(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2022 年 3 月 31 日 (31.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/061969 A1

(51) 国际专利分类号:
G01C 9/00 (2006.01) *G08C 17/02* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/120206

(22) 国际申请日: 2020 年 10 月 10 日 (10.10.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011000667.3 2020年9月22日 (22.09.2020) CN

(71) 申请人: 南京壹捌零安全科技有限公司 (NANJING YIBA ZERO SECURITY TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市建邺区白龙江东街8号1幢7层708室, Jiangsu 210000 (CN)。 南京深地智能建造技术研究院有限公司(NANJING SHENDI INTELLIGENT CONSTRUCTION TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE CO., LTD) [CN/CN]; 中国江苏省南京市建邺区白龙江东街8号01幢07层, Jiangsu 210000 (CN)。

(72) 发明人: 周洪军(ZHOU, Hongjun); 中国江苏省南京市建邺区白龙江东街8号1幢7层708室, Jiangsu 210000 (CN)。 彭建华(PENG, Jianhua); 中国江苏省南京市建邺区白龙江东街8号1幢7层708室, Jiangsu 210000 (CN)。 李仁民(LI, Renmin); 中国江苏省南京市建邺区白龙江东街8号1幢7层708室, Jiangsu 210000 (CN)。 方雷(FANG, Lei); 中国江苏省南京市建邺区白龙江东街8号1幢7层708室, Jiangsu 210000 (CN)。

(74) 代理人: 南京睿之博知识产权代理有限公司 (NANJING RUIZHIBO INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市秦淮区中山东路532-1号金蝶科技园F2栋305, Jiangsu 210000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) **Title:** INCLINOMETRY ROBOT AND INCLINATION MEASURING METHOD

(54) 发明名称: 一种测斜机器人及倾斜度测量方法

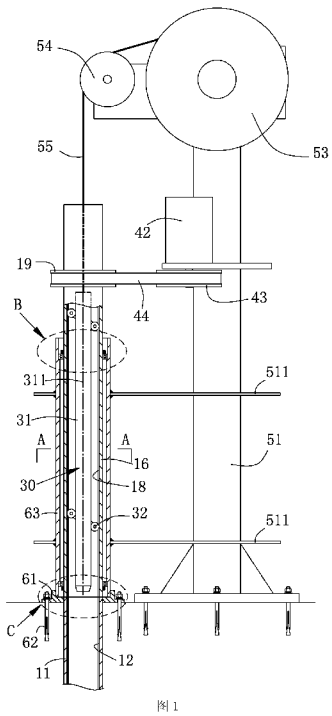


图 1

(57) **Abstract:** An inclinometry robot, comprising an inclinometry pipe, an inclinometry portion and a driving device, wherein the inclinometry pipe comprises an underground pipe (11) and a steering pipe (16), which are in communication with each other, with an outer sleeve (63) sheathed outside the steering pipe (16); the inclinometry portion comprises an inclinometer (30), the inclinometer (30) comprises a protective pipe (31) and an inclinometry assembly, and rollers (32) are mounted outside the protective pipe (31); the underground pipe (11) is internally provided with a first guide channel (12), and the steering pipe (16) is internally provided with a second guide channel (18); when the steering pipe (16) rotates 180 °, the rollers (32) can still enter the second guide channel (18) along the first guide channel (12); the driving device comprises a lifting portion and a steering portion; the lifting portion comprises a winch (53), a guide wheel (54) and a first electric motor (52); a traction rope (55) on the winch (53) is connected to the protective pipe (31) via the guide wheel (54); and the steering portion comprises a second electric motor (42). By means of the inclinometry robot and an inclination measuring method, a measuring point can be accurately positioned, so as to ensure that the inclinometer (30) can perform measurement at the determined height position and enable the inclinometer (30) to accurately complete 180 ° steering, which provides a guarantee for the accurate measurement of inclination.

WO 2022/061969 A1

[见续页]

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种测斜机器人，其包括测斜管、测斜部和驱动装置；测斜管包括相通的地下管（11）和转向管（16），在转向管（16）外套设有外套管（63）；测斜部包括测斜仪（30），测斜仪（30）包括防护管（31）和测斜组件，在防护管（31）外安装有滚轮（32）；在地下管（11）内设置有第一导向槽（12），在转向管（16）内设置有第二导向槽（18）；转向管（16）转动180°时，滚轮（32）仍能够沿第一导向槽（12）进入到第二导向槽（18）内；驱动装置包括升降部和转向部，升降部包括绞盘（53）、导向轮（54）和第一电机（52）；绞盘（53）上的牵引绳（55）经导向轮（54）连接到防护管（31）上；转向部包括第二电机（42）。测斜机器人及倾斜度测量方法，能够对测量点准确定位，从而保证了测斜仪（30）能够在所确定的高度位置进行检测，且使测斜仪（30）准确地完成180°的转向，为倾斜度的准确测量提供保障。

一种测斜机器人及倾斜度测量方法

技术领域

本发明涉及一种测斜机器人及倾斜度测量方法。

背景技术

倾斜监测是指利用仪器设备监测大地内部倾斜角度，广泛用于边坡、滑坡和城市深基坑的监测中。在深基坑的施工开挖过程中，经常伴随着质量事故隐患，致使基坑出现险情，破坏领近建筑以及地下管道，因此需要了解基坑的深层变形情况，以此确定和优化施工方案。

目前普遍采用活动式测斜仪进行人工测读。主要存在以下问题：①测量效率低，测量过程费时费力，无法做到实时监测；②测量仪器的抗干扰性、耐久性和长期稳定性等特点较差，难以适应长期监测的要求。③测量误差大，数据连续性差，采集分析周期长，受现场环境干扰大，不能及时指导施工。

目前的经常使用的自动测斜仪测量时，先在监测位置的土体中钻孔，再将测斜管埋入钻孔之中，使测斜管跟随本体协调变形，采用数字垂直活动测斜仪探头，控制电缆，滑轮装置和读数仪来观测测斜管的变形。观测时，探头测斜管底部向顶部移动，在半米间距处暂停并进行测量倾斜工作。该测斜仪在使用过程中存在线缆绕线不方便、人工放线测量误差等问题。无线的自动测斜仪包括无线基坑测斜仪、无线随钻测斜仪、无线光纤陀螺测斜仪。无线光纤陀螺测斜仪存在昂贵、技术门槛高等缺点在实际工程中应用较少。无线随钻测斜仪使用环境固定，是一种适用于直井及直井段的新型测斜工具。无线基坑测斜仪使用蓝牙、wifi 等通信方式，固定式测斜比较方便。但是它们都没有整体的测斜机构，不能实现完全的自动化测量。

随着微电子、无线通信、信息感知、数据处理技术和机器人技术的快速发展，物联网技术越来越多地被应用到自然灾害的监测等领域中。已有的固定式测斜装置通过将类似于活动式测斜仪的测斜探头固定安装在测斜管内，通过网络传输数据以实现自动化监测。但由于探头之间为并联方式，出线较多，安装的探头数量受测斜管尺寸及造价所限，导致探测深度不足或者探头间距过大造成精度不高。

光纤光栅传感器则具有抗电磁干扰、抗腐蚀和耐久性好等特点，且其体积小，质量小，便于铺设和安装，植入后对监测对象的性能和力学参数等影响较小。已有采用光纤布拉格光栅传感技术和分布式光纤传感器对深层水平位移监测进行研究，但是光纤测试仪器存在昂贵、技术门槛高等缺点在实际工程中应用较少。

针对测斜仪器的现状，以实精确性为目标，设计了测斜机器人。使用无线通信技术、微处理器技术和机器人技术，实现了对数据的多点灵活采集、数据无线传输和检测过程控制。

发明内容

为解决上述问题，本申请首先提出了一种测斜机器人，其包括测斜管、测斜部和驱动装置；该测斜管包括沿竖直方向延伸的地下管和设置在地下管上侧的转向管，在转向管外套设有外套管，该转向管转动自如地安装在外套管内，地下管和转向管上下连通；该测斜部包括测斜仪，该测斜仪包括防护管、安装在该防护管内的测斜组件，在防护管的外侧安装有滚轮，该防护管具有沿竖直方向延伸的第一中心轴线；

在地下管的内壁上设置有用于卡持该滚轮的第一导向槽，该第一导向槽沿竖直方向延伸；在转向管的内壁上设置有用于卡持该滚轮的第二导向槽，该第二导向槽沿竖直方向延伸；地下管内的第一导向槽的数量被设置为：保持测斜仪的位置不动，当转向管绕第一中心轴线转动 180° 时，滚轮仍能够卡持在第一导向槽内；

该第一导向槽能够与第二导向槽相连通，使滚轮能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内，且在转向管转动 180° 时，滚轮仍能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内；

该驱动装置包括升降部和转向部，该升降部包括安装在支撑台上的绞盘、导向轮和用于驱动该绞盘转动的第一电机；在该绞盘上缠绕有牵引绳，该牵引绳经导向轮连接到防护管上，在第一电机的驱动下，该绞盘能够经牵引绳带动测斜仪在测斜管内沿上下方向往复移动，并带动导向轮转动；该转向部包括安装在支撑台上的用于驱动转向管转动的第二电机；该第一电机和第二电机均为步进电机或伺服电机。

本申请中，设置了转向管，使测斜仪在进入到转向管内时，转动转向管，能够使测斜仪转动 180° ，从而能够使测斜仪能够在同一倾斜方向上，进行两次测量，利用两次测量的平均值作为某一高度的倾斜值。其中的第一电机和第二电机分别用来带动测斜仪上下移动和转向管转动，由于第一电机和第二电机均采用步进电机或伺服电机，能够准确地进行定位，从而保证了测斜仪在上下移动时，能够在所确定的高度位置进行检测，且能够使测斜仪准确地完成 180° 的转向，为倾斜度的准确测量提供保障。

