

# 西部干旱半干旱地区水资源合理利用问题探讨

张仁慧

(西北大学 环境科学系, 陕西 西安 710069)

**摘要:** 中国西部干旱半干旱地区约占全国土地面积的 37.1%, 降水稀少, 蒸发量大, 具有独特的水资源特征。该区域水资源的开发利用面临水资源短缺、地下水超采、地下水位下降、荒漠化加剧、水资源污染严重等问题。要合理开发利用该区域水资源, 可考虑实施水资源管理战略, 提高公众环境意识, 并综合运用行政、经济、法律等手段, 确保水资源的可持续利用。

**关键词:** 干旱半干旱; 水资源利用; 西部地区

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2003)05-0078-04

**中图分类号:** TV213

## Reasonable Usage Issues of Water Resource in Arid and Semi-Arid Areas of West China

ZHANG Ren-hui

(Department of Environmental Science, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi Province, China)

**Abstract:** The arid and semi-arid areas in the west part of China comprise about 37.1% of the total national land. Scarce precipitation and intense evaporation make these areas unique in terms of water resources. There are many problems in these areas, such as shortage of water, excessive pumping of underground water and lowering of the ground water level, drastic desertification, and severe pollution of water resources due to exploitation. In order to use local water resources properly, it is necessary to consider implementing a management strategy for water resources and enhancing public awareness of the environment, together with the integrating administrative, economic, legal means and so on, for management.

**Keywords:** arid and semi-arid; usage of water resources; western China

### 1 西部干旱半干旱地区水资源特征

水资源的合理利用和开发, 在西部干旱半干旱地区生态环境保护和社会经济可持续发展中, 占有十分重要的地位。

本文所指的西部地区是指实施西部大开发战略以来享受优惠政策的 6 省 5 区 1 市, 即在原西部地带陕、甘、宁、青、新、藏、云、贵、川(含重庆)等 9 个省区基础上, 把广西、内蒙古也包括在内。

中国西部干旱半干旱地区的范围大致东部以黄河为界, 西部与北部抵达国界, 南部到青藏高原, 分布在陕、甘、宁、青、新、内蒙古 6 个省区, 约占全国土地面积的 37.1%, 是中国可垦荒地集中分布区, 发展农、牧业的潜力很大。整个区域位置深处内陆, 距海洋远, 区域地势由高山环绕, 山地与盆地相间分布, 沙漠戈壁荒漠面积大, 属典型的大陆性气候。这里气候光照充足, 年温差、日温差大, 有利于植物蛋白质与糖分

的积累, 是发展农业的有利条件, 但降水量少、蒸发量大, 气候干燥, 水的问题又是制约国民经济发展和社会进步、人民生活水平提高的重要因素, 因此研究西部干旱半干旱地区水资源合理利用意义重大而深远。区内降水量分布不均, 由盆地向山地逐渐增大, 山地垂直分异现象明显, 一般山区年降水 200~700 mm, 盆地 < 400 mm, 塔里木盆地仅 25~70 mm, 而蒸发量很大, 一般在 1500~1300 mm。整个区域降水稀少, 主要分布在山地区域。

除黄河流域外, 西部干旱半干旱地区山地与盆地相间分布的基本地貌格局, 决定了水系发育格式是由高山向盆地汇集的向心式水系, 并自然形成山地、绿洲、荒漠 3 个地表水资源子系统。山地水资源子系统在总水系统中为径流形成区, 居于河流的上游和水源地。山前绿洲平源水资源子系统居于河流中游在总水系统中是径流耗散区, 因土壤蓄水、工、农业、经济生活、林草用水及蒸发而消耗。荒漠水资源系统为径流

收稿日期: 2003-07-22

修回日期: 2003-08-10

资助项目: 教育部人文社科基地重点项目“水资源价值、价格及在区域水资源配置中的应用研究”(2001zdxm 790011)

作者简介: 张仁慧(1956—), 女(汉族), 山东人, 理学硕士, 副教授, 长期从事环境经济、环境规划与管理的教学与科研工作。电话(029) 8302460。

