

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材



应用电子技术专业

单片机实践与应用

罗学恒 主 编

罗 懿 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

配备
电子教案

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材 · 应用电子技术专业

单片机实践与应用

罗学恒 主 编

罗 懿 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 17 章,分别介绍了常用部件、程序中的各种数据、MCS-51 单片机的结构、8051 单片机指令系统、汇编语言应用、定时计数器应用、串行接口应用、中断系统应用、外部存储器扩展应用,以及任务 1~任务 8 的 8 个单片机的实际应用案例。涵盖了开发一些小型单片机系统的所有知识。

若需要本书中用到的实验装置可与作者取得联系,邮箱 luoxueheng@sina.com。为了方便教学,可登录 www.hxedu.com.cn 免费下载与本书配套的教学资源。

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。

图书在版编目(CIP)数据

单片机实践与应用/罗学恒主编. —北京:电子工业出版社,2010.5

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材. 应用电子技术专业

ISBN 978-7-121-10780-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 076903 号

策划编辑:徐建军

责任编辑:徐 萍 文字编辑:徐 磊

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:371.2 千字

印 次:2010 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:25.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888

前 言

单片机是器件级计算机系统,它可以嵌入到任何对象体系中去,实现智能化控制。它将以嵌入系统作为主干形成最富活力的新型学科。

正如绿色食品让人们备感亲切一样,任何引入单片机的智能产品都将备受人们关注。本书根据教育部高职高专应用型人才培养目标精神,为满足高职高专单片机应用专业实践能力培养的需要而编写。

本书立足于高职高专人才的培养目标,遵循主动适应社会发展需要,突出应用性和针对性,着重加强实践能力、应用能力的培养原则,根据高职高专的培养特点,以知识够用、动手能力强为出发点,遵循适应性、突出实用性、强调实践性。充分考虑高职高专学生的知识层面和学习特点,强化学以致用。

笔者根据多年从事单片机教学的经验发现,学生在学习完单片机课程后很茫然,缺乏整体概念,不知道单片机能干什么,怎样完成单片机系统设计,做单片机系统还应具备哪些知识。本书正是为解决学生的这些困惑而编写的。

全书共 17 章,分别介绍了常用部件、程序中的各种数据、MCS-51 单片机的结构、8051 单片机指令系统、汇编语言应用、定时计数器应用、串行接口应用、中断系统应用、外部存储器扩展应用,以及任务 1~任务 8 的 8 个单片机的实际应用案例。涵盖了开发一些小型单片机系统的所有知识。

学习完本书就基本具备了利用单片机开发智能产品的能力。本书前 9 章突出理论学习并备有理论复习的习题,第 10~17 章的每一章都重点围绕一个专题展开,有硬件设计、软件设计的实例,并有要求学生进行模仿学习的思考题。为了让学生有一个综合实践的机会,附录 A 精心设计了一个“课程设计实验”,以强化学生的动手能力。

本书的编写结合了一些实用型单片机最小系统产品,一则可加深重难点知识的理解,二则可体验实践的乐趣,使读者有一种成就感,提高学习兴趣。学生还可以借助这一平台,展开广阔的想象空间,只需修改程序便可将其改造成不同的智能系统。这样,既解决了教师为设计课犯难的问题,也为日后学生的毕业设计提供了广阔的课题。

本书第 1、2 章由罗懿编写,第 3~17 章由罗学恒编写,全书由罗学恒统稿,由周诗虎在百忙之中为本书审稿,在此表示衷心感谢!

若需要本书中用到的实验装置可与作者取得联系,邮箱 luoxueheng@sina.com。为了方便教学,可登录 www.hxedu.com.cn 免费下载与本书配套的教学资源。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正,以便在今后的修订中不断改进。

