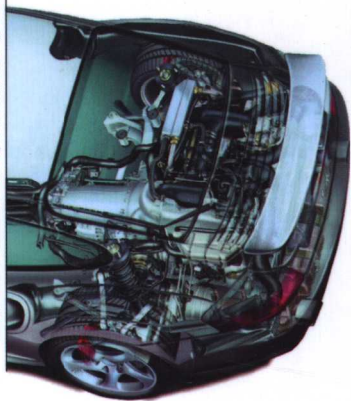
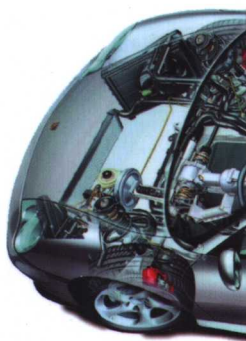


技术工人技能鉴定培训用书

汽车电子技术与维修



陆文昌 主编



化学工业出版社

技术工人技能鉴定培训用书

汽车电子技术与维修

陆文昌 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子技术与维修/陆文昌主编. —北京: 化学工业出版社, 2005. 2

技术工人技能鉴定培训用书

ISBN 7-5025-6486-1

I. 汽… II. 陆… III. ①汽车-电子技术②汽车-
电子系统: 控制系统-车辆修理 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 136121 号

技术工人技能鉴定培训用书

汽车电子技术与维修

陆文昌 主编

责任编辑: 王 斌 陈 丽

责任校对: 顾淑云 周梦华

封面设计: 于剑凝

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 11¼ 字数 299 千字

2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6486-1/TN·17

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

随着对现代汽车性能要求的不断提高和更高要求排放法规的颁布,电子技术研究成果不断被汽车工业所采用。电子控制技术在现代汽车中获得了成功的应用,其中最具代表性的是电控汽油喷射发动机电子系统、电控自动变速器、电动助力转向装置、制动防抱死系统、电子控制悬架装置以及驾驶信息电子系统等,已经成为中高档轿车,甚至一些低档轿车的重要组成部分。现代汽车的突出特点是机电一体化,并且向着智能化、信息化的方向发展。电子控制系统在汽车上的广泛应用,改善和提高了汽车的安全性、舒适性、排放性能、能耗等各项指标。为了帮助汽车使用、维修人员及从事汽车专业的技术人员较详细地掌握现代汽车电子控制系统的结构、原理和使用维修,我们编写了这本书。

本书在编写内容的安排方面,结合目前汽车上已普遍使用或已有大量使用的电子控制系统,注重简单明了地介绍它们的工作原理和维修技术,并适当介绍了一些理论方面的内容。具有实用性、通俗性、理论联系实际的特点。因此,本书较适用于维修技术人员、驾驶员、中专和大专院校教师及工程技术人员使用。

全书共包括五章,由陆文昌主编。第一章、第三章和第四章由陆文昌编写,第二章由李文超编写,第五章和附录由袁鹏平编写。

本书在编写过程中,得到了葛如海教授的关心和支持,在此表示感谢。

由于编者的水平有限,书中可能还存在一些不妥之处,敬请读者和专家批评指正。

编者

2004年9月

内 容 提 要

本书以现代汽车电子控制新技术为中心,从原理和维修的角度详细介绍了现代汽车采用的主要电子控制系统。内容主要包括:汽车发动机电子控制技术、传动系统的电子控制技术、底盘电子控制技术、信息和安全系统的电子控制技术等。结合典型的现代流行车型,说明了故障维修的工艺流程。

