



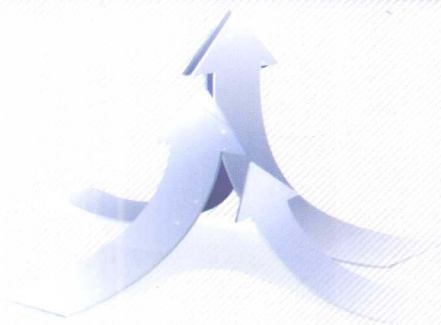
物流信息化系列丛书

WULIU XINXIHUA XILIE CONGSHU WULIU XINXIHUA XILIE CONGSHU WULIU XINXIHUA XILIE CONGSHU

单片机原理及应用



◎ 孙媛 刘丙午 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

物流信息化系列丛书

单片机原理及应用

孙 媛 刘丙午 编著

机械工业出版社

本书紧密结合煤气控制器数据采集监控系统的工程设计,详细介绍了51系列单片机的相关知识。全书分为3篇,共15章,主要内容包括51系列单片机基础、存储器的结构及分配、汇编语言程序设计、指令系统、定时/计数器、中断系统、串行接口,以及单片机应用系统设计概述、煤气控制器监控网络设计、煤气控制器存储器的分配、键盘接口、液晶显示、容错与数据安全、单片机应用系统设计与调试、51内核的 ZigBee 单片机 CC2430。

本书实例丰富,语言简洁,实用性强,提供了完整的汇编程序和流程图。本书可以作为单片机初学者、电子设计爱好者、电子工程师、系统开发人员的参考用书,也可以作为高等院校计算机、自动控制、电子工程等相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用/孙媛,刘丙午编著. —北京:机械工业出版社, 2010.9

(物流信息化系列丛书)

ISBN 978-7-111-31564-3

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第156529号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈玉芝 责任编辑:王华庆

版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010年9月第1版第一次印刷

184mm×260mm·12.5印张·306千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31564-3

定价:27.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网站:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

单片机自 20 世纪 70 年代问世以来,已对人类社会产生了巨大的影响。51 系列单片机是目前使用范围最广泛的一类微处理器,由于其具有集成度高、处理功能强、可靠性高、系统结构简单、价格低廉、易于使用等优点,使其在工业控制、智能仪器仪表、办公自动化、数控机床、家用电器等诸多领域得到广泛应用。

本书以楼宇煤气控制器数据采集监控系统为例,能使读者通过工程设计的过程理解单片机的原理。本节理论与实践有机结合,克服了只重视理论而缺少实践,或只重视实践而没有理论讲解的缺点。通过对该案例的导读,读者可以了解单片机项目开发的过程,并能够为同类型的单片机应用系统开发提供可借鉴的方法和实践经验。

本书的主要特点有:

1. 克服了以往知识点散乱,单片机的各个环节不能有机结合的缺点,力求做到围绕单片机系统项目开发展开,使读者能够通过一个案例了解同一类项目的开发过程。
2. 重点章节增加了汇编语言代码和程序流程图,便于读者完整理解单片机项目开发过程。
3. 本书以 51 系列单片机基本原理为主。由于楼宇煤气控制器数据采集监控系统采用的是 ATMELE 公司的 AT89C52 (简称为 89C52) 单片机,所以在有些地方是以 89C52 为具体单片机进行讲解的,目的是为了使得读者更好地理解楼宇煤气控制器数据采集监控系统的开发。
4. 对于 51 系列单片机的基本原理、编程方法、基本指令系统,力求做到文字精练、知识点清晰。

本书紧密结合楼宇煤气控制器数据采集监控系统的工程设计,详细介绍了 51 系列单片机的相关知识。全书分为 3 篇,共 15 章。第 1 篇为基础篇,介绍了 51 系列单片机原理;第 2 篇为实践篇,介绍了煤气控制器数据采集监控系统的应用;第 3 篇为发展篇,介绍了 51 内核无线网络片上系统 CC2430。实践篇的各章节贯穿了煤气控制器的各个环节,使读者能够了解单片机项目开发的整个过程。该篇各章节间也相对独立,读者可根据需要选择阅读。

本书第 1~14 章由孙媛编著,第 15 章由刘丙午教授编著,全书由刘丙午教授统稿。此外,本书在编写过程中还得到了北京物资学院信息学院院长领导、同事的热情支持,在此一并表示感谢。

本书得到了北京市属高等学校人才强教计划资助项目 (PHR200906210)、北京市教育委员会科研基地建设项目 (WYJD200902)、“十一五”国家科技支撑计划重点项目课题 (2009BAH46B06)、北京市哲学社会科学规划项目 (09BaJG258)、北京市教育委员会科技发展计划项目 (KM200910037002)、北京高校特色专业建设项目——信息管理与信息系统特色建设项目等的资助,在此表示感谢。

