

山区型河道整治工程冲刷深度分析与计算研究

郭 华

吉安市水利水电规划设计院 江西吉安 343000

摘要: 随着经济的发展和城市建设的不断扩张,许多地区的河道面临严重冲刷问题,导致河岸塌陷和水域变浅,给城市的生态环境和水资源带来了严重威胁。因此,对河道冲刷深度的分析与计算成为一项重要的研究内容。目前,虽然有关河道冲刷深度的研究已经取得了一些成果,但仍存在一些问题,如缺乏科学准确的计算方法、缺乏对底床材料特性及岸坡稳定性的深入研究。基于此,本文对山区型河道整治工程的冲刷深度分析与计算进行研究,以供参考。

关键词: 山区型河道;河道整治;冲刷深度

Analysis and Calculation of Scour Depth in Mountainous River Regulation Projects

Hua Guo

Ji'an Water Resources and Hydropower Planning and Design Institute Jiangxi Ji'an 343000

Abstract: With the ongoing economic development and urban expansion, many river channels in various regions are facing severe erosion issues, leading to riverbank collapse and shallower water bodies. This poses a significant threat to the ecological environment and water resources of cities. Therefore, the analysis and calculation of the depth of riverbed erosion have become essential research topics. While some progress has been made in the study of riverbed erosion depth, there are still existing issues, such as the lack of scientifically accurate calculation methods and insufficient research on the characteristics of bed materials and bank slope stability. Based on these concerns, this paper conducts research on the analysis and calculation of erosion depth in mountainous river channel improvement projects, with the aim of providing valuable reference for further research in this field.

Keywords: Mountain Type River; River Regulation; Scour Depth

引言:

河道冲刷是指水流对底床和岸坡的剥蚀作用,其深度与水流速度、剪切力、底床材料特性和岸坡稳定性等因素密切相关。当前,对于河道冲刷深度的分析与计算方法尚不完善,且对底床材料特性和岸坡稳定性的研究相对薄弱。因此,有必要开展深入研究,为河道整治工程提供科学准确的冲刷深度计算方法和工程设计参考。

一、某地区河道概况

为了提高河道的抗洪能力,减少岸坡冲刷和水土流失,需要合理确定河道的冲刷深度,并进行合理的护岸坡脚设计。这一任务显得尤为重要。这条河流属于一条山区性河道。河道的上段地势险峻,水流湍急,水位波

动大,洪峰流量巨大,洪水过程短暂,流速奔涌,破坏力强。河道蜿蜒曲折,落差大。河岸两侧的土堤不连续且未经过护砌,再加上人类活动的破坏,导致河岸严重冲刷。从地质角度来看,河岸多为砂砾土,河床主要由砾石、块石或砂砾卵石构成。两岸地势普遍高于设计洪水位,不存在地质隐患和防渗问题。然而,河岸沿线村庄密集,部分房屋建在河边,对岸坡进行开挖将导致大量拆迁工作。因此,为了保护河岸、提高河道的稳定性和抗洪能力,需要决策者合理确定河道的冲刷深度,并进行相应的护岸坡脚设计。为了实现这个目标,可以采取以下措施。首先,根据历史洪水数据和流量观测结果,进行详细的水文分析,以确定最合适的冲刷深度。其次,在河岸关键部位设置护岸石或混凝土结构,防止河道侵

蚀河岸。此外，可以利用大型岩石或混凝土块作为护岸材料，构建坚固护岸体系，保护河岸免受冲刷和侵蚀。同时，考虑在河岸两侧进行适度的植被种植，如灌木、乔木等，以增强土壤的抗冲刷能力，稳定河岸。通过减缓水流速度和降低冲刷力度，有效防止水土流失，改善河岸生态环境。

