

Broadview®
www.broadview.com.cn

电子工程应用
精讲系列

Freescale系列单片机 常用模块与 综合系统设计

实例精讲

张跃常 戴卫恒 编著

实例丰富
即学即用



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

电子工程应用
精讲系列

Freescale系列单片机 常用模块与 综合系统设计 实例精讲

张跃常 戴卫恒 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书以 Freescale 的 HCS08 主流芯片为写作对象,通过实例精讲的形式,详细介绍了 Freescale 单片机常用模块与综合系统设计的方法与技巧。全书共分 3 篇 24 章:第一篇为基础知识篇,简要介绍了 Freescale 单片机的硬件结构与工作原理、指令系统、C 语言开发基础及集成开发环境,引导读者入门;第二篇为常用模块设计实例篇,通过 18 个模块实例,详细介绍了 Freescale 单片机的各种开发技术和使用技巧,这些模块实例基础、实用,易学易懂,全部调试通过,几乎涵盖了 Freescale 单片机所有的开发技术;第三篇为综合系统设计实例篇,通过 2 个复杂项目,对前面的 Freescale 单片机常用模块进行了综合应用设计,经过此篇学习,读者的 Freescale 单片机设计能力将迅速提升,步入高级工程师的行列。

本书配有一张光盘,包含了全书所有实例的硬件原理图和程序源代码,方便读者学习和使用。本书的读者对象为 Freescale 单片机的初、中级用户,特别适合计算机、自动化、电子及硬件等相关专业的大学生及从事 Freescale 单片机开发的工程师阅读使用。

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

Freescale 系列单片机常用模块与综合系统设计实例精讲 / 张跃常,戴卫恒编著. —北京:电子工业出版社,2010.7(电子工程应用精讲系列)

ISBN 978-7-121-11090-0

I. ①F… II. ①张… ②戴… III. ①单片微型计算机—系统设计 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 109806 号

责任编辑:张月萍

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

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:787×1092 1/16 印张:23 字数:588.8 千字

印 次:2010 年 7 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:49.00 元(含光盘 1 张)

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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

Freescale 系列单片机是飞思卡尔公司开发的旗舰产品。该公司原为摩托罗拉的半导体部，是全球最大的半导体公司之一，在我国的北京、上海、苏州和天津设有 4 个研发中心，在国内二十余所重点大学校园中建立了 Freescale 单片机实验室与培训合作机构。Freescale 系列单片机逐渐成为全球电子产品市场的生力军。但目前市场上 Freescale 单片机类的图书比较少，而且以介绍编程语言和基础原理为主，而对应用开发的实例内容涉及甚少，从常用模块到综合应用系统的提高实例更是处于空白状态。本书的出版正是为了填补这种空白。

本书内容安排

全书基于 Freescale 的主流芯片 HCS08 而编写，通过实例精讲的形式，详细介绍了 Freescale 单片机常用模块与综合系统设计的方法与技巧。全书共分 3 篇 24 章，具体如下：

第一篇为基础知识篇，简要介绍了 Freescale 单片机的硬件结构与工作原理、指令系统、C 语言开发基础及常用开发工具，引导读者熟悉 Freescale 单片机的硬件特点，掌握编程入门。

第二篇为常用模块设计实例篇，结合 18 个模块实例，详细介绍了 Freescale 单片机的各种开发技术和使用技巧。这些模块实例基础、实用，易学易懂，全部调试通过，读者学习后举一反三，可以掌握 Freescale 单片机绝大多数的开发技术。

第三篇为综合系统设计实例篇，通过 2 个复杂的项目，对前面的 Freescale 单片机常用模块进行综合应用设计。经过此篇的学习，读者的 Freescale 单片机设计能力可以迅速提升，继而步入高级工程师的行列。

本书配有一张光盘，包含了全书所有实例的硬件原理图和程序源代码。

本书读者对象

本书主要针对 Freescale 单片机的初、中级用户编写，特别适合计算机、自动化、电子及硬件等相关专业的大学生及从事 Freescale 单片机开发的工程师阅读使用。

