

QICHE DANPIANJI JI CHEZAI ZONGXIAN JISHU



汽车单片机及 车载总线技术

南金瑞 刘波澜 编著



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

汽车单片机及车载总线技术

南金瑞 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) 即控制器局域网, 是一种具有国际标准而且性能价格比较高的现场总线, CAN 总线已经作为汽车的一种标准设备列入汽车的整体设计中。LIN (Local Interconnect Network) 是一种低成本的串行通讯网络, 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讯, 使用 LIN 总线可大大节省成本。本书内容包括: 汽车电子及微机的基础知识, 以 MCS51 微机为例, 详细介绍了 MCS51 系列微机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 规范和几种典型的 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的基础上, 详细介绍了汽车电子控制系统的几个典型实例。

本书适用于汽车工程专业、机电技术应用专业, 也适用于自动化控制、应用电子技术等专业使用, 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, 刘波澜编著. —北京: 北京理工大学出版社, 2005. 10

ISBN 7 - 5640 - 0478 - 9

I. 汽… II. ①南…②刘… III. ①汽车-电子设备②汽车-计算机控制系统-总线-技术 IV. U463. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 097477 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefeditor@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 16.5

字 数 / 390 千字

版 次 / 2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 26.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题, 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:汽车上的电控系统和传感器、执行器的不断增加使点对点的联结方式走到了尽头,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) 42 V 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,而使电器件体积质量增加,显然现有 12 V (或 24 V) 电源系统难以满足电气系统的需要。为此,将采用 42 V 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尚比较少,而且由于技术的更新进步,许多书中的内容已经过时。本书为适应这种需求,编写过程中收集了最新的资料,系统地介绍了汽车微控制器和车用总线的知识。

本书主要针对高校汽车专业本、专科学生,通过对本书的阅读,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。工程技术人员也一样可以从本书中得到帮助,因为本书的内容是比较丰富和系统的。

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,全书共分十二章。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习题。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中所处的重要地位,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“MCS - 51 单片机的结构和原理”介绍了 MCS - 51 单片机的硬件结构和基本工作原理。第三章“MCS - 51 单片机系统程序设计”详细介绍了 MCS - 51 单片机的指令系统和软件设计的方法。第四章“中断控制、定时/计数器与串行口通信”主要介绍了 MCS - 51 单片机系统的中断、定时/计数器和串行通讯系

统。第五章“车用总线与通讯协议”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技术规范以及它在汽车中的应用”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SJA1000”详细介绍了目前市场上最有代表性的CAN控制芯片——独立的单个CAN控制器SJA1000。第八章“CAN总线驱动器”介绍了有关CAN总线的驱动器和它的应用。第九章“CAN控制器与80C51系列单片机的接口技术”，介绍了CAN控制器SJA1000与8051进行CAN总线智能节点的设计细节。第十章“LIN总线技术规范”详细讲述了LIN的协议规范。第十一章“LIN总线收发器TJA1020”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，通过对实例的学习也是对前面几章内容的复习。

第一、二、三、四章和第十二章由刘波澜编写，第五、六、七、八、十章和第十一章由南金瑞编写，第九章由何洪文编写。全书由南金瑞负责策划、修改和定稿，杨敏、赵凌婧和王志福等参加了文稿的录入工作并提供了很大帮助。在全书的策划和编写过程中得到了祝嘉光教授、王建群教授的热心指导，并由张旺教授和张付军教授主审，同时还参考了业界许多公开发表的资料，在此一并表示衷心的感谢。

汽车电子技术的最新发展给我们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每位学者提供了一个宽阔的新舞台，能够很好地学以致用定会大有作为。本书介绍的内容，目的是想帮助初学者掌握基本的技能尽快进入实践阶段，也希望能起到抛砖引玉的作用，希望能有更多更优的相关作品推出。尽管我们如履薄冰，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失当之处，望广大用户不吝赐教，对书中的失误处给予指正。

