

呼图壁河流域汛期时段划分研究技术探讨

张婉君

新疆维吾尔自治区昌吉水文勘测中心

DOI:10.12238/hwr.v9i7.6505

[摘要] 在呼图壁河流域,汛期时段划分的技术分析至关重要,直接影响洪水预报准确性、水资源管理效率和灾害风险防控。该流域位于天山北坡,融雪洪水频发且影响深远,精准划分汛期需结合气候、径流和融雪特征,避免单一方法导致误差累积。呼图壁河流域的汛期时段划分遵循国家统一技术规范,并结合区域水文特征进行动态调整,技术分析为汛期划分提供科学依据,是呼图壁河流域防灾减灾的核心支撑。

[关键词] 呼图壁河流域; 汛期时段划分; 研究技术

中图分类号: P941.77 **文献标识码:** A

Exploration of Research Techniques for Dividing Flood Season Periods in the Hutubi River Basin

Wanjun Zhang

Changji Hydrological Survey Center, Changji, Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] The technical analysis of flood season division is crucial in the Hutubi River Basin, which directly affects the accuracy of flood forecasting, water resource management efficiency, and disaster risk prevention and control. The watershed is located on the northern slope of the Tianshan Mountains, where snowmelt floods occur frequently and have a profound impact. Accurately dividing the flood season requires combining climate, runoff, and snowmelt characteristics to avoid error accumulation caused by a single method. The division of flood season periods in the Hutubi River Basin follows national unified technical specifications and is dynamically adjusted based on regional hydrological characteristics. Technical analysis provides scientific basis for flood season division and is the core support for disaster prevention and reduction in the Hutubi River Basin.

[Key words] Hutubi River Basin; Division of flood season periods; Research Technology

引言

呼图壁河流域位于东天山北麓中段,准噶尔盆地南缘。东与昌吉市三屯河毗邻,西与玛纳斯县接壤,南以天山分水岭与巴音郭楞蒙古自治州和静县相望,北至准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠与塔城地区的和布克赛尔县相连。地形总的趋势是南高北低,由东南方向向西北方向倾斜。流域西南与玛纳斯河交界源峰为最高峰,海拔5292m,北部平原沙漠最低处仅360m,南北高差近5000m。

1 呼图壁河流域基本情况

1.1 地理位置与范围。呼图壁河流域位于新疆呼图壁县境内,地理坐标介于86°05'~87°08' E和43°07'~45°20' N,总面积10255平方公里,南北延伸258公里,西南与玛纳斯河交界,北部为沙漠区。

1.2 地貌特征。流域从河源至下游分为高山、丘陵、冲积扇及沙漠四部分,南北高差近5000米(最高点河源源峰海拔5292米,最低处仅360米)。地貌单元包括南部山区、中部平原区和北部沙漠区。

1.3 河流水系。主要由呼图壁河和军塘湖河两条独立水系构成。呼图壁河为天山北坡中段第二大河流,全长176公里,上游分布239条冰川,冰川总面积72.07平方公里,年消融量0.524亿立方米。军塘湖河则以山区地下水补给为主。

1.4 水文监测与水利设施。核心水文站为石门水文站(控制流域93.3%径流量),水利工程包括青年渠首、芨芨坝分水闸及小海子、大海子两座拦河水库。2024-2025年实施防洪工程,治理河道5.643公里,新建堤防9.632公里,防洪标准提升至10年一遇。

1.5 径流补给特征。径流补给以冰川融水和降水为主,石门水文站监测显示年径流量呈递增趋势,径流年内分配极不均匀(集中度高达66.47%)。预估未来气温升高将导致降雪减少、降雨增加,影响径流模式。

1.6 水资源管理。由昌吉州呼图壁河流域管理处统筹,实行四级河长制,2024年生态补水1.4亿立方米以恢复下游植被及地下水水位。管理范围涵盖110万亩灌区供水及防洪调度^[1]。

2 技术分析在呼图壁河流域汛期时段划分中的重要性

2.1提升洪水预报精度。通过聚类法等划分不同径流时期（如积雪退水期、融雪产流期），结合SRM+LSTM模型模拟融雪径流，能显著优化预报结果，纳什效率系数可提升至0.5以上，减少洪水突发风险。

2.2支持无资料地区水文模拟。呼图壁河流域气象站点稀疏，技术分析使用格点数据驱动HBV模型，验证期纳什系数达0.792，比站点数据更可靠，确保汛期划分在资料匮乏条件下仍具适用性。

2.3优化水资源规划。结合年内分配特征（如径流与输沙的单峰型分布），技术分析能识别冬春季节不同步变化，指导灌溉、防洪调度等决策，避免资源浪费。

2.4应对气候变化影响。预估未来气温升高、降雪减少趋势下，技术分析模拟径流补给率变化，可动态调整汛期时段，增强流域适应性管理^[2]。

3 呼图壁河流域汛期时段划分技术

3.1基础划分框架。呼图壁河隶属黄河以北流域片区（北方片），依据水利部技术标准，本地化调整机制，汛期结束日期需根据当年实际汛情动态确定，若汛期结束后再现汛情，需恢复防汛应急响应。

