



十二五
汽车类

MIANJIANG SHIERWU GAOJING HUEHIBO
GUJIAJIADCAI QICHELEI

系统性、定位明确。丛书各教材之间联系密切，符合各个学校的课程体系设置，为学生构建了完整、牢固的知识体系。
层次性。各教材的编写严格按照由浅及深、循序渐进的原则，采用以具体实操项目为单元的项目式编写方法，重点、难点突出，以提高学生的学习效率。
先进性。本套教材吸收最新的研究成果和企业的实际案例，使学生对当前专业发展方向有明确的了解。
操作性。教材重点培养学生的实际操作能力，并最大限度地将理论运用于实际中。本系列教材所选案例均贴合工作实际，以满足广大企业对汽车类专业应用型人才实际操作能力的需求，增强学生在就业过程中的竞争力。



面向“十二五”
高等学校规划教材·汽车类

汽车类

汽车

总线系统检修



张军 董长兴 主编
张朝许 董大伟 杨金玉 副主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十二五”高等学校规划教材·汽车类

汽车总线系统检修

主 编 张 军 董长兴
副主编 张朝许 董大伟 杨金玉

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材主要讲解了现代轿车总线系统控制系统的原理与维修,重点讲解了CAN(局域网络)、MOST(面向媒体的光纤传输)、LIN(区域局域网)、Bluetooth(蓝牙通信)等通信系统的原理。以大众车系、奥迪车系、丰田车系、本田车系、别克车系等现代轿车为核心,重点讲述总线系统原理与检修、故障诊断及主要仪器的使用。

本书原理与实践相结合,采用了大量通俗易懂的图片,结合了众多车型的特点,可以作为高等学校汽车相关专业教材和汽车维修人员培训教材,也是汽车相关专业人员自学提升的宝贵书籍。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车总线系统检修 / 张军, 董长兴主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2010. 1

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2954 - 8

I. ①汽… II. ①张…②董… III. ①汽车 - 计算机控制系统 - 总线 - 高等学校 - 教材 IV. ①U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 230139 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 16

字 数 / 365 千字

版 次 / 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 2000 册

定 价 / 32.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

面向“十二五”高等学校规划教材·汽车类 教材编写委员会成员名单

(按姓氏笔画排序)

主任：李春明

执行主任：焦传君

副主任：刘锐 赵宇 张贺隆

委员：马明金 马骊歌 于天宝 王梅 王扬

刘利胜 李明月 李萌 张传慧 张军

陈位铭 林朝辉 依志国 周建勋 赵晓宛

战立志 夏志华 徐静航 常兴华 韩东

韩清林

特邀审稿顾问

(按姓氏笔画排序)

刘金华 关振 孙雪梅 张颖 徐涛

出版说明

汽车产业是国民经济重要的支柱产业，产业链长、关联度高、就业面广、消费拉动大，在国民经济和社会发展中发挥着重要作用。进入 21 世纪以来，我国汽车产业高速发展，形成了多品种、全系列各类整车和零部件生产及配套体系，产业集中度不断提高，产品技术水平明显提升，已经成为世界汽车生产大国。中国汽车业在产业飞速发展的同时，人才缺口也日益增大。汽车人才的培养不仅仅是为了填补这个缺口，更是中国汽车业的良性发展的需要。

北京理工大学出版社为顺应国家对于培养汽车专业技术人才的要求，满足企业对毕业生的技能需要，以服务教学、面向岗位、面向就业为方向，特邀请一批国内知名专家、学者、优秀学校骨干教师和企业专家编写并审读《面向“十二五”高等学校规划教材·汽车类》系列教材，力求为广大读者搭建一个高质量的学习平台。

本系列教材面向汽车类相关专业。作者结合众多学校学生的学习情况，本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格，以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点，力求提高学生的实际操作能力，使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✎ 以内容为核心，注重形式的灵活性，使学生易于接受。
- ✎ 以实用、适用、先进为原则，使教材符合汽车类课程体系设置。
- ✎ 以就业为导向，培养学生的实际操作能力，达到学以致用目的。
- ✎ 以提高学生综合素质为基础，充分考虑对学生个人能力的提高。

