

HP-2型滑坡遥测系统

胡康宁 安宁

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所)

提 要 以自行研制的恒流式静态应变仪(中国专利号:88212764.0)为主机的 HP-2 型滑坡遥测系统,用作测值远传和分散设点集中遥测数据。本系统配接 PC-1500A 或 IBM PC/ XT 计算机,可构成滑坡监测系统;它既能控制多点巡回检测、定点检测和通道号显示,亦可控制应变仪作半桥或全桥测量,又能控制采样时间等。1987—1990 年运行结果表明,本遥测系统相当稳定可靠。

关键词 滑坡 遥测系统 监测系统 恒流式静态应变仪

在野外地质地貌调查基础上,用新仪器新方法进行滑坡遥测势在必行。近年来金龙山滑坡观测试验站,在四川二滩金龙山地区对滑坡遥测研究有长足进展。

用新仪器新方法来遥测滑坡,可促进滑坡研究的定量化。1987 年以来自行研制出的 HP-2 型滑坡遥测系统属之。

本遥测系统适用于两类滑坡:1. 业已形成而未发生大规模滑动的滑坡;2. 正在酿成滑坡的危险坡体。两类滑坡的发育程度不同,滑坡遥测要点也各有侧重:前者以判定滑坡的剧滑时间和危害范围为主,如湖北长江三峡链子崖滑坡;后者则以弄清坡体的变形规模和运动形式、并作出坡体危险趋势预报为主,如四川雅砻江二滩金龙山地区滑坡。

HP-2 型滑坡遥测系统的工作过程如下:将各种传感器安装在某测区内,并按一定方式把各传感器与周围的岩土体相联结,传感器各自便准确地传出坡体运动的信息,信号通道控制器按预定的次序将传感器逐个与恒流式静态应变仪接通,进而测得数据;所测得的数据一方面可作现场显示,另一方面经数据采集装置,输入微型计算机内加以贮存,以便用作数据处理和坡体稳定分析。此外本遥测系统具有越限判定功能:若测得数据已超出临界值,数据越限报警器就会发出越限警报。

HP-2 型滑坡遥测系统的组成有两个部分:1. 应变仪及数据采集装置;2. 信号通道控制器(附图)。现分述如下。

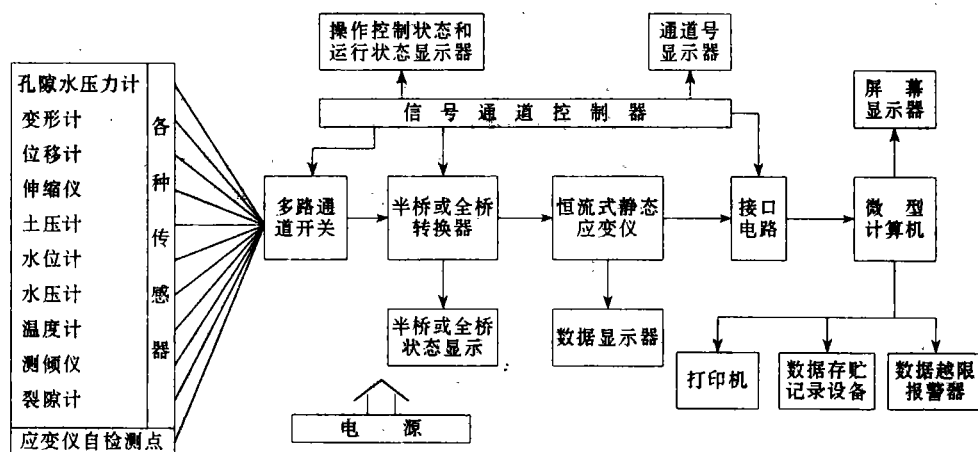
一、应变仪及数据采集装置

(一) 传 感 器

本遥测系统配接由电阻应变片所组成的各种测量电桥和电阻应变片式传感器,可测量 60—500 欧的电阻应变片所构成的半桥或全桥电路。用敏感方式(对各种物理参数)不同的传感器,可测量量程范围和精度要求各不相同的多种参数。例如,用电阻应变片式传

本文收稿日期:1991-07-25.