本书优势和特色

与同类书相比，本书主要具备如下的一些优势和特色：

(1) 本书内容系统丰富、从简到难，将基础知识与大量实例相结合，边讲边练，使读者学习轻松、上手容易。

(2) 本书的 18 个 Freescale 单片机常用模块实例基础、典型、实用，几乎涵盖了所有的 Freescale

单片机开发技术，为读者提供了便捷的学习途径。

(3) 最后安排了 2 个综合系统实例，对 Freescale 单片机的基本知识和常用模块进行了综合应用，有利于读者举一反三，实现从入门到精通的学习目的。

(4) 本书在讲解方式上，不但详细介绍了 Freescale 单片机的硬件接口设计和模块化编程，而且提供了综合系统设计思路，并对实例的所有程序代码做了详细注释，帮助读者理解和巩固知识点，深化各项开发技术。

本书主要由张跃常、戴卫恒编写，另外参与编写的人员还有：赵汶、唐清善、邱宝良、李宁宇、严剑忠、黄小宽、付军鹏、张广安、贾素龙、金平、徐春林、谢正义、郑贞平，在此一并向他们表示感谢！

由于时间仓促，再加之作者的水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评指正。

编著者
2010.4

第一篇 基础知识篇

第 1 章 Freescale 单片机的硬件内部

结构 2

1.1 HCS08 系列单片机的简介 2

1.1.1 HCS08 系列 MCU 的基本特征.. 2

1.2 MC9S08JM60 单片机的硬件结构... 3

1.2.1 MC9S08JM60 的 CPU 3

1.2.2 JM60 存储器的组织结构..... 5

1.2.3 JM60 的复位、中断和系统配置.. 6

1.2.4 多功能时钟发生器 (MCG)

模块..... 12

1.2.5 I/O 端口 17

1.2.6 KBI 模块..... 29

1.2.7 定时器/PWM 模块 31

1.2.8 IIC 模块 35

1.2.9 FLASH 模块 39

1.2.10 SCI 模块..... 42

1.2.11 SPI 模块 49

1.2.12 ADC 模块 53

1.2.13 USB 模块..... 58

1.3 本章总结..... 68

第 2 章 HCS08 单片机的指令系统..... 69

2.1 HCS08 内核的介绍 69

2.1.1 HCS08 内核特点..... 69

2.1.2 HCS08 CPU 寄存器 69

2.2 寻址方式..... 72

2.3 HCS08 指令系统..... 74

2.3.1 数据传送指令 74

2.3.2 算术运算指令 77

2.3.3 逻辑运算指令 81

2.3.4 位操作指令 81

2.3.5 移位类指令 82

2.3.6 程序转移和控制类指令 83

2.4 本章总结..... 88

第 3 章 HCS08 单片机的 C 语言程序

设计 89

3.1 单片机 C 语言设计基础 89

3.1.1 数据结构 89

3.1.2 运算符与表达式 108

3.1.3 程序结构与函数 112

3.1.4 流程控制语句 120

3.2 HCS08 单片机 C 语言的扩展

语法 128

3.2.1 基本数据类型 128

3.2.2 变量定义 129

3.2.3 变量定义修饰符 130

3.2.4 全局变量和局部变量 131

3.2.5 位定义和访问 132

3.2.6 中断服务程序定义 133

3.2.7 内嵌汇编和混合调用 134

3.3 本章总结..... 137

第 4 章 HCS08 单片机的开发工具	138
4.1 CodeWarrior for Microcontrollers	
V6.2 的安装.....	138
4.1.1 系统需求.....	138
4.1.2 CodeWarrior 的安装与卸载....	139
4.2 CodeWarrior for Microcontrollers	
V6.2 功能使用.....	140
4.2.1 集成环境与功能设置.....	140
4.3 CodeWarrior 开发 HCS08	
单片机的过程.....	143
4.3.1 建立和打开工程.....	143
4.3.2 编译和链接.....	147
4.3.3 软件仿真调试方法.....	147
4.3.4 BDM 调试方法.....	149
4.4 本章总结.....	150

