



中国测绘地理信息院士文库

魏子卿院士文集



(下卷)



测绘出版社



中国测绘地理信息院士文库

魏子卿院士文集



(下卷)



测绘出版社

第五篇

GPS定位定轨



WM101 数据的建议标准格式*

魏子卿

Proposed Standard Format of WM101 Data

WEI Ziqing

Abstract: In order to analyze and process GPS data it is required that raw data recorded on the magnetic tape or the floppy disk be decoded and data files be created. The paper briefs the structure of WM101 raw data, the process of decoding, the principles of creating files and the contents of the files.

摘要: 为了分析和处理 GPS 数据,需要将记录在磁带或软盘上的原始数据进行解码,并生成数据文件。本文简要叙述了 WM101 原始数据的结构、解码过程、生成数据文件的原则和数据文件的内容。

为了分析和处理 GPS 数据,将记录在磁带或软盘上的 GPS 原始数据进行解码是必须的。为了事后处理,将解码后的数据形成文件,也是必不可少的。

本文概略叙述了 WM101 原始数据的结构、解码过程、生成数据文件的原则和数据文件的内容。所提出的数据格式正在试用。希望用户和同行提出意见,以便改进。

1 数据结构和解码

WM101 原始数据载体为盒式磁带。在 POPS 软件驱动下,通过终端 MEMTEC 5450 × L 将磁带数据读入微机内存,并拷贝至 5¼"软盘上,拷贝的软盘数据格式与磁带数据相同。数据结构如图 1 所示。数据流被分成一系列 512 字节长的物理记录。在每一物理记录内,又分成若干变长的逻辑记录。在最后一个逻辑记录后,附以若干 0 字节,以补足一个物理记录的 512 字节长度。在所有记录数据末尾有一数据结束物理记录,它的所有比特均为零。

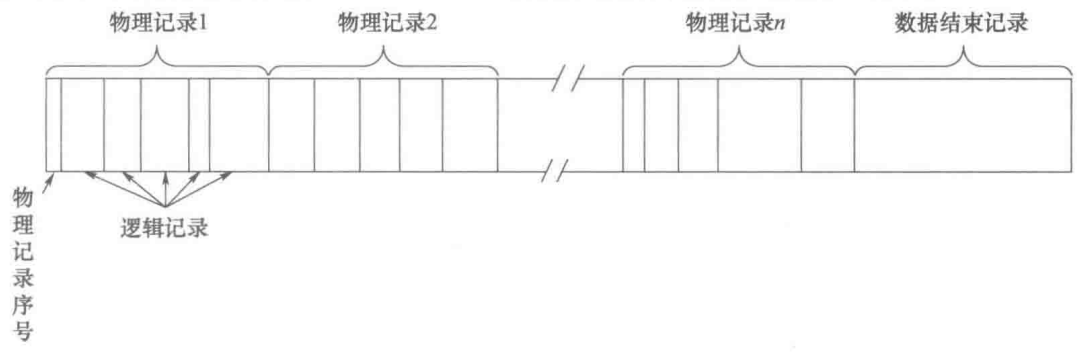


图 1 WM101 数据结构示意

* 本文发表于《军事测绘专辑》1989 年第 27 期。

逻辑记录的结构如图 2 所示。字节 1、2 为逻辑记录类型标识符。字节 3、4 为记录长度(字节)。其余字节为数据,计有 7 类逻辑:

- (1) 测点记录(138 字节);
- (2) 注记记录(66 字节);
- (3) 计算数据记录(148 字节);
- (4) 导航电文记录(130 字节);
- (5) 历书数据记录(94 字节);
- (6) 卫星数据记录(50 字节);
- (7) 原始卫星数据记录(50 字节)。

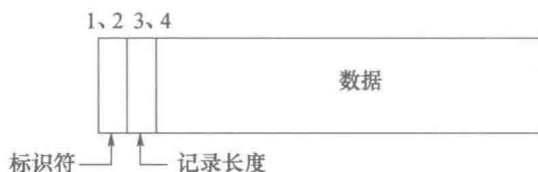


图 2 逻辑记录结构

记录数据的数据格式有 ASCII 字符 character * 1, 定点数 Integer * 1, Integer * 2, Integer * 4, IEEE 标准格式的浮点数 Real * 4, Real * 8

