

泥石流监测预警站的组建

陈景武 陈精日

(中国科学院东川泥石流观测研究站)

提 要 泥石流监测预警站利用的是泥石流预警报系统,以便对泥石流进行监测后,作出泥石流预警报。泥石流预警报系统由三个子系统组成,这就是:1. 暴雨类泥石流预报子系统;2. 泥石流地声报警子系统;3. 泥石流规模报警子系统。三个子系统分别用在泥石流监测预警站所属的雨量、地声、泥位三类泥石流监测点上。泥石流预警报系统由中国科学院东川泥石流观测研究站在蒋家沟研制而成,1985年底通过鉴定,获1986年度中国科学院科学技术进步三等奖。

关键词 泥石流 监测预警站 预警报系统

一、泥石流预警报系统

(一)暴雨类泥石流预报子系统

泥石流形成条件十分复杂,但概括起来无非是泥石流沟内的固体物质补给、沟床纵坡和水源三个条件。暴雨类泥石流的水源是降雨。它不仅是泥石流流体组成部分,且也是泥石流激发动力。

一条泥石流流域在一定时期内,固体物质补给及沟床纵坡都相对稳定,而降雨却变化多端。普遍认为,泥石流流域内降雨量多寡决定着:泥石流何时暴发,规模大小,成灾程度等。因此对降雨加以监测,掌握了降雨的变化规律和发展趋势,弄清了激发泥石流的降雨与固体物质补给、沟床纵坡三者的组合关系,就能实现暴雨类泥石流预报。

20 世纪 70 年代初以来,中国科学院东川泥石流观测研究站在蒋家沟开展了暴雨类泥石流形成的临界雨量研究,先后建立了激发泥石流的临界雨量判别式,提出了暴雨类泥石流预报方法,并付诸实施^[1]。

实现降雨的监测仪器较多,适用的仪器必须满足以下要求:1. 降雨记录连续;2. 信息传递迅速而准确。UY-1 型无线遥测雨量计和 SL₁型有线遥测雨量计属之(特别是前者用得更为普遍)。

UY-1 型无线遥测雨量计(图 1)由雨量传感器、发射装置、接收装置和记录器组成。它的主要技术性能为:1. 遥测距离 > 15 公里;2. 发射装置采用直流 18 伏供电,接收装置采用直流稳压电源或直流 15 伏供电;3. 遥测雨强 4 毫米/分;4. 精度误差 4%。

SL₁型有线遥测雨量计是目前我国气象部门通用的雨量监测仪器,由雨量传感器和记录器组成。信息为有线传输,距离仅 100 余米。

利用 UY-1 型无线遥测雨量计监测到的降雨信息,遵循暴雨类泥石流预报方法,便可

实现预报。暴雨类泥石流预报过程如下:把遥测雨量计安装在雨量监测点上,雨量传感器监测到降雨信息后,便按 0.1 毫米的雨量输入发射装置;接收装置接收到同频率的电讯信号,即输入记录器。预报人员据连续降雨记录,遵循暴雨类泥石流预报方法,对资料加以同步整理分析,在泥石流预报图^[1]上,就可判断出能否形成泥石流,致使实现预报。

(二)泥石流地声报警器系统

运动着的泥石流对沟床和两岸会产生剧烈的振动,并向外传递,而生成泥石流地声。泥石流地声报警就基于此。

本世纪 80 年代初以来,蒋家沟泥石流地声研究结果表明,泥石流地声的频率范围较窄,而且卓越音量至少高出其他环境噪声 20 分贝。由此利用地声传感器对泥石流地声的强度、频率范围和延续时间三要素加以监测,可作出泥石流地声报警。

NJ-2 型无线遥测地声报警器(图 2,以下简称地声器)是目前我国唯一能对泥石流地声进行监测、并实现自动报警的专用仪器。其由发端和收端组成。它的主要技术性能为:1. 通道传输的信号频率 10—15 赫;2. 信号振幅可调范围 50—500 毫伏;3. 收发两端均可用直流供电,无需人员值守;4. 遥测距离 8—12 公里;5. 具有半双工通话功能,可随时由收端进行手动检测;6. 适用环境温度 0—50℃。

