



MOTOROLA 单片机

M68HC11单片机 大学优秀应用设计汇编

张 宁 主 编
梁天波 副主编

M68HC11MCU

北京航空航天大学出版社

771368.1

M68HC11 单片机 大学优秀应用设计汇编

张 宁 主 编
梁天波 副主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书收集和整理了16篇1995年举办的“摩托罗拉 M68HC11 单片机大学优秀应用设计竞赛”获奖的优秀设计,包括一等奖1份、二等奖2份、三等奖3份、优秀奖10份。这些优秀设计绝大多数是针对国民经济建设中的实际问题,利用 M68HC11 单片机的特点进行的。作品涉及到能源、交通、金融、工业自动化、电子仪表、教学等方面,有较高的应用价值,在一定程度上代表了当前我国高校 M68HC11 单片机教学和应用的水平。

本书可作为大专院校理工科有关专业师生的教学参考书,也可供从事单片机开发与应用的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

M68HC11 单片机大学优秀应用设计汇编/张宁主编. —北
京:北京航空航天大学出版社,1996. 12
ISBN 7-81012-672-5

I. M… II. 张… III. 单片微型计算机, M68HC11-计算机
应用-方案论证-汇编 IV. TP39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 16472 号

书 名:M68HC11 单片机大学优秀应用设计汇编

M68HC11 DANPIANJI DAXUE YOUXIU YINGYONG SHEJI HUIBIAN

主 编:张 宁

责 编:赵延永

责 校:陈 坤

出 版:北京航空航天大学出版社

发 行:新华书店总店北京发行所

印 刷:北京通县觅子店印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:12.5

字 数:320 千字

版 次:1996 年 12 月第 1 版

印 次:1996 年 12 月第 1 次印刷

印 数:2000 册

书 号:ISBN 7-81012-672-5/TP·224

定 价:20.00 元

前 言

M68HC11 系列单片机(微控制器)是 80 年代末开始在国外流行并经过优选的一种高性能 8 位单片机。它有丰富的 I/O 功能,带有片上 RAM、EEPROM 和 A/D 转换,具有完善的系统保护功能和节电工作方式。目前,M68HC11 系列已开发出 40 多个品种。

为了在我国推广这种单片机,根据 MOTOROLA 实施的高校合作计划,MOTOROLA 公司曾支持我国赴美工作的学者从事 M68HC11 的研究工作,并支持介绍 M68HC11 单片机的专著在中国出版。为进一步推进 M68HC11 单片机的教学和应用,1994 年 MOTOROLA 公司又向清华大学、西安电子科技大学等 20 余所高校赠送了 400 余套 M68HC11 开发工具——M68EBLP 开发板,促进了这些院校的单片机教学和实验。

一年后,为交流各校开设 M68HC11 单片机课程教学的经验,促进 M68HC11 在国内的推广和应用,MOTOROLA 公司和北京航空航天大学出版社决定共同举办“摩托罗拉 M68HC11 单片机大学优秀应用设计竞赛'95”。这次竞赛主要是面向接受 MOTOROLA 公司赠送的 M68EBLP 开发板并已开设这门课程的高校,并要求各校根据接受开发板的数量按比例选送优秀设计。

接到通知后,许多院校认真进行了选题、论证、初评等工作,最后将最优秀的设计作品上报到竞赛组委会。截止到 1995 年 8 月底,共收到各院校选送的 44 份优秀设计作品。

这些优秀设计,由国内单片机方面的专家进行了初审、正式评审、现场答辩和复审。同时,MOTOROLA 公司亚太总部在香港请公司的专家对这些作品进行评审。在此基础上评选出 MOTOROLA M68HC11 单片机大学优秀设计 16 份。其中集体奖 1 份,一等奖 1 份,二等奖 2 份,三等奖 3 份,优秀奖(鼓励奖)10 份。西安电子科技大学在本次竞赛中单项设计获得 2 个二等奖、1 个三等奖、1 个优秀奖。由于该校在 M68HC11 单片机教学和研究工作中的成绩突出,他们获得了本次竞赛的集体奖。清华大学的王若鹏、蔡崇开(指导教师邵贝贝)获得本次竞赛的一等奖。

从这些参赛作品中可看出,绝大多数设计是针对我国经济建设中的实际问题,利用 M68HC11 单片机的功能和特点进行的。许多设计具有较高的应用水平。

这说明我国高校在进行 M68HC11 单片机教学时,特别注意培养学生理论联系实际,注重与国家的经济建设实践相结合。这也是与国外类似竞赛的主要区别。

1995 年 12 月 15 日,MOTOROLA 公司和北京航空航天大学出版社在北航逸夫科学馆共同举办了“摩托罗拉 M68HC11 单片机大学应用设计竞赛颁奖仪式暨技术研讨会”。大会专门邀请了在美国工作的 MOTOROLA 公司的单片机专家王光伟先生与会做技术讲座,同时还邀请了国内多位专家做技术报告。中央人民广播电台、中国国际广播电台、北京电视台以及多家报刊、杂志等新闻媒介均报道了这次活动。此次活动中的获奖作品(共 16 份)经修改、审核后汇编成本书。

