

文章编号: 1000-0240(2006)02-0283-05

# 新疆内陆干旱区水资源的可持续利用

罗岩<sup>1</sup>, 王新辉<sup>1</sup>, 沈永平<sup>2</sup>, 王顺德<sup>3</sup>

(1. 新疆水文水资源局, 新疆 乌鲁木齐 830000; 2. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000;  
3. 阿克苏水文水资源勘测局, 新疆 阿克苏 843000)

**摘要:** 随着可持续发展理念的深入, 有关水资源及其开发利用的很多问题值得进一步研究. 摸清水资源及其开发利用存在的主要问题, 了解水资源的开发潜力, 是实现水资源可持续利用的前提和基础. 从整体上分析了目前新疆内陆干旱区水资源及其利用存在的主要问题及开发利用潜力, 提出了可持续发展理念下的水资源开发利用对策.

**关键词:** 新疆; 内陆干旱区; 水资源; 可持续利用  
**中图分类号:** P968: P343 **文献标识码:** A

## 1 可持续发展理念

可持续发展的资源观就是资源的可持续利用, “水资源的可持续利用”是“可持续发展”的派生概念<sup>[1]</sup>, 是资源可持续利用的一个重要方面.

水是人类生存和发展不可替代的资源, 是社会经济可持续发展的基础与条件. 《中国可持续发展水资源战略研究》综合报告明确提出, 以水资源的可持续利用支持我国社会经济的可持续发展. 水资源的可持续利用就是通过以水权、水价、水市场等市场机制对水资源的有效配置、优化利用, 不断提高水资源的利用效率和效益, 促进经济、资源、环境协调发展, 促进人与自然的和谐共处.

2002年以来, 《全国水资源综合规划》的编制工作已全面展开. 其目的旨在贯彻落实国家新时期的治水方针, 以水资源的可持续利用为目标, 有重点、分层次地制定水资源综合规划, 从水量和水质两个方面对水资源实行高效利用和有效保护. 其目标就是着力解决新时期水资源的开发、利用、配置、节约、保护和治理等重大问题, 实现水资源的合理开发、科学配置、全面节约、高效利用、有效保护、综合治理.

要实现新疆内陆干旱区水资源的可持续利用, 必须全面科学分析水情, 摸清主要存在的水问题是前提, 了解水资源开发潜力是基础, 合理规划是保障. 本文针对新疆水资源及利用存在的主要问题, 初步提出了可持续发展理念下的水资源开发利用对策.

## 2 新疆水资源及利用存在的主要问题

### 2.1 新疆水资源

新疆位于欧亚大陆腹地的内陆干旱区, “三山夹两盆”的独特地貌特征形成了新疆复杂多样的气候条件和资源条件. 新疆的气候属典型大陆性干旱气候, 干燥少雨, 蒸发强烈. 新疆570条河流中除额尔齐斯河和奇普恰普河外均属内陆河. 绝大多数发源于高山地区的河流都向盆地汇集, 形成“向心式”水系. 山区降水丰沛, 98%的水资源形成于山区, 而平原区和沙漠区, 降水量除少量补给地下水外很少或不产生地表径流, 是径流散失区和无流区.

新疆多年平均年降水总量为  $2\,544 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 折合年降水深 154.8 mm, 为全国平均降水深的23%. 其中, 山区降水量占全疆降水总量的

收稿日期: 2005-09-26; 修订日期: 2005-12-28

基金项目: 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所前沿领域创新项目(2004117); 中国沙漠气象科学研究基金项目(sqj2005002)资助

作者简介: 罗岩(1964—), 男, 广东普宁人, 高级工程师, 1985年毕业于新疆大学, 主要从事水文水资源研究与水文分析计算工作.

E-mail: luoyanxx@126.com

81.1%，平原区占 18.9%。多年平均地表水资源量  $789 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，地下水资源量  $331 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，水资源总量  $840 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

