

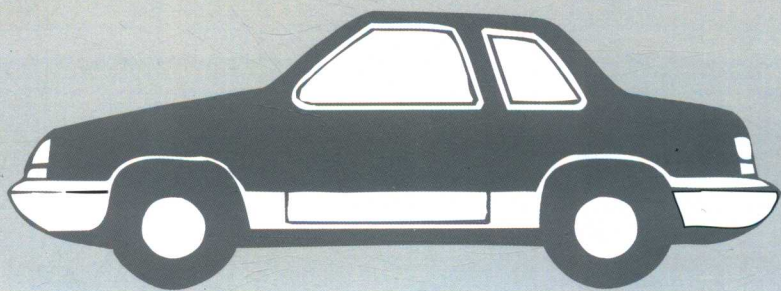


普通高等教育“十三五”规划教材

普通高等院校汽车工程类规划教材

# 汽车电子控制基础 (第2版)

主 编 鲁植雄  
副主编 邓晓亭 许 凌  
主 审 陈 南



清华大学出版社

普通高等院校汽车工程类规划教材



# 汽车电子控制基础

## (第2版)

主 编 鲁植雄

副主编 邓晓亭 许 凌

清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书以电子学、控制理论中的基本原理为出发点,综合讲述了汽车电子学方面的基础知识,主要包括汽车电子电路基础、汽车传感器、汽车电子控制单元、汽车执行器、控制理论在汽车上的应用、汽车网络系统等知识。

本书适合车辆工程、汽车服务工程、交通运输等专业的学生使用,也可供汽车爱好者学习参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制基础/鲁植雄主编. —2版. —北京:清华大学出版社,2017

(普通高等院校汽车工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-47413-5

I. ①汽… II. ①鲁… III. ①汽车—电子控制—高等学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 127104 号

责任编辑:许 龙

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.25 字 数:466千字

版 次:2011年4月第1版 2017年7月第2版 印 次:2017年7月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00元

产品编号:071698-01

# 前 言

汽车行业是一个高速发展的行业,尤其是电子控制技术发展迅速,与日俱增。自从2011年出版了《汽车电子控制基础》以后,许多汽车新型电子装置与设备又诞生了,而且得到广泛应用。为了适应汽车技术水平,跟踪该领域的发展动向,原教材急需改版。在教学上,经过多轮实验教学的应用,许多同仁和学生对本书提出了中恳的建议,编者通过精品课程的教学实践与改革,对本教材的内容也有了一些新的认识和看法。因此,为了适应汽车行业的电子控制技术发展和汽车专业人才培养要求,满足高等学校对《汽车电子控制基础》课程改革要求,现推出第2版。第2版主要修订内容如下:

- (1) 修改了第1版中的文字和图形错误。
- (2) 增加了新型汽车传感器、执行器。
- (3) 删减了部分内容。
- (4) 制作了与本书配套的电子课件。

各高等院校汽车类相关专业一般都开设了“汽车电子控制技术”专业课,但此课程涉及电子控制基本原理较少,学生学习时感到困难,不易理解。《汽车电子控制基础》教材可视为《汽车电子控制技术》的姊妹篇。本书的编写思想是以电子学、控制理论中的基本原理为出发点,综合讲述汽车电子控制方面的基础知识,主要包括汽车电子电路基础、汽车传感器、汽车电子控制单元、汽车执行器、控制理论在汽车上的应用、汽车网络系统等知识。

本书由南京农业大学鲁植雄任主编,南京农业大学邓晓亭和南京工业大学浦江学院许凌任副主编。其中,第2章和第4章由许凌编写,第6章和第7章由邓晓亭编写,其余由鲁植雄负责编写。参加本书编写、校对和文字整理工作的还有张大成、邱威、顾宝兴、王海青、韩英、李和、鲁杨等。全书由东南大学陈南教授主审。

本书是在江苏省汽车工程学会的支持和关怀下完成的,在此表示最诚挚的谢意。

本书在编写过程中,参阅了大量相关图书和文献资料,在此向有关文章的作者表示衷心的感谢。

为了方便教师授课,编者提供本书的多媒体课件、教学大纲等教学资料,有需要的读者可致信于编者邮箱: [luzx@njau.edu.cn](mailto:luzx@njau.edu.cn) 索取。

