

# 新疆天山北坡呼图壁河以东地区水系三屯河生态基本水量分析研究

黄 潇

自治区昌吉水文勘测中心, 新疆 昌吉 831100

[摘要]在调查、分析三屯河水资源开发利用现状的基础上,分析河道主要蓄引工程对天然径流人工控制程度,进而深度分析对河道生态水量的影响。根据不同河段的主要功能特点,统筹考虑沿河区域国民经济和社会发展的要求及河道生态环境保护,采用多种水文学计算方法科学合理地在设置的水文计算断面处对天然径流进行逐月换算,参照相关技术标准结合新疆天山北坡诸河流实际情况选取相应参数计算水文计算断面处下泄生态水量。提出三屯河生态保护的保障措施,从水资源合理利用与节约,河道两库联合调度、合理利用,维护水生态、保障河道基流量等方面进行工程、调度、制度方面提出合理性保障措施建议。

[关键词]河道生态基流;水资源;水生态;河长制

DOI: 10.33142/hst.v8i8.17362

中图分类号: TV2

文献标识码: A

## Analysis and Study on the Ecological Basic Water Quantity of the Santun River in the Water System East of the Hutubi River on the Northern Slope of Tianshan Mountains, Xinjiang

HUANG Xiao

Changji Hydrological Survey Center, Changji, Xinjiang, 831100, China

**Abstract:** Based on the investigation and analysis of the current situation of the development and utilization of water resources in the Santun River, this paper analyzes the degree of artificial control of natural runoff by the main water storage and diversion projects in the river, and then deeply analyzes the impact on the ecological water volume of the river. Based on the main functional characteristics of different river sections, taking into account the requirements of national economic and social development along the river, as well as the protection of the ecological environment of the river, multiple hydrological calculation methods are used to scientifically and reasonably convert natural runoff on a monthly basis at the set hydrological calculation section. Referring to relevant technical standards and the actual situation of various rivers on the northern slope of the Tianshan Mountains in Xinjiang, corresponding parameters are selected to calculate the ecological water discharge at the hydrological calculation section. Propose safeguard measures for the ecological protection of the Santun River, including reasonable utilization and conservation of water resources, joint scheduling and rational utilization of two reservoirs in the river, maintenance of water ecology, and guarantee of river base flow, and propose reasonable safeguard measures in terms of engineering, scheduling, and institutional aspects.

**Keywords:** river ecological base flow; water resources; aquatic ecology; river chief mechanism

### 1 研究背景

三屯河源于天山北坡中段天格尔峰,自南向北穿越高、中、低山带,沿途汇聚多条山间溪流,形成干流。山口之外,河道延伸至平原。历史上,河水可抵达北部沙漠边缘,终点形成尾间湖(如汇入白家海子)或消逝于沙海。然而,因水库和灌溉系统建设,平水年份河水几乎被全部截留。渠首下游河段除汛期短暂过流外,长期干涸。近年人为干预显著,通过蓄水工程实现对天然径流的高度调控。为强化水生态红线管理,需构建完善的水生态保护制度体系,从源头保障水安全;严格管控用水总量,逐步恢复被挤占的河道生态用水份额,明确关键控制断面的生态流量目标,切实推行“河长制”,加强水资源保护、污染防控、生态维护,保障河道的生态基流。

### 2 河流水系

源出天山北坡中段天格尔峰的三屯河,自南向北纵贯高山、中山与低山带。沿途吸纳多条山间溪流后形成主河

道,出山口后进入平原区。历史上,其河水可达北部沙漠边缘,尾间或形成湖泊(如汇入白家海子),或渗入沙海。当前,山区水库及配套灌渠的建设完善,使得平水年景河水几乎被全部分引至农田,渠首下游除汛期短暂行洪外,基本持续断流。

该河主要支流为大、小三屯河,在努尔加牧业村附近汇合。此后相继纳入孔沙拉沟、庙尔沟、板房沟、头道水及二道水等沟溪,方成干流主体。位于二道水汇合口上游的碾盘庄水文站,控制流域面积  $1636\text{km}^2$ ,监测河段长度  $103\text{km}$ ,河道坡度  $17.3\text{‰}$ 。

