

第一章 单片机整机系统设计

本章通过 MS-51-I 型单片单板的整机设计全过程,介绍总体设计概念,硬件电路设计和软件设计原则、思想、方法和技术;给出监控中的主要程序框图和源程序(含机器码),并对硬件、软件的调试方法和手段作了较详细的介绍。总的目的是使读者了解如何去考虑、设计一个完整的整机系统。文中除给出各部分的硬件连线图外,还给出了整机完整的电路图。

为叙述和阅读方便,对本书所用单片机名词作如下说明:

单片机:指 MCS-51 系列单片机芯片,如 8031、8051 或 8751 等。

单片机系统:指单片机扩展后的应用系统。

单片单板机:指单片机系统中的一种,配有一定数目的 LED,较完整的键盘和监控程序的单片机系统。因只有一块印制板而得名“单板机”。

MS-51-I 型单片单板机是单片单板机中的一个具体型号,以后简称单片单板机。

§ 1.1 单片单板机的总体设计

从使用目的来分,单片机系统分为应用系统和开发系统两类。应用系统以某种实际对象的问题处理为目的,这在实际中是大量的,其结构也是多种多样的,比如应用于家用电器,仪器仪表,工业测、控系统。开发系统以开发单片机应用系统为主要目的。这是因为单片机本身不具备开发功能,必须借助于一个功能较强有开发能力的系统。

从单片机系统扩展与系统配置状况来分,可分为最小系统、最小功耗系统、典型系统与增强系统等。

1. 最小系统

最小系统指能维持单片机运行的最简单配置的系统。这种系统成本低廉、结构简单,常构成一些简单的控制系统,如开关状态的输入/输出控制,时序控制等。

对于片内有 ROM/EPROM 的单片机,只要配上晶振、复位电路、电源和相应软件,就可构成最小系统。对于片内无 ROM/EPROM 的单片机(如 8031)除配置晶振、复位电路、电源外,还要外接扩展 EPROM 或 E²PROM 作为程序存储器。

最小系统的功能完全取决于单片机芯片的技术水平。

2. 最小功耗系统

最小功耗系统是指为了保证正常运行,系统的功率消耗最小。这是单片机系统中一个引人注目的结构形式。在单片机芯片结构设计时,一般都构成最小功耗系统提供了必要的条件,例如各系列单片机都有 CMOS 工艺的供应状态,而且在这类单片机中都设置了低功耗运行的 WAIT 和 STOP 方式。

设计最小功耗系统,必须使系统内的所有器件、外设都有最小功耗,而且能充分运用 WAIT 和 STOP 方式。

最小功耗系统常用在一些袖珍式智能仪表、野外工作仪表以及在无源网络、接口中的单片机工作站。

3. 典型系统

典型系统指单片机完成工业一般测控功能时应具有的基本硬件结构系统。它包括系统扩展和系统配置两部分。

系统扩展部分是指单片机的 ROM、RAM 及 I/O 口等片内部件不能满足要求时,在片外扩展的相应部分。扩展多少,视需要而定。

系统配置部分是指为满足实际应用要求时,应配置的基本外部设备,如键盘、显示器等。

典型系统在一般的单片机学习,工业测控等较简单的系统及某些智能仪表、仪器中有广泛的应用。

4. 测、控增强系统

增强系统是为了加强典型系统的人机对话功能和系统测控功能而增设了外部设备与接口的系统。

测、控增强部分主要是传感器接口与伺服驱动控制接口。它们直接与工业现场相连,因而主要的干扰串入渠道,一般都要采取隔离措施(比如光电耦合隔离器)抑制干扰。

外设增强部分主要是外设接口,通常采用标准总线(外总线),如 EIA RS-232-C 标准串行接口,IEEE-488 仪器接口和圣特尼克(Centronic)打印机接口等。

外部设备配置的接口可以通过 I/O 口或扩展的 I/O 口构成,通常可接打印机、绘图机、磁带机、甚至 CRT 等。测、控接口一般为输入采集与输出控制接口。

对于数字量(或开关量)的采集,其输入接口较简单。数字脉冲可直接作为计数输入、测试输入、I/O 口输入或作中断源输入,进行事件计数、定时计数,实现脉冲的频率、周期、相位及计数测量。对于模拟量的采集,则应通过 A/D 变换后送入总线口, I/O 口或扩展 I/O 口,并配以相应的 A/D 转换控制信号及地址线。

