

# 简报

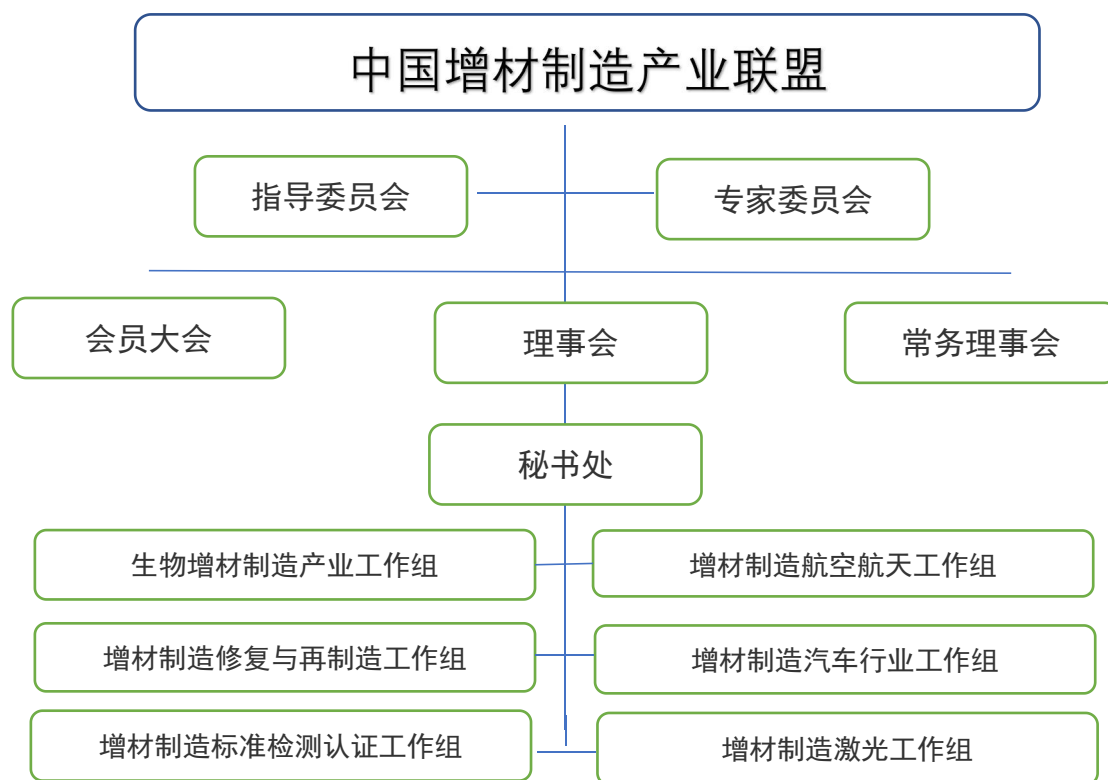
2021年08月31日 第08期 总第024期

## 【内容提要】

- 本期关注：美国国防部发布《增材制造在国防部的使用》
- 政策追踪：陕西省公布增材制造产业链“链长”
- 技术进展：NASA 实现铝和铜等多材料一体增材制造
- 行业动态：增材制造巨头 Desktop Metal 收购 ExOne
- 典型应用：增材制造在现实生活中的应用
- 成员展示：中国核动力研究设计院
- 会议预告：中国增材制造产业年会

中国增材制造产业联盟成立于2016年10月19日，是在工业和信息化部指导下，由增材制造领域的企事业单位、高等院校、科研机构、产业园区等128家相关单位，按照自愿、平等、互利、合作的原则，共同发起组成的跨行业、开放性、非营利性的社会组织，秘书处设在工业和信息化部装备工业发展中心。现有联盟成员300余家，是中国增材制造领域层次最高、规模最大的行业组织。

中国增材制造产业联盟坚持开放、创新、合作、共赢的工作原则，立足于为我国增材制造产业搭建合作与促进平台，致力于支撑行业管理、聚拢行业资源、营造创新环境、促进交流合作，助力中国增材制造产业发展壮大。



(联盟组织架构)

## ●本期关注：

### 美国国防部发布《增材制造在国防部的使用》

2021年7月6日，美国国防部研究与工程副部长办公室发布国防部5000.93指示《增材制造在国防部的使用》，该指示作为首份面向增材制造（AM）的顶层政策文件，就增材制造在国防部的实施和应用制定政策、明确责任并细化程序。5000.93指示是对国防部1月发布的《国防部增材制造战略》的进一步落实，将有力推进增材制造在装备研制、保障、战备中的高质量协同发展、安全应用和稳定供应，支撑应急能力采办和中间层采办等程序的快速应用与部署需求，以及以数据、模型为驱动的数字工程转型目标。

