

## RTCM 数据采集及解码器设计与实现\*

胡辉, 叶鑫华

(华东交通大学 信息工程学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:** 基于华测 X60 RTK 接收机, 针对 Windows 开发环境广泛使用, 采用 VC++ 的 MSCOMM 控件开发了 RTCM 数据采集及解码器。本软件能够动态显示 RTCM 导航电文 1、2、3、9 等各相关参数, 动态存储 RTCM 二进制原始语句及其解码结果文件, 为下一步研制差分基准站、DGPS 接收机提供了数据源和基础。

**关键词:** GPS; RTCM; 数据采集; 解码**中图分类号:** TN965.5**文献标识码:** A

## Achievement of RTCM data-acquisition and decoding software

HU Hui, YE Xin Hua

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** This paper exploits a software system which is used to collect the binary data of RTCM, based on the X60 receiver and MSCOMM ActiveX control of VC++ used widely. This software can display and decode some relative parameters of RTCM navigation message 1, 2, 3, 9, etc, and create a file used to save the RTCM raw data and the decoded result dynamically, which is useful to provide data for studying DGPS receiver and GPS differential reference station.

**Key words:** GPS; RTCM; data acquisition; decode

GPS 是美国国防部的第 2 代卫星导航系统。该系统由 GPS 卫星星座、地面监控系统和 GPS 信号接收机 3 部分组成, 能提供全球覆盖、全天候、全天时连续定位、导航和授时服务。我国虽有多个科研院所从事 GPS 相关产品的开发, 但其研究对象主要集中在动态较低的民用领域, 而且精度一般不高, 在 17 m 左右<sup>[1]</sup>。

美国政府于 2000 年 5 月 1 日取消了 SA 干扰, 此后电离层误差成为 GPS 最主要的定位误差源<sup>[2]</sup>, 对 GPS 数据进行差分处理是提高 GPS 处理精度的有效途径, 差分 GPS 接收机是消除电离层误差的有效手段, 这是本文的研究背景。

本文基于 X60 RTK 接收机, 采用 VC 开发环境, 开发了 RTCM 解码软件, 为下一步进行高精度差分定位解算算法研究和 DGPS 接收机

研制工作提供基础。

## 1 RTCM SC-104 导航电文简介

RTCM SC-104 是商用 DGPS 接收机的通用数据格式, 该格式与 ICD-GPS-200 规定的 GPS 导航电文的字格式、奇偶校验规则相同, 不同在于 GPS 电文中各子帧长度是固定的, 而 RTCM SC-104 电文长度是可变的。RTCM 电文结构包括 2 个字头, 后接  $n$  个数据字, 每字长为 30 bit, 具体格式参见文献<sup>[3]</sup>。RTCM SC-104 共包括 21 类 63 种电

表 1 电文 1 格式

S	U	卫星 ID 号	PRC			奇偶校验	
RRC		IOD		S	U	卫星号	奇偶校验
伪距改正值				伪距改正值变化率		奇偶校验	
数据龄期		S	U	卫星号	伪距改正值(高位)		奇偶校验
伪距改正值(低位)		伪距改正值变化率		数据龄期		奇偶校验	
...							

\* 基金项目: 江西省教育厅科学技术研究项目(GJJ08243)

## 软件天地 Software Technology

文。伪距差分电文主要有 1、2、3，有时也用到电文 9。

### 1.1 电文 1

电文 1 是 RTCM 电文中最基本的电文，向用户提供伪距改正数及其变化率，其内容格式如表 1 所示。

其中，S 为比例因子，是标识伪距改正数 PRC 和伪距改正数变化率 RRC 的比例尺度；U 表示用户测距误差，有 4 种编码，每种编码代表不同的用户测距误差；卫星 ID 号指卫星的编号；PRC 指伪距改正数；RRC 指伪距改正数变化率，都是用来修正误差的，具体含义参见文献[4-5]。

IOD 是改正数的数据龄期，与 GPS 中 IOD 意义相同。如 RTCM 电文 IOD 与 GPS 星历中 IOD 不匹配，则不能直接使用该组改正数，因此 IOD 是保证差分定位的关键，以确保用户使用的导航电文与基准站使用的导航电文相同。

### 1.2 电文 2

电文 2 的格式和电文 1 完全相同，包含了卫星导航参数的变化所导致的伪距变率及伪距变率的改变量。如果用户站未能解译出新的星历，而此时基准站已采用了新的星历，则两站所用的星历不一样，此时基准站必须同时播发电文 1 和电文 2，防止定位结果产生较大误差。

