

爬行焊接机器人及其控制方法

相关申请的交叉引用

本公开要求于 2018 年 12 月 07 日提交中国专利局的申请号为 2018114965037、名称为“爬行焊接机器人及其控制方法”的中国专利申请的优先权。

技术领域

本公开涉及焊接装置技术领域，具体而言，涉及一种爬行焊接机器人及其控制方法。

背景技术

在金属结构焊接领域，对钢制储罐、球罐、管道、船体等大中型平面或弧面设备进行焊接作业时，通常是采用手工作业为主，劳动强度大且工作环境恶劣，需要多名工人协同完成，对焊接工的技能需求较高，同时受多种因素影响会导致焊接质量无法保证，生产率低下。目前随着焊接技术和工业机器人技术的不断发展，目前市场上的焊接机器人多为关节式。

现有技术中，焊接机器人无法对钢制储罐、球罐及船体等大中型平面或弧面结构件进行焊接作业；而人工进行大中型结构件平面或弧面焊接作业时，劳动强度大且工作环境恶劣，需要多名工人协同完成，对焊接工的技能需求较高，同时受多种因素影响会导致焊接质量无法保证，生产率低下。

发明内容

本公开的目的包括，例如，提供一种爬行焊接机器人，以改善现有技术的不足，其适应环境能力强，作业效率高。

本公开的目的还包括，例如，提供一种爬行焊接机器人的控制方法。

本公开的实施例是这样实现的：

本公开的实施例提供了一种爬行焊接机器人，包括可调式磁吸附模块、轮覆式行走机构、爬行机车架和焊接负载装置，焊接负载装置设置在爬行机车架上；

轮覆式行走机构设置在爬行机车架的相对两端，用于给爬行机车架提供爬行动力；

可调式磁吸附模块设置在爬行机车架上，且设置在两个轮覆式行走机构之间。

可选的，轮覆式行走机构包括磁座、滚子链、主动轮、从动轮和第一驱动装置；

第一驱动装置固定设置在爬行机车架上；

主动轮和从动轮均转动设置在爬行机车架上；

主动轮和从动轮通过滚子链连接；

磁座设置在滚子链上。

可选的，爬行机车架上设置有滑动槽；

从动轮滑动设置在滑动槽内；

爬行机车架上设置有第二驱动装置，用于带动从动轮在滑动槽内移动，以使对应的滚子链张紧或者松弛。

可选的，爬行机车架包括调节块以及调节螺杆，调节块与滑动槽滑动配合，调节螺杆螺接于爬行机车架上，调节螺杆与调节块转动连接，且调节螺杆与调节块在调节螺杆的轴向上相对固定；当调节螺杆转动时，调节块能够在滑动槽内滑动；从动轮与调节块转动连接。

可选的，爬行机车架包括调节块以及调节螺杆，调节块与滑动槽滑动配合，调节螺杆螺接于爬行机车架上，且调节螺杆与爬行机车架在调节螺杆的轴向上相对固定，调节螺杆与调节块转动连接；当调节螺杆转动时，调节块能够在滑动槽内滑动；从动轮与调节块转动连接。

可选的，第一驱动装置包括伺服电机和转角减速电机，伺服电机与转角减速电机连接，伺服电机和转角减速电机均固定在爬行机车架上，主动轮固定在转角减速电机的法兰上，通过伺服电机能够带动主动轮转动。

可选的，爬行机车架包括车体连接板以及与车体连接板连接且相对设置的两块侧板，

两个轮履式行走机构分别安装于两个侧板上。

可选的，焊接负载装置包括焊接架和焊枪平摆机构；

焊接架固定设置在爬行机车架上；

焊接平摆机构包括第一直线电机、第一直线导轨、第三驱动装置、第一传动齿轮和第一传动齿条；

第一直线电机固定设置在焊接架上，第一直线导轨与第一直线电机连接；第一传动齿轮转动设置在第一直线导轨上；第一传动齿轮与第一传动齿条啮合，第一传动齿条与第一直线导轨滑动配合；第三驱动装置与第一传动齿轮连接，用于驱动第一传动齿轮转动，进而带动第一传动齿条相对于第一直线导轨往复滑动。

可选的，焊接负载装置还包括焊枪角摆夹持机构；

焊枪角摆夹持机构包括角摆器、锁紧机构和卡箍；

角摆器与卡箍连接，用于带动设置在卡箍上的焊枪摆动；

锁紧机构设置于角摆器上，且与第一传动齿条固定连接。

可选的，角摆器包括相连的电机以及旋转平台，卡箍与旋转平台连接，锁紧机构与电机连接。

可选的，焊接负载装置还包括激光跟踪平摆机构和激光跟踪模块；

激光跟踪平摆机构包括第二直线电机、第二直线导轨、第四驱动装置、第二传动齿轮和第二传动齿条；

第二直线电机固定设置在焊接架上，第二直线导轨与第二直线电机连接；第二传动齿轮转动设置在第二直线导轨上；第二传动齿轮与第二传动齿条啮合，第二传动齿条与第二直线导轨滑动配合；第四驱动装置与第二传动齿轮连接，用于驱动第二传动齿轮转动，以带动第二传动齿条往复直线运动。

可选的，激光跟踪模块包括相机、激光传感器、安装架和多滤光片；

相机、激光传感器和多滤光片均设置在安装架上；

安装架固定设置在第二传动齿条上。

可选的，爬行焊接机器人还包括防风装置，防风装置与爬行机车架连接；

防风装置包括相连的固定支架和防风罩体，固定支架与焊接架连接；

固定支架包括能够沿前后方向伸缩的伸缩平移板，伸缩平移板上开设有具有夹角的左右方向滑道及前后方向滑道，防风罩体上开设有上下方向滑道，伸缩平移板与防风罩体连接，且防风罩体能够相对于伸缩平移板在上下方向滑道的延伸方向以及左右方向滑道的延伸方向上滑动，使得防风罩体能够在三个方向上进行调整。

可选的，固定支架还包括相连的固定底板以及固定连接板，固定连接板与伸缩平移板沿前后方向滑道的延伸方向滑动配合；固定底板用于与爬行机车架连接。

可选的，伸缩平移板包括相连的第一板部和第二板部，第一板部与第二板部具有夹角，左右方向滑道设置于第一板部上，前后方向滑道设置于第二板部上；第一板部与防风罩体滑动连接，第二板部与固定连接板滑动连接。

可选的，可调式磁吸附模块包括磁体模块和升降调节模块，升降调节模块与磁体模块连接，用于控制磁体模块升降；

升降调节模块包括多个可独立控制的升降机构，通过分别调节多个独立控制的升降机构，改变磁体模块与被吸附表面之间的夹角和/或间隙。

可选的，磁体模块包括安装壳、盖体以及磁铁，安装壳设置有腔体，磁铁置于腔体内，盖体与安装壳连接以封盖腔体。

可选的，升降结构包括支撑架、升降螺杆以及调节螺母，支撑架与爬行机车架连接，升降螺杆与调节螺母螺接，调节螺母与支撑架转动连接，且调节螺母与支撑架在调节螺母的轴向上相对固定；升降螺杆与磁体模块连接。

可选的，支撑架包括槽体以及盖板，槽体上设置有限位槽；调节螺母上设置有环形限

位凸起, 环形限位凸起沿调节螺母的周向延伸, 环形限位凸起沿调节螺母的径向向外凸出调节螺母的外周面; 环形限位凸起位于限位槽内, 盖板与槽体连接且封盖限位槽的槽口, 以使环形限位凸起限制在限位槽的槽底与盖体之间。

本公开的实施例还提供了一种爬行焊接机器人的控制方法, 其包括如下步骤:

S1. 控制可调式磁吸附模块, 使爬行焊接机器人与被吸附表面间的吸附力保持稳定; S2. 获取焊缝信息; S3. 控制焊枪平移达到焊缝位置; S4. 控制焊枪转动, 达到工艺需求角度; S5. 调节焊接电源的工艺参数; S6. 启动焊接, 控制爬行机器人自动沿焊缝走向自主爬行; S7. 完成焊接。

与现有的技术相比, 本公开实施例的有益效果包括, 例如:

综上, 本公开提供的爬行焊接机器人及其控制方法, 通过轮履式行走机构, 实现无需轨道、无需导向爬行, 可焊接范围大, 能够在大中型平面或弧面焊接结构件表面运动, 可垂直爬壁, 在前进或后退的运动时均能进行焊接作业, 进而实现大中型结构件的全位置焊接, 可明显减少焊接辅助时间, 生产效率高; 通过可调式磁吸附模块来调节磁吸附力大小, 可实现平板及大曲率弧板爬行, 工作环境适应性高。

附图说明

为了更清楚地说明本公开具体实施方式或现有技术中的技术方案, 下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍, 显而易见地, 下面描述中的附图是本公开的一些实施方式, 对于本领域普通技术人员来讲, 在不付出创造性劳动的前提下, 还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的立体结构示意图;