单片机系统可以根据任何一种输入条件或内部运行结果进行输出控制。开关量输出控制:有时序开关、逻辑开关、信号开关阵列等。通常这些开关量也是通过 I/O 口或扩展 I/O 口输出的。模拟量的输出控制常为伺服驱动控制。控制输出通过 D/A 变换后送入伺服驱动电路。

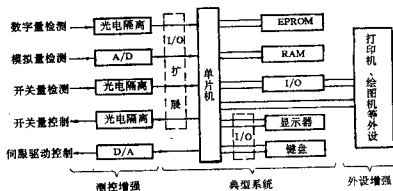


图 1-1-1 单片机增强系统

图 1-1-1 示出了单片机增强系统。从图中可以看出典型系统与增强系统的关系。二者并无严格的界限,所以有人把典型系统与增强系统统称为典型系统。

§ 1.2 单片机系统设计

任何一种单片机系统设计,不管是最小系统、典型系统或增强系统,也不管是通用系统或专用系统的设计,都有其共同的地方,也有其特殊的地方。

作为共同的地方,比如,都要有设计要求和和技术指标(不同仅在于指标的内容和高低),都要有实现这些要求和指标的硬件和与之相配合的软件。硬件一般都要有扩展,包括总线、存储器和 I/O 接口的扩展,键盘和显示器一般少不了;复位键也不能缺。软件大多有规模不同的监控程序(少数简单的应用可以只有应用程序)。软硬件设计完毕都需要调试,特别是软件调试一般都要通过单片机开发装置才能完成。对于这些共性的问题,本章都要谈到,通过一个完整的 MS-51-1 单片单板机的设计与实现贯穿各部分,就得更具体和实际。

当然,作为一个具体的机器也有特殊的地方,比如通信接口等。

一、设计要求

设计要求是根据应用目的而定的。单片机应用系统目前有三种结构方式。

1. 专用系统

系统的扩展与配置完全是按照应用系统的功能要求设计的,系统硬件只需满足应用要求,系统中只配备应用软件(固化在 ROM 或 EPROM 上),故系统有最佳配置,系统的软硬件资源能得到最充分的利用。但这种系统无自开发能力,采用这种系统要求有较强的软件开发基础。这种系统主要用在大批量生产的仪器、设备和家用电器等方面作测、控用。一般也不需要很多按键,甚至可以不要。

2. 模块化系统

由于单片机应用系统的扩展与配置具有典型性,可把这些典型配置做成用户板系列(比如主板板、A/D 板、D/A 板、A/D/A 板、I/O 板、打印机接口板、通信接口板等),供用户选用。用户则根据具体需要选用有关用户板,构成自己的某种测、控系统。模块化结构是大、中型应用系统的发展方向。但目前我国单片机应用系统模块化产品水平尚不高,软硬件配套工作还不完善,有待进一步发展。

3. 单片单板机系统

这种系统是既受通用 CPU 单板机(如 TP801 等)的影响,也从多种应用目的出发,其硬件按典型应用系统配置,并配有监控程序,具有自开发能力的系统。但是,单板机的固定结构形式常使应用系统不能获得最佳配置(即软硬件资源不能得到充分利用,产品软硬件资源浪费较大,但可以减少应用系统研制时的硬件工作量和部分软件工作量),并且具有二次开发能力,这将加速应用系统的研制速度,缩短周期。

设计目的是既要考虑单片单板机的通用性(如作学习 51 系列单片机,这在学校、某些单位甚至个人是很有用的)、自开发性(可自行开发产品),又要考虑其灵活性,即一定的模块化(比如 A/D、D/A、A/D/A 接口板,打印机接口板,通信接口板,录音机接口板等),以适应不同应用的要求。比如,可由多台这样的单片单板机直接经单片机智能通信控制器(接口)构成多机分布式树型系统的前沿机(即测、控子站),也可用这样的单片单板机作为树型系统的主机,如图 1-2-1 所示。即使一台单机也可以作多路信号测、控用,如图 1-2-2 所示。为了能接入有关模块,设计了相应的插座,同时配备相应的软件(应用程序)。