由于编者水平有限,书中难免有错误和疏漏之处,恳请广大读者批评斧正,并请致信于编者邮箱,编者将认真对待,加以完善。

编 者

2017年4月

# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 电子学与微电子学	1
1.2 电子与微电子技术在汽车上的应用与发展	3
1.2.1 汽车电子与电子技术的主要发展历程	3
1.2.2 汽车电子技术的发展过程	7
1.2.3 微电子技术在汽车上的应用	8
1.3 汽车电子控制系统的组成与工作过程	18
1.3.1 汽车电子控制系统的组成	18
1.3.2 汽车电子控制系统的工作过程	19
1.3.3 汽车电子控制系统的特征	19
1.4 本课程的主要内容	20
思考与练习	21
第 2 章 汽车电子电路基础	22
2.1 半导体	22
2.1.1 半导体的性质	22
2.1.2 半导体二极管	25
2.1.3 半导体晶体三极管	32
2.2 集成运算放大器	42
2.2.1 集成运算放大器的电路组成与符号	42
2.2.2 集成运算放大器的线性应用电路	43
2.2.3 集成运算放大器的非线性应用电路	46
2.3 数字电路	51
2.3.1 二进制	51
2.3.2 常用逻辑门电路	52
2.3.3 触发电路	60
思考与练习	62
第 3 章 汽车传感器	64
3.1 汽车传感器的类型与要求	64
3.1.1 传感器的基本功能	64
3.1.2 汽车传感器的分类	64

3.1.3	汽车传感器的性能要求	66
3.1.4	汽车传感器的选用原则	67
3.1.5	汽车传感器的发展趋势	68
3.2	汽车温度传感器	68
3.2.1	温度传感器在汽车上的应用	68
3.2.2	热敏电阻式温度传感器	71
3.2.3	热电偶式温度传感器	77
3.2.4	热电开关	80
3.3	汽车压力传感器	82
3.3.1	压力传感器在汽车上的应用	82
3.3.2	电阻应变式压力传感器	84
3.3.3	压电式压力传感器	90
3.3.4	电位器式机油压力传感器	96
3.4	转速传感器	96
3.4.1	磁感应式转速传感器的测速原理	97
3.4.2	霍尔式转速传感器	100
3.4.3	光电式转速传感器	103
3.4.4	磁阻式车速传感器	108
3.4.5	多普勒雷达式车速传感器	110
3.4.6	横摆角速度传感器	111
3.5	位置传感器	112
3.5.1	电位器式位置传感器	113
3.5.2	磁感应式位置传感器	117
3.5.3	光电式位置传感器	118
3.5.4	霍尔式位置传感器	120
3.5.5	静电容量式液面高度传感器	122
3.5.6	热敏电阻式液位传感器	123
3.5.7	浮子笛簧开关式液位传感器	124
3.5.8	电极式液位传感器	126
3.5.9	超声波距离传感器	127
3.6	流量传感器	130
3.6.1	体积流量与质量流量	130
3.6.2	空气流量传感器	131
3.6.3	液体流量传感器	142
3.7	加速度传感器	143
3.7.1	惯性式加速度传感器	143
3.7.2	压电加速度传感器	145
3.7.3	霍尔式加速度传感器	147
3.7.4	电容式加速度传感器	148

3.7.5	半导体应变片式加速度传感器	149
3.7.6	磁应变式爆燃传感器	150
3.7.7	差动变压式减速度传感器	150
3.7.8	光电式减速度传感器	151
3.8	气体浓度传感器	152
3.8.1	氧传感器	152
3.8.2	NO <sub>x</sub> 传感器	158
3.8.3	烟尘浓度传感器	159
3.8.4	柴油机烟度传感器	160
3.9	转矩传感器	162
3.9.1	磁性式转矩传感器	162
3.9.2	光电式转矩传感器	163
	思考与练习	163
<b>第4章</b>	<b>汽车电子控制单元</b>	<b>164</b>
4.1	汽车 ECU 的功用与组成	164
4.1.1	汽车 ECU 的功用	164
4.1.2	汽车 ECU 的特点与要求	164
4.1.3	汽车 ECU 的种类	165
4.1.4	汽车 ECU 的组成	165
4.2	汽车 ECU 的输入接口	167
4.2.1	汽车 ECU 输入接口的作用	167
4.2.2	模拟信号的输入与处理	167
4.2.3	数字信号的输入与处理	175
4.2.4	开关信号的输入与处理	178
4.3	汽车 ECU 的单片机	180
4.3.1	单片机的定义	180
4.3.2	单片机的发展	181
4.3.3	单片机的内部结构	182
4.3.4	单片机的外部结构	186
4.3.5	单片机的发展趋势	187
4.4	汽车 ECU 的输出接口	188
4.4.1	汽车 ECU 输出接口的功用	188
4.4.2	汽车 ECU 输出信号的驱动	189
4.4.3	数字量/模拟量转换	192
4.5	汽车 ECU 失效保护	195
	思考与练习	197

