

泥石流自动化观测系统

陈精日，刘立秋

(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)

摘 要: 东川泥石流自动化观测系统是在原有的半自动化监测系统基础上研制完成的。它通过综控中心、地声遥测、泥位遥测、雨量遥测、有线泥位和冲击力接口六个子系统共同完成对泥石流构成的一些主要参数包括降雨量、地声强度、泥位高度、表面平均流速、冲击力强度等数据进行同步采样并储存；系统对现代软硬件技术的广泛运用使该系统具有很高的智能性和可扩充性。

关键词: 泥石流；自动化；遥测；观测系统；地声；泥位

中图分类号: P642.23; X4 **文献标识码:** A

泥石流自动化观测系统是在现有的半自动化监测系统基础上提出的。它由综控中心(控制台)、地声遥测、泥位遥测、雨量遥测、有线泥位和冲击力接口六个子系统构成，每个子系统由若干软硬件构成。该系统既可全自动预报泥石流灾害的发生，更能实时地监测、收集有关泥石流的形成发生、运动规律、灾害程度等多方面信息过程数据。其中主要数据包括降雨量、地声强度、泥位高度、表面平均流速、冲击力强度等数据。这些全面系统的数据经过现场微机的实时处理，使该系统具有很高的智能性和理论分析价值。

1 系统的构成

该系统共由六个部分构成(见图 1)，即：①综控中心(控制柜)；②无线地声子系统；③无线泥位子系统；④遥测雨量子系统；⑤有线泥位接口；⑥冲击力接口。

其中综控中心是整个全自动监测系统的中枢部分，它负责整个大系统的调度控制、对各个子系统的信息收集、高级数据分析、图表输出等主要任务。当泥石流源地降雨，雨量监测子系统便开始采集雨量数据，并不断把降雨信息发回综控中心，当降雨量(或强度)达到和超过泥石流爆发的临界雨量值时，首先发出预报；随着泥石流汇集于支流，安装于支流的地声监测子系统便发出第二次报警；当泥石流汇

入主流上、中游时，使上、中游的泥位遥测子系统启动并发出第三次报警；最后泥石流达到综控中心附近的上、下观测断面，当其超过临界值时，有线泥位便自动发出紧急报警，与此同时，冲击力子系统也进入监测状态。以上各个子系统都将在每个时刻不断地把各种信息数据通过有线或无线方式送到综控中心，在综控中心由计算机对这些数据进行分析处理并打印储存起来，以作日后研究之用。

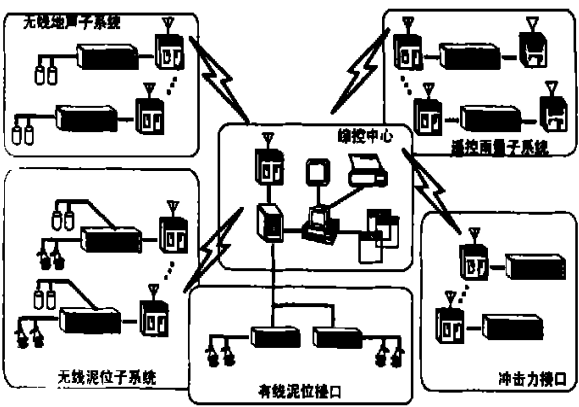


图 1 泥石流自动观测系统的构成
Fig. 1 Schemetic of automatic observation system for debris flow

2 系统的主要特点

1. 监测严密，从支流到干流，从上游到下游，层层监测，可防止错报、漏报情况发生；

2. 兼有收集泥石流地声、泥位、雨量、冲击力、流速(表面平均流速)等基本资料的功能,实现观测过程的系统化、同步化和自动化;

3. 仪器全面采用数字技术使信息处理更加智能化;

4. 由于系统全面采用低功耗及智能电源管理技术以及系统自启动运行方式(看门狗),使整个系统可以长期无人值守地正常工作运行。

3 系统的主要工作原理

3.1 综控中心(控制柜)