编者

目 录

第一章 汽车电子技术与单片机	(1)
第一节 汽车电子技术的发展	(1)
第二节 单片机在汽车中的应用和总线系统	(3)
第三节 单片机的基本知识	(6)
第四节 数制与码制	(9)
本章小结	(12)
思考题	(12)
第二章 MCS-51 单片机的结构和原理	(13)
第一节 MCS-51 单片机的内部组成及信号引脚	(13)
第二节 MCS-51 单片机的中央处理器 CPU	(16)
第三节 MCS-51 的内部存储器	(17)
第四节 I/O 端口、时钟电路与时序	(19)
第五节 MCS-51 单片机工作方式	(21)
第六节 MCS-51 单片机的存储器	(23)
本章小结	(28)
思考题	(28)
第三章 MCS-51 单片机系统程序设计	(29)
第一节 MCS-51 指令系统概述	(29)
第二节 MCS-51 单片机指令详解	(33)
第三节 MCS-51 单片机系统程序设计实例	(39)
本章小结	(43)
思考题	(43)
第四章 中断、定时/计数器与串行通信	(44)
第一节 中断系统	(44)
第二节 定时器/计数器及应用	(48)
第三节 串行口通信系统	(52)
第四节 I/O 口的扩展技术	(55)
本章小结	(58)
思考题	(58)

第五章 车用总线与通讯协议	(59)
第一节 计算机网络体系结构	(59)
第二节 车用总线技术的产生及应用现状	(69)
第三节 车用总线的市场前景	(78)
第四节 CAN 总线介绍	(79)
本章小结	(84)
思考题	(84)
第六章 CAN 技术规范及其在汽车中的应用	(85)
第一节 CAN 技术规范	(85)
第二节 CAN 在汽车中的应用	(101)
第三节 CAN 节点主要芯片的选择	(104)
本章小结	(105)
思考题	(105)
第七章 CAN 控制器 SJA1000	(106)
第一节 CAN 控制器的作用	(106)
第二节 SJA1000 概述	(106)
第三节 SJA1000 内部结构及引脚定义	(107)
第四节 SJA1000 在系统中的位置	(109)
第五节 CAN 的控制模块	(110)
第六节 SJA1000 详细介绍	(111)
本章小结	(151)
思考题	(152)
第八章 CAN 总线驱动器	(153)
第一节 CAN 总线驱动器 82C250	(153)
第二节 CAN 总线驱动器 TJA1050	(155)
第三节 PCA82C250/251 与 TJA1040、TJA1050 的比较和升级	(158)
第四节 总线长度及节点数的确定	(164)
第五节 总线终端及网络拓扑结构	(167)
本章小结	(169)
思考题	(169)
第九章 CAN 控制器与 80C51 系列单片机的接口技术	(170)
第一节 CAN 总线系统智能节点设计	(170)
第二节 CAN 网桥设计	(176)
本章小结	(182)
思考题	(183)

第十章 LIN 技术规范及其在汽车中的应用	(184)
第一节 简介	(184)
第二节 基本概念	(185)
第三节 报文传输	(189)
第四节 报文滤波及确认	(196)
第五节 错误和异常处理	(196)
第六节 故障界定	(197)
第七节 振荡器容差	(197)
第八节 位定时要求和同步过程	(198)
第九节 总线驱动器/接收器	(198)
第十节 应用举例	(201)
第十一节 常见问题分析	(203)
本章小结	(208)
思考题	(208)
第十一章 LIN 总线收发器 TJA1020	(209)
第一节 简介	(209)
第二节 总体描述	(209)
第三节 从机应用	(219)
第四节 主机应用	(227)
本章小结	(229)
思考题	(229)
第十二章 汽车电子控制系统实例	(230)
第一节 概述	(230)
第二节 汽车发动机的电子控制	(230)
第三节 电子控制自动变速器	(236)
第四节 汽车制动系防抱死电子控制系统	(238)
第五节 汽车电子安全气囊	(240)
第六节 车载定位和汽车信息化	(242)
第七节 智能化的 CAN Bus 门控模块	(244)
第八节 新型智能芯片在汽车上的应用	(248)
本章小结	(251)
思考题	(251)
参考文献	(252)