### 1.3 电文 3

电文 3 是 GPS 参考站参数，用于发送基准站在 WGS-84 坐标系中的坐标信息 (ECEF<sub>X</sub>, ECEF<sub>Y</sub>, ECEF<sub>Z</sub>)，各占 32 bit，给定的坐标精度至少到 cm 级。该项电文由  $32 \times 3 / 24 = 4$  个字组成，按顺序发送基准站坐标的 3 个参数，每个字最后 6 位是奇偶校验位。

电文 9 用于 GPS 部分卫星组差分改正，其格式与电文 1 完全相同。

## 2 RTCM 电文解码方案设计

### 2.1 VC++ 平台简介

本软件主要基于 VC++ 平台实现，电文的接收用到了 VC++ 中的 MSCOMM 控件。MSCOMM 控件提供了 2 种处理通信的方式：事件驱动方式和查询方式。事件驱动方式相当于一般程序设计中的中断方式。当串口发生事件或错误时，MSCOMM 控件会产生 OnComm 事件，用户程序可以捕获该事件进行相应处理。本文的例子均采用该方式。

### 2.2 RTCM 电文解码方案<sup>[6]</sup>

根据 RTCM 的编码规则设计解码方案，解码过程可利用电文字头中的先导字 01100110 进行同步，主要有如下 5 个步骤。

(1) 字节扫描。传输数据时，通常采用“6/8”格式的方式。每 8 bit 数据中仅低 6 bit 是有效位，第 7 位为标志位“1”，第 8 位为空格“0”。接收到的数据必须先取低 6 位，然后判断这低 6 位是不是在 64 和 127 之间，如果不是则丢弃这个数据。

(2) 字节滚动。由于 GPS 设备多数采用美国国家标准化研究所制定的 ANSI X3.16 和 X3.15 型标准接口，故连接到计算机标准串口 RS-232 上的时候需要进行“字节滚动”。

(3) 取补码。当前一个码字最后一个比特 D30\* 为 1 时，必须对当前这个码字的前 4 个字节取补码；如果 D30\* 为 0，则保持不变。奇偶校验位则不必取补码。

(4) 找引导字。寻找 RTCM 通用电文引导字 (01100110 或 10011001)，进行奇偶校验，通过同步完成，否则继续找引导字。

(5) 电文解码。根据帧长度，按相应电文格式解码，主

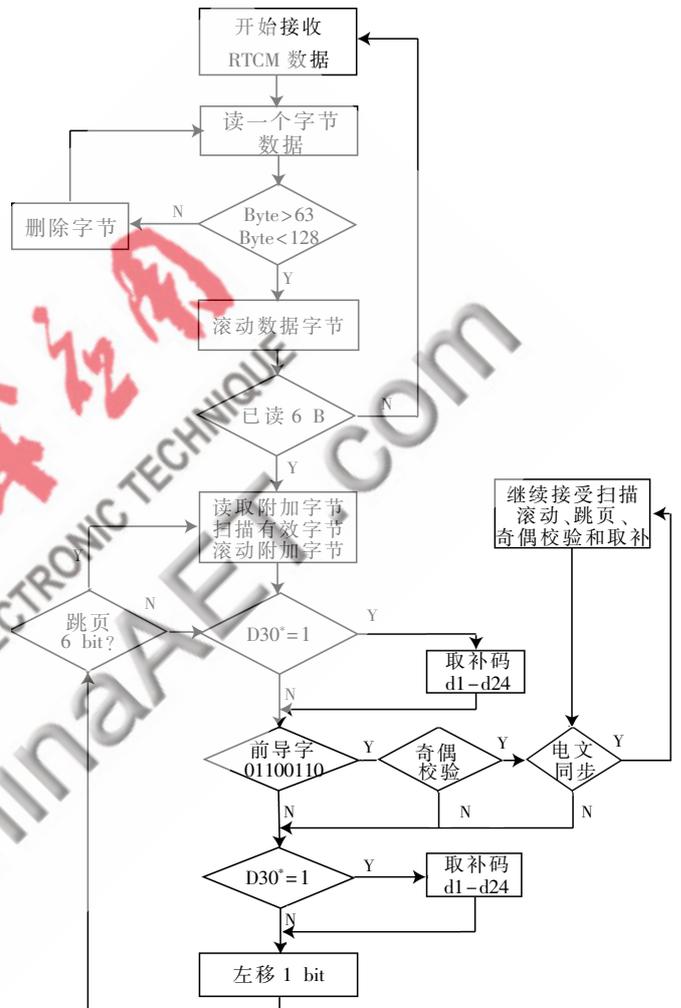


图 1 RTCM 解码流程图

要包括比例因子、用户测距误差、卫星号、PRC 等参数。

具体解码流程图如图 1 所示。

## 3 RTCM 数据采集及解码器实现

### 3.1 RTCM 数据采集及解码器介绍

本系统基于 Windows 操作系统，利用 VC++ 编程实现 RTCM 导航电文解码，它既能从差分基准站接收数据，又能从数据文件读取数据，原始数据和解码结果将被显示及存储，解码结果包括各颗卫星所包含的参数。

