3D打印，这个加法不简单

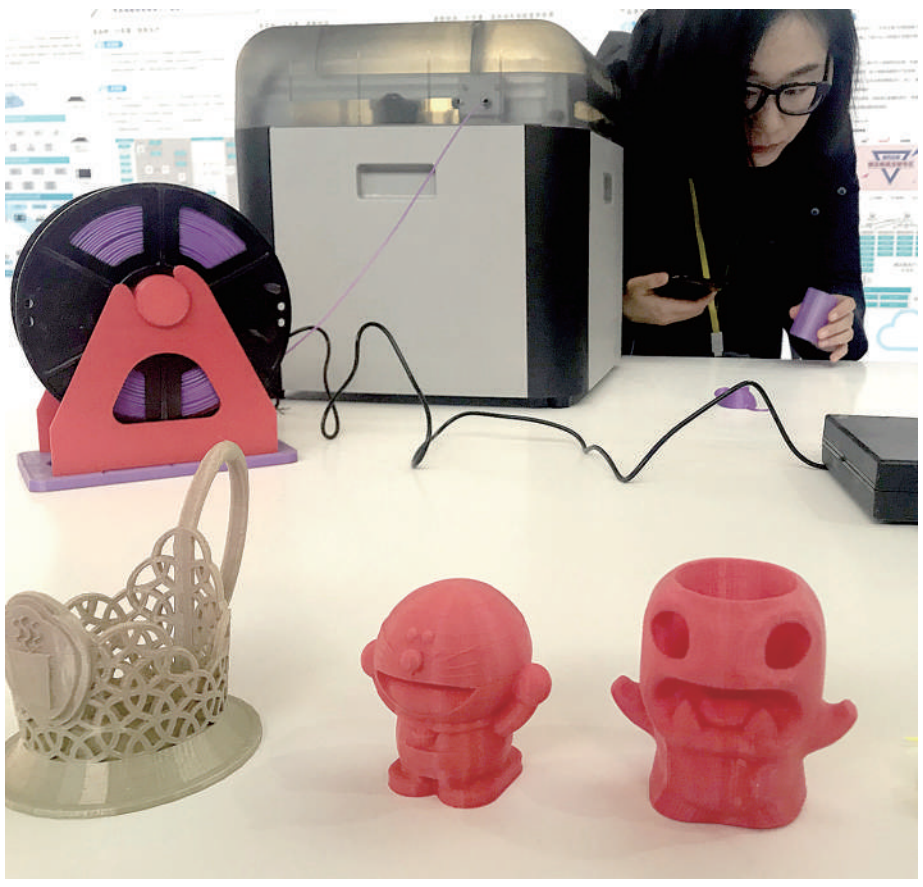
经济日报·中国经济网记者　佘惠敏撰文/摄影

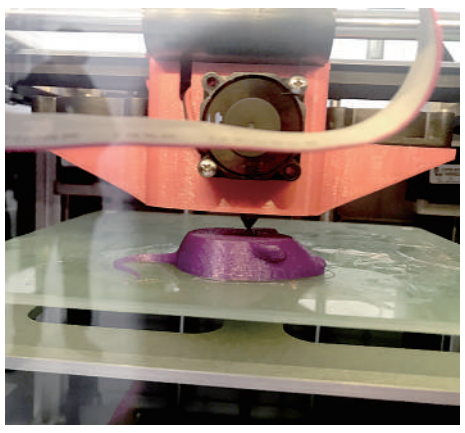
热点追踪

将一件东西制作出来，有几种办法？在近日举办的首届中国（哈尔滨）航空航天3D打印材料及应用制备技术博览会暨高峰论坛上，有专家称，制造业有三大制造法，它们是等法、减法、加法。

青铜器时代，人们将原材料熔化浇铸成形，成品的材料与原材料相等，这是制造业的“等法”；传统工业时代，人们拿到原材料，车铣刨磨，去除多余的部分，最终成型，这是制造业的“减法”；数字制造时代，3D打印则让制造变成“加法”，通过计算机分层软件将物体的三维模型进行均等切分，还原成二维的切面，然后一层一层累积打印出来。所以3D打印又被称作增材制造，被誉为将带来“第三次工业革命”的新技术