综控中心分别由基地电台、控制柜、微机及其输出设备组成,主要的中心控制柜的硬件构成如图2所示,其中基地电台完成与外界各个子系统之间的无线数据和话音通讯任务;控制柜接收由电台送来的无线数据并转换为与微机接口的数据信号,也直接接收来自有线监测仪器的数据,同时它还要完成各种警报控制和与微机间的通讯任务;微机完成对各个子系统的接收及数据分析的处理和监控操作。另外此综控中心还可随时访问各子系统的工作状态及各项参数,例如向各子系统设置统一的同步时间、任意时刻对各子系统进行状态测试等。

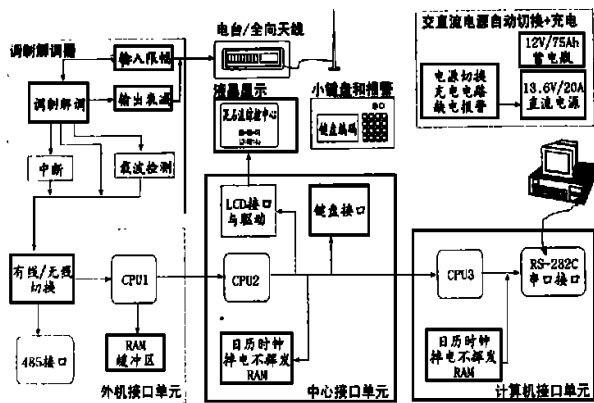


图2 综控中心(控制柜)工作框图

Fig. 2 Schemetic of control center

综控中心的软件包括微机上的中心实时监测软件和控制柜中的实时控制软件,其中微机上的观测控制软件用 Microsoft Visual C++ 6.0 语言编制完成,以中文 Windows9x/NT 作为操作平台,该观测处理软件主要完成实时数据采集的自动化过程、对控制柜的控制(如自动时间校正,子系统设备数据库的更新等)、实时采集数据的显示和数据库存盘、实时

数据的图表打印输出等^[1];控制柜中的通讯控制和数据前期处理程序采用 *Franklin C51 for Windows* 来开发,以利于开发较复杂的单片机处理任务(包括汉字菜单操作、设备数据库管理、通讯管理等)。两部分的软件都充分考虑到整个系统软件的维护和对将来扩充的接口,应用程序中对接收处理的数据文件采用统一的标准数据库文件(mdb 文件),以便于数据的二次开发利用。

3.2 泥石流遥测雨量子系统

遥测雨量子系统的硬件构成如图3所示,该系统将泥石流形成区内的降雨信息在野外就加以计算和判断,并根据需要实时地将降雨信息发送回综控中心,其中的各类参数如启动阈值和报警阈值等参数均由中心随时加以修改和设定,综控中心自动储存所有降雨信息,并以雨量降雨累计曲线和1分钟降雨强度棒状图及数字显示等三种方式在中心屏幕上显示出来,中心控制柜同时根据需要作出报警等控制和显示^[1]。

3.3 泥石流遥测地声子系统

该子系统包括测试、通讯、中心数据处理等部分。其野外部分的硬件构成如图4所示,由地声传感器单元、中央处理器(CPU)、调制解调器、电源、电台及发射天线等部分组成;它将测得的数据经过数据转换和智能处理,加上时间同步数据等信息由电

