

学校编码 10384  
学号

分类号码  
UDC \_\_\_\_\_

密级

## 学 位 论 文

利用卫星定位系统（GPS）研制银行  
运钞车安全管理系统

陈金东

指导教师： 许克平教授

厦门大学电子工程系

申请学位级别： 硕士      专业名称： 无线电物理

论文提交日期： 1998 年 5 月      论文答辩日期：

学位授予单位和日期： \_\_\_\_\_

答辩委员会主席： \_\_\_\_\_

评阅人： \_\_\_\_\_

1998年 \_\_\_\_ 月

# 目 录

摘要	
序言	1
第一章 系统概论	2
第二章 GPS 原理	4
1、GPS 的组成	4
2、GPS 定位原理	5
3、GPS 的测量误差及对策	6
第三章 系统软硬件实现	10
一、模拟语音通信	10
二、串口数字通信	14
1、串行通信基础	15
2、MCS51 串行口结构	16
3、串行接口的工作方式	17
4、串行通信中的波特率设置	20
三、控制部分	22
四、程序及其解释	23
1、通讯双方编码	23
2、子站的源程序	24
3、基站的源程序	38
五、抗干扰技术	43
六、单片机和微机的通讯	46
第四章 实验结果	48
第五章 改进意见	49
致谢	49
主要参考书	50

## 摘 要

本文利用 GPS 研制车辆管理系统，全文内容安排如下：

第一章给出整个系统的组成框图，对系统的各部分组成及主要的功能进行了简要的论述。第二章对 GPS 的组成及定位原理进行了说明，给出了 GPS 用户接收部分的原理框图及定位的观测方程，同时给出了卫星定位系统的测量误差及其对策。第三章是本文的主要部分，详细说明了系统的软硬件实现。本系统主要由单片机与单片机、单片机与微机的通讯组成，同时由单片机完成系统的切控功能。通讯部分既有模拟语音通信，又有串口数字通信，利用无线调频方式进行。语音通信部分分别给出了语音产生电路及单音（呼警信号）产生电路的电原理图，同时也详细说明了单音检测的电原理图。串口通信部分详细说明了单片机串行口的结构、工作方式、工作原理，并结合软件对通信原理进行了详细的说明。由于本系统工作环境的特殊性决定了系统必须有极佳的抗干扰能力，本文介绍了一种软硬件结合的有效的抗干扰方法。最后，简要说明了单片机和微机之间的串口通信。第四章简要说明了本系统的实验结果。第五章给出了一些改进意见。

## 序言

GPS 系统是美国开发的新一代卫星导航与定位系统，它通过接收、计算来自导航卫星的导航电文与时间差来提取移动目标的精确经度、纬度、速度和时间等信息，它不仅具有全球性、全天候、连续的精密导航与定位能力，而且具有良好的抗干扰和保密性，它从根本上解决了人类地球上导航与定位问题，已广泛应用于地学研究、公共安全系统建设、宇宙探索等领域。

鉴于GPS系统可以快速、精确地给移动目标定位，该系统在车辆管理系统中得到了迅速应用。本系统即是利用GPS来实现银行运钞车的跟踪和报警。其应用的基本思路如下：利用GPS获取移动车辆的经度和纬度，将该位置坐标通过无线通讯网络实时传送给控制中心以便在中心的电子地图上跟踪显示其运动轨迹，同时监控其运行状态。车上也可以产生声音及报警信号，以便在紧急时发送给控制中心，控制中心可以立即做出响应。

## 第一章：系统概论

系统的组成框图如图 1-1 所示。

本系统由基站（中心站）及多个子站（移动站）组成，基站和子站之间以无线电通讯组成网络。

子站由GPS接收机、单片机控制系统、语音形成电路、MODEM、电台等组成。由电台接收基站发来的信令载波信号，经MODEM解调后送入单片机控制系统进行识别处理，依据不同的命令，子站做出不同的反应，若要求发送子站的位置，单片机读取GPS的位置信息，经MODEM调制后由电台发送给基站。子站同时具有报警功能，一旦发生紧急情况，报警按钮触发，子站按先后顺序发出呼警、语音、以及位置信息，通过无线电信道传至基站，以获得警力支持。

