

全華

★ 引进版职业院校精品教材 ★

汽车电子控制技术

QICHE DIANZIKONGZHIJISHU
QICHE DIANZIKONGZHIJISHU



黄靖雄 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 DIANZI KONGZHI JISHU 汽车电子技术

黄靖雄 赖瑞海 主编

持续更新对职业发展的支持

朱美刚 赖瑞海 主编

朱美刚 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编

赖瑞海 赖瑞海 主编



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书主要内容包括计算机控制、电控汽油喷射系统、电控柴油喷射系统、可变进气及可变气门正时(与举升)系统、复合动力系统、机械与涡轮增压系统、自动变速器、防抱死制动系统(ABS)、驱动力控制系统(TCS)及电子控制制动力分配系统(EBD)、制动力辅助系统(BAS)、车身稳定控制系统、气囊、自动温度控制系统(ATC)、免钥匙行车系统(Keyless Go)、奔驰汽车新科技、电子控制系统的故障诊断等。

本书适合作为职业院校汽车专业的教材,也可供汽车相关从业人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制技术 / 黄靖雄, 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 978-7-114-09388-3

I. ①汽… II. ①黄… ②赖… III. ①汽车—电子控制—高等职业教育—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第184945号

引进版职业院校精品教材

书 名: 汽车电子控制技术

著 者: 黄靖雄 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.cpress.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: 21.5

字 数: 433千

版 次: 2011年9月 第1版

印 次: 2011年9月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09388-3

定 价: 39.00元

作 者: 黄靖雄 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: 01-2011-5636号

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

编者序

一、本书自出版以来，由于内容充实、资料多元且题材新颖，深受各界好评与采用，谨致最诚挚的谢忱。

二、为答谢各界的爱护，促使作者再度进行本书的第三次修订，最大的变动除内容更新外，并新增许多实用的图片，更改各章、节的目录名称，以及重新调整版面配置，希望呈现给读者最优质的内容与阅读质量。

三、第1章——计算机控制。现代汽车在发动机、底盘、传动系统、电气系统等各主要系统的许多装置上，采用计算机控制的方式已越来越普遍。本章简要介绍了计算机控制系统及各零件的功能，详细叙述了计算机各主要零件的作用。

四、第2章——电控汽油喷射系统。本章除全面介绍了缸内汽油直接喷射系统的构造及欧洲汽车缸内汽油直接喷射系统的现况外，新增了电控汽油喷射系统的内容，包括汽车喷射系统的原理、连续燃料喷射系统的工作原理、电子控制间歇燃料喷射系统各部零件的构造与工作情形等。

五、第3章——电控柴油喷射系统。本章为新增内容，全面介绍了电控柴油喷射系统和共轨燃油喷射系统。

六、第4章——可变进气及可变气门正时(与举升)系统。详细介绍了可变进气及可变气门正时(与举升)系统的构造和作用。本章新增了部分图片及修改可变气门正时执行器(Actuator)作用时的各个插图，让读者能更容易了解气门正时的提前、保持与延迟的作用。

七、第5章——混合动力系统。本章已全新改写，以目前全球销售领先的Toyota Prius THS-II为主叙述，是不可多得的第一手数据。Toyota不认为混合动力系统是一种过渡期的产品，因此全力在其旗下各车系、各车型大力推广采用，混合动力汽车将是一个新时代汽车的主流，一个低碳、极低污染排放的车辆。

八、第6章——机械与涡轮增压系统。其内容与插图中均有较多的新数据。世界知名的瑞典萨博汽车旗下所有车系，不论汽油发动机、柴油发动机，几乎全系列安装涡轮增压器，三十余年的使用历史，累积了傲人的涡轮增压技术。

九、第7章——自动变速器。介绍了各种自动变速器的基本构造以及作用。

十、第8章——防抱死制动系统(ABS)。防抱死制动系统(ABS)是现代汽车的主动安全装置之一。所谓主动安全装置，是指在汽车发生撞击前产生作用的系统。除了

ABS外, EBD、BAS、TCS与ESP(或称VSC、VDC)等都是主动安全装置。而ABS是其他主动安全装置的基础, 没有ABS, 就无法附加EBD、TCS与ESP等装置。