第二篇 常用模块设计 实例篇

第 5 章 通用 IO 模块：流水灯设计	
实例	152
5.1 实例内容说明.....	152
5.2 设计思路分析.....	153
5.3 硬件电路设计.....	153
5.3.1 电源电路.....	153
5.3.2 复位电路.....	153
5.3.3 BDM 仿真调试电路.....	154
5.3.4 流水灯电路.....	154
5.3.5 单片机电路.....	154
5.4 软件设计与代码.....	155
5.4.1 软件设计流程.....	155
5.4.2 初始化程序.....	155
5.4.3 主程序.....	157
5.5 实例总结.....	157

第 6 章 通用 IO 模块：语音播放系统	
设计实例	158
6.1 实例内容说明.....	158
6.2 设计思路分析.....	159
6.3 硬件电路设计.....	159
6.3.1 ISD2560 介绍.....	159
6.3.2 语音电路.....	160
6.3.3 单片机电路.....	161
6.4 软件设计与代码.....	161
6.4.1 软件设计流程.....	161
6.4.2 初始化程序.....	162
6.4.3 ISD2560 录音、放音子程序... 164	
6.4.4 主程序.....	164
6.5 实例总结.....	166

第 7 章 液晶显示模块：温度测量系统	
设计实例	167
7.1 实例内容说明.....	167
7.2 设计思路分析.....	168
7.3 硬件电路设计.....	168
7.3.1 DS18B20 介绍.....	169
7.3.2 温度传感器电路.....	169
7.3.3 液晶显示电路.....	170
7.3.4 单片机电路.....	170
7.4 软件设计与代码.....	171
7.4.1 软件设计流程.....	171
7.4.2 温度测量程序.....	171
7.4.3 LCD 显示程序.....	173
7.4.4 主程序.....	174
7.5 实例总结.....	175

第 8 章 液晶显示模块：实时时钟设计	
实例	176
8.1 实例内容说明.....	176
8.2 设计思路分析.....	177
8.3 硬件电路设计.....	177

8.3.1	按键和 LED 电路	177	10.4.2	外设初始化程序	197
8.3.2	液晶显示电路	178	10.4.3	定时中断服务程序	197
8.3.3	单片机电路	178	10.4.4	蜂鸣器控制子程序	198
8.4	软件设计与代码	178	10.4.5	主程序	199
8.4.1	软件设计流程	178	10.5	实例总结	199
8.4.2	时钟子程序	179			
8.4.3	LCD 显示程序	181	第 11 章	定时器模块：电子钟系统设计	
8.4.4	主程序	182		实例	200
8.5	实例总结	185	11.1	实例内容说明	200
第 9 章	KBI 模块：扫描键盘设计		11.2	设计思路分析	201
	实例	186	11.3	硬件电路设计	202
9.1	实例内容说明	186	11.3.1	闹钟报警提示电路	202
9.2	设计思路分析	187	11.3.2	按键电路	202
9.3	硬件电路设计	188	11.3.3	LCD 显示电路	203
9.3.1	按键电路	188	11.3.4	单片机电路	203
9.3.2	LED 显示电路	188	11.4	软件设计与代码	204
9.3.3	单片机电路	189	11.4.1	软件设计流程	204
9.4	软件设计与代码	190	11.4.2	初始化程序	204
9.4.1	软件设计流程	190	11.4.3	按键扫描程序	205
9.4.2	键盘扫描子程序	190	11.4.4	LCD 显示程序	206
9.4.3	LED 显示程序	191	11.4.5	主程序	208
9.4.4	主程序	192	11.5	实例总结	209
9.5	实例总结	193	第 12 章	存储器模块：FLASH 编程	
第 10 章	定时器模块：用定时器控制蜂			实现	210
	鸣器发声	194	12.1	实例内容说明	210
10.1	实例内容说明	194	12.2	设计思路分析	211
10.2	设计思路分析	195	12.2.1	寄存器介绍	211
10.2.1	蜂鸣器发声原理	195	12.2.2	FLASH 编程和擦除命令的	
10.2.2	蜂鸣器发声控制	195		执行顺序	214
10.3	硬件电路设计	196	12.3	硬件电路设计	215
10.3.1	蜂鸣器电路	196	12.4	软件设计与代码	215
10.3.2	单片机电路	196	12.4.1	软件设计流程	215
10.4	软件设计与代码	196	12.4.2	FLASH 操作子程序	216
10.4.1	软件设计流程	196	12.4.3	主程序	217
			12.5	实例总结	218

