

基于 GPS 的便携式汽车行驶记录仪的研制

王立更, 胡仕兵, 汪家楠, 刘英

(成都信息工程大学, 四川 成都 610225)

摘要:为方便地为汽车消费者提供汽车在行驶过程中的相关物理性能,介绍了一种基于 GPS 定位为基本功能,通过 ARM 芯片读取 GPS 信号并将 GPS 信号转换为实际的坐标信号,实现对汽车运动轨迹跟踪和在线速度检测以及 U 盘存储相关数据等功能的汽车行驶记录仪。从设计的原理方案、硬件设计、软件设计全方面地介绍了设计过程。系统实现了汽车的 GPS 定位、轨迹显示、时间显示和速度测试功能。

关键词:GPS 定位;物理性能;轨迹跟踪;速度检测;U 盘存储

中图分类号:TP311.5

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2018.04.011

0 引言

随着生活水平的提高,汽车从最开始的代步工具演变成当代社会居家的必需品。人们对汽车的要求不仅仅是能够代步,还更加注重汽车的性能,诸如汽车设计的美观性、结构的安全性、防盗性等等。在舒适的汽车驾驶体验中,驾驶人员可能会因为误操作出现违规罚款等现象,为了防止驾驶人员的和执法人员之间因材料不足产生不必要的纠纷,汽车行驶记录仪可以为两者提供强有力的证据,提高执法者与驾驶人员的和谐程度^[1]。在没有 GPS 的时代,人们只能依靠极为不方便的地图和指南针进行导航,这种导航方式不仅仅精度低,而且使用起来极为不方便。

课题研究的基于 GPS 的汽车行驶记录仪不仅仅能解决地图导航的不方便,还集成了 GPS 定位功能。通过在行驶过程中相关的物理性能的实时检测,可以有效地减少因汽车自身故障所带来的安全隐患,保障汽车消费者的人身安全和财产安全^[2]。而 GPS 定位功能则可以有效地提高用户在陌生地带的行驶效率,节约更多时间和经济成本。

从 20 世纪 50 年代后期开始,交通事故发生的频率越来越高,为解决这一问题,欧盟首先提出了机电模拟式驾驶仪这个概念,到 90 年代,美国和德国研发出了数字式汽车事故记录仪的前期模拟,用来监控驾驶员的违法行为,如违章、超速等^[3]。行驶记录仪对汽车的跟踪模拟以及实时显示功能,数字分析等功能,它的使用很大程度上为事故发生后提供分析依据,也为监督驾驶员违章情况等方面提供了强有力的支持^[4]。早在 20 世纪 90 年代,欧盟就已有法律规定,重型车辆必须配有汽车行驶记录仪。根据媒体报道,欧盟已有

法律规定在其成员国内 900 多万辆商用机车上必须配备汽车行驶记录仪。而美国的交管部门已经对汽车行驶记录仪的大规模使用进行大力推广,通用、福特等公司纷纷加入行动。在日本、香港、东南亚、南美等地区汽车行驶记录仪也得到了广泛使用^[5]。

20 世纪 80 年代开始,数字式汽车记录仪在中国少数地区进行了试用。它的出现为中国交管部门执法提供了有利的工作条件,也为交通运输等方面提供了安全保障,使交通管理更加的方便有效。相关部门在 2003 年发布实施汽车行驶记录仪的国家标准 GB/T19056-2003^[6]。现如今,中国的汽车行驶记录仪多用 8 位或 16 位单片机作为处理器,并采用汇编语言,运用程序也较为单一。虽然,有些公司也研制出了功能较多的第二代汽车行驶记录仪,但仍没有运用操作系统在其中,因此在其扩展性和稳定性等方面仍存在缺陷。

课题要求要完成的工作有:精确的实现汽车在行驶过程中的运动状态,测量并判断汽车行驶的物理参数;做到便携、成本低;行驶过程中能够通过 U 盘储存相关的运动参数;液晶显示相关的物理性能。在这过程中要充分结合数字电路、模拟电路、单片机等相关的课程知识,将理论应用于实践;与此同时,还要掌握 Altium Designer 的应用。完成基本的功能分析后,根据相关的功能制定好对应的设计方案和对应的器件选型,然后设计电路板并打样和焊接。硬件部分设计完成后再通过分模块编程,在检测各个模块的硬件功能的同时完成软件的初步编写。最后将各个模块的软件和硬件进行联合调试,直到完成所有设计。

1 系统方案设计

1.1 系统框图

设计主要包含 GPS 定位模块、单片机处理模块、

液晶显示模块、调试端口、U 盘储存接口、调试端口等模块,系统框图如图 1 所示。

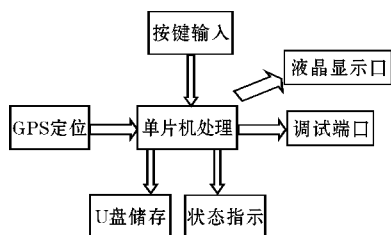


图1 系统框图

1.2 模块功能

通过各个模块间数据的相互交互完成系统特定的功能,各个模块的功能如下所述:

(1)GPS 定位模块:该模块主要是用于系统 GPS 信号的接收和发送,性能方面需要满足在有 GPS 信号的地方都能完成 GPS 信号的准确传输。完成 GPS 信号的传输后,还需将原始的信号转换为经纬度信号通过串口传送到单片机端。

(2)单片机模块:单片机是系统的核心设计,在硬件功能上必须满足抗干扰能力强,工作状态稳定。在本次设计中,处理 GPS 模块传回的位置信息,并通过相关的运算将位置信息拟合到相应的显示坐标中,在单片机上显示拟合后的坐标。同时能完成对 U 盘内部数据的读写,能将 GPS 传回来的信息写入到 U 盘中。能支持按键的操作,当按键按下后能有相应的逻辑指示灯指示。

(3)U 盘存储接口:U 盘的存储接口用来实现对 U 盘数据的读写操作,存储的数据包含 GPS 定位数据、运动状态的采集数据等,在系统断电后,能够从 U 盘里面将对断电前的数据进行还原。

