



普通高等教育“十二五”规划教材



汽车类高端技能人才实用教材

汽车单片机与 车载网络技术 (第2版)

◎ 李 勇 主编

◎ 李鹏伟 苟丹丹 副主编



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十二五”规划教材
汽车类高端技能人才实用教材

汽车单片机与车载网络技术 (第2版)

李 勇 主 编

李鹏伟 苟丹丹 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书内容分为两大部分。其中第一部分（第1至7章）为汽车单片机部分，前6章主要介绍通用单片机 MCS-51 的内部结构、工作原理与典型应用系统，单片机的指令系统和程序设计过程，以及典型接口电路的硬件和软件构成，并在此基础上介绍典型的汽车单片机类型、ECU 的组成和玛瑞利单点电脑的工作原理与典型故障分析等，配合第7章的项目实训，让汽车类专业的读者对单片机系统有一个较为全面的认识；第二部分（第8至12章）为车载网络部分，首先介绍车载网络的发展历史以及有关通信与网络技术的基础知识，然后重点分析 CAN 网络数据链路层的工作原理，并在此基础上进一步分析车载网络的最新发展成果——FlexRay 网络的基本工作原理，再介绍 VAN、LIN、MOST 等其他车载网络技术，最后介绍奥迪车系的车载网络及其常见故障。

本书可作为汽车工程专业本科、高职高专的教材，也可作为汽车类工程技术人员，中等职业学校汽车专业教师的参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

汽车单片机与车载网络技术 / 李勇主编. —2 版. —北京：电子工业出版社，2015.8

汽车类高端技能人才实用教材

ISBN 978-7-121-26663-8

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车—单片微型计算机—高等学校—教材 ②汽车—计算机网络—高等学校—教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 161262 号

责任编辑：竺南直

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：21 字数：538 千字

版 次：2011 年 8 月第 1 版

2015 年 8 月第 2 版

印 次：2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

出版说明



自 2002 年起, 中国汽车行业开始进入爆发式增长阶段。2009 年, 中国取代美国成为世界上最大的汽车销售市场, 当年中国的汽车产量超过了日本和美国的总和, 成为名副其实的汽车产销量双重世界第一。2011 年, 平均每月产销量突破 150 万辆, 全年汽车销售超过 1850 万辆, 再次刷新全球历史纪录。未来十年自主品牌将完成从“中国制造”到“中国创造”的发展过程。预计未来十年, 我国汽车市场年均增长率将达到 7.1%, 到 2020 年中国汽车市场的销量有望占据全球汽车总销量的一半以上, 中国汽车市场前景非常广阔。汽车行业突飞猛进的发展对汽车专业人才特别是高端技能型人才的培养提出了前所未有的高要求。一个是行业的发展和扩张在人才数量上的要求, 全国每年汽车专业高端技能型人才的缺口在数十万人; 另一个是技术的进步和发展对于人才培养质量的要求, 大量新技术、新工艺的应用对于从业技术人员在学科基础理论和职业技能方面提出了更高的要求。

作为全国最大的汽车类高等职业学校, 西安汽车科技职业学院近年来根据汽车行业发展的需要, 紧贴职业岗位, 引进吸收德国奥迪、瑞典沃尔沃、英国捷豹和路虎等世界顶尖企业汽车职业教育的先进理念和思想, 深入开展教学改革, 形成了一套独特的课程体系和教学模式。汽车类高端技能人才实用教材就是我们近年来教学改革成果的总结, 是课程改革和新的教学模式的具体体现。

这套系列教材具有以下几个特点:

一是实用性。在编写过程中, 从企业岗位需求和学生发展空间两个方面考虑编排内容, 既注重专业基础和专业理论的系统性, 又重点考虑了职业技能训练的需求, 对于学习汽车类专业的学生而言, 是一套学习效率很高的教材。

二是通俗性。在编写过程中, 充分考虑到高职学生文化基础的现实状况, 降低对学生文化基础知识的要求, 让大多数学生能够学得懂。

三是系统性。从机械和电子技术基础课程, 到汽车的基本理论, 汽车的各种技术, 再到汽车的最新技术的介绍; 从基本的电工、机械实验, 到专业实习, 再到职业技能实训, 形成



了一整套较为完备的汽车理论教学和实训教学的体系。

四是适度超前性。除了涉及目前已经应用的各种汽车技术和技能知识之外，还在新能源汽车、先进车载网络技术等方面进行了介绍，为学生开拓了视野，为其将来向行业的深度和广度发展具有一定的引导作用。

