

单片机原理 及典型应用接口技术

刘 甫 陈健美 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

单片机原理及典型应用接口技术

刘 甫 陈健美 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书共包括6章内容,第1章为单片机结构及工作原理,简述单片机的基本结构、组成和工作方式,第2、3、4、5、6章是单片机的典型应用接口技术介绍。其中,第2章为单片机的前向通道接口,第3章为单片机的后向通道接口,第4章为单片机通信技术,第5章为串行总线接口技术,第6章为单片机系统扩展技术。在每章的后面都给出了一个本章内容在工程实际应用中的例子。

本书可作为高等学校本专科学生学习单片机课程的教学参考书,也可作为从事单片机研发、应用工作专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及典型应用接口技术 / 刘甫, 陈健美编
著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014. 1
ISBN 978-7-5170-1491-1

I. ①单… II. ①刘… ②陈… III. ①单片微型计算机—基础理论②单片微型计算机—接口技术 IV.
①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第288258号

策划编辑: 周益丹 责任编辑: 张玉玲 加工编辑: 李 燕 封面设计: 李 佳

书 名	单片机原理及典型应用接口技术
作 者	刘 甫 陈健美 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市天润建兴印务有限公司
规 格	184mm×240mm 16开本 16.75印张 370千字
版 次	2014年1月第1版 2014年1月第1次印刷
定 价	58.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

本书的出版受

湖南省车辆工程重点建设学科资助

前 言

电子技术和微型计算机技术的迅速发展,促进了微型计算机测量和控制技术的迅速发展和广泛应用。在这一进程中单片机起到了举足轻重的作用,单片机作为微型计算机的一个重要分支,自诞生以来发展非常迅猛。目前已广泛应用于工业自动化、电气仪表控制、智能交通控制、消费类电子产品、网络通信与数据传输等领域。单片机技术也成为高等院校仪器仪表、自动化、电子信息等专业必须掌握的技术之一。

本书以 Intel MCS-51 系列单片机为对象,全面介绍了单片机的结构原理与应用接口技术。第 1 章简略介绍 MCS-51 系列单片机的基本结构组成、主要功能及工作方式;第 2、3、4、5、6 章是单片机的典型应用接口技术介绍。其中,第 2 章为单片机的前向通道接口,介绍了前置信号的处理、信号放大、滤波、数据采集等技术;第 3 章为单片机的后向通道接口,介绍了单片机与后向通道的电气隔离、开关输出接口、数模转换接口及步进电机功率接口;第 4 章为单片机通信技术,主要介绍几种基本的串行通信总线接口以及串行通信在单片机和 PC 机通信中的应用;第 5 章为串行总线接口技术,介绍了 SPI 总线、MICROWIRE 总线、I²C 总线等几种典型总线;第 6 章为单片机系统扩展技术,介绍了程序存储器、数据存储器的扩展以及两者的综合扩展。

本书的重点不在于对 51 单片机本身的介绍,重点在于介绍与 51 单片机相关的各种接口技术。本书的编写力求做到从理论中来,到实践中去,每章的后面都给出了一个本章内容在工程实际中的应用例子,通过具体典型实例的解析来帮助读者学习单片机及其接口技术的理论知识。

本书可作为高等学校本专科学生学习单片机课程的教学参考书,也可作为从事单片机研发、应用工作专业技术人员的参考用书。

本书的编写过程中,还得到了邓正才老师、王菁老师的帮助,在此表示衷心的感谢。本书编写过程中参考了其他一些书刊,并引用了一些资料,在此一并表示感谢。由于作者水平有限,书中难免有不妥与错误之处,恳请读者批评指正,同时向所有参考文献的作者致谢。

