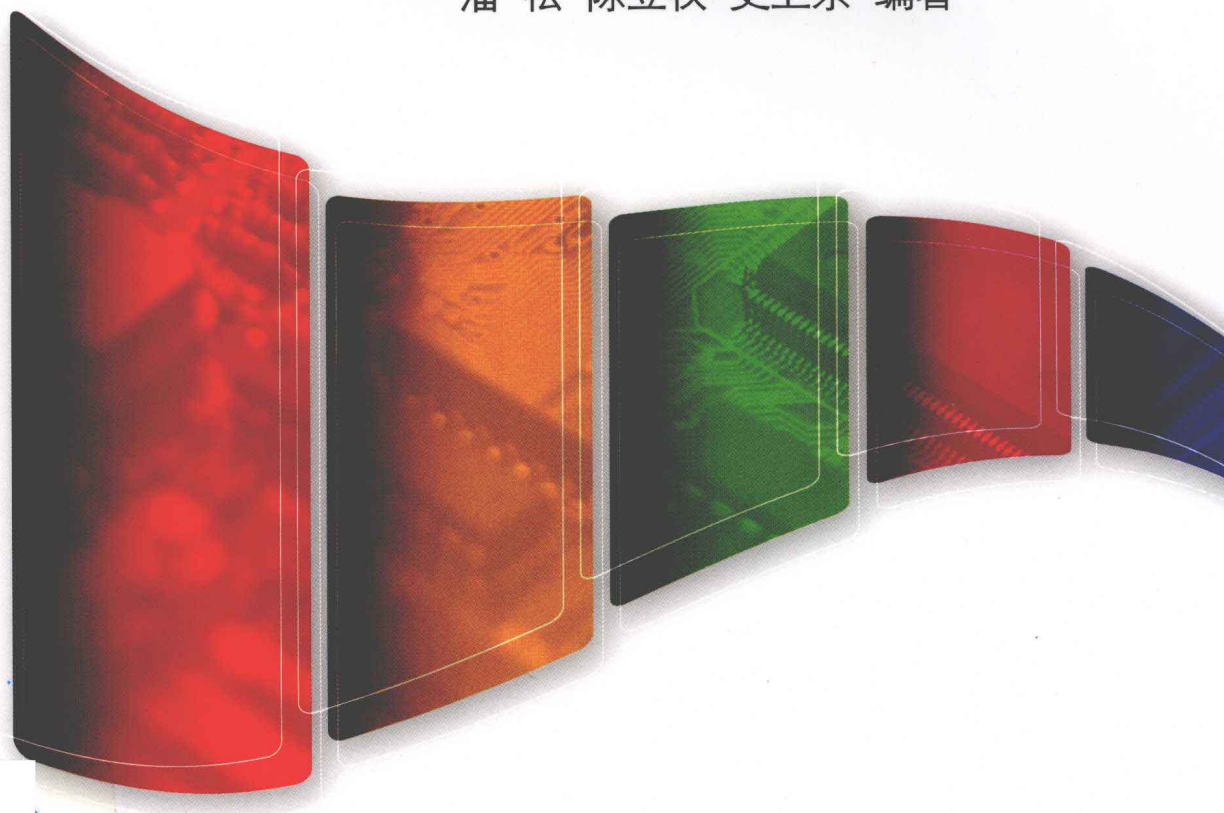


海尔单片机 原理及应用

杨 荣 王秀芳

潘 松 陈立权 史卫东 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

海尔单片机原理及应用

杨 荣 王秀芳

潘 松 陈立权 史卫东 编著

北京航空航天大学出版社

序 言

上海海尔集成电路有限公司是由国际知名家电供应商海尔集团投资的一家专注于高可靠性和高抗干扰性 MCU 研发、设计和生产的集成电路企业。自 2005 年公司首次推出工业级 8 位 MCU 产品后,短短几年,上海海尔集成电路有限公司的单片机日益丰富,现已发展至两大系列 30 余款型号。

在此之前,国内如工业控制、汽车电子、家电应用和国防安全等领域的单片机关键微控制器,一直由国外几家知名公司垄断。虽然近年国内一些本土企业奋起直追,陆续推出了一些替代产品,但由于在功能、性能和整个开发工具链上存在软肋,这些替代产品一直难以抗衡国外公司的产品。

经过多年的努力,上海海尔集成电路有限公司打破了国外公司垄断中国 MCU 市场的局面,自主研发并生产了多款 MCU 产品,这些产品无论是在功能、性能还是价格上都极具竞争力。在近年来同国外同类 MCU 产品的竞争中,获得了良好的市场评价和经济效益。截止目前,上海海尔集成电路有限公司的多款 MCU 产品已经在包括海尔集团在内的国内多家家电企业中的使用数量累计近亿片。

海尔单片机资源丰富,抗干扰性能强,开发工具完善,可以广泛应用于工业控制、消费电子、家用电器、智能仪表、汽车电子等领域。为了推动在 MCU 领域的国产化,培养更多使用海尔 MCU 的本土工程技术人员,上海海尔集成电路有限公司联合国内多家大专院校,通过开设海尔单片机课程,建立海尔单片机实验室,共同为国产单片机发展做出努力。我坚信,随着海尔单片机产品不断推陈出新,使用者不断增加,国产 MCU 包括其他集成电路产品一定会发展壮大!