基站由电台、MODEM、单片机控制系统、主计算机等组成。当用于跟踪各子站的运动轨迹时，由主计算机按巡回应答方式发送命令码，经MODEM调制后，由基站电台发射给各子站；子站返回位置信息，由基站电台接收、MODEM解调、再经单片机处理后送入主处理机在电子地图上显示出来。若子站有报警发生，单音（呼警信号）由电台接收后，由单音检测电路检测出，并驱动声光报警器，用以提醒值班人员有警情发生。随后电台会接收到具体的报警车辆的语音信号，最后报警车辆会送来位置信息，电子地图上会显示出事地点，有利于警方及时做出反应。

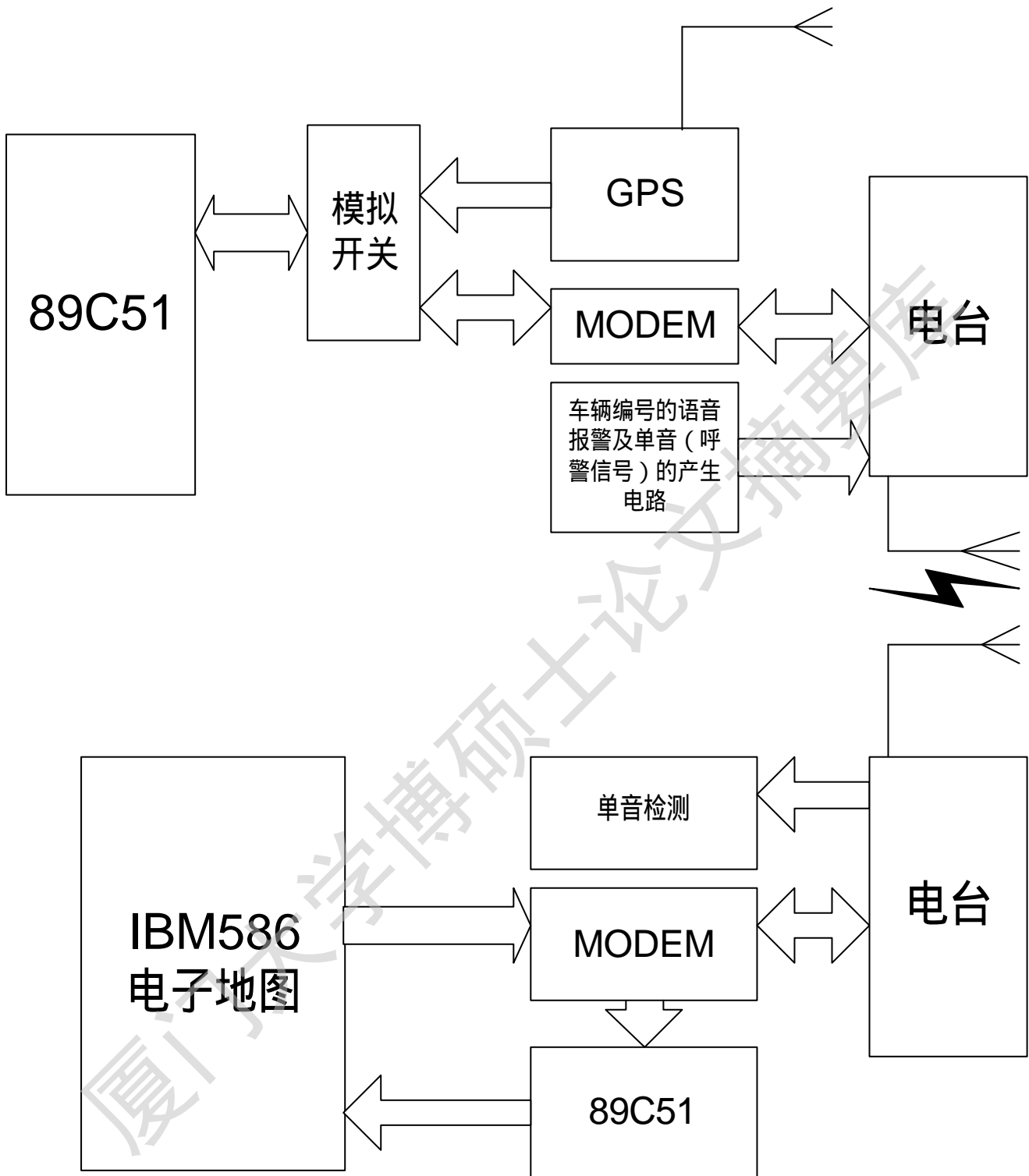


图1-1系统组成框图

## 第二章 GPS 原理

### 1. GPS 的组成

GPS 是 1973 年美国国防部组织海陆空三军,共同研究和建立的新一代卫星导航系统,即通常所说的“全球定位系统”。其组成框图如下(图 2-1):