编 者
2013 年 10 月

目 录

前言

第1章 单片机结构及工作原理	1	2.2.2 信号变送器	44
1.1 单片机及其发展概况	1	2.3 信号放大	48
1.1.1 单片机的发展	1	2.3.1 精密运放及其典型应用技术	48
1.1.2 单片机的特点	2	2.3.2 低噪声运放及其典型应用技术	49
1.1.3 单片机的发展趋势	3	2.3.3 低输入偏置电流运放及其典型 应用技术	50
1.2 51 单片机的基本组成和功能	3	2.3.4 低漂移运放及其典型应用技术	50
1.2.1 51 系列单片机的主要功能	4	2.3.5 高速运放及其典型应用技术	51
1.2.2 51 系列单片机基本结构	5	2.4 信号滤波	52
1.2.3 51 系列单片机外部引脚	6	2.4.1 有源 RC 滤波器	53
1.3 51 单片机的内部结构	10	2.4.2 数字滤波	56
1.3.1 中央处理单元	10	2.5 数据采集	63
1.3.2 存储器	14	2.5.1 多路开关	63
1.3.3 定时器/计数器	19	2.5.2 集成 A/D 转换器及接口技术	64
1.3.4 I/O 口	19	2.6 实例分析: 供热机组监控	72
1.3.5 中断系统	20	2.6.1 系统结构	73
1.4 51 系列单片机的工作方式	23	2.6.2 下位机前向通道接口电路分析	74
1.4.1 时钟和时钟电路	23	第3章 单片机的后向通道接口	82
1.4.2 CPU 时序	23	3.1 电气隔离	82
1.4.3 复位状态和复位电路	24	3.1.1 电源隔离	82
1.5 实例分析: LED 彩灯控制器	26	3.1.2 光电隔离器接口	83
第2章 单片机的前向通道接口	33	3.2 可控硅输出接口	88
2.1 传感器及其分类	33	3.2.1 可控硅的原理及分类	88
2.1.1 热电偶传感器	33	3.2.2 可控硅的触发电路	90
2.1.2 热电阻传感器	33	3.3 继电器输出接口	95
2.1.3 热敏电阻传感器	34	3.3.1 继电器、接触器及其特性	95
2.1.4 集成温度传感器	34	3.3.2 继电器、接触器的功率接口	97
2.2 前置信号处理	39	3.4 固态继电器输出接口	98
2.2.1 信号转换	40		

3.4.1 直流型固态继电器	99	4.5.3 光纤通信的接口	159
3.4.2 交流型固态继电器	99	4.6 实例分析: 基于 RS-485/422 总线的	
3.5 数/模转换接口	102	电表远程抄表系统	161
3.5.1 DAC 电路原理	102	4.6.1 引言	161
3.5.2 典型 D/A 转换器及接口	103	4.6.2 系统硬件	162
3.6 步进电机功率接口	109	4.6.3 系统软件	164
3.6.1 步进电机工作原理	109	第 5 章 串行总线接口技术	166
3.6.2 步进电机的功率接口	111	5.1 SPI 总线	167
3.7 实例分析: 车辆导航系统输出部件——		5.1.1 SPI 结构、单主机及多主机系统	167
标图仪	115	5.1.2 SPI 总线时序	167
3.7.1 引言	115	5.1.3 常见 SPI 器件简介	172
3.7.2 系统原理及结构	116	5.1.4 89C51 的模拟 SPI 总线扩展 X25	
3.7.3 控制系统应用软件	117	系列芯片	173
第 4 章 单片机通信技术	119	5.2 MICROWIRE 总线	183
4.1 单片机串行通信基础	119	5.2.1 MICROWIRE 总线的接口时序	185
4.1.1 异步通信和同步通信	119	5.2.2 89C51 模拟 MICROWIRE 总线	
4.1.2 波特率和接收/发送时钟	121	扩展 A/D 芯片 TLC2543	186
4.1.3 单工、半双工、全双工通信方式	122	5.3 I ² C 总线	189
4.1.4 信号的调制与解调	123	5.3.1 I ² C 总线与 I ² C 器件的引脚	189
4.1.5 串行通信的校验	124	5.3.2 总线的主节点、从节点及发送者	
4.1.6 串行通信接口电路 UART、		与接收者	190
USRT、USART	124	5.3.3 启动信号、停止信号及总线竞争	191
4.2 串行通信总线接口	125	5.3.4 只有一个启动信号的数据帧	193
4.2.1 RS-232C 总线连接系统	125	5.3.5 “混合传输”模式的数据帧	201
4.2.2 RS-422/423/485 总线连接系统	131	5.3.6 高速方式	201
4.2.3 20mA 电流环串行接口	136	5.3.7 10 位地址系统	202
4.3 单片机间的相互通信	137	5.3.8 一种 I ² C EEPROM 及其 I ² C 协议	205
4.3.1 单片机双机串行通信	137	5.3.9 89C51 扩展 I ² C 总线芯片 PCF8584	208
4.3.2 单片机多机串行通信	141	5.3.10 89C51 口线模拟 I ² C 操作	217
4.4 单片机与 PC 机的通信	147	5.4 实例分析: 单片机在低压电力线载波	
4.4.1 PC 机串行通信功能的实现	147	通信中的应用	221
4.4.2 单片机与 PC 机的串行通信接口	156	5.4.1 低压电力线载波通信发展现状	221
4.5 采用光纤的串行通信	158	5.4.2 常见电力线载波通信芯片	223
4.5.1 光纤通信的特点	158	5.4.3 低压电力线载波通信系统分析	230
4.5.2 光纤通信的组成	158	第 6 章 单片机系统扩展技术	233

