

策划编辑：邹燕红
责任编辑：蔡晓洁

全球水伙伴技术委员会技术文件

第18号

全球水安全的经济价值

The Economic Value of Moving Toward a More Water Secure World

[美] Dale Whittington (戴尔·惠廷顿)

[美] Claudia Sadoff (克劳迪娅·萨多夫) 著

[美] Maura Allaire (莫拉·阿莱尔)

全球水伙伴中国委员会 (Global Water Partnership China) 译

全球水伙伴技术委员会技术文件 The Economic Value of Moving Toward a More Water Secure World

微信号: Waterpub Pro



唯一官方微信服务平台

销售分类：环境科学

ISBN 978-7-5170-4282-2



9 787517 042822 >

中国水利水电出版社

 中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

前言

最近所发生的全球性事件，如食品和能源价格不断上涨、严重的干旱以及佛罗里达州洪水，使水安全的问题更加令人担忧。水与其他自然资源不同，它可自我更新，依照水文周期循环往复，并且跨出国界自由流淌。实践证明，水是各个国家都难以掌控的自然资源。在社会公共金融资源有限的情况下，如何优先考虑水安全方面的投资？哪些因素对于增长最为关键？为强化水安全需要进行哪些重要投资？那些要决定如何分配资源来进行水管理的决策者们能从经济学中获取什么信息？

本书对这些紧迫问题进行了探讨，同时提出了一个更加实际的问题——如何理解提高水安全的经济价值？换句话说，提高水安全的价值如何体现？本书作者认为，如果我们只是对提高水安全经济的价值进行经验主义的估测，那将会令人失望。全球性估测对于解决本地水资源问题的投资决策无法发挥作用，但确实提出了如何处理当前存在的复杂问题的综合理论，并为将来如何应对提供指南。作者对国家和个人家庭对水安全价值的不同看法进行了阐述，并指出各国别无选择，必须撸起袖子着手实干，为了理解复杂的水文系统，确定特定的政策干预措施的经济成本和优势，并对水资源管理和发展中无可避免的权衡取舍作出艰难的决定必须做大量艰苦的分析工作。

我要感谢戴尔·惠廷顿和克劳迪娅·萨多夫，全球水伙伴技术委员会成员兼作者写出了这部鼓舞人心又发人深省的著作。他们在文中提出这一系列关键又复杂的问题的方式能被水利行业内外广大利益相关者所接受。我还要感谢莫拉·阿莱尔对本文作

出的重要贡献，也感谢全球水伙伴技术委员会在草案阶段提出的宝贵意见和建议。

我对全球水伙伴主席莱特蒂亚·欧本博士提出的建议和指导意见以及她对本系列丛书出版的支持表示诚挚的谢意。

全球水伙伴技术委员会主席
穆罕默德·艾特·卡迪博士

目录

前言

导言	1
水安全的经济价值：基本概念	5
水安全涉及的主要经济问题	5
历史的视角和“钻石与水”的悖论	6
用户价值与系统价值	9
提高水安全的经济价值组成	11
水开发路径	13
综述	21
国家视野下水安全的价值	23
国家的作用	24
动态高增长经济中水的作用	26
综述	32
家庭视角下降低水相关风险的经济价值	33
降低水旱灾害风险的经济价值	33
减少涉水健康风险的经济价值	43
综述	48
结语：采取什么行动？	49
附件	55
参考书目	57

图目录

图 1	从“状态 A”到“状态 B”中水安全变化的经济价值	12
图 2	不同属性的不同自来水等级比较	14
图 3	变水害为水利：一种可能的水资源开发道路	14
图 4	自来水覆盖率与人均国内生产总值	17
图 5	水和卫生设施覆盖率与国内生产总值	18
图 6	市政管道网络服务（在捐赠者、政府和消费者间） 资本和运维费用的分配与国内生产总值	19
图 7	1921—2015 年英格兰和威尔士水务行业全年资本 和人均支出（继续 2011 年价格水平）	28
图 8	加德满都及其他亚洲城市市政水务的属性	31
图 9	1950—2010 年中国、印度和孟加拉国逐年计算的洪水死亡人数	38
图 10	1950—2050 年按世界区域划分的全球水与卫生 相关疾病的死亡率	44
图 11	按国家分组，2005 年消费组合（家庭+政府支出）	46
图 12	2004 年低收入国家中按年龄分组的死亡情况	47
图 13	2004 年高收入国家中按年龄分组的死亡情况	47

表目录

表 1	1950—2010 年，按国家计算的因洪水致死平均数和年均财产损失	34
表 2	1950—2010 年，按国家计算的因干旱致死平均数和年均财产损失	39
表 3	全球洪水和干旱造成死亡和破坏损失比较	41
表 4	家庭对减少干旱和洪水付费意向的调研汇总	42
表 5	每十万人中与全球水与卫生相关的疾病、洪水和干旱致死人数的比较	44
表 6	家庭和国家看待问题的比较综述	50

导言

本书探讨的议题是全球水安全的经济价值。直觉告诉我们，人类离不开水，“水就是生命”。水是生物生命、地球地貌，人类健康的基础。同时，水也有益于经济、社会和环境，它既是具有生产力的自然资源，也会成为破坏性的自然灾害。鉴于我们对这些问题有如此强的洞察力，即使不做严格的经济分析我们也会为提高水安全进行投资。

然而，分析还是必要的。因为水对于我们的生命和生活太重要，社会对其价值的评价方式尤其复杂，而且水在经济发展中的作用如此广泛，仅凭直觉来进行管理实在无法应对。

“提高水安全的经济价值是什么？”为了更好地回答这个问题，我们需要对水的各项用途所产生的经济价值以及引发的危害进行认真的分析。分析不仅局限于评估各项工程措施的成本和效益，还要考量如何向不同的用户分配水源。同样一个单位的水用于不同的用途，其经济价值区别很大。一个单位的水用于饮用或工业所产生的经济价值通常比用于作物生产的高很多。此外，河流系统中同样数量的水用于不同用途以及流域内工程设施的修建均可形成不同的叠加价值或系统价值（萨多夫、惠廷顿、格雷，2003）。系统价值与个人用户的价值不同，它是水在流域或集水区所有使用累加的经济价值，因此，在河流源头提取或消费的一个单位的水所产生的系统价值可能比同样数量的水流到下游后产生的价值低，因为水会流经各个水力发电站，为关键河段的航运或生态系统带来好处，然后才被提取用于消费。

任何商品或服务（包括水）的经济价值都基于交换这个概念，即个人或者家庭为换取商品或服务愿意支付多少。因此，要想知

道价值的经济内涵，必须重点了解个体在世上所处的“状态”有何不同，因为有些人或家庭拥有的特定商品和服务其他人并不拥有。

如今，生活在地球上的每个人都可以获得一定程度的水服务（如果得不到就无法生存），以及某种程度的水安全。在水行业进行经济效益高的投资也会提高水安全。然而，财政部门和家庭面临的一个主要问题是“提高水安全的价值到底有多大（相对于其他迫切的需要而言）？”，或者反过来说“降低因管理不善给水资源体系带来的风险有多大？”。充分了解水安全的经济价值非常必要，因为水利基础设施的成本往往很高，而且除了与不良的水资源管理相关的风险外，社会还面临许多其他类型的风险。

国家和家庭建立“水安全”概念的一种途径是设立一种未来的“状态”，该状态下大量与水相关的问题都得以解决。生活在水安全的世界里的人们不会因为与水有关的疾病、洪水或干旱而失去他们的财产、生计甚至生命。他们不会因为不可靠的供水影响到自己的工作。他们能享受到人工水库或自然河流带来的娱乐机会，还能在办公室和家中因充足、可靠的自来水服务而享受到高质量的生活水平。

无论国家还是家庭住户都看到了一个水安全的世界，因为工业化国家有大约 10 亿人口已经拥有了这种生活，他们目前就生活在水安全的世界里。这并不是说高收入国家已经不存在与水相关的风险，而是在工业化国家，很少有人因为与水有关的疾病、洪水或干旱而失去生命，并且还可以通过保险以及其他分散和分担机制缓解剩余风险的经济成本。

不难发现，在世界有些地方的国家和家庭，与水有关的风险对人们的生活有着多么重大的影响。生活在当今世界最底层的数十亿人口一直面临着感染伤寒、霍乱和腹泻等与水有关的疾病的风险。在许多发展中国家，由于缺乏工程措施，河流无法在干旱期间提供灌溉用水，由此引发的在洪水灾害中死亡的人数，对于工业化国家的大多数公民而言，只存在于他们遥远的记忆中。

无论是发达还是欠发达国家，人们都希望通过改善用水安全减少供水中断的风险、与水有关的疾病、干旱和洪水，他们希望

可靠的供水可以使水的有益使用最大化。但是，与水相关的风险只是发达国家和发展中国家人民生活中存在的众多差异之一，这样一个有待分析的实证问题，即与人们生活息息相关的涉水风险究竟达到了何种程度。

提出了与水相关的风险在人们生活中凸显程度有多高？

国家和家庭采取不同的措施解决评价水安全是否得到改善的问题。了解提高水安全的经济价值，关键是要弄清为什么国家和家庭的观点不同。对于不同的用户，水的经济价值评估表明，在供水稀缺或不可靠的地方，解决水问题的方法应该简洁明了。在世界任何地方，将有限的水资源从低价值用途重新分配给高价值用途，似乎都不需要花费大量的金钱。高价值的用水户应当能够弥补低价值的用户，每个人都应该可以过得更好。对于经济学家来说，如果水在某些用途中的经济价值很低（如农业），表明为解决水资源短缺问题达成协议遇到的阻力会相当小^①。

但是，各国政府对水价值的看法并非如此。国家做法是基于认定水的价值比经济学家认为的高很多。各国努力确保人们的生存，从各个方面产生的系统风险中寻求安全，无论是军事、政治、公共健康，或自然资源的威胁（包括供水的威胁）。各国追求能够提高自身安全的力量，并以战略的眼光对水利设施进行布局，以在外交政策中获益。基于流通和贸易的价值的经济概念不能简单适用于各国考量自己的国家安全和人民生存问题。

家庭则尽可能地改善用水安全以使威胁人类健康和生活的与水相关风险降到最低。人们还希望获得“食品安全”，以减少饥荒。获得“国家安全”，以减少战争和冲突；寻求“金融安全”，以降低失业和盗窃的风险；获得“卫生安全”，以减少疾病和意外事故；获得“社会安全”，以缓解社会老龄化而产生经济压力因年

^① 例如，费舍尔等（2005）为在以色列和约旦河西岸的水资源利用开发了经济优化模型。他们的分析表明，从经济的角度来看，该区域水问题的严重性很小且易于管理。如果允许水市场发挥它的神奇作用，解决地区水资源问题的成本不会比大力发展高科技的以色列经济中几个小信息公司的价值更高。

老而产生的金融后果。因为水在循环的过程中会影响人类生活的许多方面，水资源管理的改善不仅可以提高用水安全，还有利于粮食安全、金融安全、社会安全和国家安全。

本书围绕水安全提高的经济价值探讨了一些关键性问题，并试图解开这样一个疑问：为何国家和家庭在看待水安全提高的经济价值上的观点会如此不同？如果读者希望从本书中获得一组水安全提高的经济价值的经验测算值，未免会感到失望，因为我们并不测算水安全提高的全球价值或提供可用于规划的测算数字。事实上，我们认为，普通意义上的提高水安全经济价值测算对国家或地区层面投资决策没有指导性作用。

关于水安全提高的经济价值的一些基本概念会在本书下一章进行阐述。文中涉及水安全的重要经济问题，并为提高水安全经济价值的组成设立了一个广泛的构架体系。我们引入了水的“用户价值”和“系统价值”两个概念，用于区分水资源体系中干预措施的经济价值对于体系中的个体用户和所有用户有何不同。我们还讨论了“水发展道路”这个概念，以便考察投资、项目和法规制度如何推动社会沿着不同的轨迹前行直至步入拥有水安全的未来（沃尔夫和格雷克，2002；格雷和萨多夫，2006）。本书从国家的视角阐述水安全的价值，确定了国家与水资源管理相关的五项职责或者责任，并对现有的经验证据进行了研究，以便得知家庭如何衡量减少涉水风险的价值。与我们的预期完全相反，从家庭的角度来看减少涉水风险的经济价值并不高。第五章讨论了对于国家尤其是财务部门，在选择水发展道路以及沿着选定水发展道路采取特定行动时，如何考量人们针对提高水安全经济价值所持有的两种不同的观点。同时，还提出了经济学在追求提高水安全的过程中应发挥的作用。

致谢

作者对穆罕默德·艾特·卡迪、邓肯·托马斯、唐纳德·J·布莱克摩尔和金斯利·E·海恩斯早期对本文初稿提出的意见表示衷心感谢。

水安全的经济价值：基本概念

水安全涉及的主要经济问题

水安全经济学属于知识型概念。当经济学家开始有关水安全的对话时，通常被问及两大类问题。这些问题不仅涉及提高水安全的潜在价值，也包括拖延和不作为会产生的潜在损失。第一类问题是一组宏观的经济问题，“实现水安全的成功与否会产生什么样的经济影响？”，换句话说，“水安全中怎样的投资力度最合适？”。人们通常都认为水安全对于经济增长至关重要，尤其在发展中国家，某个部门（如卫生、教育、道路和电力）会扮演强有力的政府角色。如果无法提供基本供水和卫生服务、不能控制洪水和干旱影响，生产力和经济增长都会遭到破坏。水基础设施投资能带来多重和长远效益支持了这种说法，但事实是，这些多重和长远效益很难以经济概念进行定量和估值。

回到水安全投资这个话题上来，鉴于投资对位置、环境和顺序的敏感度极高，因此人们不得不对提高水安全的“通用价值”乃至国家价值进行严格的计算。当然政策制定者总会也应该分配资源进行水管理。那么这些决策在经济学中是如何体现的？

- 为了提高水安全，人们如何对投资进行排序，确定其规模？
- 经济学能够为水行业是否能成为投资重点提供什么理论依据？水利设施的缺乏是否阻碍了增长？水的不安全为增长和发展带来哪些经济上的约束？

- 对于面临多大的挑战，以及相应应该进行多少投资，经济学能够提供哪些理论依据？如果未能实现水安全，付出的代价会

达到何种程度？

- 忽视水安全中哪个方面将付出最昂贵的代价，哪些是对实现增长最为关键的因素？最昂贵的产品是什么？提高水安全最需要哪些投资？

第二类问题则是一系列微观的经济问题：“考虑到水的复杂性，人们如何将经济原则应用于投资的规则、设计和排序，以提高水安全？”。换句话说，当你甄别一个水项目时，你如何判定项目的好坏？人们在对这些基础服务的经济效益进行量化时会进行争论，有人认为这是简单的基本需求，不需要做进一步测算，结果这会导致各部门依据情感偏好和直觉提出主张，而不是根据事实和分析。即使有人认为水安全是一个值得获得政府优先关注和投资的重点领域，并非所有的投资都具有同样的吸引力。特定项目的优先级别、设计和顺序应该根据认真的经济分析得出结论。

- 对于家庭而言，成本和效益分别是多少？
- 对于不同经济体而言，成本和效益分别是多少？
- 在从低速增长到高速增长的经济转型过程中，成本和效益会如何变化？
- 对哪些领域进行投资可以获得最高的经济回报？

历史的视角和“钻石与水”的悖论

水和其他自然资源（如土地和生态系统服务）对人类生存至关重要，如何看待其价值是长期困扰经济学家和哲学家们的问题。18世纪中期，法国经济学家早期学派中的重农学派将经济增长归功于自然资源，特别是农业用地。他们认为，来自农业的经济剩余是国家财富的基础、经济增长的动力。重农学派认为，农业资源开发是区域经济发展唯一可行的道路。

亚当·斯密反驳了重农学派的观点，预言20世纪重要的经济增长理论之一，即技术变革具有至关重要的作用，它是经济增长和发展的决定因素。斯密指出，重农学派没有考虑到资本、训练有素的劳动力、特别是技术进步在经济财富创造过程中的作用。

事实上，一种长期的思维定式会把经济增长和发展归因于生产过程中的单一要素投入，而贬低了其他要素投入的价值。例如，在 19 世纪，卡尔·马克思无视亚当·斯密对重农学派的批判，再次将经济剩余归因于单一的投入，这次他强调的是劳动，并提出了“劳动价值理论”。

在 20 世纪最后的 30 年中，生态学家和生态经济学家受华德·T·奥德姆观念的影响，强调经济财富是通过经济和生态系统的能量转换得到的（奥德姆，1976 年）。奥德姆提出将主要生态的能量作为经济财富和增长的基础。奥德姆（1995 年）提出了“能值”的概念，并建议以单一要素投入（BTUS，英热单位）来“客观”计算经济价值。

