基于 Gamit 的 CGCS2000 坐标计算方法初探

叶瑱岳¹ 唐春云² 刘磊² 张戈³

1 江苏省测绘工程院 2 扬州市测绘研究院有限公司 3 江苏省工程勘测研究院有限责任公司

DOI:10.32629/gmsm.v3i2.641

[摘 要] 本文使用Gamit10.7结合本地观测值联测周边IGS站进行基线解算。其成果与天宝TBC商用软件的基线解算结果进行比较。由Gamit解算的当前历元的空间直角坐标归算到CGCS2000(ITRF97框架,2000.0历元)与以IGS站CGCS2000坐标起算的强约束平差成果进行比较。

[关键词] Gamit; CGCS200; 框架历元转换; 强约束平差

引言

CGCS2000是经国务院批准使用的新一代国家大地坐标系。促进新坐标系的使用是各级测绘、地理信息主管部门的共同责任。新的坐标系具有三维、地心、高精度、动态等特征，更适合当今地球观测技术的发展。加快新坐标系的推广和使用对经济建设、国防建设、社会发展和科学研究等具有重要意义，可以更好地满足高精度快速空间定位技术在各个领域的应用需求。卫星导航系统的应用提高了国家空间基准的自主性和安全性；它有助于确保地理信息资源的完整性和一致性，并促进地理信息资源的共享；它有助于提高地理信息支持的能力和服务水平，并促进测绘地理信息的发展。

1 Gamit 精密基线解算

Gamit用于分析GNSS测量，主要用于研究地壳变形。该软件由麻省理工学院(MIT)和斯克里普斯海洋学研究所(SIO)共同研制。利用Gamit可以确定地面站的三维坐标和对空中飞行物定轨，在利用精密星历和高精度起算点的情况下，基线解的相对精度能够达到10⁻⁹左右，解算短基线的精度能优于1mm。

表1 基线重复性统计表

Analysis files: o2018a.344 o2018a.345 o2018a.346 Unit: m				
Baseline	N_WRMS	E_WRMS	U_WRMS	LEN_WRMS
BJFS-CHAN	0.00037	0.00037	0.00037	0.00037
BJFS-CHUM	0.00331	0.00331	0.0033	0.0033
BJFS-SHAO	0.00051	0.00051	0.00051	0.00052
BJFS-URUM	0.0028	0.00278	0.00279	0.00278
BJFS-YZCH	0.00048	0.00048	0.00048	0.00049
CHAN-CHUM	0.0044	0.00441	0.00442	0.00442
CHAN-SHAO	0.00126	0.00124	0.00125	0.00125
CHAN-URUM	0.00367	0.00367	0.00369	0.00369
CHAN-YZCH	0.00125	0.00124	0.00125	0.00125
CHUM-SHAO	0.00329	0.00326	0.00328	0.00328
CHUM-URUM	0.00079	0.00079	0.00079	0.00079
CHUM-YZCH	0.00312	0.0031	0.00311	0.0031
SHAO-URUM	0.00276	0.00278	0.00279	0.00277
SHAO-YZCH	0.00028	0.00029	0.00029	0.00029
URUM-YZCH	0.00312	0.00312	0.00309	0.00312

Gamit在linux下运行，在Ubuntu16.04下安装Gamit10.7，安装完后下载bjfs、chan、chum、shao、urum、wuh2站2018年纪日344-346三天的观测数据，精密星历，广播星历。在ubuntu系统内新建2018文件夹，在2018文件夹下链接tables表文件夹，在station.info中更新观测站信息。Sestbl.为解算策略配置文件。一般采用默认配置。数据配置好后，在终端输入批处理命令：sh Gamit -expt 2018 -s 2018 344 346 -orbitIGSF -yrex -noftp。对3天的单天解文件进行重复性统计见表1。

Gamit超长基线解的重复性非常高。同时采用相同观测数据、精密星历采用天宝TBC5.0商用软件进行基线解算，基线长度比较见表2。

表2 基线长度比对照表

基线	TBC	Gamit	差值
BJFS-CHUM	3390525.82	3390525.7456	0.0744
BJFS-YZCH	861581.393	861581.3770	0.016
BJFS-SHAO	1058437.338	1058437.3329	0.0051
BJFS-WUH2	1015582.687	1015582.6623	0.0247
CHUM-SHAO	4198213.61	4198213.5639	0.0461
CHUM-URUM	1042674.076	1042674.0885	-0.0125
CHUM-WUH2	3701688.384	3701688.3229	0.0611
SHAO-URUM	3225481.122	3225481.0978	0.0242
CHAN-SHAO	1454037.55	1454037.5123	0.0377
CHAN-URUM	2990705.894	2990705.8591	0.0349
SHAO-WUH2	657431.896	657431.8373	0.0587
CHAN-CHUM	3975464.644	3975464.5107	0.1333
CHAN-WUH2	1761349.19	1761349.1426	0.0474
URUM-WUH2	2755160.927	2755160.8998	0.0272

