

## 说明书

发明名称: 一种自动驾驶、精确定位钻孔机械人

### 技术领域

[0001] 本发明属于钻孔设备技术领域，具体涉及一种自动驾驶、精确定位钻孔机械人。

### 背景技术

[0002] 在建筑施工中，经常需要在地面或墙面钻孔，比如，在室内安装支架式地板砖时就需要在地面打孔安装支架，再比如，在墙面安装干挂式墙砖时需要在墙面上打孔。

[0003] 目前大部分打孔作业还是需要通过人工打孔，效率低且成本高，并且打孔产生的灰尘会危害工人身体健康。

[0004] 现有技术中，本申请发明人此前设计了一款自动定位钻孔及锚栓固定机器人（见公开号为CN212706791U的中国专利），其包括安装有激光雷达的移动升降平台，移动升降平台上设置有作业平台；作业平台上设置有机械臂、钻孔工具和膨胀螺栓安装工具，机械臂的末端设置有第一连接装置，钻孔工具和膨胀螺栓安装工具分别设置有第二连接装置；作业平台上还设置有膨胀螺栓供给装置，其包括圆弧形的膨胀螺栓夹，以及设置在膨胀螺栓夹一端的导向管，导向管的下端设置有推杆，膨胀螺栓夹上还设置有膨胀螺栓驱动器。该机器人可以自动定位钻孔及安装膨胀螺栓，不需要施工人员登高作业，能够保障施工人员的安全和健康，而且还可以提高工作效率。

[0005] 但是此款主要是适于在高位位置自动定位钻孔及锚栓固定，不适于在室内外低位位置执行钻孔作业。

### 发明内容

[0006] 本发明旨在提供一种自动驾驶、精确定位钻孔机械人，解决现有技术中建筑施工的钻孔作业还需要依赖人工，效率低、成本高、危害人体健康的技术问题。

[0007] 为解决上述技术问题，本发明采用以下技术方案：

- [0008] 提供一种自动驾驶、精确定位钻孔机械人，包括无人地面载具，所述无人地面载具的顶部设有用于绘制地图和导航的激光雷达，所述无人地面载具的前侧和后侧分别设有用于防撞感知的前超声波传感器和后超声波传感器，所述激光雷达、前超声波传感器和后超声波传感器分别电连接到所述无人地面载具的控制计算机；在所述无人地面载具上设有机械手，所述机械手上设有冲击钻。
- [0009] 优选的，所述无人地面载具为履带式电动运载车，所述无人地面载具前侧设有处于低位的安装平台，后侧设有处于高位的导航平台，所述机械手设置在所述安装平台上，所述激光雷达设置在所述导航平台上。
- [0010] 优选的，所述无人地面载具的后侧设有可拆式电池仓，所述电池仓中设有可更换电池。
- [0011] 优选的，所述冲击钻上设有用于寻找钻扣位置和钻孔角度的三维摄像头，所述三维摄像头电连接到所述无人地面载具的控制计算机。
- [0012] 优选的，所述冲击钻后侧设有用于感应钻孔时有否碰撞钢筋的力度传感器，所述力度传感器电连接到所述无人地面载具的控制计算机。
- [0013] 优选的，所述冲击钻上设有用于反馈所述冲击钻对于地球的绝对垂直程度的水平感应器，所述水平感应器电连接到所述无人地面载具的控制计算机。
- [0014] 优选的，所述无人地面载具上设有WiFi通信模块、4G/5G通信模块和网际网络联网模块，所述WiFi通信模块、4G/5G通信模块和网际网络联网模块均电连接到所述无人地面载具的控制计算机。
- [0015] 优选的，还包括人机交互终端，所述人机交互终端设有屏幕，所述人机交互终端通过WiFi通信、4G/5G通信或网际网络通信的方式与所述无人地面载具的控制计算机通信。
- [0016] 优选的，在所述无人地面载具的前侧两边均设有所述前超声波传感器，在所述无人地面载具的后侧两边均设有所述后超声波传感器。
- [0017] 优选的，所述机械手为六轴机械手。
- [0018] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：该自动驾驶、精确定位钻孔机械人包括无人地面载具，无人地面载具的顶部设有用于绘制地图和导航的激光雷达，无人地面载具的前侧和后侧分别设有用于防撞感知的前超声波传感器和后超声

波传感器，在无人地面载具上设有机械手，机械手上设有冲击钻，在钻孔过程中，通过激光雷达绘制地图和导航，超声波传感器辅助导航，机械手和水平感应器配合可调平冲击钻对地面钻孔；机械手和三维摄像头配合可在墙壁上寻找钻孔位置和调整钻孔角度；力度传感器则能够在钻孔时检测有否碰撞钢筋；无人地面载具配备可更换式电池，可以通过更换长时间运作；该机械人适于在房屋内外低位根据设置的图纸自动钻孔，降低钻孔成本，提高钻孔效率，且避免钻孔扬尘给工人健康带来伤害。

