

# 兰青铁路K8+792泥石流工程防治及其效益

楼 家 光

(兰州铁路局河口南工务段)

## 一、概 况

兰青铁路K8+792,整治前是一条多次发生灾害的泥石流沟。治理该沟对保证兰青、青藏铁路正常运营十分重要,对下游八盘峡水电站也有一定效益。本沟位于兰青线黄河大桥桥头,出口受黄河桥安全控制。因此,为消除本沟对铁路的危害分为两个阶段进行工程建设:

第一阶段是确保黄河桥安全。本沟原系通过刘家峡专用线从黄河桥上游汇入黄河。1973年因新建八盘峡水电站,兰青铁路被迫改线,以黄河特大桥上游一侧的堆积物不宜对桥梁安全产生影响为由,在本处劈山改沟,从该特大桥下游汇入黄河,在兰青线上增建此桥。1975年交付运营以来,泥石流多次冲毁跌水和急流槽,堵塞桥孔,漫淤线路,几乎年年要组织劳力清理水害淤积。这一措施虽使大桥安全得到保证,但新建桥和线路仍然受到威胁。

第二阶段是在桥位上游采用工程整治,整治前多次组织有关人员对该沟进行了详细调查,并制定了近期内修建三座格拦坝,改建桥前急流槽等措施。工程于1981年10月开工,年底竣工,1983和1984两年均经受了一场中等规模泥石流的考验,初步收到了效益。

## 二、区域水文地质特征

本沟位于黄河八盘峡水库区右岸,沟口上游约1公里处湟水河从左岸汇入黄河,下游左岸约8公里处庄浪河汇入黄河。

河口地区位于青藏高原的东北边缘,是一个受帚状旋卷构造影响的白垩纪红色盆地。因受青藏高原强烈抬升的作用,区内新老构造影响显著。兰州至海石湾间黄土覆盖于白垩纪红层之上,厚度有数米至数十米不等。在黄河、湟水河、临河一侧,黄土与红层之间有一厚2米左右的砾石夹层,由于植被稀少,红层抗风化力弱和人类水平掏挖砾石,造成上覆黄土坍塌,形成广泛分布的泥石流。由于黄河南北两侧抬升不等,据已有资料分析,黄河以南比以北上升更快,如皋兰山(2,130米)与九洲台(2,067米)本属同一黄土原面,但如今高差达60米;三级以上的阶地基座面黄河南侧比北侧同级者高数米至数十米;黄河以南出露的五泉砾石层具 $6-23^{\circ}$ 的倾斜山坡陡,而且山前及冲沟中有较大的崩塌、滑坡等不良地质现象比北侧多。因此南侧的泥石流较发育。

本区属兰州北部干旱区,多年平均降水量300—400毫米,地面蒸发量350毫米,多年平均侵蚀模数为3,000—5,000吨/平方公里。多年平均24小时最大降雨量是35毫米,24小时可能最大降

雨量为250—300毫米。降雨量多集中6、7、8三个月，约占全年的70—80%，泥石流多发生在这个时期。据兰州地区几次泥石流活动资料分析，泥石流覆盖区较大，因此有可能几条沟同时涌出泥石流。

### 三、流域概况

本沟流域面积为6.25平方公里，主沟长5.45公里，主沟平均纵坡73%，植被覆盖度约为5%。沟内崩坍、滑坡、错落等不良地质现象十分发育，较大的崩坍、滑坡体有7处，堆积在沟边的松散物质达169万立方米。桥位至上游2公里许河沟直顺开阔，成U型谷，岸坡较稳定，山坡坡度 $20^{\circ}$ ，是泥石流的流通区，沟槽内可见龙头状堆积和侧向条带状堆积。从岸边泥石流痕迹分析，泥深多未超过2米，从地形上看具有拦挡条件；再往上游至4.5公里区段内，沟宽变窄，成V型谷，山坡坡度 $37^{\circ}$ ，两岸崩坍、滑坡发育，个别区段形成堵塞，是泥石流形成区；4.5公里以上便是上游清水动力区，山坡平缓圆滑。

用雨洪法求得清水流量 $Q_{\text{水}} = 56$ 立方米/秒。无堵塞时，泥石流流量 $Q_{\text{c}} = 36$ 立方米/秒；有堵塞时，泥石流流量 $Q_{\text{c}} = 272$ 立方米/秒。地震烈度8度。泥石流容量重 $\gamma_{\text{c}} = 1.9$ 吨/立方米。单位面积产砂量27万立方米/平方公里，山坡落石最大粒径 $d_{\text{max}} = 1.3 \times 1.2 \times 1.0$ 米，流通区 $d_{\text{ss}} = 165$ 毫米。

