



普通高等教育“十二五”规划教材·卓越汽车工程师系列

汽车单片机

南金瑞 金狄 刘波澜 编著

及车载总线技术 (第2版)



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材·卓越汽车工程师系列

汽车单片机及车载总线技术

(第2版)

南金瑞 金 狄 刘波澜 编著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

CAN (Control Area Network) 总线是一种具有国际标准而且性能价格比较高的现场总线, 其已经作为汽车的一种标准设备被列入汽车的整体设计中。LIN (Local Interconnect Network) 是一种低成本的串行通信网络, 用于实现汽车中的分布式电子系统控制。LIN 的目标是为现有汽车网络 (例如 CAN 总线) 提供辅助功能, 因此, LIN 总线是一种辅助性的总线网络。在不需要 CAN 总线的带宽和多功能的场合, 比如智能传感器和制动装置之间的通信, 使用 LIN 总线可大大节省成本。本书内容包括: 汽车电子及微控制器的基础知识, 以 78K0 微控制器为例, 详细介绍了 78K0 系列微控制器的内部结构和工作原理; 计算机网络技术与现场总线的基本原理, 车用总线的基本知识; CAN 的 2.0 规范, 几种典型的 CAN 控制器和驱动器的使用; 对 LIN 总线技术规范进行了说明; 针对汽车上复杂的环境, 对汽车上目前广泛使用的功率器件进行了简单的介绍; 最后在作者实践和开发应用基础上, 详细介绍了汽车电子控制系统的几个典型实例。

本书本着“从实践中来, 到实践中去”的原则编写, 力求使读者通过应用学习理论, 并在理论指导下进行实践。通过本书的学习, 读者可以较快掌握汽车总线和汽车微控制器应用和开发的基本技术。

本书适合高等学校汽车类等相关专业使用, 还可以供有关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车单片机及车载总线技术 / 南金瑞, 金狄, 刘波澜编著. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2013. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 7991 - 8

I. ①汽… II. ①南… ②金… ③刘… III. ①汽车 - 单片微型计算机②汽车 - 计算机控制系统 - 总线 - 技术 IV. ①U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 172573 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 17.5

字 数 / 404 千字

版 次 / 2013 年 8 月第 2 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 36.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

汽车电子技术已从单个部件电子化，发展到总成电子化与模块化，整车模块综合化形成的控制器网络系统是汽车电控技术发展的一个全新阶段。国际上汽车电子控制技术目前正处于全面而快速发展阶段。其主要特征体现在：

1. 功能多样化：各电控系统的功能越来越多样化。
2. 技术一体化：机电部件从最初的单一松散组合到如今的机电一体化。
3. 系统集成化：对各控制系统功能进行综合集成的成果不断涌现。

4. 网络总线技术：汽车上电控系统和传感器、执行器的不断增加使点对点的连接方式走到了尽头，为简化日益增加的汽车电控装置的线路连接、提高系统可靠性和故障诊断水平、利于各电控装置之间数据资源共享并便于建成开放式的标准化模块化结构，汽车网络总线技术得到了很大的发展，在汽车上 CAN 总线和 LIN 总线结合应用以及以 D2B 无线通信为基础的远程高频网络通信系统将是一种主流模式。尤其要说明的是，总线技术的应用带来了整车电气系统设计的革新和优化。

5. 线控技术：汽车内的各种操纵传动系统向电子电动化方向发展，用线控代替了原来的机械传动机构。

6. 42V 系统：面对汽车电子控制装置和电气部件的急剧增加，所需要的电能也大幅度地增加。电流的增加使线径增大，并使电器件体积重量增加，显然现有的 12V（或 24V）电源系统难以满足电气系统的需要。为此将采用 42V 供电系统。

7. 智能化：智能化的车辆控制系统，如自适应巡航控制系统等将得到应用和发展。

总之，汽车电子技术在飞速发展。目前在汽车技术的创新中，70% 来源于电子技术的革新。虽然汽车电子技术不断革新，但是目前针对汽车微控制器和汽车总线技术的书籍比较少，而且由于技术的更新进步，许多书中的内容已经过时。本书在编写过程中收集的都是最新的资料，用以系统地介绍汽车微控制器和车用总线的知识，以适应这种需求。

通过对本书的阅读，学生可以了解汽车微控制器的工作原理，掌握汽车总线系统的最新构成以及应用技术等。本书的内容是比较丰富和系统的，工程技术人员也一样可以从本书中得到帮助。