(4)显示模块:显示模块主要显示系统在行驶过程中相关参数,U 盘的保存状态(提示保存成功与否)以及提供其他人机交互信息。

(5)调试端口:主要用来实现在软件编程初期阶段,对程序在线编程的调试,提高开发效率。

2 硬件设计

2.1 系统主控电路设计

2.1.1 系统主控方案选择

通过网上的资料和相关书籍查询得出以下 3 个系统主要控制器方案:

方案一:台湾宏晶公司生产的 51 内核系列单片机

在大学生电子设计中有着相当广泛的应用,该系列单片机不仅仅有支持传统 51 内核的 STC89C52 系列的 51 内核单片机,还有基于 51 内核的增强型单片机例如 STC12C5A60S2。STC12C5A60S2 不仅仅具有所有传统 51 内核单片机的功能,还兼容其所有指令和代码。在设计应用中,高速的 1T 模式和内部集成的双串口、SPI、PWM、PCA 以及 ADC 等接口使得该单片机在诸多领域有着广泛的应用。

方案二:FPGA(现场可编程门阵列)在当代应用相当广泛,其现场可编程的特性可以满足许多专用集成电路在应用中的不足。在 FPGA 中,Xilinx 和 Altera 生产的 FPGA 在商用市场占有率较高,其中 Xilinx 公司的 Spartan-6 系列芯片在低端市场中应用较为广泛,该芯片支持高性能算术与信号处理,支持 DDR、DDR2、DDR3 等高速接口。

方案三:ARM 在现在的工业控制领域有着相当重要的地位,ARM 内核的芯片制造技术也相当成熟。其中意法半导体(ST)公司在 ARM 的开发上为用户提供了封装好低层硬件的库函数开发,库函数的开发使得开发者在一定程度上减少了对低层硬件了解程度,极大的提高开发周期,因此得到许多开发者的青睐。其产品中,STM32F105 系列的微控制器具备 CAN 总线、UART、IIC、ADC、SPI 等等许多硬件接口^[7]。更重要的是该芯片可以支持 USB2.0,支持 U 盘 2.0 的在线读写功能。

2.1.2 系统主控方案论证

以上 3 个方案中,STC12C5A60S2 单片机是 8 bit 总线的单片机,该类单片机虽然支持 1T 模式,但是该模式下系统最高主频只有 35 MHz。时钟配置方面内部模块只能采取单一的时钟分频方式,缺乏灵活的时钟输出配置,这就导致该芯片在模块配置时缺乏独立灵活的时钟输出。加上该单片机是 8 bit 位宽的数据总线,导致系统对数据的速度大大降低,因此方案一不适合应用在本课题设计中。方案二中 FPGA 虽然灵活性高,但是在开发方面需要具备一定的 Verilog 和 VHDL 语言的基础,在对一些类似 UART、SPI 等协议读写数据需要对协议内容了解透彻。在成本方面 FPGA 成本相对专用集成芯片要高出许多,在硬件电路设计方面,FPGA 需要特别的电压启动方式,FPGA 开机上电需要一定的启动顺序,各个 Bank 电压不同,需要不同的电源模块。所以如果选择 FPGA 做主控芯片,不仅仅成本开销大,软件和硬件的开发难度也较高。方案三中 ARM 芯片价格便宜。意法半导体公司的 STM32F105 的开发可以基于公司提供的库函数开发,开发难度低,周期短,同时,该芯片的外围电路也简单,仅仅需要晶

振和复位电路以及程序的下载口就可以构成一个最小系统,所以主控方案选择方案三。

2.1.3 系统主控电路设计

主控电路的设计主要是对 STM32F105RBT6 的最小系统板的搭建,为使后期软件开发方便,在该控制器的原理图封装制作时,将每个管脚的缺省功能和复用功能都画出来了。实际电路图如图 2 所示,在图 2 中为了使显示更为直观,将 STM32F103RBT6 分成了 4 个 part 来画,4 个 part 中,Y2 是产生系统时钟的 8 Mhz 晶体,C3 和 C4 是 22pF 的无极性贴片电容,C3、C4、Y2 构成晶体谐振电路,可以为单片机提供一个 8 MHz 的时钟源。R1 是一个 1 MΩ 的贴片电阻,该电阻的作用是为谐振电路提供稳定的输出环境。Y1 是为单片机内部实时时钟提供时钟源的 32.768 KHz 晶体,该晶体同 Y2 一样,与 C1、C2 组成谐振电路,选择 32.768 KHz 的频率是因为内部进行 15 次分频后得到的频率刚好是 1 Hz,每个周期是准确的 1 s,该时钟方便用于计时功能。单片机的复位电路由 K1、R2、C5 构成,STM32F105RBT6 复位引脚在低电平后产生复位。

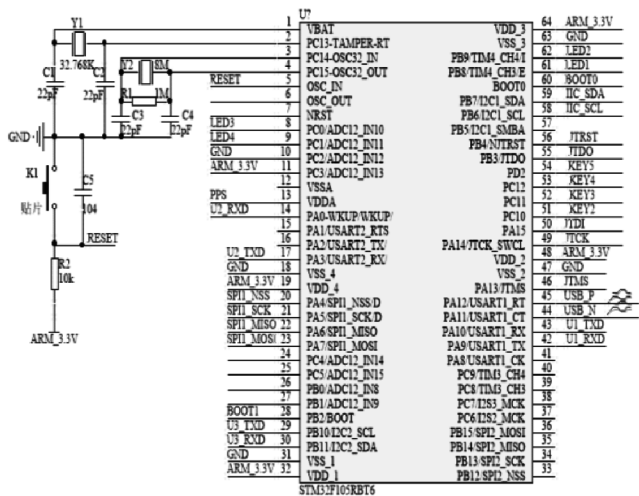


图 2 主控电路图

STM32F105RBT6 微控制内部集成 Flash、RAM 区、系统储存区,因此在硬件设计时,需要根据实际情况选择程序的自举模式。自举模式通过 BOOT0 和 BOOT1 引脚来配置,详细配置见表 1 所示。

