

HOLTEK 单片机丛书

单片机原理 与应用

HOLTEK

应明仁 王化成 主编



华南理工大学出版社

HOLTEK 单片机丛书

单片机原理与应用

应明仁 王化成 主编

华南理工大学出版社
·广州·

内 容 简 介

本书详细介绍了 HOLTEK 的 HT48 系列单片机的结构、HOLTEK 单片机的开发工具、HT-ICE 的应用和开发软件 HT-IDE3000 的各种功能,最后以 HOLTEK 单片机 HT48R50A-1 为例,详细介绍了跑马灯(LED)显示、七段数码管 LED 显示、键盘扫描、单片机对串行 Memory HT24LC02 和 HT93LC46 的读写操作、LCD 驱动显示、红外线遥控接收、用 I/O 口做 LCD 显示等范例,涵盖了单片机的基本应用,非常适合单片机的初学者学习及作为高等院校单片机教材。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/应明仁,王化成主编. —广州:华南理工大学出版社,2005.4
(HOLTEK 单片机丛书)

ISBN 7-5623-2200-7

I. 单… II. ①应… ②王… III. 单片微型计算机 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 009421 号

总 发 行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

发行部电话:020-87113487 87111048(传真)

E-mail:scut202@scut.edu.cn

http://www.scutpress.com.cn

责任编辑:詹志青

印 刷 者:广东省阳江市教育印务公司

开 本:787×1092 1/16 印张:17.25 字数:430 千

版 次:2005 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

印 数:1~5000 册

定 价:28.00 元

版权所有 盗版必究

前 言

随着社会的发展,家电智能化给我们每个人的生活带来革命性的变化,在我们的生活周围,单片机随处可见,如冰箱、洗衣机、空调、音响、手机、微波炉、电磁炉、咖啡炉、豆浆机、电饭煲、热水器、遥控器、电风扇、防盗器、广告灯、工业控制等等,都用到单片机来做智能控制。也正因为单片机在我们的生活领域应用越来越广,吸引着越来越多的电子、软件工程师从事单片机的开发,理工科高校也把单片机作为必修课程之一,还有许许多多的工程师因工作的需要,迫切希望再进修单片机的知识,在最短的时间内尽快掌握单片机的基础和实际应用,为此我们编写这本教材,由浅到深用详细的例程讲解,这样更符合初学者的需求。

在我国早期我们接触到的是 Z80 单片机,它使用起来很不方便,需要手工输入翻译的二进制代码;后来引进 8051 系列,单片机才真正普及,其强大的功能和发展系统深受业内人士酷爱;但市场需求的是多方位产品,设计有简有繁,单片机的价格更是必须考虑的因素之一,为此出现了更符合市场需求的 RISC (Reduced Instruction Set Computer) 精简指令结构的单片机, HOLTEK 系列单片机就是其中之一。

目前市面上有许许多多的单片机系列,如 HOLTEK 系列、EMC/PIC/SAMSUNG/PHILIPS/INTEL/ATMEL/WINBOND/ZILOG 系列等,面对如此多的单片机,初学者往往惑于从何处着手去学,如何尽快掌握各种单片机的知识及应用。其实完全没有必要担心,学习单片机就是学习单片机控制的思路、控制的原理。学习方法就是,选择由面到点,再由点到面。具体来说就是,单片机的品种虽多,但其原理大同小异,选择某一系列单片机中的某一型号,完全掌握它,这就是从面缩到点,因为同系列的单片机其内核基本相同,指令也一样,只要看看其他型号的资料说明,就可以应用它来做开发,这样就可以掌握这一系列的单片机;同理,因为你通过这个系列的单片机学习,掌握了单片机设计的基本思路,有了这个基本思路,其他系列的单片机也就难不倒你,只要稍稍花些时间阅读其资料,就能熟练地去做其开发工作,这就是从点扩到面。我们从这个思路出发,从“好学、易懂、实用”的角度来考虑,因此选择 HOLTEK 公司的 HT48R50A-1 做基本教材。

我们选择 HOLTEK 系列单片机作为本书的目标机型,主要是因为 HOLTEK 系列单片机现在已经被广泛地应用在家电、工控领域,特别是在家电生产基地的珠江三角洲,大多数厂家都选择 HOLTEK 系列单片机来做家电控

制设计。HOLTEK 系列单片机属于家电类 MCU 中的主流,引起了许多工程师和在校师生的学习兴趣,为此我们编写这本书,希望给学习者以启迪,特别是让初学者更容易入门。

另外一个原因是 HOLTEK 系列单片机比较实用,它有下列优点:

(1)目前 HOLTEK 系列单片机的性价比最优。

(2)HOLTEK 系列单片机是目前单片机中升级到工业级指标的单片机,工作温度为 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ 。

(3)HOLTEK 系列单片机抗干扰性强,目前被广泛应用于家电领域。

(4)HOLTEK 系列单片机开发 TOOL 集成度高,开发、烧写在一个 TOOLS 上进行。

(5)HOLTEK 的软件开发界面好,有英文版和中文版,易学易懂,且功能强大。汇编语言、C 语言可在同一界面下运行,同时可以进行软件仿真(Simulation)、硬件仿真(Emulation)、LCD 软仿真、VPM 外电路仿真等,自学或教学均相当便利。

