



21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国高职高专
电子信息系列实用规划教材

单片机开发 应用技术

主 编 李国兴 李 伟



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子信息系列实用规划教材

单片机开发应用技术

主 编 李国兴 李 伟
副主编 赵浪涛 屈芳升 苏长赞
参 编 韩志国



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以 MCS-51 系列单片机中典型的 80C51 为例,在硬件上重点介绍了存储器、内部接口的构成;在软件上结合若干个实例重点说明了 MCS-51 系列单片机指令的功能及编程方法。在内容安排上注重实用,尽可能结合具体实例说明单片机的结构组成及应用方法,书中大部分例题给出了较完整的原理图、流程图及程序,便于读者参照引用,为初学者做一些简单的开发试验提供了方便。

本书可作为高职高专计算机专业、电子信息专业及电子技术相关专业学生的教材,还可作为电类相关专业技术人员以及广大电子爱好者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机开发应用技术/李国兴,李伟主编. —北京:北京大学出版社, 2007.8

(21 世纪全国高职高专电子信息系列实用规划教材)

ISBN 978-7-301-12180-1

I. 单… II. ①李…②李… III. 单片微型计算机—计算机控制—高等学校—教材 IV. TP386.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 074917 号

书 名: 单片机开发应用技术

著作责任者: 李国兴 李 伟 主编

策 划 编 辑: 徐 凡

责 任 编 辑: 李娉婷

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-12180-1/TP · 0869

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.75 印张 315 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 21.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前言

目前,单片机已广泛应用于工业控制、通信工程以及人们日常生活的各个方面,可以说由于近年来单片机技术的不断发展及单片机开发应用范围越来越广泛,单片机已经改变了我们的生活,从汽车、办公设备、家电到手中的手机、mp3及各种智能玩具等,单片机已经无处不在。就单片机技术的发展应用来说,其对社会经济的发展有着举足轻重的影响,利用单片机技术不仅可以开发新产品,而且可以改造现有老设备,提高其效率、降低能源消耗,因而单片机的开发应用前景十分广阔。

单片机课程对于高职学生来说,学起来有一定的难度。因为这门课程需要一定的电路知识和编程(算法)知识,如果仅从单片机原理及指令系统讲解,确实内容抽象,提不起学生的学习兴趣。单片机课程是一门实践性很强的课程,学习单片机知识必须立足于实践,实践不仅可以激发起学生的学习兴趣,而且通过实践,可以加深学生对单片机结构及指令的理解,达到真正学会开发使用的目的。

本教材安排了12章的内容及附录,在章节结构内容的安排上一般首先给出一个实例,指出该实例(电路)将实现的功能,给出必要的电原理图,重点说明单片机在电路中起什么作用,实现哪些功能,并给出程序流程图,目的是让学生初步了解单片机在这里完成了哪些工作,对单片机有什么要求,这些也就是这一章的主要内容。

本教材编写中特别注意了以下几点:

1、注重实用性。以典型 MCS-51 系列的 80C51 为例,其内部结构介绍简洁明了,够用为度。

2、注重可用性。理论或原理内容,用例题引出,而例题的安排力求做到实用,有电原理图、程序流程图及经过调试通过的程序清单。这些可以作为学生今后做进一步学习及开发应用的基础或直接引用的资料。

3、注重资料性。本书精心选择了贴近实际应用的题目及目前常用的芯片来讲解,书中及附录中的内容,力求能为学生或单片机的开发应用者提供较实用的资料。

本书介绍了一个开发实验板,利用实验板可以完成一些典型实验;从而加强学习中的实践环节。能完成的实验有:

1. I/O 口控制彩灯实验(P0.0—P0.7, P2.0—P2.3 外接有 12 只发光二极管)。
2. 交通灯控制实验
3. 方波发生器(利用定时器产生定时,由 P2.3 输出)
4. 电脑时钟(由 4 位 LED 数码管显示)
5. 定时控制设备启停(打铃器、定时插座等,利用继电器实现)
6. 电子音调实验(利用蜂鸣器发声)
7. 键盘扩展实验(利用 4 只按键,通过 CZ2\CZ3 连接与否,可实现查询式或中断式扩展按键)
8. 抢答器设计试验(利用 4 只按键,通过编程可设计一个抢答器)

9. A/D 转换实验(利用 TLC0831 完成, 可设计一个数字温度计)

10. I2C 总线接口实验(TLC0831 与 80C51 通信)

参加本教材编写的有天津工业大学李国兴(编写第 1、2、3、5、11、12 章及附录), 天津工业大学苏长赞(编写第 6、7 章), 河南职业技术学院李伟、屈芳升(合编第 4、8 章), 兰州工业高等专科学校赵浪涛老师(编写第 9 章), 天津轻工职业技术学院韩志国(编写第 10 章), 此外赵生勇、刘立峰、沈艳华、李雅峰等老师也参与了本教材的编写工作, 在此向所有参编老师表示感谢。

