

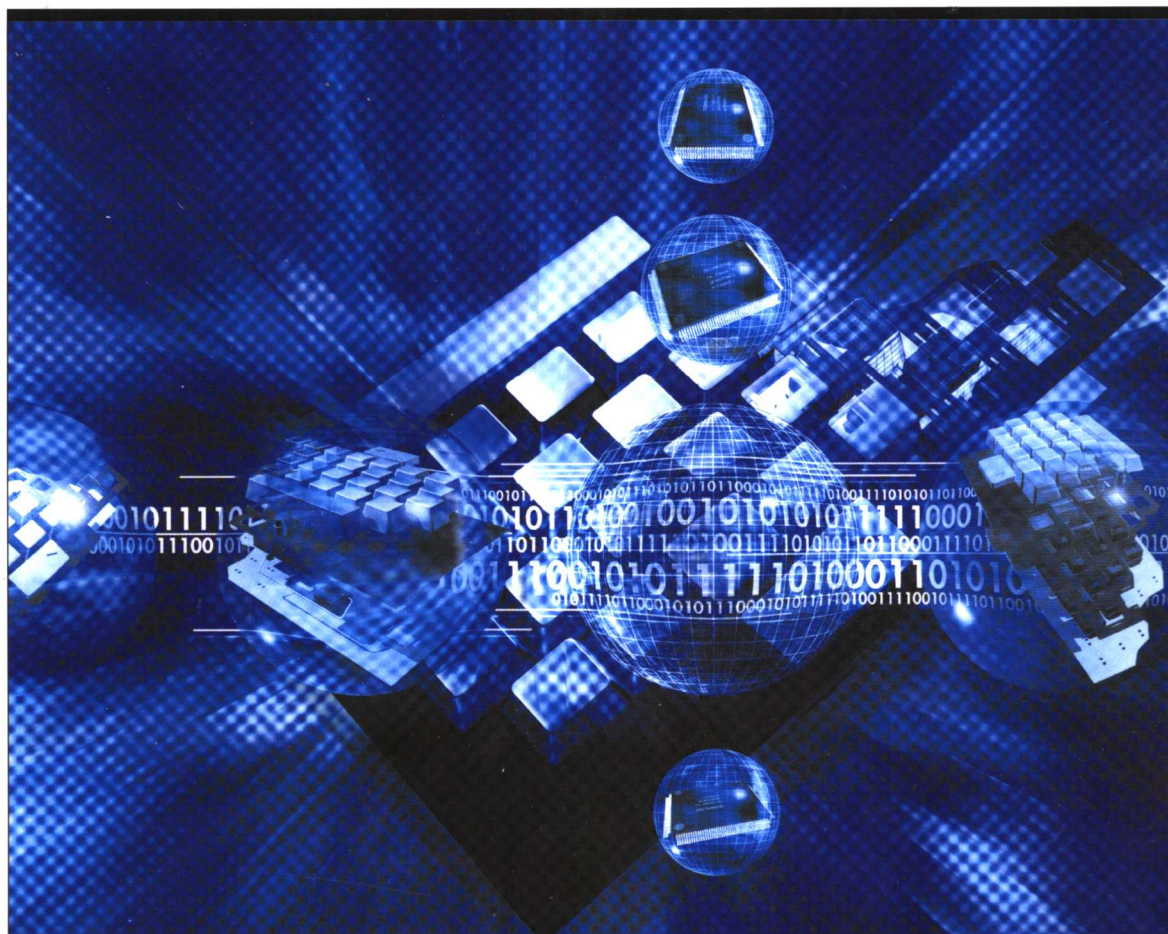


全国高职高专一体化教学(电气专业)通用教材
QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN YITIHUAJIAOXUE DIANQIZHUANYE TONGYONGJIAOCAI

