

文章编号: 1000-0240(2008)04-0569-09

塔里木河流域 2006 年“四源一干” 河川径流及输水运行分析

张建岗¹, 王建文², 马辉明³, 高前兆⁴, 沈永平⁴,
王进⁵, 毛炜峰⁶, 龚伟华⁵, 王顺德⁵

(1. 塔里木河流域管理局, 新疆 库尔勒 841000; 2. 新疆巴州水文水资源勘测局, 新疆 库尔勒 841000;
3. 伊宁市水利局, 新疆 伊宁 835000; 4. 中国科学院 寒区旱区环境与工程研究所, 甘肃 兰州 730000;
5. 阿克苏水文水资源勘测局, 新疆 阿克苏 843000; 6. 新疆环境气象中心, 新疆 乌鲁木齐 830002)

摘 要: 2006 年塔里木河四条源流出山口天然径流量 $268.9 \times 10^8 \text{ m}^3$, 比正常年份偏多 17.4%, 属偏丰水年。其中, 阿拉尔站以上的三条源流(阿克苏河、叶尔羌河、和田河)出山口天然径流量为 $228.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 比正常年份偏多 18.0%; 开都河-孔雀河为 $40.33 \times 10^8 \text{ m}^3$, 比正常年份偏多 20.4%, 属偏丰水年。四条源流入塔里木河总水量为 $50.26 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占出山口天然径流总量的 18.7%。其中: 阿拉尔站以上三条源流入塔里木河水量为 $47.58 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占三条源流出山口天然径流总量的 20.8%。2006 年塔里木河干流上游段耗水量 $33.55 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占阿拉尔站年径流量的 58.8%, 是塔里木河干流最大的耗水区段; 中游段耗水量 $16.56 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占阿拉尔站年径流量的 29.0%, 比多年平均耗水量 $22.51 \times 10^8 \text{ m}^3$ 减少 $5.95 \times 10^8 \text{ m}^3$; 下游段耗水量 $6.97.16 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。上游耗水量在增加, 中游耗水量在减少, 下游耗水量接近多年平均值。2006 年第 8 次向干流下游输送生态水 $2.33 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中由博斯腾湖下泄 $0.26 \times 10^8 \text{ m}^3$, 由塔里木河自身来水下泄 $2.07 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。此次输水由前 7 次的应急输水转变为功能性输水, 由以往输往塔里木河尾间台特玛湖, 转变为以扩大下游生态灌溉面积为目的, 尝试以激活天然种子库, 高效利用水资源, 进一步恢复塔里木河下游生态植被范围。2000–2006 年连续共 8 次生态输水, 已累计由大西海子水库向塔里木河下游输送生态水 $22.75 \times 10^8 \text{ m}^3$, 生态、经济、社会效益日益显著。

关键词: 塔里木河; 河川径流; 输水运行; 生态效益

中图分类号: P339 **文献标识码:** A

1 2006 年塔里木河流域的气象条件

1.1 资料及分析方法

所用气象资料为流域内 8 个气象站监测资料, 经过新疆气象局相关部门的审核。塔里木河四条源流出山口控制断面以及干流的各控制断面的水文资料经过新疆水文局相关部门检验, 塔里木河流域管理局审定。各站的地理位置以及气温、降水、0℃层高度的气候平均值的计算规则等内容同文献[1]。塔什库尔干、吐尔尕特、阿合奇、巴音布鲁克 4 站的等权重平均值代表流域山区值, 和田、喀什、阿

克苏、库尔勒 4 站的等权重平均值代表流域源流平原区值。

1.2 塔里木河流域气象条件分析

2006 年塔里木河流域 8 站年平均气温 7.2°C , 偏高 1.1°C ; 8 站平均年降水量 128.6 mm , 偏多 1.2%, 接近多年平均值。2006 年塔里木河流域 8 站主要来水季节(指 5–9 月, 以下同)平均气温 17.7°C , 偏高 1.0°C , 8 站主要来水季节降水量 98.5 mm , 偏多 0.3%, 接近常年(表 1)。4 个探空站 3–10 月 0℃层高度略偏高。气温升高, 降水量增多及 0℃层高度偏高, 有利于冰雪流域径流形成。

收稿日期: 2008-05-16; 修订日期: 2008-06-12

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2007CB411507); 国家自然科学基金项目(40771047); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX2-YW-127)资助

作者简介: 张建岗(1954–), 男, 江苏宜兴人, 高级工程师, 1982 年毕业于新疆大学, 现从事水资源领域的业务管理与相关研究工作。
E-mail: zjg339@163.com

表 1 2006 年主要来水季节(5- 9 月)气象条件
Table 1 Meteorological condition of May
to September in 2006

时段	气温距平/℃			降水距平百分率/%		
	全流域	山区	平原	全流域	山区	平原
5- 9 月	1.0	0.8	1.4	0.3	4.9	- 16.3
年	1.1	0.9	1.3	1.2	0.9	2.7

1.3 山区气象条件

(1) 气温偏高. 2006 年塔里木河流域山区 4 站年平均气温 1.5℃, 较 30 a 平均值偏高 0.9℃. 除 1 月和 12 月偏低外, 2- 11 月持续偏高, 其中 2 月偏高 3℃以上, 10 月、11 月偏高 2℃以上, 5 月、8 月偏高 1℃以上(图 1(a)). 2006 年塔里木河山区主要来水季节气温偏高 0.8℃(表 1), 山区 4 站均偏高^[2], 其中西昆仑北坡一带偏高 1℃以上(图 1(b)).