如果某个单一要素投入被确定为是经济增长唯一的驱动力，并将这个因素看做是唯一有价值的，我们必须高度重视和理智地利用这一“特殊”要素投入，因为它是经济增长的必要前提。在特定的时间和地点，考虑到不同的要素投入价格，为了使利润（或社会回报）最大化，仅侧重于一项特殊要素投入，可有效地避免在为所有要素投入（例如资本、劳动力，包括水资源在内的自然资源）寻求最优组合时面临的更加艰苦的工作。

当我们开始思考提高水安全的经济价值时，应避免犯同样的概念性错误。水资源虽然重要，但不是经济发展和人类福祉唯一的或最主要的驱动力。此外，水资源与生产的其他关键因素密切相关，如工人的健康。我们还必须避免只关注水的使用效率，或将“水足迹”作为优化用水的唯一标准（例如“让每一滴水产出最多农作物”）。水在有些其他生产要素很丰富（如海湾国家）的地方是稀缺资源，而在一些其他要素稀缺（如中非共和国）的地方水量却很丰富。确定所使用资源的最优组合以及维护特定地区取水的可持续性更重要的目标，而不是简单地减少水的使用^①。

在《国富论》中，亚当·斯密（1776 年）阐述了这样一种悖论：水是人类生存的必需品，但几乎没有交换价值（通常水的价

① 见说明性附件第 48 页。

格非常低)；钻石的交易价值极高，但对于生存而言属于奢侈品(通常它的价格非常高)^①。

“没什么东西比水更有用，但它能买到的东西很少，很少的东西就可以换到水。相反，钻石没有什么使用价值，但经常可以用它来换大量的其他货品。”

如今，在经济学入门教科书中人们采用边际效用理论来解释“钻石与水”的悖论。水虽然是人类生存至关重要的基本需求，但当水已经供应充沛时，增加一个单位的水给人带来的效用就不足为奇了。钻石的价值如此之高是由于其数量极少，由于它能给拥有者带来美观感受，加上拥有者甚少的原因被视为社会地位的象征，因此钻石的边际效用更高。

边际效用理论的基本观点是大多数大宗商品表现出的边际效用递减，即个体或公司每多获得一个单位，其价值就比前一个单位的价值低(杨，2005年)。对水来说尤其如此，一天中的头几升水对于一个人的生存是必需的，人们会为它倾其所有。因此，无论对于个人还是国家而言，测算这头几升水的经济价值用处不大或者说意义不大。个人和国家都会不惜一切代价去获取生存所需的最小量的水。

但是，如果有了更多的水，不仅能满足饮用需求，还可以用来做饭和进行必要的卫生清洁，这类用水也非常珍贵，但其价值赶不上第一类的饮用水，还有的将被用于其他不太重要的方面，而个体愿意对这些额外用水支付的金额也会越来越少。

因此，多出的一个单位水的经济价值变数很大，取决于特定时间和地点可被利用的水量。当供水受限时，前一个单位的水被分配于与生存更加密切联系的用途，因此它具有更高的边际价值。在极端紧急情况下，人们会心甘情愿地拿钻石交换救命水。

“边际效用递减”这个概念也适用于风险降低。人们往往最重视第一次风险降低。随后，每次风险降低的价值将会越来越小。

^① 亚当·斯密一生都生活在英国这个水资源丰富的国家，因此，他从来没有经历过在水源稀缺的条件下建立水经济价值面临的挑战。

到达某个点时，风险似乎能够被人所容忍或者变得“不会影响到常人生活”。不同个体感知可容忍风险的程度会随着经济发展和家庭收入的增加而降低，这是因为风险降低被当做是经济学家所称的“正常商品”（一个人越富有就越想拥有更多的商品和服务）。

边际效用理论表明，要了解水的经济价值，或者风险降低或其他任何商品的经济价值，就必须对两种情况下（“稳定状态下”）的个体进行比较。第一种情况下，向个体提供一定量的水；第二种情况下，向其提供更大量的水（一定的量再加上一个单位）。第二种情况下，额外增加一个单位水的价值是根据比较而定的，即从第一种状态到第二种状态，个人额外获得了多少效用。

同样，从个人的角度来看，提高水安全的经济价值是通过比较两种不同的水安全等级而确定的。从一种稳定状态（某一等级的水安全）到另一种稳定状态（另一等级的水安全）会导致个体效用（或“福祉”）的变化。可能有多方面的原因导致水安全发生变化，可能是对新的基础设施进行投资，可能是达成国际协议以解决沿岸国家对国际河流流量的争端，也可能是建立了新的洪水预警系统，或者发布了新的水质规定或市政供水水费政策。

用户价值与系统价值

水资源经济学家将水对于特定用户的经济价值（“用户价值”）和对于一个水资源系统中所有用户的经济价值（“系统价值”）进行区别对待（萨多夫等，2003年；惠廷顿等，2005年）。水的用户价值和水的系统价值之间的差异可以被看做是对用水户定义的转变，即从沿河某个特定地点的单个经济体到贯穿整个河流系统的所有用水户。

“用户价值”是指在某一特定的时间和地点，一个家庭或公司愿意为额外的一个单位用水所支付的金额（或其他物品），例如某个家庭配有私人装置解决家庭用水，或者一个农民提取水用于灌溉。每个额外单位用水的“用户价值”由这一单位的水用做何用途、用户有多少钱以及该用户已拥有的水量来决定。在水稀缺的

情况下，水的用户价值由其交换价值所决定。

水的用户价值正是亚当·斯密的“钻石与水”悖论^①未能解决的概念。审视水的“系统价值”需要更广阔的视野，并将水对于流域或其他水资源系统中所有相关用户的价值累计起来。水资源体系中的政策干预、监管或投资可能会为整个系统中的不同用户，以及系统内特地点、特定用水户的收益和成本都带来改变。

从系统的角度来看待水的经济价值与单一用户的视角有所不同，因为流域用水的自然相互依存关系会导致机会成本和正负外部性有所差异。这些相互依存性需要我们采取水资源综合管理（Integrated Water Resources Management, IWRM）措施。

在一个流域中，水的系统价值将通过几个不同关系的相互作用及其大小来确定，其中包括不同位置的蒸发和渗漏损失、不同地点的水力发电潜力以及农业用户价值等。在市政系统中，水的系统价值不仅由客户的用户价值确定，同时也取决于原水提取和向地表水水体排放（经过处理或未经处理）废水的成本。

与在特定的部门（例如灌溉农业）做的水的“用户价值”评估结果相比，关于流域或其他水资源体系中政策干预的“系统价值”的评估材料非常少。有一部分原因是很少有机构来承担系统评价大型水利基础设施经济价值的任务。此外，计算系统价值所需的数据和模型通常并不存在，或者不能公开使用。

用户价值和系统价值中都可能涵盖与水相关的风险。特定时间和地点的用户愿意为降低与水相关风险采取的干预措施付费。采取干预措施降低不同用户的涉水风险会在水的系统价值中得到反映。

^① 亚当·斯密用到了“利用价值”这个术语。20世纪，经济学家指出有些人愿意付费维护水的自然状态，不是因为他们想享受垂钓之乐或者为了日后能观赏到野生动物，而仅仅是为了自然环境而保护自然环境，因为这是“正确”或者道德的事情。如果人们愿意做出牺牲（或付费）保护自然环境中的水，这种“现状”或“不使用”价值也是水的经济价值中的组成部分。（卡鲁提亚，1967年）。

提高水安全的经济价值组成

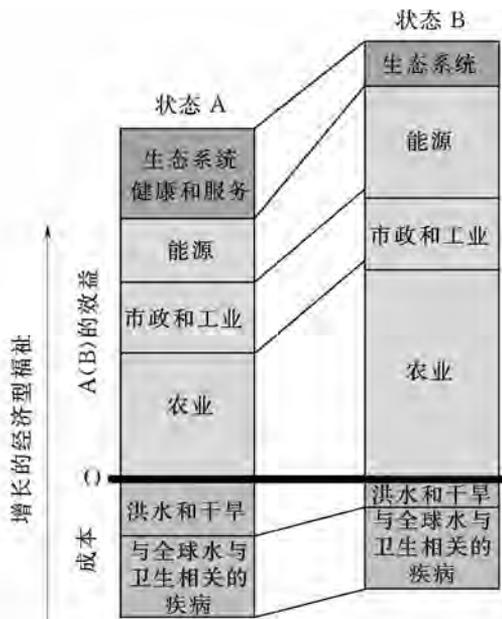
为解决水安全的宏观问题，我们应该提高水安全对于用户和行业的经济价值。改善水资源基础设施和管理给经济体中所有用户带来的全部经济价值的基本构架和组成部分是什么？水既具有生产性、也具有破坏性的经济后果（格雷和萨多夫，2007年）。好的水资源管理和基础设施可以提高经济体中多个领域水的经济总价值，并削弱洪水和干旱的破坏性影响。

这些投资的经济效益部分来自于改善了为生态系统、饮用水和卫生设施、农业、服务业和工业、能源生产和导航提供充足和可靠的水。

水利基础设施和水管理可降低经济体中不同行业遭受大范围涉水风险带来的破坏性影响。这些投资的经济效益部分来自于降低洪水和干旱风险，被污染的饮用水供应和生态系统退化的风险等。

图 1 给出了一种为提高水安全而采取措施（例如投资、政策、项目或规定），从而对经济价值的不同组成部分变化进行测算的方法。这些措施会导致从“状态 A”演变为“状态 B”。图 1 中每个区块表示的是在一种“状态”下用水的经济总价值中一个组成部分的大小。横轴上方的组成部分显示的是不同用水户或部门的经济效益。例如，农业收入的大小部分取决于特定“状态”（图中 A 或 B）中所提供的灌溉水数量。横轴下方的组成部分显示的是与该“状态”中现有水利基础设施和政策相关的不同经济成本。

这些干预措施“区块”的相对大小可以让决策者意识到，通过对新的水资源投资、政策或法规制定这些干预措施，从当前的“状态 A”改善到“状态 B”情况下以提高水安全的经济价值。通过提高生产部门中水利利用的收益，同时减少洪水、干旱和供水污染所带来的损失。水利基础设施和管理中许多投资能够增强总经济价值中的多项组成部分，例如，有效的水资源管理机构和信息系统可为农民提供建议，通过更好地确定播种、施肥和收割的时



部门/水事件	作为政策干预的结果,对经济福祉中变化的描述	从“状态A”到“状态B”经济福祉变化的方向
生态系统健康和服务	生态系统下降带来的收益→损失	--
能源	水电增长带来的收益→收益	+++
市政和工业	市政和工业增长收益中水未发生变化→中立	0
农业	为灌溉计划增加用水→收益	++
洪水和干旱	更好的水利控制减少了洪水和干旱的成本→收益	+
与全球水与卫生相关的疾病	水质和卫生设施的提高降低了健康成本(损失)→收益	++
政策干预措施的经济总价值=∑各部门变化		

图 1 从“状态 A”到“状态 B”中水安全变化的经济价值

间而提高产量。这些系统还可以提供预报和预警，减少极端天气和水文条件带来的破坏性影响。拥有一定库容水库的多用途大坝可以及时提供水源，增加农业生产，供给可靠的饮用水，并提供水力发电，从而提高水的有效利用。同时，水库可用于调蓄洪水并在干旱期间保证供水，从而减少极端水文条件带来的破坏性影响^①。

为提高水安全而进行的投资也可能给一些用户和行业带来负面影响。采取相应的措施可在一定程度上起到缓解作用，例如在

① 在水坝多用途之间需要做一定的权衡。

修建水坝或调水时，留出一定的环境流量以便减少对环境的破坏。但这些措施增加了费用，即使再好的设计、最成功的项目也可能涉及到利益权衡，并带来一些负面影响，所以在新的“状态 B”中，与“状态 A”相比，某些组成部分的大小可能下降。

超越直觉层面，在与提高水安全的特定投资相关的利益权衡中，可以利用经济工具去识别和衡量。经济学家可以帮助我们在水行业投资的经济收益和成本进行评估，并告知公众他们所面临的权衡，但是否值得还需要国家作出最终决断。

水开发路径

对所有部门进行的投资可根据路径依赖模式排序，随着后续投资回报预期及随后投资的动因是否充分而发生变化。例如，这些投资可能是为了减少疾病、提供大规模灌溉服务，或为潜在的工业用途提供可靠的水或电力。实际上，改变水资源投资方向可能会决定一个地区的经济发展道路。这类投资是最难以评估的，因为水资源开发“路径”的机会成本正是未选择发展道路的利益所在，很难了解清楚（惠廷顿等，2009年）。

“水安全”的经济价值可以指一个项目、法规或政策的单一变化产生的经济价值，也可以指一系列的变化产生的经济价值（例如，参考一个变化的经济价值，由于一个项目、法规或政策的变化，也可以指不同的变化序列）。在图 2 中，假设获得 A 级的自来水（产量大、品质优、可靠性高）需要两项投资。首先需将 D 级自来水提升到 C 级，然后需从 C 级提升到 A 级。我们可以估计从 D 级自来水提升到 A 级的经济价值，知道实现变化需要两步（投资），因此带来更高的成本。这个“两步”变化的经济价值与从 C 级到 A 级的经济价值不同，例如，第二项投资的经济价值中假设第一项投资已经完成。我们将这种渐进式步骤称为“水开发路径”。

图 3 显示了在水开发路径中首先应致力于减少水的破坏性，随后关注其有效利用。例如，假设我们沿水平轴无限展开时间和投

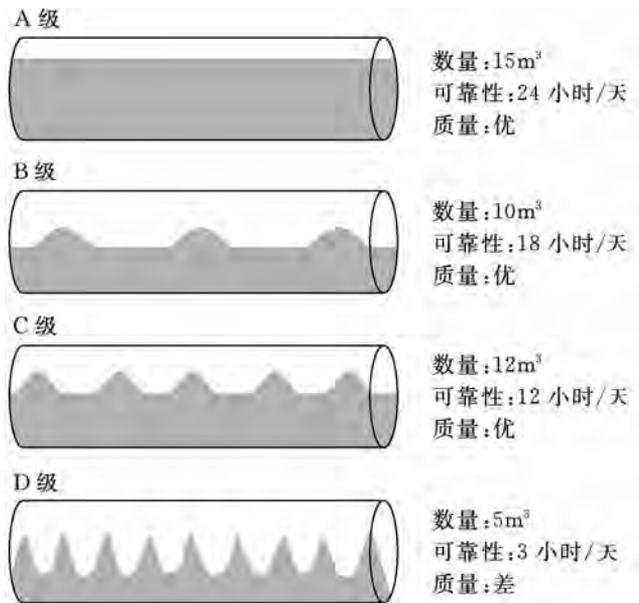


图 2 不同属性的不同自来水等级比较

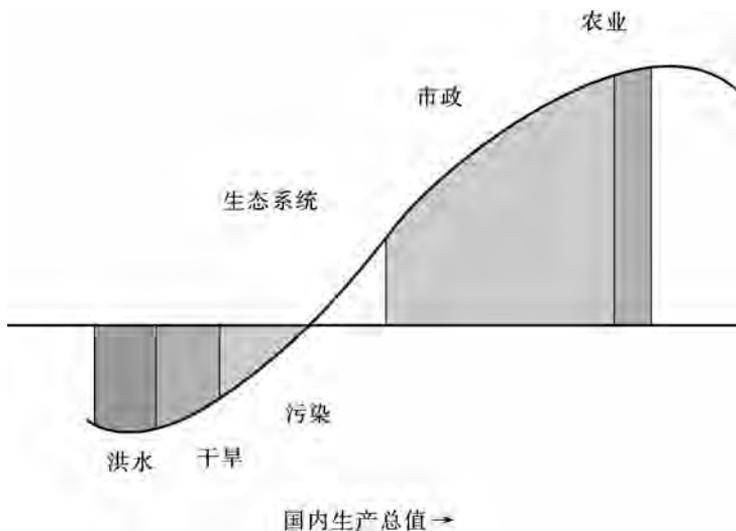


图 3 变水害为水利：一种可能的水资源开发道路

资，从左到右，首先是降低水的破坏作用，然后越来越多地实现其有效利用。理论上我们可以这样设想，水开发路径的重点首先致力于减少水的破坏性，然后关注其生产性，因为与提高经济水

平相比，减少因使用污染水源以及水灾、旱灾带来的生命损失似乎具有更高的优先性。但在现实中，大多数大型水利基础设施的投资可同时实现多重目标，可在降低风险的同时提高水的利用效率。大坝不但可以控制洪水，还可为灌溉提供水源。管道供水和排水系统不但可以降低儿童的死亡率、提高小公司的生产率，还可以节省单个家庭从户外水源取水所花费的时间。

