

RAM-C II 再入攻角对周围流场 电子密度的影响

蒋建政, 万田, 张羽淮, 樊菁

中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室, 北京 100190

再入过程中的电子数密度, 在一定高度范围, 随着再入高度的降低而增大。给定通讯频率, 通讯中断的始发高度, 是实际关心的问题。为了弄清通讯中断机理, 美国在上世纪 60 年代, 历时 10 年, 开展一系列飞行试验[1, 2], RAM C-II 是其中的一次。根据文献[2]报道, RAM C-II 试验测量得到的电子密度, 随时间波动, 最大值与最小值相差约 3 倍(图 1)。这种差别被认为缘自飞行攻角的影响, 因为在飞行过程中, 飞行器有滚转, 电子密度测量仪有时处于迎风面, 有时处于背风面。虽然有许多研究者对 RAM C-II 的电子密度进行了计算, 但几乎都采用了轴对称假设, 未考虑再入攻角的影响。本文分别采用三维 DSMC 方法和 Navier-Stokes 方程, 在 RAM-C II 飞行试验条件下, 计算考察了再入攻角对迎风面和背风面的电子密度的影响。

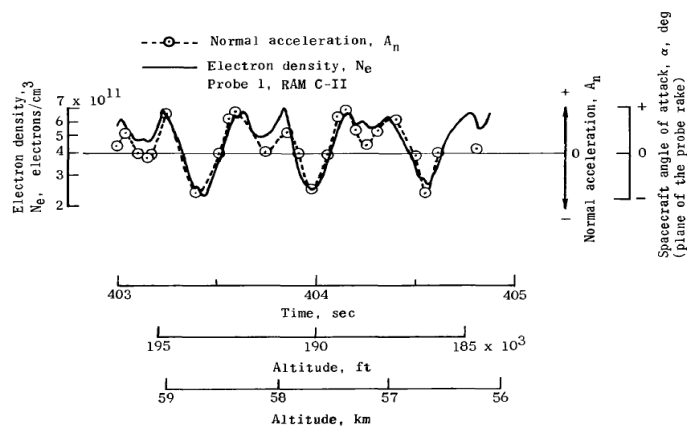


图 1 电子密度测量数据随攻角变化^[2]

- [1] Grantham, W.L. Flight results of a 25000-foot-per-second reentry experiment using microwave reflectometers to measure plasma electron density and standoff distance. NASA Technical Note D-6062,(1970)
- [2] Jones, W.L., Cross, A.E. Electrostatic-probe measurements of plasma parameters for two reentry flight experiments at 25000 feet per second. NASA Technical Note D-6617, (1972)
- [3] Bird, G.A. Computation of electron density in high altitude re-entry flows. AIAA Paper 89-1882(1989)
- [4] Boyd, I.D. Modeling of associative ionization reactions in hypersonic rarefied flows. *Physics of Fluids*. 19,096102 (2007)
- [5] Fan, J., Zhang, Y.H., Jiang, J.Z. Prediction of trace species in hypersonic rarefied gas flows. 29th