



DAOLU JIAOTONG YINGJI
QIANGXIAN QIANGTONG JISHU ZHINAN

道路交通应急 抢险抢通技术指南

武警交通指挥部应急救援工程技术研究所 编著



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

道路交通应急抢险抢通技术指南

武警交通指挥部应急救援工程研究所 编著



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书主要介绍了遭受破坏和不同损毁条件下道路、桥梁、隧道的快速评估、抢修、抢建、抢通和保通等多种技术措施,交通应急救援领域中的新技术、新装备、新材料,典型灾害和事故中交通应急抢修的工程实例,既吸收了交通行业的先进技术成果,又推广了军内外的先进技术装备。

本书既可作为道路应急抢险保通技术人员的常备工具书,也可作为开展交通抢险培训的实用教材。

图书在版编目(CIP)数据

道路交通应急抢险抢通技术指南 / 武警交通指挥部
应急救援工程技术研究所编著. — 北京:人民交通出版
社股份有限公司, 2017. 1

ISBN 978-7-114-13498-2

I. ①道… II. ①武… III. ①道路运输—突发事件—
应急对策—指南 IV. ①U491.31-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 284572 号

书 名: 道路交通应急抢险抢通技术指南

著 作 者: 武警交通指挥部应急救援工程技术研究所

责任编辑: 吴有铭 李 农 李 沛 闫吉维

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 39

字 数: 995 千

版 次: 2017 年 1 月 第 1 版

印 次: 2017 年 1 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13498-2

定 价: 128.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书,由本公司负责调换)

本书编审委员会

总 策 划 傅 凌 许世宏

主 任 委 员 张金美 高 强

副主任委员 董建平

委 员 张宏建 丁 涛 曾智刚 于华章

林 雨

编 写 人 员 盛三湘 李海鹏 刘志宏 冯 勇

张 龙 李俊鹏 汪效良

统 稿 盛三湘 张 龙

前 言

自然灾害发生时,会对道路、桥梁、隧道等交通基础设施造成损毁,形成交通“动脉”的堵塞。及时抢通损毁道路,可以最大限度地抢救生命、减少人员伤亡和财产损失,对于开展各项救援工作、救灾物资的运输保障具有重大意义。本书在总结历年工程建设、道路管养和应急抢险救援经验的基础上,参阅国内铁路桥梁抢修,军用道路桥梁和舟桥装备、装配式公路钢桥,以及近年来国内典型灾害情况下道路交通应急抢险等方面的大量技术资料编撰而成。本书既可作为遂行重大应急救援任务的技术指南,也可作为道路应急抢修抢建技术培训的实用教材。

本书主要介绍了遭受破坏和不同损毁条件下道路、桥梁、隧道的快速评估、抢修、抢建、抢通和保通等多种技术措施,交通应急救援领域中的新技术、新装备、新材料,典型灾害和事故中交通应急抢修的工程实例,既吸收了交通行业的先进技术成果,又推广了军内外的先进技术装备。希望本书的出版,能够为交通应急领域的技术人员和管理决策者提供有益的借鉴,从而提高交通应急行业的能力与水平,促进交通应急体系的建设与完善,推动交通应急技术的进步与发展。

本书编写过程中参考了有关专家和同行业单位科技人员的著作,在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,本书内容在深度和广度上也许不能完全满足读者的需求,且难免存在诸多不足之处,敬请读者批评指正。

作 者

二〇一六年十月

目 录

第一章 绪论	1
第二章 路基抢通	5
第一节 路基沉陷处置	5
第二节 路基坍塌处置	7
第三节 道路掩埋阻塞抢通	13
第四节 涉水通行及泥石流路段抢通	22
第五节 巨石、危石破碎及松散堆积体爆破处理	30
第六节 沙害、冰雪灾害中的道路抢通	43
第七节 路基加固与防护	58
第八节 堰塞湖处置	88
第三章 路面抢修	100
第一节 简易路面	100
第二节 机械化路面	108
第三节 道面快速抢修技术	112
第四章 破损桥梁抢修	124
第一节 桥梁震害特征	124
第二节 桥梁震害的主要破坏部位	128
第三节 破损桥梁检测与评估	132
第四节 破损桥梁快速抢通	136
第五节 破损桥梁抢修与加固	137
第五章 桥梁的抢建	184
第一节 桥梁抢建前的灾害隐患排除	184
第二节 桥梁抢建的技术指标及防护措施	187
第三节 垮塌桥梁抢建的基本材料	189
第四节 桥梁基础的抢建	207
第五节 桥墩、桥台的抢建	225
第六节 梁的搭设	257
第七节 木桥的抢建	281
第八节 利用公路路基进行装配式战备钢桥的抢建	292
第六章 制式装备的应用与发展	297
第一节 制式桥梁装备	297
第二节 制式舟桥装备	322

