



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204286421 U

(45) 授权公告日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201420802622. 1

(22) 申请日 2014. 12. 16

(73) 专利权人 河海大学

地址 211100 江苏省南京市江宁开发区佛城西路 8 号

(72) 发明人 苏怀智 杨孟 陈健 谢威

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所 (普通合伙) 32204

代理人 李晓静

(51) Int. Cl.

G01C 5/00(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

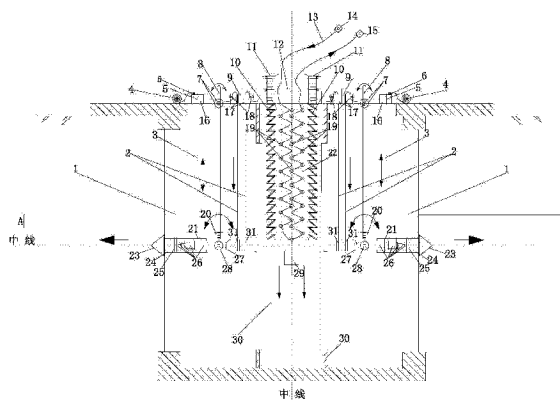
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 实用新型名称

水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,包括通底竖井、位于通底竖井内部的载道内管,所述载道内管内安装有变位台,变位台的两侧对称的安装有钻头驱动装置,钻头驱动装置与锥形钻头连接,两边的钻头驱动装置分别与提升钻头驱动装置运动的升降装置连接,变位台的两端对称的安装有校正变位台水平的校正装置,变位台中部与一组对称安装的弹簧的一端连接,弹簧的另一端与竖向测尺铰接,两个弹簧之间设有光纤挂桶,光纤挂桶内安装有波状回路光纤,波状回路光纤上设有光纤扣。本实用新型具有可重复的使用、极为方便的安装及实时的检测与维护等优势及分布式、微宏观、实时性、复杂环境高适应性等特点。



1. 一种水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,其特征在于:包括位于土石方结合区的通底竖井、位于通底竖井内部的载道内管,所述载道内管内安装有变位台,变位台的两侧对称的安装有转动连轴,转动连轴一端通过连轴套筒与松拧转柄连接,松拧转柄与旋转栓连接,转动连轴另一端与五级活塞连接,五级活塞的顶端与持力圆塞连接,持力圆塞与钻头外连管连接,钻头外连管与锥形钻头连接,五级活塞位于壳体内,壳体上设有第一刻槽,通过旋转旋转栓带动松拧转柄转动,驱动五级活塞运动,从而通过持力圆塞运动带动与钻头外连管连接的锥形钻头运动;变位台两边五级活塞的壳体分别与带动壳体运动的升降装置连接,变位台的两端对称的安装有校正变位台水平的校正装置,变位台中部与一组对称安装的弹簧的一端连接,弹簧的另一端与竖向测尺铰接,刻度台位于设置在通底竖井上的横梁上,两个弹簧之间设有光纤挂桶,光纤挂桶的底端与变位台连接,光纤挂桶内安装有波状回路光纤,波状回路光纤上设有光纤扣,波状回路光纤的输入端安装有光波发射器,波状回路光纤的输出端安装有光波采集器。

2. 根据权利要求1所述的水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,其特征在于:所述升降装置包含同速张拉绳、张拉台、张拉载道和螺纹柱,所述同速张拉绳一端连接第一刻槽,另一端穿过张拉载道缠绕在螺纹柱并收纳在张拉绳盘里,张拉台位于横梁上。

3. 根据权利要求1所述的水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,其特征在于:所述校正装置包含校正牵引绳、牵引载道、牵引台、拧固栓,所述牵引台上设有两个牵引载道,变位台的一侧设有两个第二刻槽,两根校正牵引绳一端分别穿过牵引载道与第二刻槽连接,两根校正牵引绳的另一端分别通过设置在牵引台的拧固栓拧紧,牵引台位于横梁上。

4. 根据权利要求1所述的水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,其特征在于:所述变位台的下方设有护底凸台。

5. 根据权利要求1所述的水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,其特征在于:所述变位台的下方设有护底弹簧。

水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,属于建筑领域。

背景技术

[0002] 穿堤、水闸等水工结构物中的土石结合区域在运行中常出现不均匀沉降病害,对建筑物的安全及正常使用造成不利影响,甚至导致建筑物破坏或失事。通过在土石结合区域布设监测仪器或装置,实时获取区域沉降信息,合理分析区域沉降空间与时间变化规律,及时发现区域沉降(特别是不均匀沉降)异常状况,以科学采取防范或控制措施,对保障水工结构物安全服役具有重要意义。