图2为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的爆炸图;

图3为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的爬行机车架和轮履式行走机构的侧视图;

图4为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的爬行机车架和轮履式行走机构的立体结构示意图;

图5为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的仰视图;

图6为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的焊接平摆机构和激光跟踪平摆机构的结构示意图;

图7为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的激光跟踪模块的结构示意图;

图8为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的焊枪角摆夹持机构的结构示意图;

图9为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的防风装置的结构示意图;

图10为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的可调式磁吸附模块的结构示意图;

图11为本公开实施例提供的爬行焊接机器人的控制原理图;

图12为本公开实施例提供的固定支架的结构示意图;

图13为本公开实施例提供的防风罩体的结构示意图;

图14为本公开实施例提供的升降调节模块的结构示意图;

图15为本公开实施例提供的磁体模块的结构示意图。

附图标记:

1: 爬行机车架; 1-1: 车体连接板; 1-2: 滑动槽; 1-3: 调节块; 1-4: 调节螺杆; 1-5: 侧板; 1-6: 张紧机构; 2: 轮履式行走机构; 2-1: 主动轮; 2-2: 磁座; 2-3: 滚子链; 2-4: 从动轮; 2-5: 第一驱动装置; 2-5: 转角减速电机; 2-6: 伺服电机; 3: 焊枪平摆机构; 3-1: 第一直线电机; 3-2: 第一直线导轨; 3-3: 第一传动齿条; 3-4: 第三驱动装置; 3-5: 第一传动齿轮; 4: 激光跟踪平摆机构; 4-1: 第二直线电机; 4-2: 第二直线导轨; 4-3: 第二传动齿条; 4-4: 第四驱动装置; 4-5: 第二传动齿轮; 5: 激光跟踪模块; 5-1: 安装架; 5-2: 多滤光片; 5-3: 激光传感器; 5-4: 相机; 6: 焊枪角摆夹持机构; 6-1: 角摆器; 6-2: 锁紧机构; 6-3: 卡箍; 7: 防风装置; 7-1: 防风罩体; 7-2: 上下方向滑道; 7-3:

左右方向滑道；7-4：伸缩平移板；7-41：第一板部；7-42：第二板部；7-5：固定底板；7-51：固定孔；7-6：固定法兰；7-7：活动法兰；7-8：铰接球体；7-9：主观察窗；7-10：副观察窗；7-11：前后方向滑道；7-12：上压条；7-13：下压条；7-14：固定连接板；7-141：第一连接孔；8：姿态传感器；9：可调式磁吸附模块；9-1：驱动柄；9-2：连接孔；9-3：盖板；9-31：调节孔；9-4：槽体；9-41：限位槽；9-5：支撑底板；9-6：升降螺杆；9-7：安装耳；9-8：转动轴；9-9：腔体；9-10：腔盖；9-11：转动孔；10：焊接架；11：焊接负载装置；12：焊枪；13：固定支架；14：观察窗；15：磁体模块；15-1：安装壳；15-2：盖体；15-3：磁铁；16：升降调节模块；16-1：支撑架；16-2：调节螺母；16-21：环形限位凸起。

具体实施方式

下面将结合附图对本公开的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，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，都属于本公开保护的范围。

术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本公开的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本公开中的具体含义。

需要说明的是，在不冲突的情况下，本公开的实施例中的特征可以相互结合。

如附图1-图10所示，本公开提供了一种爬行焊接机器人，包括可调式磁吸附模块9、轮履式行走机构2、爬行机车架1和焊接负载装置11，焊接负载装置11设置在爬行机车架1上；轮履式行走机构2设置在爬行机车架1的相对两端，用于给爬行机车架1提供爬行所需的动力；可调式磁吸附模块9设置在爬行机车架1上，且设置在两个轮履式行走机构2之间。

在本公开中，通过轮履式行走机构2带动焊接机器人移动，在没有设置轨道的情况下，也能够行走平稳，同时也保证了焊接机器人有足够的爬行动力。通过可调式磁吸附模块2，对与被吸附表面的磁力进行调节，使得其能够达到最佳的磁力，不会过大或过小，使其能够适用于不同的曲面。

请参阅图3，在本公开中，可选的，轮履式行走机构2包括磁座2-2、滚子链2-3、主动轮2-1、从动轮2-4和第一驱动装置2-56。第一驱动装置2-56固定设置在爬行机车架1上，第一驱动装置与主动轮2-1连接，用于驱动主动轮2-1转动，主动轮2-1和从动轮2-4均转动设置在爬行机车架1上，主动轮2-1和从动轮2-4通过滚子链2-3连接，磁座2-2设置在滚子链2-3上。

请参阅图4，在本公开中，可选的，爬行机车架1包括车体连接板1-1和侧板1-5，第一驱动装置2-56固定设置在车体连接板1-1的下方，主动轮2-1和从动轮2-4均转动设置在侧板1-5上，主动轮2-1通过滚子链2-3带动从动轮2-4转动。可选的，连接板1-1为设置有多腰型孔的矩形板状结构，腰型孔沿垂直于连接板1-1的板面贯穿连接板1-1，多个腰型孔可以呈矩形阵列排布。侧板1-5的数量为两个，两个侧板1-5分别设置于连接板1-1宽度方向的两侧，两个侧板1-5均与连接板1-1固定连接，此外，侧板1-5的板面与连接板1-1的板面垂直。轮履式行走机构2包括两根滚子链2-3、两个主动轮2-1、两个从动轮2-4和两个第一驱动装置2-56，一个主动轮2-1、一个从动轮2-2、一根滚子链2-3和一个第一驱动装置2-56为一组形成一个行走组件，两个行走组件分别与两个侧板1-5对应。轮履式行走机构2安装完成后，轮履式行走机构2的两根滚子链2-3平行间隔设置。磁座2-2与滚子链2-3上的加长销轴进行刚性连接。可选的，每组行走组件包括多个磁座

2-2, 固定安装于同一滚子链 2-3 上的多个磁座 2-2 沿滚子链 2-3 的周向均匀间隔排布。对应的, 加长销轴的数量为多个, 多个加长销轴的数量与多个磁座 2-2 的数量一一对应。

爬行焊接机器人在前进时, 滚子链 2-3 拖动磁座 2-2 运动, 在前进方向上的首端磁座 2-2 从脱离结构件状态进入吸附结构件状态, 与此同时在前进方向上的末端磁座 2-2 从吸附结构件状态进入脱离结构件状态, 此过程中整个轮履式行走机构 2 能维持总吸附力大小不变, 因此爬行焊接机器人能可靠平稳的吸附在结构件上并相对于结构件运动。

爬行焊接机器人在后退时, 滚子链 2-3 拖动磁座 2-2 运动, 在后退方向上的首端磁座 2-2 从脱离结构件状态进入吸附结构件状态, 与此同时在后退方向上的末端磁座 2-2 从吸附结构件状态进入脱离结构件状态, 此过程中整个轮履式行走机构 2 能维持总吸附力大小不变, 因此爬行焊接机器人能可靠平稳的吸附在结构件上并相对于结构件运动。

在本公开中, 第一驱动装置 2-56 的数量为两个, 分别驱动两个轮履式行走机构 2 的两个主动轮 2-1, 且两个第一驱动装置 2-56 为独立设置, 每个第一驱动装置 2-56 可以单独控制, 进而能够实现轮履式行走机构 2 的左右两侧的主动轮 2-1 的转速不同, 进而利用差速原理实现爬行焊接机器人的转向功能。

可选的, 为保证轮履式行走机构 2 行走地更加平稳, 主动轮 2-1 及从动轮 2-4 外侧均设有行走轮, 行走轮可以是轮胎。主动轮 2-1 固定在第一驱动装置 2-56 上, 第一驱动装置固定在对应的侧板 1-5 上。

在本公开中, 为防止滚子链 2-4 传动时产生偏移, 车体上设有导向装置, 导向装置设有导向槽, 磁座 2-2 上安装有导向块, 车体前进时, 导向块在滚子链 2-4 传动运行时卡入导向槽内。

请参阅图 4, 在本公开中, 第一驱动装置 2-56 包括伺服电机 2-6 和转角减速电机 2-5, 伺服电机 2-6 与转角减速电机 2-5 连接, 伺服电机 2-6 和转角减速电机 2-5 均固定在爬行机车架 1 上, 主动轮 2-1 固定在转角减速电机 2-5 的法兰上, 通过伺服电机 2-6 能够带动主动轮 2-1 转动。

可选的, 转角减速电机 2-5 刚性固定在车体连接板 1-1 上, 伺服电机 2-6 固定在连接板 1-1 上, 伺服电机 2-6 通过转角减速电机 2-5 带动主动轮 2-1 相对于侧板 1-5 转动。

