

〔日〕富士通公司

8 位单片机 技术应用手册

— F²MC-8L 系列

刘仁普 等 编译



机械工业出版社
北京大恒新技术研究所

〔日〕富士通公司

8 位单片机技术应用手册

——F²MC—8L 系列

刘仁普 等编译

机械工业出版社
北京大恒新技术研究所

日本富士通公司(FUJITSU)是世界著名的电子公司,在计算机和通信领域占有重要位置,1995年列日本通信企业营业额第二名,做为通信公司和计算机技术的核心——CPU技术,富士通公司在技术上是先进的。本书对该公司的8位单片机做了系统介绍,包括CPU硬件结构,软件应用,程序示例,并对该公司8位单位机F²MC-8L系列各品种做了概括介绍,使读者能够对该公司的单片机选型、开发及应用。单片机技术的主要应用范围是控制领域,尤其是在中国的家电领域,有广阔的应用前景。本书的读者对象为自动控制领域特别是家电企业的设计、维修人员,大专院校师生等。

图书在版编目(CIP)数据

8位单片机技术应用手册 : F²MC-8L系列/日本富士通公司编著;刘仁普等编译. —北京:机械工业出版社,1996.

ISBN 7-111-05482-2

I. 8 巍 I. ①日… ②刘… II. 单片微型计算机, F²MC-8L 系列-手册 IV. TP368.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 21467 号

本书经日本富士通公司授权在中国出版,未经允许,不得翻印。

出版人: 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码 100037)

责任编辑:温莉芳 版式设计:范兴国 责任校对:丁丽丽

封面设计:姚毅

三河永和印刷有限责任公司印刷·新华书店北京发行所发行

1996年8月第1版 第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·21.5印张·672千字

0 001—2 000册

定价:42.00元

凡购本书,如有缺页、倒页,由本社发行部调换

编译委员会名单

主 编 刘仁普

副主编 刘冰

编 委 陈艳霞

王 新

刘翠亭

邹晓杰

葛 亮

郭志弘

张秀茂

裴秀群

刘丽力

董家敏

申文达

刘 维

苗振英

张晓池

傅天宁

JS/58/25

前 言

改革开放以来,中国经济有了迅猛的发展,群众生活水平不断提高,对家用电器的要求从普通型向全自动、智能化发展,隶属于中国科学院的中国大恒公司专门调集人力、物力,成立北京大恒新技术研究所从事现代化家电的开发和应用。中国的家电产品正处在新台阶的时期,从整个国际形势上看,中国正在成为全球家电的主要生产基地;便宜的原材料、丰富的劳动力和工程技术人员的聪明才智无不备至。突出矛盾有两个:新产品和大规模生产。没有新产品的企业终将被淘汰,而没有规模,就无法保证企业在如林的强手的竞争中生存。

全自动乃至智能化控制的核心就是单片机技术。日本国富士通公司在单片机方面有自己的独到之处,尤其是指令丰富(易于开发)和抗干扰技术(性能可靠)方面。本书是受富士通公司委托并独家授权在中国出版的。为了便于中国工程技术人员的开发工作,北京大恒新技术研究所还在国内生产了富士通公司的开发系统,需要支持的朋友请与研究所联系,我们将尽力帮助您。

北京大恒新技术研究所

张晓池 刘仁普

1996. 11

目 录

第1章 综 述	1
第2章 软件结构	3
2.1 概 述	3
2.2 CPU 硬件体系结构	3
2.2.1 F ² MC-8L 系列框图	3
2.2.2 内存空间	3
2.2.2.1 内存空间的描述	3
2.2.2.2 内存空间与寻址模式	3
2.2.2.3 通用寄存器组区域	5
2.2.2.4 堆栈区域	5
2.2.2.5 直接区域	6
2.2.2.6 向量调用指令表	6
2.2.2.7 复位与中断向量表	7
2.2.2.8 16 位数据在内存空间的存放	7
2.2.3 寄存器	8
2.2.3.1 程序计数器(PC)	8
2.2.3.2 累加器(A)	8
2.2.3.3 临时累加器(T)	9
2.2.3.4 堆栈指针(SP)	9
2.2.3.5 程序状态字(PS)	9
2.2.3.6 变址寄存器(IX)	11
2.2.3.7 附加指针(EP)	11
2.2.3.8 寄存器组	11
2.2.4 中断操作	12
2.2.4.1 中断操作概括	12
2.2.4.2 中断允许/屏蔽功能	13
2.2.4.3 中断优先功能	13
2.2.4.4 建立一个中断处理程序	14
2.2.4.5 多重中断	15
2.2.5 复位操作	16
2.2.6 如何使用临时累加器(T)	16
2.2.6.1 临时累加器的基本操作	16
2.2.6.2 字节数据的传送与操作	16
2.2.6.3 由临时累加器进行直接数据传送	18
第3章 CPU 软件体系结构	19
3.1 寻址方式	19
3.2 特殊指令	21

