

河流保护者手册

——中国河流和集水区保护指南

国际河流网络

绿石环境行动网络

河流保护者手册

——中国河流和集水区保护指南

原作：劳丽·普汀格

修订：绿石编辑组



英文原版由国际河流网络出版
中国版由绿石环境行动网络编译

2004

致谢

本书的成书经历了艰辛的努力和漫长的过程，搜寻、调查和参考了大量的资料，对其作者及编辑无法一一致谢。还有很多人在这本书提供了帮助，他们所提供的视点、信息和意见使得这本书更为充实，我们在此特别感谢本书的原作者劳丽·普汀格女士、国际河流网络的李育成、太平洋环境组织的温波和南京大学城市与资源学系的史运良教授、威尔逊国际学者中心吴岚博士、中国环境与可持续发展资料研究中心艾娃博士的热忱帮助和指导，并感谢国际河流网络 (IRN) 的授权和全球绿色资助基金会 (GGF) 的资助，使本书得以面世。

本书的绿石编辑组里每一个普通的名字都代表着他们以其专业的知识和志愿服务的精神所付出的无数辛劳，感谢他们的努力！

英文版编辑组：

▲Tendai Chitewere ▲Liane Greeff ▲Ryan Hoover
▲Steve Rothert ▲Olive Sephuma ▲Richard Sherman

中国版编译组：

主编：吴昊亮
英文翻译：杨扬（协调） 汪焱 吴昊亮 兰静 齐研 林炜炜
中国内容编辑：汪焱（协调） 吴昊亮 丁丽丽 杨扬
排版：吴昊亮

River Keepers Handbook

A Guide to Protecting Rivers and Catchments in China

By Lori Pottinger & Green Stone Editorial Team

河流保护网络 美国加州伯克利 1999

绿石环境行动网络 中国南京 2004

印刷：待定

目录

序言	1
第一部分 集水区概述	3
什么是集水区?	3
第二部分 集水区面临的威胁	8
大坝之争	15
中国水利工程观察	23
第三部分 你我潜在的影响力	28
成为集水区的守护者	28
对未来的展望: 建立集水区社区	35
供应能源和水的新途径	39
术语表	56
参考资料	58
部分网络资源	60
关于国际河网	66
关于绿石	67

序言

水是生命之源
——中国传统民间谚语

水就是生命，千百年来，人们坚信不移。在中国几千年的文明史中，带来富饶土地的河流一直受到人们的保护和珍视。著名诗人光未然在气势磅礴的《黄河大合唱》中这样表达了中华民族对孕育中华文明的“母亲河”——黄河的热爱：

我站在高山之巅，
望黄河滚滚，
奔向东南。
金涛澎湃，
掀起万丈狂澜；
浊流宛转，
结成九曲连环；
从昆仑山下，
奔向黄海之边；
把中原大地
劈成南北两面。
啊，黄河！
你是中华民族的摇篮！
五千年的古国文化，
从你这发源；
啊，黄河！
你是伟大坚强，
像一个巨人
出现在亚洲平原之上，
用你那英雄的体魄
筑成我们民族的屏障。
啊，黄河！
你一泻万丈，
浩浩荡荡，
向南北两岸
伸出千万条铁的臂膀。
我们民族的伟大精神，
将要在你的哺育下
发扬滋长！
我们祖国的英雄儿女，
将要学习你的榜样，
像你一样的伟大坚强！

黄河哺育了亿万中华儿女，孕育了灿烂的中华文明。她是中华文明的象征，华夏精神的象征。但是，今天的黄河，已经不能再卷着滚滚波涛自由奔流——十几座大坝在她身躯上建造了起来；她也不能再通畅地泻入大海——缺水断流经常性地在困扰着她。二十世纪的后半段，这样的故事在中华大地不同的河流上重复上演着。人类和河流的联系，因为开发计划而被切断——大型水利工程的一个结果就是越来越多的城市居民生活和水源完全脱节。一些人们认为，他们和河流没有什么联系，觉得水就是天经地义能由阀门控制从水龙头里流出来的。

水无疑是最有价值的资源之一。同时，集水区由于能够将露水和雨水汇入河流、湿地和湖泊，给水以生命，而受到人们的珍视。但是水源和集水区都在受到越来越严重的威胁。那些设计失误的开发项目给主要的自然系统造成的损害常常是无法挽回的。因为这些开发计划而引起的社会不公等问题，更是需要付出令人难以置信的高昂代价。逐渐地，人们认识到：那些开发计划应当避免造成河流这一生命的动脉的退化。这需要一个更全面和更有力的“集水区保护者”行动，通过跨地区协作，保护和恢复我们珍贵的河流湖泊的自然本色。这样的行动，需要民众了解他们所在集水区的复杂功能，了解他们自己的位置是处在一个自然系统中的。这，正是这本手册的目的所在。

全世界对于能源的需求和对于水的渴望在 20 世纪一直都呈指数级的增长。这个世纪的前 80 年，人均用水量增长了 200%，而与此同时，值得注意的是，全世界淡水的抽提量增加了 566%。尽管经过了一个世纪不停歇地修建水坝，到 20 世纪 90 年代，全世界仍然有超过 13 亿人没有足够的淡水来源，超过 30 亿人没有足够的洁净用水。同样，全世界商用能源的需求在过去 30 年里增长了 3 倍，然而世界范围内仍旧有超过 20 亿人口得不到电力供应。很明显，面对这两个急迫的问题，我们需要新的解决方案。

显然，人类社会从伴随工业革命而来不断增长的电力供应与供水服务中受益匪浅。然而我们不清楚，付出巨大的环境和社会代价而换来的发展能不能从长远来证明确实是值得的。但有一点很明白，我们当前开发利用能源的方式需要付出的环境和社会代价是高于预期和所能承受的的范围的。

能源供应的迅速增长曾经是破坏性的，世界上几乎没有社会和生态系统没有受到过影响。大坝、核电站、采矿以及过量的石油消费，都曾带来令人震惊的后果。很不幸的是，我们发现这些能源开发计划中受影响最严重的人群却是那些几乎或甚至根本不用这些能源的人们。

遍布整个中国，蜂拥而上的水利项目同样带来了严重的后果。大坝和灌溉项目损害了很多靠水而生的社区村庄，而他们的生活方式和文化都和河流息息相关。这些项目同时极大地损害了这些地区的生态系统。而项目带来的好处都集中在那些相对富裕的城市群体中，从而进一步增加了社会的不平等。

水资源专家桑德拉·普斯特在《最后的绿洲：直面水荒》中写道：“明白我们的命运与我们周围水世界的关系，对于我们在满足人类需求的同时保护所有生命所赖以生存的生态环境是非常必要的。我们的农田、工厂和家不是在简单地争夺同一资源，他们是社区的组成部分，由其周围的生态系统支持。如果因为河流远离我们就对其进行管理利用，就像将身体一条血管的血引向另一条血管，整个身体会因此而受到损害，而如果甚至在有些地方切开，那将会危及生命。”

这本手册旨在使我们对这个星球上的集水区进行更广泛深入的理解：它的功能是什么？什么在影响着它？如何去保护？原书的出版起因于南非很多社区和组织希望能从国际河网组织得到更多的集水区的信息，帮助他们理解与大坝和引水工程有关的复杂概念以及这些项目的可替代方案。这些都是国际河网组织在当地工作过程中所涉及到的问题。

受国际河流网络的委托，绿石组成编译组，将全文由英文译为中文后，根据中国的具体情况花费了大量的时间和精力加以调查和改编，使之保留通行的原则部分，又适用于中国地区。希望这本手册能够被那些对河流和水问题感兴趣的非政府组织（NGO）、社区组织、学校、政策制定者、记者和个人充分地利用。对那些觉得此书有所帮助的人们，希望你们能及时采取行动保护当地的集水区，成为“河流保护者”。人类的未来在你手中！

第一部分 集水区概述

一个**集水区**（或者分水岭）是指所有的水由此发源而共同汇入河流、溪流、湖泊、湿地或者河口的一片区域。它包括了人类、植物、动物和无生命的物体比如建筑、道路、地质构成等综合在一起的一个地理社区。集水区可以表现为任何大小，并且一个比较大的可以包含许多比较小的。地球上所有的土地都属于一个集水区。

什么是集水区？

在生态学上，土壤和水是在一个相互联系的自然系统中的，这个系统就是我们所说的集水区、排水区或分水岭。小到一滴小小的雨滴，大到汹涌澎湃的河流，水都可以通过带起河流中的沉淀物、溶解污染物来改变土壤的形态，并最终流入大海。相应的，河流也极大地受到土壤的影响。土壤的形态、土壤岩石的种类、植被的种类和雨量等都决定了河流的形态、大小和流动方式。



人类也是集水区的一部分（严格地讲，集水区是指可以获得所有降水并使其流入小溪、河流、湖泊的一部分土地）。一个集水区包括居住在其中的人、动物、植物和人类在其中建造的所有物体如建筑、公路等。人类所做的每一件事情都对集水区有着很大的影响，从洗衣服到大规模的人类活动如采煤、耕种、修建公路和大坝等。相应的，集水区的生态状况也影响着人类的每一项活动，它决定着我们可以耕种哪些作物，可以饲养哪些动物，可以居住多少人。

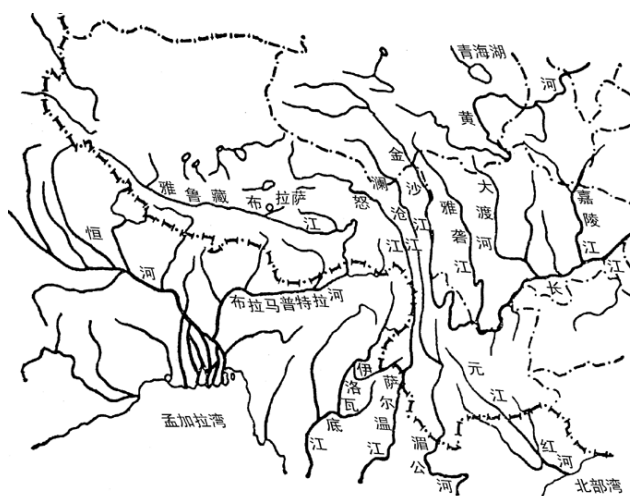
值得我们重视的一个事实是，我们都居住在一些人的下游，另一些人的上游。任何我们倾倒在集水区中的东西最终都会再回到集水区的河流湖泊和湿地中。任何我们排放到空气中的东西最终也会落地地面，无论是在排放地点附近还是几千里以外。人类简单的一个活动就可能破坏几公里之外的水源。因此，要了解一条河流的水源质量就必须勘测它的整个集水区的状况。

我们所有的人都和集水区的环境有着密切的联系。它和国家的政区分界线并没有什么关系。实际上，一个集水区可以由不同的民族、文化和经济圈组成。以湄公河（中国称为澜沧江）集水区为例，它包括了泰国、老挝、缅甸、越南及柬埔寨的土地，极具民族文化多样性和生物多样性。集水区中任何一部分的变化都可以影响整个集水区的水源和水源下游的居住人群。

一个集水区就是一个生物圈。依赖于它的生物是互相联系的，也就是说每一种动物和植物都依赖于集水区中其他的动植物。如果把集水区比作我们的身体，那么河流就像我们的血管——驱动着我们的生命，支撑着它的运转。

物理特征

因为水是向下流的，所以一个集水区的起点通常是在山顶、山脊，也就是我们常说的分水岭。由于水可以沿不同的方向下流，一个山顶就可能是两个或若干个集水区的起点。中国的青藏高原就是许多大河例如长江、黄河、澜沧江、怒江和雅鲁藏布江集水区的起点。



从青藏高原流出的诸河流

大部分的集水区都由斜坡和河谷组成。水最终汇聚到一条河流中，然后和其他集水区中的河流汇聚流向大海，有些也会

流经地下水道。

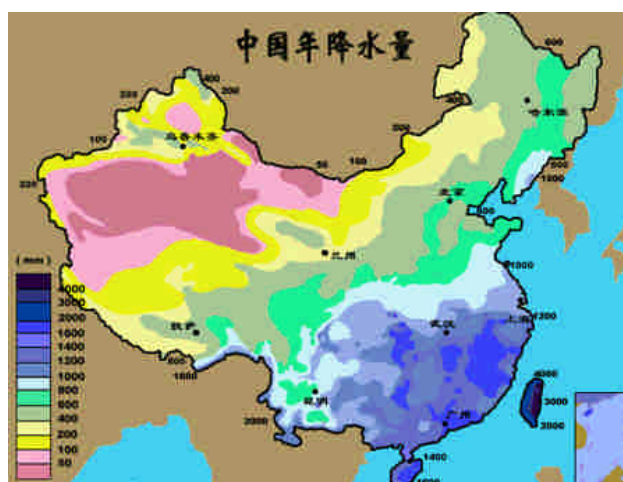
斜坡影响集水区的排水方式。陡峭的斜坡使雨水很难渗透到土地中，这样水的流动就会加速，对河床的侵蚀也会加重。由于地表水源渗透减少，使植被难以形成。

集水区在阳光下的暴露程度影响它的温度、蒸发和蒸腾（被植物利用的水），既而影响我们对土地的使用方式和该地区植被的品种。在向阳的坡上，土壤的温度变化比较快，植物的种类也比较多。顺季风的方位也有同样的特点。

自然风景中的水

关键问题：

自然风景包含着人类赖以生存的自然资源——水、动物、土壤、庄稼、木材、薪材、能源和矿产。这是我们的生命支持系统。缺水了，这个支持系统就会崩溃，美丽的风景就会变成贫瘠的沙漠。



中国年均降水量约为 650 毫米，但特点是各地和各季节分配极不均匀，东南多西北少，夏季多冬季少。每年潮湿的夏季风气流先经东南而后到西北，越往西北雨季开始时间越推迟。因为湿润气流沿途消耗大量水汽，所以越往西北降水量也越小。400 毫米等降水量线大致东起大兴安岭，经呼和浩特、兰州，止于雅鲁藏布江河谷。水是植物生长的基本条件。一个地区气温的高低，热量的多少，决定这个地区可能生长什么植物，至于能否生长，还要看水分条件。例如，海南岛全年热量丰富，东半部降水丰沛可以生长热带雨林，而西部沿海地区由于降水量太少甚至生长着仙人掌类的植物。水分条件是降水量与实际蒸发量之差。由于水体的蒸发和植物的蒸腾作用损失了大量的水，因而只有很少一部分比例的降水能够进入河流和地下水体，而这些才是人们可以直接取用的淡水。降水量大于蒸发量，气候就湿润，反之则干旱。一般用蒸发量与降水量的比值来衡量一个地区的干湿状况。按照这一指标，中国可分为湿润、半湿润、半干旱和干旱四类干湿地区。

水在海洋、湖泊、地表和地下间循环。虽然水是不循环的，但可利用的水却是有限的。尽管人们有时将水从过剩地区调运到不足地区，但要想从“循环体系外”得到更多的水是不可能的（除非是将海水进行脱盐处理）。

影响地表水的因素也同时影响着空气中、水体表面和地下水体中水的质量和数量。人类活动，如商用林业、养殖过多家畜导致的过度放牧和土壤侵蚀、河流污染或地下水的使用速度大于其再补充速度，所有这一切都影响着水在体系中其他部分的可用性。而下游地区的水质水量则完全取决于水在上游是如何被利用的。

湿地，就其能够维持的动植物的数量和种类而言，是非常丰富的。湿地是自然灌溉系统，与当地的降雨、偶尔的干旱和洪涝等自然条件以及生存在那里的动植物形成一种和谐的状态。湿地应该以一种不破坏其动态模式的方法加以利用。

集水区的规模不一，大的集水区中包含许多小的集水区。一个典型的集水区是有许多小溪小河组成的网络，这些支流相互联结，最终流向更大的河流。小规模河流可根据各自载水的频率分为 3 种：

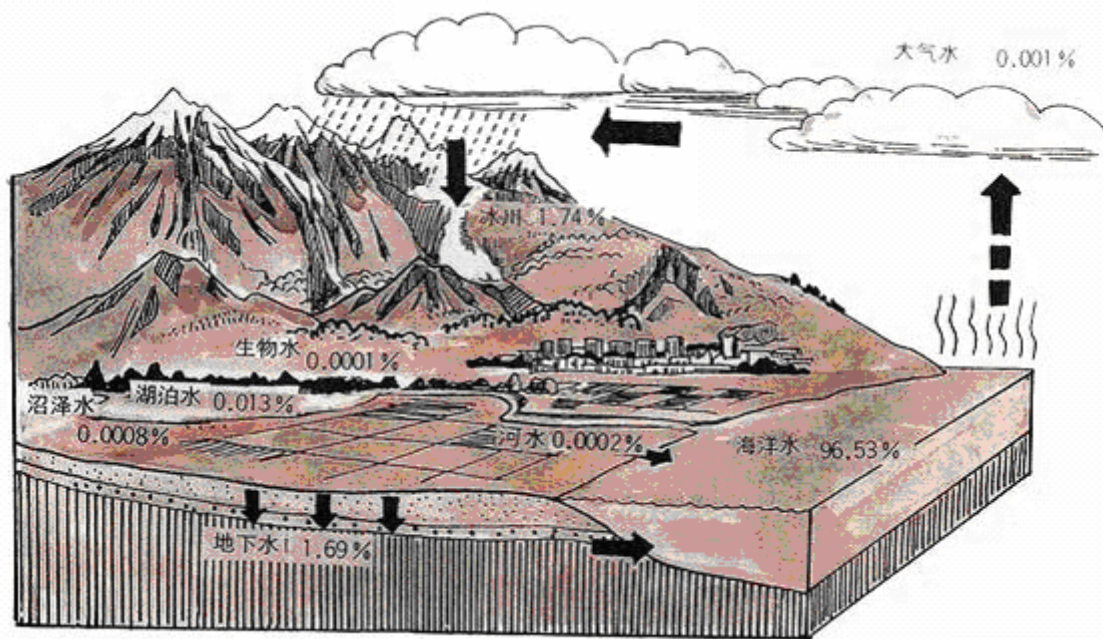
- ◆ 短暂型：仅在雨季和洪水后才出现的暂时性的小支流。流经轨迹不固定，可随风暴改变。
- ◆ 间歇型：在湿润的季节出现。

◆ 持续型：终年流动的小河。流经轨迹固定，一般都有更小的支流。

河流的物理、化学、生物性质和所在集水区的物理属性有着密切的联系。通过对这些性质的分析可以增进我们对河流——集水区之间关系的理解，以便预测人类活动对不同类型河流的影响。

气候

土壤和水在水循环中是紧密联系在一起的。太阳照射带来的能量推动着水循环和集水区中的其他自然循环。气候——某一地区较长时间内的天气类型——决定了在季节循环中会有多少水降落到集水区。降水和气温变化的类型决定了河流的流量和水的蓄生。虽然每年的降水量都有所不同，但整个地球的水量是恒定的，不会增长。



地球上水的循环和水的存在形式

一些降水渗入土壤，透过渗透性的岩石进入地下蓄存，这就是我们所说的含水层。地下水的自然补给是很多河流重要的水源补给方式。

抽取含水层中的水用于工业生产、农业灌溉和家庭用水将会减少了含水层的水量。如果不减少这样的抽取并增加地下水的补给，含水层总有一天会耗尽。一个消耗过度的含水层会因为地面上的建筑压力和土地的过度使用而崩塌。崩塌后的含水层储水能力更会大大下降，这主要是由于土壤的重新压缩使蓄水的空间减小，水的补给变得更加困难，储水体积更小，储存的水量也就相应大幅地减少了。由地下水位维持的泉眼也会干涸。

气候同样影响水的散失。干燥、高温、多风的气候会使裸露的土壤和水体表面的蒸发量增加。同样的气候还会增加从植物散失的水分。为了得到足够的水分，植物的根会深扎土壤，因此与通常水的蒸发相比，植物的蒸腾作用能从更深层的土壤中吸收水分并散失。在植物生长的季节，水分的散失是最严重的。而在寒冷的天气，由于大多数植物都在蛰伏从而水分散失最少。

土壤和地质

土壤是集水区的基本资源，除非经过非常长的时间，它是不会更新的。产生1厘米的土壤需要一百多年，而产生高产、高质量的森林、草场和耕地则需要上千年的时间。因此精心耕种和保护土壤就十分必要。土壤中有植物生长所必须的水分和营养，它是集水区良好生态的重要方面。

土壤是地球外壳上一层很薄的包裹物，由矿物质和有机



物组成。土壤的形成是风和水的侵蚀作用、山石由于重力的滚落、雨水冲刷岩石中的石质矿物、热胀冷缩以及青苔和其他植物与岩石进行的化学反应等因素的结果。

可根据土壤的组成把它分成两类：

- ◆ 残渣形：此类土壤由地下岩石崩裂、腐蚀后与地表植被混合而形成。它维持其上的地表植被，常见于集水区的高海拔处。
- ◆ 转运形：此类土壤由重力、风、水从另一地区转移而来。常见于河床、泛滥平原。其中含有大量的腐蚀有机物，是集水区中适宜耕种的土壤。

气候在很大程度上决定了土壤的构型。降雨使土壤中的溶解微粒随水流动；雨水的冲刷会转移土壤。在确定使用何种植物建立保护植被的问题上，土壤的性质起主导因素。

植物可以维护和改善土壤：植物的根增大土壤的间隙，从而增大其蓄水量；植物的落叶增加土壤的有机物含量；植物残骸减少了表层土壤的流失，削弱雨水的侵蚀。而在陡峭的斜坡上，土壤的厚度薄，保存水分的能力差，因此植被生长也较慢。

水资源管理中的关键问题

- 过去，水资源管理一直十分注重于供水管道、水坝、区域间水的调运、蓄水量、年均径流量等技术性方面的问题。技术的确有很重要的地位，但是必须与水资源管理中的环境、经济、社会和政治等各方面的因素达到相互平衡。资源取向（相对于以人类需要为取向）的管理方法，采用了一个更广泛的概念，超越了供与求，致力于实现水资源管理的公平、高效和长期的可持续性。
- 水资源管理应当建立在一个最低合理水平之上。这个水平是指，人的需求恰好能和现有的资源条件所能提供的供给相适应，即不需要过度的开发即可以满足需求。社区的参与对于制订出合理的管理方案以及做出必要的让步非常的关键。
- 由于河流流域中任何一个地区的水资源分配都会对该流域的其它地区造成影响，因此在流域内进行的任何开发活动之间必须要有所协调。如果一条河流的流域由几个国家共享，则进行国家间的协调是十分必要的，如同一个国家之内不同的河流流域间也需要协调管理一样。
- 中央政府的作用就是创造一个“沟通无碍的环境”：促进社会各阶层以及经济生产各部门的参与，以期从水资源中获得最佳的收益。
- 鼓励男性和女性都充分参与水资源管理，使各种水利工程都能高效、持久。
- 在很多情况下，公共部门（中央政府和市政当局）的运作效率不高。此时，个人、社区组织、非政府组织，以及私人机构（商业公司）对水资源管理的积极参与是改善这种状况的途径之一，但是必须进行良好的协调和认真的监管，才能带来实际效益。
- 日益加重的水资源短缺意味着必须将水用在最值得用的地方。因此，水资源的分配应该按照各方理解和认可的轻重缓急的次序进行。人类的基本水需求以及用来维持健康环境所必需的水需求应该给予优先考虑，后者进而又起到维护正常生产能力的作用。
- 现有的水资源不足以满足每个人的恣意挥霍。因此就有必要对水的需求实行管理或控制，特别是一些水量消耗大的活动，如农业和工业用水。价格是达到此目的的一种非常有效的方法——如果水的价格不菲，那么人们就会相应地做出调整，且将会更加有效地用水。
- 如果提高水的市场价格的方法无法奏效，就应该采用制度性的措施来防止浪费水资源，这些措施同时也能对水污染行为起到震慑作用。

植被

植物的覆盖在很多方面有益于集水区的环境。天然的树阴遮挡了降雨，减少了雨水对地面的击打，从而减少了冲蚀；植被降低了风速，从而减少了由风力引起的水土流失。草地、灌木和树是组成植被的主要植物，它们对集水区的维护起了非常重要的作用。

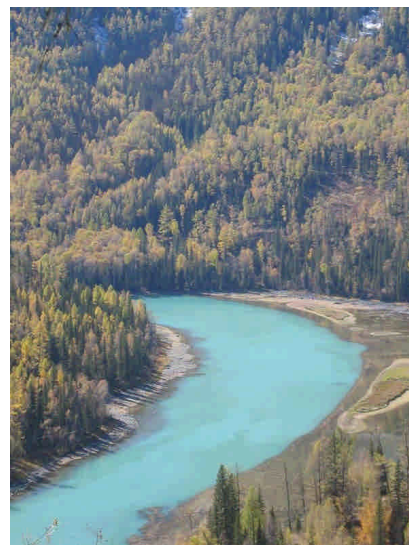
树叶和树枝掉落，分解腐烂，最终混入土壤。在分解之前，它们保护土壤免受雨水冲刷，促进水分渗透，减缓表面蒸发。

水沿着植物的根茎流到地面。根撑开土壤的间隙使水可以保存及渗透，增加有机物含量，转移化学物质。根把土壤中的水分和矿物质带到植物的其他部分，使其再利用或通过落叶和凋谢的植物重新回到土壤。在某些情况下，植物会通过这种方式转移水中的污染物。

一个天然森林的组成除了处于不同生长阶段的树木以外，通常还包括构成林下植被的灌木、小的草本植物和草地。虽然森林中所有的植物都对水质有一定的影响，但在大多数生态系统中树木还是最重要的。树在以下方面对集水区的环境起主导作用：

- ◆ 错综复杂，分布广泛的根系有助于固定土壤，减少冲蚀；
- ◆ 深处的根可以从土壤深处汲取水分；
- ◆ 天然的树阴可以让人、动物和庄稼躲避风吹、日晒、雨淋；
- ◆ 森林有助于过滤空气；
- ◆ 树林可以吸收二氧化碳，否则更多的二氧化碳排放到空气中将会加剧温室效应，从而导致地球温度的增高。

因此改变集水区的天然森林会对生态环境有巨大的影响。



集水区的人们

如上所述，人类对集水区环境的平衡有很大的影响。不仅因为我们比其他生命消耗了更多的水资源，还因为我们人为地选择性地改变了集水区。有些变化是有益的，而有些则是有很大危害的。人类对集水区做了太大的改变，以至于损伤了它的自身保护调节功能。人们对集水区资源无目的地开发利用将会使集水区失去从前拥有的抵御洪水的能力，例如：

- ◆ 砍伐森林降低了土壤的蓄水能力，极大地增加了当地河流的流量。
- ◆ 森林砍伐后山坡上的泥土淤积，改变了河床和河堤的形态，从而使洪水的形势改变。
- ◆ 农民以及城市化进程占用了大量湿地，破坏了集水区类似于“天然海绵”的对地表径流和雨水的吸收功能。
- ◆ 城市化迫使人们大量铺路建房，减少了室外自然空间。因为地基和柏油路阻碍了水的渗透，极大地增加了地表径流量。



- ◆ 随着人口和土地压力的增大，更多的人到泛滥平原上建造永久性建筑，也就增加了建造大坝来防洪的需求。
- ◆ 最终，大坝建起，用于控制洪水和其它一些用途，但集水区永久性地改变了。泛滥平原不再能够发挥从前的生态功能，却有更多的人迁移到有可能发生洪水的地方，相信可以永远免受洪水之灾。然而，大坝可以减少洪水爆发的频率，但却不能消除最猛烈、最具威胁性的洪水。结果是，洪水造成了比以前更为巨大的经济损失。

人们做了很多努力来避免洪水的损失，不幸的是它仍然频繁发生。但值得庆幸的是人类也可能是集水区最好的护卫者，虽然我们目前我们仅有的只是一些知识和改变的愿望。许许多多的个人努力最终能汇聚起来赢得真正的改变。在本书的下一部分中将会介绍人们改变集水区环境的一些错误的做法，随后的部分将介绍一些能产生积极作用的做法。

第二部分 集水区面临的威胁

“都是好地呀。只要肯浇水，每亩就能产八九百斤粮食。只可惜这里太缺水了，实在没法活，逼得人不得不搬家离开。人走了，地也荒了……”

——河西走廊三大内陆河之一石羊河终端青土湖的居民们不得不面临远赴新疆成为生态移民。该河中上游的干支流上修建了 21 座水库，这里渐渐已经无水可用。

对于生活在集水区的人类和动植物来说，人类活动将改变他们的生活甚至生存方式。下面我们就将看到在不同程度上威胁着世界各地集水区生态环境的问题。

森林砍伐

就像前面提到的一样，原生树种可以使集水区免受土壤流失和洪水的威胁，给动物们提供庇护所和栖息地。同时这些树木的根系可以蓄留雨水补充地下水。然而一旦天然林被砍伐，这一切将不复存在。中国很多地区的集水区因此而遭受严重的破坏。素有“林海”美称的中国最大林区东北黑龙江流域的大兴安岭林区和第二大林区西南三江并流横断山脉林区，70%的天然林已被采伐；长江流域 1957 年的森林覆盖率为 22%，水土流失面积约 36.38 万平方公里，30 年后，森林覆盖率减小了一半多，水土流失面积却猛增一倍，占流域总面积的 41%（资料来源：国家环境保护总局《中国生物多样性国情研究报告》）。在一些贫困的地区，“靠山吃山”的木头经济还成为当地政府最方便快捷的脱贫手段，同时却没有采取必要的生态恢复措施，这对当地和整个集水区的生态系统都将产生灾难性的影响。



森林砍伐还特别在人们砍林烧柴作为能源供给的乡村和公有林区普遍存在。烧柴的问题又和贫穷问题非常复杂地相互关联着。为了烧柴而砍伐森林对生态系统自身调节功能和生物多样性有严重的负面影响，有调查显示，以 1995 年为例，云南省在 4500 多万立方米的林木总消耗之中，烧柴消耗 2240 多万立方米，占到 49.8%。以现在的消耗速度推算，云南省的天然林有可能在今后一两代人手中全部毁掉。

人工林及外来生物入侵

另一个会给生态环境带来影响的是商业性质的人工林种植。人们曾经认为，把天然林砍去之后再“绿化”荒山秃岭，在经济上是有利可图之举。因此，长期以来采伐利用的几乎都是天然林。云南西双版纳地区就大量地砍伐了天然林来种植橡胶树。很多集水区的水文情况因此而发生了彻底的改变。这些生长迅速的人工林会消耗更多的水，有时候甚至会造成土壤流失和增加洪水的频率与强度。湖南省长沙县，森林覆盖率达 41.8%，是全国 50 个生态农业建设试点县之一。然而，1996 年 7 月，一场暴雨，山洪暴发，全县 21 个乡镇，18 个受灾，403 个村庄的 28.5 万亩良田被洪水吞没，3.6 万间房屋倒塌……直接经济损失 4 亿多元。造成这种状况的唯一解释就是徒有数量的人工林生态价值却是有限的。

外来物种是对于一个生态系统而言的，如果某些物种迁入新的生态系统后能够自行繁殖和扩散，并对当地的生态系统和景观造成了明显的改变，它们就被认为是外来入侵物种。侵略性的外来植物带来了额外的用水量，同时外来物种组成的生态系统所具有的生态功能和作用要远低于原有的天然生态系统。引入外来物种、大面积的经济林种植可能对集水区产生的影响包括：土壤流失；流动水量减少；生物多样性降低；管理成本增加；土壤化学性质改变；农村经济形式的改变；同时减少的还有药用植物、水和建筑材料。

幸运的是，中国政府已经逐渐意识到了保护天然植被的重要性。1998 年中国长江、松花江等流域爆发了百年不遇的全流域洪水后，中国政府针对这些集水区的森林，启动了以保护原始林和保护发展天然次生林为宗旨的天然林保护工程。经过几年的封山育林，这些集水区的森林植被得到了很好的恢复，对于保持水土、减少洪水危害都起到了积极的作用。

湿地的破坏

湿地系指，不问其为天然或人工，长久或暂时性的沼泽、湿原、泥炭地或水域地带，带有或静止或流动、或为淡水、半咸水体者，包括低潮时不超过 6 米的水域。所有的湿地都有一个共同特点，它们都至少偶尔被水覆盖或充满了水。湿地对于保护集水区免受污染和洪水的侵害有重要的价值。它可以补充地下水，同时为大量的物种提供生存环境。美国马里兰大学的生态经济学研究所的一项评估指出，全球所有湿地的总价值将近 5 兆亿美圆。湿地的这些价值主要体现在它可以调节洪水，净化污染，为野生动物提供栖息地，同时还可以进行渔业生产及娱乐活动。美国伊利诺州水资源调查局的研究发现，湿地面积每增加 1%，可以减少洪峰流量近 4%。



