

51单片机 应用开发案例精选

王为青 邱文勋 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

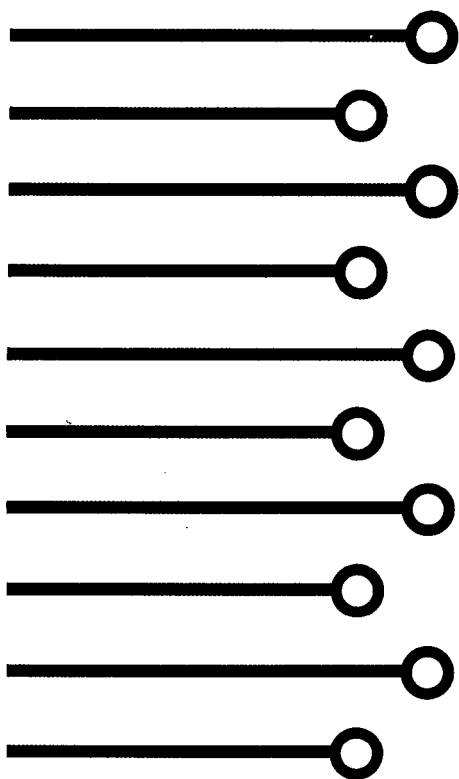
TP368.1

334

2007

51单片机 应用开发案例精选

王为青 邱文勋 编著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

51 单片机应用开发案例精选 / 王为青, 邱文勋编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.8

ISBN 978-7-115-16296-0

I. 5... II. ①王...②邱... III. ①单片微型计算机—程序设计②C 语言—程序设计

IV. TP368.1 TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 074678 号

内 容 提 要

本书分为 3 部分。第 1 部分 (第 1 章) 讲解单片机开发的预备知识, 简要介绍了单片机的开发流程、开发工具和最小系统; 第 2 部分 (第 2 章~第 3 章) 讲解单片机开发的基础知识, 通过精选 20 个单片机开发实例, 介绍单片机开发的基本过程, 使初学者能够轻松入门; 第 3 部分 (第 4 章~第 6 章) 讲解单片机在实际开发中的应用, 详细讲解数据采集、数据通信等 8 个实例, 介绍单片机在各个领域的应用以及简易 GPS 系统的设计与开发。

本书内容丰富, 实例详尽, 图文并茂, 通过实例讲解单片机的开发过程, 使初学者能够快速掌握单片机开发的过程, 并进行实际项目开发, 另外本书对于工程技术人员也有一定的参考价值。

51 单片机应用开发案例精选

◆ 编 著 王为青 邱文勋

责任编辑 黄 焱

◆ 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>

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: 16.75

字数: 406 千字

2007 年 8 月第 1 版

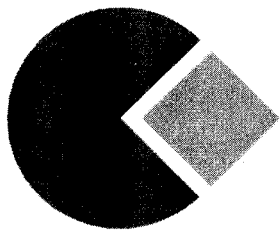
印数: 1—4 000 册

2007 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16296-0/TP

定价: 29.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223



前 言

当前,单片机技术应用十分广泛。由于其具有简单易学、稳定性好、成本低等优点,所以在工业控制、家用电器、汽车电子乃至航天电子等领域都有着重要的应用。

单片机技术从 20 世纪 70 年代发展至今,已有将近 30 年的历史。随着微处理器技术和 SoC 技术的发展,从最早的 4 位机,到 8 位机,一直发展到现在的 32 位机,单片机的应用逐渐渗透到生产生活的各个领域。其中 8 位机虽然已有 20 多年的历史,但是至今依然长盛不衰,是单片机领域的一个经典。本书主要针对 MCS-51 体系的 8 位单片机,从硬件、软件两个方面进行介绍。掌握好 8 位单片机技术,不仅能够进行复杂的电子设计,而且还能为进一步学习嵌入式技术打下良好的基础。

本书通过大量的实例介绍单片机开发的基础知识、基本工具、基本过程及简单应用,从而便于读者进行学习。希望读者学习本书后,能够掌握常用的单片机开发技术,并进行实际开发。