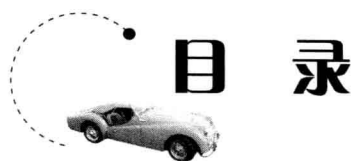
本书从实际应用的角度出发，介绍了汽车微控制器的工作原理、内部构造、功能，汽车总线的常见分类，CAN - BUS 和 LIN - BUS 网络系统的特点、系统的构成以及如何设计一个网络节点等。全书共分十四章，为方便读者阅读，在书中的每一章结尾都有对本章所讲内容的小结和思考题。第一章“汽车电子技术与微控制器”，简明扼要地介绍了汽车电子技术的发展历程及其在当代汽车系统所处的重要地位。另外，还着重叙述了微控制器的基本知

识,包括数制和码制的规定及其在计算机中的应用。第二章“微控制器的结构和原理”,介绍了78K0微控制器的硬件结构和基本工作原理。第三章“中断、定时/计数器”,详细介绍了78K0微控制器的中断和定时/计数器的使用方法。第四章“串行口通信系统”,主要介绍了78K0微控制器串行通信的工作原理和使用方法。第五章“车用总线与通信协议”,介绍了计算机网络体系的基本知识,针对车用总线的一些具体情况进行了全面的叙述。第六章“CAN技术规范及其在汽车中的应用”,结合CAN总线在汽车上的使用,主要介绍了CAN2.0规范的主要内容。第七章“CAN控制器”,详细介绍CAN控制器的结构和使用方法。第八章“CAN驱动器”,介绍了有关CAN总线的驱动器及其应用。第九章“CAN节点软硬件设计”,介绍了CAN节点设计的主要细节。第十章“LIN技术规范及其在汽车中的应用”,主要详细讲述了LIN的协议规范。第十一章“LIN总线收发器”,以TJA1020为例,介绍了LIN总线收发器的使用。第十二章“汽车电子控制系统实例”,介绍了几种汽车电子控制系统的典型实例、新型智能功率器件的工作原理和广阔应用前景。第十三章“CAN总线开发工具简介”,简要介绍了具有代表性的CANoe的使用方法。第十四章“相关内容实验”,主要为实际动手实验的学习,也是对前面几章内容的复习。

本书第一章和第十二章由刘波澜负责编写;第二、第三、第四、第七、第九和第十四章由金狄负责编写;南金瑞负责编写第五、第六、第八、第十、第十一和第十三章。全书由南金瑞负责策划、修改和统稿。本书是在原版书内容的基础上进行扩充和修订。本书在策划和编写过程中得到了多位教授和研究生的帮助,并且参考了业界许多公开发表的资料,在此著者向其一并表示衷心的感谢。

汽车电子技术的最新发展给汽车电子产业界提供了机会和方向,也给我们每个热心于汽车及汽车电子的学习者提供了宽阔的新舞台。我们若能够很好地学以致用,定会大有作为。本书的目的是想帮助初学者掌握基本的技能并尽快进入实践阶段。希望本书能起到抛砖引玉的作用,也希望我们能有更多更优秀的相关作品推出。尽管我们力求完善,但由于学识和能力上的限制,加上繁重的科研和教学任务,在编写过程中难免有不妥之处,在此,编写人员对广大读者表示歉意,望广大读者不吝赐教,对书中的失误之处给予指正。

编著者



▶ 第一章 汽车电子技术与微控制器	1
第一节 汽车电子技术的发展	1
第二节 微控制器在汽车中的应用和总线系统	3
第三节 微控制器的基本知识	7
第四节 数制与码制	11
小结	14
思考题	14
▶ 第二章 微控制器的结构和原理	15
第一节 78K0 微控制器的内部组成及信号引脚	15
第二节 78K0 微控制器的中央处理器 CPU	18
第三节 78K0 的内部存储器分类	20
第四节 I/O 端口及时钟电路与时序	24
第五节 78K0 微控制器工作方式	27
第六节 78K0 微控制器的 Flash 存储器使用	29
小结	32
思考题	32
▶ 第三章 中断、定时器/计数器	33
第一节 中断系统	33
第二节 定时器/计数器及应用	41
小结	50
思考题	50
▶ 第四章 串行口通信系统	51
第一节 串行口通信的基本原理	51

第二节	78K0 的串行口结构与控制寄存器	52
小结	.....	64
思考题	.....	64
► 第五章	车用总线与通信协议	65
第一节	计算机网络体系结构	65
第二节	车用总线技术的产生及应用现状	75
第三节	车用总线的市场前景	85
第四节	CAN 总线介绍	86
小结	.....	91
思考题	.....	91
► 第六章	CAN 技术规范及其在汽车中的应用	92
第一节	CAN 技术规范	92
第二节	CAN 在汽车中的应用	116
第三节	CAN 节点主要芯片的选择	118
小结	.....	119
思考题	.....	120
► 第七章	CAN 控制器	121
第一节	CAN 模块介绍	121
第二节	CAN 控制器的内部寄存器	122
第三节	功能介绍	124
第四节	波特率设置	132
第五节	CAN 控制器的操作	133
小结	.....	140
思考题	.....	140
► 第八章	CAN 驱动器	141
第一节	CAN 驱动器 82C250	141
第二节	CAN 驱动器 TJA1050	144
第三节	PCA82C250/251 与 TJA1040、TJA1050 的比较和升级	146
第四节	总线长度及节点数的确定	152
第五节	总线终端及网络拓扑结构	155
小结	.....	158