第一章 汽车电子技术与单片机

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、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、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，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）、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，由于技术上或是商业上的原因，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，从而可以有效的提高驾驶方便性。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。目前得到广泛采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、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型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采用；其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，大约可以改善5%左右。

不少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，行李厢盖、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。近来，对排放要求日益严格，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,以达到更为经济和合理。

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发展趋势表明先前的24 V(12 V)车载电源供应已不能满足发展的需要,在车辆上成功引入42 V(36 V)车载电源系统仅仅是一个时间问题,在本世纪头十年的最后必将出现。已经给出了许多关于42 V电源的良好应用前景实例,尚未解决的问题范围扩展到从辅助启动装置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、应用更加灵活等特点用于汽车后,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,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性的要求。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。50年代到70年代末,主要用电子装置改善部分机械部件的性能: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,开始研制汽车变速器的电子控制装置,并于1970年装车使用。70年代末到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位单片机的广泛应用,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,美国通用汽车公司采用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;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。80年代中期到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1125美元,2000年达到2000美元,占汽车成本的30%以上,且还以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还以每年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。随车辆级别和内部配置的不同,电气和电子元件占整个成本的10%~30%,并且将在今后5年内再增加10%。在全球范围内,德国占有21%,欧洲为12%,而美国是7%。因此,我们能确定汽车工业极大地影响了半导体制造商。如果忽略不计市场份额中的汽车电气部分,如蓄电池、起动机、发电机、灯光系统等,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和2000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 单片机在汽车中的应用和总线系统

一、单片机的发展史及其在汽车中的引入

单片机从20世纪70年代出现至今已经有30多年的历史,从最初的简单功能单片机发展到现在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讯产品,再到武器军工行业,卫星和载人航天等方方面面,单片机都在发挥着难以替代的作用,并且成为产品附加值的重要来源。

从单片机性能的衍变和发展看,可以将单片机的发展历史划分为三个阶段:第一阶段是20世纪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,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1KROM、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。1997 年 10 月, GI (General Instrument Crop) 公司宣布了 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。第二阶段从 20 世纪 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 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 微处理机兼容的 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 MK 68200 (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 12 万管子/片, 主振为 12 MHz, 片内 RAM 为 232 B, ROM 为 8 KB, 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。第三阶段是 20 世纪末直到现在, 这一阶段是 8 位单片机巩固发展, 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 20 MHz, 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, 为便于与其他芯片的通讯, 这种芯片上还集成有 CAN 总线通讯模块, 可见这已经是一款非常强大的处理器了。从 20 世纪 90 年代, 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 位单片机将在最近若干年仍是工业检测和控制应用的主角。目前, 在世界半导体领域, 主要的芯片提供商有: Motorola, Intel, Philips, Siemens, Infineon, TI, NEC 等公司, 图 1-1 表示半导体制造商在汽车电子市场中的份额。国内芯片的研究开展较晚, 但起步水平不低, 以中科院为首的研究机构开发的“龙芯”系列芯片, 已经具有相当的技术水平, 并且在我国的一些关键领域开始采用。

单片机在汽车中的引入, 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单片机对发动机的点火时间进行控制 (MASIR)。它能更好的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, 对喷射时间和点火时间进行有效、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