感器,可测量:滑动面(带)深度,滑体滑移量及滑移方向,滑床与滑体间的转角与转矩,滑体裂隙变化量,地下水的水位、水压与水温,孔隙水压力,岩土体压力,岩土体在滑动过程中产生的倾斜变化量等参数。对某个具体的滑坡来说,根据具体情况,决定需要测量的参数(监测对象),选择相应的传感器,更重要的是:合理选择与优化传感器的布设位置,以获取代表性的滑坡运动信息。



附图 HP-2型滑坡遥测系统结构框图

Figure Block diagram of HP-2 Model Landslide Remote Monitoring System

(二) 应变仪

本遥测系统用的是自行研制的恒流式静态应变仪(中国专利号: 88212764.0)。它由三个部分构成。

1. 激励源

它采用可调直流恒定电流作桥源;在 0—500 欧的负载范围内,恒定电流可调范围是 0—20 毫安。其稳定性为 1 微安±1 个字/10 小时。

2. 信号放大器

这采用了先进的仪器放大器,它的电压噪声极小(0.2 微伏,峰—峰值),宜于微弱信号放大。在体积、可靠性、抗干扰性和温度稳定性等方面均具有优良的性能,在极小的空间上可形成 1000 倍的直流放大器。再则信号放大器的输入电阻特别高(10^9 欧),其高出信号传输线电阻的几个数量级,因而后者的电阻值可忽略不计。由此可以认为:传感器的输出信号全被信号放大器所获取。

3. 电压-频率变换器

它能使恒流式静态应变仪实现测量数据远传,以适应滑坡遥测范围大、分散设点集中遥测之需。测值远传的原理是:信号放大器输出的电压信号,经电压-频率变换器转换,成为与电压量 V_1 或电流 I_1 线性关系很好的频率量 $f = (10^3 \text{ 赫/伏})V_1$ 或 $f = (3 \times 10^4 \text{ 赫/毫安})I_1$,并以一系列脉冲波输出,脉冲波频率范围 0—20 千赫,输出电平幅度与 TTL 电平兼容。输入信号电压是 ±10 伏,这能适应众多信号放大器的输出电压。频率信号经功率驱

动电路,可传输至数公里之外的中心监测点,由该点对整个滑坡遥测网的多路数据加以采集和处理。

综上所述,与其他工作原理的应变仪相比,本恒流式静态应变仪的优点即:在智能化和对野外环境的适应性两方面有所发展。具体说来有如下几点。

1)本应变仪所用的激励源,克服了其他类型的激励源因线路电阻变化对测量数据所带来的误差,并降低了布线要求,从而使本应变仪的远程遥测能力大为增强。

2)所用的应变仪体积小,重量轻,仪器本身变得更加小巧轻便,操作十分容易,可靠性得到提高。

3)本应变仪通过频率信号进行有线方式测值远传,克服了传输过程中电量损耗所引起的数据误差,同时提高了仪器系统的抗干扰性,从而免去了数据修正工作。

4)所用应变仪省掉了多点测量中所需的众多电阻平衡箱和切换器,采用了各点初值记忆、存贮技术,避免了繁杂的逐点预调电阻平衡操作,减轻了劳动强度,这给滑坡现场监测等野外测量工作提供了方便。

5)本应变仪由微型计算机进行控制和数据采集,因此能自动完成各种程序所设定的工作方式,在很短的时间内完成用人工需要很长时间才能做完的许多工作。再则它能对仪器的零点变化值作自动修正,得到的是各测点的实际应变值,并通过编程能把各传感器输出的应变值与所测参数的对应关系输入微型计算机内,以便直接读取各测点的参数值,且无需作人工换算或查表。