散失区,属于河流下游,强烈的蒸散发、荒漠经济生态用水、生活用水,地表径流最终消失。这类河流水源补给主要依靠山地冰川冰雪融水和山区降水,较小河流流程短小,出山口不远就毁于戈壁沙漠;大的河流在山前平原的下游淤成湖泊,形成众多的闭流盆地和闭流区。整个区域是中国内流河最为集中的分布区。西部干旱半干旱地区水资源总量约  $2.23 \times 10^{11} \text{ m}^3$ ,占全国总量的  $1/12$ ,产水模数仅  $4.06 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{km}^2$ ,相当于全国平均值的  $1/7$ 。人均占有量高于全国平均水平,其中青海和新疆占有  $67\%$ ,河川径流属全国最少地区,而且地域分布不均,与降水量的地域分布一致。一般年径流深高值在山区达  $300 \text{ mm}$ ,盆地中较小为  $10 \sim 15 \text{ mm}$ ,戈壁沙漠无径流。由于冰川冰雪融水补给的调节作用,河川径流年际变化不大,但在年内分配不匀,夏秋来水占全年  $70\%$ ,春季仅占  $15\%$ 左右,而春季农灌需水占全年  $35\%$ 以上<sup>[1-2]</sup>。

西部干旱半干旱山前平原区为相对沉降的构造盆地,蕴藏着丰富的地下水资源。由冲积洪积扇裙带群至下游湖积平原带,地下水的埋深由深逐渐变浅,含水层层数增多,厚度减薄,富水性和水质明显变差。

## 2 西部干旱半干旱地区水资源开发利用存在的问题

### 2.1 河流、湖泊水资源短缺、萎缩甚至断流

随着西部干旱半干旱地区人口数量的增加,城市化进程的加快,工农业经济规模的扩大,人们对地表水资源开发强度越来越大。如西北最长的内陆河流域塔里木河曾经全长  $2200 \text{ km}$ ,共有大小支流  $183$  条汇入。现今已萎缩到  $1001 \text{ km}$ ,仅有阿克苏河、和田河、叶尔羌河 3 条支流汇入。随着塔里木河下游近  $300 \text{ km}$  河道断流,下游流域牧场退化,土地因缺水而撂荒形成荒漠,胡杨林大片死亡,昔日绿色走廊正在迅速消失,库鲁克库姆沙漠和塔克拉玛干沙漠正在合拢。英苏村过去曾是若羌县的主要牧区,较好的荒漠草场有  $1.33 \times 10^4 \sim 2.00 \times 10^5$ ,300 多人在此居住,塔里木河断流后,祖祖辈辈居住于此的牧民不得不离乡背井另寻它地。内陆河流下泄水量的减少直接导致流域下游荒漠区湖泊面积的萎缩或消失。发源于祁连山,流经河西走廊,向北进入内蒙古阿拉善高原额济纳地区的黑河,曾经水量丰沛,在其尾间形成了面积  $720 \text{ km}^2$  的居延海,与今天的鄱阳湖面积相仿,形成了能与周围大沙漠抗争中处于常胜不衰的面积达  $3.00 \times 10^4 \text{ km}^2$  的额济纳绿洲。302 a 前,蒙古族土尔扈特部落就是看中了这里丰美的水草,而定居建立额济纳旗。而今居延海已干枯,成盐漠,湖底变成盐碱戈

壁滩,风蚀沙化很严重。原有的  $5.00 \times 10^4 \text{ hm}^2$  胡杨林枯死过半,仅存  $2.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , $1.13 \times 10^6 \text{ hm}^2$  梭梭林,仅存  $2.00 \times 10^4 \text{ hm}^2$  残林。水去沙来,我国北部的一道生态防线面临崩溃。塔里木河流域的 27 个县中,有 22 个县是国家级贫困县,50 多万人生活在贫困线以下。黑河流域的甘肃省、内蒙古自治区为争水而不和睦<sup>[1]</sup>。

由于水资源匮乏,鸟类生息不利,森林草原虫害加重,加之过度采伐导致森林萎缩,山区冰川积雪面积缩小,水源紧缺;在干旱气候条件下蒸发强烈,降水稀少河流湖泊缺乏水源补给,迅速萎缩、水质咸化,失去水资源价值,并最终形成干涸的荒漠景观。

