



利用VGOS与传统S/X加强型VLBI解算UT1-UTC的精度分析

江丹, 马慧斌, 李金华, 耿茂文, 马婕

引用本文:

江丹, 马慧斌, 李金华, 等. 利用VGOS与传统S/X加强型VLBI解算UT1-UTC的精度分析[J]. 大地测量与地球动力学, 2026, 46(6): 679-684.

Jiang Dan, Ma Huibin, Li Jinhua, et al. Accuracy Analysis of UT1-UTC Derived from VGOS and Synchronous S/X VLBI Intensive Observation[J]. *Journal of Geodesy and Geodynamics*, 2026, 46(6): 679-684.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2025.09.310>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

SWARM卫星时变重力场反演及其精度

Inversion and Accuracy of the SWARM Time-Variable Gravity by SWARM Satellites

大地测量与地球动力学. 2023, 43(12): 1240-1245 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.03.120>

基于广播星历的GPS/BDS-3非差非组合PPP

GPS/BDS-3 Undifferenced and Uncombined PPP Based on Broadcast Ephemeris

大地测量与地球动力学. 2023, 43(12): 1281-1287 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.12.013>

Android智能手机联合高度角与信噪比的GPS/BDS定位随机模型研究

GPS/BDS Positioning Stochastic Model Combining Elevation Angle and Signal-to-Noise Ratio for Android Smartphone

大地测量与地球动力学. 2023, 43(11): 1172-1177 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.11.013>

基于地基GNSS观测数据的贵州高原地区水汽层析精度分析

Accuracy Analysis of Water Vapor Tomography Based on Ground-Based GNSS Observation Data in Guizhou Plateau

大地测量与地球动力学. 2023, 43(11): 1162-1166 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.11.011>

基于SBAS-InSAR技术的阿海电站滑坡形变监测可靠性分析

Reliability Analysis of Landslide Deformation Monitoring of Ahai Power Station Based on SBAS-InSAR Technology

大地测量与地球动力学. 2023, 43(11): 1117-1122 <https://doi.org/10.14075/j.jgg.2023.11.004>

利用 VGOS 与传统 S/X 加强型 VLBI 解算 UT1-UTC 的精度分析

江 丹¹ 马慧斌¹ 李金华¹ 耿茂文¹ 马 婕¹

¹ 61363 部队, 西安市, 710054

摘 要:为系统评估新一代 VLBI 全球观测系统(VGOS)在 UT1-UTC 解算中的精度表现,基于 2024 年 VGOS-INT-A 与传统 S/X 频段 IVS-INT-1 的同步观测数据,采用相同处理策略进行解算,并以国际 IERS C04 序列为参考进行精度评定。结果表明,在相同测站数与几何构型下,VGOS-INT-A 的单次观测量(约 65 个)显著多于 IVS-INT-1(约 30 个),二者时延拟合残差加权均方根(WRMS)相当。在 UT1-UTC 解算精度方面,VGOS-INT-A 相较于 IVS-INT-1 具有明显优势,其与 C04 序列偏差的 RMS 为 ± 0.046 ms,优于后者的 ± 0.060 ms;其平均形式误差为 $14.26 \mu\text{s}$,后者为 $30.38 \mu\text{s}$ 。此外,对国内 VGOS 测站数据的初步分析表明,其解算结果平均形式误差为 $22.11 \mu\text{s}$,精度良好,稳定性较高,但在外符合精度方面与国际水平尚存差距。本研究为 VGOS 技术在实际应用中的精度效能提供了定量依据,并指出其在高频地球定向参数监测中的潜力。

关键词:甚长基线干涉测量(VLBI);VLBI 全球观测系统(VGOS);加强观测;UT1-UTC;精度分析

中图分类号:P228

文献标识码:A

地球定向参数的精确测定是天体测量学与空间大地测量学的核心任务之一,其中 UT1-UTC 参数可表征地球自转角的变化规律,反映地球自转的物理特性,对卫星导航定轨、深空探测及天文参考架维持具有不可替代的作用^[1-2]。尤其是在高精度测绘与应急响应等领域,对 UT1-UTC 的实时测定与高精度预报需求极为迫切^[3-6]。甚长基线干涉测量技术(very long baseline interferometry, VLBI)凭借其独特的空间分辨能力,成为快速获取 UT1-UTC 参数的核心手段。

