

## HK 新医界

编者按：

3D打印早已不是新鲜事，小到机械零部件，大到飞机、双层豪华别墅，3D打印的成果越来越多。近年来，3D打印技术在医疗领域的应用同样也越来越多，它可以根据患者需求进行个性化的结构构建，在精准医学领域受到额外关注。

日前，一款通过3D建模设计的定制再生骨在上海交通大学医学院附属瑞金医院海南医院（海南博鳌研究型医院）（以下简称“瑞金海南医院”）顺利完成植入手术。3D打印在海南乃至全国医疗领域的应用情况如何？带你一起来了解。

## 3D打印技术在海南医疗领域加速推广使用 为患者打印“骨骼”

■ 本报记者 陈子仪 通讯员 谢贤斐

骨科领域，3D技术都能干嘛？

3D打印也称增材制造，是指基于数字模型，运用粉末状金属、塑料等其他材料逐层铺设打印，最后形成三维物体的制造方法。全国多个医院已有3D打印技术应用的案例。

本次在瑞金海南医院接受手术的是一名来自三亚的女性患者。“患者右侧大腿患有多年骨髓炎，股骨干约有8厘米的骨缺损。”海南省人民医院创伤骨科副主任熊军告诉记者。

由于骨缺损体积较大，传统的自体骨或异体骨移植术难以达到满意的治疗效果，治疗时间可能长达数年。海南省人民医院创伤骨科专家团队对患者病情进行综合分析后，决定应用当前全球领先的Smart-Bone® on Demand™定制再生骨技术和材料为患者实施股骨干重建手术。

据了解，相较于传统的金属或其他材料的骨移植方法，通过3D技术建模设计并打印的定制再生骨不仅可以个性化精准定制骨缺损修复重建术中的植入物，而且更吻合患者复杂的骨缺损体内环境，简化手术操作程序，加速患者的身体恢复。

事实上，这并不是3D打印骨科材料第一次在海南应用。

今年5月，海南省人民医院关节外科主任林坚平团队通过3D打印定制的个性化截骨导板，完成了一例复杂的人工膝关节置换手术，这是我省首例运用个性化截骨导板（PSI）的关节置换手术。

林坚平告诉记者，借助3D打印定制的个性化截骨导板可在术前规划制定截骨方案和假体选择，避免髓内定位，简化手术步骤，减少处理软骨及增生骨赘的操作，精准截骨，调整力线，确保手术获得最佳的治疗效果。

3D打印在骨科领域应用大体可以分为术前规划和提前演练、手术导板和康复支架、骨科匹配和人体植入、康复肢具等多个方面。“临幊上，几乎每个病人的生理结构都有其独特性，这就需要医生因人施治。”林坚平说，从3D打印技术辅助患者病情诊断、手术规划和参照，再到直接将3D打印组织器官等植入人体，3D打印技术对医生有很大帮助，缩短了手术时间，提高了治疗成功率，对解决临幊治疗难题意义重大。

全球3D打印医疗器械市场预计在2029年达到792亿美元（约为5274亿人民币），年复合增长率为16.1%。

来源：《全球3D打印医疗器械市场的综合市场报告》

服务精准医疗，3D打印大有用途

从小众技术到大众应用还有多远？

除了骨科，牙科也是3D打印技术被广泛应用的专科领域。

在我们常见的牙齿正畸领域，正畸过程中，每个阶段牙齿都会有变化，需要定制化、分阶段的技术方案。近年来，常见的钢丝牙套逐渐淡出大众视野，隐形牙套取而代之。

隐形牙套技术是典型的交叉学科技术，涉及口腔医学、计算机科学、生物力学、3D打印以及材料学等多学科知识。传统制作正畸牙模需要多次取模、制作、调整，而且会有一定的精度误差。而3D打印技术通过数字建模，减小模型误差，能够制作出精密度更高的牙齿模型。

在一些牙体牙髓的复杂病例中，3D打印技术同样大有用途。过去，医生会通过根管、修复等多学科联合治疗以获得理想的治疗效果，然而实际上由于治疗过程较为烦琐、费用昂贵、术式不确定等原因可能会导致临床工作无法及时开展，而3D打印技术在某些情况下可以依据患者的病情提供更为合适的个性化治疗方案。

据介绍，3D打印技术可使诊疗方案从传统工作流程向数字化转变，增强美学树脂充填和根管治疗的精准度，提升患者的舒适感。对于前牙区的牙体缺损修复，除恢复生理功能外，修复牙体组织还需考虑患牙的颜色变化、精细解剖结构等多方面因素，3D打印美学导板可更快、更精准地恢复前牙牙体形态。