[0003] 目前,常规沉降监测装置多存在施工布设困难、可重复利用率低、不易检修维护、耐久性差、精度低、易受电磁环境干扰等不足。光纤传感器具有抗辐射、耐腐蚀等特点,应用于不均匀沉降病害监测具有明显的优势;但从光纤变形监测的现状来讲,分布式实时监测方式是当前研究和应用热点,但技术本身和工程实用性方面尚不成熟,尤其是对于沉降监测的光纤回路应用更是处于空白。利用光纤中瑞利散射和菲涅尔反射、布里渊散射的变化,理论上不仅可以准确定位不均匀沉降病害,且可以给出不均匀沉降病害的定量描述;但上述目标的实现过程中,光纤的布设极其考究,尤其回路设置更是困难。从最新的光纤技术领域上看,美国 Luna Technology 公司的 ODISI(Optical Distributed Sensor Interrogator) 分布式光纤传感系统可以实现 mm 级空间分辨率,但是最大传感长度只有 50m,且实际应用中受到多因素干扰,其有效监测长度及分辨率会降低;日本 NBX 公司利用 PPP-BOTDA 技术生产的光纳仪,有效空间分辨率可提高到 cm 级,但需要光纤回路布设,致使其很难直接应用于实际工程的不均匀沉降监测。本实用新型技术可在保证现有分布式光纤最大监测距离(25km 范围内)的情况下,将空间分辨率提高到 mm 级。

[0004] 为了充分利用现有技术监测土石结合区域的不均匀沉降,使监测设备获得较高的初始精度、较大的测量量程,本实用新型将传统监测技术与光纤传感技术相结合,借鉴传统监测技术直观、简单的优点,避开其布设困难、利用率低、无法检修维护、受电磁环境干扰等不利弊端,结合当前光纤传感技术所具有的分布式、高精度、实时性、多复杂环境应用的优势,构建可共载两种技术的应用平台,设置两种技术的共享信息融合的设备构件,实现土石结合区域不均匀沉降 mm 级精度的有效监测和应用。

实用新型内容

[0005] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本实用新型提供一种水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,创造性地搭建可以融合新旧技术的集成平台,具有可重复的使用、极为方便的安装及实时的检测与维护等优势及分布式、微宏观、实时性、复杂环境高适应性等特点。

[0006] 技术方案:为解决上述技术问题,本实用新型的一种水工结构土石结合区域不均

匀沉降组合监测装置,包括位于土石方结合区的通底竖井、位于通底竖井内部的载道内管,所述载道内管内安装有变位台,变位台的两侧对称的安装有转动连轴,转动连轴一端通过连轴套桶与松拧转柄连接,松拧转柄与旋转栓连接,转动连轴另一端与五级活塞连接,五级活塞的顶端与持力圆塞连接,持力圆塞与钻头外连管连接,钻头外连管与锥形钻头连接,五级活塞位于壳体内,壳体上设有第一刻槽,通过旋转旋转栓带动松拧转柄转动,驱动五级活塞运动,从而通过持力圆塞运动带动与钻头外连管连接的锥形钻头运动;变位台两边五级活塞的壳体分别与带动壳体运动的升降装置连接,变位台的两端对称的安装有校正变位台水平的校正装置,变位台中部与一组对称安装的弹簧的一端连接,弹簧的另一端与竖向测尺铰接,刻度台位于设置在通底竖井上的横梁上,两个弹簧之间设有光纤挂桶,光纤挂桶的底端与变位台连接,光纤挂桶内安装有波状回路光纤,波状回路光纤上设有光纤扣,波状回路光纤的输入端安装有光波发射器,波状回路光纤的输出端安装有光波采集器。

[0007] 作为优选,所述升降装置包含同速张拉绳、张拉台、张拉载道和螺纹柱,所述同速张拉绳一端连接第一刻槽,另一端穿过张拉载道缠绕在螺纹柱并收纳在张拉绳盘里,张拉台位于横梁上。

[0008] 作为优选,所述校正装置包含校正牵引绳、牵引载道、牵引台、拧固栓,所述牵引台上设有两个牵引载道,变位台的一侧设有两个第二刻槽,两根校正牵引绳一端分别穿过牵引载道与第二刻槽连接,两根校正牵引绳的另一端分别通过设置在牵引台的拧固栓拧紧,牵引台位于横梁上。

[0009] 作为优选,所述变位台的下方设有护底凸台。

[0010] 作为优选,所述变位台的下方设有护底弹簧。

[0011] 有益效果:本实用新型的一种水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,所有组件都便于拆卸的设计,大大方便了工程运输及使用,传感钻头的灵活升降及任意的收缩与牢固的伸长,极大增加了装置可重复的使用、便捷的安装检修与维护的功效,保留当前传统监测仪器的简单、直观的优点,融合当前最新光纤监测技术的实时性、分布式、高精度、低成本、高灵敏性、不受电磁干扰、多复杂环境适应性特性,研发可共载新旧技术的可靠的监测装置,使其兼具各技术优势,扩展其使用功能,极大降低了工程监测及检测成本,在保证现有分布式光纤最大监测距离(25km 范围内)的情况下,可将空间分辨率提高到 mm 级,监测精度、可靠性和工程实用性得到了较大提升。

