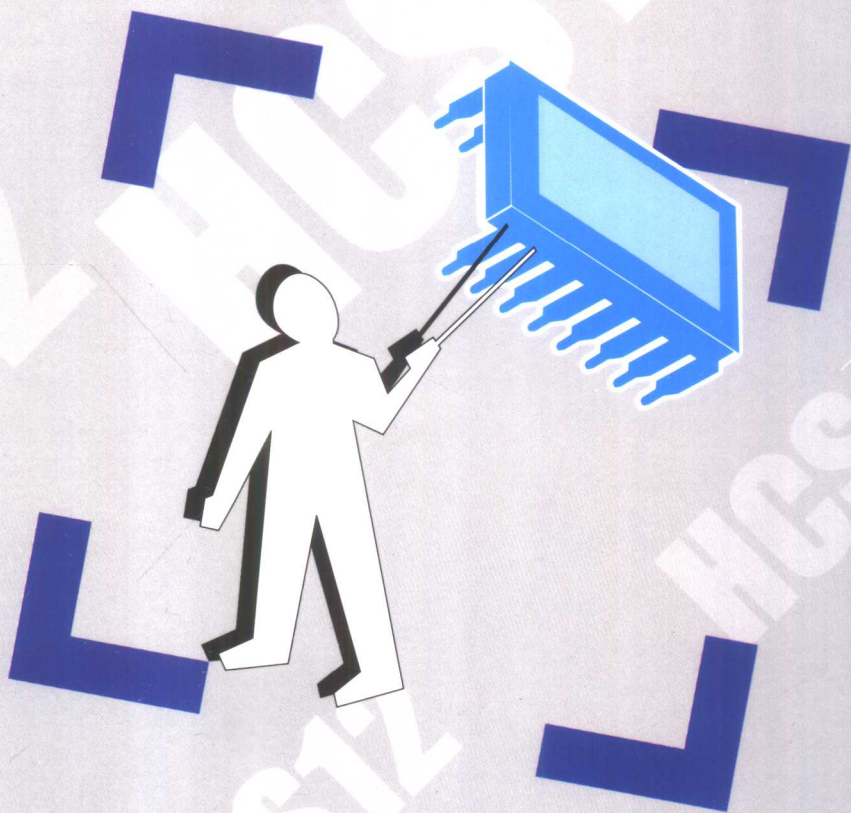




HCS12微控制器 原理及应用

王 威 等编著



北京航空航天大学出版社

HCS12 微控制器原理及应用

王 威 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

介绍 Freescale HCS12 系列 16 位微控制器的中央处理器结构、S12 存储器、S12 指令系统、S12 汇编程序设计
与实例、S12 输出/输入端口、中断系统、定时器模块、模/数转换模块、脉宽调制模块、SPI 和 SCI 串行通信模块、
S12 微控制器应用实例和 HCS12 在线调试等。并以 MC9S12DG128 为例,较详尽地列出了大量相关功能寄存
器的作用及设置方法,还针对以上功能模块给出了已经调试通过的汇编语言或 C 语言例程。

本书是针对已具有微控制器的基本知识而需要应用 HCS12 系列微控制器的读者,通过本书的学习可以
更快地掌握 Freescale 16 位微控制器 HCS12 系列的基本功能。

本书可作为汽车电子、自动控制、智能家电、仪器仪表等领域工程技术人员的参考书,也可作为高等院校
相关专业高年级本科生、研究生的教材以及教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

HCS12 微控制器原理及应用/王威等编著. —北京:北
京航空航天大学出版社,2007.10

ISBN 978-7-81124-240-9

I. H… II. 王… III. 微控制器, HCS12 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 145319 号

©2007,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书内容。

侵权必究。

HCS12 微控制器原理及应用

王 威 等编著

责任编辑 李春风

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpresse@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×960 mm 1/16 印张:17.5 字数:392 千字

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-240-9 定价:26.00 元

前 言

Freescle(飞思卡尔)半导体公司是全球最大的半导体公司之一,源于著名的美国摩托罗拉公司半导体部。其 2006 年的总销售额达到 64 亿美元。它为汽车电子、消费电子、工业控制、网络和无线市场设计并制造了众多的嵌入式半导体产品,拥有多达 19000 种产品;在全球 30 多个国家和地区设有设计、研发、制造和销售机构;在 8 位、16 位和 32 位微控制器领域均处于技术领先地位。Freescle 微控制器的主要特点是可靠性高,抗干扰能力强。Freescle 微控制器在同样的总线频率下所用的时钟频率较其他系列微控制器低得多,因而高频噪声极低,更适合于工业控制、恶劣的汽车环境、高可靠仪表以及智能家电领域。2007 年 4 月,Freescle 的 S12 系列 MCU 的年发货量已稳定超过 1 亿片,在达到这一具有里程碑意义的出货量的同时,Freescle 还保证每百万件产品中不超过一件的极低的产品缺陷率。