中国西北地区的湿地

湿地在世界各地都面临着严重的污染和被抽干的威胁。湿地面积减少的一个主要因素是人们不断抽干湿地填作城镇或农业用地。很多物种的生存是与湿地密切相关的，湿地遭到破坏，使得这些物种的处境令人担忧。在河流旁边开挖渠道或是建坝同样会减少流入湿地的水量。根据 2004 年的统计数据，中国共有湿地达 3848.55 万公顷，但仅占国土面积的 3.77%，而且一直以来，为了工农业生产而进行的围湖造田和填海造地造成了中国湿地面积的急剧减少。中国遭到严重破坏的湿地包括：黑龙江省三江平原湿地（50 年前，面积有 536 万公顷，占整个平原面积的 80.2%，曾是中国最大的湿地，在世界上亦属罕见，但现在只剩下难以连片的斑块状湿地 113 万公顷。）、若尔盖湿地（位于青藏高原的东北边缘，沼泽面积曾达 3000 平方公里，是中国面积最大、分布集中的泥炭沼泽区。如今此地不仅严重缺水，而且面临着荒漠化的威胁）、福建沿海红树林湿地（红树林是海岸线常见的一种特有植物，对巩固海岸堤防有着不可替代的作用。福建沿海红树林已由 20 世纪 50 年代初的 5 万公顷下降到目前的 1.4 万公顷，72% 的天然红树林已经消失）。

“大规模水利工程不能够再被期待作为解决大部分水危机的方案。新上马的主要工程项目将必须与为水质及水资源问题提供的较小规模的本地化管理的创新型解决方案竞争。这些新型方案包括微型水坝、浅井、低价水泵、保水土地管理方法和雨水采集方法等。这些方法性价比更高，而且由于当地社区既有的传统经验的支持，从而对于这些社区的损害也比较少。”

——《世界水资源》（1998-99），作者：彼得·格雷克（Peter Gleick，参见“资料来源”）

过度利用



严格控制地下水抽取后复涌的趵突泉

在世界上，很多的河流面临着超过其承受能力的分配利用，换句话说就是这些河流里的水因为不同的用途而被运送转移，以致它不能够维持自己本身的生态体系。这其中最主要的因素就是农业生产。世界银行在 1995 年的一份调查报告显示，世界上较为贫穷国家的用水量中 90% 是为了灌溉农田，但这其中的一半却被浪费而根本未得到利用。在中国，因为工业、农业生产用水的多重开发使用，使得黄河每年，甚至是在汛期也会出现断流的现象。出现类似情况的还有淮河等大河。同样被过度利用的还有地下水，很多地方地下水的抽取利用速度已经超过了其回灌的速度。当这种情况发生在沿海地区，就会造成海水的入侵，可能导致的结果是整个含水层的污染。地下水过度利用产生的环境问题

在中国尤为突出：在上海，即使通过人工回灌地下水仍然不能遏制地表下沉的势头；在济南，由于地下水的过度使用，尽管号称“泉城”，却要面对泉水枯竭的尴尬。

在埃及，对尼罗河河水的分流，以及通过建坝围堰而造成的泥沙沉积，使尼罗河肥沃的三角洲地带不断缩减。尼罗河中



输水前后的台特玛湖

原有的 47 种经济鱼类大约有 30 种已经灭绝或是濒临灭绝。三角洲地带的渔业生产曾经养育着沿岸上百万人口，但这样的日子已经一去不复返了。在中国新疆，塔里木河由于上游用水过多，使下游 300 多公里的河道干涸，地下水位由 2 米下降到 16 米以上，位于尾闾的面积曾为 100 多平方公里的台特玛湖干涸。所幸的是，自 2000 年起，人们从博斯腾湖先后多次向下游台特玛湖调水，使台特玛湖形成 2 0 0 多平方公里的水域。中国最长的内陆河塔里木河恢复了全部流程，断流 30 年之久的下游河道两侧约 8 0 0 平方公里的胡杨林及各种衍生植物生存条件大为改善，天然植被恢复面积达到 2 7 万亩，野生动物水鸟、马鹿、兔子、野猪等重现胡杨林中。未来将进一步加强干流河道治理和农田节水改造工程，期望耗资 100 亿元重现塔里木河下游的勃勃生机。

集水区可能遭到的破坏却通常在对河流利用项目的效益评估中被忽视，然而集水区所具有的不可替代的作用，这种忽视往往会造成严重的经济上的损失。水通过形成集水区这样独特的生态系统而产生的生态价值要远远超出其被简单分流利用产生的价值。像洞庭湖这样集水区，可以发挥提供水源、补充地下水、调节流量、控制洪水、保护堤岸、清除和转化毒物和杂质、保留营养物质、防止盐水入侵、提供多种可利用的资源、保持小气候、提供野生动物的栖息地、航运、旅游休闲、教育和科研价值等多种作用与效益。这些是对河流的简单分流取水所创造的价值远不能比拟的。

农业行为

农业生产除了会消耗大量的水资源以外，还会给集水区带来其他方面的影响。如果在农业活动中土壤的保持工作未做好，泥土的渗透率就会受到影响进而影响地下水的回灌。不良的耕作方式还会造成水土流失，污染水道。农业生产中可以影响到水资源的因素非常多，大概包括：播种的日期、作物的类型、耕作的系统（指浅耕到深犁）、农药及化肥使用的量、耕地的方向以及作物的循环利用等等。

污染

在许多发展中国家，各种原因造成的水污染是多种疾病的来源。生活垃圾、工业污物、农业和城镇所产生的废物、空气污染及毒物外泻都会引起水污染。污染物排放到水中有两种方式：点源性的，指污染源可以很容易的被定位（如工厂的排污管道）；非点源性的，指污染源不能被精确定位的，比如农场、城镇的街道。在世界上一些地区，如美国，大的点源性污染已经被清除，非点源性的污染目前已经成为河流和各种水域所面临的最大、最危险的污染源。在中国，集水区的污染同样来自于这两个方面。部分集水区污染的情况十分严重，包括巢湖、滇池等。这些水体的水质达到了劣五类，即使用其灌溉农田也是不安全的。

在中国，农用杀虫剂和针对携带病菌的蚊虫的专用杀虫剂的使用造成了严重的水污染。中国是世界第 2 大的农药生产国，年产农药达 80 万吨（2003 年数字），除了 30% 出口到东南亚等地区外，其他都用于国内的农业生产。松花湖是东北地区重要的淡水水源地之一，2003 年有 100 吨农药喷洒在其周围湖区的滩地上，除了一部分被农作物和土壤吸收外，其余的都随雨水流入了松花湖，这一年就毒死了 5 万多公斤鱼。然而实际上，对于使用杀虫剂有许多的替代方法，比如中国正在



发展推广使用生物农药，又或者可以对农田系统进行改造，在保证不影响生产的情况下尽量少地使用杀虫剂和化肥。上海根据制定的环保行动计划，准备在 2003 年起 3 年之内，农药的使用量减少到 1000 吨以下，2003 年农田农药使用量已经减少了 4%，2004 年再减少 5%。对于蚊虫的控制，实际上目前还没有很好的解决方法，而杀虫剂只会使问题变得更糟糕，因为昆虫会很快地产生耐药性。尽管如此，杀虫剂在一些地区的使用量仍在增加，有时甚至仍在使用一些在世界上很多国家已经禁用的化学品，例如廉价高效但却威胁到生命安全和环境安全的有机磷杀虫剂。所幸中国也即将对其限用甚至禁用，并尽快大幅减产甚至停产该类杀虫剂。

另一个问题是激素的使用，目前在中国农业中的使用量正在逐渐增加，流失到自然环境中也会造成极其不利的影

响。贫困地区除了因为缺少污水处理设备而容易产生污染源外，水资源分派的不平等还会增加各种由水滋生的疾病发病率。因为水供给不足使贫困地区的人们不能够经常地洗手和保持餐具的清洁，更加快了疾病的传播。

1 升石油可以污染 900125 升水！

矿山开采

矿山开采是其周边河流及流域最主要的污染源，这主要包括：采矿产生的重金属；开采过程中使用的化学物质（如氰化物等）；采矿废物中的酸性排泄物。还有一种污染是由于排污专用管道的泄漏造成的，污染物被大量地排到河流中，这些泄漏有可能会造成下游所有生物的迅速死亡。即便是废弃的矿山仍然能够继续污染环境。正是意识到矿山开采的得不偿失，北京、青岛等城市已经关闭了全部采矿点。现在可以确知的是，新的开矿方法能够大幅度地减少污染，但是政府必须努力建立更为严格的行业标准来推行这些新方法。

采矿业也是用水大户。在矿石的处理过程中要使用大量的水；在井下作业时，为了便于工作，又要把地下水抽干，这样也许会降低地下水位。采矿业另外可能对集水区带来的影响是，一些本身没有毒性的沉积物，不断堆积到河流两岸或河床上，给河流带来严重的威胁，例如这些废物会压死两岸的植物和一些水生生物，沉积物还会使下游爆发洪水的可能性增加。

水生野草

蔓延的水草，可以给河流湖泊这一类的水文体系造成严重的危害。在中国最具破坏性也最常见的水草是水葫芦。水葫芦通过蒸腾作用增加水分的流失（有水草覆盖的水面水分的流失是没有水草覆盖水面的 6 倍），同时它还降低水质，滋生致病菌，造成水生生物数量和种类的减少。

水葫芦 1901 年作为一种花卉引入中国，50-60 年代作为猪饲料推广种植，后逸为野生，最终造成了今天几乎不可收拾的局面。这种自由漂浮的水生植物有非常发达的根系，它可以在 15 天里数量翻一番。大坝所引起的水库水流的减缓以及河流注入水量的减少，加速了这种植物的扩散。水葫芦疯狂肆虐在中国南方江河湖泊，从 1975 年至今，珠江水域水葫芦数量每十年就增长十倍，而属于太湖水系的上海水域 2002 年囤积了近 200 万吨水葫芦，长江上漂流的水葫芦也是绵延不断。云南昆明的高原湖泊滇池严重时湖内连绵 1000 公顷的水面上全部生长着水葫芦，覆盖度近 100%，水质污染导致的水葫芦疯长使得滇池内很多水生生物已处于灭绝的边缘。60 年代以前滇池主要水生植物有 16 种，水生动物 68 种，但到 80 年代，大部分水生植物相继消亡，水生动物仅存 30 余种。70 年代滇池建成的东风坝，将一片水域独立分割出，近 30 年来这里一半水面常年长满了水葫芦，年复一年，冬季腐烂的水葫芦不断沉积形成淤泥，厚度达 1 米以上，逐步沼泽化。



人们正在打捞布满云南滇池的水葫芦（解焱摄）

全球变暖

这是一个日益严重同时也很棘手的问题。当空气中的二氧化碳含量增加到正常情况下的两倍时，降水的时间，饱和度以及落雨的方向都会有很大的改变。一些预测显示，全球变暖可能给中国水资源带来严峻的挑战：

- ◇ 江河流量将发生变化。模拟研究表明，长江及其以南地区年径流量变幅较小，为±8%；淮河及其以北地区变幅最大，其中淮河、海滦河年径流量减少 15-16%；辽河、黄河上游、松花江增幅 12-17%。
- ◇ 地表径流蒸发加剧，气候变化引起缺水增加。虽然气候变化产生的缺水量小于人口增长及经济发展引起的缺水量，但中等旱年及特枯水年，气候变化产生的缺水量将大大加剧海滦河流域、京津唐地区、黄河流域及淮河流域的缺水状况，并对社会经济产生严重影响。
- ◇ 全球水文循环增强，旱涝灾害频率变高、强度增大。全球平均降水量趋于增加，但降水变率可能随着平均降水量的增加而发生变化，蒸发量也会因全球平均温度增高而增大，这意味着未来旱涝等灾害的出现频率可能会增加。
- ◇ 一些地区蒸发量加大，河水流量趋于减少，河流污染程度将加重，特别是在枯水季节。同时，河水温度的上升，也会促进河流里污染物沉积、废弃物分解，进而使水质下降。当然，年平均流量明显增加的河流，水质可能会有所好转。

以上这些可能产生的变化，加剧了中国水资源的不稳定性和供需矛盾，威胁着中国未来的用水安全。

全球变暖对集水区的影响包括：

- ◇ 通过植物的蒸腾作用增加 5-20% 的水分蒸发；
- ◇ 水土流失在数量和方式上的增加；
- ◇ 生态环境的改变。由于高温，群落生物量水平将有所提高，但可能有一些物种不能适应温度或者降水量的变化而灭绝，导致生物多样性减少，森林分布格局也会发生变化。

其中导致高温少雨的变化能明显地造成土地的退化，因为我们都知道这通常与土壤破坏、植被减少密切相关。

全球变暖的威胁已经呈现在我们的眼前了。观测资料显示，1951-1989 年中国年平均气温以每 10 年 0.04℃ 的速率上升，表现出明显的上升趋势；自 1987 年以来出现了持续 14 年的异常偏暖，由于温室气体不断增加，气温还将继续上涨。在过去近 50 年中，中国年平均降水量变化的趋势不显著，但表现出明显的年际变化。1951-1989 年全国年平均降水量存在弱的减少趋势，且区域性差异明显。降水量减少最严重的是华北地区，其次是长江中下游、华东和西南地区。进入 20 世纪 90 年代，降水却明显增多，并主要集中在长江中下游、华南和东北部分地区。（引自《气候变化对生态环境和人类健康的影响及适应对策》，作者温克刚等）

中国水资源简况

河流水资源

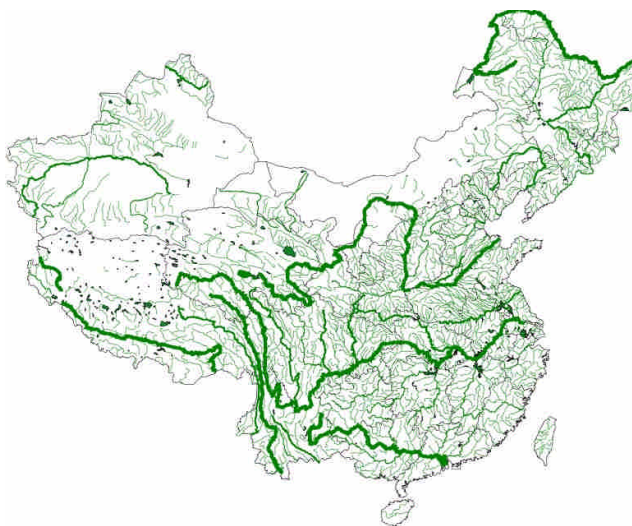
中国河川径流总量为 27115 亿立方米，地下水资源总量为 8288 亿立方米（地质部门计算为 8700 亿立方米），扣除重复水量 7279 亿立方米后，全国水资源总量为 28 124 亿立方米。

中国河川径流虽丰，但地区分布却很不均匀，全国径流总量的 96% 都集中在外流流域（面积占全国总面积的 64%），内陆流域仅占 4%（面积占全国总面积的 36%）。

中国各河径流量的大小相差悬殊，长江为中国最大河流，其多年平均径流总量为 9755 亿立方米，占全国径流总量的 1/3 以上，仅次于南美洲的亚马逊河和非洲的刚果河，居世界第 3 位。其次为珠江，为 3360 亿立方米。雅鲁藏布江第 3，为 1395.4 亿立方米。黄河虽是中国第 2 大河，但水量却只居第 8 位。

中国河流还有连续几年丰水和枯水的现象，一般北方河流持续时间较南方河流为长。丰、枯水段径流量的增减幅度亦较大。

中国河川径流主要集中在作物生长需水量最多的夏季，这是个有利条件，但也有不利之处。有些地区春季径流少，易受春旱，而夏秋季径流又过多，易遭洪涝灾害。据不完全统计，从公元前 206~公元 1949 年的 2155 年期间，共发生较大水灾 1092 次，较大旱灾 1056 次，几乎平均每年发生一次水灾或一次旱灾。



地下水资源:

中国的地下水资源约为 8288 亿立方米/年（或 8700 亿立方米/年），但地区分布很不平衡，北方共 15 个省、市、自治区和苏北、皖北地区的地下水资源仅为 3000 多亿立方米/年；南方各省、市、自治区为 5000 多亿立方米/年。

地下热水资源:

中国还有丰富的地下热水资源，全国出露地面的温泉就有 2600 多处。中国地下热水主要分布在：①藏滇地热带，②台湾地热带，③东南沿海地热带，④郯庐断裂地热带，⑤川滇南北向地热带，⑥汾、渭张北地热带。此外，天津、北京、福州等城市已经普遍利用起地下热水资源。

中国水资源面临的两大问题

(1) 稀缺

中国人均淡水资源量仅有 2300 立方米，每人每年拥有水量尚不及 2700 立方米，只相当于世界平均数的 1/4，被列为世界上最贫水的 13 个国家之一。

根据人口增长，工农业生产发展，如不节约用水，初步估计 2030 年需增加供水 2000~2500 亿立方米才能满足各方面的需要。黄河、淮河、海河三流域 2010 年以后，随着人口的增加，人均水资源将不足 400m³，当地水源已无潜力可挖。

农业用水：农业灌溉还普遍采用传统的漫灌方式，目前生产单位粮食用水量是发达国家的 2 到 2.5 倍。以严重缺水的黄河流域来说，上游宁蒙灌区亩均用水量都在 1000 立方米以上，比节水灌区高几倍到十几倍。

工业用水：工业用水重复利用率只有 30% 左右，远低于发达国家 75% 的水平，单位 GDP 用水量是发达国家的 15 倍到 100 倍，一些重要产品单位耗水量比国外先进水平高几倍，甚至几十倍。

(2) 污染

中国废水、污水排放量以每年 18 亿吨的速度增加，全国工业废水和生活污水每天的排放量近 1.64 亿吨，其中约 80% 未经处理直接排入水域。

全国 7 大江河都已不同程度受到污染。目前全国 90% 以上的城市水域受到污染，有 7 亿人在饮用大肠杆菌含量超标的水，1.7 亿人饮用被有机物污染的水，3 亿城市居民正面临水污染这一世界性问题。

大坝之争

“在本世纪（20 世纪的美国），建造水坝因其经济价值而被认为理所当然，这给建造一些耗资巨大的工程打开了方便之门，而试图证明这些超额花费了纳税人钱的工程的合理性的却不过是一些含混的、令人怀疑的成本-收益预测。公众现在正在认识到这些工程让他们付出越来越多的代价，比如：鱼类的洄游遭到破坏，气温的变化导致河流下游生态的改变，过多的富营养化和不正常的季节性泛滥，淡水的缺乏和海水的入侵导致的湿地三角洲退化。我父母那一代经历了大坝建设的辉煌时期，我这一代看到了河流如何被大坝所改变，甚至毁掉，而我们的下一代将好好考虑这些大坝是否仍然有必要存在下去、在何处以什么样的方式存在下去还是被摧毁。”

（以上是美国内政部长布鲁福·巴比特（Bruce Babbitt）于 1998 年 8 月针对水坝的兴废问题发表的演讲内容）

在所有危害河流的行为中，没有比建造大坝带来的影响更为直接更长久的了，因为大坝可以改变一条河流的水文，也就是它的循环系统，这些改变会影响到整个流域。

我们知道，蓄水总是被当作建立供水型的大坝或者进行河流改道工程的理由。的确大坝在枯水季节能够集聚大量的水。但是实际上我们也应该看到人们用水量的急剧增加。在上个世纪的前 80 年，世界人均用水量增加了 200%，与之相应的是人类对于自然水资源的抽取量却增加了 566%。大坝和供水管道系统并不能够增加新的淡水资源，它们只是把水资源从一些人手中转移给另一些人使用。通常这种转移都从最穷困的人到最富有的人，从用水相对节约的人到用水极度奢侈的人！实际上，大坝还在不断减少可供我们饮用的水——因为大坝通过集聚污染物，增加水库的蒸发量给致病物创造良好的生存环境。



长江葛洲坝

全世界的干旱问题正在加剧，现在的问题不仅仅是僧多粥少。在用水方面的冲突反映了一个更为普遍的问题，那就是对于自然资源的所有权，以及获取这些资源的平等权利。很多大规模水坝的建造引发了更严重的水资源不平等。1950 年，世界范围内的大型大坝大约有 5000 个，但到了 2000 年，超级大坝的数量激增到 45000 个。在黄河上仅巨型水坝就有龙羊峡、李家峡、刘家峡、盐锅峡、八盘峡、三门峡等十余座。修建这样大坝的代价是惊人的，大面积的土地被淹没，无数物种要另择栖息地。最终大坝所带来的是少数人更大规模地浪费水，而为此付出代价的往往是那些农村里的穷人们，他们失去了水和土地，渔业和林业生产都遭受了损失。考虑到所造成的水资源分配的不平等问题，建造水坝是弊大于利的。今天看来，尽管经过了一个世纪的大规模建造水坝，仍然有 13 亿人不能使用上干净的淡水，超过 30 亿的人缺少足够的卫生设施。

可持续的用水计划

可持续用水计划是指那些可以支持人类社会长久而兴旺地发展，同时又不会破坏水文循环和建立于此的生态系统的完整性的规划。下面这些标准对此作出了进一步的界定：

1. 能够保证维持人类健康所必需的用水量。
2. 能够保证维持和恢复生态系统健康运转所必需的耗水量。
3. 水质能够达到一定的标准，这个标准根据取水的位置和水的不同的用途而调整。
4. 人类活动从长期看来不会损害淡水资源的储备和更新。
5. 定期收集水资源的可利用率、使用情况和水体质量等数据，并向公众公开。
6. 建立研究机构，致力于阻止和调解由水资源引发的争端。
7. 水资源的利用计划和决策过程必须民主，确保每一个可能受影响的利益集团都有表决权，并可以直接参与利益的分配。

（经《世界水资源（The World's Water）》杂志（1998-1999）许可，《关于淡水资源两年度的报告》，作者：彼得·格雷克（Peter Gleick））

到目前为止世界上还有 21 亿人口缺少能源，因此不管是发达国家还是发展中国家，都把大规模的水力发电作为能源战略发展计划的重要组成部分。十多年来水力发电一直是争论的焦点。据估计世界上大约有 78% 的水力资源没有得到开发利用，所以很多人一直希望可以推动水力发电事业。但在世界范围内，人们也开始越来越多地认识到大坝所带来的还有高昂的开销，环境的破坏以及社会的不公。

当提及如何利用集水区时，当地的人们往往不会赞同修建大坝这样的工程，因为这将给自然环境和当地文化带来长期的负面影响。但是由于河流往往跨越省界甚至国界，其流经的地区有不同的利益趋向，对河流的开发利用协调不好，就会使得冲突在所难免。问题的症结在于，各个国家都将河流看成自己的财富，欲自由控制和开发，而这些开发利用常常会造成污染，导致环境破坏，社区瓦解，以及一些有着特定文化艺术价值的地区被破坏。

规划者和政策制定者们应该对以往的水利工程建设中遇到的问题进行认真的反思，然后考虑是否还应该再建造新的水坝。同时，国内民众应该继续努力，要求参与到工程的规划过程中去，不仅仅去鉴别这是否是增加电力供应的正确措施，同时也鉴别一下我们是否真地需要这么多电力和水源。更多的电力供应真的是那么必需吗？如果是，最好的发电方法应该是什么？这些问题在我们做出决定之前都应该再三考虑。当我们得到电力和水供应的同时，反思一下如果减去牺牲生态环境和水资源配置不合理所导致的严重后果，我们真正得到的到底有多少？

大坝对环境的影响

1973 年在西班牙马德里召开的第十一届国际大坝会议，将“建坝对环境的影响”列为了专门的议题。国际大坝会议指出，建坝的本意是为了给人类带来美好的生活条件，但也可能对环境 and 人类本身带来了不利的影响。因此，许多国家从 20 世纪 70 年代开始便对水利工程进行环境影响评估。

大坝直接影响河流的形态及生态。最明显的就是对流量的减少或改变，这关系到河流沿岸的生态环境和景观。水坝可以淤积泥沙，特别是石子和鹅卵石。河流没有了沉淀物这个重负，就会侵入下游的河床和河岸来重新获得这一重负，进而腐蚀桥梁以及堤岸。尤其典型的是在大坝刚建成的头 10 年当中，下游的河床通常会退缩几米，这些影响常常会延续到下游几十甚至上百公里。河床的加深，会造成沿岸地下水位的降低，这样一来，就威胁到冲积平原地区的植被以及水井的供水量，同时一些原来不需要灌溉的地区也不得不依赖灌溉才能够生产。河床的改变减少了那些在河底产卵的鱼类的栖息地，同样受到影响的还有昆虫、软体动物和甲壳类动物。各条水系都有各自特有的鱼类体系：比如裂腹鱼就生活在海拔不断升高的河流里，一年来回溯游几次。如果把很湍急的河流截断，它就趋于了静水，而激流里的藻类和静水中的藻类完全不一样，于是鱼类的食物和栖息环境也都要发生变化。虽然这些水生生物没有大熊猫、金丝猴那样知名，但它们也是整个生态链中的一环，都具有不可替代的重要性，没有贵贱高低之分。



例如，在埃及的阿斯旺大坝还未竣工以前，尼罗河每年将大约 1.24 亿吨的泥沙带向大海，其中将近一千万吨沉积在河流两岸的平原和三角洲地区，给这些地区带来了大量肥沃的土壤。如今，98% 的泥沙在大坝后淤积，由此对埃及尼罗河泛滥平原的农业生产造成了一系列的严重后果，其中包括土壤质量的下降和土壤厚度的减少，结果使得数以万计河流沿岸家庭的生活难以维持。阿斯旺大坝还导致了海水的侵蚀，河流入海口海岸线的后退速率由 20 世纪 60 年代的每年约 20 米增加到 1991 年的 240 米，三角洲其它地区的海岸线也多以每年 5-8 米的速度被吞噬。再如建造在美国密苏里河上的大坝，使下游密西西比河入海口三角洲的沉积物减少了一半多，造成路易斯安那州每年有 1 万公顷的陆地消失在大海中。在其它地方，因为大坝的建设而使得河流中的泥沙不能顺利通过，同样面临着保护海岸线的任务，这是建立大坝的河流经常遇见的问题之一。在黄河，上游筑坝过多造成下游的来水减少，导致黄河断流，携带入海的泥沙大量减少，而都淤集在水库里。原来黄河河口每年增加的土地达三万到四万亩，最近十年海水却回退了一万米，差不多十公里，土地面积减少了一百万公顷。海水的倒灌导致油田关闭了 200 口油井，每年损失 15 亿元。中国的三峡大坝建成以后对长江三角洲包括上海海岸线的稳定可能会产生的负面作用也是有待观测的问题。

此外，尽管大坝控制了水的流量，减少了洪水发生的频率，但是对于鱼类来说，失去了这些遗传性的牢固线索，洄游的固定线路被切断，就不能顺利产卵了。长江鲟鱼是一种洄游鱼类，有着特定的产卵场和回游路线，由于峡江修了一个坝，破

坏了它的产卵场，过去年产 1500 吨，现在一条也没有了。1981 年葛洲坝合拢时，中华鲟直往坝上撞，一条条撞得头破血流，极为惨烈。现在中华鲟虽然在葛洲坝形成了新的产卵场，但能有机会产卵的鱼却很少了，这个种群正在面临灭绝的危险，人们只好试图通过人工放养的办法解决。这种鱼类数量急剧减少的情况也同样发生在闽江水口水电站的建造之后……在金沙江流域的合江—雷波珍稀鱼类自然保护区，由于大坝的建设，国家一、二级保护动物达氏鲟、白鲟和胭脂鱼世代相传的激流洄游途径与产卵地被强行“迁移”。在青海湖，只是建了一个小坝，但湖里的鲤鱼要到上游去产卵，于是在坝下一群群地死亡。在世界各地，类似的例子也不胜枚举。消失在巴基斯坦的穆罕默德大坝、印度的斯坦利大坝和萨达尔大坝前的印度鲟、被哥伦比亚河流经的盆地内约 130 座大坝阻挡而无法溯河产卵，在 20 年间损失的价值 65 亿美元的鲑鱼、因大坝灭绝掉的法国多尔多涅河和塞纳河等五条河流中的鲑鱼无不如是。

对水文的影响

大坝同样改变了河流流量的模式，既改变了水流总量，还使其季节性的水流变化模式受到影响。这些影响主要取决于大坝的设计，使用目的及建成后的运作。一条河流生态的各个方面都会因为其水流的改变而变化，而且其严重性在于，这种改变并非一时性的，而是长久的。

在河流的入海口，淡水与海水交汇，形成了一个独特的生态系统，是海洋贝类的重要栖息地，也是鱼类、虾、蟹等主要海洋经济生物产卵、育幼及索饵的场所。世界渔业生产的 80% 来自于这些地方，产量的多少很大程度上取决于淡水流入量及其所携带的营养物质。然而由于大坝的阻拦和对河流的分流所带来的影响，世界上这一类型的主要渔场的海洋渔业生产产量大幅度地下降！其中包括：墨西哥湾、黑海和里海、旧金山湾、东地中海，以及很多河流的入海口。由于尼罗河携带的富有营养的沉积物的减少，地中海东部的渔业产量下降了百分之九十，这对地中海东部沿岸的经济是一大打击。1965 年地中海产沙丁鱼 1.5 万吨，而阿斯旺大坝建成后的第二年（1971 年），埃及海域



已经见不到沙丁鱼了。在黄河，由于黄河上游大坝众多，淡水入海量逐年减少，入海口地区表层海水的盐度与四十年前相比，大约提高了四分之一，使一些适宜在低盐度环境生长发育的海洋生物难以适应，一些鱼类产卵数量明显减少，例如过去黄河入海口的特产黄河刀鱼，如今已很难见到。淡水入海量的减少也导致河口营养物入海量下降，海洋生产力水平降低，黄河入海口海域目前的海洋浮游生物量也仅为上世纪八十年代初的一半左右，同时，底栖动物的栖息密度和生物量也降低，这都严重损害了当地的渔业。

对洪水的改变

大坝的蓄水作用延缓和减少了洪水流量，从一定程度上减少了洪水这自然灾害对于人类的危害。然而，我们需要辩证地看到它的另一面：一条河流及其冲积平原的生态环境是和河水流量周期性变化密切相关的。河流周边的动植物，根据水量的周期性变化安排它们的生产、孵化、迁徙以及其他一些重要的生命活动。洪水每年泛滥一次，把营养物质冲积到陆地上，淹没死水充斥的河道，补充湿地的淡水量，这样有益于生态平衡以及生物物种的完好性。中科院院士、鱼类学家曹文宣曾经说过：“长江是淡水生物最重要的基因库之一。”然而，经历这样一个建坝与治水的过程，我们想，以后还是吗？生物学家们普遍认为：正是不加节制的大坝建设导致了河流里生物种类的锐减，世界上已知的 8000 种淡水物种中的 20% 濒临灭绝。同时，洪水的流量和频率的减少，降低了下游河口营养的补给能力，减少了河口湿地的自然来水，将会对河口湿地脆弱敏感的生态系统造成的严重的影响。以中国的黄河河口为例，黄河河口丰富的湿地生物资源，是东北亚内陆和环太平洋西岸鸟类迁徙的重要中转、越冬和繁殖地。计有鸟类 272 种，其中 42 种属于保护鸟类，属一级重点保护的水生鸟类就有白鹤、中华秋沙鸭、白尾海雕、金雕、丹顶鹤、白头鹤、大鸨等 7 种。这里还分布有国家重要保护植物野大豆，5 种保护兽类。然而，据遥感调查资料显示，近二十年来黄河口淡水湿地的面积已萎缩约 70%，自然保护区的生物量损失超过 55%。

泛洪区也受到大坝的影响。在大坝建成后，森林中的物种多样性呈现出减少的迹象。洪泛平原上生存的各种动物也面临着数量锐减和濒临灭绝的危险。如在美国的密苏里河、肯尼亚的塔纳河和南非的蓬格拉河洪泛平原，由于洪水减少使得土壤

