(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112013801 A
(43)申请公布日 2020.12.01

(21)申请号 202010999120.2

(22)申请日 2020.09.22

(71)申请人 中铁二十四局集团安徽工程有限公司
地址 230011 安徽省合肥市瑶海区瑶海工业园区新海大道15号
申请人 合肥学院
中铁二十四局集团有限公司

(72)发明人 王勇 阳传 朱现峰 王前进 华建兵 万杰 袁宋宋 马乐乐

(74)专利代理机构 合肥市泽信专利代理事务所(普通合伙) 34144
代理人 方荣肖

(51)Int.Cl.
G01B 17/00(2006.01)
G01B 17/04(2006.01)
H02J 7/35(2006.01)

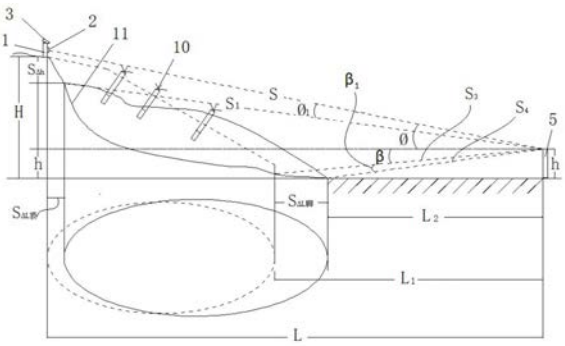
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种基于超声波的滑坡位移滑监测系统及其测量方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于超声波的滑坡位移滑监测系统及其测量方法，包括安装在坡顶超声波反射波装置、俯角远程摄像仪及为二者供电的上太阳能光伏电池，坡底安装有超声波测距装置、仰角远程摄像仪、信号接收装置；还包括在山体潜在滑坡区域的压力传感器，采集信号传输给监控中心的监控计算机；还包括自坡顶铺设一根延伸至坡底的光缆，光缆为扁平状并且外层为荧光层，发生滑坡时在滑坡主断臂处漏出作为超声波测距装置检测点；光缆连接上述用电器件，并将俯视滑坡信息图像、测距信息、仰角滑坡图像传输给监控中心的监控计算机，监控计算机控制报警器发出报警信息。本发明可以对滑坡进行实时摄像，具有预警功能，滑坡后实时测量滑坡竖向位移和水平位移。



CN 112013801 A

1.一种基于超声波的滑坡位移滑监测系统,其特征在于,包括安装在坡顶的支撑装置,支撑装置上安装有超声波反射波装置、俯角远程摄像仪及为二者供电的上太阳能光伏电池,距离坡底一段距离安装有下支撑调节装置,支撑调节装置上安装有朝向超声波反射装置的超声波测距装置、仰角远程摄像仪、信号接收装置、太阳能光伏电池,太阳能光伏电池为超声波测距装置、仰角远程摄像仪、信号接收装置供电;

还包括在山体潜在滑坡区域不同位置埋设安装的具有GPS无线传输功能的压力传感器,压力传感器将监测不同位置由于山体未变形至山体形变滑坡的压力信息,压力传感器实时将数据通过无线传输给支撑调节装置上的信号接收装置,信号接受装置将采集信号传输给监控中心的监控计算机;

还包括自坡顶铺设一根延伸至支撑调节装置的光缆,光缆为扁平状并且外层为荧光层,铺设时埋入地下,发生滑坡时在滑坡主断臂处漏出作为超声波测距装置检测点;光缆连接俯角远程摄像仪、超声波测距装置、仰角远程摄像仪、信号接收装置、太阳能光伏电池,并将俯视滑坡信息图像、测距信息、仰角滑坡图像传输给监控中心的监控计算机,监控计算机控制报警器发出报警信息。

2.根据权利要求1所述的基于超声波的滑坡位移滑监测系统,其特征在于,所述的支撑调节装置包括底座,底座上安装有支撑杆,支撑杆外壁中上部安装有间隔分布的三个支架,其中一个支架上安装有仰角远程摄像仪、信号接收装置,另外两个支架分别安装电机、照明灯,照明灯通过电阳能光伏电池供电;

所述的支撑杆上端转动安装有转轴,转轴上套装固定有从动齿轮,电机输出轴端固定有与从动齿轮相互啮合的驱动齿轮;

