



职业技术·职业资格培训教材

汽车维修电工 [高级]

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心 组织编写



中国劳动社会保障出版社



教育部 中国职业技术教育学会
教育部职业教育与成人教育司

汽车维修电工

【第2版】

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



© 2015 China Machine Press

U463.6
94

业技术·职业资格培训教材

汽车维修电工 [高级]

主 编 金惠云

编 者 李丕毅 唐惠江 黄剑英 鲍民驹 张巴冬

审 稿 葛贤康

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修电工：高级/金惠云主编．—北京：中国劳动社会保障出版社，2004
职业技术·职业资格培训教材
ISBN 7-5045-4001-3

I．汽… II．金… III．汽车-电工-技术培训-教材 IV．U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第106879 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷、装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 35 印张 2 插页 767 千字
2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷

印数：3200 册

定价：49.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

内 容 简 介

本书由劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心依据上海1+X职业技能鉴定考核细目——汽车维修电工（高级）组织编写。本书从强化培养操作技能，掌握一门实用技术的角度出发，较好地体现了本职业当前最新的实用知识与操作技术，对于提高从业人员基本素质，掌握高级汽车维修电工的核心内容与技能有直接的帮助和指导作用。

本书在编写中摒弃了传统教材注重系统性、理论性和完整性的编写方法，而是根据本职业的工作特点，从掌握实用操作技能，以能力培养为根本出发点，采用模块化的编写方式。主要内容包括三大模块：即专业知识模块、专业理论知识模块和技能操作模块。本书以现代高级轿车电子与电气设备为基础，以现代汽车维修行业标准为依据，结合现代汽车维修电工技能鉴定的要求，着重介绍了汽车计算机控制系统、起动与起动电子控制系统、发动机电子控制系统、底盘电子控制系统、汽车空调控制系统、车身电器装置等的组成、工作原理、工作过程、实用维修技术及故障检测等，且对相关专业内容做了简单介绍，以便能更好地为高级汽车维修电工及有关专业技术人员理论学习使用。

为便于读者掌握本教材的重点内容，教材每单元后附有模拟测试题及答案，全书最后附有知识考核模拟试卷和技能考核模拟试卷，用于检验、巩固所学知识技能。

全书由金惠云主编；参加编写的人员具体分工为：李丕毅（第一、四单元），金惠云（第二、五、六单元），唐惠江（第三单元），黄剑英（第七单元），鲍民驹（第八单元）。全书由葛贤康审定。

本书可用于汽车维修电工（高级）职业技能培训与鉴定考核教材，也可供全国中等职业学校学生学习掌握先进高级汽车维修电工知识与技术，或进行岗位培训、就业培训使用，也可作为高级汽车维修电工及有关专业技术人员的技能培训使用。

前 言

职业资格证书制度的推行，对广大劳动者系统地学习相关职业的知识和技能，提高就业能力、工作能力和职业转换能力有着重要的作用和意义，也为企业合理用工以及劳动者自主择业提供了依据。

随着我国科技进步、产业结构调整以及市场经济的不断发展，特别是加入世界贸易组织以后，各种新兴职业不断涌现，传统职业的知识和技术也愈来愈多地融进当代新知识、新技术、新工艺的内容。为适应新形势的发展，优化劳动力素质，上海市劳动和社会保障局在提升职业标准、完善技能鉴定方面做了积极的探索和尝试，推出了1+X的鉴定考核细目和题库。1+X中的1代表国家职业标准和鉴定题库，X是为适应上海市经济发展的需要，对职业标准和题库进行的提升，包括增加了职业标准未覆盖的职业，也包括对传统职业的知识与技能要求的提高。

上海市职业标准的提升和1+X的鉴定模式，得到了国家劳动和社会保障部领导的肯定。为配合上海市开展的1+X鉴定考核与培训的需要，劳动和社会保障部教材办公室、上海市职业培训指导中心联合组织有关方面的专家、技术人员共同编写了职业技术·职业资格培训系列教材。

