



HOLTEK HT48 系列 单片机原理及应用实例

李齐雄 郑颜雄 蔡孟昌 编 著

HOLTEK HT48 系列



北京航空航天大学出版社



HOLTEK HT48 系列 单片机原理及应用实例

李齐雄 郑颜雄 蔡孟昌 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书介绍 HOLTEK 半导体公司的 I/O 型 HT48 系列 8 位单片机(微控制器)的原理、开发和应用。该系列单片机功能强,执行速度快(RISC 指令集),具有低电压检测功能,抗干扰能力强,适用于恶劣工作环境,而且价格特别低廉(约为同类型 51 系列单片机的 1/2~1/3)。本书还讲述了集成开发环境 HT-3000 IDE 的特点和使用方法,特别是脱机(软件)仿真环境,可仿真虚拟外设(VPM),包括按键、电阻、三极管逻辑电路、LED 及字符型或点阵型 LCD 显示屏,屏幕样式可由用户定义,其程序设计、调试高效方便。书中有很多应用实例(含硬件图和程序清单),其软件有详尽的注释。所附光盘含免费集成开发软件和大量应用实例。

本书既适合初学者自学,也可供在校大学生和工程技术人员开发智能产品时学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

HOLTEK HT48 系列单片机原理及应用实例/李齐雄等
编著. — 北京:北京航空航天大学出版社, 2005. 4
ISBN 7-81077-651-7

I. H… II. 李… III. 单片微型计算机, HOLTEK
HT48—基本知识 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 020856 号

本书中文简体字版由台湾盛群半导体股份有限公司独家授权出版。
北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2005-0590 号

HOLTEK HT48 系列单片机原理及应用实例

李齐雄 郑颜雄 蔡孟昌 编著
责任编辑 孔祥燮

*

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: bhpess@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:24.75 字数:634 千字
2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷 印数:5 000 册
ISBN 7-81077-651-7 定价:42.00 元(含光盘 1 张)

作者序

一、8051 系列单片机可说是众所周知,其强大的功能及开发系统容易取得更使得 8051 系列单片机成为学术界及业界的酷爱。然而就业界的眼光而言,8051 系列单片机并非最佳选择,因为产品有复杂型、简易型、省电型和高速度型等不同的形态,也就是说每个产品都应选择与其适用的单片机。HOLTEK 公司研发的 8 位单片机 HT48RX0 系列,可在低电压工作,具有看门狗定时器、待机模式(睡眠模式)、外部中断、定时器以及良好的窗口开发工具(HT-IDE);而且 HT48RX0 系列单片机不但价格便宜(约为 Microchip PIC 同等级单片机的 1/2 或 2/3 价格)更重要的是具备工业等级规格,操作温度为 $-40\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

二、一个电子产品或实验的完成通常会经历以下步骤:

- (1) 一个好的构想(good idea);
- (2) 功能设定;
- (3) 市场调查及可行性评估;
- (4) 收集相关资料及零件价格;
- (5) 电路设计及绘图;
- (6) 电路图布线(layout);
- (7) 制作电路板(PCB)及焊接零件;
- (8) 软件编写(如果使用单片机);
- (9) 软件及硬件调试;
- (10) 完成测试。

以上所述仅是电子部分,尚需与机构部分做紧密的配合。

三、HOLTEK 所提供的单片机开发系统(HT-IDE for Windows)非常不错,除了一般常见的功能外,更提供了以下功能。

- (1) 纯软件仿真(software simulation),不需要 ICE 也可以使用。
- (2) C 语言及汇编语言的源程序调试(source code debug)。

(3) 步进(steping): 在 PC 上设定每一个指令执行的时间,免除单步执行(step into)的不方便。

(4) 看门狗(Watch): 在跟踪(Trace)程序时,可以很容易地观察 RAM 中的任何一字节或是一位变量的变化。

四、本书中所有的实验电路及程序都经作者实际测试无误;然而作者才疏学浅,尚祈各界先进不吝指教。

五、本书得力于 HOLTEK 公司提供各项支持,由衷地感谢 HOLTEK 公司的蔡荣宗、林俊鸣、李兆国等先生的鼎力协助,也感谢儒林杨文昌先生、戴婉如小姐协助编排出版,以及家人的支持、鼓励与体谅,使本书得以顺利完成。

六、作者的 E-mail 地址: csleee @ ms13. hinet. net(李)

chengmax @ seed. net. tw(郑)

rusalka5_23 @ yahoo. com. tw(蔡)

李齐雄

郑颜雄 敬笔

蔡孟昌

2003 年 7 月

附注 本书所附光盘中的汇编语言范例均配合书中实验项目。另附有 C 语言范例,为台湾龙华科技大学杨家荣同学提供,所有 C 程序都经杨家荣同学以实体及虚拟外围验证无误,在此,代读者一并感谢杨同学。