失去淤泥而变得贫瘠（过去每年土壤中的淤泥会增加约 1 毫米左右），森林失去再生能力，动植物的种类有所减少。赞比亚的喀辅埃河 6000 平方公里的洪泛平原曾是世界上野生动物最为丰富的生物生活环境之一，但在上游修建了伊特兹特茨水坝后，这个平原主要的季节性洪水泛滥被消除，除平原最低部分被戈吉水库覆盖之外，剩余的地方已经干涸。湿地消失了，鸟类也几乎看不到了，羚羊数量相对少了许多，如今已找不到一只斑马和角马了。

大坝建设的后遗症

巨额债务：大坝耗资巨大（如三峡大坝耗资 300 亿美元），而且并非一劳永逸。后期包括下游河道整治，修建防护工程，维修等开支。权衡其效益、投资以及考虑可持续发展和环境改变，这些都将产生难以估量的后遗症。在投资建设大坝的过程中，多是通过世界银行、各洲的发展银行来取得资金的，而当大坝的管理运作不能实现预期的价值回收成本的时候，这些发展中国家就会陷入沉重的外债当中，引发更为严重的危机。

大量移民：大坝建设和河流的分流工程导致了大规模的移民，而移民同时就意味着社会的断层、文化失去其延续性、人们谋生手段的丧失，以及给更小的环境带来更大的压力，并且造成其他大量的历史遗留问题。

环境健康：大坝对于环境的影响是长期性的和部分不可逆转性的，例如对于生态和物种的多样性而言。水库淹没大量农田和文物，大坝切断了鱼类每年迁徙的通道，破坏下游河道鱼类和野生动物的生长环境，影响整个流域的生态环境。集水区的水源清洁问题，以及原库区垃圾难以彻底处理等状况，使大坝对人类健康构成威胁。水库、泄洪道、灌溉渠都是滋生致病细菌如血吸虫和疟疾的理想场所。在一些发展中国家，建筑工人将一些疾病（如艾滋病）带到了偏远地区，在当地最终发展成为严重问题。

生态景观：大坝也破坏了河流的原始美。人类活动对河流原始环境的影响是不容忽视的，这些行为伤害了每一个热爱野生环境的人，这些人那里寻找慰藉，享受自然。他们中有人，正是在一条奔腾不息的河边，第一次感受到自然之美。

泥沙淤积：这是一个非常严重的问题。首先，泥沙淤积将直接导致航运阻塞，这与建筑大坝的初衷之一发展航运是直接相抵触的。长江每年携带的泥沙量是 5.2 亿吨/年，想象一下这些泥沙如若不能在自然情况下自上游运输到下游，将会是什么景象。其次，泥沙淤积将直接导致上游的良田被泥沙覆盖，而下游水体将缺乏营养物质，湿地将减少，使得适宜生物生存活动的范围缩小，农业作物减产。最后，泥沙淤积将直接导致大坝的受力增加，坝体将承受除水之外的压力，这增加了安全隐患。河南的黄河三门峡大坝是建国后最早建设的大型水坝之一，主要设计功能是发电、防洪和灌溉。作为黄河第一坝，三门峡大坝曾被国人寄予厚望。然而，由于黄河泥沙淤积问题超出了预估，1961 年下半年水库蓄水后，15 亿吨泥沙淤积在从潼关到三门峡的河道里，潼关的河床被抬高，渭河成为悬河，关中平原地下水排泄不畅，田地出现盐碱化甚至沼泽化，粮食年年减产，并直接威胁西安的防洪安全。后几经改建，采用“蓄清排混”的运行方式，生态危害得以缓解，但难以根本解决。对上游（主要是黄河最大的支流渭河）造成的危害仍然始终不能消除。2003 年更是发生了“小水大灾情”，三次降雨造成了三次洪灾，渭河河堤多处被冲溃，几十万居民被迫撤离家园，农田、村庄被淹，经济损失严重。如此年复一年，关中平原这个粮仓将不复存在。要彻底解决渭河流域洪水问题，水利专家的建议无非是拆除三门峡大坝，恢复黄河自由之身。



水库寿命：任何水库都有淤满、老化和报废的时候，而且在水土流失严重和生态环境恶化的情况下，这一期限要比预计的短得多。根据世界大坝委员会的报告，世界范围内水库的泥沙淤积现象十分严重，现在每年约有 1% 的水库淤满报废。此外，在我国在“大跃进”和“文革”时期兴建的许多大坝标准偏低，设计不能达到要求。而现在某些工程把关不严，造成质量隐患，更是留有大量后遗症。

总之，大坝的后遗症是客观存在的。台湾一位学者指出：“我们必须认识到，有些大坝在规划时，前提有问题，效益被夸大，危害被漠视，我们要求考虑以外的管理、社会公平、文化延续、生态保护等问题。”

大坝主要的影响

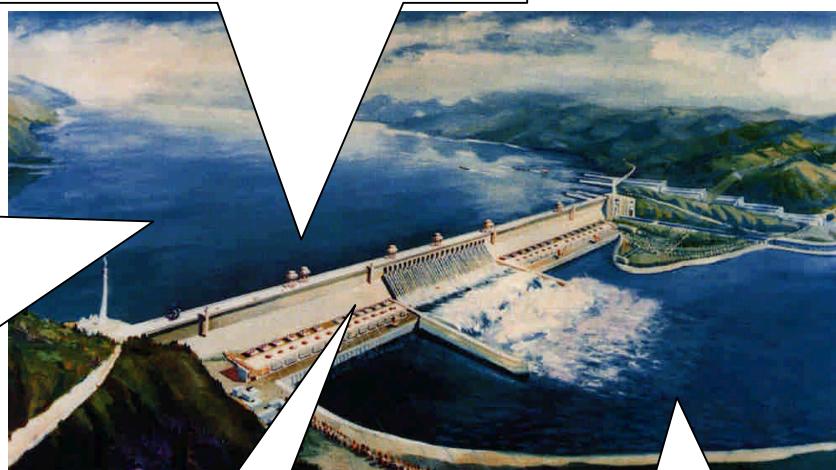
大坝的安全隐患：水库中大量的水可增加地震的可能。在大坝的规划中，下游社区的安全总是最容易被忽略。许多有了年月的大坝，因年久失修，险象环生。

水质问题：水库中原有的植物腐烂，流入的污染物得不到稀释，重金属和泥沙在大坝后面积聚。

水库蓄水，就要淹没农田、森林、湿地以及河流两岸动植物的栖息地，人类也被迫迁移。世界上的大坝，使得三到六千万的人移民，淹没了 40 万平方公里的土地。

蒸发也造成大量的水流失。

水库和灌溉渠里缓慢的水流，滋生了吸血虫和疟疾等致病物。



坝体成为了鱼类洄游的屏障，大坝使下游的水流流量和淤泥数量锐减，给平原地区的农业，渔业和生态系统造成了严重的问题。

水库改变河流原来的化学组成、水流的季节性变化模式以及水温，给鱼和下游的物种造成不利的影响。大坝下游的河床被严重冲蚀，因此生物多样性减低。

抵制大坝

抵制大坝的声音由来已久。最初的声音来自于美国的荒野保护者，他们认为大坝的建设破坏了自然美，由此拉开了全世界反对大坝运动的序幕。

然而，那些因为修建大坝而丧失家园、失去生计来源的人们，往往是弱势群体，他们的声音，即使在生命受到威胁的时候也很难受到重视。随着反对大坝运动的深入，在部分国家，这些人群也开始结成组织，和环境保护团体广泛结盟，开展了一系列深入的宣传和活动，使更多的人听到他们的呼声。

在第一世界国家的这些组织，通过长久的宣传与活动，已经使得反对大坝建设的理念深入人心。在美国，水坝工程界的龙头老大——美国垦务局终于承认，不论在美国或世界其它地方水库都是“不智之举”，并正式宣布停止美国境内的大坝兴建计划，而未来工作的重点是水资源的管理与环境恢复。同时，欧洲的一些国家，如法国、挪威等，也相继立法禁止在国内兴建大型水库。

但在第三世界国家，大坝的建设还在继续。经济的落后和发展的需求，使得经济发展与环境保护之间的矛盾日益突出。能源的消耗迅速增长，而大坝在提供清洁能源的同时还可以调节河流的水量，在一定程度上抵御洪水，缓解干旱。即便如此，大坝的危害依然存在。同时由于工程质量很难保证，所以，大坝在这些地区可能造成更为严重的灾难。

反对大坝的工作在第三世界国家也正艰难地开展着。

其中一个最成功的例子是印度纳玛达河谷计划所激起的拯救纳玛达河(Narmada River)行动。纳玛达河谷计划是人类有史以来最庞大的水利综合开发计划。印度政府向世界银行贷款,计划以二百亿美元在印度西部第一大河纳玛达河流域兴建千座以上的水库及数十座电厂。计划中还包括一条全世界最大的人工运河:七百五十米宽,四百五十公里长。这个计划将使超过一千万人口的生计受到影响。仅在纳玛达河下游的主坝撒多撒罗瓦坝(Sardar Sarovar Dam)就将使二十万六千人口被迫迁移,因此而受到强烈地反对。华盛顿邮报形容此坝为“环境、政治及文化劫难的全球性象征”。1991年底,在梅哈帕卡(Medha Patkar)女士的领导下,历经无数次的说明会、游行与誓死的抗议,以及国际组织的协力奔走,世界银行终于屈服于强大的国际舆论压力,任命一个独立调查小组,重新评估撒多撒罗瓦坝计划。第二年六月独立小组发布长达三百九十二页的调查报告,严厉批评这项计划「充满缺陷」:受害户的迁移与更生目标不可能实现,预估效益也不切实际。1993年3月世界银行宣布取消向印度政府的贷款。

居住在非洲塞内加尔河谷的农民、渔民和牧人的生活,由于大坝而遭受到严重的损害。因此他们不断地给大坝管理方施加压力,要求调整水流控制方案,希望可以在一定程度上恢复他们的集水区。当地的一个农民组织,强烈要求恢复河流的年度性的泛滥,因为他们的生产生活很大程度上依赖于此,而大坝的建立彻底破坏了这套生态系统。可是资助这项工程的世界银行和非洲发展银行并不希望这些农民们的要求得以实现。塞内加尔河谷的农民联合会向专家们描述了问题的结症:“那些仍然还留在村里的人,尽管努力工作,也收获甚微,甚至什么也收不到。鱼儿消失了,牲畜死光了,树也都死光了,土壤变得贫瘠。对河流的开发,将我们的生活判了无期徒刑”。这些组织,不断地向政府施加压力,敦促调整水坝的运作方式,要求其尽量模仿河流的自然系统,以期可以恢复一部分下游平原的农业和渔业生产。

中国长期以来修建了大量的大坝电站,一些问题也逐步凸现出来。在解决了技术、资金、市场等因素的困扰后,大坝导致的严重而持久的生态环境问题受到越来越多人的重视,大坝的建设正在中国收到越来越多反对的呼声。第一个引人注目的胜利是在针对岷江杨柳湖大坝的工程发起的争议中。有人规划欲在两千多年的世界文化遗产都江堰核心部位鱼嘴上游1310米处修建一座水库大坝。为了留住都江堰,许多人包括政府官员、科学家、新闻从业人员和环保活动者进行了大声疾呼,历时3个多月,终于在2003年8月尘埃落定,成功地阻止了大坝的建设。可是,都江堰虽然暂时地保住了,但是新的大坝工程还不断提议和上马之中。新的反对大坝的努力和宣传运动正在怒江等大江大河、在都市中、在原住民的村庄中进行着。

大坝的未来

最近,来自世界各地的环境和社会活动组织组建了一个新的联合,旨在推动摧毁那些已经失去经济效益并存在安全隐患的大坝。这个组织的全称为“生命之河(Living Rivers)——拯救受大坝影响的河流和社区的国际联合会”。它主要关注河流的恢复情况。这些河流上的水坝或是运作方式已经做过调整,或是水库已被排空,或是大坝已经被完全移走。河流两岸社区居民的健康也是他们关注的问题之一。

这个组织宣称,恢复河流健康最好的方式是让大坝“退役”——这可以是任何能给河流带来生机的行动,例如加快水流量,或是完全拆除大坝,使其恢复建坝前的状态。尽管移走大坝的费用昂贵,但在很多情况下,这仍是最为经济最有利于生态的选择。这个协会的主要任务就是关注那些已经达到使用年限、不再安全的大坝,或是那些维护保养费用已经超出了拆除所需费用的大坝。

这个组织于1998年7月成立。它的成立宣言中写道:“在全世界范围内,大坝使许多河流不断恶化。然而正是这些河流孕育了世界上最美丽富饶的人类栖息地,养育了数千万的人口……大坝修建允诺的种种好处多难以实现,但是他们所带来的负面影响却大大超出了人们的估计。”

生命之河组织的第一件工作就是研究一些成功的案例,主要涉及大坝的退役和河流的恢复。该组织还负责监督新近成立的世界大坝委员会(World Commission on Dams)开展进一步的大坝退役工作。

水坝的管理

在已建有大坝的河流上采取“人造洪水”技术,是目前正在被研究和实验的恢复下游生态的主要手段之一。这种技术,旨在通过尽量自然的方式,由水坝泄出更多的水,来恢复河流的定期泛滥,以期给下游生态一些积极的影响。“人造洪水”到目前为止都可称得上是一个有效的管理方式,能够给受损的生态和社区环境带来一些改善,但目前为止我们仍然缺乏关于此种技术长期影响的研究报告。

假使这些经过改进的管理方式,从长期看来对下游生态是有益的,且可以防止河流状况进一步恶化,但是很多复杂因素使这项措施的推广受到限制。大多数水坝都是为了水力发电而建,有盈利为目的,而为了模仿自然的洪水,必定有很多水要

白白流过水力发电机，这将减少大坝的发电量。因此，除非有额外的经济利益为驱动，或是有相关的法规，否则大多数水坝管理者不会为了下游的生态问题而牺牲可能的经济收入。

世界大坝委员会（World Commission on Dams）对全球的记录监控

在对全球的大坝效用进行评估的过程中，需要有一个独立的非政府组织来承担这项工作，于是就有了世界大坝委员会（WCD）的建立。WCD 成立于 1998 年 2 月，位于南非的开普顿。其建立是为了执行一个为期两年的计划，该计划旨在重新评估全球范围内大坝对环境的影响。WCD 负责承担一系列标准和规则的建立，推荐一套在未来建坝的决策过程中应遵循的指导方针，以及研究可行的大坝替代方案。委员会的主席是卡德尔·阿斯马尔（Kadel Asmal）教授，南非水利与林业部的前部长。委员会将对流经 3 个国家的 9 条河流的盆地地区（包括南非的奥兰治河）进行研究，另收集 150 个大坝的基础数据。WCD 的最终报告于 2000 年 7 月完成。开普顿当地的另一个非政府组织—环境监测工作组（Environmental Monitoring Group—EMG）一直致力于监督 WCD 的运作过程，促进信息在 WCD 的秘书处和全球其他地区的 NGO 和社区团体之间的流通。EMG 的工作，主要是确保 WCD 的发现和推荐可以准确地反映大坝对当地环境造成的影响，特别是在南非地区，以及受大坝影响地区的人们的发展前景，并且确保这些人所组成的团体和其它的 NGO 能够参与到 WCD 的决策过程中。EMG 同 WCD 秘书处合作确保这些将受到大坝影响的人们能够完全参与整个过程，并设有全职人员监督 WCD 的工作。

另一个问题是，“人造洪水”必须经过精心设计才能够给下游带来好处。因为一次仿真的洪水有很多指标需要满足，其中包括，流到下游的总水量、水流量的增加速度、洪水的最高水位、洪峰的持续时间、洪水撤退的速度等。对于这几个指标的控制，决定了泻洪对下游的影响是有益的还是有害的。没有经过缜密计划的“人造洪水”只会给下游的农业和生态环境带来灾难。在不合适的时间放水，会使人们失去保护，淹没房屋，冲毁庄稼。如果“人造洪水”不够大，或者持续时间不够长，就仍无法达到带走河道泥砂并沉积于冲积平原的预期效果。

2002 年中国科学家利用小浪底水库人造洪水，以 2600 立方米每秒的较大流量，持续放水 11 天，对黄河下游“地上悬河”进行冲刷减淤。但是由于黄河泥沙淤积严重使得河床抬高，不利于泻洪，导致洪峰到达各个水文站的时间和原计划存在很大的误差，并且人造洪水到达山东各段时发生了水位超过警戒水位的险情，期间甚至还出现了滩岸部分坍塌的情况。

在美国，曾经为了改善科罗拉多河流经的格伦峡谷(Glen Canyo)的生态环境，进行了一次“人造洪水”，旨在让洪水携带起河床中多年沉积的泥沙，使之沉积到受侵蚀的河滩，恢复 1963 年格伦峡谷大坝建成前的沙洲与沙滩。洪水持续了整整一个星期。洪水过后，效果令人振奋，航拍照片表明，那些被侵蚀的河滩上增加了不少新的泥沙。然而，仅仅过了几个月，河滩上增加的泥沙开始消失，一年以后，绝大部分泥沙就不见了。而为了这次“人造洪水”，水电公司损失了价值 250 万美元的发电量，旅游和一些其他活动也受到了影响，因此总结经验后想再进行第二次试验的科学家面临着各方面的压力。

然而在格伦峡谷大坝的生态恢复工作中，还是有很多地方值得借鉴。在那里，人们成立了一个格伦峡谷大坝适应性管理工作组，代表着各个团体的利益，包括水电公司、政府部门、旅游部门、当地居民和环保组织等。这样的方式有利于在大坝的管理和生态恢复过程中综合考虑来自各个方面的意见，每一个可能对大坝所在地区生态环境造成影响的行动都将进行充分的评估。



中国重要水坝分布图
 一引自《中国国家地理》杂志 2003 年第 10 期 (516 期)

中国水利工程观察

中国的水利建设中与河流相关的主要有：

开挖河道 南水北调、京杭运河等。

水坝 中国是世界上拥有大坝数量最多的国家，除了怒江和雅鲁藏布江，几乎所有大小江河的干流或支流上都建有水坝，总数超过 8.6 万座。其中最大的为三峡大坝。

	15 米以上坝数	30 米以上坝数	100 米以上坝数	150 米以上坝数	2002 年在建 60 米以上坝数
世界	49697	12600	670	155	349
中国	25800	4694	108	24	88

水库 至 1997 年，中国已建成水库 8.48 万座，总库容 4583 亿立方米，占全国地表水资源的 16.9%。

都江堰

相关河流：岷江、长江

工程概述：

以竹木、卵石为材料筑堰，四六分水引导江水，灌溉总面积近一千万亩，使四川成为“天府之国”。

工程情况：

从岷山发源的岷江，流入川西平原时被一道人工垒砌的分水堤——“鱼嘴”分为内江和外江，岷江正流外江水由西北至东南横贯成都平原，经乐山、宜宾汇入长江。内江水则由“飞沙堰”阻挡而泻入人工凿成的“宝瓶口”，枯水季节或农田需水时，六成江水拦入宝瓶口，四成江水泻入外江；相反地，洪水季节则四成江水流入内江，六成江水泻入外江，汇进长江。拦入内江的水再驯服地奔向几条干渠，流入千万条人体毛细血管般的渠系。都江堰依据始筑者李冰的六字诀“深淘滩，低筑堰”每年淘去上游冲下来的沙石，维修低矮的堰坝，使其成为世界上最古老的仍在发挥效用的水利工程。



评述：

都江堰工程修成于公元前 256 年，至今惠泽流域居民二千二百多年，远远超越了普通拦水水库 50-300 年的平均寿命。按都江堰世界遗产办公室高级顾问邓崇祝的话讲：“都江堰四六分水的治水方法让人叹为观止，它的精准，它的测算，即使拿到现在也是无可挑剔的。它是一个人类与自然天人合一的规则。堰和坝，一横一纵，一堵一导，代表的是截然不同的治水哲学。坝意味着对水的强硬抗衡，对水流方向的强力阻遏，是人与自然的迎面撞击。而堰则意味着对水的顺势利导，在达到人的引水目的的同时，并不违背水的自然本性。”都江堰表达了“以水治水，顺势利导，兼利天下的完美理念”。都江堰已经被列入了世界文化遗产。

问题：

- 1、水土流失：几十年来，岷江上游被砍伐了 2000 多万立方米木材，推光了山头，造成大量水土流失，使岷江水量呈下减趋势。岷江流量从本世纪 30 年代的平均径流量 174.1 亿立方米减少到 80 年代的 142.4 亿立方米，长远不堪设想。作为对策，国家已经全面禁伐天然林，并将在近 10 年来实施绿化工程造林 6000 万亩。
- 2、筑坝：2003 年，在距离鱼嘴只有 1 公里多处，筹划了杨柳湖水库。该水库的建设将使都江堰水库遭到灭顶之灾。经

过众多环保活动家、水利专家、媒体记者、政府官员等的努力争取，终于停建。详见本书“抵制大坝”部分。

=====
三峡大坝：

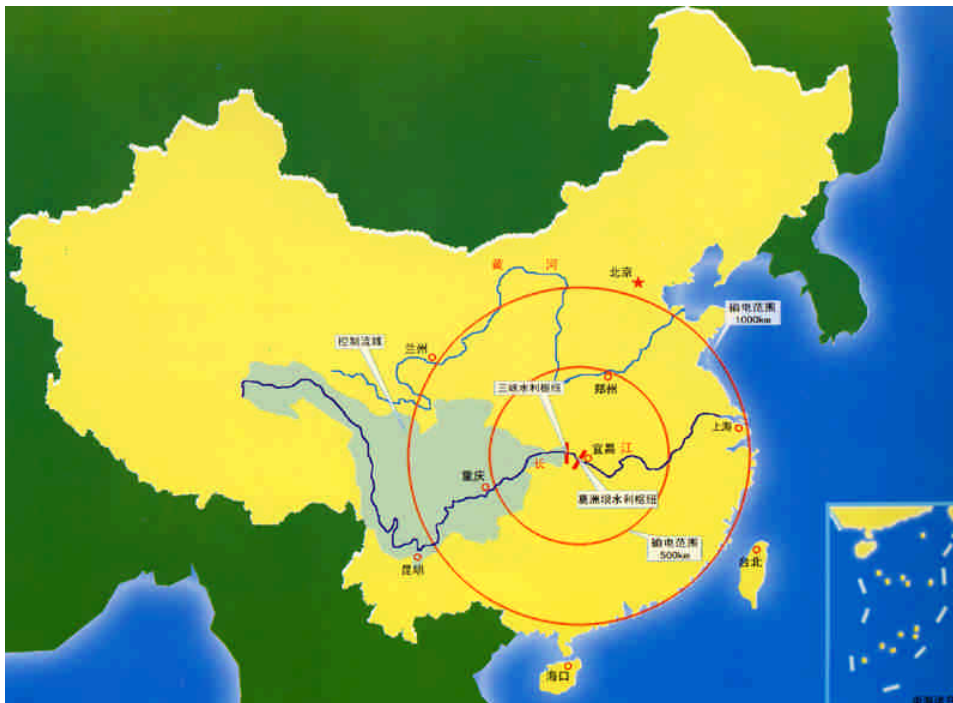
相关河流：长江

工程概述：

钢筋混凝土大坝，全长 2335 米，坝高 185 米，顶部宽 15.18 米，底部宽 130 米，正常蓄水水位为 175 米，总库容 393 亿立方米，总装机 26 台，单机容量 70 万千瓦，年发电量 847 亿度。三峡电站将成为世界第一大水电站，于伊泰普电站相比，发电量还超出 40%。所发电将发往以大坝为中心半径 1000 公里以内的上海、北京、兰州、广州、四川等地区。预期最终形成一座长达 600 公里，最宽处达 2000 米，面积达 10000 平方公里，水面平静的峡谷型水库。

工程情况：

工程分为三期共 17 年。现已经完成第一期工程(1993—1997 年)，除准备工程外，主要进行一期围堰填筑，导流明渠开挖等；第二期工程(1997—2003 年)也已经完成，主要为修筑二期围堰，左岸大坝的电站设施建设及机组安装等。2002 年 11 月 6 日导流明渠截流。现正进行第三期工程，为期 6 年(2003—2009 年)，进行右岸大坝和电站的施工，并完成全部机组安装。随着 2004 年 4 月 30 日新机组运行，三峡电站日发电 1.15 亿千瓦时，从 2003 年 07 月 10 日首次发电起已累计发电 178 亿千瓦时。



三峡电站输电范围 ——引自《中国三峡工程报》 2002 年 11 月 1 日

评价：

蜿蜒 6380 公里的长江，从世界屋脊青藏高原，纳百川千流，自西向东，横贯中国腹地，永不停息地直奔东海。她是中国最长的河流，也是仅次于南美亚马逊河和非洲尼罗河的世界第三大河，是孕育中华民族古老文明的摇篮。长江最摄人心魄的就是三峡：瞿塘峡、巫峡和西陵峡。在此建设的长江三峡大坝最早从民国初年孙中山先生所著的建国大纲中提出，该工程号称本世纪以来最浩大的工程，并将成为人类史上向大自然挑战的最大代表作，它利用长江丰沛的水量来发电，并利用大坝来调节水量，使长江长久以来的水患获得解决。

经济价值：

1、防洪价值：

两千年间长江共发生大洪达 214 次，本世纪以来已经有 3 次记录。一九五四年的洪水冲毁荆江大堤，河水直逼武汉，淹没 317 万公顷土地，造成三万人的死亡，平汉铁路中断达一百天之久。每年夏天，长江中下游的人民耗费无数的精力做防洪的准备，经常生活在洪水的威胁恐惧下，严重影响经济的发展。而三峡大坝设计控制宜昌以上 100 万平方公里的流域，水库的防洪量达 211.5 亿立方米，平均每年可以避免 23000 公顷淹水，减低农业损失 7 亿 7 千万元，减少都市损

失约 2 亿元。荆江河段防洪标准由现在的约 10 年一遇提高到 100 年一遇。

2、发电效益：

三峡水坝完工后装机容量将达 1820 万千瓦，成为世界上最大的水力发电厂，每年发电 847 亿度。如果不建三峡水电站而代以燃煤电厂，每年燃烧 4000 万吨煤将产生 200 万吨二氧化碳、一万吨一氧化碳及 37 万吨二氧化氮，将对环境造成极大的影响。三峡水电站将对华东、华中和华南地区的经济发展和减少环境污染起到重大的作用。

3、航运价值：

三峡水库将显著改善宜昌至重庆 660 公里的长江航道，万吨级船队可直达重庆港。航道单向年通过能力可由现在的约 1000 万吨提高到 5000 万吨，运输成本可降低 35-37%。

问题：

由于过去几十年积累的丰富经验，185 米的超高大坝、70 万千瓦的巨型机组、大坝合龙防漏等等技术实现并不是问题所在，而中心问题集中体现在生态、社会方面：

1、水库淹没区的问题：

三峡工程正常蓄水至 175 米时，三峡大坝前会形成一个世界上最大的水库淹没区——三峡库区。三峡水库将淹没陆地面积 632 平方公里，淹没城市 2 座、县城 11 座、集镇 116 个，受淹没或淹没影响的工矿企业 1599 家，水库淹没线以下共有耕地（含柑桔地）2.45 万公顷；淹没公路 824.25 公里；淹没区房屋面积为 3459.6 万平方米，淹没区居住的总人口为 84.41 万人（其中农业人口 36.15 万人）。考虑到建设期间内的人口增长和二次搬迁等其它因素，三峡水库移民安置的动态总人口将达到 113 万人。

2、环境与生态影响：

由上述数据可以看到，长江流域的生态将会有非常明显的改变。人可以迁走，工厂可以搬走，但植物走不了，一些适合原三峡生存环境的生物将受到极大影响，这将会对当地环境带来巨大冲击，对整个流域地区的环境与生态也将会有很大影响。这也是许多中外人士所关心的议题：正面影响如将减少相应的火力发电污染、减轻洞庭湖淤积等，负面影响则包括截断了白鲟、胭脂鱼、中华鲟、白暨豚等稀有水生动物迁移繁殖的路径、泥沙可能淤积于库区不能下泄、可能发生的河口侵蚀和海水入侵等。此外，水库完成后也会对附近的气候有明显的改变，年平均风速、相对湿度、月平均温度都将有显著的改变，如此的改变将牵动着长江流域的天然气候及水文型态。

长江三峡大坝是举世无双的超大型水坝，建成后带来的不论局部或者是全面性的改变环境都是无可避免的。具体效果有待时间的检验。

=====
南水北调

相关河流：长江、黄河、淮河和海河，以及京杭大运河

工程概述：

南水北调总体规划了东线、中线和西线三条调水线路。通过三条调水线路和长江、黄河、淮河、海河四大江河的连接，构成“四横三纵”的总体布局，以期实现中国水资源南北调配、东西互济的合理配置格局。规划的东线、中线和西线到 2050 年调水总规模为 448 亿立方米，其中东线 148 亿立方米，中线 130 亿立方米，西线 170 亿立方米。整个工程将根据实际情况分期实施。本工程规划建设 50 年，总投资 5000 亿元以上。

工程情况：

“南水北调”的构想从 1952 年被毛泽东首次提出，经过数十年调查论证和方案修订，国务院于 2002 年 12 月 23 日正式批复《南水北调工程总体规划》，并于 27 日以江苏段三阳河、潼河、宝应站工程和山东段济平干渠开工为标志正式由规划筹备转入实施。

东线工程：利用江苏省已有的江水北调工程，逐步扩大调水规模并延长输水线路。其工程从长江下游扬州抽引长江水，利用京杭大运河及与其平行的河道逐级提水北送，并连接起调蓄作用的洪泽湖、骆马湖、南四湖、东平湖。出东平湖后分两路输水：一路向北，在位山附近经隧洞穿过黄河；另一路向



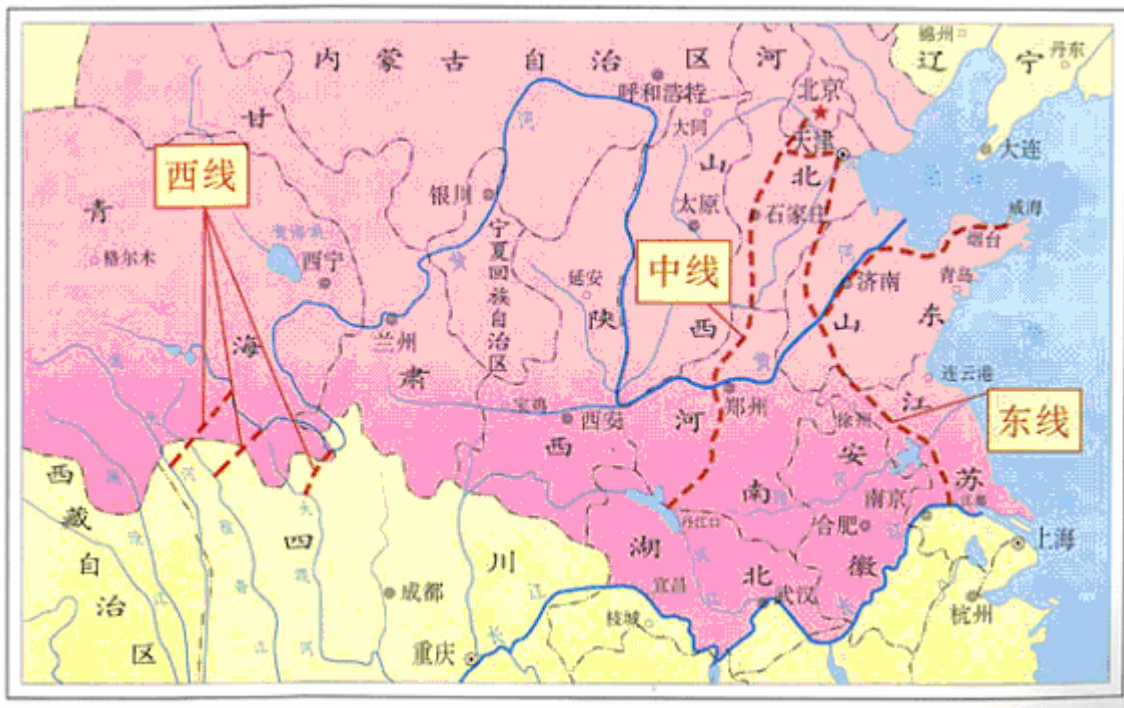
京杭大运河

东，通过胶东地区输水干线经济南输水到烟台、威海。

中线工程：从加坝扩容后的丹江口水库陶岔渠首闸引水，沿唐白河流域西侧过长江流域与淮河流域的分水岭方城垭口后，经黄淮海平原西部边缘，在郑州以西孤柏嘴处穿过黄河，继续沿京广铁路西侧北上，可基本自流到北京、天津。