根据三屯河碾盘庄水文站(1977—2023年)47年实测径流量资料统计,三屯河多年平均径流量  $3.500 \times 10^8\text{m}^3$ ,最大年径流量为2016年的  $4.376 \times 10^8\text{m}^3$ ,最小年径流量为2014年的  $2.699 \times 10^8\text{m}^3$ 。由于受到补给来源影响,三屯河径流量年际变化不大,年内分配不均匀,5~8月连续最大四个月多年平均径流量占年径流量的76.6%。

### 3 气象概况

三屯河区域深居欧亚大陆内部、准噶尔盆地南缘,属典型内陆干旱型中温带气候。受温带天气系统及北冰洋冷气团控制,冬季冷气团堆积,夏季盆地热滞留效应明显,季节、月际及昼夜温差极大。气候要素垂直分异规律显著:随海拔抬升,温度递降而降水格局改变——3200m以上高寒区终年积雪;中低山区降水充沛、光照强,形成冬暖夏凉的逆温层;中部平原与北部荒漠区则降水稀少(蒸发剧烈、日照丰沛、积温高)且昼夜温差突出。基于碾盘庄水文站与昌吉气象站实测数据:碾盘庄多年均温 6.8℃,极值高温 40.8℃(多现于 7/8 月)、低温-31.4℃(多现于 1/12 月),年均 5 个月(约 11 月至翌年 3 月)月均温低于冰点;年均降水 276mm,主汛期(5-8 月)降水 165.8mm(占全年 60.1%),单月极值降水 49.1mm(7 月,占比 17.8%)与 5.3mm(1 月,1.9%);年均蒸发 1910.4mm,年际极值 2166.7/1243.5mm(极值比 1.7 倍),年内峰值 399.9mm(6 月)与谷值 5.9mm(1 月)。昌吉站资料显示:平均风速 3.0m/s,主导风 SW,极值瞬时风速 30m/s(西北风),最大积雪 39cm,冻土深度峰值 160cm。

### 4 河道生态基流概念、三屯河水系生态功能及现状

生态基流指保障河道形态稳定与水生态系统正常运转所需的最小持续流量。对于永久性河流,维持水流连续性是实现生态环境功能的基础前提。若发生断流,水生环境将面临崩溃性破坏,即便后期恢复通流,河道系统也难以重建原有生态结构,甚至导致区域特有水生物种永久消失。因此,为预防河道萎缩或水文连续性中断,需常年保留河道内的基准生态流量以支撑其生态环境功能。

三屯河流域生态系统按其结构、功能、生态过程以及对自然和人为的抗干扰能力分为山地生态系统、人工绿洲生态系统、平原荒漠生态系统、河流生态系统等类型。

碾盘庄水文站断面以上是水资源保护区,属山地生态系统,上游无大型企业,只分布少数牧民,河道水质状况较好,断面以上为天然河道,无蓄引工程,来水全部通过河道下泄,生态水量可以保障。

碾盘庄水文站断面以下有两座控制性拦河水库,目前三屯河水库未蓄水,努尔加水库上游河道为常年流水,属山地生态系统,生态水量可以保障。

努尔加水库出库断面至西沙河水库断面为人工绿洲生态系统,生态水量可以保障。其中西干渠首站至昌吉监狱河段存在水土流失现象。

西沙河水库出库断面以下为平原荒漠生态系统,基本无径流,是水分的消耗区。

### 5 三屯河河道生态基流的研究分析

#### 5.1 计算方法

生态基流核算存在多元技术体系,主要可归为水文学法、水力学法、生境模拟法与整体法四类典型途径。水文学法作为基础性测算手段,依赖历史径流资料,运用简明水文指标确定基准流量值,其代表性技术包括 Q90 法(90%保证率)、

Tennant 法与 7Q10 法;该方法不仅量化河道生态需水量,更能辨析相同年均径流条件下季节性/非季节性河流的生态需水特征差异。水力学法通过构建径流量与河道水力要素(通过实地勘测或曼宁公式推演获取)的定量关联模型进行计算,当前国内实践以湿周分析法及 R2Cross 法应用为主导。栖息地模拟法涉及复杂建模过程,其中美国鱼类与野生动物管理局研发的河道内流量增量法(IFIM)具有广泛适用性,核心目标在于建立水生生物(尤指鱼类)与水文条件的动态响应关系。整体法则涵盖 BBM 法、系统研究法及水文-生态耦合响应法,强调将河流视为有机生态系统整体,系统探究径流过程、泥沙输移模式、河床地貌演变及河岸带生物群落间的交互机制,最终提出能够协同保障生物多样性维系、栖息地完整性保持、泥沙动态平衡、污染物稀释扩散及滨水景观稳定的综合性流量配置方案。