思考题	158
▶ 第九章 CAN 节点软硬件设计	159
第一节 CAN 总线智能节点设计	159
小结	171
思考题	171
▶ 第十章 LIN 技术规范及其在汽车中的应用	172
第一节 简介	172
第二节 基本概念	173
第三节 报文传输	178
第四节 报文滤波	184
第五节 报文确认	185
第六节 错误和异常处理	185
第七节 故障界定	186
第八节 振荡器容差	186
第九节 位定时要求和同步过程	187
第十节 总线驱动器/接收器	187
第十一节 LIN 总线应用	190
小结	191
思考题	192
▶ 第十一章 LIN 总线收发器	193
第一节 简介	193
第二节 总体描述	194
第三节 从机应用	203
第四节 主机应用	211
小结	213
思考题	213
▶ 第十二章 汽车电子控制系统实例	214
第一节 概述	214
第二节 汽车发动机的电子控制	214
第三节 电子控制自动变速器	220
第四节 汽车制动系防抱死电子控制系统	223

第五节 汽车电子安全气囊	225
第六节 车载定位和汽车的信息化	226
第七节 智能化的雨刷控制模块	228
第八节 新型智能芯片在汽车上的应用	230
小结	233
思考题	233
▶ 第十三章 CAN 总线开发工具简介	234
第一节 CANoe 简介	234
第二节 CANoe 各个窗口介绍	235
第三节 CANoe 仿真	239
小结	245
思考题	245
▶ 第十四章 相关内容实验	246
第一节 实验系统的组成	246
第二节 实验板详细介绍	249
第三节 练习问题	257
小结	259
思考题	259
▶ 附录	260
附录 1 报文序列的举例	260
附录 2 ID 场有效值表	261
附录 3 校验和计算举例	263
附录 4 报文错误的原因	264
附录 5 故障界定的建议	265
附录 6 物理接口的电源电压定义	266
▶ 参考文献	267

1

第一章

汽车电子技术与微控制器

第一节 汽车电子技术的发展

一、当今汽车技术发展的几个重要方向

科学技术的不断进步体现在各个方面，在计算机和微电子、生物工程、材料科学和工艺制造技术等很多领域都出现了一大批具有划时代意义的成果，在制造业中，汽车技术的发展具有很强的代表性，成为许多新技术的载体。电控发动机、自动变速器、防抱死系统（ABS）、安全气囊和智能导航等大量推陈出新的技术使得汽车在动力性、经济性、排放水平、驾乘舒适性和安全性方面已经达到了令人相当满意的程度。新技术同时也为行业的发展带来了生机，为行业的进步指明了方向。

作为汽车“心脏”的发动机，其在汽车技术进步的过程中始终走在前列：汽油机电控喷射技术结合三元催化器、柴油机燃油喷射系统、可变截面涡轮增压器（VGT）、可变气门正时和升程技术（VTEC）及混合动力技术（HPS）等许多机、电、液紧密结合的技术使发动机的性能指标日益提高。动力技术一直是汽车研究开发中的核心问题，以汽油机、柴油机为代表的内燃机自发明以来伴随着汽车工业的发展成为汽车和其他地面车辆的主要动力装置，地位无可替代。近些年来，随着环境保护和能源问题的突出，这种局面有所改变，以代用燃料、混合动力甚至是燃料电池等为代表的许多新兴动力被使用在汽车上，有些还取得了很好的使用效果。但是，由于技术上或商业上的原因，目前世界上投入运营的汽车绝大多数仍然以传统动力作为发动机，短期内这种局面不会有根本改变。

汽车采用自动变速器，在驾驶时可以不踩离合器，实现自动换挡，而且发动机不会熄火，从而可以有效地提高驾驶方便性。20世纪80年代以来，随着电子技术的发展，变速器自动控制技术更加完善，在各种使用工况下均能实现发动机与传动系的最佳匹配。目前得到广泛应用的自动变速器主要有三种类型：液力机械式自动变速器（AT），由变矩器、自动变速器和液压电子控制系统三部分组成，其电子液压控制系统由传感器、电控单元、换挡电磁阀、油压调节电磁阀、油泵和换挡阀等组成，目前其技术成熟，应用最广；电控机械式自动变速器（AMT），由传统的离合器与手动齿轮变速器采用电控进行自动变速，目前在重型货车上选用较多；无级变速器（CVT），由V形钢带与可调半径的带轮得到无级变速，在两升以下的轿车上被广泛应用。CVT的主要优点是速比变化是无级的，在各种行驶工况下都能

