

## 基于机器学习预测激波相互作用位置的研究<sup>1)</sup>

彭俊<sup>\*+, 2)</sup>, 胡宗民<sup>\*+, +</sup>, 姜宗林<sup>\*+, +</sup>

\* (中国科学院力学研究所高温气体动力学重点实验室, 北京海淀区 100190 )

+ ( 中国科学院大学 工程科学学院, 北京 100049 )

**摘要:** 激波与激波相互作用所带来的气动加热对高超声速飞行器具有严重的破坏性。为了更准确地预测热流最大值的量级和位置, 激波相互作用点的位置是非常有用的信息。但由于激波干扰流场的复杂性, 传统的激波理论难以解决这一问题。数值和实验研究的结果是单个的实例。最好的办法是获得简明的公式来描述激波相互作用的位置。本研究提出一种基于机器学习的方法(MLBM)来解决这个复杂的激波动力学问题。对于圆柱诱导的弓形激波和斜激波干扰, 这种典型的激波干扰现象已经通过数值模拟或实验得到了深入的研究。然而, 整体的激波尺度和干扰位置与给定的流动参数之间的关系, 由于其复杂性, 目前仍无法得到。本文利用一种机器学习方法——多层块构造算法(multilevel block building algorithm, MBB), 导出了激波相互作用点即三波点坐标的相关公式。在相关流动参数中, 主要参数为来流马赫数, 斜激波的入射激波角, 以及入射激波的几何参数。利用 MBB 算法求得干扰点坐标, 确定了这类激波干扰流场的几何结构, 在此基础上, 利用激波理论确定超声速射流的撞击位置。此外, MLBM 还可以分别得到 IVa, IV 和 III 型激波干扰的转变准则。

**关键词:** 高超声速; 激波干扰; 机器学习; 射流冲击

1) 资助项目 (11672308, 11532014)