

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B25J 5/00 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200520075351.5

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 2841272Y

[22] 申请日 2005.9.12

[21] 申请号 200520075351.5

[73] 专利权人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市金寨路 96 号

[72] 设计人 李永新 杨杰 许旻 杜华生
王德新 陈世荣 董二宝 皮骄阳
宋轶群 王付锐 陈盛

[74] 专利代理机构 合肥华信专利商标事务所
代理人 余成俊

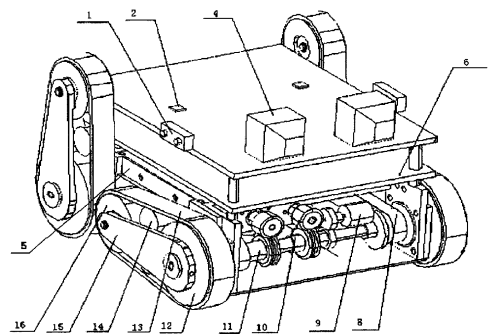
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称

自主越障机器人的复合移动机构

[57] 摘要

本实用新型涉及一种自主越障机器人的复合移动机构。它包括驱动电机、减速传动装置和运动部件及其智能控制系统；其中的运动部件为对称布置于车体两侧的履带轮，每一履带轮由行走轮、辅助轮、旋转臂、履带、履带支撑机构组成，行走轮和辅助轮分别安装在旋转臂的两端，履带包覆在行走轮和辅助轮外；每一对左、右履带轮的旋转臂由一个旋转臂驱动电机驱动，每一侧前、后履带轮的行走轮由一个行走轮驱动电机驱动；行走轮、旋转臂分别固定在其传动轴上、可以随轴作 360° 旋转。本实用新型可采用轮式、腿式、履带式等多种移动方式在各种复杂路面上行驶，并且各种移动方式之间可以直接转换，前倾或后倾后还具有自恢复功能。



1、一种自主越障机器人的复合移动机构，包括驱动电机、减速传动装置和运动部件及其智能控制系统；其特征在于：运动部件为一对以上对称布置于车体两侧的履带轮，每一履带轮由行走轮、辅助轮、旋转臂、履带、履带支撑机构组成，行走轮轮径大于辅助轮轮径，行走轮和辅助轮分别安装在旋转臂的两端，履带包覆在行走轮和辅助轮外，履带支撑机构位于行走轮和辅助轮之间、固定在旋转臂上；每一对左、右履带轮的旋转臂由一个旋转臂驱动电机驱动，每一侧前、后履带轮的行走轮由一个行走轮驱动电机驱动。

2、如权利要求1所述机器人，其特征在于：履带轮的传动轴分为内轴和外轴、两者同心，内轴为旋转臂传动轴、外轴为行走轮传动轴，内轴和外轴分别联接旋转臂和行走轮，并通过相应的传动副分别与行走轮和旋转臂各自的驱动电机相连；行走轮、旋转臂分别固定在其传动轴上、随轴作360°旋转。

3、如权利要求1所述机器人，其特征在于：所述履带轮的每一对左、右旋转臂分别联接在同一传动轴的两端，由一个旋转臂驱动电机同时驱动左、右履带轮的旋转臂运动；所述履带轮的每一侧前、后行走轮分别联接在前、后行走轮传动轴的同侧，并通过带式传动副联接前、后传动轴，由一个行走轮驱动电机同时驱动前、后履带轮的行走轮运动。

