



视觉中国供图

长30微米,厚度仅为发丝的三分之一

# 怎样的技术才能造出世界最小的船

本报记者 张景阳 通讯员 李宝乐

起源于20世纪80年代的3D打印,近年来发展迅猛,被誉为“第三次工业革命的重要标志之一”。本月初,荷兰莱顿大学的物理学家利用3D打印技术打印出了世界上最小的船只,船长只有30微米,仅比细菌细胞大6倍。

研究人员使用扫描电子显微镜拍摄这艘

船,展示其有一个开放的船舱、一个烟囱,甚至还有小舷窗。尤其令人印象深刻的是,整个模型的厚度只有人类头发丝直径的三分之一。该项目的研究人员表示,未来希望将其应用于人体内精准靶向的药物输送。

从正式诞生到走进微观世界,3D打印技术突飞猛进的背后是怎样的技术变革?在几立方微米的微观空间内创造一件物品,科学家是如何实现的呢?

以双光子3D打印(TPP)为代表的高精度3D打印,因其具有高效率、高精度的显著特性日渐受到青睐。

双光子3D打印,又叫做双光子聚合光固化成形技术,所用的材料也是光敏树脂。不同之处在于,传统的光固化技术所利用的都是单光子聚合,将一个光子作为基础单位进行吸收。极少数情况下,由于物质中存在特殊的能级跃迁模式,也会出现同时吸收两个光子的情况,这就是“双光子吸收效应”。只有在高度聚焦的激光中心部位,才会有足够高的辐照度来确保有两个光子同时被吸收。

通常情况下,常见的物体如一块玻璃或一杯水,对特定波长的光透过率是一定的,吸收率也是一定的,这个比例并不会随着光强度变化而变化。但是双光子吸收效应,却会随着光能量密度的增加而加强。

“只有当光强达到一定值,才会出现明显的双光子吸收效应,将激光聚焦,就可以将反应区域限定在焦点附近误差极小的范围内。通过精密移动台配合,使得该焦点在光敏物质内移动,

焦点经过的位置,光敏物质变性、固化,就可以打印出任意形状的3D物体,精度可以达到纳米级。”曹建伟告诉记者。

据介绍,双光子3D打印是使用激光逐点写入,再分层打印,这种“由点及面再逐层增加”的打印方式虽然精度很高但是速度很慢(约每小时0.1立方毫米),即使制造小型元器件都要花费数天甚至几个星期的时间。另外激光光源有寿命限制,一般每套机器只能使用约两万小时,长时间的使用又造成了双光子3D打印的高昂成本。

2019年,香港中文大学工程学院机械与自动化工程学系副教授陈世祈及其团队研发了“飞秒投影双光子光刻3D打印”(FP-TPL)技术,将原有打印速度提升了数千至一万倍。据了解,这种技术可以在与激光束垂直的平面上形成可编程的飞秒光片,用于平行写入。这相当于同时投射数百万个激光焦点,以取代传统的聚焦方法。换句话说,飞秒投影双光子光刻3D打印技术可以在双光子3D打印技术制造一个点的时间内制造出整个平面,将制造时间由几天缩短到几分钟。

## 传统3D打印技术各有千秋

传统的减材制造工艺是指利用已有的几何模型工件,用工具将材料逐步切削、打磨、雕刻,最终成为所需的零件。而3D打印,又称增材制造,是借助于3D打印设备,对数字三维模型进行分层处理,将金属粉末、热塑性材料、树脂等特殊材料一层一层地不断堆积黏结,最终叠加形成一个三维整体。

内蒙古包头问号系统集成有限公司负责人曹建伟告诉记者:“简单来说,3D打印需要首先设计出三维实体模型,打印机将数字模型转换为一组三维打印机所需的移动指令,然后让打印头根据预先设定的轨迹在打印板上反复铺设材料并融合连续的材料层,直到最终形成立体模型。”

