

# 黄河流域水资源可持续利用研究

赵秉栋<sup>1</sup>, 赵庆良<sup>1</sup>, 焦士兴<sup>1,2</sup>, 赵军凯<sup>1</sup>

(1. 河南大学环境与规划学院, 河南 开封 475001; 2. 安阳师范学院地理系, 河南 安阳 455000)

**摘要:** 论述了黄河水资源的特点, 分析了在黄河水资源开发利用方面, 存在的主要问题, 提出了实现黄河流域水资源可持续利用的若干对策。

**关键词:** 黄河; 水资源; 可持续利用; 对策

中图分类号: S273.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)04-0102-03

## Study on Sustainable Utilization of Water Resources of the Yellow River Drainage Basin

ZHAO Bing-dong<sup>1</sup>, ZHAO Qing-liang<sup>1</sup>, JIAO Shi-xing<sup>1,2</sup>, ZHAO Jun-kai<sup>1</sup>

(1. College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China;

2, Department of Geography, Anyang Teachers College, Anyang 455000, Henan, China)

**Abstract:** The authors state the characteristics of water resources of the Yellow River drainage basin, and make a detailed analysis of the main issues existing in exploitation and utilization of water resources, and put forward some countermeasures to realize sustainable utilization of water resources of the Yellow River drainage basin.

**Key words:** the Yellow River drainage basin; water resources; sustainable utilization; countermeasure

黄河流域是我国重要的能源重化工基地和粮棉基地, 在我国经济建设中起着重要的作用。由于自然地理因素和人类活动两个方面的影响, 黄河水资源严重短缺, 成为制约沿黄地区经济发展的重要因素。因此, 探讨黄河水资源可持续开发利用对策, 对于实现沿黄地区经济可持续发展, 具有重要的实际意义。

### 1 黄河水资源特点

#### 1.1 黄河流域水资源量匮乏

黄河流域面积占全国土地面积的 8%, 而多年平均天然径流量为 580 亿  $m^3$ , 只占全国河川径流量的 2% 左右。黄河流域年平均径流深为 77 mm, 仅为全国平均径流深的 27%。按全流域人均水量计算, 每人约为 700  $m^3$ , 仅为全国人均占有年径流量的 26.5%。流域内每公顷土地平均水量 4 500  $m^3$ , 只相当于全国平均的 17%。由此可见, 黄河流域的水资源是相当匮乏的<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 黄河水资源时空分布不均

黄河干流站汛期(7~10 月份)径流量占全年径流量的

60% 左右, 在黄土高原区的一些中小支流, 径流的年内分配更加集中, 全年径流量不仅集中在汛期, 而且又多集中在几次大洪水中, 汛期径流量可占年径流量的 80% 以上。黄河流域河川径流有显著的年际变化。全流域各地区年径流离差系数变化于 0.11~0.53 之间, 干流的年径流极值比可达 3.5, 部分支流的年径流极值比可达 40 以上。黄河径流年际变化的另一突出特点是连续枯水年份持续时间长, 如在 20 世纪的百年以内就出现过三次持续时间在 10 年以上的枯水时段。连续枯水年的出现, 对于十分匮乏的黄河水资源来说, 更是雪上加霜。

黄河水资源的地区分布很不均匀。流域内相对多水区与少水区的径流深相差 140 倍以上。年径流系数最大为 0.7, 是全流域年径流系数的 4.7 倍; 最小只有 0.01, 仅为全流域年径流系数的 7%。黄河干流兰州以上控制流域面积占全河的 29.6%, 多年平均天然径流量为 337 亿  $m^3$ , 占全河的 58%, 是黄河径流的主要来源区, 但这个地区的年耗水量只占全河年耗水量的 6.3%。兰州至河口镇区间流域面积有 16.3 万  $km^2$ , 大部分属于干旱地区, 区间径流量很小, 然而

<sup>1</sup> 收稿日期: 2003-05-20

作者简介: 赵秉栋(1944-), 男, 河南镇平人, 教授, 硕士研究生导师, 主要从事自然地理和自然资源教学与科学研究工作, 研究方向为资源与环境。

该地区年耗水量却占全河的 41%。河口镇至花园口段径流有所增加。下流的花园口至利津区间,因少有支流汇入,加上河道向两侧平地渗水等原因,径流量只占全河的 1.8%,但该区段耗水量却占全河的 35.1%。以上数据表明,黄河水资源的地区分布与耗水量的地区分布极不匹配<sup>[2]</sup>。