附图说明

[0012] 图 1 为本实用新型的装置图;

[0013] 图 2 为本实用新型的俯视图;

[0014] 图 3 为本实用新型图 1 的 A-A 剖面图;

[0015] 图 4 为图 1 中钻头驱动装置的结构示意图;

[0016] 图 5 为图 1 中张拉台的结构示意图;

[0017] 图 6 为图 1 中牵引台的结构示意图;

[0018] 图 7 为图 1 中竖向测尺的运行示意图。

[0019] 其中:1-通底竖井;2-校正牵引绳;3-同速张拉绳;4-张拉绳盘;5-张拉载道;6-螺纹柱;7-旋转栓;8-松拧转柄;9-牵引台;10-拉压弹簧;11-竖向测尺;12-刻度台;

13- 波状回路光纤 ;14- 光波发射器 ;15- 光波采集器 ;16- 张拉台 ;17- 牵引载道 ;18- 拧固栓 ;19- 光纤扣 ;20- 连轴套桶 ;21- 第一刻槽 ;22- 光纤挂桶 ;23- 锥形钻头 ;24- 钻头外连管 ;25- 持力圆塞 ;26- 五级活塞 ;27- 变位台 ;28- 转动连轴 ;29- 护底凸台 ;30- 载道内管 ;31- 第二刻槽。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图对本实用新型作更进一步的说明。

[0021] 如图 1 至图 7 所示,本实用新型的一种水工结构土石结合区域不均匀沉降组合监测装置,包括位于土石方结合区的通底竖井 1、位于通底竖井 1 内部的载道内管 30,通底竖井 1 设有凸耳,通过凸耳挂在土石方结合区上,所述载道内管 30 内安装有变位台 27,变位台 27 的两侧对称的安装有钻头驱动装置,钻头驱动装置与锥形钻头 23 连接,两边的钻头驱动装置分别与提升钻头驱动装置运动的升降装置连接,变位台 27 的两端对称的安装有校正变位台 27 水平的校正装置,变位台 27 中部与一组对称安装的弹簧 10 的一端连接,弹簧 10 的另一端与竖向测尺 11 铰接,刻度台 12 位于设置在通底竖井 1 上的横梁,两个弹簧 10 之间设有光纤挂桶 22,光纤挂桶 22 的底端与变位台 27 连接,光纤挂桶 22 内安装有波状回路光纤 13,波状回路光纤 13 上设有光纤扣 19,波状回路光纤 13 的输入端安装有光波发射器 14,波状回路光纤 13 的输出端安装有光波采集器 15。

[0022] 在本实用新型中,所述钻头驱动装置包含钻头外连管 24、持力圆塞 25、五级活塞 26 和转动连轴 28,所述转动连轴 28 位于变位台 27 上,转动连轴 28 一端通过连轴套桶 20 与松拧转柄 8 连接,松拧转柄 8 与旋转栓 7 连接,转动连轴 28 另一端与五级活塞 26 连接,五级活塞 26 的顶端与持力圆塞 25 连接,持力圆塞 25 与钻头外连管 24 连接,钻头外连管 24 与锥形钻头 23 连接,五级活塞 26 位于壳体内,壳体上设有第一刻槽 21,通过旋转旋转栓 7 带动松拧转柄 8 转动,驱动五级活塞 26 运动,从而通过持力圆塞 25 运动带动与钻头外连管 24 连接的锥形钻头 23 运动。

[0023] 在本实用新型中,所述升降装置包含同速张拉绳 3、张拉台 16、张拉载道 5 和螺纹柱 6,张拉载道 5 位于张拉台 16 内,所述同速张拉绳 3 一端连接第一刻槽 21,另一端穿过张拉载道 5 缠绕在螺纹柱 6 并收纳在张拉绳盘 4 里,张拉台 16 位于横梁上。

[0024] 在本实用新型中,所述校正装置包含校正牵引绳 2、牵引载道 17、牵引台 9、拧固栓 18,所述牵引台 9 上设有两个牵引载道 17,变位台 27 的一侧分别设有两个第二刻槽 31,两根校正牵引绳 2 一端分别穿过牵引载道 17 与第二刻槽 31 连接,两根校正牵引绳 2 的另一端分别通过设置在牵引台 9 的拧固栓 18 拧紧,牵引台 9 位于横梁上。

[0025] 在本实用新型中,所述变位台的下方设有护底凸台 29 或护底弹簧,护底凸台 29 可以起到预先到达通底竖井 1 底端的功能,保护整个装置性能发挥,在检测维修时也有巨大功效;在实际监测中,锥形钻头 23 遭受到外部竖向荷载,且将到达底端时,护底凸台 29 会预先到达通底竖井 1 的底端,起到减震效果。