据了解,熔融堆积技术(FDM)和光固化技术(SLA),是目前最常见、最成熟的两种3D打印技术。

“熔融堆积3D打印又叫熔丝沉积3D打印,它是将丝状热塑性材料加热融化,通过带有一个微细喷嘴的喷头挤喷出来,根据设定好的移动路

径,将材料沉积在制作面板或者前一层已固化的材料上(当温度低于一定数值后材料会固化),通过材料的层层堆积形成最终成品。”曹建伟说。光固化3D打印则是以液态光敏树脂为原料,通过数控装置控制的扫描器,将激光束按设计的扫描路径照射到液态光敏树脂表面,使表面特定区域内的一层树脂固化,当一层加工完毕后,就生成了零件的一个截面;然后升降台下降一定距离,固化层上覆盖另一层液态树脂,再进行第二层扫描,第二固化层牢固地黏结在前一固化层上,这样一层层叠加便形成了三维工件原型。将原型从树脂中取出后,进行最终固化,再经抛光、电镀、喷漆或着色处理即可得到要求的产品。

据了解,熔融堆积3D打印可使用的原料种类繁多,能够根据不同需求改变打印设置和硬件附件,更有利于定制化生产,能够适应更多特殊化场景的使用需求。而光固化3D打印可以实现0.1毫米的分辨率,并且可以实现平滑、细致的表面处理,这是熔融堆积3D打印无法比拟的。

精度离纳米级的精度还有很远的距离。

随着研发技术不断突破,3D打印已经成功应用于航空航天、医疗、建筑、汽车等领域,制造业对零件精度的要求也越来越高。

## 新技术让打印精度和速度不断提升

光固化3D打印技术,在“固液结合面”上打印以及逐层堆积的过程中,免不了要产生微小的“涟漪”。这些“涟漪”很细微,几乎观察不到。之所以不影响打印效果,是因为光固化3D打印的

精度离纳米级的精度还有很远的距离。随着研发技术不断突破,3D打印已经成功应用于航空航天、医疗、建筑、汽车等领域,制造业对零件精度的要求也越来越高。

### 相关链接

#### 以细胞为原料的生物3D打印

随着3D打印的精度不断提高,成品的尺寸越来越小,3D打印技术在医疗领域给了人们新的灵感。

生物3D打印技术,特别是细胞、组织以及器官等活体的打印在医学、生物与工程各界引起广泛关注。生物3D打印是基于“增材制造”的原理,以特制生物“打印机”为手段,以加工活性材料包括细胞、生长因子、生物材料等为主要内容,以重建人体组织和器官为目标的再生医学工程技术。它代表了目前3D打印技术的最高水平之一。

据了解,在生物3D打印技术中,研究人员经常使用的是喷墨打印技术,能够快速地把细小的

墨滴精确地打印到相应的位置。喷墨打印机的工作原理是:喷头里有加热元件,将墨盒里面的水快速加热到200摄氏度,水在气化的过程中能够将墨滴喷出去。研究人员将细胞混悬液灌入特制的墨盒,就能成功实现细胞打印。并且打印的过程只需要20微秒左右,热量还来不及传递到墨滴,墨滴就已经被喷出去了,所以高温并不会杀死细胞。

此外,喷墨打印机还可以打出不同的细胞。例如打印一个类似血管的结构,可以把内皮细胞打印到管壁内层,平滑肌细胞打印到管壁外层,这样逐层打印,就能得到一个和正常结构类似的产品。

# 红橙黄层林尽染,但秋叶变色可不是为了美

廖鑫凤

秋天来临之际,许多木本植物的叶子纷纷变成红色、黄色或者橙色。尤其在暖温带落叶阔叶林中,大面积不同种的落叶性乔木由于变色时间、变色程度不一致,使整片林子呈现出多种多样的色彩。

不仅局限于温带,在亚热带甚至热带,也存在季节性落叶的树木。

据保守统计,全球范围内有超过600种植物会参与这场秋季的变装,包括在北美常见的各种枫树、在欧洲常见的几种温带栎属乔木,它们都是由一些常绿木本植物演化而来的。

那这些乔木为何要选择秋天落叶呢?