第 0 章 绪 论	1	1-3-13 节电运行模式	30
第 1 章 HT48RX0 单片机	2	1-3-14 复 位	30
1-1 HT48RX0 单片机系列	2	1-3-15 定时/计数器	33
1-1-1 HT48RX0 单片机特性	3	1-3-16 输入/输出端口	36
1-1-2 HT48RX0 系统框图	4	1-3-17 低电压复位 LVR	38
1-1-3 HT48RX0 引脚说明	4	1-3-18 ROM code 选项	38
1-1-4 HT48RX0 数据存储	7	1-4 指令集	39
1-2 HT48R50A-1 单片机规格	11	1-4-1 指令按照字母顺序逐条	39
1-2-1 特 性	11	说明	39
1-2-2 基本描述	11	1-4-2 指令按照运算类别分类	59
1-2-3 系统框图	12	说明	59
1-2-4 封装与引脚排列	12	1-5 汇编语言	63
1-2-5 最大额定值	14	1-5-1 语句语法	63
1-2-6 直流特性	14	1-5-2 编译伪指令	64
1-2-7 交流特性	15	1-5-3 汇编语言指令	69
1-2-8 应用电路	16	1-5-4 汇编语言保留字	72
1-3 HT48R50A-1 功能描述	17	第 2 章 集成开发环境	74
1-3-1 执行流程	17	2-1 系统简介	74
1-3-2 程序计数器	18	2-2 软件安装	77
1-3-3 程序存储器	19	2-3 文件/编辑/视图菜单	80
1-3-4 堆栈存储器	21	2-4 工具菜单及选项菜单	82
1-3-5 数据存储	21	2-5 项目菜单	90
1-3-6 间接寻址存储器	23	2-6 调试菜单	96
1-3-7 累加器	23	2-7 窗口菜单	103
1-3-8 算术逻辑运算单元	23	2-8 工具栏图标与帮助菜单	108
1-3-9 状态寄存器	23	2-9 OTP 烧录器	110
1-3-10 中 断	25	第 3 章 快速入门	114
1-3-11 振荡器配置	27	3-1 快速入门一:软件(离线)仿真	114
1-3-12 看门狗定时器	28		

3-2 快速入门二:在线仿真	124	4-5-5 程 序	173
3-3 快速入门三:多文件连接	134	4-5-6 程序说明	174
3-4 快速入门四:连接函数库	137	4-5-7 仿真器(ICE)中的 选项	174
第4章 键盘与显示——基本 I/O		4-5-8 讨论与改进	174
练习	144	4-6 5×7 LED 点阵显示器	175
4-1 8-LED 控制(霹雳灯)	144	4-6-1 功能说明	175
4-1-1 功能说明	144	4-6-2 电路说明	175
4-1-2 电路说明	144	4-6-3 元器件表	177
4-1-3 元器件表	145	4-6-4 程 序	178
4-1-4 程 序	146	4-6-5 程序说明	180
4-1-5 程序说明	147	4-6-6 仿真器(ICE)中的 选项	182
4-1-6 讨论与改进	148	4-6-7 讨论与改进	182
4-2 RC 振荡器	149	第5章 外部硬件中断控制	183
4-2-1 功能说明	149	5-1 外部硬件中断	183
4-2-2 电路说明	149	5-1-1 功能说明	183
4-2-3 元器件表	149	5-1-2 电路说明	183
4-2-4 程 序	150	5-1-3 元器件表	185
4-2-5 程序说明	153	5-1-4 程 序	185
4-2-6 讨论与改进	154	5-1-5 程序说明	187
4-3 4个共阳极七段显示器,使用 扫描方式显示	154	5-1-6 实验步骤	188
4-3-1 功能说明	154	5-1-7 讨论与改进	188
4-3-2 电路说明	154	5-2 HT48R50A-1 的中断优先权 测试	188
4-3-3 元器件表	156	5-2-1 功能说明	188
4-3-4 程 序	156	5-2-2 电路说明	188
4-3-5 程序说明	158	5-2-3 元器件表	189
4-3-6 讨论与改进	159	5-2-4 程 序	190
4-4 4×4 键盘使用软件扫描	160	5-2-5 程序说明	192
4-4-1 功能说明	160	5-2-6 实验步骤	193
4-4-2 电路说明	160	5-2-7 讨论与改进	193
4-4-3 元器件表	160	第6章 定时/计数器中断	194
4-4-4 程 序	162	6-1 定时器1事件计数实验	194
4-4-5 程序说明	164	6-1-1 功能说明	194
4-4-6 讨论与改进	166	6-1-2 电路说明	194
4-5 4×4 键盘使用硬件编程	166	6-1-3 元器件表	196
4-5-1 功能说明	166	6-1-4 程 序	197
4-5-2 MM74C922 16 键编码器 简介	166	6-1-5 程序说明	200
4-5-3 电路说明	170	6-1-6 实验步骤	201
4-5-4 元器件表	172		