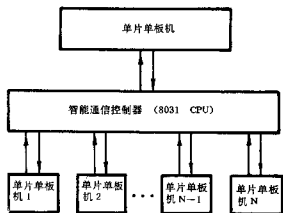


图 1-2-1 以单片单板机作主机的多机分布式树型系统

EXAM, MOV, INS, ADDR, DUMP, LOAD, EXEC, F0, F1, 预留 4 个给用户)。

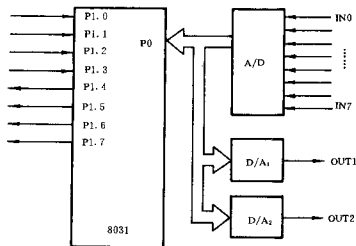


图 1-2-2 单片机多路信号测、控系统

4K 字节,可扩展。RAM 2K 字节,可扩展。

(7) 体积小,便于随身携带。

(8) 电源:单一正 5V,电流不大于 1A。

(9) RAM 不间断供电。

2. 软件

(1) 监控程序

① 复位显示:HELLO-2.0 (或 Good-bye)

② 监控(MON)提示: (或 P)

③ 数字(0~F)输入及存储器检查

④ 存储器检查(EXAM)

总之,设计要求 MS-51-I 单片单板机:

(1) 能学习:作 MCS-51 系列单片机知识学习;

(2) 能开发:开发一定的应用软件;

(3) 能应用:根据需要,直接构成某种应用系统(比如:检测、控制、多机联用)。

二、设计技术指标

根据设计的目的和要求,提出下列主要指标。

1. 硬件

(1) 键盘:共 32 键。其中数字键 16 个(0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F),功能键 16 个(MON、NEXT、LAST、

其他还有复位键,连线/单步开关和全双工/磁带机开关。

(2) 显示器:8 个 LED(左 4 个作 4 位地址显示,右边 2 个作数字显示,中间 2 个预留)。

(3) 8031 单片机仿真输出的 40 脚插座(兼作 A/D、D/A、微型打印机插座等用)。

(4) 录音机输入/输出插座(兼作单片单板机之间的串行通信口,TTL 电平)。

(5) RS-232-C 串行通信接口及插座。

(6) 存储器容量:EPROM

- ⑤ 程序执行(EXEC)
- ⑥ 程序或数据块首、末地址设置(ADDR)
- ⑦ 发送程序或转储程序到磁带机(DUMP)
- ⑧ 接收程序或从磁带机装入程序到单片单板机(LOAD)
- ⑨ 数据块传送(MOV)
- ⑩ 输入数据、修改程序(INS)

(2) 应用程序

- ① 演示程序：电子钟程序或字符“8”循环程序
- ② I/O 程序：多个灯亮暗控制程序
- ③ A/D 程序：可显示输入的电压值，多路
- ④ D/A 程序：可作为多种函数发生器，如产生方波、矩形脉冲波、三角波、锯齿波等，可多

路输出

- ⑤ 其他有关算术、逻辑运算程序

以上是一个较完整的监控，容量为 4K。也可根据具体应用，适当缩小容量（比如 2K），而增加适量应用程序；也可适当扩展容量到 8K 或更大。

§ 1.3 结构设计

结构设计方法原则上有两种：一种是先定了主要芯片，然后设计整个电路；另一种是不管芯片情况，只从功能要求出发设计。前者在一些特殊情况下采用，比如一些芯片没有，只有某些芯片时；后者是通常的设计方法。

结构设计是重要的，又是多种多样的，但单片机的系统扩展与配置又具有典型性。其主要芯片（集成电路）是根据设计要求和技术指标来考虑确定的。总的设计原则是在满足性能、技术要求的情况下，尽量紧凑、体积小、经济、灵活、货源供给充足等。

一、单片机芯片

MCS-51 系列单片机芯片有 8051（片内有 4K 字节 ROM）、8751（片内有 4K 字节 EPROM）和 8031（片内无 ROM 和 EPROM）。考虑到 8031 价格最便宜，扩展问题也总是存在的（RAM 必须扩展），EPROM 即使选 8751 也须固化芯片，加之具有固化 EPROM 的条件，所以选 8031。

二、存储器

考虑到监控程序不大，选用的 EPROM 2732 共 4K 字节。RAM 选用 6116 静态 RAM，其电路简单，不需刷新。应用软件不很复杂，一般 2K 字节已够用，还可扩充。

三、LED 显示器

选用红色共阴，1/2 英寸 LED8 个。LED 驱动电路采用低功耗动态扫描电路，可以节省不少电源功率。驱动电路集成块选用高压工作的 7406 和大电流输出的 75452，以简化电路、减少体积。

