

消失 230 年后，逆向工程和 3D 打印让 72 只龙重返大宝塔

位于英国伦敦郊区的基尤大宝塔现在拥有 72 条 3D 打印龙。在皇家植物园的原始项目中，3D Systems 采用了**逆向工程和大规模选择性激光烧结(SLS)技术**，帮助这座拥有 256 年历史的建筑恢复昔日的辉煌。



基尤皇家植物园的大宝塔

邱园的大宝塔于 1762 年由威廉·钱伯斯爵士(Sir William Chambers)完成，是一座 10 层高的观景廊，占地 75 英亩(现为 300 英亩)，直至伦敦市。西洋与中国风结合的完美典范，建筑的每个层面都装饰着蛇形龙，最初是用木头雕刻而成。在宝塔揭幕之后的几年里，它吸引了大批人前来，人们惊叹于其 163 英尺高的建筑及其异国情调和引人注目的细节，包括彩绘木龙。但在 19 世纪 80 年代，龙被移除走了，被拆除用于建筑维护的龙没有被放回去。

如今，大宝塔已成为联合国教科文组织世界遗产，需要进行重大修复。历史悠久的皇家宫殿(HRP)接受了将建筑瑰宝恢复昔日辉煌的挑战。但是在设计，质量，时间，重量和成本方面都存在一些特殊问题。HRP 联系了 3D Systems ODM (按需制造)团队，该团队**使用 Geomagic Design X 逆向工程软件，选择性激光烧结 (SLS) 3D 打印来创建原始龙的轻巧，耐用的复制品。**

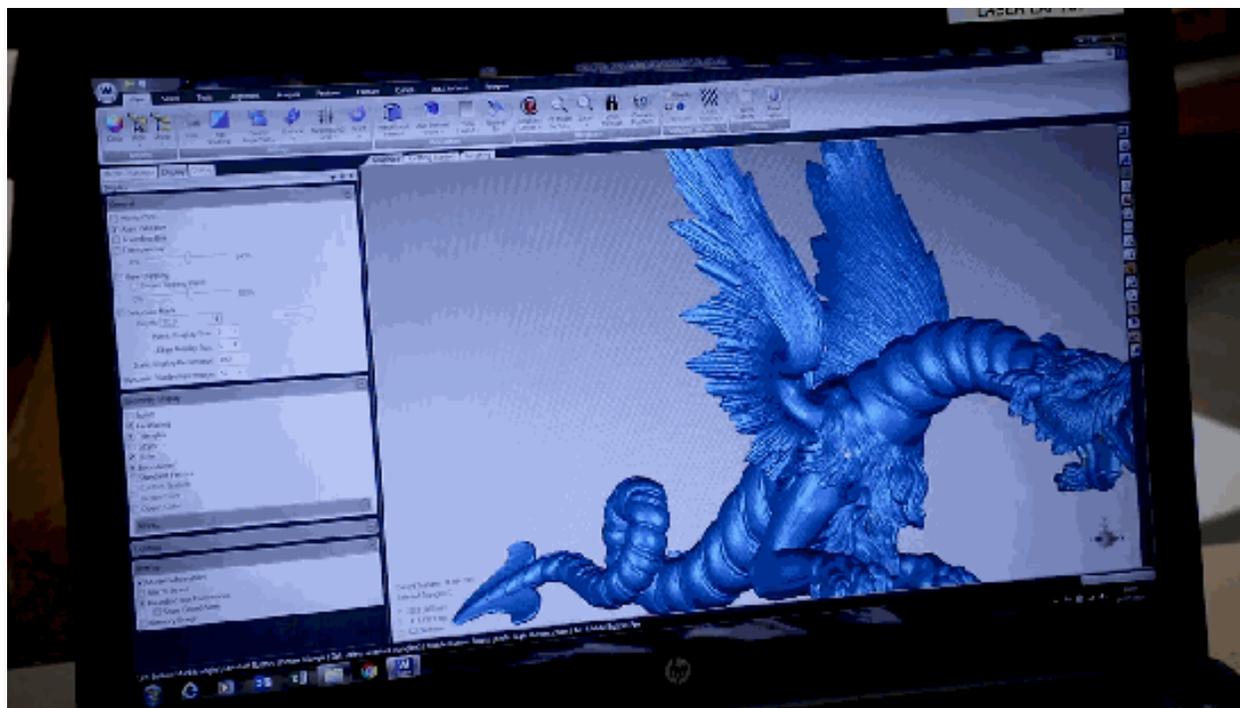


现在，由于历史悠久的皇家宫殿(HRP)和 3D Systems 之间的合作，72 个基于原始装饰的大型龙已经 3D 打印，并被安装在历史悠久的联合国教科文组织世界遗产建筑上。3D 打印龙的安装不仅标志着 HRP 最近在 Kew 的大宝塔恢复工作的完成，也标志着教科文组织项目中增材制造的最广泛使用。

