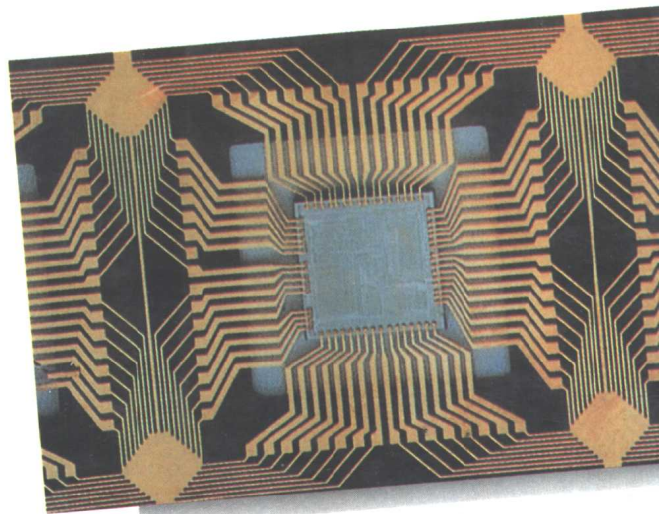




单片机 接口技术

王修才 刘祖望 编 著

复旦大学出版社



单片机接口技术

王修才 刘祖望 编著

复旦大学出版社

责任编辑 林溪波
责任校对 马金宝

单片机接口技术

王修才 刘祖望 编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路 579 号)

新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12 插页 1 字数 297,000

1995 年 10 月第 1 版 1995 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—5,000

ISBN 7-309-01557-6/T·130

定价: 14.00 元

致 读 者

近年来,多媒体技术得到迅速发展,多媒体系统的应用更以极强的渗透力进入人类工作与生活的各个领域,如玩具、教育、档案、图书、娱乐、艺术、股票债券金融交易、建筑设计、家庭、通讯……等等。多媒体时代的来临,为人们勾画出一个多姿多彩的视听世界。诚如 Apple Computer Inc. 总裁 John Sculley 先生所说:“如同个人电脑在 80 年代那样,多媒体系统将会改变 90 年代的人类世界”。

那么,什么是多媒体呢?简单地讲就是由电脑组合以及运用文字、图形、影象、动画、声音及视频等媒体信息,使其在不同的界面上流通,特别是指具有传输、转换及同步化的功能,也就是说由电脑同时抓取、操作、编辑、储存或显示不同媒体形态的能力,而达成电脑与使用者之间双向交谈式的操作环境,以及多样性、多变化的学习和展示环境。正因为如此,这也给计算机发展以新的活力,为人机交流信息带来新的革命。许多专家都对多媒体技术的发展描绘出一幅光明的前景。

多媒体技术已在国外如火如荼地展开,其中以美国、日本等先进国家为代表的世界多媒体技术发展更是一日千里。在这种形势下,中国的多媒体技术也开始迅速发展,已经迎来了多媒体技术发展的高潮。对于多媒体,人们开始从陌生与好奇渐渐地转变为欣赏和尝试,从羡慕转变为学习和开发。许多读者迫切需要比较全面地介绍多媒体的技术图书资料,尤其是国外的先进技术。为了满足广大计算机及其他用户的需要,介绍国外先进多媒体技术、发展方向及应用方法,传播和普及多媒体知识,由美国万国图文公司和机械工业出版社合资兴办的北京华章图文信息有限公司及时地引进、推出了这套《最新多媒体电脑实用系列丛书》。

这套丛书第一批推出 12 册,包括《多媒体电脑绝对初级指南》、《多媒体电脑内存管理技巧》、《多媒体电脑技术大全》、《超级 CD-ROM 技术大全》、《PC Video 技术大全》、《光盘运作与应用技巧》、《中文 Windows95 使用技巧》、《电脑模拟实体技巧》、《电脑动画 3D Studio 设计技巧》、《多媒体全球网 World Wide Web 使用技巧》、《多媒体教育综艺大观》、《多媒体游戏乐园》。

丛书选题力求突出实用性、时效性,在编写方式上尽量符合现代汉语的文法和习惯。倘若这套书的出版能满足广大读者和电脑用户了解多媒体的需要尽微薄之力,乃是对全体编辑、翻译人员的最大鼓舞和欢慰。

由于时间仓促,水平有限,书中难免存在错误和不当之处,敬请广大读者批评指正。您还有什么要求和希望,也请及时和我们联系。

北京华章图文信息有限公司

1996 年 4 月

1-5-5

内 容 提 要

MCS-51 作为较早进入我国的一种高性能八位单片机,由于其价格性能比优良;可配置的存储器容量大;各种外围接口芯片齐全并容易得到;有各种仿真开发手段可供选择,因此一直受到我国用户的欢迎。近年来,尽管它面临莫托洛拉的 68HC05 等其他八位单片机的冲击与挑战,但 MCS-51 单片机仍然是使用最为广泛、最受用户欢迎的八位单片机。

