

JTG

中华人民共和国行业标准

JTG XXX—XXXX

公路交通应急处置技术规范

Technical Specification for Emergency Disposal
of Highway Traffic

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国交通运输部发布

20XX年XX月XX日

前 言

根据交通运输部交公路函（2018）244 号文《交通运输部关于下达 2018 年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》的要求，由交通运输部公路科学研究院承担《公路交通应急处置技术规范》的制定工作。

主 编 单 位：

参 编 单 位：

主 编：

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员：

目次

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	4
4	应急侦测.....	6
4.1	一般规定.....	6
4.2	应急侦测灾情信息、基础资料获取.....	6
4.3	宏观灾情侦测.....	6
4.4	路基路面现场应急侦测.....	8
4.5	桥涵现场应急侦测.....	9
4.6	隧道现场应急侦测.....	10
4.7	事故现场侦测.....	11
5	指挥调度.....	12
5.1	一般规定.....	12
5.2	事件分级.....	12
5.3	信息上报.....	13
5.4	应急指挥.....	14
5.5	资源调度.....	15
6	路基路面抢通.....	16
6.1	路基路面应急调查.....	16
6.2	路基路面应急评估.....	17
6.3	交通管制措施.....	18
6.4	路基路面应急处置技术.....	18
7	桥涵抢通.....	34
7.1	桥涵应急调查.....	34
7.2	桥涵应急评估.....	36
7.3	桥涵抢通技术.....	38
8	隧道抢通.....	47
8.1	一般规定.....	47
8.2	隧道应急调查.....	49
8.3	隧道应急评估.....	54

8.4	隧道抢通目标.....	57
8.5	隧道应急抢通技术.....	57
9	事故处理.....	63
9.1	事故应急调查.....	63
9.2	事故应急评估.....	65
9.3	事故应急处理.....	68
10	应急保障.....	77
10.1	一般规定.....	77
10.2	装备保障.....	77
10.3	物资保障.....	83
10.4	通信保障.....	87
10.5	电力保障.....	89
10.6	数据保障.....	90
附录 1		92
附录 2		94
附录 3		97
附录 4		100

1 总则

1.0.1 为规范加强公路交通应急处置工作，特制订本技术规范。

1.0.2 本技术规范适用于高速公路、一级公路、二级公路、三级公路、四级公路及沿线桥涵、隧道等所有设施的突发事件应急处置工作。

1.0.3 交通应急处置技术内容应包括突发事件应急侦测与监测、指挥调度、公路抢通、桥涵抢通、隧道抢通、事故处理、应急保障的有关要求。

1.0.4 公路交通应急处置技术应与公路交通的应急管理模式、所处路段的应急养护相协调，做到现场情况掌握准确、指挥调度及时、应急处理迅速得当。

1.0.5 公路交通应急处置应贯彻国家的技术经济政策，做到灵活实用、经济合理、节能环保、技术先进。

1.0.6 公路交通应急处置应遵循依法应对，预防为主；统一领导，分级管理；规范有序，协调联动的原则。

1.0.7 公路交通应急处置应定期对应急侦测、指挥调度、公路抢通、桥涵抢通、隧道抢通、事故处理作总结与改进。

1.0.8 抢通工作应在调查和评估的基础上，确保最短的时间内完成，保证（救灾）人员、车辆第一时间通过。

1.0.9 公路交通应急处置应定期对应急保障评价。

1.0.10 公路交通应急处置除应符合本技术规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 公路交通突发事件

在自然灾害、事故等原因导致公路交通阻断情况下，需要及时抢通、恢复通行能力的紧急事件。

2.0.2 隧道应急调查

隧道应急调查是通过科学合理手段对隧道灾害成因、类型、规模、严重程度、灾区状况、发生次生灾害的因素、影响抢通工作开展的因素进行调查、了解，为后续隧道抢通方案制定、物资调配、施工组织奠定基础。

2.0.3 隧道应急评估

隧道内发生风险事件后，根据隧道应急调查资料，对确隧道灾害类型、严重程度和灾区状况等进行评估的过程。

2.0.4 次生事故风险等级

隧道内应急事件发生后，诱发出的一连串的其他灾害接连发生，这种现象叫灾害链。灾害链中最早发生的起作用的灾害称为原生灾害；而由原生灾害所诱导出来的灾害则称为次生灾害。

2.0.5 隧道应急评估

隧道发生险情后，根据隧道应急调查结果，对隧道的抢通难度就行评估分级的过程。

2.0.6 公路隧道受损程度

隧道自身结构损部受损的严重程度的定性描述。公路隧道受损程度分为三个等级，其中 1 级的损伤程度为无损伤或轻微损伤，2 级的损伤程度为损伤中等，3 级的损伤程度为损伤严重损伤或坍塌。

2.0.7 隧道抢通目标

根据隧道重要程度、隧道受损程度、隧道抢通难度综合考虑制定的隧道抢通

达到的标准。

2.0.8 交通应急救援装备

用于交通应急救援作业的各类车辆及装备。

2.0.9 交通应急救援物资

用于交通应急救援作业的各类物资及器材。

2.0.10 典型交通灾害事故

公路交通领域发生频次较高、潜在危险性较大的冰雪、风沙、水灾、火灾、地震及其次生灾害和由此引发的交通事故。

2.0.11 电力保障

交通应急处置现场为数据采集设备、通信设备、电动力驱动设备、现场照明设备等提供电力支持的设备与技术手段。

2.0.12 生存保障装备

交通应急处置现场保障救援人员生存、生活所需的饮食、饮水、住宿等后勤保障装备。

2.0.13 应急侦测侦检装备

应急侦测是应用于应急处置先期对交通通行概况、灾害损毁概况进行大范围侦测的遥感、无人机等装备。应急侦检装备是指应用于桥涵无损测量、隧道应急检测、危化品检测、漏液漏电探测等检测仪器与装备。

3 基本规定

3.0.1 公路交通突发事件应分级分类开展应急处置。

3.0.2 公路管养单位应加强公路交通突发事件应急能力建设，强化应急准备，提升预防预警和应急处置实战能力。

3.0.3 依据应急职责权限，公路管养单位应做好以下应急准备工作：

1 根据所辖区域和公路交通突发事件类型及特点，编制突发事件应急预案和应急预案操作手册。

2 建立健全应急组织机构，组建应急救援队伍，储备必要的应急装备和物资。

3 定期组织开展应急培训和演练，落实演练评估，并完善应急准备。

3.0.4 公路管养单位宜组织开展应急能力评估。评估内容应包括应急组织、应急救援队伍、应急物资装备、应急预案、应急演练、教育培训等方面。

3.0.5 依据应急职责权限，公路管养单位应做好以下预防预警工作：

1 根据所辖公路及交通运行环境特点，开展风险辨识、评估和管控，降低公路运营安全风险。

2 开展事故隐患排查治理，及时消除事故隐患。

3 开展公路交通运行状态监测，并根据气象、自然资源等部门发布的预警信息，采取必要防御响应措施，预防突发事件发生。

3.0.6 依据应急职责权限，公路管养单位应做好以下应急处置工作：

1 快速定位突发事件发生位置，及时启动应急预案，开展应急响应。

2 指挥调度本单位应急力量或指导其他应急救援力量，快速抵达突发事件现场。

3 配合公安交管部门做好突发事件现场及周边交通管控与疏导。

4 配合其他应急救援力量做好突发事件现场处置，并实施设施抢通。

5 及时清理突发事件现场，清除影响交通安全的路面残留物，尽快恢复正常

交通秩序。

3.0.7 公路交通突发事件应急处置完毕后，公路管养单位应开展灾后总结评估。总结评估应统计公路基础设施损毁情况，评估应急处置工作成效，总结应急准备、应急响应、应急处置等存在的问题，提出改进措施并完善。

4 应急侦测

4.1 一般规定

应急侦测是指灾害发生后，利用卫星遥感侦测技术、航空摄影遥感技术、专业人员现场侦测等技术手段，结合公路上已安装的各种对交通设施长期监测技术手段，对受灾区域的公路交通设施在短时间内完成前期侦测，掌握灾害对公路交通设施的危害程度，确定灾害发展的阶段，从而为抢险救灾指挥部门及时掌握、准确研判灾情提供依据，同时也为后续道路交通应急抢险抢通行动提供信息支撑和安全保障。

条文说明：本章中所涉及的专业人员现场侦测针对的是无需使用或不具备使用宏观的卫星遥感侦测技术、航空摄影遥感技术，在发生已经影响公路交通通行或有很大潜在风险影响通行的严重灾害后，需要派专业技术人员对受灾影响的路基路面、桥涵、隧道及发生的事故进行快速侦测。本章的现场专业人员侦测目的为短时、快速的获取灾情信息及公路设施损毁情况，有别于6、7、8、9章中针对抢通的详细现场调查。

4.2 应急侦测灾情信息、基础资料获取

灾害发生后，为辅助技术专家和指挥决策人员进行判断、决策，除侦测具体灾情外，还需同时收集灾情信息及灾害区域道路、地形、地质环境以及气象信息等。需获取资料内容如下：

- 1 从接警信息中获取的有效灾情信息，从媒体渠道获取的灾情信息。
- 2 受灾区域的道路、地形资料。
- 3 公路工程地质勘察单位获取的受灾区域的地质环境（地貌类型、岩土体特种、地质构造、水文地质等）。
- 4 从气象、国土等部门获取的受灾范围内日常气象监测与预报信息，地质灾害预报预警信息。

4.3 宏观灾情侦测

4.3.1 公路交通应急灾情宏观侦测手段包含卫星遥感侦测技术、航空摄影遥感

技术（包括无人机**应急**侦测技术），其侦测任务是快速获取灾区整体和局部重点区域影像数据资料，获取受灾区域的公路交通设施损毁及沿线地质灾害等要素信息，编制道路损毁及沿线地质灾害类型、规模及灾害分布遥感解释图件，进而准确分析灾区公路交通设施损毁类型及滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的规模、空间分布特性及影响程度，以辅助对灾情做出正确评估。

4.3.2 卫星遥感侦测技术主要适用于大范围受灾区域、大规模地质灾害体及区域环境地质条件的侦测，高分辨率卫星可用于局部受灾区域及特定灾害体的调查。卫星遥感侦测面积大、范围广、速度快、效果好，但因其重访周期的制约，很难及时获得灾区的影响数据。

4.3.3 航空摄影遥感技术（包括低空无人机应急侦测技术）是快速获取灾情的重要手段。在灾情侦测领域，主要适用于对局部受灾区域及特定地质灾害体的侦测。在发生滑坡、崩塌、泥石流、易燃易爆等危险环境下，可替代侦测人员进入现场侦测，避免人员伤亡的前提下全面、细致的获得现场灾情信息。航空遥感灾情侦测主要利用航空飞机搭载光学相机等任务设备对灾区整体或局部进行航拍，获取公路损毁地区的照片和遥感影像数据，将灾害事故现场的情况全部收录传至现场指挥部，以全面收集、了解受灾公路区域的整体情况。

航空摄影遥感技术中的低空无人机技术具有飞行高度低、操作方便、机动灵活，受云雾天气影响小、获取成本低，可以实现高精度测量，获得影响分辨率高等优点，能对灾害发生情况、影响范围及潜在次生灾害的侦测提供有力支持。该侦测方法机动有效弥补了卫星遥感、高空载人航空遥感和传统现场侦察方法的不足，成为近年来灾情快速侦测的一种迅速兴起的重要手段。对于一些急难险重的灾害现场，专业人也无法开展现场侦测的情况下，无人机侦测可以无视地形和环境开展侦测。

条文说明：无人机移动侦察是通过无人驾驶飞行器搭载传感设备，快速获取作业区域地物信息，并进行数据处理、信息提取与分析应用。涉及遥感传感器技术、遥感控制技术、通信技术、差分定位技术等。无人机移动测量任务可搭载各种移动测量中常用传感器，包括光学传感器（非量测型相机、量测型相机等）、红外传感器、多镜头集成测斜摄影相机、机载激光雷达、视频摄像机等。也可搭载其他侦测仪器（如可燃气体检测仪、有毒气体检测仪），对易燃易爆、化学事

故现场的相关气体进行检测，从而获得关键灾情信息。目前现有高精度航测设备体积大、质量重，只用少数载荷大的大型无人机才能使用，因此在实际作业中，应根据侦察任务的不同和无人机的额定载荷量，准确配置任务载荷。

4.4 路基路面现场应急侦测

4.4.1 若路基处发生沉陷、垮塌、断裂，应侦测沉陷、垮塌、断裂的程度、位置、影响范围及对车辆通行的影响程度。若发生路基水毁，还应侦测水流情况、路基缺口大小以及排水设施情况。具体侦测内容及所对应技术手段如下：

对路基发生的灾情侦测，可由现场专业人员估测（亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器将影像回传指挥部）。对于路基沉陷、垮塌、断裂侦测，还可进一步使用便携、快速侦测仪器（皮尺、钢卷尺、GPS 定位仪、激光测距仪）、基桩侦测仪器（非金属超声波检测仪、低应变仪、承载力测试装置及高应变仪）、激光扫描技术、冲击回波法等获取灾情信息。

条文说明：4.4.1 激光扫描技术对天气变化敏感，精确度差，用于正常天气。冲击回波法用于检测混凝土及内部结构断裂、剥离现象，可检测缺陷深度。

4.4.2 若边坡发生大规模滑坡、崩塌灾害，应侦测边坡滑动深度、沿行车方向崩塌程度、断层的错动情况以及对车辆通行的影响程度。可由现场专业人员估测（亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器将影像回传指挥部）。可进一步使用便携式测量仪器（皮尺、激光测距仪、手持水准仪）、激光扫描技术、超声检测技术、冲击回波法等技术侦测灾害空间属性。

4.4.3 若路基构造物发生挡土墙、支挡结构的损毁，应侦测挡土墙坍塌、损毁、倾斜的严重程度，对车辆通行的影响程度；侦测支挡结构的坍塌、断裂程度，对车辆通行的影响程度。对于路基构造物的灾情侦测，可由现场专业人员估测（亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器将影像回传指挥部回传指挥部）。可进一步使用便携式测量仪器（皮尺、激光测距仪及手持水准仪）侦测灾害空间属性。

4.4.4 若发生由落石、泥石流、滑坡、雪崩等灾害的导致的路面覆盖、掩埋，应侦测覆盖、掩埋路面的程度、位置信息、影响车辆通行情况；若发生沙埋，应侦测沙埋的厚度、影响范围、影响车辆通行程度；若发生雪灾、冰害，应侦测路面的湿滑程度。对于发生在路面的灾情，可由现场专业人员估测（亦可由携带的

照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器将影像回传指挥部)。对于由落石、泥石流、滑坡等灾害的导致的路面覆盖、掩埋,可进一步使用便携式测量仪器、测量机器人技术侦测灾害空间属性及影响范围。若发生沙埋、雪灾、冰害等病害,可选择使用便携测量仪器测量路面掩埋厚度、影响范围等属性;可选择使用抗滑性检测类仪器(摆式仪、构造深度测试法和横向力系数测试仪)进一步侦测湿滑程度。

4.5 桥涵现场应急侦测

4.5.1 若桥梁上部结构的梁体发生严重位移、缺损,应测量位移及缺损的程度、发生的位置;若梁体支撑严重受损,应侦测受损位置、程度;若拱桥的拱脚发生位移严重超限,应测量位移程度;若腹拱开裂、实腹拱的侧墙与主拱圈间是否脱裂,应测量开裂及脱列的程度;若缆索(吊)桥、斜拉桥发生断索或断丝,锁塔发生倾斜变形、沉降,应侦测倾斜的角度、变形及沉降的程度;若钢结构出现焊缝探伤,应侦测探伤的程度。

1 对桥梁上部结构发生的灾情现场侦测,可由现场专业人员估测(亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器将影像回传指挥部)。

2 对于位移、变形、错位的侦测,可进一步使用便携式测量仪器(皮尺、激光测距仪)量测、微波形变雷达检测技术;

3 对于倾斜程度的侦测,可进一步使用角度测量仪器、垂线法;

4 对于焊缝的探伤程度侦测、腹拱开裂程度开裂程度,可进一步使用裂缝观测仪、微波形变雷达检测技术、升发射法检测技术、超声波探伤技术。

条文说明:4.5.1 微波形变雷达检测技术是一种基于微波干涉技术的创新雷达,微波形变雷达不需要与观测目标区域有直接接触,受云雾阴雨等气象条件、恶劣环境的影响较小。

超声波探伤技术在进行桥梁构件检测时,超声波能够穿透混凝土结构并在其中传播较远的距离,并且使用安全,操作简便。

声发射法检测技术是利用桥梁自身的内部缺陷,因而可以实现连续的动态检测,比较详细、准确地了解桥梁的内部变化。同时,分析与研究发声位置之后,裂缝的大小、种类、开裂速度、最大荷变应力都可以得到比较详细地认识。

4.5.2 若支座发生大位移滑移、支座临空情况,应侦测滑移、临空程度。主要由现场专业人员估测(亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器回传影

响资料到指挥部)。

4.5.3 若桥墩发生严重开裂,应侦测开裂的位置及程度;若墩柱发生损毁、倾斜,应侦测损毁程度、倾斜的角度。对桥墩发生的灾情侦测,主要由现场专业人员估测(亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器回传影像到指挥部)。进一步可使用便携式测量仪器(尺、垂线法、微波形变雷达检测技术、超声波探伤技术)侦测损伤、倾斜程度。

4.5.4 若桥台台身、侧墙出现垮塌、位移,应侦测垮塌、外倾、滑移的程度。可由现场专业人员估测(亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器回传影响到指挥部)。进一步可使用便携式测量仪器(尺、垂线法、微波形变雷达检测技术)侦测滑移、垮塌、倾斜程度。

4.5.5 若基础基础发生倾斜、桩出现严重水平位移,应侦测基础的倾斜程度、水平位移的位置及程度。对基础的灾情侦测可由现场专业人员估测(亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器将影像回传指挥部进行估)。进一步可使用微波形变雷达检测技术测量。

4.5.6 若伸缩缝发生严重竖向高差或错台、纵向开离和横向错位,应侦测严重程度及对车辆通行的影响程度;若桥头引道是否发生严重沉陷、隆起、坍塌,应侦测发生的位置、程度及对车辆通行的影响程度。主要以现场专业人员估测为主(亦可携带照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器回传资料由后方判断)。

4.6 隧道现场应急侦测

4.6.1 若隧道洞口存在滑塌、崩塌、洞门段坍塌导致洞口掩埋,应侦测洞口的掩埋程度;若洞口边仰坡发生严重垮塌、土石失稳,应侦测垮塌程度、失稳风险性;若发生洞门结构严重开裂、沉陷、错台,应侦测开裂、沉陷、错台的程度。对洞口发生的灾情现场侦测,可通过现场隧道专业人员侦测(亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器将影像回传指挥部)。侦测洞门结构开裂、沉陷、错台程度,可进一步使用裂缝观测仪等技术进行测量。

4.6.2 若衬砌发生大范围开裂、错台、剪切移位和垮塌,拱顶坍塌的情况,应侦测开裂、错台、剪切移位和垮塌、拱顶坍塌规模、范围及对车辆通行的影响程度。可使用智能机器人进入隧道侦测,保障安全情况下可由现场专业人员估测(亦可由携带的照相机、摄像机、单兵记录仪等仪器回传资料给指挥部门)。可进一

步使用裂缝宽度检测仪、裂缝深度测试仪、钢尺等进行测量。

4.6.3 当隧道内发生涌水突泥情况时，应快速侦测病害原因，侦测大致已发生涌水量和涌泥量。应现场估测涌水突泥对车辆通行的影响程度，进一步可用流速仪来测定隧道涌水量。

4.6.4 当隧道内发生有害气体泄漏情况时，应使用便携式气体检测仪对一氧化碳、氯气、氮氧化物的浓度进行初步侦测。

条文说明：4.6.4 在隧道内有危化品泄露情况时，需要对气体浓度进行侦测，可适用机器人，或保障安全的前提下利用便携式气体检测仪进行测量。

4.7 事故现场侦测

4.7.1 事故现场侦测应侦测涉事路段基本信息，侦测内容包括路段编号、路段名称、事故发生位置（起止桩号、运行方向、位置信息）、技术指标以及管理单位等。

4.7.2 事故环境信息侦测，应侦测包括道路阻隔情况以及路面状况，并获取周边气象环境信息（包括温度以及各类天气状况，例如雾、冰雪、霜、雨以及恶劣天气）。

条文说明：4.7.2 事故环境信息除侦测道路阻隔及路面情况外，还要气象状况侦测（雨雪、大风等）以确保清障车辆可施工作业，同时还要侦测事故点附近的地质条件是否能够支撑起重机，若事故发生在桥梁、隧道等特殊路段，还应对桥梁、河流情况进行侦测。

4.7.3 事故基本信息侦测。主要侦测事故类型、事故形态、事故严重程度、事故原因初步勘测结果以及事故初步后果等。

1 若有载运爆炸性、易燃性、毒害性、放射性、腐蚀性、传染病病原体等危险物品车辆发生事故，应确定危险物品的化学性质。

2 事故初步后果应包括涉事车辆类型及数量、涉事人员数量、人员伤亡以及车辆损失情况。

4.7.4 交通状况侦测主要是侦测事故周边道路的道路条件、交通拥堵情况，评估是否适合清障救援车辆通行。

条文说明：4.7.4 交通状况侦测主要是检查通往事故位置的可选路径的道路条件（道路宽度、路面情况等）和交通状况，是否适合救援车辆通行。

5 指挥调度

5.1 一般规定

5.1.1 公路交通突发事件应急处置指挥调度工作应按照属地管理的原则，建立健全责任明确、分级响应、条块结合、保障有力的应急管理体系。

5.1.2 执行应急处置任务与职责的单位，应根据所属管辖地区行政管理级别，建立相应级别的应急组织机构。

5.1.3 应急组织机构应明确应急指挥调度程序，施画应急指挥调度工作程序图，应急指挥调度程序应与上级指挥调度程序相衔接。

5.1.4 应建立与其他应急管理、公安、环境、医疗等相关部门的协作机制，协作机制应包括信息沟通、资源共享、应急联动等关键内容。

5.1.5 宜建立本应急机构范围内的应急指挥调度平台，辅助开展应急处置工作。平台功能应包括信息报告、先期处置、事件判别、预案启动、资源调度、应急处置、响应终止等。

5.2 事件分级

5.2.1 公路交通突发事件按照发生对公路的影响，分为特别重大（Ⅰ级）、重大（Ⅱ级）、较大（Ⅲ级）和一般（Ⅳ级），如表 5.2.1 所示。

表 5.2.1 公路交通突发事件分级标准

级别	描述	事件严重程度描述
Ⅰ级	重大	① 突发事件导致国家干线公路交通毁坏、中断、阻塞，通行能力影响周边省份，抢修、处置时间预计在 24 小时以上。 ② 其他需要由交通运输部提供应急保障的突发事件。
Ⅱ级	较大	① 突发事件导致国家干线公路交通毁坏、中断、阻塞，抢修、处置时间预计在 12 小时以上。 ② 突发事件导致省级干线公路交通毁坏、中断、阻塞，抢修、处置时间预计在 24 小时以上。 ③ 其他需要由省级交通运输主管部门提供应急保障的突发事件。
Ⅲ级	一般	① 突发事件导致国家干线公路交通毁坏、中断、阻塞，抢修、处置时间预计在 6 小时以上。 ② 突发事件导致省级干线公路交通毁坏、中断、阻塞，抢修、处置时间预计在 12 小时以上。

级别	描述	事件严重程度描述
		③ 其他需要由市地区交通运输主管部门提供应急保障的突发事件。
IV级	轻微	其他由公路所属企事业单位负责处置的突发事件。

5.3 信息上报

5.3.1 公路应急组织机构获取突发事件信息后应根据图 5.3.1 所示流程图逐级上报。

5.3.2 公路应急组织机构应据事件级别，应在 2 小时内以电话、书面或电子邮件等形式上报相关机构。

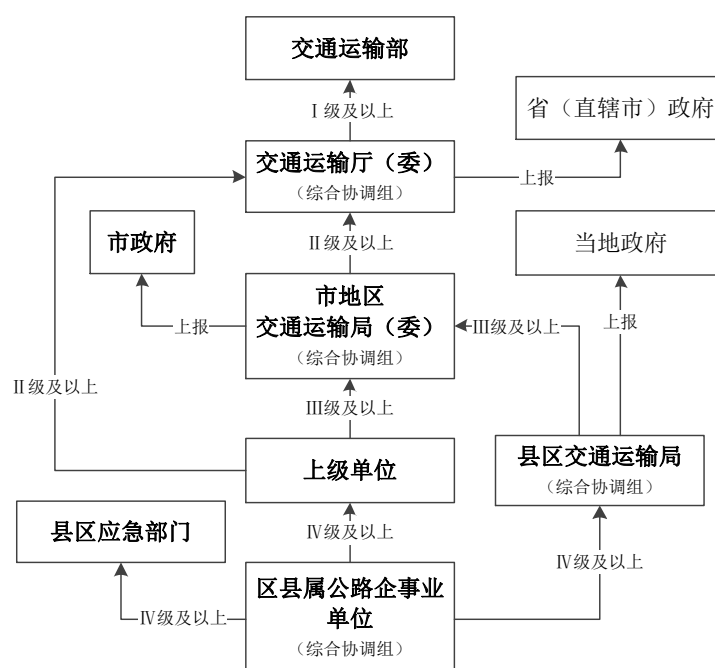


图 5.3.1 突发事件上报流程图

5.3.3 信息报送内容要简明准确、要素完整、重点突出，应包括以下要素：

- 1 事件发生的时间、地点及信息来源。
- 2 事件起因、性质、基本过程、已造成的后果以及影响范围和事件发展趋势。
- 3 已采取的措施、下一步的工作计划。
- 4 信息报送单位、联系人和联系电话等。应急组织机构先期处置应以保障应急救援人员安全为前提。

5.3.4 为了便于开展救援，减少损失，应以电话等形式及时向其他应急管理、公安、环境、医疗等相关部门通报公路交通突发事件信息，信息应包括以下要素：

- 1 事件发生的时间、地点及信息来源。
- 2 事件已造成的后果以及影响范围。

5.4 应急指挥

5.4.1 接到突发事件信息应立即启动相关应急预案，开展先期处置工作，先期处置应以保障应急救援人员安全为前提。先期处置工作应包括：

- 1 探明突发事件对交通的影响，紧急疏散拥堵交通，维持现场秩序，及时上报现场状况。
- 2 判别突发事件的演化与二次事件发生的风险，紧急采取安全措施，以及前期救援工作。

