

中国与阿根廷合作建立的 SLR 站在阿根廷成功运转

韩延本, 刘卫东, E. Actis, R. Podesta, 王谭强, 郭唐永, 瞿锋, A. M. Pacheco, A. A. Gonzalez, E. Alonso, 项清革, 黄东平, 尹志强

中国科学院国家天文台, 北京 100012;

Observatorio Astronomico Felix Aguilar, San Juan University, San Juan 5400, Argentina;

中国测绘科学研究院, 北京 100039;

中国地震局地震研究所, 武汉 430071

E-mail: hyb@bao.ac.cn

2007-10-17 收稿, 2007-12-29 接受

科技部国际科技合作基金(批准号: 2006DFA21980)和中国科学院及阿根廷国家科技部联合资助项目

摘要 简要介绍了中国研制的高精度人造卫星激光测距系统(SLR)安装在阿根廷 San Juan 大学天文台开展 SLR 合作观测与研究的意义, 以及这个 SLR 系统的性能与该合作的进展状况. 中国与阿根廷合作在 San Juan 建立的这个 SLR 站对改善全球 SLR 的分布和卫星轨道的覆盖具有重要作用. 该仪器系统于 2006 年初在阿根廷 San Juan 大学天文台运行以来, 工作状态良好, 取得了丰富的、高精度的观测资料. 另外, 有关该合作的未来发展计划也在文中做了简单介绍.

关键词
SLR
合作
南半球

高精度卫星激光测距(satellite laser ranging, SLR)的观测资料对卫星轨道的精密确定, 对开展天文学、天文地球动力学、测地学、地球物理学等相关学科的研究, 以及对高精度国际地球参考框架(international terrestrial reference frame, ITRF)的维持都具有重要价值^[1~5]. 由于历史的原因, 全球现有参加国际激光测距服务(international laser ranging service, ILRS)观测网的数十个 SLR 观测站绝大多数分布在北半球, 仅有少数几个位于南半球. 这种分布状况对 SLR 观测站的全球覆盖, 特别是对板块运动和地球重力场变化的监测与研究, 以及对高精度 ITRF 的维持, 都是非常不利的.

为此, 中国科学院国家天文台(NAOC)与地处南美洲的阿根廷国立 San Juan 大学(NUSJ), 在多年的天文合作观测与研究的基础上, 于 20 世纪 90 年代末开始讨论双方合作在 NUSJ 建立 SLR 观测站, 并进行合作观测与研究的计划. NUSJ 所在地气候干燥, 大气透明度好, 尤其是晴天日数多, 年均约达 300 d, 非常适合天文观测. 显然, 这次合作将有助于改善 SLR 测站的全球分布状态, 该 SLR 站的观测资料对开展相关的研究工作, 特别是对板块运动和地球重力场

变化的监测与研究, 及对高精度 ITRF 的维持都将是十分有益的.

双方的合作遵从共同出资、资料和成果共享的原则. NAOC 研制一架高精度 SLR 系统, 安装到 NUSJ 天文台, NUSJ 建造观测室并为双方人员提供工作条件. 该 SLR 系统将按照 ILRS 的要求进行观测, 并将观测资料及时传送给 ILRS.

1 国家天文台 SLR 系统在阿根廷的观测

NAOC 的 SLR 系统的接收望远镜的口径为 600 mm, 发射望远镜的口径为 160 mm. 该仪器采用被动锁模倍频 Nd:YAG 激光器, 可输出波长为 532.0 nm、宽度约为 30 ps 的激光脉冲列. 该仪器能观测高度为 300~20000 km 的卫星, 连续工作时间可达 240 min. 这个 SLR 系统是 NAOC 委托中国测绘科学研究院主持, 由两单位联合研制的.

