

3D 打印参考

2020 年 5 月 第 13 期 总第 15 期

◆ 行业动态

国内行业动态

国际行业动态

协会动态

协会会员单位动态

目 录

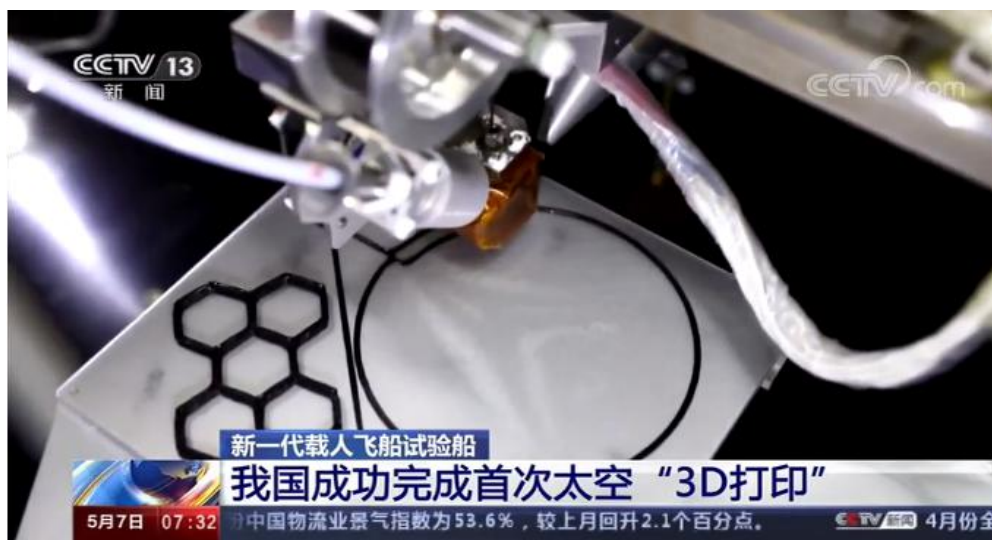
◆行业动态.....	1
行业动态.....	3
一、国内动态.....	3
（一）重磅：我国首次完成太空 3D 打印.....	3
（二） 北京大学第三医院：对 92 例 3D 打印钛合金髌臼杯患者的随访研究.....	6
二、国际动态.....	10
（一）将 3D 打印水凝胶骨架与大鼠脊髓结合，美国伊利诺伊大学做出生物机器人.....	10
（三）超快高温烧结方法登上《科学》！10 秒快速烧造陶瓷 可产生精细的 3D 打印结构.....	14
三、协会动态.....	17
（一）天府绿道科普智慧行动——省增协、彭州市科协在行动.....	17
（二）“三区”联动 绿道同行成都市首个跨区连片“漫步绿道+科普场景”智慧行动启动.....	19
四、协会会员单位动态.....	22
（一）会员单位华曙高科 规划 50 台华曙金属机，飞而康打造世界一流的增材制造超级工厂.....	22

行业动态

一、国内动态

（一）重磅：我国首次完成太空 3D 打印

央视网消息：长征五号 B 运载火箭于 5 月 5 日发射成功，此次在新一代载人飞船试验船上搭载了一台“3D 打印机”，这是我国首次太空 3D 打印实验，也是国际上第一次在太空中开展连续纤维增强复合材料的 3D 打印实验。



此次在试验船上搭载的是一台我国自主研发的“复合材料空间 3D 打印系统”，科研人员将这台“3D 打印机”安装在了试验船返回

舱之中，飞行期间该系统自主完成了连续纤维增强复合材料的样件打印，并验证了微重力环境下复合材料 3D 打印的科学实验目标。

据了解，连续纤维增强复合材料是当前国内外航天器结构的主要材料，密度低、强度高，开展复合材料空间 3D 打印技术研究，对于未来空间站长期在轨运行、发展空间超大型结构在轨制造具有重要意义。