关于各种逻辑记录的内容和格式,见 WM101 技术参考手册附录 C。

数据解码的任务是将原始数据流分解为用标准格式表示的具有确定物理意义的数据项。因数据记录为 IEEE 格式表示的数字形式或内部表示的 ASCII 字符形式,用 FORTRAN 无格式读语句可以从其载体读入内存。对于除导航电文和历书数据以外的其余数据,从内存用标准格式输出,解码任务即告完成。至于导航电文和历书数据,尚需根据它们的广播格式和内容,进一步分解为各种数据项(参考时间,半长径的平方根,偏心率等)。

2 数据文件

为了事后处理,解码后的数据需生成文件。生成数据文件,遵循了下列原则:

- (1) 尽可能详尽地复现原始数据的内容;
- (2) 对原始数据进行适当的再分类,以便利用;
- (3) 尽量采用标准化格式,以便部门之间的交换。

一个测点上一个观测段的数据,形成一个文件。

文件内容包括两类信息:控制信息与数据信息。控制信息总是占一个 80 字符记录长度;数据信息可能是一个或多个 80 字符记录长度。控制(信息)记录包含选取读数据记录的格式信息(数据类型标识),数据信息则包含要提取的数据内容。在再分类的数据文件中,数据信息,或简称为数据,共有下列 11 类:

- (1) 测点数据,数据类型 20;
- (2) 计算数据,数据类型 30;
- (3) 星历数据,数据类型 40;
- (4) 历书数据,数据类型 50;
- (5) 电离层模型数据,数据类型 51;
- (6) GPS-UTC 改正数据,数据类型 52;

- (7) 相位数据,数据类型 60;
- (8) 伪距数据,数据类型 61;
- (9) 注记数据,数据类型 70;
- (10) 原始相位数据,数据类型 80;
- (11) 原始伪距数据,数据类型 81。

控制记录的第一个字符为“*”其后跟随一个或多个数据类型标识(可以多至 30 个),如

* 20 40 60 61 60 61 40

数据信息的第 1 个记录的第一个字符为空格“ ”,其后为该记录的内容。如果还有第 2 个记录,则它的第一个字符为“1”,其后为数据;第 3、4 记录(如果有的话),类推。例如:

记录 1	数据
记录 2	1 数据
记录 3	2 数据

3 数据读取

数据文件是一系列由控制记录和若干数据记录组成的逻辑单位之组合。所以,读取文件是包括读控制记录和读数据记录的循环过程;控制记录提供将要读出的数据记录的格式信息,然后按照规定的格式读取数据记录。下面给出读数据文件的参考程序的主要部分:

```

IMPLICIT REAL *8 (A-H,0-Z)
CHARACTER C,CN
CHARACTER * 10 FNAME
DIMENSION IFLAQ (15),ICONTR(31)
OPEN (20,FILE='WMDAT-A')
C WMDATA IS WM101 DATA FILE
DO 1 I=1,15
1  IFLAG(I)=0
   IFLAG(2)=1
   IFLAG(3)=1
   IFLAG(4)=1
   IFLAG(8)=1
   IFLAG(10)=1
   WRITE(*,*)'WRITE SITE,COMP.'EPHEM.'PHASE,PSEUDORANGE DATA? (Y/N)'
   READ(*,2) C
2  FORMAT(A1)
C SITE,COMP.'EPHEM.'PHASE & PSEUDORANGE DATA ARE
C TO BE WRITTEN IN FILE BY DEFAULT
   IF[(C.EQ.'Y').OR.(C.EQ.'y')] GO TO 102
C SELECT DATA TYPES YOU ARE TO WRITE IN FILE
:
102 CONTINUE
C TYPE IN FILE NAME AND OPEN THE FILE TO BE CREATED
   IF(IFLAG(2).EQ.1) THEN
       WRITE(*, '(A\)' )
   INPUT SITE NAME :
       READ(*, '(A)' ) FNAME
       OPEN (2,FILE=FNAME,
STATUS='NEW')
   END IF

