

## 白杨河流尾间生态修复模式研究

吴晓峪 吴洪源

新疆水利水电科学研究院

DOI:10.12238/hwr.v7i8.4951

**[摘要]** 水土流失问题会直接影响土地资源利用率,而通过增加生态面积比例,可有效减少水土流失,为河流尾间确定适宜生态规模及土地利用结构提供理论支撑。本文根据白杨河流尾间水资源量及变化,对照白杨河流域土地利用现状及其变化,依据计算确定的适宜生态规模,分析目前生态规模及土地利用的合理性,提出生态规模及土地利用适宜范围,结合河流尾间水土流失变化规律,总结河流尾间水土流失生态修复模式。

**[关键词]** 水资源; 河流尾间; 生态修复

**中图分类号:** TV211.1+2 **文献标识码:** A

## Study on Ecological Restoration Model of the End of Baiyang River

Xiaoyu Wu Hongyuan Wu

Xinjiang Institute of Water Resources and Hydropower Research

**[Abstract]** The issue of soil erosion directly affects the utilization rate of land resources, and increasing the proportion of ecological area can effectively reduce soil erosion, providing theoretical support for determining the appropriate ecological scale and land use structure at the end of rivers. This article analyzes the rationality of the current ecological scale and land use based on the amount and changes of water resources at the end of the Baiyang River, compares the current land use status and changes in the Baiyang River Basin, and calculates the appropriate ecological scale and land use. It proposes the ecological scale and suitable range of land use, combines the changes in water and soil loss at the end of the river, and summarizes the ecological restoration mode of water and soil loss at the end of the river.

**[Key words]** water resources; the end of a river; ecological restoration

## 引言

水土流失问题并非突然出现,其是受制于自然和人为因素而出现的灾害问题,主要的诱导因素可以概括为天气、地势、土壤、植被、水资源等多方面的因素,人为因素主要是不合理的土地利用。经分析,影响新疆河流尾间水土流失可控因素为:河道尾间输水量、土地利用结构,其余降雨、地形、土壤组成等因素为不可控因素,本文针对可控水土流失影响因素提出相应治理模式。

## 1 河流尾间需水量分析

## 1.1 白杨河流尾间需水量计算方法

河流尾间需水量的计算公式如下:  $Q = (E_{20} - P) \times S + \sum (Q_j - P) \times A_{pj}$

式中:  $Q$ 为尾间需水量(mm),  $E_{20}$ 为艾里克湖湖泊局部地区水源消耗量(mm),  $P$ 为年均降水(mm),  $S$ 为区域面积( $m^2$ )。  $Q_j$ 为第 $j$ 类植被的面积耗水量(mm),  $A_{pj}$ 为第 $j$ 类植被的面积( $m^2$ )。

基于现有的技术手段,和基于遥感和GIS技术,与气象站点

实测资料相结合,采用有限水域面蒸发计算方法计算湖泊生态需水,利用FA056Penman-Monteith法,在ArcGIS建好彭曼模型计算研究区植被生态需水。艾里克湖为生态用水型湖泊类型,水体环境特殊,依据洪嘉琏等人提出的受限水体表面蒸发量估算法,推算艾里克湖区20平方公里测算水体表面蒸发量,用该数值来替代其原有表面蒸发量。具体的计算公式为:

$$E_{20} = 0.24u_2^{0.57} (e_0 - e_2)$$

式中:  $E_{20}$ 为20 $m^2$ 蒸发池水域蒸发率;  $u_2$ 为平均风速;  $e_0$ 为蒸发面饱和水汽压;  $e_2$ 为蒸发面实际水汽压。根据就近气象站点实测数据插值计算得到平均风速、饱和水汽压、实际水汽压等参数值,湖泊蒸发主要集中在4—10月份,艾里克湖水域年均总蒸发量为1188.62mm。

至于生态理论下植物水源消耗情况的计算,由植被生长期内的生态耗水定额乘以相应植被面积获得。

1.2 土地利用情况

土地利用变化研究范围为白杨河在乌尔禾分水闸至小艾里克湖,艾里克湖公路,农田边界,总面积150km<sup>2</sup>。通过91卫图历史影像,结合资料查阅,将白杨河尾间区域土地利用类型划分为灌木林地、草地、耕地、湿地、水面和其它,各类型2000年、2010年和2020年面积统计如下:

表1 白杨河尾间土地利用类型统计表 单位:km<sup>2</sup>

年份 土地类型	灌木林地	草地	耕地	湿地	水面
2000	2.04	102.92	7.67	4.38	33.41
2010	2.25	85.29	8.17	8.87	45.7
2020	2.16	83.3	23.55	24.7	48.5

1.3 土地利用类型耗水量计算

通过查阅近期《新疆白杨河流域水资源利用规划》中白杨河流域灌溉定额,参考王永鹏等等“塔里木河下游植被耗水量的时空演变”、董莉莉“白杨河流域早期典型年生态耗水计算分析”、董玉贺等“芦苇型湿地生态耗水量的研究”等研究成果和计算方法、气象相关资料等,计算得出白杨河尾间不同土地利用类型的耗水量情况,见下表:

