

黄河下游断流分析及对策

杨向辉

(黄河水文水资源研究所 郑州 450004)

摘要 对黄河下游断流的变化特点、成因及趋势进行了分析,结果表明,花园口站下泄流量在关键用水月份小于 $900 \text{ m}^3/\text{s}$ 时,下游容易造成断流。从 70 年代至 90 年代,黄河下游断流形势越来越严重,而且有进一步加剧的可能。人类用水量大幅度增加是造成下游断流加剧的主要原因,而黄河水资源缺乏、浪费严重、缺乏统一管理和调度也是造成断流的重要原因。文中最后提出了防止断流继续发生的几条对策。

关键词 水资源 断流 供水 黄河

水利调查,

黄河下游由于来水量减少而造成的自然断流始于 1972 年。进入 90 年代后,断流程度有进一步增大的趋势。黄河下游断流形势不断加剧的状况,使下游沿黄地区水资源供需矛盾日益突出,造成大片引黄灌区停灌,工业停产、人畜饮水困难,严重制约了该地区经济发展。断流还加剧了下游河道萎缩和土地盐碱沙漠化。黄河下游断流已引起社会各界严重关注。

1 断流历史回顾及现状

1.1 断流历史回顾

据历史文献和资料,从 1855 年(黄河开始走现行河道)到建国前的近 100 年间,除 1938 年国民党在花园口扒口造成下游改道外,并未发生断流现象。即使在 1875~1878 年连续 4 年和 1922~1932 年连续 11 年间发生的大旱年份,下游河道仍有潺潺流水东流。

建国后,黄河下游河道第一次发生断流是 1960 年,全年花园口水文站断流 25 天,夹河滩站断流 16 天,高村站断流 7 天,利津站以下断流 141 天。高村站以上断流是因为花

园口枢纽大坝建成截流、三门峡水利枢纽下闸蓄水及沿途引用水所致。利津站以下断流是因为在该站上游附近的王庄引黄闸放水,在河中筑坝堵水所致。在以后的 1961~1971 年的 11 年间,黄河下游未出现过断流现象。

1.2 断流现状

从 1972~1996 年的 25 年间,黄河下游共有 19 年发生断流,平均每 5 年就有 4 年断流。花园口水文站以下各站均有断流记录,截止到 1996 年 7 月底,利津站有 19 年发生过断流,共计断流 56 次 679 天,冻口站有 11 年 19 次 253 天断流,艾山站有 2 年 5 次 99 天断流,孙口站有 2 年 5 次 77 天断流,高村站有 2 年 3 次 26 天断流,夹河滩站有 2 年 2 次 6 天断流。断流发生时间最早的年份是 1993 年,当年 2 月 13 日便发生了断流;断流时间最长的年份是 1996 年,共计断流 133 天。该年冻口站与利津站 2 月 14 日同日断流,比冻口站历史最早断流时间提前 40 天,创造了断流向上延伸最快的记录;断流长度最大的年份是 1995 年,断流从河口向上延伸至夹河滩站以上陈桥附近,断流长度达 683 km,占整个

作者简介:杨向辉,男,硕士,工程师,从事水文水资源研究,曾发表《经济周期与预警系统分析》等论文。

下游河道长 89%。

2 断流特点及趋势分析

2.1 年际变化

断流天数的变化过程可以分为两个阶段,1972~1989年,断流天数主要受进入下游的来水量影响,呈马鞍型变化形态;90年代以后,断流天数更多地受下游引水量的影响,呈指数递增变化形态。70年代共有6年86天断流,年平均断流9天,断流天数最多的是1979年,断流21天;80年代共有7年105天断流,年平均断流11天,断流天数最多的是1981年,达36天;进入90年代,截止到1996年,7年中有6年断流,共计断流488天,年平均断流70天,是70年代平均断流天数的7.8倍、80年代的6.4倍。1992~1996年间,每年断流的天数分别为83,60,74,122,133天,均大大超过以往年份的最长断流天数,其中1995和1996年更甚,使下游三分之一以上的时间处于断流状态。

黄河下游断流是从河口开始向上游延伸的,年最大断流长度的变化过程与断流天数的变化过程基本相对应。70,80,90年代的年均断流长度分别为145,179,336 km,最大断流长度分别为316,662,683 km。据统计,从1972~1996年出现断流的19年中,断流向上延伸到涿口站附近有10年,说明断流到涿口站附近的可能性最大。另外,断流年份的平均断流长度为295 km(约占下游河道总长的40%),正好在涿口站附近,也说明了这一点。