### 3.2 RTCM 数据采集及解码器实现

图 2 为数据解调子界面，主要有接收回显窗和解码显示窗 2 部分，其中接收回显窗显示各模块原始数据，解码显示窗显示解码结果。



图2 RTCM 数据采集及解码器原始数据及解码结果

3.3 关键代码介绍

程序的关键在于对接收到的差分数据解码, 根据 2.2 节的解码方案设计, 以电文 1 为例, 程序关键代码如下:

```
for ( i=0;i<N-10;i++) //找引
    导字
{
    int dxj=b [i] *4+ (b [i+1] -bitshift2 (b [i+1] ,4)) /16;
    if (dxj==102llpow (2,8) -1-dxj==102) //找到引导字
    {
        type=getbit (b [i+1] ,1,4) *4+getbit (b [i+2] ,
        5,6) ; //电文类型
        if (bitshift2 (b [i+4] ,1) ==1)
            //如 D30* 等于 1, 则对后面 4 个字节取补码
            {…….}
        else {i=i+5;}
            //如果 D30* 不等于 1, 则不做任何处理
        zt= (b [i] *pow (2,7) +b [i+1] *2+(b [i+2] -bit-
```

```
shift2 (b [i+2] ,5)) /32) *0.6; // z 计数
    xuhao=getbit (b [i+2] ,3,5) ; //序号
    changdu=getbit (b [i+2] ,1,2) *8+getbit (b [i+3] ,
    4,6) ; //帧长
    health=getbit (b [i+3] ,1,3) ; //健康度
    int d1=i+5;
    if (type==1lltype==62) //如果是电文 1
    {
        int cc=0;
        while (1)
            //计算电文 1 除头码之外的长度 cc
            { … }
        while (i+5<10+cc-1)
            //5 个字码 (3 颗卫星所有参数) 循环一次
            {
                …… //判断是否取补码, 解比例因子、用户
                测距误差、卫星号、 PRC
                k=k+3; //每解完 3 颗卫星的信息便循环一次
            }
        //if type=1
        if (d2==1) break; // 如果到了电文结尾, 则结束
    } //for
```

4 结果分析

整个软件测试工作是在华东交通大学信息工程学院的 2 楼信息技术研究所进行, 时间为 2008 年 4 月 14 号 10: 22:32。实验平台基于 X60 差分 GPS 接收机进行, 接收天线安装在信息学院楼顶。解码结果如表 2~表 4 所示。将以上误差数据对自行研制接收机输出结果进行修正, 结果如图 3 所示。

由图 3 中结果可看出, 其海拔高度的定位误差在 1 m 内, 经度、纬度定位误差分别在 10<sup>-6</sup> 度和 10<sup>-7</sup> 度, 比单频伪距 GPS 接收机的定位精度高。通过利用基准站进行差分数据传送进行的定位结果可以达到 1 m 左右定位精度, 结果进一步证明了解码方法及结果的正确性。

本文基于 X60 试验平台,

表 2 GPS 伪距值与 IOD 值

PRN	22	24	14	9
PRm(m)	23 602 363.88	22 115 747.70	24 237 954.01	19 913 677.93
IOD	71	9	52	11
PRN	18	26	15	13
PRm(m)	21 178 647.01	23 829 843.69	22 874 354.96	24 355 941.171 149 7
IOD	2	85	11	2

表 3 RTCM 电文 1 的解码结果

PRN	22	24	14	9	18	26	15	13
PRC	-13.500 0	-9.920 0	-16.560 0	-7.460 0	-10.000 0	-15.840 0	-12.060 0	-7.260 0
RRC	-0.25	0.15	0.025 2	0.025 2	0.004	0	-0.252	0.000 3
IOD	71	9	52	11	2	85	11	2

表 4 RTCM 电文 3 的解码结果

x(m)	y(m)	z(m)
2 441 603.46	5 036 155.80	3 048 611.30

开发了 RTCM SC-104 导航电文数据采集及解码器。本软件再加上其他相关软件可进行差分基站设计, 可充分利用 PC 编程资源进行开发工作。该算法在自行研制的 GPS 接收机上运行, 已获得了较好的定位精度, 为下一步进行实时 DGPS 接收机研制提供了基础。

## 参考文献

[1] 胡辉. 高动态数字化 GPS 接收机的研制[R]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2002.