二、丛书特色

- ✎ 系统性强、定位明确。丛书中各教材之间联系密切，符合各个学校的课程体系设置，为学生构建了完整、牢固的知识体系。
- ✎ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深，循序渐进的原则，采用以

具体实操项目为单元的项目式编写方法，重点、难点突出，以提高学生的学习效率。

- ✚ 先进性强。本套教材吸收最新的研究成果和企业的实际案例，使学生对当前专业发展方向有明确的了解。
- ✚ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力，并最大限度地将理论运用于实践中。本系列教材所选案例均贴合工作实际，以满足广大企业对汽车类专业应用型人才实际操作能力的需求，增强学生在就业过程中的竞争力。

本套教材适用于汽车维修、检测、营销等专业的高等学校使用，也可供相关专业从业人员参考。



汽车总线系统检修

汽车总线技术已成为现代汽车高端的标准配置,是实现舒适、安全、环保、节能等先进控制装备对车身进行控制的重要技术手段之一。

现代汽车上使用了大量的电子控制装置,许多中高档轿车采用了十几个或几十个电控单元,而每一个电控单元连接着多个传感器和执行器,并且各控制单元间也需要进行信息交换,如果每项信息都通过各自独立的数据线进行传输,这样会导致电控单元针脚数增加,使整个电控系统的线束和插接件也会增加,最终导致故障率增加。

为了简化线路,提高各电控单元之间的通信速度,降低故障频率,汽车总线系统应运而生。CAN、LIN、MOST、FlexRay、VAN、Byteflight 等总线系统成为汽车电子领域的最大热点,其网络传输协议已成为现代汽车网络传输的关键技术。

CAN 总线具有实用性强、传输距离较远、抗电磁干扰能力强的优点,在汽车动力传动系统和车身舒适系统中获得广泛应用。但随着汽车电气设备和电子控制系统装备的不断扩充,CAN 总线已不能满足厂家基于成本和技术等的要求,因此,得到了进一步细分。出现了面向低端系统的传输网络(如 LIN 总线)和面向媒体信息传输的网络标准(如 MOST 总线)等其他网络技术。

MOST 是采用塑料光缆的网络协议,将音响装置、电视、全球定位系统及电话等设备相互连接起来,实现舒适、安全、信息娱乐等系统信号的传输并实现控制,给用户带来了极大的便利。世界各国许多大的汽车制造厂商都加盟 1988 年建立的汽车推广使用 MOST 标准的合作机构。

由以上可以看出,汽车总线技术正在被广泛地应用到汽车中,总线系统出现故障可以导致汽车电控单元不能相互通信,从而引发故障。汽车总线系统故障有其自身的特点,总线系统线路隐藏在汽车的隐蔽位置,不易损坏,一旦系统工作不良就必须借助诊断仪进行诊断,给故障排除带来了不便。随着电子技术在汽车上的不断普及,汽车维修技术已从传统的机械修理转变为现代电子诊断技术与机械修理相结合的修理方式。对于我国的汽车维修技术人员来说,要想尽快掌握当代汽车维修技术,必须要尽快掌握汽车总线技术。

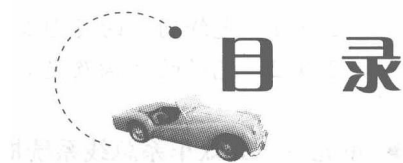
为了达到上述目的,本书着重讲解典型车系的汽车总线系统的原理、故障诊断及排除方法,并集合了大量的故障案例,以单元的形式呈现在读者面前,其中包括大众车系总线系统的检修、奥迪 A6L 轿车总线系统检修、丰田轿车总线系统检修、本田轿车总线系统检修、别克轿车总线系统检修。

本书结构先进、实用,内容翔实、图文并茂、通俗易懂。适合于高等学校汽车相关专业教师、学生使用,也可作为汽车售后服务站专业技术人员的培训教材。

本书由张军、董长兴担任主编，张朝许、董大伟、杨金玉担任副主编。参与编写的还有王慧怡、丛彦波、王伟军等老师，以及一汽大众公司培训师张颖，长春通立公司孙雪梅、乔伟等维修售后服务人员，在此对以上人员表示感谢。