<b>第5章 汽车执行器</b> .....	198
5.1 执行器的功用与类型 .....	198
5.1.1 执行器的功用.....	198
5.1.2 执行器的类型.....	198
5.2 直流电机 .....	199
5.2.1 直流电机的构造.....	199
5.2.2 直流电机的工作原理.....	200
5.2.3 直流电机的励磁方式.....	202
5.2.4 直流电机的驱动方式.....	203
5.2.5 直流电机的调速控制.....	204
5.2.6 直流电机在汽车中的应用.....	204
5.3 步进电机 .....	209
5.3.1 步进电机的作用.....	209
5.3.2 步进电机的基本结构和原理.....	210
5.3.3 反应式步进电机.....	211
5.3.4 永磁式步进电机.....	213
5.3.5 步进电机在汽车上的应用.....	214
5.4 电磁阀 .....	217
5.4.1 电磁阀的分类.....	218
5.4.2 开关型电磁阀.....	218
5.4.3 占空比型电磁阀的结构.....	218
5.5 继电器 .....	223
5.5.1 继电器的类型.....	223
5.5.2 继电器在汽车上的典型应用.....	226
5.6 液压与气动执行器 .....	229
5.6.1 液压式执行器.....	229
5.6.2 气动式执行器.....	232
思考与练习.....	235
<b>第6章 控制理论在汽车上的应用</b> .....	236
6.1 PID控制 .....	236
6.1.1 PID的控制原理.....	236
6.1.2 数字PID控制算法 .....	238
6.1.3 PID控制器参数的整定.....	241
6.1.4 PID在自动空调控制中的应用.....	243
6.2 自适应控制 .....	245
6.2.1 前馈自适应控制.....	245
6.2.2 反馈自适应控制.....	245
6.2.3 自适应控制系统在汽车控制系统中的应用.....	246



6.3 模糊控制 .....	248
6.3.1 模糊控制的基本原理 .....	248
6.3.2 模糊控制系统的组成 .....	248
6.3.3 模糊控制的工作过程 .....	249
6.3.4 模糊控制在汽车控制系统中的应用 .....	251
6.4 其他控制 .....	254
思考与练习 .....	257
<b>第7章 汽车网络系统</b> .....	<b>258</b>
7.1 汽车网络的类型与传输原理 .....	258
7.1.1 汽车网络的特点 .....	258
7.1.2 汽车网络的类型 .....	258
7.1.3 多路传输基本原理 .....	262
7.1.4 汽车网络的设计要求 .....	265
7.2 汽车网络系统组成 .....	265
7.2.1 模块 .....	265
7.2.2 传输介质 .....	270
7.2.3 数据传递终端和网关 .....	272
7.2.4 通信协议 .....	272
7.3 汽车网络多路传输数据编码技术 .....	275
7.3.1 汽车网络多路传输数据编码技术的类型 .....	275
7.3.2 脉宽调节(PWM)编码技术 .....	276
7.3.3 曼彻斯特编码技术 .....	279
7.4 控制器局域网 .....	282
7.4.1 CAN 的基本特点 .....	282
7.4.2 CAN 协议的网络结构 .....	282
7.4.3 CAN 协议的信息帧 .....	287
7.4.4 CAN 协议的数据传递过程 .....	291
7.4.5 CAN 协议的差动传递防干扰技术 .....	293
7.4.6 CAN 协议的数据报告优先权 .....	294
思考与练习 .....	295
<b>参考文献</b> .....	<b>297</b>

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 电子学与微电子学

电子学(electronics)是一门以应用为主要目的的科学和技术,它主要研究电子的特性和行为以及电子器件。电子技术则是应用电子学的原理设计和制造电路、电子器件来解决实际问题的科学。电子学涉及很多的科学门类,包括物理、化学、数学、材料科学等。电子学是以电子运动和电磁波及其相互作用的研究和利用为核心而发展起来的,它作为新的信息作业手段获得了蓬勃发展。

### 1. 电子学的发展

电子学诞生迄今只有 100 年左右的历史,它是在早期的电磁学和电工学的基础上发展起来的。

在电子学诞生之前,人类对于电磁现象的研究已相当深入。一系列物理定律已经确立,如正磁定律、安培定律、欧姆定律、楞次定律、法拉第电磁感应定律等。英国人 J. C. 麦克斯韦集以往电磁学研究之大成,建立了电磁学的完整理论——麦克斯韦方程,并从理论上预言了电磁波的存在。与此同时,人们对电磁学的利用也达到了一定的水平,有线电报和有线电话已相继发明,并且有了横贯美洲大陆的电报、电话线路和横跨大西洋的海底电缆。同时美国人 T. A. 爱迪生发明了白炽灯。所有这些,都为电子学的诞生准备了充足的条件。

标志着电子学诞生的两个重大的历史事件是爱迪生效应的发现和关于电磁波存在的验证实验。1883 年,爱迪生在致力于延长碳丝白炽灯的寿命时,意外地发现了在灯丝与加有正电压的电极间有电流流过,电极为负时则无电流,这就是爱迪生效应。这一发现导致了后来电子管的发明。

1887 年,德国人 H. R. 赫兹进行了一项实验,他用火花隙激励一个环状天线,用另一个带缝隙的环状天线接收,证实了麦克斯韦关于电磁波存在的预言,这一重要的实验导致了后来无线电报的发明。