(2) 降水接近常年. 2006 年塔里木河流域山区 4 站年降水量 197.7 mm, 较 30 a 平均值偏多 0.9%, 接近常年. 1 月、2 月、7 月、9 月、10 月偏多, 其中 1 月偏多 2 倍以上, 3- 6 月、8 月、11 月偏少, 12 月无降水(图 1(a)). 2006 年塔里木河流

域山区主要来水季节降水量偏多 4.9%(表 1), 其中西昆仑山北坡到帕米尔高原一带偏少, 天山南麓一带偏多(图 1(b)).

1.4 平原气象条件

(1) 气温偏高. 2006 年塔里木河流域平原 4 站年平均气温 12.9℃, 较 30 a 平均值偏高 1.3℃. 1 月偏低 2℃以上, 2- 12 月持续偏高^[3], 其中 10 月偏高 4℃, 8 月、11 月偏高 2℃以上, 2 月、3 月、5 月、9 月偏高 1℃以上(图 2(a)). 2006 年塔里木河流域平原地区主要来水季节气温偏高 1.4℃(表 1), 平原 4 站均偏高, 和田河、叶尔羌河、阿克苏河流域平原均偏高 1℃以上(图 2(b)).

(2) 降水接近常年. 2006 年塔里木河流域平原 4 站年降水量 59.8 mm, 较 30 a 平均值偏多 2.7%, 接近常年. 1 月、2 月、4 月、7 月、11 月偏多, 其中 1 月、4 月、11 月偏多 1 倍以上, 3 月、5- 6 月、8- 10 月、12 月偏少(图 2(a)). 2006 年塔里木河流域平原地区主要来水季节降水量偏少 16.3%(表 1), 除开都河流域平原一带偏多外, 阿克苏河、叶尔羌河、和田河流域平原地区均偏少(图 2(b)).

1.5 0℃层高度

2006 年和田、喀什、阿克苏、库尔勒 4 站 3-

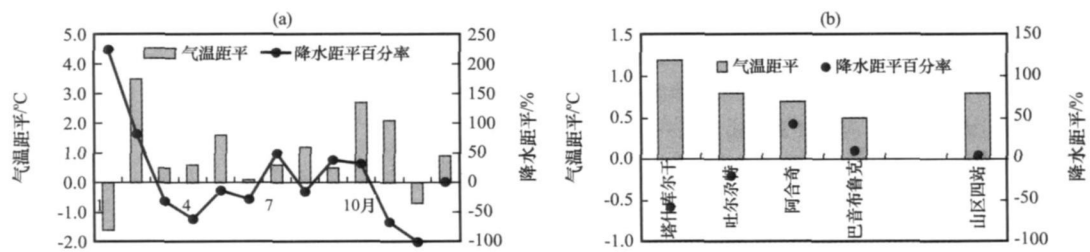


图 1 2006 年山区四站气温距平、降水距平百分率图
a. 年内逐月分布, b. 5-9 月空间分布

Fig. 1 Variations of difference in temperature and precipitation for 4 meteorological stations in mountains region of Tarim River Basin in 2006

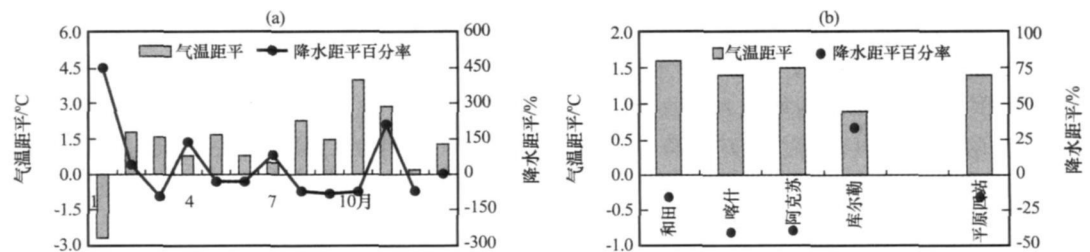


图 2 2006 年平原四站气温距平、降水距平百分率图
a. 年内逐月分布, b. 5-9 月空间分布

Fig. 2 Variations of difference in temperature and precipitation for 4 meteorological stations in plain region of Tarim River Basin in 2006

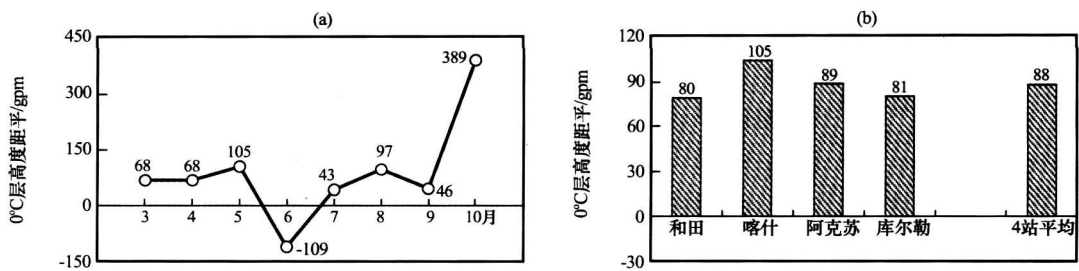


图 3 2006 年 3- 10 月塔里木河流域 0℃层高度
a. 逐月分布, b. 空间分布
Fig. 3 Variation of 0°C level height in Tarim River Basin during March to October, 2006

10 月 0℃层高度平均值为 4 095 gpm, 较 12 a 平均值偏高 88 gpm. 除 6 月偏低 109 gpm 外, 其它月份均偏高, 10 月偏高 389 gpm(图 3(a)).