五是实践性。力图采用项目教学和任务驱动教学等方法进行编排，强调理论验证实验、基本专业技能实习和职业技能实训的重要性，将实践教学环节贯穿于课程教学的始终。

本套教材紧紧把握高职教育的方向和培养目标，严格按照新的国家职业标准对人才的要求编排内容，贯彻以技能训练为主，着重提高学生操作技能的原则。在技能训练的内容安排上富有弹性，在保证教学的前提下积极培养学生的创新能力。

本套教材内容丰富、图文并茂、体例饱满，选材来源于最新的技术手册；难易适中、应用性强，有利于知识的吸收和技能的迅速提高。可作为高等职业技术学院或应用型本科汽车类各专业的必修课教材，也可作为成人高校汽车类各专业的教材，同时可作为相关从业人员的参考用书。

教材编写过程中，由于各种原因，疏漏和不尽如人意之处在所难免，敬请广大师生提出宝贵意见，以便再版时修订完善。

《汽车类高端技能人才实用教材》编委会

再版说明

本书在 2011 年 8 月出版以来,编者收到了许多读者的建议和反馈意见。为此,结合编者在教学中的体会,决定对本书部分内容进行修订。

首先,根据部分高职高专老师和同学的意见,对车载网络部分难以理解的内容重新进行了修订,力求用通俗的语言将复杂抽象的基本概念描述清楚。删除了第 1 版中对 CAN 控制器 SJA1000 和 CAN 节点工作过程的介绍,把重点放在对 CAN 网络工作原理的介绍上。

其次,考虑到课程课时的限制,以及在汽车中应用的广泛程度,删除了第 1 版中对 SAE J1939 协议的介绍。考虑到近几年汽车车载网络发展的现状,以及线控技术应用迅速普及的发展趋势,增加了 FlexRay 网络的内容。

考虑到第 1 版中对大众和奥迪两个车系车载网络的检测和典型故障介绍的内容相近,在知识体系上有些重复,在第 2 版中删除了大众车系车载网络部分的内容,使整个教材知识体系更加科学。

编者

2015 年 6 月于西安



第 1 版前言

从 20 世纪 60 年代开始,随着电子技术的飞速发展,汽车性能也由于电子技术的应用得到了迅猛的提高。汽车的电子化已经成为公认的汽车技术的发展方向。到目前为止,汽车电子化程度的高低,已经成为当今世界衡量汽车技术先进水平的重要标志。在如今生产的中档以上汽车上,电子装置所占的成本已经达到整车成本的 30%~35%,在豪华轿车上已经占到 50% 以上。

随着电子技术在汽车中的拓展,特别是在 20 世纪 80 年代以后,MCU/MPU 在汽车中得到了广泛应用,出现了基于数据通信的车载网络,这为提高汽车性能和减少线束数量提供了有效的解决途径。UART 在汽车中的成功应用,标志着汽车电子开始走向成熟,并逐步迈向网络化。

作为汽车工程类专业,设置汽车电子技术方面的专业课程是各院校的必然选择。汽车单片机和车载网络技术是汽车电子应用技术的基础,在此基础上才可以更加深入地理解诸如 ABS、ESP 等系统的工作原理。

对于汽车工程类专业的学生而言,单片机和通信网络方面的知识太过抽象。本书编写中尤其注意两点:一是通俗易懂,二是理论联系实际。本书力求用浅显通俗的语言先介绍单片机、通信和网络的基本概念,在此基础上逐渐扩展到专业理论。因为通用单片机容易获得,各高校实验条件成熟,所以在汽车单片机的介绍中,首先用通用单片机作为实体边学边练,通过通用单片机掌握系统的工作原理,然后再介绍汽车单片机的类型、ECU 的组成和玛瑞利单点电脑。在车载网络部分,通过 CAN 总线系统重点介绍 CAN 数据链路层的工作原理,通过 J1939 协议重点介绍 CAN 应用层的工作原理,最后通过两种典型车型的车载网络及其常见故障的学习,将理论知识和实际汽车电路结合起来,为学生提供一个从理论到实践的学习过程。

本书可作为汽车工程类本科、高职高专的教材使用,也可作为汽车工程技术人员和中等职业学校汽车专业教师的参考书使用。本书为高等院校汽车工程类专业教材,要求学生具有模拟和数字电子技术的基本知识。本书用于本科教材时应将教学重点放在理论教学部分,作为高职高专教材使用时,在注重基本理论讲解的同时,应配合实训加强实践部分教学内容的实施力度。

