

DB51

四川省地方标准

DB51/T 3267—2025

公路应急抢通保通技术规程

2025 - 03 - 19 发布

2025 - 04 - 19 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

5 基本规定 2

 5.1 总体方案 2

 5.2 应急抢通保通联动 2

 5.3 抢通保通方案制定 2

6 应急调查与评估 2

 6.1 一般规定 3

 6.2 调查准备 4

 6.3 应急调查 5

 6.4 公路灾害快速评估 7

7 路基应急抢通保通 9

 7.1 一般规定 9

 7.2 路基抢通 9

 7.3 路基保通 12

8 桥梁应急抢通保通 14

 8.1 一般规定 14

 8.2 桥梁抢通 14

 8.3 桥梁保通 15

9 隧道应急抢通保通 18

 9.1 一般规定 18

 9.2 隧道抢通 18

 9.4 隧道保通 21

10 安全保障辅助措施 22

 10.1 一般规定 22

 10.2 人工预警和交通管制 22

 10.3 巡查监测 22

附录 A（资料性） 应急调查记录表 24

参考文献 27

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省交通运输厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、西南交通大学。

本文件主要起草人：向波、蒋瑜阳、李本伟、高世军、彭浪鸣、朱长安、王东、何云勇、孙璐、罗玉宏、柯勇、蒋劲松、何恩怀、余强、杨昌凤、王毅、叶朋飞、肖世国、马洪生、李勇、邬凯、唐协、刘天翔、周立荣、刘蕾蕾、李升甫、李兵、周志林、魏安辉、刘道川、张乔。

引 言

四川省自2008年“5·12”汶川8.0级地震以来，先后经历了2013年“4·20”芦山7.0级地震、2013年“7·10”汶川特大山洪泥石流、2014年“11·22”康定6.3级地震、2017年“8·8”九寨沟7.0级地震、2022年“9·5”泸定6.8级地震等多次重大地震与地质灾害，历次强震和大型地质灾害对公路基础设施正常运营造成了严重影响。四川省公路规划勘察设计研究院有限公司根据抢险救灾经验和公路抢通保通技术总结，结合交通运输部、四川省的多项交通科技项目研究成果，于2018年编制了《公路应急抢通保通技术手册》，并在人民交通出版社出版。

本文件是在《公路应急抢通保通技术手册》的基础上，针对四川山区公路在地震灾害、暴雨洪灾和地质灾害作用下的典型灾损与病害，依据国家相关法律法规与行业规范规程，按照临灾条件下公路应急调查、快速评估、公路抢通保通技术及安全保障辅助措施等环节制定，以指导四川山区公路应急保通工作。

公路应急抢通保通技术规程

1 范围

本文件规定了地震、暴雨及地质灾害等突发事件的公路应急抢险工作流程，提出了公路应急调查方法、快速评估标准及抢通保通技术措施。

本文件适用于四川省行政区域内下列灾害事件的公路抢通保通工作：

- a) 市（州）人民政府驻地城区 5.0 级及以上地震灾害；
- b) 其他城区 6.0 级及以上的地震灾害；
- c) 严重危害公路的暴雨洪灾和地质灾害等事件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- JTG D30 公路路基设计规范
- JTG/T J22 公路桥梁加固设计规范
- JT/T 1328 边坡柔性防护网系统
- JTG/T 3334 公路滑坡防治设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路应急保通技术 highway emergency protection

在灾害造成交通中断后，为恢复公路通行的一系列应急工程技术。

3.2

抢通阶段 highway rescue phase

在灾情发生后，通过采取应急抢险措施，使公路由中断到恢复应急通行的阶段。

3.3

保通阶段 highway maintenance phase

在灾后公路恢复应急通行后，通过采取工程措施，维持或提高通行能力的阶段。

3.4

应急调查 emergency investigation

综合应用遥感、无人机、现场核对等方法，为快速评估现场地质灾害特征及对公路影响的调查。

3.5

灾害快速评估 rapid assessment of disaster damage

在地震灾害、暴雨洪灾及地质灾害等事件发生后，短时间内对灾害程度做出评判与估计。

3.6

制式桥梁 uniformed bridge

用舟桥、机械化桥、拆装式金属桥等制式器材架设的桥梁。

3.7

动力舟桥 pontoon bridge with power

自带水上推进动力的舟桥。

3.8

应急预案 emergency plan

面对公路沿线可能的地震灾害、暴雨洪灾及地质灾害等突发事件，为快速恢复道路通行所做出的计划实施方案。

4 总则

- 4.1 公路应急抢通保通应按照安全快速、永临结合、先通后固、经济环保的原则组织实施。
- 4.2 对于公路损毁严重，短时间难以恢复到原有通行能力的路段，应分为抢通与保通两个阶段；对于公路损毁相对轻微，易恢复公路既有通行能力的路段，宜按照应急保通一阶段采用相应的工程措施。
- 4.3 抢通阶段应因地制宜，采用简便可行、施工快捷的技术措施，快速恢复公路基本通行条件。
- 4.4 保通阶段应稳妥易行，采用安全可靠、永临结合的技术措施，保障公路维持通行。
- 4.5 公路应急抢通与保通宜按原路原技术标准实施，局部困难路段可适当降低技术标准。
- 4.6 公路应急抢通保通除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

5 基本规定

5.1 总体方案

公路应急抢通应结合灾区地形地质条件、灾损特征及区域路网综合分析，及时确定应急抢通的主通道和辅助通道，制定区域交通疏解方案。

5.2 应急抢通保通联动

- 5.2.1 应加强跨行业、地区、部门的信息交流与合作，实现信息共享、工作协同。
- 5.2.2 应强化多种运输方式联动，构建不同运输体系之间的临时设施，实现各运输体系的互补和联动。
- 5.2.3 应加强同一通道内各道路的互联互通，进行交通的应急转换，协同保通。

5.3 抢通保通方案制定

- 5.3.1 应根据灾区地形地质条件及公路灾损状况制定，优先选择以路基为主的抢通方案。
- 5.3.2 应采用“先窄后宽、先通后畅”的方式分步提升通行能力。优先实施供施工机具和人员通行的临时便道，以便多点作业快速抢通；然后，有序实施改善坡度、平整路面、加固边坡等保通措施。
- 5.3.3 对损毁严重、难以快速修复的桥梁，宜研究桥梁改路基或搭设钢便桥改线绕避的方案。
- 5.3.4 对设置有斜井、横洞的隧道，主洞洞口或洞身部分路段严重损毁的，可研究利用斜井、横洞迂回，或左右洞转换通行方案。

6 应急调查与评估

6.1 一般规定

- 6.1.1 应急调查应利用多源卫星遥感技术、航空遥感技术及专业人员现场调查等技术手段，对受灾区公路交通设施开展应急情况下的快速调查。
- 6.1.2 公路灾害程度可按结构物受损及通行能力减弱程度，按表 1 划分为轻微、中度、严重、极严重四级。

表1 公路灾害评价分级标准

灾害综合 评定等级	灾害程度	结构物受损及通行能力减弱程度	通行建议
A	轻微	公路结构物轻微破坏；基本不影响车辆通行	可正常通行
B	中度	部分公路结构物受损，但主体结构基本完好；通行能力部分丧失，简单处理后可较快恢复通行	简单处理后管制通行
C	严重	公路主体结构严重受损；通行能力基本丧失，需一定时间采取应急措施后才能基本恢复通行能力	采取技术措施后于原路管制通行
D	极严重	公路主体结构基本损毁；公路断道，无法通行，需长时间采取措施后才能基本恢复通行能力	采取大规模清方与加固等工程措施，或采用便道绕避、架设便桥等措施后管制通行
注：受暴雨洪水、崩塌、落石、滑坡、泥石流等灾害影响，存在进一步降低公路通行能力的较大风险时，灾害等级可提高一级。			

- 6.1.3 应急调查与评估应以灾情快速识别、评估为目的，按照调查准备、应急调查、快速评估、提出抢通保通措施建议等环节进行，工作流程可参照图 1 进行。

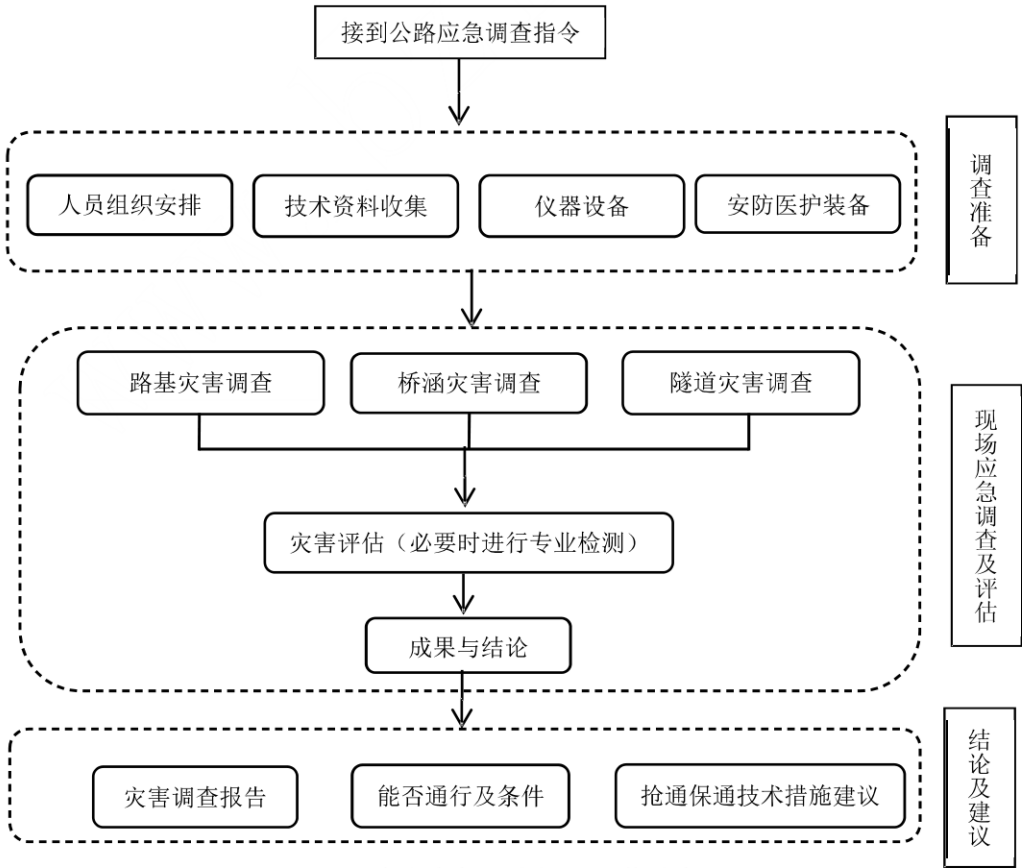


图1 公路应急调查评估工作流程图

6.1.4 公路抢险路段的综合评定等级，应在路基、桥梁、隧道专业分别评定的基础上，按最不利等级确定。

6.2 调查准备

6.2.1 灾害发生后应立即收集灾区基础资料，包括：区域地质资料、地形图，及公路交通图、勘察设计文件、竣工文件、管理养护等资料，并同步收集其他救援部门的遥感、无人机调查成果。