本次竞赛的评审和本书的审核、修改等工作由张宁负责。国内参加评审的专家还有何立民、刚寒冰、齐秋群、陈立杰、梁天波等。MOTOROLA 公司亚太总部的郑逸豪先生在香港主持了 MOTOROLA 公司对设计作品的评审工作。此外,本次活动和本书的出版得到了以单片机图书为出书特色之一的出版社——北京航空航天大学出版社的大力支持。本次活动还得到了 MOTOROLA 微机产品总部的 Dr. Kim Eckert、MOTOROLA 亚太总部的黄耀君先生(Mr. Y. K. Wong)、MOTOROLA(中国)电子有限公司王翔先生、冯军先生的支持。

在此书即将出版之际,我们真诚地希望本次竞赛和本书的出版发行将对促进我国单片机教学和应用起到微薄的作用。由于时间仓促和我们的水平有限,书中很可能还会有各种缺点和不足,恳请读者批评指正。

编 者

一九九六年九月

目 录

一等奖

智能商业售货终端 王若鹏 蔡崇开(1)

二等奖

智能化自校准综合测量仪 徐逢春(15)

综合社区服务系统 白 刚 林 超 张 奕(35)

三等奖

油井压力、流速数据采集系统 孙东昱 方 强(48)

摩托车发动机单片机控制系统 胡欧翔 郭振渊 李文龙(61)

智能单回路可编程控制器及数据采集器 范 冀 曾玉明 柳义利(74)

优秀奖

多功能智能化太阳能热水器控制器 刘 辉 熊晨阳 王 岩(87)

自动电梯控制系统 吕铮光 刘敏健(99)

制药厂空气净化器工作状态监测仪 李银华 路 康(110)

智能计价电表 管 超 陈 曦 蒋云剑(119)

多功能乐音系统 张 维 林 宇 罗海滨 董重青(129)

M68HC11 单片机教学实验器设计 臧 影(141)

M68HC11 系列单片机控制的微型打印机 陈建平 郝树明(156)

利用 MC68HC11E9 实现数字电话通信的设计和研究 彭 华(162)

无功功率自动检测补偿装置 程 芳 陈 琦 闵 亮 周 强(171)

多功能电话 官耀辉 钱 赢(182)

● 一等奖

智能商业售货终端

清华大学工程物理系 王若鹏 蔡崇开

指导教师 邵贝贝教授

内容摘要

目前“金融电子化”是世界各国金融事业的发展趋势。与发达国家相比,我们在这方面起步较晚,还没有定型的适用于国内市场的产品。本设计采用 M68HC11 单片机设计完成了智能商业售货终端。它充分利用了该单片机所提供的多种功能,实现了条形码、磁卡数据获取,键盘、液晶汉字显示和串行口通信硬件接口,以及 MODEM 数据通信多种操作。藉此商场可读取顾客账号、商品信息,并通过对终端的操作完成购物;若用于银行,则可完成账号查询、转账等功能。

Intelligent Commercial POS

Engineering Physics Department, Tsinghua University

Wang Ruopeng, Cai Chongkai

Director Prof. Shao Beibei

ABSTRACT

Today Electronicalization has become the main tend of worldwide commerce. Compared with developed countries, we are lagged behind on this aspect and have not a product suitable for our domestic marcket. In this paper an Intelligent Commercial POS is developed with M68HC11 MCU, which take full advantages of this MCU has provided. POS can acquire data from code bars and magnetic card, access keyboard, Chinese character display LCD and asynchronised serial port, or interface with a MODEM. Then it can be imagined that in a supermarket we can get clients' account number and goods' information, and finish a deal on POS, or in a bank we can look in an account number and transfer money over to other accounts.

一、概 述

随着计算机技术的飞速发展和日益普及,计算机商业信息管理已经成为计算机应用的一个重要方面。条形码自动识别技术和磁卡阅读技术的出现,为这一领域注入了新的活力,增添了更完备的手段。将计算机技术与条形码、磁卡识别技术相结合,应用于商品的流通和销售领域,就组成了销售点终端 POS (Point of Sale)。POS 系统的构成和信息处理框图见图 1。

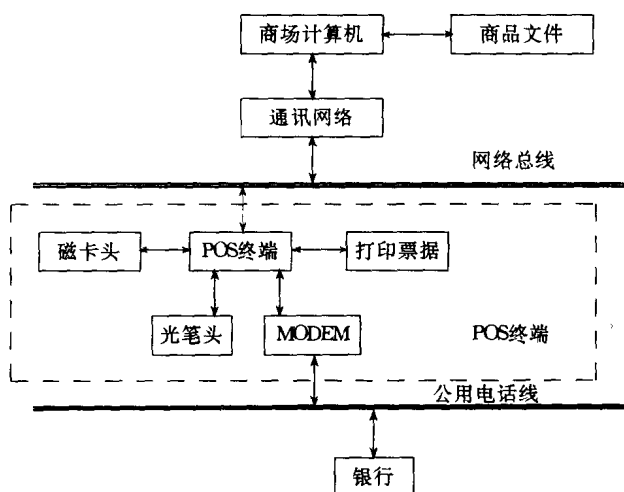


图 1 POS 系统的组成

POS 系统是一个商业销售终端网络系统。它由计算机、通讯网络和多台 POS 终端组成。POS 终端可以从磁卡头、光笔和键盘等设备录入用户和商品信息码,并进行现场交易情况显示或者票据打印。通讯网络负责联结 POS 终端和商场计算机,传送二者间的数据和指令。商场计算机的职能是负责整个商场 POS 系统的管理和数据的综合处理。此外,POS 终端自带调制解调器 (MODEM),因此系统可以公用电话线为信道,在主机控制下,从远端银行进行账号查询、转账等业务。