对于贫困国家而言，从现有状态到“水安全”的高收入国家，可能需要在水开发道路上走几十年。沿着这条开发路径，水行业需要投入许多资金。这些投资的时机是否适当以及投资顺序取决于当地的条件以及水资源和其他行业提供的机会。“水开发路径”可能涉及技术转让，也可能需要使用成熟的技术（吉尔斯，2005年，2006年）。每项投资都与成本和效益相关，如果投资水资源基础设施是明智的选择（收益大于成本），就会使社会一步一步接近水安全和高收入的目标。理论上，我们可以计算出实现这个愿景的每一次细小增量变化的经济价值。

邓小平将计划经济到市场经济的转变称之为“摸着石头过河”。逐步实现水安全状态的投资规划进程实施起来也同样困难，直觉和缜密的分析都很重要。政策变化和进行投资的时机和顺序取决于当地的条件，以及水资源和其他行业提供的机会，这也需要“摸着石头过河”。不能硬性执行总体规划或有关实施实现用水安全的一般性政策建议。实际工作中，对于大型水资源项目的投资决策通常是逐步成型，无法看清后续的实施步骤。

随着经济的持续增长和收入的增加，家庭和政府能够获得更多的资金，用以降低各类与水相关的风险。随着风险的降低，经济增长的机会可显著增强，一部分原因是家庭和企业更加自信，能在经济上承担回报高、风险也更高的投资。在获得降低特定与水相关风险的经济价值时，降低风险和经济增长之间这种双向的关系或反馈显得格外具有挑战性。水服务渗透到家庭和企业的每项活动中，在动态发展的经济形势下，追踪水服务改进中的每个相关活动并保持完整记录几乎是不可能的。

对于水的重要性的直觉告诉我们：水利基础设施是经济发展

的一个必要条件，并应优先于其他领域的投资。法国重农学派在关于农业的重要性优先于工业的论证中，也有类似的说法。但更深层次的对特定环境的分析也是必要的（林，2011年）。即使没有这些水利基础设施，许多经济高速增长的发展中国家也已启动了向中等收入国家转型的过程。例如，印度虽然已被列入经济高速增长的国家行列，很多城市的基础设施仅能在一天的几小时里提供未受到污染的水，并且数百万人经常受到洪水和干旱风险的威胁。日本是亚洲第一个实现经济高增长的国家，但东京在其水开发路径中直到最近才配备污水处理系统。当然，我们不知道如果情况相反事实会如何。或许，中国、印度和日本如果较早在水资源领域进行投资，会获得更快的增长。但在水利基础设施建设中的高投资将伴随着其他经济领域投资的减少，这意味着在动态高速增长的经济中，想要获得“水安全”的经济价值是一项艰巨的任务。

由于大多数水问题主要是本地、或区域性问题，并与经济活动紧密相关，因此，对水资源部门的投资策略形成宽泛统一的结论比较难。鉴于各地水资源条件和其他经济要素存在不同，对某一时间和地点有吸引力的投资可能并不适于其他地方。在《下一步融合》中，迈克尔·斯彭斯（2010年）指出，邓小平致力于借用西方的知识帮助中国从计划经济向市场经济转变，但他对工业化国家的经济理论和政策规定持怀疑态度。解决当地或区域性的水资源问题时，特别是寻求提高水安全的经济价值时，需要我们对政策的对应性或广泛和普遍的适用性持有类似的怀疑态度。

在投资和政策改革过程中强调“摸着石头过河”，说明投资决策和政策制定并不容易，失误很常见。有些投资选择的收益低于成本，因为收益和成本难以预计，事前很难看到这种结果。尽管有周密的规划和分析，仍无法预料事件的发生。而事后沿着开发路径采取不同的行动所获的经济价值可能会与预期完全不同。因此，公共部门的决策者对水资源基础设施进行投资时，需要像私人投资者一样发挥凯恩斯的“动物精神”和直觉，但仅凭动物精神和直觉还远远不够。

一个国家在到达高收入之前，能否选择一条通往水安全世界

的路径仍是一个问题。如果将开发的重点集中在水资源领域，是否可以更快地实现用水安全？如果实施这样的开发路径，将提出这样的问题，即在经济上它是否具有可取性？而且，人们会提出采取替代性开发路径的经济价值。与沿着给定开发路径累积的经济价值不同，确定替代性开发路径的经济价值需要对两种不同的经济发展动态过程中人类福祉的差异进行评估。测算沿着给定开发路径累积的经济价值虽然具有挑战性，但对于将两个不同开发路径进行对比而言，这项任务相对更加简单和易于掌控。在不同的开发路径中，特定投资或政策措施的经济价值可能完全不同。这是因为在某种开发路径中，单个项目可以采取与在另一种开发路径中截然不同的方式，对其他投资项目进行补充（或替代）^①。

历史的经验和有效的数据表明，在有关城市供水和卫生服务方面经历由低向高的经济发展过程中，各国对广义的水开发路径的选择差异并不大。图 4 显示 2008 年 139 个国家的人均国内生产

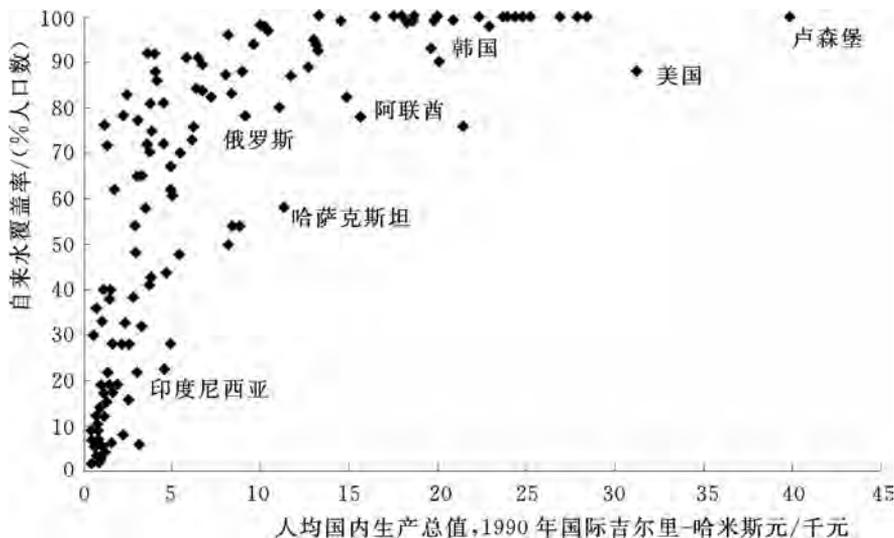


图 4 自来水覆盖率与人均国内生产总值

^① 例如，“可持续发展道路”包含对可再生能源的投资和低碳投资消费模式。在这条道路上，收集雨水用于城市供水的投资会补充对于公园和自行车道的投资，而更传统的城市交通和娱乐项目不包括这些内容。

总值和自来水覆盖率人口百分比，正如人们所预期的，人均国内生产总值和自来水基础设施建设之间有很强的正比关系。

在市政供水和卫生行业，所有工业化国家都已实现了从非管道过渡到自来水和污水管网服务阶段，更加成熟的污水处理技术得到不断应用。有人提出了这样的疑问，考虑到自来水和污水管网具有资本密集度高、用水量大的特点，它是否可作为可持续的解决方案（艾思瑞，2001年；托马斯和福特，2005年）。一些捐助机构和非政府组织极力推崇非管道解决方案，如用水点处理技术、手泵、堆肥厕所、通风改良坑（VIP）厕所等，不仅用于水开发路径的中间环节，也可作为实现可持续水安全“妥善”的和具有决定性的技术。不过，这些看法最近都已经明显成为少数人的意见。没有一个国家曾经明确表示，已采取此类“妥善”的和具有决定性的技术作为水开发路径的最终解决方案。各国更多地选择了传统的自来水和污水管网，即使达到100%管道自来水覆盖率的过程漫长而且昂贵。

图5描述了随着在国内生产总值（收入）的增加，一种典型的城市供水和卫生设施的开发路径。如图5所示，国内生产总值水平很低时，无论自来水还是下水道覆盖率都很低，并且网络化系统的投资成本过于昂贵，仅有小部分精英群体家庭能够承担。国家有其他更紧迫的问题需要解决，绝大多数家庭中必须依赖非网络

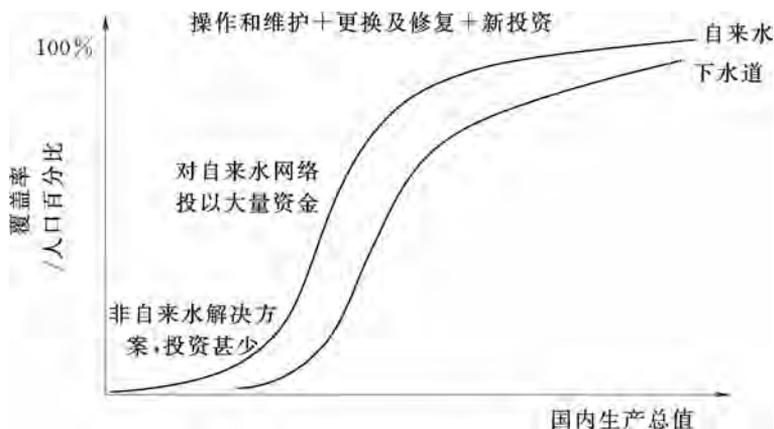


图5 水和卫生设施覆盖率与国内生产总值

化的供水和卫生服务。随着经济的持续增长，首先有了供水管网，继而是污水管网。随着经济增长速度的加快，网络服务成为国家和家庭的重点，并有一段时间为扩大覆盖面而支出高额资本。而且资本支出通常不会下降，因为随着股本扩大，更换及维护的需求也随之增长。

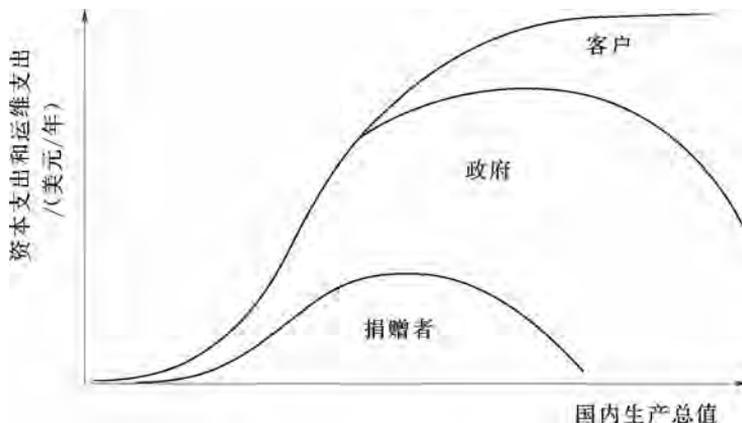


图6 市政管道网络服务（在捐赠者、政府和消费者间）
资本和运维费用的分配与国内生产总值

如图6所示，在这个过渡期开始时，捐助机构往往在融资和支付资金的投入中发挥了显著的作用，但当金融负担很快超过捐助机构所能承受的程度时，国家开始发挥重要作用，提供融资和资助并扩大服务的范围。随着城镇人口覆盖比例逐渐提高，大部分医疗和其他生产性收益得以实现，国家渐渐取消了每年大量的资金补贴，更加关注低水价带来的经济效率低下，要求用户支付的费用占总费用的比重越来越大。但即使是许多发达的工业化国家，国家仍然经常为服务产生的年度总支出提供部分补贴。

然而，许多重大决策是在城市水开发路径逐步实现自来水和下水管网全覆盖过程中制定的。例如，下水道排放的水是否可以（或不可以）与地表水径流并流；自来水是否可以每天24小时、每周7天全天候或间断供应；方案规划者会在安装了污水管线的同一时间才会安装自来水管网；水费的设计可鼓励或抑制用水；可以采用不同类型的水源组合来提高供水的可靠性；为用户设计的供

水标准和排放到接收水域的废水标准可以有所区别；在开发路径发展的某个阶段，无论私营还是公共机构都可作为服务提供商。

在流域管理和大范围水资源管理方面，广泛的水开发路径在选择过程中已出现了更多变化。例如，第二次世界大战后，摩洛哥选择大力发展灌溉农业的经济发展道路，这反过来决定了它需要进行大规模的水资源基础设施建设。相比之下，阿尔及利亚选择的发展道路集中于工业化领域，对大型水坝及随之而来的相关灌溉设施需求甚低。

在大多数情况下，当国家有财力修建大型基础设施，为干旱提供蓄水、为灌区供水、控制洪水并进行水力发电时，他们会选择这种类型的水开发路径。然而，捐助机构和非政府组织仍在不断地倡导“以软件为主导的”环境友好型开发路径，这种模式基于自由流淌的河流、非工程性洪水控制措施、径流式水电设施以及减少对单一作物种植的依赖。但有些国家由于水文条件所带来的困难，几乎没有考虑采用这种“以软件为主导的”水开发路径。我们对对应担负的区域水资源开发和粮食安全责任的重视程度远远胜过为流域开发描绘的“绿色”愿景（惠廷顿，2004年）。

如何更好地实施区域经济发展战略，我们有必要进行战略性选择。例如，埃塞俄比亚对是采取“水电优先”的水开发路径还是“灌溉优先”的水开发路径进行了认真讨论。在恒河流域，人们对于是在喜马拉雅修建大坝还是利用地下水为灌溉农业提供年度用水储备进行了激烈的争论，对于恒河流域是否应继续采用堤防工程管理洪水的利弊也存在争议。

各国对于国际河流流域的开发路径的基本选择通常为合作或者独自开发。合作开发国际河流，特别是在气候变化带来不确定性的前提下，通常会产生很大的经济效益（迪尔曼特和金泽巴赫，2012年；布莱克摩尔和惠廷顿，2009年）。但共享河流的各国中可能会形成复杂和多面的关系，而河流的开发往往都与各国对于能源和安全的持续关注密切相关。

国际捐助机构可通过提供资助修建大型基础设施、促进合作共赢、风险共担的协议签订以及增加对水文现状的理解，从而推

进跨界河流的合作开发。但是，尽管有这样的国际努力，围绕跨界河流开展真诚合作开发的案例仍然为数不多。各国面临着强大的压力，选择了单边的流域开发之路，而放弃了合作的潜在增量经济收益。

综述

在讨论上述基本概念时，有几点值得强调。首先，在实施精心设计、规模合理、具有成本效益的项目时，为了避免延误、无为和不明智的投资带来的必要损失，我们必须对水安全投资进行经济分析。无论对于投资的总体重要性直觉上认为有多么重大，均不能替代对每项投资选择所进行的细致和彻底的分析。

其次，定义水安全的经济价值需要比较两种不同的状态。对于经济学家而言，抽象地引用“水安全”的经济价值没有任何意义，只有在讨论水安全从某个等级提高到另一等级时经济价值才有意义^①。比较一个人在两种不同水安全等级中所得到的供水服务（或福祉）是必要的，这也是亚当·斯密“钻石与水”悖论解决问题的方式。在两种水安全状态中，个人在获得供水服务或福祉所体验到的变化或大或小地取决于两种状态下水安全属性之间的关切程度。

第三，由于大型水资源系统中存在自然相关性，对于大型水利基础设施的投资会对很多部门和利益相关者产生正面或负面的影响。任何大型投资都会产生一定的效益和成本。个体用户可能会体会到这些影响，他们对水的使用价值观点会有所改变。但个人无法了解该项投资所带来的系统性变化，因此国家有义务对水的系统价值加以考虑。

^① 在《自然》杂志上的一篇广为引用的文章中，罗伯特·康斯坦萨和他的合作者将“自然”（包括水资源）的经济价值确定为每年 33 万亿美元，他以暗示的方式比较了两种状态：一种是有自然存在，另一种没有自然存在。没有自然的状态基本上是一个毫无意义的概念，这引起了环境经济学家发出否定性的强烈反响（博克斯泰尔等，2000 年）。

第四，在区域性经济发展路径充满各种竞争的情况下，国家通常需要对宏观层面的战略做出抉择，全面衡量技术和工程制约因素、水资源的可用性、气候不确定性、政治和社会动态、环境质量以及经济增长等因素。区域性发展路径一旦确定，必须权衡这条路径上特定步骤的“经济价值”。在确定每项投资、规定或干预措施是否在特定的时间和地点实施、是否具有经济价值前，需要对成本和收益进行慎重的分析。