第三节 新技术、新材料、新装备·····	341
第七章 隧道抢通抢修·····	363
第一节 隧道概述·····	363
第二节 隧道坍塌抢通抢修·····	373
第三节 隧道涌水抢修·····	395
第四节 隧道火灾及其他突发事件处置措施·····	399
第五节 超前地质预报技术·····	403
第六节 救援装备·····	410
第八章 交通应急侦测·····	412
第一节 遥感侦测技术·····	412
第二节 无人机应急侦测技术·····	428
第三节 现场灾情调查·····	446
第九章 道路交通应急抢修抢建实例·····	460
实例一 绵茂公路汉旺至清平段抢通·····	460
实例二 小岗剑堰塞湖应急处置·····	463
实例三 易贡山体滑坡堰塞湖处置·····	468
实例四 川藏公路通麦大桥抢建·····	471
实例五 “5·12”汶川地震中破损桥梁抢修·····	477
实例六 都汶公路彻底关“321”钢桥抢建·····	482
实例七 平武县南坝镇涪江低水桥抢建·····	490
实例八 川藏公路索通桥垮塌抢建·····	492
实例九 宝成铁路 109 隧道震灾抢险整治·····	500
实例十 太焦线石会段一、三号隧道坍方及治理·····	503
实例十一 钢棚洞防治崩塌滚石在“4·20”芦山地震抢险中的应用·····	506
实例十二 中尼公路抢险救援·····	513
实例十三 GPS RTK 技术在深圳光明新区滑坡抢险中的应用·····	520
实例十四 湖南华容新华垸堤坝溃口封堵行动·····	526
附录 A 应急救援装备·····	532
A1 土石方工程机械类·····	532
A2 起重机械类·····	548
A3 桩基和桥梁装备类·····	552
A4 救援机械类·····	564
A5 路面机械类·····	577
A6 小型机械装备类·····	582
A7 保障车辆类·····	600
A8 除雪机械类·····	609
参考文献·····	615

第一章 绪 论

一、道路交通应急的意义

近年来,世界范围内的地震、海啸、台风、火山爆发、洪水、暴雨、热浪、干旱等各种自然灾害频发。据科学家分析,太阳正处于一个活动周期的上升阶段,地球也正处于地震活动频繁期。近年来全球遭受各种自然灾害影响的次数和影响的人数明显增多,并呈上升趋势。

中国是世界上自然灾害最严重的国家之一,自然灾害种类多、分布范围广、发生频率高,并呈现出多灾并发、群发和集中爆发的特征,一些历史罕见的重特大自然灾害近年来也频繁发生,灾害损失持续加重,严重影响了经济发展和民生改善。有关资料统计表明,近几十年来,我国平均每年因遭受各种自然灾害受灾人口达数亿人次,紧急转移安置人员超过千万人次,倒塌民房数以万计,死亡和失踪人员数以千计,因灾直接经济损失数以亿计。

2008年以来,我国先后经受了南方特大雨雪冰冻、“5·12”汶川地震、“4·14”玉树地震、“4·20”芦山地震、甘肃舟曲特大山洪泥石流等一系列重大自然灾害和天津“8·12”特大火灾爆炸、深圳光明新区山体滑坡等特大事故的考验。在这些灾害的成功处置中,道路交通应急抢通和应急运输保障,对于及时、有效开展各项应急救援工作,为灾区人民供应生活急需的各种物资,最大限度地抢救生命、减少人员伤亡和财产损失,保障救援人员战斗力,防止灾害扩大化,确保灾区社会稳定,加快恢复重建进程,发挥了重要作用。但我们也应该清醒地认识到,我国道路交通应急处置能力与发达国家相比还有很大差距,应急长效机制、意识、装备、技术还有待进一步发展提高。