全书结构清晰,内容新颖,论述采用图形与文字结合,使读者可以轻松地了解现代汽车电子控制新技术的精髓及维修要领。

本书既适合于汽车制造、修理企业工人、技术人员阅读,同时也可作为大专院校汽车专业学生、教师的教学参考用书。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 汽车电子技术发展简介	1
第二节 汽车采用的主要电子控制系统	3
一、汽车电子控制系统的分类	3
二、发动机电控系统	4
三、传动系控制系统	8
四、底盘电子控制系统	11
五、车身电子控制系统	16
六、娱乐、通信系统	18
第三节 汽车电子控制系统的组成原理	18
一、信号输入装置及输入信号	19
二、电子控制单元的构成及功能	21
三、执行器	23
第四节 汽车电子控制系统的故障诊断与维修	24
一、汽车电子控制系统故障诊断和维修的操作步骤	24
二、汽车电子控制系统维修的主要内容	25
三、汽车电控装置的维修现状和发展	25
第二章 汽车发动机电子控制技术	28
第一节 概述	28
一、发动机电控系统产生的背景及发展过程	28
二、发动机电控系统的组成及种类	29
第二节 汽油机燃油喷射系统简介	30
一、汽油喷射的定义及优点	30
二、电控燃油喷射系统的类型	31
第三节 K 系统和 KE 系统的基本组成和工作原理	36
一、K 系统的组成和工作原理	36
二、KE 系统的基本组成和特点	46

第四节 电子燃油喷射系统 (EFI)	47
一、进气系统	47
二、燃油系统	48
三、控制系统	52
第五节 电子控制点火系统	77
一、电子控制点火系统的种类与特点	77
二、电控点火系统的组成和工作原理	79
三、点火提前角控制	91
第六节 怠速控制系统	93
一、脉冲电磁阀式怠速控制阀	94
二、步进电机式怠速控制阀	95
第七节 排气净化与排放控制系统	98
一、废气再循环系统	99
二、蒸发排放控制系统	102
三、曲轴箱通风 (PCV) 系统	104
四、三元催化装置	105
第八节 进气增压装置	106
第九节 发动机电控系统的故障自诊断系统及维修	108
一、故障自诊断系统原理与故障运行	109
二、故障自诊断系统故障代码的读取	113
第三章 传动系统的电子控制技术	122
第一节 自动变速器的操作手柄和控制开关	122
一、自动变速器的操纵手柄	122
二、自动变速器的控制开关	123
第二节 电子控制自动变速器的结构与原理	124
一、电子控制自动变速器的基本组成	124
二、自动变速器的电子控制系统	125
第三节 液力变矩器的结构与工作原理	133
一、变矩器的组成	133
二、液力变矩器动力传输和扭矩放大原理	134
三、导轮单向离合器的作用	134
四、变矩器的工作特点	136
五、锁止离合器机构	137

第四节 行星齿轮机构	138
一、行星齿轮组	138
二、换挡执行机构	139
三、行星齿轮机构换挡原理	140
第五节 油路液压控制系统	143
一、油路的基本组成原理及要求	143
二、油路中的主要部件	143
第六节 电子控制自动变速器故障检修	152
一、自动变速器故障检修的一般程序	152
二、电子控制自动变速器的检验	153
三、自动变速器的自诊断系统	155
四、自动变速器常见故障分析	159
五、自动变速器电子控制系统的故障诊断与检修	163
第四章 底盘电子控制技术	167
第一节 电子控制转向系统	167
一、液压式电子控制动力转向系统的原理	167
二、电动式电子控制动力转向系统的原理	168
三、电子控制电动助力转向系统的检测与故障诊断	176
第二节 汽车防抱死制动系统 (ABS)	182
一、防抱死制动系统的作用	182
二、防抱死制动系统 (ABS) 的控制原理	184
三、电子控制防抱死制动系统的组成与原理	185
四、ABS 电子控制装置电路	199
五、防抱死制动系统 (ABS) 的使用与检修	200
第三节 电子控制悬架系统	206
一、电子控制半主动悬架系统	206
二、电子控制主动式悬架系统	208
第四节 座椅位置调节系统	226
一、电动座椅的分类和控制原理	226
二、电动座椅的故障维修	228
第五章 信息和安全系统的电子技术	230
第一节 新型仪表指示	230
一、电子显示器件的种类和要求	232

二、汽车电子仪表的显示方法	239
三、常用的电子仪表	242
四、汽车电子组合仪表	256
五、综合信息系统	261
六、组合仪表的诊断与维修	263
第二节 照明与灯光信号电子控制	277
一、照明灯光电子控制	277
二、灯光信号电子控制	284
三、诊断与维修	292
第三节 安全气囊与安全带电子控制	303
一、电子式安全气囊结构与原理	303
二、安全带的电子控制	312
三、电子式安全气囊的维修	313
四、安全带的维护	318
附录 OBD-Ⅱ 计算机诊断系统	319
第一节 OBD-Ⅱ 原理简介	319
第二节 OBD-Ⅱ 应用	325
第三节 OBD-Ⅱ 标准故障码总表	332
参考文献	344

