

超声波泥位计的研制和应用效果

杨 仁 文

(中国科学院东川泥石流观测研究站 成都 610041)

提 要 介绍了超声波泥位计的研制过程、技术指标及用 UL-3 型超声波泥位计在蒋家沟泥石流观测中的应用效果。

关键词 超声波泥位计 研制 应用效果

长期以来,泥石流观测一直是到现场直接观测。不仅观测者要面临泥石流卷走的危险,而且观测结果可靠性和准确性差。泥石流流速快、冲击力强,采用其它任何一种直接接触法来量测都是十分困难的。而取得准确可靠的第一手资料,不仅是研究泥石流基本的重要环节,同时也是揭示这一自然灾害内在规律的必备条件。对推动泥石流学科发展起着十分重要的作用。泥位是泥石流研究的基本要素之一。基于此,我们研制了半自动的 UL-2 和 UL-3 型超声波泥位观测计,并将其与人工观测进行了对比研究。

1 超声波泥位计的原理与研制过程

1.1 原理

我们知道,当声波在均匀介质中以一定速度传播而遇到不同介质的界面时,声波将由界面反射。由声波反射时间的差异可推断其距离。超声波泥位计就是根据超声波回声测距这一原理提出来的。当沟床断面相对稳定时,泥石流流量同泥深(泥位)成正比关系,所以泥深既能客观地反映泥石流规模的大小,也能反映泥石流可能危害的程度。泥石流未发生时,仪器测得的是沟床表面高程(常数),一旦有泥石流通过,仪器测得的数据就是泥石流流体的表面高程。用沟床表面高程减去泥石流流体表面高程,就是泥石流流动时的泥深。

1.2 研制过程

开始我们利用一台测水深的超声波测深仪试测泥石流泥深。初试结果表明基本可行,但精度较差。以后与上海长宁区科协等有关科研单位一起,共同设计、研制了我国首台专为测泥石流的 UL-2 型超声波泥位计。为了验证该仪器的效能,首先在室内利用木板作界面,用皮尺量测距离,进行设定距离为 5~1m 的几组试验。当木板与仪器距离分别为 5,4,3,2,1m 时,仪器显示的读数分别为 5.01~4.99,4.02~3.97,3.01~2.98,2.01~1.99,1.01~0.99。此实验显示,当改变量测高度时,仪器反应灵敏,其误差值在±5%内。量测距离愈短,其精度愈高。此后又发展了 UL-3 型超声波泥位计。将此装置搬到蒋家沟并进行了长期野外实验观测,达到了预期的要求,获得了初步成功。

收稿日期:1997-12-10.

1.3 UL-3 超声波泥位计的技术指标

最大量程 10m

精度 $\pm 1\%$

盲区 1m

分辨率 1cm

输出信号 0~10mA

显示方式 3.5 位 led 数码

环境温度 0~40℃

连续工作时间 可长期工作

电源电压 Ac220V \pm 5V

功率 \leq 20VA

收发器到显示器距离 $<500\text{m}$ (高速采样 >5 次/s)

$>3\text{km}$ (低速采样 <2 次/s)

声光报警 当泥位超过设定值时即发声光报警信号

2 超声波泥位计的操作方法和应用效果

2.1 操作方法

将收发器装在测点附近(测量时只需将其探头悬挂在观测断面的垂索上),主机放置室内. 接通 220V 电源后,仪器便输出 0~10mA 标准信号,监测泥石流泥位的变化. 0~10mA 信号输入数显仪,数显仪将信号转为数字信号,即可直读泥位值. 若将信号送入电脑,就能以电脑进行采样、储存和处理,自动出现泥石流流体的曲线变化图与相应的时间同步记录,为校核泥石流的原始观测数据打下了基础.

2.2 应用效果

超声波泥位计不仅能自动观测泥石流的龙头高度变化、泥位变化和沟道冲淤变化,而且还实现了通过泥石流泥位变化自动报警. 该仪器从投入使用至今,已经观测到上百次(阵)泥石流的流态变化,自动记录了大量的数据. 经受了强日照、暴雨、大风等天气变化的检验,工作性能良好. 所获得的资料与人工观测的资料相比,其观测的精度及准确性,都大大超过人工观测(表 1、2). 同时也保证了科技人员和仪器设备的安全. 该仪器是蒋家沟主要观测仪器之一,实践证明,该仪器对研究泥石流的运动规律和预防有相当大的作用及推广价值.

