

黄河断流与河流水资源可持续利用问题

The Broken Current of the Yellow River and Sustainable Usage of the River Water Resources

费祥俊

(清华大学水利水电工程系, 教授 北京 100084)

水利建设是改造自然最大的人类活动, 在某些情况下这种大型人类活动对自然环境所施加的广泛而深刻的影响一定会暴露出来, 值得高度重视。

一、河流水资源开发利用的负面影响

开发利用河流水资源尤其是大型水库的建设, 所引起的负面影响与流域的自然地理条件、经济发展程度等很多因素有关, 往往难以预测。在世界范围内, 自 60 年代大规模水利建设兴起以来, 这些负面影响才逐渐暴露出来并引起注意。我国有自己的特点: 一是地处季风区域, 洪水多由暴雨引起, 容易成灾, 所以水库都有防洪要求; 二是北方广大面积属半干旱地区, 植被较差, 又有世界上独有的黄土高原存在, 河流泥沙之多属世界之最, 故开发利用河流水资源, 必须处理好泥沙问题; 三是地少人多, 以占世界 7% 的耕地要养活占世界 22% 的人口, 对自然界水、土资源的索取往往过多以致过度。这几点都使我国水利建设中可能产生的负面影响更加尖锐复杂。60 年代初, 建国后最大水利工程——黄河三门峡枢纽建成蓄水, 但很快就出现库区的严重泥沙淤积, 不仅水库未能发挥应有的设计效益, 泥沙淤积还直接影响关中平原农业生产以至西安工业基地。除了泥沙淤积外, 由于库周地下水位上升还引起土壤盐碱化、水井坍塌、房屋塌毁、地面湿陷、地下水水质恶化以及库岸坍塌等严重的环境问题。这些是自然界对人类活动的快速反映。在多数情况下这种反映或自然界的回报往往经历较长时间才表现出来; 但一旦形成严重的环境问题, 再补救就万分困难。60 年代中前苏联为利用内陆湖咸海水资源, 在汇入咸海的阿姆河和锡尔河上修建大坝及大型渠道, 大规模引水灌溉。10 年后由于入湖水量减少, 不能抵偿湖面蒸发, 湖水位下降了约 3 米, 面积大幅度缩小, 丧失了主要的捕鱼场; 湖水含盐量增加到原来的 3 倍, 使周围土地由于盐碱化严重减产; 还由于生态系统破坏, 各种病害孳生, 严重威

胁周围人民的健康。这类由于水资源过度利用造成生态环境问题的例子还可举出很多。有些问题所以不能很快暴露出来, 是由于有的人类活动产生的影响需有一个积累过程; 有的则是由于天然河流年水量的随机变化, 在一般年份不出现的问题, 遇到小水或大水年份就表现出来。黄河自 1972 年以来除少数年份外, 下游连年断流, 而且断流时间延长、断流河段上延; 但断流年份的天然径流量并没有比过去有明显减少。长江中下游洪灾也有加剧之势, 1996 年长江中游发生洪水, 防汛抢险形势十分紧张; 1998 年中下游又发生洪水灾害, 使湖南、湖北、江西等省的抗洪抢险出现前所未有的严峻形势, 影响遍及海内外。考察一下 1996 年及 1998 年洪水, 无论是洪量还是洪峰总的来看都不比 1954 年大, 但各河段水位都高于 1954 年或历史最高水位。这里除自然因素外, 不能否认不合理的人类活动, 特别是对水、土资源的过度利用所带来的严重影响。

二、黄河断流、流量减少的原因与影响

黄河断流的原因有来水偏少、用水浪费及缺乏统一管理, 但最根本的原因是流域用水量急剧增加。黄河供水地区耗水量由 50 年代的年均 122 亿 m^3 , 增加到 90 年代年均 300 亿 m^3 , 其中农业灌溉占全部耗水量的 92%。在天然径流没有明显变化的情况下, 入海水量逐年减少。50 年代利津入海水量占天然径流 79%; 60 年代以来, 干支流相继建成不少大中型水库, 控制了天然径流, 增加了引用水量, 灌溉耗水量增加尤为显著; 到 70 年代, 黄河入海水量已降至天然径流的 55%; 80 年代中, 上游龙羊峡 (有效库容 93 亿 m^3) 水库建成蓄水, 使引用水量再次加大, 入海水量进一步减少到约占天然径流的 45%。

