

# 基于 TMS320F240 的 GPS 定位终端设计

## Design of GPS Navigation Terminal Based on TMS320F240

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)蔡燕飞<sup>1,2</sup> 王建立<sup>1</sup> 梁俊<sup>1,2</sup> 孟浩然<sup>1,2</sup>

CAI YANFEI WANG JIANLI LIANG JUN MENG HAORAN

**摘要:**针对 THALES 公司的 AC12 OEM 板分析了 GPS\_OEM 的组成和特点。介绍了 GPS 的基本工作原理和通信协议。并结合硬件特点阐述了利用 TMS320F240 处理 GPS\_OEM 板输出的定位信息的方法,在此基础上引入显示终端,实现定位信息的实时显示。解决了 TMS320F240 与 OEM 板之间的通讯以及定位终端的显示问题,并给出系统的硬件框图和软件流程。

**关键词:**GPS\_OEM; NMEA\_0183; 数字信号处理器; 液晶显示

中图分类号:TP368.1

文献标识码:A

**Abstract:**This paper discusses the construction and character of GPS\_OEM board based on the AC12, and introduces the basic operation principle and communication protocol of GPS. Ways of utilizing Micro-controller (TMS320F240) to process the position information from GPS\_OEM are presented with its hardware-character, and position information can be displayed real-timely by using the terminal display. The problems that communication and position terminal display between TMS320F240 and OEM board are solved. Here provided the hardware block diagram and software flow chart.

**Key words:**GPS\_OEM; NMEA\_0183; DSP; LCD

技术创新

## 引言

全球定位系统(Global Positioning System 简称 GPS)是美国国防部为满足军事部门对海上、陆地和空中运载体进行高精度导航和定位的要求而建立的。它是在子午仪卫星导航系统的基础上发展起来的,GPS 能够提供全天候、连续、实时高精度导航参数,实现三维定位,并可提供精确的时间信息。近年来,GPS 定位技术在应用基础研究、新应用领域的拓展、软件及硬件开发等方面都取得了迅速发展,使得导航和定位技术进入了一个崭新的时代。

目前,GPS 接收机的原始设备制造产商 (OEM, Original Equipment Manufacture)线路板应运而生,其内部含有基本的 GPS 信号接收和解算单元以及必要的对外接口,以其性能可靠、结构简单、易于开发的特点受到更多开发者的青睐。将 OEM 板与微处理器通信技术相结合,可对 OEM 板进行二次开发,方便、自主地研制出各种 GPS 应用系统。不仅应用于军事领域,还可广泛用于地球物理勘查、资源勘探、农业生产、野外探险等领域。

## 1 GPS-OEM 板工作原理和通信协议

### 1.1 GPS-OEM 板的工作原理

在本设计中采用 ASHTECH AC12 OEM 板,该 OEM 板是美国 THALES 公司生产的功能最全、

尺寸最小、功耗最低的专业级 OEM 板。AC12 不仅兼具 GPS 导航授时,还支持远端差分操作并且具有跟踪星基增强系统(SBAS),以及精确的载波相位测量性能。

GPS-OEM 板是将 GPS 接收机的主要部件做成大规模集成片,并集成在一块电路板上。其结构如图 1 所示。

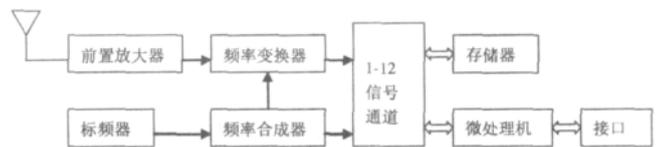


图 1 GPS\_OEM 板结构框图

这个电路板主要由变频器、标频器、信号通道、微处理器和存储单元等组成。在完成初始自检后,GPS-OEM 板将自动接收来自天线的 GPS 射频信号,在低噪声变频器中变频,由 L 频段的射频信号变成低频信号,再经过信号通道测量出 GPS 信号从卫星到接收天线的传播时间,解译出 GPS 卫星所发送出的导航电文,最后由中央处理器解算出测点的三维坐标、速度、时间等信息,最后经由 I/O 口输出串行数据。

