

伪距差分

◆优点

- 伪距改正是在WGS-84坐标上进行的，得到的是直接改正数，所以可到达很高的精度。
- 可提供改正数及变化率，所以在未得到改正数的空隙内能继续精密定位。
- 基准站提供所有卫星改正数，用户只需接收 4 颗卫星信号，结构可简单。

伪距差分

◆缺点

- 伪距差分能将两站公共误差抵消，但随用户到基准站距离的增加又出现了系统误差，这种误差用任何差分法都不能消除。
- 基准站和用户站间距离对伪距差分的精度有决定性影响。
- 星历提供的卫星钟与接收机时间不精确同步，卫星实际位置和计算位置不一致。
- 两地测量误差始终有无法校正的剩余误差。
- 卫星位置误差与接收机差分误差成正比关系。

载波相位差分

◆解算模型的建立

$$\nabla \Delta v_{ub}^{kj} = (\mathbf{I}_u^j - \mathbf{I}_u^k) \Delta \mathbf{x}_u - \lambda \nabla \Delta N_{ub}^{kj} - L_{ub}^{kj}$$

定义模糊度向量, $\nabla \Delta \mathbf{N} = [\nabla \Delta N_{ub}^{12}, \nabla \Delta N_{ub}^{13}, \dots, \nabla \Delta N_{ub}^{1n}]^T$ $k=1$

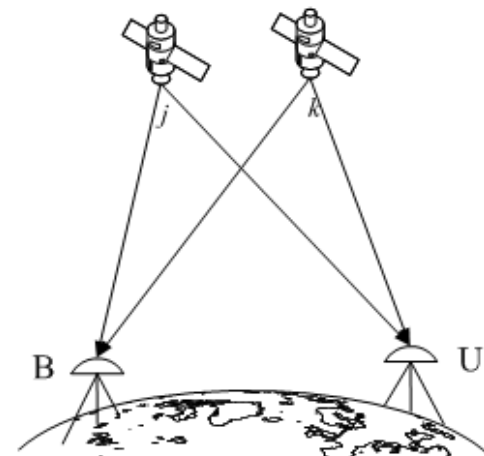
当同时观测n颗卫星时,

参考卫星

$$\mathbf{V} = \mathbf{A}\mathbf{X} - \mathbf{L}$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{I}_u^2 - \mathbf{I}_u^1 & -\lambda & 0 & \dots & 0 \\ \mathbf{I}_u^3 - \mathbf{I}_u^1 & 0 & -\lambda & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{I}_u^n - \mathbf{I}_u^1 & 0 & 0 & \dots & -\lambda \end{bmatrix} \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \Delta \mathbf{x}_u \\ \nabla \Delta \mathbf{N} \end{bmatrix} \quad \mathbf{L} = [L_{ub}^{12}, L_{ub}^{13}, \dots, L_{ub}^{1n}]^T$$

$(3+n-1) \times 1$



相位观测值之间的相关性

◆ 载波相位观测值的相关性

假设可视卫星的非差相位观测值（求差之前的载波相位原始观测值）为独立同分布的随机变量，方差为 σ_ϕ^2 。

对卫星 i 、 j 分别在测站之间作单差：

$$\begin{cases} \Delta\phi_{ub}^i = \phi_b^i - \phi_u^i \\ \Delta\phi_{ub}^j = \phi_b^j - \phi_u^j \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \Delta\phi_{ub}^i \\ \Delta\phi_{ub}^j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_b^i \\ \phi_u^i \\ \phi_b^j \\ \phi_u^j \end{bmatrix}$$

相位观测值之间的相关性

◆ 载波相位观测值的相关性

单差协方差矩阵:

$$\text{COV}_{\text{SD}} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_{u,i}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{b,i}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{u,j}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sigma_{b,j}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

假定非差原始观测量是不相关的，那么载波相位单差观测值是不相关的。然而，单差后的相位观测噪声将会被放大。

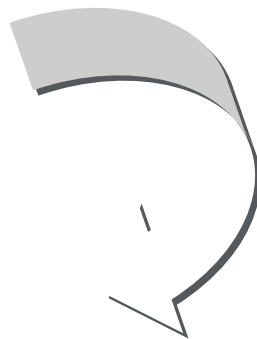
相位观测值之间的相关性

◆ 载波相位观测值的相关性

假设得到三颗卫星的单差观测值，其中，参考卫星为k，则

单差观测值：

$$\begin{cases} \Delta\phi_{ub}^k = \phi_b^k - \phi_u^k \\ \Delta\phi_{ub}^i = \phi_b^i - \phi_u^i \\ \Delta\phi_{ub}^j = \phi_b^j - \phi_u^j \end{cases}$$



双差观测值：

$$\begin{cases} \Delta\nabla\phi_{ub}^{ki} = \Delta\phi_{ub}^i - \Delta\phi_{ub}^k \\ \Delta\nabla\phi_{ab}^{kj} = \Delta\phi_{ub}^j - \Delta\phi_{ub}^k \end{cases} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} \Delta\phi_{ub}^{ki} \\ \Delta\phi_{ub}^{kj} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{ub}^i \\ \phi_{ub}^k \\ \phi_{ub}^j \end{bmatrix}$$

相位观测值之间的相关性

◆ 载波相位观测值的相关性

双差协方差矩阵:

$$\text{COV}_{\text{DD}} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \text{COV}_{\text{SD}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & -1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

双差相位观测值之间是相关的。由于参考星卫星的误差将会影响到每一个双差观测量，因此必须保证参考卫星所对应观测量尽量的小。以抑制空间信号误差为例，一般选取卫星高度角最大的卫星作为参考星。

解算模型的进一步考虑

在短基线的前提下，由于用户与之间空间信号误差的强相关性，经过双差之后强相关误差将充分被消除。因此一般我们总是基于相位差是相互独立的等精度观测值这样的假设来开展工作。

