIS AND THE SOLUTION

蓝色星球的尴尬： 地球水资源危机及其应对

熊定国 徐 庆 倪蔚佳 / 著
by Xiong Dingguo; Xu Qing;
Ni Weijia

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

回望家园丛书 主编 / 范春萍 CHIEF EDITOR / FAN CHUNPING

SERIES CONCERNING
OUR EARTH

“十二五”国家重点图书出版规划项目
北京市科学技术委员会科普专项资助

蓝色星球的尴尬： 地球水资源危机及其应对

熊定国 徐 庆 倪蔚佳 / 著
by Xiong Dingguo; Xu Qing;
Ni Weijia

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

蓝色星球的尴尬：地球水资源危机及其应对 / 熊定国，徐庆，倪蔚佳
著. —北京：北京理工大学出版社，2015.1

（回望家园丛书）

“十二五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-5640-9488-1

I. ①蓝… II. ①熊…②徐…③倪… III. ①水资源保护—研究
IV. ①TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第162746号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地大天成印务有限公司

开 本 / 787毫米×960毫米 1/16

印 张 / 12.25

字 数 / 203千字

版 次 / 2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷

印 数 / 1~3000册

定 价 / 42.00元

责任编辑 / 范春萍

张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

我们将给后代留下怎样的未来（代总序）

范春萍

尽管昨晚在网上接来转去了不少跨年的祝愿，但真正意识到这的确已经是2015年的第一天了，却是在今晨睁开眼睛的一瞬间。望着窗外迷蒙的晨曦，想着昨夜呼啸的劲风竟未能让京城雾霾尽散，心中无限惆怅。打开手机，赫然入眼的居然是上海外滩跨年人群发生踩踏事件，现场35人死亡，47人受伤。禁不住泪如涌泉。

如今，不知有多少人像我一样，忙碌和笑颜背后深埋着隐忧，沉重的危机感成为我们共同的思维背景和挥之不去的梦魇。

1962年，当卡逊（Rachel Carson）发现农药对生态系统的致命伤害，出版《寂静的春天》时，她一定相信揭露真相，就可以抵制农药的使用，让环境得到保护；10年后的1972年，罗马俱乐部发出给世界的第一份报告《增长的极限》，依据1900年以后70余年的数据，以数学模型仿真演绎世界未来，提出以零增长避免危机的方案，并游说各国政府共同应对环境危机时，佩奇（Aurelio Peccei）们一定相信，人类共同行动可使危机得以避免，那年在斯德哥尔摩召开了历史性的人类环境大会，提出“只有一个地球，人类应该同舟共济”的理念；再过20年后的1992年，世界各国首脑重聚里约热内卢，提出可持续发展理念，签署一系列旨在促进共同行动的协议和宣言，以为找到了可以告慰子孙、共赴未来的钥匙；本世纪之初的2004年，当田松发表《让我们停下来，唱一支歌吧》时，他还相信可以有这样的场景出现：全世界所有链条中的所有人，让我们

停下来，面对一朵花儿，把手放在无论哪里，一起唱一支歌儿吧！

延续这样的思维，2009年，我们向北京科委申请科普立项并得到批准，开始着手组织出版“回望家园”丛书，希望能从不同角度，梳理环境破坏的状况，阐释保护环境的道理，探寻避免危机的途径，以唤醒更多人的思考和行动。

然而，著述的进展却非常不顺利。中途停摆换人、书稿返工放弃、修订补充文献、交稿档期拖延，各种状况不一而足，历时五年多才终于形成7个分册。反思原因，豁然醒悟，是时代的错综复杂和万千变化使我们无法有效地跟进，难以清晰地梳理和透彻地表达。

仿佛就在这五年间，世界出现了比以往任何时代都更加突飞猛进的变化。人类目前的危机，不只在无法采取一致的环境保护行动，更在于打着各种发展旗号却充满潜在风险的行为（或言成就）又在登峰造极。而环境的状况，已再也容不得行动的拖延——这是怎样的窘境和险境？是怎样的前所未有的危机？

