

基于比降面积法的白河镇安堡河洪水分析与防洪流量推算

郎潇 秦彦达 王东利

河北省张家口水文勘测研究中心

DOI:10.12238/hwr.v9i2.6118

[摘要] 本文基于比降面积法对白河镇安堡河流域的洪水进行了流量推算分析。通过对白河镇安堡河暴雨洪水事件的实地调查,结合降水量数据、河段测量数据和水文特征,推算出该流域的洪峰流量为 $330\text{m}^3/\text{s}$ 。研究表明,比降面积法在该流域洪水流量推算中具有较好的适用性,能够准确反映洪水强度与流域特征的关系。根据推算结果,提出了防洪决策建议,包括加强流域水土保持、完善洪水预警系统、提升河道排洪能力等措施,为区域防洪管理提供了科学依据。本研究为类似流域的洪水分析与防控提供了数据支持,具有较高的实用价值和借鉴意义。

[关键词] 比降面积法; 洪水流量推算; 白河镇安堡河; 暴雨; 防洪决策

中图分类号: TV122 文献标识码: A

Flood Analysis and Peak Flow Estimation of the Anbao River in Baihe Town Based on the Slope-Area Method

Xiao Lang Yanda Qin Dongli Wang

Hebei Zhangjiakou Hydrological Survey and Research Center

[Abstract] This paper presents a peak flow estimation of the Anbao River in Baihe Town using the slope-area method. Through a field investigation of the Baihe Town Anbao River flood event, combined with precipitation data, river section measurements, and hydrological characteristics, the peak flow of the watershed was estimated to be $330\text{ m}^3/\text{s}$. The results demonstrate that the slope-area method is highly applicable in flood peak flow estimation for this watershed, accurately reflecting the relationship between flood intensity and watershed characteristics. Based on the estimation results, recommendations for flood control measures are proposed, including strengthening watershed soil and water conservation, improving flood warning systems, and enhancing river channel drainage capacity. This study provides scientific data support for regional flood management and offers valuable insights for flood analysis and prevention in similar watersheds.

[Key words] Slope-Area Method; Flood Flow Estimation; Baihe Town Anbao River; Rainstorm; Flood Control Decision-making

引言

白河流域位于河北省与北京市,地处山区,气候条件复杂。流域内的降水分布不均,局部地区降水量大且集中,极易发生山洪灾害。白河及其支流,尤其是镇安堡河,频繁发生洪水,给周边地区带来了较大的灾害风险。特别是在暴雨季节,强降水与地形的叠加效应,导致洪水具有突发性和严重性。有效预测洪水流量与防治山洪灾害对保障人民生命财产安全至关重要。本研究旨在通过比降面积法对白河镇安堡河洪水进行深入分析,推算出该河段的洪峰流量。通过合理的流量推算,为该地区洪水的防治提供技术支持,帮助当地政府与相关部门在防洪决策中提供科学依据。本研究创新性地将比降面积法应用于白河镇安堡河流域的洪水流量推算。与传统的流量

计算方法相比,该方法能够结合实际测量的洪水痕迹,精确推算洪峰流量,提高了流域洪水预测的准确性。同时,本研究为类似山区河流的洪水预测与防治提供了有益的参考,具有重要的实践指导意义。

1 流域与调查河段概况

1.1 白河流域概况

白河发源于河北省沽源县,流经河北与北京市的三个县区,全长141.9km,流域面积为4048.3km²。白河及其主要支流贯穿该区域,地形复杂多变,水流受到山地的显著影响。该流域的降水具有明显的时空差异,尤其在暴雨季节,强降水与山地地形的结合,极易导致突发性洪水的发生。这类洪水对流域内的居民、农田和基础设施构成了显著威胁。流域内的降水主要集中在夏秋

季节, 短时强降水频发, 且常伴随雷暴天气, 增加了洪水发生的风险。

1.2 镇安堡河流域概况

镇安堡河为白河的主要支流之一, 集水面积为 192.8km^2 , 河长 31km 。该流域位于山区, 沿途有多个沟壑和支流, 且河道大部分为季节性水流。流域内的土壤类型较为复杂, 植被覆盖率较高, 但由于部分行洪河道被占用进行农耕, 暴雨期间极易发生山洪灾害。镇安堡河流域的降水以集中暴雨为主, 降水量大且持续时间长, 造成局部区域洪水灾害的频率较高, 且洪水的发生具有明显的突发性和区域性。尤其在暴雨过后, 流域内的洪水迅速积聚, 常常超出常规的河道排水能力, 导致洪水漫溢。

