

全華

★ 引进版职业院校精品教材 ★

双色版

SHUANGSEBAN

汽车 电控发动机 构造与维修

QICHE DIANKONGFADONGJI GOUZAOYUWEIXIU
QICHE DIANKONGFADONGJI GOUZAOYUWEIXIU



赖瑞海 主编



人民交通出版社
China Communications Press

引进版职业院校精品教材

QICHE DIANKONG FADONGJI
汽车电控发动机
GOUZAO YU WEIXIU
构造与维修

赖瑞海 主编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书首先详细介绍汽油喷射控制所需的主要零件(电脑、传感器、执行器)的原理、构造及作用,有助于读者对各种喷射系统的迅速了解;接着叙述汽油喷射系统的分类,让读者明了各种不同的汽油喷射方式,遇到不同的喷射发动机时,能轻易的分辨出是属于哪种喷射系统;最后针对单点与多点喷射系统进行详细的说明,并介绍OBD的由来及内容。

本书适合作为职业院校汽车专业的教材,也可供相关从业人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控发动机构造与维修 / 赖瑞海主编. —北京:
人民交通出版社, 2011. 9
引进版职业院校精品教材
ISBN 978-7-114-09203-9

I. ①汽… II. ①赖… III. ①汽车—电子控制—发动机—构造—职业教育—教材 ②汽车—电子控制—发动机—车辆修理—职业教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第114976号

引进版职业院校精品教材

书 名: 汽车电控发动机构造与维修
著 作 者: 赖瑞海
责任编辑: 戴广超
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号
网 址: <http://www.ccpres.com.cn>
销售电话: (010)59757969, 59757973
总 经 销: 人民交通出版社发行部
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京交通印务实业公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 11.25
字 数: 213千
版 次: 2011年9月 第1版
印 次: 2011年9月 第1次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-09203-9
定 价: 32.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

作 者 赖瑞海
出版者  全华图书股份有限公司
<http://www.chwa.com.tw>
原著于2009年10月发行

《本书中文简体字版由台湾全华图书股份有限公司独家授权,仅限于中国内地出版发行,不含台湾地区、香港特别行政区、澳门特别行政区》

有著作权·侵害必究

本书版权登记号: 图字: 01-2011-5640号

编者序

一、目前，汽油发动机在燃料供给、点火、怠速等方面多采用电脑控制，化油器装置早已成为历史，甚至单点汽油喷射系统的发动机都不多见，几乎都是搭配多点汽油喷射系统；且已从汽油发动机的集中控制，发展到与变速器传动系统以及底盘各种系统的综合控制。

二、现今应用汽油发动机为汽车动力的，全部都是采用电脑控制汽油喷射装置，包括目前最受瞩目的丰田汽车公司混合动力系统，以及许多汽车公司采用的缸内汽油直接喷射系统。因此，对现代汽油喷射装置的认识与了解，是大家学习汽车时必须掌握的知识。

三、第1章——电脑、传感器与执行器。首先直接切入汽油喷射装置的核心部分，大篇幅介绍汽油喷射系统最重要的零部件——电脑、传感器与执行器，三者集中在一章作新颖且详细的说明。读者通过对它们的分类、功能、构造及作用的了解，对以后迅速理解学习各种喷射系统有极大的帮助。

四、第2章——汽油喷射系统概述。主要说明各种喷射系统的分类，共分七大项二十三类，涵盖不同类型、控制方式、安装位置、数量、喷射方式、压力及模式等，让读者对各种喷射系统能有全面的了解。

五、第3章——单点汽油喷射系统。20世纪90年代曾风行一时。由于本系统具有其特点及优势，因此本章以博世 Mono-Jetronic系统为主做介绍，可以让读者比较出与多点汽油喷射系统的差异。

六、第4章——多点汽油喷射集中控制系统。现代汽油发动机采用最普遍。本章针对进气系统与汽油供应系统的零件，如节气门体、进气歧管、怠速控制阀、电动汽油泵、汽油脉动缓冲器、压力调节器、喷油器等做详细的说明；详述了ECM对喷射正时、喷射量、点火时间、怠速、汽油泵、汽油切断、冷气切断、散热器冷却风扇、EGR、EVAP等的控制，以及自我诊断、故障安全及备用等功能。全章内容与第1章搭配，是本书的精华部分。

