



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103669366 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310026520. 5

(22) 申请日 2013. 01. 24

(71) 申请人 辽宁工程技术大学

地址 123000 辽宁省阜新市细河区中华路
47 号

(72) 发明人 徐光宪 刘超 郭伟 于淼 叶静
徐楠 郭晓娟

(51) Int. Cl.

E02D 17/02 (2006. 01)

E02D 1/00 (2006. 01)

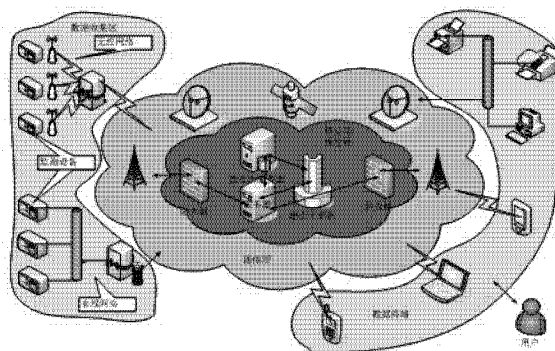
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种深基坑围护结构变形远程监测预警系统

(57) 摘要

本发明公开了一种深基坑围护结构变形远程监测预警系统,其特征在于采用理论研究和数值模拟相结合方法,研究施工过程中深基坑围护桩和钢支撑等结构变形状况;基于物联网应用技术,研究实时监测预警技术。根据深基坑围护结构变形远程监测预警装备系统的要求和特点,构造以数据采集、通信联络、核心处理空间和数据终端组成的 M2M 模型的物联网框架。主要包括深基坑围护结构变形监测物联网框架、监控系统的物理构造、系统软件体系构建。本发明可为地铁工程管理及施工部门实时掌握施工过程中深基坑围护结构变形状况,准确排查安全隐患、有效预防基坑施工事故发生提供信息技术支持和保障。



1. 一种深基坑围护结构变形远程监测预警系统,其特征在于,采用理论研究和数值模拟相结合方法,确定施工过程中深基坑围护桩和钢支撑结构变形状况;基于物联网应用技术,研究实时监测预警技术,根据深基坑围护结构变形远程监测预警装备系统的要求和特点,构造以数据采集、通信联络、核心处理空间和数据终端组成的 M2M 模型的物联网框架,其包括如下步骤:深基坑围护结构变形监测物联网框架、监控系统的系统硬件物理布局、系统软件体系构建,本发明可为地铁工程管理及施工部门实时掌握施工过程中深基坑围护结构变形状况,准确排查安全隐患、有效预防基坑施工事故发生提供信息技术支持和保障。

2. 根据权利要求 1 所述的深基坑围护结构变形远程监测预警系统,其特征在于,其深基坑围护结构变形监测系统的物联网框架构造,构造以数据采集、核心处理空间、通信联络、数据终端四个部分组成了物联网。

3. 根据权利要求 2 所述的数据采集,其特征在于,数据采集子系统由传感器、信号采集及传输装置和上位机系统组成,主要采集施工过程应力变化参数值,其中:传感器通过轴力计、钢筋计接收围护桩水平竖向位移、钢支撑轴力、围护桩钢筋内力参数;信号采集及传输由信号采集卡、信号识别器、信号避雷器、数据传输接口组成;上位机系统包括工控机、电源避雷器、显示屏及上位机软件,同时考虑到监测位置因素,数据传输采用有限网络和无线网络相结合方式进行。

4. 根据权利要求 2 所述的核心处理空间,其特征在于,作为物联网框架的核心单元,核心处理空间是完成 M2M 模式的关键,其中,防火墙一方面具有防止非法入侵的功能,另一方面还具有判断数据合法性的功能,对数据进行过滤;与防火墙相连的服务器任务是协调、调度数据库服务器和超级计算机之间的通信及数据处理任务;数据库服务器存储采集到的数据,并记录整个事务处理过程,是整个框架的存储器和记录器;超级计算机是整个框架的核心,负责深基坑围护结构变形远程预警及分析数据处理任务,包括:FLAC3D 仿真模拟、GIS 数据处理,其所需数据来源于数据库服务器,并将处理结果发送到服务器。

