Fujitsu F²MC-16LX 系列单片机的特点及应用

王向周，王　渝，郑成华
（北京理工大学 信息科学技术学院　北京，100081）

摘要：在介绍 F²MC -16LX 系列的主要特点和结构的基础上，对其 CPU 和中断系统进行了分析，描述了该系列单片机的开发工具及编程方法。

关键词：单片机；工业控制；集成电路
中图分类号：TP368.1　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1001-1390(2003)10-0054-04

Features and application of Fujitsu F²MC-16LX series MCU

Wang Xiangzhou, Wang Yu, Zheng Shuhua
(Beijing Institute of Technology, Beijing　100081, China)

Abstract: The paper introduces the feature of F²MC-16LX Series MCU. And CPU structure and interrupt system of the MCU are analyzed. Integrated development environment and FLASH memory writer for F²MC-16LX series MCU are described.

Key words: micro-controller; industry control; integrated circuit

0 概　述

F²MC-16LX 系列单片机是富士通公司推出的新型 16 位微处理器，图 1 为该系列的部分单片机，针对不同应用领域该系列单片机的外围功能略有不同，它们共同的特点是都具有大量的外围功能，例如：Watchdog 定时器、时基定时器、低功耗管理、外部中断、8/16 位定时器、扩充智能 I/O 服务(EI²OS)等通用功能以及可编程脉冲发生器(PPG)、输入捕获(ICU)、输出比较(OCU)、UART/SIO、I²C、脉冲宽度计数(PWC)、A/D、D/A、CAN 控制器、LCD 驱动器、步进马达控制器等专用功能，从而使得该系列单片机适应于各种工业系统、办公自动化设备、过程控制系统的高速实时过程处理。同时，富士通公司提供的集成化开发平台可支持标准 C 语言编程，并提供了丰富的库函数以及软件模拟和硬件仿真调试等功能，不仅降低了开发难度，还可以大大提高产品的开发效率。

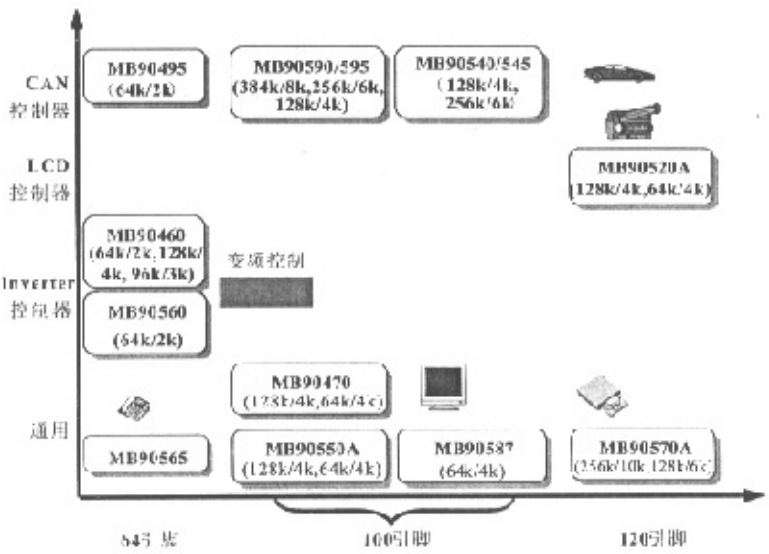

图 1　F²MC-16LX 系列单片机一览

1 结构和主要特性

F²MC-16LX 系列单片机采用 0.5μmCMOS 工艺，其基本的结构框图如图 2 所示。它的主要特点有：

万方数据

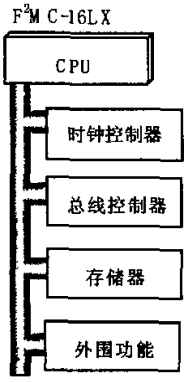

图 2 F²MC-16LX 系列单片机结构框图

(1)低电压、高速度:5V 供电时,最小指令执行时间为 62.5ns/16MHz,2.2V 供电时,最小指令执行时间为 100ns/10MHz;

(2)嵌入 PLL 时钟倍频电路:工作时钟可以选择晶体时钟的 1/2、1、2、3、4 倍频,大大减小了 EMI 噪声,同时还提供 32kHz 的子系统时钟;

(3)优化的指令集:位、字节、字、长字等数据类型,多达 23 种的寻址方式,带符号的乘、除法指令,大大提高了代码的效率,32 位的累加器保证了算术运算的高精度;支持 C 语言与多任务处理,提供丰富的指针;