4、如权利要求1所述机器人，其特征在于：所述履带轮中的履带采用双面同步齿形带；前、后行走轮传动轴之间的带式传动副采用单面同步齿形带。

自主越障机器人的复合移动机构

技术领域：本实用新型涉及一种自主越障机器人。

技术背景：机器人在许多行业或环境中可以代替人们的工作，以减少人类所承担的繁重劳动或直接面对危险的机会，因此机器人技术已得到了大力发展。近年来，随着研究工作的深入，机器人技术的应用领域也不断拓展，例如星球探测、爆炸物排查、救援工作等，使得越障机器人的研究越来越得到重视。研究越障机器人的一个重要目标就是提高机器人的越障能力和智能化程度，使其能够自主地在充满障碍物的非结构化环境中攀越移动。目前文献中已有报道的越障机器人要么常采用单一越障方式，受地形环境的影响较大，局限较多；要么虽采用了不同的运动方式但结构过于复杂，或行驶时转换不便。例如专利号为 93228507.4 的专利中所描述的机器人，虽然可以采用轮式、履带式相结合的运动方式以适应复杂地形行驶的需要，但其行轮与主带轮的轮径不一致，且履带的上下摆动角度有限，造成实际运动时的效果并不理想。

发明内容：本实用新型的目的在于提供一种可以实现多种移动方式相结合的自主越障机器人复合移动机构，在不同环境下，综合利用多种移动方式的特点，从而增强机器人的机动能力，适应复杂的野外环境。

本实用新型是这样实现的：

自主越障机器人的复合移动机构包括驱动电机、减速传动装置和运动部件及其智能控制系统；其特征在于：运动部件为一对以上对称布置于车体两侧的履带轮，每一履带轮由行走轮、辅助轮、旋转臂、履带、履带支撑机构组成，行走轮轮径大于辅助轮轮径，行走轮和辅助轮分别安装在旋转臂的两端，履带包覆在行走轮和辅助轮外，履带支撑机构位于行走轮和辅助轮之间、固定在旋转臂上；每一对左、右履带轮的旋转臂由一个旋转臂驱动电机驱动，每一侧前、后履带轮的行走轮由一个行走轮驱动电机驱动。

所述履带轮的传动轴分为内轴和外轴、两者同心，内轴为旋转臂传动轴、外轴为行走轮传动轴，内轴和外轴分别联接旋转臂和行走轮，并通过相应的传动副分别与行走轮和旋转臂各自的驱动电机相连；行走轮、旋转臂分别固定在其传动轴上、随轴作 360° 旋转。

所述履带轮的每一对左、右旋转臂分别联接在同一传动轴的两端，由一个旋转臂驱动电机同时驱动左、右履带轮的旋转臂运动；所述履带轮的每一侧前、后行走轮分别联接在前、后行走轮传动轴的同侧，并通过带式传动副联接前、后传动轴，由一个行走轮驱动电机同时驱动前、后履带轮的行走轮运动。

所述履带轮中的履带采用双面同步齿形带；前、后行走轮传动轴之间的带式传动副采用单面同步齿形带。

由于本实用新型直接由行走轮和辅助轮构成履带轮，而且履带轮旋转臂可以在竖直

面内进行 360° 旋转，使得本实用新型可采用轮式、腿式、履带式等多种移动方式在各种复杂路面上行驶，并且各种移动方式之间可以直接转换，因此运动更加灵活，结构更加简单，大大提高了机器人的机动能力，前倾或后倾后还具有自恢复功能；本实用新型采用同步齿形带作为履带或传动副，也使得机构更加简单可靠，运动更加灵活。

附图 1 为本实用新型的整体结构示意图。

附图 2 为本实用新型的复合移动机构结构示意图。

附图 3 为本实用新型采用轮式移动方式在水平地面上行驶时的示意图。

附图 4 为本实用新型采用履带式移动方式在坑洼路面及小坡度倾斜路面上行驶时的示意图。其中图(a)为坑洼路面，图(b)为小坡度倾斜路面。

附图 5 为本实用新型采用腿式移动方式在大坡度倾斜路面上行驶时的示意图。

附图 6 为本实用新型采用履带式和腿式相结合的移动方式在跨越大台阶障碍时的示意图。其中图(a)为履带式，图(b)为腿式。

附图 7 为本实用新型倾倒后自恢复过程示意图。其中图(a)为倾倒状态，图(b)为恢复过程。

下面结合附图及实施例对本实用新型的结构作详细说明。

复合移动机构安装在车体 5 上，车体还可用于固定和安装其它部件。车体内有密封圈、油槽等组件，车体外有形状合适的壳体，对于安装在其内的复合移动机构等起到密封、防尘、润滑等作用，保证机器人可以在沙地等恶劣的环境下无故障运动。