2 四条源流出山口天然径流量

塔里木河流域 4 条源流 2006 年出山口天然总径流量为 $268.9 \times 10^8 \text{ m}^3$, 比多年平均值偏多 19.6%, 属偏丰水年^[4], 在 50 a 水文系列中, 排名第 5 位. 其中, 在塔里木河龙头站——阿拉尔站以上的三条源流(阿克苏河、叶尔羌河、和田河) 出山

口天然径流量为 $228.6 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占四条源流总径流量的 85.0%, 较多年平均值偏多 19.4%, 属偏丰水年; 开都河-孔雀河为 $40.33 \times 10^8 \text{ m}^3$, 较多年平均值偏多 20.4%, 属偏丰水年(表 2、图 4).

3 四源一干河川径流输水运行分析

3.1 四条源流入塔里木河水量

阿拉尔站以上三条源流入塔里木河水量为 $47.58 \times 10^8 \text{ m}^3$, 占三条源流出山口天然径流总量的 20.8%, 为规定输水量 $46.50 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的 102%^[5],

表 2 塔里木河流域四条源流 2006 年出山口天然径流量

Table 2 Mountains outlet flow of four source rivers of Tarim River in 2006

源流	2006 年年径流量 / 10^8 m^3	多年平均径流量 / 10^8 m^3	与多年均值比较 / 10^8 m^3	与多年均值比较 / %	年景
阿拉尔以上 3 条源流	228.60	191.40	+ 37.20	+ 19.40	偏丰水年
开都河-孔雀河	40.33	33.50	+ 6.83	+ 20.40	偏丰水年
4 条源流合计	268.90	224.90	+ 44.00	+ 19.60	偏丰水年

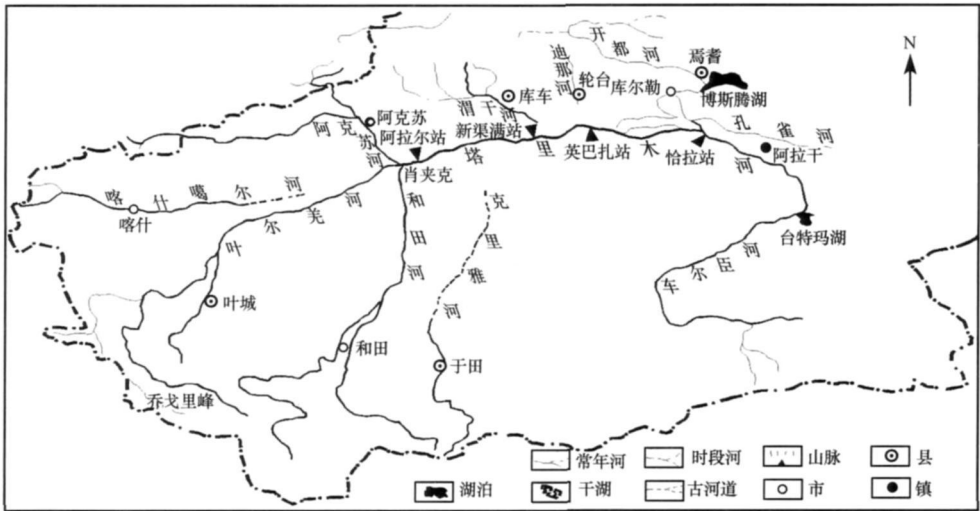


图 4 塔里木河流域水系

Fig. 4 Map showing rivers system of Tarim River Basin

表 3 2006 年四条源流入塔里木河水水量(10⁸ m³)

Table 3 Streamflow of four source rivers into mainstream of Tarim River in 2006 (10⁸ m³)

河 流	出山口天然 径流量	源流区耗水量	入塔里木河输 水节点径流量	规定年输水量	完成规定输水量 / %	多输水(+)和 少输水(-)
阿拉尔站以上 3 条源流	228. 60	181. 00	47. 58	46. 50	102. 00	+ 1. 08
开都河-孔雀河	40. 33	37. 65	2. 68	4. 50	59. 60	- 1. 82
4 条源流合计	268. 90	218. 70	50. 26	51. 00	98. 50	- 0. 74

注: 1. 四条源流入塔里木河水水量控制节点: 阿克苏河新大河依玛帕夏站大河断面、阿克苏河老大河巴吾托拉克站排冰渠断面; 叶尔羌河黑尼牙孜站; 和田河肖塔站; 开都河-孔雀河阿恰龙口站; 2. 开都河-孔雀河实际入塔里木河水水量为恰拉水库龙口退水 0. 33× 10⁸m³.

多输水 1. 08× 10⁸ m³. 四条源流入塔里木河总水量为 50. 26× 10⁸ m³, 为规定输水总量 51. 0× 10⁸ m³ 的 98. 5 %, 占四条源流出山口天然径流总量的 18. 7%(表 3).