本书通俗易懂,例程丰富,实用性强,可以说是专门为国产单片机爱好者和使用者而撰写的一本难得的入门教材,值得一读。

何炎祥

2011 年 7 月

前言

本书是上海海尔集成电路有限公司为了在中国大学中培养更多的国产单片机爱好者和使用者而撰写的一本入门教材。本书适用于大学电子工程院系的学生、电子产品设计工程师和单片机应用爱好者阅读。

本书选用海尔单片机家族中的经典型号 HR6P92H 单片机,以此为例,详细介绍了海尔单片机的特色、应用领域、内核结构、编程语言、片上资源及海尔单片机的开发工具等。

本书共分 10 章:第 1 章介绍了海尔单片机的概述及其应用领域;第 2 章介绍了海尔单片机的内核结构及其工作原理;第 3 章介绍了海尔单片机的指令系统及其汇编语言 HASM;第 4 章介绍了海尔单片机输入/输出端口的结构及应用;第 5 章介绍了海尔单片机的中断系统,详细描述了海尔单片机的中断机制;第 6 章介绍了海尔单片机极具特色的定时器/计数器;第 7 章介绍了海尔单片机的片上典型模块,包括 A/D 转换、串行通信等;第 8 章简要介绍了海尔 7P 系列单片机的特点及其与海尔 6P 系列单片机的区别;第 9 章则介绍了海尔单片机的开发工具,包括集成软件、实时仿真器、在线调试器、编程器及 HRCC 编译器等;第 10 章介绍了单片机系统设计中的 EMC 问题,给出了很多实用的方法。

为方便初学者快速学习和掌握海尔单片机的原理及使用方法,在各章节的相关知识点都增加了例程,这些例程均通过验证。值得一提的是,在第 8 章特意增加了海尔学习板的介绍,针对学习板上的硬件资源,附录 C 给出了相应的程序。

上海海尔集成电路有限公司的 MCU 型号广泛,功能和适用场合也不尽相同,因此本书仅对海尔单片机作抛砖引玉式介绍,详细规格请联系上海海尔集成电路有限公司获取。

在本书的编著过程中,首先得到了上海理工大学王秀芳老师的大力帮助。她结合了多年单片机的教学经验,使本书章节设置循序渐进,理论和实践紧密结合,适合作为大学电子工程院系学生学习单片机的教材。

在开发工具章节的编著中,得到了武汉大学计算机学院何炎祥教授、王汉飞副教授、袁梦霆博士的指导,他们为海尔单片机仿真器软件和 C 语言编译器的研制做出了贡献。特别是何炎祥教授在百忙之中亲自为本书作序以资鼓励。在此对他们的帮助和提携表示诚挚的谢意!

在本书的规划和校审过程中,得到了上海海尔集成电路有限公司高级工程师刘桂蓉、陈光胜、谷志坤、袁俊、赵启山,周亚林、褚桂英、裘巍、李行高、万峰、邓正敏、王珊珊等的大力支持和协助。他们为本书编撰提供了大量的原始资料,并在本书校审过程中不断给予指导和修改。海尔单片机能够在工业控制、家电、汽车电子及仪器仪表等领域成功应用是以上诸位多年努力的成果,本书的出版也是对他们辛勤工作成果的回馈和感谢。

此外,马俊平、崔草兰等参与了本书部分图形的绘制工作,北京航空航天大学出版社为本

书的最终出版做出了努力,本人在此一并感谢。

最后特别感谢参考文献中提及的作者,本书学习和借鉴了他们的成功经验,为本书的编写提供了很大的帮助。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者指点并谅解。

编者

2011 年 7 月



第1章 绪论	1
1.1 单片机的基本概念	1
1.2 单片机的发展阶段	2
1.3 海尔单片机简介	3
1.3.1 海尔单片机概述	3
1.3.2 海尔单片机家族	3
1.3.3 海尔单片机的应用领域	4
思考题	4
第2章 HR6P 系列单片机的内核结构及工作原理	5
2.1 海尔单片机的内核结构	5
2.1.1 HR6P92H 单片机的内核结构	5
2.1.2 HR6P92H 单片机的系统时钟和工作周期	8
2.2 HR6P92H 单片机的引脚与功能	8
2.3 HR6P92H 单片机的存储体系	10
2.3.1 HR6P92H 单片机的程序存储器	10
2.3.2 HR6P92H 单片机的数据存储器	11
2.4 复位电路	16
2.5 时钟电路	19
2.6 休眠与唤醒	20
思考题	21
第3章 HR6P 系列单片机指令系统与汇编语言程序设计	22
3.1 HR6P 系列单片机的指令系统	22
3.1.1 数据传送类指令	24
3.1.2 算术运算类指令	25
3.1.3 逻辑运算类指令	29
3.1.4 位操作类指令	31
3.1.5 程序控制类指令	31
3.2 HR 单片机汇编语言 (HASM) 程序设计	34
3.3 伪指令	37
3.4 HR 单片机软件程序设计	41
3.4.1 HR 单片机软件设计概述	41
3.4.2 常用子程序设计	44

