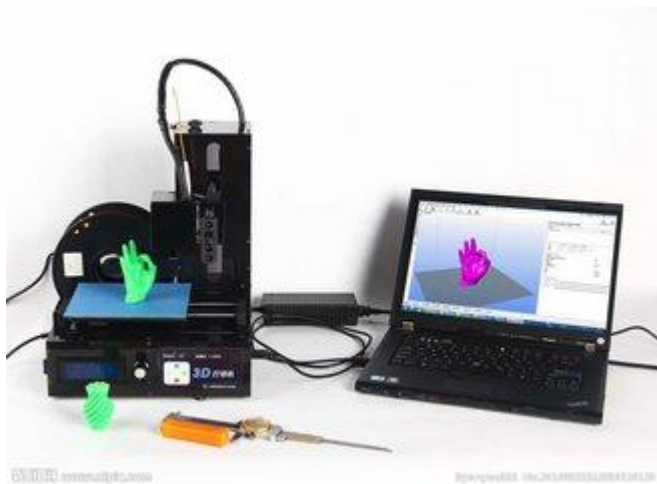


3D打印技术类别及原理

技术原理部分



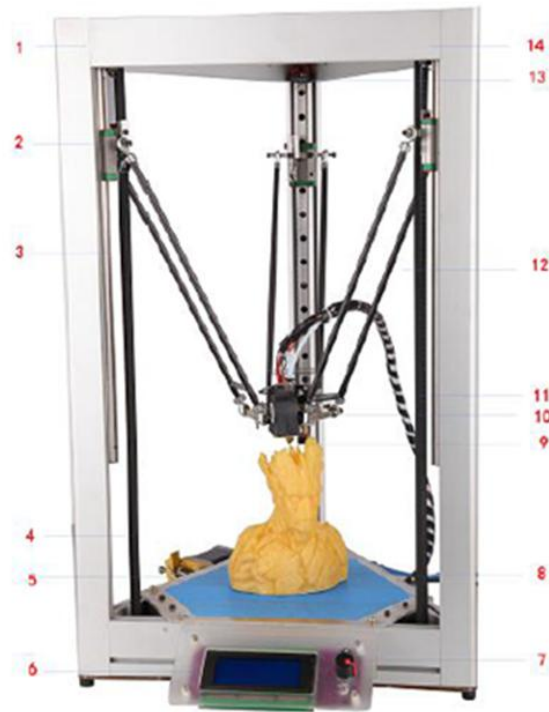
3D打印基本流程

- ▶ 在3D打印时，首先设计出所需零件的计算机三维模型（数字模型、CAD模型），然后根据工艺要求，按照一定的规律将该模型离散为一系列有序的单元，通常在Z向将其按一定厚度进行离散（习惯称为分层），把原来的三维CAD模型变成一系列的层片；再根据每个层片的轮廓信息，输入加工参数，自动生成数控代码；最后由成形机成形一系列层片并自动将它们联接起来，得到一个三维物理实体。

3D打印技术简单的类别介绍

- ▶ 目前市面上的3D打印机类型以其工艺划分有：
 - 1.FDM熔融层积成型技术；
 - 2.3DP 以粉末-粘合剂为基本原理技术；
 - 3.SLS选区激光烧结；
 - 4.SLA立体平版印刷技术；
 - 5.LOM分层实体成型工艺；
 - 6.PolyJet聚合物喷射技术；
 - 7.DLP激光成型技术；
 - 8.UV紫外线成型技术；

