

## 西北地区水资源安全的生态系统途径

闵庆文<sup>1</sup>, 于贵瑞<sup>1</sup>, 余卫东<sup>2</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 南京气象学院, 南京 210044)

**摘 要:** 我国西北地区是资源型缺水地区, 对水资源进行科学、有效的管理无疑是该地区可持续发展的核心问题之一。在分析了生态系统管理的概念、特点、对于自然资源管理的意义, 以及影响西北地区水资源安全性的生态学原因之后, 提出了西北地区确保水资源安全的生态系统途径, 包括: 建立以流域为单元的水资源生态系统管理模式; 充分利用市场机制, 完善水资源管理模式; 以水资源承载力和水资源安全为基础, 进行西北地区的生态环境建设; 加强水生态环境管理, 避免因水污染造成更加严重的水危机。

**关键词:** 生态系统管理; 生态系统途径; 水资源安全; 水资源管理; 西北地区

**中图分类号:** S273

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2003)04-0272-03

## Ecosystem Approaches to Water Security in Northwest China

M N Q ing-wen<sup>1</sup>, YU Gui-rui<sup>1</sup>, YU Wei-dong<sup>2</sup>

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Nanjing Institute of Meteorology, Nanjing 210044, China)

**Abstract:** Northwest China is short of water resources and sustainable development there depends on the rational and effective management of limited water resources. Based on the analysis of concept, features of ecological management and its significances to natural resources management together with water security in Northwest China viewing from ecological angle, some ecosystem approaches to assure water security in Northwest China were proposed which include: (1) to set up a new ecosystem management model of water resources taken the watershed as an unit; (2) to fully use market adjustment mechanism so as to perfect the water resources management; (3) to take the water resources capacity and water security as the base of ecological restoration and construction; and (4) to emphasize the water eco-environment so as to avoid more severe water crisis caused by water pollution.

**Key words:** ecological management; ecological approach; water security; water resources management; Northwest China

### 1 生态系统管理及其对于资源管理的意义

#### 1.1 生态系统管理的概念

生态系统管理(Ecosystem management)或生态系统途径(Ecosystem approach),是在探索人类与自然协调发展过程中逐渐形成和发展的一种新的管理思想。它是把复杂的生态学、环境学和资源科学的有关知识融合为一体,在充分认识生态系统组成、结构与生态过程的基本关系和作用规律,生态系统的时空动态特征,生态系统结构和功能与多样性的相互关系基础上,利用生态系统中的物种和种群间的共生相克关系、物质的循环再生原理、结构功能与生态学过程的协

调原则以及系统工程的动态最优化思想和方法,通过实施对生态系统的管理行动,以维持生态系统的良好动态行为,获得生态系统的产品生产(食物、纤维和能源)与环境服务功能产出(资源更新和生存环境)的最佳组合和长期可持续性。其根本目标是维持生态系统的可持续性<sup>[1~3]</sup>。

#### 1.2 生态系统管理方法的优越性

与传统的管理理论和方法相比,生态系统管理具有以下几个方面的特点:

一是生态系统管理是一种更为综合的管理思路。它摒弃了传统管理中的以“人”为中心对管理对象进行管理或调控的思路,提出了一种更为综合的管护方法的新框架,在这个

收稿日期: 2003-05-06

基金项目: 国家“九七三”项目(2002CB111506); 中国科学院地理科学与资源研究所知识创新工程项目(CXDG-B00-02-05); 中国科学院“百人计划”(生态系统管理的基础生态学过程研究)项目研究成果。

作者简介: 闵庆文(1963-),男,中国科学院地理科学与资源研究所副研究员,生态学博士,主要从事区域发展生态学、生态系统生态学、资源与生态安全的研究工作。

框架中人类是其中的一个组分。它改变了以往把生态学与经济学、自然生态系统和人类社会经济系统、自然界与人类社会分离的观点,将可持续发展的思想同时应用于人类经济活动、社会进步和生态系统健康。

二是生态系统管理更加注重长期效益。由于对生态系统功能及其动态变化规律认识不足,在以前的诸多管理实践中往往较为注重短期的经济效益,而不是系统的长期可持续性。因此而导致的生态系统破坏,及其所产生的环境问题,往往具有滞后效应,这就要求我们必须进行科学的管理决策,避免因决策失误带来难以挽回的环境后果,生态系统管理正是在这种背景下产生的。

三是生态系统管理更加强调管理的动态性。动态是生态系统持续性的保证,生态系统本身在不同时间和空间尺度上都发生着变化,同时人类对生态系统的认知水平也在动态发展,这就要求相应的生态系统管理也要适应这种动态性的变化,不断调整和完善管理策略。