由于时间紧迫,书中难免有遗漏或不足之处,恳请广大读者提出宝贵意见。欢迎读者通过邮箱 sunyuanen@sohu.com 与作者联系。

编 者

目 录

前言

第 1 篇 基础篇：51 系列单片机原理

第 1 章 51 系列单片机基础 1

1.1 单片机概述 1

1.2 51 系列单片机简介 3

第 2 章 51 系列单片机存储器的结构及分配 13

2.1 51 系列单片机的基本存储结构 13

2.2 程序存储空间 14

2.3 数据存储空间 15

第 3 章 51 系列单片机汇编语言程序设计 20

3.1 程序设计简介 20

3.1.1 程序设计语言的种类 20

3.1.2 汇编语言的编辑与汇编 21

3.1.3 汇编语言的开发系统 21

3.1.4 汇编语言的调试 22

3.1.5 汇编语言的指令类型 22

3.1.6 数据的表示方法 22

3.1.7 汇编语言编程的方法和技巧 22

3.1.8 汇编语言程序设计的步骤 23

3.2 程序设计基础 24

3.2.1 汇编语言的特点 24

3.2.2 汇编语言的语句格式 24

3.3 伪指令 25

3.4 程序设计结构 27

3.4.1 顺序程序的设计 27

3.4.2 分支程序的设计 28

3.4.3 循环程序的设计 30

3.4.4 查表程序的设计 34

3.4.5 子程序的设计 37

3.4.6 散转程序的设计 41

第 4 章 51 系列单片机的指令系统 45

4.1 指令格式 45

4.2 指令符号 47

4.3 寻址方式 47

4.3.1 立即数寻址 48

4.3.2 直接寻址 48

4.3.3 寄存器寻址 49

4.3.4 寄存器间接寻址 49

4.3.5 变址寻址（基址寄存器 + 变址寄存器间接寻址） 50

4.3.6 相对寻址 50

4.3.7 位寻址 50

4.4 51 系列单片机的基本指令系统 51

4.4.1 数据传送类指令 51

4.4.2 算术运算类指令 53

4.4.3 逻辑运算及移位指令 55

4.4.4 控制转移指令 57

4.4.5 位（布尔变量）操作指令 58

4.5 51 系列单片机指令汇总 59

第 5 章 51 系列单片机定时/计数器 65

5.1 T0 和 T1 65

5.1.1 T0 和 T1 的功能控制 65

5.1.2 T0 和 T1 的工作模式 67

5.2 T2 69

5.2.1 T2 控制寄存器 69

5.2.2 T2 的工作方式 70

5.3 煤气控制器中定时器的应用 71

第 6 章 51 系列单片机中断系统 73

6.1 中断需要解决的问题 73

6.2 中断的功能 74

6.3 51 系列单片机中断系统的结构 74

6.4 中断响应过程 79

6.5 中断服务子程序的设计	81	9.3.1 串行接口通信初始化	117
6.6 外部中断源的扩展	82	9.3.2 串行接口通信程序设计	119
6.7 煤气控制器通信的中断方式	83	9.4 煤气控制器串行接口通信程序	123
第7章 51 系列单片机串行接口	84	第10章 煤气控制器存储器的分配	129
7.1 串行通信概述	84	10.1 煤气控制器数据存储空间的分配	129
7.1.1 串行通信分类	84	10.2 煤气控制器数据存储空间的扩展	139
7.1.2 串行通信的数据传送方式	86	第11章 键盘接口	140
7.2 串行通信标准	87	11.1 单片机与键盘的接口类型	140
7.2.1 串行通信总线标准	87	11.2 键盘设计时应处理的问题	142
7.2.2 RS-232C 标准	87	11.3 煤气控制器的键盘设计	143
7.2.3 串行通信线路的应用	91	第12章 液晶显示	147
7.2.4 串口通信的连接方式	92	12.1 液晶显示简介	147
7.3 串行接口的内部结构	93	12.2 煤气控制器液晶显示	149
7.4 串行接口功能控制	94	第13章 容错与数据安全	152
7.5 串行接口的工作方式	95	13.1 看门狗电路	152
7.5.1 串行接口的工作方式0	95	13.2 数据掉电保护	154
7.5.2 串行接口的工作方式1	96	13.2.1 AT24C 系列 I ² C 总线接口 EEPROM	154
7.5.3 串行接口的工作方式2	97	13.2.2 24C16 读写操作	155
7.5.4 串行接口的工作方式3	98	13.3 煤气控制器容错与数据安全措施	166
7.6 串行接口的波特率	98	第14章 单片机应用系统设计 与调试	168
7.7 单片机串行接口的应用	100	14.1 单片机应用系统设计的步骤	168
7.8 数据通信中的校验与纠错	101	14.2 单片机应用系统的开发	169
第2篇 实践篇：煤气控制器数据 采集监控系统的应用		14.3 单片机应用系统的调试	170
第8章 单片机应用系统设计概述	103	14.4 单片机应用系统抗干扰技术	171
8.1 单片机设计概述	103	第3篇 发展篇：51 内核无线 网络片上系统 CC2430	
8.2 煤气控制器的功能	104	第15章 51 内核的 ZigBee 单片机 CC2430	177
8.3 煤气控制器应用系统的总体设计	104	15.1 无线网络与物流技术的融合	177
8.3.1 煤气控制器的硬件设计	105	15.2 ZigBee 无线网络通信技术	177
8.3.2 煤气控制器的软件设计	107	15.2.1 ZigBee 的特点	177
第9章 煤气控制器监控网络设计	110	15.2.2 ZigBee 无线芯片 CC2430	178
9.1 煤气控制器监控通信系统	110	15.3 CC2430 基础	180
9.1.1 煤气控制器串行通信组网	110	15.3.1 CC2430 的主要特性	180
9.1.2 通信帧格式	113	15.3.2 CC2430 的引脚和 I/O 配置	182
9.1.3 通信方法	114		
9.2 上位机通信程序	115		
9.3 煤气控制器串行接口设计	117		

15.3.3 CC2430 的 CPU 介绍	184	15.4.3 MAC 定时/计数器	188
15.4 CC2430 的外围设备	187	15.5 CC2430 的无线模块	189
15.4.1 L/O 端口	187	参考文献	191
15.4.2 DMA 控制器	188		

第 1 篇 基础篇：51 系列 单片机原理

第 1 章 51 系列单片机基础

1.1 单片机概述

随着大规模集成电路技术的发展，单片机也随之有了较大的发展，各种新颖的单片机层出不穷。从硬件到指令系统，单片机都是按照工业控制领域所提出的要求而精心设计的。因此，单片机具有体积小、功耗低、价格便宜、可靠性高、控制能力强、开发使用简单等一系列优点，自其问世以来就得到了广泛应用，并显示出其强大的魅力。

1. 单片机的产生 从 1946 年世界上第一台计算机诞生以来，整个计算机产业迅猛发展。然而，直到 20 世纪 60 年代，计算机在实际控制领域才崭露头角，主要用于数值计算、逻辑运算。近年来，为了满足小型设备或便携式设备的需求，在计算机的大家族中，单片微型计算机发展十分迅速，基本渗透到了电子设计领域的各个方面。单片微型计算机是微型计算机的一个重要分支，它使计算机从大量数值计算进入智能控制领域，开创了计算机控制的新局面。