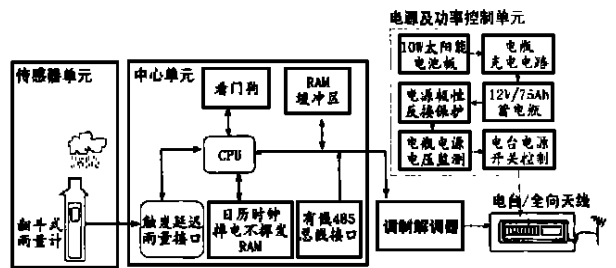


图3 外机雨量仪工作框图

Fig. 3 Schemetic of rain monitor

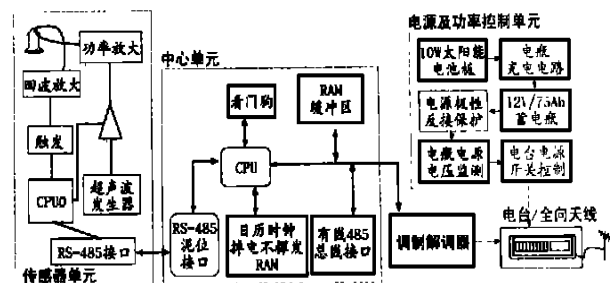


图4 外机地声仪工作框图

Fig. 4 Schemetic of earthwave tester

台及时发送回综控中心, 其中的各类参数如报警阈值和测试模式等参数均由中心实时地加以修改和设定。综控中心对取得的地声数据经过初步处理完成相应的声、光、数显等报警方式^[2-3], 并将野外的测试数据经高级软件处理就得到各类分析数据和图表, 以供揭示地声与泥石流流量的关系。

3.4 泥石流遥测泥位子系统

该子系统也包括野外测试、通讯、综控中心数据处理等内容。其野外台的硬件构成如图 5 所示, 它由超声波传感器单元、中央处理器(CPU)、调制解调器、电源、电台及发射天线等部分组成; 接收及处理为综控中心的一部分^[2]。它的测试参数是泥石流暴发时的泥位, 野外部分对测得的数据进行智能分析、滤波和数字式温度系数校正, 并将数据发回综控中心, 其后的工作方式与地声子系统类似。

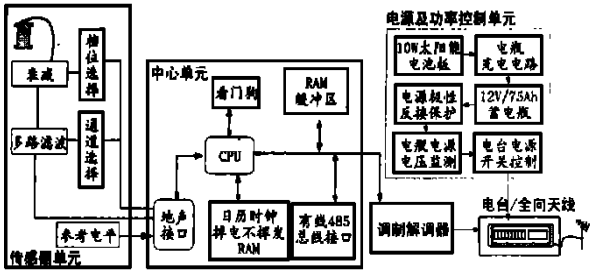


图 5 外机泥位仪工作框图

Fig. 5 Schemitec of ultrasonic position tester

3.5 有线泥位和冲击力仪器接口系统

有线泥位和冲击力仪器的硬件构成如图 6 所示, 该接口系统的建立是为了将以前独立使用的有线泥位和冲击力仪器与该大系统结合起来, 充分发挥智能处理和综合分析的作用, 针对有线泥位和冲击力仪器研制专用智能接口, 主要包括原仪器的接口和与综控中心的有线通讯接口及与其他子系统相一致的通讯协议, 其中的通讯采用 RS485 通讯方案,

