

中国深空网成功实施“卡西尼号”探测器 坠入土星测量试验

陈略^{1,2}, 平劲松², 张建辉³, 刘庆³, 岳世磊³, 陈永强³, 王际舟³, 李文潇²

(1. 北京航天飞行控制中心, 北京 100094; 2. 中国科学院大学 天文与空间科学学院, 北京 100049; 3. 西安卫星测控中心, 西安 710043)

文章编号: 2095-7777(2017)05-0491-02

DOI:10.15982/j.issn.2095-7777.2017.05.012

引用格式: 陈略, 平劲松, 张建辉, 等. 中国深空网成功实施“卡西尼号”探测器坠入土星测量试验[J]. 深空探测学报, 2017, 4(5): 491-492.

“卡西尼号”(Cassini)探测器于北京时间1997年10月15日发射升空, 经过6年8个月漫长太空旅行后进入环绕土星的轨道, 开展土星系统探测任务, 并于2017年9月15日坠入土星大气层, 完成最后科学使命。20年间, Cassini任务取得了为数众多的科学与技术成果和全新的科学发现。

在2017年9月15日Cassini探测器谢幕之旅中(图1), 北京航天飞行控制中心联合西安卫星测控中心佳木斯深空站、喀什深空站与南美深空站, 对Cassini探测器坠毁飞行过程成功实施跟踪测量试验。这天的试验也是我国深空测控系统与中国科学院行星无线电科学团队合作跟踪观测Cassini探测器开展的为期半年的土星动力学系列观测试验的最后谢幕观测试验。

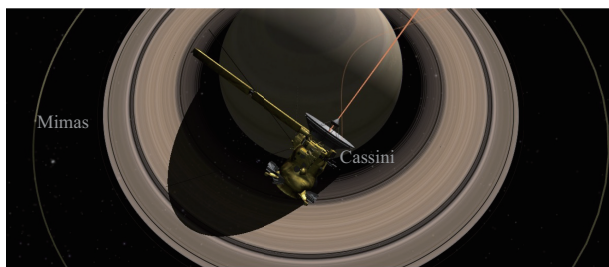


图1 北京时间9月15日16:30, Cassini探测器从距离地球15亿km、距离土星185 903 km处进入坠毁轨道, 此刻相对土星的速度为16.002 km/s, 高增益天线指向地球。

Fig. 1 Cassini probe enters into Saturn crash orbit At 16:30 in Beijing Time. The distance between probe and Earth is 1.5 billion km, the distance between probe and Saturn is 185 903 km, and the velocity between probe and Saturn is 16.002 km/s. The high gain antenna on Cassini probe points toward the Earth.

Cassini坠毁试验前, 联合试验团队计算了中国深空网各天线高精度跟踪引导数据, 依据Cassini探测器的设计参数和半年来的跟踪资料信息, 估计测量了载波频率和多普勒、链路的无线电信号功率衰减信息, 并结合美国发布的Cassini下行信号发射时刻信息, 制定了本次试验的详细计划。9月13日, 使用中国深空网

的佳木斯、喀什深空站对环土轨道上的Cassini探测器的坠毁过程成功进行了试跟踪试验, 开展了演练, 为9月15日的坠毁测量试验奠定了基础。

9月15日, 中国深空网正式对Cassini进行了坠毁过程全程跟踪测量。南美深空站于北京时间9月15日上午对处于环土轨道的Cassini进行了跟踪测量。Cassini坠毁飞行过程从16:30到19:55:30, 恰逢在佳木斯、喀什深空站的可见弧段内, 两站分别对Cassini坠毁全过程成功进行了跟踪测量、数据采集与记录。

使用为时1年的联合团队为本次试验开发改良的高精度开环测量处理软件对测量数据进行了处理分析, 其结果如图2所示。从图2中可以看出, Cassini坠毁过程中的多普勒测量值极具变化, 佳木斯深空站多普勒频率由-549.718 kHz变化到-1 124.239 kHz, 喀什深空站多普勒频率由-533.965 kHz变化到-1 115.055 kHz, 多普勒变化率也由最初-2 Hz/s变化至近-280 Hz/s。多普勒测量噪声水平如图3所示, 1 s积分时间的多普勒测量噪声水平约为30 mHz, 对应测速噪声水平约为0.5 mm/s。

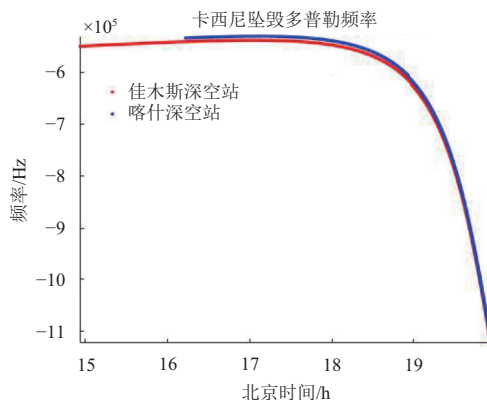


图2 基于佳木斯/喀什深空站的Cassini坠毁过程多普勒测量结果
Fig. 2 Doppler frequency in Cassini crash procedure based on Jiamusi and Kashi deep space station

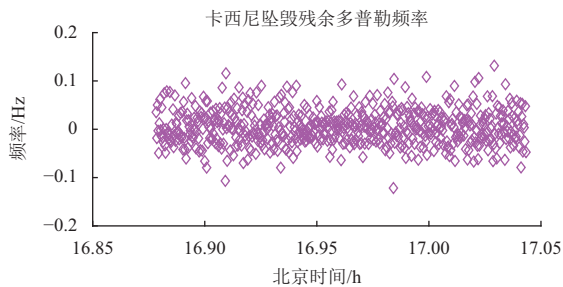


图3 Cassini坠毁过程多普勒测量拟合残差图

Fig. 3 Fitting residual Doppler frequency in Cassini crash procedure

Cassini在坠毁飞行过程中相对于土星的速度由最初的16 km/s到坠毁时刻的34 km/s。北京时间19:55:30卡西尼下行主载波信号消失，与NASA理论预报的坠毁时刻相差仅几秒，可见NASA对Cassini坠毁飞行过

程掌握得异常精确。

本次中国深空网成功实施了Cassini坠毁土星测量试验，首次获得了宝贵的地外深空探测器坠毁过程的跟踪测量数据。由于Cassini坠毁飞行过程中穿越了土星最里层大气，近距离的飞行测量数据也包含了土星重力场特征信息。此次Cassini坠毁土星以及半年多以来的无线电科学测量试验数据，将用于研究土星长波重力场、土星环密度、土星大气等特性。

此外，本次试验也是自2015年夏季成功实施了对“新视野号”（New horizons）飞掠冥王星科学观测之后，我国深空网跟踪测量遥远深空探测器的又一次成功的科学技术验证，为后续我国更遥远的自主深空探测任务实施，积累了有益的技术与经验。

[责任编辑：高莎]