

## 3D 打印新技术助力规模化定制

■本报见习记者 辛雨 实习生 王也

把巧克力当做“油墨”，从平面影像打印至层层堆叠出立体形状，最后得到一个独特的三维巧克力产品。这是3D打印技术生活中的一个简单应用，但足以体现其在个性化定制上的优势和潜力。

3D打印技术发展至今已有30多年，这一技术使任意复杂结构的制造成为可能。然而，由于3D打印依然受到各种因素的限制，除个别领域外（如隐形牙套的制作），这一技术至今仍甚少应用于大规模制造。但近日，浙江大学化学工程联合国家重点实验室教授谢涛课题组的一项研究成果，也许会改写这一现状。

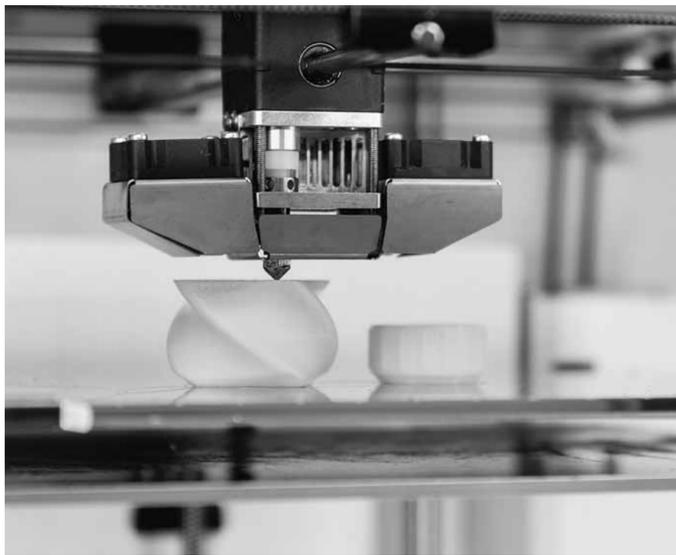
该课题组报道了其热塑性聚合物数字光处理技术（DLP）3D打印的成功尝试。此工艺实现机制简单，材料具有一定的通用性，拓宽了3D打印在构建功能3D器件（包括可重构天线、形状移动结构和微流体）方面的应用范围。该研究论文 *RapidOpen-Air Digital Light 3D Printing of Thermoplastic Polymer* 发表在《先进材料》上。

## 已有3D打印技术难以支撑大规模制造

目前，3D打印的大规模制造应用，受到了生产效率、成本和材料性能这三大瓶颈问题的制约。谢涛告诉《中国科学报》，当下已有的3D打印技术各有优势，却都无法同时解决这三个问题。

他解释道，一般来说，用于3D打印的高分子材料分为热塑性材料和热固性材料。其中加热后能够溶解的热塑性材料可以用熔融沉积成型（FDM）和选择性激光烧结（SLS）这两种方法来进行打印。FDM是目前最常见的打印方法，其工作原理为将熔化的热塑性材料像挤牙膏一样挤出并按结构堆积凝固成型。

热塑性材料还可以用于SLS打印。SLS是将激光扫描到材料粉末上，粉末熔融并冷却凝固成型。由于激光是逐点扫描，这种方法的打印速度也



点成型的加工方式难以实现快速打印，限制了3D打印技术在大规模低成本制造的应用。那么是否有技术可以突破这一瓶颈呢？

图片来源：视觉中国

很慢，并且高昂的设备价格也带来了成本的增加。

另一种热固性材料可用立体光刻技术（SLA）打印。SLA利用激光引发光固化液体的聚合反应，激光逐点扫描固化成型。这是一种比较成熟的技术，其工作方式与SLS类似，但设备同样相对昂贵。

以上三种打印方式都是逐点打印，这种点成型的加工方式难以实现快速打印，限制了这些技术在大规模低成本制造的应用。那么是否有技术可以突破这一瓶颈呢？

采用逐层打印的DLP对这一问题作出肯定的答复。谢涛解释说，DLP技术和SLA技术同样基于液体光固化原理。但与SLA不同，DLP利用普通的数字化光源如商业化的投影机，而非激光，因此设备成本低。最重要的

是，DLP是一种面成型技术，有别于其他点成型技术。DLP按面扫描成型，可以大幅度提升打印速度。谢涛认为，DLP是大规模低成本制造最有希望实现的一种技术。

然而，这一技术也有其限制。一般来说，DLP采用多官能度的光固化液态树脂，在数字光照下，树脂发生交联，形成热固性聚合物，实现快速液固分离，但打印得到的热固性聚合物无法再加工，限制了该技术在某些特定场合的应用。原则上，如果将DLP技术扩展到可再加工的热塑性聚合物，就可以克服这一限制。

