

河流守护者手册

第一部分 蓄水区概述

什么是蓄水区？

在生态学上，土壤和水是相互联系地存在于一个自然系统中的，这个系统即我们所说的蓄水区，排水区，分水岭。小到一滴小小的雨滴，大到汹涌澎湃的河流，水都可以带起河流中的沉淀物、溶解污染物来改变土地的形态，并最终流入大海。相应的，河流也极大地受到土壤的影响。土壤岩石的种类，土地的形态，植被的种类和雨量都决定了河流的形态、大小和流动方式。

人类也是蓄水区的一部分（严格地讲，蓄水区是可以获得所有降水并使其流入小溪，河流，湖泊的一块土地）。一个蓄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东西如建筑，公路等。人类所做的每一件事情都对蓄水区有着很大的影响，从洗衣服、种粮食到更大规模的人类活动如采煤、耕种、修公路、建大坝。同样，蓄水区的生态状况也影响着人类的每一项活动，它决定着我们可以种哪种植物，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。任何我们倾倒在蓄水区里的东西最终都会再进入到蓄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回地面，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外的水源。因此，要了解一条小河的水源质量就必须勘测它的整个排水区的状况。

我们所有的人都和蓄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，一个蓄水区可以由不同的民族，文化和经济圈组成。以林波波河（Limpopo）蓄水区为例，它就包括了博茨瓦纳、南非、津巴布韦和莫桑比克四个国家的部分地区。蓄水区中的任何一部分变化都可以影响整个蓄水区的的水质以及靠此水源生活的在下游的居住人群。

一个蓄水区就是一个生物圈。依赖于它的生物是互相联系的，也就是说每一种生物都依赖于蓄水区中的另一种生物。如果把蓄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，所以一个蓄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，一个山顶就可能同时是两个或若干个蓄水区的起点。例如，安哥拉的高地是若干大河——包括赞比西河（Zambezi），奥卡万戈河（Okavango）和 Kunene——蓄水区的起点。

大部分的蓄水区都由斜坡和河谷组成。水最终汇聚到一条大河中，然后和其他蓄水区中的大河汇聚流向大海。有些也会流经地下水道。

斜坡影响了蓄水区的排水方式。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急，对河床的侵蚀也会加重。由于地表水源渗透减少，植被就难以形成。

蓄水区的日照程度影响了它的温度、蒸发和散发（被植物吸收的水），既而影响了我们对土地的使用方法和该处种植的品种。在向阳的坡上，土壤中水分因为蒸发和散发而流失得较快，植物的种类也比较多。顺季风的方位也有同样的特

点。

蓄水区的规模不一，大的蓄水区中包含许多小的。一个典型的蓄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。小河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、化学和生物性质与其所在蓄水区的物理属性有着密切的联系。对这些性质的分析可以增进我们对河流——蓄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

土壤和水通过水循环中紧密联系。太阳照射带来的能量推动着水循环和蓄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蓄水区。降水和气温季节性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，并不会增长。

一些降水渗入土壤，透过有渗透性的岩石进入地下水蓄存，也就是我们所说的含水层。地下水的自然补给是很多河流主要的水源。

抽取含水层中的水用于工业生产，农业灌溉和家庭用水都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就会大大下降。这主要是由于土壤的重新压缩整放使蓄水的空间减小，水的补给就变得困难，储水体积更小，土地的产量也就相应的减少，由水渗产生的泉眼也就干涸了。

气候同时也影响水的散失。在高温、干燥、多风的气候，裸露的土壤和水表面的蒸发就增加。同样的气候还会增加由植物引起的水分散失。为了得到足够的水分，植物的根会深扎土壤，因此植物水分的散失和更深层土壤的湿度有很大关系。在植物生长的季节，水分的散失是最严重的，在寒冷的天气由于大多数植物都在蛰伏而最少。

土壤和地质

土壤是蓄水区的基本资源，除非经过非常长的时间它是不会更新的。产生 1 厘米的土壤就需要一百多年，而产生高产出，高质量的森林，草场，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，它是蓄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。风和水的侵蚀及重力的作用使山石从山上滚落，雨水中的石质矿物的热胀冷缩，青苔和其他植物的化学反应就形成了土壤。

可根据土壤的组成把它分成两类：

- ◆ 残渣形：地下岩石喷发腐蚀后经地表植被混合而成的土壤，可以供给营养给其上的地表植物。常见于蓄水区的高海拔处。
- ◆ 转运形：土壤靠重力，风，水由另一地区转移而来。常见于河床，泛滥平原。

其中含大量的腐蚀有机物，是蓄水区中适宜种植的土壤。

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。土壤的性质在决定用哪种植物建立保护植被的问题上起了主导作用。

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，削弱的雨水的侵蚀。在陡峭的斜坡上土壤的厚度小，温度低，因而植被生长也较慢。

植被

植物的覆盖率在很多方面对蓄水区的环境的有益的。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；降低了风速，从而减少了由风力引起的水土流失。草地，灌木，树是组成植被的主要植物，它们对蓄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，增加有机物含量，转移化学物质。根把土壤中的水分和矿物带到植物的其他部分，使其被再利用或通过叶子重新回到土壤。在某些情况下，植物会通过这种方式转移水中的污染物。

一个天然的森林除了树以外通常还包括各种不同阶段的植物，一些灌木，小的草木植物和草地。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还是最重要的。树在以下方面对蓄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；
- ◆ 深处的根可以从深处汲取水分；
- ◆ 天然的树阴可以让人，动物，庄稼躲避风吹，雨淋，日晒；
- ◆ 森林有助于过滤空气；
- ◆ 树林可以吸收 CO₂，否则 CO₂ 排放到空气中会增高地球的温度/

因此移动蓄水区的天然森林对生态环境有巨大的影响。

蓄水区的人们

如上所述，人类对蓄水区环境的平衡有很大的影响。不仅因为我们用了更多的水，还因为我们人为地选择性地改变了蓄水区。有些变化是有益的，有些是有很危害的。人类对蓄水区做了太大的改变，以至损伤了它的自身保护调节功能。下面讲述了由于蓄水区人们无目的的采伐使用使他们所在的蓄水区失去了从前抵御洪水的能力：

- ◆ 砍伐森林降低了土壤的蓄水能力，极大地增加了当地河水的流量。
- ◆ 砍伐森林带来的增加了淤泥沉积，改变了河床和河堤的形态，从而使洪水的形势改变。
- ◆ 农民和城市化进程使用了大量湿地，消耗了蓄水区吸水放水的天然海绵。
- ◆ 城市化迫使人们大量铺路建房，减少了室外空间。因为地基和柏油路阻碍了水的渗透，极大地增加了水流量。
- ◆ 随着土地压力的增大，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压力。
- ◆ 最终，大坝被建起，用于控制洪水和其它一些用途，但蓄水区被永久性的改

变了。泛滥平原不能再像从前那样发挥作用时，人们就转移到最有洪水倾向的地方，相信可以永远受洪水恩泽。大坝可以减少洪水爆发的频率，但却不能避免最猛烈损失最大的洪水。

许多人做了许多事来避免洪水的损失，不幸的是它仍然频繁发生。但值的庆幸的是人类也可能是蓄水区最好的护卫者，虽然目前我们仅有的只是一些知识和改变的愿望。仅有一些个人的行为使之有了真正的改变。在下一章中会介绍人们改变蓄水区环境一些错误的做法，随后的章节将介绍一些能产生积极作用的做法。

第二部分 蓄水区面临的威胁

对于生活在蓄水区的人们类和动植物来说，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蓄水区生态环境的问题：

森林砍伐：就象前面提到的一样，原生树种可以使蓄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住雨水补充地下水。然而一旦天然林被砍伐，这一切将不复存在。很多非洲地区的蓄水区都因此而遭受严重的破坏，在林波波河，99%的天然林被砍伐；在赞比西河流域，42%的天然林不复存在；还有奥兰治河，当地所有的天然植被都遭到了不同程度的破坏。（资料来源《世界上的分水岭》（watershed of the world））。这其中奥兰治和林波波河都位列于全球原始森林破坏最严重的蓄水区前十位。

人们需要燃烧这些木料提供能量，在有这种情况的乡村及公有土地上，森林砍伐尤其兴行。燃用木材的状况和贫穷及性别问题非常复杂的相互关联。为了燃用木材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，有研究显示，以现在的消耗速度推算，整个南部非洲公用土地上的树木将在 2020 年被全部耗尽。

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森林种植。在南非大面积的天然林被砍伐而代之以生长迅速的人工林，如杉树，桉树等。很多蓄水区的水文情况因此而发生了彻底的改变。这些生长迅速的商用林消耗了更多的水，甚至造成河流的断流，由于最近几年兴起的商用林场使 Oliphants 河每年流失土壤 5600 万立方米（1995 年估计值）。1971 年的一份研究显示南非的 Mariepskop 森林区，在 1935 年和 1964 年间每年的平均雨量呈现稳定的波动，然而到了 1971 年，河谷地区的水土流失达到了 90%，造成这种状态唯一的解释就是在该地区商用林的种植面积不断增加。

侵略性的外来植物带来了额外的用水量，在南非，据估计，这个数字大约是每年超过 33 亿立方米，占了全国水量流失的 6.7%。“即使仅以现在外来植物入侵的速度估计，上面的数据在未来的 15 年内，仍会翻一番。”（摘自《消失的土地》作者：Hoffman, Todd, Htshoma, Turner）经济林种植会对蓄水区的的影响包括：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；农村经济形式的变以及牧场，同时减少的还有药用植物，水和建筑材料。

南非政府正采取措施来控制这些种植外来植物的农场的经营规模和数量。一个被称为“为水而战”的项目是众多措施中的一个，它成功的清除了开普顿市（南非首都）周围的外来植物，与建造大坝相比，该项目聚集同样的水，花费只是建大坝的 6%。

湿地的破坏：湿地对于保护蓄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，同时为大量的物种生存的环境。美国马里兰大学的生态经济学研究所的一项评估指出，全球所有湿地的价值加在一起，有将近 5 兆亿美元的价值，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。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%。

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做城镇或农业用地。很多物种的生存是与湿地密切相连的，湿地遭到破坏这些物种的处境令人十分担忧。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。为了工农业用水用建立的用水系统造成了尼日尔，乍得，坦桑尼亚等国湿地面积 50% 的减少。最近一些濒临困境的湿地有南非的 rietspruit 湿地（威胁来自于建设中的瓦耳河附近的 SASOL 矿山可能产生的污染）；莫桑比克的赞比西河三角洲（主要是因为 cahora 和 kariba 两座大坝造成的河水流量减少）；奥卡万科河三角洲（那美比亚的奥卡万科河河上，政府将要推行的一个供水计划，这可能会减少河流的水量）；坦桑尼亚的 Rufiji 三角洲（威胁来自于一个大型对虾的养殖计划，这将改变当地的水文情况，增加污染物，破坏河流沿岸的红树林）。

过分利用：很多非洲的河流面临着超过其能力的分配利用，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，以致于它不能够维持自己本身的生态体系。这其中最主要的影响因素就是农业生产，由世界银行在 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，但是这其中的一半却被浪费而根本得不到利用。在南非，灌溉用水占该国全部供水量的 50-70%，许多河流因此而面临悲惨的境地，其中就有奥兰治河，瓦耳河，Oliphants。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的地区，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。

尼罗河水的分流，和通过建坝和围堰而造成的泥沙沉积，使得尼罗河肥沃的三角洲地带不断缩减。尼罗河中原有的 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沿岸过百万人口的日子已经一去不复返了。撒亥尔（西非一干旱半沙漠地区）的乍得湖，在过去的 30 年里面积由 25000 平方公里缩减到今天的 2000 平方公里，主要的原因也是过度的分流灌溉以及周期性的干旱。当地繁荣的渔业也因为日益缩小的湖水面积而萧条。

蓄水区可能面临的破坏却没有在对河流分流的效益评估中被考虑到，然而因为蓄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影响。比如在《世界分水岭》这本书中提到：一个在尼日利亚可以养活数万人的泛洪区，可供人们进行捕鱼，农业种植同时可以旅游的场所以及燃用木材和丰富的地下水资源，如果在此地进行河流的分流，那么相对于由平原所积蓄的水创造的每一千立方米 45 美元价值，那些被分流出去水，只有每一千立方米 0.04 美元。

农业行为：除了会消耗大量的水资源以外，农业生产还会给蓄水区带来其他方面的影响。如果农业活动不做好土壤的保持，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：各种原因造成的水污染是发展中国家是多种疾病的来源。生活垃圾，工业污物，农业和城镇所产生的废物，空气污染，毒物外泻都会造成水污染。污染物排放到水中有两种方式，一，点源性的，即指污染源可以很容易的被定位（如工厂的排污管道）；二，非点源性的，指的是那些污染源不能被精确定点的，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理。现在，非点源性的污染已经成为河流和各种水域所面临的最大的，最危险的污染源。在南部非洲，被严重污染的蓄水区中，就包括南非的 oliphant 和津巴布韦的 chivero 湖。

