



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107457512 A

(43)申请公布日 2017. 12. 12

(21)申请号 201710926058.2

(22)申请日 2017.10.06

(71)申请人 南京中高知识产权股份有限公司
地址 211100 江苏省南京市江宁开发区迎翠路7号千人大厦

(72)发明人 王小绪 王力 李秋盛

(74)专利代理机构 常州市权航专利代理有限公司 32280

代理人 袁兴隆

(51) Int. Cl.

B23K 37/00(2006.01)

B25J 11/00(2006.01)

B25J 19/00(2006.01)

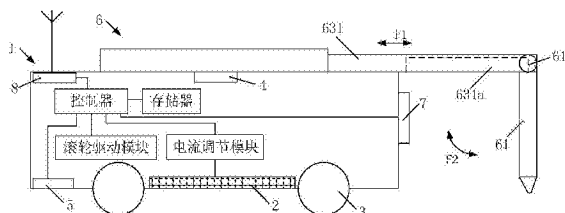
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

可远程控制的磁吸式焊接机器人及其工作方法

(57)摘要

本发明涉及一种可远程控制的磁吸式焊接机器人及其工作方法,本磁吸式焊接机器人包括:本体,设置在本体前端的摄像装置,设置在本体上部的可拆卸的焊接机构,设置在本体底部的电磁铁,用于带动本体移动的滚轮,以及与一无线模块相连的控制器;所述控制器适于通过无线模块将摄像装置采集的图像数据发送至手持终端,并接收手持终端发送的控制指令,以控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接;即所述控制器适于控制电磁铁吸附在导磁体表面,并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动,以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后,在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接。



1. 一种磁吸式焊接机器人,其特征在于,包括:

本体,设置在本体前端的摄像装置,设置在本体上部的可拆卸的焊接机构,设置在本体底部的电磁铁,用于带动本体移动的滚轮,以及与一无线模块相连的控制器;

所述控制器适于通过无线模块将摄像装置采集的图像数据发送至手持终端,并接收手持终端发送的控制指令,以控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接;即

所述控制器适于控制电磁铁吸附在导磁体表面,并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动,以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后,在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接。

2. 根据权利要求1所述的磁吸式焊接机器人,其特征在于,

所述焊接机构包括:电焊枪头,适于调节电焊枪头移动方向的机械臂机构,所述机械臂机构和电焊枪头均由控制器控制;

所述机械臂机构包括位于本体上部的平移装置,和位于平移装置上部的伸出装置;

所述伸出装置包括伸出臂,所述电焊枪头位于伸出臂的远端,且位于电焊枪头与伸出臂的连接处设有微型转动电机,且在伸出臂的远端设有电焊枪头收拢仓;其中

所述控制器适于通过控制平移装置带动电焊枪头左右平移,并通过伸出装置带动电焊枪头沿前后平移,以及通过控制微型转动电机将电焊枪头收拢或打开。

3. 根据权利要求2所述的磁吸式焊接机器人,其特征在于,

所述磁吸式焊接机器人还包括:设置在本体上部的压力传感器,所述压力传感器与控制器相连;

在磁吸式焊接机器人爬壁前,将磁吸式焊接机器人平放以通过压力传感器获得磁吸式焊接机器人的总负重;

所述控制器适于根据总负重控制电磁铁的初始电流,以使磁吸式焊接机器人吸附于导磁体表面。

4. 根据权利要求3所述的磁吸式焊接机器人,其特征在于,

所述本体底部还设有与控制器相连的距离传感器,所述距离传感器适于用于探测本体底部与爬行导磁体表面之间距离;

当在运动时若距离增大,所述控制器适于增大电磁铁的电流值,以提高磁吸式焊接机器人吸附力。

5. 根据权利要求4所述的磁吸式焊接机器人,其特征在于,

所述控制器与一存储器相连,以适于预存有总负重与电磁铁电流匹配的第一数据库,和本体底部与爬行导磁体表面之间距离与电磁铁电流匹配的第二数据库;