十一、第9章——驱动力控制系统(TCS)及电子控制制动力分配系统(EBD)。本章将本田汽车公司采用的博世系统的插图全部调换, 内容也做了修改, 依据增压、保持压力、减压的次序叙述, 并以表格形式显示各电磁阀的开、关状况及油泵的ON、OFF情况。从第8章的ABS起, 到第11章的VDC, 只要是采用博世系统的汽车(如Cefiro、Teana、Civic、Accord等), 所有对调压器的叙述, 均采用相同的说明次序, 让读者一看就能明白。

十二、第10章——制动力辅助系统(BAS)。介绍了制动力辅助系统的构造与作用。

十三、第11章——车身稳定控制系统。本章新增一节“日产汽车公司VDC的构造与作用”, 让大家对博世的产品, 从ABS、EBD、TCS至VDC, 一系列的系统在构造与作用上的差异, 能有所比较与更深入的了解。

十四、第12章——气囊。气囊与气帘是被动安全配备, 所谓被动安全配备, 是指车辆已经在失控的状态下, 用来保护乘坐人员的装置。双前座气囊, 目前已是国产汽车的标准配备。

十五、第13章——自动温度控制系统(ATC)。目前国产汽车已普遍采用左、右独立恒温空调设计。

十六、第14章——免钥匙行车系统(Keyless Go)。丰田称其为Smart Entry, 日产称其为Intelligent Key(I-Key); 裕隆汽车的Bluebird采用的第三代I-Key系统, 具有驾驶座椅姿势、后视镜角度等连动记忆功能, 以配合不同需求的驾驶人。本书所提及的许多系统, 以往只有在高级汽车上采用, 现在国产汽车均已普遍采用。

十七、第15章——奔驰汽车新科技。7G-TRONIC七速手自动变速器, 在2003年只有奔驰汽车采用, 而现在已有部分其他高级汽车采用。另外主动转弯式前照灯系统, 国产汽车常称为AFS, 目前也已被普遍采用; 高强度放电(HID)前照灯, 附水平自动调整装置, 再加上AFS, 整套安装在国产车上(但AFS的应用方式有差别)。本书初版时(2002年)奔驰汽车新科技可说是独树一帜, 现在除了最新高科技外, 国产汽车都已采用。

十八、第16章——电子控制系统的故障诊断。本章为新增内容, 介绍了电子控制系统的故障诊断流程和一般方法。

十九、本书内容若有词句不清、疏忽之处, 请各界专家及读者不吝指正, 不胜感激!

编者

2011年6月

目录

CONTENTS

第1章 计算机控制	2
1.1 计算机控制系统	2
1.2 计算机概况	5
1.3 计算机各主要零件的作用	7
第2章 电控汽油喷射系统	18
2.1 电控汽油喷射系统	18
2.2 缸内汽油直接喷射系统	60
第3章 电控柴油喷射系统	84
3.1 电控柴油喷射系统	84
3.2 共轨燃油喷射系统	89
第4章 可变进气及可变气门正时(与举升)系统	107
4.1 可变进气系统	107
4.2 可变气门正时(与举升)系统	112

第5章 混合动力系统

- 5.1 概述..... 146
- 5.2 Prius THS II 的构造与作用..... 149

第6章 发动机增压系统

- 6.1 概述..... 157
- 6.2 机械增压器的构造与作用..... 159
- 6.3 涡轮增压器的构造与作用..... 163

第7章 自动变速器

- 7.1 概述..... 172
- 7.2 机械式自动变速器..... 172
- 7.3 液力变矩器..... 174
- 7.4 油压控制系统..... 178
- 7.5 伺服机构..... 185
- 7.6 无级变速器..... 187
- 7.7 双离合变速器..... 190

第8章 防抱死制动系统 (ABS)