编 者

目 录

第1章 常用部件简介	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 什么是单片机	(1)
1.1.2 单片机能做什么	(1)
1.1.3 单片机的发展	(2)
1.1.4 单片机的特点	(2)
1.1.5 单片机的展望	(2)
1.2 单片机集成产品开发板任务简介	(2)
1.2.1 程序下载	(3)
1.2.2 流水灯	(3)
1.2.3 键盘输入	(4)
1.2.4 数码管输出	(4)
1.2.5 LCD 液晶屏	(4)
1.2.6 LED 点阵	(5)
1.2.7 音乐编辑	(5)
1.2.8 温度控制	(5)
1.3 任务延伸	(6)
1.3.1 由程序下载到分布式系统	(6)
1.3.2 由流水灯到霓虹灯	(6)
1.3.3 由键盘到人机对话	(6)
1.3.4 由数码管到银行利率屏	(6)
1.3.5 由 LCD 液晶屏到商场广告屏	(6)
1.4 常用接口驱动部件简介	(7)
1.4.1 三极管	(7)
1.4.2 整流桥	(8)
1.4.3 晶振	(9)
1.4.4 电源三端稳压器	(10)
1.4.5 MAX232	(10)
1.4.6 MC1413	(11)
1.4.7 74LS154	(12)
1.4.8 74HC595	(13)
1.4.9 DS18B20	(14)
1.4.10 数码管	(15)
1.4.11 液晶屏	(16)
1.4.12 点阵	(17)
第2章 程序中的各种数字	(20)
2.1 数制及其转换	(20)
2.1.1 数制	(20)
2.1.2 数制之间的转换	(21)

2.1.3	非十进制数与十进制数转换	(22)
2.1.4	二进制数和十六进制数之间的转换	(22)
2.2	机器数	(23)
2.2.1	原码	(23)
2.2.2	反码	(24)
2.2.3	补码	(24)
2.2.4	无符号数	(24)
2.2.5	BCD 码	(25)
2.2.6	字符数据编码	(25)
2.2.7	内存中的数据	(26)
2.3	存储器	(27)
	思考题	(28)
第3章	MCS-51 单片机的结构	(29)
3.1	MCS-51 单片机特点	(29)
3.2	MCS-51 单片机的硬件基本结构	(30)
3.2.1	8051 芯片引脚介绍	(30)
3.2.2	8051 单片机总体结构	(31)
3.2.3	8051 单片机存储器	(33)
3.2.4	8051 单片机的特殊功能寄存器	(35)
3.2.5	8051 的输入/输出端口	(39)
3.2.6	8051 复位电路	(42)
3.2.7	外接晶体振荡器	(43)
3.2.8	CPU 时序	(43)
	思考题	(44)
第4章	8051 单片机指令系统	(46)
4.1	8051 单片机指令系统简介	(46)
4.1.1	指令格式	(47)
4.1.2	8051 单片机的助记符语言	(47)
4.2	8051 单片机的寻址方式	(48)
4.2.1	寻址方式中常用符号注释	(48)
4.2.2	寻址方式	(50)
4.3	数据传送类指令	(55)
4.3.1	数据传送类指令简介	(55)
4.3.2	传送类指令应用举例	(57)
4.4	算术运算类指令	(59)
4.4.1	算术指令介绍	(59)
4.4.2	算术运算指令编程举例	(63)
4.5	逻辑操作类指令	(64)
4.5.1	逻辑操作类指令介绍	(64)
4.5.2	逻辑操作类指令应用举例	(66)
4.6	控制转移类指令	(66)
4.6.1	控制转移类指令介绍	(67)
4.6.2	控制转移类指令应用举例	(73)
4.7	位操作类指令	(74)

4.7.1 位操作类指令介绍	(74)
4.7.2 位操作类指令应用举例	(75)
思考题	(75)
第5章 汇编语言应用	(78)
5.1 汇编语言的格式	(78)
5.1.1 伪指令	(78)
5.1.2 汇编语言的格式	(81)
5.2 汇编语言程序设计	(82)
5.2.1 顺序结构程序	(82)
5.2.2 分支程序	(82)
5.2.3 循环结构程序	(83)
5.2.4 子程序设计	(85)
5.3 实用程序举例	(86)
5.4 汇编语言编程实例	(89)
思考题	(92)
第6章 定时器/计数器应用	(94)
6.1 定时器/计数器概述	(95)
6.1.1 工作方式寄存器 TMOD	(95)
6.1.2 控制寄存器 TCON	(96)
6.2 定时器/计数器的工作方式	(97)
6.2.1 工作方式0	(98)
6.2.2 工作方式1	(99)
6.2.3 工作方式2	(99)
6.2.4 工作方式3	(100)
6.3 定时器/计数器应用举例	(101)
思考题	(102)
第7章 串行接口应用	(103)
7.1 概述	(103)
7.1.1 通信方向	(104)
7.1.2 异步通信和同步通信	(104)
7.1.3 波特率	(105)
7.1.4 传送编码	(105)
7.1.5 信号的调制与解调	(105)
7.2 串行异步通信接口的工作原理	(106)
7.2.1 串行口控制寄存器 SCON	(106)
7.2.2 电源控制寄存器 PCON	(108)
7.3 串行通信的工作方式	(108)
7.3.1 工作方式0	(108)
7.3.2 工作方式1	(109)
7.3.3 工作方式2	(109)
7.3.4 工作方式3	(109)
7.4 波特率设计	(110)
7.5 串行口应用举例	(111)
7.5.1 利用串行口工作方式0扩展 I/O 口	(111)

