



# 单驱动平板小车行走机构设计

胡艳凯

(陕西国防工业职业技术学院 机械工程学院, 陕西 西安 710300)

**摘 要:**随着科技的进步与推广,智能平板小车的应用已逐步涵盖到了国民生活中的方方面面,但目前市场上很多智能小车呈现的大都是其自由度与驱动电机数相对应的设计,因而使得小车结构设计和控制系统设计变得复杂。基此提出了一种单驱动平板小车的结构设计,仅用一个驱动电机控制,通过调节电磁离合器的电压,即可实现小车的前进、后退和转弯动作,最后进行理论计算分析,说明了平板小车结构设计功能的可行性。

**关键词:**平板小车;单驱动;结构设计

中图分类号: U489

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2020) 01-0113-03

## 一、概述

智能小车是目前社会流行的现代化产品,它包含了机械、电子、机构学等多学科技术<sup>[1]</sup>。其应用范围涵盖了军事、航空航天、野外探险、医疗服务、智能家居等,可以说智能小车的发展与应用是近年来最具实用性的机器人产物,也是研究领域最广泛、功能性和实用性强大的科研对象<sup>[2]</sup>。智能平板小车以其结构简单、实用性强、易于控制、方便维护等特点,占据了一定的发展地位,但通过查阅大量的文献可知,目前平板小车结构设计中,存在着一些不足之处:市场上流行的平板小车虽然都具有多自由度、多姿态运行的特点,但大都是运用相对单一的机械结构,其小车的自由度个数与驱动电机的个数相当。有些具有复杂功能和姿态的平板小车,甚至需要数十个电机驱动<sup>[3-5]</sup>。这在一定程度上影响了平板小车的稳定性和平衡性。由于驱动过多,导致其控制系统的设计变得复杂,将会给小车的运动和动作带来一定的延时性,而且维修成本相当高。同时由于这种多驱动布局的平板小车存在着结构复杂的特点,必然会导致其在理论计算方面变得很复杂,运用一般的数学理论计

算方法难以解析,因而就会增加产品的研发周期和成本。

基于上述分析,本文设计了一种单驱动平板小

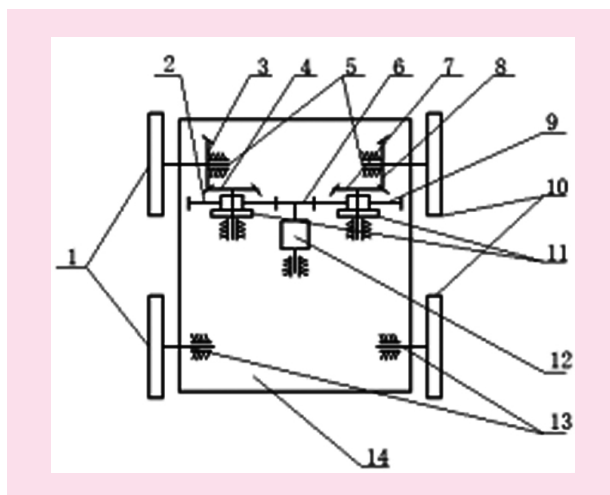


图1 平板小车运动简图

1 轮胎 2 离合器齿轮 3 输出锥齿轮 4 传递锥齿轮 5 小车前桥轴 6 输入直齿轮 7 传递锥齿轮 8 输出锥齿轮 9 离合器齿轮 10 轮胎 11 电磁离合器 12 电动机 13 小车后桥轴 14 小车底板

