

# GPS 单点定位程序流程

编写：刘晖

日期：2010 年 11 月 29 日

## 一、计算流程

1、读取 RINEX N 文件，将所有星历放到一个列表（数组）*ephlst* 中。

2、读取 RINEX O 文件,读取一个历元观测值 *epoch*

3、数据预处理

根据 *epoch* 中的卫星号和历元时刻  $T_R$  在 *ephlst* 查找相应的卫星星历,

准则  $|T_R - TOE| < 3600.0s$ 。

4、程序初始化，置测站概略位置为  $X_r$ ，接收机钟差初值  $dt_r$ 。

$$X_0 = \begin{bmatrix} X_r \\ cdt_r \end{bmatrix}_0 = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ cdt_r \end{bmatrix}_0 \quad \text{第一次迭代, 取 } X_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}_0$$

5、选择 *epoch* 中一颗卫星  $S_i$  观测值，设其伪距为  $\rho^{S_i}$

6、计算卫星  $S_i$  的信号发射的概略时刻  $T^{S_i}$  方法如下：

a) 卫星  $S_i$  的信号传播时间：  $\tau_0^{S_i} = \rho^{S_i} / c - dt_r + dt^{S_i}$  ;  $dt^{S_i}$  为卫星钟差，需要进行相对论改正；

b) 卫星  $S_i$  的信号发射时刻：  $T^{S_i} = T_R - \tau_0^{S_i}$  ;

c) 卫星  $S_i$  在  $T^{S_i}$  时刻的位置  $X^{S_i}(T^{S_i}) = (X^{S_i} \ Y^{S_i} \ Z^{S_i})^T_{T^{S_i}}$  ;

d) 对卫星位置  $X^{S_i}(T^{S_i})$  进行地球自转改正，得到  $X_w^{S_i}(T^{S_i})$  ;

- e) 根据  $X_w^{S_i}(T^{S_i})$  和测站概略位置  $X_r$  计算卫星和测站的几何距离  $R^{S_i}$
- f) 根据几何距离  $R^{S_i}$  求信号传播时间  $\tau_i^{S_i} = R^{S_i} / c$ 。
- g) 如果  $|\tau_i^{S_i} - \tau_0^{S_i}| < 10^{-7}$  ,则退出迭代。  $T_1^{S_i} = T_R - \tau_i^{S_i}$  即为卫星信号发射时刻。
- h) 否则  $\tau_0^{S_i} = \tau_i^{S_i}$  , 回带到 b)进行迭代。

## 7、求卫星 $S_i$ 方向余弦

$$b_0^{S_i} = \frac{(X - X^{S_i})}{R^{S_i}}, b_1^{S_i} = \frac{(Y - Y^{S_i})}{R^{S_i}}, b_2^{S_i} = \frac{(Z - Z^{S_i})}{R^{S_i}}, b_3^{S_i} = 1$$

## 8、求卫星 $S_i$ 在观测方程式中的余数项：

$$l^{S_i} = \rho^{S_i} - R^{S_i} + c \cdot dt^{S_i} - d_{trop} - d_{iono} + D_{RTCM}$$

其中：

$\rho^{S_i}$ ——卫星  $S_i$  的伪距观测值；

$R^{S_i}$ ——卫星  $S_i$  到测站的几何距离；

$c \cdot dt^{S_i}$ ——以米表示的卫星  $S_i$  的钟差；

$d_{trop}$ ——对流层延迟改正量，单位米，用简化的hopfi模型计算；

$d_{iono}$ ——电离层延迟改正量，单位米，采用无电离层伪距组合观测值时，此项为0；

$D_{RTCM}$ ——对伪距的差分改正值，此处为0；

## 9、选择 $epoch$ 中下一颗卫星 $S_j$ 观测值，设其伪距为 $\rho^{S_j}$

## 10、重复第 6—9 步，计算每颗卫星的系数和余数项

## 11、将所有卫星的系数组成误差方程，以 $(x, y, z, cdt_r)$ 为未知参数进行求解，形

式应该是：  $AX = L$

$$A = \begin{bmatrix} b_0^{S_0} & b_1^{S_0} & b_2^{S_0} & 1 \\ b_0^{S_1} & b_1^{S_1} & b_2^{S_1} & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ b_0^{S_i} & b_1^{S_i} & b_2^{S_i} & 1 \end{bmatrix} \quad v = [x \quad y \quad z \quad cdt]^T \quad L = [l^{S_0} \quad l^{S_1} \quad \dots]$$