本书共分 6 章,各部分的具体内容介绍如下。

第 1 章主要介绍单片机开发的基础知识,通过扼要的介绍,讲解了单片机开发的过程、所用的工具和最小系统,从而使初学者对单片机的开发有个整体印象,以便进一步学习。

第 2 章和第 3 章介绍单片机开发的基础实例。这两章精选了 20 个最基础且常用的实例,介绍单片机开发的基本过程以及单片机与输入/输出设备之间的连接。初学者通过这 20 个实例的学习,可以掌握单片机的基本工作方式和设计过程,从而具备初步的单片机开发能力。

第 4 章和第 5 章在前两章的基础上,介绍如何通过单片机进行数据采集、数据通信。本部分讲解单片机开发的进阶实例(共 8 个),通过这 8 个实例的学习,读者可以掌握简单的单片机应用系统开发技术。

第 6 章详细介绍简易 GPS 系统综合实例,通过这一实例的学习,读者将初步具备开发较复杂系统的能力。

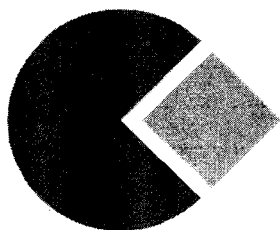
本书大量使用实例并带有详细的分析解释,特别适合初学者阅读。实践是学好单片机技术的最佳方式,所以建议读者在阅读本书的基础上自己动手进行实践,这样能够达到事半功倍的效果。

本书主要由王为青、邱文勋编写,同时,参与本书编写工作的还有周晶、刘艳伟、严雨、刘艳祎、徐强、房明浩、梅乐夫、王亮、万春磊、韩若冰、门店宏、张圣亮、刘变红、黄珊珊等,在此,对以上人员致以诚挚的谢意。

由于作者水平有限、时间仓促，书中错误和疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正，并欢迎广大读者通过 <http://www.coronabook.com> 提出您的宝贵建议和意见，读者可以通过发送 E-mail 至 huangyan@ptpress.com.cn 与本书责任编辑联系。

编者

2007 年 7 月



目 录

第 1 章 51 单片机开发基础	1
1.1 单片机开发流程	1
1.1.1 单片机应用系统设计步骤	1
1.1.2 单片机系统硬件设计	2
1.1.3 单片机系统软件设计	3
1.1.4 最小应用系统举例	3
1.1.5 典型应用系统	4
1.1.6 数据采集系统	10
1.2 开发工具	12
1.3 测试方法和工具	16
第 2 章 51 单片机开发入门实例	21
2.1 点亮发光二极管实例	21
2.1.1 基础知识	21
2.1.2 硬件电路图	23
2.1.3 软件程序设计	24
2.1.4 技巧总结	28
2.2 跑马灯实例	29
2.2.1 硬件电路图	29
2.2.2 软件程序设计	29
2.2.3 技巧总结	32
2.3 流水灯实例	32
2.3.1 基础知识	32
2.3.2 软件程序设计	33
2.3.3 技巧总结	34
2.4 查 0~9 平方表实例	34

2.4.1	软件程序设计	34
2.4.2	技巧总结	35
2.5	受控输出实例	35
2.5.1	基础知识	35
2.5.2	硬件电路图	39
2.5.3	软件程序设计	39
2.5.4	技巧总结	44
2.6	比较输入数大小实例	44
2.6.1	硬件电路图	44
2.6.2	软件程序设计	44
2.6.3	技巧总结	49
2.7	交通灯控制器实例	49
2.7.1	基础知识	49
2.7.2	硬件电路图	54
2.7.3	软件程序设计	54
2.7.4	技巧总结	61
2.8	蜂鸣器发音实例	61
2.8.1	硬件电路图	61
2.8.2	软件程序设计	62
2.8.3	技巧总结	63
2.9	单片机演奏音乐实例	63
2.9.1	基础知识	63
2.9.2	软件程序设计	65
2.10	软件陷阱实例	70
2.10.1	基础知识	70
2.10.2	软件程序设计	70
2.10.3	技巧总结	73

第3章 输入和显示 74

3.1	独立式键盘输入实例	74
3.1.1	基础知识	74
3.1.2	硬件电路图	75
3.1.3	软件程序设计	76
3.2	行列式键盘输入实例	77
3.2.1	基础知识	77
3.2.2	硬件电路图	78
3.2.3	软件程序设计	78
3.3	扫描方式键盘输入实例	80
3.3.1	基础知识	80

