

公路泥石流灾害及其防治措施

余建锋

(福建省莆田市市政建设工程公司,福建 莆田 351100)

摘要:详细分析了泥石流对公路的危害及公路建设中的重大技术问题:少数泥石流难以避让;部分泥石流沟判别困难;青藏高原及其周边地区特大型泥石流对公路的毁灭性破坏等。在大型公路泥石流防治思想及防治措施方面,进行了有益的探讨,为公路泥石流的治理提供技术参考。

关键词:公路;泥石流;防治措施

文章编号:1009-6477(2007)02-0083-04

中图分类号:U418.5+6

文献标识码:B

High Debris Flow Disaster and Preventive Measures

Yu Jianfeng

泥石流是山区特有的一种突发性自然灾害现象,是一种饱含大量泥沙石块和巨砾的固液两相流体,是地质、地貌、水文、气象、土壤、植被等自然因素和人为因素综合作用的结果,是山地环境恶化的产物,是水土流失危害最为严重的形式。泥石流是公路,尤其是山区公路建设过程中普遍存在且破坏作用极其强烈的公路水毁类型,是毁损穿越泥石流沟的公路路基、路面及相应防治结构物的重要外在动力机制^[1-3]。泥石流中断公路交通总时间占公路可通行时间的30%~40%。我国公路每年因泥石流造成的经济损失数亿至数十亿元,其研究及有效治理是提升西部大开发战略实施进度的关键问题之一,具有重要的经济、社会及国防意义。

1 公路建设中出现的泥石流问题

1.1 少数泥石流沟难以避让

泥石流密集分布地带一般沿活动性构造断裂分布,主要集中在新构造运动最为强烈的深切河谷区和地形突变区,如中国地形三级阶地的2个过渡区和四川盆地周围山区,长江上游及其支流、黄河上游及其支流、雅鲁藏布江、怒江和澜沧江水系等深切河谷段^[4]。山区公路选线一般选择河谷傍山线。在地形条件受限制的情况下,受线路平面布置和标高的控制,少数泥石流便难以避让。如滇藏线上的帕隆藏布江深切河谷段的泥石流沟众多,就难以避让。

1.2 部分泥石流沟判别困难

低频泥石流,在自然环境下,十几年、几十年甚至上百年来才爆发一次。但是低频泥石流在公路建设

中若被误判漏判,一旦爆发,损失巨大。这种泥石流沟的准确判断十分困难,主要有以下几种类型^[4]:

(1) 峡谷区泥石流沟。峡谷区内,主河流速快,输沙能力强,泥石流难以在沟口形成典型的堆积扇,缺乏主要的野外判别标志。

(2) 植被覆盖率较高地区的泥石流沟。在人类活动较少,水热条件较好的地区,自然植被恢复很快。泥石流爆发后,其地貌特征很快被植被所掩盖,难以识别。

(3) 冰川、融雪型泥石流沟。分布在青藏高原及其周边的冰川、融雪型泥石流沟,由于在该地区,人烟稀少,历史资料匮乏,泥石流形成区海拔高且长期冰雪覆盖,沟口堆积扇上的植被恢复快,野外调查和航片判断均有相当的难度。

1.3 特大型泥石流对公路的毁灭性破坏

泥石流是改变山区河谷地貌最快的外在动力过程之一。一次特大型泥石流可以在几天、几小时甚至几分钟内使支沟沟口和主河形态发生翻天覆地的变化。公路是线性建筑物,这种毁灭性的泥石流一旦发生,可能造成路线的中断,甚至是永久性的中断。特大型泥石流一般为冰川泥石流、冰湖溃决、崩塌、滑坡堵塞溃决型泥石流等,多分布在青藏高原及其周边地区。对于此种泥石流目前仍没有较好的解决方法。如川藏公路K4033~K4038处的古乡沟,1953年9月爆发特大型冰川泥石流,泥石流摧毁沟口桥梁1座,淤埋毁坏公路4.5 km,堵断帕隆藏布江,形成古乡湖。造成川藏公路长期中断,并影响至

今。1988年7月西藏波密县米堆沟上游冰川湖溃决,形成泥石流。泥石流在帕隆藏布形成堵塞坝,2 h后,坝体溃决形成溃决洪水,洪水冲毁下游28 km公路路基,影响达到下游近100 km范围内。灾后影响交通长达6年之久,投资近亿元整治后,该线路才基本保证正常通车^[3,8]。

