

单片机

应用系统开发实例导航

◆ 求是科技 靳达 编著

- 第1章 基于单片机的数字钟
- 第2章 便携式仪表的液晶显示与键盘输入
- 第3章 机箱活动门的控制
- 第4章 单片机的无线数据传输
- 第5章 模型飞机的机载测控系统
- 第6章 USB便携多道系统
- 第7章 用Protel完成单片机电路设计



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

计算机接口技术系列

单片机

应用系统开发实例导航

◆ 求是科技 靳达 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用系统开发实例导航 / 靳达编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003.10

ISBN 7-115-11721-7

I. 单... II. 靳... III. 单片微型计算机—系统设计 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 090393 号

内容提要

本书以单片机及其外围器件、相关电路设计的实际应用为内容, 以“实例导航”的方式向读者介绍了如何合理选择单片机硬件、程序和外围器件, 以及如何将这些器件应用实施到实际项目开发中。

本书所选实例基本覆盖了单片机的主要应用技术 (单片机中断和定时器的使用、单片机控制液晶和数码管显示、单片机在控制系统中的应用、单片机中 USB 接口的使用, 以及单片机与 PC 机的有线、无线串口通信等)。这些案例全部取自于实际应用的项目 (有些是项目全部内容、有些是以单片机技术为主线的部分模块)。

通过本书的学习, 读者除了可以掌握单片机的具体应用方法, 还可以了解到如何针对一个具体的项目需求来设计解决方法以及如何运用单片机的关键技术满足项目需求。

本书专业性和实用性较强。适合中高级程序员、单片机开发人员和系统设计人员阅读和参考。

计算机接口技术系列

单片机应用系统开发实例导航

◆ 编 著 求是科技 靳 达

责任编辑 张立科

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67132692

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 18.25

字数: 445 千字

2003 年 10 月第 1 版

印数: 1-6 000 册

2003 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN7-115-11721-7/TP · 3642

定价: 36.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

前言

单片机技术在自动控制领域中有着十分广泛的应用，如汽车、航空、电话、传真、视频等。很多行业涉及到自动控制的情况下，通常会涉及到单片机技术。

经过仔细筛选之后，求是科技策划并撰写了本书，在案例的选取上更体现了工程实用性。旨在为读者提供更多行业实用的单片机设计案例，并以实例的形式进行讲解，以便读者更容易理解和掌握相关知识和技术。

本书共选取了 7 个案例，对应的程序介绍如下：

第 1 章 基于单片机的数字钟

一个基于单片机定时器和中断使用的数字钟。可以实现用单脉冲开关控制启动/停止/复位的秒表；可调整的 24 小时时钟。在时钟运行时，以四位数码管的高两位显示小时，低两位显示分钟，发光二极管每秒闪烁一次，表明时钟的运行。需要调整时间时，发光二极管停止闪烁，此时通过按键可以调整时间。

第 2 章 便携式仪表的液晶显示与键盘输入

液晶显示模块和键盘输入模块是便携式仪表的通用器件，其关键部分在于液晶显示模块的驱动和行列键盘的输入。本例可以实现按键内容的液晶显示实现便携式仪表的操纵输入；通过键盘，使用者可对便携式仪表的操作；通过液晶显示当前功能的结果输出，例如，当测量完毕时，显示当前测量的电压数值等。

第 3 章 机箱活动门的控制

这是一个利用单片机控制机箱活动门的例子。在微机的机箱前置面板上设计了耳机和 USB 插槽，并相应地设计了活动门。本例介绍在单片机的控制下，活动门开关动作的实现过程，主要内容包括单片机和微机的串行通信，以及单片机对电机转动的控制。

第 4 章 单片机的无线数据传输

本例主要介绍如何利用一款 PTR2000 的无线数据传输模块实现单片机的无线数据通信。在本例中介绍 PTR2000 模块如何与单片机和 PC 机相连，如何设置通信格式等。并详细地介绍了如何在单片机系统中使用 PTR2000 模块，并自动控制无线数据传输。

第 5 章 模型飞机的机载测控系统

该章介绍的是本书最为复杂的一个实例——单片机在模型飞机中的应用。该实例是一个完整的单片机系统，包括 3 个方面的主要内容：一是单片机和 HMR3000 数字罗盘的数据通信，二是单片机控制舵机实现姿态变化，三是单片机如何对 MG100 陀螺进行数据采集。在该实例中融合了前几个章节中介绍的对单片机中断、定时器、串行通信等技术的应用，并进