该 SLR 系统在 2005 年 9 月从北京运往阿根廷 NUSJ, 双方人员于 2006 年 2 月底完成了仪器的安装调试, 观测工作也随即开始. 观测资料很快达到国际地球自转服务(IERS)和 ILRS 要求的规范, 并获得 IERS 组织的 DOMES 编号: 41508s003 和 ILRS 的 CDP

Pad ID: 7406. ILRS 按照观测资料计算的该观测站的坐标为: $\varphi = 31^{\circ}30'31''.050S$, $\lambda = 68^{\circ}37'23''.377W$, $h = 727.22$ m.

由于双方技术人员努力工作, 精心维护仪器, 以及充分利用 San Juan 良好的天气状况, 使该 SLR 系统获得了很好的观测结果, 在全球常规工作的 35 架 SLR 系统中排名靠前. 其观测数量非常丰富: 虽然该 SLR 系统还不具有白天测距功能, 但在过去一年间 (2006-07~2007-06) 对所有激光卫星的观测圈数已在全球 SLR 中排名第 4 位; 对高、低轨卫星的观测分别排第 2 和第 5 位; 对重要的 Lageos 卫星的观测排第 4 位; 在不具有白天测距功能的约 20 套此类 SLR 系统中, 该 SLR 排名第一位. ILRS 认为, 总体上该仪器已进入常规工作的所有 SLR 系统中的前 5 名之内. 该 SLR 系统的观测精度和长、短期稳定度分别达到了 ILRS 的要求. 单次测量精度优于 15 mm 的设计指标; 单次测量的 RMS(均方根误差)约 6.5 mm; 对 Lageos 卫星单次测量的平均 RMS 约为 11.9 mm, NP 点的 RMS 约为 2.6 mm. 图 1~4 给出了 2007 年 7 月前一年间 ILRS 系统中 SLR 观测结果的比较, 数据来自 http://ilrs.gsfc.nasa.gov/stations/site_info/global_report_cards/. 图中深色表示 NAOC 的 SLR 在 San Juan 的观测, 其

他观测站为浅色, 站名下加黑点的为具有白天测距功能的台站.

2 未来发展计划

NAOC 的 SLR 系统在南半球的观测取得了良好的初步结果, 显示出在该地设置 SLR 系统的重要性和该 SLR 系统所具有的潜力. ILRS 中心局负责人致信对该仪器的优秀成绩和项目组的努力工作表示了祝贺和赞赏, 认为这不仅对中国和阿根廷, 而且对整个卫星激光测距网都是非常重要的. 对于 Lageos 卫星以及 Envisat 等许多具有监测地球重要任务的卫星, 为了应用它们的观测资料, 跟踪它们进行精密定轨是必须的. ILRS 认为, San Juan 的 SLR 系统是跟踪这些卫星的非常重要的参与者. 该仪器观测资料的数量和质量使其成为维持 ITRF 的基本台站之一. 同时, ILRS 希望我们对该系统增加白天卫星测距的功能, 指出这样的改进将对卫星观测的全球覆盖、参考系和精密定轨的改善具有明显的作用, 并希望该仪器与 GPS 开展并置观测. 中国科学院和国家科技部的有关部门希望我们把该仪器系统更新得更好, 为该领域相关的研究工作做出更多的贡献.