(4)采用 4 字节指令预取队列的流水线技术,最小指令周期为 62.5ns(16MHz);

(5)强大的中断功能:8 个可编程中断优先级,支持近 40 个中断源;

(6)独立于 CPU 的自动传输功能:扩充智能 I/O 服务完成 I/O 口与存储器之间自动数据传输,减少了用户编程,提高了数据的传输速度;

(7)灵活的 I/O 口编程:每个 I/O 均可根据需要设置为输入口、输出口或专用口;

(8)程序补丁功能:提供两个程序补丁地址指针,可对掩模后程序中出现的错误进行修改,以减少损失,节约成本;

(9)电路进行了噪声保护优化,所有引脚均有噪声滤波器;

(10)低功耗的能量管理:待机、睡眠、停机、CPU 间歇工作、子时钟的工作和睡眠等多种低功耗模式;

(11)多种 ROM 大小和类型:掩模 ROM(最大 256Kbytes),FLASH ROM (64K/128K/256K bytes),内部 RAM(4 K/6 K/8 Kbytes);

(12)支持 16M 寻址空间内的字、字节寻址;

(13)地址、数据总线的复用或非复用可通过软件进行设置;

(14)FLASH ROM 编程:支持自动编程,具备可擦写、可恢复和自动保护功能,擦写次数大于 10 万次,数据可靠存储 10 年以上,可设置加密位;

(15)工作温度-40~105℃;存储温度-55~150℃。

2 CPU 结构分析

FFMC-16LX 系列单片机的 CPU 内含 11 个专用寄存器。通用寄存器位于 RAM180H~37FH 的地址区内,分为 32 区,每个区可用作 8 位寄存器、16 位寄存器或 32 位寄存器,寄存器指针指向当前通用寄存器工作区,寄存器的结构如图 3 所示。

2.1 专用寄存器

(1)累加器(A):由两个 16 位累加器 AH 和 AL 组成,可以作为 32 位、16 位或 8 位寄存器使用;

(2)堆栈指针(USP,SSP):堆栈指针有用户堆栈

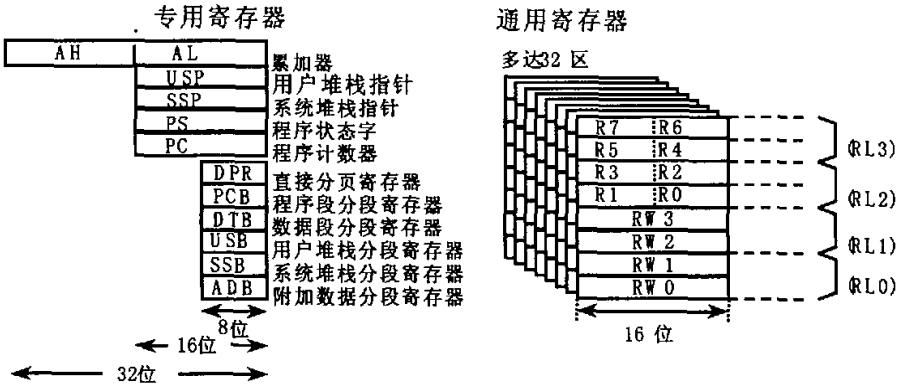

图 3 寄存器结构

万方数据

指针(USP)和系统堆栈指针(SSP)两种,堆栈指针的高8位地址由用户堆栈段寄存器(USB)或系统堆栈段寄存器(SSB)确定;

(3)程序状态字(PS):由中断级别屏蔽寄存器(ILM,3位,表明CPU当前接受中断响应的级别)、通用寄存器指针(RP,5位,指向当前通用寄存器区的首址)、条件码寄存器(CCR,8位,包括反映算术运算结果和传输数据的状态位)等组成;

(4)程序计数器(PC):指定CPU将要执行的指令代码存放地址的低16位;

(5)直接分页寄存器(DPR):指定直接寻址指令操作数地址的8~15位;

(6)段寄存器(PCB,DTB,USB,SSB,ADB):五个段寄存器是程序段寄存器(PCB)、数据段寄存器(DTB)、用户堆栈段寄存器(USB)、系统堆栈段寄存器(SSB)、附加段寄存器(ADB),分别用于指定相应段寻址的高8位地址。

2.2 通用寄存器

通用寄存器是位于RAM中的180H到37FH的内存块,分为32个区,每区8个字。同一时刻只能有一个区工作,可以用作通用8位寄存器(R0到R7)、16位寄存器(RW0到RW7)或32位寄存器(RL0到RL3)。通用寄存器的用法如表1所示。

