

文章编号: 1008-2786-(2010)3-379-06

# 泥石流早期警报系统

章书成<sup>1</sup>, 余南阳<sup>2</sup>

(1 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2 西南交通大学机械工程学院, 四川 成都 610031)

**摘要:** 泥石流早期警报系统可以将暴雨泥石流发生的预警时间提前 1 h 左右, 这比一般警报方法的提前量 (通常大于 10 min) 增加很多, 因而达到更好的警报效果。系统由遥测智能雨量计、泥石流次声警报器和摄像设备等组成。系统核心技术包括泥石流发生的雨量阈值设定、泥石流次声特性和图像获取、图像解析以及图像实时传输等。系统数据传输可选择 Internet, GPRS/CDMA。决策机构可根据系统信息实时发布三级警报, 即黄色 (来自雨量阈值)、橙色 (来自泥石流次声信息) 和红色 (已有泥石流图像和规模), 系统将能避免或减少人员伤亡服务于泥石流减灾工作。

**关键词:** 泥石流; 早期警报系统; 雨量阈值; 次声信息

**中图分类号:** P642.23 X43

**文献标识码:** A

泥石流预警报是基于对泥石流形成、运动、物理特性的认识并集理论研究和现代技术之大成, 他正伴随学科的发展在艰难地一步步地前进。

众所周知, 由于对泥石流形成的研究, 即在什么条件下、发生何等规模的泥石流这种完全定量的研究, 目前还处于初级阶段。对于这种牵涉到地质、工程地质、地貌、地形、水文气象、土质土力、流体力学等多种科学的泥石流形成课题, 半个多世纪以来, 人们锲而不舍的努力, 到定量研究的预期目标, 还未看到前方的一线曙光。

20 世纪 50 年代, 前苏联采用水文气象方法率先开展对泥石流预报<sup>[1]</sup>, 以及后来各国对暴雨泥石流预报的多种预警方法<sup>[2]</sup>, 以显示泥石流发生前降雨的阈值, 并公认 10 min 雨量是一种最佳的指标<sup>[3]</sup>; 1980 年代末, 美国联邦地质调查局 (USGS) Major Park 分部的 Wilson 提出的泥石流预报系统包括天气预报 (气象卫星)、降水实时预报 (测雨雷达和雨量计)、流域土壤含水量和孔隙水压力等, 该项研究对美国旧金山湾区 1990 年代的一次泥石流过程实施预报, 获得了成功<sup>[4-5]</sup>。近年来, 美国联邦海洋大气局 (NOAA) 和地质调查局 (USGS) 联合成立了

一个特别责任小组, 建立一个泥石流预警报系统, 重点研究美国西部地区森林火灾后泥石流暴发的预警问题<sup>[6-7]</sup>。该系统组成与 20 世纪 80、90 年代 Wilson 的系统雷同, 只不过是天气预报优于当年水平, 如采用先进的新型测雨雷达, 可以提高降雨预报的精度。系统预警报提前时间预期 1~7 d 至少 1 d 此外, Baur 等人从 2005 年提出美国华盛顿西雅图市的综合预警系统, 该系统通过对降水量、土壤湿度和孔隙水压力进行现场测量, 形成了不饱和土壤渗透模型, 降雨强度的临界性, 以实现一个综合的早期警报系统。

国内对泥石流预报也同样很重视, 中国科学院水利部成都山地所灾害与环境研究 (以下简称成都山地所) 近年来在以往研究的基础上竭力利用天气预报的结果, 对各泥石流地区的不同条件建立不同的模式来进行泥石流预报<sup>[8]</sup>。泥石流预警报研究具体到某一具体泥石流流域则有不少成功的实例。成都山地所自 20 世纪 70 年代以来, 在云南东川蒋家沟的很多工作均有泥石流预警报研究进行了方法性、技术性的原型的研究和实践<sup>[9]</sup>。在此基础上, 2005 年云南省地理研究所还在邻近蒋家沟的深沟

收稿日期 (Received date): 2009-12-14 改回日期 (Accepted): 2010-02-06

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金 (编号: 40672203) [Supported by National Natural Science Foundation of China (No.40672203).]

