

AN1605C ATK-S1216F8 GPS/北斗模块使用说明

本应用文档（AN1605C，对应**探索者 STM32F407 开发板扩展实验 16**）将教大家如何在 ALIENTEK 探索者 STM32F407 开发板上使用 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块，并实现 GPS/北斗定位。

本文档分为如下几部分：

- 1, ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块简介
- 2, 硬件连接
- 3, 软件实现
- 4, 验证

1、ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块简介

ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块，是 ALIENTEK 生产的一款高性能 GPS/北斗模块，模块核心采用 SkyTraq 公司的 S1216F8-BD 模组，具有 167 个通道，追踪灵敏度高达-165dBm，测量输出频率最高可达 20Hz。ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块具有以下特点：

- 1, 模块采用 S1216F8-BD 模组，体积小巧，性能优异。
- 2, 模块可通过串口进行各种参数设置，并可保存在内部 FLASH，使用方便。
- 3, 模块自带 IPX 接口，可以连接各种有源天线（建议使用 GPS/北斗双模天线，定位效果更佳），适应能力强。
- 4, 模块兼容 3.3V/5V 电平，方便连接各种单片机系统。
- 5, 模块自带可充电后备电池，可以掉电保持星历数据¹。

注 1：在主电源断开后，后备电池可以维持半小时左右的 GPS 星历数据的保存，以支持温启动或热启动，从而实现快速定位。

ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块非常小巧（25mm*27mm），模块通过 5 个 2.54mm 间距的排针与外部连接，模块外观如图 1.1 所示：



图 1.1 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块外观图

图 1.1 中，从右到左，依次为模块引出的 PIN1~PIN5 脚，各引脚的详细描述如表 1.1 所示：

序号	名称	说明
1	VCC	电源（3.3V~5.0V）
2	GND	地
3	TXD	模块串口发送脚（TTL 电平，不能直接接 RS232 电平!），可接单片机的 RXD
4	RXD	模块串口接收脚（TTL 电平，不能直接接 RS232 电平!），可接单片机的 TXD
5	PPS	时钟脉冲输出脚

表 1.1 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块各引脚功能描述

其中，PPS 引脚同时连接到了模块自带的状态指示灯：PPS，该引脚连接在 S1216FB-BD 模組的 1PPS 端口，该端口的输出特性可以通过程序设置。PPS 指示灯（即 PPS 引脚），在默认条件下（经过程序设置），有 2 个状态：

- 1，常亮，表示模块已开始工作，但还未实现定位。
- 2，闪烁（100ms 灭，900ms 亮），表示模块已经定位成功。

这样，通过 PPS 指示灯，我们就可以很方便的判断模块的当前状态，方便大家使用。

另外，图 1.1 中，左上角的 IPX 接口，用来外接一个有源天线，通过外接有源天线，我们就可以把模块放到室内，天线放到室外，实现室内定位。

ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块默认采用 NMEA-0183 协议输出 GPS/北斗定位数据，并可以通过 SkyTraq 协议对模块进行配置，NMEA-0183 协议详细介绍请参考《ATK-S1216F8-BD GPS/北斗用户手册.pdf》，SkyTraq 配置协议，请参考《Binary Messages of SkyTraq Venus 8 GNSS Receiver.pdf》。

通过 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块，任何单片机（3.3V/5V 电源）都可以很方便的实现 GPS/北斗定位，当然他也可以连接电脑，利用电脑软件实现定位。ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块的原理图如图 1.2 所示：

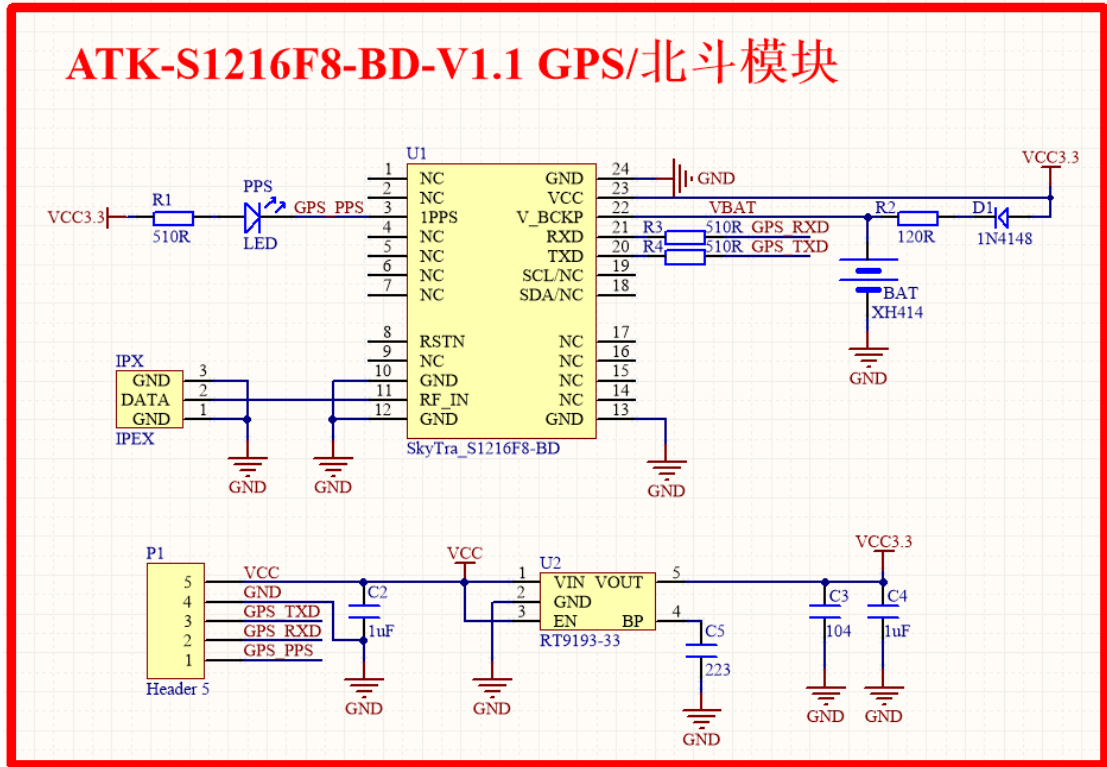


图 1.2 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块原理图

2、硬件连接

本实验功能简介：通过串口 3 连接 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块，然后通过液晶显示 GPS/北斗信息，包括精度、纬度、高度、速度、用于定位的卫星数、可见卫星数、UTC 时间等信息。同时，可以通过 USMART 工具，设置 GPS/北斗模块的刷新速率（最大支持 20Hz 刷新）和时钟脉冲宽度的配置。另外，通过 KEY0 按键，可以开启或关闭 NMEA 数据的上传（即输出到串口 1，方便开发调试）。

所要用到的硬件资源如下：

- 1，指示灯 DS0
- 2，KEY0 按键
- 3，串口 1、串口 3
- 4，TFTLCD 模块
- 5，ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块