七、第5章——车上诊断(OBD)系统。介绍OBD的由来、目前的应用情况以及将来的设计重点，让读者明白什么是OBD及其产生发展的全过程。

八、第6章——汽油喷射系统检修。内容为FLUKE98 II 综合测试器的使用及汽油喷

射系统的检修，对读者进一步掌握汽油喷射装置具有很大帮助。

九、本书内容若有词句不清、疏忽之处，请各界专家学者来信zueihai@yahoo.com.tw指正，不胜感激！

编者

2011年6月

目录 CONTENTS

第1章 电脑、传感器与执行器

1.1 概述.....	2
1.2 电脑.....	2
1.3 传感器.....	19
1.4 执行器.....	57

第2章 汽油喷射系统概述

2.1 汽油喷射系统的发展过程.....	70
2.2 汽油喷射系统的优点.....	72
2.3 汽油喷射系统的分类.....	72

第3章 单点汽油喷射系统

3.1 概述.....	88
3.2 汽油供给系统.....	89
3.3 获取各种工作信息.....	92
3.4 信息处理及控制.....	94
3.5 Mono-Motronic系统.....	96

第4章 多点汽油喷射集中控制系统

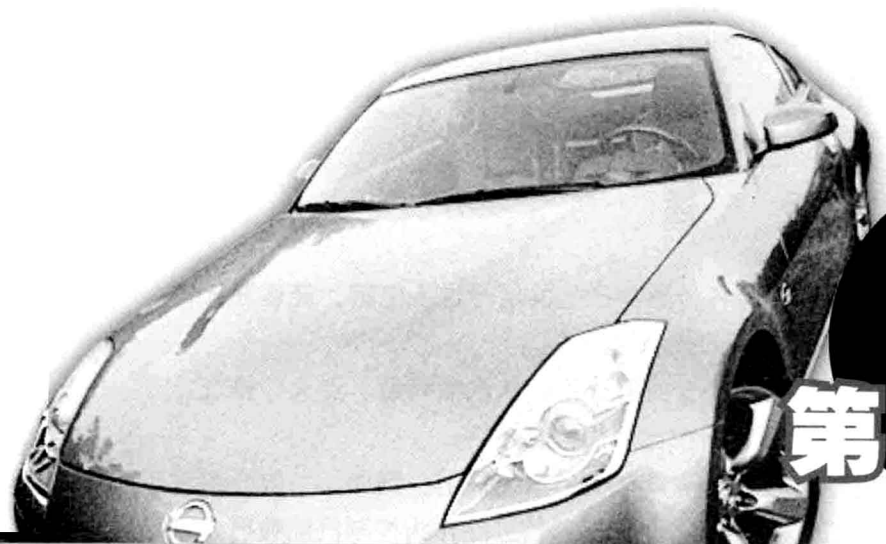
4.1	概述.....	102
4.2	进气系统.....	105
4.3	汽油供给系统.....	114
4.4	ECM的各种控制功能.....	127

第5章 车上诊断（OBD）系统

5.1	OBD-Ⅰ系统.....	148
5.2	OBD-Ⅱ系统.....	151
5.3	OBD-Ⅲ系统.....	155

第6章 汽油喷射系统检修

6.1	FLUKE 98 II综合测试器的使用.....	160
6.2	汽油喷射系统检修.....	164



第1章

电脑、传感器 与执行器

- 1.1 概述
- 1.2 电脑
- 1.3 传感器
- 1.4 执行器

1.1 概 述

(1) 要达到完全的控制, 必须先将各传感器产生的信号送入电脑, 经运算比较后, 输出信号给各执行器, 以达到最精确的控制结果。

(2) 现代汽油发动机各系统的控制已全面电脑化, 从汽油喷射、点火、排气、可变气门正时与扬程、可变进气及增压等, 都已采用电脑控制。

(3) 部分传感器送出的信号, 其实不是只有一个系统采用。例如, 一般介绍汽油喷射的书籍, 一定会提到曲轴位置传感器, 此传感器信号除作为控制汽油喷射外, 也用来控制点火、排气、可变气门正时与扬程等。故本章将统一介绍各种装在发动机上的传感器, 其他各章中除非必要, 则不再单独说明。