第4章 软件开发工具	25
4.1 支持系统配置	25
4.2 程序开发过程	25
4.3 F ² MC—8L 个人仿真器	27
第5章 硬件手册	29
5.1 CPU	29
5.1.1 内存空间	29
5.1.2 内存中16位数据的安排	30
5.1.3 CPU 内部寄存器	31
5.1.4 操作模式	33
5.2 主/子时钟控制模块	33
5.3 中断控制器	41
5.4 I/O 端口	43
5.5 外部中断1	48
5.6 外部中断2	51
5.7 8位串行I/O	53
5.8 蜂鸣器输出电路	58
5.9 LCD 控制/驱动器	60
5.10 遥控载波频率发生器	69
5.11 监视预分频器	72
5.12 8位PWM 定时/计数器	74
5.13 A/D 转换器	79
5.14 8/16 位定时器(定时器1和定时器2)	83
5.15 时基定时器	89
5.16 看门狗定时器复位	91
5.17 操作	93
5.17.1 时钟脉冲发生器	93
5.17.2 复位	94
5.17.2.1 复位操作	94
5.17.2.2 复位源	95
5.18 中断	95
5.19 低功耗模式	96
5.20 睡眠、停止和复位的引脚状态	97
第6章 应用注释——资源分配	98
6.1 前言	98
6.2 键扫描	98
6.2.1 概要	98
6.2.2 程序说明	99
6.2.2.1 概要说明	99
6.2.2.2 电路图	100
6.2.2.3 通用流程	101
6.2.2.4 使用寄存器和存储器	101
6.2.3 示例程序	103

6.2.3.1	寄存器和存储器初始设定	103
6.2.3.2	详细流程	107
6.2.4	程序表	108
6.3	A/D 转换器使用键扫描	113
6.3.1	概要	113
6.3.2	程序说明	113
6.3.2.1	概要说明	113
6.3.2.2	电路图	114
6.3.2.3	通用流程图	115
6.3.2.4	使用寄存器和存储器	116
6.3.3	示例程序	116
6.3.3.1	寄存器和存储器初始设定	116
6.3.3.2	详细流程	118
6.3.4	程序表	119
6.4	LCD 时钟	121
6.4.1	概要	121
6.4.2	示例程序说明	121
6.4.2.1	概要说明	121
6.4.2.2	LCD 段	122
6.4.2.3	通用流程	123
6.4.2.4	使用寄存器和存储器	123
6.4.3	示例程序	124
6.4.3.1	用于寄存器和存储器的初始设定	124
6.4.3.2	详细流程	126
6.4.4	程序表	129
6.5	软件 UART	136
6.5.1	概要	136
6.5.2	示例程序说明	136
6.5.2.1	概要说明	136
6.5.2.2	硬件说明	136
6.5.2.3	硬件特性	137
6.5.2.4	一般流程	138
6.5.2.5	使用寄存器和存储器	139
6.5.3	示例程序	141
6.5.3.1	用于寄存器和存储器器初始设定	141
6.5.3.2	详细流程	143
6.5.4	程序表	147
6.6	E ² PROM 接口	158
6.6.1	概要	158
6.6.2	示例程序说明	158
6.6.2.1	概要说明	158
6.6.2.2	硬件说明	158
6.6.2.3	通用流程	159

