

汽车电子控制技术 与故障诊断

CAR ELECTRONIC
CONTROL TECHNOLOGY
AND FAILURE DIAGNOSIS

ZHANGYU HUA
XU SHI MING
张育华 徐士鸣
编著



大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY PRESS

汽车电子控制技术 与故障诊断

张育华 徐士鸣 编著

大连理工大学出版社

(辽)新登字 16 号

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制技术与故障诊断/张育华,徐士鸣编著. —大连:
大连理工大学出版社,1996.6

ISBN 7-5611-1093-6

I. 汽… II. ①张…②徐… III. ①汽车-电子控制②汽车-故障诊断
IV. U461

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 01514 号

汽车电子控制技术与故障诊断

张育华 徐士鸣 编著

* * *

大连理工大学出版社出版发行

(大连市凌水河 邮政编码 116024)

大连海事大学印刷厂印刷

* * *

开本: 850×1168 1/32 印张: 9 字数: 216 千字

插页: 4

1996 年 6 月第 1 版 1996 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—5000 册

* * *

责任编辑: 韩 露 责任校对: 钱 明

装帧设计: 孙宝福

* * *

ISBN 7-5611-1093-6

U · 24

定价: 19.50 元

前 言

汽车电子控制技术作为新技术革命的产物，已获得从汽车制造厂家到用户的广泛认同。一辆装备有 30 多个微型电脑的高级轿车，使其动力性、经济性、舒适性、安全性都达到了无与伦比的境地，并正朝着零污染迈进。汽车电子控制技术已不是汽车电子技术的简单加成，而是融为一体的专门技术，是一项新兴的工业产业。据预测，到本世纪末，汽车电子产品产值将达到 800 亿美元，平均占汽车总成本的 30%~35%。

在国内，汽车电子控制技术的工业应用几乎还处于空白状态，但要与国际经济接轨，如果再不加速推进汽车电子产品的应用速度，其后果将是不言而喻的。正因为如此，国内人士对有关汽车电子技术的知识还知之较少。另一方面，大量装备有各种电子产品的汽车进入国内市场，使维修保养行业也始料未及。相当多的维修企业，面对复杂的汽车电子控制系统而束手无策。因此，普及汽车电子控制技术知识显得格外重要。我们编写本书的目的就是要向汽车电子控制系统的设计者、制造者、使用者、维修者介绍这一专门知识，为迎接我国汽车电子产业春天的到来尽微薄之力。

编著者

1995 年 11 月

目 录

第一章 汽车电子控制技术概论	1
1.1 汽车电子控制技术的发展历史	3
1.2 汽车电子控制技术的现状	7
1.2.1 动力牵引系统控制	7
1.2.2 车辆行驶姿态控制	10
1.2.3 车身(车辆内部系统)控制	13
1.2.4 信息通讯	14
1.3 汽车电子控制技术的展望	15
第二章 汽车动力牵引系统控制	19
2.1 发动机电子控制原理	21
2.1.1 发动机采用电子控制的目的	21
2.1.2 发动机电子控制的实现	23
2.1.3 发动机控制方式	24
2.2 汽油机控制	25
2.2.1 电子燃油喷射控制	26
2.2.2 发动机电子点火过程	43
2.2.3 发动机爆燃控制	48
2.2.4 发动机怠速控制	52
2.2.5 废气再循环(EGR)控制过程	55

2.2.6 二次空气控制	58
2.3 单点喷射电子控制系统	61
2.4 柴油机控制	63
2.4.1 柴油机电子控制系统功能	63
2.4.2 柴油机控制系统的执行机构	66
2.5 变速控制	68
2.5.1 自动变速控制	68
2.5.2 无级变速器(CVT)	74
2.6 电子节气门控制	75
第三章 车辆行驶姿态控制	77
3.1 悬挂系统控制	79
3.1.1 减震器阻尼力控制	80
3.1.2 减震弹簧的弹性系数控制	88
3.1.3 电子车身高度控制	93
3.1.4 其它减震器阻尼力控制	95
3.2 车辆行驶控制(巡航控制)	97
3.2.1 车辆行驶控制系统的构成	98
3.2.2 车辆行驶控制的执行器	99
3.2.3 车辆行驶控制系统的电子控制单元	100
3.3 汽车转向控制	102
3.3.1 汽车动力转向控制系统概述	103
3.3.2 转向力电子控制单元	104
3.4 防锁死刹车系统(ABS)控制	106
3.4.1 ABS 控制系统概述	108
3.4.2 车轮转速传感器	108
3.4.3 ABS 控制系统的执行器	109

