

精品汽车教材

现代汽车电子技术

高义军 编著



人民交通出版社
China Communications Press

精品汽车教材

Xiandai Qiche DianziJishu

现代汽车电子技术

高义军 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了汽车电子学的基础知识。书中包括现代汽车电子学的应用与发展、半导体原理、电子学重要定律和基本电路,电源电路、放大电路、运算放大器、车用传感器、数字原理及汽车电子控制模块等内容。

本书深入探讨了电子学的理论与实务,内容详实,可作为高职院校教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车电子技术 / 高义军编著. — 北京: 人民交通出版社, 2005.4
ISBN 7-114-05512-9

I. 现... II. 高... III. 汽车 - 电子技术
IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 027857 号

精品汽车教材

书 名: 现代汽车电子技术
著 作 者: 高义军
责任编辑: 白 嵘 / 林宇峰
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.ccpress.com.cn>
销售电话: (010) 85285838, 85285995
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司
开 本: 787 × 1092 1/16
印 张: 36.25
字 数: 902 千
版 次: 2005 年 11 月第 1 版
印 次: 2005 年 11 月第 1 版第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-114-05512-9
印 数: 0001 — 3000 册
定 价: 55.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

作 者 高義軍
出 版 者 全華科技圖書股份有限公司
初版四刷 93 年 1 月
全華科技圖書
<http://www.chwa.com.tw>
book@ms1.chwa.com.tw

全華科技網 Open Tech
<http://www.opentech.com.tw>

《本書中文簡體字版由臺灣全華科技圖書股份有限公司獨家授權, 僅限於中國大陸地區出版發行, 不含臺灣、香港、澳門》

版權所有 · 翻印必究

本书版权登记号: 图字: 01-2004-5296 号

序

从事电子技术教学已快 30 年,发现这些年来汽车机械与电气结构方面有极大的进步,在机械结构的部分固然进步不小,但电子高科技融入汽车领域后,汽车系统性能的突飞猛进,则更是整个时代的发展趋势。

随着电子科技飞速发展,各行各业无不以此来提升其产品的品质与效能。汽车业也同样面临这种高科技机械与电子整合的压力与挑战。电子科技应用在汽车领域中的主要目的,在于改善传统汽车的缺陷,提高汽车的效率、安全性、舒适性,以及最重要的环保问题。愈是先进的国家,对降低汽车排放物对环境所造成污染的要求愈为严格,如何利用高科技如微处理机(或微电脑)及电子电路与电子组件如集成电路、传感器等,结合机械结构达到上述要求,几乎是各汽车厂家追求的目标。

本人以多年从事汽车电子教学的经验,有感于目前汽车学科的教学仍偏重在机械工程领域,而电子工程的课程则只是点缀。而现代车辆系统充满各种电子部件,技术人员以传统的知识技能,面对现代化的汽车,势必感到难以胜任。

汽车工业是一种机电整合型的工业,学生在校学习的时间有限,一般都专注机械工程知识和技术的学习,而电子科技是一种有别于机械工程的学科。要具有机械专长的汽车系学生深入探讨电子学的理论与实务,有时间不足的无奈;如果将汽车电子的维修工作交给电子专长的技术人员,则又会对机械部分有摸不着边的感觉。为了弥补这个缺憾,除了提升汽车领域师资在电学方面的能力外,还要有良好的教材,这两者都是不可或缺的。

国内外有关汽车电子学的书籍颇多,但能提供给职技院校汽车专业学生学习参考的书籍不多且零散。近日,欣见高义军君将十多年来,投身于汽车教学工作,并在汽车电子领域中钻研的心得,编写成《现代汽车电子学》一书,对汽车电子的理论作系统的介绍。全书涵盖汽车领域中各个部分,内容极为完整。从汽车电子的演进、电子元件、基本电路,谈到模拟与数字电路、传感器、模拟与数字的转换到微处理器,这些都是汽车电子学方面的重要内容,每个单元的内容都很丰富。其中对理论与实际应用的电路实例,都有详尽的介绍。本书以汽车专业的学生为对象来探讨电子技术的深奥道理,由浅入深、深入浅出。本书可作为高职汽车专业的教学参考,本科、专科学校的教材,技术人员进修用书。在此除了对高君的努力肯定之外,也预期本书对汽车电子技术的提升做出很大的贡献。

彭 信 成

2001 年初夏于

国立台湾师范大学

“现代汽车电子学”与电子学的内容大致相同。对于汽车技术从业人员而言,面对当今大量应用在汽车上的自动控制、安全防护与环境污染防治系统中的电子、电脑及人工智能诊断技术,惟深入了解电子学方面的知识,乃当务之急!