### 落叶是为了开源节流

一般认为,落叶是乔木对所处环境气候的季节变换做出的响应。

气候适宜时,叶子可以通过光合作用吸收光能,把二氧化碳和水合成树木生长所需的有机物,同时释放氧气。但随着秋天到来,气温开始降低,降雨开始变少,日照时间也开始变短。

叶片没有枝干那样逐年加厚的树皮用来保暖,也不像根可以埋在土里御寒,为了接收光照而变得宽大的叶面,反而会让叶片面对寒冷无所适从。在气温低于零摄氏度时,叶片还会面临冻伤的风险。

同时,由于气温变低与降水减少,根从土中吸

取水分也变得困难,而叶片上密布的气孔会随着呼吸作用而消耗大量的水分。

因此,树木为了开源节流,选择在气候条件不利的时候舍弃叶子。

### 变色是树木的生存策略

在感应到长期低温后,树木开始准备落叶,但是在之前需要对叶子中的营养物质进行回收,尤其是叶片中的叶绿素含有丰富的氮,这对树木来说是宝贵的营养元素。

这场缓慢的回收之旅会将叶绿素降解殆尽,同时叶子中的蛋白质也会被回收近三分之二。随着叶绿素的降解,叶子中的类胡萝卜素开始充当起这个调色盘的主角,使叶片呈现出从橙色到金黄色的变化。

类胡萝卜素是一种辅助光合色素,在叶绿素被降解回收的阶段,类胡萝卜素充当起保护者的角色,防止叶片因无法进行光合作用而被光灼伤。因为秋高气爽的天气里,少了云层的遮挡,光照强度反而增强了。

我们观赏到的秋叶还有很多是以红色为主调,这是因为很多叶子中还含有第二类色素物质——花青素。

秋叶中花青素与类胡萝卜素两类色素搭配起来,使得秋叶呈现出五光十色的变化,从黄到紫到红到棕,再加上森林中不同落叶树对秋季响应的不同,使得典型的温带落叶林在秋季时会变幻出万紫千红的颜色。

有意思的是,花青素并不是原本就存在于绿叶之中的,它不是光合色素,而是叶片在落叶过程中主动生产的。

### 花青素或起到防御虫害作用

花朵中产生的花青素主要用于吸引昆虫过来访问,那么在行将就木的叶子中产生花青素是什么目的呢?

一种解释是花青素被植物用来应对环境胁迫。这种水溶性的色素,不仅能过滤紫外光,防止光损伤,还能溶解在细胞中,增强细胞的渗透压,使植物能够应对秋季的干旱环境。

但这个理由还不够充分,因为应对胁迫环境,生产色素其实并不是最经济的解决方法。

另一种解释是,产生花青素是植物的利用色彩防虫的一种策略,是在与动物协同进化中衍生的做法。

比如有观点认为,秋季大面积的蚜虫迁移到树上越冬,在来年春天绿叶产生时,会对植物造成毁灭性的打击。但是在大多数昆虫的眼中,红色是不可见的,红色的叶子在它们看来是黑色的,这样一来,秋叶转变为红色,会让昆虫误以为这种叶子没有太大的利用价值。也就是说,秋叶转红能够蒙蔽敌人,进而起到防御虫害的效果。

巧合的是,许多刚萌生的新叶也是红色的,这些容易被啃食的幼叶也能依靠红色将自己保护起来。

秋叶还能让原本在绿叶之中伪装、以植物为食的各类昆虫暴露,因为许多植食性昆虫都是绿色的,变色的叶子会让它们变得显眼起来,从而被昆虫的天敌发现并捕食,减少树木上藏着的各类有害食客,让树木可以安全过冬。

还有假说认为,秋叶可以充当果实的旗帜,秋季也是果实成熟的季节,同果实质色一致的红叶更容易吸引鸟类等种子散布者的注意,从而助力果实种子的散布。(来源:科普中国)