太空 3D 打印技术可运用的领域主要有五个

一是为载人航天器在轨制造替换零件，拓展航天器的寿命寿命，节约重复发射的成本；

二是材料的太空再循环利用，一台 3D 打印机可直接利用老化和废旧材料进行再回炉再制造，不必耗费新材料，甚至直接捕获太空垃圾制造零件，节约金钱的同时还很环保；

三是在轨制造在地面难以发射的部件，特别是物理尺寸较大的部件，如超大型光学镜头等；

四是技术足够成熟后制造整个航天器，虽然比较科幻，但理论上实现起来并非不可能；

五是利用其它行星建造基地，这点更为科幻，但只要获取足够打印原材料，给打印机配备一个太阳能电池板或者核动力装置作为动力源就可以持续打印建造基地。

太空 3D 打印技术面临的主要困难

尽管如此，太空 3D 打印技术目前还面临很多挑战尚不成熟，主要的困难是：

一、太空环境复杂。太空处于微重力和零重力环境、无空气流动、昼夜温差大，对材料的加工精度，工艺和设备固定产生未知影响，相关的控制理论研究尚未完成。

二、质量管控难度大。加工流程和产品性能的监控都需要在太空环境下完成，与之配套的监控设备、内容、标准、方式还有待完善。

三、保障设施不完善。保障设施需要提供缓解外界压力的稳定平台，传输视频、遥控指令、状态监测等数据，必须针对不同的加工工艺提供不同功率，具备较高的自动化水平，这些都需要系统性研究。

四、人参与环节不可避免。3D 设备的搬运、检查和调试、产品校验、软件加载等都需要人的参与，目前还不能做到完全无人化操作。

此次试验成功，预示着我国太空 3D 打印走向了一个新的发展阶段。

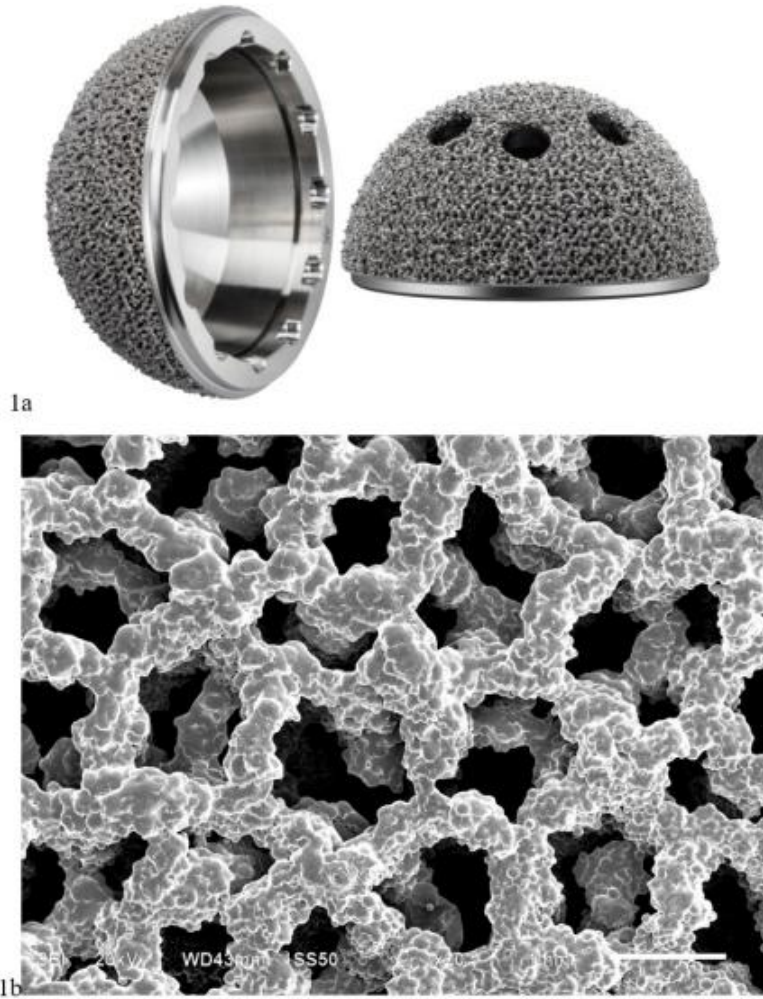
来源：以上材料按照相关资料整理

（二）北京大学第三医院：对 92 例 3D 打印钛合金髋臼杯患者的随访研究

北京大学第三医院的研究人员发表了一项最新研究结果，该研究结果是：“一种用于初次全髋关节置换术的新型 3D 打印多孔小梁钛金属髋臼杯：至少对 92 位连续患者进行 2 年随访。”

