



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业院校电类专业教材

单片机应用技术

DANPIANJI YINGYONG JISHU

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写 (汇编语言 第二版)



中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育规划教材
人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
高等职业院校电类专业教材

单片机应用技术

(汇编语言 第二版)

DANPIANJI YINGYONG JISHU

主编 李秀忠



中国劳动社会保障出版社

简介

本书选用 Keil C51 和 Proteus 开发设计软件,使用汇编语言进行程序设计,通过认识单片机、认识单片机开发设计软件、喷泉彩灯控制系统设计、步进电动机控制系统设计、送料小车控制器设计、秒表电路设计、电动机远程控制电路设计、数字温度计电路设计、数字调压电路设计共九个学习项目,介绍了单片机技术的基础知识和应用技能。在每个项目后,还附有对应的 C 语言程序,以便在学习过程中通过对照分析,体会不同语言编写程序的特点。

本书由李秀忠主编。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术:汇编语言/李秀忠主编. —2 版. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2014

高等职业技术学院电类专业教材

ISBN 978-7-5167-0980-1

I. ①单… II. ①李… III. ①单片微型计算机-高等职业教育-教材②汇编语言-程序设计-高等职业教育-教材 IV. ①TP368.1②TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 069289 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

*

三河市华骏印务包装有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 270 千字

2014 年 4 月第 2 版 2014 年 4 月第 1 次印刷

定价:22.00 元

读者服务部电话:(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话:(010) 64961894

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错,请与本社联系调换:(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合,大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动,敬请广大读者协助举报,经查实将给予举报者奖励。

举报电话:(010) 64954652

前言

为了更好地适应全国高等职业院校电类专业教学要求,全面提升教学质量,人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的一线教师 and 行业、企业专家,充分调研企业生产和学校教学情况,广泛听取各职业院校对教材使用情况的反馈意见,对 2006 年至 2007 年出版的全国高等职业院校电类专业基础平台教材和电气自动化技术专业模块教材进行了修订,并做了适当的补充开发。

本次教材修订(新编)工作的重点主要体现在以下四个方面:

第一,科学合理安排内容,融入先进教学理念。

根据电类专业毕业生所从事职业的实际需要和教学实际情况的变化,合理确定学生应具备的能力与知识结构,适当调整部分教材的内容及其深度、难度,如《数控机床电气检修(第二版)》中增加了教学中广泛使用的广数 GSK980T 系统的相关知识;根据相关工种及专业领域的最新发展,在教材中充实“四新”内容,如《变频器应用技术(三菱 第二版)》中改用目前广泛应用的较新型的 FR-E740 型通用变频器。同时,结合教学改革要求,在教材中融入较为成熟的课改理念和教学方法,以完成具体典型工作任务为主线组织教材内容,将理论知识的讲解与具体的任务载体有机结合,激发学生学习兴趣,提高学生实践能力。

第二,进一步完善教材体系,充分满足教学需求。

在进一步完善现有教材教学内容的基础上,适应专业发展趋势,新开发了《电力电子技术》《过程控制技术》《工业组态软件应用技术》《自动化综合实训》教材,以充分满足当前电气自动化技术专业教学的实际需求。同时,相关教材还可满足“生产过程自动化技术”“工业网络技术”“计算机控制技术”等其他电类专业方向的教学需要。

第三,涵盖国家职业技能标准,与职业技能鉴定要求相衔接。

教材编写坚持以国家职业技能标准为依据,涵盖《维修电工》等国家职业技能标准中(中、高级)的知识和技能要求,并在与教材配套的习题册中增加针对相关职业技能鉴定考试的练习题。同时,严格贯彻国家有关技术标准的要求。

第四，进一步开发辅助产品，提供优质教学服务。

根据大多数学校的教学实际需求，部分教材还配套开发了习题册，以便于学生巩固练习使用。本套教材均提供多媒体教学课件，可通过中国人力资源和社会保障出版集团网站（<http://www.class.com.cn>）免费下载，进入主页后搜索相应教材并进入图书详细页面即可找到下载链接。

本次教材的修订（新编）工作得到了江苏、安徽、山东、河南、湖南、广东、广西、四川等省人力资源和社会保障厅及一些高等职业技术学院的大力支持，教材的编审人员做了大量的工作，在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2013年11月

目 录

国家级职业教育规划教材

CONTENTS

项目一 认识单片机	1
项目二 认识单片机开发设计软件	17
项目三 喷泉彩灯控制系统设计	41
项目四 步进电动机控制系统设计	78
项目五 送料小车控制器设计	92
项目六 秒表电路设计	114
项目七 电动机远程控制电路设计	131
项目八 数字温度计电路设计	147
项目九 数字调压电路设计	162
附录 C 语言程序设计基础知识	170

