

爬壁清洗机器人

技术领域

本申请涉及工业清洗的技术领域，更具体地说，是涉及一种爬壁清洗机器人。

背景技术

长期行走在水上的船只、船舶表面会大面积腐蚀掉漆生锈，这些锈蚀会对船舶航行的安全性产生影响，所以航行一定时间的船舶都需要进行表面除锈扒皮然后再喷漆，然后才能继续工作；大多数船舶都是货运船只，货船在装货时，每次都需要对货舱进行大规模的清洗，清洗的任务量大。目前为止，国内船舶的表面清洗，主要操作方式为工人清洗，这种方式清洗效率低，危险系数大，环境污染严重；所以为了改善这种状况，一种解决方法就是研制用于船舶表面清洗的爬壁清洗机器人。该机器人使用超高压水清洗，同时爬壁清洗机器人可以到达工人难以到达的船舶高处，清洗质量高。船舶除锈清洗爬壁清洗机器人提供了一种更环保、更安全的选择，为清洁和维护大型船只提供了一种高效可行的解决方案。

大多数货船货舱内部壁面复杂，爬壁清洗机器人需要在货舱内多个壁面之间运动，各壁面间存在一定的夹角。现有的爬壁清洗机器人适合在表面均匀或者小曲率的壁面爬行，但是无法在有一定倾斜角度的壁面间过渡，无法在货舱内复杂表面行走。多数爬壁清洗机器人遇到倾斜壁面会出现卡死或轮子空转的现象，它们没有壁面过渡能力。货舱清洗一般分为表面清洁和深度除锈，这就需要机器人具有多种清洗功能，能够适应不同种类货舱清洗的需要。很多机器人搭载除锈清洗装置在均匀壁面上可以获得良好的清洗效果，但是面对货舱内的复杂壁面环境，机器人所搭载的清洗机构无法适应一定角度的过渡面并且达不到除锈的标准。

现在一种解决方案是应用磁吸附爬壁清洗机器人进行清洗作业。但是目前爬壁清洗机器人技术也有如下技术缺点：

(1) 爬壁清洗机器人无法完成倾斜壁面过渡。现有爬壁清洗机器人结构上不具备在倾斜壁面之间过渡，无法越过具有一定倾斜角的壁面，遇到倾斜壁面容易在过渡处卡死或打滑。其原因归结于现有的爬壁清洗机器人磁吸附结构都安装于机器人底部，无法提供针对前端过渡面的磁吸附力，进而没有足够的牵引力。

(2) 爬壁清洗机器人的清洗机构无法适应壁面过渡特点。现有的机器人的清洗机构主要都是针对金属平面的清洗过程，该种清洗机构在遇到前端过渡面时，会与过渡面发生刚性碰撞，造成清洗机构的损坏。

(3) 爬壁清洗机器人功能单一。目前的爬壁清洗机器人主要是针对某个领域的清洗任务，在面对其他工况时不具备相应的功能。例如目前多数爬壁清洗机器人都是针对船舶外壁的除锈任务，但是当遇到船舶货舱内壁时，由于结构限制则无法实现除锈清洗功能。功能单一限制了机器人的使用场景。

(4) 爬壁清洗机器人结构跨度大，行走受限。目前多数爬壁清洗机器人分为履带式 and 轮式，但是这两种机器人的宽度较大，无法清洗到狭小的区域。针对货舱内部结构，现有的机器人无法进入船舱内部肋板中间进行清洗，清洗区域受限。

(5) 爬壁清洗机器人安装维护困难。现有爬壁清洗机器人结构复杂，各部件是整体式安装，这样就导致机器人现场作业发生故障时，拆卸维护复杂，这极大地降低了机器人的工作效率。

发明内容

本申请的目的在于提供一种爬壁清洗机器人，以解决现有技术中存在的爬壁清洗机器人无法完成倾斜壁面过渡、功能单一、行走受限、维护困难以及清洗机构无法适应壁面过渡的技术问题。

为实现上述目的，本申请采用的技术方案是一种爬壁清洗机器人，包括：

机架；

第一驱动机构，与所述机架连接，所述第一驱动机构设有第一主动轮；

第二驱动机构，与所述机架连接，所述第二驱动机构设有与所述第一主动轮相对设置的第二主动轮；

第一磁吸附机构，与所述机架连接，位于所述第一主动轮和所述第二主动轮之间，所述第一磁吸附机构设有具有磁性的第一磁吸附结构，所述第一磁吸附结构与待清洗壁面之间的距离能够调整；