二、道路交通突发事件的应急管理

道路交通突发事件,指突然发生,造成或者可能造成交通运输设施损毁,交通运输中断、阻塞,需要采取应急处置措施,疏散或者救援人员,提供应急运输保障的自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件。

道路交通应急,指国家为满足战争和应对突发事件的道路交通保障需求,有计划、有组织地提高道路交通系统的应变能力,由常态转入非常态所进行的一系列活动。

交通战备,指在交通方面所做的适应战争需要的准备,包括拟制战时交通保障计划,进行战场交通网和交通防护工程建设等。目前,国家对交通战备工作的总体目标是“战时应战,急时应急,平时服务”。

1. 归口管理

交通运输部是全国道路交通突发事件应急管理工作的主管部门,负责编制并发布国家交通运输应急保障体系建设规划,统筹规划、建设国家级交通运输突发事件应急队伍、应急装备和应急物资保障基地,储备应急运力,将相关内容纳入国家应急保障体系规划。

2. 应急处置原则

道路交通突发事件应对活动遵循属地管理原则,在各级地方人民政府的统一领导下,建立

分级负责、分类管理、协调联动的交通运输应急管理体制。

3. 道路交通应急抢修抢建存在的主要问题

首先,道路交通应急抢修抢建专业技术人才匮乏,抢修抢建技术储备几乎是空白。系统介绍道路交通抢修抢建技术的专业书籍非常少;另外,道路交通抢修抢建装备器材严重不足。据了解,各省(自治区、直辖市)交通管理部门除了装备部分 321 型装配式公路钢桥之外,其他如机械化桥、山地伴随桥、重型桁架桥、舟桥、装配式公路桥墩等快速专业化架桥、渡河器材几乎完全没有配备。一旦发生大灾大难,除了能够应对路基典型病害的处置之外,桥梁抢修抢建就得完全依赖于解放军工程兵部队。应急抢修抢建新材料、新装备,比如抢修用快凝、早强水泥,高强、轻型合金大跨度桥梁,水中快速桥墩,适用于特殊峡谷地带的大跨度斜拉桥、悬索桥,用于灾区灾情侦查的无人机、长航时滞空热气球等等相关技术研究还比较滞后。

三、道路交通应急的地位和作用

众所周知,在公路、铁路、水路、航空和管道 5 种运输方式中,公路交通在客运量、货运量、旅客周转量、货物周转量方面占据整个交通运输体系的首位。

同时,公路是联系铁路、水路、航空、管道等其他运输方式的重要手段,其他运输方式的正常运转很大程度上要依赖公路运输来实现。公路交通覆盖范围广、通达程度深、机动灵活、可实现“门对门”直达运输,具有其他交通运输方式无可比拟的应急优势。因此,公路交通在综合交通运输体系以及交通应急保障中具有十分重要的地位和作用。

《国家公路网规划(2013 年—2030 年)》提出构建“两张网”:一是普通国道网,包括 12 条首都放射线、47 条北南纵线、60 条东西横线和 81 条联络线,覆盖全国所有县,总规模约 26.5 万 km;另一是国家高速公路网,由 7 条首都放射线、11 条北南纵线、18 条东西横线,以及地区环线、并行线、联络线等组成,总计约 11.8 万 km。除此之外,还提出了远期展望线计划 1.8 万 km,主要发展西部地区。总规模约 40 万 km。也就是说,到 2030 年,我国将基本实现首都辐射省会、省际多路连通、地市高速通达、县县国道覆盖的目标。但是与公路建设飞速发展、通达深度和服务水平进一步提升、有力支撑国民经济快速健康发展相比,道路交通应急能力的建设还相当滞后。比如:2008 年的南方雨雪冰冻灾害和 2012 年北京地区的强降雨造成京石高速公路被淹,“5·12”汶川地震、“4·14”玉树地震和“4·20”芦山地震暴露出交通应急专业力量建设与部署等方面仍存在问题,加强道路交通应急能力建设具有极端重要性和迫切性。

