

泥石流的整体观和铁路泥石流防治的总体性

陈 光 曦

(铁道部第二勘测设计院研究所)

一、泥石流的整体观

山区铁路的沿河段和沿山麓段,常通过泥石流呈片状或带状发育的地区。这些地区的泥石流或沿河谷一岸或沿山麓集中分布,堆积扇相邻很近。它们或者两翼相连成花边状,甚至相互掩盖汇为一个大扇;或者沿河谷两岸犬牙交错分布;或者夹河对峙,使主河往复变迁及沿河两岸山体坍塌,从而向主河两岸扩散其危害作用。因此,山区铁路、公路和生产、建设遭遇的泥石流沟不是数条,而是数十条数百条;不是一条条单独的泥石流,而是彼此沟通,互相影响的泥石流群。

促使泥石流固体物质大量而快速积聚的地震因素,及组成并激发泥石流的水源条件总是周期性的出现,因而泥石流发生、发展具有一定的周期性。泥石流地区在发生强烈地震后的一个时期内,常是泥石流的活跃期。如果多雨期,尤其是淫雨后大周期暴雨与地震影响重叠,则将出现泥石流活动高潮期,原有泥石流沟将发生稀遇的泥石流,某些山沟形成新的泥石流,甚至泥石流区域扩大。然而,由于形成和影响泥石流的自然条件和人为因素以及它们的组合不尽相同,各条泥石流沟的发展也有差异,每条泥石流和泥石流群的发生不会是简单重复。泥石流地貌变迁更具有累积性。随着山区的开发,违背山区自然规律的人为活动日益加剧,有可能使某些泥石流甚至整个区

2、山区铁路、公路通过河谷缓坡或潜在滑坡区时,首先应查清构成斜坡岩石土体的软弱结构面(或滑动面)所处位置及其强度,工程上应避免深挖高填,迫不得已时必需采取预防性工程措施,恢复山体平衡条件。

3、避免施工不当造成病害。施工时间应避开雨季,雨季施工滑坡的发生率很高;施工方法忌大面积开挖基坑。成昆线甘洛车站2号滑坡的最初滑动,就是采用推土机全面开挖挡土墙基坑而发生的。路堑开挖宜采用分段开挖,而湘黔线镇远车站采用一次拉通开挖,遭致发生两处滑坡。

4、为了减少人为活动造成和扩大的泥石流灾害,对所有能造成大量弃碴的厂矿工程的建设内严禁与投资,都必须要求对弃碴的堆放作出有力措施之后才允许动工。铁路、公路两侧分水岭以滥垦、滥伐,保护好自然环境和森林植被状态,多种树,加速恢复森林植被,保护好生态平衡。要加强防灾管理,防止出现引水渠道漏水,堤坝溃决,对高坝需进行检算。

5、人类在与自然的斗争中不断地总结经验,加深对自然的认识,趋利避害。如北京市延庆县佛峪口沟,该沟流域面积为52平方公里,曾有泥石流和洪水灾害史。1970年后修建一座高拱坝,蓄水库容205万立方米,上游荒山又兴建林场,把不利因素变为有利因素,变害为利。

域的泥石流发生急剧变化。因此，铁路通过泥石流地区所遭遇的不是某条沟历史上最大泥石流的简单重现，而是每条泥石流沟、每串泥石流群及整个地区泥石流发展的复杂过程。

由于泥石流的时空变化多端，铁路通过泥石流地区，必须根据泥石流形成条件和影响因素的各种可能的组合，和地貌变迁的累积性，对每条泥石流沟、每串泥石流群及整个地区泥石流的发展趋势进行预测，也就是要从整体上去认识泥石流。

二、泥石流灾害的综合预测

基于泥石流的时空变化，泥石流对铁路的危害多种多样。突出的特殊情况有以下10种：

1、处于活动高潮期的泥石流，在人为活动的不良后果影响下，暴发超过分析计算的特大泥石流，使堆积扇迅猛淤涨，流通区也相对淤高，造成铁路严重破坏。

2、处于相对稳定期的泥石流沟，发生稀遇清水流，在流通区产生突然的揭底冲刷，或在堆积扇由缓变陡处急剧下切，对该处铁路造成严重冲刷。

3、由于在堆积扇上弃碴，泥石流排泄不畅，堆积扇以超过多年平均值的速度淤高，扇顶伸入流通区，使桥梁净高不足。

4、相邻两沟同时暴发泥石流，取道两扇之间的洼地排出，或大沟泥石流夺道小沟排出，使该处桥梁超负荷。

5、主河对岸的大型泥石流不断挤压主河，淘刷本岸，使本岸岸坡坍塌，危及铁路安全。

6、上游两岸泥石流此消彼长，使主河流向往复变迁。当主流冲向本岸堆积扇时，扇缘被急剧切割，使位于扇尾的桥梁路基遭受冲刷；当主流远离本岸时，本岸堆积扇迅速延伸淤高，使该处桥梁被淤堵，路基被掩埋。