电子学在发展过程中取得了许多有重大意义的成就,如:无线电报、电子管、广播与电视、雷达、电子计算机、晶体管、集成电路、卫星通信、光频等。

### 2. 电子学的应用

电子学是应用和渗透范围很广的学科之一。

电子学用于工业,极大地提高了现代工业的劳动生产率。电子技术与机械相结合产生了各种类型的数控机床、机械手和机器人,出现了由它们组合起来的全自动化的和柔性的生产线。电子学用于生产检验,可以有效地控制产品质量,指示产品设计和生产的改进方向。电子学用于油田开发,可以提高找油的成功率,并能科学地组织开采。电子学用于电力生产的管理,可以实现电力的合理调配,提高生产的安全性。电子学用于交通,可以引导船只、飞机安全航行。

电子学用于农业,也给农业带来了很大好处。气象对于农业至关重要,用无线电和雷达

的方法可以搜集局部地区的气象资料,专用的气象卫星可以定期播发全球各地区的大范围云图,通信网用于传递气象情报,计算机用于气象情报处理并作出预报。利用遥感数据,可以获得土壤湿度、作物长势、病虫害等信息。电子学还可以用于作物的育种催芽和粮食的烘干加工。

电子学用于军事,提高了各种武器装备的性能,并深刻地影响着军事行为的方式。在现代武器装备中,电子设备所占比重不断增加。电子技术还是情报侦察、通信联络、分析决策、指挥控制等不可缺少的手段。正因为如此,一种无形的战争——电子战成了引人注目的战争形式。

电子学为科学研究提供了强有力的手段。天文学家利用巨型射电望远镜,把观测范围扩大到200亿光年的宇宙深处;地理学家用遥感的方法发现了撒哈拉沙漠浸没了的古河道;生物学家利用信息论的方法解释了生物遗传的奥秘——遗传密码;物理学家利用高灵敏度的天线接收系统发现了2.7K的宇宙背景辐射;化学家利用超高压电子显微镜已使观察分辨能力达到分子水平。各行各业的科学工作者,利用联机检索系统和全球通信网可以从世界浩如烟海的资料库中迅速查询所需的资料。

电子学用于教育,给教育的现代化提供了许多新的技术。收音机、录音机、电视机、录像机作为教育手段已相当普遍,电子语言教室、程序教学机器、电视教育卫星已相继问世。由于知识的迅速更新和增加,终身教育的概念已经形成,以电子技术为核心的开放式学校在整个教育系统中占有的比重将会越来越高。

电子学用于医学,出现了各种类型的电子监护系统、物理治疗系统、辅助诊断系统以至医学专家系统。X射线断层成像技术是20世纪70年代的重要科学进展之一,所采用的主要技术就是图像处理技术和高速大容量计算机。电子学进入家庭,减轻了人们的家务劳动,使家庭生活更加丰富多彩。

人类社会正进入一个新的发展阶段,它是以信息的急剧膨胀为主要特征的阶段,一场以信息技术为主流的新的技术革命正在兴起。推动这一转变的正是电子学的最新成就,主角是微电子技术。各种信息作业,无一不借助于电子科学技术来完成。人们今天广泛谈论的三“A”革命(即工厂自动化、办公室自动化、家庭自动化)以及三“C”革命(即通信、计算机、控制),也无一不是建立在电子学的基础之上的。正因为如此,许多国家把发展电子学,特别是微电子技术,作为自己的重要国策之一。

### 3. 微电子学

微电子学(microelectronics)是电子学的一门分支学科,主要研究电子或离子在固体材料中的运动规律及其应用,并利用它实现信号处理功能。它以实现电路和系统的集成为目的。微电子学中实现的电路和系统又称为集成电路和集成系统,是微小化的;微电子学中的空间尺寸通常是以微米( $\mu\text{m}$ ,  $1\ \mu\text{m}=10^{-6}\text{m}$ )和纳米( $\text{nm}$ ,  $1\ \text{nm}=10^{-9}\text{m}$ )为单位。

微电子学是信息领域的重要基础学科,在这一领域上,微电子学是研究并实现信息获取、传输、存储、处理和输出的科学,是研究信息获取的科学,构成了信息科学的基石,其发展水平直接影响着整个信息技术的发展。微电子科学技术的发展水平和产业规模是一个国家经济实力的重要标志。