国家视野下水安全的价值

在过去几个世纪中，现代国家^①在收集人类和自然资源信息以及对其认知方面取得了显著进步。人口普查用来描述人口情况，姓氏则代表某个独立个人。地籍系统会用来进行财产登记并确定土地的边界。有些地方将部分森林从公共财产中去掉，以期引进科学的管理。规范化的城市规划和交通要道可促进贸易、国家管控以及收取税收（斯科特，1998年）。

水是可再生资源，通过水文周期水可以快速、轻易地移动并跨越国界，事实证明，水是各国最难了解和掌控的自然资源。正因如此，在对新建水资源基础设施和其他政策干预措施投资时，很难对水的系统价值变化进行测算。部分原因是由于水文系统的内在变化性，水文数据比大部分其他自然资源的信息更加难以收集和分析。在一些发展中国家，水文数据仍被视为国家机密，因此，很多国家最终也只能将基础水文数据和开发活动置于无人知晓的境地。由于水文资料作为国家安全信息会被某个当局把控，因此国家层面在制定决策时无法获得全面的信息。这种情况下，很难全面掌握流域的真实情况以及备选基础设施投资有关的风险和机遇等信息（萨多夫等，2013年）。例如，恒河流域是世界上人口最多的流域，人口接近五亿，但即使到了21世纪，我们对于这条河流如何发挥功效及其水的使用情况仍然知之甚少。

各国对于水开发路径中实施每个步骤所涉及的水资源开发方

① “国家”这个词被用来泛指一个国家的文官政府，并包括由政府设立的部门和机构（如流域机构）。“国家”可视为与家庭相对的概念，因此显然国家不是一个单一的实体，其本身包括了一系列利益相关者。

案以及如何进行利益权衡并没有清晰的认识。在缺乏透明度的情况下，由于技术部门的客观性遭到质疑，各国之间的争端难以调解，国家对科学的事实无法轻易达成一致。由于各国还在努力掌握水资源的真实现状，很难预测他们面对复杂的战略选择时会做出怎样的决定。

国家的作用

从国家的角度看，应对实现水安全面临的挑战并非经济学家预想的那样简单，仅在水开发路径上平衡小型渐进式投资的成本和利益就能万事大吉。事实上，水管理不善对国家和社会生存可能构成威胁。减少与水相关的风险和提高水的生产力对国家非常重要，主要有以下五个原因。

首先，并非所有与水相关的威胁都来自于水文循环体系或自然事件带来的变化，事实上有些是人为造成的。家庭和国家可能会面对来自其他国家非合作行为所导致的涉水风险。一条跨界河流流经的或一个地下蓄水层所覆盖的所有国家间的非合作行为应由国家去解决。公民期望国家负起责任来化解此类风险。如果政府不能有效地解决由于他国非合作行为导致的问题，人们会对其合法性提出质疑^①。

例如，1965年，新加坡脱离马来西亚后仍高度依赖于马来西亚的供水。在其获得独立期间，新加坡的主要供水来自于马来西亚柔佛州的水库，并通过管道输送到新加坡本岛。新加坡前内阁资政李光耀在其自传中（2000年）描述了从马来西亚获得不间断供水对于新加坡的重要战略意义。1965年马来西亚总理马哈蒂尔博士在与李光耀会晤时直接问道：“为什么新加坡要建立自己的军

^① 每个对保护供水有所顾虑的国家，都会存在另外一面，即担心其他国家对其水利基础设施采取有计划的攻击行为。这种担忧可能并非空穴来风。例如，在朝鲜战争中，美国轰炸朝鲜水坝，企图摧毁朝鲜的水稻作物生产及其水力发电（米尔斯海默，2001年，第104页）。

队（在以色列和瑞士的帮助下）？”，李光耀是这样回答的：

“我同样直截了当地回答你的问题，我们担心某个时候，会发生像切断供水这样不可预测的疯狂行为，他（马来西亚）曾公开扬言，只要我们之间出现分歧就会这么做。……与马来西亚签署的独立协议是我们脱离（马来西亚）条款文件的一部分，一直存放在联合国。如果违反了这些条款，我们会去安理会。如果缺水成为迫切的问题，在紧急情况下，如果需要，我们就必须付诸武力，修复受损管道和设备，恢复水流。我把话说明白了，虽然他否认会发生任何这类行动，我也相信他不会这么做，但我们必须为所有突发事件做好准备。”（第 276 页）

各国在解决涉及用水权的争议时也会遇到很多困难。水资源的不确定性可能导致对“现状”的理解产生偏差。各国通常对水交易的主张或放弃水权以交换其他内容的主张抱有严重的抵触态度^①，特别是在没有完全理解交易的意义的情况下，各国需要花费大量的时间和努力来了解：跨界河流交易的内容是什么，可进行哪些交易。交易内容的不确定性可能会开启单边攻击性行动的大门，特别是对邻国的基本水文实际情况不完全掌握的情况下^②。

其次，从国家的角度看，当大型涉水灾害（如洪水、干旱、霍乱爆发）降临时，大量民众同样深受其害。而当公民遭受日常或者偶然的损失时，国家一般不承担责任。这类损失轻易地被接

① 例如，尼赫鲁在 1961 年给孟加拉国总理阿尤布·汗的信函中描述了自己的担忧。他担心位于恒河下游河岸的孟加拉国会通过优先使用获得历史权，并阻碍上游的开发。他在信中写道：还有一件事我必须提到，您在来函的第 7 段仍要区别上游和下游河岸的权利，这意味着下游河岸可以单方面自行延续项目实施，而上游沿岸不能这么做。如果这样，它将使下游沿岸能单方面根据自身的利益扩张这种权利，从而完全阻止上游河岸的所有开发和利用。很明显，我们不能接受这种观点，尤其是恒河的 3/4 位于印度境内，这使印度对于这条河流拥有优先权。考虑到印度是上游国家，而且是地区霸主，它使用的大部分灌溉取水来自恒河。这些都说明了尼赫鲁对于河流水权的潜在竞争持谨慎态度。

② 例如，总理梅莱斯·泽纳维直到 2011 年 2 月，埃及最动荡时期，才宣布在蓝色尼罗河上修建千年大坝。不仅是因为国内的政治动荡使埃及无暇顾及，而且各党派也没有很好地理解在埃塞俄比亚蓝色尼罗河上这一水库的水文、经济和社会意义。

受，作为常规和基本条件的一部分。可是，如果国家未能充分调动资源应对洪水、干旱和流行病等大规模的复杂灾害，政府的合法性就会遭到质疑。

第三，水是灌溉和雨养农业的一项投入（生产要素），因此，农业用水的经济价值取决于食品的市场价格。粮食可能因各种原因出现短缺，包括自然灾害、洪水、干旱、作物病害以及全球贸易混乱。如果出于某种原因，食品短缺且食品价格暴涨，水的经济价值也会增长。经济学家一般在日常或正常状态下估计农业用水的经济价值——而不是在食物短缺时。以静态的角度审视粮食短缺出现前农业用水的经济价值，会存在一定的风险，忽视国家最关心的风险——确保其公民皆有其食。这是另一个版本的“钻石与水”的悖论；在干旱扩大的情况下，当需要农业用水来养活一个国家的人口时，它的价值会变得极其高（像钻石一样）。

第四，用于平衡高速增长、充满活力的经济发展与公正、公平的社会现象的用水分配在国境内是由国家来决定的。当供水有限时，由国家决定不同的用户和用途之间的水资源分配。家庭不容易察觉自己的用水行为如何影响整个流域或水资源系统的用户。个人用水户通常不会考虑如自己的行为对体系中其他人的影响。因此，国家有义务协调不同用水户的用水需求，解决公民之间的水资源分配问题。如果国家不能妥善协调和解决用水冲突，则被视为国家失能。

第五，在贫穷国家向高速经济发展转型的过程中，国家负责制定所需的经济政策。从低收入到高收入经济的转型进程中，我们不能只是看到提高水安全性需要的投资。在向高增长经济转型过程中，改进供水服务和水资源管理同样发挥着重要（但难以量化）的作用。

动态高增长经济中水的作用

在一个贫穷国家向经济高增长发展道路转型的过程中，生活在城市的人口比例通常会稳步增长。20世纪80年代，中国开始启

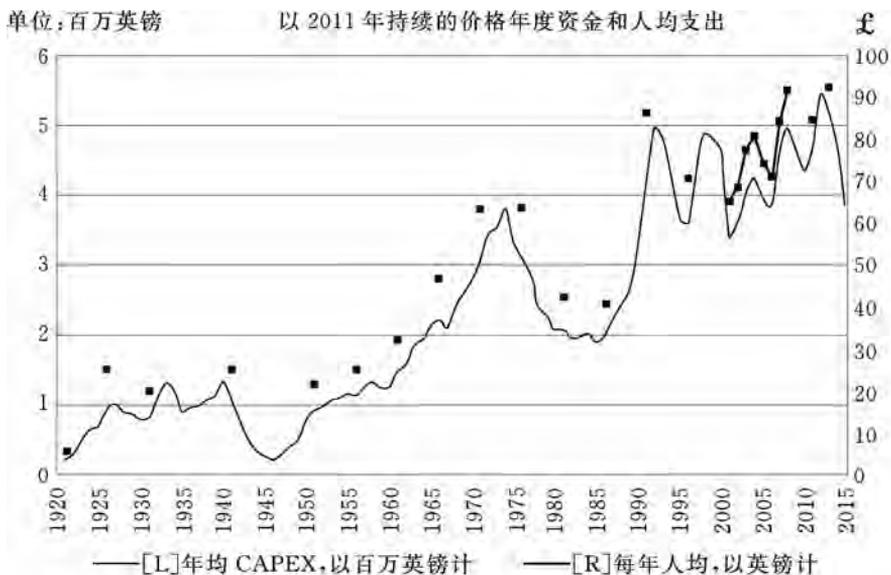
动高增长的发展路径，当时超过 80% 的人口居住在农村地区。到 2006 年，该数值已经跌破 60%。在农村地区，人们往往受困于低生产率的农业就业，因此迁往城市地区，寻求更高的工资和更好的生活质量。与全球市场接轨的制造和服务业企业可吸纳这些廉价的劳动力，而且支付比农业部门更高的工资。

这些从农村迁移到城市的人口对国家造成了巨大压力，城市地区教育和基础设施急需改善。在高增长经济中，公共部门在提高经济生产力和改善新城镇居民生活质量方面发挥了重要作用（海恩斯和尼基坎普，2006 年）。与教育和基础设施配套服务一样，投资自来水和下水道等基础设施，通常还包括防洪，是促进经济增长的重要组成部分。管道供水和卫生服务可减少疾病，节约家庭的时间，尤其是妇女和儿童的时间。他们还从两个重要方面对教育投资进行补充。首先，住在家里的孩子们得到了优质的供水服务，获得更好的营养，更加健康，所以能更好地学习。其次，自来水服务节约了孩子们（尤其是女孩）的时间，因为他们再也不用为家庭挑水，有更多的时间来学习。

在一些大都市地区（及其邻近地区），减少洪水和改善排水等基础设施和建立预报预警系统是优先考虑的领域。投资防洪基础设施主要以两种方式改善一个城市的投资环境。首先，保证企业投资者的全球供应链遭到破坏的风险最小。其次，他们可防止有价值的劳动力免于丧失宝贵的工作时间。

在动态和高增长经济下，人口和经济压力可转化为更多的家庭需求，不仅是对自来水服务的需求，对住房、电力、学校、电信、公共交通和道路的需求也是一样。许多城市不仅需要自来水和污水处理基础设施建设，还需要寻找新的水源。无论大型水源基础设施（大坝、水渠、输水管线），还是市政供水和污水处理网络系统，都属于资本高度密集型设施，造价昂贵。在大多数地区，这样高强度的投资需要持续几十年。

例如，图 7 显示了 1920 年至今英格兰和威尔士水务和卫生部门的资金投入。到 20 世纪初，英格兰和威尔士已为城市供水基础设施进行了大量投资，人们也许会设想，工程已经完成，政府可



资料来源：邓肯·托马斯，英国曼彻斯特大学（个人通信，2011 年）。

图 7 1921—2015 年英格兰和威尔士水务行业全年资本和人均支出（继续 2011 年价格水平）

能会转向其他优先领域进行投资。但根据图 7 显示的情况，事实并非如此，无论以绝对值还是人均值计算，投资仍在继续增长，并在 20 世纪末达到有史以来的最高水平^①。在英格兰和威尔士这样水资源丰富的国家，即使在已经进行了一个世纪的大量投资后，目前每年的总成本（资本支出和运营与维护成本）大约合为每户每个月 40~50 美元^②。

国家必须为水利基础设施投资提供资金。从历史上看，私营部门在很长时间内和地方成为了投资大型水利基础设施的次要角

① 尽管英格兰和威尔士的年度资本支出长期呈上升趋势，但在 20 世纪曾出现波动，这体现了大型基础设施投资起伏不定的特性。资本支出在经济大萧条的危机中出人意料地保持了相对稳定。而资本支出在第二次世界大战期间，由于战争成为公共支出的首选，资本支出如期下跌。1950—1970 年，资本支出稳步增长，尽管这期间实行了第二次世界大战后的财政紧缩政策。从 1975—1990 年，资本支出下降，然后从 1990—2011 年，它们在一个较高的水平保持波动。

② 每年的总费用中，大约 40% 用于运营和维护，60% 用于投资。

色。由于国家承担了提供资金的责任，财政部和国家的最高政治领导层通常对重大水资源开发作出决策。

随着农村人口向城市的迁移，家庭对教育和基础设施服务提出更高的要求，这主要表现在政治进程中（如政治家通过寻找公众对于公共教育和基础设施建设不满产生的抱怨进行时政判断），也体现在市场中（如私营企业往往在新兴制造业和服务业需求与国家所能提供服务之间的空隙寻求市场）。除自来水和卫生服务外，日益增长的城市人口还有许多其他迫切的需要。家庭对于城市地区的供电服务需求特别高，即使在最低收入城镇居民家庭中也是如此（科密福斯等，2003年）。与电网投资相配套的投入可延伸至许多领域。电力为孩子们晚上学习提供了照明，增加了教育投资。电力为电视机、收音机、手机和电脑提供电源，可消除信息不对称、创造就业、提供娱乐，并可降低金融交易的成本。电力也减少了家庭与水相关服务的费用，包括提水和使用点（POU）水处理系统的成本。

全球资本流动的不稳定性和对教育和基础设施数额庞大、持续的资本需求，意味着一个国家如果试图依赖外来资源对城市投资进行太多融资会有一定风险。如果国外资金流被掐断，会对高速增长发展路径带来严重干扰甚至使之失能。这意味着教育和基础设施所需的大部分资金（包括改善供水和卫生服务以及城市排水）都要由国内提供。国内资金主要来自于新城镇人口的储蓄，他们目前从事的是比在农村地区生产力更高的工作^①。高经济增长国家的经验表明，城市工人愿意将新获得工资中相当可观的一部分进行储蓄，尤其当他们认为经济在遥远的未来将保持高速增长时更是如此。随着收入的不断增长，储蓄的绝对量增加，这些资金会以私人支出或税收的形式为增加公共开支做出贡献，用于进一步

① 政府可以采用几种办法调用城镇职工的国内储蓄，或将其纳入私营中介机构的渠道进行集中引导。政府还可以调动通过出售自然资源获得的国内储蓄，特别是销售石油及天然气和木材的收入。但是，与过度依赖国外资本市场相比，依赖资源开采换取外汇已被证明风险（问题）更大。

改善基础设施和教育。这有助于在高收入、高储蓄，以及增加教育和基础设施投资之间实现良性循环，在许多方面都产生了积极的外溢效应。更富裕的城市人口有能力为教育和基础设施服务直接付费，当国内储蓄有限时，呼吁向这类服务收取使用费。

在高增长经济体系中获得成功的国家不愿过分依赖国外资金，意味着这些国家在基础设施和教育领域投资的金融资本不足，应妥善分配。在动态高增长经济体系中，很难测算出对基础设施和教育部门投资所产生的互动和互补效应。但我们没有理由认为，自来水和卫生服务或者更广义的水资源投资是高于其他教育和基础设施需求的、唯一有价值的优先领域。这些领域无疑非常重要，但不可能以此为教育和基础设施投资提供确切的时间和顺序。解决基础设施和教育投资回报不确定性的通用办法是，由国家在多个部门之间分配预算，而不是将资金集中投入到改善供水和卫生设施或其他用途上。

国家（和财政部）最好对如何妥善平衡当地和国外资金作出决策。地方官员很少会拒绝用于改善教育和基础设施的外来资金。他们几乎总是想要更多的外来资金，但从宏观经济的角度来看，这样做风险可能很大。