本书所有的范例都是验证过的,可直接上机试验。其相关的 HT24LC02、HT93LC46、HT1621、HT6221 的资料都可以直接在下面网站下载:

WWW.HOLTEK.COM.TW

WWW.HOLTEK.COM.CN

本书由 HOLTEK 深圳分公司的工程师陈伟主审,陈永光、吴烁、杨帆、严静、熊永芳、陈玉平、张艳秋、何小强、马林、刘志高协助审核,在此表示由衷的感谢;同时感谢 HOLTEK 上海总公司作最后校核及全力支持。

本书所列举的试验都是我们实际测试验证过的,尽量做到细致完美,但书中难免有不妥之处,欢迎读者批评指正。

应明仁 王化成

2005 年 4 月

目 录

1 单片机的内部结构	1
1.1 单片机的内部结构概述	1
1.2 HOLTEK 单片机的结构分析	2
1.2.1 HT 单片机的系统结构	3
1.2.2 程序存储器	6
1.2.3 数据存储器	7
1.2.4 专用寄存器	8
1.2.5 输入/输出端口	11
1.2.6 中断	12
1.2.7 定时/计数器	15
1.2.8 复位	21
1.2.9 振荡器	26
1.2.10 暂停模式下的暂停和唤醒	28
1.2.11 看门狗定时器	29
1.2.12 掩膜选项	30
1.2.13 基本应用电路	31
1.2.14 单片机技术参数	31
2 HOLTEK MCU 集成开发环境	40
2.1 HT-ICE	40
2.1.1 HT48 系列仿真器	40
2.1.2 HT48 接口卡	41
2.1.3 HT-ICE 的型号和版本识别	42
2.2 HT-IDE3000	42
2.2.1 HT-IDE3000 软件下载	42
2.2.2 HT-IDE3000 软件安装	42
2.2.3 HT-IDE3000 软件功能	46
2.2.4 汇编语言和编译器	86
2.2.5 连接器	103
2.2.6 函数库管理器	105
2.2.7 LCD 仿真器	107
2.2.8 虚拟外围设备管理器	114
3 快速入门	121
3.1 软件、电路安装	121
3.2 编写、调制软件	121
3.3 OTP 的烧写	129

3.4 开发完成 产品试验	129
4 指令集介绍	132
4.1 指令集	132
4.2 指令一览表	133
4.3 指令定义	136
5 程序设计	152
5.1 程序设计风格	152
5.2 程序设计范例	155
5.2.1 跑马灯	155
5.2.2 4 位七段 LED 显示	168
5.2.3 键盘扫描	175
5.2.4 HT24LC02 的读写操作	192
5.2.5 HT93LC46 的读写操作	208
5.2.6 LCD 驱动显示	219
5.2.7 红外线遥控接收	238
5.2.8 用 I/O 型 MCU 做 LCD 显示	255
资料下载	270

1 单片机的内部结构

单片机又称微控器(Micro - Controller Unit, MCU), 目前被广泛应用于智能家电、工业自动控制等领域。MCU 按其 RAM 位的长度分, 可分为 4 位机、8 位机、16 位机等; 按其内部结构分, 又可分为 RISC(Reduced Instruction Set Computer)和 CISC(Complex Instruction Set Computer)两种结构, RISC 如 HT 系列、PIC 系列等, CISC 如 Intel 51 系列、W 78 系列等。本章将详细介绍 MCU 的内核和 HOLTEK MCU 的内部特点。

1.1 单片机的内部结构概述

单片机内部主要由中央处理单元、程序存储器、数据存储器三大部分构成, 要使用单片机首先必须了解这三部分的功能。这三部分再加上输出/输入硬件电路便构成最简单的单片机, 实际单片机内部还有其他应用硬件电路。本书将在后面章节逐一介绍。

1. 中央处理单元

中央处理单元即是单片机的内核, 主管单片机所有运行, 包含 3 个重要单元, 即指令解码单元(IU)、执行控制单元(EU)、算术逻辑单元(ALU)。

(1) 指令解码单元

单片机指令解码单元犹如人之大脑, 要分析内部和外部的信息以作出适当指示。中央处理单元所要处理的信息即是本书所要探讨的软件的撰写和单片机外部的硬件状态, 综合这些信息, 中央处理器即会做出适当的控制指示给相对应的其他单元。单片机运行一定要依靠读者所撰写的汇编语言和硬件设计, 因此, 学习单片机的重点是必须清楚了解汇编语言和外部硬件设计。汇编语言是由几个英文字母所组成的助记码, 如 MOV 表示数据搬移之意, 这些汇编语言经由编译器编译后即成了二进制机器码存入单片机程序存储器。指令解码单元即是通过解码硬件电路去解析一连串二进制码以作为智能控制器之决策核心。

(2) 执行控制单元

执行控制单元即是接受指令解码单元所发出的指示, 将各单元中的数据互换、传送、运算、判断, 再依汇编指令所指定的动作或运算进行输入、输出、储存等工作。因此, 执行控制单元犹如人之手足, 依大脑发出的指令作相对应的反应。