四、并行输入/输出(I/O)电路

8 个 LED 和 32 个按键作为 8031 的外设,选用 8155 芯片进行控制。这是因为其内部有 128 个字节 RAM 和一个可编程 14 位计数器/定时器(CTC)及三个可编程并行 I/O 口(2 个为 8 位,一个为 6 位)。用其中一个 8 位 I/O 口作 LED 驱动用,另一个 8 位 I/O 口和 6 位 I/O 口中的 4 位作为 32 个键的输入正好合适。256 字节 RAM 和 14 位 CTC 还可作其他用途。选 8255 也是可以的,但它内部无 RAM 和 CTC。当然选键盘显示接口专用集成块 8279 也有其优点,如果单纯从 LED 和按键驱动考虑,电路会更简单。但考虑到驱动电路 75452 和 7406 除作 LED 和键盘按键驱动外,还可同时作通信的调制等用途,故最后选了 8155。

五、地址锁存器

选定 74LS373(8D 锁存器)。与 74LS273 或 74LS377 相比,可以省去一个非门,电路更简单。

六、其他集成电路

74LS138 作地址译码器用。74LS08 作调制解调器用。

以上只是选用芯片的考虑,详细电路设计见后面。

§ 1.4 硬件系统设计

整个单片单板机应用系统是一个整体,在方案设计时就必须同时考虑硬件与软件两

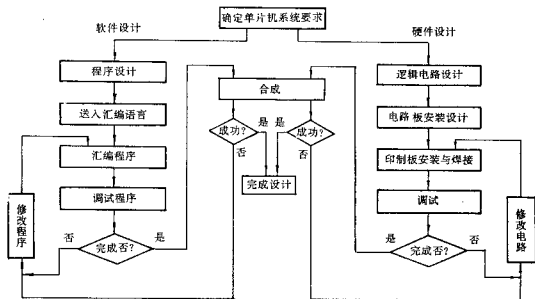


图 1-4-1 单片机应用系统设计的全过程

部分,并有恰当的分工。从经济、体积小和简单上考虑应尽量选用软件完成某些功能。但从节

省内存、快速运行以及编程简单上考虑,应选用硬件来完成这些功能。有些硬件开关的作用,比如单步/连续,既可选用软件(由第二功能键)来完成,也可以用硬件开关来完成。我们采用硬件方法,因为整个软件中没有第二功能键。这些只是原则,没有统一的模式,可以根据具体情况而定。

单片机应用系统设计和开发的全过程示于图 1-4-1。设计单片单板的个过程也是相同的。图 1-4-1 右半部分即为硬件设计过程。

从图中看出,硬件系统设计好后,经安装、调试,还有可能修改,一次设计成功的几率是较小的。但在设计时要力求正确,把问题考虑得周到些。作为典型系统的设计方法还是比较成熟的。

一、总线扩展

MCS-51 系列单片机由于受引脚数的限制,数据线和地址线(低 8 位)是分时复用的。为

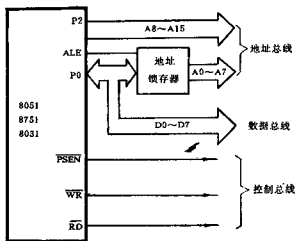


图 1-4-2 8031 扩展的三总线

了将它们分离出来,以便和单片机之外的芯片正确地连接,在单片机外部增加了地址锁存器,构成与一般 CPU 类似的三总线,如图 1-4-2 所示。

采用 74LS373 作锁存器的地址总线扩展电路,如图 1-4-3 所示。根据单片机时序分析,有效地址信号是在 ALE(地址锁存允许)信号变高时同时出现的,并在 ALE 由高变低时,将出现在 P0 口地址信号锁存到外部地址锁存器中,直到下一次 ALE 变高时,地址才发生变化。74LS373 的功能如表 1-4-1 所示。

表 1-4-1 74LS373 8D 锁存器功能表

输出控制	使能	G	D	输出
L	H	H	H	H
L	H	L	L	L
L	L	×	×	Q ₀
H	×	×	×	Z(高阻)

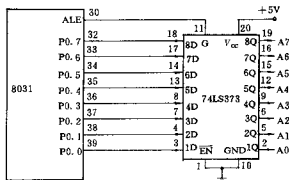


图 1-4-3 8031 地址总线扩展电路

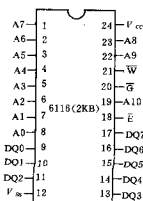
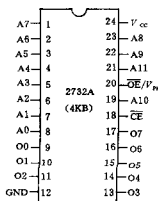
二、存储器扩展

在单片机内部的存储器容量往往不够用,这时就必须外接存储器芯片。尤其是 8031 单片机,片内无程序存储器,必须外接。一般, RAM 也要外接。单片单板机系统,其 EPROM 和 RAM 都要外接。

