

非晶合金塑性变形体胀特性的同步辐射 X 射线探测

孙星^{1,2}, 丁淦³, 默广⁴, 戴兰宏^{1,2}, 蒋敏强^{1,2*}

(1.中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室, 北京 100190;

2.中国科学院大学工程科学学院, 北京 100049;

3.西安交通大学金属材料强度国家重点实验室, 陕西 西安 710049;

4.中国科学院高能物理研究所同步辐射实验室, 北京 100039)

摘要: 与位错介导的晶体塑性不同, 非晶合金塑性变形的基本事件是一种能够容纳剪切变形的局部重排事件, 一般被定义为“剪切转变”。研究表明, 剪切转变总是伴随自由体积的产生, 从而导致非晶塑性具有独特的体胀特性。但是, 对于非晶塑性变形过程中这种体胀特性的精细原子图像还缺乏直接的实验证据。本文通过同步辐射 X 射线衍射 (XRD) 和小角 X 射线散射 (SAXS) 技术对非晶合金塑性变形过程的体胀行为开展研究。通过 XRD 实验结果, 发现在非晶塑性屈服和流动阶段存在显著的体胀信号, 其中屈服阶段的体胀主要由原子第二近邻的涨落引起, 而在流动阶段则由 1 纳米尺度的原子团簇运动承担。SAXS 实验进一步证实了上述塑性体胀图像。最后, 提出了一个考虑体胀效应的非晶塑性原子团簇模型。

关键词: 非晶合金; 同步辐射 X 射线技术; 塑性流动; 体胀效应

***基金项目:** 国家优秀青年科学基金(11522221), 国家自然科学基金项目(11790292), 中国科学院战略性科技先导专项 (B 类)(XDB22040303), 中国科学院前沿科学重点研究项目(QYZDJSSW-JSC011)

通讯作者: 蒋敏强, 1979.12, 研究员, 固体力学, 非晶塑性, 极端条件下新型材料的力学行为, 冲击动力学
E-mail: mqjiang@imech.ac.cn