作者简介 (Biography): 章书成 (1939-) 男, 安徽人, 研究员, 主要从事泥石流物理力学研究 [Zhang (1939-), male, Anhui, Professor. Research field is Physics of debris flow.] E-mail: xsc@china.com

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

做了一个综合的成功案例<sup>[10]</sup>。他们除了应用气象卫星的资料外,在流域出山口的沟床设置了地声、泥位传感器和摄像头,监测泥石流的发生,并采用电话拨号网络传输,将泥石流实时数据和图像传输到约200 km以外的昆明市。同期,台湾农委会水保局等单位也建立了雨量计,断线法,冲击力测试,地声法,红外摄像等手段的综合泥石流警报系统,利用蜂窝电话将泥石流发生的信息,发送到水保局的灾害中心<sup>[11]</sup>。瑞士2003年在Illgraben流域设站,流域上游设有雨量计2套,流域下游及出山口有3套地声传感器,2套泥位传感器和一部红外摄像机,所有信息通过宽带网送到瑞士水资源局地质署<sup>[12]</sup>。国内外此等实例甚多,恕不一一列举。但是,目前泥石流预警中的预报部分过多地依赖天气预报,这些大范围大尺度的预报对某地区群发性泥石流有一定的意义。但是由于泥石流形成条件和山区降雨时空分布不均匀的复杂性,在相同的降雨条件,即使是相同的两条泥石流沟,一条发生灾害性泥石流,而另一条则可能平安无事。避免评价天气预报的准确性,我们只能认为这是预报泥石流的一种好方法,但距离实用尚待时日。

对于目前各种警报方法,都有其局限性,因而人们都愿意将其集成在一起,起到互补(或互相保险)的作用,万一其中一种方法失效,还有方法来替代。地声方法是捕捉泥石流在沟床运动时产生的地声信号,其卓越频率在30~80 Hz。但泥石流地声信号必需通过岩层来传播,如果岩层破裂,并夹有土层(含水),地声信号则很快衰减殆尽,不可能远距离传输(甚至不到100 m)。不幸的是,自然界泥石流流域绝大多数都是这种情况。因而为了达到有一定提前量的警报效果,我们不得不将包括警报器的传感部分设置在流域发生泥石流的源地,并将泥石流地声信号传送回来,这样不仅增加了设备成本,而且造成了设备的复杂性,易损性。泥位警报器是用超声泥位计来检测沟内深度的变化,得到泥石流来临沟床水位(泥位)明显上升。但由于泥石流大冲大淤的特点,泥位计测到的泥位变化并不是实测泥石流来临与否的信息,况且为了得到相当的提前量,也必需将包括传感器的泥位计部分置于远离出山口的流通区,因此,发生在地声警报器上的同样问题也困扰着泥位警报器。断线法是在沟床内横向拉一根细金属线,以得到泥石流断线信号来实现报警的,由于沟床的冲淤变化和为了获得警报所需的提高量,

此法的缺点是地声和泥位法的总和。另外,冲击力法是在沟床内或岸壁设置冲击力传感器。它可将泥石流冲击力信号传至中心点达到报警的目的。这种方法专业性强,成本高,除了研究目的外,还未见有人专门用来报警。摄像倒是可以翔实地纪录泥石流到来,如果仅仅是获得图像泥石流,它只是诸多方法的一种校核而已,它本身由于提前时间太短,几无报警功能。

综上所述,目前国内外泥石流预警报警系统研究中的预报部分过多地依赖天气预报。但天气预报也只能得到泥石流形成的两大必要条件之一,即水源条件。而另一必要条件,即物源条件(固体物质来源)更为复杂。这就是泥石流预报的重大问题。至于警报,不管哪种方法都必需将误报、漏报最小化。