3.2 塔里木河干流输水过程

上游上段塔里木河龙头站——阿拉尔站年径流量 57. 08× 10⁸ m³, 比多年平均值增加了 24. 0%.

上游中段节点——新渠满站年径流量为 44. 11× 10⁸ m³, 比多年平均值增加了 17. 6%.

上中游交界处——英巴扎站年径流量为 23. 53× 10⁸ m³, 比多年平均值偏少了 23. 3%.

中下游交界处——恰拉站以上有塔里木河四条源流汇入, 年径流量为 6. 97× 10⁸ m³, 比多年平均值偏多了 4. 3%.

3.3 塔里木河干流区间耗水量分析

塔里木河上游段河长 495 km, 区间耗水量 33. 55× 10⁸ m³, 占阿拉尔站年径流量 57. 08× 10⁸

m³ 的 58. 8%, 比多年平均耗水量 17. 25× 10⁸ m³ 多 16. 30× 10⁸ m³. 平均每公里耗水量为 677. 8× 10⁴ m³, 耗水主要在沙雅二牧场至英巴扎区间, 河长约 320 km. 上游段从 2001 年起耗水量增大, 成为干流最大的耗水区段(表 4).

塔里木河中游河长 398 km, 区间耗水量 16. 93× 10⁸ m³, 占阿拉尔站年径流量 57. 08× 10⁸ m³ 的 30. 0%, 比多年平均耗水量 22. 51× 10⁸ m³ 少 5. 58× 10⁸ m³, 平均每公里耗水量 425. 0× 10⁴ m³, 由于输水堤的修建, 区间耗水量呈减少趋势.

塔里木河下游河长 428 km, 区间耗水量 6. 93× 10⁸ m³, 其中塔河来水 6. 60× 10⁸ m³, 开都河孔雀河来水 0. 33× 10⁴ m³, 比多年平均耗水量 6. 59× 10⁸ m³ 多 0. 34× 10⁸ m³, 平均每公里耗水量 161. 9× 10⁴ m³.

上、中游区间耗水量 50. 11× 10⁸ m³, 占阿拉尔站年径流量 57. 08× 10⁸ m³, 的 87. 8%, 接近多年

表 4 塔里木河干流 2006 年区间耗水量

Table 4 Interzone water consumption in different course of Tarim River, 2006

时段	阿拉尔站 径流量 / 10 ⁸ m ³	上游耗水 量/ 10 ⁸ m ³	每公里 耗水量 / 10 ⁴ m ³	中游耗 水量 / 10 ⁸ m ³	每公里 耗水量 / 10 ⁴ m ³	下游恰拉 站以下耗 水量/ 10 ⁸ m ³	每公里 耗水量 / 10 ⁴ m ³	上中游 耗水量 / 10 ⁴ m ³	上中游耗水 量占阿拉尔 径流量/ %	恰拉站 年景
多年平均	46. 10	17. 25	348. 4	22. 51	565. 6	6. 59	154. 0	39. 76	86. 2	
90 年代平均	42. 41	19. 49	393. 7	20. 45	513. 7	2. 485	58. 1	39. 94	94. 2	偏枯年
2000 年	35. 14	13. 73	277. 4	20. 07	504. 3	2. 501	58. 4	33. 80	96. 2	枯水年
2001 年	45. 72	24. 77	500. 4	18. 93	475. 6	6. 588	153. 9	43. 70	95. 6	平水年
2002 年	55. 01	25. 42	513. 5	24. 55	616. 8	7. 377	172. 4	49. 97	90. 8	平偏丰
2003 年	44. 98	20. 51	414. 3	16. 89	424. 4	11. 16	260. 8	37. 40	83. 1	平水年
2004 年	29. 37	19. 19	387. 7	7. 53	189. 2	3. 580	83. 64	26. 72	91. 0	枯水年
2005 年	57. 18	31. 63	639. 0	18. 93	475. 6	7. 206	168. 0	50. 56	88. 4	丰水年
2006 年	57. 08	33. 55	677. 8	16. 93	425. 0	6. 930	161. 9	50. 48	88. 4	丰水年

