

# 3D 打印聚乳酸灯饰产品的设计与实践应用

文 / 朱凤琴

随着现代家居形式的兴起，灯饰产品的应用在家居装饰中有着重要作用，不仅能够满足家庭日常照明需求，也能对室内空间的装饰表达与空间构造有着较大影响。

随着 3D 打印技术的进步，利用 3D 打印设计灯饰产品不仅能够进行灯饰产品的个性化定制，同样也能满足现代家居的多样化需求。基于此，本文简单分析了 3D 打印实践工艺，围绕 3D 打印聚乳酸材料在灯饰产品中的设计与实践提出了几点策略。

聚乳酸是以乳酸为主要材料聚合而成的物质，是当前 3D 打印常用耗材。利用聚乳酸进行灯饰产品 3D 打印时，不仅能够为灯饰产品提供较强的高度以及较强的韧性，同样由于聚乳酸收缩率较低，3D 打印后的灯饰产品不容易出现翘边开裂等现象。利用聚乳酸进行灯饰产品 3D 打印时也不会产生刺激性气味，具有一定的安全性与环保性。因此，利用聚乳酸进行灯饰产品 3D 打印时具有较高的优势。

## 3D 打印工艺概述

### 激光选区烧结工艺

激光选区烧结工艺是将 3D 打印材料粉末平铺在平台上，随后利用高强度激光扫出 3D 打印模型的洁面，使 3D 打印粉末在激光的作用下烧结在一起，通过一层一层粉末烧结，最终形成 3D 打印产品。利用激光选区烧结工艺进行 3D 打印时有着以下优点。第一，该打印技术适用于多种材料的打印，比如塑料粉末，金属粉末等。第二，该打印技术并不需要支撑材料，不仅能够直接打印金属 3D 模型，也能打印复杂 3D 模型以及同时打印多个 3D 模型。第三，该打印技术利

用高强度激光，能够使 3D 打印模型具有耐高温、持久性的优势。

### 熔融沉积成型工艺

熔融沉积成型工艺是利用软件对产品进行设计数据处理，并将其数据导入到 3D 打印机中，由 3D 打印机热喷头依据相关数据生成运动轨迹，并按照 3D 产品的洁面进行平面运动。将 3D 打印材料输送至喷头处，由喷头进行材料熔融挤压，材料经过冷却后形成 3D 打印产品的截面，经过多个截面重叠后最终形成 3D 打印产品。利用熔融沉积成型工艺进行 3D 打印时有着以下优点。第一，该 3D 打印技术适用材料较多，且 3D 成型工艺较为简单。第二，该 3D 打印技术并不需要借助高强度激光等外界条件，因此该 3D 打印技术应用的过程中产生废料较少且具有较高的环保性。

### 立体光固化工艺

立体光固化 3D 打印工艺，利用液体、光敏树脂等材料在紫外线激光的作用下进行聚合。由于液体光敏树脂具有较高的光敏感性，因此其在紫外线激光的作用下能够迅速成型。利用该 3D 打印工艺进行 3D 打印时有着以下优点。第一，该 3D 打印技术发展时间较长已经逐渐发展成了纳米级别的 3D 打印技术，使得 3D 打印产品精度较高。第二，由于该 3D 打印技术的应用材料特性，使得 3D 产品模型的收缩率与固化程度较高，有效减少了 3D 打印后模型的变形。

## 3D 打印聚乳酸工艺在工业领域中的应用

将 3D 打印聚乳酸材料应用于工业制造领域当中，多使用 3D 打印聚乳酸材料进行功能原型设计，并进行安装测试与装配测试。比如利用聚乳酸材料进行制造工业模具的 3D 打印，并对其进行功能测试，极大缩短了机械工业模具从设计图纸到实际应用所需要的时间，提升了工业制造领域的生产效率。

或者对聚乳酸材料进行熔融沉积成型处理时，将聚乳酸材料制作成砂型模具制品，并利用锻造成型手段对砂型模具制品的零配件制品进行批量生产。又或者利用 3D 打印聚乳酸工艺制作模具，利用此类模具研究岩体的自然结构面与剪切性能，有利于降低实验研究的实验成本。