1. EPROM 扩展(程序存储器扩展)

常用的 EPROM 芯片有 2716(2K 字节)、2732A(4K 字节)、2764(8K 字节)、27128(16K 字节)、27256(32K 字节)、27512(64K 字节)。

单片单板机系统采用 2732A 作为外部程序存储器,这是因为其监控程序接近 4K 字节,其扩展连线电路如图 1-4-4 所示,引脚如图 1-4-5 所示。



EPROM 2732 作程序存储器用的地址范围从 0000H~0FFFH。

2. 数据存储器的扩展

单片机应用系统比较小巧,一般存储量也不会很大,因此,大都采用静态 RAM(即 SRAM),使用方便,不需要刷新。常用的芯片有 6116(2K 字节)、6264(8K 字节)、62256(32K 字节)。

单片单板机系统采用一片 6116,但可扩展一片 62256。图 1-4-6 为 6116 引脚图,扩展一片 6116 的连线图如图 1-4-7 所示。

6116 的地址范围为 2000H~27FFH。

三、I/O 接口扩展

有一类可编程芯片,内部既有存储器,又有若干个并行接口,特别适合单片机使用,比如 8155、8355 和 8755。单片单板机使用 8155 作 LED 和键盘的 I/O 接口扩展。8155 芯片的引脚如图 1-4-8 所示,其结构框图如图 1-4-9 所示。

单片单板机中,8155 与 8031 的连接如图 1-4-10 所示。

8155 扩展 RAM 和 I/O、CTC 口地址为 0000H~07FFH,即外部数据存储器,其扩展 I/O 和 CTC 地址为 0100H~0105H 6 个地址单元。(一般说,扩展 I/O 和 CTC 地址可为 0nm0H~0nm5H 或 0nm8H~0nmDH,其中 $n=1,3,5,7$; $m=0\sim F$,可选其中任何一组,单片单板机选了

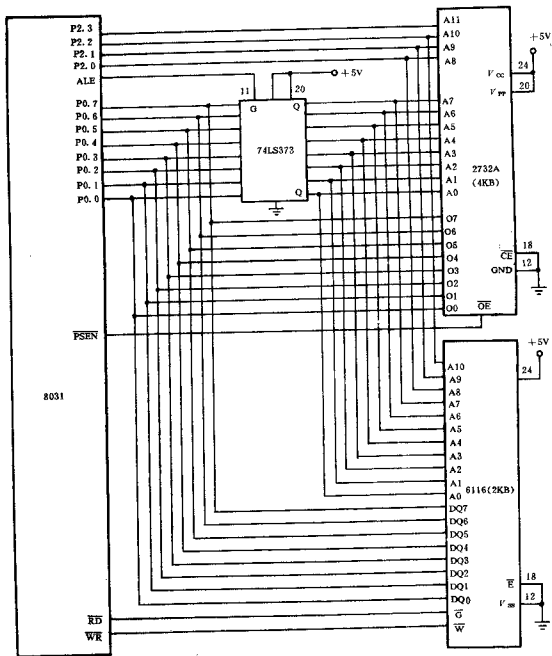


图 1-4-7 扩展一片 RAM(6116)连线图

最低的一组,即 $n=1, m=0$ 。

8155 扩展 RAM 地址为 $0n00H \sim 0nFFH$, 其中 $n=0, 2, 4, 6$, 可选其中任何一组。

扩展的 8155 全部功能是专为配合单片单板机监控使用的。关于 8155 的 RAM、I/O 及 CTC 扩展地址范围的设计和计算, 牵涉到 8155 芯片的编程特性、使用问题和译码电路应用问题。下面结合图 1-4-10 的译码电路进行介绍。

从图中可以看出, 8155 的片选 $\overline{CE}$ 控制信号由 P2.5、P2.4 和 P2.3 (即 74LS138 的 A、B 和

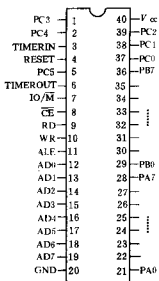


图 1-4-8 8155 引脚

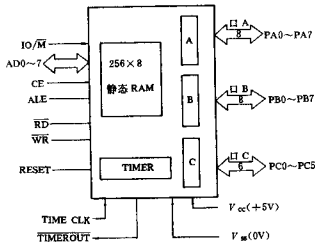


图 1-4-9 8155 内部结构框图

C)译码得到,当 P2.5、P2.4 和 P2.3,也就是 A13、A12 和 A11 为 000 时, $\overline{Y0}$ 输出为低电平“0”,从而选中 8155,而 A10、A9 可变。