本书由西安汽车科技职业学院高级工程师李勇担任主编,电子工程系讲师李鹏伟、苟丹丹担任副主编。书中第 1 章至第 7 章由李鹏伟老师编写,第 8、9、10、12 和 13 章由李勇老师编写,第 11 章由苟丹丹老师编写。本书出版前作为校本教材,已经在西安汽车科技职业学院汽车电子技术专业试用两届。

本书在编写过程中参阅了大量相关资料,并引用了不少参考文献中的内容,由于时间仓促,无法联系,未能一一与著作者协商,在此致以歉意并表示衷心的感谢。

最后竭诚欢迎广大读者对书中存在的错漏之处提出批评指正,交流讨论,以便我们改正提高。

编者

2011 年 6 月于西安



目 录

第一部分 汽车单片机

第 1 章 概述	3
1.1 汽车电工电子技术的发展	4
1.1.1 汽车电工电子技术的发展历程	4
1.1.2 汽车电工电子在整车系统中的地位	5
1.2 单片机的基础知识	6
1.2.1 单片机的概念和分类	6
1.2.2 常见单片机的类型、特点和用途	6
1.2.3 单片机的发展趋势	8
1.2.4 单片机在汽车上的应用	9
1.3 数制与编码	9
1.3.1 数制	9
1.3.2 编码	12
1.3.3 基本逻辑运算	13
1.3.4 几个术语	14
第 2 章 MCS-51 单片机内部结构和原理	15
2.1 MCS-51 单片机内部结构与封装	15
2.1.1 MCS-51 单片机基本结构及功能	15
2.1.2 MCS-51 单片机引脚分布及功能	17
2.2 MCS-51 单片机内部存储器	19
2.2.1 程序存储器	19
2.2.2 数据存储器	20
2.3 MCS-51 单片机的 I/O 端口电路、时钟电路与工作方式	24
2.3.1 MCS-51 单片机 I/O 端口的结构及使用方法	24
2.3.2 MCS-51 单片机时钟电路	28
2.3.3 MCS-51 单片机工作方式	29
第 3 章 MCS-51 单片机指令系统与程序设计	32
3.1 MCS-51 单片机指令系统详解	32
3.1.1 MCS-51 单片机指令概述	32
3.1.2 MCS-51 单片机寻址方式	33



3.1.3	MCS-51 单片机指令功能	36
3.2	MCS-51 单片机汇编语言程序设计	46
3.2.1	MCS-51 单片机汇编语言及其特点	47
3.2.2	MCS-51 单片机汇编语言的伪指令	47
3.2.3	汇编程序设计步骤与基本结构	50
3.2.4	常用子程序	52
第4章	MCS-51 单片机中断、定时系统及串行数据通信	55
4.1	MCS-51 单片机中断系统	55
4.1.1	中断的概念	55
4.1.2	MCS-51 单片机中断源	57
4.1.3	MCS-51 单片机中断响应与服务	60
4.2	MCS-51 单片机定时器/计数器	62
4.2.1	MCS-51 单片机定时器/计数器的结构和工作原理	62
4.2.2	MCS-51 单片机定时器/计数器的工作方式	63
4.3	MCS-51 单片机串行数据通信	66
4.3.1	MCS-51 单片机串行数据通信的基本原理	66
4.3.2	MCS-51 单片机串行口的控制寄存器与工作方式	68
第5章	MCS-51 单片机接口技术	73
5.1	MCS-51 单片机键盘接口技术	73
5.1.1	独立式非编码键盘接口的实现	74
5.1.2	矩阵键盘接口的实现	75
5.2	MCS-51 单片机显示器接口技术	76
5.2.1	LED 数码管显示接口	76
5.2.2	LCD 液晶显示接口	79
5.3	MCS-51 单片机与 D/A、A/D 转换器接口技术	81
5.3.1	采用 DAC0832 芯片的 D/A 转换接口技术	81
5.3.2	ADC0809 芯片的 A/D 转换接口技术	83
第6章	汽车单片机与电子控制单元	85
6.1	汽车单片机	85
6.1.1	摩托罗拉汽车单片机介绍	85
6.1.2	英飞凌公司生产的 8 位单片机 B58468	87
6.1.3	西门子公司的 80C517A 单片机	89
6.2	汽车电子控制单元	89
6.2.1	ECU 的作用	90
6.2.2	ECU 的结构	91
6.2.3	ECU 的可靠性	96
6.3	玛瑞利单点电脑	97