(3) 算术逻辑单元

算术逻辑单元是单片机中很重要的部分, 可从指令集中实现算术和逻辑操作, ALU 在接收相关的指令码后执行需要的算术与逻辑操作, 并将结果储存在指定的存储位置。计算机所进行的算术运算或逻辑判断全部在算术逻辑单元处理。

2. 程序存储器

有些单片机需外挂只读存储器(ROM)当作程序存储器, 如 8031; 有些已经将程序存储器放在单片机内部, 以节省外部的引脚数与印制电路板面积, 本书所介绍单片机 HT48 系列便是将程序存储器内建在芯片里面。程序存储器用来存放用户代码即存储程序。

程序存储器会因所开发程序的大小而需要不同的容量。HT48 单片机提供相当齐全的芯片供选择,以符合各种软件开发。HT48 程序存储器容量如表 1-1 所示。

表 1-1 HT48 程序存储器容量

芯片编号	HT48R05A-1	HT48R06A-1	HT48R10A-1	HT48R30A-1	HT48R50A-1	HT48R70A-1
程序存储器	0.5K 字组	1K 字组	1K 字组	2K 字组	4K 字组	8K 字组

注:HT48R06A-1/HT48R10A-1 程序存储器虽同为 1K 字组,但是输入/输出引脚数不同。

3. 数据存储器

数据存储器是内容可被更改的 8 位 RAM 存储器,用来储存单片机运算后状态或外部硬件状态的存储区。

4. 总线

总线(BUS)对于单片机而言主要是用于内部各单元间信息互通,类似人体的神经、肌肉、骨头的作用,单片机结构中一般有 3 种总线,即数据总线、控制总线和地址总线。

(1)数据总线

数据总线即是传送各单元间数据的硬件,如中央处理单元从程序存储区读指令码时,便是从程序存储区将程序码通过数据总线传送给中央处理单元,经由中央处理单元依指令码的指示进行运算后将结果再通过数据总线存入数据存储器。

(2)控制总线

控制总线控制单片机数据的读或写,或使能某单元以接收或传送数据。

(3)地址总线

地址总线主要用来寻址,由于存储器的容量大小不一,必须有一方式来指示数据存取的值,即用地址总线寻址。

5. 输入/输出端口

对单片机而言输入/输出端口是与使用者最直接相关的,因为所有外部硬件电路全部连接于此,学会如何控制输入/输出端口也是学习单片机中相当重要的环节。

1.2 HOLTEK 单片机的结构分析

本节将通过详细介绍盛群公司发行的一款资源与 8051 相当的单片机 HT48R50A-1,使读者完全了解单片机内部硬件结构。

这个系列的 I/O 型单片机拥有广泛的功能特性,其中有些是普通的,有些则是独有的。大部分的特性对该系列所有的单片机来说是共通的,主要的区别在于程序存储器和数据存储器的容量、I/O 引脚数目和定时器功能。为了帮助使用者在应用时能选择适当的单片机,表 1-2 提供了各个单片机主要的特性。本书所选用的单片机以 HT48R50A-1 为目标机型,其他单片机的功能是大同小异的。

表 1-2 HT48 功能特性

型 号	电 源	程序 存储器	数据 存储器	输入/ 输出	定时器	中断	堆栈	封装种类
HT48R10A-1 HT48C10-1	2.2~5.5V	1K×14	64×8	21	8bit×1	2	4	24SKDIP/SOP
HT48R30A-1 HT48C30-1	2.2~5.5V	2K×14	96×8	25	8bit×1	2	4	24SKDIP/SOP 28SKDIP/SOP
HT48R50A-1 HT48C50-1	2.2~5.5V	4K×15	160×8	35	8bit×1 16bit×1	3	6	28SKDIP/SOP 48SSOP
HT48R70A-1 HT48C70-1	2.2~5.5V	8K×16	224×8	56	16bit×2	3	16	48SSOP 64QFP

注:型号部分包含“C”的为 Mask 版本,含“R”的是 OTP 版本。

1.2.1 HT 单片机的系统结构

本节将详细说明 HOLTEK 单片机的系统结构:时序和流水线结构(Pipelining)、程序计数器、堆栈、算术及逻辑单元(ALU)。

单片机系统结构如图 1-1 所示。良好的内部系统结构是盛群半导体公司 I/O 型单片机具有良好运行性能的主要因素。由于采用 RISC 结构,通过流水线的方式,即指令的取得和执行同时进行,此系列单片机具有高运算速度和高性能的特性。8 位的 ALU 参与指令集中所有的运算,它可完成算术运算、逻辑运算、移位、加、减和分支等功能。