表2 各土地利用类型需水量定额计算结果统计表 单位: m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

土地利用类型	灌木林地	草地	耕地	湿地	水面
耗水量	0.39	0.17	0.61	0.77	1.188

白杨河尾间区域各土地利用类型在2000年、2010年和2020年耗水量统计结果见下表:

表3 尾间耗水量统计表 单位: 面积km<sup>2</sup>、耗水量(百万m<sup>3</sup>)

年份	灌木林地		草地		耕地		湿地		水面	
	面积	耗水量	面积	耗水量	面积	耗水量	面积	耗水量	面积	耗水量
2000	2.04	0.79	102.92	17.35	7.67	4.65	4.38	3.37	33.41	39.69
2010	2.25	0.87	85.29	157.79	8.17	4.95	8.87	6.83	45.70	54.29
2020	2.16	0.84	51.30	94.91	23.55	14.26	24.70	19.02	48.50	57.62

根据克拉玛依气象站资料,研究区域年均降雨量113.5mm,结合查阅相关资料,经计算得到白杨河尾间区域各土地利用类型在2000年、2010年和2020年需水量,见下表:

表4 尾间需水量统计表 单位: 面积km<sup>2</sup>、耗水量(百万m<sup>3</sup>)

年份	灌木林地		草地		耕地		湿地		水面	
	面积	需水量	面积	需水量	面积	需水量	面积	需水量	面积	需水量
2000	2.04	0.57	102.92	6.03	7.67	3.80	4.38	2.89	33.41	36.02
2010	2.25	0.62	85.29	5.00	8.17	4.05	8.87	5.85	45.70	49.26
2020	2.16	0.60	51.30	3.01	23.55	11.67	24.70	16.30	48.50	52.28

经过计算,白杨河尾间需水量结果如下:

表5 尾间需水量统计表 单位: 百万m<sup>3</sup>

年份	灌木林地		草地		耕地		湿地		水面		合计
	需水量	比例	需水量	比例	需水量	比例	需水量	比例	需水量	比例	
2000	0.57	1.16%	6.03	12.23%	3.8	7.71%	2.89	5.86%	36.02	73.05%	49.31
2010	0.62	0.96%	5	7.72%	4.05	6.25%	5.85	9.03%	49.26	76.04%	64.78
2020	0.6	0.72%	3.01	3.59%	11.67	13.92%	16.3	19.44%	52.28	62.34%	83.86

2020年白杨河尾间需水量0.84亿m<sup>3</sup>。参照《塔里木河流域资源环境及可持续发展》(中科院区域持续发展研究中心 樊自力)、《生态系统水分利用效率研究进展》(胡中民等),按照生态水利用系数的研究数据,白杨河尾间生态水利用系数选取0.73,则尾间生态系统毛需水量为1.15亿m<sup>3</sup>。根据克拉玛依市水务局资料,白杨河尾间近年可利用水资源量:丰水期、平水期和枯水期分别为:1.22亿m<sup>3</sup>、1.13亿m<sup>3</sup>、0.77亿m<sup>3</sup>。白杨河尾间水资源量基本满足目前生态系统对水资源的需求。

2 白杨河流域尾间生态适宜规模分析

Z指数能够较好地反映某一时段径流量的丰枯实况。利用白杨河流域多年水文气象资料及历年遥感影像数据,借助Z指数法及水热平衡模型分析流域水资源在不同丰枯水平下的绿洲适宜规模。

2.1 河流尾间和利用水资源量

Z指数能够准确反映出各个时段河流径流量的变化情况。根据Z变量的正态分布曲线,计算相应Z指数界限值,并划分3个等级的丰枯类型。

表6 丰枯指数等级划分

级别	频率分布/%	丰枯指数	丰枯类型
1	>70	Z > 0.5244	丰水期
2	30~70	-0.5244 < Z ≤ 0.5244	平水期
3	<30	Z ≤ -0.5244	枯水期

根据克拉玛依市水务局资料,白杨河尾间近年可利用水资源量:丰水期、平水期和枯水期分别为:1.22亿m<sup>3</sup>、1.13亿m<sup>3</sup>、0.77亿m<sup>3</sup>。

2.2 白杨河流域尾间绿洲适宜规模分析

可以说一个地区的水资源是保证该地区生态系统稳定性的关键。水资源的差异数值,也影响着区域气候和环境的变化。在此基础上,教科文组织将湿润指数作为评判标准,对其进行了分类。

其公式为:

$$H_m = \frac{P}{E_{tp}}$$

式中: P为区域降水量; H<sub>m</sub>为湿润指数; E<sub>tp</sub>为蒸散潜力,按彭曼公式计算。

同时,根据湿润指数H<sub>m</sub>的数值变化,区分了不同类型的生态景观。

白杨河流域位于准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠边缘,位于欧亚大陆的中心地带,季节特性显著,昼夜温差大,降水稀少,蒸发严重,是典型的内陆干旱区。针对干旱地区的自然环境特征,将干旱地区生态尺度的稳定性指标分为不同的等级。

