中国科学家在大块非晶材料领域的新进展

块体金属玻璃是通过现代冶金的方法, 抑制合金熔体的形核和长大, 保持液态的长程无序结构, 从而获得具有与玻璃类似结构的合金材料(称之为非晶化或玻璃化). 因而, 块体金属玻璃是兼有液体和固体、金属和玻璃特征的金属合金材料. 它具有许多独特、优异的物理、化学性能. 研究发现, 几乎所有的物质都可以被玻璃化, 但使金属合金玻璃化是最困难的, 因为金属合金的形核和长大过程非常快, 很难控制[1,2]. 因此, 虽然玻璃材料的制备和发展历史已有几千年, 但金属玻璃的历史只有几十年. 而且由于金属玻璃具有非同寻常的力学、物理和化学性能, 自它诞生以来就受到人们的广泛重视. 短短的几十年间, 金属玻璃已经在很多领域得到广泛应用. 同时, 金属玻璃材料的出现拓展了凝聚态物理的研究内容和视野, 金属玻璃为研究很多凝聚态物理问题提供了模型材料, 玻璃物理或非晶态物理已成为材料和凝聚态物理领域的前沿课题之一.

近年来, 在这一生机勃勃的研究领域中, 中国科学家已成为国际该领域的一支重要力量, 中国非晶材料和物理的研究正在迅速发展. 国内很多研究组在国家自然科学基金委员会、科技部和中国科学院的支持下一直在从事金属玻璃新材料以及相关物理问题的研究, 在材料制备、结构、物性、应用研究等方面有较雄厚的基础与实力. 现在已可制备出多种大尺寸的、有自主知识产权的块体金属玻璃新体系, 并在块体金属玻璃结构、形成规律、力学和物理性能以及应用开发等方面做出很多有特色的工作, 引起国际同行的广泛关注和重视.

在大块非晶(又称块体金属玻璃)领域同行的积极协助下, 2008 年 4 月, 《中国科学 G 辑: 物理学 力学 天文学》大块非晶材料专辑中英文版即将出版[3,4]. 该专辑汇集了国内主要大块非晶研究组近年来的代表性工作, 内容涉及金属玻璃领域的各个方面和研究热点, 包括非晶结构、制备方法、新材料探索、形成规律研究、物理性能和力学性能及玻璃转变等. 我们希望这本专辑能够集中展示中国科学家在金属玻璃研究领域的最新进展并提出当前存在的问题, 促进国内外相关研究的交流合作, 并进一步推动我国非晶合金材料和物理的研究与发展.

中国科学院物理研究所研究人员根据他们提出的模量判据探索出一系列稀土基非晶合金新材料, 并在金属玻璃塑性方面取得重要进展; 中国科学院金属研究所张哲峰等人研究了不同非晶合金材料的拉伸、压缩变形与断裂特征, 并总结了不同非晶合金材料拉伸与压缩断裂的不对称性; 上海交通大学李金富等人考察了 $Cu_{60}Zr_{20}Ti_{20}$ 块体金属玻璃在低温轧制过程中的结构变化; 清华大学姚可夫等人采用玻璃包覆提纯技术和水淬或空冷方法制备了块体 Pd-Si 二元块体非晶合金球形样品; 燕山大学徐涛等人利用原位 X 射线衍射测量结构参数方法, 研究了 $Fe_{73}Cu_{1.5}Nd_3Si_{13.5}B_9$ 非晶合金的热力学结构弛豫; 马明臻等人对 Zr 基大块非晶合金熔体在铜模中的流动能力进行了理论和实验研究, 给出了影响金属熔体在型腔中流动行为的主要因素; 北京科技大学惠希东等人对 Zr 基金属玻璃的原子结构进行了研究, 重点讨论了玻璃结构中的短程序结构(SRO)与中程序结构(MRO); 哈尔滨工业大学黄永江等人研究了 $Ti_{42.5}Zr_{7.5}Cu_{40}Ni_5Sn_5$ 块体非晶合金的形成、热稳定性与力学行为; 中国科学院力学研究所李磊等人探讨了 Fe 基块体非晶合金在纳米压入过程中的特殊变形行为及其形成机制; 艾科等人利用有限元方法对金属玻璃材料进行了球型压头压痕实验的数值模拟, 提出了一种表征“隆起”效应的新模型; 北京科技大学张勇等人研究了合金化对大块非晶合金和高熵合金的组织和性能的影响; 山东大学郭晶等人采用真空回转振动式高温熔体黏度仪测量了 Gd 基大块非晶形成合金过热液体的黏度, 并计算得到过热液体脆性参数; 西安交通大学张临财等人讨论了第二相对 Zr 基非晶复合材料力学性能的影响; 大连理工大学程旭等人利用团簇线和微合金化方法研究了 Fe-B-Y-Nb 四元合金体系中块体非晶合金形成; 华中科技大学谌祺等人制备了锆基块体非晶合金并研究了块体非晶和复合材料在过冷液态区内的单向压缩变形行为. 这些具有国际影响的工作均在该专辑中有所体现.

相信该专辑的出版能够让更多的科研工作者了解大块非晶及其应用研究的最新成果, 扩大中国在大块非晶研究领域的国际影响, 促进国内非晶合金材料和物理领域研究的进一步发展.

1 Wang W H, Dong C, Shek C H. Bulk metallic glasses. Mater Sci Eng R, 2004, 44: 45－89[doi]
2 Wang W H. Roles of minor additions in formation and properties of bulk metallic glasses. Prog Mater Sci, 2007, 52: 540－596 [doi]
3 大块非晶材料专辑. 中国科学 G 辑: 物理学 力学 天文学, 2008, 38(4): 337－476
4 Special issue on Bulk Metallic Glasses. Sci China Ser G-Phys Mech Astron, 2008, 51(4): 337－450

(汪卫华 中国科学院物理研究所)