## 附图说明

- [0019] 附图用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本发明的实施例一起用于解释本发明，并不构成对本发明的限制。在附图中：
- [0020] 图1为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例的立体结构示意图之一。
- [0021] 图2为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例的立体结构示意图之二。
- [0022] 图3为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例电池仓盖打开时的示意图。
- [0023] 图4为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例中电池仓的结构示意图。
- [0024] 图5为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例中冲击钻的结构示意图。
- [0025] 图6为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例中人机交互终端的结构示意图。
- [0026] 图7为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例中激光雷达和前后侧的超声波传感器在前后方向的感应区域示意图。
- [0027] 图8为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例中激光雷达在左右方向的感应区域示意图。
- [0028] 图9为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例中钻孔路径在施工场地中的规划示意图。

[0029] 图10为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例中三维摄像头感应区域示意图。

[0030] 图11为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例在墙壁钻孔的示意图。

[0031] 图12为本发明自动驾驶、精确定位钻孔机械人一实施例在墙壁钻孔调整误差后的示意图。

## 实施方式

[0032] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0033] 在一个实施例中，提供一种自动驾驶、精确定位钻孔机械人，请参阅图1至图12。

[0034] 如图1和图2所示，该自动驾驶、精确定位钻孔机械人包括无人地面载具1，无人地面载具1为履带式电动运载车，无人地面载具1上设有电池组、驱动电机和控制计算机，电池组为驱动电机和控制计算机供电，控制计算机控制驱动电机工作，驱动电机包括前后驱动电机和左右转弯电机，通过驱动电机带动履带前后移动及转弯。

[0035] 在无人地面载具1的顶部设有用于绘制地图和导航的激光雷达11，无人地面载具1的前侧和后侧分别设有用于防撞感知的前超声波传感器12和后超声波传感器13，激光雷达11、前超声波传感器12和后超声波传感器13分别电连接到无人地面载具的控制计算机，如图1和图2所示，在无人地面载具1的前侧两边均设有前超声波传感器12，在无人地面载具1的后侧两边均设有后超声波传感器13，四个超声波传感器用于在导航时补偿激光雷达11的感应盲区，防止无人地面载具1前后侧撞上障碍物。

[0036] 如图1和图2所示，在无人地面载具1上设有机械手2，机械手2上设有冲击钻3，这里的机械手2为六轴机械手，具有六个自由度，能够在空间转动到任意方向，便于灵活钻孔。在无人地面载具1的前侧设有处于低位的安装平台14，后侧设有处于高位的导航平台15，机械手2设置在安装平台14上，激光雷达11设置在导

航平台15上，通过设置安装平台14，便于机械手2触及地面或墙面下部的钻孔位置，通过设置导航平台15，则使得激光雷达11具有更宽阔的感应视野。

[0037] 如图2、图3和图4所示，无人地面载具1的后侧设有可拆式电池仓16，电池仓16是通过铰接在无人地面载具1上的两个电池仓盖161形成，在电池仓16中设有可更换电池162，可更换电池162上设有把手163，便于取出可更换电池162。

[0038] 如图1和图5所示，在冲击钻3上设有三维摄像头31，三维摄像头31用于寻找钻扣位置和钻孔角度，三维摄像头31电连接到无人地面载具1的控制计算机，将拍摄的三维信息传递到控制计算机。

[0039] 冲击钻3后侧设有力度传感器32，力度传感器32用于感应钻孔时有否碰撞钢筋，力度传感器32电连接到无人地面载具1的控制计算机。

[0040] 冲击钻3上还设有用于反馈冲击钻对于地球的绝对垂直程度的水平感应器33，水平感应器33电连接到无人地面载具1的控制计算机。

[0041] 该无人地面载具1上设有WiFi通信模块、4G/5G通信模块和网际网络联网模块，WiFi通信模块、4G/5G通信模块和网际网络联网模块均电连接到无人地面载具的控制计算机，从而该无人地面载具1可通过WiFi通信、4G/5G通信模块和网际网络通信的方式与外界通信，通信是为了接收控制信号，以及将相关传感器的测量数据向外传输。

[0042] 该自动驾驶、精确定位钻孔机械人还包括如图6所示的人机交互终端4，人机交互终端4设有屏幕41和多个操控按钮42，在屏幕41上可显示该机械人100钻孔区域的地图，地图上包含有该机械人100规划的钻孔路径43，人机交互终端4是通过WiFi通信、4G/5G通信或网际网络通信的方式与无人地面载具1的控制计算机通信。