#### 一、指示发布背景

##### 1.增材制造是加速创新和提升战备水平的重要支撑技术

增材制造作为一种可以快速、按需且可定制的制造手段，能够直接支撑美军的后勤和作战改革，短期看可快速使用以满足战备需求，长期看可通过创新设计改进系统。广泛使用增材制造给美军带来的预期优势至少包括：驱动更具杀伤力系统的设计创新，提升装备完好率，赋予作战人员在战区现场敏捷解决问题的能力。此前，国防部牵头成立国家增材制造创新机构，并先后发布《国防部增材制

造路线图》《增材制造标准化路线图》《国防部增材制造战略》等文件，稳步持续地推进增材制造的发展和使用已是美军共识。

## **2.《国防部增材制造战略》的落地实施需要政策明确规范与引导**

2021年1月，隶属美国国防部研究与工程副部长办公室的国防制造技术项目办公室发布《国防部增材制造战略》，提出“将增材制造集成到国防部和国防工业基础中、协调国防部和外部合作伙伴的增材制造活动、推动和促进增材制造的敏捷应用、提高增材制造应用熟练程度、加强增材制造工作流的安全性”五项战略目标，旨在促进建立更敏捷、适应性更强和更一致的国防供应基础，使增材制造广泛应用于武器系统创新设计，提高系统可靠性和作战能力。目标已明，关键聚焦领域与工作流程的建立还需出台政策进行规范引导，以细化需求方与责任方的职责与义务，建立统一的标准框架和协作机制。

## **3.国防采办改革与数字工程转型要求实现快速、数字制造**

为落实大国竞争战略和新兴技术快速发展的需要，美国国防部在2018年提出数字工程战略，大力推进以数据和模型为核心谋事做事的转型；2019年底以来，国防部对采办政策进行了重大改革，建立了应急能力采办和中间层采办

程序（采办周期为 2-5 年），凸显出灵活、快捷、安全的采办理念。增材制造作为新兴的数字制造手段，是满足数字、快速采办需求的重要途径，发布专项政策来推进建立安全、规范的采办流程，管理并维护核心数据源十分必要。

## 二、主要内容与职责

### 1. 国防部政策

通过 5000.93 指示，美国防部旨在：

——推进增材制造的应用来支持联合部队司令官和作战指挥官的战区需求、变革维修模式和供应链、增强后勤弹性、提升各军种的自主保障和战备能力；

——应用增材制造提升国防工业基础，提高武器系统的作战及持续保障能力；

——确保增材制造计划、项目 and 需求具备充分的资源；

——开展教育、培训及认证国防部增材制造人才队伍；

——确保国防部网络-物理基础设施和流程的安全性，支持增材制造在武器系统寿命周期中的使用；

——开发并使用有益于武器系统作战或保障能力的增材制造技术；

——通过增材制造社区开展合作并分享最佳实践；

——保护国防部在增材制造技术开发方面的投资，避免技术外泄。

### 2. 主要职责分配

针对以上主要事项与目标，5000.93 指示明确了国防部研究与工程副部长、国防部首席信息官、国防部采办与保障副部长、国防后勤局以及参联会主席等各增材制造需求方或程序实施攸关方的职责。其中：

国防部研究与工程副部长 (USD(R&E)) 总体负责国防部增材制造应用政策的维护，以及合作交流、供应链集成、教育培训、认证鉴定、标准与指标编制等具体工作的协调与监管，并将增材制造纳入数字工程相关政策和指南。此外，国防部研究与工程副部长要确保在武器系统采办的设计和工程阶段充分考虑增材制造的各种能力和流程，并充分记录增材制造生产的各种零件，为保障工作提供支持。国防部研究与工程副部长还需要组织并指定增材制造联合工作组(JAMWG)主席，以在国防部的联合监督下开展协作，分享最佳实践方法。特别地，国防部研究与工程副部长、各军事部门和国防后勤局(DLA)需要共同定义一个通用的国防部增材制造数据框架，包括增材制造数据管理最佳实践方法，以便在整个国防部内部安全地共享增材制造数据。

国防部采办与保障副部长 (USD(A&S)) 牵头负责整个采办和保障组织体增材制造的协作工作，包括更新和维护相关政策；酌情推动使用增材制造来满足武器系统性能和保障要求；为特定的增材制造数据类别建立并维护包含商定价格和相关权限许可的数据库；将增材制造纳入知识产

