

# 超声波仪在泥石流泥位测试中的应用

胡 平 华

(中国科学院成都地理研究所)

超声技术已在国民经济各个领域得到广泛应用,而1985年研究的超声波泥位计,应用于泥石流深度观测取得了良好效果。众所周知,测量泥石流流动中流体的深度,即泥深,对研究泥石流的运动、沉积规律,以及力学性质都具有极为重要的意义。

## 一、泥石流泥深观测的历史及现状

长期以来,泥深观测一直是泥石流研究中难于解决的问题。在观测手段上,一般都是沿用水文方法,即水尺法或铅锤法。但由于泥石流同水流有着截然不同的运动特性和物理性质,用这种方法很难得到精确资料。比如,云南省东川蒋家沟泥石流泥深的观测,1982年以前,一直采用手动测锤及目估方法,所获资料精度难以保证恒定,目估法的主观性很大,实测值因人而异。1982年以后,采用电动缆道可控硅调速控制测锤,情况有所改善,但当测锤被冲击后,易使钢丝绳打结,钢丝绳弹动幅度很大,均对泥深资料精度有很大影响。而水文测量中最常用的水尺法,在东川蒋家沟根本无法实行。该沟的观测断面宽达200多米,主沟槽左右摆动,极不稳定,冲淤变化也很大,一次泥石流过后,沟道可能被下切或淤积几米,难于找到合理、安全地设置水尺的位置。1983年曾利用设立在沟道中部的4.5米高的测力墩台,标上刻度用于测深,但一次泥石流就将墩台冲断了,并且在流体中部设置水尺,也破坏了原有流态。对于蒋家沟粘性泥石流来说,其最大深度是在中部,从横断面来看,是凸形的,在岸边设置水尺是无法测到最大深度值的。对于有固定沟槽的稀性泥石流,并且流面比较平整,可用水尺或水工建筑物测泥深,但刻度需经常冲洗,否则,也极易被泥浆糊住而难于读数。

为提高泥深实测值的精度,国外学者也做过大量的工作。苏联的泥石流工作者,曾试图用浮标法来测量泥深,即用绳索将浮标固定在河面上,再通过滑轮系统与自记水位计相连,实验证明,在通过浓度均匀,流速不太大的泥石流流体时,能较好地记录泥位的变化过程,从而得到泥深。而当发生不均匀的泥石流时,浮标受到石块的冲击,它的波动范围不能真实地反映泥位的变化,浮标也易被损坏。日本曾在烧岳山上冲沟试验过接触式泥位计,但一次泥石流就将其损坏了,不能重复使用。后用固定水尺录像或摄影法来测定泥深,这同样有水尺法的一些弊病,并且未见有观测资料<sup>1)</sup>。

1) 泥石流译文集,1975年,西南铁科所编译。

由上所述, 用这些与泥石流流体直接接触的方法来测量泥深是很难奏效的, 并且测量的数据缺乏精度及系统性, 分析价值不大, 必须采用非接触式的电子技术或其它方法来解决这一难题。

## 二、超声波泥位计的应用

超声波测深的原理很简单, 就是利用回声测距的原理。我们知道, 声波在均匀介质

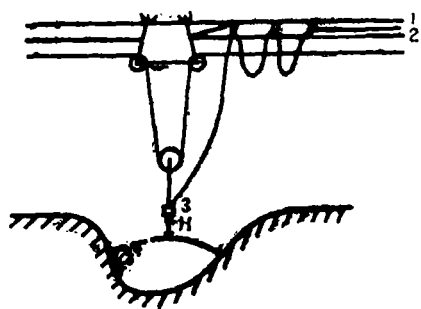


图 1 换能器安装图  
Fig. 1 Setting diagram of ultrasonic sensor

中以一定的速度传播, 当遇到不同介质的界面时, 它能立即反射回波。我们采用这一原理, 同上海长宁区科协合作, 研制成功UI-1超声波泥位计。并将该仪器的换能器安装在泥石流观测断面的缆道上, 当泥石流通过时, 可测出沟底和泥面高程, 它们之差就是泥石流深度。同时换能器可根据主流的游动情况随时调整测点的水平位置, 并可根据沟槽的冲淤情况, 适当地调整换能器到沟底的高度(图1)。该仪器1985年7月经过3次泥石流观测, 取得了较好的效果。采样速度可达4次/秒, 打印机自动连续打印时标及高度值, 特