选择最佳的速比,其动力性、经济性和排放性与AT相比,可以改善5%左右。

许多现代车型已装有自诊断装置。例如,ABS、EBD、安全气囊等是否功能正常,在每次启动后都会给予显示。此外,如车门是否关好,行李箱盖、发动机罩是否锁好,是否系好安全带,制动系统有无故障,手制动是否松开皆会给予警示。近年来,人们对汽车排放要求日益严格,因此,对发动机燃烧过程的控制要求日趋精确化。现代发动机控制器都能利用传感器进行系统检测,内装的自诊断信号输入兼备有执行自身功能诊断的自诊断功能。另外,还有保障电路控制噪声异常等功能装置,直接的控制程序使发动机恢复正常,亦即具备故障保护功能。此外,以往的维护,例如更换润滑油是按规定的期限或里程数进行,现在则可以用传感器,根据油质的变化,提醒驾驶员去做维护,更为经济和合理。

有些高级的汽车内还装备了汽车导航系统,它通过汽车内的显示装置显示地图、汽车位置、运动轨迹、目的方向和距离等,从而为引导汽车提供大量信息。该系统还能将以汽车行驶方向为主的交通流信息等反映到显示屏的移动地图上,为车辆行驶指示最佳路线。汽车导航系统可分为卫星导航系统和地面无线电固定导航系统两类。

关于增加电力供应水平以满足内部需要的最新细节表明先前的24V(12V)车载电源供应已不能满足发展的需要。21世纪头十年人们已经在车辆上成功引入了42V(36V)车载电源系统,尚未解决的问题范围从辅助启动装置扩展到避免昂贵的开发和替换成本等方面。

二、汽车电子技术的发展史

从20世纪60年代中期开始,微电子技术的迅猛发展使其在汽车上被广泛应用,给汽车工业的进一步发展带来了新的生机。电子控制系统具有控制精度高、响应速度快、集成度高、体积小、重量轻、应用更加灵活等优势,用于汽车后,可使汽车有关系统在各种工况下都处在最佳的工作状况,各项受控指标均能获得较大的改善,这是任何机械控制系统都难以达到的。电子技术在汽车上的应用将使汽车很容易满足日益严格的各项法规和人们对驾驶舒适性与方便的要求。汽车的电子化不仅开拓了电子技术新的应用领域,更重要的是其将成为现代汽车技术进步的重要手段,在某些系统甚至是唯一途径。20世纪50年代到20世纪70年代末,主要用电子装置改善部分机械部件的性能。20世纪50年代,汽车上开始安装电子管收音机,这是汽车电子装置的雏形;1953年,美国汽车公司着手开发汽油电喷装置,这是电子控制汽油喷射发展的起点;1955年,晶体管收音机开始在汽车上安装;1960年,结构紧凑、故障少、成本低的二极管整流式交流发电机投入使用,取代了直流发电机;1963年,美国公司采用IC调节器,并在汽车上安装晶体管电压调节器和晶体管点火装置,接着又逐步实现其集成化;1969年,人们开始研制汽车变速器的电子控制装置,并于1970年装车使用。20世纪70年代末到20世纪90年代中期,汽车电子控制技术开始形成,大规模集成电路得到广泛应用,减小了汽车电子产品的体积,特别是8位、16位微处理器的广泛应用,提高了电子装置的可靠性和稳定性。另外,汽车电子装置还解决了机械装置所无法解决的复杂的自动控制问题。1973年,美国通用公司采用IC点火装置并逐渐普及;1976年,美国克莱斯勒公司研制出由模拟计算机对发动机点火时刻进行控制的电子控制点火系统;1977年,美国通用公司开始采用数字式点火时刻控制系统,这就是电喷点火系统的雏形;20世纪80年代,电喷技术在日本、美国和欧洲一些国家得到飞速发展,并开始规模使用。20世

纪 80 年代中期到 20 世纪 90 年代末被认为是电子技术在汽车上应用的第三阶段,在这一阶段中,以微处理器为核心的微机控制系统在汽车上大规模的应用趋于成熟和可靠,并向智能化发展,汽车全面进入电子化时代。2000 年以后,汽车电子化被认为已进入第四阶段——智能化和网络化时代,在这一阶段中,汽车产品将大量采用人工智能技术,并利用网络进行信息的传递和交换。汽车电子技术的重点由解决汽车部件或总成问题开始向广泛应用计算机网络与信息技术发展,使汽车更加自动化、智能化,并向解决汽车与社会融为一体等问题转移。汽车电子设备成本占汽车总成本的比重越来越大,汽车制造技术由机械制造逐步进入电子控制技术时代。