表 1 程序自举空间配置

BOOT0	BOOT1	程序启动位置
x	0	Flash
0	1	系统储存区
1	1	RAM 启动

此次设计的内存自举空间选择的是 Flash 启动,所以 BOOT0 和 BOOT1 都选择接地,电路设计如图 2

所示。

2.2 U 盘读写电路设计

此次设计中 U 盘的读写主要是基于 USB2.0 的读写,USB(通用串行总线协议)协议是以英特尔为首的 7 家公司在 1994 年推出的概念。在该协议推出十年后正式推出了 USB2.0 协议。在该协议中最大的传输速度可以达到 480 Mbps,输出电流可以达到 0.5 A。

USB 系统包含主机、设备、连接 3 部分,主机提供驱动软件和面向用户的应用以及总线接口^[8]。驱动软件负责检测设备是否接入到总线上,当接入到总线上时,通过总线接口将设备信息发送到用户应用;应用提供上层的人机交互界面,通过特殊指令实现人类语言和处理器语言的转换;总线接口则是提供数据输入和输出的端口。设备是相对主机而言,例如当 U 盘插入到电脑的 USB 口时,电脑是主机,U 盘则是设备。常见的设备器件有 U 盘、读卡器等 USB 器件。总线则是数据传输的通道,总线上提供了不同的数据传输通道,负责设备和上层用户之间的数据交互和身份识别。

在 U 盘的设计中,主要是针对 USB2.0 进行设计,本小节中主要从方案开始介绍 USB 的硬件电路设计。

2.2.1 U 盘读写电路硬件方案

通过相关资料的查询和结合实际情况,在此次针对 U 盘读写的硬件电路提供了以下两个设计方案:

方案一:STM32F105RBT6 自身内部集成了 USB2.0 接口,支持 USB OTG 全速(12 Mb/s)设备、主机和 OTG 模式控制模块。USB OTG FS 兼容 USB2.0 和 OTG1.0 协议,其主要特性有:

- (1)各端点专用的 1.25 K 字节 SRAM(不和其他任何设备外设模块共用)。
- (2)4 个双向端点。
- (3)兼容 USB2.0 协议,可以实现主机模式下全速和低速可选速率和设备模式下全速速率。

方案二:采用 USB 总线接口芯片 CH375 作为此次设计的 U 盘读写电路。CH375 支持 USB-HOST 主机方式和 USB-DEVICE/SLAVE 设备方式。外围电路有相关的电容和晶振就能工作,基本模应用如图 3 所示。

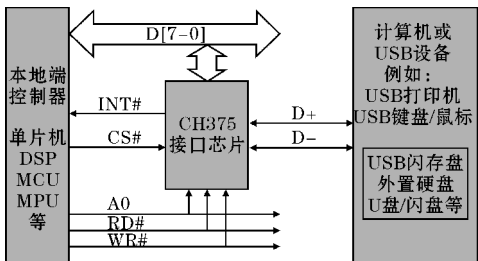


图 3 CH375 电路模型

在图 3 可以看到 CH375 芯片同单片机通信时是 8 位并行总线,在设备端则是通过一对差分线将数据读

到 CH375 中,通过 CH375 转换成并行的 8 位数据流实现和单片机端的数据交互。

2.2.2 U 盘读写电路硬件方案论证

两个方案中,第一个方案利用芯片内部集成的硬件接口只需要提供简单的 USB 物理接口就能实现数据的读取。方案二需要额外的芯片和外围电路,这将增加设计的难度和硬件制作的成本。在两个方案对比中,方案一具有更简洁的电路,设计更为容易实现,所以选择方案一。

2.2.3 U 盘读写电路硬件电路设计

采用方案一设计的 USB 接口电路如图 4 所示,图中 U5 是 USB 的母头,U 盘通过插入到该母头上连接到总线上。因为 U 盘是 5 V 供电,所以在 VBUS 引脚上接入 5 V 电源,为了防止该部分电路因设备故障造成短路烧坏系统的电源模块,在电源的接入端接入了一个限流 500 mA 的自恢复保险丝,R21 和 D6 构成 USB 模块的电源指示灯,当该灯点亮时,表明 USB 模块电源供电正常。为了保证 USB 数据正常传输,在布线时将 D+ 和 D- 设置成了差分对。官方给定差分对内阻抗 90 Ω ,实际设计时传入 10 Ω 电阻,一方面是为了方便调试,另一方面是为实现阻抗匹配。

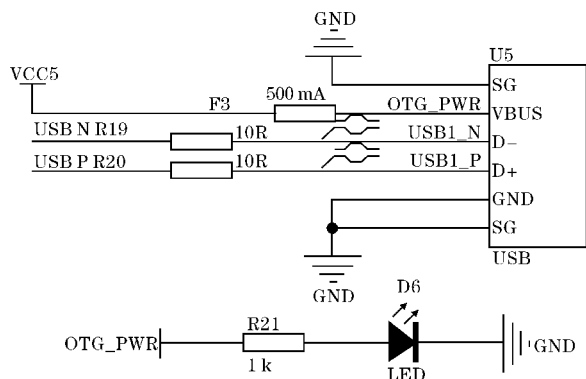


图4 U盘接口电路图

2.3 GPS 定位电路设计

2.3.1 GPS 定位基本原理

GPS 定位的原理是基于太空中的定位卫星,简化后的定位 GPS 定位模型如图 5 所示。

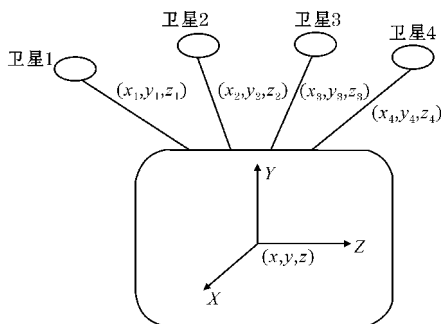


图5 GPS定位简化模型图

在图 5 中,4 颗卫星和 1 个底面 GPS 接收机是定位的最基本条件。假定 t 时刻底面 GPS 接收机可以正常接收 4 颗卫星发射的信号,通过接收机内部的解算可以得电磁波信号从每个卫星发送出来到接收机收到信号之间的时间 Δt 和其他相关数据,可以得到以下方程组:

$$\begin{cases} \sqrt{(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2} + c\Delta_{t1} = d_1 \\ \sqrt{(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2} + c\Delta_{t2} = d_2 \\ \sqrt{(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2} + c\Delta_{t3} = d_3 \\ \sqrt{(x_4 - x)^2 + (y_4 - y)^2 + (z_4 - z)^2} + c\Delta_{t4} = d_4 \end{cases}$$