四、道路交通突发事件的特点及应急抢修抢建应遵循的原则

1. 道路交通突发事件的特点

除战争之外,能够对道路交通设施造成重大破坏的突发事件主要包括自然灾害(表 1-1)、安全事故和恐怖袭击。安全事故主要是指道路交通设施在建设或运营过程中发生的各种生产安全事故,比如营运车辆在隧道内起火、爆炸造成隧道结构破坏、桥梁垮塌等等;恐怖袭击主要是指恐怖分子对关键性桥梁、隧道实施的爆炸破坏。这些道路交通突发事件主要有以下特点:

道路交通常见灾害类型 表 1-1

序号	灾害类别	可能造成的损害
1	泥石流	①道路:坍塌、掩埋,防护和排水结构物损坏
		②桥涵:淤塞、移位,墩台基础垮塌、损毁
		③隧道:洞口和墙身冲毁、阻塞

序号	灾害类别	可能造成的损害
2	地震	①道路： 路基沉陷、开裂、滑移、扭曲、隆起、挤压破坏等； 支挡、防护排水工程的坍塌、外倾、侧移、墙面鼓胀、基础脱空以及抗滑桩（或桩板墙）位移变形、锚杆（索）框架扭曲失效、主动防护网失效、挂网喷浆出现浅表层挤压破坏或剪切破坏等； 地震引起水位变化引发水毁
		②桥涵： 全桥损毁或部分垮塌； 主梁纵、横向移位及落梁，梁体破损开裂； 支座移位、脱空、损坏； 墩台挡块断裂或破损； 墩柱倾斜、破损、开裂、压溃、剪断，盖梁、系梁开裂； 拱桥拱圈变形、开裂，拱脚开裂、移位，拱上建筑损坏； 桥台墙体开裂、倾斜、移位、坍塌； 基础倾斜、沉陷、变形； 桥面铺装开裂，伸缩缝错位、破坏，护栏、人行道、灯具、管线破损
		③隧道： a. 土建结构 洞口：边仰坡地表开裂、失稳、垮塌，支挡防护工程出现裂缝、倾斜、下沉，截排水沟开裂、沉陷； 洞门：洞门墙体开裂、下沉、倾斜、垮塌； 洞身：衬砌开裂、剥落、错台、垮塌、侵限、脱空、渗水； 路面：开裂、下沉或隆起、断裂、渗水； 检修道、电缆沟、预埋沟（槽、管）：开裂、错台。 b. 机电设施 供电、照明、通风、消防、救援和监控等设施倒塌、脱落、损坏等。 c. 其他工程设施 洞口房建、污水处理设施、防雷接地装置损坏
3	滑坡	①道路：掩埋、支挡、防排水结构损毁
		②桥涵：掩埋、移位、错台、垮塌
		③隧道：洞口冲毁、阻塞
4	洪水	①道路：淤塞、掩埋、溃堤、损毁
		②桥涵：移位、垮塌
		③隧道：洞口洞门水毁、洞身墙体坍塌、突水突泥
5	冰雪	①道路：掩埋、移位，支挡、防排水结构损毁，融雪后的翻浆沉陷
		②桥涵：倾覆、垮塌、移位
		③隧道：坍塌、水毁
6	堰塞湖	①道路：水毁、掩埋、浸泡
		②桥涵：水位上升变化引起水毁
		③隧道：水毁、坍塌
7	溶洞、采空区、地下水	①道路：沉陷、坍塌
		②隧道：仰拱沉陷及坍塌、水毁

(1)突发性:是指对战争和突发公共事件造成的道路交通设施的损毁很难在事先进行准确预测,即发生时间的不确定性。

(2)随机性:是指对战争和突发公共事件造成的道路交通设施损毁的规模、程度、地点、类型的不确定性。

(3)时效性:是指对战争和突发公共事件造成的道路交通设施损毁的抢修抢建,具有很强的时效性,要求在极短的时间内必须予以恢复通行。

2. 道路交通抢修抢建应遵循的原则

道路交通突发事件具有很强的时效性,决定了道路交通抢修抢建必须遵循以下基本原则:

(1)快速:战争和突发公共事件对道路交通应急运输能力的需求和生命救援的要求,决定了道路应急抢通和交通设施抢修抢建应本着快速的原则。

(2)临时:采用工程机械、制式桥梁和渡河器材,以及其他临时性工程措施,疏通、修复壅塞道路,加固、修复和抢建损毁的桥隧和防护工程设施,以保障道路通行根本目的,与正常状态下的道路交通设施施工生产有根本的区别。