项目一 认识单片机

项目引入

随着科技的飞速发展,自动化控制已渗透到生活中的各个领域。导弹的导航装置,飞机上各种仪表的控制,计算机的网络通信与数据传输,工业自动化过程的实时控制和数据处理,广泛使用的各种智能 IC 卡,汽车的安全保障系统,手机、摄像机、全自动洗衣机的控制、遥控玩具以及电子宠物等,都离不开单片机。可以说,单片机在各个领域中的应用都非常广泛。单片机在日常生活中的一些常见应用如图 1—1 所示。

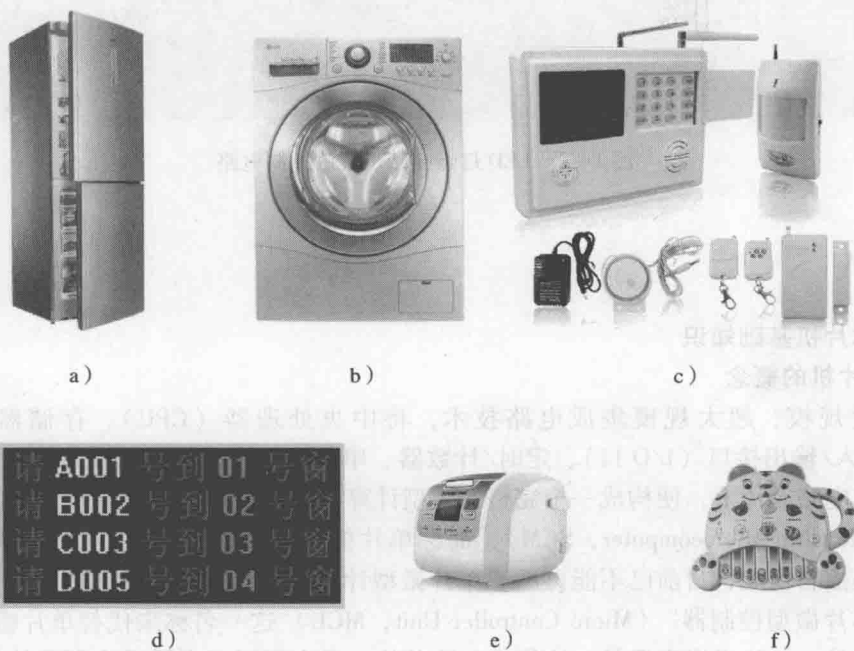


图 1—1 单片机在日常生活中的应用

- a) 冰箱 b) 全自动洗衣机 c) 楼宇防盗设备
d) 大屏幕呼叫系统 e) 智能电饭煲 f) 电子琴玩具

本项目通过一个单片机控制 LED 灯点亮和熄灭的控制电路,初步对单片机组成、功能、使用方法等进行直观的了解。该电路如图 1—2 所示,由两个按键及一个 LED 灯组成,其功能为:当按下“开”按键时,LED 灯点亮;当按下“关”按键时,LED 灯熄灭。