复合移动机构主要由履带轮及其驱动电机和减速传动装置组成。其中履带轮由行走轮 12、辅助轮 16、旋转臂 15、履带 13、履带支撑机构 14 组成。在每个旋转臂的一端安装有一个行走轮，另一端安装有一个比行走轮稍小的辅助轮（主要起支撑履带和辅助越障的作用）；包覆辅助轮与行走轮的履带采用双面同步齿形带，双面同步齿形带的内侧皮带齿起到传动作用，双面同步齿形带的外侧皮带齿起到履带的作用。在特殊的环境下，例如在沙地、湿地等松软的地面，或者在有连续的宽度深度较小的沟壑、坑洼路面上时，可以利用履带行驶和辅助越障。在旋转臂上装有履带的支撑机构（例如同步齿形带的压紧机构），可以控制履带的张紧程度，并且在机器人用履带行驶和越障的情况下也起到支撑作用，两者相结合，可以防止履带在外力作用下产生严重变形。驱动电机通过蜗杆蜗轮减速后带动驱动履带轮运动，其中两个旋转臂驱动电机 7 分别控制机器人前、后两对旋转臂的运动，两个行走轮驱动电机 3 分别控制机器人左、右两侧的行走轮运动，并利用同步齿形带 8 传动以保证同一侧的前方行走轮与后方行走轮速度一致。与齿轮传动比较，同步齿形带具有体积小、重量轻、结构简单的优势。在传动装置上还可以装有同步齿形带压紧机构，调节同步齿形带的张紧程度使车轮运动轻便灵活，保证传动装置的精确性、可靠性并增加同步齿形带的使用寿命。机器人利用左右两侧车轮的速度差来

实现转向运动，利用测速编码器（即码盘）或其他速度传感器作为反馈元件来进行速度的反馈调节，可以很方便地在地面上实现各种运动。

履带轮的传动轴采用双层轴的方式，即传动轴分为内轴 10 和外轴 11、两者同心，内轴为旋转臂传动轴、外轴为行走轮传动轴，两者嵌套在一起，既不影响相互运动又使得结构非常紧凑，从外观上看似乎为一根轴，但却能分别驱动左右行走轮和前后旋转臂。内轴和外轴分别联接旋转臂和行走轮，并通过相应的传动副分别与行走轮和旋转臂各自的驱动电机相连。

履带轮中的旋转臂 15 可以在传动轴的直接驱动下在竖直平面内旋转 360° ；其主要功能有五条：一是在遇到障碍时可以把旋转臂翻到障碍物上边，逐渐将车身抬起越障；二是车身后方的旋转臂在越障时可以将臂旋到与地面倾斜位置，将支撑点后移，避免在跨越较高障碍时车身向后翻转；三是在沙地或松软地面行进时，可将前后旋转臂一起放到履带与地面接触位置，增加车体与地面的摩擦力，避免打滑；四是在坚硬平坦的地面，可将前后旋转臂翻转到与地面相垂直的位置，将车身适当抬起，实现轮式移动。五是当车身后翻或前翻后，通过旋转臂的摆动将车身恢复到原来状态。驱动电机分别通过蜗杆蜗轮减速装置进行减速后控制前方旋转臂和后方旋转臂的旋转。传统的采用码盘作为反馈元件利用积分电路计算旋转角度的方法不仅需要其他定位装置来确定零位，而且因为传动机构的间隙问题、系统运动不平稳产生振荡等原因不得不采取其他方法作为补偿手段，例如用回复弹簧机构来消除传动间隙或者利用正交码盘来补偿振荡产生的误差。这样的代价就是造成整个系统的复杂性增加。本机器人采用旋转位置传感器 9 作为反馈元件来进行履带旋转臂的旋转角度调节，通过设定初始零位得到旋转臂的旋转角度值。在跨越障碍时或者遇到特殊的情况下，通过控制系统对驱动电机的控制、进而控制旋转臂的旋转角度使车体处于不同的运动状态，从而使机器人实现轮式、腿式、履带式不同的移动方式，提高了机器人的机动能力。