加法是数学中最基础最简单的法则，但在制造业中，3D打印这个“加法”却并不简单。想知道它的不凡之处在哪吗？请听记者为您一一道来。





▲ 首届中国（哈尔滨）航空航天3D打印材料及应用制备技术博览会上，一台小型3D打印机正在打印小老鼠。

◀ 首届中国（哈尔滨）航空航天3D打印材料及应用制备技术博览会上，小型3D打印机打印出的精致工艺品吸引观众驻足。

加法的应用不简单

增材制造具有柔性化、低成本、集成化、智能化特点，发展潜力巨大

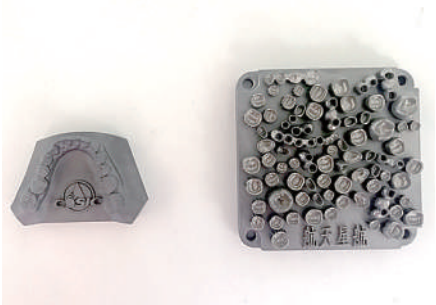
3D打印的产品常常很酷炫。

在中国航天科工集团有限公司增材制造创新中心的展示大厅里，就摆放着一些“酷炫”的部件：它们结构复杂，不少还有精致的镂空，有的似花儿盛开，有的如蜂窝集簇。

“这些零件用传统机器加工手段实现不了。”中国航天科工增材制造创新中心工作人员李明亮介绍，传统机械加工通过切削等方式对原材料进行减材制造，而3D打印是将增材制造粉末一层层叠加，最后完成零件的制造。在航天领域，绝大部分零件并不规整，常常外形独特且需保证足够轻便，因此，增材“从无到有”的叠加方式比传统机械加工“从多到少”的切削方式更为高效。

“增材制造具有柔性化、低成本、集成化、智能化的特点，在航天领域蕴藏着很大发展潜力。”航天科工集团第三研究院院长张红文研究员说，航天产品中，内部轻量化异型精密构件、中小型超复杂薄壁带型腔构件、支撑骨架+外表蒙皮的复杂结构件、舱体骨架梁框类等大型主承力整体构件，对增材制造的技术需求尤为迫切。比如有一种常用的航天产品构件，使用传统制造技术非常复杂，而用3D打印技术可以把制造周期从两个半月缩短到10天，成本能够降低三分之一。

张红文介绍，增材制造可以推动产品设计创新，使产品结构一体化，可将数十个、数百个甚至更多零件组装的产品一体化设计后，3D打印一次制造出来，大大简化了制造工序；并可使结构更加紧凑，大大减少了质量与体积；还可节约制造和装配成本，消除装配误差。



展示区展示的3D打印钛合金牙齿。

北京航空航天大学教授王华明院士表示，3D打印技术已成为制造技术大家庭中的“明星成员”，但这并不意味着所有构件都适合使用3D打印技术来制造。“3D打印技术应该用于制造尺寸非常大、结构非常复杂、性能要求非常高的构件。因为在这类构件中，3D打印技术与传统的减材加工技术相比，更能节省材料、方便加工、缩短周期、降低成本。”

王华明还列举了中国C919大型客机的例子。该机型机头驾驶室的主风挡窗框，就是用3D打印技术制成。“中国商飞公司如果从国外订货，周期至少两年，仅模具费用就需要1300万元。他们找到我们时工期仅剩55天，我们不但如期完成，还将成本降至120万元。”

加法的材料不简单

3D打印带来了原材料的革新，生产出很多新型材料

3D打印这个加法，颠覆的不仅是制造技术和制造设备，它也带来了原材料的革新。

“3D打印既是新工艺，更是新材料。”王华明介绍，他率领的研发团队在3D打印研发实践中，可以合成很多用传统方法无法合成的材料，也可以解决传统制备材料过程中无法解决的天花板问题。

比如研发团队为AP1000核电机组打印的管道，长15米、直径6米、管壁厚度超过200毫米，是个庞然大物。由于核电对于安全性能要求极高，钢材往往需要加碳来提高强度。然而，当钢中碳含量升高时，硬度、强度虽然提高，塑性、韧性却会降低。按照传统制造方式，核电用钢必须要达到0.20的含碳量，才能满足强度需要。而当它们用3D打印来制造时，奇迹发生了：打印出的钢材含碳量仅为0.04，强度却比传统冶炼方式制出的钢材还高。原因在于，3D打印出来的钢材晶粒可以达到微米级，并做到绝对均匀，这是传统冶金技术无法做到的。