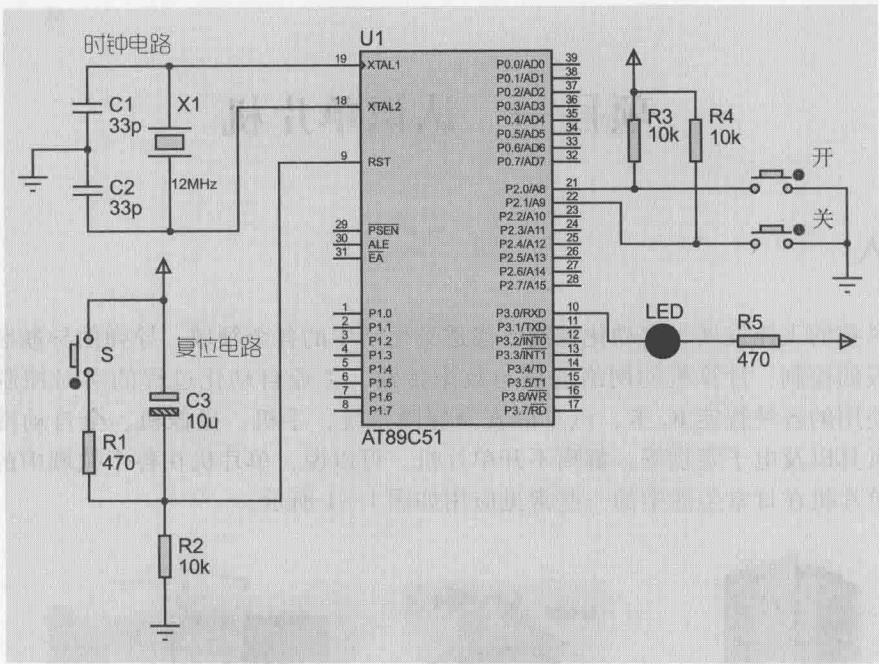


图 1—2 LED 灯点亮和熄灭的控制电路

相关知识

一、单片机基础知识

1. 单片机的概念

利用大规模、超大规模集成电路技术，将中央处理器（CPU）、存储器（ROM 和 RAM）、输入/输出接口（I/O 口）、定时/计数器、串行通信接口及中断系统等功能部件集成在一块集成电路芯片上，便构成一个完整的微型计算机，这种集成电路芯片就称单片微型计算机（Single Chip Microcomputer, SCM），简称单片机。随着单片机在技术上、体系结构上不断扩展其控制功能，目前已不能再用“单片微型计算机”来准确表达其内涵。国际上逐渐采用“单芯片微型控制器”（Micro Controller Unit, MCU）这一名称来代替单片微型计算机。需要注意的是，单片机毕竟只是一块集成电路芯片，只有配置了应用系统所需的外围接口电路及输入输出设备后，才能构成一个完整的单片机应用系统。

2. 单片机的特点

从 1974 年美国仙童（Fairchild）公司研制的世界第一块单片机 F8 开始，单片机技术经过近 40 年的发展，集成度越来越高，功能越来越强，应用范围越来越广，已成为微型计算机的重要分支。与一般的微型计算机相比，单片机具有以下特点：

- （1）体积小、成本低、易于产品化。
- （2）可靠性高，抗干扰能力强，适应温度范围广。
- （3）易扩展，很容易构成各种规模的应用系统。

(4) 控制功能强, 具有位处理指令, 有很强的逻辑操作功能。

(5) 容易实现多机和分布式控制。

3. 单片机的应用

由于单片机具有上述特点, 因此在工业生产、日常生活等诸多领域得到了日益广泛的应用, 单片机的主要应用领域有:

(1) 在工业自动化控制中的应用。工业自动化控制是最早采用单片机控制的领域之一, 如各种测控系统、过程控制、机电一体化系统、PLC 系统等。

(2) 在智能仪器仪表中的应用。单片机广泛应用于各种智能仪器仪表中, 结合不同类型的传感器, 可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、角度、长度、硬度、压力等物理量的测量。采用单片机控制实现了仪器仪表数字化、智能化、微型化且功能更加强大。

(3) 在计算机网络和通信技术中的应用。现代的单片机普遍具备通信接口, 可以很方便地与计算机进行数据通信。现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制, 如手机、电话机、无线电对讲机、程控交换机、楼宇自动呼叫系统、列车无线通信系统等。

(4) 在家用电器中的应用。在现代家用电器中, 如洗衣机、空调、电视机、摄像机、微波炉、电冰箱、电饭煲以及各种视听设备等广泛采用单片机控制。

4. 单片机的类型

从单片机诞生至今的近 40 年中, 单片机产品得到了迅速发展, 形成了多公司、多系列、多型号的局面。目前单片机市场不存在某种单片机一统天下的垄断局面, 而是多公司依存互补、相辅相成、共同发展。国际上知名且有较大影响的公司及其主要产品见表 1—1。

表 1—1

国际上知名且有较大影响的公司及其主要产品

生产企业	产品系列	说明
Intel	MCS-51 系列	MCS-51 兼容机
Atmel	AT89 系列	
Philips	P89 系列	
SST	SST89 系列	
Winbond	W78 系列	
Motorola	MC68 系列	
Microchip	PIC16C 系列	
Zilog	Z8 系列	

虽然单片机的品种繁多, 各具特色, 但 MCS-51 系列单片机以其结构合理、技术成熟、应用广泛、品种最齐全、开发手段最丰富、技术资料 and 程序资源最完备等特点, 成为教学首选的单片机。

MCS-51 系列单片机是 Intel 公司于 1980 年推出的高性能 8 位单片机, 其典型产品有基本型 8031、8051 和 8751, 增强型 8032、8052 和 8752, CHMOS 型 80C31、80C51 和 87C51。MCS-51 单片机以其典型的结构、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，促使后来的许多厂商多沿用或参考了其体系结构。世界许多厂商丰富和发展了 MCS-51 单片机，使产品型号不断增加、品种不断丰富、功能不断增强。从系统结构上看，所有 51 系列单片机（包括 MCS-51 及其兼容单片机）都是以 Intel 公司 8051 单片机为核心，增加了一定的新功能部件后构成的，如 AT89C51、P89C51、SST89E51、W78E51 都是与 MCS-51 系列完全兼容的单片机，各芯片之间也是兼容的，所以如果不加前缀，仅写 89C51，则可以指代其中任意一个厂家的产品。

