

# 3D 打印参考

---

2018 年 9 月 第 1 期 总第 1 期

- ◆ 增材制造产业概述
  - 产业链及关键环节分析
- ◆ 3D 打印主要成型工艺
- ◆ 行业动态
  - 国内行业动态
  - 国际行业动态
- ◆ 政策&标准
- ◆ 附件
  - 工信部门交流材料汇编

## 前言：

“增材制造”作为一门新兴技术，随着技术的日趋成熟，正快速的融入到传统制造业，为企业的产品开发、转型升级提供了新的动力；同时在空天产业，汽车制造，生物医疗，建筑，文创产业以致社会、经济、生活各个领域都显示了创新能力。

四川省增材制造技术协会成立以来，一直致力于推动 3D 打印技术在四川的推广与应用开发。但是，在和四川地区许多企业、政府部门的调研对接中，深切感到对“增材制造技术”的认识较为模糊，对产业应用缺乏了解。因此，为了把增材制造技术的发展动态、最新应用、最新成果及时传达给业内人士和政府领导，协会决定编辑“3D 打印参考”。

作为“3D 打印参考”第一期内容，将对 3D 打印技术做出基本概述。参考中的文章偏重选择应用为主，每期突出一个重点领域或行业，采用文摘方式，准确注明出处。今后也将向省内各会员企业及行业爱好者，征集原创稿。

“它山之石，可以攻玉”，希望“3D 打印参考”能给你有所启发，有所收获！我们殷切期望你的信息反馈，给予我们的工作改进和鞭策。

（协会副会长温成义）

# 目录

(协会副会长温成义) .....	1
目录.....	1
增材制造产业概述.....	2
(二) 产业链及关键环节分析.....	4
3D 打印主要成型工艺.....	7
(一) SLA 3D 打印工艺.....	7
(二) Polyjet3D 打印工艺.....	8
(三) 3DP 3D 打印工艺.....	9
(四) SLM 3D 打印工艺.....	11
(五) CLIP 3D 打印工艺.....	13
(六) EBM 3D 打印工艺.....	15
(七) MJF3D 打印工艺.....	16
行业动态.....	18
(一) 国内行业动态.....	18
(二) 国际行业动态.....	27
政策&标准.....	33
附件.....	40
工信部门交流材料汇编.....	40

# 增材制造产业概述

增材制造 (Additive Manufacturing, 简称 AM), 俗称“3D 打印”, 是一种基于离散——堆积原理成形实体零件的新型制造技术。与传统制造方式不同, 增材制造不需要刀具、夹具及多道加工工序, 利用三维设计数据在一台设备上快速而精确地制造出任意复杂形状的物品, 解决许多过去难以制造的复杂结构零件的成形问题。增材制造集合了信息技术与先进材料技术、数字制技术, 是先进制造业的重要组成部分, 被称为第三次工业革命的标志性技术之一, 正在推动智能制造、产品开发和生命科学领域的新一轮创新, 已在全球范围内得到广泛关注和重视。

## 1、增材制造的发展特点

增材制造的核心是数字化、智能化制造, 它改变了通过对原材料进行切削、组装生产的加工模式, 实现了面向任意复杂结构的按需生产, 将对产品设计与制造、材料制备、企业形态乃至整个传统制造体系产生深刻的影响。

(1) **增材制造促进制造模式的变革。** 增材制造适用于从大批制造模式到个性化制造模式的发展, 在促进新兴产业快速发展的同时, 也将带动传统制造方式、商业模式和生产企业组织机构的变革。

(2) **增材制造不产生废弃物。** 增材制造是基本粒子水平的构建行为, 因此所有参与构建的基本元素之间没有任何差异, 不会造成浪费, 也不产生污染废弃物。

(3) **增材制造不受产品复杂程度的影响。** 因为增材制造的过程

本质上是根据产品的信息，利用粒子重构产品的过程，只要获取了产品的信息，产品的复杂程度就不会影响增材制造的过程。

(4) 增材制造不需要繁冗的多级工艺处理和各种加工设备。因为产品构建的原理相同，因而生产实现产品的机器甚至一样，从而可以摆脱繁冗的多级工艺处理和各种加工设备的限制。

## 2、增材制造的对比优势

对比传统制造，增材制造技术有着众多优势。它完全突破了规模经济的限制，就传统制造而言，物体形状越复杂，制造成本越高，相比于传统制造而言增材制造技术有优势主要为：

表 1-1 增材制造与传统制造的特点对比

对比项	传统制造	增材制造
制造成本	物体形状越复杂，制造成本越高	制造复杂物品而不增加成本
产品多样性	传统的制造设备功能较少，做出的形状种类有限	做出的形状种类很多
设备通用性	需要多种加工设备协同工作	一种打印机可以打印不同的产品
工艺流程	建立在组装线基础上，部件越多，组装的时间和成本越多，部件的精度和可靠性与越低	一体化成型，不需要装配，缩短工艺流程和产品供应链，提高产品的一致性和可靠性
设计空间	产品形状有限，加工刀具、装配测试等环节制约了设计方案	可以突破设备的限制，缩短装配测试环节，设计空间较大
设备体积	设备大且多	制造能力更强，质量和体积小，可便携或通过火箭发射进行太空制造
环保性能	产生废弃物，一般环保性能较低	不产生废弃物，能远离辐射等，环保性能高
交付周期	较长	大幅缩短工艺流程和供应链，研制、交付周期较短
原材料利用率	约 90%的金属原材料被浪费	浪费极小，甚至“净成型”，大幅较少钛合金等昂贵材料的浪费

## **(二) 产业链及关键环节分析**

### **1、产业链基本情况概述**

相比于传统制造业，3D 打印产业链涉及到的环节较简洁，包括 3D 打印机设备制造商、3D 模型软件供应商、3D 打印机服务商和 3D 打印材料的供应商。将其分类，基本可以将产业链归为上游、中游、下游。

#### **(1) 3D 打印产业链上游——3D 打印材料**

从产业链横向角度进一步细分，上游材料可分为塑料、金属两大类，以及蜡、石膏、砂等其他各种材料。对于不同打印技术，对原材料性质要求不同，如 SLA 技术原材料种类较为单一，主要以液体光敏树脂为主要原材料，而 LOM、SLS 和 FDM 对应材料种类较为丰富，涵盖金属、塑料、陶瓷粉末等。

#### **(2) 3D 打印产业链中游——3D 打印设备及软件**

第一，3D 数字化建模软件。3D 数字化建模软件是 3D 打印的基础，无论是直接建模，还是逆向扫描，都需要用到 3D 数字化建模软件。

第二，3D 打印机硬件。3D 打印机包含很多种类型，如选择性激光烧结（SLS）、直接金属激光烧结（DMLS）、熔融沉积成型（FDM）、立体平板印刷（DLA）、熔丝制造（FFF）、融化压模（MEM）、分层实体制造（LOM）、电子束熔化成型（EBM）、选择性烧结（SHS）、粉末层喷头三维打印（PP）等模式。

#### **(3) 3D 打印产业链下游——应用领域**

产业链的下游主要有三维模型设计服务、打印服务和打印产品应用等，其中激光快速成型铸锻在航天军工、电站锻件等业务领域的应用比较突出。

## 2、关键环节分析

材料、设备和高附加值应用领域是增材制造的关键环节。

**(1) 材料方面。**增材制造的材料对构建成型有重要的影响，主要体现在零件性能和几何精度上。因此需要开发面向增材制造的新材料体系，通过材料、工艺、检测、控制等多学科交叉提升制件质量等。增材制造的材料主要分为：金属增材制造专用材料、非金属增材制造专用材料。关键的技术为：开发面向增材制造的新材料体系；金属构件成型质量与智能化工艺控制；难加工材料的增材制造成型工艺；增材制造材料工艺的质量评价标准。

**(2) 设备方面。**智能化增材制造装备是增材制造产业链的核心，研究重点为：装备的系统集成和智能化；多材料、多结构、多工艺增材制造装备；增材制造数据规范与软件系统平台；材料工艺数据库建设与装备的智能控制；增材制造关键部位及系统集成技术。

**(3) 高附加值应用方面。**3D 打印技术在一些领域的应用不够深刻，且存在一定的争议。例如，之前人们对于干细胞技术在医学上的前景满怀期待，然而由于这项技术在伦理道德方面存在着过大的争议，科学技术和伦理之间的争端、分歧由此出现。如何才能保证 3D 打印技术既能在医学上造福大众，同时又避免在伦理上引起大众的质疑，这不仅仅是一个简单的技术问题，同时涉及到人类社会、宗教、法律

等诸多方面。除此之外，3D 打印技术在一些应用领域的应用所引起的社会安全问题同样不能忽视。

来源：根据相关资料整理

# 3D 打印主要成型工艺

## （一）SLA 3D 打印工艺

1986 年，3D Systems 公司创始人 Charles Hull 发明了光固化成型技术。光固化成型法（Stereolithography, SL 或 SLA）是指利用紫外光照射液态光敏树脂发生聚合反应，来逐层固化并生成三维实体的成型方式。目前，3D 打印技术以 SLA 的研究最为深入，也商业化的最早。

### 1、SLA 工艺原理

FDM 工艺利用紫外线照射液体光敏树脂使其固化，加工过程中平台会逐层沉入树脂槽。

液槽中盛满液态光敏树脂，紫外波长的激光束在偏转镜作用下于液面上，按截面轮廓信息扫描，光点经过的地方，受辐射的液体就固化。这样，一次平面扫描便加工出一个与分层平面图形相对应的层面，并与前一层已固化部分牢固地粘结起来，如此反复直到整个工件完成。采用 SLA 工艺的工件一般还需要后续处理，包括清洗、去支撑、打磨、再固化等，以得到符合要求的产品。

FDM 成型工艺对于悬臂部位需要支撑，产品和支撑为同一种材质。对于彩色模型，需要后期上色处理。

### 2、SLA 工艺的优势、劣势

- 1) 精度高、表面光滑、可加工大尺寸产品
- 2) 树脂种类繁多以满足各种性能需求

3) 成型件强度力学性能较差，强度、刚度、耐热性能有限，产品通常不适合长期使用

4) 设备价格较高，打印速度较慢，材料较贵

### 3、SLA 工艺应用范围

1) 快速加工高精度、高表面质量、多细节手板样件，可用于外观验证、装配校核，某些情况下可用于功能测试。

2) 针对特殊要求有相应的特性材料（通常用于短时间），比如耐热树脂。

3) 打印产品表面质量好、精度高，可用于铸造模具。

## (二) Polyjet3D 打印工艺

2000 年，以色列 Objet 公司申请了 PolyJet 聚合物喷射技术专利，该公司已于 2011 年被美国 Stratasys 公司收购。PolyJet 技术的成型原理与 3DP 有点类似，但喷射的不是粘合剂而是树脂材料。在不同的 3D 打印公司，对 PolyJet 工艺的称呼不尽相同（如 3DSystems 公司称 MJP: MultiJet Printing），但其工作原理是一致的。

### 1、Polyjet 工艺的原理

PolyJet 技术采用的是阵列式喷头，根据模型切片数据，几百至数千个阵列式喷头逐层喷射液体光敏树脂于平台。

工作时喷射打印头沿 XY 平面运动，当光敏聚合材料被喷射到工作台上后，滚轮把喷射的树脂表面处理平整，UV 紫外光灯对光敏聚合材料进行固化。完成一层的喷射打印和固化后，设备内置的工作台

会极其精准地下降一个成型层厚，喷头继续喷射光敏聚合材料进行下一层的打印和固化。

如此反复，直到整个工件打印制作完成。

在悬臂结构处需要支撑，支撑材料通常与模型材料不同，工件成型的过程中将使用两种以上类型的光敏树脂材料。PolyJet 技术可在机外混合多种基础材料，得到性能更为优异的新材料，极大扩展了该技术在各领域的应用。

## 2、Polyjet 工艺的优势、劣势

1) 可同时喷射不同材料，适合多种材料、多色材料同时打印，满足不同颜色、透明度、刚度等需求。

2) 加工精度高，打印层厚低至 16 微米，产品细节体现非常好。

3) 产品通常不适合长期使用。

4) 材料价格贵，更换材料、打印过程材料消耗比 SLA 大，产品成本高。

## 3、Polyjet 工艺应用范围

1) 加工多材料、多颜色混合原型，也可以加工透明产品，常用于外观与装配测试。

2) 精度高、表面细节好的铸造模具。

3) 制造小批量注塑模具。

## (三) 3DP 3D 打印工艺

立体喷墨打印法 (Three-Dimension Printing, 3DP) 是出现很

早的一种 3D 打印技术。1993 年由 MIT 发明，1995 年 Z Corporation 公司获得专属授权，2011 年被 3D Systems 收购（技术名称更改为 ColorJetPrinting）推出，是世界上最早的全彩色 3D 打印技术。国际上著名的 3dp 工艺公司还有 ExOne、VoxelJet 等。

## 1、3DP 工艺的原理

从工作方式来看，三维印刷与传统二维喷墨打印最接近。与 SLS 工艺一样，3DP 也是通过将粉末粘结成整体来制作零部件，不同之处在于，它不是通过激光熔融的方式粘结，而是通过喷头喷出的粘结剂。

其详细工作原理为：

- 1) 3DP 的供料方式与 SLS 一样，供料时将粉末通过水平压辊平辅于打印平台之上；
- 2) 将带有颜色的胶水通过加压的方式输送到打印头中存储；
- 3) 接下来打印的过程就很像 2D 的喷墨打印机了，首先系统会根据三维模型的颜色将彩色的胶水进行混合并选择性的喷在粉末平面上，粉末遇胶水后会粘结为实体；
- 4) 一层粘结完成后，打印平台下降，水平压辊再次将粉末铺平，然后再开始新一层的粘结，如此的反复层层打印，直至整个模型粘结完毕；
- 5) 打印完成后，回收未粘结的粉末，吹净模型表面的粉末，再次将模型用透明胶水浸泡，此时模型就具有了一定的强度。

理论上讲，任何可以制作成粉末状的材料都可以用 3DP 工艺成型，材料选择范围很广。

## 2、3DP 工艺的优势、劣势

1) 成型速度快，价格相对低廉，粉末通过粘结剂结合，而不是其他工艺在保护气氛下烧结。

2) 可实现有渐变色的全彩色 3D 打印，可以完美体现设计师在色彩上的设计意图。

3) 打印过程无需支撑材料，不但免除去除支撑的过程，而且也降低了使用成本。

4) 可实现大型件的打印（目前最大可打印 4 米）。

5) 产品力学性能差，强度、韧性相对较低，通常只能做样品展示，无法适用于功能性试验。

6) 采用 3DP 技术的 3D 打印机，多用于砂模铸造、建筑、工艺品、动漫、影视等方面，目前有些 3D 照相馆也都是采用了 3DP 技术的 3D 打印机。

## 3、3DP 工艺的应用

1) 全彩色外观样件、装配原型。

2) 某些条件下可生产毛坯零件，借助后期加工得到工业产品。如粘结金属粉末后期烧结并渗入金属液得到可使用零件。

3) 铸造模样打印。

4) 直接打印砂型、砂芯。

## （四）SLM 3D 打印工艺

1995 年，德国 Fraunhofer 激光器研究所(Fraunhofer Institute

for Laser Technology, ILT) 最早提出了选择性激光熔融技术 (Selective LaserMelting, SLM), 用它能直接成型出接近完全致密度的金属零件。SLM 技术克服了 SLS 技术制造金属零件工艺过程复杂的困扰。

用 SLS 技术制造金属零件的方法主要有:

1) 熔模铸造法: 首先采用 SLS 技术成型高聚物 (聚碳酸酯 PC、聚苯乙烯 PS 等) 原型零件, 然后利用高聚物的热降解性, 采用铸造技术成型金属零件;

2) 砂型铸造法: 首先利用覆膜砂成型零件型腔和砂芯 (即直接制造砂型), 然后浇铸出金属零件;

3) 选择性激光间接烧结原型件法: 高分子与金属的混合粉末或高分子包覆金属粉末经 SLS 成型, 经脱脂、高温烧结、浸渍等工艺成型金属零件;

4) 选择性激光直接烧结金属原型件法: 首先将低熔点金属与高熔点金属粉末混合, 其中低熔点金属粉末在成形过程中主要起粘结剂作用, 然后利用 SLS 技术成型金属零件。最后对零件后处理, 包括浸渍低熔点金属、高温烧结、热等静压 (HotisostaticPressing, HIP)。

## 1、SLM 工艺的原理

SLM 是利用金属粉末在激光束的热作用下完全熔化、经冷却凝固而成型的一种技术。SLM 与 SLS 制件过程非常相似, 这里不再赘述。

但是, SLM 工艺一般需要添加支撑结构, 其主要作用体现在:

1) 承接下一层未成型粉末层, 防止激光扫描到过厚的金属粉末

层，发生塌陷；

2) 由于成型过程中粉末受热熔化冷却后，内部存在收缩应力，导致零件发生翘曲等，支撑结构连接已成型部分与未成形部分，可有效抑制这种收缩，能使成型件保持应力平衡。

## 2、SLM 工艺的优势、劣势

1) SLM 工艺加工标准金属的致密度超过 99%，良好的力学性能与传统工艺相当。

2) 可加工材料种类持续增加，所加工零件可后期焊接。

3) 价格昂贵，速度偏低。

4) 精度和表面质量有限，可通过后期加工提高。

## 3、SLM 工艺应用范围

1) 加工标准金属的外观、装配、功能原型。

2) 支撑零件，如夹具、固定装置等。

3) 小批量零件生产。

4) 注射模具。

## (五) CLIP 3D 打印工艺

2014 年，连续液面生长 (Continuous Liquid Interface Production, CLIP) 工艺被申请专利。2015 年 3 月 20 日，Carbon3D 公司的 CLIP 技术登上了权威学术杂志 Science 的封面。CLIP 本质上是 SLA (或 DLP) 的改进，其原理并不复杂，底部的紫外光投影让光敏树脂固化，而氧抑制固化，水槽底部的液态树脂由于接触氧气而保

持稳定的液态区域，这样就保证了固化的连续性。

## 1、CLIP 工艺打印原理

CLIP 工艺主要依赖于一种特殊的既透明又透气的窗口，该窗口同时允许光线和氧气通过。该机器能够控制氧的确切量和氧气被允许进入树脂池的时间。

氧气因此起到了抑制某些区域树脂固化的作用，而与此同时光线会固化那些没有暴露在氧气里的区域。也就是说，氧气能够在树脂内营造一个光固化的“盲区”，这种“盲区”最小可达几十微米厚（约为 2-3 个红细胞的直径）。

在这些区域里的树脂根本不可能发生光聚合反应。然后该设备会使用 UV 光像放电影那样把 3D 模型的一系列横截面投射到里面。

这项技术最重要的两个优势，一个是打印速度快到了颠覆性程度，比传统的 3D 打印机要快 25-100 倍，理论上提高到 1000 倍的潜力。

另外一个分层理论上可以无限细腻：传统 3D 打印需要把 3D 模型切成很多层，类似于叠加幻灯片，这个原理就决定了粗糙无法消除，而连续液面生产模式在底部投影的光图像可以做到连续变化，相当于从叠加幻灯片进化成了叠加视频，虽然毫无疑问这个视频帧数也不是无限大，但是对比幻灯片的进步是巨大的。

使用连续生长的加工方式大大改善了产品的力学性能。传统的 3D 打印零件因为层状结构，其力学特性在各个方向上不同，特别是在堆叠的方向上，抗剪切性能很差。而连续液面生产的零部件的力学

特性在各个方向保持一致，在实际应用中少了很多顾虑。

## （六）EBM 3D 打印工艺

电子束熔融成型法（ElectronBeam Melting, EBM）由 Arcam 公司发明，是金属增材制造的另一种方式。其工艺过程与 SLM 非常相似，最大的区别是能量源由激光换成了电子束。

### 1、EBM 工艺的原理

电子束熔融（EBM）技术经过密集的深度研发，现已广泛应用于快速原型制作、快速制造、工装和生物医学工程等领域。EBM 技术使用电子束，将金属粉末一层一层的融化生成完全致密的零件。

电子束由位于真空腔顶部的电子束枪生成。电子枪是固定的，而电子束则可以受控转向，到达整个加工区域。电子从一个丝极发射出来，当该丝极加热到一定温度时，就会放射电子。

电子在一个电场中被加速到光速的一半。然后由两个磁场对电子束进行控制。第一个磁场扮演电磁透镜的角色，负责将电子束聚焦到期望的直径。然后，第二个磁场将已聚焦的电子束转向到工作台上所需的工作点。

因具有直接加工复杂几何形状的能力，EBM 工艺非常适于小批量复杂零件的直接量产。该工艺使零件定制化成为可能，而且为 CAD to Metal 工艺优化的零件，可以获得用其它制造技术无法形成的几何形状，因此，零件将因无与伦比的性能而对客户体现其价值。

该工艺直接使用 CAD 数据，一步到位，所以速度很快。设计师从

完成设计开始，在 24 小时内即可获得全部功能细节。与砂模铸造或熔模精密铸造相比，使用该工艺，交货期将被显著缩短。

生产过程中，EBM 和真空技术相结合，可获得高功率和良好的环境，从而确保材料性能优异。

## 2、EBM 工艺的优势、劣势

1) 在窄光束上达到高功率的能力，能打印难熔金属，并且可以将不同的金属熔合。

2) 真空环境排除了产生杂质的可能，譬如氧化物和氮化物，真空熔炼的质量可保证材料的高强度。

3) 激光束式不实施预热，电子束式实施预热。电子束式的温差小，残余应力低，加工支撑所需较少。

4) EBM 工艺加工过程中会预热粉末，粉末会呈现假烧结状态，不利于小孔、缝隙类特征打印，如 1mm 的孔易被粉末堵死。

5) EBM 设备需要真空系统，硬件资金投入更高，而且需要维护。电子束技术的操作过程会产生 X 射线（解决方案：真空腔的合理设计可以完美的屏蔽射线。）

## （七）MJF3D 打印工艺

众所周知，MJF 3D 打印工艺也是近年来刚兴起的 3D 打印工艺之一，主要由惠普公司研发。被称为是新兴增材制造技术的一大“中坚力量”。

### 1、MJF 工艺的原理

对于 MJF 技术我们已经知道的是，其机器主要依靠两个不同的喷墨组件打造全彩的 3D 零部件，一个组件主要负责铺设打印材料，形成对象实体，另一个喷墨组件则负责喷涂、上色和融合，使部件获得所需要的强度和纹理。

该技术的工作方式简单来说就是：先铺一层粉末，然后喷射熔剂，与此同时还会喷射一种精细剂（detailing agent），以保证打印对象边缘的精细度，然后再在上面施加一次热源。

惠普公司表示，这将使其打印速度比选择性激光烧结（SLS）技术、熔融沉积成型（FDM）技术快 10 倍，而且不会牺牲部件的精细度。

## 2、MJF 工艺的优势及劣势

该工艺能够简化工作流程并降低成本，实现快速成型；以突破性的经济效益实现零部件制造；降低了使用门槛、并支持各行业新应用的开放式材料与软件创新平台。

惠普 3D 打印业务总裁 Stephen Nigro 称，HP 多喷嘴式熔融 3D 打印解决方案以业内的创新方式实现了高速度、高质量和低成本的有效结合。

这令企业和制造商可以重新思考为客户设计和交付解决方案的方式。

来源：根据相关资料整理

# 行业动态

## （一）国内行业动态

1、2018年8月15日上午，在四川省彭州市成功召开四川省增材制造（3D打印）产业发展路径座谈会。



会议由四川省增材制造技术协会会长殷国富主持召开，四川大学华西医院、中国东方电气集团有限公司、西南交通大学材料科学与工程学院、成都飞机工业集团公司钳焊导管厂、中国航发成都航空发动机有限公司、攀钢集团研究院有限公司、四川长虹电器股份有限公司、国家生物医学材料工程技术研究中心、成都航利航空科技有限公司、成都优材科技有限公司、成都真火科技有限公司、成都雍熙聚材科技有限公司、成都德瑞斯可科技有限公司、成都工业学院材料工程学院、雷尼绍（上海）贸易有限公司成都办事处、湖南华曙高科技有限责任公司、中航迈特粉冶科技（北京）有限公司等 50 余家企事业单位、科研机构相关负责人出席参加。

四川省增材制造技术协会会长殷国富首先表达了对整个行业发展的信心：“增材制造应用前景广阔，这是毋庸置疑”。其次，谈到他的感受，在宁夏共享-四川共享公司的国家项目验收中，该公司八条砂型打印生产线完全颠覆了我们对铸造业的观念，明亮整洁的生产现场，产出能力非常强，在满足各种大型精密铸件的需求同时，缩短了周期，提高了品质。

协会要广泛收集意见和建议，提出和形成四川增材制造路径，是我们应该重点开展的工作。协会要配合会员单位把好东西推出去，推出四川 3D 打印名片。

中国航发成都发动机有限公司、成都工业学院材料工程学院、西南交通大学、四川大学国家生物医学材料工程技术研究中心等单位负责人就四川 3D 打印将如何产业化进行了发言讨论。

## 2、四川省增材制造技术协会组团参加中国增材制造大会暨展览会

2018 年 7 月 26 日-28 日，由工业和信息化部指导，中国电子信息产业发展研究院和杭州市人民政府主办，中国增材制造产业联盟和萧山区人民政府联合承办的 2018 中国增材制造大会暨展览会（AMCC2018）在杭州国际博览中心成功召开。AMCC 在杭州举办两年，已然成为国内外企业高度认可的集增材制造产业政策宣讲、新品展示、技术交流、应用对接为一体的年度盛会。

应中国增材制造技术联盟邀请，四川省增材制造技术协会作为“2018 中国增材制造大会暨展览会”的协办单位之一，组织了成都



市优材科技、墨分三维、成都航空动力产业功能区管委会等会员单位参加展会，此次参展面积近 200 平米，采用统一规划设计方案，在场馆核心区域内打造展团专属区域，突出体现四川地区增材制造产业链优势。展会共计 20000 平米展览规模，展示国内外增材制造领域全产业链技术与产品，吸引了 EOS、HP、航天科工二院 3D 打印中心、鑫精合、首都航天机械、中航天地激光等国内外 100 余家企业与用户单位集中亮相。

### 3、《中国增材制造产业发展报告（2018 年）》发布

2018 中国增材制造大会暨展览会期间，中国电子信息产业发展研究院装备工业所所长、中国增材制造产业联盟副秘书长左世全发布《中国增材制造产业发展报告（2018 年）》。报告由中国增材制造产业联盟秘书处专家执笔，历时半年编写完成，涵盖了国内外增材制造产业的发展历程、发展现状和未来展望等内容。报告撰写过程中，得到了增材制造行业管理部门、全国增材制造标准化技术委员会、国家增材制造产品质量监督检验中心、中国技术交易所以及联盟重点联

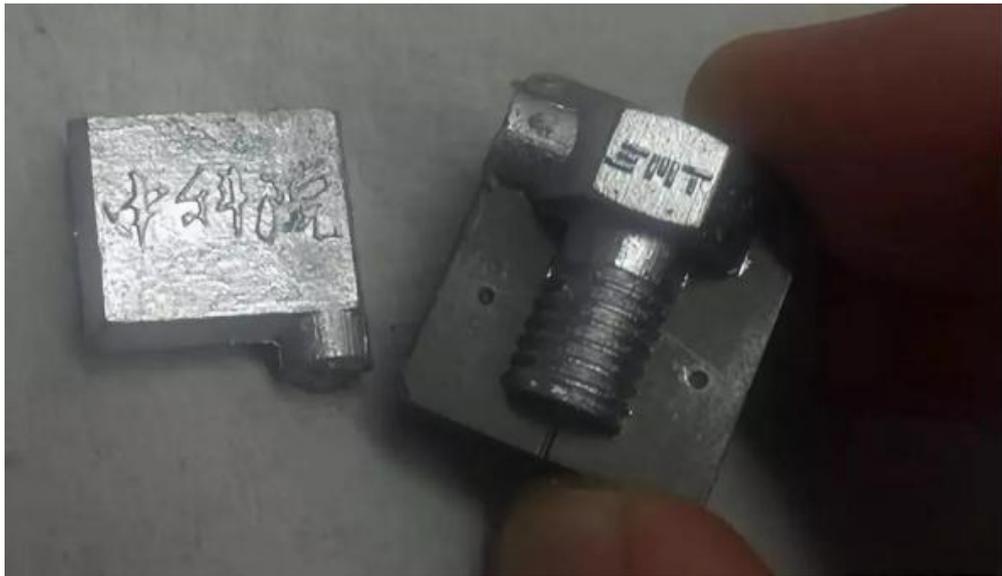
系企业等单位领导和专家的指导和帮助。

#### 4、微重力环境下立体光刻制造技术打印的陶瓷样品

中国科学院空间应用工程与技术中心科研人员近日在瑞士利用欧洲失重飞机，成功完成了微重力环境下陶瓷材料立体光刻成形技术试验，以及微重力环境下金属材料铸造技术试验，为我国空间站、深空探索等任务中实现“太空制造”拓宽了技术路线。中科院太空制造技术重点实验室是国际上第一个以先进太空制造技术为研究主题的实验室。



本次试验共进行了 28 次微重力、2 次月球重力和 2 次火星重力飞行，搭载的两套装置分别对陶瓷材料和金属材料进行了预先计划的制造任务，共获得 10 件陶瓷样品和 8 件金属样品。



### 5、金属材料微重力环境下铸造样品地面脱模情况

微重力环境下粉末材料难以在制造过程中得到有效控制，国际上普遍采用丝状材料作为太空制造的主要材料形态，但后者的一次成型精度和表面光洁度较低，实际应用潜力受限。

中科院太空制造技术重点实验室（依托单位为空间应用中心）自主研发的类固态膏体材料，是一种可在失重环境中约束精细粉末的新材料形态，具有适应多种微重力条件的流变特性。使用该材料可有效保证制造过程中材料形态的稳定，为微重力环境下粉末材料的高精度成型提供了新技术途径，有望在未来实现半导体、光学部件、微机电系统等产品在太空探索任务中的原位快速制造，也为月尘月壤等月球资源的就位利用提供了新技术途径

### 6、3D 打印装备器件在高分五号卫星中获得实际应用，助推我国航天发射能力实现新跨越

5月9日太原卫星发射中心用长征4号丙火箭将高分五号卫星成功送入预定轨道，此次任务中由发射中心试验技术部二室牵头制作的

多个 3D 打印装备器件得到成功运用，这标志着太原卫星发射中心以航天装备应急保障能力为代表的发射能力实现新跨越。

航天发射领域专业性强、特种装备多、非标准组件多，以往非标准组件生产难度大、订购周期长，一直是困扰航天装备应急保障的突出难题。面对现实难题，中心试验技术部二室紧盯科技前沿，将 3D 打印技术作为破解特种装备保障难的关键，相继攻克图纸分析、数字建模、数据调试、高精度匹配等 10 余项难题，在光学设备和某型任务组件上取得突破。3D 打印技术生产的器件，精度高、生产速度快，完全可以满足应急使用要求，为装备应急保障能力提供了可靠支撑。

## 7、国内首家喷墨打印公共平台在苏州揭牌

据江苏纳米创新中心消息，近日，中科院苏州纳米所喷墨打印公共平台启动仪式在苏州工业园区举行，国内首家喷墨打印开放实验室正式启动运作。喷墨打印公共平台拥有世界一流的喷墨打印头测试设备和设施，包括激光测振仪、非接触自动光学测量仪、高速墨滴观测设备、打印工艺实验平台，以及科研级喷墨 2D 打印机、科研级喷墨粉末粘接 3D 打印机等，可实现 QLED 发光器件打印、喷墨金属 3D 打印、喷墨砂型 3D 打印、彩色 3D 打印等。据了解，喷墨打印技术是工业 4.0 智能制造领域的关键共性核心技术之一。以喷墨打印为基础的数码制造技术对纺织、生物医疗、工业、能源、电子和建筑等行业具有变革性的影响。未来 5 年，喷墨数码制造将经历爆发式增长，包括砂型铸造、纺织印花、OLED 显示、包装打印等细分应用领域都会增长，增长时间、拐点决定于打印速度的提升和打印成本的下降，预

计总市场规模将超过 2 万亿元。

## 8、全国首家珠宝 3D 打印共享中心落户广州

3 月 22 日，迪迈珠宝 3D 打印共享中心（以下简称“中心”）在番禺区举行开业仪式。据悉，该中心是由广州迪迈智创科技有限公司和意大利 SISMA 公司携手打造的集科普宣传、示范推广、加工研发、技术研发、设备销售、设备租赁、金属打印、教育培训等功能于一体的平台，旨在让各界人士了解与体验珠宝 3D 打印技术在珠宝行业的应用。通过互联网+3D 打印+珠宝首饰，使首饰产品个性化，生产分布化，资源共享化，顺应新时代浪潮，将珠宝首饰行业向智能制造转型发展。

## 9、面临突破 “高新造” 3D 打印血管即将临床试验



日前，四川蓝光英诺生物科技股份有限公司(以下简称“蓝光英诺”)传出重磅消息，“3D 生物打印血管技术目前已经很成熟了，预计今年年底我们将在美国进行人体临床试验。”，蓝光英诺首席执行官兼首席科学家康裕建说道，如果人体临床试验顺利，预计未来 5 年