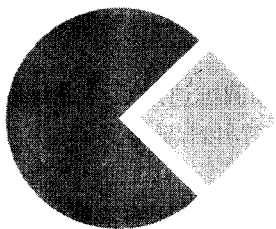
3.3.2	硬件电路图	81
3.3.3	软件程序设计	82
3.3.4	技巧总结	84
3.4	定时中断方式键盘输入实例	84
3.4.1	基础知识	84
3.4.2	硬件电路图	84
3.4.3	软件程序设计	85
3.5	LED 静态显示实例	86
3.5.1	基础知识	86
3.5.2	硬件电路设计	88
3.5.3	软件程序设计	88
3.6	LED 动态显示实例	90
3.6.1	基础知识	90
3.6.2	器件	90
3.6.3	硬件电路图	91
3.6.4	软件程序设计	92
3.7	实时时钟实例	95
3.7.1	基础知识	95
3.7.2	器件	95
3.7.3	硬件电路图	100
3.7.4	软件程序设计	101
3.8	简单液晶显示实例	103
3.8.1	基础知识	103
3.8.2	器件	104
3.8.3	硬件电路图	109
3.8.4	软件程序设计	109
3.9	液晶显示复杂自制图形实例	112
3.9.1	基础知识	112
3.9.2	器件和软件	112
3.9.3	硬件电路图	120
3.9.4	软件程序设计	120
3.10	电子万年历实例	125
3.10.1	基础知识	125
3.10.2	器件	126
3.10.3	硬件电路图	129
3.10.4	软件程序设计	129

第4章 数据采集 134

4.1	简易电压表实例	134
-----	---------------	-----

4.1.1	A/D 转换基础知识	134
4.1.2	器件和软件	137
4.1.3	硬件电路图	138
4.1.4	软件程序设计	140
4.1.5	技巧总结	144
4.2	温度检测实例	145
4.2.1	基础知识	145
4.2.2	使用器件	146
4.2.3	硬件电路图	148
4.2.4	软件程序设计	149
4.2.5	技巧总结	158
4.3	检测电流实例	159
4.3.1	基础知识	159
4.3.2	器件的使用	160
4.3.3	硬件电路图	162
4.3.4	软件程序设计	163
4.3.5	技巧总结	171
4.4	智能电池充电器实例	171
4.4.1	器件以及接口	171
4.4.2	硬件电路图	172
4.4.3	软件程序设计	173
4.4.4	技巧总结	182
第 5 章	数据通信	183
5.1	单片机与 PC 通信实例	183
5.1.1	基础知识	183
5.1.2	器件和软件	185
5.1.3	硬件电路图	187
5.1.4	软件程序设计	188
5.1.5	技巧总结	194
5.2	单片机与单片机之间串行通信实例	194
5.2.1	基础知识	194
5.2.2	器件和原理	197
5.2.3	硬件电路图	198
5.2.4	软件程序设计	200
5.2.5	技巧总结	210
5.3	无线电家电遥控控制实例	210
5.3.1	基础知识	210
5.3.2	器件和原理	212

5.3.3	硬件电路图	214
5.3.4	软件程序设计	217
5.3.5	技巧总结	223
5.4	红外遥控实例	224
5.4.1	基础知识	224
5.4.2	器件和原理	224
5.4.3	硬件电路图	226
5.4.4	软件程序设计	227
5.4.5	技巧总结	232
第 6 章	全球定位系统的设计与开发	233
6.1	基础知识	233
6.1.1	GPS 信号接收机	233
6.1.2	GPS 接收机的使用	234
6.2	器件和软件	235
6.2.1	GPS 模块	235
6.2.2	1602LCD 显示器	238
6.3	硬件电路图	241
6.4	软件程序设计	242
6.4.1	串行口中断服务程序	242
6.4.2	GPS 数据转换	244
6.4.3	LCD 显示函数	247
6.4.4	程序全貌	249
6.5	技巧总结	258



第1章 51 单片机开发基础

单片机应用系统具有十分广泛的用途，从工业控制到家用电器，许多方面都有单片机的应用。单片机简单易学，嵌入式技术的入门学习也从单片机开始。掌握了一定的单片机技术，不仅能够根据自己的需要进行电子设计，实现自己的某些设计方案，而且也可为进一步学习嵌入式技术打下一定的基础。

本章将对单片机应用系统的软、硬件设计以及开发和调试等各个方面进行介绍。

1.1 单片机开发流程

单片机的开发主要分为硬件开发和软件开发，在系统设计上又有最小系统设计和扩展系统设计两种。下面将通过系统硬件设计、软件设计进行开发流程的介绍，并以最小系统以及一些典型的扩展系统为例进行简单的说明。