表1 通用寄存器的用法

寄存器名称	用 法
R0到R7	在各种操作中用作操作数,R0也用作移位计数器和指令规格化计数器
RW0到RW7	在各种操作中用作操作数或用作指针,RW0也用作串指令计数器
RL0到RL3	在各种操作中用作操作数或用作长型指针

3 中断系统

FFMC-16LX系列单片机共有8个可编程中断优先级,0级中断优先级最高,6级中断优先级最低,7级无中断,通过设置程序状态字(PS)的中断级别屏蔽寄存器(ILM)可以改变当前CPU接受中断响应的级别,低于该设置中断级别的中断源将被屏蔽。

FFMC-16LX系列单片机支持近40个中断源,可以分为硬件中断、软件中断和扩充智能I/O服务(EI2OS)和异常中断等4种类型。每个中断源都拥有唯一的中断向量(包括中断号和中断地址),除复位(Reset)、异常(Exception)以及软件中断(INT 9 instruction)外,每个中断源都受一个中断控制寄存器的控制,该系列单片机共有16个中断控制寄存器(I-CR),它们位于中断控制器中。中断控制寄存器负责管理相应的中断源,其主要功能有:设置相应中断源的中断等级、选择响应中断作为一般中断来使用还是用作扩充智能I/O服务、选择扩充智能I/O服务通道,共有16个扩充智能I/O服务通道。与16个扩充智能I/O服务通道相对应有16个扩充智能I/O服务描述符(ISD),每个描述符占用8个字的RAM空间,用于完成扩充智能I/O服务时I/O口与存储器之间自动传输数据的管理。

扩充智能I/O服务描述符由数据计数器、指向I/O寄存器的指针、指向RAM缓冲区的指针以及状态寄存器组成。状态寄存器用来指明指向缓冲区地址指针和I/O寄存器的地址指针是固定还是更新、传输数据格式(字节还是字)、传送方向(从I/O到缓冲区还是从缓冲区到I/O)等。

FFMC-16LX系列单片机提供的扩充智能I/O服务事实上是一种硬件中断操作。中断允许发生时,中断控制器决定申请的中断是否有效,并选择相应的扩充智能I/O服务操作,扩充智能I/O服务根据扩充智能I/O服务描述符来进行I/O口与存储器之间的自动数据传输,完成后返回CPU操作。与传统的I/O口与存储器之间的数据传输方式不同,采用扩充智能I/O服务后,由于采用内部微代码不需要编写中断处理程序,数据传输既不用内部寄存器也无就需保存寄存器的值,与DMA功能相似,因此不但可以减少编程工作,而且提高了运行速度。

图4描述了硬件中断的处理过程,当外围硬件发生中断且中断使能①时,外围硬件发送一个中断请求到中断控制器②,中断控制器决定同时到来中断的中断优先级并将优先级高的中断送到CPU③,CPU比较请求中断优先级和中断屏蔽寄存器(PS:ILM)的值④,若请求中断优先级高,检测中断使能标志位(PS:I)⑤,若中断使能标志位为使能状态,则被请求中断级写入指令寄存器,在完成当前指令后,CPU响应中断请求⑥,若为一般的中断请求,程序跳转到用户中断服务程序,若为扩充智能I/O服务程序,内部微代码根据扩充智能I/O服务描述符执行相应操作,当中断源在中断例程中被清除后,本次中断结束⑦。