微电子学是一门综合性很强的边缘学科,其中包括半导体器件物理、集成电路工艺和集成电路及系统的设计、测试等多方面的内容;涉及固体物理学、量子力学、热力学与

统计物理学、材料科学、电子线路、信号处理、计算机辅助设计、测试和加工、图论、化学等多个领域。

微电子学是一门发展极为迅速的学科,高集成度、低功耗、高性能、高可靠性是微电子学发展的方向。信息技术发展的方向是多媒体(智能化)、网络化和个体化。要求系统获取和存储海量的多媒体信息、以极高速度精确可靠地处理和传输这些信息并及时地把有用信息显示出来或用于控制。所有这些都只能依赖于微电子技术的支撑才能成为现实。超高容量、超小型、超高速、超高频、超低功耗是信息技术无止境追求的目标,是微电子技术迅速发展的动力。

微电子学渗透性强,与其他学科结合产生出了一系列新的交叉学科。微机电系统、生物芯片就是这方面的代表,是近年来发展起来的具有广阔应用前景的新技术。

## 1.2 电子与微电子技术在汽车上的应用与发展

电子与微电子技术根本性地改变了汽车技术。电子系统开始替代一些机械系统,如用电子点火系统代替机械式的点火断路器触点、电子燃油喷射代替了传统的化油器。不断涌现的新型汽车系统,不使用微电子的电子系统是难以想象的。究其原因,在于对汽车的要求不断提高。如对发动机有害气体的排放要求,需采用诸如氧传感器、废气再循环、可变正时等电子调节系统;对汽车舒适性的要求,需采用车内气候调节系统、汽车行驶的导航调节系统、悬架阻尼和刚度调节系统等;对汽车安全性的要求,需采用防抱死制动系统、驱动防滑控制系统、电子稳定控制系统、安全气囊、倒车雷达等。

### 1.2.1 汽车电子与微电子技术的主要发展历程

1672年,奥拓·范·格里克(Otto von Guericke)发明了第一个电气设置——硫化旋转球;

1742年,爱卓思·乔丹(Andreas Gordon)发明了第一台静态发电机;

1747年,本杰明·富兰克林(Benjamin Franklin)在雷电中放风筝;

1769年,法国的屈尼奥(Cugnot)制造了一台大多数部分由木头组成的蒸汽式拖拉机;

1780年,里奇·戈方尼(Luigi Galvani)进行了一系列的实验后,发明了电池组;

1800年,奥莱桑卓·伏特(Alessandro Volta)发明了第一节电池;

1801年,特威森克(Trevithick)制造了一台蒸汽汽车;

1825年,威廉姆·斯特根(William Sturgeon)发现了电磁学;

1830年,亨普讷里·戴笠先生(Sir Humpnery Dary)发现断开电路后,可以产生电火花;

1831年,法拉第发现了电磁感应原理;

1851年,罗恩·考夫(Runm Korff)制造出了第一个电磁感应线圈;

1859年,法国物理学家加斯顿·普朗奇(Gaston Planche)制造出蓄电池;

1860年,勒诺(Lenoir)发明了一台汽缸内燃机;

1861年,勒诺(Lenoir)发明了一种振动器线圈点火;

1870年,奥拓(Otto)取得了四冲程内燃机的专利权;

- 1875年,断电火花系统应用在塞格弗里德·马克斯(Seigfried Marcus)发动机上;
- 1876年,塞格弗里德·马克斯(Seigfried Marcus)改进了汽油机;
- 1879年,雷·奋克(Leo Funk)发明了热管点火;
- 1885年,奔驰(Benz)把化油器式发动机装备到一个三轮马车;
- 1885年,高特伯·戴米勒(Gottlieb Daimler)和卡尔·奔驰(Karl Benz)发展了汽车发动机;
- 1886年,戴米勒(Daimler)把发动机与一个四轮马车装配起来,制造出了一台四轮轿车;
- 1887年,波许型低电压永磁发电机被用在固定式汽油机上;
- 1887年,赫兹(Hertz)发现了无线电波;
- 1888年,爱顿(Ayrton)教授建造了第一辆试验用电动轿车;
- 1889年,E. 马丁(E. Martin)利用一个机械系统在他汽车尾部的板上表示制动过程;
- 1889年,乔治·波顿(Georges Bouton)发明了点火系断电器;
- 1891年,潘赫德(Panherrd)和莱弗瑟(Levassor)开始了现代汽车的设计,这种设计是把发动机放在汽车的前部;
- 1894年,第一辆电动轿车成功面世;
- 1895年,爱米尔汽车(Emile motors)利用皮带驱动的直流发电机为蓄电池充电;
- 1896年,兰池斯特(Lanchester)发明了行星齿轮传动系,现在这种传动系被用在自动变速器上;
- 1897年,第一次无线电信息是由马尔可尼(Marconi)发送的;
- 1897年,波许(Bosch)和西蒙(Simms)发明了由H形电枢制成的低压永磁发电机,该发电机用于汽车点火系统;
- 1899年,詹纳特(Jenatay)在电动汽车上打破了时速100 km的限制;
- 1899年,第一个车速表问世(机械式);
- 1899年,电动汽车车速世界纪录为66 mph(105 km/h);
- 1901年,第一台梅塞德斯(Mercedes)汽车下线问世;
- 1901年,兰池斯特(Lanchester)制造了一台飞轮式永磁发电机;
- 1902年,波许(Bosch)制造了高电压永磁发电机,这种发电机几乎被普遍接受;
- 1904年,瑞高里(Rigolly)打破了100 mile/h(160 km/h)的纪录;
- 1905年,米尔·瑞思(Miuer Reese)发明了电喇叭;
- 1905年,汉斯·雷诺博士(Dr Hans Leitner)和R. H 莲花(R. H. Lucas)发明了三刷直流发电机;
- 1906年,劳斯莱斯(Rolls-Royce)发明了震惊世界的车型“银色幽灵”(Silver Ghost);
- 1908年,福特(Ford)利用流水线生产法制造福特T型车;
- 1908年,C. A. 万德弗(C. A. Vanderveu)发明了电子点火;
- 1910年,(美)德科公司电力发动机样机面世;
- 1911年,凯迪拉克(Cadillac)引进了电力发动机和直流发电机点火;
- 1912年,本迪克斯(Bendix)发明了用飞轮驱动发动机的方法;
- 1912年,凯迪拉克(Cadillac)采用电力起动和电动照明技术。该“Delo”电气系统由查