农用杀虫剂和针对携带病菌的蚊虫的专用杀虫剂在非洲地区的使用造成了严重的水污染。在农业方面，杀虫剂有许多的替代物，或者可以对农场系统进行改造，或者在保证不影响生产的情况下尽量少的使用杀虫剂和化肥。但是在对于蚊虫的控制方面目前还没有很好的解决方法，杀虫剂只会使问题变的更糟糕，因为昆虫会很快产生耐药性。尽管如此，杀虫剂在一些地区的使用量仍然在增加，有时甚至会使用到一些在世界上其他国家已经禁止的化学品。例如在 1998 年的 3 月，卫生专家在津巴布韦宣布准备使用已经禁用的 DDT 来对抗疟疾，该计划中提到要喷洒 10000 吨的有毒杀虫剂 DDT，立即引起了广泛的争议，特别值得一提的是，该地区已于 30 年前停止了 DDT 在农业方面的应用，主要因为其能在环境中长期存在，并且可以在食物链中传递。津巴布韦大学的生物学家以及一个称做“环境 2000”的组织警告说，DDT 重新进入环境和食物链从长期来看，对健康造成的影响要比疟疾更为严重。

贫困的地区除了因为缺少污水处理设备而容易成为污染源外，水资源分派的不平等还会增加各种由水滋生的疾病的发病率。因为水供给不足使贫困地区的人们不能经常的洗手和保持餐具的清洁，从而加快了疾病的传播。

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露造成的。污染物被大量的排到河流中。这些泄露会造成下游所有生物的迅速死亡。即便是废弃的矿山仍能够继续的污染环境，比如 1950 年废弃的在 oliphants 河支流的一个煤矿就一直没有得到合理的恢复，因为水资源管理部门认为长期性解决这个问题将花费南非币 20 百万元。现在可以确证的是，新的开矿方法能够大幅度的减少污染物，但是在这之前政府必须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，然而这样也许会降低泉水的地下水位。另外可能对蓄水区的影响是，一些本身没有毒性的沉积物，不断堆积到河流两岸或其中会给溪水和河流带来严重的威胁，这些废物会压死两岸的植物和一些水生生物。这些沉积物还会使下游爆发洪水的可能增加。

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。在非洲最具破坏性也最常见的水草就是水葫芦。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水分流失的 6 倍），同时它还能够降低水质，滋生致病菌，造成水生生物数量和种类的减少。

水葫芦最早在南非发现是 1902 年，刚果 1950 年，津巴布韦 1960 年，赞比亚 80 年代初。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。今天水葫芦同样威胁着维多利亚湖和很多其他的非洲水域。大坝所引起的水库水流的减缓以及河流住入水量的减少，加速了这种植物的扩散。曾经有

一段时间, kariba 大坝五分之一的水面大约有 1000 多平方公里都充斥着水葫芦。

全球变暖:这是一个日益严重同时也很棘手的问题, 特别是对于南部非洲来说。当空气中的二氧化碳含量增加为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。南部非洲特殊地形使这些影响表现的更加明显。

一些最新的预测显示, 全球变暖将会给南非带来以下各个方面的变化:

- ◆ 在南非中部地区夏季的雨将减少 10-20%;
- ◆ 干旱和洪水的强度和频率都将增加;
- ◆ 随着空气中二氧化碳含量的增加, 气温将缓慢上升, 2050 年的平均温度将比现在高出 1.5 摄氏度, 同时高温天气出现的频率也将增加。

对蓄水区的的影响包括:

- ◆ 由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, 草原将被大量的热带稀树草原型植物所取代。

这些变化能明显的造成土地的退化, 因为我们都知道高温少雨和土壤破坏以及植被减少是密切相关的。

全球变暖的威胁已经呈现在我们的眼前了, 最近的研究表明, 本世纪, 南非的年平均温度有了显著的提高, 由于温室气体不断增加, 气温还将继续上涨。降水的减少同样引起了人们的注意。在 1980 年之前, 降雨量的变化基本上符合一个十八年的周期, 大致上可分为九年多雨九年干旱, 然而南非在紧接着 70 年代这一相对湿润的十年之后, 是长达 15 年的极度干旱。尽管不如在撒哈拉地区的降水减少的那么明显, 但记录仍然显示, 在南非的部分地区仲夏季节雨量有 5—10% 的减少。局部地区的全年降雨量变化更加明显。(引自《南非的土地流失 1999》, 作者 Hoffman et al)

大坝之争

“在本世纪(的美国), 人们曾认为建造水坝是正确的, 因为水坝可以带来经济效益, 然而逐渐认识到, 于此同时, 大坝大量的花耗纳税人的钱, 后来建造大坝的代价和成本效益分析也证实了这一点。公众认识到这些工程正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, 由于缺少淡水和与此同时海水的入侵使湿地三角洲退化。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还要存在下去或是该以什么样的方式在何处存在下去。”

(以上是美国内政部长 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, 没有比建造大坝所带来的影响更直接更长久的了, 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。

在南非, 缺水总是被当作建立供水型的大坝和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。但是事实上应该看到的是人们用水量的急剧增加。在上个世纪的前 80 年, 人们的用水量增加了 200% (saw a 200percent increase in the world's average per capita water use) 与之相对应的是人

类对于自然水资源的抽取量增加了 566%。大坝和供水管道系统并不能够增加新的淡水资源，他们只是把水从一些人手重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。实质上，大坝在不断减少可供我们饮用的水！因为大坝通过集聚污染物，增加水库的蒸发给致病物质创造良好的生存环境。比如说，那美比亚的 epupa 大坝的人工湖每年蒸发掉的水量是文特胡克地区供水量的 40 倍。

全世界的干旱问题都越来越严重，现在的问题不仅仅是 (putting their straws in the glass)。在用水方面的冲突反映了一个更普遍的问题，那就是对于自然资源的所有权，以及在获取这些资源时的平等权利。在很多地方大规模的建造水坝导致了更严重的不平等，在过去的 50 年中，大坝的数量增加了 7 倍，其中的绝大部分被用于进行大规模的农业灌溉，这占去了世界干旱地区供水量的 70—85%。最终大坝所导致的是少数人更大规模浪费用水，而为此付出代价的往往是那些在乡村里的穷人们，他们失去了水，土地，渔业和林业生产都遭受了损害。就像会造成水资源分配的不平等一样，水坝的建设是弊大于利的。今天看来，尽管经过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备。

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，都把大规模的使用水力发电作为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中心问题，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，尽管全世界范围内人们越来越多的认识到大坝所带来的还有昂贵的花费，环境的破坏以及社会的不公。

当提及如何利用蓄水区时，当地的人们往往不会赞同像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不利影响。但是由于河流的长度往往跨越省界甚至国界，其流经的地区有不同的文化和喜好，在这个过程当中，控制不好那些对河流会产生影响的开发利用，就使得冲突在所难免。问题的结症在于，各个国家都将河流看成自己的财富加以控制和利用，而这些开发利用常常会造成污染，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。

规划者和政策的制定者们应该好好的考虑在以往建造水利工程中遇到的问题，然后想想是不是还应该在建造水坝。国内社会，在参与建立大坝的讨论中不应该只想到增加电力供应，同时也应该考虑一下我们是否真的需要这么多电力。我们还需要更多的电吗？如果真是这样，生产这些电力最好的方式应该是怎么样的呢？这些问题在我们做决定之前都应该再三考虑。

大坝对环境的影响

大坝直接影响河流的生态及其他方面。最明显的就是对河流水量的减少和改变，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更容易侵入下游的河床和河岸，腐蚀桥梁以及堤岸。尤其典型的是在大坝建成的头 10 年当中，下游的河床通常都会退缩几米，而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和水井的供水量，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。

在阿斯旺大坝还竣工以前，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的肥沃的土壤。如今 98% 的泥沙在大坝后面淤积。由此给埃及尼罗河流域的农业生存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，结果使得数以万计沿岸家庭的生活难以维持。阿斯旺大坝还造成了海水的侵蚀，这同样也是建立大坝的河流经常遇见的问题。另一个例子就是加纳（西非国家）的 Volta 河的入海口，Akosombo 大坝阻断了流向 volta 河口的泥沙，同时影响了临近的多哥（西非国家）和贝宁（西非国家），他们的海岸线在以每年 10—15 米的速度向后退。在一项旨在巩固多哥海岸线的计划中，每保护 1 公里的海岸线就会花费掉 350 万美元。在其他因为大坝的建设而使得泥沙不能顺利通过的河流中，同样面临这保护海岸线的任务。在南非的奥兰治河上，有 gariep 和 vanderkloof 两座大坝，而鱼的数量却因此而大为减少，这主要是大坝能够控制水的流量，减少洪水的发生，但是对于鱼来说，没有了这些遗传性的牢固线索，它就不能顺利产卵了。

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做。一条河流生态的各个方面都会因为其水流的改变而变化。

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。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的量和其所携带的营养物质。然而由于大坝和对河流的分流，使得世界上这一类型的主要渔场的海洋渔业生产大幅度的下降，其中包括：墨西哥湾，黑海和里海，旧金山湾，东地中海，以及非洲很多地方入海口。在伏特加河上由于 Akosomko 和 Kpong 大坝对于季节性水流变化的调节使得在河流入海口，曾一度非常兴盛的河蚌捕捞业完全消失，同时受到影响的还有梭鱼和其他鱼的生产。赞比西河（赞比西河）上的大坝严重损害了莫桑比克（Mozambique）沿海的捕虾业，并使上游泛滥平原的渔业几乎崩溃。

对洪水的改变：大坝的蓄水作用延缓和减少了洪水了流量，然而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。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。

泛洪区也受到大坝的影响，对于 Pongolo 河两岸的冲积平原的研究表明，在大坝建成后，森林中的物种多样性呈现出减少的迹象。肯亚的 Tanna 河由于河上的数个大坝减少了河水洪峰时的流量，使得两岸森林呈现出逐渐消失的迹象。

大坝建设的后遗症

在非洲国家，水力发电的大坝建设和河流的分流工程导致了大规模的移民，而这些移民同时就意味着社会的断层，谋生手段的消失，以及给环境带来更大的压力。这些移民往往被安置到土壤贫瘠和水土流失严重的地区。当越来越多的人聚集在相对小范围的地区时，问题就变得更加的严重。在坦桑尼亚的 Pagani Falls 水坝的建设过程中，由于贫苦的农民被安置到了不适合农业生产的边缘地区，而加重了当地的水土流失和泥沙淤积。

大坝对于下游地区的影响是长期性的，主要是因为每年一度的河流泛滥被大

坝所控制，冲积平原上的农业，渔业和畜牧业生产因此而受到严重的破坏。尼日利亚的 kainji 大坝，直接的导致了 50,000 人移民，但是这项工程间接的影响了那些曾经依靠两岸冲积平原肥沃的土壤进行畜牧业和农业生产的人们。据报道在大坝修建以后，平原山药的产量减少了 10,000 吨，和 1968 年的产量持平，而下游渔业捕捞量锐减了 60—70%。

在尼日利亚，尼日尔的一条支流——索科托河上的 Bakolori 大坝，使得下游水稻种植面积减少了 7,000 公顷，旱季农作物种植面积减少 5,000 公顷。大坝改变了河流定期泛滥的时间和水量，农作物生产过程中必须依这些条件的。在枯水季节，水位的下降，意味着农民们需要把井挖的更深一些，如此就大大增加了为农业生产所投入的时间和金钱。一项 80 年代的调查显示，在受影响的地区中，四分之三的农民放弃了农业生产，只有那些相对富裕的农民可以负担得起灌溉的费用。

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菌的理想场所，比如血吸虫和疟疾。建筑工人，将一些疾病（如艾滋病），带到了边远地区，使在当地最终发展成为严重的卫生问题。

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，这些人在那里寻找慰藉，尽情娱乐；他们中有的人，正是在这样一条奔腾不息的小河边，第一次感受到自然之美。

抵制大坝

由于可能的危害，因此在会大坝影响到的社区里人们极力抵制这样的工程，下面让我们来看看非洲人是怎么做的。

1960 年，在津巴布韦的 Kariba 大坝的修建过程当中，有 8 个人被击毙，因为他们强烈的抵制强制性的移民。在当时还是英国殖民地的罗得西亚，警察射杀了 8 名游行的村民，另有 30 多人受伤，这些人都是在参加一个旨在为清空 kariba 大坝库区而进行的一个极不规范的移民项目。（资料来源《寂静的河流》）

纳米比亚北部的 Himba 人曾为反对 Epupa 大坝的建设而不懈的努力。因为这项工程如果得以实施，那么他们的土地以及美丽的 Epupa 瀑布都将淹没于水下。除了通过国内外不同的渠道反映意见外，他们还拟写了抗议书，写信给政府劝说放弃规划，同时还成立了自己的发展委员会。Himba 人的领袖 Kapika 说道：“我们所有的 Himba 人生于此，长于此，牛而在这里长得最肥壮，河边有常绿的小草，有生长着高大的树木和蔬菜，为我们提供食物。这条河养育了我们，很明显，这河对我们意味着什么。” Himba 人正在和文特胡克（西南非洲首府，在该国中央）的法律援助中心积极的合作，以期可以更好的保护他们的家园。Kipika 在 1997 年时，曾对河流拯救国际 (Survial International) 的人说过“除非把我们 Himba 人全部消灭，否则别想在这里建大坝。”

在塞内加尔河谷的农民、渔民和牧人的生活，由于大坝而遭受严重的损害。因此他们不断的给大坝管理方加压，要求起调整水流控制方案，希望可以一定程度上的恢复他们的蓄水区。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，他们可不希望那些农民们的要求得到实现。塞内加尔河谷的农民联合会向我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，畜生死光了，树也是如此，土壤变的贫瘠，对河流的开发，将我们

的生活判了无期徒刑。”这些组织，不断的向政府施加压力，敦促政府调整水坝的运做方式，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。

