

水危机

解读全球水资源、水博弈、水交易和水管理

国际水权威专家首次揭示21世纪最紧张的资源问题
碳博弈之后是水博弈？
全球经济结构将因水资源而改变？

(澳) 科林·查特斯 (Colin Chartres) 著
(印) 萨姆尤卡·瓦玛 (Samyuktha Varma)

伊恩 章宏亮 译



机械工业出版社
China Machine Press

水危机

解读全球水资源、水博弈、水交易和水管理

Out of Water

From Abundance to Scarcity and How to Solve the World's Water Problems



(澳) 科林·查特斯 (Colin Chartres)
(印) 萨姆尤卡·瓦玛 (Samyuktha Varma) 著

伊恩 章宏亮 译



机械工业出版社
China Machine Press

Colin Chartres, Samyuktha Varma. Out of Water: From Abundance to Scarcity and How to Solve the World's Water Problems.

ISBN 978-0-13-136726-5

Copyright © 2011 by Pearson Education, Inc.

Simplified Chinese Edition Copyright © 2012 by China Machine Press.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc. This edition is authorized for sale and distribution in the People's Republic of China exclusively (except Taiwan, Hong Kong SAR and Macau SAR).

All rights reserved.

本书中文简体字版由Pearson Education（培生教育出版集团）授权机械工业出版社在中华人民共和国境内（不包括中国台湾地区和中国香港、澳门特别行政区）独家出版发行。未经出版者书面许可，不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

本书封底贴有Pearson Education（培生教育出版集团）激光防伪标签，无标签者不得销售。

封底无防伪标均为盗版

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号：图字：01-2010-5393

图书在版编目（CIP）数据

水危机：解读全球水资源、水博弈、水交易和水管理 /（澳）查特斯（Chartres, C.），（印）瓦玛（Varma, S.）著；伊恩，章宏亮译. —北京：机械工业出版社，2012.5

（经济前沿）

书名原文：Out of Water: From Abundance to Scarcity and How to Solve the World's Water Problems

ISBN 978-7-111-38254-6

I. 水… II. ①查… ②瓦… ③伊… ④章… III. 水资源管理—研究 IV. TV213.4

中国版本图书馆CIP数据核字（2012）第087486号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037）

责任编辑：蒋桂霞 版式设计：刘永青

三河市杨庄长鸣印刷装订厂印刷

2012年5月第1版第1次印刷

170mm×242mm · 13.25印张

标准书号：ISBN 978-7-111-38254-6

定价：36.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

客服热线：（010）68995261；88361066

购书热线：（010）68326294；88379649；68995259

投稿热线：（010）88379007

读者信箱：hzjg@hzbook.com

本书献给玛格丽特、安德鲁和克里斯托弗·查特斯，感谢他们长久以来对科林这场经常让他无力照顾家庭的“水世界之旅”所给予的支持。

序

Foreword

水是生命和环境赖以维系的根本。所有国家的经济发展都有赖于对水资源的获取，所有的经济领域都不可避免地要用到水。然而长久以来，水被认为是大自然的恩赐，可以任意取用。随着气候变化问题的日益突出，加之水在气候变化适应性问题中又较难处理，水资源短缺的问题便露出了冰山一角。

拿原油来说，我们说在今后若干年将接近“石油峰值”的概念。但同时我们又期待通过新技术，利用更具可持续性的新能源来替代石油。我们也都清楚地知道，为此私营业和政府需要为研发投入数十亿美元。与此相类似，地球也会面临出现“水峰值”的状况，且同石油的例子相比，解决水的问题更加困难。很多缺水国家的预计需水量已经远远超过了今后数十年内可供水量的总和。这些问题会产生深远的影响，其中最显著的就是对粮食生产的影响。

21世纪初期，全球约有8.5亿人的生活水平位于贫困线以下。而近期的全球经济危机再加上2007~2008年的粮食危机，把这一数字拉升到了近10亿。这些人没有钱，也没有办法为他们自身和家庭提供充足的营养物质和衣物，就更不用说基本的医疗需求了。营养不良和疾病往往又会使这一状况进一步恶化。随着全球人口不断膨胀，到2050年，如果想要养活全球人口的话，我们需要的水量将是2000年灌溉用

水量的两倍之多。饮食结构变化、城市化和工业化对用水的争夺以及气候变化可能会给一些国家的供水带来不利影响的风险，这些都可能带来一些难以应对的挑战，同时可能有更多的人会因此而遭受贫困。此外，在有些国家，政府致力于生物燃料的生产并为此设定了目标，这些同样对水资源和此前用于粮食生产的土地资源造成了威胁。