“含碳高的钢材脆，不能在低温下使用。这种钢材却可以在零下10摄氏度到零下95摄氏度中使用，这是技术革命。”王华明说，3D打印变革了冶金技术，“我们以后将使用3D打印生产极端条件下的材料，这是重要的发展方向”。

3D打印的原材料与普通制造业原材料有很大不同，达数百种之多，目前以金属粉末材料和高分子线材最为常见，而工业制造中大量采用的是金属粉末材料。据统计数据分析，2016年，全球增材金属粉末市场达到2.5亿美元；预计到2025年，将达到50亿美元的规模，年复合增长率将近40%。

“在我国，增材制造产业可谓设备先行了一步。现在，国内做设备的企业如火如荼。而随着整个增材制造装备的快速发展，增材粉末市场未来也会大有可为。增材制造对粉末材料的要求很高，不仅球形度、流动性、松装密度要好，还需要很低的含氧与杂质含量等优异性能，这与传统的冶金粉末材料有明显区别。”航天海鹰（哈尔滨）钛业有限公司副总经理刘振军介绍，由于钛合金具有熔点高、活性高的特殊性质，增材制造专用钛合金粉末是制备难度较大的一种耗材粉末。他所在的海鹰哈钛公司通过两年时间，先后突破了真空感应悬浮熔炼、惰性气体雾化制粉等多项关键技术，完成了首台国产冷坩埚真空感应熔炼气雾化钛合金制粉设备的集成制造，实现了增材制造专用钛合金粉的生产，打破了国外增材制造金属原材料的市场垄断和技术封锁。

据悉，该项目投产后，每年可生产30吨优质钛合金粉末产品，一方面解决了国家军工、国防单位所需要的高性能钛合金粉末供应；另一方面，也促进了国内金属粉末制备技术发展，提前布局未来全球增材制造原材料市场。

加法的前景不简单

3D打印是推动制造业向智能制造转型的重要力量，发展势头迅猛

3D打印是一项颠覆性的创新技术，被美国自然科学基金会称为20世纪最重要的制造技术创新，进入21世纪后，更是推动制造业向智能制造转型的重要力量。

“3D打印始于1986年，从2010年左右开始，发展大幅度加速。从它的市场规模来讲，1995年时才3亿美元，2016年已达到60.6亿美元。”香港城市大学副校长吕坚教授说。

我国虽为3D打印行业的后起之秀，但发展势头迅猛。2012年至2016年，国内3D打印产业市场规模由1.61亿美元增至11.9亿美元，占全球市场规模的比重由7%升至19.64%。目前，我国3D打印主要集中在家电及电子消费品、建筑、教育、模具检测、医疗及牙科正畸、文化创意及文物修复、汽车及其他交通工具、航空航天等领域。其中，3D打印最大的需求分别来自民用消费、工业设计和航天军工。

“增材制造技术是一个纵向产业链超级长，横向覆盖面超级广的技术。”西安国家增材制造创新中心副总工程师、金属材料研究所所长张丽娟说，3D打印技术从材料到软件、装备、工艺、后处理以及应用是一个纵向的长产业链；而它的横向应用领域涵盖航空航天、医疗、民生、建筑等很多领域。“我国要在智能制造中赶上先进国家，必须进行跨领域跨单位合作。”

为此，一些企业已经开始布局3D打印全产业链的开发。

中国航天科工增材制造创新中心副总监侯继伟说：“我们不仅发展3D技术，还要发展整个产业。”简单来说，3D打印产业链需要具备材料提供商（上游）、设备制造商（中游）、服务提供商（下游）3个环节。目前，航天科工在产业链的上中下游均有布局，在金属增材制造粉末材料研发、面向增材制造的结构设计优化、增材制造成形工艺开发、增材制造装备自主研制等方面，取得了多项关键技术突破。

