

新 驰 观 察

2023 年第 7 期（总第 22 期）

2023 年 8 月 21 日

提升交通网络韧性， 保障极端条件下重庆交通运输平稳运行的建议

受全球气候变暖影响，近年来重庆市接连出现极度高温干旱、极端暴雨洪涝以及衍生自然地质灾害，对公路、铁路等交通基础设施造成高烈度破坏。8 月 17 日，习近平总书记在中共中央政治局常务委员会会议上指出，各有关地区、部门和单位要始终绷紧防汛救灾这根弦，慎终如始做好防汛抗洪救灾各项工作。当前，提升交通网络韧性已经成为全球应对高频高损极端突发事件“常态化”的普遍共识，对于保障生活链产业链供应链的安全稳定意义重大。自然灾害冲击下的交通系统脆弱运行凸显出重庆交通运输韧性能力仍有提升空间。通过地质灾害隐患点与全市主要干线公路空间拟合分析，部分交通设施灾害风险密度较高，防灾减灾能力建设薄弱，迫切要求加快提升交通基础设施韧性，支撑提升交通运输极端天气下的平稳运行。

一、重庆市近期面临严重暴雨洪涝灾害，迫切要求提升交通基础设施抵御自然灾害风险能力

近年来，重庆市面临入汛偏早、降水偏多、洪涝偏重、气温偏高等气候问题，自然灾害风险形势愈发严峻复杂。2023年7月3日至5日，重庆市遭遇历史罕见特大暴雨，导致全市19个区县310个乡镇（街道）遭受洪涝、地质灾害，造成约14万人、7500余公顷农作物受灾。其中，万州区灾情最为险峻，全区直接经济损失达22784万元。

受持续强降雨影响，重庆市公路、铁路等交通基础设施沿线部分路段突发山体崩塌、滑坡。G5012恩广高速达万段部分桥面坍塌，造成2车受损后自燃，3人受伤，万州至达州方向交通受阻；G211城口段、G318万州段、S102奉节段和巫山段、S508万州段等普通国省道发生滑坡、坍塌、路基沉陷等水毁灾害，导致67处交通受阻；万凉铁路鱼背山站至罗田站间驷步河铁路桥部分垮塌，相关列车只能迂回运行、折返或停运，对交通运输系统运行造成了严重影响。

随着气候变暖不断加剧，全球普遍面临极端天气和自然灾害影响，高频高损事件对于运输通道和节点的冲击扰动越来越大，提升交通基础设施韧性已经成为应对气候变化的全球共识。拜登政府的“两党基础设施建设法案”将增强韧性作为交通基础设施投资的重要目标，并且专门包含了应对气候变化的460亿美元韧性投资，是美国历史上规模最大的防灾减灾投资。随着重庆市新建交通工程不断向丘陵、山地推进，复杂地理环境中的交通基础设施分布越来越多，面临的自然灾害风险不断升高，加快提升交

通基础设施防范抵御自然灾害风险的能力需求也更加迫切。

二、重庆市自然灾害时空分布特征分析

（一）暴雨与地质灾害耦合风险突出

重庆市降雨丰沛，极端性强降雨过程频繁且集中，叠加重庆地质构造复杂、地形切割强烈等因素，极易诱发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，高风险区域为渝东北的长江干流及其支流沿岸、大巴山至巫山等区域，以及渝东南的乌江、阿蓬江沿岸及方斗山、武陵山等。

以驷步河铁路桥为例，2023年7月4日，万凉铁路鱼背山站至罗田站间驷步河铁路桥引桥段完全垮塌，铁路轨道悬置半空。该桥位于中低山区，地形陡峻，两侧岩体多为厚砂岩、泥岩和黏土岩，抗冲刷能力差，且桥梁所在区域近年来多次发生低强度地震，导致两侧岩土体内部裂隙扩展、强度下降，叠加万州区连日强降雨影响，诱发山体崩塌、滑坡，滑坡土体推倒桥墩，致使驷步河铁路桥引桥段完全垮塌，途经该区段的列车只能迂回运行、折返或停运。重庆市域内与该桥同样面临潜在自然灾害风险的桥梁或公路不一而足，存在共性隐患。

（二）交通基础设施灾害风险密度较高，防灾减灾建设需求迫切

滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害会直接破坏交通基础设施，引发交通中断、救援受阻，造成严重的生命财产损失。

