



刘峰 LIU Feng

长江学者特聘教授

Chang Jiang Scholar

国家杰出青年科学基金获得者

Winner of the National Science Fund
for Distinguished Young Scientists

西北工业大学教授,博士生导师,德国洪堡学者,中国科协全国委员。国家杰出青年科学基金获得者,教育部“长江学者”特聘教授,中组部“万人计划”科技创新领军人才;“百千万人才”工程国家级人选,入选中青年科技创新领军人才推进计划;获中国青年科技奖,享受国务院政府特殊津贴。主要研究方向为非平衡凝固理论与技术;固态相变动力学理论;相变热力学动力学相关性、先进亚稳(钢铁、铝镁合金、纳米)材料研究;先进金属功能材料等。获陕西省科学技术一等奖1项、二等奖2项。发表SCI论文280余篇,包括本领域顶级期刊 *Acta Materialia* 30余篇以及3篇 *Inter. Mater. Rev.* 综述。

科学与人文的统一

——访长江学者、西北工业大学材料学院刘峰教授

Unity of Science and Humanity

本刊记者 海山

问: 多元合金凝固应用普遍,如航空发动机关键部件高温合金单晶叶片的制造,请谈谈非平衡凝固理论如何推动航空高温合金的发展?有哪些需要突破的难点问题?


刘峰: 非平衡凝固理论研究旨在将凝固条件与微观组织联系起来,理解实际材料加工过程中的组织形

成,并对加工工艺设计提供指导。尽管前人在凝固理论方面的研究取得巨大成就,但经典理论主要针对二元稀溶液合金凝固过程,采用理想溶体模型描述热力学状态,即假定组元之间没有相互作用。而实际多数合金(例如Ni基高温合金)通常有十几种组元,且部分组元的浓度比较高。在

这种情况下,组元之间存在强烈的相互作用,因而经典理论不再适用。


为解决这一问题,松弛经典凝固理论中二元和理想溶体假设,利用最大熵产生原理将凝固理论拓展到多元浓溶液合金系中,发展了多元浓溶液合金非平衡凝固的界面动力学、形貌稳定性分析及枝晶生长模型,并以

多个三元合金(Al基、Ni基)为例,展示了组元间强烈的相互作用对凝固动力学过程的影响。当前理论可应用于单相的多元浓溶液合金系,例如Ni基高温合金和部分高熵合金均属于此类合金,因而可对这些合金凝固过程中的组织形成提供指导。当前工作缩短了凝固理论研究与现实工业生产的差距,拓宽了非平衡凝固理论的应用范围,但是仍存在一些亟待解决的问题。例如,工业生产中的实际合金不仅为多元合金而且其凝固组织往往由多相组成。因此,非平衡凝固理论不仅要发展到实际中的多元固溶体合金也要针对多元多相合金以解决相关工业生产问题。此外,合金在凝固后大都要经历固态转变,当前研究尚未体现非平衡凝固与固态转变这两个物理过程间的关联性,展示非平衡凝固组织状态对后续固态转变的影响。这些问题,我们将在未来的研究中给出答案。

: 纳米晶材料的性能优异但处于极高的热力学不稳定状态,请介绍一下您所带领的团队在纳米晶热稳定性方面开展了哪些工作?


刘峰: 纳米晶材料处于热力学非平衡态,在温度和应力的作用下极易发生失稳,发生晶粒长大甚至相变,进而可能改变依赖于纳米尺度的性能。围绕纳米晶材料的稳定性,团队开展了大量工作,取得了一些成绩:(1)基于溶质偏析降低晶界能这一热力学观点,从经典的Gibbs等温吸附方程出发得到晶界能模型,成功描述了纳米晶亚稳平衡态尺寸;(2)将晶界能模型应用于纳米晶晶粒长大动力学过程,耦合激活能效应,指出热力学效应和动力学效应分别控制着晶粒长大的不同阶段,提出热力学和动力学同时作用于纳米晶材料热稳定性的科学理念。在*International Materials Reviews*,对上述成果我们发表了一篇针对性综述。近期,本团队对纯金属、合金体系的