进一步，为保证转向管能够转动自如地安装在外套管上，该外套管固定在地面上；外套管的上端的内壁沿径向向外凹陷形成上扩径部，使外套管的上端的内壁形成一朝向上方的上台阶部；外套管的下端的内壁沿径向向外凹陷形成下扩径部，使外套管的下端的内壁形成一朝向下方的下台阶部；上固定件套装在转向管的上端，在上固定件与上台阶部之间安装有上角接触轴承；下固定件套装在转向管的下端，在下固定件与下台阶部之间安装有下角接触轴承，使转向管转动自如地安装外套管上；

地下管、转向管和外套管同轴设置，且转向管设置在地下管的正上方。

进一步，为了避免转向管在转动时，与地下管发生摩擦，而影响转向管的顺利转动，在转向管与地下管之间具有间隙。转向管与地下管之间的间隙优选为 0.8-1.2mm。

具体地，为便于固定外套管，在地面埋设有对中法兰，在该对中法兰的上侧面上设置定位部，该外套管固定卡持在定位部上。

进一步，该测斜机器人还包括测量控制系统，该测量控制系统包括中央处理单元，与中央处理单元连接的第一电机控制单元、第二电机控制单元和存储单元，在该中央处理单元上还连接有导向轮速度检测单元和位置检测单元；其中：

第一电机控制单元，接受中央处理单元的控制，并控制第一电机的运转；

第二电机控制单元，接受中央处理单元的控制，并控制第二电机的运转；

存储单元，存储有测斜方式和设定控制数据，该设定控制数据为第一组控制数据和第二组控制数据两者中的至少之一者，其中第一组控制数据包括导向轮的第一设定转速、导向轮的第一设定转动时间、导向轮的第一设定转动次数、导向轮两次转动之间的第一设定停止时间；

第二组控制数据包括导向轮的第二设定转速、导向轮的第二设定转动时间、导向轮的第二设定转动次数、导向轮两次转动之间的第二设定停止时间、首次测量高度；

该测斜方式为从上向下进行检测或从下向上进行检测两种检测方式中的任意一种；

导向轮速度检测单元，用于检测导向轮的转速，并将转速发送到中央处理单元；

位置检测单元，用于检测测斜仪是否位于转向管内，并将检测结果输送到中央处理单元；该位置检测单元包括安装在旋转管内的霍尔开关和安装在测斜仪上的磁铁，该霍尔开关连接到中央处理单元上；

中央处理单元，用于执行第一程序和第二程序中的任意一种；

该第一程序包括如下步骤：

（1）接收位置检测单元的检测数据和外部输入命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从上向下进行检测；

（2）通过位置检测单元的检测数据检测测斜仪是否位于转向管内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（3）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（3）；

（3）向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间进行转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（4）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；

当位置检测单元检测到测斜仪位于转向管内时，向中央处理单元发出检测结果，中央处理单元向第二电机控制单元发出命令，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（5）再次向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（6）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；向第二电机控制单元发出命令，使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（7）停止工作，等待下次外部输入命令；

该第二程序包括如下步骤：

（8）接收位置检测单元的检测数据和外部输入命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从下向上进行检测；

（9）通过位置检测单元的检测数据检测测斜仪是否位于转向管内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（10）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（10）；

（10）向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量高度；

（11）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间进行转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（12）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；

当位置检测单元检测到测斜仪位于转向管内时，向中央处理单元发出检测结果，中央处理单元向第二电机控制单元发出命令，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（13）再次向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量位置；

（14）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导

向轮两次转动之间的第二设定停止时间转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（15）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；向第二电机控制单元发出命令，使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（16）停止工作，等待下次外部输入命令。

在该测斜机器人的测量系统中设置了两种测量方法程序，根据不同的需要，可以单独选择其中的一种。在两种测量方法程序中，均进行了两次测量，检测结果以两次检测的平均值为最终检测值，并且在两次测量过程中，测斜仪被转动 180°，从而使检测数据更加准确，单次检测中，存在零漂及仪器装配误差，采用两次检测可以很好地消除这种误差。

进一步，为了保持测斜组件的正常工作，该测斜组件包括倾角检测部和电池模块，在地面设置有无线充电模块，该无线充电模块用于向电池模块无线充电，该电池模块与倾角检测部连接，用于向倾角传感部供电；

倾角检测部包括倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器、加速度传感器和微处理器，该倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器均分别与微处理器连接；该 LORA 无线数据传输器与外部的远程服务器相连接，并用于向该远程服务器发送数据；其中：

倾角传感器，用于检测倾斜数据，并将数据存储到数据存储模块中；

加速度传感器，用于检测测斜的加速度；

微处理器，用于协调倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器的工作；

在步骤（3）、步骤（5）中，当加速度传感器检测到向下的加速度为零，并持续第一设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第一设定时间少于导向轮两次转动之间的第一设定停止时间；

在步骤（11）和步骤（14）中，当加速度传感器检测到向上的加速度为零，并持续第二设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第二设定时间少于导向轮两次转动之间的第二设定停止时间。

本申请中，设置了数据存储模块，在检测过程中，所获得的检测数据被临时存储在存储模块中，在测斜仪上升到测斜管的顶部时，再通过 LORA 无线数据传输器将检测数据发送到外部的远程服务器中，避免测斜仪位于地下时，由于受到信号屏蔽而无法将数据向外发送的弊端，利用 LORA 无线数据传输器来传输检测数据，可以减少数据线的排布，当本申请用于基坑的倾斜度检测时，数据线的减少可以降低对施工的影响。

加速度传感器的设置，能够使数据的检测更加准确和具有可控性，在目前，测斜数据的检测基本上依靠倾角传感器来检测大量的数据，取数据稳定的部分作为最终的检测数据，这种检测方法虽然能够对倾斜度进行检测，但是需要对大量的检测数据进行处理，不但增加了处理器的运算量，且无法对检测过程进行精准的控制，本申请中利用加速度传感器来确定检测的时间点，减少检测次数，由此可减少检测数据的处理，提高检测效果，也提高检测精准度，在此基础上，能够根据所选择设备的具体处理能力，来设定恰当的检测速度，提高设备的使用效率，同时也可以根据具体的检测精度要求，来选择适当的检测设备，以控制检测费用。

进一步，为保证测斜仪的正常工作，以及使测斜仪能够随时进行工作，以使测斜仪能够在需要时，随时进行工作，当测斜仪进入到转向管内时，无线充电模块向电池模块进行无线充电。

进一步，为应对突然断电的情况，该测量控制系统还包括连接在中央处理单元上的功率检测器，该功率检测器用于检测第一电机的输入功率；

在检测过程中，当第一电机出现断电情况时，在第一电机恢复供电后，使第一电机正转，将测斜仪沿测斜管下降，检测第一电机的输入功率，当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于设定功率时，优选当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于设定功率的 20%时，，判定测斜仪到达地下管的底部，然后使第一电机反转，将测斜仪提升到转向管内，然后根据侧斜方式执行相应的步骤：

当测斜方式为从上向下进行检测时，然后执行步骤（2）-步骤（7）；

当测斜方式为从下向上进行检测时，然后执行步骤（9）-步骤（16）。

利用该设计，可以主动应对断电事故，当发生断电事故时，系统可以自行重新进行检测，而无需人工干预，由此可以降低监控人员的工作量，并提高设备的工作效果。

进一步，为了使测斜仪准确到达首次测量高度，在存储单元中还存储有导向轮的第三设定转速和导向轮的第三设定转动时间，步骤（10）和步骤（13）中，控制导向轮以第三设定转速进行转动，当达到第三设定转动时间时，测斜仪到达首次测量高度。

进一步，该测量控制系统还包括连接在中央处理单元上的功率检测器，该功率检测器用于检测第一电机的输入功率；

当首次测量位置位于地下管的底部时，步骤（10）和步骤（13）中，在测斜仪的下沉过程中，检测第一电机的输入功率，当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于设定功率时，判定测斜仪到达地下管的底部，即测斜仪到达首次测量高度。

对于首次测量高度位于测斜管的底部时，采用上述方法也可以准确地判断测斜仪是否到达测斜管的底部，即是否到达地下管的底部。

其次，本申请还提供一种倾斜度测量方法，其采用上述的测斜机器人进行，其为第一测量方法和第二测量方法中的任意一种；

该第一测量方法包括如下步骤：

（1）中央处理单元接受外部输入的启动命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从上向下进行检测；

（2）通过位置检测单元检测测斜仪是否位于转向管内；当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（3）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（3）；

（3）启动第一电机，使第一电机正转，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间进行转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（4）使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；当测斜仪位于转向管内时，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（5）再次启动第一电机，使第一电机正转，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据；

（6）使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（7）停止工作，等待下次外部输入命令；

（8）中央处理单元接受外部输入的启动命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从下向上进行检测；

（9）通过位置检测单元检测测斜仪是否位于转向管内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（10）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（10）；

（10）启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量高度；

（11）使第一电机反转，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间进行转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（12）使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；当测斜仪位于转向管内时，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（13）再次向第一电机控制单元发出命令，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量位置；

（14）再次启动第一电机，使第一电机反转，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（15）使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（16）停止工作，等待下次外部输入命令。