6.6.2.4 使用寄存器和存储器	159
6.6.3 示例程序	160
6.6.3.1 寄存器和存储器初始设定	160
6.6.3.2 详细流程	163
6.6.4 程序表	167
6.7 遥控器发送	175
6.7.1 概要	175
6.7.2 程序说明	175
6.7.2.1 概要说明	175
6.7.2.2 硬件说明	175
6.7.2.3 数据格式	176
6.7.2.4 通用流程	176
6.7.2.5 使用寄存器和存储器	177
6.7.3 示例程序	178
6.7.3.1 寄存器和存储器初始设定	178
6.7.3.2 详细流程	184
6.7.4 程序表	187
6.8 遥控器接收	198
6.8.1 概要	198
6.8.2 程序说明	198
6.8.2.1 概要说明	198
6.8.2.2 硬件说明	198
6.8.2.3 数据格式	199
6.8.2.4 一般流程	200
6.8.2.5 使用寄存器和存储器	201
6.8.3 示例程序	202
6.8.3.1 寄存器和存储器初始设定	202
6.8.3.2 详细流程	205
6.8.4 程序表	208
第7章 F²MC-8L 数据表	215
MB89120/89120A 系列 CMOS 8 位专用微控制器 MB89121/P131/123A/P133A/125A	215
MB89130/89130A 系列 CMOS 8 位专用微控制器 MB89131/P131/133A/P133A/135A	218
F ² MC-8L MB89140 系列 CMOS 8 位专用微控制器	
MB89144/145/146/147 和 MB89P147/W147/PV140	221
MB89150/89150A 系列 CMOS 8 位专用微控制器	
MB89151/151A/152/152A/153/153A/154/154A/155/155A/89P155/PV150	226
MB89160/89160A 系列 CMOS 8 位专用微控制器	
MB89161/163/165/P165/PV160 MB89161A/163A/165A/W165	233
MB89170/89170A 系列 CMOS 8 位专用微控制器 MB89173/PV173/174A/P175A/PV170A	251
MB89180 系列 CMOS 8 位专用微控制器 MB89181/182/183/P185/PV180	256
MB89190 系列 CMOS 8 位专用微控制器	
MB89191/193/195//P195/PV190 MB89191A/193A/195A//P195A/PV190A	264
F ² MB-8L MB89610 系列 CMOS 8 位专用微控制器 MB89613/615	268

F ² MC-8L MB89620 系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89623/T623/V623/625/P625 /W625/T625/V625/626/627/P627/W627MB89PV620	272
F ² MC-8L MB89630 系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89635/T635/636/637/T637/P637/W637/PV630	278
F ² MC-8L MB89640 系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89643/645/646/647/P647/PV640	284
F ² MC-8L MB89650AR 系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89653AR/655AR/656AR/657AR/P657A MB89PV650A	289
F ² MC-8L MB89660系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89663/665/P665/W665	294
F ² MC-8L MB89670/A 系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89673/677A/P677A/PV670A	298
F ² MC-8L MB89820 系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89821/823/P825/PV820	304
F ² MC-8L MB89840系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89846/W847/P847/PV840	308
F ² MC-8L MB89860/850 系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89865/867/P867/W867 MB89855/857/P857/W857/T855	311
F ² MC-8L MB89870系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89875/P875/PV870	317
F ² MC-8L MB89890系列 CMOS 8位专用微控制器 MB89898/899/P899/W899/PV890	322
F ² MC-8L MB89950系列 CMOS 8位专用微控制器 MB8995X/953/95X/P95X/PV950	326
第8章 指令表	330

第1章 综 述

F²MC-8L 系列是富士通 8 位微控制器,设计用于各种工业、办公自动化和车载设备等,特别是满足低电压和低功耗方面的应用。这些 8 位 CPU 还可以进行 16 位的数据传输,以适应于 16 位控制数据方面的需求。

特性:

- 最小指令执行时间:400ns(晶振 10MHz)

- 存储器空间:64K 字节

- 适应控制器的指令配置

数据类型:位,字节,字

寻址模式:9 种

高代码效率:与 F²MC-8L 向下兼容

16 位数据操作:累加器(A)和临时累加器(T)之间的操作

位指令:置位、复位和检查

乘/除指令: $8 \times 8 = 16$ 位, $16 \div 8 = 8$ 位

- 中断优先级(4 种,与封装形式有关)

