

The Water Footprint of Modern Consumer Society 现代消费社会水足迹

〔荷〕 Arjen Y. Hoekstra 著

吴普特 等译



科学出版社

014037291

TV213
10

现代消费社会水足迹

〔荷〕 Arjen Y. Hoekstra

吴普特 等译



科学出版社

北京



北航

C1725543

TV213

10

109780410

图号: 01-2014-1522 号

内 容 简 介

该书是“水足迹之父”——阿尔杰恩·胡克斯特拉教授继《水资源全球化》和《水足迹评价手册》之后的又一重要著作。该书评价了一系列日常消费品的生产链与供应链水足迹,诠释了流域水足迹限额、基准水足迹、产品透明度和水资源可持续性附加费等重要概念,阐述了“只有将原材料或消费品整条生产链及供应链加以考虑,水资源缺乏与污染问题才能被更好地认识与解决”等重要思想,并从消费者、企业、投资者和政府等不同角度阐述如何在全球尺度实现水资源的可持续配置和利用。

本书可供从事水利、农业、经济、环境等专业的科技人员、管理人员以及相关专业院校师生参考。

The Water Footprint of Modern Consumer Society

by Arjen Y. Hoekstra

© 2013 Arjen Y. Hoekstra

All Rights Reserved. Authorised translation from the English language edition published by Routledge, a member of the Taylor & Francis Group

本书封面贴有 Taylor & Francis 防伪标签,未贴防伪标签属未获授权的非法行为。

图书在版编目(CIP)数据

现代消费社会水足迹/(荷)胡克斯特拉(Hoekstra, A. Y.)著;吴普特等译. —北京:科学出版社,2014.3

书名原文: The water footprint of modern consumer society

ISBN 978-7-03-040228-8

I. ①现… II. ①胡…②吴… III. ①消费经济学-水资源利用-研究
IV. ①F014.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 048943 号

责任编辑: 韦 沁/责任校对: 张怡君

责任印制: 赵德静/封面设计: 北京东方人华科技有限公司

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年3月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2014年3月第一次印刷 印张: 11 1/2

字数: 232 000

定价: 88.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

译者前言

有限的水资源能否支持人类经济社会持续发展是当今人们关注的重要话题。伴随着经济的增长、人口的增加以及人们生活质量的不断提高，加之气候变化的影响，人类社会发展对水资源的需求不断增加，从而引起了全球性的“水资源危机”。1977年召开的“联合国水事会议”明确指出：水资源不久将成为一个深刻的社会危机，继石油危机之后便是水资源危机。

基于这种客观事实，世界各国均十分重视水资源的持续利用，并采取多种措施来应对这一危机。但人们关注的焦点则是以提高水资源利用效率为核心，开展节约用水的系列活动。例如，在农业生产方面，众多国家与地区强调大力发展节水农业，在提高农业用水综合效率的基础上，尽量减少灌溉用水，从而降低农业用水比重，以节约更多的水资源来发展工业、改善生态与环境，提高人类生活质量。

分析以往水资源利用的研究与实践，人们更多地关注了生产过程中的用水问题，并将注意力集中到了如何提高生产过程中的用水效率，认为只要提高了生产过程中的用水效率就可以提高水资源的利用效率，从而缓解水资源危机，进而实现水资源的可持续利用。当虚拟水与水足迹概念提出并被接受之后，人们发现不需要修建大型水利工程也可实现水资源的长距离调运，人们的消费水平与消费方式也与水资源的利用效率密切相关。这就为人类解决水资源危机问题，提供了一个新的视野与思维方式，也为节水农业的发展提供了一种新的理念与管理工具。

今年2月，水足迹概念的提出者阿尔杰恩·胡克斯特拉教授与我联系，告诉我继《水资源全球化》和《水足迹评价手册》之后，他又完成了一部新作《现代消费社会水足迹》，并表达了邀请我们团队将此书翻译成中文，并在中国出版的意愿。我阅读了本书的内容，深感这本书不仅是作者对前两本书的深化、补充与完善，同时，也感觉到作者提出的一些理念与思考，对人类水资源的持续利用有一定的积极作用，对我们国家实施最严格的水资源管理制度，以及发展节水农业所遇到的农业水管理等诸多问题，均有一定的借鉴与指导意义。于是，我欣然同意，并与我的团队成员完成了此项任务。

