



图 1 联邦材料研究所采用的专用陶瓷材料生产出相容的骨骼替代品

3D 打印

对植入物的好印象

植入物甚至活细胞组织可以打印出来？3D 打印技术在医学领域的应用引起了很大轰动。通过增材制造改变价值链，为创新型企业动态市场提供了机遇。

文 | Christa Friedl

3D 打印物品的成型是逆向的（自下而上）。传统加工方法是去除材料，然后形成预定的形状。相反，3D 打印是增材。首先设计成一个虚拟的 3D 模型。根据这个数字化的制造蓝图，将材料一层一层堆积到一个基面上。当每一层材料覆盖完成后，打印机轻轻下沉到表面上，紧接着堆积下一层。这样就形成了精确且符合预定规格和内部结构的立体物品，其打印出的物品无需再进行修整。如果打印结果不是最理想，可更改数据重新打印。

增材制造应用前景不可估量

“产品的开发和生产全部采用数字

化，所需的生产蓝图可以用数字化处理。”原 Bitkom 行业协会总裁 Dieter Kempf 教授说道。技术的巨大飞跃，特别是增材制造在医疗技术领域的应用前景不可估量。在医疗领域正处于产品个性化、快速和精准生产的发展趋势。

近几年来，技术的发展速度迅猛，3D 打印机的效率更高、零件质量更好、生产成本更低。“不久前还仅限于一些有能力的大型企业购买。”Hypecask Bayreuther 企业共同创建人 Stephan