在苏丹，努比亚人用集体自杀的方式抗议一项在当地的尼罗河段进行的大坝修建。因为这项工程将淹没 100 个村庄。这些人的祖辈仅在本世纪，就因为大坝的修建五易其家，最著名的一次就是阿斯旺大坝。然而今天这些人联合起来，发动一场国际性的运动来保护他们自己的文化。活动发言人说道：“夺走我们的土地就意味着我们特有的语言和文化的永久消失，我们决不能看着这些珍贵的东西消失在我们这一代的手中！再说了，没有的土地，我们还能去哪里？”

Mtshabezi 大坝，修建在津巴布韦的一个有干旱倾向的地区，在当地居民的抗议声中于 1994 年完工。然而，大坝的建成并没有带来应有的效益。据当地的报纸报道，这主要是由于原来认为的受益人，承受不了昂贵的水价。津巴布韦政府投资了 3500 万津巴布韦美元修建这个蓄水量为 52,000 吨的水库，用以缓解布勒瓦约市(非洲南部罗得西亚——城市及贸易中心)的日常用水短缺问题。大坝的设计时包括了建立灌溉网络和支持农村的耗水工程建设，然而时至今日一个也没实现。村民们说：“他们之所以同意修建大坝，就是政府曾经承诺将他们纳入灌溉网络的建设中。可是最后在大坝建成后，他们竟然被告知，在山区建立这种网络是根本不可能的！而为了修建大坝占地 440 公顷的水库，42 户人家举家迁移。布勒瓦约市，原先是计划买水的，但是最终还是放弃了，市长 Abel Siwele 说：“为了那些水而投资修供水管道的不明智的，这只会让我们得不偿失。”市里的领导也因为大坝初期规划没有征求他们的意见而很不悦。

目前正面临抵制的大坝有肯尼亚(东非国家)的 sondu-mirin 河坝，乌干达((非洲东部国家)白尼罗河上的 bujugali fall 大坝，赞比亚的 battoka gorge 大坝，以及南非的很多工程。

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，存在安全隐患的大坝。这个组织的全称为“生命之流(living rivers)——拯救受大坝影响的河流和社区的国际联合会”它主要关注一些河流的恢复情况，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，或者是大坝已经被完全移走。河流两岸社区居民的健康问题也是他们关注的对象。

这个组织宣称，是河流恢复的最好方式就是使大坝“退役”——这可以理解为任何可以给河流带来生机的行动，可以是加快水流量，也可以是完全移走大坝，使其恢复建坝前的状态。尽管移走大坝的费用昂贵，但很多情况下，这仍是最经济最有利于生态的选择。这个协会的主要任务就是盯梢那些已经达到使用年限，变的不再安全的大坝，或是那些维护保养费用已经超出了采取行动所需费用的大坝。

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……大坝修建多允诺的种种好处都难以实现，却是他们所带来的负面影响却大大超出了人们的估计。

生命之河的第一件工作就研究一些成功的案例，主要涉及大坝的退役和河流的恢复。生命之河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着的恢复下游生态的主要手段之一。这种技术，主要通过尽量自然的方式，由水坝防除更多的水，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”到目前为止都可称的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，但目前我们还缺乏关于此种技术的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，且可以防止河流和进一步恶化。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的而建立的，有盈利的目的，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，减少了大坝的发电量。因此，除非有别的经济利益的驱动，或是相关的法规，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的。

另一个问题就是“人造洪水”必须经过精心的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，其中就有，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。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”只会给下游的农业区和生态环境带去灾难。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，就不能产生的带走河道泥砂并沉积于冲积平原的预期效果。

在西非的 Nanantali 大坝，就发生过一次好心办坏事的“人造洪水”。几年前，在没有任何通知的情况下，大坝开闸放水，使下游许多村庄措手不及，大水淹死了人，冲走了村民们的全部种子供应。据塞内加尔河盆地发展组织的记载看来，有一个在每年 9 月-11 月期间放水的计划(a schedule of water release from sep through nov, which would allow flood recession agriculture downstream of the dam is being planned) 这条河流由塞内加尔，毛里塔尼亚(西非国家)，马利(西非国家)三国共同管理，关于放水，三国应该派代表就放水时间和水量大小达成一致。但不幸的是，在刚开始放水的时候，他们之间还没有什么协议。受影响最大的就是平原上的农民，失去了季节性的洪水的滋养，他们不得不艰难的维持生活。

在美国，曾经为了改善罗拉多的 Glen Canyon 大坝的下游生态系统而在 1995 年进行了一次“人造洪水”，普遍的观点是，实验带来了短期的收益，但由于很多问题是由于河水中缺少沉积物而产生的，而这些沉积物被大坝所阻截，因此这些问题单靠开闸放水是不能解决的。

在南非，人们也在考虑采取这样的技术。正在被调研的一个大坝是位于赞比亚的 Cahora Bassa，这座大坝被渔业专业们称为“最欠考虑，甚至可以说是非洲地区最具生态破坏性的大坝”。Cahora Bassa 和上游的 Kariba 坝一起严重破坏了河流是生态环境，因此要想通过如此小规模模仿天然水流的工作，使整条河流得到恢复，将是一项长期的工作。

图表内容：

P13

可持续的用水计划

可持续用水计划是指那些，可以支持人类社会的长久而兴旺的发展，同时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。下面这些标准对此做了进一步的界定：

1. 维持人类健康所必需的用水量必须得到保证。
2. 维持和恢复生态系统正常的水量必须得到保障。
3. 水质必须达到一定的标准，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储备和水流的自我更新。
5. 水资源的可利用率，使用情况和水体质量需定期收集，并向公众公开。
6. 必须建立研究机构，致力于阻止和调解关于水的争端。
7. 水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，可以直接参与利益的分配。

(经“世界水 1998-1999”(The World's Water)杂志许可，《关于淡水资源两年度的报告》，作者：peter gleick)

P15 图

大坝主要的影响

大坝的安全隐忧：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，重金属和泥砂一起在大坝后面积聚。

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 3-6 千万的人移民，淹没了 400,000 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。

坝体形成了鱼类回游的屏障，大坝使下游的水流和淤泥数量锐减，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，水流的季节性变化和水温。给鱼和下游的物种带来不利的影响。大坝下游的河床被冲蚀的情况很严重，因此降低了生物多样性。

p18

世界大坝委员会对全球的记录监控 (the world commission on dams to review the global record)

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 (The World Commission on Dams—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 (review) 全球范围内大坝对环境的影响。WCD 负担着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知道方针，以及研究可行的大坝替代方案。委员会的主席是 Kadel Asmal 教授，南非水事务和林业部前部长。委员

会将对分布于 3 个国家的 9 条河流的盆地地区（包括南非的 Orange River）进行研究，另收集 150 个大坝的基础数据。WCD 的最终报告将于 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的环境造成的影响，特别是在南非的情况，以及受大坝影响地区人们的经验和发展前景，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完全参与整个过程，并设有全职人员监督 WCD 的工作。

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，更加有效地使用它们。

成为集水区的守护者

这一部分的目标是向人们提供一些指导，即告诉他们关于集水区域内提议的工程项目一些必备的知识。通过收集如下所述的信息类型，整个社会能更好的以有意义的方式参与到计划过程中。

对于大型的发展项目，当地人员通常参与极少，并且还是在计划的末期才参与进来。甚至那些不符合国家利益的和那些投入产出极不成比例的工程项目也可以迅速得以实施。很多因素可能导致一个项目的不成功：项目计划人员那种倾向于忽视潜在的不利因素的“职业性乐观主义”；政府和企业的腐败，缺乏这种大规模的河流盆地计划，对生态系统认识不足，以及项目计划人员与当地居民缺乏沟通。民间运动能够保证当地居民的呼声能够得到应有的重视，项目的主要问题得以暴露出来，还有一些更大的问题例如像河流这样的自然资源应归谁所有的问题都能反映出来。

因此，下面给出了如何参与到集水区保护中去所应采取的一些步骤，以及需要弄清楚的关于提议的集水区工程项目的一些问题。

****第一步****

初步了解：集水区的基本情况

了解当地集水区情况，获得集水区内已有或计划中所有主要项目的信息（包括上、下游）。

和当地政府进行沟通，与当地政府的良好联系可以提供地区新建水利工程的信息。

确定计划项目可能影响的社群，以及他们是否需要帮助去了解这个项目。如需要，可提供相应的信息。收集这些受影响的社群的情况：首先记录下社群的生活状况和如何利用集水区的情况，调查多少人受到影响，以及如何受到影响，并通过与这些社群领袖的交谈了解该社群在这个项目上的立场。

从社群的领袖或长者处获得这些江河和生态系统对他们的在文化、历史和精神意义，并记录下项目可能影响到的重要地方，比如墓穴、圣地等。

收集集水区域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。

从公共渠道收集集水区域的信息：环境报告、媒体文章，等等。找出哪些项目计划文件是可以从公共渠道获得，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。地方和国家政府可能也制定了相应的利用河流、自然资源和水资源的法律规定。

自学并帮助社区居民学习以上这些政策法规。同时建立以下这些主题的一个信息库：

- ▲ 地区和国家土地和水资源立法。
- ▲ 主要开发项目拥护者们的政策：世界银行、联合国发展计划署（UNDP）、南非发展银行，以及非洲发展银行。这些政策可以从很多的组织和贷款人处获得。
- ▲ 国家和地区的环境保护措施。
- ▲ 国际环境和人权法案（法学院或国际上的非政府组织（NGO）可能有些帮助）。
- ▲ 国际法关于共享水资源的有关条例。

所提议的水利项目的一些需要明白的问题

如果你所在地区有一个提议中的大规模水利开发项目，下面的问题将发掘出潜在的问题，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，可能需要向专家求助——例如，一位经济学家可以帮助你们评估工程项目的经济性，或者一位水文学家或生态学家能解决一些河流所受影响的问题。

下面的问题并不都适用于所有的项目。这些问题修改自一个很有帮助的指南，叫做“有关水资源项目的问题”，作者是 Gerald Meral，加州水资源部的前副主任。正如 Meral 博士所说，“确定工程项目利处的艺术和科学已经得到足够的发展，很少有工程的优势被忽略掉。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具有负面影响的问题。这些问题就是为发掘前面没有发现的那些问题或成本而设计的。”

——工程项目描述

- ▲ 整个项目都被记述了么？有没有包括未来的一些附加项目？
- ▲ 具体时间进度表是怎么样的？
- ▲ 为公众参与该项目制定了什么样的计划？
- ▲ 项目目标是否根据该项目所要满足的需要进行完全表述，还非仅根据满足项目建造特征来描述？例如，一个适当的目标可以是“开发出能源供应来满足需要的计划”。相对于只研究一个目标定为“修建一座能产生 500 兆瓦特能量的水坝”的工程项目方案来说，设定这样的目标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，工程项目经济性测算就失去了意义。）
- ▲ 最终成本测算中是否包括项目方案的各项费用的实际扩大？
- ▲ 贷款利率是否与债券销售或贷款时可能的利率相一致？
- ▲ 总成本测算中是否对工程后期行为进行完整和公正的测算？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。
- ▲ 计划的经济性分析中是否完整和公正地测算环境和社会成本与利益？（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，这些蒸发地水是否得到正确的评估？）常被忽略的成本还包括：
 - 从而消失的工作职位（农业、渔业、娱乐业和旅游业）
 - 完整的移民成本，包括为移民重建生活的成本。
 - 自然生态系统某些丧失地功能的经济价值，比如，丧失的湿地的净水功能，森林和草原的水土流失控制功能和地下水资源的补充功能？
- ▲ 经济性测算中包括了那些补贴了？例如大型公司是否收到能源津贴？是否免征部分的税款来支付部门工程项目款？工程项目的电力供应部门是否将会给予诸如供水部门或导航部门等其它部门适当的补贴？
- ▲ 计划的成本是否包括了运输成本（如电线，水运输系统）。
- ▲ 是否需要对水进行处理以供给生活用水？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对水和电的人均需求预测？这些预测是否是建立在一个积极地对环境保护承诺之上的？这些预测是否是当前做出的并考虑了哪些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问题所带来的各种偶然性因素的影响：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、或对地震风险重新评估），方案的重新设计、法律纠纷、施工期的干旱、意外事件、居民的反对以及政治动乱等，引起的项目延期
- ▲ 分析中是否将项目方案风险与其他替代方案风险进行比较？
- ▲ 是否签订了项目的水和电供应合同？
- ▲ 灌溉项目：农业的用水需求与良田地排水系统是否相匹配（排水差的灌溉土地将很快导致土地盐碱化问题）？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？这些谷物是否已经获得了补助？
- ▲ 更高的水费、环保和其他方面可能极大的降低项目水电需求的因素所带来的风险是什么？
- ▲ 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？