6.3.1	MC68HC11F1 单片机	97
6.3.2	玛瑞利单点电脑的硬件构成	100
6.3.3	玛瑞利电脑的点火控制电路	108
6.3.4	玛瑞利电脑的喷油控制电路	110
6.3.5	玛瑞利电脑的怠速控制电路	111
6.3.6	其他电路	112
6.3.7	玛瑞利单点电脑典型故障剖析	113
第 7 章	单片机项目实训	116
项目实训 1	单片机最小开发系统的设计制作	116
项目实训 2	Keil μ Vision4 编译仿真软件的安装与使用方法	123
项目实训 3	下载软件的安装与使用	133
项目实训 4	流水灯	139
项目实训 5	继电器控制	140
项目实训 6	交通灯	141
项目实训 7	音频输出	143
项目实训 8	查询式键盘	146
项目实训 9	4×4 矩阵键盘	149
项目实训 10	8 位 LED 显示器	152
项目实训 11	电子时钟	154
项目实训 12	DS18B20 温度传感器	157
项目实训 13	液晶显示器	163
第二部分 车载网络		
第 8 章	车载网络概述	171
8.1	车载网络的发展历史	171
8.1.1	车载网络产生的原因	171
8.1.2	车载网络的发展历程	172
8.2	车载网络的分类及其网络协议	173
8.3	常用车载网络系统简介	175
8.3.1	CAN	175
8.3.2	LIN	175
8.3.3	FlexRay	176
8.3.4	MOST	177
8.3.5	IEEE1394	177
8.4	网络基础知识	179
8.4.1	网络的概念	179
8.4.2	网络的分类（以计算机网络为例）	181





8.4.3	计算机网络体系结构	182
8.4.4	局域网	185
8.4.5	现场总线	186
第9章	控制器局域网 (CAN)	189
9.1	CAN 概述	189
9.1.1	CAN 的产生和发展	189
9.1.2	CAN 协议标准及其定义的网络结构	190
9.2	CAN 协议体系结构	191
9.3	CAN 总线数据链路层基本原理	195
9.3.1	CAN 传输数据的方式	195
9.3.2	CAN 的非破坏性按位仲裁规则	203
9.3.3	CAN 中的位填充	205
9.3.4	CAN 对错误的处理	207
9.4	CAN 总线物理层基本原理	208
9.4.1	CAN 总线的同步	209
9.4.2	CAN 总线节点与总线的连接	213
9.5	CAN 总线的管理与故障界定	217
9.5.1	故障界定的概念	217
9.5.2	故障界定的实现方法	217
9.5.3	计数器的计数规则	217
9.5.4	总线故障管理	218
第10章	FlexRay 网络	220
10.1	概述	220
10.1.1	FlexRay 的产生与发展历史	220
10.1.2	FlexRay 的特点与应用领域	221
10.2	FlexRay 网络物理层的要求	222
10.2.1	FlexRay 总线与节点的总线驱动器	222
10.2.2	FlexRay 的电气信号	224
10.2.3	电缆	226
10.2.4	连接器	227
10.2.5	电缆端接	227
10.3	FlexRay 网络拓扑	230
10.3.1	点对点连接	230
10.3.2	无源星型拓扑	230
10.3.3	线性无源总线型拓扑	231
10.3.4	有源星型拓扑	232
10.3.5	级联的有源星型拓扑	233
10.3.6	混合型拓扑	233





10.3.7	双通道拓扑	234
10.4	FlexRay 节点	235
10.4.1	FlexRay 节点的构成	235
10.4.2	FlexRay 节点的基本运行状态	236
10.5	FlexRay 帧格式	237
10.5.1	FlexRay 帧头	237
10.5.2	FlexRay 有效负载数据段	239
10.5.3	FlexRay 帧尾	241
10.6	FlexRay 帧编码	241
10.6.1	帧编码	242
10.6.2	特征符编码	243
10.6.3	取样与多数判决	244
10.7	FlexRay 的媒体接入控制	245
10.7.1	通信周期	246
10.7.2	静态段	248
10.7.3	动态段	249
10.7.4	符号窗	251
10.7.5	网络空闲时间	252
10.8	FlexRay 的簇唤醒与启动	252
10.8.1	簇唤醒	252
10.8.2	通信启动与重新集成	253
10.9	FlexRay 的时钟同步	254
10.9.1	时钟同步的概念	254
10.9.2	时间表示法	254
10.9.3	同步进程	256
第 11 章	其他车载网络	258
11.1	LIN 总线	258
11.1.1	LIN 总线概述	258
11.1.2	LIN 总线的主要特征	259
11.1.3	LIN 网络的结构、节点与信号	259
11.1.4	LIN 报文帧的帧结构	262
11.1.5	命令帧与扩展帧的帧结构	266
11.1.6	唤醒信号	267
11.1.7	报文滤波与报文确认	268
11.1.8	LIN 总线的数据传输过程	268
11.1.9	LIN 总线在汽车上的应用	269
11.2	VAN 总线	271
11.2.1	VAN 总线概述	271