1.FDM，熔融层积成型技术， Fused Deposition Modeling。



1、机架

2、滑块

3、线轨

4、皮带

5、挤出机

6、LCD 控制器

7、控制按钮

8、打印平台

9、调平传感器

10、执行器总成

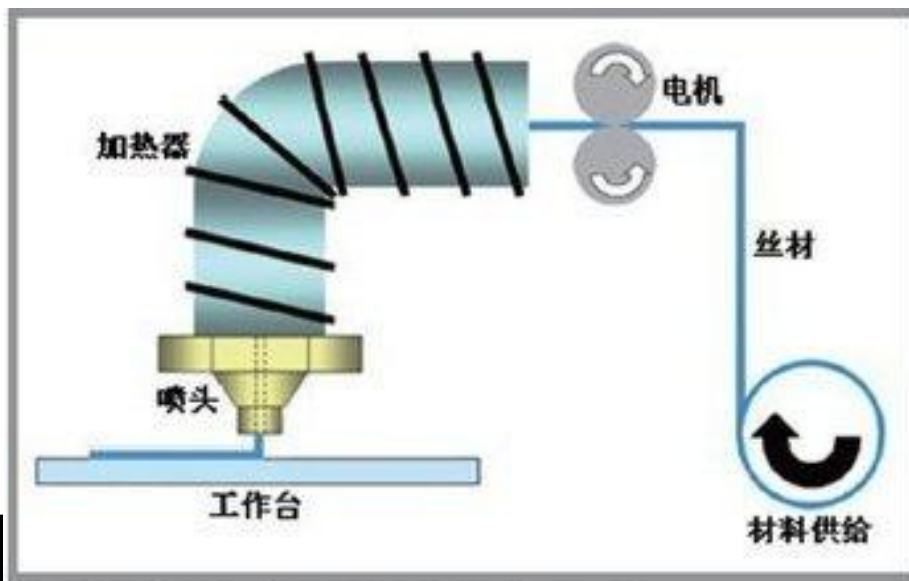
11、线束

12、连杆

13、限位开关

14、惰轮

【技术原理】：FDM熔融层积成型技术是将丝状的热熔性材料加热融化，同时三维喷头在计算机的控制下，根据截面轮廓信息，将材料选择性地涂敷在工作台上，快速冷却后形成一层截面。一层成型完成后，机器工作台下降一个高度（即分层厚度）再成型下一层，直至形成整个实体造型。



熔融沉积成型工艺（FDM）的工作原理图。

▶ **【FDM技术的优点】：**

1) 操作环境干净、安全，材料无毒，可以在办公室、家庭环境下进行，没有产生毒气和化学污染的危险。

2) 无需激光器等贵重元器件，因此价格便宜。

3) 原材料为卷轴丝形式，节省空间，易于搬运和替换。

4) 材料利用率高，可备选材料很多，价格也相对便宜。

▶ **【FDM技术的缺点】：**

- 1) 成形后表面粗糙，需后续抛光处理。最高精度只能为0.1mm。
- 2) 速度较慢，因为喷头做机械运动。
- 3) 需要材料作为支撑结构。

3DP, 以粉末-粘合剂为基本原理技术。



- ▶ **【技术原理】**：首先把工作槽中填上粉末并铺平，接着喷头会按照指定的路径将液态粘合剂喷射在预先指定区域中，来固定一层，升降台下移，不断重复直到工件完成，最后除去模型上多余的粉末材料即可