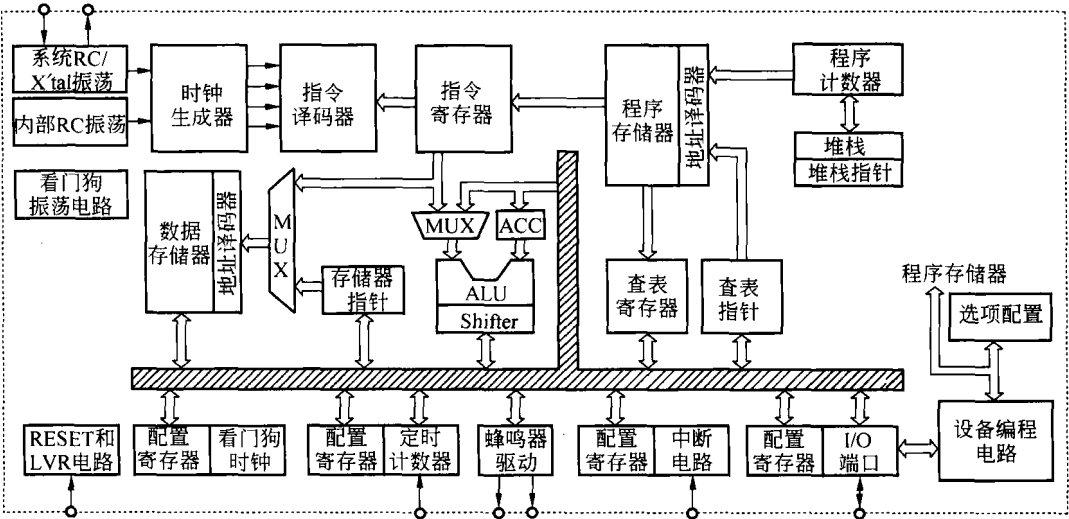


图 1-1 单片机系统结构

1. 时序和流水线结构

每个单片机中一定要有系统时钟,由晶体/陶瓷振荡器或 RC 振荡器提供,作为单片机运行时的时基,也就是说,振荡器停止振荡单片机便停止工作。系统时钟决定了单片机的运行速度,例如,晶振 4MHz 即每一振荡周期是 250ns,称为一个时钟 T,而单片机的指令周期

则是由 $T_1 \sim T_4$ 4 个内部时钟所组成的。程序计数器在 T_1 时自动加 1 并抓取一条新的指令,剩下的 $T_2 \sim T_4$ 时钟完成解码和执行功能,因此,一个 $T_1 \sim T_4$ 时钟组成一个指令周期。虽然指令的取得和执行发生在连续的指令周期,但单片机流水线的结构会保证指令在一个指令周期内被有效执行。特殊的情况发生在程序计数器的内容被改变的时候,如子程序的调用或跳转,在这种情况下,指令将需要多一个指令周期的时间去执行。系统时序和流水线如图 1-2 所示。

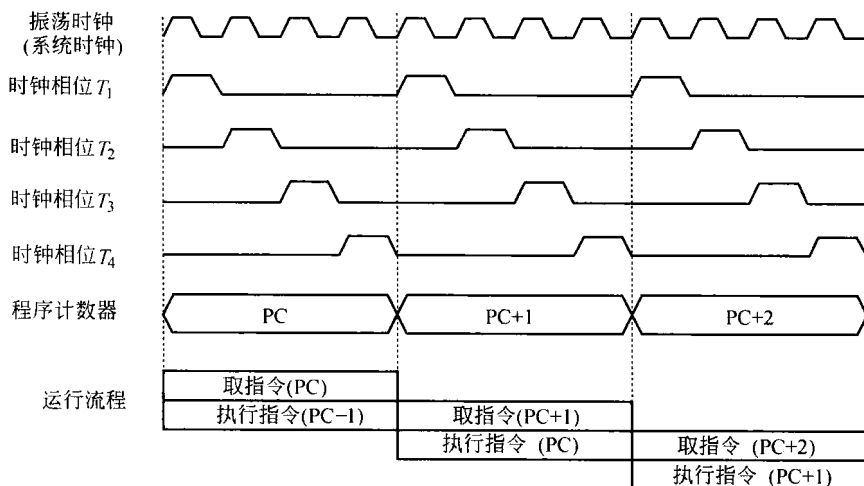


图 1-2 系统时序和流水线

如果指令牵涉到分支,如跳转或调用等指令,则需要两个指令周期才能完成指令执行。需要一个额外周期的原因是程序先用一个周期取出当前指令地址的下一条指令,再用另一个周期去实际执行分支动作,因此,程序设计师必须特别考虑额外周期的问题,尤其是在执行时间要求比较严格的时候。图 1-3 所示为子程序调用流水线的情况。

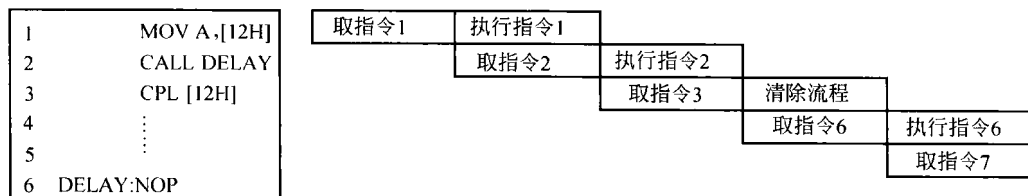


图 1-3 子程序调用流水线的情况

清除流程 (Flush PipeLine) 是因为程序中 Call 指令产生子程序调用,所以预先读取的指令被视为无效而必须清除,在新的指令周期重新载入子程序所在的指令码,而在下一个指令周期解码与执行。这是跳转或子程序调用必须用两个指令周期的原因。