近几年,伴随汽车电子和工业自动化对高可靠微控制器需求的快速增长,国内嵌入式系统及控制领域对 Freescle 的 S12X 系列的关注度迅速上升。为适应这一市场变化,许多企业、科研机构 and 高等院校开始应用 S12X 系列研制新型高可靠电子产品,但是,目前国内出版的 S12X 系列微控制器的中、英文书籍极少。

2006 年 3 月,河南工业大学以 Freescle 的 S12 系列 16 位微控制器为主线,为自动化专业的本科生开设了“微控制器原理及应用”课程。苦于未能找到合适的教材,又要参加教育部倡导的全国理工科大学生五大赛事之一——首届全国大学生智能汽车邀请赛(大赛指定使用 16 位 MC9S12DG128 微控制器),于是在收集中外资料的基础上着手编写该书,以解燃眉之急。

本书共 13 章。第 1 章介绍国内外常用微控制器的现状,Freescle 16 位微控制器 S12(X)系列的性能特点和应用领域;第 2~11 章以 MC9S12DG128 微控制器为主线,讲述 S12 系列微控制器的中央处理器结构、存储器组成、指令系统、汇编程序设计 with 实例、输出/输入端口及应用、中断系统、定时器模块、模/数转换模块、脉宽调制模块、SPI 和 SCI 串行通信模块等,并以 MC9S12DG128 为例,较详尽地列出了大量相关功能寄存器的作用及设置方法,还针对以上模块给出了已经调试通过的汇编语言或 C 语言例程;第 12 章通过 4 个实例介绍 HCS12 系列微



控制器的应用硬件及软件设计思路和源程序;第13章介绍 CodeWarrior 3.1 软件开发环境。

本书由王威主编,多位人士参与了编写:胡继云(第2章、第5章5.1~5.2),郑维(第3章、第12章12.2),范为福(第4章、第5章5.3),王伟生(第6章6.1~6.2),郑小真(第6章6.3~6.4),吴才章(第7章、第11章、第10章10.4),马利(第8章),张建平(第13章),王威(第1章、第9章、第10章部分、第12章部分),李新田(第12章12.3),柳桃(第9章9.4),高杨(第12章12.4),杨小峰(第12章12.1、附录)。全书由王威统稿。

在本书的写作、整理、校对和实验程序验证过程中,许多研究生为此付出了辛勤的汗水,他们是:易宇航、马羽龙、许晓勇、严国洋、孙继卫、范春雨、冯丹丹、肖翰等,在此向他们表示感谢。

作者在多年从事嵌入式微控制器的科研、教学以及应用系统开发的基础上,参考许多 Freescale 英文文献和已有的相关中文文献,编撰成本书。书中的例程均已在清华大学 Freescale 实验研究中心提供的 HCS12 评估板上运行验证。

本书已经河南工业大学学术著作及教材出版委员会批准通过。

在此,十分感谢飞思卡尔半导体香港有限公司亚太汽车电子与标准产品事业部中国项目经理金功九先生、清华大学邵贝贝教授;感谢北京航空航天大学出版社王鹏编辑;感谢河南工业大学教务处赵豫新处长和教材科王晓君科长。正是由于他们的热情帮助、大力支持和理解才使该书得以顺利出版。

在本书的编写过程中,由于依据的原版英文文献对个别问题阐述不够详细,已出版的 MC9S12DG128 微控制器的中文书籍也极少,所以作者只能通过查阅其他文献并通过实验确定并加以解决。书中的个别解释可能不详细,甚至存在错误,加之编写时间仓促,书中错误与不当之处在所难免,如蒙读者、专家和各位同行批评指正,作者将不胜感激。

作者的 E-mail: ww6691@126.com

作 者

2007 年 7 月

目 录

第 1 章 微控制器概述

1.1 微控制器简介及现状	1
1.2 Freescale 微控制器	4
1.3 S12 系列微控制器	5
1.4 S12X 系列微控制器	7

第 2 章 S12 微控制器的组成

2.1 S12 系列微控制器的特点	10
2.2 MC9S12DG128 的结构	12
2.3 MC9S12DG128 的引脚功能	12
2.3.1 引脚封装与功能	12
2.3.2 引脚功能描述	18
2.4 操作模式	23
2.5 振荡电路	25
2.6 系统运行监视	25
2.7 实时中断	31
2.8 复位功能	32