以上方程组中 x, y, z 是待测的接收机坐标, Δ_{ti} 是各个卫星所发出的电磁波在空中传输的时间($i=1, 2, 3, 4$), c 是光速, x_i, y_i, z_i 是指 4 颗卫星在坐标系中的位置($i=1, 2, 3, 4$)。通过解以上方程组就可以得到未知变量 x, y, z 的值,从而得到地面接收机的坐标值^[9]。

2.3.2 GPS 定位模块接口电路设计

在此次设计中 GPS 定位功能是采用 U-BLOX NEO-6M 模块,该模块集成 GPS 芯片,体积小,传输指令通过串口传输,单片机的 I/O 使用上具有一定的优势,上电配置好的参数在掉电后可以自动保存到 EEPROM 可以方便下次上电直接使用。与此同时该模块自带 SMA 接口,能连接各类有源天线。自带的后备电池可以让 GPS 定位模块在掉电后保存 30 min 的星历数据。实物图如图 6 所示。



图6 GPS模块实物图

模块提供了数据传输的接口和电源的接口,因此电路设计时只需要根据实物设计好接口电路就行,实际的接口电路如图 7 所示。

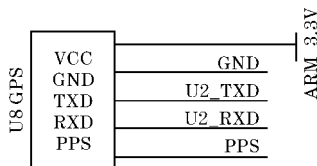


图7 GPS接口电路

因为 U-BLOX-NEO-6M 模块兼容 5 V/3.3 V 电平,考虑到系统的主控单片机的 I/O 能接受的电平值是

3.3 V所以电源选择的是3.3 V。数据传输则是连接到单片机的串口 2 上,PPS 是时钟脉冲输出引脚,此处将 PPS 引脚连接到了单片机的 PA1 引脚上是保证在需要该信号的时候,硬件电路能够提供系统的相应通道。

2.4 显示屏接口电路和系统电源设计

2.4.1 显示屏接口电路设计

显示屏采用的是 2.4 寸智能串口显示屏,此显示屏分辨率为 240×320,支持 16 位真彩色显示。在硬件设计上加入了一片 STM32 控制芯片,内部可以通过上位机制作任意 WINDOWS 汉字字库、4 种图片格式 (BMP、JPG、JPEG、PNG)、各类画点画线等函数。通过上位机封装好函数后,单片机开发时只需要通过模块提供的串口接口向模块发送指令就可以实现相应的功能。该屏幕还支持触摸功能,极大地提高了设计的便捷性和显示效果的多元性。实物图如图 8 所示。



图 8 显示屏实物

因为该屏幕和单片机通信只需要简单的串口接口,因此在硬件电路设计时只需要在电路板上预留好相应的接口就行。实际的电路设计如图 9 所示。

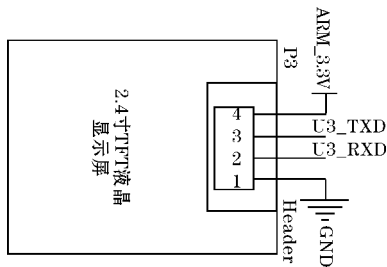


图 9 显示屏接口电路

模块采用 3.3 V 供电,串行接口选择的是 STM32F105RBT6 的串口 3,相应的管脚为 PB10(TX)、PB11(RX)。

2.4.2 电源电路设计

整个系统的电源系统有两个部分:U 盘和 USB 转串口调试供电的 5 V 电压;主控芯片及其外围挂载的模块 3.3 V 电压供电。5 V 供电采用的是电脑 USB(或其他 USB,如充电宝),实际电路设计如图 10 中红色框所示,该接口主要是两个 USBMINI 接口 U3 和 U4,U4 是专用的 5V 输入接口,U3 则是系统调试部分的输入接口,只是该接口同时具有电源输入的功能。3.3 V 的供

电采用一片贴片的 AMS1117 实现,该芯片具有过热保护和过流保护功能,输出最大电流为 1 A^[10]。详细电路见图 10 中非红色框部分。KEY1 是一个六角自锁开关,当按键按下后 3.3 V 电源接通,弹起电源断开。3.3 V 电源和 5 V 电源各有一个 LED 指示灯用来指示相关电源是否正常,除此之外 3.3 V 电源处额外加入了一个 500 mA 的自恢复保险丝。

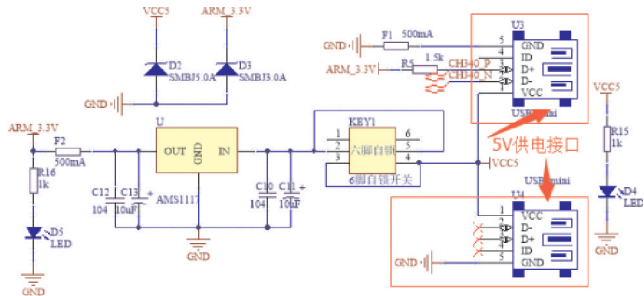


图 10 电源模块电路图

2.5 程序调试接口和其他电路设计

2.5.1 程序调试接口

调试接口包含一个与 PC 通信的串口和一个 SWD 接口,串口调试接口主要是用于程序加载后将单片机内的在线数据通过串口的方式发送的 PC 端上的上位机,从上位机实时观测调试数据,有助于检测出程序的漏洞和不足之处。虽然单片机提供了串口引脚,但是该引脚电平和 PC 端的 USB 电平并不兼容^[11]。为了实现 PC 端 USB 口和单片机串口兼容,在 PC 的 USB 端和单片机的串口之间加入一片 CH340G 实现两者的电平转换,详细电路如图 11 所示。

