

## Impacts of Recent Human Activities on Runoff of the Hotan River Flowing into the Tarim River\*

Xiaohua Fu<sup>1,2</sup>, Bing Shen<sup>2</sup>, Lingmei Huang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Hydrology and Water Resource, Hohai University, Nanjing

<sup>2</sup>Key Laboratory of Northwest Water Resources and Environmental Ecology, Xi'an University of Technology, Xi'an  
Email: fxx9034@sina.com

Received: May 14<sup>th</sup>, 2012; revised: May 29<sup>th</sup>, 2012; accepted: Jun. 7<sup>th</sup>, 2012

**Abstract:** In recent years, the water quantity of the Hotan River flowing into the Tarim River sharply reduces for three years, and the operation of the Wuluwati Reservoir and the land use of the Hotan Oasis in recent years changes greatly, which may affect the water quantity of the Hotan River which inflows into the Tarim River. In this paper, based on the runoff data of five hydrological station in the Hotan River Basin and the data by RS in 2004, 2009, analyzed the impact of the Wuluwati Reservoir and land-use changes to the Tarim River. The results showed that the water quantity of the two tributaries of Hotan River had the indistinct increasing trend, the water quantity of the Xiata Hydrologic Station had the indistinct decreasing trend. The operation of the Wuluwati Reservoir changed annual runoff distribution of the Kalakashi River, cut the peak flow down too much, increased the loss of the river channel on the way, led to cut down the outflow of oasis, and affected the water quantity of the Hotan River flowing into the Tarim River. Part areas of unused land changed the areas of cultivated land, the indistinct increasing areas of cultivated land draw into much runoff of the Hotan River, which increased the inter-annual variability of the main stream and had great impact on the water quantity from the Hotan River to the Tarim River. Analysis of the impacts of recent human activities on runoff of the Hotan River flowing into the Tarim River can be used to give some reasonable suggestions and feasibility measures for the operation of the Wuluwati Reservoir in the future and water resources development and utilization in the Hotan River basin.

**Keywords:** The Hotan River Basin; Water Conveyance to the Tarim River; Runoff Variation; The Wuluwati Reservoir; Land Use Change

## 近期人类活动对和田河汇入塔里木河径流的影响\*

付晓花<sup>1,2</sup>, 沈冰<sup>2</sup>, 黄领梅<sup>2</sup>

<sup>1</sup>河海大学水文水资源学院, 南京

<sup>2</sup>西安理工大学, 西北水资源与环境生态教育部重点实验室, 西安  
Email: fxx9034@sina.com

收稿日期: 2012年5月14日; 修回日期: 2012年5月29日; 录用日期: 2012年6月7日

**摘要:** 由于近年来和田河流入塔里木河的水量连续三年大幅减少, 乌鲁瓦提水库的运行与近年来和田绿洲土地利用变化较大, 可能影响和田河向塔里木河输水量。为此, 本文利用和田河流域上5个水文站的径流资料和2004、2009年和田卫片资料, 研究了乌鲁瓦提水库与土地利用变化对塔里木河输水的影响。结果表明: 和田河两支流来水量有不显著的递增趋势, 干流肖塔站有不显著的递减趋势。乌鲁瓦提水库的运行, 改变了喀拉喀什河径流的年内分配, 过多削减洪峰流量而增大了沿程河道损失, 使流出绿洲水量较小, 影响了和田河汇入塔里木河的水量。部分未利用土地转为农用地面积, 灌溉面

\*基金项目: 国家自然科学基金项目(51109176)。

作者简介: 付晓花(1990-), 女, 陕西西安人, 河海大学, 硕士, 主要从事水资源系统规划与管理研究。

积显著增加, 使和田河径流大部分用于灌溉, 加大了和田河干流的年际变化, 对和田河汇入塔里木河的水量有很大影响。分析近期人类活动对和田河汇入塔里木河径流的影响, 为今后乌鲁瓦提水库的运行方式与和田河流域水资源合理开发利用提出建议和可行性措施。