5. 根据权利要求 2 所述的通信联络,其特征在于,通信联络子系统的任务是通过专线或 ISP 提供的公共网络进行通信,将数据采集子系统的数据传输到核心处理空间;并将处理后的数据传输到数据终端;并将终端用户反馈的信息或指令通过数据终端传回核心处理空间。

6. 根据权利要求 2 所述的数据终端,其特征在于,数据终端任务是将通信层传来的数据显示给最终用户,并同时接收用户反馈信息和指令,分为反馈终端和无反馈终端。

7. 根据权利要求 1 所述的系统硬件物理布局,其特征在于,该系统是一套以计算机管理软件为核心的软硬件相结合的监测预警系统,由传感器,信号采集与传输,上位机及其软件三部分组成,其中:传感器部分包括轴力计、钢筋计接收围护桩水平竖向位移、钢支撑轴力、围护桩钢筋内力相关应力应变参数传感装置;信号采集与传输部分包括信号采集卡、识别器、信号避雷器、数据传输接口;上位机部分包括工控机、电源避雷器、显示屏、上位机软件,用于施工工地的工况监控、报警。

8. 根据权利要求 1 所述的系统硬件物理布局,其特征在于,系统软件功能布局:遵循理论与实际相结合、定性与定量相结合的原则,采用理论分析、数学建模及数值模拟技术手段,集多学科融合交叉的综合研究方法构建监测预警功能框架。

9. 根据权利要求 1 所述的深基坑围护结构变形远程监测预警系统,其特征在于,系统

工作原理为：传感器安装于被监测部位；信号采集卡实时采集各被监测部位的应力状况，并存于卡内存储器中实时备读；信号识别器以固定的时间周期巡检各信号采集卡，并读取卡内所存数据，经数据传输接口 A/D 转换，将各被监测部位应力状况数据传至上位机软件，实时显示深基坑围护结构工况，最终实现对围护结构应力应变工况的监控、报警；信号避雷器是避免信号传输过程中遭雷击，保证上位机部分正常供电；显示屏位于主控室内，显示深基坑围护结构变形工况，自动绘制基于 GIS 的深基坑围护结构形变曲线。

10. 根据权利要求 1 所述的深基坑围护结构变形远程监测预警系统，其特征在于，监测数据变化模式为：稳定模式、渐变模式和突变模式。

一种深基坑围护结构变形远程监测预警系统

技术领域

[0001] 本发明涉及土木工程中基坑围护结构变形监测,特别是涉及深基坑围护结构变形远程监测预警装备系统的研究。

背景技术

[0002] 目前,较为先进的深基坑工程监测是在施工期间根据监测信息及时比较、分析勘察和设计所预期的性状与监测结构的差别,对原施工方案进行评价,判断其合理性,并通过反演计算,及时修正力学参数,预测下一段工程施工过程中可能出现的情况,以保证可预期阶段的施工安全。

[0003] 深基坑施工监测具有时效性、高精度、等精度的特点。同时随着监测手段的发展、监测项目层次的深化、监测仪器的革新,监测数据分析处理也有了新的方式,如通过监测数据反演岩土体力学参数,从而可以修改原设计方案,预测可预见期间的内深基坑系统变化,从而对保障深基坑结构稳定性,指导施工发挥了积极作用。

[0004] 物联网应用技术可从根本上提高深基坑围护结构变形监测系统效能,使系统上层预警分析软件和底层监测设备运转状况紧密集成,监管人员可安全、实时掌握深基坑结构变形,从而为调整施工方案、防治事故发生提供可靠依据。