第 13 章 AD 模块：加速度传感器系统	
设计实例	219
13.1 实例内容说明.....	219
13.2 设计思路分析.....	220
13.3 硬件电路设计.....	221
13.3.1 MMA1220D 和 MMA1260D 的 介绍.....	221
13.3.2 加速度传感器电路.....	222
13.3.3 LCD 显示电路.....	222
13.3.4 单片机电路.....	223
13.4 软件设计与代码.....	224
13.4.1 软件设计流程.....	224
13.4.2 A/D 采样子程序.....	224
13.4.3 加速度传感器子程序.....	225
13.4.4 LCD 显示程序.....	228
13.4.5 主程序.....	228
13.5 实例总结.....	230
第 14 章 AD 模块：烟雾检测系统设计	
实例	231
14.1 实例内容说明.....	231
14.2 设计思路分析.....	232
14.3 硬件电路设计.....	232
14.3.1 光电传感器电路.....	232
14.3.2 报警电路.....	233
14.3.3 单片机电路.....	233
14.4 软件设计与代码.....	234
14.4.1 软件设计流程.....	234
14.4.2 AD 采样子程序.....	235
14.4.3 定时程序.....	235
14.4.4 主程序.....	236
14.5 实例总结.....	237
第 15 章 PWM 模块：寻迹智能小车	
控制系统设计实例	238
15.1 实例内容说明.....	238
15.2 设计思路分析.....	239
15.2.1 PWM 基本原理.....	239
15.2.2 实现方法.....	240
15.3 硬件电路设计.....	240
15.3.1 H 形桥式电路.....	240
15.3.2 光电传感器电路.....	242
15.3.3 电源电路.....	242
15.3.4 单片机电路.....	242
15.4 软件设计与代码.....	243
15.4.1 软件设计流程.....	243
15.4.2 传感器采样处理子程序.....	244
15.4.3 智能车移动子程序.....	245
15.4.4 主程序.....	248
15.5 实例总结.....	248
第 16 章 通用串口通信模块：单片机与	
PC 通信设计实例	249
16.1 实例内容说明.....	249
16.2 设计思路分析.....	250
16.2.1 电平转换芯片.....	250
16.3 硬件电路设计.....	250
16.3.1 MAX3232 芯片介绍.....	250
16.3.2 串口电路.....	251
16.3.3 单片机电路.....	251
16.4 软件设计与代码.....	252
16.4.1 软件设计流程.....	252
16.4.2 串口初始化程序.....	253
16.4.3 串口中断服务程序.....	253
16.4.4 主程序.....	255
16.5 实例总结.....	255
第 17 章 RS-485 总线通信模块：现场	
监测系统设计实例	256
17.1 实例内容说明.....	256
17.2 设计思路分析.....	257
17.2.1 RS-485 总线.....	257
17.2.2 RS-485 驱动芯片选取.....	258
17.3 硬件电路设计.....	258
17.3.1 SN75176 芯片介绍.....	258