本书第一至第四章简要地介绍了 MCS-51 单片机的内部结构、指令系统的特色、存储器的配置。第五至第八章介绍了常用的并行输入与并行输出的扩展、键盘、开关等输入装置、发光二极管、荧光与液晶显示器以及 MCS-51 单片机的接口技术,并且介绍继电器、步进电机等常见执行部件的驱动与接口、模数及数模转换芯片的接口等。第九章是三个使用 MCS-51 单片机的实例:全自动洗衣机控制器、现场数据采集装置、空调遥控发射接收装置。读者可以通过其中的介绍了解几个实用的单片机系统的全貌。第十章介绍单片机仿真器。单片机的仿真器也是单片机的应用系统,而且从技术层次与复杂性而言是更高级的单片机应用系统,已有一定工作经验的同志可以通过了解仿真器的工作原理,更加灵活、更加得心应手地设计单片机应用系统。

本书可以作为理工科大专院校有关学科的实用教材,同时可供有关人士学习参考之用。

本书由上海师范大学王修才和复旦大学刘祖望两人编写。王修才编写了第一、第二、第三、第四、第九章和附录；刘祖望编写了第五、第六、第七、第八章和第十章。

本书承蒙上海师范大学朱鸿鹄教授审阅，并提出许多宝贵意见。书中的图稿是上海师范大学的许航先生用计算机绘制的。在此一并表示谢意。

由于时间仓促，作者水平所限，错误不妥之处在所难免，请广大读者与同行专家批评指正。

作 者

1995 年 4 月

目 录

前 言	1
第一章 单片机应用系统配置与扩展技术基础	1
第一节 单片机应用系统举例	1
第二节 微机接口技术概述	3
第三节 从接口设计到系统设计	5
第二章 MCS-51 单片微机的应用特性与指令特色	7
第一节 MCS-51 单片微机芯片引脚及在片三总线结构	7
第二节 CPU 与片内外存贮器配置	9
第三节 MCS-51 单片微机指令系统特点及速查表	17
第四节 MCS-51 单片微机最小应用系统	19
第三章 单片机的在片接口	20
第一节 并行 I/O 口	20
第二节 定时/计数器	23
第三节 串行 I/O 口	28
第四节 中断系统	42
第四章 片外存贮器的扩展与设计	49
第一节 片外程序存贮器的扩展与设计	49
第二节 片外数据存贮器的扩展与设计	57
第三节 E ² PROM 2817A 及扩展电路	63
第四节 带断电保护的数据存贮器的扩展	65
第五章 片外输入/输出口的扩展与配置	69
第一节 并行输入/输出口的扩展	69
第二节 EIA RS-232C 串行口的扩展	72
第六章 典型外设与单片机的连接	74
第一节 显示器接口技术	74
第二节 键盘及接口技术	85
第三节 开关的扫描式输入电路	89
第四节 可编程键盘/显示控制器 Intel-8279 的接口	92

第五节 打印机接口	93
第七章 典型数模与模数转换器的接口技术	95
第一节 典型数模转换器与 Intel-8051 的接口	95
第二节 典型模数转换器的接口电路	97
第八章 常用执行部件的驱动与接口技术.....	106
第一节 直流继电器的驱动与接口.....	106
第二节 功率场效应晶体管的驱动与接口.....	108
第三节 可控硅整流器的驱动与接口.....	108
第四节 步进电机的驱动电路与接口.....	112
第九章 MCS-51 单片机仿真实验系统分析	117
第一节 概述.....	117
第二节 仿真、实验两用机的硬件电路	117
第三节 仿真、实验两用机的软件结构	129
第十章 MCS-51 单片机应用实例	167
第一节 全自动洗衣机.....	167
第二节 现场数据采集装置.....	169
第三节 空调机遥控发射机.....	171
附录 I 指令总表.....	175
附录 II MCS-51 指令系统速查卡	181

第一章 单片机应用系统配置与扩展技术基础

当你开始构思单片机应用系统时,你首先碰到的问题就是如何把单片机与被测、控对象连接起来。微机原理告诉我们,微处理器是由其数据总线、地址总线和控制总线(简称三总线)通过 I/O 接口电路连接所需外设,从而构成各种各样的单片机应用系统的。本书旨在研究和解决这类“连接”中的共性问题,即如何利用单片机已经提供的硬件、软件资源以及如何挖掘和开发新的接口硬件和软件环境,构成你所需要的单片机应用系统。

第一节 单片机应用系统举例

图 1-1 是某工业炉加热过程中控制空气和燃料的单片机系统图。为了使燃料完全燃烧,要求加热炉内燃料和空气的比例适当且恒定;如果空气进气量太少,燃料则不能完全燃烧,随废气排出,造成能源浪费且污染环境;如果空气进气量过多,则过剩的空气会带走大量的热量,并使被加热工件表面氧化;所以,保证空气和燃料(煤气)的正常比例在燃烧系统中不仅能节约能源,而且还能提高产品质量。为此,可采用温度及空气/燃料比例系统,把由传