接下来，我们看看 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块同 ALIENTEK 探索者 STM32F407 开发板的连接，前面我们介绍了 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块的接口，探索者 STM32F407 开发板有 ATK MODULE 接口，ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块可以直接插到该接口实现与开发板的连接。

ATK MODULE 接口同开发板主芯片的连接原理图如图 2.1 所示：

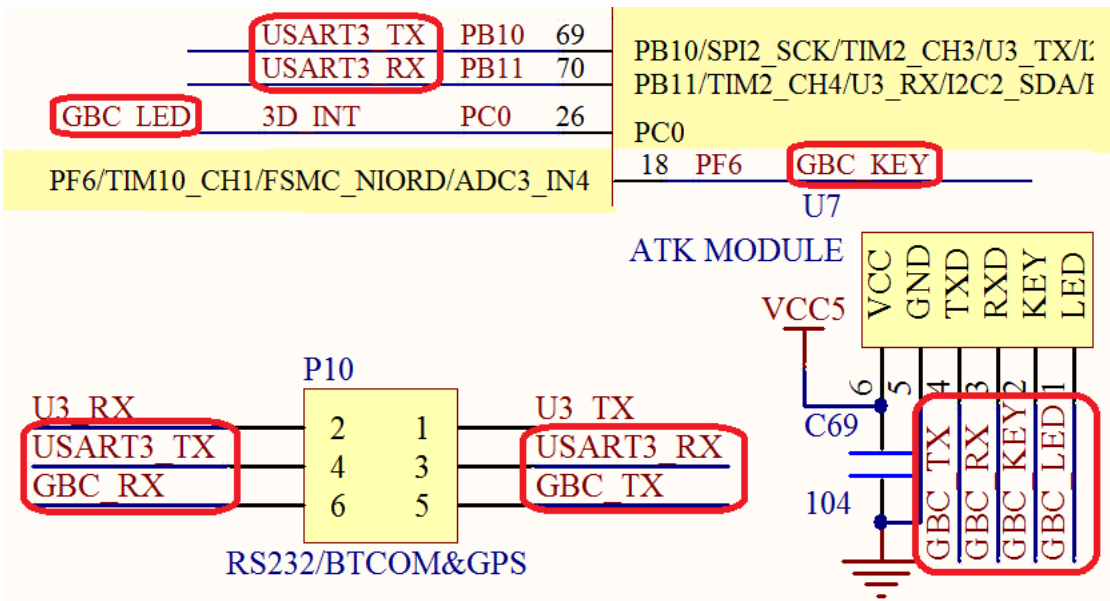


图 2.1 ATK-MODULE 接口与 MCU 连接关系

GPS/北斗的串口将连接在探索者 STM32F407 开发板的串口 3 上面（需要用跳线帽短接 P10 的 PB11(RX)和 GBC_TX 以及 PB10(TX)和 GBC_RX），且 GPS 的 PPS 信号接在 GBC_KEY 信号上面。探索者 STM32F407 开发板与 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块的连接关系如表 2.1 所示：

ATK-S1216F8-BD GPS 模块与开发板连接关系					
ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块	VCC	GND	TXD	RXD	PPS
探索者 STM32F407 开发板	5V	GND	PB11	PB10	PF6

表 2.1 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块与探索者 STM32F407 开发板连接关系表

使用时，我们只需要将 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块插入到开发板的 ATK-MODULE 接口（靠下插）即可，如图 2.2 所示：

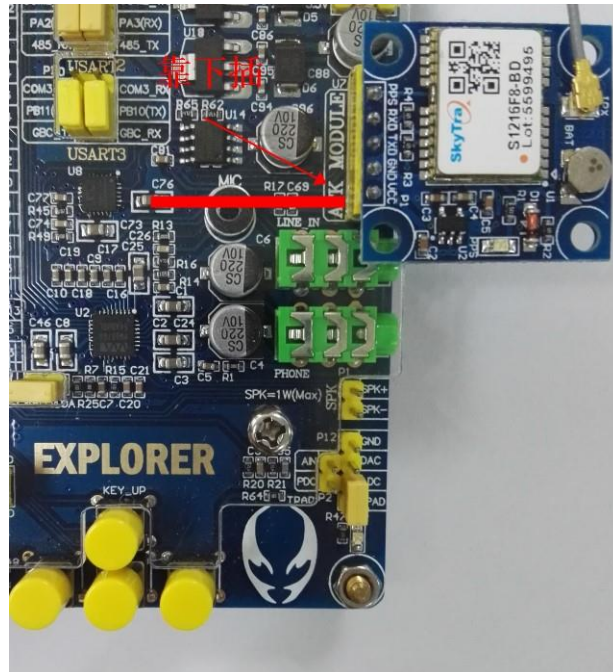


图 2.2 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块与探索者开发板对接实物图

注意，我们虽然将 PPS 连接到了开发板的 PF6，但是本例程并没有用到 PPS 信号，所以没做处理。注意，连接好之后，记得检查开发板 P10 的跳线帽哦!! **必须短接：PB11(RX)和 GBC_TX 以及 PB10(TX)和 GBC_RX。**

3、软件实现

本实验，我们在探索者 STM32F407 开发板扩展实验 1: **ATK-HC05 蓝牙串口模块实验** 的基础上修改，本例程用不到蓝牙模块，所以先删掉 hc05.c。

然后，在 HARDWARE 文件夹里面新建一个 GPS 文件夹，并新建 gps.c, gps.h 两个文件。然后在工程 HARDWARE 组里面添加 gps.c，并在工程添加 gps.h 的头文件包含路径。

在 gps.c 里面，我们输入如下代码：

```
#include "gps.h"
#include "led.h"
#include "delay.h"
#include "usart3.h"
#include "stdio.h"
#include "stdarg.h"
#include "string.h"
#include "math.h"

////////////////////////////////////

const u32 BAUD_id[9]={ 4800,9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800,921600};
//从 buf 里面得到第 cx 个逗号所在的位置
//返回值:0~0XFE,代表逗号所在位置的偏移.
//      0XFF,代表不存在第 cx 个逗号
u8 NMEA_Comma_Pos(u8 *buf,u8 cx)
{
    u8 *p=buf;
```

```

while(cx)
{
    if(*buf=='*'||*buf<' '||*buf>'z')return 0XFF;
    //遇到'*'或者非法字符,则不存在第 cx 个逗号
    if(*buf==',')cx--;
    buf++;
}
return buf-p;
}

```

//m^n 函数

//返回值:m^n 次方.

u32 NMEA_Pow(u8 m,u8 n)

```

{
    u32 result=1;
    while(n--)result*=m;
    return result;
}