- 8.1 ABS的工作原理..... 199
- 8.2 ABS的功能..... 204
- 8.3 ABS的构造与作用..... 205

第9章 驱动力控制系统 (TCS) 及电子控制制动力分配系统 (EBD)

9.1 驱动力控制系统 (TCS) 237

9.2 电子控制制动力分配系统 (EBD) 250

第10章 制动力辅助系统 (BAS)

10.1 概述 260

10.2 BAS的构造与作用 260

第11章 车身稳定控制系统

11.1 概述 265

11.2 车身稳定控制系统的构造与作用 266

11.3 博世在制动科技的最新发展 279

第12章 气囊

12.1 概述 285

12.2 气囊的构造与作用 286

12.3 新式气囊 297

第13章 自动温度控制 (ATC) 系统

13.1 概述 302

13.2 ATC系统各部零件的构造与作用 305

第14章 免钥匙行车系统 (Keyless Go)

14.1 概述 314

14.2 免钥匙行车系统的组成与作用..... 315

第15章 奔驰汽车新科技

15.1 奔驰汽车新科技的分类..... 322

15.2 各种奔驰汽车新科技介绍..... 322

第16章 电子控制系统的故障诊断

16.1 概述..... 332

16.2 电子控制系统故障检修要点..... 333



第1章

计算机控制

1.1 计算机控制系统

1.2 计算机概况

1.3 计算机各主要零件的作用

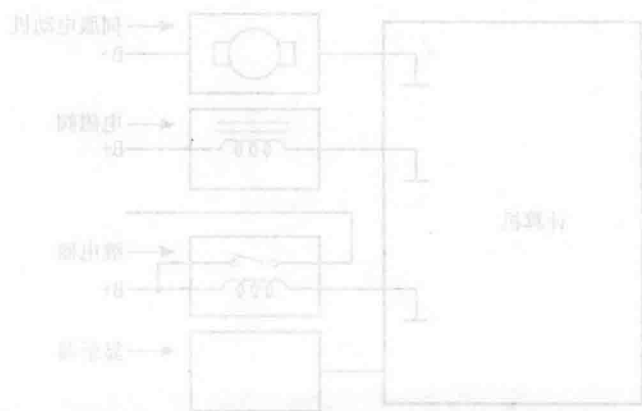


图 1-1 计算机控制系统的 S-1 图

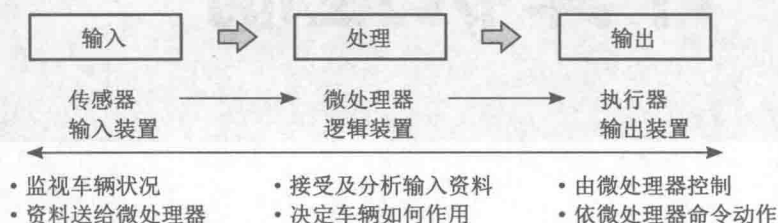
1.1 计算机控制系统

一、概述

现代汽车在其各主要系统的许多装置上,采用计算机控制的方式已越来越普遍。计算机能在千分之几秒(Milliseconds, ms)内,迅速改变输出信号,即当输入信号变化时,计算机可立刻改变输出信号,控制迅速、精确。以瑞典萨博汽车为例,其三重计算机发动机处理系统(TRIONIC),采用的32位计算机,同时控制汽油喷射、点火与涡轮增压,运算速度高达每秒两百万次。

