

■ 目 录 ■

会议须知	2
论坛日程	3
代表名单	4
摘要文集	6

会议须知

热烈欢迎各位代表来京参加中科院学部“科学与技术前沿论坛”暨中国科学院70周年学术论坛——“非晶合金材料科学”，为保证您在会议期间的工作、生活顺利，请您注意以下事项：

一、参会代表报到及用餐

(一) 外地代表：外地来京的参会代表入住物科宾馆。

注册时间：5月5日下午

退房时间：5月7日14:00前

办理地点：物科宾馆前台

(北京市海淀区中关村南三街8号，电话：010-82649140)

(二) 京区专家：请直接到会议地点报到。

报到时间：5月6日上午9:00前

会议地点：中国科学院学术会堂

(北京市海淀区中关村北一条15号)

(三) 用餐安排：

5月5日晚餐18:30 物理所A楼四层咖啡厅

5月6-7日早餐7:00 物科宾馆 凭房卡前台领取会议期间用餐，集体安排。

二、会议地点与接送

会议将提供专车接送外地参会专家往返于住地与会场之间。对京区专家不提供接送。

发车时间：5月6日早上8:20 物科宾馆门外停车场

晚上19:30 学术会堂前

5月7日早上8:50 物科宾馆门外停车场

中午13:20 学术会堂前

三、会议注意事项

会议期间，参会代表凭会务组制发的证件参加会议活动及用餐，请妥善保管有关证件。参会代表请在“预留区”就座，遵守会议时间。会堂内禁止吸烟。

四、会务组人员及联系方式

中国科学院物理研究所：丁大伟 13811504468

王 灿 18513127768

中国科学院学部工作局：魏 秀 15010550928

五、特别说明

“科学与技术前沿论坛”是中国科学院学部开展的高层次学术活动，着眼于科学技术前沿探索、系统评述和前瞻预测。为共同推进我国科技事业的发展，让学术思想广泛传播，中科院学部将对论坛的报告进行录制并在剪辑加工之后发布到互联网进行传播。现特此声明，如您对此有异议，可与会务组工作人员联系，协商解决。

论坛日程

5月6日上午			
9:00 汪卫华院士致欢迎辞			
9:10 沈保根院士致开幕辞			
学术报告 主持人：谢建新院士			
报告人	工作单位	报告主题	时间
汪卫华	中科院物理所	低维非晶材料研究进展	9:20-10:00
戴兰宏	中科院力学所	非晶合金剪切带研究进展	10:00-10:30
茶歇 合影（学术会堂前）			10:30-10:50
吕昭平	北京科技大学	高熵非晶合金研究现状与展望	10:50-11:20
李茂枝	中国人民大学	利用机器学习方法探索非晶合金材料中的关键科学问题	11:20-11:50
柳延辉	中科院物理所	非晶合金的高通量制备与表征	11:50-12:20
中餐（学术会堂 B1 餐厅）			12:30
5月6日下午			
学术报告 主持人：汪卫华院士			
周少雄	中国钢研科技集团 / 安泰科技	铁基非晶合金成份与原子团簇丰度和热稳定性的关联性	13:30-14:00
张 涛	北京航空航天大学	Fe-P-C-B 基非晶合金及其磁阻电机铁芯应用	14:00-14:30
王 刚	上海大学	非晶合金的断裂：从基础研究到应用	14:30-15:00
茶歇			15:00-15:20
张 博	合肥工业大学	非晶合金在空间环境下的研究与应用	15:20-15:50
讨论			15:50-17:00
晚餐（学术会堂 B1 餐厅）			17:30
5月7日上午			
全体与会人员学术讨论 主持人：汪卫华院士、王崇愚院士			
全体与会人员参与讨论			9:30
会议总结：执行主席汪卫华院士			12:00
午餐（学术会堂 B1 餐厅）			12:30