17.3.2	232/485 转接卡	259	20.2	设计思路分析	289
17.3.3	带 485 接口的单片机系统	259	20.2.1	SPI 协议	289
17.4	软件设计与代码	260	20.2.2	电能计量芯片的选择	291
17.4.1	软件设计流程	260	20.3	硬件电路设计	291
17.4.2	串口通信子程序	261	20.3.1	CS5460A 芯片的介绍	291
17.4.3	485 通信收发子程序	262	20.3.2	电量信号采集电路	293
17.4.4	主程序	264	20.3.3	显示单元电路	294
17.5	实例总结	265	20.3.4	单片机系统	294
第 18 章	I²C 总线通信模块: 串行存储器接口设计实例	266	20.4	软件设计与代码	295
18.1	实例内容说明	266	20.4.1	软件设计流程	295
18.2	设计思路分析	266	20.4.2	CS5460A 的操作	295
18.3	硬件电路设计	268	20.4.3	SPI 的实现	296
18.3.1	AT24C02 芯片的介绍	268	20.4.4	CS5460A 操作程序的实现	298
18.3.2	串行存储器电路	269	20.4.5	主程序	301
18.3.3	单片机电路	269	20.5	实例总结	302
18.4	软件设计与代码	270	第 21 章	SPI 总线通信模块: SD 卡数据存储系统设计实例	303
18.4.1	软件设计流程	270	21.1	实例内容说明	303
18.4.2	I ² C 模块初始化程序	271	21.2	设计思路分析	304
18.4.3	AT24C02 的读/写子程序	271	21.3	硬件电路设计	306
18.4.4	主程序	274	21.3.1	SD 卡接口电路	306
18.5	实例总结	275	21.3.2	单片机系统电路	307
第 19 章	I²C 总线通信模块: I²C 主从通信系统设计实例	276	21.4	软件设计与代码	308
19.1	实例内容说明	276	21.4.1	软件设计流程	308
19.2	设计思路分析	277	21.4.2	SD 卡读/写子程序	308
19.3	硬件电路设计	278	21.4.3	主程序	312
19.4	软件设计与代码	279	21.5	实例总结	313
19.4.1	软件设计流程	279	第 22 章	USB 串行总线模块: 数据传输系统设计实例	314
19.4.2	I ² C 程序	279	22.1	实例内容说明	314
19.4.3	主程序	284	22.2	设计思路分析	315
19.5	实例总结	287	22.3	硬件电路设计	317
第 20 章	SPI 总线通信模块: 电量监测仪设计实例	288	22.3.1	USB 电路	317
20.1	实例内容说明	288	22.3.2	加速度传感器电路	318
			22.3.3	人机接口电路	318

22.3.4	单片机系统.....	318
22.4	软件设计与代码.....	319
22.4.1	软件设计流程.....	319
22.4.2	USB 模块初始化程序.....	319
22.4.3	USB 模块的相关程序.....	320
22.4.4	主程序.....	326
22.5	实例总结.....	326

第三篇 综合系统设计 实例篇

第 23 章 出租车计价器系统设计

实例	328
23.1	实例内容说明.....	328
23.2	设计思路分析.....	329
23.3	硬件电路设计.....	330
23.3.1	里程计算单元.....	330
23.3.2	显示电路.....	330
23.3.3	按键电路.....	331
23.3.4	单片机系统.....	331
23.4	软件设计与代码.....	332
23.4.1	软件设计流程.....	332
23.4.2	硬件层程序.....	332
23.4.3	应用程序接口层程序.....	334

23.4.4	应用层主程序.....	335
--------	-------------	-----

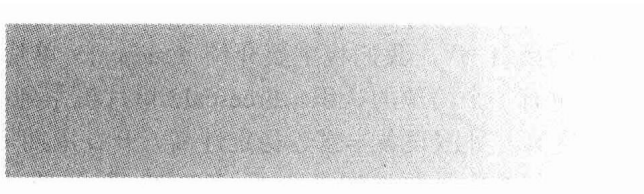
23.5	实例总结.....	344
------	-----------	-----