### 1.3 黄河含沙量高且水沙异源<sup>[3]</sup>

黄河因含沙量高而世界闻名,而且黄河有水沙异源的突出特点,如兰州以上的上游地区和三门峡以下地区属于水多沙少区,而三门峡以上的中游地区则是沙多水少区。黄河含沙量高,给黄河水资源开发利用带来不少困难。如为了减轻引水渠道的严重淤积,中下游的引黄枢纽工程都需建设大面积的沉沙池,因而占用了大量土地。引黄干支渠每年都有繁重的清淤任务,为此也耗费了大量的人力、物力。为了保证每年把约 12 亿 t 的黄河泥沙输送入海,黄河需要 200 亿 m<sup>3</sup> 的生态用水量,以满足排沙入海的要求。

## 2 黄河水资源开发利用中存在的问题

### 2.1 用水量急剧增加,供需矛盾日趋尖锐

黄河流域是我国重要的农业区,为了发展农业,引黄灌溉有着悠久的历史。新中国成立后,黄河流域进行了大规模的水利建设,在干支流建成大、中、小型水库 3 183 座,总库容 583 亿 m<sup>3</sup>,引水工程 0.98 万处,提水工程 2.36 万处,机井 37.8 万眼;在黄河下游还修建了向海河、淮河平原沿黄地区供水的引黄涵闸、虹吸、提水站等 122 座,为发展农业灌溉提供了重要的基础设施<sup>[1]</sup>。1950 年黄河流域及其下游沿黄地带的灌溉面积仅有 80 万 hm<sup>2</sup>,而到 20 世纪 90 年代已发展到 713.3 万 hm<sup>2</sup>,增长近 9 倍<sup>[3]</sup>。相应的农业灌溉用水量也有了急剧增长,20 世纪 50 年代初农业灌溉用水量约为 122 亿 m<sup>3</sup>,到 90 年代猛增至 284 亿 m<sup>3</sup>,是 50 年代农业灌溉用水量的 2.33 倍<sup>[5]</sup>。

黄河沿岸的一些城市,如兰州、包头、白银、石嘴山、郑州、开封、新乡、济南、东营、滨州等地区,工业及城市生活用水主要是靠引用黄河水。据统计,黄河流域城市工业及生活用水 50 年代年均耗水量为 0.23 亿 m<sup>3</sup>,80 年代为 10.2 亿 m<sup>3</sup>,90 年代则达到 13.63 亿 m<sup>3</sup>。在不到 50 年的时间里,引黄耗水量增长了近 60 倍,可见黄河流域城市工业、生活用水增长速度相当迅猛<sup>[1]</sup>。

据资料统计,半个世纪以来,黄河流域人口迅速增长,1950 年全流域人口约为 0.38 亿,到 1999 年增至 1.07 亿。随着社会经济的发展,耗水量成倍增长。年均河川径流耗水量在 20 世纪 50 年代为 122.3 亿 m<sup>3</sup>,到 90 年代达 307.3 亿 m<sup>3</sup>,增长了 1.5 倍以上<sup>[5]</sup>。用水量的急剧增加,使黄河流域水资源的供需矛盾日趋尖锐。

### 2.2 水资源利用浪费严重

农业灌溉是黄河水资源的用水大户,同时也是水资源浪费大户。据调查,目前引黄灌区灌水定额达 6 000~9 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>;在干旱和半干旱的宁夏、内蒙古灌区,灌溉定额高达 12 300~17 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>;更有甚者,银川地区的水稻灌溉定额高达 22 500~27 000 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。这些灌溉定额是正常用

水量的 2~5 倍,说明农业灌溉水的利用率极低。据估算,黄河全部灌区灌溉用水的利用率仅为 30%。河套地区每生产 1 kg 粮食的用水量为 3.48 m<sup>3</sup>,为东部地区用水量的 8 倍,是全国平均水平的 1.8 倍。造成用水浪费的原因主要是黄河灌区大部分为自流灌溉,引水方便,很多地区采用大水漫灌、串灌等粗放的灌溉方式,加之许多水利工程设施不配套,重建轻管,引水渠道年久失修,“跑、冒、渗、漏”严重,因此浪费了大量的水资源。据估算,仅渠系引水渗漏、灌溉工程不配套和灌溉方式落后,约造成全河段每年引黄用水 100~200 亿 m<sup>3</sup> 的严重浪费<sup>[4]</sup>。在黄河水供水范围内,工业和城市生活用水也普遍存在着浪费现象。沿黄地带不少城市的工业生产设备陈旧,生产工艺落后,工业结构中以耗水量大的工业行业为主,缺少新兴技术产业,加上管理水平低,使得大中城市的工业用水平均定额为 300~600 m<sup>3</sup>/万元(1980 年不变价),比先进国家高出了 3~4 倍。工业用水的重复利用率只有 40%~60%,小城市仅为 20%~30%,不仅远远落后于先进国家,而且也远低于国内发达城市的水平。此外,我国将低水费长期作为一种社会福利,背离了价值规律,使水资源的利用缺乏经济杠杆调节。低廉的水价唤不起人们的节水意识,抑制了先进节水灌溉技术和先进工艺的推广使用,客观上助长了水资源的浪费行为。