会议代表名单

序号	姓名	职称	单位
1	王崇愚	院士	清华大学
2	沈保根	院士	中科院物理研究所
3	谢建新	院士	北京科技大学
4	汪卫华	院士	中科院物理研究所
5	陈 科	研究员	中科院物理所
6	戴兰宏	研究员	中科院力学所
7	冯 涛	教授	南京理工大学
8	胡丽娜	教授	山东大学
9	霍军涛	副研究员	中科院宁波材料所
10	蒋建中	教授	浙江大学
11	蒋敏强	研究员	中科院力学所
12	金瑜亮	副研究员	中科院理论物理研究所
13	柯海波	副研究员	九院
14	李 毅	研究员	中科院金属所
15	李金富	教授	上海交通大学
16	李茂枝	教授	中国人民大学
17	李 然	副教授	北京航空航天大学
18	柳 林	教授	华中科技大学
19	柳延辉	研究员	中科院物理所
20	吕勇军	教授	北京理工大学
21	吕昭平	教授	北京科技大学
22	马 将	副教授	深圳大学
23	逢淑杰	教授	北京航空航天大学
24	秦敬玉	教授	山东大学
25	沈宝龙	教授	东南大学
26	沈 军	教授	深圳大学
27	孙保安	副研究员	中科院物理所

序号	姓名	职称	单位
28	孙永昊	研究员	中科院物理所
29	王刚	教授	上海大学
30	王军强	研究员	中科院宁波材料所
31	王艳	教授	济南大学
32	王云江	研究员	中科院力学所
33	魏宇杰	研究员	中科院力学所
34	武振伟	副教授	北京师范大学
35	徐坚	研究员	中科院金属所
36	徐莉梅	教授	北京大学
37	薛志勇	副教授	华北电力大学
38	姚可夫	教授	清华大学
39	于海滨	教授	华中科技大学
40	张琪	研究员	钱学森实验室
41	张博	教授	合肥工业大学
42	张海峰	研究员	中科院金属所
43	张涛	教授	北京航空航天大学
44	张勇	教授	北京科技大学
45	张哲峰	研究员	中科院金属所
46	赵少凡	研究员	钱学森实验室
47	曾桥石	研究员	北京高压科学研究中心
48	郑雁军	处长	国家自然科学基金委员会
49	周少雄	教授	中国钢研科技集团 / 安泰科技
50	丁大伟	副主任工程师	中科院物理所

中国科学院学部“科学与技术前沿论坛”
暨中国科学院 70 周年学术论坛
——非晶合金材料科学

摘要文集

2019 年 5 月
中国科学院学术会堂

目 录

低维非晶材料研究进展 汪卫华	8
非晶合金剪切带研究进展 戴兰宏	9
高熵非晶合金研究现状与展望 吕昭平	10
利用机器学习方法探索非晶合金材料中的关键科学问题 李茂枝	11
非晶合金的高通量制备与表征 柳延辉	12
铁基非晶合金成份与原子团簇丰度和热稳定性的关联性 周少雄	13
Fe-P-C-B 基非晶合金及其磁阻电机铁芯应用 张涛	14
非晶合金的断裂：从基础研究到应用 王刚	15
非晶合金在空间环境下的研究与应用 张博	16

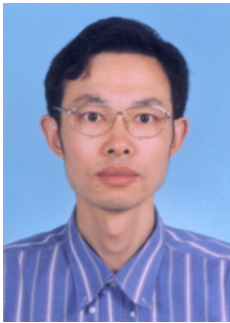
低维非晶材料研究进展

汪卫华

中国科学院物理研究所

非晶态固体兼有固体和液体的特性，具有非同寻常的优异的力学、物理和化学性能，被认为是常规物质的第四态。非晶态由于结构无序，传统的固体物理理论框架无法应用到非晶态物质，与晶态相比，非晶的本质、形成的机理、物性、形变及结构稳定性的研究是相当困难的科学问题。因此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。低维非晶材料可能表现出独特的物理、力学和化学性能，以及超高稳定性。同时低维材料也是研究非晶材料结构特征、形成原理、能量耗散机制、物理和力学特性的模型体系。本报告对低维非晶材料的最新进展与其它学科的联系和交叉，独特优异的物理、力学性能作较详细的介绍，对低维非晶合金材料在诸多领域的应用作介绍和探讨。

个人简介



汪卫华，1993年在中科院物理所获博士学位，1994年至1997年先后在德国 Gottingen 大学、柏林 Hahn-Mitner 所作博士后和洪堡学者。现任中国科学院物理研究所研究员、博士生导师、课题组长，中国科学院极端条件物理重点实验室主任。99年国家杰出青年基金获得者。2003-2012年国家基金委非晶材料和物理研究创新群体学术带头人。中国科学院院士，美国物理学会会士，发展中国家科学院（TWAS）院士。

主要从事非晶态物理，新型非晶、纳米材料及其它亚稳材料在高压、低温、微重力等极端条件下的制备、结构、物性研究。在块体非晶合金形成机制、新材料开发和形变机制等方面做出了系统性和创新性成果。