[0026] 在本实用新型中,同速张拉绳 3 与锥形钻头 23 同步变形,张拉绳盘 4 中长的同速张拉绳 3 可以有效保证同速张拉绳 3 与锥形钻头 23 大距离大量程的同步变形,螺纹柱 6 上缠绕的同速张拉绳 3 可以升降锥形钻头 23 等部件,若存在仪器安装不成功或者需要定期检测及更换破损设备等工况,同速张拉绳 3 的升降可以实现调试、检测与更换功能,同速张拉

绳 3 还起到固定及平衡钻头外连管 24 的作用,第一刻槽 21 作用是让同速张拉绳 3 与钻头外连管 24 更好地发生协同变形。

[0027] 在本实用新型中,拧固栓 18 可以调整校正牵引绳 2 放松及收紧的绳索长度,可以最大限度地对内部设备进行位置的精准微调,单侧双校正牵引绳 2 的布置对于前期仪器布置中的校准及精准安装起到双层的保证作用。

[0028] 在本实用新型中,松拧转柄 8 的底端带有螺纹,连轴套桶 20 与转动连轴 28 铰接,且松拧转柄 8 绕着旋转栓 7 可以进行前后转动,进而可以带动连轴套桶 20 前后转动,连轴套桶 20 的前后转动带动了转动连轴 28 前后转动,五级活塞 26 中存在有五层的活塞连杆,直径最小的一级活塞连杆与持力圆塞 25 相连,在转动连轴 28 受不同荷载作用时,转动连轴 28 发生前后转动,可以带动不同级数的活塞连杆水平运动,进而带动持力圆塞 25 的水平运动,持力圆塞 25 的水平运动又带动钻头外连管 24 的水平运动,进而控制锥形钻头 23 水平运动。

[0029] 在本实用新型中,锥形钻头 23 为对称分布,装置进行安装之前,对称分布的锥形钻头 23 处于压缩状态,其紧贴通底竖井 1 的外壁,在埋设安装之后,通过在地面上前后操作松拧转柄 8 将锥形钻头 23 固定于土石结合区域内部,在需要收缩锥形钻头 23 时,反向操作松拧转柄 8 将锥形钻头 23 收回,松拧转柄 8 等相关构件为刚性结构,推力巨大,不易腐蚀,对于多年沉积的具有较高密实度的土石结合区域,也可将锥形钻头 23 钻入,锥形钻头 23 的可收缩可伸长的结构,在未安装之前的收缩状态可以大大降低工程开挖费用及保护工序,在安装到适合位置之后其可以长期处于伸长状态,大大保证了传感钻头对结构体长期的跟踪监测,在需要维护或检测时,其可以收回,极大提高了其可重复性及监测精度。

[0030] 在本实用新型中,拉压弹簧 10 上端与刻度台 12 上的竖向测尺 11 铰接,且竖向测尺 11 的初始刻度与刻度台 12 上水平面齐平,拉压弹簧 10 的下端与变位台 27 相连,上述部件的组合为对称分布,该组合构件在土石结合区域发生不均匀沉降时通过两侧锥形钻头 23 将对应侧沉降量通过变位台 27 传递到对应侧拉压弹簧 10 上,拉压弹簧 10 竖向变形带动了刻度台 12 上竖向测尺 11 刻度变化,从而在地面上可直接有效地读出该侧沉降变形量数值。

[0031] 在本实用新型中,光纤挂桶 22 中,在与拉压弹簧 10 平行的侧面及光纤挂桶 22 中间部位上,分布布置有光纤扣 19,光纤扣 19 可以将从光波发射器 14 发出的波状回路光纤 13 依次从光纤挂桶 22 一侧的上端向下顺延至变位台 27,后经过固定在变位台 27 上的光纤扣 19,以一定弧度回路的方式,再依次从光纤挂桶 22 的另一侧的下端向上顺延至光波采集器 15 处,且光纤挂桶 22 两个布设有光纤扣 19 的侧面都有刻度标示,作为坐标标志,光纤挂桶 22 中轴面为弹性结构,锥形钻头 23 在遭受周围土石结合区域不均匀沉降荷载时,其将竖向荷载通过水平放置的变位台 27 上的光纤扣 19 传递给竖向波状分布的、处于中轴面的波状回路光纤 13,在光波发射器 14 一端不断的发射出光信息,波状回路光纤 13 中光学现象中的光信息会不断的发生变化,光波采集器 15 会不断收集到其中变化的光信息,进而,将光信息进行记录与存储,将采集到不同的光信息进行融合辨识,进行可以实现实时、分布式、微宏观监测土石结合区域沉降变化。