▶ **【3DP技术的优点】：**

1) 无需激光器等高成本元器件。成本较低，且易操作易维护。

2) 加工速度快，可以25毫米/小时的垂直构建速度打印模型。

3) 可打印彩色原型。这是这项技术的最大优点，它打印彩色原型后，无需后期上色，目前市面上的3D体验馆中3D打印人像基本采用此技术。

4) 没有支撑结构。与SLS一样，粉末可以支撑悬空部分，而且打印完成后，粉末可以回收利用，环保且节省开支。

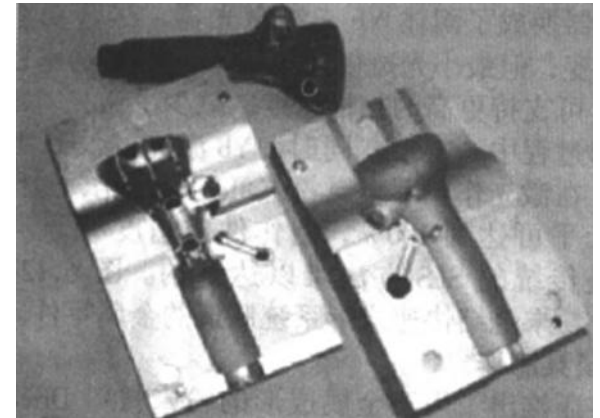
5) 耗材和成形材料的价格相对便宜，打印成本低。

▶ **【3DP技术的缺点】：**

1) 石膏强度较低，不能做功能性材料。且打印成品易碎。

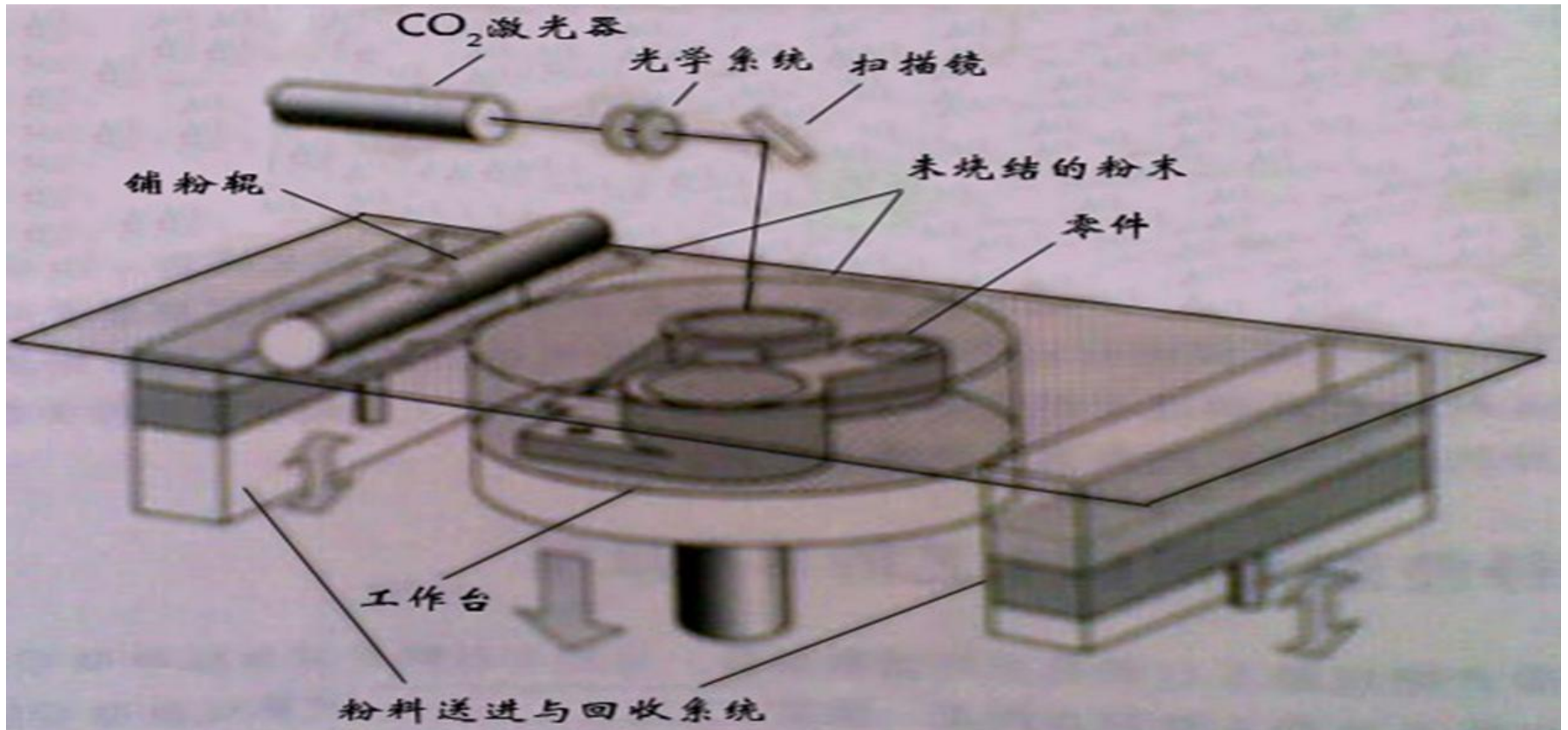
2) 表面手感略显粗糙，这是以粉末为成形材料的工艺都有的缺点。

3.SLS, 选区激光烧结, Selective Laser Sintering。



- ▶ **【技术原理】**：该技术采用铺粉将一层粉末材料平铺在已成型零件的上表面，并加热至恰好低于该粉末烧结点的某一温度，控制系统控制激光束按照该层的截面轮廓在粉层上扫描，使粉末的温度升到熔化点，进行烧结并与下面已成型的部分实现粘结。一层完成后，工作台下降一层厚度，铺料辊在上面铺上一层均匀密实粉末，进行新一层截面的烧结，直至完成整个模型。