西线工程：在长江上游通天河、支流雅砻江和大渡河上游筑坝建库，开凿穿过长江与黄河的分水岭巴颜喀拉山的输水隧洞，调长江水入黄河上游。西线工程的供水目标主要是解决青、甘、宁、内蒙古、陕、晋等6省（自治区）黄河上中游地区和渭河关中平原的缺水问题。并结合兴建黄河干流上的骨干水利枢纽工程，还可以向邻近黄河流域的甘肃河西走廊地区供水，必要时也可相机向黄河下游补水。

目前工程正在进行东线第一期5年工程和中线第一期8年工程的建设，其主体工程静态总投资就达1240亿元，计划实现多年平均年调水量东线89亿立方米、西线95亿立方米。



南水北调工程总体布局图

评价：

南水北调是当今世界上最大的水利工程，主要价值在于解决黄河、淮河和海河流域严重的资源性缺水。

2000年黄淮海流域的人口、国内生产总值、工业产值、有效灌溉面积、粮食产量均占全国的三分之一强，是中国重要的经济区和粮食、棉花的主产区，但黄淮海流域水资源总量仅占全国的7.2%，人均水资源量为462立方米，仅为全国人均水资源量的五分之一，是中国水资源承载能力与经济社会发展最不适应的地区，资源性缺水严重。由于长期干旱缺水，造成过度开发利用地表水、大量超采地下水、不合理占用农业和生态用水以及使用未经处理的污水，造成目前黄河下游断流频繁，淮河流域污染严重，海河流域基本处于“有河皆干、有水皆污”和地下水严重超采的严峻局面。黄河、淮河和海河三大流域的水资源开发利用已分别高达67%、60%和超过95%。特别是海河流域20多年来已累计超采地下水900多亿立方米，造成地下水埋深大面积持续下降。黄淮海流域水资源的过量开发，导致河湖干涸、河口淤积、湿地减少、土地沙化、地面沉降以及海水入侵等生态环境问题日趋恶化。黄淮海流域现状缺水量为145亿~210亿立方米，预计2010年为210亿~280亿立方米，2030年为320亿~395亿立方米。

规划的东线、中线和西线工程到2050年调水总规模为448亿立方米，其中东线148亿立方米，中线130亿立方米，西线170亿立方米，将可以基本解决黄淮海流域的水荒。（资料来源：国务院南水北调工程建设委员会办公室）

问题：

- 1、施工难度：西线虽然水资源丰富，但是工程涉及在高寒地区修建高坝、水库、隧洞，极为复杂和艰难。中线、东线

技术问题较小，但工程也极为浩大，相当艰巨，光一期工程就有 30 多个单项工程、数百个单位工程，组织和管理是一项巨大而复杂的系统工作。

2、巨额投资：北美水电联盟计划曾设想把阿拉斯加和加拿大西北地区的多余水调往加拿大其他地区及美国的 33 个州、大湖地区和墨西哥北部诸州，灌溉美国和墨西哥 260 万公顷耕地，并向美国西部城市供水。但这个计划需要 1000 多亿美元，工期长达 20 年，并且完工后需 50 年方能收回成本，不得不让人望而却步。南水北调工程也存在类似问题。投资达 5000 亿元的天文数字，给国家带来的经济负担非常沉重。

3、经济影响：一方面，调水会减少被调地区的水量，当超过一定数量，就会影响被调水河流所在流域的用水与经济发展；另一方面，调水也刺激调入地区不断增加耗水量，使得调水量也不断增加。继续粗放的灌溉方法和掠夺式的农业经营，将造成耕地盐碱化，使土壤生产力下降，并有可能使肥美的沃野重新变成不毛之地。调水之时仍重节水教育是必须同步进行不容忽视的工作。

4、污水治理：由于长江流域经济发达，尤其东线跨流域调水工程范围内有许多污染源，不采取措施就会调来被污染的水而前功尽弃。东线第一期总投资 320 亿元，而治污工程投资就达 140 亿元。

5、生态影响：在水量调出区的下游及河口地区，因流量减少，如果调水不当，会引起河口海水倒灌，水质恶化，破坏下游及河口区的生态环境。前苏联“北水南调”工程自涅瓦河调水，引起斯维尔河流量减少，使拉多加湖无机盐总量、矿化度、生物性堆积物增加，水质恶化。此外，也可能因为调水带来疾病传播，像疟疾、脑炎、血吸虫病等，影响人群健康。

6、社会影响：调水，就可能要淹地和移民，大面积农田被淹。居民被迫搬迁，变更职业，移民迁入地区将增加土地负担。中线丹江口水库大坝就按调水要求正常蓄水位 170 米一次加高，随着水库蓄水位逐渐抬高，移出大量居民。

（参见：《国际上大规模跨流域调水工程实例》，中国社科院农村发展研究所贵克平）

第三部分 你我潜在的影响力

人类社会总是不断地要求发展，而世界的资源却是十分有限的。人类社会必须建立更平等的关系，更加平衡地分配地球上的有限资源，更加有效地利用它们。

成为集水区的守护者

这一部分的目标是向人们提供有关集水区内工程项目的一些必备知识和指导。通过收集如下介绍的信息，能使整个社会更好地有针对性地参与到筹备的过程中。

对于大型的发展项目，当地人员通常极少能够参与，并且常常是在计划的末期才能参与进来。而由于某些原因，一些不符合国家利益的或者某些投入产出极不成比例的工程项目甚至也可以迅速得以实施。很多因素可能导致一个项目的失败：项目计划人员持有的倾向于忽视潜在不利因素的“职业性乐观主义”，腐败的政府和企业，大规模的河流域规划的缺乏，对生态系统认识的不足，以及项目计划人员与当地居民沟通上的缺乏。民间运动得以保证当地居民的呼声能够得到应有的重视，使项目的某些主要问题得以暴露出来，另外一些更大的问题，例如像河流这样的自然资源的归属问题也能反映出来。

因此，下面给出了参与集水区保护行动所应采取的一些步骤，以及关于集水区工程项目提议的一些需要弄清楚的问题。

****第一步****

初步了解：集水区的基本情况

了解当地集水区的情况，获取集水区内已有的或计划中的所有主要项目的信息（包括上游、下游）。

和当地政府进行沟通，与当地的良好联系有助于获得该地区新建水利工程的最新信息。

确定计划中的工程所可能影响的社区，以及他们在对项目进行了解的过程中是否需要帮助。如需要，向他们提供相应的信息。收集这些将受到影响的社区的情况：首先记录下这些人的生活状况以及他们如何利用集水区的情况，调查将受到影响的人数以及如何受到影响，并通过与这些社区的权威人士交谈了解他们在此工程项目上的立场。

从社区的权威人士或长者处获得这些河流和生态系统对他们在文化、历史和精神上的意义，并记录下项目可能影响到的重要地点，比如墓穴、圣地等。

收集集水区内可能受影响的生态系统的信息，譬如，从当地渔民那里获得尽可能多的信息，如每日捕鱼的收成、鱼的种类以及何时捕获。采集水样以检测水质。请求生态学家的帮助来调查现有集水区的资源信息，如湿地、森林、野生动物等。

从公共渠道如环境报告、媒体文章等收集集水区区域的信息。了解哪些项目计划文件是可以从公共渠道获得的，哪些不能获得，并且保存这些文件以备。

收集信息：谁控制着水资源？

每个国家针对水的权利和水资源使用方面的立法都不尽相同。研究你自己国家的水政策。地方政府可能也制定了相应的有关河流、自然资源和水资源利用的法规。

自学并帮助社区居民学习以上这些政策法规。同时建立包括以下主题的信息库：

- ▲ 地方和国家的土地和水资源立法。
- ▲ 主要的开发项目拥护者们的政策立场：如世界银行、联合国发展计划署（UNDP）以及亚洲发展银行。这些可以从各个组织和贷款人处获得。
- ▲ 国家和地方的环境保护措施。
- ▲ 国际环境和人权法案（可从法学院或国际上的非政府组织（NGO）获得帮助）。
- ▲ 国际法关于水资源共享的有关条例。

关于计划中的水利项目需要了解的一些问题

如果你所在地区正在计划一个大规模水利开发项目，下面的问题将有助于发掘出潜在的问题，并可能帮助你成为项目计划的一个积极的参与者。其中有些问题，如果你们小组内部无法评估，就需要向专家求助——例如，一位经济学家可以帮助你们评估工程项目的经济情况，一位水文学家或生态学家能帮助了解河流将受到的影响。

下面的问题并不都适用于所有的项目。这些问题修改自一本很有用的指南——“有关水资源项目的问题”，作者是杰拉尔德·梅勒尔（Gerald Meral），加州水资源部的前副主任。正如梅勒尔博士所说，“发现工程项目好处的艺术和科学已经发展得足够完善了，很少有工程的优点被忽略掉。但是水利项目赞助商们的过于乐观经常导致他们忽略潜在的负面影响。通过如下设计的问题，我们可以发现隐藏的一些问题或成本。”

——工程项目描述

- ▲ 项目的所有方面是否都被描述到了？是否存在需要在未来增加的内容？
- ▲ 具体时间进度表是怎么样子的？
- ▲ 如何让公众参与该项目？
- ▲ 项目目标是否是根据项目所要满足的需求，而不仅仅是根据项目的建设特征来描述的？例如，一个适当的目标描述可以是“开发通过能源供应满足能源需求的项目”。这样的目标描述，相对于目标定为“修建一座能产生 500 兆瓦能量的水坝”的工程项目方案来说，将能更好地对所有替代方案进行分析。

——工程项目的经济性

- ▲ 计划时间表是否符合当地的实际情况？（如果一个工程计划延期了，或者施工时间比预计要长，工程项目就有可能遭受损失。）
- ▲ 最终花费的预算中是否考虑了现实的通货膨胀？
- ▲ 贷款利率会一直保持为债券销售或贷款时的利率吗？
- ▲ 总成本测算中是否对工程后期行为进行了完整和清晰的测算？完整的成本测算应包括建造、运作、维护成本和可能的拆除成本。
- ▲ 工程的经济分析中是否完整和清晰地测算了环境和社会成本与收益（例如，带有大型水库的水坝在干燥气候中将蒸发掉大量的水，这些蒸发的水量是否得到了正确的评估？）？经常被忽略的成本还包括：
 - 消失的工作机会（农业、渔业、娱乐业和旅游业）。
 - 全部的移民成本，包括为移民重建生活的成本。
 - 由于工程而损坏或丧失的自然生态系统功能的经济价值，比如，湿地的净水功能，森林和草原的水土流失控制功能和地下水源的补充功能。
- ▲ 经济测算中包括了哪些补贴？例如大公司们是否能得到能源津贴？免征的税款是否用来支付部分工程项目款？工程的能源供应部门是否会给予其他部门如供水或导航部门一定的补贴？
- ▲ 工程的成本预算是否包括了配给成本（如电线、运水系统）。
- ▲ 在将水向居民供应之前是否需要进行处理？这些成本有没有计算在内？

——风险和不确定性

- ▲ 工程计划中是否包含了对水和能源人均需求的预测？这些预测是否建立在一个积极地保护环境的承诺之上？这些预测是否是当前做出的，是否考虑了近期发生的可能影响需求的所有变化（比如经济衰退减少了对供电的需求，当地人口增长的减缓等）。
- ▲ 在项目成本测算中，是否充分考虑了以下一些不可预见的问题所带来的各种偶然因素的影响：因罢工、不利的天气、未曾预料到的施工条件（比如，隧道开挖的恶劣条件，或对地震风险的重新评估）、方案的重新设计、法律纠纷、施工期间的干旱、意外事件、居民的反对以及政治动乱等引起的项目延期。
- ▲ 分析中是否将提议的项目方案风险与其他替代方案风险进行了比较？
- ▲ 是否为项目签订了水和电力供应合同？
- ▲ 灌溉项目：农业的用水需求与良田的排水系统是否相匹配（排水差的灌溉系统将很快导致土地的盐碱化）？拟灌

溉地区谷物的未来市场价格是否足以支付其购水行为？这些谷物种植是否已经获得了补助？

- ▲ 过高的消费、环保或者其他因素而导致的对工程产出的需求量减少的风险如何？
- ▲ 水坝建造失败或其他结构上的问题可能带来的风险是否得到充分的评估？

重新考虑规划过程

制定一个合理的能源或水资源工程规划的关键在于规划程序。没有一个规划程序是放诸四海而皆准的。规划程序的众多步骤，必须要能从整体上配合能源和水资源规划的状况。由于集水区（通常还有水和电力供应系统）往往是跨越国界的，所以必须将国际政治和协议考虑在内。除了规划程序要具有透明度和可参与性之外，一个好的开发项目计划里，还必须包括下列基本原则：

- ▲ 在从众多的规划程序中作出选择之前，为该项目进行一次整体评估；
- ▲ 遵循一个国家的河流和集水区开发的总规划；
- ▲ 遵循国家能源和水资源管理计划和政策；
- ▲ 最大限度地保护自然资源；
- ▲ 经公众充分讨论决定各方都可接受的（如果存在的话）的移民安置；
- ▲ 所选择的规划项目，要能够最大程度地提高当地规划管理、财务管理和环境管理的能力，以及提高建筑、设计、生产、运行和维护等方面的能力；
- ▲ 规划项目能够满足科学/技术/经济等方面的最高要求。

在项目规划中，整个社会的参与也是极其重要的。要满足对于稀有资源竞相争夺的需求，就要求社区的所有民众积极地、公开地、全面彻底地参与到规划程序中去。如果整个社会都了解国家能源或水资源开发战略，那么他们各自的计划方案之间发生严重冲突的可能性就会大大降低。同样，如果某一项目的规划程序，能让民众在较早的阶段就参与进来，发生冲突的可能性也会减少。而若当规划程序已经进行到相当程度之后，作为既成事实再向将会受影响的社区披露，这样就很容易产生冲突。

要取得成功，总体规划程序必须在一开始就对目前使用状况、现有供应情况进行深入分析，并切合实际地预测未来需求。下一步是仔细检查资源供需双方各自的成本和利益，并制定一个在各种可用资源之间权衡选择的总成本最低的综合规划。这样的规划程序被称作“统一资源规划”，包括综合考虑电力供应和传输对环境造成的损害，发现能源使用效率达到成本最优化的方法和利用可再生能源的替代方案。

——替代方案

以下所提出的问题将有助于判断是否对那些可行的、不考虑建造结构差异的替代方案进行了相同的评估：

- ▲ 是否公平地测算了项目替代方案的成本？
- ▲ 能源节约方案是否作为该工程项目的替代方案获得了充分的研究？（注：能源节约方案经常是水电站或其他供水工程的成本最低的替代方案，然而对这些工程项目进行可行性分析时却很少进行完整的需求侧管理（DSM）节能研究。）
- ▲ 是否考虑过规模更小的，破坏性更小的设计方案。
- ▲ 是否进行过净能源分析，即对工程建造所消耗的能源和项目建成后可以产出的能源进行综合分析。这将使我们了解工程建造和运营过程中的能源消耗量。这项分析应包括以下因素：
 - 工程建造所需的能源：施工设备和其他物资的生产、原材料运输、隧道开挖、路基修整、废料处理、人员交通等过程中消耗的能源。
 - 传输线上的能源损失（在某些项目中可能达到10%）。
 - 运营和维护工作消耗的能源（如设备更换、疏浚淤泥等）。

- 向用水地区泵水所消耗的能源。
- 水处理所消耗的能源。
- 为抽水蓄能工程泵水所消耗的能源。

▲ 分析中是否预测了需要经过多长时间工程才能够开始提供净能源？（如果上一条所列的能源需求都被列入计算，那么很多水电站可能需要几十年的时间才能成为净能源供应者。）

——社会问题

- ▲ 工程项目地区将产生多少移民？是否有机会在类似地区为他们创造同样的生存条件，同时又不会引起该地区人口过密或导致该地区人口再移民？
- ▲ 是否有足够的资金进行移民和人员的重新安置？是否制定了周密的计划？
- ▲ 受工程项目影响的当地人，他们中的大多数是否愿意移民？如果不愿意，那么政府或者负责工程项目的公司是如何应对他们的要求的？
- ▲ 工程项目是否与当地人民商议过？他们是否完全自主地同意建设此项目？
- ▲ 是否存在相应的法律法规，要求开发商必须向当地居民告知那些可能会对当地社区造成影响的工程项目？这些法律法规是否受到拥护？
- ▲ 社会中的哪些群体可能从该项目中获益？他们是公司还是个人？
- ▲ 哪些群体将遭受损失？损失将是多少，是否已计入项目成本预算中？
- ▲ 对受影响人群的补偿政策是什么？具体如何实施？他们是否参与了该政策的制定，他们对此政策是否满意？
- ▲ 该项目将如何影响水和电的价格？提价是大面积全范围的，还是仅仅针对某些用户的？
- ▲ 该工程预期将对人群健康产生什么影响？以下几方面应受到重视：
 - 工人迁移带来的疾病
 - 污染
 - 河流生态系统变化导致的疾病，尤其是那些靠水传播的疾病如疟疾、血吸虫病等
- ▲ 是否对水库下游地区人民安全面临的影响进行了分析？
- ▲ 报告中是否分析了由于人口的迁入而对当地社会产生的影响？
- ▲ 由于消除了自然洪水或对下游土地淤泥补充的减少，工程是否会给下游冲积平原的农民们造成损失？
- ▲ 该工程是否会对当地或地区的经济造成超出正常经济周期的影响？
- ▲ 该工程是否会破坏具有文化或精神价值的地区？由于这些破坏都无法恢复，项目开发商是否将这些告知公众并听取公众的意见？

——环境问题

- ▲ 计算运营和维护成本以及预计工程使用寿命时，是否考虑了水库淤泥的淤积率？
- ▲ 发电量预测中是否考虑了下游地区的水量需求？（称为河内流量要求）
- ▲ 如果计划了多期工程，是否对这些工程累计的总影响进行过总体研究？
- ▲ 工程对生物多样性的影响是什么？
- ▲ 针对工程产生的负面影响，是否有相应的补救计划以避免鱼类和野生动物的灭亡？
- ▲ 为发现稀有和濒临灭亡的物种，是否有专业人员在适当的时间进行了正确的搜寻？
- ▲ 是否分析了河流变化而对鱼类和野生动物带来的影响？特别是要注意河流水温、流量和水中营养物质含量水平的信息。
- ▲ 工程是否会对耕地、森林、湿地、河岸栖息地、草地和特定的重要栖息地产生负面影响（包括上游和下游）？
- ▲ 项目施工过程的影响如新的工地道路造成的影响是否得到了分析？
- ▲ 工程是否会减少流入三角洲或海湾的水量？对水质和渔场会有什么影响？是否会阻碍泥沙被运输到下游从而无法补充海岸泥沙的流失？
- ▲ 项目对娱乐休闲资源有何影响？

**** 下一步 ****

如果工程项目规划进行中存在一些当地社会和非政府组织希望讨论的问题，这时，需要联合多方面的力量来解决它，同时需要获得公众的关注。以下是一些方法：

团结支持者

- ▲ 对于不驻扎在直接受影响地区的非政府组织，工作的关键是要直接与当地的权威人士合作，他们在当地社会受人尊敬且具有号召力。
- ▲ 一开始就要组成一个成员来自各方面，具有代表性的团队。鼓励社会各阶层，无论老幼，充分地参与并积极行动。在南非和世界上许多其它地方，由于妇女是主要从事照顾家庭、取水、准备食物的人，所以河流谷地开发项目对她们的负面影响最大。因此，要选择对家庭妇女方便的时间和地点安排会议，确保她们参与到项目进程中来。
- ▲ 宣传册和会议上均使用当地语言。
- ▲ 制作一个联系人名单，包括问题涉及的双方。比如：受到影响的人、技术专家如工程师、开发商、农业部长、自然资源和水资源部门，环境部门等。
- ▲ 与地区和国际上支持上述活动的人士保持联系并举行一系列的相关活动。
- ▲ 记录并保留一份参与该工程项目的公司、贷款方、代理人和相关组织领导者的名单。

让公众了解工程计划

- ▲ 尽早地发布工程相关信息，以使那些通过其它渠道可能无法了解该工程的人了解情况。通过信件和新闻发布来引起公众的关注。
- ▲ 与当地媒体合作，向当地报纸发送新闻稿和专题文章。如果当地报纸不愿刊登，则可以尝试其他可能对此有兴趣的地区、国家甚至国际出版物。考虑邻国的出版物，尤其是当水资源是与邻国共享时。留意地区性的环境和人权类报刊。
- ▲ 写信给地方政府官员询问关于计划项目的详细信息。信中要提出具体的问题。
- ▲ 考虑通过互联网来发布信息。

写公开信！

写公开信让广大民众知情，并让计划大型水利或能源工程项目的最高当局和政界人士听到反对的呼声，这可能是一个非常有效的策略，尤其是当信的末尾有许多的人和团体签字时。这样的信件活动也是一个非常有效的方法来使民众很快参与到项目中去。以下是一封民间环境保护团体为反对在中国西南的怒江上建设大型系列水坝工程而联合发出的公开信，在此作为范例（关于这个反坝运动的详情请参看“民间组织为中国最后的一条生态河流而努力”部分），信中通过广泛调查得到的意见力荐当局能够重新考虑在河流两岸做的工程规划。内容寓情于理，在充分调查和科学求证的基础上，通过实例和数据证明自己的观点，使基于对于河流深厚感情而写的公开信同时具有理论上的说服力。

请查阅以下信件了解公开信是如何撰写的。

公开信

请为中国留下一条自由奔流的河流

怒江是中国刚刚获准被列入世界遗产名录的“三江并流”中的大河之一，发源于唐古拉山南麓，流经西藏、云南，通过缅泰边境入安达曼海，是一条国际河流。怒江峡谷的险峻与雄奇胜于世界上许多著名的大峡谷，只是尚未被世人了解。它是地球陆地表面最险峻的地区，而且全流域原始生态环境保存基本完好，尚无一处工程，并且，许多深山密林还没有人类的足迹。

然而不久的将来，这一切可能就要成为历史和美好的回忆。国家电力公司所属的华电公司正计划在怒江建一个庞大的13级梯级电站，装机容量2100多万千瓦，年发电量一千亿多度。尽管在9月3日和10月20-21日分别在北京、昆明两地

召开的“怒江流域水电开发活动生态环境保护问题专家座谈会”上，与会的很多科学家从多个方面对此提出了强烈反对，但是部门利益和打着“经济发展”旗号的人还是占了上风，怒江已经危在旦夕。

《中华人民共和国环境影响评价法》今年 9 月刚刚开始实施，很多环保人士还曾把它的诞生看作是公共参与环境影响评价和环境决策的希望，可是现在就是有人或有部门能够特事特办，置国家法律于不顾，为了所谓的发展和几十亿的可能效益而毁掉一条美丽江河。

就在世界上很多发达国家意识到水坝对生态环境的危害，以及普遍达不到预期发电能力的问题，纷纷拆坝的同时，中国却在热火朝天地在每一条可以利用的河流上建设大中型水电站。中国是目前世界上水坝最多的国家，从 1949 年到 1990 年，共建水坝达 8.6 万座。按世界水坝委员会大型水坝的标准，中国约有 2.2 万个大坝，占全世界大坝总数的 45%。目前，只有怒江和雅鲁藏布江上还没有任何大坝阻挡自由的江水奔腾而下。偌大的中国只有两条大江完整的留下，这已经是很大的遗憾了，可是现在我们可能连这个都不能留给子孙了。自从国家电力公司拆分为 5 大电力公司后，各个公司加紧抢滩，到处跑马圈水，怒江也可能要成为“能源开发”的囊中物，重蹈那些曾经美丽的江河的命运，被拦腰斩上几刀了。

华电公司计划在怒江上游的马吉建设龙头水库，其中包括建造起一个 300 米高，据称全世界最高的水坝。蓄水后，将淹没大片的没有人烟的保存完好的原始森林。但时至今日，所谓的环评人员仍没有对这一地区的物种资源和生态系统做任何调查。同时，怒江是 6—8 级地震多发区，从地质安全上讲，也是不适合建坝的。

有人说水电是绿色能源，并以此为据大力鼓吹水电。可是，如果我们仔细想一想，就会明白水电对环境的破坏比火电更为可怕：

- 由于水坝库区的淹没，必然导致天然森林、草地、野生动植物栖息地的丧失，物种数量的减少和上游集水区的环境退化；

- 水生动植物多样性的丧失，特别是重要渔业的衰退，下游湿地以及沿河、港湾、比邻的海洋生物多样性的丧失；
- 由于水流缓慢，从而导致水体自净能力减弱，水质下降、水污染加重；
- 由于水坝的抬高，从而导致下游土地的盐碱化；
- 由于多座水坝建于同一条河流上，大面积的灌溉导致水体矿化度的升高，或是导致耕地的盐碱化。

另外，人们以往认为，水力发电比火力发电具有的一个很大优势就是减少了温室气体的排放，其实并不完全如此。专家们对巴西的一个水力发电型项目进行了具体的案例分析，认为由于植物的腐烂和集水区流入水库的总“碳”量大于同等规模的火力发电项目。当然，由于水库的情况不同，其散发的温室气体数量也不尽相同。但从总体上说，大型水坝给有关生态系统，特别是物种所造成的影响往往是负面多于正面，有些影响甚至是不可挽回的。

另外，大坝还将使当地老百姓的生活陷入困境。首先面临的是移民——他们要离开祖祖辈辈生活的地方，又得不到足够的补偿，将来怎么办？那些修坝的人会真的对他们负责吗？

以同在“三江并流”区域的澜沧江为例，位于云南省澜沧江中游河段漫湾水电站，是澜沧江水能梯级开发的第一个干流大型水电站和云南省第一个百万千瓦级水电站。漫湾水电站自 1986 年 5 月正式开工兴建，1987 年 10 月实现大江截流，1993 年 6 月 30 日第一台机组发电，因为投资最省而成为中国“七五”“八五”期间的重点水电站建设项目“五朵金花”之一。投资最省很大的一个原因是由于当时给老百姓的补贴是全国最少的，人均还不到 3000 元。该电站坝高 132 米，长 418 米，坝顶 1002 米，正常蓄水 994 米时，水面 23.6 平方公里。建成后共淹没耕地 6224.51 亩（其中，水田 3628.84 亩，旱地 2595.67 亩），林地 8507.50 亩（含经济林 1043.5 亩），荒地荒坡 11483.14 亩，房屋 10.81 万平米，以及各种专项设施等。影响区涉及 3 个地州（大理、思茅、临沧）、4 个县（景东、云县、凤庆、南涧）的 8 个乡镇，共 25 个行政村、114 个自然村，共安置农业移民 7260 人、非农业移民 311 人。

国家财政每年可从漫湾电厂获利 1 亿多元，省财政获利 5000 多万元，所涉及的 4 县共获利 5000 多万元，漫湾电厂和省电力公司共获利 1.2 亿多元。应该说，漫湾电站对国家的贡献是巨大的，但对移民的扶持就显得十分微弱了。首先前期补偿严重不足，移民资金的实际支出虽已超出初步设计的数倍，但人均不到 80 加元，远远不能满足实际需要，使广大移民



壮丽的怒江峡谷

群众的财产损失没有得到合理的补偿。而后期发展扶持基金，电站也按国家规定的最低标准，每个移民每年只给 400 元。

漫湾建设初期，那也曾是轰轰烈烈，电力公司曾向老百姓宣传说“漫湾发电之日，也就是百姓富裕之时”。可是十年过去了，实际的情况又是怎么样呢？漫湾老百姓的生活并没有因为电站而好转，移民迁入新居后普遍面临生产资源不足的限制，新家与老家相比，土地、森林、牧场、渔业和水资源普遍减少，生计来源变得狭窄而又充满风险，致使移民生产条件恶化，生活水平下降。他们就守在电站的旁边，可是却用不起电。尽管电力公司也承诺发电量的 3—5% 返给当地百姓，帮助他们以电代柴。说得多么漂亮，可是谁出钱为这些生活在崇山峻岭的农民架线输电，谁为他们购买电器？



怒江的未来会是怎么样？怒江百姓的未来会怎么样？西南的河流已经被 5 大电力公司大大小小的开发计划占满了，她们的命运是不是真的要被这些公司左右？

华电公司向云南省承诺每年上交 13 亿的地税，这不能说不是个诱惑，可是现在的当政者是否想过将来怎么办？三门峡的教训就在眼前。就算是它能按照预期完成使命，退役之后我们的子孙要拿它怎么办？我们留下的烂摊子还不够多吗？

在重大工程建设之前进行环境影响评估的机制早已建立，《中华人民共和国环境影响评价法》也已出台。可是怒江建坝的环评工作却是由国家电力公司下属的某勘测设计研究院来完成的。自己评价自己的工程，那结论可想而知。如果没有第三方的环评机构进行评估，这客观公正何在？现在已经是 21 世纪，中国政府也在不断地提倡依法治国。怒江建坝是环评法出来以来的第一个大型的有影响的建设项目，如果不能做到透明、公正、公开，那么今后《环境影响评价法》是不是要变成一纸空文？

另外值得注意的是，在怒江上建坝会极大地破坏世界自然遗产“三江并流”的真实性和完整性，最终可能因保护不善而被世界遗产委员会“摘牌”。同时，在怒江这样重要的国际河流上建大坝，将会给下游国家造成很多负面影响，是有损一个负责任的大国的形象的。

我们曾因为大炼钢铁、乱砍乱伐等无节制的行为，失去了大片的森林、草原，现在国家花几十个亿来退耕还林、治理荒漠化，做补救工作。山上的祸害完了，我们又看上河流。难道我们非要十几年以后再后悔，再补救吗？我们已经看不到李白当年过白帝城时“两岸猿声不住，轻舟已过万重山”的景象，可能我们的子孙连奔腾二字所体现出的那份壮阔自由的场面也看不到了。

作为有责任感的中国人和中国的环保组织，请尽一切可能发出你的声音，呼吁社会一起行动，为中国的山河保留下一条自由奔流的江河。也许我们每个人的声音都很微弱，但是请相信大家联合起来，就一定会有很大的回响，就一定能发挥作用！

如果我们的子孙能有幸看到完整自由的怒江，他们一定会感谢你的！

国际生物多样性联盟
绿家园
自然之友
地球村

2003 年 11 月 20 日

本处图片资料均引自“情系怒江”网站 <http://www.nujiang.ngo.cn/>

注释：同时关注自然，关注生态的 62 位科学、文化艺术、新闻、民间环保界的知名人士也在差不多时间发表了内容相近的公开信，呼吁放弃对怒江的水电开发，保护怒江的自由奔流。

对未来的展望：建立集水区社区

长期以来，现代社会大都忽视了河流问题，并且由于一些发展项目和环境污染使得河流遭到严重的破坏。然而，这种情况正在发生转变，世界各地越来越多的人正在重新发现健康河流的价值。当然，世界上还有很多地方的居民非常感激他们身边的河流并立志永远保护她们。

保护和恢复河流健康的关键是带着善意和尊敬来对待整个集水区。从集水区的整体层面考虑，意味着将河流看作一个复杂、动态的土地、水和生命体系完整相连的一个整体。抽离体系中的任何一个部分，都将最终影响到其它部分。因此，关爱河流也就是关爱水、土壤、生态系统和空气（因为在工业化国家，水源污染大多来自于空气污染）。



任何淡水管理的合理策略都应以拥有一个健康的集水区为目标。也就是说该集水区没有因为森林砍伐、非可持续性的种植行为和过度城市化而遭到严重破坏，并仍拥有完好的湿地和尚未被污染的河流，能够供众多的物种生息，河流能够按照的自然模式涨落。当前存在的诸多水问题，包括洪水、地下水水位下降和水质问题等，其解决方法即在于保护和恢复流域的生态系统。而除此之外，再多的新建水坝或其他科技都无法阻止这些问题的发生。

将集水区作为一个整体来对待的思考模式，意味着重新认识和接受大地、水和大气之间互动的客观的复杂性；意味着去适应这种复杂性而不是相反地去控制和简化它；意味着要尊重和接受各个集水区以及生活在其中的自然种群和人类社群的多样性；意味着要去寻找这样一种生活方式：既能保证河流域的良性生态系统，同时又可以满足人类经济、文化和精神需求；最重要的一点是，这样的思考方式意味着关注整个集水区，并将对它的正确管理作为整个社会或地区的首要事务。这意味着创建一个集水区社会。