第 3 章 S12 存储器

3.1 S12MCU 存储器的分类及特点	34
3.2 MC9S12DG128 存储器的组织	35
3.2.1 存储器地址分配	35
3.2.2 RAM 地址映射	36
3.2.3 寄存器地址映射	37
3.2.4 EEPROM 地址映射	37
3.2.5 FLASH/RAM 地址映射及综合控制寄存器	38



3.3 S12CPU 寄存器	38
3.4 FLASH 存储器	40
3.4.1 FLASH 存储器的组织	40
3.4.2 FLASH 存储器的页面管理	40
3.4.3 FLASH 存储器的擦写保护	42
3.5 EEPROM 存储器	42

第 4 章 S12 指令系统

4.1 指令系统简介	44
4.1.1 S12 内部寄存器	44
4.1.2 汇编指令格式	45
4.2 寻址方式	46
4.2.1 各种寻址方式	46
4.2.2 变址寻址方式	48
4.3 常用基本指令	49
4.3.1 数据传送类指令	50
4.3.2 算术运算类指令	55
4.3.3 逻辑指令	59
4.3.4 程序控制类指令	62
4.3.5 中断指令	66
4.3.6 S12CPU 控制类指令	67
4.3.7 其他指令	68

第 5 章 S12 汇编程序设计 with 实例

5.1 汇编语言程序基础	69
5.1.1 汇编语言指令格式	69
5.1.2 数据的表示方法	72
5.2 汇编程序伪指令	72
5.3 汇编语言程序设计实例	75
5.3.1 常用子程序的设计	75
5.3.2 S12 教学实验系统实例	79

第 6 章 S12 输入/输出端口

6.1 I/O 端口功能简介	93
----------------------	----

6.1.1 I/O 端口简介	93
6.1.2 I/O 端口功能	94
6.1.3 I/O 端口的异常处理	96
6.2 I/O 端口设置	96
6.3 人机交互接口设计	112
6.3.1 独立式按键接口	112
6.3.2 矩阵式键盘接口	114
6.3.3 按键开关去抖动	122
6.4 LED 数码管显示接口	123
6.4.1 LED 数码管的工作原理	124
6.4.2 6 位七段式 LED 显示驱动程序设计	126

第 7 章 S12 中断系统

7.1 中断系统概述	129
7.1.1 S12 的特殊中断	130
7.1.2 S12 的普通中断	130
7.1.3 中断优先级	133
7.2 S12 中断处理	134
7.2.1 S12 中断处理基本流程	134
7.2.2 中断发生的现场保护	135
7.2.3 中断处理程序	135
7.3 中断程序设计	136
7.3.1 外部中断程序示例	137
7.3.2 使用中断优先级	138

第 8 章 S12 定时器模块

8.1 定时器模块概述	140
8.2 输入捕捉/输出比较	141
8.2.1 输入捕捉	141
8.2.2 输出比较	145
8.3 脉冲累加器和模数计数器	149
8.3.1 脉冲累加器	150
8.3.2 模数计数器	151
8.3.3 脉冲累加器和模数计数器设计实例	153





第 9 章 S12 模/数转换模块

9.1 A/D 转换模块概述	155
9.2 A/D 转换主要技术指标	156
9.3 ATD 模块的原理	156
9.3.1 ATD 模块的采样通道与转换序列	156
9.3.2 转换时间与转换方式	157
9.3.3 电源与低功耗模式	158
9.3.4 转换结果对齐方式	158
9.4 ATD 模块寄存器	159
9.4.1 ATD0 控制寄存器	160
9.4.2 ATD0 状态寄存器	164
9.4.3 ATD0 结果寄存器	165
9.5 ATD 模块的应用与实例	166

第 10 章 S12 脉宽调制模块

10.1 PWM 概述	168
10.2 PWM 结构和原理	169
10.2.1 PWM 工作原理	169
10.2.2 PWM 输出信号的周期与脉宽	171
10.2.3 通道级联	172
10.2.4 时钟源	173
10.3 PWM 的操作设置	173
10.4 PWM 的应用与实例	180
10.4.1 PWM 用作输出脉冲序列	180
10.4.2 PWM 用作 D/A 转换	181

第 11 章 S12 串行口通信模块

11.1 SPI 串行通信模块	183
11.1.1 SPI 工作模式	184
11.1.2 SPI 寄存器	185
11.2 SCI 串行通信接口	190
11.2.1 SCI 串行通信接口的特点	191
11.2.2 SCI 的设置	191



