

全国高级技工学校

电气自动化设备安装与维修专业教材



单片机 应用技术

DANPIANJI YINGYONG JISHU

(C 语言)



配套课件 网络下载



中国劳动社会保障出版社

全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材

单片机应用技术

(C 语言)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

内容简介

本书为全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材。主要包括单片机应用基础、单片机开发软件、C51 程序设计基础、单片机系统的基本应用、单片机中断系统应用和单片机接口电路及其应用等。

本书由汤宇主编；郑晖晖、魏宁宇、朱鸿彪、景魏、孙慧、王静参加编写；周磊审稿。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术：C 语言/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2012

全国高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 9731 - 1

I. ①单… II. ①人… III. ①单片微型计算机-技工学校-教材②C 语言-程序设计-技工学校-教材 IV. ①TP368.1②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 133128 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)

出版人：张梦欣

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 397 千字

2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

定价：32.00 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

举报电话：010 - 64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010 - 80497374

前 言

为了更好地适应高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业的教学要求,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,在充分调研企业生产和学校教学情况的基础上,吸收和借鉴各地高级技工学校教学改革的成功经验,在原有同类教材的基础上,重新组织编写了高级技工学校电气自动化设备安装与维修专业教材。

本次教材编写工作的目标主要体现在以下几个方面:

第一,完善教材体系,定位科学合理。

针对初中生源和高中生源培养高级工的教学要求,调整和完善了教材体系,使之更符合学校教学需求。同时,根据电气自动化设备安装与维修专业高级工从事相关岗位的实际需要,合理确定学生应具备的能力和知识结构,对教材内容的深度、难度做了适当调整,加强了实践性教学内容,以满足技能型人才培养的要求。

第二,反映技术发展,涵盖职业标准。

根据相关工种及专业领域的最新发展,更新教材内容,在教材中充实新知识、新技术、新材料、新工艺等方面的内容,体现教材的先进性。教材编写以国家职业标准为依据,涵盖《国家职业技能标准·维修电工》中维修电工中、高级的知识和技能要求,并在与教材配套的习题册中增加了相关职业技能鉴定考题。

第三,融入先进理念,引导教学改革。

专业课教材根据一体化教学模式需要编写,将工艺知识与实践操作有机融为一体,构建“做中学”“学中做”的学习过程;通用专业知识教材根据所授知识的特点,注意设计各类课堂实验和实践活动,将抽象的理论知识形象化、生动化,引导教师不断创新教学方法,实现教学改革。

第四,精心设计形式,激发学习兴趣。

在教材内容的呈现形式上,较多地利用图片、实物照片和表格等形式将知识点生动地展示出来,力求让学生更直观地理解和掌握所学内容。针对不同的知识点,设计了许多贴近实际的互动栏目,在激发学生学习兴趣和自主学习积极性的同时,使教材“易教易学,易懂易用”。

第五,开发辅助产品,提供教学服务。

根据大多数学校的教学实际,部分教材还配有习题册和教学参考书,以便于教师教学和



学生练习使用。此外,教材基本都配有方便教师上课使用的电子教案,并可通过中国劳动社会保障出版社网站 (<http://www.class.com.cn>) 免费下载,其中部分教案在教学参考书中还以光盘形式附赠。

本次教材编写工作得到了河北、黑龙江、江苏、山东、河南、广东、广西等省、自治区人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持,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

2012 年 5 月

目 录

课题一 单片机应用基础	1
任务 1 认识单片机	3
任务 2 了解单片机的硬件结构	10
任务 3 单片机最小系统设计	16
课题二 单片机开发软件	23
任务 1 Proteus ISIS 7.5 软件的使用	23
任务 2 Keil C51 μ Vision3 软件的使用	34
课题三 C51 程序设计基础	45
任务 1 C51 程序结构及内部单元赋值操作	45
任务 2 C51 运算符的应用	52
任务 3 选择语句的应用	57
任务 4 循环语句的应用	62
任务 5 指针的定义及引用	66
课题四 单片机系统的基本应用	71
任务 1 跑马灯	71
任务 2 花样灯	80
任务 3 键控彩灯	87
任务 4 数显抢答器	97
任务 5 简易数字秒表	110
课题五 单片机中断系统应用	120
任务 1 简易电子计分器	120
任务 2 方波信号发生器	132
任务 3 简易频率计	143
任务 4 主从呼叫器	152
课题六 单片机接口电路及其应用	170
任务 1 电子密码锁	170



