

实验一 发动机电子控制系统总体结构认识实验

一. 实验目的和要求:

1. 了解发动机电子控制系统总体组成;
2. 区分与识别发动机电子控制系统的主要传感器和执行器;
3. 了解发动机电子控制系统的工作原理;

二. 实验设备仪器:

1. 常用工具一套;
2. 桑塔纳 AJR 电喷发动机实验台一台;
3. 电喷发动机解剖模型; 传感器教具若干;
4. 电喷汽车整车一辆。

三. 实验原理与应用:

电喷汽车发动机控制系统组成如下图所示:

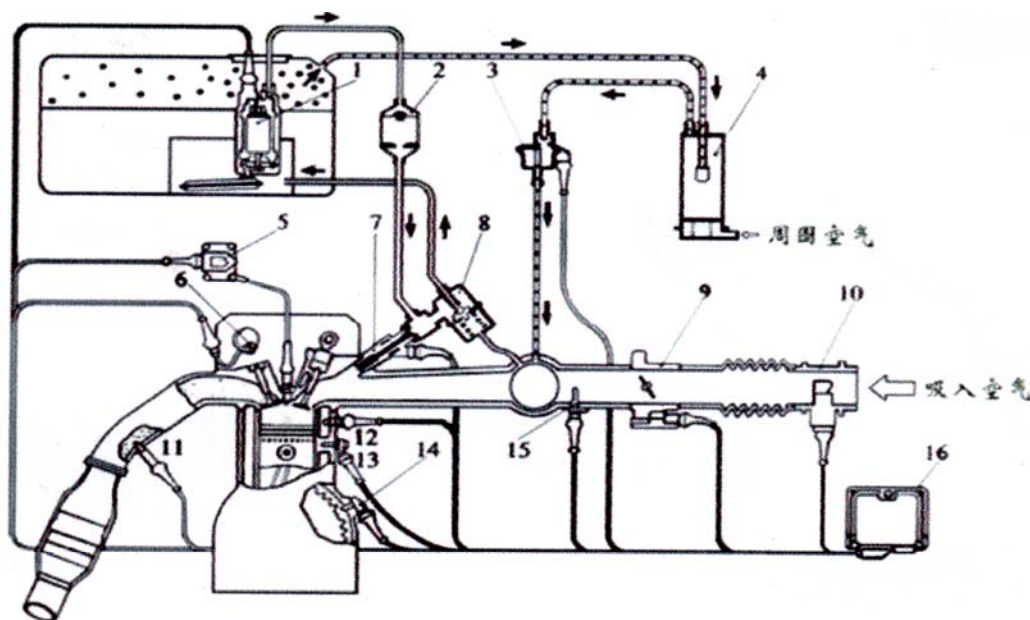


图1 发动机电子控制系统示意图

1.电动燃油泵 2.燃油滤清器 3.活性炭罐电磁阀 4.活性炭罐 5.带输出驱动级的点火线圈 6.凸轮轴位置传感器 7.喷油器 8.燃油压力调节器 9.节气门控制组件 10.空气流量计 11.氧传感器 12.冷却液温度传感器 13.爆震传感器 14.曲轴位置传感器 15.进气温度传感器 16.发动机控制单元

电喷汽车发动机控制,是由发动机电子控制系统(EECS)来完成的。其主要功能是控制空燃比、喷油时刻和点火时刻。除此之外其控制功能还包括,对发动机的冷、热车的启动;怠速转速;最大转速;而次空气喷射;爆振;电动燃油泵;故障自诊断;以及给其他电控系统发送状态信号等功能。

其工作原理为,首先采集发动机各部位的工况信号,然后根据采集到的信号进行计算、比较和选择,以确定最佳喷油量,最佳喷油时刻和最佳点火时刻等。

发动机电子控制系统的组成为,由传感器、电控单元和执行器三部分组成。其中,传感器是一种检测与转换装置,安装在发动机的各个检测部位,用来检测发动机运行状态的各种电量参数、物理量和化学量等,并将这些量转换成计算机能够识别的电信号,再输入给电