7.5.2 利用串行口进行异步单工通信	(113)
7.5.3 用串行口进行异步双工通信	(114)
思考题	(119)
第8章 中断系统应用	(120)
8.1 中断的概念	(120)
8.1.1 为什么要用中断	(120)
8.1.2 中断源	(121)
8.1.3 中断系统的功能	(121)
8.2 MCS-51 单片机中断系统	(121)
8.2.1 中断请求源	(122)
8.2.2 标志寄存器	(122)
8.2.3 中断允许寄存器 IE	(124)
8.2.4 中断优先级寄存器 IP	(124)
8.2.5 中断服务程序入口地址	(125)
8.3 中断的响应条件及响应过程	(126)
8.4 中断系统应用举例	(127)
思考题	(130)
第9章 外部存储器的应用	(131)
9.1 存储器扩展概述	(131)
9.1.1 8051 的扩展总线	(131)
9.1.2 片选信号与地址分配的关系	(132)
9.1.3 扩展存储器的步骤	(135)
9.2 扩展程序存储器	(136)
9.2.1 常用程序存储器芯片介绍	(136)
9.2.2 EPROM 与单片机的连接	(139)
9.2.3 扩展 EEPROM 程序存储器	(140)
思考题	(142)
第10章 任务1——程序下载	(144)
10.1 STC-ISP V35 的介绍	(144)
10.2 STC-ISP V35 的安装	(145)
10.3 STC-ISP V35 的使用	(148)
思考题	(151)
第11章 任务2——流水灯控制设计	(152)
11.1 发光二极管	(152)
11.2 单片机和发光二极管组成的流水灯	(153)
11.3 程序范例	(154)
第12章 任务3——键盘控制设计	(156)
12.1 键盘结构	(156)
12.1.1 按键状态输入与消抖	(156)
12.1.2 独立式键盘及其与单片机的接口	(157)
12.2 键盘的硬件结构	(158)
12.3 消除抖动	(159)
12.4 键盘解释	(160)
思考题	(161)

第 13 章 任务 4——数码管控制设计	(162)
13.1 数码管构造	(162)
13.2 静态显示器接口	(164)
13.3 动态显示器接口	(165)
13.4 任务 4 介绍	(166)
第 14 章 任务 5——LCD 液晶屏控制设计	(169)
14.1 液晶屏工作原理	(169)
14.2 1602 型液晶屏引脚介绍	(170)
14.3 任务概述	(173)
14.4 程序编制	(173)
思考题	(176)
第 15 章 任务 6——LED 点阵控制设计	(177)
15.1 字符点阵屏的构造	(177)
15.2 汉字点阵屏的构造	(178)
15.3 单个汉字的显示方法	(178)
15.4 16×16 点阵 LED 显示模块与单片机的连接	(179)
15.5 程序范例	(181)
思考题	(185)
第 16 章 任务 7——音乐编辑控制设计	(186)
16.1 单片机产生音阶、音节的方法	(186)
16.2 编辑一首歌	(187)
16.3 扬声器与单片机的连接	(188)
16.4 生日快乐歌程序	(189)
思考题	(191)
第 17 章 任务 8——温度控制设计	(192)
17.1 DS18B20 的介绍	(192)
17.2 DS18B20 与单片机的连接	(197)
17.3 程序清单	(197)
附录 A 课程设计	(201)
A.1 课程设计内容	(201)
A.2 课程设计目的	(201)
A.3 实验步骤	(201)
附录 B MCS-51 系列单片机指令表	(220)

第 1 章 常用部件简介

1.1 概 述

1.1.1 什么是单片机

单片机是单片微型计算机的简称。单片机是把微型计算机的各个功能部件（中央处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、I/O 接口、定时器/计数器及串行通信接口）集成在一块芯片上，构成一个完整的计算机，即单片微型计算机（Single Chip Micro-computer）。