收稿日期: 2019-12-07

作者简介: 胡艳凯(1990-),男,河北廊坊人,陕西国防工业职业技术学院助教,研究方向:机器人结构设计及仿真。

车的结构,能够完成前进、后退及转弯的动作,仅用一个电机控制小车的两个自由度即可,具有结构设计简单、系统易于控制的特点。

## 二、平板小车的结构设计

本文设计的驱动小车是通过传统传动结构搭配电磁离合器,控制电磁离合器的电磁吸力大小来实现运动的传递,其整体结构如图1所示。

根据图1所示,平板小车的运动原理为:当电机12正向启动,两个电磁离合器11处于额定电压,此时小车进行前进动作;当电机12反向启动时,平板小车进行后退动作;当改变任意电磁离合器11电压时,小车完成转向动作。具体完成步骤如下:首先驱动电机12将运动和动力通过主轴传递到输入直齿轮6上,然后利用齿轮啮合将运动和动力传递到离合器直齿轮2和9,离合器直齿轮2和9分别带动电磁离合器传动轴转动,从而带动运动传递锥齿轮4和7转动,通过锥齿轮啮合将运动和动力传递到输出锥齿轮3和8中,从而带动小车前桥轴5运动,最后前桥轴将带动小车完成运动。此时,若两个电磁离合器11均在额定电压下处于吸合状态,输出锥齿轮3和8之间不存在转速差,小车完成直线前进行走动作,在此状态下,若令电机12反向转动,则小车实现直线后退动作。若电磁离合器11(左)处于额定电压,电磁离合器11(右)处于非额定电压下,则输出锥齿轮3速度正常,输出锥齿轮8转速将减小,会使小车两个前桥轴间存在转速差,此时小车将进行右转动作;如将电磁离合器11(左)处于非额定电压而电磁离合器11(右)处于额定电压下,则小车的运动相反,此时将进行左转动作。平板小车三维模型如图2所示。

## 三、平板小车的理论计算

### (一)小车最大负载计算

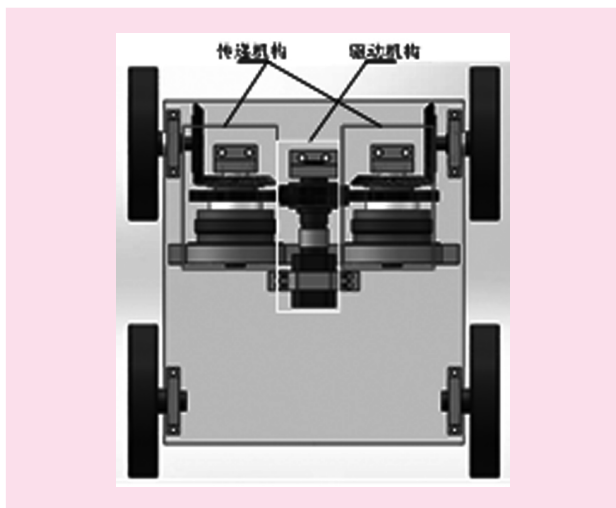


图2 平板小车三维模型图

首先,本文设计的平板小车车身及辅助支撑配件结构材料均为铝合金,其特点是强度高、耐腐蚀性强、易于加工和改造、质量轻。小车车身高0.8m,宽0.5m,轮胎直径为0.3m,其余主要结构参数如表1和表2所示。

电磁离合器额定电压为24V,额定扭矩为25N·m,根据麦克斯韦电磁定力可知,电磁力与电压成正比关系,另外,由于小车在直线运动和转弯过程中,由于存在某个电磁离合器处于欠压状态,因此,最大

表1 平板小车各部位质量(kg)

部位	小车底板	传动机构	驱动机构
重量(kg)	0.82	3.2*2	5.6

表2 齿轮参数表

齿轮位置及名称	模数 m	齿数 z
输入直齿轮	1	45
离合器齿轮	1	95
传递锥齿轮	1	70
输出锥齿轮	1	70

载重量有一定的区别。

第一,若小车仅进行直线运动,则假设货物重心与小车底板重心重合,根据公式1可计算出小车的最大载重 $m_1$ ,不包含小车底板质量。

$$T=n \times (m_1 \times m_2) \times g \times l_1 \quad (1)$$

式中: $T$ 为两个电磁离合器满压时的扭矩之和,取50 N·m; $m$ 为小车底板质量,取0.82kg; $l_1$ 为负载到电磁离合器的垂直距离,取0.15m; $n$ 为安全系数,取1.2,包括电磁离合器扭矩误差、机械装配误差和各部分零件的磨损误差等