建立一个有效的集水区社会，涉及综合考虑集水区众多使用者的多方利益，以便从更全面的角度来评估人类活动给集水区造成的压力。虽然这似乎很难做到，但一个集水区中的社区，必定存在着各方的利益集团，包括可能会对集水区带来直接影响的问题制造者。既然没有任何一个团体能够单独解决集水区的所有问题，因此，一个由民众、社区领导人、政治家、政府机构、环保人士、游客、教育人士、农民、银行家、工厂老板、学生和科学家（仅列举这些重要参与者作代表）等组成的多元化的集水区社区才是成功的关键。对这样一个社区来说，更艰巨但也是非常重要的一个任务，就是在这些相关团体之间建立彼此的信任，唯有如此才能令所有的人都接受共同设定的目标，并为之努力。

团体的多样性

集水区或河流域保护团体正在世界各地兴起，他们在集水区的保护和管理中发挥着积极的作用。根据这些团体成立目标所侧重的角度不同，他们可以解决很多问题。首要的一些问题可能是告知民众当地的水问题，或是反对兴建将对集水区造成严重危害的工程，或是恢复集水区的生态系统，或是监控并管理这些生态系统来保护某些动植物物种或种群。就如需要去解决的问题一样，这些团体成立的原因也是多方面的。有时是因为一个流域内的管理机构过多，他们之间的目标相互冲突，计划也不完整，因而导致一些不良决策的制定，这时便需要一个团体从中进行协调。另外一种情况也可能是现有的水域保护法仍未得到具体的落实。

爱达荷州(Idaho)和怀俄明州(Wyoming)的亨利福克斯流域委员会(Henry Fork's Watershed Council)是美国的一个成功团体，该团体成立的原因就是因为在该流域中至少存在着 25 个联邦、州和地区机构，他们拥有不同的管辖权限，彼此缺乏协调。同时当地又面临着很多威胁，包括农业污水外流、水坝和日益增加的灌溉用水需求。这种缺乏协调使得该集水区的问题日趋严重，因此人们成立了这个协会，从集水区整体角度来评估各项工程和问题。该协会会员包括在该集水区居住、谋生和担负法律责任的居民、科学家和机构代表。

该团体的执行会长贾尼斯·布朗(Janice Brown)说：“我们需要消除这样一种误解，即只有相互妥协才能取得共识。与其去寻找共同立场，我们不如努力向一个更高的层面迈进，在所有各方的利益之间达成和谐。相对于各方在对立的两个极端间争吵而使工作无法进展来讲，这一点显得更为重要。”该协会已经成功地在历史上曾经是对立的利益集团之间（比如渔民和农民之间）建立了彼此的信任。

该协会已经制订出 10 项标准用来评估集水区中提议的工程或规划的利弊。该标准是从保持集水区良性系统和生命活力的 80 个相关提议中精选出来的。这些标准分别为：

▲ 集水区远景：工程项目规划中是否描述或反映了集水区的整体远景？

- ▲ 可信度：工程项目规划是否建立在可信的调查和科学数据基础上？
- ▲ 问题和解决方案：项目规划中是否明确地描述了资源问题并就相关资源等提出了可行的解决方案？
- ▲ 水供应：项目规划中是否表述了就供水达成的各方谅解？
- ▲ 项目管理：项目管理中是否采用可接受的方式或是采用了创新的方式？是否制订出了一份可行的工程进度表？是否拟定了一份具有可操作性的监控计划？
- ▲ 可持续性：项目规划中是否着重于建立一个可持续的生态系统？
- ▲ 社会与文化：项目规划中是否充分考虑到集水区的社会和文化问题？
- ▲ 经济性：项目规划是否能促进集水区的多元化经济发展，并有助于维护良好的经济基础？
- ▲ 合作与协调：项目规划能否最大程度地促进各方的合作，并在相关团体和机构之间实现充分的协调？
- ▲ 合法性：项目规划是否合法并遵从各机构的法律责任？

如果项目规划很好地解决了以上这些问题，则可获得该协会的认可。该协会不仅拥有社区团体和非政府组织来进行项目评估，而且还包括很多技术人员和科学家来帮助评估工作。

建立集水区保护团体

集水区保护工作可以由民众、民间团体或国家、地区或当地政府发起。民众可以在环保团体或其他政府单位的帮助下组成团体。美国科罗拉多大学（University of Colorado）在对美国众多的河流流域保护团体进行研究之后发现，决定他们工作是否成功的一些关键因素间存在着相似性。虽然这些团体所属的领域差别很大，然而科罗拉多大学的研究者发现，几乎所有的团体都需具备下列要素，才能维持有效和持久的运转：协调者或组织者、广泛的参与者以及外界的技术支持。在科罗拉多大学的这份《集水区资源手册》报告中，研究者对众多成功的集水区管理案例进行了研究，并总结了以下这些经验：

“首先，对集水区保护工作参与者以及涉及到的普通公众的教育，是应该优先推动的工作。一套有效的教育计划将有助于建立人们对保护工作的支持，避免对保护工作产生误解。其次，避免无建设性的会议和计划过程，应为团体和团体各项活动建立具体的目标。第三，有效的解决问题需要找出问题的根本原因，而不止是表面症状。

“那些有经验的参与者表示，教育集水区保护团体成员和普通公众对流域问题和团体共同目标的认识上所花费的时间，都是非常值得的。不仅如此，集水区保护团体所设定的具体目标，为建设性的工作提供了方向，并奠定了基础。没有时间期限的计划及结构不当的冗长计划过程会使目标显得过于杂乱，没有指向，会让人觉得气馁并且丧失兴趣。最后，多位团体协调者建议：避免用“暗中速战速决”的手法解决集水区问题。很多问题都是从集水区状况的多年恶化演变而来的，因而，要找出并实行有效的解决方法，是需要相当长的时间的。

“因此，集水区保护工作者建议，在初期将工作重心放在对集水区中各利益集团的教育上，然后制定具体明确的目标，努力解决根本原因，而非表面症结。虽然各个集水区保护团体面临着各自不同的挑战，但这些经验是普遍适用于所有团体的基本法则。”

民间组织为中国最后的一条生态河流而努力

中国西南部滇西北丽江地区迪庆藏族自治州、怒江傈僳族自治州行政区内，怒江、澜沧江、金沙江三条大河并行而流，世称“三江并流区”。这里的动物种类占全世界的 25%（占全中国的 50%），且其中很多为这一地区所特有。与此同时，这里丰富而原始的民俗文化也是全世界的宝贵遗产。三江并流区生活着纳西、傈僳、藏、白、彝、普米、怒、独龙等 22 个少数民族，是世界罕见的民族文化多样性最为富集、历史文化积淀极为深厚的地区之一。国际自然保护联盟（IUCN）在提名三江并流为世界遗产地的评估里这样写到：“这里的少数民族在许多方面都体现出他们丰富的文化和土地之间的关联：他们的宗教信仰、他们的神话、艺术等。”2003 年 7 月 3 日，“三江并流”被联合国教科文组织正式批准为世界自然遗产。

怒江，作为其中的一条国际河流，发源于唐古拉山南麓，流经西藏、云南，进入缅甸境内后称萨尔温江(Salween River)。干流中下游河段长 742 公里，穿越于高黎贡雪山和怒山（碧罗雪山）之间，天然落差达 1578 米，是地球陆地表面地形最为险峻的地区之一。

由于地理上的封闭性，怒江全流域原始生态环境保存基本完好，有已查明水生生物鱼类 48 种，特有的“土著”鱼类高达 70%，全国少见；下游 30 公顷野生稻，是目前全国保存最完好的野生稻种群，是极其重要而珍贵的基因库。其它林林总总，为我们提供丰富的种质、基因资源。世界各国最著名的植物园每年都要派大量考察人员到云南，采集各种草花来丰富他们的园林。在欧洲，人们说“没有喜马拉雅的花卉就没有当今欧洲的园林”。

如此这样一片具有极高生态和文化价值的集水区，也同样面临着大坝的威胁。2003 年 8 月 14 日，中国国家发展与改革委员会通过了“怒江中下游流域水电规划报告”，即以松塔和马吉为龙头水库，丙中洛、鹿马登、福贡、碧江、亚碧罗、泸水、六库、石头寨、赛格、岩桑树和光坡等梯级组成的两库十三级开发方案。这项方案交由“华电集团”执行。总投资金额一千亿元人民币，兴建完成之后总装机容量达到两千一百三十二万千瓦，年发电量一千零二十九点六亿千瓦时。

消息一出，即引起了巨大争论。中国各致力于生态保护的民间组织纷纷采取行动。绿家园、绿岛环境与发展研究所、自然之友等环境组织在国际河网的资助下建立 www.nujiang.ngo.cn 网站，为保护怒江而进行宣传。在这个网站，作者们通过对于怒江地理、生态、民俗和文化等诸多方面的资料进行梳理，同时通过上百张照片，向我们展示了一个充满生机与魅力的怒江流域。他们亲自考察怒江生态状况，写信收集签名，发起政协提案，组织专家论证，呼吁重新评价怒江水坝项目，重新认识水坝的价值。其他许多国际生态组织也通过发表公开呼吁信等方式参与进来。

2004 年 4 月，国家总理温家宝正式退回了怒江水坝开发规划报告，怒江水电站搁置停工。民间呼声成功地影响了中央政府的决策，这是一个标志性的、甚至具有里程碑意义的事件。

“云南省大众流域管理研究和推广中心”是其中较为突出的一个团体，它的宗旨包括：传播流域管理概念，教育公众以可持续的方式开发和保护流域；倡导参与式综合流域管理，使其逐步成为中国政府和非政府组织的西部开发与保护的基本政策和策略；不断探索和发展参与式流域管理模式和方法；支持、协助及参与实施社区流域开发和保护项目；建立参与式的流域管理样板模式，以示范推广；长期有效地支持在地方层次建立和/或增强流域社区参与式资源管理制度和能力，使流域社区的人民（男女资源管理者）通过流域管理活动，可持续地改善生产生活条件，并在更大的流域范围提供和共享流域生态服务的利益；促进形成良好的环境，使贫困、弱势群体、妇女、少数民族等在流域管理中能够充分参与、获得能力的增强及平等发展机会；推广、引进先进的社区可掌握的水资源管理、水质监测、技术和设备。促进流域环保企业的发展；促进形成全国性网络，联合政府、非政府组织、社区组织、农民组织、专业人员等各种力量和资源，促进中国西部流域保护和可持续发展。

在该组织的丽江拉市海参与式流域管理项目中，该组织通过参与式流域管理，与当地政府及社区进行合作。在最近的三年里，举办了一系列的能力建设培训班，并进行了参与式流域管理规划。项目活动包括：保护流域森林，建立拉市海湿地渔业协会，为受到天然林禁伐影响的林区彝族村社提供粮食保障，实施混农林项目、能源替代项目，筑路项目、小额贷款以及村社为主导的生物多样性保护项目。

未来的真正希望：下一代

在未来维护一个持续性、相互平衡的水资源系统的希望维系在孩子们身上。目前任何帮助孩子们了解集水区、水资源管理和影响水资源问题的努力都将在未来得到回报，因为他们将是未来社会的居民。在那时人们将认识到健康的水环境所带来的价值。可以设计一些课程活动帮助学龄期的孩子们关注以上这些问题。一个很好的例子是由南非水务部设计的“用水审计：你的学校如何做到智慧用水”。这门指导课程向学生们讲解水资源的价值和其他的一些水资源的问题。它包括课堂活动、其它相关课程和漫画教学，针对4年级~初中2年级的学生。另一项国际性的活动是一年一度的“河流的语言”艺术和文化竞赛，帮助孩子们通过艺术来探索他们自己居住地的集水流域和这些流域对人类生活的重要性。此外，还有更多无法计数的环保团体，在向学校学生们宣传水源和河流问题。（参考以下资料）

参与式保护与社区发展社区参与——草海模式

贵州草海，是长江支流横江的发源地。作为贵州高原最大的天然淡水湖，草海素有高原绿色明珠之称。湖在群山环抱中，汇水面积127平方公里，湖面面积最大时为45.5平方公里，现为22~36平方公，蓄水量1亿余立方米，水深2~5米。草海盛产鱼类，更是鸟类的乐园。现有180多种近10万只水鸟在这里栖息越冬。1985年，草海成为以高原湿地生态系统及珍稀鸟类为主要保护对象的省级综合性自然保护区，92年成为国家级自然保护区。然而草海地处国家级贫困县威宁县境，环湖有13个村2万多农民，绝大多数的家庭单纯依赖耕种维持生计，贫困现象十分普遍。10多年前，为了退田还湖，草海进行蓄水，淹没了大量的农地，村民人均耕地从2亩下降到不足0.5亩。为了生计，人们大量涌进草海驱逐水鸟，开垦湿地，草海内人鸟矛盾一度到了水火不容的地步。

草海保护区成立初期的保护实践更倾向于强制性，将规范农民的行为作为保护区的一项重要任务。因此农民是被动的和抵触的，保护区和农户之间的矛盾日益加剧。1994年，草海国家级自然保护区管理处认识到改变策略的必要性，开始和国际鹤类基金会（ICF）联手，开展草海合作项目，开创了“把农户放在保护与发展的中心，农户是保护和发展的主体”的草海模式：

- 认识到农户才是自然保护的主体而非破坏者，过度利用自然资源是其无奈的选择；
- 创造农户参与的动力与机制，设立了村寨发展基金，让农户看到保护草海和农户致富互相促进；
- 相信和依靠农户的管理能力，农户积极主动地自主管理和利用资金制定实施脱贫致富计划，保护处只是协调监督；
- 采取循序渐进的方式使农户从草海保护的旁观者和破坏者转变为保护者，从只有少数农民参与的农民环保员制度到建立农民自然保护协会。

草海项目获得了显著的脱贫与社区发展成。参与式的方法增强了村民自我发展、自我管理的信心和能力，认识到了保护草海就是保护自己的家园，使他们真正行动起来更积极地参与到保护行动之中。

环保组织参与长江黄河源头综合保护

青海省三江源地区是中国的母亲河——黄河、长江和澜沧江的源头集水区。这里冰川广布、河流纵横、大小湖泊星罗棋布，又多沼泽湿地，汇聚了黄河总水量的 49.2%、长江总水量的 25%、澜沧江总水量的 10%，被称为“中华水塔”。但近年来由于自然和人为的原因，三江源雪线上升、冰川退缩、草原沙化、湖泊干涸，严重影响长江、黄河中下游地区乃至全国的经济、社会发展。

充满热诚的“绿色江河”环保组织的成员们，从 1995 年起就奋斗在长江源头，克服高原反应在海拔 4800 米的可可西里的五道梁地区建起了中国长江源头第一个自然环境保护站——索南达杰站。此后他们编写了专门展示长江源风光、生态、人文的综合画册《长江源》等图书，每年招募志愿者到保护站参与实地保护和环境教育，通过科学家和记者的声音让外界了解和关注长江源的保护现状，以此推动江河上游地区自然生态环境的保护。

青藏高原环长江源生态经济促进会是一个由长江源区的藏区牧民组成的关注本地环境与发展民间组织。他们努力地促进青藏高原腹地民众认识、珍爱自己的家园，并自觉地行动起来，探寻适宜于青藏高原腹地环境与发展有效和谐之路。这个组织促成了当地索加乡政府成立了生态保护管理委员会，并由牧民担任生态监护员，保护当地的藏野驴、藏羚羊、雪豹、鸟类和湿地；在治多县民族中学开设起环保课，并开展了流动环境教育。

在玉树州，1998 年组建的三江源生态环境保护协会正努力在藏族社区建立绿色社区，让本地群众参与到自己所生活的社区的可持续发展之中，并对当前施行的政策进行社会和生态影响评估以影响政策的改良。

在长江与黄河的源头，民间环保组织的工作正在初步取得成效。

供应能源和水的新途径

在过去的五十年里，中国的水和电力的供应量增长了不下一百倍，然而随着经济高速增长，近年来“水荒”、“电荒”仍然频频出现。2003 年拉闸限电的省市达到 19 个，2004 年初就上升到 23 个，缺水地区更覆盖了中国的四百多座城市。然而大部分的水电供应增长还是来自于传统的工程建设和供应途径，也就是建造大坝和电厂，而很少把替代方案纳入考虑范围。事实上，这些替代方案通常都被误解成不符合“现实世界”要求的还停留在实验阶段的概念。但其实在过去的十年左右时间里，相对于传统的水和能源供应途径而言的替代方案已经在世界各地被证明了它们在实际应用中的价值。接下来的章节介绍了正被实际应用在能源与水供应领域的替代方案，这些方案在促进人类社会繁荣昌盛的同时，并不会对我们赖以生存的生态系统的完整性造成潜在的危害。

节约与需求管理

采取节约措施可以节省大量本来要被滥用掉的水和电，而且由于遏制了建造昂贵的大规模工程项目的的需求，还可以节约巨额资金。一个以节约水电和提高其利用率为关注焦点的系统性的专业领域——“需求管理”（需求侧管理 DSM，参见本书附录-术语表）已经开始研究节约水电的有效途径。需求管理认为水电消耗的消耗量和消费方式变化很大，从而致力于通过自觉的（通过价格、教育手段）、和非自觉的（通过法规和政策）的方式改变消费者行为从而减少水电的消耗量。需求管理除了减少水电的浪费之外，对社会还有许多其他的好处。这些措施减少了污染和环境破坏，可以带来比建造新的水坝和电厂更多的工作机会，节省资金（还能由此获得将水电输送到贫困地区居民所需的经费），并且相对于进行大规模的基础工程建设来说经济、环境、社会风险更小。

通过节约现有资源来获得“新”的水电供应，将这个思路放在第一位考虑本来是理所当然的。然而，并不是所有的政府主管部门对这些方法都有兴趣。虽然节约和增效措施已被有关部门越来越多地采用，但市民大众阶层仍可以充当施加压力的重要角色，使对水电的需求增长时更多地首先考虑需求管理，并进一步把它作为合适的替代方案进行充分分析和采用。然而大多数实际情况下，这些措施被看作仅仅是对大规模开发计划的补充而非替代方案。（参见第 24 页：“重新考虑规划过程”）

需求管理计划可以包括许多策略，比如：

- ▲ 向购买高效设备的消费者以及设计和生产这种设备的制造商提供经济上的减免优惠；
- ▲ 改善水电供应管理以提高效率；
- ▲ 向消费者教授现实有用的节约和增效措施；
- ▲ 向建筑行业提供培训以保证高效设备正确安装和保养（这对于提高能源利用率尤为可行）；
- ▲ 在供应端提高效率，比如减少输送系统的损耗。

需要着重注意的是，增效措施的花费和实施的难易程度在不同地区可能有很大差别。

平等地参与能源规划

在过去的十年里，北美洲的非政府组织已经成功地迫使公用事业部门将需求管理计划作为建设新电厂的替代方案，这证明了能源规划领域是可以平等参与的。在美国、加拿大的一些地方，环保组织已经获得了资金来雇用专业顾问对需求管理的潜力进行广泛而深入的分析。结果，行政管理部、立法部门，有时甚至公用事业部门自己，最后也认为这些成果可信，可以产生足够的压力迫使公用事业部门改变运作方式。这些非政府组织是从哪里为他们的研究争取到经费的呢？令人惊讶的答案是：从公用事业部门自身。

为什么公用事业部门明知这些钱会被用来反对他们的计划而仍然给非政府组织以资助呢？首先，在一些管辖区域，他们没有选择。一些行政法规已经制定了政策，明确非政府组织可以代表正当的公众利益，并且建立基金制度来让非政府组织介入公用事业规划的管理程序之中。例如，安大略能源委员会，负责管理这个加拿大最大的省份的所有电力和天然气公司。它要求一旦确信非政府组织对公用事业的管理过程作出了建设性的贡献，公用事业部门必须补偿非政府组织向公用事业部门的规划挑战时所花费的法律、顾问费用。这使得非政府组织能够雇佣所需的律师、需求管理专家和其他顾问来对公用事业部门提交的支持其观点的卷帙浩繁的研究成果进行分析和评判。虽然非政府组织在大多数案例中需要面对艰苦的斗争，但它们也常能赢得一些行政管理部和公用事业部门的让步，甚至偶尔获得实质性的胜利（比如当安大略能源委员会以不充分为由否决了 1996 年联盟天然气需求管理计划并迫使其重新提交全新的更积极计划）。

此外，在一些地方，非政府组织已经成功地让公用事业部门的主管们相信：对需求管理和电厂的投资问题进行磋商来得到解决方案，要比进行冗长而没有意义的法律诉讼要好得多。在 20 世纪 80 年代晚期，通过磋商得到的解决方案已经在美国的加利福尼亚、马萨诸塞以及其他许多州为需求管理的积极发展建立了稳固的地位。这些由非政府组织推行的新的管理建议已经使得公用事业部门通过成功的增效投入相比于建造新电厂而言盈利了更多。。

从那时起，非政府组织保持同公用事业部门经常性的磋商，这被称为“协调机制”。在协调机制下，公用事业部门向非政府组织提供稳定的资助（通常为每项工程每年的投入达数十万美元），支持非政府组织雇佣将在同公用事业部门的磋商中提供咨询的需求管理专家。长时间以来，通过许多案例，专家们已经成功地赢得了公用事业部门官员的尊重和信任，他们推荐的一些需求管理计划已被公用事业部门接受并实施出。虽然还远未达到普及，但是这种协调机制在美国的许多地方尤其是东北部各州已普遍建立。结果，主要为公众利益工作的需求管理专家甚至形成了一个规模尚小但已有影响力的行业。

节约能源

提高能源使用效率，可以减少污染和温室气体排放，节约资金并且创造工作机会。它们也比大规模工程建设承担的风险小得多。例如，如果政府已经为满足预期的增长需要而开始着手建造一座大型电厂，然而经济却发生了衰退，这时会出现什么情况呢？由于大多数供应方已签订了长期的投资协议，无论是否必要，一些人都不得不继续不断地向这个现在已经并不需要的电厂投钱，以期待时机的到来。相比之下，需求管理方式就有弹性得多。它可以依据经济的增长或衰退而推进或收缩。

例如，高能源利用率的建筑标准将会在经济繁荣、节能需要迫切时（因为此时将有更多的人消费更多的能源）节省大量的能源，而在经济停滞、节能不是很迫切时减少节能。

通过节电而节省资金的潜力是十分巨大的。据美国落基山研究所（the Rocky Mountain Institute）的效率研究组统计，全世界每年在电力上花费 5000 亿美元。能源专家们相信，提高能源效率的措施可以节省 30-50% 甚至更多的能源消耗（而在仍使用老式的低效率技术的发展中国家能够节省更多）。

提高能源利用率的措施不是不用花钱的，但是相比于建设新的电力供应设施而言还是便宜得多，而且，低廉的花费之外，还会带来其他的经济收益。公用事业部门的报告表明，各种节电措施的实施成本平均为 2 美分/千瓦时，而最佳设计方案的实施成本比这还要便宜好几倍。与之相比，电厂发电每千瓦时至少要花 5 美分（甚至高达 20 美分），并且这还不包括治理电厂造成的环境危害的花费。大量研究表明，采用增效措施也可以比建造新电厂带来更多的就业机会。比起建设为一百万座建筑提供能源的电厂所需的建筑工人，它需要更多的能源审计员来巡视这一百万座建筑、提出建议、增强绝缘性能、安装节能灯等等。

在一些国家（尤其是消耗能源最多的国家），需求管理体制已经非常发达了。例如，据落基山研究所统计，自 1973 年来，美国已经因能源管理获取了 4 倍于同期所有的国内能源供应设施扩建所获取的新的能源供应量。相比于在 1973 年的能源消耗率下，节能措施已经将美国的电力账单一年削减了 2000 亿美元。

尽管发展中国家人均能源消耗量比较低，但是它们节约能源的机会还是很多。一个原因是：旧设备不像在发达国家一样经常得到更新或保养，这样那些本来就属于效率低下的类型的机器，运转得比刚刚购买的时候还要更加低效。发展中国家已经成为发达国家那些得不到许可使用的低效率设备和技术的倾销场所。说起来，穷国购买便宜的空调似乎也是合乎逻辑的，尽管这些空调不符合美国节能标准而不允许在美国销售，但是这些便宜货每次使用时将消耗更多的电能，而从消费者腰包里掏走更多的电费。最后一个问题是，发展中国家政府考虑更多的是向还没有建立电力供应的地区供电，他们将更急于制订节能的标准和措施。结果，新建的建筑和当地的生产设备可能仍然是效率十分低下。

中国为提高能源利用率而努力

现在中国正面临着一场能源危机，其中很大原因在于由于人民生活水平迅速提高、经济连续高速增长。尤其电解铝等高耗能工业的过猛扩张带来了更多的电力需求。到 2003 年底，用电量增速已经连续 17 个月超过 15%，从而使能源供应趋于紧张，因此提高能源利用率必然成为解决能源问题的重要途径。根据官方数据，中国国内生产总值由 1992 年的 26638 亿元增长到 2000 年的 89404 亿元，而万元 GDP 能耗却由 1990 年的 5.32 吨标准煤降到了 2000 年的 2.77 吨标准煤（1990 年价格水平）。但是，中国万元 GDP 能耗仍然是世界平均水平的 2 倍，是发达国家的 10 倍。因此在各个领域都有着巨大的节能潜力。例如 1996 年以来实施的“中国绿色照明工程”着力发展和推广高效照明电器产品，逐步替代传统的低效照明电器产品，仅 1998 年就推广使用高效照明电器产品 1.77 亿只，节电约 170 亿千瓦时。一盏 8W 的优质节能灯和一盏 40W 的普通白炽灯具有相同的照明效果。专家估计，如果全国的白炽灯都换成绿色节能灯，我国一年的节电量将达到 2000 亿度！

这也呼唤致力于提高能源使用效率的非政府组织发展起来，并从事以下领域的活动：

- ▲ 提高大部分消费者对增加能源使用效率和减少能源浪费的好处的认识；
- ▲ 向本地消费者和工厂介绍节能计划的好处；
- ▲ 对设备节能标准的相关政策和法规的进行改革，并开发适合本地的节能方法和设备；
- ▲ 在中国建立包括节能技术专家、基金会、节能投入的受益者的联系网络；
- ▲ 致力于使中国成为亚洲可持续能源发展的典范。

北京地球村已经首先行动起来，在 2003 年联合大学生环境保护团体，在社区、小学、大学发起了宣传推广绿色照明的活动，并在 2004 年和世界自然基金会（WWF）、中国国际民间组织合作促进会、自然之友、环境与发展研究所、绿家园等组织联合共同向全国发起了“26 度空调节能活动”，号召更多的酒店、写字楼、商场、超市、学校、机关等单位加入到活动中，在夏季用电高峰控制空调温度，减少能源消耗（参见附录-相关组织）。

要了解更多信息，请参见中国绿色照明网（<http://www.cn-greenlights.gov.cn/>）和北京能源效率中心（<http://www.beconchina.org/cn/>）的信息。

正确的法规结构的重要性

当政府要求公用事业部门阶段性地提交长期计划以尽可能最低的成本来实现消费者的需求时(通常这是一个整体资源规划过程的一部分),需求管理可以表现出它的卓越效果来。这使得他们把需求管理视为资源供应端可采用的措施之一。虽然以效率为标准来衡量可行性问题时,公用事业部门的所作的评价往往并非是公正的,但这个过程是对公众舆论开放的,这样非政府组织就可以参与并产生一定的影响。

在需求管理方面美国正在吸取另外一个经验教训,这关于解除能源市场管制,并将这个领域向市场竞争开放的过程。当此过程进行得愈加广泛时,许多正在解除能源市场管制的州正向另一个方向发展:将需求管理职责从公用事业部门分离出来,并将其安排在一个新组建的由政府运作的(或者政府监控的)“节能公用事业”中。问题是,尽管管理部门尽最大的努力给以适当的刺激,大多数公用事业部门却发现自己一直处于自相矛盾的利益权衡之中:他们不得不一只手抓需求管理,另一手却在抓电力销售。加利福尼亚、纽约和其他一些州已经向所有的电力销售征税以筹集用于需求管理计划的资金。这笔钱将被州属机构用来雇佣公司实施需求管理计划。

一些节能的办法

提高能源利用率节约能源的方法有许多,而且不断有革新措施被发现。接下来介绍了一些最普通又最好的节能措施:

住宅:

- ▲ **照明:**在照明节能上已经取得了巨大的进步。传统的白炽灯泡耗费了 90% 的能源来产生发光所需的热量,相比之下,荧光灯的能源利用率要高四倍而且耐用 9-13 倍。在日本,80% 的家庭采用荧光灯照明。利用透过窗户的自然光来照明也是有效的节能办法(而且还可以为消费者省钱)。根据落基山研究所的报告,在夏天,透过一个阳光直射的 1×1.6 米大小的窗户的光线比一百个 60 瓦的灯泡还要充足。
- ▲ **家用电器:**在过去的三十年里,发达国家通过对电器的改进已经大大减少了他们的能源消耗量。像炉子、热水器、炊具这些家用电器平均减少了 50% 的耗电量。而像电冰箱、电热水器和电炉有至少 3-6 倍的节能潜力(在夏天,太阳能热水器可以更大程度地减少家庭耗电量)。当更换旧家电时,最好优先考虑选用节能效果最佳的产品:空调是家里单个耗电量最多的电器,冰箱次之。

建筑物:

要提高住宅房屋和公寓大楼的能源利用率(包括供热和制冷方面),可以通过加厚墙体、屋顶的隔热层,或增加窗户的节能性能,甚至可以通过在屋旁种植可遮荫的树木来对付炎热的天气。窗户为建筑物带来了光和热,但是也会成为冬天热量流失和夏天热量流入的主要原因。然而,据估计,现代节能窗有助于节省家里用于供热、制冷和照明 35-45% 的花费。影响窗户节能性能的因素包括透光材料的类型(比如玻璃、塑料、强化玻璃)、玻璃的层数、隔层的厚度、框架材料的导热性能,以及安装的“密闭程度”。

遮荫的树木可以在太阳光到达建筑物之前就吸收掉它的热量,同时蒸发作用也降低了周围空气的温度。依据不同的建筑类型、隔热程度、景观设计以及气候状况,环境规划可以在整个夏天为建筑物节省 25-60% 的空调耗电量。一些气候炎热地区的公用事业部门已经开始实施植树工程。例如美国加利福尼亚州萨克拉曼多(Sacramento)的市政公用事业单位(SMUD)进行了一项可以说是美国最为雄心勃勃的植树工程。SMUD 计划通过此树荫工程在 2000 年前种下 50 万棵树,到 1995 年已经种下了 16 万多棵,其中大部分种在城市居民区。SMUD 向该工程提供经费,并由非赢利的萨克拉曼多植树基金会来实施。速生的落叶可谓最佳选择,它们在冬天还可以让阳光透过。

商业部门、社会公共机构和工业部门:

- ▲ **技术和设备:**工业部门对能源利用率的改进几乎包括所有的基本生产技术——特别是发动机。据瑞典斯德哥尔摩环境研究院的资料,在大多数国家,发动机耗用了 2/3 的工业用电。高效率发动机技术很复杂,而且经通常需要针对特定的工业设备。在许多国家,钢铁工业也消耗了相当大的能源份额,然而技术先进的熔炉可以节能 40-45%。同样,据估计,通过使用改进过的设备,铝的生产可以节能 50%,而通过铝的回收利用(铝的二次利用只需要耗费第一次生产时的 4% 的能源)可以节省更多的能源。对某些行业,像超市、餐馆和医院——冷藏设备可以发掘出巨大的节能潜力。
- ▲ **建筑:**虽然商业建筑可采用与住宅相类似的节能措施,但对商业建筑来说节能的关键是改进空调和照明系统。

节水技术

提高水资源使用效率，在效果上，等于创造了新的水源。根据国际水资源短缺问题专家桑德拉·普斯特（Sandra Postel）的估测，现在的技术方法完全能够做到在工业用水量削减 40%-90%、城市用水量削减 30%或更多、农业用水量削减 10%-50%的同时，经济产值或生活质量保持不变。在发展中国家，水供给管理计划在节省资金和避免生态破坏方面的潜在好处是巨大的，而且还省出水来扩大水供给的覆盖范围。

1998 年在津巴布韦举行的一次联合国淡水资源管理会议上，水资源管理专家 S. Mtetwa 描述了水需求管理计划的目标：

- ▲ 保护未来几代人用水的权利；
- ▲ 限制水需求；
- ▲ 保证公平分配；
- ▲ 保护环境；
- ▲ 使每单位用水产出的社会经济效益最大化；
- ▲ 提高水资源使用效率。”