1.1.1 单片机应用系统设计步骤

单片机应用系统是指以单片机为核心，配以一定的外围电路和软件，能实现某种或几种功能的应用系统。单片机应用系统的设计包括硬件设计和软件设计两大部分。一般来说，应用系统所要完成的任务不同，相应的硬件和软件也就不同。为了保证系统能可靠工作，在软、硬件设计中，还要考虑系统的抗干扰设计。

设计一个单片机应用系统，一般可分为4个步骤。

(1) 总体设计阶段。

总体设计阶段包括需求分析和方案论证等。需求分析和方案论证是单片机系统设计工作的开始，也是工作的基础。只有经过深入细致的需求分析和周密而科学的方案论证，才能使系统设计工作顺利地完成。

需求分析的内容主要包括：被测控参数的形式（电量、非电量、模拟量、数字量等）、被测控参数的范围、性能指标、系统功能、工作环境、显示、报警、打印要求等。

方案论证是根据用户要求，设计出符合现场条件的软硬件方案；在选择测量结果输出方式上，既要满足用户要求，又要使系统简单、经济、可靠，这是进行方案论证与总体设计一贯坚持的原则。

(2) 软件硬件实现阶段。

软硬件实现阶段包括器件选择、电路设计制作、数据处理和软件的编制等。

(3) 系统的性能测定。

编制好的程序或焊接好的线路,不能按预计的那样正常工作经常会发生,这就需要查错和调试。查错和调试有时是很费时间的。

调试时,应将硬件和软件分成几部分,逐个进行调试,各部分都调试通过后再进行联调。调试完成后,应在实验室模拟现场条件,对所设计的硬件、软件进行性能测定。

(4) 文件编制阶段。

文件不仅是设计工作的结果,而且是以后使用、维修以及进一步再设计的依据。因此,一定要精心编写,描述清楚,使数据及资料齐全。

文件应包括任务描述、设计的指导思想及设计方案论证、性能测定及现场试用报告与说明、使用指南、软件资料(流程图、子程序使用说明、地址分配、程序清单)和硬件资料(电原理图、元件布置图及接线图、接插件引脚图、线路板图、注意事项)。

一个项目定下来后,经过详细调研、方案论证后,就进入正式研制阶段。从总体上来看,设计任务可以分为硬件设计和软件设计两部分,这两者互相结合,不可分离。从时间上来看,硬件设计的绝大部分工作量是在最初阶段,到后期只需作一些修改;软件设计任务贯彻始终,到中后期基本上都是软件设计任务。

在应用系统的设计中,软件、硬件和抗干扰设计是紧密相关、不可分离的。在有些情况下,硬件的任务可由软件来完成(如某些滤波、校准功能等);在另一些要求系统实时性强、响应速度快的场合,经常用硬件代替软件来完成某些功能。设计者应根据实际情况,合理地安排软、硬件的比例,选取最佳的设计方案,使系统具有最佳的性能价格比。

1.1.2 单片机系统硬件设计

单片机应用系统的硬件设计包括3大部分内容:单片机系统的扩展部分设计、各功能模块的设计和工艺设计。

1. 单片机系统的扩展部分设计

系统扩展设计包括存储器扩展设计和接口扩展设计。存储器的扩展指 EPROM、EEPROM 和 RAM 的扩展,接口扩展是指 8255、8155、8279 以及其他功能器件的扩展。它们都属于单片机系统扩展的内容。

2. 各功能模块的设计

常见功能模块包括信号测量功能模块、信号控制功能模块、人机对话功能模块、通信功能模块等,根据系统功能要求需要配置相应的 A/D、D/A、键盘、显示器、打印机等外围设备。

为使硬件设计尽可能合理,需重点考虑以下几点。

(1) 采用功能强大的芯片,以简化电路。

(2) 留有余地。在设计硬件电路时,要方便将来修改、扩展。

(3) ROM 空间。目前 EPROM 容量越来越大,一般选用 2764 以上的 EPROM,它们都

是 28 脚, 升级很方便。

(4) RAM 空间。8031 内部 RAM 不多, 当需要增强软件数据处理功能时, 往往觉得不足。这就要求系统配置外部 RAM, 如 6264、62256 等。