**关键词:** 和田河流域; 塔河供水; 径流变化; 乌鲁瓦提水库; 土地利用变化

## 1. 引言

塔里木河是世界上最大内陆河, 位于新疆南部, 历史上环塔里木盆地的九大水系都对塔里木河干流有贡献, 由于源流区人类活动及气候变化的影响, 近50年来补给塔里木河干流的源流条数已减少到4条, 水量也在不断减少, 加之塔里木河干流区上中游段耗水严重, 导致20世纪后期下游水量持续减少、河道断流、水质恶化、大片胡杨死亡、生态环境恶化, 塔克拉玛干沙漠和库姆塔格沙漠间的“绿色长廊”急剧萎缩, 塔克拉玛干沙漠和库姆塔格沙漠已呈合拢趋势, 沙漠化过程加剧发展, 已威胁到塔里木河的生命健康, 制约流域经济社会和生态环境的可持续发展。

和田河是塔里木河四大源流之一, 其径流量的变化影响着塔里木河干流的输水, 对塔里木河水量丰枯变化十分重要, 影响着塔里木河下游的生态环境。

统计分析表明: 1957~2010年, 和田河两条支流多年平均径流量: 玉龙喀什河(简称“玉河”)22.66亿 $\text{m}^3$ , 喀拉喀什河(简称“喀河”)21.83亿 $\text{m}^3$ , 1961~2009年以来, 和田河肖塔站的多年平均径流量为9.77亿 $\text{m}^3$ , 达到塔里木河流域水利委员会规定的输水要求。分析近几年径流资料可知, 2007年玉河出山口处的同古孜洛克站(简称“同站”)年径流量20.98亿 $\text{m}^3$ , 喀河出山口处的乌鲁瓦提站(简称“乌站”)年径流量21.10亿 $\text{m}^3$ , 来水量接近多年平均水平, 和田河肖塔站的年径流量仅为3.04亿 $\text{m}^3$ , 与多年均值相比减少了68.9%; 2008年玉河同站年径流量22.05亿 $\text{m}^3$ , 喀河乌站年径流量21.78亿 $\text{m}^3$ , 肖塔站的年径流量为2.69亿 $\text{m}^3$ , 同比减少72.5%; 2009年玉河同站年径流量22.04亿 $\text{m}^3$ , 喀河乌站年径流量21.75亿 $\text{m}^3$ , 肖塔站的年径流量仅为1.5亿 $\text{m}^3$ , 同比减少84.6%。和田河输入塔里木河连续三年如此大幅度减少, 这种异常现象如果持续发展下去, 会使塔里木河断流更加严重, 生态环境更加恶化, 沙漠化过程加剧发展, 流域经济和生态环境的可持续发展受到威胁。

近年来, 随着乌鲁瓦提水库的运行与和田绿洲耕地面积显著扩大, 有必要提出“近期人类活动对和田河汇入塔里木河径流的影响”这一课题, 以期对和田河流域水资源的合理配置与可持续发展、保护塔里木河下游生态环境提供科学依据。

## 2. 研究区概况

和田河流域位于我国新疆极端干旱区, 喀喇昆仑山和昆仑山北麓, 新疆维吾尔自治区南端, 塔里木盆地南部边缘。和田河是昆仑山北坡的第二大河流, 由南向北流入塔里木盆地, 穿越塔克拉玛干沙漠, 最终汇入塔里木河<sup>[1]</sup>。和田河由东西两大支流组成, 即西支喀拉喀什河和东支玉龙喀什河。玉河在出山口处设有同古孜洛克水文站, 同站以上集水面积14,575 $\text{km}^2$ ; 在接近阔什拉什(两支流汇合口处)处设艾格里亚水文站, 玉河自河源至同站河长315 $\text{km}$ , 至阔什拉什长504 $\text{km}$ 。喀河在出山口处设乌鲁瓦提水文站, 乌站以上集水面积19,983 $\text{km}^2$ , 在接近阔什拉什处设吐直鲁克水文站, 喀河自河源至乌站的河长564 $\text{km}$ , 至阔什拉什长808 $\text{km}$ 。两支流在阔什拉什汇合后称和田河。和田河干流始于阔什拉什, 终于肖夹克, 在塔克拉玛干沙漠里穿行319 $\text{km}$ 后汇入塔里木河。和田河下游距汇合口26 $\text{km}$ 处设有肖塔水文站, 控制流域面积48,870 $\text{km}^2$ , 可作为和田河流入塔里木河的控制站, 现在由阿克苏国营农场管理并观测汇入塔里木河的水量和水质。

## 3. 和田河径流变化分析

### 3.1. 年径流累积曲线分析

和田河历史悠久, 没有水就没有绿洲, 也就没有灌溉农业。因而, 和田绿洲内的人类活动跟径流量的稳定息息相关。本文用径流量的累积曲线分析和田河的径流受人类活动及周围环境的影响程度。关于径流量累积曲线, 对于正常的水文年份, 如果不受外界人