二、计算机控制的步骤

(1) 计算机控制的步骤分为输入、处理及输出,如图1-1所示。

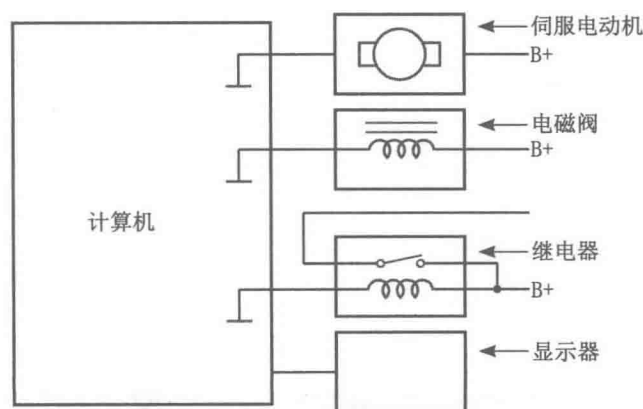


◆ 图1-1 计算机控制的步骤

(2) 输入(Input): 各传感器(Sensors)将车辆状况转换为电压信号传送给计算机。

(3) 处理(Processing): 计算机分析传感器送来的信号,并决定如何控制各执行器的动作。

(4) 输出(Output): 计算机将指令传送给各执行器(Actuators),如图1-2所示。



◆ 图1-2 计算机控制各执行器

◆ 三、传感器与执行器

1. 传感器按其构造分类

(1) 可变电阻式(Variable Resistor Type)传感器: 当温度、压力等发生变化时, 传感器内的电阻值也随之变化。有NTC与PTC两种形式。

(2) 电位计式(Potentiometer Type)传感器: 当零件的位置产生变化时, 传感器内电阻值也随之变化, 将不同电压信号传送给计算机。

(3) 磁电式(Magnetic Type)传感器: 利用不同齿数转子的转动, 感应电流产生电压信号传送给计算机, 以测定发动机转速、车速及轮速, 其信号也可用来控制点火正时与燃油喷射正时等。

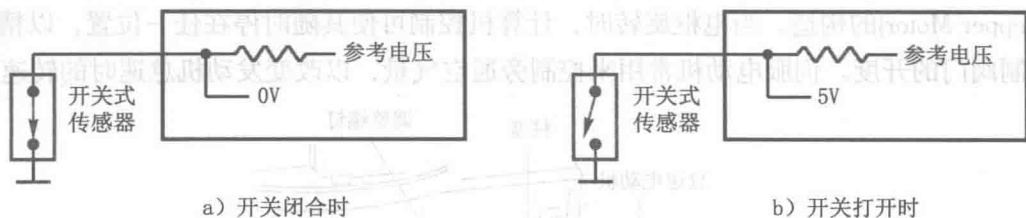
(4) 开关式(Switching Type)传感器: 由传感器内电路的接通或切断产生信号, 并将信号传送给计算机。

(5) 电压发生器式(Voltage Generator Type)传感器: 由传感器本身产生电压信号, 并将信号传送给计算机。

2. 传感器按其作用分类

(1) 主动式传感器(Active Sensor): 即传感器本身可产生电压信号传送给计算机, 如氧传感器、爆震传感器、磁电式曲轴位置传感器等。

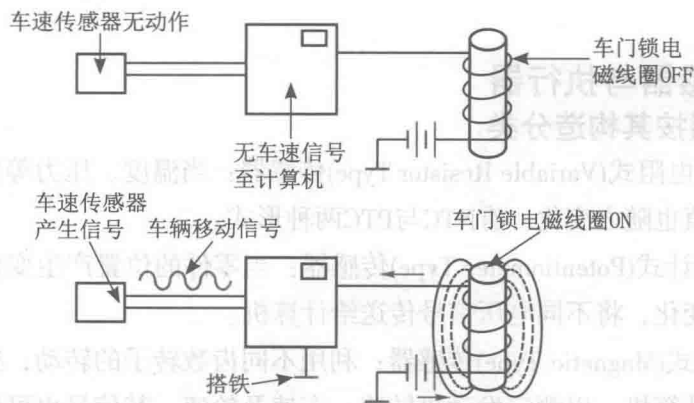
(2) 被动式传感器(Passive Sensor): 即传感器本身无法产生电压信号, 通常是由计算机提供5V的参考电压(Reference Voltage), 传感器的输出电压随其内部电阻值的变化而变化, 如冷却液温度传感器、空气温度传感器、节气门开度传感器及开关式传感器等。如图1-3所示为开关式传感器的工作过程, 当开关闭合时, 输出为0V; 当开关打开时, 输出为5V, 用以检测温度变化、压力变化及零件移动等。