一步介绍了如何完成一个复杂的单片机系统。

第6章 USB 便携多道系统

多道系统是能谱数据获取与处理领域广泛使用的重要设备，把从粒子探测器得到的脉冲电信号，转换为 X 轴（能量）— Y 轴（计数）的能谱形式并显示出来，以供能谱分析、测量使用。本章案例利用 MOTOROLA 8 位单片机，设计并实现了一个 USB 便携多道系统

第7章 用 Protel 完成单片机电路设计

这是本书的最后一章。在介绍完相关的单片机关键技术后，我们单独列出此章，主要目的有两个：一个是希望为单片机的学习者讲解完成单片机电路设计的最后一步，即单片机的电路设计；二是希望能给单片机电路设计者提供一些具体的设计经验，因为单片机系统性能的好坏和单片机电路的设计有密切的关系。所以本章介绍了单片机电路的具体设计方法和相关设计软件 Protel 的使用方法，并列举了一些电路设计的经验。

本书所有案例的完整程序代码均可在 <http://www.cs-book.com> 网站上相应位置下载。

由于作者水平有限，书中难免有不足和疏忽之处，恳请读者朋友和各位同仁批评指正，我们的联系方式，网址：<http://www.cs-book.com>。

编者

2003 年 10 月

本书由“求是科技”策划并组织编写，为了向广大读者提供更好的服务，我们开通了求是科技网站 www.cs-book.com，提供以下服务：

- 在“答读者问”栏目中，读者可以提出在阅读本书时遇到的各种问题，我们将及时给以解答；
- 在“资料下载”栏目中，读者可以通过相关的链接获得本书的相关资料，例如部分未提供光盘的图书，其中涉及到的程序源代码可以从该栏目上下载；
- 在“勘误发布”栏目中，将及时提供已出版图书中存在问题的修正结果。
- “求是论坛”栏目为广大读者提供了一个良好的技术交流平台，我们还会经常安排相对权威的技术专家回答读者提出的问题，与读者进行交流。

衷心地感谢您对我们工作的支持，真诚地欢迎您对本书或求是科技提出最宝贵的意见和建议。

目 录

第 1 章 基于单片机的数字钟	1
1.1 功能描述	1
1.2 系统分析与设计	2
1.2.1 系统分析	2
1.2.2 技术方案	2
1.3 关键技术	6
1.3.1 LED 的驱动和显示	7
1.3.2 定时器的使用	11
1.3.3 外中断的使用	14
1.4 电路	15
1.5 程序设计	18
1.6 调试	33
第 2 章 便携式仪表的液晶显示与键盘输入	38
2.1 功能描述	38
2.2 系统分析与设计	39
2.2.1 系统分析	39
2.2.2 技术方案	40
2.3 关键技术	42
2.3.1 液晶电源电路设计	42
2.3.2 液晶显示	45
2.3.3 行列键盘的输入	54
2.3.4 键盘的软件去抖	60
2.3.5 C51 和汇编的混合编程	61
2.4 电路	68
2.5 程序设计	70
2.6 调试	87
第 3 章 机箱活动门的控制	90
3.1 功能描述	90
3.2 系统分析与设计	91
3.3 关键技术	92
3.3.1 电机驱动	93
3.3.2 门限电路	96

3.3.3 按键去抖电路	98
3.3.4 软件控制	99
3.4 系统电路	104
3.5 程序设计	105
3.5.1 单片机代码	105
3.5.2 微机控制代码	107
3.6 调试	108
3.6.1 调试串口	108
3.6.2 调试按键	109
3.6.3 调试驱动	109
3.6.4 系统联调	110
第4章 单片机的无线数据传输	111
4.1 功能描述	111
4.2 系统分析与设计	112
4.3 关键技术	114
4.4 电路	118
4.4.1 单片机和 PTR2000 的接口电路	118
4.4.2 计算机和 PTR2000 的接口电路	119
4.5 程序设计	121
4.5.1 单片机端程序	121
4.5.2 计算机端程序	124
4.6 调试	125
4.6.1 PTR2000 模块的调试	125
4.6.2 串口通信的调试	126
第5章 模型飞机的机载测控系统	127
5.1 功能描述	127
5.2 系统分析与设计	128
5.3 关键技术	131
5.3.1 HMR3000 姿态测量模块	132
5.3.2 舵机的控制模块	155
5.3.3 MG100 陀螺的数据采集	182
5.4 系统电路	201
5.5 程序设计	204
5.6 调试	212
第6章 USB 便携多道系统	213
6.1 功能描述	213
6.2 系统分析与设计	214
6.3 关键技术	215