### 2.2 地下水超采,区域性地下水位下降,导致地面沉降,地下水缺氧,水质恶化

河水径流量的减少迫使人们超采地下水来弥补地表水量的不足,这使得流域地下水位在中、下游平原地区发生明显的变化。如西安城区超采  $25\%$ ,漏斗面积达  $300 \text{ km}^2$ ,最大埋深  $120 \text{ m}$ ,最大下降速率为  $5 \text{ m/a}$ ,地面沉降不断发展,甘肃武威的石羊河流域地下水超采,反复提灌,超采、消耗、浓缩,不仅使地下水位下降,而且矿化度上升,全区每年增加和加重的盐碱地面积近  $6.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,民勤湖区地下水位下降  $4 \sim 17 \text{ m}$ ,形成总面积  $1000 \text{ km}^2$  的大型区域水位下降漏斗,因水质恶化有近 8 万人 10 万头牲畜饮水困难。地下水位下降直接导致根系较浅的荒漠植被大量枯死、退化,草原生态衰退十分严重,土地干旱沙化,民勤绿洲原有的  $7.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$  固沙植被,  $70\%$  已衰败,沙丘植被覆盖率由原来的  $44\%$  降至  $15\%$  以下,绿洲原有  $7.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$  人工沙枣林和梭梭林,已有  $4.93 \times 10^4 \text{ hm}^2$  死亡衰败并沙漠化,撂荒耕地约  $2.0 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,荒漠草场产草量下降、载畜量下降迅猛,沙进人退绿洲缩小,生态环境形成恶性循环<sup>[3-4]</sup>。

塔里木河上游灌区,饱灌后排出大量高矿化度水,致中、下游水质恶化。过去塔河矿化度低于  $1 \text{ g/L}$ ,现在塔河水年均矿化度  $1.35 \text{ g/L}$ ,枯水期  $6 \text{ g}$ ,有的河段  $10 \text{ g}$ ,用这样的水浇地,庄稼必死无疑,更不用说人畜饮用了。

地下水位大幅度下降使原有含水部位被空气取代后,水与气均衡失调,缺少氧气。内陆开采深部地下水时,因上部深矿化水通过弱透水层越流补给开采区,使地下水水质恶化。

### 2.3 荒漠化加剧,生态环境恶化,居民生存受威胁

西部干旱地区降水量少,而蒸发量很大,加上人口的增加、工农业、交通、矿业发展,在对内陆河流域山地—绿洲—荒漠复合生态系统及流域水资源系统

特征缺乏认识的情况下,盲目随意开发利用水资源以致于河流、湖泊衰退、萎缩、干涸、断流,地下水位下降,耕地、草场退化,土地沙化加快,同时绿洲内部耕地盐碱化问题也十分突出。如占我国土地面积 1/6 的新疆,1 700 多万人口只能居住在占全区面积 1% 的绿洲,沙漠、戈壁分割着人们赖以生存和发展的空间。荒漠化的加重,造成沙尘暴天气增多,有些地方,刚出土的棉苗被滚滚黄沙掩埋,人们为收获,常需翻种 2~3 次。灾害不仅影响当地,其危害还波及更远的地区。如 2000 年春北方地区风沙天气空前频繁,3~4 月一共出现 12 次大范围的扬沙和沙尘暴天气,风力可达 10 级以上,波及范围包括西北、华北、东北西部、黄淮地区,甚至影响到江淮流域,5 月份西北又出现 3 次区域或局部沙尘暴天气<sup>[1]</sup>。

#### 2.4 水资源污染严重,质量下降

由于人们在经济利益的驱动下,违背水资源的客观自然规律,不顾水资源有限性、脆弱性、可恢复、可再生的特点,掠夺式的使用水资源,以致水资源污染和破坏。水体污染主要有城市和工矿和工矿区的废水污染和农村地区的农药、化肥污染等。在排放的污水中,达标的不足一半,其发展趋势是由城市河段向广大农村扩散,污染成分日渐复杂,污染程度不断加重。地表水的污染又殃及地下水,先是浅层,后是深层,造成水资源质量恶化,无法使用,如酒泉石油河出现的超标项目多达 66.7%,主要污染物为酚类、石油类、铜、高锰酸盐等<sup>[2]</sup>,严重影响人民生活用水和农业用水安全。

### 3 西部干旱半干旱地区水资源合理开发利用对策

#### 3.1 实施水资源管理战略,建立权威的管理机构

缺乏统一的水资源决策与管理机制,水资源管理多部门管、多同级行政区域分割、令出多门,各自为政的分散状况,是形成水资源开发处于盲目混乱状态,水资源使用严重浪费的重要原因。