在这项研究中，作者从 2013 年至 2017 年连续研究了 92 位患者，分析了在全髋关节置换术期间插入 3D 打印非骨水泥髋臼杯的患者的临床数据。平均随访时间超过 48 个月。该研究的总体目标是找出使用 3D 打印钛杯进行 THA 后患者的结果和满意度。

3D 打印在当今的医疗行业中已变得越来越普遍，尤其是在医疗植入物方面-从颅面植入物到钛下颌植入物以及旨在改善膝关节置换术的设备。



图片显示了 3D ACT EBM 生产的小梁钛髌臼杯 (a) 以及其蜂窝实体结构的 SEM 图像 (b)

在这项针对关节置换术患者的临床研究中，三名患者死于癌症，而八名患者在两年后的随访过程中丧生。作者说：“在我们最后一次评估之前，这 11 例患者中没有一例因 THA 相关疾病而死亡或接受重置手术的。”



图为传统杯子的两层之间的界面(左)和集成式 EBM 多孔结构(右)。

共有 40 位男性和 52 位女性参加，同意进行 2 至 6 年的随访。用 1 mm 压入技术插入杯子。尽管没有术中并发症，但作者指出了一些“相当困难的情况”。然而，所有杯在植入后确实仍提供“良好的基本稳定性”。只有两名患者表示不满意。杯的“存活率”为 100%，患者无任何修改。所有杯子均显示出“出色的骨整合性”。

Demographic and clinical data of the patients

		Mean	SD	p
Age(years)	Male (n = 40)	59.8	9.8	0.58
	Female (n = 52)	58.7	8.9	
BMI(Kg/m ²)	Male (n = 40)	26.0	4.9	0.51
	Female (n = 52)	26.8	6.4	
Pre-Harris hip score		45.2	4.8	
Pre-WOMAC score		54.4	7.3	

研究人员说：“3D 打印髋臼杯的制造过程与传统杯的制造过程完全不同。在传统的还原铸造工艺中，固体层与髋臼杯的涂层表面之间的界面可能会导致分离和腐蚀，从而导致杯故障。但是通过增材制造工艺进行的 3D 打印使个性化产品设计和制造更加容易。”

Follow-up of the clinical outcomes of patients using ACT cups(Mean ± SD)

	Pre-op*	6 months post-op**	1 year post-op	2 years post-op	last follow up
Harris Hip Score	54.4 ± 7.3	16.3 ± 6.2†	13.6 ± 5.8†	10.5 ± 3.7†	11.2 ± 4.2†
WOMAC Score	45.2 ± 4.8	90.5 ± 5.3†	95.1 ± 4.5†	96.7 ± 5.2†	95.8 ± 6.0†
†: p < 0.001 when compared with preoperative scores					
*Pre-op: preoperative					
**Post-op: postoperative					

该研究的成功以及 EBM 生产的杯子的成功归因于表面更粗糙，并且在松质骨上还具有更大的摩擦系数。植入物也是多孔的，固体的，并且模仿真实的小梁形态。

Media support	Concentration range (mg/L)	pH	Adsorption capacity (mg/g)	References
glass fiber	0.144-17.5	7	11	[52]
carbon nanotubes	0.1	4	1.723	[16]
activated carbon	20-22	6	51.3	[17]
geopolymers	0-0.12	7.6	0.95	[53]
activated alumina	1.6-2.3	12	0.378	[19]
3D-printed PLA	0.4-20	8	129.87	This study

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231475.t002>

研究人员总结说：“这项研究确实有一些局限性。首先，在这项回顾性研究中，有 11/103 名患者失去了随访。其次，没有对照组参加这项研究，我们将进行一项前瞻性的随机对照试验以获取更高水平的证据。第三，招募了来自 6 位不同外科医生的病例，这可能会混淆结果。第四，未进行计算机断层扫描（CT）扫描和骨密度测定评估以及相关的实验室检查。就所关注的而言，使用 EBM 生产的 3D ACT 杯的应用向我们证明了其在中国 THA 患者中有利的短期至中期临床结果。它可以提供高的髌臼杯成活率，巨大的临床改善和出色的生物固定。对于大量患者和长期随访，需要对该 EBM 生产的多孔小梁钛杯的结果进行更多研究。”