职业技术·职业资格培训教材严格按照1+X鉴定考核细目进行编写，教材内容充分反映了当前从事职业活动所需要的最新核心知识与技能，较好地体现了科学性、先进性与超前性。聘请编写1+X鉴定考核细目的专家，以及相关行业的专家参与教材的编审工作，保证了教材与鉴定考核细目和题库的紧密衔接。

职业技术·职业资格培训教材突出了适应职业技能培训的特色，按等级、分模块单元的编写模式，使学员通过学习与培训，不仅能够有助于通过鉴定考核，而且能够有针对性地系统学习，真正掌握本职业的实用技术与操作技能，从而实现我会做什么，而不只是我懂什么。每个模块单元所附模拟测试

题和答案用于检验学习效果，教材后附本级别的知识模拟试卷和技能模拟试卷，使受培训者巩固提高所学知识与技能。

本教材虽是结合上海市对职业标准的提升而开发的，适用于上海市职业培训和职业资格鉴定考核，同时，也可为全国其他省市开展新职业、新技术职业培训和鉴定考核提供借鉴或参考。

本教材在编写过程中，得到了江荣生同志及上海汽车维修管理处等单位的大力支持与帮助，在此表示衷心的感谢。新教材的编写是一项探索性工作，由于时间紧迫，不足之处在所难免，欢迎各使用单位及个人对教材提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

劳动和社会保障部教材办公室
上海市职业培训指导中心

目 录

第一单元 汽车计算机电子控制系统	(1)
第一节 汽车计算机控制系统.....	(2)
第二节 汽车电子控制装置中的传感器.....	(14)
第三节 汽车计算机控制的网络系统.....	(53)
模拟测试题.....	(58)
模拟测试题答案.....	(59)
第二单元 起动机与其电气控制系统	(60)
第一节 新型起动机.....	(60)
第二节 起动预热装置.....	(67)
第三节 起动机的电气控制系统.....	(71)
模拟测试题.....	(75)
模拟测试题答案.....	(75)
第三单元 发动机电子控制系统	(76)
第一节 汽油喷射系统.....	(76)
第二节 空气供给系统.....	(84)
第三节 燃油供给系统.....	(87)
第四节 电子点火系统.....	(96)
第五节 怠速控制系统.....	(104)
第六节 排放控制系统.....	(118)
第七节 发动机集中控制系统.....	(128)
第八节 安全保护电路及故障自诊断系统.....	(133)
模拟测试题.....	(147)
模拟测试题答案.....	(149)
第四单元 底盘电子控制系统.....	(150)
第一节 自动变速器电子控制系统.....	(150)
第二节 防抱死制动电子控制系统.....	(172)

目 录

第三节 加速防滑电子控制系统·····	(208)
第四节 动力转向电子控制系统·····	(215)
第五节 悬架电子控制系统·····	(229)
模拟测试题·····	(249)
模拟测试题答案·····	(250)
第五单元 汽车空调控制系统·····	(251)
第一节 概述·····	(251)
第二节 汽车空调的构造与工作原理·····	(258)
第三节 汽车空调的电气控制系统·····	(276)
第四节 汽车空调的风道控制系统·····	(295)
第五节 汽车空调的使用与维修·····	(300)
模拟测试题·····	(307)
模拟测试题答案·····	(308)
第六单元 车身电器装置·····	(309)
第一节 电动座椅·····	(309)
第二节 电动车窗·····	(319)
第三节 电动后视镜·····	(321)
第四节 中央遥控门锁·····	(323)
第五节 车用音响装置·····	(329)
第六节 安全气囊系统 (SRS) ·····	(337)
第七节 汽车仪表照明亮度控制·····	(354)
第八节 汽车电气设备对无线电的干扰及防止措施·····	(355)
第九节 开关与保险装置·····	(358)
第十节 汽车防盗装置·····	(367)
模拟测试题·····	(380)
模拟测试题答案·····	(381)
第七单元 汽车维修技术管理·····	(382)
第一节 概述·····	(382)
第二节 车辆的基础技术管理·····	(384)
第三节 车辆维护的技术管理·····	(390)
第四节 车辆修理的技术管理·····	(407)
模拟测试题·····	(411)
模拟测试题答案·····	(412)