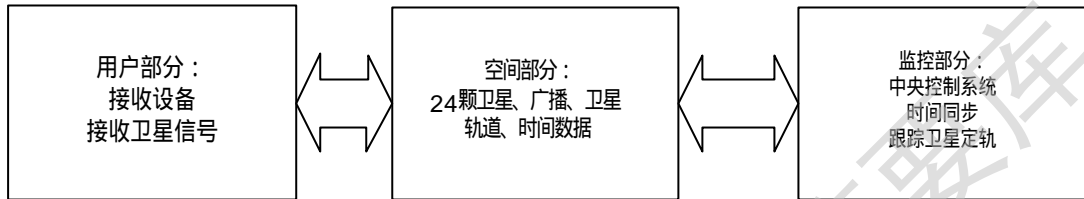


图 2-1 全球定位系统的组成框图

1) GPS 的空间卫星由 21 颗工作卫星和 3 颗备用卫星组成。可保证在地球上任何时间、任何地点均至少可以同时观测到 4 颗卫星,加之卫星信号的传播不受天气的影响,因此 GPS 是一种全球性、全天候的连续实时导航定位系统。

2) GPS 地面监控部分由 5 个监控站、3 个注入站和 1 个主控制站组成。监控站为数据自动采集中心,配有双频 GPS 接收机、高精度原子钟、环境数据传感器和计算设备,为主控站提供各种观测数据。主控站为系统管理的数据处理中心。其主要任务是利用本站及各监控站的观测数据推算各卫星的星历、卫星钟差和大气延迟修正参数,提供全球定位系统时间基准,并将这些数据传到注入站,调整偏离轨道的卫星,使之沿预定的轨道运行,启用备用卫星以代替失效的工作卫星。注入站将主控站推算和编制的卫星星历、钟差、导航电文和其他控制指令等注入相应卫星的存储系统,并监测注入信息的正确性。

3) 用户部分包括 GPS 接收机、天线、数据软件及计算设备(见下图 2-2)。

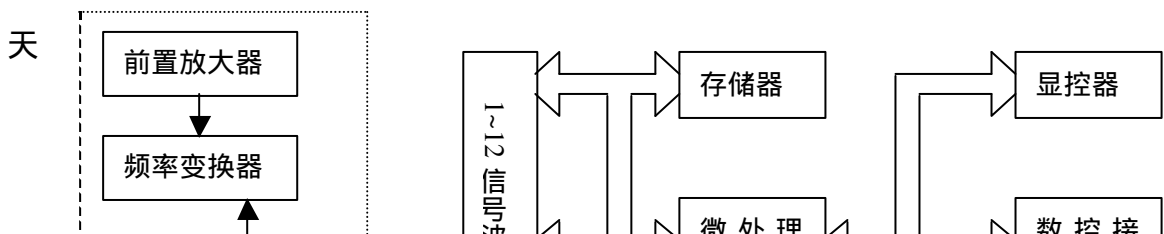


图 2-2 GPS 用户部分框图

## 2. GPS 定位原理

同常规测量手段一样，利用 GPS 技术进行定位也是通过获取某种观测量，建立起未知点与参考点之间的联系来实现的。作为 GPS 的基本观测值，一般包括伪距和载波相位。GPS 观测值是某一时刻未知测站坐标、卫星坐标、钟差、相位整周模糊度及各种延迟的函数。其观测方程如下：

$$\rho_i = f(X_T, X_S, \Delta t, N, \varepsilon)$$

式中：

$\rho$  —GPS 观测值

$X_T$  —测站位置参数

$X_S$  —卫星位置参数

$\Delta t$  —钟差参数

$N$  —整周模糊度

$\varepsilon$  —其他延迟及误差

在实际应用中，除可获取上述各种观测值外，还可得到卫星星历。卫星星历包含了用以确定各卫星位置的参数、卫星钟差修正及其他改正信息。由此可确定某一时刻的卫星坐标及相应的钟差改正。因此在上述观测方程中，测站坐标、接收机钟差和整周模糊度为实际待定参数。

