

# 艾丁湖生态输水调度与路径优化研究与实践

罗玉忠 张妞

新疆维吾尔自治区白杨河流域水利管理中心

DOI:10.12238/hwr.v9i1.6004

**[摘要]** 艾丁湖位于吐鲁番市高昌区境内,为季节性湖泊,湖区气候极端干旱,白杨河是艾丁湖入湖补水的重要河流。流域渠首至艾丁湖主湖区约50km,其间沿程渗漏严重,且下游河道洪积扇宽阔、平坦,水流散开,很少进入艾丁湖主湖区。多年来流域单位将保障艾丁湖生态补水放在重要位置,每年完成流域规划规定的生态输水任务。近年来为充分用好水资源,流域单位探索优化生态输水调度方案,建立艾丁湖脉冲式补水协调机制,洪水资源得到充分利用。

**[关键词]** 浅析; 生态补水; 优化调度

**中图分类号:** Q149 **文献标识码:** A

## Research and Practice on Ecological Water Transfer Scheduling and Path Optimization of Aiding Lake

Yuzhong Luo Niu Zhang

Xinjiang Uygur Autonomous Region Baiyang River Basin Water Conservancy Management Center

**[Abstract]** Aiding Lake is located in Gaochang District, Turpan City. It is a seasonal lake with an extremely dry climate in the lake area. Baiyang River is an important river for Aiding Lake to replenish water. The distance from the head of the watershed canal to the main lake area of Lake Edin is about 50km, and there is severe leakage along the way. The downstream river channel has a wide and flat alluvial fan, and the water flow is scattered, rarely entering the main lake area of Lake Edin. For many years, the watershed units have placed great importance on ensuring ecological water replenishment in Lake Aiding, and have completed the ecological water supply tasks specified in the watershed planning every year. In recent years, in order to fully utilize water resources, basin units have explored and optimized ecological water transportation scheduling plans, established a pulse type water replenishment coordination mechanism for Lake Aiding, and fully utilized flood resources.

**[Key words]** Analysis; ecological water replenishment; optimized scheduling

### 引言

为深入全面贯彻生态文明思想,统筹推进山水林田湖草沙一体化保护和系统治理,加快河湖生态保护修复和综合治理,流域单位潜心研究艾丁湖生态输水调度与路径优化,并结合实际付诸实践。

### 1 艾丁湖区域概况

艾丁湖位于吐鲁番市高昌区境内,是吐鲁番盆地的最低点,最低点高程为-154.6m,为季节性咸水湖泊。艾丁湖从上个世纪的50年代至今,水面时而大、时而小,时而干涸、时而复活,这主要是河流和地下水补给量多少以及人为利用水量多少所决定。艾丁湖水系各河流水循环决定了艾丁湖的生态状况,在天然状况下14条河流水资源绝大部分进入尾间艾丁湖,但随着各河流水资源开发利用强度大幅提高,入湖水量持续减少,致艾丁湖生态环境愈发脆弱,维持艾丁湖区域生态难度日益加大,目前能为艾

丁湖生态部分补水的仅有白杨河和阿拉沟河。艾丁湖湖泊水体、河口湿地、盐生草垫作为艾丁湖生态保护目标,要维持其基本格局和功能,改善和保护艾丁湖区的基本生态环境,需维持一定的河流径流量,补充艾丁湖湖区及周边生态需要的水量。

### 2 艾丁湖生态输水面临的问题

《新疆白杨河(达坂城-托克逊)流域综合规划》提出白杨河需承担艾丁湖适宜补水量为3024万 $m^3$ ,水量控制断面为托克逊县宁夏宫渠首断面。流域单位在宁夏宫渠首设有专用断面用于监测下泄艾丁湖方向水量。根据2017-2023年实测数据统计,年均补水量3281万 $m^3$ 。但宁夏宫渠首距离下游白杨河入艾丁湖河口约为30km,距离湖心区域约50公里,径流小流程长,且下游河道冲积扇宽阔、平坦,水呈散流状态,主要河槽淤堵狭窄,地下水位较低,沿程水量渗漏和蒸发严重,下泄水量很难到艾丁湖主湖区。艾丁湖生态区降水十分稀少,极干旱性的气候使得蒸发十分