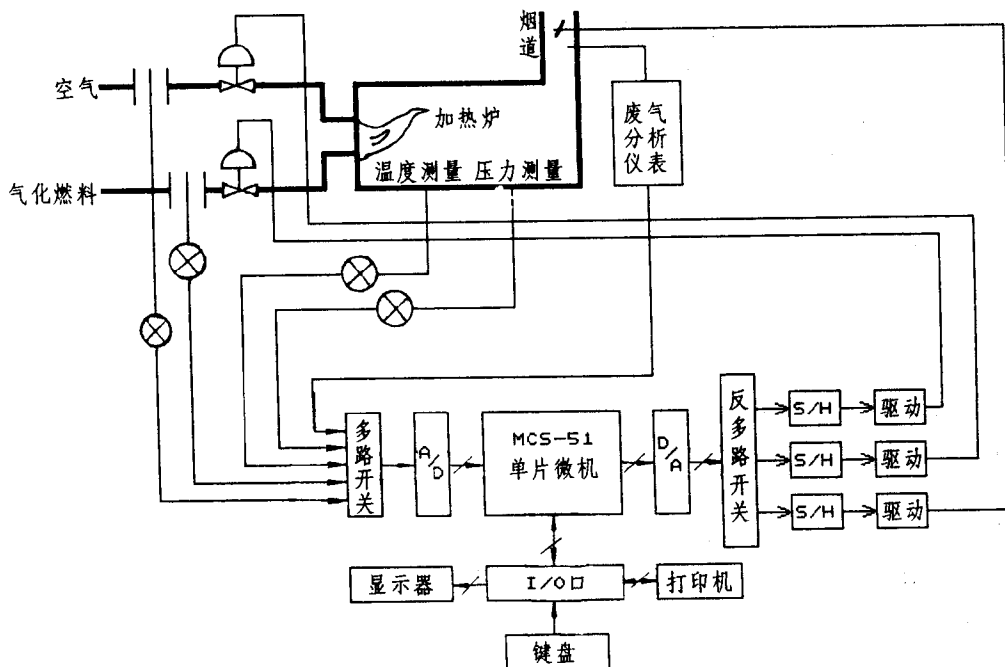


图 1-1 工业炉单片机控制系统

传感器检测到的温度及空气、燃料流量信号送入单片微机,通过比较、计算进而控制空气、燃料电磁阀门的开度。为此,需把压力传感器测得的压力信号送入 CPU,以便控制烟道出口档板的开度。此外,为了提高燃烧效率,系统还设有废气分析仪,由传感器进而由该仪表测出废气中的含氧量,将此信号送入主机,进而对燃烧进行控制。

图 1-2 是一般智能化仪器(或称微机化仪器)的基本结构。随着单片机应用的日益广泛,以 MCS-51 单片机为 μP 的智能化仪器也日益增多。

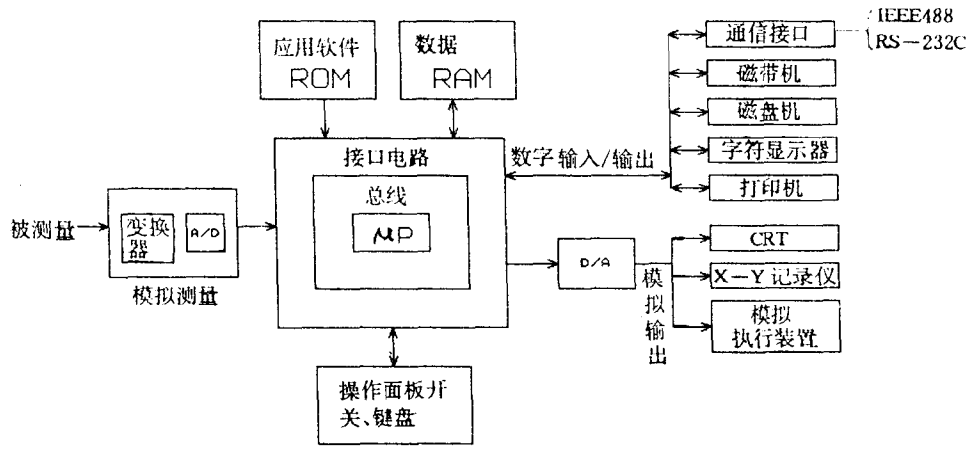


图 1-2 智能化仪器通用结构框图

实际上,智能化仪器也是一种很典型的单片机应用系统,它是以单片机为核心的具有总线连接结构的新型仪器,其中,模拟测量环节(各种电量或非电量变换器、A/D 变换器等)、操作面板(开关、键盘)、数字输入/输出设备(通信接口、磁带或磁盘记录器、字符显示器、打印机等)、模拟输出设置(CRT,X-Y 记录仪,模拟执行机构)等都是单片机的外部设置。不同功能的仪器具有不同的测量环节及其相应的外部设备。

智能化仪器由预先存入 ROM 中的应用软件(监控及相应处理程序)管理。用户通过键盘或开关发出各种操作命令,调用应用软件中相应功能模块。在应用软件控制下,模拟测量部件首先将被测量转换成数字量并存入数据存储器 RAM 中,接着,单片机对被测量进行各种加工和处理,并将中间结果和最后结果通过数字或模拟输出设备输出。自动地完成用户所希望的测量任务。