类活动干扰, 各年的来水量虽然有丰枯变化, 径流累积点据会有波动, 但没有系统偏离。如果受到外界人类活动影响, 径流累积点据就会发生明显的系统偏离<sup>[2]</sup>。

由实测资料绘制和田河三个水文站的年径流累积曲线, 如图1所示。

由图1可知, 从1957~2010年, 玉河和喀河的年径流量累积曲线上的点据虽都有波动, 但基本上呈直线变化, 点据波动主要是因为水文序列的随机性造成的, 所以可以确定和田河上游出山口径流量基本上未受人类活动的影响。而肖塔站年径流量序列的累积曲线点据在1991年之前基本上呈直线; 之后, 曲线偏离原来的直线趋势, 由此可以确定受到一定程度人类活动的影响。

## 3.2. 和田河径流特征分析

### 3.2.1. 径流的年际变化

根据实测资料分析, 1957~2010年间和田河东西两支流的变差系数 $C_v$ 分别为0.22和0.19, 1957~2002年间分别为0.22和0.19, 2003~2010年间分别为0.22和0.17。由此可知, 和田河两支流年径流量变化较平稳, 且在2002年乌鲁瓦提水库运行前后变差系数变化不大, 喀河径流量的年际变化较玉河平稳。相反, 1961~2009年间和田河干流肖塔站变差系数 $C_v$ 为0.61, 1961~2002年间为0.58, 2003~2009年间为0.91。可见, 和田河的出流量, 即肖塔站的年径流量年际变化很大, 尤其在2002年以后, 肖塔站变化幅度更大。和田河两支流年际变化小, 这可能与和田河流域的地理位置与气候条件决定的主要补给源有关。干流肖塔站的径流年际变化大, 分析其主要原因, 和田河径流在到达肖塔站之前, 经过和田绿洲, 塔克拉玛干沙漠,

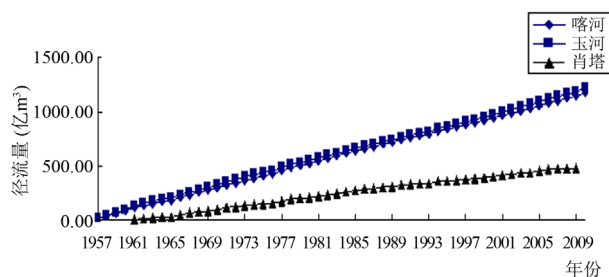


Figure 1. The accumulative curves of runoff of 3 hydrological station in the Hotan River

图1. 和田河3个水文站年径流量累积曲线

沿途蒸发、渗漏、漫溢损失严重, 近几年耕地面积大幅增加, 沿途引水量增加, 受人类活动及气候等各方面因素影响较大。

### 3.2.2. 径流的年内变化

和田河流域的地理位置和气候环境决定了高山区的冰川和积雪是该流域径流最主要的补给来源, 其径流组成决定了径流变化必然与气温变化密切联系。根据实测资料计算, 玉河与喀河的径流年内分配极不均匀, 其中1957~2010年间玉河夏季径流占79.18%, 喀河占69.94%, 体现了冰川补给型河流的特点, 表明两支流夏季防洪问题突出; 春季所占比例较少, 玉河与喀河分别占6.00%和11.23%, 天然径流量不能满足灌溉用水的需求, 易出现春旱, 影响农业经济发展。1957~2002年间玉河与喀河夏季径流分别占79.64%和71.85%, 春季径流分别占5.86%和10.24%; 2003~2010年间玉河与喀河夏季径流分别占76.76%和60.23%, 春季径流分别占6.72%和16.28%。可以看出, 2002年以后两河相对1957~2010多年平均值, 夏季所占比例均有减少, 春季比例均有增加, 但玉河年内分配变化不明显, 喀河夏季比多年平均比例减少了9.71%, 春季增加了5.05%。可见乌鲁瓦提水库对缓解春旱夏洪起到了显著的作用。

而干流肖塔站径流量全部集中在汛期(6~9月), 和田河干流径流的年内分配, 与上游东西两支流玉河、喀河的年内分配和灌区引水有关, 上游两支流的径流大部分集中在6~9月, 而6月的上游来水主要补给水库的蓄水、满足干流干涸河床的蒸发渗漏损失等, 因而少有余水流至肖塔站<sup>[3]</sup>, 汇入塔里木河。肖塔站径流主要集中在7~9月份。