由于时间仓促，本书难免存在错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者



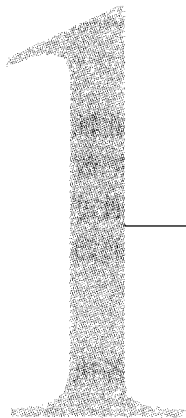
△ 汽车总线系统检修

► 单元一 汽车单片机技术基础	1
1.1 汽车微控制器系统组成	1
1.1.1 微控制器组成	1
1.1.2 汽车单片机对信息的处理	4
1.1.3 输出驱动器和执行器	5
1.2 汽车单片机应用系统的基本要求	7
► 单元二 汽车总线系统概述	9
2.1 为什么要采用总线技术	9
2.1.1 系统的必要性	9
2.1.2 采用总线技术的优点	10
2.1.3 总线技术的发展	10
2.2 总线系统信息传输及总体构成	12
2.2.1 总线系统信息传输	12
2.2.2 总线系统构成	13
2.2.3 总线系统网络拓扑	17
2.3 汽车总线系统的类型和协议标准	19
2.3.1 汽车总线系统的类型	19
2.3.2 A类总线系统标准、协议	20
2.3.3 B类总线系统标准、协议	21
2.3.4 C类总线系统标准、协议	22
2.3.5 D类总线系统标准、协议	23
2.4 CAN-BUS总线系统结构及传输原理	24
2.4.1 CAN-BUS数据总线系统的结构	25
2.4.2 数据传输形式和数据传输原理	28
2.4.3 CAN-BUS数据总线的数据传递过程	30
2.4.4 CAN总线的传输仲裁	33
2.5 光纤网络传输	35

2.5.1	光纤网络的类型及工作原理	35
2.5.2	光纤的结构及光波的传输	38
► 单元三 大众车系总线系统检修		43
3.1	大众车系 CAN - BUS 网络	43
3.1.1	大众车系 CAN 总线网络类型	43
3.1.2	动力 CAN 总线系统	44
3.1.3	舒适/信息系统总线	46
3.1.4	诊断系统总线	47
3.2	大众车系 CAN 总线的特点	49
3.2.1	大众车系 CAN 总线的链路的特点	49
3.2.2	大众车系 CAN 总线的链路	49
3.2.3	CAN 数据总线上的终端电阻	51
3.2.4	CAN 总线防干扰原理	52
3.3	迈腾轿车总线系统检修	54
3.3.1	迈腾轿车 CAN 总线系统网络	55
3.3.2	N 数据表线系统网络	56
3.3.3	迈腾轿车总线系统控制单元的功能及执行元件	57
3.4	宝来轿车总线系统检修	62
3.4.1	宝来轿车舒适 CAN 网络	63
3.4.2	宝来轿车动力(驱动) CAN 网络	75
3.5	大众车系车载网络的检测及故障诊断	77
3.5.1	大众车系车载网络的检测	77
3.5.2	故障自诊断	87
3.6	故障案例	91
► 单元四 奥迪 A6 轿车总线系统检修		98
4.1	CAN 总线	100
4.1.1	驱动系统 CAN 总线	100
4.1.2	舒适系统 CAN 总线	101
4.2	LIN 总线	102
4.2.1	概述	102
4.2.2	LIN 总线组成和工作原理	103
4.3	MOST 总线系统	109
4.3.1	奥迪 A6 轿车 MOST 数据总线系统	110
4.3.2	奥迪 A6 轿车 MOST 总线的控制单元和工作过程	111
4.3.3	MOST 数据总线检修	113
4.4	奥迪 A6 轿车网络控制电气系统	119