(5) I/O 端口。当样机进行现场试用时, 往往会发现原来一些被忽视的问题, 而这些问题是不能单靠软件措施可以解决的。如有些新的信号需要采集, 就必须增加输入检测端; 有些物理量需要控制, 就必须增加输出端。如果硬件设计之初就多设计出一些 I/O 端口, 这些问题就会迎刃而解。

(6) A/D 和 D/A 通道。和 I/O 端口同样的原因, 预留出一些 A/D 和 D/A 通道将来可能会解决大问题。

3. 工艺设计

工艺设计包括机箱、面板、配线、接插件的设计等。必须考虑到安装、调试、维修的方便。另外, 在硬件设计时抗干扰措施也必须一并考虑进去。

1.1.3 单片机系统软件设计

在进行应用系统的总体设计时, 软件设计和硬件设计应统一考虑, 结合进行。

系统中的应用软件是根据系统功能要求设计的。软件的功能可分为两大类。一类是执行软件, 它能完成各种实质性的功能, 如测量、计算、显示、打印、输出控制等; 另一类是监控软件, 专门用来协调各执行模块和操作者的关系, 在系统软件中充当组织调度角色。设计人员在进行程序设计时应从以下几个方面加以考虑。

(1) 程序模块化。根据软件功能要求, 将系统软件分成若干个相对独立的部分。设计出合理的软件总体结构, 使其清晰、简捷, 流程合理。各功能程序实现模块化、子程序化。这样既便于调试、链接, 又便于移植、修改。

(2) 程序流程图。在编写应用软件之前, 应绘制出程序流程图。这不仅是程序设计的一个重要组成部分, 而且是决定成败的关键部分。从某种意义上讲, 多花一份时间来设计程序流程图, 就可以节约几倍源程序编辑调试时间。

(3) 合理分配资源。包括 ROM、RAM、定时器/计数器、中断源等。其中最关键的是片内 RAM 分配。对 8031, 片内 RAM 指 00H~7FH 单元, 这 128 个字节的的功能不完全相同, 分配时应充分发挥其特长, 做到物尽其用。例如, 在工作寄存器的 8 个单元中, R0 和 R1 具有指针功能, 是编程的重要角色, 避免作为它用; 20H~2FH 这 16 个字节具有位寻址功能, 用来存放各种标志位、逻辑变量、状态变量等; 设置堆栈区时应事先估算出子程序和中断嵌套的级数及程序中栈操作指令使用情况, 其大小应留有余量。若系统中扩展了 RAM 存储器, 应把使用频率最高的数据缓冲器安排在片内 RAM 中, 以提高处理速度。当 RAM 资源规划好后, 应列出一张 RAM 资源详细分配表, 以备编程查用方便。

(4) 程序注释。注意在程序的有关位置处写上功能注释, 提高程序的可读性。

1.1.4 最小应用系统举例

单片机的最小应用系统是单片机最简单的应用系统, 这样的系统虽然不能完成实际的任务, 但是已经能够让单片机正常地工作起来。只需要加入外设就能完成一定的功能。下面通

过 89C51 和 8031 两种单片机为例来介绍最小应用系统。

1. 89C51 最小应用系统

89C51 内部有 4kB 闪存, 芯片本身就是一个最小系统。在能满足系统性能要求的情况下, 可优先考虑此种方案。用这种芯片构成的最小系统简单、可靠。用 89C51 单片机构成最小应用系统时, 只需将单片机接时钟电路和复位电路即可, 如图 1-1 所示。由于集成度的限制, 最小应用系统只能用作一些小型的测控单元。