11.3 串行通信接口的应用·····	195
11.3.1 SPI 串行通信模块的应用·····	195
11.3.2 串行通信接口的应用程序·····	197
第 12 章 S12 微控制器应用实例	
12.1 简单温度测控系统·····	199
12.1.1 水温检测仪的系统方案·····	199
12.1.2 水温检测仪的硬件设计·····	199
12.1.3 水温检测仪的软件设计·····	200
12.2 液晶显示模块·····	209
12.2.1 LCM12864C1 简介·····	209
12.2.2 LCM12864C1 与 S12 接口电路设计·····	210
12.2.3 LCM12864C1 软件设计·····	211
12.3 视频解码 LM1881 与 S12 接口设计·····	220
12.3.1 视频信号简介·····	220
12.3.2 AV 视频信号解码芯片 LM1881·····	220
12.3.3 解码方案设计·····	222
12.3.4 采集制定行方案源程序·····	226
12.4 EEPROM 应用实例·····	231
12.4.1 EEPROM 的地址映射与保护·····	231
12.4.2 EEPROM 的相关寄存器·····	232
12.4.3 擦除与编程操作源程序·····	235
第 13 章 HCS12 在线调试	
13.1 核心开发板硬件连接·····	241
13.2 PC 机的设置·····	242
13.3 监控命令·····	243
13.4 编译器 CodeWarrior 3.1 for S12 使用方法入门·····	245
13.5 完全软件仿真·····	254
13.6 在线仿真和下载程序·····	255
附录 汇编指令表 ·····	258
参考文献 ·····	268

第 1 章

微控制器概述

1.1 微控制器简介及现状

MCU 是 Microcontroller Unit 的缩写,即微控制器,国内又称单片机(Single Chip Micro-computer)。在 20 世纪 70 年代末,随着大规模集成电路的出现及发展,将微型计算机的核心部件 CPU、RAM、ROM、定时器、计数器和多种 I/O 接口集成在一片芯片上,形成芯片级的微型计算机。

微控制器已广泛地应用在人类现代化生活中,例如:子母无绳电话、手机、电子收款机、扫描仪、防盗及安全装置、汽车控制、计算机以及外设、传真机,乃至电子字典、MP3、MP4、DVD、数码相机、打印机、智能冰箱、洗衣机、电视机、变频空调、自动豆浆机等,均采用了一片乃至多片微控制器,使之成为智能化产品。

在微型计算机的发展过程中,数据处理和输出/输入控制一直是微型计算机功能提升的两条主线,也是一对矛盾。受功能、功耗、体积、重量、速度等指标的限制,要求每一种微型计算机同时具有这两方面的优异性能是极其困难的,也会限制其性价比的提升。自 1976 年 Intel 公司首先推出 MCS-48 系列微控制器以来,微控制器以可靠性高、体积小、功能全、价格低等特点,得到广泛应用,为消费类和工业类智能化电子产品的发展奠定了基础,微型计算机技术也真正开始沿着微处理器和微控制器两个相互独立、完全不同的方向突飞猛进地发展。2006—2010 年中国消费类 MCU 产品结构预测如图 1-1 所示。

微处理器又称中央处理单元(CPU),是计算机的核心部件,用来制造 PC 计算机,承担大量技术数据的处理和分析,包括科学计算、数据处理、图像分析、数据库管理、人工智能、模拟与仿真等,一般以计算能力为重要标志。它从 20 世纪 80 年代起的 8085、8086、

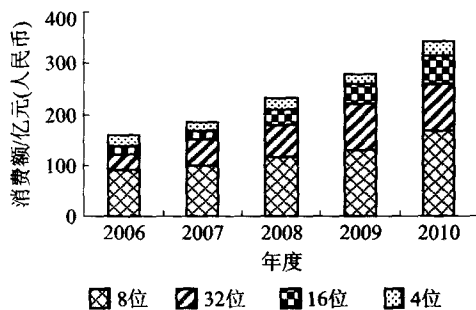


图 1-1 2006—2010 年中国消费类 MCU 产品结构预测



80286、386、486、P3/P4/P5 快速地发展到今天的双核、4 核 CPU, 已从 8 位机发展到 32 位、64 位机, 几乎每年都在升级换代。PC 计算机硬件和软件(DOS、Windows、VISTA)的交替更新, 不断地提升了微计算机的数据处理性能, 同时, 用户也不得不为升级而付出时间、精力和资金成本的代价。PC 微计算机通常具有键盘、显示器、主机等基本部分。