国际 VLBI 服务组织(International VLBI Service for Geodesy and Astrometry, IVS)实施的加强观测(intensive observations, INT)模式,以其观测时间短、处理速度快的特点,成为实现近实时 UT1-UTC 服务的主要方式^[1, 7]。随着 VLBI 技术体系的演进,新一代 VLBI 全球观测系统(VLBI global observing system, VGOS)已投入运行。VGOS 通过宽带信号设计($2 \sim 14$ GHz)与更高的数据记录速率(如 8 Gbps),旨在显著提升观测效率和精度^[8-9]。在各类加强观测

中,传统 S/X 频段的 IVS-INT-1 与 VGOS 系列的 VGOS-INT-A 观测频次最高、数据最为连续。尤为重要的是,VGOS-INT-A 所采用的 Kokee12M(K2)与 Wettzell13S(Ws)测站,与传统 IVS-INT-1 所用的 Kokee Park(Kk)与 Wettzell(Wz)测站为并置站,这种基线构型与观测时间的同步性,为在相同几何条件下客观比较 2 种技术体系解算 UT1-UTC 的精度差异提供了独特的数据基础。

本文基于 2024 年 VGOS-INT-A 与 IVS-INT-1 的同步观测数据,系统解算并对比分析二者在确定 UT1-UTC 参数时的精度表现,重点评估数据质量指标及其与国际权威产品(IERS C04)的符合程度,旨在为评判 VGOS 技术升级的实际效益提供定量依据。

1 观测数据概况

1.1 实验数据获取与观测模式演进

本实验选取 CDDIS 数据中心发布的 2024 年 IVS-INT-1 与 VGOS-INT-A 观测数据作为基础数据进行自主解算,这 2 种模式是各自技术体系

收稿日期:2025-09-08

项目来源:空间基准全国重点实验室开放基金(SKLS2026-KF-03)。

第一作者简介:江丹,助理工程师,主要研究方向为空间大地测量数据处理,E-mail:jiangdan0121@163.com。

通讯作者简介:马慧斌,工程师,主要研究方向为空间大地测量学,E-mail:576214595@qq.com。

中观测频次最高、数据连续性最好的加强观测类型,具备良好的可比性。

IVS 组织的加强观测 (INT) 是获取近实时 UT1-UTC 的关键。其主要类型包括周一至周五开展的 IVS-INT-1 (记录速率为 128 Mbps)、周末开展的 IVS-INT-2 (记录速率为 256 Mbps) 及每周一开展的 IVS-INT-3 (记录速率为 1 Gbps)^[10-11]。2019 年,随着新版观测纲要软件的发布,INT-2 与 INT-3 的观测策略得以优化,精度显著提升^[10, 12-13]。

作为下一代 VLBI 技术, VGOS 观测已全面采用 8 Gbps 的记录速率^[8-9]。首个 VGOS 加强观测项目 VGOS-INT-B 于 2020-01 启动,随后 VGOS-INT-A 于 2020-02 开始运行,其核心测站为 Kokee12M(K2) 和 Wettzell13S(Ws)^[9]。本研究采用的 IVS-INT-1 数据对应的基线为 Kokee Park(Kk) 与 Wettzell(Wz)。K2 与 Kk、Ws 与 Wz 分别为并置的 VGOS 站与传统 S/X 站。这种独特的并置站设计与同步观测安排,可确保 2 种技术体系在几乎相同的网型结构与观测时间下获取数据,为客观比较其解算 UT1-UTC 的精度差异奠定了理想的数据基础。

1.2 实验站点

图 1 为参与 2024 年加强型 VLBI 观测的 VGOS 网络分布,截至 2024 年底, VGOS 网络至少包括 11 个核心测站 (位于 10 个不同的地方)。图中蓝色三角形为 VGOS 测站,主要射电望远镜包括 ONSA13NE/SW(Oe+Ow, 瑞典)、ISHIOKA(Is, 日本)、WETTZ13S(Ws, 德国)、RAEGYEB(Yj, 西班牙)、WESTFORD(Wf, 美国)、Kokee12M(K2, 美国)、GGAO12M(Gs, 美国)、MACGO12M(Mg, 美国)、Ny-Ålesund North 13M(Nn, 挪威)、Hobart12(Hb, 澳大利亚)。