```

```

:
C READ CONTROL RECORD  AND
READ /WRITE DATA RECORDS
    K = 0
    3 CONTINUE
DO 100 I = 1, 31
100  ICONTR ( I ) = 0
    READ ( 20, 101, END = 150 ) CN,
    ( ICONTR ( I ), I = 2, 31 )
101  FORMAT ( A1, 30 I2 )
    K = K + 1
    IR = 0
    DO 4 I = 2, 31
    IF( ICONTR ( I ) . NE . 0 ) IR = TR
    + 1
IF( ICONTR ( I ) . EQ . 0 ) GO
    TOS
    4 CONTINUE
    5 CONTINUE
    DO 6 I = 2, IR + 1
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 20 ) CALL
ISTE ( IF LAG( 2 ), 20, 2 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 30 ) CALL
COMP ( IFLAG( 3 ), 20, 3 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 40 ) CALL
NAV ( IFLAG( 4 ), 20, 4 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 50 ) CALL
ALMA( IFLAG( 5 ), 20, 5 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 51 ) CALL
IONO( IFLAG( 6 ), 20, 6 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 52 ) CALL
TIME ( IFLAG ( 7 ), 20, 7 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 60 ) CALL
OBS ( IFLAG ( 8 ), 20, 8 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 61 ) CALL
OBS1( IFLAG ( 10 ), 20, 10 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 70 ) CALL
NOTE ( IFLAG( 11 ), 20, 11 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 80 ) CALL
OBSR ( IFLAG ( 12 ), 20, 12 )
    IF( ICONTR ( I ) . EQ . 81 ) CALL
OBSR 1( IFLAG ( 14 ), 20, 14 )
    6 CONTINUE
    GO TO 3
150 CONTINUE
STOP
END
SUBROUTINE OBS ( N, IUN, M )
IMPLICI TREAL * 8 ( A - H, O - Z )
CHARACTER CN
    READ ( IUN, 6000 ) CN, ISIT,
    ID, ICH, I A N T, ISIG, /

```



```

NOM,ICQ,TAG,OB1,OB2
RMS,CL
IF(N.EQ.1) WRITE (M,6000) C N, ISIT,ID,ICH,
IANT,ISIG,NOM, ICQ,TAG . OB1,OB2,RMS,C L
6000  FORMAT (A1,I3,2I2,3I3,I2
F10.1,D21.14,/F14.8,F 6.3,E10.4)
RETURN
END

```

说明:该参考程序的工作原理是,首先打开“读”文件,定义并打开“写”文件。然后进入读写过程。在主程序中,读取控制记录;在子程序中,读取数据记录。如果需要,并将该数据记录写入定义的“写”文件。SITE、COMP、NAV、ATMA、LONO、TIME、OBS、OBS1、NOTE、OBSR、OBSR1 为分别用于读/写测点数据、计算数据、导航电文数据、历书数据、电离层改正模型数据、GPS-UTC 改正数据、相位数据、伪距数据、注记数据、原始相位数据和原始伪距数据的子程序。参考程序仅包括子程序 OBS。其中形式参数 N 为 WRITE 标识。当 $N=1$ 时,WRITE 所读记录。IUN 为从中读取数据的文件码, M 则为欲生成新文件的代码。

附录:数提格式

测点记录

记录类型 20

FORMAT (A1,I3,2F5.0 ,F10.1,F5.0,2F13.10,F12.3,F8.3)

FORMAT (A1,3F8.3,2P4.0,F4.1,F7.0,F12.5,20A1)

点号:测点的序号(I3)

型号:生成磁带的设备号(F5.0)

序号:生成磁带的具体设备号;(F5.0)

时间:从星期开始的 GPS 时间,秒(F10.1)

星期:从 1980 年元月 6 日起算的 GPS 星期号(F5.0)

初始纬度,弧度(F13.10)

初始经度,弧度(F13,10)

初始高度,米(F12.3)

天线相位偏差,从天线相位中心至天线基板的距离,米(=110)(F8.3)

天线高偏差:从测量标志至天线相位中心的距离,米(F8.3)

天线东偏:从测量标志至天线相位中心向东的偏心,米(F8.3)

天线东偏: +

天线西偏: -

天线北偏:从测量标志至天线相位中心的向北距离,米(F8.3)

天线北偏: +

天线南偏: -

压缩间隔:接收机数据压缩间隔长度,秒(F4.0)

压缩偏差:数据压缩间隔中心离 GPS 星期的时间偏差, Modulo[压缩间隔],秒(F4.0)