三、汽车电子系统在整车中的地位

从世界范围看,汽车工业向电子化发展的趋势,在 20 世纪 90 年代初已十分明显。由于汽车工业是国民经济发展的支柱产业,因而其是国际经济竞争的重要领域,而电子技术在汽车上的应用促进了汽车各项性能的发展,世界各大汽车公司纷纷投入巨资开发自己的汽车电子产品以赢得更大的市场空间,因此,汽车电子化将是夺取汽车市场的重要手段。据统计,1991 年,一辆车上电子装置的平均费用是 825 美元,1995 年上升到 1 125 美元,2000 年达到 2 000 美元,占汽车成本的 30% 以上,且以 5% 的速度逐年递增,甚至增长速度还会加快,尽管电子产品的成本以每年 10% ~ 30% 的比例下降。2000 年以后,全世界汽车电子产品的市场规模将突破 600 亿美元,美、日、欧等发达国家汽车电子产品的价格占整车价格的 10% 以上,高级轿车甚至达到 30% 以上。

德国汽车工业成功的一个决定性因素是电子技术的创造性应用。随着车辆级别和内部配置的不同,电气和电子元件占汽车总成本的 10% ~ 30%,并且将在今后 5 年内再增加 10%。在全球范围内,电气和电子元件占汽车总成本的百分比为:德国占有 21%,欧洲为 12%,而美国为 7%。因此,我们能确定汽车工业极大地影响了半导体制造商。如果忽略市场份额中的汽车电气部分,如蓄电池、启动机、发电机和灯光系统等,仅考虑半导体的话,则半导体市场中用于车辆的份额从 7% 降至 6%。与汽车技术相比,电子消费品如 PC 和移动电话,在 1999 年和 2000 年之间有非常明显的增加。

现代汽车电子控制技术的应用不仅提高了汽车的动力性、经济性和安全性,改善了行驶的稳定性和舒适性,推动了汽车工业的发展,还为电子产品开拓了广阔的市场,从而推动了电子工业的发展。因此,发展汽车电子控制新技术、加快汽车电子化速度,是振兴和发展汽车工业的重要手段。

第二节 微控制器在汽车中的应用和总线系统

一、微控制器的发展史及其在汽车中的引入

微控制器从 20 世纪 70 年代出现至今已经有 30 多年的历史,从最初简单功能的单片机发展到现在 32 位、64 位的高性能微处理器,它的身影几乎已经融入人们生产生活的各个领

域。从工业设备的自动化,到人们日常使用的各种通信产品,再到武器军工行业、卫星和载人航天等方方面面,微控制器都在发挥着难以替代的作用,并且成为产品附加价值的重要来源。