尔斯·F.凯特林(Charles F. Kettering)发明;

1913年,福特(Ford)把活动运输带应用到了装配线上;

1914年,波许(Bosch)完成了套筒感应永磁发电机的设计;

1914年,发动机上加装了缓冲弹簧;

1920年,杜森伯格(Duesenberg)车上开始装配四轮液压制动器;

1920年,日本在磁铁技术上取得了重要的进展;

1921年,威尔士(Wales)南方无线电协会首先在汽车上安装了无线电装置;

1922年,兰西亚(Lancia)应用了承载式(整体式)车身的底盘结构和前轮独立悬架系统;

1922年,(英)澳丝丁汽车公司成立;

1925年,D. E.华生博士(Dr D. E. Watson)发明了汽车用高效磁铁;

1927年,西格里弗(Segrave)用桑开姆(Sunbeam)车打破了200 mile/h(360 km/h)的纪录;

1927年,最新式的福特T型汽车面世;

1928年,凯迪拉克(Cadillac)发明了同步器式变速器;

1928年,在英国哈德弗得(Huddersfield)、约盛(Yorkshire)产生了成立汽车电气贸易方面的汽车工程师协会的想法;

1929年,莲花(Lucas)电喇叭问世;

1930年,蓄电池线圈点火开始淘汰磁电机点火;

1930年,磁铁技术得到进一步发展;

1931年,史密斯(Smiths)发明了电子燃油仪表;

1931年,弗泰克斯(Vertex)磁电机问世;

1932年,汽车电气工程师协会在伦敦市海曼史密斯(Hammersmith)区的宪法俱乐部召开了第一次会议;

1934年,雪铁龙(Citroen)在TCV模型汽车上开创了前轮驱动;

1934年,二刷直流发电机和补偿电压控制单元首次装入汽车;

1936年,使用正极搭铁,以延长火花塞寿命,并且减少蓄电池的腐蚀;

1936年,出现了包含直流发电机和电压表的电子车速表;

1937年,彩色电线被首次应用在汽车上;

1938年,德国制造了大众甲壳虫汽车;

1939年,点火分配器上安装了点火自动提前装置;

1939年,出于安全角度,英国禁止在汽车上使用无线电;

1939年,车上开始安装熔丝盒;

1939年,德国首次使用速度记录器;

1940年,作为同步转子和行程表,直流车速表用在汽车上;

1946年,无线电汽车公司成立;

1967年,晶体管问世;

1948年,杰戈尔(Jaguar)发明了XK120跑车,米其林(Michlin)生产了子午线轮胎;

1950年,邓勒普(Dunlop)发明了盘式制动器;

