

河道工程管理中护岸崩塌原因分析与处理

常前朋 刘 磊 汪 涛

浙江省水利水电勘测设计院有限责任公司 浙江杭州 310002

摘要：护岸工程作为江河湖海堤岸的关键保护措施，通过多样化手段加固岸坡，抵御水流、风浪、海潮的侵袭与冲刷，维系岸坡稳定与河道畅通。其分类多样，包括坡式、坝式、墙式等，各具特色，适应不同地质与水流条件。主要结构形式如斜坡式、混合结构、直立式等，灵活选择，兼顾稳定性与水流适应性。功能上，护岸工程不仅防御侵蚀，还维护生态平衡，促进可持续发展。自然因素如水流、地质、河床边界条件等，与人为因素如设计、施工、维护等，共同影响护岸稳定。治理措施如抛石护脚法、墙式防护法等，为河道工程管理提供坚实技术支撑。本文分析了护岸崩塌的自然因素和人为因素，并探讨了相应的处理措施，旨在为河道工程管理提供参考。

关键词：护岸工程；崩塌原因；处理措施；河道管理

引言

护岸工程是维护江河湖海堤岸的关键性措施，对抵抗水流，风浪和海潮等自然力侵蚀具有不可取代的重要作用。在科学技术不断进步和工程理念不断更新的今天，护岸工程在设计 and 实施过程中更强调科学性，生态性和可持续性。传统护岸工程大多集中在单一功能的实现上，现代护岸工程强调多功能的整合，既追求项目的安全性，又重视与周边生态环境和谐相处。通过先进工程材料和结构形式的应用，护岸工程一方面抵御侵蚀，另一方面给水生生物以栖息空间并促使水体自净能力增强。面对河道条件和防护需求越来越复杂，护岸工程也在不断地创新和发展，抛石护脚法和墙式防护等高效整治措施层出不穷，为河道工程治理提供了强有力的技术支持。

一、护岸工程概述

(一) 护岸工程的定义与分类

护岸工程作为江河湖海堤岸重点防护措施，其目的是为了防御水流、风浪和海潮等因素的入侵和冲刷，保持岸坡的稳定和河道的通畅。它的核心是以多样化的方式对岸坡进行加固，比如直接植树种草固土、或者抛石砌石建立物理屏障等。根据工程形式的不同，护岸工程又可以分解为坡式、坝式和墙式等型式。坡式护岸利用平缓坡度将堤防或滩岸覆盖住，降低水流航运冲击；坝

式护岸是采用丁坝和顺坝的构造来引导水流并着重保护具体河段；墙式护岸是依靠自来保持稳定的护岸，它适合在狭窄的河道或者没有滩地的岸坡上使用，占地面积小、效率高。另外，它还具有诸如桩式护岸和透水建筑物这样一些富有特色的形式，这些护岸灵活地适应了不同的地质和水流条件，它们共同组成了护岸工程多元防护体系。

(二) 护岸工程的主要结构形式

护岸工程的结构形式丰富多元，旨在适应不同河道条件与防护需求。斜坡式结构以平缓坡度铺展，有效减少水流冲击，保障河道航运畅通；混合结构则巧妙结合直立小挡墙与斜坡，兼顾稳定性与水流适应性；直立浆砌条石挡墙结构以其坚固特性，在狭窄河道或无滩岸坡中大展身手，成为高效防护选择。此外，还有如桩式护岸，灵活利用木桩、钢桩等材料，深入河床稳固岸基；透水建筑物如杓槎坝、编篱屏等，既能减缓水流又能促进泥沙沉积，为护岸工程增添生态与实用并重的设计方案。这些结构形式各具特色，共同编织成护岸工程的立体防护网络。

(三) 护岸工程的功能与作用

护岸工程的功能与作用广泛而深远，它既构筑着抵御水流侵蚀的牢固屏障，又担负着维护生态平衡、促进可持续发展的多重使命。护岸工程是指通过堤防、护坡等结构的建设，来有效防止河岸坍塌、保障河道畅通、保护沿岸居民生命财产的工程。在洪水期间，又是抵御洪水冲击、减轻灾害损失的关键防线。同时护岸工程还

作者简介：常前朋（1992.12--），男，汉族，安徽临泉人，研究生，工程师，研究方向：水工结构。

强调要和生态环境相协调,采用生态护坡技术,增加水生植物生长空间,提高水体自净能力,为鱼、鸟类及其他生物为维护生物多样性提供了栖息地。此外,河岸稳定化给土地开发利用创造了有利条件,推动了农业灌溉,城市建设,旅游开发等各项工作顺利进行,拉动了经济社会协同发展。

