南通大學

专业综合实验设计报告

项　目：　循迹小车设计

班　级：　_____

姓　名：　_____

学　号：　_____

同组同学：　_____

学　期：　2016-2017-1

一、实验目的和要求

1.1实验目的

本实验的于研究及制作一种能够实现对障碍物的检测和基本信息测量（位 置，距离）的轮式机器人，在不熟悉周围环境的情况下，自动避开障碍物，实时 采集数据，实现对环境的监控，把环境的信息变换成数据，发送到信息终端，从 而减少人的工作。是学生接触实际电气工程专业复杂工程问题的重要及关键途 径。通过实验培养学生实践动手能力，运用现代工程工具和信息技术工具的能力， 分析和解决实际工程问题的能力。从而使学生初步能够解决主要涉及电气工程专 业知识的复杂工程问题。

通过构建智能小车系统，培养设计并实现自动控制系统的能力。在实验过程中，熟悉以单片机为核心控制芯片，设计小车的检测障碍、寻线和电机驱动等外围电路，采用智能控制算法实现小车的智能循迹以及避障。在此过程中，加深对控制理论的理解和认识。

1.2实验技术要求

对于所设计的轮式机器人，需要能够自动避障，自动识别，并且具有一定的通信能力，把所需要的信息能够实时传输到信息终端。本实验能够通过不断检测各个模块传感器的输入信号，根据内置的程序分别控制小车左右两个直流电机运转，实现小车自动识别路线，判断并避开障碍物，智能停车等功能。

1.3实验控制要求

（1） 自动沿预设轨道行驶小车在行驶过程中，能够自动检测预先设好的轨道， 实现直道和弧形轨道的前进。若有偏离，能够自动纠正，返回到预设轨道上来。

（2） 当小车探测到前进前方的障碍物时，可以自动报警调整，躲避障碍物，从无障碍区通过。小车通过障碍区后，能够自动循迹

（3）自动检测停车线并自动停车。

二、实验仪器设备与器件

轮式机器人机械组件、控制系统组件，调试用电脑

三、实验原理分析

1、轮式机器人简介

轮式机器人是以驱动轮子来带动机器人进行移动和工作的机器人。虽然其运动稳定性与路面的路况有很大关系，但是由于其具有自重轻、承载大、机构简单、驱动和控制相对方便、行走速度快、工作效率高等特点，从而被广泛应用。

20世纪末，传动机构的设计一直是阻碍机器人发展的难题。此后，国内外做了大量的设计研究，在短短不到20年的时间，已经解决了轮式机器人的传动机构难题。现在机器人通过搭载视觉传感器或气体传感器等设备，可以在缺少人干预的环境中进行战场侦察、室内或库房的巡逻及行星探测等任务，也可以通过搭载声光电等设备作为一种新颖的具有移动性和交互性的儿童玩具。轮式机器人适用性较广，在教学、科研、野外作业、民用运输方面有着广泛的应用前景，在反恐及其它尖端领域具有重大的应用价值。

总体来说在轮式机器人领域国内外都取得了大量的成果，所设计的轮式机器人都能够在不可预测的环境中保持正常的运动，能够适应复杂多变的各种未知环境、能够处理各种突发情况并具有较强的避障能力从而能够顺利的完成任务。机器人应用领域不断扩大，机器人完成的操作变得更加复杂。传统的轮式机器人构型已不能满足许多特殊作业要求。为了适应特殊的作业要求，需要设计新型的机器人结构，以实现准确、快速的预期运动。轮式机器人技术具有延伸性和一定的通用性，可以应用到其它领域。如军用扫雷、排险机器人、勘探机器人、环保机器人和救援机器人等。轮式机器人是机器人技术和智能控制技术相结合和产物，因此轮式机器人的研究和实现对推动机器人机构学、智能机器人技术和智能控制技术的提高具有举足轻重的意义。

目前对设计出能在非结构环境下运动的轮式机器人提出了更高的要求，设计

的轮式机器人应该具有体积小、质量轻、结构紧凑、对地形适应能力强等特点。 总的来说，轮式机器人发展趋势主要是:①轮式机器人的结构不再是简单的轮式 结构，取而代之的是具有很强的非结构化环境适应能力的轮、腿、履带式的复合 结构和可变现的轮式结构。 ② 由于现在机器人技术、尺寸、质量和费用的限制，微小型和小型轮式机器人是目前发展的主流的热点。