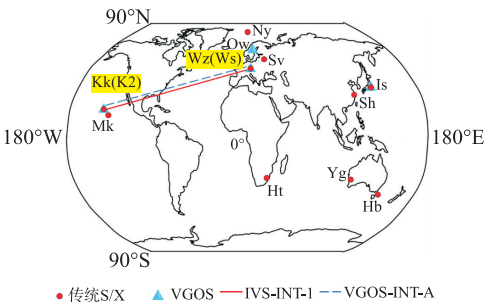


图 1 VGOS 测站与传统 S/X 测站分布
Fig.1 Distribution of VGOS stations and traditional S/X VLBI stations

本实验聚焦的 VGOS-INT-A 观测模式,其核心为 K2 与 Ws 测站构成的基线。该基线长约

11 000 km, 经度跨度达 171.52°, 纬度差异为 27.02°, 形成了对 UT1-UTC 参数变化极为敏感的非共面几何构型^[4]。凭借其超长距离、高灵敏度及自动化观测能力, VGOS-INT-A 模式在全球 UT1-UTC 监测中占据重要地位。

图 1 中 VGOS-INT-A 观测类型的测站为 K2、Ws, 基线为蓝色虚线; IVS-INT-1 观测类型的测站为 Kk、Wz, 基线为红色实线。VGOS 与传统 S/X 测站的参数配置情况如表 1 所示。

表 1 传统 VLBI 加强观测与 VGOS 加强观测详细情况
Tab.1 Detailed information of traditional S/X VLBI intensive observations and VGOS intensive observations

指标	传统 VLBI 加强观测	VGOS 加强观测
观测频段	S/X 双频段 (2.3/8.4 GHz)	宽带连续覆盖 (2~14 GHz)
观测时长	1 h	1 h
时延观测精度	20~50 ps	5~10 ps
数据处理流程	分段平差	频段联合解算
主要误差源	电离层模型误差、 钟差与硬件延迟	对流层湿延迟(短时变化)、 信号相位噪声

与传统 S/X VLBI 观测相比, VGOS 系统的宽带信号设计与观测模式为其实现 UT1-UTC 的高精度解算提供了基础。VGOS 工作在 2~14 GHz 的连续频谱, 并划分为 4 个 3 GHz 宽的重叠子频段, 通过多频段同步记录技术实现频带互补。在数据预处理层面, 系统采用多相滤波组技术将每个子频段划分为多个通道进行处理, 总有效带宽通常大于等于 11 GHz。观测数据以大于等于 16 Gbps 的速率进行 8 比特量化采样, 并采用非均匀量化策略优化信噪比。在相关处理中, 积分时间通常设置为 1 s, 并基于信噪比动态调整。预处理流程可有效抑制射频干扰及仪器噪声的影响, 确保后续用于 UT1-UTC 解算的群时延观测的高精度与可靠性。该信号架构通过多子频段协同观测与动态参数调整, 为 UT1-UTC 的亚微秒级解算提供了高稳定性的时延观测数据基础^[8, 11-12]。数据预处理流程如图 2 所示。

1.3 观测数据分析

选取 2024 年 VGOS 和传统 S/X 同时段的 189 次观测数据进行处理, 数据覆盖全年, 对数据的观测量和时延拟合残差进行分析, 结果如图 3、4 所示。图 3 中橙色点为 VGOS 对应时段的观测量, 蓝色点为传统 S/X 对应时段的观测量, 在基线长度基本一致和参与台站数相同的情况下, 传统 VLBI 站网只能选择 S 频段 (约 2 GHz) 和 X