5.4.2 应根据突发事件性质，判别公路交通突发事件类型，按照事件类型、严重程度、可控性、影响范围及应急处置能力确定突发事件级别。

5.4.3 经过事件判别，达到启动相关应急预案启动条件，应立即启动应急预案，应急机构相关人员应按照应急预案要求迅速开展应急救援工作。

5.4.4 应按照应急预案开展应急处置工作，处置能力不足时应及时向上级应急组织机构求援，当有更高应急机构开展应急救援工作，应听从更高应急机构指挥。

5.4.5 应按照应急预案终止条件发布应急响应终止指令，且应与上级应急组织机构终止指令保持一致。

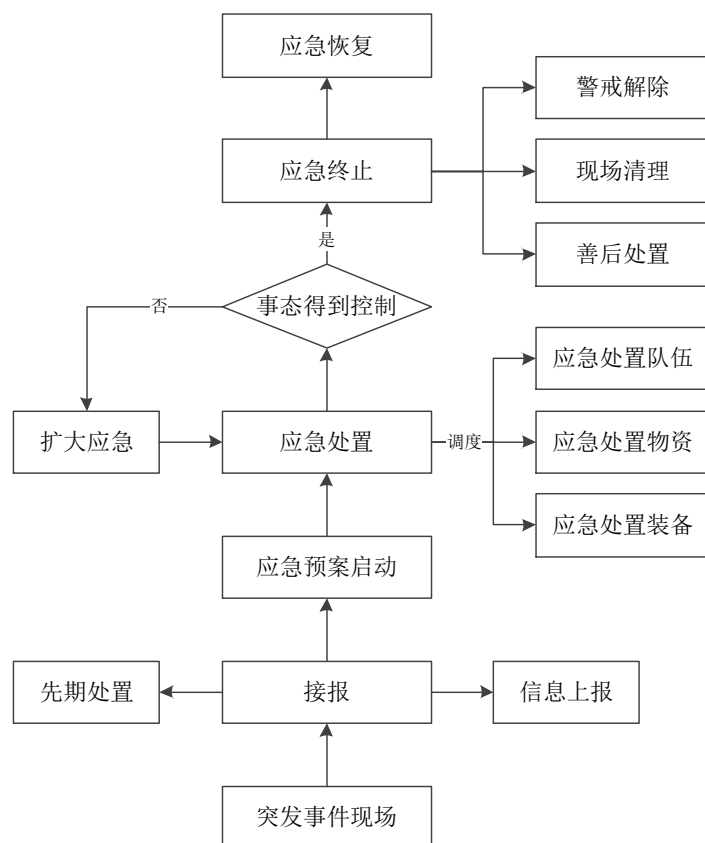


图 5.4.1 突发事件应急处置流程图

5.5 资源调度

5.5.1 应按照突发事件类型及需要的救援设备资源对应急资源进行分类。

5.5.2 应急资源分为通用型应急资源和专用型应急资源，应按照突发事件类型进一步细分细类。

5.5.3 应急资源应结合所处位置，运输方式快速性特征，以最快运输方式明确调运路径。

5.5.4 公路应急机构应明确准备阶段、实施救援阶段应急资源调度方法与方式。

5.5.5 公路应急机构应急建立应急资源调度的工作程序、资源调度机制以及适当的调度手段与工具。

5.5.6 应急资源调度应结合属地应急管理机构和上级应急管理机构应急资源布局综合开展。

6 路基路面抢通

6.1 路基路面应急调查

6.1.1 应急调查的事前准备主要包括以下工作：

- 1 灾害发生后应立即收集灾区区域地质资料、勘察设计文件、管理养护资料，并同步收集国土及其他救援部门的遥感、无人机调查成果资料。
- 2 准备调查器材、通讯器材、定位设备、记录表格、记录工具、防护及医疗设备。
- 3 调查器材主要包括皮尺、钢卷尺、罗盘、照相机、摄像机、GPS 定位仪、激光测距仪、手持水准仪、望远镜等。

6.1.2 应急调查主要包括以下内容：

- 1 地质灾害主要调查灾害点位置、地质灾害类型、分布范围、影响公路长度；地形坡度、岩土体类型、基岩结构面特征；坡面汇水条件、地下水及（井）泉特征、河流冲淤特征；边坡、支挡结构、防护结构变形破坏特征。
- 2 路基本体病害主要调查路基型式、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。
- 3 路堑边坡病害主要调查边坡几何特征（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。
- 4 支挡结构病害主要调查结构物型式、段落长度；岩土类型、基岩结构面特征；河流关系、水文特征；支挡结构受损特征、范围。

6.1.3 应急调查流程和方法应符合以下要求：

- 1 应按照调查准备、应急调查、应急评估及抢通技术四个环节开展工作。
- 2 以调查、简易测量、影像资料收集等方法为主。
- 3 调查人员主要利用调查工具，按线路桩号对主要灾损点进行调查，并充分利用数码相机、摄像机对关键路段或受灾部位进行拍照和摄影。
- 4 对部分第一现场已经改变的灾损点，应尽可能收集曾经到达现场人员的记录、照片、录像或其他资料。
- 5 在主要灾损点调查时应填写灾害应急调查表，并及时整理出调查成果，对主要灾损点进行应急评估，提出应急抢通建议。

6.2 路基路面应急评估

6.2.1 路基路面受损程度可由轻到重分为三级，即Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级。

6.2.2 路基本体受损程度评价标准如表 6.2-1 所示。

表 6.2-1 路基本体受损程度分级标准

损毁等级	受损程度	主要特征描述	危险性	可否通行
Ⅰ	轻微破坏	路基无明显破坏，路面存在轻微裂缝或凹凸鼓胀现象	不影响正常使用	正常通行
Ⅱ	中度破坏	路基受损较明显，路面出现开裂错台、凹凸鼓胀现象，个别路段路基出现滑移、沉陷、坍塌等病害	行车不便	限制通行
Ⅲ	严重破坏或毁坏	路基受损明显，路基大部分坍塌、滑移、沉陷，滑坡体、泥石流或崩塌落石等堵塞路面	车辆无法通行	禁止通行

6.2.3 边坡受损程度评价标准如表 6.2-2 所示。

表 6.2-2 边坡受损程度分级标准

损毁等级	受损程度	主要特征描述	危险性	可否通行
Ⅰ	轻微破坏	边坡无明显破坏，防护结构受损不明显，基本不影响边坡的防护功能	不影响正常使用	正常通行
Ⅱ	中度破坏	边坡有小型滑坡、崩塌现象，防护结构有小范围损伤，局部防护功能削弱	行车不便	限制通行
Ⅲ	严重破坏或毁坏	滑坡、崩塌现象严重，砸毁或整体掩埋路基，边坡防护结构受损明显，防护功能失效	车辆无法通行	禁止通行

6.2.4 支挡结构受损程度评价标准如表 6.2-3 所示。

表 6.2-3 支挡结构受损程度分级标准

损毁等级	受损程度	主要特征描述	危险性	可否通行
Ⅰ	轻微破坏	出现轻微的沉陷、滑移等现象	不影响正常使用	正常通行
Ⅱ	中度破坏	出现明显的沉陷、滑移和细微的裂缝等现象	行车不便	限制通行
Ⅲ	严重破坏或毁坏	出现明显的裂缝、断裂、垮塌等现象	车辆无法通行	禁止通行

6.2.5 根据路基本体、边坡、支挡结构受损情况，被调查路段综合评定为Ⅱ和Ⅲ级时，调查人员应提出应急抢通处治和交通管制措施建议。

6.3 交通管制措施

6.3.1 交通管制措施宜根据路基路面应急评估的建议实施。

6.3.2 采取的交通管制措施应围绕交通组织方式来确定。

6.3.3 对限制通行路段，在限制通行期间应派专人定点指挥，控制车辆交通，维持行车秩序。

6.3.4 对限制通行路段，可采取下列一项或多项限制措施：

- 1 实行半幅通行的限制措施。
- 2 单车道居中通行的限制措施。
- 3 限速、限载行驶的限制措施。
- 4 分时控制的限制措施。

6.4.5 应及时通过广播、电视、电台发布交通管制信息，并在距离机动车入口的适当位置设置交通管制信息牌等措施。

6.4 路基路面应急处置技术

6.4.1 次生灾害监测与预警

1 地质灾害发育、通视条件较差或高位崩塌落石、滑坡等灾害发育路段，应安排专人持续跟踪观察，根据灾害发育程度进行人工预警。

2 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，应采取交通管制，单向、间隔管制通行。

3 大型滑坡、山体变形开裂路段，通过观察较难判断其灾害发展趋势时，应开展地质灾害区域及受损结构物的巡查、监测。

1) 巡查范围及内容包括地灾体、边坡及防护结构等的开裂变形及发展特征等。

2) 巡查频次应视地灾体规模及特征而定,一般可每天 1~2 次,在余震、降雨后应及时巡查。

3) 若地灾体、公路结构物持续变形,应安排专人持续跟踪观察。

4) 对严重威胁公路、变形特征不明的大型不良地质体,应及时布设地面位移观测点,必要时可进行深部位移观测,及时判明灾害体变形发展趋势。

5) 对于地形陡峻、灾害持续发展路段,可采用无人机进行适时观测,获取灾害体最新发展动态。

6.4.2 路基沉陷应急处置技术

1 路基沉陷应急处置有机械回填、路基拓宽、注浆加固等措施。

2 路基沉陷应急处置措施选择可遵循以下原则:

1) 路基已发生沉陷,但沉陷部分整体趋于稳定,短期内仍保持一定通行能力的路段可采用路基土石方机械对沉陷路段进行回填、整平、压实。

2) 半填半挖路基纵向沉陷开裂、沉陷部分稳定性不足的路段可采用路基进行拓宽措施。

3) 裂缝已贯通形成圈椅状,错台高度大,边坡稳定性不足的路段可采用注浆加固措施。

3 机械回填应遵循以下操作原则:

1) 有条件的装运透水性好的砂石或级配碎石料进行回填,标准以路面不出现陡坎为宜。

2) 取料不宜或时间紧迫时,用挖掘机先将沉陷交接处的陡坎挖除,或在陡坎附近形成斜面过渡。

3) 在雨季时,必须对裂缝进行填塞处理,并利用路拱坡度排引地下水。

4) 在处理路段应安装限速警示标识牌,并采取交通管制措施。

5) 未来得及处理而通行的路段,需用石块顺裂缝间隙进行防护和标识。

条文说明：3 当回填后路基承载力不能满足要求时，可使用两层木板（或钢板）夹树干（或粗壮树枝）形成简易路面进行减压处理，针对在车辆行驶过程中出现的路基较大沉降情况，可采用加铺树干等处理。

4 路基拓宽应遵循以下操作原则：

- 1) 可采用路基土石方机械挖除部分上边坡，对路基进行拓宽。
- 2) 在处理路段应安装警示标识牌，并采取交通管制措施。

5 注浆加固应遵循以下操作原则：

- 1) 用路基土石方机械挖除路基错台，并进行整平、压实。
- 2) 临时通车后，再对严重开裂范围进行注浆加固处理。
- 3) 在处理路段应安装限速警示标识牌，并采取交通管制措施。

6.4.3 路基坍塌应急处置技术

1 路基坍塌应急处置有全部填土、拦边填土、换填泡沫轻质土、凹形竖曲线通过法、改移线位法等措施。

2 路基坍塌应急处置措施选择可遵循以下原则：

- 1) 坍塌体工程量不大、取土方便，现场人力、机械充足的路段可采用全部填土措施。
- 2) 坍塌体工程量大或取土困难的路段可采用拦边填土措施。
- 3) 路基出现大幅度滑移、坍塌，而场地水环境敏感，难以采用普通土石填筑或其他方式处治时可采用换填泡沫轻质土措施。
- 4) 坍塌部分段落较长且取土修复困难路段可采用凹形竖曲线通过法。
- 5) 时间紧、滑坡崩坍地段和傍山地段内侧堑坡及其防护加固工程严重破坏，滑移侵入限界，有相应的拨道位置等情况的路段，可向路基内侧（或靠山侧）改移路线，达到单纯通行宽度。

3 全部填土法应遵循以下操作原则：

- 1) 填土应分层摊铺整平压实。
 - 2) 紧急情况下可适度缩小路基宽度、变陡边坡。
 - 3) 双车道路基宽度不小于 7m,路面宽度 6m;单车道路基宽度不小于 4.5m,路面宽度 3.6m。
 - 4) 边坡坡度一般为 1:1.5,受水浸淹部分的边坡采用 1:1.75~1:2;路堑边坡根据土壤的性质而定,一般为 1:0.5~1:1.5。
 - 5) 纵坡宜不大于 10%;填土高度较大时,可采取土工格室加固;如车流量大,可进行土路改善或铺设简易路面。
- 4 拦边填土法应遵循以下操作原则:
- 1) 拦边填土有袋装土(石)拦边、片石拦边、石笼拦边、简易桩板墙拦边、土工编织袋永久挡墙、微型桩快速加固技术等方式。
 - 2) 拦边施工时基底应整平夯实。
 - 3) 拦边高度一般控制在 5m 以内。
- 5 换填泡沫轻质土应遵循以下操作原则:
- 1) 轻质土强度要求:路槽下 80cm 范围内抗压强度 1.2MPa,其余区域抗压强度为 1.0MPa。
 - 2) 轻质土按水平分层浇筑施工,每层厚度应小于 1m,浇筑时软管出料口应埋入轻质土中。
 - 3) 轻质土路堤一般填筑高度不大于 10m,极限填筑高度一般不大于 15m。
- 6 凹形竖曲线通过法应遵循以下操作原则:
- 1) 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,形成凹形曲线,新的路基顶面进行整平压实。
 - 2) 当因车辆爬坡能力差、车辆载重量大、地面湿滑等原因,车辆不易通过缓坡时,可采用撒铺碎石、加铺捆扎圆木等措施,以提高地面承载力和抗滑能力。

7 内侧拓宽通行应遵循以下操作原则：

- 1) 内侧拓宽通行有填平靠山侧边沟、内侧加宽路基、清理靠山侧坍塌落石、适度开挖内侧边坡等方法。
- 2) 填平靠山侧边沟前可在边沟底铺设排水管道。
- 3) 开挖的土石方使用机械配合人工清理至下边坡。
- 4) 改移线位后，路面上应设置警示标志。

6.4.4 路基水毁应急处置技术

1 路基水毁应急处置的原则是固基护脚，以疏为主，疏堵结合。可视水毁类型，采取土石填筑、透水路堤、便道绕避、搭设便桥及增设护脚、坡面防护、挡墙等措施，必要时待洪水过后再行处置。

2 当涉水路段较长时，在制式桥梁数量足够的前提下，应优先采用桥梁进行跨越以达到快速通行的目的。

3 路基缺口抢修措施应遵循以下操作原则：

1) 当路基缺口较浅，水已退干，当地有土、碎石等填充料时，可就地取土，填土恢复。

2) 当缺口处有积水时，若有石料供应，宜采用抛填片石的方法修复。

3) 当水流速度较快，现场石块尺寸较小，抛投后立即被水冲走时，可采用抛石笼的方法。

4) 当路基缺口较长，河道改移，新河道流速达 3m/s 以上时，可采用淤死新河道，修复路基的方法。

5) 当路基缺口较深较长，或路基冲毁后尚有流水且流速过大不能填筑时，应修筑临时性便桥。临时性便桥的基础视冲刷和地质情况采用桩基或片石基础，应防止不被洪水再次冲毁并满足行车要求。

4 路基水毁沉陷抢修措施应遵循以下操作原则：

1) 沉陷开裂严重路段应适当填补处理。

2) 对裂缝已贯通形成圈椅状、错台高度大、边坡整体稳定性明显存在问题的路段,在维持半幅通行的同时,应采用坡脚码砌片石或砂袋、坡体打设钢管桩等增加路基稳定性的措施做应急加固处理。

3) 若路基已大面积垮塌,应重新回填处理或码砌砂袋抢通。

5 路肩挡土墙垮塌抢修措施应遵循以下原则:

1) 对垮塌破坏的挡土墙,可采用码砌片石或砂袋,打通宽度不小于 3m 的单车道,以保障通行,两端设“单向通行”的警示标志。

2) 对外倾、侧移、墙面鼓胀、基础脱空的挡土墙,可维持通行或半幅通行;基础脱空严重的路段,应及时采取片块石嵌补、混凝土支撑墩等措施进行处理。

6 路基滑塌抢修措施应遵循以下原则:

1) 路堤坡脚被洪水冲毁,或路堤边坡因降水后强度下降,不能维持自身平衡而发生边坡滑塌。当在半填半挖地段的填方一侧滑塌且另一侧路肩较宽时,可限速通车,然后组织力量修复。当一侧边坡滑塌且路基下有积水时,可用抛石填筑的方法,抛石达到高于水面时,上部可继续抛石填筑,或用草袋或塑料袋填土堆筑,也可用河砂或炉渣等透水材料填筑。

2) 当土质路堤的路肩裂缝下错,但尚不会马上坍塌时,可在边坡上打入木桩,桩进入滑塌面以下稳定土体的长度大于桩总长一半为宜。为了增强抗滑力,桩顶可用连杆纵横连接起来。

3) 为了提高抢修速度,可将车辆开到坍塌处卸车,直接让片石滚到边坡下面,利用片石或土进行边坡反压。反压片石的用量一般根据路堤高度和长度而定,反压的垂直高度为坍塌体高度的一半即可,宽度根据坍塌体厚度不等而不等。

4) 当路基背水坡有坍塌征兆时,应采取上部削坡减载,下部固脚等措施。在坡脚堆筑泥土或砂袋稳住险情,对路基不稳定的地方,应先固基。如滑坡已形成,抢通时应在滑坡体下部做固脚。

5) 当路基坍塌后,若表面单薄、渗水严重,可采用滤水还坡方法抢修,

恢复加固路基断面。先将滑坡体顶部陡坎削成缓坡，清除表面松土杂物，做好导渗层；在坡脚堆放块石或土袋固脚，然后直接回填砂性土，加大或恢复成原来的路基断面。

7 路基渗水抢修措施应遵循以下原则：

1) 水不深、流速不大的地方可在迎水面用黏土或麻袋装土进行帮土和码砌，并用土工膜防渗。长度要超出渗水地段两端 5m 以上，高度要高出水面 1m 以上，底部覆盖路堤的坡脚。

2) 背水坡土体过于稀软或堤坝断面过于单薄、渗水严重的情况可将地面软泥、草皮、砖石等杂物清除，按反滤层的要求分层填铺砂石、土工织物等反滤材料，反滤材料和块石应适当延伸到坡脚外。

3) 对堤身单薄，渗水范围大，又缺少砂石料的地方，可利用麦秸、稻草等细料和柳枝、芦苇等粗料，铺料要上下细，中间粗，上部填土夯实，保持路堤自身的稳定。

8 路基水毁坍塌抢修措施应遵循以下原则：

1) 分段挖除已滑动的松软泥土；

2) 从地面起用草袋装透水性强的砂土，往上逐层堆砌(坡率应小于 1:1.5)，一直堆砌到坍塌面以上 0.25m；

3) 砂袋厚度应在 1m 以上。

4) 若情况较严重，可用草袋装炉渣作垫层，干砌片石做护脚，然后以砂土草袋回填。

6.4.5 滑坡体堵塞路面应急处置技术

1 滑坡体应急处置一般遵循“先加固，后清理”的原则。时间紧迫时，可先清理，再加固，但要防止滑坡体坍塌，引起二次灾害。

2 滑坡体应急处置措施有清除障碍物、开挖便道、搭设便桥、改线绕避等。

3 滑坡体应急处置措施选择可遵循以下原则：

1) 当阻塞物工程量不大且清挖后不会导致滑坍物进一步下滑时,可采用土石方工程机械全部清除障碍物。

2) 当阻塞物体量巨大而无法短期内彻底清除,或滑坍体清挖后会引起上边坡进一步垮塌,存在较大安全隐患时,可直接在滑坍体上开挖便道,使机械、车辆从阻塞物上通过。

3) 当路基遭受大面积滑坡,公路损毁非常严重,难以在短时间内抢通时,可改线绕行。

4 清除障碍物应遵循以下操作原则:

1) 清挖的阻塞物应就近弃堆。当掩埋阻塞物路基下方有居民、河道或农田等不适宜就近弃土时,可采用挖掘机、装载机配合自卸车进行远运弃土。

2) 如果滑坍体清挖后会引起上边坡进一步垮塌时,应对上边坡采取防护措施,然后进行清挖整平。

3) 当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,可采取抛掷爆破将阻塞物抛掷到路基下边坡一侧。

5 开挖便道应遵循以下操作原则:

1) 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。

2) 当阻塞物段落长度几百米到几公里时,应采用“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。

3) 重机路便道纵向坡度可达 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$,重机路打通后可进一步削顶形成供其他轮式车辆通行的一般便道,供救援车辆的便道纵坡可按 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 控制。

4) 待大规模抢险救灾物资设施通过或者生命抢救的黄金时间过后,再考虑采用普通挖运设备清理阻塞物,恢复道路原有设计断面。

6 改线绕行应遵循以下操作原则:

1) 选线应根据灾害分布范围、地质、地形等综合因素而定。在路线各个控制点附近较大区域内, 结合当地情况确定出路线的方向和基本位置。

2) 选线时可充分利用原有道路, 尽量减少桥涵数, 避免高填和深挖, 便于就地取材筑路, 尽量减少占用耕地, 避开重要建筑物。

3) 应急道路选线时主要考虑道路纵坡、坡长、曲线半径等因素。

6.4.6 泥石流堵塞路面应急处置技术

1 泥石流应急处置遵循以防为主、以避为宜、以治为辅的原则。对于大规模的泥石流, 短期内无法投入大量人力物力保证原有路线畅通时, 可考虑以改线和架设临时钢桥的方式进行避让; 对于小规模或不易避让的泥石流, 根据泥石流灾害的类型特征、影响因素、致灾机理、影响范围和对路线的威胁程度, 采取及时有效的处治措施。

2 泥石流应急处置措施有机械清淤、钢板路基箱、混合石渣换填、木板车辙道路面+承载伞、抛石、石笼防护路基、搭设便桥、改线绕避等。

3 泥石流应急处置措施选择可遵循以下原则:

1) 对规模较小的坡面泥石流, 可采用土石方工程机械辅助人工方法清除淤泥, 并在坡面上方设置紧急截排水构造物。

2) 对于大型泥石流掩埋较深路段, 可采用钢板路基箱、木板车辙道路面等制式装备对路面进行快速修复。

3) 当泥石流沟谷内汇集新的水流且流量较小时, 可采用抛石防护。

4) 当沟谷内可能发生新的泥石流活动时, 由于在清淤时易将抛石防护一同清除, 可采用石笼护坡。

5) 当路线被沟谷泥石流冲毁, 需跨越沟谷时, 可采用制式桥梁。

4 机械清淤应遵循以下操作原则:

1) 在泥石流堆积体上游侧, 按其汇水面积及地形情况, 设置截水沟等。

2) 开挖前, 在堆积体上开设导流槽等, 尽量将堆积体内水排干。

3) 开挖时, 需从堆积体的侧面开始挖掘, 尽量不从堆积体下缘开挖。

4) 对已冲毁的路基, 可采取石渣回填修复。

5) 对稀性泥石流, 清淤时, 仍会造成堆积体滑动的, 可在其上直接垫石渣通过。

5 制式装备使用应遵循以下操作原则:

1) 淤积较浅、承载力较高的路段, 可采用钢板路基箱进行抢通。

2) 当泥石流淤泥较深、承载力较低、钢板路基箱沉降过大不能满足通行需求时, 可采用承载伞上搭设简易路面板的方式进行抢通。

条文说明: 5 由于泥石流掩埋路段的沉降不均匀性, 车辆通行过程中钢板之间出现缝隙且逐渐增大, 对车辆和人员的安全造成隐患。在实际操作过程中, 可使用铁链将相邻的两块钢板进行链接, 使多块钢板形成一个整体, 降低单个钢板因受力不均匀而导致的沉降和位移。在预计沉降较大的路段, 可在路基箱下事先加铺一块钢板以减缓沉降。木板车辙道路面其原理与钢板箱路面相似, 虽然操作简便、材料易于取得, 但难以满足大型车辆的通行需求。

6.4.7 崩塌物堵塞路面应急处置技术

1 崩塌物应急处置措施有清除障碍物、填筑坡道、搭设便桥、改线绕避等。

2 崩塌物应急处置措施的选择可遵循以下原则:

1) 当路线上方存在可能进一步滑坍的松散崩塌堆积体时, 可采用土石方机械清除障碍物, 所清除的土石方可作为沿线路堤小范围坍塌时的回填材料。

2) 当阻塞物方量巨大且含大块岩石较多时, 宜采用机械清理, 同时沿崩塌体边缘进行回填, 形成半填半挖便道。

3) 对可移走的巨石, 可采用两台以上挖掘机协同作业进行清除。

4) 对不具备移除条件的巨石, 可采用爆破清方或破碎清方后, 再进行机械清除。

5) 对无法移除或爆破的巨石, 应对其进行掩埋, 在其前后填筑斜坡道路供抢险设备和车辆临时通行。

- 6) 当崩塌方量较大,地形过于复杂、完全不具备抢通条件时可改线绕避。
- 7) 在道路抢修之前,应对边坡的危岩先进行清除或防护。
- 3 机械清除障碍物应遵循的操作原则同本规范 6.4.5 中第 4 条。
- 4 巨石爆破清除应遵循以下操作原则:
 - 1) 巨石爆破清除可采用常规爆破法、静态破碎法、机械破碎法等。
 - 2) 巨石周边无建筑限制,有条件实施直接爆破的场地时,可采用常规爆破法。
 - 3) 巨石处于边坡不稳定地段、人口聚居地及其他不适宜采用传统工艺的情况时,可采用静态破碎法。
 - 4) 巨石处于不能实施常规爆破,且机械可以到达的地点时,可采用机械破碎法。
- 5 松散大块石堆积体爆破清除应遵循以下操作原则:
 - 1) 松散大块石堆积体爆破清除可采用定向爆破、微震爆破等方法。
 - 2) 劳力缺乏、交通不便及无施工场地的工点可采用定向爆破。
 - 3) 需要减少对周边山体及边坡扰动影响时,可采用微震爆破。
- 6 边坡危岩爆破清除应遵循以下操作原则:
 - 1) 边坡危岩爆破清除可采用裸露爆破、浅孔爆破、深孔爆破等方法。
 - 2) 危岩体主要为悬石或体积不大且有多条裂缝的孤石时,可采用裸露爆破。
 - 3) 地质灾害造成边坡岩体拉伸、错位,在垮塌面形成多条横向或纵向裂缝从而形成危岩体时,可采用浅孔爆破。
 - 4) 危岩体工程量巨大,垂直高度在 7~15m、水平宽度在 3~10m,临空面较好,没有裂缝或裂缝发展缓慢,只需卸载就可以确保边坡稳定,危岩体在短期内不会崩塌且简易潜孔钻机可运送到工作面时,可采用深孔爆破法。

条文说明：4~6 对危岩体的处理有多种技术措施，如打抗滑桩、喷锚支护、钢丝绳固定、爆破处理等。由于受地质条件、地形地貌特征、道路抢通时间、应急交通运输等因素的制约，在公路抢通初期一般选择具有施工灵活、受自然条件约束较少、处理彻底等优点的爆破法对危岩进行处理。

当道路因自然灾害被掩埋时，一般情况下掩埋体组成物质比较松散破碎，实施爆破清障具有成孔难、不易形成爆轰作用等特点，同时考虑到堆积体周边地质地貌受自然灾害作用已遭破坏，为了减少爆破冲击的影响，减少对周边山体及边坡的扰动，需采用微振爆破方案。