### 1.2 GPS-OEM 板串口通信协议

GPS\_OEM 板的输入输出均遵循串行通信协议,都能输出符合 NMEA\_0183 标准的 ASCII 码形式的数据信息。数据结构为 8 个数据位,1 个起始位,1 个停止位,无奇偶校验位。用户可以通过输入语句对 GPS\_OEM 板进行初始化,设置数据格式、波特率以及输出语句种类等信息;而输出语句则是向用户输出 GPS 的各种数据信息。

#### 1.2.1 GPS\_OEM 板的输出语句格式

NMEA\_0183 通信标准协议是美国国家海洋局电子协会制定的,目前广泛使用 V2.0 版本,但 AC12 采用的是 V3.0 版本。NMEA\_0183 标准语句格式如图 2 所示:

符号(ASCII)	定义	HEX	DEX	说明
\$	起始位	24	36	语句起始位
aacc	地址域			前2位是会话ID,后3位是语句ID
“,”	域分隔符	2C	44	域分隔符
C..C	数据块			数据内容
“.”	总和校验域	2A	42	其后为2个十六进制的数据位
hh	总和校验数			校验结果
<CR><LF>	终止符	0D, 0A	13, 10	回车,换行

图 2 NMEA\_0183 语句格式

蔡燕飞:硕士研究生

基金项目:中科院二期创新项目基金(041X22C040)

鉴于图2可见,整个数据传输是以“语句”方式进行的。每个语句均以“\$”开头,紧接着是“会话ID”和三个字母的“语句ID”,然后是数据体,数据字段以逗号分隔,语句末尾是checksum,最后是回车换行结束。每行语句最多包含82个字符(包括回车换行和“\$”符号)。另外在本设计所选用的ASHTECH AC12 OEM板还拥有自己定义的语句格式,这些语句以“\$PASH”开头,其后接自定义的数据体。

### 1.2.2 GPS\_OEM板输出语句格式

本设计中ASHTECH AC12 OEM板的输出语句有数十种,除了常用的标准NMEA语句之外,还有其特色输出语句:PASHR,PBN,PASHR,MCA,PASHR,SNV。其中定位数据语句是最常用的,这里仅取GPGGA为例,该语句包含时间、日期、方位、速度和磁偏角等信息,可以满足一般的导航定位需求。以下是长春的定位数据,其数据结构如下:

```
$GPGGA,062640.00,4350.90275,N,12524.02975,E,1,03,3.9,222.41,M,11.7,M,*51
```

其中各个数据段的含义如下:

062640.00——表示当前位置的UTC时间6:26:40;

4350.90275,N,——表示当前纬度43°50.90275'北纬;

12524.02975,E,——表示当前经度125°24.02975'东经;

1——定位质量:0=invalid;

1=GPS fix;

2=DGPS or SBAS fix;

03——所追踪到的卫星颗数;

3.9——HDOP值;

222.41,M,——从平均海面起算的高度(海拔高);

11.7,M,——WGS\_84大地高和海拔高的差距(WGS\_84高程异常);

,空字段1——RTCM SC-104差分数据的寿命;

,空字段2——RTCM差分电台的ID号;

\*51——Check sum。

## 2 系统的方案设计

### 2.1 系统的总体设计

该系统主要由GPS\_OEM板、TMS320F240(简称F240)处理器以及外围扩展人机对话模块组成,如图3所示。

GPS天线获取卫星信号传到GPS\_OEM板,F240与GPS\_OEM板通过串口进行异步通信。系统的波特率采用默认值4800bps,F240使用的晶振为14.7456MHZ,根据这两个数值配置F240相应的寄存器数值,并通过F240控制显示模块显示定位点精确的定位信息。