在译稿即将完成之际，我又反复阅读了该书内容，并再次进行了认真思考，为便于读者阅读，也为了与读者共同分享，写出如下感想，作为译者前言，也作为感想与思考。

该书的核心在于充分论述了水资源问题与我们人类社会消费的密切关联

性,并进行了大量的案例分析:从人类对可乐饮料、谷物食品、动物食品、棉质衣物、花卉、生物燃料以及纸张等的消费所产生的水足迹在时间与空间上的差异,区域间虚拟水贸易,以及这种贸易的合理性与非合理性的分析,进一步证明了水资源不仅是当地资源,也是全球资源的重要观点。在此基础上,该书从水资源持续利用角度出发,诠释了流域水足迹限额与水资源利用效率的概念与内涵,提出通过全球有限水资源科学分配、世界贸易合理化、增加产品透明度等手段作为实现水资源持续利用的重要举措;同时,对实现上述目标所要求的消费者、企业与政府应承担的责任与义务也进行了有益的探讨。对我们有如下启示。

启示一:人类社会持续发展需要我们共同树立全球水资源理念。

水资源供需的时空差异,以及水资源使用的开放性、竞争性与外部性特征,伴随着人类社会的进步与生活方式的改变,人类对水资源的需求量不断增加,要满足人类社会持续发展对有限水资源的需求,需要我们进一步改变传统的水资源利用理念,树立水资源不仅是当地资源,更是全球性资源的新观点。

启示二:水资源利用不仅与生产方式有关,而且与人类消费密切相关。

过去我们对生产方式与水资源利用关注较多,如农业用水量、工业用水量,生活用水量等,而很少关注人类的消费方式与水资源利用的关系。通过对不同产品水足迹差异的研究,人们发现:人类不同膳食结构对水资源的消费差异十分显著。据研究,单位热量牛肉的水足迹(单位:L/kcal)是谷物和根茎类植物水足迹的20倍左右。牛奶、鸡蛋和鸡肉中每克蛋白质的水足迹约是豆类的1.5倍,牛肉则是豆类的6倍左右。同时,来自不同产地的同种产品其消耗的水资源差异也十分明显。从水资源持续利用角度考虑,人类不得不重新审视自己的消费方式。

启示三:区域间合理贸易对提高水资源利用效率,实现水资源持续利用是有益的,反之,则会加剧水资源危机。

基于全球水资源的理念,以及水资源与人类消费方式密切相关的事实,区域间贸易应尽量遵循“相对优势”原则:即一个国家或地区应该出口具有“相对优势”的产品和服务,同时进口具有“相对劣势”的产品和服务。这种贸易从水资源利用角度考虑是合理的,有利于提高水资源利用效率,促进水资源持续利用。反之,则会出现相反的效果,甚至出现由水资源短缺地区向水资源相对丰富地区出口“虚拟水资源”的现象,即出口悖论。

启示四：关注水资源的持续利用问题，不仅仅是提高效率，同时需要减少水足迹的总量。

采用新技术提高水资源的利用效率，但节约的水资源反过来又进行扩大再生产，这样通过提高效率所产生的环境效益被部分或完全抵消，有时，由于效率的提高，消费甚至随之增加，反而消费了更多的水资源。因此，提高效率只是实现降低水足迹总量目标的措施之一，同时需要其他措施限制总需求的持续增长，特别是水密集型产品消费量的过度增长，如肉类、乳制品和生物能源的消费增长。因此，水资源的持续利用问题不仅仅是一个自然科学或工程技术问题，也是一个复杂的社会问题，需要从多方面综合考虑，进而制订流域水足迹限额，通过提高水资源利用效率与控制流域水足迹限额双重措施，实现流域的水资源持续利用。