6.2.2 应急调查阶段的勘察设计、管养资料宜按表 2～表 4 收集，国土及其他部门调查资料宜按表 5 收集。

表2 路线路基基本信息

序号	项目	内 容
1	路线基本背景资料	公路交通图、路网编号、路线走向、主要节点、路线等级；设计单位、施工单位、管理单位
2	路基地质资料	抗震设防标准、地基土类型及主要地质问题、与河流关系
3	特殊路基资料	高填深挖、支挡防护、地质灾害治理工点段落及设计图件
4	历史养护维修资料	病害类型、段落、处治措施

表3 桥梁基本信息

序号	项目	内 容
1	桥梁基本背景资料	桥梁位置、长度、宽度、建设年代、荷载标准、抗震设防标准、防洪标准、通航标准；设计单位、修建单位、管理单位
2	桥梁地质资料	桥梁地形、地质、水文、气象等勘察资料
3	结构设计参数	桥梁结构形式、墩台基础类型、附属结构与主要参数（桥梁设计图或竣工图）
4	历史养护维修资料	病害类型与部位、处治措施

表4 隧道基本信息

序号	项目	内 容
1	隧道基本背景资料	隧道位置、长度、净空、技术标准；设计单位、修建单位、管理单位
2	隧址区地质资料	围岩岩性及等级、隧址区地质构造资料（尤其是隧道相交的断层）、隧址区工程地质及水文地质勘察资料
3	结构设计参数	隧道结构型式、抗震设计等级；洞口边仰坡、洞门；超前支护、初期支护、二次衬砌；明洞、特殊结构
4	施工资料	建设期隧道施工方法、工艺、材料等资料，特殊、不良地质段（含塌方）处治措施
5	历史养护维修资料	病害类型与部位、处治措施

表5 相关部门收集资料

项目	内 容
国土及其他部门调查资料	无人机影像、遥感解译成果；其他既有调查资料

6.2.3 应急调查准备的工具与设备，应包括通信器材、定位设备、调查工具、检测设备、记录工具、防护及医疗装备等，可按表 6 进行准备。

表6 常用工具与设备

序号	项目	内 容
1	通信器材	卫星电话、对讲机及其电池与充电设备
2	定位设备	卫星定位仪、导航系统及其电池与充电设备
3	记录工具	记录本、喷漆罐、记号笔、数码相机或数码摄像机等
4	调查工具	皮尺、钢卷尺、罗盘、激光测距仪(简易测距仪)、手持水准仪、望远镜、无人机等
5	防护及医疗装备	安全帽、反光背心、手套、安全绳、医疗箱等

6.2.4 现场应急调查工作小组应根据地形地质条件、公路灾损情况配备相关专业技术人员。

注：专业技术人员主要包括测绘、路线、地质、路基、桥涵、隧道等专业经验丰富的技术人员，以及若干辅助人员。

6.3 应急调查

6.3.1 灾害应急调查应首先根据影像数据资料、测绘资料、国土及其他部门的调查资料，快速识别影响或威胁公路的大型灾害工点，获取灾害类型、位置、规模及空间分布等相关信息。

注1：用于支撑地质灾害详细调查的影像资料、测绘资料主要包括数字正射影像、数字高程模型、三维实景模型、激光点云等。

注2：快速获取影像资料、测绘成果资料的方法主要为无人机侦察技术、无人机全景摄影技术、无人机航空测量技术、卫星遥感技术等。

6.3.2 采用数字正射影像、数字高程模型、三维实景模型进行应急调查时，应符合以下规定。

- 空间分辨率及精度宜满足调查需求。
- 数字正射影像、三维实景模型空间分辨率不宜大于 20cm。
- 数字高程模型的格网尺寸及精度指标应参照《基础地理信息数字成果 1: 500、1: 1000、1: 2000 数字高程模型》相关规定执行。

6.3.3 植被发育的灾害区域，宜使用激光雷达测量技术进行地质灾害调查。

6.3.4 路基应急调查项目包括路堤、路堑及支挡结构，调查内容应按表 7 所列内容进行，可按附录 A 中表 A.1 填写调查记录表。

表7 路基应急调查内容

序号	项目	内 容
1	路堤	路基型式、填挖高度、既有防护措施；地形坡度、岩土体类型、基岩结构面特征；河流关系、冲淤特征；病害体破坏特征及范围
2	路堑	边坡几何特征（坡比及高度）、既有防护措施；岩土类型、基岩结构面特征；病害边坡破坏特征及范围、堑坡外地质灾害分布情况
3	支挡结构	结构物型式、段落长度；岩土类型、基岩结构面特征；河流关系、水文特征等；支挡结构受损特征、范围

6.3.5 桥梁应急调查项目包括桥面系、上部结构、下部结构、附属结构及周围环境调查，调查内容应按表 8 所列内容进行，可按附录 A 中表 A.2 填写调查记录表。

表8 桥梁、涵洞应急调查内容

序号	项目	内 容
1	桥面系	桥面线型、宽度、铺装开裂、坑槽、破损等
		伸缩缝错位、高差、断裂、异常缝宽等
		人行道构件、栏杆、护栏、灯杆破损、断裂、错位等
		排水系统堵塞
		桥头引道沉陷、隆起、坍塌等
2	上部结构	梁式桥梁整体纵横向移位、落梁、弯扭异常变形；主梁开裂、破损、下挠、支撑端受损；梁体预应力锚固区、支座支承区、拉索锚头、钢混接合段、焊缝等开裂、破损；横隔板、湿接缝等连接构件开裂、破损、错位；支座超限剪切变形、脱空、移位、破损、缺失
		拱桥拱轴线、跨径及净矢高测量；主拱腹拱开裂、破损、错位；拱上侧墙垮塌、变形、开裂等
		缆索承重桥梁主缆线形测量；锚头防护体开裂破坏；拉索破损、断裂；索塔开裂、倾斜、变形；吊杆断裂、锚头开裂等；索鞍移位
		涵洞盖板断裂、塌陷
3	下部结构	桥位地形地质情况
		盖梁受力开裂、挡块开裂，防落梁装置失效
		桥墩开裂、错位、破损及倾斜；系梁开裂、破碎
		桥台、基础下沉、前墙及侧墙开裂、翼墙及耳墙垮塌
		桩基础冲刷外露、撞击破损；扩大基础下沉、淘空、滑移变位、损毁
		拱座移位、沉降及开裂
		锚碇灌水、开裂
4	附属设施	桥台锥坡渗水、开裂、沉降及破损
		桥头搭板破损、隆起或沉陷
		过桥管线断裂、脱落、凌乱，影响安全
5	周围环境	桥下净空淤塞、桥梁掩埋、桥头路基冲毁、涵洞洞口掩埋
		上下游主河道的堵塞、偏移、变迁、冲刷下切等
		河堤冲毁、导流堤基础外露或掏空
		桥梁附近崩塌落石、滑坡、泥石流或局部垮塌等不良灾害调查
		桥梁附近大坝、过河管线、池塘、厂房、采砂场等建筑物调查

6.3.6 隧道应急调查项目包括隧道的洞口、洞身结构（含洞内路面）、其他附属设施灾害以及有毒、有害气体，调查内容应按表 9 所列内容进行，可按附录 A 中表 A.3 填写调查记录表。

表9 隧道应急调查内容

序号	项目	内 容
1	洞口	洞口掩埋
		洞口基础裸露悬空、失稳
		洞门墙开裂、倾斜、倒塌
		洞口边仰坡病害、支挡结构损坏、坡体失稳，高位崩塌危岩、碎屑流、滑坡等地质灾害
		洞口泥石流规模、特征，防护及排水设施损毁情况
2	洞身结构	衬砌结构变形、开裂、破损、掉块
		衬砌渗漏水，电缆沟积水
		路面下沉、隆起、开裂、错台、渗（冒）水等
3	其他附属设施	隧道内涌水突泥
		洞内预留预埋、交安附属设施和风机等工作状况和掉落情况
4	有毒、有害气体	发生有毒、有害气体泄露的部位
		有毒、有害气体的性质、浓度

表9 隧道应急调查内容（续）

序号	项目	内 容
4	有毒、有害气体	装载有毒、有害气体车辆状况及类型
		隧道内的通风方式及状态
		隧道内的人行横通道及车行横通道的分布方式
		可能影响灾情评估及影响救援的其他因素

