

框架结构式的泥石流排导渠

袁 锡 明

(四川省黑水县人民政府)

提 要

本文介绍的是一种新型“空间框架网格结构型式的泥石流排导渠”。在四川省黑水县芦花沟泥石流工程中首次被采用，其结构特点是：排导渠的两侧墙肋板与渠底肋板连接在一起，基础墙和渠顶墙又与侧墙肋板连接在一起，构成一种空间框架网格型式。墙与渠底交接处，还采取了与框架浇筑成整体的贴角加强加固措施。渠底肋板的下游侧墙高出渠底30—50厘米。这种结构的主要优点是：1、能防止渠底的揭底破坏；2、能防止侧墙的冲刷破坏；3、能防止侧墙与渠底连接处的淘蚀破坏；4、更能保证排导渠的整体安全，并便于维修和管理。

在泥石流防治工程中，排导渠工程常被泥石流所破坏。它表现在渠底的揭底破坏，侧墙两边墙体的冲刷破坏，尤其在渠道弯道段的凹岸最容易发生；侧墙与渠底交接处，被泥石流的淘蚀所破坏等，由此造成渠道整段整段地破坏，甚至使整个排导渠毁坏。为了防止排导渠这种破坏，我们设计了一种能防止上述破坏方式的“空间框架网格结构排导渠”，并在四川省黑水县芦花沟泥石流防治工程中首次采用。本文对其结构做简单介绍，以供相互交流。

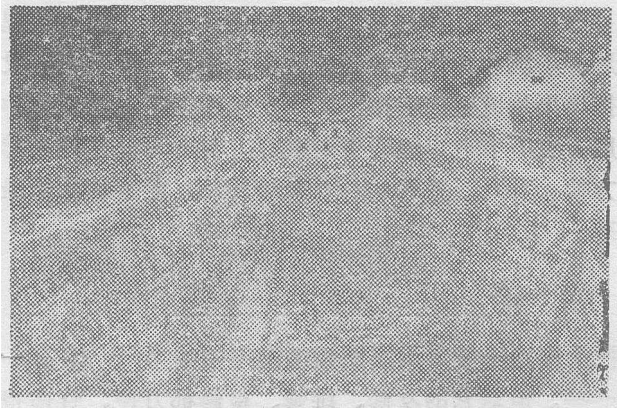
一、泥石流排导渠破坏原因的定性分析

分析排导渠破坏的原因，以便为排导渠结构设计找到根据。为了有利于泥石流在排导渠中正常流动，起到对泥石流的排导作用，一般排导渠的纵坡较陡，流速较大。泥石流是一种非均质的多相流体，在排导渠中的运动形态相当复杂，对渠道的破坏因素众多，要做定量的分析现时还十分困难。从定性方面分析，泥石流对渠道的破坏大体有冲刷、碰撞、淘蚀和摩擦几种方式。在渠道的不同部位，这几种破坏方式往往同时存在，相互关联，但又有一定差别。经分析，我们认为，渠底的揭底破坏，主要是泥石流的动能和势能的冲击力和流动体中大石块在向下流动时旋转力形成的淘蚀力作用于渠底造成的；其次是泥石流与渠底的摩擦力作用所致。处理办法一般是在渠底加设肋板防冲措施。排导渠侧墙的冲刷破坏，是由于泥石流在排导渠中运动，受到两边墙体的约束和限制，泥石流动能对侧墙发生的碰撞和摩擦作用造成的。这种破坏方式，尤其在排导渠弯道的凹岸容易发生。处置办法是加强侧墙的整体抗冲刷能力，如采用分段小单元的框架浆砌石侧墙，就可增强整体抗冲刷的能力。侧墙与渠底连接处的淘蚀破坏，是同时受到泥石流的冲刷、摩擦、碰撞和淘蚀力的共同作用造成的，是排导渠受力最集中的部位。泥石流排导渠的破坏，往往是先从这里开始的，最后使渠道成段破坏，甚至把整个排导渠毁坏。处置这种毁坏的办法，是采取附加贴角的加强加固措施和纵横两个方向加固基础墙。然而，上述泥石流排导渠的破坏原因，并不是孤立的，而是几种因素相互联系的。为了提高排导渠的安全度，加强防止排导渠整体破坏非