本书的一个核心观点就是，所有从事农业生产的人都应提高用水效率，尤其是缺水的发展中国家的人。但如果没有资金投入，这一点就不可能实现。与此相类似，有证据再三表明农业发展是经济发展的坚实基础，农业尤其能够为构成最贫困人群的广大小型农户带来益处，这部分人群的生计主要依赖于农业。然而就一般情况而言，由于这部分人群的用水是按照时间计费或者由于售水设备的原因，这部分人群往往也在暗暗地担负着单方饮用水的最高水价。

本书作者指出，在水资源和粮食生产的问题上，我们必须停止采取“顺其自然”的方法。他们证实了有多种其他方法能够提高水生产力和粮食产量。这些方法大都属于科技和工程措施，或属经济和政策措施。同解决石油峰值问题时寻找解决方案一样，要想为水峰值找到解决办法，也需要下大力气投资基础设施建设，合理制定政策，进行政府改革，以及改变水资源管理的机构设置和开展贫困农民的能力建设，其中包括很多妇女。这些改变都需要我们将贫困人口和弱势群体置于该方法的核心位置。如果做不到这一点，所有为了改善水资源管理和小型农户健康所持续开展的改变都将是徒劳的。但也不能将这些方法视为单打独斗就能见效的灵丹妙药。为了改善农民种植粮食的方法，我们还应对产品投入市场的环节提供帮助，同时，用于种植和提高产量的资金也必须能够落实到位。本书中的方法还强调了这些纽带的重要性，以及水资源管理是如何同其他环节密切相关的。因此，我们需要进一步在整个水价值链中探索提高用水效率的空间。

同粮食安全问题作斗争，确保更加合理、高效、低浪费的用水模式，这将会是21世纪政策制定者及自然资源和农业管理人员注定要面临的几大挑战。解决方法是切实存在的，但实施这些方法并不会一帆风顺，但正如本书所指出的那样，这些方法是能够奏效的。

乔基姆·冯·布朗（Joachim von Braun）博士
德国波恩大学发展研究中心董事，经济和技术进步专业教授
国际食物政策研究所前主席

前言

Preface

2008年是饱尝危机的一年：粮食危机、燃料危机和金融危机。上述危机的影响波及全球，且这些危机在自然资源方面都产生了衍生性危机，尤其在水资源方面。在全球很多地区，干旱和日益严峻的水危机加剧了粮食危机，这种状况又会进一步引发供需失衡，导致价格上涨。燃料危机加剧了对生物燃料的需求，生物燃料的生产需要耗费大量的土地和水，为了实现“绿色能源”目标，许多国家都开始发展种植生物燃料作物，而没有充分考虑此种行为对水资源和粮食产生的影响。由于贷款收紧，全球范围内的用水户都毫无疑问地感受到了金融危机对水务行业投资的影响，尤其是贫困人群，这些投资涉及国际援助、输水、水存蓄工程（大坝和水库等）以及供水管网等。摆在我们面前的一个关键问题是：我们是否真如一些评论员所指出的那样正在遭受水危机？如果是，那么这场全球性水危机究竟有多严重呢？

本书的目标读者是这样一些人群：有兴趣知道在今后50年里，日益突出的缺水问题将对粮食生产和环境造成怎样的影响，我们又能采取怎样的应对措施的人们。本书将探索能够控制可用水量、缺水量和用水量的关键因素，并明确与日俱增的需求将怎样影响全球水资源。同时，本书还关注另外一些方法，通过学习和掌握这些方法，我们将能够更好地、更加公平地利用和管理我们的水资源。随着全球都在准备应对来自人口增长、发展中国家的城市化进程、气候变化、能源需

求增长、食品及环境安全等方面挑战的同时，我们发现我们自身的强烈需要可以通过一些全新的方法来解决。书中还探索了我们如何才能做到用科学证据作为政策决策的基础，改善水资源管理，同时将人和环境置于解决方案的中心位置。书中还介绍了一些成功在过去和当前开展的水资源管理行动，以及在避免危机和日后的可持续用水规划中政府和各有关部门（各利益相关者）将发挥怎样的核心作用。

