

基于电磁感应检测传感器电路的智能小车

参考智能车比赛的电磁组的赛制，实现一个基于电磁感应方式的小车控制方案；在地面由直径 0.1——0.3mm 的导线构成一个行车路线，其中线上通有 2 kHz，200 mA 的交变电流（注意和全国比赛不同）。小车通过自动识别导线所产生的电磁场进行路径检测。本设计的主要关注点在于电磁检测电路的研究。

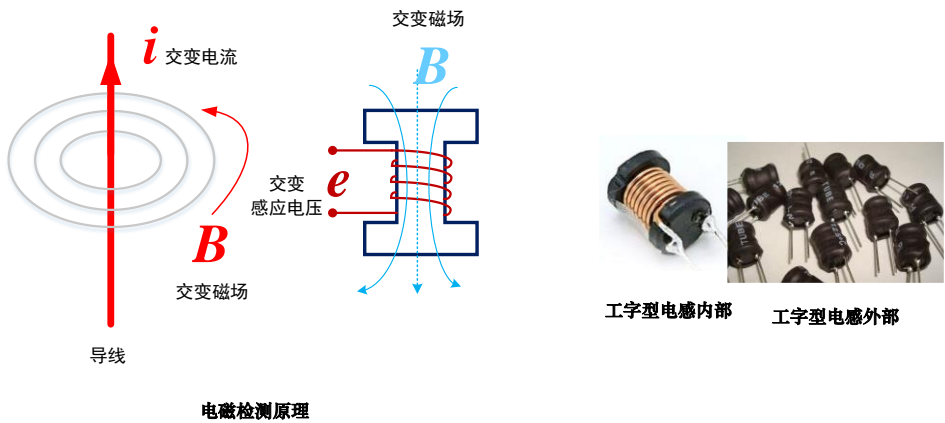


图 1 检测原理

1. 电磁巡线原理

当信号发生器产生一个 2KHz、200mA 的信号通过细线形成一个回路，细线的四周会产生 2kHz 的交流磁场，工字型电感根据电磁感应的原理，电感上产生感应电压，感应电压的大小与导线的位置和导线与电感的夹角有关，假定安装的夹角是固定的话，电感两端的电压与距离成反比，距离越大，电压越小，本次采用 2 个电感差动检测的方式，如果一个电感远离细线，则另一个电感就接近，形成差动的信号。根据这两个差动信号进行处理，控制小车的电机，从而实现小车巡线控制。

2. 检测电路方案

由于交变电流比较小，产生的感应电压也较小，本次采用 200mA 的 2kHz 的电流，传感器在接近导线时的感应电压约位 3mV 左右，必须要放大才能达到处理要求。

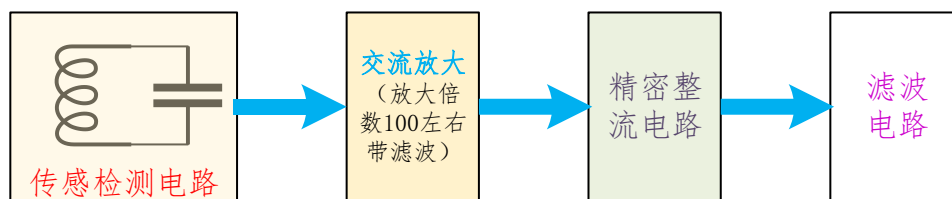


图 2 电磁信号传感器信号处理

传感电路：采用工字型电感和电容并联形成谐振电路（对于 2kHz），为了保证效果，要求此时 LC 处在谐振状态，所以在设计选择参数时先用元件 LCR 测量仪（4-304 有）分别测量工字型电感的 L 值，再匹配电容，使之达到并联谐振，谐振频率如公式（1），根据实测的 L 值，可以计算 C 的值，由于没有一个电容正好，可以采用并联的方法实现谐振电容。谐振的另一个作用是去除环境中的其他电磁干扰，相当于滤波器的作用。

