

单片机系统课程设计指导手册

(适用专业：电子工程、自动化、通信工程)

机电信息工程学院

目 录

一、单片机系统课程设计目的与要求	4
二、单片机系统课程设计时间安排.....	4
三、电子装置设计的一般步骤	4
四、课程设计过程学生考勤管理办法	5
五、单片机系统课程设计报告要求及撰写规范	6
六、单片机系统课程设计答辩	7
七、单片机系统课程设计成绩评定办法	7
附件1 题目说明及要求	8
1. 电子万年历.....	8
2. 点阵显示器.....	11
3. IC卡读写器.....	13
4. 射频卡读写器.....	15
5. 交通信号灯控制器.....	18
6. 微型打印机接口.....	20
7. 语音存储与播放.....	22
8. 步进电机脉冲分配器.....	24
9. 电子计算器.....	26
10. 频率计.....	27
11. 抢答计分系统.....	29
12. 信号发生器.....	31
13. 标准电流信号发生器.....	32
14. 直流电机调速系统.....	34
15. 简易温度控制器.....	35
16. 数字电压表.....	38
17. 数显表.....	40
18. 高精度免校对时钟及报时器.....	42
19. 全自动洗衣机控制器.....	46
20. 电容检测装置.....	48
21. 出租车计价器.....	50

22. 乒乓球游戏机.....	53
23. 简易无线数传机.....	54
24. RS485 构成单片机网络.....	57
25. 电饭煲控制器.....	61
26. 超声波测距.....	62
27. 简易数字经纬度测量仪.....	64
28. 简易调节器.....	66
29. 红外收发器.....	67
30. 简易电子琴.....	69
附件 2 单片机系统课程设计大纲	71

一、单片机系统课程设计目的与要求

课程设计是一项综合性实践教学环节，是对理论课程和实验课程的综合和补充。它主要使学生加深对理论的理解，训练学生如何综合运用学过的理论和技能去分析解决实际问题的能力，从而增强学生的实践能力和创新能力。

单片机系统课程设计是在《微型计算机原理与接口技术》、《单片机原理与应用》等课程基础上，由学生独立完成一个较为完整的实践性微机应用系统设计。通过设计，使学生掌握微机系统以及常用接口电路的设计及调试方法，掌握常用工具软件的使用方法，熟悉如何用汇编语言和或 C 语言管理硬件设备等。通过课程设计，训练学生如何综合运用所学知识去分析和解决实际问题，掌握微机系统硬件和软件设计及调试的基本过程，并学习如何撰写总结报告，以培养学生严谨的工作作风和科学态度以及探索创新精神。

指导教师负责课程设计的任务布置、设计指导和成绩评定。课程设计任务包括题目名称、设计要求、技术手段、参考文献等。学生在接受任务以后，进行系统的方案选择、系统设计、电路板设计、监控软件设计以及系统的安装调试等工作，最后写出设计报告。本课程设计可两人一组，选择同一个题目。

二、单片机系统课程设计时间安排

第 1 周：动员会，学生教师见面，宣布过程安排，交代题目。

第 2~8 周：完成原理图设计。

第 9 周：元件采购及印刷电路板设计。

第 10 周：制板

第 11~16 周：安装调试

第 17 周：成品验收

第 18 周：答辩。

三、电子装置设计的一般步骤

电子装置设计一般遵循如下步骤：

- 1、接受设计任务：接受任务后，充分理解设计任务及要求，分析系统功能、

性能指标、人机接口等内容。

2、方案选择：根据系统要求，确定系统功能，在完成设计要求的前提下，充分考虑系统成本、安装调试、系统维护等因素，给出最佳设计方案。

3、系统外观设计：确定显示模式和操作方式，从实用出发，设计机器外型（外壳）、人机接口、外形尺寸等。

4、系统硬件原理图设计：除完成系统主要功能外，还应考虑降低系统成本，提高可靠性能，方便安装调试等。

5、元器件选择：考虑元件封装形式、性能等。

6、印刷电路板设计与制作：根据装置外形尺寸，设计电路板。在布线和元件布置允许的情况下，尽量减小板面，以降低制版费用，同时，还应考虑系统抗干扰等问题。

7、电路板安装调试：初次安装，应先焊接插座，之后插入元件。焊接时还应注意不要连焊、反焊、漏焊、虚焊等。安装完成后，编制一段小程序进行输入输出调试，以验证系统是否开始工作。

8、软件编制与调试：程序最好模块化处理，注意节省内存。调试时，按模块进行调试，最后联调。

四、课程设计过程学生考勤管理办法

在课程设计集中管理期间，学生应遵守学校作息时间。学生请假需经指导教师同意，并按学校规定办理请假手续，否则以旷课处理。每天早、午签到，其它时间由指导教师随机点名 1~2 次。

学生在课程设计期间使用的设备和工具按实名制借用，若因责任事故造成的设备或工具丢失或损坏，应酌情赔偿。若设备发生故障，应及时报告，不得擅自修理。未经老师允许，学生不得将实验室的任何设备、工具等带回宿舍使用。设备或工具使用完后，须归还实验室。

严格禁止学生在计算机房或实验室玩游戏，每发现一次，则课程设计成绩降低一个等级（五级分制）。

实验室内不得大声喧哗，严禁吃任何食物，严禁吸烟，各班级每日安排卫生清扫。

五、单片机系统课程设计报告要求及撰写规范

课程设计报告是学生所作设计的说明文件，其目的是使学生在完成设计、安装、调试后，在归纳技术文档、撰写科学技术总结报告方面得到训练。通过撰写课程设计说明书，不仅可以把设计、调试过程进行全面总结，而且还可以把实践内容提升到理论高度。报告格式要求如下：

1、统一的封面

含课程设计课题名称、专业、班级、姓名、学号、指导教师等。

2、设计任务和技术要求

由指导教师在选题时提供给学生。

3、课程设计总结报告正文

正文可按章节来撰写，应含以下内容：

(1) 方案选择：根据题目要求，给出总体初设方案并阐述理由。

(2) 硬件原理电路图的设计及分析：各部分电路的设计思想及功能特性及原理电路图。

(3) 程序设计与分析：各模块程序的设计、完整的程序框图。

(4) 系统评价：硬件设计、软件设计及系统的实用价值、功能、精度、特点以及不足等方面进行分析与评价，提出改进方案。

错误!未找到引用源。心得体会：总结本人在设计、安装及调试过程中的收获和体会以及对设计过程的建议等。

4、按统一格式列出主要参考文献：

参考文献必须是学生在课程设计中真正阅读过和运用过的，文献按照在正文中的出现顺序排列。各类文献的书写格式如下：

(1) 图书类的参考文献

[序号] 作者名·书名·(版次)·出版单位，出版年,引用部分起止页码。

(2) 翻译图书类的参考文献

序号 作者名·书名·译者·(版次) 出版单位，出版年：引用部分起止页码。

(3) 期刊类的参考文献

序号 作者名·文集名·期刊名·年，卷（期）：引用部分起止页码。

5、说明书总篇幅一般不超过 15 页。

6、排版要求

课程设计说明书用 A4 纸打印，各级标题四号宋体加粗，正文文字小四号宋体，程序用五号字，英文用 Times New Roman，严禁抄袭，如有雷同者，均按不及格论处。

六、单片机系统课程设计答辩

答辩是课程设计中一个重要的教学环节，通过答辩可使学生进一步发现设计中存在的问题，进一步搞清尚未弄懂的、不甚理解的或未曾考虑到的问题，从而取得更大的收获，圆满地达到课程设计的目的与要求。

1、答辩资格

按计划完成课程设计任务，经指导教师验收通过者，方获得参加答辩资格。

2、答辩小组组成

课程设计答辩小组由 2—3 名教师组成。

3、答辩

答辩小组应在答辩前认真审阅学生课程设计成果，为答辩作好准备，答辩中，学生须报告自己设计的主要内容（约 5 分钟），并回答指导老师提出的 3—4 个问题。每个学生答辩时间约 15 分钟。

七、单片机系统课程设计成绩评定办法

学生的最终根据学生平日表现、课程设计成果、报告撰写以及答辩情况，进行综合评定。成绩分优秀、良好、中等、及格，不及格五个等级，不及格的学生跟下一年级重作。

附件 1 题目说明及要求

1. 电子万年历

一、设计任务

设计一个具有报时功能、停电正常运行（来电无需校时）、带有年月日、时分秒及星期显示的电子日历。

二、任务分析

电子万年历是日常生活中常见的小型电子产品，其形式多种多样，小到带有日期的电子腕表，大到公共场所悬挂的大型电子日历，此外，眼下我们还常能在宾馆、饭店等场所见到一种带有年、月、日、时、分、秒、星期甚至节气等信息的电子日历牌。

电子日历的主要功能是给人们提供时间和日期信息，无论其形式如何，从外部都可分为显示和校准两部分。为使电子日历协调工作，整个系统从功能上可分为实时时钟、显示和键盘三个模块，分别完成时间和日期的计算以及人机交互的管理等。

三、方案选择

1. 实时时钟部分

实时时钟（RTC: Real Time Clock）是系统的核心，其运行精度直接影响产品质量。实时时钟的实现有两种方案可选，一是利用单片机系统时钟和中断完成时间和日期的计算；二是利用专用时钟芯片。前者不用附加芯片，系统简单，但是累计误差较大，只有短时计时才可使用。长时间计时一般都采用后者。后者采用 32.768KHz 晶体振荡器振作为脉冲源，内部的 15 位计数器刚好产生标准秒脉冲。该类芯片除时钟计时外，还有年月日和星期的计算功能，并且还可计算闰年。芯片初始化后可脱离 CPU 自动运行，有些芯片内部带有电池，出厂时芯片即开始运行。专用时钟芯片的种类很多，与 CPU 的通信方式有并行，也有串行。常见的芯片有 DALLAS 公司生产的 DS1302 和 DS12887，前者为串行，需要外加后备电池；后者为并行，芯片内置锂电池和晶体振荡器，无外加电源的情况下可运行 10 年。此外，还有许多时钟芯片，如 Epson、Holtek、深圳兴威帆等公司都推出自己的时钟芯片。在此，若想占用少的系统资源，我们建议采用串行芯片，而 DS12887 内部带有后备电池，可使系统设计简化，所以，在系统资源够用的情况下，DS12887 也是一种不错的选择。

2. 显示部分

简单的数据显示常采用液晶显示或数码管显示。液晶显示有耗电低、外形美观的优点，并且，点阵液晶可显示较复杂的字符或图案。其缺点是通用液晶显示器的显示方案构建不够灵活，在较暗的环境下液晶需要背光，而且，液晶显示成本较高。相对液晶显示器来讲，由于数码管种类繁多，其显示方案构建灵活，成本较低。由于本身即是发光体，所以，数码管显示无需额外光源。数码管的缺点是功耗较大，字符较多时，必须交流供电，而且，数码管不能显示复杂字型。所以，液晶和数码管两个方案的选择要根据显示的具体情况而定。值得一提的是，数码管串行静态显示和并行动态显示在位数较多时都会出现显示不稳定现象。

3. 键盘部分

时钟的设置虽包含数字，但是我们不建议使用数字键盘，应为数字键盘将增加系统的复杂程度。为使系统尽可能简化，键盘部分的设计在能够完成系统要求的前提下，越简单越好。所以，时钟系统的键盘可以设置三个键：确认键、加 1 键、减 1 键，甚至两键也可满足要求。

4. RTC 芯片的连接

在确定了 RTC 芯片后，按照要求将芯片接入系统。对于并行通信芯片，可直接采用数据总线通信方式，通过 MOVX 指令将数据写入或读出；或者，在没有数据总线的情况下（AT8052），可采用并口 IO 加选通的方式访问并行接口芯片。具体过程是，用某并口的 8 根线做数据线，用其它并口的一根线做选通线，在数据准备好后，发选通信号，完成数据的输入输出。对于串行芯片，可直接利用 CPU 的现成资源进行通信，如串口、I²C 或 SPI 等。如果系统资源不足，可通过并口 IO 线按照通信波形要求用软件模拟串行通信过程。系统框图如图 1.1 所示：

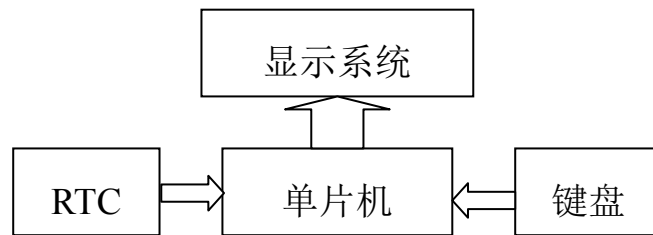


图 1.1 电子万年历的系统框图

四、设计过程

1. 认真领会设计要求，确定系统功能，包括显示信息、按键个数、报时功能等；
2. 样品外观设计，确定系统显示信息，显示器种类（液晶、数码管）、显示器尺寸等；
3. 硬件初步设计，选定 RTC 芯片、选定显示方式（动态、静态、串行、并行）、按键个数；
4. 系统原理图设计：按照前几步规划，设计系统原理图。此时应认真研究学习 RTC 芯片的使用方法正确连接 RTC 芯片。设计键盘及显示电路，并注意，不同的数码管尺寸其驱动电压和驱动电流差别很大。

五、系统软件设计

系统软件可分为键盘管理、显示管理、报时管理和 RTC 管理三部分。软件可由汇编语言完成，也可由 C 语言完成。

1. 合理分配内存

内存是系统宝贵的资源之一，为合理利用内存，应对内存的使用通盘考虑，并反复修改使用方案，使之达到最合理利用。应尽量少使用全局变量，多使用局部变量，以提高内存的利用率。有效利用 CPU 内存和外围器件内存，一般情况下不建议扩展系统内存。

2. 键盘管理部分

在设计键盘管理软件之前，要先设计键盘的使用方法，之后按照键盘的使用方法绘制软件流程图，之后设计程序。

3. 显示管理部分

按照模块化设计思想，显示管理应以子程序的形式设计。程序设计中应包含显示缓冲区的设置，确定字模（字型编码），编排显示代码集等。

4. 报时管理

报时点一般精确到分钟级，由使用者通过键盘进行设置，并以全局变量的形式存放于内存。系统以查询或中断方式以至少 1 秒钟的时间间隔将实时时间与报时点进行比较，并在两者相等时发出声音提示。

5. RTC 管理

不同的 RTC 芯片管理方式不同。所以，在此部分编程之前，应认真研究生产厂家的使用说明，了解芯片的结构和使用方法，之后再对其进行编程。

六、程序框图

程序软件部分框图如图 1.2 所示。

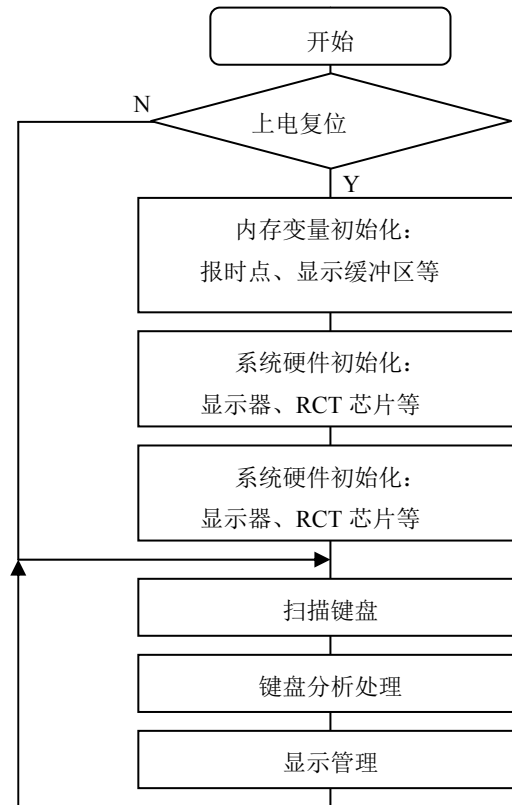


图 1.2 软件部分程序流程图

2. 点阵显示器

一、设计任务

设计一个 16×16 的 LED 点阵图文显示屏, 可显示图形和文字, 显示图形和文字应稳定、清晰, 各点亮度均匀。图形和文字显示有静态、移入和移出等显示方式。掉电时能保存显示的信息。

选做: 设计系统与上位机的串行通信电路, 用上位计算机控制 LED 显示器的显示内容。

二、任务分析

LED 显示屏是利用发光二极管点阵模块或像素单元组成的平面式显示屏幕。它具有发光效率高、使用寿命长、组态灵活、色彩丰富以及对室内外环境适应能力强等优点。并广泛的应用于公交汽车, 码头, 商店, 学校和银行等公共场合的信息发布和广告宣传。LED 显示屏经历了从单色, 双色图文显示屏到现在的全彩色视频显示屏的发展过程, 自 20 世纪八十年代开始, LED 显示屏的应用领域已经遍布交通、电信、教育、证券、广告宣传等各方面。

三、硬件方案选择

1. LED 驱动显示方法

显示图形或文字, 只要控制与组成这些图形或文字的各个点所在位置相对应的 LED 器件发光, 就可以得到我们想要的显示结果。同时控制各个发光点亮灭的方法称为静态驱动显示方式。采用静态驱动方式, 将每一个 LED 发光管的一端接至单片机的一个 I/O 口, 另一端通过电阻接电源。这种方法可以直接驱动 LED, 原理简单, 驱动能力强, LED 的亮度也可以通过限流电阻调节, 非常方便, 但此种方法太浪费单片机的 I/O 口, 只适合于较小的系统。

动态扫描方式是逐行轮流点亮, 这样扫描驱动电路就可以实现多行的同名列共用一套列驱动器。以 16×16 点阵为例, 把所有同一行的发光管的阳极连在一起, 把所有同一列的发光管的阴极连在一起 (共阳的接法), 先送出对应第 1 行发光管亮灭的数据并锁存, 然后选通第 1 行使其燃亮一定的时间, 然后熄灭; 再送出第 2 行的数据并锁存, 然后选通第 2 行使其燃亮相同的时间, 然后熄灭; ... 第 16 行之后, 又重新燃亮第 1 行, 反复轮回。当这样轮回的速度足够快 (每秒 24 次以上), 由于人眼的视觉暂留现象, 就能看到显示屏上稳定的图形。该方法能驱动较多的 LED, 控制方式较灵活, 而且节省单片机的资源。

2. 数据传输方法

采用扫描方式进行显示时, 每行有一个行驱动器, 各行的同名列共用一个列驱动器。显示数据通常存储在单片机的存储器中, 按 8 位一个字节的顺序排放。显示时要把一行中各列的数据都传送到相应的列驱动器上去, 这就存在一个显示数据传输的问题。从控制电路到列驱动器的数据传输可以采用并行方式或串行方式。

采用串行传输的方法, 控制电路可以只用一根信号线, 将列数据一位一位传往列驱动器, 在硬件方面无疑是十分经济的。但串行传输过程较长, 数据按顺序一位一位地输出给列驱动器, 只有当一行的各列数据都已传输到位之后, 这一行的各列才能并行地进行显示。对于串行传输方式来说, 列数据准备时间可能相当长, 在行扫描周期确定的情况下, 留给行显示的时间就太少了, 以致影响到 LED 的亮度。

采用并行方式时, 从控制电路到列驱动器的线路数量大, 相应的硬件数目多。当列数很多时, 并行输出的方案是不可取的。

3. 数据存储模块

采用 ROM 芯片存储 LED 显示屏要显示的信息, 采用 ROM 芯片可以长时间的存储信息, 而且掉电数据不丢失, 此种方式适合于存储不变的数据。

采用串行 EEPROM（如 24C256 等）存储 LED 显示屏要显示的信息。串行 EEPROM 技术是一种非易失性存储技术，它几乎具有所有类型存储器的优点：不挥发性、可更新性、高密度、低功耗和高性价比，非常适合应用于各类工业测控系统。它克服了常用的 2816、2817、2864 等并行 EEPROM 器件价格高、体积大、可靠性低（这些器件如不采取措施，在上电、下电时常会丢失数据）等不足，在速度要求不是很高的情况下，该器件是最理想的选择。

4. 系统抗干扰方案

为了防止程序跑飞，系统可采用“看门狗”技术。“看门狗”技术包括硬件看门狗和软件看门狗。在系统初始化程序中，应考虑上电复位和看门狗复位的区别，避免出现看门狗复位后等待人工设置的情况。

5. 系统的构成

系统框图如图 2.1 所示

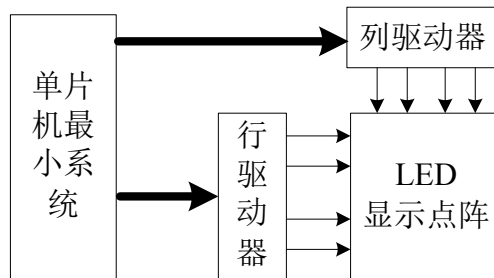


图 2.1 点阵显示器硬件系统框图

四、系统软件设计

系统软件的主要功能是向 LED 显示器提供显示数据，并产生行扫描信号和其它控制信号，配合完成 LED 显示器的扫描显示工作。显示驱动程序有定时器中断程序实现。系统主程序完成系统初始化、显示效果处理等工作。系统软件可用汇编语言完成，也可以用 C 语言编写。

1. 显示驱动程序

显示驱动程序在进入中断后首先要对定时器重新赋初值，以保证 LED 显示器刷新率的稳定性。然后显示驱动程序查询当前燃亮的行号，从显示缓冲区内读取下一行的显示数据，并发送出去。为消除在切换行显示数据的时候产生拖尾现象，驱动程序首先要关闭显示器，即消隐，等显示数据打入输出锁存器并锁存，然后再输出新的行号，重新打开显示。显示驱动程序流程图如图 2.2 所示。

2. 系统主程序

系统主程序开始以后，首先初始化；然后根据设计好的效果显示图形或文字。由于单片机没有停机指令，所以可以设置系统不断地循环执行显示效果。

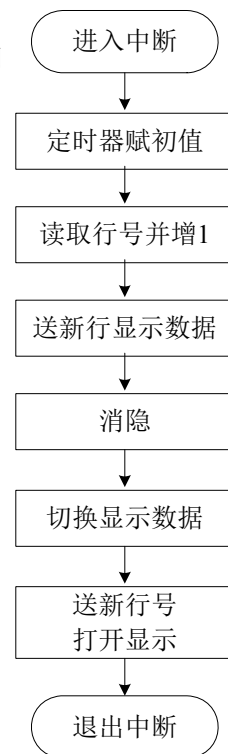


图 2.2 显示驱动程序框图

3. IC 卡读写器

一、设计任务

设计并制作一个 IC 卡读写器，可完成对特定型号 IC 卡内容的读写和修改，并可以显示出来。

1. 基本要求

- (1) 对特定型号的 IC 卡进行读写，显示 IC 卡数据；
- (2) 通过键盘对 IC 卡中的数据进行修改。

2. 选做

- (1) 与 PC 机利用 RS232 进行通信；
- (2) 与 PC 机利用 USB 进行通信。

二、任务分析

IC 卡，又称集成电路卡或者智能卡，是继磁卡、光电卡之后的新一代标识卡。IC 卡是具有智能性又便于携带的卡片，为现代信息处理和传输提供了一种全新的手段。

随着超大规模集成电路、大容量存储芯片以及信息安全技术的发展，IC 卡技术不断发展，应用领域也不断扩大，目前 IC 卡技术已经到医疗卫生、保险、金融、交通、电信、国防以及日常生活等各个领域。IC 卡的应用提高了人们生活和工作的现代化程度，已成为一个国家科技发展水平现代化程度的标志之一。我国的“金卡工程”也旨在于推广 IC 卡的应用，使其成为各个行业的通用信息载体。

IC 卡读写器利用单片机技术实现对 IC 卡的读写，利用读卡器与 PC 机的接口对 IC 卡进行管理。读卡器主要由 IC 卡接口、单片机主机系统、显示和键盘及与 PC 机的接口等组成。

二、方案选择

1. 硬件方案选择

(1) IC 卡部分

根据 IC 卡的读写特点，IC 卡分为接触型 IC 卡和射频卡两类，本题目选用接触型 IC 卡。

接触型 IC 卡的表面一般有 4 个到 8 个金属触点，IC 卡插入读写器的卡座内后，在单片机的控制下完成卡的读写操作。

本设计采用西门子 SLE4442 逻辑加密型 IC 卡，注意由于 SLE4442 是开漏结构，在 I/O 口必须接上拉电阻以提供高电平。

(2) 显示部分

可采用液晶显示或数码管显示。

(3) 键盘部分

IC 卡读写时，一些数据需要键盘设置。我们不建议使用按键数量多的键盘，这将增加系统的复杂程度。为使系统尽可能简化，键盘部分的设计在能够完成系统要求的前提下，越简单越好。所以，本系统的键盘可以设置三到五个键：功能键、确认键、加 1 键、减 1 键。

(4) 单片机的选择

考虑到系统的可靠性及与 PC 机的接口，CPU 选用 FREE SCALE 公司的 MC68HC908JB16，电源采用 AC/DC 获得 5V 输出或通过 USB 接口从 PC 机获得，在外接 12MHz 晶体振荡时可获得 6MHz 总线时钟。该 CPU 内含看门狗电路。利用内在监控 ROM 下载和调试程序。