2 泥石流对公路的危害方式

泥石流对公路的危害方式比较复杂,危害程度较为严重。根据公路工程特点,其危害方式可分为直接危害和间接危害。

2.1 直接危害

2.1.1 淤积、淤埋

泥石流的淤积、淤埋主要发生于泥石流下游的堆积地带,泥石流淤积一般形成堆积扇体,其堆积体往往淤埋原扇体位置上的建筑物或沟床淤积加厚,造成桥涵净空不足甚至堵塞^[5]。因此,必须采取不断清淤等措施才能保证公路桥涵不遭受大的危害。如甘川公路的北峪河泥石流,沟床年平均淤高13 cm,致使1956年修建的桥梁不断加高。甘川公路宕昌至武都段,1976年7月25日爆发的泥石流,冲出泥石流体近800万 m^3 ,在15 km长的公路上堆积泥石流体40万 m^3 ,中断交通40余d^[6]。

2.1.2 堵塞

当公路以桥涵的形式通过泥石流沟时,如果桥涵的过流能力小或者桥上、下纵坡连接不当,必将被泥石流堵塞。泥石流首先堵死桥涵,然后直接冲毁路基,危及线路及其他设施。如川藏公路的扎塔多沟由于桥下被树干和石块淤塞堵满,1992年发生较大的泥石流时,桥的一侧被冲毁,泥石流上路穿行,在路上拉沟成槽,造成近100 m长的公路路面遭受破坏^[5]。

2.1.3 冲击、冲刷

当公路通过泥石流的流通段或形成流通段时,因泥石流到达此地段时具有巨大的动能侵蚀能力和冲击能力,当公路建筑物阻碍它前进时,它将以各种冲刷方式或冲击方式对其进行破坏。

冲击造成的危害,包括2种情形^[5,7]:一是泥石流直接冲毁桥涵及路面。如川藏公路的沙拢弄巴泥石流,在1990年7月突然爆发,以4~5 m的龙头冲击跨沟长27 m,高4 m的水泥混凝土桥,在泥石流浮托力和冲击力的共同作用下,该桥被冲毁抛入帕隆藏布江中。二是泥石流体内的个别巨砾撞击于建筑

物的某一位置,尤其是作用于拱桥的拱脚部位或沟谷中心的桥墩。如川藏公路的索通沟,1991年爆发泥石流时,将东侧桥墩拱脚击毁,造成这座桥面高出沟床近10 m的混凝土双曲拱桥完全被破坏。泥石流体或其中巨石冲击涵洞、桥台、桥墩等位置造成局部破坏的危害则是屡见不鲜的。

冲刷造成的危害包括2种情况:一是下蚀沟床,掏空桥涵墩台、护岸及护坡的基础,或切穿隧道顶部,造成过沟建筑物及防护工程的毁坏。如川藏公路加马其美沟桥,曾多次因沟床下蚀深而遭受破坏。甘肃武都火烧沟公路桥因沟道侵蚀基准面降低,泥石流急剧下切,桥墩基础外露,严重影响主桥安全^[3]。二是泥石流体对岸坡的侧蚀作用,对过沟工程的危害主要表现为弯道处的强烈侵蚀破坏及超高,造成建筑物的毁坏。如1987年7月11日蔡家沟爆发泥石流,在铁路桥上游约300 m的弯道处超高爬坡形成分流,分流直泻铁路,导致行车中断16 h 15 min^[7]。

2.2 间接危害

2.2.1 堵断主河

大部分泥石流沟谷都以主河为排泄场所。如发生大规模泥石流时,就可造成主河的堵塞,形成堤坝,上游出现临时性湖泊。其后果将带来2种灾难:一为临时湖泊淹没公路交通设施,二为堤坝溃决,形成溃决洪水,毁坏下游道路。如2000年4月西藏波密县易贡藏布扎木弄巴沟爆发雪崩碎屑流,堵塞易贡藏布,6月产生溃坝,形成高出常年洪水36.1倍的溃决洪水。溃决洪水冲毁下游公路30 km及沿线所有桥梁,上万人受灾,洪峰直泻雅鲁藏布江。据法新社报道,印度北部拉马普特拉河(雅鲁藏布)洪水泛滥,造成94人死亡,250万人无家可归,中断印度中部7个邦交通联系^[8]。

2.2.2 主河河床快速淤积

在两岸泥石流发育的山区河流,当众多泥石流沟输沙量大于主河的输沙能力时,泥沙大量落淤造成主河河床快速上涨。此灾害使路线标高相对下降,危及线路安全。如1989年辽宁岫岩暖泉河两岸16条沟和3处坡面爆发泥石流,大量泥沙进入主河,造成河床抬高1~2 m,高含沙水流溢堤,冲毁公路15.5 km和沿河两侧的大片农田。