从微控制器性能的衍变和发展看,微控制器的发展历史可划分为三个阶段:第一阶段是20世纪的70年代,单片机产生,低性能微处理器开始在工业生产中得到应用。1971年,Intel公司首次推出了4004的4位单片微处理器,以此事件为标志单片机开始出现了,并且在最初的几年只处于一个初级阶段,其表现特征是:受工艺限制,单片机采用双片的形式而且功能比较简单。例如,仙童公司生产的F8单片机,其实际上只包括了8位CPU、64个字节RAM和2个并行口,因此,还需加一块3851(由1K ROM、定时器/计数器和2个并行I/O口构成)才能组成一台完整的计算机。在此之后的两年为低性能单片机出现和应用的阶段:以Intel公司制造的MCS-48单片机为代表,这种单片机片内集成有8位CPU、并行I/O口、8位定时器/计数器RAM和ROM等,但是不足之处是无串行口,中断处理比较简单,片内RAM和ROM容量较小且寻址范围不大于4K。其他公司如GI(General Instrument Crop)在1977年10月宣布了PIC1650单片机系列。1978年,Rockwell公司也推出了R6500/1系列(与6502兼容),并且有些芯片在性能方面已经有了向高性能芯片发展的趋势。第二个阶段从20世纪的80年代到20世纪末,微处理器的性能已经有了很大的提高,以Motorola公司和Zilog公司为代表,虽然其单片机问世较迟,但是其产品性能较高,单片机内有串行I/O口,多级中断处理能力,片内的RAM和ROM容量较大,有些还带有A/D转换接口。Motorola公司在1978年下半年宣布了与6800微处理器兼容的6801单片机;Zilog公司在同年10月也推出了z80单片机系列;Intel公司在原MCS-48基础上,于1980年推出了高性能的MCS-51系列(包括8031/8051/8751);1982年,Mostek公司和Intel公司先后推出了16位单片机MK68200(与68000微处理器兼容)和MCS-96(8096、8098)系列。16位单片机的典型产品如Intel公司生产的MCS-96系列单片机,其集成度已达120000管子/片,主振为12MHz,片内RAM为232字节,ROM为8K字节,中断处理为8级,而且片内带有多通道10位A/D转换器和高速输入/输出部件(HSI/HSO),实时处理的能力很强。1987年,Intel公司推出了性能是8096系列2.5倍的新型单片机802960。第三个阶段是20世纪末至今,这一阶段是8位单片机巩固发展及16位单片机、32位单片机推出阶段。此阶段的主要特征是一方面发展16位单片机、32位单片机及专用型单片机;另一方面不断完善高档8位单片机,改善其结构,以满足不同的用户需要。32位单片机除了具有更高的集成度外,其晶振已达20MHz,这使32位单片机的数据处理速度比16位单片机提高许多,性能比8位、16位单片机更加优越。如Motorola公司专门为汽车控制系统开发设计的PowerPC系统微处理器,其运算处理速度已经完全超过了最初桌面PC产品的速度,具有丰富的口线资源和强大的定时处理模块,并且具有独立的定时处理器TPU,为便于其与其他芯片的通信,这种芯片上还集成有CAN总线通信模块,可见这已经是一款非常强大的处理器了。从20世纪的90年代开始,单片机的发展非常迅速。就通用单片机而言,世界上一些著名的计算机厂家已投放市场的产品就有50多个系列、400多个品种。单片机的产品已占整个微机(包括一般的微处理器)产品的80%以上,其中8位单片机的产量又占整个单片机产量的60%以上,这说明8位单片机在最近若干年仍将是工业检测和控制应用的主角。目前,据IHS iSuppli公司的库存调查报告,日本瑞萨电子第一季度是全球最大的汽车半导体供应商,同时市场总体库

存水平仍然处于高位。

瑞萨电子的汽车半导体营业收入为 7.27 亿美元，遥遥领先于其他竞争对手，排在其后的厂商是德国英飞凌、法国—意大利企业意法半导体、美国飞思卡尔半导体和荷兰恩智浦半导体，如表 1-1 所示。

表 1-1 主要半导体公司业绩

排名	公司	2012 第一季度财报 /百万美元	2011 第四季度财报 /百万美元
1	瑞萨电子	727	752
2	英飞凌	594	562
3	意法半导体	455	451
4	飞思卡尔	392	441
5	恩智浦	342	326

微控制器在汽车中的引入，最早应用于汽车发动机的控制。首推 1976 年通用汽车公司研发的利用微控制器对发动机的点火时间进行控制（MASIR），它能更好地根据发动机运转工况，对点火调速器提前角与负压提前角作出精确的点火时间控制。汽车电子控制电脑也从模拟时代进入到了数字时代。1984 年，丰田推出速度密度型的 T-LCS（Toyota Lean Combustion System）丰田稀薄燃烧系统的汽油喷射装置能在各种运转工况下对喷射时间、点火时间进行有效、出色的控制。由于微机的运用以及微机计算、储存、分析、学习等功能的发展，可进行复杂的逻辑、智能控制计算，对发动机运转速度和进气流量及其他工况的变化能作出敏捷的反应，使微机控制型汽油喷射渐渐成为主要的喷射方式，同时在柴油喷射方式中也得到了充足的发展。纵观现在的汽油喷射汽车，已经集高科技、高精密度于一身，其所控制的废气排放，如 CO、HC 在用废气仪测量时达到了 0.00 数量级的水平，几近“零”排放。另外，在汽车的其他系统中，也开始采用基于微控制器的控制技术，这使得汽车的性能得到极大地提高，另外也成为汽车向节能化、信息化和智能化等方向发展的有力推动力量。

二、当代汽车各系统使用微控制器的状况

汽车由许多子系统组成，如动力传动系统、底盘车身系统、制动系统、转向机构以及车载通信系统和娱乐系统等。在控制功能较为简单或者仅仅在局部几个系统采用了电子控制，往往采用一个微控制器就可以了，但这种微控制器要求功能较为强大，如目前市场上比较流行的 PowerPC、68 K 以及 SIEMENS 和 Infineon 公司的一些高端芯片，但是对于比较复杂的子系统如发动机控制系统，其本身就需要较为强大的芯片来满足其复杂的控制功能，如在 20 世纪 90 年代 Intel 公司的 8098 和 196 系列芯片就有很广泛的应用。

