

# The Usage of 3D Scan Technology in Sculpture

## 3D 扫描技术在雕塑领域的运用

■ 黄平 by Huang Ping

**内容摘要：**随着工业 CAD/CAM 技术的发展，三维激光扫描仪这种先进的光学仪器越来越多地被运用在逆向工程技术上。三维激光扫描仪的品种也是各种各样。雕塑造型跟工业造型是有所区别的，其制作的工艺流程和要求也和工业制造不太相同，因此在雕塑领域中，用什么类型的设备，以及如何运用也是有所不同的。

**关键词：**三维激光扫描仪；CAD/CAM；工业造型；雕塑造型

**Abstract:** With the development of industrial CAD / CAM technology, the advanced optical instruments 3D laser scanners are used in reverse engineering technology more frequently. 3D laser scanners have a variety of types. Sculpture model is distinct from the industrial model in the production process and requirements, therefore, the types of instruments and their usages are chosen differently in the sculpture area.

**Key Words:** Three-dimensional Laser Scanner, CAD/CAM, Industry Modeling, Sculpture Modeling

若干年前一提到三维扫描，在人们的脑海中还是比较陌生，或者遥不可及。因为当时，工业领域中还只是在用三坐标测量仪，医院里的 CT 扫描也是让人觉得是个天价设备。虽然有人设想把这个技术用在雕塑上会怎么样，但是仅仅是设想而已，并没有一个清晰的概念。近年来，随着半导体芯片技术的发展，三维扫描技术迅速发展，特别是三维激光扫描仪，越做越轻巧，精度也越来越高，扫描速度也更加快，价格也下降到可以承受的地步。作为一种技术性探索，在雕塑制作过程中我们运用了一些扫描设备，并总结出了一些工艺和经验。

### 一、三维扫描仪的介绍

#### 1. 三维扫描的工作原理及分类

之所以称三维扫描，是因为传统测量概念里，所测的数据最终输出的都是二维结果（如 CAD 出图），在现在测量仪器里全站仪及 GPS 比重居多，但测量的数据都是二维形式的，在逐步发展的数字化的今天，三维已经逐渐地代替二维，因为其直观是二维无法表示的，现在的三维激光扫描仪每次测量的数据不仅仅包含 X, Y, Z 点的信息，还包括 R, G, B 颜色信息，同时还有物体反色率的信息，这样全面的信息能给人一种物体在电脑里真实再现的感觉，是一般测量手段无法做到的。还有，我们目前说的三维扫描仪是指非接触式，包括光学测量，超声波测量，电磁波测量等手段。

#### 2. 三维激光扫描仪的工作原理和分类

三维激光扫描仪是三维扫描设备中的一种，目前运用比较普遍，其基本工作原理是用条状激光三维激光扫描仪对输入对象进行扫描，使用 CCD 相机接受其反射光束。根据三角测距原理获得与拍摄物体之间的距离，进行三维数据化处理。经过软件的处理初步得到的是密密麻麻的坐标点（称点云），或者有些软件干脆把相邻的 3 个点连接成一个三角面使得我们得到一个有许多面片组成的面片组。因此同样的结构范围内，点越密集，细节就越丰富。

从扫描形式上来分，三维激光扫描又分旋转棱镜扫描技术，全息扫描技术，有些扫描仪必须固定扫描，微微震动都不允许，还有些可以手持扫描，扫到哪里，数据就补充到哪里，有些扫描仪还必须把稿子放在一个特定的背景中扫描，有些要在稿子上密密麻麻贴参考点扫描。有些扫描仪带有机机械手臂等等，五花八门各种各样。

### 二、扫描雕塑需要怎样的三维激光扫描仪

#### 1. 雕塑造型区别于其它造型的特点

了解了三维激光扫描仪的种类和工作原理和方式以后，我们谈谈哪些扫描仪比较适合雕塑扫描呢？假如我们要挑选设备应该要了解哪些知识呢？这个还需要从工业造型和雕塑造型的区别来谈起。因为目前许多三维激光扫描仪都是针对工业逆向技术开发的。

工业造型需要光洁规则的曲面，而且曲面是可以特定的函数来表达的，因此只要测量出该表明的部分点就可以推算出整个表面，比如：如果知道该表面是个标准

球体，那么从理论上说只要测量出 4 个点就可以推算出整个球面。而雕塑的形状就复杂多了，扫描盲点也比较多，比如较深的衣纹皱折，弯曲的手臂内侧，而且这些表面用函数曲面来表达数据将非常庞大，很多情况需要表面保留坑洼的肌理效果，因此需要扫描仪边边角角都能够扫到。从精度上来说，工业造型需要比较高的精度，因为涉及到模具的加工。而一个雕塑头像假如鼻子高了 0.01mm 对于视觉上来说根本不是问题。

