

系统间硬件延迟偏差在 GPS/GLONASS组合精密单 点定位中的应用

裴霄 陈俊平

同济大学测量与国土信息工程系

中国科学院上海天文台

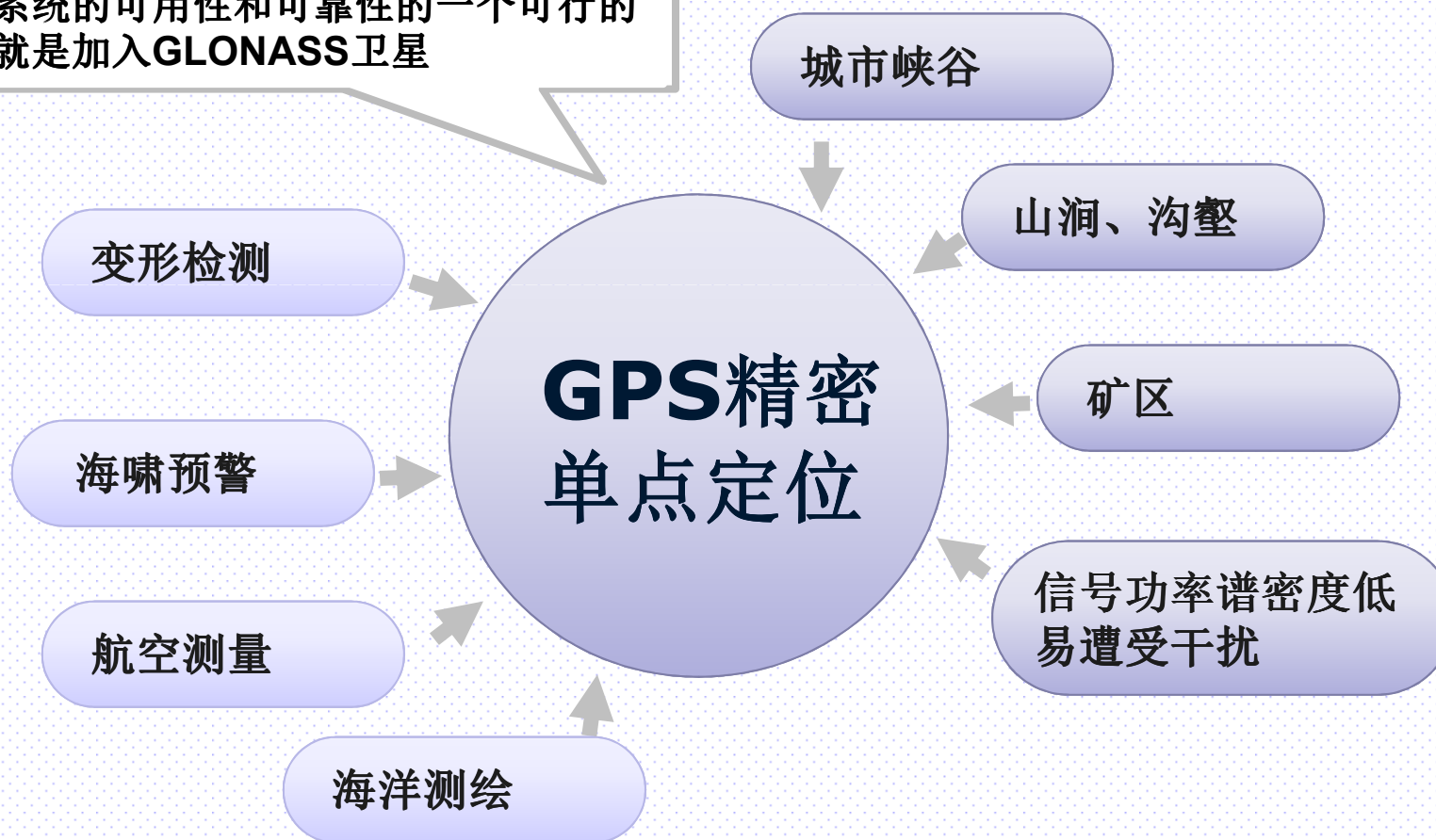


目录

- 背景
- 系统间硬件延迟偏差计算原理
- 系统间硬件延迟偏差的应用
 - GPS/GLONASS 组合精密单点定位
 - 系统间硬件延迟偏差在GPS/GLONASS组合导航定位中的应用
- 结论