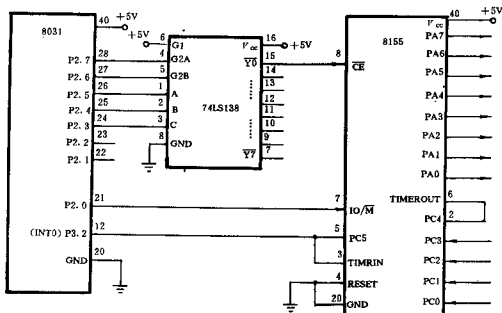


图 1-4-10 扩展一片 8155 I/O 接口与 8031 连接图

1. 8155RAM 地址范围的确定

A_{15}	A_{14}	A_{13}	A_{12}	A_{11}	A_{10}	A_9	A_8	A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0								
0	0	0	0	0	1	0	0								
0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0				n				F				F			

RAM 地址为 $0n00H \sim 0nFFH$, 其中 $n=0, 2, 4, 6$ 。

2. I/O、CTC 地址范围的确定

$A8(P2.0)$ 必须为高电平“1”, 才选中 8155 的 I/O 口, A_{10}, A_9 可变。故有

片选						A_5 选 I/O						选 I/O 寄存器					
A_{15}	A_{14}	A_{13}	A_{12}	A_{11}	A_{10}	A_9	A_8	A_7	A_6	A_5	A_4	A_3	A_2	A_1	A_0		
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	0	0	1	1	0		0	0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	0	1	0	1		0	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	1	1	1	0		0	0	0	0	1	0	1	
0						n						0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		
												0	0	0	0		

§ 1.5 键盘电路

单片机应用系统中除了复位键有专门的复位电路外,其他的按键都以开关状态来设置控制功能或输入数据。

一、键盘按键输入接口应解决的任务

(1)键开关状态的可靠输入;主要解决抖动问题,可以通过硬件或软件来解决。

(2)对按键进行编码,给定键值或直接给出键号。一组按键或键盘都要通过 I/O 口线查询按键的开关状态。根据键盘结构的不同,采用不同的编码方法。不管有无编码,以及采用什么编码,最后按键状态都要转换为与累加器 A 中数值相对应的键值,以实现按键功能程序的散转转移(参见后面软件程序)。

键值编码有按二进制编码或按顺序排列的键号两种。按二进制编码,软件较为简便直观,但其间隔较大,散转入口地址安排不方便。按顺序排列的键号就克服了上述缺点。

(3)按键状态信息的输入方式有中断方式和查询方式两种。

(4)编制键盘程序。

二、按键结构电路

1. 独立式按键

每个按键占用一根 I/O 线,直接用 I/O 口线构成单个按键电路。优点是配置灵活,软件结构简单;缺点是按键多时 I/O 口浪费较大。故在按键数目不多时常采用。独立式按键电路又分为中断方式和查询方式两种,其硬件电路有些差别。

2. 行列式键盘(又称矩阵式键盘)

它是用 I/O 口线组成行、列结构,按键设置在行列的交点上。在按键较多时可节省 I/O 口线。比如 4×4 行列结构可构成 16 个键的键盘, 4×8 行列结构可构成 32 个键的键盘。单片单板的键较多,故采用行列式结构键盘,4 行、8 列共 32 个键。

三、行列式键盘工作原理

单片单板的行列式键盘电路原理如图 1-5-1 所示。8155 的 PA 口的 8 条线作列线,PC 口的 4 条线 PC0~PC3 作行线。

按键设置在行、列交点上,行、列线分别连到按键的两端。当行线通过上拉电阻接 +5V 时,被钳位在高电平状态。

键盘中有无按键按下,是由列线送入全扫描字,行线读入行线状态来判断的。其方法是:将列线的所有 I/O 线置成低电平,然后将行线电平状态读入累加器 A 中(经 8155PC 口的 P0~P3 读入)。如果有键按下,总会有一条行线电平被拉至低电平,从而使行输入不全为“1”。

键盘中哪个键被按下是由列线逐列置低电平后,检查行输入状态认定。其方法是:依次给列线送低电平,然后查所有行线状态,如果全为“1”,则所按下的键不在此列。如果不全为“1”,则所按下的键必在此列,且在“0”电平行线相交的那个按键上。