6.3.1 C 语言的编程开发.....	215
6.3.2 MC68HC908GP32 的编程电路.....	222
6.3.3 多道系统的数据采集与存储.....	223
6.3.4 USB 接口的设计.....	226
6.3.5 USB 驱动程序的编写.....	242
6.3.6 PC 端的控制、显示程序.....	254
6.4 系统电路.....	256
6.5 程序设计.....	258
6.6 调试.....	262
第 7 章 用 Protel 完成单片机电路设计.....	264
7.1 功能描述.....	264
7.2 系统分析和设计.....	265
7.3 实例简介.....	265
7.3.1 实例功能.....	266
7.3.2 系统方案.....	266
7.3.3 单片机程序.....	266
7.3.4 电路实现.....	267
7.4 关键技术.....	268
7.4.1 Protel 99 简介.....	268
7.4.2 电路原理图的生成.....	269
7.4.3 电路板图的生成.....	274
7.5 板图设计的规范.....	279
7.6 单片机程序烧录.....	281
7.7 小结.....	283

第 1 章 基于单片机的数字钟

1.1 功能描述

基于单片机的定时和控制装置在许多行业有着广泛的应用，而数字钟是最基本，也是最具有代表性的一个例子。在基于单片机系统的数字钟电路中，除了基本的单片机系统和外围电路外，还需要外部的控制和显示装置。在本例中，输入装置是按键开关，由于控制数字钟的运行模式，显示装置是 LED 七段数码管。数字钟的实物如图 1-1 所示。

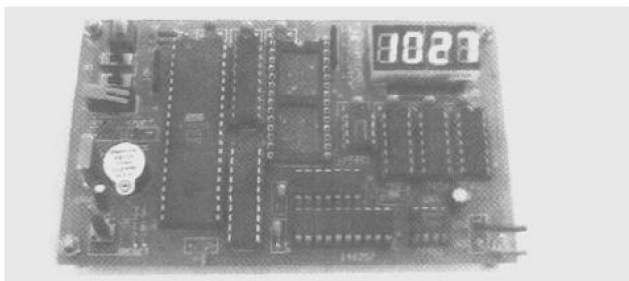


图 1-1 基于单片机的数字钟

本章通过数字钟的设计这个实例，可以使读者很好地了解单片机的使用方法，这主要表现在以下 3 个方面：

- 数字钟的结构简单，并且具备最小单片机系统的基本构成。通过数字钟的实例，读者可以明白构成一个最简单，同时也具备实用性的单片机系统需要哪些外围的设备的基本电路。
- 数字钟电路中使用了单片机系统中最为常用的输入输出设备：按键开关和数码管。通过对本例的说明，可以使读者明确单片机系统的最简单的用途和控制方法。
- 数字钟程序最能反映单片机系统中定时器和中断的用法。单片机系统中的定时和中断是单片机最重要的资源，也是应用最为广泛的功能。数字钟程序主要就是利用定时器和中断实现计时和显示功能。所以，通过该实例可以使读者了解单片机定时器和中断编程的基本方法。

本例数字钟设备可以完成如下的功能：

- 用单脉冲开关控制秒表的启动/停止/复位，以 4 位数码管的高 2 位显示秒值，低 2 位显示百分秒。
- 可调整的 24 小时时钟。当时钟正常运行时，不允许调整时钟。在时钟运行时，以 4 位数码管的高 2 位显示小时，低 2 位显示分钟，发光二极管每秒闪烁一次，表明时钟的运行。需要调整时间时，发光二极管停止闪烁，此时通过按键实现时间的调整。
- 可设定初值的倒计时功能。

选择上述的功能,主要是为了讲述单片机中定时器、中断和 LED 显示的使用方法。数字钟所涉及的内容主要包括:

- 定时器的使用: 本例中通过实现 24 小时时钟和秒表,充分说明了单片机定时器使用方法,使读者对单片机定时器的使用有深入的了解。
- 计数器的使用: 本例中通过实现 24 小时时钟和秒表的调整,充分利用了单片机定时器的计数功能,使读者对单片机的定时器/计数器的使用有明确的了解。
- 中断的使用: 本例中通过设计 24 小时时钟和秒表的控制模式,详细地说明了单片机中的中断使用方法及其功能。
- LED 的使用: 本例详细地说明了在单片机中如何使用 LED 进行显示,并对其编程方法作一般性的总结。

