

# Research on Flood Forecasting in the Middle Reaches of Tahe Main Stream Based on Multiple Factors

Paizila Yasheng

Bayingolin Hydrological Survey Center, Korla, Xinjiang, 841000, China

## Abstract

Floods occur frequently in the middle reaches of the main stream of the Tahe River, posing a serious threat to the ecological security and socio-economic development along the coast. The formation of floods in this region is not only influenced by natural factors, but also significantly regulated by human activities, especially human interventions such as upstream reservoir scheduling, ecological water supply, and agricultural irrigation, which make the flood process highly complex. The traditional forecasting methods that rely on meteorological and hydrological elements are difficult to accurately reflect the actual flood response mechanism. Therefore, based on multi-source monitoring data and combined with human activities and water conservancy dispatch information, this article systematically analyzes the key influencing factors of floods in the middle reaches of the Tahe River, and constructs a flood forecasting model dominated by human regulation. The research results aim to enhance the practicality and timeliness of flood forecasting, provide scientific basis for the unified scheduling of watershed water volume and flood control and disaster reduction, and support the optimization of regional water resources allocation and ecological security guarantee.

## Keywords

human activities; Middle reaches of the main stream of Tahe River; Flood forecasting; Reservoir scheduling; water quantity regulation

## 基于多种因素的塔河干流中游洪水预报研究

排孜拉·牙生

巴音郭楞水文勘测中心, 中国·新疆 库尔勒 841000

## 摘要

塔河干流中游区域洪水频发, 对沿岸生态安全及社会经济发展构成严重威胁。该区域洪水的形成不仅受自然因素影响, 更显著受到人类活动的调控, 尤其是上游水库调度、生态供水及农业灌溉等人为干预, 使得洪水过程呈现高度复杂性。传统依赖气象与水文要素的预报方法难以准确反映实际洪水响应机制。为此, 本文基于多源监测数据, 结合人类活动与水利调度信息, 系统分析塔河中游洪水的关键影响因子, 构建以人为调控为主导的洪水预报模型。研究成果旨在提升洪水预报的实用性与时效性, 为流域水量统一调度与防洪减灾提供科学依据, 支持区域水资源优化配置与生态安全保障。

## 关键词

人类活动; 塔河干流中游; 洪水预报; 水库调度; 水量调控

## 1 引言

塔河干流中游的洪水过程主要受人类调控活动的支配, 包括上游水库泄水、生态闸门调控以及农业灌溉引水等, 其洪水演进与分配更多依赖于水利工程调度而非自然水气象条件。本文以实际调度需求为导向, 整合水文情报与水利工程运行数据, 构建以人为控制因素为核心的洪水预报模型, 旨在提升对洪水分配与演进规律的预测能力, 为实现精准调水与防洪减灾提供技术支撑。

## 2 塔河干流中游洪水预报的研究意义

开展塔河干流中游洪水预报研究, 对提升区域防洪调控能力、保障生态输水安全及实现水资源高效利用具有重要现实意义。塔河干流自阿拉尔起正式形成, 其中游河段的洪水过程已从传统的自然主导型彻底转变为人类调控主导型。洪水演进主要受阿拉尔水利枢纽及沿线生态闸、分洪闸的主动调控支配, 同时受到两岸大规模农业灌溉集中引水等多重人为干预的深刻影响。上游山区水库的调蓄作用虽对来水总量有所影响, 但对中游洪水过程起直接控制作用的, 仍是阿拉尔起始的一系列闸坝工程及相应调度指令。