河流入海水量减少, 意味着河流流量减少, 以致在某些时段及河段出现断流。事实上断流现象只是大河流流量减少的一种反映而已, 像黄河这样多泥

沙河流, 流量减少首要的影响是导致河流输沙能力成倍下降, 其带来的潜在危险, 远远超过断流现象的影响。1986 年以来黄河水量的减少, 主要表现为汛期水量明显减少。据统计 1985 年 11 月到 1995 年 10 月进入下游的平均汛期水量仅为多年平均的 50% 左右, 而来沙仍集中在汛期。非汛期来水量也较前减少, 特别是 90 年代, 如 1991 年 11 月到 1995 年 10 月平均进入黄河下游的非汛期水量仅为多年平均的 78%, 艾山站水量仅为 50 年代的 57%。黄河水量的这种变化, 影响了全流域的泥沙淤积, 在 upstream 宁蒙河段、小北干流上段, 由于泥沙淤积加重, 导致河道横向摆幅增大, 断面更加宽浅, 使河道更不稳定。在三门峡库区, 由于汛期流量减少很多, 三门峡水库非汛期蓄水淤积及潼关高程的抬升, 未能利用汛期流量进行冲刷, 致使 1985 年 11 月到 1990 年 10 月潼关以上库区淤积达 3.19 亿 m^3 , 改变了水库蓄清排浑运用以来的微冲状况。由于潼关高程居高不下, 使渭河床相应淤高, 下游防洪形势更加严峻。在三门峡水库以下, 由于汛期流量减少, 汛初水库排沙所造成的河道淤积未能及时消除, 从而对下游河道的防洪造成威胁。如 1966 年 7 月 17 ~ 19 日和 7 月 29 ~ 31 日三门峡排沙出库达 3.88 亿吨, 造成下游河道普遍淤积。由于小水大沙, 淤积集中在主槽, 花园口以上河段平均河床淤高 0.74m, 直接导致了 1966 年 8 月的大洪灾。当时黄河最大洪峰流量 7 860 m^3/s , 虽仅属中常洪水, 但由于河床高, 水位亦相应很高, 使夹河滩以上洪水位全线超过历史最高水位, 造成 300 多万亩滩地遭灾, 受灾人口上百万。就一般情况来说, 下游高村以上河段汛期淤积, 艾山以下河段汛期发生冲刷, 但 1986 年以后由于汛期流量明显减少, 使高村以上汛期淤积加重并集中于主槽; 艾山以下汛期则由冲刷转而淤积, 其结果是使黄河下游河道淤积普遍增加, 过流断面萎缩, 同流量时水位上升。据山东黄河河务局提供的资料, 1986 年前后, 高村以下河段水位变化如下表所示:

表 1 $Q=3\,000\,m^3/s$ 时下游各站水位及年均上升值					
水 位(米)	高村	孙口	艾山	乐口	利津
1952 年	59.68	44.89	38.42	27.42	11.55
1986 年	61.94	47.23	40.09	29.50	12.52
1994 年	62.78	48.28	40.95	30.89	14.10
1952 年 ~ 1986 年均上升	0.068	0.071	0.051	0.063	0.029
1986 年 ~ 1994 年均上升	0.105	0.131	0.108	0.174	0.198

由上表可见, 流量减少, 输沙能力锐减, 泥沙淤积加重, 使河道排洪能力下降, 同流量水位年均上升值显著提高。这对防洪是潜在的最大危险。

其次, 入海流量减少, 对水质污染及生态环境

的影响, 是不容忽视的。随着两岸生产发展、人口增加, 排入黄河的污水有增无减。据初步统计, 每年近 50 亿吨。由于河流流量减小, 难以稀释入河污水, 水质变坏是显而易见的。根据水利部水文司 1995 年 12 月对黄河水质的评价与黄河水资源保护办公室 1986 年以前提出的资料进行对比(详表 2), 可以看出 1986 年以后黄河水质恶化的速度是十分惊人的。这里虽包括 10 年来排污量的增长, 但不能否认黄河流量减少对纳污容量锐减产生的影响。表 2 数据表明, 1986 年以前黄河干流的水质较好, 无级以上水质, 而 1995 年级以上污染河长占评价河长的 71.3%。