发明内容

[0005] 基于目前国内尚无成型的地铁车站深基坑围护结构变形远程监测预警装备系统实际,首先,通过 FLAC3D 模型,预测车站围护结构在施工过程中变形规律,通过监测数据反演验证设计方案的合理性,指导施工进度;然后,基于物联网应用技术,构建深基坑围护结构变形远程监测预警装备系统;最后,基于 GIS 图形显示技术,实现数据和图形的可视化查询,直接绘制监测点过程曲线。

[0006] 1. 深基坑围护结构变形监测物联网框架

结合深基坑围护结构变形监测预警的目的,构造以数据采集、核心处理空间、通信联络、数据终端等四个部分组成的物联网了,如图 1 所示。

[0007] 数据采集子系统由传感器、信号采集及传输装置和上位机系统组成,主要采集施工过程应力变化参数值。其中:传感器通过轴力计、钢筋计等接收围护桩水平竖向位移、钢支撑轴力、围护桩钢筋内力等参数;信号采集及传输由信号采集卡、信号识别器、信号避雷器、数据传输接口组成;上位机系统包括工控机、电源避雷器、显示屏及上位机软件等。同时考虑到监测位置等因素,数据传输采用有限网络和无线网络相结合方式进行。

[0008] 通信联络子系统的任务是通过专线或 ISP 提供的公共网络进行通信,将数据采集子系统的数据传输到核心处理空间;并将处理后的数据传输到数据终端;并将终端用户反馈的信息或指令通过数据终端传回核心处理空间。

[0009] 作为物联网框架的核心单元,核心处理空间是完成 M2M 模式的关键。其中,防火墙一方面具有防止非法入侵的功能,另一方面还具有判断数据合法性的功能,对数据进行过

滤。与防火墙相连的服务器任务是协调、调度数据库服务器和超级计算机之间的通信及数据处理任务等。数据库服务器存储采集到的数据,并记录整个事务处理过程,是整个框架的存储器和记录器。超级计算机是整个框架的核心,负责深基坑围护结构变形远程预警及分析等数据处理任务,包括:FLAC3D 仿真模拟、GIS 数据处理等,其所需数据来源于数据库服务器,并将处理结果发送到服务器。

[0010] 数据终端任务是将通信层传来的数据显示给最终用户,并同时接收用户反馈信息和指令,分为反馈终端和无反馈终端。

[0011] 2 系统硬件物理布局

该系统是一套以计算机管理软件为核心的软硬件相结合的监测预警系统,由传感器,信号采集与传输,上位机及其软件三部分组成。其中:传感器部分包括轴力计、钢筋计等接收围护桩水平竖向位移、钢支撑轴力、围护桩钢筋内力等相关应力应变参数传感装置;信号采集与传输部分包括信号采集卡、识别器、信号避雷器、数据传输接口;上位机部分包括工控机、电源避雷器、显示屏、上位机软件等,用于施工工地的工况监控、报警。其布置如图 2 所示。

[0012] 3 系统工作原理

传感器安装于被监测部位;信号采集卡实时采集各被监测部位的应力状况,并存于卡内存储器中实时备读;信号识别器以固定的时间周期巡检各信号采集卡,并读取卡内所存数据,经数据传输接口 A/D 转换,将各被监测部位应力状况数据传至上位机软件,实时显示深基坑围护结构工况,最终实现对围护结构应力应变工况的监控、报警等;信号避雷器是避免信号传输过程中遭雷击,保证上位机部分正常供电;显示屏位于主控室内,显示深基坑围护结构变形工况,自动绘制基于 GIS 的深基坑围护结构形变曲线。

[0013] 4 系统软件功能布局

遵循理论与实际相结合、定性与定量相结合的原则,采用理论分析、数学建模及数值模拟等技术手段,集多学科融合交叉的综合研究方法构建监测预警功能框架,系统原型功能布局如图 3 所示。

[0014] 5 监测数据变化模式分析

结合现场试验和力学分析,该深基坑围护结构应力变化曲线一般存在三种类型,相应的预警模式也分为三种:

稳定模式:监测曲线与警戒线没交点,监测曲线总体没有与警戒线相交趋势,如图 7 所示。

[0015] 渐变模式:监测曲线总体存在与警戒线渐变相交趋势,最终产生交点,交点位置对应横坐标即是监测预警时间(渐变到达警戒值所需时间),当监测曲线超过警戒线后,系统发出警报,如图 8 所示。

[0016] 突变模式:监测曲线在某时段有明显突变波动现象,但波动后瞬时恢复,这种突变时而超过警戒值,时而小于警戒值,多数情况下不会影响监测曲线整体变化特征,如图 9 所示。

附图说明

[0017] 图 1 监测预警系统物联网框架

图 2 地铁车站深基坑监测预警装备系统

图 3 系统软件功能布局

图 4 系统监控记录页面

图 5 实时监测时间设定页面

图 6 车站深基坑围护结构模型

图 7 稳定模式关系图

图 8 渐变模式关系图

图 9 突变模式关系图

图 10 锚杆轴力计

图 11 N-1-23 锚杆轴力变化曲线

具体实施方式

[0018] 为使本发明的上述目的、特征和优点更加明显易懂,下面结合使用到的相关理论和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0019] 以某基坑为实施例,系统的物理设备的主要有:传感器设计及信号 A/D 转换、无线传输技术、嵌入式软件、电子电路、信息识别与处理、工况监控质量管理软件等。监测预警系统物理布置如图 2 所示。

[0020] 系统监测数据由各类传感器采集,并通过远程控制,自动按设定的时间和方式实现。传感器采集的数据在现场采集站汇总并暂存,同时输送到监控中心服务器存储。监控设备布置如图 2 所示,数据收集区使用的监控设备信息如图 4 所示。

[0021] 该监测预警系统的传感器同时对围护结构水平和垂直位移、地下水位和周围建筑物变形实施监测,采集数据的由总线传输到自动采集箱,然后由无线传输模块传至控制中心,实现数据的远程实时采集数据,如图 5 所示。

[0022] 系统数据库按类别分为地理信息数据库、勘察资料数据库、日常管理数据库、监测数据库。其中监测数据库按功能分为属性信息数据库和监测信息数据库。数据库之间通过关键字段建立联系,用来查询和分析。系统实施各类数据库集成管理,如监测原始数据、勘察设计资料、日常档案等。系统查询功能包括监测量绝对值查询、监测量速率查询、施工进度查询、属性数据查询、监测仪器属性查询、勘察设计资料查询、日常档案查询、地理信息查询以及作业信息查询等。

[0023] 系统 GIS 功能模块是基于 ESRI. ArcGIS. 9. 3,在 VS2008 中二次开发的,具有可视化显示监测数据变化趋势、生成数据统计报表、分析计算等信息功能。在 GIS 图形平台上,可将一些图元定义为数据块,并与属性数据对象建立 GIS 关联,从而实现属性、数据和图形之间的双向可视化查询。根据该模块可定位监测对象在图形中位置,查询其属性信息、监测数据,绘制监测点过程分布曲线。

[0024] 系统根据采集数据给出形变状态在一定时间段的演化趋势,使决策人员及时采取措施将事故消灭在萌芽状态,提高基坑安全性和可控性。分析预测过程中,运用 FLAC3D 仿真技术,结合工况及现场采集信息,进行基坑围护结构模拟,预测可能发生的变形;同时,系统中构建了可用于岩土工程施工风险预控的常用数值模型,如概率统计模型、灰色模型、滤波模型、时间序列模型、BP 神经网络模型等。基于 FLAC3D 构建某车站深基坑围护结构仿真