本书作者,以其多年的教学实践经验,完成此著作,实为相当宝贵的资源。全书共分12章,由浅入深,有系统地总结出汽车从业人员必备的汽车电子知识:

第一章为汽车电子系统应用范围与发展。

第二章从电子的发现切入,详述电流、电压、电阻、电容的概念与特性。汽车上所有被控元件均为线圈。

第三章用电磁原理细说电磁元件的控制与作用,并以波形检测、应用实例来对照。

第四章为基本波形。任何波形的基本三要素是:ON-OFF回路、线圈回路及升降压回路。在汽车电学的实测中,常忽略时间因素,波形的分析着重于电压(电流)与时间变化的关系,而引出Hz(频率)、占空比(百分比)、ms(毫秒)等单位。本章说明波形的形成与条件,并辅以示波器实例。

第五章讲述半导体之原理与特性,了解电子元件的特性后,才能正确地运用及测量,文中的公式与曲线,是读者必须充分理解的重点。要准确应用检测仪器来测量电路,就须具备正确的电路概念并理解定律。

第六章是汽车从业人员必读且必须融会贯通的重要内容。汽车电路中所使用的电源有4种:由蓄电池来的、由发电机输出的、由开关或控制继电器来的,以及由电脑输出供给的电源。

第七章描绘出电源的整流、滤波、稳压及A/D、D/A转换原理。

第八章介绍放大电路,即以小电流(压)控制大电流(压)的电路,诸如继电器与晶体管等效电路。由于控制技术的精确化,非一般机械式继电器所能达到,因此需借助晶体管、电阻、电容三个基本元件来完成任务。本章亦深入浅出地解说偏置电流与控制放大率间的关系。

第九章为运算放大器。电路的控制是在有效条件下所执行的动作,因此,运算判断与放大控制的条件都须在已知的范围内,运算电路便由此而生。本章介绍诸多集成电路元件(IC),并通过应用电路,让读者容易理解放大电路与运算电路的作用原理。传感器输出的信号不外乎电压、频率、电流的变化,作用原理是如此简单,但应用范围却是相当广泛。

第十章都以实车实例解说,有助于读者充分应用在车辆实务检测技术中。由0-1、Hi-Lo的变化条件作为人工智能的控制,即为数字原理。其后,并组合成逻辑判断与存储比较的控制修正。

第十一章着重于数字判断的基础原理,也是车辆电子控制程序化原理的基础。控制的三要素:输入(信号)——处理(运算)——控制(线圈)。

第十二章将实际的车辆,以模块化的方式解说分析输入信号、处理器和程序存储器,并

导入人工智能的自诊断。有系统地综合归纳，为读者建立一个完整的概念。

综论本书，实为不可多得的好教材，它涵盖了汽车从业人员在汽车电子方面应具备的知识。愿作者与读者，均从教学相长中获益。

粗浅之见为书提笔作序。希冀读者通过序言，掌握学习重点并建立概念，实为本意！

笛威科技 总经理
张珉豪 谨识

编辑部序

“系统编辑”是我们的编辑方针，我们所提供给您，绝不只是一本书，而是关于这门学问的所有知识，它们由浅入深，循序渐进。

本书是一本简单、易懂的汽车电子学，根据历史演变，启发性地切入，将理论电子学与现今的汽车部件结合，让读者获得启发、宏观视野的电子学概念；并搜集欧、美、日等车厂最新发展实务资料，结合汽车电子学理论，作出系统说明。本书适合大专院校车辆工程、高职汽车专业及从事车辆维修的技术人员培训或自修使用。

同时，为了使您能有系统且循序渐进地学习相关方面的丛书，我们以流程图方式，列出各有关图书的阅读顺序，以减少您学习这门学问的摸索时间，并能对这门学问有完整的知识。若您在这方面有任何问题，欢迎来函，我们将竭诚为您服务。

前言

15年前,对于一位学习车辆工程的人来说,若是懂得电子学中的分压电路、晶体管放大作用;或是能以万用电表读取线路的端电压、电阻值,便可以称得上是汽车电子学界的“专家”了!