6.4 公路灾害快速评估

6.4.1 路基、桥梁和隧道应结合表1的总体规定，分别按表10、表11、表12进行评级，灾害等级可划分为A-轻微、B-中度、C-严重、D-极严重四个等级。

6.4.2 路基灾害等级评定为C、D级时，应提出应急抢通保通处治和交通管制措施建议；评定为B级时，可视工点情况提出一般处治措施和必要的交通管制建议。

表10 路基灾害评价分级标准

灾害等级	主要特征描述	通行建议
A-轻微	路面有细微裂缝、轻微凹陷鼓胀现象	可正常通行
	路堤、边坡无明显破坏	
	支挡防护结构受损不明显，受损段落面积（长度）占比小于 10%，基本不影响防护功能	
	不影响正常使用，暂时无需修补	
B-中度	路面有开裂错台、凹凸鼓胀现象，裂缝宽度小于 10cm	简单处理后管制通行
	路堤、路堑边缘有小范围垮塌，落石滚落至路面，滑坡、泥石流灾害的堆（淤）积物小范围掩埋路面	
	支挡防护结构小范围损伤，受损段落面积（长度）占比 10%~30%	
	通行能力显著降低，需进行局部修复	
C-严重	路面凹凸鼓胀、开裂明显或错台严重，裂缝宽度大于 10cm	采取技术措施后管制通行
	路堤部分垮塌，边坡崩塌落石砸坏并部分掩埋路面，滑坡、泥石流灾害堆淤积物大范围掩埋公路	
	支挡防护结构受损明显，受损段落面积（长度）占比 30%~60%	
	严重影响车辆通行，需采取加固措施	
D-极严重	路堤或路堑边坡大范围垮塌、滑移	采取便道绕避、架设便桥、大量清方与加固等工程措施后管制通行
	崩塌、滑坡、泥石流灾害的堆（淤）积物大段落掩埋公路，泥石流堆积物堵塞河道形成堰塞湖并掩埋公路	
	支挡防护结构受损严重或彻底毁坏，受损段落面积（长度）大于 60%	
	车辆无法通行，需重新填筑路基、修复支挡防护结构	
注：路基工点的灾害等级应按最不利特征考虑，主要灾损特征满足描述中之一，即判断为对应的灾害等级。		

6.4.3 桥梁灾害等级评定为C、D级时，应提出应急抢通保通处治和交通管制措施建议；评定为B级时，可视工点情况提出一般处治措施和必要的交通管制建议。

表11 桥梁灾害评价分级标准

灾害等级	主要特征描述	通行建议
A-轻微	桥梁重要部件功能良好，材料有局部（3%以内）轻度受损，裂缝宽小于限值	可正常通行
	桥梁次要部件有部分（10%以内）中等受损	
	桥梁整体呈现完好、良好或较好状态，灾害影响不明显，服务功能基本完整，可正常通行，对应于桥梁技术状况评定等级为 1 类、2 类的桥梁	
B-中度	桥梁重要部件有部分（3%~10%以内）中等受损，裂缝宽超限值，或出现轻度功能性病害，尚能维持正常使用功能	简单处理后管制通行
	桥梁次要部件有较多（10%~20%）严重受损，功能降低，进一步恶化将不利于重要部件和正常通行	
	桥梁有显著的破坏特征，整体呈现较差状态，部分服务功能失效，但短期安全性有保证，可简单处理后管制通行，对应于桥梁技术状况评定等级为 3 类的桥梁	
C-严重	桥梁重要部件材料有较多（10%~20%）严重受损，裂缝宽超限值，或出现轻度功能性病害，且发展较快	采取技术措施后管制通行
	主梁发生严重移位，墩柱严重倾斜，存在落梁、垮塌等严重风险	
	桥梁次要部件有 20%以上的严重受损，基本失去应有功能，严重影响正常交通	
	桥梁结构损伤严重，承载能力显著降低，需采取应急抢通措施后才能管制恢复通行，整体呈现差或较危险的状态，对应于桥梁技术状况评定等级为 4 类的桥梁	
D-极严重	桥梁重要部件出现严重的功能性病害，且有继续扩张现象，关键部位出现部分钢筋断裂、混凝土压碎或杆件失稳变形的破损现象，变形大于规范值，结构的强度、刚度、稳定性和动力响应不能达到平时交通安全通行的要求	采取结构性加固措施、便道绕避、架设便桥等措施后管制通行
	结构损伤极为严重，全桥或部分联跨发生整体垮塌、损毁、掩埋、淹没等灾害，整体服务功能丧失，完全不能通行，需要长时间采取抢通加固措施，或者便道绕避、架设便桥后才能通行。整体呈现危险或垮塌状态，对应于桥梁技术状况评定等级为 5 类的桥梁	
注1：重要部件指的桥梁上部结构及下部结构；次要部件指的桥梁桥面系、附属结构及周边环境。		
注2：桥梁灾害等级应按最不利特征考虑，主要灾损特征满足描述其中之一，即可判断为对应的灾害等级。		
注3：涵洞灾害分级可参考桥梁灾害评价分级标准执行。		

6.4.4 隧道灾害等级评定为 C、D 级时，应提出应急抢通保通处治和交通管制措施建议；评定为 B 级时，可视工点情况提出一般处治措施和必要的交通管制建议。

表12 隧道灾害评价分级标准

灾害等级	主要特征描述	通行建议
A-轻微	路面轻微开裂	可正常通行
	洞口段存在零星落石崩落，边仰坡基本稳定，洞口结构有局部开裂现象	
	衬砌少量裂缝，且裂缝以环向为主、裂缝宽度小于 1mm；渗漏水较少，无股状流水	
	吊顶预埋件等附属设施损伤程度低	
	不影响正常使用，暂时无需修补、处治	
B-中度	路面开裂，路面沉陷变形值小于 5cm	简单处理后管制通行
	洞口段存在少量落石崩落；边仰坡发生局部破坏，整体基本稳定；洞口结构小面积开裂，短期内无垮塌风险	
	衬砌有少量宽度小于 1mm 的纵、斜向裂缝，或宽度大于 1mm 的环向裂缝，且无明显发展趋势	
	预埋件、桥架和悬吊件等局部变形、破损或较大面积锈蚀，可能影响交通安全	
C-严重	通行能力显著降低，需进行局部修复	采取技术措施后管制通行
	洞内路面开裂、冒水突泥、破损严重、局部出现沉陷或变形且不大于 30cm，且存在进一步恶化趋势	

表 12 隧道灾害评价分级标准（续）

灾害等级	主要特征描述	通行建议
C-严重	洞口段有大量落石、滑塌体侵入行车范围等；边仰坡不稳定；洞口结构大面积开裂，且有发展趋势，影响交通安全	采取技术措施后 管制通行
	素混凝土衬砌少量纵、斜向裂缝，裂缝延展长、宽度大，甚至裂缝贯通，或钢筋混凝土衬砌裂缝较多呈网状；衬砌局部掉块、错缝，但无大面积垮塌；洞内局部涌水突泥	
	预埋件、桥架和悬吊件等严重变形、松动、破损或严重锈蚀，影响交通安全	
	严重影响车辆通行，需采取加固措施	
D-极严重	洞内路面大面积开裂、积水、错台、整体隆起或变形，隆起变形值大于 30cm；仰拱结构破坏，且伴随着衬砌结构有较大变形，处于不稳定状态	采取大量清方与 加固等工程措施、 便道绕避等措施 后管制通行
	洞口已被崩塌、滑坡、泥石流完全掩埋；边仰坡失稳，有继续发生滑动、破坏趋势；洞口结构发生严重破坏和变形，甚至已阻断交通	
	素混凝土衬砌裂缝呈网状，衬砌剥落、掉块、局部垮塌；钢筋混凝土衬砌剥落、掉块、钢筋弯曲外露，衬砌背后围岩塌方；洞内涌水突泥严重，行车路面被淹没	
	预埋件、桥架和悬吊件严重锈蚀、变形、断裂或脱落，洞内有害性气体聚集	
	车辆无法通行，需要长时间采取抢通加固措施	
注：隧道灾害等级应按最不利特征考虑，主要灾损特征满足描述中其中之一，即可判断为对应的灾害等级。		

7 路基应急抢通保通

7.1 一般规定

- 7.1.1 路基应急抢通保通可分为抢通技术措施和保通技术措施两类。
- 7.1.2 抢通技术措施应兼顾保通阶段需采用的技术手段，保通技术措施宜兼顾公路灾后重建可能采用的技术手段。
- 7.1.3 对恢复重建时间较长的保通路段可增加简易路面铺装。
- 7.1.4 各灾害等级对应的抢通保通技术措施可按表 13 采用。

表13 抢通保通技术措施对应表

灾害等级	抢通技术	保通技术
A	封闭裂缝；清除障碍物	临时支挡；危岩防护；喷锚支护及锚杆（索）加固；钢管桩加固；机械成孔抗滑桩支护；棚洞及明洞防护；暴雨洪灾岸坡防护
B	封闭裂缝；清除障碍物	
C	清除障碍物；堆积体上开挖便道；土石填筑恢复路基；内侧拓宽通行；轻质土路堤	
D	堆积体上开挖便道；土石填筑恢复路基；内侧拓宽通行；开渠泄洪；便道绕避；搭设便桥；轻质土路堤	

7.2 路基抢通

- 7.2.1 封闭裂缝应符合以下规定：
 - a) 当路基出现裂缝时，可采用砂浆或小石子砼灌缝；
 - b) 严重错台段宜采用普通填料填筑并整平路基。
- 7.2.2 清除障碍物应符合以下规定：
 - a) 障碍物可采用挖掘机、装载机、推土机、铲运机、挖掘装载机等工程机械部分或全部清除；
 - b) 障碍物工程量不大且清除后不会导致堆积体进一步下滑时，宜全部清除；

- c) 障碍物清挖后可能引起上边坡局部垮塌，应采取防护措施后再进行公路范围内的清挖整平；
- d) 半填半挖路基上边坡为稳固的石质边坡，且下边坡允许爆破飞石时，可采取抛掷爆破等方式将障碍物转移至路基下边坡，同时配合机械清理；
- e) 清挖的障碍物宜就近堆弃，路基下方有民居、河道或农田等不适宜就近弃土时应远运弃土；
- f) 当巨石、松散大块石堆积体阻塞道路，或边坡危岩严重威胁公路安全时，对不同阻塞体可采用爆破清除技术处理，但应避免诱发新的地质灾害或危及临近建筑设施。

注：不同阻塞体所采用的爆破清除技术方法较多，主要包括：巨石可采用常规爆破法、静态破碎技术法、机械破碎法等；松散堆积体可采用定向爆破法、微振爆破法；需清除的危岩可采用裸露爆破、浅孔爆破、深孔爆破等方法。

