

**MS5708**

## 高超声速稀薄电离气体电场效应的 TSS 计算

张羽淮<sup>1</sup>, 蒋建政<sup>1</sup>, 樊菁<sup>1</sup>

1. 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

*E-mail: zhangyuhuai@imech.ac.cn*

**摘要:** 当飞行器以很高的速度再入地球大气层时, 在飞行器头部会产生一个强激波, 在激波层中分子动能通过碰撞转化成内能形成一个高温区, 部分碰撞的能量足够发生电离反应产生带电粒子, 在飞行器周围形成弱电离等离子体层, 该弱等离子体层的出现不仅会干扰飞行器与外界的通信, 同时也会改变流场结构并影响飞行器表面的对流和辐射热流。等离子体的存在使得激波层中产生电场影响带电粒子的运动。对于再入速度在 8km/s 左右的再入情况, 流场中电离度很小, 带电粒子的摩尔浓度与空气来流组分相比要低 3~5 个数量级。为了克服 DSMC 方法模拟稀薄气体流场中的微量组分时所遇到的困难, 我们提出了一种微量组分分离 (TSS) 计算方法。本文在 TSS 计算方法的基础上, 考虑了空气分子转动和振动松弛速率与温度场的相互影响, 模拟了美国电波衰减飞行试验 (RAM C-II) 过渡流区的电子密度分布, 电场采用 Langmuir and Tonks 公式计算, 对于轴对称问题其形式为:

$$E = -\frac{kT_e}{e} \left[ \frac{\partial \ln(n_e)}{\partial x} + \frac{\partial \ln(n_e)}{\partial r} \right]$$

比较了考虑电场与不考虑电场情况下对电子数密度分布的影响, 同时跟美国电波衰减飞行试验 (RAM C-II) 数据做了比较, 所得结果与飞行测量数据相符甚好。

**Keywords:** 高超声速;稀薄气流;电子密度;TSS 方法;电场效应;

**Preferred Presentation Type:**