(3)安全:在快速抢通的前提下,还要保障通行的安全要求。如采取临时支挡、临时桥梁等工程构筑物,荷载等级、通行速度等与原有道路技术指标相比可以降低,但必须满足基本的安全需求。

(4)先通后畅:在保证安全通行的前提下,首先采取各种工程技术措施和装备器材抢通道路,即“先通”;然后在此基础上,边通行边采取加固、补强等技术措施对受损的桥梁、隧道等结构工程进行修复,采取拓宽、平整、压实、防护等技术措施提高道路的通行能力、安全性等各项技术指标,即“后畅”。

(5)因地制宜:应根据道路交通突发事件现场地形地貌、工程地质、灾害类型、毁损程度、毁损规模制订应急抢修抢建技术方案,充分利用既有道路、残存结构和就便器材,慎重选择桥梁、隧道坍塌后的改移桥位重建和绕行等技术方案,任何抢修抢建技术方案的制订和实施必须以减小工程量和缩短时间为根本前提。

第二章 路基抢通

在战争和突发事件等因素影响下,道路经常发生交通中断的情况。为保证抢险救援各项工作展开所需的交通应急运输,必须对损毁道路实施快速抢通。本章主要介绍公路路基因战争、自然灾害等各种因素导致的坍塌、沉陷、掩埋等破坏情况下的抢通技术与方法。

道路抢通前,应对抢通环境进行评估,如风险过大应采取必要的安全防护措施,保证抢险人员和装备的安全。

道路抢通时,应充分利用履带式挖掘机或推土机适应各种复杂地形的优势,多点平行作业,加快抢通速度,再辅以装载机、平地机对粗通路段进一步整修。

在路基抢通过程中,以及粗通后危险性较大的地段(如挡墙基础部分脱空路段、边坡松散堆积体较高路段等),应派专人负责安全警戒,并设置安全警示标志,加强交通管制。

第一节 路基沉陷处置

公路路基沉陷是指路基在土体自重、外部荷载和水的作用下产生沉降变形,变形量超过允许值或部分路基滑脱公路的现象。它包括路基沉陷、采空区公路塌陷、路基塌方等,其共同特征是变形破坏主要是垂直位移,形成了路面高程上的不连续,如图 2-1 所示。



图 2-1 路基沉陷开裂路段

路基沉陷的主要原因有:路堤填料选择不当,填筑方法不合理,压实度不足,在荷载和水、温度综合作用下而堤身沉陷;原地面为较弱土层,填筑前未经换土或压实不足而产生地基下沉;地震直接破坏整体稳定性;雨水冲刷、侵蚀等。

根据其对路基及边坡稳定性影响的严重程度,可对路基沉陷采取以下几种处理方案:

一、机械回填

适用于路基已发生沉陷,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,如图 2-2 所示。

采用路基土石方机械对沉陷路段进行回填、整平、压实。有条件的装运透水性好的砂石料或级配碎石料进行回填,标准是以路面不出现陡坎为宜。取料不易或时间紧迫时,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。



图 2-2 路基沉陷形成错台路段

要求在处理路段安装限速警示标识牌,并采取交通管制措施;未来得及处理而通行的路段,可以用石块顺裂缝间隙进行防护和标识。在雨季时,必须对裂缝进填塞处理,并利用路拱坡度排引地表水。

二、路基拓宽

路基拓宽适用于半填半挖路基纵向沉陷开裂、沉陷部分稳定性不足的路段。一般采用路基土石方机械挖除部分上边坡,对路基进行拓宽(图 2-3),同时安装限速警示标识牌,采取交通管制措施。

