
综
述
评
价

黄土高原治理开发与黄河断流的关系

李 玉 山

中国科学院
水 利 部 水土保持研究所·陕西杨陵·712100)

摘 要 该文从陆地表层资源是一个整体系统观点出发,探讨了黄土高原治理与开发引起的水文循环变化,及其和下游断流的关系。详细分析了植被增加、作物高产、梯坝地建设三个因素,因具有增强水分小循环功能,引起中游径流量减少的结果。特别对农作物和植被作用下,因蒸发蒸腾增强所造成的土壤水文过程于干燥化,给予了深入的分析。从机理上探讨黄土高原综合治理开发和下游断流的关系。同时也指出因中游减沙,部分冲沙水量可转入开发水量,因而认为,关于黄土高原综合治理开发对河川水资源量的总效应,需要进行全面深入地研究。

关键词: 黄土高原 断流 水文循环

Relation Between Control in Loess Plateau and No—flow in the Yellow River

Li Yushan

(Institute of Soil and Water conservation, Chinese Academy of Sciences and
Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, PRC, 712100)

Abstract On the base of summarizing the cause and treatments of the no—flow in the lower Yellow River, the key aim of this paper is to explore influences of comprehensive control in Loess Plateau on water cycle of Loess plateau and no—flow in the lower Yellow River. Effects of vegetation, high yield of crops, construction of terrace and dam—sludge—land on heightening in small cycle of water and weakening in large cycle of water and reduction of runoff in middle reaches are given in depth analysis. At the same time it is pointed out that a part of water used to wash silt away can transform into use in the lower reaches. Therefore, it is suggested that general effects of comprehensive control in Loess Plateau on water resource in the middle and lower yellow river should be studied deeply.

Keywords: Loess plateau; No—flow; Hydrologic cycle

近年来黄河断流频繁发生,引起了我国决策机构和学术界的极大重视。因为黄河水资源对黄河流域和沿黄地区的工农业生产和经济发展及城镇生活供水具有举足轻重的意义。至1994年引黄灌溉面积已达730万 hm², 年均灌溉耗用河川径流量达308亿 m³。黄河流域在占耕地45%的灌溉面积上生产了近70%的粮食和大部分经济作物。自1950年至1995年,全流域农业灌溉水利分摊粮食累计增产量达2 549亿 kg, 作物灌溉效益价值量按1995年价为1 284亿元。宁

夏、内蒙和下游灌区赖黄河水以致富,宁南、晋西赖黄河水以脱贫。近年来频繁发生的断流现象,对黄河下游豫、鲁引黄灌溉面积200万 hm^2 产生了严重危害。仅90年代灌区累积受旱面积即达到373万 hm^2 ,减产粮食78.6亿 kg ,年均损失16亿元。断流使沿黄城镇企业和油田生产停产、减产。仅90年代工业经济损失累计达120亿元。同时断流危及下游12个城市的生活供水,对河口三角洲生态环境也带来严重威胁,草甸植被向盐生植被演变;土壤盐渍化、沙化进一步扩大;海口水域氯度上升,营养饵料减少,导致海洋生物生存环境恶化。黄河断流严重影响下游区域经济的持续发展。

1 黄河断流势态及原因分析

1.1 断流势态

黄河频繁断流始自1972年,断流的发展日益严重,表现在:

1.1.1 断频增加 1972~1990年发生13次,3年两断。1991~1997年,发生7次,7年7断。

1.1.2 年内断流时间逐渐延长 1990年以前,断流只发生在5~6月早期。1990年后,前后延到2月至10月。70年代年均断流9天,80年代年均11天,90年代急剧增加至71天,1995年达到122天。

1.1.3 断流里程愈来愈大 70年代断流里程135km,80年代179km,90年代296km,其中1995年达到683km,接近开封市。

1.2 原因分析

黄河断流日益严重的基本原因是天然产流水资源量与沿黄开发利用水量失衡所致。达到共识的主要原因有以下几点:

1.2.1 70年代以来降水量偏少 黄河上中游70~80年代降水量较50~60年代减少5%,1991~1995年偏少12%。花园口断面天然径流量70~80年代较60年代减少85亿 m^3 ,其中中游来水量减少67亿 m^3 ,上游减少16亿 m^3 。中游区间天然来水量锐减,加剧了下游断流的发生。