[0032] 在本实用新型中,波状回路光纤 13 两个端口都位于地面上,可以利用光时域反射技术进行定位监测,同时利用双端口的布里渊散射技术进行定量监测。利用两端对称分布的竖向测尺 11 之间的动态的距离值及竖向测尺 11 的沉降数值可以测出其中任意一点沉降

量值；与此同时，波状回路光纤 13 对外界荷载极其敏感，微小的变形量值也可被有效捕捉到，利用波状回路光纤 13 的监测结果值对竖向测尺 11 的监测结果值进行校准，可以实现精确监测土石结合区域中各处存在的沉降量值。

[0033] 在本实用新型中，通底竖井 1 主体本部为圆筒状，在通底竖井 1 主体的两边开设有锥形钻头 23 移动的通道，载道内管 30 在深度方向两侧对称设有内管通道，变位台 27 沿内管通道上下来回移动。光纤挂桶 22 是弹性较大的结构体，光纤挂桶 22 通过位于变位台 27 上的光纤扣 19 与变位台 27 连接。

[0034] 将各组件按照由下到上，从左到右的顺序进行组装，使用常规通用传感光纤作为内部布置光纤，结合附图对优先实施例进行解释说明。

[0035] (1) 开挖竖井，布置传感钻头

[0036] 在待监测土石结合区域，开挖深度为 10m 的竖直圆桶，且基于前期所构建的通底竖井 1 的直径来确定所开挖的最小直径，为了便于装置安装，需要开挖的直径略大于通底竖井 1 的直径。然后将长度为 10m、直径略小于开挖竖井的通底竖井 1 下放到土石结合区域的竖井内。

[0037] (2) 回填原土，弹出传感钻头

[0038] 将开挖出的原土石结合区域沿着竖井与通底竖井 1 之间的空隙进行回填，将对称分布的同速张拉绳 3 沿着张拉载道 5 盘旋到螺纹柱 6 上，绕着旋转栓 7 转动松拧转柄 8 通过带动连轴套桶 20、转动连轴 28、五级活塞 26、持力圆塞 25、钻头外连管 24 等构件，带动锥形钻头 23 深入到 10m 深的土石结合区域竖井的侧壁内，微调四周的校正牵引绳 2 将锥形钻头 23 调整到水平位置处，并移除四周的校正牵引绳 2。

[0039] (3) 打开各信息采集装置，采集及分析数据结果

[0040] 当一侧的拉压弹簧 10 受到从该侧锥形钻头 23 所传递的对应侧的沉降荷载时，对应侧竖向测尺 11 监测到的该侧沉降变形量值为 d_1 ，同时，当另一侧拉压弹簧 10 受到从与其对应侧锥形钻头 23 所传递的相应侧的沉降荷载时，相应的竖向测尺 11 所监测到该侧的沉降变形量值为 d_2 ，两侧的拉压弹簧 10 之间的距离标为 L ，变形较小一侧的拉压弹簧 10 与待测点 Q 的距离为 M ，则 Q 处的沉降量值为 $\delta_Q = d_2 + (d_1 - d_2)M/L$ ，位于中间位置处 C 点的沉降变形量值为 $\delta_C^k = (d_1 + d_2)/2$ ，基于波状回路光纤 13 所发生的瑞利散射和菲涅尔反射、布里渊散射等光信息的变化，监测到此刻变形量值为 δ_C^o ，初始变形量值为 $\delta_{C_i}^o$ ，则对于同一中间位置所监测沉降差值的绝对值为 $|\delta_C^o - \delta_{C_i}^o| - \delta_C^k$ ，为构建土石结合区域不均匀沉降的计算公式，定义不均匀沉降参量 ω ，且 ω 的表达式定义为 $\omega = |\delta_C^o - \delta_{C_i}^o| - \delta_C^k / \delta_C^o$ ，基于本监测装置工作原理及上述推导，待测点 Q 处的最终沉降计算公式

$$\text{为 } \delta_Q^F = \left[d_2 + \frac{(d_1 - d_2)M}{L} \right] + \left[\frac{(d_1 - d_2)M}{L} * (\delta_C^o - \delta_{C_i}^o) - \frac{(d_1 + d_2)}{2} \right] / \delta_C^o。$$

[0041] 打开光波发射器 14 及光波采集器 15，调整刻度台 12 上的竖向测尺 11，记录初始时刻各测值采集装置的初始数据，并进行校正；待时间 t 之后，光波发射器 14 及光波采集器 15 会采集到连续数据，对监测数据进行处理，提取在 t 时刻的测值，基于所使用光纤的基本参量，利用其与应力应变的关系将此时此刻的应变值求出，后经过积分可以求出此时的沉降变形量值，记录此时用光波发射器 14 及光波采集器 15 所收集的结果为 $(\delta_o)_t$ ，在扣除