通过地质灾害隐患点与全市主要干线公路空间拟合分析¹，得知全市干线公路地质灾害风险密度约为 0.32 个/公里，部分路段大于 0.6 个/公里，风险密度较高，主要分布在长江沿岸的巫溪、奉节、云阳、万州、开州、忠县、石柱，乌江和阿蓬江沿岸的黔江、彭水，主城都市区的巴南、江津、北碚等区域，涉及 G42、G5515、G85、G7521、G69、S80、G5001 等高速公路和 G347、G541、G348、G353、G351、G242 等普通国道的部分路段。这些公路不仅是交通要道，而且是联系湖北宜昌、恩施，四川广安等重要城市以及奉节、云阳、万州、石柱、黔江、彭水等区县的经济主轴，是防灾减灾、保通保畅的重点路段。

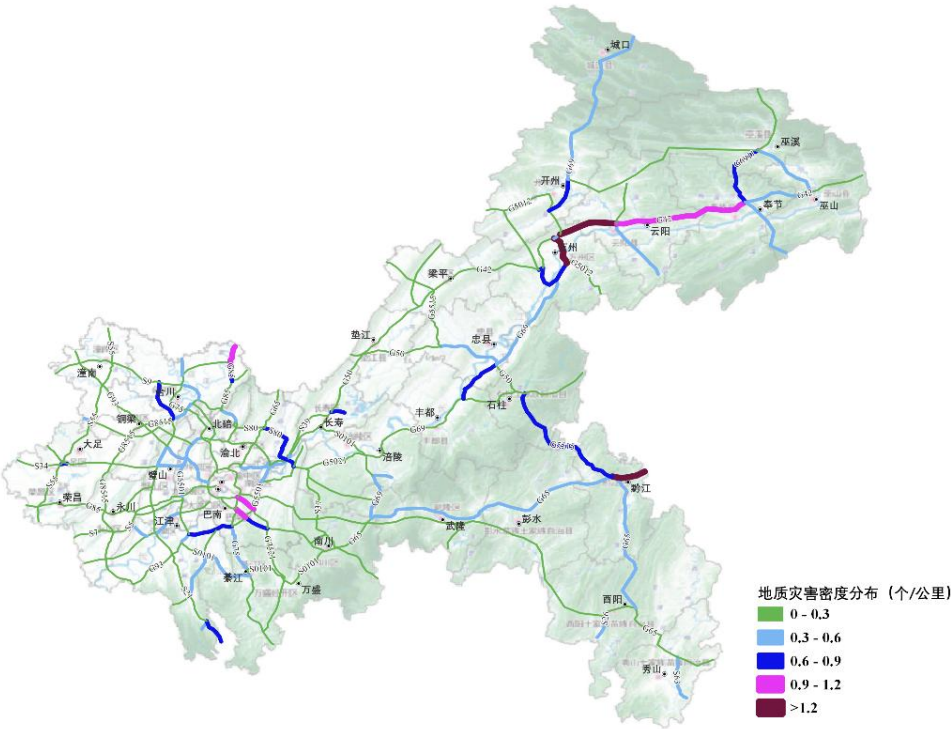


图 1 重庆市高速公路地质灾害风险分度分布图

¹ 地质灾害隐患点数据来源于中国科学院资源环境科学与数据中心

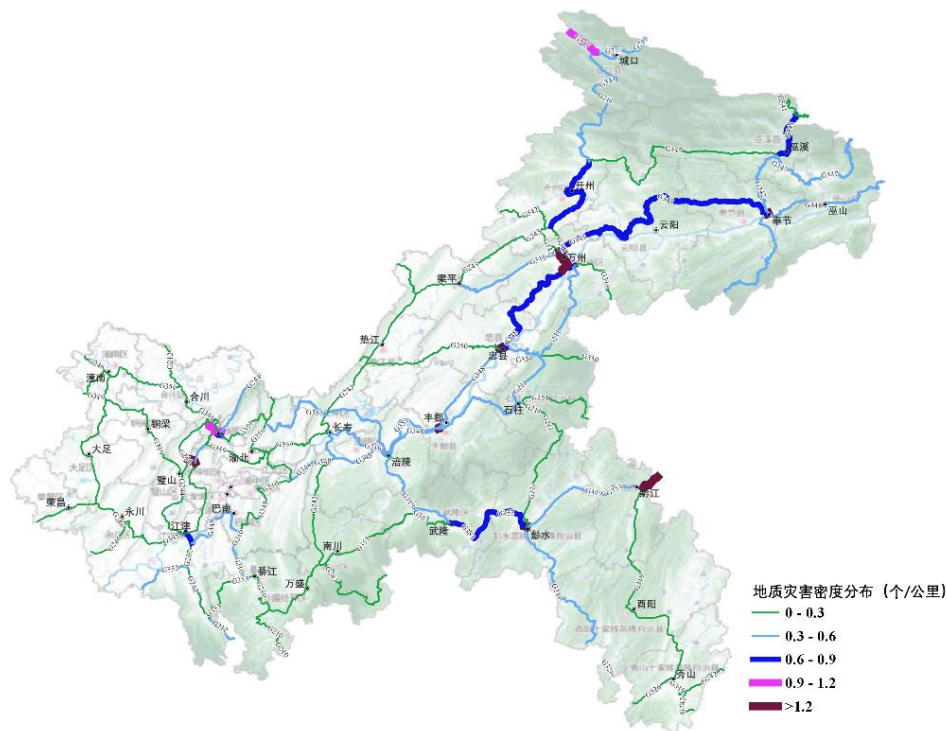


图2 重庆市主要国道地质灾害风险密度分布图

三、加快推进汛期交通运输安全保障体系建设的建议

为提高重庆市交通基础设施面对特大暴雨、强对流天气等自然灾害的韧性，充分发挥交通运输先行引领和基础保障作用，高水平推进交通强市建设，提出以下建议：

（一）建立交通基础设施风险治理工作制度

建议市内设立交通运输灾害风险普查及应对专项基金，用于支持开展全市交通基础设施自然灾害风险普查、隐患治理、应急救援、抢通重建等。支持开展年度常态化地质灾害和防汛安全隐患排查，确定交通基础设施灾害风险区域。公路交通方面，对高速公路、国省干线及县乡道临江、沿河、靠山等地质灾害隐患和水毁易发路段、桥梁、隧道等重点区域进行全面排查；水上交通方面，重点加强对渡口码头、船舶集中停泊区防护设施的隐患排

查；道路运输方面，组织开展客运站点、客运线路和危险货物运输安全隐患排查；交通建设项目方面，重点对山岭重丘及沿河临岸区高填深挖、桥隧作业、施工驻地、临时工棚、取弃土场等处所开展隐患排查。对排查发现的安全隐患和薄弱环节，建立“问题、任务、责任”清单，制定防范措施并跟踪督促整改。

（二）建立交通气象灾害监测预警体系