此外，对于根管系统堵塞、钙化，根管定位和疏通困难的患牙，口腔医师可参考CBCT三维图像重建，熟悉和明确解剖结构，通过3D打印定位导板准确引导根管通路，沿预期根管开口方向进行探查与预备。

除了应用于医疗专科领域，3D打印技术在患者给药方式上也有了很大创新。你是否有体会过，给小朋友喂药时的“艰难险阻”？在国外，一些研究机构尝试打印奇形怪状的药物，比如做成恐龙或章鱼的形状，来提高孩子服药的顺应性，使药品更容易被接受。目前，提供这种个性化给药方式的“复合药房”已经在新加坡、日本、美国开始一定程度的市场化应用。

同样，在敷面膜时，你是否有过面膜太大或者面膜太小，导致使用体验不佳的经历？现在，不少研究机构利用3D打印技术，根据患者不同部位皮肤特性和情况量身制造需要的医用敷料。乐城海南启研医院院长黄国军告诉记者，“3D面膜会比普通的贴片面膜更加贴合面部，更加适合自己。”

目前业内也有不少研究机构尝试将3D打印面膜与微针融合。这样的3D打印面膜装置上布满微针，使用者在敷上契合自己面部结构的面膜后可以通过给药器一次就能完成全脸注射。这种新形式的给药技术便捷、有效，使用者有望在家里就能自己完成科技护肤。

子宫、心脏、肠胃……对于人体内的器官和部位，还有不少机构研究使用3D打印制成的生物膜和生物支架辅助患者用药，提高给药的有效性。黄国军表示，乐城海南启研医院也希望借助乐城的特许政策进一步探索研制更多创新产品。



图为中国自主研发的4D打印乳房重建植入物。4D打印比3D打印多了时间维度，可通过软件设定模型和时间，变形材料会在设定的时间内变形。

本版图片均为资料图

### 3D打印在医疗领域的四种应用

#### 1 个性化的药方

3D打印技术可以加入一个全新的方法来制造定制化药物，专家和研究人员的想法是制造定制化的3D打印口服药，这是最简单的方法。在《3D打印的医疗：现状和未来的使用》中提到：个性化的3D打印药物适用于对同种药物反应不同的各类患者。

#### 2 独特的剂量

3D打印技术也可以用来生产独特剂量的药物，这一过程是通过喷墨式3D打印技术来实现的。据专家介绍，这可能对传统药物制造行业是一个挑战，该工艺制造的新制剂已经过多种药物测试，随着时间的推移，我们将看到更多的创新。

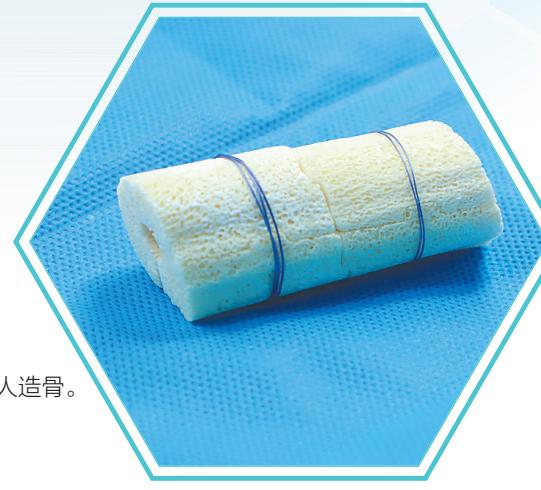
#### 3 更复杂的药物释放曲线

药物释放曲线可以显示明药在患者体内分解的时间，亲自设计和打印药品更容易了解它们的释放曲线。3D打印技术可以打印个性化的药物，通过分层打印带有粘合剂粉末基底，便于有针对性控制药物释放，这就给活性成分之间创造了屏障，让研究人员能够更紧密地研究释放的变化。

#### 4 打印活体组织

皮肤、骨骼、肌肉结构、血管以及一些微型器官都已被3D打印出来。3D打印目前最吸引人的应用之一是研发人工心脏。人工心脏一直是难以攻关的技术难题。因为要制作出与人体心脏相似的器官，需要非常复杂的生物学知识和制造技能，但是3D打印技术的应用能够显著减少这方面的问题，因为它可以精确地制作出替代品，可以根据患者需要量身定制。尽管技术难度大，3D打印人工心脏研发的进展仍然很快。据相关报道，目前世界上已经有3D打印人工心脏诞生。