背景

增加系统的可用性和可靠性的一个可行的办法就是加入GLONASS卫星





背景

- **Rossbach**在博士论文中对**GLONASS**的信号结构、时间和坐标系统及**GLONASS**的不同定位方式进行了介绍（2000）。
- **Bruyninx**利用**EUREF Permanent Network**数据比较了单独**GPS**系统和组合**GPS/GLONASS**精密单点定位，结果表明两种情况获得的坐标在平面位置上差1-2mm。在高程方向上差2-6mm(2007)
- **Changsheng Cai** 估计了**PPP**中**GPS**与**GLONASS**的系统时间差，结果表明，该差值在一天内保持稳定（2008）。
- **Lambert Wanninger**利用欧洲133个测站，比较计算了9家制造商的13种仪器的**GPS/GLONASS**系统间硬件延迟偏差的频率间差异，并给出其先验值（2011）。

背景

GPS

1. WGS-84坐标系
2. GPS时
3. 码分多址

GLONASS

1. PZ-90坐标系
2. 基于GLONASS同步中心
CS (Central Synchronize)
3. 频分多址

背景

Orb.	Orb.	RF	#	Launched	Operation	Life-time	Satellite		Comments
							In almanac	In ephemeris	
1	1	1	730	14.12.09	30.01.10	22.2	+	+ 04:12	In operation
2	1	-4	728	25.12.08	20.01.09	33.8	+	+ 04:12	In operation
3	3	-5	701	26.02.11		7.7	-	- 21:15	Flight Tests
4	1	6	742	02.10.11		0.6	-	- 03:07	Commissioning
5	1	1	734	14.12.09	10.01.10	22.2	+	+ 04:12	In operation
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10	22.2	+	+ 04:12	In operation
7	1	5	712	26.12.04	07.10.05	81.8	+	+ 04:12	In operation
8	1	6	729	25.12.08	12.02.09	33.8	+	+ 04:12	In operation
9	2	-2	736	02.09.10	04.10.10	13.5	+	+ 04:12	In operation
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07	57.8	+	+ 04:12	In operation
11	2	0	723	25.12.07	22.01.08	45.8	+	+ 04:12	In operation
12	2	-1	737	02.09.10	12.10.10	13.5	+	+ 04:12	In operation
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08	45.8	+	+ 04:12	In operation
14	2	-7	715	25.12.06	03.04.07	57.8	+	+ 04:12	In operation
15	2	0	716	25.12.06	12.10.07	57.8	+	+ 04:12	In operation
16	2	-1	738	02.09.10	11.10.10	13.5	+	+ 04:12	In operation
17	3	4	714	25.12.05	31.08.06	69.8	+	+ 04:12	In operation
18	3	-3	724	25.09.08	26.10.08	36.8	+	+ 04:12	In operation
19	3	3	720	26.10.07	25.11.07	47.8	+	+ 04:12	In operation
20	3	2	719	26.10.07	27.11.07	47.8	+	+ 04:12	In operation
21	3	4	725	25.09.08	05.11.08	36.8	+	+ 04:12	In operation
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10	19.6	+	+ 04:12	In operation
23	3	3	732	02.03.10	28.03.10	19.6	+	+ 04:12	In operation
24	3	2	735	02.03.10	28.03.10	19.6	+	+ 04:12	In operation
14	2		722	25.12.07	25.01.08	45.8			Soares
3	1		727	25.12.08	17.01.09	33.8			Maintenance
17	3		718	26.10.07	04.12.07	47.8			Maintenance
22	3		726	25.09.08	13.11.08	36.8			Maintenance

Total satellites in constellation	28 SC
Operational	22 SC
In commissioning phase	2 SC
In maintenance	3 SC
Spares	1 SC
In decommissioning phase	-