4.4.1	电能管理系统	119
4.4.2	高级钥匙系统	120
4.4.3	指纹识别系统	124
4.4.4	Bluetooth	125
4.5	故障案例	127
► 单元五	丰田轿车总线系统检修	130
5.1	丰田汽车车载网络应用	130
5.2	雷克萨斯(凌志)轿车网络系统	134
5.2.1	雷克萨斯(凌志)轿车网络系统的组成	134
5.2.2	雷克萨斯(凌志)轿车总线网络系统特点	136
5.3	丰田锐志轿车 MPX 系统检修	137
5.3.1	电动车窗系统	137
5.3.2	中央控制门锁系统	141
5.3.3	无线遥控系统	144
5.3.4	防盗系统	145
5.3.5	巡航系统	147
5.3.6	自动空调系统	148
5.3.7	视频系统	149
5.3.8	锐志轿车倒车监视器系统	151
5.3.9	蓝牙电话	152
5.4	丰田凯美瑞轿车 CAN 总线系统检修	153
5.4.1	概述	153
5.4.2	主要组件分布	153
5.4.3	丰田凯美瑞轿车 CAN 总线系统设置	153
5.5	丰田车系 MPX 多路传输通信系统故障诊断	160
5.5.1	DLC3 诊断连接器	160
5.5.2	故障码的读取	161
5.5.3	使用仪器对各系统设定	164
5.5.4	通信线路诊断思路	166
► 单元六	本田轿车总线系统检修	189
6.1	本田雅阁轿车多路集中控制系统	189
6.1.1	多路集中控制系统的组成	189
6.1.2	多路集中控制系统的功能	190
6.1.3	多路集中控制系统各控制模块的位置	191
6.1.4	多路集中控制系统控制模块输入/输出信号控制元件	191
6.2	多路集中控制系统检测	193

6.2.1	多路集中控制系统线路的检测	193
6.2.2	多路集中控制系统故障自诊断	197
6.3	故障案例	204
► 单元七 别克轿车总线系统检修		210
<hr/>		
7.1	别克荣御轿车车身串行数据通信系统原理与维修	210
7.1.1	UART 串行通信系统	210
7.1.2	别克荣御轿车局域网	210
7.1.3	别克荣御轿车局域网电路	213
7.2	别克荣御轿车动力接口模块故障自诊断	215
7.3	别克荣御轿车车身控制模块故障自诊断	223
7.3.1	车身控制模块控制电器功能	223
7.3.2	车身控制模块故障诊断	234
7.3.3	无串行通信数据的故障诊断	240
► 参考文献		243



汽车单片机技术基础

1.1 汽车微控制器系统组成

1.1.1 微控制器组成

微控制器是以汽车单片机为核心器件的单片机系统，该系统不是以几个部件的面目出现在汽车上，而是将几乎所有的硬件集中装配在一块印制电路板上，然后用一个金属外壳封装起来，有的为了防潮、防振，还在壳体内部灌注树脂胶。所以，在汽车上我们看到的是由金属外壳封装、具有各种功能的控制单片机系统，也就是所谓的汽车电子控制单元 ECU (Electronic Control Unit)。

装在外壳下和汽车凹槽深处的汽车电子控制单元 (ECU) 可以收集并交换信息，实现控制、优化和监测等功能，其基本构成见图 1-1。

1. 中央处理器 CPU (Central Processing Unit)

CPU 是微控制器内部的核心部件，它决定微控制器的主要功能和特性。CPU 由两部分组成：一为控制器，简称为 CU，它控制各部分协调工作。二为算术逻辑运算器，简称为 ALU，它负责算术和逻辑运算，核心为一个运算器。

2. 输入电路

输入电路是把传感器输入的各种信号进行放大、滤波、整形、变换等一系列的处理，转换为计算机可以识别的标准信号。一般分为模拟信号输入电路和数字信号输入电路。

(1) 模拟信号输入电路

模拟信号输入电路是单片机将控制对象的各种被测参数，如水温、空气流量、气温等都通过传感器变成模拟电信号，然后经过 A/D 转换器变成数字量进入 ECU 的电路。

(2) 数字信号输入电路

数字量输入装置多是产生离散信号，通常这些信号代表两种状态，如开和关、限内与限

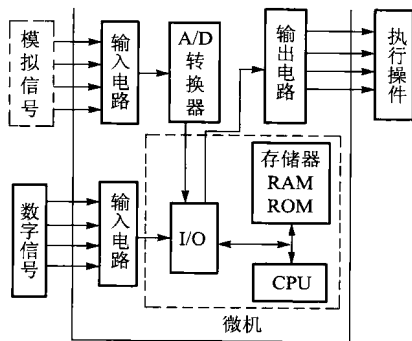


图 1-1 汽车电子控制单元 (ECU) 的基本构成

外、高电平与低电平等。例如发动机曲轴转速数字传感器就是其中一种，它可以产生和曲轴转角速度成正比频率脉冲信号。在防滑制动中的轮胎转速传感器也是一种数字传感器，把数字传感器产生的信号经过预处理成 ECU 要求的标准脉冲后，进入 ECU 控制的计数器，通过测频或测周期的算法求出相应的转速值。起止点的脉冲信号发生器在曲轴转到起止点之前的某个位置时，产生一个窄脉冲，作为点火喷油的基准信号，以上装置都是数字输入装置。