6)所用的应变仪是按积木化结构设计的,可进行多种组合。它在多处使用大规模集成电路,且多数元器件是低功耗的,整机耗电量小。它既可使用交流供电工作,也可采用直流供电(电池)工作。因此它除可组成滑坡遥测系统外,也能构成便携式袖珍应变仪,将其用作滑坡现场监测亦甚为方便。它是一种经济可行的滑坡监测仪器。目前已研制出从便携式到数百个测点的滑坡遥测数据采集装置。

(三) 数据采集装置

恒流式静态应变仪除可以显示当时的测量值外,还可按两种方式配接微型计算机。这就构成自动化水平较高、能适应多种使用环境、有较强数据处理能力的滑坡遥测系统。其一是:应变仪经接口电路与 PC-1500A 计算机相配接。由此便组成一个滑坡现场数据采集装置,其能对多种传感器输出的数据进行采集、打印记录、存贮、处理及分析判断。这种数据采集装置既可用作移动式滑坡监测装置,又可在小型固定式滑坡监测网上作为集中遥测装置。其二是:应变仪经接口卡与 IBM PC/XT 计算机相配接。由此应变仪就成为,由微型计算机管理的滑坡监测系统中的一个组成部分。

微型计算机既可单独配接应变仪,共同构成滑坡现场数据采集装置;又可同时配接其他多种监测装置(以获取更多参数),共同构成一个滑坡监测系统。它能将全部数据按一定的格式存入数据库,便于统一管理,随时调用、处理,求得各种分析结果、相关曲线和图表。这种组成结构适用于固定式滑坡监测网。

二、信号通道控制器

它由一位微处理器、通道开关板和通道号显示器等组成,是一种可编程的开关量控制器。它可控制滑坡遥测系统作多点巡回检测、定点检测、通道号显示及工作状态显示;又可控制应变仪在某测点上作半桥或全桥测量,以适应各种组态的电阻应变片式传感器;还能控制微型计算机对各通道的采样时间和次数等。这些功能基本上能满足滑坡监测之需要。

(一)一位微处理器(MC 14500)

它是一种特别适合于开关量控制的器件,控制能力较强,工作过程简单明瞭,编程容易,扩展性能好,容易学习掌握。几年来的使用结果证明,它在野外环境下工作正常,稳定可靠,工作方式灵活,控制方式通过软件可随监测网布设的调整而调整。

该处理器有 16 条指令,即分别为 4 条传送指令,5 条逻辑运算指令,2 条输入输出控制指令,2 条空操作指令,3 条转移、分支指令;设有 4 个标志位,用作特殊控制或指令扩展。它接受存储器送来的 4 位操作码,识别其含义,执行相应的操作,完成逻辑运算、判断和控制。它利用双向数据总线传送数据,给其他部件发出控制信号,指挥、协调整个滑坡遥测系统的工作。它自身带有时钟振荡电路,只需外接一个电阻,即可获得滑坡遥测系统工作所需的时钟信号。

(二)输 出 口

它选用 5 片 8 位可寻址双向锁存器(MC 14599)。其中有 4 片用来构成 16×16 的控制矩阵,由行与列控制位的不同组合,能对 256 个测点进行控制;1 片主要用来给滑坡遥测系统提供一些标志信号和控制信号,它的一位作测量通道号计数显示,一位作微型计算机采样控制信号,两位作应变仪以半桥或全桥测量方式转换信号和状态指示信号。

(三)通道开关板及功率驱动电路

滑坡监测属低速巡回检测,故对元器件的工作速度要求不高。为减小通道开关触点的接触电阻,选用了带有 4 个常开触点的干簧继电器作通道开关。它的触点接触电阻约 0.5 欧,比其他电子开关的导通电阻要小得多。并且它的触点是密封的,有很好的绝缘性和防潮性。整个 16×16 控制矩阵中,各通道开关板都以 1×8 的形式来制作。这种以多个小单元组合构成的较大控制网优点是灵活方便,对维修、安装和更换更为简便。使用 1×8 通道开关板的数量,可由实际测点的多少来决定。各通道导通与否,受一位微处理器控制。输出口发出的通道选通信号经功率驱动电路后,推动继电器工作,使某个传感器与应变仪接通,并进行测量。