1.2 系统分析与设计

1.2.1 系统分析

基于单片机系统的数字钟的基本结构框图如图 1-2 所示。从图中可以看出,对于一个最简单的数字钟电路而言,除了输入控制方法具备数字钟自身的特点之外,LED 显示模块和外部存储器的存取操作均是单片机的通用方法。

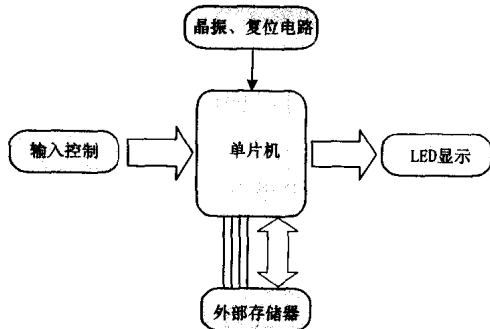


图 1-2 数字钟的基本功能模块

便携式仪表的主要功能模块分为 3 类:

- 输入控制: 是指在一定要求下,采取何种形式的控制方式来实现数字钟不同功能的转换,以及控制指令以何种方式传送到单片机。
- LED 数码显示: 是指单片机将需要显示的数据发送到 LED 显示模块,并控制 LED 显示模块按照一定的格式显示的功能。
- 外部存储: 是指单片机通过对外部存储器的读写操作,完成对数据的存储和读取,从而扩展单片机的存储单元和数据。

1.2.2 技术方案

一个完整的数字钟电路相当于一个简单的单片机系统,该系统由输入脉冲电路、单片机、

晶振和复位电路、外部存储器电路和LED显示电路5个方面构成,如图1-3所示。其中,除了单片机是集成的IC芯片,而其他4个部分则需根据应用要求而自行设计。

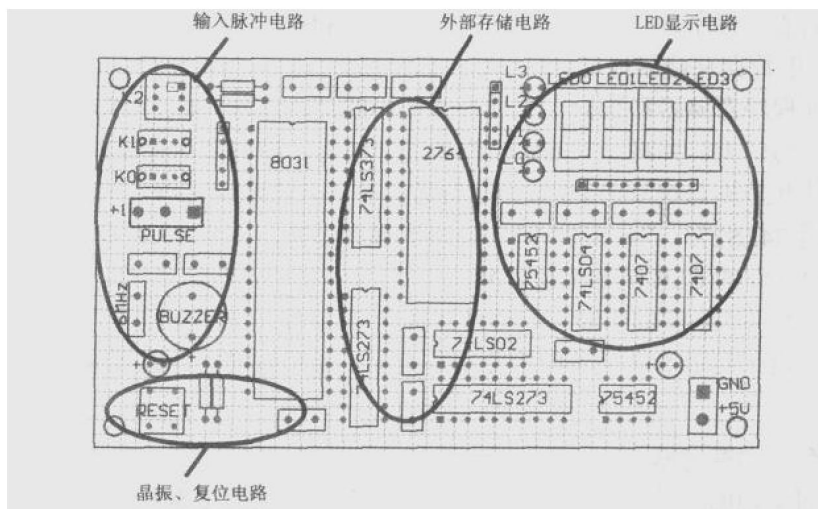


图 1-3 数字钟的基本组成模块

1. 存储器的扩展和选择

MCS-51 单片机的片内结构由 8 个部件组成,即微处理器(CPU)、数据存储器(RAM)、程序存储器(ROM、EPROM)、I/O 口(P0 口、P1 口、P2 口、P3 口、串行口)、定时器、计数器、中断系统及特殊功能寄存器(SFR)。关于存储器的基本原理和器件的选用方法在一般的介绍单片机的文献中均有介绍,这里只简单概述,便于读者对后续电路和程序的理解。

(1) 片外存储器的扩展

程序存储器一般采用只读存储器,数据存储器一般采用 RAM 芯片。在扩展多片程序存储器时,把各自 64kB 空间分配给各个芯片,为避免地址与数据冲突,要合理分配地址空间。