高度角限制:采集卫星数据的最小高度角,度(F4.1)

地方时偏差:GPS 时间加上该时间,给出地方时,秒(F7,0)

相位变率校准:接收机通道 1 校准因子。通道 1 相位误差对于频率的变率,微秒(F12.5)

站名:用字符字母表示的测点标识,多达 20 个 ASCII 字符,可尾随 ASCII 空格符(20A1)

计算数据记录

数据类型 30

FORMAT (A1,I3,I1,19I2,2F13.10,F11.4)

FORMAT (A1,F10.1,F5.0,3E10.3,2F61,F7.1,F10.1)

FORMAT (A1,3F5.1,2F9.5,F10.1,4F91)

点号:测点的序号(I3)

错误状态(I1)

零指示无错误,非零指示引起错误的模块

1 = 显示模块

2 = 待机模块

3 = CPU 模块

4 = I/O 模块或磁带部件

5 = 未用

6 = L1 接收机模块

8 = 振荡器

诊断数据:6 组关于上述错误状态给出的模块号的诊断数据。零指示无记载项(6I2)

振荡器类型:所用的参考振荡器类型(I2)

零指示内部振荡器,非零指示外部振荡器

位置类型:识别实时计算的位置类型的代码(I2)

1 = 点位置

2 = 联测位置*

3 = 导航位置

4 = 微分导航位置*

* 为将来备用

卫星数目:在位置计算中所用的卫星数(I2)

卫星 ID,在位置计算中所用的卫星之 10 个卫星标识号表(10I2)

纬度:在卫星坐标系中计算位置的纬度,弧度(F13.10)

经度:在卫星坐标系中计算位置的经度,弧度(F13.10)

高度:在卫星坐标系中计算位置的椭球体高度(F11.4)

时间:从星期开始至位置计算时的 GPS 时间,秒(F10.1)

星期:从 1980 年元月 6 日至位置计算时的 GPS 星期号(F5,0)

纬度,经度和高度的标准差,为将来备用(3E10.3)

温度:干温度,摄氏度(F6.1)

湿度:相对湿度,百分数(F6.1)

气压;大气压力,毫巴(F7.1)

气象时间:从 GPS 星期开始的气象数据的 GPS 时间,相应于操作员输入的时间,秒(F10.1)

内部温度:为将来备用(F5.1)

内部电池电压:为将来备用(F5.1)

外部电源电压:为将来备用(F5.1)

振荡器稳定度:为将来备用(F9.5)

振荡器偏差:参考振荡器离其标称值的偏差,百万分一(F9.5)

PDOP:与计算的位置有关的精度的位置扩散因子(F10.1)

Delta 纬度:计算的和初始的位置之纬度差,米(F9.1)

Delta 经度:计算的和初始的位置之经度差,米(F9.1)

Delta 高度:计算的和初始的位置之椭球体高度差,米(F9.1)

Delta 向径:计算的和初始的位置之向径差,米(F9.1)

卫星电文记录

数据类型 40

FORMAT (A1,I3,I2,2F10.1,D15.7,E13.5,E11.3,F12.1)

FORMAT (A1,F10.1,D18.10,E13.5,D18.10,D17.9)

FORMAT (A1,D18.10,E10.4,D18.10,D15.7,D18.10)

FORMAT (A1,6E13.5)

FORMAT (A1,F10.1,I2,I4,I2,I1,E10.3,2I3)

点号:测点的序号(I3)

卫星 ID:从其得到导航电文的卫星(I2)

时间:导航电文发射的时间,从星期开始的秒数(F10.1)

钟历元(t_{oc}):钟模型的参考时间,秒(F10.1)

偏差(a_{fo}):在参考时间钟的偏差,秒(D15.7)

漂秒(a_{f_1}):在参考时间钟偏差的漂移,秒/秒(E13.5)

漂移率(a_{f_2}):在参考时间钟偏差的漂移率,秒/秒²(E11.3)

数据年龄(AODC):参考时间和在拟合间隔内最后测量时间之差,秒(F12.1)

星历历元(t_{oe}):星历根数的参考时间,秒(F10.1)

平近点角(M_0):在参考时间时的平近点角,弧度(D18.10)