在本倾斜度测量方法中，设置了两种测量方法供选择，在具体的检测过程中，可以根据具体的需要进行选择。在两种测量方法程序中，均进行了两次测量，检测结果以两次检测的平均值为最终检测值，并且在两次测量过程中，测斜仪被转动 180°，从而使检测数据更加准确，单次检测中，存在零漂及仪器装配误差，采用两次检测可以很好地消除这种误差。

进一步，为了保持测斜组件的正常工作，该测斜仪包括倾角检测部和电池模块，在地面设置有无线充电模块，该无线充电模块用于向电池模块无线充电，该电池模块与倾角检测部连接；

倾角检测部包括倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器、加速度传感器和微处理器，该倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器均分别与微处理器连接；该 LORA 无线数据传输器与外部的远程服务器相连接，并用于向该远程服务器发送数据；其中：

倾角传感器，用于检测倾斜数据，并将数据存储到数据存储模块中；

加速度传感器，用于检测测斜的加速度；

微处理器，用于协调倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器的工作；

在步骤（3）和步骤（5）中，当加速度传感器检测到向下的加速度为零，并持续第一设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第一设定时间少于导向轮两次转动之间的设定停止时间；

在步骤（11）和步骤（14）中，当加速度传感器检测到向上的加速度为零，并持续第二设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第二设定时间少于导向轮两次转动之间的第二设定停止时间。

本申请中，设置了数据存储模块，在检测过程中，所获得的检测数据被临时存储在存储模块中，在测斜仪上升到测斜管的顶部时，再通过 LORA 无线数据传输器将检测数据发送到外部的远程服务器中，避免测斜仪位于地下时，由于受到信号屏蔽而无法将数据向外发送的弊

端，利用 LORA 无线数据传输器来传输检测数据，可以减少数据线的排布，当本申请用于基坑的倾斜度检测时，数据线的减少可以降低对施工的影响。

加速度传感器的设置，能够使数据的检测更加准确和具有可控性，在目前，测斜数据的检测基本上依靠倾角传感器来检测大量的数据，取数据稳定的部分作为最终的检测数据，这种检测方法虽然能够对倾斜度进行检测，但是需要对大量的检测数据进行处理，不但增加了处理器的运算量，且无法对检测过程进行精准的控制，本申请中利用加速度传感器来确定检测的时间点，减少检测次数，由此可减少检测数据的处理，提高检测效果，也提高检测精准度，在此基础上，能够根据所选择设备的具体处理能力，来设定恰当的检测速度，提高设备的使用效率，同时也可以根据具体的检测精度要求，来选择适当的检测设备，以控制检测费用。

附图说明

图 1 是本发明的一种实施例的结构示意图。

图 2 是图 1 的左视图。

图 3 是图 1 中 A-A 向的放大图。

图 4 是图 1 中 B 部分的放大图。

图 5 是图 1 中 C 部分的放大图。

图 6 是测量控制系统图。

图 7 是测斜组件的系统图。

具体实施方式

以下首先对测斜机器人进行说明。

参阅图 1-图 5， 该测斜机器人包括测斜管、测斜部和驱动装置。

该测斜管包括沿竖直方向延伸的地下管 11 和设置在地下管上侧的转向管 16，在转向管外套设有一外套管 63，该转向管转动自如地安装在外套管内。地下管和转向管上下连通。

该测斜部包括测斜仪 30，该测斜仪 30 包括防护管 31、安装在该防护管内的测斜组件，在防护管 31 的外侧安装有两组滚轮，该防护管 31 具有沿竖直方向延伸的第一中心轴线 311。

在竖直方向上，转向管的长度至少要使测斜仪的两组滚轮全部位于转向管内。

本实施例中，每组滚轮均包括沿竖直方向设置的两个滚轮 32，其中一组滚轮中的每个滚轮均与另一组滚轮中的一个滚轮在竖直方向上相对。每组滚轮中的两个滚轮均对称地布置在防护管的外侧。

在地下管 11 的内壁上设置有两条用于卡持该滚轮的第一导向槽 12，在转向管 16 的内壁上设置有两条用于卡持该滚轮的第二导向槽 18，第一导向槽 12 和第二导向槽 18 均沿竖直方

向延伸。其中两条第一导向槽对称地设置在地下管的内壁上，两条第二导向槽对称地设置在转向管的内壁上，两条第一导向槽能够分别与一条第二导向槽相连通，使滚轮能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内。当转向管转动 180° 时，两条第一导向槽仍能够分别与一条第二导向槽相连通，使滚轮仍能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内。

即，地下管内的第一导向槽的数量被设置为：保持测斜仪的位置不动，当转向管绕第一中心轴线转动 180° 时，滚轮仍能够卡持在第一导向槽内；该第一导向槽能够与第二导向槽相连通，使滚轮能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内，且在转向管转动 180° 时，滚轮仍能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内。

本实施例中，第一导向槽和第二导向槽的数量均与每组滚轮中的滚轮数量相同，可以理解，在其他实施例中，第一导向槽和第二导向槽的数量还可以多于每组滚轮中的数量，以便于利用同一测斜管测量不同方向的倾斜度，

可以理解，在其他实施例中，每组滚轮还可以包括沿周向均匀地设置在防护管上的四个或六个滚轮等偶数个滚轮，但不宜设置太多数量的滚轮或奇数个滚轮，滚轮数量太多，除增加成本外，已无其它益处。奇数个滚轮，需要设置更多数量的第一导向槽，才能够使转向管在转动 180° 时，滚轮仍能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内。

该驱动装置包括升降部和转向部，该升降部包括安装在支撑台 51 上的绞盘 53、导向轮 54 和用于驱动该绞盘转动的第一电机 52；在该绞盘 53 上缠绕有牵引绳 55，该牵引绳 55 经导向轮 54 连接到防护管 3 上，在第一电机 52 的驱动下，该绞盘能够经牵引绳 55 带动测斜仪 30 在测斜管内沿上下方向往复移动，并带动导向轮转动 54。该转向部包括安装在支撑台上的用于驱动转向管转动的第二电机 42。该第一电机和第二电机均为步进电机，可以理解，在其他实施例中， 第一电机和第二电机还可以为伺服电机，或两者中的一者为步进电机，另一者为伺服电机。

本实施例中，第二电机 42 的输出轴沿竖直方向向下延伸，在第二电机的输出轴上安装有第一带轮 43，在转向管 16 的外壁上固定安装有第二带轮 19，同步带 44 环绕在第一带轮 43 和第二带轮 19 上。

在地面埋设有对中法兰 61，该对中法兰 61 包括具有中心孔的法兰盘 611，该法兰盘 611 沿水平方向延伸，在该法兰盘 611 的上侧设置有呈环状的限位环 612，该限位环由法兰盘的上表面 614 向上突出而形成，外套管固定支撑在法兰盘的上表面 614 上，并抵靠在限位环的内周面 613 上，该限位环的内周面和中心孔均与外套管同轴设置。地脚螺栓 62 将对中法兰固定在地面。为避免外套管产生倾斜，本实施例中，外套管 63 经连接板 511 固定连接支撑台 51 上。

该限位环形成为定位部，即在该对中法兰的上侧面上设置定位部，该外套管固定卡持在定位部上。也即，该外套管 63 经对中法兰间接固定在地面上，可以理解，在其他实施中，还可以利用连接件或混凝土将外套管 63 直接固定在地面上。

请参阅图 4 和图 5，地下管、转向管和外套管同轴设置，且转向管设置在地下管的正上方。第一中心轴线 311 成为地下管、转向管和外套管的共同的中心轴线。

外套管 63 的上端的内壁沿径向向外凹陷形成上扩径部 631，使外套管的上端的内壁形成一朝向上方的上台阶部 632；外套管 63 的下端的内壁沿径向向外凹陷形成下扩径部 636，使外套管的下端的内壁形成一朝向下方的下台阶部 637。

上角接触轴承 67 套设在转向管 16 的上端，并抵压在上台阶部上，上抱箍 66 紧密地固定在转向管的上端，该上抱箍 66 将上角接触轴承 67 紧密地抵压在上台阶部上。 该上抱箍 66 形成为上固定件。下角接触轴承 64 套设在转向管 16 的下端，并抵压在下台阶部上，下抱箍 65 紧密地固定在转向管的下端，该下抱箍 65 将下角接触轴承 64 紧密地抵压在下台阶部上。该下抱箍 65 形成为下固定件。

上角接触轴承 67 和下角接触轴承 64 使转向管转动自如地安装外套管上。

即，在上固定件与上台阶部之间安装有上角接触轴承；在下固定件与下台阶部之间安装有下角接触轴承，使转向管转动自如地安装外套管上。

为避免转向管与地下管产生摩擦，影响转向管的灵活性，在本实施例中，在转向管的下端面 17 与地下管的上端面 13 之间具有间隙，该间隙具体为 1mm。可以理解，在其他实施例中，转向管与地下管之间的间隙还可以为 0.8 mm、0.9mm、1.1mm 或 1.2mm，当然有可以为 0.8-1.2mm 之间的其他数据。

请参阅图 6，在本实施例中，该测斜机器人还包括测量控制系统 700，该测量控制系统 700 包括中央处理单元 701，与中央处理单元 701 连接的第一电机控制单元 702、第二电机控制单元 703 和存储单元 704，在该中央处理单元上还连接有导向轮速度检测单元 705、位置检测单元 706 和功率检测器 709。 其中：

第一电机控制单元，接受中央处理单元的控制，并控制第一电机的运转。

第二电机控制单元，接受中央处理单元的控制，并控制第二电机的运转。

存储单元，存储有测斜方式和设定控制数据，该设定控制数据包括第一组控制数据和第二组控制数据，其中第一组控制数据包括导向轮的第一设定转速、导向轮的第一设定转动时间、导向轮的第一设定转动次数、导向轮两次转动之间的第一设定停止时间。