表 2 1995 年 12 月黄河水质评价与 1986 年前的对比

水质级别	1995 年 12 月污染河长 百分比(%)	1986 年前污染河长 百分比(%)
I	1.1	50.4
	5.8	39.8
	21.8	9.8
	39.9	0
	15.4	0

黄河少水和断流使该区生态环境恶化, 从而造成生态系统、生态种群和遗传基因多样的丧失均是无法补偿的。但有些同志对此不以为然, 认为还没有黄河下游及河口地区的具体材料可以证明上述问题。他们可能不理解人类活动对自然界的负面影响, 有一滞后和积累的过程。据国外经验, 对一定河流来说, 入海水量的减少, 可作为评估环境影响的最重要标志之一。对河流径流调节、控制的程度越高, 水资源开发利用带来的负面效应也越大。埃及尼罗河 60 年代前每年入海水量平均 320 亿 m^3 , 阿斯旺水坝建成后, 由于水库液面蒸发和灌溉引水, 每年入海水量迅速下降到 60 亿 m^3 , 目前更少于 60 亿 m^3 , 结果河里商业鱼类由建坝前 47 种下降为 17 种, 而且产量大减。建坝后由于入海水量减少, 全年大多数时间都是由海向河单向倒流, 这使近海岸表层水含盐量超过 39‰ 的上限值, 影响近海地区供水、浅海鱼类繁殖及相应的生态结构。美国西南部的科罗拉多河干流自建成哈佛坝蓄水以来, 相继修建了 10 座大型水库, 控制了绝大部分流域面积, 入海水量亦锐减。据 80 年代该河的水文记载, 到达河口的水量不到蓄水前该流域年径流量 160 亿 m^3 的 10%。科罗拉多河三角洲和加州海湾本是美国西南部最大、最重要的沙漠沼泽地和世界上物种最多的海洋生态系统之一, 科罗拉多河入海水量剧减后引起沼泽干涸、水质恶化, 入海营养物大大减少, 沿海生物繁殖地缩小, 附近海湾渔业产量急剧下降, 许多珍稀海洋动物濒临灭亡。相比之下, 我国黄河水

量利用率低于上述河流,但黄河含沙量却远高于上述河流,如考虑大量输沙用水,则实际水量利用程度,已达80%以上;再加上黄河水、沙异源,上游水库调节使汛期进入中游的流量减少,未能稀释汇入干流的中游高含沙支流水,从而导致径流调节程度愈高,泥沙问题对水资源利用程度的制约愈加明显的结局。

三、河流水资源可持续利用若干问题的思考

黄河水资源开发利用及断流现象,引发一系列值得思考的问题。

1. 通过水利工程自河流大量引水及改变天然条件下的水沙过程,必然引起河床演变及生态环境的变化以致全面影响河流系统,水资源利用规划如缺乏这方面考虑,往往事与愿违。

如在干流上修建水库,以削减出库洪峰,提高下游河道的防洪标准,这一愿望并不是总能达到的。又如在多沙河流上,水库蓄洪拦沙不仅使库容淤积缩小,降低调洪能力,还因淤积上延,使水库上游河道出现防洪问题。再如水库改为排沙运用,以减缓泥沙淤积,这样出库又难免“小水大沙”;增加下游河道淤积,反而降低了下游河道的防洪标准。大量实践表明,河流水资源开发利用带来的负面影响往往因地而异,而且影响深远,补救困难。埃及尼罗河阿斯旺高坝和我国黄河的问题前已述及。另外又如,美国切罗基坝流出的水缺氧,使霍尔斯顿河下游因溶解氧剧减而造成的损失相当于从350万人口城市排出的污水所造成的后果;我国京郊密云水库建成后,成为首都供水水源,但由于水库面积较大,对小气候有调节作用,结果使北部山区的暴雨中心,由西南地区转向西北地区,带来了新的问题。所有这些例子都说明开发利用河流水资源比任何其他人类改造自然活动引起的影响更加复杂。如欲使河流水资源开发带来最大的效益,而尽可能减少负面的影响,就要求水利专业人员具有对河流系统的全面知识和很强的环境保护意识;而现在我们培养的水利科技人员,其知识结构不能适应客观需要,有的高等学校水利专业基本上还是以水工建筑物的设计为中心设置基础及专业课程,连最基本的“河流动力学”课程都不受重视或根本不设,这种现象,亟待改革。