平均运动改正数(σ_n):星历轨道的多普勒平均运动与平均运动均值之间的差,弧度/秒(E13.5)

半长径的平方根($a^{\frac{1}{2}}$):在参考时间时长期椭圆的半长轴,米 $a^{\frac{1}{2}}$ (D18.10)

偏心率(e):长期椭圆的偏心率,无量纲(D17.9)

倾角(io):在参考时间时椭圆的倾角,弧度(D18.10)

倾角变率(IDOT):在参考时间时倾角的变化率,弧度/秒(E10.4)

赤经(OMEGA0)在参考时间的赤经,弧度(D18.10)

赤经变率(OMEGADOT):赤经的时间变化率,弧度/秒(D15.7)

近地点角距(ω):在参考时间时轨道近地点角距,弧度(D18.10)

沿迹余弦振幅(Cue):沿迹周期误差的余弦系数,弧度(E13.5)

沿迹正弦振幅(Cus):沿迹周期误差的正弦系数,弧度(E13.5)

向径余弦振幅(Cre):向径周期误差的余弦系数,米(E13.5)

向径正弦振幅(Crs):向径周期误差的正弦余数,米(E13.5)

义迹余弦振幅(Cic):偏离平而周期误差的余弦系数,弧度(E13.5)

义迹正弦振幅(Cis):偏离平而周期误差的正弦系数,弧度(E13.5)

数据年龄(AODE):星历参考时间 t_{oe} 和轨道拟合中所用的最后测量的时间之差,秒(F10.1)

拟合间隔标记:轨道拟合误差的系统信息(I2)

星期号: z 计数的10个高位比特,表明星期号,无量纲(I4)

L2码状态:指示 L_2 上何种码的标记,无量纲

L2P码数据标记:指示导航数据流被命令接通或断开的标记,无量纲(I1)

估计的群延迟差:电离层改正项,秒(E10.3)

SV精度(N):非批准用户可利用的SV之用户距离精度(URA)。精度 $=2N$,无量纲(I3)

SV健康状态:6个比特场;最高比特是健康总结,5个低位比特给出指定代码信号分量健康状况(I3)

历书数据记录

数据类型 50

FORMAT(A1,I3,I2,F10.1,F5.0,2I2,I4,F10.1,I3,2D16.8)

FORMAT(A1,2E13.5,D16.8,E13.5,D16.8)

FORMAT(A1,2E12.4)

点号:测点的序号(I3)

卫星ID:从其得到历书数据的卫星(I2)

时间:历书数据发射时的GPS时间,从GPS星期开始计的秒数(F10.1)

星期:历书发射时的GPS星期号,从1980年1月6日起算(F5.0)

SVID:该历书内容所属的SV之PRN代码(I2)

Data(数据)ID:导航数据的标志,当前电文的DataID=1(I2)

历书星期号(WNa):历书的参考星期(I4)

历书历元(t_{oa}):历书星历和钟模型参数的参考时间,秒(F10.1)

导航数据健康字:该SV的8比特健康字(I3)

平近点角(M_0):在参考时间时的平近点角,弧度(D16.8)

半长径的平方根($a^{\frac{1}{2}}$):长期椭圆半长轴的平方根,米 $^{\frac{1}{2}}$ (D16.8)

偏心率(e):长期椭圆的偏心率,无量纲(E13.5)

倾角改正(σ_N):长期椭圆倾角的改正数(相对于 54°),弧度(E13.5)

赤经(OMEGA0):在参考时间的赤经,弧度(D16.8)

赤经变率(OMECADOT):在参考时间时赤经的变化率,弧度/秒(E13.5)

近地点角距(ω):在参考时间时长期椭圆的近地点角距,弧度(D16.8)

钟偏差(afo):在参考时间时钟的偏差,秒(E12.4)

钟漂移(af_1):在参考时间时钟偏差的漂移,秒/秒(E12.4)

电离层模型参数记录

数据类型 51

FORMAT (A1,I3,I2,2F10.1,3E13.5)

FORMAT(A1,5E13.5)

点号:测点的序号(I3)

卫星 ID:从其得到电离层模型数据的卫星(I2)

时间:电离层数据发射的时间,从 GPS 星期开始计的秒数(F10,1)

历书历元(toa):提供电离层项的历书之参考时间,秒(F10,1)