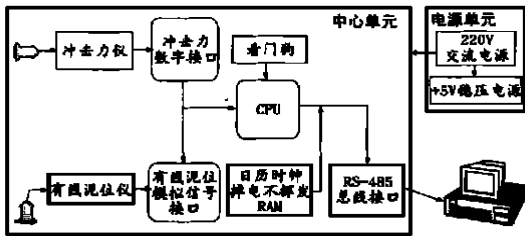


图 6 外机冲击力、泥位接口仪工作框图

Fig. 6 Schemitec of interface

保证了最大通讯距离(1200 米)并可靠地与中心连接起来。

3.6 该系统仪器的构成具有以下技术特性

①综控中心与各个子系统之间提供规范的命令和数据通讯接口, 通讯协议的严密性保证了数据传输的可靠性和协调性, 综控中心除与所有野外机进行全数字无线通讯外, 中心还为各个野外子系统还提供更高速度的有线通讯接口, 使系统具有很强的扩充性能。②所有子系统均提供智能电源管理功能和看门狗电路, 使整个系统在特殊情况下(如市电停电等)也能使各子系统完成监测和报警的功能, 保证系统长期连续稳定工作。③提供旧有设备和其他系统的智能数字转换或通讯接口, 使系统能通过统一的通讯协议协调工作, 保证各类数据的完整性和规范化。④野外机和综控中心均提供标准电台接口, 由于数据通讯是主从双向通讯, 因此野外子系统工作参数除可在现场修改参数外, 更可由综控中心在基地进行远程控制和修改。⑤提供微机中文视窗软件下的专用高级控制管理软件, 提供标准的、统一的数据库数据记录文件, 方便测得数据的二次开发。⑥综控中心的控制柜提供汉字液晶显示以及汉字菜单操作方式, 便于对多种类多数目的野外仪器同时进行控制和操作, 使系统更加便于管理。

4 系统的主要技术指标及实际应用

4.1 技术指标(见表 1)

4.2 应用测试数据举例

由该系统实际采集得到的每阵泥石流过流泥位的流程图参见图 7。从图中可以看出泥石流每一时刻泥位的变化值, 这些资料对于泥石流的动态研究是很有价值的; 同样该系统还可以准确记录泥石流每一时刻地声信息及雨量降雨值, 这对泥石流临报及报警也是不可缺少的。

5 结 语

泥石流自动化观测系统经过两年的时间已基本完成该系统的研制任务, 现正投入试验运行使用中。该系统的研制成功将为我们提供更多、更可靠的多种泥石流运动参数以供研究之用, 也促进了泥石流观测研究向纵深发展。

