



科人要闻 人才培养 媒体关注 校园文化 科大人 招生在线 科教视点
电子杂志 科研进展 学术讲堂 院系动态 视频新闻 新闻专题 中国科人报

搜

首页 在线投稿

● 首页 ● 新闻博览

中国科大在流体力学界面不稳定性方面取得重要进展

2017-07-10

分享到: QQ空间 新浪微博 腾讯微博 人人网 微信

白春礼院长调研中国科大

世界首条量子保密通信干线顺利开通、洲际量子通信成功实施

我国初步构建天地一体化广域量子通信网络

我校入选国家“双一流”建设A类高校

我校2017年度基本科研业务费青年创新基金学生创新创业类项目评审会在先研院举行

先研院举办第二届“两学一做”学习教育知识通关挑战赛

中国科大发现NLRP3炎症小体特异性抑制剂

中国科大在基因转录调控研究中取得突破性进展

校团委举办学习《习近平的七年知青岁月》读书座谈会

综合性高校新工科建设研讨会在合肥召开

我校青促会当选中科院青促会2017年度优秀小组

中国科学院

中国科学技术大学

中国科大历史文化网

中国科大新闻中心

中国科大新浪微博

瀚海星云

科大校友创新创业基金会

中国高校传媒联盟

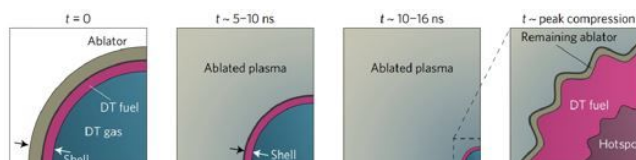
全院办校专题网站

中国科大50周年校庆

中国科大邮箱

近日, 中国科学技术大学工程科学学院罗喜胜教授、陆夕云教授等在汇聚激波诱导的流体力学界面不稳定性研究方面取得突破性进展, 在国际上首次通过实验得到了汇聚激波管中界面扰动的演化规律, 发现在反射激波再次作用之前界面扰动会出现衰减, 证明了在汇聚激波作用下存在轻重界面减速引起的Rayleigh-Taylor稳定性。该研究成果以“Measurement of Richtmyer-Meshkov Instability at an Air-SF6 Interface in a Semiannular Shock Tube”为题于7月7日在线发表在国际物理学期刊《Phys. Rev. Lett.》(119, 014501, 2017, DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.014501>) 上, 论文第一作者为工程科学学院的丁举春博士后和司廷副教授。

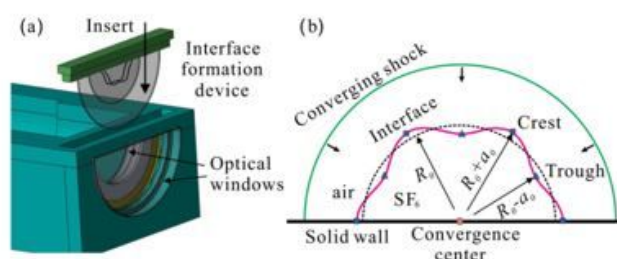
激波诱导的流体力学界面不稳定性现象涉及十分复杂的多尺度强非线性物理问题, 是可压缩湍流机理研究的一个主要方向, 也是高能密度物理研究的一个重要内容, 在惯性约束聚变、超声速燃烧、国防尖端武器、天体物理等领域有着广泛且重要的应用背景。比如在惯性约束核聚变中, 氘氚靶丸与外壳间存在物质界面, 激光烧蚀靶丸产生向内运动的激波, 激波穿过界面会引起界面扰动的增长, 严重降低热核燃料的温度, 甚至导致聚变点火失败。其中激波与界面相互作用一直是未解决的重要难题之一, 涉及了压缩、剪切、湍流混合等复杂物理过程。



惯性约束核聚变中的流体力学界面失稳现象

[Betti R. & Hurricane O. Nature Physics, 12(5):435, 2016]

在实验研究中, 激光惯性约束聚变、电磁套筒内爆、炸药驱动金属材料等方法一般耗资巨大、周期较长、诊断困难, 难以大量开展, 对相关的流动物理研究也带来极大困难。目前国际上最常用的实验研究手段是利用激波管设备产生激波并加载流体分界面, 其中汇聚激波能够实现能量汇聚、产生更强压缩, 更符合工程实际。因此, 汇聚激波诱导的流体力学界面不稳定性实验研究一直是本领域的前沿热点和难点问题。