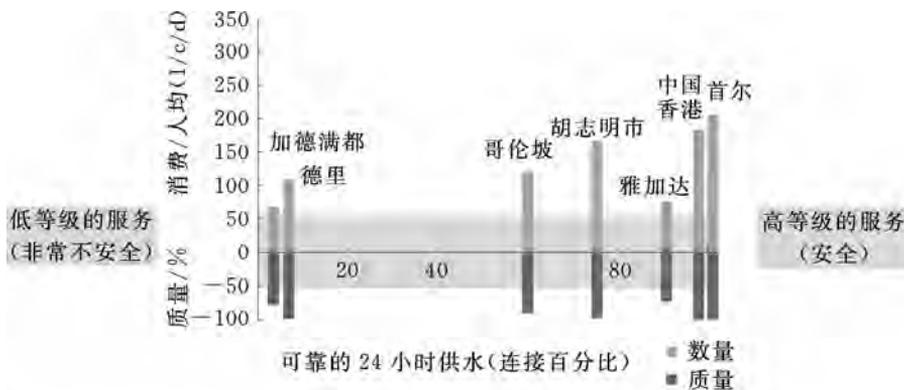
高增长经济体系中，水安全的经济价值将不断变化。当水作为一个国家经济发展的基础时，企业和家庭会更重视水的可靠性和质量。水在不同用途的相对经济价值将有所改变。每立方米的水在服务行业中的附加值会高于农业用水中的。由于企业和家庭有更多资产需要保护，降低洪水风险的经济价值会有所提高。

经济增长在为提高水安全所需的资本密集型投资提供资金的同时，也会提高水安全的经济价值。如果经济停滞或未能步入高速增长发展路径，由于投资需求过高和过于高昂，工业化国家的公民则无法享受到应有的供水安全水平。

如果国家不能为城市供水基础设施提供资金会怎么样？尼泊尔就是一个例子。图 8 显示，加德满都在 2004 年的家庭供水无论是在数量还是在质量方面都落后于亚洲其他大城市。从那以后，情况变得更糟。加德满都大都会地区的人口从 1990 年的约 100 万

膨胀到今天的约 400 万。在人口迅速增长期间，由于社会动荡和政治不稳定、规划能力有限以及治理无力多种因素，政府在市政供水和卫生设施管网方面基本上没有投资。

如今那里的市政供水和污水处理基础设施已接近崩溃，一个星期只有几个小时能为大部分家庭提供用水。对无法为 400 万人提供现代化的水和卫生基础设施的社会和经济成本进行量化很难，但也有少数研究人员曾尝试进行计算。帕他那亚克等人（2002 年）预计，2001 年加德满都每个家庭为效率低下的供水系统所负担的平均成本约为 3 美元，约占家庭平均收入的 1%。但用“回避应对成本”来测算改善服务的经济价值无疑是太低了，因为其中没有考虑到之前提到的互补性。



注：

数量，以国内消费人均[升/(人均·天)]计。资料来源：2004 年亚洲开发银行。《亚洲城市的水》。

质量，以通过细菌测试的水样本所占百分比计。资料来源：1997 年亚洲开发银行。《水设施数据手册》。

可靠性，以连接到 24 小时供水所占的百分比计。资料来源：2004 年亚洲开发银行。《亚洲城市的水》。

图 8 加德满都及其他亚洲城市市政水务的属性

加德满都的例子说明，在实现水安全的发展道路上会出现很多潜在的障碍。如果不能定期对与水相关的基础设施进行投资，积压已久的欠账会形成无法填补的窟窿。加德满都大区的管网系统如今已经几乎完全损坏，剩余的资本存量经济价值也不大。当地居民和国际捐助者现在面临着艰巨的任务，必须为 400 万人口重建整个供水和卫生基础设施。

综述

从国家视角来考量水安全的经济价值有三个关键点。首先，国家的基本作用是作出重大水利基础设施和其他政策抉择，这些将决定一个国家的水发展道路。经济发展和增长将是首要目标，但国家在做出决策时需考虑和权衡其他方面的需要。增强国力和安全是国家的迫切需要，往往优先于经济学家认为的提高水安全的经济价值。

其次，虽然人们对市政供水和卫生服务以及流域基础设施建设等综合水发展路径已形成广泛的共识，各国仍面临重要的战略选择。例如，如何平衡市政供水、农业、能源和生态系统的竞争性使用需求。对于国际河流的管理，首要任务通常是在合作还是单边发展之间进行抉择。如果选择单方面的流域发展道路，国家将面临巨大的压力。

第三，国家在理解复杂的水文系统和发展机遇方面仍面临困难。对决策的时间和顺序提出的一般性建议无法对各国的特定发展道路提供有效的帮助。国家需要特定的知识来了解其特定的水资源情况、知道如何选择和进行利益权衡，而不是对于水安全经济价值的普通全球性观察。回到我们对经济学家提出的首要问题，这意味着对于实现或未能实现水安全的成本这样的宏观经济问题，各国可能都有自己的小算盘。但是，经济学的作用仍然在回答一系列至关重要的微观经济问题。经济分析为水务部门投资的选择、设计和排序提供了原则。

家庭视角下降低水相关风险的经济价值

降低水旱灾害风险的经济价值

无论低收入还是高收入国家中的大多数人都愿意规避风险，因此，减少洪水和旱灾风险的真实经济价值将超过这些损失的预期值。在这种情况下，研究这些风险和相关的预期损失程度是了解减少这些家庭水风险的经济价值（例如，有多少家庭会愿意为减少此类风险付费）的良好开端。

从全球的角度来看，由洪水引发的生命和财产损失并不大。表 1 为 1950—2010 年按国家统计的洪水致死平均数和年度财产损失数。如表 1 所示，由洪水引发的大量人员死亡主要涉及几条大河（中国的黄河和长江、印度和孟加拉国的恒河-布拉马普特拉河）。1950—2010 年^①，全球洪水致死人数中的 93% 发生在印度、孟加

^① 本 1900—2010 年洪水和干旱的全球数据由世界卫生组织紧急事件数据库（EM-DAT）提供。这些数据为国家层面每年的平均数。列入本数据库的灾难事件必须满足下列条件中的一个：①报告死亡人数为 10 人或更多；②受灾群众达 100 人或更多；③申报为紧急情况；④申请国际援助。世卫组织从联合国机构、各国政府和国际红十字会等多种来源汇编这些数据。由于数据有多个来源，可能存在一些不一致的地方。死亡率和损伤估算可反映灾难事件发生的损失，估算不包括长期损失和间接损失。除了失踪人员，死亡率损失为已证实的死亡人数。如果官方有死亡人数数据，则使用该数据。受损估算反映了灾害对当地经济短期的直接和间接影响。直接影响包括对基础设施、农作物和住房的破坏；间接影响包括收入损失、失业和市场的稳定。报告这些损失的机构并没有使用用于定量损伤估计的标准方法。此外，在低收入国家，由于数据收集不充分有可能低估了损失。

拉国和中国。但是，即使在这些国家，每年由洪水引发的死亡风险也极低，从十万分之 3.5（中国）到百万分之 1.4（印度）。在许多国家里，一个人由于洪水死亡的风险相当于被雷电击中，并非大部分人需要担心的问题。当然，这些都是全国平均值，居住在洪泛平原的家庭所面临的风险会更高些（雷击也会集中在某些区域）。

同样，全球由洪水造成的年度财产和其他经济损失平均值也很小，平均每年每人约为 2.55 美元^①。如表 1 所示，少数几个国家所遭受的年度人均财产损失是平均值的数倍。这些国家年度人均受损值高有多种原因。一些贫穷国家水文条件难以掌控和管理，又没有经费用于防治措施（例如朝鲜、圭亚那）。由于这些国家正在步入动态高增长的路径，人们肯定会更加重视减少风险的价值。在发展路径的这个阶段，从国家和家庭的角度而言，防洪投资都会被认为具有经济价值。

表 1 1950—2010 年，按国家计算的因洪水致死平均数和年均财产损失

国家	平均每年因洪水死亡率	平均每年因洪水带来的损失 (2010 年, 千美元)	因洪水人均死亡率	预计人均年预计年度货币损失 (2010 年, 美元)
世界总计	38,577	11,618,630	8.45E-06	2.55
中国	34,096	3,438,119	3.47E-05	3.50
印度	988	837,729	1.37E-06	1.16
孟加拉国	854	336,339	9.02E-06	3.55
委内瑞拉	498	72,025	3.20E-05	4.63
巴基斯坦	244	281,648	2.52E-06	2.92
伊朗	127	204,111	2.99E-06	4.80
日本	127	258,778	1.16E-06	2.36

^① 2012 年 EM-DAT 对估算的洪水损失是这样概况的：“当地经济的直接损失（如对基础设施、农作物和住房的破坏）和间接损失（如收入损失、失业和市场的不稳定）”。损失估算没有标准的方法，因此，每个国家的报告可能包括不同类别的损害和损失。

续表

国家	平均每年因洪水死亡率	平均每年因洪水带来的损失 (2010年,千美元)	因洪水人均死亡率	预计人均年预计年度货币损失 (2010年,美元)
巴西	106	215,832	8.36E-06	1.71
印度尼西亚	103	53,520	6.73E-07	0.35
尼泊尔	100	30,094	5.92E-06	1.79
越南	87	65,952	1.64E-06	1.24
墨西哥	69	96,933	9.82E-07	1.38
韩国	65	76,850	1.75E-06	2.07
海地	63	102	1.12E-05	0.02
阿富汗	62	12,717	3.71E-06	0.76
菲律宾	52	44,533	9.39E-07	0.81
哥伦比亚	49	29,681	1.76E-06	1.06
泰国	48	124,025	1.05E-06	2.69
索马里	46	0	8.52E-06	0.00
荷兰	33	53,803	2.43E-06	3.98
衣索比亚	32	419	7.42E-07	0.01
莫桑比克	32	38,652	2.67E-06	3.27
朝鲜	30	407,746	1.79E-06	24.40
美国	30	1,311,559	1.33E-07	5.88
阿尔及利亚	29	18,161	1.43E-06	0.89
秘鲁	29	3,787	1.59E-06	0.21
摩洛哥	27	9,289	1.29E-06	0.44
塔吉克斯坦	26	14,171	6.17E-06	3.36
也门	24	73,425	2.13E-06	6.54
西班牙	21	293,950	5.99E-07	8.36
南非	19	35,187	6.14E-07	1.12
柬埔寨	19	8,773	2.13E-06	1.00

续表

国家	平均每年因洪水死亡率	平均每年因洪水带来的损失 (2010年,千美元)	因洪水人均死亡率	预计人均年预计年度货币损失 (2010年,美元)
斯里兰卡	18	12,501	1.19E-06	0.83
肯尼亚	18	868	9.37E-07	0.05
智利	17	18,053	1.48E-06	1.57
意大利	17	746,792	3.17E-07	13.94
土耳其	16	45,184	3.39E-07	0.94
突尼斯	16	20,463	2.30E-06	2.98
厄瓜多尔	16	33,063	1.83E-06	3.91
玻利维亚	15	41,820	2.57E-06	7.19
洪都拉斯	15	9,609	3.61E-06	2.37
危地马拉	14	3,927	1.86E-06	0.52
尼泊尔	14	2,614	1.68E-07	0.03
多米尼加共和国	14	1,752	2.32E-06	0.30
阿根廷	13	242,337	4.36E-07	8.29
苏丹	12	11,040	5.54E-07	0.51
埃及	12	4,089	2.38E-06	0.09
俄罗斯	12	145,976	1.04E-06	1.07
罗马尼亚	11	86,729	1.28E-06	4.09
坦桑尼亚	11	415	2.61E-06	0.02
萨尔瓦多	11	10,404	2.53E-06	2.35
葡萄牙	10	27,739	1.86E-06	2.95
马拉维	10	861	2.01E-07	0.12
尼加拉瓜	8	166	4.81E-07	0.05
黎巴嫩	7	315	7.70E-07	0.11
老挝	7	2,414	1.86E-06	0.63
缅甸	7	3,500	2.01E-07	0.11

续表

国家	平均每年因洪水死亡率	平均每年因洪水带来的损失 (2010年,千美元)	因洪水人均死亡率	预计人均年预计年度货币损失 (2010年,美元)
加纳	6	8,417	4.81E-07	0.64
安哥拉	6	208	7.70E-07	0.03
沙特阿拉伯	6	29,946	4.24E-07	2.30
约旦	5	290	1.84E-06	0.11
马来西亚	5	23,926	3.40E-07	1.59
匈牙利	5	24,280	4.90E-07	2.34
澳大利亚	5	208,378	3.32E-07	14.59
乍得	5	20	8.57E-07	0.00

人均洪水致死率以科学计数法表示。全世界的总值为 $8.45\text{E}-06$ ，可以解释为平均每年全球每百万人因洪水死亡的人数为 8.45。对于中国来说，该值是 $3.47\text{E}-05$ ，可以解释为在中国平均每年每十万人中因洪水死亡的人数为 3.47。

一些高收入国家（澳大利亚、瑞士、奥地利和捷克共和国）在洪水减灾方面已投入了大量资金，但仍面临着不利的水文条件，有越来越多的财产安全受到威胁。许多人居住在山区，财产集中在狭窄的山谷里，一旦遭遇洪水，保护这些财产的困难很大，而且代价昂贵。在这种情况下，投资兴建防洪硬件设施在经济上并不划算。一个更适合降低洪水风险经济成本的办法是采取各种风险分担和资金统筹机制。除了风险分担机制，对于很多国家而言，加强水文气象观测和洪水预报和预警系统的投资也都是符合成本效益的投资，特别是在他们充分利用地区信息系统以及先进和适合当地技术的情况下。

不过，尽管灾难性洪水只给少数人带来了损失，但它们会给幸存者留下恐怖的记忆，而且在一段时间和空间里造成集中的生命和财产损失，使人们应对起来更加艰难并且代价高昂。最终，无论在政府官员还是居民心中，这些损失都不可忽视。随着国家

收入的增加，各国通常会利用公共经费减轻这些风险。

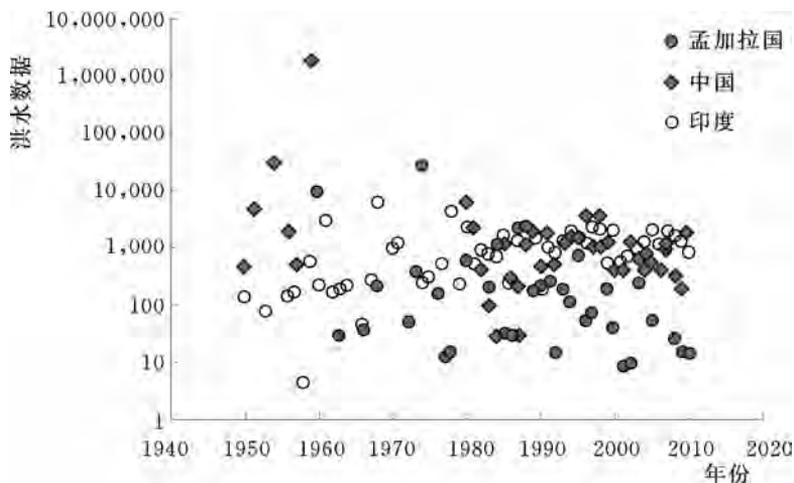


图 9 1950—2010 年中国、印度和孟加拉国逐年计算的洪水死亡人数

资料来源：EM-DAT，2012 年。

图 9 显示了 1950—2010 年中国、印度和孟加拉国逐年计算的洪水死亡人数。如人们所预计的，在不同的年份和国家，每年因洪水死亡的人数相差很大，但在孟加拉国和中国呈逐渐下降的趋势。这可能是由于这两个国家完善了洪水预警系统，并加大了对河堤建设的投资，换句话说就是投资提高了水安全。

从全球来看，报道的因干旱导致的死亡人数约为每年 36,000 人（相当于因洪水死亡的年平均人数），但与因洪水致死人数相比，这些因干旱死亡的人口集中在少数几个规模较小的国家。每年埃塞俄比亚、苏丹和莫桑比克每十万人中因干旱死亡的人数为 11~15 人，这几个国家是干旱死亡率最高的。在这些国家中，居民所面临的旱灾死亡风险比任何一个国家面临的洪水致死风险还要高。世界上多数干旱死亡发生在印度（平均每年约 25,000 人），1950—2010 年，干旱死亡的年平均风险率约为每十万人中 3.4 人。在同一时期，中国报告的年均因干旱死亡人数仅为 58 人。

全球范围内，旱灾带来的财产及其他经济损失比洪水损失低了一个数量级（见表 3）。旱灾带来的财务损失估算呈现出几个洪灾损失评估中不曾碰到的问题。另外，旱灾带来的次生和间接损