### 2.3 严重的水污染加剧了水资源危机

黄河是我国华北和西北的重要水源。随着工业化和城市化的逐步发展,废污水的排放量大幅度增加,造成了严重的水污染。据调查统计,在 20 世纪 80 年代初期,黄河流域城市工矿企业和居民生活废污水排放量约 20 亿 t 左右;到 90 年代后期,这一数值增长到 50 亿 t,增加了 1.5 倍。目前,由于沿黄能源、有色金属及重化工基地的发展以及城市人口的增加,向黄河排污量已占到黄河径流总量的 7%。先前水质污染主要发生在枯水季节,而目前,平水季节和丰水季节的水污染现象也在不断加重。氨、氮、石油、重金属、挥发酚等污染物从支流扩展到干流,从上游兰州、包头河段蔓延到中下游。更有甚者,部分水库的水质也遭受到污染。

## 3 黄河水资源可持续利用对策

根据黄河流域人口、经济的增长,生态环境的恶化,以及水资源紧缺和贫乏等基本情况,决定了黄河水资源的开发利用必须走保护生态环境、保护水资源、合理利用和节约水资源的持续发展道路。解决黄河水资源紧缺的矛盾,既要从长远考虑,彻底根治,又要着眼当前,解决燃眉之急;既要从硬的方面,兴建水利工程,增加流域“产水”、“造血”功能,又要从软的方面加强水资源的管理调配,厉行节约,合理利用,提高水资源利用率<sup>[6]</sup>。

### 3.1 加强水资源的统一管理和统一调度

目前黄河干流已建与在建的水利枢纽 12 座(总库容达 563 亿 m<sup>3</sup>),有 667 hm<sup>2</sup> 以上的引黄工程 200 余处,这些工程在用水调度上分别归属不同的部门管理。由于各部门各自为政,追求目标不统一,按照各自的运行方式进行调度,造成枯水年份、枯水季节上中下流争水,从而增加了下游断流的机

遇。为使有限的黄河水资源发挥出最大的整体效益,对全河水资源实行统一管理和调度已势在必行<sup>[2]</sup>。建议在黄河流域建立一套既有降水量时空预测、预报,水资源监测、预报,水库群的水资源管理制度,又有流域用水现状预测、控制和水资源开发治理、土地合理开发利用的流域网络综合管理系统,为强化水资源统一管理和统一调度创造良好条件。

3.2 开源节流,科学合理地利用黄河水资源

3.2.1 开辟新水源

首先,要扩建和增建蓄水工程,增加调蓄能力。黄河中下流干流调蓄能力较低,从而造成黄河一方面水资源不足,经常出现断流,另一方面又有汛期的大量弃水入海。在黄河下流特别是在中游修建几处综合利用工程可以增加水量调节能力。当前要充分利用已有的坑塘、湖泊、河道拦河闸、平原水库等工程合理地拦蓄当地地表径流和调蓄黄河水以便丰蓄枯用,为枯水期增加可用水源。

其次,要合理开发利用地下水源。黄河宁蒙灌区和下游沿黄地区地下水资源丰富,具有很重要的开发利用价值。据统计,由于降水入渗、黄河侧渗和引黄渠系渗漏补给,下流引黄灌区地下水可开采量为 65.11 亿 m<sup>3</sup>,而大旱的 1989 年地下水仅开采 17.8 亿 m<sup>3</sup>,占可开采量的 27.3%。如按可开采量的 70% 开发利用,则下游每年可比现状增加开采量 27 亿 m<sup>3[2]</sup>。