思考题	47
第4章 HR 单片机的 I/O 接口	49
4.1 HR 单片机 I/O 接口概述	49
4.2 I/O 接口的内部结构	49
4.3 HR 单片机 I/O 接口的读写操作	50
4.4 各端口的特点及相关的控制寄存器	51
4.4.1 端口 A 的特点及相关的控制寄存器	51
4.4.2 端口 B 的特点及相关的控制寄存器	52
4.4.3 端口 C 的特点及相关的控制寄存器	53
4.4.4 端口 D 的特点及相关的控制寄存器	54
4.4.5 端口 E 的特点及相关的控制寄存器	54
4.5 端口应用举例	55
思考题	56
第5章 HR 单片机中断系统	57
5.1 HR 单片机中断系统概述	57
5.1.1 中断的基本概念	57
5.1.2 HR 单片机的中断源	57
5.1.3 中断向量表	59
5.2 HR 单片机中断控制逻辑	59
5.3 与中断有关的专用控制寄存器	61
5.3.1 中断控制寄存器 INTC0	61
5.3.2 片内外设中断使能寄存器 1 INTE0	62
5.3.3 片内外设中断标志寄存器 1 INTF0	63
5.3.4 片内外设中断使能寄存器 2 INTE1	64
5.3.5 片内外设中断标志寄存器 2 INTF1	65
5.3.6 中断向量控制寄存器 INTC1	66
5.4 中断响应及处理过程	66
5.5 中断子程序应用举例	67
思考题	70
第6章 HR 单片机定时器/计数器	71
6.1 8 位定时器/计数器 T8	71
6.1.1 T8 的内部结构及特点	71
6.1.2 与定时器/计数器 T8 相关的寄存器	72
6.1.3 T8 的工作模式	73
6.1.4 T8 的应用举例	74
6.2 PWM 时基定时器 T8P1/T8P2	76
6.2.1 T8P1/T8P2 内部结构及特点	76
6.2.2 T8P1/T8P2 的工作模式	76
6.3 定时器/计数器 T16N1/T16N2	78

6.3.1	T16Nx 的内部结构及特点	78
6.3.2	T16Nx 的工作模式	79
6.3.3	T16N 应用举例	81
6.4	定时器/计数器的扩展模块 TE1/TE2	83
6.4.1	相关的控制寄存器	83
6.4.2	T16N 捕捉功能扩展	85
6.4.3	T16N 比较器功能扩展	88
6.4.4	T8P 脉宽调制功能扩展	88
	思考题	91
第 7 章	HR 单片机片上典型模块	92
7.1	A/D 转换器	92
7.1.1	A/D 转换器概述	92
7.1.2	HR6P92H 片上 ADC 结构	93
7.1.3	与 ADC 相关的控制寄存器	96
7.1.4	A/D 转换过程	97
7.1.5	应用举例	98
7.2	串行接口 SSI	100
7.2.1	SPI 模式	101
7.2.2	相关的控制寄存器	103
7.2.3	I ² C 模式	106
7.3	通用同步异步发送接收器 USART	114
7.3.1	通用异步接收发送器 UART1	114
7.3.2	通用异步接收/发送器 UART2	119
	思考题	122
第 8 章	HR7P 系列单片机简介	123
8.1	HR7P 系列单片机概述	123
8.2	HR7P 系列单片机的内核结构	125
8.3	HR7P 系列单片机的引脚及功能	127
8.4	HR7P 系列单片机的存储体系	128
8.5	指令集概述	130
第 9 章	HR 单片机开发工具简介	131
9.1	HR 单片机集成开发软件	131
9.1.1	集成开发软件 Haier_IDE 的安装	131
9.1.2	界面功能简介	132
9.1.3	项目管理	137
9.2	HR 实时仿真器 HR6P-ICE8	142
9.2.1	HR6P-ICE8 的硬件组成	142
9.2.2	HR6P-ICE8 的使用方法	143
9.3	在线调试器 HR6P-ICD	145