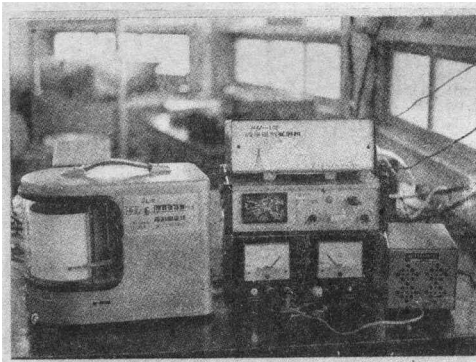


图 1 UY-1型无线遥测雨量计

Fig. 1 UY-1 Radio Telemetering Rain Gauge

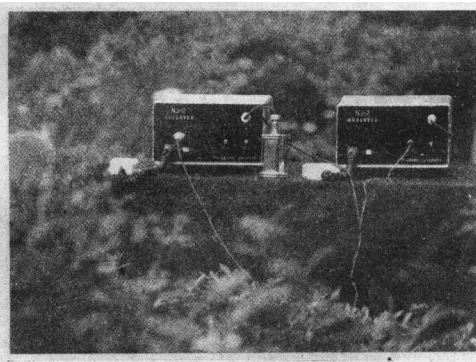


图 2 NJ-2型无线遥测地声报警器

Fig. 2 NJ-2 Radio Telemetering Ground-Sound Warner

地声器报警过程为:安装在泥石流地声监测点上的地声器,一旦检测到泥石流地声信号,经前放、判别电路,确认已出现达到预订强度的泥石流信号后再予以导通、调制,而由发端发射给收端;后者将解调的信号再次判别、并确认为泥石流信号后,由驱动电路执行声光报警,发出哪—鸣蜂鸣声,光电二极管即闪烁红光,至此一次泥石流地声报警便告结束。

(三)泥石流规模报警子系统

众所周知,若泥石流过流断面稳定,则泥石流泥位与泥石流流量成正比。前者直接反映了泥石流的规模大小和可能危害程度,故泥石流泥位监测与泥石流规模报警有着直接的关系。

长期以来,泥石流泥位确定得准确与否一直是确定泥石流运动要素的难题之一。

1984 年以来,在蒋家沟,运用回声测距的原理,以超声波技术,对泥石流泥位加以非接触式监测,实现了泥石流规模报警。

泥石流泥位监测仪器是 DFT-3 型无线遥测超声波泥位警报器,由超声波传感器、泥位计、发射装置、接收装置、泥位显示器及报警装置等组成。它的主要技术性能为:1. 测试高度范围及报警范围 1.2—10.0 米;2. 测试次数 5 次/秒;3. 遥测距离 > 10 公里;4. 精度误差 5%。

该仪器可自动实现泥石流规模报警。其报警过程如图 3 所示。

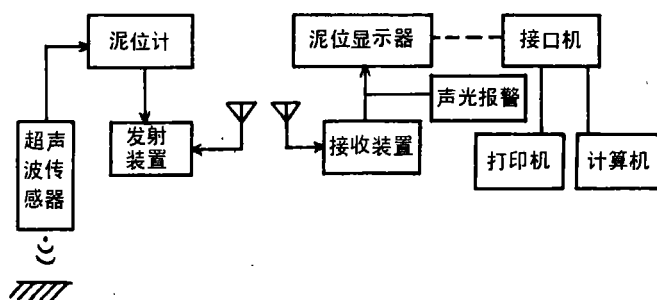


图 3 DFT-3型无线遥测超声波泥位警报器的报警过程

Fig. 3 Warning processes of DFT-3 Radio Telemetering Ultrasonic Mud-Level Warner

二、泥石流监测预警站

泥石流监测预警站是要使泥石流预警报系统的各个子系统付诸实施。根据泥石流危害程度和防护对象的重要程度,在泥石流监测预警站上可把泥石流预警报系统作如下安排:或布设呈配套而又整体的,这针对的是危害严重的泥石流,要防护的是重要的城镇、工矿与道路等;或仅布设一二个子系统,这针对的是危害一般的泥石流,要防护的是一般设施。