启示五：实现水资源持续利用需要全社会各方共同努力。

环境可持续性、社会公平性以及资源高效性是实现水资源合理配置与持续利用的三大支柱。这涉及社会的各个方面，甚至各个行业，也涉及每一个人的生活与消费方式，要实现上述目标，必须引起全社会的高度关注与重视，包括合理的产品贸易，企业、个人以及政府的责任。随着人类社会的发展与进步，特别是水资源是全球资源观点的进一步深入人心，未来可以通过制订全球水足迹标准，达成国际水资源持续利用共识。同时，为了增加产品的水足迹透明度，可以给产品贴上水足迹的标签。

上述 5 个启示可能对我们国家的水资源研究与管理有一定的借鉴作用，包括农业生产结构的调整、人们消费方式等与农业高效用水的关系，也对我们国家下一步如何从事节水农业建设与发展有所启示。我们在今后的研究与生产过程中，可能不只是重视技术与工程问题，更重要的还要以持续发展为理念，特别是资源持续利用问题。

通过多年对节水农业理论与技术的研究，深感要解决我国的农业用水问题不仅仅是一个简单的技术问题。特别是区域经济格局发生重大变化之后，如南北差距、东西差距以及“南粮北运”转为“北粮南调”以后，结合我国地在北方、水在南方的水土资源分布现实，更应深刻认识到水资源管理在解决农业用水问题中的重要性，实际上，农业用水问题是一个复杂的系统工程，要实现高效、可持续用水不仅需要多学科共同研究攻关，更需要全社会给予高度关注。

这也是我们一直对水足迹与虚拟水这一理念与工具特别给予关注的主要原因。一直希望能够将这一工具引入节水农业研究领域，为解决我们国家的农业用水问题，特别是农业用水管理问题，甚至如何实施最严格的水资源管理制度提供一定的帮助与参考。基于上述考虑，近年来我们团队在研究消化吸收的基础上，

就如何将水足迹与虚拟水理论引入节水农业研究领域做了一系列探索性的研究。在完善农业生产水足迹概念与计算方法的基础上,分别对全球粮食生产水足迹时空变异、中国粮食生产水足迹时空演变、“北粮南调”所引起的农业虚拟水“北水南调”工程以及大型灌区粮食生产水足迹进行了探索性研究。从2010年开始出版我国粮食生产水足迹与区域虚拟水流动年度报告,以期为我国农业用水及水资源科学管理提供参考。但目前国内,包括我们团队,就农业生产水足迹与人类消费结构的研究还相对薄弱,而消费结构又与水资源利用密切相关,很有必要加强此方面的研究,这也是我们翻译本书的目的之所在。

本书由吴普特主持翻译工作,并协调统稿、校译与修订工作。初稿由以下博士后和博士研究生完成:卓拉(前言、第十四章)、吕越(第一章、第二章)、陶元媛(第三章、第四章)、耿庆玲(第五章、第六章)、孙世坤(第七章、第八章)、赵建民(第九章、第十章)、刘静(第十一章、第十二章)、操信春(第十三章);统稿由孙世坤和刘静完成;校译由王玉宝、赵西宁、孙世坤、卓拉和刘帝完成。在校译过程中,水足迹网络张国平博士提出了大量的宝贵意见,在此表示由衷的感谢。

由于译者水平与认识所限,书中不妥之处在所难免,恳请读者予以批评指正。

吴普特

2013年6月

前 言

“你每个月的用水量是多少?”很少有人可以给出这个问题的答案。如果让人们去思考这个问题,大都只会想到以美元、欧元、英镑或日元为单位的水费而不是以升为单位的用水量。对于生活在发达国家的家庭来说,水费只占他们日常支出的极小部分甚至到很难引起他们的注意。所以人们只是打开水龙头,却对他们的日常生活行为,如饮水、烹饪、清洁、洗涤或园艺等到底会用掉多少水知之甚少。通常,人们更不会意识到他们的间接用水——那些隐藏在他们消费的商品和服务背后的用水量。对于许多家庭,间接用水量是直接耗水量的50~100倍。尤其是食物、纸张和棉花的生产过程会消耗大量的水。之所以消费者“看不见”这些水,是因为许多商品的供应链遍布全球。今天,在全球70亿人口中,有50%居住在城市,在一些发达地区,这个比例甚至达到75% [UNFPA (联合国人口活动基金会), 2011], 然而绝大多数的水资源被消耗在农业生产中,只有少数用于工业生产和采矿业中,因此,消费者无法看见这些水资源的消耗过程。一个人在生活中很难意识到自己每天的商品消费与水资源消耗和污染密切相关。在欧盟所购买的花卉可能进口于肯尼亚、埃塞俄比亚、哥伦比亚、厄瓜多尔或以色列,而生产这些花卉消耗了当地大量的水资源。在美国购买的牛仔裤可能是在中国加工的,生产过程中污染了工厂所在地的河流。而所用的棉花又可能是由印度或巴基斯坦出口到中国的,在那里许多河流由于棉花生产所需的灌溉取水而被过度开发。通常,商品价格普遍不包括生产所用的水费和水污染处理费。因此,全世界的消费者在用水时几乎没有“全球水足迹”意识。