如何将DLP这种低成本快速打印技术和热塑性材料的打印结合起来？对此，谢涛团队另辟蹊径，通过控制打印过程中的聚合和传质动力学，成功实现了热塑性聚合物超快速3D打印。

## 技术创新拓宽3D打印应用范围

首先要解决的，是DLP无法打印热塑性材料这一缺陷。谢涛团队选择了低粘度的液态单体，利用材料本身粘度低、表层氧阻聚的特点实现了高速打印。以实验中选定的单体4-丙酮酸吗啉（ACMO）为例，ACMO具有超低粘度，加上表面氧阻聚，使新鲜树脂能快速铺展在已固化的平面，从而实现高速3D打印。

从原理、材料和工艺出发，谢涛将DLP打印的范围从热固性聚合物拓展到了热塑性聚合物。

“那么做热塑性材料的好处在哪里呢？”谢涛说，“这里面用的高分子材料是水溶性的，我们不一定打终端产品，可以先打出一个具有水溶性的模

## 翼身融合布局民机核心技术突破

近日，西北工业大学举行科研成果发布会表明：西北工业大学牵头的国内“翼身融合民机技术研究团队”，在民机相关项目的支持下，经过十余年的潜心研究，在翼身融合布局民机总体综合设计技术方面取得重大原创性研究成果。其部分核心技术指标达到国际领先水平。

目前，翼身融合民机的一些关键技术已经系统开展了地面试验验证，并即将进入关键技术的集成验证和试飞验证阶段。

9月和10月，这一研究成果分别在中英文版《航空学报》上发表。

记者了解到，目前国际通用的民航飞机是筒身—机翼型传统布局，它是由一个类似圆柱形的机身，加上机翼、尾翼、发动机等构成，机身和机翼之间的界限明显。这种布局下的飞机在空气动力学效率的发挥上已经接近极限。

而机翼、机身融合的飞机，在航空领域被称为翼身融合布局，极具流线感的外形设计，让该型飞机在空气中具有传统飞机所不能企及的飞行性能，其气动效率高、结构重量轻、装载空间大，不但节能环保，还能有效降低噪音和发动机有害气体排放。

世界民航组织、美国联邦航空管理局、欧洲航空安全局均认为，翼身融合布局民机是有望实现未来绿色航空“经济、环保、舒适、安全”要求的民机革命性技术之一。正因如此，翼身融合布局民机的设计技术，多年来也成为国际航空界争相研究的领域。

“目前，国际上通用的筒身—机翼构型的大型民用飞机，升阻比的极限在20左右，进一步提升的余地极其有限。”西北工业大学力学与土木学院院长、翼身融合布局民机研究团队负责人李栋介绍说。

据翼身融合布局民机研究团队原负责人、西北工业大学航空学院教授张彬说，研制翼身融合布局民机，主要有两个核心问题需要解决，一是设计方案的应用可行性问题，需重点解决如何在突出高气动力效率的同时，

满足起降、噪声、应急疏散、舒适性等要求；二是翼身融合布局民机特殊形状的增压舱结构及其减重问题。

目前，国际上几个代表性概念方案，高速巡航性能都很好，但分别存在起降性能不高，宽短机身不易布置逃生舱门、无法达到世界民航组织规定的90秒应急撤离要求，过宽的客舱影响乘坐舒适性，以及增压舱结构及其减重技术未突破等问题，因此距工程应用仍有较大差距。

以西北工业大学为核心的国内翼身融合布局民机研究团队，汇集了航空院所、相关高校的优势力量，围绕翼身融合布局民机发展的核心技术挑战，攻克了一个个技术难关。

该团队所完成的NPU-300概念方案基本解决了应用可行性问题。经气动数值模拟和风洞试验、应急疏散仿真、飞行模拟仿真等验证表明，该方案具有优异的高速巡航性能、机身两侧8舱门布置可很好地满足90秒黄金逃生标准要求、客舱更少的每排座位设计使之具有良好的乘坐舒适性等优点。整体性能达到了国际先进水平，部分指标处于领先地位。

而因为这种独特设计，NPU-300还具有强大的装载能力，设计载客300名或载重40吨、航程13000公里。

“根据国内外同类型飞机公开的数据来看，我们的NPU-300在诸多性能上，是有较明显优势的。”李栋说。

据团队专家介绍，接下来，翼身融合布局民机关键设计技术的集成与飞行验证工作将进一步展开，研究团队将结合西工大在无人机研究领域的技术优势，加速开展NPU-300缩比无人机飞行验证。