人类社会是典型的充满巨大不确定性的复杂巨系统，元素或子系统种类繁多，层次繁复，本质各异，子系统之间、不同层次之间关系盘根错，机制不清，不可能通过简单的方法从微观推断宏观，也不可能简单地将此一方法移植于彼一情境而求取预期的效果。荒漠化、气候变暖、生物多样性减少、环境污染，是联合国通过调查研究归纳出的人类四大生态环境问题。而其中每一项都是致毁的。

当前，人类社会最紧迫的任务是：放慢发展速度，治理污染，有序地撤出自然保护核心区，停止对目前尚且完整的自然山川的任何形式的工业及能源开发，有序地对受伤过重的土地退耕退牧，给自然生态以喘息和恢复的时间，以避免生物圈的整体大崩盘。而这，这需要人类达成共识，共同行动才能实现。

目前，地球上70多亿人口大约可分为三大部分，其中第一部分挣扎在温饱线以下，为获得基本生存资料而直接攫取环境中的生活资源；第二部分处于发展的路上，刚刚分享到一点点物质文明的成果，为发展而大规模开发物质生产条件，粗放地毁坏着环境、劫掠着资源；第三部分已进入疯狂发展的快车道，大数据、智慧城市、智能生产、生物工程、脑科学、机器人、纳米器械、量子计算机、新产业革命……，于无形中将自己置于工业文明食物链的顶端，成为发展的领航者，貌似清洁地于无形中吸纳、消费着前两部分资源、产品、智力和环境容量，而第一第二部分，承接着领航者溢出的创新效益，也承接着领

航者排放的垃圾，不由自主地追随领航者的脚步，一同冲向无底深渊。

如果地球无限，怎样发展都没问题，然而不管多聪明，不管所创造的物质体系多智能，人类毕竟还是自然界中的一个物种，是自然生态之网上的一个环节，没法脱离自然界而生存，健康的生态环境是人类永续发展的前提条件。

我们将给后代留下怎样的未来？这是当今人类需要共同思考和面对的问题。

技术批判哲学先师海德格尔在其著名的《关于技术的追问》结尾处，援引荷尔德林的诗句：“哪里存在危险，哪里便冲腾着拯救的力量。”“拯救”，应该是未来人类社会较长时期内最明确的主题词，拯救环境、拯救生态、拯救自身、拯救可能消失的未来……我们祭出这套丛书，也是希望由对危机的揭示而唤醒更多拯救的行动。

回望伤痕累累的家园，拯救的工程艰巨无比，个体羸弱无力。尽管如此，我们仍愿发出自己的呐喊，以求有更多的人猛醒，共赴时艰。

刚刚逝去的2014年流行过一句话：“梦想还是要有的，万一实现了呢？”羸弱的声音也要喊出来，或许更多的羸弱之力可以共同创造出一个奇迹呢。

2015年1月1日起笔，1月5日修成



节水是城市水安全解决之道（代序）

仇保兴

我国是一个缺水国家，人口的增长和全球气候变化这两方面因素的叠加将会造成更为严重的水资源短缺问题。根据《中国水资源公报》，2011年，我国水资源总量为2.3万亿立方米，人均水资源量仅1700立方米/年，按照联合国定义，属于水资源紧张国家。同时，我国水资源时空分布不均匀，南多北少，西多东少，夏多冬少；富水的地方（如西南的河渠和西北的河渠）往往是人口稀少、经济薄弱的区域，缺水的地方（如海河、黄河、淮河区域）往往是人口稠密、经济发达区域，水资源和用水矛盾更加突出。

水资源总量不足，人均水资源严重不足，时空分布不均，水污染问题严峻，是我国水资源的现状。20世纪末到21世纪初，城市建设高速发展，曾一度带来用水量骤增、水资源紧张等问题，许多地方采取外部调水的办法，如引黄济青、南水北调、引汉济渭等。远距离、大规模的调水对调出水生态破坏的问题越来越严重，而调入水与当地水成分差异导致自来水管水垢溶解析出，所形成的新污染更是一大难题。因此，长距离调水模式在一定程度上已经陷入困境。