由于水平所限, 书中疏漏及不妥之处在所难免, 敬请读者批评指正。

编 者

2007 年 7 月

目 录

第 1 章 初识单片机.....	1	3.2 汇编语言程序设计.....	47
1.1 单片机概述.....	1	3.2.1 程序设计方法.....	47
1.1.1 单片机的定义.....	1	3.2.2 伪指令.....	51
1.1.2 单片机的应用.....	2	3.2.3 编程实例(编程方法, 技巧及 常用子程序).....	53
1.2 单片机产品概述.....	4	3.3 习题.....	68
1.2.1 单片机的发展历程.....	4	第 4 章 80C51 单片机 I/O 口 应用及扩展.....	69
1.2.2 单片机的发展趋势.....	4	4.1 I/O 口应用实例.....	69
1.2.3 MCS-51 系列单片机.....	5	4.2 I/O 口的结构及工作原理.....	71
1.3 单片机应用系统开发流程.....	6	4.2.1 P0 口.....	71
1.4 一个简单的应用实例.....	7	4.2.2 P1 口.....	72
1.4.1 设计题目.....	7	4.2.3 P2 口.....	72
1.4.2 设计步骤.....	7	4.2.4 P3 口.....	73
1.5 习题.....	9	4.2.5 端口负载能力和接口要求.....	73
第 2 章 80C51 单片机的结构.....	10	4.3 I/O 接口驱动能力的扩展.....	74
2.1 80C51 单片机的结构模块及引脚.....	10	4.3.1 采用晶体管扩展端口的 驱动能力.....	74
2.1.1 80C51 的结构模块.....	10	4.3.2 采用集成驱动芯片扩展 端口的驱动能力.....	75
2.1.2 80C51 的引脚及功能.....	11	4.4 I/O 口的扩展.....	76
2.2 存储器结构.....	17	4.4.1 简单的 I/O 接口扩展.....	76
2.2.1 程序存储器.....	17	4.4.2 可编程接口电路的扩展.....	78
2.2.2 数据存储器.....	20	4.5 习题.....	81
2.2.3 存储器的扩展.....	28	第 5 章 80C51 中断系统组成及应用.....	82
2.3 复位与时钟.....	28	5.1 应用实例.....	82
2.3.1 复位及复位电路.....	28	5.1.1 硬件电路设计.....	82
2.3.2 时钟与周期.....	29	5.1.2 软件设计.....	83
2.4 习题.....	30	5.1.3 中断系统学习要点.....	84
第 3 章 80C51 单片机指令 系统及编程.....	31	5.2 中断概念.....	84
3.1 80C51 单片机指令系统.....	31	5.2.1 中断的概念.....	84
3.1.1 80C51 单片机的指令结构.....	31	5.2.2 中断的意义.....	85
3.1.2 寻址方式.....	32		
3.1.3 指令功能及应用.....	37		

5.2.3 中断的实现	85	7.1.1 一个应用实例.....	115
5.3 80C51 中断系统组成	85	7.1.2 问题的引出	116
5.3.1 80C51 的中断系统.....	85	7.2 LED 数码显示器的结构与 显示段码.....	116
5.3.2 中断处理过程	91	7.2.1 LED 数码显示器的结构	116
5.4 80C51 中断系统应用	92	7.2.2 LED 数码显示器的 显示段码	118
5.4.1 中断的初始化	92	7.3 LED 数码显示器的接口	119
5.4.2 中断应用举例	92	7.3.1 LED 数码显示器的静态 显示方式	119
5.5 习题	96	7.3.2 LED 数码显示器的动态 显示方式	121
第 6 章 80C51 定时器/计数器 组成及应用	97	7.4 LCD 显示器模块及接口	126
6.1 应用实例	97	7.4.1 LCD 显示器 1602 简介	126
6.1.1 一个应用实例	97	7.4.2 LCD 显示器 1602 应用	130
6.1.2 问题的引出	98	7.5 习题	132
6.2 80C51 单片机定时器/计数器的 结构原理	98	第 8 章 键盘的构成及应用	133
6.3 80C51 单片机定时器/ 计数器的功能	99	8.1 键盘的应用	133
6.3.1 概述	99	8.2 键盘的构成	134
6.3.2 定时功能	100	8.2.1 键的构成及键处理程序	134
6.3.3 计数功能	100	8.2.2 独立式按键	137
6.4 80C51 单片机定时器/ 计数器的控制	101	8.2.3 行列式按键	141
6.4.1 工作方式控制寄存器 TMOD(89H)	101	8.3 习题	147
6.4.2 定时器/计数器控制寄存器 TCON(88H)	101	第 9 章 常用 A/D、D/A 转换器及应用	148
6.5 80C51 单片机定时器/计数器的 工作方式及其应用	102	9.1 A/D、D/A 设计实例	148
6.5.1 工作方式 1	102	9.2 A/D 转换及应用	149
6.5.2 工作方式 0	105	9.2.1 逐次逼近式 A/D 转换原理	149
6.5.3 工作方式 2	105	9.2.2 A/D 转换器的性能指标	150
6.5.4 工作方式 3	107	9.2.3 常用 A/D 转换器的 性能及应用	150
6.5.5 定时器/计数器的 综合应用举例	108	9.3 D/A 转换及应用	155
6.6 习题	114	9.3.1 D/A 转换原理	155
第 7 章 常用显示器结构及应用	115	9.3.2 D/A 转换主要性能指标	155
7.1 应用实例	115	9.3.3 常用 D/A 转换器的 性能及应用	156