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

电源电路：本系统采用单电源供电，建议电源电压为 6V（四节电池）左右，由于电池的电压会变化，所以要考虑其变化因素。另外运放电路平常实验时采用双电源供电，比如±12V，而本次实验使用单电源时，需要将双电源时的负端要接地，而双电源时的公共端（地）的电位要抬升到单电源电压的 1/2 的地方，故给出了一个实现 1/2 供电电压的参考电路，其中 R₃R₄ 的值可以取任何相等的值（不能太小，否则太耗电）。运放后加晶体管 8050 构成的电路，能实现保证该输出为 VCC 的 1/2，由于采用晶体管作为输出级，可以提供较大的电流（比运放输出电流大很多，本晶体管可以达到 500mA），0.5VCC 的网络标号的地方可以接到任何需要 1/2 电源电压的地方，同时当电源 VCC 的电压发生变化时，始终保持在 1/2VCC 的电压。

放大电路：第一级放大电路（参考图 4）放大倍数要求 100 以上，可以采用一级，也可以两级，放大倍数可以微调（R₂ 上串联一电阻），参考电路如图 3；

精密整流电路：（参考电路如图 5），其目的是把放大后的交流信号转变成半波信号（注意该电路具有负的系数）；另一种整流的办法是采用二极管加电容、电阻组成的峰值检波电路，电路由于二极管存在管压降，会影响电路的效果。

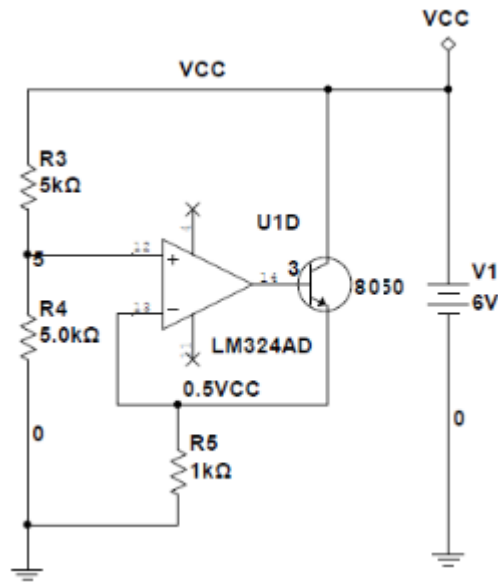


图 3 $1/2V_{CC}$ 电路参考

低通滤波电路：将精密整流输出半波信号，通过低通滤波电路，将其转换成直流（电路自行设计），可以采用具有的反向低通电路，转变极性，使得传感器检测的电压增加，最后直流电压增加（变化量控制在 1-2V）。