非晶合金剪切带研究进展

戴兰宏

中国科学院力学研究所

剪切带现象广泛存在于自然界及工业过程中。本质上，具有特征厚度的变形局部化剪切带是一种远离平衡态的动态耗散结构，其涌现与演化是一类典型的由材料内部多种速率依赖耗散过程高度非线性耦合控制的时空多尺度问题。传统晶态金属材料剪切带历经百余年研究，逐渐形成了以软化为主控机制的热塑剪切带理论，并获得了广泛的应用。非晶合金（也称金属玻璃）由于其独特的短程有序、长程无序原子堆积结构，具有一系列优异的力学、物理、化学性能，成为当前最具发展潜力的新型结构材料之一，在国防、空天、能源等战略领域显示出了广阔的应用前景。然而，该材料在外载激励下极易形成厚度为几十纳米尺度的剪切带，而剪切带的形成及其快速扩展往往导致材料发生宏观脆性灾变破坏，从而严重地限制此类材料走向工程应用。另一方面，虽然有关非晶剪切带的已有大量研究，然而这种纳米尺度剪切带到底如何从材料底层涌现以及如何演化诱致断裂的仍然是该领域尚未完全破解的重大难题之一。本报告介绍过去几十年在非晶合金剪切带方面的主要研究进展，主要包括：非晶合金剪切带涌现的物理起源、剪切带演化动力学、非晶复合材料剪切带行为、结构非均匀与剪切带行为的关联等。报告最后对非晶合金剪切带进一步研究给出建议。

个人简介



戴兰宏，中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室研究员，博士生导师。1996年中国科学院力学所获固体力学博士学位；1996-1998 北京大学力学系博士后；1998.9-至今中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室，期间2005-2006在哈佛大学访问工作。现任中国科学院力学研究所学位委员会主任，中国力学学会副理事长、爆炸力学专业委员会主任委员；《力学学报》、《力学进展》等期刊编委。

主要研究领域为冲击动力学与新型材料力学行为。在非晶合金剪切带与断裂、金属基复合材料剪切带、金属高速切削力学、细观复合材料力学等方面有系统工作。近期重点关注无序合金（非晶合金、高熵合金）塑性流动与强韧化。获2007年度国家杰出青年基金，2008年入选中科院“百人计划”、2009年入选新世纪百千万人才国家级人选，享受国务院政府特殊津贴。现主持国家基金委重大项目、科技部国家重点研发计划项目、中科院战略性先导B项目等科技任务。

高熵非晶合金研究现状与展望

吕昭平

北京科技大学

高熵非晶合金是兼具高熵合金多主元的成分特征和非晶合金长程无序的原子结构堆垛特性的一种新型无序合金。由于其独特的成分和结构特征，高熵合金显示出一系列独特的物理、化学和力学性能。因此，自从高熵非晶合金被发现以来就引起了广泛的关注。本报告第一部分将对高熵非晶合金当前的研究进展进行简要回顾，主要介绍高熵非晶合金在成分、结构和性能方面的特性及相关研究进展。报告第二部分将结合我们课题组近年来在高熵非晶方面开展的系列工作，提出高熵非晶合金领域亟待解决的几个科学问题：

(1) 如何理解高熵效应对高熵非晶形成的影响？传统非晶合金的设计中，合金化是提高非晶形成能力(GFA)的有效方法，其实质是利用合金化多组元提高合金的复杂性(即：“混乱法则”)。高熵非晶由于其多主元(至少5元)、等原子比(或近原子等比)的成分特征，具有高混合熵的特点。依据“混乱法则”，高熵效应有利于非晶结构的形成。然而，研究发现高熵非晶相对于传统非晶具有较差的GFA。同时，研究还发现高熵非晶的GFA与其热稳定性之间存在异常关系。

(2) 高熵非晶合金的结构与热力学特性：高熵合金中的高熵效应和缓慢扩散效应对其组织结构和性能产生重要的影响。这些效应对高熵非晶合金的结构与热力学性质的影响如何？我们初步研究表明，相对于传统非晶，高熵非晶具有更加均匀的原子堆垛结构。同时还发现，高熵非晶的过冷液体具有异常小的过剩比热容。这些现象的物理本质值得进一步深入研究。