视觉中国供图

### 新知

## 我科学家发现 1.25 亿年前的“善变”植物

新华社(记者王珏珺)记者11月10日从中国科学院南京地质古生物研究所(以下简称中科院南古所)获悉,来自该所和福建农林大学的古生物学者最近在辽宁省凌源市发现一种约1.25亿年前的奇特被子植物化石:凌源变果。这种有趣的远古植物,同一个植物个体上长着形态各不相同的叶子和果实,这为人们探知早期被子植物的形态打开了窗口。

领导此项研究的中科院南古所研究员王鑫介绍,被子植物通俗来讲就是开花结果的植物。它们是植物界中进化、种类最多、分布最广的一个类群。目前全世界范围内的被子植物约30万种,占现存植物界种类的绝大多数。现在的被子植物,同一种植物的叶、花、果实等器官形态基本一致,而凌源变果之所以特别,在于一个“变”字。

此次发现的凌源变果化石,长约17厘米、宽12厘米,其中保存了植物末端的多个器官,包括茎、叶、花蕾、果实等。从形态上看,同一棵凌源变果上长出了多种模样的叶片和果实:有的叶片具有细长叶柄,有的则没有叶柄,直接长在枝上。有的果柄短而粗,上面聚集生长着很多个果实,有的果柄则细长而长,上面只长着一个果实。

“这些不同特征如果放在现代植物中,有可能已经跨越了很多不同的生物类别。但在1.25亿年前,它们确实出现在了同一棵植物上。这充分说明,早期被子植物在形态上还有很大的可塑性和不稳定性。”王鑫说。

相关研究成果已于近日发表在国际学术期刊《历史生物学》上。

### 万物冷知识

#### 充电宝能不能给自己充电

手机不离身的现代人,难免遭遇电量即将耗尽的窘迫。于是,在人们旅行、出差或长时间外出时,充电宝几乎成了“标配”。于是有人突发奇想:充电宝能不能给自己充电呢?

电池这么做的后果,毫无疑问是会发生短路、烧坏。但如果把充电宝当成特大号电池可就太小看它了。

充电宝的核心结构确实是锂电池或锂离子聚合物电池,但在这基础上还连接了一个升降压电路,包含二极管等元件,用来调节充电和放电时的电压。也就是说,充电宝的输入端和输出端并非电池正负极,即使将它们相连,其内部电路还是有元件在工作。

既然不会短路,那会不会一直充电放电无限循环下去?别忘了电路上还有电阻的存在,单是导线都有电阻,何况那些耗电的元件。自连的充电宝会缓慢地耗电,使机身发热。一个合格的充电宝一般不会因此过热甚至爆炸,并且会有保护机制,探测到电路异常后就自动断电。

那么用一个充电宝充另一个充电宝又会怎样?这可不是相当于把一杯水倒到另一个杯子里,充电宝的电能每转移一次会损耗10%—30%。

但需要注意的是,质量不过关的充电宝仍有安全隐患。

#### 飞机为什么要逆风起飞

都说“顺风推舟”,但对飞机而言,却是逆风起飞更容易,这是为什么呢?

这和放风筝的道理是类似的——想风筝升起来,你得迎着风跑。逆风跑固然费劲,但它能更快增加风筝或飞机的升力。

这里需要区分飞机的两种速度——地速和空速。地速即飞机相对地面的速度,空速则是飞机相对于周围气流的速度。

飞机起飞靠的是机翼上下两侧气流流速差产生的压强差,进而提供升力,因此决定飞机能否顺利起飞的是空速,而非地速。

假设一架飞机需要300千米/小时的空速才能起飞。如果此时有相对地面速度50千米/小时的风迎面吹来,那飞机只需要加速到250千米/小时的地速即可。但要是顺风飞,风速反而会抵消空速,飞机就需要加速到350千米/小时的地速才行。

不过,在起飞后的巡航阶段,还是顺风飞行效率更高。一些航班如果搭上大股气流的顺风车就可以大大缩短航行时间。最后的降落阶段则需要增加阻力减速,此时又是逆风更安全。

(以上内容来源:《万物》杂志官方微信“把科学带回家”作者Mirror)



视觉中国供图