随着时代的发展，特别是计算机总线技术的日益成熟，在车上使用的芯片也越来越多，比如在 ABS、EBD、ASR、悬挂、电子防盗和卫星导航等系统上的应用，而在这些系统中有的使用的芯片的功能较为简单，甚至一片 8 位的芯片就完全能满足使用要求。因而有许多汽车上开始采用基于总线的多芯片系统，人们通过布置在车上的总线系统来共享信息，使汽车

能自如的工作。

另外，随着世界汽车工业发展，特别是汽车电子技术的日新月异，车上使用的微处理器用量激增：1985年为200万只，1989年为6000万只，1993年则达到了6亿只。微处理器已广泛地应用于安全、环保、发动机、传动系、速度控制和故障诊断中。目前，美国汽车用微处理器8位的约占总量的65%，16位和32位微处理器正在迅速地扩大市场。近年来，32位的微处理器用量增加约50%，而8位的只增加11%。

三、汽车总线系统的产生及其在整车中的应用

随着电子技术的迅速发展和其在汽车上的广泛应用，汽车电子化程度越来越高。电子设备的大量应用必然导致车身布线庞大而且复杂，安装空间紧缺，运行可靠性降低，故障维修难度增大，为了提高信号的利用率，要求大批的数据信息能在不同的电子单元中共享，汽车综合控制系统中大量的控制信号也需要实时交换。传统的电器系统大多采用点对点的通信方式，已远不能满足这种需求。针对上述问题，在借鉴计算机网络和现代控制技术的基础上，汽车网络技术应运而生。汽车网络具有很多的优点，如大幅度减少线束、实现数据共享、显著提高整车的智能控制水平、提升故障诊断和维修能力、使对组合开关和其他开关输入的要求降低、使器件简化和成本低等。由于汽车燃油电喷、电动门窗、电动座椅等电控系统的增加，如果仍采用常规的布线方式，将导致汽车上线数量急剧增加。在一些高级乘用车上，电线的重量占到整车重量的4%左右。

电控系统的增加虽然提高了汽车的动力性、经济性和舒适性，但随之增加的复杂电路也降低了汽车的可靠性，增加了维修的难度。为此，早在20世纪70年代就已提出实现汽车电控单元之间的通信问题。随着集成电路的迅速发展，使得以串行总线将车用电器组成网络，无论是在可靠性和经济性上，都有了很大的提高。CAN（Controller Area Network）总线即控制器局域网，是德国BOSCH公司在20世纪80年代初研制成功的，最初主要是为汽车监测、控制系统而设计的。现在，由于CAN总线的优良特性，其除了在汽车电子控制系统中应用外，在其他一些实时控制系统中也得到了广泛应用。CAN总线被设计为具有最大传输速率1 Mb/s的多主结构；CAN不像传统的网络，它不会点到点地传送报文；在CAN报文中标识符是给予数据而不是节点；报文在网络中广播，任何对报文有兴趣的节点都能够接收这个数据。例如，车上的一个节点可能传送了车轮的速度，这个数据可能会同时被防抱制动系统以及发动机管理系统所接收，而这些部件会知道这个信息是从哪里获取的。汽车电子系统中存在的通信标准如图1-1所示。

通信标准

CAN
Bluetooth
FLexRay
LIN
JAVA
OSEK



图1-1 汽车电子系统中存在的通信标准

目前，汽车新技术的发展应用与汽车线束数量及线束急剧增加的矛盾相当突出。为解决这些问题，数据总线已被广泛地应用于汽车电控系统。现代汽车典型的控制单元有电控燃油喷射系统、电控传动系统、防抱死制动系统（ABS）、防滑控制系统（ASR）、废气再循环控制、巡航系统和空调系统。在一个完善的汽车电子控制系统中，许多动态

信息必须与车速同步。为了满足各子系统的实时性要求，有必要对汽车公共数据实行共享，如发动机转速、车轮转速、油门踏板位置等。

第三节 微控制器的基本知识

一、概述

微控制器又习惯上被人们称为单片机，它是微型计算机的一个很重要的分支，自 20 世纪 70 年代问世以来，其以极高的性价比受到人们的重视和关注，应用很广，发展也很快。微控制器体积小，重量轻，抗干扰能力强，环境要求不高，价格低廉，可靠性高，灵活性好，开发较为容易。通过学习有关微控制器的知识后，能依靠自己的力量来开发所希望的微控制器系统，并可获得较高的经济效益。在我国，微控制器已广泛地应用在智能仪器仪表、机电设备过程控制、自动检测、家用电器和数据处理等各个方面。