四是生态系统管理是科学、文化、社会三者有机结合的管理。生态系统管理不仅涉及到自然科学,而且与文化背景和社会环境密切相关。要把持续的经济、社会和政治体制与保持我们所依赖的生物多样性和自然资源的持续环境结合起来,不仅需要大量的以生态学为主的自然科学知识,还需要社会、政治和经济力量的支持和驱动,需要纳入市场经济体系中去运作,以经济和行政手段来推进<sup>[1]</sup>。

### 1.3 生态系统管理方法对于自然资源管理的意义

自然资源作为一种生产力要素,其作用主要表现在两个方面:一是资源的原料作用(即生产功能);二是资源的环境作用(即生态功能)。自然资源是否对人类生存和发展起积极作用,除了科学技术条件外,在很大程度上与资源管理有密切联系。从一般意义上说,自然资源管理的目标,就是最大限度地追求资源效益,包括资源利用率、可再生资源的永续利用水平、可循环利用资源的重复利用率、可综合利用资源的综合利用率等。从另一方面看,人类对于自然资源的开发、利用,就是人类利用、影响自然生态系统的过程。当资源利用适当,生态系统处于健康状态时,它就成为人类生存的良好环境,反之,将有助于人类健康和繁衍。

自然资源管理处于不断发展之中。由于人口的持续增长,生产、资源利用和处理的增加,远远超过传统资源管理下土地资源的增长,而人类对环境质量的期望水平却持续不变。恢复退化生态系统和合理管理现有的自然资源日益受到国际社会关注。基于以往的教训,人们认识到传统的单一追求生态系统持续最大产量的观点必须改为寻求生态系统可持续发展的观点,资源管理也从传统的单一资源管理转向自然资源系统管理。

自然资源系统实际上是一类社会-经济-自然复合生态系统。自然资源和自然生态环境都是以生态系统的形式而存在,是人类生存和社会经济发展的物质基础。对自然资源 and 生态环境的管理也就是对生态系统的管理。这种管理并不是一般意义上的对生态系统的管理活动,它要求人类重新审视自己的管理行为,必须合理利用可再生资源特别是生物资

源。因而正确的生态系统管理显得尤为重要,它是实现可持续发展战略的必由之路,是合理利用和保护生态系统健康最有效的途径<sup>[3]</sup>。

## 2 西北地区的水资源安全的生态学分析

西北地区水资源短缺是一个不争的事实,但西北地区的水资源还不仅仅是一个数量多少的问题,从生态学角度分析西北地区的水资源安全问题,很有必要。

### 2.1 西北地区的水资源安全更重要的是水生态系统的安全

按照联合国有关机构对世界各地经验的总结,可以得到关于水资源短缺的基本标准:人均 $3\ 000\text{ m}^3$ 以下为轻度缺水; $2\ 000\text{ m}^3$ 以下为中度缺水(联合国教科文组织的老标准为 $1\ 700\text{ m}^3$ ,并认为低于该数值的地区就不易再向外调水); $1\ 000\text{ m}^3$ 以下为重度缺水; $500\text{ m}^3$ 以下为极度缺水<sup>[4]</sup>。按照这一标准,我国尚未达到中度缺水标准,其中西北地区的青海、新疆均为不缺水地区,内蒙古为轻度缺水地区,陕西、甘肃为中度缺水地区,仅宁夏为极度缺水地区<sup>[5]</sup>。

但事实并非如此。因为按照另一个标准,水资源量折合径流深小于 $150\text{ mm}$ 的地区,属于天然生态不平衡的地区,在这样的地区人类活动不能再发展<sup>[4]</sup>。据此分析,上述西北六省区都是生态缺水严重的地区。可以说,西北地区生态问题的核心是水资源的问题,西北地区生态系统恢复的关键也是水资源的问题。

从流域生态系统健康、安全角度,西北地区的水资源利用是极不合理的。西北地区地广人稀,经济发展相对滞后,耕地面积占 $14\%$ ,但粮食产量只占全国的 $8\%$ ;GDP和工业产值分别仅占全国的 $5.6\%$ 和 $3.1\%$ 。水资源紧缺又是生态环境恶化最重要的因素,在西北地区,经济用水挤占农业用水和生态用水的现象普遍存在,而且已经严重地影响到区域生态环境安全。因水资源的不合理利用所产生的生态环境问题主要表现在四个方面:一是水资源过量开发,引起生态环境恶化,流域内各支流与干流间的联系明显减弱,而干流上中下游间的联系明显增强。水资源消耗向干流中游集中,致使下游天然绿洲萎缩,土地沙漠化进展加快;二是水资源利用方式和方法不当,灌溉定额过大,导致土壤次生盐渍化;三是水污染导致地表水和地下水水质恶化,如新疆天山北坡中段和东疆地区,甘肃河西走廊的石羊河、黄河流域等,这些地区的地表水-地下水大多经过了三次转化和利用,下游水质严重劣变,生态环境急剧恶化;四是水土流失严重,生态环境质量下降。在有些地区由于水资源短缺已影响人的生活甚至直接威胁人类的生存。

