

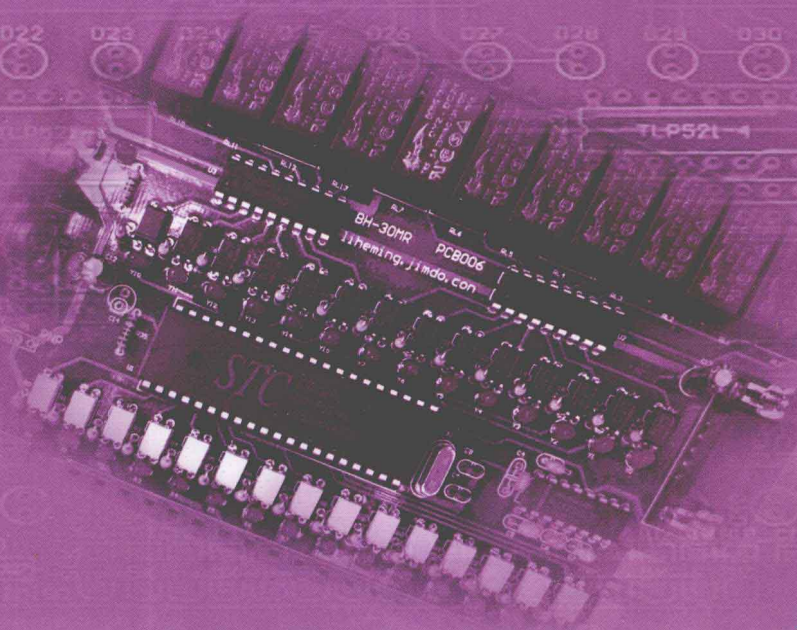


中等职业教育“十二五”规划教材

项目式教学

单片机 原理与应用

易法刚 吴 飞 主 编
毕红林 蒋余学 副主编



国防工业出版社
National Defense Industry Press



中国矿业大学“十二五”规划教材

资源与环境

单片机 原理与应用

主编 潘飞 副主编
张永强 张永强 张永强



中国矿业大学出版社
CHINA UNIVERSITY OF GEOSCIENCES PRESS



中等职业教育“十二五”规划教材

单片机原理与应用

易法刚 吴 飞 主 编
毕红林 蒋余学 副主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书结合目前职业教育改革要求,采取基于行动导向的手段,循序渐进地介绍了单片机系统的学习过程。将单片机硬件系统、单片机开发系统、显示与键盘接口技术、定时与中断系统、A/D 与 D/A 转换接口、单片机并行与串行接口通信技术、单片机系统扩展等主要内容融入到了9个项目之中,并通过对这9个项目的制作来提升读者对单片机工作系统的认识,初步学会单片机的 C51 编程。

本书适用于中职学校、高职高专院校和函授学院相应的电类、自动化类、机电类、机械制造类专业作为单片机技术课程的教材,也可作为应用型社会人员单片机技术培训的入门教材以及电子产品设计人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理与应用/易法刚,吴飞主编. —北京:

国防工业出版社,2011.7

中等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-07471-0

I. ①单... II. ①易... ②吴... III. ①单片微型计算机—中等专业学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 126168 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15¼ 字数 378 千字

2011年7月第1版第1次印刷 印数 1—4000 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

单片机应用技术已经广泛地应用于国民经济的各个领域,并深入到了人们的日常生活之中。随着其应用技术的进步,越来越多的企业需要大量熟悉单片机原理和应用技术的应用型人才。

针对企业的需求和职业教育以培养技能型人才为目标的要求,在编写本书时,我们对每个项目都进行了精心的挑选和设计,以制作一个个实用的产品为基础,采取了基于行动导向的项目式教学手段。每个产品的制作从元器件采购入手,到硬件电路的搭接,再到程序的设计、下载与调试,切实做到每个产品所涉及的知识点均密切联系实际、由浅入深、循序渐进。通过学生自己动手制作,让学生在“做中学、学中做”中去体会和感悟单片机应用系统的特点,在获得成就感的同时增长知识和提高技能水平。本书的特点包括以下几个方面:

