基于 STM32 的搬运机器人方案*

卜晟哲,利华志,彭博齐,张声岚

(桂林理工大学机械与控制工程学院,广西 桂林 541000)

摘 要: 根据搬运机器人完成任务的环境进行分析,融合适用的机械结构与程序系统进行设计。该机器人基于 Mecanum 轮系底盘,使用红外传感器,在 STM32 单片机的控制下实现了定位、识别与控制。实验研究结果表明,文章提出的方案可以满足机器人在狭小范围内的作业活动。

关键词: 四轮机器人; 机械设计; 工业机器人; 模块化设计; STM32

中图分类号: TP242.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2021)02-0085-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.02.022

Solution of Conveying Robot Based on STM32

Bu Sheng-zhe, Li Hua-zhi, Peng Bo-qi, Zhang Sheng-lan

(*College of Mechanical and Control Engineering, Guilin University of Technology, Guilin* 541000, *Guangxi, China*)

Abstract: The robot is designed based on analyzing the environment in which it is to fulfil a task as well as integrating the applicable mechanical structure and programming system. The robot is based on the Mecanum wheel train chassis and with infrared sensor for positioning, identification and control under the control of STM32 single chip computer. The experimental study results showed that the proposed scheme in paper could satisfy the job activities of robot in narrow area.

Key words: four-wheel robot; mechanical design; industrial robot; modular design; STM32

现代工业加工对原料的需求量较大,导致运输所花费的人力物力成本较高,生产原料在室外可以使用火车或其他大型机车进行远距离的运输,在厂房内部大多数情况是使用传送皮带等方式进行运输。而搬运工业机器人可做到在有限的工作环境内进行快速补给,从而弥补此类大型运输方式的缺陷。

1 研究目的

传统的室内搬运工作非常耗时耗力,不仅影响了人力资源分配,还严重增加了工期。针对现有搬运工业机器人功能单一、利用率低等缺点,设计了一种基于 Mecanum 轮系底盘的搬运机器人,既保留了搬运工业机器人的基本功能,又使机器人更具有灵活性,提高了机器人的利用率,使其做到“一机多用”,从而从根源上解决矛盾。

2 研究内容

对现有的搬运工业机器人进行改进(程序算法、外观、机械原理等),设计机器人的基础机械结构。

模块化设计机器人使其可以根据不同的工种配备不同的扩展模块。

利用 CREO 与 ADAMS 建立三维模型进行运动学仿真分析,绘制机器人结构的装配图和零件图;制

* **收稿日期:** 2021-03-04

作者简介: 卜晟哲(2000-),男,内蒙古包头市人,在读本科生,就读于桂林理工大学。

作机器人实物模型进行验证。

2.1 现存问题

(1) 现有的机器人在狭小的空间内移动困难，容易造成机器人的损坏从而导致经济损失。

(2) 扩展模块的接口容易出现电路接触不良、连接不稳定等问题。

(3) 当程序出现错误时，容易对电机失去控制，造成人员伤害。

2.2 解决思路

搬运工业机器人的设计应满足以下条件：结构简易、操作方便、生产成本低。

在经过对以上存在的问题进行综合分析，并对产品设计进行了广泛的研究后发现需解决的主要问题有以下4点：

(1) 提高机器人在狭小空间内纵向移动、横向移动、斜向移动、旋转及其组合移动的能力。

(2) 拓展模块连接的结构设计，避免电路接触不良和连接不稳定。

(3) 机器人的零部件应遵循互换性原则进行加工装配，降低维修难度。

(4) 增加 Watchdog timer 程序，防止程序进入死循环。

3 解决方案

(1) 使用 Mecanum 轮作为机器人底盘，增加了运动学性能。Mecanum 轮是根据各轮转动方向和速度的不同进而产生不同方向的摩擦力，最后综合这些力，产生所需任意方向的矢量合力，从而保证平台在不改变轮子本身方向的情况下，可以按照最终合力矢量的方向自由移动。在它的轮缘上斜向分布着许多小滚轮，所以轮子可以实现横向滑动[1-2]。

(2) 电动滑环作为模块连接接口。使用电动滑环结构可以有效地防止扩展模块电机旋转时电路缠绕，并且滑环安装简单，操作方便。

(3) 双系统。双系统是指自动系统和指令系统，自动系统为预设系统，具备基本功能，指令系统通过扩展模块和机箱编程实现指令功能；指令系统增加 Watchdog timer 程序，实时监测电机状态，当电机出现异常转动时自动关闭程序。