失会很大^①。1950—2010年，全球估算表明，每年人均因旱灾带来的损失为0.55美元。人均财产和旱灾带来的其他经济损失最高的是澳大利亚（27美元）、津巴布韦（12美元）、加拿大（10美元）和西班牙（9美元）。

尽管由于洪水和干旱带来的平均死亡率风险和财产及其他经济损失从人均角度而言很低，但这一事实并不意味着无需降低此类风险。1950—2010年，全球平均每年报道的因洪灾带来的损失达116亿美元，因旱灾带来的损失为25亿美元。但是，我们有必要认识到，在这些损失估算中没有反映出洪水和干旱可能产生的长期影响。自然灾害发生后，因为资产损失、超出安全的范畴或者无力重建基础设施，一些家庭和社区会面临福利长期下降的局面。因此，损失较低的情况下我们也必须仔细权衡政策和投资的成本和效益，降低此类风险和提高水安全。水开发路径中的每一个步骤，我们都必须进行成本效益测试，即使净收益的绝对值看起来很小。

表2 1950—2010年，按国家计算的因干旱致死平均数和年均财产损失

国家	平均每年的旱灾死亡率	平均每年因旱灾带来的损失 (2010年，千美元)	旱灾的人均死亡率	预计人均年货币损失 (2010年，美元)
世界总计	35,873	2,531,108	7.86E-06	0.55
印度	24,595	72,408	3.41E-05	0.10
衣索比亚	6,596	6,558	1.51E-04	0.15
苏丹	2,459	0	1.13E-04	0.00
莫桑比克	1,640	1,312	1.39E-04	0.11

^① 旱灾损害可能被低报，因为仅考虑了旱情发生一年内的损失。因此，EM-DAT未考虑后续季节中农作物生产的损失（联合国开发署，2007年）。此外，对旱灾损失的估计可能比洪灾损失评估更具挑战性。旱灾往往会造成较大的间接影响。食品价格变动这类影响可能会比生产的影响更大（霍顿和施法罗，2004年）。这些价格对低收入人群的影响可能会比对工业化国家的影响更大。由于旱情带来的次生影响使家庭预算日趋紧张，总支出可能会减少。在印度农村地区，一些家庭对于旱影响的应对方法是不送孩子上学（查特杰等，2005年）。另一方面，与洪水相比，干旱不会造成基础设施损坏。

续表

国家	平均每年的旱灾死亡率	平均每年因旱灾带来的损失 (2010年,千美元)	旱灾的人均死亡率	预计人均年货币损失 (2010年,美元)
索马里	323	0	5.93E-05	0.00
印度尼西亚	153	8,031	9.99E-07	0.05
中国	58	524,814	5.89E-08	0.53
澳大利亚	10	390,542	6.89E-07	27.35
瑞士	8	48	1.16E-05	0.07
马拉维	8	0	1.11E-06	0.00
卢旺达	4	0	6.91E-07	0.00
马达加斯加	3	0	3.17E-07	0.00
肯尼亚	3	132	1.69E-07	0.01
乌干达	3	56	2.09E-07	0.00
巴基斯坦	2	5,300	2.43E-07	0.05
布隆迪	2	0	4.28E-07	0.00
巴布亚新几内亚	1	0	3.16E-07	0.00
安哥拉	1	0	1.27E-07	0.00
危地马拉	1	524	8.98E-07	0.07
阿富汗	1	21	3.63E-08	0.00
巴西	0	181,637	2.60E-08	1.44
孟加拉国	0	0	3.12E-09	0.00
巴拉圭	0	0	7.18E-08	0.00
几内亚	0	0	3.63E-08	0.00
阿尔及利亚	0	0	9.61E-09	0.00

资料来源: EM-DAT, 2012年。

人均干旱致死率以科学计数法表示。全世界总值为 8.45E-06, 可以解释为平均每年全球每百万人中因干旱死亡的人数为

7.86 人。对于印度来说，该值是 $3.41E-05$ ，可以解释为每年印度平均每十万人中因洪水死亡的人数为 3.41 人。

表 3 全球洪水和干旱造成死亡和破坏损失比较

灾害类型	年均死亡率	年均损失 (2010 年, 千美元)	人均死亡率	预计人均 货币损失 (2010 年, 美元)
洪灾	38,577	11,618,630	$8.45E-06$	2.55
旱灾	35,873	2,531,103	$7.82E-06$	0.55

数据来源：EM-DAT，2012 年。

如果家庭对于减少洪水和干旱的风险非常重视，他们将愿意为减少这项损失采取的措施付费。对于经济学家来说，对家庭付费意向的估算（定义）可用于衡量干预措施的经济价值。有证据表明，低收入家庭对于减少这种风险的意向不高，贫困家庭则承受着各种入不敷出的打击。摩尔杜奇（1995 年）估计，在印度南部的农村地区，为避免开销不足，每个家庭愿意支付的部分约为收入的 16%。由于洪水和干旱是许多家庭所面临风险中较小的部分，人们为了达到收支平衡，仅能用总收入中的一小部分支付减少洪水和干旱的费用。

表 4 为家庭对减少干旱和洪水付费意向的调研汇总。在孟加拉国，布劳威尔等（2008 年）发现，只有 40% 居住在洪泛平原的家庭愿意为洪水防护支付任何数额的金钱。无法通过金钱手段付款的家庭中，约 40% 愿意以劳动力或捐赠部分农作物等形式进行付费^①。

为什么脆弱的贫困家庭每年遭受洪水，却不愿意承担防洪的费用？贫困家庭显然缺乏资金来源。此外，每五个家庭中就有一个相信洪水是不可避免的自然事件。由于认为损失是不可避免的，这些家庭可能放弃采取防洪措施。有些家庭也可能怀疑洪水过后保险公司是否会支付赔偿金。还有一个重要原因是，大多数人认

① 其中，75% 的人愿意付出自身劳动力，20% 选择以自己生产的农作物收成作为食物支付，5% 表示他们愿意交易部分土地所有权供建堤所用。

表 4 家庭对减少干旱和洪水付费意向的调研汇总

国家	风险管理工具	愿意付费家庭的百分比	愿意的支付形式 (每户每年)		平均家庭损失 平均百分比 (括号内为 家庭收入)	参考资料
			美元等值	家庭收入 所占百分比		
减少旱灾风险						
埃塞俄比亚	气候指数保险	80%	0.60~ 2.37 ^a 美元	0.55	—	希尔等, 2011 年
印度尼西亚	生态系统服务—— 森林保护	—	2~3 美元	食品支出 的 3%； 农业成本 的 10%	—	帕他那亚卡和克拉默, 2001 年
减少洪水风险						
孟加拉国	保险	51%	农作物保险: 31 美元 住房: 23 美元 失业: 22 美元	2.4% 1.8% 1.7%	365 美元 (30%) ^b	阿克特等, 2007 年
孟加拉国	修堤坝	40%	4.30 美元	0.45%	190 美元 (17%) ^c	布鲁威尔 等, 2008 年
美国、 加拿大、 欧洲	生态系统服务: 湿地保护 (防洪)	—	139 美元	—	—	布鲁威尔 等, 2008 年

a 代表污水处理厂的幅度范围, 以当前美元汇率计算。

b 对于严重的 5 年一遇的洪水。

c 对于每年的洪水。

为中央政府 (82%) 或国际援助机构 (12%) 应支付防洪费用^①。孟加拉国的另一项调查对农户是否愿意支付各种类型洪水保险

① 第一轮调查发现了一个重要情况, 约 20% 被调查者声称无法支付费用。而后续跟踪调查发现, 他们这样回答是因为他们认为防洪是中央政府的责任。

进行了研究（阿克特等，2007年）。大约有一半的受访者愿意购买洪水保险。大多数家庭希望购买农作物保险（约2/3）和住房保险（超过40%）。有35%的人想投保洪水失业险，而仅有20%的人关注健康保险。那些不愿意购买保险的人中，许多人是买不起保险，而其他人是不愿接受保险政策的某些条款。明确表示愿意支付的部分约为2%的家庭收入，用于购买最受欢迎的保险类型。

有几项研究调查了农户是否愿意支付与农作物和降雨量有关的干旱保险。天气指数保险指当降水量低于特定标准时应向农民支付的款项。希尔等（2011年）发现，在埃塞俄比亚天气指数保险的需求与价格有关，价格上涨约0.60美元就会减少约8%的需求。虽然微弱多数的受访者愿意以每年大约0.60美元的价格购买天气指数保险，但如果价格翻一番达到1.20美元，则只有大约40%的受访者愿意购买。

不喜欢风险的家庭购买降雨保险的意愿较低，因为他们对效益并不确定（吉内等，2008年）。对印度降雨保险的研究发现，大多数家庭不愿意购买每年4~6美元的保险。这种低需求出于多种原因。有些家庭不了解保险政策，另外一些人则无法支付保费。其他研究重点放在估算可减少干旱和洪水风险的生态服务的价值。湿地和森林可起到改善水文系统的作用。在印尼的一项研究发现，农民愿意支付相当于每年食品支出3%（2~3美元）的费用，用于减轻干旱的影响（帕他那亚卡和克莱默，2001年）。

减少涉水健康风险的经济价值

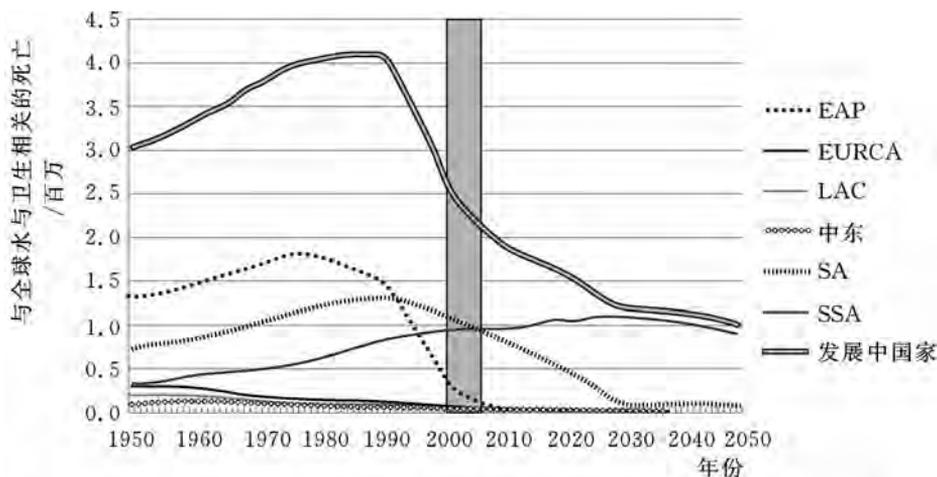
发展中国家所面对的最大涉水死亡风险来自传染病，而不是洪水或干旱。2004年，与水有关的传染病导致的全球死亡人数（不包括疟疾）为每十万人中52个。该数据与洪水和干旱导致的全球死亡人数形成对比，洪水和干旱导致的全球死亡人数总和低于每十万人中1个（见表5）。

表 5 每十万人中与全球水与卫生相关的疾病、
洪水 and 干旱致死人数的比较

致死原因	每十万人中的死亡人数
与全球水与卫生相关的疾病	52.00
洪水	0.86
干旱	0.80

资料来源：EM-DAT，2012 年。

过去的几十年中，发展中世界的许多国家与水有关的死亡风险已迅速降低。根据最近的预测显示，在东亚、东南亚、中东和拉丁美洲，随着经济的增长和对自来水和污水处理基础设施投资相关投资的增加，与水相关的死亡率在不久的将来有可能最终消除（朱兰德等，2013 年）。但撒哈拉以南非洲和南亚可能被这个趋势排除在外，在未来数十年里，这些地方与水有关的疾病死亡人数仍然保持高位（见图 10）。



注：粗体黑灰线是在发展中国家的死亡总数。在这项研究中的预测是根据 2002—2008 年世界卫生组织所提供的数据，以阴影区域显示。

资料来源：朱兰德，2013 年。

图 10 1950—2050 年按世界区域划分的全球水与卫生相关疾病的死亡率

尽管目前与水有关疾病的死亡率比洪水和干旱的死亡率高得

多，但实证研究表明，发展中国家的家庭并不愿意为减少与水相关的疾病支付风险（克雷默等，2008年，2010年；惠廷顿，2010年）。公共健康专家通常对低收入家庭预防保健服务（包括非自来水和卫生服务）的需求感到困惑，他们对城市造价高昂的自来水和污水处理设施有所偏好，其实低成本的非管网供水和卫生设施都是现成的，特别是在农村地区，完全可以带来健康效益（惠廷顿等，2012年）。

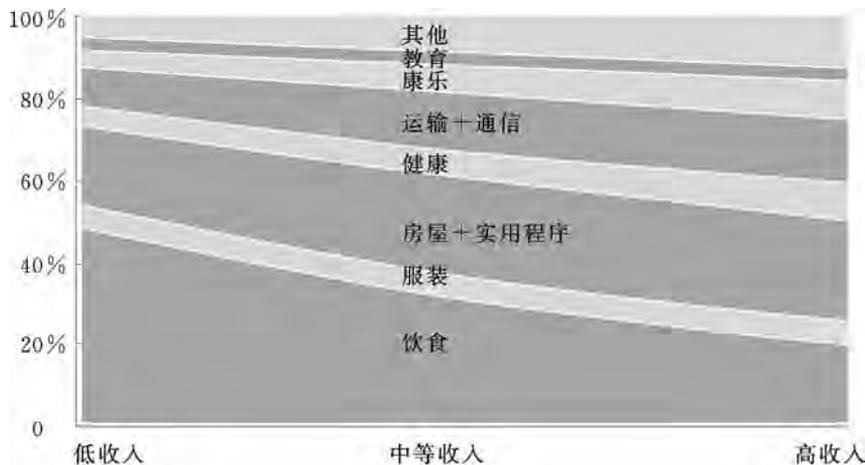
有关文献对低收入家庭不愿意降低家庭供水和卫生服务匮乏带来的风险给出了以下几种解释。首先，这些家庭并不清楚供水质量差所带来的健康风险，而且他们并不清楚自己应得的利益^①。第二，这些家庭对改善供水和卫生所带来的积极影响视而不见，因此在总效益计算中没有将为改善水供给所做支出的效益充分计算在内。这两种解释都说明了一点，强调经济效益的用户对改善水质量的价值估算是基于现成的或有倾向性的技术，不能为决策提供坚实和合理的基础。第三，是一些国家预计与水有关的死亡率会如图10所示呈下降趋势，因此将注意力集中到处理似乎无法改善的其他风险上。

这些解释可能不无道理，但证据显示，贫困家庭都不愿意为预防健康措施（如改善水质）掏私人腰包，这种倾向如此强烈需要进一步的解释。我们认为最重要的原因也许是最容易解释的。涉水风险仅仅是发展中国家贫困家庭每天必须面对的众多风险之一，从他们的角度来看，涉水风险不值得特别关注，或者并不足以纳入到自家财务支出的优先考虑范畴中。

为了生存，贫困家庭必须将家庭预算中大部分用于购买食品和其他生活必需品。低收入国家的家庭支出中近一半为食品，而在高收入国家，这一比例仅为20%（西尔等，2003年）。水虽然是必需品，但水质要求取决于个人看法以及权衡比较。在非常贫穷的家庭，购买食品和日用品后，几乎没有什么剩余资金可用于减

^① 斯皮尔斯（2011年）认为认知障碍其实是内生的，这意味着贫穷和健康状况不佳可能从某些角度导致了这种认知功能障碍。

少与水有关的和其他低风险（见图 11）。保持资金流动性是兼顾多重风险中非常重要的手段，在问题出现前投资用于改善饮用水水质、购买蚊帐或注射疫苗等具有较高的机会成本（例如在紧急情况意外出现时没有现金储备）^①。



低收入国家 = 实际人均收入 < 美国水平的 15%
 中等收入国家 = 实际人均收入 = 美国水平的 15%~45%
 高收入国家 = 实际人均收入 > 美国水平的 5%
 数据来源：2005 年国际数据，世界银行。数据分析：西尔等，2003 年。