权政策和指南；评估国内增材制造设备和材料的工业制造能力，以打造一条能力强大且具有弹性的增材制造供应链；指导国防采办大学开展相关培训等。

国防后勤局局长负责将增材制造纳入供应链，确保供应商生成的增材制造数据由国防后勤局提供给适当的国防部下属组织；开发、维护和管理联合增材制造模型交换（JAMMEX）系统门户网站，用于共享经批准的增材制造数据集和其他安全、可互操作的数据管理能力；牵头制定通用数据要求和验收标准相关流程和指南；识别最佳实践方法并根据需要修改系统和流程，将增材制造能力与供应链信息技术架构、业务支持系统和流程集成。

国防部首席信息官（CIO）负责制定各种网络安全要求和标准，发布国防部“全球信息网络的通用集成信息计算和通信环境”指南，以在必要时为增材制造技术的实施提供支持。

国防部具有相关需求的部局负责制定和审查机构层级的持续保障计划；建立和维护必要的数字、网络物理和整体网络基础设施；指导如何使用增材制造数据框架；推动增材制造能力与企业架构和业务支持系统和流程的集成；协助定义有关增材制造实施进度和结果的各项通用指标，按需跟踪和报告有关指标的数据。

参谋长联席会议主席负责与国防部长办公厅合作推进

联合部队的增材制造技术和创新；与军种采办负责人合作，确定与联合项目相关的寿命周期保障计划中增材制造的适用性；支持在作战司令部（CCMD）内部执行各种战区保障计划，促进增材制造在作战行动中的使用。

### **三. 程序与指导**

围绕增材制造推广使用中涉及的采办、研究与工程、供应链、数据管理、数据与设备安全、规格与标准、培训与教育以及合作等主要流程与要素，5000.93 指示制定了相应的程序与指南，系统地指导各相关责任部门领导推进面向增材制造的设计、合同要求、数据管理框架、材料与工艺研究、质量鉴定与认证、增材制造供应链集成、跨域模型交换、网络风险评估、标准制定、知识体系构建等工作。

#### **1. 采办中的增材制造**

增材制造应被纳入采办过程，并充分考虑增材制造可能对武器系统设计产生的影响，以及合同或协议如何解决维修和持续保障期间增材制造零件和数据的可用性；确保合同包含并明确规定足以实现增材制造的数据要求，酌情包括一份增材制造数据管理计划；确保合同条款详细说明了需要标识的零件，这些零件在材料清单、构型管理文档和其他相关增材制造数据中明确使用增材制造进行生产，或者可能使用增材制造进行生产；确保增材制造数据要求包括测试要求和验收或拒收标准；仅获取必要的增材

制造数据和相关许可权来满足机构的各项需求。

## **2. 研究与工程**

开展材料和工艺特性研究，提高增材制造工艺和零件质量的可靠性，加快鉴定和认证过程；对增材制造采取国防部通用的风险定义，并制定政策来定义使用增材制造零件所需的鉴定、认证、风险评估和批准权限级别；使增材制造的鉴定程序和验收标准与各项通用标准、规范和实践方法保持一致。

## **3. 在供应链中集成增材制造使用**

经批准的增材制造零件来源，以完善供应链流程和程序，满足装备战备需求；充分利用现有的增材制造能力，并根据需求的紧迫性制定支持快速生产增材制造零件的流程和程序；监控增材制造供应商的实施、使用、绩效和效能；向国防后勤局和适当的国防部供应组织提供增材制造零件数据和增材制造需求信息，并在必要时通过国防后勤局在国防部内共享；制定通用的增材制造数据标准和要求以及增材制造零件验收标准；记录并维护一份已成功交付增材制造零件和增材制造原材料的来源清单；定义有关增材制造实施进度和结果的通用指标，并根据需要嵌入各个流程来跟踪和报告增材制造的指标数据。

## **4. 数据管理**

确保增材制造活动符合有关数据访问和技术数据、计

计算机软件和其他知识产权的所有法律、法规、政策和相关合同条款要求；充分利用国防部核心知识产权的资源；使用与国防部数字工程战略和实施计划一致的某种基于模型的工程制造工具集；开发、使用和支持联合增材制造模型交换（JAMMEX）系统和其他安全、可互操作的数据管理能力，并将基于通用数据框架的相关数据连接到每个组织内部的权威数据存储库和系统。

## **5. 数据与设备安全**

提供安全可靠、可互操作的数字化商业信息和数据系统，包括但不限于联合增材制造模型交换（JAMMEX）系统；根据需要对增材制造数据系统和设备的现有网络安全流程和政策进行更改，并定期开展基于任务的协作网络风险评估。

## **6. 规范与标准**

在最大程度上使用与增材制造相关的非美国政府规范和标准；如果缺少现有的规范或标准，可通过非美国政府的标准组织来制定此类规范或标准。

## **7. 培训与教育**

为国防部使用增材制造或承担增材制造相关职责的适当劳动力提供培训和认证，包括管理人员、工程设计人员、设计人员、操作人员、维修人员和采办专业人员；创造各种研究和教育机会，提高增材制造社区的技术水平和技能