强烈,平原区水面蒸发能力较大,蒸发呈现随高程降低而递增的特点,区域的降水量大部耗于蒸发,区域地表径流蒸发损耗较大,地表水水量损失较为严重,作为吐鲁番盆地海拔最低点的艾丁湖,浅层水难以溢出。

### 3 现状向艾丁湖生态输水情况

根据《流域综合规划》,峡口控制断面水量既是下游托克逊县白杨河灌区灌溉水源,也是宁夏宫渠首下泄艾丁湖方向的主要水源,水资源供需较为紧张。同时,峡口控制断面至宁夏宫渠首断面之间有小草湖渠首、巴依托海渠首、胜利渠首、托台渠首等。由于渠首工程无调蓄作用,无法对下游生态补水进行调节控制,且峡口控制断面至下游各取水渠首断面距离较远,河道生态补水自然下泄过程中水量沿程损失严重。流域单位自成立以来,始终将保障艾丁湖生态补水放在重要位置,实行计划用水管理制度,落实“总量控制+弹性配置”的水资源优化配置模式,编制水资源调度方案(计划),统筹协调防洪、供水、水生态、水环境等需求,以年度水量分配计划为控制要素,按照年计划、月调整、旬调度、日平衡的要求,强化生态水量精准调度管理,全力保障宁夏宫渠首(艾丁湖方向)的生态下泄未间断,2016-2023年白杨河干流下泄艾丁湖方向生态补水量为年均3280.07万 $m^3$ ,达到《综合规划》要求的目标。

### 4 优化调度生态水量工作目标

深入贯彻落实国家领导人“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路,贯彻生态文明思想,加强水资源集中统一管理,牢固树立流域“一盘棋”思想和系统观念,按照优先满足城乡居民生活用水,保障基本生态用水,并统筹农业、工业用水等需要的原则,结合现状下白杨河流域与阿拉沟流域水系特点、水资源状况,以白杨河流域上下游11座渠首枢纽工程布局为支撑,通过红山水库、阿拉沟水库以及拦河液压升降坝等水利工程联调联动,优化干渠输水路线,尽最大可能减少河道输水渗漏损失,将白杨河流域与阿拉沟流域生态水量集中汇合,并自宁夏宫渠首断面向艾丁湖实施脉冲式泄放,以4-10月期间每月一次定时定量和汛期洪水全线下泄方式,向艾丁湖区域集中输水,积极探索多措施向艾丁湖生态补水的成效。

### 5 水量调度依据

2020年7月,新疆维吾尔自治区人民政府对《新疆白杨河(达坂城-托克逊)流域综合规划》进行了批复,规划引用《新疆白杨河流域生态需水专题研究》成果,明确提出白杨河需承担艾丁湖适宜补水量为3024万 $m^3$ ,水量控制断面为托克逊县宁夏宫渠首断面。据《新疆白杨河流域生态需水专题研究》,艾丁湖作为吐鲁番诸水系的尾间湖泊,各河流均应承担其保护艾丁湖、恢复艾丁湖湖泊生态系统结构与功能的责任。

阿拉沟流域区除阿拉沟河源流之外还有艾维尔沟、祖鲁木图沟、乌斯通沟等支流汇入,在托克逊县伊拉湖镇汇入白杨河干流,最终流入尾间艾丁湖。阿拉沟水库每年承担1260万 $m^3$ 的生态水量下泄指标,监测断面为流域单位设置的阿拉沟夏乡引水渠监测点,位置位于阿拉沟干渠跌入白杨河河道尾部。

### 6 探索优化调度模式

将现行由宁夏宫渠首断面向艾丁湖区域每月每日小流量泄放的调度模式,探索优化为以下多措施结合的方式:

#### 6.1 库库联调、闸坝联动、集中输水

在巴依托海渠首全力保障红山水库蓄水基础上,联合调度托克逊县红山水库、阿拉沟水库通过干渠定时定量下泄生态水量,在10道拦河液压升降坝、托台渠首、宁夏宫渠首前逐级蓄积,并采取闸坝联动、逐级泄放方式,于每年4至10月每月灌溉间歇期各月单次通过各控制工程断面累计输水211.07万 $m^3$ ;3月、11月非灌溉期通过各控制工程断面累计集中输水124.67万 $m^3$ 。

