

引黄灌溉与黄河断流*

吴 凯 谢贤群 唐登银

(中国科学院地理研究所, 北京 100101)

摘 要 引黄灌溉平均每年为黄河下游地区增产粮食 49.1×10^8 kg; 山东省引黄灌区粮食产量年增长速率为 6.5%。黄河断流, 若以两年一次的洛口—利津河段同时断流统计, 则每年至少损失粮食 17.21×10^8 kg; 平均每断流一天, 直接经济损失达 $3\,930 \times 10^4$ 元。因此, 研究、缓解黄河断流, 保证、发展引黄灌溉, 是黄河下游农业持续发展的关键。

关键词 引黄灌溉 黄河断流 农业持续发展

黄河下游黄河水资源利用有两个显著特点: 一是引黄灌溉的巨大经济效益; 二是黄河断流日趋严重, 成为各界关注的热点。

1 引黄灌溉的发展及其增产效益

1.1 引黄灌溉的时空分布

(1) 引黄灌溉的发展阶段

黄河下游的引黄灌溉是从 1952 年开始的。由于开始阶段大引、大灌, 忽视了排水, 造成水资源大量浪费, 并引起了大面积土壤次生盐渍化。为此, 1962 年被迫停止引黄。1965 年复灌后, 至 1972 年引黄规模才基本上稳定下来, 并有所发展。90 年代初, 黄河下游引黄水量达 $136.34 \times 10^8 \text{ m}^3$ (表 1)。位于山东省境内的位山灌区 90 年代引水量为 70 年代的 1.74 倍, 潘庄灌区为 1.93 倍 (表 2)。

表 1 黄河下游典型年引黄水量统计 (10^8 m^3)

Tab. 1 The statistics of the amount of water-diverting from the Huanghe River in the typical years in the lower reaches of the river

年 份	河 南	山 东	合 计
1989	37.23	134.79	172.02
1990	32.99	80.92	113.91
1992	33.80	89.30	123.10
平均	34.67	101.67	136.34

表 2 黄河下游典型灌区引黄水量统计 (10^8 m^3)

Tab. 2 The statistics of the amount of water-diverting from the Huanghe River in the typical irrigation regions in the lower reaches of the river

年 代	位山灌区	潘庄灌区
70	6.79	5.42 (72~ 79)
80	11.93	11.23
90	11.81 (90~ 96)	10.45 (90~ 97)

* 本项研究得到中国科学院重大项目 (KZ95T-04-01) 和国家科技攻关项目 (96-004-01-13 (2)) 的资助。
来稿日期: 1998-07

(2) 引黄灌溉的区域分布

黄河下游(桃花峪—河口)大型灌区(1996年实灌面积在 $20\,000\text{ hm}^2$ 以上)1992年~1996年平均农业用水量为 $48.35 \times 10^8\text{ m}^3$,其中桃花峪—艾山站区间占53.0%,艾山—洛口站区间占17.80%,洛口—利津站区间占26.7%,利津—河口区间占2.5%;其实灌面积为 $84.96 \times 10^4\text{ hm}^2$,其中桃花峪—艾山站区间占52.9%,艾山—洛口站区间占18.6%,洛口—利津站区间占26.2%,利津—河口区间占2.3%(表3)。

表3 黄河下游大型灌区效益统计(1992~1996)

Tab. 3 The statistics of the benefits in the large scale irrigation regions in the lower reaches of the Huanghe River (1992~1996)

区间或灌区	农业用水量 (10^8 m^3)	实灌面积 (10^3 hm^2)	粮 食		棉 花	
			总产 (10^8 kg)	公顷增产量 (kg)	总产 (10^3 kg)	公顷增产量 (kg)
桃花峪—艾山站区间	25.61	449.19	24.56	2546	7.35	480
人民胜利渠灌区	3.66	39.94	4.27	3597	1.17	816
位山灌区	11.35	215.93	8.54	1725	3.48	576
艾山—洛口站区间	8.61	158.14	10.85	2622	2.39	596
潘庄灌区	5.03	87.24	6.31	3873	1.31	513
李家岸灌区	2.69	50.10	3.62	2049	0.57	720
洛口—利津站区间	12.90	222.98	14.05	3568	5.71	678
邢家渡灌区	1.53	47.23	4.20	3162	0.87	594
簸箕李灌区	4.61	52.97	1.72	3282	1.42	597
利津—河口区间	1.23	19.33	1.24	2124	0.44	213
桃花峪—河口	48.35	849.64	50.70	2805	15.89	537