在松散破碎堆积体中成孔时爆破的基础，传统的凿岩机成孔工艺和方法有局限性，根据堆积体组成的不同，应采用振动成孔或冲击成孔工艺。

6.4.8 路面应急处置技术

条文说明：6.4.8 路面破坏的主要特征是破碎粒径较小，路面起伏不大，对通行影响一般不大。如果路面破坏严重，其相应的路基段也会遭到破坏，可以归类到路基破坏类型进行处理。在应急条件下的道路保障对路面的修复不作为重点内容，但是可以构筑临时性路面以及制式路面。

1 路面应急处置有土路改善、利用就便路面器材铺筑临时道路、利用简易器材铺筑临时道路、利用制式路面器材铺筑临时道路等措施。

2 路面应急处置措施选择可遵循以下原则：

1) 为了提高土路的通行能力，当情况允许时应就地取材对土路进行改善。

2) 沙滩、泥泞、雪地、沼泽、岸滩等低承载能力的地段，可利用就便路面器材或制式路面器材及装备铺筑临时道路。

3 土路改善应急处置措施可遵循以下操作原则：

1) 土路改善的厚度应根据土壤性质、材料种类及交通量等而定，通常为 15~20cm。

2) 改善黏土路采用层铺法或拌和法，改善砂土路采用拌和法。

3) 层铺法粒料的最大粒径一般应小于 5cm。

4 利用就便路面器材铺筑临时道路可遵循以下操作原则：

条文说明：4 在路面抢修时，由于使用要求急，筑路时间紧，故一般为土路面。为增强路面强度和稳定性，提高其通行能力，可按照就地取材，制作简便的原则，铺设各种简易路面。

- 1) 利用就便路面器材铺筑临时道路的原则是就地取材、制作简便。
 - 2) 就便路面器材有束柴路面、圆木路面、可卷圆木路面、木板车辙路面、竹片路面等，在已改道绕行时，可采用泥结碎石等路面形式。
 - 3) 当泥泞较深时，可用两层束柴纵横重叠铺设成双层束柴路面。
 - 4) 当泥泞较深时，可铺设多层圆木，条件允许时还可在圆木上铺设车辙板。
 - 5) 可卷圆木路面适用于淤泥不超过深度 15cm 的松软泥泞地段。
 - 6) 木板车辙道路面适用于淤泥不超过深度 20cm 的松软、潮湿地段或较浅的泥泞地。
 - 7) 竹片路面适用于淤泥不超过 20cm 的水稻田及松软泥泞地。
- 5 利用简便器材铺筑临时道路可遵循以下操作原则：

条文说明：5 由于地基的沉降性，钢板之间易出现缝隙，且逐渐增大，对车辆和人员造成安全隐患。在实际操作中，可使用铁链将相邻两块钢板进行链接，使多块钢板形成一个整体，降低单块钢板因受力不均而导致的沉降和位移。在预计沉降较为严重路段，可在路基箱下事先加铺一块钢板，以减缓沉降。

在通车过程中，应经常清扫钢板面上的杂物，防止摩擦力减少，车辆打滑，同时延长钢板使用寿命，必要时也可在板上加焊防滑条。

- 1) 简便器材有钢骨架路面、硬化钢板路面、土工合成材料路面、复合加固路面等。
- 2) 钢骨架路面适用于一侧山体高大陡峭，道路开挖或爆破拓宽困难，而另一侧为石质路基，且路基稳定性较好的情况。
- 3) 硬化钢板路面适用于软基和泥泞路段，因天气及现场施工条件难以短时间对路基进行处置，而又要求保证一定的承载能力和通行能力的情况。

4) 土工合成材料路面特别适用于在潮水浸泡的海岸滩涂及有泥、有水的软基地段。

5) 复合加固路面适用于路基特别松软，特别是泥石流浆掩埋道路时。

6 利用制式路面器材铺筑临时道路可遵循以下操作原则：

1) 制式路面器材有钢板路基箱、机械化路面等。

2) 钢板路基箱适用于松软、泥泞路段。

3) 机械化路面适用于沙滩、泥泞、雪地、沼泽、岸滩等低承载能力的地段。

6.4.9 沙害中的路面应急处置技术

1 沙害中的路面应急处置有机械清沙、铺设机械化路面、工程防沙等措施。

2 沙害中公路应急处置措施选择可遵循以下原则：

1) 机械清沙适用于积沙量大的堆积沙路段。

2) 铺设机械化路面适用于埋沙层较厚，机械清理较为困难，且起伏不大的沙害路段。

3) 适用于在机械清沙后的进一步防沙。

3 机械清沙应急处置措施可遵循以下操作原则：

1) 机械清沙方法有沙漠公路清沙车清沙、推土机清沙、装载机清沙、平地机清沙等。

2) 推土机清沙宜将路面积沙推至公路下风侧 50~60m 外摊平，同时在公路两侧 30~60m 范围内修筑平整带。

3) 装载机清沙宜将路上积沙运至路基两侧 10~20m 外摊平。

4) 当埋沙厚度较薄时，宜采用平地机沿线进行清理；当埋沙厚度较厚时，宜采用多台平地机梯队式作业，直至清理出原路面为止。

4 铺设机械化路面应急处置措施可遵循以下操作原则：

- 1) 做好防护带设置, 保证应急路面不被流沙掩埋。
 - 2) 当使用轻质可卷式路面时, 应做好其固定措施, 防止大风导致路面移动。
- 5 工程防沙应急处置措施可遵循以下操作原则:
- 1) 工程防沙应急处置措施有化学固化剂防沙、袋装沙障、土工方格沙障、土工尼龙网(布)覆盖等。
 - 2) 公路沙害防治的化学固化剂有土壤凝结剂、土工编织袋等。
 - 3) 袋装沙障适用于在应急抢通中机械、人工充足的情况。
 - 4) 土工方格沙障适用于在逼近公路的沙丘上使用, 并与其它应急抢通手段结合使用。
 - 5) 土工尼龙网(布)覆盖适用于快速短期防止公路沙害的情况, 应设置于防护体系中部或公路边坡, 并做好相应的固定措施。

6.4.10 冰雪灾害中的路面应急处置技术

- 1 冰雪灾害中路面的应急处置原则是力保车辆通行, 尽可能减少封道或不封道。
 - 2 应在连续上下坡、急弯处重点防范, 加强监测, 增加安全措施。
 - 3 冰雪灾害中的路面应急处置有机械清除冰雪、人工清除冰雪、化学法清理冰雪等措施。
- 4 冰雪灾害中路面应急处置措施选择可遵循以下原则:
- 1) 机械清除冰雪适用于积雪路段长、人工除雪不能满足要求的情况。
 - 2) 人工清除冰雪适用于机械不足或不易清理的情况。
 - 3) 化学法清理冰雪适用于机械法不能抢通道路的情况。
 - 4) 如遇连续降雪天气, 应保证路面积雪清理完成后持续保持路面通行状况。当道路上的积雪厚度超过 5cm 时, 即应进行扫除工作。

5) 积雪厚度在 20cm 以下时,可用镐铲或刮板等简易除雪工具扫除;厚度在 20cm 以上时,用扫雪机、平地机、推土机等机械予以清除。当机械缺乏时,可采用畜力拖带木板刮板代替,再辅以人工清除残雪。

6) 路上积雪清除后,宜将路基两侧积雪进行整理,使其表面堆成 1:6~1:8 的坡度。

7) 应在桥梁、连续上下坡、急弯处重点防范,加强监测,增强安全措施。

8) 在冰雪灾害中,要力保车辆通行,尽可能减少封道。

9) 山区险峻路段积雪应及时清除,并在路基边缘设置简易视线诱导标志。高寒地区可采用积雪做成雪墙护栏,并设安全警示标志。路堑积雪量过大时宜推至或运至路堑段落以外。

10) 融雪材料的选择应优先考虑环境友好型融雪材料,且应根据不同道路结构、不同气温条件选择相应型号。

11) 冰冻灾害严重且仍然持续降雪的情况下,应在道路上撒适量的防滑材料。防滑材料可根据所处区域就近取材,要运至已清除完成的路段进行撒布。

7 桥涵抢通

7.1 桥涵应急调查

7.1.1 应急调查工作宜由应急调查、评估人员库中有经验专业人员承担。

7.1.2 应急调查应以实现抢通为目标，并从总体上把握桥涵的安全性和适用性。

条文说明：桥涵的安全性包括桥涵的整体稳定性以及承载能力，适用性主要指桥涵的通行能力。

7.1.3 应急调查按调查内容不同可分为，与桥涵整体稳定性相关的调查，与桥涵承载能力相关的调查，与桥涵通行能力相关的调查。

7.1.4 应急调查应按不同灾害特点，对照表 7.1-1 实施。应急调查的范围应涵盖灾情超过其设计预期的所有桥涵部构件。

条文说明：调查对象包括桥涵主要承重构件、次要承重构件、结构连接构造、结构防垮塌、落梁措施以及结构附属构件等。此外，除桥涵本身外，还应包括引道、被交道路，及桥（涵）址附近区域可能存在的安全隐患都应予以调查。

7.1.5 对于大范围或区域性灾害，应急调查应以救灾生命线和重要线路上的桥涵为优先调查对象。

7.1.6 桥涵应按如下要求开展应急调查。

1 应急调查应以事前规划好的流程开展，并遵循快速组织实施、重要线路优先、优先掌握整体、定期报告的原则开展实施。

2 对于调查车辆无法接近被检对象时，可在保证人员安全的情况下，采取徒步或借助轻便交通工具抵近调查。

3 对于受损桥涵的应急调查应以目视检测为主，借助简单便携式装备为辅。而对于地震、泥石流等灾害导致大面积范围的桥涵受损，还需借助遥感或航拍、无人机拍摄等技术对桥涵受损进行宏观调查。

4 常用便携检测装备包括裂缝比对卡，长度测量器具，望远镜，铅锤，手持照明设备和记录笔，摄录设备等。

表 7.1-1 桥涵应急调查的重点调查部位与内容

调查对象		重点调查部位与内容	
与桥涵整体稳定性相关的调查	整体稳定性	是否完全垮塌、落梁、部分垮塌、部分落梁或存在明显不安全状况	
与桥涵承载能力相关的调查	上部结构	预制拼装梁、板桥	梁体（检查纵、横向位移方向与量值，损伤、缺损或过火范围与程度等） 梁体支承（有效支撑面积、滑移位移） 梁端（位移或撞击其他结构的情况） 梁板间横向联系部件（开裂、错位、混凝土破损等）
		连续梁桥（或刚构桥）	梁体（检查纵、横向位移方向与量值，缺损或过火范围与程度等） 支撑位置附近箱梁腹板、底板，预应力锚固齿板等；（开裂、混凝土破损、预应力崩脱等）
		拱桥	主拱拱脚、拱顶部位（下沉、开裂、破损） 拱上建筑（腹拱或行车系开裂，立柱（墙）、侧墙开裂、倾斜等，或过火范围与程度等） 拱圈（肋）间的横向联系（松脱、脱落或贯通裂缝等）
		缆（吊）索桥	缆（吊）索断索或断丝，剧烈异常振动等 其他同梁桥或拱桥
	支座		支座错位、串动、严重变形，是否失去正常支承功能，造成相关上下部结构严重损坏等
	下部结构	桥墩	盖梁（冲切开裂、碰撞破损、过火范围与程度等） 抗震挡块（冲切开裂、碰撞破损） 抗震锚栓（冲切弯折、混凝土及锚栓拉拔破坏） 墩柱顶部、底部及与系梁约束部位（环向贯通开裂、钢筋外露屈曲、混凝土塑性铰、混凝土崩胀等） 墩柱整体倾斜、过火范围与程度等 系梁（环向贯通开裂、钢筋外露屈曲、塑性铰等）
		桥台	桥台背墙（梁撞击背墙、或台后填土挤压背墙、桥台处形成拥包） 桥台侧墙（侧墙开裂、外倾、滑移、垮塌或台内填土挤出等） 桥台台身（拱座根部开裂、台帽与台身分离、台身垮塌、较大位移等） 桥台锥坡（塌陷、下沉）
	基础		地基基础（土体开裂、滑移，液化，冲蚀，掏空等） 桥梁基础（桩水平位移，倾斜、自由长度改变）
与桥涵通行能力相关的调查	桥面及伸缩缝		桥面铺装（开裂、起伏） 伸缩缝（竖向高差、纵向开离和横向错位）
	桥头引道		桥头引道（沉陷、隆起、坍塌）
	附属设施		护栏、管线、标志、标牌（倒塌、歪斜）

7.2 桥涵应急评估

7.2.1 桥涵应急评估可由应急调查、评估人员库中有经验专业人员实施。以目视、简单仪器调查为基础，结合有经验专家检查、描绘与评定相结合的方式开展应急评估。

7.2.2 调查评估人员现场踏勘，近距离抵近调查后，开展结构整体稳定性、结构承载能力与桥面通行能力的评估，并填写评估表，给出正常通行、限制通行、禁止通行的评估结论。桥涵应急调查评估样表见附录 1。

7.2.3 应急评估的桥涵损伤可分为三级，即由轻到重，可划分为Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ级。

7.2.4 与结构整体稳定性相关的评估标准见表 7.2-1。与结构承载能力相关的评估标准见表 7.2-2。与桥面通行能力相关的评估标准见表 7.2-3。

表 7.2-1 与结构整体稳定性相关的对应损伤桥涵可否通行评估标准

损伤等级	损伤程度	损害状况描述	危险性	可否通行
Ⅰ级	轻微损伤	结构无或存在轻微偏位、倾斜、沉陷，桥梁总体无坍塌、滑移	结构较安全	正常通行
Ⅱ级	中等损伤	结构存在明显偏位、倾斜、沉陷、局部坍塌、局部落梁等	结构损伤但无立即坍塌危险	限制通行
Ⅲ级	严重损伤或坍塌	结构严重偏位、倾斜、沉陷、滑移、液化、基础掏空、掩埋、垮塌、落梁	结构垮塌或明显不安全	禁止通行

注:与结构整体稳定性相关的损伤，一般是指通过宏观、总体体的目测调查，即可发现或予以判断桥梁通行能力的损伤。

表 7.2-2 与结构承载能力相关的对应损伤桥涵可否通行评估标准

损伤等级	损伤程度	损害状况描述	危险性	可否通行
Ⅰ级	无损伤或轻微损伤	上下部结构轻微开裂或偏位；支撑体系有轻微位移、倾斜、脱空或开裂等病害；吊杆（拉索）防护层轻微或无破损；短时间内不会对承载能力降低产生影响，承载力方面没有发生异常变化。	结构较安全	正常通行
Ⅱ级	中等损伤	上下部结构明显开裂、下挠或偏位；支撑体系有明显位移、倾斜、剪切、脱空或开裂；吊杆（拉索）异常振动或非断裂破损；对承	结构承载力受损无立即危险	限制通行

损伤等级	损伤程度	损害状况描述	危险性	可否通行
		载能力降低产生一定影响,在二次灾害和活载作用下,损伤不会加重。		
Ⅲ级	严重损伤或坍塌	上下部结构严重开裂、变形或偏位,受力钢筋(束)暴露、明显变形,甚至屈服断裂,受压区混凝土崩裂;支撑体系严重脱空,甚至无支撑;吊杆(拉索)断索;倒塌、半倒塌,落梁或构件失稳等;对承载能力降低产生严重影响,可能导致落梁等致命性损伤。	结构承载力不足或明显不安全	禁止通行

注:与承载能力相关的损伤,一般是指结构主要承重构件在地震、泥石流、火灾、意外撞击、风灾等作用下,如梁、拉索、支座或桥墩、柱等出现典型的受力病害。

表 7.2-3 与桥面通行能力相关的对应损伤桥涵可否通行评估标准

损伤等级	损伤程度	损害状况描述	危险性	可否通行
I级	无损伤或轻微损伤	轻微高差、开离、隆起、沉陷、坍塌或少量障碍,对车辆通行不会产生影响	通行较平稳	正常通行
Ⅱ级	中等损伤	明显高差、开离、隆起、沉陷、坍塌或局部障碍,对通行能力和舒适性有一定降低	行车系损伤、通行能力受较大干扰或影响	限制通行
Ⅲ级	严重损伤或坍塌	严重高差、开离、隆起、沉陷、坍塌或大量障碍,不适于车辆继续通行	行车系严重受损、通行存障碍或受阻	禁止通行

注:与桥面通行能力相关的损伤,一般是指影响桥面车辆通行的缺损或病害。如伸缩缝开张、横向错位,竖向高差或错台;桥面梁板或铺装的坑槽、隆起、沉陷;桥面存在落石等影响通行的障碍物等。

条文说明:本规范从桥涵通行安全性和二次灾害危险性两个方面出发,给出了抢通调查评估的标准建议。该标准依据结构总体或主要承力结构灾损的严重程度,分为轻微损伤,中等损伤,严重损伤或坍塌,并规定与之对应的通行规则,即正常通行、限制通行、禁止通行。

7.2.5 评估人员依据以下标准开展应急评估,评估其可否通行。

1 各项目评估后其中任何一项评定为Ⅲ级者,则本桥涵整体安全评估等级为Ⅲ级,应禁止通行。除评估人员或获准进入的专业人员可短暂停留外,其余一律不准进入。

2 各评估项目中任何一项评定为Ⅱ级者，则本桥涵整体安全评估等级为Ⅱ级，应限制通行。应采取应急抢通措施，防止活载和二次灾害造成损伤持续扩大。桥涵应执行限载、限速、限位措施，除特殊原因外（如紧急需要），在应急抢通完成前，原则上禁止非救援人员和车辆通行。

3 各评估项目全部评定为Ⅰ级者，则本桥涵整体安全评估等级为Ⅰ级，可正常通行。

条文说明：对于抢通调查评估，目前各国均没有较为明确的量化评估标准。综合考虑抢通调查评估的目的、时间要求和调查力量能力，我国公路桥涵抢通调查评估也很难做到按明确量化指标去界定。因而本标准还是以专家经验为主，以应影响桥梁的宏观指标的定性判断。

7.2.6 主管单位可根据管辖桥涵在不同灾害作用下典型损伤的特征，可开展专题研究，基于 7.2.4 条编制对应的评估指标体系，参考附录 2，确定评估指标，指导管辖桥涵应急。

7.3 桥涵抢通技术

7.3.1 桥涵抢通可按以下原则制定方案。

1 桥涵的抢通应尽可能因地制宜，就地取材，采用结构简单，施工方便的应急方案。一般要考虑桥涵的行洪、通航要求，桥跨所处区域的地形与地质环境，桥（涵）址最易获取的应急装备或技术条件，抢通技术方案的时效性等，综合比较后选定合理方案。时效性应作为优先考虑条件。

2 桥涵应急应考虑短期抢通兼顾长期修复原则，将临时通行处治与永久恢复重建相结合，制定抢通技术方案。

3 若受损桥涵应急抢通修复后，其安全性能和使用性能经评估难以恢复到原有技术标准的，可降低标准临时使用或管制通行。

4 对于处于抢通施工期的重要结构，宜针对其安全隐患构件布设监测设备，以保障受损桥涵的结构安全。

7.3.2 桥涵应急抢通技术一般有以下四类。

- 1 交通管制措施技术。
- 2 便道、便桥技术。
- 3 应急修复技术。

4 快速补强及纠偏技术。

7.3.3 经评估为限制通行或禁止通行桥涵，应采取交通管制措施，一般措施可参考本规范第 6.x.x 规定。对于桥涵的特殊要求可按如下执行。

1 交通管制措施要根据桥涵应急评估的建议实施。可采取半幅通行，单车道居中通行，限速、限载行驶或分时控制等限制措施。

2 对限制通行桥涵，在限制期间应派专人定点指挥，控制车辆交通，维持行车秩序。

3 限制通行期间，桥涵再次突发险情时，应立即禁止通行。

7.3.4 因落梁或垮塌而阻断的桥涵，不论其受灾情形为完全落梁损毁或部分落梁损毁，可先考虑绕行，若无可能，则可采取便道便桥技术实施抢通。

1 便道、便桥技术一般包括便道技术，便桥技术，桥改路技术等。

2 对于损毁严重、无法修复利用的桥涵，应优先研究桥改路基通过的可能性方案。改路基技术可按本规范第 6 章相关规定执行。

7.3.5 便道技术的主要使用条件、技术要求如下：

1 桥涵完全垮塌，或者严重损毁，短时间内无法修复和加固，有条件即可桥侧另辟便道时，可优先采用便道抢通。

2 对于部分垮塌的桥梁也可在垮塌、落梁位置填筑路堤，采用便道抢通。

3 便道可采用较低公路标准设置，其路面可就地取材（如泥结碎石或碎（砾）石路面）。

4 便道路线经过河、溪等地表径流时，需设置横穿路基构造物。若流量较小，宜采用涵洞；若流量较大，则宜架设便桥。

5 便道根据所采用材料设施不同，可分为土堤便道、混凝土管涵便道、钢管涵便道、波纹钢管涵便道等。便道涉水，可采用混凝土或钢（铸铁）管涵便道，即便道埋设或钢（铸铁）管涵过水，对泄洪量大时，可采用波纹钢管涵便道。而非流水区由土石料碾压成简易道路即可。

6 桥涵抢通采用便道技术，可执行本规范第 6 章路基路面抢通的要求。

7 施工便道尽量使填挖平衡，必要时设置排水设施。

条文说明：1 便道选线要结合地形地貌，尽量短捷顺直，避免地质情况恶劣的位置，防止发生次生灾害。便道的纵、横线形要保证施工机具和车辆的安全通

行，结合地形，避免过小的曲线半径、长度以及过大的坡度。应根据实际的工程地质条件、边坡高度、填石料种类，选择适当的路基横断面形式和边坡坡度。

2 平原区采用三、四等公路设计标准，丘陵和山岭区则在四等和四等外公路标准灵活处理。曲线半径按抢通公路等级设置，可根据通行需求低于等级道路设置，但平曲线半径一般不小于 15m，特殊困难路段不小于 10m。道路纵坡按抢通公路行车速度要求设置，但一般小于 9%，特殊路段可增加到 10~12%。

3 对于部分垮塌的桥梁也可在垮塌、落梁位置填筑路堤抢通。路基填筑施工时，各桥墩处填筑进度应保持一致，分层夯实，避免墩柱单侧受不平衡推力。路堤填筑至盖梁底面高程后，可采用片石混凝土砌筑挡板，防止路堤填料直接作用于梁体。

5 管涵设计可仅考虑车辆荷载、自重和填土产生的等效荷载作用组合。混凝土管涵常用孔径为 0.75~2.0m，钢（铸铁）管涵适用于更大管径，常用孔径为 2.0~3.5m，管径应根据河流的水力条件验算确定，过水量大可采用双管或多管布置。波纹钢管涵具有较大孔径并且具有高强度，可以满足较大载重的通行；其孔径的选择依据河流水力条件验算确定，常用孔径为 2.0~3.5m，更大跨径通过计算选用更大尺寸或采用双管或多管布置。对于涵身底部土质均匀，下沉量不大时，可不设基础，以砂垫层夯实即可。

7.3.6 便桥技术的主要使用条件、技术要求如下：

1 在危桥（涵）、断桥（涵）或附近应急修建便桥，可采用机械化桥、制式装备化公路钢便桥、舟桥、应急轻便桥等。

2 可根据应用场景，架设时效和通行保障能力等（见资料性附录 3）选择合适的便桥。

3 机械化桥是利用架桥车设备进行架设与撤收的钢结构桥梁，可用于公路桥涵应急抢通，使用条件及要求如下。

1) 一般适用桥头回旋空间大，跨越小河或跨越小沟谷（渠），不宜设临时桥墩，一跨跨越的应急桥。

2) 机械化桥通常架设长度不超过 80m，克服障碍深度不大于 5m，适应流速不大于 1.5m/s。

4 装配式公路钢桥是用型钢焊接的桁架单元拼装而成的钢结构桥梁，使用条件及要求如下。

1) 装配式公路钢桥一般适用桥头回旋空间小，跨越小河或跨越小沟谷(渠)，单跨或多跨跨越的应急桥。

2) 装配式公路钢桥可根据跨度、载重标注要求，搭配组合。

3) 装配式公路钢桥架设施工可采用悬臂推出法、浮运架设法、整孔吊装法、就地拼装法等。

4) 装配式公路钢桥的桥台可采取砌石桥台、型钢笼填片石块等简易形式，可简单处理架设处的基础，满足承载力要求即可，基础适量沉降。

5) 当制式钢便桥支撑的座板支反力超过支撑结构允许或地基的容许承载力时，应加固处理。

6) 装配式公路钢桥以及配套使用的装配式公路钢桥墩的设计、施工与使用应参考《装配式公路钢桥使用手册》实施。

5 舟桥适用跨越较宽、较深江河条件下的应急抢通。采用舟桥器材架设的浮桥，一般在水流速小于 $2.5\sim 3.5\text{m/s}$ ，载重小于 80 吨以下适用。

6 利用机械辅助、人工拼装架设的应急轻便桥，适用与跨越要求小，拼装简单，架设时效快条件下的应急抢通。

6 能适应较大跨径或不同跨径需要的新型组合应急桥，经验证可靠，也可用于替换破坏桥梁或作为临时桥，实施应急抢通。

7 跨越大河或水库桥梁损毁，或崩塌山体形成堰塞湖，淹没公路需要应急抢通，可在危桥(涵)、断桥(涵)或附近两岸选择合理位置，临时开辟简易码头，临时设置舟船摆渡，运送救援人员与车辆。

8 在水流急、不易设置墩台的陡岸峡谷，原桥梁损毁，为开辟生命通道，开展应急救援，解决小型设备、物质的运输，可架设索道桥或溜索保证应急通行。

1) 在非浅层岩基础地区，索道桥锚碇可用可靠、简易的地锚，便于快速施工。

2) 桥面可采取横、纵格构简易桥面系，一般用钢板或木板等便于快速铺设的形式，并布设栏杆。

3) 滑索距障碍物距离不得小于 1.5m ，相邻滑索距离不小于 1.5m 。

4) 溜索的滑行小车制动应平稳、可靠, 并应设制动(缓冲)装置。

9 桥涵损毁, 受地形地貌限制无法采用装配式装备达设桥梁时, 可因地制宜、就地取材, 利用型钢、木材等迅速搭建临时小便桥(钢、木)跨越河道。

条文说明:

6 近年来一些轻质、高强新材料或新型结构形式的组合应急桥被应用于桥梁应急, 这类桥具备模块化设计, 承载力大, 自重轻, 拼装组合灵活等优势, 是未来应急装备的发展方向。

9 临时小便桥(钢、木)一般未经过设计, 其安全性及稳定性不及临时装配式公路钢桥, 适用跨越要求较小时使用。其搭建避免过大的纵向坡度, 便于车辆、人员使用安全。施工所用的钢材、木材要具有足够的承载能力, 防止发生危险。简易便桥的基础宜采用良好的砾石、砂石, 人工夯实。施工及建成后应监测河道的冲刷情况。在桥位附近设置交通指示标志, 指引车辆、行人通行。