在 51 系列单片机中，Atmel 公司的 AT89C51 及其替代产品 AT89S51 在国内市场占有率较大的份额，与它配套的仿真器及教学设备也很多，本书在介绍具体单片机应用时选用 AT89C51/AT89S51 单片机为例（AT89C51 单片机已于 2003 年停产，作为 AT89C51 的替代产品，AT89S51 改进了生产工艺、降低了成本、增加了功能、增强了竞争力。在介绍单片机一般共性时用 51 系列单片机代表，涉及不同型号 51 系列单片机的差异时将作具体说明。

二、单片机组成

不同型号的 51 系列单片机，其内部结构基本相同，本书以 AT89C51/AT89S51 为例进行讲解。51 系列单片机由 CPU、存储器、并行 I/O 口、定时/计数器、串行口及中断系统等组成，其各组成部分通过内部三总线相连，组成框图如图 1—3 所示。



图 1—3 51 系列单片机组成框图

AT89C51/AT89S51 内部集成了中央处理器、4KB 的程序存储器、256B 的数据存储器、4 个 8 位并行口、2 个 16 位可编程定时/计数器、1 个全双工串行口。AT89S51 单片机与 AT89C51 单片机在结构上的主要不同点是增加了一个 ISP 串行在线编程接口和一个看门狗定时器。

1. 中央处理器（CPU）

中央处理器是整个单片机的核心部件，负责控制、指挥和调度整个单片机系统协调工作，完成运算和控制功能等操作。51 系列单片机中央处理器为 8 位，一次能处理 8 位二进制数据。

2. 数据存储器（内部 RAM）

256B RAM 用于存放可读写的数据和运算的中间结果等，其中包含 128B 用户数据存储单元（地址为 00H~7FH）和 128B 特殊功能寄存器单元（地址为 80H~FFH）。特殊功能寄存器只能用于存放控制指令数据，而不能用于存放用户数据，所以用户能使用的 RAM 只有 128B。

3. 程序存储器（内部 ROM）

4KB Flash ROM 用于存放用户程序和原始数据等。

4. 定时/计数器

2 个 16 位的可编程定时/计数器 T0 和 T1，实现定时或计数功能。

5. 并行输入/输出（I/O）口

4 个 8 位双向并行 I/O 口：P0、P1、P2 和 P3，用于单片机与外部设备之间的数据并行输入/输出。

6. 串行通信口

单片机内置一个全双工异步串行通信口，用于单片机与其他具有相应接口的设备之间的异步串行数据传送，该串行口既可以用作异步通信收发器，也可以当同步移位寄存器使用。

7. 时钟电路

时钟电路内置一个高增益反相放大器，用于产生整个单片机工作的时序脉冲，需外接晶振和电容。

8. 中断系统

中断系统有 5 个中断，其中 2 个外部中断、2 个定时/计数器中断和 1 个串行口中断，可满足不同的中断控制要求，并具有两级中断优先级别选择。

三、单片机引脚

AT89C51/AT89S51 单片机常见封装形式为 40 脚双列直插式塑料封装 DIP—40，其引脚识别为：正面面向用户，缺口向上，左上面第一脚为 1 脚，然后按逆时针方向依次为 2~40 脚，通常第一脚有标志符号，AT89C51/AT89S51 系列单片机引脚识别图如图 1—4 所示，AT89C51 单片机引脚排列图如图 1—5，AT89S51 单片机引脚排列图如图 1—6 所示。

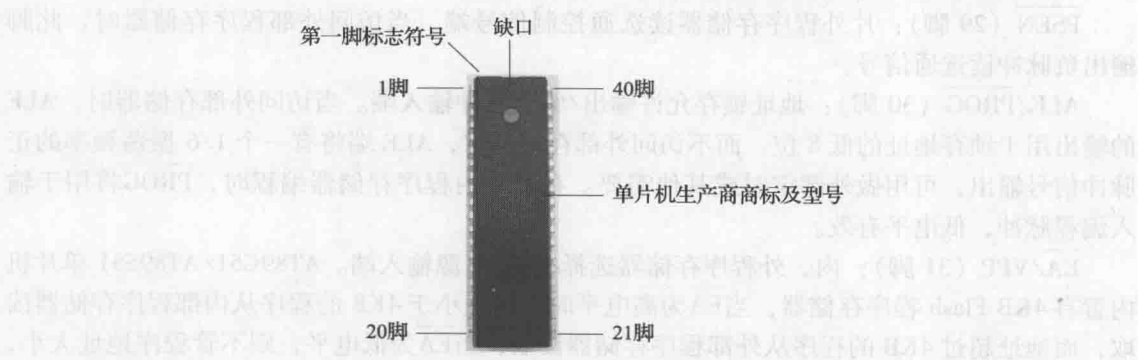


图 1—4 AT89C51/AT89S51 单片机引脚识别图

AT89S51 与 AT89C51 相比，外形管脚完全相同，管脚功能基本完全相同，所不同的是，在 AT89S51 中 P1.5、P1.6、P1.7 除作通用 I/O 口外，还具有第二功能，这 3 个引脚的第二功能组成了 ISP 串行在线编程接口。