机器人通过环境感知系统来获取外界环境及自身姿态状况的信息。例如，环境感知系统主要由 CMOS 摄像头 4、红外测距传感器 1、倾角测量传感器 2 等多种传感器组成。多种传感器获取的冗余信息使信息的可靠性、精确性增加，从而能对机器人进行有效的控制，使其适应各种复杂的地形环境。

智能控制系统通过对环境感知系统获取的信息进行处理，从而形成正确的控制指令、对各驱动电机的动作进行控制。例如，智能控制系统由 PC 机和 DSP 等组成，置于控制系统安装板 6 上。各种传感器信号由 DSP 进行滤波等预处理后，不但可以通过无线传输传递给计算机，利用人机界面实现机器人的远程控制，而且可以提供给机器人上的 PC 机进行决策，建立目标函数，然后从由一系列控制指令共同组合而成的控制决策模块化数据库中调用相应的控制函数，实现机器人的全自主运动。

当本实用新型在平坦路面上行驶时，机器人的前后履带轮的旋转臂抬起，相当于四

轮行驶状态。具有行驶速度快，效率高，转弯灵活机动性好等特点。

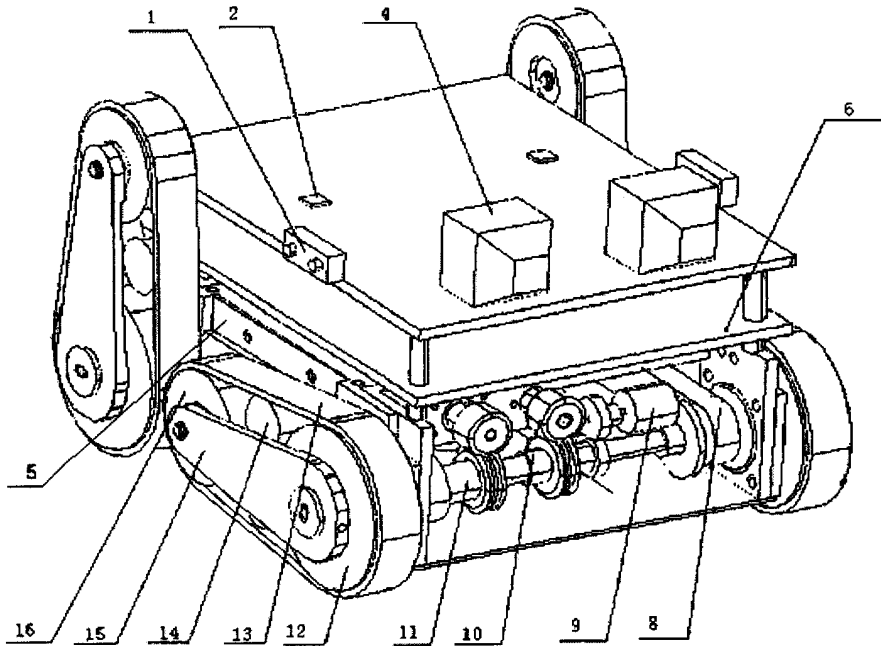
当本实用新型在特殊路面如沙地湿地等松软地面、连续的宽度深度较小的沟壑坑洼地面以及小坡度倾斜路面上行驶时，为了保证机器人的行驶能力，采用履带移动方式。将履带轮的旋转臂放下使履带接触地面，一方面降低重心，另一方面利用履带良好的抓地性能，提高机器人适应环境的能力。