图 1-3 为典型机床单片微机数控系统的硬件配置。

由图可以看出,单片机数控机床主要由通过接口电路连接的单片微机与所需要的外部设备构成。其接口分输入接口和输出接口两类。

数控系统的输入接口包括面板操作的手动数据输入接口、纸带阅读机接口、通信接口、手摇脉冲发生器接口和机床起动、中停等的输入信号接口。

数控机床的输出接口一般包括位置伺服系统接口和开关信号接口。伺服系统接口难易不一,最简单的伺服接口用于驱动步进系统,接口只是单片机输出信号的锁存器。较复杂的伺服接口能完成细插补功能。在闭环伺服控制系统中,该接口还应完成 D/A、A/D 以及反馈信号检测工作等。开关信号输出接口通常是按程序去控制机床主轴、机械手、冷却液、工作台及刀架的动作等。它的执行装置一般是电磁阀、接触器、继电器、可控硅等强电器件。

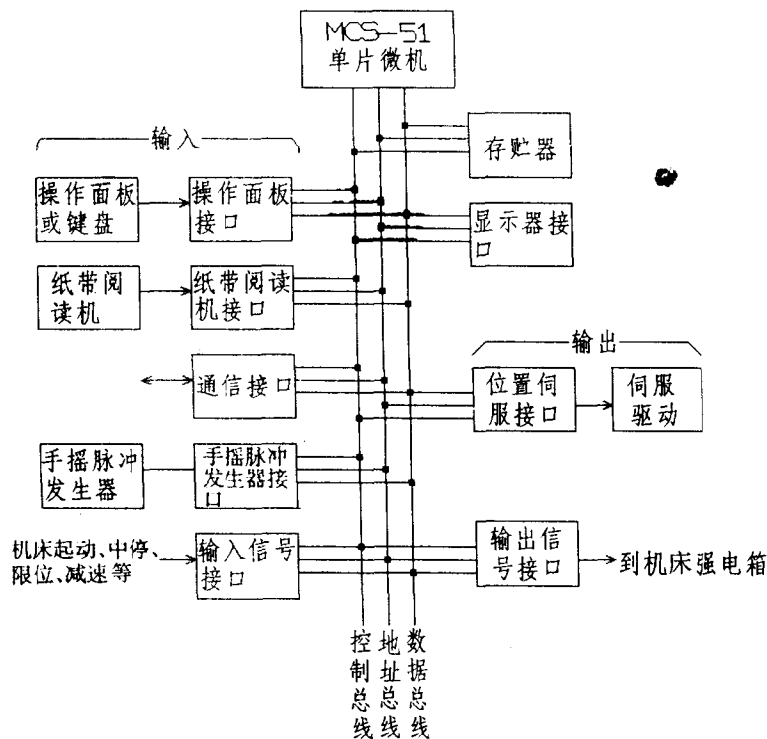


图 1-3 机床单片机数控系统硬件结构

一台完善的单片机数控系统通常还有 CRT 或其他显示器,用以指示机床的运动情况,实现人机对话等。

第二节 微机接口技术概述

微机应用系统实例举不胜举。第一节列举的三个例子是很有代表性的。尽管各应用实例所实现的功能不同,但要实现微机应用系统的配置与扩展都要通过接口,这是它们的相同之处。

一、微机接口及接口任务

众所周知,微机的运行速度是很快的。例如 MCS-51 单片微机其晶振的振荡频率一般为 6MHz,其指令周期仅 $2\mu\text{s}$;但在一般的微机应用系统中常用的外部设备,如键盘、继电器、执行装置以及模拟参数的输入输出量,它们的变化速度都较慢,有的为毫秒数量级,有的需要数秒才有变化。为了把高速的 CPU 与慢速的外设之间进行协调的联系,需要在微机与外设之间架起一座“桥梁”,以使微机输出的信息能够被外设接收,不致造成漏码,另一方面,当需要向微机输入信息时,外设能够准确地提供信息,不致使微机徒劳。

由于微机只能接收数字量,而在微要应用系统中,不少外部设备却只能提供模拟量或者只能被模拟量驱动。因此,如何把外设的模拟量变成微机能接受的数字量以及如何把微机输出的数字量变成模拟量送往外设,这也得由接口电路来完成。

总之,CPU 和各种外设的信息交换是比较复杂的,为了组成一个具有某种特定功能的微机应用系统,必须有相应的接口电路。我们把能实现某功能部件与另一功能部件的硬件连接、软件控制且能完成某种特定功能的实体称为接口。完成这些接口的软、硬件设计与实践统称为接口技术。

接口电路一般完成如下几方面的任务:

- (1) 把外设送给微机的信息或数据转换成与微机相容的格式或缓冲锁存后送给 CPU;
- (2) 把微机送往外设的数据或信息转换成与外设相容;
- (3) 产生输入/输出和数据传送的同步脉冲(或称选通脉冲),使外设与微机协调工作;
- (4) 检测并处理外设向微机提出的中断请求信号;
- (5) 为微机提供有关的状态信息;
- (6) 接口电路应具有可编程能力,以实现软件控制。