分析模型如图 6 所示。

[0025] 以锚杆轴力预警为实施例 2 说明系统的预警功能

锚杆的初始预应力按下式确定：

$$P_0 = (0.25 \sim 0.50) P_{\max} \quad (1)$$

监控预警过程采用的预警准则：

$$\bar{P} = (1.4 \sim 2.0) P_0 \quad (2)$$

式中： P_0 为锚杆初始拉应力力 (kN)， $P_{\max}$ 为锚杆最大设计拉应力 (kN)， $\bar{P}$ 为拉应力预警值 (kN)。

[0026] 锚杆轴力计布置如图 10 所示。

[0027] 该监测预警系统检测到的基坑连续开挖过程中某锚杆轴力变化曲线，如图 11 所示。

[0028] 由图 11 可知，监控数据等非模拟分析数据分析是采用 Matlab 在 VS2008 中二次开发实现的。根据图 11 中右侧参数设置绘制曲线变化图。

[0029] 从图 11 中可以看出，该锚杆轴力明显变化的区间是 [第 2 天，第 60 天]，以后的轴力变化基本趋于稳定，且小于警戒值。

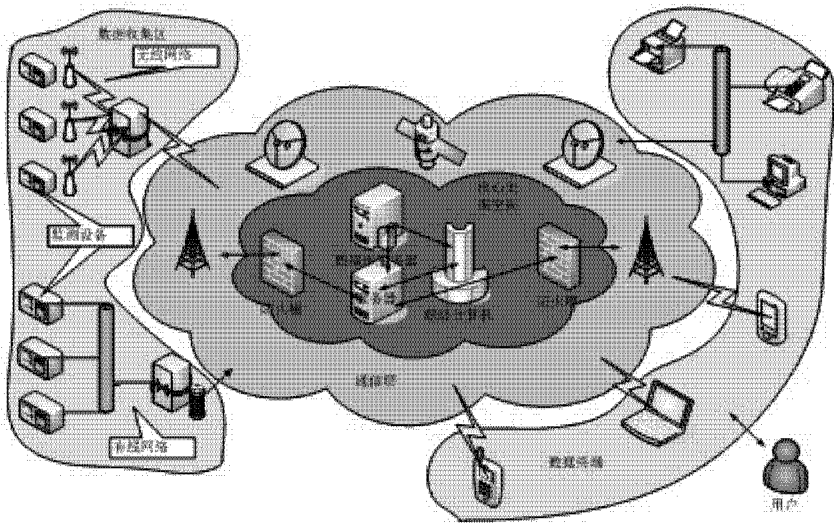


图 1