2. 程序计数器

单片机程序指令码的读取是由于内部有一程序计数器用来寻址,在指令码被读取后程序执行期间,程序计数器指向下一条要执行的指令地址。除了 JMP 或 CALL 这些要求跳转到一个非连续的程序存储器地址之外,它会在每条指令执行后自动增加 1。

单片机在复位时程序计数器指向复位起始地址（一般是 0000H），即俗称的开机程序进入点，因此，每次单片机上电时都可从指定的区域开始运行。

当执行的指令要求跳转到非连续的地址时，如跳转指令、子程序调用、中断或复位等，单片机通过载入所需的地址到程序计数器来控制程序。对于条件跳转指令，一旦条件符合，下一条在现在指令执行时所取得的指令即会被摒弃，而产生一个空指令周期来替代。表 1-3 所示即是几种会改变程序计数器的情况。

表 1-3 程序计数器不同模式下的改变

模 式	程 序 计 数 器												
	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
复位	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
外部中断	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
定时/计数器 0 中断	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
定时/计数器 1 中断	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
写入 PCL 寄存器	PC12	PC11	PC10	PC9	PC8	@7	@6	@5	@4	@3	@2	@1	@0
跳转或调用子程序	# 12	# 11	# 10	# 9	# 8	# 7	# 6	# 5	# 4	# 3	# 2	# 1	# 0
由子程序返回	S12	S11	S10	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0

注：①PC12~PC8：目前程序计数器位；②@7~@0：PCL 位；③# 12~# 0：指令码位；④S12~S0：堆栈寄存器位。

3. 堆栈

堆栈是存储器中一个特殊部分，当调用主程序或中断发生时，它用来储存当前程序计数器内容当作子程序返回时的地址。根据选择的单片机不同，堆栈可介于 4、6 或 16 层，或可直接定义在存储器。当前堆栈层由堆栈指针(Stack Pointer, SP)指示。在子程序调用或中断响应服务时，程序计数器的内容被压入到堆栈中。当子程序或中断服务程序结束时，返回指令(RET 或 RETI)使程序计数器从堆栈中重新得到它以前的值而回到上次子程序调用位置。芯片复位之后，SP 将指向堆栈的顶部。堆栈与堆栈指针/程序计数器如图 1-4 所示。

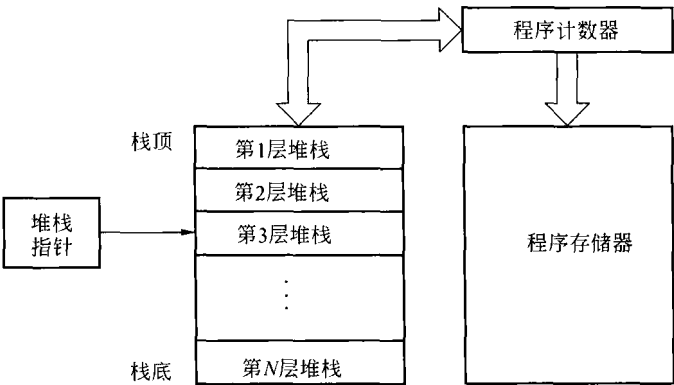


图 1-4 堆栈与堆栈指针/程序计数器

4. 算术及逻辑单元

算术逻辑单元是单片机中很重要的部分,执行指令集中的算术和逻辑运算。ALU 连接到单片机的数据总线,在接收相关的指令码后执行需要的算术与逻辑操作,并将结果储存在指定的寄存器。当 ALU 计算或操作时,可能导致进位、借位或其他状态的改变,而相关的状态寄存器会因此更新内容用以指示这些改变。ALU 所提供的功能与其相关指令码如下:

- 算术运算:ADD、ADDM、ADC、ADCM、SUB、SUBM、SBC、SBCM、DAA。
- 逻辑运算:AND、OR、XOR、ANDM、ORM、XORM、CPL、CPLA。
- 移位:RRA、RR、RRCA、RRC、RLA、RL、RLCA、RLC。
- 增加和减少:INCA、INC、DECA、DEC。
- 分支判断:MP、SZ、SZA、SNZ、SIZ、SDZ、SIZA、SDZA、CALL、RET、RETI。

1.2.2 程序存储器

程序存储器用来存放用户代码(即程序)。对于 I/O 型的单片机而言,有两种程序存储器可供使用。第一种是一次可编程存储器(OTP),使用者可编写他们的应用码到芯片中。使用适当的编程工具,OTP 单片机可以为使用者提供灵活的方式以自由开发他们的应用,这对于除错或需要经常升级和改变程序的产品是很有帮助的。对于中小型量产,OTP 亦为极佳的选择。另一种存储器为掩膜(MASK)存储器,这些芯片对于大量生产提供最佳的成本效益。

程序存储器用程序计数器来寻址,程序存储器中除了存放程序外也包含数据、表格和中断入口。数据表格可以设定在程序存储器的任何地址,由表格指针来寻址。图 1-5 所示为盛群半导体 I/O 型单片机程序存储器结构。

