

山区铁路汛期行车安全防洪对策分析

王晓伟 夏逊俊 许 浩
国家铁路局安全技术中心 北京 100891

摘 要：山区铁路因特殊的地形地貌，在汛期极易受到洪水、泥石流、山体滑坡等灾害威胁，严重影响行车安全。本文聚焦山区铁路汛期行车安全问题，深入分析其水害特点及成因。阐述了洪水冲刷、泥石流掩埋、滑坡致线路变形、危岩落石砸坏设备等对行车安全构成的主要威胁。针对性提出加强防洪基础工作、强化监测与预警、加强行车组织与管理等防洪对策，旨在为保障山区铁路汛期行车安全提供理论支持与实践指导，以降低水害对铁路运输的影响，确保铁路运行的稳定性与安全性。

关键词：山区铁路；汛期行车安全；防洪对策；分析

引言：山区铁路在交通运输体系中占据重要地位，但汛期复杂的地质和气候条件，使其行车安全面临严峻挑战。每年因洪水、泥石流、滑坡等灾害导致的铁路中断、设备损坏等事故频发，不仅影响铁路正常运营秩序，还可能危及乘客生命财产安全。因此，深入分析山区铁路汛期行车安全的防洪对策具有迫切的现实意义。本文将对山区铁路汛期水害特点、安全威胁展开探讨，并提出针对性的防洪措施，以期提升山区铁路汛期行车的安全性与可靠性。

1 山区铁路汛期水害特点及成因

1.1 水害特点

1.1.1 突发性强

山区地形复杂，气候多变，在汛期时，强降雨、短时暴雨等天气状况频繁出现。山区的特殊地形致使汇水速度极快，短时间内大量雨水迅速聚集，引发山洪、泥石流等水害。这些灾害往往在毫无预兆的情况下突然发生，从降雨到形成灾害的时间间隔极短，铁路部门难以及时察觉和应对，给铁路设施和行车安全带来极大的威胁。

1.1.2 破坏性大

山区铁路沿线多为地质条件不稳定的区域，汛期水害发生时，强大的水流冲击力以及泥石流、滑坡带来的巨大破坏力，会对铁路线路、桥梁、隧道等基础设施造成严重损毁。铁轨可能被冲毁、桥梁可能被冲垮、隧道可能被堵塞，这些破坏不仅会导致铁路运输中断，而且修复难度极大，造成的经济损失也十分巨大。

1.1.3 影响范围广

山区铁路线路通常较长，途经多个地区和复杂地形。一旦发生水害，由于铁路运输的连贯性，一处出现问题就可能导致整个线路或多个区段的运输受阻。不仅影响铁路本身的运营，还会对沿线地区的物资运输、人

员出行等产生连锁反应，影响区域经济发展和正常运转，波及范围广泛。

1.1.4 修复困难

山区交通不便，大型机械设备和抢修材料难以快速运达灾害现场。而且，水害发生后，周边地质条件变得更加不稳定，增加了抢修作业的难度和危险性。同时，修复铁路设施需要精准的技术和专业的设备，在复杂的山区环境下，修复工作往往进展缓慢，难以在短时间内恢复铁路的正常运行。

1.2 成因分析

1.2.1 自然因素

山区的气候条件复杂，汛期降水集中且强度大，短时间内大量降雨使地面径流迅速增加，易引发洪水。同时，山区地质构造多不稳定，岩石风化严重，土体松散，在雨水的长期浸泡和冲刷下，山体极易发生滑坡和泥石流。此外，地震活动等地质因素也会破坏山体结构，增加水害发生的风险。这些自然因素相互交织，共同作用，导致山区铁路在汛期面临严峻的水害威胁^[1]。

1.2.2 人为因素

在铁路建设过程中，如果选址不当，铁路线路穿越地质条件较差的区域，就容易在汛期遭受水害影响。此外，铁路周边的不合理工程活动，如开挖山体、修建建筑等，破坏了原有的地质稳定性，增加了滑坡、泥石流等灾害发生的可能性。同时，铁路日常维护管理不到位，对排水系统、防护设施等检查和维护不及时，也会使铁路在面对水害时抵抗能力下降，从而引发严重后果。

2 山区铁路汛期行车安全面临的主要威胁

2.1 洪水对线路的冲刷

山区汛期，暴雨引发的洪水具有强大的冲击力。洪水裹挟着泥沙、石块等杂物，沿着地势向铁路线路奔涌

而来。当洪水与铁路线路遭遇,其巨大的冲击力会不断侵蚀道床,使道砟松动、流失,导致轨枕失去稳定支撑。长时间的冲刷还可能掏空路基,使线路出现下沉、塌陷等状况。一旦线路基础被破坏,铁轨的平顺性和稳定性就无法保证,列车行驶时极易发生脱轨、颠覆等严重事故,给行车安全带来毁灭性打击,不仅危及乘客生命安全,还会造成铁路运输长时间中断,带来巨大的经济损失。