应根据人口、社会与经济现状,科学地制定、优化水资源供需规划,并作为地方政府制定社会与国民经济发展规划的重要依据,建立“以水定人,以水定生产,以水定发展规模和以水定产业结构”的宏观调控机制,根据水资源条件,调整产业结构,制定合理的产业布局、产业规模,城镇建设也要根据水资源条件制定合理的发展规划。建立权威、高效、协调的水资源管理机构,这一机构集协调、检查、监督权力为一体,对上、中、下游流域统筹兼顾,联合调度地表水、地下水,全面实行水资源的统一规划,统一调配,统一管理,科

学合理地配置水资源。在规划中必须把资金政策、技术政策和经济政策等内容包括在内。只有保持上、中、下游以及各产业之间水资源补充和消耗的平衡,才能确保水资源可持续利用和正常的相对平衡的生态环境态势。

#### 3.2 加强森林保护,涵养水源

西部干旱半干旱地区的森林主要集中分布在祁连山的中段和东段,以及天山、阿尔泰山的中山地带,森林面积共约  $2.42 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。山区良好的植被生态系统是全流域水资源系统和生态系统平衡发展的根本保证,不但对山地水源涵养、形成,控制水土流失,增加枯水期地表径流量具有重要作用,而且具有遮阳防风,积存冬雪,推迟和延缓积雪融化的功能。此外,林地内土地疏松,吸水和渗水性强,利用拦截暴雨,增加河流和地下水的补给。但是在广大农村和小城镇,仍以木柴和柴茨为主要燃料,乱砍滥伐树木,以致于开荒毁林的现象时有发生,有些地区甚至较为严重。因此加强森林保护工作,严格禁止一切毁林开荒和毁林采石、采砂、采土及其它毁林行为,禁止在动林地和特种用途林内砍柴、放牧;要加大森林防火,防病虫害的工作力度,加快退耕、还林、还草、还牧的步伐,提高植被覆盖率,涵养水资源。

#### 3.3 积极保护积雪和冰川水资源

西部干旱半干旱地区水资源贮存的一种独特形式就是山地冰川积雪。冰川面积约  $3.24 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,冰雪融水资源每年约  $2.24 \times 10^6 \text{ m}^3$ ,占干旱区河川径流的 21.5%,其中玛纳斯河、叶尔羌河、喀拉喀什河、党河等冰雪融水占各流域的 30%~50%,冰川对河流流量有较大的调节作用。尚若为获取水资源,开发冰川,进行人工消融冰川,则使冰川减薄、后退,破坏水资源形成区的水分平衡,不利于可持续发展对冰川资源的需求。保护和扩大冰川面积是水资源涵养的重要措施,应实施人工降雨等方法,增加冰川积累,以涵养水资源。

#### 3.4 提高公众的资源环境意识,加快建立节约型的社会和国民经济体系

西部干旱半干旱地区的用水大户是农业,灌溉用水占总用水量的 78%,农业人口众多且缺乏科技知识,在人口总数中文盲和半文盲的比例较高,加强公众的环境意识教育具有重要意义。要进一步提高公众水危机意识,提高他们珍惜水资源、保护水资源的自觉性,获得初步的水资源知识和科学利用水资源的基本技能,在全社会形成节约用水的风气。

我国工业万元产值取水量是发达国家的 5~10 倍,城市用水设施漏水损失达到 20%,西北地区取水

量是全国水平的2~1倍,损失率更高达30%以上。

以色列是水资源贫乏,水贵如金的国家,该国对水资源实施严格的控制和管理,实施工农业和民用用水配额,强化废水再利用,使其成为“循环水”并用于农业灌溉。节约用水和先进的节水灌溉技术为农业现代化发挥了极其重要的作用,如新疆 $1\text{hm}^2$ 灌溉用水 $1.28\times 10^4\text{m}^3$ ,而以色列仅为 $300\text{m}^3$ 多,我国目前采用的漫灌方式非常落后,用水率最高40%,另有60%被浪费掉,非常可惜。我们应借鉴国外节水用水的先进经验、技术,大力发展压力灌溉技术。把节水作为革命性的措施来抓,依靠科技进步,以常规节水为中心,在工业、农业生产和城镇居民生活中,采取有效措施全面开展节约用水,推广行之有效的节水措施、方法和经验,提高水资源的重复利用率,结合地膜工程,推广耐旱良种和各种防渗渠道,科学配方施肥,滴灌、喷灌、微灌,不断挖掘节水潜力,形成节水农业、节水工业、节水城市、节水型社会的体系,满足社会经济可持续发展、资源开发对水资源的需求。