3. 输出电路

输出电路是把计算机发出的控制指令信号，经过放大、变换等处理转换成可以驱动各执行器工作的电信号。一般分为模拟信号输出电路和数字信号输出电路。

(1) 模拟信号输出电路

模拟量输出装置多是执行机构，例如控制空燃比用的油门开度的控制器，就是把 ECU 送来的数字信号通过步进电机变成机械转动量（模拟量）。

(2) 数字信号输出电路

数字量输出装置是汽车自动控制的输出机构的一种，例如电子喷油器的电磁线圈、点火系的点火线圈等都是数字量输出装置。喷油的自动控制主要解决两个问题：一是喷油量的多少，主要是由 ECU 给喷油器电磁线圈脉冲的宽度来决定的。二是在什么时间开始喷油，由发动机曲轴转角大小（由起止点到开始喷油的转角大小）来决定。当然，ECU 输出要通过接口、光电隔离及功率放大后才能控制执行机构。

4. A/D 转换器

A/D 转换器是将模拟信号转换成数字信号的装置。

5. 存储器

存储器一般分为两种，能读出也能写入的存储器叫随机存储器，简称 RAM。只能读出的存储器叫做只读存储器，简称 ROM。

(1) RAM

RAM 主要用来存储计算机操作时的可变数据，如用来存储计算机输入/输出数据和计算过程中产生的中间数据等。根据需要，RAM 中的数据可随时调出或被新的数据代替（改写）。RAM 在计算机中起暂时存储信息的作用。当电源切断时，所有存入 RAM 的数据均完全消失。在发动机运行中，为了存入 RAM 中的一些数据，如故障代码、空燃比学习修正值等能较长期地保存，防止点火开关断开时，因电源被切断而造成数据丢失，一般这些 RAM 都通过专用电源后备电路与蓄电池直接连接，使它不受点火开关的影响。当然，当电源后备专用电路断开时或蓄电池上的电源线被拔掉时，存入 RAM 的数据就会丢失。

(2) ROM

ROM 用来存储固定数据，即存放各种永久性的程序和永久性、半永久性的数据，如电子控制燃油喷射发动机系统中的一系列控制程序软件、喷油特性、点火控制特性以及其他特性数据等。这些信息资料一般都是在制造时由厂家一次性存入，使用时无法改变其中的内容，即计算机工作时，新的数据不能存入，需要时，可读出存入的原始数据资料。当电源切断时，存入 ROM 的信息不会丢失，通电后又可以立即使用。这种存储器多由制造厂大批量生产，其成本较低、价格便宜。

为便于使用，另外还设计有几种不同类型的只读存储器，如 PROM、EPROM 和 EEPROM 等。PROM 为可编程只读存储器；EPROM 为可擦除、可编程只读存储器；

EEPROM 为电力擦除可编程只读存储器。EEPROM 是上述几种只读存储器中价格最贵的一种，如果在使用过程中，需要修改重要数据时，应使用这类存储器，如汽车里程表的数据存储就常用这种存储器。汽车里程数据根据需要更改时，应将原来存储的数据擦掉，写入新的数据。当电源切断时，存入以上 4 种只读存储器的信息都不会丢失。