——替代方案

以下所提出的问题将有助于判断是否对其它那些不考虑建造结构差异的可行的方案进行了相同的评估：

- ▲ 是否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足够的研究。（注：能源节约方案经常的是水电站或其他供水工程的成本最低的替代方案，然而这样的工程项目中却很少进行 DSM 节能研究。）
- ▲ 是否考虑过其它的小规模的和破坏性更小的替代方案。
- ▲ 是否对工程建造所使用的能源（指电等其它能源）与项目建成后可以供给的能源综合分析，以确定其净能源供给？这项分析将解释工程建造和运营中需要多少能源，应包括以下：
 - 所需的建造能源：施工设备和其他所需物品在被生产出来的过程中所消耗的能源、原材料运输中所耗用的能源、以及开挖隧道、等级评定、废料处理、运送工人等过程中消耗的能源等。
 - 传送管道的能源损失（某些项目可能达到 10%）
 - 运营和维护活动（更换设备、疏浚淤泥等）
 - 向用水地区泵水所消耗的能源
 - 作为生活用水处理所消耗的能源
 - 为山顶的储水项目泵水所消耗的能源
- ▲ 工程分析中是否表明项目成为净能源供应者需要经历的时间？（如果考虑到以上的这些问题，那么很多水坝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？是否有机会在其它相似地区为他们创造同样的生活同时不会引起该地区人口过密或导致该地区人口再移民？
- ▲ 移民和人员的重新安置是否设置有足够的资金和制定周密的计划？
- ▲ 受工程项目影响的本地人中的大多数是否愿意移民？如果不愿意，那么政府是如何处理他们的要求的？
- ▲ 是否与本地人民商议过工程项目，他们是否完全自主的同意建设此项目？
- ▲ 是否由相应法律要求开发商告知当地居民那些可能影响到当地社会的工程项目？当地人民是否支持该项目？
- ▲ 社会中那些团体可能从该项目中获益？他们是公司还是个人？
- ▲ 那些团体将遭受损失？损失的价值是多少并且是否包括在项目成本测算中？
- ▲ 对受影响人们的补偿政策是什么？具体如何实施？以及受影响的人们是否参与到该政策制定中来，他们对此政策是否满意？
- ▲ 该项目将如何影响水和电费？是在全国范围内提高费用还是仅仅针对某些用户提价？
- ▲ 该工程对人的健康有什么预期的影响？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，尤其是那些考水传播的疾病如疟疾、血吸虫病等
- ▲ 是否已分析对水库下游地区人民在安全方面的影响？
- ▲ 因人口迁入当地社会而使当地社会人口增加，报告中是否分析了对人口增加后的当地社会的影响？

- ▲ 由于消除了自然洪水、停止了下游地区淤泥的补充，该工程是否会造成下游冲积平原农民们的损失？
- ▲ 该工程是否会对当地或地区经济造成无法承受的〈盛极而衰〉的影响？
- ▲ 该工程是否会破坏具有文化或精神价值的地区？由于这些破坏大都无法缓解，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？
- ▲ 发电产生的效益测算中是否考虑了对下有地区的用水补贴？（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杜绝鱼类和野生动物的消失？
- ▲ 为发现稀有和濒临灭亡的物种，是否有合格人员在一年的适当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）？
- ▲ 项目施工方面的影响中新的工地道路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沉淀物？对水质和渔场会有什么影响？是否会阻碍沙子流到下游从而无法补充海滩上沙子的流失？
- ▲ 项目对休闲资源有何影响？

****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，需要联合众多方面的力量来解决它，同时需要获得公众对这些问题的关注。以下是一些方法：

团结支持者

- ▲ 对于总部不在直接受影响地区的非政府组织，关键是要直接与其当地领导合作，他们在当地社会首任尊敬且具有号召力。
- ▲ 在初期的项目计划小组中应有一个来自各个方面人员的有代表性的团体。鼓励社会各阶层，无论老幼，充分的参与和积极的行动。在南非，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他们的负面影响最大。因此，要选择家庭妇女可获得的时间和可到达的地点安排会议，来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
- ▲ 在环境、社会等问题上，于当地的问题双方面保持联系。这些方面包括：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。

- ▲ 于当地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。
- ▲ 记录当地从事该工程计划的公司、事务所和相关组织领导的名单。

让公众了解工程计划

- ▲ 尽早的发布工程相关信息，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。
- ▲ 于当地媒体合作，向当地报纸送新闻稿和专题文章。如果当地报纸不愿刊登这些，则可以尝试地区、国家以及国际上的感兴趣的出版物。考虑邻国的出版物，尤其是当水资源是与邻国共享时。留意地区的环境和人权类的报刊。
- ▲ 写公开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。（以下是奥卡万科河三角洲社区的一封范信）
- ▲ 考虑使用户联网来发布信息。

对未来的展望：建立集水区社区

长期以来，许多现代社会忽视了河流问题，并且这些社会的项目开发和污染问题严重地损害了河流。然而，这种情况正在发生转变，世界各地越来越多的地区居民正在重新发现健康河流的价值。当然，世界上还有很多这样的地区居民，他们非常感激他们的河流并永不改变他们维护河流的职志。

保护和恢复河流的关键是善意但严肃地对待整个集水区。从集水区整体的层面考虑，意味着将河流看作一个复杂、动态的土地、水和生命体系中完整相连的一个部分。抽离体系中任何一个部分，都将最终影响到其它部分。因此，维护河流就是维护水、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维护良好的集水区域整体为目标。也就是说集水区域不会因为森林砍伐、非可持续性种植行为和过度城市化而严重破坏，仍拥有完好的湿地和河流且在最大可能程度尚未被污染，能够供给众多的物种生息，能够按照他们的自然模式涨落。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集水流域的生态系统。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。

以集水流域为一整体的这种思考模式，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；意味着应去适应这种复杂性而不是相反地去控制和简化它；意味着要尊重接受各个集水区域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些生活方式，这些方式技能保证河川流域的良性生态系统，同时又可以满足经济、文化和精神需求；最重要的一点时，这样的思考方式意味着关注整个集水区域并将对它的正确管理作为整个社会或社区的首要事务。这种思考方式意味着建立包含集水区域与人类社会的一个共同体，即集水区域社会。

建立一个有效的集水区域社会，涉及综合考虑集水区域众多使用者的多方利益，以便从整个人类活动的层面上来评估给集水区域造成的压力。虽然这似乎很难做到，但一个集水区中的社区，必定存在着各种不同的利益团体，包括可能造成集水区问题的直接关系者。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（仅例举其中一些重要参与者作代表）组成的多元化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社区所设定的目标，并共同努力。

团体的多样性

集水区或河川流域团体正在世界各地兴起，他们在集水区域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某些动植物物种群。就如它需要去解决的问题一样，一个团体形成的原因也是非常多的。这也许可以解释为什么存在着太多这样的机构，他们有着自相矛盾的机构目标，不完整的计划以及这些导致的不良决策。或者也许是现有的水域保护法没有得到落实的原因。

爱达何州（Idaho）和怀俄明州（Wyoming）的亨利福克斯流域协会（Henry Fork's Watershed Council）是美国一个成功的团体，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，他们拥有不同管辖权限，彼此缺乏协调。同时当地又面临着很多威胁，包括已遭污染的农业用水外流、水坝和日益增加的灌溉用水需求。这种缺乏协调使得该积水盘地的问题日趋严重，因此成立这个协会，从集水区整体角度来评估各种工程和问题。该协会成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 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争吵而使事情无法进展来讲，这一点远为重要的多。”该协会已经成功地在历史上曾经是对立的利益群体之间（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 项标准用来评估该集水区中提议的工程或计划的利弊。该标准是从就保持集水区良性系统和生命活力进行的民意调查中得到的 80 个提议中精选出来的。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的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的创新的方式？是否制订出一份现实的工程具体进度规划？是否拟定一份可操作的监控计划？
- ▲ 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顾及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，并有助于维护良好的经济基础？
- ▲ 合作与协调：项目规划中是否促成各方最大程度的合作，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？

如果项目规划很好的解决了这些问题，则可以获得该协会的同意。该协会不

仅拥有社区团体和非政府组织来评估项目，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、地区或市区政府发起。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（The University of Colorado）在研究了美国众多的河流流域团体进行研究之后发现，决定这些机构成功的一些关键因素存在着相似性。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、广泛的外来参与以及外界的技术支持。在科罗拉多大学的这份《集水地资源手册》地报告中，研究者在众多成功集水地管理案例研究中，提供了以下这些经验：

“首先，教育集水区保护工作参与者，以及教育涉及集水区问题的一般民众，应是优先推动的工作。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，花在教育集水区团体成员，教育集水区问题所牵涉到的一般民众，以及达成团体共同目标所花的时间，都是非常值得的。不及如此，集水区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。很多问题都是从多年的集水区恶化演变而来的，故要找出并实行有效的解决方法，需要一段相当长的时间。

“因此，集水区团体的参与者建议在初期将工作重心放在教育集水区中有兴趣的团体上，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。”

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的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并且他们认识到良好的水资源所带来的价值。为学龄儿童设计的关注以上这些问题的课程活动很多，其中一个好的例子是由南非水务部的“”。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4~8年级的学生。另意向国际性的活动是一年一度的“河流的语言”的艺术和文化竞赛，帮助孩子们透过艺术来探索他们自己的集水流域和这些流域对人类生活的重要性。目前正在为博茨瓦纳和纳米比亚的学校开发一个“河流的语言”活动（这两地的任何学校均可参加）。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）

制定一个合理的能源或水资源工程规划关键在于起决定因素的规划程序。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，必须要能配合整体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定考虑在内。除了规划程序要具有透明度和参与性之外，还要保证恰当的项目开发规划，这必须包括下列基本原则：

- ▲ 在考虑在众多的规划程序中做出选择之前，为该区域进行一次整体评估；
- ▲ 制定一个国家的河流和集水区开发总规划；
- ▲ 制定国家能源和水资源管理计划和政策；
- ▲ 最大可能程度地保护自然资源；
- ▲ 人员的重新安置经公众充分讨论，如果存在可以接受的程度的话，要能达到令人能够接受的程度；
- ▲ 所选择的规划项目，要能够最大提高当地的规划管理、财务管理和环境管理能力，提高建筑、设计、生产、运行和维护等方面的能力；
- ▲ 规划项目最高标准的满足科学/技术/经济等方面的要求。

整个社会对这样的规划项目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，就得让社区的所有民众公开彻底地积极参与到规划程序中去。如果整个社会多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减少。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。当规划程序在已经进行到相当程度之后，才向受影响的社区披露，成为既成事实，这时就会产生这样的冲突。

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方面各自的成本和利益，并制定一个在各种可使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”，其中包括这样一种方法来确定电力供应和传输对环境的损害、基于成本最优的能源使用效率和可再生能源的替代方案。

在环保方面指导国家在能源供应和水供应之间进行选择的方针中应当包括制定国家环保政策和目标，清楚地阐释土地和资源的传统使用者的权利并应该评估所有工程项目对环境的总体影响以及重大影响和累计影响。

能源服务的经济成本包括财务和非财务成本。然而将大多数能源送到最终用户的财务价格（有时也称作市场价格）中只考虑了那些由生产商或消费者直接支付的项目：购买燃料的成本，将燃料转换成可用能源的成本（例如建造发电厂或炼油厂的成本），以及分配燃料/能源的成本。

Page 26

写公开信！

写公开信给计划大型水或电工程项目的最高当局和政界人士可能是一个非常有效的策略。尤其是当信的末尾有大量的人和团体签字时。这样的信件活动可能是一个非常有效的方法来使当地的人民很快参与到项目中去。以下是一封奥卡万科河三角洲地区居民致博茨瓦纳（Botswana）、纳米比亚（Namibia）和安哥拉（Angola）政府，以及 OKACOM 政府关于一个提议的输水管项目的公开信，他们

担心该项目将伤害三角洲地区和他们们的生活。当地的一个非政府组织联合会就这些居民的努力写了很多新闻和专题文章，多谢该联合会的努力使得当地居民的这封公开信取得了公众广泛的关注。预知三角洲地区居民运动的详情，请通过联络地址与我们联系。

请查阅以下信件了解三角洲地区的公开信活动。

致有关方面：

我们是居住在博茨瓦纳（Botswana）奥卡万科河三角洲地区和附近地区的居民，我们先就计划中的奥卡万科河截水工程提出我们的忧虑。我们依赖奥卡万科河及其三角洲来获得水、鱼和其它食物、房屋材料等，维持我们的生活。在过去的二十年中，该河及三角洲地区已经经历非常严重的干旱，这使得我们的生活更加艰辛。我们认为我们没有更多的水来出让。

我们清楚，奥卡万科河为三国工友，每个国家都需要水。但是，我们非常担心从奥卡万科河截水将给我们地区社会的居民、野生动物、渔业、农业、畜牧业和旅游业造成伤害。因此，我们请求，不到万不得已的情况，不要从 Okavango 河截水。

如果没有其它的水资源可以使用，我们要求博茨瓦纳（Botswana）、纳米比亚（Namibia）和安哥拉（Angola）政府，以及 OKACOM 政府调查奥卡万科河河流及三角洲地区以确定在不伤害三角洲和地区人民的情况下可能的截水量。在任何截水项目开始修建以前，这项工作应进行。

如果截水工程必须修建，我们要求博茨瓦纳（Botswana）、纳米比亚（Namibia）和安哥拉（Angola）政府承诺不截取超过保证奥卡万科河三角洲和地区人民安全以上的水量。并批准对任何截水工程进行监督来确保这项承诺。

另外，我们请求在工程在开始之前，任何河流开发计划的制定者和支持者征询我们的意见，向我们描述计划中的项目和对我们的影响，并且听取我们关注和忧虑的问题。最后，我们请求参与到奥卡万科河及三角洲地区的未来规划和管理中。

多谢你们考虑我们的请求。

注释：信的结束有奥卡万科河地区的 3000 多居民签字

Page 28

民间组织为整治“洁净、安全”的河流努力

Greater Edendale Environmental Network (GREEN) 是一个基层民间团体，他们注重南非 Pietermaritzburg–Msunduzi 地区的集水区良好管理。此团体的协调者 Sandile Ndwonde 说：“我们的理想是在 2009 年之前建设一条‘洁净、安全’的 Msunduzi 河。我们相信每一个利益相关者都会接受我们的愿景。”