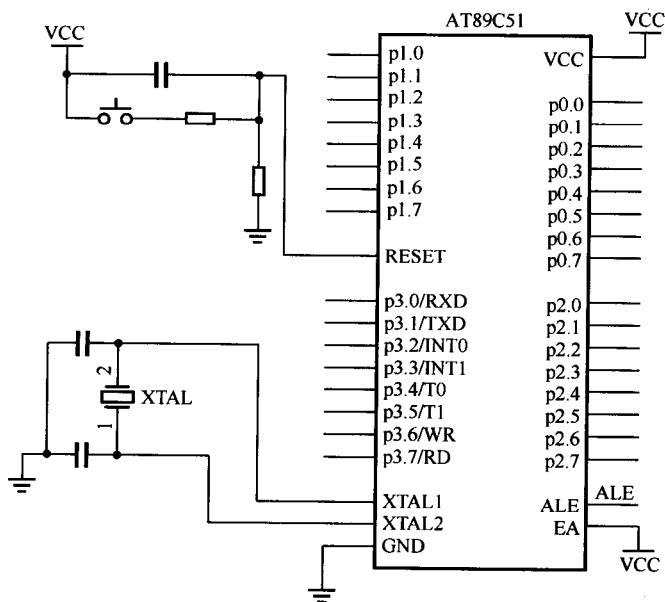


图 1-1 AT89C51 最小系统

2. 8031 最小应用系统

8031 无片内程序存储器, 因此, 其最小应用系统必须在片外扩展 EPROM。图 1-2 所示为外接程序存储器的最小应用系统。

片外 EPROM 或 RAM 的地址线由 P0 口（低 8 位地址线）和 P2 口（高 8 位地址线）组成。地址锁存器的锁存信号为 ALE。

程序存储器的取指令控制信号为 PSEN。当程序存储器只有一片时, 可将其片选端直接接地。数据存储器的读/写控制信号为 RD、WR, 其片选线与译码器输出端相连。

8031 芯片 EA 必须直接接地, 其他与 89C51 最小应用系统一样, 必须有复位端及时钟电路。

1.1.5 典型应用系统

在实际应用中, 需要在最小应用系统的基础上增加一定的外部设备。外部设备的管理主要通过外部地址来控制, 本小节将介绍地址空间的分配以及总线的驱动。

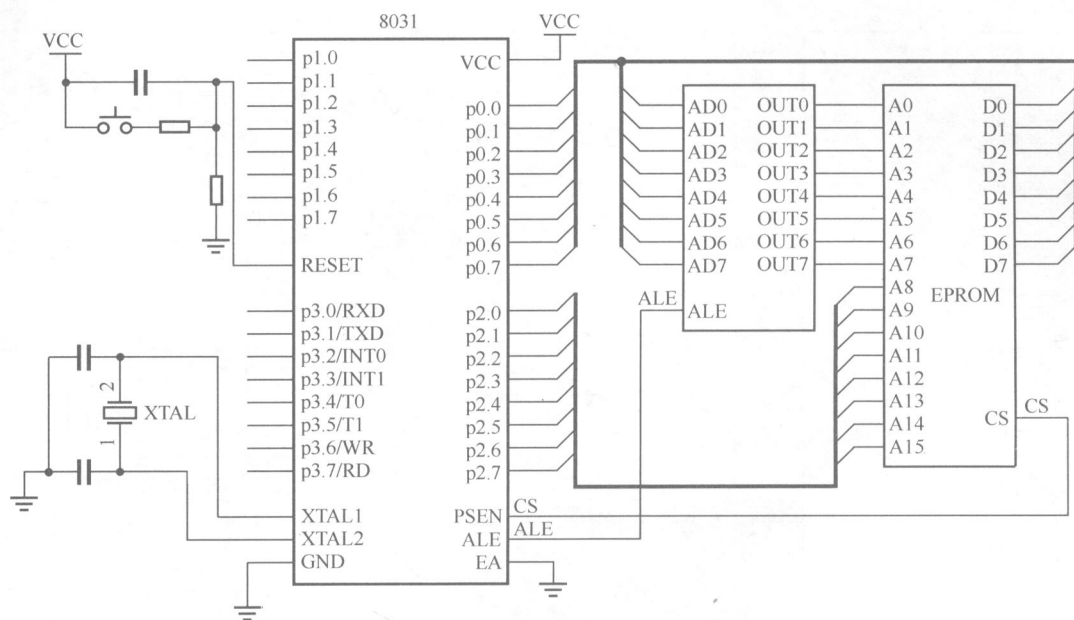


图 1-2 8031 最小系统

1. 地址空间分配

对于 RAM 和 I/O 容量较大的应用系统,重点考虑如何把 64KB 程序存储器和 64KB 数据存储器的空间分配给各个芯片,主要有线选法和译码器法两种方法。

线选法的优点是硬件电路结构简单, 缺点是由于所用片选线都是高位地址线, 它们的权值较大, 地址空间不能充分利用, 各芯片之间的地址不连续。当芯片所需的片选信号多于可利用的地址线时, 可以采取译码器法。它将低位地址线作为芯片的片内地址 (取外部电路中最大的地址线位数), 译码器对高位地址线进行译码, 译出的信号作为片选线。一般采用 74LS138 作为地址译码器。图 1-3 所示是一个全地址译码系统的实例。图中各器件芯片所对应的地址如表 1-1 所示。