1.3 调查河段选择与断面情况

本研究选择的调查河段位于赤城县云州乡沙古墩村, 断面位置为东经 115.777858° , 北纬 41.019077° , 位于镇安堡河与白河汇合口附近。该河段宽约 70m , 河床由沙土组成, 右岸为浆砌石护岸, 左岸为土坡。调查河段沿程未设有其他水利设施或河道改建, 河道形态自然, 未受人为改动, 因此提供了较为准确的测量数据。洪水痕迹明显, 易于辨认, 为流量推算提供了基础。研究中选择了上、中、下三个测量断面, 断面间距超过 30m , 这样的设置能够更全面地反映河段的水流特征, 确保流量计算的精确性。此外, 测量过程中所选断面涵盖了典型的洪水水位线, 有助于后续洪水流量推算的科学性和数据可靠性。

2 洪水发生与暴雨情况分析

2.1 暴雨与洪水情况

2024年8月4日, 白河流域遭遇了一次强烈的短时暴雨, 降水集中发生在1时至3时。威镇和镇安堡两个降水站的降水量分别为 56.4mm 和 59.6mm , 均达到了暴雨级别。此次降水过程的特点是强度大、持续时间短, 极易在山区、峡谷等特殊地形条件下引发山洪。降水的时空分布与流域地形的密切关系, 使得镇安堡河流域成为典型的突发性洪水发生区域。强降水在短时间内迅速积水, 山地地形进一步加剧了水流的聚集和冲刷作用, 导致了河道快速积水并迅速流入下游, 进而引发局部洪水灾害。暴雨的集中性和短时性不仅加剧了洪水的发生频率, 而且突显了白河流域洪水的易发性。流域内的山地地形为洪水的快速传播提供了条件, 降水的强度和持续时间成为影响洪水发生的决定性因素。

2.2 洪水痕迹与调查方法

洪水发生后, 研究团队及时对调查河段的洪水痕迹进行了详细记录, 确保了洪水影响范围和特征的准确测定。通过现场测量水位和痕迹位置, 并结合河道的地形特征, 准确确定了洪水水面线的高程。调查选取了河段的上、中、下三个断面进行详细测量, 且断面间距超过 30m , 这一设置确保了数据的代表性和准确性。洪水痕迹的辨识主要通过洪水过后显现的水位线、岸坡侵蚀痕迹、沉积物分布等特征进行。测量数据的精确性得到了保障, 特别是通过对比选取比降上、下断面的情况, 可以反映不同水位条件下河流的变化及洪水的传播路径。这些测量结果为

后续洪峰流量的推算提供了基础数据, 增强了流量计算的科学性与准确性。该调查方法为流域洪水管理和防汛决策提供了实用的参考依据, 尤其在突发洪水情境下, 能够为及时采取防范措施提供数据支持。

3 洪峰流量推算方法

3.1 比降面积法原理

比降面积法是通过分析水流的比降(即水面比降)和流域的过水面积来推算洪峰流量的一种方法。该方法基于水流能量守恒原理, 假设河段的比降与流量之间存在密切关系。水面比降反映了水流在河段内的坡度变化, 直接影响水流的流速和能量分布。在流量推算过程中, 水面比降越大, 水流的动能越强, 流量相应也会增大。而过水面积则是指水流在某一时刻沿河道的横向扩展面积, 影响流量的分布和传输。比降面积法的基本步骤是将流域划分为若干个小段, 通过计算每个小段的比降与过水面积, 利用流量计算公式逐步推算出整体的洪峰流量。该方法的优势在于其简便实用, 尤其适用于那些缺乏复杂水文监测设备的地区, 如山区和中小流域, 且无需过多的假设与参数, 使其成为洪水流量推算中的重要工具^[1]。

3.2 糙率选择与流量计算

糙率是水流与河床之间的摩擦系数, 是影响流量计算的一个关键参数。糙率的选取依据包括河段的地形特征、河床材质及流域的水文特点。合理的糙率值能够准确反映水流在河床上的能量损失, 并对流量计算产生决定性影响^[2]。在本研究中, 采用了赤城地区三道营水文站的实测数据, 结合镇安堡河流域的地形和河床特性, 选取了糙率值为 0.029 。该值符合 0.021 至 0.035 的合理范围, 且在类似流域和河段的调研中得到了验证。糙率值的选定经过充分分析, 能够较为精确地反映镇安堡河流域的水流阻力, 为洪峰流量推算提供了可靠的参数支持。合理的糙率选择为比降面积法的应用提供了坚实的数据基础, 使得流量推算结果更加准确和具有可信度。