```

//str 转换为数字,以','或者'*'结束

//buf:数字存储区

//dx:小数点位数,返回给调用函数

//返回值:转换后的数值

int NMEA_Str2num(u8 *buf,u8*dx)

```

{
    u8 *p=buf;
    u32 ires=0,fres=0;
    u8 ilen=0,flen=0,i;
    u8 mask=0;
    int res;
    while(1) //得到整数和小数的长度
    {
        if(*p=='-'){mask|=0X02;p++;} //是负数
        if(*p==' '||(*p=='*'))break; //遇到结束了
        if(*p=='.'){mask|=0X01;p++;} //遇到小数点了
        else if(*p>'9'||(*p<'0')) //有非法字符
        {
            ilen=0;
            flen=0;
            break;
        }
        if(mask&0X01)flen++;
        else ilen++;
        p++;
    }
    if(mask&0X02)buf++; //去掉负号
}

```

```

    for(i=0;i<ilen;i++) //得到整数部分数据
    {
        ires+=NMEA_Pow(10,ilen-1-i)*(buf[i]-'0');
    }
    if(flen>5)flen=5; //最多取 5 位小数
    *dx=flen; //小数点位数
    for(i=0;i<flen;i++) //得到小数部分数据
    {
        fres+=NMEA_Pow(10,flen-1-i)*(buf[ilen+1+i]-'0');
    }
    res=ires*NMEA_Pow(10,flen)+fres;
    if(mask&0X02)res=-res;
    return res;
}
//分析 GPGSV 信息
//gpsx:nmea 信息结构体
//buf:接收到的 GPS/北斗数据缓冲区首地址
void NMEA_GPGSV_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf)
{
    u8 *p,*p1,dx;
    u8 len,i,j,slx=0;
    u8 posx;
    p=buf;
    p1=(u8*)strstr((const char *)p,"$GPGSV");
    len=p1[7]-'0'; //得到 GPGSV 的条数
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,3); //得到可见卫星总数
    if(posx!=0XFF)gpsx->svnum=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
    for(i=0;i<len;i++)
    {
        p1=(u8*)strstr((const char *)p,"$GPGSV");
        for(j=0;j<4;j++)
        {
            posx=NMEA_Comma_Pos(p1,4+j*4);
            if(posx!=0XFF)gpsx->slmsg[slx].num=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
            //得到卫星编号
            else break;
            posx=NMEA_Comma_Pos(p1,5+j*4);
            if(posx!=0XFF)gpsx->slmsg[slx].eledeg=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
            //得到卫星仰角
            else break;
            posx=NMEA_Comma_Pos(p1,6+j*4);
            if(posx!=0XFF)gpsx->slmsg[slx].azideg=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
            //得到卫星方位角
            else break;

```

```

        posx=NMEA_Comma_Pos(p1,7+j*4);
        if(posx!=0XFF)gpsx->slmsg[slx].sn=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
        //得到卫星信噪比
        else break;
        slx++;
    }
    p=p1+1;//切换到下一个 GPGSV 信息
}

//分析 BDGSV 信息
//gpsx:nmea 信息结构体
//buf:接收到的北斗数据缓冲区首地址
void NMEA_BDGSV_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf)
{
    u8 *p,*p1,dx;
    u8 len,i,j,slx=0;
    u8 posx;
    p=buf;
    p1=(u8*)strstr((const char *)p,"$BDGSV");
    len=p1[7]-'0';
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,3);
    if(posx!=0XFF)gpsx->beidou_svnum=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
    for(i=0;i<len;i++)
    {
        p1=(u8*)strstr((const char *)p,"$BDGSV");
        for(j=0;j<4;j++)
        {
            posx=NMEA_Comma_Pos(p1,4+j*4);

            if(posx!=0XFF)gpsx->beidou_slmsg[slx].beidou_num=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
            //得到卫星编号
            else break;
            posx=NMEA_Comma_Pos(p1,5+j*4);

            if(posx!=0XFF)gpsx->beidou_slmsg[slx].beidou_eleddeg=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
            //得到卫星仰角
            else break;
            posx=NMEA_Comma_Pos(p1,6+j*4);

            if(posx!=0XFF)gpsx->beidou_slmsg[slx].beidou_azideg=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
            //得到卫星方位角
            else break;
            posx=NMEA_Comma_Pos(p1,7+j*4);

```

```

if(posx!=0XFF)gpsx->beidou_slmsg[slx].beidou_sn=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
//得到卫星信噪比
    else break;
    slx++;
}
p=p1+1;//切换到下一个 BDGSV 信息
}
}
//分析 GNGGA 信息
//gpsx:nmea 信息结构体
//buf:接收到的 GPS/北斗数据缓冲区首地址
void NMEA_GNGGA_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf)
{
    u8 *p1,dx;
    u8 posx;
    p1=(u8*)strstr((const char *)buf,"$GNGGA");
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,6); //得到 GPS 状态
    if(posx!=0XFF)gpsx->gpssta=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,7);
    //得到用于定位的卫星数
    if(posx!=0XFF)gpsx->posslnum=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,9); //得到海拔高度
    if(posx!=0XFF)gpsx->altitude=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
}
//分析 GNGSA 信息
//gpsx:nmea 信息结构体
//buf:接收到的 GPS/北斗数据缓冲区首地址
void NMEA_GNGSA_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf)
{
    u8 *p1,dx;
    u8 posx;
    u8 i;
    p1=(u8*)strstr((const char *)buf,"$GNGSA");
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,2); //得到定位类型
    if(posx!=0XFF)gpsx->fixmode=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
    for(i=0;i<12;i++) //得到定位卫星编号
    {
        posx=NMEA_Comma_Pos(p1,3+i);
        if(posx!=0XFF)gpsx->possl[i]=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
        else break;
    }
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,15);
    //得到 PDOP 位置精度因子
    if(posx!=0XFF)gpsx->pdop=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
}

```



```

    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,16);
    //得到 HDOP 位置精度因子
    if(posx!=0XFF)gpsx->hdop=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,17);
    //得到 VDOP 位置精度因子
    if(posx!=0XFF)gpsx->vdop=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
}
//分析 GNRMC 信息
//gpsx:nmea 信息结构体
//buf:接收到的 GPS/北斗数据缓冲区首地址
void NMEA_GNRMC_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf)
{
    u8 *p1,dx;
    u8 posx;
    u32 temp;
    float rs;
    p1=(u8*)strstr((const char *)buf,"$GNRMC");
    /*"$GNRMC",经常有&和 GNRMC 分开的情况,故只判断 GPRMC.
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,1);
    //得到 UTC 时间
    if(posx!=0XFF)
    {
        temp=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx)/NMEA_Pow(10,dx);
        //得到 UTC 时间,去掉 ms
        gpsx->utc.hour=temp/10000;
        gpsx->utc.min=(temp/100)%100;
        gpsx->utc.sec=temp%100;
    }
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,3);
    //得到纬度
    if(posx!=0XFF)
    {
        temp=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
        gpsx->latitude=temp/NMEA_Pow(10,dx+2);    //得到°
        rs=temp%NMEA_Pow(10,dx+2);                //得到'
        gpsx->latitude=gpsx->latitude*NMEA_Pow(10,5)+(rs*NMEA_Pow(10,5-dx))/60;
        //转换为°
    }
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,4);                      //南纬还是北纬
    if(posx!=0XFF)gpsx->nshemi=*(p1+posx);
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,5);                      //得到经度
    if(posx!=0XFF)
    {
        temp=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);