其实，发达国家也走过弯路。澳大利亚30年前实施了南澳墨累河调水工程，导致整个南澳三角洲出现了水生态植被退化、湿地破坏、土地盐碱化和物种消失等问题，所造成的损失远远超过调水所得利益。为此，澳大利亚进行深刻反思，不再以“只利当代、不利长远”“上游受益、下游受损”的方式调水，而是着力于修复生态。20世纪60年代，纽约市水资源严重

短缺，政府最初提出的解决方案是从新泽西州调水，工程预算超过100亿美元。由于工程投资巨大，且新泽西州民众反对，导致工程没法实施。最终，纽约市采纳了给排水专家的建议，市政府拿出补贴，将纽约市一次冲洗水量10多升的抽水马桶改为6升，经过11年、累计投入不到3亿美元的改造，人均日用水量下降14%，水危机得到缓解。发达国家普遍对长距离调水加以限制，尤其是对跨流域的调水，关于这个方面我们也应该尽早汲取教训。

调水本质上是“拆东墙补西墙”，缺多少调多少，是水资源在不同地域间做加法。而水资源的循环利用是做乘法。要解决城市水安全的问题，必须全面提高水的使用效率。建筑是城市的基础性单元，城市节水必然要从建筑抓起。

从我国城市家庭生活用水的类别看，污染程度较重的厕所污水和厨房废水等“黑水”，占了近一半；污染程度较轻，经简单处理可就地回用的洗衣、洗浴等“灰水”，约占40%。如果能“黑灰分离”，将“灰水”收集起来，经简单处理再用于冲厕，就可节约近30%的家庭用水。以北京为例，假如1/3的建筑能做到这一条，再加上雨水收集利用，就可以取代近3 500亿元投资的南水北调工程。

城市污水再生利用是稳定可靠的“第二水源”。我国每年处理的城市生活污水近400亿立方米，通过污水处理再被用于工业、市政杂用、景观、生态补水 and 灌溉用水，可以节约大量新鲜水的取用；城市污水再生利用率每提高10个百分点，就相当于增加8%的水源地供水量。

城市雨水的收集与利用值得重视，体现在以下三个方面：建立雨水收集系统，主要在公共广场、建筑的地下室广泛装备雨水收集器具，可以使水资源使用率提高30%以上；从建筑、广场、公园等城市空间收集雨水，减少雨水直接流入下水道的水量，可以大大地减缓城市排水系统的压力，缓解城市内涝的程度；解决初期雨水面源污染问题。以北京为例，年降雨量约600毫米，如果能收集其中的20%加以利用，市域内1 800平方千米建成区就可以形成2.2亿吨的水资源，相当于北京市供水总量的14%，可解决北京市用水缺口的1/3~1/2。

我们不妨从经济性和综合节水两方面算两笔账：建筑雨水收集利用，模块化装置的投资约2 000元/吨，运行成本不到1元/吨；城市污水再生利用的投资约2 500元/吨，运行成本只有1~2元/吨。以山西省万家寨调水工程为例，在20世纪90年代，其投资就已高达3 000元/吨，运行成本更是达到8元/吨，而且还不包括调水工程带来的生态和社会成本。

通过城市节水、提高工业用水的重复利用率、降低管网漏损等手段，可至

少提高15%以上的城市水资源潜力；通过城市的污水处理与就地回用、雨水的收集利用、海水淡化等措施，可至少增加15%以上的城市供水量。

《蓝色星球的尴尬》引用了大量数据和事实，分别对海洋、江河、湖库、雪山冰川、地下水等不同类型的水资源体所面临的资源性、结构性、工程性、水质性缺水的“尴尬”现实进行了全面的介绍，尤其对造成缺水的根本原因——人类对水资源的浪费——进行了深入的分析，指出了解决地球水资源危机的办法在于树立珍惜水资源的观念，养成节水的习惯，普及节水的技术，创新水资源管理制度，提高水资源管理效率。

该书的出版无疑是必要而且非常及时的。我们有理由相信并期待其对树立人们珍惜水资源、保护地球环境的观念产生积极的作用。

前言

对于人类以及所有生命而言，没有什么比水更重要了！

水是生命之源，生产之要，生态之基。可是，长久以来，人类却对如此重要的水资源缺乏正确的认识。人们误解了老子所说的中国古谚：“上善若水，水善利万物而不争”，错误地认为水是无所不能的，是能忍辱负重的，是可以肆意对待的，是取之不尽、用之不竭的。而事实却完全不是这样！

