

# 激波风洞应变天平测力技术研究

汪运鹏, 刘云峰, 姜宗林

(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)

**摘要** 激波风洞气动力测量的独特优势在于马赫数及焓值较高,可实现模拟特定飞行高度的来流条件。中国科学院力学研究所复现飞行条件高超声速激波风洞 JF12 的落成突破了毫秒级试验时间的瓶颈,有效试验时间超过 100ms。对于 JF12 长试验时间激波风洞的测力试验,基于应变天平技术较为成熟、结构简单、成本低廉等优点,采用传统的应变计天平。但由于喷管流场瞬时建立,巨大冲击载荷激起模型、天平、支撑系统的振动,形成惯性力干扰。其将导致天平测力系统产生低频振动,传统内置应变天平的结构刚度很难保证天平信号输出具有足够的周期来进行信号平均处理。其与真实气动力混杂在一起,极大地降低了试验精准度,同时也大大限制了激波风洞测力模型的尺寸和重量。针对激波风洞测力技术难题和发展现状,根据 JF12 激波风洞的运行特点、流场起到来流冲击特性及对测力应变天平结构刚度特性的特殊要求,我们提出气动力测量系统一体化设计概念,为支撑系统及脉冲型应变天平结构提供设计准则。基于有限元优化技术,有效化解应变天平的刚度与灵敏度之间矛盾,即在提高测力系统整体刚度的同时,增大应变天平输出灵敏度,从而提高测力精准度。在此基础上,我们优化设计了应变天平的各个测力单元结构以适用于这种脉冲式测力试验,相应加工制造了大刚度、低干扰、高灵敏度的系列脉冲型应变天平。目前,力学所 JF12 激波风洞的测力天平结构形式包含了杆式和盒式,最大载荷(法向力)从 500N 到 30000N,可满足不同尺度、重量飞行器的测力试验需求。同时,我们应用不同尺度的气动力试验模型对研制的脉冲型应变天平在 JF12 激波风洞进行了一系列气动力测量试验,以进一步评估 JF12 系列脉冲型天平的结构特性和测力性能。

**关键词** 激波风洞; 长试验时间; 气动力测量; 应变天平

1) 基金资助项目(无)

2) 联系作者 Email: wangyunpeng@imech.ac.cn