为此,我们就现有泥石流学科水平,提出泥石流早期警报系统。所谓泥石流早期警报系统(Early Warning System to Debris Flow)是指提前量不及预报,但远大于警报,系统分级发布警报,总提前量不小于1 h。系统是基于对泥石流形成原理和物理特性的认识,综合已有资源,利用现代技术再次开发而成。我们知道,泥石流形成的必要条件是水源条件和物源条件。暴雨泥石流的水源条件是降雨,而降雨量(含前期累积降雨量)、降雨强度、降雨历时等是形成泥石流的主要参数。物源条件来自于流域内的重力侵蚀,是流域不良工程地质现象(滑坡、崩塌等)的产物。这些固体物质的数量(可能补给成为泥石流)和稳定条件(含水量、孔隙水压力和液化条件)是形成泥石流的主要参数。不同流域形成泥石流的物源条件和降雨条件都是不同的。目前还不能从理论上说明什么样的物源条件要求什么样的降雨条件才能形成泥石流和多大规模(流量和径流量)的泥石流。但是,人们半个多世纪的努力,从已有泥石流事件中总结出不同流域发生泥石流所要求降水量的阈值(即前期累积降雨量、降雨强度等)并用类比方法在相邻流域或条件(主要是物源、地形条件)相似的流域经必要的修正而推广应用。这种经验或半经验方法在现有学科水平上用于泥石流预警报警是可行的。本系统就是采用这种经验或半经验方法。

泥石流次声警报器是20世纪80年代末开始研制的新概念警报方法,在认识到已有各种警报方法的缺点后,本文第一作者认识到泥石流形成和运动

中的声发射过程中确有次声成份, 由研究泥石流次声特性并寻找一种更为可靠的警报方法。历经十余年实验研究, 终于成功地研制泥石流次声警报器<sup>[13-14]</sup>。泥石流次声信号是一个卓越频率从 5~15 Hz 范围内的确定信号 (其中泥石流越粘稠, 含石块越多, 卓越频率向越靠近低端部分), 在泥石流形成和运动过程中, 该信号以空气为介质, 以约 344 m/s 的速度传播。泥石流次声信号可以较长距离传播不衰减或很少衰减 (至少 10 km 以上)。又由于次声信号可以穿透极小的缝隙, 因而整个装置可以置于远离泥石流源地的室内。该警报器经历国内外 20 余次原型泥石流事件测试, 无一错报、漏报。近年来, 我们研制成功该警报器的第三代产品 DFW-I II 型。它以单片机控制, 具有智能化功能, 集报警, 数据存储一身, 并有配套的简便灵活的分析软件。该警报器经国内外使用后, 已进一步改进将形成正

式产品。毫无疑问, DFW-I II 型将是本系统警报报中的设备之一。如果泥石流流域沟床相对变化不大, 超声泥位计可以置于流通区附近用于本系统。

图像采集系统是对泥石流发生的最后一次确认。最初它是以研究为目的用来纪录和解析泥石流运动过程。近年来图像压缩和远程传输变得简易, 它也可以作为一个报警手段, 它的提前量不大, 但毕竟看到了泥石流, 以最后确认系统无误。本系统还利用图像解析方法, 实现单个摄像机得到泥石流规模 (流量, 流速) 等信息。