单片机与可编程控制器

DANPIANJI YU KEBIANCHENGKONGZHIZHIQI

主编 王兰军



DPJYKBCCKZQ



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn



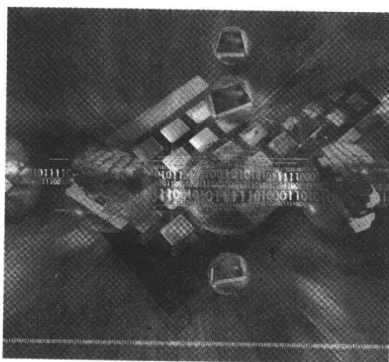
全国高职高专一体化教学(电气专业)通用教材

QUANGUO GAOZHIGAOZHUAN YITIHUAJIAOXUE DIANQIZHUANYE TONGYONGJIAOCAI

单片机与可编程控制器

DANPIANJI YU KEBIANCHENGKONGZHIQI

主编 王兰军



山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

单片机与可编程控制器 / 王兰军等编. — 济南: 山东科学技术出版社, 2005. 9

全国高职高专一体化教学(电气专业)通用教材

ISBN 7-5331-4154-7

I. 单... II. 王... III. 单片微型计算机—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 094920 号

全国高职高专一体化教学(电气专业)通用教材

单片机与可编程控制器

主编 王兰军

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印刷者: 济南丰利彩印有限公司

地址: 济南市天桥区北园路 292 号

邮编: 250013 电话: (0531)86799897

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 24.25

版次: 2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4154-7

定价: 39.00 元

TP · 109

BIANXIESHUOMING

近年来,我国职业教育蓬勃发展。国家教育部多次在全国教育系统会议上强调:“高职教育必须以就业为导向”。这就要求高职教育要培养适合市场需要的应用型技术人才,即高职教育培养的学生应具备扎实的理论水平和熟练的操作技能。

理论与实践相结合的“一体化教学”模式是高职教育在教学改革中探讨出的新方式。目前“双师型”教师在职业院校的比重不断增加,而教材的一体化建设却远远没有做到。目前,各职业院校中使用的教材大多还是理论与实践分开的,编写一套适合高职教育的一体化教学模式的规范教材成为当前一项紧迫的课题。

为了贯彻“一体化教学”在高职教育中实施的指导思想,山东科学技术出版社在充分调研的基础上,组织省内外 10 多家职业院校共同研讨,决定编写一套适合一体化教学特色的教材,并聘请了有丰富经验的专家和工程师负责,组织在职业教育一线教学的“双师型”教师参加编写工作。

这套教材的主要特色有以下几个方面:

1. 吸收和借鉴各地职业院校教学改革的成功经验,保证理论与实践的紧密结合。在每章节中都穿插典型实例,章节后有典型、实用的实训项目及必要的训练要求,从而真正体现了“一体化教学”模式的特点。

2. 在一些重要课程中编写了课题设计及工程实践内容,力求贴近工业现场,体现了技能训练向工业现场的自然过渡。

3. 教材编写时力求简练实用,贯彻国家关于职业资格证书制度与就业制度相衔接的有关精神,实训项目的选取参考了该专业相关国家职业技能鉴定(高级)标准。

4. 本套教材层次清楚,内容详实,易学易教,方便自学,在内容选取上体现了知识的代表性和技术的前瞻性。

本套教材可作为高职高专相关专业的“一体化教学”的通用教材,也可结合国家教育部两年制高职教育的试点推行使用,还可在各类职业院校、相关职业培训学校中使用;另外也可作为工程技术人员学习的参考读物。希望读者提出宝贵意见,使本套教材得到不断的充实与完善,为职业教育一体化教学的改革发挥助推作用。

山东科学技术出版社

QIANYAN

近年来,随着高职高专教育在我国的蓬勃发展,“一体化教学”的培养模式逐步被广大院校所接受,并且这种培养模式在实践中得到了验证,被认为是高效率的、成功的。尽管一体化的培养模式显示了巨大的生命力,但是现阶段它还不是很成熟的。一体化的教学要求有一体化的教材,然而,在教材建设上国内还没有这样一套适合高职高专教育“一体化教学”模式的“一体化教材”,为此我们联合多位有经验的一线教师编写了这套教材。本套教材立足于“一体化教学”,遵循“理论和实践紧密结合,突出应用性和针对性,加强实践能力的培养”的原则,注重培养学生的工程应用能力和解决现场实际问题的能力。

单片机和可编程控制器是计算机应用于工业生产过程控制的两个分支。单片机系统用于独立的单件机构,如家用电器、伺服电机以及变频调速、调压调节等机电产品,用途十分广泛。可编程控制器从对单独机器的控制,到大型生产线,甚至一个工厂或一个大范围的生产操作区域,都可以全部控制起来,并且可编程控制器能改善产品质量,做到长时间无残次品;可以使用在恶劣、有毒、有害或人力无法达到的环境中,硬件、软件配合灵活;有面向生产过程的编程语言,适合工程技术人员直接使用。可编程控制器已成熟地进入了实用化阶段。