(3) 高熵非晶的异常热稳定性：非晶合金中诸多物理现象相关(如：玻璃转变弛豫、晶化等)与其热稳定性密切相关。由于高熵效应和缓慢扩散效应，高熵非晶在加热过程中显示出独特的晶化行为。研究发现，与常规非晶合金不同，高熵非晶差热分析(DSC)曲线上的第一个放热峰不是晶化导致的，而是过冷液相区发生了原子结构的有序化。而且，高熵非晶具有异常缓慢的纳米晶化动力学。因此，有望通过高熵非晶的晶化制备均匀分布的新型高熵块体纳米结构材料。

个人简介



吕昭平，北京科技大学教授，博士生导师，教育部长江学者特聘教授，国家杰出青年科学基金获得者，享受国务院特殊津贴，国际学术期刊《Intermetallics》主编。先后入选国家百千万人才工程“有突出贡献中青年专家”及国家“万人计划”领军人才。

吕昭平长期从事先进高性能钢铁材料、块体非晶合金及高熵合金方面的研究工作，获国家自然科学基金二等奖1项(非晶合金领域)，教育部自然科学一等奖1项(高熵合金领域)。发表SCI论文210余篇，被引12000余次，3篇论文入选年度“中国百篇最具影响国际学术论文”，授权发明专利39件。1项成果遴选为“中国科学十大进展”，1项成果遴选为美国物理学会“国际物理十大进展”，1项成果获美国“R&D 100 Award”。

利用机器学习方法探索非晶合金材料中的关键科学问题

李茂枝

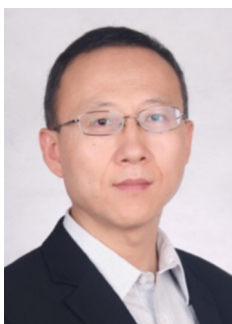
中国人民大学物理系

非晶合金材料具有优异的物理、化学和力学性能。过去几十年，非晶合金材料前沿领域不断有新的重要进展和突破，包括新材料和新应用，在能源、信息、国防、航空航天等高新技术领域发挥着越来越重要的作用。同时，非晶合金材料的发展也面临着如何提高合金玻璃形成能力等关键瓶颈问题。提高合金的玻璃形成能力是非晶合金材料制备中需要解决的首要问题，不仅涉及制备工艺，更与合金液体的基本物理问题密切相关，直接决定着非晶合金材料的力学性能和稳定性等。该瓶颈问题的突破将极大推动非晶合金材料的基础研究和应用开发，产生巨大的经济和社会效益。

对非晶合金材料来说，理论模型和计算机模拟对推动关键科学问题的研究一直发挥着举足轻重的作用。近两年来，机器学习方法正在多个研究领域掀起一场革命，也为新材料的研发和创新提出了全新的思路和研究范式。2016年5月Nature刊文指出，那些曾经被废弃的“失败”实验数据中隐藏着重要的信息，而机器学习能够充分挖掘隐藏在大量成功和“失败”的数据背后有价值的信息，并建立数据之间的关联性，从而帮助研究人员更加高效地预测新材料的构成。非晶合金材料的研究已经经历了半个多世纪，积累了大量成功和“失败”的实验数据。因此，机器学习这一新的研究范式为解决非晶合金材料领域的关键瓶颈问题提供了新的途径和契机，从而摆脱传统的试错模式，这将有力推动非晶合金材料的基础研究和应用开发。

本报告将简要介绍机器学习方法及其在非晶合金材料科学领域的研究进展。我们利用机器学习方法，对影响二元合金非晶形成能力的诸多因素进行了系统的研究，建立了合金成分与性能之间的关联，并对可能的新材料进行了预测。相关结果表明，机器学习方法在非晶合金材料等领域具有重要的应用前景。

个人简介



李茂枝，中国人民大学物理系教授。1995年毕业于山西大学物理系，1998年于中科院固体物理研究所获得硕士学位，2001年于中科院物理研究所获得理学博士学位。之后在美国Ames国家实验室从事博士后和助理研究员工作。2007年10月回国加入中国人民大学物理系。在博士和博士后研究期间，主要从事表面生长动力学中表面纳米结构的形成和稳定性、微观原子扩散对表面形貌的形成机理等方面的理论和模拟研究。近年来的研究工作主要集中在合金液体和非晶合金的微观结构表征、动力学、力学性质以及玻璃转变机制等的理论分析和计算模拟等。