1. 以项目教学引领学习

以项目为引领,以工作任务为导向,由任务入手,引导学生从硬件实现环境开始,全面了解单片机相关知识,通过软件编程、调试,掌握单片机硬件与软件之间的联系。

2. 以实践手段指导学习

本书共安排了9个项目。从项目一到项目九,每个相邻项目在知识和技能上具有一定的递进关系,只有前一个项目的学习成功后,后一个项目的学习才有可能顺利完成。由于每个项目涉及的知识点和技能训练任务比较多而且复杂,因此设计了一条比较切合学生实际又可以调动所有学生积极性的产品制作路线图,即将每个项目按照不同的内容和功能进行了再细化、再分配,力求在产品制作路线图的指导下,一步步引导学生自己动手完成产品制作。

本书所有的项目均为作者精心选择,并对每个项目进行了仿真和实际验证,可以保证学生在产品制作中取得成功。

3. 以通俗易懂的语言阐释程序

传统的单片机教学采用汇编语言进行编程,汇编语言比较灵活,但是可读性较差,学生很难掌握其编程方法,要想学好它确实不易。因此从学生的实际出发,本书选择了比较易于阅读、理解的C51语言进行编程。C51语言编辑的程序具有很高的可移植性,目前已经成为单片机应用产品开发的主流语言。为了保证学生顺利地阅读、理解程序,对书中所有程序的每一行均进行了通俗易懂的阐释。

本书共9个项目,主要介绍单片机硬件系统、单片机开发系统、显示与键盘接口技术、定时

与中断系统、A/D 与 D/A 转换接口、单片机并行与串行接口通信技术、单片机系统扩展等内容。所用教学参考学时数约为 104 学时,在使用时可根据具体教学情况酌情增减学时。各项目参考学时见课时分配表。

项目课时分配表

项目	名 称	课时数	项目	名 称	课时数
一	制作点亮一个发光二极管装置	12	六	制作一个电子计时秒表	12
二	制作一个旋转彩灯装置	8	七	制作一个密码锁	12
三	制作一个交通灯控制装置	16	八	制作一个带电压显示的简易调光灯装置	8
四	制作汽车左右转向灯装置	12	九	制作一个万年历数字钟	12
五	制作一个抢答器	12			

本书由武汉市东西湖职业技术学校易法刚、武汉市石牌岭高级中学吴飞任主编,武汉市东西湖职业技术学校毕红林、武汉市石牌岭高级中学蒋余学任副主编。具体分工如下:易法刚提出编写思路和编写大纲,对编写进行了总体策划,指导本书进行编写、统稿,并编写项目四和项目八;毕红林协助完成统稿工作,并编写项目一、项目六和附录;吴飞编写了项目二和项目九;蒋余学编写了项目三和项目五。武汉市石牌岭高级中学李俭、胡艾华编写了项目七。

由于时间紧迫和编者水平有限,书中的错误和不足在所难免,恳请读者批评指正,并提出宝贵建议。

编 者

目 录

项目一 制作点亮一个发光二极管装置.....	1
任务一 设计点亮一个发光二极管装置.....	1
任务二 点亮一个发光二极管硬件设计.....	2
知识链接一 MCS-51 单片机硬件结构	6
任务三 点亮一个发光二极管软件设计	20
知识链接二 C51 语言结构简介	21
任务四 点亮一个发光二极管程序下载与调试	24
项目学习评价	38
项目二 制作一个旋转彩灯装置	40
任务一 设计一个旋转彩灯控制器	40
任务二 旋转彩灯控制器硬件设计	41
任务三 旋转彩灯控制器软件设计	44
知识链接一 C51 语言数据类型、顺序结构、循环结构、子函数及调用	46
知识链接二 C51 语言的位操作	52
任务四 旋转彩灯控制器程序下载与调试	52
项目学习评价	53
项目三 制作一个交通灯控制装置	55
任务一 设计一个交通灯控制装置	55
任务二 交通灯控制装置硬件设计	56
知识链接一 8255A 并行接口芯片简介	59
任务三 交通灯控制装置软件设计	64
任务四 交通灯控制装置程序下载与调试	68
知识链接二 单片机总线操作介绍	68
知识链接三 C51 语言带参数的函数及调用	73
项目学习评价	78
项目四 制作汽车左右转向灯装置	80
任务一 设计一个汽车左右转向灯装置	80
任务二 汽车左右转向灯硬件设计	81