由于轮子的多少，直接关系到机器人设计的技术和难度，以及其功用。所以轮式机器人的分类一般都是根据其轮子多少进行分类。按照已经出现的机器人，可以分为如下几类：单轮滚动机器人（如球形机器人）、两轮移动机器人（如自行车机器人）、三、四轮机器人（如智能车）六轮机器人和复合轮式机器人。一般而言，三轮机器人简单实用，四轮机器人稳定性好，承载能力大，而相比之下，六轮机器人比四轮机器人更为优越。

I、单轮滚动机器人

单轮滚动机器人是一种全新概念的轮式机器人。从外观上看它只有一个轮子,它的运动方式是沿地面滚动前进，后来又开发出的球型机器人也属于单轮滚动机器人。早期的典型代表是美国卡内基-梅隆大学机器人研究所研制的单轮滚动机 器人Gyrover。Gyrover是一种陀螺稳定的单轮滚动机器人，它的行进方式是基于 陀螺运动的基本原理，具有很强的机动性和灵活性，他们开发该机器人的目的是 用于空间探索。英国巴斯大学的Rhodri H Armour对单轮滚动机器人做了系统的 总结性研究。他从自然界生物存在的滚动前行方式开始论述，通过分析11种单轮 滚动机器人,总结出了 7种单轮滚动机器人的设计原理:弹性中心构件原理、车辆 驱动原理、移动块原理、半球轮原理、陀螺仪平衡器原理、固定于质心轴上的配 重块原理、移动于质心轴上的配重块原理。

近年来，国内也对单轮滚动机器人也进行了深入研究。香港中文大学设计了一种单轮滚动机器人。它的驱动部件是一个旋转的飞轮。飞轮的轴承上安装有双链条的操纵器和一个驱动马达。飞轮不仅可以使机器人实现稳定运行，还可以控制机器人运动的方向。哈尔滨工业大学设计了一种球形滚动机器人。在进行结构和控制系统设计时，使转向与直线行走两种运动相互独立，从而避免了非完整约束的存在，简化了动力学模型和控制算法，使该机器人转向非常灵活。

针对单轮滚动机器人的研究工作主要包括: （1）单轮滚动机器人的动态模型建 立以及推进力与操纵机构的耦合和参数化问题；（2）基于位置传感器的运动信息 获取方法；（3）动态稳定而静态不稳定的控制方案。单轮滚动机器人的研究具有 广阔的应用前景:利用其水陆两栖的特性，将它引入到海滩和沼泽地等环境，进行 运输、营救和矿物探测; 利用其外形纤细的特性将它用作监控机器人，实现对狭 窄地方的监控; 在航天领域，基于单轮滚动机器人的原理可以开发一种不受地形 影响、运动自如的月球车。

ii、两轮移动机器人

两轮轮式机器人主要包括自行车机器人和两轮呈左右对称布置的两轮移动机器人。自行车机器人自行车机器人是机器人学术界提出的一种全新的智能运输（或交通）工具的概念，由于其车体窄小、可作小半径回转、运动灵活、结构简单， 因此可在灾难救援、森林作业中得到广泛应用。但到目前,仍处于理论探讨和初 步的实验研究阶段。自行车运动力学特征较为复杂，其两轮纵向布置，与地面无滑 动接触，它本身就是一个欠驱动的非完整系统,还具有一定的侧向不稳定性，如果 不对它实施侧向控制,自行车就一定会不能站立起来。同时自行车具有对称性特 征，即它的拉格朗日函数和约束关于自行车在路面上的位姿变化是不变的。因此, 自行车机器人的控制问题相当困难，如不能采用连续或可微的纯状态反馈实现系 统的渐近稳定，不能采用非线性变换实现整体线性化等。所以,自行车机器人是一 个令人非常感兴趣的研究领域，其动力学与控制极具挑战性。