9.4 习题	159	第 11 章 单片机系统可靠性设计	177
第 10 章 串行通信系统组成及应用	160	11.1 软件陷阱	177
10.1 通信的两种方式	160	11.1.1 在中断入口地址区陷阱 程序的安排	177
10.1.1 并行通信	161	11.1.2 在表格区陷阱 程序的安排	178
10.1.2 串行通信	161	11.1.3 在未使用的 ROM 空间 陷阱程序的安排	178
10.2 80C51 串行通信接口及 控制寄存器	162	11.1.4 在子程序后面陷阱 程序的安排	178
10.2.1 同步通信方式和异步 通信方式	162	11.1.5 在转移指令后面陷阱 程序的安排	178
10.2.2 80C51 单片机串行接口 的结构	164	11.1.6 错误处理子程序	179
10.2.3 80C51 单片机串行口 控制寄存器	165	11.2 看门狗电路	179
10.3 80C51 单片机串行口的 工作方式	166	11.2.1 X25045 芯片简介	179
10.3.1 波特率设计	167	11.2.2 X25045 应用实例	181
10.3.2 串行工作方式 0	168	11.3 系统硬件干扰及常用抗干扰措施 ...	184
10.3.3 串行工作方式 1	170	11.3.1 干扰的分类	184
10.3.4 串行工作方式 2	170	11.3.2 常用硬件抗干扰技术	185
10.3.5 串行工作方式 3	171	11.4 习题	187
10.4 80C51 单片机串行通信	171	第 12 章 单片机应用设计实例	188
10.4.1 两个 80C51 之间的双机 串行通信	171	12.1 交通信号灯模拟控制系统	188
10.4.2 多机通信	173	12.2 计算机时钟设计	191
10.4.3 80C51 单片机与个人 计算机的串行通信	173	12.3 数据采集无线传输系统	197
10.5 SPI 串行通信总线方式简介	174	附录一 MCS-51 系列单片机 指令代码表	204
10.5.1 SPI 总线的结构原理	174	附录二 MCS-51 系列单片机	208
10.5.2 SPI 器件与 80C51 单片机接口实例	175	参考文献	210
10.6 习题	176		

第 1 章 初识单片机

教学提示：本章介绍了什么是单片机，单片机有什么用途，单片机发展的几个阶段，MCS-51 系列单片机品种及单片机开发使用的基本流程，最后给出了一个实例，较详细地说明了单片机应用系统的设计开发过程。

教学要求：通过本章学习，学生能初步认识单片机，了解单片机的一些应用，了解单片机的发展历程及单片机开发应用的基本流程。

单片机在我国的应用是在 1982 年前后开始的，在这二十几年里，单片机技术作为计算机科学的一个分支，与人们熟悉的个人计算机一样，已经发生了翻天覆地的变化，可以说当今单片机已是无处不在。单片机的发展及应用不仅改善了人们的生产工作环境，也在改变着人们传统的生产观念。以单片机为核心的各种具有一定智能化的产品，正越来越多地进入人们的生活，改变着人们的生存环境和改善着人们的生活质量。

1.1 单片机概述

1.1.1 单片机的定义

什么是单片机呢？单片机就是将 CPU、RAM、ROM、定时器/计数器和 I/O 接口电路集成在一块集成电路上的单片微型计算机。单片机又称微控制器。

单片机是一块超大规模集成电路，是将一台计算机的主要部件集成在一块芯片上，其外形由于型号及生产厂家等的不同有多种封装。下面简介几种 MCS-51 系列的单片机，如图 1.1 所示。

双列直插式 40 脚封装(DIP-40)

常用型号：

Intel 80C51, AT89C51

双列直插式 20 脚封装(DIP-20)