本书的基本思想是:公众对日常消费品的水足迹意识是全球水资源可持续配置和利用的一个前提条件。本书旨在通过分析和评价从牛肉到生物燃料以及花卉等一系列日常消费品的水足迹,来提高公众的水足迹意识。对于大多数人,甚至一些水资源领域的专业人士,水足迹仍是一个新概念。许多人听说过“碳足迹”,甚至一些人也听说过“生态足迹”的概念。水足迹与其他“足迹”概念类似 (Hoekstra, 2009; Galli *et al.*, 2011), 其基本思想都是关注伴随人类消费产品整个生产供应链对自然资源以及对环境承载力的消耗和影响。“生态足迹”计算的是能够持续提供资源或吸纳废物、具有生物生产力的地域面积,以公顷为单位。“碳足迹”衡量的是温室气体排放,以二氧化碳当量为计量单位。同理,“水足迹”评价的是淡水资源的消耗与污染,以立方米为计量单位。一件商品的水足迹是指生产该商品的整条生产链中所需的淡水资源量,包括消耗与所污染的水资

源量。一个人或一个社区的水足迹表示生产这个人或这个社区消费的所有商品和服务所需的淡水资源量。

我于2002年在联合国教科文组织国际水教育学院(UNESCO-IHE)工作期间提出“水足迹”概念,而后一直从事对此概念与方法的研究工作,没有因为2005年后转职于屯特大学(University of Twente)而停止。如今,“水足迹”概念与方法已经在科学界占有一席之地,自2007年起,这个概念受到越来越多学者、企业、政府以及非政府组织的关注。随着关于水足迹的报告发表在许多报纸如《纽约时报》、《华尔街杂志》、《卫报》、《时代周刊》和流行杂志如《国家地理》,“水足迹”概念获得了更大的受众面。日益增长的关注在因特网上也有迹可循,在2010~2011两年间,水足迹官方网站——水足迹网络(Water Footprint Network, WFN)吸引了120万个不同的访问者。公众对于“水足迹”概念兴趣的增长源于他们对“人类对水资源的影响最终可以与人类消费联系起来”以及“将消费品整条生产链及供应链加以考虑,水资源缺乏与污染问题可以被更好地认识与解决”的说法认同度的提高。越来越多的人意识到地区水资源利用和污染与全球经济结构紧密相关。许多国家已经明显使他们的水足迹外部化:从其他地区大量进口水密集型产品。这就增加了出口地区的水资源压力,而出口地区往往又缺乏合理的水资源管理和保护机制。不仅政府部门意识到他们在构建更科学合理的水资源管理中的角色,企业与公共服务机构也逐渐认识到他们在水资源利用与管理中的重要作用。越来越多的专业人士提出了相关问题:如何对本国或所属组织进行合理的水足迹计算与评价?如何识别由于水足迹过大而受影响的地区?如何减小这些地区的水足迹?

