

山区沿河公路路基水毁成因及防治措施分析

赵亿文¹, 杨建云², 赵永霖³

¹重庆科技学院建筑工程学院, 重庆

²栖霞市综合行政执法大队, 山东 烟台

³招远市政府投资工程建设服务中心, 山东 烟台

收稿日期: 2023年10月8日; 录用日期: 2023年11月9日; 发布日期: 2023年11月20日

摘要

受山区地形限制, 沿河沿溪公路是我国山区最为常见的公路线形之一, 具有路线走向明确、线形顺直平缓、材料来源方便、便于选择有利地形和避开不良地形等优点, 然而受汛期、持续降雨时期引起的洪涝和河流水量剧增的影响, 沿河公路极易发生更为严重的路基水毁现象。本文通过对山区沿河公路路基水毁产生的原因及常见的类型进行分析, 并梳理总结山区公路路基水毁的工程防治措施, 也提出几点非工程防治建议, 为沿河公路路基路面防护工程提供一定参考。

关键词

山区公路, 沿河路基, 水毁, 稳定性, 防治措施

Analysis of Water Damage Causes and Prevention and Control Measures for Roadbeds along River Highways in Mountainous Areas

Yiwen Zhao¹, Jianyun Yang², Yonglin Zhao³

¹School of Civil Engineering and Architecture, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

²Qixia City Comprehensive Administrative Law Enforcement Brigade, Yantai Shandong

³Zhaoyuan Municipal Government Investment Engineering Construction Service Center, Yantai Shandong

Received: Oct. 8th, 2023; accepted: Nov. 9th, 2023; published: Nov. 20th, 2023

Abstract

Due to the constraints of mountainous terrain, river and stream highways are one of the most common highway alignments in mountainous areas in China, with the advantages of clear route alignment, straight and gentle alignment, convenient material sources, easy selection of favorable terrain and avoidance of adverse terrain, etc. However, due to the influence of flooding and dramatic increase in river water flow caused by flooding and continuous rainfall periods, river highways are prone to more serious roadbed water damage. This paper analyzes the causes and common types of roadbed water damage along river highways in mountainous areas, summarizes the engineering prevention and control measures for roadbed water damage in mountainous areas, and also puts forward several non-engineering prevention and control suggestions for roadbed pavement protection projects along river highways to provide some references.

Keywords

Highways in Mountainous Areas, Roadbeds along River, Water Damage, Stability, Prevention and Control Measures

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近几十年来,随着我国基础建设事业的迅猛发展,公路建设亦蒸蒸日上,公路里程逐年呈快速增长的趋势。截至2021年底,我国公路总里程已达528.07万公里,公路交通的建设为推动国民经济的发展提供了重要契机;但另一方面,在我国的中西部地区和边远山区仍存在大量低等级公路,这些地区山川纵横,水文地质条件复杂,气候多变,且有相当一部分路段的交通基础防护设施做得还不够完善,其抵抗自然灾害的能力较弱,尤其每年汛期,在暴雨和洪水为主要致灾因子的影响下,沿河公路路基毁坏的情况屡见不鲜,部分路段交通受阻甚至中断,严重影响公路交通运输的安全和畅通,给人民生命财产安全带来严重隐患。

路基水毁是山区沿河公路发生自然灾害的主要表现形式之一,是路基本身、路基边坡、路基排水设施等由于受到降雨、河流冲刷的作用而发生毁坏的一种现象[1],具有分布广泛、发生具有季节性且频次高、危害性严重等特点[2],这种灾害的发生直接影响到交通运输的畅通和安全,关乎区域经济和人民生命财产安全。据有关资料显示,自上世纪80年代以来,每年汛期我国公路因水毁造成的直接经济损失平均每年达数十亿元[3],2017年更是高达400亿元[4],虽然公路里程逐年在快速地增长,但因路基水毁造成的经济损失也呈逐年上升的趋势[5],因此本文针对山区沿河公路路基水毁成因及防治措施的探讨和分析是十分必要的。

2. 沿河公路路基水毁成因

山区沿河公路路基横断面多采用半填半挖的形式[6],对于沿河滩一侧填方边坡来说,坡脚土体常年浸泡在河水中,在汛期洪水的不断冲刷下,填方边坡坡脚局部被掏空而造成路基边坡滑移、路基下沉,

更为严重的是路基边坡坍塌、路基整体坍塌。沿河路基水毁的主要原因是汛期洪水对靠近河滩一侧路基边坡的冲刷和浸泡。洪水对路基的冲刷形式可分为坡面冲刷和坡脚冲刷。已有研究表明，坡面冲刷对路基边坡表面危害程度较轻，通常不会导致灾害发生，而绝大多数的路基水毁是由坡脚冲刷造成的。除汛期洪水为路基水毁主要致灾因子外，沿河公路水毁是由多种因素共同作用的结果。