第八单元 技能操作训练	(413)
第一节 识读现代高级轿车的电气线路图	(413)
第二节 电喷发动机的故障诊断	(414)
第三节 底盘控制系统的故障诊断与排除	(419)
第四节 现代高级轿车车身电器的故障诊断与排除	(427)
第五节 汽车空调的检测与维修	(436)
第六节 汽车电器设备疑难故障的诊断与排除	(442)
第七节 现代汽车检测设备的使用	(446)
知识考核模拟试卷 (一)	(528)
知识考核模拟试卷 (一) 答案	(531)
知识考核模拟试卷 (二)	(532)
知识考核模拟试卷 (二) 答案	(534)
技能考核模拟试卷	(535)
附图一	(537)
附图二	(文后插页)

第一单元 汽车计算机电子控制系统

随着汽车工业的不断发展，人们在努力追求汽车动力性、经济性的同时，对汽车行驶的安全性、稳定性和驾乘舒适性也提出了更新、更高的要求，特别是 20 世纪 70 年代世界性的石油危机以及汽车排气对大气环境造成的污染日趋严重，迫使各国相继制定颁布了严格的油耗法规和排气法规。为此，汽车的设计、生产面临着如何更好地解决汽车在提高动力性、降低油耗和排气污染、改善汽车行驶的安全性及驾乘舒适性等各个方面存在的问题，以满足日趋严格的油耗法规、排气法规及安全性能法规。由于汽车工作的复杂性以及上述各项性能指标间的相互影响和矛盾，用传统的机械调节和控制方法实现如空燃比、点火时刻、制动防滑系统等最佳控制显然是不可能的。而电子技术，特别是大规模集成电路（LSI）和微型电子计算机的高速发展和应用，为解决上述问题提供了有效的手段，因此，汽车电子化是解决上述问题的唯一途径，是汽车发展的必然趋势。

汽车的电子化进程开始于 20 世纪 60 年代。60 年代初，具有内装硅二极管整流器的交流发电机及晶体管调节器已普遍推广使用。60 年代后期开始采用晶体管点火装置并着手研制生产电子控制的燃油喷射系统，1967 年德国波许（Bosch）公司率先研制成功 D 型电子燃油喷射系统。1973 年美国通用汽车公司开始采用集成电路（IC）控制的电子点火装置。1976 年美国克莱斯勒汽车公司首先将模拟电子计算机用于汽车发动机的控制，研制开发了电子式稀混合气燃烧系统（ELBS），该系统根据发动机转速、负荷、水温及进气温度的变化，对点火提前角实现了最佳控制。1977 年美国通用汽车公司则在其迈塞（MISAR）系统中采用了数字式微型电子计算机（以后简称微机）控制点火时刻，从而开

创了微机在汽车发动机控制上的应用先河。随后世界各大汽车公司相继研制开发出了具有各自特色的发动机微机控制系统,如美国福特汽车公司的 ECC 系统(发动机电子控制系统)、美国通用汽车公司的 C—4 系统(计算机控制废气净化催化转换器系统)、日本丰田汽车公司的 TCCS 系统(丰田计算机控制系统)、日本日产汽车公司的 ECCS 系统(电子式发动机集中控制系统)、日本五十铃汽车公司的 I—TEC 系统(五十铃全电子控制系统)等,并且从单一的点火控制系统发展到集点火、燃油喷射、废气再循环、起动、怠速等多种控制功能为一体的发动机集中控制系统。微机用于汽车发动机的控制后,使发动机的动力性、经济性、排气污染等各方面的性能都得到很大的提高,同时,微机在汽车上的应用很快由发动机的控制发展到汽车其他各个系统的控制,出现了电子控制的自动变速器,电子控制防抱死制动系统(ABS)和防滑系统(ASR),电子车速控制系统,自动空调系统,电控主动悬架,车辆信息中心等,使汽车的整体水平有了很大的提高。因此,微机在汽车上的应用促进了汽车工业的发展。目前,汽车的电子化已由 20 世纪 70 年代被迫应用电子技术发展到今天各国竞相应用先进的电子技术,并以很高的速度渗透到汽车的各个系统,应用目的也由简单取代传统的机械调节发展到通过微机对汽车各系统进行最优化控制,并向智能化方向发展。