常用型号：

AT89C2051, AT89C4051



图 1.1 MCS-51 系列的单片机

单片机虽然也是计算机，但它不像个人计算机那样，只要接通电源就可以通过键盘或鼠标完成各种操作，并通过显示器随时监控。单片机是不能独立工作的，只有为单片机配上适当的外围电路，为实现预定的功能而编写相应的程序并写入单片机片内或片外的程序

存储器(ROM)中,并为单片机提供电源,将需要单片机处理的信号、数据等送到单片机片内由单片机的 CPU 处理,将 CPU 处理的结果或控制信息输出才能实现各种功能。下面就是一个单片机应用的例子。

图 1.2 所示是实物照片。按上述电原理图将元器件组装在一块印制电路板上,接通电源,已写入程序的单片机即可以工作起来,配合外围电路就可以实现各种功能。照片中左下角芯片为单片机。

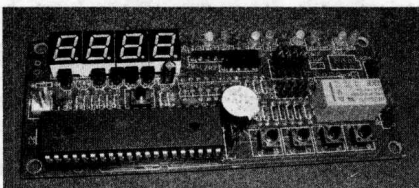


图 1.2 实物照片

图 1.3 所示是电原理图。图中 AT89C51 是一单片机芯片,它通过 40 个引脚与外围元器件相连,用于向单片机片内输入信号或数据,以及从单片机向片外输出信号或控制信息。

1.1.2 单片机的应用

单片机具有集成度高、体积小、可靠性高,控制功能强,性能价格比优良,系统配置较典型、规范,功耗低等特点。因而它已成为科技领域的智能化工具,在许多行业中得到了广泛应用。

1. 单片机在工业测控中的应用

单片机广泛应用于工业过程监测、过程控制、工业控制器、机电一体化控制系统中。例如:多点(温度、湿度、压力、电压……)检测系统、数据采集系统、电镀生产线控制系统、温室的温度自动控制系统、各类报警控制系统、工业机器人的控制系统等。

2. 单片机在智能仪器仪表中的应用

单片机具有体积小、功耗小、功能强等特点,故广泛应用于各类仪器仪表中(包括电压、频率、温度、湿度、流速、位移、压力等测定),引入单片机使得仪器仪表数字化、智能化、微型化,提高了测试的自动化程度和精度,如智能多用数字测试仪、卡式电能表、卡式水表、智能数字钟、各种医疗仪器等。

3. 单片机在日常生活及家用电器中的应用

单片机越来越广泛地应用于日常生活中的智能电气产品及家用电器中,如各种智能化的洗衣机、电冰箱、彩色电视机控制、空调、微波炉、手机、mp3、电风扇、电子秤、智能玩具、家用小型医疗器械等。

4. 单片机在计算机网络与通信技术中的应用

以单片机为核心的各种通信接口,为其在计算机网络与通信设备中的应用提供了良好的条件,如计算机外部设备、单片机控制的串行自动呼叫应答系统、列车无线通信系统、单片机无线遥控系统等。