## 2.2 新疆水资源及利用存在的主要问题

从整体上看，新疆水资源及利用存在的主要问题是水资源短缺与浪费并存，而浪费又加剧了水资源的短缺。

### 2.2.1 新疆水资源分布不均，资源性缺水、工程性缺水及水质性缺水同时存在

新疆气候干旱，降水稀少，水资源时空分布不均衡，总体上属资源性缺水。水资源区域分布悬殊，以天山为界，南、北疆面积分别占全疆面积的 73% 和 27%，而单位面积产水量北疆是南疆的近 3 倍，且北疆水资源又多集中于伊犁河和额尔齐斯河两大河流。全疆大部分河流流程短，水量小，年径流不足  $1 \times 10^8 \text{ m}^3$  的河流占了 85%，但径流量仅占总径流量的 9% 左右。全疆单位面积的产水量仅为  $4.8 \times 10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$ ，为全国倒数第 3 位。水资源年内分配极不均匀，夏季水量占全年径流量的 50% 以上，冬季水量很少，在 10% 以下；春、秋两季水量相当，各占 20% 左右，形成了春旱、夏洪、秋缺、冬枯的格局，南疆尤为突出。水资源的区域不均匀分布与新疆经济发展、生态环境保护格局明显不协调，天山北坡综合经济带集中了全疆 42% 的经济和科技力量，然而这一地区水资源仅占全疆的 7.4%，水资源严重短缺，致使部分地区（或城市）地下水过量超采，已出现不同程度的漏斗，如乌鲁木齐市、石河子市、昌吉州所属各县等。据统计分析，超采区地下水平均年下降深度在 0.3~0.76 m 之间，漏斗区最大水位降在 4~16 m 之间，且多数区域均超过 10 m。

新疆水利工程建设滞后，现有水利工程调控能力差，配套不完善，造成部分区域（或地区）出现工程性缺水。新疆已建成水库 489 座，总库容  $80.64 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由于大部分是平原水库，渗漏蒸发损失大，占入库水量的 20%~60%，且调节能力有限。渠系工程防渗率低，渠道渗漏损失严重。灌溉工程设施老化，配套不完善，造成水利用效率和效益低，供水不足，供需不平衡。

新疆部分区域（或地区）水质污染严重，已出现了严重的水质性缺水。在城市和灌溉农业迅速发展的状况下，城市污水和农田排水大量增加，大量未经处理或不达标的废污水直接排入了河湖库水域，使河流下游灌区的水质和河湖库不同程度受到污

染，进一步加剧了水资源的短缺。如受工业污染严重的乌鲁木齐市水磨河多年来水质一直劣于 V 类；又如蘑菇湖水库，库水受到有机和有毒双重污染，库水自净能力逐年下降，水体中高锰酸盐指数、化学耗氧量等多项参数超过 V 类水域标准，已失去养殖功能。因水质问题所导致的水资源危机有大于水量危机的趋势。

### 2.2.2 水资源利用程度不平衡、节水措施及设施不到位，配置不合理，造成水资源大量浪费

新疆水资源开发利用程度不平衡，经济欠发达、水资源相对丰富的额尔齐斯河、车尔臣河等流域水利工程薄弱，开发利用程度低。加大水资源开发力度，实现区域水资源量的再分配，是提高该区域水资源利用效率，减少浪费的关键。水资源短缺的乌鲁木齐河流域及吐鲁番、哈密诸小河流域水资源开发利用程度高，均超过了 100%，出现了大于可利用水资源的现象，其原因是地下水开采不当造成了不合理的水资源利用状况，已引起了区域地下水位下降和水质恶化的后果。

新疆水资源配置不合理，管理体系不健全，水价不到位，田间灌溉方式落后，致使灌溉水平低，跑水漏水、大水漫灌现象严重。全疆渠系水利用系数 0.53，灌溉水利用系数只有 0.41，不仅造成了水资源的大量浪费，而且导致了地下水位上升，土壤次生盐碱化和地下水水质恶化。

人们节水意识淡薄，居民和社会日常生活中浪费水现象极为普遍且较严重。一方面，供水跑、冒、滴、漏现象相当严重，供水平均漏失率在 7%~14% 左右；另一方面，节水器具、设施较少，用水效率较低，虽然城镇生活水平较低，但用水量相对较高，人均日用水量达  $246 \text{ L} \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{人}$ 。工业用水结构不合理，重复利用率低，其重复利用率（含乡镇企业）不足 45%，万元产值取水量高，约  $200 \text{ m}^3$ 。

城市污水处理能力及利用效率低。目前，全疆城市供水总量约  $13.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，污水排放量为  $4.75 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，工业污水处理达标率为 42.7%，城市生活污水处理达标率仅为 15%，大多劣质水或污水未经处理而排放，造成水质污染严重。随着经济社会的快速发展，工业化和城市化进程的加速，城市供水量和污水排放量还将逐步增加。

