

泥石流对公路交通的危害及防治经验

甘肃省武都公路总段

武都地区,位于西秦岭陇南山地,是甘肃省泥石流最发育的一个地区。泥石流主要分布在迭部县以东的白龙江中下游及其支流岷江、北峪河和白水江流域的岷县、宕昌县、武都县和文县境内的河谷沿岸地带;在武都至成县和康县之间的部分西汉水流域,也有泥石流分布。其中以中部的白龙江中下游沿岸泥石流最为发育,分布范围广,规模大,活动频繁,危害严重。由于历史的和近期的人为活动的消极影响,生态环境不断破坏,泥石流日趋严重,给武都地区的工农业生产、交通运输和人民的生命财产造成了极大危害。

一、泥石流对公路交通的危害

泥石流给武都地区公路交通造成严重危害。据武都公路总段近10年(1973—1983)的不完全统计,武都地区仅在公路工程方面由于泥石流、水毁造成的损失,计有路基淤埋、塌方等699.87万立方米,防护20.23万立方米/17.7公里,临时防护5,054立方米/1.15公里,永久性桥渡1,360米/18座,路基被毁470.5万立方米/12.49公里,毁坏涵洞1,248米/156道,搭设临时便桥14米/12座。累计经济损失1,510余万元,平均每年151万元。

1984年公路受到了更大的损失,仅7月21日,8月3日和23日三次大规模泥石流,就淤埋路基2,531处共20.88公里,64.26万立方米;冲毁防护4.87万立方米/106处;冲毁路基24.36万立方米/10.99公里;冲毁涵洞139米/18道;淤埋桥涵5.32万立方米/109道;冲毁柏油路4.14公里;毁房2处16间。经济损失达1,220万元,超过前8年损失的总和。11年平均经济损失每年达248.2万元,占历年平均养路费收入的82.73%。

泥石流还造成一些间接的危害,如甘川公路上的关头坝渡口,位于白龙江及其支流白水江汇流处上游约800米。由于白龙江和白水江中上游泥石流发育,河床淤积严重。据碧口电站测量,到1983年白水江河床淤积总量达2,078.5万立方米,而白龙河床淤积总量已达到7,812.49万立方米。该渡口于1979年10月开始运行,到1981年,渡口处河床已淤高19.1米,汛期停渡6天,当年投资修建的低水码头,未投入使用已大半被淤埋,停渡情况日趋严重。1982年停渡40天,1983年停渡两月多,1984年从3月28日起到6月15日已停渡172天。

二、武都地区公路沿线泥石流的分布特点

按泥石流的发育程度和分布特点,武都地区泥石流的分布可分为四个地区:

1、岷县与宕昌北部泥石流区。这即甘川公路240k—340k及岷(县)一合(作)公路0k—34k的路段范围。多年来岷县境内危害交通的泥石流主要有马场沟、岳湾沟等8条中小型泥石流沟。甘川公路翻越麻子川分水岭进入岷江流域后,从上游到下游泥石流逐渐增多,阿坞至哈达铺

有14处，脚力铺上下16处，共有大小泥石流沟160余条，平均每公里约1.2条。本区以水石流为主，径流量较小，由于草本类植被保存比较完好，危害较轻，易于治理。

2、宕昌南部与武都泥石流区。甘川公路340k—520k及略（阳）武（都）公路140k—178k的区段范围，即岷江下游、白龙江中下游及北峪河沿岸地区。甘川路中段是武都地区泥石流最发育的地区，共有泥石流沟508条，平均每公里2.32条，约为岷县、宕昌北部地区的两倍。除沟坝河、北峪河为稀性泥石流外，绝大多数都为粘性泥石流。汇水面积在0.1平方公里以下的320条，0.1—1.0平方公里的150条。本区泥石流不仅分布密度大，而且暴发频率高，活动规模大，是武都地区泥石流危害最严重的地区。

3、文县泥石流区。甘川公路520k—705k及东青路0k—33k的区段范围。共有泥石流沟80条，主要分布于白水江沿岸甘川路东峪口至马家沟和东青路0k—33k一带，平均每公里0.94条，并有逐年扩大的趋势。

4、成县、康县泥石流区。包括位于西汉水及嘉陵江的部分支流流域，即江（洛镇）望（子关）公路12k—100k及略（阳）武（都）公路55k—40k的区段范围。本区有泥石流沟52条，平均每公里0.3条，密度最低，危害轻微，但近年似有发展趋势。