α_0 :电离层模型参数 1,秒(E13.5)

α_1 :电离层模型参数 2,秒/弧度(E13.5)

α_2 : " " " " " " " " " " 3,秒/弧度²(E13.5)

α_3 : " " " " " " " " " " 4,秒/弧度³(E13.5)

β_0 : " " " " " " " " " " 5,秒(E13.5)

β_1 : " " " " " " " " " " 6,秒/弧度(E13.5)

β_2 : " " " " " " " " " " 7,秒/弧度²(E13.5)

β_3 : " " " " " " " " " " 8,秒/弧度³(E13.5)

GPS-UTC 改正参数记录

数据类型 52

FORMAT(A1,I3,I2,2F10.1,2F5.0,2I4,I2,D18.10,D15.7)

点号:测点的序号(I3)

卫星 ID:从其得到 GPS-UTC 改正的卫星(I2)

时间:发射包含时间改正的历书之时间,从 GPS 星期开始计的秒数(F10.1)

时间模型历元(tot):GPS 至 UTC 钟改正的参考时间,秒(F10,1)

Δt_1 :由闰秒所致的时间增量,秒(F5.0)

Δt_2 :在计划的将来或在最近的过去,由闰秒所致的时间增量,秒(F5.0)

WN:当前闰秒值的参考星期,星期(I4)

W N_{Isf}:闰秒值 $\Delta_{t_{Isf}}$ 的参考星期,星期(I4)

DN:闰秒值 $\Delta_{t_{Isf}}$ 的参考天号,日(I2)

A_0 :GPS-UTC 差多项式的偏差项,秒(D18.10)

A_1 :GPS-UTC 差多项式的漂移项,秒/秒(D15.7)

相位数据记录

数据类型 60

FORMAT (A1,I3,2I2,3I3,I2,F10.1,D21.14,F14.8,F6.3,E10.4)

点号:测点的序号(I3)

卫星 ID:从其得到数据的卫星(I2)

通道 ID,从其得到数据的接收机通道(1 至 4)(I2)

天线 ID:从其得到数据的天线(I3)

1 = 1#天线

2 = 2#天线(为将来备用)

信号强度:在 1 分钟间隔上的平均信号强度(I3)

采样数:用来组成 1 分钟测量之 2 秒数据的采样数(I3)

压缩质量标记:数据压缩质量(I2)

0 = 无错误

1 = 在间隔开始数据丢失

2 = 在间隔结束数据丢失

时间:测量(接收)的地方时,从 GPS 星期开始计的秒数(F10. 1)

相对相位:由本地钟所测的接收信号的相对相位, L_1 频率的周数(D21. 14)

相位变率:相位的变化率, L_1 周数/秒(F14. 8)

RMS 误差;用于 1 分钟压缩相位数据曲线拟合的 2 秒相位读数相对于压缩曲线拟合的 RMS 误差, L_1 频率的周数(F6. 3)

校准数据:数据通道和校准通道之间的平均相位偏差, L_1 频率的周数。数据校准值 10 000 指示无数据(E10. 4)

伪距数据记录

数据类型 61

FORMAT (A1,I3,2I2,3I3,I2,F10. 1,D21. 14)

点号:测点的序号(I3)

卫星 ID:从其得到数据的卫星(I2)

通道 ID:从其得到数据的接收机通道(1-4)(I2)

天线 ID:“””””””””” 天线(I3)

1 = 1#天线

2 = 2#天线(为将来备用)

信号强度:在 1 分钟间隔上的平均信号强度(I3)

采样数:用来组成 1 分钟测量的 2 秒数据之采样数(I3)

压缩质量标记:数据压缩的质量(I2)

0 = 无错误

1 = 在间隔开始数据丢失

2 = 在间隔结束数据丢失

时间:测量(接收)的地方时,GPS 星期开始计的秒数(F10. 1)

传播时间(伪距/C):卫星信号的传播时间(包括钟误差), L_1 频率的周数(D21. 14)

注记记录

数据类型 70

FORMAT (A1,I3,60A1)

点号:测点的序号(I3)

字符数字数据,用 ASCII 字符序列构的电文(60A1)

原始相位数据记录

数据类型 80

FORMAT (A1,I3,2I2,3I3,I2,F16. 9,D21. 14,F14. 8,E10. 4)

