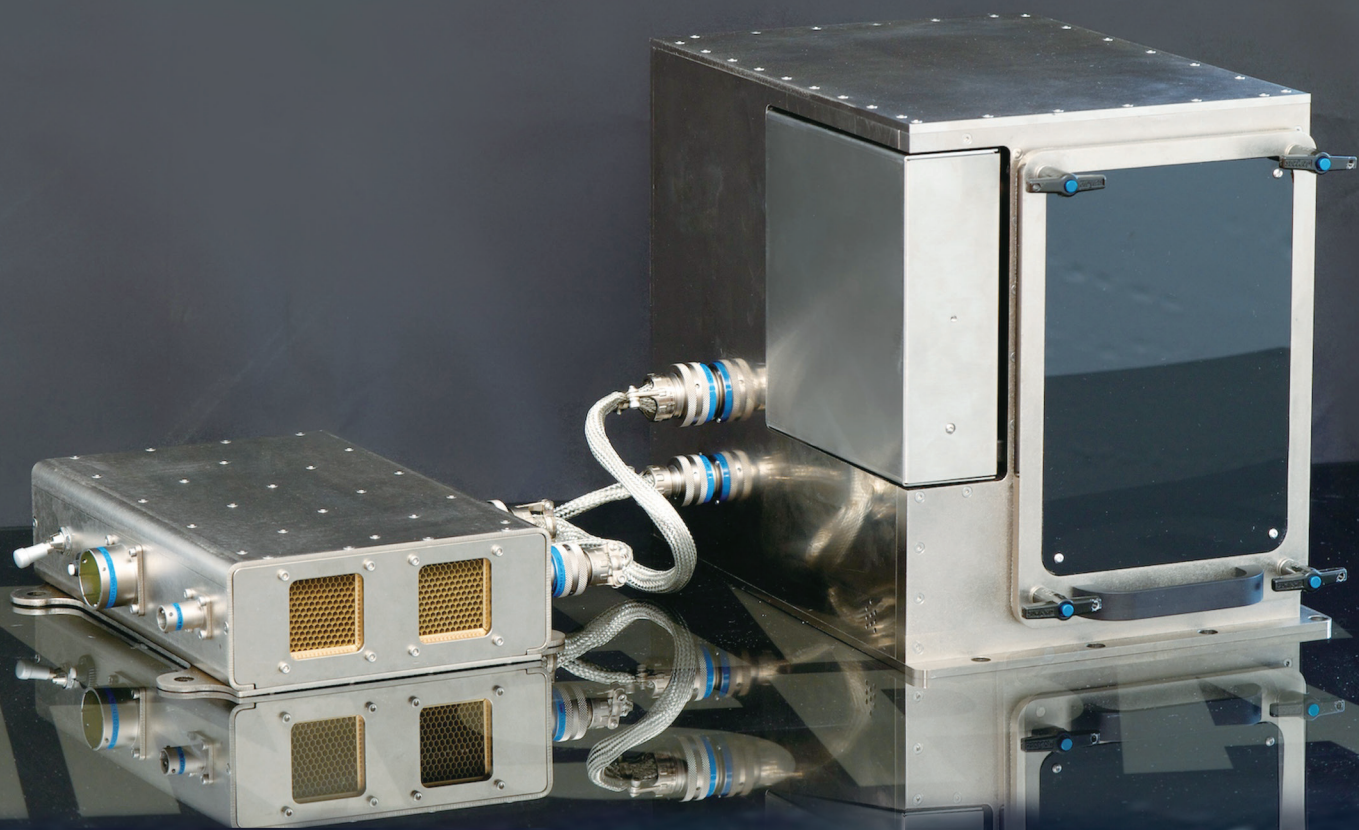


你知道3D生物打印技术吗？

Do You Know 3D Biological Printing Technology?