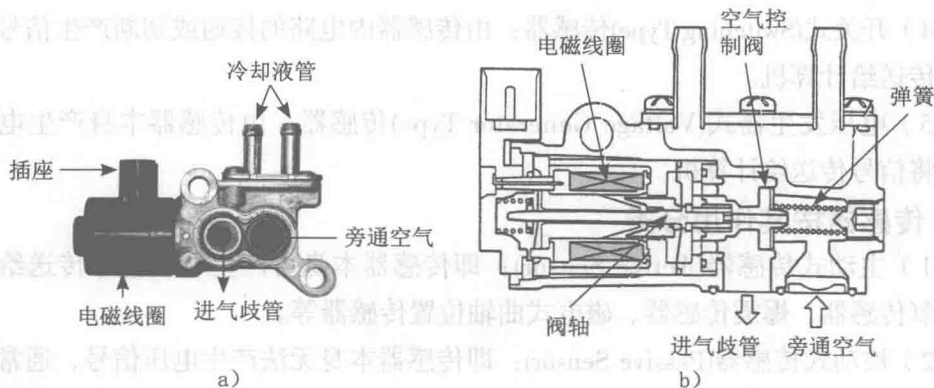
◆ 图1-3 开关式传感器的作用

3. 执行器按其构造分类

(1) 电磁阀式(Solenoid Type): 电流流入电磁线圈产生磁力, 使活塞或柱塞移动, 以打开或关闭阀门, 这种方式应用最为广泛。图1-4所示为车门锁使用电磁阀式执行器的作用, 车辆运行时, 车速传感器将信号送给计算机, 达到一定速度时, 计算机控制车门锁执行器线圈搭铁, 电流流入线圈, 磁力使柱塞下移, 将车门锁按钮下拉锁住车门。图1-5所示为电磁阀式执行器的构造, 控制空气控制阀的开度, 改变旁通空气量, 以调节发动机怠速。

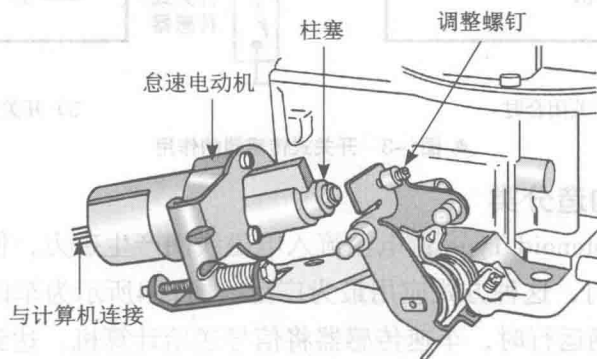


◆ 图1-4 电磁阀式执行器的作用



◆ 图1-5 电磁阀式执行器的外观与构造

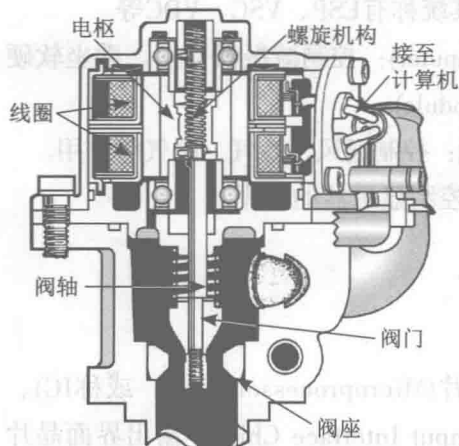
(2) 伺服电动机式(Servo Motor Type): 计算机控制电动机电路的搭铁, 使电动机 ON、OFF或可逆式回转, 以控制零件、阀门的转动或移动。如图1-6所示, 怠速电动机的柱塞移动, 可以改变节气门的开度。图1-7所示为伺服电动机, 又称步进电动机 (Stepper Motor)的构造, 当电枢旋转时, 计算机控制可使其随时停在任一位置, 以精确控制阀门的开度。伺服电动机常用来控制旁通空气量, 以改变发动机怠速时的转速。



