



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105043602 B

(45)授权公告日 2018.01.05

(21)申请号 201510319449.9

(22)申请日 2015.06.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105043602 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(73)专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 周顺华 梁文灏 季昌 黄建丹

张润来 肖军华

(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司

31002

代理人 吴林松

(51)Int.Cl.

G01L 1/12(2006.01)

E21F 17/18(2006.01)

(56)对比文件

CN 102620661 A,2012.08.01,全文.

CN 102943459 A,2013.02.27,全文.

CN 103628920 A,2014.03.12,全文.

CN 102493424 A,2012.06.13,说明书第

【0023】段-【0080】段,附图图1.

EP 2725352 A1,2014.04.30,全文.

WO 2015002319 A1,2015.01.08,全文.

王海飙等.深基坑工程施工安全监测与预警.《建筑技术》.2010,第41卷(第03期),257-260.

审查员 张茹

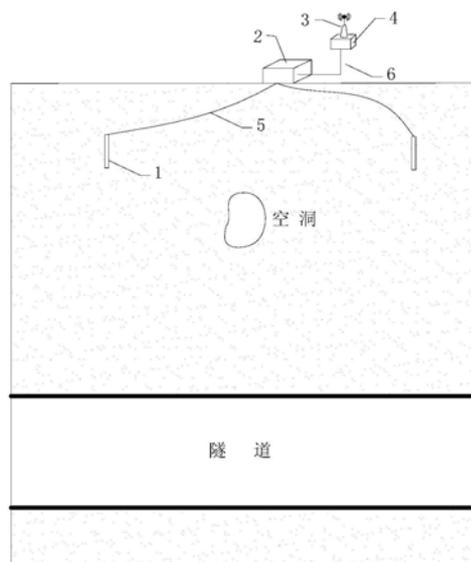
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警方法及装置

(57)摘要

一种大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警方法,检测地层中的应力,将检测到的应力状态信息进行处理得到应力场,然后与正常情况下各种土体状态下的应力场进行比对,判断土体此时的应力场是否满足预警条件,若是则向外界显示预警信息及所检测地层的地理坐标信息。实现上述方法的装置,包括用于竖向置入地下的自动监测应力杆,所述自动监测应力杆顶部通过数据传输电缆连接置于地表浅层的信息处理模块以向其传送接收到的应力状态信息,所述信息处理模块通过连接设备连接预警模块,所述预警模块连接显示模块以显示监测与预警信息。本发明实现了全天候、无值守、动态监测并预警大漂石地层中盾构施工滞后沉降引发的地层坍塌等风险控制。



1. 一种大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警方法,其特征在於:检测地层中的应力,将检测到的应力状态信息进行处理得到应力场,然后与正常情况下各种土体状态下的应力场进行对比,判断土体此时的应力场是否满足预警条件,若满足预警条件则向外界显示预警信息及所检测的地层的地理坐标信息,所述地层位于地表以下一定深度,在盾构始发达到等特殊地段,适当加密自动监测应力杆的数量。

2. 实现权利要求1所述方法的大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警装置,其特征在於:包括用于竖向置入地下的自动监测应力杆,所述自动监测应力杆顶部通过数据传输电缆连接置于地表浅层的信息处理模块以向其传送接收到的应力状态信息,所述信息处理模块通过连接设备连接预警模块,所述预警模块连接显示模块以显示监测与预警信息,所述地层位于地表以下一定深度,在盾构始发达到等特殊地段,适当加密自动监测应力杆的数量。

3. 如权利要求2所述的大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警装置,其特征在於:所述信息处理模块包括存储单元、数据计算单元、数据判断单元。

4. 如权利要求3所述的大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警装置,其特征在於:所述的存储单元用于记录应力杆的地理坐标,接受应力状态变化,同时存储单元中已存有正常情况下各种土体状态下的应力场;所述的数据计算单元用于应力状态的处理;所述的数据判断单元将处理后的应力场与存储单元中的应力场进行对比,判断土体此时的应力场是否满足预警条件,若满足预警条件向预警模块发出触发信号,并将应力杆的地理坐标传输至预警模块。