随着大规模集成电路技术的发展,现在已经设计制造出完成许多功能的接口芯片。例如可编程芯片 8155,8255,8251,各种精度的 A/D、D/A 转换芯片以及具有键盘编码兼显示功能的 8279 等等,这些接口芯片都能不同程度地满足上述要求。因此,熟悉和掌握这些接口芯片的功能特性,对应用系统的配置和扩展是很有帮助的。

二、接口电路的分类

图 1-4 是微机应用系统及其接口框图。是第一节中给出的应用例的概括。由此可以看出,微机应用系统的接口可分如下四类。

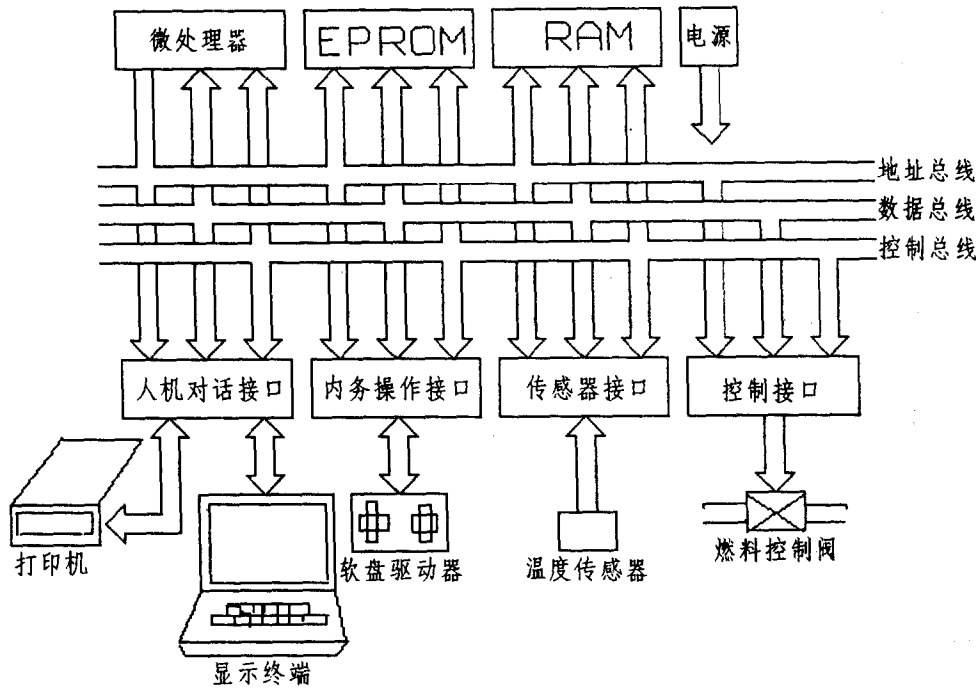


图 1-4 微机应用系统接口框图

1. 人机对话接口

人机对话接口指微机接受用户送入的信息或向用户输出所需信息的接口。属于这类接

口有键盘接口、显示或 CRT 接口、打印机接口以及光笔、鼠标器、声音识别等。

2. 辅助操作接口

辅助操作接口是微机发挥最基本的处理与控制功能所必须的接口。它包括 CPU 与 EPROM、RAM 的接口和各类总线驱动器、数据锁存器、三态缓冲器、磁盘驱动器以及时钟电路等。

3. 传感器接口

传感器接口是输入被测对象和被控对象信息变化的接口。例如与温度传感器、压力传感器和流速传感器相连的接口。温度、压力和流量等物理量都是模拟信号,必须经过 A/D 转换方能送往微机。

4. 控制接口

控制接口是微机对被测对象和被控对象输出信息的接口。由于 CPU 输出的是数字量,而被测、控对象多数又是以模拟量工作的;必须经 D/A 转换后方能输送给被控对象。由于微机输出信号功率很弱(毫瓦级),控制接口必须进行功率放大才能驱动执行装置。

第三节 从接口设计到系统设计

在单片机诞生之前,从事微机应用系统设计的工程师们其主要精力或者说设计重点是进行该系统的接口电路设计(硬件和软件),换句话说,接口电路的设计和实施过程可以认为是建立和形成微机应用系统的过程。然而,自从单片机问世以来,接口电路设计的内涵发生了较大的变化。由于单片微机具有“单片”和“面向控制”的鲜明特点,片内集成了数量多且功能强的在片接口:一般单片机内除 CPU 之外,还具有多个并行 I/O 口、多个定时/计数器、多个中断源和一个串行 I/O 口,甚至,有的还带有 A/D、D/A 接口等。一块 MCS-51 单片微机芯片的硬件功能相当于一块 Z80CPU,一片 2732EPROM,128 字节 RAM,一片 Z80CTC,两片 Z80PIO 和一片 Z80SIO 之和,其功能远超过一般 8 位微型计算机。单片机应用系统的接口设计越来越容易,这也是单片机深受用户青睐的原因之一。因此,我们不能再沿用一般微机应用系统接口设计的原则,而应当从单片机本身的特点出发,把接口设计纳入系统设计一起考虑。