第二组控制数据包括导向轮的第二设定转速、导向轮的第二设定转动时间、导向轮的第二设定转动次数、导向轮两次转动之间的第二设定停止时间、首次测量高度。

可以理解，在其他实施例中，设定控制数据可以仅包括第一组控制数据或仅包括第二组控制数据。

本实施例中，测斜方式包括从上向下进行检测或从下向上进行检测两种检测方式。可以理解，在其他实施例中，测斜方式可以进包括从上向下进行检测或仅包括从下向上进行检测。

导向轮速度检测单元，用于检测导向轮的转速，并将转速发送到中央处理单元。位置检测单元，用于检测测斜仪是否位于转向管内，并将检测结果输送到中央处理单元；该位置检测单元包括安装在旋转管内的霍尔开关和安装在测斜仪上的磁铁，该霍尔开关连接到中央处理单元上。

导向轮的第一设定转速和第二设定转速均为能够使测斜仪以0.05/秒的速度在竖直方向上移动，导向轮的第一设定转动时间和第二设定转动时间均为10秒，导向轮的第一设定转动次数和第二设定转动次数均为10次，导向轮两次转动之间的第一设定停止时间和第二设定停止时间均为15秒。

当然，在其他实施例中，导向轮的第一设定转速和第二设定转速还可以不同，例如可以将导向轮的第一设定转速设定为能够使测斜仪以0.04/秒的速度在竖直方向上移动，而将导向轮的第二设定转速设定为能够使测斜仪以0.09/秒的速度在竖直方向上移动。

导向轮的第一设定转动时间和第二设定转动时间也可以不同，例如导向轮的第一设定转动时间为8秒，第二设定转动时间为15秒。

导向轮的第一设定转动次数和第二设定转动次数也可以不同，例如导向轮的第一设定转动次数为8次，第二设定转动次数20次。

导向轮两次转动之间的第一设定停止时间和第二设定停止时间也可以不同，例如导向轮两次转动之间的第一设定停止时间为12秒，第二设定停止时间为19秒。

上述各数据的设定均为示例性的，在具体的操作中，可以根据不同的要求进行具体的设定。

导向轮速度检测单元705，用于检测导向轮54的转速，并将转速发送到中央处理单元；本实施例中，导向轮速度检测单元705为旋转编码器（具体型号）。

位置检测单元706，用于检测测斜仪30是否位于转向管16内，并将检测结果输送到中央处理单元；该位置检测单元706包括安装在旋转管的内壁上的霍尔开关707和安装在测斜仪上的磁铁708，该磁铁具体安装在防护管31的内壁上，该霍尔开关连接到中央处理单元701上。

该功率检测器用于检测第一电机的输入功率。其中的功率检测器为一电力表。

中央处理单元701，用于执行第一程序和第二程序中的任意一种；

该第一程序包括如下步骤：

（1）接收位置检测单元708的检测数据和外部输入命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从上向下进行检测；

（2）接收位置检测单元 708 的霍尔开关的检测数据，通过位置检测单元 706 的检测数据检测测斜仪 30 是否位于转向管 16 内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（3）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（3）。

（3）向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间进行转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（4）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；

当位置检测单元检测到测斜仪位于转向管内时，向中央处理单元发出检测结果，中央处理单元向第二电机控制单元发出命令，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（5）再次向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（6）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；向第二电机控制单元发出命令，使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（7）停止工作，等待下次外部输入命令；

该第二程序包括如下步骤：

（8）接收位置检测单元 708 的检测数据和外部输入命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从下向上进行检测；

（9）接收位置检测单元 708 的霍尔开关的检测数据，通过位置检测单元 706 的检测数据检测测斜仪 30 是否位于转向管 16 内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（10）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（10）。

（10）向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量高度；

（11）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间进行转动，直到完成第二设定

转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（12）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；

当位置检测单元检测到测斜仪位于转向管内时，向中央处理单元发出检测结果，中央处理单元向第二电机控制单元发出命令，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（13）再次向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量位置；

（14）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（15）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；向第二电机控制单元发出命令，使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（16）停止工作，等待下次外部输入命令。

请参阅图 7，在本实施例中，该测斜组件 800 包括倾角检测部 810 和电池模块 820，在地面设置有无线充电模块 830，该无线充电模块 830 用于向电池模块 820 无线充电，该电池模块与倾角检测部连接，用于向倾角传感部供电。

倾角检测部 810 包括倾角传感器 802、数据存储模块 804、LORA 无线数据传输器 803、加速度传感器 805 和微处理器 801，该倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器均分别与微处理器连接。该LORA无线数据传输器与外部的远程服务器850相连接，并用于向该远程服务器 850 发送数据。其中：

倾角传感器，用于检测倾斜数据，并将数据存储到数据存储模块中。倾角传感器具体采用 MPU-6050 倾角传感器，该倾角传感器整合了三轴加速度器和三轴陀螺仪，通过读取传感器的三轴加速度、三轴角速度等原始数据，运用姿态动力学核心算法，结合高动态卡尔曼滤波融合算法，解算出实时稳定的三轴姿态角度。

加速度传感器，用于检测测斜的加速度。加速度传感器集成在 MPU-6050 芯片中。

微处理器，用于协调倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器的工作。微处理器采用 STM32F103 系列的芯片，微处理器作为整个测斜传感器的核心，控制倾角的测量、数据的存储和无线通信。

数据存储模块 804 为 AT24C04 芯片。

LORA 无线数据传输器 803 为 SX1268 芯片，该芯片是一款远距离、低功耗的无线收发器，是一款高性能的物联网无线收发器。

电池模块 820，包括可充电电池 808 和连接在可充电电池上的 T3168 芯片 807，该 T3168 芯片为充电接收端，用于接收无线充电模块所发出的电能。无线充电模块为 XKT-510 芯片，该无线充电模块为充电发射端。使用 XKT-510 芯片与作为可充电电池的充电电路 T3168 芯片配合，用于给可充电电池进行充电。

在步骤（3）和步骤（5）中，当加速度传感器检测到向下的加速度为零，并持续第一设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第一设定时间少于导向轮两次转动之间的设定停止时间。第一设定时间为 11 秒。

在步骤（11）和步骤（14）中，当加速度传感器检测到向上的加速度为零，并持续第二设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第二设定时间少于导向轮两次转动之间的第二设定停止时间。第一设定时间为 12 秒。

当测斜仪进入到转向管内时，无线充电模块向电池模块进行无线充电。

在检测过程中，当第一电机出现断电情况时，在第一电机恢复供电后，使第一电机正转，将测斜仪沿测斜管下降，检测第一电机的输入功率，当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于设定功率时，判定测斜仪到达地下管的底部，然后使第一电机反转，将测斜仪提升到转向管内，然后根据侧斜方式执行相应的步骤：

当测斜方式为从上向下进行检测时，然后执行步骤（2）-步骤（7）；

当测斜方式为从下向上进行检测时，然后执行步骤（98）-步骤（16）。

本实施例中，优选当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于设定功率的 20%时，判定测斜仪到达地下管的底部，具体在本实施例中，第一电机的设定功率为 10W，当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于 2W 时，判定测斜仪到达地下管的底部。

在存储单元中还存储有导向轮的第三设定转速和导向轮的第三设定转动时间，步骤（10）和步骤（13）中，控制导向轮以第三设定转速进行转动，当达到第三设定转动时间时，测斜仪到达首次测量高度。

或者，该测量控制系统还包括连接在中央处理单元上的功率检测器，该功率检测器用于检测第一电机的输入功率；

当首次测量位置位于地下管的底部时，步骤（10）和步骤（13）中，在测斜仪的下沉过程中，检测第一电机的输入功率，当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于设定功率时，判定测斜仪到达地下管的底部，即测斜仪到达首次测量高度。

以下对倾斜度测量方法进行说明。

该倾斜度测量方法具体采用上述的测斜机器人进行，在本实施例中，具体采用第一测量方法，包括如下步骤：

（1）中央处理单元接受外部输入的启动命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从上向下进行检测；

（2）通过位置检测单元检测测斜仪是否位于转向管内；当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（3）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（3）；

（3）启动第一电机，使第一电机正转，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间进行转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（4）使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；当测斜仪位于转向管内时，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（5）再次启动第一电机，使第一电机正转，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据；

（6）使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（7）停止工作，等待下次外部输入命令。

在该第一测量方法中，该测斜仪包括倾角检测部和电池模块，在地面设置有无线充电模块，该无线充电模块用于向电池模块无线充电，该电池模块与倾角检测部连接；

倾角检测部包括倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器、加速度传感器和微处理器，该倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器均分别与微处理器连接；该 LORA 无线数据传输器与外部的远程服务器相连接，并用于向该远程服务器发送数据；其中：

倾角传感器，用于检测倾斜数据，并将数据存储到数据存储模块中；

加速度传感器，用于检测测斜的加速度；

微处理器，用于协调倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器的工作。

在步骤（3）和步骤（5）中，当加速度传感器检测到向下的加速度为零，并持续第一设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第一设定时间少于导向轮两次转动之间的设定停止时间。

可以理解，在另一实施例中，该倾斜度测量方法还可以采用第二测量方法，包括如下步骤：

（8）中央处理单元接受外部输入的启动命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从下向上进行检测；

（9）通过位置检测单元检测测斜仪是否位于转向管内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（9）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（9）；

（10）启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量高度；

（11）使第一电机反转，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间进行转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（12）使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；当测斜仪位于转向管内时，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（13）再次向第一电机控制单元发出命令，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量位置；