由于单片机的结构和功能均按工业控制要求设计，所以，确切地说，单片机是单片微型控制器（Single Chip Microcontroller）。

1.1.2 单片机能做什么

单片机是器件级计算机系统，它可以嵌入到任何对象体系中去，实现智能化控制。单片机可以作为控制核心，与不同的功能部件连接形成各种功能产品。如图 1.1 所示是一个单片机集成产品开发板。

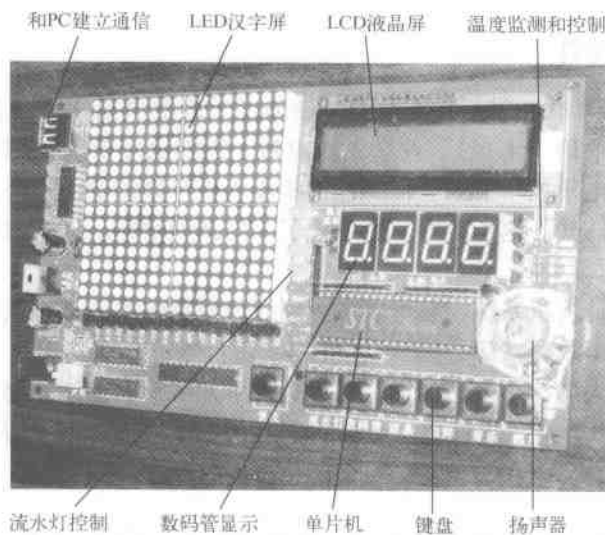


图 1.1 单片机集成产品开发板实物图

- 单片机通过和 RS232 连接可以制作成各种各样的通信系统，如多层管理、控制系统。
- 单片机和 LED 点阵连接可以制作成各种各样的 LED 大屏幕，如证券公司的行情屏幕。
- 单片机和 LCD 液晶屏连接可以制作成各种各样的 LCD 大屏幕，如商场广告屏幕。
- 单片机和温度传感器、执行机构连接可以制作成各种各样的温度控制系统，如空

调器。

- 单片机和发光二极管连接可以制作成各种各样的光动感效果，如霓虹灯。
- 单片机和数码管连接可以制作成各种各样的数字显示器，如日历时钟。
- 单片机和键盘连接可以制作成各种各样的人机对话系统，如抢答器。
- 单片机和扬声器连接可以制作成各种各样的音乐产品，如儿童玩具。

这些都是我们日常生活中经常见到的。至于单片机在工业控制、国防科学、医疗器械、商业管理等领域的应用实例更是不胜枚举。

1.1.3 单片机的发展

1971 年 Intel 公司首次推出 4 位机。

1976 年 Intel 公司推出 8 位机。

1980 年 Intel 公司推出 MCS-51 单片机，其后 Intel、Philips、Siemens、Atmel 等公司相继推出名目繁多的单片机。

1983 年 Intel 公司推出 16 位机。

20 世纪末 32 位单片机已进入使用阶段。

1.1.4 单片机的特点

与 PC 不同的是单片机的 CPU、RAM、ROM、PIO（并行输入/输出接口）、SIO（串行输入/输出接口）、时钟、定时器/计数器等电路都集成在一块芯片上。因此单片机具有集成度高、体积小、功耗低、成本低廉、控制能力强、速度快、抗干扰能力强、易开发等诸多优点，从而备受青睐。

1.1.5 单片机的展望

在 20 世纪五六十年代，最具代表性的先进的电子技术就是无线电技术，它包括无线电广播、收音机、无线通信（电报）、业余无线电台、无线电定位、导航等遥测、遥控、通信技术。早期就是这些电子技术带领着许多青少年步入了奇妙的电子世界，无线电技术展示了当时科技生活的美妙前景。电子科学开始形成了一门新型学科。无线电电子学、无线通信开始了电子世界的历程。

单片机是器件级计算机系统，它可以嵌入到任何对象体系中去，实现智能化控制。它将以嵌入系统作为主干形成最富活力的新型学科。

正如绿色食品让人们倍感亲切一样，任何引入单片机的智能产品都将备受人们关注。

如果说 20 世纪 50 年代，无线电世界造就了几代精英，那么当今的单片机世界将会造就出新一代的电子精英。

1.2 单片机集成产品开发板任务简介

为了让广大单片机爱好者更好地学习单片机，本节围绕单片机集成产品开发板中的 8 个产品（以下简称任务）展开，让读者的学习目的性更强。单片机的学习过程就是一个模仿的过程，通过模仿使读者对单片机的知识体系加深理解。下面分别对 8 个任务进行简要介绍。