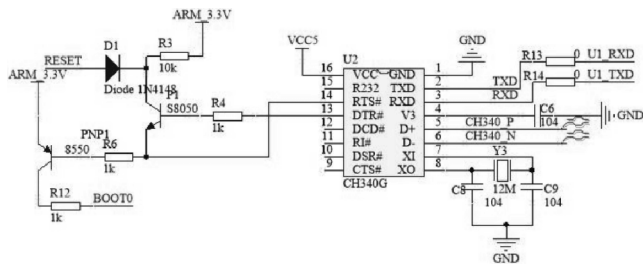


图 11 串口调试电路

从图 11 可以看到 U2 即为 CH340G 芯片,该芯片需要独立的时钟输入设备,因此在 CH340G 的 7、8 引脚处加入了一个 12 MHz 的石英晶振 Y3, Y4 和 C8、C9 一起组成谐振电路,为该芯片提供时钟输入。5 脚和 6 脚是 USB MINI 接头的输入端,这两根走线采用差分走线。CH340G 的 1 脚和 2 脚是连接单片机的输入串口 1(默认管脚 PA10 和 PA11)。左边部分的电路为一键加载程序的电路,电路的设计是为防止芯片在 SWD

模式下无法加载程序时,可以通过该方式下载程序到单片机内。

SWD 接口一方面用于加载程序,另一方面可以通过该接口在 KEIL 软件上进行调试。在此次设计当中,SWD 调试和串口调试的不同之处在于,串口调试是用于检测各个模块传回数据的原始值,针对对象是应用层的数据,而 SWD 调试主要是对单片机内部寄存器相关数据的检测,判定程序编程逻辑是否正确。电路设计如图 12 所示。

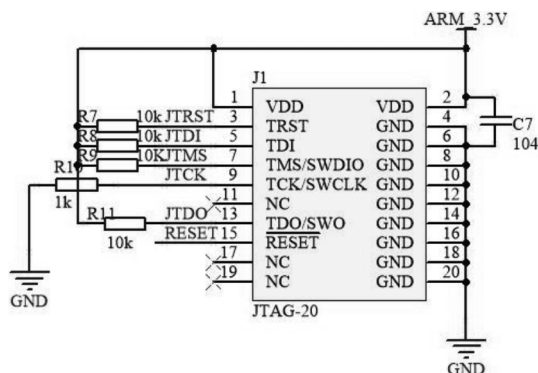


图 12 JTAG 调试接口

在电路中设计的接口是 JTAG-20 的接口,但实际应用时只使用了 SWDIO、SWDCLK、REST 以及 GND 引脚。设计 JTAG-20 接口是为了防止软件开发人员身边没有支持 SWD 的仿真器(如 ULINK1)时,可以采用 JTAG 方式调试程序。

2.5.2 其他电路设计

其他电路主要包含 EEPROM 电路、按键电路、状态指示灯电路以及 SPI 接口预留电路。EEPROM 电路的设计是为了在设计中应对需要掉电保存的情况,该部分电路采用 AT24C02 芯片设计,电路如图 13 所示,该芯片采用 IIC 通信,通信时需要将数据总线和时钟线进行上拉。

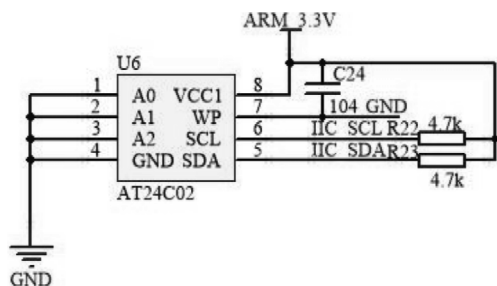


图 13 EEPROM 电路

按键用于实际操作中切换工作状态或者其他功能使用,LED 指示灯主要使用状态功能指示,按键电路和 LED 指示灯电路如图 14 所示。

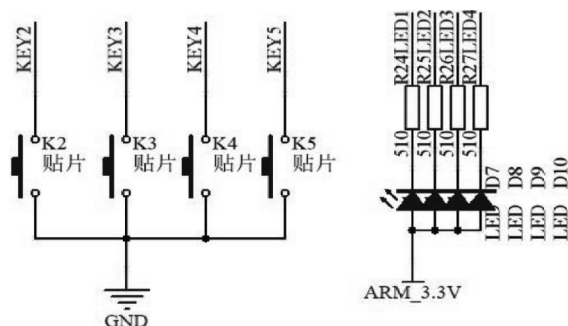


图 14 按键和指示灯电路

从图 14 可以看到按键电路设计中使用了 4 个贴片按键,公共端接地,其他端口分别接入到单片机的 PC10、PC11、PC12 和 PD2 端口。软件编程时只需要通过查询对应管脚的电平状态或者中断(若采用中断方式)就能判定按键是否按下。LED 指示灯则采用 4 个贴片 0805 封装指示灯,LED 串上一个 510 Ω 的电阻进行限流,LED 正向端接入到 3.3 V, D7、D8、D9、D10 分别接入到 PB8、PB9、PC2 和 PC3 管脚。控制这些 LED 时只需要将相应的管脚电平配置为推挽输出,然后写 0 就可以点亮 LED 灯。

3 软件设计

软件设计是系统的核心部分,软件在系统中要完成的功能包括实现 GPS 原始数据的接收和转换、驱动 LCD 显示屏并实现相应的显示功能、工作状态的切换等。

3.1 主程序框图

主程序框图中主要描述软件设计的总体思路和相关的流程转换,是整个软件系统设计的框架。此设计的主程序框图如图 15 所示。

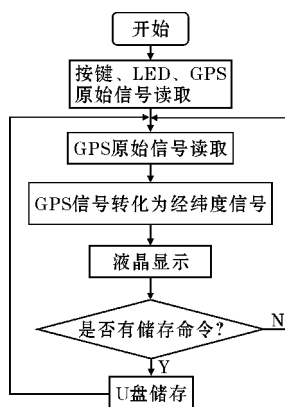


图 15 程序主体框图

软件总体开始是初始化各类函数,然后等待接收 GPS 信号,接收到后通过对其解码得到经纬度信号、地面速率、时间等信息。待收到 U 盘的读取命令后将 GPS 收到的信号写入到 U 盘中,最后在液晶显示屏上