• 存储器读写控制

RAM 芯片既能读出又能写入,所以通常都有读写控制线 WR (Write/Read)。当其为低电平,允许写入数据;当其为高电平时,允许读出数据。有的芯片把读写控制线分开,分别记为 OE (Output Enable) 和 WR。EPROM 在正常使用中只能读出,不能写入,故 EPROM 芯片没有写信号线,只有读信号线。

• 存储器片选控制

在用多片存储器芯片构成外部存储器时,除了低 8 位地址需要锁存之外,还要由高位地址产生片选信号,产生片选信号有两种方法。

① 线选法:如外扩的存储器芯片数目较少,那么只需用 P2 口某几根多余的高位地址线,作为存储器的片选信号就可实现外扩存储器的目的。这种方法由于剩余的高位地址不参加译码,可为任意状态,所以将有很多地址空间重叠。也就是说,每一个存储单元可以对应若干个地址,但这不会引起混乱,也不会影响正常使用。对使用者而言,只要用其中任一组地址即可。

② 译码选通法:在外扩存储器芯片数目较多时,就要用译码选通法,这种方法由译码器组成译码电路,译码电路将地址空间划分若干块,其输出分别选通各存储器芯片。这样既充分利用了存储空间,又克服了空间分散的缺点。此法常采用的译码器是 74LS138、74LS139、

74LS154、74LS42 等。

• 扩展存储器的几个问题

数据存储器和程序存储器的可寻址范围都为 64kB，即地址范围为 0000H~FFFFH。扩展的 I/O 口均占用数据存储器地址。

如果外部程序存储器和数据存储器合并使用的话，可将控制信号 RD 和读选通信号 PSEN 信号加到一个与门上，并将与门的输出作为选通信号，控制公用存储器。

地址总线和数据总线复用 P0 口。P0 口送出的低 8 位地址可以由 ALE 信号选通进入地址锁存器。如用 74LS273、74LS377 等作为地址锁存器时，应将 ALE 反相后加到它们的 CLK 时钟端，74LS273 的 CLR 清除端接+5V。

MCS-51 不同中断源的中断入口地址相隔 8 个字节。如中断服务程序足够短，可安排在这 8 个字节之内，超过 8 个字节的中断服务程序，要用跳转指令跳到 EPROM 其他的地址空间中。

(2) 带有片内存储器的单片机

除了使用常规的片外存储器外，目前较为流行的是采用带有片内 RAM 和 ROM 的单片机，这样不仅可以方便用户的编程工作，而且外围电路也相对简单。表 1-1~表 1-3 出常用的单片机及其内部资源。用户可以根据自己的需要选择相应的单片机。

表 1-1 常用 MCS-51 系列（8 位）单片机内部硬件资源表

公司	型号	片内 ROM (位)	片内 RAM (字 节)	I/O 口线	中断源	定时/计数器
Intel	8031	/	128	32	5	2
	8751	4k EPROM	128	32	5	2
	8051	4k	128	32	5	2
	8752	8k EPROM	256	32	6	3
ATMEL	89C1051	1k FLASH	128	15	3	1
	89C2051	2k FLASH	128	15	5	2
	89C51	4k FLASH	128	32	5	2
	89C52	8k FLASH	256	32	8	3

表 1-2 更强功能的 MCS-51 系列（8 位）单片机内部硬件资源表

公司	型号	片内 ROM(位)	片内 RAM(字节)	I/O 口线	中断源	A/D	定时器
Intel	80C51GA	4k	128	32	7	4*8bit	2
	80C51GB	8k	256	32	7	4*8bit	2
ATMEL	89LV51	Flash 4k	128	32	6	/	2
	89LV52	Flash 8k	256	32	8		3
Siemens	SAB80512	4k	128	56	6	8*8bit	2
	SAB80515	8k	256	48	12	8*8bit	3
AMD	80C525/325	8k	256	42	2	8*8bit	3
	80C515/535	8k	256	32	4		2
Philips/Sig netics	83C552	8k	256	40	15	8*10bit	2
	83C752	2k	64	19	6	4*8bit	1

表 1-3 常用 PIC 单片机系列（8 位）单片机内部硬件资源表

型号	管脚	片内 ROM (位)	片内 RAM (字节)	I/O 口线	说明
PIC12C508A	8	512*12	25	6	每个 I/O 口吸收、驱动电流 25mA
PIC12C509A		512*12	41		
PIC12C671		1024*12	128		