非晶合金的高通量制备与表征

柳延辉

中国科学院物理研究所

非晶合金往往由多个组元构成，这给成分和性能优化带来巨大的挑战。材料基因工程是最近发展起来的新方法，高通量实验是材料基因工程的主要组成部分之一。通过高通量制备和表征，不仅可以加快非晶合金新材料探索效率，而且在高通量表征中所获得大量实验数据还可以帮助理解非晶合金中的科学问题。本报告将介绍高通量制备和表征在非晶合金中的应用，通过列举典型的案例，展示高通量方法在探索非晶合金新材料中的重要作用。

个人简介



柳延辉，中科院物理所研究员，国家杰出青年科学基金、中组部“青年千人”、中科院“百人计划”获得者。2008年于中科院物理所取得博士学位。2007-2016年先后在日本东北大学和耶鲁大学工作，2016年回国。研究方向主要集中在材料的高通量制备与表征、非晶态金属材料的探索及形成机理等方面，研究结果发表在 Science、Nature Mater.、Nature Commun.、PRL、Nano Lett.、Adv. Mater. 等学术期刊上，引用超过 3200 次，并多次被 Nat. Mater.、SciTechDaily、R&D Magazine、Phys.org 等门户网站作为亮点报道，研究结果曾入选 ISI Web of Science 高引论文、“Discovery”杂志的“百个科学故事”、中国基础研究十大新闻。曾获全国“百篇优秀博士学位论文奖”、中国科学院长奖学金特别奖、中国科学院“优秀博士学位论文奖”等。

铁基非晶合金成份与原子团簇丰度和热稳定性的关联性

周少雄

中国钢研科技集团 / 安泰科技

铁基非晶软磁合金作为等战略新兴产业的基础材料之一，广泛应用于智能制造、智能电网、新能源汽车、信息技术和航空航天等领域。目前铁基非晶合金元器件向着更小、更轻、更高效的方向发展，要满足新型元器件的要求，必须开发更高饱和磁感应强度的铁基非晶合金。由于要提高饱和磁感强度必须增加铁基非晶合金的铁含量，导致了铁基合金的非晶形成能力和非晶合金结构热稳定性的明显下降。因此，开发兼备更强非晶形成能力和更高饱和磁感强度的新型铁基非晶合金既是铁基非晶合金发展的新机遇，同时也带来了新的挑战。

材料的结构是体现出材料宏观性能的基础，合金熔体由一些尺寸非常小的原子团簇构成，从合金熔体到非晶合金的转变将原子团簇结构特征保留在了固体合金中，这些原子团簇结构的热稳定性决定了熔体的非晶形成能力和非晶合金结构热稳定性，通常，原子团簇的自由能越低，热稳定性越好。因此，要解决铁含量提升造成的非晶形成能力和非晶合金结构热稳定性下降问题的关键是对合金熔体的原子团簇结构进行调控。计算表明，铁基合金熔体中存在多种不同<N3 N4 N5 N6>构型的原子团簇结构，它们的自由能与团簇构型和原子堆垛密度有关，原子堆垛密度越大，原子团簇的自由能越低。原子堆垛密度与原子团簇具有的旋转对称性成正比，因为旋转对称性越高，围绕中心原子的配位原子数就越多，原子团簇的堆积密度也越高。因此，增加高原子堆垛密度原子团簇的丰度，是提高熔体非晶形成能力和非晶合金热稳定性的有效方法。研究工作表明，熔体中不同构型原子团簇的丰度与合金成份有关，合金成份越接近某种高旋转对称构型原子团簇对应的不同种类原子之间的数量比例，该构型原子团簇的丰度越大。

个人简介



周少雄，男，博士，教授级高工，安泰科技股份有限公司首席科学家，江苏集萃安泰创明先进能源材料研究院有限公司董事长。现兼任国家新材料产业发展专家咨询委员会委员、国家非晶微晶合金工程技术研究中心主任，国家非晶节能材料产业技术创新战略联盟常务副理事长、亚洲磁学联盟副主席、中国材料研究学会副理事长、全国磁性元件与铁氧体材料标准化技术委员会副主任委员等。

周少雄先生长期从事功能材料的研发/应用与工程化，特别是铁基非晶/纳米晶带材的工程化研发和产业化攻关，获国家科技进步一等奖1项，二等奖3项，中国发明专利金奖等多项省部级奖励；获授权专利129项，发表论文150篇。先后获“国家有突出贡献中青年专家”、“中央企业优秀归国留学人员”、“全国优秀科技工作者”称号和中国首届“杰出工程师”奖。