1.2.1 程序下载

单片机的工作是提供对程序的控制。要让单片机按照人的意图工作,我们必须把意图编写成程序存放在单片机的存储器中由单片机执行。

传统的方法是通过编程器将程序写入单片机,这会给我们的学习带来不便。为了解决这个问题在这里专门介绍一种不需要编程器的写入程序的方法——程序下载。

程序下载是指单片机通过 RS232 接口与 PC 连接,将 PC 中编写好的单片机程序通过串行通信的方式写入单片机中(实现方法将在第 10 章中详细介绍),如图 1.2 所示。它的主要优点如下。

- 抛开编程器。
- 速度快。
- 修改程序方便。

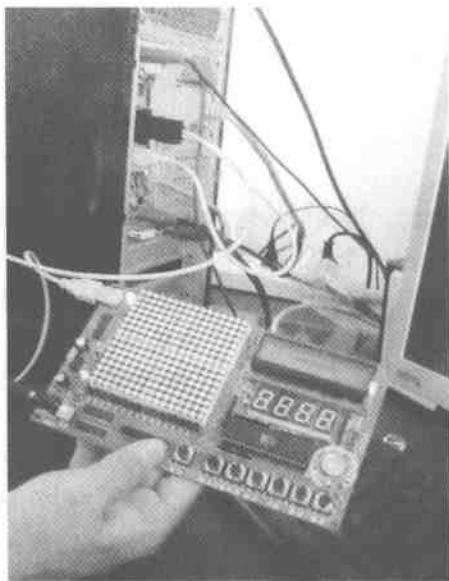


图 1.2 集成开发板与 PC 连接

1.2.2 流水灯

所谓流水灯,是指 8 个发光二极管在单片机的控制下轮流点亮,其形态就像水流自上而下、缓慢流动一样。

在夜晚的闹市区,霓虹灯令人眼花缭乱,你一定觉得很神奇。如果你掌握了单片机的使用方法,一定会恍然大悟。

其实,这些神奇可以用 1 块单片机按照流水灯的原理(实现方法将在第 11 章中详细介绍)来实现。它的主要优点如下。

- 控制简单明了。
- 费用低廉。
- 修改方便。

1.2.3 键盘输入

人们常常将单片机比做黑匣子，程序一旦编写好并写入单片机后，它就会周而复始地工作。如果人们试图改变其工作方法，只有通过键盘来告诉单片机。当单片机接到键盘命令后便做出相应的响应，这就是所谓的“人机对话”。如图 1.3 所示为键盘实物图。



图 1.3 单片机用键盘实物图

实际上，键盘在单片机系统中充当的是输入设备。该任务主要解决单片机如何识别键盘命令（实现方法将在第 12 章中详细介绍）。它的主要任务如下。

- 键盘如何与单片机连接。
- 如何消除键盘抖动。
- 如何识别键盘命令。
- 单片机如何做出反应。

1.2.4 数码管输出

上面介绍了键盘的主要功能，当我们按键后怎么知道单片机就接到命令了呢？如果单片机在接到命令后在数码管上显示一个提示信息，我们就知道单片机已经接收了命令，这是“人机对话”的另一个重要部分。实际上，数码管在单片机系统中充当的是输出设备。由单片机、键盘、数码管就可以组成一个最简单的“人机对话”系统。



图 1.4 数码管实物图

数码管是用发光二极管组成的七段显示器。由于它只能显示 0~9 十个数字，所以人们习惯称之为“数码管”，如图 1.4 所示。

数码管的主要任务是作为单片机的一个窗口，提供经过处理后的有用的数码信息（实现方法将在第 13 章中详细介绍），如数据、控制信息、日历时钟等。

1.2.5 LCD 液晶屏

在日常生活中我们经常看到一些 LCD 液晶屏，如电子钟、空调温度显示器、洗衣机定时显示器等。这些都是 LCD 点阵和单片机连接的典型应用。

在这个任务中主要要让读者知道如何通过硬件连接和软件编程来实现 LCD 液晶屏显示，继而介绍电子钟、空调温度显示器、洗衣机定时显示器等 LCD 液晶屏的制作方法（实现方法将在第 14 章中详细介绍）。