所述控制器适于根据总负重从第一数据库获得匹配的所述初始电流;以及

所述控制器还适于根据本体底部与爬行导磁体表面之间距离从第二数据库获得匹配的电磁铁的电流值。

6. 根据权利要求3或4任一项所述的磁吸式焊接机器人,其特征在于,

所述电磁铁距离导磁体表面的距离为5-8mm;以及

所述磁吸式焊接机器人的总负重为G,则

所述电磁铁的吸附力 $T=KG$,其中K为吸附系数,且 $3<K<10$ 。

7. 一种磁吸式焊接机器人的工作方法,其特征在于,包括:

所述磁吸式焊接机器人包括：

本体，设置在本体前端的摄像装置，设置在本体上部的可拆卸的焊接机构，设置在本体底部的电磁铁，用于带动本体移动的滚轮，以及与一无线模块相连的控制器；

所述控制器适于通过无线模块将摄像装置采集的图像数据发送至手持终端，并接收手持终端发送的控制指令，以控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接；即

所述控制器适于控制电磁铁吸附在导磁体表面，并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动，以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后，在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接。

8. 根据权利要求7所述的工作方法，其特征在于，

所述焊接机构包括：电焊枪头，适于调节电焊枪头移动方向的机械臂机构，所述机械臂机构和电焊枪头均由控制器控制；

所述机械臂机构包括位于本体上部的平移装置，和位于平移装置上部的伸出装置；

所述伸出装置包括伸出臂，所述电焊枪头位于伸出臂的远端，且位于电焊枪头与伸出臂的连接处设有微型转动电机，且在伸出臂的远端设有电焊枪头收拢仓；其中

所述控制器适于通过控制平移装置带动电焊枪头左右平移，并通过伸出装置带动电焊枪头沿前后平移，以及通过控制微型转动电机将电焊枪头收拢或打开。

9. 根据权利要求8所述的工作方法，其特征在于，

所述磁吸式焊接机器人还包括：设置在本体上部的压力传感器，所述压力传感器与控制器相连；

在磁吸式焊接机器人爬壁前，将磁吸式焊接机器人平放以通过压力传感器获得磁吸式焊接机器人的总负重；

所述控制器适于根据总负重控制电磁铁的初始电流，以使磁吸式焊接机器人吸附于导磁体表面；以及

所述本体底部还设有与控制器相连的距离传感器，所述距离传感器适于用于探测本体底部与爬行导磁体表面之间距离；

当在运动时若距离增大，所述控制器适于增大电磁铁的电流值，以提高磁吸式焊接机器人吸附力。

10. 根据权利要求9所述的工作方法，其特征在于，

所述控制器与一存储器相连，以适于预存有总负重与电磁铁电流匹配的第一数据库，和本体底部与爬行导磁体表面之间距离与电磁铁电流匹配的第二数据库；

所述控制器适于根据总负重从第一数据库获得匹配的所述初始电流；以及

所述控制器还适于根据本体底部与爬行导磁体表面之间距离从第二数据库获得匹配的电磁铁的电流值。

可远程控制的磁吸式焊接机器人及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人技术领域,尤其是一种磁吸式焊接机器人的工作方法。

背景技术

[0002] 磁吸式焊接机器人可以在垂直壁上攀爬并完成焊接作业的自动化机器人。特别适合攀爬金属表面进行焊接。

[0003] 但是磁吸式焊接机器人由于数据线长短的限制,使机器人无法攀爬至较远处后,因此,工作半径受到影响。

[0004] 基于上述问题,需要设计一种可远程控制的磁吸式焊接机器人及其工作方法。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种可远程控制的磁吸式焊接机器人及其工作方法。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种磁吸式焊接机器人,包括:

本体,设置在本体前端的摄像装置,设置在本体上部的可拆卸的焊接机构,设置在本体底部的电磁铁,用于带动本体移动的滚轮,以及与一无线模块相连的控制器;所述控制器适于通过无线模块将摄像装置采集的图像数据发送至手持终端,并接收手持终端发送的控制指令,以控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接;即所述控制器适于控制电磁铁吸附在导磁体表面,并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动,以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后,在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接。