本书大部分内容都基于这样一个前提：如果到21世纪中叶，我们要养活全球近90亿人口的话，我们需要比以往更好地管理我们的水资源。如果我们要养活每一个人，城市和工业要有充足的用水，同时环境也要获得相应配水量的话，我们就不能继续维持低下的粮食和水生产力了。第1章“不是其他危机！”中给出的一些数据揭示了全球水危机的严重程度，以及水危机将如何影响哪些人和哪些领域。第2章“25年，从丰裕到匮乏”讲述了一些案例，告诉我们一些地区的水资源是如何变得如此紧缺的。第3章是“缺水的原因”，该章详细地介绍了导致水危机的种种原因（讲述了人口、城市化、全球化、饮食结构变化和生物燃料需求等因素）。考虑到气候变化问题的重要性，我们在第4章“气候变化与水资源”中更加具体地讨论了气候变化对农业和水资源的潜在影响。

在这些章节之后，我们单独用一章介绍了农业的基础地位（第5章“农业与水资源”），不仅因为农业是养活日益膨胀人口的根本，还因为在大多数国家，农业都是用水大户。该章重点讲述了为什么发展农业是关键：不仅因为农业是养活每一个人的基础，还因为农业是基础发展和经济增长的途径。水、粮食以及贫困之间的复杂关系请参见第6章“水、粮食和贫困”。结合联合国千年发展目标和水资源综合管理，第7章“水资源规划与管理相结合”介绍了供水和环境卫生问题，这些内容的关键前提是：如果我们要应对步步紧逼的危机，我们就需

要对水资源和用水展开全面评估，同时不能将水作为孤立于经济之外的行业来看待。

本书最后几章谈到了水环境监管和政策制定中的一些棘手问题（第8章“为了人和环境的水治理”），以及大部分国家趸售模式的改革需求。本书甚至还谈及了一些感性的问题，比如考虑到人们饮水、做饭及洗衣的基本用水权利，我们应当如何配水，如何评估各类用水户所获得水的价值、确定其供水成本以及确定该类水价（第9章“水权和水费”）。

未来前景不容乐观，但本书还是将基调定在了寻找可能的解决方案以及期待在日后有所改善之上。所有的解决方案都需要来自社会各界的大力支持和帮助，尤其是当权者的认可和支持。

从某种程度来说，阅读本书仿佛是在体验一场奇妙的旅程，从以本书作者毕生经验为基础的错综复杂的水世界，到自然资源科学，再到政府政策和项目管理。旅程的每一站，也就是每个章节，都为我们揭示出了复杂事物的另一个层面，前提是我们准备有力地应对日益严峻的缺水问题。我们想要向读者证实的是，水资源管理不仅仅是认识水文循环和物理规律那么简单，好的水资源管理需要平衡社会各方的需求，无论是发达国家还是正在崛起的发展中国家都是如此。可靠的科学依据和经济学理论也会对我们选择好的解决方案提供帮助，但说到底，最终决定采取哪种方法的还是人，这也是最为重要的一点。

致谢

Acknowledgement

本书的编写参考了国际水资源研究所 (IWMI) 25年来的研究成果, 特别是一项为期5年的创新性研究成果。该研究共有700多名科学家参与, 出版了《粮食之水, 生命之水: 农业水资源管理综合评价》(*Water for Food, Water For Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture*)。该书的出版还归功于同发达国家和发展中国家的一些政府机构、水资源规划人员以及国家农业和水资源研究机构建立起来的长期伙伴关系, 有了他们的支持和参与, 一些好的水资源管理方法和实践才能够为更多人所了解。此外, 我们还要对那些促进和参与了讨论的院校和机构给予特别的感谢, 它们有联合国粮农组织 (FAO)、国际农业研究磋商组织 (CGIAR) 的其他研究中心、拉姆萨尔公约 (RAMSAR Convention, 或湿地公约)、联合国教科文组织 (UNESCO)、全球水伙伴、UN-WATER、澳大利亚联邦科工组织 (CSIRO)、澳大利亚国家水委员会、斯德哥尔摩国际水资源研究所、麦肯锡公司和世界自然基金会 (WWF)。上述机构的很多人都致力于将水问题提到全球议程上来, 并前瞻性地努力证实解决水问题需要采用多种方案, 而且需要更多类群体的参与。

特别感谢David Molden博士 (IWMI)、Mark Giordano博士 (IWMI) 和Will Fargher (澳大利亚国家水委员会) 对本书章节的严

