

# 大通河调水对水资源及生态环境的影响

刘进琪<sup>1 2</sup>

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000 2. 甘肃省水文水资源勘测局, 甘肃 兰州 730000)

**摘要** 基于生态需水、河流纳污能力、水环境容量等理论, 分析研究大通河调水前后可能引起的河道生态环境各要素变化的程度和范围。结果表明, 跨流域调水将引起不同河段水资源的剧烈变化, 特别是天堂寺、享堂河段会产生断流, 进而对河道内生态、水环境及河谷周边陆地生态产生显著影响。综合各方面需水要求, 下泄月平均流量至少不小于  $1.1 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

**关键词** 工程调水; 生态环境; 影响评价; 大通河

中图分类号: TV68; X171.1 文献标识码: A 文章编号: 1004-693X(2007)01-0022-03

## Influence on water resources and eco-environment due to water transfer from Datong River

LIU Jin-qi<sup>1 2</sup>

(1. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000, China; 2. Gansu Provincial Hydrology and Water Resources Investigation Bureau, Lanzhou 730000, China)

**Abstract** Based on the theories of ecological water demand, pollutant receiving capacity of rivers, and water environment capacity, the possible variation extent and scope of the factors related to ecological and water environments caused by water transfer were studied. Results showed that inter-basin water transfer would cause severe changes of water resources in different river segments, especially that water in two river segments would disappear after water transfer. Furthermore, it would have strong impacts on the ecology in the river course, water environment and upland ecology along the river valley. Taking all aspects of water requirement into consideration, the mean monthly water discharge should not be less than  $1.1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Key words** water transfer; eco-environment; influence assessment; Datong River

### 1 流域及生态环境概况

大通河发源于我国西部的祁连山东麓, 属于山区型河流, 全长 574.12 km, 流域呈羽毛状, 面积  $15\,133 \text{ km}^2$ 。大通河向外调水的工程共有 5 个, 远景规划外调水量为 18.29 亿  $\text{m}^3$ , 2020 年前调水规模为 14.43 亿  $\text{m}^3$ , 其中引大入秦 4.43 亿  $\text{m}^3$ , 引大济湟 7.5 亿  $\text{m}^3$ , 引大济西 2.5 亿  $\text{m}^3$ 。大通河门源桥以下至连城一带, 主要森林植被有以青海云杉、油松等为主的寒温性常绿针叶林, 以祁连圆柏为主的暖温性常绿针叶林等。河谷灌丛以具鳞水柏枝和西北沼委陵菜等为优势种<sup>[1]</sup>。大通河水化学成分从天堂寺至享堂总体呈弱上升趋势,  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、

$\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  离子中  $\text{Ca}^{2+}$  含量相对较大,  $\text{HCO}_3^-$  含量相对较低。总硬度处于 142 mg/L 至 180 mg/L 之间, 矿化度在 270 mg/L 至 320 mg/L 之间<sup>[1]</sup>, 变化幅度不大, 属北方河流中水质较好的天然优质水。

### 2 研究方法及技术路线

人类工程活动对区域生态环境的影响评价, 就是依据一定的判断标准, 对自然生态环境各组成要素的质量状况与变化程度的度量, 以回答区域自然生态环境体系所处的状况及其在人类活动影响下的变化程度与变化趋向<sup>[2-5]</sup>。基于各类生态及环境最低需水要求, 满足程度、因缺水引起生态变化的程度

和范围及水环境恶化程度,分析大通河外调水对河流生态环境因素的影响,确定跨流域调水后应当保持的最小河道流量,以保护水资源及生态环境。

### 2.1 河道生态环境需水量确定

目前国内外有关河道生态需水研究,均基于水生态系统与水文相互关系的观测和水文指标法两类<sup>[6-7]</sup>。水生态系统观测法对各种生态需水计算较准确,但需要的实验资料难以获得,水文指标法是根据水文特征进行设定,较易确定生境需水量,如RVA法等<sup>[8]</sup>。Tennant法是以多年平均径流量的百分数作为河流最小生态需水量<sup>[7]</sup>,即

$$W_r = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n W_i \right) K$$

式中: $W_r$ 为河道最小生态需水量; $W_i$ 为第*i*年的地表水资源量; $K$ 为百分数,通常取10%~15%。

### 2.2 陆地生态系统需水量确定

陆地生态系统需水量计算主要采用生境模拟法<sup>[6]</sup>:

$$Q_e = \sum_{i=1}^m \left( \sum_{d=1}^{365} E_{di} - P_e \right) A_i \times 10^3$$