键盘上的每个键都有一个键值。键值赋值最直接的办法是将行、列线按二进制顺序排列。这种排列按负逻辑表示往往不够直观,因而将行、列线加反相器(或软件求反)把键值改为正逻辑。

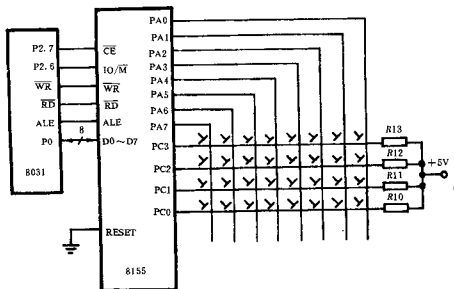


图 1-5-1 8155 扩展 I/O 口组成的 4 行×8 列键盘

辑。不论正逻辑或负逻辑，这种键值表示方式分散度大且不等距，用散转指令不太方便，故采用依次排列的方法。为了软件中便于区分数字键和功能键，将左边 16 个键定为数字键，右边 16 个键定为功能键。一个字节的低半字节为 0 表示数字键，为 1 表示功能键。同一字节的低半字节则依次表示 16 个数字键 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F。功能键的低半字节也是依次为 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F。这样整个键值的分配如图 1-5-2 所示，键值与键号不一致。

四、键盘工作方式

CPU 在忙于各项工作任务时，要兼顾键盘的扫描，既保证及时地响应键操作，又不过多占用 CPU 时间。因此，要根据应用系统中 CPU 的忙、闲情况，选择键盘的工作方式。键盘有三种工作方式，即编程扫描方式、定时扫描方式和中断扫描方式。

1. 编程扫描方式

此方式利用 CPU 在完成其他工作的空余，调用键盘扫描子程序，来响应键输入要求。在执行键功能程序时，CPU 不再响应键输入要求。

编程扫描工作方式只有在 CPU 空闲时才调用键盘扫描子程序。因此，在应用系统软件方案设计时，应考虑这种键盘扫描子程序的编程调用应能满足键盘响应的要求。

2. 定时扫描方式

此方式利用单片机内部定时器产生定时中断（例如 10ms），CPU 响应后对键盘进行扫描，并在有键按下时转入键功能处理程序。定时扫描工作方式的键盘硬件电路与编程扫描工作方

00	01	02	03	10	11	12	13
04	05	06	07	14	15	16	17
08	09	0A	0B	18	19	1A	1B
0C	0D	0E	0F	1C	1D	1E	1F

图 1-5-2 键值分配表

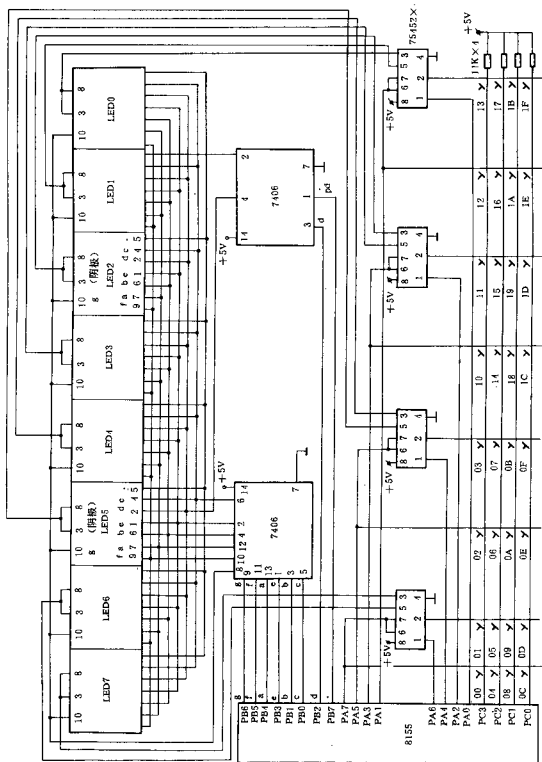


图 1-5-3 键盘与显示器电路

式相同。

定时扫描工作方式本质上是中断方式。

3. 中断工作方式

单片机应用系统工作时,并不经常需要键输入,因此无论编程工作或定时工作,CPU 经常处于空闲扫描状态。为进一步提高 CPU 效率,可以采用中断扫描工作方式,即只有在键盘有键按下时,才执行键盘扫描,执行该键功能程序。