- [2] 高山, 陈武, 胡丛伟, 等. 高精度 GPS 定位的精密电离层模型[J]. Transactions of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2005, 22(2): 107-113.
- [3] KAPLAN E D, HEGARTY C J. GPS 原理与应用(第 2 版)[M]. 寇艳红, 译. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [4] 何怡, 李扬继. 浅析差分 GPS 的算法及数据格式[J]. 电讯技术, 2004, (3): 111-115.
- [5] 李良, 张小超, 赵化平. GPS 差分 RTCM 数据实时编码解码算法及实现[J]. 计算机工程与应用, 2006, (11): 209-211.
- [6] 史峰. 基于虚拟参考站技术和 PDA 平台的 GPS 移动定位系统[D]. 上海: 同济大学, 2007.

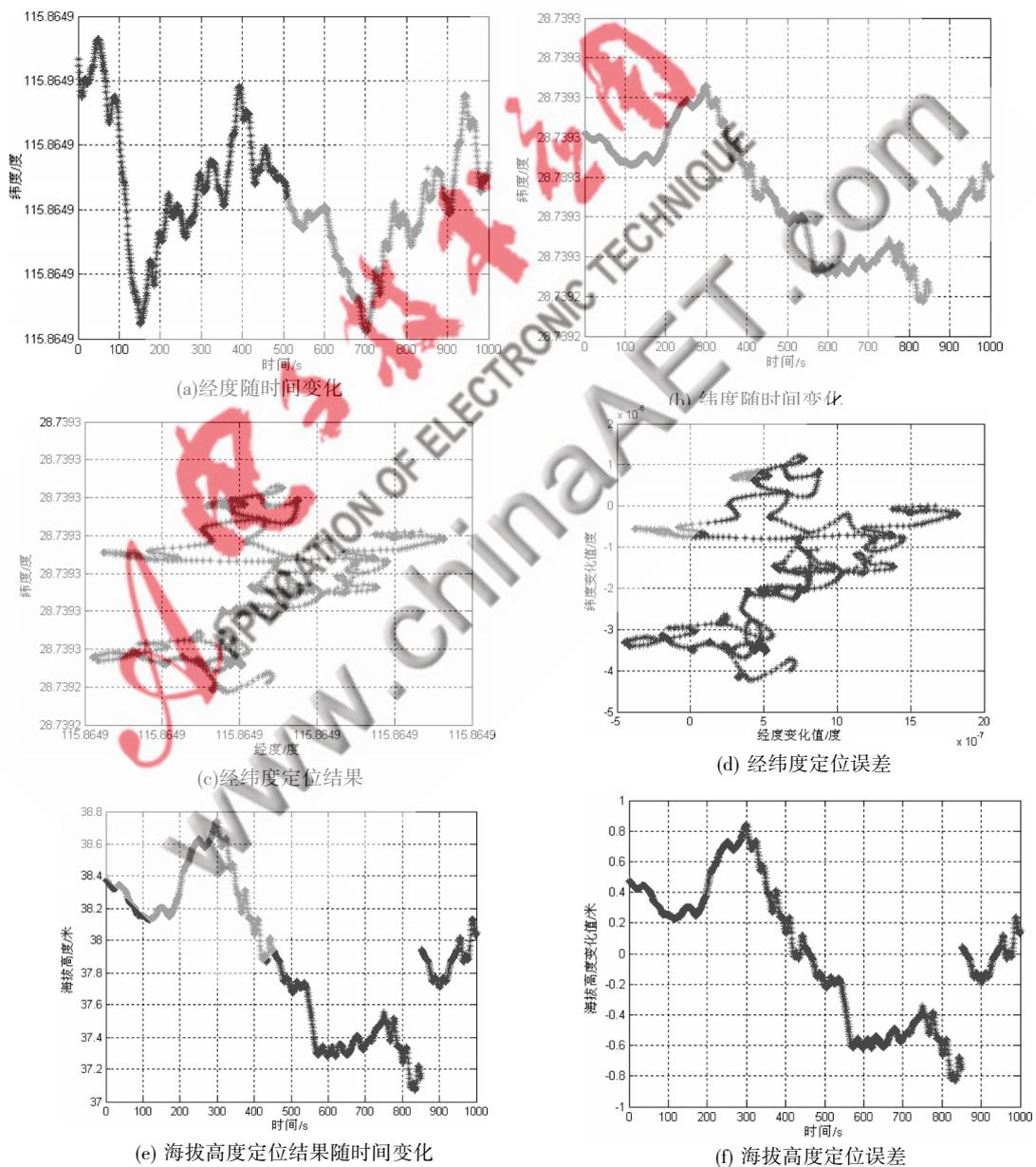


图 3 解码结果对 GPS 定位数据修正后效果

(收稿日期: 2009-01-04)