单片微型计算机（Single - Chip Microcomputer）简称为单片机。它将运算器、控制器、存储器和各种输入/输出（I/O）接口等计算机的主要部件集成在一块芯片上，得到一个单芯片微型计算机。虽然只是一块芯片，但是它在组成和功能上已经具有计算机的特点。其基本组成如图 1-1 所示。

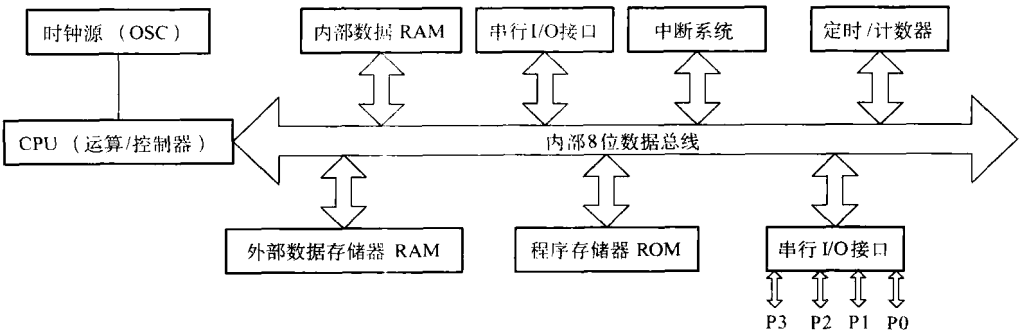


图 1-1 单片机的基本组成

20 世纪 70 年代初，“微处理器”问世了。20 世纪 70 年代中期，为了满足广泛应用的需

要,微型计算机向着以下两个不同的方向发展:

- (1) 高速度、大容量、高性能的高档微型计算机方向,这一分支形成 PC。
- (2) 功能完善、稳定可靠、体积小、价格低廉、面向控制的单片机方向。

对于面向控制的单片机,在工业控制领域,人们对其提出了许多与传统大量高速数值计算完全不同的控制要求,如:能够面向控制对象,便于进行控制变量的输入/输出;能够适应工业现场较为恶劣的工作环境;体积小,能够嵌入控制系统内部;控制能力突出,具有丰富的用于控制的指令系统和 I/O 接口等。这使得单片机系统成为工业测控系统中最为理想的控制系统。

2. 单片机的发展历程 单片机的发展历程通常划分为 4 个阶段:

(1) 第一阶段(1970—1974): 4 位单片机时代。这种单片机包含多种接口,如 A/D 和 D/A 以及并行接口等。丰富的 I/O 接口使得 4 位单片机具有很强的控制能力,主要应用于收音机、电视机和电子玩具等。

(2) 第二阶段(1974—1978): 低中档 8 位单片机时代,以 Intel 公司的 MCS—48 系列单片机为代表。这时的单片机内部集成了 8 位 CPU、多个并行 I/O 接口、8 位定时/计数器、小容量的 RAM 和 ROM 等。这种单片机没有串行接口,操作比较简单。

(3) 第三阶段(1978—1983): 高档 8 位单片机时代。这一时期,以 Intel 公司的 MCS—51 系列单片机为代表,性能有了明显的提高,主要是为其内部增加了串行通信接口,具备多级中断处理系统,将定时/计数器扩展为 16 位,扩大了 ROM 和 RAM 的容量等。这类单片机功能强,应用范围广,至今仍有一定的应用市场。

(4) 第四阶段(1983 年至今): 增强型 8 位单片机及 16 位单片机时代,是微控制器的全面发展阶段。这一阶段出现了许多新型的 8 位单片机,其工作频率、内部资源等都有很大的提升,例如 PIC 系列单片机、ARM 系列单片机、AVR 系列单片机、C8051F 系列单片机等。还有一些厂商推出了 16 位单片机,甚至 32 位单片机,其功能不断增强,集成度不断提高。

虽然新型的、功能强的单片机不断推出,但 4 位、8 位、16 位单片机根据自己的特点,仍有各自不同的应用领域。例如,4 位单片机在一些简单的家用电器和电子玩具中使用,8 位单片机在中、小规模电子设计中占主流地位,而 16 位单片机在比较复杂的控制系统中才有应用。

3. 单片机的发展趋势 未来的单片机将呈现多元化的发展趋势,但其位数却不一定继续增加。

(1) 高集成度。随着集成电路制作工艺的不断发展,未来单片机芯片内部所集成的 ROM/RAM 容量会适当增大,芯片体积会越来越小,价格会不断降低。

(2) 外部电路内装化。开发单片机产品,通常要根据系统设计的要求扩展外围芯片。随着芯片的高度集成化和“以人为本”的思想在单片机设计上的体现,今后的单片机产品要将一些常用的功能部件(如 A/D 转换器、D/A 转换器、LCD 驱动电路等)集成到芯片内部。

(3) 低功耗。

(4) 引脚多功能化。

(5) 高性能。

(6) 芯片专用化。

4. 单片机的特点 单片机的特点有很多,从应用的角度来讲,主要体现为以下几点:

- (1) 实现控制系统的在线应用。
- (2) 软/硬件结合控制。
- (3) 能适应较为恶劣的工作环境。
- (4) 软件性能稳定。

5. 单片机的应用 利用单片机开发的产品可以实现小型化、智能化和多功能化。单片机已经渗透到人们生产和生活的众多领域,例如:

- (1) 工业控制领域。
- (2) 家用电器领域。
- (3) 智能仪器仪表领域。
- (4) 办公自动化领域。
- (5) 商业营销领域。
- (6) 航空、航天等高科技领域。