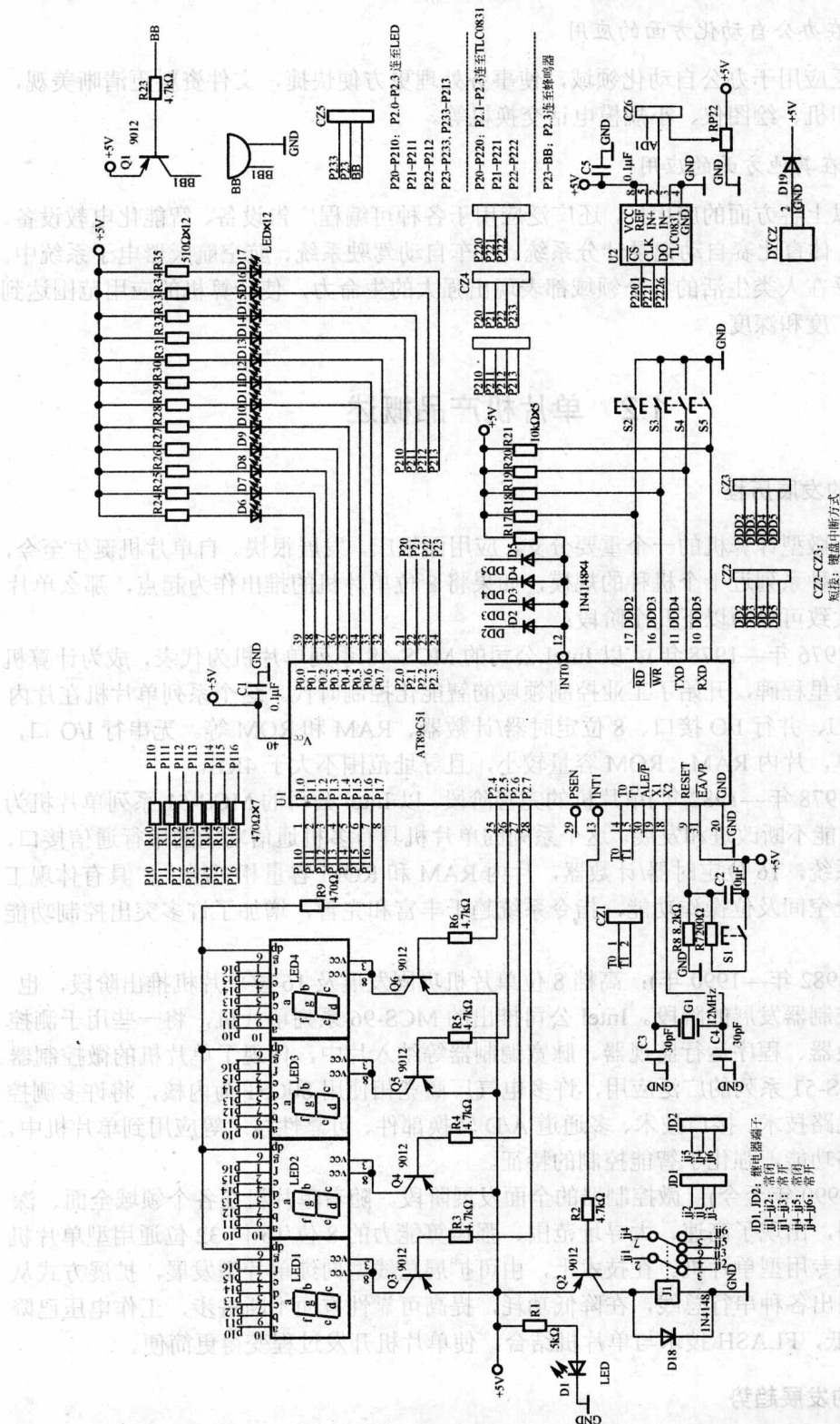


图 1.3 电原理图

5. 单片机在办公自动化方面的应用

单片机广泛应用于办公自动化领域,使事务处理更方便快捷,文件资料更清晰美观,如复印机、打印机、绘图仪、小规模电话交换机等。

6. 单片机在其他方面的应用

单片机除以上各方面的应用外,还广泛应用于各种可编程广告设备、智能化电教设备、展览演示系统、体育比赛自动记录计分系统、汽车自动驾驶系统、航空航天器电子系统中。

单片机几乎在人类生活的各个领域都表现出强大的生命力,使计算机的应用范围达到了前所未有的广度和深度。

1.2 单片机产品概述

1.2.1 单片机的发展历程

单片机作为微型计算机的一个重要分支,应用面很广,发展很快。自单片机诞生至今,已发展为有上百种系列近千个机种的规模,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几个阶段:

第一阶段(1976年—1978年):以Intel公司的MCS-48系列单片机为代表,成为计算机发展史上的重要里程碑,开始了工业控制领域的智能化控制时代。这个系列单片机在片内集成了8位CPU、并行I/O接口、8位定时器/计数器、RAM和ROM等。无串行I/O口,中断处理较简单,片内RAM、ROM容量较小,且寻址范围不大于4KB。

第二阶段(1978年—1982年)单片机的完善阶段。以Intel公司的MCS-51系列单片机为代表,结构和性能不断改进和发展。这个系列的单片机具有多机通信功能的串行通信接口,多级中断处理系统,16位定时器/计数器,片内RAM和ROM容量相对增大,具有体现工控特性的位地址空间及位操作功能,指令系统趋于丰富和完善,增加了许多突出控制功能的指令。

第三阶段(1982年—1990年):高档8位单片机巩固发展及16位单片机推出阶段,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、脉宽调制器等纳入片中,体现了单片机的微控制器特征。随着MCS-51系列的广泛应用,许多电气厂商竞相使用80C51为内核,将许多测控系统中使用的电路技术、接口技术、多通道A/D转换部件、可靠性技术等应用到单片机中,增强了外围电路功能,强化了智能控制的特征。

第四阶段(1990年至今):微控制器的全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面、深入地发展和应用,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。在技术上,由可扩展总线型向纯单片型发展,扩展方式从并行总线型发展出各种串行总线,在降低功耗,提高可靠性方面不断进步,工作电压已降至3.3V甚至更低,FLASH技术与单片机结合,使单片机开发过程变得更简便。