图 1-1 是 F²MC-8L 系列产品介绍。

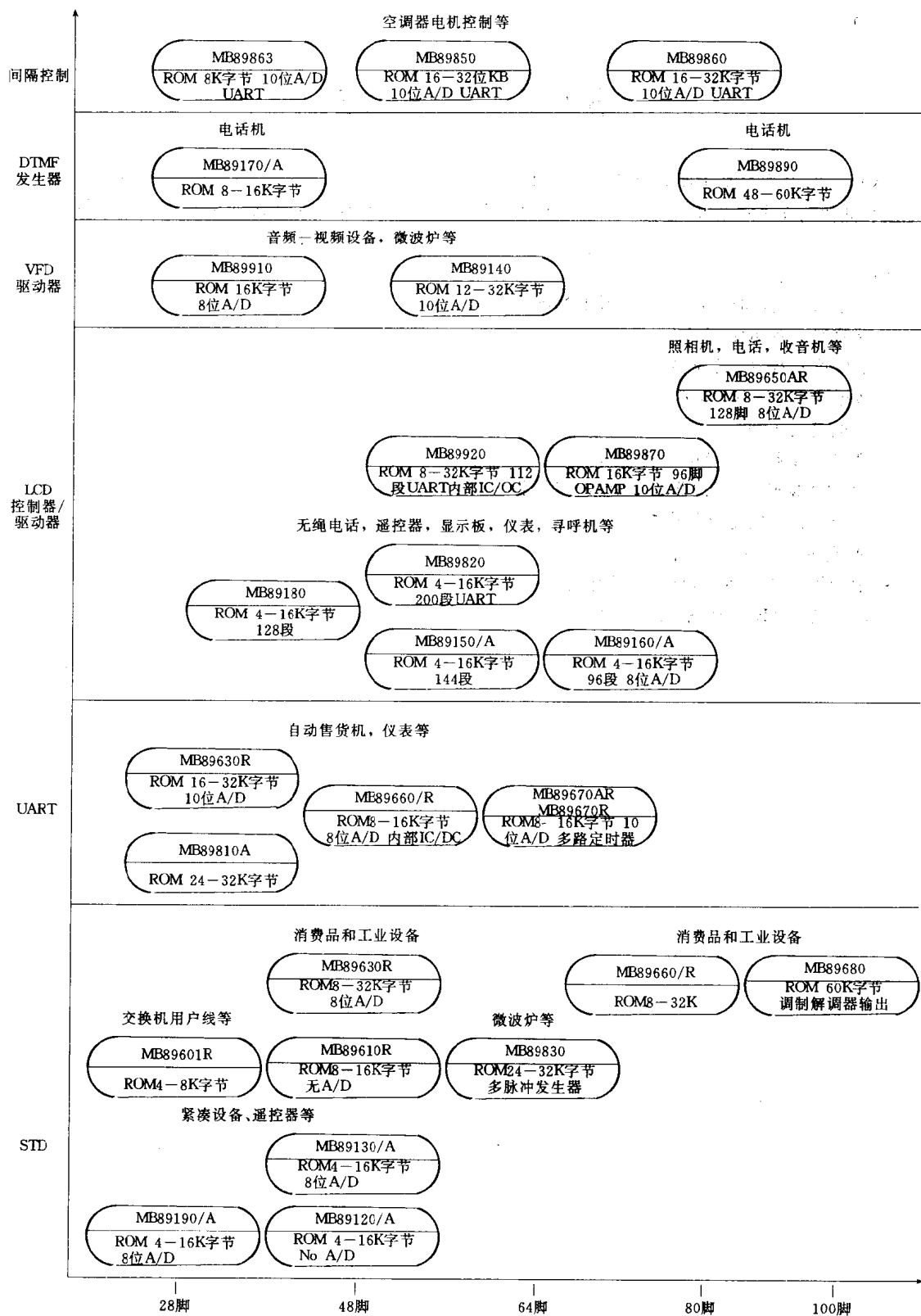


图 1-1 F²MC-8L 系列产品介绍

第2章 软件结构

2.1 概述

F²MC-8L 系列是富士通 8 位微控制器的 CPU。用于各种工业、办公自动化及机载设备的控制。它特别适用于低压和低功率消耗的应用场合。这些 8 位的 CPU 可以执行 16 位的数据传送,并满足需要 16 位控制数据的应用。

特点:

- 最小指令执行时间 400ns (在晶体振荡频率为 10MHz 时)
- 内存空间 64K 字节
- 适用于控制器的指令配置:
 - 数据类型: 位、字节、字
 - 寻址模式: 9 种
 - 高代码效率: 与 F²MC-8 向下兼容
 - 16 位数据操作: 在累加器(A)和临时累加器(T)之间进行
 - 位指令: 设置、复位、检查
 - 乘/除指令: $8 \times 8 = 16$ 位, $16 \div 8 = 8$ 位
- 中断优先级 (4 种,取决于封装)

2.2 CPU 硬件体系结构

本节描述 F²MC-8L 系列 CPU 的可寻址内存空间和 CPU 寄存器体系结构。

2.2.1 F²MC-8L 系列框图

F²MC-8L 系列的 CPU、ROM、RAM 及各种资源均按模块化结构设计,内存大小的变化及资源的替换可以适应各种应用产品的制造。图 2-1 所示是使用 F²MC-8LCPU 的器件框图。

2.2.2 内存空间

F²MC-8L CPU 可以通过寻址内置资源、ROM、RAM 和外界于设备的外设进行控制。由这种方法寻址的区域被称之为内存空间。

2.2.2.1 内存空间的描述

由 F²MC-8L CPU 寻址的内存空间大小为 64K 字节。它包括 I/O、数据和程序区域。I/O 区域紧靠着最低有效地址,数据区域则紧靠在 I/O 区域的上方。数据区域又分成寄存器、堆栈和直接区域。与 I/O 区域相反,程序区域靠近有效地址的最高端。复位、中断向量和向量调用指令表在程序区域的最高端。

图 2-2 表示的是 F²MC-8L CPU 可寻址的内存空间结构。

2.2.2.2 内存空间与寻址模式

F²MC-8L CPU 在寻址时,与内存存取相关的可用寻址模式随地址的不同而变化。因此,合理使用寻址模式可以增加程序的代码效率。图 2-3 表示各种寻址模式下可寻址的内存空间。