图 11 按国家分组，2005 年消费组合（家庭+政府支出）

图 12 和图 13 分别给出低收入和高收入国家中，不同年龄组由于不同原因导致死亡的可能性。

这些数据说明了家庭面临的死亡风险中的几个关键点。首先，在发展中国家，对于超过 5 岁的人口而言，无论是在绝对数量和相

^① 贫困家庭必须应对不确定的收入和不确定的损失。不确定的支出对贫困家庭的可变收入构成了严峻的挑战。由于应对风险的手段有限，贫困家庭往往求助于非正规借贷、动用储蓄、减少基本生活用品的消费，或剥夺孩子上学的机会（雅各比，1997 年）。一项关于贫困家庭如何管理非常规现金流的研究发现，在孟加拉国、印度和南非，最常见的意外支出为受伤、疾病、葬礼和作物或牲畜的损失（见表 4，柯林斯等，2009 年）。健康方面的风险可能更加难以应付，因为穷人往往需要承受疾病的全部费用，包括治疗费用和由于误工导致的损失。在海得拉巴，24% 的家庭需要借款一年以上来支付医疗费用（柯林斯等，2009 年）。

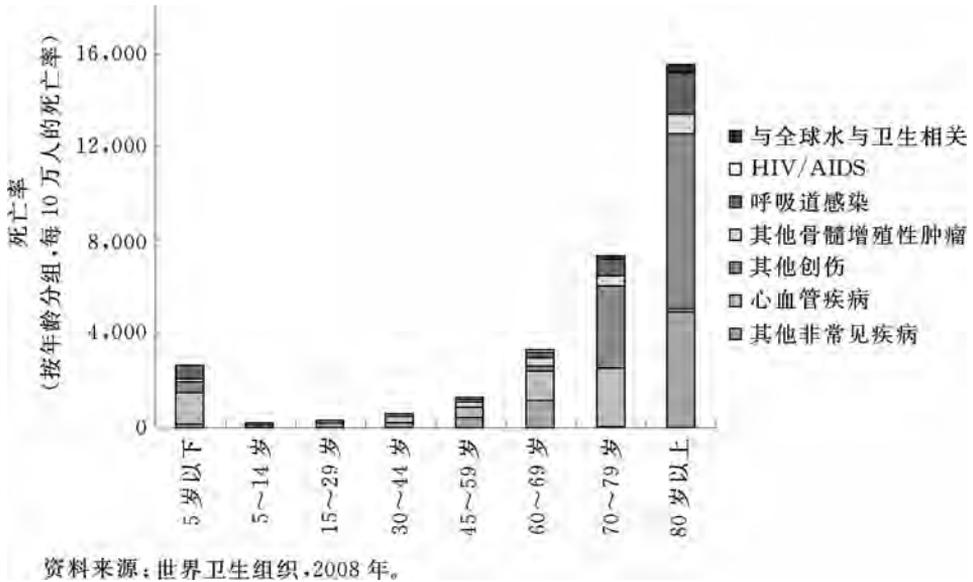


图 12 2004 年低收入国家中按年龄分组的死亡情况

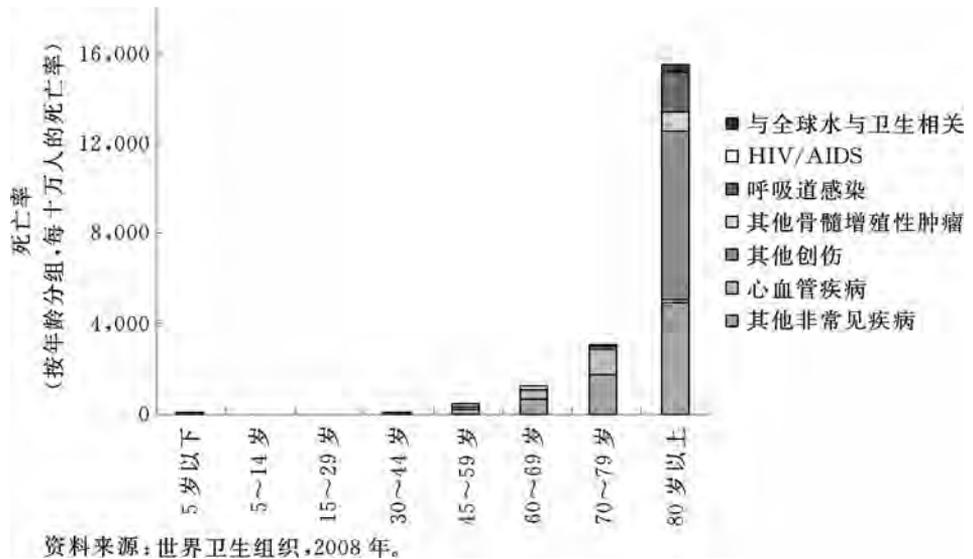


图 13 2004 年高收入国家中按年龄分组的死亡情况

对于其他原因方面，因与全球水与卫生相关的疾病原因导致的死亡风险都非常小。对于 5~69 岁之间的人，由各种原因导致的年均

死亡率为 10 万之 3894；每年与全球水与卫生相关原因导致的死亡可能性为 10 万分之 116，只占总死亡风险中的 2%~3%。

其次，对于 5 岁以下的儿童，与水有关的死亡风险比成人高出很多（4.4 倍）。尽管如此，将支出集中于应对孩子们面对的与水有关的风险，对于贫困家庭仍是不可负担的奢侈品。5 岁以下儿童的总死亡率中，只有约 22% 是与全球水与卫生相关的疾病有关。

高收入国家的情况正好相反，60 岁以下所有原因导致的死亡率都很低，几乎没有人死于与水有关的疾病。从工业化国家公民的视角，发展中国家的死亡率，特别是那些 5 岁以下儿童的死亡率是令人震惊的，而且在道德上不可接受。但发展中国家的贫困家庭则从不同的角度来看待死亡风险，我们应该对此表示理解。

综述

有关家庭看法的讨论有三点值得强调。首先，现有的经验证据表明，对于许多贫困家庭最大限度地减少干旱、洪水和水有关的疾病风险的经济价值很小（体现为各家付费的意愿），因为他们面对众多不同类型的风险，有限的资金难以应付这么多需求。然而，也有证据表明家庭对于疾病和灾难防护的付费意愿较低，部分原因是由于他们确信这些保护应该由国家来完成，而不应成为家庭的财务责任。

其次，与水有关的最大风险与健康有关。对家庭而言，这些风险大部分是随机出现，与其他风险没有关联。因此，除了一些流行病（如霍乱），家庭不可能要求国家对与全球水与卫生相关的疾病负责。

第三，降低与水有关风险的经济价值与所处的环境密切相关。本文所介绍的全球平均值并不能反映风险特别高的家庭的情况。

结语：采取什么行动？

水安全正在取得实质性进展。在发达国家，公民正在分享水安全带来的好处。发展中世界的许多地方，在过去的几十年中与水有关的死亡风险已经大幅下降。证据显示，如果经济持续增长，在不久的将来与水有关的死亡率将在世界的大部分地区降至为零（撒哈拉以南非洲和南亚除外，详见朱兰德等，2013年）。

然而，今天改善水安全取得的进展在未来将受到气候变化、人口增长、基础设施老化以及经济和饮食习惯转变的影响。尽管世界许多地方在供水和卫生服务领域已经取得巨大成就，但随着经济和人口的增长，与水相关的灾害发生的频率正在增加，在竞争性用途之间分配水资源也面临着新的挑战。

经济的相互关联性意味着特定地区的风险可转化为全球性的影响。2011年，泰国发生洪水的几个月里，全球商品供应链从大米、计算机、硬盘、驱动器，乃至汽车全部被打乱了。实现水安全的手段与特定环境密不可分，具有较强的地域特色。无法实现水安全将会导致全球性的后果。

管理好具有破坏性的水安全“下行”风险十分重要，挖掘水安全“上行”潜能也具有广阔空间。随着经济的增长，为技术日益娴熟、生产力不断提高的人群提供纯净和充足的饮用水，为灌溉农业提供可预见的水，为水养农业提供可靠的预测降水和为企业和产业供应链提供可靠和安全的水会越来越有价值。随着水质和水量制约因素的不断增长，利用水安全提高经济生产力的潜能将越来越大而且会越来越重要。

为了实现强化水安全的目标，我们需要重新提出本文开头提到的几个关键性经济问题：

- (1) 我们对水安全付出何种努力或多少投资才是恰当的水平？
- (2) 我们如何才能确定经济可行的水利项目？

要想解决第一个问题，人们需要从家庭和国家的双重角度对增强水安全的效益和成本有全方位的认识。大规模水安全投资应该由国家承担，这些投资应体现水的系统价值，并对替代性发展路径进行慎重考虑。

表 6 汇总了以家庭和国家为视角对提高水安全经济价值所做的讨论。家庭关注水的用户价值，国家则关注复杂水文体系中水的系统价值。如果国家对宏观层面的战略选择没有表达清楚，家庭无法了解或关注不同基础设施投资选择所涉及的水系统价值。大多数家庭会更加关注既定水发展路径的短期行动，而国家要拥有更加长远的眼光，并在不同水开发路径中作出抉择。公民可以参与水战略性投资的集体决策，而国家有责任确保公民获得足够的信息，帮助他们作出明智的选择。家庭可以对与水有关的风险事先安排保险，但如果灾难降临，他们也希望获得事后的帮助。国家则是提供救命稻草的最后担保。

家庭可能会与他们的近邻发生水冲突，但国家应负责处理他国的不合作行为。大多数家庭只能按照当前的政策和基础设施计划行事，国家负责确定基础设施投资的时机和顺序，以便满足动态和高增长经济的需要。家庭对水资源系统的了解局限在地域层面，而国家应承担掌握水文系统和制定开发方案的责任。

表 6 家庭和国家看待问题的比较综述

问 题	家 庭	国 家
水的经济价值	用户价值	系统价值
投资规划	沿着水开发路径采取行动	负责在不同水发展路径中作出抉择
灾难的经济价值	事前（灾难前确定经济价值）	事后（最后的担保）
非合作行为	与邻居产生冲突	在共享水域与其他国家发生冲突
动态和高增长经济	被动的（家庭能做的很少）	主动的（对包括水在内的政策框架负责）
对水资源系统的了解程度	局限于很小的地域范畴和特定地点	负责掌握系统的所有情况，有一定的难度

国家和家庭看待减少涉水风险和增加用水生产力的视角有何不同，我们怎样才能调和这些不同的观点？当一个国家的水开发路径朝着水安全的方向进发时，这些看待问题的差异对评估投资 and 政策措施具有何种意义？

国家在选择不同水开发路径时应获得家庭的倾向性意见，但正如我们所提到的，国家确定的目标有多个，经济学家提出的经济价值概念在国家安全或者食品安全问题前需要让位。尽管如此，国家和公民对选择促进经济发展和高速增长的水开发路径都抱有浓厚的兴趣。

国家应让公民了解并选择和干预措施有关的系统价值，并让民众参与不同水开发路径的公开讨论。然而，在大多数国家，对于复杂的水文系统和不同政策措施所带来的后果，以及不同水开发路径的选择，民众很难参与实质性的公开讨论。国家本身苦于掌控复杂的水文系统，以及如何采取应对措施才能不给人类带来跨越时空的影响，而促成这种公开讨论本身也极具挑战性（从国家的角度来看具有高风险）。

当评估是否要对一项基础设施投资时，家庭对水开发路径中采取特定行动的经济价值评估（即用户价值）与国家有极高的关联性。由于家庭在确定如何使用水相关服务时起到很大作用，还因为资本密集型项目融资对国家而言始终是一项挑战，因此，我们必须认真思考用户如何看待水利措施的经济价值。我们通常需要向用户回收项目成本，如果用户需求（经济价值）低，向用户收费将变得十分困难。

有些情况下，家庭对于降低洪水、干旱和疾病风险采取措施的需求可能会很低，这一事实提醒我们要牢记“钻石与水”的悖论得到的教训，即水的经济价值与特定环境密切相关，往往具有不确定性，始终假设提高水安全的行动具有极高的经济价值是不正确的。当水基础设施投资的结果是家庭用户价值低时，这就说明有更好的选择对稀缺的公共资金加以利用。国家必须要认真搜集家庭的选择偏好，不要刻意拒绝或忽略这些信息，因为家庭掌握着当地水文系统规律、合适的投资时间和顺序以及普遍的倾向

性意见，这些正是官僚政府机构的缺项。

由于水问题归根到底属于当地问题，需要掌握详尽的本地情况加以解决，因此家庭用户价值的信息显得尤为重要。例如，对于小型市政供水系统、农村供水工程和小型灌溉系统，大部分投资的收益和成本几乎不产生溢出效应。解决这类问题采取措施的绝大多数效益和成本是针对本地特定区域内的群体。即使是针对一些大型市政供水和污水处理系统的投资，也主要是用来解决当地问题。

某些水问题解决方案需要以地区、国家甚至国际化的视野来对待，因为解决这些问题采取措施的效益和成本会延伸到当地项目地区以外。资助重大水资源基础设施的大量成本（如水坝、运河和大型灌区）可能会由项目区外的纳税人即非直接受益人承担。另外，大型水资源基础设施投资产生的影响，无论正面还是负面都将跨越时间和空间广泛传播。

无论当地还是大型水问题，与水开发路径中特定行动有关的用户价值与国家有极高的关联性。但是，在解读这些用户价值以及将其融入规划的过程时，国家必须作出明确的判断。这是因为，国家在采取动态高增长经济模式时，这些用户价值本身就是动态的，取决于水和其他部门投资的时间和顺序（它们具有的内生变量性）。

本文讨论了国家和家庭对待提高水安全采取的各项措施经济价值的不同观点，重点强调了我们没有简单和以一应万的答案。水开发路径中，提高水安全的经济价值具有动态属性，同时也具有不确定性和模糊性，决策者和水利专家，尤其在全球层面上开展这项工作的人员，必须学会接受这一事实。对于提高水安全的经济价值的全球性建议如果脱离地方和区域现实，对某国所处的特定水开发路径缺乏了解不仅无益于解决问题，甚至从某种意义上说是有害的，看似简单的答案实际上并不存在。

各国及其合作伙伴别无选择，只能发扬实干精神，着力分析复杂的水文系统行为，确定各种针对不同利益相关者采取的政策措施经济效益和成本。我们面临的主要挑战是要为公共部门设计一个决策过程，从水开发路径不同投资（步骤）选择中持续反复

地挑选出“赢家”。

这把我们带回到第二组问题，它们与如何做出合理的投资相关：鉴于水的复杂性，我们如何在水安全的投资选择、设计和排序中适用经济原则？无论我们的直觉多么强烈地认为某个项目“明确”可行，都必须认真开展经济分析才能给出答案。

在对新加坡国立大学李光耀公共政策学院的院长马凯硕的一次采访中，记者托马斯·弗里德曼希望他对新加坡的长期和持续的高经济增长率进行说明。马凯硕院长说，新加坡的政府官员除了在哈佛大学约翰政府·肯尼迪政府学院学习知识没有做其他的事。他们只是运用良好的微观经济分析，权衡不同政策选择的效益和成本，并在不同的部门一遍又一遍地反复应用^①。

当我们得知用于水开发路径投资的经济内部收益回报率为9%而不是3%时似乎并不十分兴奋，但从长远看它使结局完全不同。

所有的水投资起码应该做到比较两种状态（有和没有该项目）下的成本效益分析。分析中必须包含与“不作为”相关的延迟和无行动的成本代价，以及如果项目实施可以避免发生的“状况”。水安全投资的高昂造价和复杂性通常会延缓决策和执行。明确延误和不作为的成本有助于决策者了解如果不采取行动所导致的状态，并促使他们作出明智的选择。

为了解水利工程复杂的相互关系，应重点分析水的系统价值而不是用户价值。以流域（国内或跨界流域）为单元开发水文经济模型。模拟^②与优化^③模型在说明替代性投资和政策措施对于不

^① 摘自纽约时报（2011年1月29日），“……我们从你们那里学到了关于建立一个运作良好的社会所需的一切内容。我们许多位高级官员毕业于哈佛肯尼迪学院。他们回国后将所学到的知识不断应用。”。

^② 模拟模型模拟了不同开发和管理情景下水文和经济成果。这些模型必须包括不同情景下的水文特征、基础设施配置、水资源分配以及制约因素，即满足生态需求或条约义务。

^③ 优化模型指最大限度地特定约束条件下获得经济效益，换句话说，它们所描述的用途配置将获得可能条件下最高的系统价值。目标功能中指定了需要最大化的经济效益，其中包括作为投资“目标”的不同活动，如灌溉、水力发电等。也可能包含各种约束因素，即满足生态需求或条约义务（参见哈若等，2009年，吴等，2013年）。

同群体的成本和效益方面作用很大。这些模型记录了流域用水户之间达成的交易，说明了不同水资源开发（基础设施）类型和管理（分配）方案产生的经济成果。

对于肯定发生变化的投资，可计算一般均衡（CGE）模型可用来记录经济的整体影响（余等，2010年）。CGE模型可估算一项政策或一个部门发生变化时对经济体的其他部分产生何种影响。例如，如果进行大规模水电建设投资可额外获得大量电力^①，应用CGE模型就可以计算这如何影响能源的定价和供应量，以及能源依赖型产业、就业和工资。用CGE模型来评估大型水利资源投资时，一个重要的挑战是要清楚地说明相反事实。如果没有进行对水资源的投资，资金会用于何处呢？如果对投资资金进行其他选择性使用，会在经济领域产生什么后果？