来源：以上材料按照相关资料整理

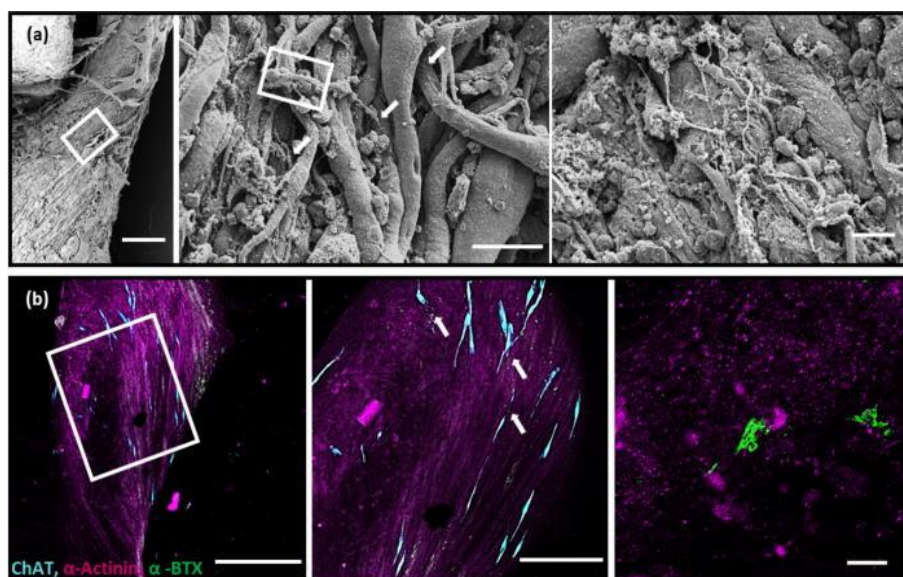
二、国际动态

(一) 将 3D 打印水凝胶骨架与大鼠脊髓结合，美国伊利诺伊大学做出生物机器人

2020 年 5 月 12 日，南极熊从外媒获悉，来自美国伊利诺伊大学的研究人员成功地将 3D 打印水凝胶骨架与大鼠脊髓融合在一起，创造出了一个功能性的“自旋机器人”。

新颖的生物机器人的动力方法应用谷氨酸，一种由大脑中的神经细胞释放的神经递质，作为刺激，驱动大鼠脊柱中的模式化肌肉收缩，这反过来又使机器人移动。

这种方法不仅可以驱动运动，而且自旋机器人似乎模仿了外周神经系统（PNS）的部分功能，这可能有助于拓宽未来设计的潜力，将脊柱感觉输入作为控制机制。



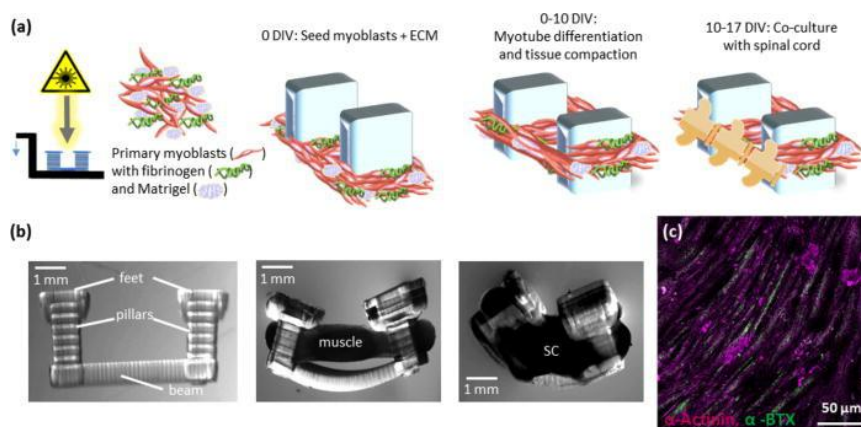
Δ SEM 图像显示了毗连胆碱能神经元和突触后乙酰胆碱受体的证据，照片来自伊利诺伊大学