在运钞车管理系统中，需获得定点位置的坐标。也就是要用到 GPS 的绝对定位原理。它是以 GPS 卫星和用户接收机天线之间距离—伪距离的观测量为基础，通过卫星星历计算出相应时刻的卫星瞬时坐标、建立观测方程组来解算用户接收机天线相位中心所对应的测站坐标。此时，观测方程中不需要整周模糊度



参数，故只有 4 个待定参数。只要同时观测 4 个卫星信号，即可建立起相应的方程组：

$$\text{GPS: } \rho_i^j = f(X_T, X_S^j, \Delta t) \quad (j=1, 2, \dots, 4)$$

解算该方程组可得到测站  $i$  的位置参数和相应时刻的接收机钟差。因此，只要同时保持 4 个以上的卫星观测值，即可进行单点定位（参见参考书 5）。

### 3. GPS 卫星定位系统的测量误差及其对策

由于 GPS 定位导航系统是美国国防部为其军事任务设计的，并由美国国防部掌握。美国军方强调对 GPS 实行控制的合法权利。对 GPS 采用两种等级精度的导航定位服务方式，即精密定位服务 PPS（Precise Positioning Service）和标准定位服务 SPS（Standard Positioning Service）。根据美国 FAA 提供的 GPS 定位技术指标，PPS 的定位精度为 25 米而 SPS 的定位精度为 100 米左右。美国对 GPS 采用了在卫星信号上施加干扰信号的方法以限制用户使用。其主要技术是：

SA 技术 也称为选择可用性技术，它是为控制非授权用户获得高精度实时定位的一种方法。它是通过  $\varepsilon$  和  $\delta$  两种技术来实现的，见下图 2-3 所示。

$\varepsilon$  技术 是将卫星发送的 GPS 卫星轨道参数有意识地施加一个慢变偏移，使广播星历精度由原来的 25m 降到 100m。达到降低定位精度的目的；

$\delta$  技术 是对卫星的基准频率（10.23MHz）施加高频率抖动噪声信号。这些信号是随机的，并受控于美国军方。该信号将使由基准信号而派生出来的所有信号（如载波伪随机码）都会出现随机抖动，造成测距误差。使 C/A 码单点定位由原来的 25m 降到 100m。

AS 技术 即反电子欺骗技术。它是将 P 码与更加保密的 W 码模二相加形成 Y 码。使得非授权用户无法接收  $L_2$  频率的 P 码信号。即不能用 P 码作实时定位，也不能用 P 码和 C/A 码相位测量进行联合解算。（参见参考书 1）

下图为清华大学测量教研室于 1993 年采用两台接收机利用 C/A 码伪距单点定位结果，从图中可见最大影响可达 100M。

GPS 的定位误差由等效伪距测量误差引起，而等效伪距测量误差包括两地接收机外部产生的公共误差和接收机内部产生的非公共误差。公共误差包括 SA 引入误差、电离层和对流层延迟误差、卫星钟差和星历误差。SA 引入误差实际上是通过人工施加的星历误差和卫星钟误差的合成误差，可作为星钟误差和星历误差来处理。公共误差利用差分 GPS 进行纠正，而接收机产生的非公共误差不能用差分消除，但可在接收机内部采用滤波、平滑等技术使其减少。

在系统的建立过程中，我们认真分析和实验比较了 Rockwell, Micrologic 等几家公司的 GPS 接收机，实践证明 Rockwell 公司的 OEM 板接收机有明显的性能优势，定位精度高，相对比较稳定，因为该接收机内部采用卡尔曼滤波器对非公共误差进行消除，因此，我们选用了 Rockwell 的 OEM 板，保证了系统的稳定度。