二、护岸崩塌的原因分析

(一) 自然因素

护岸崩塌的自然因素多样且复杂,其中水流因素占据重要地位。河道拐弯处,凹岸受水流直接冲击,侵蚀作用显著;蛇行弯曲河道中,弯道环流加强,导致凹岸持续冲刷崩退。直线形河段若护岸不连续或河床沉积物变化,易因流沙非平衡状态引发侵蚀。主流顶冲现象同样不容忽视,尤其在河道多汊、河岸弯曲时,汛期洪水量大流急,主流线趋直,直接冲击弯道顶点下游处的河岸,造成崩岸。地质因素也是崩岸的重要原因,砂性土岸坡抗冲能力弱,黏性土岸坡在汛后退水阶段易因孔隙水压力变化失稳。河床边界条件同样影响护岸稳定,一岸淤积会使另一岸通过崩塌恢复河道平衡。此外,汛期风浪作用加剧水流复杂性,对岸坡冲刷强烈,进一步增加崩岸风险。这些因素相互作用,共同构成护岸崩塌的自然诱因。

(二) 人为因素

不合理的设计是诱发崩塌最主要的人为原因,如果护岸结构没有充分考虑水流和地质等自然条件的影响,则很容易在运行期间暴露其缺乏稳定性。劣质的施工品质也是一个潜在的安全风险,例如使用的材料不合格、施工方法不标准等,这些都有可能降低护岸的抵抗能力。养护不当也是诱发崩塌常见的人为因素,缺少定期检查和及时抢修,使护岸长期服役后逐渐积累破坏,最终诱发崩塌发生。另外,人类的各种活动,如采砂和航运,都有可能对护岸的结构造成损害,这些采砂行为会改变河床的形状,并对护岸的基础稳定性产生影响;船舶在航运过程中受到碰撞和波浪冲击也会加快护岸老化和破坏。这几种因素交织在一起进一步增加护岸崩塌危险性。

三、护岸崩塌的处理措施

(一) 抛石护脚法

抛石护脚法作为整治护岸崩塌的一种有效工程措施,在河道工程管理中发挥着重要作用,具体做法如下:一是对护岸崩塌区域精确抛投石块,建设连续稳定

的防护层,减缓水流速度,降低冲刷力度,有效稳固岸坡,在具体施工时需结合崩塌区域的规模、河道水文条件和地质特征科学设定抛石参数,在大多数情况下,抛石层的厚度应保持在0.6至1.0米之间,以确保它具有足够的抗冲刷能力;二是为了保证护脚结构的稳固性,应将石块的粒径控制在0.2至0.4米的范围内,并确保其重量在20至50公斤的范围内,抛石施工过程中,一定要按不同等级作业,每层抛石结束后均需经过光滑处理才能保证石块间结合牢固,并且使空隙率保持在可接受范围之内,避免水流对底层土壤产生直接影响,同时抛石范围需延伸至河底深泓或者床面、对岸坡至河底形成整体防护。三是对于重点防护区域,可增加抛石层数或采用粒径更大的石块以增强护脚结构的稳定性。抛石护脚法具有施工灵活、取材容易、效果显著等优点,是目前护岸崩塌预防和治理中普遍采用的方法。通过科学施工、精细管理,抛石护脚法为河道工程管理提供了坚实的技术支持。

(二) 丁坝导流法

丁坝导流是河道治理中行之有效的的方法之一,它通过建造垂直于河岸或者倾斜于河岸的坝体可以在某一河段内产生横向阻力来调节水流方向和分散水流能量。该方法对河岸敏感区域的保护表现出了明显的优越性,特别适合文物古迹,历史建筑和其他不可移动文物安全保护,并通过疏导水流向侵蚀岸段的偏离来有效地减缓岸坡崩塌的危险。但丁坝的参与必然会干扰原河道的水动力条件,它的阻水效应会改变上、下游水流结构并引起当地流速的改变、泥沙输移路径的偏移又深刻地影响着岸滩的演变。对冲刷较重河段需要对丁坝群布置进行精密的计算:湍急水流作用下坝体长度需要严格控制以免过多壅水,坝轴线和主流走向夹角大多设置为 60° ~ 90° ,才能保证导流的有效性;坝体之间的距离是根据河流的宽度、流速和岸坡的地质状况进行动态调整的,目的是确保导流的效果,同时也要保持河道的洪水排放能力。需要注意的是丁坝的修建往往会触发对岸水流发生集中冲刷,并有可能诱发新一轮崩岸,需要在工程设计中对两岸岸线的稳定性进行综合考虑,并在必要情况下进行对岸防护和加固。这种以人工建筑物介入自然水系的整治模式本质上是一种风险和收益的动态平衡,它的成败依赖于人们对于河流地貌演变规律认识的深入和工程措施与非工程措施系统的整合。

