

# 西北地区水资源与生态环境建设

任杨俊<sup>1</sup>, 王答相<sup>2</sup>, 赵俊侠<sup>1</sup>

(1. 黄河水利委员会 天水水土保持试验站, 甘肃 天水 741000; 2. 黄河中上游管理局, 陕西 西安 710043)

**摘要:** 水资源是影响西部生态环境建设的瓶颈因子。通过分析西部生态环境存在的问题, 认为这些问题都与水因子有关, 进一步分析了西北水资源利用的状况, 提出科学利用西北地区水资源的途径。生态环境建设是一个复杂的系统工程, 只有以水为切入点, 科学开发利用水资源, 才能改善西北的生态环境。

**关键词:** 水资源; 生态环境; 建设

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2001)04-0058-04

中图分类号: S273

## Water Resources Exploitation and Ecological Environment Construction of Northwest China

REN Yang-jun<sup>1</sup>, WANG Da-xiang<sup>2</sup>, ZHAO Jun-xia<sup>1</sup>

(Tianshui Soil and Water Conservation Station of Yellow River Committee, Tianshui 741000, Gansu Province, PRC)

**Abstract:** Water resources is the key factor influencing on western ecological environment. The problems existed in western ecological environment are analyzed. It indicates that these problems are all relating to water resources. The current situation of northwest water resources utilization is analyzed. A scientific way for water resources utilization is raised. Ecological environment construction is a complicated system project, only surmounting difficulty of water resources and scientifically exploiting and utilizing water resources could ecological environment of northwest China be improved.

**Keywords:** water resources; ecological environment; construction

实施西部大开发战略是党中央、国务院总揽全局、面向新世纪的重大决策。西部大开发的 4 个重点是: 加强基础设施建设, 改善生态环境, 调整产业结构, 开发科技教育。同时, 要坚持把水资源开发利用放在突出位置, 加快水利建设。这些工作思路对西北地区更具有现实意义。西北地区包括陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆等 5 个省区, 总面积  $2.98 \times 10^6 \text{ km}^2$ , 占西部地区的 56%, 占全国的 31%。1998 年区域内总人口  $8.92 \times 10^7$  人, 占西部的 31.3%, 占全国的 7%。西部地区地域辽阔, 地处大陆腹地, 自然条件严酷, 干旱、荒漠化、水土流失等已成为该区经济社会发展的障碍因子, 生态环境十分脆弱, 严重地制约着当地工农业生产发展和人民生活水平的提高。干旱和水资源不足是西北地区生态环境恶化的主导因子。水资源不仅是西北地区生态环境建设和经济社会发展的控制性因素, 而且也是当前进行各类基础设施建设的前提和条件。因此, 只有科学地利用水资源, 大力抓好生态环境建设, 防止荒漠化、治理水土流失, 才能改

善当地工农业基础环境条件, 为西部地区的发展奠定坚实的基础。总之, 西部大开发工作大部分在西北, 西北开发的首要任务是加强基础设施建设, 改善生态环境。要完成这一艰巨任务, 做到起好步, 开好局, 就应先在水资源开发利用上做好文章。

### 1 日益严峻的西北生态环境

西北地区地处欧亚大陆腹地, 属干旱半干旱地区, 其生态环境的基本特征是: 干旱少雨, 水资源匮乏; 森林稀少, 植被覆盖率低; 沙漠戈壁面积大, 在超过 1/2 以上的土地不能或暂时难以利用; 黄土高原水土流失严重, 土地沙漠化、盐渍化加剧。千百年来, 由于战乱、自然灾害和各种人为原因, 使西北的生态环境总体上呈持续恶化的态势。

#### 1.1 水土流失严重

西北地区水土流失类型多样, 水力侵蚀主要分布在黄河上中游的黄土高原。黄土高原总面积大约  $6.0 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 是我国水土流失最严重的地区, 其中水土

收稿日期: 2000-07-14

资助项目: 黄河上游管理局科研基金“黄土丘陵沟壑区集流高效利用技术示范与研究”; 黄河防汛及治黄科技项目(第三批)“黄河流域水土保持示范工程技术支持体系研究”(99Y01)