综合分析武都地区泥石流的危害和分布情况，有以下几个特点：

- 1、武都地区中部泥石流的分布很密，暴发频率最高，而西北、东南、西南则逐渐减弱。
- 2、中部地区以粘性泥石流为主，成片分布，主要集中在甘川路350k—370k和417k—440k两段，平均每公里跨泥石流沟5条，最多的路段达14条。
- 3、泥石流暴发的频率最高的一年达2—4次，最低的4—5年大规模暴发一次。前者多为中小流域的泥石流沟，后者多为流域面积较大的泥石流沟。但每年都暴发的约占总数的56%。
- 4、在所有的泥石流沟中处于发育期的约占55%，旺盛期的占40%；处于衰退期只占5%左右。从历史资料和近期调查资料看，武都地区的泥石流正处于发育旺盛阶段。

三、武都泥石流地区公路建设的主要经验和教训

武都地区，自古以来是甘肃通往四川的交通要冲。因山大沟深，地形复杂，工程艰巨，公路干线和一些重要支线，大部分都是在五十年代和六十年代的初期建成通车的。因限于当时的客观条件，一方面由于设计标准低和工程投资少；另一方面由于受勘测设计技术水平的局限，对地质环境与工程建筑之间的相互作用和影响认识不足，特别是对泥石流及其潜在的严重危害缺乏认识，以致修建的工程，不论其技术状态还是在适应特定自然灾害的能力上，都存在着严重的先天不足。如路线的布局 and 位置不尽合理，沿河线设计标高过低，路线从泥石流堆积区通过而无必要的防护设施，以及沿线普遍缺少桥涵及路基排水设施等，致使公路在营运期间，滑坡、泥石流、水毁等危害层出不穷，特别是泥石流和泥石流引起的水毁，有逐年加重的趋势。六十年代中期至七十年代末，社社通公路的高潮，促进了山区经济的开发。为提高公路的技术状况和通过能力，对区内的干线公路和一些重要支线进行了技术改造，进一步重视和加强了对泥石流危害的防治工作。

（一）在防治泥石流危害过程中采取的主要措施及其得失。在防治泥石流危害的过程中，曾采用过如下的一些措施：

1、拦挡与疏导。武都地区干线公路在防治泥石流危害的初期，只是简单地采取干砌片石挡墙和封沟屏等工程措施，希望能把下泄的泥石流固体物质挡住。由于不了解泥石流运动的特

性，绝大多数工程没有能起到预期的作用，随修随毁。

在六十年代的中期，甘肃省交通科学研究所武都设立了泥石流定位观测站，对武都地区的泥石流开始了正规的研究。公路段也积极与泥石流观测站相配合。在防治工作中吸取了六十年代初期只拦不导的教训，采用了观测站初期的观测成果，提出了疏导与拦挡相结合的办法。并在甘川公路年家村、柳湾沟等几条泥石流沟进行试点，分别修建了排导、拦挡、停淤与排导相结合的试验工程。年家村的停淤场和排导沟建于1963年，历时21年之久，于1984年调查，排导沟及1孔—15米的桥使用效果仍较好，而停淤场及排水涵洞则已达到使用极限，目前已计划整修。

2、避让。在六十年代末期，因泥石流日趋发展，排导、拦挡和停淤措施对日益加重的泥石流危害已难以有效控制，于是又提出了公路“宁与河争，不与山斗”的消极避让的想法。在这种思想的指导下，在六十年代末的沿河公路上修建了大量的临时性和永久性的防护工程，在无法避让的临时傍山路段，则提出了“一沟一涵，宁高勿低，宁大勿小”的处理原则。到七十年代后期，在当初修建的许多防护工程中，除少数浆砌片石和铅丝笼片石工程尚好外，大部分都已荡然无存，大部分涵洞已被淤埋或水毁。围河造田对公路建设的干扰和影响也很大。当地往往把公路与堤防相结合，作为农田预防水毁的屏障，一旦遭到水毁，修复的代价更高。

在涵洞的设计工作中，考虑到涵洞的排水作用多，对泥石流的流量和运动状态缺乏了解，孔径一般偏小偏低，结果大量遭到淤塞，达不到排导泥石流的作用。

3、区别不同情况采取相应措施。到七十年代，武都地区公路的大中修工程，以防治泥石流为主要目标。经过长期的防治实践，总结已往的经验教训，认识到要达到预期的防治效果，必须根据当地的地形特征，泥石流的性质、规模和运动特性等不同情况，灵活地采取相应措施。对于山坡型泥石流及河床纵坡大的粘性泥石流以排导为主，对小型山坡泥石流以修建渡槽为宜，使泥石流通过渡槽排到公路外侧，公路跨越大型泥石流沟时，力争从流通区通过，如不可能，可把线路提高，用排导沟控制导流，从堆积扇上建桥跨越；对具备停淤场地形条件的泥石流沟则以并沟停淤为主，使泥石流中的大量固体物质在停淤场内停积，细粒物质随水通过桥孔排除。