第 24 章 手持式超声波测距仪系统设计

实例	345
24.1	实例内容说明.....	345
24.2	设计思路分析.....	346
24.3	硬件电路设计.....	346
24.3.1	接收单元.....	346
24.3.2	发送单元.....	347
24.3.3	按键电路.....	347
24.3.4	显示单元.....	348
24.3.5	单片机系统.....	348
24.4	软件设计与代码.....	348
24.4.1	软件设计流程.....	348
24.4.2	超声波发送子程序.....	349
24.4.3	超声波接收子程序.....	350
24.4.4	按键扫描子程序.....	352
24.4.5	测距仪主程序.....	355
24.5	实例总结.....	356

第一篇

基础知识篇



- ◆ 第 1 章 Freescale 单片机的硬件内部结构
- ◆ 第 2 章 HCS08 单片机的指令系统
- ◆ 第 3 章 HCS08 单片机的 C 语言程序设计
- ◆ 第 4 章 HCS08 单片机的开发工具

第 1 章

Freescle 单片机的硬件内部结构

作为本书的第 1 章，我们将主要介绍 Freescle 单片机的硬件内部结构，使读者对 Freescle 单片机有一个简单的认识。Freescle 单片机系列种类比较多，其中的 08 系列单片机由于集成度高、外围设备丰富、稳定性高、开发周期短、成本低、型号多种多样、兼容性好而被广泛应用。本章将在介绍 HCS08 系列单片机的基本特征的基础上，以 MC9S08JM60 为例讲述 HCS08 系列单片机的基本结构和特点。

1.1 HCS08 系列单片机的简介

Freescle 公司于 2004 年之后推出的 HCS08 系列 MCU 是高性能与低功耗的完美结合，其性能可与许多 16 位 MCU 相当。相对于 Freescle 公司单片机的其他系列，HCS08 更适合低功耗、高性能的使用环境，如便携式电子产品。HCS08 是 HC08 系列的一个有益补充。

1.1.1 HCS08 系列 MCU 的基本特征

1. 多种低功耗模式

HCS08 系列具有 wait 模式和 3 种 stop 模式。

wait 模式使单片机进入等待状态，串行口、A/D、时钟等的中断均可唤醒。

stop 模式使系统时钟停止，电压调节器处于备用状态，用户可根据实际需要选择相应的 stop 模式。

stop1: 内部电路处于完全掉电状态，以达到最大的省电模式。

stop2: 内部电路部分处于掉电状态，内存的数据仍然保存。

stop3: 所有的内部电路处于待机状态，可快速恢复到正常工作模式。

2. 更高的工作频率

工作电压为 2.1V 时, CPU 总线的最高频率为 20MHz; 工作电压为 1.8V 时, CPU 总线的最高频率为 8MHz。

3. 具有可编程的片内时钟发生器

具有温度和电压补偿(典型漂移小于 2%)的片内可编程内部时钟发生器, 能进一步减少系统成本。也可通过用户定义采用外接时钟。

4. 新一代的内存技术

通过第三代 0.25 微米的内存技术提供应用程序的重复读写和数据存储能力。

5. 集成片上调试器

HCS08 系列新产品中还集成了片上调试器(BDM), 实现了片上仿真、模拟等功能, 极大地减少了开发工具的成本。在 16 位和 32 位 MCU 中集成 BDM 是很常见的, 但在 8 位 MCU 中集成 BDM 还是第一次。

6. 资源丰富

RAM 内存高达 4KB, FLASH 存储器容量可达 60KB, 高度集成了 4 个串行通信端口(SCI1、SCI2、SPI、IIC), 最长达 8 个定时器、8 通道的 10 位 A/D 转换器。

1.2 MC9S08JM60 单片机的硬件结构

1.2.1 MC9S08JM60 的 CPU

MC9S08JM60 为高性价比、低功耗的 8 位微处理器 HCS08 家族中的一员, 其功能及主要特性如下:

- 8 位 48MHz HCS08 CPU。
- 在整个工作电压和温度范围内可读取/擦除/编程的 60KB FLASH, 有 4KB 的 RAM, 对 RAM 及 FLASH 中的数据有保护机制。
- 支持 32 个中断/复位源。
- 等待模式及两种超低功耗的停止模式。
- 多功能的时钟生成器, 提供包括 FLL、PLL、内部参考时钟、外部参考时钟等多种时钟源选项。
- 具有系统保护特性:
 - 计算机正常工作的看门狗(COP)复位;
 - 低电压检测复位或中断;
 - 非法操作码检测复位;
 - FLASH 块保护。

- 片上外部设备：
 - USB 设备模块；
 - 模拟比较器；
 - 12 通道 12 位模数转换器 (ADC)；
 - 两个全双工异步串行通信接口 (SCI)；
 - 最高可达 100Kbps 的串行扩展总线 (IIC)；
 - 两个全双工或单线同步串行外设接口 (SPI)；
 - 高达 8 通道的定时器/PWM 模块。
- 51 个双向 I/O 口、一个单向输入口、一个单向输出口及 8 个键盘中断。
- 具有单线的背景调试接口、端点在线调试、在线仿真器 (ICE) 调试模块，8 级深度 FIFO 用于保存流程变化地址和单事件数据。

图 1-1 所示为 MC9S08JM60 (以下简称为 JM60) 的内部结构框图。

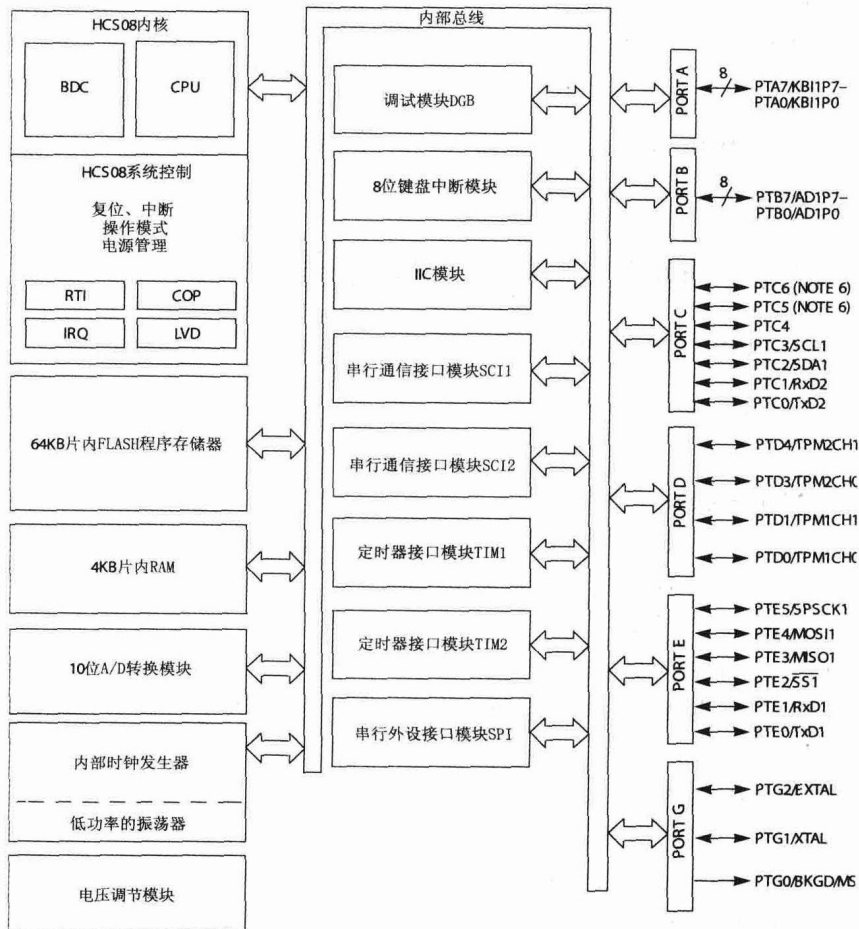


图 1-1 MC9S08JM60 结构框图

1.2.2 JM60 存储器的组织结构

JM60 存储器的映像图如图 1-2 所示。

\$0000	128B 的直接页寄存器区
\$00AF \$00B0	4096B 的 RAM 区
\$10AF \$10B0	1872B FLASH 区
\$17FF \$1800	高端页寄存器
\$185F \$1860	256 B USB RAM
\$195F \$1960	59088B FLASH 区
\$FFFF	

