

陇海铁路华山地区的泥石流

孟 河 清

(铁道科学研究院西南研究所)

在山区铁路中,泥石流是一大自然灾害。它常冲毁桥梁、掩埋车站和线路,迫使铁路运输中断。陇海铁路是贯穿我国东西的主干线路,其中孟塬至莲花寺区段沿华山山脉北坡而行,坡陡流急,沿线泥石流(多为水石型泥石流)现象发育。1982年7月31日,陕西关中东部出现了罕见的特大暴雨,暴雨中心在华阴。这场暴雨形成的泥石流使得陇海铁路华山地区广遭泥石流的严重危害。泥石流掩埋车站,摧毁线路,淤埋桥涵,迫使铁路运输中断两天,造成很大的经济损失。本文主要讨论华山地区铁路沿线泥石流的分布、危害、形成条件和防治等问题。

一、泥石流的分布和危害

(一) 泥石流的分布

华山山脉属秦岭支脉,位于秦岭北坡,北濒渭河,其主峰华山位于北纬 $34^{\circ}46'$,东经 $110^{\circ}12'$,海拔高达2,160米。以华山所在流域华山峪沟口为中心,东起孟塬车站,西至莲花寺车站的华山地区,铁路线长约30公里。这段线路沿华山山脉陡峭的北坡而行,铁路所跨越的山涧沟谷大多为水石型泥石流沟,陡峻的山坡坡面和塬坡上还发育着大小不一的坡面泥石流现象。从现有资料来看,这30公里的线路上分布有40条泥石流沟,平均每公里1.3条;其中分布密度最大的是孟塬至华山区间,8.4公里的线路上有泥石流沟16条,平均每公里1.9条。铁路线大多在这些泥石流沟的沟口以桥涵跨越。铁路线距渭河的平均距离为11.8公里。

(二) 泥石流的危害

华山地区泥石流的危害可追溯到清代。据史料记载,1701年(清康熙四十年)华山峪发生的泥石流使得沟口的玉泉院被废;1884年(清光绪十年)华山峪又发生大规模泥石流,将粒径为17.1米($23.7 \times 18.6 \times 9.1$ 立方米)的巨石(后题记为“鱼石”)搬运1.5公里。玉泉院内现存粒径5米以上的八块巨石,人称“八大怪”,均系铁路兴建之前华山峪泥石流搬运来的,可见该峪泥石流规模之大。

陇海铁路修建以后,华山地区沿线常发生泥石流淤堵桥涵,但大范围的严重受灾应数1982年7月31日这一次。这场泥石流是由7月31日暴雨所引起的,孟塬至莲花寺区段有40余处发生泥石流,但对铁路危害最大的还是集中在孟塬至华山区间。这次泥石流对铁路造成的主要危害,有以下5个方面:

1、掩埋车站。7月31日晚8时许,华山车站东西两侧的K964+800和K964+984工点同时暴发水石流,堵死涵孔,漫上站台,突然堆埋站内四条股道,最大堆积厚度达3米,总堆积量约7,000立方米。当时,幸而东货场旁停有一列货车起了挡水作用,否则货运房也会受灾;西货场附近

的扳道房进泥水1米多深。这场灾害中断行车两天。

2、淤堵桥涵。桥涵被泥石流全部堵死的工点有8处，堆积量最大的是K963+033和K963+582等工点，均达3,000余立方米，前者只差0.8米就平涵前路肩了。涵孔被局部淤堵的有3处。此外，杜峪水石流在东桥台附近的累计堆积量约2万立方米，需花费大量人力和经费来清除，才可维持安全行车。

3、冲毁桥涵附属设施。这次发生的泥石流大多为水石流，水石流的冲刷能力极大。杜峪的西桥台基础被冲深至一般冲刷线0.8米以下，东护岸被冲毁；方山峪桥上游东护岸被冲跨一段，路基被冲空；华山峪桥下游的防护坝被冲毁。

4、坡面泥石流的危害。所谓坡面泥石流，乃是陡峻山坡（或壅坡）坡面上覆盖的松散土体，在长历时降雨作用下达到饱和，土体稳定性指标显著降低；再加上强烈地表径流的冲刷侵蚀而软化稀释，大片土体沿一界面迅速往下溜滑的面蚀现象。对于这种现象，目前尚无公认的统一术语。我们姑且暂称它为坡面泥石流。这种现象在宝成铁路1981年的泥石流过程中尤为普遍。此外，东北凤（城）上（河口）铁路支线1977年也发生过这种现象，欧洲阿尔卑斯山区的泥石流现象中有相当一部分也是这种坡面泥石流。华山地区铁路线所贴山坡与渭河盆地之间地形急变，过渡性差，线路大多是挖方削坡而行，线路内侧山坡坡度急陡，1982年7月28日至30日已有3天降雨过程，加之31日特大暴雨的激发，全段发生了20余处坡面泥石流，发生地点山坡坡度大都为 35° — 45° 。这种泥石流虽规模不大，但难以预防，危害甚大。K962+250工点山坡长约200米，宽约80米，坡度约 35° ，山坡横断面呈凹型。发生坡面泥石流的范围约为 100×30 平方米，溜滑土体厚约0.5—1.5米。土体顺山坡滑塌，冲毁路堑上浆砌石护坡，破坏道床，将钢轨推出10多米远，中断行车两天。