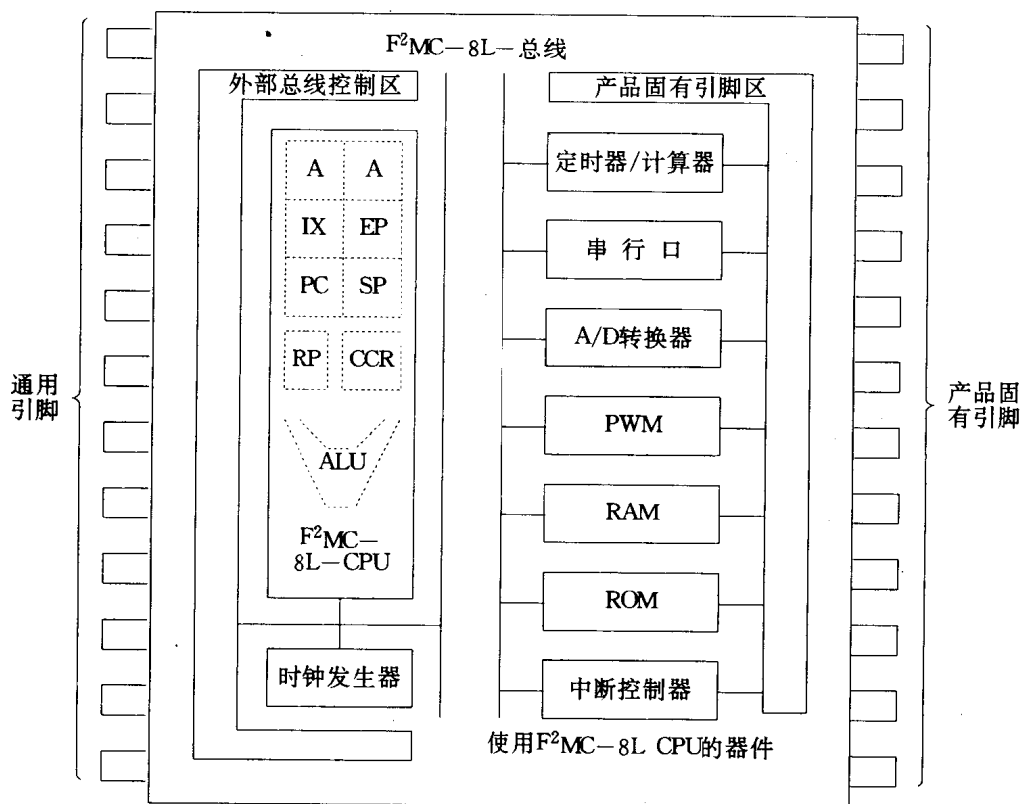


图 2-1 器件框图

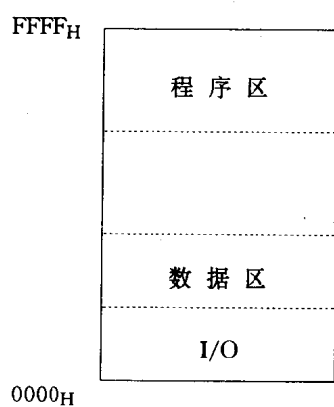


图 2-2 内存空间

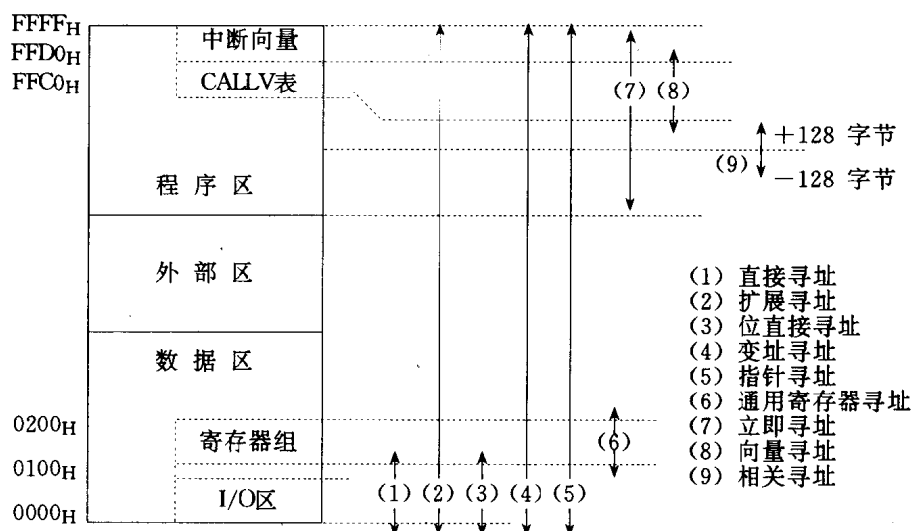


图 2-3 内存空间与寻址模式

F²MC-8L CPU 有下列与内存存取相关的寻址模式([]表示一个字节):

直接寻址: 地址的高 8 位为 00_H, 表示低 8 位是操作数;

[结构][—操作码—][—低 8 位—]([—如果操作数有效—])

扩展寻址: 全部 16 位都是操作数。

[结构][—操作码—][—高 8 位—][—低 8 位—]

位直接寻址: 地址的高 8 位为 00_H, 表示低 8 位是操作数。位的位置包含在操作码中。

[结构][—操作码: 位—][—低 8 位—]

变址寻址: 将 8 位操作数包括符号位一起与变址寄存器(1X)相加, 结果作为地址;

[结构][—操作码—][—8 位偏移量—]([—如果操作码合法—])

指针寻址: 使用附加指针寄存器(EP)的内容直接作为地址。

[结构][—操作码—]

通用寄存器寻址: 指定通用寄存器。寄存器号包含在操作码中。

[结构][—操作码: 寄存器—]

立即寻址: 用操作码后面的一个字节作为数据;

[结构][—操作码—][—立即数—]

向量寻址: 从相应表号所对应的表中读取存取数据。表号包含在操作码中。

[结构][—操作码: 表号—]

相对寻址: 由当前 PC 的值计算相对地址。这种寻址模式用于执行相对跳转和位检查指令。

[结构][—操作码—][—8 位相对值—]

2.2.2.3 通用寄存器组区域

F²MC-8L CPU 的通用寄存器组区域被规定为 0100_H 到 01FF_H。通用寄存器的号码按一定的规则, 通过使用寄存器组指针(RP)和操作码的 3 个低位值被转换成实际地址。转换规则如图 2-4 所示。