清洗机构，位于所述机架的前方，且与所述机架转动连接。

通过采用上述技术方案：

一、爬壁清洗机器人能够在倾斜壁面过渡，实现在船只多壁面之间的过渡；

二、清洗机构与机架转动连接，因此清洗机构能够适应前端过渡面而发生转动，避免与前端过渡面发生刚性碰撞，造成清洗机构的损坏；

三、本实施例的爬壁清洗机器人能够完成船只外壁和内壁的清洗任务，同时也能适应船舶、风塔、油罐等金属曲面上行走，增强了爬壁清洗机器人的功能性，扩大了使用场景；

四、提高了行走的灵活性和转向灵敏性，因此可以进入船只内壁较小的区域中执行清洗任务，降低清洗区域受限的程度；

五、各机构部件安装拆卸方便，维护难度低，提高了工作效率。

在一个实施例中，所述第一磁吸附结构包括呈弧形的第一磁体保护壳和沿所述第一磁

体保护壳的弧形线方向布置的多个第一磁体。

通过采用上述技术方案，弧形排列的多个第一磁体能够适应底部接触面和前端过渡面的夹角，使得第一磁吸附结构与底部接触面和前端过渡面均能产生足够的吸附力，从而使得第一主动轮和第二主动轮均能产生足够的驱动摩擦力。

在一个实施例中，多个所述第一磁体的磁性沿所述第一磁体保护壳的弧形线方向从上到下逐渐递减。

通过采用上述技术方案，第一磁吸附结构靠近前端过渡面时，由于位于上端的第一磁体的磁性较强，能够产生较大的吸附力利于爬壁清洗机器人攀爬至前端过渡面上，同时位于下端的第一磁体的磁性较弱，产生较弱的吸附力，利于与底部接触面脱离，使得爬壁清洗机器人能够顺利过渡至前端过渡面上。

在一个实施例中，所述第一磁吸附结构还包括与所述第一磁体保护壳连接的第一磁体安装座，所述第一磁体安装座与所述机架之间连接有调节紧固件，所述第一磁体安装座能够调整与所述机架之间的相对位置，使所述第一磁体靠近或者远离所述待清洗壁面。

通过采用上述技术方案，第一磁吸附结构的磁力可调节的能力使得机器人在不同的壁面上都能达到合适的磁吸附力，提高了爬壁清洗机器人对不同作业壁面的适应性。

在一个实施例中，所述第一磁体保护壳的弧长对应的圆心角为 100° 至 140° 。

通过采用上述技术方案，多个第一磁体沿着第一磁体保护壳的弧线方向布置，利于与前端过渡面和底部接触面产生合适的吸附力。

在一个实施例中，所述清洗机构包括清洗盘、转臂和抱夹结构，所述抱夹结构与所述机架的前端转轴连接，所述清洗盘位于所述机架的前方，所述转臂与所述清洗盘和所述抱夹结构转动连接，使所述清洗盘能够绕所述前端转轴转动。

通过采用上述技术方案，清洗机构通过抱夹结构与机架可拆卸连接，使得清洗机构形成模块化部件，便于拆卸维修。

在一个实施例中，所述清洗机构还包括伸缩推杆，所述伸缩推杆与所述机架和所述清洗盘连接，所述伸缩推杆能够伸缩使所述清洗盘始终与所述待清洗壁面贴合。

通过采用上述技术方案，伸缩推杆的支撑力能够使清洗机构与壁面始终接触，提高了清洗机构的稳定性。

在一个实施例中，所述清洗机构还包括过渡轮机构，所述过渡轮机构设于所述清洗盘上。

通过采用上述技术方案，减少清洗机构移动至前端过渡面时的摩擦力，使得清洗机构移动至前端过渡面时更顺畅。

在一个实施例中，所述爬壁清洗机器人还包括第二磁吸附机构，所述第二磁吸附机构与所述机架连接，位于所述第一磁吸附机构的背离所述清洗机构的一侧，所述第二磁吸附

机构包括第二磁吸附结构和移动轮，所述移动轮与所述机架转动连接，所述第二磁吸附结构安装于所述移动轮的一侧。

通过采用上述技术方案，机器人正常在壁面上行走时，移动轮接触壁面，它可以随着爬壁清洗机器人的转动而转动，为爬壁清洗机器人的灵活转向提供了保障。同时它始终与壁面保持良好的吸附力，防止了机器人的打滑和倾覆。