#### 6.2 汛期洪水“全线闭口、集中下泄”

在汛期发生较大洪水时,关闭上下游各渠首工程引水闸,将全部洪水水量逐级经宁夏宫渠首断面向艾丁湖区域集中下泄,作为艾丁湖区域生态水量的补充。

#### 6.3 保持日常“细水长流”

除工程联调联动“集中输水”、汛期洪水集中下泄外的其他时间,继续在满足流域生产生活用水同时,保持宁夏宫断面向艾丁湖区域每日小流量泄放生态水量。

### 7 优化调度模式参与工程

本方案主要探索实施“库库联调、闸坝联动、集中输水”及汛期洪水“全线闭口、集中下泄”模式,一是参与“库库联调、闸坝联动、集中输水”调度的工程为流域单位所管巴依托海渠首、托台渠首、宁夏宫渠首;地方水利部门所管红山水库、阿拉沟水库、拦河液压升降坝。二是参与汛期洪水“全线闭口、集中下泄”的工程为流域单位所管位于达坂城区境内的黑沟、阿克苏、高崖子、兰州湾、泉沟5座渠首工程及位于托克逊县境内的小草湖、巴依托海、胜利、托台、宁夏宫5座渠首工程,地方水利部门管理的10道拦河液压升降坝。

### 8 生态水量指标及监测断面

此次调度方案针对白杨河流域和阿拉沟水库联合集中向艾丁湖生态补水,其中白杨河流域由宁夏宫渠首断面向艾丁湖生态补水指标为3024万 $m^3$ ,阿拉沟水库生态补给水量指标为1260万 $m^3$ ,监测断面为流域单位设置的阿拉沟夏乡引水渠监测点,位置位于阿拉沟干渠跌入白杨河河道尾部。

### 9 探索优化调度方案

#### 9.1 探索“库库联调、闸坝联动、集中输水”调度模式

9.1.1 时间安排:分为灌溉期与非灌溉期,灌溉期利用4至10月每月1次2-3天的灌溉间歇期实施一次向艾丁湖区域集中输水;非灌溉期当年3月和11月每月1次每次2天(考虑水库蓄水关键期)视情况实施一次向艾丁湖区域集中输水,并同步开展观测监测。

9.1.2 措施与方式:巴依托海渠首加大向红山水库供水水量,红山水库同步通过长度8.9km的白杨河总干渠下泄5 $m^3/s$ 流量(2天累计水量86.4万 $m^3$ )至白杨河河道,再经11.2km河道将水输送至位于托台渠首上游680m处的液压坝坝前。历时1h。阿拉沟水库通过长度51.1km的干渠下泄5 $m^3/s$ 流量(2天累计水量86.4万

m<sup>3</sup>)至白杨河河道,经与白杨河总干渠下泄水量在白杨河河道汇合后,再经11.2Km河道将水输送至位于托台渠首上游680m处的液压坝坝前。历时6h。

汇合水量经液压坝调节后下泄至宁夏宫渠首闸前,最末一级液压坝泄水量到达宁夏宫渠首闸前后次级开始泄放,逐级调节。

9.1.3实施方案。(1)灌溉间歇期(4至10月):每月每次时间为2-3天。经初步估算,红山水库下泄5m<sup>3</sup>/s,运行2天水量86.4万m<sup>3</sup>;阿拉沟水库下泄5m<sup>3</sup>/s,运行2天水量86.4万m<sup>3</sup>;液压坝水量38.27万m<sup>3</sup>,单次调度输水量211.07万m<sup>3</sup>。(2)非灌溉期(3月、11月):该阶段为冬季供水,在保障渠道安全的情况下视情况开展集中输水,每月每次时间为2天。经初步估算,红山水库下泄5m<sup>3</sup>/s(2天累计水量86.4万m<sup>3</sup>);液压坝水量38.27万m<sup>3</sup>,单次调度水量124.67万m<sup>3</sup>。