9.3.1	在线调试器 HR6P - ICD 的组件	146
9.3.2	HR6P - ICD 的使用方法	146
9.4	HR 编程器	149
9.4.1	HR 编程器的概述	149
9.4.2	HR 编程器的使用方法	150
9.4.3	HR 编程器的使用	153
9.5	HRCC 编译器概述	156
9.5.1	概述	156
9.5.2	HRCC 语言简介	158
9.6	HR 单片机学习板	164
9.6.1	学习板硬件资源	164
9.6.2	学习板实验例程	165
9.6.3	流程图	172
	思考题	175
第 10 章	单片机 EMC 设计简介	176
10.1	集成电路中的 EMC 问题	176
10.2	集成电路芯片中 EMI 发生原理	177
10.3	集成电路中关键部分的 EMC 分析	179
10.3.1	集成电路中电源线和地线的 EMC 分析	179
10.3.2	集成电路封装的 EMC 分析	180
10.3.3	集成电路中 I/O 接口的 EMC 分析	181
10.4	集成电路 EMC 测试的标准和方法	183
10.4.1	EMC 测试标准	183
10.4.2	EMC 测试级别	184
10.4.3	EMC 测试流程	184
10.5	单片机应用系统中电磁兼容性设计	185
10.5.1	单片机系统电磁干扰的来源与特征	185
10.5.2	单片机系统电磁兼容性设计	186
	思考题	189
附录 A	HR6P92H 单片机专用控制寄存器	190
附录 B	HR7P 系列单片机指令集	193
附录 C	HR 单片机学习板源程序	196
附录 D	ASCII 码表	226
	参考文献	227

第1章

绪论

1.1 单片机的基本概念

随着微电子技术的进步,电子计算机得到快速发展,1946 年第一台电子计算机问世以来,微处理器及电子计算机频频更新换代,但目前的微型计算机绝大部分还是冯·诺依曼结构。一个典型的微型计算机主要由运算器、控制器、存储器、I/O 接口等几部分组成,其中运算器完成算术和逻辑运算,控制器负责指挥各部件协调完成规定的任务,运算器和控制器通常制作在一块集成电路上,又称为微处理器或中央处理单元,是整个系统的核心;存储器是整个系统的存储单元,按性质可分为随机存储器 RAM 和只读存储器 ROM,用来存放数据或程序,随机存储器 RAM 可读可写,而只读存储器 ROM 只能读不能写;I/O 接口是完成系统与外界信息交换的通道,包括输入和输出电路;各模块之间的信息则是通过总线进行传递,总线传送的信息包括地址信息、控制信息和数据信息等。

伴随着微型计算机的诞生,其另一个分支——单片机(single chip microcomputer)即单片微型计算机也很快面世,国际上又把单片机称为微控制单元(Microcontroller Unit,MCU),是把中央处理 CPU、存储器、I/O 接口等计算机的主要功能部件,集成在一块集成电路芯片上,形成了一部完整的微型计算机,称为单片机。因此可以说单片机是把微型计算机的所有功能集成在一块集成电路芯片上而构成的一部超微型计算机。

尽管单片机是超微型计算机,但与一般 PC 的功能还相差甚远,为了提高单片机的通用性和扩展单片机的功能,大多数单片机厂商在单片机中又集成了很多常用功能模块,例如定时器计数器、A/D 转换器、CCP 模块、LCD 驱动电路等,这些模块统称为单片机的外围模块。这些模块的加入一方面提高了单片机的功能、性价比,同时也为开发者带来了更多的方便和灵活性。

由此可见,通用性强、功能多、性能高、速度快、体积小、价格低是单片机的典型特点。除此之外,单片机与微型计算机相比还具有以下几个显著特点。

(1)程序存储器和数据存储器严格分工。程序存储器用来存放程序、固定常数和数据表格。数据存储器主要用来存放数据。程序存储器和数据存储器采用的寻找方式不同,容量大小相异,一般程序存储器容量较大,而数据存储器容量较小。早期的单片机由于程序存储器或

数据存储器容量较小还需要在外部进行扩展,得益于微电子技术的发展,现在市场上的单片机自带的程序存储器容量和数据存储器容量有多种选择,基本上能满足用户的需要,无须额外扩展。

(2)分时复用技术。与微型计算机一样,单片机的大部分引脚也采用分时复用技术,这是由于单片机内部功能较多,需要较多的输入/输出引脚来实现这些功能,而工艺和某些应用场合的限制,使得单片机的引脚又不能太多。为解决这一矛盾,一个引脚往往设计多个功能,根据单片机指令和当前状态来决定该引脚此刻的作用,即采用分时复用技术。

(3)特殊功能寄存器 SFR 的使用。单片机内部集成了微处理器、I/O 接口、存储器、定时器计数器、A/D 转换器、串行通信接口等多个电路,对这些电路的操作均是通过对相应 SFR 的操作来完成的。因此,在单片机的学习过程中一定要注意对特殊功能寄存器的学习。

(4)采用面向控制的指令系统。在单片机内部一般都设置一个独立的位处理器,可用于位运算,因此单片机具有很强的逻辑控制能力,为测量控制系统提供了方便,使得单片机在测控领域得到了最广泛的应用。

(5)品种规格系列化。属于同一产品系列不同型号的单片机往往具有相同的内核、相同或兼容的指令系统,差别可能是引脚数、封装形式、存储器容量、外围扩展模块等,这样给用户提供了更多选择,也为用户提供了降低产品成本的可能。