6.1 外部 I/O 的扩展.....	233	6.3.1 常用的静态 RAM (SRAM) 芯片.....	246
6.1.1 I/O 口扩展概述.....	233	6.3.2 外扩数据存储器的读写操作时序.....	248
6.1.2 I/O 地址译码技术.....	234	6.3.3 AT89S51 单片机与 RAM 的接口	
6.1.3 简单 I/O 接口扩展.....	235	电路设计.....	249
6.2 程序存储器的扩展.....	239	6.4 EPROM 和 RAM 的综合扩展.....	250
6.2.1 常用的 EPROM 芯片.....	240	6.4.1 综合扩展的硬件接口电路.....	250
6.2.2 程序存储器的操作时序.....	242	6.4.2 外扩存储器的编程.....	253
6.2.3 单片机与 EPROM 的接口		6.5 实例分析: 串行片外存储器扩展.....	253
电路设计.....	244	后记.....	256
6.3 数据存储器的扩展.....	246	参考文献.....	257

第 1 章 单片机结构及工作原理

1.1 单片机及其发展概况

1.1.1 单片机的发展

单片机的全称为单片微型计算机 (Single Chip Microcomputer)，它是将组成微型计算机的各个功能部件，如中央处理器 (CPU)、随机存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、基本输入/输出接口 (I/O 接口)、定时器/计数器以及串行通信接口等部件有机地结合在一块芯片中，构成一台完整的微型计算机，因此单片机又可以称为微处理器 (Microcontroller Unit)。一个完整的单片机如图 1-1 所示。

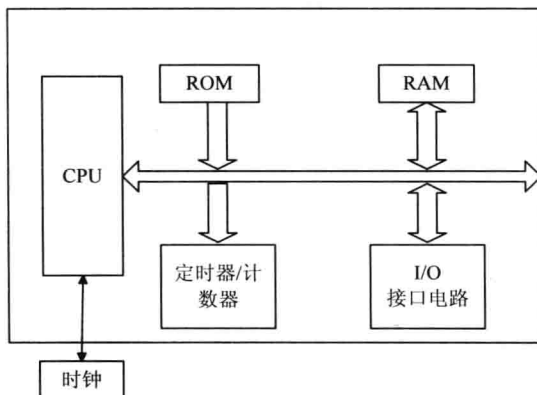


图 1-1 单片机组成框图

随着技术的发展单片机的功能不断的完善。目前，单片机产品已达 50 多个系列、300 多种型号，其综合性能、成本、体系结构、开发环境等都取得了显著地进步。单片机就其字长而言，可以分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机，其中，8 位机长期以来都是主流机型。

单片机的发展史大体可以分为以下四个阶段。

第一阶段：单片机初级阶段。单片机的发展始于 1974 年，由于工艺限制，此阶段的单片机采用双片形式，而且功能较为简单。到了 1976 年，Intel 公司推出了 MCS-48 系列单片机，将 CPU、存储器、I/O 接口、定时器/计数器集成在一块芯片上，使计算机完成芯片化。但此系列单片机无串行接口，存储器数量少，中断处理功能也较为简单。同时期的产品还有 Motorola 公司的 MC680/6800+/6875 系列，Rokwell 公司的 6502、RG500 系列，GI 公司的 PIC1650 系列等。

第二阶段：单片机完善阶段。此阶段单片机的功能及体系结构得到了不断的完善。1980年，Intel 公司在 MCS-48 系列单片机的基础上增加了 I/O 串行口，增大了存储容量，完善了终端系统（设置了 5 个中断源和 2 个优先级），定时器/计数器位 16 位的，在内部存储器上设置了位地址空间，提供位操作指令，推出了高性能的 MCS-51 系列单片机，并且成为了事实上的单片机结构标准。除了 MCS-51 单片机外，Motorola 公司推出的 M6800 系列单片机、Zilog 公司推出的 Z8 系列单片机都是这一时期的产品。

第三阶段：微控制器形成阶段。为了满足更高的测控应用要求，需要对单片机的外围接口电路进行增强与完善，如数/模（D/A）转换器、模/数（A/D）转换器、高速 I/O 接口、程序监视定时器（WDT）等，尽量将外围功能集成在芯片内部。集成了外围电路的单片机又称为微控制器，实际上，购机已经将微控制器作为单片机的标准名称。这一时期以 51 系列单片机为代表。

第四阶段：微控制器技术成熟阶段。随着技术的不断成熟，国内为对单片机的开发和研制竞争异常激烈，极大地丰富了微控制器的类型，功能不断的完善，成本不断降低，外围电路不断减少，可靠性不断提高。

1.1.2 单片机的特点

单片机是在一块芯片上集成了中央处理器（CPU）、随机存储器（RAM）、只读存储器（ROM）基本输入/输出接口（I/O 接口）、定时器/计数器等部件，使其具备了一台微型计算机的特征。但是由于单片机的应用领域主要集中在控制领域，因此与通用计算机相比，单片机有如下一些特点：