1. 电源引脚 VCC 和 GND

VCC（40 脚）：接 +5 V 电源。

GND（20 脚）：接地。

1	P1.0	VCC	40
2	P1.1	P0.0	39
3	P1.2	P0.1	38
4	P1.3	P0.2	37
5	P1.4	P0.3	36
6	P1.5	P0.4	35
7	P1.6	P0.5	34
8	P1.7	P0.6	33
9	RST	P0.7	32
10	P3.0/RXD	EA/VPP	31
11	P3.1/TXD	ALE/PROG	30
12	P3.2/INT0	PSEN	29
13	P3.3/INT1	P2.7	28
14	P3.4/T0	P2.6	27
15	P3.5/T1	P2.5	26
16	P3.6/WR	P2.4	25
17	P3.7/RD	P2.3	24
18	XTAL2	P2.2	23
19	XTAL1	P2.1	22
20	GND	P2.0	21

图 1—5 AT89C51 单片机引脚排列

1	P1.0	VCC	40
2	P1.1	P0.0	39
3	P1.2	P0.1	38
4	P1.3	P0.2	37
5	P1.4	P0.3	36
6	P1.5/MOSI	P0.4	35
7	P1.6/MISO	P0.5	34
8	P1.7/SCK	P0.6	33
9	RST	P0.7	32
10	P3.0/RXD	EA/VPP	31
11	P3.1/TXD	ALE/PROG	30
12	P3.2/INT0	PSEN	29
13	P3.3/INT1	P2.7	28
14	P3.4/T0	P2.6	27
15	P3.5/T1	P2.5	26
16	P3.6/WR	P2.4	25
17	P3.7/RD	P2.3	24
18	XTAL2	P2.2	23
19	XTAL1	P2.1	22
20	GND	P2.0	21

图 1—6 AT89S51 单片机引脚排列

2. 时钟引脚 XTAL1 和 XTAL2

18 脚为时钟 XTAL2 脚，片内振荡电路输出端。19 脚为时钟 XTAL1 脚，片内振荡电路输入端。

3. 复位引脚 RST

9 脚为复位输入脚 RST，单片机上电后，时钟电路开始工作，在 RST 引脚上出现 2 个机器周期以上的高电平时，系统即初始复位。

4. 控制引脚 PSEN、ALE/PROG、EA/VPP

PSEN (29 脚)：片外程序存储器读选通控制信号端。当访问外部程序存储器时，此脚输出负脉冲读选通信号。

ALE/PROG (30 脚)：地址锁存允许输出/编程脉冲输入端。当访问外部存储器时，ALE 的输出用于锁存地址的低 8 位。而不访问外部存储器时，ALE 端将有一个 1/6 振荡频率的正脉冲信号输出，可用做外部定时或其他需要。在对片内程序存储器编程时，PROG 将用于输入编程脉冲，低电平有效。

EA/VPP (31 脚)：内、外程序存储器选择/编程电源输入端。AT89C51/AT89S51 单片机内置有 4KB Flash 程序存储器，当 EA 为高电平时，地址小于 4KB 的程序从内部程序存储器读取，而地址超过 4KB 的程序从外部程序存储器读取；当 EA 为低电平，则不管程序地址大小，一律从外部程序存储器读取；对内部无程序存储器的 51 系列单片机 8031，EA 端必须接地。在对片内程序存储器编程时，EA/VPP 引脚为编程电源输入端（不同型号单片机其编程电源电压大小不同）。

5. 输入/输出 (I/O) 引脚

51 系列单片机有 4 个并行 I/O 口 (P0 ~ P3 口)，均为 8 位双向 I/O 口。

P0 口 (32 ~ 39 脚)：在不外接存储器时，作为通用 I/O 口使用。在访问外部存储器时，分时提供低 8 位地址和 8 位数据。

P1 口 (1 ~ 8 脚)：作为通用 I/O 口使用。AT89S51 单片机的 P1.5、P1.6、P1.7 还具有

第二功能，用于系统编程，见表 1—2。

P2 口（21~28 脚）：在不外接存储器时，作为通用 I/O 口使用。在访问外部存储器时，提供高 8 位地址。

表 1—2 P1 口引脚第二功能

P1 口引脚	第二功能
P1.5	MOSI（串行数据输入）
P1.6	MISO（串行数据输出）
P1.7	SCK（移位脉冲）

P3 口（10~17 脚）：除作为通用 I/O 口使用外，P3 口各引脚还有第二功能。作为第二功能使用时，各引脚定义见表 1—3。值得强调的是，P3 口的每一个引脚均可独立定义为第一功能或第二功能。

