

相关文章链接

以清零的心态开始新的学习——侯建国校长在2014级本科新生开学典礼上的讲话

我校2014级研究生新生入学报到

中国科大隆重举行2014级本科生开学典礼

潘建伟院士当选中国青年科技工作者协会会长

王学军省长调研先研院建设进展情况

中国科大“可佳”服务机器人获世界杯冠军

我校6人入选全球“高被引科学家”榜单 入榜人数列全国高校第一

我校34名博士后获第五十六批博士后科学基金面上资助

2014年级新生开展“中国梦，科大梦”演讲比赛

我校研究生支教团第十六届支教队抵达服务地

友情链接

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
科大校友双创基金会
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

■ 首页 ■ 新闻博览

多胞金属率敏感性机理研究取得新进展

2014-08-31

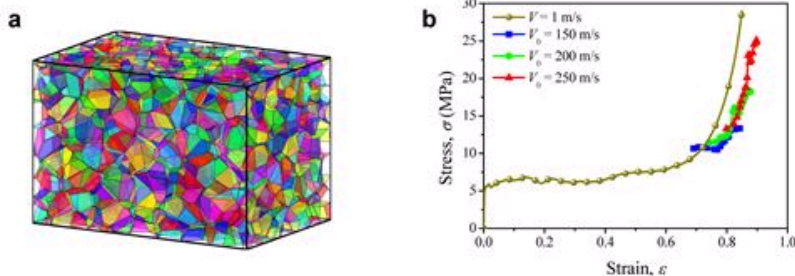
分享到: QQ空间 新浪微博 腾讯微博 人人网 微信

工程科学学院近代力学系及中科院材料力学行为和设计重点实验室郑志军博士及其合作者在多胞金属动态冲击方面取得新进展,通过数值模拟和理论分析发现了多胞金属特有的一种新的率敏感性,揭示了率敏感性机理和能量吸收机理,提出了一种测试多胞金属动态应力-应变关系的实验方法,研究结果发表在固体力学领域旗舰期刊《Journal of the Mechanics and Physics of Solids》。论文为虞吉林教授课题组与英国阿伯丁大学Stephen R. Reid教授(英国皇家工程院院士)课题组合作的成果,特任副研究员郑志军博士为文章的第一作者兼通讯作者。

多胞金属,如开孔泡沫铝和闭孔泡沫铝,其内部含有大量空穴又具有一定胞结构,可通过塑性变形大量地吸收冲击/爆炸能量,在汽车工业、轨道交通和航空航天等领域可用作能量吸收部件和结构填充材料。由于多胞金属的可压缩性和非均质性,对其力学行为的理论分析和实验研究都存在很大困难。工程应用中,多胞金属常被视作材料并采用名义应力-应变关系进行表征,传统上采用霍普金森压杆实验研究其应变率敏感性,但部分实验结论存在明显分歧。多胞金属在强动载荷作用下的动力学响应及其微观变形机理已成为迫切需要解决的关键问题。

虞吉林课题组系统研究了泡沫金属及其复合结构的动态力学行为,深入研究了多胞金属率敏感性问题,在国际冲击工程和固体力学领域的权威学术期刊

《International Journal of Impact Engineering》、《International Journal of Solids and Structures》和《Journal of the Mechanics and Physics of Solids》等上发表了以“多胞材料动态压溃”为主题的一系列论文。课题组在国际上率先开展了基于Voronoi技术的多胞材料动态力学行为的数值模拟,建立了一系列的细观有限元模型以及适合于多胞材料的局部应变场计算方法,可模拟和表征随机蜂窝、闭孔泡沫和开孔泡沫的动态压溃过程,形成了具有特色的“数值试验”方法,并发展了多胞金属冲击压缩的一维塑性冲击波模型。



闭孔泡沫金属的三维Voronoi模型 (a) 和准静态/动态应力-应变关系 (b)



闭孔泡沫金属低速压缩下的剪切压溃 (a) 和高速冲击下的逐层压溃 (b)

通过对细观有限元模型和宏观冲击波模型的多尺度分析和比较,发现多胞金属在高速冲击下的率敏感性表现为对“冲击速率”的依赖性,区别于通常密实材料所表现出的应变率敏感性。当采用一维连续介质模型描述时,均匀模式和冲击模式下的应力-应变曲线分别是两条单一曲线,压实区的动态应力-应变状态点与冲击速率一一对应。多胞金属的率敏感性机理是细观变形模式对冲击速率的依赖性。低速压缩下,形成了随机分布的剪切压溃带,处于剪切带交互作用区域的胞元变形受到了抑制,从而提高了压实应力;高速冲击下,形成了逐层压溃带,层与层之间影响较小,胞元可较为紧密地折叠堆积形成较大的压实应变。基于变形局部化假设并运用冲击波模型求解反问题,提出了一种测试多胞金属动态应力-应变关系的实验方法。采用直接冲击情形,通过测量压溃应力和冲击速率的历史曲线,即可一次性获取冲击速率在大的范围内对应的动态应力-应变状态。相关成果为指导多胞金属的工程设计提供了重要的依据,也为发展多胞材料本构模型和应力波理论奠定了坚实的基础。

审稿人指出:“The paper suggests that a unique dynamic stress-strain state exists, and the relations across the shock front associated with the dynamic stress-strain curve will automatically give the corresponding relationship between the stress-strain state and the impact velocity. In addition to the paper's significance in material modeling, it is worth-rate-sensitive behavior of real cellular materials.” (该论文提出存在唯一的动态应力-应变状态,且冲击波阵面上的守恒关系与该动态应力-应变曲线联立将自动给出应力-应变状态与冲击速率的对应关系。除了在材料模拟方面该论文所具有重要性外,值得注意的是这一研究也可能帮助改进实验技术用以表征实际多胞材料的加载率敏感行为。)

研究工作得到了国家自然科学基金委多项基金的持续支持。

(工程科学学院近代力学系、中科院材料力学行为和设计重点实验室、科研部)

附论文链接:

Zheng ZJ*, Wang CF, Yu JL, Reid SR, Harrigan JJ. Dynamic stress-strain states for metal foams using a 3D cellular model. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, *11*
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022509614001513>

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