系统间硬件延迟偏差计算原理

同一时间基准

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{IF}^g = \rho + (cdt + b^g) - cdt^g + d_{trop} + \varepsilon \\ \Phi_{IF}^g = \rho + (cdt + b^g) - cdt^g + d_{trop} + N_{IF}^g + \varepsilon \\ P_{IF}^r = \rho + (cdt + b^r) - cdt^r + d_{trop} + \varepsilon \\ \Phi_{IF}^r = \rho + (cdt + b^r) - cdt^r + d_{trop} + N_{IF}^r + \varepsilon \end{array} \right\}$$

$$cdT^g = cdt + b^g$$

$$cdT^r = cdt + b^r$$

$$ISDB = b^g - b^r = cdT^g - cdT^r$$

系统间硬件延迟偏差计算原理

不同时间基准

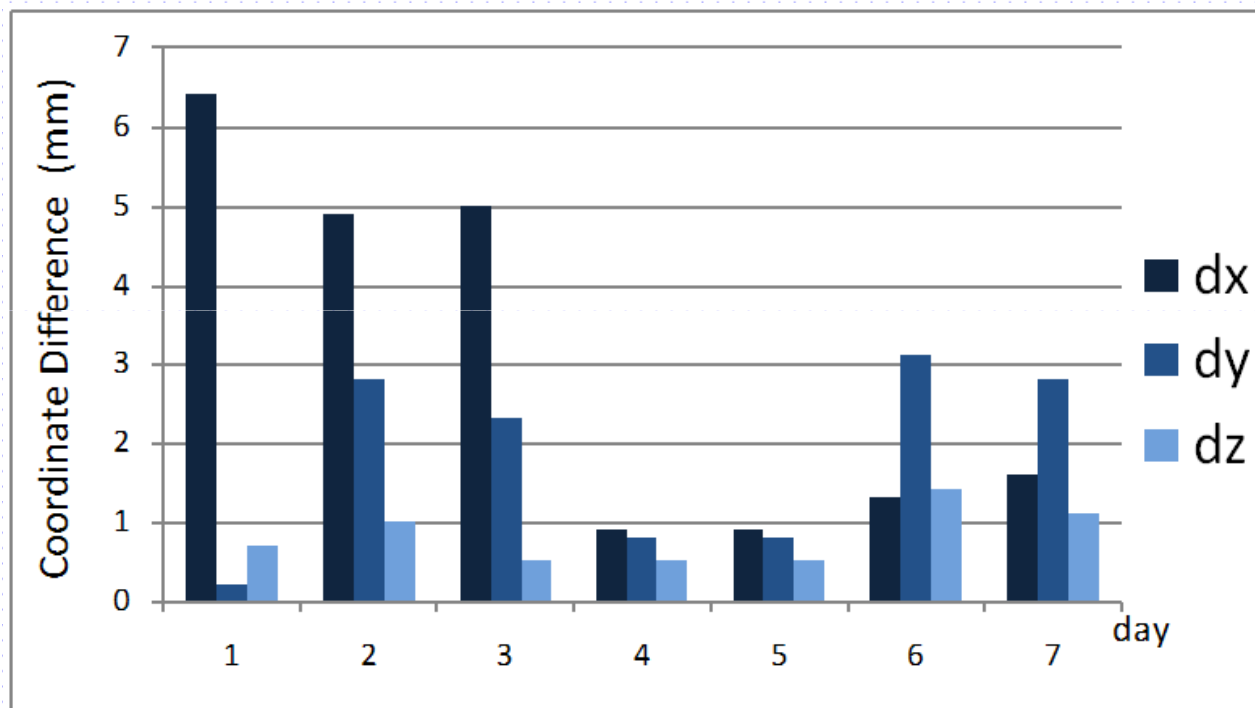
$$\left\{ \begin{array}{l} P_{IF}^g = \rho + (cdt + b^g) - cdt^g + d_{trop} + \varepsilon \\ \Phi_{IF}^g = \rho + (cdt + b^g) - cdt^g + d_{trop} + N_{IF}^g + \varepsilon \\ P_{IF}^r = \rho + (cdt' + b^r) - cdt'^r + d_{trop} + \varepsilon \\ \Phi_{IF}^r = \rho + (cdt' + b^r) - cdt'^r + d_{trop} + N_{IF}^r + \varepsilon \end{array} \right\}$$