新颖的软机器人制造方法

以往将大鼠纳入生物机器人的尝试，都是利用大鼠心肌细胞创造的大鼠心肌的收缩为动力。例如，2007年，来自首尔国立大学的研究人员创造了微型螃蟹状机器人，由大鼠心肌组织提供动力。这些机器人可以发挥作用，但肌肉的收缩无法直接控制，它需要不断的营养供应才能存活，只能维持几个星期。

因此，伊利诺伊大学的研究人员选择用骨骼肌来代替机器人的动力，因为它的细胞更容易被改造，它提供了更广泛的潜在行为。这种方法通常需要外部刺激，如电场、光遗传学或化学刺激等来驱动运动，但研究人员用神经信息传递来控制肌肉的收缩，而是用大鼠的脊髓来代替。

一只大鼠的脊髓大约含有 36×10^6 个细胞，其中超过 10×10^6 个是神经元，因此是实验的理想选择。研究人员所使用的脊髓是生物体骨架长度的四倍以上，研究小组被迫从第一和第二腰椎内分离并培养出一段脊柱。



△从脊髓和 C2C12 肌细胞中构建自旋机器人的方法，照片来自伊利诺伊大学

使用 3D 打印构建自旋机器人的方法

为了构建这个自旋机器人，3D 打印技术被用于创建一个由两个柱子组成的聚丙烯酸水凝胶骨架，这些柱子由一个柔性光束连接而成，柱子的作用就像肌肉骨骼系统内的肌腱。然后将由 myoblasts 和细胞外基质（ECM）蛋白组成的凝胶围绕在柱子周围，形成一个坚实的肌肉条，随着凝胶的凝固，它使柱子被拉近，发育成肌肉组织。

在最初的测试中，自旋机器人观察到自发的肌肉收缩，产生 10-40 μN 的主动张力横跨梁上的肌肉收缩。虽然发现肌肉自发收缩，频率是可控的，通过应用和随后的阻断的神经递质应用到脊髓的频率。添加 300 μM 的谷氨酸的解决方案，导致肌肉收缩的模式发生明显的变化。

相反，谷氨酸受体拮抗剂的添加导致肌肉收缩几乎完全停止，即使应用额外的谷氨酸也是如此。这些拮抗剂的应用引起的抑制超过基线水平，表明脊髓是驱动观察到的自发收缩的大部分。

该研究的更多细节可以在题为 "Emergence of functional neuromuscular junctions in an engineered, multicellular spinal cord-muscle bioactuator" 的论文中找到。该研究由 C. D. Kaufman、S. C. Liu、C. Cvetkovic、C. A. Lee、G. Naseri Kouzehgarani、R. Gillette、R. Bashir 和 M. U. Gillette 共同撰写。

软机器人与 3D 打印

近年来，3D 生物打印技术在移动机器人领域的应用呈现出多种形式。例如，来自纽约康奈尔大学的研究人员开发出了一种 3D 打印

的软性机器人肌肉，能够通过汗水控制内部温度。研究人员制作出了类似于手指的软性致动器，能够留住水分并对温度做出反应，研究人员的目标是让无系带的机器人能够长时间运行。

来自加泰罗尼亚生物工程研究所（IBEC）的科学家们利用 3D 生物打印技术制造出了“肌肉”。该实验还利用骨骼肌组织制作生物触媒器，开发出能够施加力量并可能抓取或沿表面行走的细胞结构。

