

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

治效果等均属必要。但由于我们观测手段落后,设备及人力不足,往往未能取得预期结果。因此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。

流沟占72%，其效果已为实践所证实。近年来，由于路线线型要求提高，一些较大的泥石流沟谷也开始采用明洞渡槽形式。如在近两年修建的4座渡槽中，有3座汇水面积大于15平方公里，最大的汇水面积已达31.6平方公里。槽宽也由4—8米增加到20—50米，槽深由一般2米增加到3—5米。今后渡槽仍将用于小型泥石流沟谷，但将有越来越多的淤积严重的大型泥石流沟谷也可能采用不同型式的大型渡槽进行处理。

甘肃省渡槽上部结构的型式主要有：双曲拱，以侧壁为梁的钢筋混凝土U形槽，钢筋混凝土工字梁与少筋微弯板组合梁及钢筋混凝土空心板。由于公路施工条件，目前以采用双曲拱的为最多，占52%；其次为工字梁与少筋微弯板组合梁和壁梁式渡槽，均占20%。在下部构造上，以浆砌块石重力式为主，占68%。由于圬工体积大，不经济，目前多改用混凝土或钢筋混凝土轻型槽台，在甘川公路牛头沟和甘沟的泥石流渡槽上，采用了挖孔桩基础，柱式排架承重，柱后用厚17—20厘米钢筋混凝土挡板挡土。在槽台的侧向挡土结构上，也采用了轻型侧壁，用横向钢筋拉杆相连，以减少体积。泥石流渡槽结构明显地将向轻型化、装配化的方向发展，但由于泥石流的巨大负荷和冲击力，以及在运动过程中产生的激烈震动，将对轻型和装配结构产生明显的不利影响。尤其是公路泥石流渡槽承重结构与槽底之间多不设填土层，泥石流直接在底板上流动，震动的危害更大。目前，一些渡槽出现部分裂缝，可能与泥石流经过底板时产生的震动有关，这是今后设计中应该注意和探讨的一个问题。

二、主要经验

根据甘川公路泥石流渡槽使用情况来看，造成泥石流溢出而中断交通的原因，主要有两方面：一是由于渡槽进口段在平面或纵向坡度上连接不好，致使泥石流在未进入槽身之前即直接由渡槽口溢出，这样产生的事故占总数的56%；二是由于槽身淤积或槽身设计尺寸偏小，这样导致泥石流由槽身溢出的事故占31%。除一座渡槽侧壁被一直径1.5米的石块击毁外，还没有发生过由于渡槽结构破坏而造成的事故。因此，渡槽的正确布置与足够的过流断面，是保证渡槽安全使用的关键。

渡槽在平面上应采用导流堤或排导沟与上游泥石流天然沟道平顺衔接，而不要勉强改变沟道的位置。在纵断面方向则应使渡槽纵坡大于或等于天然沟道纵坡；如不可能时，在天然沟道与渡槽之间应设置较长的变坡段，以避免泥石流在进口段的槽口堵塞。能灵活地采用较大的坡度，是泥石流渡槽一个突出的特点，在设计中应充分地加以利用。目前，有些渡槽的设计纵坡往往偏小，但不是因受地形条件的限制，而是由于套用了早期纵坡偏小的现成渡槽图纸造成的。在平面衔接上出现的问题，也往往不是由于受地形影响，而是较多地考虑和使用了较短的导流堤或排导沟而造成的，结果功亏一篑，或造成事故，或降低了防治的效益。为了使泥石流顺畅通过槽身并导向下游，在出口段与下游沟床之间应保持一定高差，以免泥石流淤塞出口段的槽口，也是有效的经验之一。

泥石流渡槽，是泥石流分布地区公路总体工程中的一种防护性的附属构造物，造价较高而又难以改建。由于种种原因，如果路线的平面位置或标高发生改动，则将直接影响其排导效果，甚至被迫废弃。如甘川路清水子渡槽，由于对岸石门沟暴发泥石流，堆积物将白龙江推向公路一侧，而将一座渡槽冲倒。公路改线后又有两座渡槽被废弃。两郎公路8+914渡槽基础在河岸坎顶上，而未做河岸防护，由于河流冲刷，引起了槽台倒塌而使整个渡槽遭到破坏。因此，在确定渡槽方案时，必须认真研究路线所处的地质地貌环境，分析周围外部动力，地质作用对建筑物可