表 1—3 P3 口引脚第二功能

P3 口引脚	第二功能
P3.0	RXD（串行通信数据输入）
P3.1	TXD（串行通信数据输出）
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ （外部中断 0 输入）
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ （外部中断 1 输入）
P3.4	T0（定时/计数器 0 外部计数输入）
P3.5	T1（定时/计数器 1 外部计数输入）
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ （外部数据存储器写选通输出）
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ （外部数据存储器读选通输出）

四、时钟电路

1. 时钟电路

单片机工作最基本条件是：正确的电源、时钟和复位信号。51 系列单片机第 40 脚接电源 +5 V，第 20 脚接地。时钟电路由 18 脚、19 脚内部的一个高增益反相放大器及外接的晶振和电容组成，复位电路由 9 脚外接的 RC 电路组成。

单片机指令执行是在时钟脉冲控制下进行的，时钟脉冲信号由时钟电路产生。51 系列单片机的时钟有两种方式：一种是内部时钟方式，其接法如图 1—7 所示。这种方式需在 18 脚和 19 脚外接石英晶体振荡器（或陶瓷谐振器）和电容，石英晶体振荡器或陶瓷谐振器的最高频率为 24 或 33 MHz（AT89C51 单片机的最高工作频率为 24 MHz，AT89S51 单片机的最高工作频率为 33 MHz）。外接晶振时，电容的值一般取 30 pF；外接陶瓷谐振器时，电容的值一般取 47 pF；另一种是外部时钟方式，对 HMOS 型单片机 XTAL1 接地，外部时钟信号从 XTAL2 脚输入。HMOS 型单片机外部时钟接法如

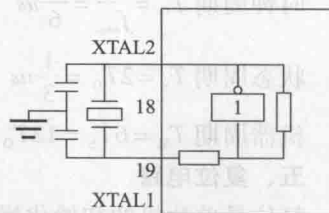


图 1—7 内部时钟接法

图 1—8 所示；对 CHMOS 型单片机外部时钟信号从 XTAL1 脚输入，XTAL2 悬空。CHMOS 型单片机外部时钟接法如图 1—9 所示。

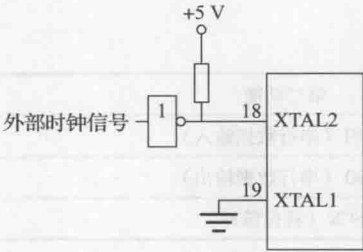


图 1—8 H MOS 型单片机外部时钟接法

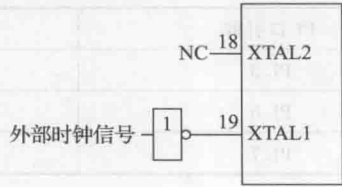


图 1—9 CHMOS 型单片机外部时钟接法

2. 几个时间单位

单片机工作就是不断地取指令和执行指令，以完成数据的传送、运算和输入/输出等操作，CPU 从取一条指令到该指令执行结束需要的时间称为指令周期。不同的指令其指令周期不同，指令周期是以机器周期为单位来计算的。下面介绍几个时间单位：时钟周期、状态周期、机器周期和指令周期。

（1）时钟周期

时钟周期也称振荡周期，定义为振荡频率的倒数，用 T_0 表示，它是单片机中最基本的、最小的时间单位。在一个时钟周期内，CPU 仅完成一个最基本的动作。

（2）状态周期

两个时钟周期定义为一个状态周期，用 T_s 表示。

（3）机器周期

一个机器周期单片机完成一个基本操作，如取指令、存储器读/写等。一个机器周期由 6 个状态周期组成，用 T_M 表示。

（4）指令周期

执行一条指令的时间定义为指令周期，一般由若干机器周期组成。指令不同，所需的机器周期数也不同，在 51 系列单片机中有单周期、双周期和四周期指令。

上述几个时间单位的关系如下：

$$T_M = 6T_s = 12T_0$$

例 设单片机振荡频率 f_{osc} 为 6 MHz，试计算时钟周期、状态周期和机器周期。

根据单片机时钟周期、状态周期和机器周期的关系可得：

$$\text{时钟周期 } T_0 = \frac{1}{f_{osc}} = \frac{1}{6} \mu s$$

$$\text{状态周期 } T_s = 2T_0 = \frac{1}{3} \mu s$$

$$\text{机器周期 } T_M = 6T_s = 12T_0 = 2 \mu s$$

五、复位电路

复位是单片机的初始化操作，单片机启动运行时，都需要先复位，其作用是使 CPU 和系统中其他部件处于一个确定的初始状态，并从这个状态开始工作。因而复位是一个很重要

的操作,但 51 系列单片机本身一般不能自动进行复位,必须配合相应的外部电路才能实现。当 51 系列单片机的复位引脚 RST (9 脚) 出现 2 个机器周期以上的高电平时,单片机就执行复位操作。51 系列单片机是高电平复位,在正确复位后(工作状态)9 脚应保持低电平。如果 RST 引脚持续为高电平,单片机就处于循环复位状态。根据应用的要求,复位电路通常有两种形式,即上电复位电路(见图 1—10)和按键复位电路(见图 1—11)。