调试时可以靠近选线，接近和远离导线，观测输出效果；在此基础上再设计制作另一路相同的检测电路。

差分电路：两路信号检测电路实现后，设计一个差分电路，可以参考实验中的减法器电路，需要处理单电源的问题，并先在 Multisim 中仿真一下。

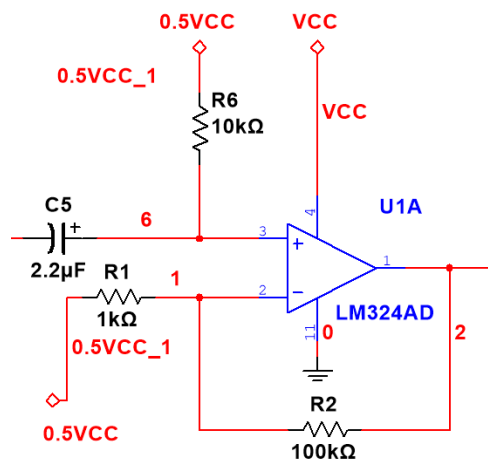


图 4 第一级放大电路（放大倍数约 100）

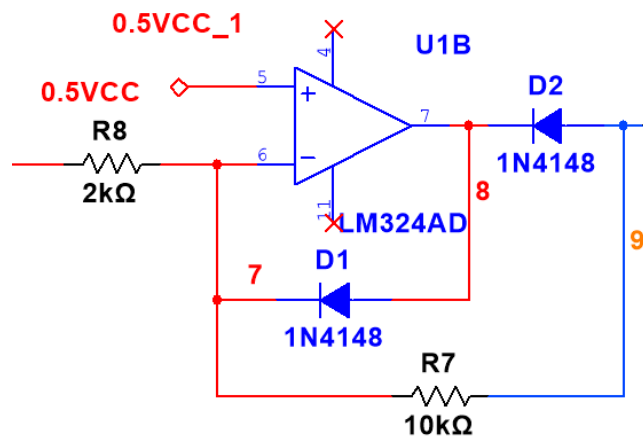


图 5 精密整流电路

3. 基于电磁传感器的巡线小车设计

将电磁感应检测传感器安装在小车上实现巡线控制，系统参考匡茹图所示。

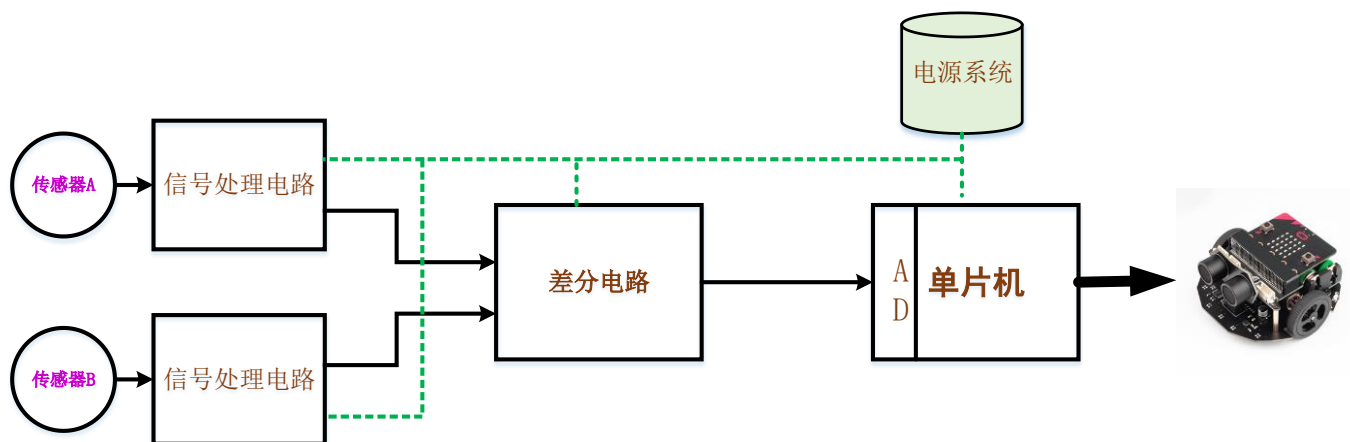


图 6 系统框图

基本控制思想，当两个传感器 A、B 处在导线的中间时，两路检测直流输出几乎相等，差动电路的输出为中间电压（如 $1/2$ 的 VCC ），当小车偏离某一传感器时，如偏向 A 传感器，则 A 如果比 B 更接近导航导线时，A 路检测电路的直流电压升高（比 $1/2VCC$ 高），B 路下降（比 $1/2VCC$ 小），经过差分后得到一个电压，比如电压增加。单片机 AD 转换后，则控制小车对应的 A 轮减速，B 轮增速（这时的电压差可以控制速度差）；同样当 B 传感器接近巡航导线时，B 检测电路电压的升高，由于差分电路的结构，使得差