任务三 汽车左右转向灯软件设计	84
知识链接一 单片机 C51 语言条件选择结构	88
知识链接二 独立按键结构及工作原理	97
任务四 汽车左右转向灯程序下载与调试	106
项目学习评价	107
项目五 制作一个抢答器	109
任务一 设计一个抢答器	109
任务二 抢答器硬件设计	110
知识链接一 数码管显示原理与编码	114
任务三 抢答器软件设计	115
任务四 抢答器程序下载与调试	119
知识链接二 单片机 C51 语言数组操作介绍	119
项目学习评价	122
项目六 制作一个电子计时秒表	124
任务一 设计一个电子计时秒表	124
任务二 电子计时秒表硬件设计	125
任务三 电子计时秒表软件设计	128
任务四 电子计时秒表程序下载与调试	133
知识链接一 MCS-51 单片机中断系统	133
知识链接二 MCS-51 单片机的定时器/计数器	142
项目学习评价	150
项目七 制作一个密码锁	152
任务一 设计一个电子密码锁	152
任务二 密码锁硬件设计	153
任务三 密码锁软件设计	158
知识链接 矩阵键盘的结构及工作过程	167
任务四 密码锁电路程序下载与调试	169
项目学习评价	170
项目八 制作一个带电压显示的简易调光灯装置	172
任务一 设计一个带电压显示的调光灯装置	172
任务二 带电压显示简易调光灯硬件设计	173
任务三 带电压显示简易调光灯软件设计	177
知识链接 A/D、D/A 转换接口	183
任务四 带电压显示简易调光灯程序下载与调试	200

项目学习评价·····	200
项目九 制作一个万年历数字钟·····	203
任务一 设计一个万年历数字钟·····	203
任务二 万年历数字钟硬件设计·····	204
知识链接一 日历时钟芯片 DS12C887 的工作原理 ·····	210
知识链接二 单片机串口通信·····	213
任务三 万年历数字钟软件设计·····	216
知识链接三 日历时钟芯片 DS12C887 的编程 ·····	223
知识链接四 单片机串口通信的特殊功能寄存器·····	225
知识链接五 单片机串口通信协议设计·····	226
任务四 万年历数字钟程序下载与调试·····	227
项目学习评价·····	227
附录一 C51 关键字、数据类型及运算符 ·····	230
附录二 C51 程序的基本语句·····	233

项目一 制作点亮一个发光二极管装置

项目情景展示

随着社会的发展和科技的进步,一些姹紫嫣红、变幻无穷、光彩夺目的广告牌和霓虹灯非常夺人眼球,也给城市的晚上增添了不少光彩和情趣。而所有这些,大部分与发光二极管有关,因此,我们从制作点亮一个发光二极管的装置入手,来学习单片机的部分应用。

项目学习目标

总目标	项目要求	重点	难点	课时分配
知识目标	了解和掌握单片机的最小系统	最小系统的概念	最小系统的结构	12 课时
	了解和掌握单片机 C 语言编程的步骤	单片机 C 语言编程的流程	程序的编写、编译及下载	
	了解和掌握单片机 I/O 口的简单控制方法	单片机 I/O 的控制	实现单片机 P0 口带负载能力的方法	
能力目标	能够按照元器件清单找出所需的元器件	找出所需的各种元器件	元器件参数的匹配	
	能独立编写程序; 使用单片机控制 LED 灯发光	程序的编写	程序的编译、下载及调试	
情感目标	培养学习单片机的热情与兴趣			
	培养和提高小组合作能力			

任务一 设计点亮一个发光二极管装置

一、设计目的

通过对单片机控制一个 LED 发光二极管发光装置的制作,来了解什么是单片机、单片机最小系统和单片机应用系统的制作过程。

二、设计基本要求及内容描述

根据对应的原理图,在万能板上焊接单片机控制一个 LED 发光二极管发光的装置,并能够在 Keil 中写出相应的 C51 程序代码。通过双龙下载器将程序代码下载到单片机中,实现发光二极管被点亮。

三、进度计划

按照设计目的,需要对人员、物质进行时间上的安排。其具体进度如表 1 - 1 所示。

表 1 - 1 进度安排

时 间	进 度 安 排
5 课时	以小组为单位了解制作目的,并预习知识链接,掌握相关知识
1 课时	根据设计功能绘制电路图,并对小组成员进行分工
5 课时	小组成员按照分工要求不同,分别熟悉电路图、元器件采购、组装、编程、下载和调试
1 课时	个人、小组和教师评价