$(i = 0, 1, \dots - 1)$

12、求解法方程  $\hat{X} = (A^T P A)^{-1} (A^T P L)$ ，求出定位结果

$$X_i = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ cdt_r \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} X^0 + \hat{x} \\ Y^0 + \hat{y} \\ Z^0 + \hat{z} \\ cdt_{r0} + cdt \end{bmatrix}$$

13、与  $X_0$  进行比较，判断位置差值，

- a) 如果各分量差值  $> 0.001\text{m}$ ，则令  $X_0 = X_i$ ，返回第 6 步继续迭代计算。
- b) 若小于则退出迭代。

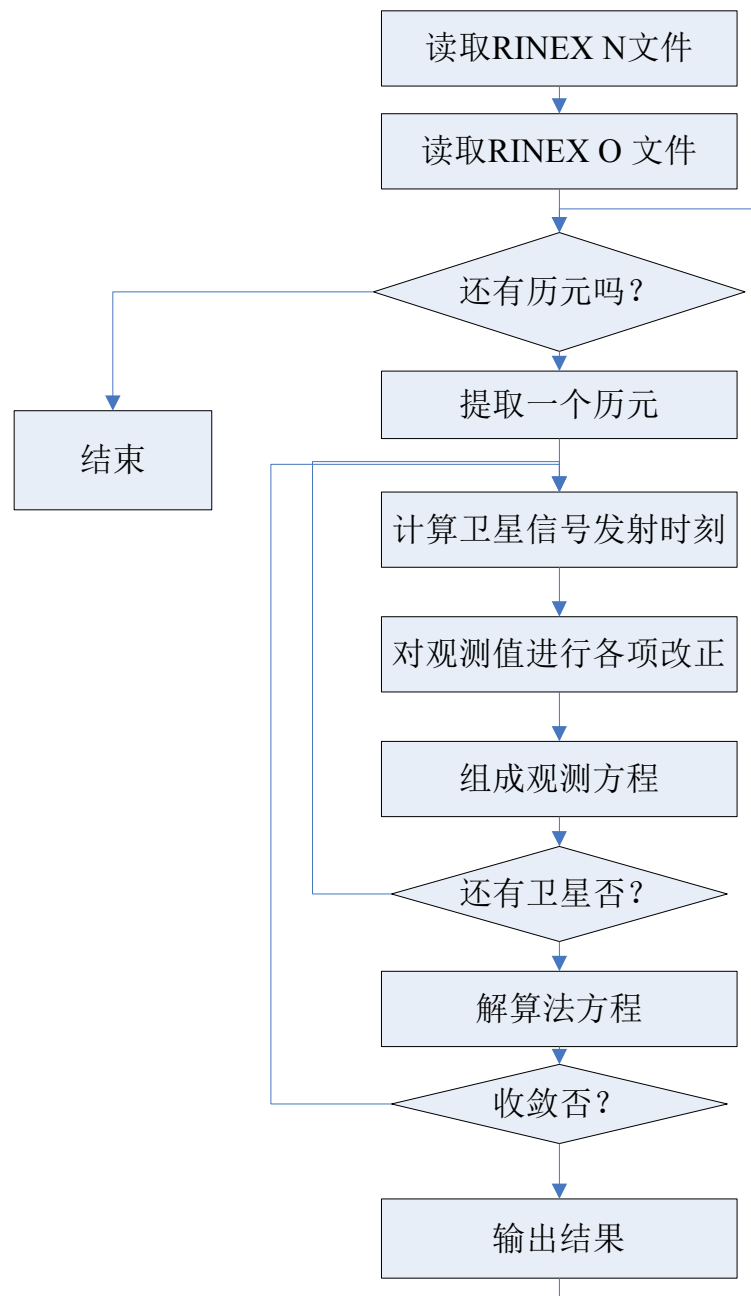
14、输出该历元定位结果。

15、继续下一历元计算，下一历元的坐标初始值= 上一历元的定位结果。

16、返回 2，直到全部历元计算完毕。

## 二、程序流程图

### 2.1 总体流程图



## 2.2 卫星信号发射时刻迭代的流程图