微控制器主要用于输出/输入控制, 通常嵌入到某一具体的产品和装置中, 例如智能冰箱、电子字典、汽车安全气囊、倒车雷达等, 所以又称嵌入式控制器。通常要求由 MCU 构成的嵌入式控制系统应具有实时、快速的外部响应, 能迅速采集到所需的数据, 并在确定时间内做出逻辑判断与推理后实现对被控制对象的参数调整与控制。微控制器是微电子技术和集成电路 IC 技术迅速发展的结晶, 它除了在一块芯片内高度集成了中央处理单元(CPU)、存储器(RAM、ROM、EPROM、EEPROM、FLASH 等)、接口(并/串行 I/O、定时器/计数器)外。近年来, 为满足高速控制领域应用的要求, 又着力在片内增加了各种新功能, 如 A/D、PWM、PCA 计数器捕获/比较逻辑、高速 I/O 口、WTD, 甚至集成了 TCP/IP 协议、无线通信协议。

微控制器从功能和形态上已不仅仅是一种微型计算机, 更多的是以一种智能化产品的形式出现的。它以其功能强、体积小、可靠性高、面向控制及价格低廉等一系列优点, 已渗入到人们工作和生活的各个角落, 几乎是“无所不在, 无所不为”, 牢固树立了其在生产和生活中的“霸主”地位。MCU 的应用已从面向工业控制、通信、交通、智能仪表等迅速发展到家用消费产品、办公自动化、汽车电子、PC 机外围以及网络通信等广大领域。

目前, PC 微计算机被 Intel、Microsoft 等少数几家国际性大公司所垄断, PC 机已离不开 CPU 和 Windows 软件。与这些通常意义上的 PC 微计算机被快速淘汰不同, 虽然微控制器的性能一直在快速提高, 但其形成的大部分智能化产品的生命周期却高达几年甚至十几年, 例如工业控制中的可编程控制器(PLC)通常可使用 10 年以上。

微控制器已从 20 世纪 80 年代的 8 位机独大, 发展到了今天的 8 位、16 位、32 位并存的局面。由于微控制器应用的广泛性、多样性和与具体机电产品的集成性, 使得任何一个公司都无法垄断微控制器的软硬件技术, 这就给众多的中小企业提供了无穷的机会, 同时, 也给中国的技术精英们提供了一个施展才华的舞台, 使得众多的大学生们有能力为推动“中国制造”向“中国创造”的进步发挥作用。

当前, 微控制器的种类繁多, 至少上千种, 且几乎每星期都有新芯片产生。全世界已有几十家微控制器生产厂家, 他们研制的不同版本、不同类型的微控制器亦如雨后天春笋般涌现。

世界微控制器的著名供应商主要有 Intel、Freescale、Microchip、原三菱、ST、Philips、Zilog、Atmel、NEC、TI 等。近年来, 韩国、中国台湾地区的一些企业也开始生产一些与上述著名企业兼容且更为廉价的微控制器, 以抢夺一些低端产品市场。

美国 Intel 公司是最早的微控制器生产商, Intel 公司于 1979 年推出的 MCS-51 奠定了嵌入式应用的单片微型计算机的经典体系结构, 8051 系列是最早、最典型的 8 位微控制器。在 8051 实现开放生产许可之后, 多家公司购买了 8051 的内核并生产以 8051 为核心的微控制

器,使得以 8051 为内核的系列微控制器在世界上产量一度达到最大。

Philips 公司着力发展 80C51 的控制功能及外围单元,将 MCS-51 迅速地推进到 80C51 的 MCU 时代,而采用 FLASH 存储器的 89C51 是我国目前最流行的低成本、教学型微控制器之一。由于 51 系列进入中国市场最早,简单易学,各类技术资料齐全,拥有巨大的教育资源,所以在国内应用也最广泛。

进入 21 世纪以后,Philips、Atmel、Silicon Labs 公司推出了许多应用 51 内核并集成多种新外设接口功能的微控制器。在 MCU 中,最早实现 FLASH ROM 技术的是 Atmel 公司的 AT89C51 系列。在 MCU 向 SoC 过渡的数、模混合集成的过程中,ADI 公司推出了 AD μ C8xx 系列,而 Silicon Labs 公司则推出了实现 SoC 的 C8051F,Philips 公司推出了 LPC900 等系列。以上这些产品进一步地发展和拓宽了 51 系列的产品线和应用领域,也延展了 51 内核技术的生命周期,使得 8051 这个 20 世纪 70 年代末的 MCU 能够纵横 30 余年,出现了中国嵌入式技术界的“8051 现象”。这也从一个侧面反映了微控制器与中央处理器的不同技术定位和市场发展特点。嵌入式系统与通用计算机系统有着完全不同的应用特性,从而走向完全不同的技术发展道路。