SLS原理图



▶ **【SLS技术的优点】：**

1) 可用多种材料。其可用材料包括高分子、金属、陶瓷、石膏、尼龙等多种粉末材料。特别是金属粉末材料，是目前3D打印技术中最热门的发展方向之一。

2) 制造工艺简单。由于可用材料比较多，该工艺按材料的不同可以直接生产复杂形状的原型、型腔模三维构建或部件及工具。

3) 高精度。一般能够达到工件整体范围内（0.05-2.5）mm的公差。

4) 无需支撑结构。叠层过程出现的悬空层可直接由未烧结的粉未支撑。

5) 材料利用率高。由于不需要支撑，无需添加底座，为常见几种3D打印技术中材料利用率最高的，且价格相对便宜。

▶ **【SLS技术的缺点】：**

1) 表面粗糙。由于原材料是粉状的，原型建造是由材料粉层经过加热熔化实现逐层粘结的，因此，原型表面严格讲是粉粒状的，因而表面质量不高。

2) 烧结过程有异味。SLS工艺中粉层需要激光使其加热达到熔化状态，高分子材料或者粉粒在激光烧结时会挥发异味气体。

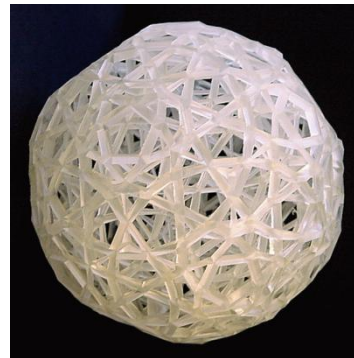
3) 无法直接成型高性能的金属盒陶瓷零件，成型大尺寸零件时容易发生翘曲变形。

4) 加工时间长。加工前，要有2小时的预热时间；零件构建后，要花5~10小时时间冷却，才能从粉末缸中取出。

5) 由于使用了大功率激光器，除了本身的设备成本，还需要很多辅助保护工艺，整体技术难度大，制造和维护成本非常高，普通用户无法承受。

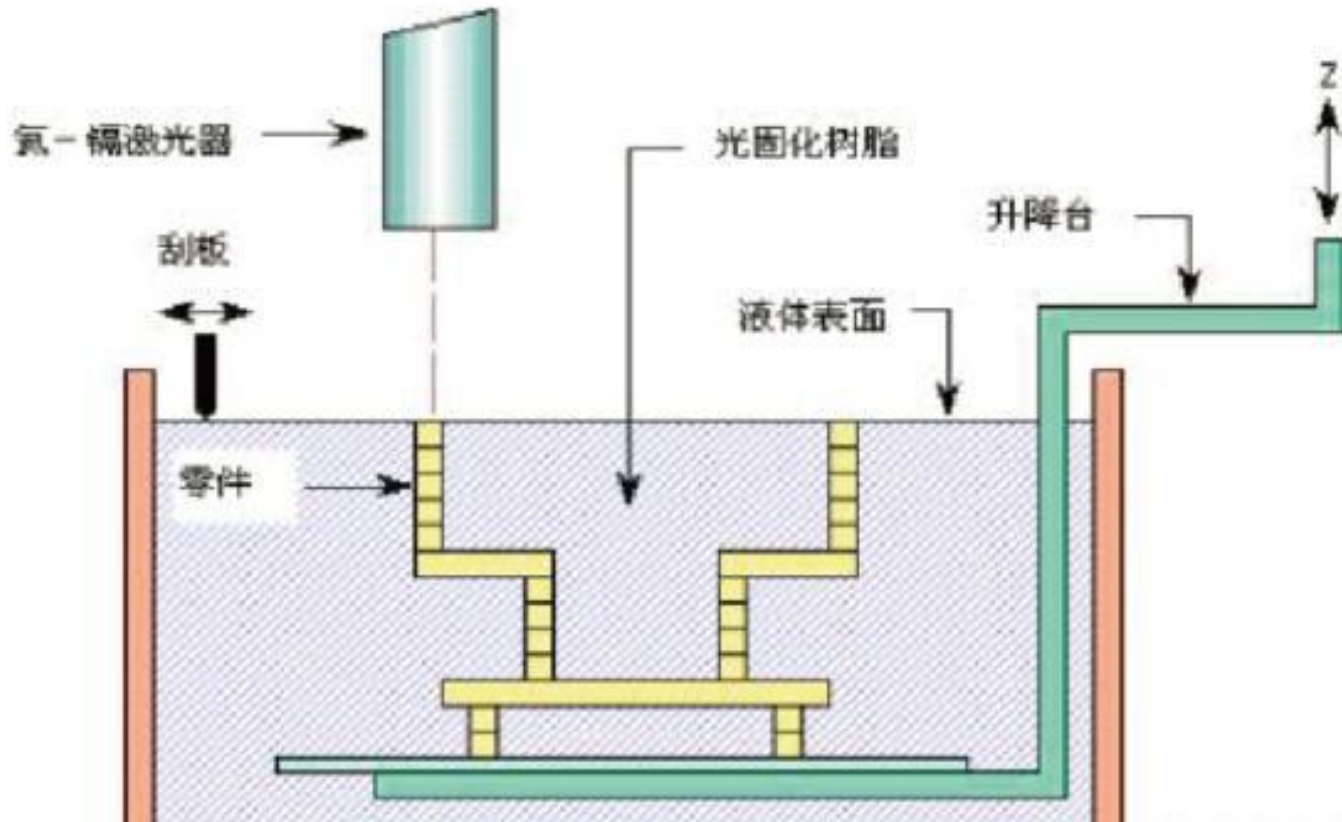
▶ 参考SLS原理说明文档。

4.SLA, 立体平版印刷技术, Stereo Lithography Appearance.