了初始时刻校正后的变形量值 $(\delta_o)_0$ 之后, 得到此时相对量值为 $(\delta_o)_t - (\delta_o)_0$, 此时用竖向测尺 11 测得的变形量值为 $(\delta_R)_t$, 与其对应的初始量值为 $(\delta_R)_0$, 得到的相对量值为 $(\delta_R)_t - (\delta_R)_0$, 获得此时刻 t 的不均匀沉降参量为 $|(\delta_o)_t - (\delta_o)_0 - ((\delta_R)_t + (\delta_R)_0) / 2| / ((\delta_o)_t - (\delta_o)_0)$, 待测点的位置距离右侧竖向测尺 11 的距离为 l, 基于竖向测尺 (11) 的标准间距为 L, 且在时刻 t 时左右侧竖向测尺 11 的沉降刻度显示值为 D_1^t 和 D_2^t , 且 $D_1^t > D_2^t$, 基于本

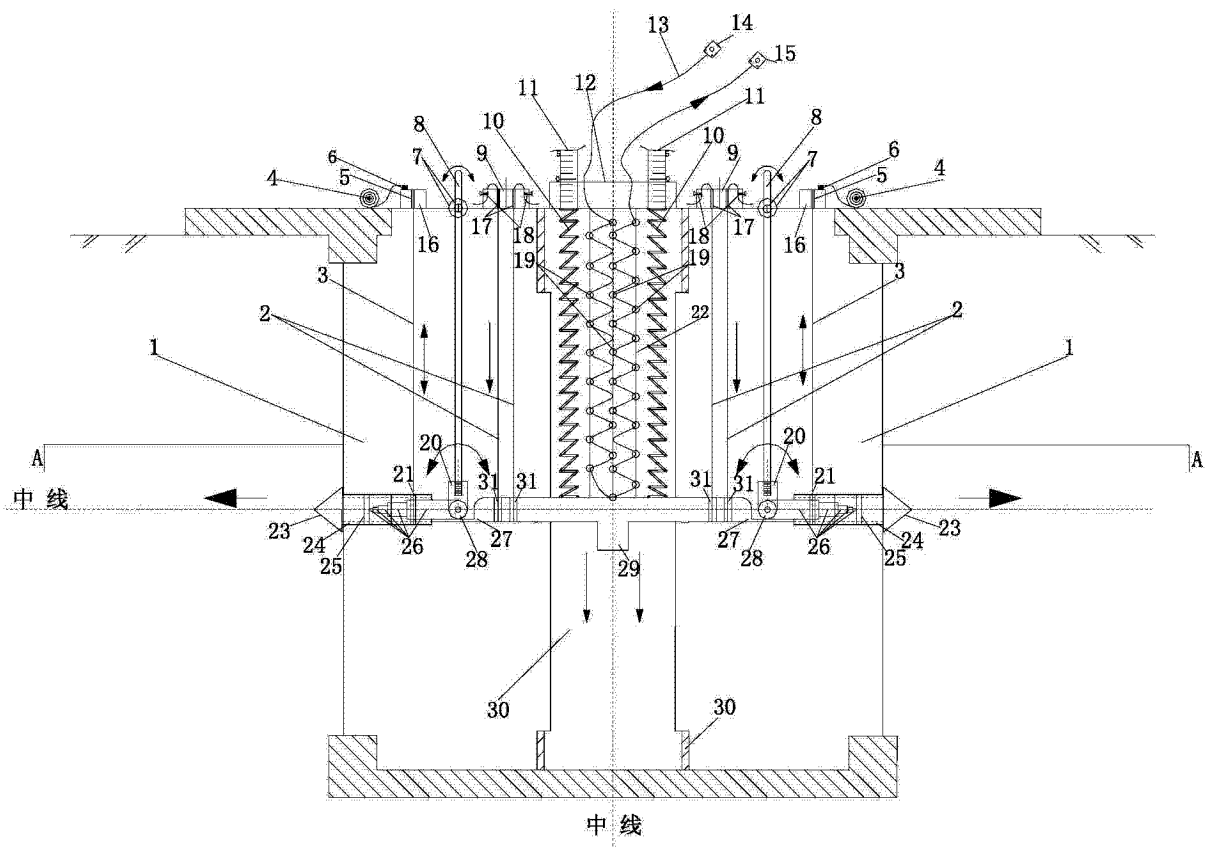
装置计算不均匀沉降的公式为 $\delta_{QF} = \left[d_2 + \frac{(d_1 - d_2)M}{L} \right] + \left[\frac{(d_1 - d_2)M}{L} * \left(\delta_{C^o} - \delta_{C^t} \right) - \frac{(d_1 + d_2)}{2} \right] / \delta_{C^o}$, 则得出待监测