```

```

        gpsx->longitude=temp/NMEA_Pow(10,dx+2); //得到°
        rs=temp%NMEA_Pow(10,dx+2); //得到'

gpsx->longitude=gpsx->longitude*NMEA_Pow(10,5)+(rs*NMEA_Pow(10,5-dx))/60;
//转换为°
    }
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,6); //东经还是西经
    if(posx!=0XFF)gpsx->ewhemi=(p1+posx);
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,9); //得到 UTC 日期
    if(posx!=0XFF)
    {
        temp=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx); //得到 UTC 日期
        gpsx->utc.date=temp/10000;
        gpsx->utc.month=(temp/100)%100;
        gpsx->utc.year=2000+temp%100;
    }
}
//分析 GNV TG 信息
//gpsx:nmea 信息结构体
//buf:接收到的 GPS/北斗数据缓冲区首地址
void NMEA_GNV TG_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf)
{
    u8 *p1,dx;
    u8 posx;
    p1=(u8*)strstr((const char *)buf,"$GNVTG");
    posx=NMEA_Comma_Pos(p1,7); //得到地面速率
    if(posx!=0XFF)
    {
        gpsx->speed=NMEA_Str2num(p1+posx,&dx);
        if(dx<3)gpsx->speed*=NMEA_Pow(10,3-dx);
        //确保扩大 1000 倍
    }
}
//提取 NMEA-0183 信息
//gpsx:nmea 信息结构体
//buf:接收到的 GPS/北斗数据缓冲区首地址
void GPS_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf)
{
    NMEA_GPGSV_Analysis(gpsx,buf); //GPGSV 解析
    NMEA_BDGSV_Analysis(gpsx,buf); //BDGSV 解析
    NMEA_GNGGA_Analysis(gpsx,buf); //GNGGA 解析
    NMEA_GNGSA_Analysis(gpsx,buf); //GNGSA 解析
    NMEA_GNRMC_Analysis(gpsx,buf); //GNRMC 解析
    NMEA_GNV TG_Analysis(gpsx,buf); //GNVTG 解析

```

```

}
//////////SkyTraq 配置代码//////////
////检查 CFG 配置执行情况
////返回值:0,ACK 成功
////      1,接收超时错误
////      2,没有找到同步字符
////      3,接收到 NACK 应答
u8 SkyTra_Cfg_Ack_Check(void)
{
    u16 len=0,i;
    u8 rval=0;
    while((USART3_RX_STA&0X8000)==0 && len<100)//等待接收到应答
    {
        len++;
        delay_ms(5);
    }
    if(len<100)        //超时错误.
    {
        len=USART3_RX_STA&0X7FFF;    //此次接收到的数据长度
        for(i=0;i<len;i++)
        {
            if(USART3_RX_BUF[i]==0X83)break;
            else if(USART3_RX_BUF[i]==0X84)
            {
                rval=3;
                break;
            }
        }
        if(i==len)rval=2;                //没有找到同步字符
    }else rval=1;                        //接收超时错误
    USART3_RX_STA=0;                    //清除接收
    return rval;
}

//配置 SkyTra_GPS/北斗模块波特率
//baud_id:0~8, 对应波特率,4800/9600/19200/38400/57600/115200/230400/460800/921600
//返回值:0,执行成功;其他,执行失败(这里不会返回 0 了)
u8 SkyTra_Cfg_Prt(u32 baud_id)
{
    SkyTra_baudrate *cfg_prt=(SkyTra_baudrate *)USART3_TX_BUF;
    cfg_prt->sos=0XA1A0;    //引导序列(小端模式)
    cfg_prt->PL=0X0400;    //有效数据长度(小端模式)
    cfg_prt->id=0X05;    //配置波特率的 ID
    cfg_prt->com_port=0X00;    //操作串口 1
    cfg_prt->Baud_id=baud_id;    ///波特率对应编号
}

```

```

    cfg_prt->Attributes=1;          //保存到 SRAM&FLASH
    cfg_prt->CS=cfg_prt->id^cfg_prt->com_port^cfg_prt->Baud_id^cfg_prt->Attributes;
    cfg_prt->end=0X0A0D;          //发送结束符(小端模式)
    SkyTra_Send_Date((u8*)cfg_prt,sizeof(SkyTra_baudrate)); //发送数据给 SkyTraF8
    delay_ms(200);                //等待发送完成
    usart3_init(36,BAUD_id[baud_id]); //重新初始化串口 3
    return SkyTra_Cfg_Ack_Check();
//这里不会返回 0,因为 SkyTra 发回来的应答在串口重新初始化的时候已经被丢弃了.
}
//配置 SkyTra_GPS/北斗模块的时钟脉冲宽度
//width:脉冲宽度 1~100000(us)
//返回值:0,发送成功;其他,发送失败.
u8 SkyTra_Cfg_Tp(u32 width)
{
    u32 temp=width;
    SkyTra_pps_width *cfg_tp=(SkyTra_pps_width *)USART3_TX_BUF;
    temp=(width>>24)|((width>>8)&0X0000FF00)|((width<<8)&0X00FF0000)|((width<<2
4)&0XFF000000); //小端模式
    cfg_tp->sos=0XA1A0;          //cfg header(小端模式)
    cfg_tp->PL=0X0700;          //有效数据长度(小端模式)
    cfg_tp->id=0X65 ;           //cfg tp id
    cfg_tp->Sub_ID=0X01;         //数据区长度为 20 个字节.
    cfg_tp->width=temp;          //脉冲宽度,us
    cfg_tp->Attributes=0X01;      //保存到 SRAM&FLASH
    cfg_tp->CS=cfg_tp->id^cfg_tp->Sub_ID^(cfg_tp->width>>24)^(cfg_tp->width>>16)&
0XFF^(cfg_tp->width>>8)&0XFF^cfg_tp->width&0XFF^cfg_tp->Attributes;
    cfg_tp->end=0X0A0D;          //发送结束符(小端模式)
    SkyTra_Send_Date((u8*)cfg_tp,sizeof(SkyTra_pps_width)); //发送数据给 SkyTra
    return SkyTra_Cfg_Ack_Check();
}
//配置 SkyTraF8-BD 的更新速率
//Frep: (取值范围:1,2,4,5,8,10,20) 测量时间间隔, 单位为 Hz, 最大不能大于 20Hz
//返回值:0,发送成功;其他,发送失败.
u8 SkyTra_Cfg_Rate(u8 Frep)
{
    SkyTra_PosRate *cfg_rate=(SkyTra_PosRate *)USART3_TX_BUF;
    cfg_rate->sos=0XA1A0;          //cfg header(小端模式)
    cfg_rate->PL=0X0300;          //有效数据长度(小端模式)
    cfg_rate->id=0X0E;            //cfg rate id
    cfg_rate->rate=Frep;          //更新速率
    cfg_rate->Attributes=0X01;      //保存到 SRAM&FLASH
    cfg_rate->CS=cfg_rate->id^cfg_rate->rate^cfg_rate->Attributes; //脉冲间隔,us
    cfg_rate->end=0X0A0D;          //发送结束符(小端模式)
    SkyTra_Send_Date((u8*)cfg_rate,sizeof(SkyTra_PosRate)); //发送数据给 SkyTra