近年来，大部分研究工作都是围绕着自行车机器人动力学建模和提出新的控制算法这两方面内容展开的°Neni H Getz提出了一种较为简单的自行车机器人动力学模型,并为机器人设计了一个内部平衡控制器,在他所建的动力学模型中，将转动车把的扭矩和自行车后轮的驱动扭矩作为系统输入。一些研究人员提出了一种2个二阶非线性微分方程描述的自行车动力学模型，并使用在线加强学习的智能算法实现自行车机器人的稳定控制。另一些研究人员考虑到配重机构对于自行车机器人稳定控制的重要作用，提出了一种1个二阶非线性微分方程描述的动力学模型,并使用非线性控制理论设计了基于该模型的控制律。

自行车机器人研究存在的问题主要包括自行车机器人在运动时的建模和分析、自

行车机器人的侧向稳定控制机理、自行车机器人在不同载重下的平衡问题、自行车机器人对复杂地面的适应能力。

不加装车体的两轮移动机器人是典型的机器人结构，左右轮分别由一个电机驱动，依靠差速实现转向，转向灵活。但当安装上车体时，就同自行车机器人一样， 要考虑机器人的平衡问题。这种两轮移动机器人具有极强的灵活性而且它的行为 与火箭飞行以及两足机器人行走有很大的相似性，因而对其理论及控制系统的研 究受到国内外机器人领域的高度重视。近年来，该机器人逐渐成为全球机器人领 域的研究热点之一。美国和日本的研究机构相继开始了这方面的应用研究并取得 了初步成果。两轮行走机构是自然不稳定体，是高阶次、不稳定、多变量、非线 性、强耦合系统。目前还存在许多问题，不能实际应用。

1996年日本筑波大学研制的两轮机器人采用倒钟摆式结构，左右两个独立的驱动轮，用陀螺仪传感器测量车身倾角角速度、用旋转编码器来测量车轮度。他们的研究目的是使机器人在平地上行驶的同时保持其自身平衡。控制算法由平衡和速度控制，转向控制和直线跟踪控制组成。

最近几年对两轮呈左右对称布置的移动机器人主要的研究有如下:美国卡内基-梅隆大学下属的生物机器人实验室研制了一种两轮机器人，用于城市搜索和营救，该机器人具有很强的生存能力，能承受很大的坠落冲击力。中国台湾成功大学 研制了两轮机器人TWV,TWV是由两个独立的马达分别驱动左右轮,用动态分析来 获得机器人的数学模型，用渴望车轮响应值和车体倾斜角度来控制车体的动作，使 用自适应比例微积分控制器来稳定和控制TWV的姿态。英国巴斯大学的Rhodri H Armour在其论文中提到了近年大学研制的两轮机器人，它没有采用由两个驱动马 达与地面产生驱动力矩的原理,而是在中央底盘上设置了悬挂摆锤进行驱动。在实验中，它能顺利地爬上斜坡、翻过障碍物。当用球形外壳代替它的两个轮子时,它就变成了单轮滚动机器人。

iii、三轮及四轮机器人

轮式机器人中最常见的机构就是三轮及四轮轮式机器人。当在平整地面上行走时，这种机器人是最合适的选择，并且在其他领域（如汽车领域）已为其发展提 供了成熟的技术。三轮移动机器人与四轮移动机器人类似，

按转向及驱动方式的 不同，分为前轮由电机实现转向、后轮驱动; 前轮由电机实现转向、前轮驱动;　　前轮为万向轮、后面两个车轮分别由一个电机驱动,从而实现差速转向这3种方 式。西班牙塞维利亚大学研制的机器人ROM EO 3R其前轮即是转向轮又是驱动 轮，并且带有人工遥控和机器人自动行走的转换装置。

到目前为止，对三轮及四轮移动机器人的相关研究很多,主要涉及到机器人机构、体系结构、运动规划、导航与定位、跟踪控制、运动控制的反馈镇定、交互技术、多传感器系统与信息融合、智能技术等关键技术。同时，该类机器人的研究也为发展多轮及复合式机器人提供了基础。并将对现代汽车工业的发展产生深远影响。

iv、 六轮机器人

六轮机器人相比四轮机器其移动灵活性及可靠性更高，越野能力更好，但结构相对复杂，具有代表性的是美国研制的火星探测车，它采用的是六轮摇臂悬架机构，其采用对称式结构，单侧摇臂主要包括主摇臂、副摇臂、前后两个主动轮以及中间的随动轮。与四轮结构相比，由于引入了副摇臂和从动轮，当遇到障碍时，通过对副摇臂的转动，并借助于从动轮来调整重力在各个轮上的分力，可以提高车体的稳定性和越野能力。