### 3.2.3. 径流的趋势分析

本文采用Mann-Kendall秩次相关检验法分析和田河3个水文站年径流序列的变化趋势, 选显著性水平 $\alpha = 0.10$ , 经计算, 和田河3个水文站年径流序列的趋势变化见表1。由表1可知, 和田河两支流年径流均有不显著的递增趋势, 且喀河增加趋势较玉河明显, 干流肖塔站年径流有不显著的递减趋势。

## 3.3. 和田河来水量变化对肖塔站出流量的影响

由实测资料分析计算和田两河来水与肖塔站出

**Table 1. The trend analysis of runoff sequence of 3 hydrological station in the Hotan River**  
**表 1. 和田河 3 个水文站年径流序列的趋势分析**

站名	检验统计量 $U$	显著水平 $\alpha$	临界值 $U_{\alpha/2}$	判别结果	趋势性
同古孜洛克站	0.0485	0.10	1.64	$ U  < U_{\alpha/2}$	不显著递增
乌鲁瓦提站	0.511	0.10	1.64	$ U  < U_{\alpha/2}$	不显著递增
肖塔站	-1.0559	0.10	1.64	$ U  < U_{\alpha/2}$	不显著递减

流量的相关关系, 计算得: 由 1962~2009 年实测资料(因 1961 年实测数据偏离点群较远, 可能与肖塔站刚建站数据不可靠有关, 故未选取该数据参与相关分析)分析计算二者的相关系数  $R^2 = 0.7996$ , 由 1962~2002 年实测资料分析计算和田两河来水与肖塔出流量之间有很好的直线相关关系, 相关系数  $R^2 = 0.9054$ , 相关公式为:

$$W_{\text{肖出}} = 0.6961 \times W_{\text{来水}} - 19.635 \quad (3.1)$$

根据(3.1)式, 由 2002 年以后和田两河来水推算肖塔站出流量, 发现实测值均比推算值偏小, 2007、2008、2009 年明显偏小:

1) 2007 年两河来水量为 42.08 亿  $m^3$ , 推算肖塔站出流量 9.66 亿  $m^3$ , 实际出流量为 3.04 亿  $m^3$ , 比推算值少了 6.62 亿  $m^3$ ;

2) 2008 年两河来水量为 43.83 亿  $m^3$ , 推算肖塔站出流量 10.88 亿  $m^3$ , 实际出流量为 2.69 亿  $m^3$ , 比推算值少了 8.19 亿  $m^3$ ;

3) 2009 年两河来水量为 43.79 亿  $m^3$ , 推算肖塔站出流量 10.84 亿  $m^3$ , 实际出流量为 1.50 亿  $m^3$ , 比推算值少了 9.34 亿  $m^3$ 。

可见, 2002 年以后和田河两支流径流总量与肖塔站出流量相关性减小, 这种变化与近年来人类活动的

影响关系密切。山区径流形成区人类活动影响不大, 和田河两支流基本保持了天然状态, 当河流出口口流进平原灌区后, 径流受人类活动特别是绿洲灌溉耕地面积变化和灌溉引用水量的影响较大。近几年, 和田地区不断扩大农业耕地, 增加灌溉面积, 这种变化必然影响和田河两支流来水量与肖塔站出流量的相关关系。

此外, 2002 年在和田河西支喀河上修建乌鲁瓦提水库, 为减少喀河每年防洪抢险所投入的人力物力损耗, 将常遇洪水的洪峰流量削减到 500  $m^3/s$  以下, 同时, 为改善下游已建水利设施和防洪工程标准低的不利状况, 缩减防洪工程的投资, 利用防洪库容将 50 年一遇的洪峰流量削减到 890  $m^3/s$ <sup>[4]</sup>。乌鲁瓦提水库使上游来水年内分配发生了变化, 汛期水量没有之前集中, 而和田河出口口径流只有在汛期才能流经塔克拉玛干沙漠到达塔里木河, 所以乌鲁瓦提水库的运行对近几年肖塔站出流量减少影响很大。