考虑到高职高专教育的学时安排,本书将这两部分内容编为一本书。本书上篇以 MCS-51 单片机为例介绍了单片机的基本知识以及常规应用,目的是使学生通过这部分的学习,掌握单片机的基本应用,学会单片机在实践中的控制思路,熟悉其控制过程,为以后的进一步深入学习和工程实践打下基础。本书下篇主要以 FX2 系列可编程控制器为对象介绍了可编程控制器的应用技术,由浅入深地介绍了可编程控制器的基

本指令、逻辑控制类指令、功能指令以及运算类指令的使用,最后重点介绍了综合性系统的构建、相关程序的编制及工程实践,同时本篇还简单介绍了松下的 FP1 机型。

本教材每章后都有一定的实训环节或实训项目以及必要的习题,章节中穿插了必要的教学实例,与“一体化教学”模式相符合。本书选材合理,层次清楚,内容详实,易学易教,方便自学。

本书可作为高职院校电气自动化专业、机电一体化专业的“一体化教学”的专用教材,也可以在各类职业性院校以及各种相关培训机构中推广使用,同时也可以作为工程技术人员学习的参考读物。

本书由王兰军主编,田明光任副主编,黄秀亮、王树梅、刘长慧、田淑众、杨现德参编。在编写过程中,多次召开座谈会,各校老师提出了不少宝贵意见,在此表示衷心感谢。本书由济南大学王炳实教授主审。

由于编者水平所限,时间仓促,书中难免存在错误和缺点,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

MULU

上篇 单 片 机

第一章 MCS-51 单片机的基本结构	1
第一节 概述	1
第二节 MCS-51 单片机的内部结构	3
第三节 MCS-51 单片机的存储器配置	8
第四节 MCS-51 单片机的时钟与时序	14
第五节 MCS-51 单片机的并行端口	16
第二章 MCS-51 单片机的指令系统	20
第一节 指令系统概述	20
第二节 寻址方式	22
第三节 数据传送类指令	25
第四节 算术运算指令	28
第五节 逻辑运算指令	31
第六节 控制转移类指令	33
第七节 位操作类指令	37
第八节 指令应用举例	39
第九节 汇编语言及程序设计	41
实训	55
习题	60
第三章 MCS-51 单片机的中断与定时	63
第一节 定时器/计数器	63
第二节 中断的基本概念	70
实训	76
习题	82
第四章 MCS-51 单片机的系统扩展	83
第一节 MCS-51 系统扩展的组成	83
第二节 存储器的扩展	85
第三节 I/O 接口的扩展	88
第四节 A/D、D/A 的扩展	98
第五节 MCS-51 单片机的串行口	106

实训.....	111
习题.....	115
第五章 MCS-51 单片机系统开发应用实例.....	116
第一节 单片机应用系统开发调试的过程.....	116
第二节 51 系列单片机的设计应用程序实例	122
实训.....	131
下篇 可编程控制器	
第六章 可编程控制器的结构及工作原理.....	137
第一节 概述.....	137
第二节 PLC 的硬件结构	147
第三节 PLC 的基本工作原理与常用编程语言	152
第四节 FX2 系列 PLC 的系统配置.....	155
习题.....	166
第七章 FX2 系列 PLC 基本指令及其应用.....	167
第一节 基本指令.....	167
第二节 PLC 编程步骤及编程方法	174
第三节 编程实例.....	182
实训.....	190
习题.....	197
第八章 步进顺控指令.....	201
第一节 状态转移图.....	201
第二节 步进指令与编程方法.....	203
第三节 状态流程图的编制方法.....	204
第四节 具有多种工作方式顺控系统的编程.....	209
实训.....	213
习题.....	216
第九章 控制指令.....	217
第一节 控制指令 MC、MCR	217
第二节 循环及移位指令.....	219
第三节 程序流控制指令.....	226
实训.....	231
习题.....	233
第十章 数据处理指令.....	235
第一节 算术运算指令.....	235
第二节 比较指令.....	240