6-1-7 讨论与改进	201	7-3-2 有关点阵图形型 LCD	241
6-2 1/100 秒表	202	7-3-3 电路说明	241
6-2-1 功能说明	202	7-3-4 元器件表	243
6-2-2 电路说明	202	7-3-5 程 序	243
6-2-3 元器件表	202	7-3-6 程序说明	251
6-2-4 程 序	204	7-3-7 实验步骤	252
6-2-5 程序说明	208	7-3-8 如何在 Windows 环境下获取图形或文字的代码	252
6-2-6 实验步骤	210	7-3-9 在线仿真器(ICE)中的选项	257
6-2-7 讨论与改进	210	7-3-10 讨 论	257
6-3 脉冲宽度测量	211	第 8 章 看门狗定时器和节电模式	259
6-3-1 功能说明	211	8-1 看门狗定时器 WDT	259
6-3-2 电路说明	211	8-1-1 功能说明	259
6-3-3 元器件表	214	8-1-2 电路说明	259
6-3-4 程 序	214	8-1-3 元器件表	259
6-3-5 程序说明	218	8-1-4 程 序	261
6-3-6 实验步骤	220	8-1-5 程序说明	268
6-3-7 讨论与改进	220	8-1-6 实验步骤	269
第 7 章 LCD	222	8-1-7 在线仿真器(ICE)中的选项	270
7-1 字符型 LCD, 8 位数据接口 ..	222	8-1-8 讨 论	271
7-1-1 功能说明	222	8-2 节电模式	271
7-1-2 字符型 LCD	222	8-2-1 功能说明	271
7-1-3 电路说明	222	8-2-2 电路说明	271
7-1-4 元器件表	223	8-2-3 元器件表	273
7-1-5 程 序	224	8-2-4 程 序	274
7-1-6 程序说明	227	8-2-5 程序说明	279
7-1-7 实验步骤	228	8-2-6 实验步骤	280
7-1-8 讨 论	228	8-2-7 在线仿真器(ICE)中的选项	281
7-2 字符型 LCD, 4 位数据接口 ..	229	8-2-8 讨 论	281
7-2-1 功能说明	229	第 9 章 SPI 接口, I²C 接口, 串行接口	282
7-2-2 字符型 LCD	229	9-1 EEPROM HT93LC46	282
7-2-3 电路说明	229	9-1-1 功能说明	282
7-2-4 元器件表	231	9-1-2 HT93LC46 简介	282
7-2-5 程 序	231	9-1-3 电路说明	282
7-2-6 程序说明	238	9-1-4 元器件表	284
7-2-7 实验步骤	240		
7-2-8 在线仿真器(ICE)中的选项	241		
7-2-9 讨 论	241		
7-3 点阵图形型 LCD	241		
7-3-1 功能说明	241		

9-1-5 程 序	284	9-3 RS-232 接口	322
9-1-6 程序说明	290	9-3-1 功能说明	322
9-1-7 实验步骤	292	9-3-2 PC 串行端口简介	322
9-1-8 在仿真器(ICE)中的 选项	295	9-3-3 电路说明	329
9-1-9 讨 论	296	9-3-4 元器件表	331
9-2 EEPROM HT24C02(I ² C 接口)	296	9-3-5 多文件链接方式的程序 结构	331
9-2-1 功能说明	296	9-3-6 程序 9728a. ASM	332
9-2-2 HT24C02 简介	296	9-3-7 程序 9728a. ASM 的 说明	334
9-2-3 电路说明	296	9-3-8 程序 LCD. ASM	334
9-2-4 元器件表	298	9-3-9 程序 LCD. ASM 的 说明	337
9-2-5 程序结构	299	9-3-10 程序 MESSAGE. ASM	338
9-2-6 程序 UTILITY. ASM	300	9-3-11 程序 MESSAGE. ASM 的 说明	339
9-2-7 程序 UTILITY. ASM 的 说明	305	9-3-12 程序 RS232. ASM	340
9-2-8 程序 BYTE_W. ASM	306	9-3-13 程序 RS232. ASM 的 说明	342
9-2-9 程序 BYTE_W. ASM 的 说明	307	9-3-14 PC 上的测试程序	342
9-2-10 程序 PAGE_W. ASM	308	9-3-15 实验步骤	344
9-2-11 程序 PAGE_W. ASM 的说明	310	9-3-16 在线仿真器(ICE)中的 选项	344
9-2-12 程序 CURREN_R. ASM	311	9-3-17 讨 论	345
9-2-13 程序 CURREN_R. ASM 的 说明	312	附录 A 功能速查表	346
9-2-14 程序 RANDOM_R. ASM	312	附录 B 指令集速查表	355
9-2-15 程序 RANDOM_R. ASM 的说明	314	附录 C 字符型 LCD 模块	360
9-2-16 程序 SEQ_R. ASM ...	314	C-1 硬件说明	360
9-2-17 程序 SEQ_R. ASM 的 说明	317	C-2 寄存器及指令码说明	365
9-2-18 实验步骤	317	C-3 接口连接方式与时序	369
9-2-19 在线仿真器(ICE)中的 选项	321	C-4 软件编程	371
9-2-20 讨 论	321	C-5 LCD 复位及初始化	372
		附录 D 点阵型 LCD 模块	375
		D-1 硬件说明(DG-128064)	375
		D-2 显示器控制指令(DG-128064)	380
		D-3 接口时序特性(DG-128064)	383