请参阅图 4, 在本公开中, 爬行机车架 1 的侧板 1-5 上设置有滑动槽 1-2, 从动轮 2-4 滑动设置在滑动槽 1-2 内。滑动槽 1-2 的侧壁上设置有第二驱动装置, 用于带动从动轮 2-4 在滑动槽 1-2 内移动, 进而改变位于同一侧板 1-5 上的主动轮 2-1 和从动轮 2-4 之间的距离, 实现滚子链 2-3 的张紧或者松弛。例如, 当从动轮 2-4 在滑动槽 1-2 内滑动使从动轮 2-4 和主动轮 2-1 之间的距离增大时, 滚子链 2-3 能够被张紧; 或者, 当从动轮 2-4 在滑动槽 1-2 内滑动使从动轮 2-4 和主动轮 2-1 之间的距离减小时, 滚子链 2-3 能够被松弛。

通过第二驱动装置驱动从动轮 2-4 在滑动槽 1-2 内滑动, 使得从动轮 2-4 与主动轮 2-1 之间的间距可调, 进而能够作为张紧机构 1-6 实现对滚子链 2-3 的张紧。

请参阅图 4, 可选的, 张紧机构 1-6 包括调节块 1-3 和调节螺杆 1-4; 从动轮 2-4 转动设置在调节块 1-3 上, 调节块 1-3 滑动设置在滑动槽 1-2 内, 调节螺杆 1-4 的一端与调节块 1-3 转动连接, 且与调节块 1-3 之间具有轴向定位, 换句话说, 调节螺杆 1-4 与调节块 1-3 在调节螺杆 1-4 的轴向上相对于固定。滑动槽 1-2 沿调节块 1-3 的滑动方向上的侧壁上设置有通孔, 通孔可以为螺纹孔, 调节螺杆 1-4 与螺纹孔螺接, 且调节螺杆 1-4 远离调节块 1-3 的端部伸出螺纹孔。在转动调节螺杆 1-4 时, 调节螺杆 1-4 与螺纹孔的配合, 使得调节螺杆 1-4 会进行轴向移动, 由于调节块 1-3 与调节螺杆 1-4 之间具有轴向定位, 使得调节块 1-3 会跟随调节螺杆 1-4 一起进行轴向移动, 进而实现从动轮 2-4 的移动。第二驱动装置与调节螺杆 1-4 连接, 用于驱动调节螺杆 1-4 相对于通孔转动。

在本公开中, 可选的, 调节螺杆 1-4 的设置方式还可以是一端与调节块 1-3 进行螺纹连接, 另一端伸出滑动槽 1-2 的侧壁, 且调节螺杆 1-4 与滑动槽 1-2 转动连接, 调节螺杆 1-4 和滑动槽 1-2 具有轴向定位, 换句话说, 调节螺杆 1-4 和滑动槽 1-2 在调节螺杆 1-4

的轴向上相对固定。如此设置,使得调节螺杆 1-4 绕其自身轴线相对于滑动槽 1-2 转动时,不会进行轴向移动,而且由于调节螺杆 1-4 与调节块 1-3 螺纹连接,使得调节块 1-3 会沿调节螺杆 1-4 的轴线在滑动槽 1-2 内移动,以达到带动从动轮 2-4 直线移动的目的,最终实现滚子链 2-3 的松紧调节。

在本公开中,当从动轮 2-4 向远离主动轮 2-1 的方向移动时,可以实现张紧功能,当从动轮 2-4 向靠近主动轮 2-1 的方向移动时,可以使滚子链 2-3 松弛,进而便于滚子链 2-3 的拆卸和安装。

请参阅图 6,可选的,焊接负载装置 11 包括焊接架 10 和焊枪平摆机构 3;焊接架 10 固定设置在爬行车架 1 的车体连接板 1-1 上;焊接平摆机构 3 包括第一直线电机 3-1、第一直线导轨 3-2、第三驱动装置 3-4、第一传动齿轮 3-5 和第一传动齿条 3-3。第一直线电机 3-1 固定设置在焊接架 10 上,第一直线导轨 3-2 与第一直线电机 3-1 连接;第一传动齿轮 3-5 转动设置在第一直线导轨 3-2 上,第一传动齿条 3-3 与第一直线导轨 3-2 滑动连接,且第一传动齿轮 3-5 与第一传动齿条 3-3 啮合。第三驱动装置 3-4 与第一传动齿轮 3-5 连接,第三驱动装置 3-4 用于驱动第一传动齿轮 3-5 转动,进而带动第一传动齿条 3-3 相对于第一直线导轨 3-2 往复滑动。

可选的,第一直线电机 3-1 能够带动第一直线导轨 3-2 在焊接架 10 上做 x 方向上的直线运动,换句话说,第一直线电机 3-1、第一直线导轨 3-2 以及焊接架 10 共同构成一个丝杠传动结构;通过转动设置在第一直线导轨 3-2 上的第一传动齿轮 3-5 与滑动设置在第一直线导轨 3-2 上的第一传动齿条 3-3 相配合,能够带动设置在第一传动齿条 3-3 上的焊枪 12 做 z 方向的升降运动,进而能够实现焊枪 12 在 x 方向和 z 方向上的位置调节。再结合轮覆式行走机构 2 能够沿 y 方向行走,实现焊枪 12 在 y 方向上的位置调整,最终实现焊枪 12 在三维方向上的位置调整。

可选的,x 方向设置为与被吸附表面平行,且垂直于轮覆式行走机构 2 的行走方向,y 方向设置为轮覆式行走机构 2 的行走方向,z 方向设置为与被吸附表面垂直的方向。

通过焊枪平摆机构 3 的设置,能够使爬行焊接机器人在焊接的时候,使焊枪 12 和待焊接位置对位准确,提高焊接质量。

在本公开中,第三驱动装置 3-4 可以为手柄或转盘,能够通过手动转动手柄或者转盘,进而带动第一传动齿轮 3-5 转动,且带动与第一传动齿轮 3-5 相啮合的第一传动齿条 3-3 滑动,最终实现焊枪 12 在 y 方向上的位置调节,换句话说,最终实现焊枪 12 的高度调节。

需要指出的是,第三驱动装置 3-4 还可以是电机,通过控制器与电机连接,进而实现对焊枪 12 高度的自动调节,或利用控制器实现对电机进行远程控制,进而实现对焊枪 12 高度的远程调节。

为了能够使得焊枪 12 在焊接作业时的位置更加准确,且能够适应各种工艺,在本公开中,请参阅图 8,可选的,焊接负载装置 11 还包括焊枪角摆夹持机构 6,通过焊枪角摆夹持机构 6,能够实现焊枪 12 绕平行于 y 方向的轴线转动,实现焊枪 12 的焊接角度的调整。

可选的,在本公开中,焊枪角摆夹持机构 6 包括角摆器 6-1、锁紧机构 6-2 和卡箍 6-3。角摆器 6-1 与卡箍 6-3 连接,用于带动设置在卡箍 6-3 上的焊枪摆动或者转动;锁紧机构 6-2 设置在角摆器 6-1 上,且与第一传动齿条 3-3 固定连接。

可选的,角摆器 6-1 包括步进电机和带减速功能的旋转平台,旋转平台与步进电机连接,卡箍 6-3 与旋转平台连接,卡箍 6-3 用于夹持固定焊枪 12,锁紧机构 6-2 能够将步进电机与第一传动齿条 3-3 固定连接,通过步进电机带动旋转平台转动,进而带动位于卡箍 6-3 上的焊枪 12 运动,可实现焊枪 12 的高精度旋转或钟摆运动。在使用的过程中,通过卡箍 6-3 将焊枪 12 固定后,启动步进电机即可带动焊枪 12 转动或者在设定角度范围内往复摆动,并能够保持在设定位置,便于进行焊接作业。

为保证焊枪 12 能够准确找到焊接位置,保证焊缝的质量,在本公开中,请参阅图 5,可选的,焊接架 10 上设置了激光跟踪平摆机构 4 和激光跟踪模块 5。激光跟踪平摆机构 4

能够对激光跟踪模块 5 进行 x 方向和 z 方向的位置调整,使得激光跟踪模块 5 能够达到最佳位置;激光跟踪模块 5 能够对需要焊接的位置先进行数据收集和分析,以便于精准找到焊缝位置,然后再通过轮履式行走机构 2、焊枪平摆机构 3 和焊枪角摆夹持机构 6,共同对焊枪 12 的位置和角度进行精确调整,使焊枪 12 与待焊接位置相匹配,保证焊接质量。