[0007] 进一步,所述焊接机构包括:电焊枪头,适于调节电焊枪头移动方向的机械臂机构,所述机械臂机构和电焊枪头均由控制器控制;所述机械臂机构包括位于本体上部的平移装置,和位于平移装置上部的伸出装置;所述伸出装置包括伸出臂,所述电焊枪头位于伸出臂的远端,且位于电焊枪头与伸出臂的连接处设有微型转动电机,且在伸出臂的远端设有电焊枪头收拢仓;其中所述控制器适于通过控制平移装置带动电焊枪头左右平移,并通过伸出装置带动电焊枪头沿前后平移,以及通过控制微型转动电机将电焊枪头收拢或打开。

[0008] 进一步,所述磁吸式焊接机器人还包括:设置在本体上部的压力传感器,所述压力传感器与控制器相连;在磁吸式焊接机器人爬壁前,将磁吸式焊接机器人平放以通过压力传感器获得磁吸式焊接机器人的总负重;所述控制器适于根据总负重控制电磁铁的初始电流,以使磁吸式焊接机器人吸附于导磁体表面。

[0009] 进一步,所述本体底部还设有与控制器相连的距离传感器,所述距离传感器适于用于探测本体底部与爬行导磁体表面之间距离;当在运动时若距离增大,所述控制器适于增大电磁铁的电流值,以提高磁吸式焊接机器人吸附力。

[0010] 进一步,所述控制器与一存储器相连,以适于预存有总负重与电磁铁电流匹配的第一数据库,和本体底部与爬行导磁体表面之间距离与电磁铁电流匹配的第二数据库;所述控制器适于根据总负重从第一数据库获得匹配的所述初始电流;以及所述控制器还适于

根据本体底部与爬行导磁体表面之间距离从第二数据库获得匹配的电磁铁的电流值。

[0011] 进一步,所述电磁铁距离导磁体表面的距离为5-8mm。

[0012] 进一步,所述磁吸式焊接机器人的总负重为G,则所述电磁铁的吸附力 $T=KG$,其中K为吸附系数,且 $3 < K < 10$ 。

[0013] 又一方面,本发明还提供了一种磁吸式焊接机器人的工作方法,包括:本体,设置在本体前端的摄像装置,设置在本体上部的可拆卸的焊接机构,设置在本体底部的电磁铁,用于带动本体移动的滚轮,以及一无线模块相连的控制器;所述控制器适于通过无线模块将摄像装置采集的图像数据发送至手持终端,并接收手持终端发送的控制指令,以控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接;即所述控制器适于控制电磁铁吸附在导磁体表面,并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动,以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后,在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接。

[0014] 进一步,所述焊接机构包括:电焊枪头,适于调节电焊枪头移动方向的机械臂机构,所述机械臂机构和电焊枪头均由控制器控制;所述机械臂机构包括位于本体上部的平移装置,和位于平移装置上部的伸出装置;所述伸出装置包括伸出臂,所述电焊枪头位于伸出臂的远端,且位于电焊枪头与伸出臂的连接处设有微型转动电机,且在伸出臂的远端设有电焊枪头收拢仓;其中所述控制器适于通过控制平移装置带动电焊枪头左右平移,并通过伸出装置带动电焊枪头沿前后平移,以及通过控制微型转动电机将电焊枪头收拢或打开。

[0015] 进一步,所述磁吸式焊接机器人还包括:设置在本体上部的压力传感器,所述压力传感器与控制器相连;在磁吸式焊接机器人爬壁前,将磁吸式焊接机器人平放以通过压力传感器获得磁吸式焊接机器人的总负重;所述控制器适于根据总负重控制电磁铁的初始电流,以使磁吸式焊接机器人吸附于导磁体表面;以及所述本体底部还设有与控制器相连的距离传感器,所述距离传感器适于用于探测本体底部与爬行导磁体表面之间距离;当在运动时若距离增大,所述控制器适于增大电磁铁的电流值,以提高磁吸式焊接机器人吸附力。

[0016] 进一步,所述控制器与一存储器相连,以适于预存有总负重与电磁铁电流匹配的第一数据库,和本体底部与爬行导磁体表面之间距离与电磁铁电流匹配的第二数据库;所述控制器适于根据总负重从第一数据库获得匹配的所述初始电流;以及所述控制器还适于根据本体底部与爬行导磁体表面之间距离从第二数据库获得匹配的电磁铁的电流值。