控单元。电控单元又称电子控制器，是发动机电子控制系统的核心，其功能是根据各种传感器和控制开关输入的信号参数，对喷油量、喷油时间和点火时刻等进行实时控制。执行器是控制系统的执行机构，其功能是接收 ECU 的控制指令，完成具体的控制动作，从而使发动机处于最佳的运行状态。

四. 实验步骤:

1. 了解电喷发动机空气供给系统的主要组成及组成件的安装位置，对照发动机电子控制系统示意图和事物仔细进行观察。
2. 掌握电喷发动机空气供给系统各主要组成件的结构和工作原理，包括空气滤清器、空气流量计、稳压箱、进气温度传感器和节气门体等。
3. 了解电喷发动机燃油供给系统的主要组成及组成件的安装位置，对照发动机电子控制系统示意图和事物仔细进行观察。
4. 掌握电喷发动机燃油供给系统各主要组成件的结构和工作原理，包括油箱、电动燃油泵、燃油滤清器、燃油分配管、燃油压力调节器和喷油器等。
5. 掌握发动机燃油控制系统的控制原理和控制过程。
6. 掌握发动机空燃比反馈控制系统的控制原理和控制过程。
7. 掌握微机控制点火系统控制原理和控制过程。

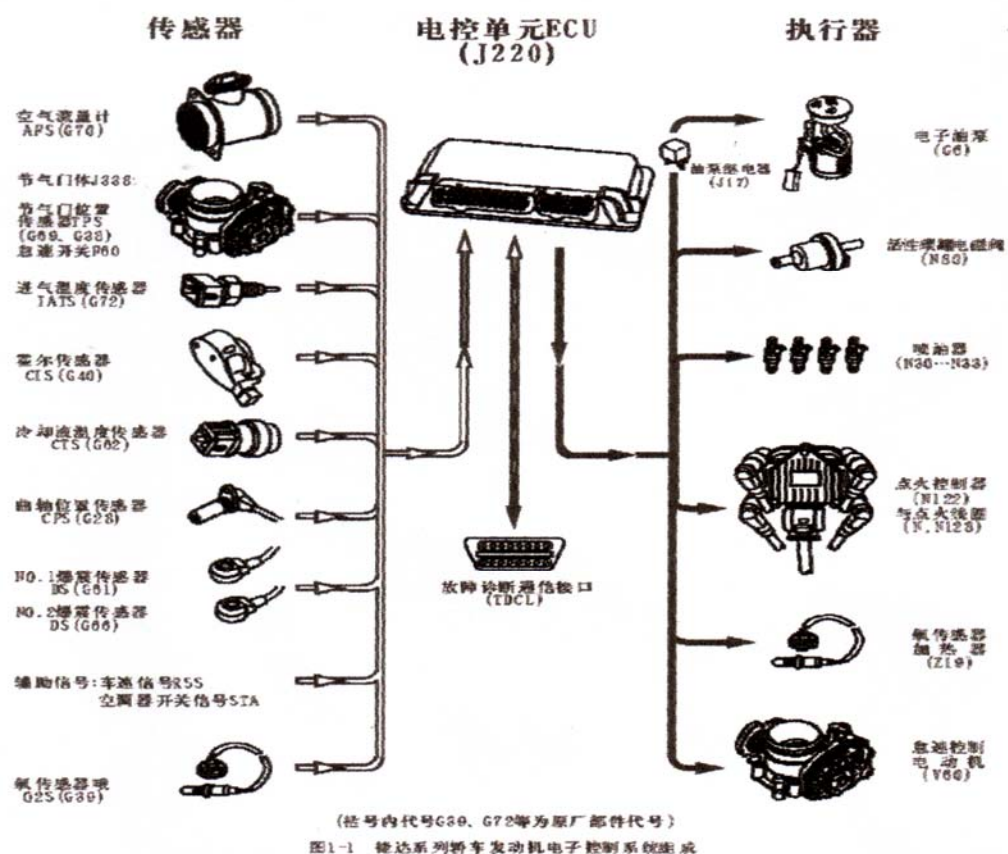


图1-1 捷达系列轿车发动机电子控制系统组成图

思考题: (实验报告中要求回答)