第一章 绪 论

汽车已成为人类生活和现代物质文明不可缺少的一部分，汽车技术是衡量一个国家工业化水平高低的重要标志。自从世界上第一辆汽车诞生至今，汽车产业一直面临着市场竞争、能源短缺、环境污染和安全性、舒适性、方便性等一系列问题与需求的挑战。解决这些问题和满足这些需求，很大程度上取决于先进技术，特别是电子技术在汽车上的应用。从汽车设计、制造、检测至运输管理，以及汽车故障诊断都采用了电子技术。汽车技术与电子技术相结合，形成了汽车电子技术这门新的科学技术。

第一节 汽车电子技术发展简介

汽车最初采用的电子装置应该是收音机。20 世纪 50 年代初，汽车上装有电子管收音机。到了 50 年代中期，随着晶体管的问世，采用晶体管收音机的汽车迅速增加。

20 世纪 60 年代初期，由于开发了硅二极管整流器，发电机的交流化在汽车上迅速推广到全世界。60 年代中期，开始采用晶体管电压调节器和晶体管点火装置。

随着集成电路技术的发展，美国通用汽车公司采用 IC 调节器，也就是集成电路调节器。它是在硅半导体的表面和内部，把电阻、电容和晶体管封在一起，把固体电路积聚在半导体硅切片上制成。这种电路的特点是：结构紧凑，可靠性高、成本低、耗电少、不需冷却、响应敏捷。

这一阶段还有电子闪光器、电子喇叭、间歇刮水装置、数字钟及其他一些代替机械部件的电子装置在汽车上使用。

世界范围内的汽车拥有量不断且迅速增加，给人类生存的环境产生了负面影响。美国、日本、欧洲一些国家相继制定了排放限制

法规。日本政府在 1978 年颁布了被称为是世界上最严厉的《汽车废气排放管理条例》。汽车厂家使用电子技术研发了降低汽车排放污染的电子装置和电控系统。

1974 年，美国通用汽车公司开始装备加大火花塞电极间隙、增强点火能量的 HEI 高能点火系统，并把点火线圈和电子控制电路装在分电器内，使点火系统组成一体。

1976 年，美国克莱斯勒汽车公司首先研制出电子控制点火系统。该系统中使用模拟计算机，根据由空气温度、进气温度、水温、转速和负载等传感器输入的信号，计算出最佳点火时刻。1977 年通用公司开始使用数字式点火时刻控制系统。同年，福特公司将这种发动机的电子控制系统扩展到同时控制废气再循环和二次空气喷射上。

到了 1979 年，德国 BOSCH 公司已将他们早在 1967 年开始研制的 D 型电子控制汽油喷射系统，L 型电子控制喷射系统技术发展到了相当高的程度。

除发动机的电子控制技术外，汽车上的其他部件也在研发电控装置或系统。福特公司在 1970 年开始将电子控制防抱死（防滑）装置装车使用。随后有了电控变速器。

20 世纪 80 年代后，汽车上的电子装置越来越多，如全数字式的仪表装置、电子控制悬架装置、安全气囊装置、电动助力转向装置、电动座椅、通讯娱乐电子装置等。这些电子技术装置的采用，对环保节能、提高汽车运行的安全性、舒适性、操作稳定性和其他综合性能起到了至关重要的作用。汽车的电子控制是从发动机的电子控制开始的。起初采用模拟电路的 ECU（电子控制单元）单独对点火时刻进行控制，随着数字电路和大规模集成电路的出现，用于汽车电控系统的 ECU 相应地采用数字式的微处理器，其速度不断提高，存储容量不断增加。对发动机的控制逐步扩展到控制排气再循环，怠速转速等多个项目的控制，发展成为发动机的集中控制系统，使发动机的动力性、经济性和减少排污性能等指标得到了很大的改善。汽车制造厂商从电子技术在发动机控制中取得的成功经验中，越来越清楚地认识到电子控制技术对改善车辆性能的重要