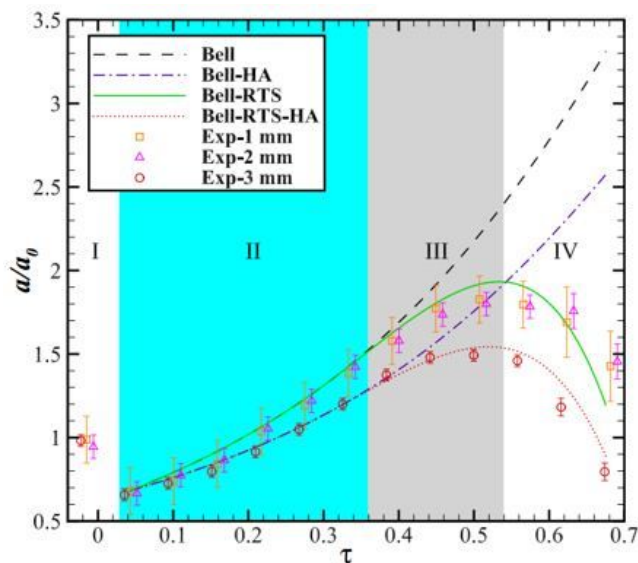


半环形汇聚激波管的实验段和界面生成装置 (a), 柱形汇聚激波与单模扰界面相互作用的示意图 (b)

经过近几年的攻关, 研究团队突破了“汇聚激波的产生”和“可控界面的形成”两大关键技术, 成功实现了汇聚激波诱导界面不稳定性实验研究 (Phys. Fluids 27: 097102, 2015), 取得系列研究进展。近期, 通过巧妙设计实验, 实现了汇聚激波与不同初始振幅单模气体界面的相互作用, 首次在国际上测量了汇聚激波作用下界面扰动振幅的增长规律, 并提出了相应的扰动增长物理模

型, 理论预测与实验结果吻合良好。实验发现, 界面扰动的发展可以归纳为四个不同的阶段: 压缩阶段 (I)、加速增长阶段 (II)、减速增长阶段 (III) 以及振幅衰减阶段 (IV)。在不同阶段, 扰动发展受到不同物理因素的主导: 在阶段I, 初始气体界面受到激波压缩, 界面扰动急剧减小; 在阶段II, 几何汇聚效应显著促进了扰动的增长; 在阶段III, 轻重界面减速引起的Rayleigh-Taylor稳定性极大地抑制了界面扰动振幅的增长; 在阶段IV, 更强的Rayleigh-Taylor稳定性使得扰动振幅快速衰减。这些发现, 不仅揭示了汇聚激波诱导界面不稳定性的内在机理, 为相关理论和数值研究提供可靠的实验数据, 而且有助于理解惯性约束核聚变中流体力学界面不稳定性的复杂物理过程。论文评审人一致认为该工作设计了一个极具创新性的实验, 获得了高质量实验数据, 且得到了很有意义的分析结果 (The article presents a high quality data set using an innovative experimental arrangement and provides an interesting analysis of the results.)。

该研究得到了国家基金委杰出青年基金、国家基金委创新研究群体、博士后面上基金和中科院科学挑战计划的资助。



汇聚激波冲击下扰动振幅随时间的变化规律: 符号代表不同初始振幅的实验结果, 虚线为Bell理论曲线, 点划线为大振幅修正后的Bell理论曲线, 实线为考虑Rayleigh-Taylor效应的Bell理论曲线, 点线为大振幅修正后考虑Rayleigh-Taylor效应的Bell理论曲线。I: 激波压缩阶段; II: 加速增长阶段; III: 减速增长阶段; IV: 振幅衰减阶段。

(工程科学学院、科研部)

中国科大新闻网



中国科大官方微博



中国科大官方微信



Copyright 2007 - 2008 All Rights Reserved 中国科学技术大学 版权所有 Email: news@ustc.edu.cn

主办: 中国科学技术大学 承办: 新闻中心 技术支持: 网络信息中心

地址: 安徽省合肥市金寨路96号 邮编: 230026