（1）采用哈佛结构体系。

一般通用计算机采用冯·诺依曼体系结构，其特点是计算机的程序和数据使用共同的存储器空间，而单片机一般是面向工业控制领域，要求较大的运算量和较高的运算速度。为了提高数据吞吐量，单片机采用哈佛体系结构，其特点是：①使用两个独立的存储模块，分别存储指令和数据，每个存储模块都不允许指令和数据并存；②使用独立的两条总线，分别作为 CPU 与每个存储器之间的专用通信路径。

（2）采用面向控制的指令系统。

单片机指令系统中有丰富的位操作指令，逻辑功能强大，大量使用单字节指令，处理速度快，效率高。

（3）引脚功能复用。

受制造工艺水平的限制，单片机的引脚数量有限，存在所需要的信号线数多而实际引脚少的情况，许多引脚具有双功能，同样的引脚在不同时间或不同情况下作不同的用途。

（4）片内随机存储器作寄存器。

单片机所使用的寄存器（除了程序寄存器 PC 以外）都是片内 RAM 的某一对应单元。这样可以使存储器的数量多并且容易设计和集成。另外，CPU 直接存取这些寄存器，可以大大提高单片机的响应速度。

(5) 类型齐全。

单片机发展至今, 由于各公司不断地研制、改进、使得单片机产品品种繁多, 系列齐全。用户可以根据不同的应用, 选择功能好、性价比高的产品。

(6) 功能通用。

虽说单片机主要应用于控制领域, 面向测控对象, 但它的功能仍然是通用的, 配上适当的外围设备/电路就可以作为一般的微处理器来使用。

1.1.3 单片机的发展趋势

单片机的发展趋势正在向着性能高、容量大、微型化、集成化等方面发展。

(1) CPU 的改进。

采用双 CPU 或者多 CPU 结构, 以提高数据处理能力和速度; 增加数据总线线宽, 以提高数据处理速度和能力; 采用流水线结构, CPU 中的指令以队列形式排列, 以提高运算速度; 采用串行总线结构, 从而可以减少单片机的引线, 降低单片机的成本。

(2) 存储器的改进。

增大存储器的容量, 以简化外围电路, 提高系统稳定性, 降低产品成本; 片内采用 E²PROM, 以简化系统结构, 提高系统稳定性; 采用 KEPROM (Keyed Access EPROM), 以提高程序的保密性。

(3) 片内 I/O 的改进。

提高并行口的驱动能力, 以减少外围驱动电路; 增加 I/O 接口的逻辑功能; 增加特殊的串行接口功能。

(4) 外围电路的集成。

随着集成电路的技术不断提高, 一些外围电路可以集成到单片机芯片内, 如 A/D 转换器、D/A 转换器、DMA 控制器、中断控制器、锁相环、频率合成器、字符发生器、声音发生器、CRT 控制器、译码驱动器等。

(5) 低功耗。

随着世界性的能源危机已经越来越受到人们的重视, 单片机系统中也应该考虑功耗问题, 由于 CMOS 电路具有功耗小的优点, 目前 8 位单片机的产品中已有半数 CMOS 化, 为了发挥低功耗特点, 这类单片机普遍设置了空闲和钓点两种工作模式, 如 89C51 单片机在正常工作状态时 (即 5V, 12MHz), 其工作电流为 16mA; 而在同样条件下, 空闲模式下其工作电流仅为 3.7mA; 在掉电模式下, 其工作电流只有 50mA。

1.2 51 单片机的基本组成和功能

51 是 Intel 公司在 1980 年推出的 8 位高档单片机系列, 是我国目前应用最广泛的一种单片机系列。51 系列单片机的片内 RAM 容量、I/O 端口系统扩展能力以及指令系统和 CPU 的

处理功能都非常强,尤其是 51 单片机系列所特有的布尔处理机,在逻辑处理和控制方面有着突出的性能。该系列单片机适合用于时控制、智能仪器仪表、自动机床、智能接口、总线实时分布式控制以及通用测控单元等领域。由于 51 系列单片机体积小、功能全、价格低廉、面向控制、开发应用方便,因此具有极强的竞争力。

1.2.1 51 系列单片机的主要功能

51 系列单片机芯片有许多种,如 8051、8751、80C51、89C51、89S51 等,其中以 8051/80C51 为核心,其他型号的单片机产品都是在此基础上发展起来的,主要功能基本相同,指令系统完全兼容,仅在内部结构和应用特性方面稍有差异。51 系列单片机的主要功能如下:

- (1) 8 位 CPU。
- (2) 片内 128KB RAM。
- (3) 片内 4KB ROM/EPROM。
- (4) 特殊功能寄存器区。
- (5) 2 个优先级的 5 个中断源结构。
- (6) 4 个 8 位并行 I/O 口 (P0~P3)。
- (7) 2 个 16 位定时器/计数器。
- (8) 全双工串行口。
- (9) 布尔处理器。
- (10) 64KB 外部数据存储器地址空间。
- (11) 64KB 外部程序存储器地址空间。
- (12) 片内振荡器及时钟电路。