“我们预计用15年左右的时间，分步实施，从较小尺寸的无人机试飞到大尺寸的无人机飞行验证，加速推动翼身融合民机技术的进一步成熟。”李栋说，“期望通过关键技术的集成验证，促进翼身融合民机从概念方案和关键技术研究向型号研制的转变，以期尽快为国家大型民用飞机发展服务。”（赵珍 张行勇）



NPU-300 设计概念图

## 辐照，福照？

■本报见习记者 程唯珈

辐照，一个讳莫如深的话题。

这种由核反应和同位素衰变产生的放射性元素，但凡它“经手”的产品安全性似乎都遭受着由来已久的质疑，日本福岛核泄漏事件更是给其蒙上了一层阴影。

走进苏州中核华东辐照有限公司，两座工业型钴—60辐照装置正在有条不紊地运转作业。在这里，利用放射性同位素钴—60衰变时产生的 $\gamma$ 射线可以“一招致命”地让细菌无处可藏。威力巨大的背后，是不可避免地危及无辜，抑或是人们身在“辐”中不知福呢？

## 辐照加工就像晒太阳

谈辐照，离不开辐射。

在大自然中，只要是温度在绝对零度以上的物体，包括我们人体，都在对外散发着能量，也就是我们笼统上说的辐射。

毫不夸张地说，每天只是晒晒太阳，也是一个被辐射的过程。“就像在太阳下晒被子一样，食品和医疗器械也需要消毒。”在解释何为辐照加工技术时，中国同辐辐照事业部副总经理杨哲给《中国科学报》打了一个形象的比喻。该技术让辐射能量作用于目标微生物，使其受到不可恢复的损失和破坏，以达到杀菌的目的。

杨哲介绍，目前工业辐照装置采用的射线源主要分两类，以钴—60、铯—137为代表的放射性同位素辐射源和电子加速器辐射源，其中电子加速器辐射源多用于科学研究以及材料化学方面，放射性同位素辐射源多用于食品、医疗器械的杀菌等方面。

然而，由于铯—137在空气中容易氧化，且具有放射毒性，并且考虑到防护成本，因此逐渐被钴—60所取代。

记者走进辐照加工现场，工作人员正通过电脑操控钴源提取，随后一箱密封好的产品被装进可见的长方体状的铝制箱子里，通过传送带运送至辐照室进行消毒灭菌。

“我们会在产品的外包装上

人人谈“辐”色变，但是，在有些情况下可能是身在“辐”中不知福。

贴上一个剂量片，未被辐照前它是黄色，辐照后会变为红色。杨哲指着一个拇指大小的圆形薄片，彼时已呈现红色。他介绍，公司还会进行抽样检测，将产品在辐照前后分别拿到检测中心检测其细菌量的变化。

## 辐照食品安全无毒

为什么大众总是谈“辐”色变？辐照杀菌设备不受待见的原因是受了牵连，它与“辐射”仅差一字，并且又是利用钴—60等放射性核素照射食品达到杀菌目的。因而，多数人所当然地将辐射的危害迁移到辐照食品联系在一起。

“辐照食品是安全的，可以放心食用。”苏州大学副教授张同成告诉《中国科学报》，接受辐照的产品不会直接与辐射源接触，只接受射线或电子束带来的能量，所以并不存在放射性物质残留问题。

他介绍，不仅辐照食品无毒无害，辐照产生的高能射线通过破坏微生物细胞核内的DNA，生成的活性粒子可以对细菌造成杀伤，进而有效地进行灭菌处理，还能延长这类食品的保存期。

不过，对于食品来说，过量的辐照影响口感。所以产品在接受辐照前需要进行实验检测，确定其可接受辐照的剂量范围。国际上，一般把吸收剂量在10 kGy以下认为是安全剂量，在这个能量范围内的辐照不会对食品中的组成元素诱发放射性。

## 让辐照成为“福”照

作为长期与辐射密切接触的人群，公司人员的健康又该如何保证呢？这可以是辐照公司员工家属最关心的问题。

面对记者的疑惑，苏州中核华



检测中心

东辐照有限公司副总经理顾俊带领大家走向一个被厚厚混凝土包裹密封的屋子，那是公司的辐照室。“一般来说，辐射源在不工作时都会被放置在辐照室地下7米深的水井中，只有进行辐照时才被提出水面。所以人们和辐射源压根不会直接接触。”

顾俊介绍，一个辐照装置通常由六大系统构成，分别是升降源系统、水处理系统（冷却水）、传输系统、通风系统、剂量监控系统以及安全连锁系统。以上系统成为一个有机整体，当有任何故障或报警，第一时间源架会降至贮源井中，避免核泄漏的风险。