由Gamit与TBC的基线成果看，虽然天宝TBC作为商用GNSS处理软件非常出色，但对于超长基线还是有所欠缺。同时也说明了Gamit软件在超长基线解算中不可或缺。

2 框架历元转换

Gamit求解的基线结果是当前历元、ITRF14(精密星历所使用)框架下的成果，从IGS站获取IGS站当前历元下的精确坐标(见表3)作为起算，进行空间三维平差。以344为例，采用同济大学GPSnet软件进行空间三维平差成果如表4。

采用大地测量计算工具集进行框架历元转换。历元转换的速度场参数由附近相邻的IGS速度场近似替代。

由itrf14框架当前历元坐标转换到CGCS2000成果(投影到当地高斯平面)与已知值比较见表5。

在当前历元下,基线空间三维平差精度很高。基于附近IGS站现有速度场成果进行历元、框架转换的原理严密,但由于速度场的精度不高,再加上从当前历元归算到2000.0历元跨度太大,不可避免的带来误差(cm级)。

表3 2018年12月10日ITRF2014坐标

SHAO	-2831733.93786	4675665.77354	3275369.26089
BJFS	-2148744.51813	4426641.16370	4044655.80847
CHAN	-2674427.62429	3757143.07792	4391521.52826
CHUM	1228950.41604	4508079.99193	4327868.53656
WUH2	-2267750.08749	5009154.51975	3221294.39632

表4 空间三维平差成果

序号	点名	X (m) /mX (m)	Y (m) /mY (m)	Z (m) /mZ (m)	Adj
1	BJFS	-2148744.518	4426641.164	4044655.809	F
2	CHAN	-2674427.624	3757143.078	4391521.528	F
3	CHUM	1228950.412	4508079.973	4327868.518	Y
		0.0012	0.0007	0.0008	
4	SHAO	-2831733.938	4675665.774	3275369.261	F
5	URUM	193030.1897	4606851.251	4393311.482	Y
		0.0014	0.0009	0.001	
6	WUH2	-2267750.088	5009154.521	3221294.403	Y
		0.0019	0.0012	0.0011	
7	YZCH	-2651595.932	4693281.485	3397843.729	Y
		0.002	0.0013	0.0012	

表5 经框架历元转换的坐标比较

	N	E
2000	35**172.0975	44**07.2648
转换	35**172.0973	44**07.2957
差值	0.0002	-0.0309

3 约束平差

利用IGS站已知CGCS2000空间直角坐标,进行强约束空间平差。成果见表6。

表6 约束平差坐标比较

	N	E
2000	35**172.0975	44**07.2648
转换	35**172.0910	44**07.2716
差值	-0.0065	0.0068

基于IGS站点CGCS2000成果强约束平差成果明显优于历元框架转换。

4 结语

在当前历元下,基线空间三维平差精度很高。基于附近IGS站现有速度场成果进行历元、框架转换的原理严密,但由于速度场的精度不高,再加上从当前历元归算到2000.0历元跨度太大,不可避免的带来误差(cm级)。

由Gamt与TBC的基线成果看,虽然天宝TBC作为商用GNSS处理软件非常出色,但对于超长基线还是有所欠缺。同时也说明了Gamt软件在超长基线解算中不可或缺。

基于IGS站点CGCS2000成果强约束平差成果明显优于历元框架转换,由起算IGS站间稳定性、板块速度相似性密切相关。需要检验后使用。

[参考文献]

[1]姜卫平.GNSS基准站网数据处理方法与应用[M].武汉大学出版社,2017:3.
[2]林晓静,张小红,郭斐.ITRF2005与CGCS2000坐标转换方法[J].大地测量与地球动力学,2010,30(2):117-119.
[3]魏子卿.2000中国大地坐标系[J].大地测量与地球动力学,2008,28(6):1-5.