目前, 项目组已制定了对该 SLR 系统进行升级

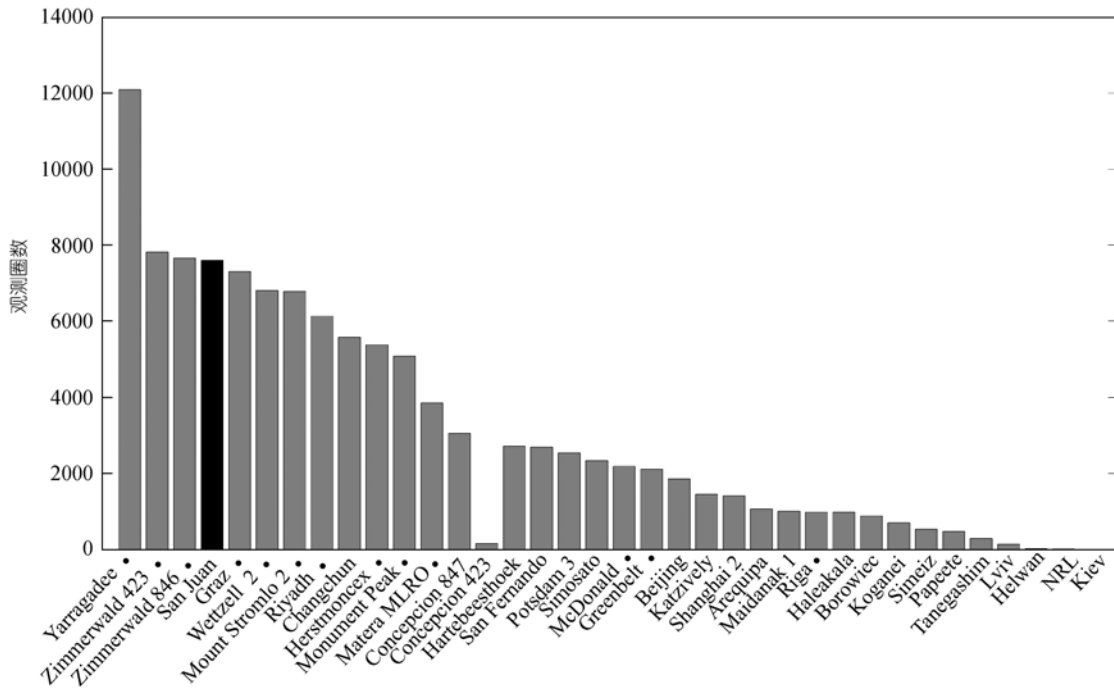


图 1 全球各 SLR 站 2006-07~2007-06 观测所有卫星圈数

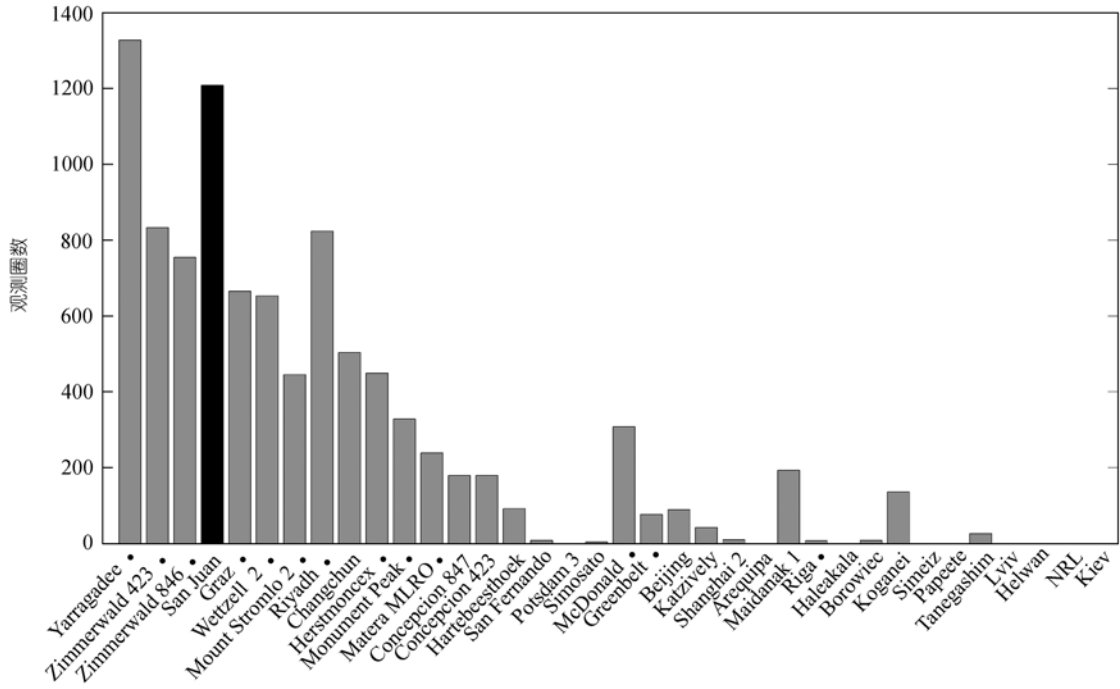


图2 全球各SLR站 2006-07~2007-06 观测高轨卫星圈数

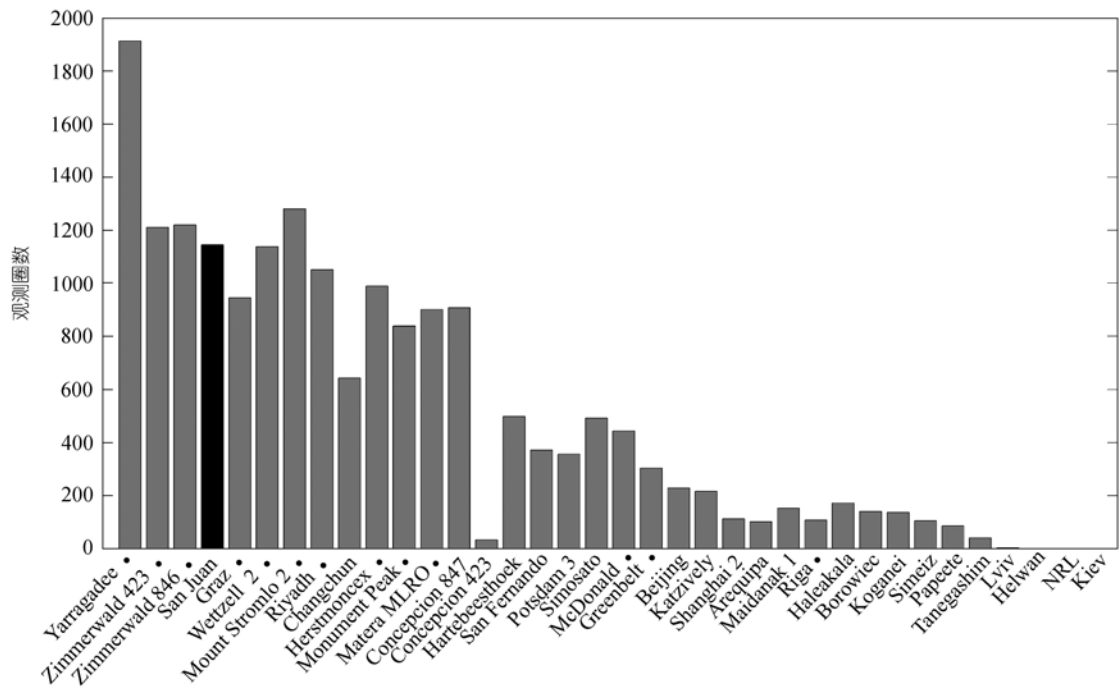


图3 全球各SLR站 2006-07~2007-06 观测 Lageos 卫星圈数

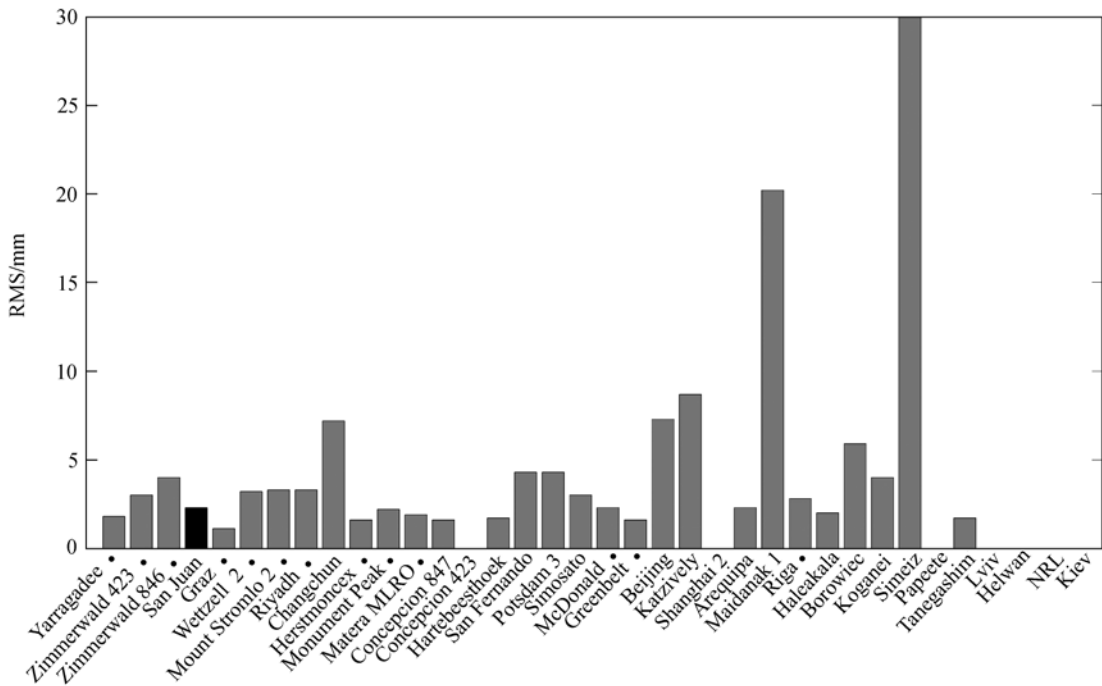


图 4 全球各 SLR 站 2007-04~2007-06 观测 Lageos 卫星 NP 点 RMS 均值

改造的初步计划，主要目标是增加白天卫星测距功能。实现这个目标的关键是要采用性能更稳定的激光器 [6]。我们计划采用性能更稳定的全固态 SESAM 锁膜半导体抽运激光器，并利用事件计数器取代目前的时间间隔计数器，同时相应地更新改造有关的软硬件系统以进行高重复率的(kHz)白天测距。改造