在一个实施例中，所述第二磁吸附结构包括呈弧形的第二磁体保护壳和沿所述第二磁体保护壳的弧线方向布置的多个第二磁体，多个所述第二磁体的磁性沿所述第二磁体保护壳的弧形线方向从前到后逐渐递减。

通过采用上述技术方案，在壁面过渡时，该种磁铁排列形式使得机器人对底部接触面的吸附力是逐渐递减的，这样机器人后端磁吸附装置可以更容易脱离底部接触面过渡到前端接触面上。机器人正常行走时，不锈钢万向轮接触壁面，它可以随着机器人的转动而转动，为机器人的灵活转向提供了保障。同时它始终与壁面保持良好的吸附力，防止了机器人的打滑和倾覆。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，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是本申请实施例提供的爬壁清洗机器人的立体结构图；

图2是本申请实施例提供的爬壁清洗机器人的爬壁示意图；

图3是本申请实施例提供的第一磁吸附机构的立体结构图；

图4是本申请实施例提供的爬壁清洗机器人的仰视图；

图5是本申请实施例提供的爬壁清洗机器人的俯视图。

图中各附图标记为：

100-爬壁清洗机器人；

10-底部接触面；20-前端过渡面；

1-机架；2-第一驱动机构；3-第二驱动机构；4-第一磁吸附机构；5-清洗机构；6-第二磁吸附机构；7-控制柜；8-管子固定器；

21-第一主动轮；31-第二主动轮；41-第一磁吸附结构；51-清洗盘；52-转臂；53-抱夹结构；54-清洗刀架；55-伸缩推杆；56-拉伸弹性件；57-过渡轮机构；61-第二磁吸附结构；62-移动轮；

411-第一磁体保护壳；412-第一磁体；413-第一磁体安装座；571-全向轮；611-第二磁体保护壳；612-第二磁体。

具体实施方式

为了使本申请所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

需要说明的是，当元件被称为“固定于”或“设置于”另一个元件，它可以直接位于另一个元件上或者间接位于另一个元件上。当一个元件被称为“连接于”另一个元件，它可以是直接连接或间接连接至另一个元件。

需要理解的是，术语“长度”、“宽度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请，而不是指示装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示相对重要性或指示技术特征的数量。在本申请的描述中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。以下结合具体实施例对本申请的具体实现进行更加详细的描述：

如图1和图2所示，本申请实施例提供一种爬壁清洗机器人100，用于清洗船只的金属壁面。

本实施例的爬壁清洗机器人100包括：机架1、第一驱动机构2、第二驱动机构3、第一磁吸附机构4以及清洗机构5；机架1用作爬壁清洗机器人100的机身部件；第一驱动机构2与机架1连接，第一驱动机构2设有第一主动轮21；第二驱动机构3与机架1连接，第二驱动机构3设有与第一主动轮21相对设置的第二主动轮31，第一主动轮21和第二主动轮31分别位于机架1的左右两侧，两者对称布置，第一主动轮21和第二主动轮31能够发生正转和反转，其转速可调，使得爬壁清洗机器人100能够前进、后退、左转、右转和原地调头；第一磁吸附机构4与机架1连接，位于第一主动轮21和第二主动轮31之间，第一磁吸附机构4设有具有磁性的第一磁吸附结构41，第一磁吸附结构41与待清洗壁面之间的距离能够调整；清洗机构5位于机架1的前方，且与机架1转动连接。

本实施例提供的爬壁清洗机器人100的工作原理如下：

清洗机构5用于清洗船只外壁或者内壁，其清洗方式包括但不限于高压水冲洗和刀架刮擦，清洗机构5位于机架1的前方，使得机架1能够引导清洗机构5朝待清洗壁面前进，待清洗壁面包括底部接触面10和前端过渡面20，底部接触面10一般与水平面平行，而前端过渡面20与底部接触面10相接，前端过渡面20与底部接触面10可以成最小120°的预设夹角；

操作人员将爬壁清洗机器人100放置在底部接触面10上，其中第一主动轮21和第二主动轮31与底部接触面10接触，调整位于第一主动轮21和第二主动轮31之间的第一磁吸附结构41与壁面之间的距离，使得第一磁吸附结构41与底部接触面10相互吸引，进