实训	242
习题	247
第十一章 特殊功能指令	248
第一节 传送转换类指令	248
第二节 脉冲指令	251
第三节 外部 I/O 设备指令	254
习题	257
第十二章 可编程控制器的通信技术与组态软件	258
第一节 PLC 通信的基本知识	258
第二节 可编程控制器与计算机通信	259
第三节 PLC 网络	264
第四节 可视化编程与组态软件	266
第十三章 PLC 在过程控制中的应用	269
第一节 常用模拟量控制模块	269
第二节 模拟量输入、输出模块的使用	272
第三节 模拟量输入、输出模块选用	275
实训	277
习题	280
第十四章 PLC 在定位控制中的应用	281
第一节 定位概述	281
第二节 高速计数器	284
第三节 FX2 系列 PLC 高速计数器指令	289
第四节 定位控制模块	292
第五节 高速计数器应用:电梯的控制	294
实训	297
习题	299
第十五章 松下电工可编程控制器产品——FP1 介绍	300
第一节 FP1 的产品及性能简介	300
第二节 FP1 的内部寄存器及 I/O 配置	303
第三节 FP1 的指令系统	305
第四节 TVT-90A 箱式 PLC 学习机	320
第十六章 可编程控制器在工业控制中的设计问题	329
第一节 PLC 控制系统的设计内容及步骤	329
第二节 设备配置	331
第三节 软件设计	332
第四节 可靠性技术	334
习题	337
第十七章 PLC 控制系统工程实践	338

第一节 电气控制系统工程实践概述	338
第二节 电梯运行的 PLC 控制	340
第三节 M-5 双层立体车库 PLC 控制	346
第四节 自动生产流水线 PLC 控制	351
第五节 用 PLC 和变频器改造继电器控制系统	354
实训	366
附录一 FX2 系列 PLC 功能指令简表	368
附录二 高级维修电工操作技能鉴定要素与考核模块	370
参考文献	374



上篇 单 片 机

第一章 MCS - 51 单片机的基本结构

第一节 概 述

一、单片机特点及发展

单片微型计算机(Single - Chip Microcomputer)简称单片机,又称微控制器 MCU(Micro-controller Unit),就是将中央处理器(CPU)、存储器(ROM、RAM)、定时器/计数器和输入输出接口等主要计算机部件集成到一块集成电路芯片上构成的微型计算机。

1. 单片机的特点

- (1)集成度高 和通常的计算机系统相比,具有体积小、集成度高的特点。
- (2)可靠性高 单片机采用三总线结构,抗干扰能力强,可靠性高。
- (3)易扩展 单片机内部功能强,芯片外部有许多供扩展用的总线及并行、串行输入输出管脚,系统扩展方便,因此系统的硬件设计简单。
- (4)功能强 单片机具有丰富的指令系统,可以直接对 I/O 进行各种操作,运算速度高,实时控制能力强。
- (5)体积小、功耗低、价格便宜、易于产品化。

2. 单片机的发展

单片机的发展过程可分为以下几个阶段:

- (1)第一阶段(1974 ~ 1976 年) 此阶段为单片机的初级阶段。典型的产品有 Intel 公司的 4004 单片机,该系列产品属 4 位机型,集成度低。
- (2)第二阶段(1976 ~ 1978 年) 为低性能单片机阶段。典型的产品为 Intel 公司的



MCS-48 系列单片机,该系列产品属 8 位机型,这种单片机内集成了 8 位 CPU、并行 I/O 接口、定时器及 RAM 等。该系列产品无串行口,存储容量小,性能低。

(3)第三阶段(1978~1983 年) 为高性能单片机阶段。这个阶段的单片机普遍具有串行口、多级中断系统和 16 位的定时器/计数器,存储容量和寻址范围都有所增大。代表产品有 Intel 公司的 MCS-51 系列。

(4)第四阶段(1983 年以后) 为 8 位机巩固发展以及 16 位机 MCS-96 推出阶段,出现了很多新型单片机,单片机向大容量、高性能、低功耗、高集成度方向发展。

二、单片机产品简介

1. 单片机的主要生产厂家及产品

单片机的产品很多,主要有美国 Intel 公司的 MCS-51 系列产品,美国 Motorola 公司的 6801 系列和 6805 系列产品,美国 Microchip 公司的 PIC 系列产品及美国 Atmel 公司的 89C51 系列和美国 Zilog 公司的 Z8 系列产品,以及荷兰 Philip 公司和日本 NEC 公司的产品。