一、硬件设计原则

单片机应用系统接口电路的设计包括系统扩展和系统配置两个方面的内容。系统扩展指单片机片内功能单元如 EPROM, RAM, I/O 口, 定时/计数器, 中断源等容量不能满足用户系统要求时, 必须在片外进行扩展, 选取适当的芯片, 设计相应的接口电路。系统配置是指系统功能要求配接外部设备, 如键盘、显示器和打印机等。设计出相应的配接电路。因此, 在单片机应用系统设计中, 应在充分利用了片内功能和片内各种 I/O 接口的基础上, 再考虑系统的扩展与配置。

系统扩展接口与配置电路设计应遵循下列原则:

(1) 应尽可能选用典型电路, 便于实现系统的标准化和模块化结构, 也便于日后的维修更换;

(2) 系统扩展量和配置水平在满足系统功能要求的前提下, 应留有余地, 便于进行二次

开发;

(3) 硬件结构设计应结合软件方案一起考虑。在保证软件实现各种处理、接口服务程序要求和满足系统运行速度的前提下,尽可能采用软件来实现硬件功能,以简化硬件结构、降低成本;但在某些情况下,也应适当增加一些硬件来减少软件编程困难。总之,应权衡利弊得失。

(4) 必须仔细核对 CPU 与系统中相关器件的速度匹配和功率匹配,并留有余地,保证系统正常运行。当 CPU 时钟频率较高时,要选用更高一档速度的扩展芯片;当片外扩展或配接项较多时,应考虑增加总线驱动器。应当指出,在对双向总线驱动时,务必对双向驱动器的控制逻辑进行谨慎设计,以防总线冲突,造成系统损坏。

(5) 采用高性能集成电路代替一般电路。随着 LSI 技术的发展,大规模高性能集成芯片的价格与中小规模的价格日趋一致。因此,应尽可能采用前者,以简化电路设计和减轻总线的负载。这已成为单片机硬件设计的一种趋势。例如一片 65256 可代替许多片 2114,一片 27512 可代替多片 2716 等。

(6) 注意系统的可靠性和抗干扰能力设计。这是硬件设计中不可缺少的一个重要环节。它包括芯片、器件筛选、印制板布局布线、通道隔离和去耦滤波等。

二、软件设计

如上所述,单片机应用系统的接口设计中,除了进行硬件设计外,还要进行软件设计,并要求两者结合起来进行综合考虑。为此,作为一个优秀的应用软件应具备如下特点。

1. 高可靠性

在单片机应用系统中,系统的可靠性是至关重要的,只有高可靠性才能保证系统正常运行。这不仅要求硬件系统具有较高的可靠性,软件系统的可靠性同样重要。为此,在应用软件中应加入抗干扰设计和系统的自检诊断功能,一旦发现故障及时处理。此外,将调好的应用程序固化在 EPROM 中,也是提高软件可靠性的措施之一。

2. 灵活性和通用性

在明确了软件功能定义和软、硬件分界面的基础上,对规定的任务进行算法设计,挑选最适合这种具体应用的算法。采用模块化和子程序化方法编写各接口服务程序。最后完成该系统的监控和管理程序。这样,既便于调试、连接,又便于移植和修改,从而在硬件环境不变的情况下,仅对软件稍加变化,就可实现其他功能,使系统有较大的灵活性和通用性。

3. 实时性

由于测、控系统多数是实时控制系统,所以要求应用软件具有实时性,即能在测、控对象允许的时间间隔内对系统进行控制计算和处理。特别是对于多回路系统的实时性要求更应慎重考虑。为此,除用汇编语言编制应用软件外,还可采用中断嵌套或多重中断办法进行多任务处理,以提高系统的实时性。

4. 方便性

为方便用户,系统上电后应直接进入工作程序;为最大限度地减少系统的人工干预,系统应编制自检和故障诊断程序、自校和量程切换程序;为了使用户尽快掌握该系统的使用方法,设计者可编制一个示范引导程序(又称为学习程序);对于带 CRT 终端的系统,还应编制显示系统工作状态信息(图形或数据),给用户以舒适、耳目一新的感觉。

第二章 MCS-51 单片微机的应用特性 与指令特色

本章将对构成单片机应用系统的单片机芯片结构、性能及指令特色作一简要介绍,详细结构情况及有关指令说明可参阅有关手册。

第一节 MCS-51 单片机芯片引脚及在片三总线结构

一、结构框图

图 2-1 是 MCS-51 系列单片微机的内部功能框图。它是由中央处理单元 CPU,数据存储器 RAM,程序存储器 ROM/EPROM,特殊功能寄存器 SFR,并行口(P0 口、P1 口、P2 口、P3 口),串行口,定时/计数器,中断系统 8 个功能部件构成。它们之间通过内部总线相互沟通。其基本结构是把程序存储器(容量较大)与数据存储器(容量较小)严格分开的 Harvard 结构。这主要是考虑到在控制应用中,需要较大的程序存储空间存放控制程序和较少的数据存储空间存放随机数据的特点;另外,为了压缩指令种类适合快速运算和处理的需要,把片内 RAM 空间划出一块作为特殊功能寄存器,便于寻址。