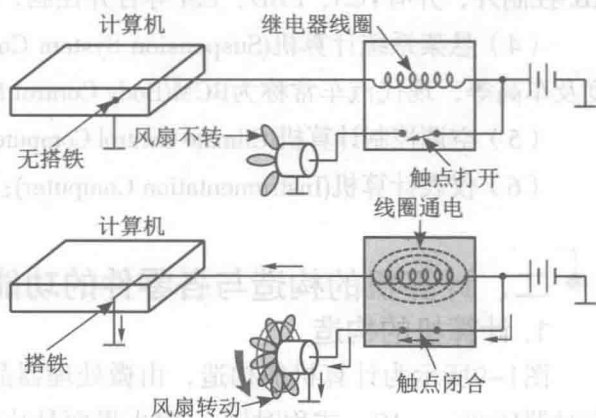
◆ 图1-6 伺服电动机式执行器的作用

(3) 继电器式(Relay Type): 当控制的零件需要大电流时, 继电器是一种很适用的电器。计算机控制继电器的线圈搭铁, 使大电流通过, 以使控制的零件产生作用。

如图1-8所示,当计算机检测到冷却风扇需要转动时,便会使继电器线圈搭铁,继电器内触点闭合,大电流流过触点传送给冷却风扇电动机。



◆ 图1-7 伺服电动机式执行器的构造



◆ 图1-8 继电器式执行器的作用

(4) 显示器式(Display Type): 电流进入仪表板处的荧光显示器或液晶显示器,以提供驾驶人所需的信息。

1.2 计算机概况

一、概述

1. 计算机的位置

车用计算机(Computer)多置于仪表板下方,以避免高热、湿气及振动的影响,但也有置于座椅下、发动机舱或行李舱等处。

2. 计算机的名称

计算机的名称有许多种,常见的有:

- (1) 电子控制单元(Electronic Control Unit, ECU)。
- (2) 控制器(Control Unit, CU)。
- (3) 信息处理器(Processor)。
- (4) 微处理器(Microprocessor)。
- (5) 控制模块(Control Module)。

3. 计算机的分类

现代汽车均使用多个计算机,其主要分类为:

(1) 发动机计算机(Engine Computer): 简称发动机ECU,通常称为发动机控制模块(Engine Control Module, ECM),或称为动力传动控制模块(Powertrain Control Module, PCM)。

(2) 自动变速器计算机(Automatic Transmission Computer): 简称AT ECU,或称为变速器控制模块(Transmission Control Module, TCM)。

(3) 防抱死制动计算机(Anti-lock Brake Computer): 简称ABS ECU; 近代汽车除ABS控制外, 常配合TCS控制, 两者组合为一体, 称为ABS/TCS ECU; 另现代汽车除ABS控制外, 并有TCS、EBD、ESP等合并控制, 其统称有ESP、VSC、VDC等。

(4) 悬架系统计算机(Suspension System Computer): 控制减振器作用、乘坐软硬度及车高等, 现代汽车常称为BCM(Body Control Module)。

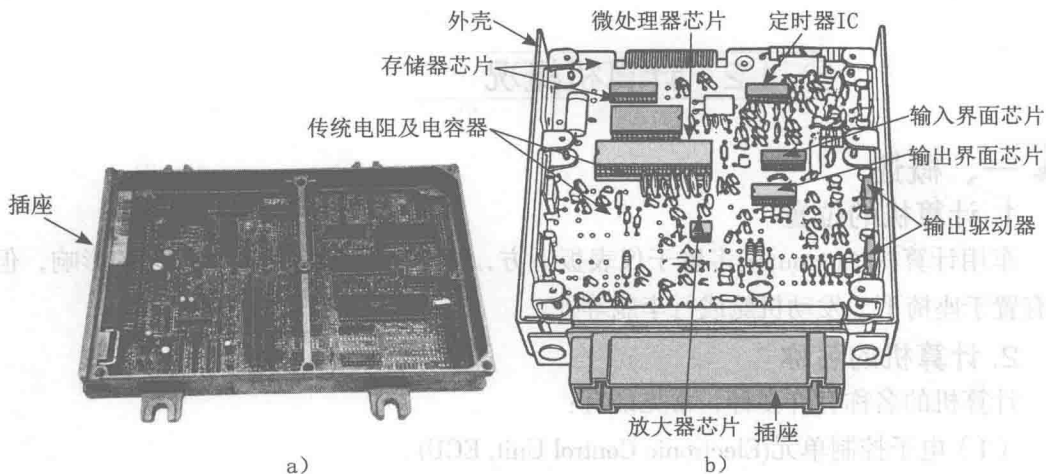
(5) 空调控制计算机(Climate Control Computer): 控制通风、冷气、暖气等作用。