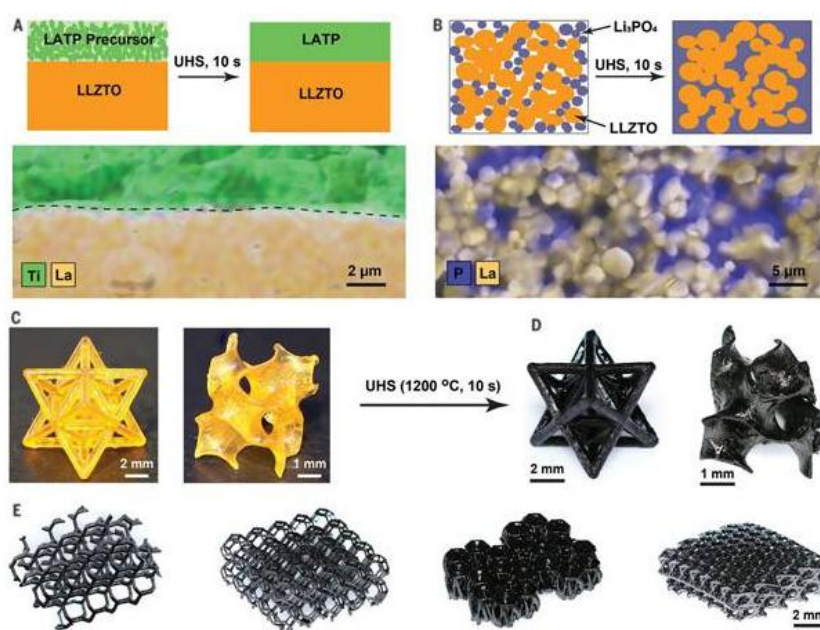
去年 8 月，荷兰代尔夫特理工大学（TU Delft）的研究人员创造了多种颜色的 3D 打印传感器，帮助软性机器人的自我意识和适应性。这种软机器人由高柔性材料制成，能够做出类似于生物体自然运动的动作。

来源：以上材料按照相关资料整

（三）超快高温烧结方法登上《科学》！10 秒快速烧造陶瓷 可产生精细的 3D 打印结构

马里兰大学（UMD）材料科学与工程系（MSE）的科学家将一种具有 26,000 年历史的制造工艺改造成一种新颖的制造陶瓷材料的方法，该方法在固态电池、燃料电池、3D 打印等行业中具有广阔的应用前景。

陶瓷广泛用于电池，电子产品和极端环境中。但传统的陶瓷烧结（用于制造陶瓷物体的烧结过程的一部分）通常需要数小时的处理时间。为了克服这一挑战，马里兰州的一个研究小组发明了一种超快的高温烧结方法（称为 UHS），既可以满足现代陶瓷的需求，又可以促进新材料创新的发现。



图：通过 UHS 烧结技术实现的结构

该研究于 5 月 1 日刊登在《科学》（Science）杂志的封面上，题为“A general method to synthesize and sinter bulk ceramics

in seconds”，由美国马里兰大学胡良兵教授、莫一非教授，弗吉尼亚理工大学、加州大学郑小雨教授和加州大学圣地亚哥分校骆建教授团队等人（共同通讯作者）完成。



据悉，以往的一些快速烧结方法存在诸多限制，常会出现温度太低、耗时耗精力、成本居高不下等问题。马里兰团队采用的超快速高温烧结新方法可提供高加热和高冷却速率、均匀的温度分布，以及高达 3000 摄氏度的烧结温度。综合来看，这些过程所需的总处理时间不到 10 秒，比传统的熔炉烧结方法快 1000 倍以上。

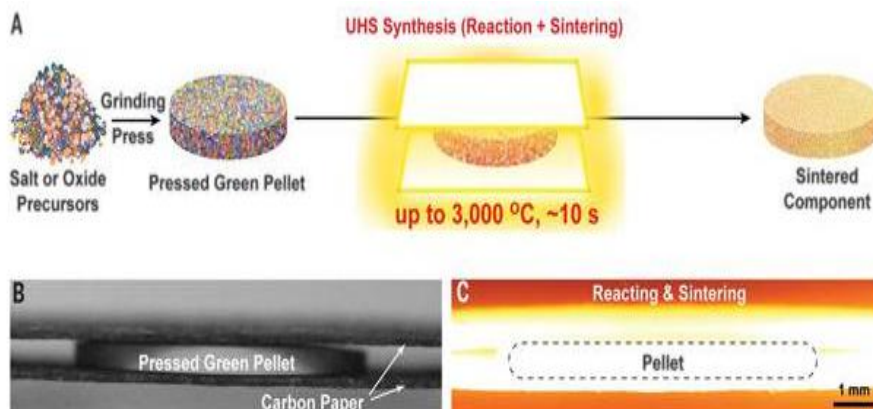


图 快速烧结工艺和陶瓷合成装置

“通过这项发明，我们将压制的陶瓷前体粉末生坯夹在两根碳条之间，通过辐射和传导迅速加热该颗粒，从而创造出一致的高温环境，迫使陶瓷粉末迅速固化。”