POS 系统的出现,极大地促进了商场的现代化管理和商品的流通,为生产厂家、出口商、批发商和零售商以及广大顾客带来了方便。目前,在北美、欧洲各国及日本普遍采用了 POS 系统进行销售管理,其普及率已达 95% 以上。目前,国外市场占有率最高的 POS 终端有美国的 NC2 收款机、英国假日集团以及 ICL 集团提供的系列收款机。这些产品的技术成熟、性能优越,但这些终端显示和打印均为西文,国内用户难以适应,且价格较高,故很难在我国市场上推广。而国内的 POS 终端生产很不完善,还没有推出一个有很大市场占有率的产品,所以自行开发研制 POS 终端是当务之急。

该项目的目的是设计一台 POS 终端,带有以下设备(或功能):

1. 可驱动磁卡头读取磁卡信息,获取用户账号;
2. 可驱动光笔头读取条码信息,获取商品代码;
3. 可驱动 128×64 点阵液晶进行中文信息显示;
4. 自带一个有 24 键的键盘和调制解调器;
5. 带有 RS-232C、488 标准的串行口;

6. 可驱动微打、密码小键盘(均使用 RS-232 通讯方式)。

鉴于商业 POS 系统的运行速度主要取决于工作在分时状态下的主机处理能力,对终端要求主要是保证工作稳定可靠,速度并不很重要,所以我们采用 8 位单片机 M68HC11A1 进行开发。最终可选用价格较低、功能简化的 D3(有 4K EPROM)或 D0 系列。下面是 POS 终端对单片机资源的使用情况。

- 扩展方式,访问外部大容量代码数据存储器(32K SRAM 和 8K ROM)。
- 高性能 16 位定时器系统,溢出时可编程产生定时中断,用于处理键盘扫描、液晶显示刷新等重要任务。
- 三组并行 I/O 口,用于产生位控制信号或读取各设备当前状态。
- 输入跳变捕捉 (Input Capture) 功能可用来实现磁卡及条码的中断方法读取;输出比较 (Output Compare) 功能用于产生不同频率的方波信号,来驱动蜂鸣器做声音提示。
- 内部 512 字节的 EEPROM,可用来初始化终端或存放 POS 系统的一些常用数据(例如供 MODEM 拨号的几个电话号码)。
- NRZ 串行通讯接口 (SCI) 经 RS-232 电平驱动后与 PC 异步串口相连,用于下装 (Download) 程序或打印接口等,POS 终端的波特率为 9600。
- 具有 C 语言交叉编译工具,可大大降低应用程序编写的工作量。