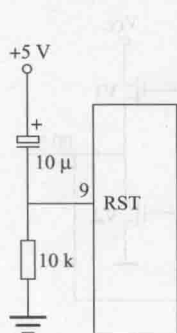


图 1—10 上电复位电路

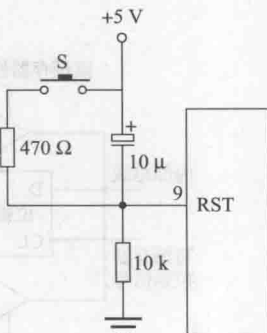


图 1—11 按键复位电路

51 系列单片机工作条件接线图如图 1—12 所示。

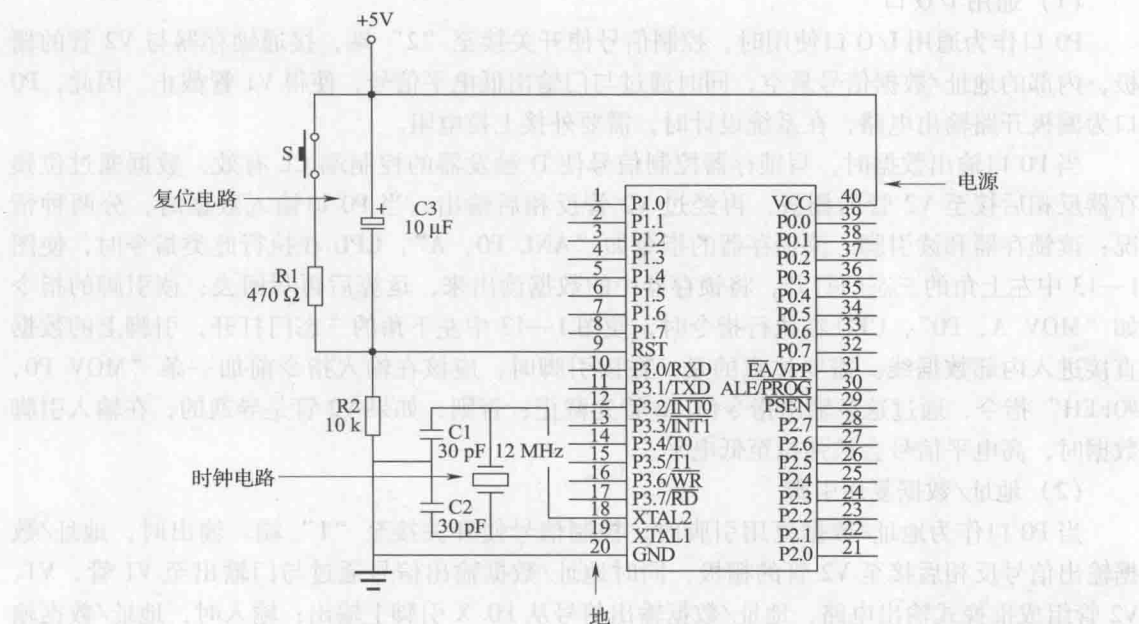


图 1—12 51 系列单片机工作条件接线图

六、I/O 口

51 系列单片机中有 4 个双向并行 I/O 口 P0 ~ P3, 每个端口的每一位都包括锁存器、输出驱动器和输入缓冲器。单片机与外部设备交换信息时,都是通过端口进行的。在进行写端口操作时, CPU 将内部总线的数据经锁存器和输出驱动器送到端口引脚;在进行读端口操作

时，将端口锁存器或引脚数据经输入缓冲器传送至内部数据总线。输出时数据有锁存，输入时数据有缓冲。4 个端口的结构不完全相同，所以其使用方法有所不同。

1. P0 口

P0 口既可以作为通用 I/O 口，也可以作为地址/数据复用引脚，如图 1—13 所示为 P0 口的位结构图。

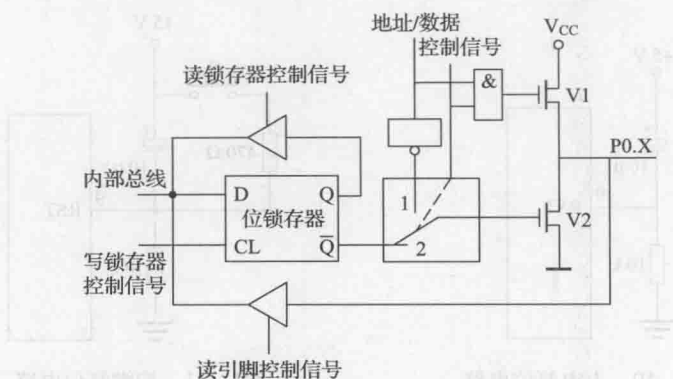


图 1—13 P0 口的位结构图

(1) 通用 I/O 口

P0 口作为通用 I/O 口使用时，控制信号使开关接至“2”端，接通锁存器与 V2 管的栅极，内部的地址/数据信号悬空，同时通过与门输出低电平信号，使得 V1 管截止。因此，P0 口为漏极开路输出电路，在系统设计时，需要外接上拉电阻。