虽然单片机的品种很多,但在我国使用最多的仍然是 MCS-51 系列及与其兼容的 8 位系列单片机,该系列单片机软、硬件资源丰富,已为广大工程技术人员所熟悉,在单片机的应用领域占有主导地位。

2. MCS-51 系列单片机

MCS 是 Intel 公司的注册商标。凡 Intel 公司生产的以 8051 为核心单元的其他派生单片机都可以称为 MCS-51 系列。MCS-51 系列单片机包括 3 个基本机型 8031、8051、8751 和对应的低功耗型 80C31、80C51、87C51。

20 世纪 80 年代中期以后,Intel 公司把 8051 内核技术转让给许多半导体芯片生产厂家,这些厂家生产的单片机是 MCS-51 系列单片机的兼容产品,称为 8051 系列,但只有 Intel 公司生产的以 8051 为核心单元的单片机才叫 MCS-51 系列单片机。

三、单片机的应用

单片机的特点决定了其应用非常广泛。单片机的应用概括起来,主要有以下几个方面。

1. 智能仪表

单片机与传统的机械产品相结合,用单片机系统代替传统的测量系统,使传统的机械产品结构简化、控制智能化,提高了测量速度和测量精度。例如,智能电度表、智能流速仪等。

2. 工业控制领域

单片机控制系统广泛应用于工业过程控制、过程检测、自适应控制等系统中,单片机系统主要用来实现信号的检测、数据的采集以及对对象的控制。例如,单片机温湿度控制系统、自动化生产线、报警控制系统等。

3. 办公自动化领域

现代办公室中所大量使用的通信、信息产品,如绘图仪、复印机、电话机、传真机及考勤机等,都采用了单片机控制系统。

4. 汽车电子系统

单片机控制系统广泛应用于汽车电子系统中,如汽车发动机控制、操作和制动控制、

舒适控制等。

5. 家用电器

由于单片机价格低、体积小、逻辑判断和控制能力强,因此被广泛地应用于日常生活智能电气产品中,如洗衣机、电冰箱、家庭影院、家庭防盗系统等。

第二节 MCS-51 单片机的内部结构

一、MCS-51 内部结构框图

MCS-51 是美国 Intel 公司生产的 8 位高档单片机系列。在这个系列里,有多种机型,它们的性能特点也各不相同,但它们都具有 8051 型单片机的基本结构和功能。本节将主要以 8051 型单片机为主线,介绍单片机的内部结构、引脚功能等。MCS-51 单片机内部结构框图如图 1-1 所示,其基本结构包括:

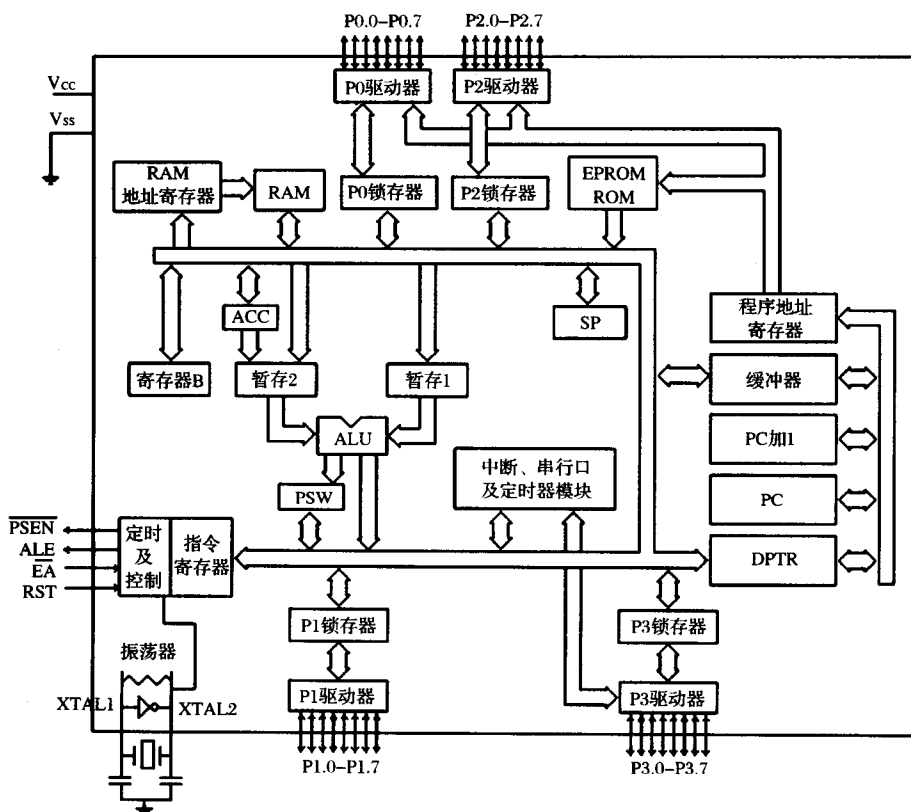


图 1-1 MCS-51 内部结构框图



- 8 位 CPU, 片内振荡器;
- 4kB 的片内程序存储器 ROM;
- 128B 的数据存储器 RAM;
- 21 个特殊功能寄存器 SFR;
- 32 根 I/O 口线;
- 两个 16 位定时器/计数器 T0、T1;
- 可寻址各 64kB 的外部程序存储器、数据存储器;
- 5 个中断源, 2 个优先级;
- 一个全双工串行口;
- 有位寻址功能, 适于布尔处理的位处理机。

MCS-51 各部分的功能简述如下:

1. 中央处理器 CPU

CPU 是单片机的核心。它由运算器和控制器组成。运算器以 ALU 为核心, 还包括累加器 A、寄存器 B、状态字寄存器 PSW、暂存器和位处理器等, 用于完成二进制数的算术和逻辑运算。

控制器是 CPU 的大脑中枢, 它包括程序计数器 PC、堆栈指针 SP、数据指针 DPTR、指令寄存器、指令译码器、定时电路及控制电路等部件。控制器的功能是在时钟信号的同步作用下对指令进行译码, 然后发出各种控制信号, 使单片机系统的各部件按时序协调有序地工作。

2. 数据存储器 RAM

8051 型单片机芯片内部共有 256 个字节的 RAM 单元, 但高 128 个单元中有一部分被特殊功能寄存器(Special Function Register, 简记作 SFR)占用, 其余单元用户不能使用。这些特殊功能寄存器, 其功能已有专门规定, 用户不得随意赋值。只有低 128 个单元可以作为随机存取单元供用户使用。这些单元主要用于存放随机存取的数据及运算的中间结果。通常所说的片内 RAM 就是指这低 128 个单元。

3. 程序存储器 ROM

8051 型单片机内部有 4kB 的只读存储器 ROM, 主要用于存放已编好的程序、原始数据表格, 被称之为程序存储器, 有时也被称为片内 ROM。

4. 定时器/计数器

8051 型单片机内部有 2 个 16 位的定时器/计数器, 以实现定时或计数功能, 并以其定时或计数的结果对系统进行控制。

5. 并行 I/O 口

8051 型单片机有 4 个 8 位并行 I/O 口, 即 P1、P2、P3 和 P0 口, 这些端口可以用于一般的输入或输出。但通常 P0 口作为 8 位数据总线/低 8 位地址总线复用口, P2 口常用作高 8 位地址总线, 而 P3 口的各个管脚多以第二功能输入或第二功能输出形式出现。因此, 一般情况下只有 P1 口的 8 个管脚作为通用 I/O 口。

6. 串行口

MCS-51 型单片机有一个全双工的串行口, 用以实现单片机和其他设备之间的串行



数据传送。该串行口功能较强,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寄存器使用。

7. 中断控制系统

8051 型单片机共有 5 个中断源,即 2 个外部中断源、2 个定时器/计数器中断源和 1 个串行中断源。全部中断源可设定为高低 2 个优先级,用来满足控制应用的需要。

除了上述主要组成部分外,MCS-51 型单片机芯片还集成了时钟电路、复位电路等,它们也是单片机的重要组成部分。

二、引脚定义及功能

MCS-51 系列单片机的引脚如图 1-2 所示。MCS-51 单片机的 40 条引脚按功能来分,可分为 4 部分,即电源引脚、时钟引脚、输入输出引脚和控制引脚。