正是基于单片机的上述特点,单片机在多个领域得到广泛应用:

(1)自动控制领域。在自动控制领域,单片机在数据采集、测控技术等多个方面得到广泛应用。

(2)智能仪器仪表。单片机在仪器仪表智能化发展的进程中起着重要的作用,有力地推进了传统仪器向数字化、智能化、一体化、便携式方向发展。如工业上的智能仪表及医疗领域的便携式监护仪等多种智能仪器的出现都得益于单片机的发展。

(3)家用电器。自单片机诞生之日起就被迅速应用在家电领域,如今仍然被使用在洗衣机、微波炉、冰箱、空调、电饭煲、热水器等小型家用电器上。

(4)智能玩具。由于单片机具有体积小、耗能低,在智能玩具上也得到广泛应用,如智能电动车、电子游戏机、电子宠物等。

(5)汽车电子。随着汽车工业的蓬勃发展,电子技术在汽车制造中占的比重越来越大,单片机也在点火控制、座椅调节、防滑控制、加热控制等多方面得到应用。

(6)航天航空及军事上。单片机在航空航天及军事上也得到广泛应用。

1.2 单片机的发展阶段

单片机的发展从微处理器发展的角度讲,主要经历了以下几个阶段。

(1)4 位机阶段。1975 年,TI 公司首先推出 4 位单片机 TMS-1000,随后日本的 SHARP 公司及东芝公司、NEC 公司相继推出了 4 位单片机。此时的 4 位机处理数据的速度较慢,功能较简单,主要应用在家电及电子玩具这些对速度和功能要求不高的仪器上。

(2)8 位机阶段。1976 年 Intel 公司推出 8 位单片机,即 MCS-48 系列单片机,其他公司如 Motorola、NEC 等公司也相继推出了 8 位单片机。随着集成电路水平的提高,8 位单片机将一些典型的功能模块集成进来,如 A/D 转换器、较大容量的 RAM、ROM、串行 I/O 接口等,扩展

了单片机的功能。从此,8 位单片机开创了单片机领域的新阶段,直到今天 8 位单片机在各个领域的应用依然广泛,占据着单片机市场的最大份额。目前为我们熟知的 8 位单片机厂商有 Atmel、NXP、Microchip、Freescale、Infineon 等国外知名厂家,及现在日益成长的大陆厂家海尔集成电路公司。

(3)16 位机阶段。20 世纪 80 年代出现了 16 位单片机,在 16 位单片机上集成了更多的功能模块,如多个串行接口、高速输入/输出接口、CCP 模块等。16 位单片机性能更高,应用于较复杂的应用场合。虽然 16 位单片机也得到了应用,但所占市场份额远低于 8 位单片机。

(4)32 位机阶段。更高性能的 32 位单片机是近年来出现的单片机,目前相应的应用还较少。

1.3 海尔单片机简介

1.3.1 海尔单片机概述

海尔集成电路有限公司自成立以来,一直致力于高抗干扰性、高可靠性通用型及专用型 8 位单片机的研发。海尔单片机均采用哈佛 RISC CPU 内核,程序总线与数据总线分开,实现了指令流水线操作,相比于普通 51 单片机,提高了 CPU 执行指令的速度。数据总线宽度为 8 位,采用了精简指令集共有 48 条或 82 条指令,指令条数比 51 单片机减少了很多,便于记忆、学习,所有的指令都是单字指令,大部分可以在一个机器周期中通过程序总线取出,执行效率较 51 单片机有很大提高。海尔单片机同时还具有低功耗,高抗电磁干扰性,外围模块多等优点。

1.3.2 海尔单片机家族

自海尔单片机问世以来,已有多种型号的海尔单片机成功应用于多个领域,目前海尔单片机主要有 2 个大家族,分别是 HR6P 系列单片机和 HR7P 系列单片机。这两大系列单片机其内核基本一致,区别在于程序存储器的位长、硬件堆栈的深度、指令系统及引脚的多少和外围模块的功能等细微之处。

无论是 HR6P 系列单片机还是 HR7P 系列单片机,在设计时都考虑了不同用户需求的差异性和通用性,提供了丰富多样的资源供用户选择。

首先,海尔单片机存储器的类型分为:OTP 和 Flash 两大类,容量大小为 0.5 KB ~ 32 KB,Flash 存储器可用于大批量稳定生产,也可以用于实验阶段程序的反复擦写。

其次,海尔单片机 I/O 接口较多,最少为 6 个,最多则达 33 个。芯片引脚数为 10 ~ 44,封装有 DIP28、KDIP28、SOP32、DIP40、LQFP44 等多种选择。

再次,海尔单片机片上资源丰富:支持高达 21 类中断源,具有多路 10 位 A/D 转换器,有 8 位和 16 位定时计数器,支持脉宽调制(PWM)扩展功能,支持捕捉器扩展功能及比较器扩展功能,具有通用同步异步串行接口 USART 及同步串行接口 SPI、IIC 等多种通信模式。