当本实用新型在大坡度倾斜路面上行驶时，为防止机器人发生倾覆现象，可以旋转前后方履带轮的旋转臂至合适的角度、使履带轮成为腿式运动，改变车体姿态，防止发生倾覆现象，从而提高跨越坡度的能力。

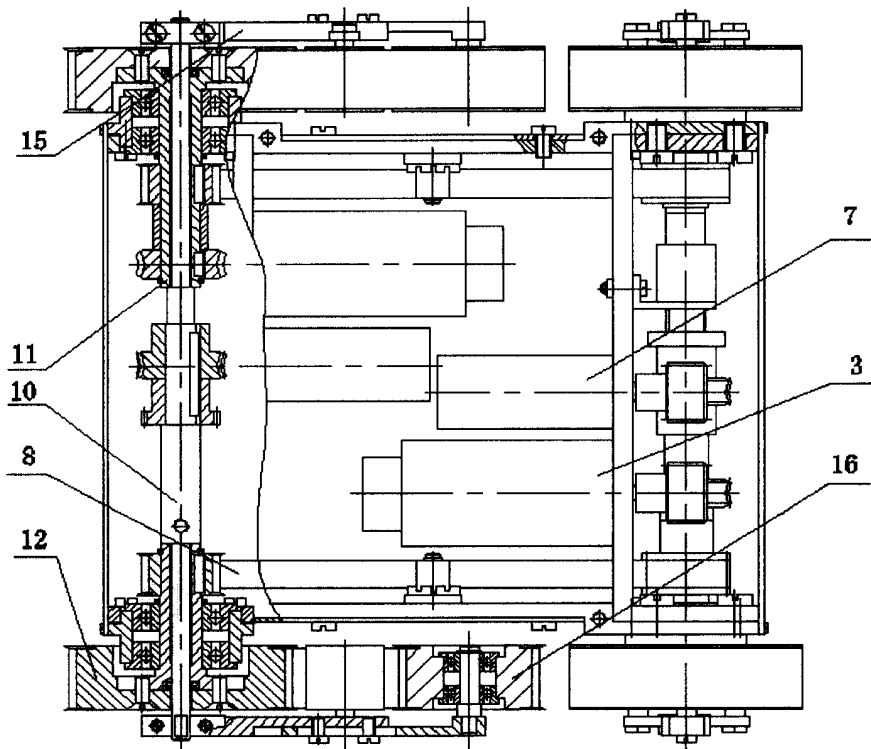
当本实用新型在跨越大台阶障碍时，控制前方履带轮的旋转臂，将其前端搭在障碍物上，然后旋转后方履带轮的旋转臂将车体撑起爬越台阶。

当本实用新型向前或向后倾倒时，通过旋转臂的摆动可使车体恢复到正常状态。

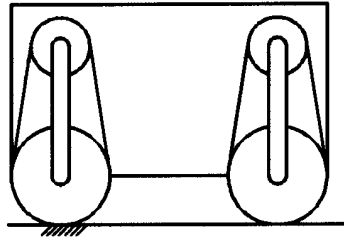
本实用新型的具体实例为：机器人的尺寸为 $153\text{mm} \times 156\text{mm} \times 120\text{mm}$ 。行走轮的直径 R 为 24mm ，辅助轮的直径 r 为 16mm 。履带轮旋转臂长 h （行走轮中心与辅助轮中心距离）为 60mm 。履带为梯形齿双面工业用齿形带，型号 106XL，宽度 e 为 11mm 。前后行走轮之间的传动带为单面齿形带，型号 64MXL。行走轮驱动电机是 Faulhaber 生产的型号为 2342CR 电机，旋转臂驱动电机是日本生产的 HS-GM43-DSD 电机。前方行走轮与后方行走轮的中心距离 a 为 105mm 。车体底部与水平地面距离 b 为 9mm 。机器人车体、车轮等大部分构件均由强度高、质量轻的硬铝合金 LY12 制成，少数转动构件如旋转轴及轴套采用 40Cr 制成。机器人在水平地面上的最大行驶速度可达 1.5 米/秒，可以爬越 40° 的斜坡，可攀登 80mm 高的垂直台阶，是车轮直径的 3.3 倍，而普通轮式移动机器人只能越过轮径的一半。