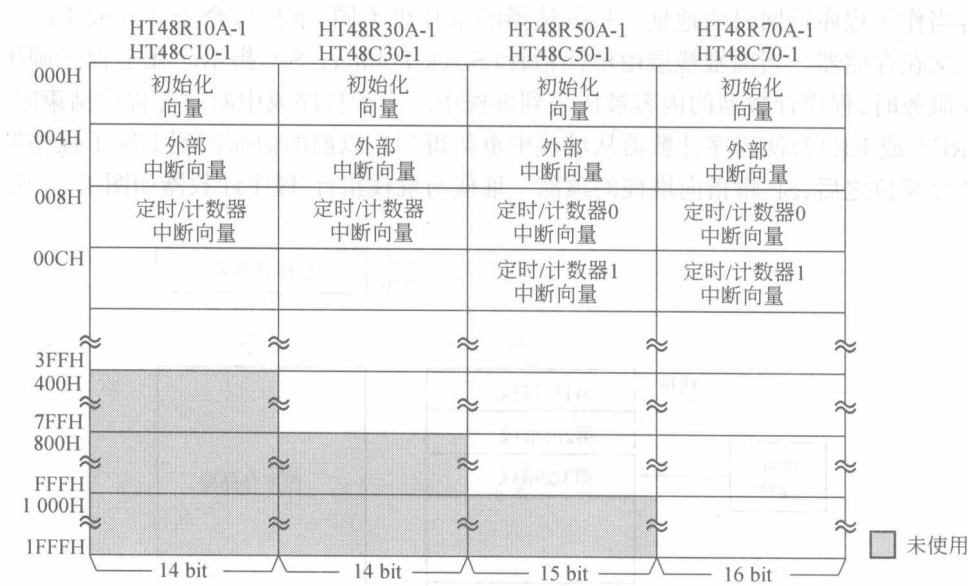


图 1-5 盛群半导体 I/O 型单片机程序存储器结构

程序存储器内部某些地址保留用作诸如复位和中断入口等特殊用途。

注:不同厂牌单片机的特殊向量的应用会有所不同,但其原理是一致的。

• 地址 000H 这个向量是芯片复位后的程序起始地址。在芯片复位后,程序将跳到这个地址并开始执行。

• 地址 004H 这个向量用作外部中断入口,在单片机外部中断引脚电平转成低电平、而外部中断使能且堆栈没有满的情况下,程序将跳到这个地址开始执行。

• 地址 008H 此内部中断向量被定时/计数器 0 所使用,在定时器发生溢出、而内部中断使能且堆栈没有满的情况下,程序将跳到这个地址并开始执行。对于 HT48R50A-1 而言,该定时/计数器中断称为定时/计数器 0 中断。

• 地址 00CH 此内部中断向量被定时/计数器 1 所使用,在定时器发生溢出、而内部中断使能且堆栈没有满的情况下,程序将跳到这个地址并开始执行。对于 HT48R50A-1 而言,该定时/计数器中断称为定时/计数器 1 中断。

1.2.3 数据存储器

数据存储器是内容可更改的 8 位 RAM 内部存储器,用来储存临时数据,且分为两部分,如图 1-6 所示。第一部分是专用寄存器,这些寄存器有固定的地址且与单片机的正确操作密切相关。大多特殊功能寄存器都可在过程控制下直接读取和写入,但有些被加以保护而不对用户开放。第二部分通用数据存储器是用作一般用途,都可在过程控制下进行读取和写入。数据存储器的两个部分,即专用和通用数据存储器,位于连续的地址。全部 RAM 为 8 位宽度,但存储器长度会因所选择的单片机而不同。

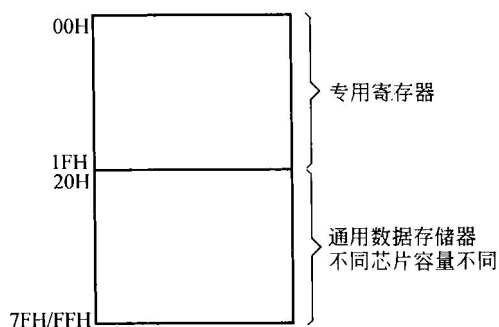


图 1-6 数据存储器

1. 通用数据存储器

所有的单片机程序需要一个读/写的存储区,让临时数据可以被储存和再使用。该 RAM 区域就是通用数据存储器。这个数据存储区可让使用者进行读取和写入的操作。

图 1-7 所示是 HT48 系列 I/O 型单片机通用数据存储器的结构。

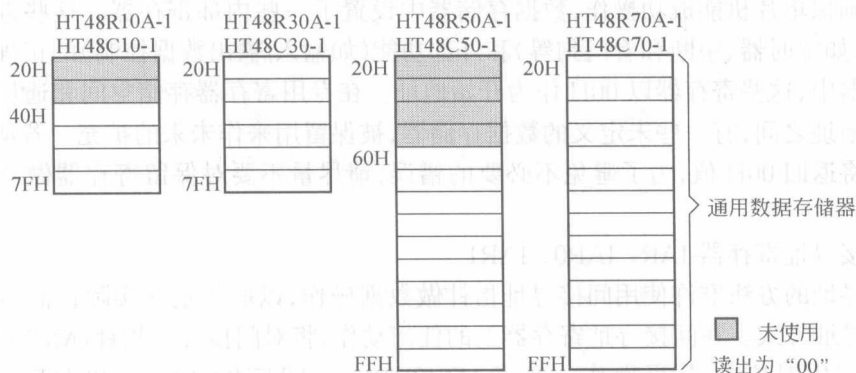


图 1-7 通用数据存储器的结构

2. 专用寄存器

这个区域的数据存储器是存放特殊寄存器的,这些寄存器与单片机的正确操作密切相关,大多数的寄存器可进行读取和写入,只有一些是被保护而只能读取的,详情请参阅有关专用寄存器部分。要注意的是,任何读取指令对存储器中未使用的地址进行读取均将得到“00H”的值。图 1-8 所示是 HT48 系列 I/O 型单片机专用寄存器的结构。