2. 特定河流的水资源开发利用存在一个限度,超过这一限度将引起环境演变以致发生灾害。

天然条件下河流丰、枯水年的交替变化,河道泥沙的冲淤变化,生物种群的增减等都不是一成不变的,而是处于连续的过渡状态。天然河流的稳定性是指长时期内变动的相对稳定性,即其平均状态

保持不变。人类活动对河流系统的干扰所引起的不稳定性,在一定条件或一定限度内是可以恢复的,这正是河流水资源利用可持续发展的依据。对于一条含沙量很低、沿河人口较少、上游植被良好等条件好的河流,其水资源利用程度可以很高,能达到70~80%甚至更高;但在相反的情况下,水资源开发利用受到较大的限制,尤其是沿河经济较发达、人口密度高、需建调节水库的情况下,今后可能产生大面积土地淹没、浸没以及人口迁移等复杂问题。多沙河流的水资源利用程度,受到泥沙因素极大的制约。黄河多年平均天然径流为580亿 m^3 ,90年代年均用水量为300亿 m^3 ,即利用率为51.7%,已出现下游连年断流、河道萎缩、河床淤高加速、水质恶化加剧以及“小水大灾”等危险局面,如果再通过在干流建调节水库使水资源利用程度进一步提高,河道流量进一步减少,则后果将更加严重。由于我国北方严重缺水,有关部门还想提高黄河水资源的利用率。1997年黄河水利委员会修订完成的《黄河治理开发规划纲要》中计划利用黄河水370亿 m^3 ,即利用率达64%,余下的200余亿 m^3 ,做输沙及其他环境用水。在黄河泥沙尚难有效控制的情况下,如按以上规划来利用黄河水资源,能否实现水资源利用可持续发展的目标是令人担忧的。

3. 发展生产要消耗资源,但更主要的要靠科技进步。

我国是一个资源相对贫乏的国家。人均耕地和人均水资源拥有量均低于世界平均水平。在黄河流域农业生产的发展基本上还靠扩大灌溉面积,增加引黄水量。全河道灌溉面积由50年代2104万亩,至90年代中达7306万亩,其中下游灌区灌溉面积发展最快,增长了约7.4倍;上游灌区单位面积耗水量最大,灌溉面积占全流域27%,但耗水量占全流域灌溉耗水的44%,总的来看由于渠系工程不配套,管理粗放,水量浪费严重,上游灌区每亩灌溉用水达670~716 m^3 。据估计渠道渗漏及无效蒸发水量在50%以上,可见农灌节水的潜力是很大的。笔者在1995年考察黄河时,见到运城地区采用技术并不复杂、成本也不高的节水灌溉。据介绍小麦浇水两遍,每遍每亩用水30 m^3 ,亩产在600斤以上,节水与增产效益比传统的灌溉方式高很多。

工业用水在数量上远小于农业用水,但也有节水潜力,应通过科技进步提高水的重复利用率及污水处理后再排入河道。

黄河水量消耗还有一个突出的问题,即输沙入海的水量消耗。根据三门峡水库蓄清排浑运用以来下游输沙情况的分析,为保持河道淤积水平的现状,每年需要200~240亿 m^3 的水量排沙入海。通过减少输沙用水节约黄河水量也有很大潜力。这需要对不同条件下河道的输沙能力进行深入研究,不

能满足于一贯使用的输沙率与流量经验关系来估算河道的输沙能力。更为重要的是改变泥沙处理方式,才有可能大幅度节约输沙用水创造条件。黄河泥沙处理途径,历来的提法是“上拦(包括水土保持及水库拦沙)下排(通过河道排沙入海)、两岸分滞(如引黄淤灌、滩区放淤、放淤固堤等)”;但在实际工作中由于某些原因只注重上拦下排;而上拦靠水土保持,见效缓慢,水库拦沙见效又短暂,因而无形中过多地依靠由河道排沙入海。为减少下游河道淤积,对小浪底水库的运行作了大量调整,但属于不同方式排沙入海的方案。其结果是河床淤积抬高,大堤被迫加高,悬河继续发展。因此泥沙处理急需新的思路。如利用高含沙水流,通过渠道向两岸低洼地有计划地放淤,不仅可使下流河道减少泥沙淤积,有利于防洪,而且可以大幅度减少输沙用水,并使泥沙用于固堤造田,可谓一举数得。多年前就有人提出这种泥沙处理的设想,但限于当时研究水平,较难实现。经过近年来的研究,对于高含沙水流远距离输送的机理及方法,已趋于成熟,应当进一步根据具体条件,研究其可行性。

