

3D打印技术作为第三次工业革命的重要标志之一，引发了研究人员对3D打印的持续高度关注。3D打印材料的制备与成形技术一直是3D打印技术的关键，经过近四十年的研究，3D打印材料基本形成了金属、聚合物、陶瓷三大类材料及其复合材料，与这些材料相关的成形技术也得到了充分的发展。对3D打印的研究方兴未艾，关于4D打印的研究如日方升。4D打印是近几年兴起的颠覆性制造技术，它是一种制造智能构件的技术，和3D打印同属于增材制造技术，并且已然成为增材制造技术的重点研究方向。3D打印和4D打印都是材料、力学、机械、仿生等多学科交叉的技术，在航空航天、生物医疗、汽车、电子以及日常生活领域都具有十分广阔的应用前景。

增材制造技术前沿：从3D打印迈向4D打印

——3D打印材料制备与成形技术前沿分论坛侧记

文/华中科技大学 伍宏志 吴甲民

2019年9月26日，“2019新材料国际发展趋势高层论坛——3D打印材料制备与成形技术前沿分论坛”在武汉国家会议中心成功召开。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、中国工程院“中国3D打印材料发展战略咨询研究项目组”、南京工业大学3D打印中心、金属多孔材料国家重点实验室、陕西科技大学机电学院和《中国材料进展》杂志社承办。北京航空航天大学王华明院士、华中科技大学史玉升教授、金属多孔材料国家重点实验室汤慧萍教授、南京工业大学常辉教授担任论坛主席，论坛由华中科技大学史玉升教授和闫春泽教授主持。



刘咏教授和史玉升教授



李锋教授



伍尚华教授和闫春泽教授



冷劲松教授



林峰教授和闫春泽教授



顾冬冬教授

加拿大西安大略大学杨军院士、华中科技大学史玉升教授、哈尔滨工业大学冷劲松教授就4D打印技术原理、特点、研究和应用进展及前景作了3个精彩的前沿报告。华中科技大学同济医学院附属同济医院的李锋教授和华中科技大学协和医院的张志才主治医师报告了增材制造技术在骨科肿瘤治疗中的最新研究及应用进展。还有西安交通大学田小永教授、广东工业大学伍尚华教授、中南大学刘咏教授、清华大学林峰教授、湖南大学刘继常教授、南京航空航天大学顾冬冬教授、湖北三环锻造有限公司陈天赋高工、中国航空工业成都飞机设计研究所柏林研究员8位专家展示了纤维复合材料、陶瓷材料、金属材料、聚合物材料、仿生结构多材料的增材制造制备技术进展和最新成果。

精彩报告

史玉升教授作了题为“材料-结构-功能一体化增材制造技术：4D打印”的学术报告。史教授指出，“4D打印”刚提出来时，它的概念是“3D打印+时间”，时间就是新增加的一个维度，即3D打印成形件的形状在外界环境的刺激下，随着时间的推移而发生变化。他认为这个概念是片面的，不能阐述4D打印的内涵。史教授强调，相对于传统3D打印“静止”的特点，即3D打印成形件的性能是稳定的、是静止不变的，4D打印重点在变化，变化不仅是随时间变化，应当还随空间变化；变化不仅仅是形状，更包括成形件的性能和功能的变化。目前研究的最大问题是4D打印只关注形状的变化，未深入研究性能、功能的变化；而且变化不能是随意的，应当是可控的。报告最后史教授分享了对4D打印技术在“智能构件设计”、“材料与制造工艺”和“智能构件功能评价”方面的思考和团队探索研究成果。报告引发的思考和合作将积极推动4D打印从“现象演示阶段”到“各领域实际应用”发展。



李锋教授作了题为“增材制造技术在脊柱肿瘤治疗中的应用”的报告。他们团队应用增材制造技术对骨科植入物进行多孔仿生结构制造，micro-CT的结果表明所成形的骨科植入物骨整合能力理想，生物力学测试显示其屈服强度和可承受最大载荷性能优异，弹性模量和人体骨骼相近，满足人体的应用要求。并开展了临床应用，根据患者脊柱肿瘤的原始影像学资料，利用工程软件重建以病灶为中心的三维结构模型，同时自主设计了完美匹配该患者生理结构的人工椎体假体，通过3D打印技术进行快速制造。并结合MR（混合现实）技术，将患者病灶的虚拟3D影像投射到手术区域中，实现虚拟世界和现实世界信息互通。他补充说，这种个性化定制的人工椎体的形态结构与正常人体椎体相近，具有自稳定设计，可提供更优异的即刻稳定性，其内部梯度孔隙构造还可以诱导成骨和骨长入，临床使用及初步随访结果较满意。报告展示了增材制造技术在骨科治疗领域应用的成功案例和巨大前景。

冷劲松教授作了题为“4D打印形状记忆聚合物及其生物医学应用”的报告。他首先介绍了形状记忆聚合物材料作为一种典型的激励响应性可变形材料的工作原理以及其区别于形状记忆合金的特点，重点展示了基于形状记忆聚合物材料的复合材料设计实现材料性能提升和实现电驱动、热驱动、磁驱动、光驱动、选择驱动等的实例。还分享了近些年他们研制的4D打印形状记忆聚合物在我国航天领域的应用，如空间展开结构、柔性可展开电池、变形模具等。最后冷教授介绍了团队基于4D打印形状记忆聚合物的可变形性、可降解性和可设计性，设计、研制的血管支架、气管支架、器官修补组织、心脏封堵器等针对生物医用领域的相关研发。“巧妇难为无米之炊”，冷教授最后指出，未来人工智能时代，不光是大数据和计算，材料和结构仍是基础，4D打印技术前景广阔，希望以后多多交流、多多合作。



史玉升教授总结发言：本次“3D打印材料制备与成形技术前沿分论坛”是我国增材制造领域专家学者的一场盛会，各位专家的报告内容丰富、精彩纷呈，参会代表们交流十分热烈，激发了3D打印和4D打印研究的新思路，这是一个多学科交叉的领域，希望各位研究人员会后继续深入交流、共同合作，推动增材制造领域的发展。

2019 IFAM