路基回填注意事项: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措施。

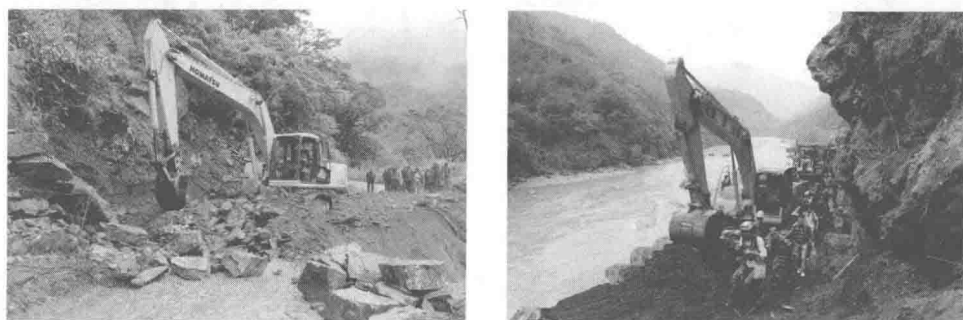


图 2-3 拓宽路基

三、注浆加固

注浆加固适用于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(图 2-4)。通常采用路基土石方机械挖除路基错台,并进行整平、压实。临时通车后,再对严重开裂范围进行注浆加固处理。路基注浆处理参数具体要求见表 2-1。

注浆加固处理参数表

表 2-1

布孔形式	孔距(m)	孔深(m)	浆液类型	浆液配合比(质量比)	注浆压力(MPa)
梅花状	1×1	路基高度×1.5	双液浆	水:水泥:水玻璃=1:1:0.05	≤0.4

安装限速警示标识牌,采取交通管制措施。



图 2-4 路基注浆加固

四、液化沉陷处理

处于活动性断裂带的路基,地震时将遭受重大破坏,路基将被拉开,形成错断和隆起;潮湿松软地基(如饱和粉细砂层、流塑状态的黏性土等),当覆盖地层厚度不足(小于7m)时,地震时易产生液化、喷砂冒水,造成路基沉陷;陡坡路堤、半填半挖路基、软硬层交界处的路基,由于土质不均匀,地震时易产生不均匀沉降或沿交界面开裂或滑动,在地下水位较高或较丰富的地段,地震时,由于破坏了地下水循环的规律,并使土的物理力学性质发生变化,震害一般较为严重,形成路基开裂与沉陷。处理地震液化路基常用的方法主要有以下两种:

(1)换填法:就是将可液化土挖除后用非液化土进行分层填筑,同时以人工或机械方法分层压、夯、振动使之达到要求的密实度。这种方法不仅挖除了浅层可液化的地层,而且上部回填的土层还有利于防止下部砂层的液化破坏。一般当可液化地层距地表不大于3m时采用挖除换填处理。

(2)强夯法:通过重锤从一定高度自由落下,以重锤自由落下产生的冲击波给地基以冲击和振动。在夯锤的反复作用下,饱和土中将引起很大的超孔隙水压力,随着夯击次数的增加,超孔隙水压力也不断提高,致使土中有效应力减小。当土中某点的超孔隙水压力等于上覆的土压力或等于上覆土压力加上土的黏聚力时,土中的有效应力完全消失,土的抗剪强度将为零,土颗粒将处于悬浮状态。此时由于骨架连接完全破坏,土体强度降到最低,使饱和土体中水流阻力也大大降低、渗透系数大大增加。而处于很大的水力梯度作用下的孔隙水,就能沿着土中已经由夯击而产生的裂隙面或者击穿土体中的薄弱面迅速排出,超孔隙水压力快速消散,加速饱和土体的固结,使土体的抗剪强度和变形模量明显增加,从而提高地基的强度、降低土层的压缩性、改善其抵抗振动液化的能力。