7.2.3 堆积体上开挖便道应符合以下规定：

- a) 当阻塞物体积巨大无法短期内彻底清除，或路基范围内清除滑坍体会引起上边坡较大范围垮塌、存在较大安全隐患时，可直接于滑坍体上开挖便道；
- b) 当阻塞物段落长度仅数十米至百余米、坡度较陡时，可采用多台挖掘机对向作业，挖通便道；
- c) 当阻塞物长几百米至几公里时，可采用“先打通重机路，后多点分段作业”的方法，首先挖出一条重型机械可通过的便道，再实现便道降坡、扩挖、整平；
- d) 重机路便道纵坡可采用58%~84%（30°~40°），重机路打通后应进一步削顶形成缓坡供其他轮式车辆通行的简易便道（见图2），供救援车辆的便道纵坡可按10%~12%控制。

注：阻塞物坡度小于60°时，可采用1台挖掘机和1~2台装载机为一组，多个作业面同时作业，尽可能发挥出每台设备效能，缩短抢通时间；阻塞物坡度大于60°时，可采用多台挖掘机多作业面开挖重机路，通常以挖掘机爬升至适宜位置，尽量伸长工作臂，从远端向近端挖，以最短时间抢通重机路。

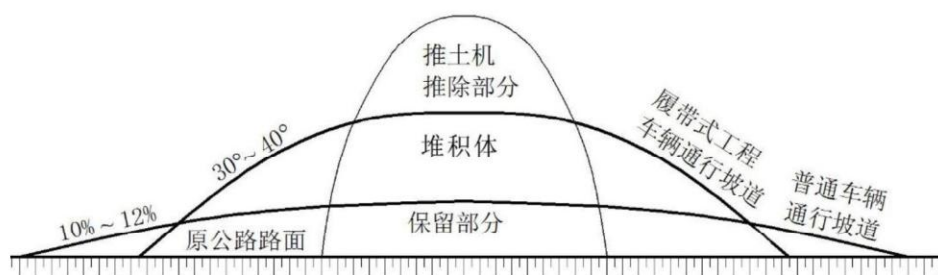


图2 堆积体上开挖便道纵断面示意图

7.2.4 土石填筑恢复路基应符合以下规定：

- a) 路基坍塌段可采用全部填筑法、凹形竖曲线通过法、填埋巨石通过法；
- b) 全部填筑法宜用于坍塌体工程量不大、取土方便，通过分层填土整平压实，短期可基本修复路基的路段；
- c) 路基填筑时可适度缩小路基宽度、加陡边坡，以争取抢通工期，应急填筑路堤坡比宜按表 14 采用；
- d) 凹形竖曲线通过法宜用于坍塌段落较长、取土修复困难的路段。采用推土机将完好路基段土石方逐渐降低高程推运至坍塌部分，形成凹形竖曲线，并对路基顶面进行整平压实；
- e) 填埋巨石通过法宜用于巨石阻碍道路通行且不具备破碎条件时（见图 3），道路最大纵坡一般宜小于 9%，特殊困难路段可增大到 10%~12%。

表14 应急填筑路堤坡比参考值

拦边方式	填土类别		
	一般细粒土 (粉土类、黏土类)	粗粒土 (砾石类、砂类)	最大高度 (m)
袋装土及片石拦边	1: 0.2~1: 0.75	1: 0.3~1: 1.0	5
	1: 0.75~1: 1.0	1: 1.0~1: 1.25	10
石笼、钢筋笼、简易桩板墙拦边	1: 0.3~1: 0.5	1: 0.4~1: 1.0	5

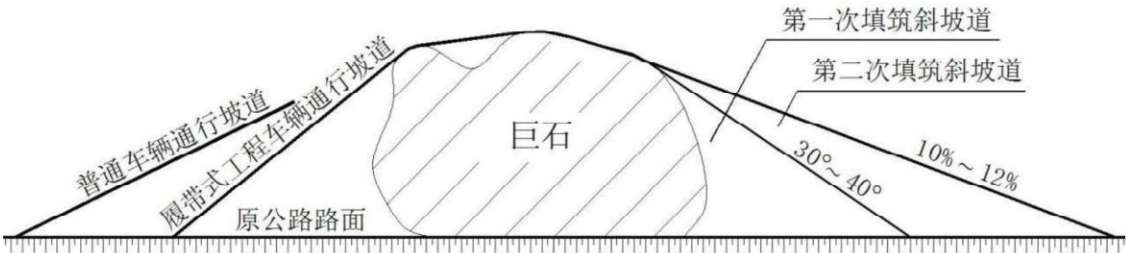


图3 巨石前后填筑斜坡道路示意图

注：巨石国际国内尚无通行的定义，一般指粒径大于3米的大孤石。

7.2.5 内侧拓宽通行应符合以下规定：

- a) 内侧拓宽通行宜用于斜坡段路基外侧支挡结构遭到破坏、路堤滑移或路面脱空，短期内无法直接填筑恢复通行，且路基内侧有条件适度开挖临时路基的地段；
- b) 内侧拓宽通行改移线位后，路面应设警示标志，防止车辆越界行驶至路面脱空或易失稳区域。

7.2.6 开渠泄洪应符合以下规定：

- a) 开渠泄洪宜用于暴雨洪灾引发泥石流堵塞河道、淹没道路时，或在大型滑坡堵塞河道形成堰塞湖后，经过调查评估适宜泄洪的情况；
- b) 开渠泄洪可采用挖掘机、专业爆破等手段，开挖泄洪沟渠；
- c) 对于大型堰塞湖开渠泄洪前，应进行专项评估，防止泄洪过程中突然溃坝，威胁施工人员及下游城镇安全。

7.2.7 便道绕避应符合以下规定：

- a) 公路遭遇大范围崩塌、滑坡、泥石流等灾害，公路损毁非常严重、抢通难度极大的路段，应新修便道绕行；
- b) 便道选线应充分利用原道路，尽量减少桥涵、避免高填和深挖、绕避重要建筑物。

7.2.8 搭设便桥宜用于路基遭到严重损毁、断道，或地质灾害严重威胁公路通行，须跨越河流、换岸改道（沟谷）的路段。便桥搭设可采用装配式公路钢桥。

注：装配式公路钢桥是一种用型钢或铝合金焊接而成的桁架单元便桥，根据通行荷载大小及障碍宽度，可拼装成多种形式的钢结构桥梁，主要包括321型和ZB200型和CB450型等装配式公路钢桥，技术指标详见“8.2.4搭设便桥”节。

7.2.9 轻质土路堤应符合以下规定：

- a) 当路堤出现大幅滑移、坍塌，难以采用普通土石填筑或其他方式处治时，可采用轻质土填筑修复路基；
- b) 轻质土在路槽下 80cm 范围内抗压强度应不低于 1.2MPa，其余区域抗压强度应不低于 1.0MPa；
- c) 轻质土路堤一般填筑高度不宜大于 10m，极限填筑高度不宜大于 15m；

- d) 轻质土路堤主要施工顺序宜为：开挖边坡路基、设置基础及面板、施作混凝土护脚、浇注轻质土等。

7.3 路基保通

7.3.1 临时支挡应符合以下规定：

- a) 临时支挡可采用铅丝石笼、钢筋笼挡墙、挡土墙（浆砌或砼）、麻袋装土、抛填大块石等措施；
- b) 铅丝石笼挡墙中的铅丝笼材料，应采用特殊防腐处理的低碳钢丝经机器编织而成的六边形双绞合钢丝网，技术指标应满足国家相关标准规定；
- c) 铅丝笼钢丝网面抗拉强度不应低于 50kN/m，墙背铺设聚酯长纤无纺布反滤层，聚酯长纤无纺布标称断裂强度不应低于 10kN/m；
- d) 铅丝石笼挡墙中填石应采用 MU30 以上硬质岩质块石或卵石，填石粒径以 100mm~300mm 为宜，充填率不小于 70%；
- e) 铅丝石笼挡墙支挡能力不足时，可现场焊接钢筋笼挡墙，宜采用 $\Phi 25\text{mm} \sim 32\text{mm}$ 钢筋作为骨架，用 $\Phi 10\text{mm} \sim 20\text{mm}$ 钢筋编制成笼，内填片石形成挡墙。

7.3.2 危岩防护应符合以下规定：

- a) 对于边坡整体稳定，但存在崩塌危岩落石的路段，宜采取危岩清除、嵌补、支撑加固危岩及拦石墙、钢轨栅栏、柔性防护网系统等措施进行综合防治；
- b) 边坡清危及坡面柔性防护措施可按表 15 确定的适用范围选用；
- c) 清危相关技术要求应参照 7.2.2 节相关规定；
- d) 柔性防护系统的详细指标应按照 JT/T 1328 执行，其中被动防护系统尚应按照该标准中规定的方法和评价标准进行落石冲击试验和评价，确保产品能达到相应的能级。

表15 边坡清危及坡面柔性防护措施适用表

防护措施	适用范围
危岩清除	对于脱离母体的危岩、坡面可能下滑的滚石，在保证安全前提下可采用爆破、机械破碎、人工清除等方式排危
危岩加固	对于暂未脱离母体的危岩，且具备加固条件时，可采用嵌补、支撑、锚固等加固的方式进行处治
主动防护系统	路堑边坡整体稳定但岩体破碎易发生崩塌落石的路段
被动防护系统、拦石墙、钢轨栅栏	路堑边坡整体稳定但存在零星落石的路段
引导防护系统	整体稳定但落石频繁的岩质边坡，易出现滚石的松散碎石土、块碎石堆积体边坡
注：柔性防护系统一般分为3类：主动防护系统、被动防护系统、引导防护系统（按结构形式分为覆盖式引导防护系统和张口式引导防护系统）。	

7.3.3 喷锚支护及锚杆（索）加固应符合以下规定：

- a) 对整体稳定的岩质、土质边坡，但边坡局部风化碎落严重的段落，可采用喷锚支护的方式加固边坡；
- b) 对整体稳定性不足的岩质、土质边坡，应根据边坡稳定性分析结果，采用框架梁锚杆（索）、垫墩锚杆（索）进行边坡加固；
- c) 边坡整体稳定性应按照 JTG D30 中规定的方法分析和验算。