在泥石流沟中的坡面泥石流，成为沟内泥石流固体物质补给源的一部分。

5、其它。7月31日的泥石流除了危害铁路之外，对农业等部门也造成了很大的损失。泥石流冲毁村庄，淤埋农田，损坏公路、河堤和灌溉渠道等。华山峪内的水石流，使得游览华山的9名游客丧生；上山道路被冲毁，上千名游客被困在山上。

二、泥石流的形成条件

由于秦岭和渭河平原交界地带的断裂，秦岭断块山地几经长高，渭河地堑不断陷落降低。位于秦岭北麓的华山山脉，因为南北两侧断层带的错动，内部受到很大的横压力，从而形成陡峭如削的山势。华山四周山岳起伏环拱，岩危壁绝，峡谷深切。由于地形陡峻，构造断层活动强烈，植被稀少，降雨充沛，使得华山地区铁路沿线的泥石流现象较为发育。

1、地形。华山山脉属中山区，山坡陡峻，河谷深邃，坡陡流急。铁路线沿华山山脉北坡而行，铁路跨越的水石流沟谷多设小桥涵。根据地形条件，华山地区铁路沿线的泥石流工点可分为坡面型、山坡型、沟谷型和河谷型四种。坡面型泥石流工点已如前述；山坡型泥石流工点的流域面积一般为0.1—0.4平方公里，流域多呈扇形，沟谷发育不完全，流路短，一般无流通区，纵坡在0.40左右，其代表性工点是K964+984，流域面积0.11平方公里，主沟坡度0.44；沟谷型泥石流工点，流域面积为0.4—4.0平方公里，沟坡0.30左右，沟谷发育比较完善，且多呈V形，沟内多跌水，典型工点是K964+800，流域面积为0.85平方公里，沟坡0.35；河谷型泥石流工点的流域面积一般大于4.0平方公里，面积最大的黄甫峪达40.42平方公里，主河槽坡度一般小于0.20，代表性工点有华山峪，流域面积6.89平方公里，主河槽坡度0.17。

2、地质。秦岭北麓的华山大断裂，是渭河地堑南缘的边界断裂，由东吴村经华山东站成东西向延展。该断层长期活动，山体被剧烈切割，岩层破碎。1556年（明嘉靖三十五年）华县8级大地震（11度），就发生在该断裂上。华山大断裂几乎与铁路线相平行，使得该段铁路线的泥石流现象较为活跃。华山地区铁路沿线泥石流工点流域内出露的地层，主要是太古界太华群的古老变质岩和燕山期花岗岩。前者主要为黑云母角闪片麻岩及片岩，后者为粗花岗岩，它们的表面均有不同程度的风化。但黄土沉积在该区不发育，因为该区主要为花岗岩，又少黄土等细颗粒，故多形成水石流。

流域内沟谷下切甚为剧烈，侵蚀作用很强，两岸山坡岩层极易沿节理面发生重力剥蚀而形成碎屑物，堆于坡脚或沟中而补给泥石流。还有，该区森林遭历年的砍伐破坏，植被覆盖度仅占30%左右，水土流失极为严重，进一步促进了泥石流现象的发展。

该区泥石流现象的另一个特点是，河槽物质再搬运补给泥石流现象比较突出，暴雨洪水达到形成泥石流的极限流量以后，掀揭河槽物质而形成较大规模的泥石流。K934+800工点内1982年7月31日的水石流固体物质，主要来源于流域中下游的河槽物质，水石流的最大流量达93立方米/秒，固体物质侵蚀模数为9,146立方米/平方公里。

3、降雨。陇海铁路华山地区临近华阴、华山、华县三气象站，年平均降水量为587.8—866.1毫米，雨季主要集中在7—9月。1982年7月31日这场特大暴雨，起因于当年我国的9号台风。9号台风的尾部在陕西关中东部形成了以华阴为中心的暴雨区，24小时最大雨量在华阴暴雨中心达205.0毫米。整个降雨过程始于7月28日，7月28日至30日的前期雨量达21.8—31.3毫米，31日发生泥石流当日雨量为92.0—158.2毫米（均指20—20时时制）。但从1小时时段雨量的记载来看，泥石流并非发生在小时雨量最大的时刻。以华阴气象站为例，31日从上午8时开始下暴雨，13—14时的小时雨强最大，16.4毫米，但还未发生泥石流；下午8时发生泥石流的小时雨强为10.7毫米。据调查，K934+800工点发生泥石流时，泥石流过境的全过程仅10分钟左右。

三、铁路沿线泥石流的防治

（一）几点教训

我国铁路已成线路中，山区铁路里程约占36%。这些山区铁路都程度不同地受到过泥石流的危害，现已查明的泥石流工点有1,300余处。看来铁路泥石流的防治是一项艰巨而长期的战斗任务。俗话说：“吃一堑，长一智”。从1982年7月31日陇海铁路华山地区泥石流灾害中，我们可以得出以下教训：