内 3D 生物打印血管技术有望取得上市许可，面向市场，为广大心血管病患者服务。据悉，今年 2 月，蓝光英诺与美国大型高等学府之一的田纳西大学强强联手，就“3D 生物打印人工血管临床试验”“3D 生物打印人才联合培养”等领域展开全方位战略合作计划。

## 10、上海浦东推动增材制造产业发展

据上海浦东门户网站消息，浦东已进入二次创业转型升级的新阶段，增材制造是实现智能制造的关键技术之一，推动增材制造产业的兴起可谓恰逢其时。浦东围绕增材制造产业链研发、制造等高附加值环节，将形成新的增量布局，衍生出新的细分产业与商业模式。在应用领域，通过引入增材制造提升现有制造业在突破人力成本、土地空间、材料成本、复杂工艺以及避免研发过程中的试错性研制等方面的能力，加快产业数字化、智能化步伐。

高端制造领域，利用增材制造提升研发效率、优化生产工艺、提高产品性能等。结合金桥汽车研发中心、祝桥商用飞机总装制造中心、临港重装备基地，在汽车制造、商用飞机发动机、核电设备制造等所涉及的重型机械、高端精密机械装备等产业领域，增材制造可加快研发速度和生产效率，性能强度远高于传统方法。文化创意领域，结合浦东时尚消费品的创意设计等现代都市产业、工艺品制造等都市型工业，利用以增材制造为核心的工业设计实现“设计制造一体化”模式，激活创意设计活力，缩短新品面世周期，极大地提升中小企业的竞争优势。生物医学领域，结合上海国际医学园高端医疗器械，增材制造能为病患提供量身定制、抗排异性更高的骨骼器官等产品；助力相关

组织与器官生物替代物等个性化医疗方面深入研发，引领行业技术。

## 11、2018 中国（西安）国际 3D 打印博览会暨高峰论坛

2018 年 9 月 6 日-8 日，中国（西安）国际 3D 打印博览会暨高峰论坛在西安成功举办。大会由中央部委部门指导，中国工程院和省市部门、以及机械、航空、医疗等行业权威研究机构联合主办，国家增材制造创新中心、西安增材制造国家研究院、全国增材制造（3D 打印）产业技术创新战略联盟共同协办。此次大会通过 1+2+8+1+1+3 议程形式，开展了 16 场主题交流与合作对接活动，推进了多个重大项目合作签约，有力促进了产学研深度融合、推进 3D 打印应用项目落地。

大会邀请了国家部委领导、省市政府领导、海内外院士知名、投资大咖和知名企业代表等参会，包括 10 余名中外知名院士、多名世界知名企业负责人，100 多位重要贵宾，吸引了 2 万余人次增材制造专业观众参加，共同围绕当前增材制造产业发展前沿的最新热点和创新成果进行分享和研讨。大会汇聚各方力量共创、共建、共赢、共推增材制造发展创新与应用变革，助力制造强国建设。是一场规模盛大、层次高端的增材制造领域国际交流研讨活动。

同期还召开了《增材制造产业发展行动计划（2017-2020 年）》宣贯会暨应用经验交流会，我协会秘书长王长春参与了此次交流会。发展改革委、公安部、商务部、文化和旅游部、卫生健康委、市场监管总局等部门，北京、上海、江苏、浙江、安徽、陕西、湖北、湖南、广东等省市工信主管部门，以及增材制造相关行业组织、重点企业、

用户单位、高校院所等 70 余名代表参加会议。

## （二）国际行业动态

### 1、澳大利亚 Titomic 发布全球规模最大、速度最快金属 3D 打印机

5 月 17 日，澳大利亚金属增材制造公司 Titomic 宣布全球规模最大、速度最快的金属 3D 打印机当天在墨尔本正式启动。据悉，该设备基于传统的冷喷涂技术，新的 3D 打印工艺打印尺寸可达 9 米×3 米×1.5 米，可实现低成本的钛金属材料打印。同时，Titomic 本周宣布，已与 Fincantieri 达成谅解备忘录，Fincantieri 是全球最大的造船公司之一，旨在探索 TitomicKineticFusion 技术在海洋领域的应用。

### 2、波音公司与 Assembrix 签署协议，以确保 3D 打印数据安全

2018 年 5 月 16 日，据媒体获悉，在新的协议备忘录（MOA）中，美国跨国航空巨头波音公司与以色列软件公司 Assembrix 签署协议，以确保其 3D 打印零件的数据安全。Assembrix 的技术是一个工业 3D 打印云平台，该平台负责监督整个数字线程，从设计到生产和验证。通过几何算法和机器人相结合来保护 3D 文件免受拦截、破坏和解密，促进内部团队和外部客户端之间的安全共享。Assembrix 首席执行官 Polak 在谈到新的 MOA 时说：“我们很高兴能与波音合作，并对我们的团队和能力有信心。此次合作支持了我们的愿景，开发连接世界的创新解决方案，并将增量制造数字线程向前迈进一步。”

### **3、EOS 携手 Eurocoating，助力中国增材制造**

近日，EOS 携手 Eurocoating 达成在中国市场的战略合作伙伴关系，后者为钛和钴合金矫形假体的领军供应商。双方将发挥各自在行业和市场上的经验优势，在生物医学领域里进行技术革新。该合作旨在加强两家公司在其各自领域的主导地位，并满足生物医学领域对增材制造组件、材料和服务等相关产品日益增长的需求。Eurocoating 位于特伦蒂诺-南蒂罗尔（Trentino-South Tyrol）地区的佩尔吉内-瓦尔苏加纳（PergineValsugana），是 Unitedcoatings Group 集团旗下子公司，如今已成为植入式医疗器械表层处理（特别是等离子喷涂）领域的领军企业。毗邻欧洲的医疗器械制造商的工厂、美国子公司 Surface Dynamics，以及最近中国无锡工厂的落成，使得 Eurocoating 在全球生物医学界具备一定影响力的规模。

### **4、西门子公司推出全新线上协同平台，用于支持全球增材制造**

西门子公司 5 月对外宣布，推出最新的增材制造网络，一种全新的线上协同平台，可为全球工业 3D 打印行业共享按需设计、工程专业知识及经验、数字化工具、生产能力等，以满足全球日益增长的对增材制造专业知识和最新技术的需求。该协同平台将打造一个线上生态系统，由产品设计师、工程师、制造商、零件/部件买家、3D 打印机的原始设备制造商（OEM）、物料供应商以及软件供应商等各类人员构成，可为产品买家与制造商之间建立起联系，此外，该平台还提供协同设计能力，通过最新的增材制造软件进行产品的联合创新设计，提高产品创新设计制造效率，促进 3D 打印更广泛的应用。

西门子公司推出的该种线上协同平台由其旗下的 Siemens PLM Software 公司开发，对全球的制造业从业者开放，可多方参与，以实现资源利用的最大化、共享增材制造领域的专业知识。例如，全球各地的专家都能通过该平台建立起联系，共同参与并帮助设计、研发。此外，零件买家还能利用平台快速查找高质量的服务，提高工作调度效率，缩短产品制造周期。与此同时，制造服务供应商可创建用于下一代设计的工作订单，最大化设备使用率，拓展业务。最后，3D 打印机原始设备制造商可以与行业内的参与者联系，共享其最新的系统、技术和专业知识，便于零件的重复生产。该协同平台的建立将为各类人员直接提供高价值服务、全球可用的增材制造系统和关键知识，有助于加速增材制造零部件的创新设计与制造。

近日，美国华盛顿州立大学首次实现利用 3D 打印技术一步成形出由两种不同材料组成的梯度复合材料结构，能够有效减少制造流程，快速制造出具有多种材料的复杂构件。该研究成果发表在 5 月份的《增材制造》杂志上。

### **5、3D 打印机 2017 年全年出货情况新鲜出炉，工业级 GE 现加速超越趋势，桌面级万豪与闪铸挺进全球前 5 强**

据 Context 研究报告，工业/专业 3D 打印市场领域，2017 年全球的 3D 打印设备出货方面，Stratasys 继续领跑全行业市场份，占工业 3D 打印设备领域的 25%。HP-惠普、GE 增材制造、EOS、SLM Solutions 同比增长两位数以上。其中，GE 增材制造在市场份额的追赶上出现了超越趋势，与 GE 增材制造 2016 年同期相比，实现了 39%

的增长。EOS 则是稳步实现了 14% 的增长，而 HP-惠普则达到了 7760% 的增长水平。

个人/桌面 3D 打印市场领域，按照台数，前三强为 XYZprinting、Monoprice、Prusa Research。其中 XYZprinting 出货量为 81840 台，与 2016 年同期相比增长了 1%，Monoprice 与 2016 年同期相比增长了 187%，Prusa Research 与 2016 年同期相比增长了 523%。其中，中国的万豪和浙江闪铸挺进全球前 5 强。万豪 2017 年出货量达到 35263 台，闪铸的“发明家 Finder”系列桌面级 3D 打印机在 2016 年全球市场上全面大卖，产品整体销量与 2016 年同期相比增长了 15%。

分析：国内工业级 3D 打印设备在迈向国际化的道路上不妨借鉴国内桌面级 3D 打印企业的思路，因地制宜，抓住市场的突破口打造自身的优势，而性价比是当前桌面级 3D 打印企业在国际市场上寻找的一大突破口。3D 打印的应用端的特殊性决定了尤其是工业级 3D 打印应用具有一定的高附加值性与超前性，尤其是欧美的先进应用需求也进一步带动了 3D 打印应用、材料和设备技术的发展。这方面，国内很多企业正在做，包括 Polymaker，INTAMSYS 等企业面向国际市场的需求开发产品，华曙的海外布局与战略，以及西安铂力特与空客建立的增材制造项目合作。

## 6、量产 3D 打印电动车 LSEV

世界首款量产 3D 打印电动车 LSEV 由意大利电动车制造商 XElectricalVehicle(XEV)与中国 3D 打印厂商 Polymaker 公司合作制造。

目前，3D 打印技术在汽车领域的应用主要集中于制造模型、零件或是概念车等。这款车制造时间仅耗时三天，除底盘、座椅和玻璃之外，其他所有组件均由 3D 打印完成。



作为 XEV 电动车公司与中国 3D 打印材料厂商 Polymaker 展开战略合作后推出的首款车型，这款车计划于今年 12 月开始小批量生产，未来将首先投放到欧洲地区，主要面向共享汽车、物流、外卖送餐等领域。动力方面，这款车最高速度被控制在每小时 70km 以内。据悉，目前这款车的订单已经达到 7000 多辆，同时在 2019 年将实现 LSEV 车型的国产，主打个人用户和共享市场两个领域。

## 7、荷兰航空与 Materialise 合作制造 3D 打印隔板



芬兰航空公司为其 A320 飞机增加了一项重要的客舱功能，在例行升级中，航空公司在机舱安装了 3D 打印的隔板，由空客与比利时

的 Materialise 合作制造。通过使用空客标准 ULTEM 材料 3D 打印隔板，Materialise 减少了工艺流程，并创造了无模制品。生态“有机”的设计，使得飞机隔板的成本效益更高，生产速度更快，比使用传统方法制造的要轻 15%。在 3D 打印之后，每个面板都涂上了复合空客机舱规格的阻燃材料，然后通过空客机舱装饰和完成检查。这个项目是认证增材制造的一个很好的例子，它演示了 Materialise 如何提供超越 3D 打印的端到端流程，这是严格的质量过程，并纳入从设计到装饰的各个细节要求。3D 打印比起之前的工艺更为轻便，简单，快捷，高效。

# 政策&标准

## 1、增材制造关键领域列入 2018 行业质量共性技术推广重点任务，每项最高补助 300 万

为加快完善产业技术基础体系，提升工业基础能力，保障产业创新发展和行业质量提升，工业和信息化部决定组织开展 2018 年产业技术基础公共服务能力提升和行业质量共性技术推广项目申报工作。围绕工业和信息化重点领域，主要支持产业技术基础公共服务能力提升、行业质量共性技术推广 2 个方向共 14 项重点任务。

发文机关：规划司

标 题：工业和信息化部关于申报2018年产业技术基础公共服务能力提升和行业质量共性技术推广项目的通知

发文字号：工信部规函【2018】280号

成文日期：2018-08-14 发布日期：2018-08-14

文章来源：规划司 分 类：规划

### 工业和信息化部关于申报2018年产业技术基础公共服务能力提升和行业质量共性技术推广项目的通知

其中，增材制造（3D 打印）金属粉末质量控制和评价体系应用推广、增材制造（3D 打印）金属构件质量控制和评价体系应用推广被列为 2018 年行业质量共性技术推广重点任务，拟对其相关企业事业单位，进行每个项目不超过 300 万元的补助，具体内容如下：

5	增材制造（3D打印）金属粉末质量控制和评价体系应用推广	针对增材制造金属粉末产品粒径分布范围波动性大、存在空心粉和杂质夹杂等质量问题，以及粉末分析方法不完善，验收规范缺失等情况，开展增材制造金属粉末产品质量分析标准研究和试验验证，构建产品质量分析平台，实现制粉工艺规划、粉末质量数据管理和分析，解决增材制造金属粉末检验、验收等非竞争性共性质量问题，满足未来增材制造行业对金属粉末原料产品质量评价技术和方法，形成增材制造用金属粉末质量分析验证平台及增材制造用金属粉末质量数据库，形成增材制造用金属粉末制备工艺过程质量控制标准和增材制造用金属粉末质量分析、评价标准，并在不少于5家生产企业进行推广应用。	科技司 黄先琼、夏厦 010-68205232 010-68205247	补助比例不超过项目总投资的30%，每个项目补助金额不超过300万元、项目总投资不低于1000万元。	采用招标方式组织项目	支持不超过1个项目。
6	增材制造（3D打印）金属构件质量控制和评价体系应用推广	针对增材制造技术在航空航天、核电、汽车、家电、石油化工等领域大型金属构件制造、应用和推广过程中存在的质量可靠性问题和评价方法不完善，开展金属构件打印过程中、制造完成后和使用过程中质量控制和检测评价方法研究，建立包含增材制造金属构件微量元素分析、表面和内部组织均匀性、晶体结构、残余应力、缺陷探伤、力学性能、服役性能等在内的检测和评价方法体系；建立增材制造金属构件的各项理化性能、服役性能的全生命周期数据库，制定相关试验方法和评价流程规范，形成标准、规范不少于10项，并将研究成果面向航空航天、生物医疗、汽车、家电、压力容器和石油化工等不少于5个应用领域、20家机构或企业推广应用。	科技司 黄先琼、夏厦 010-68205232 010-68205247	补助比例不超过项目总投资的30%，每个项目补助金额不超过300万元、项目总投资不低于1000万元。	采用招标方式组织项目	支持不超过1个项目。

重点任务：

增材制造（3D 打印）金属粉末质量控制和评价体系应用推广

主要内容和实施目标：

针对增材制造金属粉末产品粒径分布范围波动性大，存在空心粉和异质夹杂等质量问题，以及粉末分析方法不完善，验收规范缺失等情况，开展增材制造金属粉末产品质量分析标准研究和试验验证，构建产品质量分析平台，实现制粉工艺规划、粉末质量数据管理和分析，解决增材制造金属粉末检验、验收等非竞争性共性质量问题，满足未来增材制造行业对金属粉末原料产品质量评价技术和方法。形成增材制造用金属粉末质量分析验证平台及增材制造用金属粉末质量数据库，形成增材制造用金属粉末制备工艺过程质量控制标准和增材制造用金属粉末质量分析、评价标准，并在不少于 5 家生产企业进行推广应用。

重点任务：

增材制造（3D 打印）金属构件质量控制和评价体系应用推广

主要内容和实施目标为：

针对增材制造技术在航空航天、核电、汽车、家电、石油化工等领域大型金属构件制造、应用和推广过程中存在的质量可靠性问题和评价方法不完善，开展金属构件打印过程中、制造完成后和使用过程中质量控制和检测评价方法研究，建立包含增材制造金属构件微痕量元素分析、表面和内部组织均匀性、晶体结构、残余应力、缺陷探伤、力学性能、服役性能等在内的检测和评价方法体系；建立增材制造金

属构件的各项理化性能、服役性能的全生命周期数据库，制定相关试验方法和评价流程规范，形成标准、规范不少于 10 项，并将研究成果面向航空航天、生物医疗、汽车、家电、压力容器和石油化工等不少于 5 个应用领域、20 家机构或企业推广应用。

## 2、国家标准《增材制造主要特性和测试方法零件和粉末原材料》将于 2019 年 3 月 1 日起正式实施

根据 2018 年第 6 号中国国家标准公告，由国家增材制造产品质量监督检验中心（江苏）牵头制定的《增材制造 主要特性和测试方法 零件和粉末原材料》已正式发布，将于 2019 年 3 月 1 日起正式实施。