任务 2 字符型 LCD1602 显示系统	183
任务 3 实时温度监控系统	198
任务 4 汉字点阵屏显示系统	217
任务 5 简易数字电压表	231
任务 6 简易波形发生器	244
附录	262
附录 A Proteus 元器件库列表	262
附录 B Proteus 的常用快捷键	266
附录 C C51 运算符的优先级和结合性	267
附录 D 8051 特殊功能寄存器列表	268

课题一

单片机应用基础

近年来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,以及遥控玩具、电子宠物等,这些都离不开单片机。可以说,单片机在各个领域中的应用都非常广泛。

一、在日常生活中的应用

随着对冰箱在节能、环保、舒适等方面要求的不断提高,单片机以其独特的优点,越来越多地将智能控制技术引入到了冰箱中,如图 1—0—1 所示。全自动式洗衣机因其使用方便而得到消费者的青睐,其从进水、洗涤、漂洗到甩干等一系列过程的自动完成就是通过单片机控制技术实现的。单片机还被广泛应用在日常生活的诸多场合,如空调器、视听音响设备、大屏幕呼叫系统、电饭煲、电子玩具、信用卡、楼宇防盗系统等。单片机技术使人类的生活更加方便舒适、丰富多彩。

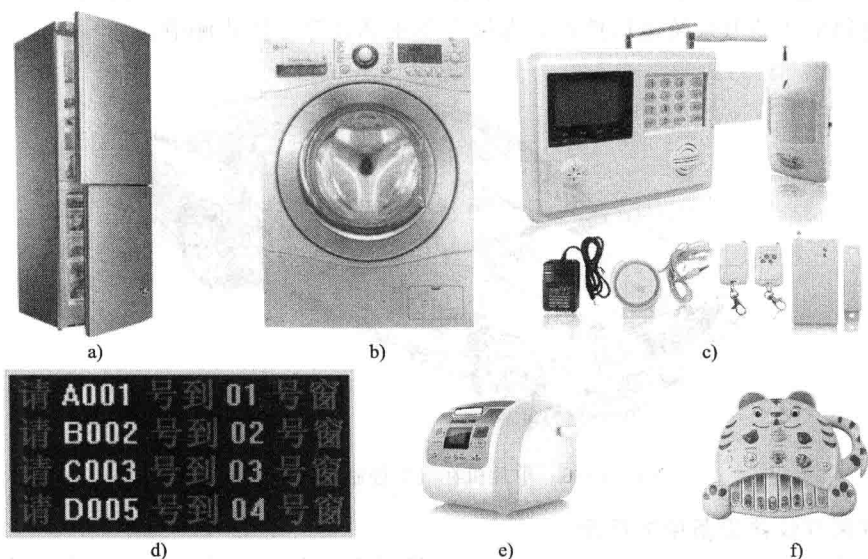


图 1—0—1 单片机在日常生活中的应用

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) 玩具电子琴

二、在机电一体化中的应用

数控机床作为一种广泛的、典型的机电一体化产品,其中综合应用了单片机技术、自动控制技术和精密测量技术等方面的最新成就,如图 1—0—2 所示。



图 1—0—2 单片机在机电一体化中的应用

a) 数控铣床 b) 数控车床

三、在汽车控制系统中的应用

在汽车动力系统采用的燃油喷射装置中,安全系统采用的 ABS 系统, GPS 导航系统,高档汽车的温度、座椅等舒适度自动调节装置中,无不大量采用了以单片机作为核心的控制器件,如图 1—0—3 所示。例如,德国梅赛德斯—奔驰公司为其高档轿车开发了一种防侧滑系统,使用了近 30 个单片机,通过传感器感知司机失常的转弯动作,并自动接管控制,对 4 个轮子的刹车及动力系统进行控制,保证汽车正确转弯,防止侧滑。