1.2 引黄灌溉的增产效益

黄河下游大型灌区平均每年每公顷增产粮食 $2\,805\text{ kg}$ 。山东省引黄灌区的粮食产量自1980年开始每年以6.5%的速度递增^[1]。若黄河下游引黄灌溉面积以1980年~1995年平均值 $175.1 \times 10^4\text{ hm}^2$ 计^[2],则可增产粮食 $49.1 \times 10^8\text{ kg}$ 。在各区间中,增产效益最高的是洛口—利津站区间,平均每年每公顷增产粮食 $3\,568\text{ kg}$,为全区平均值的1.27倍。值得提及的是,正是洛口—利津站区间近年来黄河频频断流。

2 黄河断流的发生频率、原因、趋势及其缓解对策

2.1 黄河断流的发生频率

(1) 不同地区断流的发生频率

黄河下游花园口站以下河段长为 768 km ,共有夹河滩、高村、孙口、艾山、洛口、利津等6个水文站。1972年~1997年26年中夹河滩、高村、孙口、艾山各站断流发生频率均不到16.0%,平均每7年发生1次;洛口站断流发生频率为46.2%,平均每2年发生1次;利津站断流发生频率为76.9%,平均每4年发生3次。其中夹河滩—利津全线断流的年份有1981、1995、1997年(表4)。平均每断流一天,本区直接经济损失可达 $3\,930 \times 10^4$ 元。

表 4 黄河下游各站断流发生频率统计表 (1972~ 1997)

Tab. 4 The statistics of the occurrence frequency for the absence of flow in the stations in the lower reaches of the Huanghe River (1972~ 1997)

站 名	夹河滩	高村	孙口	艾山	洛口	利津
断流年数 (a)	3	4	4	4	12	20
发生频率 (%)	11.5	15.4	15.4	15.4	46.2	76.9

若利津、洛口站同时断流, 则减少的灌溉面积将占黄河下游灌溉面积的 28.5%, 将损失粮食 17.21×10^8 kg; 若利津、洛口、艾山站同时断流, 则减少的灌溉面积将占总面积的 47.1%, 将损失粮食 25.75×10^8 kg。

(2) 不同季节断流的发生频率

利津站 1972 年~ 1997 年春灌期间 (3 月~ 6 月) 累计断流天数占全年断流天数的 66.0%, 秋灌期间 (7 月~ 10 月) 断流占 26.3%, 冬灌期间 (11 月~ 2 月) 断流占 7.7% (表 5)。

表 5 黄河利津站各月断流天数统计表 (1972~ 1997)

Tab. 5 The statistics of the monthly amount of days for the absence of flow in Lijin Station in the Huanghe River (1972~ 1997)

时 间	春 灌				秋 灌				冬 灌		全 年		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		1	2
累计天数 (d)	96	73	171	259	128	24	26	61	21	7	0	42	908
发生频率 (%)	10.6	8.0	18.9	28.5	14.1	2.6	2.9	6.7	2.3	0.8	0.0	4.6	

(3) 不同月份断流的发生频率

利津站 1972 年~ 1997 年 6 月份累计断流天数最多, 占全年的 28.5%; 5 月份为次, 占 18.9%; 7 月再次, 占 14.1%。从各月断流发生频率来看, 全年大致于 2 月~ 4 月为断流第一高峰期, 以山东段沿岸大面积农田开始春灌为标志; 5 月~ 7 月份为断流第二高峰期, 以宁夏、内蒙古灌区开灌为标志; 9 月~ 10 月份有时会形成断流的第三高峰期, 以山东段秋灌为标志 (表 5)。