点号:测点的序号(I3)

卫星 ID:从其得到数据的卫星(I2)

通道 ID:从其得到数据的接收机通道(1-4)(I2)

天线 ID:从其得到数据天线(I3)

1 = 1 # 天线

2 = 2 # 天线(为将来备用)

当相位数据(下面)可能错 0.5 周时,该数量为负

信号强度:在 2 秒间隔内平均信号强度(I3)

采样数:用来形成 2 秒测量的 100 ms 数据采样数(I3)

无用字:置为零(I2)

时间:测量(接收)的地方时,从 GPS 星期开始计的秒数(F16.9)

相对相位:由本地钟所测的接收信号的相对相位, L_1 的周数(D21.14)

相位变率:相位的变化率, L_1 的周数/秒(F14.8)

校准数据:数据通道和校准通道之间的平均相对偏差, L_1 周数。(数据校准)值 10000 指示无数据(E10.4)

原始伪距数据记录

数据类型 81

FORMAT (A1,I3,2I2,3I3,I2,F16.9,D21.14)

点号:测点的序号(I3)

卫星 ID:从其得到数据的卫星(I2)

通道 ID:从其得到数据的接收机通道(1-4)(I2)

天线 ID:从其得到数据的天线(I3)

1 = 1#天线

2 = 2#天线(为将来备用)

当相位数据可能错 0.5 周时,该数量为负

信号强度:在 2 秒间隔上平均信号强度(I3)

采样数:用来形成 2 秒测量的 100 ms 数据采样数(I3)

无用字:置零(I2)

时间:测量(接收)的地方时,从 GPS 星期开始计的秒数(F16.9)

传播时间(伪距/C):卫星信号的传播时间(包括钟误差) L_1 的周数(D21.14)

WM101/102 的星历和历书记录解码*

魏子卿

Decoding the WM101/102 Ephemeris and Almanac Data Records

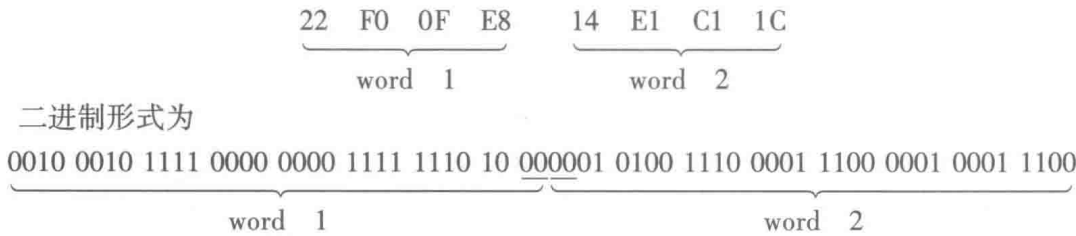
WEI Ziqing

Abstract: Decoding the ephemeris/almanac data records is fundamental to GPS data processing. The paper deals with the decoding method and related operation techniques of the WM101/102 ephemeris and almanac data records. Two useful function statements as examples are given to show the decoding technique.

摘要: 星历/历书数据记录解码是 GPS 数据处理的一项基础性工作。本文讨论了 WM101/102 星历和历书数据记录的解码方法和运算技术。文中给出两个有用的函数语句,作为例子说明解码的技巧。

GPS 卫星星历和历书电文按帧发射。帧又分为子帧,每子帧由 10 个 30 bit 的字(word)组成。1~3 子帧包含卫星星历(ephemeris),4、5 子帧包含历书(almanac)、GPS 时间至 UTC(USNO)时间的改正、电离层改正、卫星健康状态信息等。

下表为 WM101/102 型接收机收录的以二一十六进制数表示的一帧电文(包括 5 子帧)的实例。每个 30 bit 的卫星字作为一个 32 bit 的 4 字节的整型数 Integer * 4 存储,最低有效位放在最前面。最高有效字节的两个最高有效比特包含前一个 30 bit 卫星字的两个最低有效比特。例如表中的头两个卫星字的二一十六进制的形式为