2.1. 环境因素

2.1.1. 自然环境

我国山区地质条件复杂，山脉纵横且定向排列，西高东低呈阶梯状分布，山盆相间面积广，地质环境脆弱，山区河流湖泊众多，地表水较为丰富，但降雨量与季节分配不均，随季节变化明显。山区降雨汇流面积大且集中，在汛期大量山水从多个方向汇入河流，流速快，破坏力强，地质灾害频发且具有突发性。

2.1.2. 人为因素

在部分地区，当地百姓“围湖造田”，侵占河道，压缩河床，汛期持续降雨引起河流暴涨，河道局部变窄无法使洪水排泄畅通，从而加剧对河流凹岸处路基边坡和坡脚造成持续强劲地冲刷，造成路基边坡滑移甚至坍塌；河道挖沙现象也普遍存在，河道大量开采沙石使河床床面下降，在水流的冲刷作用下，已有的路基防护设施底部悬空，进而造成防护设施滑移，路基直接受水流冲刷，最终路基产生水毁现象。

2.2. 设计因素

部分路段在公路路线设计时，未能正确预估河流洪水位，路基设计标高略低于设计洪水位，高程偏低，汛期河水淹没路面，造成路基路面浸泡，严重影响路基结构稳定性。此外，路基断面形式的设计、路基填料的选用等都会对路基边坡坡面和坡脚的稳定性产生一定影响。

2.3. 施工因素

2.3.1. 施工质量

在山区修建公路时，常常采用半填半挖的方式，一部分挖方土石往往用于填方施工，但大量过剩挖方土石并未进行弃土处理，而是直接将弃土顺坡倒入河道中，造成河道侵占、压缩河床，导致该段河流水流速度加快，河流对路基的冲刷更为严重，在汛期凸显得更为明显，更容易造成沿河公路发生水毁现象。

2.3.2. 材料选择

路基填料应选用级配良好的砾石混合料，严禁采用含树根、草皮、生活垃圾、腐殖质的土作为路基填料，但在实际施工中，这些规范往往没有得到施工人员的重视，存在一定安全隐患，且部分路段路基压实度不够，在水流的冲刷下路基很容易被掏空，从而造成路基水毁。

2.3.3. 防护设施

山区沿河路基多采用半填半挖方式，填方路基边坡材料多采用挖方土石填筑，但在山区相当一部分路基边坡并未采取任何抗水流冲刷防护措施，在水流较小的情况下，路基边坡通常能够保持稳定，但在水流较大的汛期，河水暴涨，水流速度快，路基边坡极易发生坍塌，在沿河公路路基水毁发生的情况中，这种情况占多数。沿河路基边坡防护应遵循“安全、经济、协调、美观”的原则，综合考虑地质、水文等因素，尽量避免整个坡面完全采用工程防护，比如完全采用浆砌片石防护，可采用工程防护和植物防

护相结合的方式护坡,比如框格内填土植草护坡、土工格室植草护坡等生态护坡方式,一般路段可采用植物防护。沿河路基边坡防护工程应同时进行开挖和防护,以免防护不及时造成突发事件,对于受洪水冲刷频次较高、坡脚被侵蚀更严重的河流凹岸填方路段应设置挡土墙,实体圬工防护高度不宜过高,以实际路基边坡为准。

2.4. 养护与管理

山区存在大量等级偏低,设计标准偏低的公路,部分路段路基参数设计不合理,且路线蜿蜒绵长,往往养护管理起来比较困难,加上部分路段缺少相应的防护构筑物,通常是在遭受汛期洪水侵袭后,相关养护单位才对相应路段进行抢修处理,这显得非常被动。所以我们在路线规划、设计施工、后期综合防治每一阶段都要遵循相应的基本原则。

3. 山区路基水毁防治主要原则

3.1. 基本原则

贯彻“未雨绸缪,预防为主,防治结合,综合治理”的防治策略,尽可能减小水毁灾害发生的可能性。

3.2. 规划设计原则

全面仔细勘察水文、气象和地质情况,避免选择灾害风险发生可能性较高的路线,遵循工程与周边环境充分融合、适应当地经济发展需求等原则,选择合理的高程和路线,尽可能降低水毁隐患。

3.3. 施工原则

山区公路施工周期长,岩土体长时间暴露在外,雨季施工会增大危害发生的风险,因此旱季是最佳施工时间段,应保证施工质量和效率。

3.4. 综合防治原则

应多方位考虑和重视山区公路路基水毁成因和防治策略,从灾前预防、灾中处治、灾后防护着手,有效降低灾害带来的风险。

4. 山区路基水毁工程防治措施

4.1. 抛石防护

抛石防护是一种在抗路基边坡冲刷中应用较为广泛的直接防护形式,其优点有机械化施工程度高、适应性好、抗冲刷能力强,通常用于洪水期沿河路基边坡应急抢险,或适用于在长期经受较大流量和流速的河段。抛石防护还应根据边坡坡度、水流速度、河床深度来选择抛石的大小。