该标准于 2015 年正式立项，项目编号为 20151395-T-604。由中国机械工业联合会提出，由全国增材制造标准化技术委员会（SAC/TC 562）归口。该标准为目前国内唯一一份增材制造类零件与粉末原材料主要特性及测试方法国家标准，给出了相应的推荐测试目录、测试方法及测试报告，适用于指导原材料供应商、设备制造商、设备使用

类别	分类条件	检测项目	备注
I	用于关键部位、承受大载荷、工作条件复杂的重要打印件。打印件损坏将直接危及整机正常工作。	I 类打印件提供原材料状态、表面质量、外形轮廓、内部质量、伴随试样检测及用户其它补充要求。	有成形缺陷的 I 类打印件不可修复后使用。
II	用于重要部位、承受中等载荷的重要打印件。打印件损坏将影响部件的正常工作，显著恶化整机的正常工作。	II 类打印件提供表面质量、外形轮廓检测，按批次提供原材料状态检测，随产品提供伴随试样，每批首件进行一次伴随试样检测和内部质量检测及用户其它补充要求。	在非工作区域存在成形缺陷的 II 类打印件可修复后使用，修复后铝合金性能参考《QJ 3072A-2011》，钛合金性能参考《HB/Z 348-2001》。
III	用于一般部位、承受小载荷的打印件。打印件损坏将妨碍部件的正常工作。	III 类打印件提供表面质量、外形轮廓检测，按批次提供原材料状态检测，并随产品提供伴随试样及用户其它补充要求。	存在成形缺陷的 III 类打印件可修复后使用，修复后铝合金性能参考《QJ 3072A-2011》，钛合金性能参考《HB/Z 348-2001》。
IV	用于原型机模装、验证尺寸等装配关系或简单功能的打印件。打印件无长期使用和性能质量要求。	IV 类打印件提供表面质量、外形轮廓检测。	存在成形缺陷的 IV 类打印件可修复后使用，修复后须满足表面质量和外形轮廓要求。

者、零件供应商、客户等对通过增材制造工艺制备的零件及原材料的主要特性及测试方法进行协商。

《增材制造 主要特性和测试方法 零件和粉末原材料》的发布，填补了国内增材制造技术国家标准的空白，迎合了增材制造行业发展的迫切需求，能够推动增材制造技术的规模化应用，促进增材制造产业标准体系的建立与完善，对行业具有重要意义。

### **3、航天科工二院 3D 打印中心发布增材制造质量分级标准**

航天科工二院 3D 打印中心发布增材制造产品质量分级标准，标准针对当前增材制造产品质量良莠不齐，没有统一的质量等级标准的现象，组织编制了增材制造产品质量分级标准，供社会各界增材制造服务商和增材制造产品用户使用。标准将增材制造产品质量等级划分为 4 级，其中规定了各质量等级的分类条件和其需要进行控制的质量检测项目。该标准填补了行业内增材制造质量控制的空白，通过细分质量等级和检测项目，用户和增材制造服务商进行产品质量协商有了依据，用户可根据产品的重要性选择相应的质量控制等级，增材制造服务商可以按照质量分级要求进行报价和生产，促进增材制造技术在各行业中的推广应用。

### **4、ASTM 发布了新的国际标准**

针对使用金属增材制造技术的医疗、航空航天及其他零件。标准编号为 F3303，介绍了使用激光或电子束粉末床熔合技术制作零部件的工艺，并概述了配置、控制数字数据的相关步骤。该标准由 ASTM 国际材料工艺小组委员会制定，属于增材制造技术委员会的一部分。

另一条即将公布的标准为 F3318，适用于激光粉末床熔合技术打印的铝合金零部件。

相对于增材制造的过程和技术，制造标准领域似乎略显枯燥，但在金属增材制造行业内，制定标准的重要性不容忽视。从金属粉末的质量到去除支架的方法，标准的制定有助于确保零件的安全和稳定。

与此同时，ASTM 宣布新的合作伙伴——EWI, Auburn University 以及 NASA。

据悉，ASTM 将与合作伙伴一同建立增材制造中心，为增材制造的未来奠定坚实的基础，为行业打造一个提高技术标准、加快研发速度、提供教育和培训的行业枢纽。



NASA 作为增材制造中心的重要贡献者，将在建立与 ASTM 关系的基础上，为该项目提供专业的知识。NASA 和 ASTM 在开发航天和航空标准方面有长达数十年的关系，与 Auburn University 和 EWI 合作，将研发和标准化工作联系起来，有助于挖掘增材制造应用的巨大潜力。

## 5、3D 打印正式列入《全国技工院校专业目录（2018 年修订版）》

序号	类别	专业编码	专业名称
1	01 机械类	0127	机电一体化技术
2		0128	多轴数控加工
3		0129	计算机辅助设计与制造
4		0130	3D打印技术应用
5		0131	金属材料分析与检测
6		0132	新能源汽车制造与装配
7		0133	飞机制造与装配
8		0134	产品检测与质量控制

近日，人社部印发《人力资源社会保障部关于颁布〈全国技工院校专业目录（2018年修订）〉的通知》（以下简称《通知》），决定



自今年秋季学期开始施行 2018 版技工院校专业目录。据了解，2018 版《目录》涵盖了 15 个专业大类，280 个专业，列举了 54 个专业方向，其中新增专业第一大类——机械类明确专业就有“3D 打印技术应用”等新兴技术

## 6、国家知识产权局印发《知识产权重点支持产业目录（2018 年本）》

《国家支持发展的重大技术装备和产品目录（2017 年修订）》和《重大技术装备和产品进口关键零部件、原材料商品目录（2017 年修订）》以及“3D 打印”等相关课程列入《普通高中课程方案和语文等学科课程标准（2017 年版）》之后，近日，国家知识产权局

印发《知识产权重点支持产业目录（2018年本）》，将“增材制造技术、装备及核心部件、3D打印材料、3D生物打印”等列为国家重点发展和亟需知识产权支持的重点产业，进一步统筹协调配置知识产权资源，充分发挥知识产权的支撑保障作用，精准聚焦，推动增材制造产业转型升级和创新发展。

## 附件

《增材制造产业发展行动计划（2017-2020 年）》

宣贯会暨应用经验交流会资料

# 工信部门交流材料汇编

工业和信息化部装备工业司

2018 年 9 月

# 目 录

1.北京市推动增材制造产业发展经验交流.....	1
2.上海市推动增材制造产业发展经验交流.....	5
3.江苏省推动增材制造产业发展经验交流.....	9
4.浙江省推动增材制造产业发展经验交流.....	14
5.安徽省推动增材制造产业发展经验交流.....	25
6.湖北省推动增材制造产业发展经验交流.....	31
7.湖南省推动增材制造产业发展经验交流.....	37
8.广东省推动增材制造产业发展经验交流.....	43
9.陕西省推动增材制造产业发展经验交流.....	50

# 北京市推动增材制造产业发展经验交流

北京市经济和信息化委员会

## 一、基本情况

截至目前，北京市从事增材制造技术研发、生产、服务及其相关行业的企业达 70 家以上，主要涉及材料研制与生产、整机产品研发设计与制造、平台建设与应用、人才培养与服务等行业。形成了从材料到关键零部件及整机研制与生产、相关应用服务领域在国内技术种类多、应用服务广的较为完整的产业链条。增材制造已经在航空航天、健康医疗、工业模具、汽车、文化创意等众多领域得到广泛应用。2017 年预计实现销售收入约 6 亿元。

## 二、主要做法

（一）加强政策引导与产业扶持。近年来，北京市高度重视增材制造产业发展，相继出台了《北京市“十三五”时期现代产业发展和重点功能区建设规划》《北京市“十三五”时期加强全国科技创新中心建设规划》《北京市“十三五”时期高技术产业发展规划》《北京市加快科技创新发展智能装备产业的指导意见》等政策性文件，对推动北京市增材制造技术创新和产业培育起到积极促进作用。设置了增材制造科技创新与产业培育专项，推进

“三航”（航天、航空、航海）、医疗健康、文化创意及大众消费等领域增材制造技术创新工作，给予鑫精合、太尔时代、北矿部院等单位不同程度的资金支持，推动创新资源向企业集聚。由北京三帝打印科技有限公司牵头的北京增材制造产业创新中心已完成注册。

（二）加强产品的展览展示及产业合作对接。在中关村设立增材制造展示专区，宣传最新技术、应用以及产业投资机会。推动增材制造成果的应用和示范，促进了增材制造技术市场化应用。对接航天、航空及医疗健康重点应用客户，推动新产品的应用与推广；推动产业间技术交流合作，提高新产品的研发与创新。推动平台建设，打造增材制造技术服务与人材培育平台。结合易加三维、鑫精合、三帝打印等应用案例，加强总结评估，为国家制定增材制造产业相关政策提供支撑。

（三）推动创新载体服务及产业标准体系建设。支持企业联合国家重点实验室、工程技术中心，推进增材制造创新平台建设，开展基础共性技术、关键功能部件和相关工艺的研发，推动重大成果产业化和加强检验检测服务，在增材制造领域培育具有一定规模的系统解决方案供应商。依托机械科学研究总院的全国增材制造标准化技术委员会，推动增材制造全业务链的标准体系建设，提出相关标准。

### 三、存在问题

一是创新能力仍需加强。北京市增材制造领域经过近几年的

发展，形成了一批具有一定影响力的科研成果和企业，但从行业整体来看，很多产品仍基于开源技术研发，关键核心部件仍以进口为主，材料、工艺等方面的研发能力不强，创新技术和产品从数量和水平上与先进国家仍有一定差距，产品的质量和稳定性有待提高。

二是产业集聚效应尚未充分发挥。受诸多因素影响，北京市增材制造企业基本处于自然分布状态，缺乏具有代表性和影响力的全链条产业集聚区。产、学、研、用协同和区域协同的发展模式尚未形成。产业链各要素间资源的流动缺乏有效的引导，增材制造行业与相关行业的协同发展能力和水平仍然不高。

三是产业技术基础支撑体系仍不健全。北京市在开展增材制造标准化工作方面具有较大的先发优势，但起步较晚，专业从事增材制造第三方检测和认证服务的机构尚未建立；增材制造版权和专利保护有巨大市场和潜力，但相关研究仍处空白。契合国家“产业技术基础”理念的技术、标准、检验检测、认证认可和知识产权“一体化设计、全链条实施”工作模式急需建立。

#### 四、下一步工作思路

一是加强对增材制造创新技术的支持，注重工艺、设备、材料等产业链各环节的一体化发展，支持专业增材制造实验室、工程技术中心等建设。

二是搭建公共服务平台，发展增材制造创新设计应用中心，为用户提供创新设计、产品优化、快速原型、模具开发等应用服

务，促进增材制造技术的推广应用。

三是加大资金支持力度，鼓励各地方、各行业设立增材制造相关专项。

四是加大对增材制造标准化工作的支持，鼓励开展增材制造标准、检测、认证一体化研究。

# 上海市推动增材制造产业发展经验交流

上海市经济和信息化委员会

## 一、基本情况

1. 上海增材制造装备稳步增长，优势企业快速聚集。上海拥有各类增材制造企业二百多家。已经吸引了包括 SLM Solutions、EOS、3D System、STRATASYS、Materialise 等国际一流增材制造企业的大中华区或者亚太区总部落户上海；联泰、盈普、上海电气等代表企业在国产 SLA、SLS、SLM 设备研发生产中具有一定优势。其中，联泰科技的 SLA 光固化 3D 打印设备国内市场份额第一，并已远销北美和欧洲，达到世界领先水平。在 3D 打印应用方面，极致盛放、上海悦瑞、上海晟实医疗器械、黑船科技、上海光韵达、三的部落等企业的高端设计、工业模具、数字医疗等领域也具有一定的领先优势。

2. 产业集群初步形成。上海临港松江科技城拥有 3D 打印企业近 30 家，成为国内 3D 打印最为集聚的园区，被评为“国家高新技术产业基地—上海 3D 打印产业中心”。闵行莘庄工业区是 3D 打印的创新基地，以创新、3D 打印企业孵化和 3D 打印高技能人才培养为导向，目前入驻 3D 打印创新企业 20 余家，

3D 打印联合创新实验 3 家，同时也是国家技术转移东部中心授权服务站之一。

3. 科研成果转化顺畅。上海科研和教育机构相对密集，在增材制造领域，上海材料所已经开发了 3D 打印专用高分子线材、金属粉材，建立了完整的研发生产线。上海交通大学成立了戴尙戎院士领衔的医学 3D 打印创新研究中心，医工结合，开发了多种 3D 打印个性化骨关节产品，分别在 2016 年和 2017 年两次获得十三五国家重点研发计划支持，部分成果已经转让给企业产业化，应用于临床。上海市增材制造研究院在激光选区熔化（SLM）技术和生物打印设备研发方面均取得突破，完成样机的开发，正在进一步产业化。上海航天设备制造总厂，利用研发的激光选区增材制造装备，已经完成多种航天复杂零件生产制造并应用，填补了技术上的空白，推动航天事业发展。

## 二、主要做法

1. 重视产业规划。增材制造作为上海重点发展的产业领域，已列入上海市制造业转型升级“十三五”规划重点任务。我委牵头每年开展行业研究，掌握最新行业发展动态，推动增材制造产业创新发展。

2. 成立行业组织。于 2015 年成立的上海市增材制造协会是国内首家增材制造行业组织，成立至今，协会在搭建行业交流平台，组织产业链上下游企业开展需求对接，密切跟踪国内外产业技术发展趋势，编制行业团体标准发挥了桥梁和纽带作用，推动

加强行业自律。

3. 搭建国际交流平台。在工信部的大力支持下，SAMA 国际论坛自 2016 年举办以来，已成为颇具影响力的 3D 打印专业技术交流和展示平台，逐步打造成为吸引国内外从事 3D 打印领域科学研究与产品开发的学界专家、业界领袖的国际交流窗口，助力全球航空航天、医疗、核电、汽车、机械、电子、文创、教育等应用领域产学研精准合作，助推增材制造产业发展。

4. 组建行业创新载体。以增材制造共性关键基础技术研究、技术转移扩散和首次商业化应用、创新公共服务为主要任务，通过成果孵化、国际合作，加快实现科技成果转化为目标，于 2018 年初汇聚本市行业骨干力量，组建成立了上海市增材制造制造业创新中心。目前创新中心已完成平台搭建，与国内外创新中心和机构包括联合国工业发展组织、新加坡国立增材制造创新中心、上海交通大学、中国航发上海商用发动机有限公司等广泛开展研究合作，夯实中心研发力量。

5. 建设上海市 3D 打印高技能人才培养基地。人才是行业发展重要力量和资源，上海高度重视高技能人才培养工作。2015 年，国内首家 3D 打印高技能人才培养基地——上海市 3D 打印高技能人才培养基地经上海市人社局批准成立。基地成立后，围绕发展现代产业体系和“四新”经济，以技能人才能力建设为核心，充分调动协会内企业和专家资源，逐步完善培训设施和实训场地，着力编写培训教学大纲，全面充实师资队伍，加强高技能人

人才培养基地软硬件同步建设。

### 三、存在问题

与成熟产业相比，增材制造领域企业还是相对小而散，尤其需加强技术研发、技术标准等方面的供给，同时扩大在工业级和消费领域的市场应用，带动产业规模提升。

### 四、下一步工作思路

1. 注重发展规划对行业的指导作用，进一步做好政策扶持、引导产业集聚、完善产业发展链条。

2. 以市级增材制造创新中心为载体，加大对创新中心项目支持力度，促进关键技术突破和成果转化，并积极争取参与国家增材制造创新中心的任务建设。

3. 做强行业协会，加强行业沟通和自律管理，维护行业安全；加强行业宣传，鼓励传统制造业与增材制造等先进技术加速融合。

4. 持续办好 SAMA 国际论坛。今年，第三届 SAMA 国际论坛将于 10 月 26-28 日在上海隆重举行，希望能继续得到工信部的支持，并在此诚挚邀请各位领导专家拨冗出席。

# 江苏省推动增材制造产业发展经验交流

江苏省经济和信息化委员会

## 一、基本情况

江苏作为制造业大省和强省，近年来正积极加大传统行业与增材制造产业的融合，目前全省从事3D打印的企业有43家左右，科研院所12家左右，主要聚集在南京、无锡、苏州、常州等地，具备较强的产业基础。

一是产业链较为完整。江苏增材制造产业拥有3D打印原材料、零部件、打印设备、打印服务等完整产业链，产品应用涵盖了制造、医疗、教育等多个领域。拥有南京中科煜宸、宝岩自动化、无锡飞而康、江苏汉印机电、江苏永年激光、吴江中瑞机电等一批创新能力较为突出的增材制造企业。