E8 0F F0 22 1C C1 E1 14 14 C0 15 1A 0A D8 33 1B 1C FC C0 B9 AF 43 63 0D CA 7F
8C FF 79 0A 10 82 FE F1 3D 40 E0 A0 69 91 E8 0F F0 22 74 E2 E1 14 DA 3B 3D 02
52 E1 0A 83 2D 8D A6 BB 46 BF 65 42 06 33 85 AD 52 E8 E2 85 38 EC 45 83 70 55
0A 10 E8 0F F0 22 18 03 E2 14 86 42 07 00 99 FD DD B6 B4 B4 F8 7F A9 FE 32 06
7B 85 A2 78 77 76 0E C9 30 7C 10 C0 98 04 01 02 0D 46 69 6C 65 20 6E 6F 74 20
6F 70 65 6E 00 00 0B 44 61 74 61 20 66 6F 72 6D 61 74 00 00 00 00 0D 4C 69 6E

* 本文于 1988 年撰稿。

65 20 74 6F 6F 20 6C 6F 6E 67 00 00 0B 42 6C 6F 63 6B 69 6E 67 00 00 00 00 00
00 00 0D 4C 69 73 74 20 64 69 72 65 63 74 65 64 00 00

一帧电文例

再如第 6、7 两卫星字的二—十六进制形式是

0D 63 43 AFFF 8C 7F CA
word 6 word 7

二进制形式是

0000 1101 0110 0011 0100 0011 1010 11 11
word 6
1111 1111 1000 1100 0111 1111 1100 1010
word 7

在以上二例中,划底线两对比特是相同的。仔细阅读电文,可以发现相邻两字的两个首尾比特均相同。如此配置的目的在于:第一,便于字之间以及子帧之间奇偶校验计算。根据电文所用的汉明奇偶效验规则,后一字的校验由前一字的最后二比特的状态决定。第二,卫星字的各位实际比特状态,由第二位比特是 1 或 0 决定。按照 WM101/102 手册说明,卫星字以整型定点数表示。当其为负时,是 2 的补码形式,即第 2 位为 1 时,该字为 2 的补码形式。在进行解码时,需将它还原为原来的电文形式,即恢复成卫星电文的实际形式。以 word 7 为例,其原来的二进制形式应为

0000 0001 1100 1110 0000 0000 110101

注意到这一事实特别重要。否则,由补码形式表示的卫星字的解码将发生错误。

星历/历书电文所用的数据格式,归纳起来计有分离式 4 字节浮点数、3 字节、2 字节浮点数和 1 字节数。还有少量 22、14、11、10、6、4、3、2、1 比特数。考虑到卫星数据多以 1~4 字节组成或者由若干比特表示,在我们解码程序设计中,使用了大量字节和比特运算,在运算中还顾及卫星字补码形式表示之情况。为了实现这些过程,程序在对 32 bit 的 Integer * 4 型卫星字 I 进行奇偶校验的同时,判定它的第 31 位(相当符号位)状态。将 I 乘 4 左移 2 位(恢复电文的实际字节位置)而成 I_s 。当原第 31 位比特为 1 时,将 I_s 求补而成 I_c 。(具体实现方法是,若 I_s 为负, $I_c = \text{IABS}(I_s) - 1$;若 I_s 为正,则 $I_c = -I_s - 1$)。将 I_c 写入磁盘,尔后按 Character * 1 读出,并用内部函数 Ichar 将其变换为整型数。此后,便可容易地进行字节或比特运算。字节和比特运算的一般方法如下:

设组成一个卫星字的三个相邻高低字节的整型值依次为 P_1 、 P_2 和 P_3 ,则由它们组成的整型数为

$$P = P_1 * 2 * * 16 + P_2 * 2 * * 8 + P_3$$

若 P 为补码(当 $P_1 \geq 128$ 时),则它所代表的负数为

$$\bar{P} = -(2 * * 24 - P)$$

P 或 $\bar{P}$ 乘以最低有效比特的尺度因子,即得到星历或历书数据。4 字节和 2 字节的浮点数可以类似规则组成。作为字节运算的例子,下面给出实现由 4 字节形成一个浮点数运算的函数语句 $F_{32}(IC, C_1, C_2, C_3, C_4, LSB)$,其形式参数 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 依次为相邻高低 4 个字节, LSB 为最低有效比特的尺度因子, IC 为求补标志。

REAL * 8 FUNCTION F32(IC, C₁, C₂, C₃, C₄, LSB)