5. 如权利要求2所述的大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警装置,其特征在於:所述的预警模块根据接收到的触发信号发出预警信号,同时将信息传输至连接预警模块的、位于地面以上能被人员所见的显示模块。

6. 如权利要求2所述的大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警装置,其特征在於:所述自动监测应力杆包括测量电路、传动机构、压磁式传感器;所述的压磁式传感器是由压磁元件、弹力支座、传力面组成;所述传感器通过传动机构与测量电路连接,当地层中有空洞发生时,应力杆下部的传感器所受外力异常,导致传感器的铁磁材料内部产生应力或应力变化,铁磁材料导磁率发生变化,铁磁材料上的激磁绕组和测量绕组间耦合系数变化,测量电路中输出电压发生变化。

7. 如权利要求6所述的大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警装置,其特征在於:所述自动监测应力杆为一个长度为150mm、外径30mm的圆筒形杆件。

## 大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明属于隧道及地下工程领域,涉及大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警装置。

### 背景技术

[0002] 漂石地层在不受外力扰动的前提下能保持较好的稳定状态,特别是在无水的状态下。当盾构施工时,土体受到扰动,在盾构机刀盘上方形成松散带,坍塌过程如下:(1)刀盘前上方卵石变得松散;(2)盾构掘进产生扰动或长时间换刀时,松散卵石进入土舱在刀盘前上方造成地层损失,形成空洞;(3)由于砂卵石地层的内摩擦角 $\varphi$ (内摩擦角为 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$ )较大,具有一定的拱效应,在拱效应的作用下,地层损失进一步向地表转移,从而逐渐坍塌到地表。

[0003] 大漂石地层地表坍塌的显著特点是隧道上方形成空洞,由于地层骨架效应较好,空洞在一定时间内可自稳,在地面荷载作用下,空洞逐步延伸至地表,造成地表坍塌,且表现为滞后沉降,短则一两个月,多则一年甚至两年以上,施工风险和隐患极大。

[0004] 盾构隧道工程中,坍塌防控措施主要有(1)加强盾构掘进参数控制,落实施工技术措施(2)对特殊地段如始发到达端头提前采取提前注浆加固措施(3)监控量测。在监控量测中,通常是适当增加地中位移监测的频率,地表沉降超过20mm时,立即采取补充注浆等补救措施,安排专人进行24h不间断地表巡查,发现地表沉降等异常情况,及时采取补救措施。但上述防控措施有一定的局限性,一方面,以地表沉降量作为治理措施的判定标准本身不能完全反映土层是否由于滞后大变形而会后续出现坍塌、空洞;另一方面,滞后变形持续时间往往会超过施工工期,而对滞后变形的监测和预警应该长期持续。

[0005] 目前未见针对大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警技术的公开文献。

[0006] 伴随着各类地铁建设进一步开展,提出技术方案解决如何针对滞后沉降进行监测与预警,降低坍塌发生风险,提高隧道施工安全是十分必要的。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种针对大漂石地层中盾构施工滞后沉降的监测与预警方法及装置,对施工过程进行全天候、动态监测并预警。

[0008] 为达到上述目的,本发明的解决方案是:

[0009] 一种大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警方法:检测地层中的应力,将检测到的应力状态信息进行处理得到应力场,然后与正常情况下各种土体状态下的应力场进行比对,判断土体此时的应力场是否满足预警条件,若满足预警条件则向外界显示预警信息及所检测的地层的地理坐标信息。

[0010] 进一步,所述地层位于地表以下一定深度,例如10米深度,在盾构始发或者达到等特殊地段,每隔一段距离,例如50米加密自动监测应力杆的数量。

[0011] 实现上述方法的大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警装置,包括用于竖向置入地下的自动监测应力杆,所述自动监测应力杆顶部通过数据传输电缆连接置于地表浅层的信息处理模块以向其传送接收到的应力状态信息,所述信息处理模块通过连接设备连接预警模块,所述预警模块连接显示模块以显示监测与预警信息。