“温度足够高，基本上可以烧结任何陶瓷材料。该专利工艺可以扩展到陶瓷以外的其他材料上。”研究人员表示，这种方法有两重意义：“超快高温烧结代表了超快烧结技术的一项突破，这不仅是因为它普遍适用于多种功能材料，还因为其通过保留或产生额外缺陷来创造非平衡块状材料方面拥有巨大潜力。目前该技术由 HighT-Tech LLC 进行商业化。“我们很高兴看到热解时间从数十小时减少到几秒钟，并在快速烧结后保留了精细的 3D 打印结构。”

来源：以上材料按照相关资料整理

三、协会动态

（一）天府绿道科普智惠行动——省增协、彭州市科协在行动

为更好服务“天府绿道 科普同行 区域共享 聚智惠民”2020年，5月27日，天府绿道科普智惠行动战略彭州市科协、四川省增材制造技术协会联动，邀请成都市科普文化产业协会负责人在省增材制造技术协会开展接轨增材制造学习交流活动，互融互通探索、对接合作商谈，取得成效，彭州市科协副主席唐双、四川省增材制造技术协会秘书长王长春、成都市科普文化产业协会会长蔡鹏参加此次交流活动。



在省增协，王秘书长详细介绍了增材制造产业的发展历程、发展定位、行业应用和未来的发展规划，并结合“天府绿道科普同行 区域共享 聚智惠民”活动的要求，注重发挥增材制造在四川的功能、区域优势和专家院士各类人才荟萃优势，放大学术品牌效应，创新人才服务形式，丰富科学普及内容，实现建言数质并举，策应成都市连片“绿道+科普场景”打造的新要求。最后，唐主席、蔡会长明确表态，愿意在学会、科普、人才、创新等方面，根据彭州需求，全力支持、全面合作。

来源：以上材料按照相关资料整理

（二）“三区”联动 绿道同行成都市首个跨区连片“漫步绿道+科普场景” 智惠行动启动

为充分挖掘天府绿道科普资源，提升科普服务能力，转化天府绿道生态价值，5月26日，由成都市科协、新都区委区政府指导，成华区科协、新都区科协、彭州市科协主办的“天府绿道 科普同行 区域共享 聚智惠民”2020年首届天府绿道科普智惠行动启动仪式在新都区“花香果居”拉开帷幕，标志着成都市首个跨区连片“绿道+科普场景”打造进入到实践阶段，四川省增材制造技术协会秘书长王长春受邀参加此次活动，并授牌“四川省增材制造产业孵化基地”为首批科普共享基地。



由成都市科协创新提出的“绿道+科普场景”是将科普、公园城市绿道和科技工作企业、科普示范基地相融合，以天府绿道生态价值

开发为核心开展的，集绿道科普教育、绿道科普活动、绿道沿线产业振兴、乡村振兴、就业创业、社区发展治理于一体的科普场景打造体系建设。



启动仪式上，新都区委常委、总工会主席钟成基为活动致辞，成都市科协发布了首批绿道科普共享基地名录，成都市科协党组书记、副主席蔡晓军宣布绿道科普智惠行动启动。首批 15 家科普共享基地将资源共享，紧密合作，在为沿途绿道打造相关领域科普场景的同时，为带动区域旅游、现代农业、新经济等产业发展，促进创业就业探索新的科普服务方式。现场还发布了绿道科“抖”行动，参与嘉宾们纷纷拍摄短视频，并以互联网的形式向外界展现未来的美好蓝图。

下一步，在成都市科协的指导下，各区(市)县将着力建设专家智库和扩大绿道科普共享基地名录，进一步创新科普传播方式，提升科普服务能力，强力推进绿道+战略实施。

此次智惠行动将激发更多企业、机构、市场对天府绿道建设和生态价值开发的重视。亲临现场的成都市科协党组书记蔡晓军对此次“区域联动”智惠行动给予了高度评价，并对接下来的工作寄予了厚望。成都市科协、成华区、新都区、彭州市各相关单位和企业共计百余人参加了启动仪式。