Freescale 公司是世界上最大的微控制器厂商之一,其产品特点品种齐全、选择余地大、新产品多,多年来一直雄居微控制器销售总量的榜首。它开发了众多的 8 位、16 位和 32 位微控制器。Freescale 微控制器的特点之一是在同样的速度下所用的时钟频率较 51 系列微控制器低得多,因而使得高频噪声低,抗干扰能力强,更适合于工控领域及恶劣的汽车环境。

Microchip 公司的 PIC 系列微控制器,自 1996 年以来,技术发展非常迅速,市场份额增长最快。目前,它的主要产品是 PIC16C/F 系列和 PIC18C/F 系列的 8 位微控制器及 PIC24/30/33 系列的 16 位机。CPU 采用 RISC 结构,采用 Harvard 双总线结构,具有运行速度快、工作电压宽、功耗低、输入/输出直接驱动能力高、价格低、体积小以及可一次性或多次编程等特点。自 2002 年以来,Microchip 公司的 PIC 系列 8 位微控制器的产销量一直居世界第一。

Atmel 公司是全球著名的半导体公司之一,它生产基于 8051 内核的 AT89 系列微控制器和基于精简指令集的 AVR 系列微控制器。AVR 微控制器是增强型 RISC 内置 FLASH 的微控制器,可多次编程,使用户的产品设计容易,更新换代方便。AVR 微控制器由于采用了精简指令,因此处理速度得到较大提高。

美国德州仪器公司(TI)的 MSP430 家族以 8 位机和 16 位机为主,采用 CISC 体系,目前的主流产品是 F1、F2、F4 系列,高级产品是 16 位的 F46 系列。MSP430 系列微控制器的优势在于其技术架构比较先进,功耗低,内部资源较多,开发方式较先进(JTAG),可广泛应用于电池供电的“三表”,即电表、水表和热能表。德州仪器公司的 MSC1210 微控制器集成了一个增强型 8051 内核、高达 33 MHz 的时钟周期、8 路 24 位高精度 Σ - Δ A/D 转换器、FLASH 存储器等,在高精度智能仪表和医疗电子方面具有优势。

总之,在新型微控制器研发和生产技术方面,美国处于领先地位,特别是不断推出了高性



能的 16 位和 32 位微控制器产品。日本在微控制器制造业(例如数码相机、高清电视方面)也有相当的优势,正在积极争夺家电产品、信息产品的大客户,近几年,很多国际大型半导体公司进入到 16 位 MCU 的技术领域和市场中,以抢占汽车电子、中高端消费电子以及工业控制等领域的市场份额,并在价格上努力与 8 位 MCU 抗争,在性能方面直逼 32 位机,呈现良好的发展势头。

世界上产量较大的 8 位和 16 位微控制器制造公司及其系列产品还有:

- 美国模拟器件公司(世界上最大的模拟器件生产公司)的 ADI 家族;
- 欧洲意法半导体公司 ST7 系列;
- 日本瑞萨半导体公司 H8 系列;
- 美国 Maxim/Dallas 公司 MAXQ 系列;
- 美国 Zilog 公司 Z8ECODE 系列;
- 美国 Atmel 公司 90S85 系列;
- 台湾义隆公司 EMC 系列;
- 台湾凌阳公司 SP061 系列;
- 台湾盛群公司 H 系列。

1.2 Freescale 微控制器

Freescale 公司是目前全球领先的半导体公司之一,它为汽车电子、消费电子、工业控制、网络和无线市场设计并制造了众多的嵌入式半导体产品,拥有多达 19 000 种产品。Freescale 公司是全球十大芯片制造商之一,2005 年的收入达 58 亿美元,在 8 位、16 位和 32 位微控制器领域均处于技术领先地位。

Freescale 公司的 MC 家族以 8 位、16 位、32 位机为主,采用 CISC 体系,目前的主流 8 位机是 9S08 系列,16 位机是 HC9S12(X)系列,高级 16 位机是 56F 系列。Freescale 微控制器产品的技术根基可追溯到 32 年前。1974 年,Freescale 推出了首款 8 位 MC6800 微处理器,之后便相继推出多种系列微控制器。从应用角度,Freescale 微控制器可分为以下两大类:

- 高性能通用型的微控制器,如 HC9S12(X)系列。这类微控制器既可工作在总线扩充方式,也可工作在单片方式,因此可以增加功能,提高可靠性,减小体积,在工业控制和汽车电子领域有着广泛应用。至 2007 年 4 月,Freescale 的 S12 系列 MCU 的年发货量已稳定超过 1 亿片。
- 适合用于广阔家电领域的微控制器,如 HC9S08 系列。这类微控制器性价比高,无需外接存储器,集成度高,对外不提供地址和数据总线,内置了高性能的 I/O 接口,工作在单片方式。