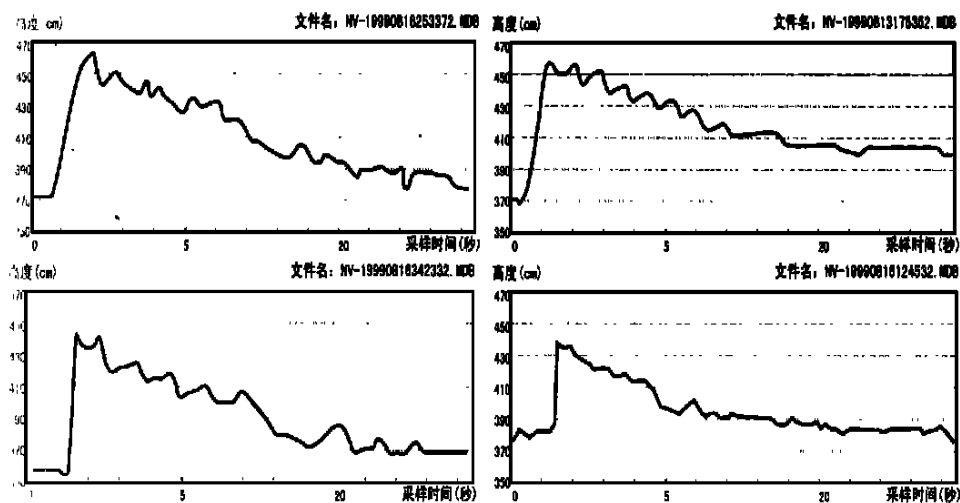


图 7 超声波遥测阵性流过流泥位流程图

Fig. 7 Result sample for ultrasonic position

表 1 系统主要技术指标

Table 1 Character of automatic observation system

子系统名	编号	内 容	指标内容
综控中心	1	数据接口方式	有线: RS485 标准数字通讯口 (RJ-45) 无线: 车载电台标准信号接口 (RJ-11)
	2	数据传输范围	有线: 1.2Km(最大) 无线: 15—20Km
	3	控制柜数据传输速率	与微机: 19200 位/秒 与有线设备: 9600 位/秒 与电台(无线设备): 1200 位/秒
	4	有线无线仪器接口数目	1~32 路(可扩展到 128 路)
	5	连续工作时间	3~6 个月以上
	7	仪器面板操作方式	小键盘+汉字液晶显示
	8	仪器报警方式	发光闪烁+声音
	9	控制软件工作环境	中文 Windows98/NT4.0
	10	实时记录数据的数据库文件类型	Microsoft Access .MDB File
无线地声	1	频率范围	10~150Hz
	2	处理模式	频谱分析+频谱估计
	3	传输速率	1200 位/秒(有线时为 9600 位/秒)
无线泥位	1	测试范围	1m~10m
	2	测试频率	1~5 次/秒
	3	传输速率	1200 位/秒(有线时为 9600 位/秒)
无线雨量	1	测量精度	0.1 毫米
	2	最小数据计算单位	1 分钟雨量
	3	传输速率	1200 位/秒(有线时为 9600 位/秒)
冲击力及有线泥位接口	1	通讯接口	RS-485 双绞线(RJ-45)
	2	传输速率	9600 位/秒

参考文献:

[1] Kate Gregory(康博创作室译). Special Edition Using Visual C++ 5 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.

[2] 吴积善, 康志成, 田连权. 云南蒋家沟泥石流观测研究[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 156~164.

[3] 中国科学院成都山地灾害与环境研究所. 泥石流研究与防治 [M]. 成都: 四川科技出版社, 1989. 257~262.

[4] 陈精日, 章书成, 叶明富. 泥石流地声特性及 NJ-2 型无限遥测泥石流报警器的研制 [A]. 见: 第二届全国泥石流学术论文集 [C]. 北京: 科学出版社, 1990. 36~41.

[5] 陈精日, 刘立秋, 叶明富. 泥石流地声参数传播特征值的测试与分析 [M]. 北京: 科学出版社, 1999. 349~352.

Automatic Observation System for Debris Flow

CHEN Jing-ri and LIU Li-qiu

(Dongchuan Debris Flow Observation and Research Station, Chinese Academy of Sciences, Changdu 610041 China)

Abstract: Automatic Observation System for Debris Flow (AOSFDF for short), as a derived device from the original semi-automatic monitoring system, includes the following six components: ① control center, ② ground sound telemetering, ③ mud-depth telemetering, ④ precipitation telemetering, ⑤ wired mud-depth interface and ⑥ impulsive force interface, each of which is made up with both softwares and hardwares.

The control center conducts the communication both wire-less data and voice with exterior subsystems, receives data from radio or wired monitors, exchanges the commands and data between the center box and PC, and sets various warning parameters with computers or center box directly. Meanwhile the PC's software does some high level control, some data analysis, data processing, and so on. Furthermore, the control center is capable of visiting the work states at any time and modifying all the parameters for every subsystem.

The softwares of control center on PC (programmed with Visual C++) provide real-time control process and data analysis which work on Windows 98/NT platform. It provides a universal standard form for data file received for being reused easily.

All of the field devices of subsystems (including precipitation telemetering, ground sound metering, mud-depth metering, etc.) consist of the corresponding hard components, such as sensor, center processor unit, transceiver, serial process, and so on. After intelligent analysis and process, the field devices send the processed data to the control center, give the right to proceed and save data to the center for next work.

The following points characterize the system: (a) All of subsystems serve the intelligent power-supply management properly, this makes it possible for the whole system to work normally in special cases (i.e. A.C. Power failure). (b) Provide the interface for old devices to transform or communicate with digits, made the system through uniform communication protocol, capable of concert working and ensuring the integrity and unity for various data. (c) The control center, besides supporting all of subsystems, offers uniform commands and data interfaces. (d) The parameters of subsystems can be modified either on the spot or through remote control by the control center. (e) The PC provides both the advanced control management software based on Chinese Window software and the standard, uniform database files, this makes further work considerably convenient. (f) The instrument board operation function, offered by control center at comprehensive control center provides Chinese LCD menu, is capable of working normally to install warning parameters, setup datetime and read data even in case of the computer's shutdown.

Key words: debris flow; automatic observation; ground sound; mud-depth