## 8. 协作

通过增材制造联合工作组（JAMWG）和联合国防制造委员会（JDMC）积极开展协作，共享增材制造的最佳实践方法。

增材制造作为能够颠覆研制、生产和保障模式的前沿技术，受到了美国防部的长期重视。5000.93 指示的发布标志着国防部对增材制造的规划布局已经从技术与标准探索阶段、形成战略共识阶段进入到政策落实与执行阶段。

## ● 政策追踪：

### 政策（一）：陕西省公布增材制造产业链“链长”

2021年7月，陕西省人民政府办公厅印发《关于进一步提升产业链发展水平的实施意见》，提出力争到2025年，全省重点产业链总产值年均增速明显高于规上制造业平均水平，单位增加值能耗明显低于规上工业单位增加值能耗，省内配套能力显著提升，着力打造一批具有较强国际竞争力的“链主”企业和隐形冠军企业，培育形成一批世界一流、全国领先、陕西特色的产业集群。增材制造产业链链长由陕西省科技厅副厅长王军同志担任。

省级部门领导担任“链长”的12条重点产业链清单

序号	产业链名称	牵头人	责任部门
1	民用无人机产业链	韩保护	省委军民融合办
2	氢能产业链	何 钟	省发展改革委
3	增材制造产业链	王 军	省科技厅
4	钢铁深加工产业链	韩绍安	省国资委
5	乘用车（新能源）产业链	张宗科	省工业和信息化厅
6	物联网产业链	赵 东	省工业和信息化厅
7	富硒食品产业链	赵 东	省工业和信息化厅
8	煤制烯烃（芳烃）深加工产业链	任钧恩	省工业和信息化厅
9	铝镁深加工产业链	任钧恩	省工业和信息化厅
10	陶瓷基复合材料产业链	任钧恩	省工业和信息化厅
11	智能终端产业链	黄新波	省工业和信息化厅
12	传感器产业链	黄新波	省工业和信息化厅

图1 陕西省级部门领导担任“链长”的12条重点产业链清单

## 政策（二）：广东省将“激光与增材制造”列为“十大”战略性新兴产业之一

2021年7月30日，广东省人民政府印发《广东省制造业高质量发展“十四五”规划》，将广东省将“激光与增材制造”列为“十大”战略性新兴产业之一。“围绕光纤激光器和半导体激光器生产、增材制造装备制造等产业重点环节，重点研制大模场光纤、高品质晶体等专用材料，高功率合束器、光纤光栅等核心零部件，半导体激光器、万瓦级工业用光纤激光器等关键器件，数据处理、工艺规划与控制等专用软件，以及精密激光智能装备、增材制造高端装备等重大装备，组织实施省重点领域研发计划重大专项。加快推动激光与增材制造在汽车、模具、核电、船舶等传统产业以及新一代信息技术、超高清视频显示、智能机器人、量子信息等新兴产业领域的融合应用。到2025年，激光与增材制造产业规模保持全国领先，营业收入超过1800亿元，逐步形成具有国际竞争力的激光与增材制造产业集群。”

“十大”战略性新兴产业布局

产业集群	珠三角地区									沿海经济带东翼				沿海经济带西翼				北部生态发展区				具有布局该集群的地市数量(个)
	广州	深圳	珠海	佛山	东莞	惠州	中山	江门	肇庆	汕头	汕尾	揭阳	潮州	湛江	茂名	阳江	韶关	梅州	河源	清远	云浮	
11. 半导体与集成电路	***	***	***	**	**	*	*	***	*		*								*			11
12. 高端装备制造	***	***	***	**	**	*	**	***	*	***	*	*		*		**	**					15
13. 智能机器人	***	***	**	***	**	*	**	***	*	*	*	*	*	*								13
14. 区块链与量子信息	***	***	**	**	**		*	*	*													8
15. 前沿新材料	***	***	***	***	***	**		**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16
16. 新能源	***	***	**	***	***	**	**	**		**	*	*		***	***						*	14
17. 激光与增材制造	***	***	**	**	**	*	**	***		*	*	*			*				*			13
18. 数字创意	***	***	**	**	**	*	*	*		**												8
19. 安全应急与环保	***	***	**	***	**	*	*	***	*	**	*	*	*	*	*		**	*	*	**		18
20. 精密仪器设备	***	***	***	***	**	**	**	**	**	**			*	*	*		**	*	**	*	*	18
各地市布局的新兴产业集群数量(个)	10	10	10	10	10	8	9	10	7	8	4	4	5	6	2	4	4	3	5	3	2	