二是创新能力较强。依托高等院校和科研院所，在航空航天典型复杂结构件增材制造成型技术、面向生物医学工程的增材制造成型技术、高性能复杂金属结构件激光增材制造成套装备及核心器件、面向微零件和精密制造的三维微打印设计与成型技术、大型物体和实体建筑三维打印及高端成型装备研制等领域取得了显著进展。全省增材制造领域年专利申请量国内领先。

三是产业化应用不断推进。江苏永年激光新开发的 YLM328 设备，成形尺寸和精度等性能指标已超过国外设备，在国内名列前茅；同时，其开发的分层基础软件，有望产业化，可替代进口软件。南京中科煜宸在激光熔覆技术和应用方面具有较强竞争力。无锡飞而康在钛合金粉末制备和 3D 打印服务等方面取得突破进展，可应用于航空航天等领域，处于国内领先水平。苏州西帝摩研发出全球最大的 SLM 金属 3D 打印设备，最大成形尺寸 750mm\*750mm\*500mm。

四是平台建设成效明显。无锡市拥有增材制造（3D 打印）科技公共服务平台，以及全国首个增材制造综合性技术服务平台——国家增材制造产品质量监督检验中心（江苏）。南京市建有南京增材制造研究院、南京航空航天大学先进材料及成型技术研究所、南京师范大学/江苏省三维打印装备与制造重点实验室、南京理工大学中德金属增材制造技术联合实验室等研发平台和机构。苏州市建成高分子复杂结构增材制造国家工程实验室先进三维喷印装备研究所，成立具有线上线下服务功能“工业设计与 3D 打印公共服务技术平台”。国家增材制造产业创新中心江苏分中心落地常州。

## 二、主要做法

一是注重统筹协调，加强政策引领。根据工信部等十二部门联合发布的《增材制造产业发展行动计划（2017-2020 年）》（工信部联装〔2017〕311 号）要求，我委联合省发改委等 17 个相

关部门研究制定了《江苏省增材制造产业发展三年行动计划（2018-2020年）》，提出推进产业技术创新、加强示范推广应用、推进产业链协同优化发展、完善支撑体系等四个方面的重点任务，引导和推动增材制造产业健康有序快速发展。

二是聚焦产业链关键环节，加强装备研发与示范应用。通过组织实施高端装备创新工程，积极支持增材制造装备企业对标国内外先进水平，开展高端增材制造装备赶超研制，推动培育一批首台套装备。积极组织实施首台套装备示范应用，在工业、文化、教育、医疗等领域组织实施一起示范应用工程项目。

三是发挥地方主体作用，推动产业集聚发展。常州金坛 3D 打印创新中心拥有 EOS P760、M280、P110 等研发、试制、检测设备共 290 台（其中进口设备 36 台），配合 3D 打印上下游企业进行耗材研发并为长三角地区企业提供研发设备支撑和技术支持。南通海门高新区 3D 打印智能装备产业园的园区企业 20 多家，主导产品为 3D 扫描、打印、材料、设计与制造服务、数据平台、快速成型、三维扫描设备代理以及手板、模型、小批量产品快速制造服务。无锡市国家增材制造产品质量监督检验中心（江苏）拥有环境试验箱、测试系统等各类中高端仪器设备 100 余台（套），具备增材制造材料、设备、核心器件及成形件的性能、质量、可靠性等检测研究能力。

### 三、存在问题

一是产业规模较小，龙头企业缺乏。增材制造产业还处于发

展阶段，省内 3D 打印企业基本处于初创期，规模“小而散”，在整个装备制造业中比重较低，缺少龙头型大企业集团。

二是研发力量薄弱，关键核心技术亟需突破。增材制造使用成本较高，应用范围不广，目前，省内企业在增材制造材料、核心器件、高端装备、关键应用等领域的研发力量不足，核心技术原创能力不强。

三是标准体系和第三方检测有待健全。缺乏从工艺装备、专用材料、核心器件到产品质量评价等系列规范及标准，增材制造认证认可评价分析和质量保证体系不够完善。

#### 四、下一步工作思路

一是组织实施三年行动计划，加强产业培育。联合省发改委、省教育厅等相关部门，围绕《江苏省增材制造产业发展三年行动计划（2018-2020 年）》确定的目标、任务和政策，结合自身实际制定具体推进计划，抓好各项任务落实，营造良好发展氛围。

二是加强高端装备和关键技术攻关。把增材制造产业纳入江苏重点发展的高端装备产业集群培育计划，集成利用各项装备研发和技术攻关计划，推动企业加强高端装备赶超研发，加强关键核心技术攻关，提升产业发展水平。

三是加强示范推广应用。面向航空、航天、船舶、核工业、汽车、电力装备、轨道交通、工程机械、家电等重点行业领域，积极利用增材制造技术实现一体化快速成型制造、大型易损结构件再修复；深入推广增材制造技术在模具制造、铸造等行业进行

模具优化设计、原型制造等。推动增材制造在文化、教育、医疗等领域的规模化应用，实施一批示范应用工程。

四是建立健全行业标准体系。鼓励企业研究制订增材制造工艺、装备、材料、数据接口、产品质量控制与性能评价等行业及国家标准，或参与国际标准制定工作，提升行业话语权。支持国家增材制造产品质量监督检验中心（江苏）等研究机构主持或参与增材制造各类科研课题研究和相关标准的制修订工作。

五是加强合作交流。依托江苏省增材制造专业委员会、江苏省三维打印产业技术创新战略联盟等行业协会与重点企业，组织召开新产品开发、轻量化制造、3D 打印医疗器械、激光熔覆再制造等领域的技术推介交流会，提升企业打印设备、软件、材料制备、工艺控制等关键技术装备研发能力。

# 浙江省推动增材制造产业发展经验交流

浙江省经济和信息化委员会

## 一、基本情况

2013年7月，浙江省科技厅、经信委联合发布《关于加强三维打印技术攻关加快产业化的实施意见》，提出全面提升浙江省三维打印产业整体技术水平。2017年5月，浙江省高端装备制造业（智能制造）协调推进小组办公室印发《2017年浙江省推进智能制造工作要点》，提出在增材制造装备等领域，支持系统解决方案供应商或装备制造商搭建生产能力共享平台，创新智能制造应用模式和机制。2017年6月，浙江省政府办公厅发布《关于加快推进医药产业创新发展的实施意见》，意见指出，要鼓励相关企业应用增材制造等技术，提升智能制造水平。

浙江省增材制造业发展迅速，产业规模以及应用情况处于全国领先地位，围绕增材制造设备生产、材料供应、软件、数据及打印服务的企业有80余家，已在工业制造、个性化定制消费、教育、医疗等领域形成了一定的优势。目前，已形成以先临三维、捷诺飞生物、易加三维、云打印、亚通焊材、乐一材料、卓普材料、铭展网络、闪铸科技、而然科技、六维齿科等企业为主体，

以浙大、浙工大、宁波材料所、杭电、杭师大等高校科技人才为主要力量的研发创新体系，涉足金属、树脂、生物、教育等多个领域，从软件、设备、材料、互联网平台到服务应用的完整产业体系，整体水平处于国内前列。

## 二、主要做法

浙江省的增材制造产业基本上由企业自发形成，市场化能力强，基础扎实。目前，浙江省增材制造企业在利用增材制造技术进行新产品开发、创新创业、教学创新和医疗辅助等方面取得了卓有成效的成绩，集中体现在以下五个方面：

### 1. 创新产品

杭州先临三维科技股份有限公司（简称“先临三维”）成立于2004年，总部位于杭州市，是中国增材制造产业联盟副理事长单位。2014年8月8日，先临三维在新三板挂牌上市，是中国第一家在新三板上市的增材制造企业，产品涵盖桌面3D扫描仪、齿科3D扫描仪、工业高精度3D扫描仪、3D相机、桌面级增材制造设备、生物材料与细胞打印机、工业级SLA设备、工业级SLS设备、工业级彩色增材制造设备等近50款自主3D扫描与3D打印设备产品。截至2017年底，先临三维已授权和申请中的专利总计354项，软件著作权总计88项。近年来，先临三维继续保持良好的发展态势，2017年实现营业收入3.63亿元，同比增长15.95%；实现利润总额4810.68万元，同比增长48.90%。

杭州乐一新材料科技有限公司由乐道战略材料有限公司（战

略材料产业聚集平台)和杭州先临三维科技股份有限公司(国内3D数字化和3D打印行业第一股)于2015年6月投资成立。公司基于实力雄厚的材料研发能力在3D打印材料行业中发展迅猛。公司特聘国际知名的新材料专家,拥有一支由多位材料专家、材料研究博士、硕士及一批材料技术员组成的优秀团队,拥有自主知识产权。同时,公司拥有先进的研发生产设备,精细的研发生产工艺。

浙江亚通焊材有限公司(以下简称亚通公司)注册成立于2006年6月,注册资金2006万元,其生产经营基地位于西湖区三墩工业园区内。亚通公司是国内唯一一家集3D打印金属粉末和高中低温钎焊材料生产、研发和销售于一体的企业,是浙江省有色、冶金行业规模最大的开发类科研机构,建设有国家地方联合工程实验室、浙江省重点企业研究院、浙江省企业技术中心、浙江省钎焊材料与技术重点实验室,主要从事钎焊材料、金属粉末材料等新材料的研制和生产,近三年产值达5.85亿元。

杭州德迪智能科技有限公司成立于2015年,是研发3D打印设备、耗材及打造增材制造生态链的专业企业,同时在精密机械、智能控制、三维建模、新型材料、X-射线、激光测绘等方面开展技术研发,并将这些技术应用到医用、建筑等行业并为其提供专业的整体设备和解决方案。德迪智能拥有由多位国内外博士(教授)组成的技术研发团队,与多所高等院校和科研机构建立长期紧密的合作关系,掌握了先进的3D打印技术研究成果。公司首

次提出按应用场景划分设备的理念，分类包括桌面型、专用型、打样型、生产型四大类别增材制造设备。

杭州思看科技有限公司拥有功能齐全、设备完善的产业化基地及技术研发中心。公司的研发团队由美国海归博士领衔，依托浙江大学、浙江工业大学雄厚的科研实力，开发出一系列具有自主知识产权、国内外领先的 3D 数字化设备。思看科技是一家研发主导的高新技术企业。公司于 2015 年入选杭州市青蓝计划企业，曾获中国创业创新大赛浙江赛区总决赛二等奖。

杭州卓普新材料科技有限公司是专业从事研发销售塑料高分子材料，3D 打印机耗材，塑料 PC 管材，销售 3D 打印机的浙江省初创型科技企业。公司地处杭州临安市，拥有三条自动流水生产线，年生产能力超过 30 万卷。目前已开发用于 3D 打印耗材的产品有：PLA、ABS、PVA、PA 和弹性体材料。公司自成立以来，一直与许多知名高院校合作，专业人才占 30%，通过 ISO9001:2008 质量体系认证，产品通过 ROHS、REACH 国际环保认证。

九阳电器利用增材制造进行小家电的小批量试制。家电市场普遍追求外观的时尚和性能的稳定，想要在竞争激烈的市场中获取利润，就必须不断推出更优、更好的新产品，更新换代的速度正逐年提高。公司利用增材制造制造的费用和时间成本更低，而且由于采用的是一体化成型、无需拼接的复模工艺，可以轻松完成精细件的制作，成品更加美观，用于满足设计验证和试销展示。

## 2. 创新教育

杭州喜马拉雅信息科技有限公司、崇州市职教中心简称了崇州市 3D 打印产学研一体化中心，包括设计验证中心、逆向工程车间、设计中心、光固化开模车间、粉末加工成品车间、展示厅等，培养了 100 余位 3D 打印应用人才，承接了数十个院内外 3D 打印应用项目，并对外输出 3D 打印师资资源。学生应用 3D 打印技术，获得了省内外 3D 打印竞赛十多项一二等奖，受到了校方和省市教育系统的表扬。

浙江闪铸三维科技有限公司致力于推进 3D 打印教育应用的落地，公司设备已经进驻多所海内外学校的课堂和实验室。截至 2018 年 3 月，全球有 72 个国家和地区，33 个省 2216 所学校引进闪铸 3D 打印机，组建了 3D 打印实验室。

爱思特科技发展有限公司利用互联网技术建立“51-CK”智能科技创新教育服务平台，通过远程互动系统实现班级与班级、学校与学校之间的交互学习，师生可以学习来自全国优秀教师们分享的讲座与教学资源。公司已在全国落地 17 个省级运营中心、100 多个市县级运营中心，完成对全国 100 多所学校捐赠 3D 打印机的签约，预计到 2018 年底签约学校将达到 10000 所。目前，公司共累计开展 3D 打印培训近百次，培训师生近 2000 人次。

## 3. 创新医疗

浙江大学附属儿童医院，用增材制造打印患儿心肺气管模型，应用于先天性心脏病“肺动脉吊带”手术预演，以先天性心

脏病“肺动脉吊带”的多排 CT 原始数据模型为基础，应用增材制造技术 1:1 重塑患儿心脏、肺脏和气管模型，清晰展示心脏大血管与气管、支气管之间的关系，使手术医生能够更直观地制定手术方案，术前术后对照研究发现 3D 模型和术中实体完全一致，相较于传统手术方案，同比例模型增材制造技术的应用更具个性化和精准化，有效地减少了手术时间，降低术中输血，规避术中风险，减少术后并发症。

杭州六维齿科医疗技术有限公司是一家为牙种植手术提供数字化技术支持的高新技术企业，公司核心理念是让数字化技术帮助口腔医生实现安全、精准和快捷的种植手术。公司主要技术骨干来自浙江工业大学数字化医学研究中心。经过 5 年的探索研究，不断学习国外的先进数字化种牙技术和理念，开发出属于中国人自己的数字化导航种植技术，并研发了一整套适合现如今中国口腔领域现状的技术服务体系。公司是一家真正意义上的产学研相结合的高新技术企业。公司拥有一支集口腔医学、计算机科学和先进制造技术等多学科交叉的研发和服务团队，拥有多项技术专利和软件著作权，还有专门担任种植方案顾问的种植专家团，拥有国际先进的快速原型制造技术和三维扫描设备。

杭州捷诺飞生物科技有限公司成立于 2013 年 1 月 29 日，是一家专业提供生物医学领域 3D 打印技术综合解决方案的高科技企业，致力于开发面向生物医学领域的 3D 打印设备、材料和软件，为再生医学、组织工程、药物开发和医疗辅具等生物医学领

域提供新的技术解决方案，为开发突破性的治疗手段提供技术可能，在生物 3D 打印领域的技术处于国际先进水平。

#### 4. 创新服务

杭州铭展网络科技有限公司 (Magicfirm)，成立于 2009 年 6 月 10 日，致力于消费级 3D 打印设备的生产商及专业的 3D 专业打印服务商。3D 打印从过去局限于工业生产应用到如今走进学校、走进家庭、走进办公室，历经了漫长的探索路程。Magicfirm 一直孜孜不倦，从设备的研发到商业模式的探索，通过 3D 打印联合互联网+的垂直服务，造就了 Magicfirm 优质的品牌形象、稳定的性能、友好的用户体验、简易的操作平台、亲民的价格和完善的技术服务。

新华三以技术创新为核心引擎，不断推出合乎市场需求的创新产品解决方案，在这个过程中需要大量的研发新品验证与手板打样服务，在采购外部服务的同时，H3C 的研发部门也积极消化吸收增材制造技术，极大地缩短了新品验证与推向市场的时间，受到了客户的好评。

#### 5. 创新载体

浙江杭州未来智造小镇北接杭州滨江区，东临湘湖国家旅游度假区，南靠闻堰集镇，总规划面积为 6.16 平方公里。小镇重点打造以增材制造为标杆、人工智能为引领、智能硬件为基础的“2+1”产业框架。打造全球影响力的增材制造创新基地。做强增材制造产业标杆，构建增材制造全产业链，打造具有全球影响

力的增材制造创新基地。以增材制造技术为核心，发挥先临三维龙头企业的领军带动作用，推动增材制造产业发展。

先临三维在杭州未来智造小镇建设了杭州市增材制造技术服务中心，设备投入 2000 多万元，涵盖激光光固化、塑料粉末烧结、金属粉末选区熔化、熔融成型等工艺的增材制造设备，为航空航天、汽车、机械制造、仪器仪表、家用电器、塑料制品、家具及大众创业者等提供三维模型设计、三维数据处理、增材制造互联网云服务，增材制造服务，用于产品创新和创业创新，累计服务 500 多家企业。

### 三、存在问题

当前增材制造产业面临生产成本低、应用领域受限、可选材料较少、生产工艺及设备不成熟、标准认证尚不健全、供应链薄弱等发展障碍。资本的过度追捧，已导致消费级增材制造装备等部分领域处于低端无序竞争发展状态，不利于产业可持续发展。具体表现在：