显示出来。

3.2 GPS 信号读取和转换

GPS 信号的读出程序框图如图 16 所示。

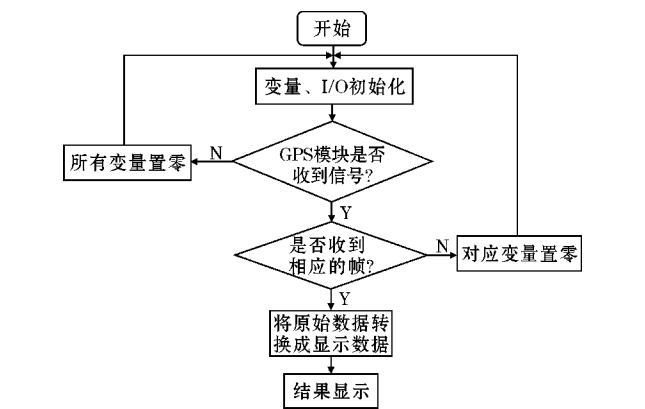


图 16 GPS 信号读取程序框图

程序开始时先将相关的变量和硬件 I/O 初始化,变量初始化主要是将数据置位或者清零;I/O 初始化则是将串口的 TX 管脚配置成推挽输出,RX 配置成浮空输入。然后通过 UBLOX-6M 模块上的指示灯指示信号接收状态,常亮表示没接收到信号,闪烁表示收到 GPS 信号。

UBLOX-6M 模块发送数据采用 NMEA-0183 协议,该协议传输的信号均采用 ASCII 码传输,帧格式为:MYMaacc,ddd,ddd,⋯,dd * hh (CR) (LF)。在帧格式中,MYM 表示帧的起始位,表明新的一帧数据开始了;aacc 是地址域,前两位 (aa) 是识别符,后三位 (ccc) 是语句名;ddd⋯ddd 是传输的数据;* 表示语句结束标志位;hh 是 MYM 和 * 之间的所有字符 ASCII 码的校验和 (个字节做异或运算得到校验和后,再转换成 16 进制的 ASCII 字符);(CR) (LF) 是帧结束标志位。接收到信号后,单片机内部对接收到的帧格式进行解码,收到都是字符串信号。通过判定每一帧的开头来鉴别这一帧对应的是哪种数据,官方给定的帧头说明如表 2 所示^[12]。解码后就能得到对应的信息,然后再经过 LCD 显示屏就能显示对应数据。

表 2 帧头说明		
帧名称	说明	最大帧长
\$GPGGA	GPS 定位信息	72
\$GPGSA	当前卫星信息	65
\$GPGSV	可见卫星信息	210
\$GPRMC	推荐定位信息	70
\$GPVTG	地面速度信息	34
\$GPGLL	大地坐标信息	
\$GPZDA	当前时间 (UTC) 信息	

3.3 U 盘数据的读写

U 盘的读写是 U 盘部分最为重要的操作,U 盘的读写主要基于 USB2.0 协议。USB2.0 是一种高速的串行传输协议,在该协议中支持 USB 设备的热插拔^[13]。在 USB 总线上传输数据时,数据只能从主机发出来,轮询广播到总线上。传输是采用令牌包-数据包-握手包的传输机制,这当中令牌包中主要包含的信息是该条数据的来源地址和目的地址或者端点,当广播在总线上播出后,设备就可以根据令牌包中的目的地址判定是否接收,只有当目的地址和设备地址相同时,设备才会接收后面的数据包。数据包是 USB 总线上数据传输的最小单位,由 SYNC、数据及 EOP 3 个组成。数据包的格式在不同包中的形式不同,但是都是以 8 位 PID 开始,PID 可以指定了 16 种不同类型的数据包。当数据包的 PID 是 IN/OUT/SETUP 时,表明该包是令牌包。握手包类似于应答信号,当数据以广播的形式传播出去后,设备收到数据并确认无误的时候产生应答信号 0x02;当设备忙无法接收时应答信号 0x0a;当断电被禁止或不支持控制管道请求时,应答信号 0x0e^[14]。

软件设计时,借助于 ST 官方提供的 USB 驱动函数,软件设计流程图如图 17 所示。程序开始时对连接 U 盘的 PA11 和 PA12 管脚进行初始化,初始化过程主要是将 I/O 配置为 OTG 复用功能。初始化完成后对 USB 总线上的 U 盘设备进行检测,当 U 盘在线时执行读或写命令。读写完成后对 U 盘再一次检测是否被拔出,若被拔出则停止读写;若仍在线,则在读或者写命令到来再次进行读写。

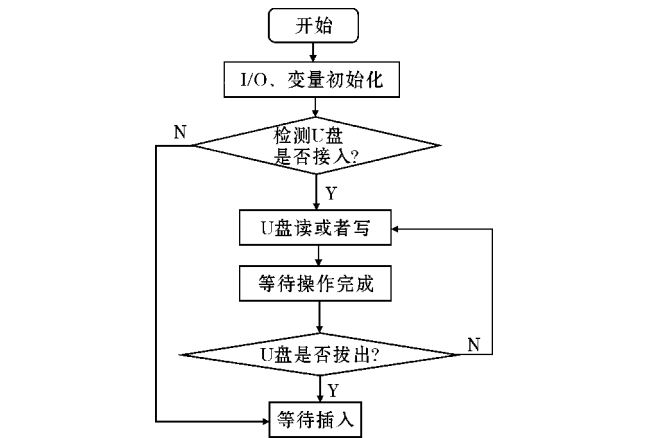


图 17 U 盘写入程序框图

3.4 液晶显示程序

液晶显示主要显示的内容有:实际的运动轨迹、时间显示、地面速率显示、经纬度显示,液晶显示软件流程如图 18 所示。液晶显示屏是通过串口通信,所以软件初始化的时候只需要对单片机的串口和相关变量进

行初始化,变量的初始化主要是将变量置零。当系统没有收到 GPS 信号时,所有变量都置零,当系统收到 GPS 信号后,显示函数对显示变量更新并将起始的点设定为坐标原点。对运动轨迹的显示是将液晶显示上的一个像素和 GPS 最小精度对应起来,GPS 每移动一个单位,液晶显示上就对应移动一个像素点并且将该像素点涂为黄色。当 GPS 信号更新并且通过串口发送到液晶显示端时,液晶显示就对应更新相应的变量。