[0012] 进一步,所述信息处理模块包括存储单元、数据计算单元、数据判断单元。

[0013] 所述的存储单元用于记录应力杆的地理坐标,接受应力状态变化,同时存储单元中已存有正常情况下各种土体状态下的应力场;所述的数据计算单元用于应力状态的处理;所述的数据判断单元将处理后的应力场与存储单元中的应力场进行比对,判断土体此时的应力场是否满足预警条件,若满足预警条件向预警模块发出触发信号,并将应力杆的地理坐标传输至预警模块。

[0014] 所述的预警模块根据接收到的触发信号发出预警信号,同时将信息传输至连接预警模块的、位于地面以上能被人员所见的显示模块。

[0015] 所述自动监测应力杆包括测量电路、传动机构、压磁式传感器;所述的压磁式传感器是由压磁元件、弹力支座、传力面组成;所述传感器通过传动机构与测量电路连接,当地层中有空洞发生时,应力杆下部的传感器所受外力异常,导致传感器的铁磁材料内部产生应力或应力变化,铁磁材料导磁率发生变化,铁磁材料上的激磁绕组和测量绕组间耦合系数变化,测量电路中输出电压发生变化。

[0016] 所述自动监测应力杆为一个长度为150mm、外径30mm的圆筒形杆件。

[0017] 由于采用上述方案,本发明的有益效果是:大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警装置能根据应力场的变化情况,判断土体此时的应力状态是否满足预警条件,满足则向预警模块发出预警信号。该装置能对施工过程进行全天候、动态监测并预警,解决了现有技术中安排大量人力资源每天定时查看,耽误了排除隐患的时间导致危险的问题,保证隧道安全施工。

## 附图说明

[0018] 图1为本发明实施例大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警装置示意图。

[0019] 图2为本发明实施例自动监测应力杆示意图。

[0020] 图3为本发明实施例大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警结构示意图

[0021] 图中:1是自动监测应力杆,11是压磁传感器,111是弹性支座,112是压磁元件,113是传力面,12是传动机构,13是测量电路,14是连接管,15是应力杆外壳,16是数据传输电缆,2是信息处理模块,21是数据存储单元,22是数据处理单元,23是数据判断单元,3是预警模块,4是显示模块,5是数据传输电缆,6是连接设备。

## 具体实施方式

[0022] 以下结合附图所示实施例对本发明作进一步的说明。

[0023] 大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警装置,包括竖向置入地下的自动监测应力杆1,应力杆顶部通过数据传输电缆5连接置于地表浅层的信息处理模块2,信

息处理模块通过连接设备6连接预警模块3,预警模块连接位于地面以上能被人员所见的显示模块4。

[0024] 图1是大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警装置示意图。在盾构施工期间,把自动监测应力杆1插入地表以下一段距离,例如10米深度,在盾构始发或者达到始发达到等特殊地段,每隔一段距离,例如50米加密自动监测应力杆的数量。自动监测应力杆将接收到的应力状态传输至信息处理模块。

[0025] 图2所示是自动监测应力杆原理图。自动监测应力杆是一个长度为150mm、外径30mm的圆筒形杆件,内部结构是由三个部件组成:压磁式传感器11、传动机构12、测量电路13。所述的压磁式传感器目前在冶金、矿山、运输等各个工业部门已经得到广泛应用,技术成熟。所述的压磁式传感器11是由弹力支座111、压磁元件112、传力面113组成。传感器11通过传动机构12与测量电路13连接。当地层中有空洞发生时,应力杆下部的传感器11所受外力异常,导致传感器11的铁磁材料内部产生应力或应力变化,铁磁材料导磁率发生变化,铁磁材料上的激磁绕组和测量绕组间耦合系数变化,测量电路13中输出电压发生变化。