[0017] 本发明的有益效果如下:

本磁吸式焊接机器人及其工作方法采用摄像装置采集机器人行走的图像数据,并且无线发送至手持终端,也可以接收手持终端发送的控制指令,以方便使用者可视化进行操作控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接;即通过控制器可以控制电磁铁吸附在导磁体表面,并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动,以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后,在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接,进而提高了机器人的作业半径。

附图说明

[0018] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0019] 图1是本实施例一磁吸式焊接机器人的结构示意图。

[0020] 图2是本实施例一焊接机构的俯视图。

[0021] 图3是本实施例一磁吸式焊接机器人爬行过程的工作流程图。

[0022] 图中：本体1、电磁铁2、滚轮3，压力传感器4，距离探测器5，焊接机构6、电焊枪头61、微型转动电机611、平移装置62、伸出装置63、伸出臂631、电焊枪头收拢仓631a、摄像装置7、无线模块8。

具体实施方式

[0023] 现在结合附图对本发明作进一步详细的说明。这些附图均为简化的示意图，仅以示意方式说明本发明的基本结构，因此其仅显示与本发明有关的构成。

[0024] 实施例1

如图1至图3所示，本实施例提供了一种磁吸式焊接机器人，包括：

本体1，设置在本体前端的摄像装置7，设置在本体上部的可拆卸的焊接机构，设置在本体底部的电磁铁2，用于带动本体移动的滚轮3，以及与一无线模块8相连的控制器。

[0025] 所述控制器适于通过无线模块将摄像装置采集的图像数据发送至手持终端，并接收手持终端发送的控制指令，以控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接；即所述控制器适于控制电磁铁2吸附于导磁体表面，并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动，以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后，在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接。

[0026] 本磁吸式焊接机器人及其工作方法采用摄像装置采集机器人行走的图像数据，并且无线发送至手持终端，并接收手持终端发送的控制指令，以控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接；即所述控制器适于控制电磁铁吸附在导磁体表面，并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动，以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后，在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接。

[0027] 所述摄像装置可以使控制并掌握本磁吸式焊接机器人的行走和焊接动作，进而实现准确操作。

[0028] 在本实施中，所述焊接机构包括：电焊枪头61，适于调节电焊枪头移动方向的机械臂机构，所述机械臂机构和电焊枪头均由控制器控制。

[0029] 所述机械臂机构包括位于本体上部的平移装置62，和位于平移装置上部的伸出装置63；所述伸出装置包括伸出臂，所述电焊枪头位于伸出臂的远端，且位于电焊枪头与伸出臂的连接处设有微型转动电机，且在伸出臂的远端设有电焊枪头收拢仓；其中所述控制器适于通过控制平移装置带动电焊枪头左右平移（设为X轴），并通过伸出装置带动电焊枪头沿前后平移（设为Y轴，如图1中箭F1所示），以及通过控制微型转动电机将电焊枪头收拢或打开，收拢或打开方向，如图1中箭头F2所示。

[0030] 其中控制器可以采用单片机，所述控制器适于控制一电流调节模块，以改变电磁铁的工作电流，例如电流调节模块可以采用开关管，所述单片机输出PWM信号，以控制开关管的关断周期进而实现工作电流调节；所述本体上还携带有锂电池以提供电能；并且所述电磁铁可以采用直流电磁铁，或者本体上还设有DC-AC模块，所述电磁铁采用交流电磁铁；所述滚轮驱动模块可以采用四轮驱动模块，其内设有直流电机，通过控制器进行控制。所述无线模块可以但不限于采用WiFi模块，所述手持终端可以是带有WiFi功能的无线控制装置。

[0031] 所述平移装置62、伸出装置63均可以采用丝杆机构，其中两丝杆电机均可以由所

述控制器进行控制。

[0032] 本磁吸式焊接机器人及其工作方法采用可拆卸的焊接机构,提高焊接机器人的通用性,并且在磁吸式焊接机器人爬壁至目标位置后,可以通过焊接机构中的平移装置和伸出装置对电焊枪头的焊接部位进行微调;在爬行过程中,所述电焊枪头位于电焊枪头收拢仓内,到达目的后控制微型转动电机将电焊枪头打开。