别是同雷达测速仪同步观测, 只需一人就能进行泥石流运动要素的全面观测, 这不但减轻了劳动强度, 减少了观测人员, 而且提高了资料的准确性及可靠性, 对于研究泥石流有其重要意义。

过去由于无法测得一阵泥石流的泥位变化过程, 所以难于描述泥石流泥深及流量变化过程, 而把这种过程概化为锯齿状。而现采用超声波测得泥深变化过程后, 就能准确描述这两种过程线。

如图2所示, 泥石流泥深变化虽然很快, 但也是有一个逐渐变小的过程, 同理流

流量过程线也相似于泥深过程线。由于该仪器的遥测部分具有报警功能, 当泥深大于一定报警泥位值时, 仪器能进行遥测自动报警, 这对于减轻泥石流带来的灾害, 具有重要意义。

虽然超声波泥位计, 还是初次用于泥石流研究中, 但它的成功却展现了广泛的应用前景。例如, 利用上、下断面安置的泥位计, 记录其最大泥深所出现的时间间隔, 即可测得泥石流流体在此区间运动的平均速度; 在横断面上安置数个换能器, 则还可测得横向上的深度分布。此外, 根据声波的多普勒效应, 还可试制测量泥石流运动速度的流速仪。

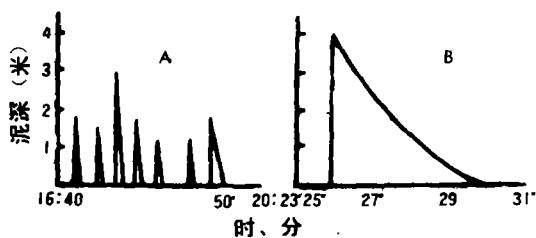


图 2 泥石流泥深过程线  
Fig. 2 Mud level process line of debris flow

## APPLICATION SUPERSONIC WAVES FOR MEASURING MUD POSITION OF DEBRIS FLOW

Hu Pinghua

(Chengdu Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences)

### Abstract

In studying debris flow, it is necessary to measure the depth of debris flow while it was flowing through a channel.

The fluid of debris flow is a mixture of liquid and solid and moves at a high speed. Therefore it is difficult to measure the depth of debris flow.

This paper described how to use supersonic waves technique for measuring the depth of debris flow and suggested that wider application of supersonic waves should be developed in studying debris flow.

## 《泥石流灾害与防治》科教录像片

泥石流是山区的一种破坏力极强的自然灾害现象。本片真实地记录了近年来在我国发生的几起泥石流及其灾害，有轰动中外的成昆铁路李子沟泥石流灾害，有蜚声全国的东川因民沟泥石流灾害。那汹涌的泥石流暴发场面，逼真的音响效果，将把你带进一个惊心动魄的世界。而泥石流对厂矿企业，对城镇村寨，对铁路公路的无情摧残，将使你触目惊心。虽然如此，泥石流在现代科学技术面前还是可以预防的。本片将重点介绍泥石流防治的硬措施（泥石流沟的综合治理）和软措施（泥石流的预警预报方法），以提高和增强人们的防灾能力。

该片由中国科学院成都地理研究所东川蒋家沟泥石流观测实验研究站摄制，科学出版社出版。本片编导摄影康志成，责任编辑周文辅。要者请与科学出版社音像室（北京朝内大街137号）联系。

(康志成)