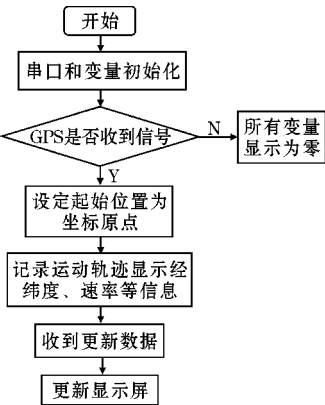


图 18 液晶显示程序框图

4 测试结果

完成硬件设计和软件设计后,这一章描述各个功能模块调试的测试过程和测量结果。焊接完成后的实物图和 PCB 图如图 19 ~ 图 20 所示。

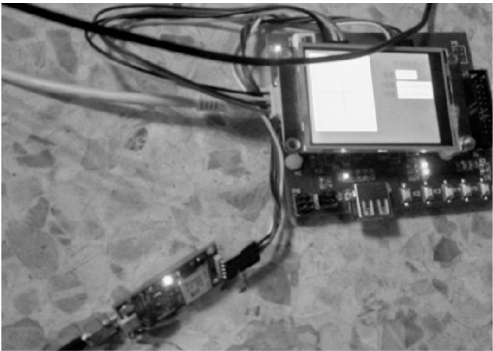


图 19 实物图

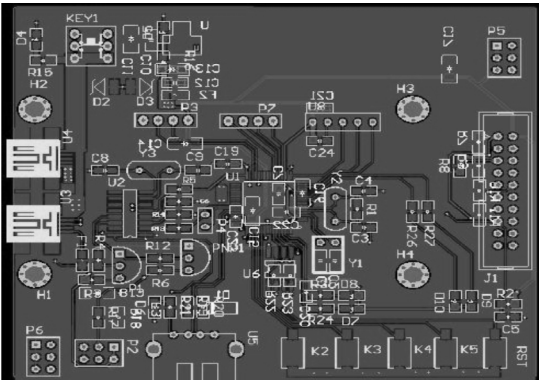


图 20 PCB 图

4.1 电源功能测试

电源模块的测试主要是针对系统上电后的电压测试,测试对象包含5 V供电电源和3.3 V供电电源。测试时用充电宝给系统电路板供电,测量仪器是 UNI-T UT801 万用表,档位选择的是直流电压 0 ~ 20 V 档。5 V 和 3.3 V 的电压测量结果如图 21 ~ 图 22 所示。

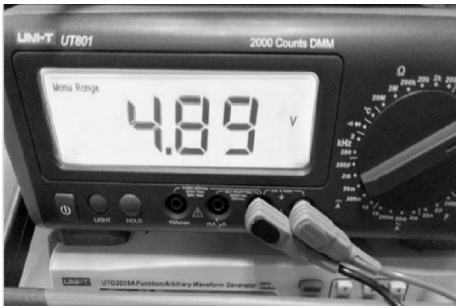


图 21 5 V 输出测量结果



图 22 3.3 V 输出测量结果

图 21 ~ 22 显示 4.89 V 和 3.30 V,经过分析,4.89 V 电压是充电宝输出的电压,该电压不到 5 V 的原因来自于充电宝的输出低于其标称值电压是正常的情况,加之该电压在 U 盘和 AMS1117 输入电压范围内,器件能正常工作。3.3 V 电压的显示说明 AMS1117 能够将电压稳定在 3.3 V。

4.2 GPS 功能测试

GPS 信号功能模块测试主要测试该模块能否正常接收数据^[15],测试时先将该模块通过 PC 端口的串口助手在上位机上测试,上位机的配置和测试结果如图 23 所示。

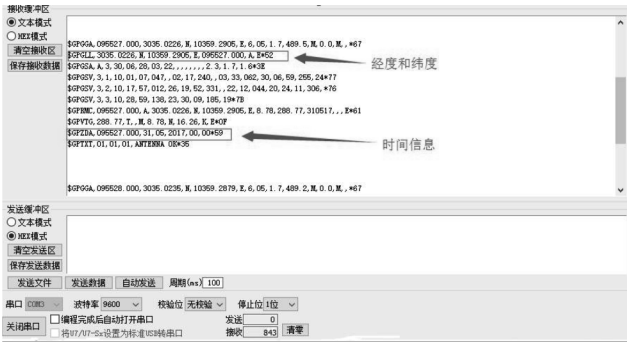


图 23 上位机端 GPS 调试结果图

从图 23 可以看到,文本接收框中能够收到 GPS 发回来的数据帧,方框框出来的部分分别是经纬度信息和时间信息。验证了 GPS 模块能够发数据到上位机后,进一步验证 GPS 模块能否在系统上正常发送。将模块接入到系统,待 GPS 模块上的红色指示灯开始闪烁后,液晶显示屏显示的结果如图 24 所示。

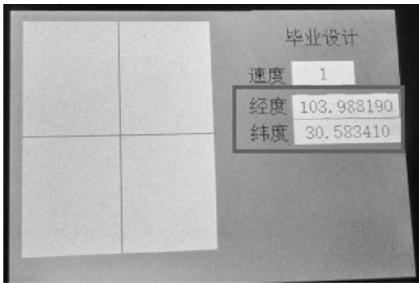


图 24 系统显示结果

从图 24 方框部分可以看出 GPS 模块提供的经纬度信息为东经 103.98819 度和北纬 30.583410 度,测量地点是在学校第六教学楼。网上查询该地点的经度和纬度信息如图 25 所示。从测量结果来看,定位功能正常。



图 25 实际经纬度值

4.3 U 盘写入功能测试

U 盘模块主要是将 GPS 信号发回来的数据写入到 U 盘里面,测试是将 U 盘插入到系统的 USB 插座里面,然后在 GPS 信号稳定后,单片机开始向 U 盘写入数据,写入的格式是 TXT 文本,系统一个小时生成一个文本,文本的命名都是为 U 盘拔出的时间。测试完成后将 U 盘从系统的 USB 插座上拔出,在 PC 端打开 U 盘,可以看到 U 盘里面有 TXT 文件,如图 26 所示。

