

流动 SLR 几何旋转中心坐标测量与解算^{* 1}

王培源^{1,2)} 王 伟^{1,2)}

(1) 中国地震局地震研究所(地震大地测量重点实验室), 武汉 430071)
(2) 中国地震局地壳应力研究所武汉科技创新基地, 武汉 430071)

摘 要 卫星激光测距系统(SLR)的测距值,一般归算到方位轴和俯仰轴的空间交会点(几何旋转中心),其空间坐标的确定是观测数据得以应用的前提。介绍一种 GNSS 天线的安装方案,该方案克服望远镜体积较大,且形状不规则,几何旋转中心难以接近测量的问题,基于 BERNSE 计算软件,联合多个 IGS 站,解算出流动 SLR 几何旋转中心坐标的观测结果,整体精度优于 4 mm。

关键词 归心测量;卫星激光测距;GNSS;天线安装;IGS 站

中图分类号:P227

文献标识码:A

DETERMINATION AND CALCULATION OF MOBILE SLR SYSTEM ORIGIN POINT

Wang Peiyuan^{1,2)} and Wang Wei^{1,2)}

(1) Key Laboratory of Earthquake Geodesy, Institute of Seismology, CEA, Wuhan 430071)
(2) Wuhan Base of Institute of Crustal Dynamics, CEA, Wuhan 430071)

Abstract The observations of satellite laser ranging (SLR) is the geometric distance between a reference point within the system (the system “origin”) and satellite, which is the intersect point of the telescope elevation and azimuth axes commonly. The coordination determination of the system origin point is the precondition of the observations application. This study introduces a method for determination of system origin of satellite laser ranging, which overcomes the bulk mass and irregular of the telescope. Combined with some IGS stations during the data processing, the coordinate results and their relative positions are obtained using the Bernese software, and the whole precision is better than 4 mm.

Key words: system origin determination; satellite laser ranging(SLR); GNSS; installation of antenna; IGS station

1 引言

随着天文地球动力学研究的迅速发展,以及空间大地测量技术 VLBI、SLR、GNSS 和 DORIS 等测量精度的提高,人们对国际地球参考架(ITRF)的长期稳定性和精确性提出了更高的要求^[1]。各测站的参考点会因设备维护、器件更换或地震等原因发生

变化,导致在地球物理现象或者测定观测目标的位置时引入不确定因素。因此国际相关学术组织一直倡导对 ITRF 中的基准站维持每年一、二次的归心测量,以及在测站大修或突发事件后的跟踪测量,以监测和追踪参考点的可能变化。同时倡导多技术并置站开展高精度的本地连接测量,确定各技术测站参考点之间的三维坐标差,为多技术综合建立地球

* 收稿日期:2013-04-24

基金项目:中国地震局地震研究所所长基金(IS201126115)

作者简介:王培源,男,1979年生,助理研究员,硕士,主要从事卫星激光测距研究工作。E-mail:wpyst@163.com

参考框架提供约束条件,并用于分析不同技术间可能存在的系统差^[2]。

2 测量方案

在国家重大科学工程“中国大陆构造环境监测网络”^[3]的支持下,中国地震局地震研究所研制完成了目前世界上口径最大(直径 1 m)的流动式卫星激光测距系统 TROS1000。该系统测距能力达到 3.6 万千米,单次测距精度达到亚厘米量级,具备 kHz 和白天测距能力。

由于 SLR 所有的测距值都归于观测望远镜方位轴和俯仰轴的交叉点——几何旋转中心,为使 TROS1000 参与 ILRS 网数据解算,需要确定几何旋转中心的精确空间坐标,这一工作称为“归心测量”。

2.1 GNSS 天线的安装

水平轴与垂直轴几何旋转中心不动点位于望远镜内部,因此在望远镜上方设计了一套装置,用于天线的固定(图 1)。天线的对中问题由机械结构来保证。由于望远镜指向精度优于 5 角秒,天线安装完毕后,当 SLR 望远镜俯仰轴指向 0°方向时,即可保证天线水平。