- 1951年,波许(Bosch)推动了汽油喷射技术的发展;
- 1951年,别克(Buick)和克莱斯勒(Chrysler)发明了助力转向技术;
- 1951年,英国制造商开始使用12V的电气系统;
- 1952年,罗弗(Rover)燃气轮汽车创造了243 km/h的速度纪录;
- 1954年,波许(Bosch)公司在轿车中引进了燃油喷射技术;
- 1954年,闪光器普遍使用;
- 1955年,钥匙起动机成为标准模式;
- 1957年,万开尔(Wankel)建造了他的第一台旋转式汽油发动机;
- 1957年,不对称前照灯问世;
- 1958年,第一个集成电路问世;
- 1959年,BMC(现在的罗弗汽车)开发微型汽车;
- 1960年,交流发电机开始代替了直流发电机;
- 1963年,电子闪光器被发明;
- 1965年,电控式防抱死制动系统(ABS)被发明;
- 1965年,负极搭铁系统重新被采用;
- 1966年,加利福尼亚(California)制定了关于汽车废气排放法规;
- 1966年,由于悬殊质量及路面条件较差,车内录放机的首次使用不太成功;
- 1967年,波许(Bosch)发明的 Jetronic 燃油喷射系统投入生产;
- 1967年,电子车速度被推广;
- 1970年,盖伯里奇(Gabelich) 驾驶了采用喷气式发动机的汽车——蓝焰,创造车速为1001.473 km/h的新纪录;
- 1970年,交流发电机开始出现在英国的汽车上,同时直流发电机开始被冷落;
- 1972年,邓勒普(Dunlop) 发明了安全性轮胎,这种轮胎在被刺穿后能自己密封;
- 1972年,莲花(Lucas)发明了前窗玻璃仪表显示器;
- 1974年,免维护无触点式电子点火第一次被采用;
- 1976年,氧( $\lambda$ )传感器问世;
- 1979年,巴雷特(Barrett)驾驶喷气式动力火箭——Budviser Rocket,其速度1190.377 km/h超过了声速;
- 1979年,波许(Bosch) 公司开始对 Motronic 型燃油喷射系统进行大量生产;
- 1980年,能够四轮驱动的高级轿车奥迪·库特(Audi Quattro)问世;
- 1981年,宝马(BMW)采用了车载计算机技术;
- 1981年,防抱死制动系统(ABS)开始在商用汽车中投入生产;
- 1983年,奥斯丁·罗弗(Austin Rover)生产出美斯特(Maestro),这是第一辆有对话功能仪表盘的汽车;
- 1983年,理查德·诺贝尔(Richard Noble) 使喷气式发动机“Jhrust 2”的速度稳定在1019.4 km/h;
- 1987年,太阳能车“Sunray Car”行程达到3000 km;
- 1988年,加利福尼亚排放污染控制目标:在1998年前使用零污染排放车;
- 1989年,三菱公司首次大批量生产具有四轮转向机构的格朗特(Gallant)汽车;

- 1989年,交流发电机在尺寸上比早期发电机小很多,而且能产生超过100 A的电流;
- 1990年,意大利的菲亚特(Fiat)公司和法国的标致(Peugeot)公司开始生产电动汽车;
- 1990年,光纤系统用在梅塞德斯(Mercedes)汽车上;
- 1991年,欧洲议会投票表决对汽车排放物采取严格法规;
- 1991年,气体放电式前照明灯投入生产;
- 1992年,日本公司发明了通过照相机观看路面的成像系统;
- 1993年,日本电动汽车的车速达到176 km/h;
- 1993年,汽车排放物控制法规迫使发动机管理系统向更深层次发展;
- 1994年,前窗玻璃视觉增强系统作为欧洲普罗米修斯(Prometheus)工程的一部分开发出来;
- 1995年,绿色和平组织发明环保汽车,这种汽车每加仑燃油可行驶67~78 mile(即3~3.5 L行驶100 km);
- 1996年,关于排放物控制更深层次的法规出台;
- 1997年,通用GM公司为自动化公路系统发展了大量的勒塞波(LeSabres);
- 1998年,涡流层状充气发动机打破了声速的界限(Thrust SSC);
- 1998年,蓝色视频灯开始使用;
- 1998年,梅塞德斯(Mercedes)的S系列车中有40个电子控制单元(计算机)和100多个电机;
- 1999年,汽车多媒体系统成为选配件。

### 1.2.2 汽车电子技术的发展过程

汽车电子技术发展很快,由1980年电子系统成本只占整车价格的0.5%,发展到2016年的40%。现代汽车电子控制技术是汽车技术与电子技术相结合的产物。随着汽车工业与电子工业的不断发展,在现代汽车上电子技术的应用越来越广泛,汽车电子化的程度越来越高。汽车电子技术发展过程分为四个阶段。

1974年以前为第一阶段,是汽车电子控制技术发展的初级阶段。主要产品有交流发电机、电子式电压调节器、电子式闪光器、电子控制式喇叭、电子式间歇刮水控制器、汽车收音机、电子点火控制器、数字时钟等。

1974—1982年为第二阶段,是汽车电子控制技术迅速发展阶段。在此期间,汽车上广泛应用集成电路和16位以下的微处理器。主要产品有电子燃油喷射系统(EFI)、空燃比反馈控制系统、防抱死制动系统(ABS)、安全气囊系统(SRS)、电子控制自动变速系统(ECT)、巡航控制系统、电子控制门锁系统、座椅安全带收紧系统、车辆防盗系统、故障自诊断系统、数字式组合仪表盘等。

1982—1990年为第三阶段,也是微型计算机在汽车上应用日趋成熟并向智能化发展的阶段。主要产品有牵引力控制系统、四轮转向控制系统、轮胎气压控制系统、数字式油压表、蜂窝式电话、可热式挡风玻璃、超速限制器、自动后视镜系统、道路状态指示器等。