$$cdT^g = cdt + b^g$$

$$cdT^r = cdt' + b^r$$

$$ISDB = b^g - b^r = (cdT^g - cdT^r) - (cdt - cdt')$$

GPS/GLONASS组合PPP

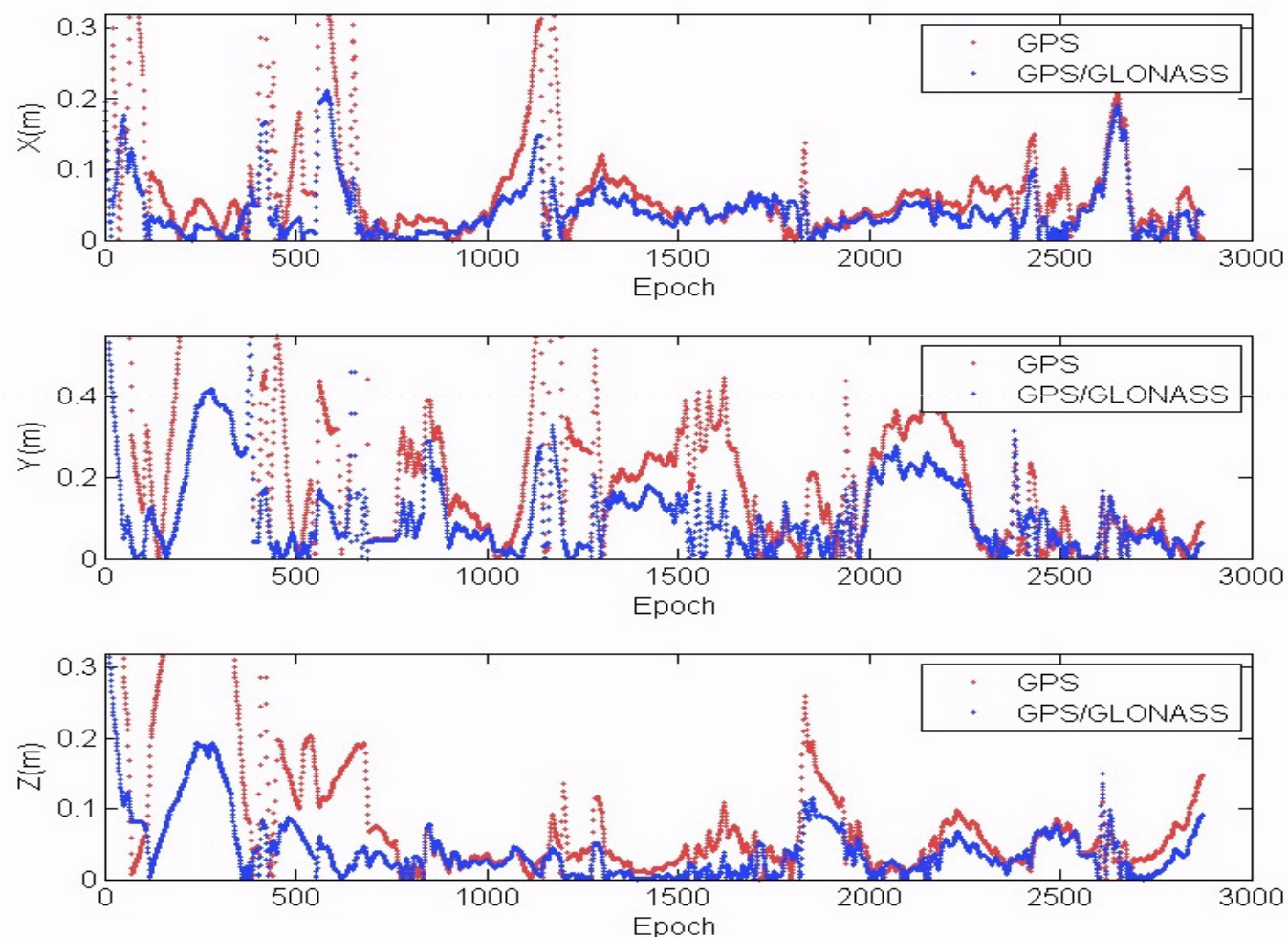


测站:
BJCO

时间:
2011年3月18日
至
2011年3月24日

图1. GPS单系统PPP定位坐标结果与GPS/GLONASS组合PPP定位坐标结果之差

GPS/GLONASS组合PPP



测站：
COCO

时间：
2011年8月21日

图2.利用6颗GPS卫星与2颗GLONASS卫星进行动态定位结果

ISDBs在GPS/GLONASS组合导航定位中的应用

四种方式

- 单独GPS系统
- 单独GLONASS系统
- GPS/GLONASS组合导航
- 在GPS/GLONASS组合导航定位基础上引入已知的ISDBs
(来自上海天文台GNSS数据分析中心)