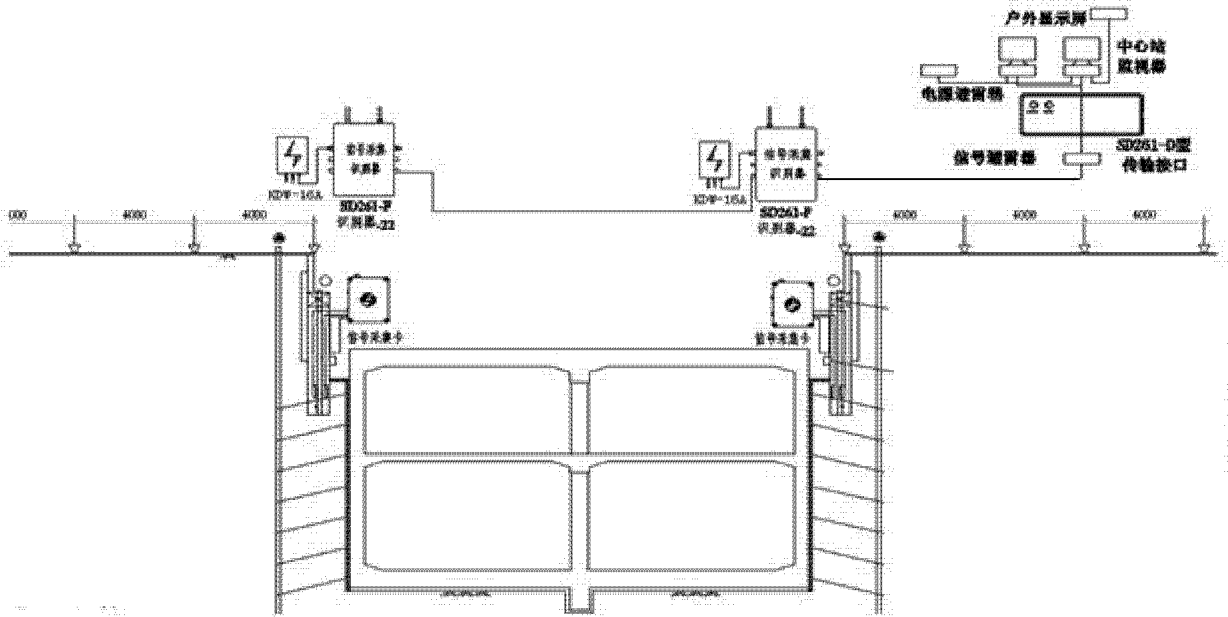


图 2

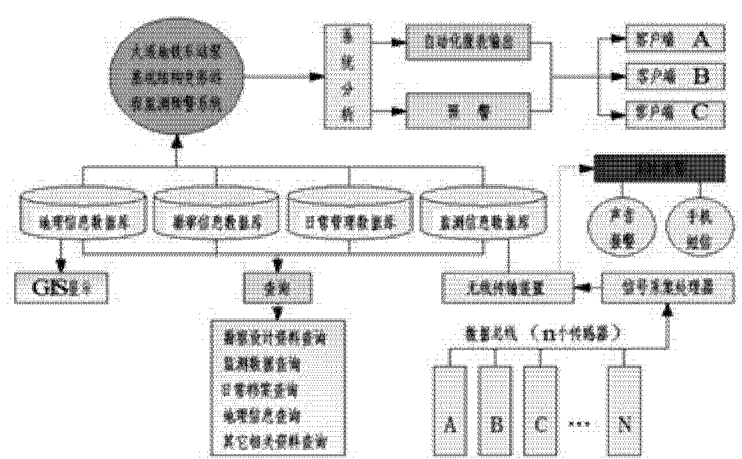


图 3

数据收集区-设备记录信息								
数据收集区监控设备列表								
传感器编号	传感器自编号	传感器名称	型号	生产日期	精确度	位置	记录数量	记录信息
2A0F1EB01000ED	CJ001	YH2520A			mm	25	687	25位置水平
监控设备记录详细信息								
传感器自编号	记录编号	记录时间	记录值					
CJ001	1	2010-04-05	0.13					
返回			关闭					

图 4

监测时间信息及设定		
当前时间, 2012-04-01 15:19:20		
每日监测时间		添加检测时间
编号	记录时间	选择
1	00:00:00	选择
2	01:00:00	选择
3	02:00:00	选择
4	03:00:00	选择
5	04:00:00	选择
12		
小时选择, 00		分钟选择, 00
		秒选择, 00
您选择的时间为: 00:00:00		添加
返回 关闭		