本书是我与Ashok Chapagain合著并由布莱克威尔(Blackwell)于2008年出版的《水资源全球化》一书的延续。在《水资源全球化》中我们提出:淡水资源是全球性资源,而合理的水资源管理应具有高于流域范围的尺度和维度。我们得到了大多数人的认可,当然也有许多批评性的评论。一些水资源研究领域的同仁仍然不认同淡水是全球性资源并坚持认为水资源管理是局部地区或至多是一个国家的事务,国际合作只会存在于跨流域地区和国家之间。一些人不喜欢“淡水为全球性资源”的说法,因为此概念可能导致忽略不同地区的水资源供需模式存在巨大差异的情况。这样的辩论其实忽略了一个事实:我们一再强调淡水资源除了具有局部维度外,更具有全球维度。因此,没有理由去改变从全球角度保护我们淡水资源的理论,这正是本书的基石。本书增加了更加多样的案例研究,这些成果都是近几年在《水资源全球化》出版后研究发表的,将深入地探讨一些具体商品的水足迹。由于世界上绝大多数的水资源消耗与农业相关,本书内容重点倾向于农产品及其制成品,如可乐、面包、意大利面食、肉类、棉花、生物燃料以及花卉等。同时,我们也评价了不同形式的能源

与纸张的水足迹。对于纸张的研究,我们考虑的是造纸过程的水足迹,同时考虑在相关的林业生产阶段的水足迹。当然,如果能够展示一些对基于矿产等自然资源的工业产品的水足迹评价的详尽案例会使本书更具参考价值,但目前相关研究比较缺乏。在某种程度上,工业产品通常由许多部分组成,每一部分都来自完全不同的产业链,导致其水足迹的估算变得非常复杂,而更大的问题是缺乏在工业与矿业生产活动中水资源消耗与污染的数据。我相信,无论如何,情况会随着时间而改变,而且这是必然。

本书可以看作对《水足迹评价手册》(Hoekstra *et al.*, 2011)的一个补充。《水足迹评价手册》是一本偏原理的技术性书籍,详细阐述了国际水足迹标准、相关概念与方法,细致讨论了“水足迹评价”各个阶段的内容:分为四个主要阶段:①设定目标和范围;②水足迹计算(以获得正确的数据);③可持续评价(解决“是什么?”的问题);④制订响应方案(解决“怎么办?”的问题)。本书采用了与国际水足迹标准完全一致的概念与计算方法,在这里不再赘述。关于本书中的一些技术性细节问题,建议读者参阅《水足迹评价手册》及与章节相关的学术论文。

在写这本书时,我参考和使用了大量的学术成果,其中许多是与我的同事合作完成的。我感谢我的研究团队成员为这本书的完成作出的许多间接贡献。我特别要感谢 Mesfin Mekonnen、Ertug Ercin、Maite Aldaya、Winnie Gerbens-Leenes 与 Pieter van Oel。请允许我说明,本书各章节主要来源于我个人及合作发表的学术成果。第一章大部分内容为原创,仅参考了一篇较早文章的一部分(Hoekstra, 2011b);第二章关于饮料的水足迹,大部分基于发表在 *Water Resource Management* 杂志的一篇文章(Ercin *et al.*, 2011);第三章关于面包与意大利面的水足迹,我引用了发表在 *Hydrology and Earth System Sciences* 的关于小麦水足迹的论文(Mekonnen and Hoekstra, 2010)和另一篇发表在 *Agricultural Systems* 的论文(Aldaya and Hoekstra, 2010);第四章关于肉类产品的水足迹,是基于我在由 Earthscan 出版的《肉类危机》(D' Silva and Webster, 2010)一书中所著的一个章节以及一篇最近发表在 *Aminal Frontiers* 的论文,并参考了一篇发表在 *Ecosystems* 的文章(Mekonnen 和 Hoekstra, 2012a)中的数据;第五章讲述棉花的水足迹,我引用了发表在 *Hydrology and Earth System Sciences* 上的文章(Mekonnen and Hoekstra, 2011a)以及由联合国教科文组织国际水教育学院(UNESCO-IHE)出版的一份报告(Aldaya *et al.*, 2010b);第六章关于能源水足迹,来自于多篇发表在 *Ecological Economics* (Gerbens-Leenes *et al.*, 2009a)、*Proceedings of the National Academy of Sciences* (Gerbens-Leenes *et al.*, 2009b)、*Energy and Environmental Science* (Gerbens-Leenes and Hoekstra, 2011)以及 *Hydrology and Earth System Sciences* (Mekonnen