（14）再次启动第一电机，使第一电机反转，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（15）使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（16）停止工作，等待下次外部输入命令。

在第二测量方法中，该测斜仪也包括倾角检测部和电池模块，在地面设置有无线充电模块，该无线充电模块用于向电池模块无线充电，该电池模块与倾角检测部连接；

倾角检测部包括倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器、加速度传感器和微处理器，该倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器均分别与微处理器连接；该 LORA 无线数据传输器与外部的远程服务器相连接，并用于向该远程服务器发送数据；其中：

倾角传感器，用于检测倾斜数据，并将数据存储到数据存储模块中；

加速度传感器，用于检测测斜的加速度；

微处理器，用于协调倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器的工作。

在步骤（11）和步骤（14）中，当加速度传感器检测到向上的加速度为零，并持续第二设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第二设定时间少于导向轮两次转动之间的第二设定停止时间。

权利要求书

1、一种测斜机器人，其特征在于，包括测斜管、测斜部和驱动装置；

该测斜管包括沿竖直方向延伸的地下管和设置在地下管上侧的转向管，在转向管外套设有外套管，该转向管转动自如地安装在外套管内，地下管和转向管上下连通；

该测斜部包括测斜仪，该测斜仪包括防护管、安装在该防护管内的测斜组件，在防护管的外侧安装有滚轮，该防护管具有沿竖直方向延伸的第一中心轴线；

在地下管的内壁上设置有用于卡持该滚轮的第一导向槽，该第一导向槽沿竖直方向延伸；在转向管的内壁上设置有用于卡持该滚轮的第二导向槽，该第二导向槽沿竖直方向延伸；地下管内的第一导向槽的数量被设置为：保持测斜仪的位置不动，当转向管绕第一中心轴线转动 180° 时，滚轮仍能够卡持在第一导向槽内；该第一导向槽能够与第二导向槽相连通，使滚轮能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内，且在转向管转动 180° 时，滚轮仍能够沿第一导向槽进入到第二导向槽内。

该驱动装置包括升降部和转向部，该升降部包括安装在支撑台上的绞盘、导向轮和用于驱动该绞盘转动的第一电机；在该绞盘上缠绕有牵引绳，该牵引绳经导向轮连接到防护管上，在第一电机的驱动下，该绞盘能够经牵引绳带动测斜仪在测斜管内沿上下方向往复移动，并带动导向轮转动；该转向部包括安装在支撑台上的用于驱动转向管转动的第二电机；

该第一电机和第二电机均为步进电机或伺服电机。

2、根据权利要求 1 所述的测斜机器人，其特征在于，

该外套管固定在地面上；外套管的上端的内壁沿径向向外凹陷形成上扩径部，使外套管的上端的内壁形成一朝向上方的上台阶部；外套管的下端的内壁沿径向向外凹陷形成下扩径部，使外套管的下端的内壁形成一朝向下方的下台阶部；上固定件套装在转向管的上端，在上固定件与上台阶部之间安装有上角接触轴承；下固定件套装在转向管的下端，在下固定件与下台阶部之间安装有下角接触轴承，使转向管转动自如地安装外套管上；

地下管、转向管和外套管同轴设置，且转向管设置在地下管的正上方。

3、根据权利要求 2 所述的测斜机器人，其特征在于，在转向管与地下管之间具有间隙。

4、根据权利要求 1 所述的测斜机器人，其特征在于，在地面埋设有对中法兰，在该对中法兰的上侧面上设置定位部，该外套管固定卡持在定位部上。

5、根据权利要求 1 所述的测斜机器人，其特征在于，

还包括测量控制系统，该测量控制系统包括中央处理单元，与中央处理单元连接的第一电机控制单元、第二电机控制单元和存储单元，在该中央处理单元上还连接有导向轮速度检测单元和位置检测单元；其中：

第一电机控制单元，接受中央处理单元的控制，并控制第一电机的运转；

第二电机控制单元，接受中央处理单元的控制，并控制第二电机的运转；

存储单元，存储有测斜方式和设定控制数据，该设定控制数据为第一组控制数据和第二组控制数据两者中的至少之一者，其中第一组控制数据包括导向轮的第一设定转速、导向轮的第一设定转动时间、导向轮的第一设定转动次数、导向轮两次转动之间的第一设定停止时间；

第二组控制数据包括导向轮的第二设定转速、导向轮的第二设定转动时间、导向轮的第二设定转动次数、导向轮两次转动之间的第二设定停止时间、首次测量高度；

该测斜方式为从上向下进行检测或从下向上进行检测两种检测方式中的任意一种；

导向轮速度检测单元，用于检测导向轮的转速，并将转速发送到中央处理单元；

位置检测单元，用于检测测斜仪是否位于转向管内，并将检测结果输送到中央处理单元；该位置检测单元包括安装在旋转管内的霍尔开关和安装在测斜仪上的磁铁，该霍尔开关连接到中央处理单元上；

中央处理单元，用于执行第一程序和第二程序中的任意一种；

该第一程序包括如下步骤：

（1）接收位置检测单元的检测数据和外部输入命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从上向下进行检测；

（2）通过位置检测单元的检测数据检测测斜仪是否位于转向管内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（3）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（3）；

（3）向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间进行转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（4）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；

当位置检测单元检测到测斜仪位于转向管内时，向中央处理单元发出检测结果，中央处理单元向第二电机控制单元发出命令，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（5）再次向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（6）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；向第二电机控制单元发出命令，使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（7）停止工作，等待下次外部输入命令；

该第二程序包括如下步骤：

（8）接收位置检测单元的检测数据和外部输入命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从下向上进行检测；

（9）通过位置检测单元的检测数据检测测斜仪是否位于转向管内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（10）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（10）；

（10）向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量高度；

（11）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间进行转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（12）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；

当位置检测单元检测到测斜仪位于转向管内时，向中央处理单元发出检测结果，中央处理单元向第二电机控制单元发出命令，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（13）再次向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量位置；

（14）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机反转，根据导向轮速度检测单元所检测到的导向轮的转速，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（15）向第一电机控制单元发出命令，使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；向第二电机控制单元发出命令，使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（16）停止工作，等待下次外部输入命令。

6、根据权利要求 5 所述的测斜机器人，其特征在于，

该测斜组件包括倾角检测部和电池模块，在地面设置有无线充电模块，该无线充电模块用于向电池模块无线充电，该电池模块与倾角检测部连接，用于向倾角传感部供电；

倾角检测部包括倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器、加速度传感器和微处理器，该倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器均分别与微处理器连接；该 LORA 无线数据传输器与外部的远程服务器相连接，并用于向该远程服务器发送数据；其中：

倾角传感器，用于检测倾斜数据，并将数据存储到数据存储模块中；

加速度传感器，用于检测测斜的加速度；

微处理器，用于协调倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器的工作；

在步骤（3）、步骤（5）中，当加速度传感器检测到向下的加速度为零，并持续第一设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第一设定时间少于导向轮两次转动之间的第一设定停止时间；

在步骤（11）和步骤（14）中，当加速度传感器检测到向上的加速度为零，并持续第二设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第二设定时间少于导向轮两次转动之间的第二设定停止时间。

7、根据权利要求 6 所述的测斜机器人，其特征在于，

当测斜仪进入到转向管内时，无线充电模块向电池模块进行无线充电。

8、根据权利要求 5 所述的测斜机器人，其特征在于，

该测量控制系统还包括连接在中央处理单元上的功率检测器，该功率检测器用于检测第一电机的输入功率；

在检测过程中，当第一电机出现断电情况时，在第一电机恢复供电后，使第一电机正转，将测斜仪沿测斜管下降，检测第一电机的输入功率，当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于设定功率时，判定测斜仪到达地下管的底部，然后使第一电机反转，将测斜仪提升到转向管内，然后根据侧斜方式执行相应的步骤：

当测斜方式为从上向下进行检测时，然后执行步骤（2）-步骤（7）；

当测斜方式为从下向上进行检测时，然后执行步骤（9）-步骤（16）。

9、根据权利要求 5 所述的测斜机器人，其特征在于，

在存储单元中还存储有导向轮的第三设定转速和导向轮的第三设定转动时间，步骤（10）和步骤（13）中，控制导向轮以第三设定转速进行转动，当达到第三设定转动时间时，测斜仪到达首次测量高度。

10、根据权利要求 5 所述的测斜机器人，其特征在于，

该测量控制系统还包括连接在中央处理单元上的功率检测器，该功率检测器用于检测第一电机的输入功率；

当首次测量位置位于地下管的底部时，步骤（10）和步骤（13）中，在测斜仪的下沉过程中，检测第一电机的输入功率，当功率检测器检测到第一电机的输入功率低于设定功率时，判定测斜仪到达地下管的底部，即测斜仪到达首次测量高度。

11、一种倾斜度测量方法，其采用权利要求 5 所述的测斜机器人进行，其特征在于，包括第一测量方法和第二测量方法中的任意一种；

该第一测量方法包括如下步骤：

（1）中央处理单元接受外部输入的启动命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从上向下进行检测；

（2）通过位置检测单元检测测斜仪是否位于转向管内；当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（3）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（3）；

（3）启动第一电机，使第一电机正转，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间进行转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（4）使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；当测斜仪位于转向管内时，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（5）再次启动第一电机，使第一电机正转，控制第一电机，使导向轮依照第一设定转速、第一设定转动时间和导向轮两次转动之间的第一设定停止时间转动，直到完成第一设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向下移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据；

（6）使第一电机反转，将测斜仪向上提升到转向管内；使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（7）停止工作，等待下次外部输入命令；