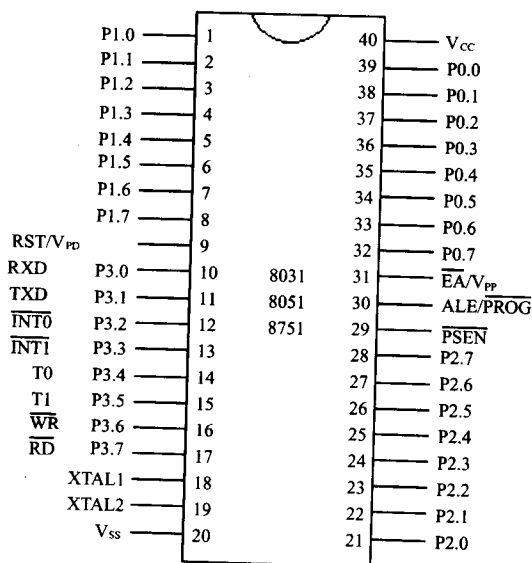


图 1-2 单片机引脚图

1. 电源引脚

V_{CC} (40 脚) +5V 电源。

V_{SS} (20 脚) 接地端。

2. 时钟引脚

XTAL1 (19 脚) 接外部石英晶体和微调电容的一端,当使用外部时钟时,该引脚应接地。

XTAL2 (18 脚) 接外部石英晶体和微调电容的另一端,当使用外部时钟时,用于接外部时钟脉冲信号。

3. 输入输出引脚

P0 口 (32 ~ 39 脚) 在访问片外部存储器时,P0 口分时复用为低 8 位地址线和 8 位双向数据总线。P0 口不作为地址/数据线使用时,可作为准双向 I/O 口使用,但必须外接上



拉电阻。

P1 口(1~8 脚) 是一个带内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口。

P2 口(21~28 脚) 是一个带内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口,复用时,P2 口用作高 8 位地址线。

P3 口(10~17 脚) 也是一个带内部上拉电阻的 8 位准双向 I/O 口。P3 口除了作为一般准双向口使用外,每个引脚还有第二功能,详见本章第五节。

4. 控制引脚

RST/ V_{PD} (9 脚) RST 为复位信号输入端。当 RST 端出现持续两个机器周期的高电平时,即可对单片机实现复位操作。该引脚还具有掉电保护功能,为备用电源的输入端。当主电源 V_{CC} 一旦发生掉电或电压降低到低于电平规定值时,可通过 V_{PD} 为内部 RAM 提供电源,以保护片内 RAM 中的信息不丢失。

ALE/ $\overline{PROG}$ (30 脚) ALE 为地址锁存允许信号输出端。在访问外部存储器时,ALE 用来锁存 P0 口输出的低 8 位地址信号,在不访问外部存储器时,ALE 以时钟振荡频率的 1/6 的固定频率输出,因而它又可用作外部定时及其他需要。对于片内具有 EPROM 型的单片机(如 8751),在 EPROM 编程期间,此引脚是编程脉冲输入端。

$\overline{PSEN}$ (29 脚) 外部程序存储器 ROM 的读选通信号输出端,低电平有效。当访问外部 ROM 时, $\overline{PSEN}$ 在每个机器周期(12 个时钟周期)内两次有效。在访问内部 RAM 或内部 ROM 时,不会产生有效的 $\overline{PSEN}$ 信号。

$\overline{EA}/V_{PP}$ (31 脚): $\overline{EA}$ 为内外程序存储器选择控制端。当 $\overline{EA} = 0$ 时,对 ROM 的访问限定在外部程序存储器;当 $\overline{EA} = 1$ 时,对 ROM 的访问先从内部程序存储器开始,当地址范围超出 4kB 时自动切换到外部程序存储器进行访问。对于 8031 型单片机, $\overline{EA}$ 脚应接地。对于片内具有 EPROM 型的单片机(如 8751),在 EPROM 编程期间,此脚用于输入 21V 的编程电压。

三、单片机的复位电路

复位是单片机初始化操作。复位将单片机恢复到初始化状态,目的是使 CPU 及各专用寄存器处于一个确定的状态。

MCS-51 单片机有一个复位信号引脚 RST/ V_{PD} ,在该引脚上出现 2 个机器周期以上的高电平时,单片机就会被复位。单片机复位后,其程序计数器和特殊功能寄存器的复位状态如表 1-1 所示。

表 1-1

MCS-51 单片机复位后 PC 与 SFR 状态表

寄存器	复位状态	寄存器	复位状态
PC	0000H	TMOD	00H
ACC	00H	TCON	00H
B	00H	TH0	00H
PSW	00H	TLO	00H
SP	07H	TH1	00H