四、实施流程

对点亮一个发光二极管装置的制作,需要小组成员共同协助完成。具体实施流程如图 1 - 1所示。

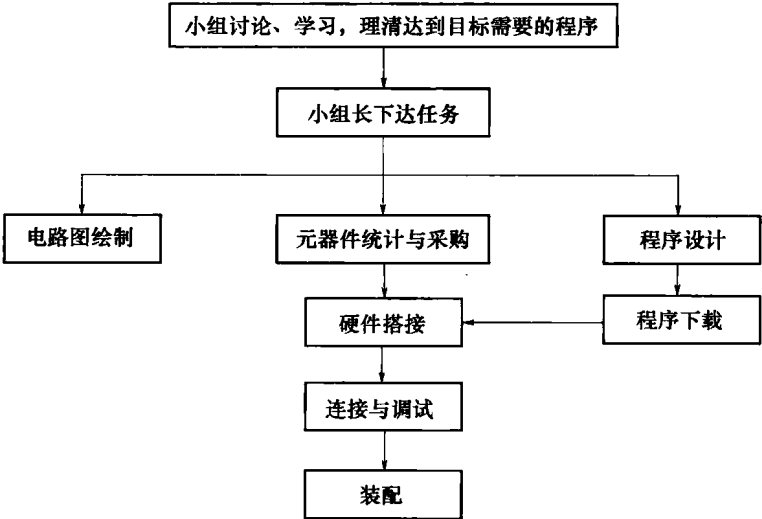


图 1 - 1 实施流程

任务二 点亮一个发光二极管硬件设计

一、电路原理图设计

1. 设计思想

通过程序指令,将 AT89S52 单片机的 I/O 脚 P0.0 置为 0,使得发光二极管两端产生电位差,从而点亮发光二极管。

2. 电路原理图

根据设计思想绘制原理图,如图 1 - 2 所示。

由图 1 - 2 可知,单片机控制一个 LED 发光二极管的电路由单片机、复位电路、时钟电路、

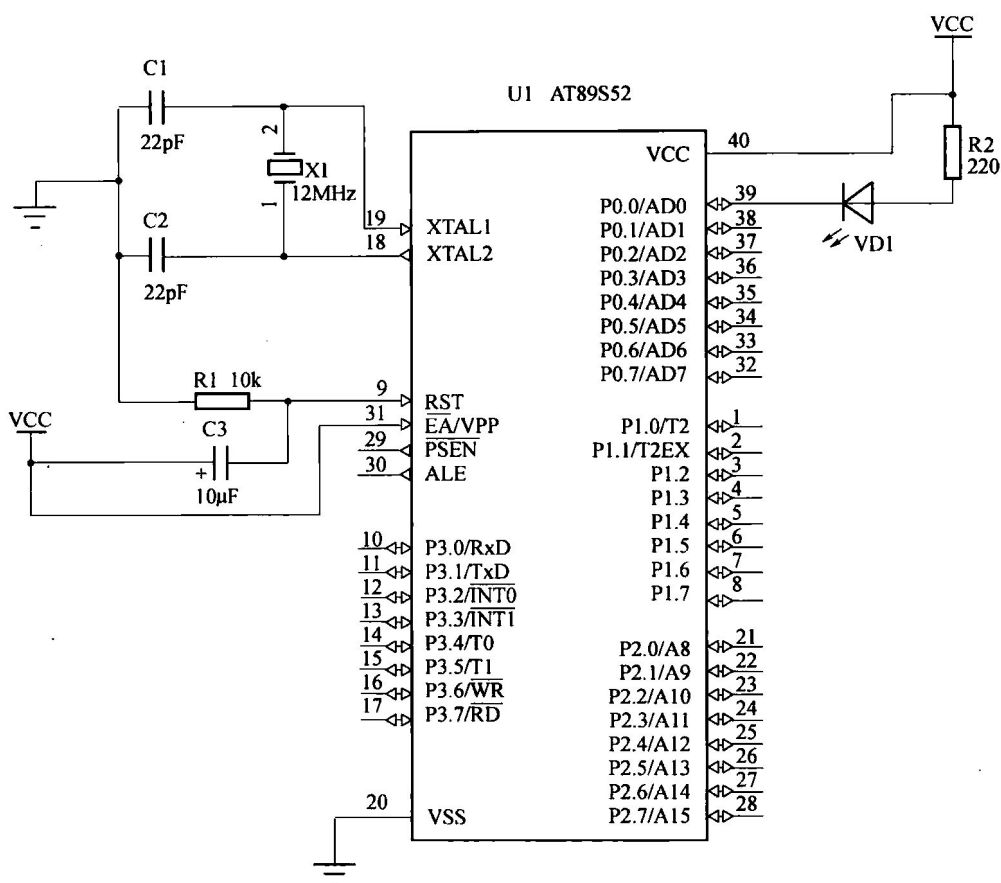


图 1-2 单片机控制一个 LED 发光二极管的电路原理图

发光二极管显示电路组成。单片机选用 AT89C51 芯片,其 40 脚接 +5V 电源,20 脚接地;复位电路由一个 10kΩ 的电阻 R1 以及 10μF 的电容器 C3 组成;时钟电路由一个 12MHz 的晶振 X1 和两个 22pF 的瓷片电容 C1、C2 组成;单片机 AT89S52 的 EA 脚连接 +5V 的电源,表示程序将下载到单片机内部程序存储器中;单片机的并行端口 P0 口的 P0.0 引脚与发光二极管的负端连接。当 P0.0 引脚输出低电平时,发光二极管被点亮。

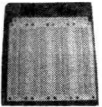
二、元件清单

单片机控制一个 LED 发光二极管发光装置元器件清单如表 1-2 所示。

表 1-2 单片机控制一个 LED 发光二极管装置元器件清单

序号	元器件名称	元件编号	型号/参数	数量	实物图形
1	单片机	U1	AT89S52	1	
2	晶体振荡器	X1	12MHz 或 6MHz 或 11.0592MHz	1	

(续)

序号	元器件名称	元件编号	型号/参数	数量	实物图形
3	瓷片电容	C1、C2	22pF	2	
4	发光二极管	VD1	普通型	1	
5	电阻	R1	10kΩ	1	
6	电阻	R2	220Ω	1	
7	电解电容	C3	10μF	1	
8	连接导线			若干	
9	面包板			1	
10	电源		+5V	1	