但是，由于 SA 误差的引入，公共误差才是主要的误差，要消除它，必须采用差分定位技术。差分定位技术的基本原理如下（参见参考书 2）：

差分 GPS (DGPS) 由中心站 (主站) 和移动站 (用户站) 组成, 并通过数据传输链构成网络系统。主站坐标应已知, 并要有一台单频 GPS 接收机持续地进行伪距观测, 由主站坐标与卫星广播星历计算的每颗 GPS 卫星瞬时坐标之间求出的卫地距与同一时刻观测的伪距值相减, 即得该时刻该卫星的伪距改正数。同时求得每颗能观测到的卫星的伪距改正数并实时传送给用户。用户接收到这种伪距改正数并加到观测得到的伪距上即得到改正后的伪距值, 根据卫星广播星历和至少 4 颗以上卫星的伪距值即可求出用户站较精确的坐标。由此可见, 在该系统中, 用户站定位误差的削弱是建立在对 GPS 卫星同步观测的基础上的。当主站和用户站间距离不大于 100 公里时, 这两站上的观测值 (伪距或载波相位) 包含有部分相同的卫星星历和大气延迟的误差。故用户利用伪距改正数定位可使误差被部分削弱, 从而使实时定位精度提高为 5~10 米。随着主站和用户距离增大, 定位精度也就会降低。

本系统下一步将引入差分纠正, 以提高精度。

### 第三章 系统软硬件实现

本系统的基站和多个子站之间通信, 既有数字通信又有模拟语音通信, 故系统为复合通信系统。系统采用 MOTOROLA 公司生产的电台, 通信框图如下图 (3-1) 所示:

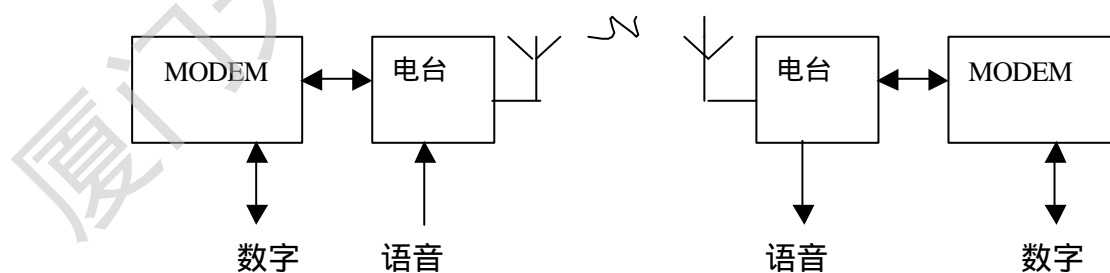


图 3-1 系统的通讯框图

电台采用调频方式, 可以采取单频或双频方式, 本系统为了避免各子站之间互相干扰, 采用双频形式。即当基站以  $f_1$  发射信号时, 各子站以  $f_1$  接收, 各子站以  $f_2$  发射信号, 基站以  $f_2$  接收。这样, 当一子站发射信号时 (以  $f_2$  发射), 另一个子站无法接收到该信号 (子站只能接收频率为  $f_1$  的信号), 避免了子站之

间的互相干扰。由于基站和子站各只用一个电台，电台发射时无法接收，接收时无法发射，但双方都能发射和接收，故本通信系统为半双工通信。

### 一、模拟语音通信

语音通信由语音产生电路和单音检测电路组成，加上一些必要的控制电路，现分别讨论。

#### I) 发射部分

语音产生电路由语音电路和单音电路组成(如下图 3-2 所示)

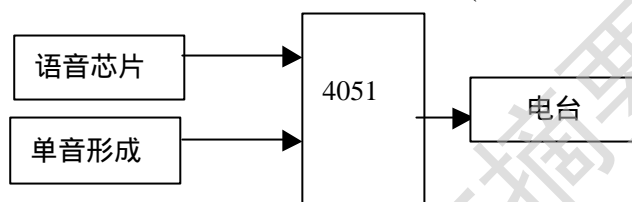
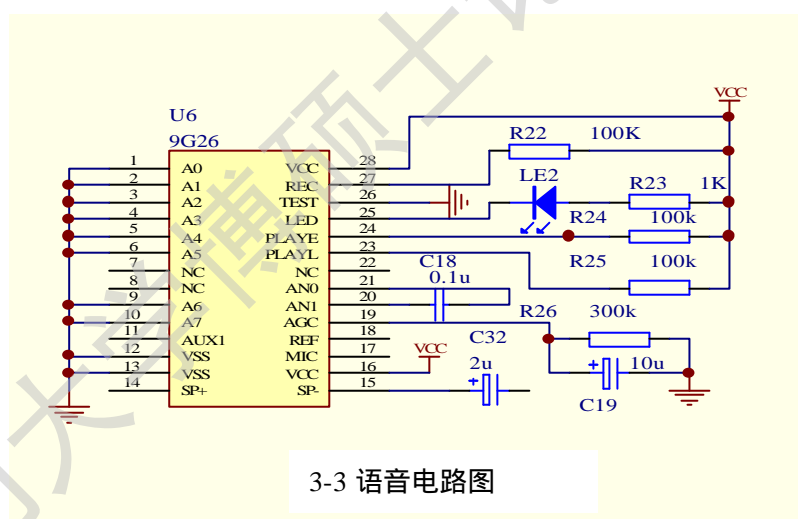