而使得第一主动轮 21 和第二主动轮 31 压紧在底部接触面 10 上；

第一主动轮 21 和第二主动轮 31 接收移动清洗的信号开始转动，驱使爬壁清洗机器人 100 朝待清洗的目标区域移动，清洗机构 5 位于机架 1 的前方，清洗机构 5 开始对经过的区域进行清洗；

当清洗机构 5 前进至底部接触面 10 与前端过渡面 20 相接处时，由于清洗机构 5 与机架 1 转动连接，机架 1 前进产生的作用力能够使得清洗机构 5 绕机架 1 转动且沿着前端过渡面 20 继续移动，直至清洗机构 5 覆盖于前端过渡面 20 上，实现清洗前端过渡面 20；

第一主动轮 21 和第二主动轮 31 继续前进，直至移动至前端过渡面 20 上，第一磁吸附结构 41 的磁性能够使得爬壁清洗机器人 100 停留在相对水平面倾斜的前端过渡面 20 上，并且使得第一主动轮 21 和第二主动轮 31 与前端过渡面 20 之间产生足够的摩擦牵引力，使得爬壁清洗机器人 100 能够沿着前端过渡面 20 行走。

通过采用上述技术方案：

一、本实施例的爬壁清洗机器人 100 通过第一主动轮 21 和第二主动轮 31 行走，带动清洗机构 5 在待清洗壁面上行走并且清洗，在此过程中，位于第一主动轮 21 和第二主动轮 31 之间的第一磁吸附结构 41 的磁力能够吸引待清洗壁面，使得第一主动轮 21 和第二主动轮 31 能够与待清洗壁面之间产生足够的摩擦牵引力，使得爬壁清洗机器人 100 在底部接触面 10 和前端过渡面 20 行走进而进行清洗；需要进一步解释的是，当清洗机构 5 移动至前端过渡面 20 时，机架 1 和前端过渡面 20 施加在清洗机构 5 上的作用力使得清洗机构 5 沿着前端过渡面 20 前进且绕机架 1 转动，使得机架 1 能够靠近前端过渡面 20，由于本实施例的爬壁清洗机器人 100 是由第一主动轮 21 和第二主动轮 31 两个轮驱动，相比于将磁吸附结构设置于机器人的底部，本实施例可以使得位于第一主动轮 21 和第二主动轮 31 之间的第一磁吸附结构 41 足够靠近前端过渡面 20，进而产生正对前端过渡面 20 的磁吸附力，从而使得第一主动轮 21 和第二主动轮 31 产生足够的摩擦牵引力，完成爬壁清洗机器人 100 在倾斜壁面过渡，实现在船只多壁面之间的过渡；

二、清洗机构 5 与机架 1 转动连接，因此清洗机构 5 能够适应前端过渡面 20 而发生转动，避免与前端过渡面 20 发生刚性碰撞，造成清洗机构 5 的损坏；

三、本实施例的爬壁清洗机器人 100 能够完成船只外壁和内壁的清洗任务，同时也能适应船舶、风塔、油罐等金属曲面上行走，增强了爬壁清洗机器人 100 的功能性，扩大了使用场景；

四、本实施例的爬壁清洗机器人 100 通过第一主动轮 21 和第二主动轮 31 行走，缩短了爬壁清洗机器人 100 的尺寸，同时提高了行走的灵活性和转向灵敏性，因此可以进入船只内壁较小的区域中执行清洗任务，降低清洗区域受限的程度；