本研究强调洪水预报必须跳出传统依赖气象水文序列的预测范式, 转而紧密结合阿拉尔及以下各级闸站的实际调度规则与分水过程, 突出人类控制行为对洪水时空分配的决

【作者简介】排孜拉·牙生, 男, 维吾尔族, 中国新疆库尔勒人, 本科, 工程师, 从事水文勘测, 水资源研究。

定性影响。阿拉尔、新其曼、英巴扎、乌斯满等关键水文站构成的监测网络，为捕捉洪水演进细节、量化水量分配提供了核心数据支撑。通过构建以闸门调控和用水需求为驱动的洪水预报模型，不仅能够有效提升洪水资源的可控性与利用效率，实现洪水的“化害为利”，更可精准保障向下游恰拉水库、大西海子水库等节点的输水安全，同时满足沿岸胡杨林生态保护区的关键性用水需求。研究成果将直接服务于流域水资源统一调度与精细化管理的重大实践，为推进“预报、预警、预演、预案”的现代化防洪体系建设提供核心科技支撑，对保障塔河流域水安全、生态安全及实现可持续发展具有深远的战略意义。

### 3 基于人类调控的塔河干流中游洪水预报面临的挑战

#### 3.1 人类活动强烈干扰导致天然水文规律改变

塔河干流自阿拉尔起形成明确河道，但其洪水过程不再主要依赖于降水或融雪等自然水文要素，而是受制于上游水库调度指令、生态闸门启闭以及农业灌溉需水等多重人为干预。这种高度人工化的水情背景使得传统依赖于气象水文序列的预报方法适用性显著降低。洪水演进呈现明显的“被动调控”特征，如恰阳河、乌斯满河等支流区域的水量分配直接取决于闸门操作和引水策略，洪峰出现时间、量级和历时均被人为重新塑造，预报模型需精准捕捉各类调水指令与实际分流行为<sup>[1]</sup>。

#### 3.2 调度信息共享与数据精度不足

目前洪水预报面临的主要瓶颈是调度类数据获取不完整、时效性差且精度有限。水利管理单位的水文情报（如水库出流、闸门开度、引水计划等）是预报的核心输入，但多源数据的实时汇集与标准化处理仍存在困难。此外，生态闸、分水口等工程缺乏连续监测资料，部分历史调度操作未能系统记录，导致模型构建与验证存在较大不确定性。如何整合碎片化的人工调控信息，建立面向预报的数据协调机制，是提升预报可靠性的关键。

#### 3.3 多目标用水竞争增加洪水调度复杂性

塔河中游河段承担着向下游大西海子水库输水、维护胡杨林生态安全以及保障农业灌溉等多重任务，不同用水目标之间存在竞争关系。阿拉尔、英巴扎等水文站实时监测的水量数据，成为平衡各目标用水的重要依据——通过动态追踪干支流流量变化，为闸群调度提供精准的水量基数。洪水资源需通过闸群联合调度进行再分配，其过程具有较强的计划性和实时调整性。预报模型不仅要预测自然来水，更要模拟不同调度策略下的水量分配与演进情况，需具备情景模拟和动态响应能力。极端气候或应急事件下的人为决策进一步增加了预报的不确定性，要求模型具备良好的适应性与支持决策功能<sup>[2]</sup>。

## 4 基于多种因素的塔河干流中游洪水预报优化提升策略

### 4.1 构建多源数据融合的洪水预报模型体系

针对塔河干流中游洪水过程受高度人为调控的特点，需构建以水利工程调度和用水需求为核心的洪水预报模型体系。该河段自阿拉尔起形成干流，其洪水演进主要受上游来水（源于阿克苏河、叶尔羌河与和田河）及沿线闸群调控支配，而非直接取决于本地降水或传统水文气象要素。

模型需重点整合阿拉尔、新其曼、英巴扎、乌斯满等关键水文站的实际来水数据，并实时接入水利管理部门发布的调度指令、生态闸门开度及农业引水计划等多源信息。通过融合卫星遥感、地面监测及用水统计等多维度数据，精确量化沿程水量分配与损失，特别是乌斯满等枢纽闸群（如图1所示）的调控行为及两岸胡杨林生态输水和灌溉引水的影响。应引入数据驱动和智能算法，深度挖掘历史调度案例和洪水演进数据（如近年典型输水过程），建立以闸门控制和分配逻辑为主干的预报模型，增强对多岔流河道（滩槽高差小、纵坡平缓）分流特性及人为干扰下水传播规律的模拟能力。最终，模型需服务于向下游大西海子水库等节点的精准输水目标，实现对干流洪水分配、演进与调控过程的业务化模拟，为流域实时水量统一调度与防洪抗旱决策提供直接技术支撑。