图 1—0—3 单片机在汽车控制系统中的应用

四、在医疗仪器设备中的应用

随着单片机与嵌入式系统的发展,医疗仪器设备开始呈现向便携性和网络化发展的趋势。可以随身携带的血压计、血糖仪,在家庭或小型社区康复医院中使用的呼吸机和心电监

护仪都离不开单片机嵌入式系统的支持,如图1—0—4所示。引入嵌入式系统后,各种监护仪器设备的功能与性能都得到了大幅度的提高。

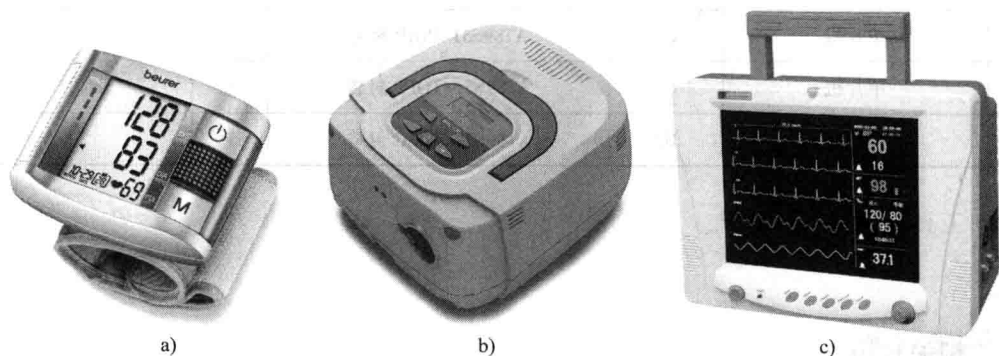


图1—0—4 单片机在医疗仪器设备中的应用

a) 血压计 b) 呼吸机 c) 心电监护仪

此外,单片机以其体积小、功能全、性价比高等诸多优点,在金融、科研、教育、国防航空航天等领域也有着十分广泛的用途。

任务1 认识单片机



学习目标

1. 了解单片机的基本概念及其发展史。
2. 掌握 AT89S51 单片机的封装及引脚定义。
3. 了解 AT89S51 单片机的主要功能特性。



工作任务

在利用单片机实现预定的设计目标前,首先需要对单片机有一个基本的了解。本任务的目的就是使读者对单片机形成一定的感性认识,学会识别不同封装形式单片机的引脚编号,并掌握各个引脚功能的定义。



任务准备

1. 完成任务所需材料清单见表1—1—1。

表 1—1—1

三种封装形式的单片机

序号	元件名称	编号	型号与规格	数量	备注
1	单片机	U1	AT89S51/PDIP 封装	1	
2	单片机	U2	AT89S51/TQFP 封装	1	
3	单片机	U3	AT89S51/PLCC 封装	1	

2. 工具及设备：计算机。



相关知识

一、单片机的概念

单片机是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 (CPU)、随机存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、I/O 接口电路、中断系统及定时/计数器等主要计算机部件集成到一块芯片上, 其具有计算机的基本功能, 称为单片微型计算机 (Single Chip Micro Computer, SCMC), 简称单片机。

二、单片机的发展史

如果将 8 位单片机的推出作为起点, 那么单片机的发展历史大致可分为以下四个阶段:

1. 第一阶段 (1976—1979)

单片机的探索阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表。MCS-48 主要用于工控领域, 此外, Motorola、Zilog 等公司也在这一时期推出了类似产品, 都取得了满意的效果, 成为单片机发展史上重要的里程碑。

2. 第二阶段 (1979—1982)

单片机的完善阶段。Intel 公司在 MCS-48 的基础上推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。它在以下几方面奠定了典型的通用总线型单片机体系结构。

①完善的外部总线。MCS-51 设置了经典的 8 位单片机的总线结构, 包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有多机通信功能的串行通信接口。

②CPU 外围功能单元的集中管理模式。

③体现工控特性的位地址空间及位操作方式。

④指令系统趋于丰富和完善, 并且增加了许多突出控制功能的指令。

3. 第三阶段 (1982—1990)

8 位单片机的巩固发展及 16 位单片机的推出阶段, 也是单片机向微控制器发展的阶段。Intel 公司推出的 MCS-96 系列单片机, 将一些用于测控系统的模/数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入单片机中, 突出了单片机的微控制器特征。

4. 第四阶段 (1990 年以后)

微控制器的全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面深入的发展和应用, 出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位/16 位/32 位通用型单片机, 以及小型廉价的专用型单