表 1-1 给出了 51 系列单片机的功能配置。

表 1-1 51 系列单片机片内功能配置

种类		ROM	EPROM	RAM	定时器/计数器	I/O		中断源
						并行	串行口	
基本型	8031	—	—	128KB	2×16 位	4×8 位	1 个	5
	8051	4KB	—	128KB	2×16 位	4×8 位	1 个	5
	8751	—	4KB	128KB	2×16 位	4×8 位	1 个	5
增强型	8032	—	—	256KB	2×16 位	4×8 位	1 个	6
	8052	8KB	—	256KB	2×16 位	4×8 位	1 个	6
	8752	—	8KB	256KB	2×16 位	4×8 位	1 个	6

8051 片内程序存储器为掩膜 ROM,在特殊情况下可以在制作芯片时直接将专用程序固化进去,称为专用单片机;8031 单片机内部没有 ROM,使用时需要外接 EPROM 芯片;8751、89C51 等单片机则采用了 EPROM,可以方便地改写程序。

8052 单片机是 8051 单片机的增强型,除了兼容 8051 单片机的全部功能外,还增强了其他功能,如 8KB 的 ROM、256KB 的 RAM、3 个 16 位的定时器/计数器、6 个中断源。

1.2.2 51 系列单片机基本结构

51 单片机采用哈佛体系结构,即程序存储器和数据存储器彼此独立。图 1-2 给出了典型的 51 单片机的内部结构示意图。

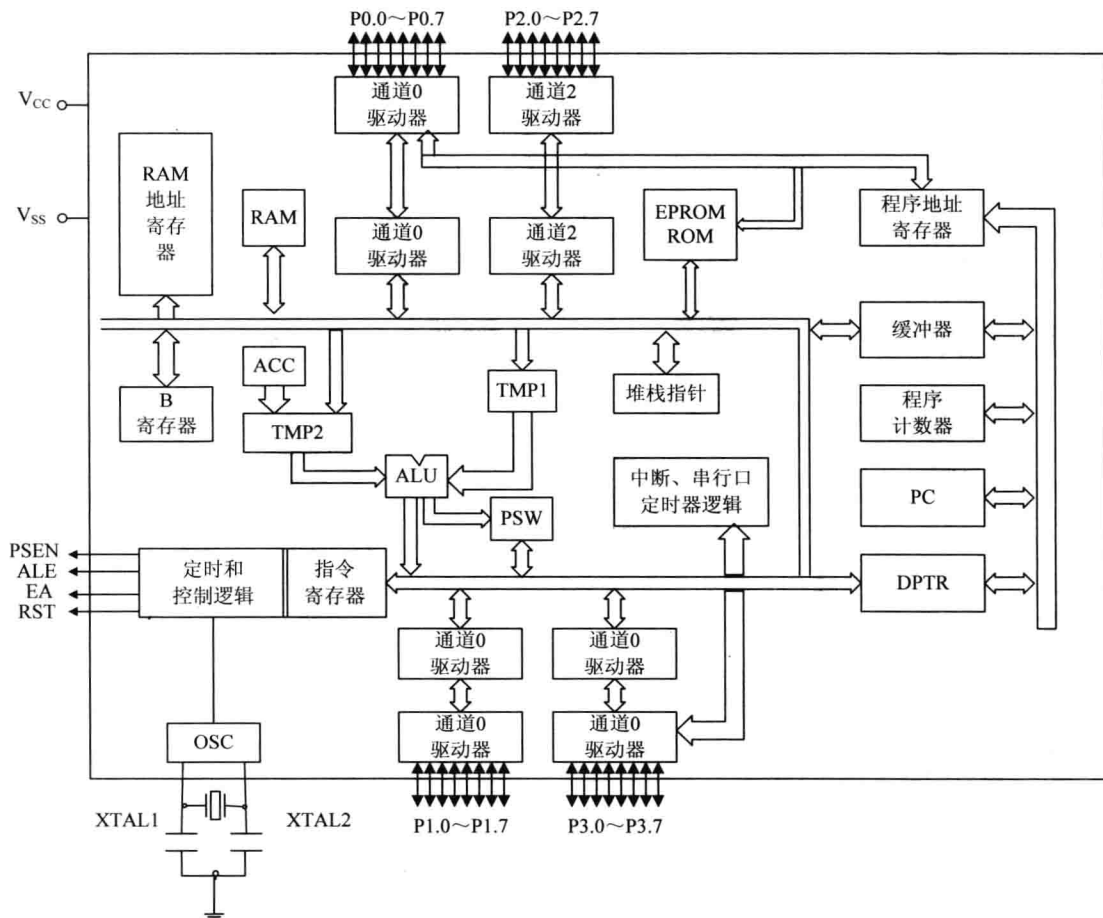


图 1-2 单片机内部基本结构方框图

51 单片机由中央处理单元（CPU）、程序存储器（ROM/EPROM）、数据存储器（RAM）、并行接口、串行接口、定时器/计数器、中断系统及时钟电路组成。

(1) 中央处理单元。

中央处理单元是单片机的核心部件,包括运算器、控制器和寄存器,其功能是对数据进

行算术逻辑运算,产生控制信号,负责数据的输入与输出。另外,51系列单片机的CPU中还包含了一个专门处理1位二进制数的布尔处理器,用于进行位操作。