1.2.2 沿黄开发利用水量剧增 全流域用于农业、工业和生活用水的耗水量,1949年为74亿 m^3 ,50年代年均124亿 m^3 ,90年代增加到296亿 m^3 。其中农业灌溉是大户,占总耗水量的85%。建国以来,引黄灌溉面积发展迅速。由建国初期的80万 hm^2 增加到1994年的731万 hm^2 (其中井灌约130万 hm^2)。目前黄河径流的开发利用已超过多年平均天然径流量580亿 m^3 的50%,高于国内其它江河和美、日等发达国家的水资源利用水平。

1.2.3 此外,下列因素也促进了断流现象的发生 (1)下游河段“地上河”的特殊地理条件,导致河川径流常年向流域外输送地下水。目前黄河下游年均引水100~130亿 m^3 约有30~40亿 m^3 灌溉回归水不能流回河道。如果是地下河,则会减少下游断流发生的机会。(2)黄河中下游调节水库少,调节能力低,非汛期入海水量高达100亿 m^3 ,形成断流与弃水同时并存的局面。(3)黄河水资源缺乏一个严密的供水调度方案和权威的调度指挥系统。(4)灌溉水资源的严重浪费,如内蒙河套灌区渠系水有效利用系数只有0.43,而灌溉定额高达15 000 m^3/hm^2 ,工业用水同样存在类似问题,也促进了断流的频繁发生。

关于缓解断流的对策,普遍认为是(1)兴建骨干水库,主要是增加中游干流大型调节水库,提高调蓄水沙能力,改变断流与弃水并存的局面。(2)全面厉行节约用水。灌溉水资源浪费严重,节水大头在农业。需要加大投入,加快灌区节水技术改造和节水配套工程建设。合理确定灌溉水价,唤醒节水意识。(3)加强水资源统一管理 and 调度。严格执行供水方案,根据水情对各省区用水进行总量控制。建立全河重要骨干工程和引水工程的水资源统一管理体制,实行以法管

水。

2 黄土高原水文循环变化与黄河下游断流的关系

关于黄河下游断流产生的原因,许多文献进行了切中要害的分析,并提出了切实可行的对策。黄河断流这一重大水文现象引起人们更深层次的思考是,陆地表层资源是一个整体系统。一个区域资源的开发、利用,不但对本区域,也将对另一区域的资源和环境带来影响和后果。人们在资源开发利用时,应充分注意其动态平衡。黄河下游发生断流,无疑和上游和中游来水与耗水的动态平衡密切相关。当然,这种平衡通过南水北调、增建中下游蓄水工程和改进配水管理制度可以得到改变和改善。本文的主要目的是探讨黄河中游黄土高原治理开发引起的水文循环变化,及其和黄河下游断流的关系。

黄河流域年平均降水量478 mm,相当于3 600亿 m^3 水量,河川天然径流量574亿 m^3 ,占降水量16%。上游来水量323.6亿 m^3 ,占56%。中游来水量247亿 m^3 ,占43%。下游天然来水量只有14亿 m^3 ,占2%。黄河天然径流量主要由上中游地表和地下径流组成,下游贡献甚微。天然径流量的增减一方面受降水量的控制,一方面受下垫面的影响。黄土高原综合治理与开发改变了下垫面状态,从而引起水循环路径的变化,从而对下游断流发生影响。

黄土高原位于黄河中游,流经黄土高原的9大支流进入河口镇(托克托)至花园口(郑州)的中游河段,集水面积36.2万 km^2 。其中流经吕梁山以西严重水土流失区的有窟野河、无定河、延河、汾河、泾河、洛河、渭河等7大支流,汇入河口镇——潼关河段,集水面积31万 km^2 ,来水量共187亿 m^3 ,占全河33%,但来沙量却占90%,是水土流失重点治理区。建国以来,以修建梯田坝地、造林种草、兴建沟谷工程和提高作物产量为内容的水土保持综合治理开发长年不懈,其目标均在于减流减沙,提高本区降水利用率;另一方面发展灌溉、作物高产、植被增加增强蒸散所造成的耗水量增加,二者从蓄用两个方向作用于中游水文循环,其结果都会造成黄河中游河段进入下游的径流量减少。据黄河水利委员会水文部门研究,即1990~1995年,黄河中游河段实测年平均径流量为122.2亿 m^3 ,较1950~1969年241.7亿 m^3 偏少49.4%。中小尺度例证具有同样趋势。位于陕北的佳芦河流域,面积为1 121 km^2 ,治理保留面积320 km^2 ,占28.3%,其中淤地117.7 hm^2 ,水地692 hm^2 ,梯田9 075 hm^2 ,造林18 179 hm^2 ,种草2 959 hm^2 。治理前1957~1969年径流量为9 923万 m^3 ,治理后1980~1989年为4 700万 m^3 ,减少52.6%。陕北韭园沟小流域,面积70 km^2 ,治理后减少径流量49.9%。综合三种尺度来看,水土保持治理后,产流量减少50%左右。按照黄河中游黄土高原来水量占全河43%,其中严重水土流失区占33%这个比例看,其减流量对下游断流的影响是不可忽视的。