片机。

三、单片机的封装形式及引脚定义

单片机可分为通用型和专用型，种类繁多，但目前使用较为广泛的应属 MCS-51 系列单片机，其中美国 ATMEL 公司将闪速存储器与 MCS-51 控制器相结合，开发生产了 8 位单片机——AT89 系列单片机。它不但具有一般 MCS-51 单片机的所有特性，而且使 8 位单片机更具有生命力。本教材便以 ATMEL 公司生产的 AT89S51 单片机为例展开介绍。

AT89S51 单片机常用的封装形式为 40 脚的双列直插式塑料封装（PDIP-40），此外还有 TQFP-44、PLCC-44 两种封装形式，以适应不同产品的需求，三种封装分别如图 1—1—1 所示。本教材任务实施中所用单片机均为第一种 PDIP 封装的 AT89S51 单片机。

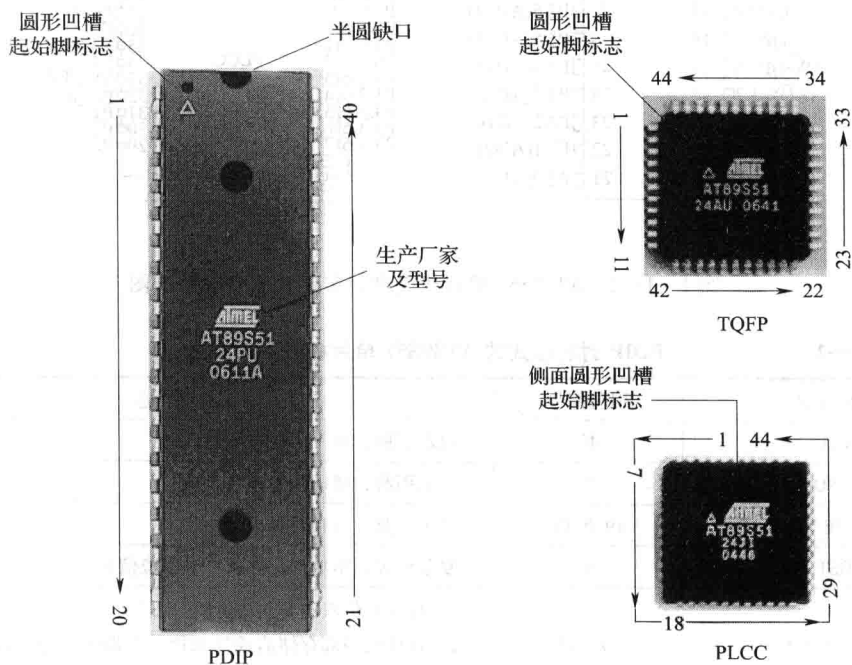


图 1—1—1 AT89S51 单片机的三种封装形式

从外观上看，PDIP 封装形式的 AT89S51 单片机有 40 个引脚，成对称形式分布，每边各有 20 个引脚。而 TQFP 和 PLCC 两种封装形式的有 44 个引脚，呈方形对称分布，每边各有 11 个引脚，其中每边各有 1 只为空脚（NC）。具体引脚分布如图 1—1—2 所示。