充分利用物联网、工业互联网、5G 等技术提高交通气象风险监测感知能力，优化交通基础设施气象灾害监测站网布局，构建覆盖干线铁路、长江航道、高速公路及普通干线网络的气象灾害监测预警网络，提高“小局地、短历时”交通气象预警能力和预报准确率。加强与气象、自然资源、应急管理、水利等相关部门的协调合作，推进交通基础设施灾害隐患点、气象实时观测和沿线视频监控等信息共享，共同建立强降雨等灾害性天气监测报警阈值和分级预警标准。建立多级风险预警响应机制，充分利用广播、互联网、手机短信平台、电子显示屏等媒体和手段，及时发布、滚动播出预警信息和风险提示，确保险情、灾害信息及时准确传递，持续扩大交通气象灾害预警信息公众覆盖率。

（三）搭建自然灾害风险监测与防控平台，融合应急态势指挥与调度一体化系统

整合利用重庆市交通、应急管理、自然资源、气象等各部门的信息系统和资源，建立统一协调、多级联动、多方协同的自然灾害风险监测与防控平台，重点开发灾害监测与可视化、态势融

合与决策支持、应急救援与指挥调度三大模块。一是应用 GIS、卫星遥感、BIM、物联网、区域水文模型等技术或数据，建立自然灾害多发区域交通基础设施环境空地一体化三维模型，构建多部门共用、多灾种综合、多手段融合的灾害信息“一张图”实时可视化网络。二是开展潜在自然灾害风险数字化模拟与影响预测，优化灾害信息可视化过程中的关键信息甄别、灾害风险级联与传导逻辑判别、演化态势估测等，在自然灾害发生前，实施暴雨洪涝、地质灾害等交通风险场景分析，定位薄弱点；三是结合自然灾害发生进程，利用各类时空大数据对相关要素和指挥流程进行可视化部署，支持决策者快速准确地研判灾害态势并采取应急措施。

（四）加快推进灾后柔性运行、抢通恢复技术研发及应用

加快研发应用灾后交通基础设施柔性运行、抢修以及快速恢复技术和方法，结合交通基础设施结构和地形地势特点，着力研发其损毁状态下的应急保通及“临-永”快速转化技术和装备，满足灾后交通运输应急保障需求。公路方面，重点研发应用袋装土抢修、简易桩加强、简易桥代路等路基结构快速修复技术，以及灌浆、板块修复等路面结构快速修复技术；铁路方面，重点研发应用水泥注浆、聚氨酯注浆技术等无碴轨道结构快速修复技术；桥梁方面，重点研发应用梁体整孔更换技术、高墩桥换架梁技术等桥梁结构灾后快速修复技术，当现有桥梁结构破损严重、无法实现快速抢修时，通过简易浮桥、架桥车等临时快速架桥设

备实现交通的临时快速恢复。

报告执笔人：

包家烁、杨丹、杨超、张晓光

编辑：徐静怡

地址：上海市杨浦区国康路 100 号