v、复合轮式机器人

由于轮式、履带式等各类移动机器人都具有各自的优点和缺点，因此研制复合式机器人就显得十分必要，复合式移动机器人已逐渐成为现代移动机器人发展的重要方向。复合轮式移动机构主要有轮-腿复合式、关节-轮复合式、轮-腿-履带式，复合轮式移动机器人广泛应用于复杂地形、反恐防暴、空间探测等领域。此类机器人具有较强的爬坡、过沟、越障和上下楼梯能力以及运动稳定性。轮- 腿式移动机构运动稳定，具有较强的地形适应能力，应用较多；关节-轮式移动机构运动速度较快，但越障能力差，较多应用于管型构件中；轮-腿-履带式机构越障性 能好,但转向性能差、功耗较大,运动控制比较复杂。

2、控制系统的设计方法

2.1总体系统设计

根据题目的要求，确定如下方案:首先设计出小车的基本模形以及传动方案，并在车上加装光电检测器，实现对电动车的速度、位置、运行状况的实时测量，并将测量数据传送至单片机进行处理，然后由单片机根据所检测的各种数据实现对电动车的智能控制。

这种方案能实现对电动车的运动状态进行实时控制，控制灵活、可靠，精度高，可满足对系统的各项要求。

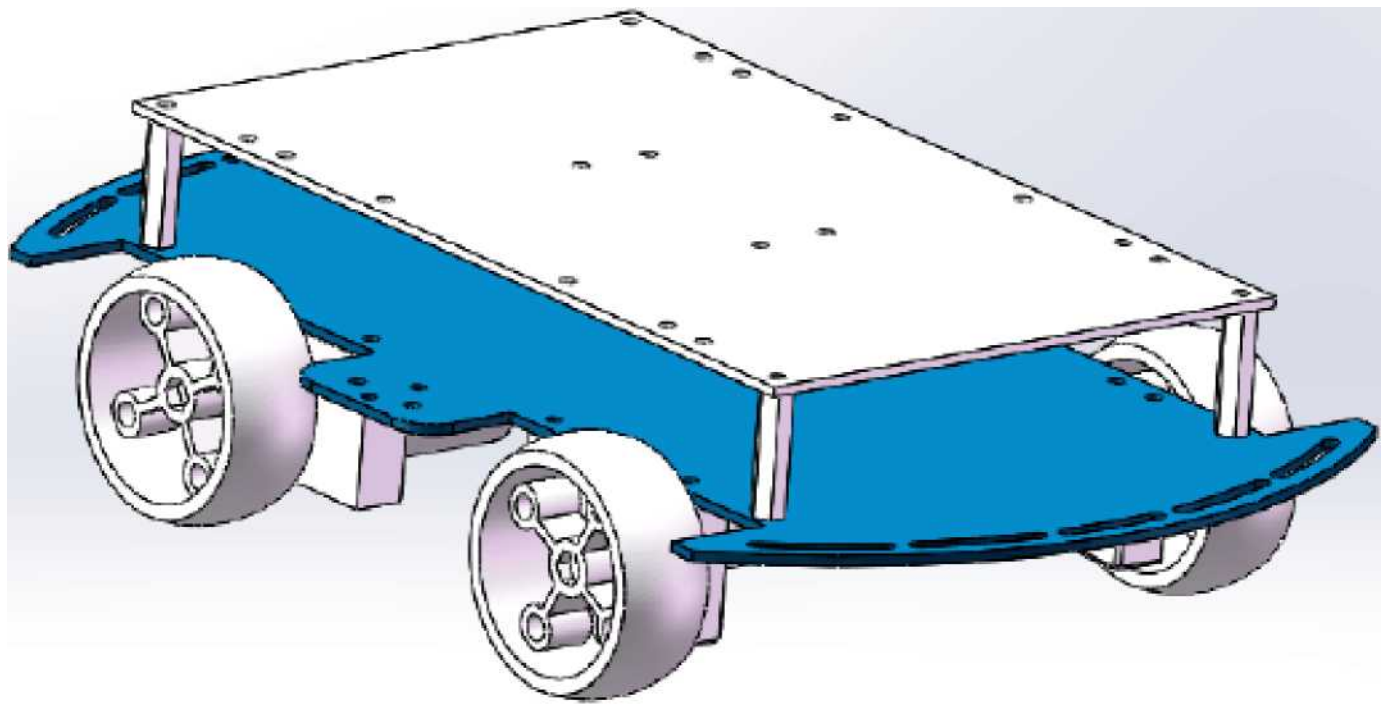
循迹小车主要由六个模块构成：车体框架、电源及稳压模块、主控模块、循迹模块、电机驱动模块组成。