点在 t 时刻的沉降量为: $(\delta)_t = \left[D_2^t + \frac{(D_1^t - D_2^t)l}{L} \right] + \frac{(D_1^t - D_2^t)l}{L} * \left[\frac{(\delta_o)_t - (\delta_o)_0 - ((\delta_R)_t + (\delta_R)_0) / 2}{(\delta_o)_t - (\delta_o)_0} \right]$ 。

[0042] (4) 汇总处理计算结果, 及时诊断土石结合区域沉降性态

[0043] 利用上述仪器及监测方法可以获得某一点在各个不同时刻的沉降结果, 通过数据处理程序可以绘制任意点的时程曲线及某时刻土石结合区域沉降空间图, 通过分析待测区域的时程曲线和空间图, 来实时监控该区域的沉降性态, 及时发现异常现象、及时检测及维护。

[0044] 以上所述仅是本实用新型的优选实施方式, 应当指出: 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本实用新型原理的前提下, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。



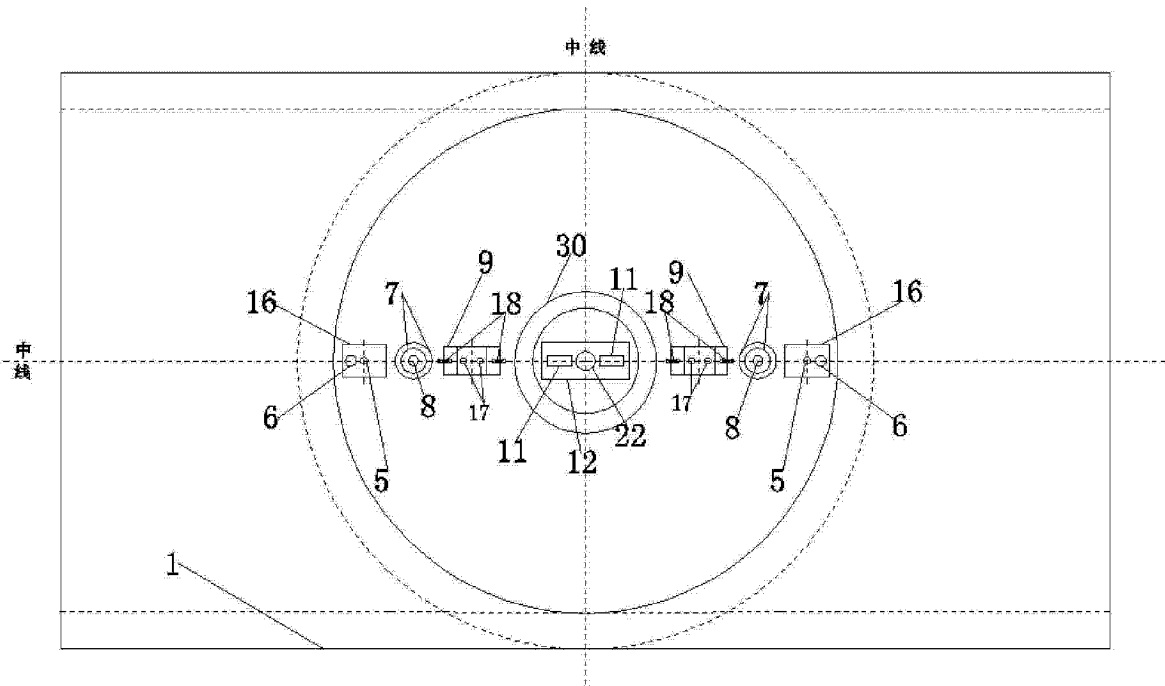


图 2

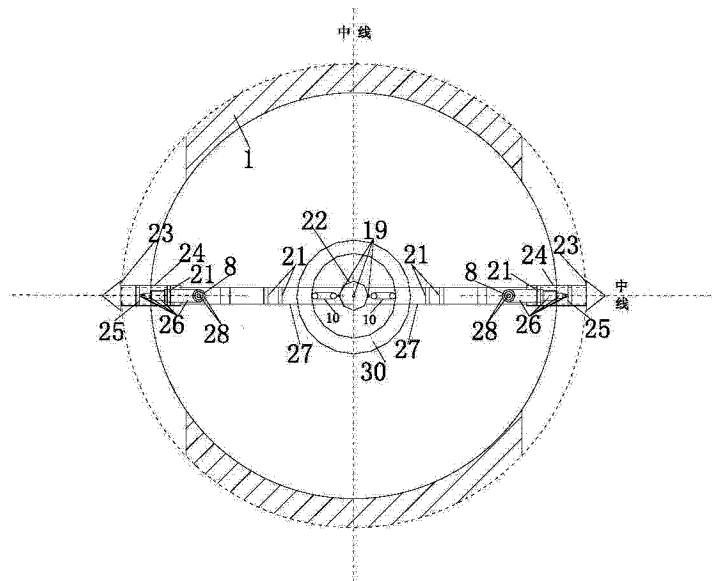


图 3

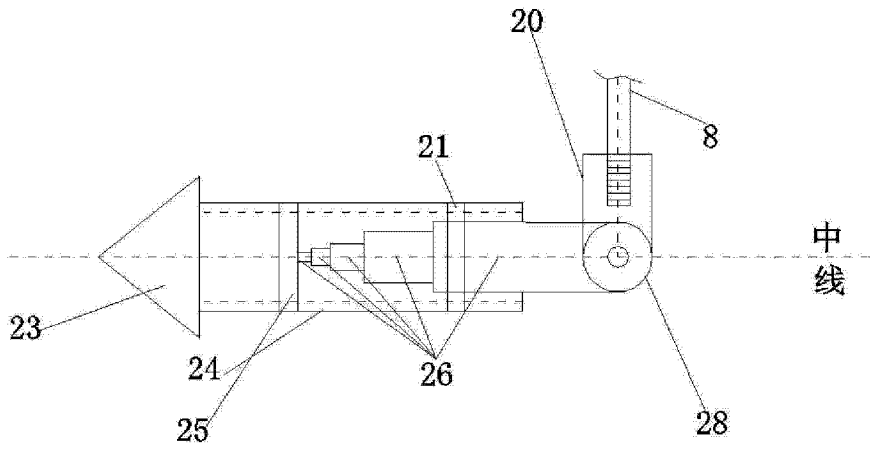


图 4

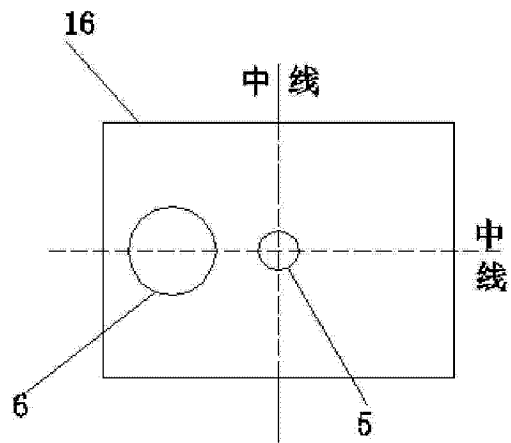


图 5

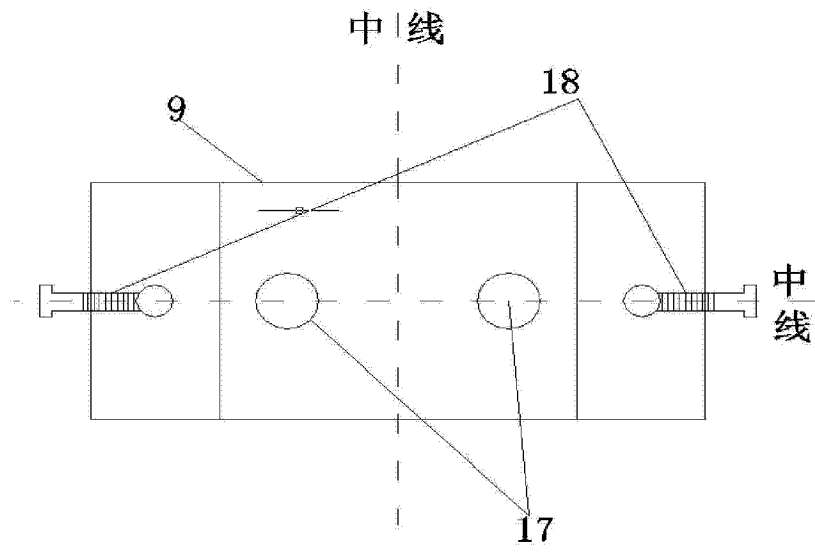


图 6

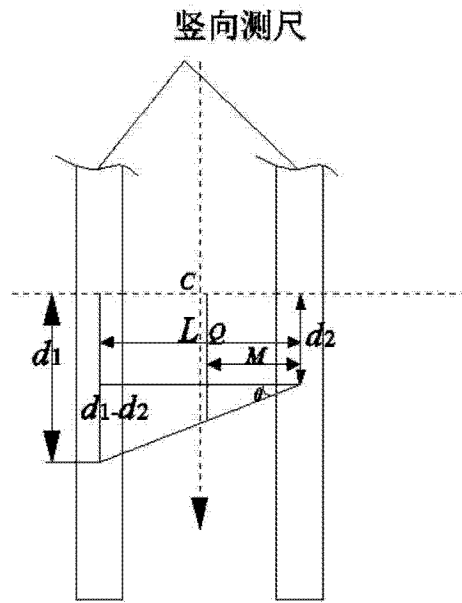


图 7