[0043] 操控按钮42包括但不限于驾驶方向控制按钮、机械手方向控制按钮、开始钻孔按钮、紧急停止按钮、关机按钮等；屏幕41上设有用于调整钻孔参数的虚拟按钮，能够调整钻孔深度、钻孔大小、钻头垂直度等。

[0044] 该自动驾驶、精确定位钻孔机械人的工作原理如下：

[0045] （1）无人地面载具导航：如图7和图8所示，无人地面载具1上的激光雷达和超声波传感器具有足够的感测范围，无人地面载具1上的激光雷达11为厘米或毫米

精度分辨率的激光雷达，激光雷达11可以满足自动导航和防撞的扫描需要。无人地面载具1的运动控制由机械人内的控制计算机和存储的算法根据激光雷达11的实时回馈信号驱动底盘电机运动。

[0046] 无人地面载具1前后侧的超声波传感器可以有效补偿激光雷达11在近距离时不能扫描的空间，可满足防撞需要，为避免产生碰撞而导致意外，当有任何物体进入超声波传感器的感应范围时，控制计算机将控制机械人完全自动停止。

[0047] （2）地图构建：基于激光雷达的感应数据，通过控制计算机来构建SLAM（Simultaneous localization and mapping）地图，该机械人首次部署于新场地需要人工或自动扫描及建立本地实时SLAM地图，SLAM地图是规划机械人钻孔路径以及实现机械人室内定位的即时参考。这里SLAM地图的精度取决于所选激光雷达及SLAM地图的建立算法。

[0048] 人工首次通过遥控方式控制无人地面载具入场时，是围绕场地移动，围绕场地移动时，机械人上的激光雷达不断扫描场地，配合SLAM地图绘制算法实时为场地建构地图。

[0049] 向机械人的控制计算机输入设计图（CAD/BIM图）中的打孔位置，然后人工在人机交互终端的触控屏幕上通过平移、旋转、缩放等方式，配对描地图与输入的地图，有需要时把输入的地图人工分割，以逐部份地图配对位置，配对成最合适各孔的作用的位置。

[0050] 钻孔路径规划：机械人的控制计算机设有SLAM地图及设计图纸拟合软件，可以把BIM或CAD软件设计的图纸内的钻孔位置标定在SLAM地图上，根据拟合后的钻孔位置坐标，以及机械臂和激光雷达视觉的设计覆盖范围，自动规划钻孔路径和停车作业位置。用户也可以通过机械人的控制计算机的软件接口定义机器人的停留作业点、停留角度以及由一系列停留点组成的钻孔路径。

[0051] （3）钻孔作业：

[0052] 钻孔方式一：机械人自动到达作业点后，基于机械人内控制系统预先导入的钻孔坐标，自动计算调整机械臂的钻孔定位，并实施钻孔。

[0053] 如图9所示，根据钻孔路径上的钻孔位置，以及根据机械人的单次工作范围，对钻孔位进行配对，把打孔位置组合为多个打孔位置组合，并根据激光雷达的

扫描和建筑设计图纸判断墙壁的方向，从打孔位置组合和墙壁方向计算出距离墙壁一固定距离的停定位置；再从停定位置找出机械人的最短移动距离，生成计划钻孔路径与停车位置。机械人的钻孔路径也可以通过人机交互终端供用户修改，以作调整。如有需要，用户也可完全手动在人机交互终端上设置钻孔路径和停定位置。同时，控制计算机中的算法实时根据激光雷达和近距离超声波传感器的信息感知障碍物，实行实时调整路径和避障。在钻孔时，该机械人的钻孔作业的整个过程限定于默认好的钻孔直径，一个场地如有多种钻孔直径需求，则需更换钻头。

[0054] 钻孔方式二：如图10所示，由自动或手动控制机械人到达作业点后，由置于机械臂上的三维摄像头探测地面上作业范围内的钻孔位置；如有默认的钻孔定位图，则由三维摄像头回馈视觉范围内的相对坐标，然后由机械人实施钻孔。机械人的机械手上搭载的三维摄像头可以正常串流影像或拍照，和普通摄像头不同的是，三维摄像头可以同时输出照片内每个像素的三维坐标，形成点云，用作感知三维空间内的位置。

[0055] （4）钻孔位置误差调整：

[0056] 如图11所示，以在墙壁钻孔为例，当机械人根据控制计算机的指导行走至停留作业点时，因为场地，包括墙壁在内的三维地图已经通过SLAM地图储存在机械人的数据中，所以机械人能够适当地调整机械手使得三维摄像头和冲击钻的方向大致垂直于需要被钻孔的地面或墙壁。