图2 广东省“十大”战略性新兴产业布局

### 政策（三）：江苏省将大力发展增材制造医疗器械

2021年8月16日，江苏省政府印发《江苏省“十四五”制造业高质量发展规划》，文中指出建设“以高端化、智能化、特色化为方向，大力发展超声成像、离子束放射治疗等高性能诊疗设备、全自动生化分析仪等体外诊断设备、康复等医用机器人、无机材料增材制造及可降解的高分子材料等高端植介入医用耗材”“以组织替代、功能修复为方向，重点发展脑起搏器、个性化增材制造骨科植入物、眼科人工晶状体、可降解血管支架等高端植介入耗材”的新型医疗器械集群。

## ● 技术进展：

### NASA 实现铝和铜等多材料一体增材制造

近日，美国航天局（NASA）喷气推进实验室（JPL）采用一种不同于基于激光或电子束的增材制造工艺生产了一种铝合金航天器用热交换装置。采用新设计的热交换器取代了在长期任务或极端条件下可能出现故障的数十个小零件和接头，不仅对太空应用而且在石油钻井和航空等领域都有潜在益处。NASA JPL 技术专家表示，该工艺所能解决的不仅是一个任务的一个问题，同时将为 NASA 和工业界解决一类问题。该工艺就是由 Fabrisonic 公司推出的超声波增材制造（UAM）技术。

#### 一、超声波增材制造的技术原理

超声波增材制造（UAM）是基于传统的“超声波焊接”工艺，其利用高频振动波传递到两个需焊接的物体表面，在加压的情况下，使两个物体表面相互摩擦而形成分子层之间的熔合。而当这种焊接方式被应用到增材制造机上时，也就成就了这项新的增材制造工艺——“超声波增材制造”。

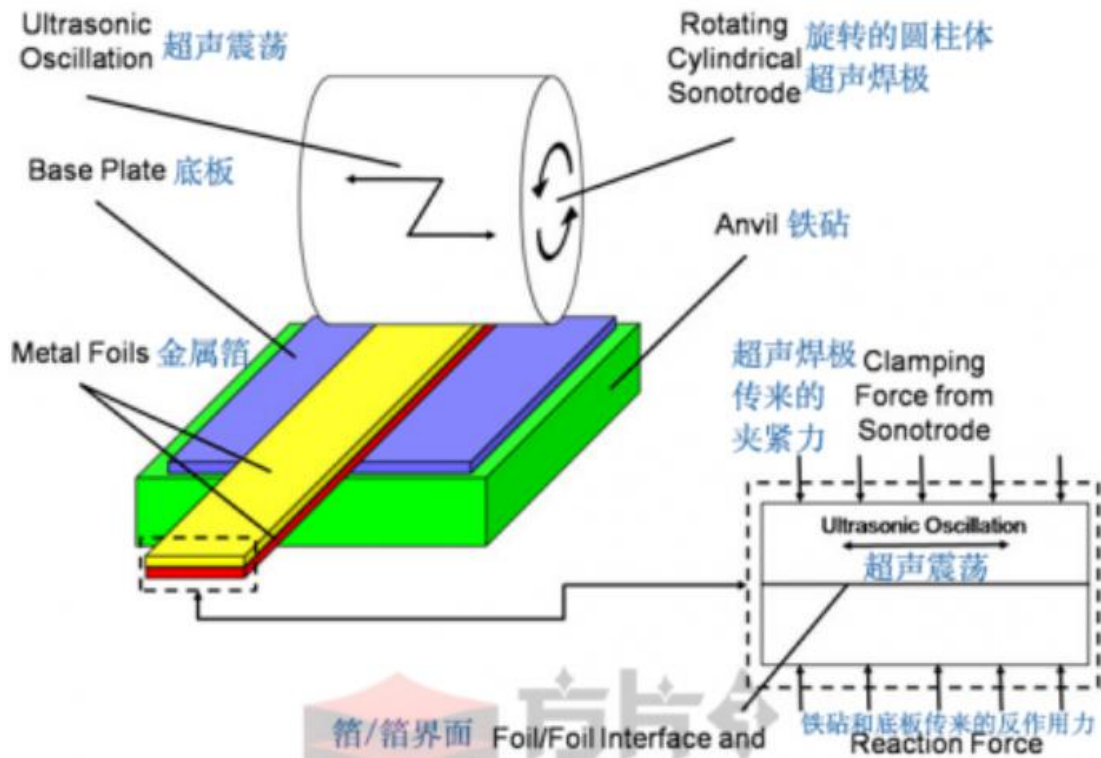


图3 超声波增材制造原理图

超声波增材制造采用金属薄片为材料，能够实现真正冶金学意义上的熔合，并可以使用各种金属材料如铝、铜、不锈钢和钛等。UAM 的制造过程包括通过超声波逐层连续焊接金属片，并不时通过机械加工来实现指定的 3D 形状，从而形成坚实的金属物体。通过结合增材和减材处理能力，UAM 可以制造出深槽、中空、栅格状或蜂窝状的内部结构，以及其它复杂的几何形状，这些结构和形状通常无法使用传统减材制造工艺完成。此外，该技术的重要优势是能够制造多金属零件。