经过仔细分析,采用 MC68HC11A1 单片机可完成设计要求中提到的各项指标。

二、系统硬件设计

(一) 硬件结构

POS 终端的硬件可分为 CPU 核心单元及设备驱动两大部分。硬件设计的结构见图 2。

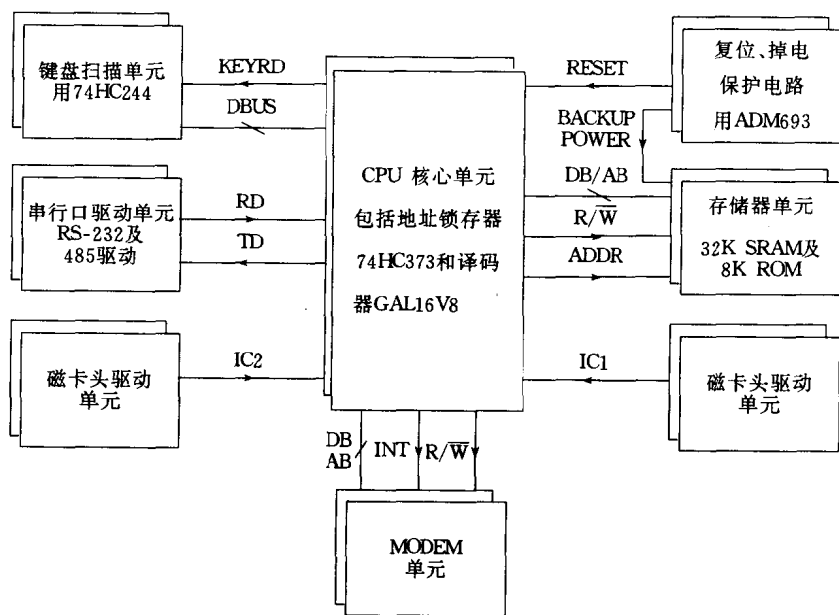


图 2 硬件结构图

电路原理见图 3、图 4,下面分别介绍各部分的电路工作原理。

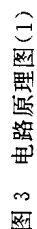
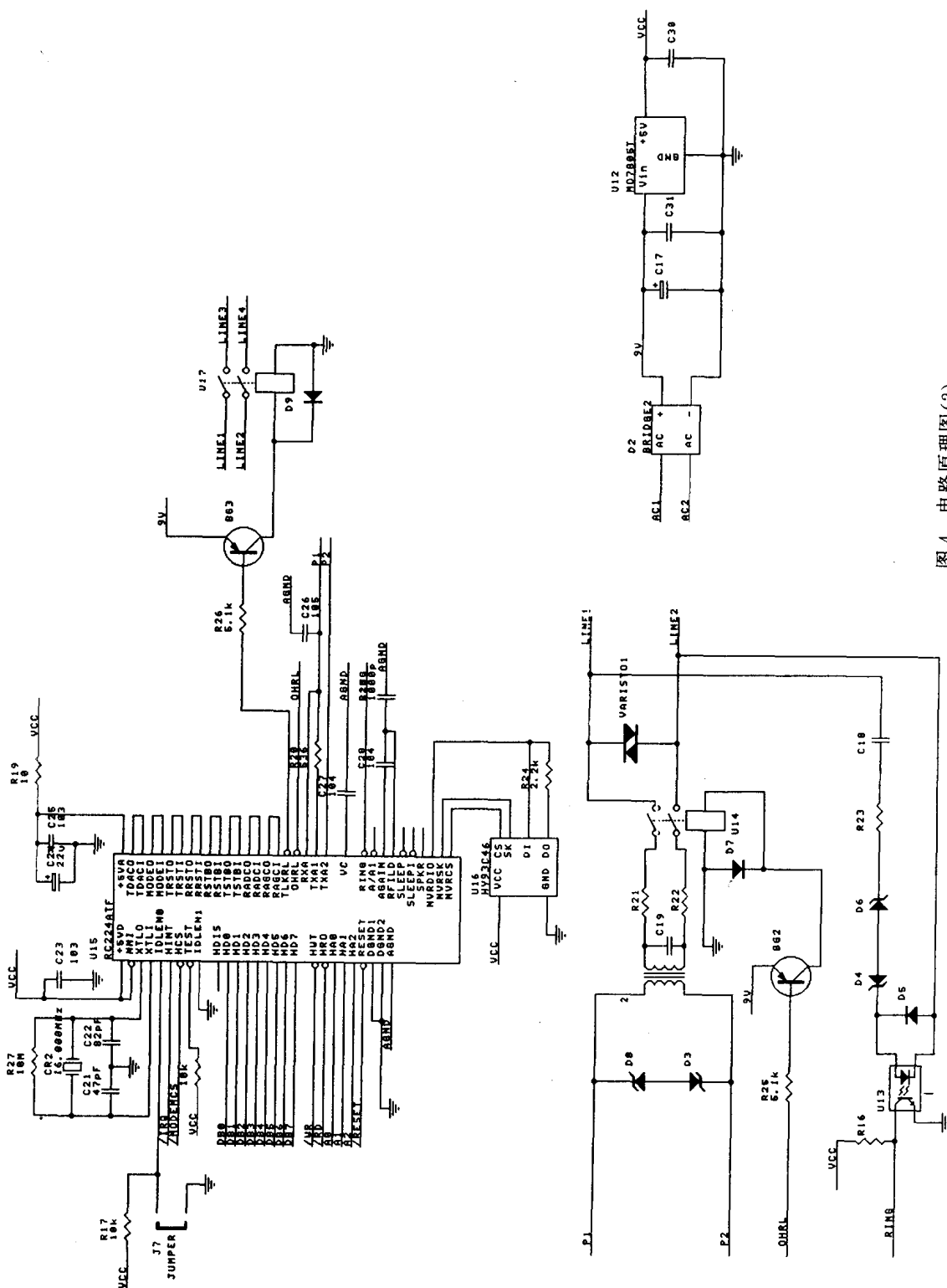


图 3 电路原理图(1)



(二) 电路原理

1. CPU

这部分电路是 POS 终端的控制核心, 包括单片机 M68HC11A1, 数据/地址多路复用芯片 74HC373, 译码芯片 GAL 16V8 和读写信号 RD、 $\overline{\text{WR}}$ 生成芯片 74HC139。这是一个普通扩展方式电路。

译码地址分配如下表(‘\$’表示 16 进制):

表 1 POS 终端上的地址分配

EPROM	$\overline{\text{CS}}27512$	64KB 分为 4 页, 每页 16KB	\$C000~FFFF
RAM	$\overline{\text{CS}}62256$	32KB	\$2000~9FFF
液晶显示端口	$\overline{\text{LCS}}1$		\$A000
	$\overline{\text{LCS}}2$		\$A400
键盘	$\overline{\text{KEYRD}}$		\$AC00
MODEM	$\overline{\text{MODEMCS}}$		\$A800

因为有些芯片需要有外部选通、相互独立的 RD 或 $\overline{\text{WR}}$ 信号, 所以用 74HC139。以下逻辑由 E、R/ $\overline{\text{W}}$ 信号产生(见电路图):

$$\begin{aligned}\overline{\text{RD}} &= \text{E} \cdot \text{R}/\overline{\text{W}} \\ \overline{\text{WR}} &= \text{E} \cdot \text{R}/\overline{\text{W}}\end{aligned}$$