### 3.4. 和田河流出绿洲水量分析

位于绿洲下游接近两河汇合口处新建的两处水文站, 即喀河吐直鲁克站和玉河艾格里亚站, 这两站的实测值可以代表绿洲的流出水量<sup>[5]</sup>。以乌鲁瓦提水文站和吐直鲁克站年径流量分别代表喀河上游来水量和流出绿洲水量, 以同古孜洛克水文站和艾格里亚站年径流量分别代表玉河上游来水量和流出绿洲水量, 对比分析乌鲁瓦提水库对流出绿洲水量的影响。2007、2008、2009 三年和田河各水文站观测资料见表 2。

由表 2 可知, 在喀河与玉河出口来水量都接近多年平均值的情况下, 喀河流出绿洲水量明显小于玉河流出绿洲水量。由此可以判断, 喀河流出绿洲水量减少是 2007~2009 年和田河流入塔里木河水量减少的

**Table 2. The statistics of observational data of the Hotan River**  
**表 2. 和田河观测资料统计**

年份	玉龙喀什河				喀拉喀什河			
	同古孜洛克站		艾格里亚站		乌鲁瓦提站		吐直鲁克站	
	径流量(亿 $m^3$ )	洪峰流量( $m^3/s$ )	径流量(亿 $m^3$ )	洪峰流量( $m^3/s$ )	径流量(亿 $m^3$ )	洪峰流量( $m^3/s$ )	径流量(亿 $m^3$ )	洪峰流量( $m^3/s$ )
2007	20.98	758.00	8.25	633.00	21.11	385.00	0.56	129.00
2008	22.05	728.00	9.66	736.00	21.78	347.00	1.51	276.00
2009	22.04	500.00	5.40	349.00	21.75	350.00	0.41	107.00
多年均值	21.69		7.77		21.55		0.83	

重要因素之一。而出现喀河流出绿洲水量小于玉河这种状况的原因有多种可能性, 其中有主要由于绿洲用水量过多, 以及乌鲁瓦提水库汛期过多削减洪峰流量所致(虽然两河的流程与河势不同, 但二者的相似之处在于, 流量大时损失小, 流量小时损失大<sup>[5]</sup>)。需要调查了解喀河引水口, 应严格控制引水量。和田河只在汛期才有水量流入塔里木河, 如果过多削减洪峰流量, 势必造成河水沿途损失大, 减少向塔里木河的输水。

从表 2 中, 对比喀河与玉河洪峰流量, 可以明显的发现, 玉河洪峰流量比喀河洪峰流量大, 再加上乌鲁瓦提水库过多削减洪峰流量, 使得喀河沿程损失严重, 导致喀河流出绿洲水量小于玉河流出绿洲水量。

#### 4. 土地利用变化对塔里木河输水的影响

满苏尔·沙比提等<sup>[6]</sup>研究和田河流域年内新增耕地面积与耗水量(从和田河出山口至和田河肖塔站之间减少的径流量作为该流域的耗水量)之间具有较好的正相关, 年内耕地面积增加时, 流域耗水量也相应的增加, 结果使和田河向塔里木河干流下泄的水量更加减少。由 3.2.3 节分析可知塔里木河源流之一和田河的出山口径流量呈增加趋势, 但其下泄至塔里木河的水量呈减少趋势, 结合满苏尔·沙比提等的研究结果可知, 这种减少趋势与和田绿洲耕地面积的变化密切相关。本节重点研究和田绿洲的耕地面积变化, 以了解土地利用变化对和田河向塔里木河输水的影响。

##### 4.1. 耕地变化速度

单一土地利用动态变化可定量描述区域一定时间范围内某种土地利用类型的变化速度, 对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用<sup>[7]</sup>。公式为:

$$R = \frac{U_a - U_b}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (4.1)$$

式中,  $U_a$ 、 $U_b$  分别为研究初期及研究末期某种土地利用类型的面积;  $T$  为研究时期时段长。当  $T$  设定为年时,  $R$  为研究时段内某一土地类型的年变化率<sup>[6]</sup>。

根据公式(4.1), 计算出和田绿洲耕地利用的年变化率(其中 2004 年耕地面积 166,044  $\text{hm}^2$ , 2009 年耕地面积为 309251.5  $\text{hm}^2$ )。结果表明, 2004~2009 年 5a