4 机械部分

本搬运形机器人符合国标 GB 11291—1989，工业机器人安全规范[3]的相关要求。

4.1 运动模块

运动模块由4组万向 Mecanum 轮、4个直流伺服电机和1个直流伺服电机驱动电路组成；其中，所述4个直流伺服电机通过直流伺服电机驱动电路与控制装置连接，4个直流伺服电机的旋转轴分别与4组万向 Mecanum 轮连接，构成机器人万向运动的基本机械结构。Mecanum 轮装配图如图1所示，爆炸图如图2所示。

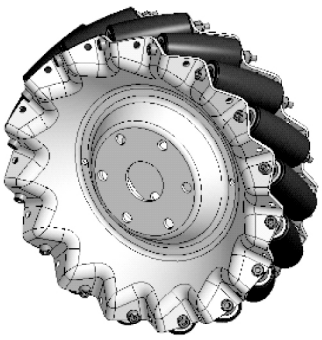


图1 Mecanum 轮装配图



图2 爆炸图

4.1.1 Mecanum 运动学分析

由 Mecanum 轮运动学分析[4]

$$\begin{cases} V_{ox} = \omega_z r + V\mathrm{g}\cos\alpha = V_x - \omega l \\ V_{oy} = V\mathrm{g}\sin\alpha = V_y + \omega l \end{cases}$$

得出：

$$V_x = \frac{r}{4}(\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4)$$

$$V_y = \frac{r_r}{4}(-\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 - \omega_4)$$

$$\omega_z = \frac{r + r_r}{4(l_x + l_y)}(\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 + \omega_4)$$

式中：V_{ox}、V_{oy} 为运动中心的瞬时速度，r、r_r 为4只轮子的轮径，l、l_x、l_y 为4只轮子之间的轮距与轴距，

α 为 4 只轮子的偏置角(默认为 45°),g 为重力加速度(默认为 9.8 m/s^2),V、V_x、V_y、ω、ω_z 为系统中心速度,ω_1、ω_2、ω_3、ω_4 分别表示 4 个轮子的旋转速度,与 y 轴方向按照右手定则确定。

此为适用于不平地面的全方位平台的运动学部分解,根据分析得出选用参数:

轮径:75 mm(6 英寸);

轮宽:22 mm;

重量:330 g;

软胶材质:TPU;

单轮承重:10 kg。

此型号的麦克纳姆轮作为平台运动执构,经计算尺寸为 1 000 mm × 1 000 mm(延展尺寸为 1 200 mm × 1 200 mm)的机器人平台可在100 kg承重情况下以 1.7 m/s 的速度进行灵活机动。

麦克纳姆轮安装规则如图 3 所示。

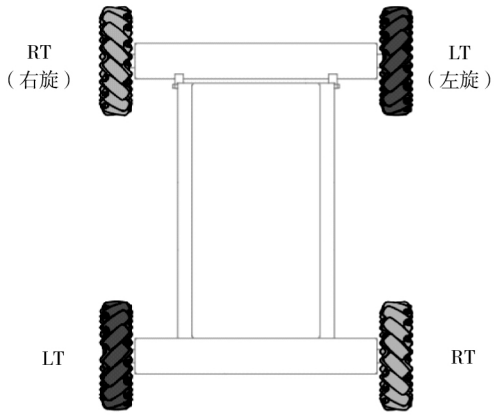


图 3　麦克纳姆轮安装规则

4.1.2　Mecanum 安装方案

提出三种麦克纳姆轮的安装方案,分别为直连式、横向避震式、纵向避震式(垂直避震由于材料原因不做考虑)。

(1) 直连式为电机、底盘与轮系进行直接连接,优点在于占用空间小、轻便、拆装简洁等,缺点在于对于机械物理的损耗大从而导致寿命缩短,运行不稳定,受不可抗力影响时造成的伤害较大等,结构如图 4 所示。

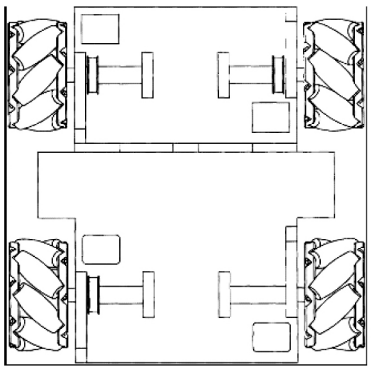


图 4　直连式

(2) 横向避震式为电机与避震系统平行于 x 轴进行装配,优点在于拥有避震系统的基础上 y 轴方向启动时间更短,避震对于 y 轴方向加速度影响更小,机械系统相应更快等。缺点在于横向移动响应受避震的安装方式影响变慢,占用空间较大。结构如图 5 所示。

