

共话智造新材料，共推智能热加工，共谋材料新未来

——材料智能制备加工分论坛侧记

文 / 上海交通大学 汪东红 疏达

一代新材料，造就一代新装备，引领一代新产业。新一代信息通信技术和新一代人工智能技术，正在与材料制备加工技术深度融合，给材料制造业带来新的理念、模式、技术和应用。深入研究并发展智能化设计与制备加工的基础理论与关键技术，是促进材料科学与工程学科前沿发展、加速高性能材料研发与应用、提升创新水平的重要途径，也是材料制备加工的发展前沿方向。“2020新材料国际发展趋势高层论坛——材料智能制备加工分论坛”于11月1日在西安顺利召开。来自上海交通大学、北京科技大学、华中科技大学、北京航空航天大学、哈尔滨工业大学和西安交通大学等单位的10余位专家作了邀请报告，所有报告人均国内外先进制备加工领域的知名专家。分论坛围绕材料智能设计、智能铸造、智能热处理、智能注射成形等专题开展研讨，涉及人工智能、材料基因组、集成计算材料工程、高通量计算与表征、数字孪生等材料加工领域热点方向，聚焦材料智能设计与加工制造的基础理论与关键技术。



精彩报告

哈尔滨工业大学（深圳）刘兴军教授介绍了团队近年来围绕基于机器学习算法的新型钴基高温合金加速设计与制备开发的研究成果。采用试错法进行钴基高温合金的开发及优化效率太低，无法满足涡轮叶片等高温部件的发展需求。刘教授团队采用机器学习算法加速合金设计进程，建立了钴基高温合金多个关键指标预测模型和多性能设计系统，设计开发了多种新型钴基高温合金。

西安交通大学李涂尘教授利用激光金属沉积技术中原材料与工艺的高柔性特征，探讨了激光金属沉积力学性能的原位合金化调控方法，为基于材料基因工程的增材制造做出了尝试。以FeCrNiBSi合金粉末与316L合金粉末的混合比例作为调控参量，进行原位合金化调控沉积合金力学性能的研究。316L合金粉末的添加，减小了沉积合金的共晶体积分数、增长了奥氏体枝晶尺寸，进而大幅改善了沉积合金的伸长率，改变了其断裂模式。

北京科技大学付华栋副教授重点介绍了机器学习在高强高导铜合金材料研发中的应用，包括面向性能要求的高强高导铜合金成分逆向设计、机器学习辅助研究高强高导铜合金成分对力电性能的影响机理、基于自适应全局寻优的高强高导铜合金成分设计。



刘兴军 教授



李涂尘 教授



付华栋 副教授



刘青 教授



孔宪先 教授



周建新 教授

北京科技大学刘青教授 结合多年来在炼钢厂智能制造领域的研究成果,分享了以下成果与观点:设备层级,在数据接口技术的支持下,最重要的任务是确保对真实生产数据的实时采集和准确分析;工序层级,通过机理模型和数据模型的结合,开发工艺和质量的动态控制模型,实现炼钢-连铸过程中钢水成分和温度的“窄窗口”控制;炼钢厂层级,采用运行规则和智能算法优化生产模式,建立多工序生产能力与作业节奏协同的计划与调度模型。

西安电子科技大学孔宪光教授 认为工业数据解析较其他行业更为复杂,事关生产质量和安全生产。新一代人工智能技术与先进制造技术深度融合所形成的新一代智能制造技术,使制造系统具备了“学习”能力,是新一轮工业革命的核心驱动力。目前,产品全生命周期积累了海量多源异构数据,然而数据耦合性不强且挖掘能力不足导致数据价值未能被充分利用,因此急需工业大数据分析理论、算法、方法与平台的支撑。

华中科技大学周建新教授 介绍了华铸软件中心关于单件化模拟与质量控制方法的研究与实践:首先,采用数据采集和单件全周期管理技术,准确获取关键工艺参数和参数波动性特征;其次,采用参数反求技术,准确获得热物性参数;再次,结合缺陷多元智能分析方法,建立关键工艺参数关系模型,实现单个铸件缺陷的精准预测;最后,采用多目标优化算法获得关键参数的波动性特征及其对缺陷的敏感性与影响机制,并结合缺陷修复方法,实现铸件全过程工艺数字化控制。

上海交通大学李喜教授 指出通过调节温度场和磁场矢量,可以调控枝晶的生长方向并细化枝晶。在此研究基础上,建立了磁场下金属凝固过程中的热电磁力和热电磁流动理论模型,提出了磁场下控制枝晶生长和细化晶粒的新方法。

西北工业大学陈豫增教授 基于非平衡凝固与固态相变一体化的思路,提出了Al-Si基铸造合金非平衡凝固新思路,并将该思路应用于A356铸造铝合金,显著提升了该合金的强度和塑性。基于集成计算材料工程的思想,建立了耦合合金热、动力学数据库的全流程微观组织预测模型,定量预测此类合金加工过程中的微观组织,为合金工艺设计提供指导。

华中科技大学张云教授 分享了数据驱动的塑料注射成形工艺优化、知识发现与重用方法,包括工艺信息的特征降维方法、工艺知识/规则的参数化模型、工艺优化过程的决策建模,实现了以软件形式制定标准化试模流程,以向导式方式指导试模。



哈尔滨工业大学宗影影教授 围绕航空航天领域关键构件高性能、长寿命和高可靠的国家重大需求,阐述了其团队在复杂构件精密塑性成形和组织性能控制方面的研究,分享了在微观组织调控、精密成形制造和服役性能提升等基础研究和技术创新方面取得的系列研究成果。

北京航空航天大学田象军高工 面向新一代高性能复杂高温合金涡轮叶片的制造需求,在激光增材制造高温合金定向柱晶组织控制研究的基础上,提出了微细柱晶组织控制思路与方法,获得了较铸造组织细化1~2个数量级、低偏析、无疏松的超细柱晶组织,其综合性能表现良好。

清华大学、适创科技有限公司郭志鹏副教授 介绍了采用并行局部网格加密算法计算大规模凝固过程微观组织演化、采用X射线表征和重构算法识别并还原材料微观组织和缺陷形态,以及采用高性能计算流体力学算法实现大雷诺数流动过程模拟的最新进展及在压铸产业中的应用。

上海交通大学祝国梁副研究员 提出了一种利用纳米陶瓷颗粒消除高耐热难焊高温合金增材制造裂纹的方法,通过引入纳米颗粒缓解晶界处元素偏聚、减小应力、改变晶界形貌,有效消除IN738合金增材制造热裂纹,制备出性能优良的激光选区熔化IN738合金。



上海交通大学孙宝德教授总结发言: 开展以变革铸造、锻造和增材制造等金属构件热加工成形过程为基础的“经验+试错法”传统研发模式,同时发展基于集成计算材料工程、大数据分析、人工智能等前沿技术的高效研发模式,突破关键科学问题,建立高性能金属构件热加工成形全过程综合优化、精确控制的基础理论和方法,提升原始创新研究能力和水平,为高质量制造提供形/性智能调控基础理论与方法,推动和引领金属材料领域智能加工制造的基础理论研究和关键技术发展。