1. 简述空气滤清器、空气流量计、节气门位置传感器、燃油压力调节器和喷油器等的作用。
2. 参照发动机实验台，标出下图中各传感器、执行器的名称。

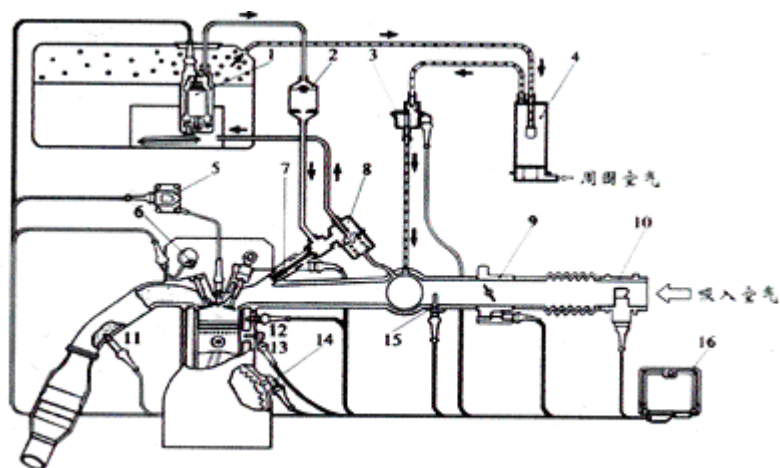
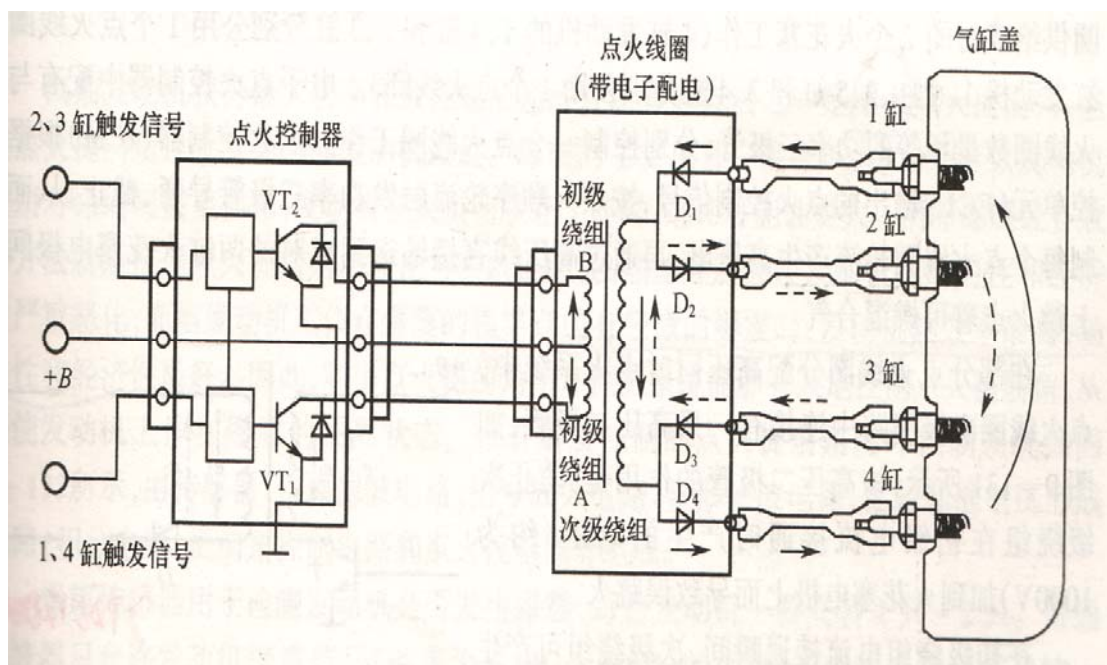


图 1 发动机电子控制系统示意图

3. 说明图 6-34 的双缸同时点火系统的工作过程及正常工作的理由，其中二极管 D 的作用是什么？



4. 简述燃油喷射脉冲宽度的确定过程。
5. 简述点火系统控制过程。
6. 结合本实验简述发动机怠速控制系统的控制过程。

实验二 汽车传感器、执行器结构原理实验

一. 实验目的:

1. 了解汽车电控系统中主要传感器、执行器的检测的基本方法;
2. 掌握主要传感器、执行器的工作原理和基本参数指标;
3. 了解常用汽车测试仪器、仪表的使用方法。

二. 实验设备:

- 1 常用工具一套;
2. 电喷汽车整车和桑塔纳 AJR 发动机实验台架;
3. 各种传感器、执行器的教学模型若干;
4. 汽车专用万用表、1552 解码器、发动机综合分析仪和汽车专用示波器等专用检测设备;
5. 相关传感器、执行器结构原理教学挂图等。

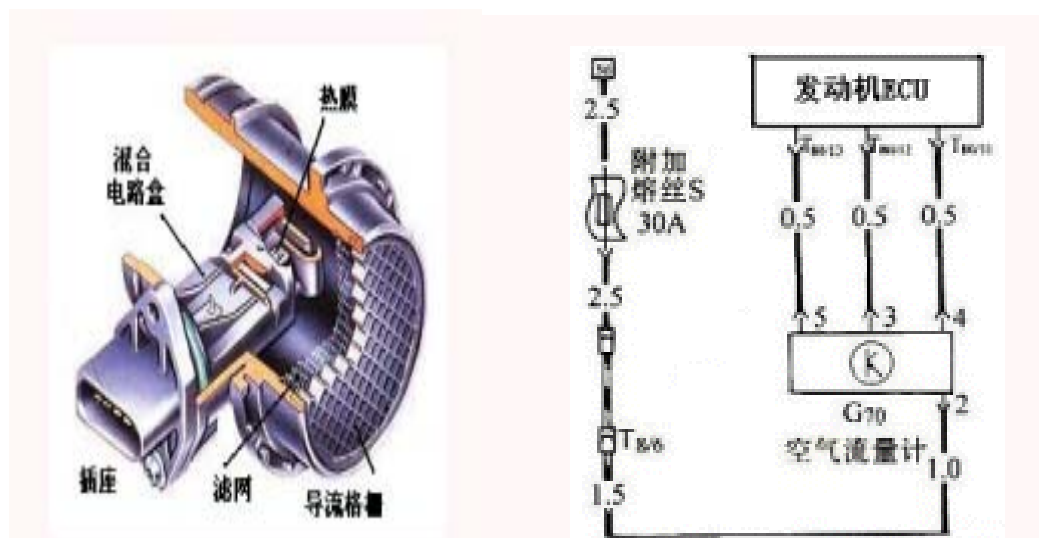
三. 实验原理:

汽车电子控制系统是有若干个控制子系统所组成,其中发动机电子控制系统是最复杂也是最典型的控制系统之一,随着发动机电子控制技术的进步与发展,各汽车公司研制的电控系统千差万别,系统功能、控制参数和控制精度也有所不同,这就导致了各种传感器、执行器的数量和类型很多,但其原理是大同小异的。本实验的目的之一就是通过通过对某种车型(桑塔纳 2000GSI)中的主要传感器、执行器的部分参数进行测定,以便配合理论课所学知识,更加深入的理解各种传感器、执行器的工作原理和作用。并通过实验了解其测试的基本方法和参数指标。

四. 实验步骤:

1. 空气流量计的检测:

空气流量计在汽车电路中的电路接线如图



- 1) 电阻测试（主要是检测线束的导通性，以确认线束的通畅，判断有无短路、断路和插接件是否牢靠）

方法 用万用表 200 欧姆挡

测试目的	测试条件	空气流量计端 测试端点	ECU 端测试端 点	测量阻值
判断线束导通 性测试	关断点火开关	3 号端点	12 号端点	
		4 号端点	11 号端点	
		5 号端点	13 号端点	
判断线束导通 性测试		2 号端点	11, 12, 13 号 端点	
		3 号端点	11, 13 号端点	
		4 号端点	12, 13 号端点	
		5 号端点	11, 12 号端点	

- 2) 电压测试:

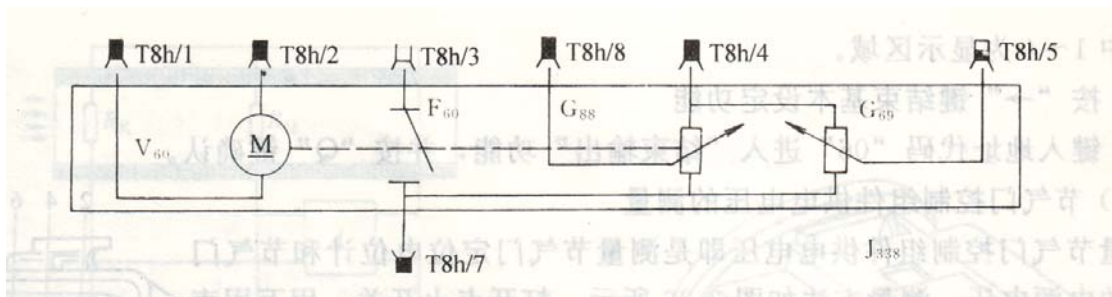
测试目的	测试条件	测试端点	测试电压值 (V)
判断 AFS 是否 正常	打开点火开关	AFS2 号端点至搭铁	
		AFS4 号端点至搭铁	
	启动发动机怠 速时	AFS5 号端点至搭铁	
	启动发动机急 加速时	AFS5 号端点至搭铁	

- 3) 数据流测试:

通过汽车故障诊断仪，登陆发动机控制单元直接读取空气流量计的各项参数。方法为，点击“诊断中心”选择[01]发动机系统，读第二组的第四项。观察判断空气流量计是否正常。(注：在怠速下数值应在 2.0---4.0g/s)

2. 节气门位置传感器的检测:

节气门位置传感器在汽车电路中的电路接线如图



1) 电阻测试（主要是检测线束的导通性，以确认线束的通畅，判断有无短路、断路和插接件是否牢靠）

方法 用万用表 200 欧姆挡

测试目的和条件	测试元件名称	空气流量计端测试端点	ECU 端测试端点	测量阻值
判断线束导通性测试,测试时关断点火开关。	节气门定位计 (V60)	1 号端点	66 号端点	
		2 号端点	59 号端点	
	怠速开关 (F60)	3 号端点	69 号端点	
		4 号端点	62 号端点	
	节气门电位计 (G69)	4 号端点	62 号端点	
	怠速开关 (F60)	5 号端点	75 号端点	
		7 号端点	67 号端点	
	节气门定位计 (G88)	8 号端点	74 号端点	
启动发动机怠速开关闭合	ECU 端		67 至 69 端点	
启动发动机怠速开关打开			67 至 69 端点	

2) 电压测试:

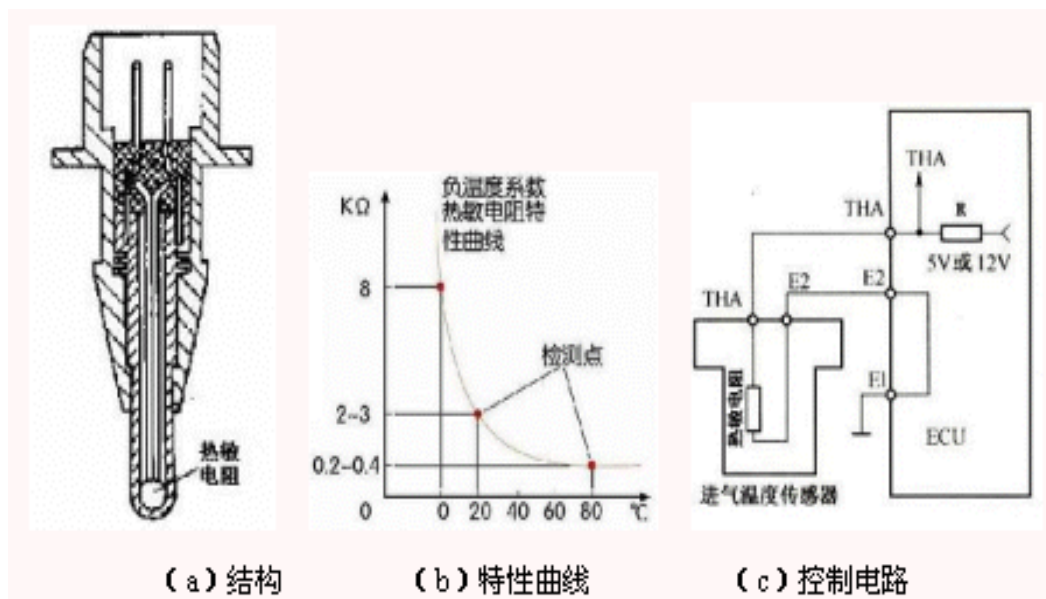
测试目的	测试条件	测试端点	测试电压值 (V)
判断节气门传感器是否正常	打启动机	2 号端点至打铁	
		4 号端点至打铁	
	启动发动机怠速时	5 至 7 号端点	
	启动发动机加速时	5 至 7 号端点	