该第二程序包括如下步骤：

（8）中央处理单元接受外部输入的启动命令，该外部输入命令包括测斜方式，该测斜方式为从下向上进行检测；

（9）通过位置检测单元检测测斜仪是否位于转向管内，当测斜仪不位于转向管内时，向第一电机控制单元发出命令，启动第一电机，将测斜仪提升到转向管内，然后执行步骤（9）；或当测斜仪位于转向管内时，执行步骤（9）；

（10）启动第一电机，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量高度；

（11）使第一电机反转，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间进行转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第一次倾角数据检测；

（12）使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；当测斜仪位于转向管内时，使第二电机正转，带动转向管正转 180°，带动测斜仪正转 180°；

（13）再次向第一电机控制单元发出命令，使第一电机正转，将测斜仪下沉到首次测量位置；

（14）再次启动第一电机，使第一电机反转，控制第一电机，使导向轮依照第二设定转速、第二设定转动时间和导向轮两次转动之间的第二设定停止时间转动，直到完成第二设定转动次数；牵引绳带动测斜仪向上移动，在导向轮每次停止转动后，测斜仪记录倾角数据，完成第二次倾角数据检测；

（15）使第一电机保持反转，将测斜仪向上提升到转向管内；使第二电机反转，带动转向管反转 180°，带动测斜仪反转 180°；

（16）停止工作，等待下次外部输入命令。

12、根据权利要求 11 所述的倾斜度测量方法，其特征在于，

该测斜仪包括倾角检测部和电池模块，在地面设置有无线充电模块，该无线充电模块用于向电池模块无线充电，该电池模块与倾角检测部连接；

倾角检测部包括倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器、加速度传感器和微处理器，该倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器均分别与微处理器连接；该 LORA 无线数据传输器与外部的远程服务器相连接，并用于向该远程服务器发送数据；其中：

倾角传感器，用于检测倾斜数据，并将数据存储到数据存储模块中；

加速度传感器，用于检测测斜的加速度；

微处理器，用于协调倾角传感器、数据存储模块、LORA 无线数据传输器和加速度传感器的工作；

在步骤（3）和步骤（5）中，当加速度传感器检测到向下的加速度为零，并持续第一设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第一设定时间少于导向轮两次转动之间的设定停止时间；

在步骤（11）和步骤（14）中，当加速度传感器检测到向上的加速度为零，并持续第二设定时间后，倾角传感器进行检测数据采集，并将所采集到的数据存储在数据存储模块内，该第二设定时间少于导向轮两次转动之间的第二设定停止时间。