五、本实施例的爬壁清洗机器人 100 包括机架 1、第一主动轮 21、第二主动轮 31、第一

磁吸附机构4和清洗机构5，爬壁清洗机器人100整体采用了模块化的设计特点，结构紧凑，重量轻便，各机构部件安装拆卸方便，维护难度低，提高了工作效率。

在一个实施例中，第一驱动机构2和第二驱动机构3左右对称布置在机架1的两侧，第一驱动机构2和第二驱动机构3为同种驱动机构，在本实施例中的位置不相同，因此分别称为第一驱动机构2和第二驱动机构3，第一驱动机构2和第二驱动机构3均包括驱动电机和与其连接减速器。电机伸出轴直接与减速器连接，第一主动轮21和第二主动轮31通过胀紧套分别与对应的减速器一端的伸出轴连接，结构简单且控制方便。该种连接方式输出扭矩大，负载能力提升，通过胀紧套的作用可以防止爬壁清洗机器人100因运动卡死造成电机过载损坏的问题。第一主动轮21和第二主动轮31采用铝合金轮毂做成的橡胶轮，安全可靠，与壁面的摩擦系数大，可以提供足够的摩擦牵引力，进而减小提供磁吸附力的磁铁重量，为机器人的轻量化创造了条件。驱动电机做了防水处理，用铝合金防水外壳进行包覆，整个外壳与驱动电机接触面通过密封圈进行密封，从而可以长时间连续工作在水雾的环境中。第一驱动机构2和第二驱动机构3左右对称布置，第一驱动机构2和第二驱动机构3与中间的机架1相连接。机架1是由左右两个支撑板连接组成，其结构设计的强度高，抗弯能力强。

通过采用上述技术方案，第一驱动机构2和第二驱动机构3这样的驱动行走机构与机架1的布置方式，可以极大地减小机器人宽度方向的尺寸，进而可以清洗到更多狭窄区域，环境适应性更强。

在一个实施例中，第一磁吸附机构4数量为两个，均位于第一主动轮21和第二主动轮31之间，其中一个第一磁吸附机构4靠近第一主动轮21设置，且与第一主动轮21同轴，另一个第一磁吸附机构4靠近第二主动轮31设置，且与第二主动轮31同轴。

通过采用上述技术方案，两个第一磁吸附机构4分别吸附第一主动轮21和第二主动轮31接触的底部接触面10对应的区域，使得第一主动轮21和第二主动轮31能够产生足够的牵引摩擦力，提升第一主动轮21和第二主动轮31的抓地力，使得爬壁行走更稳定。

请一并参阅图3，在一个实施例中，第一磁吸附结构41包括呈弧形的第一磁体保护壳411和沿第一磁体保护壳411的弧形线方向布置的多个第一磁体412；其中一部分第一磁体412朝向底部接触面10，另一部分第一磁体412朝向前端过渡面20。

可选地，多个不同尺寸的第一磁体412例如磁铁通过特殊排列形式构成一种永磁体，设计成弧形的目的是爬壁清洗机器人100在壁面过渡时，永磁体对底部接触面10和前端过渡面20均能提供足够的吸附力，由该吸附力产生的驱动摩擦力可以牵引爬壁清洗机器人100向前爬行。

通过采用上述技术方案，弧形排列的多个第一磁体412能够适应底部接触面10和前端过渡面20的夹角，使得第一磁吸附结构41与底部接触面10和前端过渡面20均能产生足够的吸附力，从而使得第一主动轮21和第二主动轮31均能产生足够的驱动摩擦力。

在一个实施例中，多个第一磁体 412 的磁性沿第一磁体保护壳 411 的弧形线方向从上到下逐渐递减。

具体地，整个弧形永磁体对壁面的吸附力，是沿着弧形线从上到下逐渐递减的，该吸附力变化特点正好满足壁面过渡所需的力学关系。

通过采用上述技术方案，第一磁吸附结构 41 靠近前端过渡面 20 时，由于位于上端的第一磁体 412 的磁性较强，能够产生较大的吸附力利于爬壁清洗机器人 100 攀爬至前端过渡面 20 上，同时位于下端的第一磁体 412 的磁性较弱，产生较弱的吸附力，利于与底部接触面 10 脱离，使得爬壁清洗机器人 100 能够顺利过渡至前端过渡面 20 上。

在一个实施例中，第一磁吸附结构 41 还包括与第一磁体保护壳 411 连接的第一磁体安装座 413，第一磁体安装座 413 与机架 1 之间连接有调节紧固件如调节螺栓，第一磁体安装座 413 能够调整与机架 1 之间的相对位置，使第一磁体 412 靠近或者远离待清洗壁面。

具体地，两个第一磁吸附结构 41 通过第一磁体安装座 413 分别与两侧的减速器底部法兰相连接，而且每个第一磁吸附结构 41 与壁面保持一定的间隙，提高了机器人的越障能力。第一磁吸附结构 41 具有一定的磁力调节能力，通过第一磁体安装座 413 的调节螺栓来调整与底部接触面 10 和前端过渡面 20 的垂直距离，从而达到调节磁吸附力的目的。

通过采用上述技术方案，第一磁吸附结构 41 的磁力可调节的能力使得机器人在不同的壁面上都能达到合适的磁吸附力，提高了爬壁清洗机器人 100 对不同作业壁面的适应性。