与此同时，将 3D 打印聚乳酸工艺应用于汽车内饰件制作中也有一定的可行性，比如对聚乳酸材料进行改性后，提升聚乳酸材料的韧性、抗冲击强度以及弯曲模量，使聚乳酸材料达到汽车工程领域的应用标准，同时也能满足汽车工程领域中内饰材料的阻燃要求与耐高温要求，对化学试剂等清洗剂也具有一定的耐抗性。

## 3D 打印聚乳酸材料在包装工业中的应用

3D 打印聚乳酸材料在包装工业中的应用也较为广泛，聚乳酸材料的特点能够为包装工业提供光泽度更高且稳定性更好的包装材料。同时，3D 打印聚乳酸工艺也能为包装工业提供更多的加工方式，比如包装材料的制备包装制品的成型工艺等已经广泛应用了 3D 打印聚乳酸材料。又比如利用熔融沉积成型工艺制作聚乳酸材料的冰激凌保温杯时，通过测试聚乳酸材料在不同温度与不同厚度下的保温效果，能够以更低的成本提供最佳的保温效果，

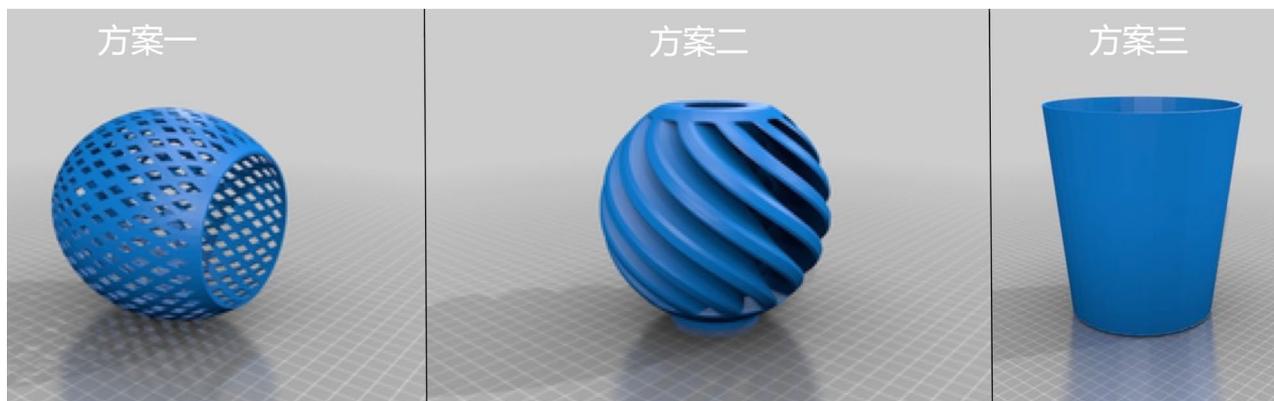
## 3D 打印聚乳酸灯饰产品的设计策略

### 3D 打印聚乳酸材料对灯饰产品质量的影响

聚乳酸材料是以乳酸为主要原料，并将乳酸进行聚合而形成的一种化工材料，同样也是当前熔融沉积 3D 打印工艺常使用的原材料之一。将聚乳酸材料应用于灯饰产品的 3D 打印当中，能够为灯饰产品提供较强的强度与韧性，同时由于聚乳酸材料的收缩率较小，使得 3D 打印后的灯饰产品不容易出现翘边、开裂等问题。

同时，聚乳酸材料的高强度特点与无污染特点。3D 打印较大的模型，且不会出现污染性气体。通过对 3D 打印聚乳酸材料进行实验研究，发现 3D 打印聚乳酸材料的颜色、厚度以及高度都会影响灯饰产品的透光率。因此，在进行 3D 打印聚乳酸灯饰产品时，要依据灯饰产品的功能用途材质进行聚乳酸材料的设计。