## 3 可持续发展理念下的水资源开发利用

### 3.1 水资源开发利用以节水为先

水资源的短缺已成为严重制约新疆经济、社

会、环境协调可持续发展的瓶颈。目前, 全疆水资源的总体开发程度已不低。全疆通过水利工程对地表水的总供水量( $420 \times 10^8 \text{ m}^3$ ) 占新疆地表总径流量的 48%, 考虑到生态环境用水, 则能够用于新增开发的地表水资源量较少, 水资源进一步开发的难度越来越大。同时, 新疆水资源利用效率较低, 水资源配置还不够科学、合理, 和国际先进水平相比还存在明显差距, 节水潜力很大。因此, 在水资源开发利用中要转变观念, 把节水放在首位。

### 3.1.1 大力建设节水高效的现代灌溉农业和现代旱地农业

农业是新疆国民经济的基础产业, 用水量比重大, 约占总用水量的 94%, 水资源供需缺口主要在农业, 因此, 节水的重点在农业。随着社会经济的发展, 各行业用水需求的大幅度增加, 农业用水在社会总用水量中的比重将会不断下降, 新增灌溉面积所需水量和被挤占的生态用水量将主要通过节水挖潜, 从现有用水份额中解决和退还。为此, 我们必须转变传统的粗放型灌溉农业和旱地雨养农业, 走以内部挖潜为主的路子, 发展优质、高产、高效农业和节水农业, 大力兴建资源水利条件下的水利工程, 在健全灌溉制度(灌水定额、灌水次数等)、推广应用地面灌溉(细流沟灌、膜上灌等)、地上灌溉(喷灌、滴灌等)及地下灌溉(地下滴灌、地下渗灌等)等节水灌溉技术上下工夫, 在提高单产和提高农产品的质量及农业效益上下功夫。

### 3.1.2 大力推行节流优先、治污为本的城市和工业用水措施

城市和工业用水大都集中在城区范围内, 用水群体广泛。由于用水必然会排水, 排水就可能污染水体, 而且用水量越多, 城市污水排放量也越大, 如果没有相应的污水处理措施, 水环境污染也会越重, 水资源供需矛盾越尖锐, 而节水具有节约水资源和减少水质污染的双重功效。因此, 要在全社会进一步加大宣传教育力度, 增强公众惜水、护水、节水的责任感和自觉性, 全面建设节水型城市, 加强节水工程建设, 强化污水净化。全面建设节水型社会是解决水资源短缺最根本、最有效的出路。城市和工业污水处理与回用也是缓解新疆城市水资源紧缺、防止水污染、改善生态的一项重要措施。

### 3.2 高度重视雨水等非传统水资源的开发利用

保障水资源的可持续利用不等于不开发利用水资源, 而是要合理地、持久地利用水资源。要开发

利用好水资源, 提高水资源的利用效率和效益, 不能仅仅局限在传统水资源范畴内, 还要重视雨水等非传统水资源, 并加以充分利用。应加强如何充分利用当地水资源(雨水、土壤水等)的研究, 提高当地水资源的利用效率和效益。近年来非传统水资源已逐渐被加以利用, 但重视程度和可持续利用措施远不及传统水资源。

雨水资源是极有价值的水资源, 一方面, 雨水通过自然资源化过程被利用, 即雨水通过入渗进入土壤, 增加土壤储水量, 直接供给植物生长; 另一方面, 雨水可通过人为资源化过程加以利用, 主要是在雨水资源形成一降落一消耗三阶段采取一定的方式和手段, 改变雨水的自然循环规律和转化规律, 从时间到空间留住雨水, 达到雨水资源即时利用、延时利用、就地利用、异地利用及综合利用的目的。由于世界性的水资源危机, 许多国家, 特别是处于半干旱地区的国家都高度重视雨水资源开发, 已由解决缺水地区的人畜饮水、农业灌溉, 发展到系统规划、设计、开发、管理等方面的研究, 雨水利用已成为干旱缺水地区开发新水源的有效途径。雨水资源是以色列农业发展的主要水源之一, 在以色列南部的内盖夫沙漠中, 虽然年降水量仅 100mm, 却发展了农业并建立了城市, 成为沙漠文明的典范<sup>[2]</sup>。日本早在 1980 年就开始推行雨水贮留渗透计划, 有效地补充涵养地下水, 恢复河川基流, 改善环境生态条件。在城市采用蓄水设施收集雨水, 用于消防、植树、洗车、冲厕所和冷却水补给等。此外, 善于经营的日本商人还向水资源极为匮乏的阿拉伯国家出口雨水用于农作物灌溉<sup>[3]</sup>。