■文/冀垣 马玉菲 徐峰 编审/赵琦

过去的几十年里，3D打印技术发展迅猛，其快速成型和实现复杂几何构造的优势令其自身大展光芒。随着3D打印技术热潮的兴起，其应用逐渐扩展至军工、模具制造、动漫制作以及文化创意等多个领域。除此之外，这一技术在医疗、载人航天领域也显示出了巨大的推广价值和应用前景。



3D打印骨骼

另类3D技术，打造人体器官

在3D打印技术飞速发展的过程中，一些科学工作者看到了它在再生医疗和药物研发等领域的潜力，3D生物医学打印技术随之应运而生。尽管这一技术在生物医疗领域的应用起步稍晚，但发展势头迅猛。这一技术可以用3D打印的方式制造出人工组织/器官、手术导板等生物材料。这个技术最酷的一个领域就是细胞3D打印。细胞3D打印是在原有3D生物医学打印的基础上，由柏兰德等科学家于2003年提出的。

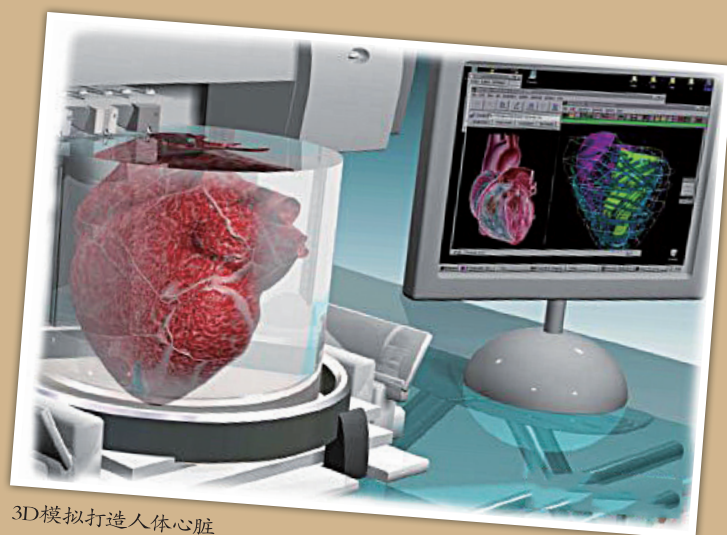
细胞3D打印突破了传统组织工程技术空间分辨率低的局限性，

可精确控制细胞的分布。在“细胞打印”过程中，细胞（或细胞聚集体）与溶剂（水凝胶的前驱体）同时置于打印机的喷头中，由计算机控制含细胞液滴的沉积位置，在指定的位置逐点打印，在打印完一层的基础上继续打印另一层，层层叠加形成三维多细胞/凝胶体系。

这个技术的形成基于2000年的一个实验。当时，一些科学家将人类动脉血管切成一节节的环状结构，然后把把这些环状结构套在一根线上，大概在72小时后发现，这些切开的血管又融合到了一起，形成了一根血管。这个实验的结果显示了：在体外，如果可以把不同的细胞在空间上按照人类的组织器官的

细胞排布要求放在一起，这些细胞就会很快的发生迁移、扩散，自组织，重新组成一个器官，也就是说它能制造出一个全新的器官。而细胞打印的技术原理就是将细胞一层一层打印在特殊热敏材料上，打完之后将材料叠加就能得到需要的结构。该技术最终想要实现复杂组织/器官的体外构建，这一目标对人类的健康问题具有非凡意义。

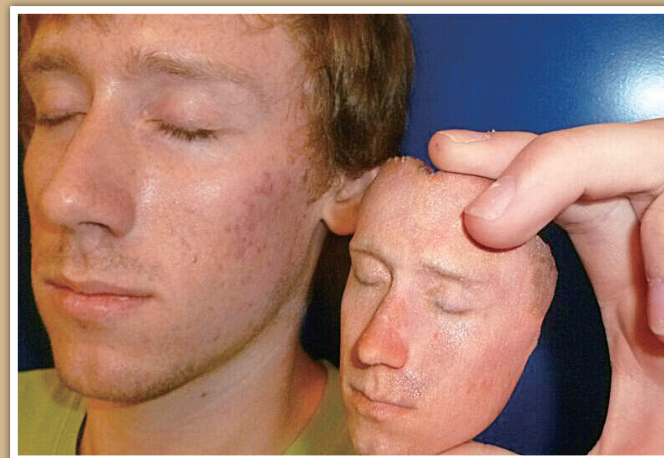
2007年，第一家3D生物打印公司Organovo在美国成立。同年，Organovo制造出用于毒品测试的3D打印肺组织样本。2012年2月，美国密歇根莫特儿童医院的医疗团队通过电脑程序为一名出生不久的男婴通过3D激光烧结技