### 2.2 管理上缺乏系统的思想,进一步加剧了水资源的紧张局势

西北地区的水资源安全,不但呈现资源性水资源短缺的现象,而且管理上也存在着很大的问题。除了认识上的问题外,很重要的原因是水资源的管理体制、水资源的投资机制和水价政策中存在问题,在流域开发上不能上下游统筹规划统一管理,加剧了水资源的不安全性。西北地区水资源短缺,但耗水量却不少,水资源浪费严重,而且用水结构不合

理,用水效益很低。以2000年为例,全国人均综合用水量为 $430\text{ m}^3$ ,但西北地区却普遍较高,为 $850\text{ m}^3$ ,比全国人均用水量几乎高出一倍。新疆、宁夏、内蒙古大于 $600\text{ m}^3$ ,其中新疆、宁夏甚至超过 $1\,500\text{ m}^3$ ,而其它超过 $600\text{ m}^3$ 的地区中,如西藏、黑龙江、上海、广西、江苏,无一不为丰水地区。

从万元国内生产总值用水量看,西北地区的新疆、宁夏、甘肃、内蒙古、青海大于 $1\,000\text{ m}^3$ ,其中宁夏、新疆大于 $3\,000\text{ m}^3$ 。万元国内生产总值(当年价)用水量为 $610\text{ m}^3$ 。万元工业产值平均用水量 $182\text{ m}^3$ ,高的在 $200\sim 300\text{ m}^3$ 以上,比全国平均水平高出 $1\sim 3$ 倍。西部地区人均综合用水量最高,达 $500\text{ m}^3$ ,明显高于东部地区( $420\text{ m}^3$ )和中部地区( $400\text{ m}^3$ )。而万元GDP用水量差别更大,东、中、西部分别为 $370$ 、 $670$ 、 $1\,070\text{ m}^3$ 。农田灌溉效率低也是西部地区水资源浪费严重的一个方面,其平均每 $1\text{ hm}^2$ 用水量达 $9\,450\text{ m}^3$ ,明显高于东部地区( $6\,450\text{ m}^3$ )和中部地区( $6\,150\text{ m}^3$ ),宁夏高达 $24\,525\text{ m}^3$ ,位居全国第一,相当于全国平均水平的3倍。除西藏和海南以外,农业用水量在总用水量中都占有较大的比重,新疆、宁夏和内蒙古甚至在80%以上,而灌溉渠水利用系数低的只有 $0.3\sim 0.4$ ,比较高的也只有 $0.4\sim 0.6$ 。单方水产出效益,粮食产量只有 $0.5\text{ kg}$ ,约比全国平均水平低一半<sup>[6]</sup>。

另一方面,由于缺乏水资源统一管理的机制和适宜的水权交易和资源补偿机制,各自为政现象十分突出,造成了上游地区与中下游地区用水上的矛盾,水资源短缺导致用水竞争的增加,同时也造成了水资源的极大浪费。由于缺少流域统筹规划,河流上游河段调水工程多而集中,引水量过大。据分析,除去输沙用水,黄河每年可供利用水量仅有 $370\times 10^9\text{ m}^3$ 左右;而沿黄各省(区)提出的需水总量为 $747\times 10^9\text{ m}^3$ ,超过黄河可供水量1倍以上<sup>[7]</sup>。由于流域水资源管理机构薄弱,中、上游过量引水,导致下游缺水及断流现象时有发生,山东河段1992年断流期达83d,1995年多达100d以上。而在2000年加强黄河流域水资源统一调配之后,就没有再发生黄河断流的现象,就是一个最好的例证。

据分析,只要充分利用区内各种水资源,利用各种引水工程调配各地水资源的丰缺不均,做好各方面的节水措施,合理利用、科学管理,现有水资源量在2030年以前可以基本保障西北地区经济发展的需求<sup>[9]</sup>。

### 3 西北地区水资源安全保障的生态系统途径

我国西北地区,由于缺乏对水资源的科学、统一、有效的管理,许多地区水资源开发利用程度已经超过当地水资源的承载能力,行业之间、地区之间用水矛盾尖锐,上下游用水矛盾激化,不仅给经济和环境带来危害,也导致一系列社会问题,严重影响了区域之间的协调发展。从生态系统管理的角度,提出以下水资源开发、利用建议。