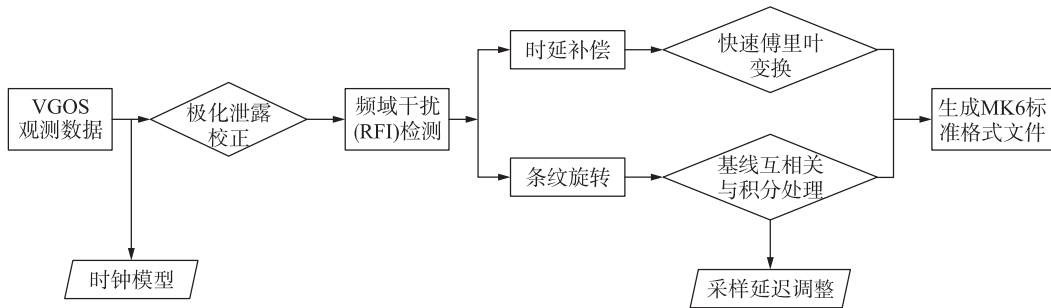


图 2 VGOS 数据预处理流程

Fig.2 Flowchart for VGOS data preprocessing

频段(约 8 GHz),VGOS 可同时观测 2~14 GHz 频率范围内的 4 个频段,且比传统天线更小、积分时间更短、旋转速度更快^[7, 10]。图 3 可见,2024 年 VGOS 观测每次观测的数据量在 65 个左右,显著优于同时段传统 S/X VLBI 观测(数据量约为 30 个),VGOS 测段每次参与的台站数与传统观测台站数相同,但 VGOS 测段可以在单位时间内进行更多观测。

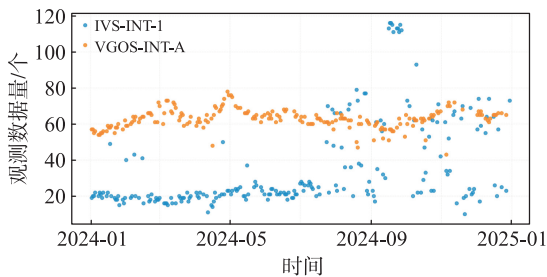


图 3 2024 年 IVS-INT-1 和 VGOS-INT-A 观测数据量

Fig.3 The number of IVS-INT-1 and VGOS-INT-A observations in 2024

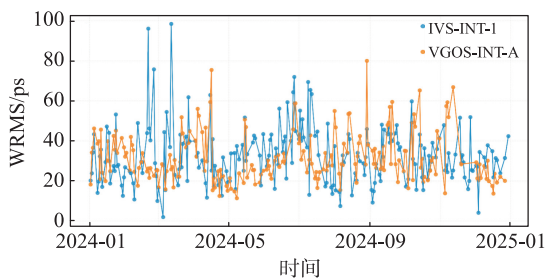


图 4 2024 年 IVS-INT-1 和 VGOS-INT-A 拟合残差

Fig.4 The fitting residuals of IVS-INT-1 and VGOS-INT-A in 2024

图 4 为 VGOS 与传统 S/X 观测在时延拟合残差方面的对比结果。VGOS 观测的时延拟合残差约为 40 ps,略高于传统 S/X 观测的 38 ps,二者均处于当前 VLBI 加强型观测的典型残差范围内,但 VGOS 的残差表现并未显著优于传统系统。这一现象可能反映出在现有处理流程中,VGOS 系统所特有的某些误差源尚未被充分建模或有效抑制。尽管 VGOS 具备宽频带观测能

力,理论上可有效削弱电离层延迟等部分系统误差,但在实际数据处理中,仍可能受仪器系统偏差、对流层湿延迟的短时波动、观测信号在宽频段内的非理想响应等因素的影响,导致其拟合残差未能达到预期水平。后续需结合更多辅助观测与系统校准数据,进一步识别并量化其中的关键误差来源。

2 参数解算与结果分析

2.1 解算基准与模型

本文采用 nuSolve 软件进行 UT1-UTC 参数的单次解算。解算所使用的观测量为 VGOS 宽带观测获得的群时延,该观测量已预先消除电离层延迟影响,并完成了仪器电缆时延等系统误差改正。解算过程中所采用的主要模型与先验数据如下。