	HT48R10A-1 HT48C10-1	HT48R30A-1 HT48C30-1	HT48R50A-1 HT48C50-1	HT48R70A-1 HT48C70-1	
00H	IAR	IAR	IAR0	IAR0	特殊功能寄存器
01H	MP	MP	MP0	MP0	
02H			IAR1	IAR1	
03H			MP1	MP1	
04H					
05H	ACC	ACC	ACC	ACC	
06H	PCL	PCL	PCL	PCL	
07H	TBLP	TBLP	TBLP	TBLP	
08H	TBLH	TBLH	TBLH	TBLH	
09H	WDTS	WDTS	WDTS	WDTS	
0AH	STATUS	STATUS	STATUS	STATUS	
0BH	INTC	INTC	INTC	INTC	
0CH				TMR0H	
0DH	TMR	TMR	TMR0	TMR0L	
0EH	TMRC	TMRC	TMR0C	TMR0C	
0FH			TMR1H	TMR1H	
10H			TMR1L	TMR1L	
11H			TMR1C	TMR1C	
12H	PA	PA	PA	PA	未使用 读出为“00”
13H	PAC	PAC	PAC	PAC	
14H	PB	PB	PB	PB	
15H	PBC	PBC	PBC	PBC	
16H	PC	PC	PC	PC	
17H	PCC	PCC	PCC	PCC	
18H			PD	PD	
19H			PDC	PDC	
1AH				PE	
1BH				PEC	
1CH				PF	
1DH				PFC	
1EH		PG	PG	PG	
1FH		PGC	PGC	PGC	

图 1-8 专用寄存器的结构

1.2.4 专用寄存器

为了确保单片机能成功操作,数据存储器中设置了一些内部寄存器。这些寄存器确保内部功能(如定时器、中断和看门狗等)和外部功能(如输入/输出数据控制)的正确操作。在数据存储器中,这些寄存器以 00H 作为开始地址。在专用寄存器存储空间和通用数据存储器的起始地址之间,有一些未定义的数据存储器,被保留用来作未来的扩充。若从这些地址读取数据将返回 00H 值,为了避免不必要的错误,请尽量不要对保留寄存器做读取或写入的动作。

1. 间接寻址寄存器 IAR, IAR0, IAR1

间接寻址的方法准许使用间接寻址指针做数据操作,以取代定义实际存储器地址的直接存储器寻址方式。在间接寻址寄存器上的任何动作,将对间接寻址指针(MP)所指定的存储器地址产生对应的读/写操作。对于 HT48R10A-1/HT48C10-1 和 HT48R30A-1/HT48C30-1 系列,提供一个间接寻址寄存器(IAR)和一个间接寻址指针(MP);而对于

HT48R50A - 1/HT48C50 - 1 和 HT48R70A - 1/HT48C70 - 1 系列,提供两个间接寻址寄存器(IAR0 和 IAR1)和两个间接寻址指针(MP0 和 MP1)。要注意的是,这些间接寻址寄存器并不是实际存在的,直接读取 IAR 寄存器将返回 00H 的结果,而直接写入此寄存器则不做任何操作。

2. 间接寻址指针 MP,MP0,MP1

对于 HT48R10A - 1/HT48C10 - 1 和 HT48R30A - 1/HT48C30 - 1 系列,提供一个间接寻址指针即 MP;而对于 HT48R50A - 1/HT48C50 - 1 和 HT48R70A - 1/HT48C70 - 1 系列,提供两个间接寻址指针即 MP0 和 MP1。由于这些指针在数据存储器中能像普通的寄存器一样被写入和操作,因此提供了一个寻址和数据追踪的有效方法。当对间接寻址寄存器进行任何操作时,单片机指向的实际地址是由间接寻址指针所指定的地址。

3. 累加器(数据存储器地址:05H)ACC

对任何单片机来说,累加器是相当重要的且与 ALU 所完成的运算有密切关系,所有 ALU 得到的运算结果都会暂时储存在 ACC 累加器里。若没有累加器,ALU 必须在每次进行加法、减法和移位的运算时将结果写入数据存储器,这样会造成程序编写和时间的负担。另外,数据传送也常常牵涉到累加器的临时储存功能,例如,在一使用者定义的寄存器和另一个寄存器之间传送数据时,由于两寄存器之间不能直接传送数据,因此必须通过累加器来传送数据。

4. 程序计数器低字节寄存器(数据存储器地址:06H)PCL

为了提供额外的过程控制功能,程序计数器较低字节设置在数据存储器的特殊功能区域内,高级程序员可对此寄存器进行操作,很容易直接跳转到其他程序地址。直接给 PCL 寄存器赋值将导致程序直接跳转到程序存储器的某一地址,然而由于寄存器只有 8 位的长度,因此只允许在本页的程序存储器范围内进行跳转,而当使用这种运算时,要注意会插入一个空指令周期。