式中: $Q_e$ 为区域生态需水量, $m^3$ ; $E_{di}$ 为第*i*类生态系统第*d*天的蒸散发量, $mm$ ; $P_e$ 为年有效降水量, $mm$ ; $A_i$ 为第*i*类生态系统的分布面积, $km^2$ ; $m$ 为研究区域内生态系统类型数。

### 2.3 河流纳污能力及水环境容量分析

河流纳污能力研究是目前分析河流水环境状况的主要方法<sup>[9-10]</sup>,计算模型多采用一维水质模型<sup>[9]</sup>。目前水环境容量尚是一个外延模糊概念,本文采用河流纳污能力减去现状入河污染量计算不同水环境条件下的容量:

$$V = 31.5W - M$$

式中  $M$  为入河污染量。

## 3 结果与讨论

### 3.1 调水引起流域水资源的剧烈变化

比较分析调水前后大通河5个断面的径流

表2 调水后主要断面不同保证率流量年内分配

断面	保证率	年水量/ 亿 $m^3$	月平均流量( $m^3 \cdot s^{-1}$ )											
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
尕大滩	多年平均	8.70	4.29	3.96	3.78	16.53	6.61	34.46	89.11	70.10	60.35	25.41	7.48	7.11
	75%	6.10	4.20	4.51	4.06	16.6	12.02	40.64	114.97	14.42	1.11	7.60	5.58	4.26
	90%	4.97	6.05	7.30	6.75	23.08	-6.16	12.04	58.5	5.90	43.76	18.00	7.17	6.85
天堂寺	多年平均	12.32	17.39	17.79	-6.86	9.35	2.22	34.44	109.86	107.17	92.7	19.02	2.05	21.59
	75%	8.59	15.78	15.68	-8.59	12.26	-15.53	5.36	78.72	49.70	86.45	24.71	3.86	21.75
	90%	6.84	13.41	13.79	-11.68	-2.60	-15.60	94.38	55.27	55.30	27.59	-12.54	-8.79	16.87
享堂	多年平均	15.81	17.07	16.88	-7.99	11.76	10.11	45.11	138.32	134.82	128.61	34.08	8.18	24.59
	75%	11.90	20.52	18.82	-0.35	17.36	32.39	14.28	101.31	40.08	127.91	18.97	1.43	22.22
	90%	9.80	19.32	19.83	-9.83	7.30	-24.43	20.79	123.26	27.56	114.66	15.92	2.71	19.73

量<sup>[11]</sup>变化结果(表1),可以看出:调水后径流量占天然径流量的比值沿程减小,其中影响最大的是尕大滩,调水后河川径流量仅是天然径流量的13%。从年内分配(表2)来看,3月和5月中下游3个断面在偏枯年份出现河干现象,在特枯年份11月和12月天堂寺断面出现河干现象。

表1 调水前后大通河不同断面径流变化

断面	天然 水量/ 亿 $m^3$	流域内 耗水量/ 亿 $m^3$	规划外 调水量/ 亿 $m^3$	调水后径流		调水 工程
				水量/亿 $m^3$	比例/%	
武松塔拉	7.94	0	4.01	3.93	49	引大济湖和 引大济黑
尕日得	8.52	0	0	4.51	53	
百户寺	9.60	0	2.5	3.09	32	引大济西
尕大滩	16.23	0.03	7.5	2.19	13	引大济湟
天堂寺	24.90	0.87	4.43	5.71	23	引大入秦

### 3.2 对水环境的影响

在入河污染量不变的情况下,河流水流量减小,纳污能力降低,水环境容量相应变小。分析结果表明,调水后天堂寺纳污能力降低了100倍,连城降低了130倍,享堂降低了50倍(表3)。其中COD全部为负值,NH<sub>3</sub>-N天堂寺为负值,其他断面也趋于0,对3个断面的水质产生较大影响,影响最严重的是3月和11月。3月天堂寺、享堂断面水质类别从II类提高到超V类,11月连城、享堂断面水质类别从II类提高到IV类。

表3 调水前后水环境容量变化

断面		COD		NH <sub>3</sub> -N	
		纳污能力	水环境容量	纳污能力	水环境容量
		单位	t/a	t/a	t/a
天堂寺	现状	4612.5	4337.1	321.3	296.6
	调水后	41.3	-234.1	2.7	-22.0
连城	现状	6532.1	6373.9	501.8	501.8
	调水后	49.7	-108.5	3.2	3.1
享堂	现状	2697.8	2482.0	389.3	389.3
	调水后	42.8	-173.0	2.8	2.7