第一节 汽车计算机控制系统

一、概述

为了改善和提高汽车的性能,需要对汽车的许多系统进行优化控制,由于微型计算机具有结构紧凑、工作可靠、功能强大、响应快速和价格低廉等优点,特别适合作汽车计算机控制系统的控制器。所以,计算机技术的发展为汽车实现计算机控制提供了技术支持和保证,汽车计算机控制已经成为汽车的一个主要发展方面。汽车实现计算机控制不仅可以改善和提高汽车的控制质量,还可以扩展汽车的控制内容。所以,目前的汽车已有很多系统实现了计算机控制,而且越来越多的汽车采用了计算机控制系统。为了适应汽车大批量多样化的生产特点,汽车计算机控制系统正朝着标准化、小型化和集成化的方向发展。由于汽车结构和性能的复杂性和关联性,汽车计算机控制系统实现网络化也是必然的发展方向。

目前,汽车计算机控制已经涉及到动力性、经济性、安全性、可靠性、净化性和舒适性等诸多方面,具体包括:发动机控制、变速控制、巡航控制、制动控制、驱动控制、悬架控制、转向控制、照明控制、雨刷控制、空调控制、安全控制、座椅控制、门锁控制、防盗控制、音响控制和信息管理等。

1. 汽车计算机控制系统的基本组成

汽车计算机控制系统一般可分为传感器、控制器和执行器三部分，如图 1—1 所示。

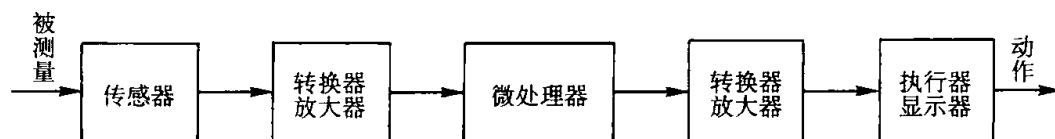


图 1—1 控制系统的一般组成

(1) 传感器。传感器将装置的物理参数转换为电信号（数字式或模拟式），用以监测装置的运行情况和环境条件，并将这些信号输送到控制器。换言之，传感器用各种电信号将一个虚拟的、与实际装置相同的“模拟装置”反映到控制系统中。传感器可被视为控制系统的神经。

(2) 控制器。控制器接收和处理传感器发出的各种信息，并对这些信息进行分析，以了解装置的情况，利用事先制定的控制策略，决定在当前的状态下该如何控制这个装置；最后将这种决定转换成一条或多条指令输送到执行器。控制器含有一个微处理器，并在内存中存储着设计者事先编制的程序或控制软件。控制器可被视为控制系统的大脑。

(3) 执行器。执行器接收控制器发来的各种指令，通过本身的设计，将电信号转变为执行元件的动作（可为电器元件的动作，也可为某种机械运动），这些元件的动作将改变装置的运行条件，决定装置的运行和输出。执行器可被视为控制系统的肌肉。

可以看出，整个控制系统中一直贯穿着大量信息的流动。计算机控制系统正是从传感器的信息中了解装置的运行情况，用输入信息与自身存储的信息来决定控制的方式和指令，并将所产生的指令信息输送到执行器来完成整个控制过程。

2. 控制环路

根据控制环路的不同，可以将控制系统分为开环控制系统和闭环控制系统两类。在开环控制系统中，电控单元不对控制系统的输出进行监测，即不对实际输出与期望输出的差异进行监测，如图 1—2a 所示。在闭环控制系统中，电控单元通过反馈传感器和反馈电路对控制系统的输出进行连续检测，并根据实际输出与期望输出的差异产生相应的修正信号，使随后的实际输出更进一步向期望输出靠近，如图 1—2b 所示。闭环控制系统虽然比开环控制系统的结构复杂一些，但可以获得开环控制系统无法获得的控制精度。所以，在汽车计算机控制系统中广泛采用闭环控制系统。