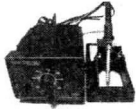
三、仪器仪表准备

当元器件准备好后,就需要对元器件进行焊接和检测。所需要的仪器仪表如表 1-3 所示。

表 1-3 焊接设备及检测设备

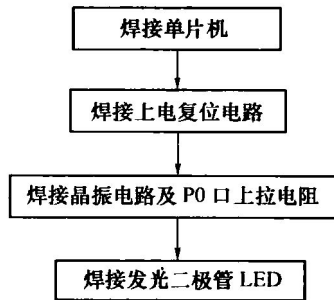
序号	材料设备名称	用途	材料设备图片
1	电烙铁	电烙铁是电子制作和电器维修必不可少的主要工具,主要用途是焊接元件及导线	

(续)

序号	材料设备名称	用途	材料设备图片
2	恒温焊台	相比电烙铁而言,恒温焊台具有效率高、能耗低、防静电等优点,适用于精密元件的焊接	
3	热风拆焊台	热风拆焊台配置热风枪,多用于拆卸引脚多的精密集成电路元件	
4	焊锡	焊锡是在焊接线路中连接电子元器件的重要材料	
5	松香助焊剂	助焊剂通常是以松香为主要成分的混合物,是保证焊接过程顺利进行的辅助材料	
6	数字万用表	数字万用表是一种多功能、多量程的测量仪表,可测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压和电阻等电路参数	
7	数字示波器	数字示波器是具有波形触发、存储、显示、测量、波形数据分析处理等功能的高性能示波器	

四、电路的搭接

在万能板上按照原理图焊接元器件,完成电路制作,其搭接流程如下:



在搭接元器件中,需要注意将元器件正确放置到面包板上,并按照电路图用导线将各元器件相应引脚逐一正确连接并焊接牢固。为了确保搭接正确,还需要对搭接的电路进行可靠性测试,即用万用表测试连接好的电路,确保各个元件相应引脚之间连接正确;尤其要注意的是电路中电源和地之间没有出现短路的情况。

在完成了电路的组装和测试后,就可以进行软件程序的设计了。

知识链接一 MCS-51 单片机硬件结构

一、单片机简介

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)简称单片机,是一种集成电路芯片。它采用超大规模技术把计算机的 CPU、存储器、基本输入/输出接口电路、定时/计数器和中断系统等电路集成到一块芯片上,构成一个完整的微型计算机。单片机的内部基本结构如图 1-3 所示,由于它的结构和指令功能都是按照工业控制要求设计的,故又称为微控制器 MCU(Micro-Controller Unit)。