水资源需求管理包括好几种保护水资源的方法：经济政策、引人注目的水价制定；法律和规章制度，比如对某些用水需求的限制；公众和社区的参与，确保这些解决方案为公众所支持并具备可操作性；技术上的解决方案，例如安装水流限制器等。减少水的消耗量是削减水和能源开支的关键。需求管理不能仅从技术角度考虑。节水技术措施还应当包括对经济、法律、制度和政治方面的考虑。

以下是减少用水需求具体方法的列表。大多数方法为本地或区域供水部门以及相应的政府机构所采纳而设计。人们应当施加压力以保证他们尽可能地做到这些。

减少全国性的或地区性的大面积用水浪费：

- ▲ 进行整体的供水系统审查，找出漏水的地方并进行修理。据中国建筑学会估算，在北京的水管系统，高达 15-20%的水由于泄漏而浪费掉。日本的东京在上世纪八十年代初据测算，输水系统漏失了近 15%的水。所以东京决定采用不锈钢管材，以彻底改善供水管道的结构和质量。
- ▲ 在社区、商业企业、学校实施用水信息公开项目（见“参考资料”：《水资源审计：你的学校如何更好的利用水资源》，这是一个优秀的学校用水审计计划）。
- ▲ 对所有的新的水管连接处进行计量，并修整现有的连接处。
- ▲ 在提供低价或无偿的、维持人类健康的“生命线”水平的水供应（根据 WHO 标准为 50 升/天）之外，应适当地调整水价。“非节约型”的水价无法鼓励节水。此种定价方式包括：随着用水量的增加水价反而下降（用水量和水价成反比）；不论用水量的多少，每轮结算的水费固定；账单结算中固定费用较高而根据用水量或用水时间等浮动的商品价格较低，等等。节约型的定价方式对消费者减少平均用水量或高峰用水量，或者同时减少两者，都起到鼓励作用。节约型的定价方式包括以下任何一种：随着用水量的增加，单位价格提高；随着季节变化的水价；对超额用水罚款，以降低干旱月份的高峰用水需求；根据长期的边际成本制定水价，或根据将下一单位的容量纳入系统的成本制定水价。
- ▲ 为耗水设备和灌溉设施以及新的工业和商业用水设立节水标准。

减少单个家庭的用水浪费：

- ▲ 进行用水调查来检查漏水、浪费水的设备和灌溉行为。
- ▲ 制定财政政策鼓励使用节水的洗衣机和其他用水效率高的设备。
- ▲ 制定政策推广或直接安装低流量的淋浴喷头、厕所或冲水设备以及水龙头充气装置。
- ▲ 要求游泳池、温泉池加建顶盖以减少水的蒸发。在干燥地区，一个水池一年会蒸发掉 40 立方米的水，安装塑料顶盖可以减少 95%的损失。
- ▲ 使用更高效率的发电机和汽轮机来替代现有的水力和热力发电设备。
- ▲ 安装雨水采集池。
- ▲ 采用节水型园林灌溉技术。

减少风景区用水大户（公园、运动场、旅馆）的浪费：

- ▲ 提出节水计划、进行员工培训并采取鼓励措施。这可以包括在风景区进行用水调查，自愿制定用水计划，安装风景区专用水表，对灌溉系统的保养和设计进行培训；对改进灌溉系统效率提供财政鼓励（给予节水灌溉系统贷款、优惠以及补助）。

- ▲ 禁止水浪费行为，比如在所有新的商业性洗衣系统中禁止不安装水循环利用系统。
- ▲ 在新的景区开发时，向开发商提供包括与当地气候相适应的风景设计方案、节水灌溉系统以及管理措施在内的信息。
- ▲ 在水管理机构安置与当地气候相适应的节水景观设施。

通过需求管理找到水：

中国水资源专家赞同这样的观点：通过水需求管理可以在大部分城市至少减少 30% 的水消耗。而且不会明显地降低生活质量和经济社会发展能力，也不需要消费者任何长期的花费。事实上，中国的一些城市已经通过需求管理取得了显著的节水成效。在中国北方的天津，人均水资源占有量仅 160 立方米，不足全国人均水资源占有量的十分之一，是中国乃至世界上缺水状况最严重的城市之一。天津通过引滦入津工程的州河明渠改暗渠工程每年的节水量可达 2600 万立方米以上，再加上海水、再生水利用和节水设施升级及其他一些措施，使得工业产值连续 11 年以 2 位数增长，其用水量却呈逐年递减的趋势。在非洲纳米比亚的温得和克，通过定价策略的调整、设施的升级、水的再利用和其他的一些措施节约了 33% 的水。为节约这些用水而花的钱还不及从 700 公里外的奥卡万戈河（Okavango 纳-安哥拉界河，译者注）输水这样开辟新水源花费的 1/10。

同许多其他的中国西北部城市一样，甘肃张掖不得不和西北部极为严重的干旱缺水的气候条件抗争。这个城市从 2002 年开始实施的节水计划每年减少了至少 4.5 亿立方米的水需求，其中第一年就减少引用黑河水 1.8 亿立方米，使这条中国第二大内陆河在下游断流多年后重新全线畅通，流入已干涸多年的东居延海。张掖的节水计划包括三大措施：首先积极地进行以水权为中心的用水制度改革，把可利用的水资源量作为水权进行分配，定额内执行基本水价，超定额用水加价收费，并允许有偿转让自己剩余的配额水量；其次调整发展与水资源承载力相应的产业；最后配套以水渠衬砌防漏等灌区节水工程建设。这是中国第一个节水型社会的正式试点。

张掖的节水计划是中国在逐步认识到节水措施对于解决水资源紧缺问题的作用后，即将全面推广的国家节水规划的一部分。国家“十五”规划纲要首次明确提出了要建设节水型社会，而 2002 年 8 月修订的新水法规定，要发展节水型工业、农业和服务业，建立节水型社会。这将引导中国水资源规划者们制定更为清楚明了的节水指导方针。2001 年初，由 43 位院士和 300 名专家提交的《中国可持续发展水资源战略研究报告》认为，解决中国水的问题，其核心是提高用水效率，建设节水型社会，确立节流优先、治污为本、多渠道开源的指导原则。据这份报告预测，中国 2010 年供水设施单位投资将约为 8 元/立方米，污水处理将约为 10 元/立方米，而节水仅需 3 元/立方米，相对于调水和治污，节水成本低得多，而且对生态环境有益而无弊。为了探索节水型社会的实践经验，从 2002 年开始，水利部选择了包括张掖在内的辽宁大连、四川绵阳等几个地区进行节水型社会试点。

中国的首都北京，是全国的政治文化中心，也是节水型社会建设的风向标。北京提高水价并对居民采用阶梯水价策略，对超过规定用水量累进加价；在学校、医院、饭店、商场等公共场所强制安装了新的节水器具；对洗车、洗浴业等耗水行业严格管理，关闭无循环设施或不以再生水或河水为水源的洗车点；聘请节水监督员并公布举报电话，对浪费水和违反节水规定的行为曝光并进行处罚，并加强面向全民的节水宣传。由此在到 2002 年 11 月为止的 3 年间，北京累计节水共 4.37 亿立方米。此外，规定新建设施必须同时配备污水处理和中水利用设施；建设雨水收集利用设施和雨污分流管线，通过废水回收再利用，提供足够的再生水并配套河水来灌溉公园、运动场和道路绿化带，逐步停止使用自来水和自备井灌溉。尽管如此，这些措施常常只是在干旱时期有良好的效果，干旱一旦过去，用水需求的增长就可能恢复到先前的增长曲线上，因此日常节水教育必不可少。

不管用水需求管理办法实施起来如何容易而有成效，仍然需要政府管理人员在实际中操作和把握。要使当地行政管理机构产生改变现状的想法并积极行动起来，需要公众的知情和参与，并努力地游说与推动，使用水需求管理在未来几年成为本地水供应计划的一个不可缺少的组成部分。

部分问题在于，中国最大的用水户是农业。根据中国水资源公报，农业比其他行业消耗的水量多得多，占中国用水总量的近 70%，而且其中九成是灌溉用水。与此形成对照的是，工业和家庭生活用水分别只消耗了约 10% 和 20%。灌溉中的损耗通常十分严重。据估计，从水源取来的水近一半被浪费了。进行简单的计算，如果中国的灌溉设施能提高即使仅仅 20% 的效率，广大家庭将能够得到双倍的可用水量。很明显，通过在农业部门实施节水可以获得巨大的收益。国家水利部等机构已经反复强调把节水灌溉作为本世纪初保证水资源需求的根本措施。中国需要在农业上广泛地提高用水的效率。

节约工业用水

通常来讲，工业是用水密集型的产业。根据中国国家经贸委的数据，中国工业取水量占全国总取水量的五分之一，中国2001年每万元工业产值取水量为90立方米左右，约为发达国家的3-7倍，工业用水重复利用率约52%，远低于发达国家80%的水平，与世界先进水平相比差距悬殊，工业节水有着巨大的潜力。

在世界上的一些国家，包括化工、钢铁、造纸业在内的一些用水密集型的工业部门的生产耗水量已经大大降低了。在这些国家，工业部门在生产过程中再利用或循环利用水，并重新设计和采用耗水量少的生产工艺。例如，在美国，1950-1990年间工业用水量下降了1/3，而同期工业产值却增长了近4倍。在前西德地区，今天的工业用水量只和1975年持平，而工业产值已经增长了近45%。在瑞典，十年多的时间里，人们施行了严格的污染控制措施，并已经在木浆和造纸业生产量翻番的同时削减了一半的用水量。然而，包括中国在内的发展中国家的进步速度很缓慢。在中国，生产一吨钢需要用水23-56立方米，而在美国、日本和德国，却均少于6立方米。与此类似，在中国生产一吨纸需要用水约450立方米，是欧洲国家的两倍。而同时，中国的许多大河流域却面临着严峻而长期的水资源短缺。黄河，中国最大的河流之一，由于过度地取水，以至于多次断流。中国还有超过100座城市由于过度抽取地下水正在危险的沉降之中……

中国的水资源条件已不允许工业用水过快增长，工业企业必须及早调整用水结构，提高用水效率。根据国家《工业节水“十五”规划》，到2005年，工业用水重复利用率要提高到60%，万元工业增加值取水量要降到230立方米，新增海水及苦咸水利用量要达到50亿立方米，累计节水量需达580亿立方米，国家重点工业企业要全部达到节水型企业标准，使在保持工业正常增长的情况下，工业取水量的年均增长率不超过百分之一二。一个典型的例子是唐山陡河火电厂，通过管理和技术手段，2003年节约地下水330万立方米、地表水900万立方米，经济效益达677万元。

一个厕所即使仅有一点轻微的漏水，一年也可能会浪费75700升水。一个1分钟漏50滴水的水龙头，一年漏掉的水加起来有1838升。而没有顶盖的游泳池每周会蒸发损耗1000升水。

农业耕作的改良

在人们从河流、湖泊以及地下含水层汲取的淡水中，农业用水占用了近70%，因此，在对灌溉效率的改进中存在着巨大的节水潜力。减少10%的灌溉用水，可以让世界范围内的家庭可用水量翻一番。这可以通过以下办法实现：改用节水的灌溉系统；停止在最贫瘠、陡峭的土地上的耕作；改种水需求较少的植物（这可能需要政府改变对某些种类作物的补贴额度）；采用合适的耕地排水和土壤管理办法，并且减少化肥、农药的使用量。

典型情况是，大型灌溉区中水的售价极为低廉，这降低了节水的需求，鼓励了浪费行为。例如在水价改革前的宁夏北部自流灌区，每立方米水售价仅为0.6分，这导致了浪费水资源的灌溉系统被广泛地使用。研究表明，为农业灌溉而抽取的水只有35-50%真正地流到了耕地中，而剩余的部分多从没有完全连接好的沟渠渗进了土壤、漏出了管子或者在到达耕地之前蒸发掉了。虽然在低效率的灌溉系统中，损失水量的一部分回到了可以被再次抽取的溪流或地下水层中，但是水质因为农药、化肥、盐分等的掺入而不可避免地下降了。这其实可以说是农业耗水的另一个“途径”：使水被污染而不能再被安全地饮用。



在商品农业盛行的地方，从农场中流出来的水已经开始污染到用于人类生活供给的水，使其中的毒素累积到了危险的水平。

规划和建造质量很差的灌溉系统不仅损害水质，而且将会造成土壤盐碱化，使土地的生产能力无可挽回地受到损害。特别在干旱地区，水中天然存在的盐分很容易在灌溉过的土壤中积聚起来。不良的排水措施则会污染生活供水，并且将地下水位提高到植物根部，淹死庄稼。全球有八千万公顷耕地已经由于盐碱化和水浸泡的交互作用而退化。

为节约农业用水，转用节水灌溉系统具有最大的潜力（据专家介绍，采用滴灌可以节省目前农业用水量的40-60%）。最常用的节水灌溉系统是各种形式的滴灌（也称为微灌）。一般的洒水装置向庄稼喷水时，不仅多浇了一定面积的土地，而且通过蒸发损失了很多水量。而滴灌以小剂量直接地把水供应到庄稼根系，从而使得水可以直接被植物的根所吸收。水通过喷头，或安装于地表或地下的带

有钻孔的管子被输送到每棵植物。这保证了蒸发损失量很少，使得灌溉效率达到 95%。

虽然到 1991 年为止，在世界范围内已经有一千六百万公顷的土地采用了滴灌，但这还不到世界灌溉土地的 1%。一些国家已经把滴灌作为一项国策优先考虑，比如在以色列，灌溉面积的 50% 采用了滴灌。但显然，这只是一个例外，大多数的干旱国家还有很长的路要走。在中国，地处亚洲腹地而干旱少雨的新疆生产建设兵团垦区采用了以膜下滴灌技术为主的节水灌溉方式，以次方式灌溉的土地总面积在 2003 年初已达四百四十万亩，成为中国最大的农业高效节水示范区。

另一种有前途的节水灌溉技术是所谓低能耗精确灌溉系统（LEPA），它相比于常规的喷灌系统有实质性的改进。LEPA 通过从喷头臂延伸出来的滴管将水送到庄稼。根据美国约翰·霍普金斯人口信息计划发布的报告《缺水世界的解决办法》，当这种方法与适当的节水耕作技术结合运用时，能取得高达 95% 的灌溉效率。由于该系统在低压下运作，能源消耗也比常规系统降低了 20-50%。这份报告还宣称，在美国德克萨斯州，已经采用 LEPA 替代常规喷灌系统的农场主们上报说，他们的产量增长了 20%，使得他们在该灌溉系统上的投资可在一到两之年内收回。

另一项越来越流行的做法是将城市废水回收，并重新利用其灌溉附近的蔬菜和水果园地。虽然城市废水往往被看作是污染物，但其中大部分所谓的污染成分属于土壤中也包含的氮、磷、钾等营养物质。根据一项计算，若将美国一年排入污水中的营养成分总量以矿物燃料质化肥折算，相当于 5300 万桶石油，价值超过 10 亿美元。事实上，只要谨慎地不使用未经处理并通常含有重金属成分的工业废水，并事先用生物学或沉淀等方法处理并清除废水中的有害成分，回收废水进行灌溉是安全的。二次使用城市水源，一次家用，一次灌溉，潜在的污染物会变成宝贵的肥料，河流和湖泊会免于污染。今天，至少有 15 个国家的 50 万公顷土地使用处理过的通常被称为“褐水”的城市废水来灌溉。以色列拥有世界上最为雄心勃勃的褐水计划。在以色列，下水管道中的污水大部分被净化后重新用于灌溉 2 万公顷的耕地。在中国山东寿光，1997 年通过多方考察，在荒滩上建成 2400 亩天然芦苇湿地作为污水“净化器”，配套以 50 亩沉淀池及其他设施，阻止了每天排出的 9.2 万吨城市污水直接流入渤海。经检测通过此种方法，污水中的有害物质去除率达 75% 以上，完全达到了农田灌溉水质标准。并且，每年经过这样处理的污水里含有相当于 4720 吨的尿素化肥，以此来灌溉盐碱地，昔日的的不毛之地变成了芦苇湿地、防风林、经济林、鱼藕塘等相杂的“绿洲”。即便在 2001 年这样持续干旱的年份，这里的 3 万亩农田依然因此焕发勃勃生机。

传统取水

长期以来，由于人多地少，中国大部分地区依然保持着精耕细作的小规模农业耕种传统。在这样的农耕系统里，水的利用通常是具有可持续性的。这种系统采用包括雨水与地下水的取用、小型水坝、浅井、低成本的水泵以及保湿等耕作方法。认真考察并继承传统的节水技术，并结合有效的现代手段，有助于解决缺水地区农业的需要和不断发展的用水需求。

中国拥有 402 处大型灌区，总面积达 30 万亩以上，占全国耕地面积的 11%，用水量占全国灌溉用水总量的 24%，粮食产量占全国总产量的 22%。从 1998 年起，国家重点组织实施了大型灌区的续建配套节水改造项目，3 年内投资 120 亿元，对大型灌区进行了续建配套和节水改造，成果显著。但同时，其他广大小规模灌溉地区同样需要类似的投资信贷、拓展性服务和其他形式的支持来发展节水灌溉。许多节水的传统灌溉办法值得官方认可、利用和发展，以便小规模灌溉的潜力同样得到发挥，保障粮食的生产。

在甘肃等年均降水量小于等于 300 毫米的地区，水窖集水灌溉的方法被人们采用。在降雨量多的时候，雨水被收集进水窖，存留至干旱期使用。

在福建、江西等缺乏平地作为耕地的山区，按自然地形耕作的土地无法存留由高处流向低处的水，于是人们开发出梯田。西南红河哈尼族聚居地区，人们沿着等高线在山坡上挖筑了成百上千条水沟干渠，将座座大山紧紧缠绕。山顶流下的山水被悉数截入沟内，水流的速度减缓，水流经更多的区域，再分渠引入成千上万的梯田中进行灌溉。因山水四季长流，梯田中可长年饱水，保证了稻谷的发育生长和丰收。上千年的垦殖，以至于形成了千姿百态变幻莫测的大型梯田奇观。



云南元阳哈尼梯田

另一个传统的做法是在东北、内蒙古等缺水地区采

用的叫做“坐水种”的灌溉方法。在每穴种子坑中注入一定量的水，以满足种子发芽出幼苗的需水要求。这种方法随播种随

灌水，一次注水入种穴后围绕种子形成一个湿润土团，在其上再覆盖一层干松的浮土，这样的湿土团能较长时间保持水分。坐水种节水效果非常明显，同时又能保证作物的产量。

沟垄是中国北方长期以来形成的旱地农业模式中的一种，也是一个有效利用自然资源的经典例子。沟垄相间的田地利用水往低处流的原理，沟低于垄，因而沟中土壤的水分含量自然比垄上高，就有利于保湿。将作物种在沟里，而不种在垄上，就可以得到更长时间的滋润，这就是所谓的“上田弃亩”。

永久农业

减少所有的农业投入（如用水和化肥等）的一个更广泛的途径是施行永久农业。这是一个可持续的农业系统，它建立在对自然系统的观察、协调而非对抗的基础上。它综合了家畜饲养、节能和取水节水技术，强调种植多种作物，以获得多种收益并施行不同的土地管理。种植或饲养能够产出肥料或天然杀虫剂的植物或动物，将它们产生的废物堆肥被并回归土壤。蜗牛这样的害虫可被收集用来喂养鸭子和鹅等家禽。而土地被依着等高线开垦以方便收集雨水，并被遮蔽以减少蒸发。对土地的多用途综合利用使得农耕系统对洪水、火灾和害虫有更强的抵御能力。

永久农业的具体做法因地制宜，取决于如何能够适应当地的气候、土壤条件和文化环境。一些农民实践着的传统的耕作方式其实就属于永久农业的范畴。而现代体系下的永久农业也已经开始在世界各地投入实际应用。

在非洲，经验表明，同大规模灌溉工程相比，小规模灌溉已经取得了非常好的效果，因此对于公共和私人投资者来说，小规模灌溉还有相当大尚未开发的潜力。困难在于……即便那些大规模工程效率低下，政府也很少因此而放弃对其的投资。大规模工程系统更易于服从中央政府的控制，因此在许多非洲国家，那些城市官僚们对大规模工程更感兴趣。

杰弗里·斯代尔（Geoffrey Stiles）：《需求侧管理，使非洲水资源利用节省而高效》

水和能源的新来源

当对水和电力产生新的需求时，首先应当考虑进行需求管理，但对资源的节省并不总能遏制对新的供给的需求。获得水和电的途径很多，有些是可持续性的，相比于规划者们所喜欢的大规模基础设施建设而言，这些途径对生态系统和社会的危害要小得多。不是所有的可选择方案都可以真正作为大规模基础工程项目的替代方案，因为它们的容量确实比较小。大规模项目也并不总是最佳方案，但这需要在全国性或区域性的能源发展和流域管理规划的背景中进行评估。另外，下面将要提到的一些方法已经或正在开始投入大规模运用——例如风能。这是一些值得尝试的方法。

水

地下水补充

目前，在中国许多地方，水供应的一大来源是地下水。尽管某些地区可能拥有丰富的地下水资源，另一些地区却发现，由于某些原因，作为供水来源的蓄水层正快速地被耗尽。在这些地区，由于降水的不稳定，为了度过干旱时期，水资源管理者常常会把某些蓄水层暂时地完全抽干，等到雨季再令其逐渐恢复。但长时间对地下水的过度抽取会造成地下水位的降低（可达数百米），从而导致地面沉降，还会使含盐的水侵入地下水系，使得地下水无法饮用。尽管通常蓄水层在得到休养并重新充满后会恢复，但只要水曾被抽走过，其容积就再也无法恢复到以前的状况。

在印度的古雅雷特（Gujarat），三分之二的村庄目前还没有永久、可靠的水源，其主要原因就是地下水的过度开采。为了解决这个问题，村民们正在季节河上修建土坝，希望雨季能够形成蓄水池，帮助地下水充盈。蓄水池仅仅用来蓄积地下水，不可以从中直接抽水作为供应。这项技术十分简单，蓄水池的建造成本也相对便宜并且易于维护。一个由政府资助的小组帮助村民进行设计并支付大部分的建造费用。村民们则负责蓄水池的建造和维护，并承担大约 20% 的费用。一位印度工程师认为，这样的工程最终可以积蓄多达 50% 的降水。

在中国甘肃的干旱地区，类似的方法也被采用。人们开挖水窖，降雨的时候，雨水即被收集进水窖，存留至干旱期使用。

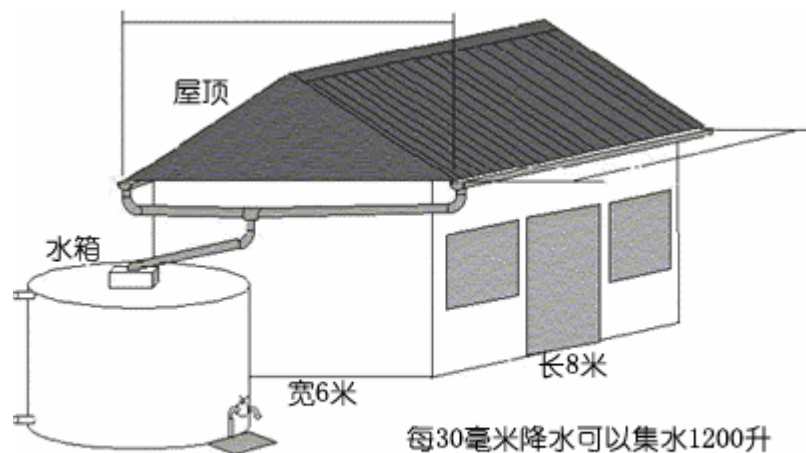
一直以来，对于利用蓄水层作为地下水库以调节现有的地表供水，人们进行了深入的研究，并得到实际运用。河北省的南宮“地下水库”回灌工程，设计总蓄水量达 4.8 亿立方米，可调蓄水量达 1 亿立方米以上。该工程利用旧河道在汛期拦截

雨水和洪水补给地下水，不涝不渍，早期再取出满足农灌需要，促进了农业生产。在山东、北京、陕西和新疆等地也有类似的工程，取得了良好的综合治理旱涝盐碱的效果。

地下水坝提供了补充地下水的另一种方法。这些设置于地下的障碍将地下水限制在某一特定区域内，防止水从地下流失。在一些地区，地下水水位下降得太多，以至于即使一场很大的降雨也不能明显地提升地下水水位。通过将降水收集在这些地下水库中，某些地区的地下水水位从 200 英尺深上升到了 20 英尺深。几个世纪以来，印度沙漠地带的人们一直在使用这种技术。现在，这种方法也已经被介绍到了山区。一个山区的村庄领导宣称，“以前干涸的井现在一年四季都有水了。”

雨水收集

包括中国在内的世界上许多地方，更多的人回归到进行小规模的水收集来获取供水，这通常是使用一个可以从住房或其它建筑物的屋顶收集降水的系统。根据估算，对于每 30 毫米的降水，一个拥有 50 平方米屋顶的房屋若将降水引导至一个水箱，即可有效收集到 1200 升的水。在中国的西部贫困缺水地区，人们常常需要来回走很远的山路到水源地取回很少量的水。由全国妇联领导，中国妇女发展基金会负责实施的一个名为“大地之爱·母亲水窖”的项目，旨在解决这些地区的饮水困难，从 2000 年到 2003 年的数年间已募



雨水收集方法示意图

集并投放资金 1.3 亿元，在西部的 15 个省区修建集雨水窖近 9 万眼，小型集中供水工程 1070 处，解决了 90 万人的饮水困难。根据中国妇女发展基金会的报告，“实践证明，修建一口容量 36 立方米的水窖，一年可蓄集雨水 50—80 立方米左右，能保证一个 3—5 口人的家庭一年的人、畜饮水；拥有 2 口水窖，就能发展一亩庭院经济作物，继而解决一系列的生存和发展问题。”该组织指出，对大多数的贫困地区的居民来说，采用此技术的唯一困难是费用。因为贫困，许多家庭无力修建一眼像样的水窖，而自建的小土窖水质污浊且漏失严重。因此，中国妇女发展基金会面向全社会开展了公开募捐，希望得到更多的捐款，并希望降低材料成本方面的研究工作能够促进该项目更加广泛地开展起来。

海水淡化

地球表面大约 70% 的面积被水覆盖，但绝大多数是人们无法饮用的海水。从体积上看，地球上所有的水中，只有 3% 是淡水，而只有 1% 是易于得到的地表淡水。水的淡化是指从咸水或含盐的水中去除盐分和其他的溶解物而得到淡水的处理过程。

有许多原因使得水的淡化成为一个吸引人的水源方案，特别是因为这实际上是一个无限量的资源，并且不会受到干旱气候的影响。对于沿海国家，若从海水淡化得到水源供应，就不会像从与其他国家对共享的河流进行淡水分配那样容易受到政治因素的影响。对于内陆国家，从海岸获取水源则将需要额外的费用和与其他国家互相的合作。不同于大多数的大型水利工程，淡化技术可以分期建造以达到需求。淡化工程不会造成原驻地居民的搬迁移置，不会改变农业的生活方式，并且不会带来严重的生态灾难。

淡化处理主要用来从咸水中获得饮用水。它还可以用来清理含硝酸盐、杀虫剂和有机物等污染物的农业排水和工业污水，改善矿物质含量过高的饮用水的水质，帮助地方污水处理，以及改善饮用水的味道、气味和色泽。

大多数情况下，人们并不把淡化水作为唯一的水源——除非淡化水的成本降低（特别是对于那些非常缺水的沿海国家）——通常，还会包括一些不那么昂贵的水源。1991 年，分布在全世界将近 120 个国家的淡化水厂总生产能力达到 155.4 亿升/天。在加勒比海、非洲北部和中东的大部分地区，淡化水是当地主要的供水来源。目前，沙特阿拉伯的淡化水产量位居世界第一，达世界总量的 24%。

对于淡化水的生产，人们普遍关注的问题是其过程太昂贵并且十分耗能。在一些地区，淡化水的成本要比从当地常规水源获取水的成本高上许多倍（例如，1994 年天津自来水只要每吨 0.4 元钱，而当时淡化水的成本却高达每吨 10 元）。然而，

技术上的突破正在开始降低其价格（尽管仍没有达到农业生产用水那样人为降低的超低价格，但仍以天津为例，2003 年居民自来水调整到 2.90 元/立方米，工业用水 4.60 元/立方米，而每立方米淡化水的成本已降至 5 到 6 元）。而且人们经常拿淡化水的价格和那些现有的水源价格进行比较，但通常这种比较并没有通过一个全面、合理的价格—收益分析而进行。公正地说，比较应当包括发展其他新的水源所需的花费（分析中应当包括所有的费用，诸如环境和社会成本）。如此，相对于修建大坝、引水渠和其他新式的水利工程而言，淡化水可以说是一种经济的并有利于环境的供水来源。

淡化水的成本受到需要去除的盐量以及采用的方法的影响。需要去除的盐分越多，淡化过程也就越昂贵。淡化水厂的规模也对成本有很大影响，规模越大则越经济。能源是淡化处理成本中最为关键的因素。对于大多数现今采用的技术，能源费用占了总成本的 30% 至 40%。其他的因素则包括处理所要求的数量和类型、处理过程的选择、对被去除出的盐分（结晶物）的处置、管理条例、土地费用 and 水的运输等。

近期的技术突破有望能够降低淡化处理的成本，主要是基于减少处理过程中的能源消耗。例如，在 1998 年，新加坡的水化国际公司（AquaGen International）宣布他们设计出一种更为经济的饮用水淡化设备，并且可以在任何地方迅速地安装、建厂。该公司负责人廖盖文（音 Gavin Liao）介绍说，此设备的模块化系统使得安装十分简便，它能以低于 30 万美元的成本生产 100 立方米（25,000 加仑）的饮用水。廖说，水化公司销售两种型号的淡化处理设备——一种使用蒸汽，另一种使用电力来产生提取盐分所需要的热能。该公司声称这两种型号的设备比目前使用的淡化处理设备能源效率提高三倍以上。它们的规模相对较小，每天可生产 5,000 立方米的饮用水，而中东地区的大型水厂每天生产能力为 327,000 立方米。水化公司宣称，他们正在进行一个生产能力达 45,000 立方米/天的大型水厂的可行性研究，并期望在四年后能够投入应用。

以色列、巴勒斯坦和美国则正在着手开展一个富有挑战性的海水淡化项目，据一位为此项目工作的科学家称，希望以此打造一个“海水淡化的新中东（New Desalinated Middle East）”。这个项目的目标之一是建造能安装于车辆上的太阳能海水淡化设备，并教会本地居民使用甚至制造它们。该项目还将在盐分和污染物对水的影响方面进行研究。根据《世界水和环境工程》（*World Water & Environmental Engineering*）杂志 1999 年 1 月刊上的文章介绍，该项目联合了美国能源部和美国环境保护署，于 1998 年 7 月启动。另外，一个稍大规模一些的太阳能海水淡化设备正在接受测试中。这种海水淡化系统完全自给自足，在 1999 年早些时候由巴勒斯坦加沙地带（Gaza）的阿尔阿扎（Al-Azhar）大学和日本的荏原制作所（Ebara）公司进行了评估。这个系统每天可以淡化处理 600 升的咸水。由于在设计时还打算把该系统用于灌溉，所以公司计划同时设计推出配套的微灌溉系统。尽管便携和易于安装是该小型设备的优点，公司还打算研制较大规模的设备。由于只包含很少的活动零部件，这种大型设备所需要的维护工作也不多。

新能源领域的发展或许也将成为海水淡化技术的推动力量。太阳热能和燃料电池（这两者在本章都将有介绍）可以为海水淡化工厂提供能源。由于太阳能利用潜力丰富的地区通常也是最需要水的地区，将这两者联合将有广阔的发展前景。

废水循环利用

经过处理的城镇废水是一大尚未被开发的水源，可用于灌溉和地下水回灌。将“废”水经过处理循环利用使其成为一种可靠的水源有很多好处：废水中的营养物质可以被农作物吸收利用，而不会对河流造成污染；可以延缓扩大和更新建造花费巨大的新的污水处理系统，避免将污水排入河流和海洋而带来环境问题；减少从河流和湖泊中取水从而保护淡水生态环境；经过处理后的废水可以用来帮助恢复由于过度取水而遭损害的水生生态系统的健康；相比于从数百公里之外输入淡水，水循环利用还可以节省大量的能源。