所述的转轴顶端安装有支撑平台,支撑平台上方设有安装有电阳能电池,太阳能电池上方设有托板,托板上端面靠近电阳能电池一端安装有给其供电的太阳能电池板,另一端设有超声波测距装置,托板支撑太阳能电池板一端的下端面通过支架转动安装,托板另一端下端面铰接安装于升降气缸的活塞杆上,升降气缸安装于支撑平台的下端面且活塞杆穿过支撑平台。

3.根据权利要求2所述的基于超声波的滑坡位移滑监测系统,其特征在于,所述的安装远程仰角摄像仪的支架朝向山体,仰角远程摄像仪、信号接收装置朝向山体潜在滑坡区域。

4.根据权利要求1或2所述的基于超声波的滑坡位移滑监测系统,其特征在于,所述的超声波测距装置包括超声波测距仪及角度传感器,角度传感器可安装于托板上或超声波测距仪的外壁上。

5.一种利用权利要求1所述的基于超声波的滑坡位移滑监测系统的测量方法,其特征在于,包括如下步骤:

1)、支撑调节装置未安装前数据采集:地面的支撑调节装置未安装检测前,通过超声波测距仪测出山体坡顶的支撑装置距离地面高度H、山体坡顶的支撑装置安装点到山脚的水平距离L,超声波测距仪测出距离山顶反射装置长度S及时与水平方向夹角Ø;

2)、支撑调节装置安装后数据采集:支撑调节安装高度h,距离山脚水平距离距离L_1,超声波测距仪测出距离山脚长度S_3及此时与水平方向夹角β;

3)、发生滑坡后数据采集:滑坡后光缆为扁平状并且外层为荧光层裸露在主断壁,通过超声波测距仪测出距离山体滑坡主断壁长度S_1及角度传感器测出超声波测距离角度变化

量$Ø_1$，距离滑坡趾距长度S_4及超声波测距离角度变化量β_1；

4)、通过三角函数计算可得：

竖向位移：$S_{\Delta h}= S*\sin Ø - S_1* \sin（Ø- Ø_1）$

滑坡主断壁水平位移：$S_{\Delta L顶}= L- S_1* \cos（Ø- Ø_1）$

滑坡底部水平位移：$S_{\Delta L底}=S_3*\cos\beta-S_4*\cos(\beta+\beta_1)$。

一种基于超声波的滑坡位移滑监测系统及其测量方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及地质灾害监测领域，尤其涉及一种基于超声波的滑坡位移滑监测系统及其测量方法。

背景技术：

[0002] 近年来国内外地震、山体滑坡、泥石流等地质灾害频发，尤其是在我国，由于对资源的过度开发，自然环境严重恶化，各种地质灾害对人民的生命、财产安全造成了极大威害。另外，随着大型水电站、水库、公路、铁路工程等基础设施的不断建设，滑坡、决堤、塌陷等破破坏性灾害，也严重影响着这些基础设施的使用安全和寿命。据不完全统计，我国每年发生滑坡、泥石流、塌陷等各种地质灾害数万起，能够在灾害发生前做出预警的还不到十分之一，如何对这些地质灾害进行监测和预警，切实保护人民的生命和财产安全，是我国当前面临的一个重要课题。

[0003] 目前对滑坡、塌陷等地质灾害的监测和预警通常都是政府行为，需要动员大量的人力、物力，利用大型、昂贵的仪器设备进行监测。主要的监测方法有：宏观异常观测法(如动物异常、地表特明显位移、地陷、地裂、隆起等)、物探法、位移测量法、水位异常分析法、遥感航测法等。但这些方法存在监测设备体积大、需要专业人员操作等问题，只能对少数的重要区域进行监测，无法推广到广大存在安全隐患的地区，难以满足乡村、企业和个人对地质灾害监测和预警的需求。

[0004] 因此，亟需一种小型化、低成本、操作简便的滑坡等地质灾害实时监测与预警系统，以解决乡村、企业和个人对滑坡、塌陷等地质灾害监测和预警的需求。

发明内容：

[0005] 为了弥补现有技术问题的不足，本发明的目的是提供一种基于超声波的滑坡位移滑监测系统及其测量方法，可以对滑坡进行实时摄像，具有预警功能，滑坡后实时测量滑坡的竖向位移和水平位移。

[0006] 本发明的技术方案如下：

[0007] 基于超声波的滑坡位移滑监测系统，其特征在于，包括安装在坡顶的支撑装置，支撑装置上安装有超声波反射波装置、俯角远程摄像仪及为二者供电的上太阳能光伏电池，距离坡底一段距离安装有下支撑调节装置，支撑调节装置上安装有朝向超声波反射装置的超声波测距装置、仰角远程摄像仪、信号接收装置、太阳能光伏电池，太阳能光伏电池为超声波测距装置、仰角远程摄像仪、信号接收装置供电；