然而,15年来,由于材料科学、微电子学、自动控制等理论发展的不断突破,引领汽车电子学走入一个新的纪元。今天,汽车这部会动的“机器”里面,已采用了许多的微处理器、模拟或数字元件,并用车身网络系统做控制,而未来它会与因特网发生关系!

所以,现代的汽车电子学专家,在理论方面可能需要懂一点霍尔效应、逻辑电路或是PWM、ADC,以至于MUX、CAN_BUS等知识;在实务方面则还要会使用示波器、频谱分析仪等仪器。汽车电子学领域涉及电子学、电路学、电磁学、数字电子学和微电脑、通信网络等诸多学科!

这是我写《现代汽车电子学》的初始动机。多年以来,一直想为汽车专业的学生写一本简单、易懂的汽车电子学教科书,它没有参考书般的复杂深奥,却是可以作为一本汽车电子学的入门书籍。全书以历史性的、启示性的软性基调切入,将理论电子学与现今的汽车电子部件结合。期盼读者能够获得具启发与宏观视野的电子学概念。

事实上,在进入因特网时代的今天,取得知识或技术的方法已变得多元,书本的角色与地位亦不若昔往。本书定位在教科书,即以能提供基础学习为宗旨。本书可作为:

- (1) 专科、职技院校车辆工程专业学生的汽车电子学科目选修或参考用书;
- (2) 高职汽车专业(实施学年学分制)汽车电子学选修用书;
- (3) 实际从事车辆维修的技术人员培训或自修教材。

《现代汽车电子学》得以完成,要感谢许多人的支持与鼓励,感谢张勇富学长、李诗鏗老师、张舜长教授在电子学理论、新技术文献上的协助;感谢叶富禄先生提供实务经验与数据;感谢师大彭信成教授、笛威张珉豪总经理为本书作序;最后感谢16个月来辛勤付出的家人。愿荣耀归神,祝福给读者!

高义军

2001年于台湾花莲

yjiun@pchome.com.tw

1 现代汽车电子学的应用及发展

1-1 概述	3
1-2 发动机动力系统	3
1-3 车身及底盘系统	6
1-4 汽车电子化的未来	9

2 电子与电

2-1 电的历史	15
2-2 汽车电子化的发展史	20
2-3 电子的基本概念	24
2-4 电流与电压	28
2-5 电阻	31
2-6 电容器	37
2-7 电功率	42

3 电磁原理

3-1 磁的基本概念	45
3-2 电与磁的关系	55
3-3 电感	58
3-4 电磁感应	67
3-5 汽车上常见的电磁元件	75

4 基本波形

4-1 直流波与交流波	105
4-2 方波与脉冲	112
4-3 三角波与锯齿波	121
4-4 示波器	123

4-5	汽车上常见的波形	143
5	半导体原理	
5-1	双极结	153
5-2	二极管	163
5-3	双极型晶体管(BJT)	173
5-4	场效应晶体管(FET)	183
6	电子学重要定律和基本电路	
6-1	串联电路与并联电路	195
6-2	欧姆定律	207
6-3	分压电路与分流电路	212
6-4	基尔霍夫定律	229
6-5	戴维宁定理	239
6-6	诺顿定理	250
6-7	惠斯登电桥	253
7	电源电路	
7-1	整流电路	263
7-2	滤波电路	275
7-3	稳压电路	284
7-4	开关电源	294
8	放大电路	
8-1	晶体管偏置电路	308
8-2	基本放大电路	322
9	运算放大器	
9-1	IC 的制造	349
9-2	差动放大器	358
9-3	运算放大器	366
9-4	运算放大器的应用	380