GREEN 以协助的身份参与了该地区绝大多数的水资源管理和土地使用规划。该团体已经采取了多项计划和措施，来满足人们对洁净、安全的水资源日益增长的需求和确保水资源管理是从整个集水区的层面上进行的。

GREEN 致力于树立环境问题意识，教育社区的民众保证自然资源可持续使用的必要。该团体的运作是在 1995 年该地区遭受几场严重的洪水（夺走了 160 条人民）之后开始的。在这几次洪灾之后，自然资源协会（INR）便与水研究计算中心（CCWR）、GREEN 及 Share-Net 等团体，共同展开一项“集水区统一管理（ICM）”

项目。

该团体的愿景包括一些具体的目标。根据 GREEN 的解释，洁净的河流意味着“降低水土流失（由其它更好的土地使用实例所激发）、减少表面污染（改善水供给和环境卫生）以及减少工业污染。”而安全的河流则是指减少污染以及降低洪水泛滥的危机。

除了集水区统一管理规划之外，该团体还制定了一项永久性计划以达到对冲积平原的最佳利用，开始通过植树和其它方法努力重建集水区，发起一次环境教育运动，并说服政府官员强制性增加环境卫生组织和洪水报警系统。

“整个过程建立在集水区的整体基础上，因为集水区显然是一个生态水文系统，优先与政治和社会经济团体之上，” Ndawonde 说道。

预知详情，请通过联络地址与我们联系。

Page 29

促使 Okavanga 三角洲地区的社群参与到计划过程中

Okavanga 联络处 (Okavanga Liasion Group) (以下简称 OLG) 是该地区非政府机构、社群和个人之间的地区联合会，旨在促进 Okavanga 河流及其三角洲地区的可持续发展。OLG 的首要宗旨是帮助该地区的社群提高 Okavanga 三角洲对人民生活重要性的认识，从而加强对它的保护。该三角洲区域内有 30 个社群，约 100000 人，他们中的大多数依赖 Okavanga 河获得他们生活中重要的药用植物、鱼、建草屋的芦苇和其他的重要自然资源，约 15% 的家庭用水是直接从 Okavanga 河汲取的。

OLG 的目标包括：

- ▲ 加强和促进各种利益相关者参与并致力于三角洲的管理事宜中；
- ▲ 提高利益相关者对 Okavanga 河生态系统独有的动态性和功能的认识并培养一种为河流服务的理念；
- ▲ 建立该地区利益相关者和非政府组织之间广泛的联系；
- ▲ 监督该集水流域中提议的各种开发项目。在这方面，OLG 将参与到一个针对 Okavanga 河流及其三角洲的统一的盆地管理计划中去。在该计划中，OLG 的主要目标是与官方这方面的计划组织，OKACOM 合作。OLG 将组成一系列的该盆地利益相关者的工作组以促进他们参与到该计划过程中。

OLG 还开展了一个教育项目来教给利益相关者和这些社群一些 Okavanga 河生态系统动态性和功能的基本知识。项目协调人员 Olive Sephuma 说：“我们正在开发一些用于该项目中的教育材料，包括小册子、幻灯片、音像片并提供一个典型河流的资料。OLG 并且已开始访问一些中级学校来告诉学生 Okavanga 河的知识，在世界水资源日 (World Water Day) 我们还举行了一个大型活动向这些社群介绍一些集水区域的知识。”这个大型活动包括一个题为“Okavanga 河的水资源属于谁？”的启蒙性讨论。OLG 希望在未来举办其它一些关于 Okavanga 河盆地的公开讨论活动。

欲知详情，请通过联络地址与我们联系。

Page 30

南非环境组织 统一集水区管理计划

当南非水和森林事务部部长 Kadar Asmal 教授呼吁环境专家和社群参与到地方集水区保护以及合作制定统一记述区管理计划（ICM）中去时，南非野生动物和环境组织为这次机会欢呼雀跃。双法合作的结果是产生了卡可卢夫河流统一集水区管理项目（Karkloof interated Catchment Management Project），该项目与 1996 年 10 月开始执行。

作为试点项目，Karkloof 河流集水区位于 KwaZuluNatal 省，Pietermaritzburg 市西北 50 公里和距 Durban 市 95 公里处。Karkloof 河是 Mgeni 河的支流，Mgeni 河发源于 Drakensberg 山脉的山脚处并在 Durban 市流入印度洋。

选择 Karkloof 河流集水区的主要原因有两个：一、Karkloof 河集水区是 KwaZulu-Natal 地区私人拥有的最重要的生物多样性保护区之一；二、它同时又是该地区的重要水资源，为市区和介于 Pietermaritzburg 市与 Durban 都市地区之间的城市周围走廊地带供水。

Karkloof 河流集水区统一管理项目的首要目标是，鼓励所有的利益相关人士参与保护现存的水资源和以可持续发展方式管理这些资源，并将工作重点放在用水方面。该项目打算鼓励集水区中的土地所有者成为利益关系者联合机构的成员，该利益相关者联合机构将：研究和寻找现有自然资源的保护方式、评估集水区目前的土地使用状况、为该地区筹划土地使用计划，并提出具体的可行方案。

该项目成立了一个工作组向民众报告新的水资源法案的一些基本原则，草拟集水区管理项目组织方式的纲要，记录各界所关注的问题，以及开辟集水区管理论坛，同时收集有关集水区的各种基本资料。

在过去的几年中，南非野生动物和环境组织已经取得了有关发起和推动集水区管理项目的实际经验，不学习到许多重要教训，包括：了解自己在此领域从事研究活动的社会团体或组织，并邀请他们参加；给利益相关者和受该项目影响的各方提供现实的利益以让他们了解这并不是行政行为而是商业行为；确立工作的目标和进度，确保运作过程的透明度，尽可能早地展开信息沟通渠道等。

此项目打算起草并制定一个符合新的国家水资源法案的 Karkloof 河流集水区管理计划以及具体的执行计划；建立水质监管程序，作为总的管理计划的一部分；协助为该集水区内的其它次一级集水区建理论探病制定管理计划。在 Karkloof 河流集水区管理项目成功的基础上，1999 年初，该学会起草了一项为南非所有集水区的统一管理项目提供资金的议案。

该学会深信，集水区统一管理项目使非洲南部迈向资源保护的正确途径，并应广泛实施，以助于所有河流集水区的保护与有效管理。

预知详情，请通过联络地址与我们联系。

供应能源和水的新途径

在过去的四十年里，南部非洲国家的水和电力的供应量增长了不下五倍。然而大部分的增长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。替代方案很少被纳入考虑范围。事实上，这些替代方案通常被误解为不符合“现实世界”要求的实验性的概念。但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实际应用于能源与水供应领域的替代方案，这些方法在促进人类社会繁荣昌盛的同时无需对我们赖以生存的生态系统的完整性

造成潜在的危害。

节约水电与需求管理

采取节省措施可以节约大量本来将被滥用的水和电，甚至由于遏制了建造昂贵的大规模工程项目的需求，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的专业性领域——“需求管理”已经开始寻找节约水电的有效途径。需求管理认为水电消耗的容量和方式变化很大，从而致力于以自觉地（通过价格、教育手段）、非自觉地（通过法规和政策）的方式改变消费者行为。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益处。这些措施减少了污染和环境破坏，可以创造比建造新的水坝和电厂更多的工作机会，节省资金（还由此获得帮助将水电输送到贫困地区居民所需的经费），并且相比大规模基础工程来说经济、环境、社会风险更小。

通过节约现有资源取得“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。然而只是在最近，这些方法才引起这个地区官方的一些兴趣。虽然节约和增效措施在南部非洲正被采用得越来越频繁，但市民阶层仍可以充当施加压力的重要角色，使水电的需求增长时首先采用需求管理方案，并进一步作为合适的替代方案充分分析和考虑。然而更多的实际情况是，这些措施被看作仅仅是对大规模开发计划的补充方案而非替代方案。（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，例如下面的：

- ▲向购买高效率的设备的消费者、设计和生产这种设备的制造商提供减免优惠；
- ▲管理好水电供应以提高效率；
- ▲向消费者教授他们用得着的节约和增效措施；
- ▲向建筑行业提供培训以保证高效率设备被正确安装和保养（这对于提高能源利用率尤其可行），以及
- ▲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容易程度在不同地方是大不相同的。

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要承受的风险小得多。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，这时将会发生什么？大多数供应端的投资需要长期的投入，所以一些人不得不无论是否必要都不断的向这个现在并不需要的电厂投钱，以期待时机的到来。需求管理的努力就有弹性得多，可以依据经济的增长、衰退而推进或收缩。例如，高能源利用效的建筑标准将在经济繁荣、迫切需要节能时（因为更多的人正在耗费更多的能源）节省大量的能源，而在经济停滞、不在需要节能时，减少节省能源。

通过节电节省资金的潜力是十分巨大的。根据美国的落基山研究所的效率研究组统计，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技术的发展中国家会节省更多）。

提高能源利用率的措施不是免费的，但是相比于建设新的电力供应设施还是便宜得多，而且，低廉的花费之外，还会带来其他的经济利益。公用事业部门

的报告表明，实施各种节电措施的平均成本为 2 美分/千瓦时，而且经过最优化设计的方案还要便宜好几倍。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所花的成本。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（尤其是使用能源最多的），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。相比于采用和 1973 年相同的能源消耗率，节能措施已经将美国的电力账单一年削减掉了 2000 亿美元。

尽管发展中国家人均能源使用量很低，但是不管多么难以置信，它们节约能源的机会确实还是很多的。一个原因是：旧设备不像在富国一样经常得到更新或保养，这样本来就属于耗电类型的机器，比起刚刚购买的时候还要耗电。发展中国家已经成为不再被发达国家许可使用的耗电设备和技术的倾销场所。说起来，穷国购买不符合美国节能标准的，而不允许在美国销售的便宜空调也是很合乎逻辑的，但是这些便宜货每次使用时将需要耗费更多的电去运行，而从消费者腰包里掏走更多的电费。最后一个问题是，发展中国家的政府考虑的更多的是向还没有建立电力供应的城市供电，他们将更急于制订节能的标准和措施。结果，新造的建筑和当地的生产设备可能仍然是十分耗电的。

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通过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，证明了能源规划的领域是可以平等参与的。在美国、加拿大一些地方的环保组织，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，行政管理部门、立法部门，有时甚至公用事业部门自己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：从公用事业自身。

为什么公用事业部门明知这些钱会用来反对他们的计划而仍然会给非政府组织钱呢？首先，在一些管辖区域，他们没有选择。一些政府管理人员已经制定了政策，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计划的规范过程。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管理调整过程作了建设性的贡献，公用事业部门必须补偿费政府组织向公用事业部门的计划挑战时所花费的法律、分析费用。这使得非政府组织能够雇佣所需要的律师、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通常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门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 联盟天然气需求管理计划并迫使其重新提交全新的积极计划）。

此外，在一些地区，非政府组织已经成功地让公用事业部门经理们相信：对需求管理和电厂的投资问题进行磋商得到解决方案，要比进行冗长而没有价值的法律诉讼要好得多。在 20 世纪 80 年代晚期，由于非政府组织推进的新的管理

建议使得公用事业部门通过成功的增效投入挣到了比建造新电厂所能得到的更多的钱，磋商解决方案已经在加利福尼亚、马萨诸塞以及其他许多州为需求管理的积极改进取得了稳固的地位。

从那时起，非政府组织保持同公用事业部门经常性的磋商，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（常常为一项公用事业就一年投入成百上千美元），资助非政府组织雇佣可以在同公用事业部门的磋商中提供建议的需求管理专家。在许多案例中，专家们长时间以来已经成功地赢得了公用事业部门官员的尊重和信任，这可以从一些公用事业部门接受并实施非政府部门专家推荐的需求管理计划的行动看出。虽然还远没有普及，但是这种协调机制的安排在美国的许多地方尤其是东北部各州已经很普遍。结果，主要为公众利益而工作的需求管理专家已经形成了一个小而有影响的行业。

为提高加纳能源利用率而努力的团体

现在加纳正面临着一场能源危机，其中很大原因在于它的 95% 的能源供应一直都来自于阿科松博大坝（Akosombo 在加纳第一大河沃尔特河上——译者注），而这个大坝近年来遭受经常性的干旱导致发电量减少。为了减少危机的影响，1997 年加纳从科特迪瓦花费了 1800 万美元购买电能，并为了保持工业经济活动正常进行和保持投资者的信心，只收取了占成本 18% 的电费。

加纳节能联盟（ASE）是非洲最早专门致力于提高能源利用效率的非政府组织之一。这个区域面临的不仅有随人口增加而日益增长的电力需求，而且有每一千瓦时电所取得经济效益问题。这个目标由于非洲国家没有制定节能标准的缺陷而难以实现，并导致这个区域成为在发达国家禁用的耗电产品的倾销地。ASE 相信：在空调和冰箱这两个关键产品上提高能源利用率标准将能大大减少能源的浪费。ASE 主要关注以下项目：

- ▲ 提高大部分消费者对增加能源利用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，并发展本地的节能方法和设备；
- ▲ 在加纳建立联系节能技术专家、基金会、节能投入的受益者的网络；
- ▲ 致力于使加纳成为非洲可持续能源发展的典范。