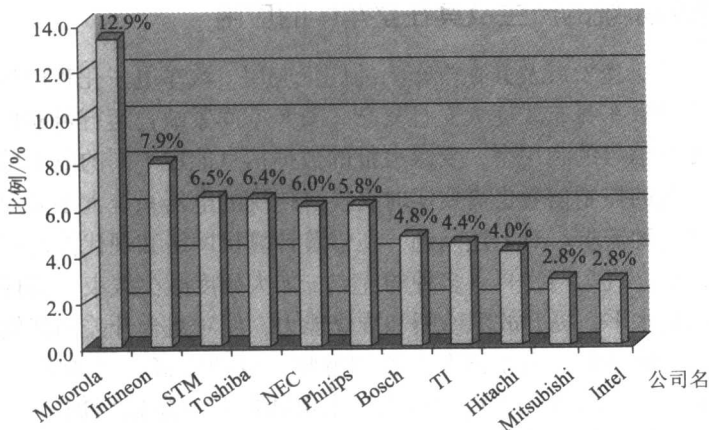


图 1-1 半导体制造商在汽车电子市场中的份额

敏捷的反应,使单片机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,也开始采用基于单片机的控制技术,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、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单片机的状况

汽车由许多子系统如动力传动系统、底盘车身系统、制动系统、转向机构以及车载通讯系统和娱乐系统等组成,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,往往采用一个单片机就可以了,但这种单片机要求功能较为强大,像目前市场上比较流行的 PowerPC、68K 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 ABS、EBD、ASR、悬挂、电子防盗和卫星导航等系统上的应用,而在这些系中有的使用的芯片功能较为简单,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,大家通过布置在车上的总线系统,共享信息,使汽车能非常自如地工作。

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快速增长:1985 年为 200 万只,1989 年为 6 000 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,美国汽车用单片机 8 位的占多数,约占总量的 65%。16 位和 32 位单片机正在迅速地扩大市场。近年来 32 位的用量增加约 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及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。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。汽车网络具有多种的优点,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、成本低。由于汽车上燃油电喷、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,将导致汽车上电线的数量急剧增加。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讯问题。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,都成为了可能。CAN(Controller Area Network)总线即控制器局域网络,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,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 Mbit/s的多主结构。CAN不像传统的网络,它不是点到点地传送报文。在CAN报文中

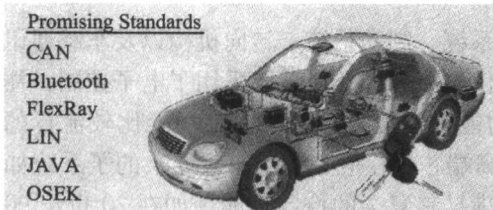


图1-2 汽车电子系统中存在的通讯标准

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。图1-2表示汽车电子系统中存在的通讯标准。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。

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到汽车电控系统。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 单片机的基本知识

一、概述

单片机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,以极其高的性

能价格比受到人们的重视和关注,应用广泛,发展迅速。单片机体积小,质量轻,抗干扰能力强,对环境要求不高,价格低廉,可靠性高,灵活性好,开发较为容易。通过学习有关单片机的知识后,能依靠自己的力量来开发所希望的单片机系统,并可获得较高的经济效益。在我国,单片机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、单片机的软件和硬件系统

单片微型计算机就是把组成微型计算机的各部件,如中央处理器、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。

下面把组成计算机的五个基本组成部分作简单说明,如图 1-3 所示。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

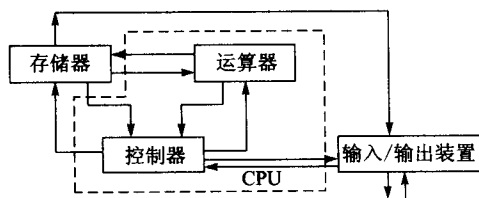


图 1-3 微型计算机的组成

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之为计算机的外部设备。以上这些组成计算机实际的部分称之为计算机的硬件,也叫计算机硬件系统。单片机尽管简单,组成单片机系统的也是上述这五个基本组成部分。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。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,还必须要有软件的配合。概括地说,计算机软件系统包括系统软件和应用软件和两个部分。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样复杂的操作系统,而只使用简单的操作系统程序,通常称之为监控程序。因此监控程序就成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”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, μ Clinux, OsCan 等操作系统在工业自动化、通讯、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。由此可见,在单片机系统中只有监控程序和目标码的应用程序。