(2) 片内程序存储器。

8051共有4096个8位掩膜ROM,用以存放程序、原始数据和表格,但是也有些单片机内部本身不附带ROM,如8031、80C31。

(3) 片内数据存储器。

RAM用以存放可以读写的数据,如运算中间结果、最终结果以及显示的数据等。8051内部有128个8位数据存储单元和128个专用寄存器单元,它们是统一编址的,专用寄存器只能用于存放控制指令数据,用户只能访问,不能用于存放用户数据,所以用户能使用的RAM只有128个。

(4) 并行接口。

51系列单片机提供了4个8位并行接口(P0~P3),每个I/O口可以用做输入,也可用做输出,实现数据的并行输入/输出。

(5) 串行接口。

51单片机有一个全双工的串行接口,可以实现单片机之间或其他设备之间的串行通信。该串行口的功能较强,既可以作为全双工异步通信收发器使用,也可以作为同步移位器使用。51系列单片机的串行口有4种工作方式,可以通过编程选定。

(6) 定时器/计数器。

51子系列单片机共有2个16位的定时器/计数器(52子系列有3个),每个定时器/计数器既可以设置成计数方式,也可以设置为定时方式,并以其计数或定时结果对计算机进行控制。

(7) 中断系统。

51系列单片机共有5个中断源(52系列有6个),分为2个优先级,每个中断源的优先级都可以编程进行控制。

(8) 时钟电路。

51单片机芯片内部有时钟电路,用以产生整个单片机运行的脉冲序列,但需要外接石英晶体和微调电容,允许最高振荡频率为12MHz。

51单片机的基本功能总体结构框图如图1-3所示。

1.2.3 51系列单片机外部引脚

51系列单片机中的8031、8051、8751、89C51单片机均采用40个引脚(PIN)和HMOS工艺制造的双列直插式封装,(Dual In-line Package, DIP)。在这40个引脚中,正电源盒接地线2根,外置石英振荡器的时钟线2根,4组8位I/O共32个口,中断接口线与并行接口中的P3接口线复用。因为受到引脚数目的限制,51单片机的引脚具有第二功能。51单片机的具体引脚如图1-4所示。