与此同时，一些领域则对3D打印技术有着更多需求。

“增材技术具有个性化定制的特点，在航空航天领域具有非常广泛的应用。航空工业基本是属于小批量生产的行业。从成本而言，增材制造在小批量生产方面具有优势。世界上最大的航空公司如空客公司、波音公司，每年飞机的总产量也不过在700架左右，因此采用3D打印技术对于这个行业具有相当重要的意义。”中国商用飞机有限责任公司增材制造中心主任张嘉振介绍，中国商飞公司大飞机上使用的一些零件就是3D打印制造的。他表示，3D打印这种革命性技术未来在航空领域的应用还将更加深入广泛，会影响到飞机的预研、设计、生产、取证、客服、回收等各个环节。

总之，3D打印是一种代表未来的制造技术，它还有很长的路要走，还将开拓更广大的应用地图。

期待拨开阿尔茨海默症迷雾

本报记者　陈　颐

数据显示，中国阿尔茨海默病患者已经接近1000万，约占全世界的1/4；并且，每年新增患者30万，是增速最快的国家之一。与此同时，人们对阿尔茨海默病的医学干预却相对滞后，其致病原因医学界迄今没有查明。

作为第十四届“中国青年女科学家奖”获得者，北京大学生命科学学院教授张研一直致力于通过Aβ沉积的代谢途径深入研究阿尔茨海默病致病机制。“长期以来，β-淀粉样蛋白（Aβ）沉积形成的老年斑、Tau蛋白过度磷酸化导致的神经原纤维缠结，以及神经元死亡和突触丢失被认为是阿尔茨海默病的三大元凶，由此派生出的三大学说各有拥趸，也各存争议。”她在接受经济日报记者采访时说。

过去20多年，人们不断研发新的药物试图消除Aβ斑块、抑制Aβ沉积、降低Aβ生成，但这些治疗策略在临床试验中均以失败告终。这不得不让人们重新思考两个重要的问题：Aβ到底是不是阿尔茨海默病的致病物质？抗Aβ免疫治疗的方法到底是什么？

张研认为，这些问题必须回归到基础研究中去解答。“在Aβ代谢途径和神经元凋亡的研究领域，人类的神经元与大小鼠的神经元差异较大，一些治疗手段在动物实验中有效，在临床试验中却可能效果不理想。”因此，她决定选用人源原代神经元作为发病机制的实验对象，尽可能“复原”真实情况。

张研分析认为，原代神经元在形态和功能上与在体神经元相似，能在神经系统疾病研究中提供准确的生物学信息。然而，神经元属于有丝分裂后细胞，已经分化成熟，外源基因很难进入，因此，如何进行有效的基因转染长期困扰着科研人员。

经过反复尝试，她最终通过显微注射技术顺利将外源蛋白和表达质粒引入神经元，分析了细胞内淀粉样沉积的毒性及其作用通路，为Aβ沉积导致阿尔茨海默病的机制提供了新见解。在此基础上，她还带领团队筛选并研究了一系列可以对抗细胞内淀粉样沉积毒性的物质，为抗Aβ免疫治疗带来了新希望。

阿尔茨海默病作为一种异质性疾病，发病机理十分复杂，除生物因素外，社会心理因素同样不容忽视。因此，本科心理学专业背景令张研受益匪浅。她告诉记者，“心理学更注重从整体角度去分析病因，让我学会了如何将多重变量拆分开来逐一研究”。

由于发病与精神状态有关，比如抑郁、焦虑、恐惧等都可以提高阿尔茨海默氏症的发病概率。“当我要进一步研究人脑和神经的工作原理，试图了解细胞层面和分子层面的机制时，生物学就开始展现它的魅力。”张研说。

为此，她远赴加拿大，先后攻读了神经科学硕士和神经生物学博士，并于2005年回归母校任教，还加入了北京大学IDG麦戈文脑科学研究所——一家整合了心理学、生命科学和医学研究力量，旨在促进与脑研究相关的多学科交叉的新型科研机构。

虽然阿尔茨海默病已被发现了111年，对于这一世界性医学难题，张研仍无法断言未来何时能攻克这一顽疾。她告诉记者：“这也许需要科学家们数年的科研积累，但也可能是一瞬间的过程。我们仿佛处在迷雾之中，但永远不能停下前进的脚步，因为一旦我们有机会拨开迷雾，会发现光明就在眼前。”