2.2 黄河断流的原因

(1) 来水量减少

从表 6 可以看出: 70 年代、80 年代、90 年代前 6 年花园口站以上流域年均降水量与 1950 年~ 1995 年均值的距平分别为 + 0.1%、- 0.9% 和 - 11.3%; 90 年代年均降水量仅为 70 年代的 88.7%。70 年代、80 年代、90 年代前 6 年花园口站以上流域天然径流量与 1950 年~ 1995 年均值的距平分别为 - 5.5%、+ 3.1% 和 - 20.0%; 90 年代天然径流量仅为 70 年代的 84.6%。70 年代、80 年代、90 年代前 6 年花园口站实测径流量与 1950 年~ 1995 年均值的距平分别为 - 9.6%、- 4.5% 和 - 32.6%; 90 年代实测径流量仅为 70 年代的 74.5%。这就是说, 黄河上中游的来水量, 在 70 年代以后, 距平基本上处于负值状态, 90 年代以后更甚, 其均值仅为 70 年代的 75%~ 85%^[3]。

表 6 黄河流域主要站各年代年均降水量, 天然、实测径流量统计 (1950~ 1995)

Tab. 6 The statistics of the annual precipitation, natural or measured runoff in the different years in the main stations in the Huanghe River Basin (1950~ 1995)

项目	区间或站名	单位	1950~ 1959	1960~ 1969	1970~ 1979	1980~ 1989	1990~ 1995	1950~ 1995
降水量	花园口以上	mm	449.8	457.5	437.5	433.3	388.0	437.2
		%	+ 2.88	+ 4.65	+ 0.07	- 0.89	- 11.25	
	花园口以下	mm	684.3	695.8	658.4	596.6	635.1	655.7
		%	+ 4.36	+ 6.12	+ 0.41	- 9.01	- 3.14	
天然径流量	花园口以上	10^8m^3	597	657	552	602	467	584
		%	+ 2.23	+ 12.50	- 5.48	+ 3.08	- 20.03	
	利津以上	10^8m^3	606	674	564	607	468	594
		%	+ 2.02	+ 13.47	- 5.05	+ 2.19	- 21.21	
实测径流量	花园口	10^8m^3	489	507	385	407	287	423
		%	+ 14.79	+ 19.01	- 9.62	- 4.46	- 32.63	
	利津	10^8m^3	480	490	312	293	177	365
		%	+ 31.51	+ 34.25	- 14.52	- 19.73	- 51.51	

(2) 用水量增加

从表 7 可以看出, 70 年代、80 年代、90 年代前 6 年花园口—利津河段年平均用水量与 1950 年~ 1995 年均值的距平分别为+ 22.7%、+ 65.8 和+ 58.3%, 90 年代用水量为 70 年代的 1.29 倍。

表 7 黄河流域主要河段各年代平均用水量统计 (1950~ 1995)

Tab. 7 The statistics of the annual water consumption in the different years in the main reaches in the Huanghe River Basin (1950~ 1995)

河段名	项目	1950~ 1959	1960~ 1969	1970~ 1979	1980~ 1989	1990~ 1995	1950~ 1995
兰州以上	10^8m^3	8.79	12.32	16.43	17.73	20.71	14.72
	%	- 40.29	- 16.30	+ 11.62	+ 20.45	+ 40.69	
兰州—头道拐	10^8m^3	64.54	80.19	83.31	101.38	110.57	86.04
	%	- 24.99	- 6.80	- 3.17	+ 17.83	+ 28.51	
头道拐—花园口	10^8m^3	29.50	49.30	63.36	69.13	68.20	54.83
	%	- 46.20	- 10.09	+ 15.56	+ 26.08	+ 24.38	
花园口—利津	10^8m^3	18.90	33.16	83.55	112.88	107.77	68.07
	%	- 72.24	- 51.29	+ 22.72	+ 65.80	+ 58.30	
利津以上	10^8m^3	121.73	174.97	246.65	301.12	307.25	223.67
	%	- 45.58	- 21.77	+ 10.27	+ 34.63	+ 37.37	

(3) 浪费水严重

据统计, 1980 年~ 1989 年利津站年入海水量为 $286 \times 10^8\text{m}^3$, 其中非汛期入海水量仍占 33.3%, 姑且不说这部分水量应如何合理利用, 单就实际引水利用率来看, 水资源浪费仍很严重。潘庄灌区 1972 年~ 1990 年平均引水量为 $8.73 \times 10^8\text{m}^3$, 但实际用水量为 $3.50 \times$