(4) 执行器也将在本章中介绍, 让电脑控制系统从输入、处理到输出, 完整地在本章中体现。

1.2 电 脑

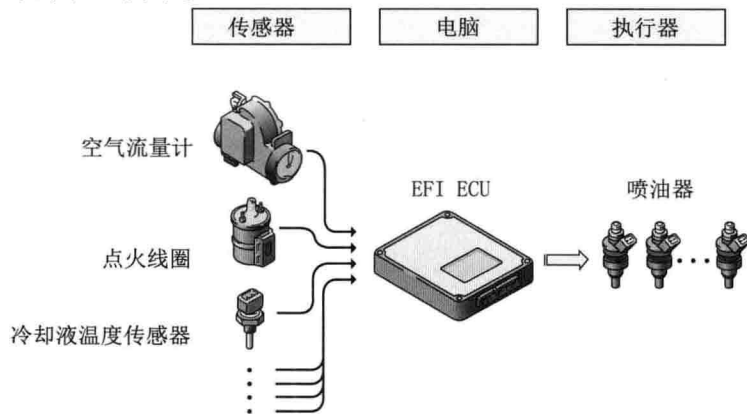
一、概述

1. 电脑的功能

(1) 电脑具有下述的功能。

- ①接收大量的数据或信息 (Data or Information), 将数据中的模拟信号 (Analog Signals) 转为数字信号 (Digital Signals)。
- ②由所得到的数据, 进行数学计算及各种逻辑 (Logical) 运算。
- ③依运算结果, 输出控制信号。

(2) 以丰田电脑控制系统 (Toyota Computer Controlled System, TCCS) 的EFI电脑为例说明, 如图1-1所示。



◆ 图1-1 EFI ECU的功能

①各种数据,如发动机的进气量、发动机转速、发动机冷却液温度等,由各传感器(Sensors)转换为电压信号后,送给EFI ECU。

②所有数据经计算后,ECU决定何时送出喷射信号给各喷油器,及信号送出时间有多长等。

③送出喷射信号给各执行器(Actuators),即信号送给各喷油器(Injectors)。

2. 电脑的名称

(1) 电脑(Computer)的名称有很多种,名称上较混乱,实际上的标准称呼应为:

①微电脑(Microcomputer)。

②电子控制单元或电子控制器(Electronic Control Unit, ECU),简称控制单元(Control Unit, CU或C/U)。

③控制模块(Control Module)。

④微控制器(Microcontroller)。

(2) 汽车上各系统及装置所用的电脑,除了以上的称呼外,另外还有许多不同的命名或采用方法。

①目前,采用最多的是在Control Module的前面再加上一个英文单词,如发动机控制模块(Engine Control Module, ECM)、动力传动控制模块(Power train Control Module, PCM)、车身控制模块(Body Control Module, BCM)、自动变速器控制模块(Transmission Control Module, TCM)等。

②现在还有许多是在ECU的前面加上该系统或装置的名称,如发动机ECU、ABS/TCS ECU、A/C ECU等。

③而德国博世公司不论任何系统或装置的电脑,全部都统称为ECU。

3. 电脑的安装位置

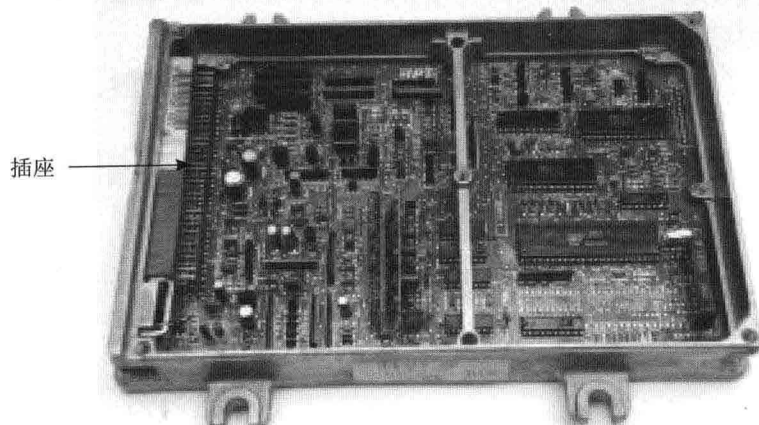
(1) 车用主要电脑多置于仪表板下方,以避免高温、湿气及振动的影响,但也有电脑置于座椅下、发动机舱或行李舱等处。

(2) 安装在发动机舱的电脑,如点火系统ECU或ABS ECU,虽然距离所要控制的装置非常近,但因为发动机舱内温度非常高,因此电脑内电路设计及材料与其他电脑不相同。