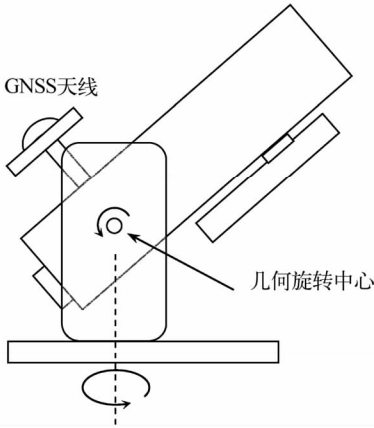


图 1 几何旋转中心及 GNSS 天线的安装
Fig. 1 SLR system origin and installation of GNSS antenna

2.2 控制网与并址观测

流动系统体积庞大,移动并再次回到原站点后,两次的参考点很难归为一致。为方便进行改正,需要在流动站附近建设一个永久性的辅助 GNSS 观测基墩,再次到站后将两次的参考点进行归算。如图 2 所示,其中 TG5 为 SLR 系统,TG7 为辅助 GNSS 观测点。本次测量获得了武汉 IGS 站、咸宁连续 GNSS 站(编号: XNXN),以及 TG5、TG7 的相对位置,相互印证,促进 SLR 数据在应用过程更好的发挥作用。

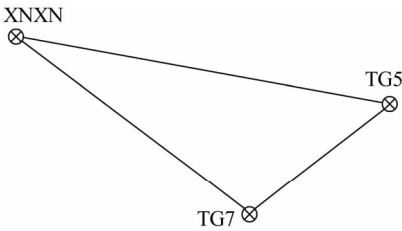


图 2 测量平差控制网络
Fig. 2 Control network The of measurement adjustment control network

3 数据解算

控制网平差是测量中非常重要的一个环节,通过连续运行 GPS 基准站和 IGS 站引入观测基准,是获得高精度测量结果的基础性工作。主要通过这些 IGS 站在 ITRF 参考框架下的先验坐标引入相应的参考框架基准下。采用 BERNESE 软件对控制网基线向量进行解算,得出控制网内各个点在该坐标框架下的坐标,从而进一步归算出望远镜水平轴和垂直轴交会点的坐标。

在数据解算时,单日解 GPS 数据采用 BERNESE GPS 5.0 软件的双差处理模式^[4],在处理时采用了绝对天线相位中心改正、FES2004 海潮模型、IGS 精密星历和地球自转参数等模型。为了将单日解处理得到的结果纳入到统一的 ITRF2005 参考框架,选取了中国大陆及周边 20 余个 IGS 站作为框架站。处理时以单日观测时段为基本观测单位,采用无基准算法,将当日固定站、流动站 GPS 资料联合处理,解算各参数,并给出其方差-协方差。

单日解算后,验后单位权中误差平均精度水平为 1.5 mm,各站间基线的平均解算精度优于 2 mm,符合数据处理要求。归心点 O 点(TG5)在 X、Y、Z 方向的坐标精度分别为 1.3、2.1、2.2 mm,整体精度优于 4 mm,满足此次归心测量的要求。

参 考 文 献

1 Altamimi Z, Collilieux X and Métivier L. ITRF2008: an improved solution of the International Terrestrial Reference Frame[J]. Journal of Geodesy, 2011, 85:457 - 473. doi: 10.1007/s00190 - 011 - 0444 - 4.

2 沈云中,陈廷武. 上海天文台并址站的空间归心测量[J]. 同济大学学报,2006,(2):217 - 220.

3 李强,等. 中国大陆构造变形高精度高密度 GPS 监测 - 现今速度场[J]. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2012, 4 (25): 629 - 632.

4 Dach R, et al. Bernese GPS Software Version 5.0[M]. Astron. Inst., Univ. of Bern. Bern,2007.