图 5

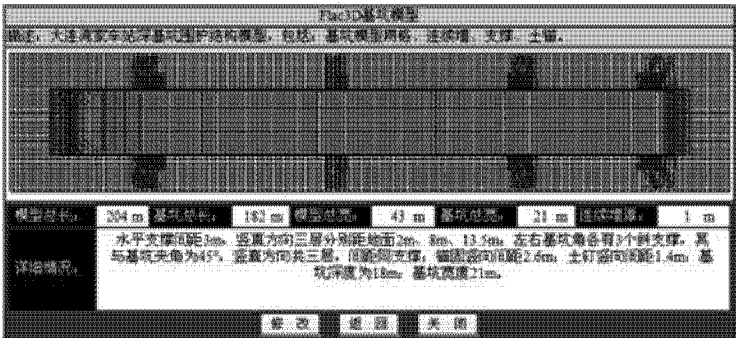


图 6

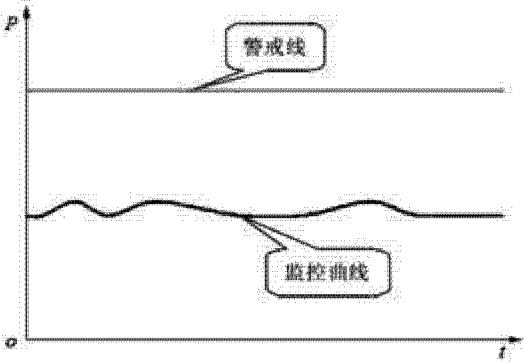


图 7

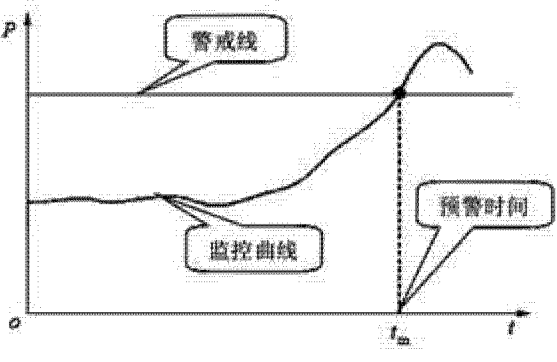


图 8

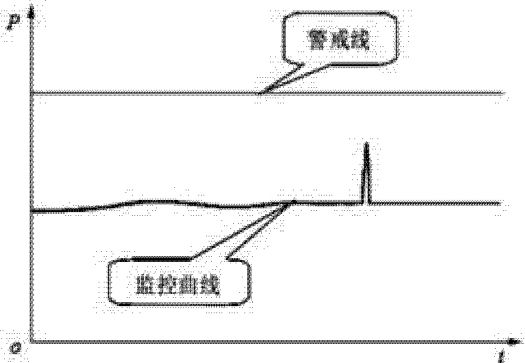


图 9

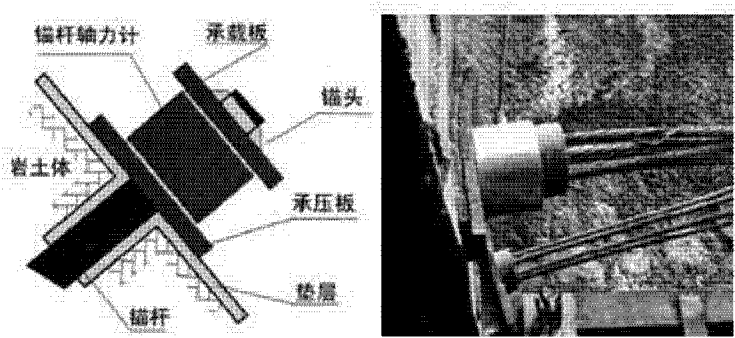


图 10

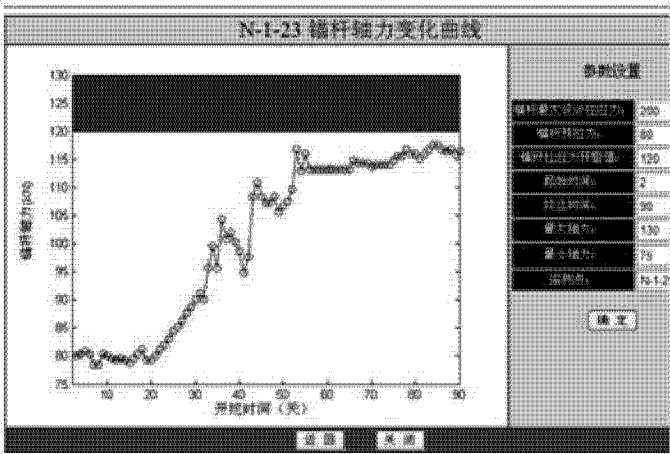


图 11