1、应尽快制定泥石流沟的判别标准。如何判别泥石流沟和非泥石流沟，至今还是一个尚待解决的理论问题。华山车站东西两侧的K946+800和K934+984工点，灾前未作为泥石流工点看待，所以未在铁路线上游作任何拦挡措施。泥石流一来就掩埋车站、中断行车。类似的例子在成昆铁路也较多，例如：1983年7月2日联合乡车站的泥石流，同年6月4日尔赛河车站附近瓦依日呷沟的泥石流，都是事先未判为泥石流沟的工点。前者掩埋联合乡车站，中断行车两天；后者虽未造成大的灾害，但潜在危险性大，其程度不一定会亚于利子依达沟。所以应尽快制定泥石流沟的判别标准，根据不同地区和不同类型的工点以形成泥石流的三大条件为基准来制定。我们认为，在同一泥石流地区，如果地形、地质条件大致相同时，应将重点放在固体物质的储量及其稳定条件上，至于降雨可根据以往资料制定警戒雨量。有了判别山区铁路泥石流工点的标准以后，判定是泥石流工点的，就得进行整治，以防泥石流危害铁路。

2. 山区铁路小桥涵的布设。从原则上讲, 山区铁路的泥石流工点不能设涵, 只能设桥, 而且横断面应窄深才能保证顺利宣泄泥石流。以往认为, 山区铁路陡坡小桥涵, 以防冲刷为主, 故在桥涵前设缓流井, 自此往下游急剧降坡, 横断面尺寸又急剧收缩。这种纵断面呈“L”形的布设形式, 就连一般的夹砂水流一来也可造成淤积, 泥石流一来就更无力招架。华山车站东侧的K964+800工点, 涵前路堑以上人工铺砌沟床末端, 高出涵洞进口处路肩4米多, 高出涵洞进口处底部约7米, 致使涵前形成跌水消能的缓流井系统, 水石流一来就在此停积, 堵死涵孔, 上道掩埋车站。华山地区铁路线上类似这样的情况还很多。所以山区铁路桥涵切忌布设成“L”形。

(二) 华山地区铁路沿线泥石流的防治

1982年7月31日灾害过后, 原西安铁路局立即组织“华山抢修指挥部”, 对许多泥石流工点进行了工程整治。而且灾前历年也作了一些整治工程, 现简要综述如下:

1、钢轨格栅坝。钢轨格栅坝, 是华山地区铁路沿线用得比较多的泥石流拦挡建筑物, 对整治水石流效果好。这次灾害前K963+945工点内修有3座钢轨格栅坝, 1982年7月31日的水石流就未危害铁路。灾后又又在K964+582等6个工点内修建了8座钢轨格栅坝, 一般采用43公斤/米的旧钢轨。钢轨格栅坝主要有这三种形式: (1) 沟宽 $B < 5 - 6$ 米时, 两岸设混凝土边墩, 钢轨水平布设, 间距30—50厘米, 两端伸入边墩50厘米左右, 钢轨净长2—3米, 在坝高方向成一排或两排。设两排时下游一排从床底起布设, 上游一排从坝顶起布设, 两排成台阶形, 相距1米左右; (2) 沟宽满足 $5 - 6 \text{米} < B \leq 10$ 米条件时, 边墩布设、钢轨间距等与(1)同, 只是每隔0.5米左右加竖向钢轨1根, 与水平钢轨组成网格形; (3) 沟宽 $B > 10$ 米时, 则需用浆砌石和钢轨格栅组成混合坝。钢轨格栅坝可就地取材, 结构简单, 施工方便, 可在铁路沿线的泥石流工点中大力推广。

2、浆砌石坝。浆砌石坝, 一方面可以拦挡泥石流固体物质, 另一方面也可以防护桥涵免受冲刷。灾前在牛心峪内修建的三座浆砌石坝, 在1982年7月31日泥石流灾害中起了防护作用, 拦蓄了大量固体物质; 灾后又又在第2号坝上游50米处新建了一道长24.5米、高7米的浆砌石坝, 坝体上留有排水孔。此外, 杜峪和华山峪桥涵下游的浆砌石坝所起的作用, 主要是防止桥涵免受水石流的冲刷。

3、明洞渡槽和护坡。K962+250被坡面泥石流破坏线路后, 立即修建了30米长的明洞, 明洞顶部与铁路线垂直的方向再修建排导沟排泄水流或泥石流。这种防护工程可确保铁路安全, 最为铁路部门所欢迎, 但造价较高, 而且需要有一定的地形条件。

对其它坡面泥石流工点, 均采用浆砌石护坡, 有的高达100多米, 工程浩大, 投资甚多。K964附近四项护坡工程耗资110万元。我们认为, 可根据实际情况采用钢丝网加喷混凝土新方法来自防护, 以节省投资。

要防治陇海铁路华山地区的泥石流, 还应作艰苦的工作。首先应组织人力对这段铁路的泥石流工点作详细调查, 建立各工点的技术档案, 制定各工点的防护措施。在暴雨季节, 对潜在威胁比较大的工点应安放泥石流警报器, 以泥石流防发生后颠覆列车等二次性灾害。