

3D 打印联合 3D 触感设计，改革面部重建手术

Geomagic Freeform 工具实现植入物的设计和手术方案的快速迭代。3D Systems 旗下的 ProJet、SLA 和多喷嘴 3D 打印技术用于制作原型、手术实践和手术导板。

据报道，颌面修复重建手术的历史可追溯到美国内战（1861-1865），当时医生为战士们修复面部骨折。此后的 150 年，经过了漫长的技术发展。但直至几年前，想要成功修复受伤的面部或头部仍然是非常困难的手术，医生必须对手术中不可预见的并发症做出快速应对措施。

外科应用重建技术中心（CARTIS）位于英国威尔士，是手术和设计工程领域的专家。该中心研究和开发新的方法、技术和过程，为成功手术做前期准备，引领此类手术的变革。技术和才华的独特结合，成功研制出了全新的方法和解决方案，改变了脸部修复重建手术的方式。



CARTIS 团队

“这工作具有开创性。” Morrision 医院唇裂及颞面手术顾问 Adrian Sugar 说，“结合 CT 扫描获得的患者数据，在虚拟世界中‘感觉’骨头碎片、植入物模型，然后定制设备和植入物。这正在改变外科手术的方式，显著缩短手术时间。”而且，可以引入一定程度的术前方案制定，实现更准确的治疗效果，这在过去是无法实现的。

CARTIS 成立于 2006 年，融合技术、技能和最佳实践于一身，致力于研究和改革面部重建手术，以减少患者的痛苦，改善手术效果。该中心立志在颌面整形外科领域做到世界领先，联合多家研究机构成立联盟。这支联合团队采用多种 3D 软件包（包括“触觉”设计软件——在设计过程中能提供触觉力反馈），结合 3D 打印技术，完美实现患者和植入体数据的物理再现。

早在 2012 年，该团队就已开始研究如何针对最复杂的面中部重建项目提高效率。其中一个广受国际媒体关注的项目是，因摩托车事故而受伤的患者面部重建手术方案的制定。该团队还有一批类似的复杂项目，需要设计手术导板，创建实践环境，3D 打印骨骼模型原型和实际植入物。

Dominic Eggbeer 博士说：“众多项目都会安排设计工程师、外科医生、修复专家齐集一堂，在 Geomagic Freeform 中查看立体的患者 CT 扫描数据。”

Geomagic Freeform 是一款 3D 设计和雕刻软件，具有独特的触觉（“力反馈”）设备。Freeform 读取预处理的 CT 扫描数据模型，自带工具可设计有机且不同寻常的形状——那些 CAD 软件无法创建的形状。Freeform 软件还有多种细节处理工具，可快速生成植入物。

“每个人的人体结构都不一样，Geomagic Freeform 的建模工具非常适合定制植入物，” Eggbeer 说，“几分钟内，就能完成自定义设备或植入物的概念设计。”

整个团队与外科医生合作，评估和触摸 3D 数据模型，计划切除哪块骨头，以及如何调整头骨，设计移植方案。



（左图：移除手术导板后的植入效果，右图：手术导板和植入物）

他们还开始设计手术定位导板。根据患者数据定制这些模板，告知外科医生手术过程中安装螺钉、钻孔、组织切入的确切位置。手术导板被认为是手术成功的关键工具，会在完成手术后移除，而植入物和骨头会置于既定位置处。

“在 Freeform 中查看患者数据，可根据身体状况立即确定哪块折断或受伤的骨头需要移除，以及螺钉的正确植入位置，” 设计工程师 Sean Peel 说，“我们可以快速设计出完美的定制手术导板、定制植入物，并设置虚拟场景供外科医生练习。”

通过练习，联合团队现已能在数小时内完成植入物和手术导板的设计，并于一天内开始 3D 打印。

他们使用 3D Systems 套件，数小时内制作出设备原型和解剖模型副本。整个套件包括 ProJet®ColorJet 3D 打印机、SLA 系统、多喷头打印。“ProJet 全彩打印尤其适合实践练习，” Peel 评价说，“在 Freeform 中，不同的骨头段标绘不同的颜色，然后用 3D 打印机进行全彩打印，方便外科医生在实践练习环节进行参考。” SLA 和多喷头打印技术制作模型和植入物原型，可用于切割、钻孔和练习。

外科医生对手术有把握后，立即发送植入物和手术导板模型数据，进行制作。有时在公司内部直接打印（采用 SLA Accura ClearVue 树脂），有时外部机构打印（采用钛或钴铬合金）。

Eggbeer 说：“SLA ClearVue 树脂材料非常完美，因为在准备消毒做手术前，可以对模型进行彻底清洁。”

该团队通过实践积累了很多经验，不断改进技术，已经可以在七天之内完成从 CT 数据到打印植入物、练习模型、手术导板的完整过程。

Eggbeer 说：“我们采用的这种面部重建手术，可以完美诠释手术方案从头到尾的全过程，并且已经能预见到许多可能需要解决的问题。”