性，并在汽车上展开全面应用，使电子控制技术几乎渗透到了汽车的各个组成部分，如自动变速系统、电动助力转向系统、制动防抱系统、信息显示系统等。据有关资料介绍，先进车上使用的电子控制装置，其成本有的已高达汽车总成本的 1/4。由于汽车上越来越多的采用这些电子控制装置，因而在提高安全性、操纵性、可靠性、舒适性等方面，都显示出它的优越性。有关资料显示，20 世纪 90 年代发达国家制造的轿车上，大约有 90% 左右已采用微机控制装置。世界上著名的半导体制造公司，如 Motorola、TI、AMD 等也都投入了相当大的力量开发汽车电子控制装置。目前，微机在汽车上的应用发展迅速，且日益普及和完善，可以毫不夸张地说，在发达国家，汽车已进入电子控制时代。

当前我国的汽车电子技术应用主要集中在一些中外合资生产的汽车商，已经采用电子控制装置，如上海桑塔纳、上海通用别克、一汽奥迪、广州本田、海南马自达、韩国现代；另外一些零部件制造厂也开始出资与大专院校合作研究开发电子控制装置。国家对汽车电子技术的开发，引进和应用十分重视，对发展汽车电子产品的指导思想、发展战略、基本任务以及发展重点都提出了明确目标和要求。目前，我国已加入了 WTO，国际汽车行业的竞争必将加快我国在汽车上采用电控技术的进程。国产汽车积极采用电子控制装置的前景是十分可喜的。

第二节 汽车采用的主要电子控制系统

一、汽车电子控制系统的分类

现代汽车中，电子控制系统绝大多数是基于微型计算机的控制系统。大致可分为如下五个方面的内容。

1. 发动机电子控制系统

主要包括电控燃油喷射、电控点火装置、怠速控制（ISC）、排放控制、进气控制、增压控制、警告提示、自我诊断和报警系统、备用控制系统与失效保护。用于实现低油耗、低污染，提高动力性和经济性。

2. 传动系的电子控制系统

包括电控自动变速器和动力总成的综合电子管理系统。主要用于减小动力传动系统的冲击，减轻驾驶的疲劳，提高汽车的动力性和舒适性。

发动机和传动系的电子控制系统是目前高级轿车所具备的基本电子控制系统。

3. 底盘的电子控制系统

主要有电控悬架系统、电控动力转向系统、电控防滑系统（ASR）和电控制动防抱死系统（ABS）。用于提高汽车的舒适性、安全性和动力性等。

4. 车身系统的电子控制（Body Control）

其中主要有安全气囊、安全带、中央防盗门锁、自适应空调、车内噪声控制、座椅控制、自动刮水器、自动车窗和满足多种用电设备需求的电源管理系统等。它们主要用于增强汽车的安全、舒适和方便性。

5. 信息通讯系统（Information & Communication）

主要用于和社会联系以及协调整车各部分的电子控制功能。由大量计算机、传感器与交通管理服务系统连接在一起的综合显示系统，包括驾驶员信息系统、语音信息、导航系统（GPS）、计算机网络系统、状态检测与故障诊断系统等，是未来汽车电子技术发展的主要方向。

汽车电子控制系统的分类情况如图 1-1 所示。

二、发动机电控系统

1. 电控燃油喷射（EFI）

它包括喷油量控制、喷油定时控制、减速断油及限速断油控制、燃油泵控制。

（1）喷油量控制

燃油喷油量是由基本喷油量和修正喷油量两部分构成。ECU 根据发动机转速和节气门开度信号确定基本喷油量（由喷油电磁阀开启时间决定）。根据水温、空气温度等其他有关输入 ECU 的信