(6) 仪表计算机(Instrumentation Computer): 控制显示器的作用。

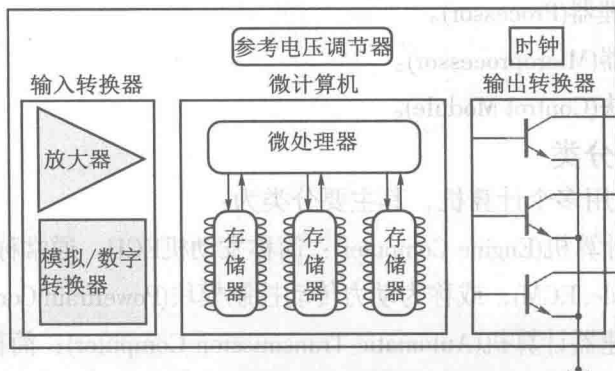
二、计算机的构造与各零件的功能

1. 计算机的构造

图1-9所示为计算机的构造, 由微处理器晶片(Microprocessor Chip, 或称IC)、定时器IC(Timer IC, 或称时钟)、输入界面晶片(Input Interface Chip)、输出界面晶片(Output Interface Chip)、输出驱动器(Output Drivers)、放大器晶片(Amplifier Chip)、记忆体晶片(Memory Chips)、插座与外壳等组成。计算机内的主要零件配置, 如图1-10所示。



◆ 图1-9 计算机的构造



◆ 图1-10 计算机内主要零件的配置图

2. 主要零件的基本功能

(1) 参考电压调节器(Reference Voltage Regulator): 其功能是提供较低的电压给计算机及传感器, 常见的参考电压值为5V。

(2) 放大器(Amplifiers): 其功能是提高输入信号的电压及电流, 以供计算机使用。

(3) 转换器(Converter): 或称状况器(Conditioner)、接口(Interface), 其功能是转换信号以供计算机或执行器使用。

(4) 微处理器(Microprocessor): IC芯片, 其功能是替计算机进行计算(Calculations)或做决定(Decisions)。

(5) 存储器(Memory): IC芯片, 其功能是替微计算机储存数据。

(6) 时钟(Clock): 又称定时器(Timer), 其功能是IC装置产生一定的脉冲频率, 以调谐计算机内的作用。

(7) 输出驱动器(Output Drivers): 其功能是功率晶体管(Power Transistors)提高电流, 使执行器作用。

(8) 印制电路板(Circuit Board): 其功能是连接各零件及保持定位。

(9) 插座: 其功能是与传感器、执行器及其他计算机连接。

(10) 外壳: 其功能是金属外壳保护各电子零件。

1.3 计算机各主要零件的作用

一、参考电压调节器

参考电压调节器的作用是提供较低的电压给计算机内的电子零件及一些被动式传感器, 此电压必须非常稳定。如图1-11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, 使传感器输出电压发生变化。