[0033] 具体的,所述本体上部设有焊接机构安装位,该安装位上设有连接件和固定栓等部件,用于将焊接机构通过上述等现有技术的方式安装在本体上部。各平移装置、伸出装置、电焊枪头和微型转动电机的控制线和电源线均可以从本体引出,通过连接插头相连。

[0034] 进一步,由于焊接机构为可拆卸,若传统的磁吸式焊接机器人,则由于其磁场固定,因此,当机器人装配焊接机构后,如果装配焊接机构重量较大,则可能导致机器人在攀爬过程中造成脱落,造成严重后果,因此机器人的通用性降低。

[0035] 同时,由于攀爬导磁体表面并不始终是直的,当出现凹痕时,可能由于吸附力不够造成机器人坠落,工作不稳定。

[0036] 基于上述目的,所述磁吸式焊接机器人还包括:设置在本体上部的压力传感器4,所述压力传感器4与控制器相连;在磁吸式焊接机器人爬壁前,将磁吸式焊接机器人平放以通过压力传感器获得磁吸式焊接机器人的总负重(包括焊接机构的负重);所述控制器适于根据总负重控制电磁铁的初始电流,以使磁吸式焊接机器人吸附于导磁体表面。

[0037] 所述压力传感器可以采用应变电阻传感器。

[0038] 所述本体底部还设有与控制器相连的距离传感器5,所述距离传感器5适于用于探测本体底部与爬行导磁体表面之间距离;当在运动时若距离增大,所述控制器适于增大电磁铁的电流值,以提高磁吸式焊接机器人吸附力。

[0039] 所述距离传感器可以但不限于采用高精度红外测距传感器或者超声波传感器。

[0040] 所述控制器与一存储器相连,以适于预存有总负重与电磁铁电流匹配的第一数据库,和本体底部与爬行导磁体表面之间距离与电磁铁电流匹配的第二数据库;

所述控制器适于根据总负重从第一数据库获得匹配的所述初始电流;以及

所述控制器还适于根据本体底部与爬行导磁体表面之间距离从第二数据库获得匹配的电磁铁的电流值。

[0041] 本磁吸式焊接机器人先计算装载物品后的总负重,然后依据总负重确定电磁铁的工作电流,从而使得产品更加稳定工作;磁吸式焊接机器人运动时,距离探测器检测本体底部距离导磁体的距离,并将距离信息传输至控制器,当所述的距离发生改变时,所述控制器依据存储器中的对照表调节通过电磁铁的电流,从而改变吸附力,有效防止导磁体表面裂痕造成的磁吸式焊接机器人坠落;并且电流是动态调节的,使得吸附力不会过大,磁吸式焊接机器人的运动不会造成能源浪费。

[0042] 所述电磁铁距离导磁体表面的距离为5-8mm。如果大于8mm,则磁场不够集中,造成能源浪费,如果小于5mm,则可能由于导磁体表面的不平整造成干涉。

[0043] 所述磁吸式焊接机器人的总负重为G,则所述电磁铁的吸附力 $T=KG$,其中K为吸附系数,且 $3 < K < 10$ 。若 $K < 3$,磁吸式焊接机器人工作不稳定,可能由于某些意外原因导致磁吸式焊接机器人坠落,如果 $K > 10$,则磁吸式焊接机器人沿导磁体表面运动的阻力较大,造成能源浪费。

[0044] 优选的,为了增加摩擦力,所述滚轮3的边缘采用防滑材料制成,以增加滚轮和导磁体表面的摩擦系数,从而可以降低吸附系数K的值,实现节能。

[0045] 实施例2

在实施例1基础上,本实施例2提供了一种如实施例1所述的磁吸式焊接机器人的工作方法。

[0046] 本实施例中磁吸式焊接机器人的各部分的工作原理、过程在实施例1均有详细论述。

[0047] 具体的,所述磁吸式焊接机器人的工作方法包括:

本体,设置在本体前端的摄像装置,设置在本体上部的可拆卸的焊接机构,设置在本体底部的电磁铁,用于带动本体移动的滚轮,以及与一无线模块相连的控制器;所述控制器适于通过无线模块将摄像装置采集的图像数据发送至手持终端,并接收手持终端发送的控制指令,以控制磁吸式焊接机器人实现爬行或焊接;即所述控制器适于控制电磁铁吸附在导磁体表面,并通过滚轮驱动模块控制滚轮转动,以使所述磁吸式焊接机器人实现爬壁至目标位置后,在控制焊接机构对准焊接位置进行焊接。

[0048] 所述焊接机构包括:电焊枪头,适于调节电焊枪头移动方向的机械臂机构,所述机械臂机构和电焊枪头均由控制器控制;所述机械臂机构包括位于本体上部的平移装置,和位于平移装置上部的伸出装置;所述伸出装置包括伸出臂,所述电焊枪头位于伸出臂的远端,且位于电焊枪头与伸出臂的连接处设有微型转动电机,且在伸出臂的远端设有电焊枪头收拢仓;其中所述控制器适于通过控制平移装置带动电焊枪头左右平移,并通过伸出装置带动电焊枪头沿前后平移,以及通过控制微型转动电机将电焊枪头收拢或打开。

[0049] 所述磁吸式焊接机器人还包括:设置在本体上部的压力传感器,所述压力传感器与控制器相连;在磁吸式焊接机器人爬壁前,将磁吸式焊接机器人平放以通过压力传感器获得磁吸式焊接机器人的总负重;所述控制器适于根据总负重控制电磁铁的初始电流,以使磁吸式焊接机器人吸附于导磁体表面;以及所述本体底部还设有与控制器相连的距离传感器,所述距离传感器适于用于探测本体底部与爬行导磁体表面之间距离;当在运动时若距离增大,所述控制器适于增大电磁铁的电流值,以提高磁吸式焊接机器人吸附力。

[0050] 所述控制器与一存储器相连,以适于预存有总负重与电磁铁电流匹配的第一数据库,和本体底部与爬行导磁体表面之间距离与电磁铁电流匹配的第二数据库;所述控制器适于根据总负重从第一数据库获得匹配的所述初始电流;以及所述控制器还适于根据本体底部与爬行导磁体表面之间距离从第二数据库获得匹配的电磁铁的电流值。

[0051] 所述电磁铁距离导磁体表面的距离为5-8mm。如果大于8mm,则磁场不够集中,造成能源浪费,如果小于5mm,则可能由于导磁体表面的不平整造成干涉。

[0052] 所述磁吸式焊接机器人的总负重为G,则所述电磁铁的吸附力 $T=KG$,其中K为吸附系数,且 $3 < K < 10$ 。若 $K < 3$,磁吸式焊接机器人工作不稳定,可能由于某些意外原因导致磁吸式焊接机器人坠落,如果 $K > 10$,则磁吸式焊接机器人沿导磁体表面运动的阻力较大,造成能源浪费。