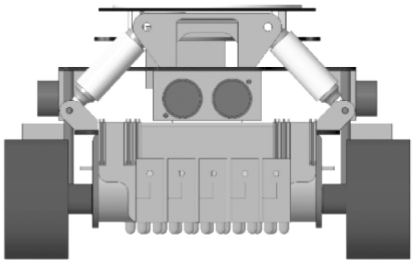


图 5　横向避震式

(3) 纵向避震式为避震系统垂直于 x 轴进行装配,优点在于拥有避震系统的基础上 x 轴方向启动时间更短,避震对于 x 轴方向加速度影响更小,机械系统响应更快等。缺点在于纵向移动响应受避震的安装方式影响变慢,车辆长度增加导致灵活度下降等。结构如图 6 所示。

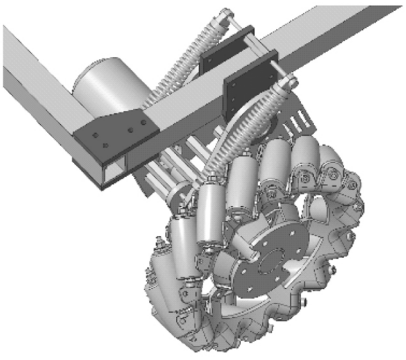


图 6　纵向避震式

经综合研究决定使用方案2横向避震式作为机器人的减震系统。

4.2 传感模块

感知工作环境中的以下一种或多种信息，例如：捕捉物品，检测声音，观察障碍物，测量到指定位置的距离，检测温度，检测火情，检测时间，检测与其他物体的碰撞，识别方向，机械记忆路线。该功能由多组工业摄像头、温度传感器、气体传感检测装置、红外传感传感器和超声波立体组件实现，分别安装在机器人的前、后、左、右、底5个侧面和延伸结构上，实现功能的全覆盖[5]。

4.3 接收与执行装置

产品主要执行以下两项任务：①物品原料的搬运与装卸；②工作环境下的险情反馈。

为了保证检测质量，排除人为因素对检测数据的影响，产品通过了大量、多环境测试，产品测试时参考桂林理工大学机械与控制工程学院提供的检测数据，保证了产品数据的准确性与严谨性，对生产工作尽可能地提供更多的保障。

4.4 终端模块

针对不同的工作环境有着不同的终端模块，例如对于煤炭等大型原料物品使用平行夹持机构，如图7所示。

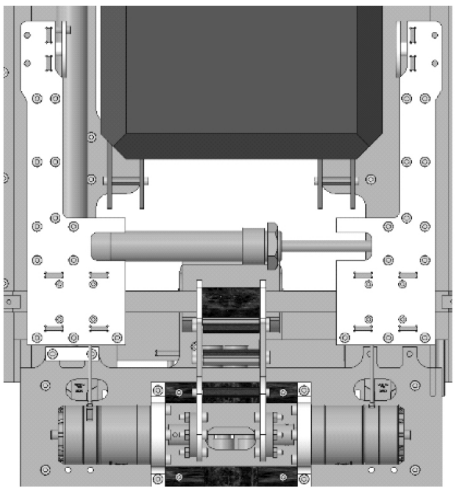


图7 平行夹持机构

对于小型不规则表面物品使用抓类夹持机构，如图8所示。

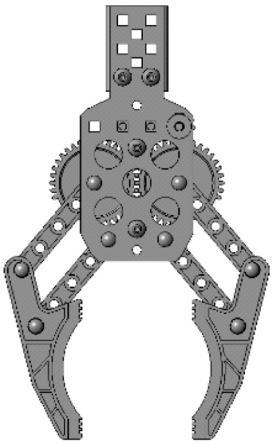


图8 抓类夹持机构

5 程序算法

机器人路径规划部分使用了Matlab软件，通过人工势场法让机器人在陌生的环境中行动自如，通过“整体法”解决大型障碍物的问题。主要由4个红外传感器以及超声波传感器来记录实时环境进行避障，使用万向Mecanum轮使得机器人的运动方式更加全面且更易于路径规划。机器人搭载的相机视觉识别技术能够精准识别常规物品的物理属性和外形大小。

6 结束语

为了设计出一种能够衔接市场的工业机器人，明确了一种新型的搬运工业机器人设计方案。在上述基础上，做出实际设计，并制作出原型，通过实验验证了方案的有效性。

参 考 文 献

[1] 邓依婷，徐曦，李亚宁，等. 基于麦克纳姆轮的AGV小车[J]. 物联网技术，2021，11(1)：65－66.

[2] 陈禹睿. 基于麦克纳姆轮的病房物资运送车[J]. 科技资讯，2020，18(27)：73－80.

[3] GB 11291—1989，工业机器人安全规范[S].

[4] 李佑晗. 基于麦克纳姆轮移动平台的振动优化技术研究[J]. 汽车工艺师，2020，(10)：48－51.

[5] 杜毅豪，刘鹏宇，宋若薇，等. 基于麦克纳姆轮的室内自主搬运小车[J]. 电子世界，2020，(9)：204－206.