2.2车体设计

方案一：用现有的小车改装

电动小车价格低廉，有完整的驱动、传动和控制单元，其中传动装置是我们所需的。但玩具电动车采用普通直流电机驱动，带负载能力差，调速方面对程序要求较高。同时，玩具电动车转向依靠前轮电机带动前轮转向完成，精度低，又由于本次毕业设计只是理上研究，和巩固已学过的　相关知识，如果购买小车会自带程序和一些图及参数，容易产生惰性。所以购买小车做实物的价值不大，因些我们放弃这一方案。

方案二：自己设计制作车架自己设计小车底盘，用两个直流减速电机作为 主动轮，利用两电机的转速差完成直行、左转、右转、左后转、右后转、倒车等 动作。减速电机扭矩大，转速较慢，易于控制和调速，符合避障小车的要求。而 且自己制作小车框架，可以根据电路板及传感器安装需求设计空间，使得车体美 观紧凑。通过pro/e设计相关的的小车模型，以便更直观的看到小车的运动原理 和传动方案，所以综上我们选择方案二。小车模型如图一所示：



2.3电源及稳压模块

电源模块要求16.8V电压输入，5V电压输出，为机器人中的芯片供电。

方案一：线性稳压电路

三端稳压集成电路78L05中三端IC是指这种稳压用的集成电路，只有三条 引脚输出，分别是输入端、接地端和输出端，输出端电压为5V。集成稳压器7805， 为输入端和输出端需接滤波电容。当输出电流较大时，7805应配上散热板。7805 的极限输入电压是36V。

LM2940-5.0是低压差三端稳压芯片。输出电压5V；输出电流1A；输出电流 1A时，最小输入输出电压差小于0.8V；最大输入电压26V；工作温度-40～+125℃；内含静态电流降低电路、电流限制、过热保护、电池反接和反插入保护电路。

LM2940比7805的转换效率高。7805直接输入不接输出的情况下，其内部 还会有3mA的电流消耗(静态电流)。LM2940的静态电流就比它小很多。

方案二：开关量稳压电路

LM2576系列开关稳压集成电路是线性三端稳压器件的替代品，它具有可靠 的工作性能、较高的工作效率和较强的输出电流驱动能力，从而为MCU的稳定、 可靠工作提供了强有力的保证。LM2576含固定频率振荡器(52kHz)和基准稳压器(1.23V)，并具有完善的保护电路，包括电流限制及热关断电路等，利用该器件只需极少的外围器件便可构成高效稳压电路。

开关量稳压电路性能要略优于线性稳压电路，同时还提供了工作状态的外部引脚。但是线性稳压电路结构简单接线方便经济性高，综合考虑选择78L05线性稳压电路。如图2所示：