能产生的不利影响，落实路线的合理布局，确定正确的路线位置，并与必要的配套工程作总体设计。由于交通运输的迅速发展而可能提出的道路改建问题，应尽量避免或减少废弃原有工程而造成不应有的损失，或者给日后的改建、提高造成困难。如甘川路灰崖子渡槽建成后，在整个线路改建时，发现该处路基标高不够，如要提高路基，则需拆毁渡槽；武都城边的北峪河，原计划修建明洞渡槽，但从1980年来，白龙江河床已淤高2米多，如继续淤高将会造成洞口进水等等，都应作为借鉴。

三、 存 在 问 题

甘肃省使用泥石流渡槽虽然已有较长的历史，对现有渡槽也进行过几次调查，但尚未作有系统地深入研究。因此在渡槽设计的有些方面还停留在经验阶段，如渡槽的荷载标准，泥石流在槽中的流动形态、流速计算，合理的纵横断面形式，以及构造物的合理结构形式等，都还有待于进一步研究。

目前急需解决的是明洞渡槽的渗漏问题。小型渡槽由于槽宽较小，又是干沟，平时无地表水及地下水作用，泥石流流动时间短，槽身即使稍有漏水，影响还不太大。但在大型渡槽中，由于地表水及地下水经常作用，槽身及台壁漏水现象就比较严重，虽在槽台上设有泄水孔，仍避免不了漏水，尤以槽台与槽身连接处漏水最为严重。在修建泉家沟泥石流明洞时，加强了排水和防渗设施，如槽台用混凝土，在上游侧槽台后设置1米圆管涵以排除地下水，并加强台背防水层等，对槽台的渗水问题得到了较好的解决，但在明洞梁底又发现漏水现象。由于泥石流的冲击、震动及其他自然因素的综合作用，漏水现象越来越严重，最早修建的大、小沙沟泥石流明洞，目前漏水已象下雨一样，连行人通过都要躲来躲去。这说明，一般的沥青防水层或防水混凝土尚不能有效地防止漏水问题，还需要有更好的防水层，并与结构设计同时考虑为好。

（上接第51页）

8月上旬，20天内降雨227.8毫米，占多年平均降水量500毫米的46%。由此可以看出，短期内充沛的降雨，山高坡陡的地形，大量的松散土石补给，是这次发生严重泥石流的重要因素。

三、典型测试

北峪河和甘家沟，是甘肃有名的泥石流沟。1984年8月3日大暴雨产生的危害严重的泥石流，它不仅考验了以往多年来治山治水、种树种草的效果，而且为今后的治理方向和措施提出了新的课题，为从事规划、设计、施工的技术人员，领导干部和广大群众开阔了眼界，受到了启示。今后我们必须遵循自然规律，认识自然，保护自然。

暴雨洪水灾害之后，我们抓紧时间，对甘家沟和北峪河的一级支沟杜家沟、米仓沟、油坊沟、马槽沟等5条沟的泥石流水力特性值，进行了现场测量试验，取得了一些资料，为今后治理措施搜集了一些科学依据。甘家沟、马槽沟、杜家沟这三条沟产生泥石流的特点有两个：一是滑坡崩塌提供了大量的固体物质，如杜家沟属黄土崩塌，堵塞沟道，聚坝成库，洪水又将坝冲决，推出沟口，截断北峪河半小时，马槽沟和甘家沟属上游多处大面积山坡耕地泻溜滑坡体，被洪水推出沟口，漫溢沟床，在老冲积扇上堆厚扩大，堵塞白龙江。二是泥石流粘稠、泥深，沟床冲刷下切严重。如甘家沟和马槽沟8月3日泥石流，新造沟床深度3—5米，当地居民说，把30多年前的老沟底子冲出来啦。