4.2. 石笼防护

山区部分河段水流速度较快,沿河路基受急流冲刷频繁,且发生水毁灾害后其基础处理起来比较困难,可采用石笼防护。石笼防护抗冲刷能力强,不仅可以防护坡脚淘蚀冲刷,还可对坡面进行防护,为了增加石笼防护的稳定性,通常需在石笼底部用碎石或砾石整平作垫层。坡脚防护一般将方形石笼并排沉入坡脚处,并将石笼固定避免因水流过大冲走石笼;坡面防护通常将石笼阶梯式层层垒叠,从坡脚到坡面全面防护。在应急抢险时,还可采用圆柱形石笼,提高抢险效率。

4.3. 浆砌片石防护

浆砌片石防护就是使用胶结材料将片石进行砌筑，石料之间通过胶结材料的粘结力、接触面间的摩擦力和石料本身的重量，保持其稳定。通常用于路基边坡较缓，坡比不大于 1 时的情况，在防止水面漂浮物撞击时效果尤为显著。为了使表面平整便于施工，一般会在边坡土表面铺设一个 0.1 m 厚的砂垫层[7]，水流情况较好的河段铺砌单层片石即可，水流冲击较大的河段，可考虑双层铺设，平缝、竖缝、勾缝均应满足相应的要求，保证工程质量。

4.4. 土工织物防护

土工织物因其具有良好的加筋作用、排水作用、分隔作用和反滤作用，近些年在路基边坡防护工程中应用[8]较为广泛，可作为滤体、排水体、软体沉排、土工模袋，既能单独使用，也可与其他材料配合使用。在边坡防护工程中，土工织物还可以做成土工模袋代替土石方对路基冲刷进行防护，其施工周期短、成本低、材料取用方便、机械化施工程度高。

4.5. 挡土墙防护

山区公路路基边坡通常高度较高，且陡度较大，部分河段水流流速较快，因此采取混凝土挡墙来进行冲刷防护是十分必要的。与前文已经分析的几种路基防护措施相比，混凝土挡土墙具有更好承受水流冲刷的能力，但是设计施工时，挡土墙的稳定性的因素是一个值得注意的因素。所以在混凝土挡墙设计施工时应充分考虑水毁的范围和深度，在施工时确保挡墙有足够的埋设深度，以此抵抗水毁的能力，否则混凝土挡墙的失稳破坏将会进一步诱发路基边坡更大的破坏。

5. 山区路基水毁非工程防治措施

除工程防护措施外，一些防止路基水毁的非工程防护措施也应受到重视。

5.1. 重视基础资料分析

在规划、设计阶段应充分做好水文、地质和气象勘察，选择最佳公路路线。

5.2. 建立联合防灾管理

交通、农业、林业和水利部门应加强路基水毁灾害风险宣传，提高社会面对灾害的认识和了解，共同践行保护路基和防范风险的意识。

5.3. 建立水毁灾害预警系统

相关部门应重视并逐步建立和完善公路路基水毁灾害预警系统，尤其对高风险重点路段进行实时监测。

5.4. 制定应急抢险机制

公路养护管理相关部门应提前做好灾害应急预案，灾害发生后应及时有效地应对。

6. 结语

从环境因素、设计因素、施工因素和养护与管理分析了沿河公路路基水毁成因，总结了路基水毁规划设计、施工和综合防治原则，重视灾前预防、灾中处治、灾后防护，概括了针对路基水毁相应的几种工程防护措施，提出了针对路基水毁的基础资料分析、联合防灾管理、灾害预警系统、应急抢险机制几种非工程防护措施，加强社会面对水毁灾害的认识，有效降低和预防水毁灾害的发生，促进山区公路的交通安全和经济发展。

参考文献

- [1] 韩涛. 路基水毁灾害识别技术及防治措施研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2010.
- [2] 库尔班江·阿布都艾尼. 山区沿河公路路基水毁原因及防治对策[J]. 内蒙古公路与运输, 2014(3): 79-80.
- [3] 尚高鹏, 刘颖才, 赵军, 周炜, 王伟坤. 公路水毁路段灾害评估方法研究[J]. 公路交通技术, 2021, 37(4): 41-47. <https://doi.org/10.13607/j.cnki.gljt.2021.04.007>
- [4] 王毅. 公路防护结构物抗水毁冲刷模拟分析研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2014.
- [5] 杨红艳. 浅析公路路基水毁灾害成因及处治措施[J]. 中国公路, 2021(6): 108-109. <https://doi.org/10.13468/j.cnki.chw.2021.06.041>
- [6] 毛雪松, 郑福森, 肖金华, 孙朱旭. 沿河傍山公路路基水毁成因及防治技术[J]. 交通世界(上旬刊), 2022(10): 11-13. <https://doi.org/10.16248/j.cnki.11-3723/u.2022.10.061>
- [7] 刘新. 浆砌片石挡土墙施工技术要点分析[J]. 运输经理世界, 2021(1): 147-148.
- [8] 冯承刚. 沿河公路路基水毁类型及防治措施[J]. 交通标准化, 2014, 42(5): 120-122. <https://doi.org/10.16503/j.cnki.2095-9931.2014.05.010>