当 P0 口输出数据时，写锁存器控制信号使 D 触发器的控制端 CL 有效，数据通过位锁存器反相后接至 V2 管的栅极，再经过 V2 管反相后输出。当 P0 口输入数据时，分两种情况：读锁存器和读引脚。读锁存器的指令如“ANL P0, A”，CPU 在执行此类指令时，使图 1—13 中左上角的三态门打开，将锁存器中的数据读出来，运算后再写回去；读引脚的指令如“MOV A, P0”，CPU 在执行指令时，使图 1—13 中左下角的三态门打开，引脚上的数据直接进入内部数据总线。需要注意的是，在读引脚时，应该在输入指令前加一条“MOV P0, #0FFH”指令，通过这条输出指令使 V2 管先截止；否则，如果 V2 管是导通的，在输入引脚数据时，高电平信号会被强拉至低电平。

(2) 地址/数据复用引脚

当 P0 口作为地址/数据复用引脚时，控制信号使开关接至“1”端。输出时，地址/数据输出信号反相后接至 V2 管的栅极，同时地址/数据输出信号通过与门输出至 V1 管，V1、V2 管组成推挽式输出电路，地址/数据输出信号从 P0.X 引脚上输出；输入时，地址/数据输入信号则通过读引脚缓冲器送入单片机内部。

2. P1 口

P1 口只能作为通用 I/O 口用，如图 1—14 所示为 P1 口的位结构图。输出时，内部数据通过位锁存器反相后送至 V 管栅极，再经 V 管反相后输出；输入时同样有读锁存器和读引脚之分，其工作原理和应用与 P0 口相同。

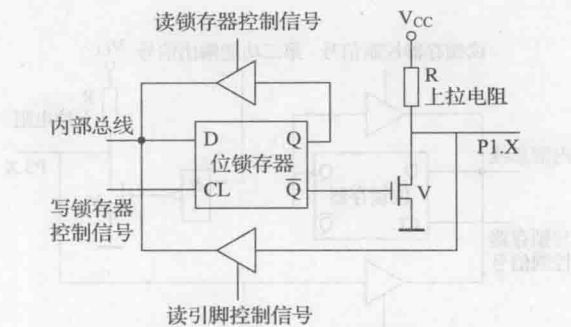


图 1—14 P1 口的位结构图

3. P2 口

P2 口既可以作为通用 I/O 口，又可以作为高 8 位地址输出端，如图 1—15 所示为 P2 口的位结构图。

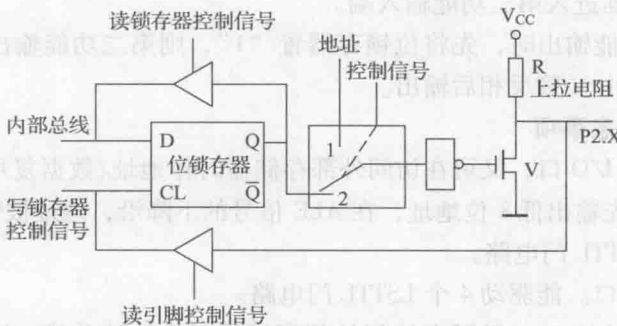


图 1—15 P2 口的位结构图

(1) 通用 I/O 口

P2 口作为通用 I/O 口时，中间的控制开关接至“2”端。输出时，内部数据通过位锁存器接至一个非门反相后送至 V 管的栅极，再经 V 管反相后输出；输入时，同样有读引脚和读锁存器两种情况，其工作原理和应用与 P0 口相同。

(2) 高 8 位地址

当 P2 口作为高 8 位地址线时，中间的控制开关接至“1”端，地址信号通过非门接至 V 管的栅极，再经 V 管反相后输出。

4. P3 口

P3 口既可以作为通用 I/O 口，同时每一个引脚均有其第二功能，如图 1—16 所示为 P3 口的位结构图。

(1) 通用 I/O 口

输出时，第二功能输出信号为高电平，内部数据通过位锁存器接到与非门反相后接至 V 管栅极，再经 V 管反相后输出；输入时，也有读引脚和读锁存器之分，其工作原理及应用与 P0 口相同。