HR6P 系列海尔单片机有多个型号,为方便选型,图 1-1 给出了 HR6P 系列单片机的命名规则。

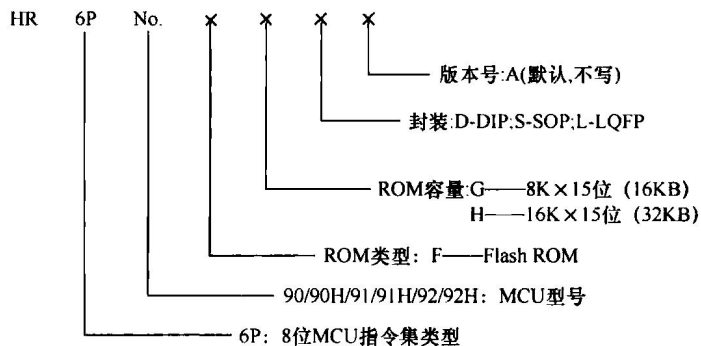


图 1-1 HR6P 系列单片机的命名规则

1.3.3 海尔单片机的应用领域

虽然海尔单片机面世时间不是很久,但因其突出的性能及优势,很快在国内单片机市场获得一席之地,成功应用到多个领域。

(1) 汽车电子。HID 灯、倒车雷达、中控锁等汽车电子产品。

(2) 工业控制。温度控制器、电动机控制器、逆变器、UPS 电源、大功率吸尘器、摩托车点火器、电动车控制器等产品。

(3) 白色家电。冰箱、冷柜、空调、洗衣机、燃气热水器等白色家电产品。

(4) 小家电。电热水器、饮水机、燃气灶、抽油烟机、微波炉、电磁炉、淋浴器、电风扇、咖啡壶、直/卷发器、电热毯等家用小电器。

(5) 电力。集抄器、电能计量表、电力载波表等电力测量与计费系统。

(6) 音频视频控制器。DVD 控制器、卡拉 OK 机控制器、CD 机控制器等音频视频产品。

(7) 无线遥控领域。遥控车库门、高速公路遥控拦车杆、遥控船模、遥控航模、无线 ID 等无线领域产品。

思考题

1. 什么是单片机? 单片机主要由哪几部分组成?
2. 海尔单片机的特点是什么?
3. 海尔单片机的应用领域有哪些?

第 2 章

HR6P 系列单片机的内核结构及工作原理

第 1 章已经提到目前海尔单片机主推 HR6P 和 HR7P 两大系列单片机,这两个系列单片机的内核基本一致,指令集不同,外围模块也略有差别。本章以 HR6P92H 单片机为例来介绍 HR6P 系列单片机的内核结构与工作原理。

2.1 海尔单片机的内核结构

2.1.1 HR6P92H 单片机的内核结构

HR6P92H 单片机采用 48 条精简指令集,指令长度是 15 位,工作频率为 DC ~ 16MHz,寻址方式有直接寻找、间接寻找和相对寻址三种方式,较 51 单片机简明很多,复位向量位于 0000H,默认中断向量位于 0004H,支持中断向量表,中断资源丰富,支持 20 个中断源,有独立的看门狗电路 WDT。

图 2-1 是 HR6P92H 单片机内核结构图,由该图能够看出,HR6P92H 单片机的内核可以看成由三大部分组成:第一部分是核心模块,包括程序存储器 Flash、数据存储器 SRAM、程序指针计数器 PC、堆栈 STACK、指令寄存器、控制寄存器、ALU 运算器、A 寄存器、B 寄存器及程序状态寄存器等;第二部分是特殊功能模块包括晶振电路、看门狗定时器电路 WDT、复位功能及中断控制模块;第三部分通常被人们称为外围模块,主要包括输入/输出端口(I/O 端口)、定时器计数器、A/D 转换器、定时计数器功能扩展模块及通信模块等典型的外围电路,各部分的作用如下。

1. 存储器

程序存储器用来存放固定的程序、常数或固定表格,HR6P92H 单片机的程序存储器采用 Flash 存储器,容量 16K × 15 位,由于 Flash 存储器可以用于大批量稳定生产,也可以用于实验阶段程序的反复擦写,擦写次数可高达 10 万次,Flash 存储器成为目前程序存储器的主流。

HR6P92H 系列单片机的数据存储器容量是 720×8 位的 SRAM (Static RAM, 静态随机存储器), SRAM 存取速度快, 无须刷新, 但其电路结构较为复杂, 价格昂贵。与 51 系列单片机类似, 海尔单片机的数据存储器除了能存放数据外, 还具有位操作的功能。