续表

型号	管脚	片内 ROM (位)	片内 RAM (字节)	I/O 口线	说明
PIC12C672	8	2048*12	128	6	每个 I/O 口吸收、驱动电流 25mA, 4 路 8 位 ADC
PIC16C54C	18	512*12	25	12	一个定时器, 片内
PIC16C55	28	512*12	24	20	WDT, 每个 I/O 口吸
PIC16C56	18	1024*12	25	12	收 25mA 电流、驱动
PIC16C57	28	2048*12	72	20	电流 20mA

对于本例而言, 由于是介绍单片机的一般使用方法, 所以采用的是 8031 单片机加上外部存储器 2764 的方案。实际上, 读者完全可以选用带有片内 RAM 和 ROM 的单片机, 例如表 1-1 中 ATMEL 公司的 89C51、8752 等。

2. LED 的选择

(1) 器件分类

LED 发光器件一般常用的有两类: 数码管和点阵。常用的数码管一般为 8 字型数码管, 分为 A、B、C、D、E、F、G、DP 八段, 其中 DP 为小数点。数码管常用的有 10 根管脚, 每一段有一根管脚, 另外两根管脚为一个数码管的公共端, 两根之间相互连通, 如图 1-4 所示。

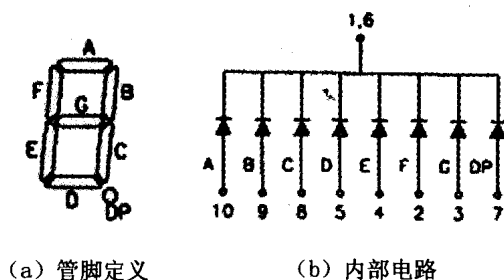


图 1-4 LED 的管脚和电路原理

从尺寸上分, LED 数码管的种类很多, 常用的有 0.3、0.5、0.8、1.0、1.2、1.5、1.8、2.3、3.0、4.0、5.0 等。一般小于 1.0 的为单管芯, 1.2~1.5 为双管芯, 1.8 以上的为 3 个以上管芯, 因而它们的供电电压要求不同, 一般每个管芯的压降为 2.1V 左右。通常, 0.8 以下采用 5V 供电, 1.0~2.3 采用 12V 供电, 3.0 以上的选择更高电压供电。

从电路上, 数码管又可分共阴和共阳两种。

(2) LED 显示的基本原理

用单片机驱动 LED 数码管有很多方法, 按显示方式分, 有静态显示和动态显示, 按译码方式可分为硬件译码和软件译码。

静态显示是显示驱动电路具有输出锁存功能, 单片机将要显示的数据送出后不再控制 LED, 直到下次显示时再传送一次新的显示数据。静态显示的数据稳定, 占用的 CPU 时间少。

动态显示要 CPU 时刻对显示器件进行数据刷新, 显示数据有闪烁感, 占用 CPU 时间多。

这两种显示方式各有利弊: 静态显示虽然数据显示稳定, 占用很少的 CPU 时间, 但每个

显示单元都需要单独的显示驱动电路，使用的电路硬件较多；动态显示虽然有闪烁感，占用的 CPU 时间多，但使用的硬件少，能节省线路板空间。

动态扫描显示接口是单片机中应用最广泛的一种显示方式。其接口电路是把所有 LED 显示器的 8 个笔划段 A~G、DP 的同名端连在一起，而每一个数码管的公共端 COM 是各自独立地受 I/O 线控制。CPU 向字段输出口送出字形码时，所有显示器接收到相同的字形码，但究竟是那个显示器亮，则取决于 COM 端，而这一端是由 I/O 控制的，可以自行决定何时显示哪一位了。而所谓动态扫描就是指我们采用分时的方法，轮流控制各个显示器的 COM 端，使各个显示器轮流点亮。

在轮流点亮扫描过程中，每位显示器的点亮时间是极为短暂的，约 1ms 左右，但由于人的视觉暂留现象及发光二极管的余辉效应，尽管实际上各位显示器并非同时点亮，但只要扫描的速度足够快，给人的印象就是一组稳定的显示数据，不会有闪烁感。

从上述的论述中，可以看出动态显示方案具备一定的实用性，也是目前单片机数码管显示中较为常用的一种显示方法。所以，本例中也采用动态显示方案。

3. 控制指令的输入

外部指令在单片机中的输入一般是通过按键、开关和键盘等输入器件实现的。键盘输入在后续的实例中将会有详细的介绍。本例主要介绍按键和开关在单片机中的使用方法。在本例中，将使用到如下的按键和开关以实现数字钟运行模式的切换和相关输入的操作。