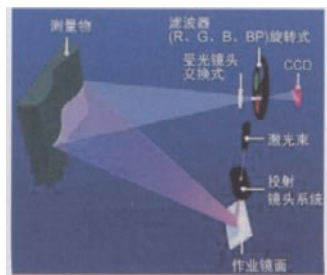
2. 适合雕塑扫描的三维激光扫描仪主要要考虑的问题

三维激光扫描仪的工作过程跟拍照比较相似，因为是光学扫描就只能扫描物体的表面，因此每次扫描都只能扫描能够看见的一面，所以扫描数据是破碎的局部，需要用专用软件来拼合。打个比喻，好比文物修复人员把挖掘出来的碎陶片拼合成完整的陶罐，有些缺失的部分还需要用石膏修补好。这点上，手持式扫描仪做得比较好，它可以自动根据扫描部位拼合数据，在软件上看，扫描仪扫到哪里，数据就像长出来一样，生成到哪里。但是一般手持式扫描需要事先在雕塑上预先贴点，工作量也不小，每个特制贴点也需要花钱。因此说每种扫描仪都有其优点和缺点。

针对雕塑行业来说，激光扫描仪的选用，需要考虑以下几点：

①便携轻巧，一般扫描雕塑的环境比较恶劣，特别是在雕塑车间里，不但脏乱，而且磕磕绊绊，如果设备笨重，将直接影响扫描的工作强度和花费的时间。

②扫描速度快，就是每次拍摄的时间比较快，好象相机的快门，如果足够快就能够



精确捕捉到动态物体。这里需要探讨扫描真人模特所遇到的,许多刚接触三维激光扫描仪的人会想到用于扫描完整的人体。我个人认为假如采用传统方式扫描是不太可能实现的,顶多扫描一个脸部。因为一个人体一般需要扫描几十次才能完成,每次扫描后保存数据加移动镜头最起码要1分钟,要让一个人保持几十分钟纹丝不动几乎是不可能的,目前能够直接精细扫描真人的机器非常昂贵。据我总结,扫描真人的方式有这么几种。第一种,日本有资料显示一种解决方案,多台扫描仪联机扫描以缩短扫描时间,但是联机扫描也不是同时扫,因为每台激光扫描仪还不能分辨出激光光斑是自己发出的激光所产生的反馈。而且配套的扫描软件似乎也不支持多台设备同时联扫,所以需要多人多电脑按次序操作,无非是缩短了扫描的时间,数据相对好一些但是付出代价也是巨大的。第二种,扫描前固定人体,需要事先设计好一种轻巧的钢架,按照肢势将人体固定,这样能减轻模特的负担,扫描的时候人和架子一起扫描,在后续数据处理的时候将架子部分修掉。第三种,这种方式还需要探索,就是在模特背后安放镜子,扫描的时候连镜子一起扫描,这样能够得到模特背后的数据,有相关视频资料为证,但是我没实践过。

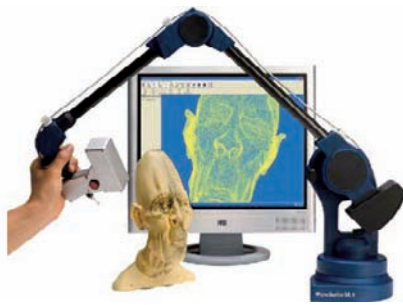
③精度不需要极高,但是分辨率要高,也就是每次扫出来的点要密。扫描精度这个概念比较宽泛。比如:扫描一个圆杯子,有直径尺寸的误差,内外壁圆柱体中心轴有同轴度误差,杯底平面和杯口平面有平行度误差,平面有翘曲误差……这些误差也许对雕塑来说只要肉眼分辨不出便不是问题,但是假如分辨率不高,如杯子上有微微突起的字不能够清晰扫描出来,这一点工业上不在乎,但是对雕塑来说却很重。

④数据拼合容易,有些扫描仪如手持式的,扫描过程中自动就把点云拼和了,虽然存在误差问题,但是便捷后续的数据整理。有些是靠软件来拼和的,虽然相对麻烦,但是我觉得只要操作简便也是可以采纳的。数据拼合的好坏也直接影响最后模型的精度和表面效果,需要值得重视。

⑤扫描尺寸问题,一些扫描仪只能扫描小尺寸物体,这对扫描雕塑而言是个局限,有些远程扫描仪可以扫描大楼,但是价格昂贵,用它来扫等大人像也是导弹打蚊子,不合适。因此,小的物体能够扫到拳头大小,大的物体如果能够采用软件适当拼合,比较轻松地扫描等大或3m稿左右的设备比较理想。