1. 人才稀缺。3D 打印涉及多领域多学科多项先进技术，因此需要大批掌握先进计算机、机械制造、工业自动化集成领域的高素质、高技能的专业人才，生物 3D 打印还涉及到生物材料、生命科学、医学等学科。市场上复合型人才较少，团队建设和人员招聘的资源较少。

2. 专用材料发展滞后。我省在增材制造专用新材料领域的发展仍然滞后，面临材料选择局限性较大，专用材料品种少，供应

商少，高性能材料严重依赖进口等现状。目前我省只开发出钛合金、高强钢等几十种金属材料，而且材料成形品的可靠性、稳定性普遍不高且缺乏试验验证，装机件粉末原材料由于不可循环利用浪费量大，镍基合金、钴铬合金、耐高温高强度工程塑料等尚不具备批量生产能力。

3. 关键核心器件依赖进口。我省工业级增材制造装备在环境温度控制、工艺稳定性等方面总体上与发达国家还有较大差距，关键装备与核心器件严重依赖进口的问题较为突出。增材制造装备核心器件，如高光束质量激光器及光束整形系统、高品质电子枪及高速扫描系统、大功率激光扫描振镜、动态聚焦镜等精密光学器件、阵列式高精度喷嘴/喷头等严重依赖进口。此外，我省大部分增材制造软件市场被国外企业占据，用于支撑设计、扫描路径行程、方案制定的专用工艺软件及控制软件在国内仍处于起步阶段，有些软件甚至处于空白。

4. 协同推进机制有待完善。目前省内产学研存在严重脱节，很多创新性技术仍滞留在高校院所，很难实现产业化，产学研用密切结合的研发及产业化协同推进机制尚未有效形成。高等院校、科研机构和企业各自为战，技术和产品研发重复投入，信息、资源不能实现共享的问题较为突出。

5. 行业应用推动力度不足。3D 打印产业的应用市场不断拓宽，目前已深入教育、医疗等领域，但由于产品还处于推广阶段，相关行政主管部门仍在观望，鉴于责任和风险，还没有制定创新

型措施加以推动。

#### 四、下一步工作思路

纵观国内及浙江省 3D 打印产业发展情况, 3D 打印产业正处于成熟应用的前夜, 需要尽早谋划, 精心布局, 并采取切实可行的措施加以推进。唯如此, 浙江的 3D 打印产业才能抢得发展先机, 在全国率先形成良好的产业应用氛围, 集聚优势发展资源。为此, 在浙江省 3D 打印产业发展上提出如下建议和举措:

(一) 以杭州未来智造小镇、浙江省增材制造材料技术重点实验室、宁波市智能制造产业研究院等为载体, 建设产业发展高地。以杭州未来智造小镇、浙江省增材制造材料技术重点实验室、宁波市智能制造产业研究院等为核心载体, 集聚发展全省 3D 打印产业, 力争打造成为具备国际影响力的 3D 打印创新高地。在符合条件的情况下, 对浙江省 3D 打印龙头企业海内外投资、并购及市场拓展给予支持。

(二) 以民用为方向, 创建省级 3D 打印创新中心。鉴于全国首家增材制造创新中心(偏军用)已落户西安, 为实现错位发展, 浙江省可以民用为主, 逐步推进, 首先, 在省级制造业创新中心建设中, 尽早培育组建省级 3D 打印创新中心, 待条件成熟后, 再积极争创国家级 3D 打印制造业创新中心。

(三) 以改革为动力, 推进 3D 打印创新应用。一是改革教育、医疗等领域不适合 3D 打印创新应用的体制机制, 为应用顺利落地扫清障碍。借鉴云南、湖南、陕西等地的试点经验, 加大

改革创新力度，为 3D 打印技术应用创造宽松的政策制度环境，积极推动浙江 3D 打印在教育、医疗等领域的应用落地。二是以未来产业的高度，改革现有支持方式，研究出台我省 3D 打印发展专项扶持办法，重点支持 3D 打印创新服务中心建设，3D 打印关键技术、核心零部件、核心软件研发攻关以及龙头企业的市场拓展等方面。

（四）以展会为平台，推动交流与合作。积极支持浙江举办中国增材制造产业大会，促进行业交流与沟通，增进与中国增材制造产业联盟的密切合作，营造产业发展氛围，集聚产业发展资源。

# 安徽省推动增材制造产业发展经验交流

安徽省经济和信息化委员会

安徽省委、省政府高度重视增材制造产业的发展,安徽省《战略性新兴产业“十三五”发展规划》将3D打印作为重点方向,支持产业发展壮大。《安徽省制造强省建设实施方案(2017-2021年)》明确:“积极发挥安徽春谷3D打印智能装备产业园集聚作用,引进国内外优势3D打印装备企业,突破3D打印装备、核心器件、工艺及软件等关键环节,打造在国内有影响力的3D打印装备生产基地。”芜湖市委、市政府明确将繁昌县3D打印产业作为市级重点培育的战略性新兴产业,按照机器人产业享受基金、人才等方面的扶持政策。

## 一、基本情况

近年来,安徽省准确把握经济发展新常态的趋势性变化,把增材制造产业作为重点培育对象坚定不移的予以推进,以繁昌县为重点,通过实施精准招商,政策资金扶持,打造载体平台和布局产业链条四步走,实现了增材制造产业从无到有、从散到聚、从小到强的蜕变历程,取得了显著成效。

(一) 配套载体建设方面。安徽春谷3D打印智能装备产业

园，占地 419.7 亩，已经建成并投入使用的房屋建筑面积达 6.33 万 m<sup>2</sup>，主要建有企业厂房、实验室大楼、产业研究院大楼、邻里中心及相关配套设施。

（二）研发平台建设方面。繁昌县牵头成立安徽省增材制造协会和安徽省增材制造专业标准化技术委员会，集聚了中国科学院上海光学精密机械研究所、中国科学技术大学、哈尔滨工业大学、中北大学、安徽工程大学、安徽机电职业技术学院、南京先进激光技术研究院等高校和科研院所的科技资源，推动政产学研用深度合作，为园区企业提供科技研发支撑。相继组建成立了中科大-春谷增材制造联合实验室、哈工大-春谷高端金属材料联合研发中心、安机电-春谷学院，并与中科院上海光机所合作成立了激光产业技术研究院。

（三）专业人才建设方面。三年来，繁昌县先后招引中北大学徐宏、“中科院百人计划”梁海弋、“国家千人计划”张德良、“国家千人计划”洪锦维等 8 个高层次人才团队。3D 打印产业共集聚（含柔性引进）教授 12 名、博士 14 名、硕士 26 人以及 140 多名本、专科人才。

（四）产业发展规模方面。园区目前共签约落户 3D 打印企业 40 多家，产品涉及软件、材料、设备、服务等多个领域，可生产 PLA、ABS、光敏树脂、金属粉末等多种 3D 打印耗材和熔融沉积成形（FDM）、光固化成形（SLA/DLP）、激光选区烧结（SLS）、激光选区熔化（SLM）、三维立体打印（3DP）等机器设备，3D 打

印应用服务涉及汽车、船舶、工程机械、模具制造、工业检测、生物医疗、教育等多个领域。目前，安徽春谷 3D 打印智能装备产业园发展势头强劲，企业数量逐步增多，行业产值稳步提升，在基本掌握 3D 打印工艺技术及耗材制备技术基础上，汇聚了一批规模以上骨干企业，产业集聚已经形成。

## 二、主要做法

（一）政策扶持。繁昌县认真贯彻落实安徽省“1+8”政策和芜湖市政府配套细则，经县委、县政府研究，制定了《关于促进 3D 打印与智能制造产业发展的若干意见》、《关于促进 3D 打印智能装备产业发展的若干政策规定（暂行）》，对拥有先进技术的企业和团队落户繁昌，实施厂房和宿舍租赁、设备购置、研发资金的扶持。对成长性好的项目，由县科技风投资金及春谷 3D 研究院跟进投资。根据市政府 2016 年第 8 号专题纪要和《芜湖市机器人产业集聚发展办法》规定，繁昌县 3D 打印产业已列入芜湖市机器人产业扶持范围。

（二）载体建设。繁昌县在县经济开发区内高标准规划建设 3D 打印产业园，占地 419.7 亩，已经建成并投入使用的房屋建筑面积达 6.33 万 m<sup>2</sup>，主要建有企业厂房、实验室大楼、产业研究院大楼、邻里中心及相关配套设施，为入园企业提供厂房、实验室以及生活服务。

（三）平台建设。2015 年 1 月 8 日，繁昌县成立了安徽省春谷 3D 打印智能装备产业技术研究院，集聚了中科院上海光机

所、中科大、华中科大、合工大、中北大学、安工程、安机电、芜职院、南京激光院等高校和科研院所的科技资源，推动政产学研用深度合作，为园区企业提供科技研发支撑，并积极开展投融资活动。

（四）企业服务。专门成立繁昌县增材制造智能装备产业集群发展领导小组，推动产业发展，县委书记、县长任组长，县政府分管增材制造智能装备产业及开发区的副县长，科技局、开发区主要负责同志任副组长，县直有关部门主要负责同志为成员，领导小组下设办公室，县科技局主要负责同志兼任办公室主任。积极对接国家增材制造专标委、省质监局、省质量和标准化研究院，市标准化研究所等，2016 年底成立了安徽省增材制造专业标准化委员会，加强设备和材料的标准制定，支持引导企业积极主持或参与行业、地方标准研制。2016 年底，经省民政厅批准，牵头成立了安徽省增材制造协会，为企业提供多元化、多层次的全方位服务。

### 三、存在问题

通过三年的不懈努力，安徽省增材制造产业不断发展，但仍存在诸多问题。

一是增材制造产业体量较小。目前，安徽省增材制造产业主要集中在繁昌县。经过 3 年多的努力，繁昌县增材制造产业发展虽取得长足进步，在行业内形成“春谷”品牌，并逐步形成“繁昌 3D 打印”科技型名片，但用增材制造产业的销售额和税收等

与传统产业相比，增材制造产业体量明显不大。

二是增材制造技术的推广应用有待加强。随着增材制造技术的不断发展，增材制造产业得到市场的广泛关注。但作为新兴产业目前仍然需要与传统行业深度融合，市场对增材制造的认知需要进一步提升，增材制造技术在教育、医疗、工业等方面的推广应用有待进一步加强。

三是企业发展资金压力较大。多数增材制造企业初期固定资产投资不大，难以通过正常担保贷款的途径实现融资，从而造成企业发展资金需求难以满足。

#### 四、下一步工作思路

安徽省结合产业发展实际，以繁昌县为重点，继续大力实施创新驱动战略，以创业基金、人才奖励、融资贴息、跟进投资、升级奖补、投资补贴等一系列支持经济发展的奖励补助举措，促进科技与大众创业万众创新深度融合，以改革创新培育繁昌经济发展的新动能；继续纵深推进行政审批服务改革以领跑安徽高效的政府服务体系助力企业发展，助力企业快速生根落户；继续积极育才引智，着力引进高层次创新创业人才。为此，我们将继续着力开展以下工作：

（一）全力提升产业规模。聚焦金属、非金属及医用材料增材制造、增材制造设计及工艺软件、增材制造装备关键零部件等方面，全力支持骨干企业加速发展，提升具有良好市场及技术的新兴企业孵化能力，到 2020 年智能制造产业集聚企业 60 家，实

现产值 45 亿元，进一步打造国内具有影响力的 3D 打印智能装备产业集群。

（二）完善研发平台建设。大力实施创新驱动发展战略，加强关键核心技术研发，建成由企业主导，地方政府、研究机构、用户单位等多方参与的产学研用协同创新平台，推进产学研用协同创新，着力突破关键共性技术，加速科技成果转化。重点推进中国科学技术大学先研院-安徽春谷 3D 研究院增材制造联合实验室、哈尔滨工业大学-安徽春谷 3D 打印研究院高端金属材料联合研发中心、中科院上海光学精密机械研究所激光应用技术研究院建设。

（三）加大行业应用力度。重点支持 3D 打印在航空航天、汽车、军工、轨道交通、模具、铸造等工业领域的批量化应用，实现复杂形状、特殊性能要求的零部件定制化、减量化、一体成型化生产。聚力 3D 打印智能装备制造，建设精密快速制造中心、激光示范应用中心。

（四）进一步延伸产业链。围绕建成集研发设计、高端工艺装备及关键零部件生产、专用材料制备、产品加工及服务于一体的完整产业链条，加强 3D 打印专用材料制备，强化 3D 打印装备生产，提升核心器件的质量和可靠性，开发一批的 3D 打印核心支撑软件。

# 湖北省推动增材制造产业发展经验交流

湖北省经济和信息化委员会

## 一、基本情况

湖北省武汉市，特别是武汉东湖新技术开发区，是我国及国际增材制造技术研发、生产和应用的发达地区。华中科技大学早在 1991 年就开始增材制造技术的研发，取得了大量先进的成果，实现了产业化，在国际上享有很高的声誉。

目前在增材制造产业领域，湖北拥有以华中科技大学（史玉升教授团队、曾晓雁教授团队和张海鸥教授团队）为代表的一大批从事增材制造技术研究的科研机构和几十家装备制造、材料生产及服务企业，为航空航天、汽车、医疗、模具、电子产品、设计及教育等方面提供全面的增材制造技术服务。湖北武汉及中国光谷在中国增材制造版图中占有很重要的地位，也是国内外公认的中国增材技术的发源地之一，中国增材制造技术研发、生产和应用的重镇之一。

增材制造技术研发方面，华中科技大学的三个研发团队是典型代表。

华中科技大学史玉升教授团队是在华中理工大学原校长黄

树槐教授组建团队基础上发展起来的团队，获国家发明二等奖和国家科技进步二等奖各 1 项，省部级科技进步一等奖 4 项，省部级二等奖 4 项；获瑞士日内瓦国际发明展览会金奖 2 项，湖北省优秀专利奖 1 项，获得发明专利和软件著作权 100 多项。“大型激光快速制造装备”在 2011 年被两院院士评为中国十大科技进展之一。团队研发及生产的工业级增材制造装备及其成形材料已被国内外 300 多家用户所采用，不但服务于中国，而且出口英国、新加坡、俄罗斯、巴西等国，还为国内外用户提供了几十万件零部件的增材制造服务，涉及航空航天、汽车、军工、模具、生物医疗、文化创意等领域。

华中科技大学张海鸥教授团队主导研发的金属增材制造技术“智能微铸锻”，在增材制造技术中加入了锻打技术，成功制造出世界首批增材制造锻件。该成果打破了增材制造行业存在的最大障碍，改变了长期以来由西方引领的“铸锻铣分离”的传统制造历史，开启了人类实验室制造大型机械的时代新篇章，并将给全球机械制造业带来颠覆性创新。

华中科技大学曾晓雁教授团队一直从事激光增材制造强化与修复金属零部件的技术研究，经过多年的努力，已经将该技术成功应用于国防、石油、化工、重型机械等领域。2002 年开始从事基于自动送粉的激光熔覆增材制造金属零部件技术 (Laser Melting Deposition, 简称 LMD) 研究。2006 年，在国家 863 项目的资助下，开始从事激光选区熔化成形技术 (Selective Laser

Melting, 简称 SLM) 研究。目前开展了基于自动送粉的激光熔化增材制造技术, 基于自动铺粉的激光选区熔化增材制造技术, 基于自动送丝的电弧增材制造技术的研究。

在增材制造产业化领域, 有武汉华科三维科技有限公司、武汉天昱智能制造有限公司、湖北嘉一三维高科股份有限公司、落地创意(武汉)科技有限公司等公司为代表, 在装备、服务、云平台及航空航天应用等方面成为国内骨干企业。

湖北省已具有承载增材制造产业发展的良好基础。2015 年全省增材制造产业的直接产值已超过 5 亿元, 间接产生的相关效益更是不可估量, 为湖北省的创新发展和产业转型升级做出了巨大贡献。湖北省已拥有增材制造相关企业和研究机构几十家。工业级增材制造装备具备国际先进水平, 桌面型打印机在国内也占据了一席之地, 相关应用更是发展迅速, 在国内处于领先地位。产业主题正加速聚集, 产业发展正迈入快车道, 涌现出了很多在行业内知名的公司和品牌。总的来说, 湖北省已经在增材制造产业领域具有在国内领先的产业规模, 特别是拥有在国内外范围内均较强的技术优势和基础。而且依托湖北多所 985、211 高校和众多的高职院校, 也具有非常丰富的各种档次的人才储备。

在增材制造技术及产业领域, 湖北省为了集中资源、更快发展该产业, 2014 年成立了武汉·中国光谷 3D 打印产业技术创新战略联盟, 也确立了湖北省 3D 打印产业技术创新战略。目前, 武汉所有从事增材制造的科研机构和企业均已加入该联盟, 形成