来源：以上材料按照相关资料整理

四、协会会员单位动态

（一）会员单位华曙高科|规划 50 台华曙金属机，飞而康打造世界一流的增材制造超级工厂

增材制造，是制造业皇冠上的明珠。在制造行业，“增材制造工厂”正展现着迷人光彩。

全新的生产理念、小批量定制、快速交付、巨大的附加值……沐浴着增材制造的光辉，众多具有战略眼光的企业都在渴望着借助增材制造获得突破与腾飞。其中，有一家专注于航空航天增材制造服务的中国企业，用超强的行动力、超快的市场反应能力，在中国和全球的疫情时间，不但没受影响，反而逆风飞扬，演绎着“金属增材制造产业化超级车间”的独特魅力——他就是飞而康快速制造科技有限责任公司（以下简称飞而康）

半年部署金属增材制造产业化超级车间，应用于数十个航空航天器型号任务

近年，国内航空航天事业迅猛发展，增材制造的应用不断深化，而专注于航空航天增材制造服务的飞而康因此也迎来了历史上难得的发展机遇。

坐落于太湖之滨的无锡飞而康科技创办于 2012 年 8 月，是中国领先的金属增材制造技术全套解决方案提供商，公司下设三个事业部：特种金属粉末事业部、3D 打印解决方案事业部和特种制造技术事业部。

2019年上半年，在经过深入调研和全面考察后，飞而康对华曙高科在粉末床增材制造领域的产业化理念、技术创新实力、完善的产品、快速响应的能力等综合实力十分认可，双方本着“协同、合作、共赢”的宗旨，正式达成战略合作，致力于航空航天最新设备研制和飞而康材料和工艺研发，打造基于华曙高科金属解决方案的“飞而康金属增材制造产业化超级车间”。

针对飞而康在航空航天领域特大型工件加工能力的需求，华曙高科抽调核心技术和应用、售后、生产等人员，专门成立了飞而康项目团队，克服众多时间、技术上的挑战，抢抓机遇，定向研发超大型金属增材制造设备，并赶在2020年春节前实现发货。

华曙高科负责飞而康项目的团队放弃公司年会，克服疫情影响，高效完成了超大型金属增材制造设备的安装调试，全方位提供工艺开发等技术支持，全力以赴确保飞而康项目进度。

新的车间充分满足了飞而康日益增长的订单需求，同时效率和质量也得到了显著提升。

突破极限成型尺寸，工艺研发驶入快车道

目前，在华曙高科超大型金属增材制造设备的加持下，飞而康金属增材制造产业化超级车间具备了620*620*1100mm的极限尺寸的加工能力，这使得飞而康在大型航空航天件的加工能力如虎添翼。

基于华曙高科“开源”的平台，飞而康已成功研发出20余种航空航天金属3D打印材料烧结工艺，并建立了材料工艺的大数据，

覆盖了多个牌号的航空钛合金、铝合金、镍基高温合金等，为新产品的开发设计提供了详细数据和质量保障。为确保品质的稳定性，车间实行专机专用，充分保证设备+材料+工艺的一致性和可追溯性。

未来规划产能再翻 4 倍，华曙设备列装至 50 台

飞而康列装的第一台华曙 FS421M 自 2019 年 8 月开始正式使用，共计稳定运行了 2781.5 小时，完成了多批次重要工件的加工打印，表现出了优异的稳定性和打印质量。

路纵崎岖，唯勇者行。全球企业面临的压力与日俱增，唯有不断创新才能战胜对手。通过在航空航天领域的多年历练，飞而康已经形成了集装备-材料-工艺-应用-服务为一体的完整产业链。未来，在“飞而康金属增材制造产业化超级车间”的助力下，航空航天产业化应用将有质的提升及飞跃性的突破，而这一天的到来已经指日可待！

来源：以上材料按照相关资料整理



抄送：四川省科学技术厅、四川省经济和信息化委员会、四川省发展和改革委员会；成都市科学技术局、成都市经济和信息化委员会、成都市发展和改革委员会、各区县科技部门领导；协会会长、副会长、副会长单位、理事单位、会员单位。

编辑委员会

主 编：殷国富

副 主 编：王长春 温成义

责任编辑：唐周宇

编 辑：阳永秀

四川省增材制造技术协会秘书处

地 址：彭州致和镇护贤西二路 138 号 38 栋

电 话：028-84560177

邮 箱：sczc2017@126.com