## 2 泥石流早期警报系统组成

泥石流早期警报系统硬件由遥测智能雨量计, 泥石流次声警报器, 超声泥位计和图像及图像传输设备 4 部份组成 (图 1)。

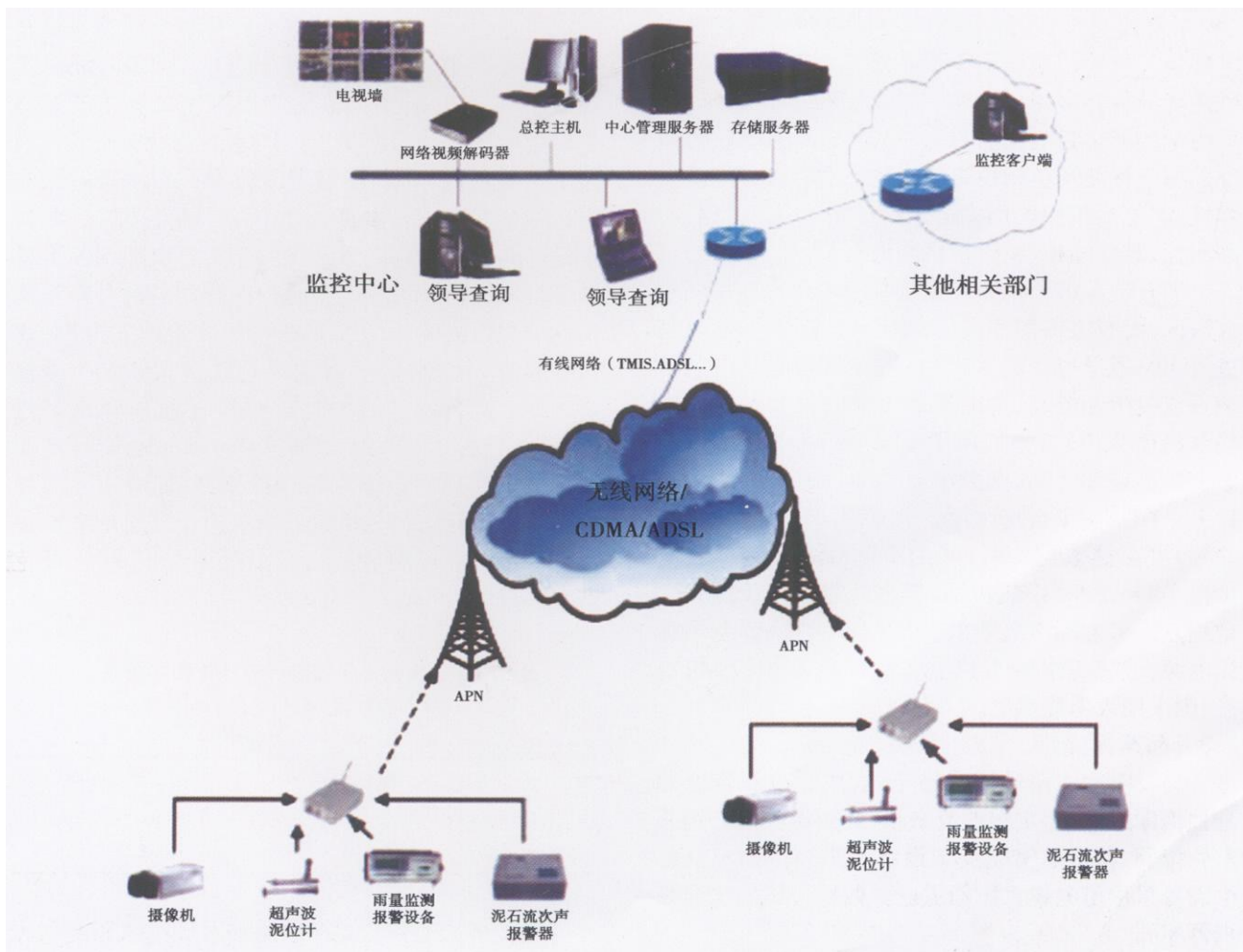


图 1 泥石流早期警报系统

Fig 1 Early warning system to debris flow

· 遥测智能雨量计

雨量计将被置放泥石流流域内的某地(该地为流域形成泥石流的指标性地点),雨量计可以实时地将逐时(以分钟计)雨量记录,储存和发送至早期警报系统。雨量计为翻斗式,采用电池组或太阳能电池供电,能保证野外条件长期工作。本文第二作者研制成功的 TJ-3型雨量报警仪已在铁路部门为泥石流减灾服役多年。该雨量计为嵌入式微处理系统结构,大容量存储器,可以存放 18个月以上的监测数据。它支持网络,电话拨号和 GSM/GPRS各种数据传输方式而实现远距离传输。该雨量计具三级报警模式,报警阈值可以根据具体地区和流域而设置。该仪器具有实时显示灾害信息、语言、报警等功能。

· 泥石流次声警报器

泥石流次声警报器的核心部份是传感器,我们采用的是中国科学院声学研究所 20世纪 70年代研制成功的驻极体电容式传感器。该传感器体积小(约 1角钱硬币直径,重量 9 g)使用时无需特殊固定装置。它采用最新的金属振膜后驻极体结构,将性能优异的驻极体材料置于后极板上。而振膜则采用力学性能优异的金属材料,从而使传感器获得优异的声学性能及长期稳定性。传感器有较好的低频特性,这也是我们选用它的原因。它与国外同类产品相比,其性能相当,但价格则低很多。