2.2.3 主河河相变化

当山区河流快速上涨后,河相将发生变化,在局部河段形成游荡型河道,主河宽度可达1~2 m。洪

水期间,河流主槽横向摆动剧烈,主槽摆向河岸时,对河岸产生强烈冲刷,危及河滩、阶地甚至河岸山体上公路。另一种河相变化是突发的大规模泥石流或泥石流堆积扇不断发展挤占河床,将水流迫向对岸,主河被迫形成弯道,引起河相剧烈变化,水流强烈冲刷弯道的凹岸,引起岸坡崩滑,危及公路。如甘川公路405 km处对岸泥石流冲积扇不断发展,将白龙江主流逐渐挤向公路一岸,致使线路2次改线^[6]。

3 防治措施研究

(1) 山区公路泥石流防治的一个关键环节是道路选线。道路选线是公路建设的第一步,也是公路泥石流防治的第一步。应做到在充分调查分析泥石流的流量和特性,及其对公路危害程度的基础上,因地制宜地确定路线线位。一般应考虑以下选线原则:

避重就轻。在遇到特大规模泥石流时,泥石流防治措施难以保证道路正常通行,因此交通干线最好避开泥石流地区。无法避让时,应尽量避免规模大、危害严重、治理困难的泥石流,将路线定在危害较轻的一岸,或者在两岸之间迂回穿插。

尽量采用高线,避免泥石流堵塞河道而淹没道路。

宽谷段走冲积扇。

在山坡型泥石流发育区,线路避免选在山坡下的变坡点上,因为泥石流往往会在这里形成坡度很陡的倒石堆式的小冲积扇,线路最好选在山坡上,以利于泥石流排泄。当山坡陡峻或者不够稳定时,则宜远离山脚以高路堤通过,以便泥石流有一定的堆积余地和缓冲地带。

加强对沟道的考察,充分考虑泥石流的发展趋势。对活跃期的泥石流,要估计到其进入衰退期后发生冲刷的可能。对间歇期的泥石流,要估计到其重新活跃后产生的淤积、堵塞等危害。泥石流地区河谷沿溪线应充分预计因泥石流长期大量输沙导致的河床上涨速度以及两岸泥石流滑坡、崩塌堵河后造成的淹没范围,确定合理的线位标高,防患于未然。在泥石流已基本停止发展,且流量不大,冲积扇已经下切沟底,甚至还有继续下切的趋势时,泥石流不会对路线造成危害,此时路线应以单孔桥梁通过,并保证有足够的跨度和高度。

在泥石流区域范围之内,应避免修建路堑。如果必须以路堑通过时,则应设置泥石流渡槽或明

洞等建筑物。设置渡槽时要与河床坡度平顺连接,以防损坏构筑物。

重视泥石流的危害,提高道路的抗灾能力,在灾害性泥石流发生时,保证仍有较大的路段能继续使用。对泥石流灾害严重、治理困难的沟谷,在选好正线的同时制定一个备用方案,便于发生意外时启用该线。

(2) 对于公路大型特大型泥石流,应以避让为指导思想,将泥石流危害控制在最小范围内,保证公路畅通。笔者认为对于西藏的低频、大型特大型泥石流,主要是冰川、冰湖溃决泥石流,其沟道自身物质补给不多,在工程防治设计时应大胆一些,勿需过多考虑,仅对其中小规模泥石流进行工程防治即可。其中低频泥石流的概念是指多年爆发1次(数十年到上百年1次)泥石流。

避让泥石流的方法有:绕线到河对岸;提高路线标高,减少公路与泥石流遭遇的范围;立体交叉通过的方式,如渡槽、明洞、隧道等工程措施。

对于大型泥石流的治理应进行全流域综合治理,当受公路建设红线范围制约而不能进行全流域综合治理时,可采用拦挡与排导相结合的综合治理模式。鉴于大地运动的规律,泥石流属于典型的地貌灾害现象和地貌过程,笔者认为工程治理应当在侧重排导措施的同时,做到控制泥石流规模,使其变小甚至消失。而侧重排导的思路将带来一个不可避免的问题,即泥石流对主河的影响。主河的输沙能力与排泄量之间的关系是否会造成河床淤积抬高、洪水泛滥、河滩展宽主流游荡不定等次生灾害^[3],泥石流排泄是否会造成堵河,从而导致公路水毁。因此,在泥石流排泄处上下游100 m范围内,须做护岸工程,以防止水毁灾害发生。