Fe-P-C-B 系非晶合金及其磁阻电机铁芯应用

张涛

北京航空航天大学材料学院

Fe 基软磁非晶合金具有高磁导率、低矫顽力、相对高的饱和磁化强度和低的磁芯损耗等优异软磁性能，实现了在配电变压器中的应用，有效地提高了电网效率降低了能耗。但由于其热处理引起的弛豫脆性也很大程度上限制了应用范围。开发出饱和磁化强度更高且没有热处理弛豫脆性的 Fe 基非晶合金，不仅能够进一步扩大其配电变压器中应用范围，而且能够用于电机铁芯有效的提高其效率降低能耗。由于磁阻电机不同于依靠定、转子绕组电流所产生磁场的相互作用而产生转矩的传统电机，而是利用转子磁阻不均匀而产生转矩的电机。定转子都是软磁材料的磁阻电机能更好的发挥非晶合金的高磁导率性能。

报告介绍 Fe-P-C-B 系非晶合金形成、性能及其在磁阻电机铁芯应用研究结果。发现提高 Fe 含量不仅能够提高饱和磁化强度，而且与非晶合金条带的淬态及热处理状态的韧性密切相关。Fe 含量达到一定浓度时淬态非晶合金薄带发生由脆性变为韧性，Fe 含量更高时热处理弛豫后的非晶合金薄带也不发生脆性转变。我们发现在 Fe-P-C-B 系非晶合金中，当 Fe 含量大于 80 at.% 时，热处理弛豫后薄带不发生脆性转变仍保持高的韧性。这种高 Fe 含量的非晶合金饱和磁化强度约为 1.7 T，超过了 Fe-Si-B 非晶合金的软磁综合性能。不发生热处理脆性转变的 Fe-P-C-B 系非晶合金而具有较高的非晶形成能力、良好条带成型性和加工性，利用该合金体系设计制作了磁阻电机用非晶合金铁芯，使磁阻电机的铁芯尺寸显著减小。在油田抽油机等非匀速动力输出条件下与永磁电机相比能耗降低 20%，显示出很好的节能效果，并解决了硅钢磁阻电机存在的其他问题。

个人简介



张涛，长期从事非晶合金研究，开发了多种高非晶形成能力合金体系，开展了相关基础及应用研究。发表 SCI 论文 200 余篇，被引用 10000 多次，作为专利发明人的国内外专利 70 余项。教育部长江学者特聘教授、国家杰出青年科学基金获得者、教育部创新团队学术带头人，国家“973 计划”项目首席科学家。

非晶合金的断裂：从基础研究到应用

王刚

上海大学

非晶合金是一种新兴的金属材料，展现出优异的性能，是近几十年来金属材料领域的研究重点和热点。然而，多数非晶合金表现为脆性断裂，这是限制非晶合金大规模工程应用的主要瓶颈。提高非晶合金的塑性变形能力是突破这一瓶颈的关键。因此，聚焦非晶合金的变形和断裂问题，当前存在以下三个亟需解决的问题。(1) 非晶合金变形的结构起源尚缺乏清晰而全面的认识，特别是非晶合金受到外界力和热影响下的原子层开动机制不明晰。(2) 无序结构导致非晶合金以局部剪切方式发生形变，使得非晶合金变形过程中呈现出无规律性的间歇性锯齿流变行为，依赖于长程序的传统晶体物理理论和模型不再适用于非晶固体的塑变机理，阻碍了对变形机制和局部损伤的全面认识。(3) 由于非晶合金的玻璃本质，非晶合金往往呈现脆性断裂。对非晶固体断裂机理认识的缺失，阻碍了非晶合金强韧化方法的发展。这些问题极大的阻碍了非晶合金的工程应用。

针对上述关键科学问题，本次报告将介绍非晶合金在原子尺度上的非均匀变形现象，阐明非晶合金变形时近程序对中程序的影响机制以及中程序对宏观变形和强度的控制规律；针对非晶合金塑性变形过程复杂、缺乏本征模型的难题，以非晶合金锯齿形塑性变形特征为突破口，将统计和动力学分析的数学方法引入非晶合金变形研究，揭示了非晶合金变形动力学行为与塑性变形能力的关系，发展了调控塑性变形过程的方法；通过对断面形貌的细致三维分析，揭示了非晶合金从变形过程中产生的剪切带到裂纹尖端萌生的演变规律，建立了断面形貌和韧性的关联关系；开展了非晶合金在辐照和高速撞击等极端条件下的构件服役行为表征，揭示了重离子辐照对非晶合金结构的调控作用和高速撞击下的构件响应行为。基于上述的研究结果，将介绍非晶合金在空间环境等极端环境条件下的构件应用前景。展望非晶合金自身特性在不同领域的应用潜力。