3. 汽车计算机控制系统的使用条件

汽车经常在不同的道路情况和气候条件下行驶，汽车计算机控制系统所工作的环境条件比较恶劣。所以，要求汽车计算机控制系统，特别是以集成电路为主的电子控制器能够在苛刻的条件下可靠地工作。汽车计算机控制系统的工作条件及要求一般为：

(1) 计算机控制系统必须承受汽车行驶中产生的强烈冲击和振动，所以要求计算机控制系统能够耐受较大的动载荷。

(2) 计算机控制系统的环境温度可能会出现较高或较低且变化幅度较大的情况，所以

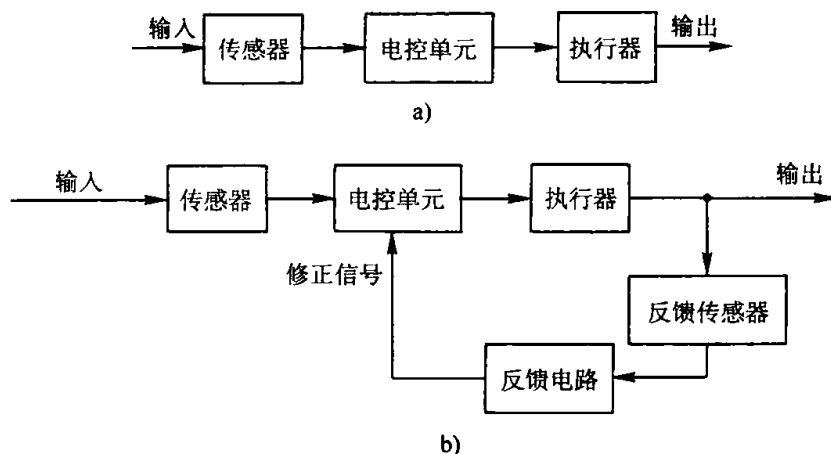


图 1—2 控制系统环路

a) 开环控制系统 b) 闭环控制系统

要求计算机控制系统能够耐受较大的冷、热负荷，在较宽的温度范围内能够稳定地工作。

(3) 计算机控制系统很容易受到雨淋以及油泥和腐蚀性物质的沾染，所以要求计算机控制系统具有较好的密封性和一定的抗腐蚀性。

(4) 由于汽车的电源电压不够稳定而且波动较大，所以要求计算机控制系统能够在电源电压波动较大的情况下可靠地工作；又由于汽车电系中存在较多的感性元件，而这些感性元件在工作过程中会产生高电压脉冲，这就要求计算机控制系统具有耐受一定高电压脉冲的能力。

(5) 汽车计算机控制系统处于电磁干扰较为强烈的环境，所以要求计算机控制系统具有较强的抗电磁干扰能力。

二、电子控制装置 (ECU)

电子控制装置 (以下简称 ECU) 是汽车计算机控制系统的核心，它利用内部存储的软件 (各种函数、算法程序、数据表格) 与硬件 (各种整形、放大、A/D、微机系统、D/A) 处理从各种传感器输入的诸多信号，并以这些信号为基础，结合内部软件的其他信息，制定出各种控制命令送到各种执行器，从而实现发动机的控制。目前的 ECU 型号与种类均很多，不同的厂家生产不同的系列，即使在同一厂家，不同的发动机所使用的 ECU 也不同。ECU 的名称也不统一，如 GM 汽车称之为 ECM (Electronic Control Module)，Ford 汽车称之为 MCU (Microcomputer Control Unit) 等。

ECU 通常设计为一个金属盒，将所有电路和芯片包含在其内部，通过一个引出接头与传感器及执行器相连。根据 ECU 功能的复杂程度，引出接头有 30~88 芯。ECU 内部有印制电路底板，上面有各种集成电路芯片、电子元器件等。图 1—3 所示为 ECU 内部结构的一个例子。该 ECU 用于 Bosch Motronic 系统，大约有 200 个电子元器件。上面的印制电路板主要是数字线路部分，包括微机和大规模集成电路芯片、存储与输入整形电路等；下面的印制电路板则包含喷射系统、点火系统以及燃油泵控制的输出级。其中，放大