作者简介: 任杨俊(1964—), 男(汉族), 陕西省澄城县人, 现主要从事水资源利用方面的研究, 获林业部科技进步三等奖 1 项, 在国内外学术会议交流论文 4 篇, 公开发表论文 10 余篇。电话: (0938)8213173

流失面积达  $5.3 \times 10^5 \text{ km}^2$ 。一般侵蚀模数平均为  $5000 \sim 7000 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 少数地区高达  $2.0 \times 10^4 \sim 3.0 \times 10^4 \text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 每年流入黄河泥沙  $1.6 \times 10^9 \text{ t}$ 。强烈的土壤侵蚀和水土流失被称为“大动脉出血”。黄土高原每年被雨水冲走的土层厚度达  $0.2 \sim 1 \text{ cm}$ , 流失严重的地方可达  $2 \sim 3 \text{ cm}$ , 而形成  $1 \text{ cm}$  厚的土壤需  $200 \sim 400 \text{ a}$ 。

水土流失带走的 N, P, K 营养元素, 使土壤有机质下降到  $1\%$  以下。甘肃、宁夏 2 省区流失 N, P, K 相当于损失化肥  $2.22 \times 10^6 \text{ t}$ , 为全国 1 a 的化肥生产总量。大量的水土流失还导致河道淤积, 水库损坏, 酿成灾害。经济贫困和水土流失互为因果形成恶性循环。工业和其它基本建设也屡屡造成新的人为水土流失, 如黄河李家峡水电站在建设造成比较严重的植被破坏和水土流失; 青海和甘肃省近几年建起的硅铁走廊里, 矿山被挖得满目疮痍, 到处都是废渣堆。

### 1.2 土地沙漠化不断加剧

西北地区是我国沙漠化土地主要分布区, 沙漠面积达  $2.38 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 年风沙日达  $30 \sim 100 \text{ d}$ , 经常出现沙尘暴和流沙, 沙尘暴所过处大量剥蚀地表沃土, 风沙流掩埋农田。据估计西北地区沙尘的年风蚀沙尘输送量高达  $1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^8 \text{ t}$  以上。目前沙漠化土地面积仍以每年  $2000 \sim 3000 \text{ km}^2$  的速度在继续增加。

近几年, 黄河源头荒漠化急剧发展, 几年前草尚有  $0.5 \text{ m}$  高, 而今草场已露出斑斑沙迹。黄河源头第一县玛多县 20 世纪 60 年代以后草地明显退化, 1998 年退化面积达到  $1.61 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 占全县草地面积的  $70\%$ , 其严重程度触目惊心。目前, 玛多县土地沙漠化以年均  $20\%$  的速度增加。沙漠化土地导致生物量及生物多样性锐减, 造成生态不平衡, 而草地退化又导致载畜量减少, 致使刚刚脱贫的牧民返贫, 并出现了第一批“生态灾民”。我们的“母亲河”行将成为“无源之水”!

### 1.3 土壤污染还在蔓延

西北地区盐渍化面积已达  $2.0 \times 10^5 \text{ km}^2$ , 占全国盐渍化土地的  $1/3$  以上。由于施用氮肥过多, 平均损失  $45\%$ , 以  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2$  等形式向环境中排放, 严重地干扰了自然界氮的良性循环, 污染土壤, 污染大气 ( $\text{N}_2\text{O}$ )、污染水体 ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), 引起河湖富营养化, 污染地下水, 危害人的健康; 由于不合理施用农药, 不仅使大量农田和农产品受到污染, 而且使大量有益生物被杀伤。有些地区目前土壤污染仍在蔓延, 盐渍化土地已达到其国土面积的  $40\%$  以上, 高的甚至超过  $60\%$ 。

## 2 西北水资源利用现状

### 2.1 水资源不仅匮乏, 而且在枯竭

我国是世界上 13 个严重的贫水国之一, 水资源总量居世界第 6 位, 人均占有量为世界平均水平的  $1/4$ 。西北地区水资源更是短缺, 水资源总量为  $1.19 \times 10^{11} \text{ m}^3$ , 为全国的  $1/12$ , 地表水和地下水径流总量是  $2.86 \times 10^{11} \text{ m}^3/\text{a}$ , 仅占全国水资源的  $10.07\%$ , 产水模数仅  $4.06 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$ , 相当于全国的  $1/7$ , 地表径流量仅占全国的  $9.51\%$ , 地下水资源占  $24.87\%$ , 每  $1.00 \times 10^4 \text{ km}^2$  拥有水资源总量  $8.26 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 远低于全国  $2.83 \times 10^9 \text{ m}^3$  的水平, 与占国土面积  $39.3\%$  相比, 水土极不平衡, 水资源匮乏。