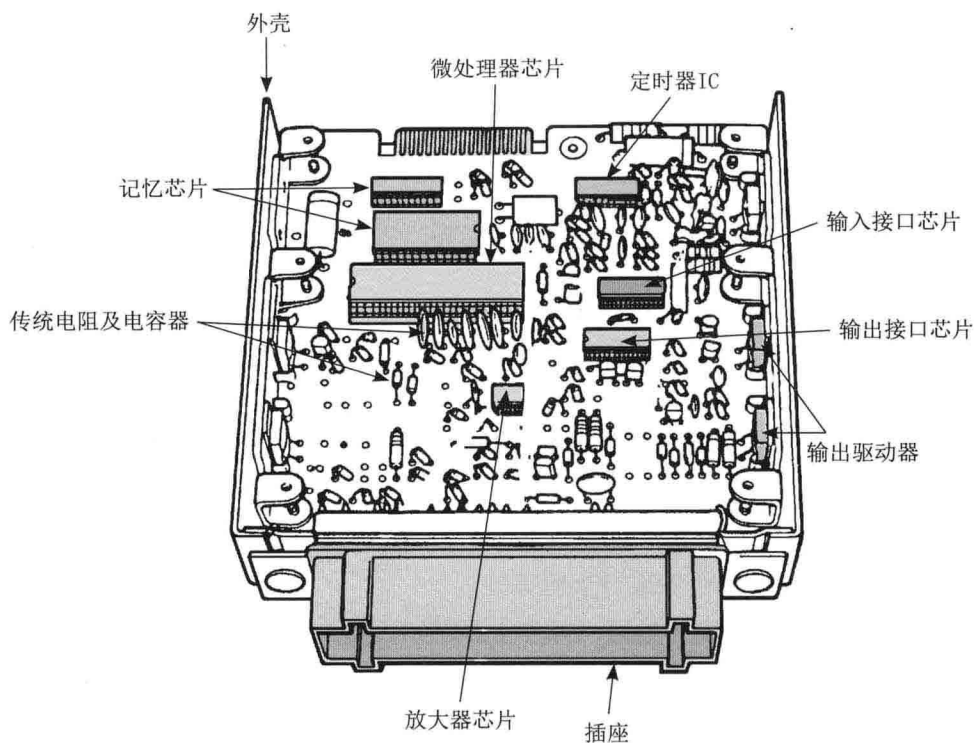
◆ 二、电脑的构造及各零件的基本功能

1. 电脑的构造

(1) 电脑内部的构造,由微处理器芯片(Microprocessor Chip,或称IC)、定时器IC(Timer IC,或称时钟)、输入接口芯片(Input Interface Chip)、输出接口芯片(Output Interface Chip)、输出驱动器(Output Drivers)、放大器芯片(Amplifier Chip)、存储器芯片(Memory Chips)及插座(Harness Connector)与外壳(Housing)等组成,如图1-2所示。



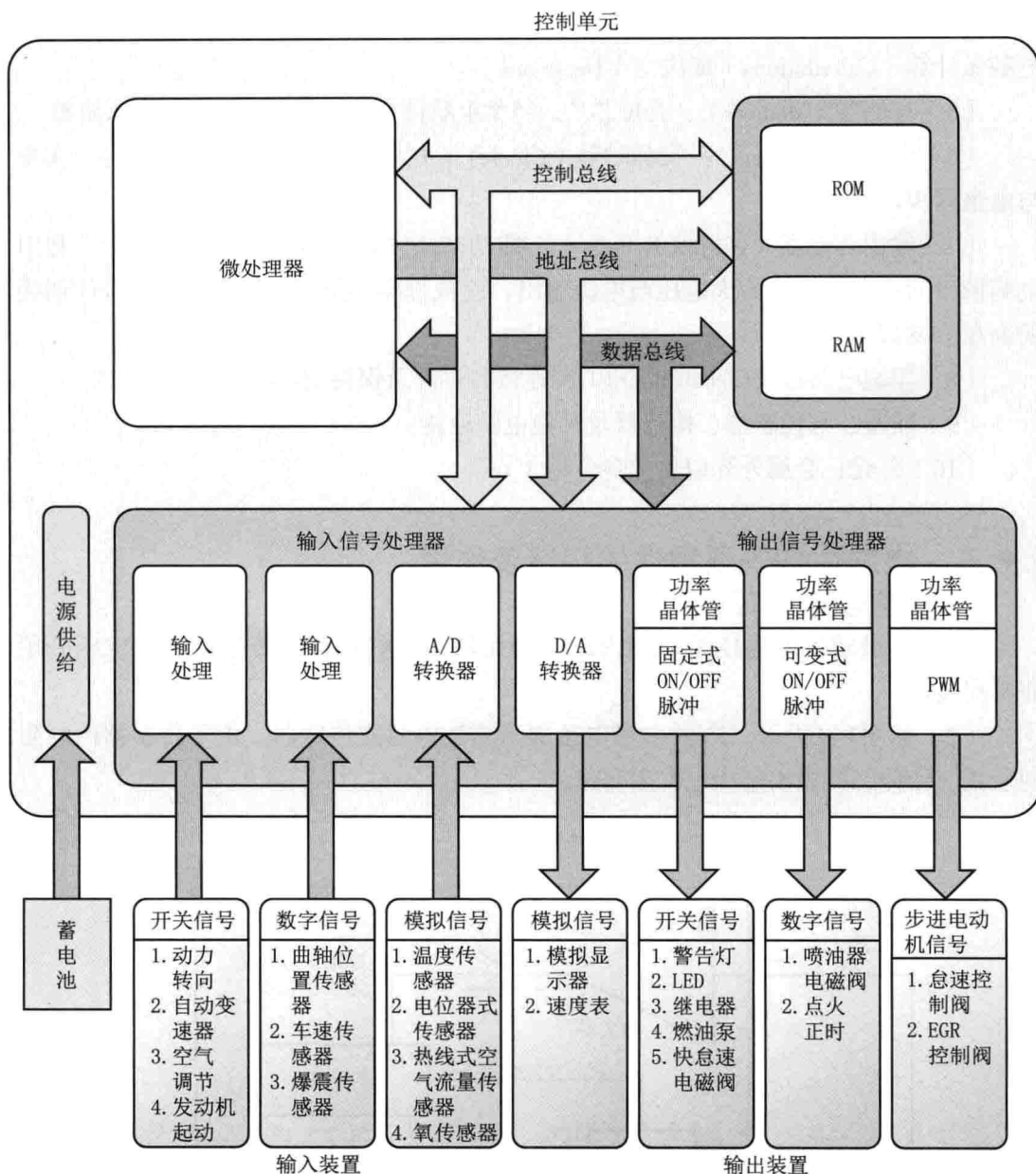
a)