器和输出元件安装在导热较好的各冷却点上，通过壳体散热。一个 35 芯的接头将 ECU 与传感器、执行器以及蓄电池等部件连接起来。

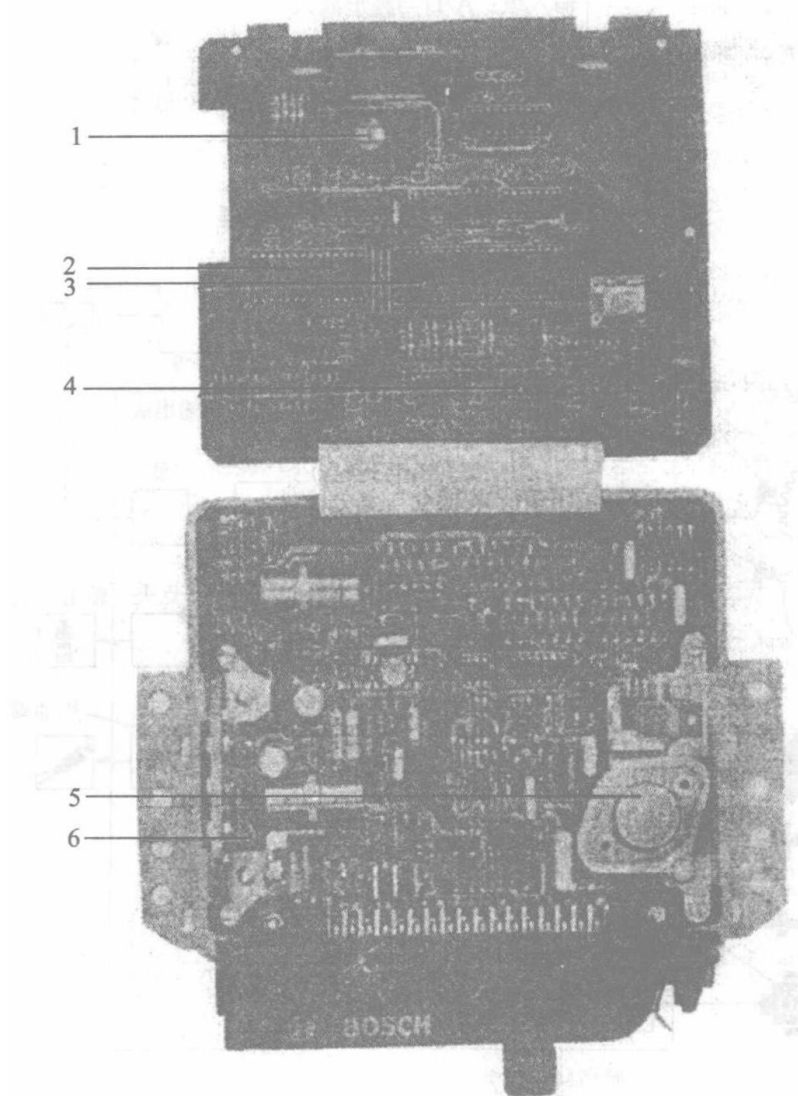


图 1—3 Motronic 电控系统的 ECU 内部结构

1—附加程序存储器 2—A/D 转换器 3—用于标准程序和数据的微机
4—发动机转速和定时记号的集成电路 5—点火输出级 6—燃油喷射输出级

ECU 是电控系统中的“智能化”部分。它可以完成下列工作：

- (1) 处理输入信息，将之转变为微机能接受的信号。
- (2) 存储输入信息，供微机在合适的时刻使用。
- (3) 存储各种程序、该车型的参数、各种数据表格等。
- (4) 计算、处理各种信息，产生控制命令的数值以及进行故障诊断等。
- (5) 存储输出指令。
- (6) 处理输出指令。

(7) 产生各种参考电压, 通常为 5 V, 也有 2 V, 9 V 和 12 V 的。

图 1—4 所示为 ECU 组成的示意图。从图中可以看出, ECU 可以分成三个部分, 即:

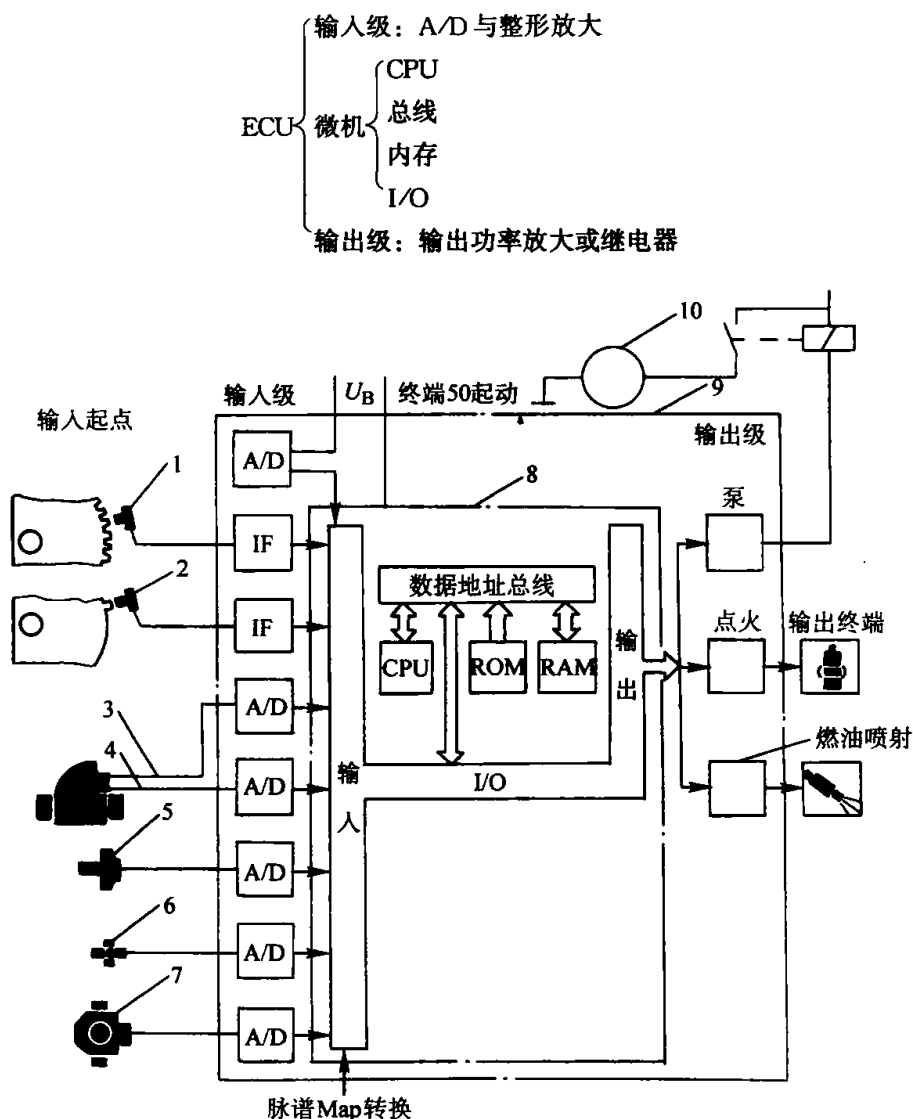


图 1—4 ECU 结构示意图

1—发动机转速传感器 2—曲轴位置传感器 3—进气质量流量传感器 4, 5—进气温度传感器
6—发动机温度传感器 7—负荷传感器 8—微机系统 9—控制器 10—电动燃油泵

1. ECU 的输入级

(1) 作用。输入级的作用是将电控系统中各传感器检测到的信号通过 I/O 接口送入微机, 完成 ECU 对控制装置运行工况的实时检测。

从传感器来的信号进入输入级后, 首先要经过预处理, 如采用滤波器除去杂波等。有的信号, 如电磁式曲轴位置传感器来的信号, 并不是矩形波而是正弦波, 且其信号的电压幅值会随转速的变化而变化, 这些信号均不能直接输入微机。图 1—5 所示给出了输入回路的处理效果。