10^8 m^3 , 引水利用率仅为 40.1%^[4]。

2.3 黄河断流的发展趋势

(1) 最长断流天数趋势预测

设 1970 年~ 1974 年为时段 1, 1975 年~ 1979 年为时段 2, 依此类推, 则时段中年最长断流天数 (N_m, d) 与时段数 (t) 的关系为:

$$N_m = 8.9299\text{EXP}(0.4526t)$$

其相关系数为 0.88, 平均相对误差为+ 10.4%。据此推测, 2000 年(时段 7)断流天数为 212 d, 占全年的 58.1%。鉴于 1997 年断流天数已达 226 d, 因此, 上述推测是可能的^[4]。

(2) 断流长度趋势预测

设 1991 年为时段 1, 1992 年为时段 2, 依此类推, 则时段中年断流长度 (L, km) 与时段数 (t) 的关系为:

$$L = 45.4286 + 95.1429t$$

其相关系数为 0.92, 平均相对误差为+ 3.8%。据此推测, 2000 年(时段 10)断流长度可能达到 768 km, 即花园口站以下全部断流。

(3) 最早断流日期趋势预测

设 1970 年~ 1974 年为时段 1, 1975 年~ 1979 年为时段 2, 依此类推, 则最早断流日期 ($DOY, \text{儒略日}, d$) 与时段数 (t) 的关系为:

$$DOY = 209.12\text{EXP}(-0.2638t)$$

其相关系数为 0.89。据此推测, 2000 年(时段 7)最早断流日期为 33 d (儒略日), 即 2 月 2 日。

2.4 黄河断流的缓解对策

(1) 加强黄河水资源的统一管理和调度。黄河水资源应实行总量控制、分级管理: 一是进一步建立和完善黄河水资源管理法规, 实行以法管水; 二是要建立黄河干流骨干工程及重要引水工程的水资源统一调度和管理体制, 制定不同来水情况下的调度方案。

(2) 上中下游统筹兼顾, 科学配水。1987 年国家制订了沿黄八省黄河水资源分配方案, 总分配水量为 $349.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。1989、1990、1992 年 3 年实际平均引黄水量为 $303.3 \times 10^8 \text{ m}^3$ (表 8)。由表 8 可知, 陕西、山西、河南三省用水量仅为配水量的 30%~ 60%, 但山东省却为 145%, 可见该方案不尽合理。进一步分析可知, 该方案仅相当于平水年方案。由此可见, 应根据黄河水资源的时空变化特点, 重新制定平水年、枯水年的配水方案, 每个方案都必须特别限定不同河段 3 月~ 6 月的配水量^[5]。

表 8 沿黄八省黄河水资源分配水量与实际用水量统计

Tab. 8 The statistics of ration and consumption of water resources in the Huanghe River in the 8 provinces along the river

项 目	青海	甘肃	宁夏	内蒙古	陕西	山西	河南	山东	合计
配水量 (10^8 m^3)	14.1	30.4	40.0	58.6	38.0	43.1	55.4	70.0	349.6
实际用水量 (10^8 m^3)	11.9	23.8	34.4	63.8	19.7	13.3	34.7	101.7	303.3
用水量/配水量 (%)	84.4	78.3	86.0	108.9	51.8	30.9	62.6	145.3	86.8
建议配水量 (10^8 m^3)	14.1	30.4	40.0	70.0	25.0	20.0	45.0	105.1	349.6

(3) 增加黄河干流的调蓄能力。在条件许可时, 在黄河干流新建一些控制性枢纽工程(如李家峡、大柳树、碛口、龙门等水库)和其他调蓄工程(如东营地区的平原水库), 进一步调水调沙。

(4) 优先实施江水北调黄河方案。南水北调东线一期工程调入南四湖上级湖水量每年为 $53.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。现有江苏江水北调工程、京杭运河航运工程与治淮工程已成功运行多年, 江水已北调 404 km, 但属于京杭运河一部的山东境内南四湖以及梁济运河 247 km 尚未开工。为此, 在南水北调东线工程中, 可优先实施江水北调黄河方案^[6]。按原设计要求, 山东可净增水量 $30.7 \times 10^8 \text{ m}^3$, 黄河以北净增水量 $20.2 \times 10^8 \text{ m}^3$, 后者暂作为入黄河水量。这样一来, 相当于在黄河山东段增加了水资源量 $50.9 \times 10^8 \text{ m}^3$, 约占山东省实际引水量的 50%, 可大大缓解黄河断流之患。