3D模拟打造人体心脏



3D打印耳朵鼻子



3D打印人体五官



首台进入太空的3D打印机

术制造了气管支架并进行手术插入，次年，医生借助内窥镜造影手术观察患儿的左主支气管，发现一切正常。此外，美国路易斯维尔大学细胞生物学家斯图亚特·威廉姆斯称，他们已经打印出了含细胞的微型血管和心脏瓣膜。而且，这种微型血管已经成功通过了动物体测试。另外，美国维克森林学院再生医学中心安东尼·阿塔拉博士的团队早在十年前已成功移植了一个3D打印的人工膀胱到一名男孩身上，且运作良好。

与传统的组织工程技术相比，细胞打印的优势清晰可见：①可以同时构建有生物活性的二维或三维“多细胞/材料”体系；②在时间和空间上准确沉积不同种类的细胞；③构建细胞所需的三维微环境。而且细胞3D打印非常有实用价值：该技术可以构建和修复组

织器官，提供新的临床医学技术。也可以做药物研发领域的药物筛选的模型。它不但有助于缩短临床药物研发周期，还能替代人体进行药学研究，消除人体试验的潜在损伤。科学家预计，若医药公司借助3D生物打印器官进行药物研发，每种新型药物平均可缩减上亿美元的研发投入。

虽然这一技术发展迅速，但同时需要关注的是，该技术目前也面临一系列的难题。其中的一个难点是材料的生物相容性。材料不一样，成型的工艺也不一样，甚至包括建模的需求也不一样。这是一个非常系统的工程，需要一系列的学科理论和技术的配合，包括材料、仪器、控制、生物、医学等等领域的知识和技术的结合。威廉姆斯教授称，3D生物医学打印出的心脏是提取患者体内脂肪细胞为原料制

造的，不过目前他们面临的最大挑战是让打印出来的细胞像真正的心脏细胞那样协同工作；另外，如何让这些人造组织在打印后活下来也是急需解决的难题。威廉姆斯预计科学家能够在未来3至5年打印出部分心脏组织，并装配成一个完整的心脏；3D打印的人造心脏于未来10年内便可投入临床测试。成功使用3D打印机打印出肾脏的安东尼·阿塔拉博士也认为：“肾脏和心脏都是复杂的器官，我们必须为这些（打印）器官供氧以保证它们的活力，直到它们能与身体成为一个整体为止。”由此看来，由细胞打印技术直至做成真正完整的人体器官，确实还有很长的一段路要走。

未来太空探索的有力支撑

目前，NASA与其他航天公司已经在合力研究怎样将3D生物打

印技术应用于太空飞行和深空探索。NASA投资研发的12项前沿太空技术中，其中一项就是利用太空的原位环境资源和浮土，从稀薄空气中获得生物原材料，按照需求进行生物打印。最近德克萨斯州的系统与材料研究公司正在研发制造太空食物的3D生物打印机原型。这种生物打印机能够以廉价原材料打印出具有较长保质期的太空食品，如披萨和营养面糊等。该研发一旦实现，长期太空飞行的航天员的食物供给问题就可以得到有效解决，不仅如此，全球人口增长所导致的粮食缺乏问题也有望借此技术得以缓解。因此，3D生物打印技术不仅为现代生命科学、医学以及生物医学工程等领域的科学研究带来新的手段，同时也为人类极端条件下的探索活动(太空、极地等)提供了有利的技术保障。

3D生物医学打印技术对航空航天医学的发展给予了良好的促进作用。由于太空特殊的微重力环境，使得3D生物打印构建复杂结构的组织/器官能够更好地实现。原本在太空中进行的各种动物验证实验可用3D打印的各种组织模型所替代；同时也可以太空环境下尝试进行人体组织/器官体外构建和研究，在此基础上，可以进一步地在太空中进行针对人体组织/器官的药物筛选与药效学研究、再生医学、病理学研究。也许在将来的某一天，航天员在太空飞行中发生的意外，可以用3D打印机提供的即时原位外科修复或进行实时的移植手术。如果可以实现，这种太空个性化医疗无疑可为航天员的生命安全提供更好保障，为人类向宇宙更深处迈进提供更可靠的技术支持。