五、键盘扫描方式

当键盘上有键按下时,要逐行或逐列扫描,以判定是哪一个键按下。通常扫描方式有两种,即扫描法和反转法。

1. 扫描法

扫描法是在判定有键按下时,逐列(或行)置低电平,同时读入行(或列)状态,如果行(或列)状态出现非全 1 状态,这时 0 状态的行、列交点的键就是所按下的键。

扫描法的特点是逐列(或行)扫描查询。这时相应的行(或列)应有上拉电阻接高电平。其缺点是,当所按键在最后一行(或列),要经过几次扫描才能获得键值/键号。

2. 反转法

与扫描法不同,只要经过两个步骤即可获得键值。

六、行列式键盘接口

单片机应用系统中,任何 I/O 口或扩展 I/O 口均可构成行列式键盘。8031(8051、8751)提供用户直接使用的 I/O 口很少,故大多采用扩展 I/O 口来构成行列式键盘。典型的键盘接口有通用 I/O 扩展口(如 8155、8255 等),串行 I/O 扩展口(如 74LS164 和 74LS165),专用键盘芯片(如 8279)构成的行列式键盘。

单片单板机采用通用可编程 I/O 口 8155 芯片,PC 口线和 PA 口线分别作行、列线,同时 PB 口作显示电路的接口,这样可节省 I/O 口线。整个键盘与显示器电路如图 1-5-3 所示。

§ 1.6 LED 显示器驱动电路

单片机应用系统中使用的显示器主要有 LED(发光二极管)和 LCD(液晶显示器)两种。近年也有用配置 CRT 显示的。前者价廉,配置灵活,与单片机接口方便;后者可进行图形显示,但接口较复杂,成本也较高。

一、LED 显示器结构原理

在单片机中通常使用八段 LED,以显示数字和符号。这种显示器有共阴和共阳两种。单片单板机选用共阴 LED,如图 1-6-1 所示。

八段显示器与单片机接口比较简单。只要将一个 8 位并行输出口与显示器的发光二极管引脚相连即可。8 位并行输出口,输出不同的字节数据即可获得不同的数字或符号。

单片单板机的字符段选码如表 1-6-1 所示。

表 1-6-1 八段 LED 段选码(显示字形和代码)

字形码	显示字形	字形码	显示字形	字形码	显示字形	字形码	显示字形
00H	0	10H	P	20H	0.	30H	n
01H	1	11H	7	21H	1.	31H	r
02H	2	12H	1	22H	2.	32H	u
03H	3	13H	—	23H	3.	33H	b
04H	4	14H	—	24H	4.	34H	!
05H	5	15H	—1	25H	5.	35H	y
06H	6	16H	—	26H	6.	36H	□
07H	7	17H	—	27H	7.	37H	—
08H	8	18H	—	28H	8.	38H	—
09H	9	19H	—	29H	9.	39H	—
0AH	A	1AH	—	2AH	A.	—	—
0BH	b	1BH	H	2BH	B.	—	—
0CH	c	1CH	L	2CH	C.	—	—
0DH	d	1DH	G	2DH	D.	—	—
0EH	E	1EH	J	2EH	E.	—	—
0FH	F	1FH	O	2FH	F.	—	—

二、LED 显示器与显示方式

如果采用 N 位 LED, 则需要 N 条位选线和 $8 \times N$ 条段选线。显示方式不同, 位选线与段选线的连接方法也不同。段选线控制字符选择, 位选线则控制显示位的亮与暗。

LED 显示器有静态显示与动态显示两种方式。

1. 静态显示方式

每位的各段选线和一个 8 位并行口相连, 每一位可以独立显示。在同一时间里, 每一位显示的字形可以各不相同(每一位由一个 8 位输出口控制段选码)。

N 位 LED 要求 $N \times 8$ 条 I/O 线, 占用 I/O 资源较多, 故在位数多时都采用动态显示方式。

2. 动态显示方式

在多位 LED 显示时, 为了简化电路, 降低成本, 将所有 N 位的段选码并联在一起, 由一个 I/O 口控制。而共阴(或共阳)公共极点分别由相应的 I/O 线控制。

单片单板机选用的是 8 位动态显示方式。其驱动电路如图 1-6-2 所示, 完整的驱动连线图请参阅图 1-5-3。

8 位 LED 动态显示电路, 只需要两个 8 位 I/O 口。用 8155 的 PB 口控制段选码, PA 口控

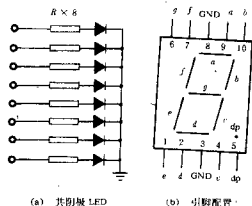


图 1-6-1 共阴 LED 八段显示器