另外，情景分析可作为研究水安全“状况”的有效方法。情景分析不取决于对过去做出的推断，相反它允许进程中发生显著变化以及政策和条件上出现转折点。这可预示未来世界可能出现的一系列状态，关键是它可说明哪种开发路径可产生这样的结果。这样的分析对于流域、国家乃至全球层面都非常有用。在所有这些分析中，经济学家面临的挑战是要解决不确定性问题。

最后，关于开发路径有一个关键问题——是否应启动一笔特定投资用于值得的或不值得的路径依赖型发展模式。将国家推向一条高增长开发路径可从根本上改变水资源安全的经济性。为了在高增长水利发展道路上稳步前进，我们在面临不确定性和模糊性条件下，要具备合理分析的能力，拥有完善的机构，以事实为依据做好决策。

^① 很多水利项目具有这种变化性影响，例如，尼泊尔正在筹备的几个水电项目中，每个项目都可使国家的发电能力增长两倍以上。

附件

2002年，罗胡克斯特拉创造了“水足迹”这个名词，其基本思想是J·安东尼·艾伦关于“虚拟水”的概念。考虑到水在整个生产或供应链的作用，艾伦教授将生产商品或提供服务所需的水量称为“虚拟水”。一个国家的水足迹包括内部和外部用水（胡克斯特拉和查帕干，2007年）。一个国家的内部水足迹为跨部门生活用水的总和（如农业、工业和家庭）减去出口货物中虚拟水出口的数量。对一个国家水足迹的大小产生重大影响的因素包括人均财富、消费模式（如高肉饮食）、气候条件（如蒸发率），以及农业实践中的用水效率。低收入的国家如果面临高蒸发率和低农业用水生产力会拥有较大的水足迹。

有些人利用虚拟水的概念进行宣传，认为“水足迹”具有重要的指导性作用，提倡尽量减少直接或者间接用水产生的“水足迹”，期望与减少“碳足迹”发挥一样的作用，降低对气候变化带来的影响（瑞达欧特和普菲斯特，2010年a）。水足迹的倡导者们认为，尽量减少自己的水足迹是步入环境可持续发展和水安全世界的重要一步（胡克斯特拉和黄，2002年；瑞达欧特和普菲斯特，2010年b）。然而，水的使用与碳排放量不一样，二氧化碳和其他温室气体均匀混合，形成累积的污染物导致气候变化，因此，减少自己的消费模式中的碳足迹很有意义。另外，水作为可再生资源可通过水文周期进行循环。

水使用完成后可通过蒸发或径流返回到环境中。然而，水通过水文循环回流时，暂时失去了生产性用途，不一定回到同一地理位置。因此，对于某些地区可持续取水比减少水足迹更加重要。

与减少水足迹提议有关的最大问题是，这项战略将导致经济

上的生产和用水效率低下。微观经济学的一个基本观点是，有效生产要求生产要素的边际替代率与在所有部门（行业）相同，或者说两个要素投入的边际产品比例必须与所有行业的一样。如果只集中于增加一个因素（例如水）的边际产出，是不能保持有效的生产条件的。“让每一滴水生产更多的粮食”这句口号尽管让人直观感觉很对，尤其是当灌溉用水出现浪费或用于低价值农作物时，但从经济学的角度而言并不是好事。

节约用水在某些地方很有必要，但水足迹忽略了当地情况，只强调普遍意义的节约用水，并没有仔细权衡在特定活动中减少用水的成本和收益。水足迹的计算没有给出在特定地点将水分配给特定用途的机会成本。在缺水的地区，如果水被分配到高价值用途并进行良好管理，进一步降低水足迹也并非经济有效。水足迹是对生产过程用水的简单估算，并不显示用水对经济的影响（维彻恩斯，2011年）。

企业和国家在确定高效生产和出口战略时，不应仅考虑水的投入。洛佩斯·冈恩和拉马斯（2008年）发现，促成国际食品贸易的主要因素并非水的可用量。可靠的市场环境以及可用耕地更容易成为农产品贸易格局的决定因素，而不是水资源的可用性（库马尔和辛格，2005年）。

澳大利亚国家水委员会得出的结论是：虚拟水（和水足迹）不易作为不同用途之间分配稀缺水资源的指标（维彻恩斯，2010年）。因为许多因素会影响水的价值，包括劳动力和可耕地的质量（顾安和胡巴彻克，2007年）。仅通过减少水足迹并不能实现水安全。

参考书目

- Allan, J. A. (1997). “Virtual water: A long term solution for water short Middle Eastern economies?” Paper presented at the 1997 British Association Festival of Science, University of Leeds, September 9.
- Akter, S. , R. Brouwer, S. Chowdhury and S. Aziz. (2007). “Introducing a Micro – Flood Insurance Market in Bangladesh: Institutional Design and Commercial Viability.” PREM Working Paper. www.prem-online.org/archive/16/doc/PREM%20WP%202007-08.pdf.
- Asian Development Bank (ADB). (2004). Water in Asian cities: utilities' performance and civil society views. Eds. Andrews, C. and Yñiguez, C. Manila, Philippines.
- Blackmore, D. , and D. Whittington. (2009). *Opportunities for Cooperative Water Resources Development on the Eastern Nile: Risks and Rewards*. Final Report of the Scoping Study Team to the Eastern Nile Council of Ministers. 85 pages. Washington D. C. : World Bank.
- Bockstael, N. , A. M. Freeman, III, R. Kopp, P. Portney, and V. K. Smith. (2000). “On Measuring Economic Values for Nature.” *Environmental Science and Technology*. 34, pp. 1384 – 1389.
- Brouwer, R. , S. Akter, L. Brander, and E. Haquel. (2008). “Economic valuation of flood risk exposure and reduction in a severely flood prone developing country.” *Environment and Development Economics*. 14: 397 – 417.
- Chatterjee, K. , A. Chatterjee, and S. Das. (2005). Case study 2: India community adaptation to drought in Rajasthan. *IDS Bulletin*. 36 (4) 33 – 52.
- Collins, D. , J. Morduch, S. Rutherford, and O. Ruthven. (2009). *Portfolios of the Poor: How the World's Poor Live on \$2 a Day*. Princeton University Press. 283 pages.

- Constanza, R. , R. d' Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, et al. (1997). "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital." *Nature*. Vol. 387, no. (May 15), pp. 253 – 260.
- EM – DAT. (2012). The OFDA/CRED International Disaster Database. Université Catholique de Louvain. Brussels, Belgium. www.emdat.net.
- Esrey, S. A. (2001). *Closing the Loop: Ecological Sanitation for Food Security*. SIDA. 70 pages.
- Fisher, F. , A. Huber – Lee, I. Amir, S. Arlosoroff, Z. Eckstein, M. J. Haddadin, S. G. Hamati, A. M. Jarrar, A. F. Jayyousi, U. Shamir, and H. Wesseling. (2005). *Liquid Assets. Resources for the Future*; Washington, DC.
- Geels, F. W. (2006). "The hygienic transition from cesspools to sewer systems (1840 – 1930): The dynamics of regime transformation." *Research Policy*, 35 (7), 1069 – 1082.
- Geels, F. W. (2005). "Co – evolution of technology and society: The transition in water supply and personal hygiene in the Netherlands (1850 – 1930) —a case study in multi – level perspective." *Technology in Society*, 27 (3), 363 – 397.
- Giné, X. , R. Townsend, and J. Vickery. (2008). "Patterns of rainfall insurance participation in rural India." *World Bank Economic Review*. 22 (3), 539 – 566.
- Grey, D. and C. Sadoff. (2006). "Water for Growth and Development." in *Thematic Documents of the IV World Water Forum*. Comision Nacional del Agua; Mexico City.
- Grey, D. and C. Sadoff. (2007). "Sink or Swim? Water Security for Growth and Development." *Water Policy*. Vol. 9, No. 6. pp. 545 – 571.
- Guan, D. and K. Hubacek. (2007). "Assessment of regional trade and virtual water flows in China." *Ecological Economics*. 61 (1): 159 – 170.
- Harou, J. J. , M. Pulido – Velazquez, D. E. Rosenberg, J. Medellín – Azuara, J. R. Lund, and R. E. Howitt. (2009). "Hydro – economic models: Concepts, design, applications, and future prospects." *Journal of Hydrology* 375: 627 – 643.
- Haynes, K. E. , and P. Nijkamp. (2006). *Infrastructure: The Glue of Megacities*. Kenniscentrum Grote Sweden. 138 pages.
- Hill, R. V. , J. Hoddinott, and N. Kumar. (2011). "Adoption of weather

- index insurance: Learning from willingness to pay among a panel of households in rural Ethiopia.” International Food Policy Research Institute.
- Hoekstra, A. and A. Chapagain. (2007). “Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern.” *Water Resources Management*. 21 (1): 35 – 48.
- Hoekstra, A. Y. and P. Q. Hung. (2002). “Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade.” Value of Water Research Report Series No. 11. IHE DELFT: The Netherlands.
- Holden, S. and B. Shiferaw. (2004). “Land degradation, drought and food security in a less – favoured area in the Ethiopian highlands: a bioeconomic model with market imperfections.” *Agricultural Economics*. 30: 31 – 49.
- Jacoby, Hanan G. 1997. “Self – Selection and the Redistributive Impact of in – Kind Transfers: An Econometric Analysis.” *Journal of Human Resources* 32 (2): 233 – 249.
- Jeuland, M. , S. Ozdemir, M. Allaire, D. Fuente, and D. Whittington. (2013). “Economic Losses from Poor Water and Sanitation: Past, Present, and Future.” *The Twentieth Century Scorecard: How Much Did Global Problems Cost the World? Progress Since 1900, Prospect to 2050*. Edited by Bjorn Lomborg, Cambridge University Press, UK. Forthcoming.
- Komives, K. , D. Whittington, and X. Wu. (2003). “Infrastructure Coverage and the Poor: A Global Perspective.” Chapter 3 in *Infrastructure for Poor People: Public Policy for Private Provision*. Edited by Penelope J. Brook and Timothy C. Irwin. The World Bank, 2003. Public – Private Infrastructure Advisory Facility. pp. 77 – 124.
- Kremer, M. , A. Ahuja and A. P. Zwane. (2010). “Providing Safe Water: Evidence from Randomized Evaluations” Discussion Paper 2010—23. Harvard Environmental Economics Program.
- Kremer, M. , C. Null, E. Miguel, and A. Zwane. (2008). “Diffusion of Chlorine Drinking Water Treatment in Kenya.” UC – Berkeley, Working Paper.
- Krutilla, J. (1967). “Conservation Reconsidered.” *American Economic Review*. 57: 4. pp. 777 – 786.

- Kumar, M. and Singh, O. (2005). "Virtual water in global food and water policy making: is there a need for rethinking." *Water Resources Management*. 19 (6): 759 - 789.
- Lin, J. Y. (2011). "New Structural Economics: A Framework for Rethinking Development." *The World Bank Research Observer*. 26: 193 - 221.
- Lopez - Gunn, E. and M. R. Llamas. (2008). "Re - thinking water scarcity: Can science and technology solve the global water crisis?" *Natural Resources Forum*. 32: 228 - 238.
- Mearsheimer, J. J. (2001). *The Tragedy of Great Power Politics*. New York: W. W. Norton & Co. 555 pages.
- Morduch, J. (1995). "Income Smoothing and Consumption Smoothing." *Journal of Economic Perspectives*. 9 (3): 103 - 114.
- Odum, H. T. , and E. Odum. (1976). *Energy Basis for Man and Nature*. McGraw - Hill. 297 pages.
- Odum, H. T. (1995). *Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decisionmaking*. New York: John Wiley & Sons. 370 pages.
- Pattanayak, S. , J. C. Yang, B. Kumar, and D. Whittington. (2002). "Household Demand for Improved Piped Water Services in Kathmandu, Nepal." *Water Policy*. Vol. 4, Issue 6, pp. 531 - 556.
- Pattanayak, S. and R. Kramer. (2001). "Pricing ecological services: Willingness to pay for drought mitigation from watershed protection in eastern Indonesia." *Water Resources Research*. 37 (3): 771 - 778.
- Ridoutt, B. and S. Pfister. (2010a). "Reducing humanity's water footprint". *Environmental Science & Technology*. 44 (16), 6019 - 6021.
- Ridoutt, B. and S. Pfister, (2010b). "A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity", *Global Environmental Change*. 20 (1): 113 - 120.
- Sadoff, C. , D. Whittington, and D. Grey. (2003). *Africa's International Rivers: An Economic Perspective*. The World Bank, Direction in Development Series. 81 pages.
- Sadoff, C. , H. Rao, D. Blackmore, X. Wu, A. McDonnell, M. Jeuland, S. Lee, and D. Whittington. (2013). "Myths and Realities of Managing the Ganges: A Summary of the Findings of the Ganges Strategic Basin Assessment." Forthcoming in *Water Policy*.

- Scott, J. C. (1998). *Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*. Yale U. Press. 445 pages.
- Seale, J. L. , A. Regmi, and J. Bernstein. (2003). International Evidence on Food Consumption Patterns, Technical Bulletin No. 1904, Economic Research Service, U. S. Department of Agriculture.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*.
- Spears, D. (2011). “Economic Decision – Making in Poverty Depletes Behavioral Control” *The B. E. Journal of Economic Analysis & Policy*. 11. 1.
- Spence, M. (2010). *The Next Convergence: The Future of Economic Growth in a Multispeed World*. Farrar, Straus and Giroux.
- Thomas, D. , and R. Ford. (2005). *The Crisis in Water and Wastewater*. Cheltenham, UK, and Northampton, MA, USA; Edward Elgar Publishers.
- Tilmant, A. and W. Kinzelbach. (2012). “The cost of noncooperation in international river basins.” *Water Resources Research*. Vol. 48, 12 doi: 10.1029/2011WR011034.
- United Nations Development Program (UNDP). (2007). *Human Development Report 2007/2008*. United Nations: New York, NY.
- Whittington, D. (2004). “Visions of Nile Development.” *Water Policy*. Vol. 6, No. 1. pp. 1 – 24.
- Whittington, D. (2010). “What Have We Learned from Twenty Years of Stated Preference Studies in Less Developed Countries?” *Annual Review of Resource Economics*. Vol. 2, pp. 209 – 236.
- Whittington, D. , X. Wu, and C. Sadoff. (2005). “Water Resources Management in the Nile Basin: The Economic Value of Cooperation.” *Water Policy*. 7, pp. 227 – 252.
- Whittington, D. , W. M. Hanemann, C. Sadoff and M. Jeuland. (2009). “The Challenge of Improving Water and Sanitation Services in Less Developed Countries.” *Foundations and Trends in Microeconomics*. Vol. 4, Issues 6 – 7, pp. 469 – 609.
- Whittington, D. , M. Jeuland, K. Barker, and Y. Yuen. (2012). “Setting Priorities, Targeting Subsidies among Water, Sanitation, and Preventative Health Interventions in Developing Countries.” *World Develop-*

- ment. 40, 8: 1456 – 1568.
- Wichelns, D. (2011). “Assessing Water Footprints Will Not Be Helpful in Improving Water Management or Ensuring Food Security” . *International Journal of Water Resources Development* , 27 (3): 607 – 619.
- Wichelns, D. (2010). “Virtual Water: A Helpful Perspective, but not a Sufficient Policy Criterion.” *Water Resources Management*. 24: 2203 – 2219.
- Wolff, G. and P. Gleick. (2002). “The Soft Path for Water,” in *The World’s Water: 2002 – 2003*. Ed. Peter Gleick. Island Press, Washington, D. C.
- Wu, X. , M. Jeuland, C. Sadoff, and Dale Whittington. (2013). “Interdependency of Water Resource Development in the Ganges: An Economic Analysis.” Forthcoming in *Water Policy*.
- Yew, L. K. (2000). *From Third World to First: The Singapore Story: 1965 – 2000*. Singapore Press Holdings, Times Edition. 778 pages.
- Young, R. (2005). *Determining the Economic Value of Water: Concepts And Methods*. Resources for the Future. Washington, DC.
- Yu, W. , M. Alam, A. Hassan, A. S. Khan, A. Ruane, C. Rosenzweig, D. Major, and J. Thurlow. (2010). *Climate Change Risks and Food Security in Bangladesh*. World Bank. Washington D. C. 176 pages.