2. 复位、存储器单元

设计的要求之一是 RAM 中的程序要有掉电保护功能。电源 (+5V) 关掉后, 把可充电备用电池切换为 SRAM 的电源, 并使 SRAM 的片选无效, 禁止总线对它的访问, 即可达到掉电保护的目的。这里使用了 ADM693 芯片来实现。此芯片主要有上电复位、自动备用电池切换和软件监测复位(Watchdog)三种功能。

(1) 上电复位 使 ADM693 的 OSC SEL 脚悬空, OSC IN 脚接地, 以选择芯片内部时钟。其输出 RESET 信号有效时间为 50ms, 复位阈值电平 4.4 V。

(2) 备用电池切换 ADM693 内部将 +5V 电源电压与备用电池电压进行比较, 若前者高, 给 SRAM 供电的 V_{out} 脚接通 +5V 电源电压, SRAM 片选输出脚 $\overline{\text{CE}}_{\text{out}}$ 与地址译码输入脚 $\overline{\text{CE}}_{\text{in}}$ 信号相同; 若后者高, V_{out} 切换到备用电池, $\overline{\text{CE}}_{\text{out}}$ 保持无效高电平。这种芯片切换开关电阻最大 20 Ω , 驱动电流可达 100mA, 而其自身功耗不到 5mW。

(3) 软件监测复位 当选择芯片内部时钟时, ADM693 每隔 100ms 检测一次 WDI 输入端, 若在相邻两次检测之间 WDI 电平保持不变, 就产生复位信号, 有效地避免了硬件死机。POS 终端上连到 WDI 脚的是系统工作时钟 E 信号。

将 SRAM 的译码信号连至 ADM693 的 $\overline{\text{CE}}_{\text{in}}$ 端, 对应 $\overline{\text{CE}}_{\text{out}}$ 连至 SRAM 的片选端。当电源 $\text{V}_{\text{cc}} > 4.4\text{V}$ 时, $\overline{\text{CE}}_{\text{out}} = \overline{\text{CE}}_{\text{in}}$, 可正常访问 SRAM 内容; 电源失效时, 自动切换到备用电池, 并使 SRAM 片选无效。

3. 串行口驱动电路

POS 终端上所带的异步串行口设备较多, 有微型打印机 (RS-232)、密码小键盘 (TTL) 以及联接主机的 RS-232 和 485 口。而 M68HC11 只有一个异步串口, 因此采用三态门进行串

口扩展。如图 3 所示,用并口的两位 (PA6、PA7) 经过 74HC139 产生三个地址信号分别选通三个设备(详见电路原理图)。

RS-232 电平用 MAX232 芯片来驱动,这种片子仅用 +5V 供电,不需外加±12V 电源。485 电平用 MAX485 芯片驱动,用并口一位控制其接收和发送状态,输出端并联 100Ω 电阻进行阻抗匹配。RS-232、485 二者一般不会同时使用,所以共用一个 9 芯插座和一个设备选通地址。在发送和接收三态门的输出端加上拉电阻,以防止设备切换时因高阻可能产生的干扰。

4. 磁卡头、光笔及液晶显示器接口

(1) 磁卡头 磁卡是按照 ISO 国际标准制作的磁记录产品,用来存放用户账号、姓名、卡片失效日期等信息。它最多带有三个磁道,主要使用第二道的数据(track 2),该道有账号、日期等必读内容。一道和三道包含了磁卡发行商的标称号、姓名等一些相对来说较为次要的内容,可只选读其中一道。在设计硬件时保留一根跳线,用户可根据实际情况自选。

磁卡头包括一个磁头(一道、两道或三道)和后级整形处理电路。我们所关心的只是它的输出信号。对于只有第二道的磁卡头,有 $\overline{\text{CARD PRESENT}}$ 、 $\overline{\text{DATA}}$ 和 $\overline{\text{STROBE}}$ 三种信号(见图 5)。 $\overline{\text{CARD PRESENT}}$ 信号在整个刷卡过程中保持有效,为低电平表示可读取磁卡数据,保证了即使有较大干扰也不会导致误读,终端上用 PE0 查询此信号。 $\overline{\text{STROBE}}$ 是读选通信号,下降沿时 $\overline{\text{DATA}}$ 线上数据有效,连到 PA0 产生输入捕捉 (IC3) 中断。 $\overline{\text{DATA}}$ 是取反后的串行数据,先传送低位,在 IC3 中断服务子程序中用 PE1 读入数据。

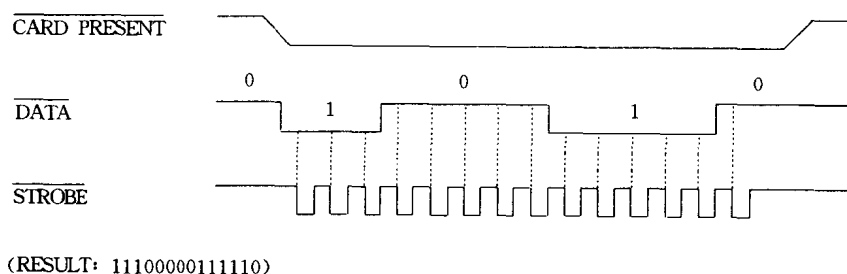


图 5 磁卡信号波形图

如果磁头增加一道,只需再加该道的数据和选通两根信号线,占用另一个输入捕捉口 IC2,即可按其既定的编码格式读入此道的数据。

(2) 光笔 光笔是用来读取以条形码形式记录的数据的。自从世界上最早的通用产品代码 UPC (Universal Product Code) 诞生以来,条码这种数据形式已经在金融、管理等方面确立了不可替代的地位。条形码在商业应用中主要提供商品及其制造厂家的有关信息。