1.2 51 系列单片机简介

1. 51 系列单片机概述 51 系列单片机是指 Intel 公司的 MCS—51 系列单片机以及与其具有兼容内核的单片机。MCS—51 单片机是美国 Intel 公司于 1980 年推出的产品。与 MCS—48 单片机相比, MCS—51 系列单片机的结构更先进,功能更强,它在原来的基础上增加了更多的电路单元和指令。现在, MCS—51 系列单片机或其兼容的单片机仍是应用的主流产品。MCS—51 系列单片机把微型计算机的主要部件都集成在一块芯片上,使得数据传送距离大大缩短,可靠性更高,运行速度更快。MCS—51 系列单片机属于芯片化的微型计算机,其各功能部件在芯片中的布局 and 结构得到最大优化,抗干扰能力加强,工作也相对稳定。因此,在工业测控系统中,使用 MCS—51 系列单片机是最理想的选择。MCS—51 系列单片机的开发环境要求较低,软件资源十分丰富,只需配备一台 PC 和一台仿真编程器即可实现产品开发。

MCS—51 系列单片机主要包括 8031、8051 和 8751 等通用产品,其主要功能如下:

- (1) 8 位 CPU。
- (2) 4KB 程序存储器 (ROM)。
- (3) 128B 数据存储器 (RAM)。
- (4) 32 条 I/O 接口线。
- (5) 111 条指令,并且大部分为单字节指令。
- (6) 21 个专用寄存器。
- (7) 2 个可编程序定时/计数器。
- (8) 5 个中断源,2 个优先级。
- (9) 一个全双工串行通信接口。
- (10) 数据存储器寻址空间为 64KB。
- (11) 程序存储器寻址空间为 64KB。

- (12) 位寻址功能。
- (13) 封装为双列直插（DIP）。
- (14) 5V 电源供电。

MCS—51 系列单片机以其典型的结构、完善的总线专用寄存器集中管理、众多的逻辑位操作功能以及面向控制的丰富的指令系统，为以后其他单片机的发展奠定了基础。正因为其优越的性能和完善的结构，后来的许多厂商大多沿用或参考了其体系结构。

MCS—51 系列单片机也在不断发展，并且增加了许多新的功能部件。常用 MCS—51 系列单片机的特性见表 1-1。

表 1-1 常用 MCS—51 系列单片机的特性

型号	片内存储器		I/O 接口线 /条	16 位定时/ 计数器/个	中断源/个	串行接口	A/D 转换器
	程序	数据/B					
8031	—	128	32	2	5	UART	—
8051	4KB ROM	128	32	2	5	UART	—
8751	4KB EPROM	128	32	2	5	UART	—
80C31	—	128	32	2	5	UART	—
80C51	4KB ROM	128	32	2	5	UART	—
87C51	4KB EPROM	128	32	2	5	UART	—
8032	—	256	32	2	6	UART	—
8052	8KB ROM	256	32	3	6	UART	—
8752	8KB EPROM	256	32	3	6	UART	—
80C232	—	256	32	3	7	UART	—
80C252	8KB ROM	256	32	3	7	UART	—
87C252	8KB EPROM	256	32	3	7	UART	—
80C552	—	256	40	3 + WDT	15	UART, I ² C	8 × 10bit
83C552	8KB ROM	256	40	3 + WDT	15	UART, I ² C	8 × 10bit
87C552	8KB EPROM	256	40	3 + WDT	15	UART, I ² C	8 × 10bit
80C592	—	512	40	3 + WDT	15	UART, CAN	8 × 10bit
83C592	16KB ROM	512	40	3 + WDT	15	UART, CAN	8 × 10bit
87C592	16KB EPROM	512	40	3 + WDT	15	UART, CAN	8 × 10bit

2. 兼容 MCS—51 系列单片机的产品 PHILIPS、DALLAS 和 ATMEL 等著名半导体公司推出了兼容 MCS—51 系列单片机的产品。ATMEL 公司生产的 AT89 系列单片机以内含 EEPROM 为主要特色。ATMEL 公司生产的 51 系列单片机主要产品见表 1-2。

表 1-2 ATMEL 公司生产的 51 系列单片机主要产品

产品	工作电压 /V	编程电压 /V	16 位定时/ 计数器/个	中断源 /个	时钟 /MHz	I/O 接口线 /条	节电 模式	存储器	封装
AT89S51	2.7 ~ 6	12/5	2	6	0 ~ 24	32	有	4KB/128B	40
AT89S52	2.7 ~ 6	12/5	3	6	0 ~ 24	32	有	8KB/256B	40
AT89C51	2.7 ~ 6	12/5	2	5	0 ~ 24	32	有	4KB/128B	40
AT89C52	2.7 ~ 6	12/5	3	8	0 ~ 24	32	有	8KB/256B	40
AT89C55	2.7 ~ 6	12/5	3	8	0 ~ 24	32	有	20KB/256B	44
AT89S8252	2.7 ~ 6	12/5	3	9	0 ~ 24	32	有	10KB/256B	40
AT89C2051	2.7 ~ 6	12/5	2	5	0 ~ 24	15	有	2KB/128B	20
AT89C1051	2.7 ~ 6	12/5	1	3	0 ~ 24	15	有	1KB/64B	20

以这些产品为主, ATME1 公司已经生产了 50 多种 51 系列单片机。表 1-2 中的存储器是指程序存储器和内部数据存储器, 例如 AT89C52 的 8KB/256B 是指内含 8KB 的程序存储器 (Flash ROM) 和内含 256B 的数据存储器 (RAM)。

3. AT89C52 系列单片机的基本结构 AT89C52 单片机 (简称为 89C52) 是美国 ATME1 公司生产的低电压、高性能 CMOS 8 位单片机。其片内含 8KB 可反复擦写的 Flash 只读程序存储器和 256B 的随机存取数据存储器 (RAM); 元器件采用 ATME1 公司的高密度、非易失性存储技术生产, 与标准 MCS—51 指令系统及 8052 产品引脚兼容; 片内置通用 8 位中央处理器 (CPU) 和 Flash 存储单元。功能强大的 89C52 单片机适合在许多控制较为复杂的场合应用。