Freescale 微控制器的特点是:技术成熟,可靠性好,抗干扰和电磁兼容性强,内部资源较

多,品种全,选择余地大,新产品多。8 位机有 HC08, HCS08 及 RS08 系列;16 位机有 HC12, S12 及 S12X 系列;32 位机有 MPC56F8X00、68K/ColdFire 系列,Power Architecture™ 处理器,基于 ARM® 处理器的 i.MX 系列以及专门用于高性能、成本敏感型、可电池供电的 MCORE 处理器等。Freescale 公司提供的完整、清晰的汽车电子产品技术发展线路,如图 1-2 所示。

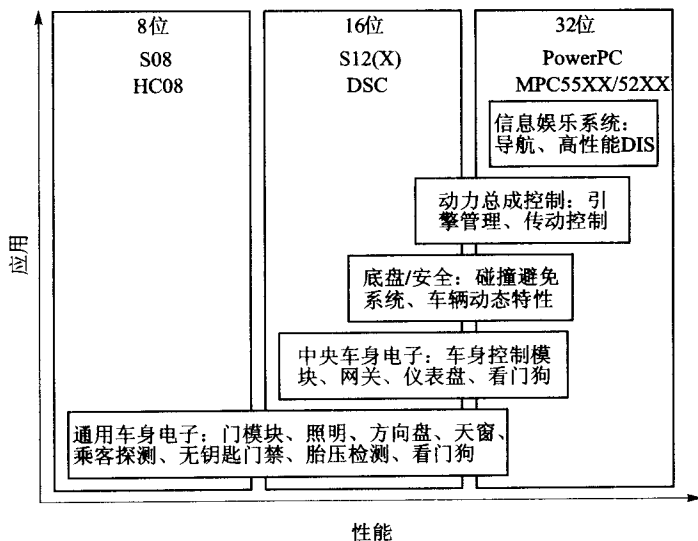


图 1-2 Freescale 完整的汽车电子产品技术发展线路

Freescale 公司进入中国市场虽然较早,但市场开拓注重大客户,与 51 微控制器相比,缺乏长期积累的传统用户、教育资源和免费开发资源,可供学习和交流的图书不多。由于 MC 家族微控制器技术悠久、产品丰富,所以国外市场占有率高,比较适于大批量应用的厂商。

2004 年开始, Freescale 公司从 Motorola 公司分拆出来,正在改变市场策略,开始关注中小用户的需求。尤其是推出了价格低至 2.99 美元/片的 DSC56f 系列及仅 80 美分/片的 9S08 系列,使得 Freescale 公司微控制器在成本敏感的消费类产品、智能机电产品中得到越来越广泛的应用。

1.3 S12 系列微控制器

Freescale MC9S12 系列 MCU 是以高速 CPU12 内核为基础的微控制器系列,简称 S12 系列。典型的 HC12 总线频率为 8 MHz,而典型的 S12 总线频率为 25 MHz。HC12 与 S12 指令完全兼容,故在很多场合统称为 HCS12 系列微控制器。HCS12 是世界上第一款包含完整的模糊逻辑指令的标准 MCU,应用模糊控制指令可以简化控制系统,减少代码,加快程序运行速度。



智能产品的设计人员可利用 S12 系列微控制器低成本的 FLASH 存储器,轻松实现以微控制器为基础的远程升级、换代和现场进行快速再编程系统设计,可缩短嵌入式产品的设计周期,改善性能,同时亦能降低售后服务系统的整体成本。S12 微控制器已广泛应用于通信、工业以及无数消费类电子产品中,例如空调、冰箱、洗衣机、电机控制、PC 外围设备和通用机电产品等。

1. S12 系列具有 FLASH 存储器

16 位 S12 系列可以提供 32~512 KB 的第 3 代 FLASH 嵌入式存储器,采用 0.25 μm 技术生产。第 3 代 FLASH 存储器技术提供快速编程能力、灵活的时钟保护和安全性,帮助客户保护软件编码中的知识产权。另外,具有 FLASH 存储器的 Freescale 微控制器的在线可编程功能,是专门为用户在生产阶段和远程升级时可灵活编程而设计的。

Freescale S12 系列产品具备引脚兼容性和不同容量的片上 FLASH 存储器,以方便嵌入式系统设计师无需重新设计“内部”系统,就可应用不同容量的片上存储器,设计多种多样的 S12 衍生电子产品。