b)

◆ 图1-2 电脑的构造

(2) 电脑内部各主要零件间的信息传递, 以及电脑与外部输入/输出装置的连接, 如图1-3所示。其中, 输入装置的曲轴位置传感器系采用霍尔效应式, 如果采用磁电式曲轴位置传感器, 则其输出为模拟信号。



◆ 图1-3 电脑内外各主要零件的连接

2. 电脑内各主要零件的基本功能

(1) 参考电压调节器 (Reference Voltage Regulator)：提供较低的稳定电压给电脑及传感器，常见的参考电压值为5V。

(2) 放大器 (Amplifiers)：提高传感器输入信号的电压，以供电脑使用。

(3) 转换器 (Converter)：或称调节器 (Conditioner)、接口 (Interface)，将传感器的模拟信号转换成为数字信号以供电脑使用；或将电脑的数字信号转为模拟信号，以供执行器工作。

(4) 微处理器 (Microprocessor)：又称中央处理单元 (CPU)，是IC芯片，替电脑做计算 (Calculations) 或决定 (Decisions)。

(5) 存储器 (Memory)：是IC芯片，替微电脑储存资料或程序，并可写入资料。

(6) 定时器 (Timer)：又称时钟 (Clock)，IC装置产生一定的脉冲信号，实现与电脑同步。

(7) 输出驱动器 (Output Drivers)：即功率晶体管 (Power Transistors)，利用电脑输出的小电流转换为大电压与电流输出，使执行器工作。通常功率晶体管的消耗功率在0.5W以上。