## 二、超声波增材制造生产多材料一体化构件

自 2011 年成立以来，Fabrisonic 已多次与 NASA 合作。2018 年，Fabrisonic 和 NASAJPL 开始探索如何使用超声波

增材制造来生产增材制造热交换器。当时，增材制造组件通过了 NASA 的质量控制测试，并被认为可以在太空使用。今年早些时候，NASA JPL 宣布他们使用 Fabrisonic 的设备为卫星开发了价值更高的增材制造热交换器。传统上，热交换器由多个相互连接的部件组成，这会给设备带来许多潜在故障风险，NASA JPL 选择采用 UAM 技术增材制造一体化的热交换器。整体制造可以使组件的可靠性得到显著提高，并降低长期太空任务或地球极端条件下的故障可能性。增材制造热交换器还带来了性能提升，与通过传统方法制造的热交换器相比，重量减轻了约 30%，性能提高了 30%。此外，这项技术在几天之内便完成了这种复杂结构的零件生产，缩短了 NASA 航天器的开发周期。

除铝和铜的一体化制造之外，NASA JPL 还利用 UAM 技术实现了金属钽与铝合金部件的结合。为保护电子组件免受强烈空间辐射并保持组件尽可能轻巧，NASA JPL 在铝合金航天部件的中间添加了能够抗辐射的金属钽层，从而获得了既抗辐射又极轻的增材制造组件，该组件的每种金属特性均保持不变并能按预期运行。

### **三、超声波增材制造生产内置传感器的“智能结构”**

过去使用常规焊接技术加工智能材料所面临的最大挑战就是，材料融化往往会大大降低智能材料的性能，UAM 技术可以在零件的制造过程中嵌入电子装置同时不会发生

损坏。由于 UAM 工艺是固态的，不涉及熔化，这个工艺可以用来将导线、带、箔和所谓的“智能材料”，比如传感器、电子电路和制动器等完全嵌入密实的金属结构，而不会导致任何损坏。因此，超声波增材制造非常适用于“智能材料”的打印以及“智能结构”成形。NASA 在其航空测试中利用通过 UAM 技术打印的光纤传感器来检测商用机身的弱点和性能问题。这些传感器使用 UAM 技术内置于铝合金零件内部，能够获取有关金属健康和性能的准确、实时数据。同时，由于外层金属的保护，传统器可以在太空等恶劣环境中工作。

#### **四、UAM 技术的优势：**

1.高速金属增材制造，成形复杂结构。UAM 与传统增材制造技术一样，同样具有成形的高效性与高复杂性，属于自由净成形工艺。

2.固态焊接可以实现：异种金属的结合、包层、金属基复合材料、“智能”或反应式结构。UAM 工艺是基于传统的电磁波焊接技术，因此，成形过程可以实现固态焊接，实现异种金属的链接或包层。

3.低温工艺可以实现：电子嵌入防篡改结构、非破坏性、完全封装的光纤嵌入。

## ● 行业动态：

### 动态（一）：增材制造巨头 Desktop Metal 收购 ExOne

2021年8月11日，美国增材制造巨头 Desktop Metal 公司（纽约证券交易所代码：DM）和 ExOne 公司（纳斯达克股票代码：XONE）已达成最终协议，根据该协议，Desktop Metal 将收购 ExOne 普通股的所有已发行和流通股。

根据协议条款，ExOne 普通股将获得 8.50 美元现金和 17.00 美元 Desktop Metal 普通股，总对价为每股 25.50 美元，交易价值为 5.75 亿美元，意味着较 ExOne 在 2021 年 8 月 11 日的普通股收盘价溢价 47.6%，以及基于 ExOne 普通股 30 天平均收盘价的溢价 43.9%。交易价值还意味着 ExOne 的收购倍数是 2021 年估计的共识收入的 6.4 倍。

### 动态（二）：我国增材制造装备出口量进一步扩大

根据海关总署统计数据显示，2021年1月-7月，我国出口增材制造装备 150.3049 万台，同比增加 14.5%；出口金额 22.3 亿元，同比增加 19.5%；重量 13672.557 吨，折合每台单价 1482 元，每台重量 9.1kg。