2.2.2.4 堆栈区域

F²MC-8L CPU 的堆栈区域在执行子程序调用指令和有中断发生时, 被用于存储返回地址和指定寄存器内容的区域。在向堆栈区域存储数据之前, 16 位的堆栈指针(SP)的值减一, 然后将需要存储的数据存入 SP 指示的地址。在取出堆栈区域数据时, 先将由 SP 指示地址的数据取出, 然后 SP 的值加一。图 2-5 和

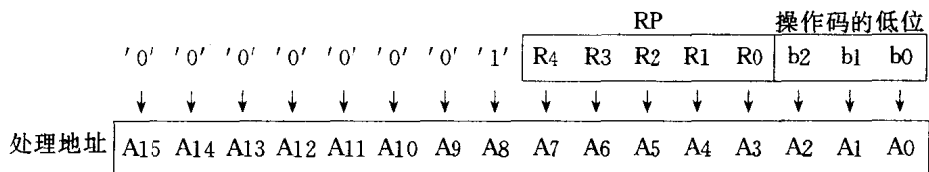


图 2-4 通用寄存器组区域的实际地址转换规则

图 2-6 分别给出了向堆栈区域中存入和从中取出数据的例子。

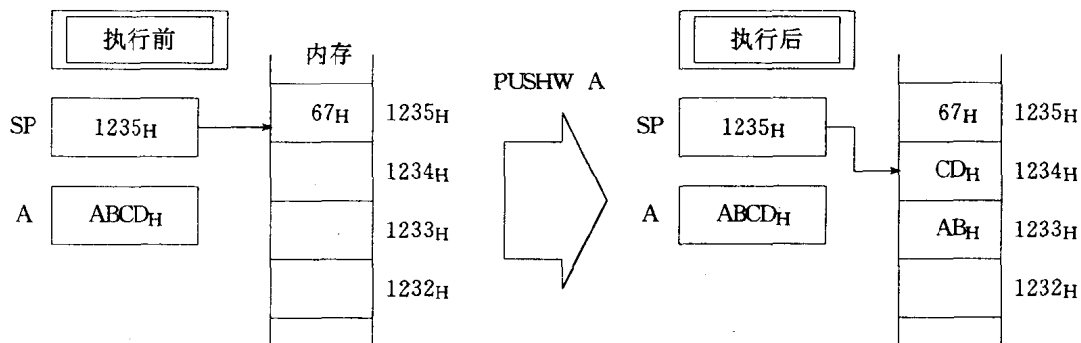


图 2-5 向堆栈区域中存入数据的例子

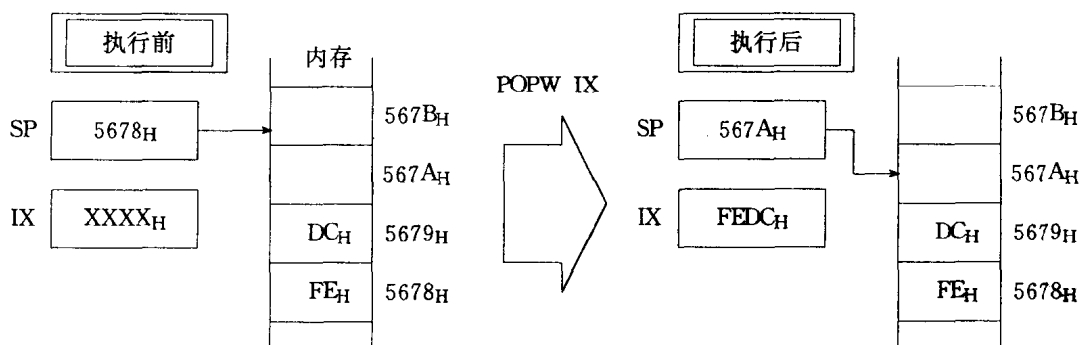


图 2-6 从堆栈区域中取出数据

2.2.2.5 直接区域

F²MC-8L CPU 的直接区域位于内存空间的低端,或从 0000_H 到 00FF_H 的 256 个字节。它主要由直接寻址模式和位直接寻址模式存取。被频繁存取的 I/O 控制寄存器和 RAM 端口被安排在这个区域中。直接区域的存取操作由双字节指令完成。