注1：锚杆施工包括钻孔、锚杆制作与安装、注浆、混凝土框架施工及验收等内容；

注2：锚索施工包括钻孔、锚索制作与安装、注浆、张拉、锚固、混凝土框架施工及验收等内容。

7.3.4 挡墙加固及修复应符合以下规定：

- a) 对于挡土墙出现开裂、外倾、墙面鼓胀等病害但尚未整体垮塌的段落，可采用墙身布设框架梁锚杆加固；
- b) 对于挡土墙垮塌但路基整体稳定的路段，可采用支模现浇混凝土、码砌片块石混凝土等方法修复挡墙。

7.3.5 钢管桩加固应符合以下规定：

- a) 对于路堤出现大幅开裂变形或滑坡的路段，在稳定性分析基础上，可采用小直径钢管桩、大直径钢管桩等措施进行应急加固；
- b) 边坡加固宜选用小直径钢管桩，小直径钢管桩可采用直径为 127~219mm 的直缝或无缝管，钢管外表面出厂前应电镀锌进行防腐处理；
- c) 根据边坡下滑力的大小，小直径钢管桩可布置成 2 排~4 排的排桩，排间距一般 1.0 m~2.5m，桩顶以钢筋混凝土格梁或板牢固连接，形成排桩复合支挡结构；钢管桩接管应牢固可靠，宜采用内套管三断面焊接，若采用丝扣连接则应管内增设钢筋笼；
- d) 对于下滑力较大的滑坡，可采用大直径钢管排桩支挡。大直径钢管可选用桩径 80 cm~120cm、壁厚 10mm~15mm 的螺旋焊接钢管或直缝焊接钢管，桩孔可采用常规旋挖设备成孔。

注1：小直径钢管桩施工包括成孔、钢管连接、钢管就位、压力注浆、系梁施工等内容。

注2：大直径钢管桩施工包括成孔、钢管连接、钢管就位、布设声测管、浇筑混凝土、系梁施工等内容。

7.3.6 机械成孔抗滑桩加固应符合以下规定：

- a) 对于变形失稳、规模较大的路堤或边坡，可采用旋挖机械成孔的钢筋混凝土抗滑桩须应急支挡；
- b) 根据滑坡推力大小与方向，可采用圆形、矩形截面抗滑桩；
- c) 滑坡推力大小以及抗滑桩设计应按照 JTG/T 3334 中规定的方法验算；
- d) 对于处于变形阶段的路堤或边坡，应采用临时反压或减载措施，以保障施工作业安全。

注1：圆形机械抗滑桩施工包括旋挖成孔、钢筋笼预制（含声测管）、钢筋笼吊装就位、浇筑混凝土、系梁施工等内容。

注2：矩形机械抗滑桩施工包括旋挖成孔、切刀修孔或冲压设备成孔、钢筋笼预制（含声测管）、钢筋笼吊装就位、浇筑混凝土等内容。

7.3.7 棚洞及明洞防护应符合以下规定：

- a) 对于高位崩塌、危岩严重威胁公路安全的路段，当应急抢险阶段无法绕避，且难以实施清方、锚固措施时，可根据场地条件布设棚洞、明洞等防护结构；
- b) 对于较大规模崩塌、落石，普通棚洞难以防护时，可结合场地条件施作钢波纹管明洞、钢筋混凝土明洞；
- c) 建设前应充分核查崩塌落石冲击能量、地形地质条件适宜性；
- d) 为避免形成交通瓶颈，棚洞、明洞建筑限界宜布设为双车道通行。

7.3.8 暴雨洪灾岸坡防护应符合以下规定：

- a) 抛填大石护岸：为防止洪水进一步侧蚀、冲刷路基，可因地制宜采用抛填六面体预制块、大块石等材料护岸。大块石可采用主动网包裹抛填，以增强护岸效果。当水流冲刷作用较大时，六面体预制块、主动网包裹大块石可用钢丝绳连接；
- b) 支挡结构护岸：对于路基岸坡冲刷严重，采用抛填材料难以护岸时，可在河床、岸坡适宜位置布设小直径钢管桩或其他支挡防护措施，并在支挡结构上部填筑片块石、袋装土护岸；

- c) 调流结构物护岸：当洪水持续冲刷严重且普通措施难以护岸时，可按照永临结合、因地制宜原则，设置丁坝、顺坝等调流结构物护岸。丁坝、顺坝的坝体不应细长，避免洪水冲刷、大石块滚动撞击损毁；
- d) 泥石流拦挡处治：雨季频繁爆发的沟谷型泥石流严重威胁下游公路时，在调查评估基础上可对中小型泥石流采用拦挡坝、格栅坝进行应急处治。由于泥石流防治工程较复杂，工作规模较大，对于大型泥石流救援阶段宜以绕避为主。经评估需处治、可处治的泥石流工点应充分评估再次爆发、损毁公路、威胁施工人员的安全风险，按照“风险可控、永临结合”的原则设置拦挡结构；
- e) 暴雨洪灾引发的大规模泥石流、严重水毁路段，为避免水毁灾害持续加剧，应急抢通保通阶段应以绕避为主；对尚具备通行能力的路段可因地制宜采取抛填大石护岸、支挡结构护岸、布设调流结构物、拦挡处治等措施进行岸坡防护；
- f) 抛填大石护岸宜用于防止洪水进一步侧蚀、冲刷的普通路段，可采用抛填六面体预制块、主动网包裹大块石等防护措施；
- g) 支挡结构护岸宜用于路基岸坡冲刷较严重路段，可在适宜位置布设小直径钢管桩或其他支挡防护措施；
- h) 调流结构物护岸宜用于洪水冲刷严重且普通措施难以防护路段，可采用丁坝、顺坝等调流结构物；
- i) 中小型沟谷泥石流频繁爆发、严重威胁下游公路的路段，经充分评估论证，可采用拦挡坝、格栅坝进行应急处治。

8 桥梁应急抢通保通

8.1 一般规定

- 8.1.1 应急抢险阶段桥梁工程是公路控制性节点，应根据现场实际情况按照“安全、快速、永临结合”的原则合理选取抢通保通方案。
- 8.1.2 桥梁常用抢通与保通处治措施可按表 16 采用。

表16 桥梁抢通与保通处治技术措施表

灾害等级	抢通技术	保通技术
A	正常通行	顶升复位及支座更换；增大截面；粘贴纤维复合材料；粘贴钢板；体外预应力；改变结构体系；盖梁桥墩加固；基础加固；拱桥加固；钢桥及钢—混组合结构桥梁加固
B	降标或管制通行；洪灾应急疏浚	
C	降标或管制通行；临时支撑； 桥上架桥	
D	临时支撑；桥上架桥；搭设便桥；桥改路	

- 8.1.3 涵洞构造相对简单，抢通阶段可采用桥改路措施执行，保通阶段可参考桥梁保通措施执行。

8.2 桥梁抢通

- 8.2.1 降标或管制通行适用于灾害等级 B、C 级的桥梁，并应符合以下规定：
 - a) 受损桥梁在抢通阶段均应采用管制通行措施；

- b) 应急抢通加固后，结构安全性和使用性能难以恢复原有技术标准的桥梁，可降低标准使用或管制通行；
 - c) 梁体发生局部破坏或移位的桥梁，可采取半幅通行、单车道居中行驶、限速限载行驶或其他管制方式；
 - d) 管制通行应设置专门的安全员，观察桥梁及桥周险情，指挥交通；如遇突发险情，应及时中断交通，保证人员安全。
- 8.2.2 洪灾应急疏浚适用于灾害等级 B 级的桥梁，并应符合以下规定：
- a) 对堵塞在桥下的漂浮物，应及时移开或捞起；
 - b) 当桥梁墩台、引道、护坡、锥坡发生强烈冲刷掏蚀，可能危及构造物安全时，应采取抛六面体预制块、沉砂袋或柴排等措施进行应急防护；
 - c) 当遭遇特大洪水时，若采用抢险措施仍不能保障安全的重要桥梁，在紧急情况下，经相关主管部门批准，可用炸药炸开桥头引道宣泄洪水。
- 8.2.3 临时支撑适用于灾害等级 C、D 级的桥梁，并应符合以下规定：
- a) 梁体发生严重移位时，可采用万能杆件、钢桁架片、钢管支架、限位钢挡块、钢拉杆、钢丝绳等临时支撑措施支撑梁体，并应增设限位措施防止落梁；
 - b) 临时支撑措施应具有足够强度、刚度和稳定性，并能承受临时通行过程中所产生的各种荷载；
 - c) 临时支撑措施宜选用标准化、定型化的构件，做到结构受力明确、支撑构造合理、安装拆除便捷。
- 8.2.4 桥上架桥适用于灾害等级 C、D 级的桥梁，并应符合以下规定：
- a) 梁体发生严重破坏或移位，桥墩基本完好且有足够承载能力时，可采用在既有桥梁上搭设装配式公路钢桥的桥上架桥技术；
 - b) 桥上架桥应设置临时支撑，避免落梁发生。
- 8.2.5 搭设便桥适用于灾害等级 D 级的桥梁，并应符合以下规定：
- a) 跨越河流或沟谷的桥梁被毁、无其他桥梁或通道绕行时，可搭设舟桥、槽渡门桥、机械化桥、索道桥、钢（木）便桥、溜索、装配式公路钢桥等便桥；
 - b) 跨越河流可使用动力舟桥或槽渡门桥，动力舟桥载重量一般在 80t 以下，特殊可达 100t；槽渡门桥载重量通常在 80t 以下，特殊可达 150t；
 - c) 机械化桥一般为钢结构桥梁且利用架桥车的设备进行架设与撤收，常用型式包括：应急模块化桥、轻型应急机械化桥等；
 - d) 在水流急不易建造桥墩的陡岸险谷，可架设索道桥保证应急通行；
 - e) 道路交通中断或地形限制、无法采用装配式器材搭设桥梁时，可因地制宜、就地取材，利用型钢或木材等搭设应急便桥；
 - f) 深沟峡谷等架设桥梁困难的地方，可采用溜索进行人员物资运输；
 - g) 装配式公路钢桥由桁架式主梁、桥面系、连接系、构筑等四部分组成，可根据通行荷载大小及障碍宽度，拼装成适宜的结构形式。
- 8.2.6 桥改路适用于灾害等级 D 级的桥梁，并应符合以下规定：
- a) 小跨径桥梁及涵洞损毁，可直接桥下填筑路基；当桥涵下有过的断面或下穿通道时，桥改路应预留过水管涵或临时通行通道；
 - b) 对于高陡斜坡的填方坡体、滑坡或在潜在滑坡后部，不应采用“桥改路”；
 - c) 路堤填方高度不宜过高，填方工程的坡率可采用 1:1.1~1:2。

