

EO-08 100W 级小功率电弧推力器性能研究

孟显, 潘文霞, 吴承康
中国科学院力学研究所

摘要:

卫星小型化的应用发展对其在轨精确定位的推进技术提出了迫切需求。目前应用于空间微推进技术的主要还是冷气推进和电阻加热推进, 其中主要的原因是, 很多先进的推进技术虽然可能产生较高的比冲, 却很难保证运行性能的稳定性和可控性, 或者推力器的体积和重量难以减小到适用于微小卫星, 或者系统复杂, 以及使用的电源与卫星供电系统兼容性差, 等等。然而不管是冷气推进还是电阻加热推进, 都存在比冲低的不足, 同样的任务需要携带更大量的气体以及气体贮存装置, 降低有效载荷。电弧等离子体推力器具有结构简单, 工作电压低, 容易与卫星供电系统协调、推力功率比高, 在技术实现难度及可靠性等方面具有一定优势, 也正是由于这些特点, 以肼为推进剂的千瓦级电弧加热推力器在国外大、中型卫星, 特别是用于通讯和监测等用途的地球同步轨道卫星上, 得到了较为大量的应用[1]。由于小卫星通常难以提供中低功率电弧推力器所需的较大输入电功率需求, 因此 100 W (甚至几瓦) 以下稳定工作的 Arcjet 近年来得到了广泛关注。

本文在实验室已有工作的基础上, 自行研制了小功率的电弧推力器。推力器阳极喷管的喉道直径为 0.3mm, 喉道与阳极喷管出口的面积比为 200, 阳极喷管的扩张半角为 20°。实验所用真空室的极限真空可达 1×10^{-4} Pa, 推力器工作时的最大腔压小于 0.8Pa。在气流量 100~600 mL/min、工作电流 80-180 mA 的范围内实现了以氩气、氮气和氨气为推进剂的电弧推力器的持续稳定放电; 采用测量冲击力的间接测力方法[2], 系统测量了推力器在不同工作参数条件下的推力数据, 结合弧电流、弧电压的测量数据, 导出了对应条件下推力器的比冲和推力效率, 并对推力器性能进行了分析。结果显示, 在相同的气流量、工作电流条件下, 推进剂为氨气时得到的比冲最大, 最大比冲超过 300s。三种推进剂条件下获得的弧电压都远高于 1kW 级电弧加热推力器的电压值。在氮气和氨气条件下, 弧电压随气流量的增加先减小而后增大, 呈现出不同于 1kW 级电弧加热推力器的复杂放电特性。

关键词: 小功率电弧推力器; 推力; 比冲; 伏安特性