- 开关 K1

K1=0 时，时钟正常运行，此时不允许调整时钟。以 4 位数码管的高 2 位显示小时，低 2 位显示分钟，发光二极管每秒闪烁一次，表明时钟的运行。

K1=1 时，调整时钟，发光二极管停止闪烁。

- 开关 K0

K0=0: 分位调整。

K0=1: 时位调整。

- 开关 K2

按键开关 K2 保持高电平，使单脉冲输入至 INT1，通过外中断实现相应值的+1 功能。

- 按键 RESET

在复位电路中，起到程序复位的作用。

- 按键 PULSE

提供单脉冲，从而实现单片机对外部脉冲的计数功能，利用单脉冲实现相应位+1。

1.3 关键技术

基于单片机的数字钟在设计时需要解决 3 个方面的主要问题：一是 LED 显示模块的驱动和编程，二是有关单片机中定时器的使用，三是如何利用单片机的外中断实现时钟功能和运行模式的转化。在本例中，和这 3 个方面相关的关键技术主要包括：

- LED 的显示和驱动——主要是设计 LED 数码管和单片机的接口电路，以及利用单片机对 LED 数码管进行驱动和显示操作。

- 定时器的使用——作为单片机中最为基础和重要的资源之一，本例中主要介绍单片机中定时器的基本使用方法和编程技巧。
- 外中断的使用——作为单片机中最为基础和重要的资源之一，本例中主要介绍单片机中中断的基本使用方法和编程技巧。

以下就分别介绍上述的3项关键技术。

1.3.1 LED 的驱动和显示

1. 作用

在单片机系统中，LED 数码管显示是反映系统输出和操纵输入的有效器件。数码管具备数字接口，可以很方便地和单片机系统连接；数码管的体积小、重量轻，并且功耗低，是一种理想的显示单片机数据输出的器件。

2. 技术方案

在 1.2.2 节技术方案的论述中，简单地介绍了 LED 的基本特性和使用方法，在本节中将通过本例讲解如何使用单片机进行 LED 的驱动和显示。LED 的显示方法已经讨论过，这里仅对 LED 的驱动方案进行讨论。

单片机对 LED 数码管的驱动方法可以分为串行和并行两种，分别适用于不同的使用场合，二者硬件电路和程序的差别也很大。

(1) 串行驱动

在某些情况下，可供使用的单片机并行 I/O 口不足 8 根，数据的并行输出已不可能，此时可以考虑串行输出方法，图 1-5 所示给出一种串行口扩展的 4 位 LED 显示电路。