个人简介



王刚，上海大学教授 / 博导。2013 年获得国家自然科学基金委“优秀青年科学基金”资助。2011 年获得上海市“东方学者”特聘教授称号。德国洪堡学者。发表 SCI 论文 150 余篇，近 5 年他引总数约 1300 余次。H 指数 30。1995 - 2005 年在哈尔滨工业大学完成了本、硕、博的学习。先后在澳大利亚国立大学、中科院物理研究所、香港理工大学和德国德累斯顿莱布尼茨固体材料所工作和学习。2010 年回国至上海大学任教至今。目前主要研究方向为：高能同步辐射研究非晶合金的原位变形行为和结构转变；非晶合金弹-塑性变形行为，特别是宽温度范围内的弹-塑性变形服役行为；玻璃材料断裂损伤行为。目前担任中国物理学会第 5 届非晶态物理专业委员会委员、中国材料研究学会金属间化合物和非晶合金分会第 2 届非晶合金学术委员会委员、中国材料研究学会凝固科学与技术分会第 1 届常务理事。《Journal of Materials Science and Technology》和《中国科学技术科学》杂志编委会委员。

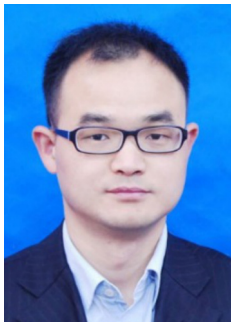
非晶合金在空间环境下的研究与应用

张博

合肥工业大学

非晶合金材料从问世以来已经走过近六十年的历程，特别是近二十年来，获得了蓬勃发展，在基础研究和应用领域均取得了突破性进展。作为一种和传统晶体材料结构完全不同的新型材料，其在空间环境下的研究和应用才刚刚起步。本报告正是在这样的基础上，通过对国际国内最新和最前沿的非晶合金材料空间环境下的相关研究进行分析，为未来非晶合金材料空间研究和空间材料应用提供新的思路。基于非晶合金材料独特的结构、性能和制备特点以及太空环境的特殊性（包括宇宙射线和高能辐射离子，低温，微重力，高真空等环境），分析非晶合金材料在空间环境下应用的具体优势。比如，已有实验研究发现 Zr 基非晶合金在 -200°C 时仍然具有优异的塑性和断裂强度，且非晶合金均匀的微观结构和光滑的表面使其具有超强的抗辐照能力，能够大幅度的延长太空探测器的可靠性和使用寿命。另外，非晶合金材料基本科学问题研究需要空间环境，比如在微重力环境下非晶合金材料的制备和玻璃化转变等关键问题。通过空间微重力环境可以获得地面上无法获得的极端研究条件，从而拓展和突破人们对非晶关键科学问题的认识。结合美国，日本，德国以及中国等国家在非晶合金材料空间物理研究和应用领域的最新成果以及已经提出的空间研究计划等内容，本报告为未来非晶合金的空间研究和应用提供借鉴和建议，为未来人类在太空环境下的可能的活动和需求提供潜在的太空材料。

个人简介



张博，合肥工业大学材料科学与工程学院教授、副院长、学术委员会主任，教育部高性能铜合金材料及成形加工工程研究中心主任。主要从事非晶合金材料与液态金属扩散行为研究。发表论文 80 余篇，包括 Nature Materials, PRL, PRB, ACTA 等期刊，论文他引 1100 余次。授权美国发明专利 1 项、授权中国发明专利 20 项。获德国洪堡博士后基金资助，获教育部全国百篇优秀博士学位论文奖，获基金委优秀青年基金项目资助。现为中国空间科学微重力学会委员，中国金属学会非晶合金分会会员，中国料学会青年委员会委员，中国材料学会非晶合金材料分会委员，中国材料学会凝固科学与技术分会委员，中国物理学会非晶态物理分会会员，中国非晶产业联盟常务理事。国际会议邀请报告 10 余次。承办第四届全国金属材料优秀青年学者论坛以及第三届中德非晶研讨会。