第 0 章

绪 论

前 言

科学发展日新月异,一日千里,随时随地都有新的产品诞生。在这些新的产品中,有不少使用微控制器。正因为微控制器如此被广泛的应用,有必要研究一下,到底什么是微控制器,为什么这么多的产品需要使用到它,为什么这么多人在用它,它又可以用在何处,以及如何用它来开发新的产品,这些都是本书要叙述的。当然最重要的一点是要告诉读者,HOLTEK 半导体公司是一家专门从事微控制器的设计与制造厂商。该公司能够提供完整的微控制器解决方案。微控制器通常做在单个芯片上,也常被叫做单片机。

什么是微控制器

相信读者都玩过掌上型俄罗斯方块,只要按下按键,屏幕上的图案就会旋转,就会排列,还会发出“加油”、“加油”、“你完了”的声音,是不是觉得很过瘾。如果是好奇的人,可能会拆开来看看里面到底是什么东西,你可能会很惊奇或者觉得很无趣,因为里面只有一只 IC 或者是一坨黑胶,其实那只 IC 或黑胶里面埋的正是一只微控制器。读者可以想像按键就是计算机的键盘,LCD(液晶显示屏)就像是计算机的屏幕,那谁像主机板呢?就是那只 IC! 计算机主机板有中央处理单元(CPU)、内存(RAM、ROM)、定时器(TIMER)、中断控制器(interrupt controller)、输入/输出(I/O)等功能模块。而这些功能模块都被做在同一个芯片当中,看起来就好像是一个微型计算机,因此我们称之为“微控制器”。当然,微控制器并没有像计算机那样强大的功能,一般都拿来作简单的控制,像遥控器、掌上电动玩具(如宠物蛋)、家电的控制或者作为一个小系统的控制核心。

微控制器开发系统

进入微控制器世界的惟一途径当然是使用微控制器开发系统,开发系统为用户提供了一个集成的开发环境,用户可以在此系统下进行编程、编译、调试,好一点的系统甚至为用户提供了一个集成的调试环境,让用户能完全掌握微控制器的一举一动。HOLTEK 公司的 HT-IDE 开发系统就是一个集成的开发调试环境,Windows 的操作平台让用户无须离开此环境就能将其产品迅速地开发完成。

第 1 章

HT48RX0 单片机

1-1 HT48RX0 单片机系列

HT48RX0 单片机(Micro-controller)包括 HT48R05A-1/HT48R06A-1/HT48R10A-1/HT48R30A-1/HT48R50A-1/HT48R70A-1 等系列 8 位高性能、精简指令集单片机(RSIC-like microcontroller),专为多输入/输出产品所设计,特别适用于遥控器、电扇/电灯控制器、洗衣机控制器、电子磅秤、游戏类以及其他子系统控制器等产品。

HT48RX0 单片机系列都有以下共同特性:

- ◆ 系统时钟可以由石英(crystal)或 RC 振荡产生(内部 RC 或外部 RC 两种),有内建振荡电路,只要外接晶振或电阻即可;使用内部 RC 振荡,则连电阻一并省略。
- ◆ 具有暂停(halt)及唤醒(wake-up)功能,可减少电源消耗。
- ◆ 具有看门狗定时器(watch dog timer),可防死机。
- ◆ 63 条指令,指令都为单字长(code address)(根据芯片编号不同,程序存储器每个字长可能为 14 位/15 位/16 位)。
- ◆ 电源 5 V 时,指令周期最短为 0.5 μ s,此时系统时钟为 8 MHz。
- ◆ 所有指令周期都是 1 或 2 个机器周期。(注:因执行指令而改变程序计数器时,指令周期为 2 个机器周期。)
- ◆ 具有位操作指令(bit manipulation instructions)。

HOLTEK 公司已陆续开发出特殊功能型单片机,如 A/D 和 D/A 型单片机,LCD 驱动型单片机,含 USB 接口的单片机和内建单片机的特殊 IC,客户可根据需要选择适合的产品。

如果想从某一种单片机型号转换到另一种型号,根据表 1-1-1 可知有些事项必须加以考虑。

- ◆ ROM 某个特殊的操作也许会将数值常数存在 ROM 的高字节区,而利用查表指令取数时,就必须考虑长度问题。例如 HT48R05A-1、HT48R10A-1 及 HT48R30A-1 ROM 的高字节只有 6 位,HT48R50A-1 是 7 位,而 HT48R70A-1 可多达 8 位。
- ◆ RAM 不同的 I/O 型单片机,RAM 的有效范围是不同的。