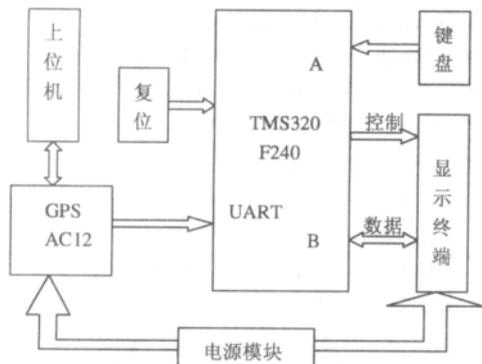


图3 系统框图

### 2.2 系统各组成部分的硬件设计

(1)控制部分:在整个系统的设计方案中,主要采用DSP控制GPS\_OEM板来获取卫星信号、数据的传输、数据的中断以及控制显示模块来显示定位信息等。基于对功耗、I/O接口和存储空间考虑,选用TI公司TMS320F240作为微处理器。F240是一种实时、高速的微处理器,其片内包含544字数据/程序双口RAM,16k字FLASH程序存储器,可寻址的存储器空间有224k字(64k字程序空间、64k字数据空间、64k字I/O空间和32k字的全局数据空间)。而且DSP的数据和地址接口可扩展、控制总线可扩展实现全双工通信,通过总线增加外围扩展传感器从而获得多源定位定向信息。为了便于仿真,本设计方案中还外扩2片RAM,采用IDT公司的16位RAM,分别作为数据和程序存储空间。

(2)按键部分:利用键盘对所测经度、纬度、时间进行粗略配置,可以缩短首次定位时间,实现迅速定位。并且可以通过键盘输入更改显示的定位信息,可以选择的信息有:经纬度、北京时间、大地水准面高度等。由于薄膜按键式键盘只需要一个I/O口,既节省资源又缩短了程序量,所以在本设计中选用薄膜按键式键盘。

(3)显示部分:由于GPS\_OEM板输出的定位信息需要在显示屏上输出,故在整个系统设计中要外接显示终端。鉴于液晶显示器功耗低、抗干扰能力强、体积小等特点,所以在此选用字符型液晶显示模块。F240对液晶模块接口控制板的访问有两种方式:直接访问方式和间接访问方式。直接访问方式是将F240的读写信号线与液晶模块接口控制板引出的读写信号线直接相连,时序由F240内部读写逻辑控制。但是由于液晶显示模块是F240的一个慢速外设,要使两者的速度达到匹配,还必须加入一定的等待状态才能够满足要求,考虑到F240的内部等待状态发生器所能插入的等待周期非常有限(只能给指定的存储空间插入一个等待状态),在不添加额外的硬件设备的情况下,很难满足设备的要求,所以在本设计中没有采用此种访问方式,而是采用间接访问方式,即用F240的数字I/O口来控制液晶模块,通过软件编程来模拟液晶模块的接口时序。

## 3 系统的软件设计

系统的软件设计主要包括初始化模块、数据处理模块和人机对话模块。主程序流程图如图4所示。

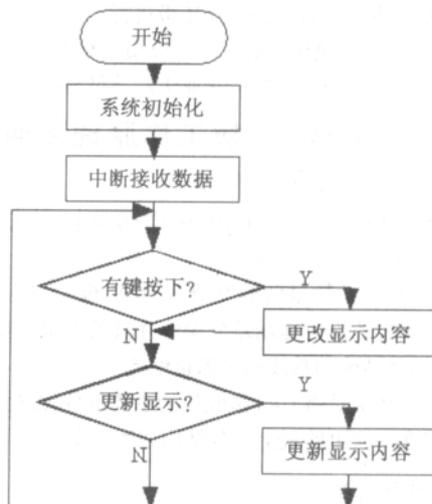


图4 主程序流程图

(1)初始化模块:主要是完成开机上电后对 F240、液晶显示模块、AC12 OEM 板的初始化工作。对于 F240 要设置其串口工作模式、中断工作模式和波特率;对于液晶显示模块要设置开机画面和显示模式;对于 AC12 OEM 板需要设置波特率成功完成串口通讯。

(2)数据处理模块:该模块主要是负责处理从 GPS\_OEM 板接收的数据、从键盘输入的数据。由于 AC12 OEM 板的输出语句的刷新频率为 1HZ, 为了保证数据传输的可靠性和实时性, 提高 F240 的利用率, 采用中断方式接收而非查询方式。其接收程序流程图如图 5 所示。

我们可以在初始化配置中只要求输出 '\$GPGGA' 语句, 这样在接收程序中就不需要检查语句识别符的正确性, 直接判断起始标志位 '\$'。当接收到 '\$' 之后逐字节异或, 直到接收到 'hh' 表示所有有效数据接收完毕, 此时要将所求得的数据异或值与接收到的校验和 'hh' 进行比较, 若两者相等则将接收到的正确数据存储在定义的数组中, 若不相等则表示接收的数据有误, 程序返回重新接收。