雨水等非传统水资源的合理开发利用不仅可以补充传统水资源的不足, 而且在一定程度上可以替代传统水资源, 同时, 在特定条件下还可以加速和改善天然水循环过程。通过传统水资源和非传统水资源的优化配置、高效利用, 既能够缓解新疆水资源紧缺的矛盾, 又能够达到保持水资源可持续利用的功效。据悉国家标准《建筑与小区雨水利用工程技术规范》初稿已修编完成<sup>[4]</sup>, 该规范的制定和出台将有助于现代城市雨水资源的收集储存与回用, 有助于控制城市水土流失和水涝、减少水污染和改善城市生态环境, 有助于城市节水型社会的建设。

### 3.3 树立人与自然和谐相处的理念, 将水资源开发利用与生态、环境协调发展摆在重要位置

由于新疆大都为封闭性内陆河流, 在自然状态

下降水及径流量均为天然生态系统所利用, 形成其独特的自然生态环境。人类活动必然会影响到原有的生态用水, 使生态环境的水分条件发生变化, 进而对生态环境产生影响。诸如塔里木河下游 320 km 的绿色长廊濒于消失, 许多湖泊干枯或大幅度退缩的实例均说明了水资源的开发对生态环境产生的影响。如果处理不好水资源进一步的开发利用, 则对生态环境的影响就会越来越严重, 反过来, 生态环境又将直接影响人类的生存条件。因此, 必须重视水资源开发对生态环境的影响, 正确处理好开发与保护的关系, 树立人与自然和谐相处的理念, 保持水资源开发利用与生态、环境的协调发展。改变以往仅考虑经济发展的需要, 重视发电、灌溉、防洪、供水的需要, 基本上不考虑河流、湖泊等水体生物群落需要的生态规划、设计和管理。在水利工程规划、建设和管理中, 不仅要满足社会经济的需求, 更需要维护良性生态系统, 在充分发挥河流、湖泊等水体功能的同时, 切实保护好河流、湖泊等水体及周边的生态环境。不论工程大小、数量多少, 都尽可能减少对生态环境不利的影 响, 通过工程措施和非工程措施切实保护和修复生态系统。要在水资源开发利用的同时, 充分考虑生态环境用水问题, 建立生态用水补偿机制, 实施兼顾生产与生态用水的水资源配置措施。

### 3.4 加强制度建设, 改变传统的供水管理模式, 强化水资源的优化配置与统一管理

#### 3.4.1 改革管理体制和完善运行机制

随着经济和社会宏观环境的变化, 现行的水资源管理制度的某些方面已经不适应时代的要求, 不适应市场经济条件下出现的新的水资源问题及其解决途径。众所周知的塔里木河下游河道长期断流, 除了人类活动和自然因素之外, 水权不明确、分配体制不当、缺乏全流域水资源统一管理 etc 制度缺陷, 也是造成塔里木河断流的根本原因。因此, 要保障水资源可持续利用, 就必须加强制度建设, 积极修正和完善现有的制度缺陷, 建立适应市场经济的水资源权属管理体系, 建立流域管理与区域管理相结合的水资源管理体制和运行机制, 建立合理的水价形成机制等等, 为以经济手段和市场方式处理供水与需水、开源与节流、短缺与浪费等问题提供强有力的制度保障和手段。

#### 3.4.2 改变传统的“供水管理”模式为“需水管理”模式

过去传统的“供水管理”模式, 仅考虑增加供水来满足用水要求, 而不考虑用水要求是否合理, 仅依赖兴建水利工程来保障供给, 而忽视通过节水技术等措施限制用水需求, 一方面导致大量污水产出和水资源浪费, 甚至造成生态环境恶化, 另一方面也造成了区域水资源供求矛盾的加剧。因此, 我们要转变观念, 改变传统的“供水管理”模式为“需水管理”模式, 依照新水法提供的水价管理、定价原则及水价制度等法律依据, 充分发挥市场机制在水资源配置中的作用, 加强水资源需求管理措施, 合理抑制用水需求的增长, 消除水资源利用中的不合理现象, 合理利用水资源, 减少水资源浪费, 提高水资源利用的效率和效益, 解决或缓解日趋严峻的水资源供需矛盾。