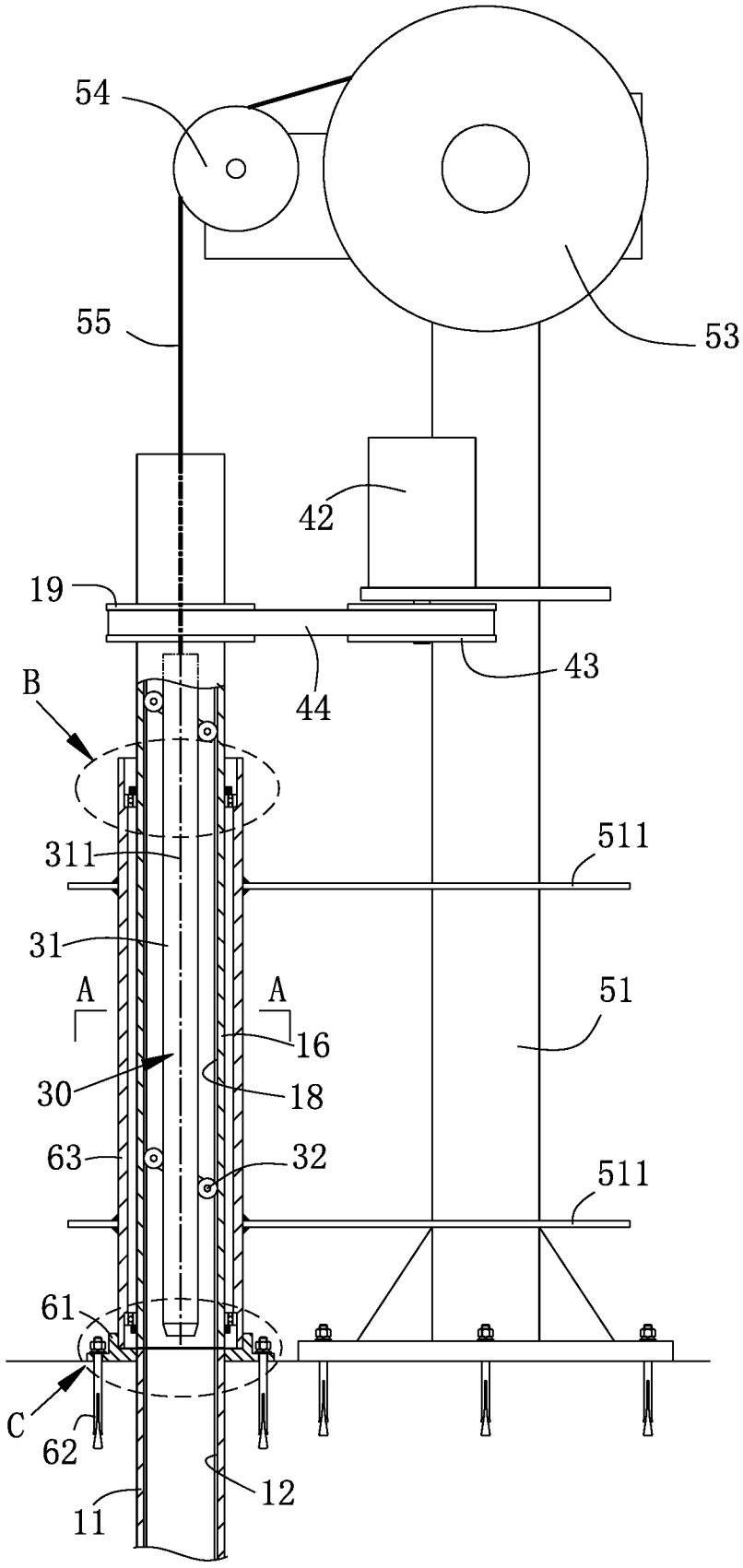


图 1

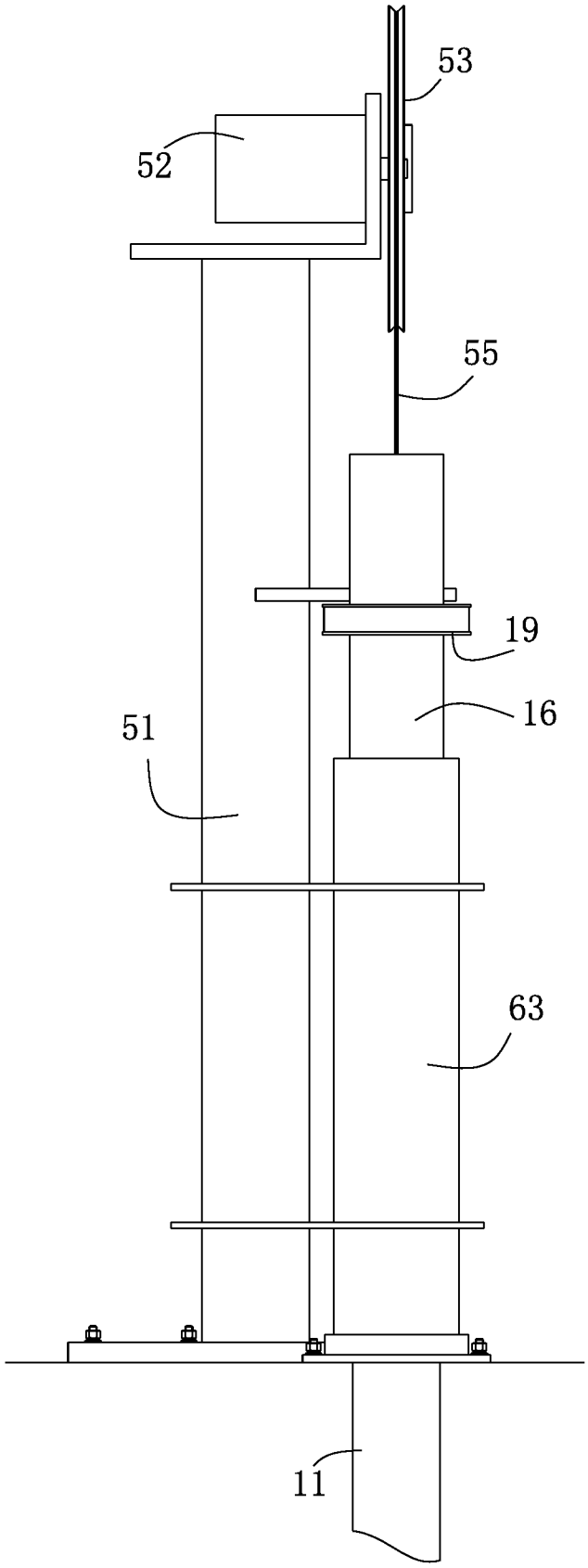


图 2

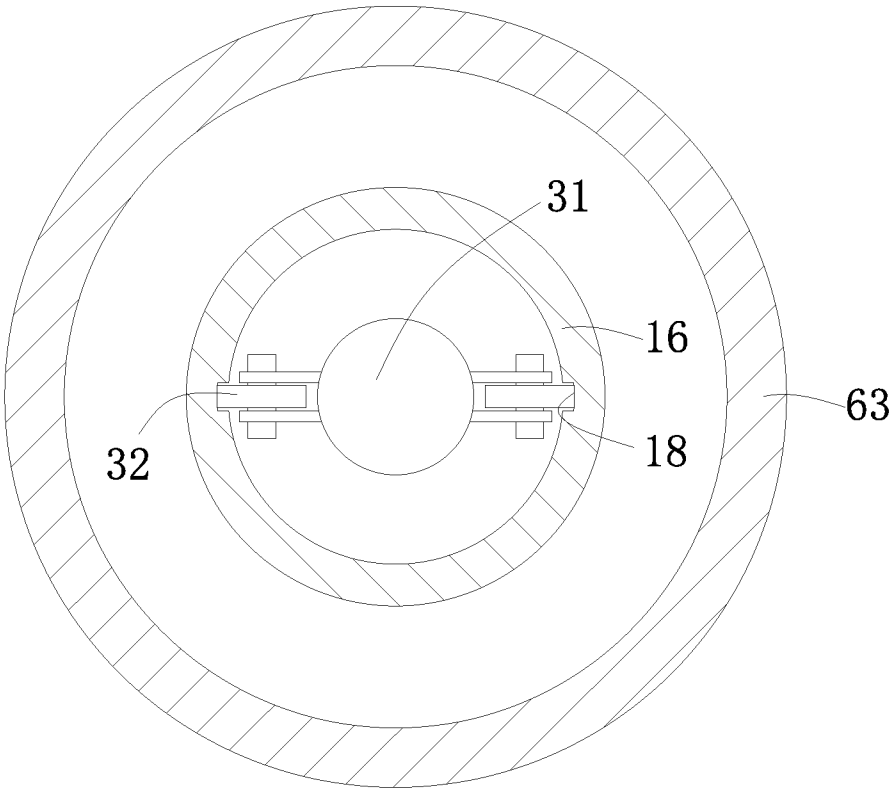


图 3

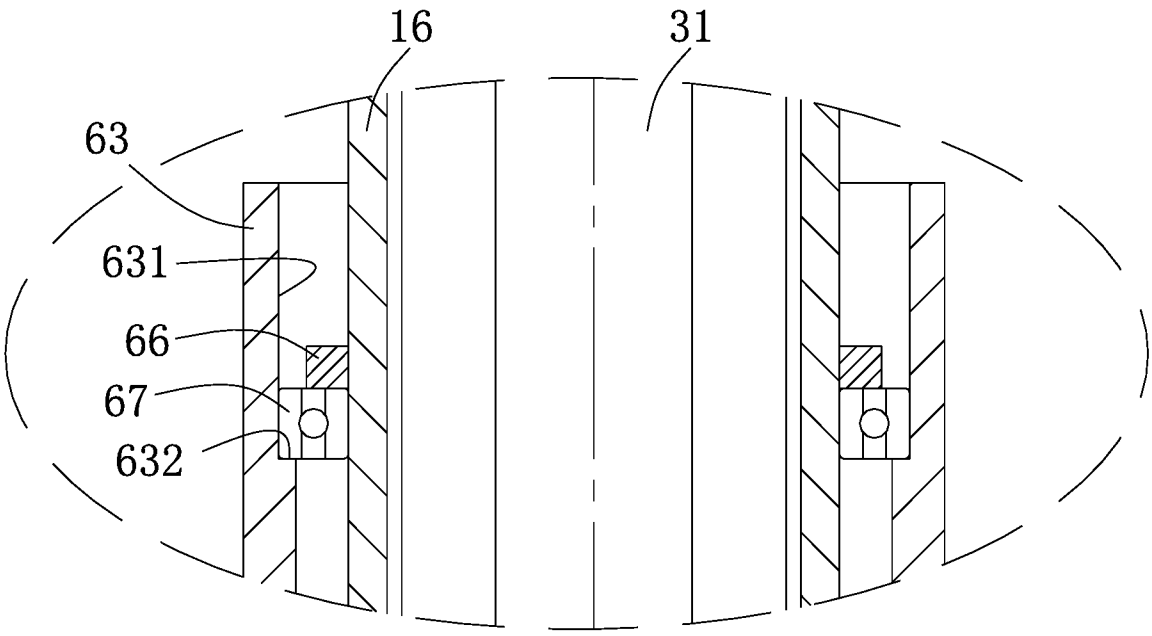


图 4

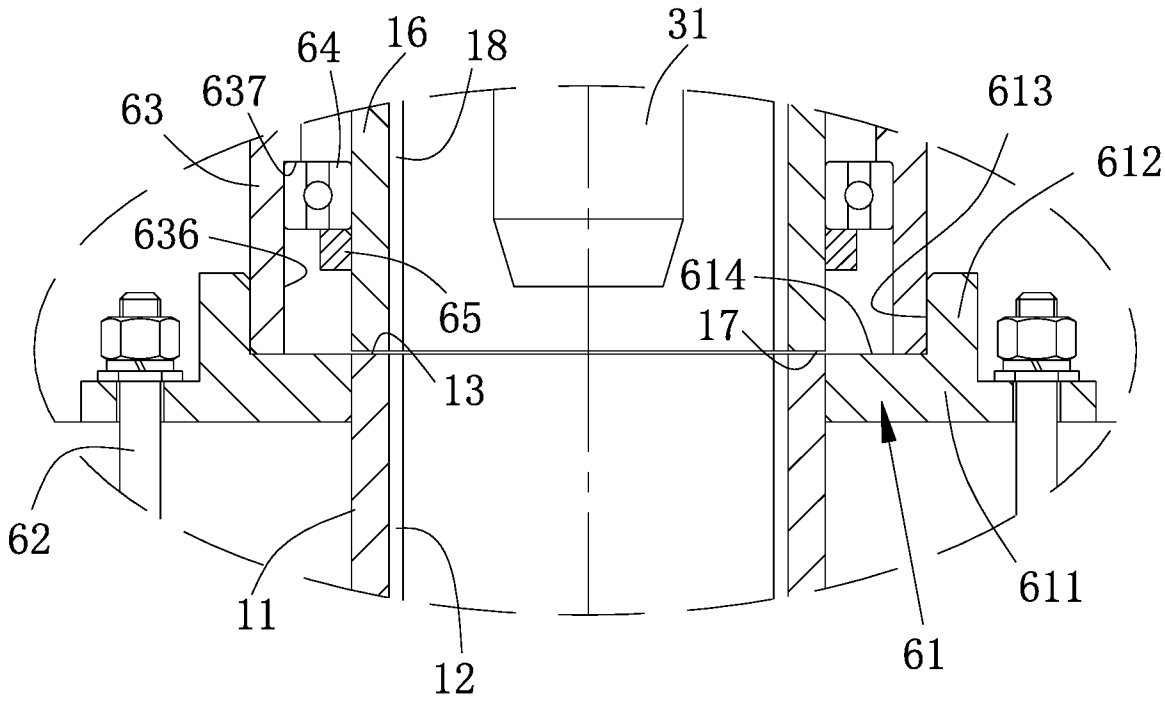

64
16
18
31
63
637
613
612
636
614
65
17
13
62
11
12
61
611

图 5

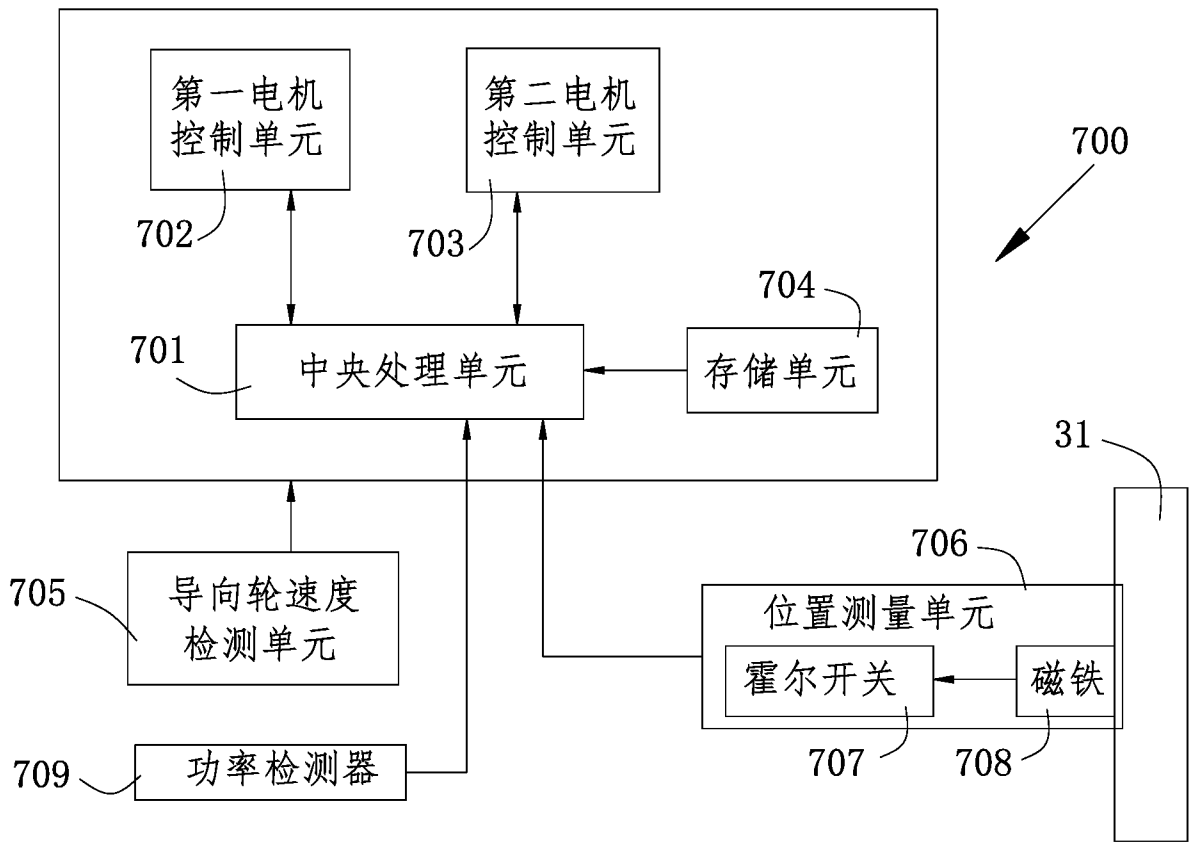

第一电机
控制单元
第二电机
控制单元
700
702
703
704
701
中央处理单元
存储单元
31
706
705
导向轮速度
检测单元
位置测量单元
霍尔开关
磁铁
709
功率检测器
707
708