图 3-2 语音产生电路框图

#### 1、语音芯片

其电原理图如下图 3-3 所示：



3-3 语音电路图

(1) 该语音电路使用方便，其特点如下：

- 1) 单片结构，只需外接几个电阻电容就能构成一个录放音系统；
- 2) 内部包括有功率放大器；
- 3) 内部包括有大容量 EEPROM（电可改写存储器）；
- 4) 能录制 20 秒语音；
- 5) 可分成多达 160 段；
- 6) 不用编程器就能反复录音；

- 7) 录音的内容能永久保留，又能随时更改；
- 8) 启动时进入低功耗省电状态；
- 9) 使用按键来控制操作，使用方便。

(2) 本系统无须用到多段录音，使用更是简单。1) 录音时，只要置 REC (即 27 脚) 为低电平，从 MIC (即 17 脚输入的语音信号即被录入内部 EEPROM，同时发光二极管 LED2 亮，若不需要录到 20 秒，可以中途恢复 REC 为高电平即可。

2) 放音时，既可用电平触发，也可有脉冲触发。用电平触发时，只要置 PLAYL (即 22 脚) 为低电平即可。用脉冲触发时，加一个脉冲到 PLAYE (即 24 脚)，下降沿即可触发放音。语音由 SP+、SP- 输出，若 SP+、SP- 两端直接外接放音喇叭，可直接驱动喇叭发声，若从其中引出单边音频信号到外部音频放大器进行放大，另一管脚悬空即可。本系统采用脉冲触发方式，由 SP- 单边引出音频信号方式。