请参阅图 6,可选的,在本公开中,激光跟踪平摆机构 4 与焊枪平摆机构 3 位于焊接架 10 相对的两侧。激光跟踪平摆机构 4 包括第二直线电机 4-1、第二直线导轨 4-2、第四驱动装置 4-4、第二传动齿轮 4-5 和第二传动齿条 4-3。第二直线电机 4-1 固定设置在焊接架 10 上,与第一直线电机 3-1 位于焊接架 10 的相对的两侧,第二直线导轨 4-2 与第二直线电机 4-1 连接;第二传动齿轮 4-5 转动设置在第二直线导轨 4-2 上,第二传动齿条 4-3 与第二直线导轨 4-2 滑动配合,且第二传动齿轮 4-5 与第二传动齿条 4-3 啮合;第四驱动装置 4-4 与第二传动齿轮 4-5 连接,用于驱动第二传动齿轮 4-5 转动,进而带动第二传动齿条 4-3 往复直线运动。

可选的,第二直线电机 4-1 可带动第二直线导轨 4-2 在焊接架 10 上做 x 方向上的直线运动,换句话说,第二直线电机 4-1、焊接架 10 以及第二直线导轨 4-2 共同构成丝杠传动结构。通过转动设置在第二直线导轨 4-2 上的第二传动齿轮 4-5 与滑动设置在第二直线导轨 4-2 上的第二传动齿条 4-3 相配合,能够带动设置在第二传动齿条 4-3 上的激光跟踪模块 5 做 z 方向的升降运行,进而能够实现激光跟踪模块 5 的在 x 方向和 z 方向上的位置调节,再通过轮履式行走机构 2 的行走,实现对激光跟踪模块 5 的 y 方向的调整,最终实现焊枪 12 在三维方向上的位置调节。

可选的, x 方向设置为与被吸附表面平行,且垂直于轮履式行走机构 2 的行走方向, y 方向设置为轮履式行走机构 2 的行走方向, z 方向设置为与被吸附表面垂直的方向。

通过激光跟踪平摆机构 4 的设置,能够使爬行焊接机器人在焊接的时候,准确找到需要焊接的位置,保证焊枪 12 与待焊接位置精确配合。

在本公开中,第四驱动装置 4-4 可以包括手柄或转盘,手柄或者转盘与第二传动齿轮 4-5 连接,通过手动转动手柄或者转盘带动第二传动齿轮 4-5 转动,进而带动与第二传动齿轮 4-5 相啮合的第二传动齿条 4-3 相对于第二直线导轨 4-2 往复滑动,最终实现激光跟踪模块 5 高度的调节。

需要指出的是,可选的,第四驱动装置 4-4 可以包括电机,电机的输出轴与第二传动齿轮 4-5 连接,通过控制器与电机通信连接,进而实现对激光跟踪模块 5 高度的自动调节,或利用控制器对电机进行远程控制,进而实现对激光跟踪模块 5 高度的远程调节。

请参阅图 7,可选的,在本公开中,激光跟踪模块 5 包括相机 5-4、激光传感器 5-3、安装架 5-1 和多滤光片 5-2。相机 5-4、激光传感器 5-3 和多滤光片 5-2 均设置在安装架 5-1 上;安装架 5-1 固定设置在第二传动齿条 4-3 上。

可选的,激光传感器 5-3 和相机 5-4 均转动设置在安装架 5-1 上,能够实现激光传感器 5-3 和相机 5-4 的旋转调节,进而调节激光传感器 5-3 和相机 5-4 的观察角度。

多滤光片 5-2 包括组合的多种不同规格滤光片,可有效过滤弧光等相关光源的干扰。

本公开中,通过激光传感器 5-3 和相机 5-4,采用了先进的焊缝识别,跟踪和焊接控制系统,能获取焊缝的几何形状及位置信息,因此可以保证焊接的质量。焊缝跟踪精度可达 $\pm 0.3\text{mm}$,高度在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内,并且跟踪范围不受限制。相比需铺设轨道焊接机器人,可明显减少焊接辅助时间,生产效率高。

请参阅图 9 和图 13,可选的,焊接架 10 上还设置有防风装置 7;防风装置 7 包括固定支架 13 和防风罩体 7-1,固定支架 13 的一端与焊接架 10 连接,另一端与防风罩体 7-1 连接;固定支架 13 包括伸缩平移板 7-4,伸缩平移板 7-4 上开设有左右方向滑道 7-3 及前后方向滑道 7-11,防风罩体 7-1 上开设有上下方向滑道 7-2,使得防风罩体 7-1 能够在三维方向上进行调整,同时,在防风罩体 7-1 的位置调整结束后能够将防风罩体 7-1 进行固定,使防风罩体 7-1 保持在设定位置上。

在本公开中，可选的，防风罩体 7-1 罩设在焊枪 12 外，通过固定支架 13 与焊接机器人固定连接。当焊接机器人在进行焊接作业时，由于焊接的工艺不同，焊枪 12 的位置有所调整时，能够通过防风罩体 7-1 上的固定支架 13 实现对防风罩体 7-1 的位置进行调整，使得防风罩体 7-1 的位置与焊枪 12 的位置相匹配，以保证防风罩体 7-1 的防风性能。

请参阅图 9 和图 12，在本公开中，可选的，固定支架 13 包括固定底板 7-5、固定连接板 7-14 和伸缩平移板 7-4，固定底板 7-5 上设置有多个固定孔 7-51，本公开中固定孔的数量为四个，利用固定螺栓穿过对应的固定孔将固定底板 7-5 固定在焊接机器人的车体连接板 1-1 上。固定连接板 7-14 与固定底板 7-5 的一侧面或一板面固定连接，固定连接的方式可以是焊接、铆接、螺栓连接或者一体设置等，只要将固定底板 7-5 与固定连接板 7-14 固定连接在一起即可。伸缩平移板 7-4 与固定连接板 7-14 连接，伸缩平移板 7-4 与固定连接板 7-14 的连接方式可以通过固定螺栓固定连接，安装时，固定螺栓同时穿过固定连接板 7-14 上的第一连接孔 7-141 和伸缩平移板 7-4 上的前后方向滑道 7-11，通过螺母拧紧在固定螺栓上，实现将固定连接板 7-14 和伸缩平移板 7-4 固定连接在一起的目的。前后方向滑道 7-11 的设置，使得固定连接板 7-14 与伸缩平移板 7-4 的连接位置可以根据前后方向滑道 7-11 的延伸方向进行移动和调整，进而使得防风罩体 7-1 能够固定在前后方向较为合适的位置上。需要说明的是，前后方向滑道 7-11 的数量按需设置，例如，本公开中，前后方向滑道 7-11 的数量为四个，四个前后方向滑道 7-11 呈矩形阵列排布。对应的，设置于固定连接板 7-14 上的第一连接孔 7-141 的数量按需设置，保证至少有一个第一连接孔 7-141 与一个前后方向滑道 7-11 对应即可。可选的，本公开中，第一连接孔 7-141 的数量为八个，两个第一连接孔 7-141 为一组，且同一组的两个第一连接孔 7-141 与一个前后方向滑道 7-11 配合。

在本公开中，可选的，伸缩平移板 7-4 具有折弯，换句话说，伸缩平移板 7-4 包括相连且垂直设置的第一板部 7-41 和第二板部 7-42，第一板部 7-41 和第二板部 7-42 可以一体成型。前后方向滑道 7-11 设置在第二板部 7-42 上，左右方向滑道 7-3 设置在第一板部 7-41 上。防风罩体 7-1 上设置有上下方向滑道 7-2，固定螺栓穿过左右方向滑道 7-3 和上下方向滑道 7-2 后，通过螺母拧紧，实现将伸缩平移板 7-4 与防风罩体 7-1 固定连接在一起的目的。左右方向滑道 7-3 的设置，使得伸缩平移板 7-4 与防风罩体 7-1 之间的连接位置，可以根据左右方向滑道 7-3 进行移动和调整，进而使得防风罩体 7-1 能够固定在左右方向较为合适的位置上。上下方向滑道 7-2 的设置，使得伸缩平移板 7-4 与防风罩体 7-1 之间的连接位置，可以根据上下方向滑道 7-2 进行移动和调整，进而使得防风罩体 7-1 能够固定在上下方向较为合适的位置上。需要说明的是，设置于第一板部 7-41 上的左右方向滑道 7-3 的数量可以是四个，四个左右方向滑道 7-3 呈矩形阵列排布。设置于防风罩体 7-1 上的上下方向滑道 7-2 的数量可以是四个，四个上下方向滑道 7-2 呈矩形阵列排布。

在本公开中，可选的，为保证伸缩平移板 7-4 与固定连接板 7-14 之间的连接稳定性，伸缩平移板 7-4 与防风罩体 7-1 之间的连接稳定性，将前后方向滑道 7-11、左右方向滑道 7-3 和上下方向滑道 7-2 均设置为至少两条，且对称设置。