条形码编码方式多种多样,按字符个数固定与否,可分为两种:

- a. 定长条码: 条码字符个数固定,如 UPC 码、EAN 码;
- b. 非定长条码: 条码字符数目不定,如三九条码、库德巴码。

条码的编码调节方法有两种,即宽度调节和色度调节。在宽度调节编码时,条码符号是由宽、窄的条和空及字符符号间隔组成的。宽的条和空逻辑上表示“1”,窄的条和空逻辑上表示“0”,宽单元的宽度通常是窄单元的 2 倍~3 倍。以这种方式编码的条码主要有三九码、库德巴码。在色度调节编码中,条码符号是利用条和空的反差来标识的。条逻辑上表示“1”,空逻辑上表示“0”,而且字符符号间无间隔,印刷精度要求较高。市场上常见的条码扫描器有三种。一

是笔式扫描器,其特点是成本低、重量轻、功耗低、能识别长型码,但需要手握并横向扫描,并且当扫描速度不恒定或遇到印刷在凸凹不平表面上的条码都会使其读取率降低。二是激光扫描器,它属高速扫描器,能读出一定距离外的条码,成本较高,对固定式激光扫描器还有安装空间和激光本身的安全性问题。三是接触式扫描器,它采用了 CCD 图像传感技术,只需触及条码即可读取,不用扫描,但不能读取远距离条码,读取长度受扫描器口径限制。

POS 终端上采用的是笔式扫描器。它同 POS 通讯仅需三根线: +5V 电源线、地线和数据线。数据产生方式可用图 6 来说明。

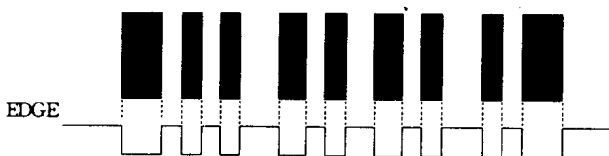


图 6 条形码信号波形图

光笔头在每个黑白(条空)交界处产生电平翻转,只要扫描速度相对均匀,各次翻转间的时间间隔就反映了条和空的宽度,可以此进行解码。硬件上采用输入捕捉 IC2 口,令其在每个上升、下降沿产生中断,读取中断时刻单片机 16 位计数器的值,就得到光笔头扫描到条空边界处的时刻。

(3) 液晶显示接口 我们使用的液晶显示板上的主要芯片是日本 HITACHI 公司生产的显示存储器 HD61202 和扫描控制器 HD61203。板的接口引出了 8 位数据线,两片存储器的片选线,一根数据/控制寄存器选择线(可连至单片机低位地址 A0),读写线 $R/\overline{W}$,使能信号 E,复位线 $\overline{RESET}$,以及 5V 电源线,这些都可与单片机对应信号直接连接。

液晶显示亮度可调,显示板接口上提供了负压 $V_{ss} = -9V$,分压后连到偏压调节端 V_0 。调节分压电位器,就可调节亮度。

各数据/控制寄存器,如显示开(关)状态控制寄存器、显示起始行控制寄存器、页号设置寄存器、列号设置寄存器、状态寄存器、显示内容读写寄存器的地址和意义在此略去。

5. 键盘接口电路

键盘是用户命令、数据的重要输入设备。键盘按钮用导电橡胶做成,导通电阻约 30Ω 。POS 终端面板上有 24 个键,采用 3 线输出、8 线读入低电平扫描方式读取扫描码。扫描线从单片机 PD2~PD4 输出口上引出,串联 100Ω 电阻进行短路保护。8 位扫描结果用一片 74HC244 芯片读入单片机, $\overline{KEYRD}$ 是 244 的译码地址。为了消除抖动、电磁干扰等不稳定因素,8 根扫描输出线上做了阻容低通滤波,软件中也采取了延时处理措施。但由于这个滤波时间常数的存在,换列扫描时电容上的电压不能很快恢复,会导致读码错误,需要在程序中加以相应处理。键盘扫描电路见图 7。

6. MODEM 接口电路

MODEM 接口比较简单,单片机采用并行口从 MODEM 读入状态或已接收数据,向 MODEM 写入指令或待发送数据。接口线有数据线、低位地址线、中断请求线和读写线。