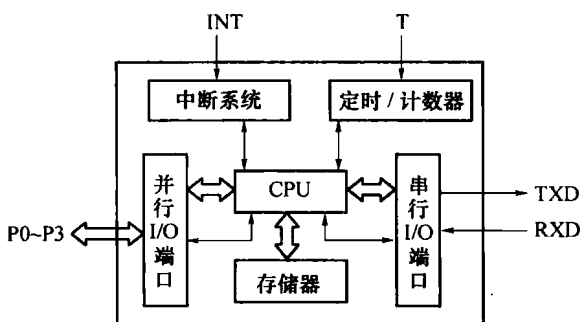


图 1-3 单片机的内部基本结构

通俗地讲,单片机就是一个集成芯片,但这个芯片和我们平时见到的一般集成芯片不一样,其功能的实现要靠使用者自己编程来完成。编程的目的就是控制这块芯片的各个引脚在不同的时间输出不同的电平(高电平或低电平),进而控制与单片机各个引脚相连接的外围电路的电气状态。在使用中,因为体积不大,单片机通常都藏在被控机械的“肚子”里。它在整个装置中,起着犹如人类大脑的作用,它出了毛病,整个装置就瘫痪了。

目前,单片机的使用领域已十分广泛,如智能仪表、实时工控、通信设备、导航系统、家用电器、电子玩具等各个领域。各种产品一旦用上了单片机,就能起到使产品升级换代的功效,常在产品名称前冠以形容词——“智能型”,如智能型洗衣机等。

二、单片机应用系统

单片机应用系统包括硬件和软件,二者相互依赖,缺一不可。单片机应用系统的组成如图 1-4 所示。

单片机应用系统的硬件是应用系统的基础,是以单片机为核心,配以输入、输出、显示等外围电路,能实现一种或多种功能的实际系统。例如,单片机控制一个 LED 发光二极管发光的电路系统就是一个简单的单片机应用系统,它除了单片机最小系统外,还连接了发光二极管作为外部设备,并通过程序软件控制实现发光功能。

单片机应用系统的软件是在硬件的基础上,对其资源进行合理调配和使用,控制其按照一定顺序完成各种时序、运算或动作,从而实现应用系统所要求的任务。单片机应用系统设计人员必须从硬件结构和软件设计两个角度来深入了解单片机,将二者有机地结合起来,才能开发出具有特定功能的单片机应用系统。

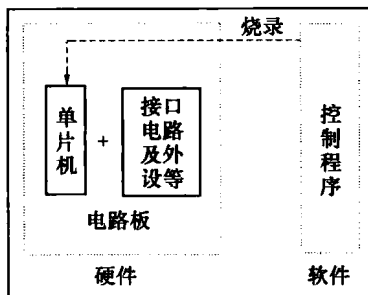


图 1-4 单片机应用系统的组成

三、Atmel 公司的 MCS-51 单片机

51 系列的单片机生产厂家非常多,如 Atmel、Philips(飞利浦)、Winbond(华邦)、Intel(英特尔)、Siemens(西门子)、STC 等,型号也很丰富,如 AT89C51、AT89C52、ATS89S51、AT89S52、P80C54、P80C58、P87C54、P87C58、W78C54、W78C58、W78E54、W78E58、i87C54、i87C58、i87L54、i87L58、STC89C51RC、STC89C52RC 等。但总的来说,51 系列的单片机开发平台都可以用 Keil 软件,其编程软件都可以用汇编或 C 语言。所不同的是,不同厂家和型号的产品,在外设和下载的方式上不同。例如:Atmel 公司的 89C51 和 89S51,其中 89S51 兼容 89C51;不同的是 89S51 可以用 ISP 下载方式,而 89C51 则只支持并行下载。其他厂家,比如 STC 公司的 STC89C51RC 可以用串口下载等。

Atmel 公司的 MCS-51 系列单片机是目前最受用户欢迎的单片机,它提供了丰富的外围接口和专业控制器,例如电压比较、USB 控制、MP3 解码和 CAN 控制等。Atmel 公司还把 ISP 技术集成在 MCS-51 系列单片机中,使用户可以方便地改变程序代码,从而方便地进行调试。