第一，聚乳酸材料的颜色对灯饰产品质量的影响。当前灯饰产品多以乳白色与无色为主，通过选用乳白色与无色聚乳酸材料进行灯饰产品 3D 打印时要考虑聚乳酸材料对灯饰产品的透光度影响。在利用无色聚乳酸材料进行灯饰产品 3D 打印时，将无色聚乳酸材料放置于紫外光谱区、可见光谱区与红外光谱区时，无色聚乳酸材料的透光率均在 85% 以上，与市面上常见的灯饰产品所用的浮法玻璃透光率相近。在利用乳白色聚乳酸材料进行灯饰产品 3D 打印时，将乳白色聚乳酸材料放置于紫外光谱区、可见光谱区与红外光谱区时乳白色聚乳酸材料的透光率较低，乳白色聚乳酸材料在红外光谱区与可见光谱区的透光率在 50% ~ 65% 之间，而紫外光谱区下乳白色聚乳酸材料的透光率在 20% 以下。由于使用的乳白色的聚乳酸材料应用了二氧化钛作为着色剂，使得乳白色聚乳酸材料具备良好的紫外线截止作用，使得乳白色聚乳酸材料



在紫外光谱区域出现了失透现象。因此，乳白色聚乳酸材料比无色乳酸材料的透光率要低，在进行灯饰产品 3D 打印时应用无色聚乳酸材料能够提供更好的透光率。

第二，聚乳酸材料的厚度对灯饰产品透光率的影响。在探究聚乳酸材料厚度对灯饰产品透光率的影响时将 0.5mm、1.0mm、1.5mm 三种厚度的聚乳酸材料进行 3D 打印试验。0.5mm 厚的聚乳酸材料在可见光谱的透光率能够维持在 73% 左右，此时聚乳酸材料的雾度均值在 57.6% 左右。1.0mm 厚的聚乳酸材料在可见光谱下其透光率维持在 65% 左右，此时聚乳酸材料的雾度均值在 61.3% 左右。1.5mm 厚的聚乳酸材料在可见光谱下的透光率维持在 45% 左右，此时聚乳酸材料的雾度均值在 62.9% 左右。因此依据实验结果可以得出，随着聚乳酸材料厚度的增加，灯饰产品的透光率会受到影响而减小，灯饰产品的雾度则会增大。因此在利用聚乳酸材料进行灯饰产品 3D 打印时，要控制住乳酸材料的厚度。

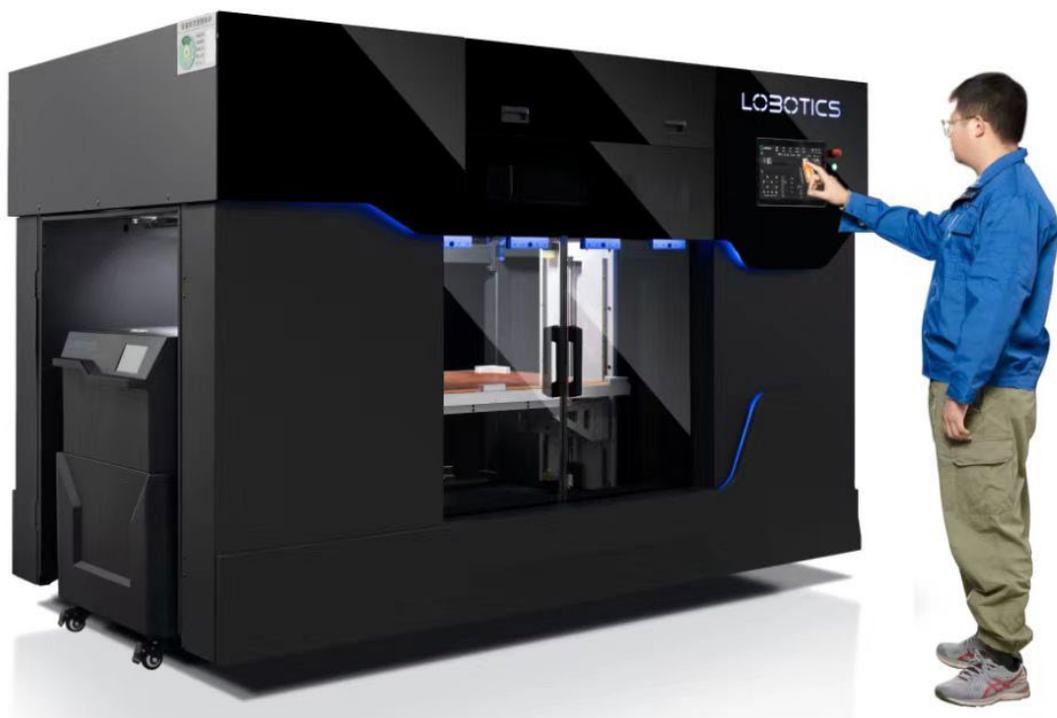
第三，在探究聚乳酸材料高度对灯饰产品透光率的影响时，将 0.1mm、0.2mm、0.3mm 的三种高度的聚乳酸材料进行透光度试验，此三种高度的聚乳酸材料在紫外光谱下的透光率在 20% 以下，而在可见光谱区与红外光谱区的透光率维持