### 3.3 对河道生态系统的影响

大通河上游尕大滩以上河道内年最小生态需水量2.52亿 $m^3$ 。调水后11月至次年3月、5月至6月

内河道流量小于生态环境需水量,尤其是1月至3月,水量差额较大,将对水生态系统产生较大影响。中游河道年最小生态需水量4.45亿 $m^3$ ,调水后3月、5月、11月河道流量小于生态环境需水量。下游河道年最小生态需水量4.44亿 $m^3$ ,调水后3月、12月河道流量小于生态环境需水量,特别是枯水年的3月和5月出现断流现象,对水生生态系统产生较大影响。

### 3.4 对陆地生态系统的影响

调水后春季河道水量均将大幅度减少,尤其是3月河道分别在尕大滩和天堂寺断流,在枯水年份甚至5月也出现河道断流现象,这在很大程度上加剧春旱的发生,对依赖于河流水分供给的傍河植被生态系统产生较大影响。河流断流时间越长,将对河谷乔木林和灌木林产生影响,改变生态结构。在干旱年份,尕大滩到天堂寺区间1.56万 $hm^2$ 河谷林地生长受到明显影响。

## 4 结论

### 4.1 调水工程实施后大通河下游部分月份会出现断流现象

在调水工程实施后,天堂寺河段多年平均在3月出现断流, $P=75\%$ 时3月和5月出现断流, $P=90\%$ 时3月至5月和10月至11月出现断流。享堂河段多年平均和 $P=75\%$ 时在3月出现断流, $P=90\%$ 时3月和5月出现断流。

### 4.2 大通河水环境趋于恶化

调水后由于河流水量发生变化,各水功能区的纳污能力也相应产生变化。大通河门源农业用水区水环境容量中COD和 $NH_3-N$ 均为负值,不能满足水功能区规定的要求。红古农业工业用水区纳污能力COD降低到93.7t/a, $NH_3-N$ 降低到5.9t/a,不能满足水功能区的目标水质要求。天堂寺、连城、享堂3个断面COD的水环境容量全部为负值,完全失去了水功能。

### 4.3 严重影响大通河水生态系统

中下游两处分别在春冬季出现2个月的河道断流现象,水功能区纳污能力降低,对水生生态系统产生严重影响,造成枯水年尕大滩至连城区间86.7 $hm^2$ 沼泽湿地被疏干退化,分布在大通河2科4亚科14种高原鱼类的生存与繁殖受到威胁,浮游生物、底栖生物的种群结构及生物量都会发生种群缩小、生物生产力降低等问题。

综合以上河道生态环境、陆地生态、水环境最低

水量以及水生生物四个方面的需水要求,调水的各项工程实施时,下泄的月平均流量至少不小于 $1.1m^3/s$ ,基本可以维持河流水功能区和最小生态环境需水要求。

### 参考文献:

- [1] 李万寿,席占平. 湟水流域水源地基本特征与保护对策[J]. 水资源保护, 2005, 21(4): 15-17.
- [2] LOERUP J K, REFSGAARD J C, MAZVIMAVI D. Assessing the effect of land use change on catchment runoff by combined use of statistical tests and hydrological modelling: case studies from Zimbabwe[J]. Journal of Hydrology, 1998, 215(5): 147-163.
- [3] HUANG Ming-bin, ZHANG Lu. Hydrological responses to conservation practices in a catchment of the Loess Plateau China[J]. Hydrological Process, 2004, 18: 1885-1898.
- [4] 王根绪,程国栋,沈永平. 近50年来河西走廊地区生态环境变化特征与综合防治对策[J]. 自然资源学报, 2002, 17(1): 78-86.
- [5] 王西琴. 水环境保护与经济发展决策模型的研究[J]. 自然资源学报, 2001, 16(3): 25-28.
- [6] 赵文智,王根绪. 生态水文学[M]. 北京:中国海洋出版社, 2002.
- [7] 张学成,贾新平,畅俊杰. 维持黄河生命低限流量研究[J]. 人民黄河, 2005, 27(10): 42-46.
- [8] 陈启慧,夏自强,郝振纯,等. 计算生态需水的RVA法及其应用[J]. 水资源保护, 2005, 21(3): 4-5.
- [9] 黄真理. 中国环境水力学[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2004.
- [10] 樊立萍,于海斌,袁德成. 河流水质模型(RWQM1)介绍及实例分析[J]. 水资源保护, 2005, 21(4): 4-7.
- [11] 龙爱华,张志强,徐中民,等. 甘肃省水资源足迹与消费模式分析[J]. 水科学进展, 2005, 16(3): 419-425.

(收稿日期:2005-11-01 编辑:傅伟群)