- 1)参考框架:射电源位置基于 ICRF3,测站坐标采用 ITRF2020。
- 2)地球物理模型:岁差与章动模型采用 IAU2006/2000A 模型;固体潮、海潮及大气潮负荷等效应均已按 IERS2010 规范加以改正。
- 3)对流层延迟处理:采用 VMF3 映射函数,并估计各测站的湿大气天顶延迟参数。
- 4)其他改正:严格引入相对论时延与射电望远镜热形变修正。
- 5)先验值:地球定向参数初值来源于自主解算序列。

在单次解模式下,每次观测独立估计以下参数:2 个测站的湿天顶延迟改正值、1 个站间相对钟差改正值,以及 1 个核心的 UT1 改正值(ΔUT1)。

2.2 精度评价

UT1-UTC 精度评估分为内符合精度和外符合精度 2 种评估方式。其中,内符合精度采用解算结果的形式精度,外符合精度采用解算值与参

考值(IERS 网站公布的 EOP C04 序列)对比结果。在进行外符合精度评估时,由于每次 VLBI 观测数据解算的 UT1-UTC 序列历元时间不同,并不严格以 0 时作为起始时刻,比较文件 IERS C04 产品时间为 24:00,需要将解算结果与 IERS C04 序列历元进行统一,将比较文件 IERS C04 序列插值到对应的解算时刻。在插值前需要进行固体潮改正和高频项改正,高频项的修正量级在 10^{-3} ms 以内,对插值精度几乎无影响;固体潮带来的误差会随着采样间隔的增大而明显增大,本次实验数据连续,固体潮影响较小,故不考虑固体潮和高频项影响^[13]。

统计解算结果的平均形式误差和与 IERS C04 序列的均方根(RMS),对比分析 VGOS-INT-A 解算序列和传统 IVS-INT-1 序列精度差异。在统计过程中,根据参考文献[1]的方法,将内符合精度大于 0.1 ms 的点作为粗差点进行剔除,不参与统计。RMS 计算公式为:

$$\text{RMS}_{\text{VGOS}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta\text{UT1}_{\text{VGOS}_i} - \Delta\text{UT1}_{\text{IERS}_i})^2 / n}$$

(1)

$$\text{RMS}_{\text{S/X}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta\text{UT1}_{\text{S/X}_i} - \Delta\text{UT1}_{\text{IERS}_i})^2 / n}$$

(2)

式中, RMS_{VGOS} 表示 VGOS-INT-A 观测资料解算 UT1-UTC 的均方根; $\text{RMS}_{\text{S/X}}$ 表示传统 S/X 频段 IVS-INT-1 观测资料解算 UT1-UTC 的均方根; $\Delta\text{UT1}_{\text{VGOS}_i}$ 表示 VGOS-INT-A 观测资料解算的地球自转角不规则特征参数 UT1-UTC 序列; $\Delta\text{UT1}_{\text{S/X}_i}$ 表示传统 S/X 频段 IVS-INT-1 观测资料解算的地球定向参数序列; $\Delta\text{UT1}_{\text{IERS}_i}$ 表示 IERS 发布的 IERS C04 序列; n 表示分析的实验数据次数。

2.3 实验结果分析

对 2024 年 VGOS-INT-A 与传统 S/X VLBI 的 IVS-INT-1 观测数据进行解算和评估,对 2 种类型观测数据解算结果的内符合精度和外符合精度 RMS 进行统计,结果如表 2 所示。解算完成后的 UT1-UTC 序列与 IERS C04 相应参数序列的差值结果如图 5 所示,各量级形式精度观测次数情况如图 6 所示。

由图 5 可见,利用不同类型观测数据进行解算,未表现出明显的系统误差,UT1-UTC 偏差序列除少数偏差在 0.1 ms 以上,主要集中在-0.1

~0.1 ms 之间,整个同步对比实验数据解算结果较为稳定和可靠。总体而言,VGOS-INT-A 解算偏差整体平缓,在-0.045~0.045 ms 之间,IVS-INT-1 解算偏差稍有起伏,在-0.098~0.098 ms 之间。由表 2 可见,VGOS-INT-A 和 IVS-INT-1 解算结果的 RMS 分别为 0.046 ms 和 0.060 ms, VGOS-INT-A 解算结果优于 IVS-INT-1。

表 2 不同解算结果的精度统计

Tab.2 Accuracy statistics of the solved results obtained from different observations