7.3.7 桥涵灾后受损严重, 但经临时处治后仍可通车, 为使其尽快实现能通行或受损不继续恶化, 可采用应急修复技术措施进行处治。一般包括以下几种。

- 1 临时铺垫的通行措施
- 2 临时支撑技术
- 3 桥上架桥技术
- 4 防落梁技术
- 5 防落石的被动防护技术
- 6 防水毁冲刷技术

7.3.8 车辆不能正常通行, 但经评估桥涵承载力安全的情况下, 可采用临时铺垫的通行措施。其主要使用条件、技术要求如下:

1 对桥面落差、伸缩缝错开分离较大, 可用易取土石材料、大面积钢板等填塞、铺垫或覆盖于受损的位置, 以迅速恢复中断交通实现临时通行。

2 对台后路基段沉陷, 可采用碎(卵)石等现场易取材料, 回填空洞部位并夯实, 满足车辆通行。

3 桥面受意外破损形成坑洞, 可采取木材、钢板覆盖坑洞的方式予以抢通, 有条件的也可采用快固混凝土, 配筋或添加钢纤维等修补坑洞后, 实现抢通。

条文说明：1 铺垫可根据桥面伸缩缝实际落差，以钢板及板下适当厚度土石予以铺垫平顺，减小车辆通过时的冲击力。钢板应有足够的强度、厚度，保证车辆通行时不发生过大变形。当桥涵发生台后填土沉陷，桥头竖向高差及搭板悬空等损害。

7.3.9 当桥涵上部结构发生严重位移或变形，可采取临时支撑技术，支撑上部结构的梁（拱），防止落梁、垮塌或提升受损上部结构承载力。其主要使用条件、技术要求如下：

1 临时支撑可采用万能杆件、钢管柱、321 钢桁片或临时砌筑结构等，用于提升受损上部结构的稳定性及安全性，规避二次灾害。

2 临时支撑结构承载力或稳定性，应满足现行设计或施工技术规范要求。

3 临时支撑应支撑在可靠基础上，或满足承载力要求的原基础上。

4 在梁底设临时支撑时，支撑点的位置可根据主梁的破坏情况设置。对于预防落梁的临时支撑，支顶点应设置在靠近原有桥墩或上部结构支撑点附近。对于维持上部结构承载力的临时支撑，可根据计算结果确定布置支撑点，一般可设置在主梁受力最不利附近，设单点支撑或多点支撑。

5 支撑桁架梁时，临时支撑点应支顶在桁架节点位置，对支顶处的桁架腹杆进行检算，必要时应加固腹杆或增加支点。支撑梁板时，临时支撑点应支顶在梁板可靠承力区域，当底板或腹板严重破坏时，应避开或予以加强，以承受或传递载重。

6 当拱桥主拱承载力不足时，可采用劲性骨架对拱桥进行临时支撑；当腹拱承载力不足时刻采用型钢或桁架进行支撑。

7 对上部结构主梁承载力受损（崩塌、落石或火灾等）或单根拉、吊杆受损，可采取单点或多点支撑临时支撑，并支撑于主梁受力可靠区域。

8 支撑结构、支撑结构杆件与节点应根据应急通行需求，开展设计、施工或偶然荷载、地震荷载组合作用下的稳定性及承载能力计算，满足相关要求。

9 临时支撑上下端要与原结构有效约束，避免偏压、不均匀受力等。

条文说明：临时支撑的形式应依据其设施的储备和运输情况选用，常见的临时支撑型式有钢管桩、钢桁梁以及临时砌筑结构。适合桥涵发生较大纵（横）向移位的墩、台，利用钢管桩、联系梁拼装临时支撑墩，增加对上部结构的支承，

消除落梁危险。临时支撑的基础应可靠、稳固，支撑结构的承载力和稳定应计算确定。

7.3.10 当上部结构梁体发生严重破坏或严重位移，而桥墩基本完好，有足够承载力时，可利用原桥基础，采取制式便桥越受损桥跨，即桥上架桥应急抢通技术。

- 1 制式便桥应按装配式公路钢桥要求实施。
- 2 当原桥上部结构存在落梁风险时，应设置防落梁措施，避免落梁发生。

条文说明：本方法适用于桥涵上部结构严重受损或发生严重移位，甚至局部落梁或存在潜在落梁危险，但桥墩基本完好，偏移小，有足够承载力的条件下使用。

7.3.11 桥涵应急抢通可采用如钢缆索（或钢拉杆）等或临时限位措施等防落梁技术，限制上部结构与墩（台）支撑结构进一步发生相对位移，预防防落梁引发二次灾害。

1 可采用临时横或纵向挡块，如型钢材料、橡胶块等，限制 T 梁、空心板等梁预制拼装结构与墩台的横向、纵向位移，防止上部结构意外作用下主梁位移量持续增大或造成落梁。

2 可采用对拉钢缆索的方法稳定梁体，避免桥梁发生纵桥向落梁破坏。

1) 应根据梁体的位移量、桥梁跨径特征设计钢索的长度和张拉力。

2) 也可根据桥梁上下部结构的损伤设置多组纵向缆索，中部捆绑于墩柱或者盖梁处，限制或防止落梁，同时限制倾斜墩柱继续偏位。

3) 应急情况下，可直接捆绑、张拉钢索的方法限制梁体纵向位移。钢索通过缠绕绑扎固定。

7.3.12 桥涵防落石的被动防护技术应满足以下要求。

1 针对桥涵的崩塌落石可采用钢丝绳或钢丝织网等柔性防护网等技术，减少或避免落石或崩塌冲击桥面，实现桥涵的应急抢通。

2 可在桥墩或者梁体可能遭受落石等撞击侧，设置刚性支挡结构，阻挡石块，保护桥梁结构，实现抢通。

1) 刚性支挡结构可采取排桩，或挡墙，或排桩与挡墙组合的结构。

2) 应根据实际地形、桥位，确定支挡结构的高度和防护系统的设置范围。

3) 支挡结构要有足够的抵抗冲击的能力。

4) 根据可能发生的崩塌、落石情况,在防护系统落石的一侧,保留足够的场地作为落石槽。

条文说明:1 山区灾害治理措施中圬工砌筑嵌补、锚杆或锚索加固以及混凝土喷射防护技术,由于其施工操作较为繁琐难以适应桥涵落石或崩塌引发的应急抢通。而柔性防护网,具有良好的柔性和较高的强度,能够抵抗集中荷载和冲击荷载,并且施工简单,工期短,可快捷施工,较适于应急条件下的崩塌落石的防护。

7.3.13 暴雨洪灾威胁的桥涵,可采取以下防水毁冲刷技术开展应急处治。

1 桥梁墩台或锥坡、护坡发生冲刷,危及桥梁安全时,可采用抛石、六面体预制块,填片块石、钢丝(型钢)围笼填充块石,沉砂袋或柴排等,进行紧急抢护,提升其防冲刷能力。抛填量不得阻塞泄洪,增加冲刷。

2 为保重要桥梁安全,紧急情况下,可采取挖除或爆破桥头引道泄洪。同时应对河床、岸坡适宜位置设置松木桩或管桩支挡防护,填筑片块石、袋装土等护岸。

3 洪水期应密切关注桥下漂流物通过情况,必要时采取措施引导其顺利通过,避免阻塞泄洪。

条文说明:1 强降雨雪等气候因素均会引发河床冲刷导致基础被掏蚀、沉陷,或直接冲击水中墩台等,可采取上述应急措施。抛投前测量抛投区的水深、流速、地形情况,以确定抛石量、抛石冲距、抛石防护范围。抛填的块石应具有较好的级配,能够抵抗冲刷。

7.3.14 对承载能力评估为Ⅱ、Ⅲ类的桥涵,可采取快速补强加固及纠偏技术,以满足短期通行的安全要求。

1 对于基础严重受损,可采用外包钢管套(无填充或填充)等加固技术对结构进行快速补强。

1) 对于雨季易受飞石撞击的桥墩,可在迎撞面设置填充泡沫铝、聚胺酯等缓冲或吸能材料的钢护筒,提升桥墩的抗冲击能力。

2) 对洪水冲蚀或飞石导致桥墩非严重损伤的,可采取钢管、波纹钢管等填充混凝土或灌浆料等材料,快速增强桥墩抗冲击能力。

2 可在墩身外侧增加钢套或外缠纤维，提升桥墩下部结构延性。

3 为迅速提高受损桥涵的稳定性，可采用千斤顶、顶升支架等设备使桥梁上部结构复位，即顶升复位技术以规避二次灾害发生。应将严重脱空、受力不均等支座复位，将破损严重支座更换。

条文说明：

1 目前成熟应用的加固技术有增大截面法、黏贴材料（钢板、复合材料）加固法、体外预应力以及改变结构体系法等，这类方法由于现场湿工作量大，养护时间长，不适用于受损桥涵的应急用快速加固补强。

钢管外包是将钢管或钢板通过焊接锚固，在桥墩外侧形成套管、箱，为桥墩提供有效的被动约束力，提高墩柱的抗剪、抗弯性能，适用于桥墩严重开裂、压溃或剪坏，而基础基本无损伤情况。

也可在桥墩外面设置钢管套并在套管中填充硬质聚氨酯及有钢筋格栅的防撞保护装置，能够通过能量耗散和延长撞击时间，减小撞击力，保护桥墩。

2 钢套与混凝土柱间可填充快固性的高强砂浆或混凝土。

3 本技术适用于桥涵上部结构沿横向、纵向发生较大位移、扭转或者存在潜在落梁危险，但基础承载力、稳定性可靠条件下使用。这类顶升、纠偏的反力措施宜可灵活选定，除外与常规加固顶升、纠偏无明显差异。一般采取整联桥竖向同步顶升后，再利用滑板，实施横向或纵向纠偏。可以下部结构作为反力支撑，利用锚栓固定的钢结构反力设施，顶升梁体侧面，对梁体进行整联横、纵向纠偏。

8 隧道抢通

8.1 一般规定

8.1.1 隧道抢通应做到事前准备充分、事中反应及时、事后隐患消除。

8.1.2 在道路规划设计阶段应将隧道应急救援力量布局纳入考虑范畴，合理局部救援力量。

8.1.3 制定完善的隧道抢通工作预案，明确事故响应流程、抢通任务安排、责任落实及技术要求。

条文说明：抢通工作预案是灾后公路隧道抢通工作开展的指南。抢通工作预案应针对隧道可能出现的各种灾害类型及不同严重程度进行制定。抢通工作预案包含可能发生的各类灾害情况下各种抢通目标等级对应的抢通实施方案、抢通施工组织、监测措施、抢通工作实施保障等。

8.1.4 根据隧道灾害的类型及严重程度，做好隧道抢通的应急预案及人员、物资、设备的准备工作，并定期开展有针对性的隧道抢通演练。

8.1.5 发生灾害后，应立即开展隧道应急调查和应急评估工作，同时根据应急侦测的对灾情的初步评判通知人员、救援设备、救援物资准备就位，准备实施相应的抢通工作预案。

条文说明：隧道抢通工作可按照图 8.1-1 设定的流程开展。隧道抢通应按照应急侦测→应急指挥→应急调查→应急评估→应急决策→应急实施的思路开展工作。在灾情发生的同时就应启动应急程序进行应急疏散。具体工作内容如下：

(1) 灾情发生后应立即进行人员疏散，启动应急响应的工作，立即开展应急侦测工作。

(2) 应急侦测信息反馈到指挥部后，开展应急调查工作，应急调查应针对灾害类型，灾害的严重情况，就在可能存在的风险已经影响抢通的因素进行调查；同时，还应根据应急侦测信息开始准备救援用人员、物资、设备。

(3) 应急指挥调度单位根据应急调查信息，做出抢通目标的决策。

(4) 隧道的抢通措施宜根据灾害成因、类型、规模、严重程度等具体情况，因地制宜，选用一种或多种组合措施，达到抢通目标等级，做到抢通工作快速、安全、经济。具体的想抢通方法多种多样，不宜规定具体做法，达到目的即可。

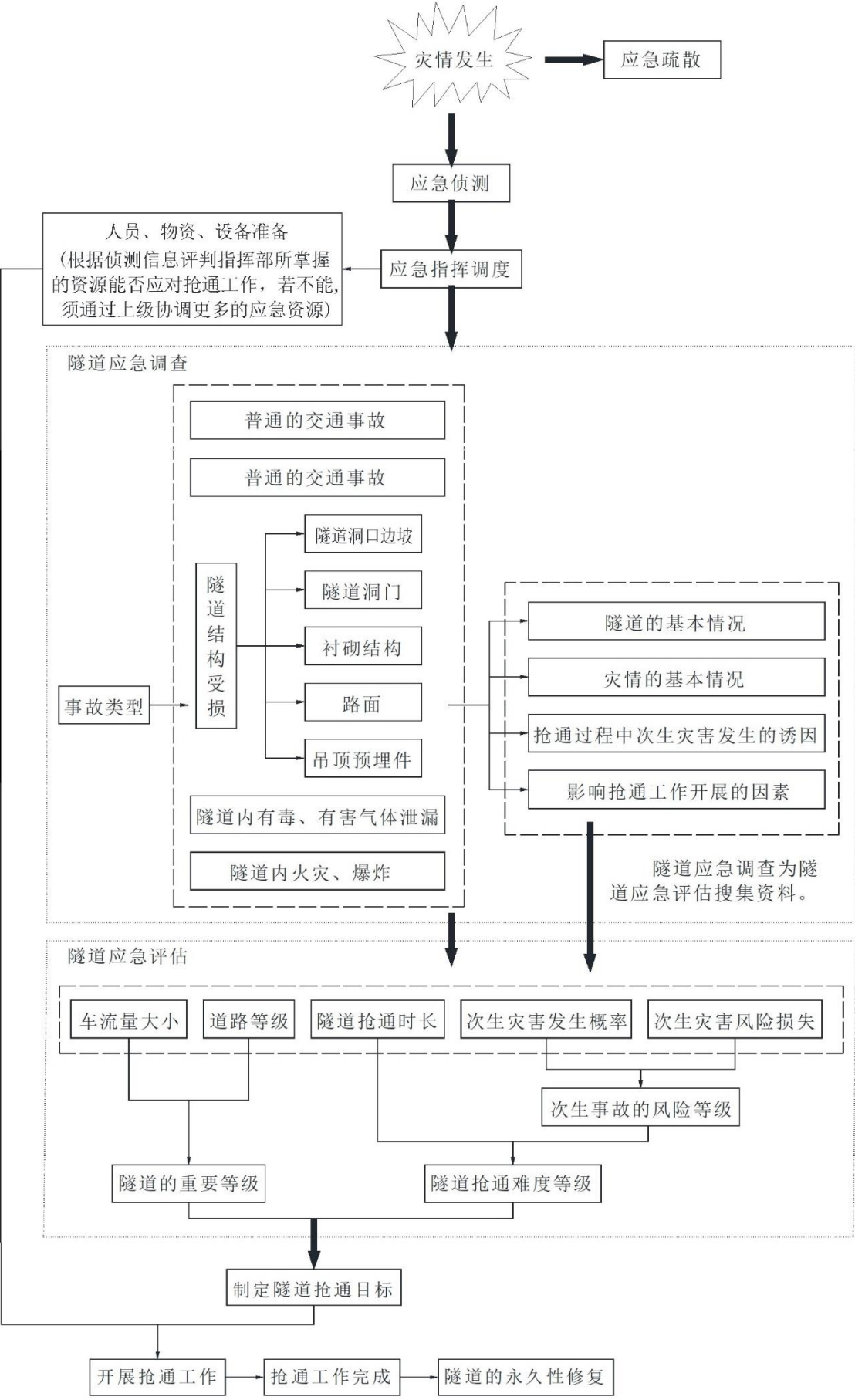


图 8.1-1 隧道抢通工作流程

8.1.6 抢通方案的选择应快速高效、因地制宜、技术可行、经济合理，在保证隧道使用功能的前提下，灵活采用技术手段。

8.1.7 隧道抢通中的应急调查、应急评估、应急实施宜结合现有的技术条件，尽量采用先进的技术，充分利用社会应急救援力量。

条文说明：中国的智能交通系统发展迅速，在北京、上海、广州等大城市已经建设了先进的智能交通系统；其中，北京建立了道路交通控制、公共交通指挥与调度、高速公路管理和紧急事件管理的4大ITS系统；广州建立了交通信息共用主平台、物流信息平台 and 静态交通管理系统的3大ITS系统。随着智能交通系统技术的发展，智能交通系统将在交通运输行业得到越来越广泛的运用。隧道抢通应充分利用这些先进的技术。

道路运营管理由专门的养护单位实施，养护实施单位能第一时间发现险情，但是其所配置的力量不足以应多所有的险情，因此需要充分调动和利用其他部门及社会的救援力量。社会应急救援力量包括：救援决策的应急救援专家、应急救援施工队伍、应急救援物资等。

8.1.8 抢通工作应充分利用原工程功能，应急修复为主，以恢复原有隧道承载能力。隧道抢通实施过程中应重视次生灾害防范。

8.2 隧道应急调查

8.2.1 隧道抢通方案实施前应进行隧道应急调查，明确隧道灾害类型、严重程度和灾区状况。

条文说明：8.2.1 隧道应急调查是通过科学合理手段对隧道灾害类型、严重程度和灾区状况调查、了解，为后续隧道抢通方案制定、物资调配、施工组织奠定基础，并适时进行通行限制防止次生灾害发生。

调研表明，目前影响隧道通行的的应急事件大致分为三类，这三类事件如下：

(1) 普通的交通事故

这类事故只需要进行适当的交通管制、交通疏导、人员疏散就能迅速恢复通行能力，处置方法以交通管制为主。

(2) 火灾及由于火灾引发的爆炸、有毒烟雾或体释放

火灾、爆炸可能会引起隧道结构破坏，须立即进行人员疏散，大火扑灭后再进行结构的安全性评估。若结构受损，需要进行加固处理时，难以在短时间内完成结构修复工作，进而阻断交通的时间比较长。

(3) 隧道土建结构破坏, 导致的应急事故、地震、泥石流、冰冻雨雪、降水等自然灾害导致道路状况恶化, 影响到结构安全。除采取交通管制措施外, 还须采取措施对结构进行加固补强, 采取措施保通。

8.2.2 隧道应急调查事前准备工作应包含隧道设计资料收集、隧道运营养护状况、隧道内与灾害防治相关设置的分布情况等。

8.2.3 隧道应急调查内容应包含: 事件发生的具体时间和地点、发生原因、灾害类型、灾害规模、分布位置和严重程度等信息, 为隧道抢通工作部署和开展提供依据。

8.2.4 隧道应急调查工作应包括远程调查和现场调查。远程调查主要通过遥感、卫星、航拍等远程调查手段完成, 用于提供隧道洞口附近灾害资料。现场调查主要通过现场目测、简易快速检查(测)等手段完成, 用于对隧址区灾害参数特征和严重程度的进一步核实和确认。

8.2.5 发生险情后, 若对隧道结构造成的损伤, 应对隧道的技术状况进行定性评定, 明确结构的破损程度。

条文说明: 8.3.5 《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015) 指出当隧道技术状况评定为 5 类时, 应及时关闭隧道, 实施病害处置, 特殊情况需进行局部重建或改建; 当隧道技术状况评定为 4 类时, 应尽快实施结构病害处置措施, 对机电设施应进行专项工作, 并应及时实施交通管制。当洞口、洞门、衬砌、路面和吊顶及预埋件项目的评定状况值达到 3 或者 4 时, 对应土建结构技术状况应直接评为 4 类或 5 类。因此, 本着快速决策的原则, 主要对隧道通行有重大影响的因素洞口、洞门、衬砌、路面和吊顶及预埋件的状况进行公路隧道受损程度类别的评定, 其损害状态描述同《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)。

表 8.2-1 公路隧道技术状况评定

部位	技术状况描述	技术状况 评定类别	结构的破损 程度描述
隧道洞口	山体及岩体裂缝发育、存在滑坡崩塌的初步迹象，坡面树木或电线杆轻微倾斜，挡土墙、护坡等产生开裂、变形，土石零星掉落，排水设施存在一定的裂损、阻塞。或者损伤程度更低。	1-3 类	完好至中等破损。在隧道中通行无安全隐患。
隧道洞门	墙身结构局部开裂，墙身轻微倾斜、沉陷或错台，壁面轻微渗水，尚未妨害交通。或者损伤程度更低。		
衬砌结构	出现变形、位移、沉降和裂缝，发展缓慢，边墙背后存在空隙，有扩大的可能，材料裂化明显，钢筋表面全部生锈、腐蚀，断面强度有所下降，结构物功能可能受到损害。或者损伤程度更低。		
路面	路面有局部的沉陷、隆起、坑洞、表面剥落、露骨、破损、裂缝、轻微积水，引起使用者明显的不舒适感，可能会影响行车安全。或者损伤程度更低。		
吊顶预埋件	吊顶破损、开裂、滴水，吊杆等预埋件锈蚀，尚未影响交通安全。或者损伤程度更低。		
隧道洞口	山体及岩体严重开裂、坡面树木或电杆明显倾斜，挡土墙护坡等产生严重开裂、明显的永久变形，墙角或坡面有土石堆积，排水设施完全堵塞、破坏，排水功能失效。	4 类	严重破损。存在较严重破坏，发展较快，已影响行人、行车安全。
隧道洞门	墙身结构严重开裂，错台；边墙出现起层、剥落、混凝土块可能掉落或已有掉落；钢筋外露、受到锈蚀，墙身有明显倾斜、沉陷或错台趋势，壁面严重渗水（挂冰），将会妨害交通。		
衬砌结构	出现变形、位移、沉降，裂缝密集，出现剪切性裂缝，发展速度较快；边墙处衬砌压裂，导致起层、剥落，边墙混凝土有可能掉下；拱部背面存在较大的空洞，上部落石可能掉落至拱背；衬砌结构侵入内轮廓界限。材料裂化严重，钢筋断面因腐蚀而明显减小，断面强度有相当程度下降，结构物功能受到损害，边墙混凝土起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落。		
路面	路面出现较大面积的沉陷、隆起、坑洞、表面剥落、露骨、破损、裂缝、积水严重等，影响行车		

	安全，抗滑系数过低引起车辆打滑。		
吊顶预埋件	吊顶存在严重的变形、破损，出现涌流、挂冰，吊杆等预埋件严重锈蚀，可能影响交通安全。		
隧道洞口	山体及岩体有明显滑动、崩塌现象、挡土墙及护坡断裂、外倾失稳、部分倒塌、坡面树木或电杆倾倒等。或者损伤程度更高。	5 类	危险状态，存在严重破坏，危及行人行车安全。
隧道洞门	洞门结构大范围开裂、砌体断裂、混凝土块可能掉落或已有掉落；墙身出现部分倾倒、垮塌，存在喷水或大面积挂冰灯，已妨害交通。或者损伤程度更高。		
衬砌结构	衬砌结构发生明显的永久变形，裂缝密集，出现剪切性裂缝，裂缝深度贯穿衬砌混凝土，并且发展快速；由于拱顶裂缝密集，衬砌开裂，导致起层、剥落，混凝土块可能掉下；衬砌拱部背面存在大的空洞，且衬砌有效厚度很薄，空腔上部可能掉落至拱背；衬砌结构侵入建筑限界。材料裂化非常严重，断面强度明显下降，结构物功能损坏明显；由于拱部材料裂化，导致混凝土起层、剥落，混凝土块可能掉落或已有掉落。或者损伤程度更高。		
路面	路面出现大面积的明显沉陷、隆起、坑洞，路面板严重错台、断裂、表面剥落、露骨、破损、裂缝，出现浸水、结冰或堆冰，严重影响交通安全，可能导致交通意外事故。或者损伤程度更高。		
吊顶预埋件	吊顶严重破损、开裂甚至掉落，出现喷涌水、严重挂冰，各种预埋件和悬吊件严重锈蚀或断裂，各种桥架和挂件出现严重变形或脱落，严重影响行车安全。		

8.2.6 隧道有有毒、有害气体泄露需要调查的内容有：

1. 发生事故的时间；
2. 发生有毒、有害气体泄露的部位；
3. 装载有毒、有害气体车辆状况及类型；
4. 有毒有害气体的性质；
5. 隧道内的通风方式；
6. 隧道内的人行横通道及车行横通道的分布方式；
7. 能影响灾情评估及影响救援的其他因素；

8.2.7 火灾隧道需要调查的内容有：

1. 隧道内发生火灾的位置；
2. 燃烧物的性质及规模；
3. 燃烧车辆状况及类型；
4. 隧道断面轮廓；
5. 隧道内通风方式；
6. 隧道内的人行横通道及车行横通道的分布方式；
7. 隧道内消防设施的分布情况；
8. 能影响灾情评估及影响救援的其他因素；

条文说明：

隧道内基本情况及隧道运营情况应事先调查。建议装载危险化工品车辆（可能引起毒气泄漏及火灾的车辆）进入隧道前要事先进行报备，并且利用道路监测系统跟踪其走向和动态。

8.3 隧道应急评估

8.3.1 隧道应急评估应基于隧道应急调查结果进行，应评估隧道的重要等级及隧道的抢通难度，为确定隧道抢通目标提供依据。

8.3.2 隧道重要等级可根据道路等级、交通量大小按表 8.3-1 和 8.3-2 执行。

表 8.3-1 隧道重要等级分级表

年日均交通量 (pcu/d/ln)	道路等级 (m)			
	高速及一级公路	二级公路	三级公路	四级公路
≥10001	一级	一级	一级	二级
5001~10000	一级	一级	二级	二级
≤5000	一级	二级	二级	三级

说明：1.特殊重要的隧道或者抢通后意义特别重大的隧道，其重要等级可直接定为一級。

2.对整个道路通行起控制作用的隧道，其重要等级可直接定为一級。

8.3.3 隧道应急抢险过程中次生事故风险发生可能性宜采用概率或频率作为指标，见表 8.3-2 所示。

表 8.3-2 风险发生可能性等级标准

可能性	不可能的	罕见的	偶尔的	可能的	频繁的
概率或频率值	<0.0001	0.0001~0.001	0.001~0.01	0.01~0.1	>0.1

8.3.4 次生事故类型括人员伤亡、环境破坏、经济损失和社会影响，按照影响的严重程度分为五级，见标 8.3-3。可能发生的发生次生灾害的风险评级应充分利用前期的调查结果。

表 8.3-3 次生灾害风险损失等级标准

风险事件 类型	可忽略的	需考虑的	严重的	非常严重的	灾难性的
财产损失	50 万元以下	50~100 万元	100~500 万元	500~1000 万元	1000 万元以上
人员伤亡	轻伤 1 人	轻伤 2 人~10 人	重伤 1 人	重伤 2 人~9 人	死亡(含失踪)1 人以上

风险事件类型	可忽略的	需考虑的	严重的	非常严重的	灾难性的
周边区域环境影响	涉及范围很小，施工区生态环境发生轻度污染或破坏	涉及范围较小，邻近区生态环境发生短期污染或破坏	涉及范围大，区域内生态环境发生污染或破坏	涉及范围很大，周边生态环境发生较重污染或破坏	涉及范围非常大，周边生态环境发生严重污染或破坏
社会影响	可忽略的，或需紧急转移安置小于 50 人	需考虑的，或需紧急转移安置 50~100 人	较严重的，或需紧急转移安置 100~500 人	严重的，或需紧急转移安置 500~1000 人	恶劣的，或需紧急转移安置 1000 人以上