[0008] 还包括在山体潜在滑坡区域不同位置埋设安装的具有GPS无线传输功能的压力传感器，压力传感器将监测不同位置由于山体未变形至山体形变滑坡的压力信息，压力传感器实时将数据通过无线传输给支撑调节装置上的信号接收装置，信号接受装置将采集信号传输给监控中心的监控计算机；

[0009] 还包括自坡顶铺设一根延伸至支撑调节装置的光缆，光缆为扁平状并且外层为荧

光层，铺设时埋入地下，发生滑坡时在滑坡主断臂处漏出作为超声波测距装置检测点；光缆连接俯角远程摄像仪、超声波测距装置、仰角远程摄像仪、信号接收装置、太阳能光伏电池，并将俯视滑坡信息图像、测距信息、仰角滑坡图像传输给监控中心的监控计算机，监控计算机控制报警器发出报警信息。

[0010] 所述的基于超声波的滑坡位移滑监测系统，其特征在于，所述的支撑调节装置包括底座，底座上安装有支撑杆，支撑杆外壁中上部安装有间隔分布的三个支架，其中一个支架上安装有仰角远程摄像仪、信号接收装置，另外两个支架分别安装电机、照明灯，照明灯通过电阳能光伏电池供电；

[0011] 所述的支撑杆上端转动安装有转轴，转轴上套装固定有从动齿轮，电机输出轴端固定有与从动齿轮相互啮合的驱动齿轮；

[0012] 所述的转轴顶端安装有支撑平台，支撑平台上方设有安装有电阳能电池，太阳能电池上方设有托板，托板上端面靠近电阳能电池一端安装有给其供电的太阳能电池板，另一端设有超声波测距装置，托板支撑太阳能电池板一端的下端面通过支架转动安装，托板另一端下端面铰接安装于升降气缸的活塞杆上，升降气缸安装于支撑平台的下端面且活塞杆穿过支撑平台。

[0013] 所述的基于超声波的滑坡位移滑监测系统，其特征在于，所述的安装远程仰角摄像仪的支架朝向山体，仰角远程摄像仪、信号接收装置朝向山体潜在滑坡区域。

[0014] 所述的基于超声波的滑坡位移滑监测系统，其特征在于，所述的超声波测距装置包括超声波测距仪及角度传感器，角度传感器可安装于托板上或超声波测距仪的外壁上。

[0015] 一种利用权利要求1所述的基于超声波的滑坡位移滑监测系统的测量方法，其特征在于，包括如下步骤：

[0016] 1)、支撑调节装置未安装前数据采集：地面的支撑调节装置未安装检测前，通过超声波测距仪测出山体坡顶的支撑装置距离地面高度H、山体坡顶的支撑装置安装点到山脚的水平距离L，超声波测距仪测出距离山顶反射装置长度S及时与水平方向夹角$\emptyset$；

[0017] 2)、支撑调节装置安装后数据采集：支撑调节安装高度h，距离山脚水平距离距离L_1，超声波测距仪测出距离山脚长度S_3及此时与水平方向夹角β；

[0018] 3)、发生滑坡后数据采集：滑坡后光缆为扁平状并且外层为荧光层裸露在主断壁，通过超声波测距仪测出距离山体滑坡主断壁长度S_1及角度传感器测出超声波测距离角度变化量$\emptyset_1$，距离滑坡趾距长度S_4及超声波测距离角度变化量β_1；

[0019] 4)、通过三角函数计算可得：

[0020] 竖向位移：$S_{\Delta h}= S*\sin\emptyset - S_1* \sin（\emptyset- \emptyset_1）$

[0021] 滑坡主断壁水平位移：$S_{\Delta L顶}= L- S_1* \cos（\emptyset- \emptyset_1）$

[0022] 滑坡底部水平位移：$S_{\Delta L底}=S_3*\cos\beta-S_4*\cos(\beta+\beta_1)$。

[0023] 本发明的优点是：

[0024] 1、本发明结构设计新颖，通过俯角远程摄像仪、仰角远程摄像仪，可以对滑坡进行实时摄像，便于进行全景跟踪；

[0025] 2、本发明通过安装在在山体潜在滑坡区域不同位置埋设安装的具有GPS无线传输功能的压力传感器，压力传感器将监测不同位置由于山体未变形至山体形变滑坡的压力信