分电路的输出电压减少（比 $1/2V_{CC}$ 小），同样此时控制 A 轮加速，B 轮减速，实现调整。具体调节的速度和幅度，要根据具体小车运行的情况来调节。

如图所示为实验室提供的两轮驱动小车车架，也可选择其他自制小车，两轮差动即可转向。

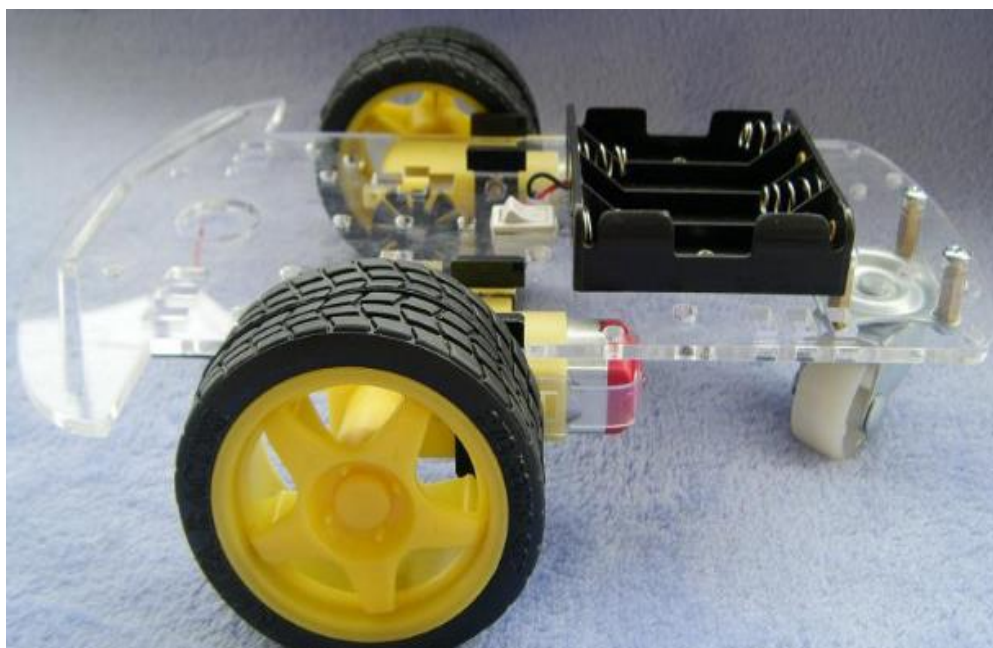
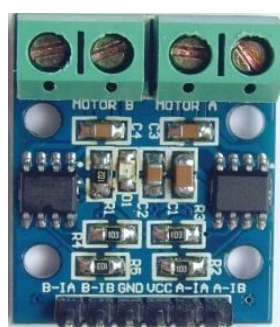