- ▶ **【技术原理】**：在液槽中充满液态光敏树脂，其在激光器所发射的紫外激光束照射下，会快速固化（SLA与SLS所用的激光不同，SLA用的是紫外激光，而SLS用的是红外激光）。在成型开始时，可升降工作台处于液面以下，刚好一个截面层厚的高度。通过透镜聚焦后的激光束，按照机器指令将截面轮廓沿液面进行扫描。扫描区域的树脂快速固化，从而完成一层截面的加工过程，得到一层塑料薄片。然后，工作台下下降一层截面层厚的高度，再固化另一层截面。这样层层叠加构成建构三维实体。

SLA原理图



▶ **【SLA技术的优点】：**

1) 发展时间最长，工艺最成熟，应用最广泛。在全世界安装的快速成型机中，光固化成型系统约占60%。

2) 成型速度较快，系统工作稳定。

3) 具有高度柔性。

4) 精度很高，可以做到微米级别，比如0.025mm。

5) 表面质量好，比较光滑：适合做精细零件。

▶ **【SLA技术的缺点】：**

1) 需要设计支撑结构。支撑结构需要未完全固化时去除，容易破坏成型件。

2) 设备造价高昂，而且使用和维护成本都不低。SLA系统需要对液体进行操作的精密设备，对工作环境要求苛刻。

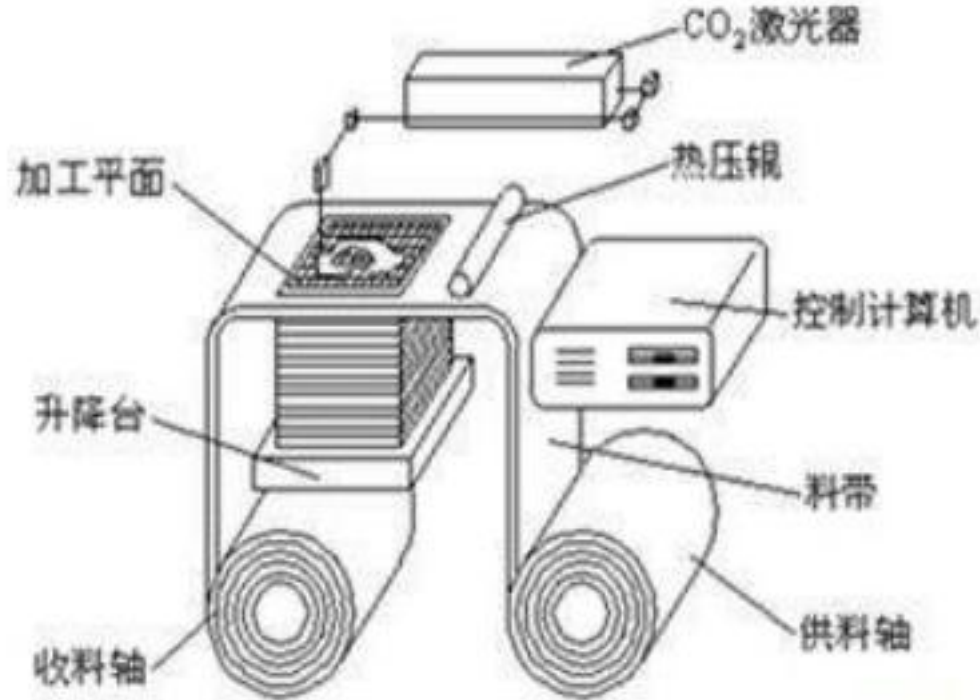
3) 光敏树脂有轻微毒性，对环境有污染，对部分人体皮肤有过敏反应。

4) 树脂材料价格贵，但成型后强度、刚度、耐热性都有限，不利于长时间保存。

5) 由于材料是树脂，温度过高会熔化，工作温度不能超过 100°C 。且固化后较脆，易断裂，可加工性不好。成型件易吸湿膨胀，抗腐蚀能力不强。

5.LOM分层实体成型工艺， Laminated Object Manufacturing。

叠层实体制造LOM(laminated object manufacturing) 工艺是快速原型技术中具有代表性的技术之一，是基于激光切割薄片材料、由黏结剂黏结各层成形，在我国也称为分层实体制造SSM(slicing solid manufacturing)。



- ▶ **【技术原理】**：激光切割器将沿着工件截面轮廓线对薄膜进行切割，可升降的工作台能支撑成型的工件，并在每层成型之后降低一个材料厚度以便送进将要进行粘合和切割的新一层材料，最后热粘压部件将会一层一层地把成型区域的薄膜粘合在一起，就这样重复上述的步骤直到工件完全成型。