目前,我国多采用水文学法和水力学法计算生态基流,但主要是通过水文历史资料分析河流流量,仍以水文学方法为主。水力学法有一定程度的应用,但其湿周法适用于河床稳定的宽浅矩形和抛物线断面河道,不适用于我国高山峡谷区 V 字形河道的生态基流计算;R2Cross 法可适用于高山峡谷区河流,但水力参数需根据区域特征进行修正,而且对 30m 以上河宽的河流未给出响应标准。国内栖息地法的发展主要是对水文学法和水力学法的补充。栖息地法一般设定单一目标保护物种,适用性已逐渐向整体法转移。整体法需要耗费大量时间与资金用于前期监测、中期适应性管理与后期分析评估,目前我国发展较慢,研究成果较少,还未大规模应用。

#### 5.2 计算方法的选取及成果

鉴于三屯河属中型河流且中下游水资源开发强度较大,结合下游景观带生态补水需求,本次研究遵循区域协调导向,依据昌吉市可持续用水配置策略,选定适配碾盘庄水文站断面的生态流量核算方法。具体采用六类技术方案:Tennant 法(多年平均流量百分比三段/两段式)、优化 Qp 法(90%保证率下最枯月均流量三段/两段式)、基准 Qp 法(90%保证率最枯月均值)、极端 Qp 法(90%保证率最枯日均值)、十年最枯月均流量法及 7Q10 法进行系统测算。各方法执行程序与计算结果详见附表 1。

#### 5.3 计算方法及成果推荐

从方法适用性评估:Tennant 法适用于我国北方季节性河流(尤其具备长系列水文资料的河段),作为水文学派主流技术且国内应用广泛,其优势在于流程简便、成果速成。但多时段 Tennant 法的产流占比达断面多年平均径流 35%,而三屯河实际生态泄流数据(1991—2020)显示其仅占年均径流的 15%,显著低于方法理论值,故不纳入推荐方案。

改进 Qp 法虽属技术导则建议方法,其计算成果占径流基准 35.1%,但无法匹配三屯河流域的现实约束:承担下游高强度供水任务、水资源禀赋紧缺、用水竞争激烈,因此予以排除。

表 1 碾盘庄水文站断面河道生态流量成果表

| 计算方法                          |                     | 生态流量(m <sup>3</sup> /s) |                 |                            |                     |                      |                  | 7Q10 法 |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------|----------------------|------------------|--------|
|                               |                     | Tennant 法 (三时段)         | Tennant 法 (两时段) | 改进 Qp 法(90% 不同时段最枯月 平均流量法) | Qp 法 (90% 最枯月平 均值法) | Qp 法 (90% 的最枯日 平均值法) | 近 10 年最 枯月平均 流量法 |        |
| Tennant 法 (多年 平均流量的百分 率法)     | 丰水期(6~9 月)          | 20%                     | 2.218           |                            |                     |                      |                  |        |
|                               | 平水期(4~5 月和 10~11 月) | 10%                     | 1.11            |                            |                     |                      |                  |        |
|                               | 冰封期 (12~3 月)        | 5%                      | 0.5545          |                            |                     |                      |                  |        |
| 改进 Qp 法(90% 保证率下不同时段最枯月平均流量法) | 丰水期(6~9 月)          |                         |                 | 8.68                       |                     |                      |                  |        |
|                               | 平水期(4~5 月和 10~11 月) |                         |                 | 2.13                       |                     |                      |                  |        |
|                               | 冰封期 (12~3 月)        |                         |                 | 0.970                      |                     |                      |                  |        |
| Qp 法 (90%最枯月平均值法)             |                     |                         |                 |                            | 0.970               |                      |                  |        |
| Qp 法 (90%最枯日平均值法)             |                     |                         |                 |                            |                     | 0.680                |                  |        |
| 近 10 年最枯月平均流量法                |                     |                         |                 |                            |                     |                      | 1.49             |        |
| 7Q10 法保证率的最枯月径流量              |                     |                         |                 |                            |                     |                      |                  | 0.590  |