在本公开中，可选的，防风罩体 7-1 的底边上设置有柔性保护裙边，柔性保护裙边沿防风罩体 7-1 的周向延伸且呈环状，通过柔性保护裙边的设置，使得当焊接机器人在移动过程中产生颠簸时，避免防风罩体 7-1 与被焊接位置产生刚性碰撞，既保护了防风罩体 7-1，又保护了被焊接位置，还可以填补防风装置 7 与焊接试件间的缝隙。

可选的，在本公开中，柔性保护裙边通过螺栓固定在防风罩体 7-1 上，在柔性保护裙边损坏后，便于拆卸更换。

需要指出的是，在本公开中，柔性保护裙边与防风罩体 7-1 采用螺栓固定，但柔性保护裙边与防风罩体 7-1 不仅仅局限于采用螺栓固定，其还可以采用使用其他的固定方式，如还可以是使用铆钉固定或者粘接等方式，也就是说，只要能够将柔性保护裙边固定在防风罩体 7-1 的底部即可。

可选的,在本公开中,在柔性保护裙边上设置有下压条 7-13,通过螺栓将下压条 7-13 和柔性保护裙边均固定在防风罩体 7-1 的底部,进而能够保证柔性保护裙边与防风罩体 7-1 的底部的贴合度,进而提高柔性保护裙边对防风罩体 7-1 的防护能力。

在本公开中,可选的,柔性保护裙边的材料采用耐高温柔性材料或金属刷条。

由于焊枪 12 在焊接的过程中,会产生轴向或横向移动,防风罩体 7-1 固定不动,因此,需要在防风罩体 7-1 与焊枪 12 的连接位置,使用软连接,使得防风罩体 7-1 既不影响焊枪 12 的移动,又能够保证防风罩体 7-1 的防风性能。

为实现上述功能,在本公开中,可选的,防风罩体 7-1 的顶端设置有柔性防护封顶,用于与焊枪 12 进行软连接。

可选的,柔性防护封顶采用柔性耐高温材料,柔性耐高温材料与防风罩体 7-1 的顶端的边缘采用螺栓及上压条 7-12 的方式进行固定连接,同时在柔性防护封顶的中部开孔,用于供焊枪 12 穿过。

可选的,柔性防护封顶与焊枪 12 的顶端采用卡箍机构进行连接,即柔性防护封顶缠绕在焊枪 12 上,外部用卡箍机构进行锁紧。

为了便于对防风罩体 7-1 内的焊接情况进行及时的掌握和了解,在本公开中,可选的,在防风罩体 7-1 上设置了观察窗 14,通过观察窗 14 观察位于防风装置 7 内部的焊枪 12 在焊接时的状况。

观察窗 14 包括透明视窗,透明视窗设置为耐高温透镜,在焊接作业过程中透明视窗受到高温的影响小,延长透明视窗的使用寿命。

可选的,在本公开中,观察窗 14 与防风罩体 7-1 转动连接。

通过转动观察窗 14,能够对防风罩体 7-1 内的情况进行较为全面的了解和掌握,以便于对意外状况及时掌握并处理。

可选的,在本公开中,观察窗 14 与防风罩体 7-1 的转动连接的方式为球连接。

也就是说,观察窗 14 上设置有铰接球体 7-8,铰接球体 7-8 上设置有连通观察窗 14 和防风罩体 7-1 的观察通孔;防风罩体 7-1 上设置有固定法兰 7-6,铰接球体 7-8 通过活动法兰 7-7 定位在固定法兰 7-6 上。

也就是说,在防风罩体 7-1 上设置了固定法兰 7-6,铰接球体 7-8 设置在固定法兰 7-6 上后,再利用活动法兰 7-7 将铰接球体 7-8 固定在固定法兰 7-6 上,铰接球体 7-8 部分被限位在固定法兰 7-6 和活动法兰 7-7 之间,使得铰接球体 7-8 不能脱离固定法兰 7-6 和活动法兰 7-7,而只能在固定法兰 7-6 和活动法兰 7-7 之间转动。

在铰接球体 7-8 上设置了观察通孔,观察通孔的一端与观察窗 14 连通,另一端与防风罩体 7-1 的内部连通,使得铰接球体 7-8 不会影响到通过观察窗对防风罩体 7-1 内部的观察。

需要指出的是,在本公开中,观察窗 14 与防风罩体 7-1 之间的连接方式为球连接,但其不仅仅局限于球连接,其还可以是其他的转动连接方式,也就是说,只要能够通过转动连接,改变观察窗 14 观察的角度,进而增加观察窗 14 的视野即可。

可选的,观察窗 14 包括主观察窗 7-9 和副观察窗 7-10,主观察窗 7-9 和副观察窗 7-10 分别与防风罩体 7-1 成一定角度设置。需要说明的是,主观察窗 7-9 和副观察窗 7-10 均可以通过球结构与防风罩体 7-1 实现转动连接。

通过主观察窗 7-9 和副观察窗 7-10 对防风罩体 7-1 内的情况进行观察,能够增加观察的视野,有利于更全面的了解防风罩体 7-1 的内部状况。

主观察窗 7-9 和防风罩体 7-1 之间以及副观察窗 7-10 和防风罩体 7-1 之间均设置有一定的角度,能够有效减少焊接时焊枪 12 飞出的熔渣对耐高温透镜的飞溅损害。

可选的,主观察窗 7-9 和防风罩体 7-1 之间的角度为 30° - 60° ,本实施例中,主观察窗 7-9 和防风罩体 7-1 之间的角度为 45° ;副观察窗 7-10 和防风罩体 7-1 之间的角度为 30° - 60° ,本实施例中,副观察窗 7-10 和防风罩体 7-1 之间的角度为 45° 。

在本公开中，防风罩体 7-1 采用耐高温轻质合金制备。

请参阅图 5、图 14 和图 15，可选的，可调式磁吸附模块 9 包括磁体模块 15 和升降调节模块 16，升降调节模块 16 与磁体模块 15 连接，用于控制磁体模块 15 升降；升降调节模块 16 包括多个可独立控制的升降机构，通过分别调节多个独立控制的升降机构，改变磁体模块 15 与被吸附表面之间的夹角和/或间隙。

在本公开中，通过可调式磁吸附模块 9，能实现爬行焊接机器人在平面以及直径不大于 3 米的弧面爬行，工作环境适应性好。

在本公开中，可选的，磁体模块 15 上设置升降调节模块 16，通过升降调节模块 16 对磁体模块 15 的高度进行调节，实现对磁体模块 15 与被吸附表面之间的间隙进行调整。

这样的设置，使得在被吸附表面为弧面时，实现对磁体模块 15 的在被吸附表面的磁力调节，进而保证磁力的稳定性，也保证了磁力吸附装置在弧面上的稳定性。

在本公开中，升降调节模块 16 包括至少两个可独立控制的升降机构，通过分别对升降机构进行独立的控制，利用各个升降机构的升降高度不同，对磁体模块 15 的各个位置的高度进行相应的调整，进而实现对磁体模块 15 与被吸附表面之间的夹角的调节。

可选的，升降机构的数量为两个，且分别设于磁体模块 15 的两侧。

在使用时，行走用的滚轮或履带设置在磁体模块 15 的相对两侧，两个升降机构设置于磁体模块 15 的相对两侧，且两个升降结构的排布方向与滚轮或者履带的排布方向相同，磁体模块 15，通过控制升降机构使得磁体模块 15 的两端的高度不同，进而实现磁体模块 15 与被吸附表面的夹角改变，进而在行驶的过程中，能够保证在不同的坡度或弧度上，焊接机器人具有足够的磁力和吸附力。

可选的，升降调节模块 16 具体设置为线性驱动装置。

升降调节模块 16 可以是统一进行升降调节，可以对磁体模块 15 的高度进行连续性调节，保证其能够应对任意的弧面和坡度。

线性驱动装置的设置方式有很多种，在本公开中，可选的，线性驱动装置设置为涡轮蜗杆机构、液压传动机构、齿轮齿条传动机构或螺旋传动机构等。

在使用涡轮蜗杆机构作为线性驱动装置时，磁体模块 15 与蜗杆连接，通过蜗轮的转动，带动蜗杆做直线运动，带动磁体模块 15 进行升降运行，实现磁体模块 15 高度的调节。

在使用液压传动机构作为线性驱动装置时，磁体模块 15 与液压杆连接，液压杆做伸缩运动时，带动磁体模块 15 进行升降运动，实现磁体模块 15 的高度的调节。

在使用齿轮齿条传动机构作为线性驱动装置时，齿条与磁体模块 15 连接，齿轮与齿条啮合，齿轮转动时，带动齿条做直线运动，进而带动磁体模块 15 进行升降运动，实现磁体模块 15 的高度的调节。

在使用螺旋传动机构作为线性驱动装置时，螺纹杆与磁体模块 15 螺纹连接，且螺纹杆与磁体模块 15 在螺纹杆的周向上相对固定，当螺纹杆进行转动时，磁体模块 15 会沿螺纹杆的轴向做直线运动，进而带动磁体模块 15 进行升降运动，实现磁体模块 15 高度的调节。