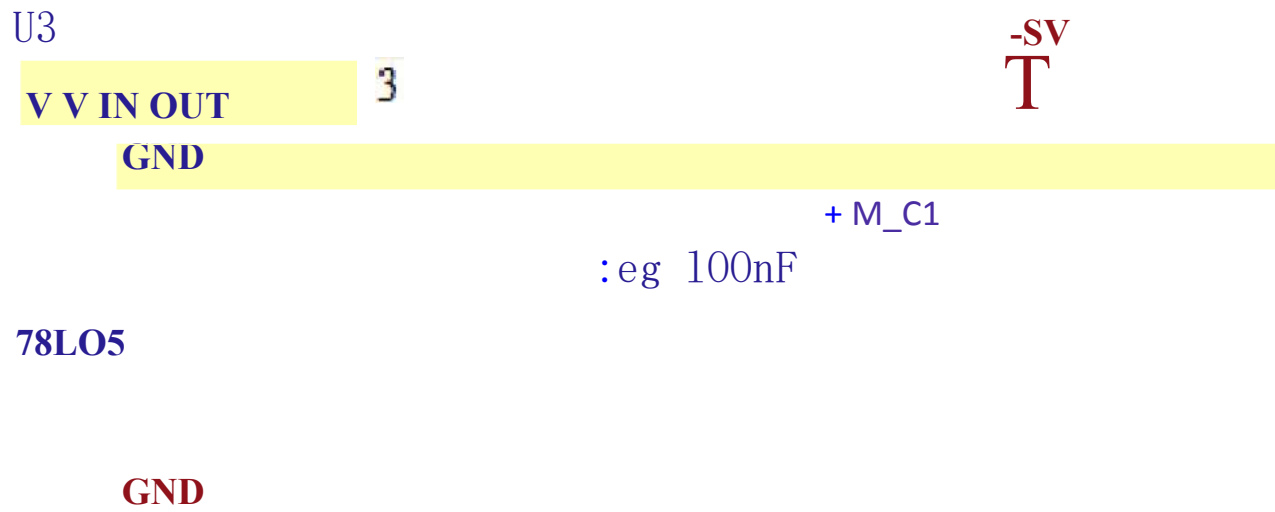


图2电源稳压模块

2.4主控模块

采用单片机作为整个系统的核心，用其控制行进中的小车，以实现其既定的性能指标。针对本设计特点一一多开关量输入的复杂程序控制系统，需要擅长 处理多开关量的标准单片机，而不能用精简I/O 口和程序存储器的小体积单片机，D/A、A/D功能也不必选用。根据这些分析，我选定了 STC15W4K58S4单片机作为本设计的主控装置，STC15W4K58S4单片机拥有4k内存，4路串口，8路10位 ADC，还有6路15位PWM，还具备1组比较器可当做ADC使用，不需要外部复 位电路，内置可靠复位电路。出于节省简化电路考虑，选择STC15W4K58S4作为 单片机控制模块。

2.5循迹模块

方案一：使用红外传感器进行导航线的测量。

红外反射传感器具有一对红外线发射与接收管，发射管为红外光电二极管，接收管为光电晶体管。红外发射二极管不断发射红外线，当发射出的红外线没有被反射回来或被反射回来但强度不够大时，光电晶体管一直处于关断状态，此时模块的输出端为高电平，指示二极管一直处于熄灭状态；被测物体出现在检测范围内时，红外线被反射回来且强度足够大，光电晶体管饱和，此时模块的输出端为低电平，指示二极管被点亮。反射式红外光电传感器ST168如图3所示：

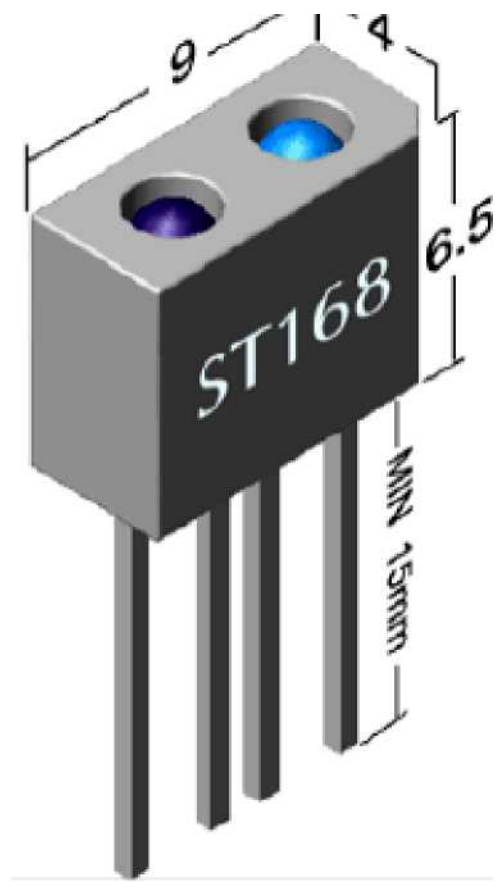


图3反射式红外光电传感器ST168

方案二：使用灰度传感器进行导航线的测量。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
https://d.book118.com/555023133011011140