号确定喷油修正量。

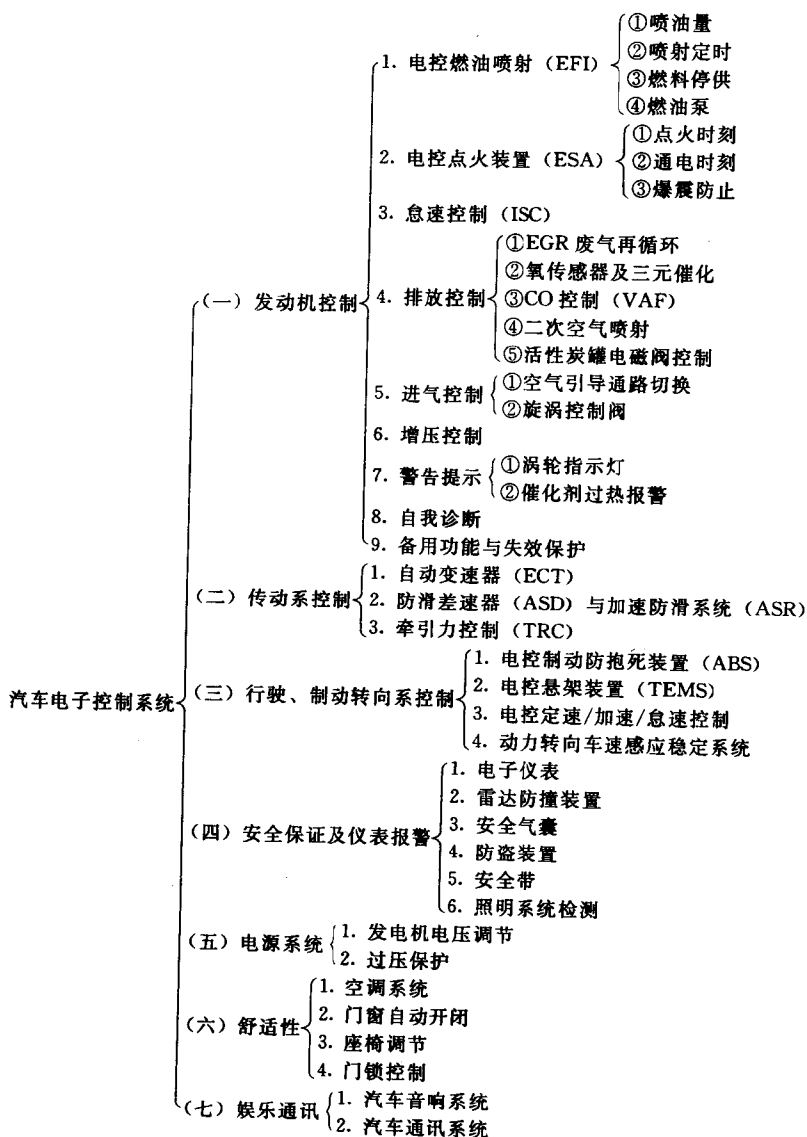


图 1-1 汽车电子控制系统分类

(2) 喷油定时控制

在采用与发动机转动同步顺序独立喷射方式的电控间歇喷射系统中，主控制单元 ECU 能够根据发动机各缸的发火顺序，控制喷射时间在一个最佳时刻。

(3) 限速断油及减速断油控制

当发动机加速时其转速超过安全转速或汽车车速超过设定的最高车速，ECU 能在临界转速时切断燃油喷射控制电路，停止喷油，防止超速。汽车行驶中，驾驶员快收油门踏板时，ECU（电子控制装置）将能切断燃油喷射控制电路，停止喷油，以降低减速时碳氢化合物及 CO 的排放量。

(4) 燃油泵控制

点火开关打开后，ECU 控制汽油泵工作，以建立必需的油压；此时如不启动发动机，ECU 控制汽油泵将停止工作。在发动机启动和运转过程中，ECU 控制汽油泵保持正常运转。

2. 电控点火装置 (ESA)

电控点火装置的控制主要包括点火提前角、通电时间及爆震控制。发动机工作时，主 ECU 根据发动机的转速和负荷（节气门开度）信号，确定基本点火提前角，并根据水温、进气温度等其他有关信号进行修正，最后确定点火提前角，并向电子点火控制器输出点火指示信号，以控制点火系的工作。

主 ECU 可根据蓄电池电压和转速等信号，控制点火线圈初级电路的通电时间。一方面要保证点火线圈初级电路有足够大的断路电流来产生足够高的次级电压；另一方面要防止通电时间过长，因点火线圈过热而损坏。

