

胶体椭球系统玻璃态转变*

郑中玉,王育人

(中国科学院力学研究所,北京 100190)

玻璃材料的结构弛豫过程与其力学和热力学性质密切相关。过冷液体的黏度急剧增大,而静态结构却无明显变化。动力学减缓与静态结构的关系是多种玻璃态转变理论的核心问题。原子体系的结构往往难于捕捉,胶体系统中粒子的运动和结构可通过显微粒子追踪方法量化统计,被认为是研究物质相变的理想模型体系。相对于广泛研究的圆球系统,大多数分子和粒子并非球形,且粒子转动关联可揭示掩盖于圆球系统的现象和本质,而人们对非球形颗粒系统却了解甚少。

我们利用显微观测和计算模拟研究二维胶体椭球系统,对过冷液体中粒子平动和转动的结构弛豫过程和动态非均匀时空尺度进行定量表征,对粒子局域结构的时空尺度演变进行定量表征。发现在系统平动和转动的玻璃态转变过程中,过冷液体慢速粒子团簇尺度、运动不均匀性的动态关联空间尺度,以及局域非晶结构和局域构型熵的静态关联空间尺度均呈现相同的幂指数发散行为。揭示了过冷液体的运动减缓起源于静态构型熵的降低和局域玻璃态结构尺度的增大。此外,我们研究了不同长径比的椭球体系,发现随着长径比增大,系统的平动和转动呈现同步和两步玻璃态转变行为,并具有截然不同的结构弛豫行为、动态不均匀性以及局域结构特性。此结果表明粒子形状的各向异性对系统玻璃态转变的结构和动力学行为具有重要影响。

关键词: 非球形;胶体;玻璃态转变;结构弛豫;微观结构

References:

- [1] ZHENG Z Y, NI R, WANG F, et al. Structural signatures of dynamic heterogeneities in monolayers of colloidal ellipsoids [J]. Nat Commun, 2014, 5: 3829.
- [2] ZHENG Z Y, WANG F, HAN Y L. Glass transitions in quasi-two-dimensional suspensions of colloidal ellipsoids [J]. Phys Rev Lett, 2011, 107: 065702.

* 通讯作者: 郑中玉(1981-),女,副研究员, E-mail: zzy@imcch.ac.cn