息，压力传感器实时将数据通过无线传输给支撑调节装置上的信号接收装置，信号接受装置将采集信号传输给监控中心的监控计算机，具有预警功能；

[0026] 3、本发明通过滑坡前和滑坡后的数据采集，利用简单的三角函数即可计算得出在滑坡后实时测量滑坡的竖向位移和水平位移。

附图说明：

[0027] 图1为本发明的结构示意图。

[0028] 图2为本发明的支撑调节装置及超声波测距装置、仰角远程摄像仪、信号接收装置、太阳能光伏电池的安装示意图。

具体实施方式：

[0029] 参见附图：

[0030] 基于超声波的滑坡位移滑监测系统，包括安装在坡顶的支撑装置1，支撑装置1上安装有超声波反射波装置2、俯角远程摄像仪3及为二者供电的上太阳能光伏电池4，距离坡底一段距离安装有下支撑调节装置5，支撑调节装置5上安装有朝向超声波反射装置的超声波测距装置6、仰角远程摄像仪7、信号接收装置8、太阳能光伏电池9，太阳能光伏电池9为超声波测距装置6、仰角远程摄像仪7、信号接收装置8供电；

[0031] 还包括在山体潜在滑坡区域不同位置埋设安装的具有GPS无线传输功能的压力传感器10，压力传感器10将监测不同位置由于山体未变形至山体形变滑坡的压力信息，压力传感器10实时将数据通过无线传输给支撑调节装置5上的信号接收装置8，信号接受装置8将采集信号传输给监控中心的监控计算机；

[0032] 还包括自坡顶铺设一根延伸至支撑调节装置的光缆11，光缆11为扁平状并且外层为荧光层，荧光层具有超声波反射波功能，铺设时埋入地下，发生滑坡时在滑坡主断臂处漏出作为超声波测距装置检测点；光缆11连接俯角远程摄像仪3、超声波测距装置6、仰角远程摄像仪7、信号接收装置8、太阳能光伏电池9，并将俯视滑坡信息图像、测距信息、仰角滑坡图像传输给监控中心的监控计算机，监控计算机控制报警器发出报警信息。

[0033] 支撑调节装置5包括底座5-1，底座5-1上安装有支撑杆5-2，支撑杆5-2外壁中上部安装有间隔分布的三个支架5-3，其中一个支架上安装有仰角远程摄像仪7、信号接收装置8，另外两个支架分别安装电机12、照明灯13，照明灯12通过电阳能光伏电池9供电；

[0034] 支撑杆5-2上端转动安装有转轴5-4，转轴5-4上套装固定有从动齿轮5-5，电机输出轴端固定有与从动齿轮相互啮合的驱动齿轮5-6；

[0035] 转轴5-4顶端安装有支撑平台5-7，支撑平台5-7上方设有安装有电阳能电池5-8，太阳能电池5-8上方设有托板5-9，托板5-9上端面靠近电阳能电池一端安装有给其供电的太阳能电池板5-10，另一端设有超声波测距装置6，托板5-9支撑太阳能电池板一端的下端面通过支架5-11转动安装，托板5-9另一端下端面铰接安装于升降气缸5-12的活塞杆上，升降气缸5-12安装于支撑平台5-7的下端面且活塞杆穿过支撑平台5-12。

[0036] 安装远程仰角摄像仪7的支架朝向山体，仰角远程摄像仪7、信号接收装置8朝向山体潜在滑坡区域。

[0037] 超声波测距装置6有超声波测距仪6-1及角度传感器6-2，角度传感器6-2可安装于

托板上或超声波测距仪的外壁上。

[0038] 一种基于超声波的滑坡位移滑监测系统的测量方法，包括如下步骤：

[0039] 1)、支撑调节装置未安装前数据采集：地面的支撑调节装置未安装检测前，通过超声波测距仪测出山体坡顶的支撑装置距离地面高度H、山体坡顶的支撑装置安装点到山脚的水平距离L，超声波测距仪测出距离山顶反射装置长度S及时与水平方向夹角Ø；

[0040] 2)、支撑调节装置安装后数据采集：支撑调节安装高度h，距离山脚水平距离距离L_1，超声波测距仪测出距离山脚长度S_3及此时与水平方向夹角β；

[0041] 3)、发生滑坡后数据采集：滑坡后光缆为扁平状并且外层为荧光层裸露在主断壁，通过超声波测距仪测出距离山体滑坡主断壁长度S_1及角度传感器测出超声波测距离角度变化量$Ø_1$，距离滑坡趾距长度S_4及超声波测距离角度变化量$β_1$；