西北地区不仅水量匮乏, 而且水源还在枯竭。19 世纪还烟波浩淼的罗布泊, 由于自然及人为因素的影响, 到 20 世纪, 湖水蒸发殆尽, 大片湖滩露底, 最后被流沙覆盖, 成为盐碱荒漠王国。罗布泊在当今的卫星图上表现为一个大大的“耳廓”形浅颜色的图斑, 向世人诉说着昔日的辉煌和今天的荒凉。维持着河西走廊  $6.70 \times 10^4 \text{ hm}^2$  耕地,  $4.00 \times 10^6$  人口, 数百个工矿企业,  $5.00 \times 10^6$  头牲畜生存发展的固体水库——祁连山冰川的退缩一直在悄悄地进行着。来自中国科学院兰州冰川冻土研究所的多年观测证实: 祁连山的冰川大部分处于退缩状态, 而且退缩速度在加快, 东部冰川的年平均退缩速度在  $16.8 \text{ m}$ , 中部冰川为  $3.3 \text{ m}$ , 西部冰川为  $2.2 \text{ m}$ 。黄河源头地区雪线上升, 导致黄河来水减少, 这也是黄河断流的原因之一。

### 2.2 水体污染加重, 用水浪费现象十分严重

西北地区地表水和地下水贫乏, 但同时存在水体污染, 水环境恶化和浪费严重等问题。(1) 农业用水定额高、浪费大。灌溉用水效率低, 相当于全国平均的  $50\% \sim 70\%$ , 我国灌溉用水效率只有  $30\% \sim 40\%$ , 而发达国家已达  $80\%$  以上。我国每  $1 \text{ m}^3$  水生产粮食  $1 \text{ kg}$ , 发达国家却是  $2 \text{ kg}$ 。(2) 工业用水定额高, 重复利用率低。西北内陆河流域城市工业万元产值用水量相当于全国的 2 倍, 我国城市工业  $1.0 \times 10^4$  元产值耗水量  $200 \text{ m}^3$ , 发达国家仅为  $20 \text{ m}^3$ ; 水的重复利用率低,  $80\%$  的工业废水未经处理直接排入流域, 而发达国家工业水重复利用率达  $70\%$  以上。(3) 城市用水浪费也很大。据统计, 全国城市自来水管网水量损失率高达  $30\%$ , 这还不包括使用中的跑、冒、滴、漏。

### 2.3 降水成为西北地区经济可用的重要资源之一

水资源是能够循环恢复使用的动态水量, 一般认为地球上水资源包括 3 个方面: 地下水、地表水和降水资源。

地下水是存在于地下岩层或土层孔隙、裂隙或溶洞中的水。一般来说,地下水每年都从降雨的入渗和河流、水库的渗漏中获得补充,其开采量一般不能超过补给量,否则地下水资源将会逐年消耗形成区域降落漏斗,造成地下水资源枯竭,地面沉降、塌陷或地裂缝、地下水污染等。地下水埋藏深,开发利用不仅在技术上难度大,而且经济上也难以承受。

地表水主要表现为河流,而西北地区的河流多为内陆季节性河流,支流短且少,水量有限,多呈季节性变化,径流在流域内发生且在流域内耗尽,地表水和地下水资源贫乏。

西北地区降雨不仅年内分配不均,且年际变化很大,降雨多集中在 6—9 月,多以大雨或暴雨形式出现,降雨历时短、强度大,水分入渗慢而产生径流,造成“降水资源浪费,水流失严重”。