```

```

        return SkyTra_Cfg_Ack_Check();
    }
    //发送一批数据给 SkyTraF8-BD，这里通过串口 3 发送
    //dbuf: 数据缓存首地址
    //len: 要发送的字节数
    void SkyTra_Send_Date(u8* dbuf,u16 len)
    {
        u16 j;
        for(j=0;j<len;j++)//循环发送数据
        {
            while((USART3->SR&0X40)==0);        //循环发送,直到发送完毕
            USART3->DR=dbuf[j];
        }
    }
}

```

这部分代码可以分为 2 个部分，第一部分是 NMEA-0183 数据解析部分，另外一部分则是 SkyTraq 协议控制部分。

NMEA-0183 协议解析部分，这里利用了一个简单的数逗号方法来解析。我们知道 NMEA-0183 协议都是以类似\$GPGSV 的开头，然后固定输出格式，不论是否有数据输出，逗号是肯定会有，而且都会以 ‘*’ 作为有效数据的结尾，所以，我们了解了 NMEA-0183 协议的数据格式（在 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块的用户手册有详细介绍）之后，就可以通过数逗号的方法，来解析数据了。本代码实现了对 NMEA-0183 协议的\$GNGGA、\$GPGSA、\$GNGSV、\$BDGSV、\$GNRMC 和\$GNVTG 等 6 类帧的解析，结果存放在通过 gps.h 定义的 nmea_msg 结构体内。

SkyTraq 协议控制部分，此部分我们只实现了 SkyTraF8-BD 模组常用的 3 个配置：串口波特率设置、PPS 输出脉冲宽度设置、输出频率设置。

串口波特率设置，通过函数 SkyTra_Cfg_Prt 实现，该函数可以设置模块的波特率。

PPS 输出脉冲宽度设置，通过函数 SkyTra_Cfg_Tp 实现，可以设置脉冲宽度（1us~100ms）。

输出频率设置，通过函数 SkyTraq_Cfg_Rate 实现，该函数可以设置模块的测量输出频率，最快可以达到 20Hz 的测量输出频率。

最后 SkyTraq_Send_Date 函数，用于发送一批设置好的数据给串口 3，完成对 GPS 模块的配置。

我们将这 3 个函数都加入 USMART 控制，方便大家测试。另外要在 usart3.h 里面，将 USART3_MAX_RECV_LEN 的值设置为 800。然后在 gps.h 里面，我们输入如下代码：

```

#ifndef __GPS_H
#define __GPS_H
#include "sys.h"
//GPS NMEA-0183 协议重要参数结构体定义
//卫星信息
__packed typedef struct
{
    u8 num;        //卫星编号
    u8 eledeg;     //卫星仰角
    u16 azideg;    //卫星方位角

```

```

    u8 sn;          //信噪比
}nmea_slmsg;
//北斗 NMEA-0183 协议重要参数结构体定义
//卫星信息
__packed typedef struct
{
    u8 beidou_num;      //卫星编号
    u8 beidou_eledeg; //卫星仰角
    u16 beidou_azideg; //卫星方位角
    u8 beidou_sn;      //信噪比
}beidou_nmea_slmsg;

//UTC 时间信息
__packed typedef struct
{
    u16 year; //年份
    u8 month;  //月份
    u8 date;  //日期
    u8 hour;  //小时
    u8 min;   //分钟
    u8 sec;   //秒钟
}nmea_utc_time;
//NMEA 0183 协议解析后数据存放结构体
__packed typedef struct
{
    u8 svnum;          //可见 GPS 卫星数
    u8 beidou_svnum;   //可见北斗卫星数
    nmea_slmsg slmsg[12]; //最多 12 颗 GPS 卫星
    beidou_nmea_slmsg beidou_slmsg[12]; //暂且算最多 12 颗北斗卫星
    nmea_utc_time utc;  //UTC 时间
    u32 latitude;       //纬度 分扩大 100000 倍,实际要除以 100000
    u8 nshemi;          //北纬/南纬,N:北纬;S:南纬
    u32 longitude;      //经度 分扩大 100000 倍,实际要除以 100000
    u8 ewhemi;          //东经/西经,E:东经;W:西经
    u8 gpssta;
    //GPS 状态:0,未定位;1,非差分定位;2,差分定位;6,正在估算.
    u8 posslnum;        //用于定位的 GPS 卫星数,0~12.
    u8 possl[12];       //用于定位的卫星编号
    u8 fixmode;         //定位类型:1,没有定位;2,2D 定位;3,3D 定位
    u16 pdop;           //位置精度因子 0~500,对应实际值 0~50.0
    u16 hdop;           //水平精度因子 0~500,对应实际值 0~50.0
    u16 vdop;           //垂直精度因子 0~500,对应实际值 0~50.0

    int altitude;       //海拔高度,放大了 10 倍,实际除以 10.单位:0.1m

```

```

    u16 speed;
    //地面速率,放大了 1000 倍,实际除以 10.单位:0.001 公里/小时
}nmea_msg;
////////////////////////////////////
//SkyTra S1216F8 配置波特率结构体
__packed typedef struct
{
    u16 sos;           //启动序列, 固定为 0XA0A1
    u16 PL;            //有效数据长度 0X0004;
    u8 id;             //ID, 固定为 0X05
    u8 com_port;       //COM 口, 固定为 0X00, 即 COM1
    u8 Baud_id;
    //波特率 (0~8,4800,9600,19200,38400,57600,115200,230400,460800,921600)
    u8 Attributes;
    //配置数据保存位置 ,0 保存到 SRAM, 1 保存到 SRAM&FLASH, 2 临时保存
    u8 CS;             //校验值
    u16 end;           //结束符:0X0D0A
}SkyTra_baudrate;
////////////////////////////////////
//SkyTra S1216F8-BD 配置输出信息结构体
__packed typedef struct
{
    u16 sos;           //启动序列, 固定为 0XA0A1
    u16 PL;            //有效数据长度 0X0009;
    u8 id;             //ID, 固定为 0X08
    u8 GGA;            //1~255 (s) ,0:disable
    u8 GSA;            //1~255 (s) ,0:disable
    u8 GSV;            //1~255 (s) ,0:disable
    u8 GLL;            //1~255 (s) ,0:disable
    u8 RMC;            //1~255 (s) ,0:disable
    u8 VTG;            //1~255 (s) ,0:disable
    u8 ZDA;            //1~255 (s) ,0:disable
    u8 Attributes;
    //配置数据保存位置 ,0 保存到 SRAM, 1 保存到 SRAM&FLASH, 2 临时保存
    u8 CS;             //校验值
    u16 end;           //结束符:0X0D0A
}SkyTra_outmsg;
////////////////////////////////////
//SkyTra S1216F8-BD 配置位置更新率结构体
__packed typedef struct
{
    u16 sos;           //启动序列, 固定为 0XA0A1
    u16 PL;            //有效数据长度 0X0003;
    u8 id;             //ID, 固定为 0X0E