(5) 系统构成

系统框图如图 3.1 所示

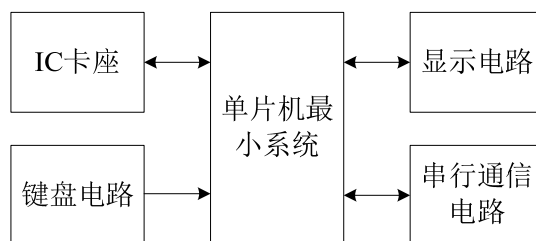


图 3.1 系统框图

2. 系统软件设计

系统软件可分为键盘管理、显示管理、IC 卡读写、与 PC 机通信管理四部分。软件可由汇编语言完成，也可由 C 语言完成。程序框图如图 3.2 所示。

(1) 合理分配内存

内存是系统宝贵的资源之一，为合理利用内存，应对内存的使用通盘考虑，并反复修改使用方案，使之达到最合理利用。应尽量减少使用全局变量，多使用局部变量，以提高内存的利用率。有效利用 CPU 内存和外围器件内存，一般情况下不建议扩展系统内存。

(2) 键盘管理部分

在设计键盘管理软件之前，要先设计键盘的使用方法，之后按照键盘的使用方法绘制软件流程图，之后设计程序。

(3) 显示管理部分

按照模块化设计思想，显示管理应以子程序的形式设计。程序设计中应包含显示缓冲区的设置，确定字模（字型编码），编排显示代码集等。

(4) IC 卡读写

首先应检测 IC 卡的插入与取出，认真分析读写时间序列，最好先通过密码后在读写，在写入前要经过确认。发现坏卡应有提示。

(5) 通信管理

IC 卡的读写数据通过 RS232 或 USB 与 PC 机通信。

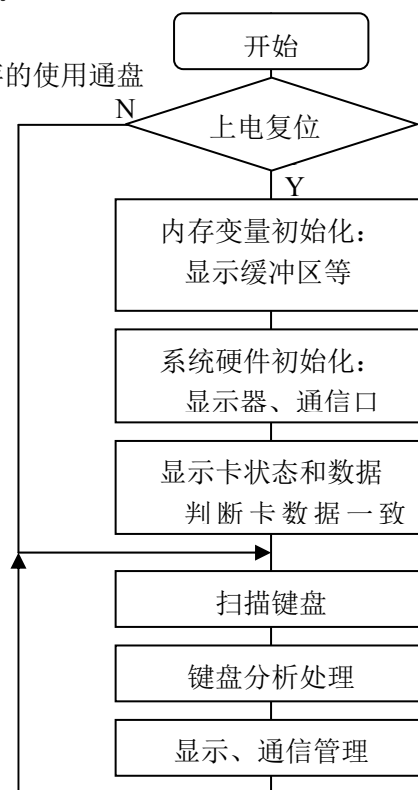


图 3.2 系统程序框图

4. 射频卡读写器

一、设计任务

设计并制作一个射频卡读写器，可完成对特定型号射频卡内容的读写和修改，并可以显示出来。

1. 基本要求

- (1) 对非接触式 IC 卡（射频卡）进行读写，显示射频卡数据。
- (2) 通过键盘对射频卡中的数据进行修改。

2. 选做

- (1) 与 PC 机利用 RS232 进行通信。
- (2) 与 PC 机利用 USB 进行通信

二、任务分析

非接触式 IC 卡（又称射频卡）是国外近几年发展起来的新技术，它成功地将射频识别技术和 IC 卡技术结合起来，解决了无源和免接触难题。射频卡无需专门的供电电源；它与读写器间无机械接触，避免了接触故障；它的表面无裸露芯片，可防水，且不易产生静电击穿及弯曲损坏等问题；射频卡使用时没有正反面。总之，非接触式 IC 卡具有可靠性高、使用方便、操作速度快等特点。

非接触式 IC 卡系统由读写器和非接触式 IC 卡两部分组成。应用系统通过读写器对卡进行操作；读卡器通过射频信号同步进行近距离通信，并为卡上芯片提供能量；非接触式 IC 卡响应读写器的指令，并报告处理的结果。非接触式 IC 卡通过连接 IC 芯片的线圈在特定交变磁场中耦合获得高压能量，非接触式 IC 卡的读写器通过发射线圈发射交变强磁场，给予 IC 卡能量，通过磁场的断、续编码写入数据，并通过线圈感应 IC 卡发生的磁场阅读 IC 卡发来的数据；IC 卡通过交变磁场获得能量，通过检验磁场的断、续获得读写头写来的数据，并按设定的模式编码、调制，向读写头发出数据。

射频卡读写模块可完成读写器与 IC 卡之间的各种交互功能，包括调制/解调、加密/解密、认证、读写、加/减等，并具有同微处理器的接口。其基本结构如图 4.1 所示。

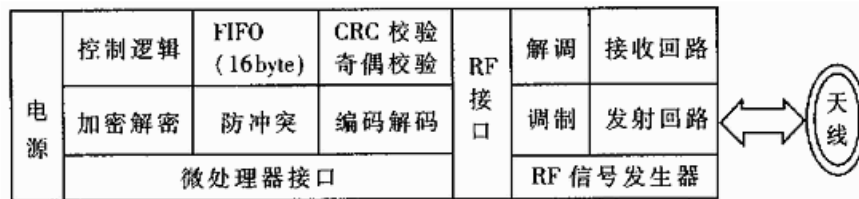


图 4.1 射频卡读写模块结构图

非接触式 IC 卡与读写器的通信内容包括复位应答、防冲突、选择卡片、相互认证、对数据块的操作和中止。

三、方案选择

1. 硬件方案选择

(1) IC 卡部分

根据 IC 卡的读写特点，IC 卡分为接触型 IC 卡和射频卡两类，本题目选用非接触型 IC 卡，即射频 IC 卡。

射频避免了接触型 IC 卡与读卡器之间的物理接触，减少了卡的磨损。本设计采用 PHILIPS 公司的 Mifare1 卡，不需要卡座，但需要专用读写芯片，本课题选用与射频卡配套的 MFRC500 芯片。

(2) 显示部分

可采用液晶显示或数码管显示。

(3) 键盘部分

IC 卡读写时，一些数据需要键盘设置。我们不建议使用按键数量多的键盘，这将增加系统的复杂程度。为使系统尽可能简化，键盘部分的设计在能够完成系统要求的前提下，越简单越好。所以，本系统的键盘可以设置三到五个键：功能键、确认键、加 1 键、减 1 键。

(4) 单片机的选择

考虑到系统的可靠性及与 PC 机的接口，CPU 选用 FREE SCALE 公司的 MC68HC908JB16，电源采用 AC/DC 获得 5V 输出或通过 USB 接口从 PC 机获得，在外接 12MHz 晶体振荡时可获得 6MHz 总线时钟，满足射频卡读写及通信要求。该 CPU 内含看门狗电路。利用内在监控 ROM 下载和调试程序。

(5) 系统构成

系统框图如图 4.2 所示

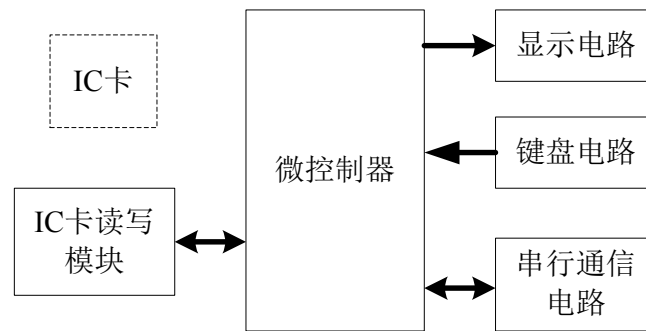


图 4.2 系统结构框图

2. 系统软件设计

系统软件应实现以下功能：读取有效的非接触式 IC 卡功能。对卡进行防冲突、密码认证、卡号认证等操作，并读出卡中存储的数据；系统周期性地扫描，动态显示 IC 卡存储的数据。此外，当读写 IC 卡发生错误时，显示出错信息；键盘修改数据；可与上位机通信等。

系统软件可分为键盘管理、显示管理、IC 卡读写、与 PC 机通信管理四部分。软件可由汇编语言完成，也可由 C 语言完成。

(1) 键盘管理部分

在设计键盘管理软件之前，要先设计键盘的使用方法，之后按照键盘的使用方法绘制软件流程图，之后设计程序。

(2) 显示管理部分

按照模块化设计思想，显示管理应以子程序的形式设计。程序设计中应包含显示缓冲区的设置，确定字模（字型编码），编排显示代码集等。

(3) IC 卡读写

首先应检测射频 IC 卡的有无（一般距离为 0 到 15 厘米），认真分析读写时间序列，最好先通过密码后在读写，在写入前要经过确认。发现坏卡应有提示。

(4) 通信管理

IC 卡的读写数据通过 RS232 或 USB 与 PC 机通信。

系统程序框图如图 4.3 所示。

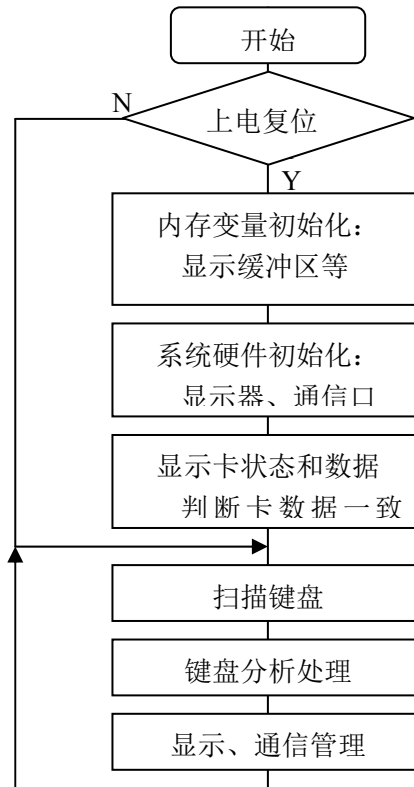


图 4.3 系统程序框图

5. 交通信号灯控制器

一、设计任务

利用单片机完成交通信号灯控制器的设计，该交通信号灯控制器由一条主干道和一条支干道汇合成十字路口，在每个入口处设置红、绿、黄三色信号灯，红灯亮禁止通行，绿灯亮允许通行，黄灯亮则给行驶中的车辆有时间停在禁行线外。用红、绿、黄发光二极管作信号灯。如图 5.1 所示。设东西向为主干道，南北为支干道。

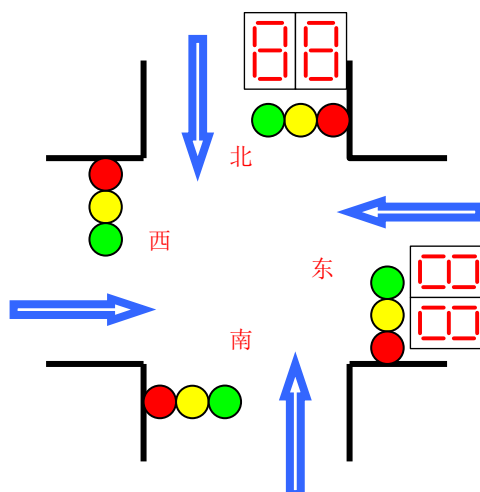


图 5.1 交通灯示意图

1. 基本要求

- (1) 主干道处于常允许通行的状态，支干道有车来时才允许通行。主干道亮绿灯时，支干道亮红灯；支干道亮绿灯时，主干道亮红灯。
- (2) 主、支干道均有车时，两者交替允许通行，主干道每次放行 30 秒，支干道每次放行 20 秒，设立 30 秒、20 秒计时、显示电路。
- (3) 在每次由绿灯亮到红灯亮的转换过程中，要亮 5 秒黄灯作为过渡。黄灯亮时，原红灯按 1Hz 的频率闪烁。
- (4) 要求主支干道通行时间及黄灯亮的时间均可在 0~99 秒内任意设置。

2. 选做

- (1) 可设置紧急按钮，在出现紧急情况时可由交警手动实现全路口车辆禁行而行人通行状态，即主干道和支干道均为红灯亮。
- (2) 实现绿波带。所谓‘绿波带’，是指在一定路段，只要按照规定时速，就能一路绿灯畅行无阻。“绿波带”将根据道路车辆行驶的速度和路口间的距离，自动设置信号灯的点亮时间差，以保证车辆从遇到第一个绿灯开始，只要按照规定速度行驶，之后遇到的信号灯将全是绿灯。

二、任务分析

模拟交通灯控制器就是使用单片机来控制一些 LED 和数码管，模拟真实交通灯的功能。红、黄、绿交替闪亮，倒计时显示时间等，用于管理十字路口的车辆及行人交通，计时牌显示路口通行转换剩余时间等。

三、方案选择

1. 硬件方案

根据设计的要求可知，系统的硬件原理框图如图 5.2 所示。

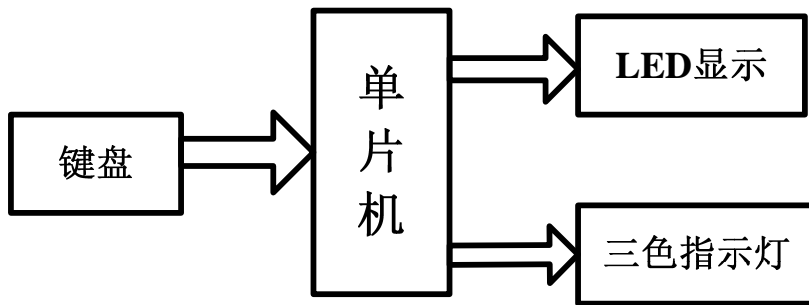


图 5.2 系统的硬件原理框图

单片机可选用 AT89C51，它与 8051 系列单片机全兼容，但其内部带有 4KB 的 FLASH ROM，设计时无需外接程序存储器，为设计和调试带来极大的方便。南北向和东西向各采用 2 个数码管计时，同时需要对该方向的指示灯的点亮时间进行倒计时。键盘系统可以根据系统的需要设置不同的键的个数，可以选择线式键盘或矩阵式键盘，若单片机的 IO 口不够用时，可以考虑扩展 8255 或 8155 满足系统的要求。

2. 软件方案

根据设计要求，程序框图如图 5.3 所示。软件可由汇编语言完成，也可由 C 语言完成。软件设计可以分为以下几个功能模块：

主程序：初始化及键盘监控。

计时程序模块：为定时器的中断服务子程序，完成 0.1 秒（或其他时间）和 1 秒的时间定时。

显示程序模块：完成 12 个发光二极管（实际上只需驱动 6 个）和 4 个 LED 数码管的显示驱动。

键盘扫描程序模块：判断是否有键按下，并求取键号。

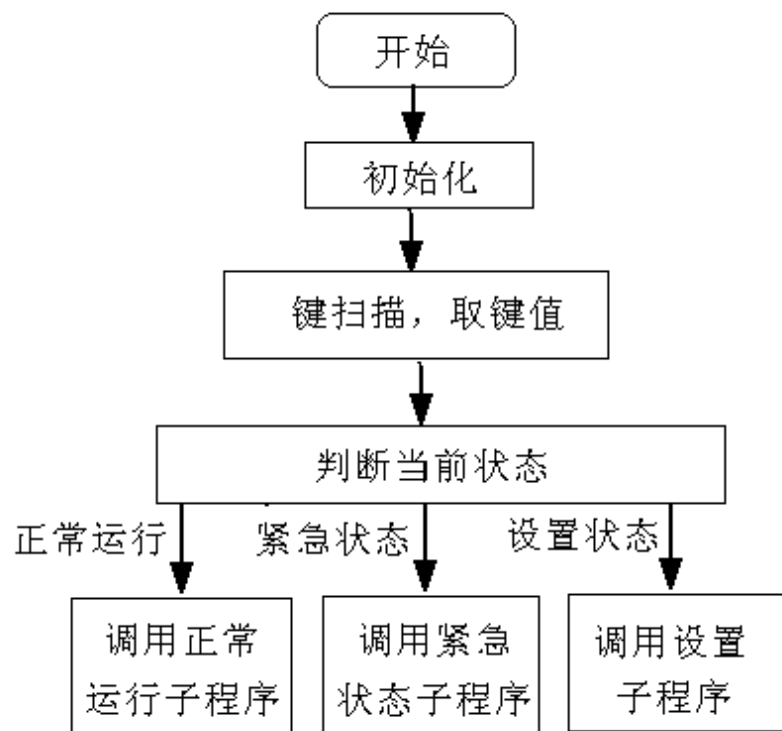


图 5.3 主程序流程图

6. 微型打印机接口

一、设计任务

设计完成单片机与微型打印机接口电路和驱动程序，应具有以下功能：

- (1) 具有进纸、换行、换页等控制功能。
- (2) 具有字符设置及打印格式设置功能。
- (3) 具有图形、字符（汉字、数字、字母）打印功能。
- (4) 具有曲线及条码打印功能。

二、任务分析

微型打印机在单片机应用系统中应用相当广泛，在智能仪器仪表、医疗仪器、消防报警、电力系统、电子衡器、电子收款机、税控机、计价器等系统中几乎成为标准配置。微型打印机的种类很多，有针式和热敏、台式和面板式、非汉字和汉字之分。如按接口类型划分，则有并口和串口两大类，其中串口类又可分为 RS232C、RS485、USB 及无线接口、红外线接口等。

三、方案选择

1. 硬件方案选择

MCS-51 系列单片机与微型打印机接口电路可以采用并行接口和串行接口两种方式。在并行接口中，其接口信号如下表 6.1 所示：

25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1
SEL	PE	BUSY	/ACK	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	/STB
NC	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	NC	NC	/ERR	NC
26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

表 6.1 并行连接方式信号示意图

其中：DB0-DB7 为数据线，BUSY 为忙信号，高电平表示打印机当前不能接收数据；ACK 为应答信号；STB 为打印机选通信号。ERR 为出错信号，SEL 和 PE 是自检信号。

并行连接系统示意图如图 6.1 所示。串行连接接口电路示意图如图 6.2 所示。

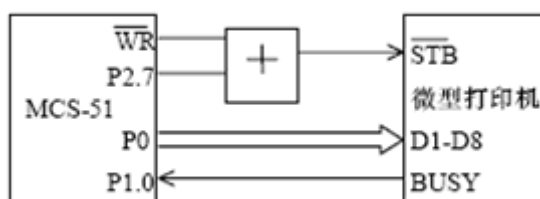


图 6.1 并行连接系统示意图

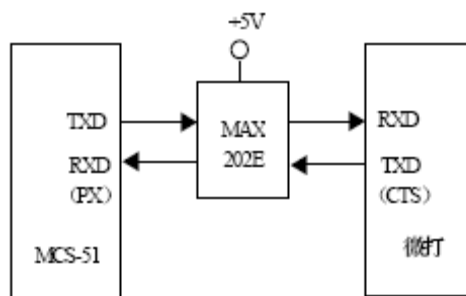


图 6.2 串行连接系统示意图

2. 系统软件设计

打印程序主要有波特率和串行口 UART 的初始化, 发送、接收模块的设计在标志控制方式下, 当打印机可以接收数据时, 信号线 DTR 为准备状态, 即 Mark 状态。主机根据 DTR 为准备状态还是忙状态, 而向打印机发送或停止发送数据; 当 DTR 为 Space 时, 发送数据; 当 DTR 为 Mark 状态时, 停止发送, 等待下一状态 Space。系统控制软件包括: AT89S52 串行口初始化、打印机缓冲区首址选址、打印机状态判断、数据发送/接收打印数据设定等。

程序框图如图 6.3 所示。

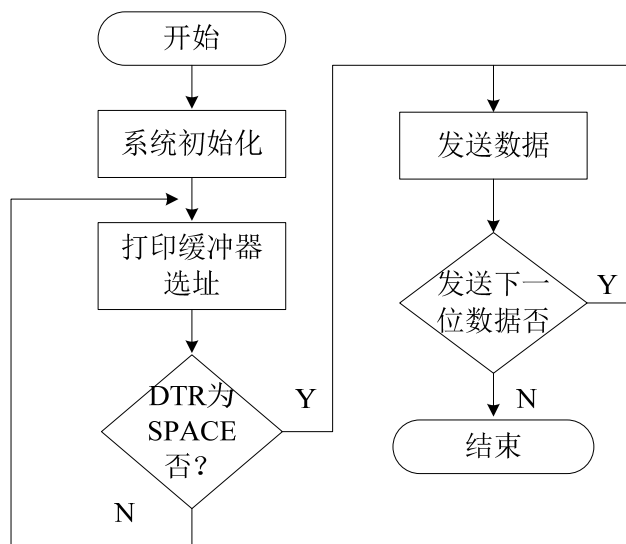


图 6.3 系统程序框图

7. 语音存储与播放

一、设计任务

数字化语音存储与播放系统的基本原理是对语音的录音与放音的数字控制。主要包括为了增加语音存储时间，提高存储器的利用率，采用了非失真压缩算法对语音信号进行压缩后再存储，而在回放时再进行解压缩；同时，对输入语音信号进行数字滤波以抑制杂音和干扰，从而确保了语音回放的可靠质量。

1. 基本要求

- (1) 总体录音时间达到 20 秒；
- (2) 实现分段录音功能，要求每段录放音时间 4 秒；
- (3) 键盘控制，完成录音播音的菜单控制；
- (4) LED 指示当前状态。

2. 选做

- (1) 增加录音的容量；
- (2) 增加传感器，实现语音报警、语音警示的功能；
- (3) 为防止程序跑飞，增加看门狗电路；
- (4) 完成公交车报站器的功能。

二、任务分析

近年来单片式语音集成电路发展迅速，ISD 公司已经推出语音容量为 6 秒至 16 分钟的芯片，预计未来两年将推出单片 32~64 分钟的芯片。这样，大多数的语音电路设计都能很方便地实现，更复杂的功能控制也可通过单片机或微电脑的软件配合来完成。目前，十几分钟到几个小时的数码语音电路设计是亟待解决的问题，如自动语音讲解、广告播放、列车指挥黑匣子、119 电话录音系统、会议录音系统等。

语音存储与播放的主要功能是完成录音与播音，整个系统是利用单片机控制语音芯片的分地址录、放音，增加系统的语音提示功能。整个系统从功能上可分为显示、键盘和指示三部分，从而完成录音及播放的功能。使得该语音播放器可以用于工商业户的自动呼喊、叫卖，如果再配用不同的传感器，还可以用于语音报警、语音警示等场合。

三、方案选择

1. 硬件方案

1) 语音部分

语音的录制与播放是系统的核心，要完成其功能通常要选择专用的语音芯片来完成。ISD 系列语音电路是美国 ISD (Information Storage Device) 公司的专利新产品，它打破了传统的先 A/D 再 D/A 的模式，而采用独特的直接存储模拟信号技术，从而大大提高了存储密度，且使模拟信号得到永久保存。ISD 系列电路以其音质自然、使用方便、单片存储、反复录放、低功耗、抗断电等众多优点立即在语音应用领域确立了其不可争辩的霸主地位，它在通讯设备、智能仪表、治安报警、语音报站、报数报价、语音讲解、语音记录、语音复读、教学仪器、智能玩具、电子礼品等场合获得了广泛的应用。如 ISD1420 等。ISD1420 最小的录放系统仅由一个麦克风、一个喇叭、两个按钮、一个电源、少数电阻电容组成。录音的内容存入永久的存储单元，提供零功率信息存储。ISD1420 芯片不仅语音质量优胜，而且断电语音保护。具有高质量、自然的语音还原技术；方便的边沿/电平触发放音；自动节电，维持电流 0.5uA；不耗电信息保存 100 年；1000 次录音周期；多段信息处理，可分 1 至 160 段；片内免调整时钟，可选用外部时钟；无需开发系统；5V 单电源工作；COB, DIP, SOIC 封装及工业级。其 PLAYL、PLAYE 引脚只需选一个方式即可放音，地址输入端 A0~A7 有

效值范围为 00000000~10011111，这表明最多可被划分为 160 个存贮单元，可录放多达 160 段语音信息等多种优良功能。

2) 键盘显示部分

显示模块可以采用数码管显示，或液晶显示。液晶显示耗电低，而且可以根据实际的应用显示播放语音的内容，播放的主题等等，但成本相对较高。相对 LCD 来说，可采用数码管显示，成本低，显示亮度足够，但是能够显示的图形有限，不能显示汉字等。数码管显示可采用动态显示和静态显示两种，可根据具体方案的需要选择合适的现实方式。

对于本设计由于按键使用数量较少，所以可以采用独立方式。

根据系统的要求可知，其硬件原理框图如图 7.1 所示。

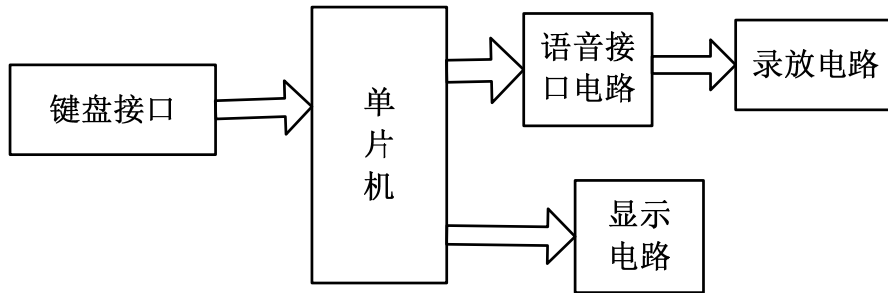


图 7.1 系统的硬件原理框图

2. 软件方案

程序设计的软件框图如图 7.2 所示。

根据设计要求可知，软件部分包括：键盘扫描、显示部分，但设计的核心在于语音芯片的初始化和录音放音的控制。如何对语音芯片进行控制需要查阅所采用芯片的技术资料，而键盘以及显示的程序编制与前相似。