[0053] 优选的,为了增加摩擦力,所述滚轮3的边缘采用防滑材料制成,以增加滚轮和导磁体表面的摩擦系数,从而可以降低吸附系数K的值,实现节能。

[0054] 以上述依据本发明的理想实施例为启示,通过上述的说明内容,相关工作人员完

全可以在不偏离本项发明技术思想的范围内,进行多样的变更以及修改。本项发明的技术性范围并不局限于说明书上的内容,必须要根据权利要求范围来确定其技术性范围。

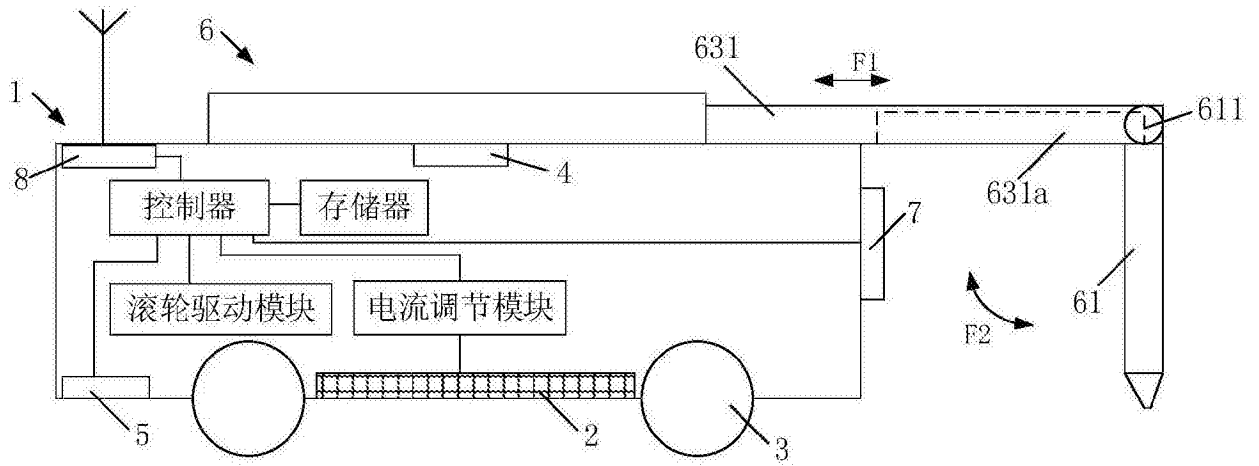


图1

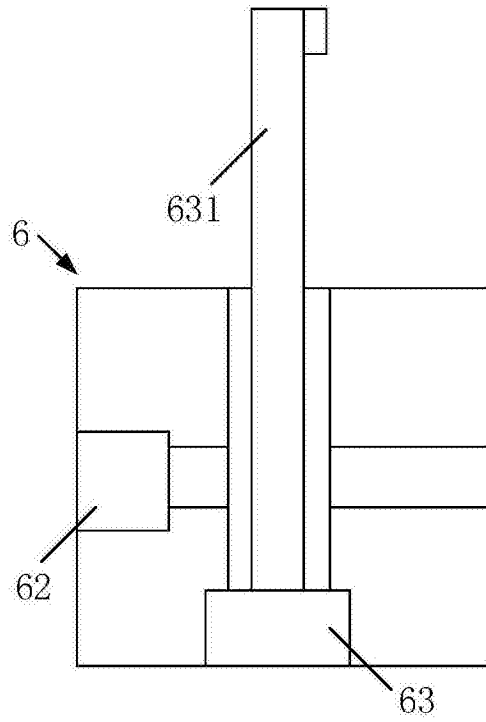


图2

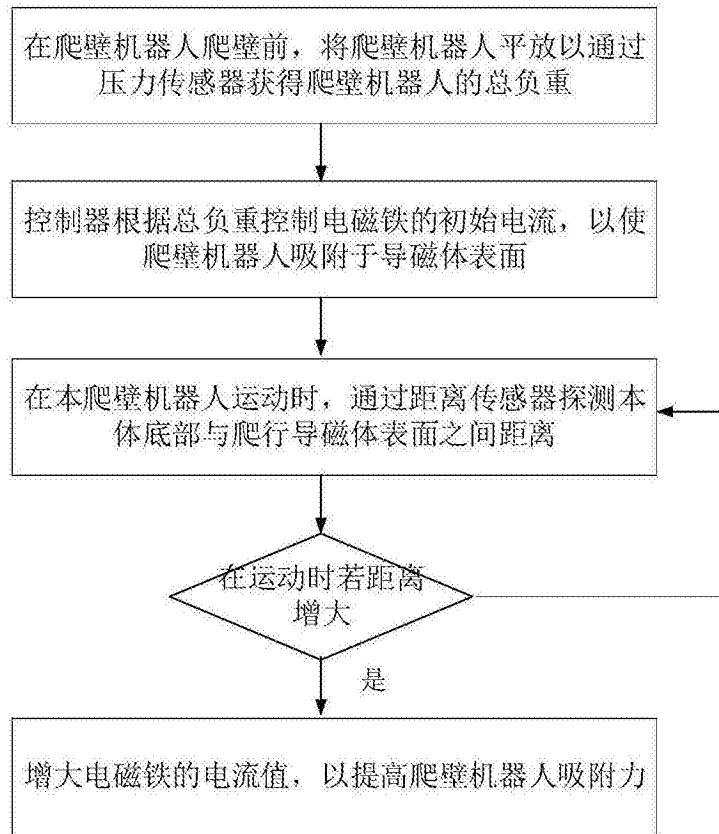


图3