11.2.2	VAN 总线的结构	272
11.2.3	帧结构	273
11.2.4	传输模式	274
11.2.5	传输冲突仲裁	274
11.2.6	VAN 的通信服务类型	276
11.2.7	VAN 的物理层	276
11.3	MOST 总线技术	277
11.3.1	MOST 总线概述	277
11.3.2	MOST 总线的主要特征及术语	278
11.3.3	MOST 总线的基本结构	279
11.3.4	MOST 总线的帧结构	281
11.3.5	MOST 总线控制单元的内部结构	283
11.3.6	MOST 总线的环形结构	285
11.3.7	MOST 总线系统的工作模式	286
11.3.8	MOST 总线在汽车上的应用举例	287
11.4	蓝牙技术简介	288
11.4.1	蓝牙技术概述	288
11.4.2	车载蓝牙系统的结构与原理	288
11.4.3	蓝牙技术在车载免提系统中的应用	290
第 12 章	奥迪车系车载网络系统	292
12.1	奥迪车系 CAN 系统概况	292
12.1.1	奥迪 A6 CAN 总线系统	292
12.1.2	奥迪 A4 CAN 总线系统	293
12.1.3	奥迪车系 CAN 总线系统组成	295
12.1.4	网关与网络管理工作模式	296
12.2	奥迪车系 LIN 系统	297
12.3	奥迪车系 CAN 总线系统检测与故障诊断	299
12.3.1	驱动系统 CAN 总线的检测	299
12.3.2	驱动系统 CAN 总线的常见故障波形	300
12.3.3	舒适系统和信息系统 CAN 总线的检测	303
12.3.4	舒适系统 CAN 总线的常见故障波形	306
12.3.5	终端电阻的检测与诊断	312
12.3.6	测量数据块的读取	313
12.3.7	静态电流及其检测	314
12.3.8	故障存储	316
附录 A	MCS-51 系列单片机指令表 (按类型排列)	318
附录 B	单片机最小开发系统完整版原理图	321
参考文献		322


第一部分


汽车单片机


概 述 


MCS-51 单片机内部结构和原理 

MCS-51 单片机指令系统与程序设计 

MCS-51 单片机中断、定时系统及串行数据通信 

MCS-51 单片机接口技术 

汽车单片机与电子控制单元 

单片机项目实训 

第 1 章

概 述

随着电子技术的发展和应用，基于改善安全、舒适、节能和环保等性能的电控系统在汽车电子系统中占有非常重要的地位，这些电控系统的核心是电子控制单元，即人们常说的 ECU，ECU 由微型计算机、输入、输出及控制电路等部分组成，而 ECU 的核心是单片机。例如，发动机电控单元的功用是根据其内存的程序和数据对空气流量计及各种传感器输入的信息进行运算、处理、判断，然后输出指令，向喷油器提供一定宽度的电脉冲信号以控制喷油量，并适时发出点火信号控制火花塞点火；驾驶员侧车窗的电控单元可以控制车窗的四挡升降，还可以通过总线技术控制其他三个车窗的升降及与舒适系统电控单元通信等，这些电控单元都用到了单片机。

电子控制单元 ECU (Electronic Control Unit)，又称“行车电脑”、“车载电脑”等。从用途上讲则是汽车专用微机控制器，也叫汽车专用单片机。它和普通的单片机一样，由微处理器 (CPU)、存储器 (ROM、RAM)、输入/输出接口 (I/O)、模数转换器 (A/D) 以及放大、整形、限幅和驱动等大规模集成电路组成。如图 1.1 所示为大众 POLO 轿车的驻车辅助系统电控单元和车载网络电控单元，内部有一个大规模集成电路 (芯片)，就是汽车专用单片机。汽车专用单片机资料属于内部资料，而且没有针对研究汽车专用单片机原理的实验实训设备，因此研究汽车专用单片机有很大难度，硬件条件很难保证能将汽车专用单片机学懂会用，又因为汽车专用单片机和通用单片机内部结构和工作原理极其相似，因此本教材所讲单片机着重介绍普通单片机的原理、接口技术及使用方法。

