

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01B 21/32 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610019741.X

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 100442013C

[22] 申请日 2006.7.28

[21] 申请号 200610019741.X

[73] 专利权人 中国科学院武汉岩土力学研究所
地址 430071 湖北省武汉市武昌小洪山

共同专利权人 贵州省交通规划勘察设计研究院
[72] 发明人 孟庆山 汪 稔 孔令伟 罗 强
谭捍华 胡明鉴

[56] 参考文献

US6402707B1 2002.6.11

JP2001-348856A 2001.12.21

JP2006-177822A 2006.7.6

CN2938029Y 2007.8.22

CN2662199Y 2004.12.8

CN1554924A 2004.12.15

审查员 张 宇

[74] 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所

代理人 黄瑞棠

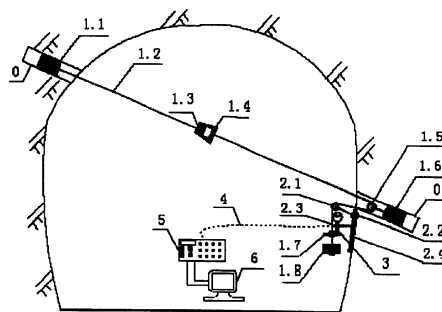
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

[54] 发明名称

隧道类工程变形监测方法及其装置

[57] 摘要

本发明公开了一种隧道类(包括隧道、溶洞、井巷等)工程变形监测方法及其装置,涉及岩土工程变形监测;具体地说,主要是针对复杂施工条件下的隧道类工程变形的实时监测,突显施工中测线可随时断开、闭合的优点,采用监测数据的计算机采集、传输方法,进行地下隐蔽工程洞体变形的数字化监测。本装置包括依次连接的变形计(1)、测试基座(2)、位移传感器(3)、数据传输线(4)、数据采集仪(5)、PC 计算机(6)。本发明可实时监测采集在复杂工况条件下的岩体变形;不仅对复杂条件下施工和运营过程中洞体的变形监测具有显著的优点,也可运用于基坑开挖、地下矿山开采等的岩土工程变形监测领域。



1、一种隧道类工程变形监测方法，其特征在于包括下列步骤：

- ①对被监测的断面两侧壁监测点进行直线钻孔；
- ②测线为一种公、母扣环相连接的不锈钢丝，测线一端点用膨胀木固定在一侧壁测点处，测线的另一端绕过另一侧壁测点处由膨胀木固定的固定滑轮；
- ③在固定滑轮侧壁上用膨胀螺丝将测试基座固定，调整旋动手柄，将可调滑轮摆置恰当的位置，将测线绕出，用重锤使其保持铅垂和张紧度；
- ④在可调滑轮与重锤之间的测线上安装卡丝固定盘，使卡丝固定盘与测试基座上的夹具位置对应；
- ⑤将拉杆式位移传感器安装在测试基座的夹具上，传感器伸缩测头置于卡丝固定盘上，通过调整夹具上的传感器位置设定传感器初始值；
- ⑥用数据传输线将位移传感器的数据传入数据采集仪，数据采集仪通过计算机总线连入计算机；
- ⑦利用计算机调控洞体变形信息的采集、传输、显示和记录。

2、一种隧道类工程变形监测装置，其特征在于包括依次连接的变形计（1）、测试基座（2）、位移传感器（3）、数据传输线（4）、数据采集仪（5）、PC 计算机（6）；

所述的变形计（1）包括第一膨胀木（1.1）、测线（1.2）、公扣环（1.3）、母扣环（1.4）、固定滑轮（1.5）、第二膨胀木（1.6）、卡丝固定盘（1.7）和重锤（1.8）；在隧道两侧壁的钻孔（0）中分别设置第一膨胀木（1.1）和第二膨胀木（1.6）；测线（1.2）一端连接第一膨胀木（1.1），测线（1.2）中间接入公扣环（1.3）和母扣环（1.4），测线（1.2）另一端依次绕过与第二膨胀木（1.6）连接的固定滑轮（1.5）以及可调滑轮（2.1），再和重锤（1.8）连接；卡丝固定盘（1.7）置于可调滑轮（2.1）和重锤（1.8）之间的测线（1.2）上；