三、Intel 公司 MCS - 51 系列产品概述

8051 单片机是美国 Intel 公司在 1980 年推出的 MCS - 51 系列单片机的第一个成员。凡

Intel 公司生产的以 8051 为核心单元的其他派生单片机都可称为 MCS-51 系列, 有时简称为 51 系列。其他公司生产的以 8051 为核心单元的其他派生单片机却不能称为 MCS-51 系列, 只能称为 8051 系列。也就是说, MCS-51 系列是专指 Intel 公司生产的以 8051 为核心单元的单片机的, 而 8051 系列泛指所有公司 (也包括 Intel 公司) 生产的以 8051 为核心单元的所有单片机。MCS 是 Intel 公司单片机的系列符号, Intel 公司推出有 MCS-48、MCS-51、MCS-96 系列单片机。

MCS-51 系列单片机包括三个基本型 80C31、8051、8751, 以及对应的低功耗型号 80C31、8051、87C51, 因而 MCS-51 特指 Intel 的这几种型号。在计算机领域, 系列机是指同一厂家生产的具有相同系统结构的芯片。20 世纪 80 年代中期以后, Intel 以专利转让的形式把 8051 内核给了许多半导体厂家, 如 Amtel、Philips、Analog Devices、Dallas 等。这些厂家生产的芯片是 MCS-51 系列的兼容产品, 准确地说是与 MCS-51 指令系统兼容的单片机的。这些单片机与 8051 的系统结构 (主要是指指令系统) 相同, 采用 CMOS 工艺, 因而常用 80C51 系列来称呼所有具有 8051 指令系统的单片机。他们对 8051 一般都作了一些扩充, 更有特点、功能更强、市场竞争力更强, 不应该把他们称为 MCS-51 系列单片机。

四、单片机的最新发展技术

单片机在近 10 年取得了飞速的发展, 目前在世界范围内从事单片机开发的有 4 个区域: 一是欧美, 如美国国家半导体的 COP8 系列单片机, Philips 公司的 51 系列单片机, AMD 公司的 186 系列 16 位嵌入式单片机, ST 公司的 ST62 系列单片机, MICROCHIP 的 PIC 系列单片机, Motorola 的各个系列单片机, 以及 Infineon technologies 的 C500 和 C166 系列等; 二是日本, 如 TOSHIBA 公司开发了从 4 位到 64 位的多系列单片机, 日立公司也有从 4 位到 32 位的单片机, FUJITSU Microelectronics 的 F2MC-8L 单片机系列产品, OKI Electronics 的 MSM80、MSM66、MSM63 系列单片机, NEC 的 75X、78X 系列单片机; 三是台湾地区, 如 WINBOND 公司的 W741/W536、W78/W77 等系列单片机, Holtek 的 HT46/47/48/49CXX 系列单片机, EMC 公司的 E78 系列单片机等; 四是韩国, 如 Hyundai microelectronics 的 GMS800、GMS30 系列单片机, 另外, LG 等公司也生产单片机。

在过去的一段时间内, 单片机的指令运行速度一直在 10 MIPS 以下, 这对于应用在工业控制领域内的单片机来说是足够了, 但当单片机被应用在通讯及 DSP 领域作为高速运算、编码或解码时, 就会出现因指令运行速度不够而限制单片机应用的情形, 因此提高单片机指令运行速度已经成为迫切需要解决的问题。提高单片机指令运行速度的前提是在单片机的设计中必须采用先进的结构。目前比较多的单片机采用改进的哈佛 (Harvard) 结构, 这种结构基于具有分离地址总线的两个存储器, 其中一个放程序, 另一个放数据, 允许数据从程序存储器传递到 SRAM, 该功能也允许从程序存储器中读取数据表。这种结构的优点是取指令和存储器数据交换可在多步流水线中同时进行, 这意味着当前指令执行时就可从程序存储器中取出下条指令。这是一种一个时钟周期运行完一条指令的并行流水线操作方式, 因此可大大提高指令运行速度。另外目前许多单片机均采用了精简指令集机构 (RISC), 使得单片机所有的指令均为单字节指令, 因此其程序空间的效率比较高, 代码也比较紧凑。