条文说明：以上次生事故风险等级评价参照《城市轨道交通地下工程建设风险管理规范》制定。次生事故风险等级由次生事故发生概率和次生事故损失程度确定。次生事故发生概率和次生事故损失程度越低，次生事故风险就越低；次生事故发生概率和次生事故损失程度越高，次生事故风险就越高。

8.3.5 根据次生事故发生概率和次生事故损失程度，确定次生事故风险等级，见表 8.3-4 级 8.3-5。

表 8.3-4 抢通过程中发生次生事故的风险等级表

次生事故发生概率	次生事故损失程度				
	灾难性的	非常严重的	严重的	需考虑的	可忽略的
	1000 万元以上	500~1000 万元	100~500 万元	50~100 万元	50 万元以下
频繁的	I级	I级	I级	II级	III级
可能的	I级	I级	II级	III级	III级
偶尔的	I级	II级	III级	III级	IV级
罕见的	II级	III级	III级	IV级	IV级
不可能的	III级	III级	IV级	IV级	IV级

说明：对于同一种次生灾害可能造成几种类型的风险事件，可将其他类型的损失折算成财产损失进行风险评估。

表 8.3-5 风险等级打分表

等级	说明
I级	风险极高，难以控制
II级	可以采取的措施降低风险
III级	风险处于可容忍的边缘，预防措施可能需要
IV级	风险是可容忍的，不必另设措施

条文说明：8.3.5 风险量定义为风险发生概率的估值乘以该风险发生后对工程项目可能造成的损失标准估值。

8.3.6 隧道抢通时长按照表 8.3-6 确定。

表 8.3-6 隧道抢通时长评级

抢通时长评级	A	B	C	D
抢通时长描述	抢通时间太长，不可接受	抢通时间较长，但勉强能接受	预计的抢通时间能基本满足抢险救援或者车辆通行的要求	抢通时间很短

8.3.7 隧道抢通难度等级按照表 8.3-7 确定。

表 8.3-7 隧道抢通难度等级

抢通时长	抢通过程中发生次生事故的风险等级			
	I级	II级	III级	IV级
A	高难度	高难度	中等难度	中等难度
B	高难度	中等难度	中等难度	低难度
C	中等难度	中等难度	低难度	低难度
D	中等难度	低难度	低难度	低难度

8.3.8 针对隧道抢通难度等级的评判还可以采用专家调查法、概率分析法、层次分析法（AHP）、事故树法、模糊综合评估法等方法。

8.4 隧道抢通目标

8.4.1 隧道抢通目标等级的确定应按照表 8.4-1 确定,实施过程中根据抢通目标等级选取恰当的工程措施。

表 8.4-1 隧道抢通目标等级

隧道抢通难度等级	隧道重要等级		
	一级	二级	三级
高难度	II	I	I
中等难度	III	II	I
低难度	III	III	II

说明: 1.目标等级I级, 抢通目标为禁止通行并另行改道。

2.目标等级II级, 抢通目标为限制性通行, 须满足抢通作业人员或两轮摩托车这类体量的小型机动车通行;

3.目标等级III级, 抢通目标为须保证基本抢险车辆通行;

条文说明: 8.4.1 次生事故风险等级和受损程度决定了隧道的抢通难度, 次生事故风险等级越高, 受损程度越高抢通难度越大, 反之, 抢通难度越低。抢通难度与抢通重要程度等级决定了最终的抢通目标, 抢通难度难度大, 但抢通重要程度等级低的隧道可以制定较低的抢通目标, 反之, 应制定较高的抢通目标。

8.4.2 当有其他因素影响抢通难度及隧道重要等级时, 可适当调整抢通目标。

8.4.3 当难以一次性达到高级别抢通目标的隧道, 可先实现低级别的抢通目标。

8.4.4 当隧道内发生有毒有害气体泄漏、瓦斯浓度超标等情况时应立即禁止通行, 抢通目标应设定为I级。

条文说明: 8.4.4 有毒有害气体泄漏、瓦斯浓度超标这类风险不会对隧道结构造成损伤, 实现各级目标的难度相当, 因此抢通目标按照最高级设置。

8.4.5 当发生险情的隧道周边有便于实施的替代交通分流方案时, 应优先考虑改道方案。

8.5 隧道应急抢通技术

8.5.1 隧道应急抢通要求

1 隧道的抢通措施宜根据灾害成因、类型、规模、严重程度等具体情况，因地制宜，就近取材，选用一种或多种组合措施，达到抢通目标，做到抢通工作快速、安全、经济，同时兼顾永久加固，减少返工和拆除。

条文说明：目前隧道内发生应急事件的常见类型有：普通交通事故、隧道结构受损（主要包括：洞门、洞口边仰坡、隧道洞身结构、路面、吊顶）、隧道内火灾或由于火灾引起的爆炸、隧道内有毒及有害气体泄漏。因此，本规范应急抢通主要针对上述几种灾害类型制定。

极端恶劣气候可能导致出现路面结冰等灾害，隧道工程这一矛盾不是非常凸显，可参照其他章节的要求和规定进行处理。有很多因素可能会导致隧道出现病害，但不需要进行应急处置，本规范暂不做要求。

2 不同抢通目标等级对应的最小通行限界符合表 8.6-1 的规定。

表 8.6-1 最小通行界限表

抢通目标等级	宽度（m）	高度（m）
抢通目标等级为Ⅲ级	1.5	2m
抢通目标等级为Ⅱ级	2.3	2.5m

3 隧道抢通施工过程中须进行必要的交通管制和交通引导。

4 抢通工作完成后，还应采取措施对隧道进行永久性加固，永久加固后应满足正常通行条件下隧道的安全性、耐久性及使用功能。

条文说明：《城市道路设计规范》（CJJ37-2012）3.3.1 规定了机动车设计车辆及其外廓尺寸，3.3.2 规定了机动车设计车辆及其外廓尺寸，抢通时最小通行限界符合其规定。

隧道结构永久性加固评估及设计可参照或依据《公路隧道养护技术规范》（JTG H12-2015）、《公路隧道加固设计规范》（JTG/T 5440-2018）、《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》（JTG 3370.1-2018）执行。

8.5.2 监测与巡查

1 抢通过程中为保证抢通作业人员及抢通设备的安全，应开展监测及现场巡视工作。

2 道发生险情需要监测时,充分利用隧道运营阶段应设置洞内外监测点进行应急监测。

3 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。

4 监测手段为巡视监测和仪器监测,应做到快速处理、快速分析和快速评价。

5 监测宜采用非接触变形监测为主,监测项目包括:拱顶下沉、周边收敛、隧底隆起、边仰坡水平位移及竖向位移,具体监测项目根据隧道变形破坏特征确定。

6 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。

7 开展监测及巡查工作时,须采取必要措施保证监测作业人员及巡查人员的安全。

8 监测及巡视的频率宜根据现场风险情况而定。

条文说明:

1 监测及巡视是隧道安全施工的重要保证措施。

2 运营中的隧道应开展监测工作,《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)条文说明中指出,可通过变形量的大小对隧道的技术状况进行评价。隧道通车运营前,应在二次衬砌上埋设拱顶沉降监测点、周边收敛监测点、隧底隆起监测点,在隧道边仰坡位置埋设坡体水平位移、坡体竖向位移、洞门墙结构位移监测点作为结构长期稳定性的监测点。

3 隧道的抢险环境一般比较恶劣,对监测仪器的环境适应和监测人员的作业要求较高,监测仪器的选择除了要考虑对地震、暴雨、极寒等恶劣环境具有较高适应性,尽可能减小外部环境对仪器测值的影响外,还要考虑尽可能减少人工现场作业的工作量,减少观测人员置于高危环境中的工作时间,尽可能采用遥测技术。

4 安全监测范围应根据应急抢险范围确定,应急处置期的安全监测重点在快速、有效,监测项目设置尽量简单、可靠。

5 巡视检查主要内容与频次可根据实际情况和需要确定。

8.5.3 隧道洞门及洞口边仰坡应急抢通

1 当洞门、洞口边仰坡出现险情时，可根据需要布置防护台车或搭设脚手架对洞口进行封闭和保护，防护台车须具备满足一定的强度和刚度，具有一定的防止冲击荷载的能力。

条文说明：防护台车可以采用型钢预制，也可以采用脚手架拼装，可以在安全段落拼装完后整体移动到需要防护的位置。为防止在侧向荷载下失稳，防护台车或脚手架可以直接或间接地固定在周边稳定的岩体或者衬砌上。防护台车须结合抢通目标留出保证车辆通行的净空限界。

2 洞门及洞口边仰坡险情应急处置可按表 8.6-2 选用。

表 8.6-2 洞门及洞口边仰坡险情应急处置方法

危险情况或成因	加固处置办法
洞口掩埋或者洞门墙有倒塌、倾覆、结构破坏的危险	布置防护台车后进行洞口和洞门的整改和修复
坡顶落石、滚石	清除危石（或危石加固）、设置主动防护网、被动防护网、设置滚石缓冲带
崩塌	清除崩塌体、设置主动防护网、被动防护网
滑坡	清方减载、反压护坡
泥石流	设置泥石流导流槽
雪崩、风吹雪	接长临时棚洞
水害	临时改沟、集中抽排

8.5.4 隧道洞身应急抢通

1 当洞隧道身段发生掉块、坍塌、吊顶预埋件松动时，如果规模不大，且需要保证通行，可在危险段下方布置防护台车。

2 可在防护台车上作业对隧道洞身结构进行补强或者修补。

3 洞身衬砌抢通阶段宜采用型钢全断面环向支撑,间距 0.5~1.5m,并设置锚杆、钢筋网、喷射混凝土。

8.5.5 隧道路面应急抢通

1 隧道涌水突泥及路面涌水积水的应急抢通措施可采用设置临时挡泥堵水墙。

2 隧道涌水突泥及路面涌水积水的应急抢通措施选择可遵循以下原则:

1) 当隧道一侧出现涌水突泥, 体量不大但持续时间较长时, 可封闭隔离涌水突泥影响车道, 其余车道慢速通行。

2) 当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。

3 封闭隔离涌水突泥及路面涌水积水影响车道的设计与施工:

1) 评估封闭隔离出来的车道能够顺畅排泄或容纳后续的涌水突泥量。

2) 隔离后应能防止泥水进入正常通行车道。

3) 隔离措施应能快速施工与拆除, 不对路面造成二次损坏。

2 隧道内冰冻应急抢通可参照第六章的做法。

8.5.6 隧道内有毒、有害气体泄漏抢通

隧道内发生有毒有害气体泄露后, 应立即进行人员疏散, 交通封道, 开启通风设施。经一段时间通风, 有毒有害气体浓度指标降低到一定时, 经现场测试合规后方可通行。

条文说明: 有毒有害气体泄露属于可能危及人员生命安全, 因此需要封道。
通行条件: 空气中氧气浓度不小于 19.5%, 一氧化碳的浓度不超过 $100\text{cm}^3/\text{m}^3$, 其他有害气体不超过相关规范要求。

8.5.7 隧道内火灾、爆炸应急抢通

1 隧道内燃爆的应急抢通措施可采用直接灭火、封洞窒息、转移灭火、分隔灭火、泡沫灌注、注水排险等措施。

2 由于火灾或者爆炸导致结构受损的, 还需要进行结构补强, 具体做法同 8.6.4。

条文说明：公路隧道火灾有如下特点：（1）燃烧蔓延速度快；（2）烟雾扩散慢、毒性大；（3）营救、疏散难度大；（4）快速处置难度大；（5）事故处置要求高；（6）组织指挥难度大；（7）容易引发二次或周围火灾的发生。因此，隧道发生火灾后应首先人员疏散，由于火灾会导致结构受损，一般处置时间都会很长，应首选封道。

9 事故处理

9.1 事故应急调查

9.1.1 公路经营管理单位接到公路交通事故处理请求时,应迅速掌握事故主要信息,收集调查资料,填写准备清单及装备清单。

1 事故主要信息应包括准确的时间、地点、报警人联系方式、事故形式、车辆类型(客车或普通货车)、负载情况、货物类型、有无人员被困等信息,并同步收集其他相关部门的人工、遥感以及无人机调查成果资料。

2 调查资料应包括事发地气象水文、基础设施(电力通讯等)、土地利用(厂矿区、居民区等)以及公路管理机构应急预案等信息。

3 准备清单应包括应急调查指挥机制、调查方案等信息。

4 装备清单应包括危险品探测设备、生命探测设备、气象设备、通讯器材、影像器材、定位设备、调查工具、调查文档、个人防护设备、急救工具等事故应急调查器材的配置方案。

9.1.2 事故应急调查内容应包括事发地道路信息、事故信息、交通信息及环境信息。

1 事发地道路信息应包括路网构成、交通管控、可行路线等信息。

2 事故信息应分为核实信息与调查信息两部分。核实信息应包括事故形式、车辆类型、车辆结构牢固程度、负载情况、货物类型、人员被困及伤亡情况等调查准备过程中获取的信息;调查信息应包括事故波及范围、次生灾害及其范围、潜在危险、是否有危化品等信息。

3 环境信息应包括地质地形、气象水文、自然灾害等信息。

9.1.3 到达事故现场后,应按照以下流程开展事故应急调查工作,各步骤中所需的调查方法及设备清单如下:

1 到达事发现场后,所有救援车辆应首先停放在安全距离外且上风处,车尾朝向事故区域以便紧急情况下撤离,开启警灯,夜间或雨雾天气还应当开启危险报警闪光灯和示廓灯。

2 实施调查前，应使用反光标志牌及反光锥形筒隔离划定警戒区域，反光锥形筒的间隔不超过 10 m，锥形筒呈斜弧形排列；白天距作业区域来车方向边缘 150 m 外至作业区域来车方向边缘位置连续设置，夜间或雨、雾天气距作业区域来车方向边缘 200 m 外至作业区域来车方向边缘位置连续设置；设置防撞路障设施，有条件的可用大型车辆横向阻拦。

3 设置好警戒区域后，应安排一名以上人员在来车方向进行警戒。所有应急调查及后期处置人员应穿着带有反光条的工装，并在安全隔离区域内活动，保持警惕，注意自身安全；在通往事故现场的主要干道上实行交通管制，指挥、引导车辆、行人绕行或减速慢行通过。

4 遇有雨、雾、沙尘等能见度低和冰雪恶劣天气时，或者弯道、陡坡、拱坡等视距不良的事故现场，应增设警戒标志和执法人员，必要时封闭道路。

5 实施调查前，应根据事故情况及现场警戒区域划分，确定人员疏散范围和疏散路线，组织无关人员紧急撤离，确保撤离有组织、有序地进行。

6 控制、记录进入事故现场人员的数量，作业人员完成自身工作后应立即撤离至安全区域。

7 若发现易燃易爆等危化品，应立即上报并疏散现场作业人员。若发现危化品泄漏，应从上风侧及时对应急救援人员进行疏散。

8 各类信息的调查方法及设备清单如下：

1) 事发地道路信息应采用人工调查、航拍调查等方法进行收集，设备应包括纸质/数字地图、无人机、手持或机载影像设备。

2) 事故信息应采用以人工调查方法为主、设备调查为辅的方式进行收集，设备清单如表 9.1.3 所示。

表 9.1.3 事故信息

事故信息	调查方法	设备清单
事故形式、车辆类型、结构牢固程度、负载情况、次生灾害等	人工调查	
货物类型、人员被困及伤亡情况、漏液漏电、潜在危险、是否有危化品等	人工调查、设备调查	危化品探测设备、生命探测设备、漏电检测仪、测温仪等
事故波及范围、次生灾害范围	人工调查、设备调查	无人机、机载影像设备

- 3) 环境信息应采用人工调查方法进行收集。
- 9 根据事故现场实际情况和危险等级,应佩戴以下防护装备:
- 1) 工作服、防护鞋、安全帽、护目镜。
 - 2) 若在 2 m 以上区域进行作业,应配备安全带。
 - 3) 若具有落水隐患,如桥上作业,应配备救生衣。
 - 4) 若高温、高寒作业时,应配备防高温辐射及防寒护品。

9.2 事故应急评估

9.2.1 根据应急调查结果,确定事故类型、等级,对事故现场进行安全风险评估,确定能够实施应急处理作业,对影响作业的隐患进行排除或躲避。处理过程中不断进行安全风险评估,对于突发安全风险进行规避移除或暂停作业以保障人员和装备安全。安全风险包括:

- 1 隧道。事故形态主要有碰撞、翻车和烧毁,对事故应急处理装备作业高度构成限制;
- 2 桥梁。事故形态主要有翻车、坠车,对事故应急处理装备作业高度构成限制;;
- 3 山区道路。事故形态主要有翻车、坠车,对事故应急处理装备作业宽度构成限制;;
- 4 临近高压线。对事故应急处理装备作业高度构成限制;
- 5 大风。对拖运、托牵、起吊等作业造成影响;
- 6 低能见度。对作业效率及安全造成影响。

9.2.2 道路交通事故类型按应急处理方式划分为 8 大类,如表 9.2.2 所示。

表 9.2.2 道路交通事故类型

事故类型	事故致因	现场特征
抛锚	车辆发动机异常熄火等故障	事故车辆无法继续行驶
碰撞	车辆与外界物体直接接触并发生撞击	车辆具有明显撞击痕迹,可分为正面碰撞、侧面碰撞、角度碰撞(斜碰撞)、转弯碰撞和追尾碰撞等
碾压	大型车辆推碾或压过小型车辆	碾压事故发生前均有碰撞事故现象
翻车	激烈操纵、爆胎、货物装载偏心、失控冲出道路等	部分或全部车轮悬空,车身着地,可分为侧翻与滚翻两种
坠车	车辆失控冲出道路、桥梁、堤坝等	车辆跌落至公路路面或路基以下等地方

事故类型	事故致因	现场特征
落水	车辆失控冲出道路、桥梁、堤坝等	车辆落入水中
烧毁	车内使用明火、违章直流供电、发动机回火、电路系统短路、漏电等	车辆起火并燃烧报废
货物散落	车辆发生其他事故或激烈操驾过程中将货物甩至车外	货物散落占据路面，严重影响道路交通运行

9.2.3 道路交通事故规模按事故对公路交通的影响、交通伤亡人数和财产损失量可划分为 4 个等级，如表 9.2.3 所示。

表 9.2.3 道路交通事故等级

判定条件	事故等级			
	I 级（特大）	II 级（重大）	III 级（较大）	IV 级（一般）
复杂程度	事态非常复杂	事态复杂	事态较为复杂	事态比较简单
交通影响	导致国家干线公路交通毁坏、中断、阻塞或者大量车辆积压、人员滞留，通行能力影响周边省份	导致国家干线公路交通毁坏、中断、阻塞或者大量车辆积压、人员滞留	由省级交通运输主管部门负责参照 I 级和 II 级预警等级，结合地方特点确定	由省级交通运输主管部门负责参照 I 级、II 级和 III 级预警等级，结合地方特点确定
人员伤亡	已经或可能造成 4 人以上死亡（含失踪），或 10 人以上重伤，或危及 4 人以上生命安全	已经或可能造成 3 人死亡（含失踪），或 3 人以上 10 人以下重伤，或危及 3 人生命	已经或可能造成 2 人死亡（含失踪），或 1 人以上 3 人以下重伤，或危及 2 人生命安全	已经或可能造成 1 人死亡（含失踪），或危及 1 人生命安全
经济损失	已经或可能造成 5000 万元以上直接经济损失	已经或可能造成 1000 万元以上 5000 万元以下直接经济损失	已经或可能造成 500 万元以上 1000 万元以下直接经济损失	已经或可能造成 500 万元以下直接经济损失

9.2.4 结合道路交通事故分级标准，道路交通事故处理需求等级可划分为 4 个等级，如表 9.2.4 所示。

表 9.2.4 道路交通事故处理需求等级

依据	事故等级			
	特大事故	重大事故	较大事故	一般事故
处理难度	难度极大	难度较大	难度不大	容易
响应等级	I 级	II 级	III 级	IV 级
需求等级	交通运输部组织协调	省级交通运输主管部门组织协调	市级交通运输主管部门组织协调	县级交通运输主管部门组织协调

9.2.5 根据9.2.1所述道路类型,结合道路交通事故分级标准(如表9.2.3所示)、道路交通事故处理需求分级标准(如表9.2.4所示),道路交通事故应急处理时限可划分为4个等级,如表9.2.5所示。

表 9.2.5 道路交通事故应急处理时限及终止条件

依据	响应等级			
	I级	II级	III级	IV级
处理时限	≥12 小时	6~12 小时	3~6 小时	≤3 小时
终止条件	完成车辆转移、路面障碍物清理、救援装备撤出与整理、信息上报、手续交接、装备人员归建			

9.2.6 道路交通事故处理结束后,相关部门或单位应当按照有关要求,及时开展事后总结评估工作,并对存在的问题进行整改,具体评估内容如表9.2.6所示。

表 9.2.6 道路交通事故处理事后评估内容

类别	具体内容
信息掌控	a) 能否在接到事故处理请求时快速掌握事故相关信息; b) 能否快速建立信息通报系统,并及时将已获得信息传送到前出处理部门和人员手中; c) 能否快速向本单位以外的有关部门或单位通报事故信息; d) 当正常渠道或系统不能发挥作用,能否及时采用备用方式和补救措施完成接警与信息传达行动; e) 所有人员及部门联系方式是否均为最新的并联系有效。
调查评估	a) 能否在接到事故初期报告后,及时收集调查资料,完成准备清单及装备清单; b) 能否合理准确地评估次生、衍生事故威胁; c) 能否向有关指挥部门及时报告事故调查与评估信息。
事故处理	a) 能否在指定的时间内迅速到达现场开展救援; b) 现场处理人员能否对事故状况做出正确判断,提出处理措施是否科学、合理,是否执行到位; c) 处理过程是否有效规避复杂环境因素,是否符合安全作业要求; d) 处理操作程序是否规范,是否符合相关操作规程要求; e) 应急处理人员职责是否清晰、分工是否合理; f) 现场处理人员之间能否有效联络和沟通,并有序配合,协同救援; g) 应急处理装备功能是否完备,装备配置是否合理 h) 现场处理过程中能否对现场实施持续安全监测或监控。
应急通讯	a) 是否具有独立于商业电讯网络的通讯系统,确保应急处理行动的执行不会因通讯问题受阻; b) 通讯系统运转是否正常,通讯能力满足事故处理过程的需求。

类别	具体内容
人员防护	a) 是否对现场公众采取了有效的疏散或合理的保护措施; b) 现场处理人员是否配备了适当的个体防护装备或采取了安全防护措施;
警戒管制	a) 是否设置了合理交通管制方案, 划定警戒区域; b) 是否合理地摆放了反光标志标牌和锥形桶; c) 人员进出警戒区域是否受到有效管制。
现场恢复	a) 能否有效处理事故现场产生的污染物; b) 能否快速有效完成路面障碍物清理工作; c) 能否快速完成救援装备整理与撤离; d) 能否快速准确完成信息上报、手续交接、装备人员归建。

9.3 事故应急处理

9.3.1 事故处理应遵循如下原则:

- 1 若有人员被困于事故车辆内, 应协助消防、医疗等相关部门人员尽快解救被困人员, 在专业人员指导下提供起吊、破拆等作业。
- 2 在确保安全及条件允许的前提下, 应先将货物卸到安全区域。
- 3 处理现场严禁烟火, 无关人员不得进入作业现场。
- 4 应严格遵守有关安全操作规范和安全作业流程。
- 5 处理过程中遇到着火、人员伤亡等突发问题应及时上报, 联络有关部门共同寻求解决办法, 并同时采取有效的措施。

9.3.2 事故处理准备工作应包括:

- 1 应首先切断事故车辆电源。事故车辆有燃料或润滑油外溢时, 应采取相应处理措施, 避免清障救援过程中发生二次事故。
- 2 若事故车辆为电动汽车, 应首先关闭车辆启动开关, 将具有自动启动功能的车辆钥匙装入信号屏蔽袋或置于距离事故车辆 10 m 之外, 然后手动切断高、低压线路。
- 3 若事故电动汽车电池有电解液泄漏、打火、冒烟或冒泡声等现象时, 应打开车窗和后备箱通风, 防止烟气大量积聚; 若现场通风条件差, 宜采取人工鼓风、利用排烟机送风等方式驱散现场有毒气体。
- 4 对电池受损的电动汽车, 应使用灭火毯从电池箱外部实施覆盖, 保证被困人员和救援人员免受电池电解液喷溅伤害; 同时全程利用热成像仪、测温仪等

器材对电池温度进行实时监测，一旦发现内部温度急剧升高，立即组织作业人员撤离，防止突发事件应急处理人员安全。

5 对事故车辆进行固定，并解除其制动装置，将挡位置于空挡。

6 对清障救援车辆应采取以下措施：

1) 在松软地面上工作时，应将地面垫平、压实，保障清障救援车辆自身安全稳定；

2) 在雨雪霜冻等恶劣天气情况下，清障救援车应采取防滑措施；

3) 在坡道上停放时，清障救援车应采取防溜坡措施。

9.3.3 按照事故处理需求及作业方式，如表 9.2.4 所示，合理选择事故应急处理装备。

1 牵拉。根据事故车辆类型、车重、作业距离选择相应的清障救援车。

1) 小型事故车辆、牵拉距离较近情况下可选择配备绞盘的平板型清障救援车。

2) 中大型车辆、牵拉距离较远情况下可选择拖吊型清障救援车。

2 起吊。根据事故车辆类型、车重及作业空间大小选择具备起吊能力的清障救援车或汽车起重机以及吊装类辅具等。

1) 小型事故车辆可选择配备随车吊的平板型清障救援车，在作业空间受限的情况下可采用叉车叉举。

2) 中大型车辆可选择拖吊型清障救援车或汽车起重机。

3 扶正。根据事故车辆类型、车重选择具备相应起吊牵拉能力的拖吊型清障救援车及吊装类辅具，若事故车辆为汽车列车，应配备两辆及以上的清障救援车进行协同扶正。

4 拖运。包括背载托运、托举牵引和牵引拖运三种方式，需根据事故车辆类型、车重选择相应的拖运方式及清障救援车。

1) 若事故车辆存在行驶系统损坏、制动抱死等问题，应采用平板型清障救援车进行背载托运作业；若事故车辆行驶系统完好，车身无严重损毁变形且刚性较高，可采用托吊型清障救援车或具备牵引能力的车辆进行托举牵引和牵引拖运作业。

2) 轻型载货汽车、微型客车及轿车等总质量 4.5 t 以下车型可采用轻型清障救援车, 车身结构主要为平板型、拖吊型、皮卡式等, 并配备相应的抱胎托举装置、专用辅助车轮、捆绑带及紧固器、安全链条、钢丝绳等辅具;

3) 中型载货汽车、中型客车等总质量 4.5~12 t 的车型可采用中型清障救援车, 车身结构主要为平板型和拖吊型, 并配备相应的托叉托举装置、捆绑带及紧固器、安全链条、钢丝绳等辅具;