为了保障工作人员的健康，每名进入厂区的工作人员都必须佩戴能监测辐射剂量的个人剂量计，有关机构每3个月会回收个人剂量计进行辐射剂量检测，并为工作人员配发新的剂量计。除了日常进入辐照厂区需要佩戴检测仪之外，辐照厂工作人员还需进行每年一次的健康体检，确保他们的身体健康。

“辐照加工在国内是一个有较大上升空间的产业，我们希望全员共同努力，让辐照这一技术真正成为社会的‘福’照。”顾俊表示，目前，苏州中核华东辐照有限公司正与海内外众多品牌合作，派技术人员常驻客户企业，致力将更优质的辐照产品推向更广阔的市场。

## 纵览

## 极飞科技发布全新农业无人机系统

本报讯 近日，XAAC极飞科技年度大会在广州召开。会上，极飞科技CEO彭斌发布了全新的XP2020款农业无人机系统和XIoT农业物联网系统。

彭斌介绍说，极飞科技全新XP2020款农业无人机，可搭载不同功能、不同载荷的作业模块，通过手机或者智能遥控器，在所有地形条件下轻松高效地开展播种、撒肥、施药和投药工作，作业载荷达到20公斤。尤其是新一代的动力系统配合40英寸螺旋桨，能让风场更稳定，喷幅更广、更加均匀。同时螺旋桨产生的垂直气流可以携带药雾，穿透农作物叶片，进一步提高着药率和吸收效果。

“极飞智能播撒、精准喷洒于一体，为每一位用户提供智能、精准、高效、灵活的生产解决方案。”彭斌说。

为了配合XP农业无人机更重的载重和机动性，极飞还推出了一整套适配的电力系统（含发电设备），在解决电池散热难题的同时，大幅提高电池周转率和使用寿命。“用户可以直接在两电一发满足各类作业需求。”彭斌说，极飞新一代智能电池具备更高的能量密度和极速充电功能，可以直接在水中进行充电，15分钟即可充满一组XP无人机电池。

此外，极飞今年还发布了新一代的XIoT农业物联网系统，通过利用智能相机、传感器等一系列农田物联网设备以及应用软件，获取气象及土壤信息，建立数据模型及预警体系来指导农业生产。（赵广立）

## 高速铁路施工组织管理与技术论坛在石家庄召开

本报讯 11月7日，高速铁路施工组织管理与技术论坛在石家庄铁道大学召开，中国铁道学会理事长、中国科学院院士卢春房，中国铁道学会副理事长兼秘书长马福海，中国交通建设股份有限公司总工程师林鸣等专家、代表共约150余人参会并围绕高铁设计、施工与管理进行研讨。

论坛上，卢春房以“为什么调整—调整什么—如何调整”为思路，分析了外部环境发生重大变化、工期发生重大变化等六方面施工组织调整的原因，系统阐述了四个施工组织调整原则，以京沪高铁为例重点介绍了施工组织动态调整的实施。

来自中国交通建设股份有限公司、中国国家铁路集团有限公司工程管理中心、同济大学等单位的专家教授分别在论坛上作主题报告，对我国铁路建设的成效与经验进行了深入研讨与交流，力图将现实铁路建设中的管理和技术方法和经验上升到理论层面，形成理论性的研究成果。

此次论坛由中国铁道学会工程管理工作分会主办、工程建设管理中心（河北省人文社科重点研究基地）协办。

（高长安 张锦峰）

## 太重煤机亮相第十八届国际煤炭设备展

本报讯 日前，由中国煤炭工业协会主办的第十八届中国国际煤炭技术交流及设备展览会在北京闭幕，本次展会展期4天，以“智能制造、引领未来”为主题，吸引了来自全球20多个国家和地区的640多家企业参展。

作为采煤机行业的龙头企业，太重煤机携最新研制的智能化采煤机亮相此次展会，展示了新一代采煤机的风采。据透露，太重煤机已与多家企业达成了初步合作意向。

目前，国产采煤机系列已形成了适应不同开采条件的系列煤机产品，基本上可满足我国煤矿安全生产和高效集约化矿井建设的需要。但与国际高端采煤机相比仍显落后。特别是2016年以来，我国井下开始普及4G网络，人工智能科研成果向生产转化的过程进入了高速发展期，数字化智慧矿山建设如火如荼，这些都对新一代智能化采煤机的研发提出了新的高度要求。

资料显示，我国是世界第一煤炭大国，煤炭工业也实现了由小到大、由弱渐强的历史跨越。当前，我国煤炭产量相较新中国成立之初增长了114倍，为国家经济社会发展提供了70%以上的一次能源。

（程春生 白跃新）