2.2 年内变化

附表是利津站各月断流天数统计表。从中可以看出,利津站断流发生时间最早从2月中旬开始,最晚至10月下旬。5,6,7三个月断流天数最多,约占全部天数的71%,其中6月份独占36%,1,9,11,12四个月份未发生过断流。

不同年代断流的年内分布有以下特点:90年代以前,断流最初发生时间最早为4月份,多发生在5,6月份;断流天数主要集中在

5,6,7三个月,占总天数的86%,其它4,8,10月份发生断流的年数和天数均较少;连续断流天数少,恢复过流快;连续断流天数最多的是1981年,为36天,其它年份均为断流几天后即恢复过流;另外断流的月分布也只有1~3个月。90年代后,断流发生时间从春季不断提前和推后,最初发生时间由过去的4月份提前到2月中旬开始;断流的密集月份由过去的5,6,7月份扩展到3~7月份;连续断流的天数大幅度增加,恢复过流慢,6年断流中,有4年整个6月份都处于断流状态,有3年7月下旬才恢复过流;断流的月分布也由过去的1~3个月扩大为2~6个月。

汛期之后的10月份仍有个别年份发生断流,如1987年断流17天、1993年2天、1994年13天。在较为干旱的年份,若遇到三门峡水库秋季蓄水,下游引水量又较大的情况,汛后下游仍能发生断流。

可见,从70年代至90年代,黄河下游初始断流时间在不断提前,断流天数在不断增加,断流长度在不断加长,断流的频次在不断提高,断流形势越来越严峻。

附表 利津站各月断流天数统计

年份	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	10月	合计
1972			4		15				19
1974				5	4	11			20
1975				1	12				13
1976				8					8
1978					5				5
1979				5	7	9			21
1980				2	5		1		8
1981				12	24				36
1982					10				10
1983					5				5
1987								17	17
1988					4	1			5
1989			5		5	14			24
1991				15	1				16
1992		2	6	18	30	26	1		83
1993	4	16	9	3	26			2	60
1994			12	18	30	1		13	74
1995		29	10	30	30	23			122
1996	16	30	20	22	30	15			133
合计	20	77	66	139	243	100	2	32	679

注:未列出的月份没有发生断流

2.3 断流期花园口站流量特点

黄河下游断流与花园口站来水量大小有一定关系。3~7月是农业灌溉用水的关键月份,在这期间,利津站断流天数共625天,占利津站全部断流天数的92%。据统计,花园口站月平均流量小于 $900\text{ m}^3/\text{s}$ 的断流天数占3~7月断流天数的83%以上。一般情况下^[1],当花园口站下泄流量在关键用水月份的月平均值小于 $900\text{ m}^3/\text{s}$ 时,下游断流次数明显增加。但并不是小于此数值,都会出现断流,还与下游同期天气干旱程度、引水状况、月内日平均流量分配和河道槽蓄情况有关。

个别年份断流月份月平均流量虽大于多年均值,但从日平均流量看,利津站断流的几天,正是花园口站流量偏小的时期。

2.4 断流趋势预测

根据目前黄河下游断流序列信息和递增趋势,以向前向后差分预报误差之和达到最小为原则,采用双向差分法对今后下游的断流趋势进行预测,结果表明^[2],按目前的趋势发展,至2000年水平,年断流天数最多将达到140~150天,黄河下游将会年年断流,至少出现10年内9年断流的局面,断流长度可达到700 km左右,若出现大旱年份,断流长度可达到花园口以上。

3 断流成因分析

3.1 黄河流域水资源贫乏

黄河流域面积占全国面积的7.8%,大部分处于干旱和半干旱地区,多年平均降水量只有450 mm,是全国平均降水量的69%。黄河流域降水量不仅少,而且时空分布不均匀,这就决定了黄河水资源的先天不足。

花园口以上流域七八十年代的平均降水量比五六十年代的平均降水量减少5%,1990~1995年减少12%,相应于花园口的天然径流量亦分别减少7%和22%;黄河下游(包括引黄灌区)近年来降水量下降趋势比上、中游更为明显,在1980~1995年的16年中,有11年的降水量都低于多年均值。黄河