格审阅。此外，还要特别感谢IWMI的Tushaar Shah博士对本书第9章同水经济学有关内容的编写所提供的帮助。本书作者还要感谢来自IWMI的Nishadi Eriyagama和Joanna Kane-Potaka的帮助。在本书末尾的注释中，我们也努力将本书所引用的原始材料如实列出，在此也对这些材料的作者表示感谢。本书第9章“水权和水费”就在很大程度上参考了美国土地管理局国家科技中心网站上发表的资料，考虑到这些资料的合法性，同时又为了忠于原文所表达的意思，我们对材料做了一些小的改动。我们在此还要感谢国际食物政策研究所（IFPRI），联合国环境项目-GRID Arendal项目（UNEP-GRID Arendal），澳大利亚环境、水、古迹和艺术部，西澳大利亚水务公司，政府间气候变化专门委员会（IPCC）和Data 360对于本书使用一些图表的授权。Samyuktha还想感谢她的父母对她的各类兴趣爱好自始至终所给予的鼓励和支持。

目录

Contents

序

前言

致谢

第1章 不是其他危机!

1

为什么水如此重要

1

水的一些真相

4

第2章 25年，从丰裕到匮乏

13

约旦河

16

南亚地下水情况

22

墨累—达令河流域

27

科罗拉多河

32

历史的教训

37

第3章 缺水的原因

40

引言

40

蓝水和绿水

42

缺水的原因

44

人口增长的影响

44

饮食习惯的变化

46

生物燃料生产	47
城市化、全球化及其他因素	49
气候变化的影响	50
小结	50
第4章 气候变化与水资源	52
气候变化最有可能产生哪些影响	54
气候变化对亚洲的影响	59
气候变化对澳大利亚的影响	62
水能起到减缓气候变化的作用吗	64
适应气候变化	65
小结	67
第5章 农业与水资源	68
灌溉为何如此重要	81
虚拟水和水足迹	83
如何从“一点一滴”中获得更多	85
城市再生水的农业回用	88
小结	89
第6章 水、粮食和贫困	91
农业与贫困的总体情况	93
大自然与贫困	94
灌溉与贫困——从亚洲学到的	97
地下水与贫困	99
妇女、水和粮食	100
水福利	102
小结	103

第7章 水资源规划与管理相结合	105
.....	
水资源综合管理	107
发展中国的饮用水和卫生	108
我们的污水怎么办	111
污水回收与回用	113
多用途的供水系统	118
小结	119
第8章 为了人和环境的水治理	122
.....	
认识水的特有属性	125
一个崭新的蓝图	127
转移到地方去	129
农民会自食其力	131
参与原则	133
对非官方机构的认可——大众和社区管理	134
河流	135
小结	136
第9章 水权和水费	138
.....	
水资源配置机制	140
南非的水政策	141
美国的水资源配置与水价制定	143
澳大利亚墨累—达令河流域	146
其他国家的情况	149
水资源经济学	149
从错综复杂中能学到什么	154
小结	156

第10章 解决全球的水资源问题	160
.....	
第一，无法测量就无法管理	162
第二，珍惜环境	164
第三，水治理改革	166
第四，给农业用水带来生机	168
第五，管理城市和工业用水需求	172
第六，赋予贫困人口和妇女参与水资源管理的权利	175
小结	177
注释	179
.....	
作者简介	193
.....	

第1章

不是其他危机！

“水是自然的驱动力。”

——列奥纳多·达·芬奇^①

为什么水如此重要

20年前，水这个字眼很少出现在报道中。今天，在全球一些地区，如果每周出版的报纸和有影响力的杂志中没有出现“水”或者“缺水”的字眼则纯属反常。而且，有些我们之前认为条件得天独厚、降水量丰沛的地区，现在也出现了缺水的情况，比如英格兰东南部和美国东南部的一些地区（比如，美国佐治亚州）。现在，一些部门开始认识到供水量并不是可以无限增加的，同时公众也开始认识到洗一场30分钟的淋浴和冲洗门前车道可能都属于非常浪费的行为。在水量偏少的地区，可用水量的减少不仅会造成作物歉收，在发展中国家引发饥荒，而且会对发达国家和发展中国家的经济发展造成威胁。同时，在今后数十年，气候变化也注定会越来越严重地对可用水量和粮食生产造成影响，其他一些已经或者将要对可用水量产生影响的因素还包括城市化和工业化、人类饮食结构的变化以及生物燃料的生产等。在蓬勃发展的

① 列奥纳多·达·芬奇（1452—1519），意大利人，著名画家和科学家，代表画作有《蒙娜丽莎》、《岩间圣母》和《最后的晚餐》等。