(1) 电源引脚 V_{CC} 和 V_{SS} 。

① V_{CC} (40引脚): 电源端,芯片正常工作和对EPROM编程、验证时接入的+5V电源。

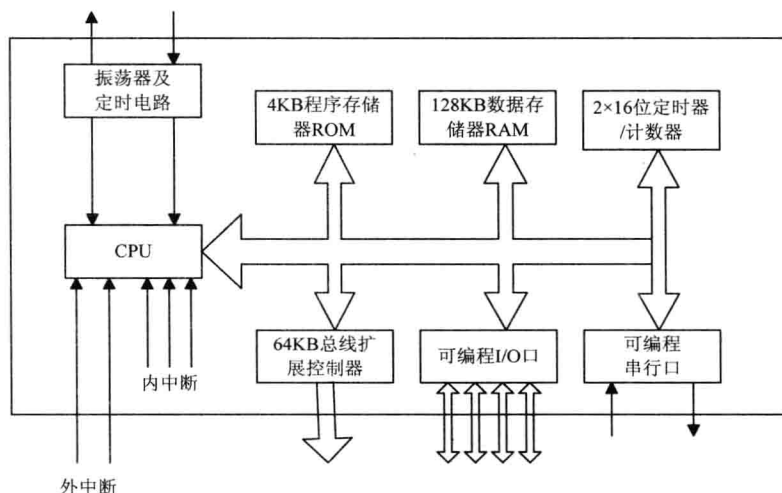


图 1-3 51 单片机基本结构框图

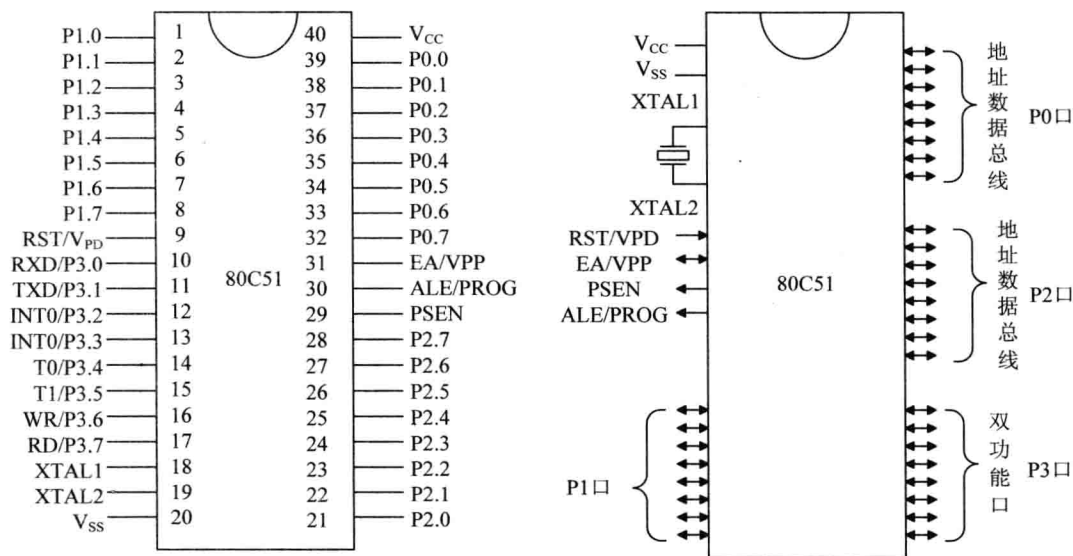


图 1-4 51 单片机芯片引脚

② V_{SS} (20 引脚): 接地端口。

(2) 时钟电路引脚 XTAL1 和 XTAL2。

① XTAL1 (19 引脚): 接外部晶体和微调电容的一个引脚。在芯片内部, 它是振荡电路反相放大器的输入端, 在采用外部时钟时, 此引脚应接地。

② XTAL2 (18 引脚): 接外部晶体和微调电容的另一端。在芯片内部, 它是振荡电路反相放大器的输出端, 振荡电路的频率就是晶体的固有频率。在外接外部时钟时, 该引脚接收振

荡器的脉冲信号,即将此脉冲信号直接接到内部时钟发生器的输入端。要检查 51 单片机的振荡电路是否正确工作,可用示波器查看 XTAL2 端口是否由脉冲信号输出,若有信号输出,则为正常工作。

(3) 控制信号引脚 RST、ALE、PSEN 和 EA。

① RST/V_{PD} (9 引脚): 复位信号输入端,高电平有效。当此输入端保持两个机器周期(即 24 个时钟振荡周期)的高电平时,就可以完成复位操作。RST 引脚的第二功能 V_{PD} 为备用电源输入端。

② ALE/PROG (30 引脚): 地址锁存允许信号端口。当访问外部存储器时,ALE 用于锁存出现在 P0 端口的低 8 位地址,以实现低位地址和数据的隔离。当 51 单片机上电正常工作时,ALE 就以时钟振荡频率的 1/6 的固定频率周期地向外输出正脉冲信号,因此它也可以作为外部时钟或外部定位脉冲源使用。此引脚的第二功能 PROG 是在对 8751 的 EPROM 编程时作为编程脉冲的输入端。

③ PSEN (29 引脚): 程序存储允许输出信号端口,低电平有效。在从片外 ROM 读取指令或常数时,每个机器周期 PSEN 两次有效,以实现片外 ROM 单元的读操作。当访问片外 RAM 时,PSEN 信号不出现。PSEN 同样可以驱动 8 个 LS 型 TTL 输入。

④ EA/V_{PP} (31 引脚): 外部程序存储器地址允许输入端口或固化编程电压输入端口,低电平有效。当 EA 为低电平时,对 ROM 的读操作限定在外部程序存储器,当 EA 位高电平时,对 ROM 的读操作从内部程序存储器开始(程序计数器 PC 的值小于 4K 时),当 PC 值大于 4K 时,CPU 自动转向执行外部程序存储器的读操作。此引脚的第二功能 V_{PP} 用于 8751 的 EPROM 编程时转入 21V 的编程电压。

(4) I/O 口 P0~P3。

51 系列单片机由 4 个 8 位 I/O 口(P0~P3),P0 口为三态双向口,负载能力为 8 个 LS 型 TTL 门电路,P1~P3 为准双向口,用作输入时,端口锁存器必须先写“1”,负载能力为 4 个 LS 型 TTL 门电路。

① P0 口(P0.0~P0.7, 39~32 引脚): 是一个漏极开路型双向 I/O 口,每位能驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。在访问外存储器时,P0 分时提供低 8 位地址和 8 位数据的复用总线;当不接片外存储器或不扩展 I/O 接口时,P0 可作为一个通用输入/输出口。当 P0 作为输入口使用时,应先向口锁存器写“1”,此时 P0 口的全部引脚浮空,可作为高阻抗输入;当 P0 口作为输出口使用时,由于输出电路为漏极开路电路,必须外接上拉电阻。