想了解更多情况，请参见[联系方法](#)

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以尽可能成本最低的方式实现消费者需求的长期计划（通常这是一个整体的资源规划过程的一部分）时，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供应端可采用的措施之一。虽然一个公用事业单位的设想不可能总对增效措施所起的作用作出公正的评价，但是这个过程是对公众舆论开放的，这样非政府组织对这个过程就可以产生一定的影响。

美国现在正在学习另外一个有关需求管理的独特课程，这存在于一个解除能源市场管制，并将这个领域向竞争开放的过程中。当这个过程取得较广的立足点，许多正解除能源市场管制的州正向一个方向发展：将需求管理职责从公用事业部门分离出来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”。争论的问题是，尽管管理部门尽最大的努力给以适当的鼓励，大多数公用

事业部门发现他们一直处在自相矛盾的利益中：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。一个州属机构将用这钱雇佣公司来实施需求管理计划。

一些节能的办法：

有许许多多的办法来通过提高能源利用率节约能源，而且还不断有新的革新措施被发现。接下来介绍了一些最普通但又最好的节能措施：

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（而且还可以省消费者的钱）。根据落基山研究所的报告，一个夏天阳光直射的 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、炊具这么一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（而在夏天，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最多的电器，冰箱次之。
- ▲ 建筑物：要让房屋和公寓楼的能源利用率变得更高（包括供热和制冷）：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以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的供热、制冷、照明的 35-45% 的花费。影响一个窗户节能性能的因素是透光材料的类型（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“紧密程度”。遮荫的树木在太阳光到达建筑物之前就把它的热量吸收掉了，同时蒸发作用也降低了周围空气的温度。景观美化由不同的建筑类型、隔热程度、景观设计以及气候状况可以在整个夏天节省 25-60% 空调所耗用的能源。一些气候炎热的地区的公用事业部门已经开始实施植树工程。例如加利福尼亚州萨克拉曼多（Sacramento 加州首府——译者注）的市政公用事业单位（SMUD）正在进行一项可以说是美国最为雄心勃勃的植树工程。SMUD 计划通过它的树荫工程在 2000 年前种下 50 万棵树，而且到 1995 年已经种下了 16 万多棵，其中大部分种在城市居民区。这个公用事业单位向这个工程提供经费，并由非赢利的萨克拉曼多植树基金会来实施。速生的落叶树木在冬天可以让阳光透过，称为最佳选择。

商业部门、社会公共机构和工业部门：

- ▲ 技术和设备：据斯德哥尔摩环境研究院资料，在工业部门改进能源利用率总包括几乎所有的基本生产技术——特别是在大多数国家耗用 2/3 工业用电的发动机。高效率发动机技术很复杂，而且经常需要针对特定的工业设备。在许多国家钢铁工业也占用了相当大的能源份额，技术先进的熔炉可以节能 40-45%。同样的，据估计，通过使用改进过的设备，铝的生产可以节能 50%，

而应用铝的循环利用技术（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：虽然住宅和商业建筑的可采用的节能措施有一些类似的地方，但是在使商业建筑更节能的最佳办法是改进空调和照明系统。

节水技术

更充分的利用水资源，在效果上，等于创造了新的供给来源。根据国际水资源短缺问题专家桑德拉·普斯特（Sandra Postel）的观点，要在工业削减用水需求 40%–90%，在城市用水上削减 30% 或更多，在农业用水上削减 10%–50%，现在的技术办法完全能够做到而且无需降低经济产值或生活质量。在发展中国家，节省资金、避免生态破坏，水供给管理计划的潜在好处是巨大的，而且还省出水来向原来得不到水供应的地方供应。

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

“水需求管理的目标在于：

- ▲ 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；
- ▲ 使每单位水使用产出的社会经济效益最大化；
- ▲ 提高水资源利用率。

需求管理包含了好几种保护水资源的方法：经济政策、引人注意的水价；法律和规章制度，比如限制某种水的使用途径；公众和社区的参与，确保这些解决方案能起作用且为公众所支持；以及从技术上解决，例如安装水流限制器。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。节水技术措施也应当有对经济、法律、制度和政治方面的考虑。

以下是削减需求的具体方法的列表。大多数方法被设计出来应用于本地或区域水供应部门或政府部门。市民应当施加压力以保证他们的水供应部门和政府尽可能地做到这些。

- ▲ 进行整体的供水系统检查，找出漏水的地方并进行修理。在像索韦托镇（南非东北部城市——译者注）这样还在使用着种族隔离时代的水管系统的地方，近 50% 的水由于漏水而浪费掉。在纳米比亚的温得和克，近 33% 的水从漏水的输水系统中流失了。
- ▲ 在社区、商业企业、学校实施公众信息计划（参见 一个优秀的南非学校用水审查计划的相关资料）
- ▲ 对所有的新的水管连接处进行计量，修整现有的连接处
- ▲ 在提供低价或无偿的维持人类健康所需的“生命线”水平的水供应（根据 WHO 标准为 50 升/天）外，应当适当地确定水价。“非节约型”的定价不能对减少水的使用起到鼓励作用。这样的定价方式的特征可以从水价降低时用水量增加的比值看出（成反比）；或从不管消费者用水多少都在每轮结算时收取固定费用和典型地由高额的固定费用与低廉的商品费用来确定账单的定价方法的比值看出。节约型的定价方法对消费者减少用水量平均值或最高值，或者对两方面都起到鼓励作用。节约型的定价方法包括以下的任何一种：随用水量

增加提高价格：季节性的水价；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或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商业运作过程设立节水标准。

在单个家庭减少水的浪费：

▲ 进行用水调查来检查漏水、浪费水的设备和灌溉行为

▲ 制定为高效率的洗衣机和其他有很高水利用率的设备提供财政鼓励的政策

▲ 制定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的政策

▲ 要求游泳池、温泉池加建顶盖来减少蒸发。纳米比亚已经研究了这个问题，发现在温得和克每个水池一年要蒸发掉 40 立方米的水。塑料顶盖被要求安装并且已经减少了 95% 的损失

▲ 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的浪费（公园、运动场、大旅馆）

▲ 提出节水计划、职员培训与奖励计划。可以包括风景区用水调查，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（给节水灌溉系统的贷款、优惠以及补助）。

▲ 禁止浪费水，比如不允许在所有新的商业性洗衣系统中不安装水循环利用系统

▲ 为新的风景区开发向客户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：

南非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。而且无需明显的降低服务质量，也无需消费者的任何长期的花费，就能够实现这些节省。事实上，这个地区的一些城市已经通过需求管理取得了显著的节水成效。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像从 700 公里外的奥卡万戈河（奥卡万科河 纳-安哥拉界河 译者注）输水这样的开辟新水源的办法的 1/10。

在南非的赫曼努斯（Hermanus 开普敦旁 译者注），这个城市从 1996 年开始的节水计划在第一年就减少了 32% 的水需求。赫曼努斯计划包括了这样一些措施：鼓励智能用水的园林灌溉方式；改进水的计量系统；去除蓄水区域内生长的耗水量大的外来植物；以及在学校、家庭进行用水核查。这是南非为城市地区实施的第一个长期节水计划。它建立在克鲁格国家公园（Kruger 南非东北部 译者注）的一个削减了游客用水达惊人的 73%、用电达 60% 的成功的需求管理计划基础上。

虽然南非现在还没有广泛地推广赫曼努斯计划的国家规划，但水资源事务部的节水规划在 1999 年 5 月发布了“节水和需求管理国策框架”，这份报告将引导南非水资源规划者们制定更为清楚明了的指导方针。这份报告宣称：“降低水资源需求的增长能够延缓对大型基础设施建设的需要，并由此支持可观的财政支

出……据估计，如果 Gauteng 用水需求的增长速度不降低，在接下来的 20 年里，将不得不花 100 亿兰特（南非货币 译者注）建造新裁的废水处理工厂，花 170 亿兰特扩充供水工程。推迟 Gauteng 所有新的大型供水基础设施建设计划，仅一年就可以产生超过 20 亿兰特的净收益。”

另一个已经制定了节水计划的城市是津巴布韦的布拉瓦约（Bulawayo 津巴布韦西南部城市 译者注）。同许多其他的南部非洲城市一样，它不得和 1991-1992 年的极为严重的大干旱抗争。这个城市实施积极的对用水增加逐步提高税率的课税结构，并对超额的用水处以重罚。新的水表被安装到了许多企业和家庭中，而且还组建了自行车巡逻队检查 2100 公里的输水管道的漏水情况。这个城市由此减少了 30% 的家庭用水需求和 40% 乃至更多的工业需求。此外，90% 的城市人口使用着污水系统，而通过废水回收再利用，每天可以提供 8000 立方米的水来灌溉公园、运动场和道路绿化带。然而，因为干旱已经过去，用水需求的增长又已经几乎恢复到旱灾前的增长曲线上了。

引人注意的是，不管用水需求管理办法实施起来如何的容易而有成效，这个地区很少有国家在有实际意义的尺度上来实施它。在 1999 年 5 月的用水需求管理会议上，来自这个地区的水资源管理者们引证说，今天南部非洲的用水需求管理的最大阻碍是缺乏政治意愿。要产生能改变目前状况的政治意愿，需要知情的公众愿意站出来讲话，施加压力，使用水需求管理在未来几年成为水供应计划的一个不可缺少的组成部分。

部分问题在于，本地区最大的用水户是很有影响力的大型农业。南部非洲的农业在消耗了其他行业多得多的水：在莫桑比克和津巴布韦占 80%，在纳米比亚占 66%，以及在博茨瓦纳和南非占了 50%。与之形成对照，家庭和工业部门一般各自消耗了不到 15%。灌溉损耗通常十分明显。据估计，从水源取来的水近一半被浪费了。例如，如果南非灌溉设施能提高即使仅仅 20% 的效率，家庭和工业将能得到双倍的可用水。很明显，通过在农业部门实施节水可以获得巨大的收益，但是，在这个地区并没有一个国家在农业上广泛地提高用水的效率。（Steve Rothert）

节约工业用水

通常来讲，工业是用水密集型的。根据南非水资源事务部的统计，一个工厂会用掉 45 万升水生产一辆小型轿车，用掉 130 升水来生产一辆自行车，用掉 53 升水来制造一双鞋。据估计，莫桑比克的采煤业在挖掘和冲洗过程中一秒钟要用掉 1 立方米的水。虽然非洲的工业部门用水总量相对来讲比较少（例如在南非少于 8%），但仍有可以改进的余地。在世界上的一些地方，包括化工、钢铁、造纸工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。在一些国家，这些工业部门在生产过程中再利用或循环利用水，并重新设计耗水少的生产工艺。例如，在美国，在 1950-1990 年间工业用水量下降了 1/3，而同时工业产值却增长了近 4 倍。在前西德，今天的工业用数量只和 1975 年持平，而工业产值已经增长了近 45%。在瑞典，十年多点的时间里，严格的污染控制措施已经在木浆和造纸工业生产量翻番的同时削减了一半的用水量。

然而，发展中国家的进步速度很缓慢。例如在中国，生产一吨钢需要的水在 23-56 立方米之间，而在美国、日本和德国，却平均少于 6 立方米。类似地，在中国造出一吨纸需要大约 450 立方米水，是欧洲国家的两倍。中国现在在许多大河流域面临严峻、长期的水资源短缺。黄河，中国最大的河流之一，由于如此过

度地取水，以至于被认为将要干涸。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。

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掉 1000 升。

农业耕作的改良

既然农业占用了世界近 70% 的从河流、湖泊以及地下含水层汲取的供人类使用的淡水，在对灌溉效率的改进中当然存在着巨大的节水潜力。减少 10% 的灌溉用水，我们可以让世界范围内的家庭可用水量翻番。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助数额）；采用合适的耕地排水和土壤管理办法，并且减少化肥、农药使用量。

具有代表性的情况是，政府向大型商业农场主们提供高比例补贴额的水，降低了节水的需求，鼓励了浪费行为。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% 真正地流到了庄稼那里。大多数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的一些水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、盐分的掺入而不可改变地下降了。这其实可以说是商品化农业消耗水的另一个“方法”：是水被污染而不能再被安全地饮用。在商品化农业盛行的地方，从农场中流出来的水已经污染了用于供给的水，是其中的毒素累积到危险的水平。

规划和建造得很差的灌溉系统不仅损害水质，而且由于产生盐碱化，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容易在灌溉过的土地中积聚起来。糟糕的排水措施会污染供应用水，并且将地下水位提高到植物根部，淹死庄稼。全球有 8 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。

转而采用节水灌溉系统可以使得农业用水的节约达到最大潜力（专家介绍滴灌可以节省现在农业用水的 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，不仅多浇了比种植庄稼所需要的土地更多的地方，而且蒸发损耗掉许多。而滴灌以小剂量直接地把水供应到庄稼根系，在那里水可以直接被植物的根吸收。水通过将水滴到每棵植物的喷头输送，或者通过安装于地表或地下的钻孔的管子。这保证了蒸发损失很少，达到 95% 的效率。

虽然到 1991 年在世界范围内已经有一千六百万公顷土地采用了滴灌，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家优先考虑的重要事务，比如以色列，灌溉土地总量的 50% 采用了滴灌。但很清楚，这是一个例外，大多数干旱国家还有很长的路要走。