泥石流次声警报器可以接收流域源地崩塌物进入沟床,泥石流在沟床流动,出山口,进入堆积扇和进入主河道全过程的次声信号。因而,能我们判断泥石流发生和流动,主动地确定何时报警。根据我们观测研究,其警报提前量至少 10 min以上,而在中上游形成和运动,则大于 10 min最多可达 0.5 h以上。DFW-I II型为第三代产品,除声光报警功能外,可存储数据,并可采用 Internet宽带网络,电话拨号和 GPRS(手机机站)等方式将数据传送到指定地点。考虑到市电断电,可以自动切换到备用直流电源,继续工作 24 h以上。对有些无市电供应地区,则采用太阳能供电。

· 超声泥位计

当泥石流流通段相对稳定时,用超声波传感器悬挂沟床之上,测定泥石流来临时,用泥位的差别来实施报警,其提前量取决于设备与沟口的距离。整个设备采用市电或太阳能供电。数据传输与次声警报器相同。

· 摄像监控设备

在流域出山口泥石流沟床近旁可安置摄像头,

它可实时地将泥石流图像传送至系统。本文第二作者近年来曾研制成功铁路平交道口远程视频监控系统,施工现场远程视监控系统,铁路提速地段重点外所移动视频监测系统及城市交通远程视频监控系统,这些系统的多年运用为本系统积累了丰富的经验和资源。对于夜间摄像(泥石流往往发生在夜间),需要有备用电源,或采用具有夜视功能的红外摄像机。

另外,根据图像解析原理,即使在一只摄像机的条件下,如果已知入射角和摄像机与被摄物体的距离,则可以根据拍摄到的图像得到泥石流流速、宽度和龙头高度等参数。

3 数据分析及警报信息发布

· 数据接收与判别

3.1.1 雨量数据阈值设定

来自雨量计的降雨值以分种或秒为单位发送至系统进行存储和统计,可以得到任一时段的降雨累积值和 24 h 1 h 10 min的降雨强度值。由于泥石流发生所需要的雨量值为前期降雨总量和激发泥石流所需要的降雨强度,后者常以 10 min雨强计,它们也就是泥石流暴发的阈值。迄今为止,这些数值都是经验数值。它们常常依赖于对已有泥石流事件的分析 and 统计而得到。由于山区降雨的时分布不均匀性和泥石流流域形成泥石流条件的千差万别,这些经验值有相当的局限性,而且需在实践中不断修正。如云南蒋家沟,据多年分析,在前期降水超过 10 mm以后,其 10 min雨强达到 4.6 mm,泥石流便可来临。如果设定前期累积降雨量和 10 min雨强为阈值。多年资料分析得云南东川小江流域泥石流二级警报的临界雨量值为表 1所述<sup>[10]</sup>(即红、黄色警报)。

表 1 云南东川小江流域泥石流警报阈值  
Table 1 Warning threshold of debris flow to Xiaojiang  
Dongchuan Yunnan

雨强指标	黄色警报 (mm)	红色警报 (mm)
24 h降雨	[ 25 100] [ > 100]	[ 25 100] [ > 100]
10 min降雨	4.8 2	8.3 5

本文第二作者与成都铁路局对成昆铁路某段泥石流发生的前期雨量累积值和要求的 10 min雨强分别出的三级警报如表 2所示。

表 2 成昆铁路某段泥石流三级警报阈值

Table 2 Three degree warning threshold of debris flow to train way from Chengdu to Kunming

报警级别	前期降雨		
	0 ~ 20 mm	20 ~ 100 mm	> 100 mm
黄色 (注意)	7 mm/10 min	4 mm/10 min	2 mm/10 min
橙色 (危急)		7 mm/10 min	5 mm/10 min
红色 (封闭)		9 mm/10 min	7 mm/10 min

上述是已有应用的两例。对于不同的地区, 也可以根据已有资料和研究来确定该地区的相关泥石流发生降雨阈值。对于无资料地区, 则可以采用类比法, 暂设阈值, 以待不断地修正。对于冰川泥石流或冰川暴雨混合型泥石流, 则不仅要监测雨量, 还需要温度和辐射等数据进行综合分析。这种方法也是临报 (预报中时间最短的一种) 我们期望有 1 h 的提前时间。