观测类型	RMS/ms	平均形式精度/us	形式精度小于等于 20 us 的次数占比/%
VGOS-INT-A	0.046	14.26	83.7
IVS-INT-1	0.060	30.38	32.3

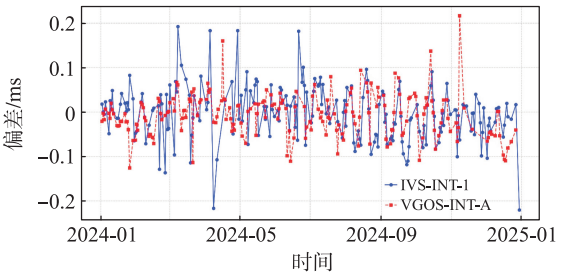


图 5 2024 年 IVS-INT-1、VGOS-INT-A UT1-UTC 解算值与 IERS C04 偏差比较

Fig.5 Comparison of the differences between IVS-INT-1, VGOS-INT-A UT1-UTC solutions and IERS C04 values in 2024

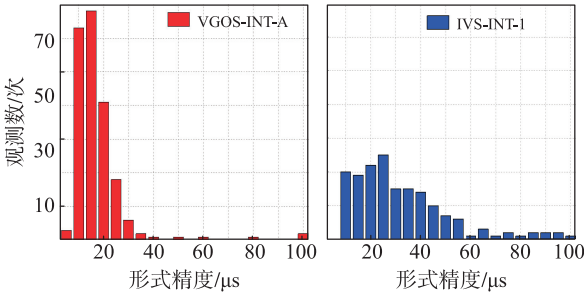


图 6 VGOS-INT-A 和 IVS-INT-1 解算 UT1-UTC 的形式误差

Fig.6 The formal error of UT1-UTC solutions obtained from IVS-INT-1 and VGOS-INT-A

由图 6 可见,在相同观测次数下,VGOS-INT-A 解算结果的形式精度在 0~5 μs 附近的观测次数明显多于传统 IVS-INT-1 的观测次数,且 VGOS-INT-A 形式误差大多在 5~20 μs 之间,IVS-INT-1 形式误差大多在 10~60 μs 之间。从表 2 中统计的平均形式误差和本次实验解算的形式误差占比情况来看,VGOS-INT-A 平均形式误差为 14.26 μs ,传统 IVS-INT-1 平均形式误差为 30.38 μs ,VGOS-INT-A 解算结果的形式精度显著优于传统 IVS-INT-1;同时,VGOS-INT-

A 解算结果的形式精度在 20 μs 以内的观测次数占本次实验总次数的 83.7%, 传统 IVS-INT-1 占 32.3%。可以得出, 通过 VGOS 观测数据解算的 UT1-UTC 精度更高、更稳定。

2.4 国内 VGOS 系统加强型观测解算分析

从 2022 年起, 国内 VGOS 台站(上海 2 个台站和新疆 1 个台站)也在进行不定期观测, 但观测时间不连续, 本文选择较为连续的观测时段(2023-06-10—08-11)的 22 次观测数据开展解算分析, 剔除一次粗差较大的解算, 精度评估方法与解算国际 VGOS-INT-A 观测数据保持一致, 解算使用的 EOP 先验值与解算国际数据不同, 采用的是将国内解算数据作为基础数据所预报出的 EOP 序列。国内解算结果精度如图 7 所示, 与国际同期比较情况如表 3 所示。

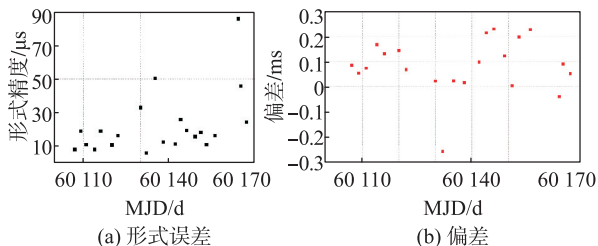


图 7 国内 VGOS 台站解算 UT1-UTC 精度

Fig.7 The accuracy of UT1-UTC solutions based on China's VGOS network

表 3 不同观测网的 UT1-UTC 精度统计
Fig.3 Accuracy statistics of UT1-UTC solutions obtained from different networks