万方数据

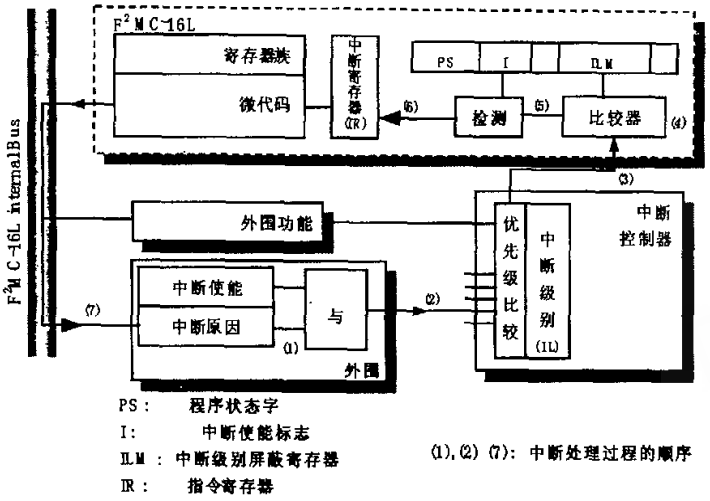

图 4 硬件中断处理机理

4 开发工具

F²MC-16LX 的开发工具包括 Softune 集成软件包、MB2140 硬件在线仿真系统(ICE)和用户目标系统三部分，如图 5 所示。

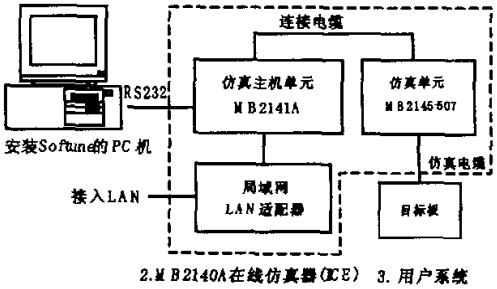

图 5 开发系统组成原理图

富士通公司提供的 Softune 工作平台是基于 Windows95/98/Me/2000/XP 的程序开发集成软件包。软件包的结构如图 6 所示，它是一个集开发管理、仿真器调试、软仿真的一个集成开发环境，可以完成代码级的完全调试。MB2140 在线仿真器只是逻辑、时序级调试时使用。

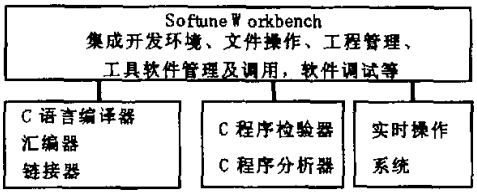

图 6 开发软件包的结构

Softune 从安装到使用与一般的软件开发工具没有多大区别。以往开发软件的经验会让你觉得这是一个非常容易的过程。但需要注意的是 CPU、内存的定位、编译与连接、软件模拟、硬件仿真的设置。

在 Softune 平台上开发应用程序时，每一个程序被作为一个工程。工程是头文件、参数初始化文件、主程序文件等的集合。Softune 平台提供了针对多种类型单片机 I/O 寄存器、专用寄存器、RAM 等的头文件和一个标准的初始化汇编语言代码，在工程文件中加入这两个文件后，就可使用标准 的 C 语言来开发应用程序了。此外，Softune 平台还提供 assert.h, ctype.h, float.h, limits.h, math.h, stdarg.h, stddef.h, stdio.h, stdlib.h, string.h, fcntl.h, unistd.h, sys/types.h 等库函数，这些库函数与标准 C 提供的库函数完全兼容，为程序的开发提供了极大的方便。

5 结 论

F²MC-16LX 系列单片机具有速度快、ROM 和 RAM 容量大、工作温度宽、可靠性高，而且针对不同应用领域的需求特点，F²MC-16LX 系列单片机的外围功能可以有多种组合，目前已有 10 多种型号的产品为 F²MC-16LX 系列单片机广泛应用奠定了基础。例如：MB09F540/545 具有可编程脉冲发生器(PPG)、输入捕获(ICU)、输出比较(OCU)、UART/SIO、A/D、CAN 控制器等功能，非常适合在汽车、电力等领域使用。

参 考 文 献：

[1] Fujitsu Microelectronics, Inc. F2MC-16LX 16-BIT MICROCONTROLLER MB90540/545 Series HARDWARE MANUAL [Z], 2001.

[2] Fujitsu Microelectronics, Inc. CAN BUS MICROCONTROLLER SOLUTIONS INCLUDING INTEGRATED SINGLE VOLTAGE FLASH MEMORY[Z], 2001.

[3] Fujitsu Microelectronics,Inc.FR-V/FR/F 2 MC FAMILY SOFTUNE Workbench USER'S MANUAL[Z], 2000.

第一作者简介：

王向周(1965-)，男，博士，北京理工大学信息科学技术学院自动控制系。

收稿日期：2003-05-12
（郭松林 编发）

万方数据

Fujitsu F2MC-16LX系列单片机的特点及应用

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 王向周， 王渝， 郑成华
作者单位： 北京理工大学,信息科学技术学院,北京,100081
刊名： 电测与仪表
英文刊名： ELECTRICAL MEASUREMENT & INSTRUMENTATION
年，卷(期)： 2003，40(10)
引用次数： 2次

参考文献(3条)