至关重要。防止办法是使上述几种防止破坏方法，组成一个空间框架网格结构型式，就能起到一定相互保护作用，使排导渠更加安全。

二、空间框架网格结构排导渠

(一) 结构与尺寸。根据以上泥石流排导渠破坏原因的分析和处置办法的设想，在芦花沟泥石流排导渠设计中，我们提出了一种空间框架网格结构型式的排导渠设计方案，其结构是将渠底肋板与两侧墙肋板连接在一起，这是纵向连接；两侧墙肋板与基础墙和顶墙又连接在一起，这是横向连接；加上排导渠的高度，就形成了纵横高三维空间框架网格结构的型式。侧墙与渠底交接处，采取侧墙与基础墙和底肋板整体贴角的加强加固措施（见照片）。这个空间框架网格结构，可用钢筋混凝土浇筑，也可用混凝土浇筑，还可用毛石混凝土浇筑。这种结构型式的排导渠，有很好的防冲、防淘和抗摩擦的性能。芦花沟排导渠的设计尺寸如图1所示。



照片1 泥石流排导渠框架结构及拦砂坝

排导渠设计规格为，渠底宽5.0米，渠顶宽7.0米，渠高5.0米，侧墙纵坡1:0.2，排导渠全长465米；侧墙基础高1.5米，侧墙肋板底厚1.5米，顶厚1.0米，高6.5米，侧墙肋板宽1.0米，底肋板长6.0米，宽1.0米，高1.5米。因排导渠空间框架网格结构的几何尺寸较大，故采用的是毛石混凝土浇筑，既满足了功能要求，又节省了大量投资。排导渠布置在砂石堆积扇上，平均纵比降17.7%。渠底肋板每10米设置一道，使下一道肋板的回淤线恰好能保护上一道肋板的板脚。其它情况下的排导渠，视其渠底的纵比降计算而定。侧墙肋板之间的空隙，填筑浆砌片石；渠底肋板之间的空隙填筑干砌片石。渠底肋板下游侧墙高出渠底30—50厘米。干砌石坝，宽50—80厘米，其作用是拦挡部分泥石流，对后来的泥石流在其上面流过时，有消能作用，从而达到保护渠底，防止揭底破坏的作用。

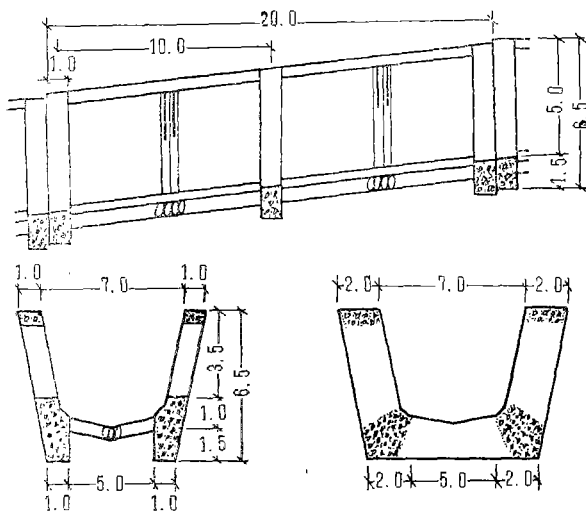


图1 芦花沟泥石流排导渠的设计尺寸

(二) 施工程序。泥石流排导渠空间框架网格结构，在施工过程中要特别强调按框架结构施工，绝不能按高程从下往上施工。首先是施工空间框架网格结构部分，即按渠段的施工单元，先将渠底肋板、

两侧墙肋板、基础墙与侧墙底连接处的贴角加固部分的钢筋混凝土、混凝土和毛石混凝土浇筑成框架整体结构；然后，在框架网格中填筑水泥砂浆砌片石和干砌片石；最后施工渠顶部分的混凝土。施工质量以能否保证空间框架网格结构的整体性为标准。施工程序是关键。

(三) 施工中的技术处理。它包括以下环节：

第一，芦花沟泥石流排导渠纵比降为17.7%，排导渠侧墙与渠底肋板为每10米设置一道。原则是通过回淤计算，使渠底下游肋板形成的回淤线，恰好能保护上游肋板的板脚；

第二，排导渠渠底面向沟心采用1:6的斜坡，这既有利于排导渠道用自身的水量清淤，又能起到减轻侧墙与渠底交接处的淘蚀破坏作用；

第三，排导渠每隔20米设置伸缩缝一道，以防止温度变化产生的温度应力及各渠段的地基基础不均匀，引起渠道沉陷破坏。伸缩缝又是施工缝，是按空间框架网格结构施工程序的一个施工单元；

