



卷期页码: 第28卷 第2期 (2007年2月) P.183
文章编号: 1000-0887(2007)02-0183-08

基于不变流形的登月轨道设计

龚胜平, 李俊峰, 宝音贺西, 高云峰

清华大学 航天航空学院, 北京 110084

摘要: 研究了基于三体问题的不变流形设计低成本登月轨道的问题. 考虑了黄道面和白道面之间夹角不为零的三维情况, 将太阳-地球-月亮-卫星组成的四体问题分解成由太阳-地球-卫星和地球-月亮-卫星组成的非共面的两个限制三体问题. 给出了这两个三体系统Halo轨道不变流形与两轨道面相交处进行小的变轨来设计低成本探月轨道的一般方法. 比较结果表明用该方法设计的轨道比传统的Hohmann变轨节省约20%的燃料. 从轨道能量的角度分析了用流形设计轨道比Hohmann变轨节省燃料的原因, 并给出了理论表达式. 该方法对于深空探测轨道设计的能量分析具有普遍的适用性, 可为设计提供一个选择参数的标准.

关键词: 三体问题; Lagrange点; Halo轨道; 不变流形; 登月轨道
中图分类号: V412.4

收稿日期: 2005-09-20
修订日期: 2006-10-30
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(10672084; 10602027)

作者简介:
龚胜平(1981—), 男, 湖北人, 博士研究生(联系人. Tel:+86-10-62773402; E-mail:gsp04@mails.tsinghua.edu.cn)

参考文献:

- [1] Farquhar R W. The utilization of Halo orbits in advanced lunar operations [R]. Technical Report TN D-6365, NASA, 1971.
- [2] Gomez G, Koon W S, Lo M W, et al. Connecting orbits and invariant manifold in the spatial restricted three-body problem [J]. Nonlinearity, 2004, 17(5):1571-1606.
- [3] Howell K C, Barden B T, Wilson R S, et al. Trajectory design using a dynamical systems approach with application to GENESIS [A]. In: Proceedings of the AAS/AIAA Astrodynamics Conference [C]. Idaho: Sun Valley, 1997, 1665-1684.
- [4] Howell K C, Mains D L, Barden B T. Transfer trajectories from Earth parking orbits to Sun-Earth halo orbits [A]. In: Proceedings of the 4th AAS/AIAA Spaceflight Mechanics Meeting [C]. Cocoa Beach, Florida, 1994, 399-422.
- [5] Lo M W, Ross S D. The lunar L₁ Gateway: portal to the stars and beyond [A]. In: AIAA Space 2001 Conference [C]. Albuquerque, NM, 2001.
- [6] Lo M W. The interplanetary superhighway and the origins program [A]. In: 2002 IEEE Aerospace Conference Proceedings [C]. Vol 7. Big Sky, MT, 2002, 3543-3562.
- [7] 周天帅, 李东, 陈新民, 等. 国外日-地动平衡点卫星应用及转移轨道实现方式 [J]. 导弹与航天运载技术, 2004, 272(2):29-34.
- [8] 郑学塘, 郁丽忠, 覃一平. 光引力限制性三体问题的平动点 [J]. 应用数学和力学, 1994, [STHZ]15[STBZ](8):733-739.
- [9] 高云峰, 龚胜平. 编队飞行及拉格朗日平动点在深空探测中的应用前景 [J]. 深空探测研

[目次浏览](#)[卷期浏览](#)[目次查询](#)[文章摘要](#)[向前一篇](#)[向后一篇](#)

究, 2005, 1(1):36-41.

- [10] LIU Lin. Evolution on the orbital resonance in restricted 3-body problem [J]. *Scientia Sinica*, 1988, 31(8):123-128.
- [11] ZHAO Zhang-yin, LIU Lin. The stable regions of the triangular libration points of the planets [J]. *ICARUS*, 1992, 100(1):136-142.
- [12] Gomez G, Jorba A, Masdemont J J, et al. Study of the transfer from the earth to a halo orbit around the equilibrium point L₁ [J]. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 1993, 56:541-562.
- [13] Koon W S, Lo M W, Marsden J E, et al. Low energy transfer to the moon [J]. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 2001, 81(5):63-73.
- [14] Koon W S, Martin W, Lo M W, et al. Shoot the moon [A]. In: *AAS/AIAA Astrodynamics Specialist Conference* [C]. Florida, 2000.
- [15] Koon W S, Lo M W, Marsden J E, et al. Constructing a low energy transfer between Jovian Moons [J]. *Contemporary Mathematics*, 2000, 292(1):129-145.
- [16] Popescu M, Cardos V. The domain of initial conditions for the class of three-dimensional halo periodical orbits [J]. *Acta Astronautica*, 1995, 36(3):193-196.
- [17] Wilczak D, Zgliczynski P. Heteroclinic connections between periodic orbits in planar restricted circular three-body problem [J]. *Communications in Mathematical Physics*, 2004, 234(1):37-75.