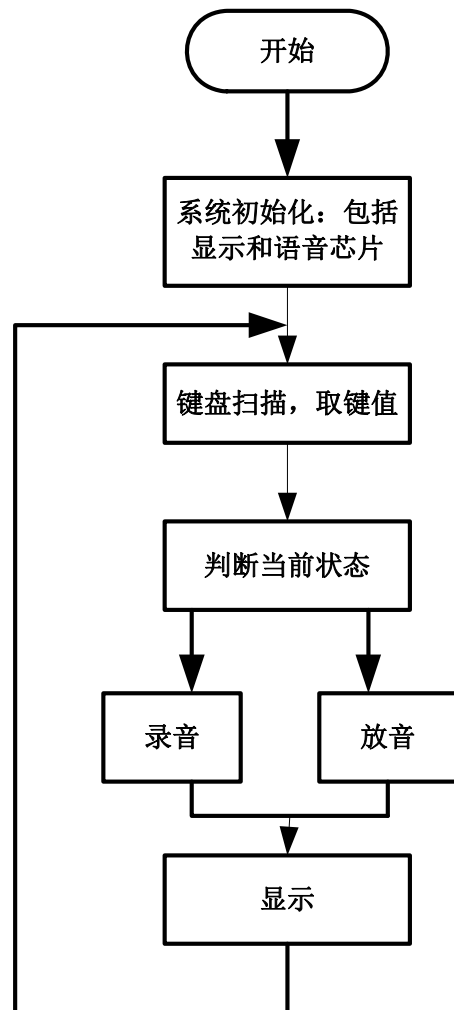


图 7.2 程序设计软件流程图

8. 步进电机脉冲分配器

一、设计任务

设计三相反应式步进电动机脉冲分配器，接收脉冲输入，要求三相单三拍、三相六拍运行方式控制（电平），正反转控制（电平）。

选做：梯形速率控制。

二、任务分析

步进电动机是一种用电脉冲信号进行控制，并将电脉冲信号转换成相应的角位移的执行器，每一个脉冲信号可使步进电机旋转一个固定的角度，这个角度称为步距角。由于受脉冲的控制，其转子的角位移量和速度严格地与输入脉冲的数量和脉冲频率成正比。

三相反应式步进电动机结构如图 8.1 所示。电机定子有六个磁极，相对的磁极为同一绕组励磁，整个电机有三个绕组，按 Y 形接法接线。转子为软磁材料，无绕组。若绕组通电顺序为 I-II-III-I-II-III-...，则电动机逆时针转动；若绕组通电顺序为 I-III-II-I-III-II-...，则电动机顺时针转动。此种控制方式称为三相单三拍方式。若通电顺序为 I-I II-II-III-III-I-...（逆时针），称为三相六拍方式。步进电机控制装置发出运行方式、旋转方向和旋转角度（步数），前两项一般由电平表示，后一项用脉冲个数表示。脉冲分配器根据步进电机控制装置发来的命令（电平信号和脉冲）使步进电机按照要求的工作方式、旋转方向及步数旋转。步进电机磁极的旋转有速率限制，如果过快，电动机会出现失步现象（转自跟不上磁极的旋转），特别是在电动机的起停阶段，要求有脉冲速率限制措施。

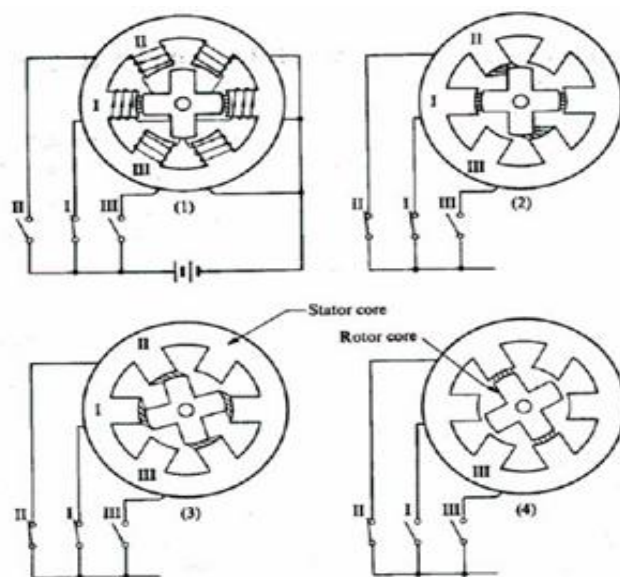


图 8.1 三相反应式步进电动机结构

三、方案选择

1. 硬件方案

系统可分为命令接受，控制输出和功率放大三个部分。命令接受部分接收上位机或控制装置的输出脉冲、运行方式及方向控制信号，脉冲输出部分形成分配脉冲，之后，通过功率放大装置将脉冲送给步进电动机，形成旋转磁场。

由于本系统由单片机构成，所以，脉冲接受部分和脉冲分配部分直接由单片机完成，功率放大可由三极管或光电耦合器完成。为能够是三个输出端同时动作，脉冲分配输出应考虑同步问题。同步方法可用软件实施同步，也可用硬件控制实施

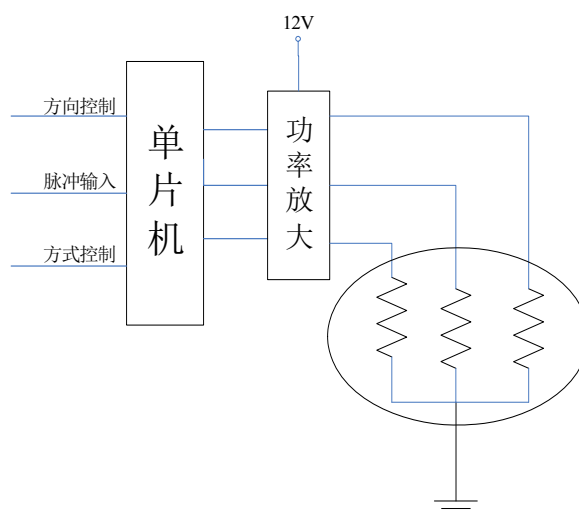


图 8.2 硬件原理框图

同步。考虑到步进电机的失步问题，单片机在接收到脉冲后在系统内进行缓存后，通过速率限制程序进行脉冲分配。所以，脉冲的缓存可由计数器完成或者通过外部中断对脉冲个数进行计数，之后进行分配。

这里需要注意一个问题，步进电机驱动电压等级可能较高，应根据电动机说明配以合适电压供电。另外，电动机功率较大，布线时应将电机布线和单片机布线分开布置。为了使电机驱动电流不干扰单片机电路，最好两套电路实施电隔离，最方便的办法是使用光电耦合器进行隔离。

2. 软件方案

为防止输入脉冲频率过快导致电动机失步，可将输入脉冲在单片机缓存，之后在进行脉冲分配，分配时注意脉冲速率。脉冲输入模块在每个输入脉冲到来时，将缓存单元进行加1计数；脉冲分配模块时刻扫描缓存单元，当缓存单元不为零时，使步进电机旋转一步，之后缓存单元减1，减到0时停止分配脉冲。为使三相电平同时变化，程序中应予以考虑。非同步分配脉冲可能导致电机错转。

为使电动机以最快速度运行，脉冲分配速率应按照梯形曲线分配，如图 8.3 所示。图示的含义是：开始时（零转速）脉冲分配要慢，当电动机旋转起来后，脉冲速率逐渐加快，并达到最高速率；当要停止时，也不可马上停止，必须先降低脉冲速率，最后降到零，电动机停转。

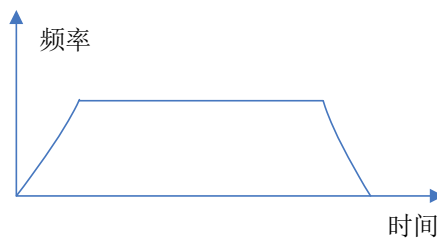


图 8.3 脉冲速率分配

9. 电子计算器

一、设计任务

设计一个具有加减乘除功能的计算器，32 键盘、8 位有效数据。

选做：带三角函数、指数函数、对数函数计算功能，科学计数法表示。

二、任务分析

本设计任务是设计一个计算器。通过设计任务可知，系统硬件较为简单，主要模块即是键盘与显示。另外可加一蜂鸣器在出错时报警。

三、方案选择

由于系统硬件比较简单，所以，方案选择也比较容易。首先，由于按键较多，所以，应以键盘应为矩阵键盘。显示可选动态显示或静态显示，若无特殊要求，两种方案都可以考虑。如果使用静态，建议用串行显示，可减少芯片数量。硬件框图如图 9.1 所示。

由于计算精度要求较高，所以计算过程应采用浮点式计算。这样，不宜使用汇编语言进行设计，采用 C 语言更为合适。在计算过程中，注意节省内存。

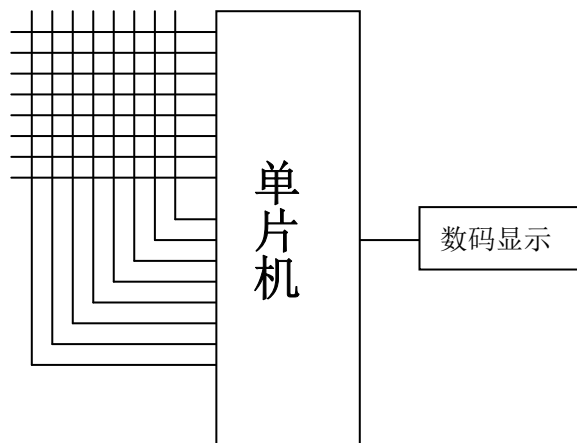


图 9.1 计算器硬件原理框图

10. 频率计

一、设计任务

频率计是我们经常会用到的仪器之一，通常用来测量信号的频率或周期，与编码器配合也可用来测量旋转机械设备的转速。用单片机的定时/计数器功能可以实现频率计的数字化、智能化，通过合理的硬件设计和软件编程使测量精度达到实用化要求。

1. 基本要求

- (1) 测量频率范围 10Hz~1MHz，量程可自己选择。
- (2) 精度：1%。
- (3) 被测信号可以是方波。
- (4) 显示方式为 4 位十进制数显示。

2. 选做

- (1) 测量范围 1Hz~10MHz。
- (2) 被测信号可以是三角波、正弦波、锯齿波等各种信号。

二、任务分析

频率的测量实际上就是在 1 秒时间内对信号进行计数，计数值就是信号频率。用单片机设计频率计通常可采用两种方法：一是使用单片机自身的计数器对输入脉冲进行计数即得到频率值，或对输入脉冲进行周期测量，这种方法只能测量频率低于单片机时钟频率 1/24 以下的信号；二是在单片机外部使用计数器对脉冲信号进行计数，计数值再由单片机读取，这种方法适合于测量频率较高的场合。由于本设计中的频率范围较大，这时可结合分频电路等实现。

三、方案选择

为简化电路，充分利用单片机自身资源，本设计根据频率量程采用单片机内部定时加计数方式，通过 AT89C51 的 T0 计数器组成 16 位的计数器，最大计数值为 65,535。

以 12MHz 晶振为例，如果待测信号经过整形后直接输入到 T0 进行测量，则固定 1 秒时基下最高测量频率为 500KHz。为了保证频率测量精度和测量反应时间的要求，可将分成两个频率段进行测量（或更多频段）。对于高于 500Hz 的信号，可将信号进行分频；对于低于 500Hz 的信号，采用计数测周期方式进行周期测量。

(1)在定时器工作方式下，在被测时间间隔内，每来一个机器周期，计数器自动加 1（1 μ s 加 1），这样以机器周期为基准可以用来测量时间间隔。

(2)在计数器工作方式下，加至外部引脚上的待测信号发生从 1 到 0 的跳变时计数器加 1，这样在计数闸门的控制下可以用来测量待测信号的频率。

为了方便得到准确的 1 秒钟闸门信号，可采用定时中断加计数来产生 1 秒钟的定时信号，也可采用软件延时来产生。

1. 硬件方案

根据设计的要求可知，系统的硬件原理框图如图 10.1 所示。

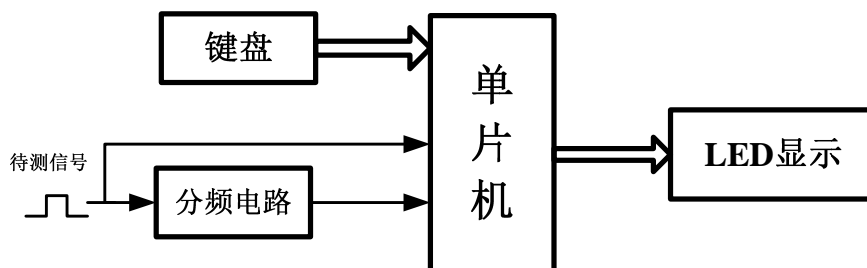


图 10.1 系统的硬件原理框图

如果信号的幅度过小或过大，或者不是方波信号，此时需要经过信号预处理电路，实现待测信号的放大、波形变换、波形整形等功能。通常频率计均以 LED 数码管显示，键盘电路完成频率计量程的转换。

2. 软件设计

系统软件包括测量初始化模块、LED 显示模块、信号频率测量模块、信号周期测量模块、量程转换模块、定时器中断服务模块、多字节算术运算模块、定点数到 BCD 码转换模块等。其参考的主程序流程图见图 10.2 所示。

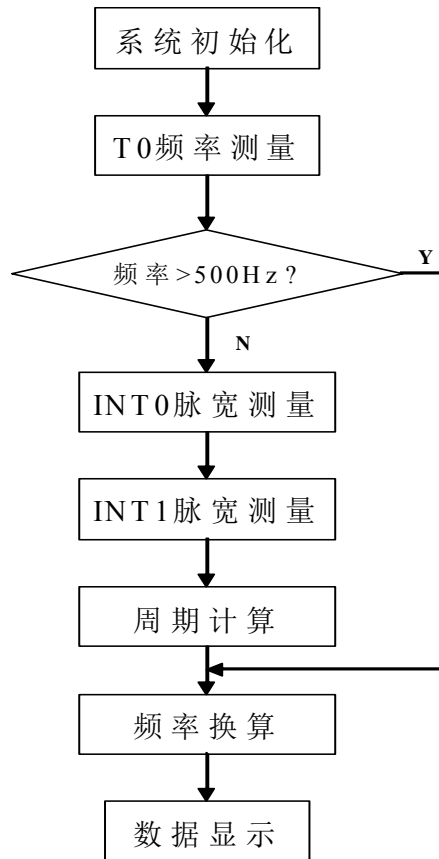


图 10.2 频率计主程序软件流程图

11.抢答计分系统

一、设计任务

- (1) 具有判断按键先后（抢答）、计时和计分功能；
- (2) 对违规操作进行提示；
- (3) 声音提示及计分显示；
- (4) 断电保护功能。

二、任务分析

抢答器是各种竞赛当中很常用的一种器具，应用非常广泛。

抢答器种类很多，功能也各不相同，大体上可以归纳为这样几点：能够分辨参赛选手按键抢答的先后；能够识别犯规操作；声音提示；对回答结果进行加分或扣分处理；显示选手得分情况等。

三、方案选择

1. 硬件设计方案

(1) 键盘部分

系统的键盘可以分为主持人键盘和选手键盘两种，其中主持人键盘功能比较复杂，选手键盘相对简单，可以根据系统的实际应用场合进行设计。键盘可以采用以下几种类型：一、数字键盘形式；二、独立按键形式。一般根据系统的应用场合确定键盘形式，在复杂系统中，主持人键盘形式可以采用数字键盘形式，可以有多种功能键；而选手键盘则采用独立按键形式比较现实。数字键盘种类很多，设计可以采用 4×4 或更小的键盘；选手键盘则可以选择任意非锁式单一按键。

(2) 显示部分

显示部分主要由选手编号显示、选手计分显示、抢答有效显示、抢答犯规显示和答题时间结束提示等几个部分，根据各部分的功能，可以选择不同的显示方案。

选手编号和选手计分显示可以采用液晶显示或数码管显示。液晶显示有耗电低、外形美观的优点，并且，点阵液晶可显示较复杂的字符或图案。其缺点是通用液晶显示器的显示方案构建不够灵活，设计应用比较复杂，而且，液晶显示成本较高。相对液晶显示器来讲，由于数码管种类繁多，其显示方案构建灵活，成本较低。由于本身即是发光体，所以，数码管显示无需额外光源。数码管最大的缺点是功耗较大，字符较多时，必须交流供电，而且，数码管不能显示复杂字型。系统的一般应用场合内都可以通过交流供电，而且，显示信息一般为选手编号、选手得分，没有过于复杂的字符，因此，一般采用数码管显示为宜。

抢答有效显示、抢答犯规显示和答题时间结束提示部分，只要能够有效区分抢答是否有效，时间到，或抢答是否犯规即可。设计时可以用选用不同颜色的发光二极管及可区分两种信息。

(3) 声音提示部分

声音提示大致可以分为以下几种：一、抢答开始提示音；二、抢答有效提示音；三、犯规操作提示音；四、倒计时和时间到提示音。设计方案由：一、采用乐音提示器，为每一操作设置固定的提示乐音，其优点是可有效区分那一操作有效，且声音悦耳动听；缺点是器件成本很高，设计比较复杂。二、采用普通的蜂鸣器，简单提示抢答开始、抢答有效或抢答犯规。这样一来不能够利用声音来有效区分选手执行的是那一操作，容易造成混淆，而且声音比较单一，抢答开始提示音和犯规提示音很容易对选手造成干扰；但普通蜂鸣器的优点也很明显，器件成本很低，另外电路及程序设计也要比前者简单，为了避免混淆，这种方案可以取消抢答开始提示音，有主持人宣布抢答开始，减少蜂鸣器的数量，使设计更简单。实际

设计时，根据实际应用的需要，选择不同的声音提示器件。

(4) 看门狗 (WD) 设计

系统一旦启动在比赛结束之前，出于连续工作方式，系统中应考虑飞车保护，即看门狗定时器 (WatchDogTimer) 保护。在系统初始化程序中，应考虑上电复位和看门狗复位的区别，避免出现看门狗复位后等待人工设置的情况。

(5) 系统结构

系统框图如图 11.1 所示

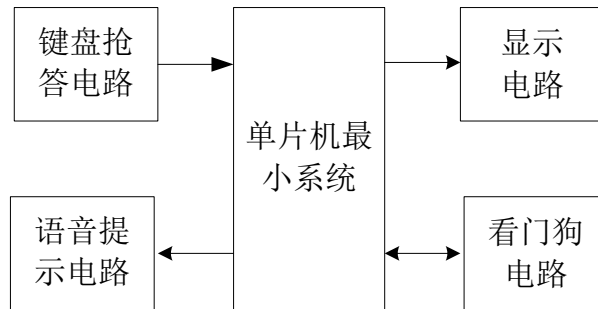


图 11.1 系统结构框图

2. 系统软件设计

系统软件可分为键盘管理、显示管理、声音提示管理、计时和计分管理等几个部分。软件可由汇编语言完成，也可由 C 语言完成。

(1) 合理分配内存

内存是系统宝贵的资源之一，为合理利用内存，应对内存的使用通盘考虑，并反复修改使用方案，使之达到最合理利用。应尽量少使用全局变量，多使用局部变量，以提高内存的利用率。有效利用 CPU 内存和外围器件内存，一般情况下不建议扩展系统内存。

(2) 键盘管理部分

在设计键盘管理软件之前，要先了解键盘的种类和使用方法，之后按照键盘的使用方法绘制软件流程图，之后设计程序。

(3) 显示管理部分

按照模块化设计思想，显示管理应以子程序的形式设计。程序设计中应包含显示缓冲区的设置，确定字模 (字型编码)，编排显示代码集等。

(4) 声音提示管理

根据选择的聲音提示器件对声音提示进行管理，在没有声音区别的情况下，尽量做到几种声音不混淆，同时，确定优先权，不能两种声音同时响起。

(5) 计时、计分管理部分

这部分程序设计相对比较复杂，首先，设定不同题型计时时间和计分分值的差别，然后，确定有无减分情况。设定倒计时提示时间，答题时间结束，提示方式等。

(6) 程序框图

程序框图如图 11.2 所示

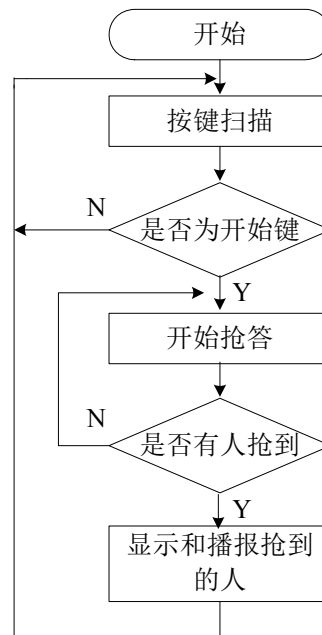


图 11.2 系统程序框图

12.信号发生器

一、设计任务

设计制作一个信号发生器，该信号发生器能产生正弦波、方波、三角波。

1. 基本要求

- (1) 具有产生正弦波、三角波和方波三种周期性波形的功能；
- (2) 通过键盘选择输出信号类型，幅值、周期等相关指标；
- (3) 输出波形的频率为 100Hz~20kHz；
- (4) 具有显示输出波形的类型、频率和幅度的功能。

2. 选做

- (1) 输出频率扩展至 100Hz~200kHz；
- (2) 键盘控制产生任意波形；
- (3) 具有掉电存储功能，可存储掉电前用户编辑的波形和设置。

二、任务分析

系统由单片机控制模块、键盘、显示部分及波形产生电路组成。

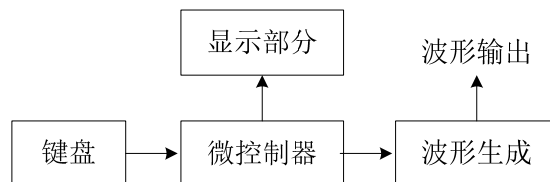


图 12.1 系统结构框图

三、方案选择

1. 采用单片压控函数发生器，如 8038。8038 可同时产生正弦波、方波和三角波。改变 8038 的调制电压，可以实现数控调节，其振荡频率为 0.001Hz~300 Hz。
2. 采用单片机和 DAC0832 构成波形发生器。本设计中采用该方案完成。

13. 标准电流信号发生器

一、设计任务

在电子电路中，需要用到各种信号源，把一个电压或电流信号加到被测系统，应用测量方法确定其各项电的性能参数。直流电流源就是其中的一种。传统的电流源虽然可以做到高精度、宽电流范围输出，但由于采用模拟电子线路，使得结构复杂，调整困难，指示亦不直观。随着单片机技术的发展，智能电流输出模块以其功能强、灵活性好等特点得到了广泛的应用。数字式标准电流信号发生器，可以实现非线性控制，并且在自动调整、精确控制等方面有广阔的应用前景。

1. 基本要求

- (1) 输出 1 路标准可调的 4~20mA 电流信号
- (2) 电池供电/220V 供电
- (3) 4 位数码显示
- (4) 粗调加减键，每次加减 1mA；细调加减键、每次加减 0.1mA
- (5) 输出信号精度 0.5%

2. 选做

- (1) 能够输出多路标准的电流信号。
- (2) 提高标准电流的精度。

二、任务分析

信号发生器实际是将数字量变换成模拟量的过程，标准电流信号发生器需要 D/A 转换的精度要高，同时希望得到的是电流量，而不是电压量。如果是电压量，此时需要 V/I 的转换。由于调节分为粗调和细调，所以应注意对应于不同的按键，应该选择不同的数字量。D/A 转换和 V/I 转换的实现可以通过运算放大器模拟数字电路搭建，也可以通过专用芯片来实现。

三、方案选择

本方案采用单片机作为主芯片，对系统进行控制。采用 89C51 是因为它内含数据存储器 and 程序存储器，不需要外扩，线路比较简单。采用其他单片机有可能会增加布线难度，而且增加成本。价格低廉，是目前单片机产品中性价比比较高的一种。

1. 硬件方案

(1) D/A 转换器

D/A 转换部分实现数字量向模拟量的转化，输出对应的电压值或电流值。根据题目的要求，D/A 转换器可采用不同位数的芯片，可采用并行或串行的均可。

(2) V/I 转换电路

若 D/A 转换输出的是电压值，还需接 V/I 转换电路，输出所要求的电流信号。V/I 转换电路有很多种，可用运放实现；也可采用集成 V/I 转换电路。

(3) 显示部分

用数码管构成显示电路，选定显示方式（动态、静态、串行、并行）。

(4) 键盘部分

根据系统要求选择键盘的形式，采用简单键盘形式。

整个系统构成如图 13.1 所示。

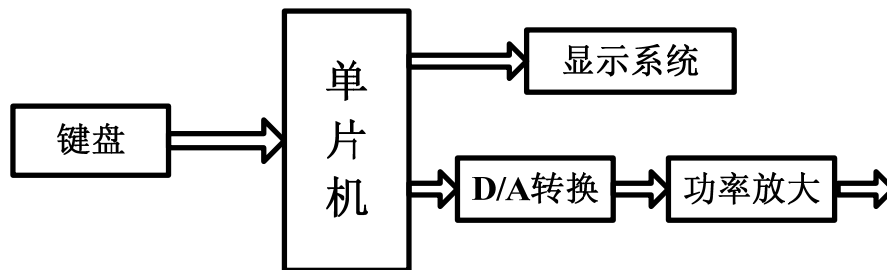


图 13.1 标准电流信号发生器的原理框图

2. 软件设计

本程序主要由键盘程序、显示器程序两部分组成。

1) 合理分配内存

内存是系统宝贵的资源之一，为合理利用内存，应对内存的使用通盘考虑，并反复修改使用方案，使之达到最合理利用。应尽量少使用全局变量，多使用局部变量，以提高内存的利用率。有效利用 CPU 内存和外围器件内存，一般情况下不建议扩展系统内存。