以 PDIP 封装形式为例，引脚的具体描述见表 1—1—2。

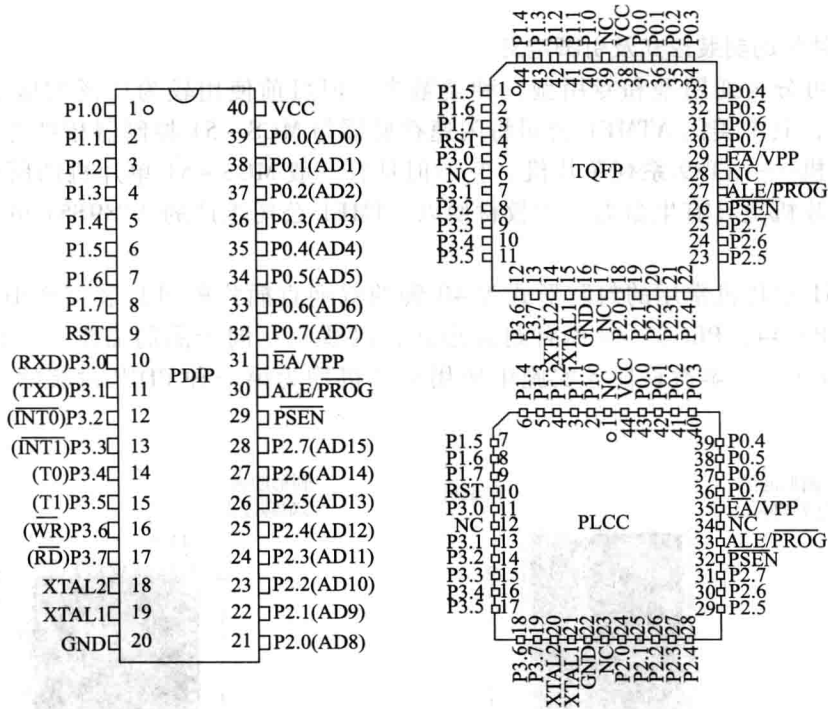


图 1—1—2 AT89S51 单片机三种封装形式的引脚分布图

表 1—1—2

PDIP 封装形式的 AT89S51 单片机的引脚描述

引脚定义	引脚编号	功能描述
VCC	40	电源引脚, 接 +5 V 电源
GND	20	接地引脚, 接电源地
XTAL1 和 XTAL2	19 和 18	时钟引脚, 外接时钟电路
RST	9	复位引脚, 给单片机提供一个复位信号
P0.0 ~ P0.7 (P0 口)	39 ~ 32	1. 作为 8 位双向 I/O 口使用 2. 在访问外部存储器或外部接口电路时, 分时用作低 8 位地址线 and 数据总线
P1.0 ~ P1.7 (P1 口)	1 ~ 8	1. 作为 8 位准双向 I/O 口使用 2. 用于 ISP 编程下载 (P1.5、P1.6、P1.7)
P2.0 ~ P2.7 (P2 口)	21 ~ 18	1. 作为 8 位准双向 I/O 口使用 2. 在访问外部存储器或外部接口电路时, 分时用作高 8 位地址线
P3.0 ~ P3.7 (P3 口)	10 ~ 17	1. 作为 8 位准双向 I/O 口使用 2. 具有第二功能 (详见本书课题五中具体应用)
$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$	31	外部/内部程序存储器使能端
$\overline{\text{PSEN}}$	29	外部程序存储器读选通信号端
$\text{ALE}/\overline{\text{PROG}}$	30	地址锁存允许信号端

四、AT89S51 的功能特性

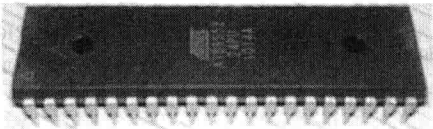
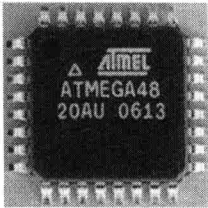
ATMEL 公司生产的 AT89S51 是 MCS -51 单片机的典型代表，它是一种能处理 8 位数据的高性能 CMOS 通用型单片机，其主要功能特性如下：

- ✦ 兼容 MCS -51 系列产品。
- ✦ 4KB Flash 存储器，支持在线编程（ISP），可反复擦写 1 000 次。
- ✦ 128B 片内 RAM。
- ✦ 工作电压 4.5 ~5.5 V。
- ✦ 全静态时钟 0 ~33 MHz。
- ✦ 32 个双向 I/O 口线。
- ✦ 2 个 16 位定时/计数器。
- ✦ 5 个中断源，2 个中断优先级。
- ✦ 1 个全双工 UART 串行口。
- ✦ 看门狗定时器。
- ✦ 低功耗空闲和省电模式。

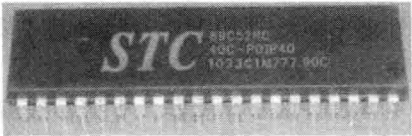
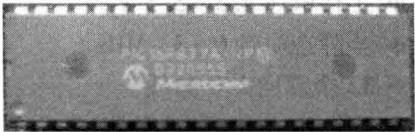
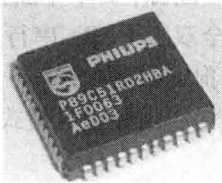
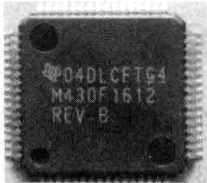
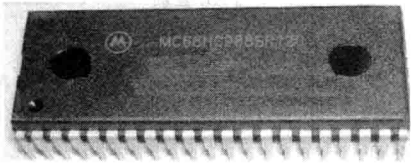
任务实施