需要指出的是，在本公开中，线性驱动装置包括上述几种方式中的任意一种或几种，其可以进行任意的组合。

还需要指出的是，线性驱动装置可以是上述几种设置方式，但其不仅仅局限于上述几种方式，其还可以是具有其他的线性方式，如还可以是曲柄滑块机构等，也就是说，只要能够通过线性驱动装置实现磁体模块 15 的线性升降即可。

请参阅图 14，在本公开中，可选的，升降机构设置于螺纹升降调节机构，螺纹升降调节机构包括支撑架 16-1、升降螺杆 9-6 和调节螺母 16-2。调节螺母 16-2 转动设置在支撑架 16-1 上，调节螺母 16-2 与支撑架 16-1 沿调节螺母 16-2 的轴线方向上相对固定，调节螺母 16-2 与升降螺杆 9-6 螺纹连接；升降螺杆 9-6 与磁体模块 15 活动连接。

每个升降机构均使用螺纹螺杆的方式进行调节，且升降螺杆 9-6 与磁体模块 15 进行活动连接，活动连接的方式可以是转动连接，也可以是万向连接，其只要能够同时实现对磁

体模块 15 的高度和角度的调节即可。

在本公开中，可选的，磁体模块 15 的两端设置有两个安装耳 9-7，两个安装耳 9-7 平行间隔排布，每个安装耳 9-7 上设置有转动孔 9-11，升降螺杆 9-6 连接有转动轴 9-8，转动轴 9-8 的两端分别插入对应的转动孔 9-11 内，且转动轴 9-8 与转动孔 9-11 转动配合，进而实现转动轴 9-8 与安装耳 9-7 的转动连接。

在本公开中，调节螺母 16-2 转动设置在支撑架 16-1 上，其在支撑架 16-1 上不能进行轴向移动，既能够避免调节螺母 16-2 的脱落，又能够保证起到对调节螺母 16-2 轴向固定的作用。调节螺母 16-2 与升降螺杆 9-6 螺纹连接，通过转动调节螺母 16-2，能够使得升降螺杆 9-6 进行轴向移动，进而带动与升降螺杆 9-6 活动连接的磁体模块 15 的一端上升或下降，以实现磁体模块 15 的一端的高度调节。

当磁体模块 15 相对两端的调节方向和高度均相同时，磁体模块 15 只改变与被吸附表面的间隙；当磁体模块 15 相对两端的调节方向和/或调节高度不相同，磁体模块 15 改变与被吸附表面之间的夹角。

当磁体模块 15 与被吸附表面的间隙或夹角改变时，其与被吸附表面之间的吸附力改变，进而使得磁体模块 15 能够适应不同的曲面环境，保证磁体模块 15 与被吸附表面之间的吸附力。

在本公开中，可选的，支撑架 16-1 包括槽体 9-4 和盖板 9-3。槽体 9-4 上设置有限位槽 9-41，限位槽 9-41 为圆柱形槽。调节螺母 16-2 上设有环形限位凸起 16-21，环形限位凸起 16-21 位于调节螺母 16-2 的一端，环形限位凸起 16-21 为圆柱形凸起，环形限位凸起 16-21 沿调节螺母 16-2 的径向向外凸出调节螺母 16-2 的外周面，环形限位凸起 16-21 与调节螺母 16-2 同轴。可选的，环形限位凸起 16-21 与限位槽 9-41 匹配，当调节螺母 16-2 具有环形限位凸起 16-21 的一端插入限位槽 9-41 后，环形限位凸起 16-21 与限位槽 9-41 转动配合，且环形限位凸起 16-21 远离限位槽 9-41 的端面大致与限位槽 9-41 槽口所在端面平齐。当调节螺母 16-2 设置在槽体 9-4 的限位槽内后，将盖板 9-3 固定设置在槽体 9-4 上，且调节螺母 16-2 穿过盖板 9-3，盖板 9-3 能够封堵限位槽 9-41 的槽口，进而使环形限位凸起 16-21 不会从盖板处脱离限位槽 9-41，进而实现调节螺母 16-2 与槽体 9-4 的调节螺母 16-2 的轴向上相对固定。

可选的，槽体 9-4 为盒状结构，其在槽底设置有允许升降螺杆 9-6 通过的通孔，该通孔与限位槽 9-41 的槽底连通，调节螺母 16-2 插接在限位槽 9-41 内后，环形限位凸起 16-21 被限制在限位槽 9-41 的槽底而不会从通孔处落下。该通孔远离限位槽 9-41 的槽底的端部设置有倒角，以便于升降螺杆 9-6 的安装。

倒角可以设置为圆角或 $45^\circ \times 45^\circ$ 的倒角，或其他类型倒角，只要能够通过倒角的设置，便于升降螺杆 9-6 的安装即可。

在本公开中，盖板 9-3 与槽体 9-4 通过固定螺栓进行固定连接，既能够便于对调节螺母 16-2 的维护和更换，又能够保证调节螺母 16-2 的轴向定位。

需要指出的是，在本公开中，盖板 9-3 与槽体 9-4 之间的固定连接方式可以是上述的通过固定螺栓连接，但其不仅仅局限于上述一种设置方式，其还可以是其他的固定连接方式，如还可以是销轴连接或者卡接等，也就是说，只要是通过可拆卸连接的方式将盖板 9-3 与槽体 9-4 固定连接在一起即可。

还需要指出的是，在本公开中，盖板 9-3 与槽体 9-4 之间为可拆卸连接，盖板 9-3 与槽体 9-4 也可以是设置为不可拆卸连接，如可以使用焊接或者铆接等方式将盖板 9-3 与槽体 9-4 进行固定连接，也就是说，只要能够通过将盖板 9-3 与槽体 9-4 进行固定连接，实现对调节螺母 16-2 的轴向定位即可。

在盖板 9-3 上设置有调节孔 9-31；调节螺母 16-2 能够穿过调节孔 9-31 向上伸出，进而增加了升降螺杆 9-6 的调节范围。

为便于调节螺母 16-2 的转动，便于通过调节螺母 16-2 对升降螺杆 9-6 进行轴向驱动，

在本公开中，调节螺母 16-2 远离磁体模块 15 的一端设置有驱动柄 9-1；驱动柄 9-1 的一端与调节螺母 16-2 固定连接，另一端通过调节孔穿过盖板 9-3。

这样的设置，使得驱动柄 9-1 能够漏出盖板 9-3，进而在支撑架 16-1 的外部即可实现驱动调节螺母 16-2 转动，进而通过调节螺母 16-2 的转动，带动升降螺杆 9-6 进行轴向移动，最终实现对磁体模块 15 的高度的调节。

在本公开中，驱动柄 9-1 与调节螺母 16-2 同轴固定设置。

需要指出的是，驱动柄 9-1 可以是与调节螺母 16-2 同轴固定设置，其也可以是设置在调节螺母 16-2 远离磁体模块 15 的一侧的任意位置，其只要能够通过驱动柄 9-1 带动调节螺母 16-2 进行转动即可。

在本公开中，驱动柄 9-1 上设置有允许升降螺杆 9-6 通过的通孔，具体的，该通孔为螺纹孔，升降螺杆 9-6 穿过该螺纹孔与驱动柄 9-1 螺纹连接。通过驱动柄 9-1 上的螺纹孔的设置，增加了升降螺杆 9-6 上螺纹配合的长度，进而增加了升降螺杆 9-6 的螺纹连接强度。

需要指出的是，在本公开中，驱动柄 9-1 上设置的通孔为螺纹孔，但其不仅仅局限于螺纹孔，其还可以是设置为直孔，其只要能够使升降螺杆 9-6 通过，能够增加升降螺杆 9-6 的轴线移动距离即可。

在本公开中，驱动柄 9-1 与调节螺母 16-2 之间的固定连接方式为一体设置。

需要指出的是，驱动柄 9-1 与调节螺母 16-2 之间的固定连接方式可以是如本公开中的一体设置，但其不仅仅局限于这一种设置方式，其还可以是其他的固定连接方式，如还可以是焊接、铆接或者螺纹连接等，也就是说，只要能够将驱动柄 9-1 与调节螺母 16-2 进行固定连接，能够通过驱动柄 9-1 带动驱动螺母进行转动，进而实现驱动升降螺杆 9-6 进行轴向位移即可。

在本公开中，可选的，支撑架 16-1 包括支撑底板 9-5，支撑底板 9-5 用于与焊接机构连接。

支撑底板 9-5 上设置有多个第二连接孔 9-2，通过安装螺栓穿过第二连接孔 9-2 实现将可调式磁吸附模块 9 与焊接机器人进行固定连接，通过可调式吸附模块 9 吸附在被吸附表面，进而实现将焊接机构吸附在被吸附表面的目的，以能够实现焊接机构的焊接作业。