所述的测试基座（2）包括可调滑轮（2.1）、旋动手柄（2.2）、夹具（2.3）和基座（2.4），可调滑轮（2.1）、旋动手柄（2.2）、夹具（2.3）均设置在基

座（2.4）之上；

所述的位移传感器（3）固定在夹具（2.3）上；

所述的数据传输线（4）活动端测头置于卡丝固定盘（1.7）上；

所述的数据采集仪（5）包括依次连接的多路开关（5.1）、A/D 转换芯片（5.2）和数据缓存器（5.3）；

所述的 PC 计算机（6）包括相互连接的计算机总线（6.1）和计算机（6.2）。

隧道类工程变形监测方法及其装置

技术领域

本发明涉及岩土工程变形监测，尤其涉及隧道类（包括隧道、溶洞、井巷等）工程变形监测方法及其装置。具体地说，主要是针对复杂施工条件下的隧道类工程变形的实时监测，突显施工中测线可随时断开、闭合的优点，采用监测数据的计算机采集、传输方法，进行地下隐蔽工程洞体变形的数字化监测。

背景技术

岩土变形监测是岩土工程的重要组成部分，多种监测手段已广泛应用于矿山、铁路、公路、水利等的隧道类工程的变形中。随着高速公路、高速铁路、能源工程建设和西部大开发力度的加大，我国基础设施建设方兴未艾。其中涉及隧道类工程日益增多，但试图在工程设计阶段准确地预测岩土体的基本状况及其在施工、运行过程中的变化相当困难。工程实践表明：贯穿于工程施工、运行全过程的有效监测手段对岩土工程的实际状况及其稳定性的现场监测，已成为工程勘测、设计、施工和运行过程中不可或缺的重要手段。

CDJ—II 型杆式钻孔多点位移计（杆式钻孔多点位移计，用来精确测量岩体和混凝土钻孔的纵向位移。）在二滩水电站隧道工程和高边坡工程现场监测中得到了成功的应用，得到了洞室围岩和岩石边坡的表面以及内部不同深度各点的位移速率、位移量及其岩体内径向位移在时间和空间上的分布规律，建立了洞室围岩位移和施工进尺的相互关系。

综合利用收敛计（收敛计主要由一根盘在卷轴上、带有冲压孔的测试钢尺组成，卷轴固定在仪器框上。）和多点位移计（多点钻孔位移计，用于精确测量岩体和混凝土体内钻孔的轴向变形。）可测试岩体表面和内部位移的变化，直接反

映地压活动的规律,在了解地采巷道围岩在开挖过程中的变形规律和时空效应以及对巷道生产期围岩稳定性进行有效的预测预报中起到了关键作用。

但是,对洞体本身及周围岩体的变形采用传统的收敛计和多点位移计进行监测,不可避免地会影响施工作业,而且测线很容易在施工过程中遭受破坏。

另外,机械锚固式或灌浆式多点位移计现场安装困难;差阻式多点位移计由于温度变化将带来位移变化的迟滞及温漂。

基于目前岩土工程监测的特点和洞体工程变形监测的特殊性,研究适用于施工或运营条件下隧道类工程变形监测方法及其装置具有重要的工程应用价值。

发明内容

本发明的目的就是为了克服现有技术存在的上述缺点和不足,提供一种隧道类工程变形监测方法及其装置。

本发明的目的是这样实现的:

一、隧道类工程变形监测的方法

本方法包括下列步骤:

- ①对被监测的断面两侧壁监测点进行直线钻孔;
- ②测线为一种公、母扣环相连接的不锈钢丝,测线一端点用膨胀木固定在一侧壁测点处,测线的另一端绕过另一侧壁测点处由膨胀木固定的固定滑轮;
- ③在固定滑轮侧壁上用膨胀螺丝将测试基座固定,调整旋动手柄,将可调滑轮摆置恰当的位置,将测线绕出,用重锤使其保持铅垂和张紧度;
- ④在可调滑轮与重锤之间的测线上安装卡丝固定盘,使卡丝固定盘与测试基座上的夹具位置对应;
- ⑤将拉杆式位移传感器安装在测试基座的夹具上,传感器伸缩测头置于卡丝固定盘上,通过调整夹具上的传感器位置设定传感器初始值;
- ⑥用数据传输线将位移传感器的数据传入数据采集仪,数据采集仪通过计算机总线连入计算机;
- ⑦利用计算机调控洞体变形信息的采集、传输、显示和记录。

二、隧道类变形监测装置

如图 1、图 2，本装置包括依次连接的变形计 1、测试基座 2、位移传感器 3、数据传输线 4、数据采集仪 5、PC 计算机 6。

1、变形计

变形计 1 包括：第一膨胀木 1.1、测线 1.2、公扣环 1.3、母扣环 1.4、固定滑轮 1.5、第二膨胀木 1.6、卡丝固定盘 1.7 和重锤 1.8；

在隧道两侧壁的钻孔 0 中分别设置第一膨胀木 1.1 和第二膨胀木 1.6；测线 1.2 一端连接第一膨胀木 1.1，测线 1.2 中间接入公扣环 1.3 和母扣环 1.4，测线 1.2 另一端依次绕过与第二膨胀木 1.6 连接的固定滑轮 1.5 以及可调滑轮 2.1，再和重锤 1.8 连接；

卡丝固定盘 1.7 置于可调滑轮 2.1 和重锤 1.8 之间的测线 1.2 上。

公扣环 1.3 和母扣环 1.4 在施工时断开，测试时扣合。

2、测试基座

测试基座 2 包括：可调滑轮 2.1、旋动手柄 2.2、夹具 2.3 和基座 2.4；

可调滑轮 2.1、旋动手柄 2.2、夹具 2.3 均设置在基座 2.4 之上；旋动手柄 2.2 可以控制可调滑轮 2.1 的任意摆角，夹具 2.3 用于夹持位移传感器 3。

3、位移传感器

位移传感器 3 固定在夹具 2.3 上。

4、数据传输线

数据传输线 4 活动端测头置于卡丝固定盘 1.7 上；测试数据通过数据传输线 4 和数据采集仪 5 传入 PC 计算机 6 中记录、存储。

5、数据采集仪

数据采集仪 5 包括依次连接的多路开关 5.1、A/D 转换芯片 5.2 和数据缓存器 5.3。

6、PC 计算机 6

PC 计算机 6 包括相互连接的计算机总线 6.1 和计算机 6.2。

本装置工作原理：

利用膨胀木的膨胀特性将不锈钢丝测线与钻孔孔壁牢牢地相对固定，测线通

过重锤保持一定的张紧度受力，测线的伸缩量代表了所测洞体的变形量。具体来说，隧道、溶洞、井巷等在施工或运营过程中，若置于卡丝固定盘上的位移传感器读数增大，则表明洞形发生收缩变形；同理，若位移传感器读数减小，则表明洞形发生膨胀变形。变形量通过数据采集仪所采集、记录的位移传感器读数获取。

整个过程实现了在不影响施工和运营条件下的实时变形监测。

经现场测试，本装置的技术指标如下：

灵敏度：0.06mm； 量程：60mm；
供电：12V； 工作温度：0℃～50℃；
测试通道数：8； 采样频率：100kHz。

本发明具有以下优点和积极效果：

- ①在监测过程中，可实时监测采集在复杂工况条件下岩土洞体的变形。
- ②在施工过程中可断开测线，施工完毕后可再次连接测线，继续监测，不妨碍施工；这对复杂施工条件的地下和地表洞体工程尤为重要。
- ③该装置测试原理直观、结构简单、精度高、稳定性好、易于操作、拆卸方便，对安装测试人员没有很强的技术要求。
- ④该装置能将采集的监测数据进行传输，实现变形的远距离监测的目的，从而有效地节省人力、物力和财力。
- ⑤本发明不仅对复杂条件下施工和运营过程中洞体的变形监测具有显著的优点，也可运用于基坑开挖、地下矿山开采等的岩土工程变形监测领域。