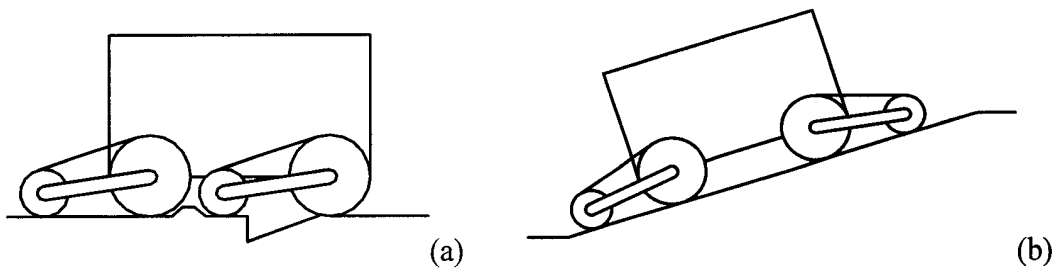
附图 1



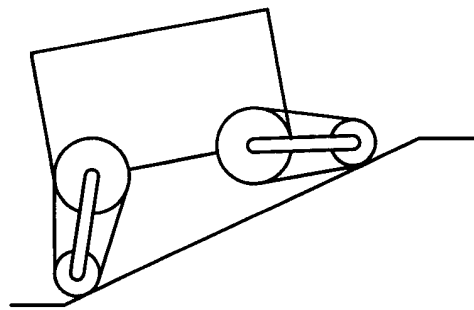
附图 2



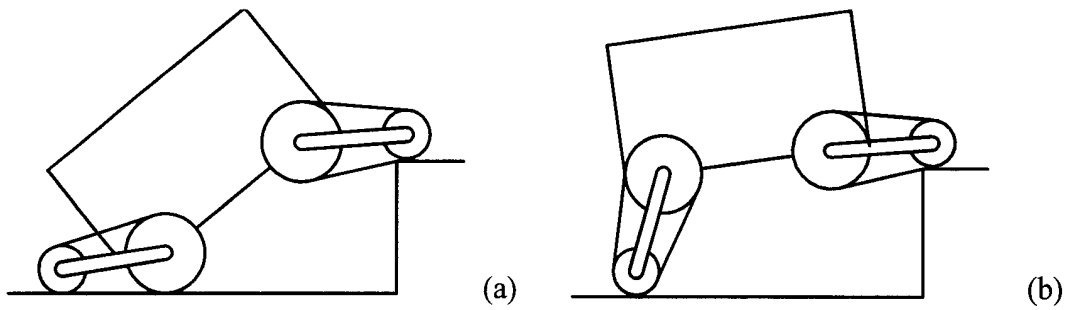
附图 3



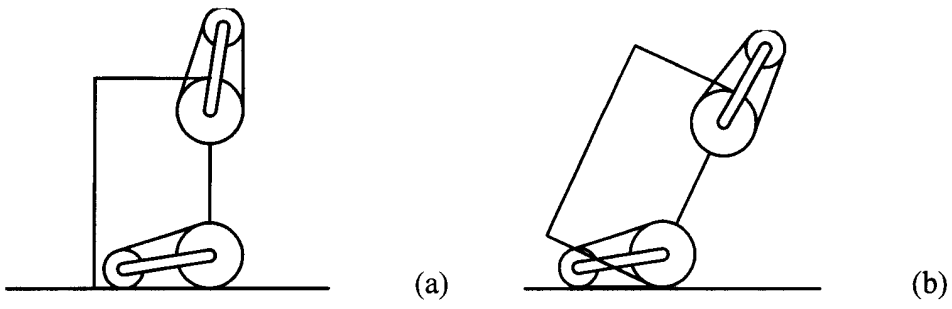
附图 4



附图 5



附图 6



附图 7