4. 河流水资源的有效利用,除重视科技进步以外,还有赖于全面加强管理。

我国水资源缺乏,但水量浪费却很严重,管理落后是一个重要原因。这里所说的管理应包括工程的配套维护、河道的观测治理、水库调度运用、水情预报、水污染的防治等,甚至还应包括水土保持在

内。在由计划经济向社会主义市场经济转变中,更需要运用立法、行政和经济等手段,来加强对水资源的管理。

通过管理,可以总结宝贵的经验和沉重的教训。例如对多沙河流水库淤积的观测,从水库淤积尾部超过最高蓄水位的现象,验证了冲积河流河床自动调整的理论;从水库运用的观测与管理,总结出运用“水库蓄清排浑”,保持有效库容的经验,并在一定条件下和范围内推广而取得效益。

黄河是我国北方最大的水源,又是多沙河流,水资源开发利用到目前的水平,已令国人不安。为实现河流水资源可持续利用,应增加科研投入和切实加强管理。今后,不宜再在干流上修建大型水库,应严格控制引水,逐步实现原规划的全流域梯级开发。个别有利于减少输沙的枢纽工程,需充分论证后兴建。

参考文献

- [1] 赵业安等,黄河下游河道演变基本规律,黄河水利出版社,1998(3)。
- [2] 黄河的研究与实践,人民黄河编辑部,水利电力出版社,1986年10月
- [3] 钱正英,中国水利的发展方向,科技导报,1998(8)
- [4] G. E 佩茨[美],蓄水河流对环境的影响,中国环境科学出版社,1988年9月,王兆英等译
- [5] 杨庆安等主编,黄河三门峡水利枢纽运用与研究,河南人民出版社,1994年7月(责任编辑 王宏章)

(上接第44页)

实际上,没有数据库,等于有高速公路而没有货运。为此,应从实现中国“信息高速公路”的战略高度出发,大力发展我国的数据库产业,使之与其紧密配套。具体来讲,目前应着重以下几个方面:

(1) 从政策上、财政上大力扶持和鼓励开发数据库,尤其是一批重点库,如科技成果库、专利库、中国科技文献库和中国学位论文库等,加大其政策倾斜力度。

(2) 严格统一标准与规范,以便与国内联网,与全球信息高速公路接轨。网络建设采用国际通用的TCP/IP网络协议和标准接口,与国际用户最多、规模最大的互连网络Internet互连,从而可与国外信息高速公路配套。

(3) 国家有关职能部门,无论从整体计划、财政拨款,还是从信息系统建设的目标、系统功能、系统配置以及措施落实上,都应切实将数据库产业纳入到未来我国信息高速公路的整个构筑上考虑和实施。

8. 建设我国数据库产业基地

(1) 要把上面七个对策落到实处,当务之急是考虑建立我国数据库产业基地,让其起到主导和规范作用。在高的起点上,将其培育成为能代表全国数据库发展方向(包括技术水平和标准规范)的产业示范基地,并具有能为国家大型项目服务的能力和实

力。它的主要发展目标是大处着眼、高层次着手,为国民经济主战场服务。国家应从政策上择优支持、选择重点,尽快建立若干专业技术配套、拥有社会化生产能力的数据库服务产业基地。该基地应成为:国家基础数据库和战略资源数据库生产基地;CD-ROM光盘、多媒体数据生产服务中心;大型综合性联机服务中心。

(2) 数据库产业基地的发展方向应是:不断扩大生产规模,提高制作水准和生产能力,积极引进国际上先进的东西;能承担国家的大型重点项目,跟踪国外高新技术并注意在国内同期应用;研究制定有关数据库的国家标准,为规范数据库建设提供可遵循的统一标准;注重基本建设,如数据库的理论研究、国内外发展动态研究;规范化管理;建立高素质的人才队伍。

(3) 重点建设对国家经济发展具有全局性、先导性影响的基础/战略资源数据库,如大型商情类数据库、国家级中文文献数据库和科学技术等方面的数据库,为其创造良好的宏观发展环境。

(4) 作为国家第一流数据库产业基地,应确立和遵循以下的数据库发展原则:需求导向原则;重效益原则;技术原则;标准化原则;人才培养原则。

(责任编辑 孙立明)