可选的，在本公开中，支撑底板 9-5 设置在槽体 9-4 的外侧侧壁上，多个升降机构中的多个支撑底板 9-5 均设置在同一侧，以保证与焊接机构的连接和安装。

需要指出的是，支撑底板 9-5 的位置和方向，可以根据焊接机构的形状和连接位置进行调节，只要能够通过支撑底板 9-5 实现将焊接机构与升降机构连接在一起即可。

请参阅图 15，在本公开中，磁体模块 15 包括安装壳 15-1、盖体 15-2 和磁铁 15-3，安装壳 15-1 与盖体 15-2 拼接形成具有腔体 9-9 的壳体结构，磁铁 15-3 设置在腔体 9-9 内。

可选的，本公开中的磁铁为耐高温钕铁硼，磁铁在腔体 9-9 内的设置方式为 N 极和 S 极对向安装，腔体 9-9 的材质为铝质，能够有效的传递磁力，腔体 9-9 上方的腔盖 9-10 为良好导磁性的低碳钢。可选的，安装壳 15-1 和盖体 15-2 拼接形成的壳体结构具有三个腔体 9-9，三个腔体 9-9 直线排布，对应的，磁铁的数量为三个，三个磁铁与三个腔体 9-9 一一对应。腔体 9-9 可以是圆柱形，对应的，磁铁 15-3 为圆柱形。需要说明的是，腔体 9-9 的数量不限于是三个，磁铁 15-3 的数量不限于是三个。

这样的设置方式，可在安装壳 15-1 的底部形成强磁力，而顶部及各侧面磁力较弱，进而实现安装壳 15-1 的底部与待吸附面强力吸合。

可选的，爬行机车架 1 上还设置有姿态传感器 8。

姿态传感器 8 安装在车体连接板 1-1 上，可实时监测爬行焊接机器人的运动姿态，并反馈信号至控制器，控制器回馈信号到轮履式行走机构 2，实现其姿态调整。

由上述可以看出，本公开提供的无轨道、无导向的爬行焊接机器人，通过轮履式行走机构，控制爬行焊接机器人在大中型平面或弧面焊接结构件表面运动，可垂直爬壁；爬行

焊接机器人在进行前进或后退的运动时均能进行焊接作业，在爬行焊接机器人前进焊接过程中，激光跟踪模块 5 中的 CCD 相机 5-4 负责识别跟踪，激光跟踪模块 5 中的相机 5-4 负责对焊接过后的焊缝进行检测，观察焊缝的成型宽度以及打底高度。在焊接过程中，对一条焊缝的成型宽度以及打底高度进行存储，焊接完成后对这些数据进行取平均值处理，平均数对盖面的工艺参数有积极的指导意义。

如图 11 所示，激光跟踪模块 5 进行跟踪焊缝原理为：

由激光传感器 5-3 检测到的图像信号传输到工控机，图像处理软件将计算得出的焊缝信息数据发送至跟踪控制器，跟踪控制器发出指示经焊枪平摆机构 3 控制使焊枪 12 横向跟踪焊缝运动，并指示经轮履式行走机构 2 使焊枪 12 跟踪干深长度变化；同时图像处理软件将计算得出的焊缝信息数据发送至爬行焊接机器人的总控制器，总控制器将焊缝坡口变化信息传输到焊接电源控制器，从而实时调节焊接电源的工艺参数。焊枪平摆机构 3 上设置有位移传感器，位移传感器产生的位移信号与车身姿态传感器 8 产生的车体姿态信号相结合，经过跟踪控制器运算处理，输送给爬行焊接机器人的总控制器，启动爬行焊接机器人的驱动装置而使爬行焊接机器人保持与焊缝平行，从而进行全位置的平面或弧面焊接作业；同时爬行焊接机器人安装有防风装置 7，能满足风速不大于 10m/s 条件下的熔化极气体保护焊。

一种爬行焊接机器人的控制方法，其特征在于，包括如下步骤：

S1. 控制可调式磁吸附模块，使爬行焊接机器人与被吸附表面间的吸附力保持稳定；

S2. 获取焊缝信息；

S3. 控制焊枪 12 平移达到焊缝位置；

S4. 控制焊枪 12 转动，达到工艺需求角度；

S5. 调节焊接电源的工艺参数；

S6. 启动焊接，控制爬行机器人自动沿焊缝走向自主爬行；

S7. 完成焊接。

可选的：

1. 在步骤 S2 中，用激光传感器 5-3 测得焊缝信息的位置坐标、可信度及图像信号；

2. 工控机将上述焊缝信息经信号处理传输到跟踪控制器及焊接电源控制器；

3. 跟踪控制器依据焊缝信息发指令；

4. 根据这一指令，经焊枪平摆机构 3 和焊枪角摆夹持机构 6，使焊枪 12 实现跟踪焊缝运动并保持干深长度；

5. 焊枪 12 经焊枪平摆机构 3 和焊枪角摆夹持机构 6 进行移动时，发出焊枪 12 位移信号；

6. 爬行焊接机器人在移动时，车身上的姿态传感器 8 发出车身姿态信号；

7. 结合步骤 1、步骤 5 以及步骤 6 的输入数据，跟踪控制器进行运算处理；

8. 跟踪控制器将处理过后的数据发送给爬行焊接机器人的总控制器；

9. 爬行焊接机器人的总控制器经过计算发出指令，经两个伺服电机 2-6 分别驱动两个主动轮 2-1 进行不同的速度转动，进而使爬行焊接机器人进行转向运动；

10. 爬行焊接机器人的总控制器根据接收的图像位置信号计算后，经轮履式行走机构 2 带动激光跟踪模块 5 移动，使相机 5-4 始终能够锁定焊缝；

11. 焊接电源控制器依据焊缝信息发出指令，从而实时调节焊接电源的工艺参数；

12. 上位机摆动软件依据焊接工艺，设置相应的焊接摆动参数，包括焊接类型、平摆、钟摆、摆幅、摆速以及停顿时间的控制参数，该控制参数设置好后，发送给跟踪控制器；

13. 跟踪控制器根据上位机接收到的焊接摆动参数，经焊枪角摆夹持机构 6 使焊枪 12 实现摆动；

14. 与跟踪控制器相连的手动控制器控制焊接过程中需要微调节或人工干预的焊接参数；

15. 上位机车体控制软件依据焊接工艺, 设置相应的车体控制参数: 包括自动行驶基准速度、手动行驶速度以及整定参数内容, 爬行焊接机器人的总控制器接收并保存设定的工艺参数, 依据设定值行驶;

焊枪 12 位置的控制方式如下:

1. 爬行焊接机器人以差速方式控制轮履式行走机构 2 行驶, 实现爬行焊接机器人的转向, 可以实现原地自传 360° ;

2. 焊枪平摆机构 3、激光跟踪平摆机构 4 及轮履式行走机构 2 实现焊枪 12 的位置调节, 以实现焊枪 12 的干深长度调节;

3. 焊枪角摆夹持机构 6 以步进驱动 (含减速机) 方式控制实现焊枪 12 的角摆, 以达到实现某些焊接工艺需求。

本申请与现有技术相比, 优点包括:

1、通过轮履式行走机构 2 实现无需轨道以及无需导向爬行, 可焊接范围大; 可明显减少焊接辅助时间, 生产效率高; 可实现大中型结构件的全位置焊接。

2、通过可调式磁吸附模块来调节磁吸附力大小, 可实现平板及大曲率弧板爬行, 工作环境适应性强。

3、通过采用了先进的焊缝识别以及多传感器数据融合技术, 可实现可靠的焊缝跟踪, 因此可以保证焊接的质量, 焊缝跟踪精度可达 $\pm 0.3\text{mm}$. 高度在 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内, 并且跟踪范围不受限制。

4、爬行焊接机器人安装有防风装置 7, 可满足风速不大于 10m/s 条件下的熔化极气体保护焊。

5、通过图像采集获取焊缝宽度等相关信息, 反馈到爬行焊接机器人的总控制器, 爬行焊接机器人的总控制器调节焊接电源控制器来实现对焊接电源电压及电流的调节, 可满足焊缝不规则变化时焊接工艺的实时调节。

本公开提供的爬行焊接机器人, 通过轮履式行走机构 2, 实现无需轨道以及无需导向爬行, 可焊接范围大, 能够在大中型平面或弧面焊接结构件表面运动, 可垂直爬壁, 在前进或后退的运动时均能进行焊接作业, 进而实现大中型结构件的全位置焊接, 可明显减少焊接辅助时间, 生产效率高; 通过可调式磁吸附模块 9 来调节磁吸附力大小, 可实现平板及大曲率弧板爬行, 工作环境适应性强。