```

```

    u8 rate;                //取值范围:1, 2, 4, 5, 8, 10, 20, 25, 40, 50
    u8 Attributes;
    //配置数据保存位置 ,0 保存到 SRAM, 1 保存到 SRAM&FLASH, 2 临时保存
    u8 CS;                  //校验值
    u16 end;                //结束符:0X0D0A
}SkyTra_PosRate;
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//SkyTra S1216F8-BD 配置输出脉冲(PPS)宽度结构体
__packed typedef struct
{
    u16 sos;                //启动序列, 固定为 0XA0A1
    u16 PL;                 //有效数据长度 0X0007;
    u8 id;                  //ID, 固定为 0X65
    u8 Sub_ID;              //0X01
    u32 width;              //1~100000(us)
    u8 Attributes;
    //配置数据保存位置 ,0 保存到 SRAM, 1 保存到 SRAM&FLASH, 2 临时保存
    u8 CS;                  //校验值
    u16 end;                //结束符:0X0D0A
}SkyTra_pps_width;
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//SkyTra S1216F8-BD ACK 结构体
__packed typedef struct
{
    u16 sos;                //启动序列, 固定为 0XA0A1
    u16 PL;                 //有效数据长度 0X0002;
    u8 id;                  //ID, 固定为 0X83
    u8 ACK_ID;
    u8 CS;                  //校验值
    u16 end;                //结束符
}SkyTra_ACK;
/////////////////////////////////////////////////////////////////
//SkyTra S1216F8 -BD NACK 结构体
__packed typedef struct
{
    u16 sos;                //启动序列, 固定为 0XA0A1
    u16 PL;                 //有效数据长度 0X0002;
    u8 id;                  //ID, 固定为 0X84
    u8 NACK_ID;
    u8 CS;                  //校验值
    u16 end;                //结束符
}SkyTra_NACK;

```



```

int NMEA_Str2num(u8 *buf,u8*dx);
void GPS_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf);
void NMEA_GPGSV_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf);
void NMEA_BDGSV_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf);
void NMEA_GNGGA_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf);
void NMEA_GNGSA_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf);
void NMEA_GNGSA_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf);
void NMEA_GNRMC_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf);
void NMEA_GNVTG_Analysis(nmea_msg *gpsx,u8 *buf);
u8 SkyTra_Cfg_Prt(u32 baud_id);
u8 SkyTra_Cfg_Tp(u32 width);
u8 SkyTra_Cfg_Rate(u8 Frep);
void SkyTra_Send_Date(u8* dbuf,u16 len);
#endif

```

gps.h 里面的内容，都有非常详细的备注，这里就不多说了。

最后，在 test.c 里面，修改代码如下：

```

u8 USART1_TX_BUF[USART3_MAX_RECV_LEN];
//串口 1,发送缓存区
nmea_msg gpsx; //GPS 信息
__align(4) u8 dtbuf[50]; //打印缓存器
const u8*fixmode_tbl[4]={ "Fail","Fail"," 2D "," 3D "}; //fix mode 字符串

//显示 GPS/北斗定位信息
void Gps_Msg_Show(void)
{
    float tp;
    POINT_COLOR=BLUE;
    tp=gpsx.longitude;
    sprintf((char *)dtbuf,"Longitude:%.5f %1c ",tp/=100000,gpsx.ewhemi);
    //得到经度字符串
    LCD_ShowString(30,120,200,16,16,dtbuf);
    tp=gpsx.latitude;
    sprintf((char *)dtbuf,"Latitude:%.5f %1c ",tp/=100000,gpsx.nshemi);
    //得到纬度字符串
    LCD_ShowString(30,140,200,16,16,dtbuf);
    tp=gpsx.altitude;
    sprintf((char *)dtbuf,"Altitude:%.1fm ",tp/=10);
    //得到高度字符串
    LCD_ShowString(30,160,200,16,16,dtbuf);
    tp=gpsx.speed;
    sprintf((char *)dtbuf,"Speed:%.3fkm/h ",tp/=1000);
    //得到速度字符串
    LCD_ShowString(30,180,200,16,16,dtbuf);
    if(gpsx.fixmode<=3)

```

```

//定位状态
{
    sprintf((char *)dtbuf,"Fix Mode:%s",fixmode_tbl[gpsx.fixmode]);
    LCD_ShowString(30,200,200,16,16,dtbuf);
}
sprintf((char *)dtbuf,"GPS Valid satellite:%02d",gpsx.posslnum);
//用于定位的 GPS/北斗卫星数
LCD_ShowString(30,220,200,16,16,dtbuf);
sprintf((char *)dtbuf,"GPS Visible satellite:%02d",gpsx.svnum%100);
//可见 GPS 卫星数
LCD_ShowString(30,240,200,16,16,dtbuf);
sprintf((char *)dtbuf,"BD Visible satellite:%02d",gpsx.beidou_svnum%100);
//可见北斗卫星数
LCD_ShowString(30,260,200,16,16,dtbuf);
sprintf((char *)dtbuf,"UTC Date:%04d/%02d/%02d",gpsx.utc.year,gpsx.utc.month,gpsx.utc.date);
//显示 UTC 日期
//printf("year2:%d\r\n",gpsx.utc.year);
LCD_ShowString(30,280,200,16,16,dtbuf);
sprintf((char *)dtbuf,"UTC Time:%02d:%02d:%02d",gpsx.utc.hour,gpsx.utc.min,gpsx.utc.sec); //显示 UTC 时间
LCD_ShowString(30,300,200,16,16,dtbuf);
}

int main(void)
{
    u16 i,rhlen;
    u16 lenx;
    u8 key=0XFF;
    u8 upload=0;
    Stm32_Clock_Init(336,8,2,7);//设置时钟,168Mhz
    delay_init(168);           //延时初始化
    uart_init(84,115200);      //初始化串口波特率为 115200
    usart3_init(42,38400);     //串口 3 初始化
    LED_Init();                //初始化 LED
    LCD_Init();                 //LCD 初始化
    KEY_Init();                 //按键初始化
    POINT_COLOR=RED;
    LCD_ShowString(30,20,200,16,16,"ALIENTEK STM32F4 ^_^");
    LCD_ShowString(30,40,200,16,16,"S1216F8-BD TEST");
    LCD_ShowString(30,60,200,16,16,"ATOM@ALIENTEK");
    LCD_ShowString(30,80,200,16,16,"KEY0:Upload NMEA Data SW");
    LCD_ShowString(30,100,200,16,16,"NMEA Data Upload:OFF");
    if(SkyTra_Cfg_Rate(5)!=0)