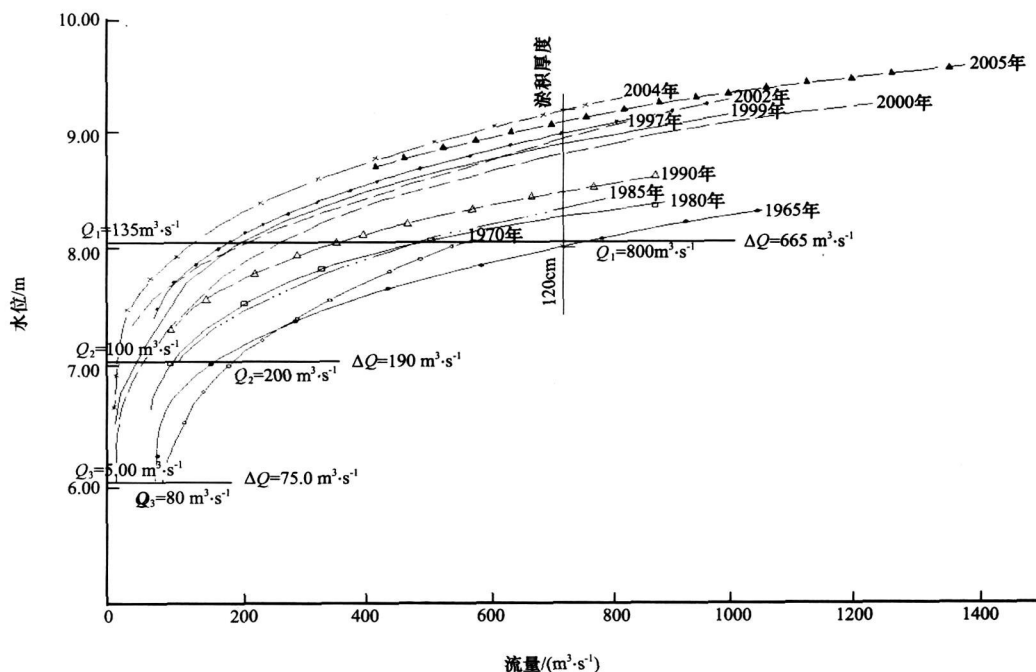


图 5 塔里木河新渠满站历年水位-流量关系曲线

Fig. 5 The relationship curves between water level and discharge over the years at the Xinquman station of the Tarim River

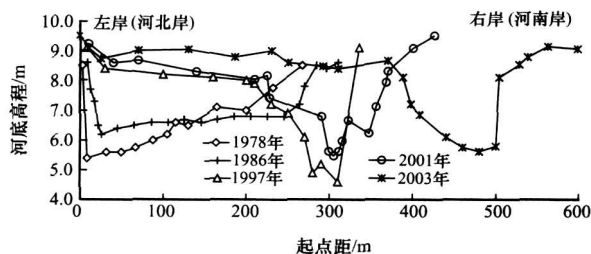


图 6 塔里木河新渠满站河道断面冲淤对比

Fig. 6 The comparison between wash and deposition over the years at the Xinquman station of the Tarim River

平均值 86.2%。主要是由于上游中下段沙雅二牧场至过境点 365 km 河道严重淤积^[6], 新渠满水文站近 40a 总淤积厚度达 120 cm, 平均年淤积 3.0 cm (图 5、图 6), 导致水道断面缩小, 洪水漫溢范围不断扩大, 上游区间耗水量已达 $33.55 \times 10^8 \text{ m}^3$, 是多年平均耗水量的 2 倍, 为历史最大值, 从 2001 年起已成为塔里木河干流最大的耗水区段。中游在历史上是最大的耗水区^[7], 塔里木河流域近期综合治理项目输水堤和生态闸堰的建成投入使用, 有效地控制了两岸生产和生态供水, 减少了无效耗水, 使得

该区段 2006 年的耗水量比多年平均减少了 26%。

4 塔里木河径流年内分配

4.1 四条源流

阿拉尔以上的阿克苏河、叶尔羌河、和田河三条源流以高山冰雪融水补给为主^[8], 水量主要集中在夏季(6~8月), 夏水占年径流量的 64%~73%。开都河-孔雀河流域雨、雪、冰川补给都占一定比重, 大、小尤尔都斯盆地调蓄能力较强, 径流年内分配较其它河流均匀, 夏水(6~8月)占年径流量的 41.0%, 比其它河流小。而冬水(12月至翌年2月)占 14.1%, 比其它河流大。四条源流均为中等洪水, 塔里木河干流上游为较大洪水, 均未造成洪水灾害。

4.2 塔里木河干流

塔里木河干流位于四条源流灌区下游, 受灌区引水、排水等影响, 径流年内分配具有夏水和秋水比例大的特点, 而春水和冬水所占比例少^[9]。下游大西海子水库出库站, 因秋季 9 月 25 日至 11 月 21 日开闸向下游“绿色走廊”输水, 径流年内分配最大值在秋季, 其余月份关闸无水下泄(表 5)。

表 5 塔里木河流域 2006 年径流年内分配
Table 5 Runoff seasonal distribution of Tarim River in 2006

河台	站名	春水	夏水	秋水	冬水	最大月	最小月	连续最大 4 个月	
		(3- 5 月)	(6- 8 月)	(9- 11 月)	(12- 2 月)			月份	占年百分率/ %
		/ %	/ %	/ %	/ %				
四条源流	和田河 两河合成	10. 6	71. 1.	12. 4	5. 9	7	1	6- 9	78. 2
	叶尔羌河 卡群	8. 3	72. 2	13. 4	6. 1	8	3	6- 9	79. 9
	阿克苏河 协十沙合成	11. 4	64. 2	18. 9	5. 5	8	3	6- 9	75. 5
	开都河 大山口	22. 5	41. 0	22. 4	14. 1	7	2	5- 8	51. 4
塔里木河	阿拉尔	7. 3	68. 7	19. 6	4. 4	8	2	7- 10	83. 4
	英巴扎	1. 5	68. 7	29. 2	0. 6	8	1	7- 10	96. 5
	塔里木河 恰拉	1. 2	27. 9	69. 4	1. 4	9	3	8- 11	95. 3
	大西海子水库出库	0. 0	0. 0	100	0. 0	10	1	8- 11	100

5 河道断流情况

5.1 四条源流

- (1) 叶尔羌河仅 8 月 10 日至 9 月 20 日共 51 d 有水输入塔里木河, 其余 315 d 无水输入塔里木河.
- (2) 和田河 8 月 1 日至 9 月 21 日共 52 d 有水输入塔里木河. 其余 314 d 无水输入塔里木河, 断流河道长度约 300 km.
- (3) 开都河 孔雀河向塔里木河下游生态输水时间为 10 月 10 日至 11 月 24 日, 历时 46 d. 其余 320 d 无水输入塔里木河下游.