液晶屏是由液晶材料制成的，专门用来显示数字和字符的称字符屏，专门用来显示图形的称为图形屏。本书主要介绍字符屏，如图 1.5 所示。

LCD 液晶数字屏也是单片机另一个重要的输出装置，其功能类似于数码管。但与数码管相比它具有以下特点。

- 信息量大。
- 功耗小。
- 亮度可控制。

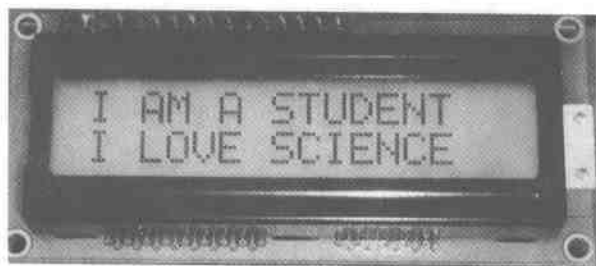


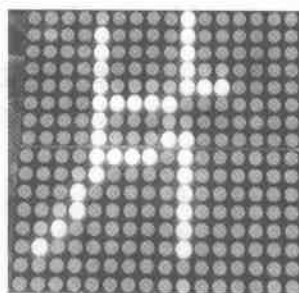
图 1.5 LCD 液晶字符屏

1.2.6 LED 点阵

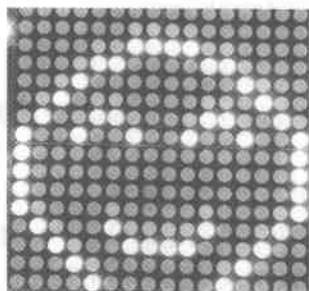
在日常生活中我们经常看到一些漂亮的大屏幕，如银行的利率屏、证券公司的行情屏、公交车上的信息屏等。这些都是 LED 汉字屏和单片机连接的典型应用。

在这个任务中主要要让读者知道如何通过硬件连接和软件编程来实现汉字的显示（实现方法将在第 15 章中详细介绍），继而介绍银行的利率屏、证券公司的行情屏、公交车上的信息屏等 LED 屏的制作方法。

LED 汉字屏是用发光二极管按矩阵形式组成的，也称为 LED 点阵，如图 1.6 所示。



(a) LED 汉字屏显示汉字



(b) LED 汉字屏显示图像

图 1.6 LED 汉字屏

LED 汉字屏集显示数字、汉字、图形于一身，可通过单片机控制获取最佳显示效果。

1.2.7 音乐编辑

音乐编辑的主要功能部件是扬声器，如图 1.7 所示。通过编写单片机的程序，可控制扬声器发音的音阶和音节，从而获得悦耳的声音。

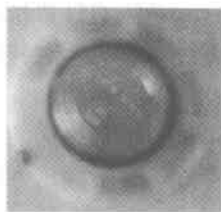


图 1.7 扬声器实物图

1.2.8 温度控制

温度控制的主要部件是温度传感器。本书介绍的是 DALLAS DS18B20 温度传感器，如图 1.8 所示。通过单片机设置被控温度的上限和下限，当被控温度达到上限或下限时，温度传感器发出提示信息，由单片机读出温度信息和提示信息后完成温度显示和温度控制。



图 1.8 DALLAS DS18B20 温度传感器

1.3 任务延伸

1.3.1 由程序下载到分布式系统

我们知道单片机的工作是由单片机的程序存储器中所存放的程序决定的。那么程序是如何进入单片机的程序存储器的呢?

传统方法是通过程序编程器写入。这样做除了调试程序不方便外,还增加了硬件开销,为了解决这个问题,本集成开发板采用的是在线下载的新技术。这样既解决了编程调试问题,还可以将 PC 和单片机组成分布式控制或监测系统,如图 1.9 所示。



图 1.9 分布式控制系统

根据单片机内部程序存储器较少但控制方便而 PC 资源丰富但控制不灵活的特点,我们可以将 PC 作为主机,单片机作为从机,通过下载线将它们连接起来,实现互补。扩大 PC 的应用范围,为实际生产服务。

1.3.2 由流水灯到霓虹灯

流水灯和霓虹灯的控制原理完全一样,只需要将单个发光二极管换成霓虹灯带即可。除此以外,按照这种设计方法,还能准确完成多控制点的定点控制,如供水控制系统、多故障点监测系统。