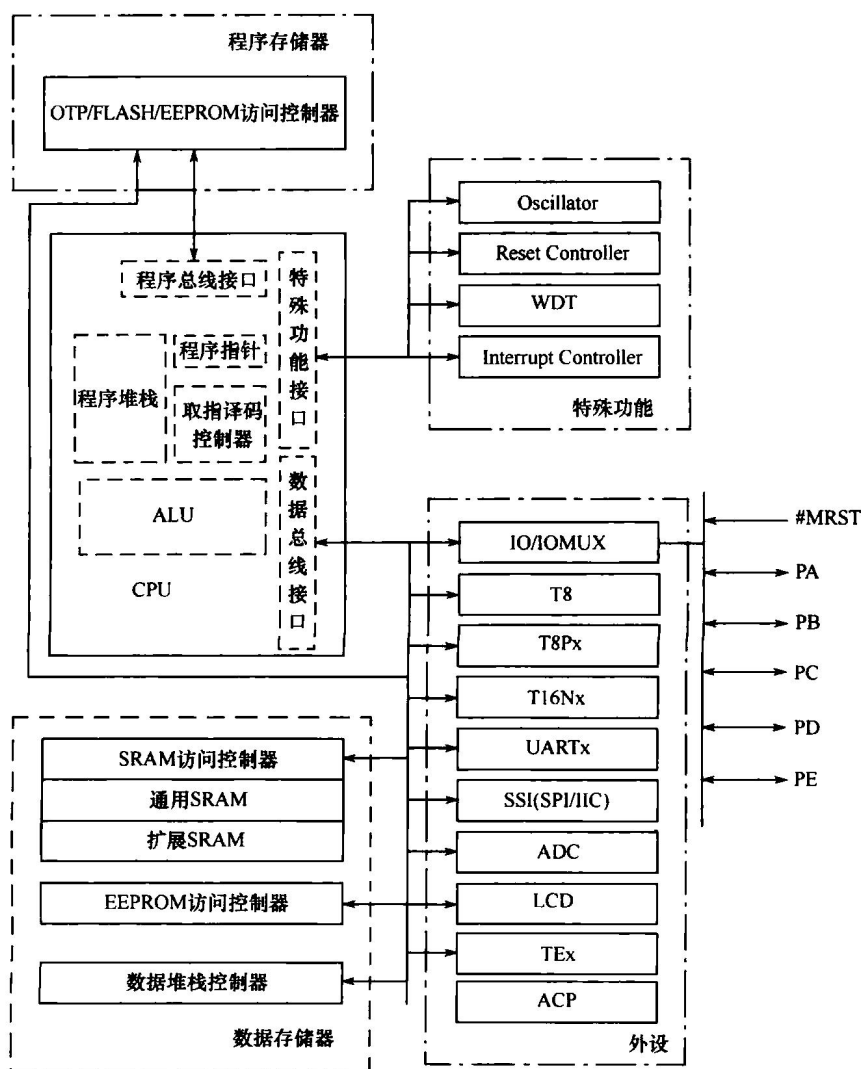


图 2-1 HR6P92H 单片机内部结构图

2. 程序指针计数器 PC

程序指针计数器 PC 提供对程序存储器进行操作时需要的 15 位码, 每执行一条指令, PC 值自动加 1, 始终指向下一条将要执行指令的地址, 因此程序指针计数器是用来管理指令执行顺序的寄存器。当单片机发生复位时, PC 值也变成 0000H, 使程序从头开始运行。

3. 指令寄存器

程序的运行过程就是指令的执行过程, 指令寄存器就是用来暂时存放从程序存储器中取出来的指令, 为指令的执行做准备。

4. 指令译码和信号控制器

其主要作用是将指令码翻译成一系列的操作,指挥和协调整个电路的工作。

5. 堆栈

HR6P92H 单片机的堆栈采用 8 级硬件中断,其工作原则是:先进后出,后进先出,无需出栈入栈指令,当发生中断或子程序调用时自动将相关信息保存,当遇到中断子程序返回指令或子程序调用返回指令时,又自动将保存在堆栈的内容弹出,深度是 8 字节。

6. ALU 运算器

ALU 运算器主要功能是完成算术运算和逻辑运算,是单片机的重要工作部件。

7. A 寄存器和 B 寄存器

A 寄存器主要用来存放运算的数据、运算结果和中间数据,是使用最频繁的寄存器。B 寄存器又称辅助寄存器,在某些运算中必须要使用 B 寄存器,比如乘法指令。

8. 程序状态寄存器

程序状态寄存器用来表示上次运算结果的特征,包括有无进位借位、结果是否为零等,常用作后续条件转移指令的转移控制条件。

9. 振荡电路

振荡电路用来产生芯片内部电路协调工作所需要的基准时钟信号。

10. 复位电路

用来产生单片机复位信号,单片机复位后,程序将从程序存储器地址 0000H 处所存放的指令开始执行。

11. 看门狗电路 WDT

WDT 是一个自带 RC 振荡电路的定时器,用来监视程序的运行状态,当单片机遇到异常程序跑飞时,该电路能强行使单片机复位,重新开始运行程序。

12. 中断模块

HR6P92H 单片机中断模块功能比较强大,能响应多种类型中断源的中断请求。

13. I/O 接口

I/O 接口是单片机接收和输出信息的通道,海尔单片机支持端口 A、端口 B、端口 C、端口 D、端口 E。这些端口通常都具有第二甚至第三功能,其中 A 口和 E 口通常与模拟通道复用,B 口通常与外部中断输入及按钮中断复用,而 C 口、D 口则复用成通信功能需要的引脚。