89C52 单片机由中央处理器 (CPU)、程序存储器 (ROM)、数据存储器 (RAM)、串行接口、并行 I/O 接口、定时/计数器、中断系统以及数据总线、地址总线和控制总线等组成。89C52 单片机内部结构框架示意图如图 1-2 所示。

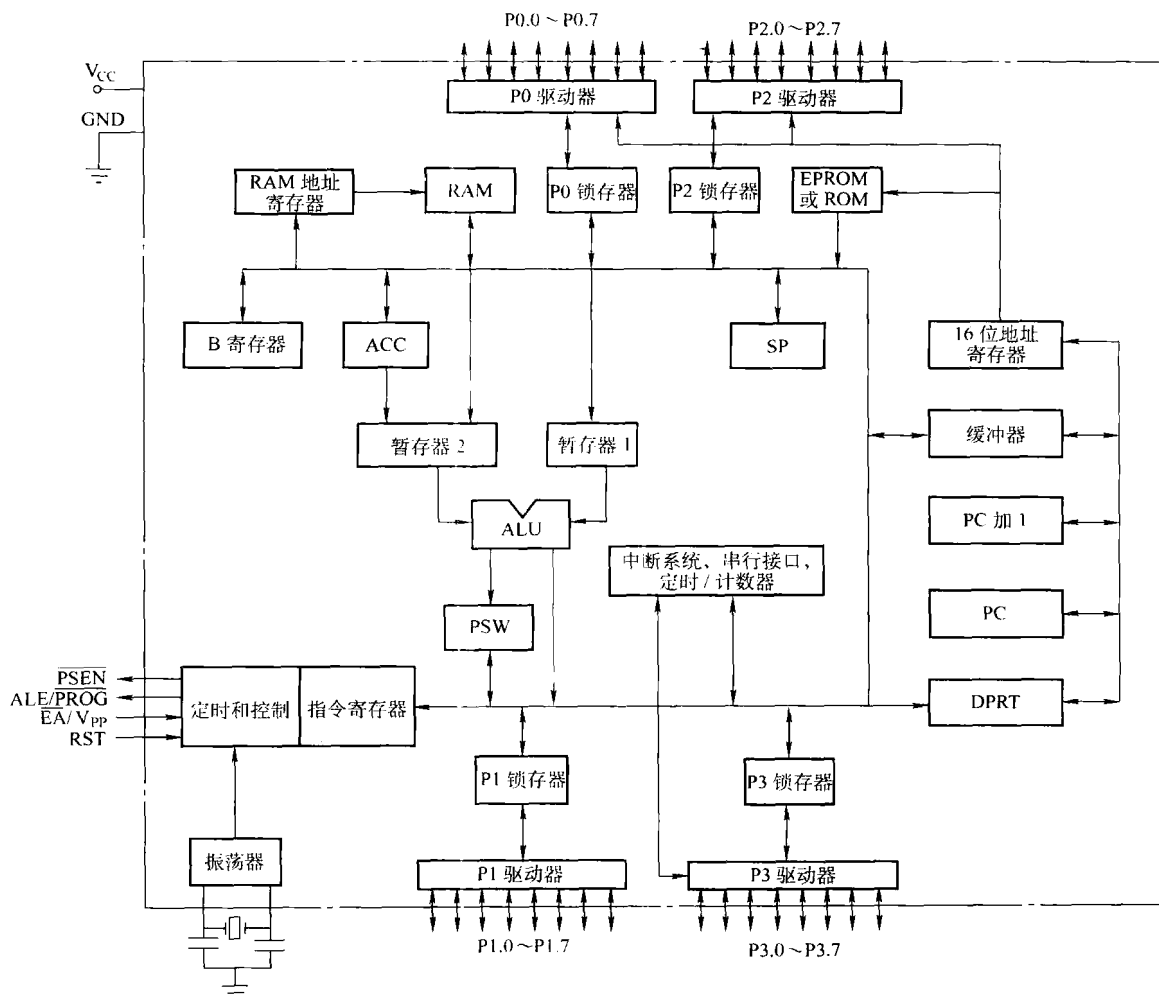


图 1-2 89C52 单片机内部结构框架示意图

89C52 单片机的性能都反映在单片机所特有的结构和资源上, 这里首先介绍单片机的基本结构。

(1) 微处理器 (CPU)。89C52 单片机中有 1 个 8 位数据宽度的处理器, 主要由算术逻辑运算部件、控制器和专用寄存器三部分组成, 增加了面向控制的位处理功能。它负责控制、指挥和调度整个单元系统协调地工作, 完成运算和控制输入/输出等功能。

(2) 数据存储器 (RAM)。数据存储器片内数据存储器容量为 256B, 片外最多可外扩 64KB。

(3) 程序存储器 (Flash ROM)。程序存储器用来存储程序。89C52 单片机片内有 8KB 的 Flash ROM, 如果片内程序存储器的容量不够, 片外最多可外扩程序存储器 64KB。

(4) 中断系统。89C52 单片机具有 8 个中断源, 2 级中断优先权。

(5) 定时/计数器。89C52 单片机具有 3 个 16 位定时/计数器, 具有 4 种工作方式。

(6) 串行接口。89C52 有一个全双工的串行接口, 具有 4 种工作方式, 可用来进行串行通信和扩展并行 I/O 接口, 并可与多单片机相连构成多机系统, 从而使单片机的功能更强, 应用更广。

(7) P0 端口、P1 端口、P2 端口和 P3 端口。89C52 单片机的 P0 端口、P1 端口、P2 端口和 P3 端口为 4 个并行的 8 位可编程 I/O 接口。

(8) 特殊功能寄存器 (SFR)。特殊功能寄存器共有 21 个, 用于 CPU 对片内各种功能部件进行管理、控制和监视。特殊功能寄存器实际上是片内各个功能部件的控制寄存器和状态寄存器。这些特殊功能寄存器映射在片内 RAM 区 80H ~ FFH 的地址区间内。