十字路口车辆穿梭,行人熙攘,车行车道,人行人道,有条不紊。那么靠什么来实现这井然的秩序呢?靠的就是交通信号灯的自动指挥系统。在本系统中只需将发光二极管换成交通信号灯,就能实现对交通信号灯的控制。

1.3.3 由键盘到人机对话

键盘是所有计算机的输入设备,在单片机中使用键盘要解决的关键技术是消除抖动。常用的方法有硬件消除抖动和软件消除抖动,从节约资源的角度后者优于前者。本节着重介绍的是软件消除抖动。

解决好键盘抖动的问题,掌握数码管(或其他输出器件)的使用方法,我们就可以为任何单片机系统加入人机对话,使其更加人性化。

1.3.4 由数码管到银行利率屏

我们经常在银行看到显示存款利率的屏幕。其实它是由多个数码管组成的,将利率数据存放在存储器中,再由单片机控制显示。掌握数码管的控制方法,是制作利率屏的关键。控制数码管的显示有静态显示和动态显示两种,本节介绍如何用单片机实现静态显示和动态显示的控制方法。只要我们掌握了方法,就可以轻松制作银行利率屏和其他数字屏了。

1.3.5 由 LCD 液晶屏到商场广告屏

LCD 液晶屏对我们来说并不陌生,如家里的液晶数字钟、各种计算器、电子玩具、家电显示器,以及我们天天拿在手里的手机等。

1.4 常用接口驱动部件简介

近年来随着科技的飞速发展,单片机的应用正在不断深入,同时带动传统控制检测技术日益更新。在实时检测和自动控制的单片机应用系统中,单片机往往只作为一个核心部件来使用,仅具有单片机方面知识是不够的,还应根据具体硬件结构,进行软硬件结合来加以完善。

1.4.1 三极管

三极管是电流放大器件,有三个极,分别叫做集电极 c,基极 b,发射极 e。三极管分成 NPN 和 PNP 两种,如图 1.10 所示。

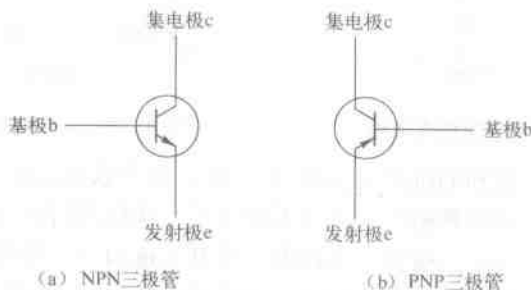


图 1.10 NPN 三极管和 PNP 三极管示意图

我们仅以 NPN 三极管的共发射极放大电路为例来说明三极管放大电路的基本原理。

我们把从基极 b 流至发射极 e 的电流叫做基极电流 I_b ；把从集电极 c 流至发射极 e 的电流叫做集电极电流 I_c 。这两个电流的方向都是流入发射极的，所以流过发射极 e 的电流 $I_e = I_b + I_c$ ，如图 1.11 所示。

三极管的放大作用就是集电极电流受基极电流的控制（假设电源能够提供给集电极足够大的电流），基极电流很小的变化，会引起集电极电流很大的变化，且变化满足一定的比例关系，即集电极电流的变化量是基极电流变化量的 β 倍，即电流变化被放大了 β 倍，所以我们把 β 叫做三极管的放大倍数（ β 一般远大于 1，如几十，几百）。如果我们将一个变化的小信号加到基极跟发射极之间，这就会引起基极电流 I_b 的变化， I_b 的变化被放大后，导致了 I_c 很大的变化。如果集电极电流 I_c 是流过一个电阻 R_c 的，那么根据电压计算公式 $U_c = R_c I_c$ 可以算得，电阻 R_c 上的电压就会发生很大的变化。我们将这个电阻上的电压取出来，就得到了放大后的电压信号。

R_b 是固定不变的，而 $I_b = E_b / R_b$ ，我们可以通过改变 E_b 的大小而改变 I_b 进而达到改变 I_c 的目的，我们称之为放大。而这时候的 I_c 与 I_b 的关系是 $I_c / I_b = \beta$ ，我们把 β 叫做三极管的电流放大倍数。

由于 $I_c = E_c / R_c$ ，集电极的最大电压 E_c 是固定的，因此当 E_b 增加到一定值时， I_c 不再随基极电流 I_b 的变化而变化，这时候三极管进入饱和。