采用水土保持措施,就地拦蓄,可以直接被植物利用,且投资少,见效快,是一种可持续利用的资源。中国科学院水土保持研究所在宁夏固原地区进行了农作物对集流雨水的利用研究,玉米、马铃薯的产量均比雨养农业增产 1 倍;甘肃省农科院旱作所在镇原县进行了雨水集流利用示范推广,每  $1\text{ hm}^2$  收入 7 500 元;甘肃省定西县在果园进行集流雨水的补灌技术,当年收入增加 8.5 倍。天水水土保持试验站从去年开始进行雨水资源高效利用方面的研究,从就地拦蓄入渗、覆盖抑制蒸发和富集叠加利用 3 个方面入手对雨水资源进行高效利用,初步形成如下模式:将林地修成“回”字型集水面,采用地膜覆盖、秸秆覆盖和绿色覆盖 3 种形式抑制地表水分蒸发,配合使用保水剂、抑制蒸发剂等,较好地提高了雨水资源利用率。

### 3 西北地区利用水资源的途径

#### 3.1 站在可持续发展的战略高度,实行科学配水

西北地区生态环境中水是十分重要的环境因子。内陆盆地利用水资源,可使荒漠变成绿洲,水资源开发利用过度也是内陆河湖萎缩干涸断流的第一位原因。因而西北生态环境的治理必须突出水资源的合理利用,实现水资源的需求管理。水资源的需求管理要基于水资源是有限的,可利用的水量仅是水资源量的一部分。要清醒地认识到西北是水土资源十分不协调的地区,产水模数和耕地占有资源很低。有限的水资源首先应满足基本生活需要,然后决定经济发展的布局;水资源利用还必须与生态、环境保护平衡。在水资源利用上必须以当地水资源为主,突出了水因子就比较容易确定西北生态环境治理方向与可能达到的程度,可以科学地制定林草覆盖的面积和程度,

水土保持发展目标,科学分配水资源,突出这一点,解决荒漠化、水土流失等生态环境问题也就可行了。

#### 3.2 建设节水型社会,实行全民节水

西北地区用水浪费的情况与干旱缺水的现实极不相称,节水应成为今后水资源利用和管理的重要任务。应把重点放在农业节水和提高工业用水上。

农业节水以大型灌区改造为突破口,加大灌区挖潜配套的力度,以节水灌溉为重点进行灌区建设。不但要注意田间大水漫灌导致的无效蒸发损失,还要减少潜水蒸发过程中超过作物吸收能力的无效蒸发损失,重点要杜绝或减少渠系输配水的损失,大力推广和应用节水灌溉技术。

工业用水通过改造设备,更新工艺,污水经过处理循环利用,提高工业用水效率。城市用水应制定严格的节水措施。如美国圣彼得堡市有两套配水系统,一套供饮用水用的淡水,一套输送处理过的废水,供冲厕所、浇草坪等杂用。

从世界上一些国家取得的经验可以证实,运用今天的技术和方法,在毫不影响经济和生活水平的前提下,农业可以减少 10%~50% 的需水,工业可以减少 40%~90% 的需水。城市可以减少 1/3 的用水量。随着社会对水需求量的增大,今后水资源越来越成为社会经济发展的制约因素,而且是第一位的制约因素,在西北的社会经济发展中必须重视水资源条件,无论工业、农业和生活用水都必须考虑水的条件,实行节约用水,建设节水防污型社会。

#### 3.3 以水资源优化配置为目标,理顺流域管理和区域的关系,实行一龙管水

水资源的可持续利用是西部大开发的保证,西部地区目前仍存在多龙管水的问题,特别对城镇供用水的管理缺乏行之有效的权威管理机制,这和西部大开发的要求极不协调。目前,迫切需要协调流域水资源统一管理和行政区水资源统一管理的关系,以水资源优化配置为目标,重点强化流域水资源统一管理,进行水资源总量控制,加强对地表水和地下水、供水和需水、水量和水质、开源和节流、经济用水和生态用水的统一管理。黄河下游自 1972 年首次出现断流以来,到 90 年代断流时间更长次数更多。造成黄河断流的原因是多方面的,而沿黄各地无序引水使本来水量不足的黄河雪上加霜。1999 年黄委会统一发出“调水令”,对黄河流域进行水资源统一配置,使断流时间缩短 40 d。2000 年通过统一调水,使黄河在枯水年也没有出现断流。