#### 9.2探索汛期洪水“全线闭口、集中下泄”调度模式

当洪水发生时,上游达坂城区境内5座渠首先行“闭口”停引,全部下泄,汇集至峡口断面。当峡口断面洪峰流量达一定量(暂定80m<sup>3</sup>/s及以上),下游5座渠首“闭口”停引,全部集中下泄至宁夏宫渠首,并经宁夏宫渠首泄洪通道输送至艾丁湖区域。由于白杨河汛期河道经常行水,沿程损失暂按40%计算,经10小时到达宁夏宫渠首下泄水量约172万m<sup>3</sup>。

#### 9.3日常“细水长流”

按照《新疆白杨河流域综合规划》,白杨河流域每年通过宁夏宫渠首断面向艾丁湖区域年下泄最低3024万m<sup>3</sup>生态水量。在实施集中输水方式的同时,仍将继续每日日常下泄一定水量,确保下泄艾丁湖方向生态水量总量不减。除集中输水外,阿拉沟水库于4-10月灌溉期当月当次2天集中泄水后继续下泄水量,持续时间为3天,下泄流量4m<sup>3</sup>/s,当月下泄总水量(含集中输水量)不少于180万m<sup>3</sup>,4-10月下泄总水量(含集中输水量)不少于1260万m<sup>3</sup>,以完成阿拉沟水库生态水量下泄指标任务。

### 10 调度管理

一是流域、地方单位共同组织协调、现场指挥和成效评估;二是流域单位做好泄水期间所辖巴依托海渠首、胜利渠首、托台渠首、宁夏宫渠首的水量运行工作及水量监测工作;三是地方农业部门明确每月灌溉间歇期,协调灌区相关工作,参与集中

输水期间的安全管理;四是地方水利部门负责城区段液压升降坝操作及其上下游监测和安全管理;五是地方水利部门负责阿拉沟水库、红山水库泄水水量,以及泄水期间阿拉沟干渠、白杨河总干渠水量监测和巡护工作;六是地方水利部门负责协调和组织本部门和区县林草部门人员做好宁夏宫渠首以下河道至艾丁湖受水区域的巡护协调、安全管理、水量监测等工作。

### 11 结语

通过多年运行管理探索研究和实践经验积累,以白杨河流域上下游11座渠首枢纽工程布局为支撑,通过红山水库、阿拉沟水库以及拦河液压升降坝等水利工程联调联动,优化干渠输水路线,尽最大可能减少河道输水渗漏损失,将白杨河流域与阿拉沟流域生态水量集中汇合,并自宁夏宫渠首断面向艾丁湖实施脉冲式泄放,向艾丁湖区域集中输水方式可行。2024年7月期间,新疆多地迎来强降雨,白杨河上游三条支流连续发生了不同量级洪水。流域单位以“生态输水优化调度方案”为依托,采取汛期洪水“全线闭口、集中下泄”方式,两次洪水资源化利用,累计通过宁夏宫渠首断面下泄生态水量1572.02万立方米,沿途生态需水及地下水补充997.45万立方米,累计通过艾丁湖入湖口监测点输送水量573.57万立方米。引洪补湖形成湖水面面积高峰时达1.34平方公里。此次探索多措施向艾丁湖生态补水的方式值得借鉴和实际应用。

### [参考文献]

- [1]甘泉.践行“十六字”治水思路推进新疆白杨河流域综合治理[J].水电科技,2022,5(6):11.
- [2]张桂林,马亮,唐晓宇,等.新疆白杨河流域水资源的优化配置[J].水土保持通报,2021,41(3):173-180.
- [3]赵志江,陈立.新疆白杨河流域水资源特征及开发利用对策[J].地下水,2015(4):48-50.
- [4]张桂林.新疆白杨河流域水资源承载力计算及优化配置研究[D].新疆:新疆农业大学,2021.

### 作者简介:

罗玉忠(1983--),男,回族,甘肃平凉市人,高级工程师,本科,研究方向:水利工程建设与运行管理。

张妞(1989--),女,汉族,河南省驻马店市人,高级工程师,研究生,研究方向:水文学及水资源。