- ◆ MP(Memory Pointer——存储器指针寄存器) 例如 HT48R05A-1、HT48R06A-1、HT48R10A-1 及 HT48R30A-1 的 MP 为 7 位, HT48R50A-1 及 HT48R70A-1 的 MP 为 8 位, 未定义位读出来的值恒为 1。
- ◆ 端口 C HT48R05A-1、HT48R06A-1 的端口 C 只有 2 位, HT48R30A-1 的端口 C 有 6 位, 未定义位读出来的值恒为 0。
- ◆ 其他不同处尚有中断源、计数器/定时器和堆栈等。

表 1-1-1 HOLTEK 半导体公司标准 I/O 型单片机一览表

No.	项 目	HT48R05A-1	HT48R06A-1	HT48R10A-1	HT48R30A-1	HT48R50A-1	HT48R70A-1
1	I/O 线	13(max.) PA、 PB0~PB2、 PC0~PC1	13(max.) PA、 PB0~PB2、 PC0~PC1	21(max.) PA、PB、 PC0~PC4	25(max.) PA、PB、 PC0~PC5、 PG0~PG2	35(max.) PA、PB、 PC、PD、 PG0~PG2	56(max.) PA、PB、PC、 PD、PE、PF、 PG
2	内部中断源	1 (TMR0)	1 (TMR0)	1 (TMR0)	1 (TMR0)	2 (TMR0、 TMR1)	2 (TMR0、 TMR1)
3	外部中断源	1	1	1	1	1	1
4	8 位定时器	1 (TMR0)	1 (TMR0)	1 (TMR0)	1 (TMR0)	1 (TMR0)	无
5	16 位定时器	无	无	无	无	1 (TMR1)	2 (TMR0、 TMR1)
6	数据存储器 (起止地址)	32×8 (60H~7FH)	64×8 (40H~7FH)	64×8 (40H~7FH)	96×8 (20H~7FH)	160×8 (60H~FFH)	224×8 (20H~FFH)
7	程序存储器 (起止地址)	512×14 (0~1FFH)	1K×14 (0~3FFH)	1K×14 (0~3FFH)	2K×14 (0~7FFH)	4K×15 (0~FFFH)	8K×16 (0~1FFFH)
8	堆栈层数	2	2	4	4	6	16
9	间接寻址寄存 器	1×7	1×7	1×7	1×7	2×8	2×8
10	中断向量 (含复位)	3	3	3	3	4	4
11	可用指令数	62	63	63	63	63	63
12	通用封装	16 脚 SSOP, 18 脚 DIP/SOP	16 脚 SSOP, 18 脚 DIP/SOP	24 脚 SKDIP/ SOP	24/28 脚 SKDIP/SOP	28 脚 SKDIP/ SOP, 48 脚 SSOP	48 脚 SSOP, 64 脚 QFP

1-1-1 HT48RX0 单片机特性

- ◆ 工作电压: 2.2~5.5 V;
- ◆ 最大 8K×16 ROM;
- ◆ 系统时钟: 400 kHz~8 MHz;

- ◆ 最大 224×8 RAM;
- ◆ RC 振荡或晶体振荡;
- ◆ 消耗电流: 静态电流为 $2 \mu\text{A}$ (5 V) 或 $1 \mu\text{A}$ (3 V); 工作电流为 2.0 mA (5 V、4 MHz 晶振)。
- ◆ 看门狗定时器;
- ◆ 节电模式和唤醒功能;
- ◆ 13~56 个双向 I/O;
- ◆ 63 条指令;
- ◆ 外部中断功能;
- ◆ 指令周期为 $0.5 \mu\text{s}$ (系统时钟为 8 MHz);
- ◆ 最大 2 组 16 位可编程定时/计数器;
- ◆ 最大 16 位查表指令;
- ◆ 最多 16 层堆栈;
- ◆ 位操作指令;
- ◆ OTP (One - Time Programmable) 一次可编程型式;
- ◆ 强大的 Windows 集成开发环境。

1-1-2 HT48RX0 系统框图

HT48RX0 系统框图如图 1-1-1 所示(以 HT48R70A-1 为例)。

1-1-3 HT48RX0 引脚说明

首先介绍 HT48R70A-1 的外部引脚结构, 让用户尽快了解 HOLTEK 8 位单片机的架构。如图 1-1-2~1-1-4 所示为 HT48R70A-1 外部引脚及应用电路图。

—OSC1(输入)和 OSC2(输出)