1. Fujitsu Microelectronics Inc F2MC-16LX 16-BIT MICROCONTROLLER MB90540/545 Series HARDWARE MANUAL 2001

2. Fujitsu Microelectronics Inc CAN BUS MICROCONTROLLER SOLUTIONS INCLUDING INTEGRATED SINGLE VOLTAGE FLASH MEMORY 2001

3. Fujitsu Microelectronics Inc FR-V/FR/F 2 MC FAMILY SOFTUNE Workbench USER'S MANUAL 2000

相似文献(10条)

1. 会议论文 梁晓庚.贾晓洪 新一代DSP单片机在工业控制领域中的应用 1999
该文简要介绍了TI公司最新推出的面向控制领域的DSP微处理器芯片TMS320F240， 介绍了其在工业控制现场的一则应用实例，提出了单片机相应用系统的抗干扰设计技术。

2. 会议论文 金朝炜 工业控制PC机和单片机间的串行通信 2005
以变电站视像监视系统中摄像头转台的控制为例,提出了一种基于32位操作系统Windows95的工业控制PC机和单片机同的串行通信的应用模式,给出了用VC++5.0和PL/M—96语言编写的串行通信程序.

3. 期刊论文 于向东.孙宜 单片机工业控制板在煤矿生产中的应用 -山东煤炭科技2006(4)
在各种自动化系统和设备中,应用可编程控制器PLC的好处是控制方便、可靠性高、编程容易,但带来的问题是综合成本的提高.如果采用价格低廉的单片机代替可编程控制器PLC,不仅企业综合生产成本会降低,而且可以缩短自动控制系统或设备的开发周期.

4. 会议论文 张开生.郭国法.张攀峰 基于单片工业控制微机的无线式键盘接口设计 2006
本文介绍了一种利用红外遥控器作为单片机输入键盘的接口原理和方法.该接口方式既可以节省单片机的硬件资源,同时也方便了使用者对单片机的操作,尤其是适合某些需要远距离操作的场合.

5. 期刊论文 刁树杰.葛岷.姜天辉 一种基于Cygnal单片机的新型RTU -沈阳工业大学学报2003,25(3)
介绍了一种新型的由Cygnal单片机为核心处理器件的远程终端设备(RTU).详细阐述了Cygnal单片机的特点,以及由它构成的RTU的总体方案,并对方案各部分原理作了详细论述.该RTU成本低,功能强,可以广泛用于现代工业控制中.

6. 期刊论文 胡亚琦.夏宝华.HU Ya-qi.XIA Bao-hua 51单片机液位控制系统控制算法及实现 -甘肃联合大学学报（自然科学版）2007,21(5)
51单片机在工业控制中已得到了广泛的应用,控制算法对控制系统的控制性能有着关键的作用,文章以液位为控制对象介绍了51单片机控制系统的一种控制算法及实现方法,并给出了主程序流程框图.经实际应用,效果良好.

7. 期刊论文 汪锋锁.曾璐 工业控制领域基于VC++6.0的PC机和单片机通讯设计 -仪器仪表与分析监测2007(2)
在工业控制领域,经常涉及到串行通讯问题.文章以一个基本的数据通讯为例,从上位机中获取数据传送给下位机并显示出来,从而探讨利用PC机串口和MCS-51单片机来实现这一通讯设计,并给出了接口电路和软件设计.

8. 期刊论文 何宁.王相綦 Linux PC和51系列单片机串行通信的设计 -现代电子技术2004,27(6)
介绍了一种采用Linux操作系统的PC机通过串口和MCS-51系列单片机进行通信的设计方法,给出了基本的硬件原理和通信程序设计的2种方法.实验证明,这种方案简单可靠、价格低廉,为Linux在工业控制等领域中的应用提供了一种解决方法.

9. 会议论文 罗强 单片机在工业控制中的可靠性设计探讨 1994

10. 期刊论文 彭宏伟.边志远.李翠霞 基于RS-485总线的PC机与单片机串行通信系统的设计与实现 -大地测量与地球动力学2009,29(z1)
介绍PC机与单片机间进行RS-485串行通信的一般原理及常用芯片的选择， 同时给出PC机与单片机实现多点通讯的方法.

引证文献(2条)

1. 侯艳利.黄廷磊.彭建 RTOS在电解质分析仪中的任务调度及应用[期刊论文]-桂林电子科技大学学报 2007(01)

2. 许秀琴.薛继奎.潘雄英 MB90F540/545单片机外部总线扩展技术[期刊论文]-电子产品世界 2004(10)

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dcyyb200310015.aspx
下载时间：2010年1月11日