流域是典型的季风气候区,降水季节性强,每年约60%~80%的降水集中在7~10月,而且多以暴雨形式出现。黄河的径流量主要来源于降水,致使径流年内分布也很不均匀,汛期干流站径流量可占全年的60%左右,而每年3~6月经流量只占全年的10%~20%。在目前中、下游缺乏大型水库进行径流调节的情况下,更加剧了用水季节水资源的紧缺状况,造成了缺水与弃水并存的局面。

3.2 人类用水量大幅度增加

五六十年代,黄河下游来水量充足,花园口、利津两站的年代平均流量均大于各自的多年平均流量,而且相差无几,反映出从花园口进入下游的水量,除自然损耗外,基本上传递到下游。但从70年代起,两站的年代平均流量均小于各自的多年平均流量,70,80,90年代(1970~1995)两站的平均流量分别占60年代平均流量的75%,82%,61%和62%,57%,35%。很明显,两站70年代以来的水量较之五六十年代有较大幅度的减少,尤其是90年代减少的幅度更大。相比之下,传递到利津站的水量所占花园口站的比重也越来越小,大部分被沿途用水消耗掉了。

人类用水量主要是农业灌溉、工业和生活方面的引用水。花园口以上,50,70,90年代年均用水量分别为103,161,189亿 m^3 ,分别占花园口以上天然径流量的17.6%,29.7%,41.1%,花园口以下用水量的增长速度比中、上游更快,50,70,90年代年均用水量分别为21,77,107亿 m^3 ,分别占花园口以上天然径流量的3.6%,14.2%,23.3%。可以看出,90年代的用水量较之50年代有了大幅度的增长。黄河多年平均径流量为580亿 m^3 ,若扣除输沙用水和沿程损失,可供水量仅有370亿 m^3 ,人类用水量的大幅度提高,使本来就不足的黄河水资源更显得捉襟见肘。

农业灌溉用水是黄河用水量的大户。解放初期,全流域灌溉面积仅80万 hm^2 ,到1995年已发展到733万 hm^2 ,尤其是河南、山东、宁

夏、内蒙等省区,近几年农业发展较快,是灌溉用水的主要地区。黄河下游 70,80,90 年代平均灌溉面积分别为 120,171,217 万 hm^2 ,引黄水量也由 60 年代的 37 亿 m^3 增加到 90 年代的 101 亿 m^3 。灌溉面积的不断扩大,使下游枯水季节本已紧缺的水资源供需矛盾更加尖锐,再加上人们担心黄河断水而抢先引水,变春灌为冬灌;河口地区修建平原蓄水工程,提前或错后引黄蓄水以及引黄灌区错开引水等,导致下游河道断流初始日期提前,断流天数增多,断流范围扩大,断流长度延长。

由此可知,人类活动的影响,特别是农业灌溉用水量的大幅度增加,使得黄河下游的径流量随之大幅度减少,这是造成下游河道断流加剧的主要原因。今后,黄河下游水资源紧缺和断流形势严峻的局面仍将持续下去。

3.3 水资源利用率低,浪费严重

目前黄河一方面水资源紧缺,另一方面用水浪费现象十分严重。农业用水占全河用水量的 75%~85%,但由于水利工程设施不配套且年久失修与老化、渠道衬砌状况差、排灌脱节、重建轻管等原因,存在着大量水资源浪费现象。据上、中游地区调查,灌区渠系由于“跑、冒、漏、渗”严重,水的有效利用率只有 40%~55%,很多地区采用漫灌、串灌方式,灌溉水的平均利用率只有 50%左右,全流域公顷平均毛灌溉水量达 9 000 m^3 ,高于全国 8 700 m^3 的平均水平。工业用水也存在同样的问题,大、中城市的工业用水重复利用率一般只有 50%~60%,小城镇只有 20%~30%,工业用水万元产值耗水量 802 m^3 ,大大高于全国 620 m^3 的平均水平。若按全国平均水平计算,黄河流域仅工农业用水每年就可以节约数十亿方的水量。

3.4 黄河水资源未能统一管理和统一调度

目前,全流域水资源还未能实行有效的统一管理,在水资源的利用和管理上仍处于各自为政的状况,条块分割严重,地区和部门之间争水纠纷时有发生。1987 年国务院批准的可供水量分配方案对沿黄八省区的用水

量进行了分配,但青海、内蒙、山东等省超计划用水严重,尤其是山东河段。而分水方案中并没有体现出不同来水情况下的分配原则,一旦遇到枯水年份或季节,上、中、下游都抢着引水,上游可以大开闸门,大漫大灌,下游可以提前引水、抢先蓄水。水资源的管理处于一种失控的局面,这也是造成下游断流的重要原因。