分析公路受到大型特大型泥石流毁坏的原因,往往是在选线时,对泥石流认识不足或对其性质、规模等判断错误而导致防护不力。因此,对公路大型泥石流防治的研究,应从对泥石流的判断和公路的选线开始,加强对泥石流的勘查和分析,并对泥石流的发展趋势进行预测。

(3) 对于泥石流规模变化较大的泥石流沟,采取排导措施时,可采用复式排导槽(图1)进行排导。小槽按照小规模泥石流进行设计,大槽按照大型泥石流进行设计,从而达到大规模泥石流可以排走,小规模泥石流不淤的良好排导效果。根据经验,排导槽的纵坡须大于10%,不宜超过350‰。

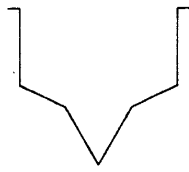


图1 复式V型排导槽示意

(4) 在泥石流排导工程纵断面设计上,建议采用速流结构^[2]的纵断面形势(图2),使排导结构可将泥石流抛到主河中泓线附近且易被流水带走,避免泥石流在出口处沉积甚至回淤。图2中 θ 角的范围一般在 $0 \sim 10^\circ$ 。

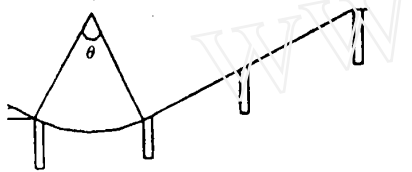


图2 速流槽结构示意

4 防治对策建议

(1) 加强工程前期工作,改善现有地质勘察工作管理方法,加大前期地质勘察的投入。

(2) 借助高新科技,提高泥石流勘察水平和效

率。泥石流活动危害严重的西南、西北山区和青藏高原,是我国自然环境恶劣、社会和经济落后的地区之一,这里交通不便,野外工作条件差。因此,应很好地利用高科技,如遥感技术、地理信息系统和全球定位系统,提高勘察工作的质量和效率。

参考文献

- [1] 杨坤,马东涛,崔鹏.新疆公路(新疆境内)沿线道路病害[J].山地学报,2002,20(1).
- [2] 陈洪凯,等.公路泥石流研究及处理[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [3] 吴积善,田连权,康志成,等.泥石流及其综合治理[M].北京:科学出版社,1993.
- [4] 王士革,崔鹏,谢洪,等.山区铁路建设中的泥石流灾害与防治对策[J].工程地质学报,2000,8(4):400-403.
- [5] 汪阳春,等.泥石流防治及预测技术研究[R].成都:中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所,2004.
- [6] 甘肃省交通科学研究所,中国科学院兰州冰川冻土研究所.泥石流地区公路工程[M].北京:人民交通出版社,1981.
- [7] 中国科学院成都山地灾害与环境研究所.泥石流研究与防治[M].成都:四川科学技术出版社,1989.
- [8] 朱平一,汪阳春.西藏公路水毁灾害[J].自然灾害学报,2001,10(4):148-152.

(上接第82页)

下面是对开普封层结构特点的一些总结性评价:

(1) 结构本身不透水,保护基层免受水损害。开普封层设计采用高的油石比和较多的细集料,因此其空隙率很小,雨水难下渗破坏基层,增强了基层的耐久性。

(2) 施工受气候的影响小。开普封层技术可以在一年四季中的任何时候进行,不受气温影响。阳离子乳化沥青能有效地与潮湿的石料相结合,可在雨后立即施工,不必等到石料完全晒干,增加了施工时间。

(3) 施工速度快,交通干扰小。开普封层整个施工全部由专用摊铺设备完成,因而节省了大量的人力、物力和工作时间,提高了工作效率,是一种精确而便捷的路面铺筑方式。与水泥路相比,还不到

它施工时间的1/5,综合效益非常显著。

(4) 维修养护操作简易。由于其采用了高性能的乳化沥青,在常温下即可施工维护。尤其针对小面积的坑洞修补,可采用人工现场拌料摊铺,施工方便,维护简单。

(5) 路用性能稳定,性价比高。开普封层成本虽比传统的沥青贯入式或沥青表处略高,但由于开普封层采用了连续级配石料,因此其路用性能、观感效果、行车舒适性、安全性等方面可以与一般密级配沥青混凝土路面相媲美,造价却只有其2/3。

参考文献

- [1] 交通部公路科学研究所.JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范[S].北京:人民交通出版社,2004.