(4) 阿克苏河是唯一一条全年向塔里木河输水的源流.

5.2 塔里木河干流

塔里木河干流断流主要出现在中游的英巴扎站 - 恰拉站, 河长 398 km, 断流时间为 3- 4 月和 6 月- 7 月(图 7).

- (1) 上、中游交界处英巴扎站: 断流时间为 6 月 20 日至 7 月 14 日共 25 d, 占全年天数的 7%.
- (2) 乌斯满站: 位于中游中段, 断流时间为 6 月 21 日至 7 月 19 日共 29 d, 占全年天数的 8%.
- (3) 恰拉站: 位于中、下游交界处, 断流时间分别为 3 月 6 日至 4 月 27 日共 43 d; 6 月 1 日- 7 月 23 日共 53 d, 2 段合计 96 d, 占全年天数的 26 %.
- (4) 大西海子泄水闸: 开闸放水时间为 9 月 25

日- 11 月 21 日共 58 d, 占全年天数的 16%. 关闸时为 1 月 1 日- 9 月 25 日和 11 月 22 日- 12 月 31 日共 308 d, 占全年天数的 84% .

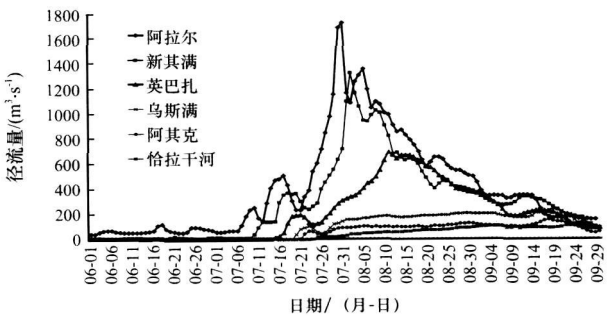


图 7 2006 年 6- 9 月塔里木河干流各站逐日流量过程线
Fig. 7 Daily streamflow courses of Tarim River from June to September, 2006 in hydrological stations

6 塔里木河向下游绿色走廊生态输水简评

2006 年第 8 次向塔里木河下游生态输水, 水头到达库尔干, 距离大西海子约 210 km. 此次输水由前 7 次的应急输水转变为功能性输水, 由以往输往塔里木河尾间台特玛湖, 转变为以扩大下游生态灌溉面积为目的, 尝试以激活天然种子库, 高效利用水资源, 进一步恢复塔里木河下游生态植被范围. 2006 年第 8 次向塔里木河下游功能性输水, 大西海子水库泄洪闸下泄水量 $2.01 \times 10^8 \text{ m}^3$, 其中孔雀河下泄 $0.27 \times 10^8 \text{ m}^3$, 塔里木河下泄 $1.74 \times 10^8 \text{ m}^3$.

自 2000 年 5 月 14 日第 1 次向塔里木河下游绿

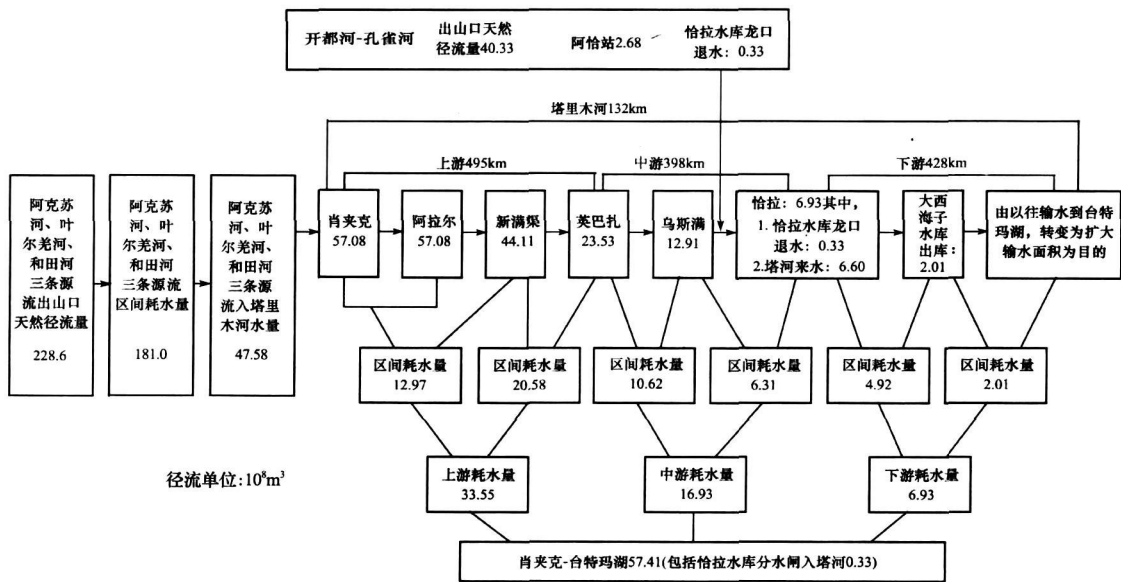


图 8 塔里木河流域四源一干 2006 年河川径流运行框图

Fig. 8 Flowchart of four source rivers to the mainstream of the Tarim River in 2006

色走廊应急输水至 2006 年, 历时 7 a 共 8 次, 累积从大西海子水库下泄水量 $22.46 \times 10^8 \text{m}^3$. 其中, 孔雀河下泄水量 $13.1 \times 10^8 \text{m}^3$, 塔里木河下泄水量 $9.36 \times 10^8 \text{m}^3$, 生态、经济、社会效益日益显著.