第二节 路基坍塌处置

路基坍塌是指路基在垂直方向产生严重下沉,与原路基顶面形成巨大高差,如图 2-5 所示。

对于路基坍塌,根据坍塌程度及规模、现场条件可采取以下处置措施。通车后应监测路基稳定性,随时采取放缓边坡或坡面稳定加固措施。

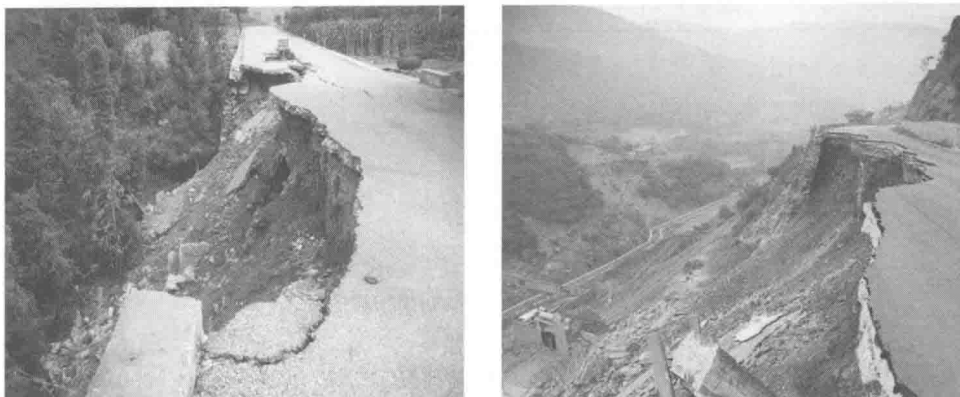


图 2-5 路基坍塌

一、填筑法

(一)全部填土

全部填土适用于坍塌体工程量不大、取土方便,现场人力、机械充足的情况。按原状修复,填土分层摊铺整平压实,紧急情况下可缩小路基宽度、变陡边坡。技术要求如下:

1. 宽度

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。

2. 边坡坡度

边坡坡度一般采用 $1:1.5$,受水浸淹部分的边坡采用 $1:1.75\sim 1:2$ 。路堑边坡根据土壤的性质而定,一般采用 $1:0.5\sim 1:1.5$ 。

3. 纵坡

纵坡一般不大于 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。

(二)换填泡沫轻质土

泡沫土是采用物理方法将发泡剂水溶液制备成泡沫,与必需组分水泥基胶凝材、水及可选组分集料、掺和料、外加剂等按照一定的比例混合搅拌,并经物理化学作用而形成的一种轻质材料。泡沫轻质土具有明显的多孔、轻质、承重特征,其密度及强度也可调节,且硬化后可自主和垂直填筑,节省用地。对于类似材料,国内的叫法普遍为泡沫混凝土。就硬化成型的过程而言,泡沫轻质土与泡沫混凝土并无本质区别。

泡沫轻质土较为适用于山区陡峭路段垮塌路基修复、地下管线回填、结构减载回填、软基路段回填等,可取代常规的复合地基处理方式,如图 2-6、图 2-7 所示。

现浇泡沫轻质土施工工艺流程主要包括“泡沫的生成、水泥浆或水泥砂浆的制备、泡沫轻质土的生成即泡沫与水泥(砂)浆的混合、现场浇筑施工”等四大步骤,如图 2-8 所示。