二、河道整治工程冲刷深度的分析与计算

1. 水文数据分析

收集和分析历史洪水数据和流量观测结果是计算河道冲刷深度的重要一步，这些数据，有助于评估河道的冲刷风险，并确定合适的冲刷深度。

具体来说，第一，洪水强度：洪水强度是指洪水的峰值流量或峰值水位，通常以流量为主要指标。收集历史洪水事件的峰值流量数据是非常重要的。可以通过查询相关的水文资料、气象记录、河道管理机构的数据库等渠道获取这些数据。对于没有长期观测数据的区域，也可以利用气象资料、水文模型等方法来推算洪水峰值流量。第二，洪水频率：洪水频率是指在一定时间内发生某个特定流量的概率。常用的计算方法有频率分析和统计分析。通过对历史洪水数据进行统计和分析，可以得出洪水的频率曲线或概率分布。常用的频率分析方法包括经验公式法、概率密度函数法、配分比例法等^[1]。第三，洪水持续时间：洪水持续时间是指洪水事件的时间长度，对冲刷深度的评估影响较大。可以通过分析历史洪水事件的起止时间来计算洪水持续时间。另外，还可以利用降雨—径流模型、洪水推演等方法来估算洪水持续时间。第四，数据质量控制：在收集和使用历史洪水数据时，需要进行数据质量控制。这包括数据源的可靠性验证、异常值的识别、数据缺失的填补等。对于长期观测数据，还需要考虑监测仪器的准确性和数据的连续性。第五，数据分析与应用：将收集到的洪水数据整理、统计和分析后，可以得出洪水特征的概述，如不同年份的洪水频率、历史洪水峰值流量的变化趋势等。这些数据和结果可以用于确定河道冲刷深度的基本参数，并为后续的水力参数计算提供依据。通过以上方式，可以为决策者提供科学、准确的依据，以制定合理的冲刷深度标准，并为河道护岸工程设计提供指导。同时，利用历史洪水数据还可以进行洪水风险评估，为河道防洪工作提供重要参考^[2]。

2. 水利参数计算

根据河道的几何形态和水力条件，计算水力参数是评估河道冲刷深度的重要一步（包括的各类信息如图1所示）。



图1 主要的水利参数

通过计算水力参数，可以进一步了解河道水流的性质和动力学特征，为冲刷深度的计算提供关键信息。具体来说，第一，水流速度：水流速度是指水体单位时间内通过某一截面的流量，通常以米/秒为单位。水流速度是计算其他水力参数的基础。一般情况下，可以使用河道横截面的湿周和水流量来计算水流速度。湿周是指河道横截面与水面交接部分的周长，在计算水流速度时，需要考虑河道断面的形状、坡度和水流的流量。同时，还需考虑河道内的摩擦阻力、湍流效应等因素对水流速度的影响^[3]。第二，剪切力：剪切力是指河道中水流作用于河床上颗粒物质的切割力。剪切力的大小对河道冲刷深度具有重要影响。计算剪切力的常用方法是使用剪切应力公式，其中剪切应力等于水流速度的平方乘以水体密度和河道床面粗糙系数。剪切力的计算可以通过河道横截面的水流速度以及河道床面和水体的特性进行估算。需要注意的是，河道床面的粗糙系数是一个重要参数，其取值与床面材料和形态特征有关^[4]。第三，沉积速率：沉积速率是指河道中沉积物质的堆积速度。沉积速率对冲刷深度的计算也具有一定影响。河道中的沉积物质包括颗粒物质和悬浮物质，其来源包括入流、悬浮物质的沉降以及来自岸边侧壁的泥沙。沉积速率的计算通常需要考虑河床的形态变化、沉积物质的输运过程、颗粒物质的沉积速度等因素。可以通过监测河道横截面的沉积物质含量或利用数学模型来估算沉积速率。在计算水力参数时，还需要考虑其他因素，如近岸效应、地质条件、水动力学模型等。此外，需要对计算结果进行验证和修正，以提高计算的准确性。通过计算水流速度、剪切力和沉积速率等水力参数，可以了解水流的性质和动力学特征，为冲刷深度的计算提供关键信息。然而，由于河道复杂性和影响因素众多，计算水力参数仍然是一个复杂的过程，需要结合实地观测、监测数据和数学模型等多种方法进行分析 and 综合应用，以获得准确可靠的结果。

3. 冲刷公式应用

爱里逊公式是一种常用的河道冲刷深度计算公式，它描述了水流对河床的冲刷作用。爱里逊公式基于水力

学原理,将水流速度、河床材料的特性和其他相关因素结合起来,通过一个经验系数来调整,从而得出河道的冲刷深度。

爱里逊公式的基本形式如式(1)所示:

$$h=K*(V^2/g)^{(1/3)}*D^{(1/2)} \quad (1)$$

其中, h 表示冲刷深度,单位为长度; K 为经验系数,用于校正公式中的各种影响因素; V 为水流速度,单位为长度/时间; g 为重力加速度,通常取 9.8m/s^2 ; D 为底床材料的粒径,单位为长度。这个公式在一定程度上描述了水流对河道底床的冲刷作用。根据公式可以看出,冲刷深度与水流速度的平方、底床材料粒径的平方根成正比。因此,当水流速度增大或底床材料粒径变小时,冲刷深度也会增大。在实际应用中,爱里逊公式需要根据具体情况进行调整^[5]。经验系数 K 的选取是关键步骤之一,它考虑了各种影响因素,如流态、河道特征、底床材料等。经验系数的确定通常基于实测数据和先前研究的成果,并结合现地观测和经验判断进行校正。在不同的河道和水流条件下,经验系数可能存在差异。此外,爱里逊公式也有其适用范围限制。它假设了水流为均匀流态、稳定流动且不受其他外部因素影响的情况。然而,实际河道中的水流往往是复杂多变的,受到湍流、河道形态变化、侧向入流等因素的影响,因此在实际应用中需要谨慎使用。