8.3 桥梁保通

- 8.3.1 保通阶段，应结合桥梁类型、技术标准、灾害评级、施工可行性等确定合理可行的桥梁加固措

施。

8.3.2 桥梁常用的保通措施包括顶升复位、支座更换、增大截面、粘贴纤维复合材料、粘贴钢板、体外预应力、改变结构体系、盖梁桥墩加固、基础加固、拱桥加固、钢桥及钢—混组合结构桥梁加固等技术。

8.3.3 顶升复位及支座更换应符合以下规定：

- a) 桥梁上部结构发生整体纵横向位移且下部结构基本完好的情况，可采用顶升复位及支座更换措施；
- b) 顶升系统设计不应损伤原桥受力结构，且不宜改变原有结构受力体系；如需改变结构受力体系或对结构有所损伤时，应对相应结构进行验算和加固设计；
- c) 顶升临时支撑体系应进行强度、刚度、稳定性、限位装置荷载验算；
- d) 梁体复位宜采用“同步顶升、整联复位”技术，顶升复位时不应破坏桥面连续构造；
- e) 顶升方案编制后，应编制实施性施工组织设计和安全专项实施方案；
- f) 顶升改造完成后，应按设计要求分次分级进行落梁复位；梁体复位后应不少于 24 小时监测，检查支座和垫石没有异常情况，确认压紧密贴，方可拆除顶升设备。

8.3.4 增大截面应符合以下规定：

- a) 钢筋混凝土、预应力混凝土受弯构件及钢筋混凝土受压构件的加固，可采用增大截面措施增强其抗弯、抗剪承载力及刚度；
- b) 增大截面法的具体构造要求应按 JTG/T J22 执行；
- c) 新老混凝土结合面处，原构件的表面应凿成凹凸差不小于 6mm 的粗糙面；结合面应进行植筋连接，植筋深度不宜小于 10d（钢筋直径）；
- d) 增大截面法施工前应先处治原结构表面裂缝及破损缺陷。

8.3.5 粘贴纤维复合材料应符合以下规定：

- a) 钢筋混凝土受压柱、梁及板的抗弯加固可采用粘贴纤维复合材料提高其延性及耐久性；
- b) 粘贴纤维复合材料的具体构造要求应按 JTG/T J22 执行；
- c) 纤维复合材料应与构件牢固粘贴，变形协调并共同受力；加固时宜卸除结构上部分荷载；
- d) 多层纤维复合材料加固钢筋混凝土柱，条带应粘贴成环形箍，且纤维方向应与柱的纵轴线垂直，加固大偏心受压构件，纤维复合材料应粘贴于构件受拉区边缘混凝土表面，纤维方向应与柱的纵轴线方向一致；加固受拉构件，纤维方向应与构件受拉方向一致。

8.3.6 粘贴钢板应符合以下规定：

- a) 预应力混凝土及钢筋混凝土受弯、受拉和受压构件的加固可采用粘贴钢板措施提高其承载能力；
- b) 粘贴钢板的具体构造要求应按 JTG/T J22 执行；
- c) 粘贴钢板加固斜截面承载力时，应粘贴成斜向钢板、U 形箍或 L 形箍；斜向钢板和 U 形箍、L 形箍的上端应粘贴纵向钢压条予以锚固；
- d) 直接涂胶粘贴的钢板厚度不应大于 5mm；钢板厚度大于 5mm 时，应采用压力注胶黏结；被加固构件处于特殊环境（如高温、高湿、介质侵蚀等）时，应采用耐环境因素作用的胶黏剂，并按专门的工艺要求施工；
- e) 粘贴钢板加固宜采用螺栓锚固，锚固深度不应小于 6.5 倍螺栓直径；
- f) 粘贴钢板外表面应进行防护处理，表面防护材料应对钢板及胶黏剂无害。

8.3.7 体外预应力应符合以下规定：

- a) 钢筋混凝土、预应力混凝土受弯构件的加固可采用增设体外预应力措施提高承载能力及抗裂性；
- b) 增设体外预应力加固构件的混凝土强度等级不宜低于 C25；

- c) 体外预应力的具体构造要求应按 JTG/T J22 执行；
 - d) 体外预应力筋可采用具备防腐能力且易更换的水平筋（束）、斜筋（束）、通长布置钢丝束或钢绞线；
 - e) 转向装置可采用钢部件、现浇混凝土块体或附加钢锚箱结构；转向装置必须与梁体连接可靠，其连接强度应进行验算；转向装置的尺寸设计应综合考虑体外预应力产生的径向力大小、体外预应力束的根数及其曲线形状、孔道直径、普通钢筋间距及混凝土保护层等因素；
 - f) 体外预应力施工应控制张拉力和伸长量，并对称、均衡张拉至设计吨位；
 - g) 施工期间应对旧桥控制截面和关键位置的应变及主梁挠度进行监控。
- 8.3.8 改变结构体系应符合以下规定：
- a) 多跨简支梁桥可采用改变结构体系加固法改变结构受力体系，提高其通行能力，常用措施包括：多孔简支梁改为连续梁，单孔简支梁改为支撑梁等；
 - b) 特殊结构桥梁改变结构体系方案应进行专项论证；
 - c) 改变结构体系法应对新、旧整体结构的各受力阶段进行验算，可与增大截面法、粘贴钢板法等综合使用；
 - d) 增设支承结构加固可适用于桥下净空有利用空间的梁、板、桁架等结构；按支承结构与原结构的连接形式不同分为固结法和铰支法两种；
 - e) 多跨简支梁转变为连续梁可采用在墩顶部位结构上缘加设钢筋混凝土结构形成结构连续体系，以提高承载能力。
- 8.3.9 盖梁桥墩加固应符合以下规定：
- a) 盖梁加固措施可采用施加体外预应力、增大截面、粘贴钢板或纤维复合材料等方法；
 - b) 桥墩加固措施可采用增补桩基、增大截面、外包钢管加固法、粘贴纤维复合材料等方法；
 - c) 盖梁桥墩加固宜对称进行，加固前应先处理裂缝、缺陷等病害，确保加固材料与原结构紧密贴合；
 - d) 盖梁桥墩加固的具体构造要求应按 JTG D63 及 JTG/T J22 执行。
- 8.3.10 基础加固应符合以下规定：
- a) 基础加固措施可采用增大基础底面积、增大桩头面积或增加基桩、增设支撑梁等方法；
 - b) 地基加固措施可采用高压旋喷注浆、土体注浆等方法；
 - c) 对于桥梁基础冲刷过大的情况，可采用抛石、砌石防护、石笼、板桩防护、上游设导流坝、下游设拦砂坝等方法加固防护方法。
- 8.3.11 拱桥加固应符合以下规定：
- a) 拱桥加固前应裂缝、破损、钢管混凝土脱空等病害进行处治；
 - b) 拱桥加固具体构造要求，应按 JTG/TJ22 执行；
 - c) 圯工拱桥可采用增大主拱截面、调整拱上建筑恒载及增强横向整体性等方法加固；
 - d) 双曲拱桥可采用增大截面、改变截面形式、粘贴钢板、纤维复合材料及增强横向整体性等方法加固；
 - e) 桁架拱桥可采用增强横向整体性、粘贴钢板、纤维复合材料、施加体外预应力及增大构件截面等方法加固；
 - f) 钢筋混凝土箱板拱桥采用增大截面、调整拱上建筑恒载、增加拱肋、增强横向整体性及粘贴纤维复合材料等方法加固；
 - g) 钢管混凝土拱桥可采用外套钢管混凝土增大截面、粘贴纤维复合材料、更换吊杆或系杆、改善桥面系结构及增强横向整体性等方法加固。
- 8.3.12 钢桥及钢—混组合结构桥梁加固应符合以下规定：

- a) 钢桥或钢—混凝土组合梁桥的截面刚度不足时可采用粘贴钢板、增加混凝土桥面板厚度等方法加固；
- b) 钢桥或钢—混凝土组合梁桥的截面承载力不足时，可采用粘贴钢板、施加体外预应力或粘贴碳纤维复合材料等方法加固；
- c) 钢—混凝土组合梁桥的墩顶负弯矩区裂缝宽度超限时，可采用体外预应力方法或粘贴碳纤维复合材料等方法进行加固；
- d) 钢梁加固应注意降低应力集中程度，选择对原钢桥结构影响小的构造形式和加固工艺；
- e) 钢板出现应力集中、疲劳、损伤特征时，可采取止缝、局部切割换板、局部敷设钢板或碳纤维复合材料，以及更换个别构件等技术措施。

9 隧道应急抢通保通

9.1 一般规定

9.1.1 隧道应急保通方案应根据灾害等级制定，并应满足下列要求：

- a) 灾害等级评定为A级的隧道，可采取观察通行；
- b) 灾害等级评定为B级的隧道，应采取保通技术措施；
- c) 灾害等级评定为C级和D级的隧道，应进行抢通和保通处治。