4. 89C52 单片机的引脚及其功能 89C52 单片机封装图如图 1-3 所示。

(1) 电源引脚 V_{CC} 和 V_{SS} 。

1) V_{CC} (引脚 40): 电源端, 为 +5V。

2) V_{SS} (引脚 20): 接地端 GND。

(2) 控制信号引脚 $\overline{RST}$ 、 $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ 、 $\overline{PSEN}$ 、 $\overline{EA}/V_{PP}$ 。

1) $\overline{RST}$ (引脚 9): 复位输入, 高电平有效。当振荡器工作时, $\overline{RST}$ 引脚出现两个机器周期以上的高电平, 将使单片机复位。

2) $\overline{ALE}/\overline{PROG}$ (Address Latch Enable/Programming, 引脚 30): 地址锁存允许信号端。当访问外部程序存储器或数据存储器时, $\overline{ALE}$ (地址锁存允许) 输出脉冲用于锁存地址的低 8 位字节。一般情况下, $\overline{ALE}$ 仍以时钟振荡频率的 1/6 输出固定的脉冲信号, 因此它可对外输出时钟

或用于定时目的。需要注意的是: 每当访问外部数据存储器时, 将跳过一个 $\overline{ALE}$ 脉冲。在 Flash 存储器编程期间, 该引脚还用于输入编程脉冲 ($\overline{PROG}$)。如有必要, 可通过对特殊功能寄存器 (SFR) 区中的 8EH 单元的 D0 位置位, 禁止 $\overline{ALE}$ 操作。该位置位后, 只有一条 MOVX 或 MOVC 指令才能将 $\overline{ALE}$ 激活。此外, 该引脚会被微弱地拉高, 单片机执行外部程序时, 应设置 $\overline{ALE}$ 禁止位无效。

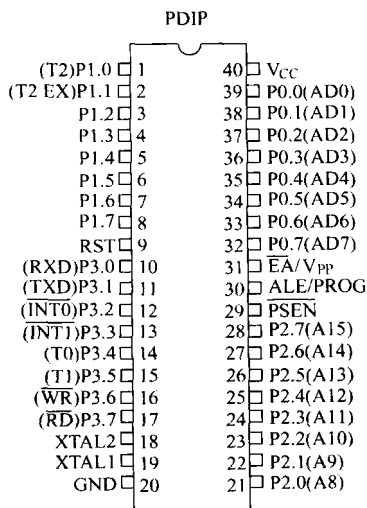


图 1-3 89C52 单片机封装图

3) $\overline{\text{PSEN}}$ (Program Stroe Enable, 引脚 29): 程序存储允许输出信号端。程序储存允许 ($\overline{\text{PSEN}}$) 输出的是外部程序存储器的读选通信号, 当 89C52 由外部程序存储器存取指令 (或数据) 时, 每个机器周期两次 $\overline{\text{PSEN}}$ 有效, 即输出两个脉冲。在此期间, 当访问外部数据存储器时, 将跳过两次 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号。

4) $\overline{\text{EA}}/\text{V}_{\text{pp}}$ (Enable Address/Voltage Pulse of Programming, 引脚 31): 外部程序存储器地址允许输入端/固化编程电压输入端。外部访问允许时, 欲使 CPU 仅访问外部程序存储器 (地址为 0000H ~ FFFFH), $\overline{\text{EA}}$ 端必须保持低电平 (接地)。需要注意的是: 如果加密位 LB1 被编程, 复位时内部会锁存 $\overline{\text{EA}}$ 端状态。如果 $\overline{\text{EA}}$ 端为高电平 (接 V_{CC} 端), 则 CPU 执行内部程序存储器中的指令。Flash 存储器编程时, 该引脚加上 +12V 的编程允许电源 V_{pp} , 当然, 这必须是该器件使用 12V 编程电压 V_{pp} 。

(3) 外接晶体振荡器引脚 XTAL1 和 XTAL2。

1) XTAL1 (引脚 19): 振荡器反相放大器及内部时钟发生器的输入端。在采用外部时钟时, 该引脚输入外部时钟脉冲。

2) XTAL2 (引脚 18): 振荡器反相放大器的输出端, 振荡电路的频率就是晶体振荡器的固有频率。若采用外部时钟电路, 则该引脚悬空。

(4) I/O 端口 P0、P1、P2 和 P3。P0 端口的输出级与 P1 ~ P3 端口的输出级在结构上不同, 它们带负载的能力也不相同。P0 端口的每一位输出可驱动 8 个 LS 型 TTL 负载, P1 ~ P3 端口的每一位输出都可驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。

P0 ~ P3 端口的功能见表 1-3。

表 1-3 P0 ~ P3 端口的功能

端口名称	引脚标记	功能描述
P0 端口	P0.0 ~ P0.7	开漏结构的准双向端口, 51 系列单片机并行总线的数据总线和低 8 位地址总线, 不作总线使用时, 也可用作普通 I/O 端口
P1 端口	P1.0 ~ P1.7	带内部上拉电阻的准双向端口
P2 端口	P2.0 ~ P2.7	带内部上拉电阻的准双向端口, 51 系列单片机并行总线的高 8 位地址总线, 不作总线地址线使用时, 也可用作普通 I/O 端口
P3 端口	P3.0 ~ P3.7	带内部上拉电阻的准双向端口, 除用作普通 I/O 端口外, 还有复用功能

1) P0 端口 (P0.0 ~ P0.7, 引脚 39 ~ 32): P0 端口是由 8 个相同结构的引脚组成的, 对于某位, 其结构示意图如图 1-4 所示。

P0 端口内部包含一个输出锁存器、一个输出驱动电路、一个输出控制电路、电子模拟开关 MUX 和两个三态缓冲器。其中, 输出驱动电路由一对场效应晶体管组成, 整个端口的工作状态受控于输出控制电路。