间, 和田绿洲耕地利用的年均变化率为 17.2%。可见, 和田绿洲这 5 年间的耕地面积急剧增长。

#### 4.2. 耕地时空变化趋势

耕地是受人类活动影响最大的土地类型, 其动态变化特征已成为研究土地利用变化的重要内容<sup>[8]</sup>。通过对和田地区 2004 年与 2009 年遥感影像及耕地变化图进行叠加分析, 得到耕地动态变化, 如图 2 和图 3 所示。

虽然两次卫片资料监测的分辨率不同, 但从图 2 与图 3 可以清楚地看到, 2004 年末利用土地在 2009 年土地利用现状图上大部分转为农用地, 还有部分转为水域, 农用地面积的显著增加, 使得灌溉用水量增加。由于和田河新增加的耕地面积与耗水量有较好的正相关关系, 对和田河向塔里木河输水影响很大。

### 5. 结论与建议

#### 5.1. 结论

和田河两支流来水量年际变化小, 有不显著的递增趋势, 干流肖塔站年径流年际变化大, 有不显著的递减趋势。乌鲁瓦提水库运行前后和田河上游来水量变化不大, 但由于乌鲁瓦提水库的运行, 改变了喀河水量的年内分配, 使得喀河水量汛期没有之前集中, 且由于防洪抢险要求, 过多削减洪峰流量, 增加了

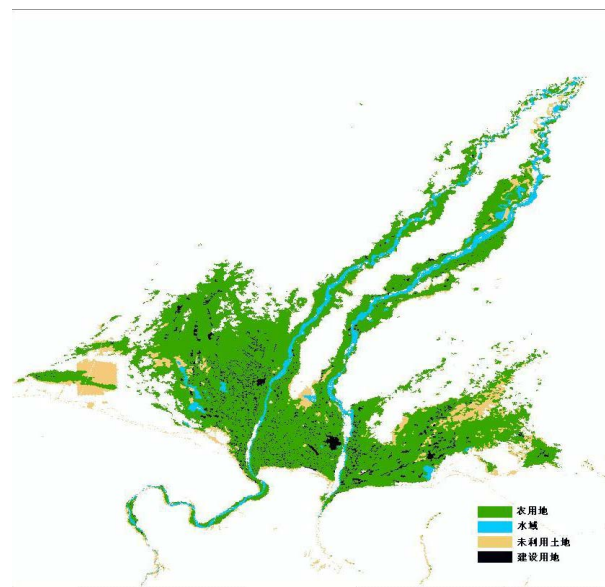


Figure 2. The present land-use map in 2004 in the Hotan River  
图 2. 和田地区 2004 年土地利用现状图

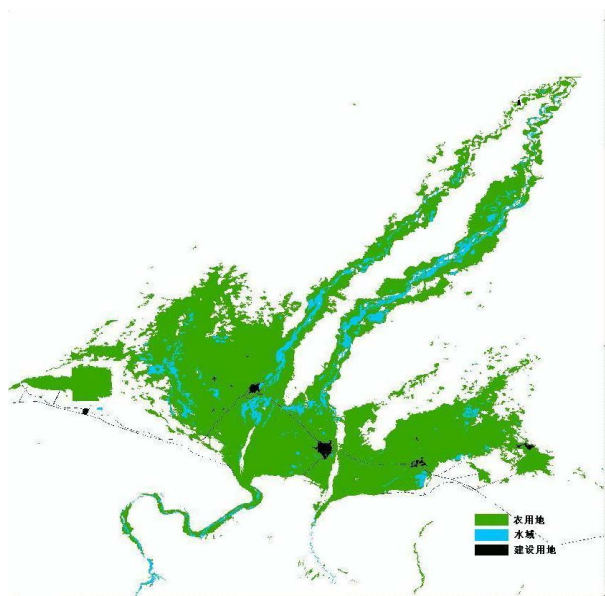


Figure 3. The present land-use map in 2009 in the Hotan River  
图 3. 和田地区 2009 年土地利用现状图

沿途河道损失, 流出绿洲水量较小, 致使和田河流入塔里木河的水量逐年减少, 甚至出现 2007~2009 连续三年大幅度减少。

和田耕地利用的年均变化率为 17.2%, 大部分未利用土地转为农用地面积, 灌溉面积显著增加, 使和田河径流大部分被引用于灌溉流域耕地, 加大了和田河干流的年际变化。由于和田河新增加的耕地面积与耗水量有较好的正相关关系, 对和田河向塔里木河输水有很大的影响。