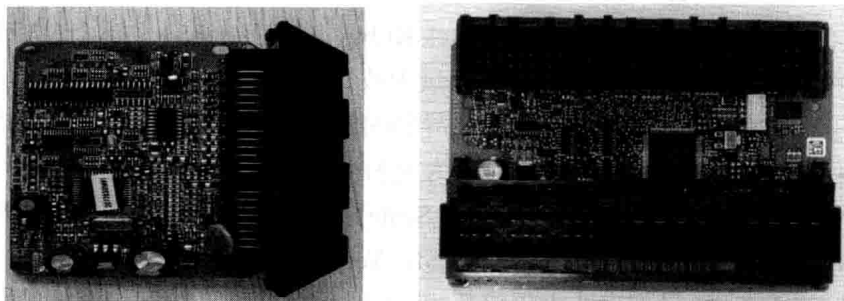


图 1.1 POLO 轿车驻车辅助系统电控单元 (左) 和车载网络电控单元 (右)



普通单片机中，Intel 公司的 MCS-51 系列单片机在我国流行最广，Intel 公司也是最早研发出并大量生产、销售单片机的国际大公司，后来 Intel 公司将单片机的生产资料和权力卖给其他一些 IC 公司。现在市场上可以买到不同厂家生产的多种不同型号的单片机，可谓是琳琅满目。MCS-51 系列单片机在市场上很多见，成本较低，各种参考资料非常丰富，实验实训设备种类众多，成本低廉，应用实例非常广泛，特别有利于初学者对单片机的学习和使用。本书以 MCS-51 系列单片机为例，对单片机的内部结构、指令系统、中断定时系统、外围接口技术、程序编译方法、程序下载过程和几个典型的项目应用等分别予以介绍，使读者较快掌握单片机的基础知识和基本应用技能，进而对汽车专用单片机有直接的认识。

1.1 汽车电工电子技术的发展

1.1.1 汽车电工电子技术的发展历程

20 世纪初，正在研究高频整流器的英国发明家弗莱明（John Ambrose Fleming，1849～1945）在真空中加热的灯丝前加了一块极板，从而发明了第一只电子管，他把这种装有两个极的电子管称为真空二极管，利用新发明的电子管可以给电流整流。电子管的发明被称为是电子工业的起点。此后不久，美国发明家德福雷斯特（De Forest Lee，1873～1961）在二极管的灯丝和极板间加了一个栅极，从而发明了第一只真空三极管，这个发明大大提高了器件的灵敏度，应用极为广泛，许多人都将真空三极管的发明看作电子工业诞生的真正起点。

1947 年，美国电话电报公司贝尔实验室的三位科学家肖克莱（W.B.Shockley）、巴丁（John Bardeen）和布赖顿（Walter.Brattain）合作发明了晶体管，即三个引脚的半导体固体器件，引起了电子技术的一场革命，这三人也因此共同获得 1956 年最高科学奖——诺贝尔物理奖。晶体管与电子管相比，有寿命长、消耗电能极少、不需预热、可靠、耐冲击、耐震动等众多优点，因此被广泛应用于家电、玩具、汽车、轮船、飞机、高铁、无线通信、航天、军事、工业制造等各个领域的各个领域。

随着晶体管的问世，硅二极管整流式交流发电机取代了直流发电机，晶体管电路开始在汽车上应用，并逐步集成化。

1958 年 5 月，美国人杰克·基尔比（Jack Kilby，1923～2005）进入德克萨斯仪器公司，他思考采用半导体制造整个电路的途径，经过无数次的实验和挫折，到 1959 年一项新兴技术终于在基尔比手中诞生了，就是今天大放异彩的集成电路。集成电路根据集成度（集成度是指单块芯片上所容纳的元件数目）分为四种：小规模集成电路（SSI：Small Scale Integration）、中规模集成电路（MSI：Medium Scale Integration）、大规模集成电路（LSI：Large Scale Integration）和超大规模集成电路（VLSI：Very Large Scale Integration）。

汽车电控技术在 20 世纪七八十年代开始形成，点火装置、电子燃油喷射装置等技术逐渐成熟，并大规模使用。之后，以微处理器为核心的微机控制系统在汽车上大规模使用，并且各微机控制系统采用不同局域网络标准（CAN、LIN、MOST、FlexRay、VAN、蓝牙等），