7 结论

7.1 四条源流 2006 年为偏丰水年

2006 年塔里木河四条源流出山口天然径流量 $268.9 \times 10^8 \text{m}^3$, 偏多 19.6%, 属偏丰水年. 阿拉尔站以上的三条源流(阿克苏河、叶尔羌河、和田河)出山口天然径流量为 $228.6 \times 10^8 \text{m}^3$, 偏多 19.4%, 属偏丰水年; 开都河-孔雀河为 $40.33 \times 10^8 \text{m}^3$, 偏多 20.4%, 属偏丰水年.

7.2 四条源流入塔里木河干流水量增多

2006 年四条源流入塔里木河总水量为 $50.26 \times 10^8 \text{m}^3$, 占出山口天然径流总量的 18.7%. 其中, 阿拉尔站以上三条源流入塔里木河水流量为 $47.58 \times 10^8 \text{m}^3$, 占三条源流出山口天然径流总量的 20.8%.

7.3 塔里木河干流中游段治理效果明显

2006 年塔里木河干流上游耗水量为 $33.55 \times 10^8 \text{m}^3$, 比多年平均耗水量多 $16.30 \times 10^8 \text{m}^3$, 偏多幅度达 94.5%, 是干流最大的耗水区段, 耗水量呈增大趋势; 中游耗水量为 $16.93 \times 10^8 \text{m}^3$, 位居第二, 由于输水堤的修建并发挥了效益, 耗水量呈减少趋势; 下游耗水量 $6.93 \times 10^8 \text{m}^3$, 位居第三.

7.4 向塔里木河下游由应急输水转为综合治理后的正常输水

2006 年第 8 次向塔里木河下游生态输水, 此次输水由前 7 次的应急输水转变为功能性输水, 由以往输往塔里木河尾间台特玛湖, 转变为以扩大输水面积为目的. 利用齐文阔尔河在其下游形成湖泊的自然条件, 高效利用水资源, 对其进行大面积集中灌溉, 尝试以激活天然种子库, 来恢复塔里木河下游生态植被.

自 2000 年 5 月 14 日第 1 次向塔里木河下游绿色走廊应急输水至 2006 年, 历时 7 a 共 8 次, 累积从大西海子水库下泄水量 $22.46 \times 10^8 \text{m}^3$, 其中: 孔雀河下泄水量 $13.1 \times 10^8 \text{m}^3$, 塔里木河下泄水量 $9.36 \times 10^8 \text{m}^3$, 生态、经济、社会效益日益显著.

7.5 应加大塔里木河上游段河道和全流域的综合治理力度

塔里木河干流上游从 2001 年起至 2006 年已成为最大的耗水区, 耗水主要在沙雅二牧场-英巴扎长约 320 km 河段, 应加大该段河道的治理力度, 减少无效耗水.

塔里木河流域近期治理项目的实施, 使流域水利基础设施逐步改善, 灌区节水能力有所提高, 干流河道输水能力和水量调控能力得到加强, 对促进流域的社会经济发展和政治稳定发挥了巨大作用. 特别是通过向塔里木河下游八次生态输水, 下游生态环境得到初步改善. 但这只是塔里木河流域治理

工作的初级阶段,要看到塔河流域的治理是一项长期而又艰巨的系统工程.为巩固扩大流域近期综合治理的成果,要继续对流域进行长期综合治理,以利于流域社会经济和生态环境保护协调可持续发展.

参考文献(References):