▶ **【LOM技术的优点】：**

1) 成本低。使用小功率CO₂激光器价格低、使用寿命长。

2) 可制作大中型零件。这是由于其中没有涉及化学方应，成型过程更稳定。同时，强度也能达到大中型零件要求。

3) 成型快速。切割过程仅需切割截面内外轮廓，内部无需加工，从而是一个高速的快速成型工艺。常用于加工内部结构简单的大型零件及实体件。

4) 不存在收缩和翘曲变形，同时无需支撑结构。

▶ **【LOM技术的缺点】：**

1) 不能制造中空构建，构建部件内部结构不能太复杂。

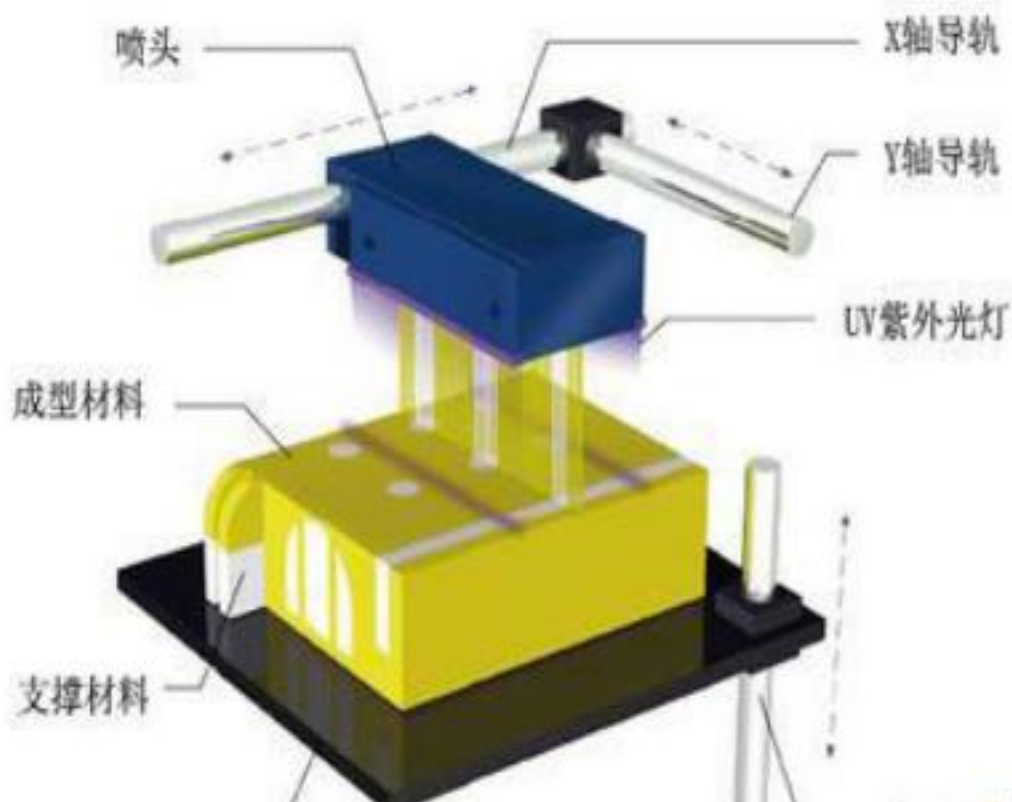
2) 比较浪费材料。目前常用的材料只是纸。

3) Z轴精度比SLA低，精度可达0.1毫米。

4) 纸制领进很容易吸潮，成型后必须立即进行后处理、上漆。

5) 需要专门的实验室环境，维护费用高。加工室温度过高可能引发火灾，因此，工作过程需专职人员值守。

6. PolyJet 聚合物喷射技术



- ▶ **【技术原理】**：如喷墨打印机一样，向构建平台上一层一层的喷树脂，同时用紫外线灯将其快速固化。它的材料树脂分为支撑材料和模型材料，可以由不同的喷头喷射，成型后支撑材料可以被轻易地冲洗掉。