#### 3.4.3 加强当地降水、地表水、地下水、土壤水及外调水的联合调度和高效利用

既要实现水资源优化配置, 满足经济社会发展对水资源的需求, 又要实现水资源可持续利用, 支撑经济社会可持续发展。这是当代水资源工作的两大目标。由于供水系统大多由当地地表水、地下水和外调水等多水源组成, 因此, 如何合理开发与配置各种水资源, 充分发挥多种水源的综合效益, 使其在整体上发挥最大的经济效益、社会效益和环境效益, 关键在于搞好水资源优化配置。一方面对当地降水、地表水、地下水、土壤水及外调水等多水源统筹考虑, 优化配置, 合理调控, 余缺相济, 最大限度地加以利用, 在开发上实现水资源的优化配置; 另一方面对工业、农业、生活、环境、生态等不同的用水需求, 加以区别对待, 在使用上进行优化调配<sup>[5]</sup>, 使有限的水资源实现优化分配, 高效利用。实践也已证明, 对多水源进行联合调度和优化配置, 通过时间上和空间上的合理分配, 可大大提高水资源的利用效率和效益。

### 3.5 加强内陆干旱区基本理论研究, 做好新疆水资源总体规划

新疆内陆干旱区水文循环及水资源形成等规律与东部地区差异较大, 不能将东部地区水资源基本理论研究成果及水资源利用方面的经验直接用于新疆内陆干旱区。为了实现新疆内陆干旱区水资源的可持续利用, 必须深入研究新疆内陆干旱区大气降水、地表水、地下水、土壤水等水资源评价计算及四水转化关系; 研究平原区水分流失和消耗过程、土壤水的形成机制与运动规律以及水资源系统与农业生态系统的相互关系; 研究生态需水量和水资源

承载能力等。在此基础上, 转变观念, 按照新时期的治水方针和治水思路, 制定全面科学合理的水资源综合规划, 尤其包括生态、环境用水及其保护。加强对水资源保护和水污染防治的先进技术研究 and 科技成果转化工作, 重视和加强水资源调配、水权、水市场等管理体制, 以解决新时期水资源的开发、利用、配置、节约、保护和治理等重大问题, 实现水资源的高效利用和有效保护, 实现以水资源可持续利用保障社会经济可持续发展。

#### 参考文献(References):

[1] Wu Jisong. Modern Water Resources Management Methodology [M]. Beijing: China WaterPower Press, 2002. [吴季松. 现代水资源管理概论[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.]

[2] National Water Saving Office. National Water Saving Planning Outline and Its Research [M]. Nanjing: Hohai University Press, 2003. [全国节约用水办公室. 全国节水规划纲要及其研究[M]. 南京: 河海大学出版社, 2003.]

[3] Wen Lei. Rainwater Utilization in Japan [EB]. 文磊. 雨水利用, 日本先行一步 [EB]. <http://database.cpst.net.cn/popul/event/artic/10627132900.html>, [2004-6-27/2005-3-30.]

[4] Niu Wenquan, Gao Jianen, Feny Hao, et al. Holding the whole process of rainwater utilization [N]. News of China Water Conservancy, 2005-06-11(3). [牛文全, 高建恩, 冯浩, 等. 雨水利用的全过程把握[N]. 中国水利报, 2005-6-11(3).]

[5] Zhao Wujing. Improving water resources management by adjusting related train of Thought [J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2000; 20(2): 13-15. [赵武京. 转变治水思路做好新世纪水利工作[J]. 水利水电科技进展, 2000, 20(2): 13-15]

## Sustainable Utilization of Water Resources in the Arid Inland Areas of Xinjiang, China

LUO Yan<sup>1</sup>, WANG Xirhui<sup>1</sup>, SHEN Yongping<sup>2</sup>, WANG Shunde<sup>3</sup>

(1. Xinjiang Bureau of Hydrology and Water Resources, Ürümqi Xinjiang 83000, China; 2. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou Gansu 730000, China; 3. Aksu Bureau of Hydrology and Water Resources, Aksu Xinjiang 843000, China)

**Abstract:** With the concept of sustainable development going deep, it is necessary to deeply study many problems on water resources and its exploitation and utilization. To investigate the major questions in water resources and their exploitation and utilization and to understand the exploitation potential of water resourced are the precondition and basis of sustainable utilization of water resources.

**Key words:** Xinjiang; arid inland areas; water resources; sustainable utilization

In this paper, the major questions in water resources and its exploitation and utilization, as well as the development and utilization potential, in the arid inland areas of Xinjiang are analyzed. Based on the analysis, countermeasures of water resources exploitation and utilization are summarized following the principle of sustainable development.