在中长基线前提下，用户与基站之间的空间信号误差呈现出去相关的特点，因此差分之后仍将以残差形式存在，因此必须考虑相关残差对解算模型鲁棒性的影响。

◆ LAMBDA: 目标

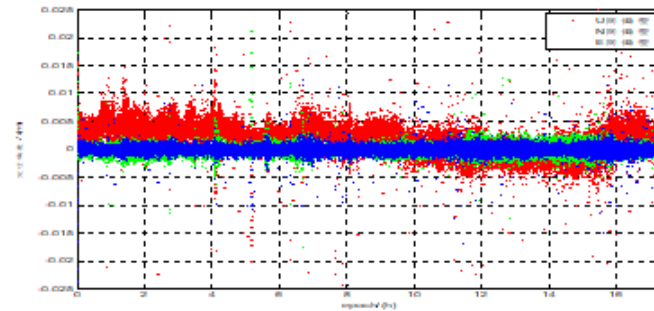
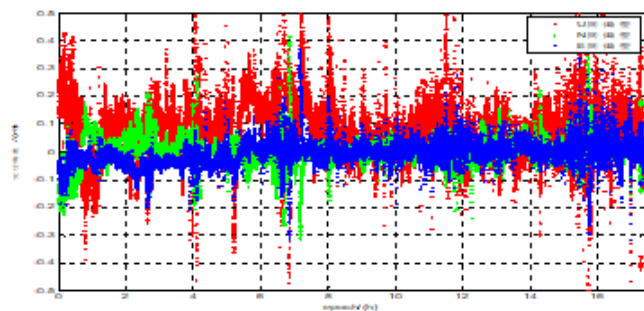
整周模糊度解搜索的代价函数可表示为

$$\min_{b,N} = \left\| \mathbf{y} - [\mathbf{A}, \mathbf{B}] \begin{bmatrix} \hat{\mathbf{b}}_{ur} \\ \hat{N} \end{bmatrix} \right\|_{\mathbf{Q}_y^{-1}}^2$$

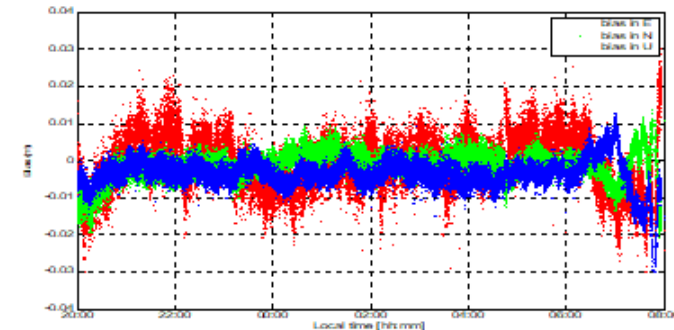
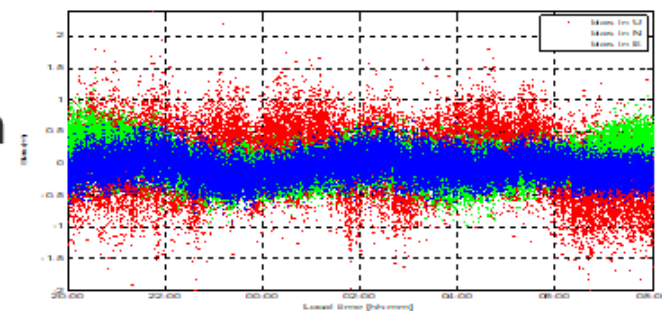
物理意义：测量残差的平方和达到最小。

整周模糊度的实时求解

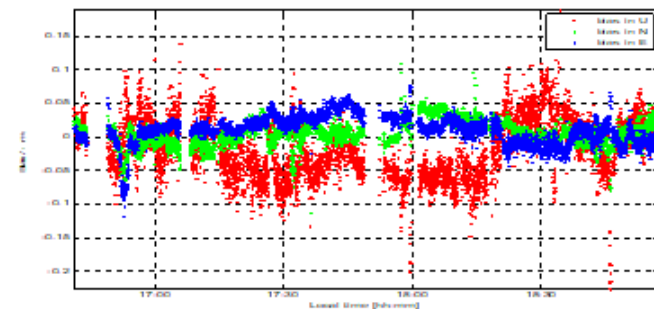
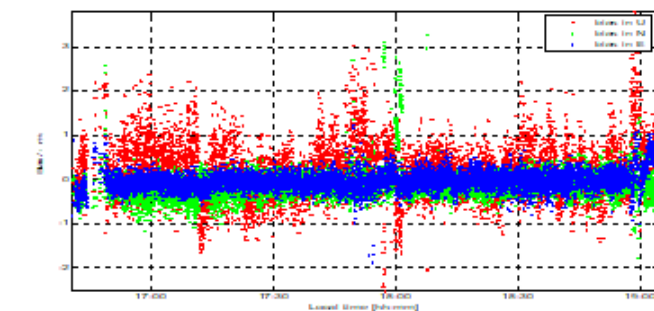
零基线



16.1km



动基线



总 结

定位方法	优点	缺点	精度	应用范围
单点定位	一台接收机，实施方便，数据处理简单	定位精度较差，不能满足精密定位的需要	20m	任意
伪距差分	精度明显高于单点定位，能克服一些相关性强的误差	接收机内部噪声，多路径等无法消除，需要一个已知位置的基准站接收机	米级至分米级 (最佳)	50km
载波相位差分	精度高，克服相关和相关性强的误差	接收机噪声和多路径无法消除，模糊度求解较复杂，需要一个已知位置的基准站接收机	厘米至毫米级 (最佳)	50km