图 6

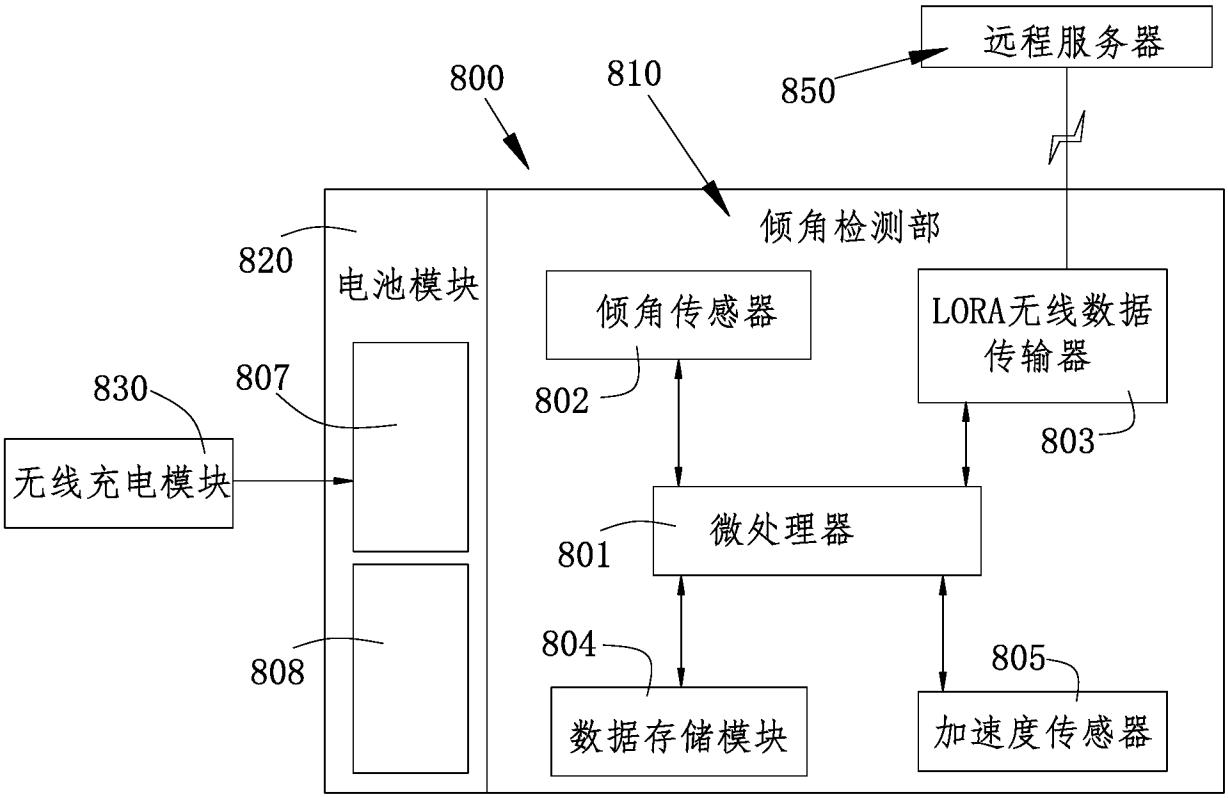

远程服务器
850
800
810
倾角检测部
820
电池模块
倾角传感器
LORA无线数据传输器
802
803
830
807
无线充电模块
微处理器
801
804
805
808
数据存储模块
加速度传感器

图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/120206

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 9/00(2006.01)i; G08C 17/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01C; G08C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 南京壹捌零安全科技有限公司 OR 南京深地智能建造技术研究院有限公司, 周洪军 OR 彭建华 OR 李仁民 OR 方雷, 测斜, 转向管 OR 旋转管, 外套管, 轮, 槽 OR 轨, 外 s 管 s 轴承, underground 3d inclinometer, rotat+ OR rotary, wheel?, slid+, bearing

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105937898 A (WUHAN CHANGAO EARTH ENGINEERING CO., LTD.) 14 September 2016 (2016-09-14) description, paragraphs [0036]-[0059], figure 1	1, 4-12
Y	CN 105937898 A (WUHAN CHANGAO EARTH ENGINEERING CO., LTD.) 14 September 2016 (2016-09-14) description, paragraphs [0036]-[0059], figure 1	2-3
Y	CN 202970700 U (CHONGQING HUAYU ELECTRIC METER MAIN PLANT) 05 June 2013 (2013-06-05) description, paragraphs [0010]-[0011], figure 1	2-3
X	CN 110306611 A (SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY) 08 October 2019 (2019-10-08) description, paragraphs [0022]-[0044], figures 1-4	1, 4-12
X	CN 210242774 U (CCCC-FHDI ENGINEERING CO., LTD.) 03 April 2020 (2020-04-03) description, paragraphs [0025]-[0040], figures 1-3	1, 4-12
X	CN 110359440 A (GUANGZHOU RISHENG GEOTECHNICAL CO., LTD.) 22 October 2019 (2019-10-22) description, paragraphs [0031]-[0078], figures 1-14	1, 4-12

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 May 2021	**18 June 2021**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111307116 A (HENAN ZHONGZHI GEOTECHNICAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 June 2020 (2020-06-19) entire document	1-12
A	CN 208635785 U (GUANGZHOU RISING GEOTECH CO., LTD. et al.) 22 March 2019 (2019-03-22) entire document	1-12
A	KR 101979292 B1 (DEOKBUN INC.) 16 May 2019 (2019-05-16) entire document	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/120206

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105937898	A	14 September 2016	CN	205748352	U	30 November 2016
CN	202970700	U	05 June 2013		None		
CN	110306611	A	08 October 2019	CN	110306611	B	12 January 2021
				CN	210621665	U	26 May 2020
CN	210242774	U	03 April 2020		None		
CN	110359440	A	22 October 2019	CN	110359440	B	10 April 2020
CN	111307116	A	19 June 2020	CN	211291431	U	18 August 2020
CN	208635785	U	22 March 2019		None		
KR	101979292	B1	16 May 2019		None		

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/120206

A. 主题的分类

G01C 9/00(2006.01)i; G08C 17/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01C; G08C

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC:南京壹捌零安全科技有限公司 OR 南京深地智能建造技术研究院有限公司，周洪军 OR 彭建华 OR 李仁民 OR 方雷，测斜，转向管 OR 旋转管，外套管，轮，槽 OR 轨，外 s 管 s 轴承，underground 3d inclinometer, rotat+ OR rotary, wheel?, slid+, bearing

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 105937898 A (武汉长澳大地工程有限公司) 2016年 9月 14日 (2016-09-14) 说明书第[0036]-[0059]，图1	1，4-12
Y	CN 105937898 A (武汉长澳大地工程有限公司) 2016年 9月 14日 (2016-09-14) 说明书第[0036]-[0059]，图1	2-3
Y	CN 202970700 U (重庆华渝电气仪表总厂) 2013年 6月 5日 (2013-06-05) 说明书第[0010]-[0011]，图1	2-3
X	CN 110306611 A (石家庄铁道大学) 2019年 10月 8日 (2019-10-08) 说明书第[0022]-[0044]，图1-4	1，4-12
X	CN 210242774 U (中交第四航务工程勘察设计院有限公司) 2020年 4月 3日 (2020-04-03) 说明书第[0025]-[0040]，图1-3	1，4-12
X	CN 110359440 A (广州日昇岩土科技有限公司) 2019年 10月 22日 (2019-10-22) 说明书第[0031]-[0078]，图1-14	1，4-12
A	CN 111307116 A (河南中智岩土科技有限公司) 2020年 6月 19日 (2020-06-19) 全文	1-12

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2021年 5月 28日	2021年 6月 18日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 尹眉 电话号码 86-(10)-53962626

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/120206

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 208635785 U (广州日昇岩土科技有限公司 等) 2019年 3月 22日 (2019-03-22) 全文	1-12
A	KR 101979292 B1 (DEOKBUN INC.) 2019年 5月 16日 (2019-05-16) 全文	1-12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/120206

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105937898	A	2016年 9月 14日	CN	205748352	U	2016年 11月 30日
CN	202970700	U	2013年 6月 5日		无		
CN	110306611	A	2019年 10月 8日	CN	110306611	B	2021年 1月 12日
				CN	210621665	U	2020年 5月 26日
CN	210242774	U	2020年 4月 3日		无		
CN	110359440	A	2019年 10月 22日	CN	110359440	B	2020年 4月 10日
CN	111307116	A	2020年 6月 19日	CN	211291431	U	2020年 8月 18日
CN	208635785	U	2019年 3月 22日		无		
KR	101979292	B1	2019年 5月 16日		无		