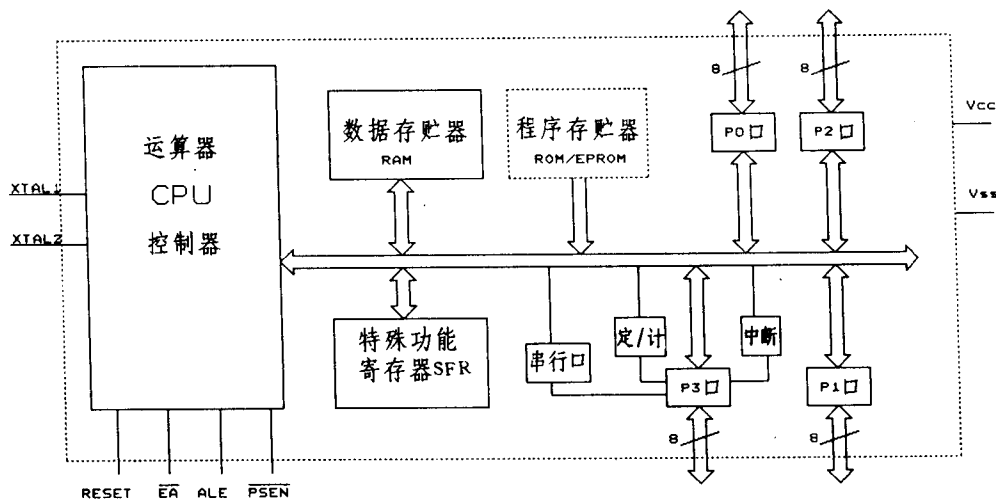


图 2-1 MCS-51 系列单片微机的内部功能框图

二、引脚功能及三总线结构

MCS-51 系列的单片机芯片多数是像图 2-2 那样的双列直插式引脚,这 40 个引脚中,按其功能可分四类。

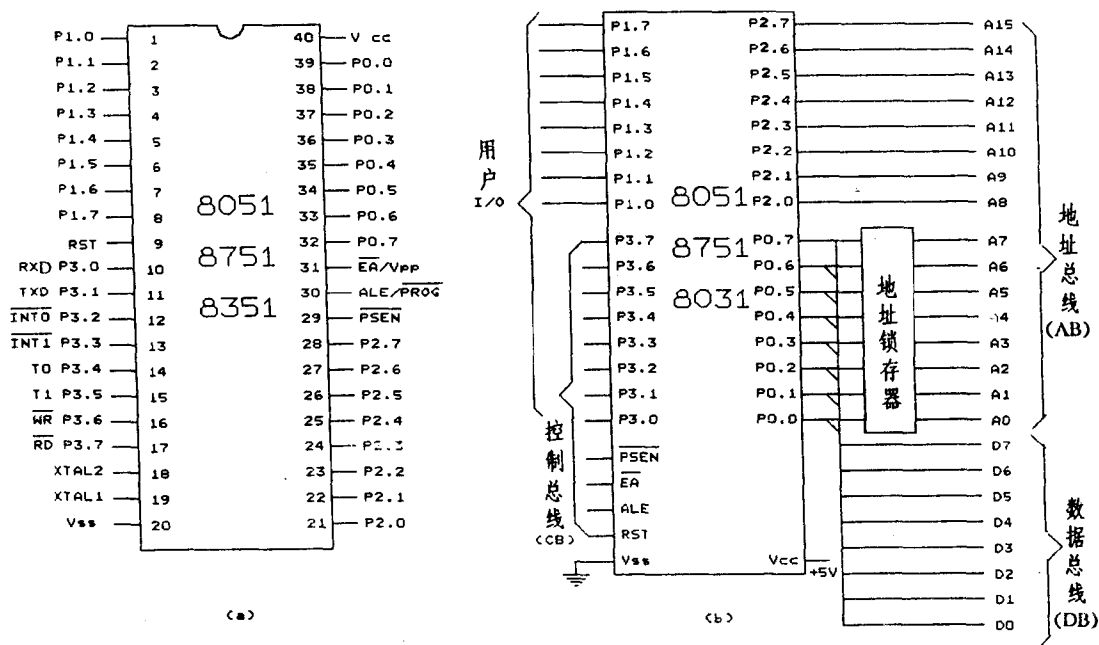


图 2-2 MCS-51 系列单片机芯片的双列直插式引脚

- (1) I/O 口线: P0, P1, P2, P3, 四个 8 位口, 共 32 根线;
- (2) 控制线: $\overline{EA}$ (片外存储器选择), $\overline{PSEN}$ (片外程序存储器选通), ALE (地址锁存控制), RST (复位控制)。P3 口的各位控制线见表 2-1;
- (3) 时钟: XTAL₁, XTAL₂;
- (4) 电源: V_{cc} (+5V), V_{ss} (地线)。