(8) 印刷电路板 (Circuit Board)：连接各零件及保持定位。

(9) 插座：与传感器、执行器及其他电脑连接。

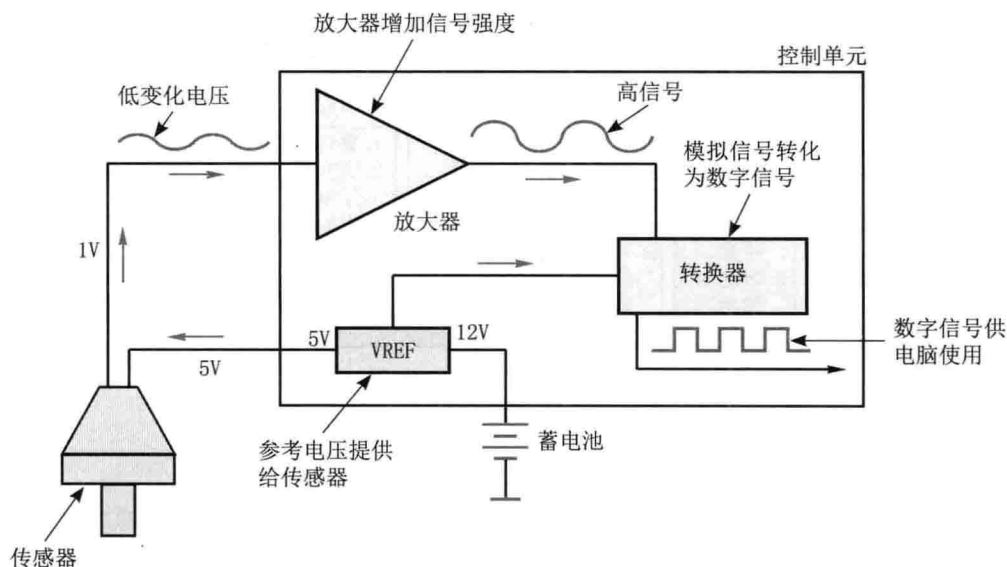
(10) 外壳：金属外壳以保护各个电子元件。

三、电脑内各主要零件的构造及作用

1. 参考电压调节器

(1) 提供较低的电压给电脑内的电子元件及一些被动式传感器，此电压必须非常稳定。

(2) 如图1-4所示，5V的参考电压送给热敏电阻式传感器，由于传感器内电阻的变化，使传感器输出电压也发生变化。

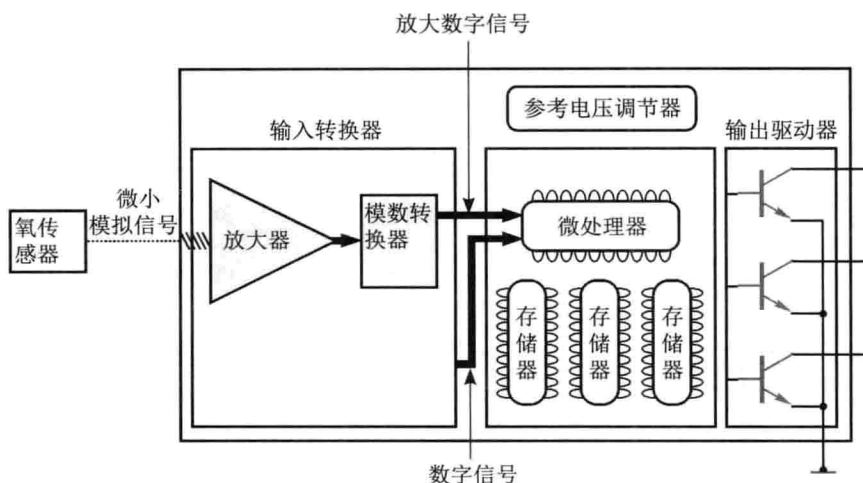


◆ 图1-4 参考电压送给热敏电阻式传感器的作用

2. 放大器

(1) 增强送入电脑内变化的信号，例如氧传感器，产生低于1V的电压，同时有微量电流流动，这种信号在送至微处理器之前，必须先放大。

(2) 放大作用由电脑内放大器芯片的放大电路实现, 信号放大后, 电脑更易于判断并处理, 如图1-5所示。



◆ 图1-5 放大作用

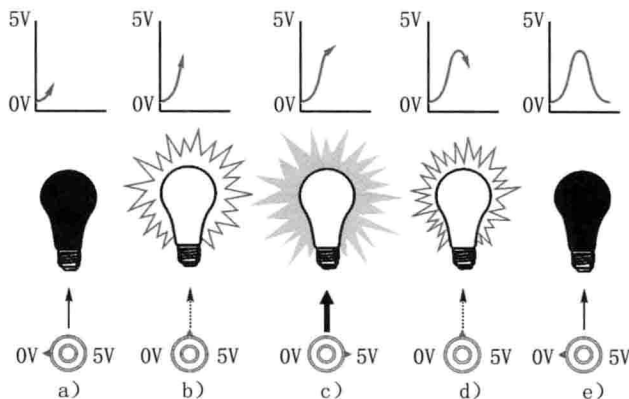
3. 转换器

1) 信号的种类

(1) 模拟电压信号 (Analog Voltage Signals)。

①模拟电压信号会在一定范围内做连续的变化, 汽油发动机的电脑控制系统中, 大多数的传感器都是产生模拟电压信号, 例如各种温度传感器、磁电式传感器等, 其电压变化都不是突然升高或降低, 而是进行连续的变化。