分子动力学模拟研究结果表明,晶粒长大过程中的热-动力学存在相关性:热力学驱动力的降低伴随着动力学能垒的提高。围绕这一基本理念,我们正在努力开展工作,希望提出一个全面考虑热力学和动力学效应的纳米晶稳定性新判据,据此设计高热稳定性纳米晶材料。此外,基于纳米晶热稳定性的研究成果,我们探究了纳米晶相变过程,进一步利用相变调控组织,得到了新的非均质纳米结构材料。初步力学测试结果表明,新的纳米结构材料具有优异的强塑性。希望下一步将热稳定性研究和力学性能研究统一,从热稳定性出发,着眼于力学性能,设计得到高稳、高强、高塑的纳米晶结构材料。

: 关于如何走好“基础研究”之路,如何将科研中的“想法”转化为高质量论文,您有哪些经验与我们分享?

刘峰: 科技是第一生产力,而基础研究是科技发展的重要基石,是跻身科技强国的必要条件,是建设创新型国家的根本动力。在材料加工领域,如果没有相变理论作指导,材料的组织调控就只能是摸着石头过河。基础研究既不像应用研究那样有明确的目的性,其产出的新概念、新理论又不像技术开发新材料那样具有实用性。因而,基础研究之路很少有繁花相伴,考验的则是人的耐性和执着。要走好此路,应避免急功近利,要有坚定的科学信念,心无旁骛才能矢志不移,坚持创新才能继往开来。基础研究需要突出的创新能力,以及在前人工作基础之上勇于和善于提出问题及想法的能力。有关基础研究的高水平论文,要么是理论想法极具新颖性,要么是问题的解决非常系统。以想法或问题为驱动,展开文献调研,系统总结前人工作,松弛传统理论假设,结合实际过程进行深入的理论模型扩展或者重建,并借助试验进行理论模型的验证,最终对比、分

析和讨论新理论、新想法中所蕴含的特征以及所存在的规律。在基础研究行为中,深深地体会“经典与现实的差距”,并切实地感受“科学与人文的统一”。

: 非平衡凝固与亚稳材料研究团队是西北工业大学的骨干团队,请谈谈作为团队带头人在团队建设方面的经验以及团队未来的发展方向?

刘峰: 作为团队负责人,需以身作则,不断提高自己的学术水平,在业务上不断进取。作为一个团队的舵手,需密切掌握团队的发展动向。作为团队教师的领头人和总协调人,需协调团队各成员之间的合作和发展;切实加强团队核心中青年成员的培养工作;加大投入,优先安排青年教师进修学习、考察交流及参加重大教研活动,促使其快速成才。作为博士生导师,在学术上严格要求学生,不定时找学生讨论,坚持给学生修改每一篇论文,本着知人善任、因材施教的理念,从学生入学开始,便引导学生尽快找到自己的研究方向和发展潜能。为了促进学生的迅速成长,鼓励学生参加学术会议,从各方面给予最大的支持。让每个学生按照一个正确的逻辑做事情,成为优秀的学生。此外,密切加强国际国内合作,为青年教师与国内外同行的合作牵线搭桥,积极选派学生去国内外最优秀的课题组交流学习,积极开展与兄弟课题组的学术交流互动,取长补短。事实证明,在上述举措下,本课题组愈发蓬勃发展,并不断发展壮大。团队未来围绕“非平衡相变过程控制与组织形成理论”这一领域,将着眼于非平衡相变热力学驱动力和动力学能垒关系,重点主攻3个方向:铸造铝合金加工、低合金钢组织调控和纳米结构材料设计。我们相信,通过上述3个方向的探索,将为本学科的发展书写灿烂的一章。

(责编 大漠)