附图说明

图1—本装置组成方框图；

图2—本装置装配结构示意图；

图3—模拟信号的一个数据采集过程图。

其中：

0—钻孔；

1—变形计，

- 1.1—第一膨胀木, 1.2—测线, 1.3—公扣环,
1.4—母扣环, 1.5—固定滑轮, 1.6—第二膨胀木,
1.7—卡丝固定盘, 1.8—重锤;
2—测试基座,
2.1—可调滑轮, 2.2—旋动手柄, 2.3—夹具, 2.4—基座;
3—位移传感器;
4—数据传输线;
5—数据采集仪;
5.1—多路开关, 5.2—A/D 转换芯片, 5.3—数据缓存器;
6—PC 计算机,
6.1—计算机总线, 6.2—计算机。

具体实施方式

下面结合附图和实施示例对本发明进一步说明:

一、本装置按图 1、图 2、图 3 生产、安装。

二、各部件结构

1、位移传感器

位移传感器 3 采用 WAP-30 拉杆式传感器,可直接输出电压模拟信号,连接数据采集仪 5 可把该模拟信号转换成数字信号,内置电路,直接输出电压模拟量;经换算为实际位移量。

测量范围: 0~60mm (单向); 线性度: $\pm 0.3\%$;
灵敏度: 16.6 mV/mm; 供电电源: $\pm 12\text{VDC}$;
工作温度: $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$; 外形尺寸: 255 mm $\times$ ϕ 21.4mm

2、数据采集仪

数据采集仪 5 选用 AP-5921D/U60108-F。

拉杆式位移传感器 3 输出信号为电压模拟信号,需经数据采集仪 5 把模拟信号转换为数字信号存入 PC 计算机 6,用于后续分析。与该类型传感器配套使用

的数据采集仪 5 是 WS-5921D/U 系列数据采集仪,是新型计算机外置式 A/D 产品,它接于计算机的 USB 接口工作,并可为传感器提供 $\pm 12\text{V}$ 电源,体积小,使用方便,是笔记本计算机数据采集的最佳选择,亦适用于台式机。

选配程控 8 阶椭圆低通滤波器,可编程选择低通滤波截止频率,能有效地抑制外界噪声干扰。数据采集仪 5 配有 7 芯插座和 2 芯标准 BNC 插座,用开关可进行切换,除采集需要供电的传感器信号还可采集满足量程的其它信号。

模拟输入通道: 16、32、64、128; 采样频率: 100kHz;

通道数: 8; 供桥压: $\pm 12\text{V}$; 数字 I/O: 1 路, TTL 电平;

量程: $\pm 10\text{V}$; 线性度: $<0.01\%\text{FS}$; A/D 分辨率: 16 位;

低通滤波器: 8 阶椭圆低通滤波器,程控滤波范围 $10\text{Hz}\sim 50\text{kHz}$; 模拟输入插座: 7 芯插座; 计算机接口: USB1.1;

工作温度: $0\sim 50^\circ\text{C}$; 电源: AC220V/50Hz;

数据采集软件: WS-DAQ 数据采集软件;

通过 LabVIEW 进行模拟信号数据采集。

三、模拟信号的一个数据采集过程

模拟信号的一个数据采集过程如图 3 所示。数据采集仪 5 通过多路开关 5.1、A/D 转换芯片 5.2 和数据缓存器(Buffer)5.3 几个部件将多通道的模拟信号转换成数字信号并存储在数据缓存器 5.3 中,而计算机 6.2 通过 LabVIEW 中的数据采集对数据采集仪 5 中的几个部件的动作进行控制,数据采集仪 5 和计算机 6.2 之间通过计算机总线 6.1 实现通信、交换数据和控制信息。