4. 底床材料特性

底床材料的特性是计算冲刷深度时重要的考虑因素之一,这些特性直接影响水流对河床的冲刷效应。首先,不同颗粒粒径的底床材料具有不同的物理特性,如粒径大小、形状和分布等。在爱里逊公式中,底床材料的粒径参与了冲刷深度的计算。较大的颗粒粒径通常会使得河道底部更难受到冲刷,因为它们对水流的阻力更大,难以被水流带走。相反,较小的颗粒粒径容易被水流冲刷,并导致更大的冲刷深度。因此,在计算冲刷深度时,需要准确测定底床材料的颗粒粒径,并将其纳入公式中进行计算。其次,底床材料的密度也会对冲刷深度产生影响。底床材料的密度越大,其与水流之间的相互作用越强,从而对冲刷产生的阻力较大。因此,密度较大的底床材料相对来说更难被水流冲刷。在计算冲刷深度时,需要考虑底床材料的密度,并结合其他因素进行综合分析。最后,底床材料的可侵蚀性也是影响冲刷深度的重要因素之一。可侵蚀性指的是底床材料在水流作用下易被冲刷的性质。具有较高可侵蚀性的底床材料容易受到水流的冲刷破坏,导致较大的冲刷深度。

5. 岸坡稳定性

如果河岸存在过于陡峭的坡度或松散的土壤,那么它们会增加河床冲刷的风险,可能导致河岸的破坏和土壤的流失。因此,在进行冲刷深度计算时,需要通过绘制模型试验平面布置图的方式,充分考虑并评估河岸的稳定性,并根据评估结果采取相应的措施来加固岸坡,以减少冲刷风险。

为此,首先,评估河岸的稳定性需要考虑河岸的坡度。当河岸的坡度过于陡峭时,水流的冲击力会更强,容易引起水流冲刷和侵蚀。较陡峭的河岸坡度使得岸坡土壤更容易被冲刷,从而增加了冲刷深度。因此,在计算冲刷深度时,需要对河岸的坡度进行合理的评估,并在适当的情况下采取措施来减小坡度,以降低冲刷风险。其次,如果河岸土壤属于松散易溶解的类型,如黏土、砂土等,那么在水流的冲刷作用下,土壤会更容易被冲刷和侵蚀,从而增加冲刷深度的风险。因此,在进行冲刷深度计算时,需要对河岸土壤的物理和力学性质进行详细的调查和分析,包括土壤类型、密度、含水量等。根据土壤的特性,可以采取相应的措施来加固岸坡,例如使用护岸结构、加固土工措施等,以提高岸坡的稳定性和抵抗水流冲刷的能力。最后,还需要考虑河岸的植被状况。

三、结束语

本文通过分析水文数据、应用水利参数计算方法、冲刷公式应用以及考察底床材料特性和岸坡稳定性等方面,提供了一种科学准确的河道冲刷深度计算方法。研究结果显示,水流速度和剪切力是影响冲刷深度的重要因素,底床材料的特性和岸坡的稳定性也对冲刷深度有一定影响。因此,在河道整治工程中,应充分考虑这些因素,制定科学合理的工程设计方案,以减少河道冲刷问题,保护河道生态环境和水资源。此外,本研究还为河道冲刷深度的进一步研究提供了一定的理论基础和实际应用价值。

参考文献:

- [1]陈雅飞,王平义,王梅力.长江上游边滩作用下的河道最大冲刷深度[J].科学技术与工程,2022,22(25):11188-11195.
- [2]王希衡.跨河桥梁对河道防洪的影响分析[J].河北水利,2022,(06):39-40.
- [3]邹雨良,肖梦芬.河道冲刷对堤防稳定性的影响[J].水利技术监督,2021,(11):121-124.
- [4]潘永华.西山溪截洪渠治理工程护岸冲刷深度分析[J].黑龙江水利科技,2021,49(09):65-67.