最后应说明的是: 以上各实施例仅用以说明本公开的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照前述各实施例对本公开进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换; 而这些修改或者替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本公开各实施例技术方案的范围。

此外, 本领域的技术人员能够理解, 尽管在此的一些实施例包括其它实施例中所包括的某些特征而不是其它特征, 但是不同实施例的特征的组合意味着处于本公开的范围之内并且形成不同的实施例。例如, 在上面的权利要求书中, 所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。公开于该背景技术部分的信息仅仅旨在加深对本公开的总体背景技术的理解, 而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域技术人员所公知的现有技术。

工业实用性:

综上所述, 本公开提供了一种爬行焊接机器人及其控制方法, 作业范围广以及作业效率高。

权利要求书

1. 一种爬行焊接机器人，其特征在于，包括可调式磁吸附模块、轮覆式行走机构、爬行机车架和焊接负载装置，所述焊接负载装置设置在所述爬行机车架上；

所述轮覆式行走机构设置在所述爬行机车架的相对两端，用于给所述爬行机车架提供爬行动力；

所述可调式磁吸附模块设置在所述爬行机车架上，且设置在两个所述轮覆式行走机构之间。

2. 根据权利要求1所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述轮覆式行走机构包括磁座、滚子链、主动轮、从动轮和第一驱动装置；

所述第一驱动装置固定设置在所述爬行机车架上；

所述主动轮和所述从动轮均转动设置在所述爬行机车架上；

所述主动轮和所述从动轮通过所述滚子链连接；

所述磁座设置在所述滚子链上。

3. 根据权利要求2所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述爬行机车架上设置有滑动槽；

所述从动轮滑动设置在所述滑动槽内；

所述爬行机车架上设置有第二驱动装置，用于带动所述从动轮在所述滑动槽内移动，以使对应的所述滚子链张紧或者松弛。

4. 根据权利要求3所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述爬行机车架包括调节块以及调节螺杆，所述调节块与所述滑动槽滑动配合，所述调节螺杆螺接于所述爬行机车架上，所述调节螺杆与所述调节块转动连接，且所述调节螺杆与所述调节块在所述调节螺杆的轴向上相对固定；当所述调节螺杆转动时，所述调节块能够在所述滑动槽内滑动；所述从动轮与所述调节块转动连接。

5. 根据权利要求3所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述爬行机车架包括调节块以及调节螺杆，所述调节块与所述滑动槽滑动配合，所述调节螺杆螺接于所述爬行机车架上，且所述调节螺杆与所述爬行机车架在所述调节螺杆的轴向上相对固定，所述调节螺杆与所述调节块转动连接；当所述调节螺杆转动时，所述调节块能够在所述滑动槽内滑动；所述从动轮与所述调节块转动连接。

6. 根据权利要求2-5中任一项所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述第一驱动装置包括伺服电机和转角减速电机，所述伺服电机与所述转角减速电机连接，所述伺服电机和所述转角减速电机均固定在爬行机车架上，所述主动轮固定在所述转角减速电机的法兰上，通过所述伺服电机能够带动所述主动轮转动。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述爬行机车架包括车体连接板以及与所述车体连接板连接且相对设置的两块侧板，两个所述轮覆式行走机构分别安装于两个所述侧板上。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述焊接负载装置包括焊接架和焊枪平摆机构；

所述焊接架固定设置在所述爬行机车架上；

所述焊接平摆机构包括第一直线电机、第一直线导轨、第三驱动装置、第一传动齿轮和第一传动齿条；

所述第一直线电机固定设置在所述焊接架上，所述第一直线导轨与所述第一直线电机连接；所述第一传动齿轮转动设置在所述第一直线导轨上；所述第一传动齿轮与所述第一传动齿条啮合，所述第一传动齿条与所述第一直线导轨滑动配合；所述第三驱动装置与所述第一传动齿轮连接，用于驱动所述第一传动齿轮转动，进而带动所述第一传动齿条相对于所述第一直线导轨往复滑动。

9. 根据权利要求8所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述焊接负载装置还包括焊

枪角摆夹持机构；

所述焊枪角摆夹持机构包括角摆器、锁紧机构和卡箍；

所述角摆器与所述卡箍连接，用于带动设置在所述卡箍上的焊枪摆动；

所述锁紧机构设置在所述角摆器上，且与所述第一传动齿条固定连接。

10. 根据权利要求 9 所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述角摆器包括相连的电机以及旋转平台，所述卡箍与所述旋转平台连接，所述锁紧机构与所述电机连接。

11. 根据权利要求 8-10 中任一项所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述焊接负载装置还包括激光跟踪平摆机构和激光跟踪模块；

所述激光跟踪平摆机构包括第二直线电机、第二直线导轨、第四驱动装置、第二传动齿轮和第二传动齿条；

所述第二直线电机固定设置在所述焊接架上，所述第二直线导轨与所述第二直线电机连接；所述第二传动齿轮转动设置在第二所述直线导轨上；所述第二传动齿轮与所述第二传动齿条啮合，所述第二传动齿条与所述第二直线导轨滑动配合；所述第四驱动装置与所述第二传动齿轮连接，用于驱动所述第二传动齿轮转动，以带动所述第二传动齿条往复直线运动。

12. 根据权利要求 11 所述的爬行焊接机器人，其特征在于，

所述激光跟踪模块包括相机、激光传感器、安装架和多滤光片；

所述相机、所述激光传感器和所述多滤光片均设置在所述安装架上；

所述安装架固定设置在所述第二传动齿条上。

13. 根据权利要求 1-12 中任一项所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述爬行焊接机器人还包括防风装置，所述防风装置与所述爬行机车架连接；

所述防风装置包括相连的固定支架和防风罩体，所述固定支架与所述爬行机车架连接；

所述固定支架包括能够沿前后方向伸缩的伸缩平移板，所述伸缩平移板上开设有具有夹角的左右方向滑道及前后方向滑道，所述防风罩体上开设有上下方向滑道，所述伸缩平移板与所述防风罩体连接，且所述防风罩体能够相对于所述伸缩平移板在所述上下方向滑道的延伸方向以及所述左右方向滑道的延伸方向上滑动，使得所述防风罩体能够在三个方向上进行调整。

14. 根据权利要求 13 所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述固定支架还包括相连的固定底板以及固定连接板，所述固定连接板与所述伸缩平移板沿所述前后方向滑道的延伸方向滑动配合；所述固定底板用于与所述爬行机车架连接。

15. 根据权利要求 13 或者 14 所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述伸缩平移板包括相连的第一板部和第二板部，所述第一板部与所述第二板部具有夹角，所述左右方向滑道设置于所述第一板部上，所述前后方向滑道设置于所述第二板部上；所述第一板部与所述防风罩体滑动连接，所述第二板部与所述固定连接板滑动连接。

16. 根据权利要求 1-15 中任一项所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述可调式磁吸附模块包括磁体模块和升降调节模块，所述升降调节模块与所述磁体模块连接，用于控制所述磁体模块升降；

所述升降调节模块包括多个可独立控制的升降机构，通过分别调节多个独立控制的所述升降机构，改变所述磁体模块与被吸附表面之间的夹角和/或间隙。

17. 根据权利要求 16 所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述磁体模块包括安装壳、盖体以及磁铁，所述安装壳设置有腔体，所述磁铁置于所述腔体内，所述盖体与所述安装壳连接以封盖所述腔体。

18. 根据权利要求 16 或者 17 所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述升降结构包括支撑架、升降螺杆以及调节螺母，所述支撑架与所述爬行机车架连接，所述升降螺杆与所述调节螺母螺接，所述调节螺母与所述支撑架转动连接，且所述调节螺母与所述支撑架在所述调节螺母的轴向上相对固定；所述升降螺杆与所述磁体模块连接。

19. 根据权利要求 18 所述的爬行焊接机器人，其特征在于，所述支撑架包括槽体以及盖板，所述槽体上设置有限位槽；所述调节螺母上设置有环形限位凸起，所述环形限位凸起沿所述调节螺母的周向延伸，所述环形限位凸起沿所述调节螺母的径向向外凸出所述调节螺母的外周面；所述环形限位凸起位于所述限位槽内，所述盖板与所述槽体连接且封盖所述限位槽的槽口，以使所述环形限位凸起限制在所述限位槽的槽底与所述盖体之间。

20. 一种爬行焊接机器人的控制方法，其特征在于，包括如下步骤：

- S1. 控制可调式磁吸附模块，使爬行焊接机器人与被吸附表面间的吸附力保持稳定；
- S2. 获取焊缝信息；
- S3. 控制焊枪平移达到焊缝位置；
- S4. 控制焊枪转动，达到工艺需求角度；
- S5. 调节焊接电源的工艺参数；
- S6. 启动焊接，控制爬行机器人自动沿焊缝走向自主爬行；
- S7. 完成焊接。