

文章编号:1672-3961(2009)05-0021-01

关于“远离平衡态玻璃的弛豫”的导读

胡丽娜

(山东大学材料液态结构及其遗传性教育部重点实验室, 山东 济南 250061)

弛豫现象在日常生活中处处存在,有些明显,有些不明显.所谓弛豫,简单说来就是从不稳态向亚稳态的过渡.这种过渡总是与原子结构的重排相联系,同时也伴随着体系能量的降低.在弛豫过程中,部分过剩的能量被逐渐地释放.尽管弛豫过程与晶化过程相比,结构上的改变很小,只限于原子的短程有序排列,但对性能的改变却很大.许多对局域原子结构敏感的物理性能,如原子扩散、粘度、延展性、力学强度以及磁性异向等都会受到弛豫过程的影响.简单的设想一下,如果工程材料由于弛豫过程其强度降低了,那后果将不堪设想.因此,从应用的角度讲,研究非平衡态玻璃的弛豫至关重要.

从理论角度讲,对非平衡态玻璃弛豫现象的研究也很重要.这要从玻璃转变说起.众所周知,橡胶和通常意义上的金属属于两类物质,前者属于非晶态(即玻璃体),后者属于晶体,两者性能明显不同.为什么有的物质可以形成晶体,而有的物质很容易发生玻璃转变而形成玻璃体呢?玻璃转变本质是凝聚态物理研究领域中公认的重点和难点问题之一,其主要原因在于玻璃转变是过冷液体中微观结构多级弛豫行为的宏观体现,是一个复杂的动力学不均匀过程.传统的玻璃转变理论认为玻璃转变温度附近的弛豫行为对应研究体系中中程或长程尺度范围的协同重组运动,是决定玻璃转变本质的关键,而相对运动较快(即较快弛豫时间)的次级弛豫对玻璃转变过程影响不大.基于这种认识,科学工作者在19世纪70年代就给出了描述结构弛豫动力学以及玻璃转变热力学的经典理论框架,如经典的自由体积和构型熵理论.然而,最近人们开始认识到次级弛豫对玻璃转变本质同样具有决定性影响.对次级弛豫(在有些文献中称为二级弛豫)进行研究,目前常用的手段是将液体中的结构和能量信息在瞬间凝固保存下来,即获得远离平衡态的玻璃.这种玻璃固体中的微观结构由于处于高能状态不稳定,表现出明显的弛豫现象.这样就可以通过研究远离平衡态玻璃的弛豫行为进而对玻璃转变的本质在不同的能量范

围(也可以说是不同的温度区间)进行探讨.

目前,国际上许多科学家在研究各种玻璃态的弛豫行为,岳远征教授是无机玻璃弛豫领域的带头人之一.岳远征教授是丹麦化学和材料科学领域第一位华人教授,一直致力于非晶材料的研究工作,成果卓越,已经发表高档次的学术论文一百余篇,30多次特邀国际会议报告,并曾在世界权威学术杂志《Nature》上以第一作者发表论文.我在丹麦学习期间,受岳远征教授耳提面诲甚多,其踏踏实实做事,认认真真做人的态度至今铭刻在心.

岳远征教授早在两年前就有意写一篇关于弛豫工作的综述性文章,向国内的学者介绍这方面的内容.经过反复的修改和提炼,这篇文章终于完成.为了使文章通俗易懂,岳教授首先利用热扫描试验的研究结果,介绍了远离平衡态玻璃的热力学弛豫即焓弛豫行为的特点.这包括如何计算冷却速度和虚拟温度、超快速凝固玻璃的几个焓弛豫特征峰、退火对焓弛豫行为的影响,以及如何利用退火处理对远离平衡态玻璃的焓弛豫进行量化等等.无论是冷却速度还是焓的弛豫,都体现了玻璃形成液体凝固时的内在能量状态.紧接着,由共性到特性,这篇文章又进一步探讨了强玻璃和脆玻璃在焓弛豫行为上的三点区别以及水的玻璃转变难题.玻璃液体的强脆概念是美国科学家 Angell 在 1985 年提出的,是表征玻璃形成液体结构稳定性的物理量.液体越强,其粘度在玻璃转变温度附近的变化越不明显,过冷液体中的结构越稳定.目前,关于玻璃形成液体的强脆问题以及水的玻璃转变温度的确定均是国际上研究的热点问题.这些问题与玻璃体的内在结构特点密切联系.因此,文章紧接着论述了远离平衡体玻璃的振动态密度特点,意图从微观结构角度进行探索.

考虑到国内在该领域的研究工作处于起步阶段,岳教授在文章最后提出了开展下一步工作的意见和展望.希望通过这篇文章,越来越多的研究者能够认识玻璃弛豫过程的意义和特点,投身到研究玻璃转变本质的科研队伍中来.

收稿日期:2009-09-06

作者简介:胡丽娜(1979-),女,山东临沂人,丹麦 Aalborg 大学化学系博士后,硕士研究生导师,研究方向为金属玻璃.

E-mail:hulina0850@mail.sdu.edu.cn