6. 接口

接口是一种在微处理机和外围设备之间控制数据流动和数据格式的电。简单地说，接口就是连接两个电子设备单元的部件。微处理机要通过外部设备与外界联系，例如在发动机的优化控制中，CPU 要在极短的时间内对发动机的许多工况（通过传感器）进行巡回检查，另外，CPU 还要对点火提前角、燃油喷射、自动变速等进行自动控制或优化控制。许多输入/输出（I/O）设备与微机连接时，必须有其专用的接口电路。接口电路可以把输入/输出设备接收和发送的数据与微机所能处理的数据格式匹配起来，同时接口电路还向微机传送各种状态的信息。另外，微机的运算处理速度和信息传输速度很快，而输入/输出设备的工作速度相对较慢，也需要用接口电路来协调。就是说，外部设备必须通过各种接口和输入/输出总线与微机相连接，而微机对外部设备的控制和信息交换也要通过接口来实现。不同的外部设备要求不同功能的接口，所以接口的结构多种多样。接口可分为并行和串行两种：

(1) 串行接口

一次传输一位数据称为串行传输，如图 1-2 所示。以串行传输方式通信时，使用的接口叫串行接口，它由接收器、发送器和控制器三部分组成。接收器把外部设备送来的串行数据变为并行数据送到数据总线，发送器把数据总线上的并行数据变为串行数据发送到外部设备去。控制器是控制上述两种变换过程的电路。串行接口的主要用途是进行串/并、并/串转换。

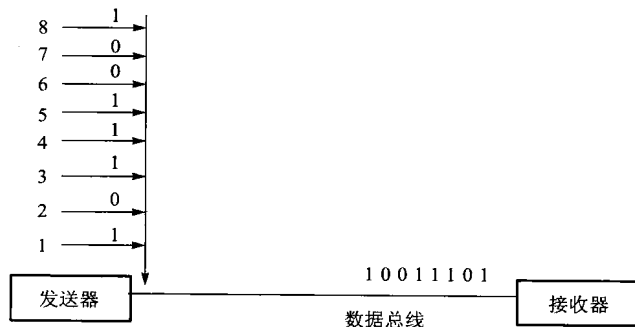


图 1-2 串行数据的传输

(2) 并行接口

同时传输两位或两位以上的数据称为并行传输。以并行传输方式通信时，是把多位数据（如 8 位数据）的各个位同时传送，如图 1-3 所示。微机内部几乎都采用并行传输方式。由于 CPU 与外部设备的速度不同，所以外部设备的数据线不能直接接到总线上。为使 CPU 与外部设备的动作匹配，两者之间需要有缓冲器和锁存器。缓冲器和锁存器用于暂时保存数据，具有这些功能的接口称为并行接口。串行接口和并行接口统称为输入/输出接口。