在爆震控制中，当爆震传感器输出信号传给主 ECU 后，ECU 对信号进行滤波并判断有无爆震。在检测到爆震时，立即把点火时刻变成滞后角，在无爆震时，采用提前角反馈控制形式。

3. 怠速控制 (ISC)

发动机在汽车运转、空调压缩机工作、变速器挂入挡位、发电机负荷加大等不同怠速运转工况下，由 ECU 控制怠速控制阀，使

发动机均能处在最佳怠速转速下运转。

4. 排放控制

① 废气再循环控制 (EGR)。当发动机达到一定温度时, 根据发动机负荷和转速, ECU 控制 EGR 阀动作, 将部分废气引入气缸, 以降低 NO_x 排放量。

② 开环与闭环控制。在装有氧传感器及三元催化器的发动机中, 主 ECU 根据发动机工况及氧传感器反馈的空燃比信号, 确定开环控制与闭环控制方式。

③ 二次空气喷射控制是主 ECU 根据发动机的工作温度, 控制新鲜空气喷入排气歧管或三元催化器中, 以减少排气污染。

④ 活性炭罐排放电磁阀控制为主 ECU 根据发动机工作温度、转速、负荷等信号, 控制活性炭罐排放电磁阀的工作, 以降低蒸发污染。

5. 进气控制

① 动力阀控制是发动机在不同负荷下, 主 ECU 控制真空电磁阀, 以控制动力阀的开闭来改变进气流量, 从而改善发动机的输出扭矩与动力。

② 涡流控制阀。主 ECU 根据发动机负荷和转速信号控制真空电磁阀, 以控制涡流控制阀的开度, 改善发动机大负荷下的充气效率, 提高输出扭矩和动能。

6. 增压控制

主 ECU 根据进气压力传感器检测的进气压力信号去控制释压电磁阀, 以控制排气通路的切换阀, 改变排气通路的走向, 从而控制废气涡轮增压器进入工作或停止工作。

7. 警告提示

主 ECU 控制各种指示和警告装置, 显示有关控制系统的工作状况。当控制系统出现故障时能及时发出警告信号, 如氧传感器失效、催化剂过热、油箱油温过高等。

8. 自我诊断和报警系统

当控制系统出现故障时, 主 ECU 将会点亮仪表板上的“检查

发动机 (CHERENGINE)” 灯，提醒驾驶员注意，发动机已出现故障，并将故障信息存储到 ECU 中，通过一定程序，将故障码及有关信息资料调出，以供检修时使用。

9. 失效保护

当主 ECU 检测到线路或传感器故障时，传感器故障预诊断参考系统会自动按 ECU 预先的程序提供预设定值，以保证发动机仍能运转，但性能将有所下降。

10. 备用控制系统

当主 ECU 发生故障时，则会自动启动备用系统，使发动机转入强制运行状态，以便驾驶员车辆开到维修厂进行修理。

三、传动系控制系统

车辆的变速机构有手动换挡和自动换挡两种方式。手动换挡变速机构是齿轮式有级变速器。它的特点是：结构简单、体积小、制造方便、价格低廉、工作可靠、传动效率高。其缺点是：换挡操作复杂、驾驶员的驾驶技术要求较高。

为了克服传统手动换挡变速器的不足，人们研制出了各种各样的自动变速器，但电控自动变速器 (ECT) 是目前最流行的自动变速器。

1. 自动变速器的特点

自动变速器可以弥补传统机械变速器的某些不足。在汽车上装用自动变速器有如下一些优点。

① 简化操作，对驾驶技术要求降低，提高了行车安全。

② 充分发挥动力传动系统的性能。自动变速器采用了电子控制，能够按汽车行驶需要的最佳动力性或经济性选择最佳的换挡规律运转。

③ 提高汽车通过性。这种汽车在起步时，提供逐渐增加的驱动力，使起步时驱动轮的滑转减少、起步容易且平稳。这种车的稳定车速可以降到很低，当行驶阻力很大时，(如爬坡或在特别困难路面上行驶)，发动机也不至于熄灭，而能使汽车以极低的速度行驶。