[0026] 图3是大漂石地层中盾构施工引起的滞后沉降的监测与预警结构示意图。自动监测应力计1将土体应力状态传到信息处理模块2。信息处理模块2中包括存储单元21、数据计算单元22、数据判断单元23;所述的存储单元21用于记录应力杆的地理坐标,接受应力状态变化,同时存储单元中已存有正常情况下各种土体状态下的应力场;所述数据计算单元22用于应力状态的处理;所述的数据判断单元23将处理后的应力场与存储单元中的应力场进行比对,判断土体此时的应力场是否满足预警条件,若满足预警条件向预警模块发出触发信号,并将应力杆的地理坐标传输至预警模块3。

[0027] 预警模块3根据接收到的触发信号发出预警信号。同时将信息传输至连接预警模块的、位于地面以上能被人员所见的显示模块4。

[0028] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

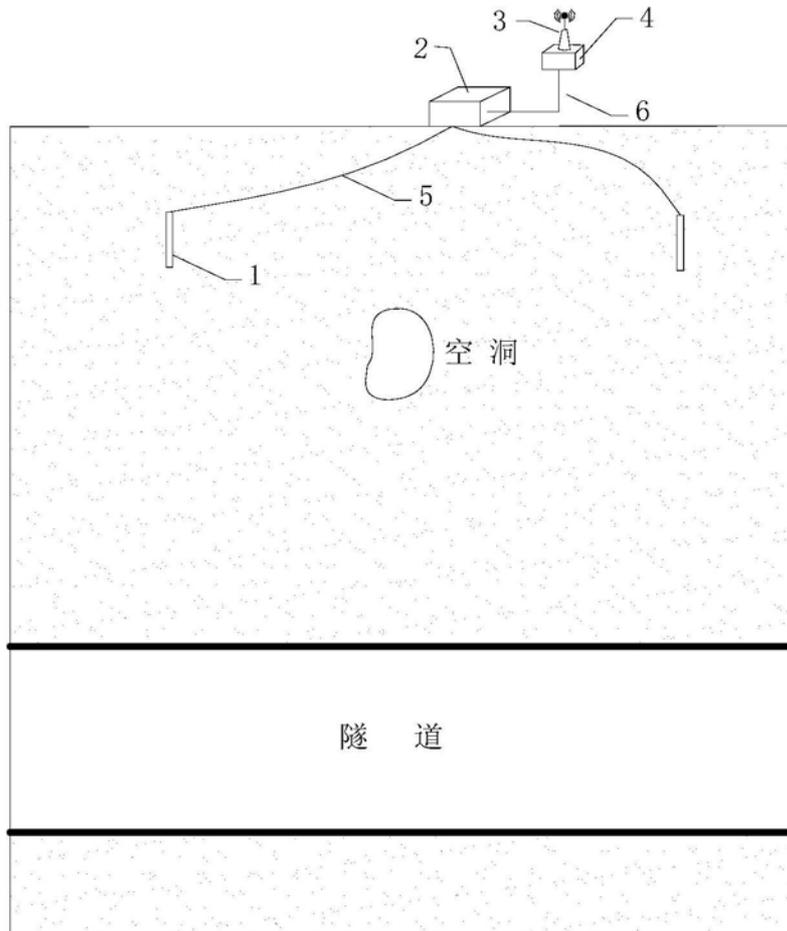


图1

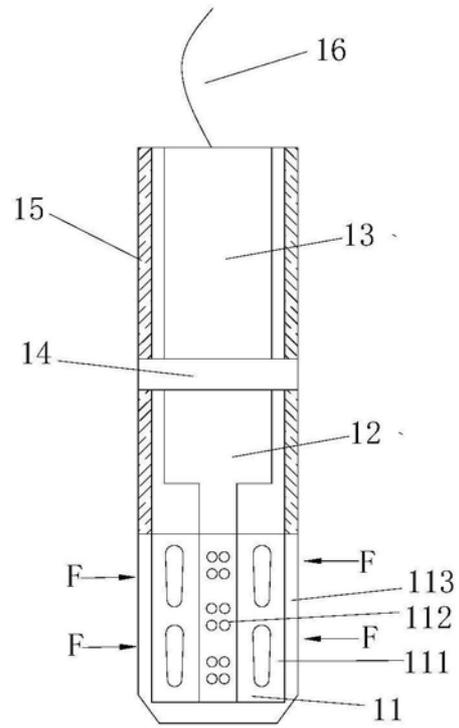


图2

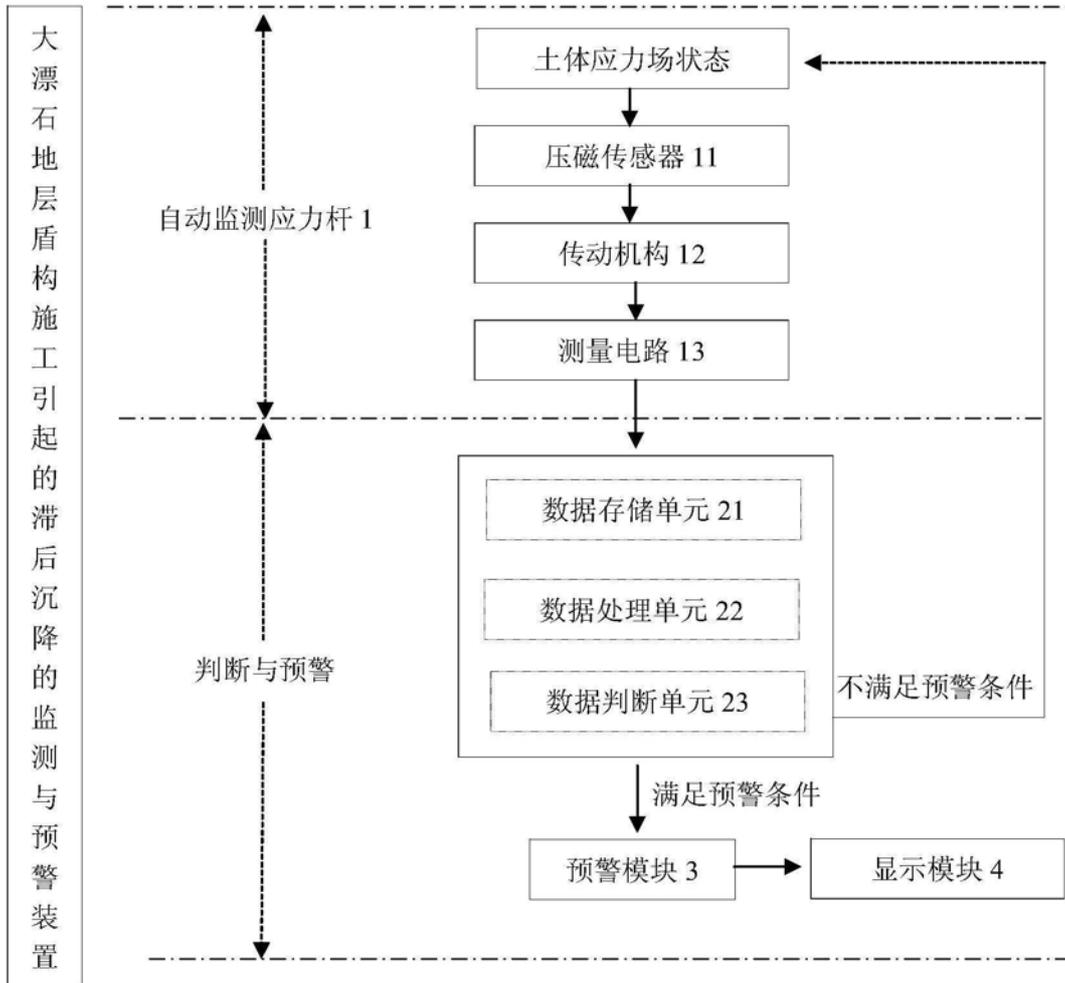


图3