1990年以后为第四阶段,是汽车电子控制技术向智能化发展的高级阶段。主要产品有微波系统、多路传输系统、32位微处理器、动力最优化控制系统、通信与导航协调系统、安全驾驶检测与警告系统、自动驾驶系统和电子地图等。



如图 1-1 所示,现代汽车电子与控制系统的功能越来越强,获取的信息越来越多,智能化程度越来越高,可靠性和安全性也越来越好,已由传统的代步工具发展为舒适、环保、节能、自动化、智能化的多功能“移动空间”。当然,今天的汽车技术与未来的汽车技术之间还存在着巨大的差距,今天的汽车工程师们正面临着巨大的挑战,需要在新旧技术之间建立起一座桥梁,通过应用先进的电子技术、自动控制技术、信息技术和电子通信技术来推动汽车技术的进步。在汽车电子与控制技术方面,今后将集中围绕如下几方面发展:

- (1) 满足用户需求,大幅度提高汽车的性能,使之更舒适、方便、安全和可靠。
- (2) 满足社会需求,保护环境、节省能源、节约资源。
- (3) 实现交通系统智能化,将汽车和社会有机地连接起来。

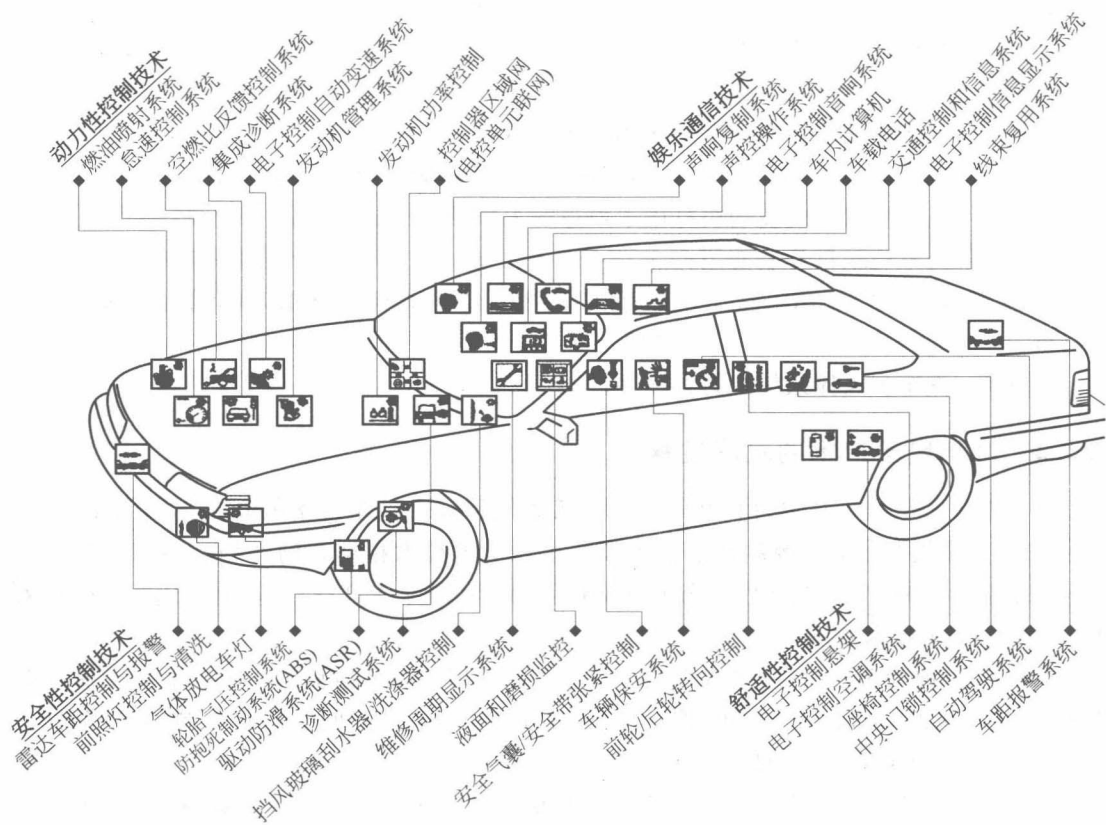


图 1-1 汽车电子与控制系统

### 1.2.3 微电子技术在汽车上的应用

围绕改善汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性等性能指标,微电子技术在汽车上的应用大致主要有以下几个方面。

#### 1. 发动机电子控制

发动机电子控制用于降低油耗、减少污染,提高车辆的动力性和经济性,主要有发动机供油控制、点火控制、供气控制、排气控制等,是目前乘用车所配备的基本电子控制系统。

微电子技术在发动机上的主要应用见表 1-1。