7、大型泥石流堵断主河，形成堵塞湖，其上游河床迅速淤高，掩埋铁路；堆积体溃决，洪水倾泄而下，冲毁下游铁路。

8、主河两岸的泥石流大量汇入主河床，由于泥石流挤压主河，淘刷山坡引起坍塌的大量固体物质也汇入主河，使河床不断淤高，掩埋铁路。

9、在自然的及人为的因素影响下，出现新泥石流沟，或已稳定的泥石流沟复活，使按原来泥石流设计的铁路遭受破坏。

10、泥石流破坏交通运输，中断行车，将给沿线工厂、矿山、农田、城镇造成损失。泥石流破坏沿线经济设施，将给铁路运输造成损失。

据此，我们认识泥石流的危害，不能就工点论工点，而应从全流域泥石流、泥石流群、整个地区的泥石流的活动规律与发展趋势，综合预测泥石流对铁路、公路，对地方经济设施的危害，以及两种危害的相互关系。

三、铁路泥石流防治的总体性

由于铁路泥石流灾害与泥石流的时空变化过程有关，与地方经济设施的泥石流灾害息息相关，因此，铁路泥石流防治必须从下述方面贯彻总体性。

1、根据泥石流群和整个地区泥石流灾害的综合预测，确定铁路选线大方案。铁路通过泥石流地区，必须作好泥石流防治，保证安全运营，经济效果好，最根本最有效的防治措施是总体选线。对大型泥石流或泥石流群，可以考虑建桥跨越，建隧道或明洞在泥石流下面穿过，或绕避到

主河对岸等三种方案。对泥石流特别集中发育的地区，甚至影响上百公里线路方案选择。例如五十年代初期勘测内昆线时，鉴于小江流域泥石流非常发育，铁路通过的难度大，造价高，因而放弃小江方案，采用溯泥石流发育较轻的普渡河方案，比较线长约200公里。

2、根据所经泥石流沟、泥石流群灾害综合预测，确定铁路通过泥石流的局部方案。保证泥石流地区选线大方案得以成立的前提，是铁路通过每条泥石流的防治措施都必须有效而又足够。最有效的防治措施是作好线路平剖面设计，即选择泥石流的有利部位，以有利的交角和恰当的高程通过。剖面设计必须满足跨泥石流沟的桥梁净高要求或泥石流下面隧道、明洞高程的需要。如净高不足或高程不当，则应当局部移动平面位置使之满足。

3、根据泥石流沟流、泥石流群灾害及其波及面的综合预测，对泥石流进行综合治理。在地方经济设施不多，或受泥石流灾害不重地段，一般可就铁路本身的利弊来研究通过泥石流的方案。当线路平剖面技术条件有矛盾难以兼顾时，应考虑对泥石流进行综合整治，即采取必要的整治工程措施，使铁路主体工程得到安全保证，使铁路平剖面设计方案得以成立。

在地方经济设施较多，或受泥石流灾害较重地段，一般不应只就铁路论铁路，而应结合铁路与地方防治泥石流的共同需要来研究铁路通过泥石流的方案，达到一份费用，各方收益，是铁路泥石流防治必须考虑的总体性。如果与地方上综合治理泥石流的规划相结合，把铁路省下来的（与铁路单方面防治泥石流的费用比较）费用用于全流域综合治理，则更为得计。当然，铁路通车急，而综合治理进度慢，收效迟，应妥善处理这对矛盾。处理的原则是在综合治理逐步实施过程中必须保障铁路安全。

四、泥石流防治的标准

铁路泥石流防治的标准应与铁路设计规程规定的设计洪水频率标准一致。这是保障铁路安全运营的需要。但这里所说的铁路泥石流防治标准是指各项工程或措施对铁路防治泥石流灾害所产生的总效果的标准，而不是每个单项工程的标准。

铁路、公路等交通部门常假定泥石流与该流域清水流同频率，采用雨洪修正法等类公式计算泥石流流量。这个假定的基本概念是：在计算断面上游不远处，固体物质储备充沛，上游暴发设计频率的清水流到达该处，按能量平衡原理夹带充足的固体物质而下，形成设计频率的泥石流流量通过计算断面。

基于以上假定和泥石流的某些特征，铁路泥石流防治效果的标准与单项防治工程的设计标准并不一定一致。有下述几种情况：

1、铁路在泥石流流通区建桥跨越，流域内没有其他防治工程或措施时，该桥梁应按铁路的设计洪水频率标准设计。在泥石流流通区沟床基准面保持不变（小冲小淤的往复变化可忽略不计），且上游没有其他防治工程的情况下，铁路的安全保证率能否达到要求，关键在于桥梁能否通过自上游下泄的一百年一遇的泥石流流量。因此，该桥梁按设计频率 $P = 1\%$ 的泥石流设计，与铁路设计要求的安全保证率一致。