#### 3.1 建立以流域为单元的水资源生态系统管理模式

随着人类对整个环境整体性认识的发展,以流域为单元的水管理模式在国外日益受到重视。例如,法国根据其地区特点及水文特点进行水管理分区,在全国6个流域分别设置

流域局理事会和流域委员会,分别负责流域内常规决策和调解水事纠纷、审批有关水资源开发、水质保护及防洪等长远规划。英国在水务局的基础上成立10个水公司,负责各自流域内水资源开发、供水、防洪、防污、渔业、旅游等方面的有关事务。这些机构大多拥有较大自主权和较强的灵活性,可以针对流域内个别情况采取独特的处理方法<sup>[10]</sup>。

我国水资源多头管理,水权分散,尚未形成一个有权威的中央统一水管体系,水的开发是国家投资,而用水呈无政府状态,必然造成用水浪费,水体污染以及产业布局不合理等严重问题。加强水资源统一管理,是解决西北地区内陆盆地水资源利用上的上下游矛盾的重要措施。要合理开发西部水资源,必须改变一些传统的思路 and 做法,引入流域生态系统管理的思想与方法,协调流域水资源管理和行政区水资源管理的关系,强化流域水资源统一管理,进行水资源总量控制,制定西北地区水资源安全保障措施。把“人、财、物、法”四要素集成到一条管理线上,统一规划,统一管理,实施水集中,层次负责,经纬协调,水利分享的管理模式,这样才能克服水资源多头管理,重复浪费,纵向松弛,横向扯皮等诸多弊端。

#### 3.2 充分利用市场机制,完善水资源管理模式

对于流域生态系统来说,不管是将整个流域从地理位置上分为源流、上、中、下游,还是按照行政区划分为不同的省、区,其水资源分配都是一个多方参与的利益冲突问题。在可利用水资源总量下,水资源分配必然涉及到各地区的利益。如果源流、上游地区增加用水量,这些地区经济水平有了更大的增长,因而得到了利益,而这些利益的获得是建立在中下游地区的经济损失的基础之上的。在这种情况下,一方受益必然导致另一方受损,各地区之间是一种相互对抗的利益关系<sup>[11]</sup>。

长期形成的观念使得有关部门仍然按照计划经济行政管理的模式对水资源进行管理。而各种行政权利的相互制约、冲突,使得行政命令很难得到有效执行,因此造成水分配计划指标仅仅成为技术性指标,对各源流区没有任何实际的约束力。目前水资源计划经济管理模式由于没有考虑到水资源分配利用冲突的根本原因,对解决水资源合理分配利用问题显得无能为力。解决目前水资源管理问题必须从水资源使用的利益机制出发对现有的管理机制(价格、机构和相关政策)进行改革,即将计划管理和行政命令转变为市场利益驱动,从市场经济和利益驱动角度出发,建立利益分配调节机制,通过这种有效的市场激励机制来促进各地区间在追求自身利益的同时也间接地、自动地、合理地、节约地使用水资源。

同时,随着市场化的推进,水资源税和水价对资源合理配置的作用日益明显,应当注意水资源利用与保护中的一些政策性问,特别是水价问题、水生态服务功能评价与价值核算问题和水权交易与水生态保护的补偿问题等。在上游注重发展节水型的经济和节水型产业(特别是节水农业),为生态

(下转第307页)

管理条例》《河北省地方煤矿管理条例》《河北省地震安全性评价管理条例》《河北省建设工程抗震管理条例》《河北省地质环境管理条例》《河北省土地管理条例》等地方法规, 为依法开展防灾减灾工作奠定了基础。但是“有法必依、执法必严、违法必究”做的不够或不好, 各级减灾工作主管部门一定要高度重视防灾减灾的执法工作, 将防灾减灾的法律、法规落到实处。

(4) 加强灾情监测、预测预报, 完善灾害防御体系。进一步加强监测网络的建设, 增加投入, 不断提高监测能力和监测数据的科技含量, 加强对各种灾害分析预报的研究, 不断提高预测预报水平, 把各种生态灾害造成的损失降低到最低限度。研究、引进、消化、吸收先进的预报技术方法, 增大防御

#### 参考文献:

- [1] 刘全友, 陆中臣. 晋冀鲁豫接壤区生态灾害及灾情评估研究[J]. 生态学报, 1999, 1(1): 23- 29.
- [2] 葛京凤, 刘劲松, 等. 重大自然灾害的防御与减灾对策研究[M]. 西安地图出版社, 75- 91.
- [3] 河北省统计局, 河北省社会科学院, 等. 河北省经济统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, (1986- 2000).
- [4] 河北省水利厅. 河北省水土保持建设规划[R]. 2002/10/31.

