

数据驱动材料制备，孪生引领智能热加工 ——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 崔加裕

数据量的爆发与计算力的提升，驱动着新材料产业的蓬勃发展。同时，新一代信息物理系统和人工智能技术，正在与材料制备加工技术深度融合。材料研发走向智能化、材料加工转为虚拟化的变革，使得材料智能制备加工正在向我们走来。“2021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10月18日在宁波顺利召开。分论坛邀请了材料加工领域的16位专家围绕材料智能设计、智能铸造、增材制造、数字孪生等专题展开研讨，涉及人工智能、材料基因组、集成计算材料工程、高通量计算与表征等热点方向，聚焦材料智能设计与加工制造的基础理论与关键技术。

上海交通大学孙宝德教授 强调深入发展金属材料智能设计与加工制造的基础理论与关键技术研究，是材料和冶金学科发展的前沿方向，也是加速我国金属材料制造强国建设的关键。突破多物理场耦合作用下组织缺陷的形成机制与演变规律、金属构件热加工过程中边界条件与工艺参数时变扰动行为与控制方法、热加工过程全流程数字建模与智能调控理论和方法等重大科学问题，发展几种热加工智能制造数字孪生系统，为高性能材料构件提供供形/性智能调控基础理论与方法，推动和引领金属材料智能加工制造的发展。



孙宝德 教授 致辞

精彩报告



河南科技大学张国赏教授 介绍了其团队近年来围绕铸造、锻压、焊接等不同热加工过程中工艺数据高效获取的研究成果，开发了全过程协同仿真技术，实现了仿真平台与工艺数据库的智能交互；通过研究大规模进程并行处理调度优化方法实现多源跨域数据云共享，形成了云共享服务平台。工艺数据库的建立和云共享服务功能的实现，为制造领域提供了产品工艺开发及方案优化服务，推动了热加工智能设计和智能制造进程。



中国航发四川燃气涡轮研究院刘巧纯研究员 从未来先进航空发动机对高性能高温合金材料及其工艺的需求出发，提出高性能高温合金材料及其工艺的发展方向，针对需突破的关键技术提出了相关建议。



燕山大学孙建亮教授 团队尝试突破强各向异性金属塑性成形瓶颈，开展了轧机系统全流程智能控制和传感测控系统、连轧在线换辊及动态变程理论、疲劳损伤力学理论体系相关研究，从而提高了装备-工艺-产品的柔性适配度，实现了构件全生命周期质量管控。



东北大学曹光明教授 通过解决热轧成型信息物理系统（CPS）软件开发过程中存在的关键问题，突破了热轧工业大数据分析与挖掘、热轧钢材材料信息学方法、高保真数字孪生体构建等关键难题，实现了生产工艺的优化与精准控制，有效解决了新产品/新工艺研发周期长、性能严重波动等问题。



上海交通大学崔振山教授 针对奥氏体不锈钢锻件常产生混晶组织的难题，从实验和模拟角度，介绍了微观结构对金属材料微区变形配分与组织演化的影响，提出了“以中温/室温小变形为大晶粒提供形变能，并使其在高温下发生再结晶”的混晶问题解决思路，通过高温共聚焦显微镜原位观察证实了该方法的有效性。



中北大学赵宇宏教授 通过集成连续相场模型、第一原理计算和分子动力学计算辅助实验设计，制备了新型调幅分解强化的超高比强度Mg-14Li-7Al合金。集成微观组织多级相场模拟、宏观过程多场计算仿真以及铸件本体数据和工艺知识信息，实现了跨尺度设计和优化合金结构件的液态成型工艺。



付华栋 教授



李恒 教授



马洪波 副教授



计效园 副教授



金剑锋 副教授



张茂 副教授

北京科技大学付华栋教授 为了克服传统“试错法”合金制备工艺存在效率低、成本高的难题，提出了两种基于数据驱动的合金智能制备策略：一是基于贝叶斯优化算法与有效采样迭代优化技术，二是通过机器学习结合数值模拟或热力学计算的工艺参数快速筛选技术，有效解决高强高导铜合金形变-时效工艺、高温合金增材制造工艺等实验量大、成本高、时间长的难题，实现合金制备工艺的智能设计。

西北工业大学李恒教授 针对热力耦合复杂加载塑性成形过程缺陷精确预测和有效控制这一成形和力学领域的热点和难点，围绕各向异性/拉压非对称性本构、失稳起皱、损伤断裂、卸载回弹和组织演变等方面，介绍了塑性成形主要失稳缺陷的理论预测建模进展以及数据驱动预测方法的有效性。

西安电子科技大学马洪波副教授 认为数字孪生技术与信息物理系统（CPS）已逐渐成为促进未来制造业转型升级的核心技术体系与平台。结合国家重大专项、部委重点专项科研实践，介绍了数字主线、孪生建模与分析、CPS构建及边缘计算等关键技术及其在离散制造业中的应用。

华中科技大学计效园副教授 构建了面向熔模/砂型铸造混批制造质量追溯的单元大数据结构模型和面向设计、工艺、生产、检测过程多源异构信息融合的柔性大数据结构模型，建立了异构信息结构化数据攫取与大数据模型协同机制，为复杂铸件制造过程质量大数据分析平台软件开发及应用提供保障。

东北大学金剑锋副教授 以镁合金为研究对象，探索通过调控混晶显微组织提高合金力学性能的途径。将具有混晶组织的合金抽象为一种不同尺寸晶粒嵌入到晶界中的颗粒复合体模型，通过真时空相场模拟不同退火工艺下的混晶组织，结合开发的多晶组织图像识别软件，研究“工艺参数-混晶组织-力学性能”的关系。

华中科技大学张茂副教授 通过原位氧化引入较硬的非晶态氧化物界面，将非晶态基体分割成多元胞结构，发现氧化物界面区域的高自由体积浓度有助于局部剪切带的形成，氧原子与金属原子间的强键合作用能够抑制团簇的形成，从而破坏非晶合金的短程有序结构，同时将局部剪切带的扩展限制在元胞内部，实现非晶合金强度和塑性的协同提高。



2021/FAM