S12 系列微控制器主要性能如表 1-1 所列。

表 1-1 MC9S12 系列微控制器主要性能

产品型号	RAM /KB	FLASH /KB	EEPROM KB	串行口	A/D	PWM	最高总线频率 /MHz	I/O 引脚	定时器
MC9S12DT256B	12	256	4	SCI、SPI、PC、 CAN2.0A/B	16 路 10 位	8 路 8 位	25	91	8
MC9S12DT128B	8	128	2	SCI、SPI、PC、 CAN2.0A/B	16 路 10 位	8 路 8 位	25	91	8
MC9S12DJ256B	12	256	4	SCI、SPI、PC、 CAN2.0A/B	16 路 10 位	8 路 8 位	25	59、91	8
MC9S12DP256B	12	256	4	SCI、SPI、PC、 CAN2.0A/B、	16 路 10 位	8 路 8 位	25	91	8
MC9S12DJ128B	8	128	2	SCI、SPI、PC、 CAN2.0A/B msCAN12	16 路 10 位	8 路 8 位	25	59、91	8
MC9S12DG256B	12	256	4	SCI、SPI、PC、 CAN2.0A/B	16 路 10 位	8 路 8 位	25	91	8
MC9S12DG128B	8	128	2	SCI、SPI、PC、 CAN2.0A/B	16 路 10 位	8 路 8 位	25	59、91	8
MC9S12DB128B	8	128	2	SCI、SPI、 CAN2.0A/B	16 路 10 位	8 路 8 位	25	91	8
MC9S12H128	6	128	4	SCI、SPI、PC、 CAN2.0A/B	16 路 10 位	6 路 8 位	25	91	8

2. S12 系列编码方式效率高

S12 系列采用的 C 语言已进行了最优化设计。HCS12 的硬件结构比其他 16 位结构的 MCU 具备更高的编码效率。高效的编码效率不仅降低了对 MCU 存储空间的需求,而且可降低智能电子产品的整体系统成本。与其他 16 位结构的 MCU 仅能采用固定的 16 位操作码不同,S12 结构的编码方式可以使用多个 8 位操作码。S12 还具备更先进的寻址方式,比如多字节前减量/后增量可变寻址等。为更有效地进行应用开发,提高编码效率,S12 还设计了更多的寻址方式。其总线频率可达 25 MHz,并可进行高效的片上纠错,为现有用户升级到下一代更高性能微控制器提供了技术保证。

3. S12 系列具有低成本调试功能

S12 系列微控制器具有单引脚接口的背景调试(BDM)方式。该方式为实时、无干扰、100%电路内仿真,解决了传统背插式仿真器在兼容性、仿真速度、电平和机械接口方面普遍存在的问题。嵌入式系统设计师可以在浏览和更改存储器的同时,实时调试一个真实的系统,并且可通过调整系统性能,监控程序的运行结果和参数变化。

S12 的片内 RAM 和 EEPROM 容量可达 2~14 KB。在串行接口方面,S12 最多可支持 5 个 CAN 总线接口、1 个 I²C 总线接口、2 个 SCI 接口、3 个 SPI 接口。HCS12 时钟发生器模块内设锁相环(PLL),内部时钟可软件调节。

Freescall 公司的 S12MCU 系列是汽车电子市场中应用最广泛的 16 位体系架构。2007 年 4 月,基于 S12 的设备的年发货量已超过 1 亿台。可扩展的 S12 系列可为开发人员提供多种适合他们应用需求的选择,其片上 FLASH 存储器容量可从 32 KB 扩展到 1 MB,并能轻松迁移到更高性能的 S12X 系列。

S12 系列微控制器主要有 A、B、C、D、E、F、G、H、L 等系列,分为下列几大类:

- MC9S12A 系列和 B 系列 16 位微控制器;
- 带 CAN 总线的 MC9S12D 系列 16 位微控制器;
- 带液晶驱动的 MC9S12H 系列和 MC9S12L 系列 16 位微控制器;
- 低供电电压的 MC9S12E128 和 MC9S12E64 系列 16 位微控制器;
- 带 USB 接口的 MC9S12UF32 系列 16 位微控制器;
- 带以太网接口的 MC9S12NE 系列 16 位微控制器。

1.4 S12X 系列微控制器

Freescall 公司近期推出了 S12X 系列高速、高性能微控制器。S12X 系列基于广受欢迎的 S12 基础结构,提供的性能高达现时 S12 系列的 5 倍,参见表 1-2。它采用了增强核心和增强外围设备,提高了总线频率,最高可达 40 MHz,而 HCS12 只能达到 25 MHz,并且具备完全的