10 车用传感器

10-1 速度传感器	406
10-2 温度传感器	420
10-3 流量传感器	426
10-4 压力传感器	437
10-5 氧传感器	447

11 数字原理

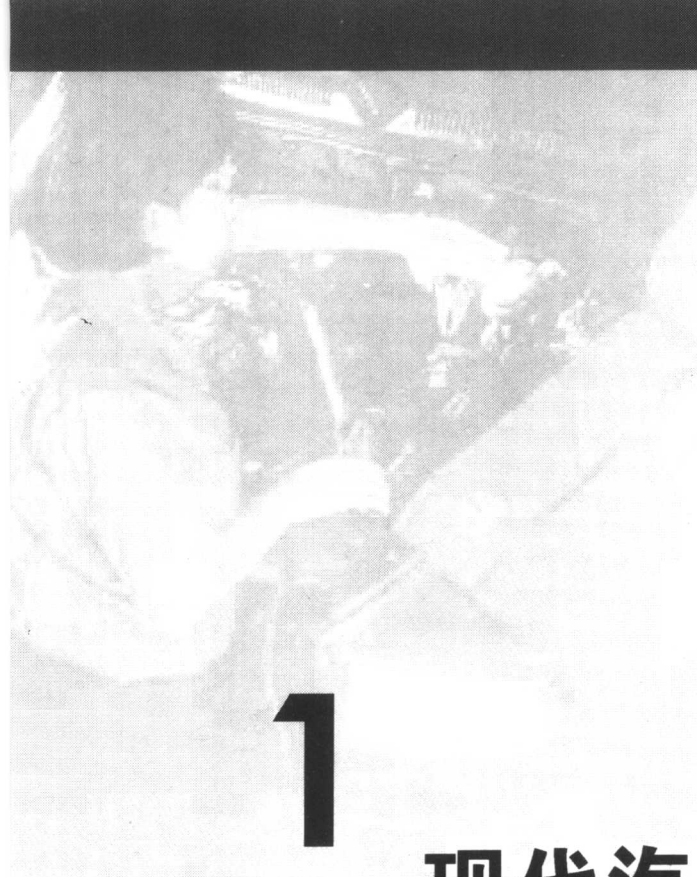
11-1 模拟与数字	471
11-2 二进制数与布尔代数	473
11-3 基本逻辑门	477
11-4 组合逻辑电路	489
11-5 顺序逻辑电路	499
11-6 存储器	509

12 汽车电子控制模块

12-1 概述	526
12-2 输入信号处理器	530
12-3 存储器	535
12-4 微处理器	537
12-5 输出信号处理器	539
12-6 系统自测试	546
12-7 多路信号传输(MUX)系统	551

附 录

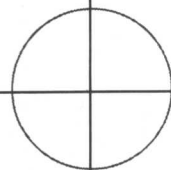
现代汽车电子技术常用符号表	559
参考书目	560
汽车电子技术相关网站	563



1

现代汽车电子学 的应用及发展

- 1-1 概 述
- 1-2 发动机动力系统
- 1-3 车身及底盘系统
- 1-4 汽车电子化的未来



1-1 概述

电是看不见的,然而今天我们却能够如此丰富地享受电所带来的便利。这是因为二百多年来许多在科学和工程学界的前驱在“电子学”的领域研究的结果。

“电”是电子在导体内流动的结果。所谓“电子学”是指研究带电粒子(如电子或空穴)在导体、气体、真空或半导体中流动的科学或技术。早期的电子学实验是在玻璃真空管内所作的电流试验,距今约100年。1947年12月23日,美国贝尔实验室发明了晶体管,电子学研究便进入“固态电子”的时代,其后,半导体理论的突破及电子材料科学的创新、电子零件制造技术的不断改进,使电子学研究逐渐扩展到:音像信号处理、发射与接收、雷达探测、航天卫星工业、自动化控制、微处理器、通信及电脑等领域。

电子学发展的结果,直接影响人类的生活,从历史面来看,其发展方向不外乎三方面:

- (1) 零件、器材的开发与制造;
- (2) 自动控制领域;
- (3) 控制域网络领域。

汽车工业即属于自动控制领域。今天汽车工业的发展普遍以电子控制机构取代使用已久的机械动作元件。对汽车百年来的发展史而言,可以说是极重要的转变。电子控制所具备的特性,如:精确、灵敏、快速、重量轻等,再加上控制域网络(CAN)的观念开始运用于车上,都在说明又一次汽车工业革命已在无声无息中开始了。

现今车辆上采用了许多电子控制系统,诸如发动机电子控制系统(EECS)、恒温控制系统(CCS)、转向与悬挂控制系统(SSS)及防抱死制动系统(ABS)等。这些系统的共同特色就是由电子模块来控制它们的运作。每个系统包含着不同的电子零件,通过这些元件,将各种信号传送到它们所属的中央处理器(单元)。处理器负责编译这些信号并依所需调整出维持最佳运作的输出信号。

1-2 发动机动力系统

1-2-1 发动机电子控制系统

发动机电子控制系统简称EECS,它是整个发动机工作系统中的心脏。包含了:(1)电子控制模块(ECM);(2)传感器;(3)输出装置;(4)线路。

ECM就是一个微电脑。它不断地搜集、计算并处理来自发动机各处不同传感器的输入信号,同时决定出最佳运转的输出结果。这些传感器遍布在发动机室和发动机四周,较常见的如:冷却水温传感器(WT)、歧管绝对压力传感器(MAP)、进气温度传感器(AT)、车速传感器(VSS)及爆震传感器、含氧传感器等。