另一种有前途的称为低能耗精确应用系统（LEPA）的灌溉系统，相比于常规喷灌系统有实质性的改进。LEPA 办法通过从喷头臂延伸出来的滴管将水送到庄稼那里。根据约翰·霍普金斯人口信息计划（美国）发布的报告《缺水世界的解决办法》所讲，当这种办法与适当的节水耕作技术结合运用时，也能取得 95% 高效率。因为这种方法在低压下运作，能源消耗也可以比常规系统降低 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%，而且他们的投资可以在一到两年内收回。

另一个越来越流行的做法是将城市废水重新利用到附近种植蔬菜和水果的农场（具体情况在开头第 41 页）。今天，至少有 15 个国家的 50 万公顷土地用处理过的常被称为“褐水”的城市废水来灌溉。以色列拥有所有国家中最为雄心勃勃的褐水计划。以色列的下水管道污水大部分被净化后重新用于灌溉 2 万公顷的耕地。种植在厄立特里亚的阿斯马拉（厄首都 译者注）的蔬菜的 1/3 是用城市废水灌溉的。在赞比亚的卢萨卡，这个城市最大的非正式居民区之一的蔬菜就是用来自附近沉淀池的污水灌溉的。

传统取水

南部非洲在小规模农业耕作上有着丰富的传统。在这样的农耕系统里，水的利用通常是具有可持续性的。这些系统包括雨水与地下水的取用、小型水坝、浅井、低成本的水泵和保湿等农耕的做法。认真考虑传统的节水技术和有效的现代手段的结合，将有助于平衡干旱地区农业的需要和适应不断发展的世界上的用水需求。

但直到最近，这些传统灌溉办法中的许多被南部非洲官方的灌溉计划所排斥，比如联合国粮农组织。根据水资源专家桑德拉·普斯特（Sandra Postel）的意见，虽然这些办法已经得到越来越大的认可，非洲的小规模灌溉方式很少得到投资信贷、拓展性服务和其他形式的支持，而大型灌溉计划却能得到这些支持。“结果，小规模灌溉的潜力在非洲一直被压制着得不到发挥，粮食生产也一直得不到保障，”普斯特在《最后的绿洲》（参见资料）中写道。

径流农业在年均降水量 100 毫米或甚至更少的地区被采用。在降雨量多的时候，雨水被收集进储水箱，并在整个旱季使用。

坦桑尼亚的 Sonjo 用最高达 3 米的小型柴木坝引导水流，灌溉乞力马扎罗山上的坡地。这种小水坝很容易被洪水冲毁，这个特性能加强整个系统的可持续性，因为洪水当时也冲走了坝下大多数的沉淀物。同大型水坝不同，柴木坝仍允许水流过，这就减少了下游的生态危害。由于这坝是利用本地的材料和劳力筑成，重建它们并不是一笔大的开支。

另一个传统的做法是：沿着等高线在坡度较缓的地面上堆起长长的石堤，减缓水流的速度，使水历经更多的区域。这个办法从布基纳法索的 Yatenga 地区发展起来，现在正被这个国家的 400 个村庄的超过 8000 公顷土地所采用。这也被肯尼亚和尼日尔采用。根据《缺水世界的解决办法》的数据，这个做法已经增加了约 50% 的粮食产量。

津巴布韦的 Dambo 耕作模式是一个可持续利用自然资源的一个经典例子。Dambo 很小（通常小于半公顷），是被季节性淹没的谷地，位于盆地的排水口，水可以从这里流到更大的沟渠。从较高的土地或沟渠流出的水收集起来供这些谷地里的园地使用。Dambo 可以在旱季延长时保存水分，并成为在一些干旱时期唯一能种植玉蜀黍的农田。

永久农业

减少从水到化肥所有的农业投入的一个更广泛的途径是学习永久农业这个课程。这是一个可持续的农业系统，建立在观察自然系统，并与自然相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。它强调要种植不同的

庄稼，以提供不同的收益和土地利用方式。种植植物和饲养动物，以获取肥料或者因为他们产生天然杀虫剂；植物或动物产生的废物被混合成肥料并放回土壤。“收获”像蜗牛这样的害虫来喂养家畜如鸭子和鹅，而土地被依着等高线筑上开垦以方便收集雨水，并覆盖起来减少蒸发。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力。

永久农业的具体做法因地制宜，这根据对能由当地气候、土壤和文化环境而起作用的办法的考察。非洲的一些传统农民实践着他们自己版本的今天称为永久农业的耕作方式。现代系统下的永久农业已经在博茨瓦纳、南非和莱索托投入实际运用。

在非洲，同大规模灌溉相比，经验表明小规模灌溉已经取得了非常良好的效果，并且还有相当大的未开发的扩展潜力——包括公共和私人两方面的投资。困难在于……很少由政府情愿因为大规模工程的效率低下而简单地放弃对其投资。大规模工程系统更为服从中央政府的控制，这样就对许多非洲政府的保守的城市中的官僚们具有吸引力。

Ceoffrey Stiles: 《需求端管理，使非洲水资源利用节省而高效》

水和能源的新来源

虽然当需要新的水和电力时首先应当对需求管理工作进行检查，但是对资源的节省不可能永远遏制对新的供应来源的需要。有许多可持续性的途径来得到水和电，这些途径会比规划者们所喜欢的大规模基础建设造成的对生态系统和社会的危害要少。不是所有的可选择方案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。大规模项目不总是最佳方案，但是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。此外，下面所讲的系统中的一部分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主意。

水

地下水补充

目前，在许多南部非洲国家，水供应的一大来源是地下水。尽管一些国家似乎拥有丰富的地下水资源，另一些国家却发现在某些情况下它们作为供水来源的蓄水层正快速地被耗尽。在该地区，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将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息并重新充盈后会恢复，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。

纳米比亚（Namibia）一直在进行利用蓄水层作为地下水库以延续现有的地表供水（增加现有的地表供水能力）方面的研究。通过将净化后的地表水人工回灌到以后将抽取的蓄水层中，Windhoek 地方政府希望能够减少每年由于蒸发而损失的水量。他们预计这种方法可以节省多于 10% 的水供应量。

在印度的 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。村民们负责蓄水池的建造和维护，以及大约 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。

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，地下水位下降得太多以至于即使一场很大的降雨也不能提升地下水位。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。一个山区的村庄首领称，“以前干涸的井现在一年四季都有水了。”

雨水收集

在非洲和世界上其它一些地方，更多的人们回归到进行小规模的水收集来获取供水，通常是使用一个可以从屋顶收集水的系统。埃塞俄比亚 (Ethiopia) 报纸‘观察者 (The Monitor)’在 1999 年 1 月 19 日刊登的一篇文章描述了这样一个成功的屋顶水收集项目。该项目由农业部领导，并得到了瑞典国际发展署 (Swedish International Development Agency—SIDA) 和一个名为水行动 (Water Action) 的当地非政府组织的帮助。“这项新技术的引进能够使家庭通过收集，利用一个中等大小的储水池，获得多达 5 个月的饮用水。这些家庭没准还可以拥有多余的水来浇灌花园。”文章指出，对大多数的埃塞俄比亚人来说，采用此技术的唯一问题是费用。水箱、水管系统和水槽的费用超过了大部分农民可支付的范围。希望国际援助机构提供的津贴和在降低材料成本方面的研究工作能够使该项目更加广泛地开展。

一个名为水和乡村发展协会 (Association for Water and Rural Development—AWARD，见‘联系方式’) 的南非团体制作了一份材料，提供关于如何从房屋、学校或其它建筑物的屋顶上收集降水的方法。该协会计算出，对于每 30mm 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，即可收集到 1200 升的水。AWARD 估计，这可以节省一个人去当地集水水源取水 16 趟的水量。他们还给出了水箱的预算，从只需 R180 一个的容积为 2500 升的混凝土水箱，到价值 R1000 一个的 4500 升钢制水箱。

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从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，来自海水淡化的供水不像来自共同拥有的河流淡水分配那样更易受到政治因素的影响。对于内陆国家，从海岸获取水则将需要额外的费用和互相的合作。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可饮用的水。它还用来清理含硝酸盐、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，那些地区的人们并不把淡化水作为唯一的水源——除非淡化水的成本会降低（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的生产能力达到 15,540,000,000 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（Saudi Arabia）的淡化水产量位居世界第一，达到世界总量的 24%。

对于淡化水的生产，普遍关注的问题是过程太过昂贵并且要消耗很多的能源（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，在干旱的纳米比亚北部沿海地区，预计淡化水的成本比取用当地地下水高出 35%）。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低价）。人们经常将淡化水的价格与那些现有的供水来源价格进行比较，但一般来说，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、有利于环境的供水来源（淡化水在经济上和环境上都具备一定的竞争力）。

淡化水的成本受到需要去除的含盐量以及采用的方法的影响。需要去除的盐分越高，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，越大的规模则越经济。能源是淡化处理成本最关键的因素。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处理量和类型、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 Gavin Liao 介绍说，此设备的模块化系统使得安装十分简便，它可以低于 US\$300,000 的成本生产 100 立方米（25,000 加仑）的饮用水。Liao 说，AquaGen 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 327,000 立方米。AquaGen 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，希望以此建造一个“新海水淡化中东（New Desalinized 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，并教会当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。《世界水与环境工程》（*World Water & Environmental Engineering*）期刊 1999 年 1 月期上刊登文章称，该项目联合了美国能源部（US Department of Energy）和美国环境保护署（US Environmental Protection Agency），于 1998 年 7 月开始实行。一个更大规模的太阳能海水淡

化设备正在接受测试中。一种完全自给的海水淡化系统在 1999 年早些时候由巴勒斯坦加沙（Gaza）的 Al-Azhar 大学和日本公司 Ebara 进行了评估。这个系统每天可以淡化处理 600 升的咸水。在设计时，还包含了将该系统用于灌溉的理念，因此公司计划同时设计推出配套的微灌溉系统。公司还打算研制较大规模的设备，尽管便携性和易于安装是该小型设备的优点。由于只包含很少的活动零部件，该设备所需的维护工作也不多。

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（这两者在本章都有介绍）可以为海水淡化工厂提供能源。由于具备较好的太阳能利用潜力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的。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，消除将污水排放入河流和海洋而带来的环境问题；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遭过度开采而损害的水生生态系统恢复健康；相对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，全国总用水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许多不同的处理方案。一种方法依靠使用具有生物活性的藻类（algae-activated organisms）进行处理。废水贮存在一系列的水池中，被置以厌氧菌和有氧菌处理，直到可用于灌溉农作物。

在印度的加尔各答（calcutta），人们将大多数未经处理的污水引向一个自然形成的沼泽污水塘系统，在这儿还养殖着鱼类。这个城市 3,000 公顷的污水塘每年为城市消费者生产多达 6,000 吨的鱼。由于沼泽中复杂的生物相互作用消除了污水中的有害病原体，因此这些鱼可放心食用。

据 *On Track* 杂志（1995 年 5-6 月刊）报道，南非 Grahamstown 地方政府建造了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为各种家畜提供了丰富的饲料（见图）。

随着污水处理技术的进步，处理过的水其应用范围也得以扩展。一些城市开始使用经过处理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。以纳米比亚的 Windhoek 为例，它是非洲南部地区第一个采用循环利用的废水作为公共水源的城市，并且已经持续了 15 年。

经高度处理后的废水不能直接作为水源输出。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。

驻美国的国家研究委员会（US-based National Research Council）1998 年的一份报告提醒到，禁止政府和水资源管理者在废水应用规划上走捷径。在作出将回收后的废水输入城市供水的决定前，他们必须首先完全掌握可能出现的污染物将对公众健康带来的影响，并设计提供综合的监控、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。

减少污水处理的耗水，也可节约大量的水。污水处理是一个耗水量十分大的

过程，普遍使用的系统无法持续增加到可满足 3,000,000,000 人的需求，那样的话每个人身边将都是污水了。自然的水处理系统，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物用作农业用途，并不需要通常想象中那么多的占地。尽管氧化池的占地是其得到应用的一个障碍——特别是在城市地区。此外，这样做可以减少污染，减轻对化肥的需求，并且常常可以基于当地的传统以小规模和低成本的技术实现，因此可以分散进行，并对生态有益（具备一定的生态合理性）。

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，却特别适合于电网触及范围之外（off-grid）的应用，在那些地方生活着 330,000,000 的家庭（2,000,000,000 人），他们无法得到能源供应。尽管如此，太阳能电池（PV）的生产（更不必提及其价格）滞后于对其的需求。据来自能源替代非洲（Energy Alternatives Africa—见联系方式）组织的 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。

从太阳获取能量有多种方法，两种最为常见的是通过光电池（PV）和太阳能热力。作为一种应用广泛的能源，太阳热能有更大的潜力，但光电池是为处于电网外的建筑提供能量的极佳来源。

光电池能将太阳光能转化为直流电能。光电池没有活动零部件，也不使用任何燃料。在过去的 25 年里，光电池的价格下降了超过 100 倍（fold），应用日趋普遍。新技术已经使得太阳能电池的生产成本得以降低。科学家们相信，这些技术可以将太阳能电池的成本从 1998 年的每千瓦 US\$4,000 在下个年代下降到每千瓦 US\$1,000，这将使其在世界上许多地方成为一种具有竞争力的电力来源。

光电池具备许多的优点：

- ◆ 除了设备本身，不需付出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电池系统，这提供了一个就业的机会，而且减少了他们对政府电力供应网的依赖。肯尼亚拥有一个繁荣的光电池工业，如今更多的家庭从太阳能系统获得的电力多于从国家电网中获得的，当地的居民也接受了安装和维护太阳能电池的培训。