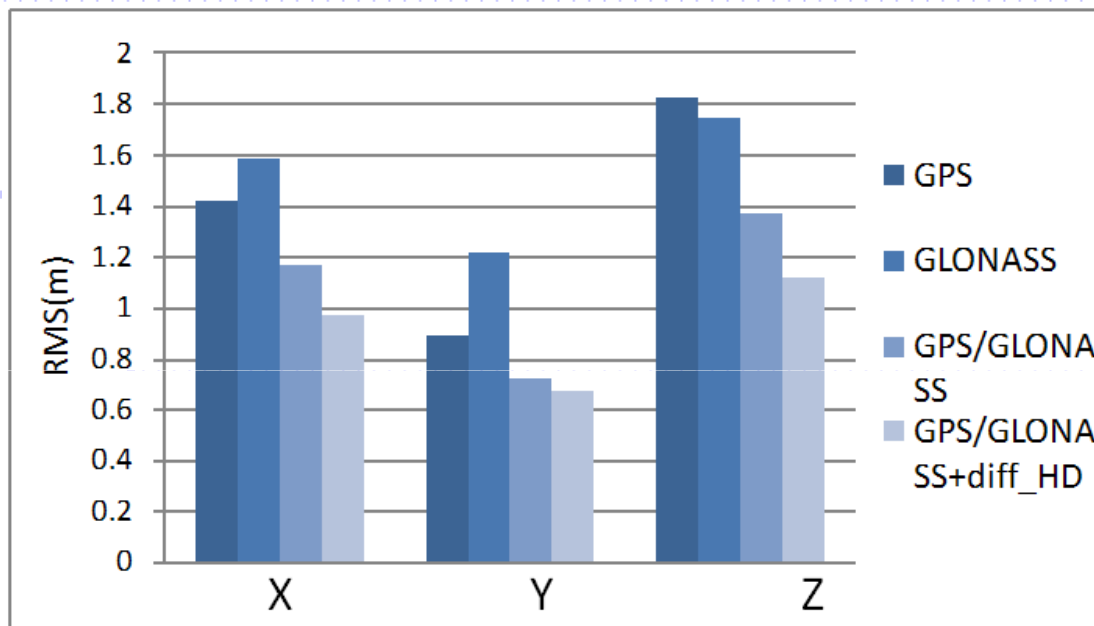


图3.不同定位方式所得坐标的RMS比较

测站：POTS
时间：2011年8月21日

ISDBs在GPS/GLONASS组合导航定位中的应用

模拟条件

- 4颗GPS卫星+1颗GLONASS卫星
- 3颗GPS卫星+2颗GLONASS卫星

模拟条件	采用方法	$RMS_{X/m}$	$RMS_{Y/m}$	$RMS_{Z/m}$	无解历元
R1+G4	引入ISDBs	6.38	3.48	7.67	0
	不引入ISDBs	16.08	7.68	16.68	27
R2+G3	引入ISDBs	4.99	2.96	5.55	0
	不引入ISDBs	10.52	10.56	25.66	32

结论

- ◆ **GPS/GLONASS组合精密单点定位与GPS单系统精密单点定位结果基本一致，相差在1cm以内。**
当可用**GPS**卫星数目较少时，组合精密单点定位较**GPS**单系统解算的精度有所提高
- ◆ 系统间硬件延迟偏差在短时间内基本稳定，因此可以对其进行短时间预报，当**GPS/GLONASS**卫星总数目不足时可以使用其预报值，从而减少了必须观测数，提高了卫星导航的可靠性、完好性和连续性。



谢谢！