在一个实施例中，第一磁体保护壳 411 的弧长对应的圆心角为 100° 至 140° 。

优选地，第一磁体保护壳 411 的弧长对应的圆心角为 120° ，第一磁体保护壳 411 的上端所在的径向与水平面平行，第一磁体保护壳 411 的下端所在的径向指向底部接触面 10。

通过采用上述技术方案，多个第一磁体 412 沿着第一磁体保护壳 411 的弧线方向布置，利于与前端过渡面 20 和底部接触面 10 产生合适的吸附力。

请一并参阅图 4，在一个实施例中，清洗机构 5 包括清洗盘 51、转臂 52 和抱夹结构 53，抱夹结构 53 与机架 1 的前端转轴连接，清洗盘 51 位于机架 1 的前方，转臂 52 与清洗盘 51 和抱夹结构 53 转动连接，使清洗盘 51 能够绕前端转轴转动。

具体地，清洗机构 5 具有自适应功能，其包括清洗盘 51、清洗刀架 54、转臂 52 和抱夹结构 53，抱夹结构 53 转动连接到机架 1 上的前端转轴，然后通过转臂 52 将旋转抱夹结构 53 和清洗盘 51 连接到了一起。这样整个清洗机构 5 就能绕着机架 1 上的前端转轴进行转动，这种转臂 52 机构转动灵活、稳定、可靠性高。该清洗机构 5 的壁面自适应过渡功能能够由转臂 52 来完成。当爬壁清洗机器人 100 运动到前端过渡面 20 时，清洗盘 51 会接触到前端过渡面 20，在前端过渡面 20 的支持力和爬壁清洗机器人 100 前进的驱动力的作用下，前端过渡面 20 会驱使清洗盘 51 绕着前端转轴发生转动，从而改变了作用在清洗机构 5 上的推力方向，使得整个清洗机构 5 沿着壁面向上运动。爬壁清洗机器人 100 通过

清洗盘 51 上的清洗刀架 54 和旋转体的配合完成壁面清洗除锈的任务，超高压水通过旋转体进入到清洗刀架 54 内，清洗刀架 54 表面安装有高压喷嘴，超高压水会从清洗刀架 54 内部经高压喷嘴喷射到壁面上，从而完成壁面的除锈清洗。同时清洗盘 51 上安装有污水回收孔和回收三通，清洗后的污水在真空泵的作用下通过污水回收孔和回收三通回收到污水专用处理装置中。

通过采用上述技术方案，清洗机构 5 通过抱夹结构 53 与机架 1 可拆卸连接，使得清洗机构 5 形成模块化部件，便于拆卸维修。

如图 5 所示，在一个实施例中，清洗机构 5 还包括伸缩推杆 55，伸缩推杆 55 与机架 1 和清洗盘 51 连接，伸缩推杆 55 能够伸缩使清洗盘 51 始终与待清洗壁面贴合。

具体地，考虑到超高压水射流对清洗机构 5 的反作用力，机器人上安装了两个伸缩推杆 55，伸缩推杆 55 一端连接于减速器一端连接到清洗盘 51 上。

通过采用上述技术方案，伸缩推杆 55 的支撑力能够使清洗机构 5 与壁面始终接触，提高了清洗机构 5 的稳定性。

在一个实施例中，清洗机构 5 还包括拉伸弹性件 56，如拉伸弹簧，拉伸弹性件 56 的一端连接于机架 1 底部，一端连接于清洗机构 5，具体为连接于抱夹结构 53 的伸出板。

通过采用上述技术方案，在爬壁清洗机器人 100 壁面过渡时，为了防止清洗机构 5 的倾覆，使清洗机构 5 紧贴壁面，机器人设计了拉伸弹性件 56，使得清洗机构 5 在转动过大时会被拉伸弹性件 56 所限位，从而避免了倾覆。

在一个实施例中，清洗机构 5 还包括过渡轮机构 57，过渡轮机构 57 包括设于清洗盘 51 上。

可选地，过渡轮机构 57 数量有两套，分别安装于清洗盘 51 的前端两侧，每套过渡轮机构 57 由三个全向轮 571 组成，这三个全向轮 571 可以绕着过渡转轴转动。当机器人运动到前端过渡面 20 时，全向轮 571 会接触到前端过渡面 20，在前端过渡面 20 的支持力和机器人前进的驱动力的作用下，全向轮 571 会绕着过渡转轴发生转动，从而改变了作用在清洗机构 5 上的推力方向，使得整个清洗机构 5 沿着壁面向上运动。