图1 乌斯满枢纽实景图

### 4.2 加强水文监测网络与数据共享机制

提升洪水预报精度需弥补现有资料匮乏的短板。应加密布设自动水文监测站点（如在亚森卡德尔、阿其克枢纽等关键断面增设监测点）（如图2、3所示），尤其关注干流中游关键断面与主要支流河道（如乌斯满河、恰阳河等），实现水位、流量、泥沙（采用横式采样器0.6一点法采样）等要素的实时传输。建立流域内气象（尉犁县气象站）、水文（阿拉尔、新其曼、英巴扎、乌斯满站等）、水利工程（塔管局管理的37座生态闸）等多部门数据共享平台，统一数据标准与传输协议（依据SL/T278-2020规范），确保信息

的及时性与完整性。通过物联网技术实现远程监控与智能预警（如实时监测闸门启闭状态及引水量变化），为洪水预报提供高时效性、高精度的数据支撑。



图2 阿其克河口分水枢纽实景图

风险控制的双重目标，核心是保障向下游大西海子水库的安全输水和可控供水。



图4 恰拉枢纽实景图



图3 亚森卡德尔生态闸实景图

#### 4.3 研发适应变化环境的动态预报与调度系统

面对上游水库调节及人为用水变化带来的不确定性，需研发以实时水情和调度指令为核心的动态洪水预报与协同调控系统。系统应重点构建基于实际调度情景的预报模式，紧密结合源流区水库下泄过程（如汛期集中泄流）和干流沿线闸群调控要求，准确预测不同来水条件和分水方案下的洪水演进情况。预报系统需直接对接阿拉尔、新其曼、英巴扎、乌斯满等重要水文站的水情信息，并实时集成水利管理部门的调度指令，以实现乌斯满、恰拉等关键枢纽以及37座生态闸、农业闸的调控效果的快速模拟与反馈（如图4所示）<sup>[3]</sup>。通过建立来水—输水—配水的动态响应机制，系统应服务于洪水资源化利用（如灌溉与生态补水）与防洪

## 5 结语

总之，融合多源信息的洪水预报模型显著提高了塔河中游洪水的预测能力，其中水文站网的协同作用成为预报精准性的核心支撑。阿拉尔、新其曼、英巴扎、乌斯满等关键水文站构成的监测体系相互协调配合，通过实时捕捉干支流水位、流量变化，精准量化沿程水量分配与损失，为模型计算洪水演进过程、模拟闸群调控响应提供了关键数据输入，有效提升了洪水预报的时效性与可靠性。在调度协同层面，塔里木河流域管理局与高校深度联动，充分发挥英巴扎上游大寨水库、帕满水库、其曼水库的调节作用——通过优化水库群联合调度策略，提前拦蓄、错峰泄流，有效削减中下游洪水峰值，降低洪水压力。同时，结合水文站实时监测数据动态调整调度方案，在保障沿岸农业灌溉、胡杨林生态输水等多元需求的基础上，稳步实现洪水资源化利用，确保了向下游大西海子水库输水的最低目标。

## 参考文献

- [1] 郝建浩,王封祚,牛小茹.基于一二维耦合模型的山东省弥河干流平交道口洪水风险分析[J].中国防汛抗旱,2025,35(03):46-51.
- [2] 王云帆,白桦,桂发亮,等.信江白塔河柏泉站河段干流对支流顶托响应分析[J].南昌工程学院学报,2024,43(01):8-15.
- [3] 巨驰.融合径流预报不确定性的塔里木河流域供水调度研究[D].西安理工大学,2023.