功率驱动电路选用七路达林顿驱动器(MC 1413)。它可控制 7 个继电器。每一路输出电流 ≥ 50 毫安,工作电压 5—40 伏。因而它是一种驱动小功率继电器的较为理想的器件。

三、HP-2 型滑坡遥测系统使用情况

为确保滑坡遥测系统长期正常运行,需对系统各部分(特别是放置在室外部分)采取防水防潮措施。例如,对 1×8 通道开关板用环氧树脂灌封后,其的防水防潮性能好,电绝缘性高,抗机械碰撞能力增强。这比采取其他防护措施(涂层、包裹、外壳焊封和加防水垫圈等)更加方便可靠,并可整块更换,成本亦低。

在四川二滩金龙山地区,针对监测对象和环境的不同,滑坡监测系统既有固定式的,也有移动式的。当地的这一滑坡监测系统运行正常,并正在加以不断完善。为试验仪器的工作性能,对固定式、移动式两种监测装置都在现场安装使用,布置了信号传输线路长度不等(短的有几十厘米,长的有数百米)的传感器,且进行定期测量。与此同时,还定期检测仪器的各个特征参数,了解仪器工作状态。1987—1990 年使用结果表明,除因季节性气温变化而引起仪器零点稍有变化外,其他指标都稳定。上述零点变化值可在数据处理时将其修正,并不影响测量效果。由此可见,监测效果甚为理想。

附录 HP-2 型滑坡遥测系统的主要技术指标

1. 测量点数 1—256。
2. 应变测量范围 0 ± 40000 微应变。
3. 测量分辨率 1—10 微应变(可选择)。
4. 读数误差 $\pm 0.5\% \pm 1$ 个字。
5. 桥激励源为可调直流恒定电流,可调范围 $0 \sim 20$ 毫安。
6. 适用电阻应变片电阻值 $60 \sim 500$ 欧,电阻应变片灵敏系数 K 可为任何值。
7. 电阻应变片组桥方式为半桥或全桥。
8. 稳定性为 1 微应变 ± 1 个字/4 个小时(零点漂移)。
9. 具有测量初始值记忆功能,不需作预调电阻平衡操作。
10. 遥测距离(传感器至应变仪) > 200 米。
11. 数据远传方式为有线,远传距离 > 3000 米。
12. 检测方式有:1)多点巡回检测;2)区间检测;3)定点检测;4)循环检测;5)仪器自检。

HP-2 LANDSLIDE REMOTE-INDICATING SYSTEM

Hu Kangning An Ning

*(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
& Ministry of Water Conservancy)*

Abstract

The key part of the HP-2 landslide remote-indicating system is a home-made static constant current strainmeter (China Patent No. 88212764. 0); the other parts include a data acquisition unit and a signal channel control unit etc.

This remote-indicating system is applicable to two types of landslide different in developing stages with attention to different remote indicating elements. The first one is the landslide that is born but has not generated large-scale sliding. Its indicating element is to ascertain the sudden sliding time and damage area of the slide. The other one is the dangerous slope where a landslide is brewing. Its remote indicating element is to clarify the scale of landsliding deformation and moving mode and to predict the dangerous tendency of the slope. The whole system works by distributing gauges, centralizing and remotely transmitting data to facilitate the quantification of landslide studies.

Connected with PC-1500A or IBM PC/XT computers, the HP-2 landslide remote-indicating system can constitute a landslide monitoring system, which controls not only the measurement in turn at many points, selecting a point measurement, display of working status and channel number, but also the strainmeter to operate in the way of half bridge or full bridge, and the sampling time. The results of running in 1987—1990 show that this remote-indicating system is stable and reliable.

Key words landslide, remote-indicating system, monitoring system, static constant current strainmeter