3) 数据流测试:

通过汽车故障诊断仪，登陆发动机控制单元直接读取空气流量计的各项参数。方法为，点击“诊断中心”选择[01]发动机系统，读第四组的第一项。观察判断节气门是否正常。（注：显示值 节气门角度<5 为正常）

3 温度传感器的检测：

温度传感器在汽车电路中的电路接线如图



- 1) 电阻测试（主要是检测线束的导通性，以确认线束的通畅，判断有无短路、断路和插接件是否牢靠）

方法 用万用表 200 欧姆挡

测试目的	测试条件	水温传感器端 测试端点	ECU 端测试端 点	测量阻值
判断线束导通 性测试	关断点火开关	1 号端点	54 号端点	
		2 号端点	67 号端点	

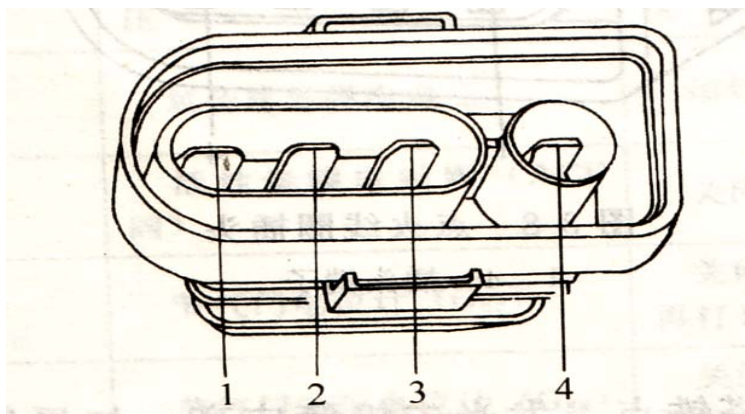
- 2) 电压测试：

测试目的	测试条件	测试端点	测试电压值 (V)
判断温度传感 器是否正常	打开点火开关， 断开温度传感 器线束 ECU 端	1 号端点至搭铁	
	启动发动机	1 号端点至搭铁	

- 3) 数据流测试：

通过汽车故障诊断仪，登陆发动机控制单元直接读取温度传感器的各项参数。方法为，点击“诊断中心”选择[01]发动机系统，读第三组的第四项。观察判断温度传感器是否正常。(注：显示值应有变化，若固定在 19.5 度 则为不正常)

4 氧传感器的检测:



氧传感器插座图

1 氧传感器加热正极 2 氧传感器加热负极 3 氧传感器信号正极 4 氧传感器信号负极

1) 电阻测试（主要是检测线束的导通性，以确认线束的通畅，判断有无短路、断路和插接件是否牢靠）

方法 用万用表 200 欧姆挡

测试目的	测试条件	氧传感器端测试端点	ECU 端测试端点	测量阻值
判断线束导通性测试	关断点火开关	1 号端点	54 号端点	
		2 号端点	67 号端点	

2) 电压测试:

测试目的	测试条件	测试端点	测试电压值 (V)
判断氧传感器是否正常	启动发动机使氧传感器达 400 度左右, 维持怠速运转,	加速时: 1 号端点至搭铁	
	启动发动机使氧传感器达 400 度左右, 维持怠速运转	减速时: 1 号端点至搭铁	