随着汽车电子技术的发展，单片机在车上的应用基本上分成三类：动力系统控制、舒适系统控制、信息与娱乐系统控制，见图 1-4。

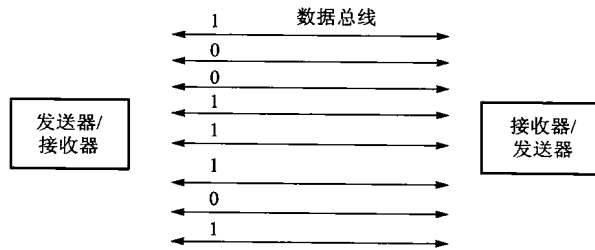


图 1-3 并行数据的传输

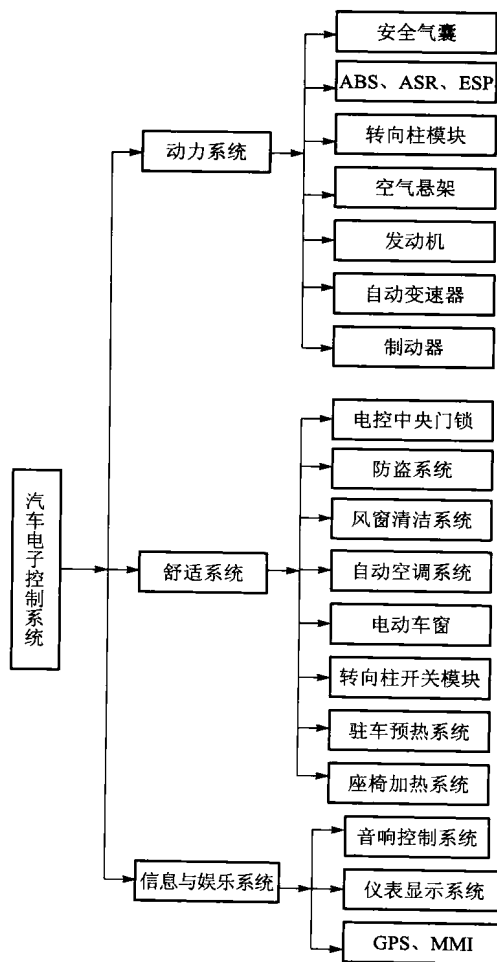


图 1-4 单片机在汽车电子控制系统中的应用

1.1.2 汽车单片机对信息的处理

单片机系统中有多种输入传感器，这些传感器将汽车上的信息传递给汽车单片机，这些

信息的传递形式有模拟信号和数字信号两种。

模拟信号一般要转换为数字信号后才能传递给汽车单片机（控制器），而数字信号只要稍加电平变换就可以直接被单片机（控制器）接收。以进气温度传感器的信号处理为例，如果空气温度低，其密度就大，单位体积内就含有较多的氧气。如果空气温度高，其密度比较低，单位体积内的含氧量较少。密度较大的空气需要更多的燃料与之混合，控制器必须根据空气的温度和密度提供汽车发动机所需要的准确数量的燃料。

进气温度传感器位于进气歧管内可以感知进气温度的地方。这个传感器中有一个负温度系数热敏电阻，当空气冷时，电阻元件的电阻值增加；反之，电阻元件的电阻值减小。当进气温度传感器变冷时，它向汽车单片机送出一个幅值较大的模拟电压信号，汽车单片机系统的 A/D 转换器再把这个信号转换成数字信号，见图 1-5。

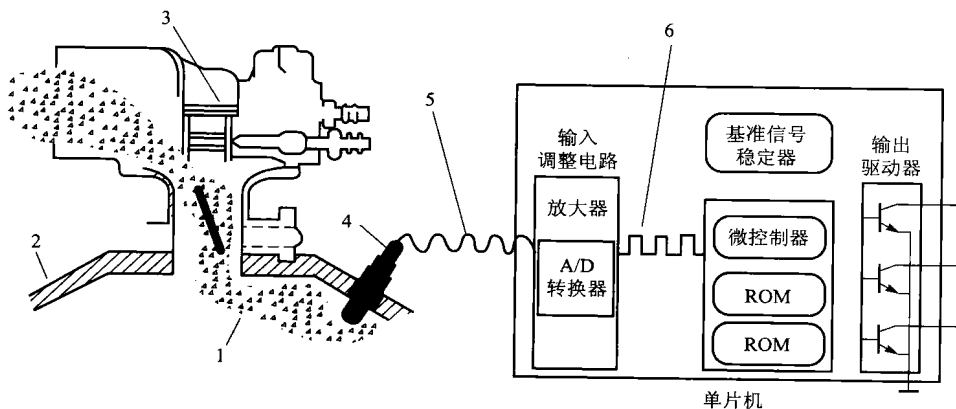


图 1-5 进气温度信号的输入

1—进气温度传感器感知进气温度；2—进气歧管；3—燃油喷射器；4—进气温度传感器；
5—向控制器输入高电压幅值的模拟信号；6—传递控制器的数字信号

控制器收到进气温度传感器信号后立即访问 ROM 中的查询表，查询表列出了每一空气温度对应的空气密度。当进气温度传感器电压信号很高时，查询表会指出空气密度很大。这个信息传给微控制器，控制器通过输出驱动器控制燃油喷油器向发动机提供准确数量的燃油，见图 1-6。

1.1.3 输出驱动器和执行器

单片机（控制器）的输出驱动器由很多晶体管组成。控制器操纵输出驱动器，而输出驱动器控制输出执行器。输出执行器通常是一些继电器、电磁线圈等。例如燃油喷油器就是一个执行器。控制器输出信号驱动输出驱动器，驱动器通过控制执行器的“接地”来控制执行器工作，见图 1-7。

图 1-8 是单片机控制发动机点火提前角的硬件框图，由单片机接口、传感器、功率放大器、点火线圈、分电器、火花塞等部分组成。

单片机是该系统的核心，只读存储器 ROM 除了有监控、自查等程序外，还存储了该发动机由试验得出的各种工况下的优化点火提前角，随机存储器 RAM 存放随机数据。