了一个良性发展的产业集群和一个技术创新的平台,通过联盟的组织,充分有效地整合湖北省的资源,优势互补、资源共享,提高联盟内各单位创新资源利用效率,发展包括材料、软件、装备和服务于一体的增材制造产业链,并向上游和下游延伸,实现产学研用协同创新。

## 二、主要政策及成效

湖北省、武汉市及东湖新技术开发区为推进增材制造产业发展出台了以下相关政策:

1. 《东湖国家自主创新示范区增材制造(3D 打印)产业发展规划(2013-2020)》

2. 《东湖国家自主创新示范区加快 3D 打印产业发展的若干政策》

3. 《武汉市科学技术局武汉市财政局关于加快武汉市 3D 打印产业发展的实施意见》

4. 湖北省科技厅、湖北省经信委、武汉市科技局、武汉东湖新技术开发区都在每年的项目申报指南中,单列了增材制造技术方面的项目申报条目,从基础技术研发、装备制造及材料研发、成果转化、产业化等方面支持湖北省的研究机构、企业开展增材制造技术的研究和产业化。每年都有部分研究机构和企业获得了省市项目经费的支持。

## 三、面临的主要问题

1. 需要进一步加强在增材制造基础理论和工艺方面的研究。

2. 亟需加强在增材制造材料方面的研究,提高材料的制备工艺以及产业化能力。

3. 提高增材制造装备工艺水平,在核心性能指标、运行可靠性及成形质量上达到国际先进水平。

4. 我国大部分增材制造装备的核心元器件还主要依靠进口。

5. 湖北企业的创新水平不够,约束了增材制造技术在本省的应用。

6. 湖北省的产业配套能力不如广东地区,高端增材制造装备的生产必须依托珠三角或者上海地区的零部件加工企业。

#### 四、下一步工作思路

1. 鼓励学科交叉和原始创新,重视基础研究。加强对基础和机理方面的研究,跟上国际水平;解决关键技术,实现装备创新,带动应用创新。联合材料、机械、计算机、控制、生物、化学等多学科人才参与,实现交叉攻关与创新。

2. 强调与传统工艺的有机结合。与传统制造工艺相结合,将新技术嫁接到传统技术上面去。

3. 普及增材制造技术,重点扩大应用领域。在企业、社会、公众等方面普及增材制造技术,并扩大增材制造技术应用领域,如开拓文化、动漫设计及卫生产品等方面的推广应用。

4. 探索产业发展模式。目前,增材制造还是一个小行业,如何促使增材制造产业的发展,需要在模式上进行创新,形成创新链与产业链并列。

5. 鼓励国际合作。挖掘增材制造技术在我国的市场潜力，积极开展高水平国际合作，特别是与美国、德国、英国等欧美制造发达国家相关高校、研究所和企业合作，提升我国增材制造的技术水平，促进在航空航天等关键领域的应用，并形成可持续和稳定发展的产业链。

# 湖南省推动增材制造产业发展经验交流

湖南省经济和信息化委员会

## 一、基本情况

湖南省增材制造（3D 打印）产业主要分布在长株潭地区，重点在长沙高新区。拥有专业从事增材制造技术研发及应用的企业超过 30 余家，产业链上游集中了长沙新材料产业研究院、湖南华曙高科材料生产商，中游集中了华曙高科、湖南筑巢智能设备及软件制造商、下游集中了湖南华翔增量、湖南六新智能、湖南坤昇三维等应用服务企业。拥有全国唯一的高分子复杂结构增材制造国家工程实验室，粉末冶金国家工程研究中心等国家级创新平台，增材制造湖南省工程研究中心、湖南省激光增材制造工程技术研究中心等省级创新平台。2017 年，产业规模达到 10 亿元，据重点企业调度分析 2018 年 1-6 月增速 20%以上。目前我省增材制造技术已在汽车制造、航空航天、军工、医疗、文物修复以及文化创意等行业推广应用，产业技术不断进步，初步形成了产业链企业协同发展的产业格局。

华曙高科建立了 300 余人的海内外高层次人才团队，主攻增材制造主流技术——选区激光熔融/选择性激光烧结，研制出具

有国际先进水平的 20 余款增材制造装备及专用材料，研发出世界上打印幅面最大（1000\*500\*500mm）的高分子增材制造设备，是全球唯一同时具备装备、材料及软件自主研发与生产能力的增材制造企业。在北美和欧洲布局研发中心，牵头制订增材制造技术国家标准，申请专利与软件著作权登记 202 项（其中发明专利 111 项），自主产品销往俄罗斯、德国、美国、韩国等 26 个国家，海外销售占企业总营收 60%，2017 年，激光粉床增材制造装备销售数量居中国第一。

顶立科技 2017 年完成规模工业总产值 3 亿元，实现税收 2900 万元。“W-Cu、W-Ni-Fe 和超细晶 WC-Co 材料先进制备技术与应用”项目获 2018 年湖南省技术发明一等奖。

华翔增量与中南大学合作研发的“以 3D 打印导向工具辅助全髋关节置换术”荣获今年世界骨科创新大会 BoneTech 创新奖之“最佳 3D 打印创新应用奖”，该新技术在湘雅医院关节外科成功应用，截止今年 6 月顺利实施了 40 余例手术，取得了良好效果，并拓展到全国 20 多家三甲医院，实现了 16 个临床科室业务覆盖，积累了 1500 多例增材制造临床应用案例，学科应用的广度、深度及案例数居全国第一，且无一例病患纠纷。

## 二、主要做法

1. 各级高度重视，加速推进产业链发展。随着制造强国战略的提出和《增材制造产业发展行动计划（2017-2020年）》等文件的出台，湖南省制造强省建设领导小组及办公室相继出台了

《12大重点产业五年行动计划》，《湖南工业新兴优势产业链行动计划》等文件，确定了3D打印及机器人等20个新兴优势产业链，出台了《湖南省3D打印及机器人产业链推进方案》。今年以来，省办公厅出台了《关于加快推进工业新兴优势产业链发展的意见》、《省委、省政府领导同志联系工业新兴优势产业链分工方案》》，明确了一名副省长分管3D打印及机器人链，成立了产业链3D打印及机器人建设工作组，建立了工作机制，从发展研究，招商引资、优化环境和协调服务等方面开展工作。省制造强省专项资金也将增材制造作为支持重点，已支持10个项目2900万元，华曙高科的工业级3D打印系统试点示范项目获得智能制造试点示范项目支持，首台（套）重大技术装备认定的增材制造产品达到20多个；长株潭等地区也高度重视推进增材制造产业链发展，如长沙市出台了《长沙市产业链推进工作办公室工作机制实施方案》，明确了一名市领导联系增材制造产业链，成立了增材制造产业链推进办公室，省市县园区上下联动，紧紧围绕“建链、强链、补链、延链”开展工作，加速推进增材制造产业链发展。

2. 开展精准招商，完善产业链。以增材制造材料和装备为核心，着力引进、培育、转化一批金属、有机高分子、生物等增材制造专用材料企业和一批电子束、熔覆沉积、液态金属、细胞活性打印等增材制造装备企业。支持并推动湘投金天科技与苏州三峰激光签定了“钛粉生产线及医用、海工构件打印项目”，项目

建成后可年产 200 吨钛粉、产值过 10 亿元。支持华曙高科积极与德国、美国相关研发机构开展新一代增材制造设备、与国防科大专家开展国产大功率激光器制造等领域项目的对接和合作，并积极引进国外知名企业项目生产落户长沙。同时通过招才引智的方式引入新技术、新模式、新理念，积极筹备成立增材制造专家委员会、增材制造院士工作站、博士后工作站和创新创业团队。

3. 搭建产业发展平台，做大做强产业链。一是搭建了一批科研平台。成立了高分子复杂结构增材制造国家工程实验室、增材制造湖南省工程研究中心、湖南省激光增材制造工程技术研究中心、长沙增材制造（3D 打印）工业技术研究院等一批技术创新平台，进一步加强关键技术产学研联合攻关、技术转移、成果孵化等，打造全省 3D 打印产业孵化基地，目前已孵化了科技创新项目 5 个。二是推动人才培养。促成顶立科技与湖南工业职院签订《共建 3D 打印学院战略合作框架协议》，投资一千万成立了全省首个“3D 打印学院”。每年可培养 3D 打印专业人员 300 多人。三是构建产业联盟。成立了以华曙高科为理事长单位的 3D 打印产业技术创新战略联盟，抱团发展，搭建材料、中小企业服务、医学应用、教育培训、国际交流等 5 个服务平台，服务企业。

4. 深化军民融合，延伸产业链条。构建了军民两用技术协同创新平台，开展多种协同创新模式，加快军民融合项目推进和增材制造产业集聚建设，一批优秀的军民融合项目正在实施试点和产业转化。比如顶立科技、华曙高科等联合军工科研院所和企业

开展增材制造技术在武器装备的应用技术研究，已获得了多项军方科研立项。

### 三、存在问题

1. 企业规模程度低。我省目前增材制造产业仍属发展初期，行业内企业数量较少，华曙高科、顶立科技等骨干企业规模有限，对整个产业链辐射、引领作用不强。同时产业链内缺少国际知名企业，产业链发展整体质量不高，没有形成规模化、产业化效应。

2. 应用推广薄弱。增材制造技术在汽车、工程机械等产业的应用较少，在医疗健康领域也仅限于手术模拟应用等，离人体植入大规模应用差距非常大，应用市场牵引力较弱。

3. 自主研发能力不足。增材制造产业链上游的核心部件如3D打印机中的激光器、高档打印材料几乎是产业“真空地带”，生产低端材料企业多、技术和应用创新企业少，核心技术突破能力有待进一步强化。

### 四、下一步工作思路

结合增材制造产业发展的规律和趋势，下一步将以大力发展增材制造材料和装备为突破口，坚持以项目带动、创新驱动、应用为导向，着力引进领军企业、优质项目和高层次创新创业人才，着力培育本地优势企业和搭建创新推广平台，在增材制造材料、装备、软件和核心部件中建链、强链、补链、延链，推动增材制造产业和传统产业渗透融合、相互促进，实现特色化、集群化方向发展，成为湖南经济发展新动能。

1. 支持现有企业做大做强。通过制造强省专项资金项目支持、开展“精准帮扶企业”、“智能制造示范项目”、鼓励并购上市等措施，帮助华曙高科进一步扩大技术研发、设备制造、企业品牌等方面的优势；支持顶立科技扩大规模，做大做强；支持维特增材、六新智能、坤昇三维、湖南华翔、筑巢智能等向“专、精、特、新”发展。

2. 加强核心技术研发突破。加大首台套奖励激励力度，积极推动园区、企业与高校、科研机构深度对接，统筹开展基础材料、关键工艺、核心零部件、高端软件、系统集成等方面协同攻关，解决产业发展中的共性和关键核心技术难题，推进协同创新。支持高分子复杂结构增材制造国家工程实验室在大型高分子打印设备和多激光多振镜大型金属 3D 打印设备攻关，开发高性能、高质量、高稳定性增材制造装备。支持长沙新材料产业研究院、粉末冶金国家工程研究中心创新平台在金属增材制造材料领域进一步突破，突破高转速旋转电极制粉、气雾化制粉等装备技术，研发空心粉率低、颗粒形状规则、杂质元素含量低的高品质高温合金、铝合金等增材制造金属粉末。

3. 加快创新成果转化应用。加快 3D 打印技术创新成果转化和应用，举办增材制造企业与本土应用企业对接会，搭建合作渠道，在工程机械、汽车及海工装备、医疗器械、航空航天等领域，推广大型复杂构件打印、表面处理、模具打印等增材制造应用，推动增材制造与湖南优势传统产业的融合。

# 广东省推动增材制造产业发展经验交流

广东省经济和信息化委员会

## 一、基本情况

### (一) 总体概况

根据调研，目前广东省增材制造产业实现产值约 30 亿元，开展增材制造相关业务的企业 400 多家，有关研发人员近 5000 人，主要分布在广州、深圳、东莞、佛山、珠海、中山等珠三角地区。广东省增材制造产业初步形成涵盖软件、产品设计、材料、关键器件、装备、工业应用的完整产业链，形成华南理工大学、中科院广州电子技术有限公司、广州南沙 3D 打印创新研究院等一批研究机构。未来三年广东省增材制造领域拟投资项目规模超过 12 亿元。

总体上，广东省增材制造产业还处于培育发展阶段，在关键核心技术储备和产业化应用方面与国际先进水平还有不小差距。

### (二) 上中下游产业链发展情况

3D 打印软件方面：企业主要分布在广州、珠海等地市，包括广州中望、珠海西通、中科院广州电子技术有限公司、深圳市创必得科技有限公司等。其中，广州中望掌握三维建模技术以及

相关智能的 CAM 核心算法。珠海西通研发的扫描 3D 打印软件操作系统在高精度 3D 打印领域处领先地位。

3D 打印扫描设备方面：企业主要分布在深圳、广州、东莞等地市，包括深圳市精易迅科技、深圳易尚展示、深圳华朗三维、东莞市博泰三维科技、广州网能等。其中，深圳市精易迅科技有限公司研制的三维扫描仪系列产品具有国际先进水平。深圳易尚展示与四位院士合作成立院士工作站，开发出全方位人体扫描仪、流动式文物 3D 扫描仪、3D 桌面扫描仪、人脸 3D 扫描仪等设备。

3D 打印机设备方面：企业主要分布在深圳、广州、珠海、佛山、东莞、中山等地市，包括佛山峰华卓立、深圳光韵达、广东信达雅三维科技、广东奥基德信机电、深圳市同创三维科技、深圳维示泰克、广州迈普再生医学、广州网能、广州随尔激光、广州闪固电子、东莞一迈智能装备、佛山金博思等。其中，深圳光韵达率先将基于激光烧结技术的 3D 打印解决方案应用在汽车工业领域。广州迈普再生建立生物材料制造平台和材料筛选数据库，研发先进的生物增材制造设备。

3D 打印材料方面：企业主要分布在深圳、广州、珠海、东莞等地市，包括金发科技、深圳惠程、东莞银禧科技、珠海天威、深圳光华伟业（易生）、深圳微纳增材、深圳市三维立现科技、广东科为粉体材料、广州优塑、珠海正邦科技、广州市阳铭新材料、深圳市雅霖特种材料等。其中，金发科技开发出数十种牌号

的 3D 打印专用料。广东银禧科技生产 ABS 线材、PLA 聚乳酸线材、聚酰胺 PA 粉末复合材料和 PVA 水溶性支撑材料等。

3D 打印应用服务方面：企业主要分布在深圳、广州、东莞等地市，包括深圳开思网 3D 打印服务、e 键打印、广州市文博实业、东莞科恒手板模型、深圳汇通三维、深圳市三帝梦工厂、广东康沃森医疗等。

3D 打印产业化方面：广州迈普再生承担的 2015 年工业转型升级增材制造专项“基于生物增材制造的软组织修复产品的产业化”项目，与 10 家以上临床医院合作，实现超过 1 万例的临床应用。银禧工程塑料（东莞）有限公司承担的 2015 年工业转型升级增材制造专项“增材制造用高性能聚酰胺复合材料”，采用溶解-沉淀法制备增材制造高性能 PA 及其复合粉末材料，产品性能指标达到国外同类产品的水平。

## 二、主要做法

### （一）明确发展定位

以企业为主体，以市场为导向，不断提升增材制造研发及制造水平，瞄准“行业制高点”开展应用示范，着力打造国内领先、世界知名的增材制造产业基地，推动广东省先进制造业竞争力提升和传统优势产业转型升级，培育新的经济增长点。

### （二）突出重点领域

结合广东省现有产业基础和发展趋势，针对国内外增材制造重大需求特点和应用潜力领域，率先发展汽车、生物医疗、文化

创意、电子信息、工业模具等 5 大领域，加强示范应用。

1. 汽车产业方面。重点突破钛合金、纯钛、高速钢及非金属材料制备，逐步以增材制造生产汽车发动机零部件、复杂模具等结构。

2. 生物医疗方面。重点突破天然医用材料、人工合成高分子材料、生物活性陶瓷材料和医用金属材料等 3D 打印专用材料；大力推进体内植入医疗器械、医学模型、手术导板、手术辅助器械等 3D 打印产品的临床应用研究；重点研制一批仿生组织修复支架、医疗个性化和细胞活性材料 3D 打印设备。