(上接第 274 页)

系统的健康维持和中下游地区的发展留出足够的水资源; 通过有关补偿机制的建立, 由下游受益地区为中上游提供一定的经济补偿, 促进上中下游的协调发展。

#### 3.3 以水资源承载力和水资源安全为基础, 进行西北地区的生态环境建设

加强生态环境建设是实施西部大开发战略的基础, 也是实现西部社会经济可持续发展的关键。但是, 生态建设离不开水资源。因此, 在水资源的分配上不仅要考虑生活用水和生产用水, 还要考虑生态用水。不能将经济建设和生态环境建设对立, 误认为只有在经济发展之后才能考虑生态环境, 结果是经济用水挤占了生态用水同时, 影响了社会经济的可持续发展。另一方面, 在西部地区的生态环境建设中, 特别是退耕还林还草和水土保持工作, 要密切结合当地的水资源承载力水平, 原则上不宜依靠人工供水来维持植被的生长。植被的恢复应因地制宜, 具体地就是“宜林则林, 宜灌则灌, 宜草则草”。防止不顾当地水资源实际情况, 盲目植树造林, 结

#### 参考文献:

- [1] 于贵瑞. 略论生态系统管理的科学问题与发展方向[J]. 资源科学, 2001, 23(6): 1- 4.
- [2] 于贵瑞. 生态系统管理学的概念框架及其生态学基础[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 787- 794.
- [3] 蔡晓明. 生态系统生态学[M]. 北京: 科学出版社, 2000. 304- 306.
- [4] 吴季松. 水资源及其管理的研究与应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2000.
- [5] 闵庆文, 成升魁. 全球化背景下的中国水资源安全与对策[J]. 资源科学, 2002, 24(4): 49- 55.
- [6] 中华人民共和国水利部. 2000 年中国水资源公报[N]. 人民日报, 2001108.
- [7] 孙成权, 冯筠. 西北地区资源与环境问题研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001. 37- 40.
- [8] 国家环境保护总局. 中国环境状况公报 2000[DB/OL]. 2001. <http://www.zhb.gov.cn/649368277419556864/index.htm>
- [9] 钱正英, 张光斗. 中国可持续发展水资源战略研究综合报告及各专题报告[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001. 261- 263.
- [10] 齐学斌, 刘景祥. 国外水资源管理现状与新趋向[J]. 海河水利, 2001(5): 43- 46.
- [11] 刘文强, 顾树华, 何建坤, 等. 塔里木河流域水资源管理机制创新研究[J]. 西北水资源与水工程, 2000, 11(2): 1- 8.

体系科技水平; 进一步加强科学管理, 使防灾、抗灾、救灾各环节相互衔接, 协调一致。

(5) 加强防灾减灾应急工作力度。目前许多的灾害预报水平处在探索阶段, 因此灾害应急工作就成为衡量减灾成效的重要因素。应急工作的好坏和强弱直接关系到减灾的成败。重大的突发性的灾害是影响社会稳定的重要因素, 所以, 各级政府应当从讲政治的高度认真对待应急工作, 完善各种灾害的应急预案, 并定期进行检查和自查。充分利用现代化设备做好应急准备, 进一步加快抢险救灾紧急求援队伍建设。各单位和各部门要时刻准备防灾工作, 做好必要的物资储备。

果不但植树造林不成功, 而且还可能消耗了水源, 反而导致环境破坏。

#### 3.4 加强水生态环境管理, 避免因水污染造成更加严重的水危机

目前, 我国水污染问题越来越严重, 给生态环境和人们健康带来极大危害, 也加剧了水资源的短缺。西北地区能源、矿产资源丰富, 有条件形成全国重要的石油天然气基地、能源基地、有色金属基地和盐化工基地。但对于水资源短缺的西部地区来说, 在大开发中更要避免由于产业发展不慎而污染了环境从而加剧水资源短缺的矛盾, 这一点显得尤为重要。要注意到干旱地区的河流环境容量小、降解能力低, 尤其是内陆河, 由于其封闭性, 工业排放的污染物将在河道内不断聚集, 产生严重后果。工业产业结构上要尽量避免高耗水、高污染的企业发展。西部大开发战略的实施, 为西北地区的发展提供了良好的机遇, 但是也存在着严峻的挑战。其中一个重要方面就是谨防东部污染的转移, 这已经引起了有关部门的重视。