3.4.4	ABS 系统的电子控制单元	112
3.5	防滑控制	116
3.5.1	防滑控制系统概述	116
3.5.2	车轮转速传感器	117
3.5.3	节气门位置传感器	117
3.5.4	节气门位置执行器	118
3.5.5	防滑控制系统的刹车执行器	119
3.5.6	防滑控制系统的电子控制单元	120
3.6	四轮转向控制	123
3.6.1	四轮转向控制系统概述	124
3.6.2	四轮转向系统的车速传感器	125
3.6.3	转向角度比例传感器	125
3.6.4	四轮转向控制系统执行器	126
3.6.5	四轮转向系统的电子控制单元	127
第四章	车辆内部系统控制	129
4.1	空调器控制	131
4.1.1	汽车空调器控制系统	131
4.1.2	空调控制系统中的温度传感器	133
4.1.3	太阳辐射强度传感器	134
4.1.4	汽车空调系统电子控制单元	135
4.2	数字化仪表	138
4.2.1	汽车数字化仪表系统概述	139
4.2.2	显示装置	141
4.2.3	车速表	143
4.2.4	里程表	144
4.2.5	发动机转速表	146

4.2.6	油量表	147
4.2.7	电子模拟仪表	148
4.3	刮雨(雪)器控制	149
4.3.1	刮雨(雪)器间断性动作控制	150
4.3.2	与汽车挡风玻璃清洗器联合动作控制 ...	150
4.4	汽车各种灯光控制	152
4.5	汽车门锁控制	154
4.6	角声纳系统	156
4.6.1	角声纳概念及其检测系统功能	156
4.6.2	超声波传感器	158
4.7	信号线多路传送网络	159
4.7.1	系统概述及其功能	159
4.7.2	光导纤维	163
4.8	救生空气袋控制系统	164
4.9	遥控车门门锁控制	166
4.10	汽车防盗系统	166
第五章	汽车信息传递系统	169
5.1	多路信息传递系统	171
5.1.1	多路信息传递系统概述及其功能	171
5.1.2	显示器	175
5.1.3	触摸开关	177
5.1.4	通讯系统	180
5.2	汽车导航系统	182
5.2.1	汽车导航系统概述及其功能	182
5.2.2	方向传感器	182
5.2.3	车位估算器	187