应当指出: 在 MCS-51 系列单片机中, 四个并行 I/O 口线不能都用作用户 I/O 口线, 像 8031 单片机, 只有它的 P1 口以及 P3 口 (在第一功能下) 可作为用户 I/O 口使用。I/O 口线的负载能力各异, P0 口可驱动 8 个 LSTTL, P1, P2, P3 各口只能驱动 4 个 LSTTL, 使用时一定要留有余量。

MCS-51 单片机芯片的上述引脚中, 除电源、复位、时钟及用户 I/O P1 口之外, 其余引脚都是为系统扩展而设置的, 为用户提供“三总线”结构。

(1) 地址总线 (AB): 由 P0 口经地址锁存器提供低 8 位地址 A₀~A₇, 由 P2 口提供高 8 位地址 A₈~A₁₅。总共 16 位地址线, 对外存储器寻址空间 64K 字节;

(2) 数据总线 (DB): 由 P0 口提供数据总线的 D₀~D₇。可见, 当单片机需要扩展外存储器时, P0 口是分时复用总线, 既要输送低 8 位地址信号 (送地址锁存器锁存) 又要传送 8 位数据信息; 当不需要扩展时, P0 口可作为一般 I/O 口使用, 但此时必须另接上拉电阻;

(3) 控制总线 (CB): 由 4 根独立的控制线 $\overline{EA}$, $\overline{PSEN}$, ALE, RST 及 P3 口的第二功能 (或称变异功能) 线构成。P3 口的第二功能见表 2-1。P3 口某一端用作第二功能时, 不能再作一般 I/O 口使用。

需要再次指出的是, 在利用上述总线进行系统扩展时, 一定要仔细核对各总线口的负载能力。一般使用不宜超过负载能力的 70%; 若超过 P0 口需加双向驱动器, 例如 74LS245, 在其他口需加接单向驱动器, 例如 74LS244。

表 2-1 P3 口的第二功能

P3 口线	标记及功能
P3.0	RXD 串行输入口
P3.1	TXD 串行输出口
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ 外部中断 0 输入线
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ 外部中断 1 输入线
P3.4	T0 计数器 0 外部计数脉冲输入线
P3.5	T1 计数器 1 外部计数脉冲输入线
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ 外部 RAM 写选通脉冲输出线
P3.7	$\overline{\text{RO}}$ 外部 RAM 读选通脉冲输出线

第二节 CPU 与片内外存贮器配置

本节从使用者的角度介绍 MCS-51 单片微机的内部资源的应用特性及其存贮器结构。从编程的角度来看, MCS-51 单片微机的结构如图 2-3 所示。图中给出了各主要部件之间的信息通路。

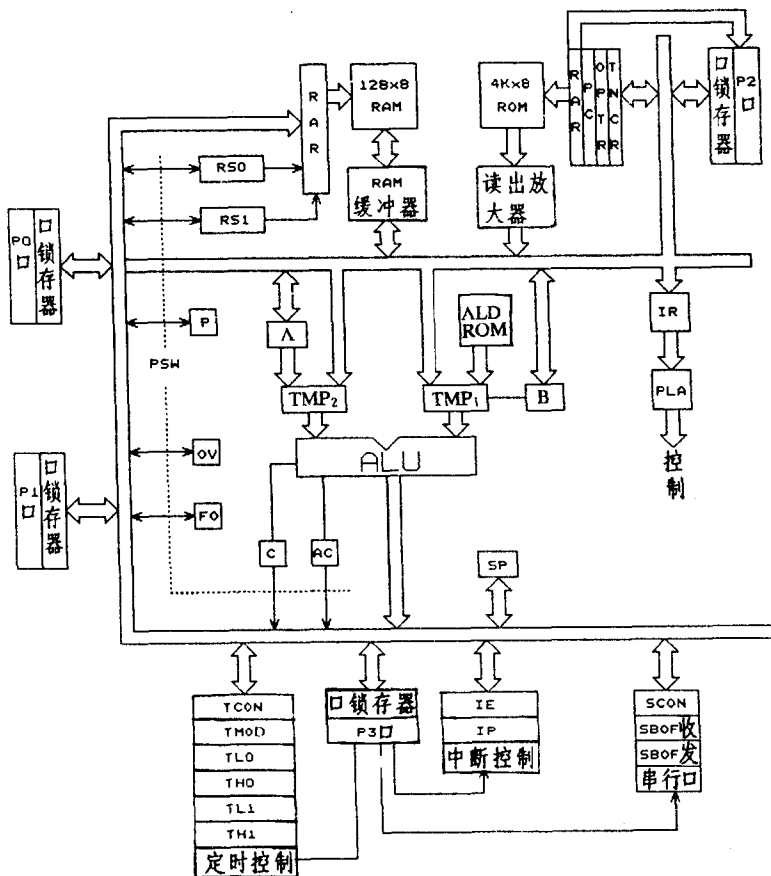


图 2-3 MCS-51 单片微机的结构示意图