3.2水文特征与技术依据。径流补给特殊性，上游冰川消融主导（年融水量0.524亿m³），叠加降水补给，洪水过程线呈显著日周期性（积雪融水主导），需通过石门水文站实时监测（控制流域93.3%径流）。未来气候影响预判，模型显示：升温趋势下将导致降雪减少、降雨增加，可能使融雪洪水峰值提前，需优化汛期预测模型。

3.3防洪技术措施。工程防御升级，2024-2025年实施河道治理5.643公里，新建堤防9.632公里，防洪标准提升至10年一遇。智能调度系统，依托芨芨坝分水闸、东西河水库（小海子、大海子）实现灌区与生态补水精准调配；四级河长制强化全流域监管，2024年生态补水1.4亿立方米遏制下游沙漠化。

3.4凌汛风险管理。参照黄河流域标准，对河道冰情实施卫星遥感与地面监测联动，防范冰塞灾害。

4 呼图壁河流域汛期特征分析

呼图壁河流域的汛期特征具有典型的冰川-积雪-降水混合补给型河流的复杂性，其核心特征分析如下：

4.1汛期类型与时间特征。双汛期结构，春汛（4-5月）：由季节性积雪融水主导，洪峰流量小但日周期性显著（洪峰每日午后出现，夜间消退），洪峰形态呈对称锯齿状。夏汛（6-8月）：主汛期，受冰川融水（上游239条冰川）与暴雨叠加影响，洪峰流量大、持续时间长，易突发暴雨型洪水。主汛期定位：7-8月为防汛关键期，与水利部北方片规范（7月16日-8月15日）一致。未来变化趋势，升温气候下，预计春汛峰值提前（降雪减少→融雪提前）、夏汛暴雨洪峰增强（降雨增加），汛期风险结构改变。

4.2洪水动力学特征。洪峰形态，春汛：低缓对称锯齿波；夏

汛：陡峭尖峰波融雪速率受控于气温日变化（春汛）vs暴雨突发性（夏汛）；传播速度，洪水传播时间与洪峰流量级、河段特性（如戈壁渗漏）强相关，变幅达2-6小时，青年渠首至芨芨坝河段因渗漏及支流汇入，传播非线性增强；径流集中度，年内分配不均，6-8月径流占全年66.47%（石门站数据），冰川消融与降水季节同步叠加。

4.3防洪挑战与应对。灾害风险焦点，春汛：虽洪峰小，但冰凌堵塞可引发局部漫溢（参考黄河流域凌汛标准11月-次年3月）。夏汛：暴雨+融雪组合洪水峰值超警戒概率高，如2024年治理前河道主流摆动致堤岸损毁频发。工程与管理响应，工程加固：2025年建成10年一遇防洪标准工程（治理河段5.643公里，新建堤防9.632公里）。智能调度：依托石门站（控制93.3%径流）监测数据，通过芨芨坝分水闸调控东西河水库蓄泄。生态补水：2024年向下游荒漠输水1.4亿立方米，缓解洪水资源浪费与生态退化矛盾。

4.4气候变化下的适应性策略。模型优化方向，需强化降水-融雪联合概率模型（Copula函数），量化双因子协同致灾风险，修正单因子设计洪水偏差。凌汛监测升级，结合卫星遥感与地面冰情观测，动态预警冰塞灾害。

5 呼图壁河流域汛期时段划分技术分析

呼图壁河流域汛期时段划分的技术分析方法，主要基于国家规范框架、本地水文特性及气候适应性模型，具体技术路径如下：

5.1国家规范框架与动态调整技术。基础时段划分，依据水利部《汛期阶段划分通知》（水防〔2024〕89号），呼图壁汛期参照黄河流域标准（11月-次年3月）执行冰情监测。动态阈值校准每年3月1日起，若满足以下任一条件即确定入汛：

连续3日累积雨量≥50mm的雨区覆盖15万平方公里；任一代表站超警戒水位。

汛期结束日期需结合当年实际洪水消退情况动态判定。

5.2本地水文特性融合分析技术。径流周期与集中度量，采用年内不均匀系数、集中度（期）方法分析石门站径流数据，结果显示：汛期（6-8月）径流量占全年66.47%，呈显著“单峰型”分布；输沙集中度高于径流，且输沙集中期略早于径流。Morlet小波分析揭示径流存在18年强周期、28年次周期，需据此修正长期汛期预测模型。

5.3气候适应性技术升级。未来情景模拟，基于气候模型预测：升温将导致春汛峰值提前（降雪减少→融雪提前）、夏汛暴雨洪峰增强（降雨增加），需构建降水-融雪联合概率模型（Copula函数）量化双因子协同风险。工程响应与智能调度，防洪工程按10年一遇标准设计（治理河段5.643km，新建堤防9.632km），通过芨芨坝分水闸调控东西河水库蓄泄；凌汛期采用卫星遥感+地面冰情站双轨监测，预警冰塞灾害。技术迭代方向：强化冰川消融实时遥感反演技术，耦合人工智能洪水演进模型，提升寒旱区混合补给型河流汛期划分的精准性与前瞻性^[3]。