通过计算得到,若小车只进行直线运动时的最大负载量 $m_1=27\text{kg}$ 。

第二,若小车在运动过程中,不仅存在直线运

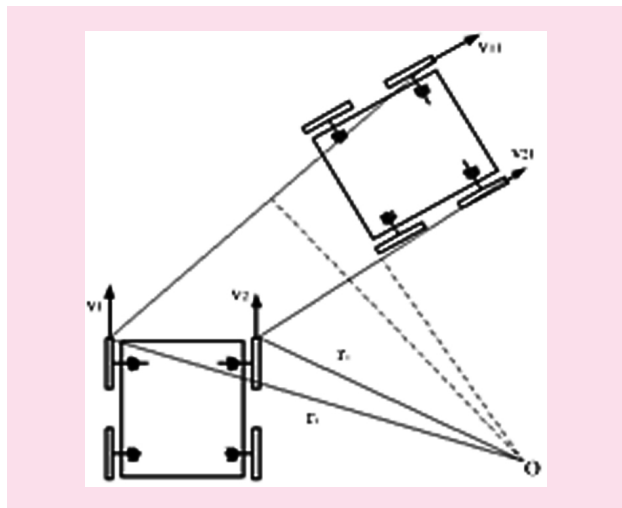


图3 平板小车转弯示意图

动,还存在转弯运动时,在转弯过程中,某个电磁离合器处于欠压状态,为了增加小车载重的安全系数和防止产生打滑和过热现象,此时按照两个电磁离合器均处于欠压状态,并且限制电磁离合器极限欠压状态为 20V,经过计算可以得到此时两个电磁离合器的扭矩之和为 40.16N.m。小车货物产生的扭矩可根据公式 1 计算得到,再根据公式 1 可计算出小车转弯时的最大载重量  $m_2=21.6\text{kg}$ 。

综上所述,为了保证小车能够进行正常工作,小车负载最大不超过 21.6kg。

## (二) 小车转弯半径的计算

当平板小车在实际运行过程中,需要转弯时,由于某一个电磁离合器处于欠压状态,因此两个前轮之间会存在速度差,利用速度差可以实现转弯动作,以右转弯为例,如图 3 所示。

根据小车转弯前后的位置关系,利用首末速度可以用几何作图法求出平板小车在转弯过程中的速度瞬心,即小车两个前轮分别绕着速度瞬心做圆周运动,量取转弯半径分别为  $r_1$  和  $r_2$ ,如图 3 所示。小车的左前轮速度  $v_1$  为额定速度,此时的转速为  $w_1$  右前轮为欠压状态下的速度  $v_2$ ,最后根据公式 2 可计算得到,小车右前轮的转速  $w_2$ 。

$$v_1=w_1 \times r_1=w_2 \times r_2 \quad (2)$$

## 四、结论

本文通过在传统的齿轮传动基础上,搭载电磁离合器,通过控制驱动电机和电磁离合器的不同电压进行搭配,实现平板小车的各项运动动作,其特点是仅靠一个电机驱动。在实际应用过程中,可以根据需要调节电磁离合器的电压和设计小车轨道的转弯半径相匹配,最终使平板小车能够完成相应的运动动作。

通过理论计算,得出本文设计的平板小车能够符合实际运动要求,完成前进、后退和转弯的动作。由于仅靠一个电机驱动,因此,平板小车控制系统设计比较简单,方便维护,成本低。

## 参考文献:

- [1] 陈江.智能小车研究综述[J].镇江高专学报,2017,(04):64-66.
- [2] 冯旭,宋明星.工业机器人发展综述[J].科技创新与应用,2019,(24):52-54.
- [3] 解俊.基于 ARM 的智能小车控制软件系统的设计与实现[D].成都:电子科技大学,2015:2-13.
- [4] 李军,李振杰,郭博.基于 ARM7 及 nRF905 的智能小车系统设计[J].阜阳师范学院学报(自科版),2012,(2):73-76.
- [5] 谢作敏,臧天,刘俊枫.基于红外传感器的智能循迹小车设计[J].科技创新与应用,2017,(14).

[责任编辑:詹华西]

# Design of Walking Mechanism of Single Drive Flat Car

HU Yan-kai

(School of mechanical engineering, Shanxi Defence Vocational & Technical College, Xi'an710300, China)

**Abstract:** With the advancement and promotion of science and technology, the application of smart flat cars has gradually covered all aspects of national life, but many smart cars on the market present mostly designs with degrees of freedom corresponding to the number of driving motors, thus making the car structure design and control system design becomes complicated. Based on this, a structural design of a single-drive flat trolley is proposed. It is controlled by only one drive motor, and the forward, backward and turning actions of the trolley can be realized by adjusting the voltage of the electromagnetic clutch. Finally, theoretical calculation and analysis are performed, which shows the feasibility of the design function of the flat car structure.

**Key words:** Flat-bed Trolley; single drive; structural design