### 1、单音部分

其电原理图如下图 (3-4) 所示：

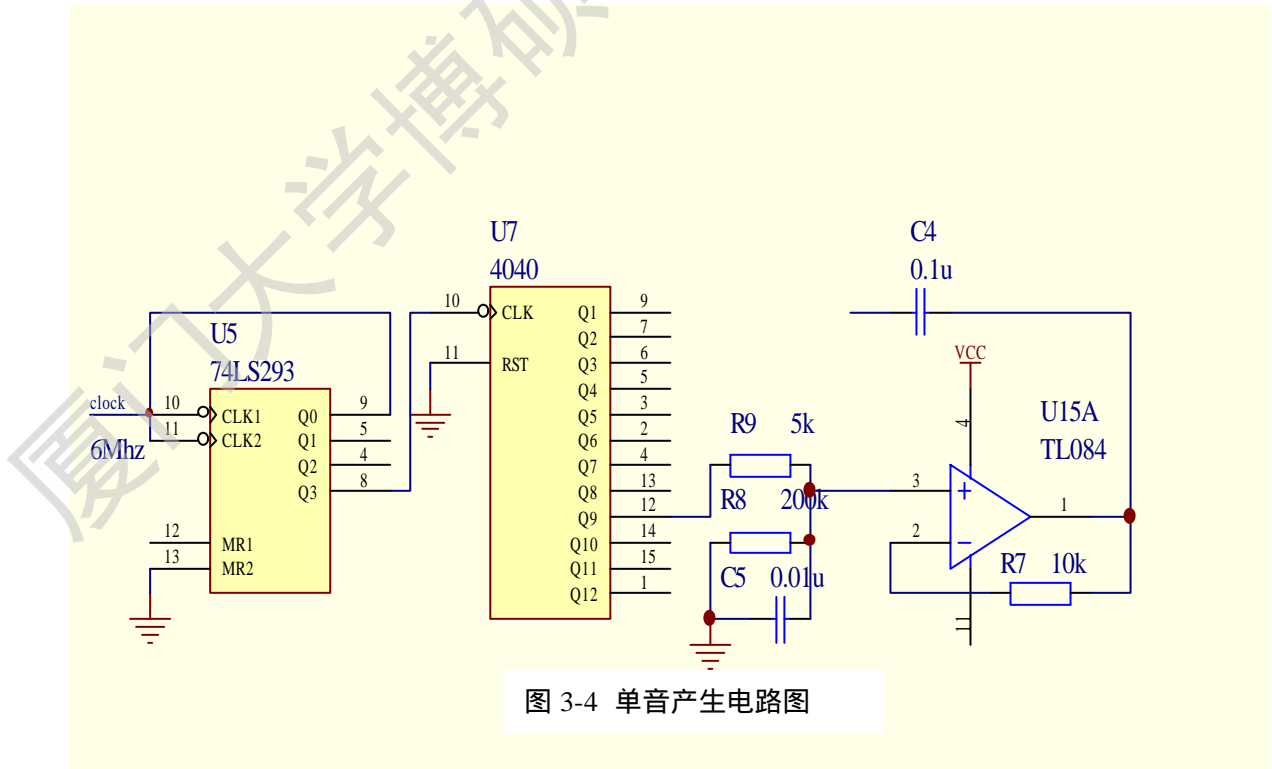


图 3-4 单音产生电路图

6M 时钟经 LS293 分频后，再经 4040 分频，得到一个 732HZ 的单频信号，经由 TL084 组成的运放电路放大和方波去陡后，送入 4051 模拟开关。

## II) 接收部分

语音部分由电台直接接收，驱动电台的喇叭发音。单音部分由单音检测部分组成，单音检测部分的组成如下图（3-5）所示：

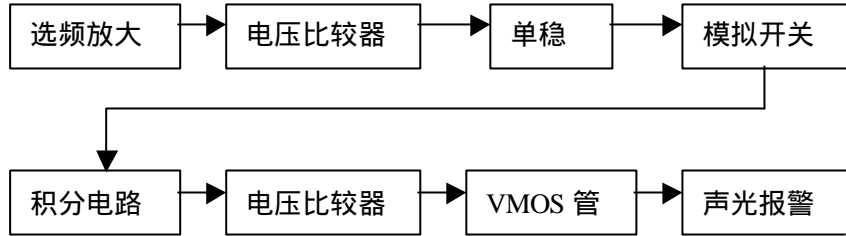


图 3-5 单音检测电路组成框图

1、选频放大的电原理图如下图 3-6 所示：

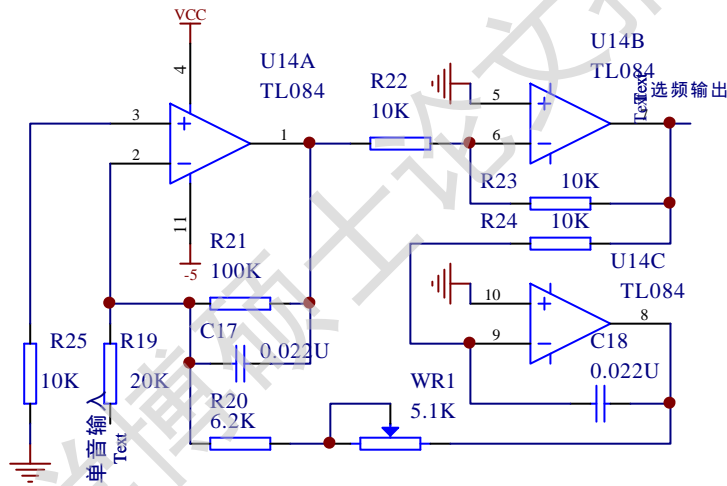
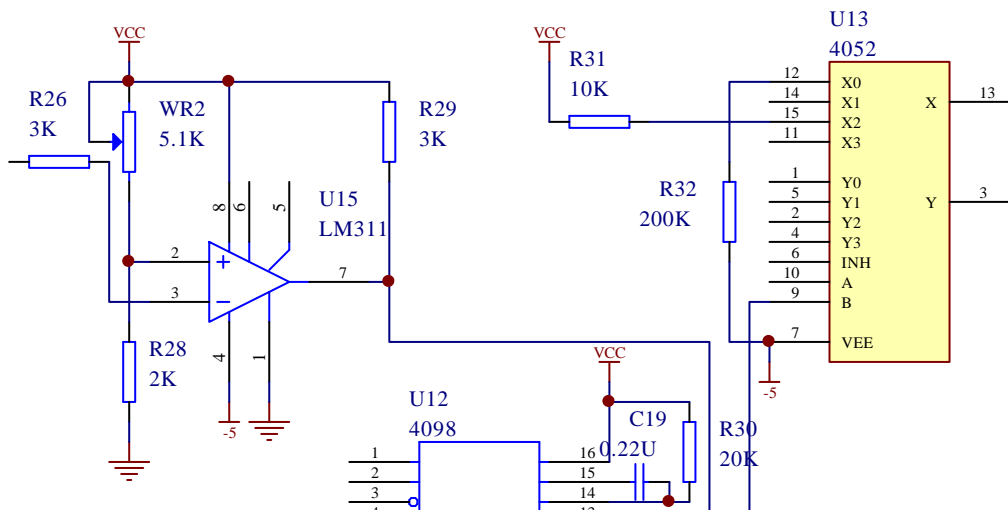


