

先进铝合金结构材料：国家重大工程和国民经济发展的基石——先进铝合金结构材料分论坛侧记

文 / 北京航空材料研究院铝合金研究所 何维维 邢清源

铝合金是国民经济的基础材料，也是占比最大的轻质结构材料。近年来，面向国家重大需求和国际科学前沿，材料科学家和工程技术专家在高性能铝合金材料设计、材料制备、材料表征、材料应用等方面取得了重大成果。2021年10月18日，“2021新材料国际发展趋势高层论坛——先进铝合金结构材料分论坛”在宁波成功召开。本次分论坛由北京航空材料研究院、北京工业大学、哈尔滨工业大学、上海交通大学、中南大学、

《中国材料进展》杂志社承办，戴圣龙研究员、甄良教授、吴国华教授、黄晖教授、李劲风教授担任分论坛秘书长。分论坛邀请了16位国内及国际铝合金领域著名专家，围绕着铝合金材料研发、先进制造工艺、应用现状及未来需求等方面做了精彩报告，其中3位外国专家以视频连接的方式进行交流。会场座无虚席，与会专家与代表进行了热烈的交流和讨论。



新型高性能铝合金材料研发



戴圣龙 研究员



刘刚 教授



黄晖 教授



吴国华 教授



李劲风 教授

北京航空材料研究院戴圣龙研究员 指出，针对武器装备强烈的减重需求，超高强铝合金是一个重要的发展方向，详细介绍了第五代超高强铝合金成分优化设计、多尺度微观组织调控方法及典型使用、工艺性能，其团队研制出的7A34、7A96铝合金综合性能优良，可用于飞机主承力结构，减重效果显著。

西安交通大学刘刚教授 针对铝合金使用温度长期受限于200 °C以下的瓶颈问题，提出了蠕变机理、组织设计以及工艺控制的集成解决途径，基于对轻质合金中微观组织尤其是纳米沉淀相颗粒粗化行为的认识，提出了抗高温蠕变轻质合金的微观组织设计策略，并开发了多个耐高温的新型铝合金材料。

北京工业大学黄晖教授 介绍了钕微合金化的强韧化及耐腐蚀机理研究进展，研发出钕微合金化的5xxx和7xxx系等高强耐蚀钕铝合金，并完成了宽板、挤压壁板、线材的工业化制备，为新型铝合金的微合金化研究提供了思路。

上海交通大学吴国华教授 介绍了国内外铸造铝锂合金的研究进展及现状，指出现有技术缺乏有效提高铸造铝锂合金的强韧性和组织稳定性的实施方法，亟需开发出高性能铸造铝锂合金材料及成型工艺与装备，以拓展其在大型复杂结构件上的应用，并提出未来铸造铝锂合金的发展方向。

中南大学李劲风教授 介绍了国内外铝锂合金研发历程及成分设计的发展阶段，重点总结了主/微合金化元素对铝锂合金显微组织、力学性能、腐蚀性能的影响规律及机理，提出了高强及超高强铝锂合金、耐腐蚀铝锂合金、高淬透性铝锂合金等几种类型铝锂合金的成分设计思路。

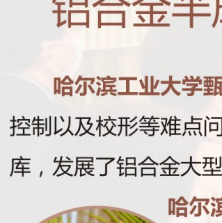
先进表征技术用于铝合金研究



沙刚 教授

南京理工大学沙刚教授 介绍了三维原子探针表征技术在揭示微合金化对7xxx系铝合金异相形核析出控制的重要作用，详细介绍了在团簇的形成演变规律及合并长大行为、7xxx系铝合金在不同温度下析出热力学差异性方面的研究进展，极大丰富了对铝合金材料组织特征及演变规律的科学认识。

铝合金半成品的先进制备技术



单德彰 教授

哈尔滨工业大学甄良教授团队姜建堂教授 针对制造过程仿真、残余应力/变形仿真预测、残余应力/形性协同控制以及校形等难点问题，介绍了铝合金构件“淬火-时效-机加工”制造全过程的工艺仿真平台及合金/工艺数据库，发展了铝合金大型构件形性/残余应力协同控制技术体系。



姜建堂 教授（左）



张兴国 教授

哈尔滨工业大学单德彰教授 介绍了航天航空领域复杂形状铝合金锻件近净成形及组织性能控制技术和装备，探讨如何通过等温成形、局部加载、闭塞式锻造、分流成形、背压成形等关键技术控制金属变形流动，突破了制约铝合金近净成形技术发展的瓶颈问题，为复杂形状铝合金锻件控形控性技术的应用提供理论指导。

大连理工大学张兴国教授 介绍了铝合金复合场制备与构筑成型技术研究进展，详细介绍了电磁铸造对铝合金铸坯液穴内流场及温度场分布、糊状区尺寸及均匀性的影响、不同超声施加方式的影响。



张兴国 教授

英国布鲁内尔大学Geoff Scamans 教授（线上报告） 指出铝的回收利用是降低汽车工业成本的关键，介绍了利用回收废料制备变形铝合金的最新技术进展，研究表明，对6xxx铝合金板材、挤压型材和锻件进行简单的热机械处理，可以极大地提高其强度，有望在汽车应用中替代7xxx铝合金或高强度钢。

英国焊接研究所Jonathan Martin 教授（线上报告） 介绍了摩擦焊与激光工艺的研究进展及其在航空航天领域的应用，详细介绍了可制备具有三维结构和复杂形状的构件的机械手搅拌摩擦焊接技术以及一种加工部件亚表面内部通道的颠覆性技术，采用这些技术可以生产制造更轻质、更安全、成本更低的结构件。

铝合金构件应用及需求发展趋势

中国商飞上海飞机设计研究院章骏研究员 分析了国外先进民机的选材，在面对复合材料减重竞争优势的情况下，提出航空铝材的未来发展趋势：发展低密度铝锂合金和发展可整体制造的先进铝合金。根据民机的适航要求，介绍了民机材料选材数据分布要求，为材料研发指明方向。



程普强 研究员

中国航空工业第一飞机设计研究院程普强研究员 总结了国内航空铝合金现有发展现状，梳理出目前航空领域遇到的成本、质量稳定性等问题，提出新一代航空装备对铝合金的需求，为促进铝合金产业的进一步升级指明了方向。



王黎明 研究员

中国核工业集团有限公司王黎明研究员 及团队针对核工业领域同位素分离设备对铝合金转筒材料的强度、模量和长期性能的特殊要求，专门研制了7A60超高强铝合金，并研究了相关综合性能，介绍了整套材料生产工艺、加工工艺和性能评价技术，成功实现在同位素分离设备上的长期稳定批量化应用。

中铝材料应用研究院有限公司赵丕植教授级高工 介绍了新能源汽车用6xxx系铝合金板材的研究开发进展，提出了汽车用铝合金板材在新材料研发、热处理工艺、成形技术等方面的发展方向。



赵丕植 教授级高工

英国帝国理工学院林建国教授（线上报告） 介绍了节约能源/降低二氧化碳排放的轻质交通工具的新技术与评价标准，并据此介绍了对交通工具的要求及其发展趋势、轻质合金新型成型技术的发展、对建立交通工具是否节约能源评价标准的要求。

2021 IFAM