2) 键盘管理部分

在设计键盘管理软件之前，要先设计键盘的使用方法，按照键盘的使用方法绘制软件流程图，之后设计程序。粗细调加减键可采用查表的方式进行。

3) 显示管理部分

按照模块化设计思想，显示管理应以子程序的形式设计。程序设计中应包含显示缓冲区的设置。

主程序流程图如图 13.2 所示。

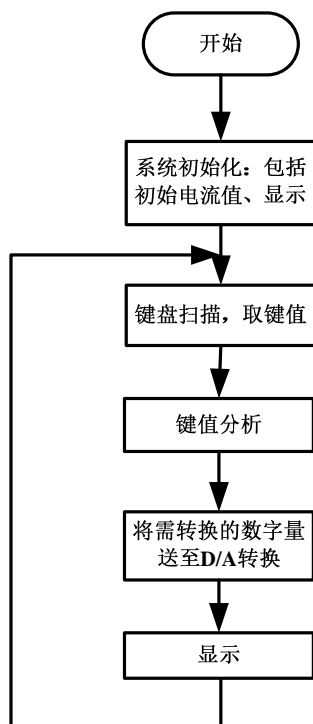


图 13.2 主程序流程图

14. 直流电机调速系统

一、设计任务

设计永磁直流电动机调速系统。要求具有正转、反转、调速及制动的电机控制系统，具有启动键、方向控制键及提示灯、加速键、减速键及停止键。

二、任务分析

首先，永磁电动机的转向控制和调速全部在电枢控制上实现，即通过调整电枢电压调节转速，通过改变电枢电流方向改变电动机转向。

三、方案选择

1. 硬件方案

设计任务的实现关键在于改变电压方向和调整电压大小两个问题。首先，改变电压方向可以参照直流电动机控制电路，原理电路如图 14.1 所示。控制不同对角线的三极管的导通即可控制电枢电流的方向。至于电压大小的控制一般采用 PWM 方式实现。

2. 软件方案

软件的难点主要在于 PWM 的实现。PWM(脉冲宽度调制)是一系列周期固定、占空比可调的脉冲系列，由于每个脉冲的高电平时间和低电平时间之和必须等于周期数，所以输出电压的维持时间必须由定时器来控制。设 PWM 周期为 T ，高电平时间为 T_1 ，电压为 U_0 ，则输出电压的平均值为：

$$U = U_0 T_1 / T$$

若每次按加速或减速键电压增加或减少 ΔU ，则可以计算出 ΔT 的值，从而计算出相应的时间常数。

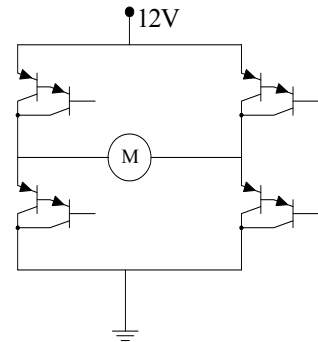


图 14.1 直流电动机控制

15. 简易温度控制器

一、设计任务

- (1) 具有低温上电和高温断电功能；
- (2) 能够进行温度上限和温度下限设置，并且实时显示温度；
- (3) 有掉电保护功能；
- (4) 声音报警。

二、任务分析

温度控制是日常生活中常用的一种控制行为，其应用非常广泛，大到工业生产车间，小到家居房间，都会遇到温度控制问题。温度在工业生产中重要的参数之一，对工业生产起着至关重要的作用，对于生活来说，它又是决定生活质量的一个重要因素。

温度控制的应用非常广泛，控制系统的种类也很多，有的系统，像工业控制，系统非常复杂；也有的系统非常简单。本系统是简易的温度控制器设计，就是对最常用的电烙铁的温度进行控制。

三、方案选择

1. 硬件方案选择

(1) 温度检测部分

温度检测部分设计的首要任务就是选择合适的温度传感器。温度传感器种类很多，每种传感器的应用场合也各不相同，常用的有热电偶、热电阻和热敏电阻等几种。热电偶是一种有源传感器，测量时不需要外加电源。它具有结构简单、温度测量范围宽、动态响应特性好、输出信号便于传送等优点，一般用于工业测量当中。热电阻是利用导体电阻随温度变化而变化来实现温度测量，它具有线性度好、响应速度快、价格便宜的优点，一般用于中低温区的温度测量。热敏电阻是利用半导体的电阻值随温度显著变化设计而成的，它具有温度系数大、灵敏度高、体积小、结构简单、响应速度快、使用方便、寿命长等优点，应用非常广泛。设计测量电烙铁的温度，要求体积小、操作简便、成本低。经比较采用热敏电阻传感器完成设计，如果采用普通的热敏电阻，需要 A/D 转换器。美国 DALLAS 半导体公司的 DS18B20 智能型温度传感器，使用方便、接口简单，与 CPU 通信采用并口通信方式。

(2) 显示部分

温度控制器的显示部分非常简单，显示内容非常少，可以选择最简单的显示方式。简单的数据显示常采用液晶显示或数码管显示。液晶显示有耗电低、外形美观的优点，并且，点阵液晶可显示较复杂的字符或图案。其缺点是通用液晶显示器的显示方案构建不够灵活，在较暗的环境下液晶需要背光，而且，液晶显示成本较高。相对液晶显示器来讲，由于数码管种类繁多，其显示方案构建灵活，成本较低。由于本身即是发光体，所以，数码管显示无需额外光源。数码管最大的缺点是功耗较大，字符较多时，必须交流供电，而且，数码管不能显示复杂字型。所以，液晶和数码管两个方案的选择要根据显示的具体情况而定。值得一提的是，数码管串行静态显示和并行动态显示在位数较多时都会出现显示不稳定现象。温度控制器对显示部分的要求不是很苛刻，精度要求不高，因此，在设计时，选择在简便的数码管显示即可。

(3) 键盘部分

温度控制器的键盘功能是实现温度的设定，相对比较简单。键盘可以选择数字键盘形式和单一按键形式。由于温度的设置非常简单，所以我们不建议使用数字键盘，因为数字键盘将增加系统的复杂程度。为使系统尽可能简化，键盘部分的设计在能够完成系统要求的前提下，越简单越好。所以，温度控制系统的键盘可以设置三个键：确认键、加 1 键、减 1

键，甚至两键也可满足要求。

(4) 温度控制部分

温度控制部分即执行部分，其功能是在温度超出设定范围是，启动加热或制冷电路。这部分可以采用继电器控制也可以采用双向可控硅。可控硅操作简便、无触点、寿命长的优点。相比之下，继电器具有灵活、常用、资料齐全的优点。在设计过程中，可以根据实际情况选择温度控制开关。

(5) 看门狗（WD）设计

由于系统上电之后为连续工作方式，系统中应考虑飞车保护，即看门狗定时器（WatchDogTimer）保护。在系统初始化程序中，应考虑上电复位和看门狗复位的区别，避免出现看门狗复位后等待人工设置的情况。

(6) 系统构成

系统框图如图 15.1 所示

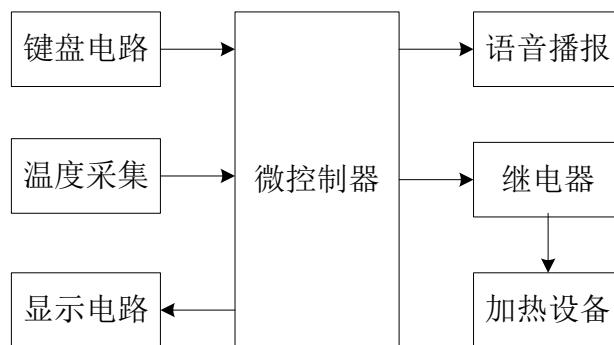


图 15.1 系统结构框图

2. 系统软件设计

系统软件可分为温度信号采集、键盘管理、显示管理和温度控制等几个部分。软件可由汇编语言完成，也可由 C 语言完成。

(1) 合理分配内存

内存是系统宝贵的资源之一，为合理利用内存，应对内存的使用通盘考虑，并反复修改使用方案，使之达到最合理利用。应尽量少使用全局变量，多使用局部变量，以提高内存的利用率。有效利用 CPU 内存和外围器件内存，一般情况下不建议扩展系统内存。

(2) 键盘管理部分

在设计键盘管理软件之前，要先设计键盘的使用方法，之后按照键盘的使用方法绘制软件流程图，之后设计程序。

(3) 显示管理部分

按照模块化设计思想，显示管理应以子程序的形式设计。程序设计中应包含显示缓冲区的设置，确定字模（字型编码），编排显示代码集等。

(4) 温度传感器的管理

在编写温度控制程序之前，应先了解温度传感器的特性，包括信号的范围、性质等，确定使用方法，然后再进行编程。

(5) 温度控制管理

首先设定温度范围，从传感器中读出温度数据，并且保存，然后计算温度数据，与设定值进行比较，判断是否超出温度范围。根据判断结果，根据结果，启动加热、停止加热或制冷子程序。

(6) 程序框图

程序框图如图 15.2 所示

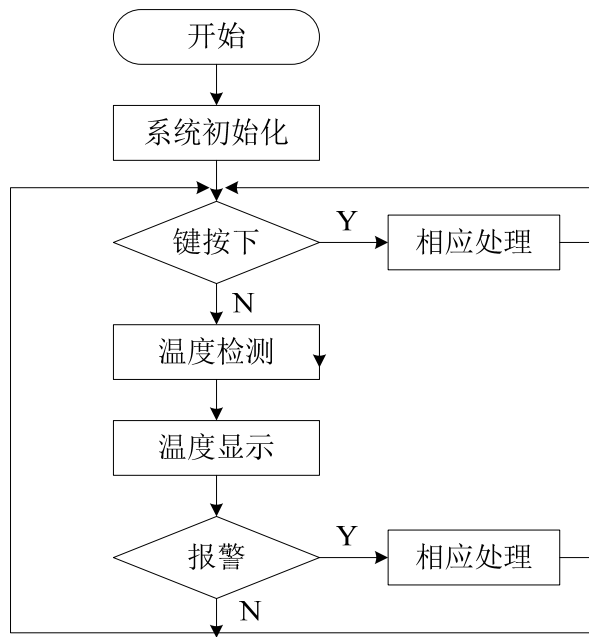


图 15.2 系统程序框图

16. 数字电压表

一、设计任务

可以测量 0-5V 的 8 路输入电压值，并在 LED 数码管或液晶显示器上轮流显示或单路选择显示。测量最小分辨率为 0.0196V，测量误差约为 $\pm 0.02V$ 。

选做：①最小分辨率为 0.002V，测量误差为 $\pm 0.002V$ 。②扩展串行通信接口电路，实现单片机系统与上位计算机的通信。

二、方案选择

1. 硬件方案选择

根据系统设计功能的要求，初步确定设计系统由主控模块、数据采集模块、显示模块和键盘模块组成。

(1) 主控模块

采用片内不带 A/D 转换器的 CPU，如 AT89S51 或其兼容系列。该类型单片机片内有程序存储器，具有扩展简单、价格便宜的优点。但构成数字电压表系统，须扩展 A/D 转换器。

STC、PIC、AVR 型号等单片机，内部带有 8 位以上的 A/D 转换器，可以方便的实现数据采集。但该类芯片价格稍高，有些型号不兼容 51 汇编语言，初学者学习起来需要花费一定的时间。

(2) 数据采集模块

数据采集模块的核心部件是 A/D 转换器。A/D 转换器根据精度不同有 8 位、10 位、12 位及以上的类型。选择时要根据系统精度要求、转换速度以及价格进行考虑。

双积分型 A/D 转换器一般精度较高，对周期变化的干扰信号积分为零，因而具有抗干扰性好、价格便宜等优点，但转换速度慢；逐次逼近型 A/D 转换器转换速度较快，精度较高，价格较高。

ADC0809 是一款初学者常用的 A/D 转换器，具有 8 路模拟输入端口，最大数值分辨率（精度）为 0.0196V。如要获得更高的精度要求，应采用 12 位以上的 A/D 转换器。

AD1674 是 12 位逐次逼近型 A/D 转换器，可直接与各种典型的 8 位或 16 位微处理器相连，无需附加逻辑接口电路。精度较高。

(3) 显示模块

简单的数据显示常采用液晶显示或数码管显示。液晶显示有耗电低、外形美观的优点，并且，点阵液晶可显示较复杂的字符或图案。其缺点是通用液晶显示器的显示方案构建不够灵活，在较暗的环境下液晶需要背光，而且，液晶显示成本较高。相对液晶显示器来讲，由于数码管种类繁多，其显示方案构建灵活，成本较低。由于本身即是发光体，所以，数码管显示无需额外光源。数码管最大的缺点是功耗较大，字符较多时，必须交流供电，而且，数码管不能显示复杂字型。所以，液晶和数码管两个方案的选择要根据显示的具体情况而定。值得一提的是，数码管串行静态显示和并行动态显示在位数较多时都会出现显示不稳定现象。

(4) 键盘模块

由于系统中按键较少，用普通按钮接 10K 的上拉电阻，用查询法或中断法完成读键功能。

(5) 系统的构成

系统框图如图 16.1 所示。

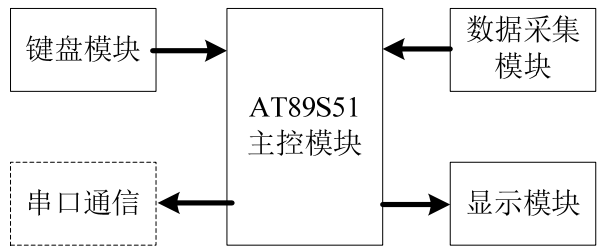


图 16.1 系统硬件框图

2. 系统软件设计

根据系统功能，系统软件包括主程序、显示子程序和数据采集子程序。

(1) 主程序

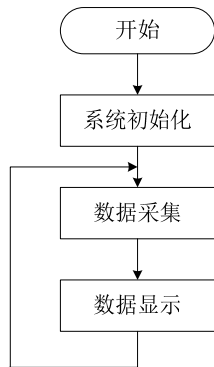


图 16.2 系统主程序流程图

刚上电时，系统默认为循环显示 8 个通道的电压值状态。当进行一次测量后，将显示每一通道的 A/D 转换值，每个通道的数据显示时间为 1S 左右。主程序在调用显示子程序和数据采集子程序之间循环。系统主程序如图 16.2 所示。

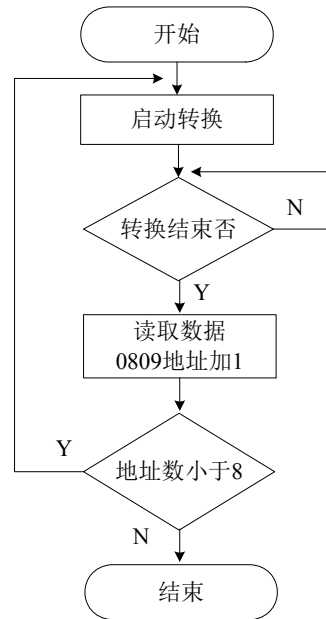


图 16.3 数据采集子程序框图

(2) 显示子程序

如采用数码管显示，采用动态扫描方式；采用液晶显示器，应仔细阅读液晶显示器的使用说明。

(3) 数据采集子程序

数据采集子程序用来控制对 0809 八路模拟输入电压的 A/D 转换，并将对应的数值存入内存单元。其流程图如图 16.3 所示。

17. 数显表

一、设计任务

- (1) 8路模拟量（直流 0-5V）输入。
- (2) 自动轮流显示 8 路输入模拟信号值。
- (3) 最小分辨率为 0.02V,最大显示数值为 255(输入 5V)。

二、任务分析

数显表是工业测量中常见的显示仪表，在各个行业中有着广泛的应用。

数显表的主要功能是与各类模拟量输入的传感器、变送器配合，完成温度、压力、流量、液位、电压等各种物理量的测量。数显表从功能上可分为模拟量通道、显示和键盘三个模块，分别完成信号的变换、采集以及人机交互的管理等。

本次设计的数显表只要求采样模拟电压信号 0~5V，8 路输入通道。

三、方案选择

1. 硬件方案选择

(1) 模拟量输入通道设计

模拟量输入通道设计中最重要就是选择合适的 A/D 转换器。

A/D 转换器可选择的并行芯片如 ADC0809 和 AD574，它们都是基于逐次逼近是转换原理的芯片，有较高的转换速度和转换精度，能够满足系统设计的要求。其中，ADC0809 内部具有 8 路通道选择译码器，对于系统设计可以减少设计通道选择的译码电路。但是，如果要求有更高的分辨率和转换速度时，或者将来准备将此电路板应用到后续的实践类课程时，可能不一定满足要求。

A/D 转换器也可选择串行芯片如 TI 公司的 12 位串行 A/D 转换芯片 TLC2543，（该芯片是使用开关电容逐次逼近技术完成 A/D 转换过程，串行输入结构能够节省单片机的 I/O 资源，并且价格适中）。其特点：12 位分辨率 A/D 转换器，在工作范围内为 10us 转换时间，11 个模拟输入通道，3 路内置自测试方式，采样率为 66Kb/s,线性误差为+1LSB，有转换结束(EOC)输出，具有单、双极性输出，可编程的 MSB 或 LSB 前导以及可编程的输出数据长度。

芯片的具体选择，就看设计者将来是否需要进一步的进一步的使用要求。

(2) 显示部分

简单的数据显示常采用液晶显示或数码管显示。液晶显示有耗电低、外形美观的优点，其缺点是通用液晶显示器的显示方案构建不够灵活，在较暗的环境下液晶需要背光，而且，液晶显示成本较高。相对液晶显示器来讲，由于数码管种类繁多，其显示方案构建灵活，成本较低。由于本身即是发光体，所以，数码管显示无需额外光源。数码管最大的缺点是功耗较大，字符较多时，必须交流供电。所以，液晶和数码管两个方案的选择要根据显示的具体情况而定。值得一提的是，数码管串行静态显示和并行动态显示在位数较多时都会出现显示不稳定现象。

本次设计的数显表的显示部分，可参考工业产品的显示设计，选用 4 位显示。

(3) 键盘部分

为使系统尽可能简化，键盘部分的设计在能够完成系统要求的前提下，越简单越好。所以，时钟系统的键盘可以设置 5 个键：确认键、加 1 键、减 1 键，光标移动键、复位键（可选）可满足要求。可根据设计的监控管理程序来进行具体的选择。

(4) D/A 转换器的选择

如果需要将转换的标准电流信号向上位机传输，可以选择 D/A 转换器 D/A0832，在详

细设计输出电路使仪表可以输出 4~20mA 标准电流信号。

(5) 看门狗 (WD) 设计

由于系统为连续工作方式, 系统中应考虑飞车保护, 即看门狗定时器 (WatchDogTimer) 保护。在系统初始化程序中, 应考虑上电复位和看门狗复位的区别, 避免出现看门狗复位后等待人工设置的情况。

(6) 串行总线部分

由于现场总线系统对仪表的要求, 需要有串行总线接口, 可选择 RS232 或者 RS485 总线。

(7) 系统结构

系统框图如图 17.1 所示。

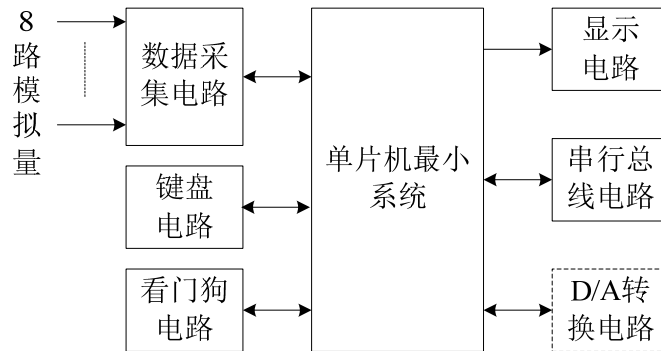


图 17.1 系统结构框图

2. 软件方案选择

系统软件可分为键盘管理、显示管理、信号采集和信号输出四部分。软件可由汇编语言完成, 也可由 C 语言完成。

(1) 合理分配内存

内存是系统宝贵的资源之一, 为合理利用内存, 应对内存的使用通盘考虑, 并反复修改使用方案, 使之达到最合理利用。应尽量少使用全局变量, 多使用局部变量, 以提高内存的利用率。有效利用 CPU 内存和外围器件内存, 一般情况下不建议扩展系统内存。

(2) 键盘管理部分

在设计键盘管理软件之前, 要先设计键盘的使用方法, 之后按照键盘的使用方法绘制软件流程图, 之后设计程序。

(3) 显示管理部分

按照模块化设计思想, 显示管理应以子程序的形式设计。程序设计中应包含显示缓冲区的设置, 确定字模 (字型编码), 编排显示代码集等。

(4) 信号采集

合理设计采样频率, 数据的类型, 数据处理的方法等。

18. 高精度免校对时钟及报时器

一、设计任务

设计一个年误差在毫秒级、免校准的数字钟，要求带有时分秒显示、掉电时钟正常运行、免校对。

选做：增加报时功能，日报时点数最大 100 点，报时点掉电不丢失，并可冬夏季报时时间自动切换，各报时点报时时间可控。

二、任务分析

根据题目要求可知，系统基本构成为实时时钟、键盘显示、一定量的存储单元和报时输出。系统运行时，实时时间与报时点比较，当两时间相等时，输出开关量控制蜂鸣器或电铃报时。报时点由用户通过键盘输入，掉电时不丢失。系统关键在于年误差要求在毫秒级，这一点普通的晶振系统无法满足要求。所以，本设计有两种方案可选，一是选用高精度晶振系统，保证时钟运行精度；二是接收美国 GPS 系统时钟，该时钟系统年误差在微妙级，可以满足设计要求。但是，再高精度的时钟也需要始终校对，如果免校对，只能是电波钟的工作模式。所以，接收美国 GPS 系统时钟的模式是最佳选择。

三、方案选择

市场上常见的号称高精度时钟年误差一般在 2 分钟左右，而年误差在毫秒级对于普通时钟来讲是比较困难的。所以，从 GPS 接收实时时钟是一个比较好的选择。

1. 系统总体框架图

美国 GPS 卫星定位系统向地面发送时间信息和定位测试信号，地面接收设备可接收相关信息，并以 TSIP 和 NMEA 协议格式通过串口送出。单片机接收 GPS 模块接收的信息进行判别筛选，选出包含有时间信息的信息包，将其时间转换为北京时间。接收模块的秒脉冲信号在接收不到卫星定位信息时依然存在，因此可以将其作为时间计数的脉冲，这样可以保证时间信息不会丢失，由三个按键组成的键盘对报时时间进行设置，报时输出可采用蜂鸣器和固态继电器。

GPS 授时精度可达到±20 纳秒，GPS 接收模块种类较多，如美国 Trimble 公司生产的 Lassen SQ GPS 接收模块，台湾产 GSTAR 模块，芬兰 iTrax03 GPS 模块等。经纬度和标准时间的传送一般使用 TSIP 和 NMEA 协议。

按设计要求，三个按键即可完成设置报时时间的工作任务，分别为加、减和确认键；显示电路可用数码管或液晶显示器。报时输出可选某端口输出，由 PNP 晶体管驱动，后接固态继电器。系统硬件框图如图 18.1 所示。

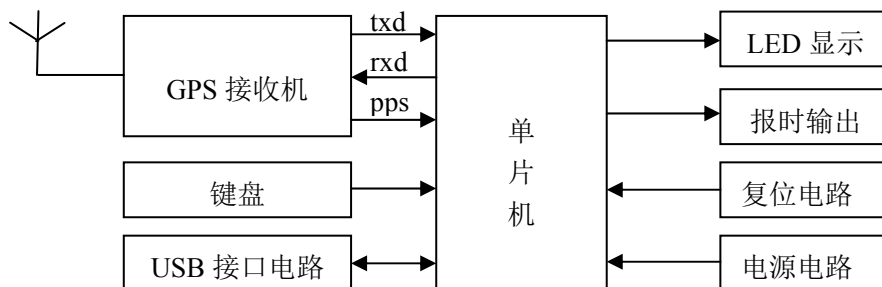


图 18.1 系统硬件框图

3. 系统软件设计

主程序流程图如图 18.2 所示。

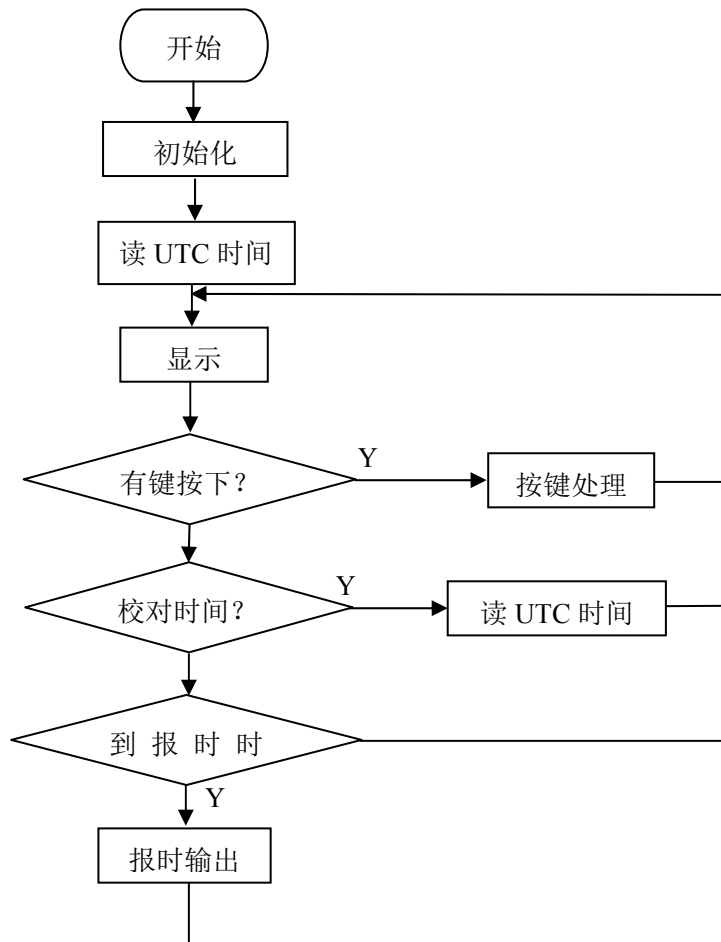


图 18.2 主程序流程图

此时输出的语句即为 NMEA 格式的 GPGGA 语句，其格式为：

\$GPGGA,<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>,<7>,<8>,<9>,M,<10>,M,<11>,<12>*HH<CR><LF>