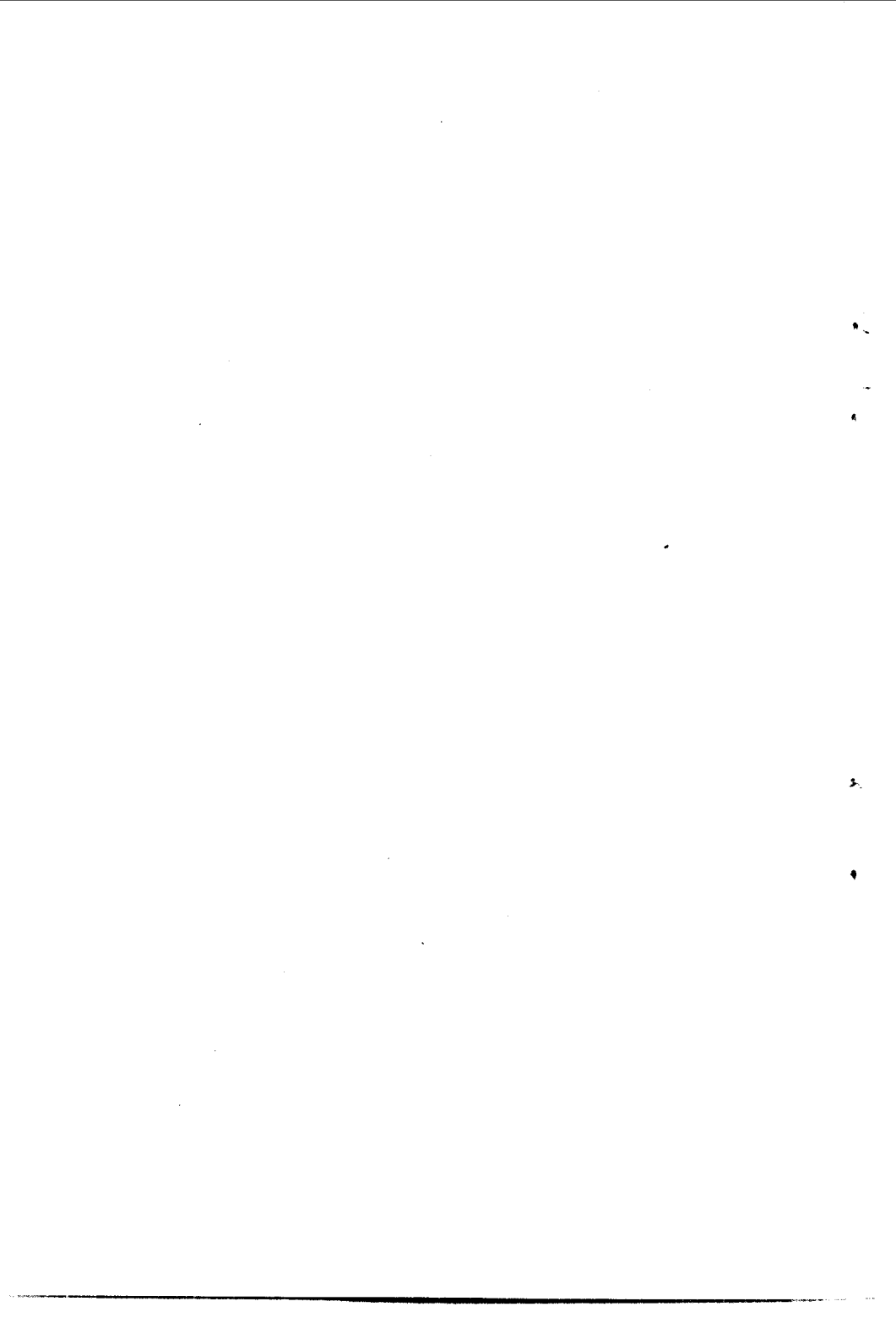
5.2.4	地图适配器	189
5.2.5	全球定位系统(GPS)	191
5.2.6	行车路线指引	193
5.2.7	只读光盘(CD-ROM)	194
5.2.8	车辆导航系统的发展方向	195
5.3	蜂窝式移动电话	197
5.3.1	无线电系统	197
5.3.2	蜂窝式移动电话的连通控制	200
5.3.3	其它类型的蜂窝式移动电话	204
5.3.4	蜂窝式移动电话的发展方向	206
第六章	汽车电子控制单元	209
6.1	汽车电子控制单元的部件	211
6.1.1	集成电路(IC)	211
6.1.2	微型计算机(微电脑)	216
6.2	汽车电子控制单元的功能	223
6.2.1	输入处理电路	223
6.2.2	微电脑数据处理	226
6.2.3	输出信号处理电路	228
6.2.4	功率电路	229
6.3	汽车电子控制单元电路装配技术	229
6.3.1	面式装配技术(SMT)	229
6.3.2	面式安装的元件	230
6.4	电子控制单元的评价方法	231
6.4.1	汽车电子控制单元的使用环境	231
6.4.2	电子控制单元板片的检验	233
6.4.3	汽车电子控制单元的试验	238

第七章 汽车电子控制系统故障诊断	241
7.1 发动机电子控制系统的故障诊断	243
7.2 防锁死刹车系统(ABS)故障分析	254
7.3 救生空气袋系统故障处理	256
第八章 汽车电子控制技术展望	257
8.1 汽车电子控制技术展望	260
8.1.1 环境保护和节能	260
8.1.2 安全性	264
8.1.3 社会系统链	264
8.2 汽车电子控制技术发展方向	265
附录 汽车电子控制技术发展进程	271

第一章

汽车 电子 控制 技术 概论





1.1 汽车电子控制技术的发展历史

在图 1.1 所示的世界上第一辆汽车中,所谓的“电气系统”仅仅是由卡尔·本茨(Karl Benz)设计的由点火线圈和蓄电池所组成的点火装置。在随后生产的汽车中又增设了前灯和发动机起动电机这类的电器设备。汽车电子技术的第一次出现是本世纪 30 年代早期安装在轿车内的真空电子管收音机。由于电子管收音机有不抗震、体积大、耗电多等弊病,成为在汽车上推广应用的主要障碍,但是在汽车中安装收音机的设想始终没有消失。1948 年晶体管的发明及 1958 年第一块集成电路(IC)的出现才真正开创了汽车电子技术的新纪元。

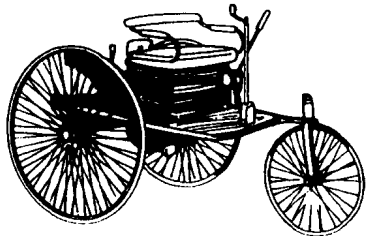


图 1.1 世界上第一辆汽车(奔驰)