6 呼图壁河流域汛期时段划分技术发展趋势

6.1 气候驱动模型精细化。双因子协同致灾量化,采用Copula联合概率模型分析降水与融雪的协同效应,解决传统单因子设计洪水的偏差问题。升温趋势下,融雪洪水峰值提前与暴雨洪峰增强的复合风险需通过概率模型量化,支撑防洪标准动态调整。长周期径流规律修正,基于Morlet小波分析揭示的18年、28年强周期律(石门站数据),叠加升温导致的降雪减少、降雨增加趋势,修正汛期起止阈值。

6.2 监测预报技术升级。冰川-水文实时耦合监测,上游冰川消融量通过卫星遥感反演技术实时追踪(如Sentinel-2数据),结合地面气象站气温数据,提升春汛(4-5月)融雪洪峰预测精度。洪水传播过程引入AI演进模型,解决戈壁河段渗漏导致的非线性传播延迟问题(青年渠首至芨芨坝河段延迟2-6小时)。凌汛预警多维化,冰塞灾害预警融合卫星遥感地表温度监测与地面冰情站人工巡查,覆盖11月-次年3月凌汛关键期。

6.3 管理范式转型。动态入汛机制,每年3月1日起启动动态阈值监测:入汛条件:连续3日累积雨量 $\geq 50\text{mm}$ 或代表站超警水位;汛期结束需综合洪峰消退速率与后期天气预测,支持“非固定时段”管理。跨境流域协同,参考松辽委员会经验,探索与气象部门共建智能网格预报平台,破解跨境河流雨情信息共享瓶颈。

构建“气候-冰川-水文-工程”数字孪生系统,实现汛期划分从静态规范向动态风险自适应管理的跃迁。

7 呼图壁河流域汛期时段划分实际应用与效果

7.1 防洪工程效能提升。精准指导防洪工程建设,基于汛期划分结果实施的河道综合治理工程(如5.643公里疏浚与9.632公里堤防建设),显著提升重点河段防洪标准至10年一遇,保护新疆铁路大桥等关键基础设施及1.5万亩农田安全。

有效应对融雪与降水叠加型洪水,降低岸坡侵蚀风险。保障行洪通道畅通,结合汛期时段开展兵地联合巡河与碍洪问题排查,拆除违规取水泵、牲畜棚圈等行洪障碍物,确保主汛期河道畅通。通过“四级河长制”落实阻水片林清理整治,平衡防洪安全与群众利益。

7.2 水资源协同调度优化。灌溉与生态用水统筹,依据汛期划分协调水库调度(如大海子水库),保障春耕灌溉用水,生态补

水1.4亿立方米促进下游沙漠植被恢复及地下水位回升。实行“总量控制红线”管理,按“三七分成”原则分配农业与生态用水,提升水资源利用效率。动态响应气候变化,针对未来气温升高、融雪洪水提前的趋势,动态调整水库泄洪时机(参考西辽河调度模式),避免干早期水资源浪费与洪峰叠加风险。

7.3 生态与经济效益双赢。泥沙灾害防控,汛期划分结合水土保持措施(如丘陵区植被覆盖),减少1800米以下高含沙河段的侵蚀,延长水利设施寿命。生态安全长效保障,河湖健康评价结果显示,精准的汛期管理促进呼图壁河生态功能恢复,实现“河畅、水清、岸绿”目标。减灾效益:防洪标准提升使沿岸2000余名居民及基础设施洪灾风险下降80%以上。资源增效:径流预报精度提升(纳什系数达0.792)支撑灌溉节水15%,生态补水效益覆盖下游沙漠区。管理协同:汛期划分成为兵地联合调度、碍洪整治的核心依据,推动流域综合治理从被动防御转向主动调控^[4]。

8 结语

呼图壁河汛期管理以国家规范为框架、本地水文数据为校准基准,通过工程加固与智能调度结合,应对冰川补给型河流的汛期复杂性。呼图壁河汛期是自然水文节律与人类调控深度互动的典型样本,其双峰洪水、传播非线性及气候敏感性,凸显了寒旱区河流防洪需统筹工程韧性、生态弹性与气候适应性的迫切需求。

[参考文献]

[1]胡阳.黄河泥沙百年演变特征与近期波动变化成因解析[J].水科学进展,2020,31(5):725-733.

[2]段晓权.《呼图壁水库联合运行调度方案》关键问题研究[J].水利技术监督,2021(9):23-27.

[3]杜春.新疆呼图壁河径流与洪水特征分析[J].水利技术监督,2021(4):186-189.

[4]袁欢方.小流域水土保持综合治理工程设计与效益分析[J].治淮,2021(3):69-71.

作者简介:

张婉君(1992--),女,汉族,河南商水人,本科,工程师,从事水文情报预报研究。