泥石流监测预警站由若干个泥石流监测点和一个泥石流预警站组成。泥石流预警报系统的各个子系统传感器和发射装置,分别安装在各类相应的泥石流监测点上;接收装置、记录器和预警报装置均配备在泥石流预警站上。现分别论述如下。

(一)泥石流预警站的布设

这依据的是泥石流预警站的任务。

1. 泥石流预警站的任务

- 1) 安装、检查、维护、维修各类泥石流监测点的仪器和设备。
- 2) 接收、整理和分析各个泥石流监测点的资料,发布泥石流预警报。
- 3) 监视沟床的变化,总结预警经验教训,提高泥石流预警报质量。
- 4) 向群众宣传泥石流科普知识,使群众提高防灾意识。

2. 泥石流预警站建站要点

1)站址宜选在泥石流沟的流通区与堆积区的结合部位。

2)站上应水电路三者齐备,较为开阔,通视条件好,信息传递方便,离受灾区较近,最好靠近城镇或工矿区。

3)一般需建二层小楼一幢,底层作生活用房,二楼为仪器设备和办公用房,楼顶安装接收天线(以与泥石流监测点沟通联系)。站上建筑面积的大小视泥石流监测预警站的规模而定。

4)专职人员一般配备高中以上文化程度2—4名,上岗前应经一个月左右的业务培训,即可胜任泥石流预警站的全部工作。

由上可见,泥石流预警站实际上是泥石流监测预警站的中枢,在建站问题上决不能掉以轻心。

(二)泥石流监测点(泥石流预警报系统)的布设

1. 泥石流雨量监测点(暴雨类泥石流预报子系统)的布设

这布设于泥石流形成区(即沟谷上游,泥石流形成源地,往往是暴雨区)。

泥石流雨量监测点布设的数量由泥石流形成区面积的大小、局部地形的复杂程度和泥石流雨量监测点代表性的强弱所决定。对危害严重的泥石流沟来说,布设呈网格形为最佳,至少也要布设呈三角形的三个泥石流雨量监测点,与此同时在泥石流预警站上布设一个辅助性泥石流雨量监测点,用作对比、参照;对危害一般的泥石流沟来说,可在泥石流形成区内布设一个泥石流雨量监测点,在泥石流预警站上也布设一个辅助性泥石流雨量监测点。

2. 泥石流地声监测点(泥石流地声报警子系统)的布设

这一般布设于泥石流流通区上段,点址最好选在基岩沟岸上。

泥石流地声监测点多用于危害较为严重的泥石流沟。单沟泥石流可在泥石流流通区上段布设一个泥石流地声监测点;多支沟的泥石流沟需在各泥石流支沟流通区上段分别布设一个泥石流地声监测点;对危害严重的泥石流沟来说,为确保报警精度,要在泥石流流通区上中两段分别布设一个泥石流地声监测点。

3. 泥石流泥位监测点(泥石流规模报警子系统)的布设

这布设于泥石流流通区中下段。监测点处要设置一个泥石流泥位监测断面,需选其在较为顺直而又稳定的沟段。泥石流泥位监测断面的沟道主流线上空悬垂一泥位超声波传感器。

该监测点的布设原则与泥石流地声监测点的布设原则基本相似。但应强调的是,在众沟汇集的泥石流沟内,宜于合流处之下方设置一个泥石流泥位监测点,便可减少监测点的布设数量。

总而言之,唯有上述布设,才能确保泥石流预警报的准确率。

从总体来看,泥石流监测点的布设原则是,分段逐级设防。这就是:上游(泥石流形成区)设泥石流雨量监测点,中游(泥石流流通区)上段设泥石流地声监测点,中游中下段设泥石流泥位监测点。作为中枢的泥石流预警站设在中游和下游(泥石流堆积区)的结合部位。

综上所述,泥石流监测预警站布设得当与否,是由泥石流预警报系统的各子系统(或相应的各类泥石流监测点)能否发挥监测作用来检验的,这影响到泥石流预警报的准确率。换言之,泥石流监测预警站,要以各类泥石流监测点的布设为基础,由泥石流预警站统管。唯有各类泥石流监测点布设得当了,泥石流监测预警站才能发挥泥石流预警报作用。