“如果每个科学家都能向前推进一小步，成千上万的科研工作者日积月累，就会产生改变世界的力量。”张研说。

张研在实验室工作。　本报记者　陈　颐摄

共享直饮水

易　文

与欧美很多国家普遍推广直饮水系统不同，受成本、基础设施、喝水喜好等因素制约，直饮水在我国一直未能普及。近日，爱喝科技正式推出一款人工智能直饮机，希望通过共享的方式在地铁、公园、商场等场景投放，向人们提供免费直饮水服务，助力直饮水在我国的普及推广。

目前在公共场合，人们更加习惯饮用瓶装水、桶装水。其实，这是对系统资源的循环浪费，还产生大量塑料垃圾。

爱喝科技CEO燕青介绍说，爱喝人工智能直饮机基于共享经济理念研发而成，专为解决人们在公共场景下的饮水需求，其自主研发的AiR+人工智能水芯片支持人脸识别、近场支付、轻饮自动现制、智能无人零售、新鲜直饮水等功能。

“中国人有喝热水的习惯，通过我们就能随时随地喝到任意温度的新鲜好水。同时，我们还向民众提供免费直饮水服务，直接在设备两侧就可以按键饮水。”燕青说。

通过爱喝手机APP还可以实时显示直饮水的水质数据。爱喝每一台设备都配置了物联网4G模块，用户每次饮用爱喝共享直饮水的水质数据都会同步上传至云数据中心，实时监控水质状况，保证用户饮用的每一滴水都安全新鲜。

“爱喝是人工智能时代下的必然产物，移动互联网已经将连接万物做到了极致，未来新科技方向必然是连接效率的提高。”燕青说，爱喝通过人工智能技术提升水资源产业链效率，并通过人脸识别、近场支付等AI科技提升用户使用的效率。

既然提供的是免费直饮水，那么，爱喝如何盈利呢？“用户的真正需求是新鲜直饮水，而非硬件设备。基于对用户的深层理解，我们以共享经济模式调动直饮水存量市场，未来将不会通过直饮水服务盈利。”燕青表示，他们将通过现象级的用户增长构建多重利润通道，构建从家庭到公共空间的全场景直饮水生态圈来实现商业闭环。

具体来说，爱喝将以人们日常生活服务高频、刚需的饮水需求作为切入点，向人们提供无上限的新鲜直饮水服务，并围绕水开发周边生态产品及延伸产业链，包括智能水杯、轻饮品等，最终以水为载体通过互联网连接人、水、生活。

清华大学环境科学与工程系教授王占生表示，爱喝将改写人们的饮水生活路径，通过提升水产业链效率来实现让每个人都能喝上安全直饮水的愿景；还能为城市提供更完善的基础设施服务，有效改善塑料瓶对城市环境的污染。

中国疾控中心研究员鄂学礼表示，爱喝通过介入并简化产制干净直饮水的步骤，可以降低取水、配送水到喝水之间所耗费的能源、水、油和二氧化碳，前景可期。

据透露，2018年爱喝将快速进入100个城市战略布局，为用户提供新鲜直饮水服务。

入选中国医药生物技术十大进展

第三代基因测序仪引人关注

本报讯　记者杨阳腾报道：第三代基因测序仪顺利入选了日前揭晓的“2017年中国医药生物技术十大进展评选”，其突出的技术创新性、经济社会效益以及对相关领域的巨大推动作用，得到专家评委和公众高度认可。

据悉，深圳瀚海基因生产的第三代基因测序仪采用单分子荧光测序技术，可实现边合成边测序，操作简便、测序时间短、无交叉污染、灵敏度高。与目前国际上应用最成熟的二代测序技术相比，它将待测基因扩增几十万倍乃至上百万倍，极大提高了基因诊断的灵敏度。基因测序仪是基因行业上游的核心，如同电脑中的CPU一样重要。目前，我国的基因测序仪几乎全部依靠进口，每年需支付上百亿元的仪器试剂费用。瀚海基因研发的第三代基因测序仪Geno-Care彻底打破了这一垄断，将推动我国相关领域实现由“跟跑”向“并跑”甚至“领跑”的巨大转变。

本版编辑　郎　冰
联系邮箱　jjrbxzh@163.com