1955 年晶体管收音机问世后,采用晶体管收音机的汽车迅速增加,并作为标准部件安装在德国大众汽车上。从 60 年代起,轿车中开始使用半导体元器件。在汽车中首先使用的半导体元件是硅二极管,作为功率晶体管来替代原有的像电压调节器之类的电磁接触器等元器件。功率晶体管元件的应用极大地改善了汽车的性能和可靠性。60 年代是汽车电子化的活跃时代。

标志着汽车电子控制技术真正发展的是在 1967 年首次将集成电路元件应用到汽车中,其结果是电子技术与汽车发动机电气系统相结合,开发出如车用发电机集成电路调压器、集成电路点

火器等汽车电子产品。在同一年代,美国的克莱斯勒公司在其生产的汽车中配置电子控制的点火装置,而德国的波许(Bosch)公司则开发出电子控制的燃油喷射装置(见图 1.2)。1975 年日本汽车也装上了这种装置,可以说是当今汽车电子燃油喷射控制的雏型。

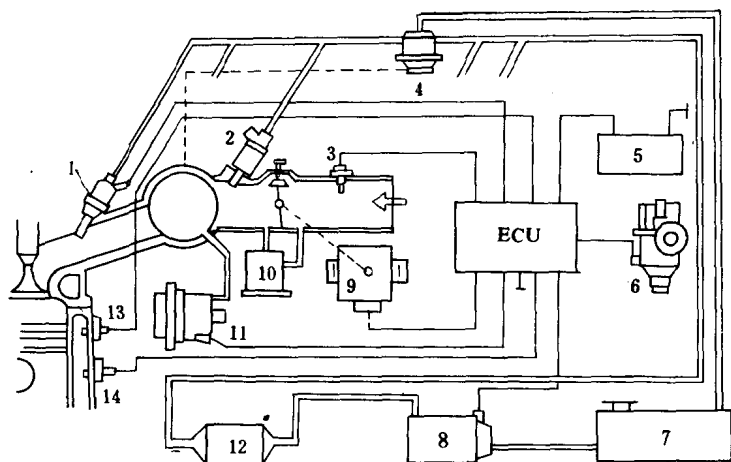


图 1.2 Bosch 公司开发的 L 型电子燃油喷射控制系统结构

- 1—喷油器；2—冷启动喷油器；3—进气温度传感器；4—调节器；5—蓄电池；
6—分电器；7—油箱；8—汽油泵；9—节气门控制器；10—怠速控制执行器；
11—进气压力传感器；12—燃油滤清器；13—冷启动时间开关；14—水温传感器

大约在同一时期,电子技术有了长足的进展,导致一系列利用模拟电路的汽车电子产品的研制与开发。如发动机喷油系统控制,车辆行驶控制,防锁死刹车系统(ABS)和变速控制系统均已成功地应用于实际。由于当时集成电路元器件的价格昂贵,对汽车用户而言,采用电子控制技术所能得到的收益并不很大,从而使所得开发的这些控制系统不能广泛地在汽车中得到应用。

到了 70 年代,在美国通过了三个重要的法律条文促使电子产

品在汽车中得到广泛的应用。这些法律条文中的第一个文件就是轿车司乘人员的人身安全保护条文。根据这一法律条文,相应设计出一种汽车控制系统,即在发动机起动前必须系紧安全带,否则发动机就不能起动。这一控制系统在发动机的点火开关处于切断状态时,也要求控制电路始终处于通电检测状态。为了节省使用汽车蓄电池中的电能,如何减少控制电路中的耗电量是研制该控制系统的关键所在。解决这一关键问题的理想手段就是采用具有低功耗的 C-MOS(互补型金属氧化物半导体)逻辑集成电路。

1971 年,微型计算机(即微电脑)首先用于发动机点火系统的正时控制中(美国通用汽车公司的 MISAR 车)。微电脑在汽车电子控制技术中的出现使得对汽车的高精度控制得以实现,而对汽车的高精度控制反过来又促进汽车发动机工作性能的提高。