三、泥石流监测预警站的效果

这可从泥石流预警报的准确率和提前时间两个方面来加以考察。

雨量、地声和泥位三者监测的准确程度决定着泥石流预警报的准确率的高低。蒋家沟内暴雨类泥石流预报准确率达 85% 以上;泥石流警报还未出现过错漏报,足见效果之良好;泥石流预警报准确率达 90% 以上,一般可准确无误地作出泥石流预警报。

暴雨类泥石流预报提前时间由雨量监测点的降雨特性、雨量监测点到受灾点之间的距离和沟道内的泥石流平均流速所决定。三年中蒋家沟内暴发的 30 来次暴雨类泥石流预报提前时间平均达 40 分钟;为保险起见,暴雨类泥石流预报至少可提前 10 分钟预报出泥石流。

泥石流警报提前时间由监测点到受灾点之间的距离和泥石流平均流速所决定。蒋家沟内泥石流警报提前时间一般达 5—10 分钟;为保险起见,泥石流警报至少可提前 2—3 分钟发出。

诚然组建泥石流监测预警站要投入相当的财力物力。如四川金沙江下游,欲在四条泥石流沟内各设一泥石流监测预警站。为此所作的概算结果显示,一次性投资近 71 万元,五年运行总投资约 97 万元。但这四条泥石流沟危害相当严重;每条泥石流沟都直接威胁着数千万乃至上亿元国家财产的安全,以及数百至万人以上的生命安全。四条沟泥石流暴发周期若各以十年一次计(实际上还要短些),则五年内可暴发泥石流二站次。泥石流监测预警站全部建成运行后,四条泥石流沟各至少可减少财产损失 1/3,得益将以数千万乃至上亿元计¹⁾;更重要的是,将使当地居民的生命安全有了保障。可见建站投入值至多占减灾值的 1/10。建站的经济效益和社会效益将是明显的。这就是说,建站是合算而又可行的。

参 考 文 献

- [1] 吴积善等,1990,云南蒋家沟泥石流观测研究,科学出版社,第 197—221 页。

1) 钟敦伦、陈景武等,1990,长江上游滑坡、泥石流预警系统——四川金沙江下游片试点站详细调查报告(油印本)。

INSTITUTION OF DEBRIS FLOW MONITORING, PREDICTING AND WARNING STATION

Chen Jingwu Chen Jingri

(*Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station, Chinese Academy of Sciences*)

Abstract

The Debris Flow Monitoring, Predicting and Warning Station will give a predicting and warning of debris flow by monitoring of it with the predicting and warning system.

The predicting and warning system of debris flow consists of: 1. a predicting sub system of rainstorm debris flow; 2. a ground-sound warning subsystem of debris flow; 3. a warning sub-system of debris flow scale.

The Debris Flow Monitoring, Predicting and Warning Station consists of three kinds of debris flow monitoring points, and a debris flow predicting and warning station (distributed at the jointing area of current and accumulation regions). The sensors and launching installations of each subsystem are respectively installed at the relative debris flow monitoring points; the receiving installation, recorder and warning equipments all are provided to the debris flow predicting and warning station.

The debris flow monitoring points are distributed section by section and step by step.

1. The rainfall monitoring points of debris flow are distributed at the formation region of debris flow (at the upper reaches of the ravine) based on the predicting subsystem of rainstorm debris flow. The equipment is UY-1 Radio Telemetering Rain Gauge. The equipments are arranged by network, triangle or single patterns. The accurate rate of prediction is $>85\%$ and prediction may be made out before 10min at least.

2. The ground-sound monitoring points of debris flow are arranged at the upper reach of debris flow current region (at the middle reaches of the ravine) based on the ground-sound warning subsystem of debris flow. The equipment is NJ-2 Radio Telemetering Ground-Sound Warner and arranged by single.

3. The mud-level monitoring points of debris flow are arranged at the middle and lower reaches of debris flow current region, based on warning subsystem of debris flow scale. The equipments are DFT-3 Radio Telemetering Ultrasonic Mud-Level Warner and arranged by single.

The debris flow warnings of the last two kinds are accurate without error and may sent out before 2—3min at least. The accurate rate of debris flow predicting and warning is $>90\%$.

Key words debris flow, monitoring, predicting and warning station, predicting and warning system