水资源的统一管理要充分体现市场经济作用,体现水价对水资源合理配置的促进作用,以水资源优化

配置为前提,走水与经济、社会、环境持续协调发展的现代水利即资源水利的道路。有专家指出,水价提高 10%,将使家庭用水降低 7%。宁夏回族自治区从 2001 年调整水价以来,在 4—5 月用水高峰期节约黄河水  $1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,农民节水减少水费等农业生产支出  $1.80 \times 10^6$  元多。西北地区发展相对落后,农民对水价一时难以承受,从“工程水利”到“资源水利”也是刚刚起步,但这是生产力发展到一定水平的必然要求,也是面对水资源挑战的必然选择。

### 3.4 进行综合治理,努力涵养水源

西北的植被类型必须以现代水文气象条件为主,借助地理分析来确定。森林和森林草原、灌丛草原、草原地带、半荒漠草原的温度和水分条件是不同的,气温和水分条件对确定生态建设目标有决定性的影响。应从气象、水文、地理、土壤等方面进行综合研究,确定生态建设目标,“因地制宜”,“适地适树(草)”,实行工程措施和生物措施结合,按照“全拦降水、集流入渗、覆盖保墒、高效利用”的雨养农业节水方针,在充分考虑水资源环境容量的前提下,以水来定植被类型、覆盖度等,积极推广应用径流林业、保水剂、抗旱剂等抗旱农林业技术,尽快恢复西北地区的

植被,从而更好地涵养水源。

### 3.5 科学选比,适时启动南水北调工程

水资源匮乏是造成西北地区生态环境恶化的根本原因,针对西北水少而西南水多的现状,为彻底改变水资源空间分布和时间分配的不平衡性,必须进行水资源调配。近期应对西线南水北调的各种方案进行综合对比,按实施的可能性排出时间表进行前期或超前期的工作。根据当前情况,应着重研究黄委会提出的西线方案,从远期或超远期需考虑,向西北干旱盆地调水或实施西线方案。

生态环境建设是一项复杂的系统工程,是一项十分艰巨的任务,只有针对生态环境中存在的问题,以水为切入点,科学利用水资源,应用先进的科学技术,实行综合治理,经过广大人民群众一代接一代的不懈努力,就能够实现江总书记提出的“再造一个山川秀美的西北地区”的战略目标。

#### [参 考 文 献]

- [1] 中国科技协会,等.中国西部生态重建与经济协调发展学术研讨会论文集[C].成都:四川科技出版社,1999.
- [2] 高振刚,等.西部大开发之路——新亚欧大陆桥发展战略[M].北京:经济科学出版社,2000.

(上接第 43 页)

如果两图斑接边线条接点不重合时,为了确认该距离是否满足“小于制图标准的规定”,可以用 ARC/INFO 命令来检查。例如:

ARCEDIT: Distance

&& 计算、显示两点之间的距离

... Press any pair of keys ... (9 to quit)

在 ARCEdit 的状态条上,显示起点坐标和  $x, y$  坐标变化量及两点之间距离。例如:

X: 791940.68750, Y: 4477934.00000

dx: -11.62500, dy: 5.50000 Dist 12.86043

X: 790544.56250, Y: 4477794.50000

dx: 5.81250, dy: 6.00000 Dist 8.35375

接边完成后,对每个图幅建立拓扑关系进行逻辑检查。至此,数字图的图斑界线接边就基本完成。至于图斑属性接边,已经在接边原则和工作程序中进行了说明。

利用上述的接边方法,完成了全国第二次土壤侵蚀遥感调查的数字化图形省际接边,全国 28 个省(自治区、直辖市)仅仅用了 1 个月时间,即从 1999 年 10 月 5 日到 11 月 5 日(台湾和海南两省不与其它省份接壤,不参与接边。天津市和上海市分别由河北省和江苏省完成,也不直接参与接边。)实际上,接边所用的硬件也相当简单,即:9 台计算机采用客户—服务器方式连接,其中 1 台做服务器,用来存贮完成接边的数据。全国第一次土壤侵蚀遥感调查的图形接边采用传统的纸图接边,花费了 5 a 左右的时间(全部调查工作花费了 7 a 时间)。由此可见,基于 GIS 技术的上述接边方法在工作效率上大幅度提高。

#### [参 考 文 献]

- [1] 褚广荣,王乃斌.遥感系列成图方法研究[M].测绘出版社,1992.103—110.
- [2] 水电部遥感中心.应用遥感技术调查全国土壤侵蚀现状与编制全国土壤侵蚀图技术工作细则[Z].1986.