区域	观测基线	形式误差/ μs	RMS/ms
国内	S6Um-S6TmUm	22.11	0.189
国际	K2-Ws	14.26	0.046

从图 7 和表 3 可以看出, 国内 VGOS 解算 UT1-UTC 的形式精度(均值 22.11 μs)与国际结果(均值 14.26 μs)相当, 表明解算过程本身的内符合精度良好, 但其与 IERS C04 序列偏差的 RMS(0.189 ms)显著大于国际解算结果(0.046 ms), 反映出外符合精度存在显著差异。这一差距不能简单归因于国内基线的东西向构型或长度较短, 而是多因素共同作用的结果: 首要原因在于国内解算采用的 EOP 先验值源于国内数据预报序列, 而非高精度国际产品, 导致先验误差被直接传递和放大; 其次, 国内实验的有效观测次数(22 次)远低于国际 VGOS-INT-A(189 次), 有限的数量会削弱解算结果的统计稳健性; 此外, 国内 VGOS 系统处于发展初期, 在仪器偏差标定、对流层延迟建模等误差抑制方面与国际优化流程尚存差距, 国际 K2-Ws 基线凭借其超长

跨度和近 180°经差所构成的极优几何构型, 在提升 UT1 灵敏度与参数分离能力上具备先天优势。上述系统性因素的综合影响造成了国内外偏差差距显著。

3 结 语

本文基于 2024 年 VGOS-INT-A 与传统 IVS-INT-1 同步观测数据, 系统分析 2 类数据在 UT1-UTC 解算中的精度差异, 得到以下结论:

1) VGOS 系统在单位时间内获取的观测量显著多于传统 S/X 系统, 体现出其在观测效率方面的优势。

2) 尽管 VGOS 的时延拟合残差与传统系统水平相当, 但其解算得到的 UT1-UTC 参数在形式精度和外部符合精度上均显著更优, 验证了 VGOS 技术在提升 UT1-UTC 测定精度方面的实际效能。

3) 国内 VGOS 台站的解算结果表现出良好的内符合精度与稳定性, 但由于先验 EOP 精度、观测数据量以及数据处理模型成熟度等因素, 其外符合精度与国际 VGOS 结果仍有差距。

随着 VGOS 全球网络的不断完善、观测频次的增加以及数据处理模型的持续优化, VGOS 有望在地球自转参数的高精度、近实时监测中发挥更重要的作用。我国应进一步加强 VGOS 台站建设与观测统筹, 推动数据处理自主化与标准化, 以提升 UT1-UTC 自主测定的能力与精度。

参考文献

[1] 马卓希, 李广云, 张中凯, 等. 国际世界时产品现状与 CNVN 网的观测能力评估[J]. 导航定位学报, 2025, 13 (4): 219-227 (Ma Zhuoxi, Li Guangyun, Zhang Zhongkai, et al. Current Status of International UT1-UTC Products and Observational Capabilities of the CNVN Network[J]. Journal of Navigation and Positioning, 2025, 13 (4): 219-227)

[2] 姚当. 基于 13 米宽带 VLBI 系统的 UT1 自主测定研究[D]. 西安: 中国科学院国家授时中心, 2021 (Yao Dang. Study of the UT1 Measurement with the 13 m Broadband VLBI Network[D]. Xi'an: National Time Service Center, CAS, 2021)

[3] 郭丽, 甘江英, 舒逢春, 等. 基于我国 VGOS 网的 UT1 加强观测与评估[J/OL]. 武汉大学学报: 信息科学版, <https://link.cnki.net/urlid/42.1676.TN.20250506.1508.002>, 2025-05-07 (Guo Li, Gan Jiangying, Shu Fengchun, et al. UT1 Intensive Measurements and Evaluation Based on China's VGOS Network[J/OL]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, <https://link.cnki.net/>

urlid/42.1676.TN.20250506.1508.002, 2025-05-07)

[4]

Nothnagel A, Schnell D. The Impact of Errors in Polar Motion and Nutation on UT1 Determinations from VLBI Intensive Observations[J]. Journal of Geodesy, 2008, 82(12): 863-869