和 Hoekstra, 2011a, 2012b) 的学术文章; 第七章关于花卉的水足迹, 是源于 *Water Resource Management* 上发表的文章 (Mekonnen *et al.*, 2012); 第八章关于纸张的水足迹, 部分引用发表在 *Water Resource Management* 上的另一篇文章 (Van Oel and Hoekstra, 2012); 第九章采用了较新材料研究的关于流域“最大可持续水足迹”概念, 同时也使用了一篇发表在 *PLoS ONE* (Hoekstra *et al.*, 2012) 的学术论文中关于世界主要流域蓝水缺乏度相关的主要成果; 第十章阐述的用水效率与反弹效应以及第十一章关于最优消费模式与什么是合理的淡水资源分配, 均是新的研究成果; 第十二章讨论贸易与水的关系, 是基于 Edward Elgar 所编著《贸易与环境手册》的一个章节 (Hoekstra, 2008)、世界贸易组织 (WTO) 的一份工作报告 (Hoekstra, 2010b), 以及一篇刊登在 2010 年 11 月在阿姆斯特丹举办的关于如何计算由国际贸易引起的水危机与水污染的专家研讨会会刊的文章 (Hoekstra, 2011b); 第十三章探讨产品透明度与最后的第十四章关于阐述由谁来为这些改变负责的问题, 都是目前前沿问题。

感谢我在屯特大学 (University of Twente) 的课题组每一位成员, 他们为我提供了一个积极的工作环境: Eelco van Beek、Martijn Booij、Caroline Bosire、Marcela Brugnach、Hatem Chouchane、Mehmet Demirel、Rianne van Duinen、Ertug Ercin、Winnie Gerbens-Leenes、Marjolijn Haasnoot、Ronald van den Hoek、Ying Huang、Maarten Krol、Zhuo La、Anne Leskens、Mesfin Mekonnen、Marjolein Mens、Markus Pahlow、Mireia Romaguera、Anne van der Veen 与 Donghai Zheng。感谢屯特大学工程技术学院和创新与政策研究所资助我聘请研究人员以及其他支持。屯特大学是创立国际水足迹网络组织 (WFN) 的主要成员并在其初创阶段提供了资金支持。感谢 WFN 的其他资助成员组织: 世界自然基金会 (WWF, 全球环境保护组织)、联合国教科文组织国际水教育学院 (UNESCO-IHE)、世界可持续发展商业委员会 (World Business Council for Sustainable Development)、国际金融公司 (IFC)、荷兰水合作协会与水中立基金会 (Water Neutral Foundation)。水足迹网络 (WFN) 自建立以来已经促进和加强了全球对水足迹评价的关注和重视, 并在促进水足迹发展为淡水保护的一个重要工具中起到了很大的积极作用。感谢 WFN 的所有成员在过去这些年促使水足迹成为前沿概念所做出的努力。感谢已把这个网络发展成为一个具有活力和高效的国际学习社团的 WFN 的每一位员工与合作者: Derk Kuiper、Ruth Mathews、Ashok Chapagain、Erika Zarate、Maite Aldaya、Guoping Zhang、Michiel van Heek、Nicolas Franke 及 Kurt Unger。感谢 Joke Meijer 和 Joshua Waweru 多年的秘书工作支持, 以及 René Buijsrogge 的水足迹网站维护工作。感谢来自于 Taylor & Francis 出版集团下属 Earthscan 出版社的 Tim Hardwick, 从我开始直到完成这本书全过程的鼓励和支持。

感谢我的父母 Jaap 与 Wik 对我生活和工作一直以来的支持、肯定和鼓励。请允许我表达对妻子 Daniëlle 的感激与爱，感谢她一如既往的爱、耐心与支持以及为我们的家庭作出的贡献。最后，感谢我的孩子们：Joppe, Lieke 和 Mette，谢谢他们带给我的欢乐。