3 黄土高原水土保持治理与农业综合开发过程中的陆地水分循环

在陆地水分循环中,降水落到地面以后,进入小循环和大循环两个路径。小循环包括土壤入渗蓄存,提引灌溉,最后消耗于生物蒸发蒸腾,部分灌溉水进入回归水路径。进入大循环的有入河的地表径流和地下水流。区域内部水分小循环增强必然造成大循环削弱。黄土高原水土保持治理与农业综合开发过程中,植被增加、作物高产、梯田坝地建设三个因素都具有增强水分小循环的功能,从而导致削弱水分大循环,产生减少黄河中游径流量的结果。下面分项加以分析

3.1 植被的水文功能

在厚层黄土覆盖的黄土高原条件下,植被的水文功能,表现为阻滞减少径流量和增加蒸发

蒸腾量两种作用。离石水保所研究表明:郁闭度85%的沙棘林可减少暴雨(45 min 降雨75.3 mm)地表径流85.2%。12种牧草平均减少47.5%。据绥德水保站研究,林地盖度30%、50%、70%情况下,分别减少地表径流53%、86%、94%;草地同一盖度下,分别减少45%、75%、89%。

在黄土高原年降水量400~600 mm的半干旱半湿润条件下,多年生林草植被蒸发蒸腾量多于或等于年降水量。其亏缺部分靠吸取土壤深层水分来补充,影响结果是形成下伏干层,分布在1~8 m深度。干燥程度随林龄草龄而增强,而加深。多年累计土壤水分亏缺量可以达到1 000~1 500 mm。如此巨大的亏缺量完全阻止了水分下渗对地下水的补给过程,从而减少地下径流量。林草地减少地表产流和增加蒸发蒸腾量的结果,必然导致减少总径流量。

3.2 旱作农田水分循环

黄土高原旱作农田占85%以上,依靠400~600 mm降水从事作物生产,历史上属旱作极低产区。北部和西部每 hm^2 产量为450~750 kg,南部为750~1 500 kg。近年来作物产量大幅度上升,北部上升为1 500~2 250 kg,南部上升为3 000~

附表 农田水分变化与作物产量

特征值	高产	中产	低产
10年平均每 hm^2 产量	3960	2730	1320
1988~1994年平均耗水量 mm/a	405	—	357
3 m土层平均土壤湿度 $w\%$	10.9	14.2	17.3
3 m土层储水量 mm	425	552	673
1989~1993年降水平均渗深 cm	110		224
10年降水最大渗深 cm	160		>300

4 500 kg,先进典型较此更高。单产提高3倍以上,也带来了农田水分循环平衡的明显变化。表现为作物蒸发蒸腾形成的农田耗水量增加,作物耗水土层加深,涉及1~3 m深度的土层相对干燥,降水年入渗深度变浅,农田水分垂直渗漏几乎不可能发生。这一农田水文变化过程从中国科学院长武农业生态实验站长期试验中可以看到。附表所列均为10年平均值。该表表明:在每 hm^2 产量分别为1 320 kg、2 730 kg、3 960 kg情况下,高产者年均耗水量增加48 mm;整层土壤湿度依产量增加顺序降低,由17.3%降至10.9%;降水平均年渗深由224 cm减少至110 cm,而10年最大渗深高产者只有160 cm,低产者则超过300 cm。黄土高原半干旱的北部和西部地区,目前旱作农田降水下渗深度一般在80~140 cm范围内。可以认为,黄土高原旱作农田水分循环为大气—土壤—作物模式,不参与地下水循环。回想60年代,在年均降水608 mm,属半湿润的杨陵地区,每 hm^2 产量3 000 kg的旱作农田,丰水年降水下渗深度超过5 m,这部分水一般不再参与作物水分循环,而可能形成深层渗漏。

3.3 梯坝地的水分循环

梯坝地是黄土高原农田基本建设的主要形式。截止1995年已建梯田约300万 hm^2 ,截止1991年已建中小型淤地坝7万余座,淤地约20万 hm^2 。梯田具有增加降水就地入渗,提高降水的作物吸收利用率,减少地表径流的功能。淤地坝功能是拦蓄洪水、淤地造田。尽管坝蓄洪水部分会转化为地下径流,或以泉水溢出,但多被小流域内人畜和农田利用,难以汇入河川。梯田和坝地的增加将带来河川来水量的减少。虽然减流量目前尚难以测算,但在黄土高原严重水土流失区内,按规划需修坝2万座,总库容200亿 m^3 ;需续修梯田约0.067亿 hm^2 。如此规模的下垫面变化,其减流量是可观而不能忽视的。