表 1-1

各扩展芯片地址

器 件	地址选择线	片内地址单元数	地 址 编 码
6264	0 0 0 x x x x x x x x x x x x x x	8k	0000F~1FFFH
8255	0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 x x	4	3FFCH~3FFFH
8155 RAM	0 1 0 1 1 1 1 0 x x x x x x x x	256	5E00H~5EFFH
8155 IO	0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 x x x	6	5FF8H~5FFDH
0832	0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1	7FFFH
8253	1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 x x	4	9FFCH~9FFFH

因为 6264 是 8KB RAM, 所以需要 13 根低位地址线 ($A_{12} \sim A_0$) 进入片内寻址, $A_{15} \sim A_{13}$ 3 根线经 3-8 译码后作为外围芯片的片选线。3-8 译码器中的剩余引脚 $Y_7 \sim Y_5$ 还可扩展 3 片 8KB RAM 芯片或 3 个外围接口电路芯片。

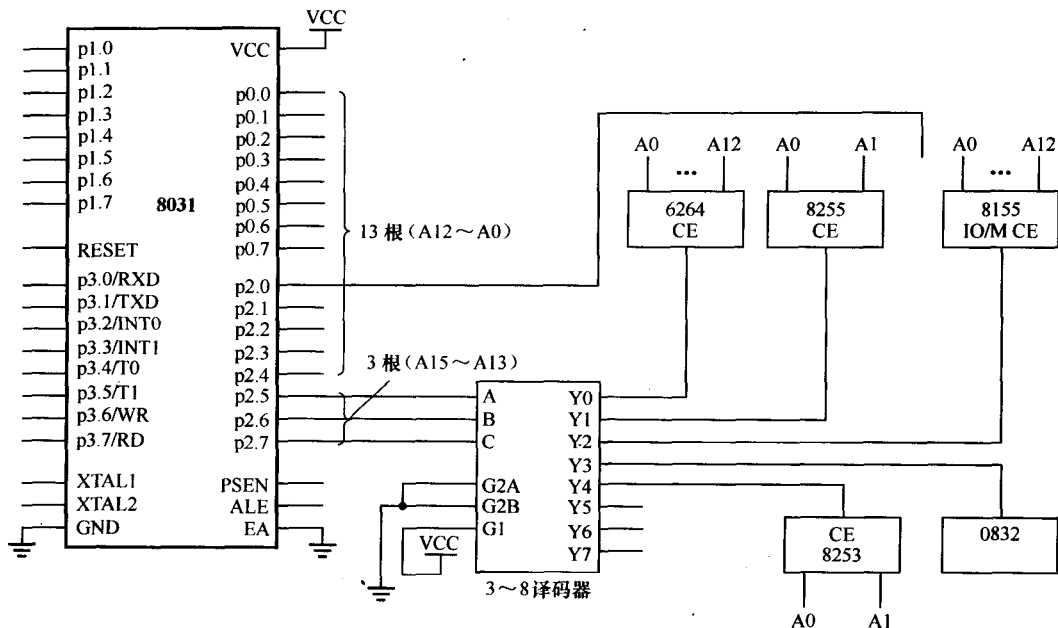


图 1-3 8031 全地址译码器实例

2. 总线的驱动

在应用系统中，所有系统扩展的外围芯片都通过总线驱动，外围芯片工作时有一个输入电流，不工作时也有漏电流存在，因此总线只能带动一定数量的电路。MCS-51 系列单片机作为数据总线和低 8 位地址总线的 P0 口可驱动 8 个 LSTFL 电路，而其他口只能驱动 4 个 13TFL 电路。当应用系统规模过大时，可能造成负载过大，致使驱动能力不够，系统不能可靠地工作。

(1) 总线的驱动扩展。

多芯片应用系统，首先要估计总线的负载情况，以确定是否需要总线的驱动能力进行扩展。图 1-4 所示为 MCS-51 单片机总线驱动扩展原理图。

地址总线和控制总线的驱动器为单向驱动器，并具有三态输出功能。驱动器有一个控制端 $\overline{G}$ ，以控制驱动器开通或处于高阻状态。通常，在单片机应用系统中没有 DMA 功能时，地址总线及控制总线可以一直处于开通状态，这时控制端 $\overline{G}$ 接地即可。