```

```

//设置定位信息更新速度为 5Hz,顺便判断 GPS/北斗模块是否在位.
{
    LCD_ShowString(30,120,200,16,16,"SkyTraF8-BD Setting...");
    do
    {
        usart3_init(42,9600);           //初始化串口 3 波特率为 9600
        SkyTra_Cfg_Prt(3);             //重新设置模块的波特率为 38400
        usart3_init(42,38400);         //初始化串口 3 波特率为 38400
        key=SkyTra_Cfg_Tp(100000);     //脉冲宽度为 100ms
    }while(SkyTra_Cfg_Rate(5)!=0&&key!=0);
    //配置 SkyTraF8-BD 的更新速率为 5Hz
    LCD_ShowString(30,120,200,16,16,"SkyTraF8-BD Set Done!!");
    delay_ms(500);
    LCD_Fill(30,120,30+200,120+16,WHITE); //清除显示
}
while(1)
{
    delay_ms(1);
    if(USART3_RX_STA&0X8000)        //接收到一次数据了
    {
        rxlen=USART3_RX_STA&0X7FFF; //得到数据长度
        for(i=0;i<rxlen;i++)USART1_TX_BUF[i]=USART3_RX_BUF[i];
        USART3_RX_STA=0;           //启动下一次接收
        USART1_TX_BUF[i]=0;        //自动添加结束符
        GPS_Analysis(&gpsx,(u8*)USART1_TX_BUF); //分析字符串
        Gps_Msg_Show();            //显示信息
        if(upload)printf("\r\n%s\r\n",USART1_TX_BUF);
        //发送接收到的数据到串口 1
    }
    key=KEY_Scan(0);
    if(key==KEY0_PRES)
    {
        upload=!upload;
        POINT_COLOR=RED;
        if(upload)LCD_ShowString(30,100,200,16,16,"NMEA Data Upload:ON ");
        else LCD_ShowString(30,100,200,16,16,"NMEA Data Upload:OFF");
    }
    if((lenx%500)==0)
        LED0=!LED0;
    lenx++;
}
}

```

此部分代码比较简单，main 函数初始化硬件之后，通过 SkyTra_Cfg_Rate 函数判断模块是否在位，如果不在位，则尝试去设置模块的波特率为 38400，直到检测到模块在位为止。

然后，进入死循环，等待串口 3 接收 GPS/北斗数据。每次接收到 GPS/北斗模块发送过来的数据，就执行数据解析，数据解析后执行 GPS/北斗定位数据的显示，并可以根据需要（通过 KEY0 按键开启/关闭），将收到的数据通过串口 1 发送给上位机。

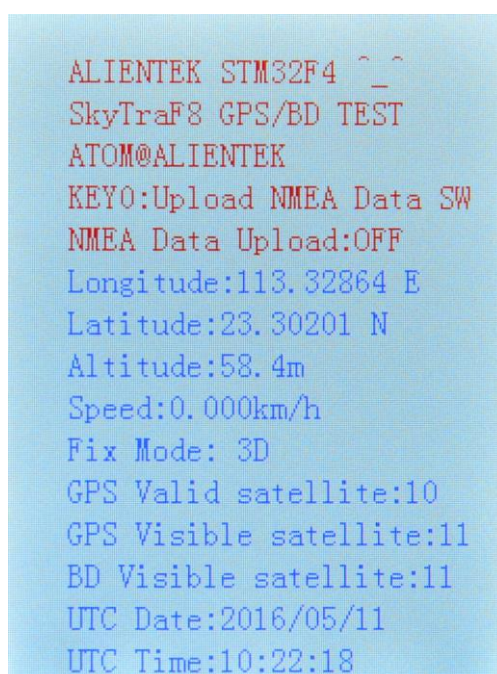
至此，整个 ATK-S1216F8-BD GPS 模块测试代码就介绍完了，我们接下来看代码验证。

4、验证

在代码编译成功之后，下载代码到我们的 STM32 开发板上（假设 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块已经正确连接到开发板，如果模块和开发板的连接不正确（比如 TXD，RXD 接反了），或者模块的波特率设置有问题（不是 9600 或 38400），则液晶模块会一直显示：

SkyTraF8-BD Setting...

如果出现这种情况，请检查问题原因（参见光盘：增值资料→ALIENTEK 产品资料→ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块→**ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块问题汇总.pdf**（**暂时没有这个文档!!!**））。排除问题根源后，就会进入到下一步，正常以后，开发板的 LCD 显示如图 4.1 所示界面：



```
ALIENTEK STM32F4 ^_^  
SkyTraF8 GPS/BD TEST  
ATOM@ALIENTEK  
KEY0:Upload NMEA Data SW  
NMEA Data Upload:OFF  
Longitude:113.32864 E  
Latitude:23.30201 N  
Altitude:58.4m  
Speed:0.000km/h  
Fix Mode: 3D  
GPS Valid satellite:10  
GPS Visible satellite:11  
BD Visible satellite:11  
UTC Date:2016/05/11  
UTC Time:10:22:18
```

图 4.1 LCD 显示界面

上图是我们的 GPS/北斗模块成功定位后的照片，可以得到当前地点的经纬度、高度、速度、定位模式、用于定位卫星数、可见卫星数和 UTC 日期时间等信息。此时，我们的 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块，用于定位的卫星达到 10 颗，可见的 GPS 和北斗卫星一共 22 颗！

我们打开 GNSS_Viewer 软件，连接开发板，并按一下开发板的 KEY0，程序上传 NMEA 数据到电脑，可以看到 GNSS_Viewer 软件显示如图 4.2 所示（这里提醒大家，GNSS_Viewer 会控制 DTR/RTS，将 B0 拉高，导致 GNSS_Viewer 连接开发板以后，按开发板的复位开发板不会运行代码。所以必须先断开 GNSS_Viewer 的连接，再按开发板的复位，待开发板程序启动以后，再连接!）：