Arjen Y. Hoekstra

于荷兰恩斯赫德

目 录

译者前言

前言

第一章 简介	1
1. 淡水是一种可再生但有限的资源	3
2. 水资源使用的开放性、竞争性和外部性	4
3. 淡水供需显著的时空差异	5
4. 淡水资源很有价值,但是水价往往远远低于它的价值	6
5. 为何淡水很容易被“过度开采”	7
6. 淡水既是当地资源也是全球资源	8
7. 水资源问题如何与我们的消费相关:水足迹概念	9
第二章 一天“喝掉”十浴缸水	11
1. 可乐案例	12
2. 瓶装可乐的工厂生产水足迹	12
3. 供应链	13
4. 0.5L PET 瓶装可乐的水足迹	15
5. 甜菜、甘蔗或玉米?	17
6. 当地影响	18
7. 可乐的案例给我们什么启示	20
8. 日常饮料的水足迹	21
第三章 面包和面食生产用水	23
1. 小麦生产水足迹	23
2. 雨养农业与灌溉农业	26
3. 北美大平原	27
4. 恒河和印度河流域	29
5. 与小麦产品贸易有关的国际虚拟水流动	31
6. 从消费角度看小麦水足迹	33
7. 意大利小麦消费水足迹	35
8. 意大利面食水足迹	35

9. 面包小麦和硬质小麦	37
10. 对意大利小麦生产用水量的担忧	38
11. 缺乏恰当的用水政策	39
12. 设置小麦水足迹的基准值	40
第四章 肉食者——大量耗水者	41
1. 供应链	42
2. 与饲料的相关性	42
3. 畜产品水足迹与作物产品水足迹	43
4. 肉食者与素食者的水足迹	44
5. 肉类、乳制品与水的国际特征	45
6. 肉类和奶制品：水管理部门的盲点	46
第五章 棉质衣物与咸海的消失	47
1. 咸海的消失	49
2. 中亚地区的农业水足迹	50
3. 棉花的重要性	51
4. 棉花水足迹	52
5. 籽棉水足迹基准值的确定	54
6. 咸海流域蓝水足迹限额的制订	54
7. 除棉花以外的其他纤维	55
第六章 “燃烧的水”——生物燃料水足迹	57
1. 生物能源	57
2. “第一代”生物燃料的水足迹	59
3. “下一代”生物燃料	61
4. “与食无争”之神话	62
5. 由麻风树提炼的生物柴油	63
6. 基于生物燃料的运输业水足迹	63
7. 水电能源的水足迹	66
8. 化石燃料的水足迹	66
9. 核能、太阳能和风能	67
10. 水资源政策与能源政策之协调	68
第七章 花卉的海外水足迹	69
1. 奈瓦沙湖流域灌溉及化肥使用	70
2. 奈瓦沙湖流域的内部水足迹	71
3. 出口花卉的水足迹	72
4. 奈瓦沙湖流域水资源利用可持续性	73

5. 设定流域内蓝水和灰水足迹限额	76
6. 奈瓦沙湖流域当前的水资源管理	76
7. 花卉供应链中主要代理商之间的可持续性贸易协定	78
8. 兼顾经济发展与可持续性	80
第八章 纸张供应链的水足迹	81
1. 纸张产品水足迹估算	82
2. 芬欧汇川公司 (UPM) 案例	83
3. 木材生产水足迹	84
4. 森林的蒸散量	86
5. 木材产量	87
6. 印刷和手写用纸的水足迹	88
7. 荷兰纸张消费水足迹	90
8. 一张纸的水足迹 (2~20L)	92
第九章 流域最大可持续水足迹	93
1. 流域最大可持续水足迹	94
2. 地点和时间的重要性	94
3. 地理与产品视角	95
4. 蓝水足迹: 全球半数以上流域已不可持续	96
5. 绿水足迹的可持续性	98
6. 全球 2/3 流域的灰水足迹已经不可持续	98
7. 流域水足迹限额	99
8. 水足迹限额的“降尺度”——从流域尺度到用水单元	100
第十章 水资源利用效率	101
1. 用水者的水资源利用效率	101
2. 零水足迹工业	102
3. 提高农业用水效率	103
4. 作物生长过程中的土地生产力与水分生产力	103
5. 灌溉效率与水资源利用效率	105
6. 水足迹基准	105
7. 水的经济生产力	106
8. 流域尺度的水资源分配效率	107
9. 全球尺度的水资源分配效率	107
10. 提高效率的局限性	108
11. 反弹效应	110