常用的单向总线驱动器为 74LS244。图 1-5 所示为 74LS244 引脚和逻辑图。8 个三态线驱动器分成两组，分别由 $1\overline{G}$ 和 $2\overline{G}$ 来控制。

数据总线的驱动器为双向驱动、三态输出，并由两个控制端来控制数据传送方向。如图 1-4 所示，数据输出允许控制端 DBE0 有效时，数据总线输入为高阻状态，输出为开通状态；数据输入允许控制端 DBE1 有效时则状态与之相反。

常用的双向驱动器为 74LS245，图 1-6 所示为其引脚和逻辑图，16 个三态门每两个三态门组成一路双向驱动。驱动方向由 $\overline{G}$ 、DIR 两个控制端控制。 $\overline{G}$ 控制端控制驱动器有效或高阻态；当 $\overline{G}$ 控制端有效 ($\overline{G}=0$) 时，DIR 控制端控制驱动器的驱动方向，DIR=0 时驱动方向为从 B 至 A，DIR=1 时则与之相反。

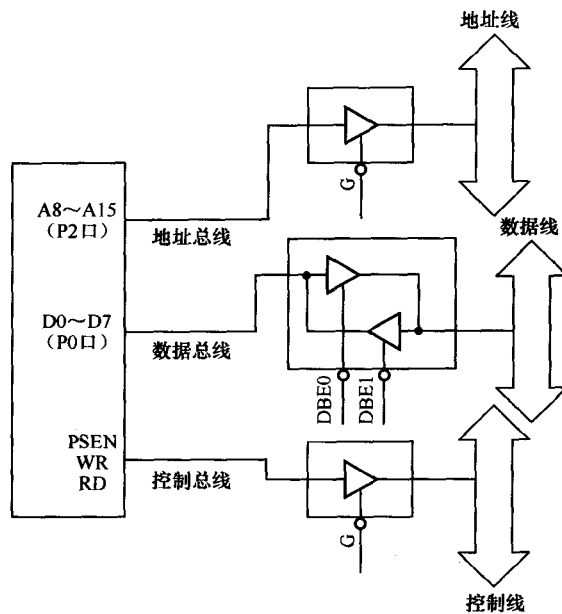


图 1-4 8031 单片机总线驱动原理图

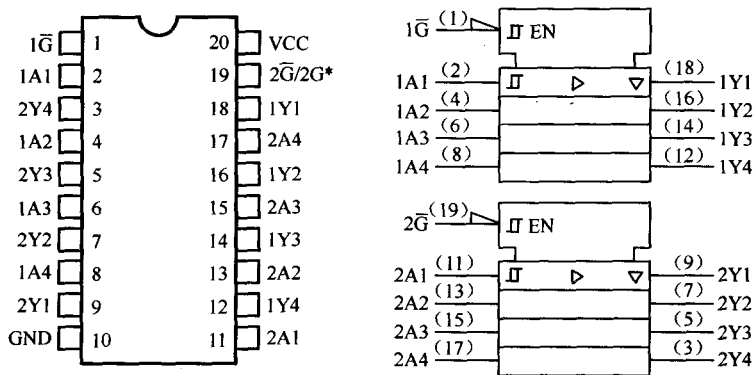


图 1-5 74LS244 引脚和逻辑图

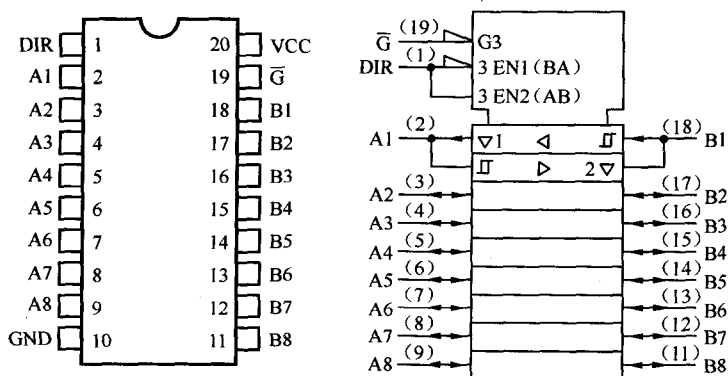


图 1-6 74LS245 引脚和逻辑图