[0057] 但是因为激光雷达和SLAM地图绘制算法会有各自的误差，所以三维摄像头和冲击钻的方向可能不完全垂直于墙壁，因此，如图12所示，在冲击钻的钻头钻孔前，三维摄像头会扫描机械人数据中的钻孔位置坐标的地面或墙壁，用于计算出墙壁和冲击钻之间的方向差，然后通过机械手调整冲击钻的方向，使得冲击钻和墙壁的方向误差控制在一定范围内。

[0058] 调整钻孔位置误差时，不限于图11和图12中所示的墙壁角度和位置，只要需要钻孔的位置在机械手的可到达范围内而且实施钻孔时机械手可以实际到达该位置，机械人便可以实现任意角度墙壁的钻孔。这里机械手可以实际到达该位置

的定义为：机械手移动该位置时不会发生碰撞，例如如，当钻孔位置在地底之下，机械手物理上不可能到达地底下钻孔，这位置则为不可实际到达的位置。

[0059] (5) 在地面钻孔：

[0060] 水平感应器适用于向地下钻孔时使用，此时不需要使用三维摄像头调整冲击钻方向。机械手上的水平感应器可以反馈冲击钻对于地球的绝对垂直程度。

[0061] 如果冲击钻不垂直于地面（可能由于有小石头卡在履带下），根据水平感应器的反馈，机械人可以控制机械手微调角度使得冲击钻变回垂直。

[0062] 机械人根据钻孔设置（深度，大小）控制冲击钻的速度；由钻孔深度作参考，机械人自动计算适当的速度钻孔到适当深度。

[0063] (6) 力度传感器的作用：在钻孔时，通过力度传感器实时监测钻孔时的钻孔力度以判断是否有撞击钢筋。判断的方法包括但不限于：a、钻孔力度突然上升：当钻孔力度突然上升，仍开启冲击钻时，但停止/慢速继续往孔内移动的一段时间后力度没有下降，则表明撞击钢筋。

[0064] (7) 更换电池：电池位于机械人的后方，打开可更换式电池的仓盖后，只要将主电缆插头拔开，便可通过把手抽起电池，更换另一同型号电池予机械人供电。

[0065] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例，对于本领域的普通技术人员而言，可以理解，在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

## 权利要求书

- [权利要求 1] 一种自动驾驶、精确定位钻孔机械人，其特征在于，包括无人地面载具，所述无人地面载具的顶部设有用于绘制地图和导航的激光雷达，所述无人地面载具的前侧和后侧分别设有用于防撞感知的前超声波传感器和后超声波传感器，所述激光雷达、前超声波传感器和后超声波传感器分别电连接到所述无人地面载具的控制计算机；在所述无人地面载具上设有机械手，所述机械手上设有冲击钻；所述无人地面载具为履带式电动运载车，所述无人地面载具前侧设有处于低位的安装平台，后侧设有处于高位的导航平台，所述机械手设置在所述安装平台上，所述激光雷达设置在所述导航平台上；所述冲击钻上设有用于寻找钻扣位置和钻孔角度的三维摄像头，所述三维摄像头电连接到所述无人地面载具的控制计算机。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的自动驾驶、精确定位钻孔机械人，其特征在于：所述无人地面载具的后侧设有可拆式电池仓，所述电池仓中设有可更换电池。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的自动驾驶、精确定位钻孔机械人，其特征在于：所述冲击钻后侧设有用于感应钻孔时有否碰撞钢筋的力度传感器，所述力度传感器电连接到所述无人地面载具的控制计算机。
- [权利要求 4] 根据权利要求1所述的自动驾驶、精确定位钻孔机械人，其特征在于：所述冲击钻上设有用于反馈所述冲击钻对于地球的绝对垂直程度的水平感应器，所述水平感应器电连接到所述无人地面载具的控制计算机。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的自动驾驶、精确定位钻孔机械人，其特征在于：所述无人地面载具上设有WiFi通信模块、4G/5G通信模块和网络网络联网模块，所述WiFi通信模块、4G/5G通信模块和网络网络联网模块均电连接到所述无人地面载具的控制计算机。
- [权利要求 6] 根据权利要求5所述的自动驾驶、精确定位钻孔机械人，其特征在于：还包括人机交互终端，所述人机交互终端设有屏幕，所述人机

交互终端通过WiFi通信、4G/5G通信或网际网络通信的方式与所述无人地面载具的控制计算机通信。

[权利要求 7] 根据权利要求1所述的自动驾驶、精确定位钻孔机械人，其特征在于：在所述无人地面载具的前侧两边均设有所述前超声波传感器，在所述无人地面载具的后侧两边均设有所述后超声波传感器。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的自动驾驶、精确定位钻孔机械人，其特征在于：所述机械手为六轴机械手。