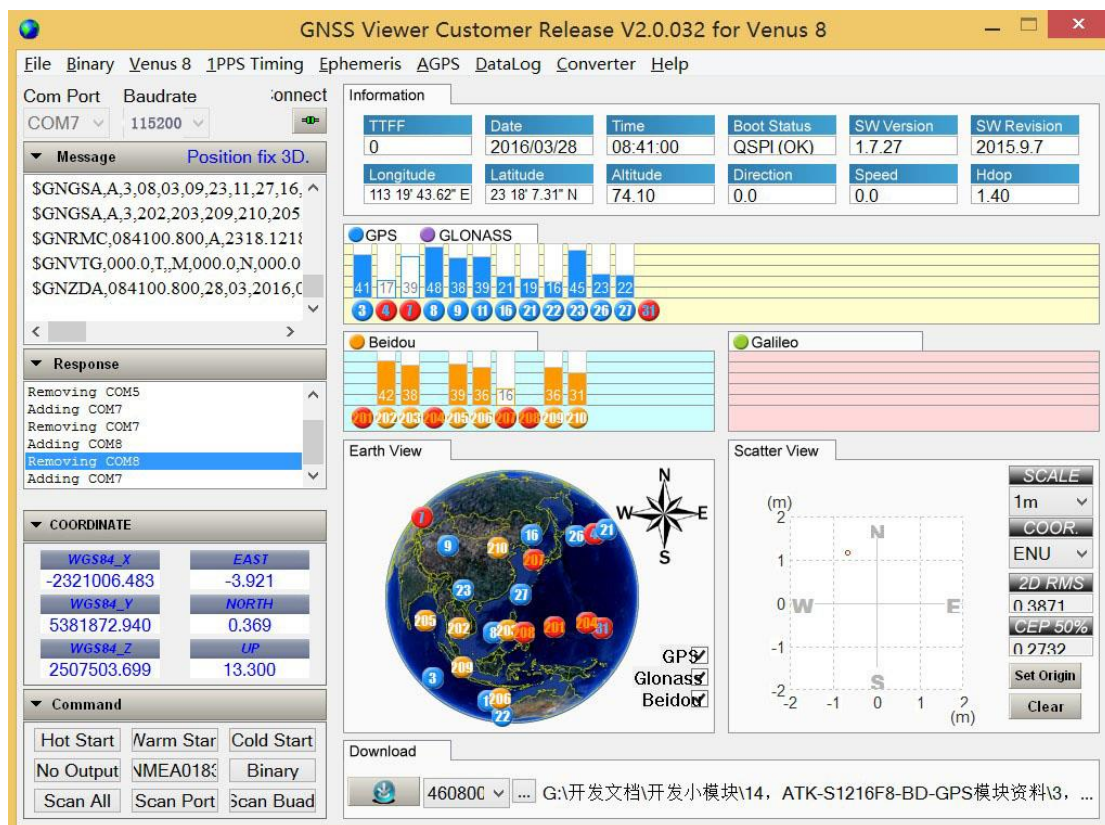


图 4.2 GNSS_Viewer 显示 ATK-S1216F8-BD GPS 模块信息

可以看到，时用于定位的卫星数更多了，有 16 颗，其中，GPS 用于定位的 10 颗，北斗用于定位的卫星 6 颗，可见 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块配合有源天线实现定位的效果挺好的。

模块在定位成功后，可以看到 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块的蓝色灯开始闪烁。模块默认的 NMEA 数据输出速度为 5Hz；默认的 PPS 蓝灯闪烁情况为 100ms 灭，900ms 亮。

我们还可以通过 usmart 调用： SkyTraQ_Cfg_Tp、SkyTraQ_Cfg_Rate 等 2 个两个函数，来改变 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块的配置参数。如图 4.3 所示(注意先断开 GNSS_Viewer 的连接)：

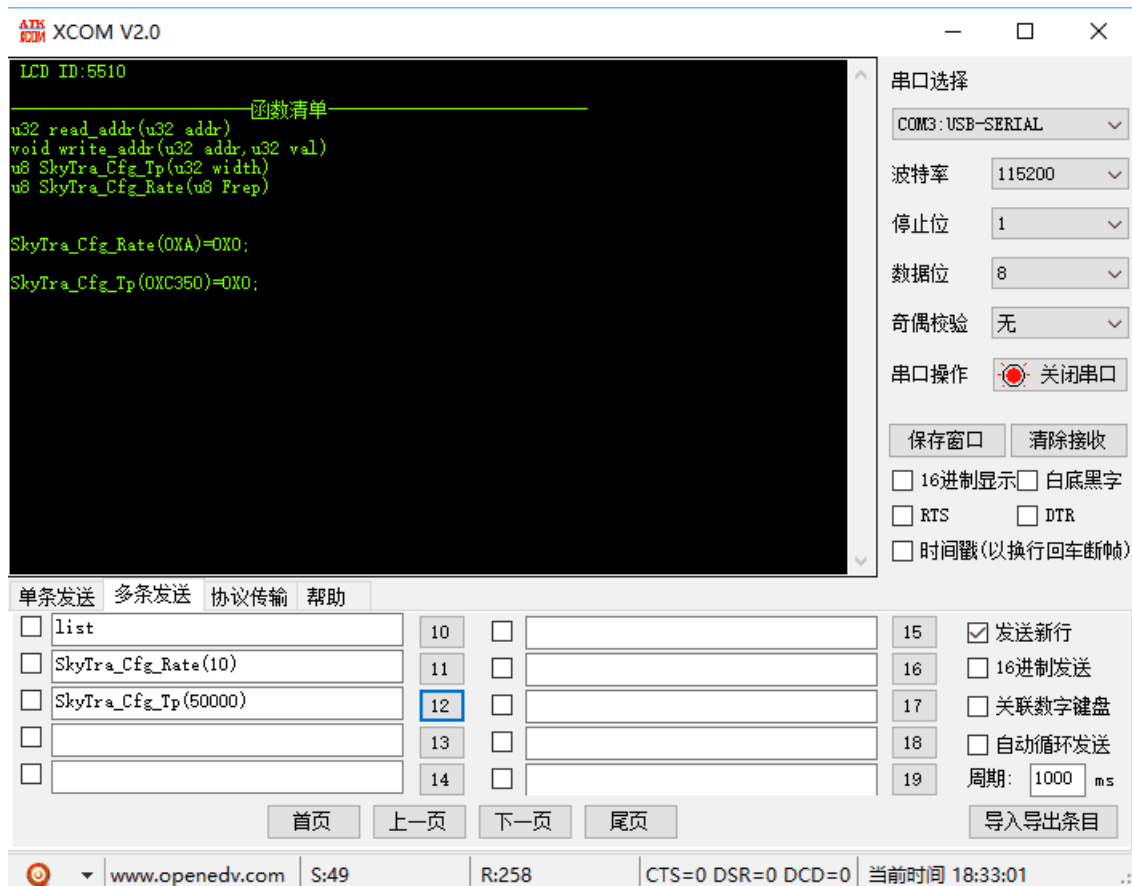


图 4.3 通过 usmart 改变模块默认设置状况

通过如图 4.3 所示的几个函数调用，我们可以改变模块的配置。

SkyTra_Cfg_Tp(50000)，这个函数，用于设置模块的 PPS 输出脉冲宽度为 50000us，也就是 50ms。

SkyTra_Cfg_Rate(10)，这个函数，用于设置模块的定位信息输出频率为 10Hz。

以上三个函数，设置完以后，PPS 脉冲宽度为 50ms，输出信息更新速率为 10Hz：

至此，关于 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块的介绍，我们就讲完了，通过本文档的学习，相信大家可以很快学会 ATK-S1216F8-BD GPS/北斗模块的使用。

正点原子@ALIENTEK
公司网址: www.alientek.com
技术论坛: www.openedv.com
电话: 020-38271790
传真: 020-36773971