3.1.2 泥石流次声数据的接收和处理

泥石流在流域源地形成和沟床运动, DFW—I II型则可以接收到其次声信号。信号有一定的持续时间 ( $>10$  s 达 1 min 左右) 和一定的强度 (声压值超 0.1 Pa), 便可确定泥石流发生。我们根据以往研究, 声压值与泥石流流量有大致的数量关系, 为表 3 所述。

表 3 泥石流流量与次声声压值关系

Table 3 Relationship between discharge and infrasound pressure of debris flow

泥石流流量 ( $m^3/s$ )	次声声压 (Pa)
< 100	0.1
100 ~ 1 000	1 ~ 10
> 1 000	> 10

根据泥石流次声的声压值, 可大致判断即将来临的泥石流规模。系统根据 DFW—I II的数据, 大约可以有 10 min 以上的提前量。

3.1.3 泥石流泥位数据接收和处理

超声泥位计从测得泥位与原沟床底而得到泥流水深, 如果沟床比较稳定, 则可根据水深断面而计算出泥石流流速、流量, 其报警阈值则由具体流域而定。

3.1.4 泥石流图像处理

当泥石流已在沟床流动, 被摄像机摄制泥石流

运动全过程, 作为数字图像进入系统。此外, 如已知摄像机至沟床距离和入射角, 可以根据图像解析, 用一只摄像机可以粗略地计算泥石流表面流速, 龙头高度, 流体宽度, 并计算出泥石流流量等参数。

数据传输

泥石流早期警报系统按雨量阈值, 泥石流次声信息, 泥石流真实图像及大致规模 (流速、流量) 依次向有关部门发布泥石流即将来临泥位信息和已经来临的警报。如果需要将其信息远程传输至上级机构, 则可根据当地条件选择宽带网络, GPRS和电话拨号等方式进行。宽带网络是在能够使用 Internet 网的地方来传输数据; GPRS (General Packet Radio System) 即可整合特色无线系统, 通常在有手机信号的地方使用; 电话拨号为有固定电话的地区使用有线网络来传输信息。

系统决策

早期警报系统依次得到从雨量、次声到图像的三种泥石流即将来临和已来临的信息。系统从三种信息可以分别得到 1 h 和至少 10 min 的提前量。而图像则亲见泥石流和大致估算其规模。决策机构可以根据此信息发布黄色 (来自雨量的阈值) 橙色 (来自次声和泥位信息) 和红色 (来自图像) 三种警报, 同时发布撤离、避难、封闭交通线等命令。

4 结束语

泥石流早期警报系统是在目前尚未达到准确预报条件, 以警报为主, 结合部分临报功能的一种减灾手段。此前, 系统中的每个单项均有不少实用的实例, 本系统将其有机地组合, 发掘各项的优势, 达到互相补充, 互相印证, 同时利用现代通讯技术, 使决策机构可以及时发布警报, 以减少或避免人员伤亡。

参考文献 (References)

[1] Stripaov E C (Translated by Meng Heqing). The Basic Behaviors and Measurement to Debris Flow [M]. Chongqing: Chongqing Breach Press of Literature of Science and Technology 1986: 66 ~ 75 [斯捷潘诺夫, E C (孟河清译). 泥石流与泥石流体基本特征及量测方法 [M]. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1986: 66 ~ 75]

[2] D Ricker mann. Empirical relationships for debris flow [J]. Natural Hazards 1999: 19: 47 ~ 77

[3] Chen Jingwu. A Preliminary analysis of the relation between debris flow and rainstorm at Jiangjia Gully of Duchuan, Yunnan Aj. In: Memoirs of Lanzhou Institute of Geology and Palaeontology, China