图 2 Envision-TEC 采用塑料材料打印出的下颌模型。真正的植入物未来将采用陶瓷材料

Weiss 说道。如今，小的生产商和普通用户都有能力购买并能掌握其简单的操作。除此之外，适合 3D 打印机的材料品种数量也在不断地增加，这完全归功

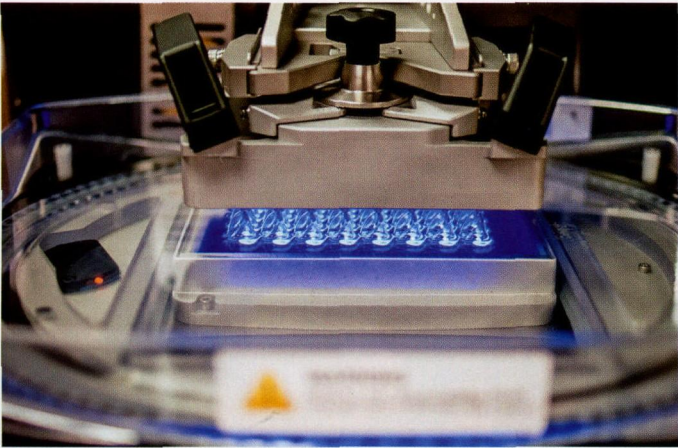


图3 采用熔融沉积成型工艺的 3D 打印机，用塑料材料生产脚和腿的假肢

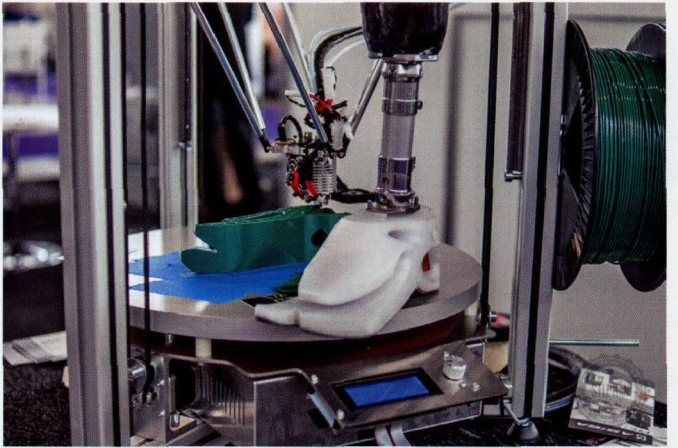


图4 借助于光固化快速成型法，3D 打印机可以打印精密的植入物。图示 Asiga 打印机每个加工过程可生产 48 个耳替代品

于材料研究工作的持续。如同加注了润滑剂一样，在数据的采集、存储和传输方面取得了巨大进步，模块化和模拟技术均已经标准化。

在医疗技术领域大多打印塑料材料。因为塑料材料具有柔性好、价格低、易熔化的优点，但是塑料材料的性能易产生变化。Hypescan 公司研发了一台采用熔融沉积成型工艺的 3D 打印机，用于生产脚和腿的假肢。加工过程中将 PET 或者 ABS 的塑料线材溶化，打印机上的喷嘴根据残肢的模型一层一层地涂敷。Delta Tower 的特点是明显渐高的结构空间。这样便生产出完全符合腿长度的替代品。由于有些塑料材料在高温的负荷下易出现软变形的问题，为此材料研究人员必须研发出在高温负荷下，具有不易变形和价格低廉的材料。为了优化材料的性能，研发出了一种高分子聚合物，其混合了细小的纤维，使打印过程更精确且零件具有很高的强度。

借助于光固化快速成型法使 3D 打印机更加精准。通过 UV 光的照射，打印过程中每一层液体树脂直接被固化在打印机内。这种方法的优点是几何形状的分辨率在微米的控制范围之内，由此打印物体的尺寸更加精准，且表面质量好。采用这种方法可以快速和有利地生产出助听器和假牙等产品。

相比以往的经验，用金属材料打印

的医疗用品还不够成熟。主要原因是生产成本高，产品价格昂贵，但是用金属材料打印个性化定制的产品还是有发展潜力的。如个性化的膝盖植入物，按照患者的 CT 数据加工出的产品可精准地安装到骨关节内。在手术过程中只需要从天然的骨骼中去除很少部分。即使在 10 ~ 15 年之后还具有足够的骨骼空间，这为重新置换内假肢提供了机会，但是至今还没有解决产品标准化的问题。

特别吸引眼球的是，目前 3D 打印机可以打印可相容的材料甚至活细胞组织。材料研究和材料检验联邦所开发了一种陶瓷材料，这种材料具有与骨质相似的结构，用于可相容的骨替代品。粘合剂将单个粉末层粘合在一起。在紧接着的烧结过程中其粘合材料再被去除。基于磷酸钙粒度的大小，粉末层厚度实现调整到 100 μm 范围之内。

Gladbecker 生产商 Envision-TEC 提供了 3D Bioplotter 快速成型设备。该打印机可利用不同的生物材料进行生物组织制造。该打印机集成了新一代 CAD/CAM 软件，并具有直观图形的用户接口和高分辨率的照相机。Gladbecker 采用陶瓷材料或者热塑性塑料生产与骨骼或软骨相容的替代品。“该设备还可以用胶原蛋白或者血纤维蛋白材料生产出软凝胶。用于打印人体替代器官的支架。” Envision-TEC 过程和材料开发经

理 Carlos Carvalho 说道。这种研发首先要在实验室或者在早期动物身上进行实验。

技术的彻底变革时代还未来临

用 3D 打印植入物，在材料质量、成本和功能方面还有待于改善。短时间内这种技术在很多工业加工领域彻底变革的预测还没有得到证实。有些企业在与巨大的汇兑损失作斗争，并通知交易观察员和供应商仪器数量的增加，以此加重利润率的压力。“原型开发已经用 3D 打印机进行，因为它与传统的工艺相比，明显具有时间短和费用低的优势。”IT 专业市场分析企业 Gartner 分析道。按照 Gartner 的说法，在医疗和工业领域通向专业化和批量化的应用之路还有一段距离。

“目前围绕 3D 打印技术在医疗上的应用有些夸大宣传。很多正在研究之中，但也由此促进了大学的成长。” Compamed 展会主办商分析说道。发展方向已经确定，那就是基于生产工艺的数字化和医疗产品个性化以及柔性化的增长要求。Stephan Weiss 还观察到其他方面的推动力，新生力量也是问题，这些年轻人目前掌握着传统的手工技术或者仍对于旧的加工工艺感兴趣。采用虚拟模型和对数字数据的信任是他们的天性，他们将会在医疗技术的加速发展中作出贡献。MM