(5) 加快节水农业建设的步伐, 全面实施节约用水。在治水方针上, 应实施“以井保丰、以库调蓄、引黄补源”治水用水方针。在灌溉技术上, 大力推行渠道衬砌、管道输水、滴灌、喷灌、小畦灌等节水灌溉技术。在管理上, 要尽快实行水资源有偿使用制度, 依法征收黄河水资源费; 要合理确定水价, 用经济杠杆调控引黄水量: 枯水高价, 丰水低价, 超计划用水加价。

参 考 文 献

- 1 员汝安, 宫永波 山东科学引黄供水的研究与实践 人民黄河, 1997(9) 32~ 34
- 2 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) 1~ 9
- 3 焦恩泽 人类活动是黄河下游断流之根源 见 黄河断流与流域可持续发展 北京 中国环境科学出版社, 1997. 88~ 91.
- 4 吴凯, 谢贤群, 刘恩民 黄河断流概况、变化规律及预测 地理研究, 1998, 17(2) 125~ 130
- 5 张仁 黄河下游断流问题及其对策 见 黄河断流与流域可持续发展 北京 中国环境科学出版社, 1997. 66~ 69
- 6 杨联康 解决黄河断流问题的途径 光明日报, 1998-01-09

THE IRRIGATION OF WATER-DIVERTING FROM THE HUANGHE RIVER AND THE ABSENCE OF FLOW IN THE RIVER

Wu Kai Xie Xianqun Tang Dengyin

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

Abstract

The annual irrigation benefit of water-diverting from the Huanghe River is $49.1 \times 10^8 \text{ kg}$ for grain in the lower reaches of the river. The annual rate of yield-increasing for grain is 6.5 per cent in the irrigation regions of water-diverting from the river in Shandong Province. The annual amount of yield-decreasing is at least $17.21 \times 10^8 \text{ kg}$ for grain by the absence of flow in Luokou-

Lijin reach, the frequency of which is 46.2 per cent. The daily direct economic lose by the absence of flow is 3930×10^4 RMB yuan. Therefore, researching and decreasing the absence of flow in the river, securing and developing the irrigation of water-diverting from the river, are keys for the agricultural sustainable development in the area.

Key words the irrigation of water-diverting from the Huanghe River, the absence of flow in the Huanghe River, agricultural sustainable development

作 者 简 介

吴凯, 中国科学院地理研究所研究员。主要从事水文水资源和农业水文等项研究。已出版论著 7 本, 发表论文 80 余篇。

* * * * *

《中国自然灾害与灾害管理》出版

1998 年的夏天令人终身难以忘怀。长江、嫩江、松花江洪水肆虐, 南北告急。军民严防死守, 奋勇抗击洪涝灾害, 谱写了无数可歌可泣的英雄诗篇。洪水给我们带来了深重的灾难, 经济损失达数千亿人民币。人们不禁要问, 在我国都有哪些自然灾害? 它们的危害程度如何? 怎样防止和减轻自然灾害给我们带来的损失? 尤其是各级管理干部在自然灾害发生之前, 自然灾害发生之时和自然灾害发生之后应该做什么? 怎样做才能防患于未然, 在自然灾害发生之后带领广大群众走出灾害带来的困境, 重建家园? 这些问题都是当前人们十分关心的。

最近由黑龙江教育出版社出版的《中国自然灾害与灾害管理》一书, 在一定程度上回答了上述问题。该书是由中国国际减灾十年委员会在联合国开发署资助下, 组织中国科学院的专家编写的一本灾害管理培训教材。主编范宝俊是国家民政部副部长、中国国际减灾十年委员会秘书长。全书十一章, 共近 30 万字, 包括灾害的基本概念、我国主要自然和人为灾害、防灾减灾公众意识、灾害监测预警、灾害评估、政府在减灾管理中的作用以及国际减灾十年与中国减灾行动等内容。在“恢复重建”一章中阐述了灾后评估的目的、意义、内容、方法, 恢复行动的优先次序、重建计划的制定、实施以及需要处理好的关系, 这些对于当前灾区都有现实意义。

(杨勤业)