▶ **【Polyjet技术的优点】：**

1) 质量高。领先于市场的最高可达16微米的分辨率，确保获得流畅且非常精细的部件与模型。

2) 精确度高：精密喷射与构建材料性能可保证细节精细与薄壁。

3) 清洁。适用于办公室环境，采用非接触式树脂载入/卸载，容易清除支撑材料，容易更换喷射头。

4) 快捷。得益于全宽度上的高速光栅构建，可实现快速的流程，可同时构建多个项目，并且无需事后凝固。

5) 多用途：FullCure材料品种多样，可适用于不同几何形状、机械性能及颜色部件，Polyjet Matrix技术还支持多种型号（多种颜色）材料同时喷射。

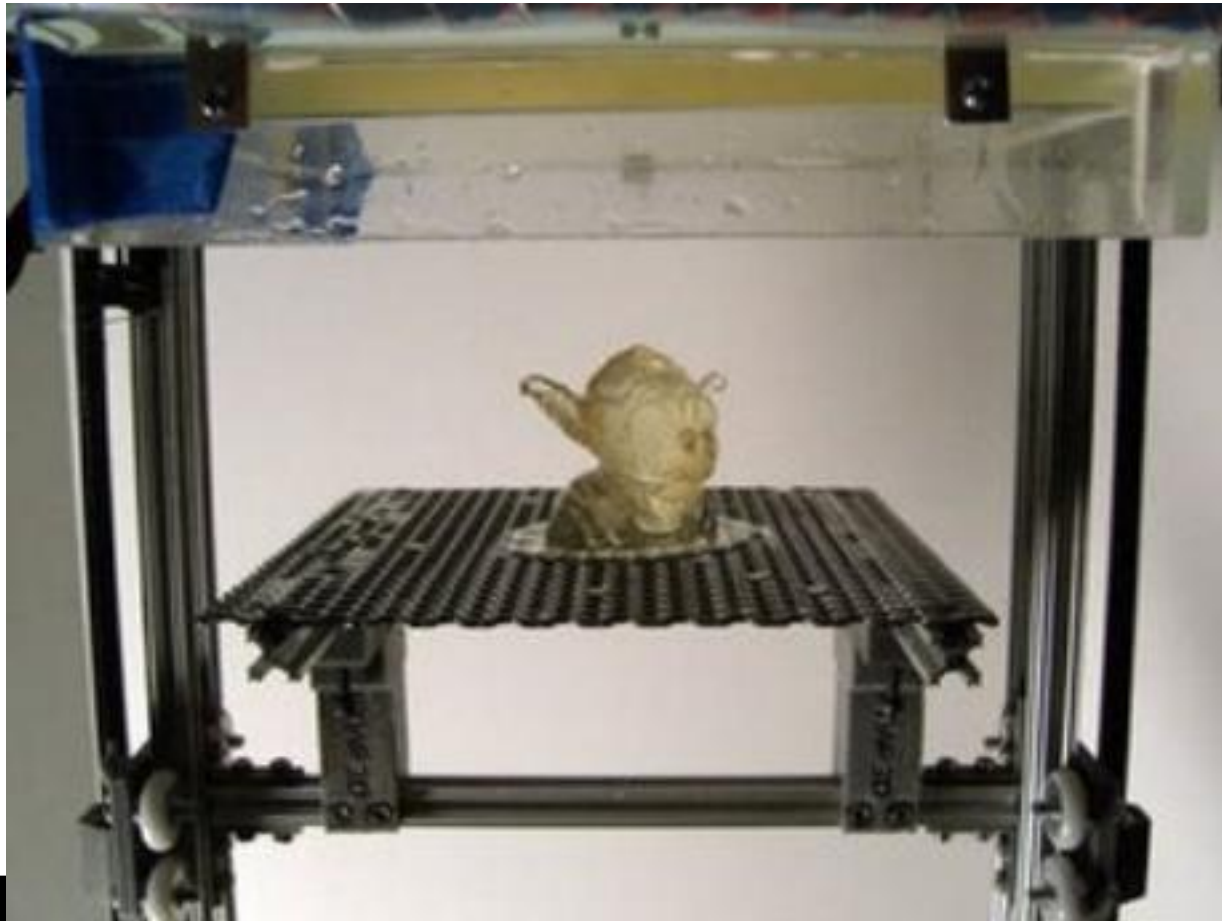
▶ **【Polyjet技术的缺点】：**

1) 需要支撑结构。

2) 耗材成本相对高。与SLA一样使用光敏树脂作为耗材，成本相对较高。

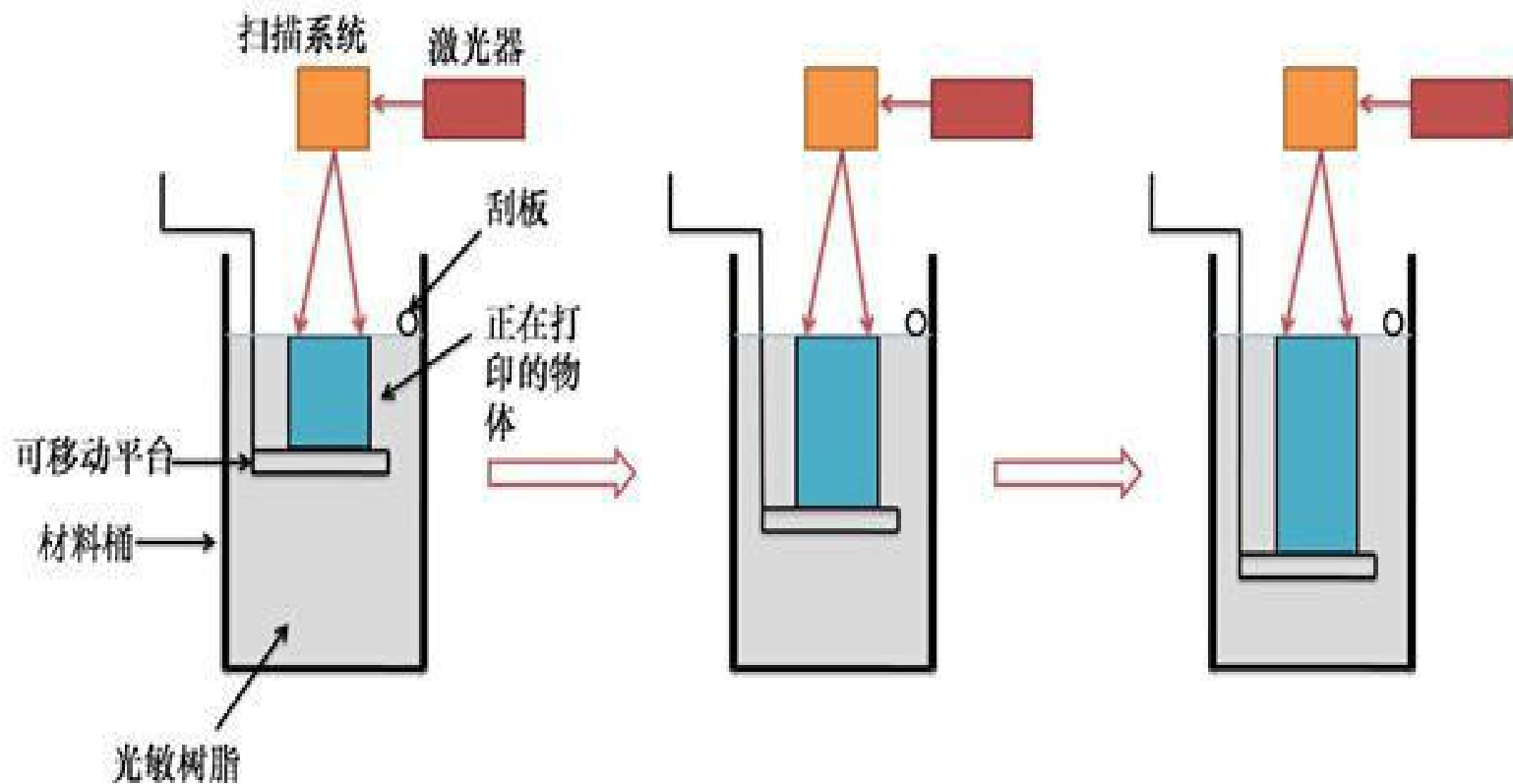
3) 强度较低。由于材料是树脂，成型后强度、耐久度等于SLA一样，都不是很高。

7.DLP激光成型技术， Digital Light Processing。



