

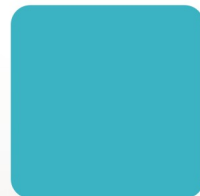
增材制造材料制备与成形技术分论坛侧记

文/ 中国科学院宁波材料技术与工程研究所 任俊彦

3D打印是第三次工业革命的代表性技术之一，实现了制造方式从等材、减材到增材的转变，改变了传统制造的工艺流程、生产线、工厂模式及产业链组合，被认为是制造领域极具代表的颠覆性技术。3D打印技术的概念形成于20世纪70年代末至80年代初，经过40多年，材料和成形工艺逐步发展，具有很高的加工灵活性，为传统制造行业补充了一种新方法，为材料设计者提供了丰富的想象空间，通过电脑设计3D模型，就能实现复杂结构制备，将“数字制造”和“个人制造”结合在一起。目前，3D打印技术在航空航天、医疗、电子信息等领域的应用不断扩大，未来具有很大的发展潜力。

2021年10月18日，“2021新材料国际发展趋势高层论坛——增材制造材料制备与成形技术分论坛”在宁波成功召开，本次分论坛由华中科技大学材料成形与模具技术国家重点实验室、增材制造陶瓷材料教育部工程研究中心、金属多孔材料国家重点实验室、南京工业大学3D打印中心、南京尚吉增材制造材料研究院和《中国材料进展》杂志社共同承办。论坛邀请了来自18所高校、科研机构 and 公司的共19位知名专家以及优秀青年学者，围绕增材制造材料制备、成形技术和前沿应用的进展及发展趋势作了精彩报告。

增材制造技术发展和前沿应用



吴洋教授

鲁中良教授



陈勃生教授

周燕副教授

杨磊副教授

哈尔滨工业大学（深圳）魏军教授团队的吴洋教授 报告了增材制造技术的机遇与应用，介绍了团队在增材制造设计、建模与仿真，新材料研发，金属增材制造设备、增材制造工艺和后处理等方面的研究成果，以及增材制造技术在航空、交通运输、石油和天然气、精密工程、医疗、电子、能源和消费产品等工业领域的机遇与应用。

西安交通大学鲁中良教授 针对传统熔模铸造中叶片研制周期长、成本高、工艺复杂、精度不易控制等难题，将高精度光固化

金属增材制造发展

华南理工大学杨永强教授 表示，金属增材制造可实现复杂零部件的加工制造，尤其适用于传统加工方法很难制造的一些复杂形状和表面/内部结构的金属零件，指出金属增材制造技术前沿和发展趋势是大尺寸、高效率、高精度、多材料和多能量场，对金属增材制造在工业领域的应用前景进行了展望。

中科院金属研究所张广平研究员 针对增材制造成形复杂形状薄壁金属部件力学性能已无法采用传统标准样件进行准确评价和认证

3D打印与定向凝固技术融合，发明了型芯/型壳一体化空心涡轮叶片快速成形技术，实现了叶片铸型的无模制造，缩短空心涡轮叶片的研发周期70%~80%，制造成本节约60%以上，叶片尺寸精度较高。

长沙理工大学陈勃生教授 指出全球制造业正在经历一场蜕变，正由传统制造走向智能工厂和数字化制造的工业4.0时代。他深入介绍了全球3D打印（增材制造）技术的最新发展趋势、市场规模、应用领域，以及华曙高科自主研发的高性能、高效率、低成本金属和尼龙激光增材制造材料、设备、软件，及在航空航天、汽车、医疗、模具、教育等行业的创新与产业化应用。

中国地质大学（武汉）周燕副教授 采用增材制造技术实现了多材料、多功能智能构件一体化成形，成形材料包括NiTi形状记忆合金、聚乳酸、炭黑纳米粒子-聚乳酸复合材料、热敏色素-聚乳酸复合材料等。并结合仿生学思想，创造性地将生物结构、智能材料和制造工艺相结合，实现了智能变形-变色多响应构件和传感执行一体化构件的一体化成形。智能构件增材制造新原理、新方法和新技术有望应用在未来类人智能机器人上。

武汉理工大学杨磊副教授 针对增材制造点阵结构实际工程应用时抗疲劳性能差、寿命短的问题，提出两种结构优化方法：增加圆角和引入极小曲面，通过有限元计算与实验相结合的方式分析优化前后点阵结构的应力分布状态及疲劳性能。