促使微电脑在汽车控制系统中广为应用的另一个主要因素是一系列汽车尾气排放法规的制定及能源危机后油料价格的上涨。汽车尾气排放法规是 70 年代末和 80 年代初各工业发达国家相继制定的。汽车尾气排放的净化涉及到燃油经济性和发动机工作性能。所需要解决的问题是如何既要满足新的对汽车尾气排放的要求,又要满足用户对汽车油耗和发动机工作性能的要求。要在这两方面同时取得成功,不仅要汽车发动机本身的结构设计进行改进,而且还需对进入发动机气缸内的油气混合比进行精确的控制。此外还需对发动机点火时间进行最优控制,发动机处于怠速运转时进行怠速运转控制,以及其它相应的精密控制。在发动机控制系统中引入微电脑系统后,已证明对解决看起来似乎矛盾的汽车尾气净化与降低发动机油耗的要求特别有效。目前在汽车电子控制系统中,采用微电脑进行控制的系统的应用已与日俱增。

80 年代是高科技迅速发展的年代,随之而来的是消费者对汽车多种多样的需求,这就要求汽车生产厂家生产出一种能提高汽车总体价值并能满足用户各种要求的高档汽车。目前世界上各大

汽车制造厂商竞相研制新一代由微电脑控制的各种车用电子产品，并迅速地将已开发出的电子产品运用于汽车中，使汽车的档次得以提高，以满足各用户对汽车的要求。如图 1.3 所示的仪表板上的各种电子显示仪表，发动机控制系统，悬挂系统控制，微电脑控制的车用空调器，具有电子调频的收音机和具有 CRT(阴极射线管)的多路信息显示系统等，仅仅是这些新产品中的一部分。

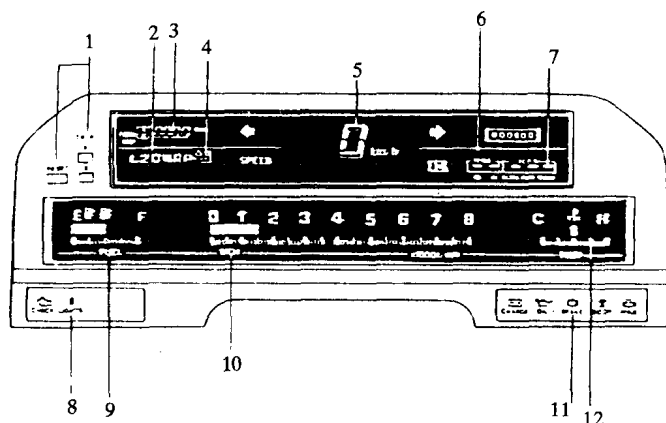


图 1.3 电子数字显示仪表板(丰田)

- 1—里程表控制开关；2—变速档位置指示；3—里程表；4—限速指示；
5—车速表；6—TEMS 运行指示；7—ECT-S 模式指示；8—警示灯；
9—油量表；10—车速表；11—警示灯；12—冷却水温表

由于 80 年代以后，汽车电子产品的研制与开发的竞争十分激烈。采用电子技术有利于汽车性能的提高和各种功能的完备，并避免汽车重量的增加。所以新的汽车电子产品不断推出，其中有代表性的体现在以下几个方面。

(1) 辅助驾驶装置

包括车速自动控制，变速器自动控制，动力转向控制等。

(2) 信号装置

包括数字显示仪表,故障诊断系统,各种报警装置及各种监视器等。

(3) 安全装置

包括防滑装置,汽车高速感应门锁,防撞空气袋,防锁死制动系统(ABS)等。

(4) 舒适、方便装置

包括自动空调系统,自动车窗和座椅调节系统,立体声音响,导航系统,汽车电话等。

本书的附录中列出了按年代顺序排列的汽车电子产品发展历程。

1.2 汽车电子控制技术的现状

随着像微电脑这类电子产品的不断更新,极大地促进了汽车电子控制技术的发展。这些电子产品的可靠性不断提高,制造成本不断降低,用于汽车的电子产品尺寸不断减小。到了90年代初,人们终于感受到现代电子技术广泛地应用于汽车发动机控制及其它部分的控制所带来显著的经济效益和社会效益。当前的汽车电子控制技术可分为四大类(见图1.4),即动力牵引系统控制,车辆行驶姿态控制,车身(车辆内部)控制和信息传送。本章简要地介绍这四大类控制系统,并介绍当前汽车电子控制技术所处的状态。

1.2.1 动力牵引系统控制

所谓动力牵引系统是用来产生驱动汽车的原动力,并把这一动力转换成可直接驱动车轮的扭矩。动力牵引系统控制包括发动机控制和传输系统控制。发动机控制系统一般分为燃油喷射控制、点火时间控制、怠速运转控制、发动机爆燃控制和其它相应的控制。对于汽油机的电子控制系统具有诸如燃油喷射控制、点火时间控制、怠速运转控制和故障诊断等功能。通过这些功能的执行