4) 重型载货汽车、重型半挂汽车列车等总质量 12 t 以上车型可采用重型清障救援车, 车身结构主要为拖吊型, 并配备相应的托叉托举装置、安全链条、钢丝绳等辅具;

5) 特殊情况下可选择具备牵引能力的清障救援车并配备牵引架、硬拖具等牵引类辅具;

6) 对于碰撞、碾压、烧毁等事故中行驶系统严重受损的车辆, 需配备具备相应承载能力的平板型清障救援车及捆绑带及紧固器、安全链条、钢丝绳等辅具。

5 撑涨破拆。对于碰撞、碾压、翻车和坠车四类易造成车体变形的事故, 需配备液压剪切器、液压扩张器、液压顶杆等撑涨破拆类设备。

6 消防。对于车辆烧毁、碰撞、碾压、翻车、坠车等事故, 需配备泡沫灭火器和干粉灭火器等消防类辅具。

7 侦检。对于存在不明类型货物的事故, 或事故车辆以电池、CNG、LNG 为动力的情况下, 需配备危化品检测仪、漏液漏电检测仪、测温仪等侦检类辅具。

9.3.4 各种类型事故的处理流程如下:

1 抛锚事故。应首先判断事故车辆抢修难度, 若抢修难度较大, 应采用拖运作业将事故车辆拖离现场; 若抢修难度不大, 应首先进行现场抢修, 后驶离现场。

2 碰撞事故。应采用拖运作业将事故车辆快速拖离现场。

3 碾压事故。应首先采用起吊作业, 利用起吊装置将上方车辆吊起, 后采用牵拉作业, 利用清障救援车辆绞盘将被碾压车辆牵拉出上方车辆垂直投影区域。待两车分离后, 采用拖运作业将事故车辆分别拖离现场。

4 翻车事故。应首先采用扶正作业, 利用起吊-牵拉装置将事故车辆恢复正常位置状态, 后采用拖运作业将事故车辆拖离现场。

5 坠车事故。若事故现场可直接进行起吊作业，应首先采用起吊作业将坠落事故车辆吊起，后采用扶正作业将事故车辆恢复正常位置状态，最后采用拖运作业将事故车辆拖离现场；若事故现场无法进行起吊作业，则应首先采用牵拉作业将事故车辆拉至路面，后采用扶正作业将事故车辆恢复正常位置状态，最后采用拖运作业将事故车辆拖离现场。

6 落水事故。若事故车辆部分淹没，应首先采用起吊作业或牵拉作业将事故车辆移至路面，后采用扶正作业将事故车辆恢复正常位置状态，最后采用拖运作业将事故车辆拖离现场；若事故车辆全部淹没，应首先派遣人员入水或采用侦检类辅具探明事故车辆位置，确定作业区域并选择合适的固定位置，采用起吊作业或牵拉作业将事故车辆移至路面，后采用扶正作业将事故车辆恢复正常位置状态，最后采用拖运作业将事故车辆拖离现场；

7 烧毁事故。应首先采用起吊作业，将事故车辆吊起并转移放置在平板型清障救援车上，拴紧系固后采用背载托运作业将事故车辆快速拖离现场。

8 货物散落事故。若事故车辆散落货物为大型固件，应首先采用起吊作业或叉举作业，利用起吊机构或叉车将散落货物吊装至转运车辆上并运离现场，后根据事故车辆的事故形态，实施相关的清障救援操作；若货物为固态颗粒，应首先将散落货物收集后装至转运车辆上并运离现场，后根据事故车辆的事故形态，实施相关的清障救援操作。

9.3.5 作业人员应根据事故类型及现场实际需求选取作业方式，并按照以下基本操作规范进行作业，确保作业全程安全稳定。

1 牵拉作业基本操作规范如下：

1) 对于远离汽车起重机或清障救援车本体无法进行起吊和拖运作业的事故车辆，应先用清障救援车上的拖曳装置将事故车辆牵拉至汽车起重机或清障救援车正常作业范围内，再实施其他操作。

2) 牵拉作业过程中应保证清障救援车自身稳定性，宜将三角楔或专用垫块垫放在车轮后方，必要时应使用地桩增加清障救援车作业稳定性。

3) 若被拖车辆困于冰冻地面，且轮胎被冻结时，应先使其融化，再进行牵拉作业。

4) 若事故车陷入泥浆, 宜借助动滑轮、附近固定物或桩式地锚等其他的锚点, 通过多次牵拉作业进行施救。

5) 若牵拉作业所需拉力大于清障救援车轮胎地面附着力时, 应放下支腿。

2 起吊作业基本操作规范如下:

1) 汽车起重机或清障救援车进行起吊作业时, 应保证支腿机构完全伸出支撑坚实地面或枕木。汽车起重机或清障救援车所有轮胎离地且车身处于水平状态。

2) 在松软地面上进行起吊作业时, 应在作业前将地面垫平、压实。起吊设备应固定平稳, 支撑应安放牢固, 作业区域内应有足够的空间和场地。

3) 起吊作业过程中, 作业人员应佩戴安全帽, 严禁操作支腿机构。起吊设备严禁超载使用。风力大于 9 级时, 应避免进行起吊作业。

4) 起吊作业过程中, 应随时调整吊索的固定位置, 以保证平稳起吊。吊索的固定位置应保证安全可靠, 不会造成其他安全隐患。

5) 起吊作业过程中, 应先将被吊车辆吊离地面 100 mm 左右, 检查起吊设备的稳定性和制动安全装置是否有效, 在确认正常的情况下方可继续工作。

6) 起吊作业过程中应保持平稳, 被吊车辆起落速度应保证缓慢均匀, 严禁吊钩快速起落, 不得采用自由下降的方式下降吊钩及被救车辆。工作过程中吊臂严禁带负载伸缩作业, 并严禁斜吊和拉吊。

7) 起吊中途暂停作业时, 应将吊臂、被救车辆放下来, 吊臂悬空期间操作人员禁止离开现场。

8) 起吊作业过程中如果用两台起吊设备同时起吊一件重物时, 应有专人统一指挥, 起吊设备操作人员和指挥人员佩戴对讲机, 保证两台起吊设备的协调操作。同时, 固定吊索时应注意负荷的合理分配。

3 扶正作业基本操作规范如下:

1) 扶正操作包括空中扶正、地面扶正和协同扶正三类。根据事故车辆类型与现场事故情况由现场操作人员选择合适的操作方式。空中扶正是将事故车辆起吊后在空中进行扶正操作。地面扶正是在地面上对事故车辆进行扶正操作。

2) 扶正作业前, 应选择合适的清障救援车停车点以及被吊车辆吊放空地, 清除或避让吊臂工作范围内的障碍物。清障救援车停车点地面应当平整坚实, 遇

松软地面应铺垫钢板；然后按照支腿机构操作，放下前后支腿，如遇地面不平，可用枕木进行塞垫。

3) 将吊臂回转到被吊车辆的一侧，吊臂升高至合适的高度，将吊臂伸出至被吊车辆的上方。在此过程中，应协同收放吊臂绞盘钢丝绳，以配合吊臂的伸长。最终将钢丝绳伸长至被吊车辆旁。

4) 将吊装类辅具固定在被吊车辆轮胎轮毂、前后轴或底盘纵梁处。被吊车辆着地的一侧吊索连接吊臂主绞盘上的吊钩，悬空端的吊索连接吊臂副绞盘上的吊钩。

5) 空中扶正时，将吊索固定在事故车辆轮胎轮毂、前后桥或底盘车架处，事故车辆着地一侧的固定吊索连接主绞盘，悬空端固定吊索连接副绞盘。

6) 空中扶正时，首先将事故车辆起吊；然后在空中收紧主绞盘，主绞盘提供拉力使得事故车辆慢慢翻转，同时协调副绞盘，保证扶正过程平稳；当事故车辆翻转过重心位置时，副绞盘提供拉力使事故车辆翻转，同时协调主绞盘，保证扶正过程平稳；待事故车辆扶正完成后，将其缓慢均匀平稳地放至地面。

7) 地面扶正时，将吊索固定在事故车辆轮胎轮毂、前后桥或底盘车架处，事故车辆着地一侧的固定吊索连接主绞盘，悬空端固定吊索连接副绞盘。

8) 地面扶正时，首先收紧主绞盘，主绞盘提供拉力使得事故车辆以着地轮为轴慢慢翻转，同时协调配合收紧副绞盘。在此过程中，主绞盘提供翻转动力，副绞盘作为保护机构；当事故车辆翻转过重心位置时，副绞盘提供拉力使事故车辆翻转，保证扶正过程平稳；主绞盘作为辅助保护机构，使事故车辆悬空轮平稳着地。

9) 对于汽车列车事故车辆，应利用两台清障救援车协调完成扶正操作，一台清障救援车扶正牵引车，另一台清障救援车扶正挂车。应配备专业指挥员协调指挥两车，完成扶正作业。

10) 协同扶正时，将牵引车与挂车进行固定，固定位置应选择在牵引车与挂车的牵引销处，利用专用工具沿轮轴方向进行捆扎，使牵引车与挂车固定为一个整体，避免扶正过程中牵引车翻转，引起安全隐患；扶正挂车的清障救援车应选择挂车的最后一桥作为固定位置进行扶正；

11) 协同扶正时, 两台清障救援车的升降速度要保持相等, 被救援车辆重量不得超过两车所允许的起重量总和的 75%, 每台清障救援车分担的负荷不得超过所允许的最大起重量的 80%。绑扎吊索时应注意载荷分配, 禁止采用同一吊点。

4 拖运作业基本操作规范如下:

1) 拖运操作包括背载拖运、托牵拖运和牵引拖运三类, 应根据事故车辆类型和损坏状态选择相应设备与操作。对于配有自动变速器或车轮严重损毁的轻重型事故车辆, 应采用背载拖运或托牵拖运将其运离现场。若路面存在坑洼、泥泞或积有冰雪, 应采用平板背载拖运方式将事故车辆运离现场。

2) 背载拖运时, 将绞盘脱钩连接在事故车辆的拖车钩或前桥位置上, 利用平板式清障救援车的绞盘将事故车辆牵引至平板上, 拖运过程中应当安全平稳驾驶, 控制车速且尽量避免急转弯和急制动。

3) 背载拖运时, 对于无法利用平板式清障救援车绞盘牵引的事故车辆, 应利用辅助装置或起吊设备, 将事故车辆放至平板式清障救援车上, 并将事故车辆的四轮固定牢靠, 防止其在平板上产生位移。

4) 托牵拖运时, 应将托牵装置固定在事故车辆前轮、前桥或车架等适当位置上, 并用链条和捆绑带进行固定, 保证拖曳安全牢靠。在没有可靠支撑的情况下, 操作人员不得在被托车辆下工作。

5) 托牵拖运时, 行驶速度不得超过 30km/h, 且尽量减少紧急转弯和紧急制动。托牵 8t 以上的被托车辆时, 需要接好清障救援车与被托车辆的气路系统以备被托车辆使用辅助制动装置。

6) 托牵拖运时, 清障救援车超车或并道应考虑清障救援车及被托车辆的总长度。清障救援车应尽量避免倒车作业, 若倒车, 应避免两车夹角小于 80°。

7) 托牵被托车辆后轮时, 应锁定转向系统。专用辅助轮尽量在较平坦、无坑洼的路面上使用, 托牵车辆行驶时速不宜过快。

8) 托牵拖运时, 如遇事故车辆轮胎锁死、爆胎等现象, 应使用专用辅助轮代替被拖车辆车轮。辅助轮应成对使用, 且装载车轮时应使车轮与辅助轮保持平行。

9) 事故车辆在背载拖运和托牵拖运过程中, 应使用捆绑带、紧固器和安全链条将清障救援车与被拖车辆连接起来。被拖车辆严禁载人。对于大型车辆, 应在外廓悬挂三角反光警示标志。

10) 牵引拖运时, 牵引类辅具应在前后车辆同侧牵引座与牵引钩环位置进行安装, 保证其安装紧固。注意前后车沟通配合。行驶中前后车辆均应打开危险报警闪光灯, 沿最外侧车道行驶。

9.3.6 事故现场常遇各种复杂空间、气象、基础设施等环境, 事故应急处理人员需注意作业安全, 按照如下要求进行操作:

1 隧道内发生翻车事故时, 应首先将事故车辆牵拉至隧道外, 然后再扶正并拖离事故现场。

2 隧道内发生碰撞、烧毁事故时, 应首先应根据隧道作业宽度, 视情将事故车辆牵拉至开阔区域, 再拖离事故现场。

3 桥梁路段发生翻车事故时, 应首先对事故车辆进行固定, 然后根据桥梁桥面作业宽度, 视情将事故车辆牵拉至开阔区域, 再扶正并拖离事故现场。

4 桥梁路段发生坠车事故时, 应首先将事故车辆起吊至便于作业的区域, 然后再扶正并拖离事故现场; 若事故现场无法起吊, 需先将事故车辆牵拉至近处, 再起吊、扶正并拖离事故现场。

5 山区道路发生翻车事故时, 应首先对事故车辆进行固定, 然后根据山区道路路面作业宽度, 视情将事故车辆牵拉至开阔区域, 再扶正并拖离事故现场。

6 山区道路发生坠车事故时, 应首先对事故车辆进行固定, 然后将事故车辆牵拉至近处, 再起吊、扶正并拖离事故现场。若坡、崖过长, 可视具体情况另行处理。

7 高压输电线附近发生事故时, 清障救援人员应使救援装备、事故车辆与高压输电线的最小距离满足表 9.3.5 的规定。

表 9.3.5 邻近高压线作业的最小安全距离

输电线电压 U (kV)	<1	1~35	≥ 60
最小距离 (m)	1.5	3	$0.01(U-50)+3$

8 大风等恶劣天气进行事故处置时，应注意保护好事故处理装备及作业人员自身的安全，整车行驶时风力等级不得大于 6 级，起吊作业时风力等级不得大于 5 级。

9 大雾或夜间等低能见度条件下进行事故处置时，应做好作业区域照明及对外警示工作。

9.3.7 现场作业结束后，应清理救援现场，并由作业现场中心位置向来车方向远端依次撤除标志、标牌，并向指挥调度部门报告恢复交通情况，与相关部门做好交接手续，完成装备、人员归建，应急处置事后评估。

10 应急保障

10.1 一般规定

10.1.1 所配置的应急处置装备、物资应符合国家相关市场准入的规定。

条文说明：对于配置到隧道用于防火的装备和物资，宜符合消防强制性产品认证；对于配置的工程装备，宜通过型式认可；对于配置的新研救援装备，应通过技术鉴定。

10.1.2 可针对本地区的典型灾害事故或其他特殊处置需求，选择配备本标准中未列出的救援直升机、救援机器人、5G 通信等新型应急处置保障装备、物资和先进技术。

条文说明：救援直升机、救援机器人、5G 通信等技术发展迅速，本标准所列出的装备配置为参考配置，允许采用相对成熟的新装备、新技术用于公路交通应急处置。

10.1.3 应急保障装备和物资的主要来源为国家公路交通应急物资储备、地方公路交通应急物资储备和临时征用、租用和补偿使用的社会应急装备物资。

条文说明：《国家公路交通突发事件应急预案》明确交通应急装备物资储备体系包括国家公路交通应急物资储备点和地方公路交通应急物资储备点；明确在公路交通自有应急力量和资源不能满足应急处置需求时，向同级人民政府提出请求，请求动员社会力量和社会资源，协调人民解放军、武警部队参与应急处置工作；各级交通运输主管部门负责相应级别的公路交通应急保障资源的征用补偿工作。

10.2 装备保障

10.2.1 装备选型原则

装备选型应遵循功能适用性、环境适应性、作业安全性、技术先进性原则。

1 功能适用性。所选装备的功能应符合特定的作业任务类型，能有效完成抢通作业量；所选装备的容量和规格应符合作业阶段特点、作业进度、作业质量要求，避免造成作业能力剩余或不足导致装备利用率太低的情况。

2 环境适应性。所选装备应适应作业现场的气候、地形、土质、场地大小、

运输距离等要求；当抢通现场伴随极端的环境条件时，应选用具有相应的环境适应能力装备。

3 作业安全性。选用装备应具有可靠的安全性能，实现对操作人员的安全防护，如行驶稳定、有翻车或落体保护装置、防尘隔声等。

4 技术先进性。选用的装备生产能力应尽量满足时间效应最大化原则，即采用高生产率、故障率低、作业质量高的装备。

条文说明：为获得最佳的抢通效果，根据不同的作业场景，需要对装备进行合理选择与配置。工程量和作业阶段是选择作业装备的重要依据。一般情况下，为保证作业进度和提高抢通时效性，工程量小时采用大型装备，工程量小时采用中、小型装备，但受环境、资源等限制较大时，应当因地制宜选择具备相应功能的抢通装备。

10.2.2 装备配置原则

装备配置应遵循以下原则：

1 通用装备与专用装备的组合

道路抢通的大部分作业任务主要依赖通用装备，其在作业容量、数量及效率上应为主要储备。专用装备在作业能力方面应对通用装备进行补充和配合。

2 作业装备群组的组合数尽量少

组合数量越多，总的效率就越低，且装备在调配和进出场所需的时间就越多，因此应选择尽量少的装备种类配合完成特定的抢通任务。

3 分阶段动态配置

随着抢通过程的进行，和抢通现场的时空演变，抢通作业量和作业环境在不断变化，装备的配置也应顺应这种变化，按照抢通作业阶段来动态配置。

条文说明：为实现快速抢通的目的，应对选用的抢通装备进行优化配置，使抢通装备的类型规格和数量与抢通作业内容、作业量及现场的自然环境条件相适应，并充分考虑装备间的相互配合和先进施工工艺、先进装备的发展动态。

10.2.3 装备调配流程

在进行装备配置时，优化目标应为总的抢通时间最短，且应满足抢通装备的数量、作业风险要求。装备的配置流程如下：

1 确定装备配置的优化目标，即抢通总时间最短；

- 2 根据应急抢通作业的特殊性，分析应急抢通装备配置原则；
- 3 提出非线性规划模型的理论基础与建模流程；
- 4 构建基于非线性规划的道路应急抢通装备配置方法，建立以抢通时间最短为目标的优化函数，以总的装备数量最低、某些特殊装备的数量符合限制、作业风险最小为约束条件的道路应急抢通装备配置模型；
- 5 对模型进行求解以获得装备配置方案。

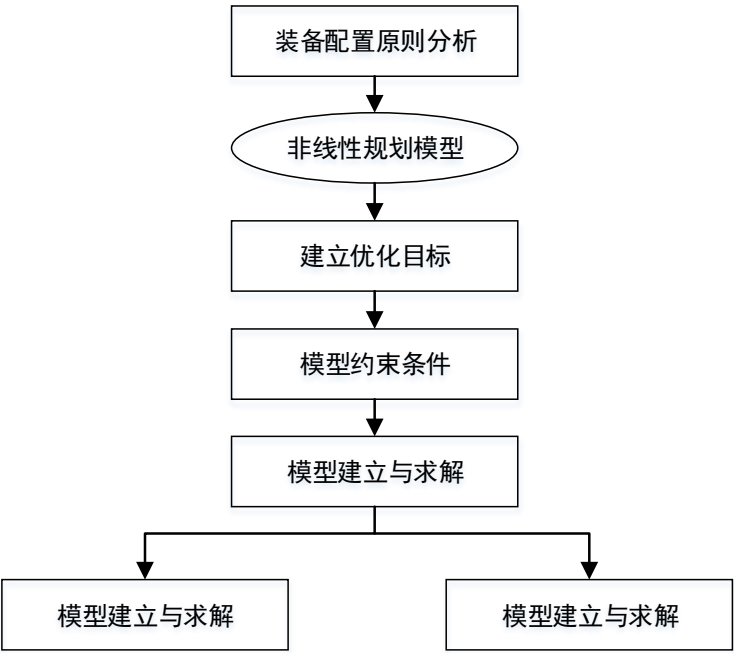


图 10.1.5 应急处置装备配置流程

10.2.4 应急处置装备分为通用装备和专用装备。通用装备主要包括土方装备、破碎装备、桩工装备、混凝土装备、起重吊装装备、运输装备和生存保障装备。专用装备主要包括应急侦检装备和路基路面、桥涵、隧道抢通专业装备以及冰雪沙泥水火灾害处置专用装备。装备分类表见表 10.2.4。

表 10.2.4 应急处置装备分类表

	装备类型	作业功能
通用装备	土方装备	用于填坑、推土、挖掘、铲运、装载等土方作业
	破碎装备	用于破碎巨石、建筑结构等
	桩工装备	用于打桩钻孔
	混凝土装备	用于混凝土浇筑、注浆
	起重型吊装装备	用于起重型吊装
	运输装备	用于运输装备
	生存保障装备	用于救援人员现场生存保障

	装备类型	作业功能
专用装备	应急侦测装备	用于处置先期大范围侦测
	路基路面抢通装备	用于路面压实平整
	桥涵抢通装备	用于桥梁加固、拼接、架设
	隧道抢通装备	用于隧道盾构、掘进、支护、凿钻
	事故处置装备	用于交通事故清障
	冰雪沙泥水火灾害处置装备	用于冰雪、沙害、泥石流、水灾、火灾等灾害处置

10.2.5 应急处置装备运送到抢通现场的方式有人力携行、自行运输、陆地运输和空中运输，见表 10.2.5。

表 10.2.5 装备运达方式

部署方式	描述
人力携行	装备可通过单人背负、手持等方式进入抢通现场进行作业。
自行运输	装备本身的动力可直接在地面自行行动至抢通现场。
陆地运输	装备可通过地面车辆载运至抢通作业现场。
空中运输	装备可通过大型运输机进行运输或装备本身通过飞行至抢通现场。

10.2.6 应急处置装备的重型量等级，分为微型装备、轻型装备、中型装备、重型装备四类，其划分标准见表 10.2.6。

表 10.2.6 装备重量等级

装备类型	描述
微型装备	装备整机重型量小于 1t
轻型装备	装备整机重量大于 1t，小于 12t
中型装备	装备整机重量大于 12t，小于 30t
重型装备	装备整机重型量大于 30t

条文说明：参照《机动车查验工作规程 GA801-2019》中对车辆整备质量的分类规定。

10.2.7 应急处置装备的适用环境条件分为全地形、高海拔、低承载、山地陡坡、高低温和常规地形六类，其地形描述见表 10.2.7。

表 10.2.7 装备适用环境

适用环境	条件状况
全地形	任意的环境条件和地质状况的道路
高海拔	突发事件所在地区的海拔高度高于 3000m
低承载	路面承载力较低如沼泽、泥泞以及松软路基
山地陡坡	突发事件发生的地区为坡度较陡的山地
高低温	突发事件所在地区的气候温度较低/较高
常规地形	突发事件所在地区地质条件和气候条件比较常规

条文说明：根据国家标准《特殊环境条件 高原机械 第一部分：高原对内燃动力机械的要求》（GB/T 20969.1-2007）的规定，高原环境条件是指海拔超过 2000m 地区的环境条件。国家军用标准《后勤装备高原环境适应性通用技术要求》（GJB7251-2011）中，将高原环境条件定义在海拔高度 2500m 以上地区的环境条件。国家标准《机械产品环境技术要求 高原环境》（GB/T14093.3-2009）中将高原地区按海拔高度分为 1000m，2000m，3000m，4000m，5000m 5 个等级。在医学上，3000 米被定义为人的反应临界高度，因此医学上把海拔 3000 米以上的高原称为“医学高原”。综上，考虑到高原对应急抢通装备的影响，本标准将“高海拔”环境突发事件所在地区的海拔高度定为 3000m 及以上。

10.2.8 根据应急处置装备的感知、分析、推理、决策、控制功能，分为非智能装备、可遥控装备、环境感知装备、自适应操控装备四个等级。见表 10.2.8。

表 10.2.8 装备智能化程度

等级	等级描述	核心功能
等级 1	非智能化	不具备智能功能的传统装备
等级 2	可遥控装备	装备可以通过分离式的驾驶舱以及机外遥控设备进行远 程操控
等级 3	环境感知装备	装备能够进行环境感知分析，并进行作业信息传输
等级 4	自适应操控装备	装备能够识别工况，具有自动进行作业能力和处理能力

条文说明：智能化是应急装备的重要研发趋势之一。随着自动化技术和智能制造技术的发展，具备环境感知功能和自适应操控功能的应急抢通装备将越来越

多。智能化程度高的装备在某些恶劣环境中具备较大的应用需求，也为交通应急抢通装备发展预留空间。

10.2.9 土方装备用于公路交通应急抢通过程中土方的填坑、推土、挖掘、铲运、装载相关作业。根据部署方式、重型量等级、环境条件、智能化、多功能和作业能力进行分类分级，土方装备配置参照资料性附录表 4-2。

10.2.10 破碎装备用于公路交通应急抢通过程中巨石、混凝土结构物等的破碎作业。破碎装备根据部署方式、重型量等级、环境条件、作业能力进行分类分级，配置参考见附表 4-3。

10.2.11 桩工装备用于公路交通应急抢通过程中打桩钻孔。桩工装备根据、部署方式、重型量等级、环境条件，作业能力进行分类分级，配置参考见附表 4-4。

10.2.12 混凝土装备用于公路交通应急抢通过程中混凝土的运输和浇筑等相关作业。混凝土装备根据、部署方式、重型量等级、环境条件，作业能力进行分类分级，配置参考见附表 4-5。

10.2.13 起重吊装装备用于公路交通应急抢通过程中一定范围内垂直提升和水平搬运车辆、钢架桥等重型物。起重吊装装备根据、部署方式、重型量等级、环境条件，作业能力进行分类分级，配置参考见附表 4-6。

10.2.14 运输装备用于公路交通应急抢通过程中运送人员和装备物资。运输装备根据运送对象、部署方式、重型量等级、环境条件、作业能力进行分级，配置参考见附表 4-7。

10.2.15 生存保障装备根据运送对象、部署方式、重型量等级、环境条件、作业能力进行分级，配置参考见附表 4-8。

10.2.16 应急侦测侦检装备配置参考见附表 4-9。

10.2.17 路基路面压实平整装备是应用于道路应急抢通过程中路基的平整和压实相关装备。压实平整装备根据部署方式、重型量等级、环境条件、智能化、多功能和能力类型进行分类分级，配置参考见附表 4-10。

10.2.18 桥梁抢通装备是指适用于桥梁破坏时可进行现场搭建抢通的装备,或者用于迅速克服各类山涧、沟渠、小河、弹坑等道路障碍、实现快速跨越的装备。桥梁抢通装备根据作业类型、部署方式、重型量等级、桥梁荷载、桥梁长度/路面宽度、架设/铺设时间、桥梁/路面回收时间/桥梁材料进行分类,配置参考见附表 4-11。

10.2.19 隧道破障装备是应用于隧道内破障作业的相关装备。隧道破障装备根据作业类型、部署方式、重型量等级、环境条件、多功能进行分类分级,配置参考见表 4-12。