图 1-5 所示是 P0 口的位结构,其中包括 1 个输出锁存器、2 个三态缓冲器、1 个输出驱动电路和 1 个输出控制端。输出驱动电路由一对场效应管组成,其工作状态受输出端的控制,输出控制端由 1 个与门、1 个反相器和 1 个转换开关 MUX 组成。对于 8051/8751 单片机来讲,P0 口既可作为输入输出口,又可作为地址/数据总线使用。

② P1 口(P1.0~P1.7, 1~8 引脚): P1 口是一个有内部上拉电阻的准双向口,如图 1-6 所示,P1 口的每一位口线能独立用作输入线或输出线。用作输出时,如将“0”写入锁存器,

场效应管导通, 输出线为低电平, 即输出为“0”。因此在用作输入时, 必须先将“1”写入口锁存器, 使场效应管截止。该口线由内部上拉电阻提拉成高电平, 同时也能被外部输入端拉成低电平, 即当外部输入“1”时该口线为高电平, 而输入“0”时, 该口线为低电平。P1 口用作输入时, 可被任何 TTL 电路和 MOS 电路驱动, 由于具有内部上拉电阻, 也可以直接被集电极开路 and 漏极开路电路驱动, 不必外加上拉电阻。P1 口可驱动 4 个 LS 型 TTL 门电路。

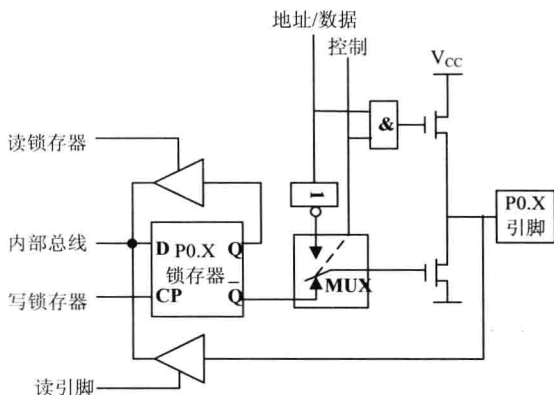


图 1-5 P0 口的位结构

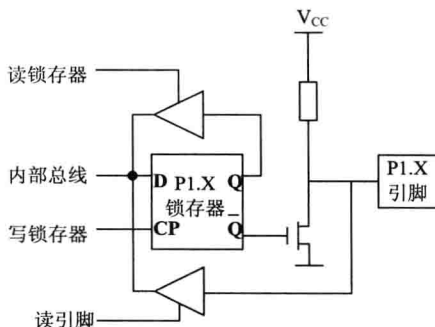


图 1-6 P1 口的位结构

③ P2 口（P2.0~P2.7, 21~28 引脚）：P2 口是一个带有内部上拉电阻的 8 位准双向通用 I/O 口, 每一位口线能驱动 4 个 LS 型 TTL 负载; 当系统中接有外部存储器时, P2 口用于输出高 8 位地址 A15~A8。P2 口的位结构如图 1-7 所示, 引脚上拉电阻同 P1 口。在结构上, P2 口比 P1 口多一个输出控制部分。

④ P3 口（P3.0~P3.7, 10~17 引脚）：P3 口是一个多用途的接口, 也是一个准双向口, 作为第一功能使用时, 其功能同 P1 口。P3 口的位结构如图 1-8 所示。

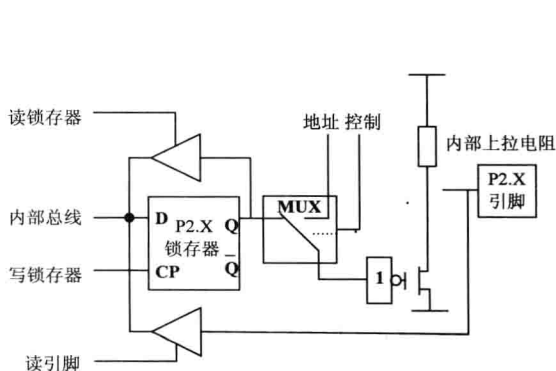


图 1-7 P2 口的位结构

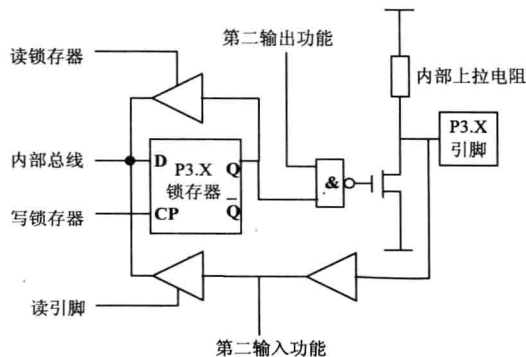


图 1-8 P3 口的位结构