通过采用上述技术方案，减少清洗机构 5 移动至前端过渡面 20 时的摩擦力，使得清洗机构 5 移动至前端过渡面 20 时更顺畅。

请同时参阅图 1 和图 4，在一个实施例中，爬壁清洗机器人 100 还包括第二磁吸附机构 6，第二磁吸附机构 6 与机架 1 连接，位于第一磁吸附机构 4 的背离清洗机构 5 的一侧，第二磁吸附机构 6 包括第二磁吸附结构 61 和移动轮 62，移动轮 62 与机架 1 转动连接，第二磁吸附结构 61 安装于移动轮 62 的一侧。

具体地，爬壁清洗机器人 100 还包括控制柜 7，控制柜 7 设置于机架 1 的后端，第二磁吸附机构 6 安装于控制柜 7 的底部，两个第二磁吸附机构 6 通过轮架轴对称安装在移动

轮 62 如不锈钢万向轮的两侧。

通过采用上述技术方案，机器人正常在壁面上行走时，移动轮 62 接触壁面，它可以随着爬壁清洗机器人 100 的转动而转动，为爬壁清洗机器人 100 的灵活转向提供了保障。同时它始终与壁面保持良好的吸附力，防止了机器人的打滑和倾覆。

在一个实施例中，第二磁吸附结构 61 包括呈弧形的第二磁体保护壳 611 和沿第二磁体保护壳 611 的弧线方向布置的多个第二磁体 612，多个第二磁体 612 的磁性沿第二磁体保护壳 611 的弧形线方向从前到后逐渐递减。

可选地，第二磁体保护壳 611 的弧长对应的圆心角为 150° 至 190° ，优选为 170° ，由六块不同的第二磁体 612 排列而成。

通过采用上述技术方案，在壁面过渡时，该种磁铁排列形式使得爬壁清洗机器人 100 对底部接触面 10 的吸附力是逐渐递减的，这样爬壁清洗机器人 100 第二磁吸附机构 6 可以更容易脱离底部接触面 10 过渡到前端过渡面 20 上。爬壁清洗机器人 100 正常行走时，不锈钢万向轮接触壁面，它可以随着爬壁清洗机器人 100 的转动而转动，为机器人的灵活转向提供了保障。同时它始终与壁面保持良好的吸附力，防止了爬壁清洗机器人 100 的打滑和倾覆。

请再次参阅图 1，在一个实施例中，爬壁清洗机器人 100 还包括设于机架 1 的后端的管子固定器 8。

通过采用上述技术方案，机架 1 的后端安装了一种管子固定器 8，它可以通过螺栓固定住回收管和高压水管，这样可以使管子的重量直接作用于爬壁清洗机器人机架 1 上，导致清洗机构 5 不直接受管子重量的影响，减轻了清洗机构 5 的负载，避免了清洗机构 5 受管子重量影响所倾覆的问题。

本实施例具有壁面过渡能力、除锈清洗功能的爬壁清洗机器人 100 清洗作业的具体实施方式如下：

以清洗船舶货舱为例，首先通过无线遥控器远程操纵爬壁清洗机器人 100 从货舱底面沿着货舱倾斜壁面向上行走。当机器人遇到一定角度的前端过渡面 20 时，由于清洗机构 5 的壁面自适应特点，自适应清洗机构 5 相对于爬壁清洗机器人 100 转动，然后从一个壁面过渡到另一个壁面上。过渡到另一个壁面后，清洗刀架 54 与壁面保持原来的清洗距离，保证清洗质量不变。在之后的壁面过渡时，爬壁清洗机器人 100 都要完成以上动作。爬壁清洗机器人 100 完成壁面过渡行走在均匀壁面上时，它将执行除锈清洗任务，清洗刀架 54 将来自高压泵的超高压水喷射到金属壁面上，超高压水的作用将铁锈除掉，同时真空回收装置将锈水回收过到特殊处理装置中，避免了环境污染，从而完成了整个货舱内部的除锈清洗作业任务。