我国进口增材制造装备 3787 台，同比减少 17.7%；进口金额 1.3 亿元，同比减少 24.3%；重量 180.698 吨，折合

每台单价 33396 元，每台重量 47.7kg。

总体来看，目前我国增材制造装备出口仍以消费级产品为主，出口金额和数量稳步增加，但不及预期。工业增材制造装备对进口依赖降低，国产装备逐渐得到认可。

### **动态（三）：Markforged 和 Fathom 上市**

2021 年 7 月 31 日，美国增材制造厂商 Markforged 在纽约证券交易所上市，并凭借其创新型金属增材制造装备和复合增材制造装备得到了华尔街的青睐。近日 Fathom 也在纽交所提交上市申请。Fathom 是一家专注于增材制造技术的美国制造服务商，拥有 12 个尖端制造中心，遍布全国。

Markforged 的成功意味着有越来越多的服务商在购买增材制造装备，而 Fathom 的成功代表着有越来越多的人在运用增材制造技术，这更能体现工业 4.0 时代以及被数字化驱动的工业革命浪潮的到来。Fathom 的估值约为 15 亿美元，预计将于 2021 年第四季度完成交易，并将在纽约证券交易所上市，股票代码为 FDMG。

## ● 典型应用：

### 增材制造在现实生活中的应用

增材制造行业发展的几十年内发展甚为迅猛，从建筑到医疗，从工业到娱乐，甚至在电影特效领域都各有突破。增材制造技术突破了一个又一个技术瓶颈，从成形时间、成形精度到打印稳定性，都取得了长足的进步。本期将分享数个增材制造在现实生活中的应用。

意大利 Krill Design 公司推出了一款增材制造橙皮台灯。这个橙皮台灯是闭环生产的代表，能够体现增材制造的意义，免去传统制造方式所造成的环境污染。Krill Design 选择橙皮来制造这款台灯不仅因为其数量丰富，而且因其有机化学特性。该机构的经理解释道：“糖能将植物淀粉发酵所生成的生物聚合物和有机作物中的添加材料结合，而橙皮中富含碳水化合物，从化学性质上来说，它可以起到和糖一样的作用。”因此，他们先把橙皮晒干，然后磨成粉末，再加工成颗粒，最后制成这种强有力的材料。

除了照明设备，增材制造住宅也已成为现实。一座通过增材制造技术建造的住宅首次在“爱彼迎”上出租。它是由增材制造服务商 Twente Additive Manufacturing 与 World House 合作设计和建造的。这座房子采用了螺旋的形状，很像是自然界中的对数螺旋，住宅面积为 28 平方米，

有厨房、起居室、浴室和夹层。房子坐落在加拿大不列颠哥伦比亚省的郊外，租客们能在这里探索加拿大的自然风光。



图 4 Krill Design 公司橙皮增材制造台灯



图 5 加拿大的首个 3D 打印房屋 Fibonacci House（斐波那契之家）登陆“爱彼迎”

在医疗辅助器械领域，荷兰曲棍球明星伊娃·德·戈德借助增材制造护腕拿下冠军。在某场比赛中，伊娃与德

国队门将艾米·吉布森相撞，导致伊娃左手腕骨折。然而一副为她特别定制的增材制造护腕帮助她很好地保护了手腕，并重新参与到了 2021 年的欧洲曲棍球锦标赛中。有了这副护腕，这位队长以 2 比 0 的比分击败了德国队，为荷兰女子队拿下第 11 次、也是连续第 3 次的欧洲曲棍球锦标赛冠军。

在影视行业中，好莱坞越来越频繁地将 3D 技术用于制作服装、道具等各种用于电影拍摄的物品，使拍摄效果更加逼真。有些电影甚至拍摄了增材制造机的运作，以向公众展示这项技术。如果你是漫威迷，那么你一定对海拉这个角色不陌生。海拉的服装中最吸引我们的是她的头盔。这顶头盔是用增材制造技术制成的，具体使用到的是激光选区烧结（SLS）技术，以及由碳纤维加固的复合物，实现了光泽度和坚固性。这顶头盔重 1.8kg，按照漫威的要求被分成几部分打印和拼接而成。《雷神 2》中也用到了增材制造技术。片中那把只有雷神索尔能举起的锤子，在制造商 Voxeljet 的打印机上制成，并采用了混合喷射工艺，能够最大可能的体现锤子上的细节之处。电影《钢铁侠》中的装甲则是由美国特效工作室 Legacy Effects 制造的。该工作室利用增材制造技术来测试原型、制作装甲、生产备件，节省了大量时间和成本。这展现出增材制造不容小觑的力量，以及在影视作品中的重要性。