传送的信息说明如下：

- 〈1〉 UTC 时间，时时分分秒秒格式；
- 〈2〉 〈3〉 〈4〉 〈5〉 经纬度信息；
- 〈6〉 GPS 质量指示；
- 〈7〉 使用卫星的数量：00-12；
- 〈8〉 水平精确度：0.5-99.9m；
- 〈9〉 天线离海平面的高度：-9999.9~9999.9m；
- M 指单位米；
- 〈10〉 大地水准面精度：-999.9~999.9m；
- M 指单位米；
- 〈11〉 差分 GPS 数据期限（RTCM SC-104）；
- 〈12〉 差分参考基站标号，从 0000-1023；
- * 语句结束标志符；

 HH 从\$开始的所有 ASCII 码的校验和；

〈CR〉 〈LF〉 两个标志在一起表示该语句结束。

时间接收部分的子程序流程图如图 18.3 所示。

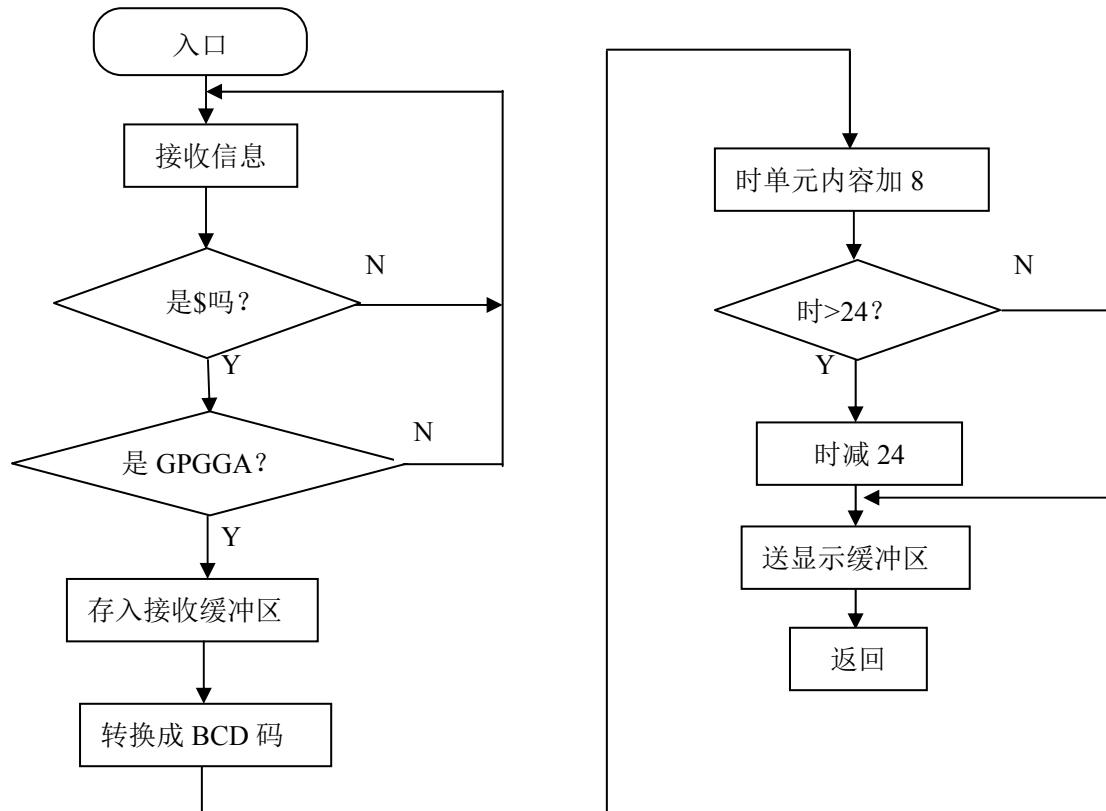


图 18.3 串口时间接收流程图

GPS 接收模块提供秒脉冲信号 (PPS)，它是一个正脉冲，当有效的位置被固定下来时，PPS 秒脉冲是和 UTC 同步的，它的时间精确度在 $\pm 95\text{ns}$ 内。此脉冲的上升沿的典型值小于 20 个纳秒，在主电源上电的时候 PPS 就会有输出，即使在接收不到卫星定位信息时该秒脉冲依旧会发出，本设计中即应用了 GPS 的秒脉冲的特性，保证了时间的连续性。

报时输出及时间校对部分软件设计。报时部分及校对功能的实现采用查询的方法，在内存中分别存放分信息以及小时信息，每更新一次时间信息便对内存单元进行一次查询，在查询到时间相等时，使 P3.3 置 0，产生一次报时输出。为防止秒脉冲丢失，每天应进行一次或多次时间校对。

中断部分流程图见图 18.4 所示。

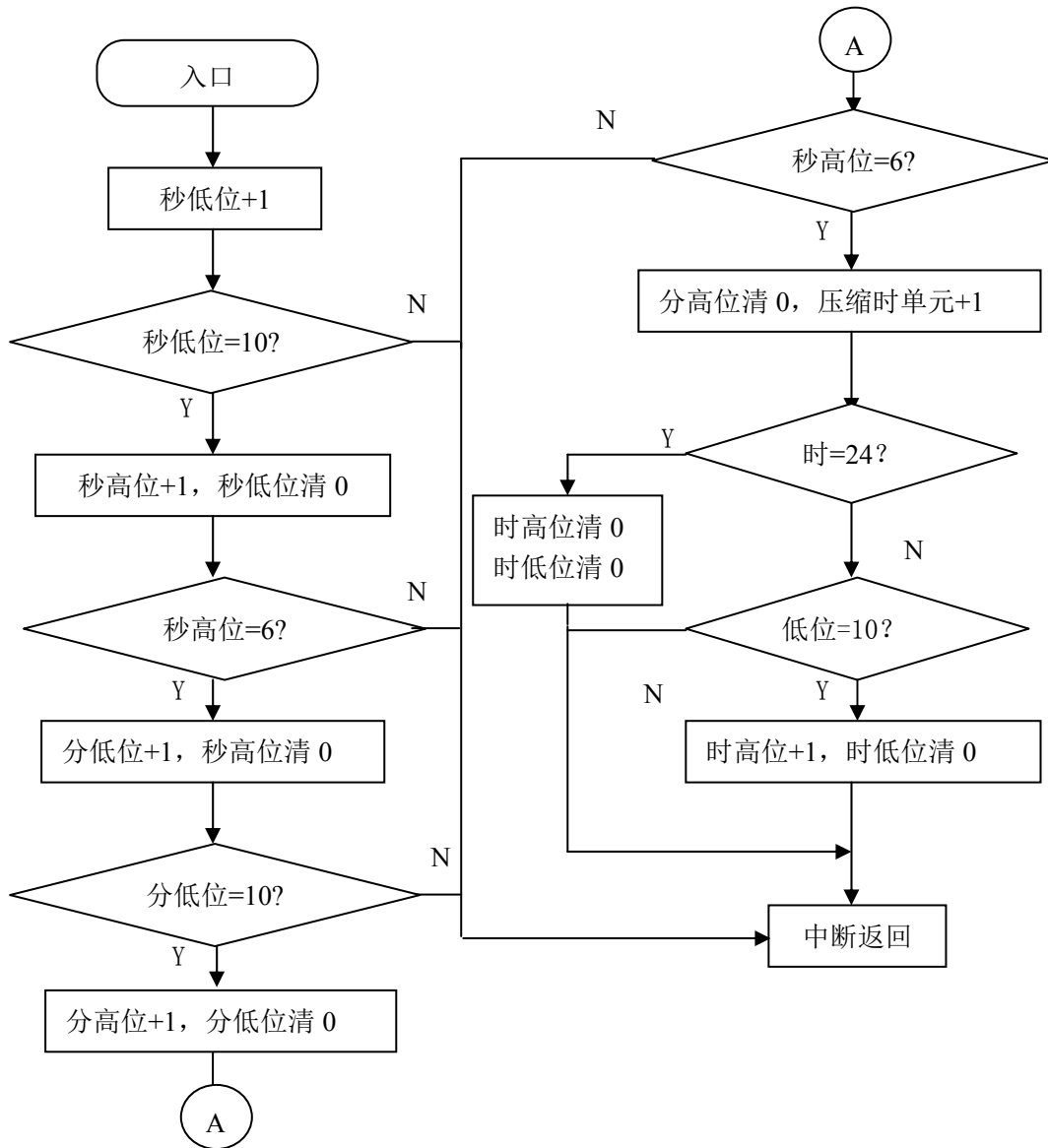


图 18.4 外部中断 0 流程

19. 全自动洗衣机控制器

一、设计任务

单片机又称微控制器，或称嵌入式控制器。而现在的智能家电无一例外是采用微控制器来实现的，所以家用电器是单片机应用最多的领域之一。它是家用电器实现智能化的心脏和大脑。

由于家用电器体积小，故要求其控制器体积更小以便能嵌入其结构之中。而家用电器品种多，功能差异也大，所以又要求其控制器有灵活的控制功能。单片机以微小的体积和编程的灵活性而产生多种控制功能，完全可以满足家用电器的需求。

1. 基本要求

- (1) 弱强洗涤功能。要求强洗时正反转驱动时间各为 4S，间歇时间为 1S；弱洗时正反转驱动时间各为 3S，间歇时间为 2S。
- (2) 洗衣机的标准洗衣程序是：洗涤——脱水——漂洗——脱水——漂洗——脱水——漂洗——脱水。经济洗衣程序少一次漂洗和脱水过程。具体的时间自己设定。
- (3) 暂停功能。不管洗衣机工作在什么状态，当按下暂停键时，洗衣机需暂停工作，待启动键按下后洗衣机又能按原来所选择的工作方式继续工作。
- (4) 声光显示功能。洗衣机各种工作方式的选择和各种工作状态均有声光提示和显示。

2. 选做

- (1) 能够完成独立洗涤、漂洗、脱水等功能。
- (2) 实现定时洗衣的功能。
- (3) 进排水系统故障自动诊断功能。洗衣机在进水或排水过程中，若在一定的时间内进水或排水未能达到预定的水位，就说明进排水系统有故障，此故障由控制系统测知并通过警告程序发出警告信号，提醒操作者进行人工排除。
- (4) 脱水期间安全保护和防振动功能。洗衣机脱水期间，若打开机盖时，洗衣机就会自动停止脱水操作。脱水期间，如果出现衣物缠绕引起脱水桶重心偏移而不平衡，洗衣机也会自动停止脱水，以免振动过大，待人工处理后恢复工作。提高标准电流的精度。

二、任务分析

全自动洗衣机的工作部件有 3 个，这就是电机、进水阀和排水阀。电机是洗衣机的动力源，它的转动带动洗衣桶和波轮的转动，从而实现对衣物的洗涤。进水阀用于控制洗衣机的进水量。排水阀用于控制排水。电机在脱水时还高速旋转带动衣物脱水。

电机的状态有 3 种，即正转、反转及停止状态。电机一般工作在这三种状态的不断转换之中，从而实现洗涤。但在脱水时，只工作在正转高速状态。

进水阀和派排水阀则只有开、关这两种状态。

三、方案选择

1. 硬件方案

根据设计的要求可知，系统的硬件原理框图如图 19.1 所示。

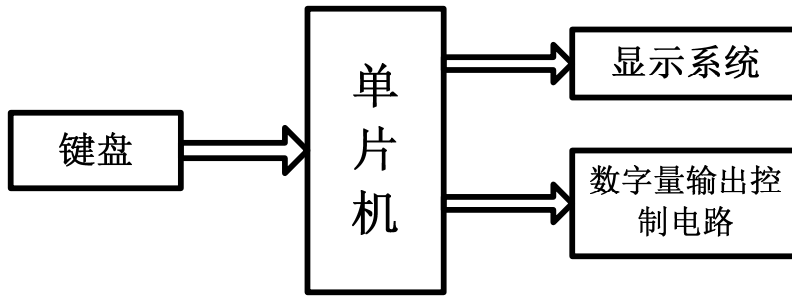


图 19.1 系统的硬件原理框图

键盘电路完成洗衣模式的选择，包括洗涤、漂洗、脱水，标准洗衣和经济洗衣。根据键盘的选择完成不同的功能，产生不同的控制量，同时显示剩余的时间。

2. 软件设计

(1) 洗涤过程

通电后，洗衣机进入暂停状态，以便放好衣物。若不选择洗衣周期，则洗衣机从洗涤过程开始。当按暂停关键时，进入洗涤过程。首先进水阀通电，打开进水开关，向洗衣机供水；当到达预定水位时，水位开关接通，进水阀断电关闭，停止进水；电机接通电源，带动波轮旋转，形成洗衣水流。电机是一个正反转电机，可以形成往返水流，有利于洗涤衣物。

(2) 脱水过程

洗涤或漂洗过程结束后，电机停止转动，排水阀通电，开始排水。排水阀动作时，带动离合器动作，使电机可以带动内桶转动。当水位低到一定值时，水位开关断开，再经过一段时间后，电机开始正转，带动内桶高速旋转，甩干衣物。

(3) 漂洗过程

与洗涤过程操作相同，只是时间短一些。

全部洗衣工作完成后，由蜂鸣器发出音响，表示衣物已洗干净。

主程序流程图见图 19.2 所示。

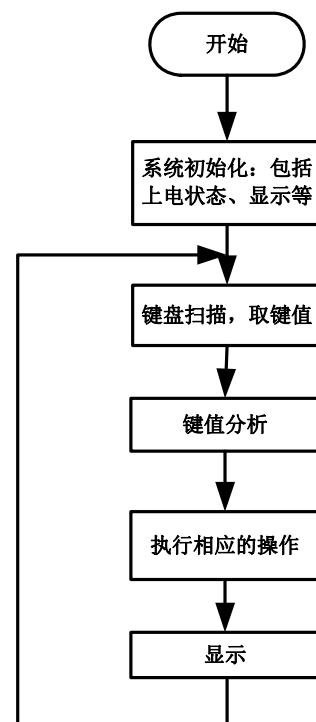


图 19.2 主程序流程图

20. 电容检测装置

一、设计任务

设计并制作一台数字显示的电容参数测试装置，示意框图如图 20.1 所示。

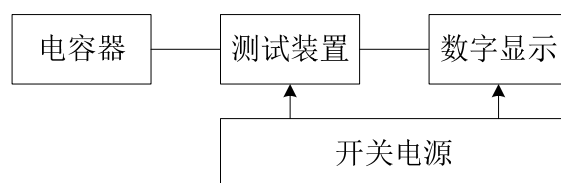


图 20.1 电容检测装置示意图

1. 基本要求

- (1) 测量范围 100pF~10000 pF
- (2) 测量精度 $\pm 5\%$
- (3) 采用 4 位数码管显示器或液晶显示器，显示测量数值，并用发光二极管指示所测元件的单位。

2. 选做

- (1) 扩大测量范围、提高测量精度。

测量量程自动转换。

二、任务分析

很多仪表都是把较难测量的物理量转变成精度较高且较容易测量的物理量。电容检测也采用这种途径。电容检测的方法较多，如电桥法、阻抗法等。电桥法的精确度较高，但电路复杂且测量时还需要调节电桥平衡，不利于实现全自动的智能化控制；阻抗法需要低失真的正弦波和高精度的 A/D，并且计算较为麻烦。而利用 RC 充电测时间常数的方法被广泛的利用于各种数字电容表中，精度较高，而且电路简单，控制容易。所以对于电容的测量，一般采用时间常数即测频的方法实现。

三、方案选择

1. 测电容值的 RC 振荡电路

RC 振荡电路可由 555 定时器构成多谐振荡电路实现，如图 20.2 所示。

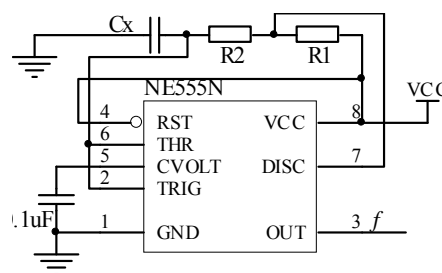


图 20.2 多谐振荡电路

$$\text{若取 } R_1 = R_2, \text{ 则 } f = \frac{1}{3(\ln 2)R_1 C_x}$$

改变 $R_1 R_2$ 的取值大小，即可设置不同的量程，使测量范围很宽。

2. 单片机对电容振荡频率的处理

单片机每次计算出频率值后先判断量程是否正确，然后通过浮点计算出相应的参数值。浮点运算采用 24 位，三个字节的长度，第一字节最高位为数符，低七位为阶码，第二字节和第三字节为尾数。采用这种计算方法后计数误差降低到最低限度。

3. 键盘设计

板上总共有四个按键：MENU 键，UP 键，DOWN 键和 ENTER 键。可以使用 MENU 键，退回到主菜单或者上一级菜单。使用 ENTER 键，来确认选用的功能。UP 和 DOWN 键用来移动菜单和切换量程用。

在电容测量的手动模式下，按动 MENU 键，将返回到主菜单；按动 UP 键，将增大量程；按动 DOWN 键，将减少量程；按动 ENTER 键，将保存当前量程状态，下次进入电容测试时，将会自动选择该量程。

注意：上边的按动，指的均为短按键。短按键——按键时间大于 20ms，小于 1s。长按键——按住按键大于 1s。

4. 系统的构成

系统硬件框图如图 20.3 所示。

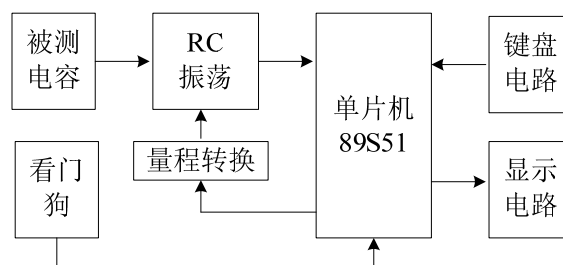


图 20.3 系统硬件结构框图

21. 出租车计价器

一、设计任务

出租车计价器是乘客与司机双方的交易准则，它是出租车行业发展的重要标志，是出租车中最重要的工具。它关系着交易双方的利益。具有良好性能的计价器无论是对广大出租车司机朋友还是乘客来说都是很必要的。

出租车计价器的主要功能是计价显示、时钟显示、根据白天、黑夜、途中等待来调节营运参数、计量数据查询等。

1. 基本要求

- (1) 不同情况具有不同收费标准：白天、晚上、途中等待 (>10min 开始收费)；
- (2) 数据输出：单价输出、路程输出、总金额输出；
- (3) 按键：启动计时开关、数据显示切换、白天/晚上切换、复位；
- (4) 能手动进行修改单价，但单价设定需密码进入。

2. 选做

- (1) 控制打印；
- (2) 能够在掉电的情况下存储单价等数据；
- (3) 能够显示当前的系统时间；
- (4) 语音播报数据信息。

二、任务分析

出租车计价器基本功能部分是根据里程数来完成总金额的输出。实现方法有两种。

方案一：采用数字电路控制。其原理方框图如图21.1所示。采用传感器件，输出脉冲信号，经过放大整形作为移位寄存器的脉冲，实现计价，但是考虑到这种电路过于简单，性能不够稳定，而且不能调节单价，也不能根据天气调节计费标准，电路不够实用。

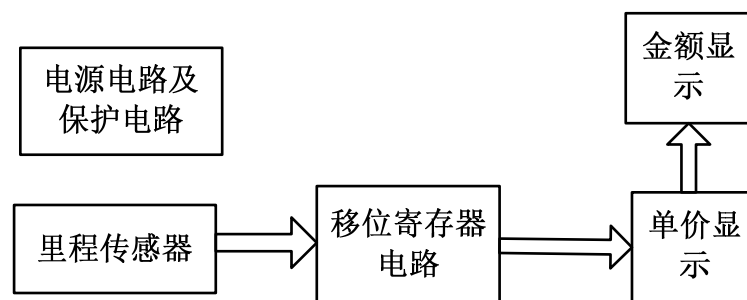


图 21.1 数字电路实现框图

方案二：采用单片机控制。利用单片机丰富的IO端口，及其控制的灵活性，实现基本的里程计价功能和价格调节、时钟显示功能。本方案有较大的活动空间，不但能实现所要求的功能而且能在很大的程度上扩展功能，而且还可以方便的对系统进行升级，所以我们采用后一种方案。

三、方案选择

1. 硬件方案

根据要求系统框图如图 21.2 所示。

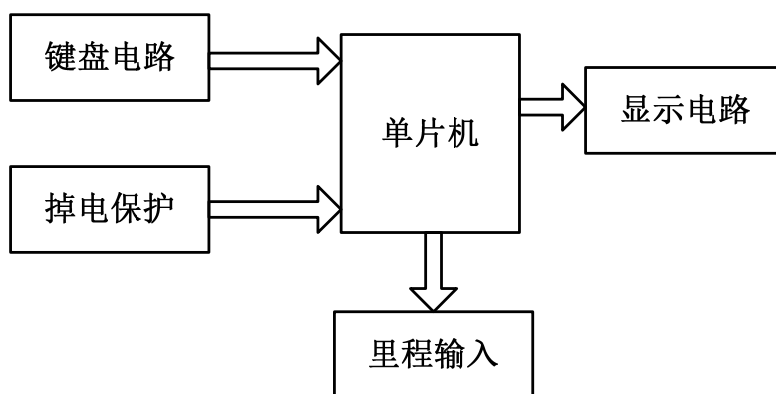


图21.2 硬件实现系统框图

(1) 里程计算、计价单元的设计

其里程计算是通过外部车轮的脉冲信号，送到单片机，经处理计算，送给显示单元的。车轮每一圈（设车轮的周长是1米），传感器开关就检测并输出信号，引起单片机的中断，对脉冲计数，当计数达到1000次时，也就是1公里，单片机就控制将金额自动的增加，然后可以根据如下计算公式进行计算：当前单价 * 公里数 = 金额

(2) 数据显示单元的设计

由于系统要求有单价、路程、总金额显示输出，以及时钟显示（包括时分秒的显示），可采用LCD液晶段码显示，但在距屏幕1米之外就无法看清数据，不能满足要求，而且在白天其对比度也不能满足要求，因此建议采用LED数码管的分屏显示。数据的分屏显示（时钟、显示路程和单价、总金额和单价）可通过按键来实现切换。

(3) 键盘单元设计

对键盘电路进行设计，建议能实现分屏显示切换，同时能控制控制空车牌和复位的功能。

使用行列式键盘时，键盘处理程序首先执行等待按键并确认有无按键按下的程序段。当确认有按键按下后，下一步就要识别哪一个按键按下。对按键的识别通常有两种方法：一种是常用的逐行扫描查询法；另一种是速度较快的线反转法。但需进行去抖处理。

(4) 掉电保护

掉电存储单元的作用是在电源断开的时候，存储当前设定的单价信息。掉电保护的芯片较多，如AT24C02是ATMEL公司的2KB字节的电可擦除存储芯片，采用两线串行的总线和单片机通讯，电压最低可以到2.5V，额定电流为1mA，静态电流10Ua(5.5V)，芯片内的资料可以在断电的情况下保存40年以上，而且采用8脚的DIP封装，使用方便。

2. 软件方案

主程序设计中，需要完成对各接口芯片的初始化、出租车起价和单价的初始化、中断向量的设计以及开中断、循环等待等工作。另外，在主程序模块中还需要设置启动/清除标志寄存器、里程寄存器和价格寄存器，并对它们进行初始化。然后，主程序将根据各标志寄存器的内容完成启动、清楚、计程和计价的功能。

当按下开始时，就启动计价，将根据里程寄存器中的内容计算和判断出行驶里程是否已超过起价公里数。若已超过，则根据里程值、每公里的单价数和起价数来计算出当前的累计当到达目的地的时候，由于霍尔开关没有送来脉冲信号，就停止计价，显示当前所应该付的金额和对应的单价，到下次启动计价时，系统自动对显示清零，并重新进行初始化。