1.2.2 单片机的发展趋势

目前,单片机从8位、16位到32位,数不胜数,应有尽有,有与主流C51系列兼容

的,也有不兼容的,但它们各具特色,互成互补,为单片机的应用提供广阔的天地。纵观单片机的发展过程,可以预示单片机的发展趋势,大致有以下几个方面:

1. 低电压、低功耗

目前,几乎所有的单片机都有 WAIT、STOP 等省电运行方式。允许使用的电压范围越来越宽,一般在 3V~6V 范围内工作。低电压供电的单片机电源下限已可达 1V~2V。单片机的功耗已从 mA 级,降至 μ A 级,完全适应电池工作。低电压、低功耗化同时带来了产品的高可靠性、高抗干扰能力以及产品的便携化。

2. 大容量化

以往单片机内的 ROM 为 1KB~4KB, RAM 为 64B~128B。但在需要复杂控制的场合,该存储容量是不够的,必须进行外接扩充。为了适应这种领域的要求,必须运用新的工艺,使片内存储器大容量化。目前,单片机内 ROM 最大可达 64KB, RAM 最大为 2KB。

3. 高性能化

不断改进 CPU 的性能,加快指令运算的速度和提高系统控制的可靠性。如采用精简指令集(RISC)结构和流水线技术,可以大幅度提高运行速度。现指令速度最高者已达 100MIPS(即兆指令每秒),运算速度比标准的单片机高出 10 倍以上,且加强了位处理功能、中断和定时控制功能。

4. 微型单片化

常规的单片机普遍都是将 CPU、RAM、ROM、并行和串行通信接口,中断系统、定时器、时钟电路集成在一块芯片上,增强型的单片机集成了如 A/D 转换器、PMW(脉宽调制电路)、WDT(看门狗)、有些单片机将 LCD(液晶)驱动电路也集成在单一的芯片上,这样单片机包含的单元电路就更多,功能就越强大。使得由单片机构成的系统正朝单片微型化方向发展。

5. 小容量、低价格

主要以 4 位、8 位单片机为中心的小容量、低价格化也是发展动向之一。这类单片机的用途是把以往用数字逻辑集成电路组成的控制电路单片化,可广泛用于家电产品。

6. 串行扩展技术

在很长一段时间里,通用型单片机通过三总线结构扩展外围器件成为单片机应用的主流结构。随着电子技术的不断发展,加之外围接口不断进入片内,推动了单片机“单片”应用结构的发展。特别是 I^2C 、SPI 等串行总线的引入,可以使单片机的引脚设计得更少,单片机系统结构更加简化及规范化。

随着集成工艺的不断发展,单片机的集成度将更高、体积将更小、功能将更强,单片机应用前景是被看好的。

1.2.3 MCS-51 系列单片机

MCS-51 系列单片机是我国引进最早,至今应用最为普遍的单片机。

MCS-51 系列单片机主要包括 3 个型号: 80C31、80C51、87C51(内部资源及主要参数

见本书附录二), 它们除了程序存储器 ROM 的配置不同以外, 其他结构完全相同, 其中 80C31 片内不含程序存储器, 80C51 片内含 4KB 的程序存储器(ROM), 87C51 片内含 4KB 的紫外线可擦除的程序存储器(EPROM)。

MCS-51 系列单片机是 8 位单片机的代表产品, 目前在国际上许多著名的单片机研发公司都生产与 MCS-51 系列兼容的产品, 如 Atmale 公司、Philips 等公司, 这些兼容产品的内核结构与 MCS-51 系列单片机的内核结构基本相同。有些产品片内的程序存储器采用了 Flash ROM(如 Atmale 公司的 AT89C51), 使得向芯片内写入程序代码及修改程序代码更容易。因为它们具有相同的指令系统, 这给用户选用不同厂家的产品带来了极大的方便。

在目前市场上 Intel 公司的 MCS-51 系列单片机已比较少见, 人们选择比较多的还是该系列的一些兼容产品, 在本书附录二中给出了 Atmale, Philips 公司的部分 MCS-51 系列兼容产品的内部资源及主要参数。

本书将以 MCS-51 系列单片机中的典型产品 80C51 为例, 介绍单片机的原理及开发应用, 在某些例题中使用了目前选用比较多的, 与 80C51 完全兼容的 Atmale 公司的 AT89C51 或 AT89C2051 单片机。

1.3 单片机应用系统开发流程

一个单片机应用系统通常是为了实现某种特定的要求而设计开发的, 这种单片机应用系统的硬件及软件的配置规模应根据系统的要求来确定, 系统设计开发首先应从系统实现的功能分析入手, 合理划分硬件、软件承担的功能, 获取系统最好的性能价格比。

