

2014 高教社杯全国大学生数学建模竞赛题目

(请先阅读“全国大学生数学建模竞赛论文格式规范”)

A 题 嫦娥三号软着陆轨道设计与控制策略

嫦娥三号于 2013 年 12 月 2 日 1 时 30 分成功发射, 12 月 6 日抵达月球轨道。嫦娥三号在着陆准备轨道上的运行质量为 2.4t, 其安装在下部的主减速发动机能够产生 1500N 到 7500N 的可调节推力, 其比冲(即单位质量的推进剂产生的推力)为 2940m/s, 可以满足调整速度的控制要求。在四周安装有姿态调整发动机, 在给定主减速发动机的推力方向后, 能够自动通过多个发动机的脉冲组合实现各种姿态的调整控制。嫦娥三号的预定着陆点为 19.51W, 44.12N, 海拔为-2641m(见附件 1)。

嫦娥三号在高速飞行的情况下, 要保证准确地在月球预定区域内实现软着陆, 关键问题是着陆轨道与控制策略的设计。其着陆轨道设计的基本要求: 着陆准备轨道为近月点 15km, 远月点 100km 的椭圆形轨道; 着陆轨道为从近月点至着陆点, 其软着陆过程共分为 6 个阶段(见附件 2), 要求满足每个阶段在关键点所处的状态; 尽量减少软着陆过程的燃料消耗。

根据上述的基本要求, 请你们建立数学模型解决下面的问题:

- (1) 确定着陆准备轨道近月点和远月点的位置, 以及嫦娥三号相应速度的大小与方向。
- (2) 确定嫦娥三号的着陆轨道和在 6 个阶段的最优控制策略。
- (3) 对于你们设计的着陆轨道和控制策略做相应的误差分析和敏感性分析。

附件 1: 问题的背景与参考资料;

附件 2: 嫦娥三号着陆过程的六个阶段及其状态要求;

附件 3: 距月面 2400m 处的数字高程图;

附件 4: 距月面 100m 处的数字高程图。