第三,要加大污水资源化力度。污水不经处理直接排入河道,既浪费了资源,又污染了环境,贻害于人民。目前,沿黄废污水排放量已达每年 50 亿 t 左右,如将这些污水加以处理,达到环境允许的排放标准或污水灌溉的标准,使污水资源化,既可增加水源解决农业缺水问题,又可起到治理污染和改善生态环境的作用<sup>[7]</sup>。

此外,有关资料表明,在建的东线南水北调工程和筹建的中线工程完工后,可为黄河下游提供 40 亿 m<sup>3</sup> 的水源,这对缓解黄河水资源的供需矛盾也能起到重要作用。

3.2.2 节约利用黄河水资源

前已述及,在黄河水资源的利用中,存在着十分严重的浪费现象,这也同时意味着这里具有很大的节水潜力。要努力建立节水型生产体系,提高黄河水资源的有效利用率。目前在黄河水的开发利用中,农业灌溉用水占 80% 以上,因此

农业节水是首要任务,从工程节水、生物节水、农艺节水等多方面入手,全面实施农业高效用水技术,可大量节约农业用水。据引黄灌区渠系工程配套的试验证明:从干渠到田间逐步实行渠道防渗,配齐测水量水建筑物,建造 U 型防渗渠的灌水体系,在不减少灌溉面积的情况下可节水 20% 以上。加上田间实施节水工程建设,实施低压管道灌溉、喷灌和微灌等,可使用水量降至 750 m<sup>3</sup>/hm<sup>2[8]</sup>。在工业节水方面,要将节水措施与企业技术改造相结合,重视工业用水的重复利用、循环利用,努力提高工业用水重复利用率,以减少水资源消耗。

3.3 利用经济杠杆调节水价,建立合理的水价制度

水作为不可或缺的自然资源在市场经济体制下理应完全商品化,水价应真正体现水资源的价值,从而促进人们节水意识的增强、节水技术的改进和节水措施的落实。利用水价调节人们的用水行为是实现可持续的用水方式的有效手段,但是这一手段在过去较长时期内并没有得到充分合理的使用。我国传统的水价制度带有较强的计划经济色彩,供水被视为无偿或低偿的公益福利事业,这直接或间接导致了用水效率的低下和水资源的污染破坏<sup>[9]</sup>。目前要利用经济杠杆,适当地、逐步地提高水价。同时可根据黄河水资源的特点,按市场进行调节,实行浮动价格,枯水高价,丰水低价,超计划用水加价。可根据不同地区的经济发展水平,实行异地异价。要逐步改变目前价格偏低,水价单一的不合理状况,建立起合理的水价制度。只有这样才能唤起全社会对节水的关注,达到节约用水的目的。提高水价增收资金可适当返还水利部门,作为沿黄水利的基金,或可用于节水工程的建设,或可作为节水措施的奖励,调动沿黄各地可持续利用水资源的积极性。

4 结 语

黄河水资源利用中存在着严重浪费现象,严重的水污染又加剧了水资源危机。针对黄河水资源开发利用中存在的问题,本文提出了三项对策:一是加强水资源的统一管理和统一调度;二是开源节流,科学合理地利用黄河水资源;三是利用经济杠杆调节水价,建立合理的水价制度。认真实施上述对策,是实现黄河水资源可持续利用的必由之路。

参考文献:

[1] 王玲,林银平,等.黄河下流断流成因分析[J].人民黄河,1997(10):13- 17.  
[2] 林银平,钱云平,等.黄河断流的不良影响及水资源利用对策[J].西北水资源与水工程,1997,8(3):53- 57.  
[3] 王文楷,刘荷芬,等.21 世纪黄河水资源可持续利用对策研究[J].地域研究与开发,2001,20(2):62- 64.  
[4] 李海民.黄河断流的成因分析[J].陕西师范大学学报(自然科学版),1999,27(3):121- 124.  
[5] 尹国康.黄河流域环境对水资源开发承受力的思考[J].地理学报,2002,57(2):224- 231.  
[6] 赵志贡,荣晓明,等.解决黄河断流对策探讨[J].河南水利,2001(1):35.  
[7] 陈志恺.中国水资源的可持续利用问题[J].水文,2003,23(1):1- 5.  
[8] 徐跃通,冯海霞,等.黄河济南段水资源特点与可持续利用对策[J].自然资源学报,2001,16(2):128- 133.  
[9] 毛显强,钟瑜.面向市场经济的中国水资源可持续利用策略[J].中国人口·资源与环境,2002,12(2):48- 52.