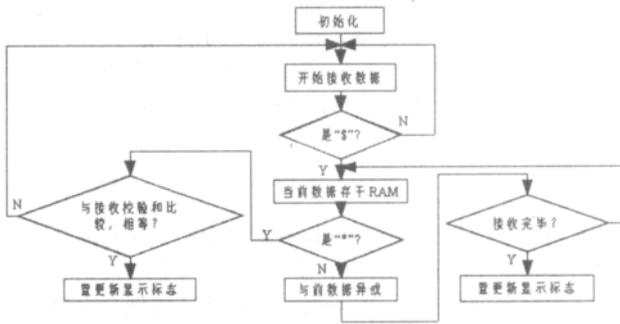


图 5 接收程序流程图

(3)人机对话模块:该模块主要是处理键盘输入和显示模块操作。在 GPS\_OEM 板的初始化配置过程中, 需要根据实际需求配置 OEM 板的语句设置; 另外一项重要的工作完成 F240 与液晶模块之间的数据处理。

#### 4 结束语

本文作者创新点在于以模块化、易于扩展的思想构造了 DSP 控制的定位终端系统。详细地分析了控制模块、显示模块的工作原理, 实现了定位信息的实时终端显示。本系统还可以通过扩展接口连接其它定向器件(电子罗盘等), 使得整个系统做到小型化内嵌入车载系统, 实现灵活自主定位定向, 具有很高的实用价值。

#### 参考文献

- [1]王广运. 差分 GPS 定位技术与应用[M]. 北京:电子工业出版社, 1996
- [2]THALES公司. AC12 Reference Manual. PDF 2004
- [3]黄英哲. TMS320C240 原理与 C 语言控制应用实习[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2003
- [4]李光飞. GPS 定位信息的单片机控制显示系统[J]微计算机信息, 2004, 20(11)
- [5]李洪涛. GPS 应用程序设计[M]. 北京:科学出版社, 1999

作者简介:蔡燕飞(1981-), 女(汉), 山东文登人, 长春光学精密机械与物理研究所硕士研究生, 主要研究方向为定位定向系统;

王建立(1971-), 男(汉), 山东曲阜人, 研究员, 主要从事光电精密跟踪控制。

Biography:Cai Yan-fei, Female, Born in 1981, Han, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Research field: Navigation and Orientation;Wang Jian-li, Male, Born in 1971, Han, Doctoral supervisor, Research field: optoelectronic tracking controlling.

(130033 吉林长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)蔡燕飞 王建立 梁俊 孟浩然

(100039 北京 中国科学院研究生院)蔡燕飞 梁俊 孟浩然 (Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Changchun 130033, China) Cai Yan-fei Jian-li Liang Jun Meng Hao-ran

(Graduate School of the Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China) Cai Yan-fei Wang Liang Jun Meng Hao-ran 通讯地址:(130033 长春 长春经济开发区东南湖大路 16 号长春光机所光电对抗部)蔡燕飞

(收稿日期:2007.2.13)(修稿日期:2007.3.15)

技术创新

## 踏破铁鞋无觅处 得来全不费功夫

20余万嵌入式系统的研发人员,盼望已久的《嵌入式系统应用精选 200 例》一书,已经面世了,他含盖了数码相机、洗衣机、电话交换机、精密仪器、智能仪表、机器人应用、三表自动抄、变频器应用、电梯应用、数控机床应用、电力机车应用、变电站综合自动化应用、造纸应用、水泥生产应用、啤酒生产应用,各种自动化生产过程监控应用和 I<sup>2</sup>C 总线应用、网络应用、多媒体应用、通信设备应用。同时,本书还含盖了嵌入式实时操作系统应用、嵌入式系统的优化设计、嵌入式系统抗干扰设计、嵌入式系统的接口设计、嵌入式系统的 internet 互连技术、嵌入式系统的仿真技术、纠错技术、逻辑分析技术等。

本书是技术设计、技术主管、设备采购人员的案头书,200 篇应用文章总有一篇适合您。

本书已出版,定价 110 元(含邮费),预购者请将书款及邮资费通过邮局汇款至:

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室

微计算机信息编辑部 邮编:100081

电话:010-62132436 010-62192616(T/F)

http://www.autocontrol.com.cn

E-mail:editor@autocontrol.com.cn

control-2@163.com