P0 端口是一个真正的双向数据总线端口, 也可以分时复用输出低 8 位地址总线。

当 P0 端口作为普通的 I/O 端口使用时, 对应的控制信号为 0, 电子模拟开关 MUX 将锁存器 $\overline{\text{Q}}$ 端和输出端连接在一起, 同时与门输出为 0, 使上拉场效应晶体管 V_1 截止, 这时的输出是漏极开路电路, 故需要外接上拉电阻 (5 ~ 10k Ω) 才能正常工作。

当程序使输出为 0 时, 锁存器输出端 $\overline{\text{Q}}$ 为高电平, 致使下拉场效应晶体管 V_2 导通, 从而使输出端输出 0。

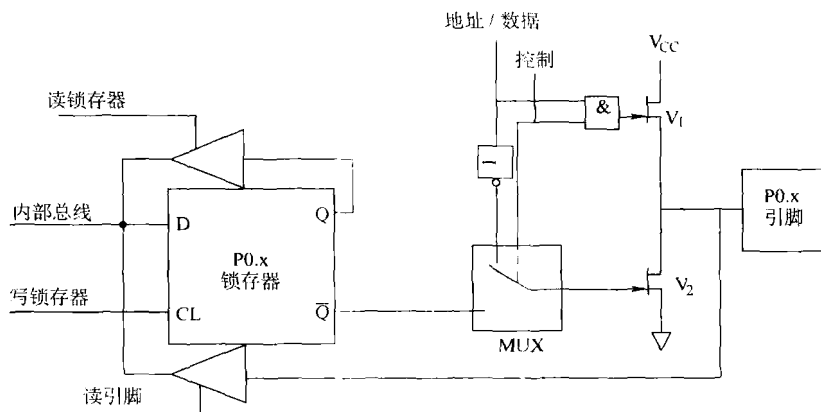


图 1-4 P0 端口某位的结构示意图

当程序使输出为 1 时，锁存器输出端 $\bar{Q}$ 为低电平，致使下拉场效应晶体管截止，由外接的上拉电阻将输出端变为高电平，使输出端输出 1。

对于输入的情况，一般应置各个锁存器为 1，即输出为 FFH，这样才能保证获得正确的输入结果，也就是说 P0 端口作为普通 I/O 端口时，其不是一个真正的双向 I/O 端口，而是一个准双向 I/O 端口。

当 P0 端口用作低 8 位地址/数据分时复用时，控制信号为高电平 1，控制电子模拟开关 MUX 与地址/数据线经反相器输出相连，并使下拉场效应晶体管导通，同时，与门开锁，输出地址/数据信号，即通过与门驱动上拉场效应晶体管，又通过反相器驱动下拉场效应晶体管。

当输出信号 1 时，上拉场效应晶体管导通，而 1 经过反相器后变为 0，使下拉场效应晶体管截止，从而在输出引脚上输出高电平 1。

当输出信号 0 时，上拉场效应晶体管截止，而 0 经过反相器后变为 1，使下拉场效应晶体管导通，从而在输出引脚上输出低电平 0。

由于 P0 端口作地址/数据分时复用方式时，复位后自动置 P0 端口为 0FFH，使下拉场效应晶体管截止。控制为 0 时，上拉场效应晶体管也截止，从而保证在高阻状态下输入正确的信息。P0 端口作地址/数据总线时，是一个真正的双向端口，能够驱动 8 个 LS 型 TTL 负载。

2) P1 端口 (P1.0 ~ P1.7, 引脚 1 ~ 8): P1 端口一般用作通用 I/O 端口，可以用作位处理，各位都可以单独输出或输入信息。P1 端口某位的结构示意图如图 1-5 所示。

P1 端口同样是准双向的 I/O 端口，当需要某位先输出然后再输入的时候，应在输入操作前加一条输出 1 的指令，然后再输入，这样才能保证输入的数据正确。对于复位后，由于各位锁存器均置 1， $\bar{Q}$ 端输出为 0，下拉场效应晶体管截止，因此各

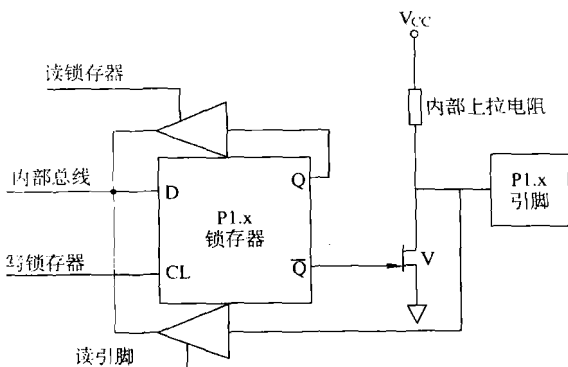


图 1-5 P1 端口某位的结构示意图

位用作输出或输入都是正确的。

3) P2 端口 (P2.0 ~ P2.7, 引脚 21 ~ 28): P2 端口可以当作普通 I/O 端口, 也可以在系统外部扩展存储器时输出高 8 位地址。P2 端口某位的结构示意图如图 1-6 所示。

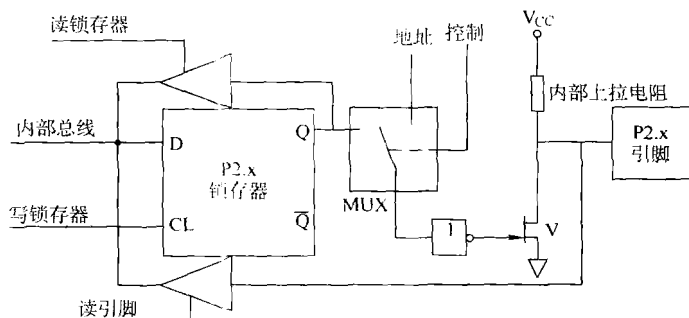


图 1-6 P2 端口某位的结构示意图

当 P2 端口用作普通 I/O 端口时, 控制信号用电子模拟开关 MUX 接通锁存器 Q 端, 进行通用 I/O 操作。此时, P2 端口属于准双向 I/O 端口。因此, 在复位的情况下, 可以直接从引脚输入外部数据信息。在运行过程中, 若要由输出转为输入方式, 则应先加一条输出 0FFH 指令, 再从端口读入, 这样操作才正确。其余操作和 P0 端口类似。P2 端口可以驱动 4 个 LS 型 TTL 负载。