5. 表格寄存器(数据存储器地址:07H,08H)TBLP, TBLH

这两个特殊功能寄存器对储存在程序存储器中的数据表格进行操作。TBLP 为表格指针指向表格的地址。它的值必须在表格读取指令执行前加以设定,这就提供了一种简单的方法对表格数据进行读取。表格读取数据指令执行之后,表格数据高字节存储在 TBLH 中。其中要注意的是,表格数据低字节会被传送到使用者指定的地址,详细操作请参考下一章指令操作说明。

6. 看门狗定时寄存器(数据存储器地址:09H)WDTS

看门狗在单片机中的特性是提供一个定时自动产生复位的功能,给予单片机一个保护工具去预防不正确的程序跳转或程序死机。当看门狗定时器溢出时会对单片机产生复位,为了使程序可以正常运行,在看门狗溢出前应当将看门狗定时器内容清除以防止溢出而产生复位。为了提供不同应用需要,可调整看门狗定时器复位时间。看门狗定时器的时钟源可被预分频,分频值可由 WDTS 寄存器来设定以选择不同看门狗溢出的时间。

7. 状态寄存器(数据存储器地址:0AH)STATUS

8 位的状态寄存器(0AH)包含零标志位(Z)、进位标志位(C)、辅助进位标志位(AC)、溢出标志位(OV)、暂停标志位(PDF)和看门狗溢出标志位(TO),如图 1-9 所示。

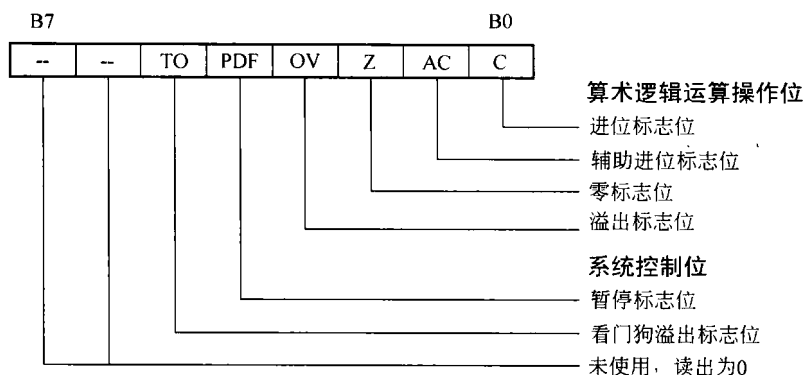


图 1-9 状态寄存器

单片机执行完算术运算指令后，Z、OV、AC 和 C 标志位反映最近运算的状态：

①若加法运算的结果产生进位，或减法运算的结果没有产生借位，则 C 被置位，否则 C 被清零，同时 C 也会被带进位/借位的移位指令所影响。

②若低半字节加法运算的结果产生进位，或高半字节减法运算的结果没有产生借位，则 AC 被置位，否则 AC 被清零。

③若算术或逻辑运算结果是零，则 Z 被置位，否则 Z 被清零。若运算结果高两位的进位状态异或结果为 1，则 OV 被置位，否则 OV 被清零。

④系统上电或执行“CLR WDT”指令会清零 PDF，而执行“HALT”指令则会置位 PDF。系统上电或执行“CLR WDT”或“HALT”指令会清零 TO，而当 WDT 溢出则会置位 TO。

另外，当进入一个中断程序或执行子程序调用时，状态寄存器不会自动压入到堆栈保存。假如状态寄存器的内容是重要的且子程序可能改变状态寄存器，那么需谨慎地去做正确的储存。

8. 中断控制寄存器(数据存储器地址:0BH)INTC

8 位的 INTC 寄存器用来控制或记录外部和内部中断的动作。通过使用标准的位操作指令来设定该寄存器的位的值，外部中断和内部中断的使能和除能功能可分别被控制。寄存器中主中断位(EMI)控制所有中断的使能/除能，用来设定所有中断使能位的开或关。当一个中断程序被响应时，就会自动屏蔽其他中断，EMI 位将被清零，而执行“RETI”指令则会置位 EMI 位。

9. 定时/计数器寄存器(数据存储器地址:0CH~11H)

单片机包含 1 个或 2 个 8 位或 16 位的定时/计数器，这取决于所选系列中的型号。对拥有一个 8 位定时器的单片机而言，寄存器 TMR 是计数值存放的位置，对应的控制寄存器即 TMRC，可对 TMR 寄存器进行一系列的设定。对拥有两个定时器的单片机而言，分别是 TMR0 和 TMR1 及各自的控制寄存器 TMR0C 和 TMR1C。对于 16 位的定时器，存储实际的计时数值需要两个字节，分别为高字节与低字节，寄存器对应为 TMR0L/TMR0H 和 TMR1L/ TMR1H。定时器寄存器可以预先载入固定的数据，以允许设定不同的时间中断。

10. 输入/输出端口和控制寄存器

在专用寄存器中，输入/输出寄存器及其相对应的控制寄存器很重要。所有的输入/输