白杨河尾间属于干旱区,  $H_m$ 选择0.03-0.20,一定水资源保证下生态区绿度 $H_0$ 选择见表7。

表7 生态稳定性划分

评价等级	$H_0$	生态规模评价
超稳定	$>0.75$	具有开发潜力
稳定	$0.5 \sim 0.75$	在良好的保障措施下,具有较小的开发潜力
亚稳定	$0.2 \sim 0.5$	不具备开发潜力
不稳定	$<0.2$	需缩小规模以维持稳定

白杨河流域尾间生态保护适宜规模计算模型为:

$$A = \frac{W - W_0}{(ET_0 - P) k_p H_0}$$

式中:  $A$ 为绿洲面积;  $W$ 为可利用型水资源量;  $W_0$ 为生态需水量;  $ET_0$ 为按彭曼公式计算的参考植被腾发量;  $P$ 为流域年均降水量;  $k_p$ 为流域内植物的综合影响系数,是反映植物本身生物学性状对需水量的影响参数,可以参照不同植被的作物系数,加权平均;  $H_0$ 为一定水资源保证下生态区绿度,能够反映水资源量对生态规模变化的保证程度,可作为判定生态是否稳定的指标。

2020年白杨河尾间绿洲面积(含水域)150.21km<sup>2</sup>,需水量0.84×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>,2015年-2021年,白杨河尾间河道输水量0.77~1.22×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>,生态稳定指数 $H_0$ 为0.44~1.13。白杨河尾间生态在丰水期、平水期均处于超稳定水平,枯水期处于亚稳定水平。扣除艾里克湖水域,在丰水期、平水期和枯水期的生态稳定适宜规模分别为>145km<sup>2</sup>、128km<sup>2</sup>和<92km<sup>2</sup>。

### 3 白杨河流域尾间生态修复模式

#### 3.1 土地利用结构影响分析

根据河流尾间适宜生态规模分析结果,按照近几年白杨河来水量计算,白杨河尾间生态处于超稳定水平,生态规模应有明显增加,但根据本2018年-2021年相关调研结果,白杨河尾间生态规模没有发生明显增加。结合野外调查资料及上两节内容分析,该状况主要由目前白杨河尾间土地利用结构不合理造成。

##### 3.1.1 耕地面积

目前白杨河尾间耕地面积占总面积的15.68%,耕地面积过大。根据土地利用情况调查,白杨河尾间耕地面积由2010年8.17km<sup>2</sup>增加至2020年的23.55km<sup>2</sup>,10年内增加15.38km<sup>2</sup>,平均

每年增加耕地面积18.8%。按照本次调查资料,耕地耗水定额是林草地的1.5~3.5倍,耕地面积的增加将给河流尾间生态造成压力。可减少耕地等耗水量较大的土地利用类型的面积,增加耗水量较小的土地利用类型面积,即进行退耕还林、退耕还草。

##### 3.1.2 尾间湖湖面面积

根据《新疆白杨河流域水资源利用规划》对于河流尾间生态解决方案为缩小尾间湖艾里克湖湖面面积,2020年湖面面积缩小至30km<sup>2</sup>,2030年缩小至25km<sup>2</sup>。艾里克湖及小艾里克湖作为白杨河尾间湖,2020年总面积48.5km<sup>2</sup>,其面积占河流尾间面积的32.29%,耗水量占尾间耗水量的62.34%,尾间湖耗水量过大,不利于尾间生态修复。确保河流尾间湿地生态安全,可在缩减尾间湖湖面面积时,建设扬水灌溉系统,为湿地生态提供灌溉水源保障。

##### 3.2 可利用水资源量影响分析

通过河流尾间需水量及生态适宜规模分析,河流尾间可利用水资源量是确保河流尾间生态修复的主要影响因素。上世纪90年代,由于克拉玛依市生产、生活用水的大量增加,白杨河流入艾里克湖的水不断被截用,艾里克湖在1995年干涸,草场退化,大片胡杨林死亡,20多平方千米的芦苇带干枯。根据分析结论,要保证白杨河尾间生态系统处于亚稳定以上水平,可利用水资源量不应小于枯水期水量0.77亿方。

### 4 结束语

通过河流尾间生态修复模式研究,根据河流尾间可利用水资源量适当调整土地利用结构,在确保生态的稳定性,在生态系统处于稳定及以上水平的基础上,减少高耗水土地利用类型面积,如水域、耕地,增加林草等耗水量低的土地利用类型面积,同时在增加生态规模的基础上,配套建设水利灌溉工程,确保河流尾间湿地生态安全。

#### [参考文献]

- [1]曹永强,齐静威,王菲,等.辽宁省潜在蒸散量演变规律及归因分析[J].生态学报,2020,40(10):3519-3525.
- [2]邓晓.河道生态基流量的新年内展布算法[J].人民黄河,2019,41(3):74-78.
- [3]郭玉丹,何英,彭亮.基于生态安全的阿瓦提灌区生态需水量研究[J].水资源与水工程学报,2019,30(1):241-246,253.

#### 作者简介:

吴晓峪(1973--),男,汉族,新疆喀什疏勒县人,本科,工程师,研究方向:水资源规划利用与水土保持。