在 65% 左右，对波长在 500nm~600nm 光谱区域的聚乳酸材料透光率曲线进行放大并分析，其中发现 0.1mm 高度的聚乳酸材料其透光率最好，而 0.3mm 高度的聚乳酸材料透光率最差。因此可以总结出随着聚乳酸材料高度的增高，灯饰产品的透光率会减小，但是其减小率并不高。

#### 灯饰产品功能分析与形态设计

在利用聚乳酸材料进行灯饰产品 3D 打印前，要对灯饰产品的功能与用途进行分析与定位。由于聚乳酸材料能够为灯饰产品提供良好的透光性，与目前常用的照明用光散射材料相比，3D 打印聚乳酸的灯饰产品其透光率与雾度仍存在一定的差距。因此将 3D 打印聚乳酸灯饰产品用于室内照明主要光源并不能提供较好的照明效果，对 3D 打印聚乳酸灯饰产品的性能进行分析后，可以确定 3D 打印聚乳酸灯饰产品可用于室内装饰性台灯或次要光源的吊灯或壁灯等，同时也可以将 3D 打印聚乳酸灯饰产品用于卧室的装饰灯源。

灯饰产品的形态设计是传递灯饰产品信息的关键，因此在利用 3D 打印聚乳酸材料进行灯饰产品设计时要保证灯饰产品的实用性，同样也要依据聚乳酸材料进行 3D 打印的工艺特点对灯饰产品形态进行设计。比如在利用熔融沉积快速成型



技术进行灯饰产品 3D 打印时, 该技术在进行复杂曲面的 3D 打印过程中往往会出现曲面凹陷曲面拉丝等问题, 因此在利用该技术进行灯饰产品形态设计时要多使用几何图形代替复杂曲面, 以此避免灯饰产品在进行打印时出现工艺问题。针对灯饰产品的实用性与艺术性可以利用简单的几何图形作为基本形状, 并利用旋转、对称等形态演变方式对几何图形进行演变。利用兼具实用性与艺术性的灯饰产品形态不仅能够与现代家居风格相适应, 也能体现现代家居的个性化特征。

### 3D 打印灯饰产品的材料与颜色设计

灯饰产品多由灯罩、底座以及灯泡组成, 在对灯饰产品进行 3D 打印时, 由于灯泡底座为现有零件, 因此仅需要对灯饰产品的灯罩进行 3D 打印设计即可。由于聚乳酸材料的特性, 利用聚乳酸材料进行灯饰产品 3D 打印时能够使得灯饰产品灯罩具备绝缘特点, 且强度、韧性较高, 质量较轻。