[5]

Dieck C, Johnson M. A New Wiggle in the Wobble Uncovering Periodic Signals in Intensive Series [C]. IVS 2023 General Meeting, Westford, Massachusetts, 2023

[6]

张志斌, 王广利, 刘祥, 等. 中国 VLBI 网观测地球定向参数能力分析[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2013, 38(8): 911-915 (Zhang Zhibin, Wang Guangli, Liu Xiang, et al. Analysis of EOP Determination via Chinese VLBI Network[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2013, 38(8): 911-915)

[7]

Nothnagel A, Artz T, Behrend D, et al. International VLBI Service for Geodesy and Astrometry: Delivering High-Quality Products and Embarking on Observations of the Next Generation[J]. Journal of Geodesy, 2017, 91(7): 711-721

[8]

马慧斌, 秦文振, 江丹, 等. 基于 VGOS 与同步 S/X VLBI 解算地球自转参数的精度评估[J]. 大地测量与地球动力学, 2025, 45(9): 894-898 (Ma Huibin, Qin Wenzhen, Jiang Dan, et al. Accuracy Assessment of Earth Rotation Parameters Derived from VGOS and Synchronous S/X VLBI Solutions[J]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2025, 45(9): 894-898)

[9]

Haas R, Varenius E, Matsumoto S, et al. Observing UT1-UTC with VGOS[J]. Earth, Planets and Space, 2021, 73(1)

[10]

Schartner M, Plötz C, Soja B. Improvements and Comparison of VLBI INT2 and INT3 Session Performance[J]. Journal of Geodesy, 2022, 96(4)

[11]

Baver K, Gipson J. Balancing Source Strength and Sky Coverage in IVS-INT01 Scheduling [J]. Journal of Geodesy, 2020, 94(2)

[12]

Schartner M, Kern L, Nothnagel A, et al. Optimal VLBI Baseline Geometry for UT1-UTC Intensive Observations [J]. Journal of Geodesy, 2021, 95(7)

[13]

马卓希, 李广云, 姚当, 等. VLBI 观测频次对 UT1 加密精度的影响[J]. 大地测量与地球动力学, 2025, 45(9): 905-909 (Ma Zhuoxi, Li Guangyun, Yao Dang, et al. Impact of VLBI Observation Frequency on the Accuracy of UT1 Determination[J]. Journal of Geodesy and Geodynamics, 2025, 45(9): 905-909)

Accuracy Analysis of UT1-UTC Derived from VGOS and Synchronous S/X VLBI Intensive Observation

JIANG Dan¹ MA Huibin¹ LI Jinhua¹ GENG Maowen¹ MA Jie¹

¹ 61363 Troops, Xi'an 710054, China

Abstract: To systematically evaluate the accuracy performance of the next-generation VLBI global observing system (VGOS) in determining UT1-UTC, we process synchronous observation data from the 2024 VGOS-INT-A and traditional S/X-band IVS-INT-1 sessions using identical strategies, with the international IERS C04 series serving as the reference for accuracy assessment. The results indicate that, under identical station counts and geometric configurations, the number of observations per session for VGOS-INT-A (approximately 65) is significantly greater than that for IVS-INT-1 (approximately 30). The weighted root mean square (WRMS) of the post-fit delay residuals for both systems is comparable. Regarding UT1-UTC solution accuracy, VGOS-INT-A demonstrates a clear advantage over IVS-INT-1, the RMS of its deviation with the C04 series is ± 0.046 ms, superior to the ± 0.060 ms of the latter. Its mean formal error is $14.26\ \mu\text{s}$, while that of IVS-INT-1 is $30.38\ \mu\text{s}$. Furthermore, preliminary analysis of data from China's VGOS stations shows good formal error ($22.11\ \mu\text{s}$) and high stability in the solutions, although external agreement accuracy still lags behind international levels. This research provides quantitative evidence for the precision efficacy of VGOS technology in practical applications and highlights its potential for high-frequency Earth orientation parameter monitoring.

Key words: very long baseline interferometry (VLBI); VLBI global observing system (VGOS); intensive observation; UT1-UTC; accuracy analysis