ECM将处理过的信号送到一些输出装置以便控制:空气燃料混合比、点火正时及发动机

怠速。常见的输出装置有：喷油嘴、点火模块、废气再循环(EGR)及怠速空气旁通阀(IAC)等。

所有发动机电子控制系统(图 1-1)中的零件都只是为了一个目的，那就是：以最低的排放废气来完成最佳的发动机性能表现。

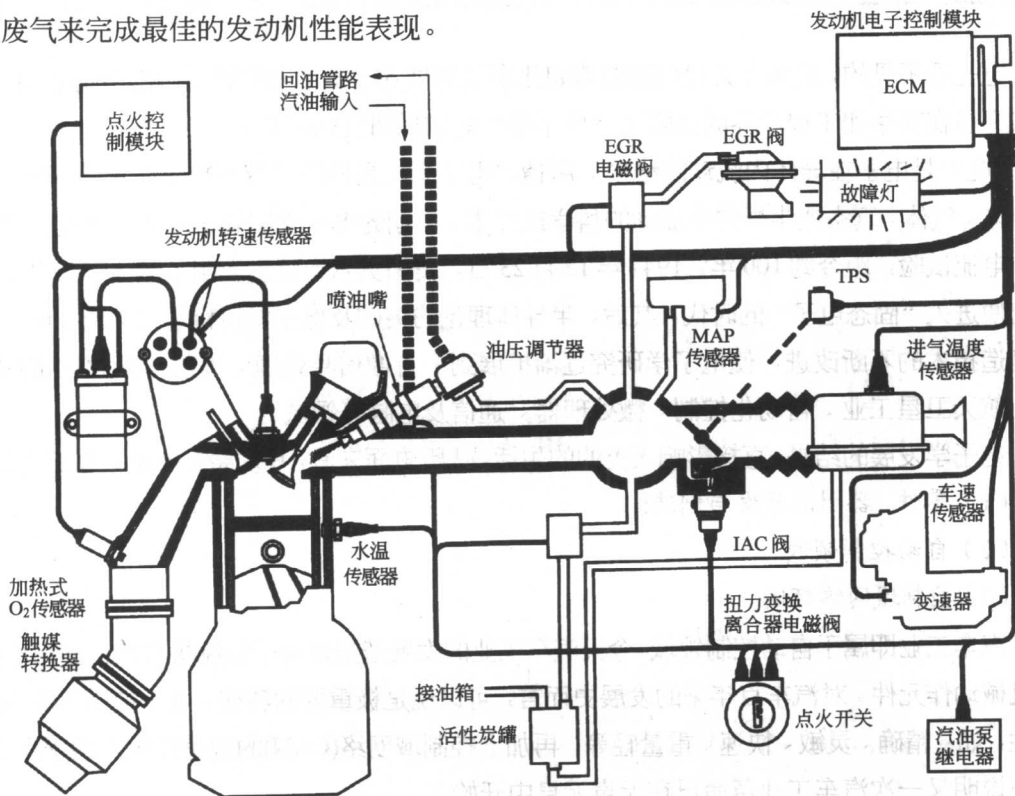


图 1-1 发动机电子控制系统 (摘自：ASE)

1-2-2 电子式车速控制系统

电子式车速控制系统简称 ESCS。ESCS 可以让车子根据驾驶者的需要来设定在某一个固定速率下行驶。整套系统包括有：(1) 电子控制模块(ECM);(2) 车速传感器;(3) 伺服器总成; (4) 电子与真空零件。

在某些车上，ESCS 会和上一节所介绍的 EECS 系统结合成一套控制系统，而另外也有许多车子会将 ESCS 独立出来，有自己的控制电脑。

当你启动了本系统后，ECM 便开始监控车速传感器所送来之频率信号。当车速信号的频率有所变化时，ECM 便作用伺服器总成，使车速维持在固定的速率之下。

1-2-3 恒温控制系统

电子式恒温控制系统简称 CCS。CCS 包含了一个控制模块(ECM)、阳光传感器、车内传感器(in-car sensor)、室温传感器以及发动机温度传感器。

CCS 系统可自动地根据所设定之温度来维持车内最舒适的驾驶环境，并且自动调节各出风口的风量，如：仪表板、地板、挡风玻璃及侧窗等处。当你设定在 Auto 模式并设定好所