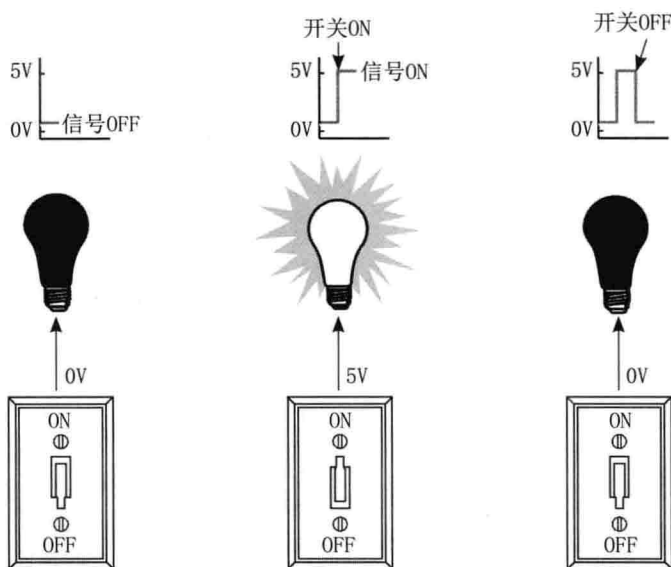
②例如使用变阻器 (Rheostat) 来控制5V灯泡的亮或暗, 就是模拟电压的例子, 如图1-6所示。变阻器电压低时, 少量电流流过灯泡, 灯泡亮度暗淡, 如图1-6 b) 所示, 相当于送出弱信号; 当变阻器电压高时, 大量电流流过灯泡, 灯泡亮度明亮, 如图1-6 c) 所示, 相当于送出强信号。



◆ 图1-6 模拟电压信号

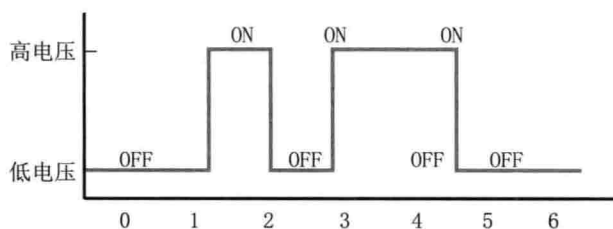
(2) 数字电压信号 (Digital Voltage Signals)。

①将一个普通的ON/OFF开关与5V灯泡连接,当开关处于OFF位置时,灯泡电压为0V,灯泡不亮;当开关处于ON位置时,5V电压送至灯泡,灯泡点亮。开关送出的信号为0V或5V,使电压信号为低或高,如图1-7所示。这种电压信号如同数字信号,当开关迅速接通、断开时,方波 (Square Wave) 数字信号从开关送至灯泡。一般方波的工作周期 (Duty Cycle) 都固定在50%。



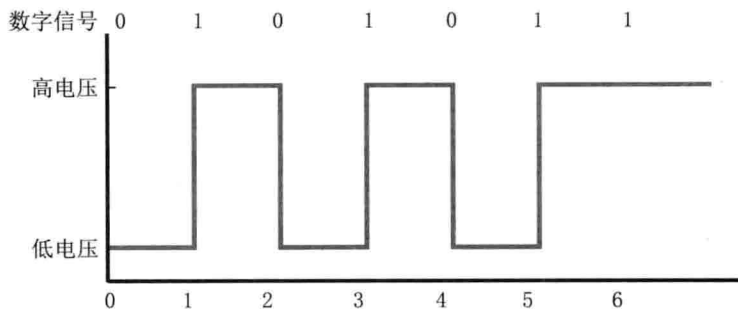
◆ 图1-7 数字电压信号

②汽车电脑中的微处理器,包含有极大数量的微小开关,能在每秒内产生许多数字电压信号,用来控制各种执行器的工作。微处理器能改变开关接通、断开时间的长短,以达精确控制的目的,如图1-8所示。开关接通时间的宽度,称为脉冲宽度 (Pulse Width),脉冲宽度占一个周期的比率,就称为工作周期。



◆ 图1-8 时间可变的数字电压信号

③在低数字信号处指定一个值为0,而在高数字信号处指定另一个值为1,即称为二进制数 (Binary Code, 二进制码、双码) 信号,如图1-9所示。汽车电脑系统的信息是以二进制数形式的数字信号传送。