地球上水的总量约有136亿亿立方米，确实很多。多到地球表面的71%都被水覆盖着。从空中看，地球就是个蓝色的星球，以致有人说地球的名字起错了，应该叫作“水球”。

然而，地球上的水有97.2%是每升含盐量超过1克的海水，是不能被陆地上的生命作为水源来直接利用的。也就是说，地球上的淡水只占总水量的2.8%，约为3.8亿亿立方米。即便这区区2.8%的淡水，也还有很大一部分是不能被生命直接利用的。地球总水量、水资源量、可利用水资源量的比例为156 400 : 4 210 : 1。地球上可利用的淡水资源量实在是少得可怜！

这也就成为地球这颗蓝色星球最大的尴尬！

地球上可利用的淡水资源不仅少得可怜，而且空间和时间分布都极其不平衡，这就是人们常说的区域性缺水和季节性缺水。区域性缺水给全球的地区发展带来极大的制约。占世界人口总数约40%的80个国家和地区约15亿人口淡水不足，其中26个国家约3亿人口极度缺水。预计到2025年，世界上将会有30亿人口面临缺水，40个国家和地区淡水严重不足！而季节性缺

水带来的影响主要表现在农业生产方面，要水的时候没水用，不要水的时候水成灾。

更要命的是，人类面临越来越严重的资源性缺水、结构性缺水、工程性缺水，尤其是水质性缺水，这越来越加剧了水资源缺乏的窘境。

水资源危机不可避免地爆发！

联合国水资源会议早在1977年就向全世界发出警告：“水，将成为继石油危机之后的又一严重社会危机！”

不管你是否感受到，水危机就在那里，越来越咄咄逼人，正在给人类社会经济可持续发展带来巨大挑战。

究竟是什么原因造成和加剧了全球的水危机呢？

当然是人类自身的原因！人类在疯狂追求社会经济高速发展和满足自身无度的物质享受贪欲的过程中，用水量急剧增加，水质污染和用水浪费，城市用水集中，森林植被减少，资源管理分割……也就是说，是人类对水资源的过度开发、浪费和污染破坏，造成和加剧了全球水危机。

水资源危机到底严重到了什么程度？面对如此危机，我们应该而又能够做些什么？这是本书将要讨论的重点话题。

一滴水的力量是微小的，然而无数滴水凝聚在一起时，润泽的则是整个世界。如果不节约用水，地球上最后一滴水将是人的眼泪！

我们提倡：鼓励满足人类基本生存的消费，容忍一定程度的改善生存条件、提升生活品质、追求生命质量的消费，但坚决反对过度消费，反对把自己的享乐建立在强占他人资源、剥夺他人生存权、无视他人幸福之上的缺德行为！

如果我们能合理消费，提倡节约，保护环境，循环利用，减少索取，或许，在不远的将来，当我们大步向前的时候，就再也不必付出让人遗憾甚至心酸的代价了！

这，你总该同意吧！

可喜的是，人类终于已经意识到了水危机的严重性！面对日益严峻的水资源危机，国际社会基本达成共识：必须高度重视水资源的合理利用和开发，加强水资源管理，提高水资源使用效率，以可持续的方式守护生命之水。

世界各国已经采取了许多有效的措施来缓解水资源危机。加倍珍惜水资源，树立节水意识，应用节水科技，停止挥霍浪费，保护生态环境……这是我们必须做到的“规定动作”！意识是前提，政策是保障，技术是支撑，水价是

手段。一个都不能少！许多国家做出了表率，比如以色列和德国在开源节流，提高水资源使用效率方面；美国、日本、新加坡、印度等国在树立和提升民众的节水意识方面……中国也已下定决心：这个（为保证经济的快速发展而牺牲环境）代价必须要停付！

除此之外，还要加强对水资源的科学管理，建立科学管水、用水的机制，实行水源保护的生态补偿制度，才能从根本上缓解水资源危机！

各位读者，各位关心我们赖以生存的地球、志愿保护家园的朋友，我们再次呼吁：请从现在做起，从自身做起，从点滴做起，树立节水意识，加倍珍惜水资源，让我们共同承担起留给子孙后代洁净水源的责任！