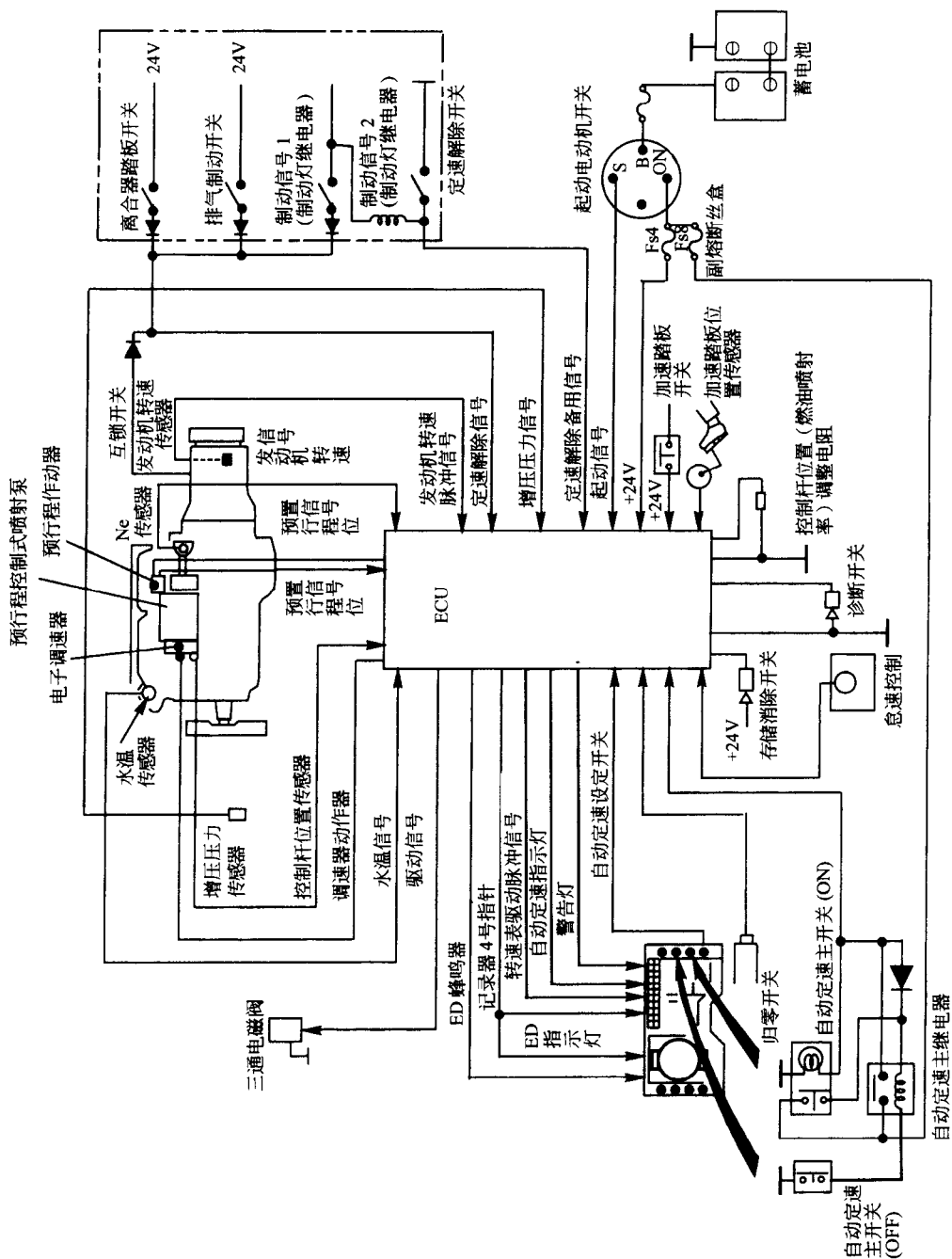


图 1-2 电子控制柴油喷射泵系统 (摘自：三菱汽车训练教材)

需之温度时, 本系统将自动调节空调系统的温度和风量。

1-2-4 电子控制柴油喷射泵系统

本系统中包含一个电子控制单元(ECU)、电子调速器、预行程作动器以及各种传感器和开关。

ECU 以接收各个传感器所传来的信号作基础参数, 再利用 ECU 内部的主程序和存储器中的数据, 来比对当时齿杆的位置, 同时进行必要的运算。最后 ECU 会决定控制齿杆的位置, 以获取最佳的喷射率。图 1-2 所示为日本三菱(FUSO)所采用的预行程控制式电子喷射泵, 其利用 ECU 来控制喷射泵的预行程, 以使燃料输送率保持一定, 有别于传统机械式喷射泵之预行程是固定的。此功能如同正时器的作用一样, 所以实际上不需再安装正时器。

ECU 所接收的信号主要有: 发动机转速、发动机水温、加速踏板位置、正时滑套位置(预行程)及控制齿杆位置、涡轮增压压力等。而 ECU 的输出信号则有: 正时滑套作动器、电子调速器电磁阀及警告灯等。

1-3 车身及底盘系统

1-3-1 电子控制变速器

电子控制变速器简称 ECT, 这是一项相当新的汽车装置, 它结合了电子与机械的技术。在传统的自动变速器中, 自动变速器油(ATF)流经控制阀体是靠机械式的柱塞和弹簧来控制。而在新式的自动变速器中, ATF 流动的方向却是靠在各阀体内的电磁阀所控制的。这些电磁阀可以更精确地掌握变速器的换档时机。

电子控制模块(ECM)负责监控车速、发动机负荷及节气门开启角度, 而控制电磁阀的作动, 也因此可依各种行驶状况决定出最佳档位。

1-3-2 转向与悬挂控制系统

当今有一些车型已配备一种具有车速感应、可变转向比的动力辅助转向系统。在这种系统中包含: (1) 控制模块(ECM); (2) 转向盘速率传感器; (3) 车速传感器; (4) 作动器阀。

ECM 监测位于方向柱上的转向盘传感器和装在变速器上的车速传感器, 以决定车速、方向盘转动率及转角。ECM 依据传感器所传来的信号, 经过计算处理后再输出信号到位于转向齿轮(或转向泵)上的作动器阀, 以便调整流到动力转向齿轮的液压油油量。

在车辆高速行驶时, 只需少量的液压辅助; 然而在车速较低或停车时, 便需要较多的液压辅助了。