在灯饰产品进行颜色设计时, 要明确灯饰产品的颜色由光源色与灯罩固有色组合而成。其中光源色指的是灯泡发出的颜色, 而灯罩固有色则是在太阳光照射下灯罩所呈现的颜色。因此在对灯饰产品进行颜色设计时, 要依据灯饰产品的用途对灯泡颜色与灯罩颜色进行选择与设计。比如在卧室等安静温馨的环境内灯饰产品应偏向于暖色调或中性色调。因此灯饰产品的灯泡颜色可以选择淡黄色。而灯罩需要将灯泡颜色进行柔光处理, 并保证灯饰产品有足够的透光性。因此可以选用乳白色灯罩对灯泡进行雾度处理同时也能保证良好的亮度。若在冷色调的环境中应用灯饰产品, 则可以选用冷色调亮度高的灯泡颜色, 同时配备无色聚乳酸材料 3D 打印的灯罩作为辅助。

### 灯饰产品的切片处理与 3D 打印设计

在完成灯饰产品的形态设计与颜色设计后要对 3D 打印灯罩进行切片处理与 3D 打印处理, 在对灯饰产品进行 3D 打印设计的过程中, 由于其灯座材质为金属, 因此无需对灯座进行 3D 打印, 针对所提出的三款灯饰产品设计方案进行三维设计、切片处理与 3D 打印。

首先, 需对三款灯饰产品灯罩进行三维建模, 并利用软件对此三款灯罩进行切片处理, 包括对灯罩的层高参数、灯罩材料壁厚参数以及聚乳酸材料的填充率参数等进行设置。针对灯罩的层高、灯罩材料壁厚以及聚乳酸材料的填充率对灯罩的透光率与雾度的影响, 选择合适的层高、壁厚以及填充率。比如灯罩壁厚往往会使得灯罩透光率减小, 灯罩雾度增大。

其次, 灯罩的壁厚参数往往会影响灯罩的结构强度。因此, 综合考虑灯罩的透光率、灯罩厚度以及灯罩的结构强度将灯罩壁厚参数设置为 1.0mm。在此条件下, 灯罩壁厚仍存

在过薄影响灯罩结构强度的问题。因此, 保证灯罩的结构强度, 要将聚乳酸材料填充率设置为 100%。而灯罩的层高参数对灯罩的透光率与雾度影响较小, 因此在对灯罩层高参数进行设计时, 要将 3D 打印时间与 3D 打印成本考虑在内, 需将灯罩层高参数设置在 0.3mm。针对灯饰产品 3D 打印的其他成型参数设置时, 则只需要按照聚乳酸材料的性质进行设置即可。

最后, 对灯罩进行 3D 打印。对灯罩进行切片处理后, 将相关数据导入到 3D 打印机中, 将乳白色聚乳酸打印丝安装在 3D 打印机中, 等待乳白色聚乳酸打印丝熔融后, 根据相关数据打印该 3D 模型。

在完成 3D 模型打印后, 利用机械剥离的方法对 3D 模型的支撑结构与底座进行去除。对于 3D 模型内部的毛刺部分与拉丝部分则可以使用锉刀与砂纸进行打磨处理。若打磨处理后仍存在部分毛刺, 则可以对 3D 模型进行白色水喷涂处理, 随后对其进行抛光。由于 3D 打印技术的应用以及聚乳酸材料的特点, 使得 3D 打印聚乳酸灯饰产品的形态较为规整, 且发出的光线较为柔和, 能够体现出灯饰产品的个性化与多样化。

在利用聚乳酸进行灯饰产品 3D 打印的过程中, 3D 打印层高、厚度、颜色等都影响着灯饰产品的形状与形态。因此在利用聚乳酸进行灯饰产品 3D 打印时, 要做好灯饰产品的功能设计以及形态设计, 并针对灯饰产品的材质与颜色进行优化, 最后做好灯饰产品 3D 打印的切片处理与 3D 打印设计, 以此制作出满足个性化需求与多样化需求的灯饰产品定制。

(本文作者为昕诺飞(中国)投资有限公司高级项目经理)科