第四，排导渠底肋板之间干砌片石，施工工艺简单，投资省，但所起的作用大，能降低地下水位，减小或消除静动水压力对侧墙、渠底的有害影响。

第五，泥石流排导渠设计和施工，采取了渠堤桥路相结合，与堤岸绿化、环境美化、市政规划相结合的方案。

(四) 使用、维修和效益。芦花沟泥石流排导渠已投入使用三年了。经过认真检查、仔细观察和定点定位测量，没有发现有任何位移、变形、下沉和裂隙裂缝现象发生。使用三年中，还没有开支维修费用。采用空间框架网格结构，使排导渠构成整体骨架，即使发生特大泥石流的冲刷、摩擦、碰撞和淘蚀，破坏了部分渠墙或渠底，也不会造成整段渠道破坏，更不可能把整个排导渠摧毁。局部的破坏，在维修、检修时也很方便。总之，采用这种框架结构后，能节省大量经常性的维修费用和管理费用，经济效益极为显著。

三、结 语

空间框架网格结构的泥石流排导渠，一次性投资比一般只设底肋板的排导渠的投资略高一些，施工的难度要大一些，施工程序也要复杂一些。但对它的岁修、维修、检修都方便，管理费用少，从长远的观点，从宏观、全局，安全度看来，是值得的。施工中的难度也是一分为二的，先施工框架结构部分，能控制排导渠外形的总体尺寸和各部分的几何尺寸，这不仅为施工提供了方便，而且提高了框架结构肋板间的浆砌片石、干砌片石外形尺寸的精度，从而能保证排导渠的整体施工质量，使整个排导渠简单、朴素、美观、大方。最重要的是，这种结构型式的排导渠整体性能好，防冲抗摩能力强，有推广的巨大意义。

致谢。黄文俊高级工程师和谭万沛助理研究员对本文提出了宝贵修改意见，深表感谢。

Framework-type diversion canal for debris flow

Yuan Ximing

(People's Government of Heishui County in Sichuan Province)

Abstract

This paper describes a new framework-type diversion canal. It was first applied to debris flow control in Heishui county in Sichuan province. The characteristics of the structure are as follows: connecting the wall and bottom ribs with the foundation and top walls of the canal to make up a framework. At the point of stress concentration between the wall and bottom of the wall of the canal, cast corners are used for rein-

(Continued on page 14)

参 考 文 献

- [1] 谭万沛: “泥石流及其灾害的极大值”, 《灾害学》(3), 1987。
- [2] 苏联: 《泥石流》, 姚德基译, 科学出版社, 1986。
- [3] 孟河清: “1981年宝成铁路泥石流灾害与降雨条件的分析”, 《铁道工程学报》(4), 1986。
- [4] 王继康: “东川铁路支线泥石流简介”, 《铁道工程学报》(4), 1986。
- [5] 谭万沛: “四川省西部地区的公路泥石流”, 《公路》, (3), 1987。

The current state of debris flow disasters of China

Tan Wanpei

(Chendu Institute of Mountain Disasters and Environment, Academia Sinica)

Abstract

This paper counted and analysed the number of counties affected by debris flows and the county times of occurrence for destructive debris flows. The results are as follows,

1. in 29 provincial (municipal) administrative divisions of China, 771 counties (cities) the debris flows occurred in, among them Sichuan Province is the most,

2. there are 92 cities or towns above county-level suffered from debris flow disasters, nevertheless, Sichuan makes up 40% of the total,

3. according to statistical data (1901-1985), the destructive debris flow occurred for 18 county-times annually in China, but during the period of 1901—1950 for 10 and of 1951—1985 for 29. Sichuan is over 50% of the average.

4. based on the partial statistical data, the death number in annual average caused by debris flow was 117 and 179 before and after liberation respectively; annual average number of houses destroyed were 60 and 1590 before and after liberation. This paper discussed the debris flow harms to factory, mine, highway, railway, course, military, hydropower station, irrigation and water conservancy, as well as tourist trade, etc.

(Continued from page 68)

forcement. At the downstream of the bottom ribs, raising the bottom by 30-50cm so as to retain a layer of debris flow for energy dissipation and bottom protection. Framework-type diversion canal for debris flow can prevent:

- 1) being scoured of canal bottom;
- 2) being undercut of canal walls;
- 3) damage to the stress concentration points between the wall and bottom of the canal.

It also ensures the safety of canal, repair and management are easy.