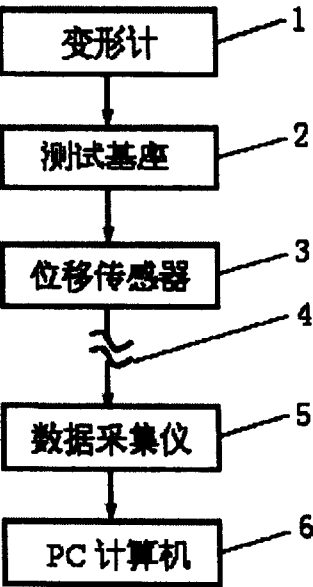


图 1

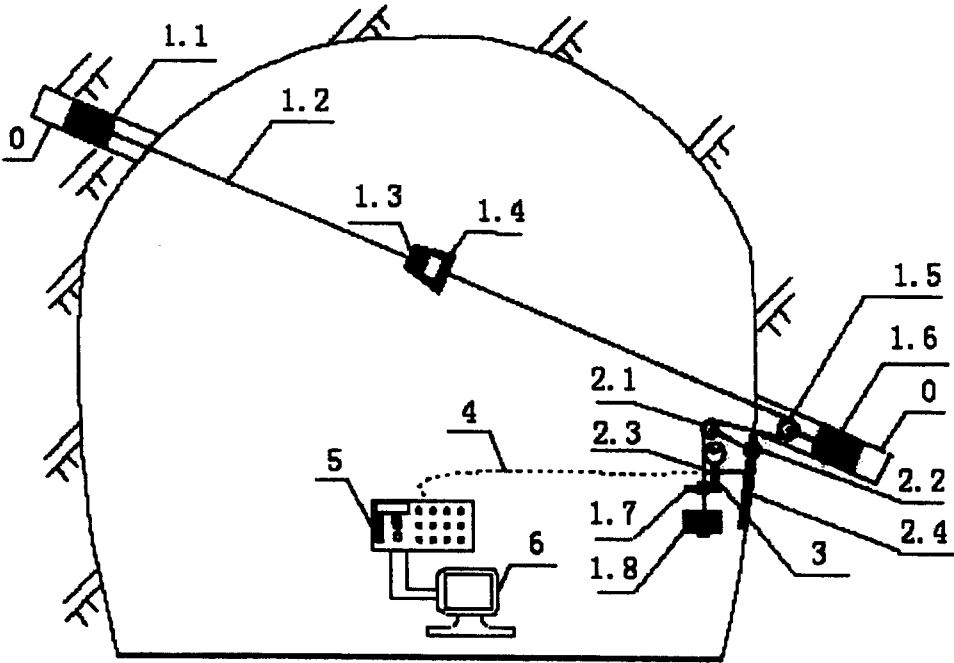


图 2

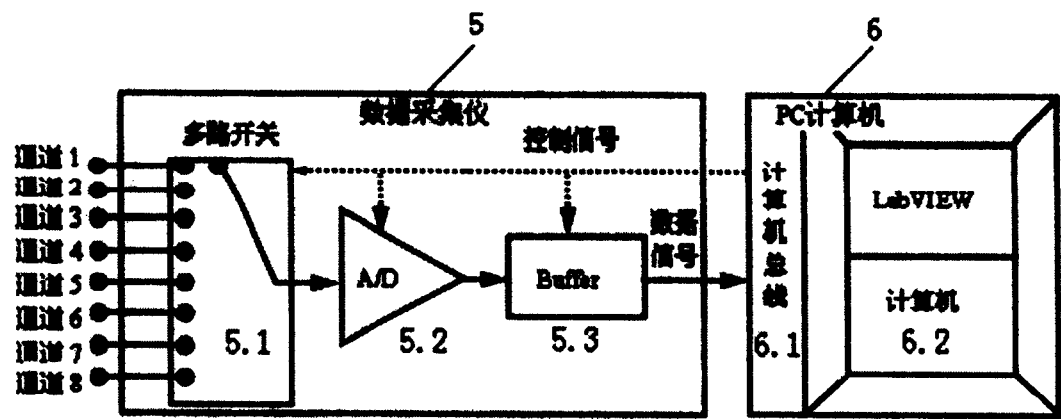


图 3