系统的主程序流程图如图21.3所示。

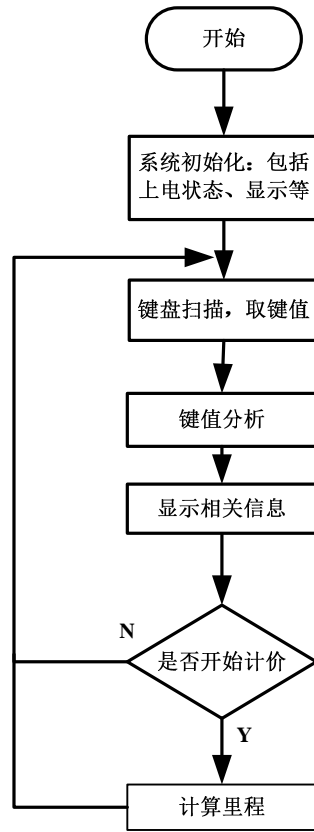


图 21.3 出租车计价器主程序流程图

22. 乒乓球游戏机

一、设计任务

使设计乒乓球游戏机。游戏规则如下：

1.球的运动

以连续排列的发光二极管作为乒乓球，点亮的发光二极管的移（位）动作为乒乓球的运动。

2.击球

甲、乙两方各有一个按键作为球拍，以按键的按下开关表示击球。如果没有失误，则甲方击球后发光二极管向乙方移动，反之亦然。

3失误

接球方必须在发光二极管移动到自己方最末一个二极管时，按下击球键使球向对方移动。如果击球过早或过迟，即发光管还没移动到最末一个或已经移出队列都是为失误。

4.游戏等级

不同等级的游戏区别在于球的运动速度级别越高，球的运动速度就越快。

5.记分牌

游戏机设有一个记分牌，由4位数码管显示双方的得分，胜一球累加一分。

本游戏供两人玩，发球权由玩家自行决定。若甲方发球开始，此时，“乒乓球”向右运动，接球方应在球到达终点时刻击球，如击球时机合适，则击球成功，球向对方运动；否则，击球失误，蜂鸣器报警，对方得分，用LED数码管显示双方比分。轮流发球，每方有2次发球权，哪方先得11分即获胜。按下开始键，可切换发球方（静止的发光管停留在某一方）。

双方各有一个按键，按键采用常/开常闭联动结构，通过按键按下时由常闭接点断开到常开接点闭合的时间差来决定球的回球速度。

接球方的击球动作应发生在“乒乓球”到达“最左”或“最右”方的 ± 0.5 秒钟内。如接球方在此期间内按键，接球成功，“乒乓球”向反方向运动。如果接球方提前或延后击球，则接球方失误，对方得分。

选做内容：击球键由双键组成，最好一个键帽两个触点。两个触点接通的时间间隔决定所击出球的运动速度。

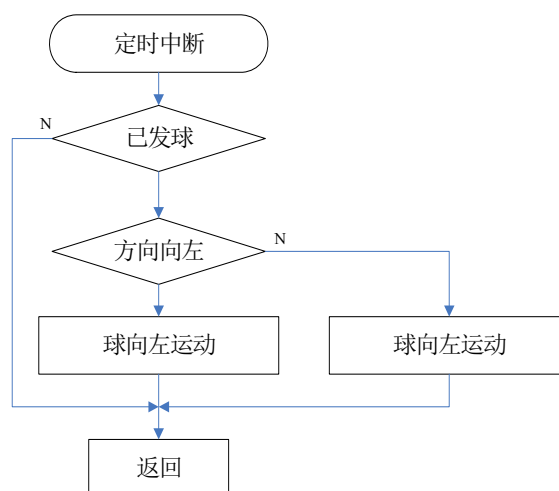
二、方案选择

1.乒乓球运动部分

两种方案可以考虑。一是发光二极管直接接到锁存器（要考虑驱动问题），乒乓球的运动采用定时移位来实现，定时的时间长短决定了球的运动速度；二是发光二极管接译码器输出（共阳接法），当译码器输入以二进制加计数方式变化时，可在译码输出端得到一个序列低脉冲，使发光二极管依次点亮，当以二进制减计数时，脉冲顺序相反，由此模拟乒乓球的运动方向。

2.球速的控制

球速的控制应有定时器来完成，球速与定时器的中断周期相关。具体速度可调试时看情况而定。定时器中断部分程序流程图如图所示。



23. 简易无线数传机

一、设计任务

数据传输方式分为有线传输方式和无线传输方式。有线传输方式受地理环境的制约比较严重，而无线传输方式可以很好的解决这个问题。简易无线数传机是将有线数据传输转换为无线数据传输，实现数据传输方式的转换。

1. 基本要求

- (1) 将 RS232 串行通信转化为无线通信，即串口收到数据可由无线发送；无线收到数据可由串口接收。
- (2) 可进行 RS232 串行通信波特率的设置和无线通信帧地址的设置。

2. 选做

- (1) 实现一点对多点的传输。
- (2) 可实现远程信号检测（水位、温度等）。

二、任务分析

无线收发模块是本系统的核心。它一般包括编码/解码电路和高频收发电路两部分，即发射模块包括编码电路和高频发射电路；接收模块包括解码电路和高频接收电路。由于高频电路参数不易调试，难度较大，自行设计高频收发电路延长了产品开发周期，目前大多采用已有无线模块产品直接应用于工程。市场上的无线收发模块种类繁多，价格便宜。选择无线收发模块，要根据无线传输距离、数据传输速率、编码/解码方式、高频调制/解调方式以及接口形式等参数来考虑。市场上的无线收发模块产品并没有统一的标准，各个厂家都有自己的特点和方式，但是原理相似。

三、方案选择

1. 硬件方案

系统框图如图 23.1 所示

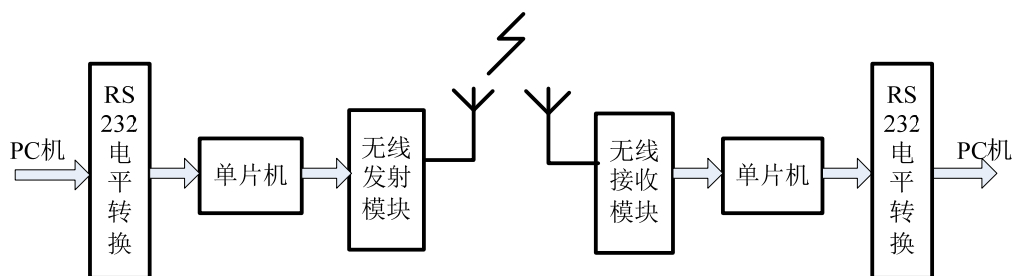


图 23.1 系统框图

(1) 无线收发模块

下面以一对常用编码/解码芯片为例，简略说明原理。

SC2262/2272 是较常用的编解码芯片，它们可在发射和接收之间建立一一对应关系。SC2262/2272 是一种 CMOS 工艺制造的低功耗低价位通用编解码电路，最多可有 12 位 (A0-A11) 三态地址端管脚 (悬空, 接高电平, 接低电平), 任意组合可提供 531441 种地址码, SC2262 最多可有 6 位 (D0-D5) 数据端输出, 设定的地址码和数据码可串行输出, 可用于无线遥控发射电路。

编解码芯片都有地址口，用来设定地址。编码芯片 SC2262 发出的编码信号由：地址码、数据码、同步码组成一个完整的码字，解码芯片 CS2272 接收到信号后，其地址码经过两次比较核，若收、发端地址相同，则数据输出（相应的高、低电平）。在点对点通信时，收发模块的编解码地址必须相同才能保证正确接受；在一点对多点的通信中，要根据接收模块（从

机)地址,发送模块(主机)适当改变地址,以保证从机可接收。

(2) 串口部分

串口是本系统与其它外设交互数据的接口。一般单片机内部都集成有串行通信接口(串口),但其数据信号电平并不是 RS232 标准电平,在单片机之间相互通信时可以直接相连,但却不能与标准串口直接通信。标准 232 电平规定逻辑“1”的电平为-15~-5v,逻辑“0”的电平为+5~+15v,即负逻辑电平,这与 TTL 电平不兼容,故应使用电平转换电路。MAX232 是常用 232 电平转换芯片,使用简便,只需外部配合 4 个电容即可,但要注意,电容接入时的极性。

(3) 地址设置

无线传输过程中,只有编解码芯片地址相同,才能保证数据的正确传输,为了增加系统的应用灵活性,应将编解码地址做成用户可设置的,方法很简单,可用拨码开关设定地址。在一点对多点的通信中,从机地址可用拨码开关设定地址,主机地址要根据数据的发送对象(从机),由单片机设定地址。

2. 软件方案

系统软件可分为串行通信接口程序和无线通信接口程序两大部分。软件可由汇编语言完成,也可由 C 语言完成。

1. 串行通信接口程序

这一部分包括串口初始化,波特率设置和收发程序。为了增加系统的使用灵活性,波特率可由用户设定。在波特率设置程序中要根据系统硬件拨码开关设置情况,给出相应波特率设置。串口收发程序可采用查询方式和中断方式。如果 CPU 的工作很多即负荷大,则应采用中断方式,这样串口的实时性好同时又能减轻 CPU 的负荷;反之,则可用查询方式。

2. 无线通信接口程序

这部分主要负责单片机与无线模块的数据交换工作。要根据无线模块的数据和地址的接口形式来分配单片机的 I/O 资源及程序设计。

发送部分主程序流程图见图 23.2 所示,接收部分主程序流程图如图 23.3 所示。

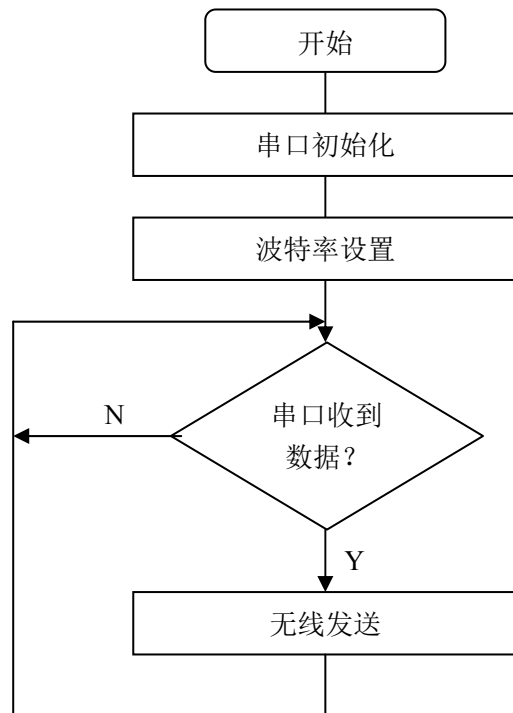


图 23.2 发送部分程序流程图

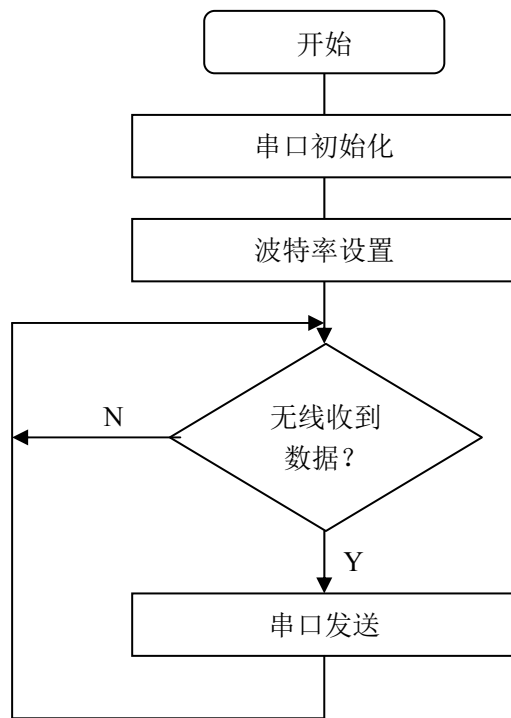


图 23.3 接收部分程序流程图

24. RS485 构成单片机网络

一、设计任务

在数据通信、计算机网络以及工业上的分布式控制系统中，经常需要采用串行通信来达到远程信息交换的目的。目前，有多种接口标准可用于串行通信，包括 RS-232 和 RS-485 等。RS232 串行接口标准，在短距离、较低波特率串行通信中得到了广泛应用。RS-485 是采用平衡发送和差分接收方式来实现通信，结构简单、组网容易，RS-485 总线标准得到了越来越广泛的应用。

1. 基本要求

- (1) 利用 RS-485 总线标准构成单主机多从机的单片机通信网络，至少 3 台从机；
- (2) 网络拓扑结构为总线型，实现半双工通信；
- (3) 制定通信协议。

2. 选做

- (1) 实现全双工通信；
- (2) 能够利用网络实现打印等功能。

二、任务分析

本设计的核心是总线收发器，掌握其工作原理和协议。RS-485 标准采用平衡式发送，差分式接收的数据收发器来驱动总线。驱动器能输出 $\pm 7V$ 的共模电压，接收器的输入灵敏度为 $200mV$ ，即 $(V+) - (V-) \geq 0.2V$ ，表示信号"0"； $(V+) - (V-) \leq -0.2V$ ，表示信号"1"。由于 RS-485 标准采用差分信号传输数据，故总线电缆一般采用双绞线，并且总线末端配置终端电阻，这是为了减小信号的反射。信号在传输过程中如果遇到阻抗突变，信号在这个地方就会引起反射，这种信号反射的原理，与光从一种媒质进入另一种媒质要引起反射是相似的。消除这种反射的方法，就是尽量保持传输线阻抗连续，实际工程中在电缆线的末端跨接一个与电缆的特性阻抗同样大小的终端电阻的原理就是为了减小信号反射。

三、方案选择

1. 硬件方案

(1) 总线收发器

常用的 RS-485 总线驱动芯片有 MAX485、MAX3080、MAX3088、SN75176，它们都有一个发送器和一个接收器，非常适合作为 RS-485 总线驱动芯片。下面以 SN75176 说明一下与单片机的接口。MCS-51 系列单片机集成了 RS232 串行接口，其中一种工作方式特别适合多机通信，所以在 RS-485 总线的单片机网络里，采用单片机串口与 RS-485 总线驱动芯片进行接口，如图 24.1。SN75176 的 A、B 端是差分信号输入、出端；D 为发送数据，DE 为发送使能；R 为接收数据，RE 为接收使能；只有在相应的使能端有效时，才能发送或接收数据。

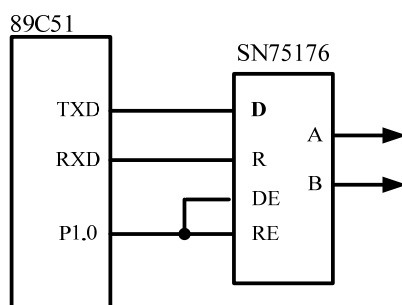


图 24.1 单片机与收发器接口

(2) 多机通信原理与系统构成

RS-485 支持半双工或全双工模式。网络拓扑一般采用终端匹配的总线型结构，不支持环形或星形网络。在由单片机构成的多机串行通信系统中，一般采用主从式结构：从机不主动发送命令或数据，一切都由主机控制。

并且只有一台单片机作为主机，各从机之间不能相互通讯，即使有信息交换也必须通过主机转发。采用 RS-485 构成的多机通讯框图如图 24.2 所示。

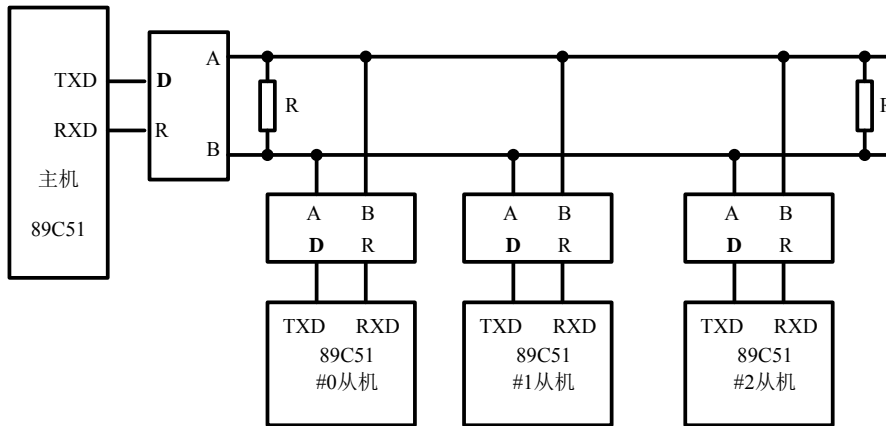


图 24.2 多机通讯系统框图

2. 软件方案

(1) 通信规则

为了能使命令、数据在网络上正确地传输，必须提供一定的网络协议，同时实现生成数据帧和命令帧的功能。

主机发出的信息分为地址和数据，它们必须区分开。单片机串行口模式 3 是波特率可变的 9 位通信方式，可编程位（TB8）由主机单片机自动打包区别地址和数据，TB8 为 1 表示地址字节，否则是数据字节。从机接收时则根据这一位来区别地址和数据。

通信开始前，所有的从机处于复位状态，监听主机的地址呼叫。可规定一个复位地址，例如 FFH。FFH 的呼叫地址将使所有的从机复位。这时的从机只对 TB8 为 1 的地址字节敏感，对数据字节不予理睬。如果有地址呼叫，则中断所有的从机。每个从机都把接收到的呼叫地址和本机地址相比较，如果相符，则该从机开始接收数据帧。其他从机则保持不变，后面的数据字节由于 TB8 为 0，它们不接收，继续监听地址呼叫。通信的从机完成通信后自动转入复位状态。一旦主机呼叫从机地址成功，建立起通信链路后，主、从机之间传输的信息包括命令和数据，仍采用 TB8 位来区分它们，即 TB8 为 1 表示命令，否则是数据。

(2) 通信数据协议

通信的数据长度必定大于一个字节，必须将他们合成一帧。网络数据协议帧的格式如表 24.1 所示。

表 24.1 数据帧格式

长度	数据包（数据 1……数据 N）	CRC 校验码
1 个字节	N 个字节	2 个字节

第一部分只有一个字节，代表该帧的长度为 N+2。第二部分是 N 个数据的数据包。具体地说，当主机发给从机的时候，数据包包括命令字及参数；当从机回送给主机的时候，包括状态字以及必要的参数。最后一部分是采用 CCITT(Consultative Committee International for Telephony and Telegraph, 国际电报电话咨询委员会) 的 CRC (Cyclic

Redundancy Check, 循环冗余校验) 码, 长度是两个字节。但是由于 CRC 校验的运算过程较复杂, 在本题目中可作为发挥部分, 但在实际工程应用时必须要有数据校验, 以保证收到的数据是正确的。

主机程序流程图和从机程序流程图见图 24.3 和图 24.4。

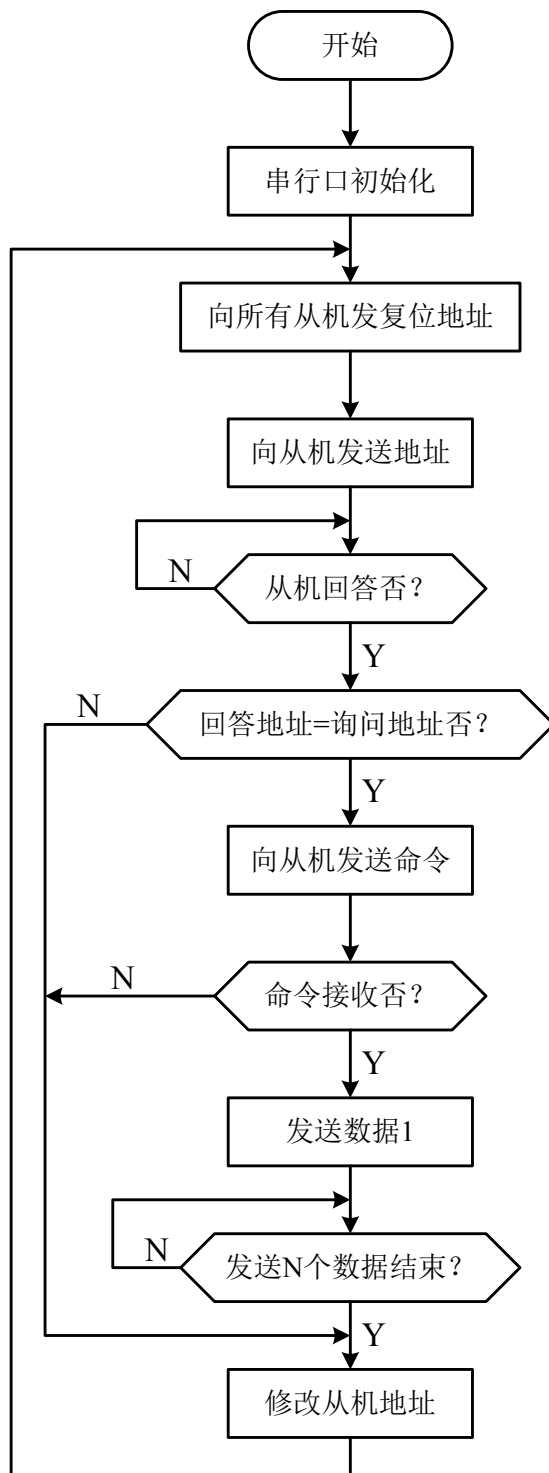


图 24.3 主机程序流程图

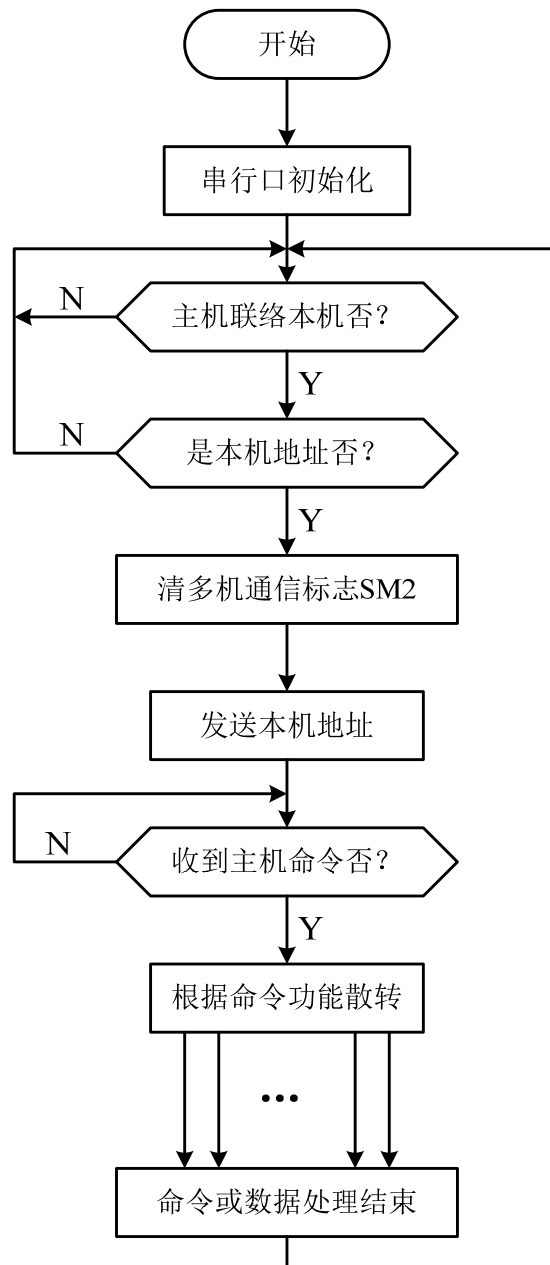


图 24.4 从机程序流程图

25. 电饭煲控制器

一、设计任务

试设计电饭煲控制器，要求有预约功能，可以烹饪大米饭、粥、保温、冷饭加热等功能，具体要求如下。

1.控制策略

- (1) 大米饭：当达到 105° 时，停止加热，并在 15 分钟后通过蜂鸣器提示用户。
- (2) 粥：开始加热后，通过测温元件监视锅底温度，使锅底温度保持在 $99^{\circ} \sim 100.5^{\circ}$ 之间（ 100° 时停止加热、 99° 时开始加热），此种状态持续 20 分钟，之后通过蜂鸣器提示用户过程结束。
- (3) 保温：使锅底温度维持在 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间。
- (4) 冷饭加热：锅底加热至 100° ，使锅底温度保持在 $99^{\circ} \sim 100.5^{\circ}$ 之间（ 100° 时停止加热、 99° 时开始加热），此种状态持续 5 分钟，之后通过蜂鸣器提示用户过程结束。

2.定时

用户可以是电饭煲在预约时间（倒计时方式）开始工作，最长预约时长为 12 小时。

3.控制面板：四个发光管分别与大米饭、粥、保温、冷饭加热相对应，另一发光管用于区分工作与预约，两位数码管用于预约时间及倒计时。按键有：开始键、功能键、加键、减键。

二、方案选择

由设计要求可知，系统除单片机外，应包含温度检测、键盘、显示以及蜂鸣器。温度检测可选择应用较为方便的串行式温度传感器，键盘个数较少，所以可以用简单式键盘。由于预约时长为 12 小时，并且精度要求不是很高，所以用两位数码管显示器即可。电饭锅预约的精度要求不是很高，所以没有必要另加时间（日历）芯片，用单片机定时中断通过软件扩展实现预约定时即可。单片机对功率元件的控制可用固态继电器来完成，最好用光电隔离式以减少主回路对控制回路的干扰。