2.2.2.6 向量调用指令表

FFC0_H 到 FFCF_H 的内存空间被用作向量调用指令表。F²MC-8L CPU 的向量调用指令根据包含在操作码中的向量号存取这块内存并使用表中作为跳转地址的数据产生一个子程序调用。表 2-1 表示向量号与跳转地址表的对应关系。

表 2-1 CALL V 跳转地址表

CALLV #K	跳转地址表	
	高地址	低地址
#0	FFC0 _H	FFC1 _H
#1	FFC2 _H	FFC3 _H
#2	FFC4 _H	FFC5 _H
#3	FFC6 _H	FFC7 _H
#4	FFC8 _H	FFC8 _H
#5	FFCA _H	FFCB _H
#6	FFCC _H	FFCD _H
#7	FFCE _H	FFCF _H

2.2.2.7 复位与中断向量表

FFD0_H 到 FFFF_H 的内存空间被用作指向中断或复位起始地址的表。表 2-2 表示中断号或复位与参考地址表的对应关系。

表 2-2 复位与中断向量表

中断号	表地址		中断号	表地址	
	高位数据	低位数据		高位数据	低位数据
复位	FFFE _H	FFFF _H	#10	FFE6 _H	FFE7 _H
	FFFC _H	FFFD _H	#11	FFE4 _H	FFE5 _H
#0	FFFA _H	FFFB _H	#12	FFE2 _H	FFE3 _H
#1	FFF8 _H	FFF9 _H	#13	FFE0 _H	FFE1 _H
#2	FFF6 _H	FFF7 _H	#14	FFDE _H	FFDF _H
#3	FFF4 _H	FFF5 _H	#15	FFDC _H	FFDD _H
#4	FFF2 _H	FFF3 _H	#16	FFDA _H	FFDB _H
#5	FFF0 _H	FFF1 _H	#17	FFD8 _H	FFD9 _H
#6	FFEE _H	FFF _H	#18	FFD6 _H	FFD7 _H
#7	FFEC _H	FFFD _H	#19	FFD4 _H	FFD5 _H
#8	FFEA _H	FFFB _H	#20	FFD2 _H	FFD3 _H
#9	FFE8 _H	FFF9 _H	#21	FFD0 _H	FFD1 _H

FFFC_H:保留 FFFD_H:模式。实际号码依产品而定。

2.2.2.8 16 位数据在内存空间的存放

如图 2-7 所示, F²MC-8L CPU 在处理内存中存放的 16 位数据时, 把存放在低地址中数据作为高 8 位, 把存放在相邻的高地址中的数据作为低 8 位。

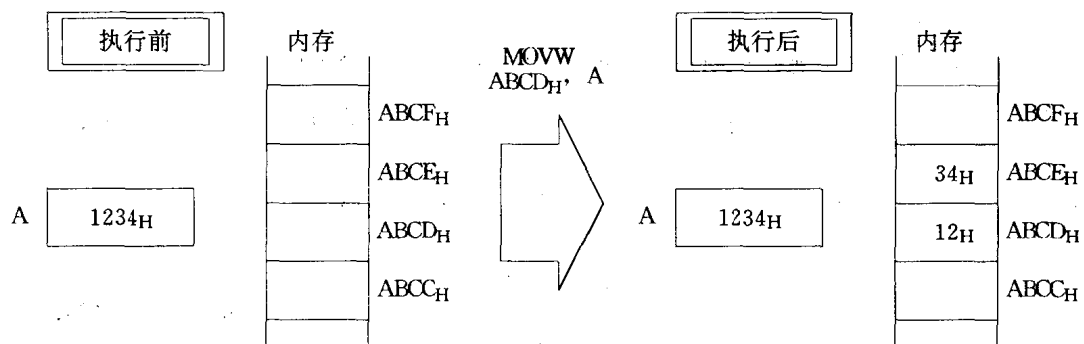


图 2-7 16 位数据在内存空间的存放

在一条指令执行期间, 如果操作数是 16 位的, 则假定紧挨着操作码的字节是高字节, 然后是低字节。这种操作应用于操作数为内存地址和 16 位立即数的情况, 见图 2-8。