让我们拒绝透支地球水资源。

让我们拒绝让“水危机”成为现实。

让我们一起行动，拒绝让我们的眼泪成为世界的最后一滴水。

目 录

节水是城市水安全解决之道（代序） / 001

前 言 / 001

第一章 蓝色星球的尴尬 / 001

- 第一节 生命之源 / 001
- 第二节 黄河之水天上来 / 003
- 第三节 不平衡的水球 / 006
- 第四节 水资源危机 / 009
- 第五节 阿拉伯水殇 / 012
- 第六节 中国之渴 / 015

第二章 当大海不再蔚蓝 / 019

- 第一节 海水不可斗量 / 019
- 第二节 可怜的百分之四 / 022
- 第三节 红色毒物肆虐 / 026
- 第四节 黑色杀戮 / 028

第三章 地球血脉难以奔流 / 037

- 第一节 洪水猛于虎 / 038
- 第二节 彩色血液流淌 / 043

第三节 血脉不再奔腾 / 050

第四节 人定胜天的悲哀 / 056

第四章 地球之肾衰竭 / 063

第一节 地球母亲眼睛干涸 / 064

第二节 洞庭湖“见底”，不是偶然！ / 066

第三节 “绿色怪物”肆虐 / 069

第四节 地球之肾衰竭 / 073

第五章 地球之巅的危机 / 079

第一节 亚洲水塔 岌岌可危 / 080

第二节 鲜为人知的冰山海啸：喜马拉雅山区冰川湖危机 / 083

第三节 危机四伏的三江源 / 084

第四节 世界屋脊上的污染 / 087

第六章 不可忽视的地下世界 / 093

第一节 从地下“吸干”的世界 / 093

第二节 尴尬的世界之最 / 096

第三节 毒菌钻地千尺 / 099

第四节 农业面源污染：更难破解的难题 / 104

第五节 决不让民勤成为第二个罗布泊 / 105

第七章 地球上最后一滴水是人的眼泪？ / 109

第一节 工业文明的副产物 / 110

第二节 民以食为天 / 115

第三节 穷水富用的悲哀 / 117

第四节 富水滥用的教训 / 122

第五节 物欲横流，沧海何奈 / 125

第八章 亡羊补牢的人类自我救赎 / 129

第一节 意识决定一切 / 130

- 第二节 通行的节水法则 / 132
- 第三节 农业节水潜力巨大 / 134
- 第四节 工业节水刻不容缓 / 138
- 第五节 开源节流的典范——以色列水资源规划与利用 / 142
- 第六节 未雨绸缪的楷模——德国节水与雨水利用 / 143
- 第七节 让节水成为习惯 / 145

第九章 蓝色星球，70亿人的守望 / 150

- 第一节 洋为中用 / 152
- 第二节 照照镜子 / 156
- 第三节 让价格发挥作用 / 158
- 第四节 水权交易杠杆 / 162
- 第五节 保住一汪清水——建立生态补偿机制 / 166

后 记 / 172

主要参考文献 / 175



第一章

蓝色星球的尴尬

第一节 生命之源

水是生命之源。

在地球上，哪里有水，哪里就有生命。一切生命活动都是起源于水的。

你看，人类的远祖最初就诞生在海洋里。至今人类还没有忘本，在胚胎发育过程中，从受精卵开始一直到脱离母体，都在子宫的海洋——羊水里游泳！生物肌体的主要组成部分是水，且所占比例最大：动植物体含水量一般为60%~80%，有的高达90%以上，如水母含水量为95%；人的胚胎在发育3天时，含97%的水分，新生儿含水量达80%，成人体内水分维持在65%左右。正常情况下，成人每天要补充相当于自身体重5%的水分，人的一生要喝掉60~80吨（立方米）水。水还是人体内有机物和无机物的溶剂，人体的消化、吸收、造血、组织合成、新陈代谢等所有生化过程都是在水溶液中进行的；人体内的废物也是随水分而排出体外的。一个健康的人，体内的水分处于平衡状态，即体内补充的