3.3 流量推算过程

流量推算的首要步骤是实地测量, 主要包括确定测量断面的水面比降、过水面积以及其他相关的水力参数。根据调查数据, 选择了河段的上、中、下三个断面进行详细测量, 且每个断面之间的间距超过 30m , 确保了数据的代表性和准确性。在测量结果的基础上, 首先计算断面的水面比降及过水面积, 然后结合糙率值(0.029)以及比降面积法的计算公式, 逐步推算出测量段的流量。具体的推算步骤包括: 计算断面平均输水率, 综合考虑各段间水流的变化情况, 并在此基础上最终得到整体河段的洪峰流量。通过这一方法, 推算结果显示, 洪峰流量为 $330\text{m}^3/\text{s}$, 该值与实际数据相符, 验证了比降面积法在该流域中的应用效果。这一流量推算结果不仅为本研究提供了有效的依据, 而且为该流域的防洪管理和决策提供了科学支持, 有助于提升流域洪水防控的决策效率^[3]。

4 结果分析与讨论

4.1 洪峰流量分析

本研究推算的洪峰流量为 $330\text{m}^3/\text{s}$,符合镇安堡河流域的实际水文特征。通过与历史洪水数据对比,结果显示该洪峰流量在降水量和流域特征相似的条件下具备合理性,验证了比降面积法在该流域的适用性。在相同暴雨强度和降水时间窗口下,推算结果与历史观测值相符,表明所选糙率值(0.029)和测量数据的准确性。此外,流量推算与历史洪水数据的对比也表明,本研究方法能够较好地预测该区域的洪水强度,具备一定的预测能力。

4.2 流域特性与洪水风险

白河流域的地形特点使得该地区在暴雨期间面临较高的洪水风险。流域内地势起伏大,沟壑纵横,易形成山区暴雨引发的山洪灾害。结合本次研究和流域的气候、地形、水文特征,分析发现该流域的洪水风险受降水集中度、流域水文条件和地形特点的共同影响。特别是镇安堡河流域,降水量短时集中且强度大,进一步加剧了洪水发生的可能性。为了应对这一洪水风险,建议采取以下防洪措施:一是加强流域内雨量监测,建立高效的预警系统;二是优化河道的行洪能力,特别是易堵塞的河段;三是增加对上游区域的水土保持措施,减少水土流失带来的径流量增加。通过这些措施,可有效降低洪水风险,减少灾害发生的频率和强度。

5 防洪决策建议

根据本研究的洪水流量推算结果,建议对白河镇安堡河流域采取以下防洪措施:首先,加强上游集水区的水土保持,减少水土流失对径流的影响。通过植被恢复和水土保持工程,减缓径流增加,从而降低暴雨期间洪水流量^[4]。其次,完善区域洪水预警系统,结合洪峰流量推算结果,建立动态监控网络,及时发布预警信息,确保在洪水发生前提前通知相关部门和居民^[5]。此外,针对易发洪水的区域,应进行河道疏浚和整治,提升排洪能力,

减轻堤防压力,防止堤坝溃决^[6]。最后,建议定期进行防洪演练和人员培训,提高公众防灾意识和应急响应能力,确保各项防洪措施的有效落实,减少洪水灾害带来的影响。

6 结论与展望

本研究通过比降面积法推算了白河镇安堡河的洪峰流量,结果表明该方法在该流域洪水流量推算中具有较高的适用性。研究表明,暴雨强度、流域地形和水文特征是影响洪水流量的关键因素,合理的糙率选取和断面数据是确保计算精度的基础。本研究为类似流域的洪水流量推算提供了数据支持,也为防洪决策提供了科学依据。未来流域管理应注重加强水文监测与预警系统建设,持续提高防洪决策的精准性和应对能力。

[参考文献]

- [1]韦柳明.比降一面积法测流在洪水调查中的应用[J].广西水利水电,2021,(06):119-121+125.
- [2]董西芳,王凯,崔恩贵,等.采用比降面积法推求临沂水文站洪峰流量浅析[J].治淮,2021,(01):16-19.
- [3]曹云峰,王明哲.南峪沟“18.08”暴雨洪水调查分析[J].地下水,2020,42(05):209-210.
- [4]冯治天,朱咏,兰芝梅.基于比降面积法的龙电渠流量推求研究[J].水利规划与设计,2021,(04):43-47.
- [5]李世强,孙永贺,王子龙.基于无人机航测成果的洪峰流量推算[J].东北农业大学学报,2024,55(04):62-72.
- [6]曹保前.陕西省大峪水文站超标准洪水测报预案浅析[J].陕西水利,2023,(02):75-76.

作者简介:

郎潇(1991—),男,汉族,辽宁阜蒙人,本科,工程师,研究方向:水文勘测,水资源管理。