OSC1 为振荡源的输入脚, OSC2 为输出脚。在两引脚间接一振荡晶体或陶瓷晶振, 可使单片机得到系统振荡源(f_{sys}), 如图 1-1-3 所示。RC 振荡模式时, OSC2 输出的频率为 $f_{\text{sys}}/4$, 如图 1-1-2 所示。这两个引脚也可作为 RTC 振荡器输入引脚, 如图 1-1-4 所示。此状况下系统时钟由内部 RC 振荡器产生, 且有 4 种选择 (3.2 MHz、1.6 MHz、800 kHz 和 400 kHz)。

—INT(外部中断信号输入脚)

这个引脚为外部中断申请时的输入脚。内部有上拉电阻, 高电平到低电平的下降沿触发。

—TMR0 和 TMR1

这两个引脚为外部事件计数输入脚。当设置成内部计时功能时, 不能接受外部触发。

—PA0~PA7

双向 8 位 I/O 端口。每一位可用选项(mask option)设置为具有唤醒功能的输入脚或有无内部上拉电阻。每一位可用软件指令设置为 CMOS 输出/施密特触发/CMOS

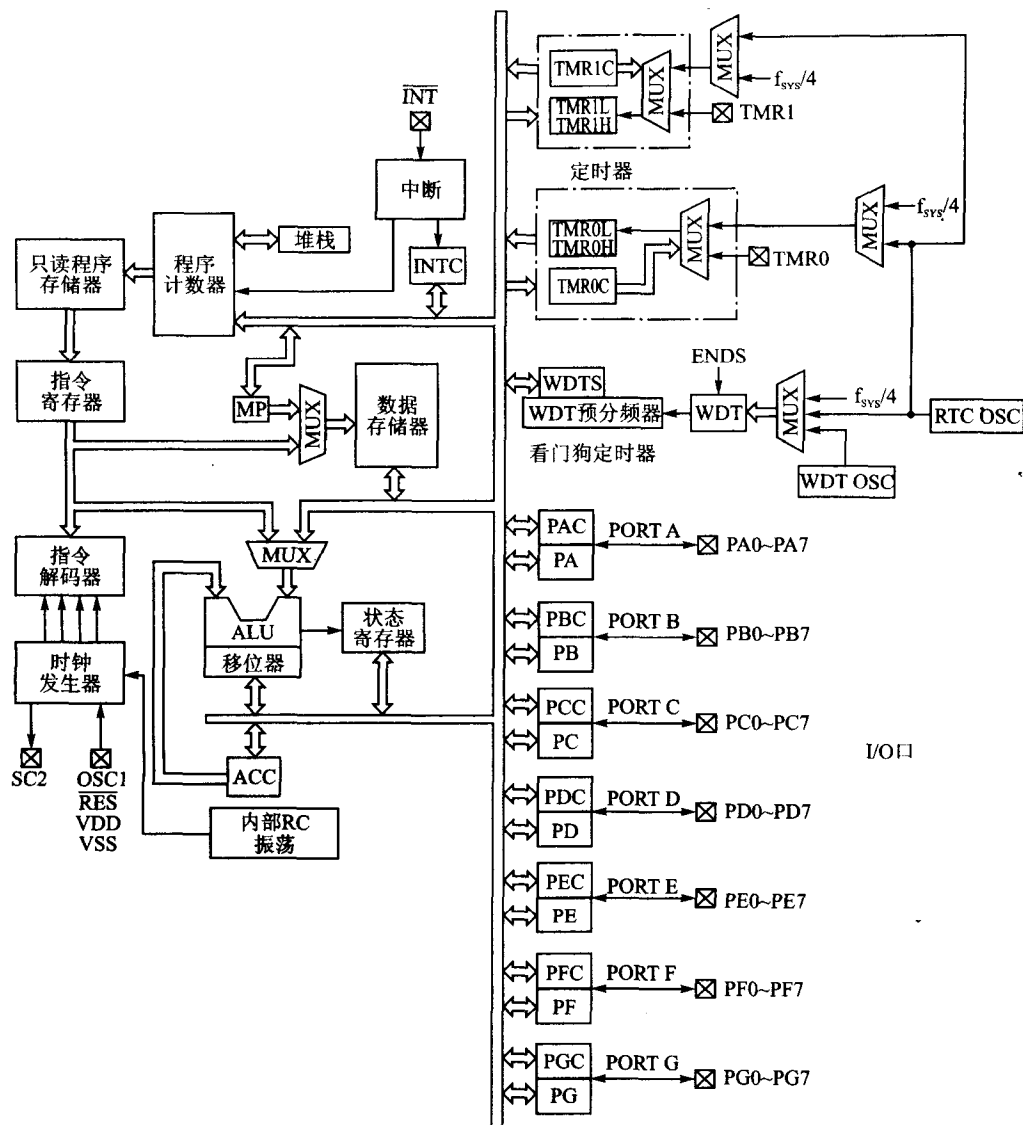


图 1-1-1 HT48R70A-1 系统框图

输入。

—PB0~PB7

双向 8 位 I/O 端口。每一位可用选项设置有无内部上拉电阻。每一位可用软件指令设置为 CMOS 输出或施密特触发输入。

—PC0~PC7

双向 8 位 I/O 端口。每一位可用选项设置有无内部上拉电阻。每一位可用软件指令设置为 CMOS 输出或施密特触发输入。

—PD0~PD7

双向 8 位 I/O 端口。每一位可用选项设置有无内部上拉电阻。每一位可用软件指令设置为 CMOS 输出或施密特触发输入。

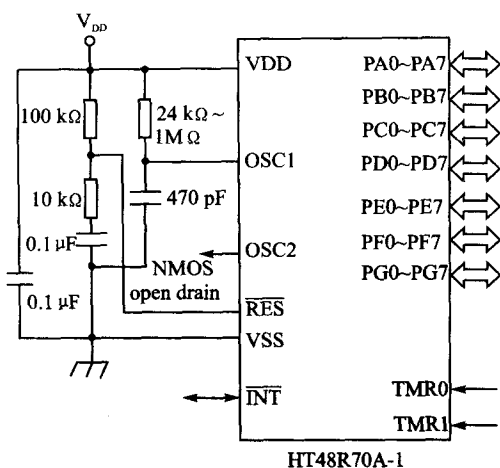
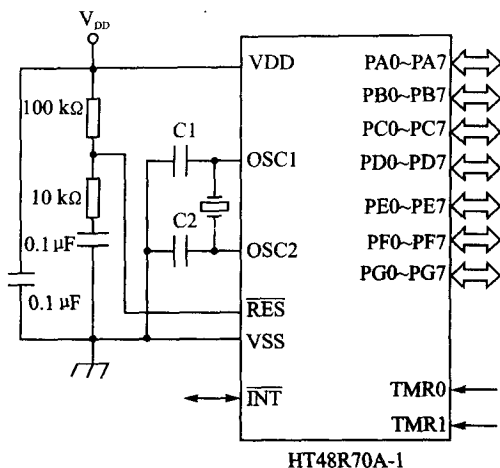


图 1-1-2 外接 RC 振荡应用电路



注: $C1=C2=300\text{ pF}$ ($f_{\text{sys}} < 1\text{ MHz}$); 否则 $C1=C2=0$ 。