从表 1 和表 2 可以看出,除特殊情况外(如有飞溅的小石块),超声波泥位计的观测精度大大高于人工观测. 特别是对阵性泥石流,人工观测误差更大. 与超声波泥位计观测值比较,误差最大值可达 58%(见表 1);但对于连续泥石流而言,人工与仪器的观测值之间的误差相对要小得多(见表 2),其最大误差仅为 36.7%.

该仪器不足之处是与其它观测项目如泥石流流速观测等不同步,这有待于进一步的改进.

表 1 UL-3 型超声波泥位计观测记录与人工观测结果对比* (1997-8-28 阵性泥石流)

Table 1 Mud depth Comparison between supersonic mud meter and manual observation (Gust flow, on Aug. 28, 1997)

探头原始高度: 7.59m
Original sensor height: 7.59m

时间 h. m. s.	探头实测 高度 m	仪器测泥 位高度 m	人工估 测高度 m	误差 %
17: 53: 26	6.99	0.60	0.40	33
17: 54: 37	6.93	0.66	0.40	43
17: 55: 00	6.96	0.63	0.40	39
17: 56: 48	6.79	0.80	0.40	50
17: 58: 42	6.66	0.93	0.50	46
17: 58: 43	6.77	0.82	0.50	39
17: 59: 21	6.60	0.99	0.50	49
17: 59: 30	6.76	0.83	0.50	38
18: 00: 37	6.40	1.19	0.80	33
18: 00: 38	6.39	1.20	0.80	33
18: 00: 42	6.55	1.04	0.80	23
18: 00: 49	6.62	0.97	0.80	17
18: 01: 10	6.67	0.92	0.80	13
18: 01: 51	6.71	0.88	0.50	43
18: 02: 05	6.65	0.94	0.70	25
18: 02: 32	5.73	1.86	1.50	14
18: 02: 33	6.23	1.36	1.10	11
18: 02: 37	6.40	1.19	0.80	32
18: 02: 44	6.56	1.03	0.80	22
18: 03: 43	6.66	0.93	0.70	24
18: 04: 00	6.64	0.95	0.80	15
18: 04: 29	5.47	2.12▲	0.80	
18: 04: 30	5.81	1.78▲	0.80	
18: 04: 31	6.02	1.56▲	0.80	
18: 04: 32	6.19	1.40▲	0.80	
18: 04: 35	6.34	1.27	0.80	58
18: 04: 41	6.51	1.08	0.80	25

* 表 1 和表 2 资料均由中国科学院东川泥石流观测研究站提供。

▲ 有飞溅的小石块。

表 2 UL-3 型超声波泥位计观测记录与人工观测结果对比* (1997-6-25 连续泥石流)

Table 2 Mud depth Comparison between supersonic mud meter and manual observation (Continuons flow on June 25, 1997)

探头原始高度: 5.40m
Original sensor height: 5.4m

时间 h. m. s	探头实测 高度 m	仪器测泥 位高度 m	人工估 测高度 m	误差 %
18: 19: 49	4.61	0.79	0.80	0.0
18: 19: 50	4.56	0.84	0.80	4.8
18: 19: 51	4.62	0.78	0.80	-2.5
18: 19: 54	4.56	0.84	0.80	4.8
18: 20: 13	4.65	0.75	0.70	6.7
18: 20: 16	4.65	0.75	0.70	6.7
18: 20: 18	4.60	0.80	0.70	12.5
18: 20: 24	4.55	0.85	0.80	5.9
18: 20: 27	4.62	0.78	0.70	10.2
18: 20: 28	4.56	0.84	0.70	16.6
18: 20: 31	4.61	0.79	0.70	11.5
18: 20: 35	4.56	0.84	0.70	16.6
18: 20: 38	4.62	0.78	0.70	10.2
18: 20: 39	4.73	0.67	0.50	25.4
18: 20: 40	4.69	0.71	0.50	29.6
18: 20: 41	4.63	0.77	0.50	35.1
18: 20: 42	4.57	0.83	0.70	15.7
18: 20: 45	4.64	0.76	0.50	34.2
18: 20: 45	4.74	0.66	0.50	24.2
18: 20: 46	4.65	0.75	0.50	33.3
18: 20: 48	4.73	0.67	0.50	25.4
18: 20: 49	4.58	0.82	0.70	14.6
18: 20: 54	4.66	0.74	0.50	32.4
18: 20: 54	4.76	0.63	0.50	20.6
18: 20: 55	4.67	0.73	0.50	31.5
18: 20: 55	4.61	0.79	0.50	36.7
18: 20: 57	4.69	0.71	0.50	29.6

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF
SUPERSONIC MUD METER

Yang Renwen
(Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station Chinese Academy of
Sciences Chengdu 610041)