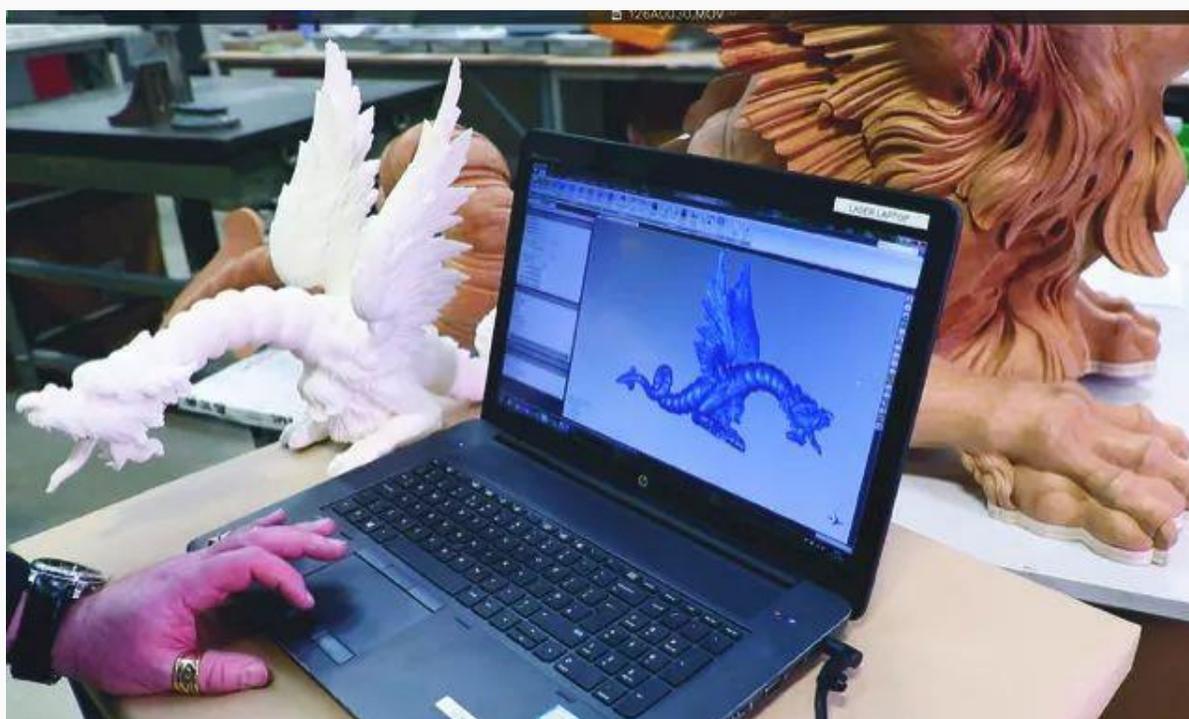


3D 打印复杂的龙并不像在 STL 文件上打印打印那么容易。因为雕塑需要尽可能真实，并且因为许多原始的木龙没有得到很好的保存——甚至有传言称龙被用作支付皇家赌博债务——3D Systems 必须有效地对龙进行逆向工程，才能获得 3D 打印模型。

为实现这一目标，3D Systems 的 ODM（按需制造）团队使用 FARO Design ScanArm 捕获木雕龙的 3D 扫描。然后将扫描数据导入到 3D Systems 的 **Geomagic Design X 逆向工程软件** 中，这使得团队不仅能够确保准确的细节，还能整合中空结构以减轻重量。根据该团队的说法，它能够将 3D 打印龙的重量减轻 60%，与木制龙相比(重量在 7 到 15 公斤之间)。减轻重量可以减少对历史悠久的大宝塔的压力。