[0042] 4)、通过三角函数计算可得：

[0043] 竖向位移：$S_{\Delta h}= S*\sin Ø - S_1* \sin（Ø- Ø_1）$

[0044] 滑坡主断壁水平位移：$S_{\Delta L顶}= L- S_1* \cos（Ø- Ø_1）$

[0045] 滑坡底部水平位移：$S_{\Delta L底}=S_3*\cos β-S_4*\cos(β+β_1)$。

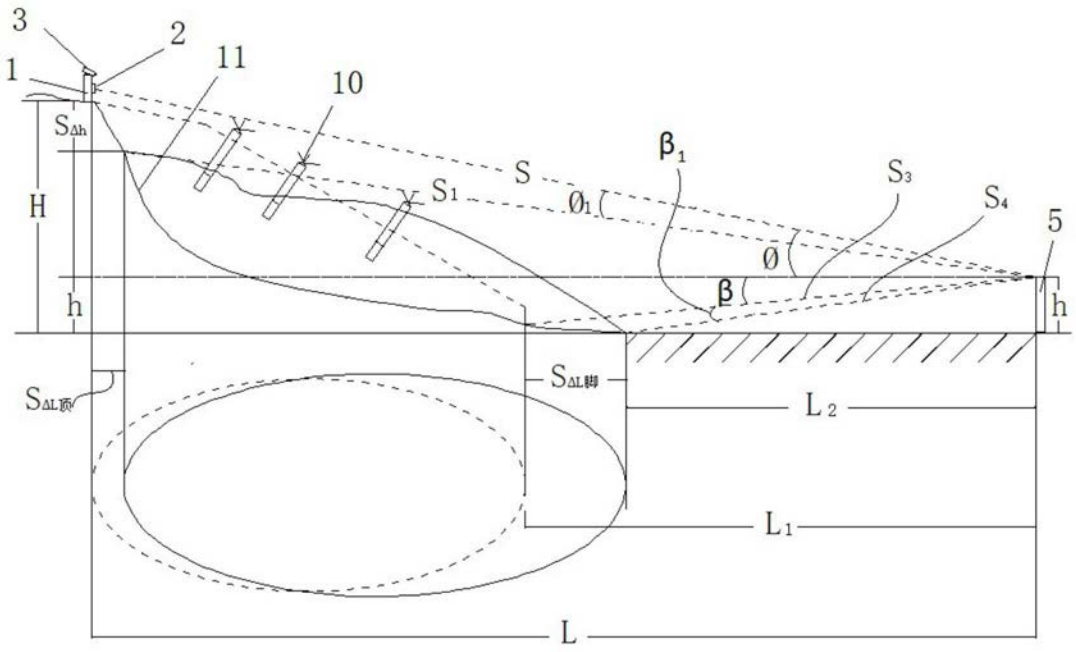

3
2
1
11
10
$S_{\Delta h}$
S
S_1
β_1
S_3
S_4
5
H
$\emptyset_1$
$\emptyset$
β
h
h
$S_{\Delta L脚}$
$S_{\Delta L顶}$
L_2
L_1
L

图1

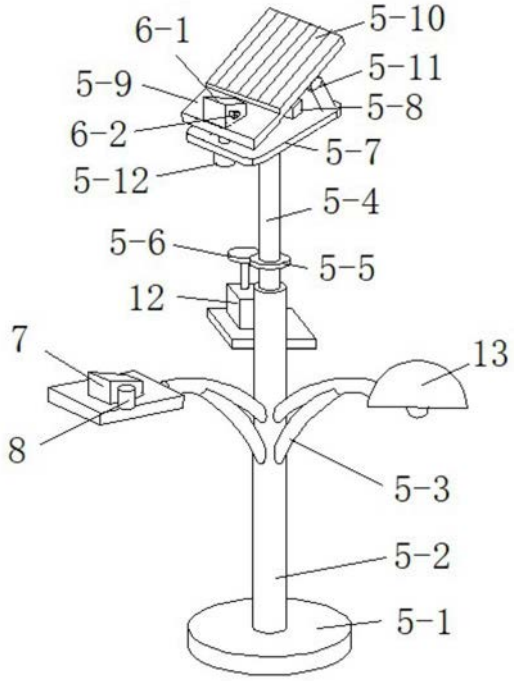

6-1
5-10
5-9
5-11
5-8
6-2
5-7
5-12
5-4
5-6
5-5
12
7
13
8
5-3
5-2
5-1

图2