(三) 墙式防护法

墙式防护法作为护岸工程中的一种重要结构形式,特别适用于河道断面狭窄、临河侧无滩且受水流淘刷严重的堤段。这种方法是采用类似于挡土墙的方法进行护岸,其造价较高,一般适用于重点堤段的崩岸防治。墙式护岸结构形式多样,临水侧可采用直立式,有效抵御水流冲击;背水侧则可根据实际情况选择直立式、折线式或卸荷台阶式,以优化受力状态,提高稳定性。墙体材料可选用钢筋混凝土、混凝土或浆砌石等,具有强度高、耐久性好等优点。在施工过程中,需精确控制墙基嵌入堤岸坡脚的深度,确保墙体与堤岸整体抗滑稳定,满足抗冲刷要求。墙式防护法具有断面小、占地少的特点,能够最大限度利用有限空间,提供高效的防护效果。同时,其结构形式灵活,可根据具体河道条件和防护需求进行调整,如与坡式护岸相结合,形成组合式防护结构,进一步增强护岸的稳定性。墙式防护法广泛应用于城镇、重要工业区等防护对象重要的河段,为河道工程管理提供了坚实的技术保障。

(四) 模袋混凝土护脚法

模袋混凝土就是将土工织物制成有一定强度、透水性好的模袋,再向模袋内填充有一定流动性的混凝土或者砂。这项技术摒弃了传统的围堰建设方法,而是直接在水下进行作业,其机械化水平可以达到每一台工作班次浇筑超过500平方米的面积,这大大缩短了工程周期。模袋独特的透水设计能够迅速排除多余的水分,使得水灰比下降大约15%,同时混凝土的固化速度增加了30%,抗压强度也提升了20%。在黄河大堤的加固过程中,模袋的填充厚度被严格控制在150-200毫米之间,同时混凝土的强度等级不能低于C20,以确保整体结构的稳定性。钱塘江防洪堤的实际工程案例表明,采用这种护脚法可以有效地对抗春季洪水,整个施工过程中不会受到水位变化的干扰,而且混凝土的强度比传统方法提高了20%。它的主要优点是不需要进行排水操作,能够适应深水急流的环境,具有很好的整体性和耐久性,而且后期的维护成本可以降低40%。通过对模袋搭接宽度30厘米和坡面平整度10厘米等关键参数的精确控制,我们成功地实现了接缝的密封性和坡度的顺直性,从而为现代河道管理提供了一种高效且经济的解决方案。

(五) 沉排防护法

沉排防护法是在土工织物中充填沙土进行护脚,在流速较大的部位,可将多个单枕串联起来进行抛投。该技术无需传统围堰施工,直接在水下作业,机械化程度高达每班浇筑500平方米以上,显著缩短工期。沉排由双层高强度机织化学纤维织物构成,中间平铺梢料并相互垂直交叉,用铅丝扎牢成矩形排体,具有极强的柔韧性和整体性,可抵御4m/s以上的水流冲刷。在长江铜陵河段护岸工程中,沉排尺寸达50米宽、30米长,铺设深度超过深泓线2-5米,确保河床稳定。施工采用大型铺排船,定位后通过卷扬机将排体缓慢沉放至河床,搭接宽度控制在5-6米,适应不同水深流速。沉排上压石块约0.5立方米/平方米,增强抗冲刷能力,使用年限可达30年以上。该技术无需基础开挖和排水,较传统石砌工程节省造价50%,且施工效率高,劳动强度低,特别适用于深水急流、河床变形频繁的河段。

结论

护岸工程是河道管理中的一个重要环节,在设计和实施过程中需要综合考虑安全性,生态性和可持续性等因素。通过创新性地运用抛石护脚法和墙式防护等有效的处理措施,使护岸工程起到防御侵蚀和稳定岸坡的关键性作用。但是面对河道条件和防护需求越来越复杂,护岸工程还需要不断地进行创新和发展,摸索出更多科学合理,环境友好的处理方案。今后,在科学技术不断进步和工程理念不断更新的情况下,护岸工程更强调和周边环境和谐相处,达到工程安全和生态保护双向目的。

参考文献

- [1]张慧婷,刘志菊.平原河道工程管理中护岸崩塌原因分析与处理[J].石河子科技,2024(3):68-70.
- [2]季洪杰.水利工程河道堤防护岸施工技术分析[J].Water Conservancy & Electric Power Technology & Application,2024,6(19).
- [3]江兆才.乡村水利工程河道治理中护岸防护施工技术分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.