- nese Academy of Sciences, No. 4 (Monograph of the Research on Debris Flow in China) [C]. Beijing: Science Press, 1985: 88~96  
[陈景武. 云南东川蒋家沟泥石流暴发与暴雨主体的初步分析 [A]. 见: 中国科学院兰州冰川冻土研究所集刊 (中国泥石流研究专辑), 第 4 号 [C]. 北京: 科学出版社, 1985: 88~96]
- [4] Wilson R C. Estimating rainfall required to initiate debris flows [Z]. In: Association of Engineering Geologists 29<sup>th</sup> the Annual Meeting, San Francisco, Abstracts and Programs, 1986: 69
- [5] Wilson R C. Normalizing Rainfall/Debris flow thresholds along the U.S. Pacific Coast for long-term variations in precipitation climate [A]. In: Proceedings of First International Conference: Debris Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment [C]. 1997: 32~43
- [6] NOAA-USGS Debris Flow Warning System Final Report [R]. By NOAA-USGS Debris Flow Task Force, 2005
- [7] NOAA-USGS Early Warning System to Debris Flow and Torrent [Z]. Special Program by NOAA-USGS, 2005
- [8] Wei Fangqiang, Hu Kaiheng. The policy decision and support system of mitigation disaster of debris flow to counties and downs in mountain region [J]. J. of Natural Hazards, 2002, 11(2): 31~37  
[韦方强, 胡凯衡. 山区城镇泥石流减灾决策支持系统 [J]. 自然灾害学报, 2002, 11(2): 31~37]
- [9] Wu Jingshan, Kang Zhicheng, Tian Lianquan, et al. Debris Flow Observation and Research in Jiangjia Gully, Yunnan [M]. Beijing: Science Press, 1990: 197~213 [吴积善, 康志成, 田连权, 等. 云南蒋家泥石流观测研究 [M]. 北京: 科学出版社, 1990: 197~213]
- [10] Yunnan University, Yunnan Province Research Institute of Geography. The research on monitoring and numerical mitigation disaster of risk assessment to landslide and debris flow in main counties and towns, Yunnan Province [R]. Kunming: Yunnan University, Yunnan Province Research Institute of Geography, 2005 [云南大学, 云南省地理研究所. 云南省重点城镇滑坡泥石流灾害监测预警和风险评价的数字减灾系统研究 [R]. 昆明: 云南大学, 云南省地理研究所, 2005]
- [11] K. F. Liu and S. C. Chen. Integrated debris flow monitoring system and virtual center [A]. In: Dieter Rickmann and Cheng-lung Chen. Debris Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment [C]. Millpress Science Publisher, 2003: 767~774
- [12] B. W. McArdell, B. Zanuttigh, A. Lanberli, et al. Systematic comparison of debris flow laws at the Ilgraben torrent, Switzerland [A]. In: Dieter Rickmann and Cheng-lung Chen. Debris Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment [C]. Millpress Science Publisher, 2003: 664~670
- [13] S. Zhang, Y. Hong, B. Yu. Detecting infrasound emission of debris flow for warning purpose [A]. The Proceeding of 10<sup>th</sup> Interparent congress [C]. 2004-RMA/TRIENT PP. VII/359~364
- [14] S. Zhang and N. Yu. Infrasonic behavior of debris flow and infrasonic warning device [A]. In S. S. Chemmone's Proceeding of International Conference: Debris Flow Disasters, Risk Forecast Protection Pyatigorsk, Russia, 22~29 September 2008 [C]. Pyatigorsk, Russia, 2008: 206~209

## Early Warning System to Debris Flow

ZHANG Shucheng, YÜ Nanyang

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan, China)

(2. Machine College, Southwest Jiao Tong University, Chengdu 610041, Sichuan, China)

**Abstract:** The early warning system to debris flow bases on our knowledge to formation condition (rainfall special) and physics behaviors of debris flow. The system consists of rain gauge, infrasonic warning device, mud level gauge and camera (See Fig 1). All devices in this system have the function of automatical collection, saving and transportation (image photos included) to data. The public net, internet, GPRS and CDMA will be chosen for transporting data. Sometimes the radio communication has been used in this system as well. Special software will be used to distinguish that debris flow will occur (the information from rain threshold, has occurring (from infrasonic mud level signals and image photos). The Policy making body bases on this information to announce three degree warning in time, i.e., yellow warning (from rainfall), orange warning (from infrasonic and mud level signal) and red warning (from camera). The system will have in advance of one hour in the least to debris flow coming in. The system can in service to mitigate disaster of debris flow, to avoid the lost of people life specially.

**Key words:** debris flow; early warning system; rain threshold; infrasonic; mud level