### 3.5 因地制宜合理利用现有水资源

山前平原地区是地表水和地下水的强烈转化带,出山口的地表水流大量渗漏转化为地下水,使地下水量不断增加。但在山前平原区前缘部位,又出露成泉水转为地表水,成为下游冲积平原区的重要水源。该带水资源的利用一方面要注重地下水资源的开发,以缓解水资源供求矛盾,另一方面要加强地表水和地下水的联合运用,实现水资源的优化组合。要注意两水转化规律。第1次转化发生在山前地带,地表水、地下水均很丰富。而第2次转化发生在平原区的前缘地带,接受强烈的蒸发作用,使地表水、地下水均水量减少,水质变差。因此两水联合运用需要对整个流域水资源统一规划,合理调配,应充分利用两水转化和可重复利用的特点,保证地下水的补给,才能经济合理的利用水资源。

冲湖积平原区是内流河消失区,地表水源虽少,都是维持绿洲的基本水源。要充分利用进入该区的地表水,并针对地下水埋深大,水质差的实际,加强渠系防渗处理,尽可能的提高渠系水利用系数,减少渠系渗漏,防止地下水位过度上升,避免土地积盐,防止土地盐碱化。

### 3.6 建立完善的水资源市场,实现水资源优化配置

水资源市场可以通过利益机制提高水资源使用效率,能够满足缺水时期的水需求,是利用市场机制

实现水资源优化配置的一个条件。水市场有3种:第一个市场是水资源商品原料市场,是所有权实现的市场,但在我国因财产权不明晰,尚且无市场;第二个市场是从事水产、处理和水事务服务的水工程企业向社会直接提供产品和服务的市场;第三个市场是水资源消费市场<sup>[1]</sup>。

美国是依据“清洁用水法”、“用水许可证制度”、“排污许可证制度”、“石油储存防污制度”等法规进行水资源开发、利用、保护和管理,取得了好的成效。我国是依据“水法”、“水污染防治法”、“水土保持法”、“土地法”、“环境保护法”等法规进行管理,尚缺少适应水资源市场运行的法律条文。“宪法”、“水法”也规定水资源属国家所有,即全民所有。目前实行的取水权是根据国家规定和政府授权取水的行为,无论那种取水都是无偿、无期、不得转让的行为,而用水权则是有偿、有期、可转让的。实行取水权向用水权的转变,建立明确产权、可测定、可实施、可交易的产权制,通过利益机制拉动发展,促进水资源市场的完善,才能保证水资源的持续利用。

### 3.7 拓宽投资渠道,加强水资源开发利用配套设施建设

水污染的问题之一,是大量未经处理的废水排入,要控制污染必须严格执法,并提高污水处理率,这就需要经费投入,同样,开发利用的资源,节约使用水资源等都同时存在着需要大量资金投入的问题。可采用多渠道、多形式的投资方式,解决西部干旱地区水建设所需资金。建设项目可采取国有、国有控股、股份合作、外资、独资或拍买、租赁、承包的形式办,可以国家财政拨款,地方财政拨款,发行债券,银行贷款及世界银行等国际金融机构的资助等解决经费问题。借鉴国外的成功经验,利用市场经济机制发展水利事业。

### 【参 考 文 献】

- [1] 杨凌示范区迎接西部大开发课题组. 面向西部大开发. 充分发挥杨凌示范区作用解决西部干旱半干旱地区农业发展问题研究报告[R]. 19991018.
- [2] 蓝楠. 完善西部地区水资源市场是当务之急[N]. 中国环保产业, 200210.
- [3] 陶希东, 石培基, 巨天珍, 等. 西部干旱区水资源利用与生态环境重建研究[J]. 干旱区资源与环境, 2001, 15(1): 18-22.
- [4] 中华环保世纪记者团. 西北企盼水与生态经济社会和谐[J]. 生态环境与保护, 2001, 11-17.