Atmel 公司的 MCS-51 系列单片机型号如表 1-4 所示。

表 1-4 Atmel 公司的 MCS-51 系列单片机型号表

型号	Flash /KB	ISP	EEPROM /KB	RAM/B	Fmax /MHz	VCC /V	I/O 引脚	UART/16 位 Times	WDT	SPI
AT89C2051	2	—	—	128	24	2.7 ~ 6.0	15	1/2	—	—
AT89C4051	4	—	—	128	24	2.7 ~ 6.0	15	1/2	—	—
AT89S51	4	Yes	—	128	33	4.0 ~ 5.5	32	1/2	Yes	—
AT89S52	8	Yes	—	256	33	4.0 ~ 5.5	32	1/2	Yes	—
AT89S8253	12	Yes	2	256	24	2.7 ~ 5.5	32	1/3	Yes	Yes

目前,单片机正朝着低功耗、高性能、多品种方向发展。近年来 32 位单片机已经进入实用阶段。但是在这里,我们主要介绍 Atmel 公司的 MCS-51 单片机中的 8051。

8051 是 MCS-51 系列单片机的典型芯片,其他型号除了程序存储器结构不同外,其内部结构完全相同,引脚完全兼容。

(一) 8051 单片机的内部基本组成

图 1-5 所示为 8051 单片机的内部组成方框图,从图中可以看出 8051 单片机由以下几个部件组成。

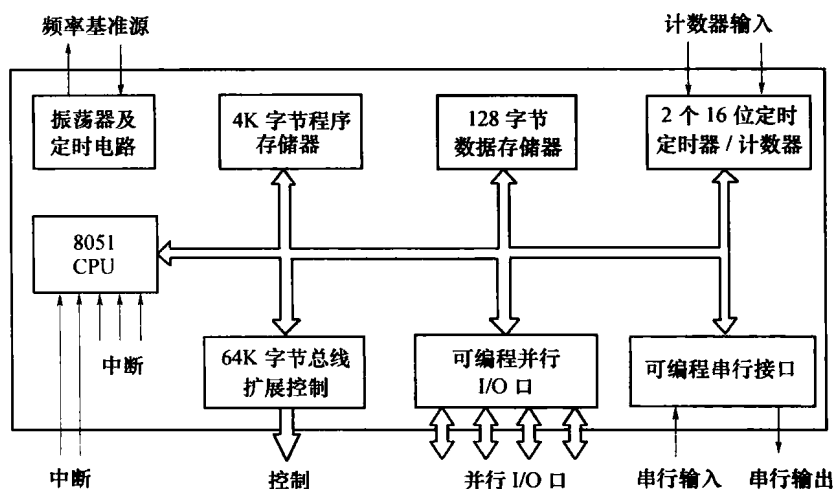


图 1-5 8051 单片机的内部组成方框图

1. 中央处理器 (CPU)

中央处理器就是人们常说的 CPU,它由运算器和控制器组成,是单片机的控制核心,完成运算和控制功能。运算器包括一个 8 位的算术逻辑单元、8 位累加器、8 位暂存器、寄存器 B 和程序状态寄存器等。控制寄存器包括程序计数器、指令寄存器、指令译码器及控制电路。

2. 时钟电路

8051 内部的振荡器即时钟电路,只需要外接石英晶体振荡器(晶振)和电容器即可。在单片机中,通常选择 6MHz 或 11.0592MHz 或 12MHz 晶振、22 ~ 30pF 的两只瓷片电容器共同构成单片机的时钟电路。

3. 内部程序存储器 ROM

8051 内部共有 4K 字节的掩膜 ROM,只能读不能写,掉电后数据不丢失,用于存放程序运行中不会改变的原始数据,通常称为程序存储器。

4. 内部数据存储器 RAM

8051 内部共有 256 字节的 RAM,其中的高 128 字节被专用寄存器占用;低 128 字节供用户暂存中间数据,可读可写,掉电后数据会丢失。通常所说的内部数据存储器就是指的低 128 字节的 RAM。

5. 定时器/计数器

8051 单片机内部有两个 16 位的可编程定时器/计数器,可实现定时或计数功能,并以其定时或计数的结果对单片机进行控制。

6. 串行口

8051 单片机内部有一个可编程全双异步串行接口,可以实现单片机与其他设备之间的串行数据通信。该串行口除可作为全双工异步通信收发器使用,也可作为同步移位器使用,用于扩展外部 I/O 端口。

7. 并行 I/O 口

8051 单片机内部有四个 8 位可编程并行 I/O 端口(称为 P0、P1、P2、P3),可以实现数据的并行输入/输出。在该项目中我们已经使用了 P0 口,通过 P0.0 引脚去控制 LED 发光二极管