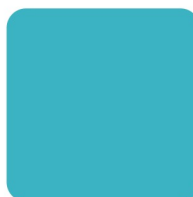
这一关键问题，开展了基于小微样品对选区激光熔化（SLM）成形IN 718合金疲劳性能评价的研究，包括讨论了样品尺度、取样位置与方向对合金疲劳性能的影响，基于小微样品的特点考察了样品中打印引入的孔洞缺陷对疲劳寿命的影响等。

天津大学马宗青教授 利用原位化学法在GH3536镍基高温合金球形粉末表面形成一层均匀的稀土氧化物包覆薄层，然后以此复合粉体为原材料进行激光选区熔化增材制造和后续热处理，有效减少甚至去



杨永强教授

张广平研究员



马宗青教授

万宏远博士

西北工业大学林鑫教授团队的王志军教授、山东大学韩泉教授、华南理工大学王迪教授，围绕激光选区熔化技术，分别作了《激光增材制造的数值模拟研究》《激光选区熔化镍基高温材料中的微裂纹抑制方法研究》《激光选区熔化直接制造铬钴铜合金导电率提升机理》的精彩报告。

高分子聚合物增材制造发展



张风华副教授

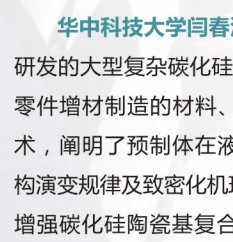
哈尔滨工业大学冷劲松教授团队的张风华副教授 报告了4D打印形状记忆聚合物复合材料及其应用，指出4D打印技术在3D打印技术的基础上增加了时间维度，制备的复杂的三维智能立体结构可以随外界环境变化发生相应变形，为智能材料与结构及其应用的进一步发展提供了无限的空间和可能性。

陶瓷以及复合材料增材制造发展



陈张伟教授

深圳大学陈张伟教授 主要介绍了基于光固化增材制造技术与前驱体反应烧结技术的多种复杂结构特种多孔陶瓷的“创形创材”制造原理与方法，该方法能够实现较低成本、高灵活性、高效的设计和制造结构(创形)同时生成目标材料(创材)。



闫春泽教授

华中科技大学闫春泽教授 介绍了团队研发的大型复杂碳化硅陶瓷基复合材料零件增材制造的材料、工艺与装备技术，阐明了预制体在液硅浸渗后的结构演变规律及致密化机理，提出碳纤维增强碳化硅陶瓷基复合材料的激光选区烧结增材制造方法。

除了GH3536镍基高温合金打印件中的裂纹，减少了晶界处的碳化物，引入了稀土氧化物纳米颗粒强化相，提高了组织的高温稳定性。

南京工业大学孙中刚教授 作了题为《变形高强铝及铝锂合金增材制造瓶颈及其制造方式探索》的线上报告，介绍了当前铝及铝合金增材制造主要的研究现状，重点讲述了铝锂合金熔铸式增材制造的主要冶金缺陷等关键问题，基于搅拌摩擦固相焊接技术，系统阐述固相增材制造对高强铝及铝锂合金制造的价值及其当前研究的主要成果。

北京大学万宏远博士 通过综合调节粉末化学成分和成形工艺参数，以调控层错能、晶体学取向等影响孪生行为的因素，成功在激光增材制造（LAM）成形316L不锈钢合金中引入了TWIP效应，实现了优异的强塑性匹配，强塑积最高可达47 GPa%，超过了目前国内外商用LAM成形316L不锈钢合金的力学性能指标。



王志军教授



韩泉教授



王迪教授



陈锐副总经理

深圳光华伟业公司（eSun易生）陈锐副总经理 介绍了eSUN易生3D打印高分子材料改性技术（增韧、抗静电、阻燃、发泡、耐磨、复合增强和耐热）研究进展，最新高性能产品及应用。

西安交通大学田小永教授 及团队面向航天航空领域高性能轻质复合材料复杂构件的应用需求，提出了连续纤维增强复合材料3D打印新方法，性能比基体材料提高5~10倍；建立曲线纤维增强复合材料变刚度结构设计与3D打印制造策略；实现了复杂复合材料构件无模快速制造。



田小永教授（右）

中科院宁波材料技术与工程研究所庞旭明副研究员 利用激光熔覆制备新型单层金属陶瓷高温太阳能选择性吸收涂层，探索了成分设计、退火和复合改性技术对光热转换性能的提升。



庞旭明 副研究员

2021/FAM