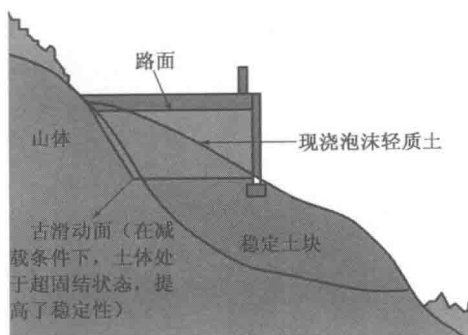


图 2-6 现浇泡沫轻质土示意图



图 2-7 坍塌路基现浇泡沫轻质土施工图

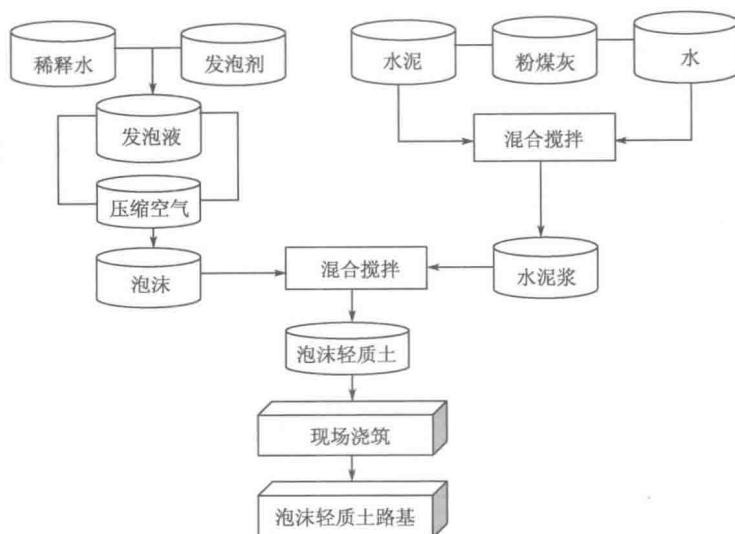


图 2-8 现浇泡沫轻质土施工工艺流程图

(三) 拦边填土

拦边填土适用于坍塌体工程量大或取土困难的情况。使用各种就便材料或备置材料拦边构筑路基边坡,同时在其内填土,缩减路基宽度、加大边坡坡度,以减少回填土石方数量,争取抢通时间。各种拦边方式的应急边坡坡度见表 2-2,路基宽度参照全部填土方案。拦边填土可分为以下几类:

路堤边坡应急坡度参考值表

表 2-2

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)
草袋及片石拦边	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
石笼拦边	1:0.3~1:0.5	1:0.4~1:1.0	5

1. 袋装土(石)拦边

袋装土(石)拦边采用草袋、塑料编织袋或麻袋装土(砂、碎石)达其容量 60% 左右,分层交错码砌,并逐渐收坡,底宽顶窄。路基面以下 3m 用单层,超过 3m 部分用双层。拦边厚度应随填土增高而加厚,如图 2-9 所示。

坍塌面积较小时,可直接用草袋装土(砂)填筑,分层交错堆积,使其成 1 : 1.5 左右的侧坡,并用直径 5cm、长 1m 以上的木桩将草袋贯穿固定,坡脚处紧贴草袋打入固定桩,入土深度 1m 以上。顶端填土 15~20cm 并夯实,如图 2-10 所示。

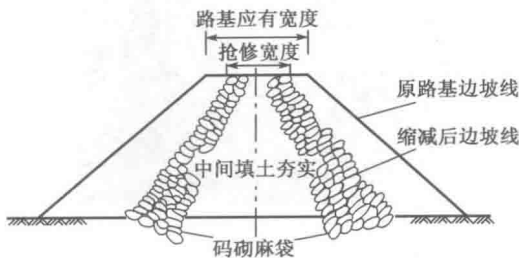


图 2-9 草(麻)袋装土拦边

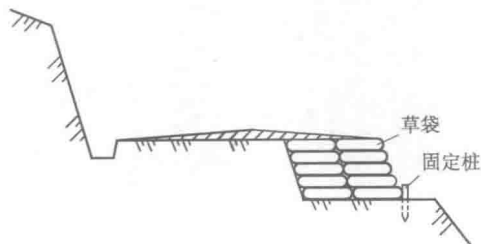


图 2-10 草袋装土填筑

2. 片石拦边

片石拦边采用厚度不小于 0.15m 的片石分层干砌。片石应与地面大致平行,压缝码砌,有丁有顺,边砌边填土夯实。路基面以下 2m 片石拦边厚 0.5m,超过 2m 部分厚 1.0m,如图 2-11 所示。

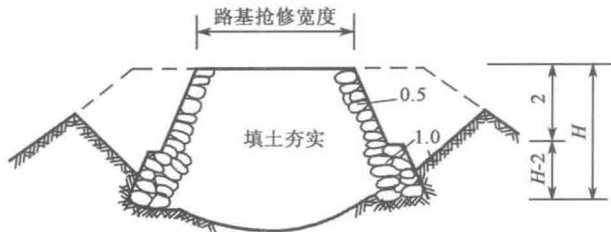


图 2-11 片石拦边(尺寸单位:m)

3. 石笼拦边

石笼采用镀锌铁线编织或用圆木拼制,也可用钢筋、角钢焊制成高、宽各 1.0m,长 1.5~2m 的方笼,或利用就便材料采用铁丝笼、竹笼、荆条笼、木笼等。笼内装石,分层叠放,如图 2-12 所示。路基面以下 3m 的石笼厚 1.0m,超过 3m 部分的石笼厚 1.5m。抢修时,先确定笼子位置,然后平整基础,摆好笼子向内填石料,同时在路堤中间填土夯实。为了节省时间,应尽量采用备置的笼子。目前定型生产的石笼有多种规格且可折叠,运输方便。



图 2-12 石笼拦边