查找资料，了解常见的其他类型单片机（详见表 1—1—3）。

表 1—1—3 常见的其他类型单片机

生产厂家	类别	型号举例	图片
ATMEL 公司	AT89 系列	AT89C2051 (DIP 封装)	
		AT89S52 (DIP 封装)	
	AT90 系列 (AVR 单片机)	ATmega48 (QFP 封装)	

续表

生产厂家	类别	型号举例	图片
STC 公司	STC 单片机	STC89C52RC (DIP 封装)	
MicroChip 公司	PIC 单片机	PIC16F877A (DIP 封装)	
PHILIPS 公司	51LPC 系列	LPC2148FBD64 (LCC 封装)	
TI 公司	MSP430 系列	MSP430F1612 (QFP 封装)	
	TMS370 系列	TMS370C722FNT (LCC 封装)	
Motorola 公司	MC68HC908 系列	MC68HC908SR12CB (DIP 封装)	

巩固与提高

1. 简述单片机的基本概念。
2. 画出三种不同封装形式的 AT89S51 单片机引脚功能图。

3. 简述 AT89S51 单片机的主要功能特性。
4. 通过上网检索、到图书馆查阅资料等形式，结合图 1—1—3 对单片机引脚进行归类整理，填入表 1—1—4 中，并熟记。

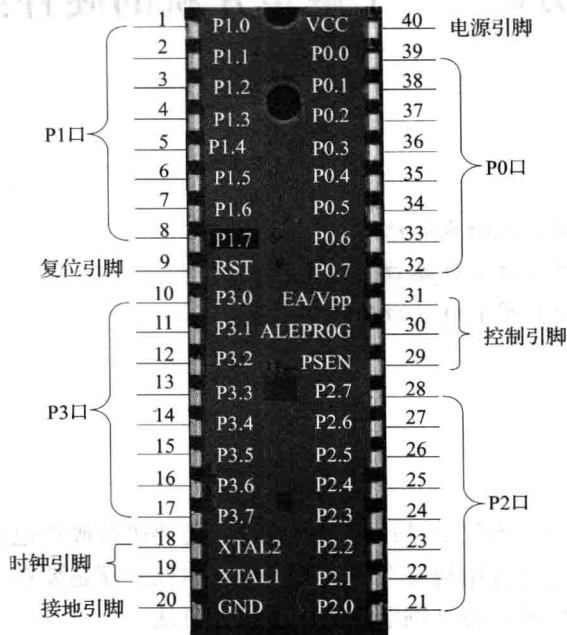


图 1—1—3 AT89S51 单片机引脚功能图

表 1—1—4 单片机引脚的归类整理

序号	分 类	引脚名称及符号
1	单片机工作条件引脚 (5 个)	
2	控制引脚 (3 个)	
3	输入输出引脚 (32 个)	

任务2 了解单片机的硬件结构

学习目标

1. 了解 AT89S51 单片机的内部结构。
2. 了解 AT89S51 单片机 I/O 端口的结构特点。
3. 掌握 AT89S51 单片机 I/O 端口的使用方法。

工作任务

设计单片机应用系统,不仅要进行程序的设计,还要进行硬件电路的设计。因此,设计时要求设计者对单片机的硬件结构要有一定的了解。本任务就是要在了解单片机内部结构的基础上,掌握单片机 I/O 端口与外围电路的合理设计方法。

任务准备

1. 完成任务所需材料清单见表 1—2—1。

表 1—2—1

所使用单片机的信息

元件名称	编号	型号与规格	数量	备注
单片机	U1	AT89S51/PDIP 封装	1	

2. 工具及设备: 计算机。

相关知识

一、单片机内部结构

单片机的结构有两种类型:一种是程序存储器和数据存储器分开的形式,即哈佛(Harvard)结构,另一种是采用通用计算机广泛使用的程序存储器与数据存储器合二为一的结构,即普林斯顿(Princeton)结构。AT89S51 单片机采用的就是哈佛结构的形式,主要由 CPU、存储器、并行 I/O 口、定时/计数器、串行口及中断系统组成,各组成部分通过内部