2.2 泥石流掩埋线路

山区地质条件复杂,汛期强降雨极易诱发泥石流。泥石流是一种含有大量泥沙、石块和巨砾的特殊洪流,具有流速快、流量大、破坏力强的特点。当泥石流发生时,它会以排山倒海之势冲向铁路线路。大量的泥石流物质瞬间将铁路轨道掩埋,使得列车无法通行。而且,泥石流中的巨大石块和杂物还会对铁路设施造成严重破坏,如砸毁通信信号设备、摧毁防护栅栏等。清理被泥石流掩埋的线路难度极大,需要耗费大量的人力、物力和时间,严重影响铁路的正常运营^[2]。

2.3 滑坡导致线路变形

山区山体在汛期长时间受雨水浸泡,岩土体的抗剪强度降低,加之山体本身的重力作用,极易发生滑坡。滑坡发生时,山体的岩土体沿着滑动面整体向下滑动。当滑坡体与铁路线路接触,会对线路产生强大的挤压和推移作用。这会使铁轨扭曲变形,轨距发生改变,枕木被挤压错位。线路一旦变形,列车运行的安全就无法保障,车轮与铁轨的契合度被破坏,容易引发列车脱轨事故。

2.4 危岩落石砸坏设备

山区铁路沿线多有陡峭山体,经过长期的风化、侵蚀作用,山体表面的岩石变得松动破碎,形成危岩。在汛期,雨水的渗透和冲刷会进一步削弱危岩与山体的连接,加上强风、地震等因素的影响,危岩极易发生坠落。这些从高处坠落的岩石具有巨大的冲击力,一旦砸中铁路设备,如接触网、通信电缆、信号机等,会直接导致设备损坏,影响铁路的供电、通信和信号系统正常运行。列车在行驶过程中,如果突然遭遇危岩落石,还可能对列车车身造成损伤,危及车内乘客的生命安全,使铁路运输陷入混乱状态。

3 山区铁路汛期行车安全防洪对策

3.1 加强防洪基础工作

3.1.1 汛前检查与隐患排查

汛期来临前,铁路部门应组织专业技术人员对山区铁路沿线进行全面细致的检查。重点查看铁路线路基础,包括路基是否有沉降隐患、道床是否稳固;检查桥

梁、隧道等关键设施,查看桥梁墩台是否存在冲刷风险,隧道衬砌有无渗漏水现象。同时,对铁路周边的山体进行勘查,识别可能出现滑坡、泥石流的地段。针对发现的隐患,详细记录并建立台账,按照风险等级进行排序,为后续的整治工作提供准确依据,确保在汛期来临前消除各类安全隐患。

3.1.2 完善防洪预案

结合山区铁路的特点和历年水害发生情况,铁路部门要不断完善防洪预案。预案应明确在不同程度水害发生时的应急响应流程,规定各部门的职责和任务。例如,明确工务部门负责线路抢修,电务部门保障通信信号畅通,车务部门负责行车组织调整等。同时,预案要涵盖各种可能出现的突发情况,如列车在区间遭遇水害时的应急处置措施,以及如何与地方政府、消防、医疗等部门协同救援,确保在水害发生时能够迅速、有序、有效地开展应急工作。

3.1.3 物资与队伍准备

充足的物资和专业的队伍是应对山区铁路汛期水害的重要保障。铁路部门应提前储备足够的防洪抢险物资,如道砟、枕木、钢轨、抽排水设备、照明器材等,并定期对物资进行检查和维护,确保其处于良好状态。同时,组建专业的防洪抢险队伍,队员应具备丰富的铁路抢修经验和专业技能。加强对抢险队伍的培训,定期组织演练,使其熟悉各类水害的抢险流程 and 操作方法,提高应急处置能力,确保在水害发生时能够迅速投入抢险工作。

3.2 强化监测与预警

3.2.1 气象监测与预警

铁路部门需与气象部门建立紧密合作机制,实时获取山区的气象数据。利用先进的气象监测设备,如气象卫星、多普勒雷达等,对强降雨、暴雨等极端天气进行精准监测和预测。一旦监测到可能影响山区铁路安全的恶劣气象条件,气象部门要迅速将预警信息传递给铁路部门。铁路部门接收到预警后,及时通过站内广播、短信、显示屏等多种渠道,向铁路工作人员和旅客发布气象预警信息,以便提前做好应对准备,保障行车安全^[3]。

3.2.2 地质灾害监测

在山区铁路沿线易发生滑坡、泥石流等地质灾害的地段,安装专业的地质灾害监测设备,如位移传感器、雨量计、地声监测仪等。这些设备能够实时监测山体的位移、变形、地下水位变化以及降雨量等关键数据。通过对这些数据的分析和处理,及时发现地质灾害的早期迹象。一旦监测数据达到预警阈值,监测系统立即发出