图6 《雷神3》中“死神”海拉的头盔



图7 《雷神2》中“雷神”托尔的锤子

## ● 成员展示：

### 中国核动力研究设计院

2021年8月，中国核动力研究设计院（简称核动力院）正式成为中国增材制造产业联盟理事单位。核动力院隶属于中核集团，是我国集核反应堆工程研究、设计、试验、运行和小批量生产为一体的大型综合性科研基地，是国家战略高科技研究设计院。自1965年建院至今，已经形成包括核动力工程设计、反应堆工程实验研究、核燃料和材料研究、反应堆运行和应用研究、核动力设备集成、核技术应用研究和同位素生产等完整的科研生产体系。



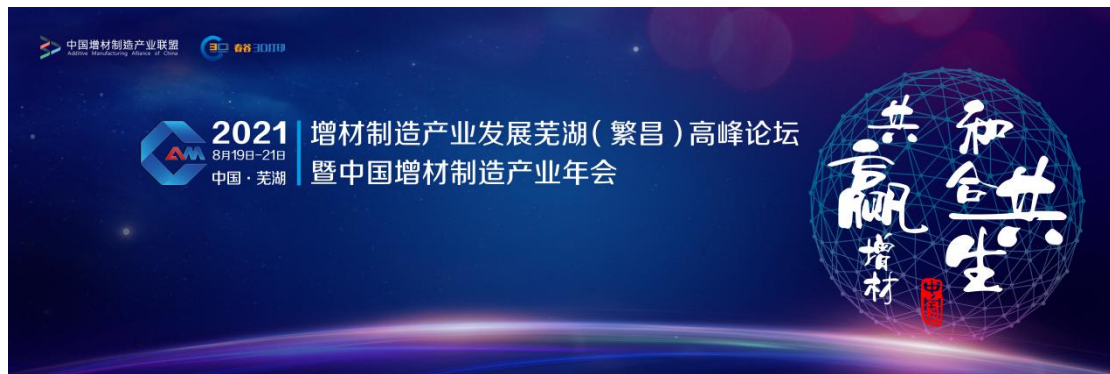
图8 中国核动力研究设计院航拍图

核动力院在50多年的发展过程中，先后设计建造了我国第一代核潜艇陆上模式堆、第一座高通量工程试验堆、第一座脉冲反应堆以及岷江堆和两座零功率装置等七座核设施，被誉为“中国堆谷”。核动力院积极致力于核电研发，先后开发出自主化核电技术 CNP600、CNP1000、

CPR1000，承担了秦山、福清、昌江、岭澳、红沿河等核电项目核岛主系统设计和主要设备集成采购；成功研发了完全自主知识产权三代大型核电华龙一号（ACP1000），成为一张“国家名片”；成功研发多用途模块式小型压水堆玲珑一号（ACP100）；在超临界水冷堆、铅铋快堆、超临界二氧化碳核能系统等第四代核反应堆研发方面取得突破；核电燃料组件、核电关键设备、数字化仪控系统、自主核电设计软件等全部实现自主化，大幅提升了我国核电自主创新能力。

核动力院是国内核领域最早开始增材制造研究的单位之一。2015年启动小堆压力容器增材制造研究工作，2019年被工信部正式确认为工业强基工程“增材制造一条龙”核电领域的应用示范（龙头）单位，2020年成立增材制造推进工作组，以统筹规划和系统推进全院增材制造工作。

## ● 会议预告：中国增材制造产业年会



为贯彻落实相关政策部署，探索增材制造产业发展新业态、新模式、营造良好发展环境，推动助力增材制造产业集聚发展，拟由工业和信息化部装备工业发展中心、安徽省芜湖市人民政府指导，中国增材制造产业联盟主办、芜湖市繁昌区人民政府协办的“2021 增材制造发展芜湖(繁昌)高峰论坛暨中国增材制造产业年会”定于10月18日-20日在芜湖市举办。

本次论坛暨年会将围绕增材制造与激光制造、增材制造与汽车发展、增材制造与智能铸造等主题邀请行业主管部门领导、行业专家、金融机构代表等进行深入探讨与交流。同期，还将组织参观繁昌春谷增材制造产业园。诚邀相关单位及个人出席本届大会。

欢迎联盟企业提供各版块相关信息

供稿邮箱：[ccidlfz@163.com](mailto:ccidlfz@163.com)

---

工业和信息化部装备工业发展中心

中国增材制造产业联盟

通讯地址：北京市海淀区万寿路 27 号院 8 号楼 13 层

邮政编码：100846

联系人：于灵                      郭丹

联系电话：15010934019/15210439049