图 1-2 JM60 的存储映像图

1. RAM区域

JM60 的内存 RAM 区容量达到 4KB，其地址范围是：\$ 0080~\$ 107F。相对于 GP32 的 512B，JM60 的 RAM 是相当丰富的资源，这对于完成一些对内存需求较大的嵌入式应用，是一个相当不错的选择。例如嵌入式网络系统、RTOS 等应用。

在这个区域中，有 128B 的 RAM 属于第 0 页，即 \$ 0080~\$ 00FF，这个地址范围寻址方便，合理分配使用这些内存地址对于实际编程有很大帮助。

2. FLASH区域

JM60 有两个 FLASH 区域：从 \$ 1080 到 \$ 17FF 之间的 1920B 和从 \$ 182C 到 \$ FFFF 之间的 59348B。

3. 寄存器映像

JM60 的寄存器有 3 个部分，包括：

- 直接页寄存器：\$0000~\$007F。
- 高端页寄存器：\$1800~\$182B。这个寄存器区放置了一些不常用的设置项。
- 非易失性寄存器：\$FFB0~\$FFBF。这个区位于 FLASH 存储区域中，对寄存器值的改变方法和其他位置的 FLASH 的擦写方法相同。这个区共 16B，前 8B（\$FFB0~\$FFB7）是访问 FLASH 的“后门钥匙”，详细解释将在后面章节的 FLASH 保密性部分阐述。\$FFB8~\$FFBC 是没有使用的保留部分，\$FFBE 是厂家放置 ICG 修正值的位置。\$FFBD-NVPROT、\$FFBF-NVOPT 这两个值在 MCU 复位时分别赋给高端寄存器页的 FPRO（\$1824）和 FOPT（\$1821）。

1.2.3 JM60 的复位、中断和系统配置

1. 复位

复位使控制器进入初始状态。大部分状态和控制寄存器被迫使用初始值，并从复位向量（0xFFFE:0xFFFF）上载程序计数器。I/O 初始化配置为没有上拉电阻高阻抗输入，片上外围模块被禁止，中断被禁止。初始化程序可对堆栈指针（SP）和系统控制进行初始化。SP 在复位时强制设为 0x00FF。

JM60 系列有 7 个复位源：

- 上电复位（POR）
- 低电压检测（LVD）
- 计算机操作正常模块（COP）定时器
- 非法操作码检测（ILOP）
- 系统后台调试强制复位
- 外部复位引脚
- 时钟生成器锁定丢失和时钟复位丢失（LOC）

与系统复位相关的寄存器主要有系统复位状态寄存器（SRS）和系统后台调试强制复位寄存器（SBDFR）。SRS 寄存器为只读寄存器，通过读取标志位可以知道引起上一次复位的复位源。向 SRS 寄存器写入任意值可以使 COP 计数器清零。SBDFR 寄存器为只写寄存器，而且仅有最后一位（D0）可以写入。可以使用串行后台命令，如 WRITE_BYTE，使外部调试主机强制进行目标系统复位。该位不能从用户程序中写入。读该寄存器总是返回 0x00。

SRS 寄存器的直观描述如下：

数据位	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
定 义	POR	PIN	COP	ILOP	0	LOC	LVD	
	写入任意值可以使 COP 计数器清零							
复位	1	0	0	0	0	0	1	0

其中：

POR 是上电复位标志位。