后，该系统的观测数量、测距精度、长期和短期稳定性等将会有进一步提高。SLR与GPS并置观测对开展有关科学研究将更有价值 [7]，我们很快将会在该SLR系统的附近设置一个固定的GPS跟踪站，开展两种仪器的并置观测。同时，利用SLR等观测资料开展的相关研究工作也在进行中。

致谢 仪器研制过程中得到中国科学院上海天文台的技术支持，在此表示感谢。

参考文献

- 1 Dong D N, Yunck T, Heflin M. Origin of the international terrestrial reference frame. *J Geophys Res*, 2003, 108(B4): 2200—2209[[doi](#)]
- 2 秦显平, 杨元喜, 王刚, 等. SLR 资料精密测定 GLONASS 卫星轨道. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2003, 28(4): 440—443
- 3 万强, 郭延龙, 王小兵, 等. 卫星激光测距合作目标技术现状和进展. *激光与光电子学进展*, 2005, 42(5): 20—23
- 4 朱之兰, 冯初刚. 用 Lageos 卫星 SLR 资料解算地球定向参数及监测地球质心的运动. *测绘学报*, 2005, 34(1): 19—23
- 5 Feissel-Vernier M, Le Bail K, Berio P, et al. Geocentre motion measured with DORIS and SLR, and predicted by geophysical models. *J Geodesy*, 2006, 80: 637—648[[doi](#)]
- 6 杨福民, 肖焜焜, 陈婉珍, 等. 白天卫星激光测距系统的设计和实测结果. *中国科学 A 辑: 数学 物理学 天文学*, 1998, 28(11): 1048—1056
- 7 乔书波, 孙付平, 朱新慧, 等. GPS/VLBI/SLR/InSAR 组合在地球动力学研究中的应用. *大地测量与地球动力学*, 2004, 24(3): 92—97