图 1-1-3 石英或陶瓷晶振应用电路

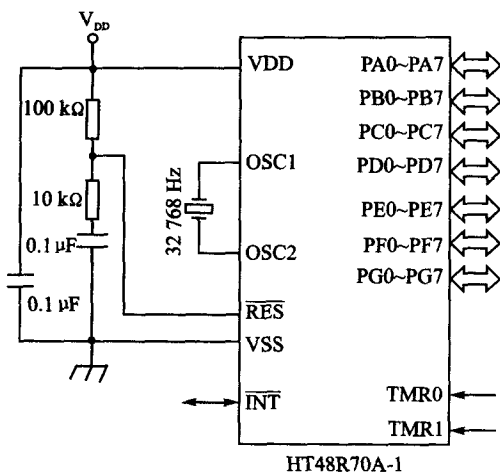


图 1-1-4 内部 RC 振荡并外接 RTC 时钟应用电路

— PE0~PE7

双向 8 位 I/O 端口。每一位可用选项设置有无内部上拉电阻。每一位可用软件指令设置为 CMOS 输出或施密特触发输入。

— PF0~PF7

双向 8 位 I/O 端口。每一位可用选项设置有无内部上拉电阻。每一位可用软件指令设置为 CMOS 输出或施密特触发输入。

— PG0~PG7

双向 8 位 I/O 端口。每一位可用选项设置有无内部上拉电阻。每一位可用软件指令设置为 CMOS 输出或施密特触发输入。

— $\overline{\text{RES}}$ (reset)

施密特触发复位输入脚, 低电平复位。

- VDD
电源正端。
- VSS
电源负端。

1-1-4 HT48RX0 数据存储器

如图 1-1-5 所示为数据存储器映射图, 00H~1FH 为特殊功能寄存器, 20H~FFH 为通用数据存储器。有些地址并没有定义, 那是预留给未来扩充用, 用户不可以去存取, 因为其并无意义, 且可能会造成程序的误动作。

以下为特殊功能寄存器 (special function registers) 的说明。

1. 间接寻址寄存器 (indirect addressing register) R0, R1

R0 = [00H] 和 R1 = [02H] 为间接寻址寄存器, 实际是把 MP0 和 MP1 作为指针来指定存取的地址, 下面举例说明:

```
MOV A, 25
MOV MP0, A    ;MP0 指到内部存储器 25H 的地址
MOV A, 10H
MOV [00H], A  ;将 Acc = 10H 的值放到 MP0 所指的地址
               ;也就是说 [00H] 被 MP0 间接寻址到
               ;25H 地址
               ;25H 地址的内容将是 10H
               ;也可写为 MOV R0, A
```