综上所述，本实施例的爬壁清洗机器人 100 的优点如下：

本实施例针对传统人工清洗效率低、安全性差的特点及爬壁清洗机器人 100 壁面过渡能力差、功能单一、机构复杂、行走受限等缺点，提出了一种新型具有壁面过渡能力、除锈清洗能力的爬壁清洗机器人 100。该爬壁清洗机器人 100 设计有特殊的第一磁吸附机构 4 和第二磁吸附机构 6，可以完成壁面间的过渡，同时特殊的第一磁体 412 和第二磁体 612 的布置，使磁能的利用率大幅提高，为爬壁清洗机器人 100 带来了更大吸附力，提高了爬壁清洗机器人 100 的负载能力。为了实现清洗机构 5 对过渡壁面的适应，设计一种壁面自适应的清洗机构 5，它可以通过结构上的特点自动调节与壁面的倾斜角度，平稳过渡到另一个壁面，全过程与壁面不发生任何刚性碰撞。同时设计了一种结构紧凑的机架 1，这极大地缩小了爬壁清洗机器人 100 的宽度，可以使爬壁清洗机器人 100 适应货舱内肋板间的行走。爬壁清洗机器人 100 采用轮式行走的方式，代替履带式行走，使爬壁清洗机器人 100 行走更加灵活，这也提高了清洗效率。本实施例爬壁清洗机器人 100 功能多样，既可以实现除锈作业又可以实现清洗作业，可应用于船舶外壁的除锈，也可用于船舶货舱内部的清洗，甚至可以用于风塔表面的清洗，应用场景多样。爬壁清洗机器人 100 整体采用了模块化的设计，包括机架 1、第一驱动机构 2、第二驱动机构 3、第一磁吸附机构 4、第二磁吸附机构 6、清洗机构 5、管子固定器 8 和控制柜 7，各部分间连接简单，拆卸维修方便。

以上所述仅为本申请的较佳实施例而已，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种爬壁清洗机器人，其特征在于，包括：

机架；

第一驱动机构，与所述机架连接，所述第一驱动机构设有第一主动轮；

第二驱动机构，与所述机架连接，所述第二驱动机构设有与所述第一主动轮相对设置的第二主动轮；

第一磁吸附机构，与所述机架连接，位于所述第一主动轮和所述第二主动轮之间，所述第一磁吸附机构设有具有磁性的第一磁吸附结构，所述第一磁吸附结构与待清洗壁面之间的距离能够调整；

清洗机构，位于所述机架的前方，且与所述机架转动连接。

2. 如权利要求1所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，所述第一磁吸附结构包括呈弧形的第一磁体保护壳和沿所述第一磁体保护壳的弧形线方向布置的多个第一磁体。

3. 如权利要求2所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，多个所述第一磁体的磁性沿所述第一磁体保护壳的弧形线方向从上到下逐渐递减。

4. 如权利要求2所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，所述第一磁吸附结构还包括与所述第一磁体保护壳连接的第一磁体安装座，所述第一磁体安装座与所述机架之间连接有调节紧固件，所述第一磁体安装座能够调整与所述机架之间的相对位置，使所述第一磁体靠近或者远离所述待清洗壁面。

5. 如权利要求2所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，所述第一磁体保护壳的弧长对应的圆心角为100°至140°。

6. 如权利要求1至5任一项所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，所述清洗机构包括清洗盘、转臂和抱夹结构，所述抱夹结构与所述机架的前端转轴连接，所述清洗盘位于所述机架的前方，所述转臂与所述清洗盘和所述抱夹结构转动连接，使所述清洗盘能够绕所述前端转轴转动。

7. 如权利要求6所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，所述清洗机构还包括伸缩推杆，所述伸缩推杆与所述机架和所述清洗盘连接，所述伸缩推杆能够伸缩使所述清洗盘始终与所述待清洗壁面贴合。

8. 如权利要求6所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，所述清洗机构还包括过渡轮机构，所述过渡轮机构设于所述清洗盘上。

9. 如权利要求1至5任一项所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，所述爬壁清洗机器人还包括第二磁吸附机构，所述第二磁吸附机构与所述机架连接，位于所述第一磁吸附机构的背离所述清洗机构的一侧，所述第二磁吸附机构包括第二磁吸附结构和移动轮，所述

移动轮与所述机架转动连接，所述第二磁吸附结构安装于所述移动轮的一侧。

10. 如权利要求 9 所述的爬壁清洗机器人，其特征在于，所述第二磁吸附结构包括呈弧形的第二磁体保护壳和沿所述第二磁体保护壳的弧线方向布置的多个第二磁体，多个所述第二磁体的磁性沿所述第二磁体保护壳的弧形线方向从前到后逐渐递减。