图 7 小车车架

如图所示为实验室提供的单片机及小车电机驱动模块及其工作原理，也可选用其他驱动模块。



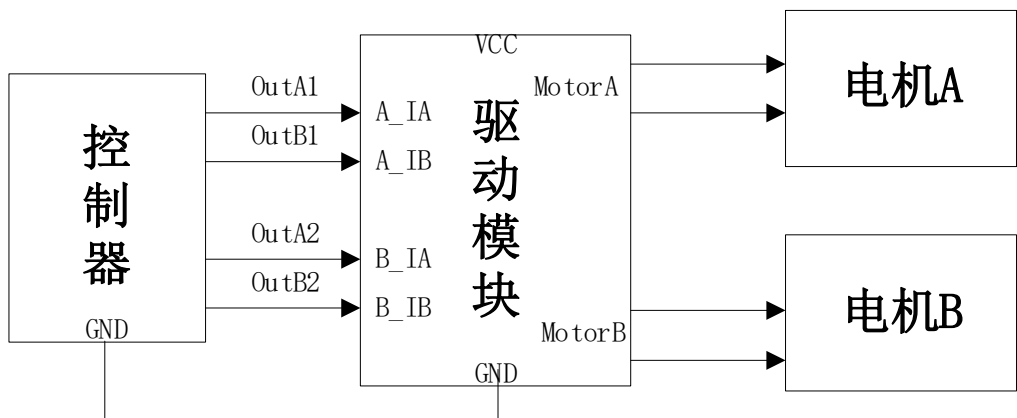


图 8a 小车电机驱动模块

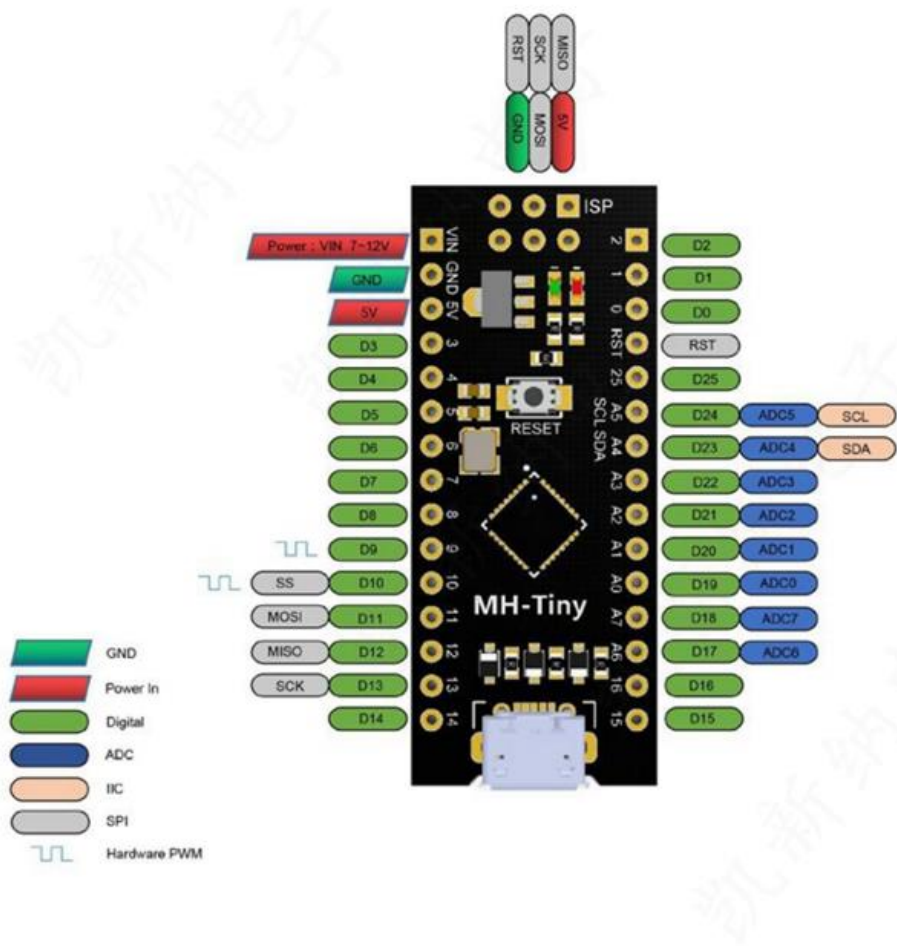


图 8b MH-Tiny 板管脚图

如表 1 所示为驱动模块的驱动 1 个电机的信号控制原理，控制器输出的 2 路控制信号电平为反相时电机全速转动，电平为正的信号决定电机的正反转。若要实现调速，则要产

生脉冲宽度可调的 PWM 信号代替高电平信号。

表 1 电机驱动模块控制原理

信号	全速正转	全速反转
A-1A	0	1
A-1B	1	0
Vcc、 GND	2.5-12V	与控制器信号 电平匹配

4. 基本任务

- (1) 采用洞洞板或面包板搭建电磁检测传感器电路（不得采用成品模块）；
- (2) 设计控制器程序实现电磁传感器强度显示
- (3) 能控制小车在巡航导线为直线情况下，行走自如，平稳
- (4) 完成作品展示，撰写实验报告。

5. 扩展任务

- (1) 在具有具有较大弧度时，即较大弯曲情况下，能平稳快速巡线；
 - (2) 同等条件下，能以最短时间完成巡线
 - (3) 其他自拟功能。