武都地区的公路建设，在长期与泥石流灾害的斗争中，既有失败的教训，也积累了不少有益的经验。特别在近十来年的防治实践中，积极推广和应用了甘肃省交通科学研究所的泥石流研究成果，修建了多种形式的防治构造物，使公路的抗灾能力有了明显的增强，行车时速也大大提高，由原来的15—20公里/小时提高到35—40公里/小时。阻滞车辆的事件已大大减少。1984年武都地区虽然遇到了百年不遇的特大泥石流灾害，但除文县方向外，在一个星期左右的时间内就很快恢复了甘川线武都以西、江望和略武路的交通运输，这在过去是难以想象的。

(二) 存在问题及讨论。我们对泥石流的严重危害，感触很深，但对泥石流本质的认识还很浮浅。在老路改造的过程中，无论是成功的经验或是失败的教训，还未从理论上总结。对一些问题还要扭转习惯性看法，予以重新认识，对泥石流的防治措施还有待实践的进一步验证，进行改进。为此，提出有关问题供探讨。

1、参数计算问题。稀性泥石流的运动方式与河流的输砂形态似有区别，粘性泥石流浆体在自重作用下的塑性移动不同于流水对砂石在推力和浮力作用下的携带，实际上是两种不同性质的运动。但在当前泥石流的参数计算中大都按水力学公式进行计算，只是对其中某些系数作了变动而已，这显然是不太合理的。这就降低了泥石流参数的准确性，进而会导致工程设计上的失误而影响其防治效果，有必要进一步研究。

2、泥石流观测问题。泥石流观测，对积累资料、了解泥石流的活动规律和验证构造物的防

泥石流明洞渡槽在公路工程中的应用

陆建民

(甘肃省交通科学研究所)

一、概 况

在公路上修建泥石流明洞渡槽,甘肃省已有近20年的历史。最早的是1966年修建在甘肃定(西)一天(水)公路大、小沙沟的泥流明洞;之后,在甘(肃)一(四)川公路上,为防治山坡型泥石流对公路的危害,于1968年修建了清水子渡槽,效果较好。以后逐年增建,不仅修小型渡槽,而且还修了大型渡槽;不仅在泥石流危害比较严重的武都地区得到广泛使用,而且在临洮、天水等泥石流地区也逐步得到推广。到目前为止,甘川路已有渡槽18座,两(河口)郎一(木寺)公路3座,天(水)一北(道埠)公路和甘(谷)一六(峰)公路各1座,全省已修建有泥石流明洞渡槽共25座。泥石流渡槽的兴建,不仅减轻了泥石流对公路的危害,而且减少了公路的起伏,改善了线型。只要地形适宜,平纵面处理得当,结构合理,是一种防治小型泥石流危害的有效工程措施。

甘肃省在修建渡槽的初期,也出现过一些问题:有两座渡槽被大河冲毁,一座被大石块击毁,一座由于改线而废弃。据甘川路按年座统计,当时的事故率有18.6%之多。为了改进渡槽在设计方面存在的问题,于1979年对渡槽进行了初步调查,并初步提出了设计方法。接着在1982年和1983年又先后对甘川公路和全省修建的渡槽进行了调查;铁道部第一设计院也曾对天兰、兰青铁路的泥石流渡槽做了调查,提出过不少改进意见。通过对比,吸取经验,对甘肃省部分渡槽做了一些改进或整治工作,使已建泥石流渡槽的使用情况有所改善。1984年,武都地区泥石流十分严重,公路到处水毁,但所有的泥石流渡槽没有一座发生事故,保证了公路畅通。这进一步证明了渡槽在防治泥石流危害中所起的积极作用。

甘肃省泥石流渡槽大多以排导小型山坡泥石流为主,沟谷汇水面积在5平方公里以下的泥石流观测仪表和观测方法是亟待研究解决的问题

3、各部门配合问题。目前武都地区的泥石流,正处于一个新的旺盛阶段,为保持公路畅通无阻,对泥石流的危害进行有效的防治,将是一项艰巨而持久的任务。它涉及很多工作部门,需要农业、林业、水利、水保和气象部门的密切配合与协助,共同努力,采取综合治理措施;更需要政府部门在行政上的大力支持,发挥各方面的优势,有组织有领导地制订长期规划。公路养护管理部门应发挥线长点多的优势,在沿线道班建立雨量观测点,对沿线主要泥石流沟建立洪峰观测,为研究泥石流的防治措施提供原始材料。