3) 数据流测试:

通过汽车故障诊断仪, 登陆发动机控制单元直接读取氧传感器的各项参数。方法为, 点击“诊断中心”选择[01]发动机系统, 读第九组的第三项。观察判断氧传感器是否正常。(注: 显示值应有变化, 否则为不正常)

思考题: (实验报告中要求回答)

1. 氧传感器的工作原理是什么? 它在发动机控制系统中有什么作用?
2. 简述氧传感器电压信号(波形变化)的特点。
3. 举出发机电控系统其他主要传感器, 并简述它们各自的主要作用。

实验三 基于单片机的电子节气门控制实验

1. 实验目的

- (1) 熟悉和掌握 Microchip 单片机的内部结构和指令系统，能够规范地对该型号的单片机进行最小系统设计和 C 语言编程；
- (2) 熟悉和掌握 Microchip 公司提供的 MPLAB - ICD[®] 集成化开发环境的使用，完成对 PIC877 单片机的在线调试，能够通过单片机的编程来实现各种不同的输入和输出功能；
- (3) 了解和掌握电子节气门的基本结构、原理、控制方法和控制过程；
- (4) 掌握发动机控制中模拟信号处理的基本方法（A/D）及与单片机系统接口电路的实现；
- (5) 学习执行器的高边、低边驱动电路的设计基本方法和电路参数匹配，掌握从单片机的输出到执行器功率驱动之间的功率接口电路的设计；
- (6) 了解和掌握伺服直流电动机的驱动方式及驱动芯片 L297/L298 的基本原理及电路设计；
- (7) 了解和掌握闭环控制的基本原理和直流伺服电动机 PID 位置控制的基本实现原理和实现方法；
- (8) 经过更加复杂的电路的搭建，进一步加强工程操作素质的训练，提高理论和实践的综合程度。
- (9) 经过逻辑电路和功率电路的混合调试，进一步提高对于汽车电子机电结合的认识；

2. 实验内容

- (1) 设计 PIC16F877A 单片机最小系统电路原理图；
- (2) 设计电子节气门模拟信号的处理及与单片机接口电路原理图
- (3) 设计基于 L297/L298 或其他 MOSFET 的直流伺服电动机驱动电路及与单片机之间的接口电路原理图；
- (4) 设计系统 PCB 板电路图；
- (5) 编制系统程序，包括：初始化程序、信号采集程序、控制程序、驱动控制信号输出程序等；
- (6) 搭建模拟信号处理电路；
- (7) 搭建喷油器驱动电路；
- (8) 调试基于单片机控制电子节气门的控制程序；
- (9) 测量模拟输入信号和喷油器的驱动电路信号；
- (10) 实现用单片机来控制驱动电路，实现电子节气门开度随踏板位置变化而变化的要求；
- (11) 记录信号及相关变化过程。

3. 实验注意事项

- (1) 电路设计中注意接地的设计，包括数字底、模拟地等；
- (2) 系统程序应在单片机系统中先调试好并用信号发生器代替实际信号的模拟采集，通过仿真系统确定信号处理电路及信号采集电路的处理情况；
- (3) 微控制器 PIC16f877A 与驱动电路之间应设计光电隔离电路；
- (4) 注意不要带电插拔元件；
- (5) 电路连接好后，由指导教师检查后方能通电调试；

4. 实验报告要求

- (1) 实验名称；
- (2) 实验目的；
- (3) 所需仪器设备；
- (4) 实验项目、内容和步骤；
- (5) 电路原理图、电路 PCB 图、单片机 C 语言控制程序；
- (6) 模拟电压与 A/D 转换结果拟合图、直流电动机驱动控制 PWM 波形、油门踏板位置与节气门位置比较图、结果误差分析等；

5. 思考题

- (1) 发动机模拟信号的处理方法及基本原理是什么？
- (2) 电子节气门基本工作原理和控制方法是什么？
- (3) 直流伺服电动机驱动的基本原理和方法是什么？
- (4) 脉宽调制的基本原理是什么？
- (5) PID 控制的基本原理是什么？