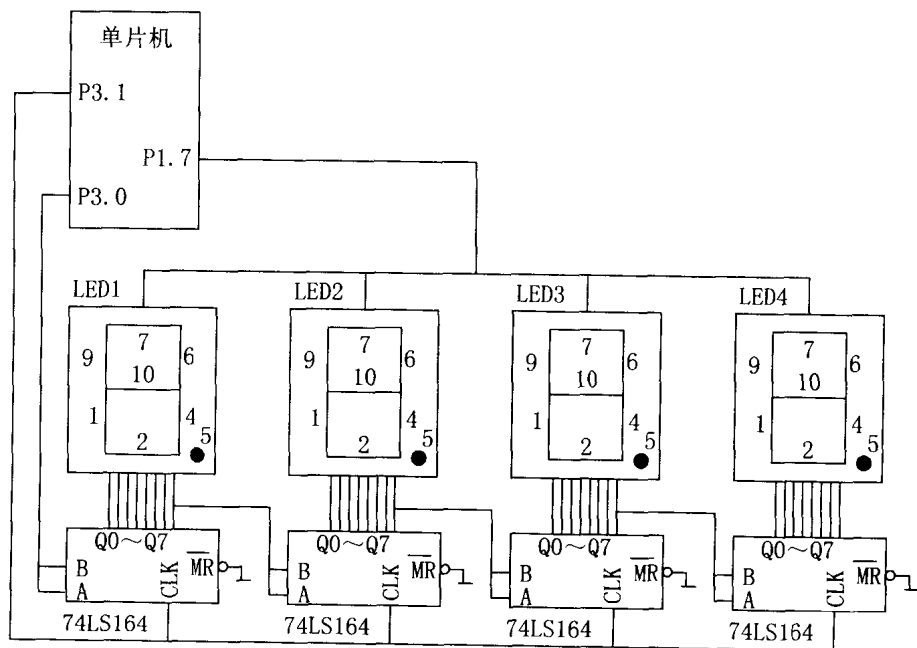


图 1-5 串行口扩展的 4 位 LED 显示电路

该显示电路只使用单片机的 3 个端口 P1.7、P3.0、P3.1，并配以 4 片串入并出移位寄存

器 74LS164 (LED 驱动)。如果再配 1 片 3 端可调稳压器 LM317T, 则可调 LED 的亮度。其中 74LS164 的引脚 Q0~Q7 为 8 位并行输出端; 引脚 A、B 为串行输入端; 引脚 CLK 为时钟脉冲输入端, 在 CLK 脉冲的上升沿作用下实现移位, 在 CLK=0、清除端 MR=1 时, 74LS164 保持原来数据状态; MR=0 时, 74LS164 输出清零。

其工作过程如下:

- 2051 的串行口设定在方式 0 移位寄存器状态下, 串行数据由 P3.0 发送, 移位时钟由 P3.1 送出。
- 在移位时钟的作用下, 串行口发送缓冲器的数据一位一位地移入 74LS164 中。
- 4 片 74LS164 串级扩展为 4 个 8 位并行输出口, 分别连接到 4 个 LED 显示器的段选端作静态显示。

需要指出的是, 由于 74LS164 无并行输出控制端, 因而在串行输入过程中, 其输出端的状态会不断变化, 造成不应显示的字段有较暗的亮度, 影响了显示的效果。可以采用的做法是在 74LS164 的输出端加接 4 片锁存器或三态门, 使移位寄存器串行输入数据时其输出端的变化不反映到 LED 上, 待串行输入结束后再打开锁存器或三态门; 也可采用 1 片三端可调稳压器 LM317T 即解决此问题。LM317T 的 3、2 脚分别是电压输入、输出端, LM317T 的 1 脚是电压调整端, 在 1 脚与接地电阻之间并一个 NPN 三极管, 它的基极受 P1.7 口线控制。串行输入时 P1.7 口线为高电平, 三极管导通, LM317T 的脚 1 约为 0.3V, 脚 2 输出电压便下降到 1.5V 不足以使共阳极 LED 发光, 故此时串行输入的影响不会反映到 LED 上。串行输入结束后, P1.7 口线为低电平, 三极管截止, 脚 2 输出电压便上升到 20V 使 LED 正常发光, 因此, 不会引起显示闪烁。增加了可调稳压器 LM317T 的电路, 其另一特点是通过可调电位器 P1 在线调整脚 2 的输出电压, 可使 LED 的显示亮度均匀可调, 而且省掉了大量的限流电阻。

(2) 并行驱动

在一般情况下, 单片机使用并行驱动的方式进行 LED 的显示。并行驱动的结构较为简单, 并且非常适用于说明地址和数据总线复用的情况。

LED 并行驱动的电路原理图如图 1-6 所示。

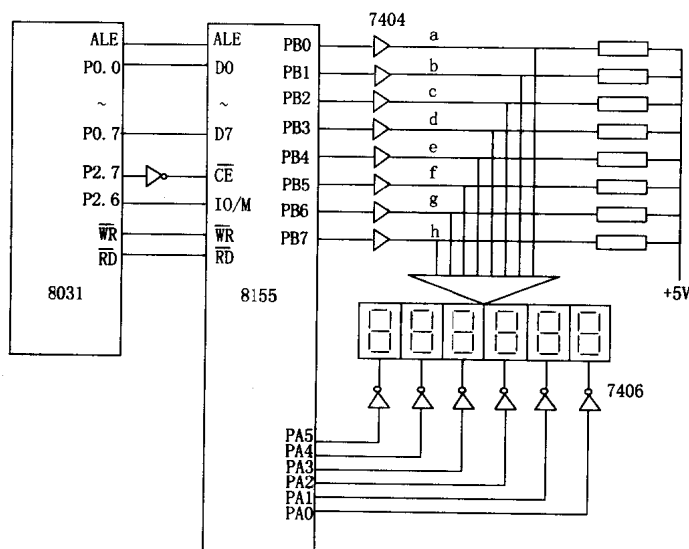


图 1-6 LED 并行驱动的电路原理