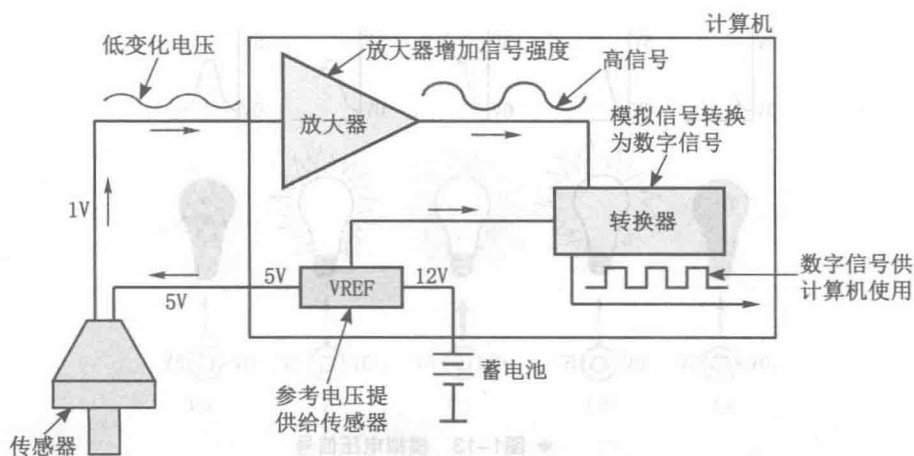
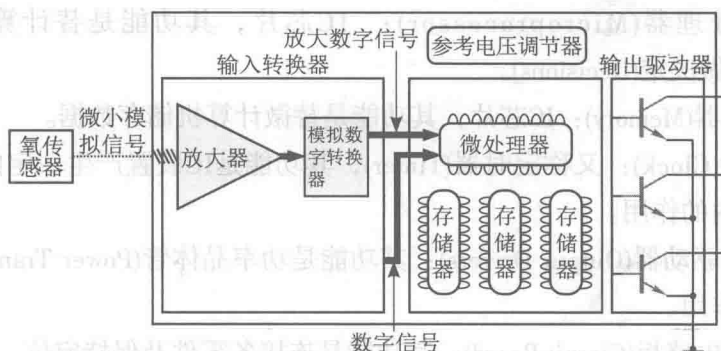


图1-11 参考电压送给热敏电阻式传感器的作用

◆ 二、放大器

放大器的作用是增强输入计算机内变化的信号。例如氧传感器，产生低于1V的电压，同时有微量电流流动，此种信号在输入微处理器之前，必须先放大，放大作用是由计算机内放大器芯片的放大电路完成，计算机易于判读处理放大后的信号，如图1-12所示。



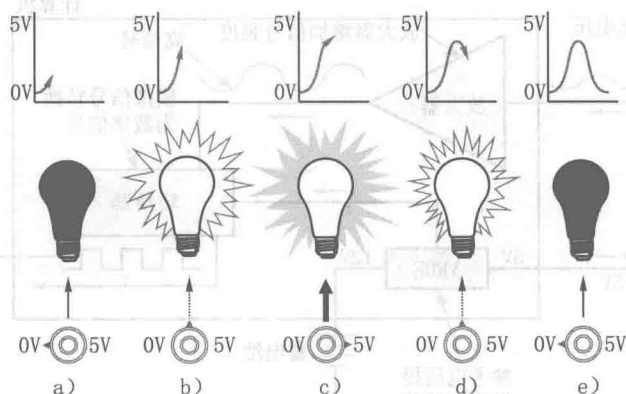
◆ 图1-12 放大作用

◆ 三、转换器

1. 信号的种类

(1) 模拟电压信号(Analog Voltage Signals)。模拟电压信号在一定范围内做连续的变化，汽油喷射发动机的计算机控制系统，大多数的传感器都是产生模拟电压信号。

使用变阻器(Rheostat)来控制5V灯泡的亮或暗，为模拟电压的例子，如图1-13所示。变阻器电压低时，小电流流过灯泡，灯泡亮度暗淡，如图1-13 b)所示，相当于输出弱信号；当变阻器电压高时，大电流流过灯泡，灯泡亮度明亮，如图1-13 c)所示，相当于输出强信号。



◆ 图1-13 模拟电压信号

(2) 数字电压信号(Digital Voltage Signals)。将一个普通的ON/OFF开关与5V灯泡