（侯赛辑 综合世界医疗网、《参考消息》）



3D打印的人造骨。

虽然近些年3D打印在我国医疗行业的运用加速，但在技术成熟度、社会认知度、价格接受度等方面都有待提高。

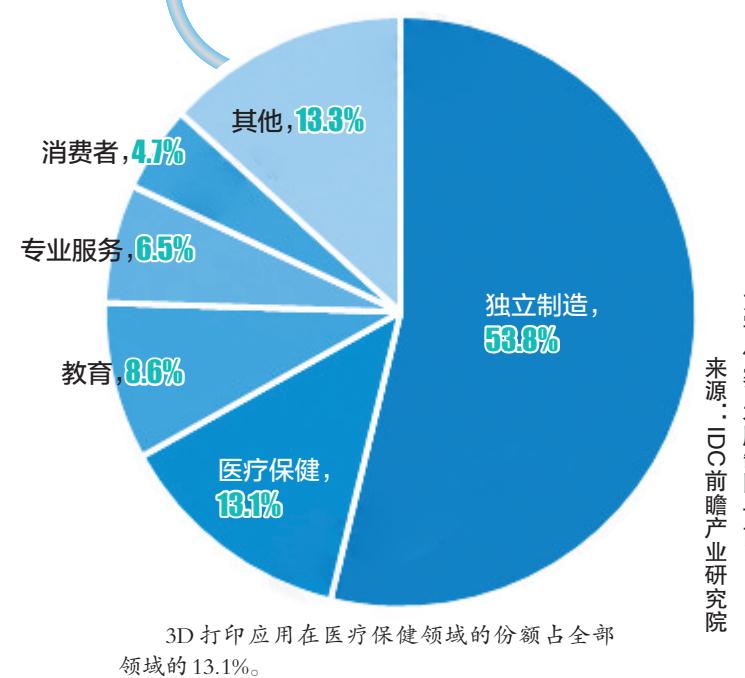
在林坚平看来，由于3D打印是个性化定制产品，因此价格相对其他治疗方式高，这也制约了这项技术的推广。“目前我们正在和海南省医保局沟通，希望能通过医保途径降低3D打印医疗产品费用，让这项技术走入‘寻常百姓家’。”

医用3D打印材料需具备生物兼容性，但既可植入人体又能用于3D打印的材料并不多。目前，医用3D打印材料主要包括医用无机非金属材料、医用高分子材料、金属材料、复合材料、细胞材料等。全球常见可供3D打印的材料仅有七八十种，达到医用级别的3D打印材料非常少。我国大部分医用3D打印材料依然依赖进口。

此外，3D打印过程包括影像处理、物体打印等需要相对较长时间，一些情况紧急的病人往往来不及使用，因此技术在及时性方面还需要提升。

在海南，3D打印技术也在加速推广。目前，海南省人民医院正在筹划成立3D医学打印中心，瑞金海南医院也与苏生生物联合成立了三维精准定制医学中心平台。可以期待，未来3D打印技术有望惠及更多海南人民。

全球3D打印机产品应用领域结构图(单位：%)



文字：侯赛  
来源：DCC 前瞻产业研究院  
制图：许丽

### 3D生物打印的未来

多层次的皮肤、骨骼、肌肉结构、血管、视网膜组织以及一些微型器官都已被3D打印出来。虽然目前还没有一种打印产品得到批准以用于人类，但沿科学时间轴的赛跑是激动人心的。

据2022年的一份摘要和从事仿生胰腺研究的米哈乌·弗绍瓦博士介绍，波兰研究人员通过3D生物打印制造了一个胰腺的功能原型，在两周的观察期内，该原型在猪体内实现了血流的稳定。联合治疗公司通过3D打印制造了一个人类肺支架，它有4000公里长的毛细血管和2亿个肺泡，能够在动物模型中进行氧气交换。这是创造可移植的人类肺脏的关键一步。科研人员则希望，争取在五年内得以开展相关的肺脏移植人体试验。

在韦克福里斯特大学再生医学研究所，科学家们开发了一种移动皮肤生物打印系统。在不太久的将来，他们期待能够将打印机直接推到有着难愈伤口（如烧伤）的患者床边，然后扫描和测量伤口区域，并一层一层地将皮肤直接3D打印到伤口表面。他们的工作还有更多进展。他们通过3D打印生成了骨骼肌。实验显示，这些骨骼肌可以在啮齿类动物身上实现收缩，并在八周内使前腿肌肉中80%以上先前丧失的肌肉功能得以恢复。

以色列特拉维夫大学教授塔尔·德维尔的实验室已经通过3D打印制造出一颗“兔心大小”的心脏，它有着细胞、腔室、主要血管和心跳。德维尔说，制造全尺寸的人类心脏需要同样的基本技术，尽管放大尺寸的过程会非常复杂。德维尔说：“我们现在正在研究起搏细胞、心房细胞和心室细胞。情况看起来不错。我相信，这就是未来。”

（据《参考消息》）