名称	类型	大小
2017-06-05 11	文本文档	1 KB
2017-06-05 12	文本文档	1 KB
2017-06-05 13	文本文档	1 KB
2017-06-05 14	文本文档	1 KB

图 26 U 盘写入文本图

打开该文件可以看到内容如图 27 所示。从图片中可以看出,2017-06-05 11. TXT 里面记录的内容是 GPS 信号传回来的数据,这些数据和在 PC 端口的文本对话框中的数据格式一致,因此 U 盘的写入功能正常。



图 27 U 盘写入数据测试结果图

4.4 运动轨迹功能测试

运动轨迹功能第一次打点是通过系统接收到 GPS 信号后以开始接收信号的 GPS 坐标作为绘图的原点,每移动一个坐标最小分辨率的值就打一个点。测试运动轨迹功能测试结果如图 28 所示。

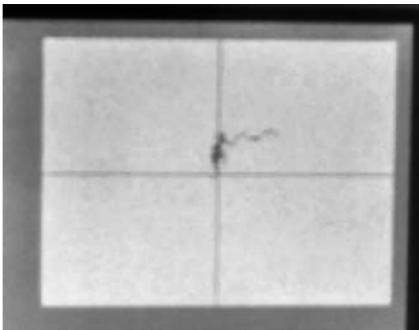


图 28 运动轨迹

从图 28 可以看到点构成的不规则图形,该图形为实际运动过程中根据运动轨迹描绘出来的点。

4.5 时间显示和测速功能测试

时间显示功能和速度显示功能的数据来自 GPS 模块,根据 GPS 模块传回来的数据帧解析后可以得到图 29 中的测速信息和时间信息。

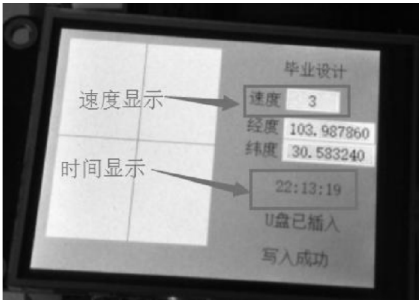


图 29 速度测试和时间显示结果图

从图 29 可以看出测试速度为 3m/h,显示的时间为 22 时 13 分 19 秒。因此这两个功能正常使用,符合设计要求。

5 结束语

通过以上的测量结果可以看出,系统能够正常接收 GPS 信号并对 GPS 信号进行相关的转换,实现了经纬度的正常定位和显示。基于得到的经纬度信息在显示屏上通过描点的方式绘制出了运动的轨迹图和得到了时间信息和运动速率的信息。在测量精度和纬度的过程中,在向 U 盘写入了相关的导航数据的同时,在显示屏上显示了 U 盘的状态和写入成功与否的提示。整个系统测试功能符合课题要求,但仍存在以下两点不足:

(1)GPS 需要外接天线才能接收到信号,在场地受限的地方使用起来有局限性。

(2)限于技术,对运动轨迹信息的描述不够清楚,只能通过打点方式描述,并且只有将这些点和 U 盘保存的数据结合起来才能在一定程度上还原真实的运动轨迹。

此次课题设计与实际批量应用还存在一定的差距,期望国内这方面的研究技术在国家高速增长的经济背景下能够取得更加优异的成绩,早日实现国家摆脱依赖国外技术的局面。

参考文献:

[1] 周友波. 汽车综合性能检测技术现状与发展趋势研究[J]. 沿海企业与科技,2010(1).

[2] 张秋昭,张书毕. GPS 辅助 SINS 动态对准关键模型研究[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,2016.

[3] 王振群. 汽车行驶记录仪在道路管理中的应用[J]. 广东公安科技,2003(4):59-61.

[4] 陆文昌. 汽车行驶记录仪的现状与发展趋势[J]. 汽车电器,2005(5):1-2.

[5] 王力争. 国内外汽车行驶记录仪应用概况[J]. 劳动保护,2004(9):70-71.

[6] 张明明,陈天翼,樊晶光,等. 我国汽车行驶记录仪应用现状及对策建议[J]. 中国安全生产科学技术,2006,2(4):91-95.

[7] 薛圆圆,赵建领. USB 应用开发宝典[M]. 北京:人民邮电出版社,2011:10-25.

[8] 吴学伟,伊晓东. GPS 定位技术于应用[M]. 北京:科学出版社,2010:8-22.

[9] 朱亚丽. 模拟电路及其产品安装调试[M]. 北京:中国电力出版社,2015:1-7.

[10] 陈志旺. STM32 嵌入式微控制器快速上手[M]. 2 版,北京:电子工业出版社,2014:20-25.

[11] 郑郁正. 单片微型计算机原理及其接口技术[M]. 北京:高等教育出版社,2012:101-105.

[12] 华成英. 模拟电子技术基础[M]. 4 版,徐州:中国矿业大学出版社,2007:88-91.

[13] Cameron, Alan. World Dodges GPS Bullet[J]. GPS World,2016,27(3):6.

[14] Jewell, Don. GPS Programs at a Crossroads[J]. GPS World,2016,27(1):4.

[15] 刘水. 基于 GPS 技术的多功能电能表测试系统[J]. 电测与仪表,2004,41(10):23-26.

Development of Portable Vehicle Driving Recorder based on GPS

WANG Li-geng, HU Shi-bing, WANG Jia-nan, LIU Ying
(Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

Abstract: In order to provide consumers with relevant physical properties when car is on the road in the process, the paper introduces a vehicle data recorder which is based on GPS positioning. The ARM chips are used to read GPS signals and transform coordinates of GPS signal into the actual signal, realizing the trajectory tracking and online vehicle speed detection and U disk storage function. This paper firstly introduces the history of the vehicle data recorder and the current development situation of both at home and abroad, and then from the design of principle scheme to the hardware design, software design, the whole design process are introduced. The system realizes the car's GPS location, track display, time display and speed test.

Keywords: GPS positioning; physical performance; track tracking; speed detection; U disk storage