(2) 模拟信号与数字信号。从传感器来的信号有模拟信号和数字信号两种。模拟信号

是连续的变量,如图 1—6a 所示,其模拟量的变化(如电压)直接与所感受到的作用成正比。模拟量的精度常受各种因素限制。由于传感器的原因,很多输入信号为模拟信号,如各种可变电阻,包括热敏电阻 ECT 与 IAT;各种电位器,如 TP 与翼片式 VAF;电源电压等。数字信号为离散的变量(如图 1—6b 所示),数字信号的精度依赖于信号发生装置的设计。例如,电磁式曲轴位置传感器与霍尔效应式传感器所发出的信号都是数字信号,其精度与触发轮上的齿数有关,如增加齿数,可以相应地增加曲轴位置精度。要注意,这里所指的数字信号并不是真正的“数字”,它仍是一系列的电量或脉冲。对于电控系统来说,数字信号的优点不只是其精度高,更重要的是数字信号所表现的值并不会由于其电流或电压的变化而受到影响。例如,曲轴位置信号并不会由于其电平的高低而使所表现的曲轴位置变化(其位置仅由脉冲形状与时刻决定),这对于 ECU 辨识很有好处,因为信号的电平总会由于转速、接触点情况、电源电压等而发生变化。ECU 中的微机,只能接受数字信号。所有的模拟信号都要先经过 A/D 转换后才能被接收。

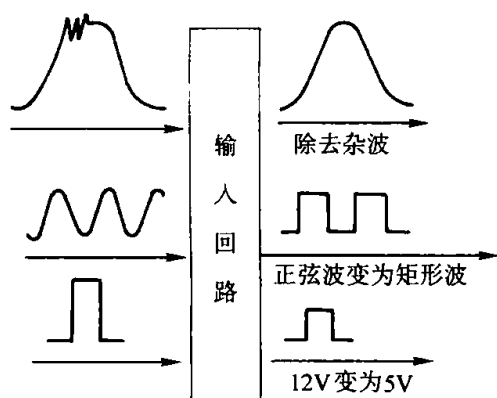


图 1—5 输入回路的作用

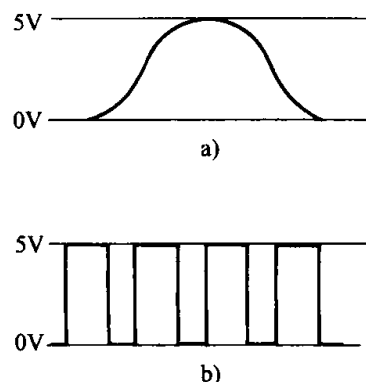


图 1—6 模拟信号与数字信号

a) 模拟信号 b) 数字信号

(3) 模拟信号的输入。模拟信号在进入 A/D 转换器之前,先要进行预处理,包括去杂波、将电平大小调整到与 A/D 转换器规定的量程相符等,如氧传感器信号电平太小需放大,而电源电压信号电平又太大需减小。在 A/D 转换电路(见图 1—7)中,模拟量被转换成一系列的离散数字量。

A/D 转换器内部的工作如图 1—8 所示。被转换的模拟量 V_{in} 直接进入比较器。比较器的另一输入是比较量 V_{out} 。当开始 A/D 转换时,微机由并行数字输出口输出一系列二进制数字,进入 A/D 后产生 V_{comp} 。这一系列数字由小到大按顺序发出, V_{out} 亦逐渐增大。当 V_{out} 小于 V_{in} 时,比较器使 V_{comp} 为低电平输出;一旦 V_{out} 大于 V_{in} , V_{comp} 立即变为高电平反馈回微机后,微机立即停止二进制数字系列的发送,并将最后的数字作为 V_{in} 在这一时刻的数字量。之后,微机重新发送下一个二进制数字系列,测取 V_{in} 下一时刻的值。当今 A/D 转换器的频率已很高,且可独立工作。ECU 中的微机只需指令 A/D 开始工作,就可以中断而转向其他工作,待 A/D 结束后才回到读数状态。