

# 智能电磁循迹小车的硬件设计与实现

◆ 陈文仙 庞荣

(淮海大学常州校区 EA125 实验室)

**【摘要】**本智能车依据交流信号能够产生磁场(电磁感应)的原理,采用 LC 谐振回路感应电磁信号寻迹方案,同时配合光电编码盘、电机、舵机、电池以及相关驱动电路来进行信息的处理,以达到路径识别的目的,并通过 PID 方式对电机和舵机进行相关调节,最终以闭合回路的形式控制模型车高速稳定地在跑道上行驶。

**【关键词】**电磁感应 PID 路径识别 闭环控制

## 1 引言

本文以第六届全国大学生智能汽车竞赛为背景,为了保证智能汽车能够具有迅捷的速度、远而清晰的前瞻以及较高的灵敏度与稳定性,从硬件方面对系统进行了优化。

## 2 智能汽车控制系统总体设计

2.1 总体设计思路。依据电磁感应的原理我们用 LC 谐振回路为传感器来采集信号,之后用运放对采集到的信号进行放大,最终将此信号送给单片机进行处理。在控制策略方面,主要包括转向控制和速度控制。对于舵机的转向控制,我们采取经典的位置式 PD 算法。对于电机的速度控制策略,采用 PID 调节的同时引入反转制动刹车电路。各个方面的联系如图所示。

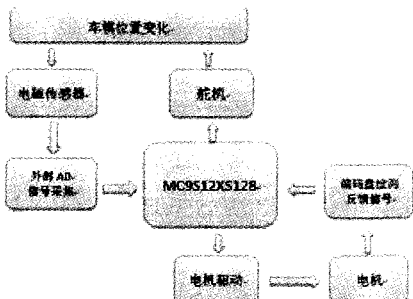


图2.1 智能车总体结构图

2.2 系统硬件结构。此智能车采用谐振回路定位系统来跟踪前方的赛道,通过谐振回路将检测到了信号进行放大,送给外部 A/D 进行数据的处理,最后送给 MC9S12XS128 进行相应的运算,然后将计算得到的数据送给舵机和电机,对其进行相应的控制。其中所用的硬件结构包括:电源模块、MC9S12XS128 系统、传感器模块、电机驱动模块、无线模块。

## 3 智能汽车机械系统调整与改造

在对智能车几个月来的研究,我们发现在规则允许范围内,适当优化机械结构可以带来事半功倍的效果。

根据长期的调试,我们发现对于前轮倾角、悬挂、后轮的差速做调整会使车行驶时有更好的效果。

3.1 前轮的调整。根据汽车理论,对前轮的调整主要包括主销后倾,主销内倾,前轮外倾,前轮前束几个方面。

3.1.1 主销后倾。主销后倾角指主销轴线与地面垂直线在汽车纵向平面内的夹角。有主销后倾角时汽车的车轮在车轮偏转后,车轮和地面的作用会使车轮产生一回正力矩,纠正车轮的偏转。

3.1.2 主销内倾。主销内倾角指主销轴线与地面垂直线在汽车横向断面内的夹角。当转向轮在外力作用下发生偏转时,由于主销内倾的作用,车轮有自动回正的作用,同时转向时,路面作用在转向轮上的阻力矩也将变小,时转向操纵轻便。

3.1.3 前轮前束。前轮前束就是使两前轮的中心面不平行,让其前端距离小于后端距离。由于模型车在长时间的调试过程中,其前轮便会变得很松,轴也会松动,适当的前束对小车的过弯性能有一定的帮助。

3.2 重心的调整。对于车的重心来说,重心越低,后轮的抓地力也就越好,前轮也会越敏感。从车辆运动学理论来看,车身重心

前移,会增加转向,但是舵机的负载加大,大部分重量压在前轮,从而降低转向的灵敏度,同时降低后轮的抓地力;如果重心后移,就会减少转向,但增大转向灵敏度,后轮的抓地力也会增加。为了保证赛车足够的转向和防止在高速入弯时出现甩尾现象,我们让重心大概在赛车的中心,在过弯时,使其前后轮的侧向摩擦力大体相当,从而提高过弯性能和稳定性。

3.3 后轮差速的调整。以此次使用的后轮差速器为例,在过弯时,因外侧前轮轮胎所遇的阻力较小,轮速便较高;而内侧前轮轮胎所遇的阻力较大,轮速便较低。如果差速过紧,即两轮胎的速度很接近时,转弯的时候内侧轮很容易打滑,从而产生侧滑,使赛车滑出赛道。当差速过松时,会使直道的时候两轮打滑,大大的减小了赛车的驱动能力。所以差速调整要适当,才会使直道驱动能力强,弯道转弯灵巧。

## 4 智能汽车硬件电路设计

电磁组智能车的硬件系统主要有以下几个模块组成:传感器模块、单片机模块、电源模块和驱动模块。下面将各个模块详细介绍。

4.1 电源模块。在设计电源模块时,首先应综合考虑各模块电路对电源功率的需求,然后根据需求选择相应的稳压芯片。在该小车的电源模块设计过程中,在考虑各模块对电源的功率需求之后,我们选择一片 LM1117-adj 为舵机供电,一片 LM2940 为单片机及编码器供电,同时,考虑到传感器数量的可扩充性,我们选择两片 LM2940 并联为传感器模块供电。

4.2 传感器模块。选择 20kHz 的交变磁场作为路径的导航信号,在频谱上可以有效避开周围其他磁场的干扰。可以利用 LC 并联电路来实现选频电路,对感应信号进行有效的采集。市场上购买比较方便的是 10mH 的电感,根据 LC 并联谐振公式:  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

可以计算出选频所需的电容容值:

$$C = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 L} = \frac{1}{(2\pi \times 2010)^2 \times 10 \times 10^{-3}} = 6.33 \times 10^{-9} (F)$$

市场上与该容值最为接近的是 6.8nF,因此,在实际的电路中,我们选择 10mH 的电感与 6.8nF 的电容并联来实现信号的选频。选频之后,我们选择了 LM386 对选频信号行放大,从示波器中,我们看出放大之后的信号较为可观。

4.3 单片机模块。以 MC9S12XS128 为核心的单片机系统的硬件电路设计主要包括以下几个部分:时钟电路、复位电路、串口电路。

本系统通过把一个 16MHz 的外部晶振,然后利用 MC9S12XS128 内部的压控振荡器和锁相环(PLL)把这个频率提高,作为单片机工作的内部总线时钟。本系统直接采用一个 0.1uF 的电容提供低电平复位信号,手动复位按钮在系统调试时的作用很大。

4.4 驱动模块。本方案的电机控制采用 ir2104 控制搭建的 H 桥控制电机。这样电路的内阻很小,并且允许通过的电流很大,可以提供很强的驱动能力。驱动电路如图所示。

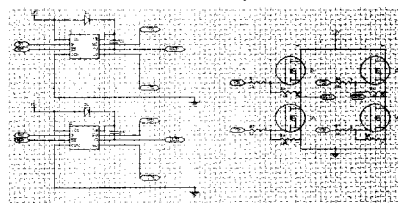


图4.6 电机驱动模块原理图

## 参考文献:

- [1] 卓晴,黄开胜,邵贝贝等.学做智能车—挑战“飞思卡尔”杯.北京.北京航空航天大学出版社.2007
- [2] 郝文化.Protel DXP 电路原理图与 PCB 设计[M].北京.机械工业出版社.2004.3