3. 文化创意方面。重点发展珠宝、钟表、内衣服装鞋帽等时尚领域和包装、印刷、建筑、模型、食品等优势领域专用 3D 打印专用材料及设备。

4. 电子信息方面。重点发展产品结构件、射频无线、高频电路用陶瓷基板、硅光子集成器件、电路芯片等电子信息领域产品的直接打印，通过示范应用带动增材制造推广。

5. 工业模具方面。重点加强金属材料增、减材技术融合研发，并加强增减材技术融合的设备研发。

### （三）突破关键技术

专用材料方面，不断优化金属材料粉末大小、形状和化学性质；不断提高非金属材料耐高温、高强度等性能；装备方面，不断优化金属材料 3D 打印装备的效率、精度、可靠性，不断提高非金属材料 3D 打印装备的高工况温度和工艺稳定性，不断提升

个人桌面机的易用性、可靠性。软件方面，重点研制与 3D 打印配套的嵌入式软件系统，提升装备软、硬件协同能力。

#### （四）推动高端集聚发展

发挥龙头骨干企业示范带动作用，培育形成一批产值超亿元的大企业，突出龙头企业引领带动。引进重点项目和先进技术，尽快做大产业规模，带动产业向高端化发展。依托珠江西岸先进装备制造产业带发展基础和优势，省市合力培育建设一批 3D 打印产业基地，打造 3D 打印产业发展的示范区，推进 3D 打印产业集聚化、规模化发展。

#### （五）优化生态环境

加强产业联盟建设，建立联合开发、优势互补、成果共享、风险共担的产学研用合作机制。搭建公共服务平台，实现信息、技术、设备和服务等资源的集聚，通过共享机制降低企业创新成本。支持骨干企业加强产业链上下游合作，带动更多的具有核心技术和较强创新能力的创新型中小微企业成长。组织开展科技成果产业对接活动，促进 3D 打印应用市场培育和发展。支持省增材制造协会规范发展，强化行业和企业自律。

### 三、存在问题

（一）产业规模有待扩大。广东省增材制造产业尚处于起步成长阶段，产业整体规模不大，龙头企业规模较小，中小型企业大多还处于创业孵化期。缺乏行业领军企业，难以围绕骨干企业形成具有核心竞争力产业链和生态圈。

(二) 标准体系有待健全。目前尚无制造工艺、装备、材料、数据接口、产品质量控制与性能评价等行业及国家标准。急需支持龙头企业抓住机遇, 尽快牵头建立和完善从工艺、装备、材料、关键零部件到产品质量评价等系列规范及标准。

(三) 关键技术有待突破。广东省虽然在增材制造各个产业环节均有布局, 但企业研发力量相对较弱, 在加工流程稳定性、特种成形材料制备、装备核心器件等方面与国际先进水平相比还有不小差距。

(四) 人才培养体系有待建立。调研企业普遍反映, 目前市场符合要求的高技能人才不多。我省急需建立适应增材制造产业多学科交叉特点的人才培养体系。

#### 四、下一步工作思路

(一) 加强统筹协调。推动建立全省增材制造产业发展部门间工作协调机制, 统筹协调解决增材制造产业发展的重大问题。推动组建广东省增材制造产业创新联盟发展, 聚合产业上中下游企业资源, 打通上下游产业链, 培育增材制造创新中心, 开展关键技术协同创新和特色产品推广应用, 探索成功的商业盈利模式。

(二) 强化政策引导。推动出台加快我省增材制造产业发展的政策文件, 支持增材制造技术与传统加工技术相结合进行系统创新。推动建立增材制造专家咨询委员会, 完善增材制造技术规范与标准制订。依托省增材制造协会发布年度增材制造产业发展情况报告。鼓励国际交流合作, 吸引外资和国外先进的增材制造

技术和产业化项目。

（三）加大财税支持。加大资金支持力度，采用股权投资、事中补助、事后奖补、贷款贴息、租金补贴及引导担保机构进行融资担保等方式，对增材制造的前沿技术探索、重大装备应用、公共服务平台建设等给予分层次扶持。落实好税收支持政策，发挥税收政策对促进增材制造产业发展的引导作用。对符合条件的增材制造装备纳入省重大技术装备首台套保险政策范围。

（四）注重产权保护。加强增材制造产业专利布局，开展专利导航；完善知识产权保护机制，加强增材制造领域知识产权行政执法和维权援助力度；完善知识产权交易运营体系，支持增材制造科技成果的知识产权化；推动增材制造知识产权标准化战略和品牌战略相结合，实现技术创新专利化、专利成果标准化、专利产品品牌化。

（五）加强人才培养。建立健全增材制造人才培养体系，支持在有条件的高校设立增材制造课程、学科或专业；鼓励技工院校推行校企合作人才培养模式，发挥院校与企业双方资源优势，培养与产业发展相适应的增材制造高技能人才。

（六）加大宣传力度。推动举办增材制造技能大赛、增材制造论坛、展会等特色活动，创造良好社会环境和舆论氛围。注重挖掘典型，充分宣传各地、各部门促进增材制造产业发展好的做法和骨干企业的典型经验，总结提炼出具有借鉴价值的经验模式和发展路径进行宣传推广，形成良好的示范效应。

# 陕西省推动增材制造产业发展经验交流

陕西省工业和信息化厅

## 一、基本情况

陕西 3D 打印产业起步较早，依托省内丰富的科技资源优势，自上世纪 90 年代起，在典型的成形设备、软件、材料等基础研究和产业化方面开展了大量研究，并取得了重大进展。2012 年以来，3D 打印如雨后春笋般在我省工业、医疗等各个领域迅速崛起，培育形成了一批从事 3D 打印设备生产、材料制备、产品加工及技术服务的专业化企业，应用领域涵盖航空、航天、汽车、军工、模具、电子电器、造船等诸多领域，综合竞争力跻身全国 3D 打印第一方阵。目前，我省 3D 打印研发生产企业超过 70 家，从业人员 5000 多人，年营业收入 5 亿多元，产业规模位居全国前列。

一是技术研发实力雄厚。陕西省富集了西北工业大学、西安交通大学、西北有色金属研究院等 3D 打印科技资源，拥有我国 3D 打印领域领军人物中国工程院院士卢秉恒和四位长江学者特聘教授李涤尘、黄卫东、赵万华、洪军，拥有多个国家级研究中心及重点实验室等研究机构，截至 2017 年 6 月，陕西共申请 3D 打印相关专利 1405 件，专利数量居全国第一，在电子束成形装备设计

技术等方面处于国内领先水平。

二是多类市场主体竞相发展。陕西省拥有西安铂力特、宝钛集团、陕西恒通、西安赛隆、西部材料、西部超导等优质骨干企业 10 余家，在 3D 打印领域保持全国领先地位。西安交通大学主要开展增材制造（3D 打印）中光固化成形（SLA）技术研究和设备产业化，同时在金属直接制造、陶瓷材料成形、生物材料成形、复合材料成形等方面开展了研究与应用推广工作。西北工业大学主要开展激光立体成形技术的系统化研究工作。西北大学开展真彩色三维打印技术在文化遗产数字化保护和医学复原整形等领域应用的关键技术研究、成果应用和推广工作。西安工业大学致力于“基于 3D 打印的义齿定制化制造”。

三是产业化应用初具规模。陕西省初步形成了原材料、元器件、科技资源等上游产业，涵盖金属、塑料/树脂、生物细胞打印装备、产品的中游产业，以及相关行业应用、后处理加工、配套服务等下游产业。在生物打印领域，西安交通大学开展的 3D 打印个性化人工假体制造研究与应用获得标志性进展；西北工业大学研发的常温直接成形生物陶瓷术前诊断模型、全骨仿生模型已在北医三院、第四军医大学开展临床应用试验，并进一步突破了生物陶瓷粘结剂活性技术瓶颈；西北有色金属研究院开发的多孔钛合金生物医用植入体，已开展上百例人体临床试验。在非金属打印领域，西安交通大学创新陶瓷材料 3D 打印成形工艺，解决了空心叶片铸型强度和精度问题，实现了大型燃气轮机空心涡轮叶片

等复杂结构陶瓷零件的快速制造；开发了高温熔丝成形 3D 打印设备，可以有效打印纤维增强树脂基复合材料、尼龙等耐高温材料制品；研发了大尺寸的烧结成形工艺及样机，可以成形多种非金属材料的粉末烧结设备。在金属打印领域，西北工业大学突破铝合金激光选区熔化(SLM)成形设备多项整机设计和控制关键技术，研制了国内首台专门针对铝合金高精度激光选区熔化成形工艺实验平台。西安铂力特激光成形技术有限公司成功打印出铜合金典型结构件，技术填补了国内空白，为航天、航空等领域复杂结构铜合金零部件的 3D 打印提供了可能，成为国内首个具备铜合金 3D 打印能力的团队。

## 二、主要做法

一是加强顶层设计，持续优化产业布局。陕西省发布《陕西省增材制造产业发展规划（2016-2020）》和《陕西省加快推进增材制造产业发展指导意见》，研究编制《陕西省 3D 打印产业集群发展报告》和《陕西省 3D 打印产业链发展推进方案》，将增材制造列为 14 个重点发展方向之一，明确发展目标和路径，出台保障措施，推进产业发展。着力构建“一中心三园区三基地”的产业格局，依托西安交通大学建设的“国家增材制造创新中心”，集聚上下游相关企业，不断扩大产业规模，形成了渭南高新区增材制造产业园区、西安高新区增材制造产业园区、西安经济技术开发区三大增材制造产业园区各具特色、竞相发展的良好态势，培育发展西安高新区研发示范推广基地、渭南高新区教育培训生产

基地和西安医学 3D 打印示范基地,多层次构建全省增材制造产业发展格局。

二是积极推进国家增材制造创新中心建设。在工信部的指导下,国家增材制造创新中心 2016 年获批落户陕西。省委省政府高度重视创新中心建设,省政府 3 次召开专题会议研究工作推进,省委常委会将其列入年度重点督办的 22 件重点工作之中。工信部创新能力建设项目支持 2 亿元,省市两级政府以不同方式给予 4 亿元资金支持。截至目前,创新中心全面建设有序推进,各项工作取得积极进展,计划 10 月 1 日前交工使用。创新中心现有员工 190 余人,其中院士 2 名,千人计划教授 7 名,建立各类管理制度 12 个,成立材料、设备、检测等 7 个专业研究所。平台建设初具规模,中试研发平台初步具备对外加工服务能力,公共测试平台已建成金属粉末测试等 4 个测试平台,共性技术服务平台已完成设备的安装调试。科研活动及成果转化成效显著,成立课题组 11 个,自主发起研发项目 7 个,其中“大国重器”项目太空打印、航空航天大型结构件等进展顺利。与德国西门子、美国 GE 公司开展国际交流合作,共建联合实验室,获批成为陕西省国际科技合作基地。

三是成立产业联盟,推动产业协同发展。依托我省 3D 打印技术研发优势及产业基础,由西安交通大学、西北工业大学、西北有色金属研究院、中科院西安光机所发起,成立了“陕西省 3D 打印产业技术创新联盟”,经过四年多时间,联盟成员单位从最初

的 32 家增加到现在的 84 家，集聚了卢秉恒、王华明院士和 7 名千人计划教授在内共 80 余人的创新团队，在航空航天、生物医药、汽车制造等重点应用领域开展 3D 打印研究、示范和推广等工作。通过统筹协调全省 3D 打印技术和产业相关资源，有效推动 3D 打印产业与其他相关产业协同发展。

四是加大推广应用范围，扩大消费市场。一是强化增材制造技术在产品制造与修复再制造两方面的推广应用，在利用增材制造技术实现复杂零部件直接制造的同时，注重对存在加工缺陷的产品以及磨损零部件进行修复与再制造。二是突出增材制造技术在重点应用领域的推广应用，优先推广在航空、航天、汽车、生物医药、文化创意等领域的应用，最大限度发挥增材制造技术的减量化、定制化、一体成型化、设计自由化等优势，以良好的应用效果普及推广到更大范围的应用市场。三是将增材制造技术和传统制造加工工艺（如锻造、铸造、机械加工等）相结合，进行优势互补的组合制造，实现复杂零部件的快速成型制造，同时保证产品优良的机械性能。

五是努力营造良好的产业发展环境。建成与增材制造产业发展不同阶段相适应的更趋科学合理的政府扶持机制。依托现代化信息与大数据应用技术，建立增材制造产业集成服务信息平台，开展技术成果转化交易、研发设计、创新创意设计、检测与数据获取、软件及数据处理等信息网络服务。加大专项资金支持力度，将 3D 打印作为新产业培育的重点领域给予集中支持，陕西增材

制造创业投资基金对省内 7 个项目给予投资 1.05 亿元，占基金投资规模的 61.77%。

### 三、存在的突出问题

当前，尽管陕西在发展增材制造产业方面做出了很多努力，但增材制造技术还处于产业化初级阶段，做大做强我省增材制造产业仍面临严峻的挑战。一是产业规模较小。近年来 3D 打印虽然取得长足进步，但产业规模整体偏小，仅占全国的 6%左右，在与国内外龙头企业竞争中处于劣势。二是协同创新能力不强。很多创新性技术仍滞留在高校院所，难以实现产业化，产学研用密切结合的研发及产业化协同推进机制尚未有效形成。三是企业核心竞争力缺乏。自主开发的 3D 打印专用软件、控制系统功能、性能与国外产品差距较大，我省增材专用原材料、设备主要集中于中端产品，高端产品长期被进口产品占据。四是产业链条有待完善。上游产业发展短板明显，核心零部件受制于人，大功率激光器、电子枪、扫描振镜、三维扫描仪等部件技术参数还难以达到指标要求，严重依赖进口。3D 打印专用新材料发展仍显滞后，材料选择局限性较大、品种少、供应商少，高性能材料严重依赖进口。

### 四、下一步工作思路

陕西将按照“需求牵引、创新驱动、重点突破、龙头带动、协同推进”的原则，按照“做大装备、做强产品、做优服务、做精技术”的总体思路，构建全产业链发展模式，加快推进增材制造产业化，着力建设全国领先、世界一流的 3D 打印产业示范中

心和基地，最终实现“以3D打印为引领，带动装备制造智能化”的战略目标。

（一）全力提升创新能力，打造3D打印发展新动能。发挥国家增材制造创新中心作用，积极开展增材制造关键技术的基础研发。加强增材专用新材料开发应用，重点推进铝合金、高温合金、高强钢、碳纤维增强尼龙复合材料、高性能陶瓷新材料研发等新材料的研发。推进西北有色院、宝钛、西部超导钛合金板材、丝材项目升级优化，引进尼龙丝材、配套激光器、专用吸粉器（打印喷头）等增材装备核心器件制造项目，提高我省增材制造原材料、核心元器件产业优势。

（二）积极培育龙头企业，打造全产业链集群发展模式。一是支持骨干企业快速发展。重点支持西安铂力特、宝钛集团、光机所等企业快速发展，力争培育形成10家产值规模过亿元的重点企业。引导中小企业围绕细分市场向“专、精、特、新”方向发展，加快服务模式和商业模式创新。二是推进全产业链协同发展。重点打造光固化成形、熔融沉积成形、金属激光立体成形、激光选区熔化、粉床电子束选区熔化成形等五大产业链，培育世界级先进增材制造产业集群，力争达到“装备出货量达到1万台，产品产量10万件，产值5亿”的目标。三是加快产业园区建设。依托我省增材制造技术研发优势及产业基础，集聚上下游相关企业，扩大产业规模，重点建设渭南高新区增材制造产业园区、西安高新区增材制造产业园区和西安经济技术开发区增材制造产

业园区三大增材制造产业园区。

（三）大力推动示范推广，构建“3D打印+”新应用。以应用需求为导向，重点在航空、航天、军工、汽车模具、生物医疗等领域推广应用，分步骤、分层次开展应用示范。大力推动“3D打印+医疗”、“3D打印+文化创意”、“3D打印+创新教育”、“3D打印+互联网”等新模式、新应用。推动3D打印与互联网融合发展，推动成立在线协同设计、数据互联共享、分布式制造的增材制造云平台，推动3D打印快速普及应用。

（四）创新激励机制，优化营商新环境。严格落实国家对增材制造产业发展相关的税收支持政策，吸引国内外增材制造配套企业、增材制造应用企业落户陕西。发挥专项资金和产业投资基金作用，以股权或债权方式重点支持增材制造核心领域、关键环节的重点项目。支持符合条件的企业上市融资和发行债券，拓宽融资渠道。积极引导金融机构以科技融资担保、知识产权质押、股权质押等模式创新金融服务。鼓励企事业单位和科研机构主导或参与增材制造工艺、装备、材料、支撑软件以及产品质量控制等国际标准、国家标准、行业标准和地方标准的制定，全面提升我省在全球增材制造市场的影响力和话语权。

敬请关注四川省增材制造技术协会微信公众号（微信号：  
sczc2017 或扫描下图二维码），了解国内国际 3D 打印最新动态，及  
时传递顾问专家建言献策，欢迎互动参与。



---

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：杨 雪 侯 芳

编 辑：罗 旭 李文鹏 张 真

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