14. 定时器/计数器

用来对外来脉冲信号计数或对内部脉冲计数实现计数或定时功能。

15. A/D 转换器

实现模拟信号到数字信号的转变,便于单片机的信号处理。

16. 串行通信模块

HR6P92H 单片机集成有串行通信模块包括 USART 接口方式、SPI 方式和 I²C 方式,便于与其他处理器或设备进行通信。

17. PSI 模块

HR6P92H 单片机还支持从动并口(PSI)工作模式,用于和外设进行并行通信。

2.1.2 HR6P92H 单片机的系统时钟和工作周期

无论是 HR6P 系列还是 HR7P 系列单片机,系统时钟支持最大频率是 16MHz,输入时钟通过片内时钟生成器,产生 4 个不重叠的正交时钟 phase1 (p1), phase2 (p2), phase3 (p3) 和 phase4 (p4)。4 个不重叠的正交时钟组成一个机器周期,CPU 在 p1 相时钟内进行取指、译码、中断处理等操作;在 p2 相时钟内读取操作数;在 p3 相时钟内进行算术运算和逻辑运算操作;在 p4 相时钟内将运算结果写回,并预取下一条指令。时序周期图如图 2-2 所示。

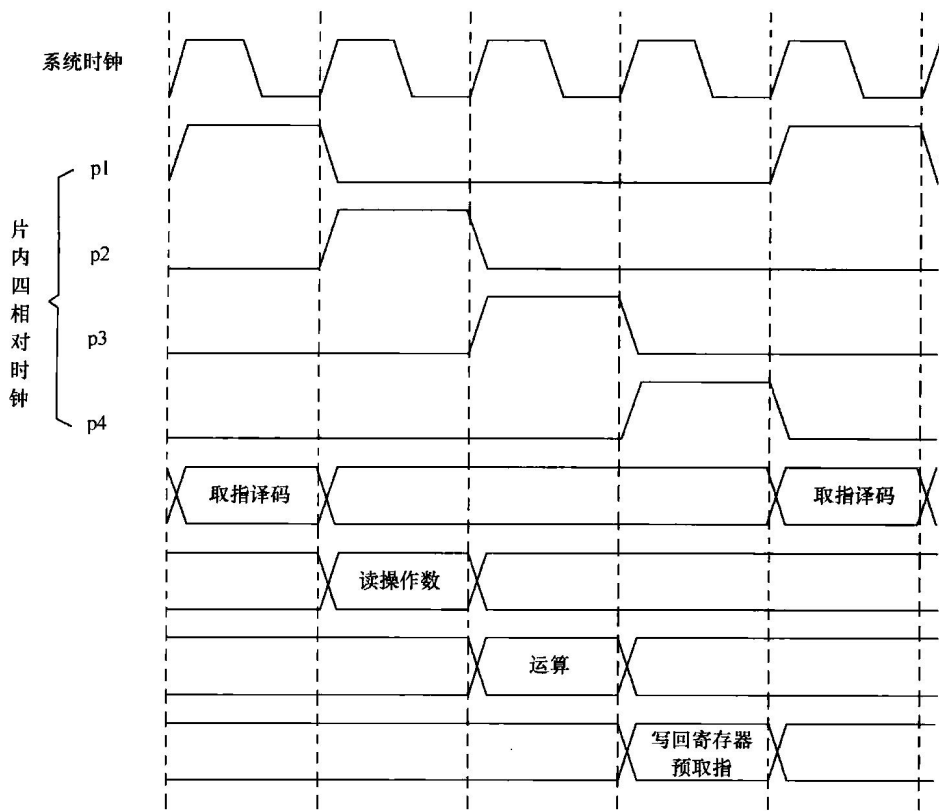


图 2-2 海尔单片机时钟与机器周期时序图

2.2 HR6P92H 单片机的引脚与功能

与 51 单片机一样,海尔单片机的各种功能最终都是通过引脚的输入/输出来实现,因此要想学好单片机,必须先掌握好单片机的引脚及引脚的功能。HR6P92H 单片机的引脚数有 40 个,封装形式是 DIP40,如图 2-3 所示。由于海尔单片机功能较多,实现这些功能需要的单片机引脚也较多,为了在增加单片机功能的同时不增加单片机的体积,海尔单片机的大部分引脚都具有复用功能。本节简要地介绍一下 HR6P92H 单片机的引脚及功能。

V_{DD} :正电源端,HR6P92 的工作电压范围为 4.0 ~ 5.5V。

V_{SS} :接地端,0V 参考点。