二、微控制器的软件和硬件系统

单片微型计算机就是把组成微型计算机的各部件中央处理器、存储器、输入/输出接口电路、定时器/计数器等，制作在一块集成电路芯片中，构成一个完整的微型计算机。

微型计算机的组成如图 1-2 所示。下面把组成计算机的五个基本组成部分作简单说明。运算器是计算机的运算部件，用于实现算术和逻辑运算，计算机的数据运算和处理都在这里进行。控制器是计算机的指挥控制部件，使计算机各部分能自动协调地工作。运算器和控制器是计算机的核心部分，常把它们合在一起统称为中央处理器（Central Processing Unit），简称 CPU。存储器是计算机的记忆部件，用于存放程序和数据，存储器又分为内存储器和外存储器。输入设备用于将程序和数据输入到计算机中；输出设备用于把计算机数据计算或加工的结果，以用户需要的形式显示或保存。通常把外存储器、输入设备和输出设备合在一起称为计算机的外部设备。以上这些组成计算机实际的部分称为计算机的硬件，也叫计算机硬件系统。组成单片机系统的也是上述这五个基本组成部分，尽管其结构较为简单，但要在一个尺寸有限的芯片上集成运算器电路、控制器电路、一定容量的存储器以及输入/输出的接口电路，而且既要求高性能、结构简单灵活，还得工作稳定可靠，这可不是一件容易的事。因此，单片机必须采用精巧的设计，以克服因芯片尺寸有限所带来的许多制约。

硬件系统作为实体，为计算机工作提供了基础和条件，但要想使计算机有效地工作，还必须有软件的配合。概括地说，计算机软件系统包括系统软件和应用软件两部分，但单片机由于硬件支持和需要所限，其软件系统比较简单。传统观念认为单片机的系统管理不需要像微型计算机那

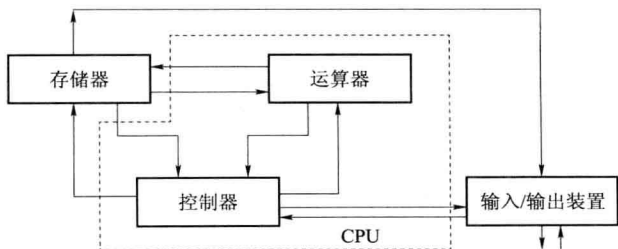


图 1-2 微型计算机的组成

样复杂的操作系统，而只需使用简单的操作系统程序，通常称之为监控程序。因此监控程序即为单片机中最重要的系统软件，这种观念还认为大多数单片机不使用高级语言，单片机中

通常使用的是汇编语言,但单片机并没有自己专用的汇编程序。近些年来,随着控制系统的控制功能日趋复杂,特别是“嵌入式系统”这一概念的提出,已经使单片机的软件系统发生了巨大的变化。面对日益复杂的控制系统,许多功能齐备的嵌入式操作系统开始被开发人员采用,如 VxWorks、uClinux 和 OsCan 等操作系统在工业自动化、通信、航天和汽车等领域被广泛采用。同时,以 C 语言为代表的高级语言也因其优化的开发环境而越来越多地得到开发人员的青睐。用户的应用程序是在其他微型计算机上通过交叉汇编方法得到二进制的目标码。因此,在单片机系统中只有监控程序和目标码的应用程序。

三、瑞萨电子公司 78K0 系列产品概述

瑞萨 8 位单片机包括 78K0S 和 78K0 两个系列,下面简单介绍这两个系列的功能特点。

(一) 78K0S (8 位) 微控制器

操作频率达 10MHz,这些微控制器是瑞萨电子低端产品中的代表产品,并且包括 78K0S/KxH 设备,其封装和 CPU 核都高度紧凑,并且提供 RC 振荡器。它们不但在价格上具有很高的竞争力,而且还可以得到所有用于嵌入式控制的主要功能:

- 1) 位处理。
- 2) LED 端口。
- 3) 可控制的 CPU 速度。
- 4) 子时钟选项。
- 5) STOP 和 HALT 模式,200 ns 最小指令周期。

78K0S/KU1 + 微控制器。

(1) 特点

78K0S/KU1 + 微控制器是一个 10 引脚的(低引脚数)微控制器。

(2) 芯片特点

- 1) 宽范围的操作电压:2.0 ~ 5.5 V。
- 2) 两个内部振荡器:8 MHz 和 240 kHz。
- 3) 内置可编程的低电压指示器。
- 4) 上电清零电路。
- 5) 单电压,自编程闪存。
- 6) 闪存安全保护。

(3) 应用

- 1) 家用电器。
- 2) 传感器。
- 3) 电池充电器。
- 4) 通用辅助微控制器。

(二) 78K0 (8 位) 微控制器

78K0 (8 位) 微控制器是瑞萨电子目前最流行的 8 位微控制器,包括新型 78K0/Kx2 微控制器。这个系列微控制器内部集成了不同的外围设备,如图 1-3 所示。