执行完后, Acc 的值会被放到 MP0 所指的地址里去; 反之如果去读 [00H] 的值, 会读到 MP0 所指的地址的内容。[02H] 则是映射 MP1 的。因此对 [00H] 或 [02H] 的读/写就是对 MP0 和 MP1 指针所指地址单元的读/写, [00H] 或 [02H] 并无实体地址存在。

2. 内存指针寄存器 (memory pointer register) MP0, MP1

内存指针寄存器是一个 8 位存储器, 依据用户所选择单片机型号的不同而分为 7 位有效或 8 位有效。对 7 位有效的芯片, 其第 8 位是没有定义的, 读取时, 第 8 位永远为 1, 在写程序时, 请务必小心。内存指针寄存器配合间接寻址寄存器来使用, 是一个强力的组合, 若配合查

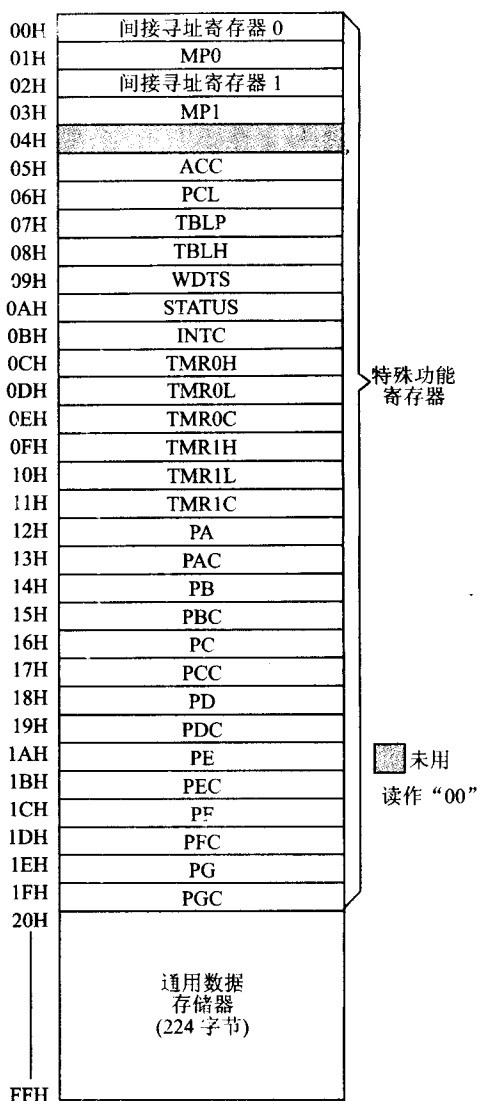


图 1-1-5 HT48R70A-1 数据存储器映射图

表指令,可以说是如虎添翼。

3. 累加器(accumulator)

累加器简写作 Acc,映射到数据存储器 05H,用来暂存数值或 ALU 运算的结果。数据存储器内容的传送可通过 Acc,而不能直接由一个内存单元搬到另一个内存单元。

4. 程序计数器低字节寄存器 PCL(Program Counter Low-order byte register)

PCL 映射到数据存储器 06H,存放程序计数器低字节值,是个可读/写的存储器,改变 PCL 的值可使程序产生短跳转功能,范围在 256 个地址内。

5. 数据表指针寄存器 TBLP(Table Pointer)

数据表指针寄存器 TBLP 映射到数据存储器 07H,当要读取程序区的代码时,可用 TBLP 存储器的内容当指针,再配合查表指令 TABRDC, TABRDL 来操作。

6. 数据表高字节寄存器 TBLH(Table High-order byte register)

TBLH 是只读存储器,当使用查表指令读取程序区代码时,会将所读到代码的高字节放入此存储器中,数据表高字节寄存器映射到 08H。

7. 看门狗定时预分频寄存器 WDTS(Watchdog Timer option Setting register)

芯片有一内建看门狗定时器,大约是每 20 ms 溢出(time-out)一次,若是想加长溢出时间,可利用 WDTS 存储器映射到数据存储器 09H。WS0、WS1、WS2 分别为 WDTS 的 bit0、bit1、bit2,通过这 3 位可得到更长的溢出时间。

8. 状态寄存器 STATUS(Status register)

状态寄存器内含程序执行时的各种状态,可利用状态寄存器的各种标志位来改变程序执行的流程,状态寄存器映射到数据存储器 0AH。

表 1-1-2 为状态寄存器各标志位的说明。

表 1-1-2 状态寄存器各标志位

位	符 号	功 能
0	C	进位标志位
1	AC	辅助进位标志位
2	Z	零标志位
3	OV	溢出标志位
4	PD	省电标志位
5	TO	时间到标志位
6,7		未定义

9. 中断控制寄存器 INTC(Interrupt Control register)

中断控制寄存器控制着整个芯片中断功能的使能与禁止,并且包含标志位。通过软件的设定来控制整体中断的特性,定义在数据存储器 0BH 地址。表 1-1-3 为中断控制寄存器各