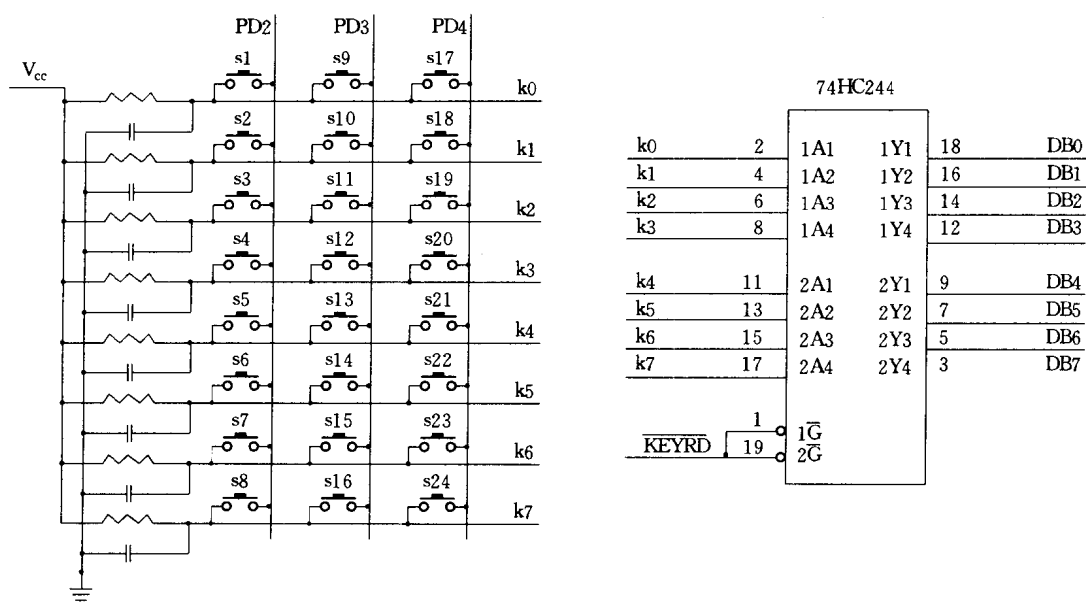


图7 键盘扫描电路

三、软件设计

1. 概述

POS 终端的主要任务是读取磁卡、条码及键盘的输入信息,进行票据打印、交易结果显示,或以串行口同主机通信,所以它的软件核心是这些底层设备的驱动程序。用户下装自己的应用程序,也只限于在此基础上进行简单数据处理、信息交换或显示一些必要的提示信息。终端上提供了磁卡头、光笔、液晶显示卡、串行口等设备的驱动程序以及一个供演示用的主程序。

主程序的功能比较简单。在主机没有发送任何指令时,可直接使用终端键盘选择设备功能号,依次驱动各个设备作演示,其流程如图 8 所示。以下分别介绍各驱动程序。

2. 磁卡头驱动程序

该程序包括位数据收集和数据处理两个模块。位数据收集是采用 68HC11 汇编语言编写的中断服务子程序实现的,第二道和第三道分别对应两个不同的中断向量,两道数据也读入不同的缓冲区。中断子程序读取从磁卡头来的 DATA 线的电平,取反后读入缓冲区,这就是磁卡数据字符的位信息。

数据处理模块用 C 语言编写,其思路很简单。首先将缓冲区内的数据逐位读出,凑足五位,判断是否起始字符,找到起始字符后,把剩余各位五个一组凑成一个个字符,并进行奇校验,直到得到停止字符。最后进行一次总的冗余校验,去掉奇校验位,就获取了磁卡的内容。反向读卡方法基本相同,只是起始、停止字符变化了。

3. 条码阅读程序

本文只编写了最常用的三九码、UPC 码和 EAN 码三种码的解码程序,其他如库德巴码、二五码等解码方法大同小异。这部分程序可分为时刻信息获取和数据处理并解码两部分,基本框架与磁卡信息获取部分程序类似。解码时采用的方法可称为尝试法。首先假设所读条码为三九码,按三九码的解码方法试解,如失败(可能由于起始字符未找到、查表出错或校验出错

引起),则试 UPC 码,若仍失败,再试 EAN 码。如其中有一次成功便退出解码,执行解码结果主机回送、显示等操作;否则认为读取失败,提示重读。试每种解码方法时,都采用找起始字符、凑码、作校验三步。如正向不成功,再倒向解码(从缓冲区结尾找起始字符),仍是这三步。各种码的编码方法见参考文献[2][3]。