依据世界观察研究所（WorldWatch Institute）的数据，全世界将近 500,000 个家庭正在使用光电池自己生产能源。对于那些无法接入到电力网的 20 亿人而言，太阳能可能是他们最有可能支付得起的获得能源的方式。

博茨瓦纳、纳米比亚、南非和该地区其他一些国家正在进行一些激动人心的项目，在乡村地区以低廉的成本安装光电池系统。例如，在纳米比亚，太阳能家庭系统（Solar Home System）工程已培训了 100 多名技师负责安装和维护该系统。在博茨瓦纳，国家光电池农村电力化项目（National PV Rural

Electrification Programme)以“确立巩固 PV 照明系统作为可更新能源的地位,提高地方 PV 公司的信誉,帮助农村居民为该系统筹措资金。”作为目标。此项目开始于 1997 年,向愿意安装光电池系统的村民们提供优惠的贷款,并要求村民组成股份制团体以降低成本。在博茨瓦纳首都 Gaborone, 安装了 3,000 个太阳能热水器后,其电力需求减少了 5%。在世纪之交,南非政府通过利用太阳能,保证向超过 2,500,000 的家庭提供电能。

1999 年 4 月,南非当时的总统尼尔森·曼德拉(Nelson Mandela)在东海角发起一项规模浩大的农村电气化工程。由埃索科(Eskom)和壳牌(Shell)可更新能源公司联合投资的家庭能源工程(Powerhouse Programme),将向 50,000 个农村地区的 500,000 家庭提供太阳能电池板。这些家庭将不需要支付或维护这些太阳能设备,因为没有补助金,这些农村居民并不具备相应的支付能力,但作为替代,它们需要为安装系统支付 R150,以及以后每月 R47 的光电池使用和维护费用。

在美国和其他一些地区,有些电力设施安装了一种“网络电表(net metering)”系统,容许拥有太阳能电力系统的联网家庭把自己生产的电力输入到电网系统中。这时,这种电表会倒转,从而减少了家庭电费开支。在月底,如果消费者的用电多于自己发电的,则只需支付超过的那部分能源费用,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。这个系统不需要其他特殊的电表。它大大鼓励了太阳能电力系统的安装,因为即使其生产的电力不被拥有者自己使用,他们也能够获益。目前,在美国有 20 个州开展了此项目。

大规模的太阳能系统能够用来取代那些过时的、或污染严重的能源设备。太阳能热力系统使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,这些设备就可以不间断地提供能源。人们正在研究发展能够生产大量能源的太阳能系统样机。美国一个名为 ReCast 的项目,正致力于创造“太阳能事业地带(Solar enterprise Zones)”,希望能够以此刺激全球范围内这类技术的研究发展。

风能

短期来说,风能是最有前途的一种可更新能源。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,使得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。

埃及在此领域也处于领头人之列,它在开展一个能使埃及的风力发电量达到非洲第一的项目。埃及的红海沿岸是世界上风力资源最为丰富的地带之一。在那里,一年中 95%的时间平均风速可达 23 英里/小时(约 10.7 米/秒,在欧洲和美国最大的风力发电地带平均风速为 16 英里/小时)。The 43 percent greater wind speed found in Egypt delivers almost 300 percent as much power. 这些极

佳的风能还很便宜：在一个新建的地带，风车产生的电能成本预计只需 4 美分/千瓦小时（约 RMB¥3.3/千瓦小时），是德国平均风力发电成本的三分之一。风力发电场由政府专门建造在靠近 Zafarana 一块面积为 32 平方英里（8288 公顷）的沙漠地带。在 2000 年底之前，发电量应达 90 兆瓦（可满足一个 15,000 人口的城镇需求：enoughto power a town of 15,000）。埃及可更新能源领域的权威人士期望这个风力发电场在 2005 年之前发电量能够达到 600 兆瓦，这是目前埃及全国能源需求量的 3%。

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——并且几乎无污染。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。天然气等可以作为其燃料，如果它具备一个转换装置能将燃料转变为氢。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，因此也非常适合于南部非洲这样的干旱地区。

燃料电池可以为车辆、独立的建筑物以及大型发电厂（large-scale utilities）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。这项技术有可能对减少全球温室气体排放带来重大影响，举一个例子来说明，10,000 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 6,980,000 加仑。燃料电池汽车预计在 2003 年以前甚至更早些时候被广泛使用。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（General Motor）最近的一项研究表明，使用燃料电池的汽车发动机制造成本可以做到与内燃发动机的成本基本相当。

燃料电池还能利用污水处理设施排放的甲烷（沼气）和二氧化碳气体等温室效应气体。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副产品污染物的排放。

燃料电池可以促进能源多样化和向可更新能源的转变。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、风和太阳能。

小型水力发电

在某些地区，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小。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。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产生于此。在一些地方，地表下天然的热“水库”提供了丰富的地热能源进行发电。以一些国家为例，1993

年，在肯尼亚，这些天然蒸汽的发电量占总能源供给的 9%，在尼加拉瓜占到 28%，在菲律宾占 23%。

然而，对地热资源的利用并不局限于小范围的地热发电。地球上任何一地方都可以通过地热热泵技术，对地表下恒温区的地热加以利用。在冬天时利用热泵技术从地底吸热为建筑物内取暖，在夏天散热以降温。尽管地表下几英尺处的土壤温度会随着季节变化，再深一些的地方则终年保持恒定的温度。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

利用生物废物发电被证实是回收利用大量有机废物的一种经济、实用的手段。由牲畜、农业、商业和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，然后就可将其转变为能量。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，或带动一匹马力的内燃机运转 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，这些病原体能够导致诸如伤寒、几内亚寄生虫病、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、印度和尼泊尔得到了广泛的应用，但在南非有待推广。

在许多发展中国家，大部分的有机废物如粪便和农业废弃物被直接作为燃料烧掉（被称为“biomass”）。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（World Health Organization 1992）报告称，发展中国家中由于燃烧生物废料，700,000,000（7 亿）妇女面临着患有严重健康问题的危险。如果这些废物被用来生产沼气，这些健康问题就可以减少。

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形式，但这并不妨碍这种方法继续变得更为经济，在技术上也更加可行。依据 *新科学家*（*New Scientist*）杂志（1998 年 5 月 16 日刊），现在海浪发电的平均成本比 1982 年降低了十倍。该杂志介绍说现今使用的海浪发电机，每 6 台中有 3 台的发电成本在经济上具有竞争力，有 1 台的发电成本比在英国使用煤炭还便宜三分之一。据其称，现在英国政府正严肃地考虑应用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%。

美国的夏威夷岛、日本、巴里岛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 1,000 米处海水之间的温差发电。

南非为穷人提供的生态住宅

国际节约能源学会-非洲部（IIEC-Africa: International Institute for Energy Conservation-Africa）正在与南非各组织一同合作，拥护住房安置部（Department of Housing）的新政策方向，并致力于在全国实行更多合理的能源措施。IIEC 是一个国际非政府组织（NGO），成立于 1984 年，在世界经济发展中推行可持续的能源策略、技术和具体措施。IIEC 在约翰内斯堡（自 1996 年起）、曼谷、伦敦和华盛顿设有办公室。IIEC 的经验向人们显示，通过节约能源，国家能够以相当低的成本满足不断增长的能源供给的需要，从而可以将资源集中在

其他优先发展的方向上，例如教育和医疗卫生。

IIEC-非洲部的工作重点集中在新能源项目和合作、低成本可持续住宅（low-cost sustainable housing）、减少温室气体排放和可持续运输（sustainable transportation）等方面。该团体管理两个住宅项目：生态家园顾问（Eco Home Advisors）和可持续家园动力（Sustainable Homes Initiative）。

改变南非住宅供给部门的面目需要成功的实例，这就是生态家园顾问项目背后的动力所在。该项目提倡不消耗其他能源的太阳能设施（passive-solar）、高效住宅、以及进行智能水管理和废物管理。节水措施包括流量小的淋浴头、两种冲水量的厕所和将使用过的水用来浇灌花园。顾问们还通过园艺和植树鼓励当地开展绿色活动，倡议食品安全和社区环境美化。

生态家园顾问项目向住房安置团体（housing delivery group）提供有利于环境健康的建筑理念方面的培训。培训之后，由地方上的合作伙伴团体选择顾问在他们的住房安置区域工作以实现这些转变。IIEC-非洲部与它的合作伙伴，包括在东伦敦的（East London）的 Afesis-corplan 和 Pietersburg 的 Development Focus，共同努力为 5 个省区的居民创造生态住宅。这些合作团体建造的生态住宅引导工程将作为各省的“最佳示范实例”现场，鼓励对其进行复制建造。IIEC-非洲部希望在 2000 年早些时候之前，所有的九个省中，分别都能安排至少一名顾问。

类似于顾问项目，可持续家园动力（Sihlangene ngnzeZindlu）项目向南非传统遗留下的不发达地区（historically disadvantage communities）推行有利于环境健康的住宅。这个三年的项目将一系列的援助、培训、发展和网络功能结合起来，努力改善建造、资金筹措、培训和材料各方面的状况，以实现数以万计的生态住宅为目标。这项开创性的工作得到了（Building off the pioneering work of groups like...）包括 Kutlwanong 市综合住宅安置监管（Kutlwanong Civic Integrated Housing Trust）、Nova 基金会（the Nova Foundation）、Thlolego 学习中心（Tholego Learning Center）、PEER Africa 和 Holm Jordaan and Partners 团体的合作，此工程旨在推行低成本的有利于环境和健康的住宅。

IIEC-非洲部还同住房安置部（Department of Housing）合作研究特别的资金方案，提供给那些采用生态住宅建造措施的商业建筑公司。这种资金筹措项目将在“绿色财务”鼓励项目之后在英国和其它国家得到效仿。

可持续家园动力项目的最大成就无疑是为那些希望建造生态住宅的低收入地区人们提供机会得到免费的技术帮助。作为“绿色专家方案”，项目的资金被用来支付专家的咨询费用，这些专家将为该项目工作一定的时间，确保这些住宅工程至少采用了无需花费的生态住宅措施。

更好的照明

高效照明动力（the Efficient Lighting Initiative—ELI）是能源企业埃索科（Eskom）公司住宅需求方面管理项目的核心组成部分。这个项目以住宅区 8800 兆瓦的具有成本效益的节能需求为目标。其中大约 2500 兆瓦将来自于提高能源效率，而这当中的照明设备（占 770 兆瓦）是节约最多的独立单元。IIEC-非洲部正在帮助 Eskom 公司执行 ELI 项目。从国家的角度来看，该项目的实现降低了住宅照明设施的成本，增加了电力供应系统的安全性，减少了发电对环境带来的影响。IIEC-非洲部正在特别研究如何鼓励当地的优质小型荧光灯生产商，让他们能够显著降低产品的成本，从而使其价格更加低廉，令家庭能够支付得起。

在当地建立生产厂也是一条理想的途径，无论从工厂的所有权，还是创造的管理和制造类的就业机会上看，都为黑人争取了参与经济权利。

与了解更多的信息，请参考联系方式。

术语表

蓄水层 (aquifer): 含有淡水的土层。它是地下水重要的水源。

小块灌溉 (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维持的生物类型。

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

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

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

需求的监督和调节 (demand management, 也称为 “demand-side management”): 针对水资源和能源的系统保护。包含等式/平衡中需求方的变化，例如效率革新、通过政策和价格减少废物、为节能翻新建筑、修理漏水的水管等。

淡化 (desalination): 从水（特别指海水）中取出盐分而获得淡水。

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，使用打孔的或多孔渗漏的水管。

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

蒸散 (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。

灰色污水 (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色污水。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，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，将水储存在地下水位之内的位于地表下的水坝。也被用作回灌 (recharge) 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): 水管理和分配的政治问题，由拥有权力的人决定。对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，为保护渔业、水质、航行或娱乐用途而容许存在的水量。

综合流域管理 (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，对供应方和需求方两方的资源的成本和收益情况都进行调查，在各种实用资源选择中合成开发总体成本最小的方案 (to develop the least-total-cost mix of utility resource options)。包括衡量由新的基础设施对环境产生的危害的方法，以及确认有成本效益的替代方案。

流域间调水 (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。

不可更新的水 (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。

可更新的水 (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。

河滨的 (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): 河流和其漫滩的生物和环境影响控制地带。

河流恢复 (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。

坝 (run-of-river dam): 抬升了河流上游的水位，但仅建造了一个小型的水库，无法对下游流量进行有效调解的水坝。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所产生的影响小，但它会在各方面对渔业造成严重的危害。

地表径流 (run-off): 排入到某一水道而非被土壤吸收的雨水。

径流耕种 (run-off farming): 通过将斜坡上的流水引导置低处的田地，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。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。

小型水利 (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): 通过不去破坏水循环或依赖于其的生态系统地的完好性，而维持人类社会在无限的未来延续和繁荣的能力的水资源使用策略。

废水 (waste water): 工业或家庭使用过的, 并且除非经过处理否则不适宜在使用的; 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, 作为回击地方水利调度系统之外的另一种选择或补充。(as an alternative or supplement to tying into local water delivery systems)

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。

分水岭 (watershed): 见集水区 (catchment)。

水资源紧张 (water stress): 当其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, 则地下水位会下降。因此, 地下水位是水资源的不可持续使用模式的一个指标 (one indicator of unsustainable water use patterns)。

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地获得更多的耕地和建筑用地, 湿地面积在世界范围内有了显著下降。