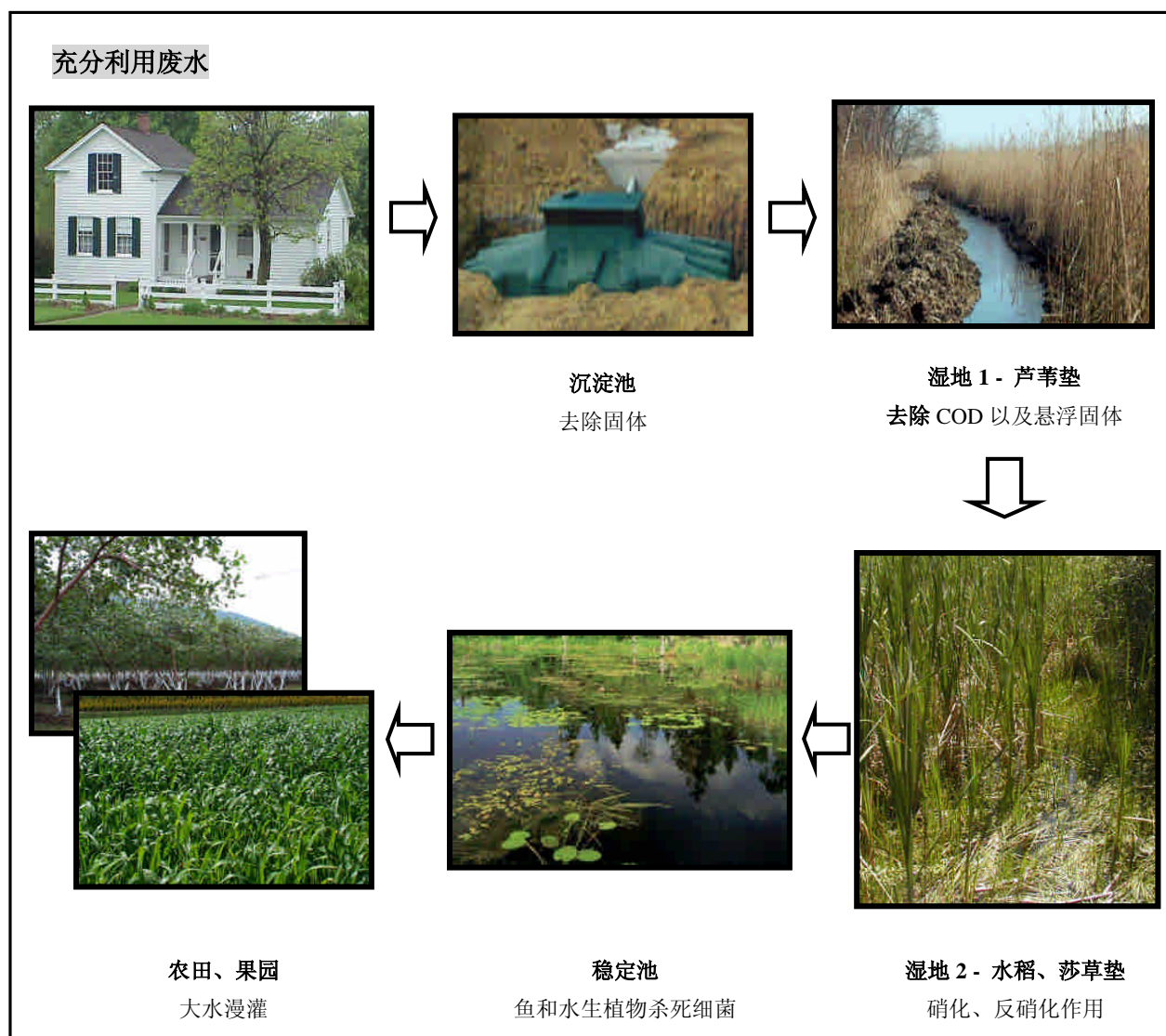
以色列拥有世界上最先进的废水循环处理系统。目前，70% 的下水道废水被处理后用作灌溉。官方估计在 2010 年前，全国用水总量的五分之一将来自于废水回收利用。以色列在这些废水回收利用工程中采用了多种不同的处理方案。其中一种方法是依靠使用具有藻类生物活性的藻类（algae-activated organisms）进行处理。废水贮存在一系列的水池中，利用厌氧菌和 有氧菌进行处理后，就可用来灌溉农作物。

在印度的加尔各答，人们把大量未经处理的污水引入一个天然泻湖系统，在这儿养殖着鱼类。这个城市 3000 公顷的泻湖每年能为市区消费者提供多达 6000 吨的鱼。由于泻湖中复杂的生物相互作用消除了污水中的有害病原体，这些鱼可以放心地食用。

追踪（*On Track*）杂志的 1995 年 5-6 月刊介绍了南非格兰姆斯城（Grahamstown，南非重要的文化中心）政府建造的利用细菌和其他微生物对污水进行处理的池塘示范系统。这些池塘中生长的藻类还可为各种家畜提供丰富的饲料（见图）。

随着污水处理技术的进步，处理过的再生水的应用范围也得以扩展。一些城市开始使用经过严格处理过的水作为饮用水源的补充，这样的城市为数不多但数量在不断增加。以天津市为例，以前天津的城市污水处理后只能达到二级水平，并不能

用于日常生活。现在随着技术发展，污水通过膜技术的处理变成再生水，也就是人们常说的中水，能够用于冲厕、洗车、景观水体补充、园林绿地浇灌、工业生产用水、道路喷洒、建筑施工和农业灌溉等。天津正在逐步实现分质供水，再生水作为公共水源已经输送到了城市部分地区，并计划在 2015 年前实现日供再生水 45 万立方米。且再生水价格不到自来水一半，正在宣传引导下渐为百姓所接受。



经过高度处理后的废水还并不能直接作为饮用水源输入供水系统。绝大多数情况下，它们首先被排入湖泊、水库或地下蓄水层中，以增加饮用水源的水量。然后这些天然水和回收水的混合体被用于进行普通的水处理，直到成为饮用水提供给人们。

美国国家研究委员会 1998 年的一份报告提醒，政府和水资源管理者在废水应用规划上绝对不能够走捷径。在作出将回收后的废水输入城市供水的决定前，他们必须首先充分评估可能出现的污染物将会对公众健康带来的影响，并设计和提供综合的监控、检测和处理系统。回收的水可能会含有现有的检测或处理方法无法确认的污染源。

减少污水处理过程中的耗水量，也可节约大量的水。污水处理本身是一个大量集中用水的过程，而如果没有污水处理，现在普遍使用的供水系统又没办法持续增加到满足 30 亿人的需求。天然的水处理系统，例如利用湿地，可以作为替代现代水处理技术的另一个手段。使用氧化池和露天的污水塘回收利用废水用作农业用水，通常并不需要想象中那样占用大量的土地。然而氧化池的占地需求还是其得以应用的一个障碍——特别是在城市地区。此外，这种方法还可以减少污染，降低对化肥的需求，并且常常可以依靠当地的传统以小规模和低成本的技术实现，因而可以分散进行，并且符合生态理念。

新能源

太阳能

目前世界上太阳能利用的增长速度在各种能源中位居第二，自 1990 年起平均年增长幅度达 16%。据 *科学美国人* (*Science American*) 杂志的数据，每年，地球表面从日光中获得的能量是地球储藏的所有煤炭、石油、天然气和铀包含的能量总和的 10 倍。工业分析家们称，仅仅利用地球上 1% 的沙漠所得到的太阳能就比当前全世界从矿物燃料（煤、石油、天然气等）中得到的能源还要多。虽然太阳能有其局限性，却特别适合于在电网通达范围之外应用。那些地方生活着三亿三千万个的家庭（20 亿人），他们没办法得到能源供应。尽管如此，太阳能电池（PV —— Photovoltaic Cell，光伏电池）的生产（更不要说它的价格）远滞后于对其的需求。据能源替代组织（Energy Alternatives）的马克·汉金斯（Mark Hankins）计算，为世界上每个生活在电网外的家庭提供 20 瓦的电能（可满足几盏照明灯和一台收音机一晚工作 4 小时）将总共需要 6,600 兆瓦的能量——这是目前每年利用的太阳能的 66 倍。

从太阳获取能量有许多方法，其中两种最为常见的是光伏电池和太阳能热系统（将太阳辐射能转变成热能）。太阳能热系统在作大规模能源利用上更有潜力，而光伏电池则极为适合给在电网覆盖范围外的建筑提供能源。

光伏电池能够把太阳光能转化为直流电能。光伏电池没有活动零部件，也不使用任何燃料。在过去的 25 年里，随着应用越来越普遍，光伏电池的价格下降了超过 100 倍。新技术也使光伏电池的生产成本在不断地降低。科学家们相信，这些技术可以将光伏电池的成本从 1998 年的每千瓦 4000 美元在未来十年内下降到每千瓦 1000 美元，这将使其在世界上许多地方成为一种极有竞争力的电力来源。

光伏电池具备许多优点：

- ◆ 除了设备本身，不需要其它任何花费就可得到能源；
- ◆ 清洁、安静，几乎不需要进行维护；
- ◆ 地方上的居民可以经过培训学会安装和修理光伏电池系统，这还提供了一个就业机会，而且减少了他们对政府电力供应网的依赖。

依据世界观察研究所（WorldWatch Institute）的数据，全世界将近 50 万个家庭正在用光伏电池自己发电。对于那些没法接入到电力网的 20 亿人而言，太阳能则可能是他们最可能负担得起的获得能源的方式。

中国的光伏电池产业经过近二十年的努力已经奠定了一个良好的基础，并正面临着巨大的发展前景。

据统计，截止到 1999 年底，中国还有 2 万多个村落的 700 多万个农户没有通电，他们大多都生活在边远偏僻的山区、牧区、高原、海岛。那里通常缺乏常规能源资源，同时又远离大电网，人口稀少，居住分散且用电负荷不大，通过延伸电网供电很不经济。但这些地区多处于中国太阳能资源的高值区，其太阳能资源相当丰富。因此，因地制宜地逐步推广应用用户光伏电源系统，是满足这些无电地区农牧民照明、听广播、看电视等生活用电需要的最理想的方式。现在中国已经启动了“光明工程”——向边远地区利用太阳能发电等可再生能源技术解决那里居民的用电问题。2001 年 7 月启动的“新疆丝绸之路光明工程”是其中第一个进入实质性实施阶段的项目。该项目由中国与荷兰政府共同拨款 2500 万美元，计划推广用户用太阳能光伏电源系统 78000 套，受益人口 40 万，牧民四季转场放牧时日常用电问题可以得到有效地解决。同步于该工程的还有“太阳能扬水与照明综合应用系统工程”，综合了光强时抽水供灌溉、光弱时充电、入夜时照明的功能。在南疆和田奥依巴克村建设的一套该系统总功率达 22.5 千瓦，从根本上解决了 339 户的照明，而且满足了全村 1400 多人和 4500 多只牲畜的饮水和 300 亩果园的灌溉。



青海新能源研究所研制的屋顶太阳能系统

青藏高原被称为世界屋脊，也是中国太阳辐射能最丰富的地区。利用太阳能，西藏每年可节能折算达 13.5 万吨标准煤，价值超过 1 亿元人民币。现在西藏已经建成了 7 个规模在 10-100 千瓦的太阳能光伏电站，全区各类太阳能光电设施容量接近 7 兆瓦，解决了 20 多万人的用电问题。其中最大的山南地区措美县哲古镇光伏电站，是 2002 年 12 月投入运营的，装机容量达到 130 千瓦。而“阿里光电计划”则

已经建成了 7 个规模在 10-100 千瓦的太阳能光伏电站，全区各类太阳能光电设施容量接近 7 兆瓦，解决了 20 多万人的用电问题。其中最大的山南地区措美县哲古镇光伏电站，是 2002 年 12 月投入运营的，装机容量达到 130 千瓦。而“阿里光电计划”则

安装了包括家用光伏发电系统、乡镇级光伏电站、光伏水泵和太阳能地面卫星单收站在内的配套设施，总计 688 千瓦，使得阿里地区 7 万居民告别了无电的历史。

在“光明工程”实施过程中，采用了市场运作的方式，组建企业来运作项目，政府拨款只用于建设销售服务网络和用户培训，帮助形成规模效应从而提供高质廉价的产品。前面提到的“新疆丝绸之路光明工程”就是由新疆新能源股份有限公司在与荷兰壳牌太阳能公司的合作下实施的。利用国家投资建立和开发市场，形成并发展产业，在滚动中逐步扩大规模，直到实现工程目标，而不是简单地把投资消耗光。

在过去的十几年间，中国太阳能热水器的集热面积从 150 万平方米上升到 3300 万平方米，年节约 500 万吨标准煤，形成了居世界第一位的太阳能热水器产业。太阳能热水器在市场中的份额正在逐年上升，并从城市普及到乡村。太阳房、太阳灶等简单有效的太阳能设备也在农村地区得到了广泛的推广应用，而太阳能空调技术也正在积极发展之中。

在美国等一些地区，有些电力设施安装了一种“网络电表”系统，容许拥有太阳能电力系统的家庭把自己生产的电力联网输入到电网系统中。这时，这种电表会倒转，从而减少家庭电费开支。在月底，如果消费者的用电多于自己的发电，则只需支付超过的那部分电费，反之，如果自己发的电多于使用的，则电力公司向它们支付电费。除此之外，这个系统不需要其他特殊的计量设备。它大大鼓励了太阳能电力系统的安装，因为拥有者即便自己不使用自己生产出的电力，他们也能够获利。目前，在美国有 20 个州开展了这个项目。

而较大规模的太阳能热发电系统能够用来取代那些过时的或污染严重的发电厂。太阳能热系统利用透镜和反射镜集中太阳光线的能量来产生热能。由于热能可以被储存入热力循环系统发电，这些设备就可以不间断地提供电力。人们正在研究发展能够生产大规模电力的太阳能热发电系统样机。美国一个名为“重造”(ReCast)的项目，正致力于创建“太阳能企业圈”，希望能够以此激励全球范围内太阳能应用技术的研发。这个项目团队表示这些太阳能电厂 2003 年要发电 700 兆瓦，到 2010 要增长到 5000 兆瓦。随着这项技术应用越来越普遍，价格将会下降。中国的太阳能热电力系统研究早在 70 年代末就开始了，并成功研制了一系列的试验性聚光集热系统、斯特林发动机等装置，但目前还有待于进一步发展才能进入产业化应用。

风能

短期来说，风能是最有前途的一种可再生能源。在适宜于开发风能的地区，技术上的进步已使其价格有了惊人的下降。据美国风能协会(American Wind Energy Association)的数据，1997 年全球风力发电行业在新装机容量上创下了纪录。其增长速度似乎使风能持续保持为增长最快的能源形式。尽管风力无法做到每时每刻都在发电，进而无法依赖其为国家提供所有的电能(就像由于干旱气候的发生，水力发电也类似如此)，然而在那些有着丰富风力资源的地区，风能仍可以在能源供给中占有重大比例。

如果要发展风力发电机，风能承包商们则必须采取措施使风力发电机安装地区的人们能够受益。这方面丹麦可作为典范之一。它的风力发电工程“自下而上”开始施行，当地的居民都成为风力发电公司的股东。在风力发电容量上，丹麦位居世界第一。

内蒙古是中国风能资源最富集的地区，可利用的风能资源储量达 1.01 亿千瓦。到 2001 年底，全区的大中型并网风力发电机组总装机容量达到 76.8 兆瓦，而且新的风机正在风电厂安装之中，将再增加 26 兆瓦发电能力。内蒙古还配套拥有年生产小型风力发电机 3.5 万台的规模性产业。在锡林郭勒草原上，被牧民称为“大风车”的风力发电机已经普及，6 万多牧户平均不到 2 户就拥有一台风力发电机，牧户的电灯等家庭用电和提水、剪毛、牛奶分离等生产用电都是风电。

除了草原，海岸也是风力资源最为丰富的地带。广东南澳岛上的风力发电场，经过十多年的发展，每年可以发电 13137 万千瓦时，成为亚洲最大的海岛风电场。而在江苏如东的海岸上，距地面 70 米的高度年平均风速为 7.19 米/秒，每年有 7700 多小时可以发电，一个规划总装机容量 500 兆瓦的未来远东第一大风电厂正在建设之中，庞大的风车阵将



新疆的大型风力发电场

会形成壮观的景象，而且这将大大缓解这个中国经济最发达而又极缺能源的地区的用电。

按照目前的发展速度，预计到 2010 年中国风力发电装机容量可达 400 万千瓦，到 2020 年可达 600 万至 800 万千瓦。为了支持风电产业的发展，中国对风力发电开始实行按增值税应纳税额减半征收的优惠政策，使得风电电价水平有望降到每千瓦时 0.50 元以下，能与常规电力相竞争。

燃料电池

燃料电池通过电化学反应而非燃烧产生能量，它利用氢和氧的反应得到电能、水和热能，并且几乎没有污染。燃料电池的工作类似于普通电池，但与普通电池不同的是，它不会用完，也不需要充电，只要提供燃料，它就会一直工作下去。如果有一个转换装置能把天然气等燃料转变为氢气，那么这些燃料也可以用于燃料电池。燃料电池是一种非常高效的能源生产形式。而且不像高压蒸汽涡轮发电机和其它的发电技术，燃料电池的耗水量非常少，因此也非常适合于在像中国西北这样的干旱地区使用。

燃料电池可以为车辆、独立的建筑物以及大型发电厂提供能源。它们可以根据需要安放在独立建筑物或当地的发电厂内，从而不再需要长距离的电力传输线，因此是一种相当分散化的能源生产形式。这项技术有可能为减少全球温室气体排放带来重大影响。举一个例子来说明，1 万辆以使用非石油燃料的燃料电池为动力的车辆每年将能够节省石油消耗 698 万加仑。燃料电池汽车正在得到推广，出现了一些示范车队，只不过现在还有待于氢气补给站网络的建设，据保守的估计到 2010 年左右可以实现全面的商业化，而到 2024 年要占到汽车总量的四分之一。这种汽车可以拥有由普通电池产生动力的电动汽车的优点，但燃料补给速度更快，一次补给能行驶的距离也更远。通用汽车公司最近的一项研究表明，使用燃料电池的汽车发动机的制造成本可以做到与内燃发动机的成本基本相当。

燃料电池还能有效利用污水处理设施排放的甲烷（沼气）和二氧化碳气等温室效应气体。美国安置了许多燃料电池在污水处理厂内，这样不仅能为当地提供电能和热能，还可以减少污水处理过程中副产品污染物的排放。

燃料电池还可以促进向能源多样化和可再生能源的转变。氢、甲醇、乙醇、天然气和液化石油气等都可以作为燃料。能源还可来源于生物体、风能和太阳能。

中国的氢能燃料电池研究也正得到越来越多单位的参与，并成功发展出燃料电池混合动力汽车的第一代样车。

小水电

在一些地区，小型水电站可能是最适宜的能源解决方案。谨慎地进行设计和施工，小型水坝（10 兆瓦以下）对当地的环境和社会造成的危害会比大型水坝要小。小水电工程简单、一次基建投资小，且接近用户，输变电设备简单，这些优点使得小水电在中国和其他发展中国家发展迅速，成为农村和边远山区发电的主力。到 1994 年底，全国有小水电站 4 万多处，装机容量 1577.53 万千瓦，年发电 508.66 亿度，分别占同期水电总装机容量的 33% 和发电量的 29%，向全国三分之一以上地区提供电力。中国的小水电开发程度得到国际的公认，成为联合国国际小水电中心的东道国（参见附录-相关组织）。这样的小规模工程还可以促进当地的经济、技术的发展和资源的开发。浙江省水能资源约为 800 万千瓦，其中小水电 400 万千瓦，到目前为止已经开发的中小水电占 40% 多，并在很多县成为当地的经济支柱产业。当然，规模本身并不能决定一个工程是否将对环境和社会带来危害。与设计任何水电工程一样，设计小型水坝时，也应当对库区和当地居民将会受到的影响，以及整体的库区管理计划是否合理进行独立的评估。（参考《超越大坝（Beyond Big Dams）》——国际河流网络 IRN 有关合理发展水电的一份报告。）

地热

地热是一种来自于地心的能量，火山和地震的能量也同样产生于地心。在一些地方，地表下的天然“热水池”可以提供大量的地热能。以一些国家为例，1993 年，在肯尼亚，利用这些天然蒸汽所发电量占总能源供给的 9%，在尼加拉瓜占到 28%，在菲律宾则占 23%。

中国可开发的高温地热资源总量预计在 6744 兆瓦，但主要分布在西藏和云南西部，远离能源高需求区，目前正在运行的地热设备仅 5 台，装机容量不足 28



羊八井的热水湖

兆瓦，有待于进一步发展。藏北的羊八井地热电厂是中国目前最大的地热工业发电试验基地，总装机 2.5 万千瓦，从 1977 年试运行成功起已经共发电 12 亿千瓦时，现年发电量在拉萨电网中占到 45%。

然而，对地热资源的利用并不限于小范围的地热发电。地球上任何一个地方都可以通过地热热泵技术，对地表下的恒温区加以利用。尽管地表下几英尺处的土壤温度会随着季节变化，再深一些地方的温度却终年保持恒定。在冬天时利用热泵技术从地下吸热为建筑物内取暖，在夏天散热以降温。这项技术在过去几年里取得了很大进步。安装费用比其以前的设计降低了 30%。

沼气

利用生物废料来产生能量被证实是回收利用大量有机废物的一种经济、实用的手段。由家庭、农业、商业以及工业产生的废物被微生物消化后，产生甲烷（沼气）和二氧化碳的混合气体，然后就可以转变为能量。甲烷无毒、无气味，具有可燃性。一立方米的沼气提供的能量可以满足一个 5 到 6 人的家庭烧三顿饭，一只 60 瓦的灯泡点亮 7 小时，或带动一台 1 马力的内燃机运转 2 小时。

沼气技术有许多好处。它可以处理人的排泄物，减少当中的病原体造成的疾病传播，这些病原体会导致诸如伤寒、霍乱、痢疾、钩形虫病和血吸虫病等疾病的感染。沼气已在中国、泰国、印度和尼泊尔等国家得到了广泛的应用。到 2003 年底，在云南的农村地区累计建成了超过 100 万户的沼气池。这些户用沼气池每个年均可以产气 500 立方米，相当于可节约 2 至 3 吨木柴，既保护了森林资源，同时还可以提供 3 吨以上的优质有机肥。作为国家环保总局“促进城市垃圾甲烷回收利用”项目的第一个范例，南京垃圾填埋沼气发电厂，已经在 2002 年 9 月正式并网发电，装机容量为 1250 千瓦，每年发电 870 万千瓦时，可以满足 5000 户家庭的用电。

在许多发展中国家，大部分的有机废物如粪便和农作物残渣被直接作为燃料焚烧（被称为“生物质”能源生产）。这些废物的燃烧经常造成空气污染，导致呼吸系统疾病。据世界卫生组织 1992 年的报告称，发展中国家中由于生物废料燃烧，有 7 亿妇女正面临着越来越严重的健康问题。如果这些废物一部分在沼气生产中得到利用，对人类和环境健康带来的影响就可以减少。

海洋能源

利用海浪发电可能永远不会成为获得能源的主要途径，但这并不妨碍它在经济上和技术上变得越来越可行。根据《新科学家》(New Scientist) 杂志 1998 年 5 月 16 日刊的报导，现在海浪发电的平均成本比 1982 年下降了十倍。该杂志介绍说现今可供使用的 6 种海浪发电机中，有 3 种的发电成本在经济上具有竞争力，并且有 1 种在英国的发电成本比使用煤炭还便宜了三分之一。《新科学家》杂志进一步指出，现在英国政府正认真地考虑把海浪发电作为手段之一，以达到在 2010 年之前将其碳排放量削减 10% 的目标。中国是世界上主要的波能研究开发国家之一，已有 60W~450W 的多种型号产品。一座 100 千瓦的摆式波力电站也已经在青岛即墨大官岛试运行成功。

美国的夏威夷岛、日本、印尼的巴厘岛、中国的广州和其它一些地方正在对另一种来自海洋的能源进行研究。这种技术利用海洋表层海水和深达 1000 米处的海水之间的温差发电。

潮汐发电是海洋能源利用中技术最为成熟和利用规模最大的一种。全世界潮汐电站的总装机容量为 265 兆瓦。中国的潮汐发电机组的技术已基本成熟，现有装机容量 5.64 兆瓦，其中最大的江夏电站目前已正常运行近 20 年，1996 年全年的净发电量为 502 万千瓦时。

推广绿色电力

北京天恒可持续发展研究所正在和一些其他环保组织一同积极努力，支持北京市的新政策方向，希望在北京建立以自愿为基础的绿色电力市场，进而把绿色电力推向全国。但这一设想得以实现的基础是社会强烈的环保意识，而不是市场机制。

绿色电力，因其使用的是风能、太阳能、生物质能、潮汐、水能、地热等可再生能源，因而其生产过程中不排放或很少排放对环境有害的废气、废水，且不需消耗化石燃料如石油和天然气，节省了有限的资源储备。绿色电力所带来的环保效益显而易见。但目前中国 75% 以上的电力来自传统火力发电，而在全世界范围内，火力电力被认为是仅次于汽车的第二大空气污染源。

尽管中国 80% 至 90% 的风能等可再生资源分布在西部地区，但当地较低的能源需求和较低的水平限制了风力电厂的规模。以内蒙古为例，经过近 10 年的发展，内蒙古的风电已初具规模，年发电量达到了 1 亿度，但是单靠内蒙古电网难以消化所有的风电，因而产生了大量窝电，影响了内蒙古风电的发展。而支付水平较高的东部地区，又往往倾向于购买低廉但污染严重的煤电，而不是价格较高的风电。北京地区 2000 年的用电量为 331.82 亿度，除了自发电外购 142.86 亿度，基本上是来自山西、内蒙古的火电。在目前的技术条件下，内蒙古风电在北京的销售价格每度比火电要高出 0.10 元至 0.20 元。

天恒研究所建议推行绿电用户认证制，用户可根据自身需要与承受能力自愿选择是否购买价格较高的绿电以及购买多少。人们多用一度绿电，就会少用一度火电。根据中国消费者协会 2001 年所做的全国绿色消费调查，30 万份问卷调查显示，92.4% 的用户愿意每度电多花一点钱，购买绿色电力，绿色电价项目为个人提供了一个参与环境保护的机会。而一些企业、机关等为树立对社会、对环境负责的公共形象，也愿意购买绿色电力。

从国外推行相关项目的进程来看，绿色电力的发展需要政府、公众的共同推动。在荷兰，既有政府强制实施的配额制，又有基于用户自愿购买的绿色电力市场机制。用户可查阅各个绿色电力供应商的信息，随意选择购买比例，这一政策加快了荷兰可再生能源的发展。

目前，北京政府已经庄严承诺，2008 年奥运会场馆的 20% 用电将采用绿色电力。而在企业方面，摩托罗拉公司、赛特大厦、英国大使馆以及所有支持可再生能源发展的机构，如 WWF、世界银行、能源基金会等机构，都承诺将认购绿色电力。

由于绿色电力的绿色属性体现在生产过程与所使用的资源中，对于终端用户而言，无论是绿电还是火电，在使用上并没有任何区别，也很难加以区分，因此，在绿色电力的销售机制中，最关键的环节是监督，要有相应的机构作为第三方，来确保用户多支付的费用被真正用于可再生能源的发展。在荷兰，世界自然基金会（WWF）就是监督者之一。

现在，这个计划已经于 2003 年 10 月正式开始在北京推行，北京市民和企业有了选择电力产品的权利，可以自愿认购更加环保的绿色电力。

上海市政府也正计划在 2004 年引入绿色电力机制，由 WWF 和上海节能中心合作推动绿色电力的发展，并调动上海当地的环保组织和民间社区组织积极参与。这个机制将由上海电力公司实施，并将开始阶段的对象定为非居民的大用户以及普通居民，绿色电力来自于上海周边的风电厂。

（天恒研究所是一个成立于 1998 年的非政府组织，英文简称 SNISD，目前的主要工作领域集中于可再生能源商业化培训及示范、自然保护与社区发展以及可持续发展的政策研究，在绿色电力的推广上已经作了很多年的工作。欲了解更多的信息，请参考附录——相关组织。）

术语表

蓄水层 (aquifer): 含有淡水的土层, 是地下水重要的水源。

盆地灌溉 (basin irrigation): 通过将洪水拦截在堤岸、小型土坝后和土坑内进行农田灌溉的技术。

生物群落 (biomes): 由水资源、气候、地质、土壤类型和地理位置间的相互影响决定的某一地区能够生存的生物类型。

咸水 (brackish water): 溶解的盐分含量高的水。可指海水、河流入海口或农业废水。

集水区 (catchment): 某条河流排水的整个区域 (也被称为蓄水区、盆地、流域盆地或分水岭)。一个独立的大集水区包含许多较小的支流。

三角洲 (delta): 在河流汇入大海或湖泊之前, 干流在河口地带分成若干股支流, 由此在一些河口形成的平缓的冲击土层。

需求管理 (demand management, 也称为需求侧管理 demand-side management): 针对水资源和能源的系统保护。包含公式中需求方的变化, 例如效率革新、通过政策和价格减少废物排放、为节能翻新建筑、修理漏水的水管等。

脱盐 (desalination): 从水 (特别指海水) 中去除盐分而获得淡水。

滴灌 (drip irrigation, 也称为 micro-irrigation): 将水直接送至植物根部的高效、经济的灌溉系统, 例如, 使用多孔渗漏的水管。

河口 (estuary): 沿海的被半包围的水体, 此处来自河流的淡水与海水混合在一起。

总蒸发 (evapotranspiration): 土壤蒸发和植物蒸腾损失的水分总量。

漫滩 (floodplain): 在大型洪水时期会被淹没的一片谷地。

灰水 (greywater): 洗盘子、洗衣服或洗澡用过的水。本质上说, 除了厕所马桶的冲水, 家庭排放的任何水都算座灰水。尽管当中可能含有油脂、食物残渣颗粒、毛发、和任何数量的其他杂质, 但这种水如果处理适当仍适合于再使用, 特别是用于灌溉。

地下水 (groundwater): 地表下包含在土壤和岩石中的水。

地下水坝 (groundwater dams): 用来阻隔地下水流动, 将水储存在地下水水位之内的位于地表下的水坝。也被用作再补注蓄水层和周围的水井。

水文循环 (hydrological cycle, 也称为 water cycle): 水从海洋或其它水体中蒸发, 在云中凝结成水蒸气, 然后作为降水回到陆地这样一个自然循环过程。尽管水始终处于循环中, 地球上总的水量是有限的。

水缘政治 (hydropolitics): 与水管理和分配相关的政治问题, 由拥有权力的人决定。其影响除国内政治前景外还包括跨国公司、国际发展银行和地区政治冲突。

指示物种 (indicator species): 一种动物或植物物种, 它在某一流域存在的种群数量和状况指示了该流域环境的健康程度。

内流量要求 (instream flow requirements): 对于一条被大坝拦截或分流的河流来说, 为保证渔业、水质、航行或休闲用途而需要存在的水量。

集水区综合管理 (integrated catchment management): 一种对流域进行管理的方法, 它综合了所有受其影响的团体, 以及诸如土地和水资源等流域所有组成部分的观点和需求。

综合资源规划 (integrated resource planning—IRP): 一种公众规划方法, 调查供应方和需求方双方资源的成本和收益情况, 在各种可用资源选择中合成开发总体成本最小的方案。包括对新建设施对环境产生的危害的评估方法, 以及确认有成本效益的替代方案。

跨流域调水 (interbasin transfer): 将水从一个流域转移到另一流域的水利工程。有时, 这些工程会将一条河里的物种引入另一条河中, 从而破坏生态平衡。这样还减少了被取水河流的径流量。

大坝 (large dam): 由水坝建造行业定义, 高度达到或超过 15 米的水坝。

兆瓦特 (megawatt): 一个衡量功率的单位, 1 兆瓦相当于 1000 千瓦, 也即能使 10,000 个 100 瓦的灯泡达到额定功率。

不可再生的水 (nonrenewable water): 蓄存的于蓄水层和其它一些天然贮水处的水, 无法通过水循环得到补充, 或者补充得非常慢, 以至于人们大量的开采利用会使其枯竭。