使用 Geomagic Wrap 处理扫描数据



工作人员使用 Geomagic Design X 为龙逆向建模

随着龙的三维模型准备和缩放成各种尺寸(长度在 1150 毫米到 1850 毫米之间), ODM 团队采用 3D Systems sPro 230 SLS 打印机, 打造耐用, 轻便的打印件。每条龙都是用 DuraForm PA 材料打印的, 这是一种耐用的聚酰胺 12 尼龙材料, 其特性适合龙的外观和功能。

“我们求助于 3D Systems, 以提供该项目所需的快速吞吐量, 准确的细节和出色的整理, ” 历史皇家宫殿项目总监 Craig Hatto 表示。 “3D Systems 团队的工程技术, 轻量化龙雕像的机会, 以及 SLS 3D 打印的材料寿命是该项目的关键考虑因素。”





最后，72个3D打印的龙由3D Systems的ODM团队精确地完成，他们精心手绘每个细节。据报道，每条龙花了大约一天半的时间来上色。



3D Systems 按需制造总经理 Nick Systems(左)和 HRP 项目负责人 Craig Hatto(右)持有一条完成的 3D 打印龙

HRP 计划对 16 世纪的大宝塔进行翻新。第一步是进行调查，显示结构的具体公差，并在全盛时期发掘建筑物的原始图和早期图纸。“我们必须弄清楚的主要挑战，” HRP 项目经理 Rob Umney 解释说，“就是如何制造龙。”

保护宝塔底部的八条最大的龙是由非洲红雪松木雕师制作的。这八条龙总重量约 2500 千克，对旧结构造成巨大压力。因此，Umney 补充道，“我们需要一种新技术才能让它变得非常轻盈。”



80 条龙(72 个 3D 打印, 8 个手工雕刻)守卫着 Kew 大塔的周边

3D Systems 参与该项目始于 2016 年，当时该公司正式赢得了使用 3D 打印制作龙的合同。

最早的 3D 形式的龙是一个粘土模型。这个模型及其随后的木雕，由 3D Systems 使用 FARO ScanArm 进行 3D 扫描，为 3D 打印创建数字框架。



3D 打印龙的微型复制品

3D Systems 最大的 SLS 3D 打印机 Pro 230 用于打印所有 72 条龙，其打印尺寸为 550x550x750mm(长 x 宽 x 高)。从不到 1 米到 1.5 米的长度测量，龙必须被分割成五个不同的部分用于打印：头部，中心体，左翼，右翼和尾部。



根据估计，一条 1.5 米长的龙需要大约 18 个小时才能打印出来。总体而言，全部构建（建模，打印，后期处理，绘画，烫金）花了大约一年的时间。



3D 打印龙后期处理

每条龙都是空心的，由公司标准的 DuraForm SLS 材料制成，PA 12 尼龙具有优异的耐化学性和抗拉强度。在到达宝塔之前，用这种材料打印的 3D 龙在英国的 BAE 系统公司进行了风洞试验。通过该测试产生的完成设计意味着在强风下龙将毫发无损。



除了轻量化之外，3D 打印还确保每条龙都能保留一些个性。总的来说，主龙设计上有 18 个 3D 打印版本，图中的左右镜像保留了格鲁吉亚的对称性。

每条龙，以项目中涉及的工程师之一的名义进行个性化。每件作品也都用序列号进行 3D 打印，以帮助组装。

由于客户的机密性，制作龙的成本的确切细节仍然未公开，但 3D Systems Europe 的区域销售经理 Simon Hammond 表示是“六位数”。



“我们经常看到 3D 打印技术应用于新的创新，当我们有机会创造历史时，这是非常令人兴奋的，” 3D Systems 的塑料和按需制造高级副总裁兼总经理 Phil Schultz 评论道。“通过与历史悠久的皇家宫殿的合作，我们能够将新技术带入历史性的里程碑 —— 将其恢复到昔日的宏伟，并帮助确保未来几代人能目睹其风采。”



“这证明了我们的按需应变制造团队的能力和专业知识，” 他补充道。“**我们的全套耐用材料，3D 打印技术，逆向工程软件和实用专业知识使我们能够创建定制解决方案，无论客户的需求多么独特。**” 据了解，联合国教科文组织世界遗产于上周 7 月 13 日重新向公众开放。