系统软件可分为显示、键盘管理、预约延时、温度控制几部分。

26. 超声波测距

一、设计任务

设计一个超声波测距器，可应用在汽车倒车、建筑施工工地以及一些工业现场的位置测控，也可用于如液位、井深、管道长度的测量等场合。

1. 基本要求

- (1) 测量范围 10—80 cm;
- (2) 测量精度 1 cm;
- (3) 测量时与被测物体无直接接触，能够清晰稳定地显示测量结果。

2. 选做

- (1) 测量范围扩展为 10 cm—4m，提高测量精度;
- (2) 语音播报测量结果。

二、任务分析

超声波测距仪是利用超声波发射器向某一方向发射超声波，在发射时刻的同时开始计时，超声波在空气中传播，途中碰到障碍物就立即返回来，超声波接收器收到反射波就立即停止计时。超声波在空气中的传播速度为 340m/s，根据计时器记录的时间 t ，就可以计算出发射点距障碍物的距离(s)，即： $s=340t/2$ 。超声波测距主要应用于倒车雷达、建筑施工工地以及一些工业现场，例如：液位、井深、管道长度等场合。目前国内一般使用专用集成电路设计超声波测距仪，但是专用集成电路的成本很高，并且没有显示，操作使用很不方便。超声波指向性强，穿透能力强，能量消耗缓慢，在介质中传播的距离较远，因而超声波经常用于距离的测量。如测距仪和物位测量仪等都可以通过超声波来实现。但由于超声波传感器的成本较高，所以一般运用于专业领域，民用产品中运用较少。考虑到一般情况下对测距的要求较低，可在一定程度上牺牲其精确度和测距范围，从而降低成本，使其运用范围大大扩展。

超声波测距系统主要由声波发射电路、回波接收电路以及信号采集电路、温度补偿电路等组成。

三、方案选择

1. 硬件方案选择

(1) 超声波发射电路

总体上讲，超声波发生器可以分为两大类：一类是用电气方式产生超声波，一类是用机械方式产生超声波。电气方式包括压电型、磁致伸缩型和电动型等；机械方式有加尔统笛、液哨和气流旋笛等。它们所产生的超声波的频率、功率和声波特性各不相同，因而用途也各不相同。目前较为常用的是压电式超声波发生器。

压电式超声波发生器实际上是利用压电晶体的谐振来工作的。超声波发生器内部主要由两个压电晶片和一个共振板组成。当它的两极外加脉冲信号，其频率等于压电晶片的固有振荡频率时，压电晶片将会发生共振，并带动共振板振动，便产生超声波。反之，如果两电极间未外加电压，当共振板接收到超声波时，将压迫压电晶片作振动，将机械能转换为电信号，这时它就成为超声波接收器了。

这种压电式超声波传感器是利用内藏的压电晶体的压电效应。压电晶体在外电场作用下会产生机械变形，或者使压电晶体变形也会产生电压，前者称为逆压电效应，后者称为正压电效应。利用压电晶体的逆压电效应，电路的高频电压会转换为高频机械振动，以产生超声波，作为超声波发生探头，利用压电晶体的正压电效应可将接收的超声波振动转换成电信号，作为超声波接收探头。

(2) 超声波接收电路

超声波接收电路的作用是对接收的超声波信号进行放大，并将放大后的信号处理成系统可以处理的电平信号。

(3) 温度补偿电路

超声波是一种声波，其声速 c 与温度有关。如果测距精度要求很高时，则应通过温度补偿的方法加以校正。温度测量可以使用数字温度传感器 DS18B20。

(4) 超声波测距器的算法设计

超声波测距的原理即超声波发生器 T 在某一时刻发出一个超声波信号，当这个超声波遇到被测物体后发射回来，就被超声波接收器 R 所接收到。这样只要计算出从发出超声波信号到返回信号所用的时间，就可以算出超声波发生器与反射物体的距离。距离的计算公式为：

$$d = s/2 = (c \times t)/2$$

其中 d 为被测物体与测距器的距离， s 为声波来回的路程， c 为声速， t 为声波来回所用的时间。

(5) 系统硬件框图如图 26.1 所示

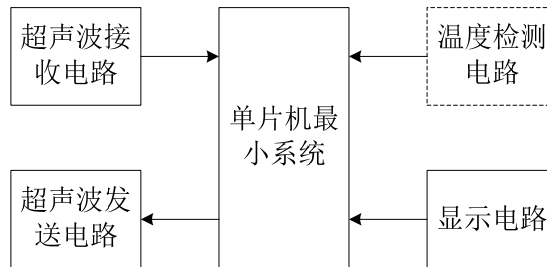


图 26.1 系统硬件框图

2. 超声波测距器的软件

系统软件主要由主程序、超声波发射子程序、超声波接收中断程序及显示子程序组成。

图 26.2 为系统主程序框图。

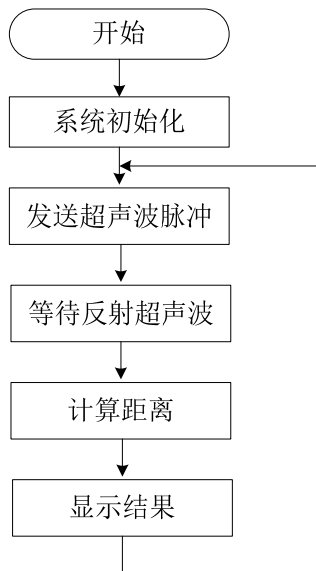


图 26.2 系统程序结构框图

超声波测距器主程序利用外部中断检测返回超声波信号，一旦接收到返回的超声波信号，立即进入中断程序。

27. 简易数字经纬度测量仪

一、设计任务

纬度系统是人们较为熟知的地理坐标设计方法，它通过经度和纬度两个数值来表示位置，广泛应用于定位、导航、大地测量、位置服务等行业。在这些应用中，经纬度的精确获取是基础，直接决定应用的质量。

1. 基本要求

- (1) 带有经度、纬度以及高度三维信息的显示
- (2) 有掉电保护功能
- (3) 信息的语音播报功能

2. 选做

- (1) 能够实现速度的测量
- (2) 能够存储某一时间的经度、纬度以及高度信息
- (3) 能够实现远距离经度、纬度以及高度信息的传输

二、任务分析

GPS (Global Positioning System) 全球定位系统是由美国研制，利用导航卫星向地面不断发送的导航电文，提供连续、实时、高精度的经度、纬度和高度三维信息。利用 GPS 获取经纬度信息，无疑是各种获取办法中最佳办法之一。电子经纬度仪是利用 GPS 接收机获取的经纬度信息，通过单片机控制器的处理和显示，实现经纬度的数字测量。

GPS 接收模块是系统的核心，可采用三种方案实现。一是利用集成 GPS 芯片进行硬件搭建设计；二是根据现有算法实现软件 GPS 接收机的设计；三是利用二次开发的 GPSOEM 板作为接收模块。前两种方案可以根据需求进行专用设计，针对性强，但是设计周期长，难度大。第三种方案难易适中，比较适合本系统的设计。

三、方案选择

1. 硬件方案

(1) GPS 接收模块

生产 GPSOEM 板的厂家有很多，比较著名有 SiRF(瑟孚)、Garmin(高明)、摩托罗拉、索尼、富士通、飞利浦、Nemelix、uNav、uBlox 等。其中 Garmin 公司生产的 GPS15LOEM 板性价比高，比较常用。它采用+5V 电源供电，有 12 通道，最多可同时跟踪 12 颗卫星，如开通秒脉冲，可同时跟踪 11 颗卫星。接收板自动捕获卫星信息时间小于 2s，热启动时间约为 15s(所有数据已知)，冷启动时间约为 45s(初始位置和时间未知)。自动定位需要 5min(历书已知，初始位置和时间未知)。它输出数据格式采用 NMEA0183，信息更新输出间隔从 1s 到 900s 可调，RS-232 输出，输入可为 RS-232 或者具有 RS-232 极性的 TTL 电平。波特率从 300bps~38400bps 可选。GPS OEM 接收板在任意时刻能同时接收其视野范围里 4~11 颗卫星的信号，其内部硬件电路和软件通过对接收到的信息进行解码和处理。

(2) 微处理器控制模块

可采用性能优越的单片机 AT89S52 作为整个系统的处理控制核心，完成对串行口控制器的初始化和数据读写，还要对接收的各种数据进行识别、转储、显示以及语音播报控制。

(3) 显示部分

显示部分实现经纬度数据实时显示。显示方式主要有数码管显示和液晶显示，经纬度的显示不仅有数据，而且要显示经纬度汉字字符，鉴于数码管难于显示汉字字符，因此可选液晶显示方式。

(4) 人机控制模块

对系统的控制可通过键盘、触摸屏、遥控器遥控等手段。键盘最简单，易实现；触摸屏方式人性化，但造价高；遥控器遥控可实现远距离、非接触式控制。相对而言，触摸屏和遥控方式较先进，具有一定的技术含量，可作为后续开发。键盘主要有矩阵式和独立式两大类，矩阵式主要用数字键盘或键数较多的场合，本系统只需要启动键、翻页键、语音录放键，所以可采用独立式。

(5) 看门狗（WD）设计

为防止程序运行跑飞，可采用看门狗定时器（WatchDogTimer）进行保护。

(6) 语音录放模块

通过语音录放模块，可实现经纬度的实时语音播报。语音录放可采用 ISD1420 语音录放集成芯片来实现。ISD1420 可完成 20 秒的高保真的语音录放，不仅语音质量好，而且具有断电语音保护功能。

系统原理框图如图 27.1 所示。

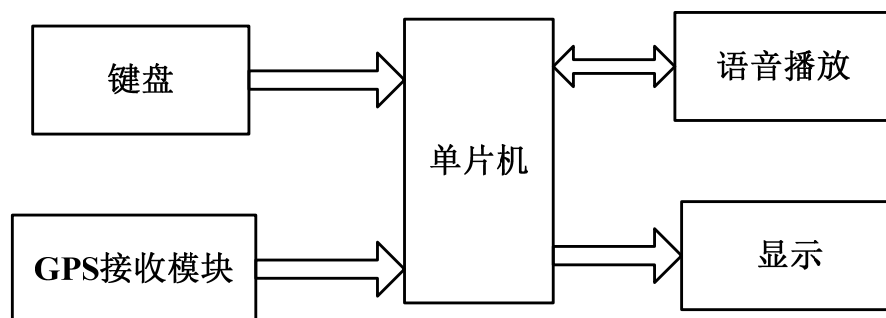


图 27.1 系统硬件原理框图

2. 软件方案

系统软件模块主要有键盘管理、显示管理、语音录放管理、GPS 接收管理和单片机数据处理五部分。具体可由汇编语言或 C 语言实现。主程序流程图见图 27.2 所示。

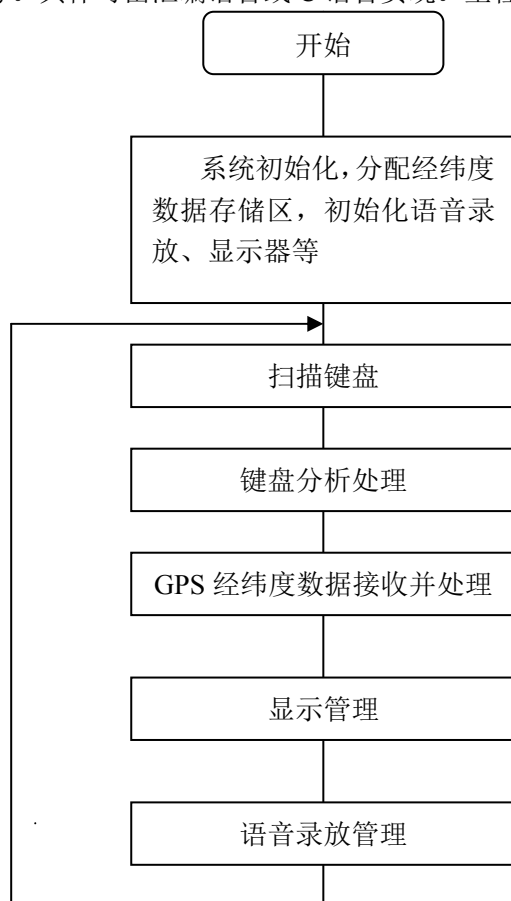


图 27.2 软件程序框图

28. 简易调节器

一、设计任务

设计 PI 调节器。要求有一路 AD 输入（4-20mA 或 0-5V）、一路串行口输入、一路 DA 输出（0-5V）、一路 PWM 输出、4 按键、4 位数码管显示以及手动/自动转换开关。具体要求如下：

1. 调节器结构

调节器结构如图 28.1 所示。在图中，系统给定由内存直接给出，给定值大小由键盘设定。过程反馈经 AD 转换后与给定值比较，将差值送给 PI 调节器算法单元，计算出控制输出后送给 DA 转换器。

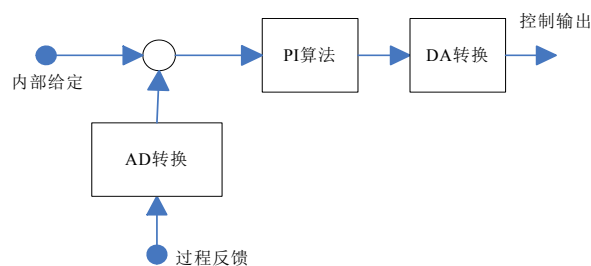


图 28.1 简易调节器的结构

2. 控制算法的计算以单精度浮点格式进行。

3. (选做) 实现分离积分、变速积分和死区 PID

二、任务分析

调节器是工业控制中常用的控制仪表，在许多行业中有着广泛的应用。简易调节器的主要功能是与各类模拟量输入的传感器、变送器配合，完成温度、压力、流量、液位、电压等各种物理量的测量和控制。简易调节器从功能上可分为模拟量输入通道、模拟量输出通道（可选的自动和手动切换电路）、显示和键盘四个模块，分别完成信号的变换、采集、控制运算以及人机交互的管理等。

由设计任务可以看出，本设计硬件部分除单片机以外，还包括 AD、DA、键盘和显示部分，为方便用户使用，显示器可设置两组，一组显示设定值，另一组显示反馈量；另外，还应设置上下限报警提示灯。调节器软件部分较为复杂，必须认真仔细考虑。

PID 调节器的数学计算公式为：

位置型： $P(k)=K_p E(k)+K_i \sum E(j)+K_d [E(k)-E(k-1)]$

增量型： $\Delta P(k)=K_p [E(k)-E(k-1)]+K_i E(k)+K_d [E(k)-2E(k-1)+E(k-2)]$

上述表达式中， K_p 、 K_i 、 K_d 分别为比例系数、积分系数和微分系数。 $E(k)$ 为第 k 次采样的偏差值（给定与反馈之差）。一般情况都采用增量式算法。

从增量式计算公式可以看出，计算过程中应设置系数常量 K_p 、 K_i 、 K_d ，具体数值由用户通过键盘输入。偏差变量 $E(k)$ 、 $E(k-1)$ 和 $E(k-2)$ 初值可设为 0，每次新的采样值获得后，应将偏差向后串一个。调节器的采样、算法计算以及控制输出都由定时中断控制进行，中断周期的具体要求请参考有关资料。由于需要浮点运算，所以推荐使用 C 语言编程。

另外，作为调节器，还应设置给定值速率限制、最大输出变化率限制、上下限报警、手动控制、自动控制以及手动/自动无扰切换等功能。

29. 红外收发器

一、设计任务

红外遥控技术是一种利用红外线进行点对点通信的技术，其相应的软件和硬件技术都已比较成熟。它是把红外线作为载体的遥控方式。在现代电子工程应用中，红外线常常被用做近距离视线范围内的通讯载波，最典型的应用就是家电遥控器。使用红外线做信号载波的优点很多：成本低、传播范围和方向可以控制、不产生电磁辐射干扰，也不受干扰等等。因此被广泛地应用在各种技术领域。

红外线遥控具有结构简单，制作方便，成本低廉，抗干扰能力强，工作可靠性高等一系列优点，特别是室内遥控的优先遥控方式。同时，由于采用红外线遥控器件时，工作电压低，功耗小，外围电路简单，因此它在日常工作生活中的应用越来越广泛。

1. 基本要求

- (1) 能够实现利用红外线实现无线数据的收发；
- (2) 能够将发送的数据或接收的数据进行显示，或根据接收的命令执行相应的功能。

2. 选做

- (1) 所发送的数据利用 PC 机进行控制；
- (2) 能够实现的数据通信采用一对多的主从模式；
- (3) 能够实现远程的参数数据传送，如实现远程抄表、温度、湿度等。

二、任务分析

由于 51 系列单片机的串行口不支持红外数据传输功能，实现红外通信的方案之一专用芯片解决方案。专用红外编码芯片种类很多，如日本三菱公司的 M50426AP、PT2262、BL9148、ZD6631 等，此类芯片一般集载波振荡、编码、发射于一体，具有很强的抗干扰能力，外围电路简单，使用很方便，而且价格也很低。通用的遥控器上大多使用此类专用芯片。但是，专用芯片也有致命的弱点：专用芯片的应用灵活性很差，其内部编码已经固定，无法修改内部数据，不适用于经常需要改动传送数据的场合；专用芯片几乎都是面向指令型的编码遥控方式，传输效率较低；大多数的专用芯片的内部编码及技术数据已经公诸于世，会产生安全漏洞。

另一种是采用微处理器直接解决，该方案使用微处理器的 I/O 口直接产生某一频率的已调波，驱动红外发光二极管，发射红外数据。而红外编码工作由软件完成，因此，红外编码方案可以任意设计，外部只需配接非常简单的硬件电路，大大降低了了电路的复杂性，有利于降低成本，减小遥控器的体积。由于使用软件编码方案，占用了 CPU 的一定的时间，CPU 处理速度受到一定的影响。由于电路使用分立元件构成，其稳定性和抗干扰能力不高。

三、方案选择

1. 硬件方案

本系统分两个模块：发射模块，接收模块。其中发射模块有键盘输入，通过单片机进行编码，红外线发射装置将编码发射出去。接收模块中，通过红外线接收，单片机进行解码，然后将数据送至显示。根据要求可知，系统的硬件框图见图 29.1。

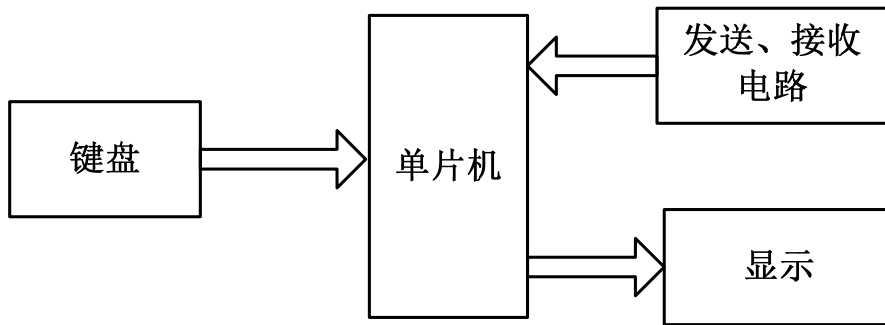


图 29.1 红外数据通信原理框图

其中显示部分可以是 LED 显示，也可以是 LCD 显示。

2. 软件方案

系统软件可分为键盘管理、显示管理、数字编解码管理三部分。软件可由汇编语言完成，也可由 C 语言完成。

对于数字编解码管理部分，如果采用专用的红外收发芯片，不需考虑数字编码的方法，厂家已经确定；所以，在此部分编程之前，应认真研究专用芯片生产厂家的使用说明，了解芯片的结构和使用方法，之后再对其进行编程。如果采用软件编程，则要设计合理的编解码方式。

若采用软件编程实现红外数据通信，流程图见图 29.2 所示。

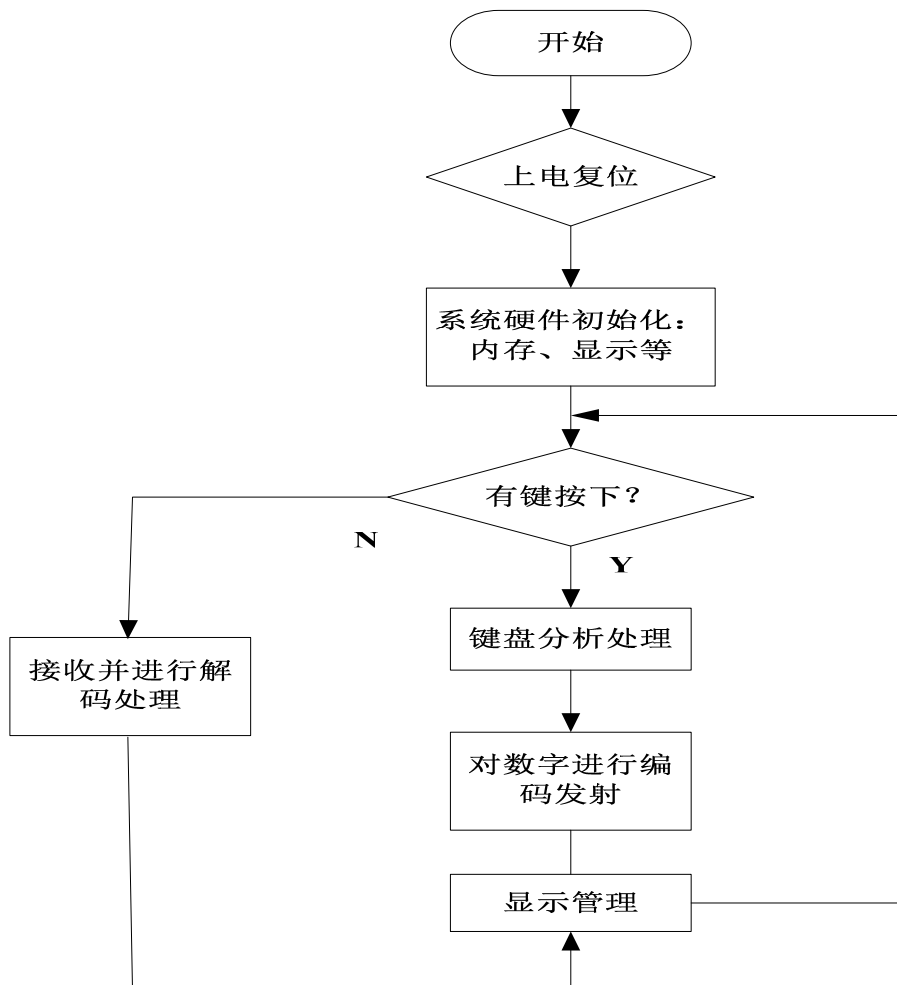


图 29.2 红外通信程序流程图

30. 简易电子琴

一、设计任务

设计一个以单片机为核心，可演奏 3 和弦的、音程为三组（G—Ė）的电子琴。

二、任务分析

所谓音频是指人耳能听到的频率范围，为 20Hz 到 20KHz。音乐中的音高一般以中央 A 为基准，其频率为 440Hz，一个八度音程的频率关系为 2 倍的关系。一个八度中间有 12 个半音，两个半音之间相差 $(2)^{1/12}$ 倍，所以，由 A 到 Ȧ 之间每半程音高频率分配如下：

A	#A	B	#B
110.000000	116.540940	123.470825	130.812783
C	#C	D	#D
138.591315	146.832384	155.563492	164.813778
E	#F	G	#G
174.614116	184.997211	195.997718	207.652349
A	#A	B	#B
220.000000	233.081881	246.941651	261.625565
C	#C	D	#D
277.182631	293.664768	311.126984	329.627557
E	#F	G	#G
349.228231	369.994423	391.995436	415.304698
A	#A	B	#B
440.000000	466.163762	493.883301	523.251131
C	#C	D	#D
554.365262	587.329536	622.253967	659.255114
E	#F	G	#G
698.456463	739.988845	783.990872	830.609395

图 2

所以，系统设计的主要任务既是当某个音高的键盘按下时，在扬声器中发出相应频率的声音即可。

三、方案选择

1. 硬件方案

频率输出有两种方案可选，一是通过定时器中断控制端口的置位复位，形成给定频率的方波输出；二是用定时器 8253，通过设定不同的计数初值在其输出端形成给定频率的方波输出。由于按键较多，键盘选用矩阵式键盘，支持两键同时按下的识别。另外，由于要求有三和弦输出，所以，设置三个输出端，先将三个频率叠加，之后送给功放输出。注意，方波中含有高频成分，须将高频滤掉形成近似正弦波后进行叠加。硬件框图如图 30.1 所示。

2. 软件方案

软件的主要任务，简单的讲，即是在键盘按下之后，根据键名（音高）计算或查表得到对应频率的定时器计数初值，使定时器产生中断或输出给定频率的方波。推荐查表方式获得计数初值，此种方式只占用 ROM，速度快。

一般情况下，每一个按键可以根据其硬件接线情况确定其编码，这一编码在一个键按下时是唯一的。但是，由于本系统允许许多键同时按下，所以，键盘按键名进行编码的管理方式不适用于本系统。此时，应扫描键盘状态，即扫描有那几个键按下，再根据键盘（按下）状