2、铁路跨越不断淤高的堆积区（或沿不断淤高的泥石流汇集的主河定线），而又没有其他防治措施时，应按什么频率标准来确定桥梁净高或铁路高程，尚待研究解决。在沟（河）床不断淤高的情况下，铁路设计的关键是沟（河）床上淤涨埋桥梁、路基。由于沟（河）床每次及每年淤积量有正有负，淤积量与泥石流流量的频率没有相关关系，多次及多年淤积量的系列值不易求得。因此，目前铁路设计的暂行办法是：在现沟（河）床面上加 n 年（一般为100年）淤积总高度（即

n年历次泥石流冲淤变化的总和)作为设计基准面,再按发生100年一遇的泥石流来确定线路高程。这个暂行办法与设计规范的设计洪水频率标准的概念不一致。

3.在铁路主体工程与流域内泥石流防治工程相结合的工点,某些单项工程可按频率较大的泥石流流量设计,而收铁路泥石流防治满足规范要求的效果。以护床固坡为主的拦挡坝坝体安全的控制情况是空库过流和大石块冲击的组合,满库过流时坝体偏于安全,且其安全度随库内堆积物日趋固结(即内摩擦角日趋增大)而增大,也随其上游固体物质及暴雨径流日益受到控制(即过坝泥石流流量减小)而增大。如果判定该泥石流沟在坝建成的短期内不致发生百年一遇的泥石流并带下巨大石块,则该拦挡坝可按满库过流和过库泥石流流量用较大频率设计。

在拦挡坝内淤满以后,沿沟设置的固坡挡墙的埋置深度增加,墙体更趋安全。因此,在设计固坡挡墙时,可考虑以回淤的沟床作为墙前冲刷计算的基准面,而不必考虑以原沟床为基准发生百年一遇的清水流来计算墙前冲刷深度。

据以上分析,最理想的综合治理施工程序是由上而下,铁路主体工程后建。这样铁路主体工程可按频率较低的泥石流流量设计,节约造价。然而,由于铁路通车急,综合治理,尤其是水土保持措施收效缓慢,甚至迟后若干年,铁路不得不按自然情况的百年一遇的泥石流流量并预加n年淤积总高设计,可以省的费用未能省下来,殊为可惜。比较可行的施工是:铁路建成时,紧要的稳床固坡工程已竣工,储淤工程已可使用,蓄水工程及生物措施加紧实施;稳床固坡工程赶在汛期开始可能发生小泥石流之前竣工,这样拦挡坝可按满库通过频率较大的泥石流设计;固坡挡墙可按回淤的沟床基准面计算墙前冲刷;铁路主体工程及排导工程可按固体物质被削弱后的百年一遇的泥石流流量设计;对没有急流槽的桥梁,其桥下净高只需考虑中期或近期的淤积总高度。铁路节省下来的费用可用于稳床固坡及储淤工程,以利这些工程及早施工,达到一份费用各方收益的效果。

五、结束语

铁路泥石流灾害因时因地因所处泥石流部位而异,与人为活动的不良后果及地方经济设施遭受泥石流灾害的情况息息相关。铁路通过泥石流地区必须从一个泥石流流域到整个泥石流地区,从泥石流的过去、现在到泥石流的发展趋势,从泥石流对铁路的危害到对地方经济设施的危害及两种危害的关系,即从整体上去把握泥石流动态,从整体上去规划防治对策,就事半功倍。

从长远看,积极作好国土治理,是铁路防治泥石流灾害的根本保证,在不断淤高的堆积扇上修建铁路尤其如此。因此,结合铁路泥石流防治考虑国土治理实属必要。

(上接第12页)兰新线的中堡至华藏寺、兰青线的河口至西宁,铁路都是沿着渭河,庄浪河和湟水自东而西的延伸。在这些区段内,河床都是逐年淤积抬升,沟底与河床的标高相差不大,沟内不良地质现象发育,因此多采用拦排结合方式。如兰新线K129+029,沟内山体风化破碎,松散物质的储备量达15万立方米,下游为农田,距庄浪河较远约500米,坡度平缓,排、拦的条件都不太好,是一条严重的泥石流沟。1958年在上游修了长大的排导沟750米,大小跌水、拦挡坝27座,采取即拦又排的工程措施,至今未发生过灾害性威胁。

总之,3年调查建档的实践和30余年运营铁路防治泥石流的正反经验,铁路对防治泥石流应积极主动,要力争在新线的勘测设计阶段想法解决;在运营线上的泥石流防治,应根据不同的性质类型,因地制宜地采用不同方式整治,同时要加强对调查研究,科学地有计划地进行防治工程的试验,积累资料,不断地分析总结,提高防治工程的科学现代化水平。