◆ 图1-9 二进制数信号的数字电压信号

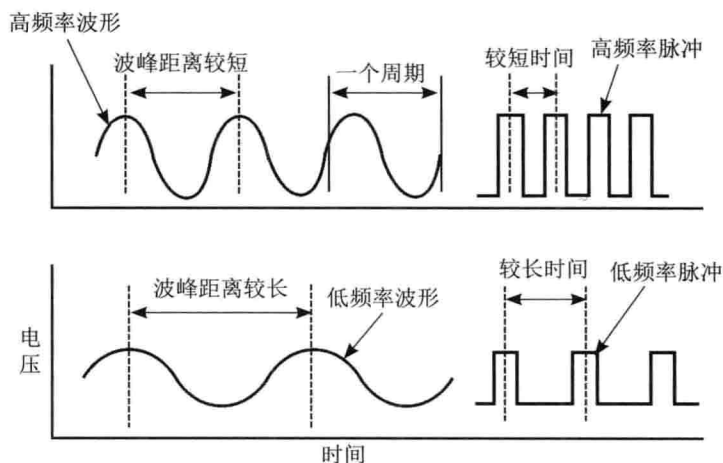
2) 频率、周期、振幅及工作周期

(1) 频率 (Frequency)。

①所谓频率的概念,是指波形 (Wave) 或脉冲 (Pulse) 从正到负或从ON到OFF变化速度的快慢。具体而言,频率是指在1s内完整的周期 (Cycle) 的重复次数;每秒一个周期,被称为1Hz。频率是以Hz (赫兹) 为单位。

②例如我国台湾地区的家庭用电为110V 60Hz,表示所用的交流电压,每秒有60个周期的连续变化。

③高频率波形较陡峭,波形会迅速上升及下降,而低频率波形较和缓,波峰与波峰间的距离较大,如图1-10所示。



◆ 图1-10 高、低频率波形的差异

(2) 周期 (Period)。

①所谓周期,就是一个完整的循环所需的时间。通常信号的周期是以秒 (s) 计,例如10s周期信号的频率 (f) 为

$$f = \frac{1 \text{ 周期}}{10 \text{ s}} = 0.1 \text{ Hz}$$

又如600ms (Milliseconds), 即0.6s周期信号的频率(f)为

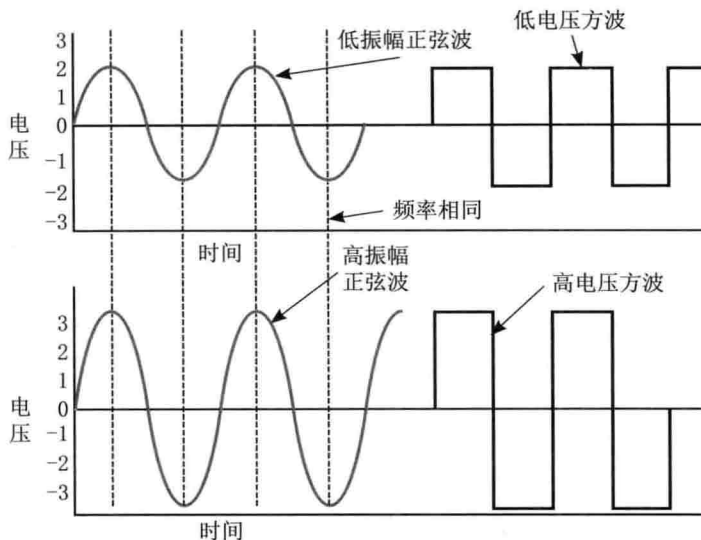
$$f = \frac{1 \text{ 周期}}{0.6 \text{ s}} = 1.67 \text{ Hz}$$

②周期(p)与频率成倒数(Reciprocals)关系, 例如信号的频率为200Hz时:

$$p = \frac{1}{f} = \frac{1}{200 \text{ Hz}} = 0.005 \text{ s}$$

(3) 振幅(Amplitude)。

①如图1-10与图1-11所示, 可以看出, 当波形高度较高时, 经转换器转换后, 其电压也较高。图1-11中有低振幅正弦波(Low Amplitude Sine Wave)与高振幅正弦波, 所谓振幅, 就是从零线到波峰间电压或电流的大小。



◆ 图1-11 振幅高低不同的差异

②同时从图1-11中也可看出, 方波电压有低有高, 但其频率是相同的, 也就是其工作周期是固定在50%。

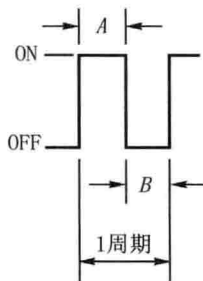
(4) 工作周期(Duty Cycle)。

①所谓工作周期, 是指在一个周期的时间中, ON所占时间(或脉冲宽度)的比率(Rate)。

②如图1-12所示, 若A为10ms, B为10ms, 则

$$\text{工作周期} = \frac{A}{A+B} = \frac{10 \text{ ms}}{10 \text{ ms} + 10 \text{ ms}} = \frac{10 \text{ ms}}{20 \text{ ms}} = 50\%$$

③每一周期中, ON的工作时间比率(Duty Ratio)小时, 对常闭型的控制阀而言, 阀(Valve)的开度会较小, 所能通过的空气或燃油



◆ 图1-12 1周期的工作时间比率