4 防止断流的对策

黄河流域水资源紧缺状况短期内无法缓解,下游断流形势仍十分严峻,因此,从长远和近期两方面,提出以下几条对策。

a. 加快南水北调西线、中线、东线工程建设,从根本上解决黄河流域水资源紧缺状况。南水北调工程投入运行后,有可能每年从长江调入 500~600 亿 m^3 水量给黄河,就可以解决目前水资源紧缺状况和下游断流的局面。

b. 加快中游调蓄工程和下游蓄水工程建设。目前黄河干流已建成的 8 座大型水库共有调节库容 300 亿 m^3 ,但主要分布在上游河段,而中、下游仅有三门峡 1 座可调节水库,又因蓄水位的限制,最大防凌蓄水库容为 18 亿 m^3 ,春灌蓄水库容为 14 亿 m^3 ,还要在 6 月底泄空迎汛,缺乏调节库容,致使每年约有 100 多亿 m^3 的水量弃入海中,形成弃水与断流并存的局面。因此,要在已有大型水库和在建的万家寨、小浪底等工程的基础上,加快兴建中游碛口、大柳树等控制工程以调节径流。另一方面,要在黄河下游修建一些平原水库,扩大水库容积,引蓄冬季入海水量,提高用水保证率。

c. 搞好水土保持工作。加强对黄土高原多沙粗沙区的治理,减少进入黄河下游的高含沙洪水,增加黄河下游的可供水量。

d. 加强黄河水资源统一管理和调度。必须进一步强化流域机构职能,尽快实现水资源统一管理和调度,统筹兼顾,保全大局,并把监督和管理落到实处。

e. 制定出合理的水量调度方案。根据目前工程运行情况和各部门用水要求,针对不同的丰枯水年份或季节,制定全河统筹、上中下游兼顾的水量分配方案和调整对策,做到科学调度水量。

f. 节约用水、减少浪费。目前用水量最大的是灌溉用水,节水潜力最大的也是农业用水。目前引黄灌溉每公顷年引水量 $6\,000 \sim 9\,000\text{m}^3$, 水的利用率在 50% 左右,如实行节水灌溉,每公顷灌溉用水降为 $3\,600\text{m}^3$ 左右,则年引水量可减少一半以上,因此灌溉节水是关键。可供采取的措施有:抓好渠系配套,改大漫灌为短畦、窄畦灌溉,改善渠系衬砌状况,减少侧渗浪费;同时发展和推广喷灌、滴灌等节水新技术和旱作农业,实行“井渠结合”,把能利用的地下水利用起来,发挥水资源的整体效益。如采取上述几项综合措施,可减少目前引黄水量的 70% 左右,基本缓解水资源供需矛盾。节水措施的实施应重点放在宁蒙灌区和下游引黄灌区。

在工业上,应限制耗水工业的发展,实行耗水定额管理,对超标准的企业限期整改、实施处罚或停产。企业应发展节水技术,提高

水的重复利用率,降低单位产值耗水量。

另外还要实行征收水费制度,用价格杠杆来增强人们的节水意识。可适当提高水费,并对超标准用水加价处罚。这样也能达到节约用水的目的。

g. 充分利用现有水利设施。一是用沿黄各地的平原水库、湖泊,如东平湖、南四湖及河口地区等大型平原水库进行调蓄,做到“丰蓄枯用,冬蓄春用”,也可考虑结合防凌在开河初期分蓄部分水量。二是充分利用坑塘及灌区的干、支、斗渠配合渠系上的节制闸等,在非引水季节蓄水,可减少引水峰期引水量。利用这些现有水利设施不需要很多投资,每年便可调蓄 $5 \sim 10\text{亿 m}^3$ 的水量。

本文得到了吕光圻教授级高工、王玲高工、郑垂勇教授的悉心指教。

参考文献

- 1 王文玲,张玮.黄河下游断流情况的回顾与思考.人民黄河,1995(4):8~10
- 2 张学成,王玲.黄河下游断流现状的思考与对策.中国给水排水,1995(增刊):12

(收稿日期:1996-10-10 编辑:熊水斌)

提供水利水电实用技术 传播水利水电科技信息

全国水利系统优秀科技期刊 中国学术期刊(光盘版)入编期刊

《水利水电科技进展》

(双月刊 国际标准刊号:ISSN 1006-7467 国内统一刊号:CN 32-1439/TV)

1998 年将改为邮局发行