当 P2 端口用作高 8 位地址时, 控制信号用电子模拟开关 MUX 接通地址端, 高 8 位地址信号便加到输出端口, 从而实现 8 位地址输出。

4) P3 端口 (P3.0 ~ P3.7, 引脚 10 ~ 17): P3 端口是一个可进行位操作且具有第二变异的端口。P3 端口某位的结构示意图如图 1-7 所示。

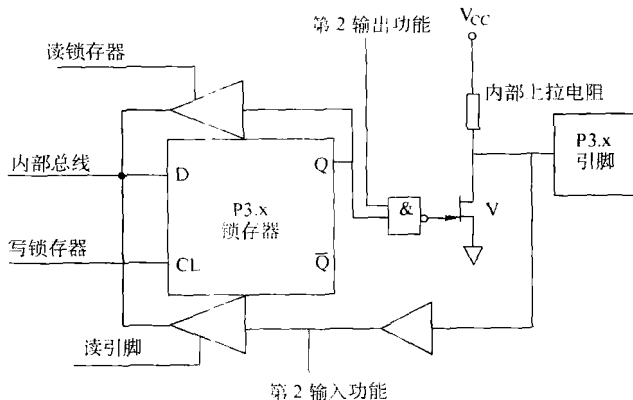


图 1-7 P3 端口某位的结构示意图

P3 端口可以有两种功能: 当作为普通 I/O 端口时, P3 端口可以进行位操作, 是准双向 I/O 端口, 可以驱动 4 个 LS 型 TTL 负载; 当系统需要扩展外部器件时, P3 端口可以作为第二变异功能使用。P3 端口第二功能的各引脚定义如下:

P3.0: 串行输入端口 (RXD), 即串行端口接收数据的引脚。

P3.1: 串行输出端口 (TXD), 即串行端口发送数据的引脚。

P3.2: 外部中断 0 ($\overline{\text{INT0}}$)。

P3.3: 外部中断 1 ($\overline{\text{INT1}}$)。

P3.4: 定时/计数器 T0 外部计数输入端口 (T0)。

P3.5: 定时/计数器 T1 外部计数输入端口 (T1)。

P3.6: 外部数据存储器写选通 ($\overline{\text{WR}}$)。

P3.7: 外部数据存储器读选通 ($\overline{\text{RD}}$)。

5. 89C52 单片机复位操作 89C52 单片机在起动时需要复位, 以使 CPU 及系统各部件均处于确定的初始状态, 并从初始状态开始工作。89C52 单片机的复位信号是从 RST 引脚输入到片内施密特触发器中的。89C52 单片机的复位原理是: 在时钟电路开始工作以后, 在单片机的 RST 引脚施加 24 个时钟振荡脉冲 (两个机器周期) 以上的高电平, 单片机便可以实现复位; 在复位期间, 单片机的 ALE 引脚和 $\overline{\text{PSEN}}$ 引脚均输出高电平; 当 RST 引脚从高电平跳变为低电平后, 单片机便从 0000H 单元开始执行程序。

89C52 单片机在实际应用中, 一般采用外部复位电路来进行复位, 并在 RST 引脚保持 10ms 以上的高电平, 以保证能够可靠地复位。89C52 单片机的复位电路可以有上电复位、手动加上电复位、定时监视器复位等。

(1) 上电复位电路。上电复位电路的基本原理是: 利用 RC 电路的充放电效应, 当单片机系统上电时, 复位电路通过电容加在 RST 引脚一个短暂的高电平信号, 这个高电平信号随着电容的充电而逐渐降低, 如图 1-8 所示。

(2) 手动加上电复位电路。在实际应用的电路中, 一般采用既可以手动复位又可以上电复位的电路, 这样可以人工复位单片机系统, 如图 1-9 所示。

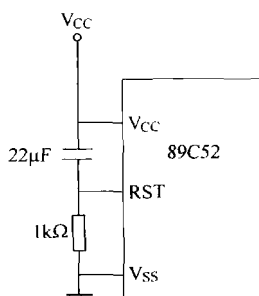


图 1-8 上电自动复位电路

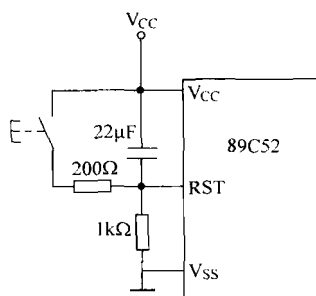


图 1-9 手动加上电复位电路

(3) 定时监视器 (WDT, 看门狗) 复位电路。定时监视器复位是采用单片机内部的看门狗来实现复位操作的。近年来, 新型的单片机一般内部都含有看门狗电路 WDT。WDT 可以根据应用程序的运行周期来设定。当应用程序在运行过程中由于外界的干扰而进入非正常工作状态时 (程序跑飞), WDT 定时计数器便产生溢出信号, 复位单片机, 使之重新恢复正常运行。对于自身不带看门狗功能的单片机, 可以采用专门的复位电路芯片。

(4) 复杂的复位电路。对于前面的复位电路, 干扰很容易进入复位端, 在大多数情况下不会使单片机错误复位, 但有时会使单片机的某些寄存器错误复位。在一些要求严格的场合, 需要对单片机的复位电路进行更精确的设计, 或者采用专用的复位芯片来完成。

复位是单片机的初始化操作, 其主要功能是把单片机初始化为 0000H, 使单片机从 0000H 单元开始执行程序。除了进行系统正常的初始化之外, 当因系统运行出错或操作错误而使系统进入死锁状态时, 为了摆脱困境, 也需按复位键重新起动。单片机的复位状态见表