10.2.20 交通事故处置装备是指用于抛锚、碰撞、辗压、翻车、坠车、落水、烧毁、货物散落等交通事故处置抢通的装备,配置参考见附表 4-13。

10.2.21 冰雪沙水火处置装备应用于道路应急抢通冰冻、降雪、暴雨洪水、火灾等典型自然灾害或事故灾难状况的应急抢通。冰雪沙水火处置装备根据适用场景、部署方式、重型量等级、环境条件、作业能力进行分类分级,配置参考见附表 4-14。

10.3 物资保障

10.3.1 应急物资主要分为交通应急处置物资、人员生存保障与处置防护类物资。

10.3.2 公路交通应急抢通物资及器材配置参考见表 10.3.2。

表 10.3.2 应急处置物资配备参考

物资名称	交通事故	冰雪及其 次生灾害	风沙灾害 及其次生 灾害	水灾及其 次生灾害	火灾及其 次生灾害	地震、地 质及其次 生灾害
融雪剂		√				
编制袋		√		√		√
麻袋		√		√		√
水泥				√		√
碎石		√		√		√
沙子				√	√	√
木桩			√	√		√
沥青		√	√			√

物资名称	交通事故	冰雪及其 次生灾害	风沙灾害 及其次生 灾害	水灾及其 次生灾害	火灾及其 次生灾害	地震、地 质及其次 生灾害
木材			√	√		√
锥形标		√				
汽油		√	√	√	√	√
柴油		√	√	√	√	√
铅丝		√	√	√	√	√
铁锹		√	√	√	√	√
扁担		√	√	√	√	√
大锤		√	√	√	√	√
洋镐		√	√	√	√	√
手电筒	√	√	√	√	√	√
草绳		√	√	√		√
高杆照明设备		√	√	√	√	√
撬棍		√	√			√
清水泵				√		
切割机			√			
闸门板				√		
埋吸管				√		
车辆维修工具	√	√	√	√	√	√
防滑料		√				
吸油材料					√	
钢板				√		√
单（双）级液 压救援顶杆	√			√	√	√
柔性棚洞						√
泡沫灭火器					√	
干粉灭火器					√	

10.3.3 人员生存保障类物资是指依据区域内交通突发事件规模和预期救援时间，救援队伍现场救援处置 1-2 天的所需的饮食、住宿等生存保障物资，配置参考见表 10.3.3。

表 10.3.3 人员生存保障物资配置参考

物资名称	交通事故	冰雪及其 次生灾害	风沙灾害 及其次生	水灾及其 次生灾害	火灾及其 次生灾害	地震、地 质及其次
单人帐篷		√	√	√	√	√
班用帐篷		√	√	√	√	√
净水器		√	√	√	√	√
压缩干粮	√	√	√	√	√	√
雨衣		√		√		
睡袋		√	√	√	√	√
指南针		√	√	√	√	√
护肘护膝		√	√	√	√	√
储水囊		√	√	√	√	√
野外个人（小 组）炊具		√	√	√	√	√
生命探测仪						√
饮用水	√	√	√	√	√	√

10.3.4 应根据不同的灾害事故类别，选择配备相应的人员处置防护装备，其配置参考见表 10.3.4。

表 10.3.4 人员防护物资配置表

装备名称	交通 事故	冰雪及其 次生灾害	风沙灾害 及其次生 灾害	水灾及其 次生灾害	火灾及其 次生灾害	地震、地 质及其次 生灾害
抢险救援头盔	√	√	√	√	√	√
抢险救援服	√	√	√	√	√	√
抢险救援腰带	√	√	√	√	√	√
抢险救援靴	√	√	√	√	√	√
抢险救援手套	√	√	√	√	√	√
内置纯棉手套						√
雪地护目镜		√				
防坠落装备	√	√	√	√	√	√
潜水装具				√		
专用救生衣				√		

装备名称	交通事故	冰雪及其 次生灾害	风沙灾害 及其次生 灾害	水灾及其 次生灾害	火灾及其 次生灾害	地震、地 质及其次 生灾害
正压式消防空气呼吸器			√		√	√
正压式消防氧气呼吸器			√		√	√
佩戴式防爆照明灯	√	√	√	√	√	√
单兵定位装置	√	√	√	√	√	√
消防用荧光棒	√	√	√	√	√	√
个人呼救器	√	√	√	√	√	√

10.3.5 应急物资储备方式采用实物储备、协议储备、生产能力储备三种方式，参见表 10.3.5。

表 10.3.5 应急物资储备方式

储备方式	实现方法
实物储备	实物储备主要是储备必要、使用频率高的公路交通应急物资和装备。
协议储备	协议储备是指与大型交通建设、养护等企业签订储备合同，将企业的物资和装备纳入储备体系，利用协议企业储备，可以有效利用企业储备的规模优势，降低应急储备成本。在实践中的实现方式也多种多样，一般是通过签订长期紧急供货协议、紧急征用合同。
生产能力储备	将具有一定生产能力的企业（如钢铁、水泥）作为储备企业，由企业保有一定富余能力，突发事件发生时，根据实际需要，短时期内迅速提高生产能力，进行紧急生产，满足应急物资需求。

10.3.6 应急物资储备分为国家区域性公路交通应急装备物资储备中心、省级应急物资储备中心、市级应急物资储备中心、县级应急物资储备中心、公路养护队四级。I级交通突发事件可无偿使用国家物资储备，其他三个级别交通突发事件采用“谁使用、谁补偿”原则，参见表 10.3.6。

表 10.3.6 应急物资使用补偿

储备单位	突发事件级别	使用原则
国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	I级	无偿
省级交通应急装备物资储备中心	I级以下	由使用单位补偿
市县级交通应急装备物资储备中心	I级以下	由使用单位补偿
公路养护队应急装备物资储备	I级以下	由使用单位补偿

表 10.4.3 应急通信设备配置参考

通信设备	配置部门	通信方式	核心功能
轻型综合指挥车	各级指挥中心 救援队	公网通信 专网通信 卫星通信 短波通信	综合指挥
综合通信车	各级指挥中心 救援队	公网通信 专网通信 卫星通信 短波通信	综合指挥
900M 移动电话车	各级指挥中心 救援队	公网通信 专网通信	综合指挥
24 路特高频通信车	各级指挥中心 救援队	公网通信 专网通信	综合指挥
1000 线程控交换车	各级指挥中心 救援队	公网通信 专网通信	现场通信
短波自适应调频电台	救援队	短波通信	现场通信
背负式短波电台	救援队	短波通信	现场通信
超短波转信台	救援队	短波通信	现场通信
超短波手持台	救援队	短波通信	现场通信
手持式短波电台	救援队	短波通信	现场通信
超短波背负式转信台	救援队	短波通信	现场通信
超短波基车台	各级指挥中心 救援队	短波通信	现场通信
超短波电台背负装具	救援队	短波通信	现场通信
卫星电话	各级指挥中心 救援队	卫星通信	指挥通信
卫星通信车	各级指挥中心 救援队	卫星通信	指挥通信
Ku 频段卫星通信车	各级指挥中心 救援队	卫星通信	指挥通信
卫星背负站	救援队	卫星通信	现场通信
卫星通信手持站	救援队	卫星通信	现场通信
卫星便携站	救援队	卫星通信	现场通信
卫星手持终端	救援队	卫星通信	现场通信
海事卫星 A 型站	救援队	卫星通信	现场通信
海事卫星 B 型站	救援队	卫星通信	现场通信
海事卫星 M 型站	救援队	卫星通信	现场通信

通信设备	配置部门	通信方式	核心功能
北斗指挥机	各级指挥中心 救援队	卫星通信	指挥通信
北斗车载终端	救援队	卫星通信	现场通信
北斗手持终端	救援队	卫星通信	现场通信
野战交换机	救援队	专网通信	现场通信
信息安全防护系统	各级指挥中心 救援队		信息安全
无线环路设备	救援队	无线通信	现场通信
LTE 基站	救援队	无线通信	现场通信
移动布控球	救援队	无线通信	现场通信
北斗手持定位仪	救援队	无线通信	现场通信

10.5 电力保障

10.5.1 电力保障可采用紧急备用电源、应急发电车、紧急供电电源 EPS、车载电源、发电机、太阳能供电、国家电网市电供电等方式。

条文说明:《国家公路交通突发事件应急预案》明确要求建立包括专家咨询、知识储备、应急预案、应急资源等数据库。

10.5.2 若隧道较长时,可在隧道口附近设置紧急供电电源 EPS,用于隧道应急处置时供电。

10.5.3 若应急处置现场具备市电条件,可采用国家电网市电供电方式。

10.5.4 根据电力保障在应急处置过程的影响程度,电力保障分为I级保供电和II级保供电。

表 10.4.4 电力保障分级

供电基本	标准
I级保供电	使用了应急电源车等大功率供电设备的应急处置过程
II级保供电	未使用到应急电源车等大功率供电设备的应急处置过程

10.6 数据保障

10.6.1 应急处置过程中所需的应急资源信息包括应急装备储备信息、应急物资储备信息、应急管理机构以及应急队伍配置信息等，主要从交通应急资源数据库、全国公路数据库、全国桥梁数据库、交通应急处置数据库、各级交通应急指挥平台等数据库和信息平台获取。

条文说明：应急发电车具有反应快速、供电容量大、接线简单、运行可靠、应用广泛等优点。紧急供电电源（Emergency Power Supply, EPS）适用范围广、负载适应性强、安装方面、效率高，在应急处置、应急照明等用电场合，与长期连续运行的 UPS 不间断电源相比，具备更高的性价比。

10.6.2 应急处置过程所需的数据主要包括交通运行数据、视频图像数据、基础设施运行数据、公路交通突发事件信息和路网环境信息。主要通过路网监测点自动采集、人工采集及相关部门共享等方式获取。

表 10.5.2 数据保障内容

交通运行数据	断面交通量数据：指实测通过公路主线及节点的断面车辆数。其中，收费站交通量应含车辆出入收费站时间、地点和行驶里程等； 车辆速度数据：指实测公路主线及节点的地点车速（含方向）和时间平均速度等。
视频图像数据	主要包括各公路主线，以及互通立交、桥梁、隧道、收费广场、服务区、停车区、治超站点等公路节点的视频图像。
公路交通突发（阻断）事件信息	重型特大公路交通突发事件信息：达到《公路交通突发事件应急预案》中突发事件二级响应级别以上（含二级）的公路交通突发事件信息；达到《公路运输突发事件信息报告和处理办法》中规定报送的重型大及移山公路突发事件和险情信息。 公路交通阻断信息：指符合《公路交通阻断信息报送制度》规定的公路交通中断和阻塞信息。
重型要基础设施运行数据	包括桥梁、隧道、互通立交等重型要公路基础设施运行的监测数据。
路网环境信息	环境监测数据：主要包括公路主线及节点的气象环境数据，如能见度、大气温湿度、降水、风速、路面温度以及结冰积雪等路面状况等； 环境共享信息：主要包括与气象、国土等部门共享交换的日常气象监测与预报信息、公路气象预报预警信息、地质灾害预报预警信息等各类环境信息。

10.6.3 数据保障准确度与时效要求见表 10.5.3。

表 10.5.3 数据保障准确度与时效要求

交通运行数据	断面交通量和车辆速度应全天候监测，准确度应不低于 85%；应每隔 10 分钟以内上传一次数据。
视频图像数据	视频分辨率应不低于 D1、每秒不低于 25 帧； 视频图像应确保实时传送，且图像清晰； 视频图像应叠加省份、公路名称、摄像机桩号或位置、名称、方向等信息。
公路交通突发（阻断）事件信息	公路交通突发（阻断）事件信息应保证 85%以上的准确度。信息报送时间要求
重型要基础设施运行数据	从省级路网平台获取，应具备定时自动传输与更新功能。
路网环境信息	气象环境数据应全天候监测，自动采集气象数据应至少确保 85%的准确度；应每隔 10 分钟以内上传一次数据。
	与气象、国土等相关部门共享信息应具备定时自动传输与更新功能。

10.6.4 数据保障同步时钟应采用北斗标准时钟，定位采用北斗和 GPS 相结合的方式。

条文说明：时钟同步，是针对应急处置系统中的计算机、控制装置、监测装置、通信装置等进行同步校时。北斗时间服务器从我国北斗卫星上获取标准时间信号，将这些信息通过各种接口类型传输给应急处置系统中需要时间信息的设备，实现整个应急处置系统的时间同步。

北斗时间服务器以北斗信号作为时间源，同时可选 GPS、B 码、CDMA、原子钟等时间源。北斗时间服务器已实现量产，具备精度高、稳定性好、功能强、无积累误差、性价比高、操作简单、免维护、无人值守等优点，不受地域气候等环境条件限制。在交通应急处置领域推广北斗时间服务器，可扩大我国北斗系统的应用范围。

10.6.5 公路交通应急处置资源数据库及相关信息系统数据的采集、交换与共享标准应符合 JT/T 1140.1 的规定。

条文说明：应急处置平台建设应参照《公路网运行监测与服务暂行技术要求》。数据库建设应参照《JT/T1140.1-2017 交通运输安全应急资源数据元第 1 部分：公路》对应急机构、人员、咨询专家及救援队伍、基础设施、应急装备、应急物资等应急资源数据元的分类方法、编制规则等规定。

附录 1

路基路面应急调查评估表

人员	评估人员		评估时间	年 月 日, 上午/下午 时		
	所属单位		编组号码			
道路基本资料	道路级别	☐ 高速 ☐ 国道 ☐ 省道 ☐ 其他:		道路编号		
	里程桩号			位置坐标		
	路基形式	☐ 路堑 ☐ 路堤 ☐ 半填半挖				
	边坡及支挡结构基本资料	边坡高度	☐ 单级 高度: ☐ 多级 () 级 各级高度:		坡度	
		防护形式	☐ 生态防护		☐ 种草 ☐ 植树	
			☐ 护面墙		☐ 实体式 ☐ 孔窗式	
			☐ 片石或预制块骨架		☐ 圪工网格骨架 ☐ 锚杆结合混凝土预制块	
			☐ 防护网		☐ SNS 主动网 ☐ SNS 被动网	
			☐ 灰浆防护		☐ 抹面 ☐ 喷素混凝土 ☐ 挂网喷浆 (混凝土)	
			☐ 锚索 (杆) 框架		☐ 锚杆 ☐ 锚索	
			☐ 重力式挡墙			
			☐ 加筋土挡墙			
☐ 扶壁式挡墙						
☐ 抗滑桩或桩板墙						
其他结构						
评估项目	损毁状况			损毁等级	损毁评述和照片编号	
路基本体	☐ 路基开裂 ☐ 局部滑移 ☐ 局部沉陷 ☐ 局部坍塌 ☐ 大部分滑移 ☐ 大部分沉陷 ☐ 大部分坍塌 ☐ 滑坡体堵塞路面 ☐ 泥石流堵塞路面 ☐ 崩塌落石堵塞路面			I II III		
边坡	☐ 小型滑坡 ☐ 小型崩塌 ☐ 严重滑坡 ☐ 严重崩塌 ☐ 防护结构受损不明显 ☐ 防护结构受损明显 ☐ 防护结构受损剧烈			I II III		
支挡结构	☐ 轻微沉陷 ☐ 轻微滑移 ☐ 明显沉陷 ☐ 明显滑移 ☐ 明显裂缝 ☐ 断裂 ☐ 垮塌			I II III		
附记事项						
评估结果	☐ 正 常 通 行 ☐ 限 制 通 行 ☐ 禁 止 通 行					
处治建议						

桥涵应急调查评估表

人员	评估人员		评估时间	年 月 日, 上午/下午 时	
	所属单位		编组号码		
桥梁基本资料	道路级别	☐ 高速 ☐ 国道 ☐ 省道 ☐ 其他:		道路编号	
	桥梁名称			桥梁位置	
	桥下情况	☐ 公路 ☐ 铁路 ☐ 河流 ☐ 山谷 ☐ 其他:			
	桥梁总长		桥梁净宽		
	结构形式	☐ 简支 ☐ 连续 ☐ 悬臂 ☐ 桁架 ☐ 吊桥 ☐ 拱桥 ☐ 斜拉桥 ☐ 其他:			
	桥跨布置	桥梁走向:			
	主梁	型式	☐ 工型梁 ☐ T型梁 ☐ π型梁 ☐ 空心板 ☐ 小箱梁 ☐ 大箱梁 ☐ 桁架式 ☐ 其他:		
		材质	☐ 钢筋混凝土 ☐ 预应力混凝土 ☐ 钢结构 ☐ 圬工 ☐ 其他:		
	桥墩	型式	☐ 重力(实体)式 ☐ 薄壁(空心)式 ☐ 桩(柱)式 ☐ 柔性排架式 ☐ 刚架式 ☐ 其他:		
		材质	☐ 混凝土 ☐ 圬工 ☐ 钢结构 ☐ 其他: 最高墩高:		
	桥台	型式	☐ 轻型桥台 ☐ 重力式 ☐ 埋置式 ☐ 组合式 ☐ 其他:		
		材质	☐ 混凝土 ☐ 圬工 ☐ 钢结构 ☐ 其他:		
	支承型式	☐ 钢支撑 ☐ 铸钢支撑 ☐ 盆式橡胶支座 ☐ 板式橡胶支座 ☐ 滑动支座 ☐ 其他:			
	附属设施	☐ 交通标志 ☐ 护栏(杆) ☐ 照明设施 ☐ 管线 ☐ 隔音墙 ☐ 维修走道 ☐ 其他:			
绕行路线	☐ 有 ☐ 无;		海岸桥梁	距海岸约 m	
评估项目		损坏状况		损伤等级	损伤评述和照片编号
整体	整体稳定性	☐ 整体垮塌 ☐ 整跨落梁 ☐ 局部落梁 ☐ 整体沉陷 ☐ 结构倾斜 ☐ 土壤液化 ☐ 被掩埋或淹没		I II III	
	上部结构(砼、钢)	☐ 主梁破坏 ☐ 主梁偏位() ☐ 桥面下陷 ☐ 主构件受损 ☐ 次要构件受损 ☐ 斜拉索(吊杆)受损 ☐ 主构件过火		I II III	
承载能力	支承(支座)	☐ 装置受损 ☐ 倾斜滑动 ☐ 防落梁装置受损		I II III	
	桥墩(砼、钢)	☐ 倾斜沉陷 ☐ 墩柱破坏 ☐ 帽梁破坏 ☐ 挡块破坏 ☐ 钢板屈曲 ☐ 钢板凹陷屈曲 ☐ 钢柱破坏		I II III	
	桥台	☐ 倾斜位移 ☐ 结构受损		I II III	
	地基基础	☐ 滑移 ☐ 倾斜 ☐ 沉陷 ☐ 残余变位 ☐ 地基液化		I II III	
通行能力	伸缩缝	☐ 纵向开离 ☐ 左右错位 ☐ 上下落差 ☐ 挤压破坏		I II III	
	桥头引道	☐ 沉陷 ☐ 隆起 ☐ 坍塌		I II III	
	附属设施	☐ 设施倒塌 ☐ 管线受损 ☐ 护栏受损 ☐ 标志受损		I II III	
附记事项					
评估结果		☐ 正 常 通 行 ☐ 限 制 通 行 ☐ 禁 止 通 行			
处治建议					

注: 损伤等级按最差构件打分法, 以最大损伤评级确定。

附录 2

2.1 典型桥梁结构整体稳定性评估分级标准见表 2-1。

表 2-1 不同结构体系桥梁整体稳定性分级标准

损伤程度	损害状况		
	混凝土梁桥	混凝土（或圬工）拱桥	斜拉桥或吊杆桥
I	主梁轻微位移或开裂；墩柱轻微倾斜、沉陷或开裂；地基基础无液化、塌陷、滑移或地裂隙。	主拱圈（肋）虽有轻微开裂，但无挠曲、倾斜等明显变形，拱上建筑无明显位移、开裂；地基基础无液化、塌陷、滑移或地裂隙。	
II	主梁明显位移或开裂；墩柱有明显倾斜、沉陷或开裂；地基基础有轻微塌陷、滑移或地裂隙。	主拱圈（肋）虽有可见开裂现象，但无挠曲、倾斜等明显变形，拱上建筑有明显位移、开裂，但仍有足够支撑；桥墩、桥台有轻微滑移或沉陷；地基基础有轻微塌陷、滑移或地裂隙。	
III	主梁严重位移或开裂，落梁或接近落梁；墩柱有显著倾斜、沉陷或开裂，不能稳固支撑上部结构；地基基础有明显液化、塌陷、滑移或地裂隙。	主拱圈（肋）有明显开裂、错动现象，有挠曲、倾斜等明显变形；拱上建筑有显著位移、开裂，剩余支撑不足。桥墩、桥台有明显滑移或沉陷；地基基础有明显液化、塌陷、滑移或地裂隙。	

2.2 桥梁结构结构承载能力相关的评估分级标准见表 2-2~2-9。

表 2-2 典型桥梁上部结构承载力损伤评估分级标准

损伤程度	损害状况		
	混凝土梁桥	混凝土（或圬工）拱桥	斜拉桥或吊杆桥
I	梁体有明显偏位，但仍有稳固支撑。梁体有可见弯曲裂缝，或轻微剪切裂缝。	主拱圈（肋）轻微开裂，无挠曲、倾斜等明显变形；拱上建筑无明显位移、开裂。	副构件轻微损伤或无损伤
II	梁体有显著偏位，但有足够支撑，无落梁疑虑。梁体有明显弯曲裂缝，或有可见剪切裂缝。	主拱圈（肋）有可见开裂，无挠曲、倾斜等明显变形；拱上建筑虽有明显位移、开裂，但仍有足够支撑	主构件轻微损伤，副构件明显损伤
III	梁体有严重偏位剩余支撑不足，有落梁疑虑。梁体有严重弯曲裂缝，或有明显剪切裂缝。	主拱圈（肋）有明显开裂，拱轴线有挠曲、倾斜等明显变形；拱上建筑有显著位移、开裂，剩余支撑不足。	主构件明显屈曲变形或破坏

表 2-3 典型桥梁下部结构桥墩承载力损伤评估分级标准

损伤程度	损害状况		
	弯曲破坏为主	剪切破坏为主	扭转破坏为主
I	有少量明显弯曲裂缝，但裂缝宽度不大；无砼剥落、压溃；无钢筋外露；墩柱无明显倾斜。	有可见剪切裂缝，但裂缝宽度不大；无砼剥落、压溃；无钢筋外露；剪切面无错台。	有可见扭剪裂缝，但裂缝宽度不大；无砼剥落、破碎；无钢筋外露。
II	有较多弯曲裂缝，裂缝宽度较大；砼保护层局部剥落；钢筋外露，但无明显屈曲；墩柱有倾斜，但斜率不大；墩身沉陷较小，残留水平变位较小。	有明显剪切裂缝，裂缝宽度较大；砼保护层局部剥落；局部钢筋外露，但未屈曲；剪切面无明显错台。	有明显扭剪裂缝或扭剪破裂带，裂缝宽度较大；局部砼保护层剥落、破碎；钢筋外露，但无明显屈曲。
III	有大量弯曲裂缝，裂缝宽度大，裂缝延伸较长；受压区砼剥落、压溃，形成三角形破坏区；钢筋外露，有明显屈曲；墩柱明显倾斜，斜率较大。	有显著剪切裂缝或剪切破碎面，裂缝宽度大；局部砼剪压破碎、剥落；钢筋外露、屈曲；剪切面有明显错台。	有显著扭剪裂缝或扭剪破裂带，裂缝宽度较大；局部砼剥落、破碎；钢筋外露，但无明显屈曲。

表 2-4 典型桥梁下部结构桥台承载力损伤评估分级标准

损伤程度	损伤描述
I	桥台背墙、翼墙无明显开裂；锥坡无明显开裂、沉陷等；台后填土无明显坍塌、沉陷。
II	桥台背墙、翼墙有明显开裂；锥坡有明显开裂、沉陷等；台后填土有明显坍塌、沉陷；基础整体有轻微倾斜、变位或滑移。
III	桥台背墙、翼墙严重开裂；锥坡严重开裂、沉陷等；台后填土严重坍塌、沉陷。基础整体有严重倾斜、变位或滑移。

表 2-5 桥梁地基基础承载力损伤评估分级标准

损伤程度	损伤描述
I	地基土轻微开裂或松动，无液化基喷砂现象；基础有轻微水平变位、沉陷或出露，基桩与周围土体间残余裂隙较小，基础无倾斜现象。
II	地基土明显开裂，地基有轻微液化或喷砂现象；基础有明显水平变位、沉陷或出露，基桩与周围土体间残余裂隙较大，基础有轻微倾斜现象。
III	地基土严重开裂，地基有轻微液化或喷砂现象；基础有严重水平变位、沉陷或出露，基桩与周围土体间残余裂隙过大，基础有明显倾斜现象。

表 2-6 典型桥梁支座（支撑）承载力损伤评估分级标准

损伤程度	损害状况
I	无损伤或仅有轻微变形或错位，对仍有良好主梁支承。
II	支座严重破损或错位，支座垫石严重破损，抗震锚栓严重变形，对主梁支承情况恶化。
III	支座完全损毁甚至脱落，对主梁支承条件严重恶化。

2.3 桥面通行能力评估分级标准见表 2-7~2-9。

表 2-7 伸缩缝损伤与桥面通行能力评估分级标准

损伤程度	损伤状况	
	定性描述	定量描述
I	无明显相对变位。	水平开离或横向错位 $\Delta L < 10\text{cm}$; 竖向落差 $\Delta h < 5\text{cm}$;
II	相对变位较小, 不影响通行。	水平开离或横向错位 $10\text{cm} \leq \Delta L < 20\text{cm}$; 竖向落差 $5\text{cm} \leq \Delta h < 15\text{cm}$;
III	开离或落差过大, 无法通行。	水平开离或横向错位 $\Delta L \geq 20\text{cm}$; 竖向落差 $\Delta h \geq 15\text{cm}$ 。

表 2-8 桥头引道与桥面通行能力评估分级标准

损伤程度	损伤状况	
	定性描述	定量描述
I	局部沉陷或隆起; 局部坍塌范围较小, 未侵蚀行车道。	沉陷或隆起高差 $\Delta h < 5\text{cm}$;
II	大量沉陷或隆起; 坍塌范围较大, 侵蚀行车道。	沉陷或隆起高差 $5 \leq \Delta h < 15\text{cm}$;
III	严重沉陷或隆起; 发生大面积坍塌, 严重侵蚀行车道。	局部沉陷或隆起高差 $\Delta h \geq 15\text{cm}$