9.1.2 隧道抢通与保通处治措施宜按表 17 选用。

表17 隧道抢通与保通处治技术措施表

类型		抢通处治	保通处治
处治方法	洞口	①洞口清方，适用于B、C和D级 ②路堑通过法，适用于C、D级 ③修建临时明洞、棚洞，适用于D级 ④暗挖抢通，适用于D级 ④洞口结构临时加固，适用于C、D级 ⑤边仰坡临时防护与加固，适用于C、D级	①边仰坡防护及加固，适用于B、C和D级 ②洞口结构加固，适用于C级和D级 ③洞口接明洞或棚洞，适用于C级和D级
	洞身	①洞内清理排危，适用于B、C级 ②洞内坍塌处治，适用于C、D级 ③衬砌临时支撑，适用于C级 ④衬砌加固，适用于C、D级 ⑤涌水突泥应急抢通，适用于C、D级	①渗漏水处治，适用于A、B、C和D级 ②洞内注浆，适用于B、C和D级 ③衬砌加固，适用于C、D级 ④排水系统修复或改建；适用于B、C级 ⑤裂缝加固，适用于A、B和C级
	路面	路面及仰拱应急抢通，适用于C、D	①路面修补，适用于B、C和D级 ②仰拱注浆，适用于C、D级 ③重建路面或仰拱结构，适用于C、D级
	其他	①改线，适用于D级 ②抽水排气，适用于C、D	①机电及照明恢复，适用于B、C级 ②巡检及监测，适用于B、C和D级

9.2 隧道抢通

9.2.1 应根据隧道灾损特点及现场实际情况，按照“安全、快速、经济”的原则合理选取抢通方案。

9.2.2 应根据隧道规模、地形地质条件、灾损特征，按照洞门、洞身、路面及其他类型选用适宜的应急抢通处治方法。

9.2.3 洞口清方应符合下列规定：

- a) 适用于灾害等级评定为B、C和D级的情况；

- b) 清理土方前，应调查评估洞内及洞口堆积体的规模、稳定性及可能再次坍塌滑移的范围；
 - c) 应尽量减少对坡体的扰动，避免诱发新的坍塌；
 - d) 抢通阶段可根据边坡岩土特性及稳定特征，以较陡的临时坡率削坡；保通阶段宜削坡至稳定坡率，必要时可采取边坡加固措施；
 - e) 清方施工时应加强观测预警、交通管制工作。
- 9.2.4 路堑穿越抢通应符合下列规定：
- a) 适用于灾害等级评定为 C 和 D 级的情况；
 - b) 洞口结构垮塌且土石方量不大时，可利用残留的隧道边墙作为临时挡土墙，将洞口坍塌段临时改成路堑抢通；
 - c) 应在保证坡体基本稳定的前提下，采用较陡的路堑边坡快速穿越，并应在坡顶和坡底分别设置截水、排水措施。
- 9.2.5 暗挖法抢通应符合下列规定：
- a) 适用于灾害等级评定为 D 级的情况；
 - b) 对于洞口破坏段落长、范围广、坍方量大，清方可能引起较大范围岩土体失稳的情况，宜采用暗挖法通过掩埋段；
 - c) 抢通阶段可采用单车道的开挖断面通过，需要原位保通的路段应结合恢复重建措施确定开挖断面；
 - d) 宜优先选用从洞内向外开挖的方法；应遵循“先撑后挖”的原则，采用超前支护对掩埋体进行加固，并及时施做初期支护；
 - e) 在初期支护下应急通行时应加强对支护的监测预警工作。
- 9.2.6 接长明洞或棚洞应符合下列规定：
- a) 适用于灾害等级评定为 D 级的情况；
 - b) 对位于陡峭山体、危石分布较多的洞口，以路堑方式通过可能引发边坡垮塌失稳的情况，应根据场地地形地质条件、落实冲击能量和岩土压力分析，采用临时接长明洞或棚洞通过；
 - c) 接长明洞或棚洞的具体要求按第 7.3.7 条执行。
- 9.2.7 洞口结构的抢通措施应符合下列规定：
- a) 对于洞门端墙及明洞发生破坏但结构未失稳的情况，可在清除垮塌体后，先应急保通再进行后续加固处理；
 - b) 对于洞口结构出现变形加剧的情况，应及时进行加固处治结构；未侵限的结构宜尽量避免拆除；
 - c) 对于洞口结构完全损毁或严重变形的情况，应对严重损坏的洞口结构进行清理，并采取临时反压或型钢支撑的措施防止进一步坍塌。
- 9.2.8 对于洞口临河基础受洪水冲刷造成完全或局部掏空、丧失承载力的情况，应采用铺设铅丝石笼、砂袋、干砌块石挡墙等抗冲刷措施。
- 9.2.9 洞内清理和排危应符合下列规定：
- a) 适用于灾害等级评定为 B、C 级的情况；
 - b) 对于隧道洞内衬砌破损而围岩尚未失稳的情况，抢通阶段应清理洞内的掉落、堆积物，清除衬砌悬挂或剥落的不稳定体。
- 9.2.10 洞内塌方处治应符合下列规定：
- a) 适用于灾害等级评定为 C、D 级的情况；
 - b) 对于浅埋地段的塌方，可采用明挖法清方，结合塌方长度和冒顶高度等将塌方地段改为路堑或明洞；

- c) 对于洞顶形成坍塌的塌方段，应结合稳定分析进行支撑或临时加固，必要时可先地表加固后再进行洞内清方；
 - d) 对于坍方量大、隧道严重堵塞且洞顶土体不稳定的地段，应充分利用残存结构，先采用超前支护、预注浆等措施稳定坍塌体后再进行清方；
 - e) 当洞顶坍塌被大孤石充填且较稳定时，不宜扰动坍塌，可采用临时钢架支护，其上回填 1m~2m 厚混凝土形成护拱后，再进行洞内清方和洞外回填工作。
- 9.2.11 衬砌加固抢通方案应根据衬砌破坏程度、结构稳定状态及其对行车影响大小，结合施工条件综合确定，抢通阶段衬砌加固措施可按表 19 采用。

表18 抢通阶段衬砌加固措施选用表

病害特征	抢通阶段措施
衬砌有少量裂缝，且裂缝以环向为主、裂缝宽度小于 1mm	观察
二衬有少量纵、斜向离散裂缝，且裂缝宽度小于 1mm 或环向裂缝宽度大于 1mm	观察
素混凝土二衬有少量纵、斜向裂缝，但裂缝延展长、宽度大、深入衬砌内部，甚至为贯通裂缝 钢筋混凝土二衬裂缝较多，纵横交织呈网状	钢架支撑，辅以钢筋网片
素混凝土二衬裂缝纵横交织呈网状；衬砌混凝土剥落、掉块、局部跨塌；衬砌大面积垮塌 钢筋混凝土衬砌剥落、掉块、钢筋弯曲外露	喷混凝土、钢架、局部钢管等支顶
衬砌大面积垮塌、洞室整体坍塌	不宜盲目抢通，绕行

- 9.3 抢通阶段衬砌加固措施应符合下列规定：
- a) 适用于灾害等级评定为 C、D 级的情况；
 - b) 威胁行车安全的破损衬砌结构应先进行凿除；对衬砌严重破损，或结构接近于失稳，不能保证通行安全的应对衬砌结构采取加固措施；
 - c) 对于隧道洞身段发生掉块、坍塌、吊顶预埋件松动，规模不大且需保证通行的情况，可在危险段下方布置防护台车，利用防护台车对隧道洞身结构进行补强或者修补；
 - d) 宜采用型钢全断面环向支撑，间距 0.5 m~1.5m，并设置锚杆、钢筋网、喷射混凝土。
- 9.3.1 涌水突泥应急抢通应符合下列规定：
- a) 适用于灾害等级评定为 C、D 级的情况；
 - b) 隧道一侧出现涌水突泥、体量不大但持续时间较长时，可封闭隔离受涌水突泥影响的车道，其余车道慢速通行；
 - c) 隧道涌水突泥的体量较大、压力较高时，可设置临时挡泥堵水墙进行封堵加固。
- 9.3.2 隧道路面及仰拱应急抢通应符合下列规定：
- a) 适用于灾害等级评定为 C、D 的情况；
 - b) 当路面存在较大面积开裂，或一定程度错台、隆起或沉陷等破坏时，应对路面进行清理、整平，可采用砂浆或小石子砼灌封修补裂缝，抹平错台、隆起、沉陷；
 - c) 当路面仰拱结构存在严重错台、折断、隆起或沉陷等灾害影响车辆通行时，应采用工程机械设备对严重损毁的路面结构进行清挖、并应回填后整平、压实；清挖路面施工应跳槽分段进行，必要时可布设临时横支撑；
 - d) 对于清除体积较大时，应加强衬砌结构的监测；
 - e) 对于仰拱隆起严重，可能引起衬砌结构失稳时，应采用微型桩处治或其他适宜加固措施。
- 9.3.3 抽水排气应符合下列规定：

- a) 适用于灾害等级评定为 C、D 级，隧道坍塌或泥石流堵塞，并伴随衬砌破坏导致有害气体进入隧道的情况；
- b) 施工前，应核查有害气体种类、溢出位置、浓度等；施工中，应加强对有害气体的监测与通风及作业人员的保护；
- c) 应结合有害气体溢出位置、浓度，可采取溢出点（裂缝）封堵、引排、通风稀释等措施。加固后对有害气体浓度进行检测，当封堵等措施仍无法隔离时，应加强运营通风，必要时可采取全断面套拱封闭或拆除重建。

注：有毒有害气体泄露可能危及人员生命安全，因此需要封道。通行条件为：空气中氧气浓度不小于 19.5%，一氧化碳的浓度不超过 100cm³/m³，其他有害气体不超过相关规范要求。

9.3.4 隧道抢通过程中应开展监测及现场巡查工作，并应符合下列规定：

- a) 当隧道发生险情需要监测时，应设置洞内外监测点进行应急监测；
- b) 监测仪器的选择应可靠、实用，便于安装和观测，对应急处置期可能出现的地震、暴雨等恶劣环境应有较强的适应性；
- c) 监测手段宜包括简易监测和仪器监测，应做到快速处理、快速分析和快速评价；
- d) 监测宜采用非接触变形监测为主，监测项目宜包括：拱顶下沉、周边收敛、隧底隆起、边仰坡水平位移及竖向位移，具体监测项目应根据隧道变形破坏特征确定；
- e) 隧道抢险过程中应指派专人开展巡视工作，及时上报巡查结果；
- f) 开展监测及巡查工作时，应采取必要措施保证监测作业人员及巡查人员的安全；
- g) 监测及巡视的频率宜根据现场风险情况而定。