态查找定时器初值。由于没有重复处理的问题，所以不用键盘去抖延时。

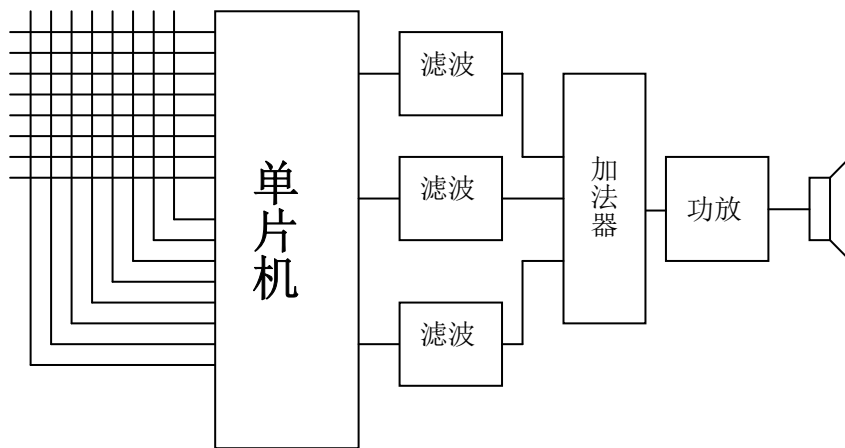


图 30.1 硬件实现原理框图

附件 2 单片机系统课程设计大纲

课程设计名称：单片机系统课程设计

课程设计学分： 3 学分

课程设计周（时）数： 3 周

指导方式：集体辅导与个别辅导相结合

课程设计适用专业：电子信息、自动化、通信工程。

1、课程设计教学目的及基本要求

1.1 掌握微机（单片机）最小系统的一般设计方法，具备初步的独立设计能力；

1.2 掌握微机常用通道的设计、使用及管理方法。

1.3 掌握对电子线路的设计、制版、安装、焊接、调试等基本技能；

1.4 初步掌握用汇编语言管理硬件的方法及程序设计技巧，包括：中断、采样、键盘、显示等等。

1.5 提高综合运用所学的理论知识独立分析和解决问题的能力；

2、课程设计过程及参考学时分配：

2.1 分析理解系统功能要求，按要求选择 CPU 型号，设计系统框图。（1 天）

2.2 设计并绘制系统原理图（用 Protel 软件）。（2 天）

2.3 按原理图绘制印刷电路板图并制版。（2 天）

2.4 系统安装调试。（3 天）

2.5 绘制系统管理软件流程图并编制程序。（2 天）

2.6 软件调试。（3 天）

2.7 编写系统说明书（包括软件和硬件）。（1 天）

2.8 答辩。（1 天）

3、课外学习要求

课外学习要求学生查询有关微型计算机最小系统、常用通道、电子设计 CAD 等方面的知识内容，要求学生记读书笔记。

4、课程设计考核方法及成绩评定

课程设计成绩分平时成绩（完成计划进度情况）、设计成品（包括硬件设计、软件设计和说明书）及答辩三部分。分别占总成绩的 20%、50%、30%。指导教师根据学生完成情况分别给出上述三部分成绩，最后给出总成绩。

5、课程设计教材及主要参考资料：

《微型计算机系统原理及应用》 周明德 清华大学出版社

《微型计算机原理及应用》 戴梅萼 清华大学出版社

《单片微型计算机原理及应用》 大连理工大学出版社

《MCS51 系列单片机系统应用设计》 何立民 北京航空航天大学出版社

附件 3 范例

机电信息工程学院

单片机系统课程设计报告

系:	电子信息工程系
专 业:	通信工程
班 级:	042 班
设计题目:	日历时钟数字显示系统
学生姓名:	白玉 赵靖桃
指导教师:	董玉华 李厚杰 丁纪峰 肖瑛

完成日期: 2006 年 12 月 23 日

目 录

一、设计任务和性能指标	2
(一) 设计任务	2
(二) 性能指标	2
二、设计方案	2
三、系统硬件设计	3
(一) 主控制器 AT89C52 最小系统	3
(二) 时钟电路 DS1302	3
(三) 显示电路的设计	5
(四) 键盘接口的设计	5
四、系统软件设计	6
(一) 主程序设计	6
(二) 阴历子程序设计	6
(三) 显示子程序设计	6
五、调试及性能分析	7
(一) 调试步骤	7
(二) 性能分析	7
六、心得体会	8
参考文献	9
附录 1 系统硬件电路图	10
附录 2 程序清单	10

一、设计任务和性能指标

1.1 设计任务

利用单片机及外围接口电路(键盘接口和显示接口电路)设计制作一个日历时钟,用 LED 把日期、时间实时显示出来。

要求用 Protel 画出系统的电路原理图(要求以最少组件,实现系统设计所要求的功能),印刷电路板(要求布局合理,线路清晰),绘出程序流程图,并给出程序清单(要求思路清晰,尽量简洁,主程序和子程序分开,使程序有较强的可读性)。

1.2 性能指标

1. 日历:年(2位)、月(2位)、日(2位)
2. 时钟:时(2位)、分(2位)、秒(2位)
3. 星期(1位)
4. 校对键:确认键、加键、翻页键
5. 阴历日期推算并显示:月(2位)、日(2位)、指示阴历闰月(发光二极管一个)

2.设计方案

按照系统设计的功能的要求,初步确定设计系统由主控模块、时钟模块、显示模块、键扫描接口电路共四个模块组成,电路系统构成框图如图 1.1 所示。主控芯片使用 51 系列 AT89C52 单片机,采用高性能的静态 80C51 设计,由先进工艺制造,并带有非易失性 Flash 程序存储器。它是一种高性能、低功耗的 8 位 COMS 微处理芯片,市场应用最多。

时钟芯片使用美国 DALLAS 公司推出的一种高性能、低功耗、带 RAM 的实时时钟芯片 DS1302。采用 DS1302 作为主要计时芯片、可以做到计时准确。更重要的是,DS1302 可以在很小的电流的后备电源(2.5~5.5V 电源,在 2.5V 时耗电小于 300nA)下继续计时,并可编程选择多种充电电流对后备电源进行慢速充电,可以保证后备电源基本不耗电。采用串行数据传输,与单片机硬件连接简单,如果使用时钟芯片 DS12887,将采用并行数据传输,占用更多的硬件资源。因此为节省单片机端口,时钟芯片采用 DS1302。

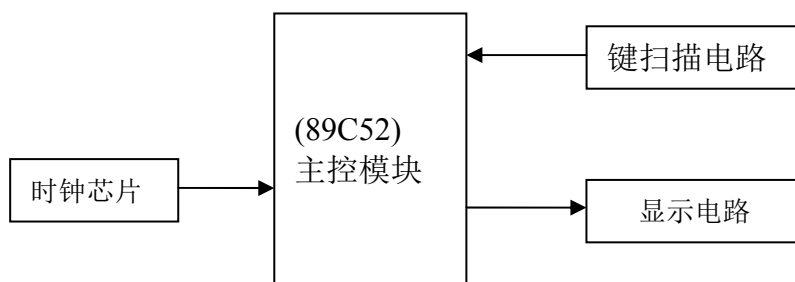


图 2.1 日历时钟显示系统构成框图

显示模块采用普通的共阴 LED 数码管，也可采用 LCD 显示，但考虑其造价较高浪费资源，故使用 LED 显示。键盘采用线性连接，连接方式相对简单，使用查询法实现调整功能。

三、系统硬件设计

3.1 单片机的最小系统

ATMEL 公司生产的 AT89C52 单片机它是硬件电路的核心部分，时钟电路晶振使用 11.0592MHz，复位电路采取按键复位方式。具体连接见附录 1。

3.2 时钟电路 DS1302

1. DS1302 的性能

- 实时时钟，可对秒、分、时、日、周、月以及带闰年补偿的年进行计数；
- 用于高速数据暂存的 31*8 位的 RAM；
- 最少引脚的串行 I/O；
- 2.5-5.5V 的电压工作范围；
- 2.5V 时耗电小于 300nA；
- 用于时钟或 RAM 数据读/写的单字节或多字节（脉冲方式）数据传送方式；
- 简单的 3 线接口；
- 可选的慢速充电（至 Vcc1）的能力。

DS1302 时钟芯片包括实时时钟/日历和 31 字节的静态 RAM。它经过一个简单的串行接口与微处理器通信。实时时钟/日历提供秒、分、时、日、周、月和年等信息。对于小于 31 天的月和月末的日期自动进行调整，还包括闰年校正的功能。时钟的运行可以采用 24h 或带 AM（上午）/PM（下午）的 12h 格式。采用三线接口与 CPU 进行同步通信，并可采用突发方式一次传送多字节的时钟信号或 RAM 数据。DS1302 有主电源和后备电源双电源引脚：Vcc1 在单电源与电池供电的系统中提供低电源，并提供低功率的电池备份；Vcc2 在双电源系统中提供主电源，在这种运用方式中，Vcc1 连接到备份电源，以便在没有主电源的情况下

能保存时间信息以及数据。DS1302 由较大者供电。当 V_{cc2} 大于 $V_{cc1}+0.2V$ 时， V_{cc2} 给 DS1302 供电；当 V_{cc2} 小于 V_{cc1} 时，DS1302 由 V_{cc1} 供电。

2. DS1302 数据操作原理

DS1302 在任何数据传送时必须先初始化，把 RST 脚置为高电平，然后把 8 位地址和命令字装入移位寄存器，数据在 SCLK 的上升沿被输入。无论是读周期还是写周期，开始 8 位指定 40 个寄存器中哪个被访问到。在开始 8 个时钟周期，把命令装入移位寄存器之后，另外的时钟周期在读操作时输出数据，在写操作时写入数据。时钟脉冲在单字节方式下为 8 加 8，在多字节方式下为 8 加字节数，最大可达 248 个字节数。

如果在传送过程中置 RST 脚为低电平，则会中止本次数据传送，并且 I/O 引脚变为高阻态。上电运行时，在 $V_{cc} \geq 2.5V$ 之前，RST 脚必须保持低电平。只有在 SCLK 为低电平时，才能将 RST 置为高电平。DS1302 的引脚及内部结构图如图 3.1 所示，表 3.1 为各引脚功能。

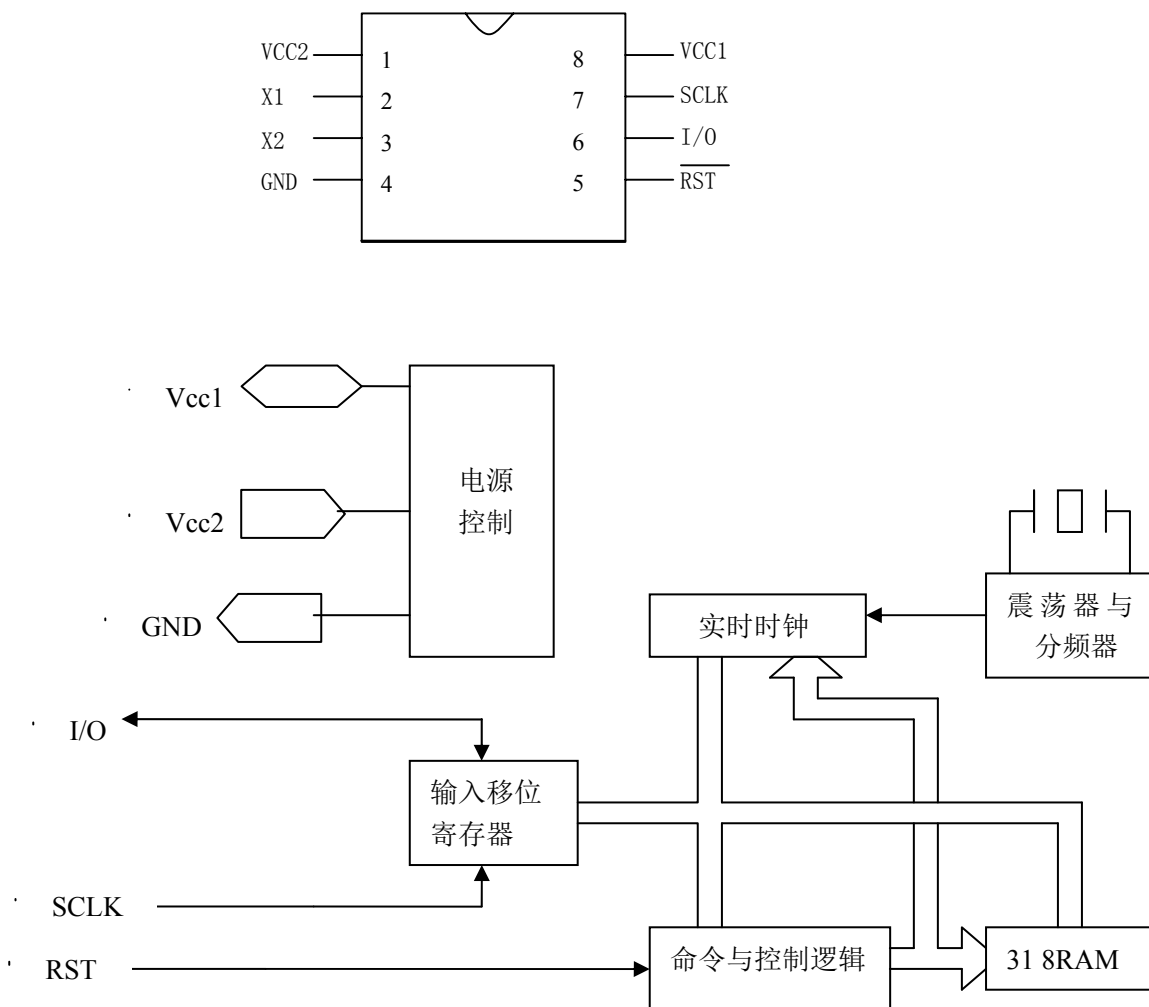


图 3.1 DS1302 引脚及内部结构

表 3.1 DS1302 引脚功能

引脚号	引脚名称	功 能
1	Vcc2	主电源
2, 3	X1, X2	振荡源, 外接 32.768KHZ 晶振
4	GND	地线
5	RST	复位/片选线
6	I/O	串行数据输入/输出端 (双向)
7	SCLK	串行数据输入端
8	Vcc1	后备电源

DS1302 与单片机的具体连接见附录 1, 它的控制字如图 3.2 所示。控制字的最高有效位 (位 7) 必须是逻辑 1; 如果为 0, 则不能把数据写到 DS1302 中。位 6 如果为 0, 则表示存取日历时钟数据; 为 1 表示存取 RAM 数据。位 5-1(A4-A0) 指示操作单元的地址。最低有效位 (位 0) 如果为 0, 表示要进行写操作; 为 1 表示要进行读操作。控制字节总是从最低位开始输入/输出。

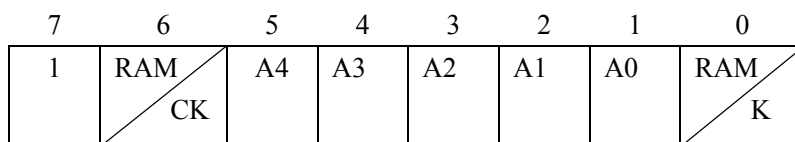


图 3.2 DS1302 的控制字

DS1302 共有 12 个寄存器, 其中有 7 个寄存器与日历、时钟有关, 存放的数据为 BCD 码形式。其日历、时间寄存器及其控制字见表 2.2, 其中奇数为读操作, 偶数为写操作。DS1302 的晶振选用 32.768KHz。

3.3 显示电路的设计

显示部分采用普通的共阴数码管显示, 使用动态扫描, 以便减少硬件电路。考虑到一次扫描 7 位数码管显示时会出现闪烁情况, 设计时采用多次调用显示子程序解决这个问题。驱动数码管的芯片采用驱动能力较强的 74HC373, 使用单片机的 P0 口作为并行输出, 74HC373 是高电平锁存, 用 P1.4 口作为 74HC373 时钟控制端口, 即置 '1' 控制端。由于数码管采用共阴接法, 使用 P2.0 口-P2.6 口作为数码管的位选, 同时加入 74LS04 作为反向驱动。74HC373 在得到高电平后, 将 8 位数据锁存, 并行输出送至数码管各段选控制口。

由于 P0 口内部无上拉电阻, 因此需要采用外接上拉电阻的方法, 以提高带负载能力, 同时还使用发光二极管来指示阴历的闰月。具体连接见附录 1。

3.4 键盘接口的设计

键盘只有 4 个, 其中 1 个用于单片机上电复位, 其余三个用普通按键接 10K Ω 上拉电阻, 分别控制移位 (对应硬件电路图中的 S4 键,)、翻页 (对应硬件电

路图中的 S3)、加一键(对应硬件电路图中的 S2),使用查询法来完成读键功能。其具体连接见附录 1。

四、系统软件设计

4.1 主程序设计

因为使用了时钟芯片 DS1302,阳历只需从 DS1302 各寄存器中读出年、周、月、日、时、分、秒等数据,再经处理即可。在首次对 DS1302 进行操作之前,必须对它进行初始化,然后从 DS1302 中读出数据,再经过处理后,送给显示缓冲单元。然后调用阴历更新程序,根据阳历日期推算出阴历日期。

在调用更新阴历程序后,要读取键值。此时如果控制键有效,则进入时间调整部分。调整时间用 3 个调整按键,1 个作为移位、控制用,1 个定义为控制按键,用于翻页,另外 1 个按键用作加 1 键。在调整时间过程中,要调整的位与未调整位应有所区别,所以增加了闪烁功能,即调整的位一直在闪烁,直到调整下一位。闪烁的原理就是,让调整的一位每隔一定时间熄灭一次,利用计数器 0,方式 1,初值设为 0,因为晶振为 11.0592MHZ,所以当计数达到 60ms 左右时会溢出,让计数器 T0 中断 6 次,就送给调整位熄灭符,再次中断 6 次时,再送正常显示的值,不断交替,直到调整该位结束。此时送正常显示值给该位,再进入下一位调整闪烁程序。

主程序流程图见图 4.1。

4.2 阴历子程序设计

阴历程序的实现是依靠阳历日期来推算的。要根据阳历来推算阴历日期,首先要设计算法。推算的方法是根据阳历当前日期在一年中的天数来计算阴历日期。计算出的阳历天数为该年的第几天,存放在 R2 和 R3 中。计算出天数后,如果大于#FFH,则把#FFH 存放在 R2 中,余数存放在 R3 中。由于整体算法很复杂,需要计算从 2000 年到 2050 年阴、阳历之间的关系,制成表格,用 DPTR 查表的方法来送显示,因此这里只给出流程图解释说明,阴历程序流程图如图 4.2 和图 4.3 所示。

4.3 显示子程序设计

为编程方便将翻页部分放到了显示子程序中,在子程序入口首先判断翻页键是否有效,如果有效将翻页标志位加 1,取相应的显示缓冲区首地址,即从另一存储单元开始显示,达到翻页效果。373 为高电平锁存,其 CLK 端接单片 P1.4,在它地址锁存信号时只需将 P1.4 置 1,应注意置 1 后要将其归 0,方便锁存。程序流程图如图 4.5 所示。

五、调试及性能分析

5.1 调试步骤

调试分为硬件调试和软件调试。

硬件调试主要是检测硬件电路是否有短路、断路、虚焊等。具体步骤及测试结果如下：

(1) 检查电源与地线是否全部连接上，用万用表对照电路原理图测试各导线是否完全连接，测试结果所有连接线都已连接好；

(2) 检验 DS1302 和单片机的晶振是否起振，用示波器观察波形；测试结果波形都很好；

(3) 检查各芯片的功能是否正常，检测按键的导通情况。测试结果正常。

软件调试主要是程序调试，将整个日历时钟显示程序按照实现功能分为各子模块进行调试，首先都要在实验台上进行调试。具体步骤如下：

(1) 显示程序调试。在单片机实验课中我们已经做过 LED 显示实验，所以这部分相对简单，很快便调试无误了。我们设计的硬件显示部分与实验台虽然并不相同，但相差并不多，经改动后在单路板上也调试通过了；

(2) 时间调整程序的调试。这部分也先在实验台上调试过，此时显示程序已经无误，我们直接观察数码管的显示情况，首先在单片机的内存单元中置成了当时的时间，然后看时间调整键是否好用，这部分在实验台上调试无误后可直接在电路板上使用；

(3) 阴历子程序的调试。由于阴历程序非常长，我们在敲完程序后就检查了几便。其调试方法是在存放阳历的内存单元中置成当天的日期，在程序执行后看转换的是否正确。阴历子程序主要是根据参考书编写的，在调试过程中发现在阳历为一月份时转换的不对，经我们在实验台上单步调试找到了错误的原因，阴历子程序调试成功，在电路板上直接使用即可

(4) 阳历日期和时间的读取。实验台中并没有时钟芯片，这部分只能在电路板焊接完成后才能进行调试，经我们查阅资料后，这部分在电路板上一一次性通过。

5.2 性能分析

单片机上电复位后，七个数码管显示为全零状态，这是因为还没有给 DS1302 初值，它此时并没有开始振荡，所以从 DS1302 读取的值都是 0；按下控制键进入时间调整状态，此时在我们调整哪一位时哪一位就会处于闪烁状态，按下加 1 键被调整的那一位就会加 1，而且没有按键抖动现象；在给 DS1302 写入初值后，它开始振荡，通过移位控制键、翻页键的作用可以查看显示的年、月、日、周、时、分、秒是否正确，在调试时我们写入的初值是当时的时间：06 年 12 月 21 日 14 点 55 分，通过翻页，可以看到数码管显示的很稳定，时间的显示也很准确；在翻到显示阴历那一屏是可以看到当时的阴历日期是十一月二日，阴历转换没有错误；当我们将日期置为 2006 年 9 月 1 日时，因为当天是阴历闰七月初九，用于指示阴历闰月的发光二极管正常发光。

由于课程设计时间比较短，我们没有大量的时间去观察时钟走的是否精确，在走过一段时间后时间显示上可能会有一定的误差，我们可以再外接 GPS，采用 GPS 授时校正，提高时间的精度。我们的日历可以把阳历任意置成某一天然后查看当时的阴历是几月初几，实现了阴历的自动转换，星期的自动转换也可以编写程序实现，这样既可以跳到指定日期查看阴历，也可以查看当天是星期几了，所以我们的日历在性能上还有不完善的地方，在以后的学习当中，我们将尽力把这些功能也完善好。

六、心得体会

这次课程设计是对我们学习微机原理及单片机课程的检验及实际应用能力的一次提高。我们所设计的是电子日历时钟显示系统。所能指示的时间范围从 2000 年到 2050 年。由于是时间显示系统，因此在时间显示上我们力求做到精准。时钟芯片 DS1302 本身并无阴历计数功能，因此我们采用软件实现了阳历到阴历的部分。阴历算法十分复杂，我们找到相关资料，实现阳历与阴历的转换。显示部分是整个系统的核心部分，因此我们重点集中在这一部分的模块调试上。由于我们采用的是 P0 口作为并行输出，但却没有考虑到其内部无上拉电阻，P0 口输出电压较低，因此数码管无法显示。我们在老师的帮助下加入了上拉电阻，数码管开始正常显示，但亮度不够，我们仔细的分析了用于驱动数码管显示的 74HC273，终于找到了其中的原因。74HC273 驱动能力不强，输出电压不够，导致了数码管显示不清晰，为此我们改变了驱动芯片，使用 74HC373 作为显示驱动芯片，数码管的显示终于达到了预期的较为理想的效果。为了更逼近真实的情况，在调整时间时我们又加入了闪烁程序，以示区别。

原理图的设计时我们使用了 Protel 99 SE 这个强大的绘图工具，由于一些实际的器件在器件库中无法找到，我们只有自己制作，在这个过程中我们学到了很多知识和方法。在制作 PCB 印刷电路板的时候，很多器件的封装与实际尺寸存在很大的差别，为了获得准确的封装，我们实际测量了所给器件的大小与规格，自己制作与之匹配的封装库，这让我们明白实践是出真知的唯一途径，只有亲自动手，实际才能测试才能获得最可靠的设计数据。当然我们也出现了严重的失误，由于对电源与地的距离估计不足，导致两者过近，出现了短接的危险。因此我们不得不重新处理这个问题，这个教训也告诫了我们，对于任何小的细节都不能掉以轻心，小的疏忽也会造成大的损失。对于电路图和电路板都应当采取科学谨慎的态度，这是保证是的基本实验结果产生的前提，在正式焊接前，对电路板的核查测试应当细心备至，反复检测才不会导致最终的失败。

程序的编写过程也给了我们很大的收获。在编写程序之前，我们查阅了大量的相关资料，力求做到规范清晰。在把握了整体的思路后，我们先从程序流程图着手，将整个程序分成若干模块，分开编写，一边发现问题一边解决问题，并在实验板上检验程序测试情况，根据现象不断修改。在这个过程中我们体会到编程的技巧，设置子程序的合理性，同时对单片机最小系统的设计有了整体的理解和深刻的体会，使我们的思维的锻炼与能力培养有了很大的提高和长足的进步。

本次课程设计虽然时间很短，但收获却很大。首先我们对单片机最小系统的设计有了整体的把握，对程序编写的合理与规范性有了深刻的理解，建立起程序设计的一般思路，以及 Protel 99 SE 的使用方法，其强大的功能给我们提供了很

大的帮助，通过原理图的设计过程，使我们认识到了这个软件的重要性，我们会以此为契机，在日后的学习中会继续使用它，使其发挥更大的功能。

经过三个星期的课程设计，我们得到了充分的锻炼，不仅对单片机的学习有了深刻的理解，同时也增强了我们的毅力和处理突发问题的能力。学习是要付出一定的艰辛与努力的，做事情一定要有不怕困难的吃苦精神，唯有坚持不懈，发扬团队协作才能够克服困难，取得最后的胜利。

相信本次课程设计对我们以后的学习将会有很大的影响，我们一定会积极地总结经验与教训，改进不足，争取在日后做得更好。当然要感谢老师和同学们的帮助，在我们束手无策，陷入困境的时候给予热情的帮助，使我们顺利渡过难关。

课程设计是一次很好的实践动手机会，通过实践，我们的知识得到了应用，真正实现了知识的学以致用，理论联系实际，我们会更加注重实践能力的锻炼，注重动手能力的培养。

参考文献

- [1] 徐维祥、刘旭敏. 单片微型机原理及应用. 大连：大连理工大学出版社，1996
- [2] 李光飞、楼然苗、胡佳文、谢象佐. 单片机课程设计与实例指导. 北京：北京航空航天大学出版社，2004
- [3] 余永权. 89 系列 FLASH 单片机原理及应用. 北京:电子工业出版社,2002
- [4] 李群芳,黄建. 单片机微型计算机与接口技术. 北京:电子工业出版社,2001
- [5] 楼然苗、李光飞. 51 系列单片机设计实例. 北京:北京航空航天大学出版社,2003