警报,铁路部门可据此迅速采取措施,如封锁线路、疏散人员等,防止因地质灾害引发铁路安全事故。

3.2.3 水位监测

在铁路沿线的河流、桥梁附近合理设置水位监测点,采用先进的水位监测设备,如超声波水位计、雷达水位计等,对水位进行 24 小时不间断监测。当水位上涨接近或超过警戒水位时,监测系统自动发出警报信息。铁路部门根据水位变化情况,及时调整行车计划,对可能受洪水威胁的区间采取限速、停运等措施,避免列车在通过桥梁、涵洞等路段时遭遇洪水侵袭,确保列车运行安全。

3.3 提高线路抗洪能力

3.3.1 路基加固与防护

路基作为铁路线路的基础,其稳固性至关重要。针对山区铁路易受洪水冲刷的路基,可采用片石混凝土挡土墙进行加固,利用片石与混凝土的结合,增强墙体的抗冲刷和抗变形能力,有效阻挡洪水对路基的侵蚀。同时,在路基边坡铺设土工格栅,通过格栅与土体之间的相互作用,提高土体的稳定性,防止边坡因雨水冲刷而坍塌。此外,在路基周边设置完善的排水系统,如截水沟、排水沟等,及时将雨水引离路基,减少雨水对路基的浸泡时间,降低路基沉降和坍塌的风险。

3.3.2 桥梁改造与维护

桥梁是山区铁路的关键节点,提高其抗洪能力十分必要。对于老旧桥梁,要对桥墩进行加固,采用增大截面法或粘贴碳纤维布的方式,增强桥墩的强度和抗冲刷能力。同时,检查和清理桥梁的排水系统,确保桥面积水能够及时排出,避免积水对桥梁结构造成损害。定期对桥梁进行检测,利用无损检测技术,如超声波检测、回弹法检测等,及时发现桥梁内部的裂缝、钢筋锈蚀等病害,并进行修复。在桥梁上下游设置必要的防护设施,如丁坝、顺坝等,引导水流,减少水流对桥墩的直接冲击。

3.3.3 隧道防水与排水

隧道防水和排水工作直接关系到其在汛期的安全。首先,在隧道衬砌施工过程中,要严格控制防水板的铺设质量,确保焊接牢固,无破损和漏洞,防止地下水渗入隧道内部。同时,在隧道内设置完善的排水系统,包括环向盲管、纵向排水管 and 中心排水管等,将渗入的地下水及时排出。定期对排水系统进行检查和清理,防止管道堵塞。对于已出现渗漏水的隧道,要及时进行封堵处理,采用注浆等方法,填补裂缝和孔隙,增强隧道的防水性能。

3.4 加强行车组织与管理

3.4.1 雨量警戒制度

建立完善的雨量警戒制度是保障山区铁路汛期行车

安全的重要基础。依据不同路段的地形、地质条件以及过往水害情况,划分多个雨量警戒等级,确定与之对应的雨量阈值。一旦降雨量达到警戒阈值,工务部门需迅速检查铁路沿线设施,及时汇报线路状况。同时,车务部门根据不同等级调整列车运行策略,如限速运行、临时停车或停运,确保列车在安全状态下运行,避免因强降雨引发的洪水、滑坡等灾害危及行车安全。

3.4.2 列车运行监控

利用先进的列车运行监控系统,对列车运行状态进行实时监测。通过车载设备采集列车的速度、位置、运行方向等信息,与地面监控中心形成数据交互。监控中心工作人员时刻关注列车动态,一旦发现列车运行异常,如速度突变、偏离预定轨道等情况,立即发出警报并采取相应措施。此外,结合线路周边的实时气象和地质灾害监测数据,提前向列车司机预警潜在风险,以便司机及时调整驾驶策略,保障列车安全运行。

3.4.3 调度指挥协调

在汛期,高效的调度指挥协调至关重要。铁路调度部门要全面掌握管内线路、列车运行以及设备设施状况。当出现水害或其他突发情况时,迅速启动应急预案,合理调整列车运行计划,灵活安排列车会让、待避,确保铁路运输秩序平稳。同时,加强与工务、电务、供电等部门的沟通协作,及时传达线路抢修进度、设备故障处理情况等信息,实现各部门协同作战,共同保障山区铁路在汛期的行车安全和运输效率^[4]。

结束语

山区铁路汛期行车安全防洪工作意义重大,关乎运输秩序与民众安全。通过实施雨量警戒制度、强化列车运行监控以及高效的调度指挥协调等一系列措施,已在一定程度上降低了水害对行车安全的威胁。但我们不能松懈,未来仍需不断总结经验,深化各部门协同合作,持续优化现有对策,积极引入新技术、新方法,全方位提升应对能力,为山区铁路在汛期的安全稳定运行提供坚实保障。

参考文献

- [1]于建武.张向东.铁路汛期行车安全保证措施概述[J].建筑技术科学,2020.121-123
- [2]关宁.山区铁路汛期行车安全防洪对策分析[J].市政工程,2022.145-146
- [3]王培培.山区铁路汛期行车安全防洪对策分析[J].建筑技术科学,2024.165-187
- [4]10李秀全.山区铁路汛期行车安全防洪对策分析[J].建筑技术科学,2024.189-198