综上所述,在符合以上条件的前提下,价格适中的扫描仪可以考虑采用。当然了,

顶级品牌的设备肯定是最好的。



### 三、不同型号的设备扫描实例简介

#### 1. 石膏头像扫描

扫描时间:2003年/采用仪器:国产深圳特得维TDV-500抄数机/输出格式:点云.ASC格式

这个设备虽然比较笨重,扫描尺寸也限制在60cm见方左右,但是精度尚可,分辨率尚可,假如把路径设置错开,可以多次扫描,得到很密的点云。但是路径设置过程假如不够熟练,那对操作者来说简直就是噩梦!我曾经提出过几个方案给有关公司的工程师建议简化设置过程,结果新版本改动微小。总体感觉该设备扫描一些细小的东西还是不错的,操作性不强,但扫描过程时间长,可视性不够,还有此设备需要经常进行人工校准,不然左右镜头的点云数据偏移会增大,到时候只能用一边的镜头数据。

#### 2. 等大人像泥稿扫描

扫描时间:2006年/采用仪器:美能达VIVID 9I/输出格式:STL三角面片格式

该设备相对前者来说轻巧许多,属于旋转棱镜扫描技术,每次扫描数据的速度只要3-5秒,扫描范围60cm见方,因此泥稿需要多角度多方位扫描,由于泥稿的激光反射性不是很强,而且泥稿不能翻转,因此扫描仪由于位置局限的问题和材料表面的特性,数据出现许多漏洞,而且,泥稿的钢架也同时扫描进去了,最后通过修补软件将漏洞修补完整。因此得出结论认为最好是扫描玻璃钢稿,激光表面反射好,而且重量轻,可以翻转,躺倒以各种角度来扫描,这样数据质量会更好。

#### 3. 大型佛像扫描

扫描时间:2008年/采用仪器:徕卡ScanStation2 全站式扫描仪/输出格式:STL三角面片格式

这个佛像很高,有20多米高,搭脚手架就用了不少时间,远程扫描仪非常强大,可以用网线跟电脑联结,现场用了根很长的线,虽然扫描速度有些慢(它是单束激光扫描),但是数据非常精细,

从图上可以看出点云数据很密,激光穿透佛像额心的宝石将宝石底座都扫描出来了!佛像佛光部分的纹路也是清晰可见。扫描花掉四天时间,最后整理出的面片数据达到九百万个面,图形工作站花了一个星期的时间才整理完整。

### 四、扫描数据的运用

扫描得出的数据一般格式都是三角面片格式。目前的所有3D软件基本上都可以导入处理。工业软件可以根据面片数据或者点云数据拟合出曲面数据进而进行CAD修改和CAM机床加工。在雕塑上,以前很多人认为这个数据顶多运用在渲染,出出效果图上,如果仅此那真是大材小用了。目前,在雕塑泥稿放大过程中,通过对3D数据的分析和切片,大大改善了传统的手工套圈工艺。复杂的大型群雕,大型佛像,大型浮雕都可以分切到上百层,上百米的雕塑可以分开好几段分别同时加工,形体准确,施工速度快,雕塑若需要改动可以事先通过软件调整,雕塑总面积和体积也是可以根据软件精确计算出来。随着立体成型技术(3D打印)的发展和推广,把电脑中的数据变成实际的东西现在可以轻松实现,2m稿扫描打印成30cm精细小稿费用也是算很高。还有数控机床的发展也使得做大型雕塑的过程脱离泥塑放大的步骤,我们可以直接将雕塑在电脑中放大,然后直接铣削成型,这个目前来说也不是神话。

随着科技发展,IT业和电影等行业逐渐向3D技术发展,未来的科技也将以3D技术为主流,正如数码相机对胶卷相机的冲击一样,三维激光扫描仪对雕塑创作可以说也是一个冲击,在这个问题上圈内很多持否定态度,但是我个人认为作为一种高科技工具来用,三维激光扫描仪可以对我们的雕塑创作提供一定的帮助,它给雕塑家提供一种自动化途径。好比开车,有些人开手动挡有些人开自动挡效果都是一样的。现在我们可以拍张照片然后用电脑软件处理一下成为“油画”“版画”,那么是否今后我们可以把扫描数据变形处理然后成型为雕塑作品呢?

(黄平 中国美术学院雕塑系)

#### 参考文献

- 1 许智钦.孙长库.3D逆向工程技术[M].北京:中国计量出版社
- 2 刘伟军.逆向工程—原理方法及应用[M].北京:机械工业出版社
- 3 王霄.逆向工程技术及其应用[M].北京:化学工业出版社
- 4 刘伟军.快速成型技术及应用[M].北京:机械工业出版社