单片机应用系统设计开发的一般流程如图 1.4 所示。

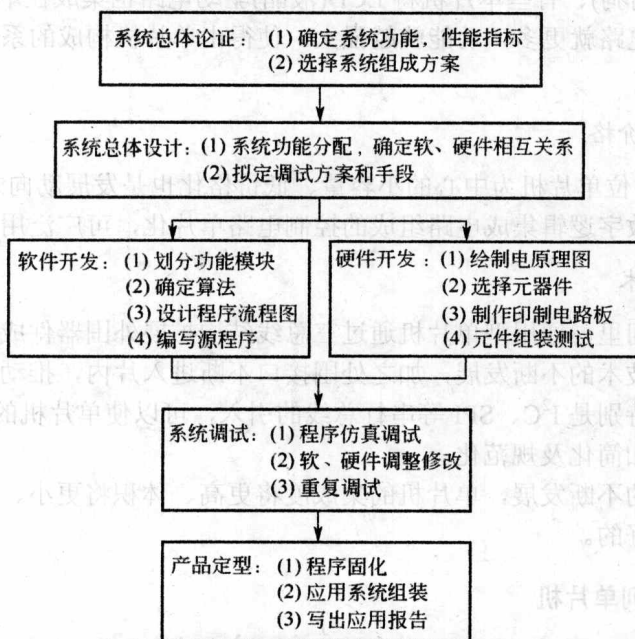


图 1.4 单片机应用系统设计开发流程

1.4 一个简单的应用实例

1.4.1 设计题目

【例 1.1】 现有红绿 2 只发光二极管，要求交替点亮一遍，每只亮 0.5s。

1.4.2 设计步骤

1. 设计分析

对于上述题目的要求，用单片机很容易实现，这里选择比较典型的 AT89C51 单片机，利用该单片机的某个输入/输出口(如 P1 口)的 2 个引脚 P1.0 和 P1.1，将 2 只发光二极管的负极分别接至这 2 个引脚上，发光二极管的正极分别通过限流电阻接至电源正极。

由单片机控制其每个引脚电位的高低，当某个引脚为低电位时，接在其上的发光二极管导通发光，而引脚为高电位时，接在其上的发光二极管不导通，即熄灭，通过编写程序控制单片机与发光二极管连接的 2 个引脚的电位，从而实现设计要求。

2. 电路设计

根据以上分析，可以设计出电原理图，并由电原理图进一步设计出印制电路板图(PCB 图)，就可以将元器件进行焊接组装。图 1.5 所示是电原理图。

图 1.5 中利用 P1 口的 2 个引脚 P1.0、P1.1，外接 2 只发光二极管 D1(红)、D2(绿)，发光二极管的正极经电阻 R1、R2 接至电源正极，电阻 R1、R2 是限流电阻，起保护作用。当 P1.0 或 P1.1 哪个引脚为低电位时，接在该引脚上的发光二极管就会导通，有电流通过而发光。

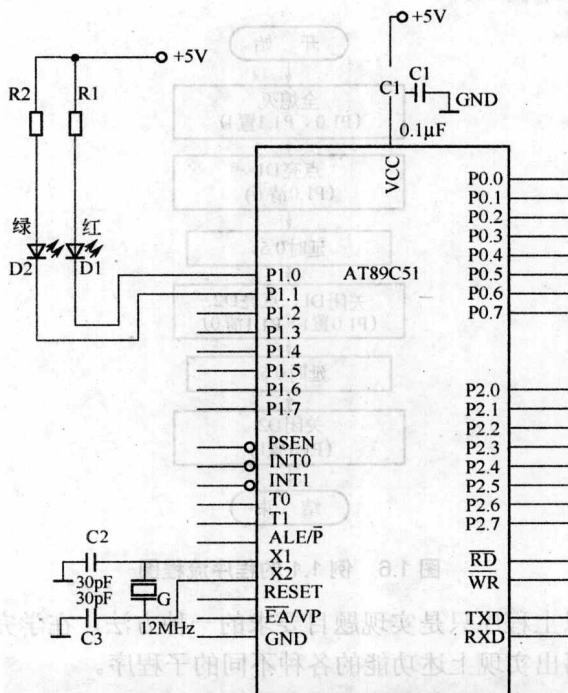


图 1.5 例 1.1 的电原理图

3. 软件设计

通过电路设计和元器件焊接组装,就完成了系统的硬件设计部分。一个单片机系统无论多么复杂或简单,仅有硬件是无法工作的,必须要有事先编写好并保存在程序存储器中的指令(即程序),CPU 执行这些指令发出各种控制信息,并通过硬件电路的配合实现各种功能。