又由于输入电压 E_b 必须大到一定程度后（对于硅管，常取 0.7V）才能产生基极电流 I_b ，因此在 E_b 为 0~0.7V 时，三极管实际是不工作的，我们称之为截止。

三极管集电极 c 与发射极 e 之间的电压称为 U_{ce} ，我们不难看出 $U_{ce} = E_c - I_c R_c$ 或 $I_c = (E_c - U_{ce}) / R_c$ 。 E_c 、 R_c 是固定值，当三极管进入饱和以后， I_c 也是接近固定值（受 E_c 的限

制) 所以这时的 U_{ce} 也是接近固定值, 通常把这时的 U_{ce} 称为 U_{ce0} 。

从以上分析, 我们可以看到三极管的工作实际有 3 个不同区间: 截止区、放大区、饱和区, 如图 1.12 所示。

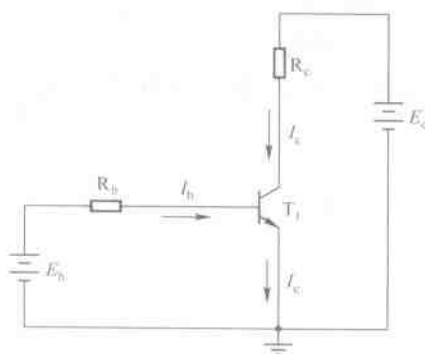


图 1.11 三极管电流放大电路

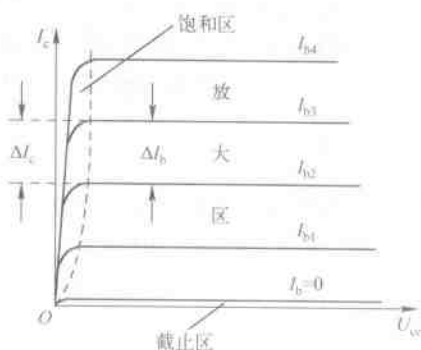


图 1.12 三极管的 3 个工作区间

一般判断三极管是否饱和的准则是 $I_b\beta > I_c$ 。进入饱和状态之后, 三极管的集电极跟发射极之间的电压将很小, 可以理解为一个开关闭合了。这样我们就可以把三极管当做开关使用了, 即当基极电流为 0 时, 三极管集电极电流为 0 (这叫做三极管截止), 相当于开关断开; 当基极电流很大, 以至于三极管饱和时, 相当于开关闭合。如果三极管主要工作在截止和饱和状态, 那么这样的三极管我们一般把它叫做开关管。

在单片机应用系统中, 常用三极管作为驱动器。通常使其工作在截止区和饱和区。因为三极管工作在这两个区间时非常适合单片机的控制逻辑, 即截止时记做逻辑 0、饱和时记做逻辑 1。

了解了 NPN 三极管的工作原理和实际用途后, PNP 三极管的工作原理和实际用途就不难理解, 它们的区别就是电源极性相反和常用于需要负逻辑控制的场合。

1.4.2 整流桥

在单片机控制系统中所用到的电源都是直流电源, 通常只有电瓶和电池能够提供直流电。用电瓶和电池为单片机供电显然是不现实的。在我们生活中看到的更多、更容易得到的是交流电。将交流电转换成直流电就需要整流桥。

整流桥的作用就是通过二极管的单向导通特性将电平在零点上下浮动的交流电转换为单向的直流电。如图 1.13 所示是整流桥的原理图和符号图。

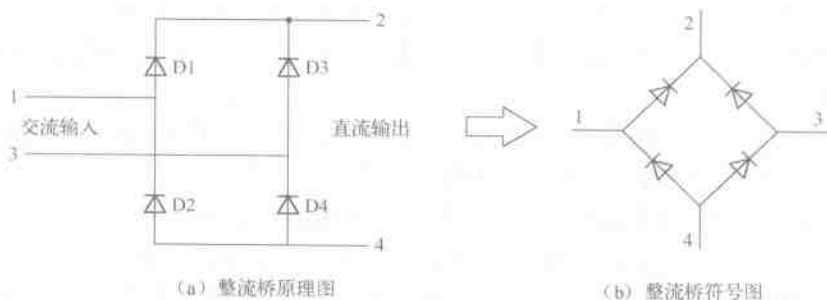


图 1.13 二极管整流桥的原理图和符号图