9.4 隧道保通

9.4.1 对于受损严重、保通困难的隧道，可采用单洞通过或路线迂回的方式确定保通方案：

- a) 双洞公路隧道其中一个隧洞损毁且短期内难以修复时，可利用另一隧洞保通；
- b) 当洞口段破坏段落长、围岩软弱破碎、清方可能引起大范围崩塌或导致山体滑动时，且满足该隧道长度不长、附近地形地貌允许改线绕行的条件，可放弃原隧道，在洞外采用路线迂回法通过。

9.4.2 保通阶段，隧道边仰坡应采取高效、快速、施工便捷的防护措施进行加固，可柔性防护网、喷射混凝土、钢管桩加固等防护措施。

9.4.3 保通阶段洞口结构的处治应符合以下规定：

- a) 抢通阶段处治后基本稳定的洞口结构，保通阶段可对洞门墙和明洞裂缝进行灌封修补；
- b) 对于基础失稳的洞口结构，可采用基底换填、钢花管注浆加固等措施进行处治；
- c) 对洞口结构损毁严重、防护功能丧失的洞口结构，应采取重建或增大截面加固。洞门墙结构临时重建可采用铅丝石笼洞门挡墙；增大截面加固应采用现浇混凝土结构，混凝土强度等级应不低于 C25，厚度不应小于 300mm，新旧结构间应连接可靠。

9.4.4 保通阶段衬砌加固措施可按表 19 选用，具体技术措施可参照相关技术规范执行。

表19 保通阶段衬砌加固措施

病害特征	保通阶段措施
衬砌有少量裂缝，且裂缝以环向为主、裂缝宽度小于 1mm	观察通行
二衬有少量纵、斜向离散裂缝，且裂缝宽度小于 1mm 或环向裂缝宽度大于 1mm	钢架支撑、锚杆加固、喷混凝土

表 19 保通阶段衬砌加固措施（续）

病害特征	保通阶段措施
素混凝土二衬有少量纵、斜向裂缝，但裂缝延展长、宽度大、深入衬砌内部，部分为贯通裂缝 钢筋混凝土二衬裂缝较多，纵横交织呈网状	喷混凝土、锚杆加固、钢架套拱支撑，钢波纹管、钢板加固
素混凝土二衬裂缝纵横交织呈网状；衬砌混凝土剥落、掉块、局部垮塌；衬砌大面积垮塌 钢筋混凝土衬砌剥落、掉块、钢筋弯曲外露	喷混凝土，锚杆加固，钢架、套拱、钢波纹管、钢板加固等支顶，破损二次衬砌和初期支护局部恢复
洞室整体坍塌	查明坍塌情况，针对性处理

9.4.5 保通阶段应根据衬砌开裂渗水严重程度、发展情况确定是否进行处治。针对轻微受损衬砌的裂缝及渗漏水修补，宜采用表面封闭法、压力注浆法或引排法；对于集中涌突水段，应专题研究处治方案。

- 9.4.6 保通阶段的路面及仰拱处治宜符合以下规定：
- a) 根据现场情况和通行需求，对开裂路面可采用环氧树脂类材料、水泥砂浆灌封修补，严重损坏的路面结构应进行换板处治；
 - b) 对于隧道路面仰拱结构存在严重错台、折断、隆起或沉陷的情况，应急抢通处理后，保通阶段宜对底部结构拆除重建；
 - c) 对于隧道整体变形严重并导致基底大面积开裂、隆起的情况，应采用注浆小导管、钢管桩或树根桩对隧道基底进行加固后再回填形成通行路面。

- 9.4.7 保通阶段，隧道机电、照明、交安措施应维持基本的运行状态以保证通行的安全，并符合下列要求：
- a) 应增配必要的应急供电设施，并及时更换受损失效的照明设施；
 - b) 对损毁或处于危险悬挂状态的风机应及时拆除，并应根据灾后交通组织方案布置风机；
 - c) 应保证隧道消防设施具备正常的功能，对受损不能正常运营的消防设施应及时抢修；
 - d) 应设置必要的交通引导标志、警示标牌；
 - e) 应设置必要的水马、锥形筒、路栏、防撞筒等安全设施。

10 安全保障辅助措施

10.1 一般规定

- 10.1.1 应急保通应根据应急调查评估结果，协同应急管理、自然资源、地灾处治等相关部门，为车辆通行、抢通保通工作实施等制定安全保障措施。
- 10.1.2 当次生灾害严重威胁道路保通时，应制定应急预案。
- 10.1.3 安全保障辅助措施包括：人工预警、交通管制、巡查监测等。

10.2 人工预警和交通管制

- 10.2.1 在高位崩塌落石、滑坡等灾害发育路段，或地质灾害发育、通视条件较差路段，应布设瞭望哨、观察哨，采用对讲机、口哨、信号旗等方式进行人工预警。
- 10.2.2 保通路段应设置醒目的警示、警告标志标牌。
- 10.2.3 在临时便道、便桥或灾害发育、路基宽度被压缩影响通行的路段，应进行交通管制，以单向、间隔管制通行。

10.3 巡查监测

- 10.3.1 灾区监测宜采用巡查为主，结合人工监测和自动化监测进行。
- 10.3.2 巡查范围及主要内容应包括下列方面：
- a) 路基及防护结构（框架梁锚杆或锚索、挡墙、抗滑桩等）的开裂变形及发展特征；
 - b) 桥梁（伸缩缝、梁体、墩柱、系梁、挡块、锥坡等）的开裂变形及发展特征；
 - c) 隧道（洞门、边仰坡、病害段衬砌等）的开裂变形及发展特征。
- 10.3.3 巡查频次应视地质灾害体规模及特征而定，可采用每天 1 次~2 次，在余震、降雨后应及时巡查；若地灾体、公路结构物持续变形，应安排专人持续跟踪观察。
- 10.3.4 对于无法绕避的路段，在应急抢通保通阶段尚应进行必要的监测工作。监测对象、监测内容及监测手段参照表 20 执行。

表20 应急监测内容及手段

监测对象	监测内容		监测手段
路基	严重威胁公路、变形特征不明的大型不良地质体		布设地面位移观测点，必要时可进行深部位移监测；在地形陡峻、灾害持续发展路段，可采用无人机适时观测
桥梁	人工监测	桥面伸缩缝和护栏拉裂相对变位	在受损桥梁桥面伸缩缝、护栏或路面开裂处布置测点；用游标卡尺或裂缝观测仪量测，每次监测应同时读取温度情况
		墩柱竖直度	在现场架设全站仪，测量并计算墩柱的倾斜度和倾斜量
		墩柱裂缝	监测有无新增裂缝，并观察裂缝长度、宽度变化；选取一定量的典型裂缝粘贴载玻片，监测裂缝变化；若载玻片拉裂，则采用裂缝测宽仪观测
	自动监测	桥梁墩台倾斜	采用小量程高精度倾角仪监测
		桥梁盖梁与 T 梁错位	可在盖梁顶面安装顶杆位移计，位移计顶杆顶在 T 梁横隔板侧面，宜每处同时布置 2 个，分别量测盖梁上两个方向 T 梁的位移
		桥梁墩柱裂缝	可在墩柱或地系梁裂缝最密集的位置或方向，选择裂缝张开程度最大或较有代表性的裂缝安装裂缝计监测
		桥梁三维坐标	在关键位置布置北斗定位系统进行动态监测
隧道	裂缝		采用表面式测缝计，垂直裂缝走向布置，测量裂缝宽度变化，标注不同时期裂缝端部位置，以观测裂缝是否存在延伸
	变形		在隧道内布置监控量测点，监测隧道收敛、沉降和路面隆起
	结构应力		隧道表面粘贴应变计，进行隧道结构应变和应力变化的监测
	基底水压力		在路面处向钻孔，观测水流和水柱高度变化，必要时布置渗压计，监测仰拱底部水压力

A.3 公路隧道应急调查的内容详见表 A.3。

表A.3 公路隧道应急调查记录表

1	调查点编号		路线名称		路线编号	
2	道路技术等级		里程桩号		位置坐标	
3	隧道名称		隧道总长		隧道线别	☐ 左线 ☐ 右线
4	洞口方向	进口		洞门形式	进口	
5		出口			出口	
6	调查部位		受损情况描述		照片编号（或素描）	
7	1. 洞口	进口				
8		出口				
9	2. 洞身衬砌（包括衬砌结构变形、开裂、破损；衬砌渗漏水及涌水突泥；有毒、有害气体泄露等）					
10	3. 洞内路面（包括路面、检修道及仰拱下沉、隆起、开裂错台情况）					
11	4. 附属构造等其他（包括洞内附属设施、交叉口破坏情况，影响灾情评估及影响救援的其他因素等）					
12	隧道灾害评定等级		☐ A-轻微； ☐ B-中度； ☐ C-严重； ☐ D-极严重			
13	隧道通行建议		☐ A 可通行 ☐ B 限制通行 ☐ C 采取措施并管制通行 ☐ D 无法通行			
14	应急保通技术措施建议					
填表人：		复核人：		填表日期：		

参 考 文 献

- [1] GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
 - [2] CJJT 177 气泡混合轻质土填筑工程技术规程
 - [3] CH/T 9008.2 基础地理信息数字成果1: 500、1: 1000、1: 2000数字高程模型
 - [4] JTG H10 公路养护技术规范
 - [5] JTG H11 公路桥涵养护规范
 - [6] JTG H12 公路隧道养护技术规范
 - [7] JTG H21 公路桥梁技术状况评定标准
 - [8] JTG J23 公路桥梁加固施工技术规范
 - [9] JTG 2232 公路隧道抗震设计规范
 - [10] JTG 3370.1 公路隧道设计规范 第一册 土建工程
 - [11] JTG/T 3610 公路路基施工技术规范
 - [12] JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
 - [13] JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范
 - [14] JTG/T 3671 公路交通安全设施施工技术规范
 - [15] JTG/T 5440 公路隧道加固技术规范
 - [16] 四川省交通运输厅公路规划勘察设计研究院. 公路应急抢通保通技术手册[M]. 北京:人民交通出版社股份有限公司, 2018
-