

先进金属结构材料：“老树”在新需求环境下不断开出“新花”

——先进金属结构材料分论坛侧记

文/钢铁研究总院 何西扣

金属结构材料是用量最大的传统材料，历史悠久，是材料的鼻祖。很多人认为金属结构材料是夕阳产业，其实对于特殊钢、钛合金、铝合金、镁合金以及难熔合金等特种合金，建设制造业强国和共建“一带一路”的国家政策和发展任务，为他们提供了大展身手的大舞台。

2019年9月26日，“2019新材料国际发展趋势高层论坛——先进金属结构材料分论坛”在武汉国际会议中心成功召开。本次论坛由钢铁研究总院、中国科学院金属研究所、武汉理工大学、武汉科技大学、北京科技大学、东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室、西北有色金属研究院和《中国材料进展》杂志社承办，由中信金属股份有限公司等单位协办。毛新平院士、潘复生院士和聂祚仁院士担任分论坛主席。分论坛邀请了国内金属结构材料领域17位知名专家，围绕着先进特殊钢、铝合金、钛合金、镁合金和难熔合金等做了精彩报告，所有报告均为领域内的最新研究成果，代表了国内外先进金属结构材料的重点方向和研究水平。

先进特殊钢材料正向高强度、高耐热、高可靠方向不断发展

中国钢研科技集团有限公司刘正东教授介绍了团队自主研制的G115马氏体耐热钢工程化进展情况，G115钢代表火电锅炉马氏体耐热钢的最高水平，是唯一具备工程应用条件的新一代马氏体耐热钢，正在支撑我国全球首台630℃超超临界机组示范工程的建设。宝钢集团研究院王利教授梳理了汽车（轿车）结构钢的百年发展历史、汽车结构钢现状，详细分析了轻质合金发展、汽车驱动能源方式转变对汽车钢的挑战，讨论了目前的研究热点——高强度制造、变形加工方面的难点问题。华北理工大学张福成教授介绍了其团队在纳米贝氏体钢方面的最新研究进展和应用情况，开发的超细/纳米贝氏体钢在轴承、铁路辙叉、耐磨钢板等领域已实现广泛应用。北京科技大学罗海文教授介绍了国民经济建设多个领域对超高强度、高韧性钢材的迫切需求，指出其是一种国内急需而国外也没有的“卡脖子材料”，汇报了其团队研制的超高强高韧热轧中锰钢板及其优异性能。



毛新平院士讲话：“IFAM2019-先进金属结构材料分论坛”今年是第二次设立，旨在促进黑色金属和有色金属之间的交流。2019年分论坛的17个邀请报告，覆盖了基础研究、关键技术研究、工程应用研究，报告精彩、讨论热烈。先进金属结构材料是在一定需求前提下的“老树开新花”，随着需求不断提升，将不断焕发新的活力。特别是随着我国的深空、深地、深海战略的实施，对先进金属结构材料的需求将更加迫切。在未来很长一段时间内，先进金属结构材料仍将是主流的材料。未来的亚洲，特别是中国，将是世界金属材料的创新中心和工程应用中心。

铝、镁、钛及难熔合金材料在轻量化和军工行业应用越来越广

北京科技大学康永林教授介绍了铝合金凝固控制及4G/5G通讯、新能源汽车大型薄壁件流变压铸成型技术的最新研究进展，详细介绍了流变压铸铝合金的模具设计、凝固控制-流变压铸一体化流程及应用情况。上海交通大学曾小勤教授团队汇报了镁合金导热计算、导热镁合金设计准则、高导热镁合金开发方面的研究进展，研制的高导热镁合金已在5G通讯散热模块进行试用。重庆大学蒋斌教授团队介绍了通过预拉伸改性和非对称加工改善镁合金变形加工困难、各向异性严重的研究工作。西部金属材料公司葛鹏教授介绍了低成本装甲钛合金、新型船用钛合金、高工艺性低成本细晶钛合金、高温钛合金、低成本TC4钛合金等军民钛合金板材的工艺研发、产品开发和性能情况。中南大学范景莲教授介绍了自主研发的微纳复合超高温轻质难熔金属基复合材料的设计思路与应用研究进展，他们提出及攻克了多项制备、加工技术难题，如原位自生界面强化微纳复合技术、梯度复合多相陶瓷涂层及其制备技术、大尺寸复材与大面积涂层工程化制备成套技术和装备、复合刀具-复合加工技术等，研制的产品支撑了新型飞行器、导弹、新一代战机等的发展。



金属冶炼凝固技术、锻轧技术是金属结构材料性能的关键保障

中国科学院金属研究所李殿中研究员介绍了两相区大变形对凝固组织影响的探索性研究成果，通过两相区大变形实验与多场耦合模拟技术相结合，研究了短流程铸锻一体化技术，并实现了初步工程应用。东北大学王昭东教授团队介绍到薄带铸轧技术是铝合金板带材的先进短流程生产方式，且有利于成分均匀和组织细化。但目前仅对纯铝、低合金化铝材料技术开发较成熟，对高合金含量、高性能铝合金的薄带铸轧技术基础研究非常薄弱。同时介绍了团队在该研究方向的多项进展。武汉理工大学华林教授团队在报告中指出，构件制造过程获得宏观性能同时形成微观损伤及缺陷，展示了电磁冲击对钛合金局部微观组织调控、各方面性能提升的研究成果。上海大学任忠鸣教授团队介绍了在金属凝固、铸造各个阶段、各尺度下电磁场影响冶金相变机理的研究成果，包括了磁场影响固液界面、热电磁效应对胞枝晶生长影响、磁场对柱状晶向等轴晶体转变的影响、磁场作用降低3D打印零件残余应力并细化组织等。昆明理工大学杨斌教授团队介绍了通过钙热还原-等离子球化工艺，从二氧化钛直接制备球形钛粉及多孔金属钛；真空熔炼钛合金元素挥发的相关热力学模型研究、TC4熔炼过程中组元Al的成分调控实践；钛废料回收时固溶氧脱除相关研究进展。武汉科技大学张一敏教授介绍了团队多年围绕“钒资源绿色矿物加工”进行的基础研究、技术创新和装备研制，提出了氧化型钒页岩双循环氧化技术和原形钒页岩一步高温沸腾氧化技术，极大地推动了行业技术进步和绿色发展，并介绍了铁/钒尾渣在线循环利用技术研究进展。

基础研究是推动先进金属结构材料不断进步的钥匙

武汉理工大学吴开明教授介绍到核聚变托卡马克装置的包层结构材料低活化钢的服役环境是高温和强磁场的极端条件，它在长期服役环境下的性能变化、失效与破坏对核聚变反应堆的安全至关重要，报告了Fe基合金材料在高温与强磁场协同作用下元素扩散、相析出、组织转变方面的奇特行为。西安交通大学单智伟教授团队介绍了通过原位电镜观察到的微纳米纯镁样品中锥面位错的交滑移行为，原位电镜对于认知位错行为是非常好的手段，与会专家产生了浓厚的兴趣。

2019 IFAM