两种基准 Qp 法 (90%保证率最枯月均值与最枯日均值) 产出值均不足年均流量 10%，违反《技术指南》“出山口季节性河段控制断面年生态水量最低值不应低于多年平均天然径流 10%”的强制规定，故不予采用。

7Q10 法理论适用于水文序列长、水量短缺且开发强度大的河流，但本断面其成果仅占径流基准 5.3%。考虑到碾盘庄站下游存在显著河道损耗，部分月份可能断供，该方法不适用于山区性通断面的生态需水核算，予以排除。

湿周法因三屯河河床冲刷剧烈、湿周-流量关系持续动态变化，无法满足该河段计算要求。

近 10 年最枯月均流量法同为技术导则推荐方法，符合水利部《第一批重点河湖生态流量保障目标》。该方案产出占径流基准 13.3%，与三屯河近十年实际下泄生态水量（剔除极值后）高度吻合，故选定该技术成果。

综合研判：本工作采用的水文学法（湿周法属水力学法已排除）均基于碾盘庄站 1977—2020 年共 44 年实测径流序列，数据可靠性充分保证各类方法产出的有效性。立足流域实情，依据集中分布准则，首先剔除改进 Qp 法、Tennant 法（高估组）以及基准 Qp 法、7Q10 法（低估组）；最终选择契合三屯河流域特性的近 10 年最枯月均流量法成果作为生态基流确定量，即控制断面目标值 1.49m<sup>3</sup>/s。

## 6 保障措施

作为河道治理的首要责任人，河长需督导下级河长及职能部门履行流域生态保护职责，并统筹协调重大河湖管理问题的决策处置。其中，保障生态流量达标执行是河长制工作的核心环节，应将该指标纳入责任考核体系，实施常态化监管评估。

生态流量管理机构应牵头组织调度协调，主动对接各级水务机关、区域防汛指挥机构、电网公司、水库电站运营方、渔业主管单位及在建工程责任主体。通过建立多层级会商机制与信息共享平台，即时通报调度全流程动态，协同处理突发事件，确保调度指令有序实施。

## 7 结论

三屯河流域水生态系统的关键干扰源为三屯河水库与努尔加水库工程。基于河道生态流量核算结果，本研究诊断出当前水环境主要矛盾，并提出系统性解决方案：强化水资源高效利用与节水机制，建立上下游协同调度体系，完善生态修复工程，深化河长制责任落实机制，以支撑流域水资源可持续管理。本次生态流量及最低保障水位分析成果，为区域生态环境质量管控提供了科学基准，将促进社会经济进步与河流生态保障的协同发展，引领流域迈入可持续增长路径。

### 【参考文献】

- [1]王仲梅,王博欣,许丹,等.基于全局生境模拟法的滦河生态流量研究[J].人民黄河,2025,47(1):62-64.
  - [2]王仲梅,吴承君,吴国英,等.陕西省无定河生态流量保障目标研究[J].人民黄河,2025,47(1):56-57.
  - [3]万开华.生态清洁小流域中河道治理与生态修复工程施工技术研究[J].水上安全,2025(8):7-9.
  - [4]关艳庆.太子河河流生态基流估算分析[J].水土保持应用技术,2025(2):53-55.
  - [5]刘邑婷.基于水文学法的浊漳河生态流量研究[J].海河水利,2025(3):68-71.
  - [6]王合飞,沈家涛.姑溪河生态基流水位的综合研究[J].陕西水利,2025(3):43-45.
  - [7]牛琼燕,王启优,梁恒德.祖厉河生态环境需水量确定及合理性评价研究[J].甘肃水利水电技术,2025,61(2):1-4.
  - [8]傅林海.绩溪县扬之河生态流量保障及对策分析[J].绿色中国,2025(3):64-66.
  - [9]费丽丽,杨世印,高爽.南京市雨花台区路线河生态河道建设的实践与思考[J].长江技术经济,2024,8(6):16-21.
- 作者简介：黄潇（1982.3—），男，籍贯：甘肃永昌县，现在的职称：工程师，最高学历：大学本科，主要从事水文水资源监测管理工作。