美国 Microchip 公司推出的 PIC8 位单片机系列采用了先进结构后在运行速度、代码空间占有两方面与其他单片机的比较, 有了显著的提高。Philips 公司的 51LPC 系列单片机的指

令执行速度比现有的 80C51 器件高一倍,因为它在结构上有所改善:采用双数据指针,依据条件读取扩展或外接存储器;采用四级中断优先,用来处理越来越频繁的中断;芯片上具有多个存储器,有最大到 64 KB 的 ROM 或 EPROM,有 512 B 或 1 KB 的 RAM 等;改善的 UART,用来进行 FRAMING 错误检测,自动地址检测。基于 80C51 的飞利浦低功率、低系统成本单片机 51LPC 系列是业界推动单片机向低功耗方向发展的主导单片机系列之一,具体数据如下:在 3.3 V 电压下,当工作频率为 4~20 MHz 时,电流为 1.7~10 mA;当工作频率为 100 kHz~4 MHz 时,电流为 0.044~1.7 mA;当工作频率为 20~100 kHz 时,电流为 0.009~0.044 mA。51LPC 系列单片机采用以下三种方法降低功耗:

(1) 使系统进入空闲模式:在空闲模式下,只有外围器件在工作,任意的复位及中断均可结束空闲模式;

(2) 使系统进入低功耗模式:在低功耗模式下,振荡器停止工作,使功耗降到最小。低功耗模式的唤醒方式有:外部中断 0 以及 1+键盘中断;比较器;看门狗定时器,掉电检测;复位输入;

(3) 使系统进入低电压 EPROM 操作:EPROM 包含了模拟电路,当 VDD 高于 4 V 时,可通过软件使这些模拟电路掉电以降低功耗,在上电情况下可使系统退出该模式。

随着半导体工艺技术的不断进步,采用 Flash Memory MCU 的 Flash 版本逐渐替代了原有的 OTP 版本。Flash MCU 具有以下优点:与多次可编程的窗口式 EPROM 相比,Flash MCU 的成本要低得多;在系统编程能力以及产品生产方面提供了灵活性,因为 Flash MCU 可在编程后再次以新代码重新编程,可减少已编程器件的报废和库存;有助于生产厂商缩短设计周期,使终端用户产品更具竞争力。目前单片机的另一个发展趋势是在芯片上集成更多的功能,如模拟功能,包括模拟比较器,A/D 和 D/A 转换等,Philips 的 P87LPC76X 系列单片机中就有两个模拟比较器,输入和输出选择允许比较器配置成不同模式;还有外围功能,如 USB (Universal Serial BUS)、LCD (液晶显示)、CAN (Controller Area Network)、硬件加速器等。USB 是解决 PC 机环境工业标准连接的有效途径,允许把很多外围器件连接到一个公共界面上。CAN 总线由许多相等的节点以线状的拓扑结构相连接而成,用来在高噪音环境中进行实时数据交换工作。Infineon Technologies 在解释 CAN 基本原理时提出了一种“完整型”CAN 控制器的结构。目前单片机正朝兼容性较好的方向努力发展,具体表现在:兼容性作为设计的第一考虑;额外的新的特点是透明的;使用同一种 EPROM 编程器;OTP 使器件快速提升及标准化成为可能。

第四节 数制与码制

一、数制

数制也称计数制,是指用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。按进位的方法进行计数,称为进位计数制。在进位计数制中有数位、基数和位权三个要素。数位是指数码在一个数中所处的位置;基数是指在某种进位计数制中,每个数位上所能使用的数码的个数;位权是指在某种进位计数制中,每个数位上的数码所代表的数值的大小,等于在这个数位上的数码乘上一个固定的数值,这个固定的数值就是这种进位计数制中该数位上的位权。