雨水收集 (rainwater harvesting): 通过将雨水产生的径流截留在土坝、石坝后或小盆地中的一种保护水源的农业技术。

被调节的河流 (regulated river): 其自然流动模式被水坝改变的河流。

可再生水 (renewable water): 在合理的时间范围内抽去后, 通过水循环能够持续得到补充的淡水, 例如河流、湖泊或由降水或地表径流汇集而成的水坝中的水。一个水源的可更新能力同时依赖于它天然的补充速度和人们开采使用的速度。

河岸的 (riparian): 河流岸边的或与河岸相关的。例如,“河岸植被”。

河流生态系统 (riverine ecosystem): 河流及其漫滩的生物和环境影响控制地带。

河流复育 (river restoration): 修复受到生态灾难的河流生态系统的实践行动。包括重新种植森林和岸边的植物,拆除水坝,补偿恢复内流 (instream flow) 水量,拆除防洪堤坝和建筑以恢复自然的漫滩,以及减少污染源等。

拦河坝 (run-of-river dam): 水坝的一种,它能抬升河流上游的水位,但仅包含一个小型水库,不能对下游流量进行有效调解。尽管这种水坝通常被认为对环境的影响比拥有大型水库的水坝小,但它会在各方面对渔业造成严重的危害。

径流 (run-off): 排入到某一水道而未被土壤吸收的雨水。

径流耕种 (run-off farming): 通过将斜坡上的流水引导至低处的田地,在干旱地带最大限度地利用降水的耕种。

盐碱化 (salinization): 土壤中盐分的积累达到了有害的程度。通常是由于灌溉地的土壤表面水分蒸发引起的。

沉积 (sedimentation): 水中微小悬浮物质的沉降。可降低水坝的效力。

小型水坝 (small dam): 从地基到顶部不超过 15 米高的水坝。

小型水电站 (small hydro): 通常定义为装机容量不超过 10 兆瓦的水利设施。

可持续的水资源使用 (sustainable water use): 通过保存水循环或依赖于其的生态系统地的完好性,而能维持人类社会在无限的未来发展和繁荣的水资源使用策略。

废水 (waste water): 工业或家庭使用过的,并且除非经过处理否则不宜再使用的水;污水。

水循环 (water cycle): 见水文循环 (hydrological cycle)。

水收集 (water harvesting): 截流雨水的各种方法,被接入地方水利调度系统中作为水源的替代或补充。

水涝地 (waterlogged): 充水达到饱和的土壤。

水资源短缺 (water scarcity): 基于越来越多的水文学家达成的共识,当一个国家每年人均可更新淡水供给量不足 1,000 立方米时,这个国家就面临着水资源短缺。这样的国家将会经历长期和广泛的水资源缺乏以至阻碍其发展。

流域 (watershed): 见集水区 (catchment)。

水资源紧张 (water stress): 当一个国家每年的人均可更新淡水供给量介于 1000 到 1700 立方米之间时,这个国家就面临水资源紧张。这样的国家将会经历暂时性的或有限的水资源缺乏。

地下水水位 (water table): 地下水的水平面。如果地下水的使用速度大于补充的速度,则地下水水位会下降。因此,地下水水位是检查水资源的不可持续利用模式的一个指标。

湿地 (wetland): 季节性的或永久性的浸水地带。这些地带通常生活着很多的动物。它们能够固定污染物使其无法再污染其他的水体,因此起到了“自然过滤器”的作用。通过截流大规模的地表径流,它们还能帮助减少洪水泛滥。然而由于人们试图不断获得更多的耕地和建筑用地,湿地面积在世界范围内都有显著下降。

参考资料

中国现已出版发行的有关河流保护和能源利用的书籍资料汗牛充栋，不可能一一介绍。下面是部分有关河流、淡水资源和能源问题的有价值的国外和国内的出版物简介。

超越大坝：能源部门和河流规划的新方法（1997年版）：朱利特·马戈特（Juliette Magot）著，国际河流系统出版社出版。

这个报告“着手研究一个这样的世界，在那里，大规模的使用水力发电并不是发电的一个好方法”，描述了世界能源现状，现在的水利规划过程及为什么人们偏爱大型的水坝工程，如何改进能源开发的优先权问题，以及除了兴建大坝以外其它的河流规划方法。小型水力发电是这份报告推荐的主要替代方法。尽管它也存在自身的问题，但是比起兴建大坝来说对环境的破坏性要小得多，这正好能够适应能源总量有限而能源需求不断增加的现状。这份报告还阐述了对这种方法的正反两方面意见，其中包括来自于对挪威、尼泊尔、中国、斯里兰卡、秘鲁等国家宝贵的案例分析。要获取更多的信息请联系：国际河流网络；美国加利福尼亚伯克利伯克利大街 1847 号；邮编：94703；电子邮件：irn@irn.org；网址：www.irn.org。

世界淡水资源综合评估报告（系列报告）：斯德哥尔摩环境研究院编写。

总共有 8 份关于世界淡水资源的多项重要问题的报告，包括城市卫生可持续发展，淡水的可获得性，与水资源有关的问题和性别问题，淡水资源管理的模式和存在的问题等。要获取更多的信息请联系：斯德哥尔摩环境研究院，瑞典斯德哥尔摩 S-103 14, 2142 邮箱；电子邮件：orders@sei.se；网址：www.sei.se。

大坝援助：对北欧发展思路的政治分析（1997年版）：安·达奈亚·乌希尔（Ann Danaiya Usher）编辑，英国伦敦鲁特雷吉（Routledge）出版社出版。

这本书的序言中写道：“这些文章主要出发点有三个：大型水坝带来了严重的环境和社会影响；几乎每个言论自由的国家里都存在反对兴建大型水坝的公众言论；因为水坝的负面影响绝大部分由发展中国家承担着，当西方国家出资为发展中国家建立大坝作为一种援助时，他们面临着难以克服的两难境地。这本书就是关于援助机构怎样解决这种两难问题的。”这本书一共使用了三个案例来描述问题。

最后的绿洲：面对水资源危机（1992年版）：桑德拉·普斯特著，世界环境观察系列报告的一部分，纽约和伦敦 W·W·诺顿公司（W.W. Norton & Company）出版。

随着世界进入水资源短缺的时代，有必要寻找新的方法来避免水资源大战。这本书出色地探讨了水资源在生态、经济、以及政治方面的有限性，并且阐述了在不降低经济产出和生活水平的前提下，如何降低用水量。

世界的河流：其生态价值和岌岌可危（1998年版）：杰尼特·阿布拉默菲兹等（Janet Abramovitz et.al）著，由世界能源组织和世界观察组织联合出版。

本书有世界河流系统的详细水域图。这些地图以及其他关于濒危鱼类、森林面积减少、土壤流失和城市发展的统计数字共同描述了河流的变化状况以及其他一些问题。要获取更多的信息请联系：世界能源组织出版社，美国巴尔的摩市汉普登站（Hamden Station）4852 号邮箱；邮编：21211。

大坝经济学：帕特里克·麦卡利（Patrick McCully）著，周红云等译，中国发展出版社出版，现已在国内各大新华书店门市有售。原书名为：《寂静的河流：大型水坝的生态和政治分析》（1996年版），伦敦启德（Zed）书社出版。

这本书清晰简洁地描述了大型水坝对环境、人文的影响，技术上的失败以及或有或无的好处，包括批判性地分析了在世界范围内建立大坝的历史和政治因素，以及各国人民反对建立大坝的国际运动的风起云涌和迅猛发展。作者电子邮件：patrick@irn.org

水资源审计：你的学校如何更好的利用水资源（1997年版）：南非开普敦贾卡纳（Jacana）教育出版社和国家水资源保护运动水和森林资源分部共同出版。

这本书对指导教师提高学生减少浪费水资源的意识有很大帮助，用连环画和工作表来让学生们对学校和家里的水资源利用情况加以审计，向教师们提供了把水资源审计和其他课程联系起来的方法。但是这本书存在一个问题：尽管这个小册子十

分透彻的分析了保护水资源的必要性,但是它对于大坝和河道改造对流域和河流的影响描述很少。想获取更多的信息请联系:将贾卡纳教育出版社,南非开普敦市洪顿(Honghton)大街2041号2004号邮箱;电话:+27-011-648-1157;或者联系南非国家水资源保护运动;南非开普敦市8000号私人邮箱X9052;电话:+27-021-462-1460。

世界河流报告:这是一个由世界河流网络出版的双月刊。

内容为世界和河流流域面临的主要威胁、反对建立大坝以拯救河流的运动的发展、给有害的大坝工程提供融资的金融机构情况以及替代能源和水利工程的经典故事。很多期的世界河流报告都可以从网上看到:www.irn.org。从世界河流网络处可以得到世界河流报告的过期期刊。

世界淡水资源双年度报告 1998-1999年, 2000-2001年, 2002-2003年:彼得·格雷克著,华盛顿特区岛屿出版社出版。

这份报告内容翔实、资料丰富,引人入胜地分析了关于淡水资源的许多问题,从淡水可能引起的疾病到大坝的影响。它以时间为序,论述了从1500年至今围绕水资源展开的斗争;用图表的形式展示了每个国家人均可获淡水量的变化情况、国家和部门抽取地下水的情况以及各国新水资源保护法的关键内容原文援引。水资源简报部分提供了与淡水资源有关的最新科技发现和技术。要获取更多的信息请联系:岛屿出版社;美国华盛顿特区300街区康涅狄格大街(Connecticut Avenue)1718号;邮编20009。或者联系:太平洋发展、环境和安全研究中心;美国加利福尼亚奥克兰生态保护公园13街654号信箱;邮编:94612;电话:+510-251-1600;传真:+510-251-2203;网址:www.pacinst.org/pacinst。此外书中所提数据可以在www.worldwater.org在线获取。

《中国的河流》(1996年重印):黄锡荃等编著,商务印书馆出版。

本丛书系统介绍了中国的自然地理基本知识,广及地形、气候、水文、生物、土壤、资源、环境等各个方面,内容丰富,资料新颖,文字流畅,有助于详细了解中国的河流自然情况。要了解更多情况可以联系:商务印书馆;北京王府井大街36号;邮政编码:100710;邮购部电子邮件:cppest@public2.bta.net.cn。

《中国的国际河流》(2000年版):何大明、汤奇成著,科学出版社出版

本书全面阐述中国的国际河流情况,包括了对国际河流的基本定义、分布特征、作用、合理利用和国际协调,及中国的实践。要了解更多情况可以联系:云南大学亚洲国际河流中心;昆明市翠湖北路2号云南大学文津楼6楼;电话:+86-871-5034577;电子邮件:airc@ynu.edu.cn。

《世界江河与大坝》(2000年版):赵纯厚、朱振宏、周端庄主编,中国水利水电出版社出版

本书是介绍世界江河与大坝的综合性工具书,同时也是一部内容丰富、数据齐全、信息密集、论述简明的水利水电应用科学技术著作。全书分3篇,约200万字。第一篇为江河篇,一一介绍了凡长度1000公里以上、河口流量每秒1000立方米以上或者流域面积10万平方公里以上3个条件之一的独立河系的地理位置、流域面积、河长、流量、水系组成、水资源及其开发利用现状;第二篇为大坝与水电站篇,一一介绍了凡坝高100m以上、库容30亿m³或者装机30万kW的工程地理位置、自然条件、建筑物组成、工程施工及工程特点等;第三篇为信息数据篇,给出了当今世界上重要水利水电工程的各种分类统计数据 and 世界上水利水电工程技术经济指标特性的统计数据。

《20世纪中国河流水电规划》:朱铁铮主编,中国电力出版社出版。

收集整理了20世纪中国有关水电建设和水电规划的资料,概括了中国河流水电规划的发展历程,可从了解中国水电的详细情况。要获取更多信息请联系:中国水电顾问有限公司;北京市西城区六铺炕北小街2号;邮编:100011;电话:+86-10-82071171;传真:+86-10-82084665。

《中国水资源要览:1998~2002》(2003年版):由水利部水资源司编写,中国水利水电出版社出版。

本书作为国家权威水资源参考资料和文献型工具书,分为概述、大事记、重要文献、理论探索、会议文件、全国水资源工作、流域水资源工作、地方水资源工作、水资源国际合作等10个部分,全面介绍了中国水资源工作情况,重点反映了1998年到2003年的水资源工作,并系统收集汇总了与水资源工作有关的法律法规、重要文件。

《水资源利用与保护》(2002年版)：李广贺主编，中国建筑工业出版社出版

本书阐述了水资源学的形成与发展，探讨了水资源在变化的自然环境中以及因人类活动所引起的变化，及在水资源开发利用的全过程中对水资源的评价、规划、利用、保护和管理各个环节中的问题，对水资源学领域中的主要进展趋势进行了综述，并对水资源合理配置的理论与方法给以探讨。

部分网络资源

下列为部分对理解本书内容可能有较大帮助的网络资源。

中华人民共和国水利部官方网站 <http://www.mwr.gov.cn/>

中国水利报社的节水型社会建设专区 <http://www.chinawater.com.cn/ztgz/jsxshjs/>

长江水利委员会的长江流域概况介绍 <http://www.cjw.com.cn/index/river/liuyugk.asp>

水利部海河水利委员会的综合水资源信息 <http://www.hwcc.com.cn/>

中国大坝委员会的中国大坝统计情况及资料 <http://www.icold-cigb.org.cn/zt/dams/chinesedams.asp>

WWF 中国的绿色电力项目 <http://www.wwfchina.org/energy/lvdian.shtml>

相关组织

下面所列的是与中国水和河流保护工作相关的组织团体。如果你还知道其他类似的团体你告知我们，以便在再版的时候可以把他们的联系方式也加进去。

● 非政府组织

河流保护

绿色流域 Green Watershed

云南省大众流域管理研究和推广中心（绿色流域）是非营利性的非政府机构，旨在推动中国西部发展参与式综合流域管理。主要的服务包括：参与式综合流域管理知识、培训、信息和技术；协调、组织及网络。针对的受众主要是涉及流域管理的政府部门、学术机构、非政府发展组织、社区组织及个人。

昆明办公室：

地址：中国昆明市气象路 133 号云南省社会科学院致尚楼 7 层 0666 号；邮箱邮编：650034；

电话：+86-871-4182395；传真：+86-871-4182396；

电子邮件：yxgood2001@yahoo.com, yxgood@hotmail.com；

丽江办公室：

地址：丽江大研镇义和办事处卿云村 121 号 88 号邮箱；邮编：674100；

电话：86+888+5157188；传真：86+888+5157188；

网站：<http://www.greenwatershed.org/>，湄公河信息 <http://www.mekonginformationcenter.org/>。

绿家园志愿者 Volunteer of Green Earth

长期开展绿色记者沙龙活动，探讨包括河流、能源的可持续利用等问题。积极组织参与了都江堰、怒江等地的反对建坝行动，并就反坝问题广泛开展了展览、演讲、座谈等活动。

地址：北京月坛南街 9 号兵月招待所 240 房间；

电话：+86-10-68023538；传真：+86-10-68023538；

电邮：green_earth@yeah.net；

网站：<http://www.chinagev.org/>。

自然之友 Friends of Nature

以环境教育活动为主的非政府组织，开展有绿色希望行动、流动教学车等多种环境教育活动，其中包括与河流保护、能源利用相关的环保讲演、座谈，并积极组织参与了反对在怒江等地建坝的活动。

地址：北京东城区骑河楼北巷 10 号共和商务楼 301 房间；邮编：100006；

电话：+86-10-65261882、65261384；传真：+86-10-65233134；

电子邮件：office@fon.org.cn；

网站：<http://www.fon.org.cn/>。

绿色江河 Sichuan Green-river Environmental Protection Foster Association

四川省绿色江河环境保护促进会推动江河上游地区自然生态环境保护，发行长江保护的书籍画册、建设自然保护站并开展志愿者活动等，以实现该流域社会经济的可持续发展为宗旨。

地址：四川成都武侯区碧云路 3 号 1 幢 4 单元 10 楼 17 号；邮编：610041；

电话：+86-28-85056595；

电邮：greenriver@mail.sc.cninfo.net；

网站：<http://www.green-river.org/>。

重庆市绿色志愿者联合会 Chongqing Green Volunteers Federation

宣传环保理念，推进公众环保运动为的非政府组织。开展有关关注和保护长江三峡的活动。

地址：重庆市沙坪坝区汉渝路 66 号 5-2；

电话：+86-23-65455585；

电邮：cqgvu@sina.com；

网站：<http://www.greenren.org/>。

绿色和平中国 Greenpeace China

国际环保组织绿色和平的中国分支，在有毒废物、森林、基因工程、气候变化、海洋、反核等多个领域开展研究、抗议、宣传等活动，特别开展有关关注珠江三大水系之一东江的水污染问题和推广可再生能源的活动。

地址：北京市海淀区水清木华园二号楼 605 室，香港上环苏杭街 95 号东利商业大厦一楼；

电话：北京+86-10-82641614，香港+852-28548300；

网站：<http://www.greenpeace.org.hk/>。

太平洋环境组织 Pacific Environment

关注环太平洋的环境状况的国际环保组织，在中国的海洋保护等多个领域活动，其中开展有关关注水源地森林砍伐的项目。

地址：美国旧金山加利福尼亚街 311 号；

电话（北京）：+86-10-64748594；

电邮：wenbo2cn@vip.sina.com；

网站：<http://www.pacificenvironment.org/>。

江西山江湖可持续发展促进会

Promotion Association for Mountain-River-Lake Regional Sustainable Development of Jiangxi Province

山江湖促进会是全球 GB 扶贫网、南南合作网、世界生命湖泊网的成员单位，在环境保护和扶贫领域开展了一系列活动，为江西的区域性流域治理工程——山江湖工程做出了积极贡献。

地址：江西省南昌市人民政府大院 南一路 007 号；邮编：330046；

电话：+86-791-6288748；

电邮：mrlsd@public.nc.jx.cn；

网站：<http://www.mrlsd.org.cn/>。

能源

北京天恒可持续发展研究所 South-North Institute for Sustainable Development

推动可再生能源概念的公众认知度和可再生能源的商业化进程的环境保护非政府、非赢利机构。

地址：北京中山公园东小楼天恒研究所；邮编：100031；

电话：+86-10-66055360、66069844、66050105；传真：+86-10-66050115；

电邮：snisd@snisd.org.cn；

网站：<http://www.snisd.org.cn/>。

北京地球村 Global Village of Beijing

北京地球村环境文化中心成立于 1996 年，为非营利民间环保机构。地球村的宗旨为通过提高公民意识和加强大众参与，协助政府推进和实施可持续发展的战略与政策。地球村制作环境保护类的影视、读物等，推广环保理念，开展包括绿色建筑、节能、节水、垃圾分类和绿化在内的绿色社区模式建设，并参与开展了推广绿色电力的项目。

地址：北京市朝阳区北苑路 86 号嘉铭园 5 号楼 6 单元 103 室；邮编：100101；

电话：+86-10-84859667、84859669；传真：+86-10-84859679；

电邮：office@gvbchina.org.cn；

网站：<http://www.gvbchina.org/>。

“绿色北京”志愿者 Greener Beijing

发源于互联网的民间环保组织，积极开展环境教育和志愿者环境保护行动，参与了绿色电力在北京的推广并且开设了专题网络论坛。

地址：北京市天通苑六区 1 号楼 1 单元 402 室；邮编：102209；

电话：+86-10-84820743；传真：+86-10-84820743；

电邮：info@grchina.net；

网站：<http://www.grchina.org/>。

香港地球之友 Friends of Earth (Hong Kong)

成立于 1983 年，是香港最有影响力的民间环境保护组织之一，致力于提高广大民众的环保意识，增强民众的关注和参与意识。推广可再生能源为其主要活动领域。在香港南丫岛和蒲台岛设立了风力监测站，收集风力数据，制作风力地图，向政府和公用事业公司推广可再生能源。此外积极推进本地政府策略性污水排放计划的改良。

地址：香港湾仔骆克道五十三至五十五号恒泽商业大厦二楼；

电话：+852-2528 5588；传真：+852-2529 2777；

电邮：foehk@foe.org.hk。

网站：<http://www.foe.org.hk/>

世界自然基金会中国 World Wide Fund For Nature China

世界自然基金会是世界最大的的独立性非政府环境保护机构，组成全球性的网络在北美洲、欧洲、亚太地区及非洲开展工作。WWF 通过在中国开展的清洁电力行动成为中国最主要的绿色电力推动者之一。WWF 也开展了长江中上游生态保护区等河流保护项目。

地址：北京市劳动人民文化宫东门内文华宫；邮编：100006；

电话：总机+86-10-65227100；传真：+86-10-65227300；

电邮：wwfwebmaster@peopledaily.com.cn；

网站：<http://www.wwfchina.org/>。

中国可再生能源产业协会 Chinese Renewable Energy Industries Association (CREIA)

致力于推动先进的可再生能源技术的运用，还将努力推进可再生能源领域的产业建设，是联合国开发计划署—全球环境基金（UNDP-GEF）“加速中国可再生能源商业化能力建设项目”的一项重要内容，主要职能有：作为与政府部门和企业之间沟通的桥梁；作为国内外可再生能源领域的联系和交流的窗口；建立包括太阳能供热、太阳能光伏发电、风能、沼气、蔗渣发电、风光互补、地热、小水电在内的可再生能源行业集体间的纽带。

地址：北京车公庄大街 A4 座物华大厦 A2107 室；邮编：100044；

电话：+86-10-68002617；传真：+86-10-68002674；

电邮：creia@creia.net；

网站：<http://www.creia.net/>。

● 政府、科研机构和企业**中华人民共和国水利部 The Ministry of Water Resources P.R.China**

地址：北京市白广路 2 条 2 号；

电话：+86-10-63202558；

电邮：webmaster@mwr.gov.cn；

网站：<http://www.mwr.gov.cn/>。

长江水利委员会 Yangtze River Hydraulic Committee

负责长江流域水资源和河道的综合治理，促进江河治理和水资源综合开发、利用和保护。

地址：湖北省武汉市解放大道 1155 号；邮编：430010；

电话：总机+86-27-82828114；

电邮：web@cjw.gov.cn；

网站：<http://www.cjw.gov.cn/>。

黄河水利委员会 Yellow River Hydraulic Committee

在黄河流域和新疆、青海、甘肃、内蒙古内陆河区域实施综合管理。

地址：郑州市城东路 112-1 号；邮编：450004；

电话：+86-371-6023838；传真：+86-371-6023875；

电邮：hhw@yellowriver.gov.cn；

网站：<http://www.yellowriver.gov.cn/>。

中国水利水电科学研究院 The Institute of Water Resources and Hydropower Research of China

中国水利、水电科学研究和技术开发的中心。

地址：北京车公庄西路 20 号；邮编：100044；

电话：+86-10-68515511；

电邮：web@iwhr.com；

网站：<http://www.iwhr.com/>。

中国大坝委员会 China Commission On Large Dams

组织中国专家在国际大坝委员会中进行学术交流与合作，促进坝工及有关土木工程技术等方面的发展。

地址：北京市车公庄西路 20 号；邮编：100044；

电话：+86-10-68435228；传真：+86-10-68712208；

电邮：chincold@iwhr.com；

网站：<http://www.icold-cigb.org.cn>。

国家节水灌溉工程技术研究中心（北京）**National Center of Efficient Irrigation Engineering and Technology Research-Beijing (NCEI)**

开展节水灌溉的应用技术研究开发，致力于科技成果的转化和产业化。

地址：北京市车公庄西路 20 号；邮编：100044；

电话：+86-10-68711076；传真：+86-10-68711076；

电邮：nceib@iwhr.com；

网站：<http://www.nceib.iwhr.com/>。

河海大学

中国最主要的水利学府

地址：江苏省南京市西康路 1 号；邮编：210098；

电话：+86-25-83723124；传真：+86-25-83735375；

电邮：hohai@hhu.edu.cn；

网站：<http://www.hhu.edu.cn/>。

中国长江三峡工程开发总公司

全面负责长江三峡工程建设的组织实施和所需资金的筹集、使用、偿还以及工程建成后的经营管理。

地址：湖北省宜昌市建设路 1 号；邮编：443002；
电话：+86-717-6738068；
电邮：webmaster@ctgpc.com.cn；
网站：<http://www.ctgpc.com.cn/>。

● 资金来源机构

世界银行 The World Bank

世界银行驻中国代表处。

地址：北京建国门外大街一号国贸大厦 2 座 16 层；邮编：100004；
电话：+86-010-58617600；传真：+86-010-58617800；
电邮：webchina@worldbank.org；
网站：<http://www.worldbank.org.cn/>。

亚洲开发银行 Asian Development Bank

亚洲开发银行驻中国代表处。

地址：复兴门内大街 156 号北京招商国际金融中心 D 座 7 层；
电话：+86-10-66426601；传真：+86-10-66426606；
电邮：adbprcm@adb.org；
网站：<http://www.adb.org/PRCM/>。

● 其他

世界大坝委员会 World Commission on Dams

地址：南非开普敦市费拉堡邮政信箱 16002 号；邮编：8018；
电话：+27-21-426-4000；传真：+27-21-426-0036；
网站：<http://www.dams.org/>。

联合国国际小水电中心 The International Centre for Small Hydro Power (ICSHP)

通过发展中国家-发达国家-国际组织三边的技术和经济合作，促进全球小水电的开发，从而为发展中国家广大的农村地区提供清洁、廉价和足量的能源。

地址：杭州市南山路 136 号 202 信箱；邮编：310002；
电话：+86-571-87070070-6371；传真：+86-571-87023353；
电邮：hic@mail.hz.zj.cn；
网站：<http://www.inshp.org/>。

关于国际河网

International Rivers Network

国际河网是一个非政府组织（NGO），致力于支持地方社区保护他们的河流和集水区。自 1986 年以来，国际河网一直在组织反对破坏性的河流开发计划的活动，鼓励将公正和可持续的方法结合到水和能源的需求管理中，并着力促进世界淡水资源的合理利用，将环保与人权问题相结合，建立全世界范围内对河流生态的理解，揭示河流在生物、物质和文化方面的相互依存性。国际河网，通过对可持续能源替代方案的研究，灌溉和洪水管理的图解，向国际融资机构的政策施压，以及全世界范围的积极的媒体和教育活动，力图减少流向大型破坏性的河流开发计划的资金，同时支持那些更环保、更经济、更符合社会发展的计划。

国际河网在东亚地区的工作，涵盖整个东亚和东南亚地区，包括老挝、菲律宾、泰国、缅甸和中国等国家，致力于支持受水坝工程影响的村落部族去争取合法权益，并促进水资源管理决策过程中的平等参与，达到水资源的可持续利用。

多年来，国际河网在中国长江三峡工程的环境和社会影响问题上做了大量工作，引起了国际社会广泛讨论，而中央政府和工程当局非常重视，也对此做出了积极的响应，特别是加大力度治理水库污染、改善移民生活、严办工程贪污等。

近年，国际河网更把视野扩阔至国内其它水利工程，尤其是影响到下游数以百万计的村民生计的国际河流：澜沧江—湄公河与怒江—萨尔温江。云南有关方面计划或正在这两条国际河流上建造近 30 个水电站。国际河网联系关心国际河流的各界人士，促进平等和可持续的跨国水资源管理的讨论，及澜—湄六国和怒—萨三国住民团体的互相交流和合作。

此外，国际河网也关心国内水利工程对自然生态和贫困地区发展的影响，包括云南怒江水电梯级开发对世界遗产地三江并流和高黎贡山自然保护区的影响，四川紫坪铺水电工程对世界遗产地、具有 2200 年历史的水利建设工程都江堰的影响，以及四川木格错湖、仁宗海湖的水电工程对位于青藏高原，贡嘎山高原生态环境的影响。国际河网进行资料研究和分析，向水利建设和融资单位反映自己的关注和问题所在。

其中，国际社会和国内舆论对都江堰的关注，促成了四川当局无限期搁置紫坪铺的反调节水库—杨柳湖(鱼嘴)工程。这项工程的搁置，加上后来国务院总理温家宝就怒江开发所发出的批示，指示云南当局要慎重其事，都标志了我们和民间社会在国家改革开放的气候下，抓紧了民间社会的机遇，以广大民众为根本利益，广开了环境和发展议题的空间，促成了民生信息透明化和决策民主化的一个阶段性胜利。

然而，我们深信，深化讨论、促进社会各界对水资源利用的决策过程的民主参与，才是解决问题根本之道，所以国际河网将会继续致力协助各界人士进行多方面的调研工作，扎下讨论的基础，保持信息管道的流畅无阻，包括利用互联网站作为平台，以便提供可持续发展的可行方案，并通过加强国家和国际社会在环境问题上的联系，催生平等的跨国水资源管理机制，向下游国的人民负责。

（李育成）

国际河网：<http://www.irn.org/>

中文版：<http://www.chinariver.org/>

联系地址：美国加利福尼亚州伯克利市伯克利路 1847 号，邮编 94703；

电话：(510) 848-1155，传真：(510) 848-1008；

西南怒江、澜沧江相关问题——国际河网东南亚、东亚项目主管 Aviva Imhof（电子邮件 aviva@irn.org）；

三峡、西藏相关问题——国际河网政策主管 Peter Bosshard（电子邮件 peter@irn.org）；

雅鲁藏布江相关问题——国际河网运动主管 Patrick McCully（电子邮件 patrick@irn.org）；

其他各项事务可以联系 国际河网电子邮件 irn@irn.org。

关于绿石 Green Stone

绿石是总部位于南京的环境保护民间组织，主要致力于推动地区学生环境保护社团的合作交流与资源共享，保护和改善地区的环境和生态。在绿石长期以来的工作中，成功地建立起本地学生环保力量的合作网络，以优势互补、资源共享给本地环境保护运动的发展以巨大支持并克服本地新生的环保力量基础的薄弱性。通过“绿石军校”（社团骨干培训）、“绿石论坛”（例行社团交流会议）、“绿石共享书架”、“绿石信息网络”、“绿石小额项目资助”等富有创造性的运作系统，设立了办公室、网站、网络论坛等信息中枢，提供定期简报、野外实践、能力培训、经验交流、书籍影视资料、资金支持等各种资源，极大促进了本地学生环保社团的成长并成为地区学生环境保护团体合作的典范。绿石并通过所进行的“长江白暨豚保育宣传”、“中华虎凤蝶保护宣教”、“环境教育巡展”、“可充电推广”、“环境资料翻译”、“青少年环境教育”等大量涉及各个领域的环境保护项目取得了直接裨益于环境的效果。

绿石基金理事会是绿石为拓展工作和发展空间而建立的独立团体，面向社会参与，为绿石工作实施监督并为其发展筹款，提供经验顾问咨询和丰富的信息资源，现正以“中国学生环保社团成长小额资助”以实现引导和支持学生环保社团发展和项目开展的宗旨。

绿石认识到目前中国河流所受到的日益严重的各种威胁，并为国内逐步涌起的河流保护浪潮所鼓舞，接受国际河网的委托，在原国际河网中国项目主管多丽丝·沈(Doris Shen)的顾问指导下，负责了《河流保护手册》的翻译和中国本地化工作。本书原来是国际河网针对南部非洲地区的河流保护问题而编辑出版的。在进行中文翻译的同时，我们选取了相关的中国案例，以使其更具有针对性。在此书中国化的过程中，我们主要借助于网络资源搜寻资料，由于内容庞杂，来源很多，无法在书中逐一注明出处，在此，向每一位可能涉及到的作者，特别是一直以来致力于报道环境新闻报道的记者们表达我们的感谢，并感谢缪延丰、仇玮祎等许许多多志愿者在资料搜寻工作中提供的种种帮助。其中，南京大学环境学院丁丽丽博士不但以专业知识代为校订，还专为本书拍摄图片，在此特别感谢。

本书是非盈利非商业性质的，如有任何版权或知识产权的问题请联系“绿石（Green Stone）”。

本书面向中国的普通民众。印刷版免费赠送给所有关注中国河流保护的团体和个人，并可以在绿石网站自由下载电子版。

绿石办公室：中国江苏省南京市虎踞北路 183 号，电话：+86-25-58770224；

联系地址：南京市挹江门邮局 11—03 信箱，邮编：210011；

要获得更多信息，请登陆绿石网站：<http://www.green-stone.org/>；

或者联系：info@green-stone.org（日常事务）；

project@green-stone.org（项目合作）；

fund@green-stone.org（基金理事会）；

与本书编辑组联系可联系 吴昊亮：wuhl@green-stone.org。