本题目软件设计的要求就是要实现单片机 P1 口的 2 个引脚 P1.0、P1.1 依次变为低电位,从而依次点亮发光二极管 D1、D2。

(1) 程序流程图:将实现题目要求而需要 CPU 所做的工作的每一步用框图的方式表达出来,如图 1.6 所示。

(2) 程序如下:

```

MOV    P1, #0FFH      ; 将 P1 口全置位为高电位 1, 全熄灭
CLR    P1.0            ; 将 P1.0 复位为低电位 0, 点亮 D1
ACALL  DELY05S         ; 延时 0.5s, 保持 D1 点亮 0.5s
SETB   P1.0            ; 将 P1.0 置位为高电位 1, 熄灭 D1
CLR    P1.1            ; 将 P1.1 复位为低电位 0, 点亮 D2
ACALL  DELY0.5S        ; 延时 0.5s, 保持 D2 点亮 0.5s
SETB   P1.1            ; 熄灭 D2
SJMP   $               ; 点亮一遍, 结束

```

以上程序是用汇编语言写的,称为汇编语言源程序。由于单片机执行每条指令的时间只需要几微秒,所以,在点亮每个发光二极管后,执行了一段延时子程序,以保持点亮一段时间,如果程序中不加进延时子程序,程序执行时,就看不到发光二极管的点亮过程。延时子程序参照本书第 3 章例 3.16。

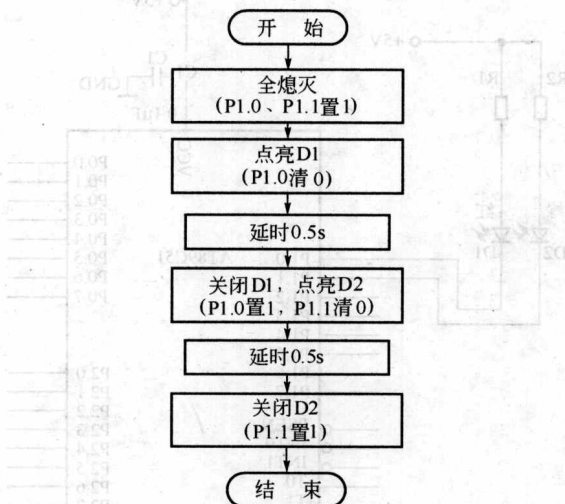


图 1.6 例 1.1 的程序流程图

需要说明的是,以上程序只是实现题目要求的一种方法,在学完指令系统及编程方法后,相信每个人会编写出实现上述功能的各种不同的子程序。

实现同一个目的,每个人写的程序可能各不相同。程序不是唯一的,只要能够实现题目

要求就可以使用,但程序是有优劣之分的。一般情况下,完成同样的功能,指令简洁易读、占用资源少、执行速度快、便于维护的程序,应该是较优秀的程序。

1.5 习 题

1. 什么是单片机? 单片机有何特点? 说明单片机的应用领域。
2. MCS-51 系列单片机包括几个型号? 它们有什么差别?
3. 单片机应用系统开发流程是怎么样的?

5.1 80C51 单片机的结构组成及引脚

5.1.1 80C51 的结构组成

80C51 的基本结构组成如图 5-1 所示。

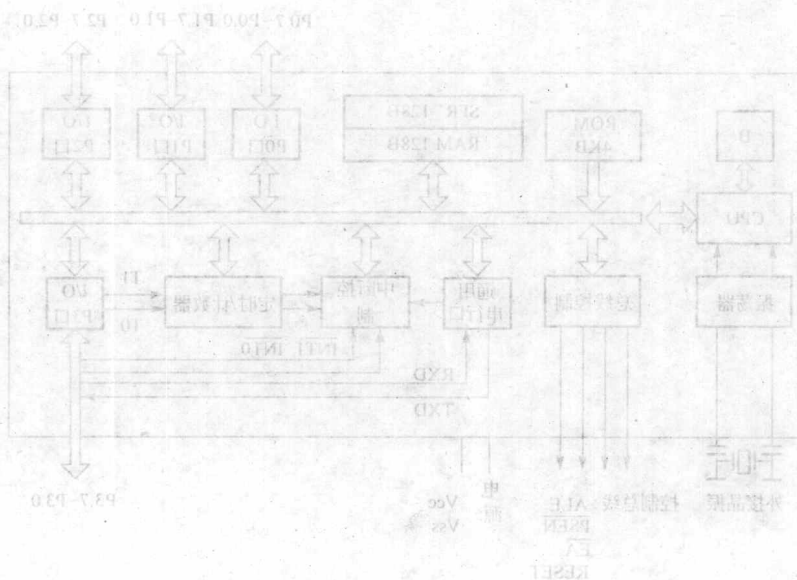


图 5-1 80C51 单片机的基本结构组成框图

由图 5-1 可见 80C51 单片机内部各模块通过内部总线与 CPU 相连,其结构组成如下。