黄土高原水土保持综合治理减少地面径流的效应,已为许多文献所指出。但作物产量提高和人工林草植被扩大,在减少地表径流的同时,因蒸腾蒸发增加,促进土层干燥,从而阻断地下水补给,减少总径流量的效应,尚少见文献报道。尽管黄土高原治理开发对减少河川径流量目前绝对量不大,速度也是缓慢的,但随着水土保持治理大规模发展,梯坝地、人工林草大规模建设,农作物产量进一步提高,区域水分小循环充分增强之后,对河川径流量是一个值得重视并

需要深入研究的问题。

参 考 文 献

- 1 连安. 黄河断流成因及其对策. 人民黄河, 1996(7)
- 2 裴勇, 乔西现. 来水与用水对黄河下游断流的影响. 人民黄河, 1997(3)
- 3 王维第, 孙汉贤. 关于缓解黄河下游断流的探讨. 人民黄河, 1997(4)
- 4 王建中. 黄河流域灌溉发展成就与前景. 人民黄河, 1996(2)
- 5 白西等. 黄河水资源利用现状、预测及对策. 人民黄河, 1996(6)
- 6 徐建华等. 黄河中游水土保持工程减水减沙及其对黄河下游的影响. 人民黄河, 1997(7)
- 7 刘万铨. 水土保持在黄河流域治理开发中的战略地位. 中国水土保持, 1996(10)
- 8 熊运阜等. 梯田、林地、草地减水减沙效益初控. 中国水土保持, 1996(8)
- 9 田永宏等. 佳芦河流域水土保持措施减水减沙效益分析. 中国水土保持, 1996(6)
- 10 黄河断流成因分析及对策研究组. 黄河下游断流及对策研究. 人民黄河, 1997(10)
- 11 徐乾清. 关于黄河下游断流的几点看法. 人民黄河, 1997(10)
- 12 黄河水利委员会治黄研究组. 黄河的智力与开发. 上海: 上海教育出版社, 1984
- 13 黄河水利委员会、黄河中游管理局. 黄河水土保持志. 1993

(上接第40页)

生产基地。今后的试点与前四期的任务不同, 内容不同, “高、深、细”的含义也有所不同, 要知难而进, 迎着困难上, 努力探索新形势下试点工作中不断出现的新问题

3.4 探索水土保持部门可持续发展的途径, 是水土保持事业面临的现实

通过试点的治理开发, 发展了小流域经济, 加速了群众的脱贫致富, 但多数没有解决水土保持行业自身脱贫致富的问题。水土保持是实现国民经济和社会可持续发展的基础设施, 解决水土保持行业的贫困问题, 也是增强水土保持可持续发展的重要内容。没有一支稳定的队伍, 也就没有水土保持的一切。因此, 小流域试点必须贯彻“群众富、集体富、行业富”的原则, 要加大研究水土保持部门脱贫致富奔小康的方式和途径, 要探索水土保持部门实现可持续发展的技术措施和管理措施。这不仅是市场经济条件下水土保持自身发展的需要, 也是水土保持治理开发的需要, 更是水土保持适应市场发展的需要。

4 结 语

黄河上中游小流域试点工作取得了很大成效, 总结出了一套完整的管理办法, 有力地带动了黄河上中游地区水土保持工作的发展, 引起了党和国家领导人的关怀和重视。在试点过程中涌现出了一大批治理开发典型, 为当地群众脱贫致富奔小康昭示了方向, 为水土保持实现两个根本性转变, 实施两大战略, 加快水土流失防治步伐, 走可持续发展之路, 提供了技术、经验和样板。因此, 小流域试点要长期坚持下去。为了适应社会主义市场经济的需求, 今后要把“提高标准、进入市场、转变机制、建立产业”作为探索的重点。要达到这个目的, 必须以市场为导向, 发展水土保持产业; 必须探索水土保持投资体制改革, 引导和示范广大干部群众走社会办水土保持的道路; 必须坚持“高、深、细”的要求, 突出试点工作的示范性和先导性; 必须面向水土保持事业发展的实际, 积极结合试点治理开发, 搞好水土保持部门的自身建设, 实现水土保持事业的可持续发展。