图 3-6 选频放大电路图

该电路是一个典型的选频放大电路，通过调整电容 C18 和电阻 WR1 可以获得所选频率的信号，调整 C17 可以调整 Q 值，频带可以做到很窄，本电路选择的频率为发射端发射的频率  $f=733\text{HZ}$ 。

2、模拟开关控制电路，电路图如下图 3-7：



选频输出送入图 3-7 模拟开关控制电路图。比较器可以输出  $f=733\text{HZ}$  的信号，以该信号触发可重触发单稳，输出选通信号控制模拟开关。所以一旦有  $f=733\text{HZ}$  频率检出，模拟开关输出高电平。

3、积分电路及 VMOS 驱动电路，其原理图如下图 3-8:

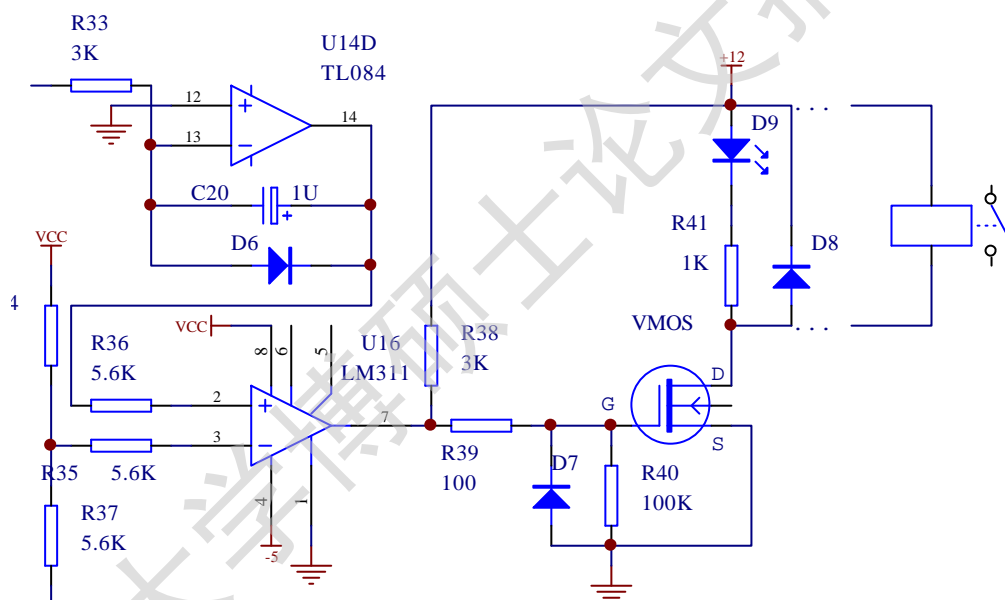


图 3-8 VMOS 驱动电路

积分电路用于排除干扰，若有干扰信号到来，可能导致模拟开关 (U13, 4052) 短暂输出高电平，调整积分常数可以抑制该高电平，因干扰是随机的，不可能出现连续的  $f=733\text{HZ}$  的干扰信号，故该抑制电路十分有效。当有用的  $f=733\text{HZ}$  的信号到来时，由于持续时间较长，积分电路可以输出高电平，使电压比较器 (U16, LM311) 输出高电平，驱动 VMOS 管。VMOS 管关断时会产生一个很大的回流电流，极易损坏负载，故加上二极管 D7, D8 加以保护。VMOS 管输出直接驱动声光报警器。

## 二、串口数字通信



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库