

## 减压热等离子体特性研究

潘文霞<sup>1</sup> 孟显<sup>1</sup> 陈熙<sup>2</sup> 吴承康<sup>1</sup><sup>1</sup>中国科学院力学研究所, 北京 100190;<sup>2</sup>清华大学工程力学系, 北京 100084

大气压直流非转移式电弧等离子体以其简易的装备设施及远高于一般热源的热流密度, 在材料制备与加工以及航空航天领域得到了广泛的应用。目前常规使用的湍流等离子体射流具有很强的无规则脉动, 一般所说的温度和速度等参数及其分布, 都是时间平均值。其径向温度梯度约为 1000 K/mm, 轴向温度梯度大于 200 K/mm。层流等离子体射流具有良好的时间稳定性及参数可重复性, 其径向温度梯度可高达 6000 K/mm, 轴向温度梯度一般低于 60 K/mm。

随着环境气压的降低, 如图 1 所示, 等离子体射流的最高能流密度有所降低, 而体积则明显增大。纯氩层流射流在 170 Pa 条件下, 其温度分布的径向梯度低于 60 K/mm、轴向梯度约 20 K/mm。因此, 容易实现大体积的均匀和稳定工艺。

图 2 所示等离子体的电子温度远高于激发温度。结合流动及传热分析, 推测同条件下气体的温度仅略低于激发温度, 远高于图 2 所示热电偶测温的数据。

在环境气压为 10 Pa 的条件下, 对超声速流动的电弧加热推进器羽流进行动压测量的结果表明, 插入射流中的动压探头表面似乎可以忽略激波层的效应。

研究表明: 低气压条件下的热等离子体明显偏离局域热力学平衡状态; 等离子体射流冲击物体表面的激波特征及换热效果受稀薄气体效应的影响。关于低气压高稳定性大体积直流电弧等离子体的产生、参数诊断、应用于材料制备工艺等领域的前景, 将在会议报告中详细介绍。

致谢: 本论文工作得到国家自然科学基金的支持 (50836007, 10775164, 10621202)

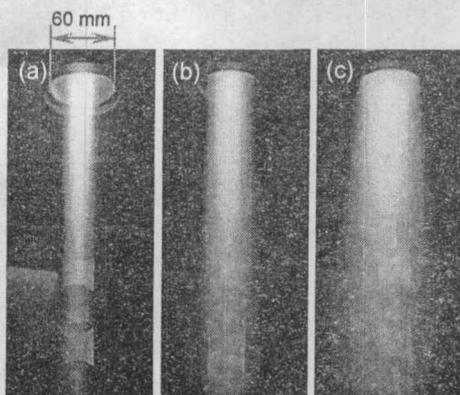


图 1 纯氩等离子体射流照片, 弧电流 80 A  
(a) 2000 Pa, (b) 500 Pa, (c) 170 Pa

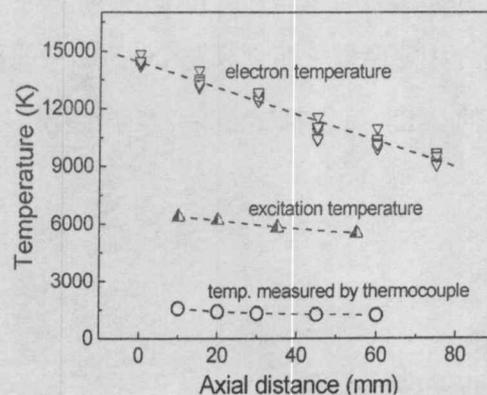


图 2 射流的电子温度、激发温度、热电偶检测温度, 弧电流 80 A, 腔压 170 Pa