表 2-9 护栏附属设施与桥面通行能力评估分级标准

损伤程度	损伤描述
I	无损伤或轻微损伤。
II	设施损伤、倒塌, 阻碍交通。
III	设施损伤、倒塌, 阻断交通。

附录 3

使用场景	可选用便桥技术	保障能力	抢通（架设）时效	其他参考因素
跨越小型河川等 障碍宽度不超过 10m	应急轻便桥（拼装式）	（1）单车道（宽度 4.2m），越障碍宽度不超过 10m； （2）可承载能力不超过履带 40 吨，轮式轴压 13 吨；	6 人作业，40 分钟内完成	（1）临时应急抢通； （2）吊车辅助，人力拼装，人力劳动强度较高； （3）通过车辆运输或空投到现场； （4）对跨越河川的水流和深度无要求。
	机械化桥（小跨度，高机动）	（1）单车道（宽度 2.6m）； （2）可承载载荷不超过轮式轴压 15 吨；	2 人作业，10 分钟内完成	（1）临时应急抢通； （2）纯机械化作业，人员劳动强度低； （3）自行驶到现场； （4）对跨越河川的水流速度和深度无要求。
	公路装配式钢桥（321、ZB200、CB 系列等）	（1）一般为单车道（321、ZB200 宽度 3.7m，CB 系列宽度 4.2m），越障碍宽度为 6m 或 9m（桥节约 3m）； （2）可承载能力不超过汽-20 级，履带 50 吨；	（6m 跨度）8 人作业，约 3 小时完成； （9m 跨度）8 人作业，约 4.5 小时完成；	（1）临时应急抢通； （2）人力拼装，人员劳动强度高； （3）双车道架设时间加倍； （4）两岸须简易加固； （5）借助车辆运输到现场； （6）对跨越河川的水流速度和深度无要求。

使用场景	可选择制式桥梁技术	通行保障能力	抢通（架设）时效	其他参考因素
跨越小型河川等 障碍宽度 10m-15m	应急轻便桥（拼装式）	（1）单车道（宽度 4.2m），越障碍宽度 10-15m； （2）可承载能力不超过履带 40 吨，轮式轴压 13 吨；	12 人作业，40 分钟内完成	（1）临时应急抢通； （2）吊车辅助，人力拼装，人力劳动强度较高； （3）通过车辆运输或空投到现场； （4）对跨越河川的水流和深度无要求。
	公路装配式钢桥（321、ZB200、CB 系列等）	（1）一般为单车道（321、ZB200 宽度 3.7m，CB 系列宽度 4.2m），越障碍宽度为 12m、15m； （2）可承载能力不超过汽-20 级，履带 50 吨；	（12m 跨度）12 人作业，约 4.5 小时完成； （15m 跨度）12 人作业，约 6 小时完成；	（1）临时应急抢通； （2）人力拼装，人员劳动强度高； （3）若双车道架设时间加倍； （4）两岸须简易加固； （5）借助车辆运输到现场； （6）对跨越河川的水流速度和深度无要求。
	机械化桥（应急重型，带桥脚）	（1）单车道（宽度 3.8m），单跨 15m； （2）可承载载荷不超过履带 60 吨、轮式轴压 13 吨；	单跨 7 人作业，15 分钟完成；	（1）临时应急抢通； （2）机械化作为主，人工辅助，劳动强度低； （3）自行驶到现场； （4）自带桥脚，只适应河川深度不大于 5m、最大水流流水不超过 2m/s 环境。

使用场景	可选择制式桥梁技术	通行保障能力	抢通（架设）时效	其他参考因素
跨越中小型河川等 障碍宽度 15m-30m	应急轻便桥（拼装式）	（1）单车道（宽度4.2m），越障碍宽度15-22m； （2）可承载能力不超过履带40吨，轮式轴压13吨	12人作业，40分钟内完成	（1）临时应急抢通； （2）吊车辅助，人力拼装，人力劳动强度较高； （3）通过车辆运输或空投到现场； （4）对跨越河川的水流和深度无要求。
	机械化桥（应急轻型）	（1）单车道（宽度4.2m），越障碍宽度15-23m； （2）可承载能力不超过履带30吨，轮式轴压13吨	2人作业，20分钟内完成	（1）临时应急抢通； （2）机械化架设，人力劳动强度低； （3）自行驶到现场； （4）对跨越河川的水流和深度无要求。
	机械化桥（应急重型，不带桥脚）	（1）单车道（宽度3.2m），越障碍宽度为不超过22m； （2）可承载载重不超过履带60吨、轮式轴压13吨。	3人作业，15分钟完成	（1）临时应急抢通； （2）机械化作业，劳动强度低； （3）自行驶到现场； （4）对跨越河川的水流速度和深度无要求。
	机械化桥（带桥脚）	（1）单车道（宽度3.8m），越障碍宽度15m、30m（15m一跨）； （2）可承载载重不超过履带60吨、轮式轴压13吨，	7人作业，20分钟/每跨；	（1）临时应急抢通； （2）机械化作为主，人工辅助，劳动强度低； （3）自行驶到现场； （4）自带桥脚，只适应河川深度不大于5m、最大水流流水不超过2m/s环境。
跨越中型河川等 障碍宽度 30m-50m	公路装配式钢桥（321、ZB200、CB系列等）	（1）一般为单车道（321、ZB200宽度3.7m，CB系列宽度4.2m），越障碍宽度为30-50m（桥节按3m变化）； （2）可承载能力不超过汽-20级，履带50吨	（30m跨度） 20人作业，约15小时完成； （50m跨度） 20人作业，约30小时完成；	（1）临时应急抢通； （2）人力拼装，人员劳动强度高； （3）若双车道架设时间加倍； （4）两岸须简易加固； （5）借助车辆运输到现场； （6）对跨越河川的水流速度和深度无要求。
	机械化桥（带桥脚）	（1）单车道（宽度3.8m），越障碍宽度30m、45m（15m一跨）； （2）可承载载重不超过履带60吨、轮式轴压13吨，	单跨7人作业，15分钟完成；	（1）临时应急抢通； （2）机械化作为主，人工辅助，劳动强度低； （3）自行驶到现场； （4）自带桥脚，只适应河川深度不大于5m、最大水流流水不超过2m/s环境。
	机械化桥（应急大跨度）	（1）单车道（宽度4m），越障碍宽度30-48m； （2）可承载载重不超过履带60吨、轮式轴压13吨。	6人作业，1.5-2小时完成；	（1）临时应急抢通； （2）机械化作业，人工辅助，劳动强度低； （3）多辆车自行驶到现场； （4）需要架设场地较为宽阔； （5）对跨越河川的水流速度和深度无要求。

使用场景	可选择制式桥梁技术	通行保障能力	抢通（架设）时效	其他参考因素
跨越中大型河川等 障碍宽度 50m-200m	公路装配式钢桥（321、ZB200、CB系列等）	（1）一般为单车道（321、ZB200 宽度 3.7m，CB 系列宽度 4.2m），321、ZB200 越障碍宽度为 51-60m（跨度，按 3m 变化）；CB 系列越障碍宽度为 51-87.6m（跨度） （2）可承载能力不超过公路 I 级，履带 60 吨	40 人作业，约 3 天-10 天不等	（1）临时应急抢通； （2）人力拼装，人员劳动强度高； （3）若双车道架设时间加倍； （4）两岸须简易加固； （5）借助车辆运输到现场； （6）对跨越河川的水流速度和深度无要求。
	动力舟桥（连成整桥）	（1）单车道（宽度 5m），推荐越障碍宽度 60--200m； （2）可承载载荷不超过履带 60 吨、轮式轴压 13 吨。	根据长度不同由 30-100 人配合，1-2 小时内完成	（1）临时应急抢通； （2）机械化作业、人力辅助，人员劳动强度较高； （3）大量舟桥车辆自行驶到现场； （4）现场保障人员众多； （4）对跨越河川的水流速度不大于 3m/s,河水深度不低于 1.5m。
	动力舟桥（漕渡使用）	可承载载荷不超过履带 60 吨、轮式轴压 13 吨。	约 10 人配合，20 分钟内完成	（1）临时漕渡使用； （2）机械化作业、人力辅助，人员劳动强度较低； （3）对跨越河川的水流速度不大于 3m/s,河水深度不低于 1.5m。

附录 4

附表 4-1 国家战略性储备库情况一览表

序号	名称	位置
1	河北国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	河北保定
2	吉林国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	吉林长春
3	黑龙江国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	黑龙江省齐齐哈尔
4	浙江国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	浙江湖州
5	山东国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	山东临沂
6	河南国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	河南省郑州
7	湖南国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	湖南湘潭
8	广东国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	广东肇庆
9	四川国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	四川成都
10	贵州国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	贵州贵阳
11	云南国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	云南昆明
12	陕西国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	陕西省西安市
13	甘肃国家区域性公路交通应急装备物资储备中心	甘肃省兰州市

附表 4-2 土方装备（通用装备）配置参考

装备类型	作业类型	部署方式	重量等级	环境条件	智能化	能力类型	作业能力
自卸车	运输	自行式运输	中型	常规地形	等级 1	作业效率	等级 1
履带式挖掘机	挖	自行式运输	轻型/ 中型/ 重型	低承载	等级 1	作业效率	等级 1 等级 2 等级 3
长臂挖掘机	挖	自行式运输	重型	低承载	等级 1	作业效率	等级 2
无人挖掘机	挖	自行式运输	中型	全地形	等级 2	作业效率	等级 1
湿地挖掘机	挖	自行式运输	重型	低承载	等级 1	作业效率	等级 2
水陆两用挖掘机	挖	自行式运输	重型	低承载	等级 1	作业效率	等级 2
步履式挖掘机	挖	陆地运输	中型	高海拔\ 低承载、 山地陡坡	等级 1	作业效率	等级 1

挖掘装载机	挖\装载	自行式运输	轻型	低承载	等级 1	作业效率	等级 1
滑移挖掘机	装载	自行式运输	轻型	低承载	等级 1	作业效率	等级 2
多功能滑移挖掘机	装载	自行式运输	中型	低承载\山地陡坡	等级 1	作业效率	等级 1
微型装载机	装载	自行式运输	微型	低承载	等级 1	作业效率	等级 1
常规装载机	装载	自行式运输	轻型/中型	低承载	等级 1	作业效率	等级 1
多功能滑移挖掘机	装载	自行式运输	中型	低承载\山地陡坡	等级 1	作业效率	等级 1
微型装载机	装载	自行式运输	微型	低承载	等级 1	作业效率	等级 1
装载机	装载	自行式运输	轻型 中型	低承载	等级 1	作业效率	等级 1
紧凑式履带装载机	装载	自行式运输	小	全地形	等级 1	作业效率	等级 1
铲运车	铲运	自行式运输	轻型 中型 重型	低承载	等级 1	作业效率	等级 1 等级 2 等级 3
轮式推土机	推土	自行式运输	轻型 中型 重型	常规地形	等级 1	作业效率	等级 1
履带推土机	推土	陆地运输	轻型 中型 重型	低承载	等级 1	作业效率	等级 1 等级 2 等级 2

作业能力：装备在现场的作业功率大小

等级 1：挖掘机：<20 (m³/h)；装载机：10-110 (m³/h)；铲运车：360-1800 (m³/h)；推土机：160-480 (m³/h)。

等级 2：挖掘机：20-110 (m³/h)；装载机：110-300 (m³/h)；铲运车：1800-3600(m³/h)；推土机：480-800 (m³/h)

等级 3：挖掘机：>110 (m³/h)；装载机：>300 (m³/h)；铲运车：>3600(m³/h)；推土机：>800 (m³/h)

附表 4-3 破碎装备（通用装备）配置表

装备类型	作业类型	适用场景	部署方式	重量等级
破碎锤	破碎	块石破碎	陆地运输	微型
潜孔锤	破碎	松散堆机体	陆地运输	微型
振动沉管机	钻孔	松散堆机体	陆地运输	微型
破碎钳	破碎	块石	陆地运输	微型
液压剪	破碎	块石	陆地运输	微型
破碎镐	破碎	块石	陆地运输	微型
铲斗	破碎	块石	陆地运输	微型
多功能破障装备	破碎	块石	陆地运输	微型
小型空压机	破碎	块石	陆地运输	微型
手动凿岩机	钻孔	危石	陆地运输	微型
风动凿钻机	钻孔	危石 松散堆机体	人力携行	微型
二氧化碳空气炮	破碎	危石	陆地运输	微型
单兵多功能高压水射流清障装置	破碎	块	人力携行	微型
岩石劈裂机	破碎	块石	陆地运输	微型
便携式单兵火箭筒	破碎	危石	人力携行	微型

附表 4-4 桩工装备（通用装备）配置参考

装备类型	作业类型	部署方式	重量等级
冲孔钻机	凿钻	自行式运输	轻型
旋挖钻机	凿钻	自行式运输	轻型 中型 重型
反循环钻机	凿钻	自行式运输	轻型 中型
锚杆钻机	凿钻	自行式运输	轻型
全套管钻机	凿钻	自行式运输	微型

装备类型	作业类型	部署方式	重量等级
潜孔钻机	凿钻	自行式运输	轻型
冲击钻机	凿钻	自行式运输	轻型 中型
长螺旋钻孔机	凿钻	自行式运输	重型
截桩机	打桩	自行式运输	微型
打桩锤	打桩	自行式运输	轻型
压桩机	打桩	自行式运输	重型

附表 4-5 混凝土作业装备（通用装备）配置参考

装备类型	作业类型	部署方式	能力类型	作业能力
泵车	浇筑	自行式运输	泵送距离	等级 1
拖泵	浇筑	自行式运输	泵送距离	等级 2
车载泵	浇筑	陆地运输	泵送率	等级 2
混凝土搅拌车	浇筑	自行式运输	运输容量	等级 1 等级 2
搅拌运输车	浇筑	自行式运输	运输容量	等级 1 等级 2
布料杆	浇筑	陆地运输	布料半径	等级 1
混凝土搅拌机	浇筑	自行式运输	运输容量	等级 1
散装水泥运输车	浇筑	自行式运输	运输容量	等级 2
粉粒物料车	浇筑	自行式运输	运输容量	等级 2
混凝土喷射车	浇筑	陆地运输	喷射量	等级 1
搅拌砂浆泵车	注浆	自行式运输	运输容量	等级 1
干混砂浆搅拌车	注浆	自行式运输	运输容量	等级 2

装备类型	作业类型	部署方式	能力类型	作业能力
干混砂浆运输车	注浆	自行式运输	运输容量	等级 2
喷浆车	注浆	自行式运输	运输容量	等级 1
砂浆搅拌机	注浆	自行式运输	运输容量	等级 1
双液注浆机	注浆	自行式运输	泵送率	等级 1

作业能力：装备在现场的作业距离和功率。

等级 1：运输容量<8（m³），泵送距离：<100m，泵送率<40m³/h

等级 2：运输容量>8（m³），泵送距离：>100m，泵送率>40m³/h

附表 4-6 起重型吊装装备（通用装备）配置参考

装备类型	作业类型	部署方式	重量等级	环境条件	作业能力
汽车起重型机	提升	自行式运输	轻型 中型	常规地形	等级 1 等级 2
履带起重型机	提升	自行式运输	重型	低承载	等级 2 等级 3
轮胎起重型机	提升	自行式运输	轻型 中型	常规地形	等级 1 等级 2
全地面起重型机	提升	自行式运输	重型	全地形	等级 3
随车起重型机	提升	自行式运输	轻型	常规地形	等级 1
塔式起重型机	提升	自行式运输	重型	常规地形	等级 3
架桥机	提升	陆地运输	重型	常规地形	等级 3
造桥机	提升	陆地运输	重型	常规地形	等级 3
提梁机	提升	陆地运输	重型	常规地形	等级 3
桥梁式门式起重型机	提升	陆地运输	重型	常规地形	等级 3

作业能力：装备在现场的起重型重量大小。

等级 1：起重型重量<20t

等级 2：起重型重量：20t-70t

等级 3：起重型重量：>70t

表 4-7 运输装备（通用装备）配置表

装备类型	运送对象	部署方式	重型等级	环境条件	作业能力
越野指挥车	人员	自行式运输	轻型	常规地形	等级 1
小型客车	人员	自行式运输	轻型	常规地形	等级 1
中型客车	人员	自行式运输	轻型 中型	常规地形	等级 2
大型客车	人员	自行式运输	中型 重型	常规地形	等级 3
载重型拖车	装备运输	自行式运输	中型 重型	常规地形	
装备运输车	装备运输	自行式运输	中型 重型	常规地形	
轻型运输车	物资运输	自行式运输	中型 重型	常规地形	6 吨
重型运输车	物资运输	自行式运输	中型	常规地形	20 吨

作业能力：运输人员数量。

等级 1：运输人员 2 至 9 人

等级 2：运输人员大于 9 人且小于 20 人

等级 3：运输人员大于 20 人且小于 68 人

附表 4-8 生存保障装备（通用装备）配置表

装备类型	作业类型	部署方式	重量等级	环境条件	作业能力
炊事车	饮食保障	自行式运输	轻型	常规地形	等级 2
炊事挂车	饮食保障	自行式运输	轻型	常规地形	等级 1
食品冷藏车	饮食保障	自行式运输	轻型 中型	常规地形	等级 3
运净水车	饮水保障	自行式运输	轻型 中型	常规地形	等级 1 等级 2
宿营运输车	住宿保障	自行式运输	中型 重型	常规地形	等级 1 等级 2
淋浴车	淋雨保障	自行式运输	中型 重型	常规地形	等级 1 等级 2

装备类型	作业类型	部署方式	重量等级	环境条件	作业能力
卫生防疫车	卫生保障	自行式运输	中型 重型	常规地形	等级 1 等级 2
急救车	医疗保障	自行式运输	中型 重型	常规地形	等级 1 等级 2
运加油车	能源保障	自行式运输	中型 重型	常规地形	
照明车	照明保障	自行式运输	中型	常规地形	等级 3
发电车	电力保障	自行式运输	中型 重型	常规地形	等级 2

作业能力：装备保障人员数量。

等级 1：保障人员数量 10 人以内

等级 2：保障人员数量 10~30 人

等级 3：保障人员数量 30 人以上

附表 4-9 应急侦测侦检装备（专用装备）配置参考

装备类型	作业对象	技术手段	作业范围
危化品探测仪	危化品	危化品检测技术	局部检测
漏液漏电检测仪	电动车检测	漏电检测技术	局部检测
测量机器人	桥梁检测	机器人技术	局部检测
爬壁机器人	桥梁检测	机器人技术	局部检测
超声波探伤仪	桥梁检测	超声波技术	局部检测
激光检测设备	桥梁检测	激光技术	局部检测
红外检测设备	桥梁检测	红外技术	局部检测
无线定位设备	桥梁检测	无线传感器	局部检测
无人机	道路侦测、桥梁侦测、隧道口侦测	无人机技术	广域侦测
遥感卫星	处置先期全域侦测	遥感卫星技术	广域侦测
微型波形变雷达	桥梁形变	雷达技术	广域侦测
核磁共振仪	桥梁形变	核磁共振	局部检测
GPS 测量系统	桥梁形变	GPS 技术	广域侦测

附表 4-10 路基路面压实平整装备（专用装备）配置参考

装备类型	作业类型	部署方式	重量等级	环境条件	能力类型	作业能力
单钢轮压路机	压路	自行式运输	轻型 中型 重型	山地碎石	激振力	等级 1
双钢轮压路机	压路	自行式运输	中型	山地碎石	激振力	等级 2
轮胎压路机	压路	自行式运输	重型	全地形	激振力	等级 3
光轮压路机	压路	自行式运输	轻型 中型	山地碎石	加载质量	等级 1 等级 2
冲击压路机	压路	自行式运输	中型	黏性土	激振力	等级 2
三轮压路机	压路	自行式运输	中型	山地碎石	加载质量	等级 2
高速液压夯实机	压路	自行式运输	微型	全地形	激振力	等级 1
冲击夯	压路	陆地运输	微型	低承载	激振力	等级 1
平板夯	压路	陆地运输	微型	低承载	激振力	等级 1
振动压路机	压路	自行式运输	轻型 中型	山地碎石	激振力	等级 1 等级 2
强夯机	压路	自行式运输	重型	山地碎石	激振力	等级 3
手扶压路机	压路	陆地运输	微型	黏性土	激振力	等级 1
平地机	平地	自行式运输	轻型 中型 重型	黏性土质	铲刀宽度	等级 1 等级 2 等级 3
应急软质机动路面车	快速通过	陆地运输	中型	人工/装备	轮式荷载 轴压力 13T	等级 1 等级 2
应急硬质机动路面车	快速通过	陆地运输	中型	人工/装备	履带式 60T，轮 式荷载轴 压力 13T	等级 1 等级 2

作业能力：装备在现场的起重重量大小。

等级 1：压路机：激振力<255（kN），平地机：铲刀长度:3-3.3m.

等级 2：压路机：255<激振力<430（kN），平地机：铲刀长度:3-3.3m.

等级 3：压路机：激振力>430（kN），平地机：铲刀长度:4.5-8m

附表 4-11 桥梁抢通装备（专用装备）配置参考

装备类型	作业类型	部署方式	重量等级	架设方式	荷载	桥梁长度/路面宽度
装配式钢桁架桥	公路应急跨越	陆地运输	重型	人工	公路II级，汽-10级，汽-15级，汽-20级，履-50，挂-80	等级 2\3
模块化钢桁架桥	公路应急跨越	陆地运输	重型		HS20-44，HA，HB，公路I级	等级 2\3
应急装备化桥	公路应急跨越	陆地运输	重型	装备	通行荷载履带式：25-60t 轮式荷载轴压力：10-17t	等级 1
山原高地伴随桥	公路应急跨越	陆地运输	重型	装备	履带式荷载 LD-30、轮式荷载 LT-30 13t	等级 2
应急模块化桥	公路应急跨越	陆地运输	重型	装备	履带式荷载 60、轮式荷载：13t	等级 2
应急机动码头	水路应急跨越	陆地运输	重型	装备	最大通行荷载履带式 60t，轮式轴压力 13t	等级 1
节段式模块化快速组拼应急桥	水路应急跨越	陆地运输	重型	人工	最大通行荷载履带式 60t，轮式轴压力 13t	等级 1
应急动力舟桥	水路应急跨越	陆地运输	重型	装备	最大通行荷载履带式 60t，轮式轴压力 13t	等级 3
架桥辅助系统	辅助装备	陆地运输	中型	装备		等级 1
超大跨度应急装备化桥	公路应急跨越	陆地运输	重型	装备	最大通行荷载履带式 60t，轮式轴压力 13t	等级 3
轻型质材料应急桥梁	公路应急跨越	陆地运输/空中运输	轻型	装备	最大通行荷载履带式 60t，轮式轴压力 13t	等级 1
大跨度斜拉装配式公路钢桥	公路应急跨越	陆地运输	重型	装备	HS20-44，HA，HB，公路I级	等级 3
应急快速桥	公路应急跨越	陆地运输	重型	装备	履带式荷载 60T，轮式荷载轴压力 17T	等级 1

作业类型：突发事件所在环境的条件状况

公路应跨越急：主要用于保障重型装备、车辆等迅速克服各类山涧、沟渠、小河、弹坑等交通障碍，以实施快速机动作业。

水路应跨越：保障重型装备和车辆迅速克服流速不大于 2.5m/s 中小型江河、湖泊障碍。

快速通过：指主要用于在沙滩、泥泞、雪地、沼泽等低承载能力的地段铺设临时活动路面，快速铺设临时应急通道，保障各类轮式装备克服滩涂障碍

作业能力：装备在现场的作业功率大小

等级 1：桥梁跨度：0-50(m)；快速路面：宽度：3.6m "

等级 2：桥梁跨度：50-80(m)；快速路面：宽度：4.2m"

等级 3：桥梁跨度：>80(m)

附表 4-12 隧道破障装备（专用装备）配置参考

装备类型	作业类型	部署方式	重型量等级	多功能
盾构装备	盾构	自行式运输	重型	否
掘进机	掘进	自行式运输	重型	否
拱架安装台车	支护	自行式运输	轻型	否
凿岩机	凿钻	自行式运输	轻型	否
凿岩台车	凿钻	自行式运输	轻型	否
凿岩钻车	凿钻	自行式运输	轻型	否
履带式电传动多功能隧道 应急抢通设备	凿钻	自行式运输	重型	是
多臂钻台车	凿钻	陆地运输	轻型	否
手风钻	凿钻	陆地运输	中型	否
潜孔钻	凿钻	陆地运输	中型	否
大口径救援水平钻机	凿钻	自行式运输	中型	否
专业救援钻	凿钻	自行式运输	中型	否

附表 4-13 事故处置装备（专用装备）配置参考

装备类型	作业对象	作业方式	重量等级
汽车起重型机	4.5-12t 事故车辆	起吊、扶正	中型
叉车	受限空间作业	起吊、扶正	轻型
轻型清障救援车 (平板型)	4.5t 以下事故车辆	背载托运、牵拉	轻型
轻型清障救援车 (托吊型)	4.5t 以下事故车辆	起吊、托举牵引、扶正	轻型
轻型清障救援车 (拖吊型)	4.5t 以下事故车辆	起吊、牵引拖运、扶正	轻型
轻型清障救援车 (皮卡型)	4.5t 以下事故车辆	牵拉、牵引拖运	轻型
中型清障救援车 (平板型)	4.5-12t 事故车辆	背载托运	中型
中型清障救援车 (拖吊型)	4.5-12t 事故车辆	起吊、牵引拖运、扶正	中型
重型清障救援车 (拖吊型)	12t 以上事故车辆	起吊、牵引拖运、扶正	重型
液压顶杆	车体变形车辆	撑涨破拆	微型
液压扩张器	车体变形车辆	撑涨破拆	微型
液压剪切器	车体变形车辆	撑涨破拆	微型
热成像仪	受损电动车	电池温度监测	微型
测温仪	受损电动车	电池温度监测	微型

附表 4-14 冰雪沙水火处置装备（专用装备）配置参考

装备类型	作业类型	适用场景	部署方式	重量等级	环境条件	能力类型	作业能力
汽车底盘除雪车	除雪	路段\桥梁	自行运输	轻型	高低温\低承载	清雪效率	90km/h
重型抛雪机	除雪	路段	自行运输	中型	低温	清雪效率	3500 吨/小时
镐铲	除雪	路段\桥梁	人力携行	微型	高低温\低承载	清雪效率	
融雪剂撒布机	除雪	路段\桥梁	自行运输	轻型	高低温	融雪效率	

装备类型	作业类型	适用场景	部署方式	重量等级	环境条件	能力类型	作业能力
微型波除冰机	除冰	路段\桥梁	陆地运输	轻型	高低温\低承载	除冰速度	3km/h
除冰锤	除冰	路段\桥梁	人力携行	微型	高低温\低承载	除冰速度	
路面加热除冰车	除冰	路段\桥梁	自行运输	轻型	高低温\低承载	除冰速度	10km/h
全自动破冰除冰车	除冰除雪	路段\桥梁	自行运输	轻型	全地形	除冰速度	10km/h
多功能除冰除雪车	除雪/除冰	路段\桥梁	自行运输	轻型	高低温\低承载	除冰速度	10km/h
公路清沙车	清沙	路段	自行运输	轻型	高低温	清沙速度	100t/h
远程控制子母式大流量排水抢险车	排水\吸水	路段	陆地运输	中型	常规环境	流量	1500m³/h
排水泵	排水\吸水	路段\隧道	陆地运输	微型	常规环境	流量	40-200 m³/h
涡喷消防车	灭火	隧道	自行运输	轻型	常规环境		
隧道双头消防车	灭火	隧道	自行运输	轻型	常规环境		
大功率排烟消防车	灭火	隧道	自行运输	中型	常规环境		

作业能力：装备在现场的作业功率大小

等级 1：融雪效率：10-115m³/h

等级 2：融雪效率：115-1000m³/h

等级 3：融雪效率：1100-2100m³/h