乌鲁瓦提水库在汛期将来水大量蓄存在水库中, 人为减少向下游河道输水, 就是为满足急剧增长的耕地面积所需的灌溉用水; 耕地面积不断扩大, 人们大量引用河道水量, 从而增加了从和田河输往塔里木河的耗水量。可见, 土地利用变化是影响和田河向塔里木河输水量减少的关键因素。

## 5.2. 建议

1) 由于和田河流域土地资源丰富, 水资源紧缺, 而土地和水利管理部门对两种资源的管理相对独立, 在一定程度上忽视了水资源承载能力而过度增加了经济发展用水, 而挤占了生态用水。应建立全流域水资源统一管理体制, 有效控制和和田绿洲的灌溉面积, 从而控制引水量, 确保流域水资源的合理高效利用。

2) 加固喀拉喀什河在绿洲区域内的堤防, 使之具

备必要的行洪能力, 适当调整乌鲁瓦提水利枢纽的调度方案, 使之在汛期不至因为防洪要求而过多削减洪峰。同时, 尽量保持喀拉喀什河与玉龙喀什河两河同步下泄, 以减少河道沿程水量损失。

3) 加快和田河干流的河道整治工作, 使洪水畅泄, 提高输水效率, 保证沿河绿色走廊以及和田河每年向塔里木河输水的全流域整体生态目标。

## 参考文献 (References)

- [1] 黄领梅, 沈冰, 宋孝玉, 等. 和田河流域地表径流变化分析[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(5-6): 513-515.  
HUANG Lingmei, SHEN Bing, SONG Xiaoyu, et al. Characteristics of surface water resources in the Hotan River Basin. Journal of Shenyang Agricultural University, 2004, 35(5-6): 513-515. (in Chinese)
- [2] 黄领梅, 沈冰, 等. 人类活动对旱区流域水文情势影响研究——以新疆和田河流域为例[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2010.  
HUANG Lingmei, SHEN Bing, et al. Impacts of human activities on river flow regime in Arid Zones. Beijing: China Water Conservancy and Hydropower Press, 2010. (in Chinese)
- [3] 黄领梅, 沈冰. 和田河汇入塔里木河径流演变及成因分析[J]. 水资源与水工程学报, 2012, 23(2): 26-32.  
HUANG Lingmei, SHEN Bing. Analysis on runoff evolution and cause of Hotan River flowing into the Tarim River. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2012, 23(2): 26-32. (in Chinese)
- [4] 水利电力部, 新疆维吾尔自治区水利水电勘测设计院. 新疆和田喀拉喀什河乌鲁瓦提水利枢纽工程初步设计报告[R]. 乌鲁木齐, 1992.  
Department of Water and Power, Xinjiang Uygur Autonomous Region Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute. Xinjiang and cropland Kara Kashi River from Wuluwati water control project preliminary design report. Urumqi, 1992. (in Chinese)
- [5] 秦胜英, 买买提明·阿不都外力, 戴玉萍, 等. 乌鲁瓦提水利枢纽工程生态效益[J]. 电网与清洁能源, 2008, 24(5): 67-70.  
QIN Shengying, Abdul, DAI Yuping, et al. Ecological benefit of wuluwati hydraulic project. Grid and Clean Energy, 2008, 24(5): 67-70. (in Chinese)
- [6] 满苏尔·沙比提, 努尔卡木里·玉素甫. 塔里木河流域绿洲耕地变化及其河流水文效应[J]. 地理研究, 2010, 29(12): 2251-2260.  
MANSUR Sabit, NURKAMIL Yusuf. Oasis land use change and its hydrological response to Tarim River Basin. Geographical Research, 2010, 29(12): 2251-2260. (in Chinese)
- [7] 李忠峰, 王一谋, 冯毓荪, 等. 基于 RS 与 GIS 的榆林地区土地利用变化分析[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 97-99.  
LI Zhongfeng, WANG Yimou, FENG Yusun, et al. Based on the RS and GIS in Yulin region land use change analysis. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(2): 97-99. (in Chinese)
- [8] 闫正龙, 黄强, 畅建霞, 等. 塔里木河干流土地利用动态监测遥感分析[J]. 农业工程学报, 2008, 24(3): 119-125.  
YAN Zhenglong, HUANG Qiang, CHANG Jianxia, et al. Analysis and dynamic monitoring of land use in the main stream of Tarim river valley using remote sensing. Transactions of the CSAE, 2008, 24(3): 119-125. (in Chinese)