### 四、工程治理措施

本流域内没有居民，除下游偶有农民放牧外，无其他人类活动。沟口也有铁路设施。因此，本沟治理难以深入流域内部的形成区，故当前重点放在流通区内。沟内施工条件也很困难，水、电、砂石（沟内红色砂岩质软、耐磨性差，不能用于工程）和其他建筑材料，均须从沟口用人运输进去。规划中第一期工程放在流通区下游，先修建钢轨框架格拦坝3座，桥前急流槽1座。2号坝是作为3号坝的副坝而设；1号坝坝高受改沟的拦挡坝坝顶高程控制，坝高6米，坝下衔接急流槽直至桥位下游10米。1号坝距2号坝300米，库容量约为4.7万立方米；2号坝距3号坝120米，坝高按副坝回游效益要求而定；3号坝是第一期工程的主要格拦坝，平均一次拦淤量按一万立方米左右要求，最小坝高按拦淤3—5次设计。淤平后再修建第二期工程。

格拦坝是泥石流地区工程整治中较好的形式之一。它除了具有重力式拦挡坝的优点外，还有以下一些特点：

1、阻拦冲到前面的巨石，放走格拦坝间隙可通过的砂石和流体，改变流体结构和治理流速分布，造成淤积环境，迫使泥石流降低浓度和输砂粒径，使之向洪水转化。由于河床比降和泥石流体的差异，往往要经过多级拦挡才能达到向洪水或对下游无害的输砂转化。

2、保持河道输砂平衡，是河床纵剖面的稳定条件。有拦有放能延长泥库寿命，也充分利用了河道固有的排砂能力，可以使下游铁路建筑物处的河床标高不致发生有害下切。

3、可充分利用铁路废旧钢轨，其投资少，圪工量小，施工简易，便于普及。

### 五、工程效益和经验点滴

工程竣工后，1983年8月6日夜和1984年8月10日中午，河口地区发生暴雨，先后在兰新铁路K27+218和兰青铁路K7+299、K6+666桥及K5+912等6座桥涵与本沟同时发生泥石流。据

3号坝坝头自记雨量计实测记录,前者为22时20分至30分,十分钟降雨量为6.9毫米;后者为12时10分至20分,10分钟降雨量为7.4毫米。经泥石流过后调查,暴雨主要仍降落在流域上游形成区内,因而导致这一场泥石流的发生。3座格拦坝上游共阻拦固体物质约0.8万立方米,3号坝以上的拦挡物质是上游输移下来的泥砂、石块,一号坝、二号坝上游堆积物质则是来自坝之间河床物质再搬运和通过格拦坝间隙下泻的泥砂、石块,格栅前的拦挡形态和上游堆积地貌相似。通过一号坝间隙下泻的泥砂、石块,未在桥下发生淤积,均直接运送到远离桥位的水库区。原排导沟尾端的施工弃碴和农民临时建的引水渠道也被冲走,达到了急流槽畅通的作用,解除了多年来桥下淤积的危害。

1984年8月10日又发生了比1983年规模还要大的泥石流。过后调查证明,3号坝拦固体物质约0.7万立方米,其高度已接近坝顶;2号坝、一号坝拦挡的固体物质高度相应的降低。原沟谷纵坡73%,而现坝前河谷纵坡已逐渐缓和,一号坝前200米沟谷纵坡为4.0%,2号坝前90米沟谷纵坡4.3%,3号坝前460米沟谷纵坡6.1%。桥位上游的急流槽完好,桥下尚无淤积物,保证了铁路的安全畅通,发挥了工程效益,基本达到了设计的目的。

修建格拦坝,当前尚无现成的设计方法可循。因此在规划中,本工点和铁道科学院西南研究所商定,作为试验性工程探讨格拦坝设计的一些条件。

有关设计格拦坝的一些要求和参数的选用,我们的做法是:

- 1、格拦坝是泥石流地区一种较好的拦挡形式,设计时应远近期结合,分期投资;
- 2、第一期工程宜设置格拦坝2座以上,一号坝宜直接与桥下急流槽连接,急流槽一坡到底,断面顺直,不宜变化宽度和采用弯道,二号坝以上,各坝均应设副坝或坝下防冲设施,处理好回淤后坝上下游的衔接问题,防止坝下冲刷引起的后果;
- 3、宽河地段可根据泄流量的要求,采用实体坝与格拦坝相结合的拦挡结构;
- 4、格栅间隙要根据库容量、使用寿命及下游允许挟砂量选定,平面型格拦坝采用 $b = d_{90}$ 为宜( $d_{90}$ 为 $\leq 90$ 毫米的小粒径),空间型格拦坝 $b = 1.5 - 2.5 d_{max}$ ;
- 5、为了减缓一次泥石流对格拦坝的冲击,竣工后宜在上游一侧预堆部分块石,削弱泥石流龙头的冲击力;

(下转第85页)

## 水土保持通报

(双月刊)

公开发行

(陕西省期刊登记证062号)

第1期(总23期)

1985年2月出版

编辑者

《水土保持通报》编辑委员会

地址:陕西省咸阳市杨陵区

中国科学院西北水土保持研究所

出版者

陕西省科技出版社

印刷者

陕西省印刷厂

发行处

西安市邮政局

订购处

全国各地邮局

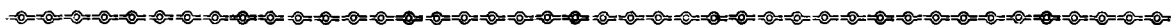
定价:0.30元

本刊代号52—62

粉、细砂和粘土各种粒径混为一体，多呈棱角状。我们在宝成线银河沟（k67+697）下游沟床、中游老洪积物和上游形成区堆积物等三处实测，每处大颗粒物平均直径都为45厘米。这种大颗粒沉积纵向无分选性，正是泥石流沟的特征之一。我们往往可以从沉积地貌和沉积物特征方面，将泥石流沟与一般山间沟谷区别开来。

**2、要特别注意崩塌—滑坡型泥石流。**这类泥石流以突然崩塌、坠落开始，以高速度运动后骤然停积而告终。这样的泥石流速度大、容重大、爬坡高，冲击力强，摧毁性强，历时短暂，搬运力强，形成区和堆积区基本连通，对铁路造成破坏性灾害。如1978年伯阳泥流为沟源崩塌性黄土滑坡，顺较陡的沟谷直泻而成；1981年宝成北段k257+344和k318+118泥石流亦为上游崩塌、滑坡或错落直接补给。这种崩塌—滑坡型泥石流多发生于黄土、页岩、千枚岩以及片岩地层分布区。在勘测时尚未发现沟谷内有不良地质现象，而是在运营后遇特大暴雨或连续降雨时才发生错落、滑坡，并沿陡沟翻滚直下，转化为泥石流。这就要求在勘测阶段，按地质、地形、水文条件分析产生泥石流的可能性，并采取必要的预防措施。

**3、要充分估计河槽泥石流的作用。**有些沟谷植被较好，谷坡较稳定，仅有少量崩塌、表层剥落等山坡变形现象，但沿沟早期坡积、洪积物数量大，沟床中停积大量松散沉积，沟床纵坡较陡，常年状态下以推移形式输移固体物质。在流域内，不良地质与长期风化剥落所造成的固体松散物质在沟床中逐渐积聚，其表面往往被常年洪水分选而残留下来的大颗粒覆盖层保护起来，一旦遇到特大暴雨（如宝成北段和宝天东段1981年8月21日降雨量，普遍超过100毫米）或持续降雨（凤县附近1981年8月14—21日降水300毫米以上）获得足够的动能，当洪水流速超过此覆盖层临界速度时，河床则大幅度被下切，并旁蚀沟谷两侧阶地或坡积、洪积物，将发生大规模泥石流运动，即所谓的“河槽泥石流”作用。这些大多产生于侵入岩地区，如宝成北段k66+087庙沟、k63+990大桥沟、k64+813、k69+269五星庙沟，宝天k1296+153、k1305+832.6等沟泥石流，均属此类型。因此，对勘测时处于间歇期的泥石流沟谷，要提高对底蚀、侧蚀引起松散物再搬运的预见性，并在工程处理上充分考虑。



（上接封底）

6、直石河道， $b > 40$ 毫米以上的格拦坝坝体受力可不考虑水压力， $b < 40$ 毫米时则根据细砂和泥土含量决定；

7、格拦坝边墩和中墩应有足够的埋深及强度；

8、急流槽纵坡大于150‰，在砾石层或一般土质均应有加强防滑移的措施。

## 结 束 语

经过3年的实践，格拦坝是泥石流地区一种较好的拦挡形式。过去，本段管区内多使用实体拦挡坝；1981年以来，先后在兰青线k59+191等工点上修建了多种形式不同间隙的格拦坝4座，均发挥了拦淤效益。