第十一章 世界有限淡水资源的分配	111
1. 强调消费模式的必要性	111
2. 关于国家水足迹缩减目标的国际协定	112
3. 全球尺度的水资源分配	113
4. 水资源分配：生产者和消费者视角	114
5. 合理配置水资源的三大支柱	115
第十二章 贸易合理化	117
1. 国际贸易对本国水资源的影响	118
2. 可利用水资源量对国际贸易的影响	121
3. 水资源短缺——出口悖论	122
4. 水价	124
5. 产品透明度和非歧视贸易	125
6. 国际可持续水资源利用协议的缺失	126
7. 为水密集型产品建立国际水标签	127
8. 多哈发展回合贸易谈判	128
9. 水密集型产品贸易强化：风险和机遇	129
第十三章 产品透明度	131
1. 为什么需要产品透明度	132
2. 关于什么的透明度	132
3. 消费者的角度	134
4. 企业的角度	134
5. 投资者的角度	135
6. 政府的职责	137
7. 应该给产品贴上水足迹标签吗	137
8. 良好的水资源管理	139
9. 全球水足迹标准	140
第十四章 谁将成为改变未来的英雄	141
1. 消费者：创造影响力	142
2. 企业：影响供应链的责任	143
3. 长远投资	145
4. 政府政策的一致性	145
5. 消费者、企业和政府的责任	146
参考文献	148
基本概念	164

第一章 简介

Adam Smith “看不见的手”（市场机制）无法有效配置世界性稀缺的淡水资源以实现社会利益最优。不管是在 Adam Smith 的时代还是在我们这个时代，将淡水资源交由市场来配置都不是一个好主意。我并不要使经济学家们不安，但是我认为我们应当公平一些，有效利用自然资源并不是市场的专有领域。淡水对生命至关重要，水就是公共健康，水就是食物，水就是能量。淡水资源的分配就是主要的政治议题。消费或污染由他人付费的水资源，这种便车现象是社会学的研究领域。了解水资源利用和污染物将如何改变水体的流动和水质，是自然科学的研究课题。淡水资源的数量和质量与生态功能之间的关系属于生态学家的研究范围。水利基础设施的设计则属于工程学范畴。

我们没有人会否认各种不同学科在水资源管理中的相关性，但是为什么要让市场在我们的淡水资源管理中占据主要角色？众所周知，由于水资源是一种公用资源，所以我们认为政府会为它负责，但事实却并非如此。当我们意识到政府把配置日常用品，如食物、纺织纤维、能量、矿物质等供求的经济机制，作为配置淡水资源的主要机制时，我们就会明白为什么在这个世界上政府保护和合理分配水资源的行为是极难有效的。就市场角度而言，在秘鲁的沙漠种植芦笋具有经济吸引力，于是我们就在秘鲁沙漠地区种植了芦笋，从而造成当地地下水位的下降。又如，市场促使国际社会从中国进口大量的低廉商品，而导致中国河流污染严重。水资源是免费的，所以无法从经济角度解释水资源的缺乏、生态系统的脆弱性与过度开采或污染之间的关系。除水资源之外，其他因素都可以对经济产生影响。经济发展具有一定的空间属性，因而它将决定使用哪里的水以及哪里的水将会受到污染，而不考虑水资源的可持续性或对污染物的稀释能力。城市在它们所处的区域发展与当地是否有足够的水资源来维持城市发展没有任何关系。很多地方都发展了农业和灌溉，即使我们已经很清楚这些地方并没有充足的水资源来维持长期的作物生产。

政府可能制订计划来应对污染和提高淡水资源的使用效率，但经济增长是建立在忽视淡水资源的基础之上的，它们对于水资源可持续利用来说，绝对弊大于利。美国可能具有比较完善的水资源法律，同时水环境质量标准也较高，但是为什么大平原下面的奥加拉拉（Ogallala）蓄水层也遭到了过度开采？为什么科罗拉多河（Colorado River）即将干涸？为什么那么多地区水体的营养和农药含量超标？在进行经济决策时好像没有人关心是否把淡水缺乏和污染作为一个因素来