- [1] Wang Shunde, Wang Yanguo, Wang Jing, *et al.* Change of climate and hydrology in the Tarim River Basin during past 40 years and their impact[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, **25**(3): 315– 320. [王顺德,王彦国,王进,等.塔里木河流域近 40a 来气候、水文变化及其影响[J].冰川冻土, 2003, **25**(3): 315– 320.]
- [2] Wang Yanguo, Li Minxue, Wang Jing, *et al.* Hydrological regimes of four source river and mainstream of Tarim River, Xinjiang in 2001[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, **25**(4): 401– 408. [王彦国,李敏学,王进,等.塔里木河流域 2001 年四源—干河川径流运行分析[J].冰川冻土, 2003, **25**(4): 401– 408.]
- [3] Mao Weiyi, Chen Chao, Duan Jianjun, *et al.* Streamflow regime of four source streams and mainstream of Tarim River, Xinjiang, in 2002[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, **26**(4): 488– 495. [毛伟峰,陈朝,段建军,等.2002 年塔里木河流域“四源—干”地表径流情势[J].冰川冻土, 2004, **26**(4): 488– 495.]
- [4] Wu Sufen, Han Ping, Li Yan, *et al.* Predicted variation tendency of the water resources in the headwaters of the Tarim River[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, **25**(6): 708– 711. [吴素芬,韩萍,李燕,等.塔里木河源流水资源变化趋势预测[J].冰川冻土, 2003, **25**(6): 708– 711.]
- [5] Cheng Tongfu, Zhang Xiongwen, Zhang Hong, *et al.* Hydrological effects on the degeneration of the ecological environment in the Tarim River watershed, Xinjiang[J]. Arid Zone Research, 2003, **20**(4): 266– 271. [程同福,张雄文,张洪,等.塔里木河流域生态环境恶化的水文效应[J].干旱区研究, 2003, **20**(4): 266– 271.]
- [6] Wang Shunde, Li Hongde, Xu Zerui, *et al.* Flood detention region in the middle reaches of Tarim River mainstream and its impact on ecological environments[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2003, **25**(6): 712– 718. [王顺德,李红德,许泽锐,等.塔里木河中游滞洪区的形成及其对生态环境的影响[J].冰川冻土, 2003, **25**(6): 712– 718.]
- [7] Zhou Sen, Wang Yachun. A summary of management of the Main Tarim River[J]. Yellow River, 2005, **27**(2): 47– 48. [周森,王亚春.塔里木河干流治理综述[J].人民黄河, 2005, **27**(2): 47– 48.]
- [8] Shi Yafeng, Shen Yongping, Hu Ruji. Preliminary study on signal, impact and foreground of climatic shift from warm-dry to warm-humid in Northwest China[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2002, **24**(3): 219– 226. [施雅风,沈永平,胡汝驥.西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J].冰川冻土, 2002, **24**(3): 219– 226.]
- [9] Wang Shunde, Li Hongde, Hu Linjin, *et al.* Interzone water consumption from four source streams to mainstream of Tarim River, Xinjiang, in 2002[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2004, **26**(4): 496– 502. [王顺德,李红德,胡林金,等.2002 年塔里木河流域四条源流区间耗水分析[J].冰川冻土, 2004, **26**(4): 496– 502.]

Streamflow Variations of Four Source Streams to Mainstream of Tarim River, Xinjiang and Water Transportation in 2006

ZHANG Jian-gang¹, WANG Jian-wen², MA Hui-ming³, GAO Qian-zhao⁴,
SHEN Yong-ping⁴, WANG Jin⁵, MAO Wei-yi⁶,
GONG Wei-hua⁵, WANG Shun-de⁵

(1. Tarim River Basin Management Bureau, Korla Xinjiang 841000, China; 2. Bazhou Hydrological and Water Resource Bureau, Korla Xinjiang 841000, China; 3. Yining Water Resource Bureau, Yining Xinjiang 835000, China; 4. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Science, Lanzhou Gansu 730000, China;

5. Aksu Hydrological and Water Resource Bureau, Aksu Xinjiang 843000, China;

6. Xinjiang Climate Centre, Ür mqi Xinjiang 830002, China)

Abstract: The Aksu, Hotan, Yarkant and Kaidu-Konque Rivers are four source rivers of Tarim River drainage. The three tributary river systems (Aksu, Hotan and Yarkant) that contribute flows to the Tarim River join just above the Aler gauging station where the Tarim River begins. From the confluence of its three main contributing tributaries, the Tarim River mainstream extends 1 321 km to Taitema Lake. In addition the Kaidu-Konque River Basin, which is hydrologically separate from the Tarim River, contributes water to the Tarim River by means of a man-made transfer channel. In 2006, annual virgin flow of $268.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ from four mountains basins of Aksu, Hotan, Yarkant and Kaidu-Konque Rivers drain into the Tarim Basin, more 17.4% than average annual streamflow, is an abundant hydrological year. The annual total virgin flow of Aksu, Hotan and Yarkant above the Aler gauging station are $228.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ from the mountains basins, more than average annual streamflow by 18.0% and of the Kaidu-Konque River from Tianshan Mountains $40.33 \times 10^8 \text{ m}^3$, more 20.4% than average annual streamflow, is an abundant hydrological year. The

total discharge of the four source rivers into Tarim River is $50.26 \times 10^8 \text{ m}^3$ in 2006, which three tributary river systems (Aksu, Hotan and Yarkant) contributes $47.58 \times 10^8 \text{ m}^3$ flows to the Tarim River, occupy up 20.8 % of annual virgin flow from mountains basin. The interzone consumed water of the Tarim River mainstream are estimated to be $33.55 \times 10^8 \text{ m}^3$ for the upper course from Aler to Yingbazha, account for 58.8% of annual streamflow of Aler Station, the largest consumed section of the Tarim River mainstream; $16.56 \times 10^8 \text{ m}^3$ for the middle course from Yingbazha to Qiala, occupy up 29.0 % of Aler ones and $6.97.16 \times 10^8 \text{ m}^3$ for the downstream course. Comparing with average annual consumed water, interzone consumed water in 2006 has an increasing in upper streams course and decreasing in middle course, and normal in the lower course. The eighth ecological emergency water diversion project was carried out in Tarim River in 2006, outflow $2.33 \times 10^8 \text{ m}^3$ drains into the lower reaches of Tarim River, in which transfer water $0.26 \times 10^8 \text{ m}^3$ from Bosten Lake, and $2.07 \times 10^8 \text{ m}^3$ from the Tarim River mainstream.

Key words: Tarim River; runoff; water transportation; ecological benefit