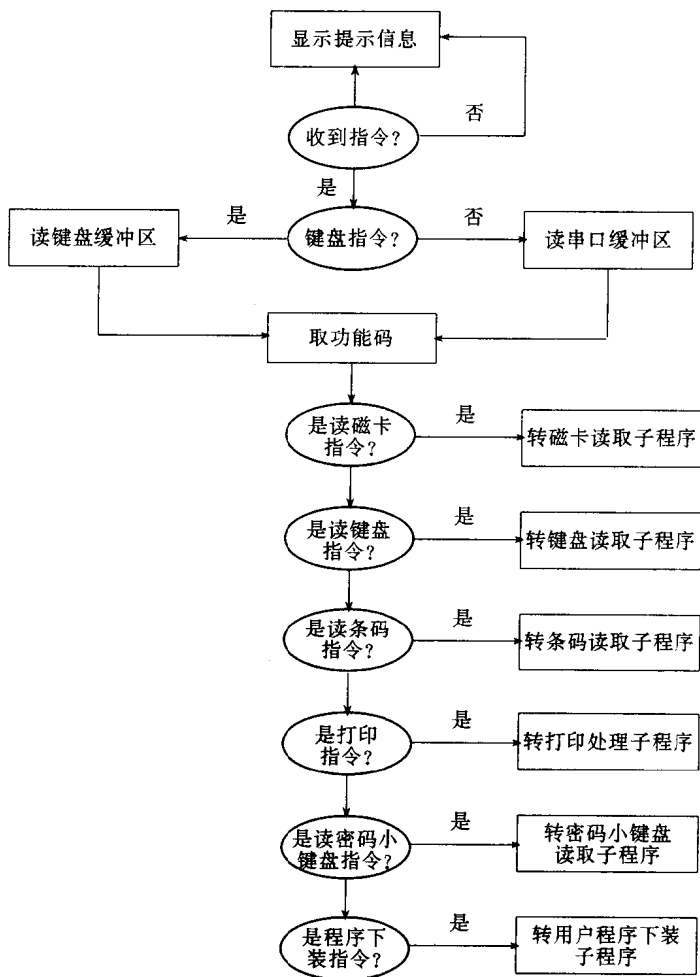


图8 主程序流程图

读码采用中断方法的优点是反应速度快、读取的时刻值精度较高。由于条码总长一般在10cm以内,若将光笔头扫过整个条码段的时间以0.2s计,则两次中断的时间间隔约为1ms,可见中断处理的时间是很充裕的。

笔式扫描器是一种较为简陋的扫描工具。打开LED灯时,EDGE信号就有一系列电平跳变并引起中断,这些中断也会被误认为是一条码信息而被读入,而且采用中断读取方法无法判断扫描开始的时刻和扫描结束的时刻,会使程序处于死等待状态,无法进入数据处理阶段。鉴于条形码起始符前和终止符后按标准都应有一段足够长的空白区,光笔在这个区域移动的时间肯定大于32ms,可以此判断读码的起始和终止位置。如果一次中断发生后32ms以内没有中断,就认为当前正处于起始或终止空白区内。再查看当前已中断次数是否大于普通条码位量的一半(这里取30),以决定起始或终止:如中断次数小于30,认为处于起始空白区,在此之前

读入的数据都是干扰所致,将其清除重读,否则置读取结束标志。这样既能排除干扰又能准确判断结束时刻。

4. 液晶显示驱动程序

液晶显示板为 128×64 点阵式,左右被分为两块大小相等的区域。每个区各有两个连续地址,奇地址用来读/写数据,偶地址用来读状态/写命令,这些都是对显示寄存器的操作。

复位后液晶板处于 OFF 状态,首先将其打开,并通过向奇地址(显示数据寄存器)连续写入 \$00 来清屏。在内存中开辟了一块显示映像缓冲区,使它的各位与显示点阵一一对应,需显示的字符仅写入此缓冲区中等待刷新。从写显示寄存器到此写指令有效要有约 $28\mu\text{s}$ 的等待时间。在此期间对寄存器的操作无效,所以刷新整屏需 14ms 左右。如果每次改变 RAM 内容之后都去刷新,就比较费时,效率低。程序中采用了定时中断刷新方式,每 32ms 定时中断发生时再将显示映像缓冲区的内容拷贝到液晶显示 RAM 中。

5. 键盘设备驱动程序

POS 终端的键盘码是用查询扫描方法读取的。由于一个简单的按键-抬键动作所产生的脉冲很不规范,前后沿极不整齐,要经过大约 10ms 的暂态过程,所以从判断可能有键按下进行确认并读入扫描码,到最后抬键需要相当长的时间,因此不能简单的进行查询、等待,这个等待时间应留给其他任务。程序中还是使用定时中断,由于此中断每隔 32ms 发生一次(可预置),正好可用于延时处理。

首先将三根扫描线全置为低电平。定时中断发生后,在中断服务子程序中读键盘锁存器 244, \$FF 表示没有键按下,否则可能有(也可能是)干扰。退出本次中断,经过 32ms 后,下次中断时如 244 的内容仍然不是 \$FF,就可确定有键按下。所延时的这 32ms 能滤掉毛刺、干扰的影响,下面就可以用常规办法得到扫描码了。为了避免同一个键按下后进行多次扫描,以至作为多个键处理,可在每次读键后置起一个标志位,等检测到此键已抬起后再清掉它。此标志位置起时不再进行下一个按键判断。另外,键盘上还有三个换档键 PF1、PF2 和 PF3,通过这三个键的切换作用,用 POS 终端上为数不多的几个键就可输入数字 $0 \sim 9$ 、英文字母 $A \sim Z$ 及其他几个常用的 ASCII 字符。这一点在程序中实现起来也不困难,只要扫描发现有换档键被按下,就置起一个标志位,接着扫描下一个按键,最后存储时记录下这个标志位即可。

扫描结束后,用扫描码查找键盘码表,得到所按键的 ASCII 码值,再存储到键盘缓冲区中。键盘缓冲区与 PC 机的做法类似,采用循环队列数据结构,队列长度为 8 个字节,有一个用于读出的头指针和一个用于写入的尾指针。

6. 串行口驱动程序

串行口采用中断方式接收数据,采用查询方式发送数据。单片机内部接收和发送移位寄存器负责数据转换。当移位结束后,会置起接收/发送完成标志,并可编程产生中断。发送数据时被其他任务中断也没关系,并不会影响数据传送的正确性,所以采用简单易行的查询方式。但接收时就不同了,其他中断的插入会导致传送数据的丢失,所以只能用中断方式,并且中断优先级高于 POS 终端上用到的其他中断源。这样就保证了串行数据即到即取,而且程序中也用不着总去查询数据接收标志。

数据接收缓冲区同键盘缓冲区类似,是长度为 100 字节的循环队列,带有头指针和尾指针。