- ▶ **【技术原理】**：与SLA光固化成型技术相似，都是利用感光聚合材料（主要是光敏树脂）在紫外光照射下会快速凝固的特性。不同的是，DLP技术使用高分辨率的数字光处理器投影仪来投射紫外光，每次投射可成型一个截面。因此，从理论上，速度也比同类的SLA快很多。

DLP激光成型原理图



▶ 【DLP技术的优点】：

1) 精度高。其在材料属性、细节和表面光洁度方面可以媲美注塑成型的耐用塑料部件。

2) 速度快。由于每次投射直接成型一个面，工件的长度（X轴长度）和宽度（Y轴长度）尺寸并不影响成型速度，成型速度仅受工件高度（Z轴长度）的影响。理论上，要比SLA快很多。

3) 造价低。由于无需激光头发射激光来固化成形，仅使用成本极低的灯泡进行照射即可满足成型要求。整个系统没有喷射部件，所以没有传统成型系统喷头堵塞的问题，使得维护成本大大降低。

4) 开源。国外一名叫Tristram Budel的创客发布了一款DLP3D桌面打印机，并将所有技术细节免费共享。开源和创客运动能有效帮助该技术往更高质量和更低成本上发展。

▶ **【DLP技术的缺点】**（与SLA相似）：

- 1) 需要设计支撑结构。
- 2) 树脂材料价格贵，但成型后强度、刚度、耐热性都有限，不利于长时间保存。
- 3) 由于材料是树脂，温度过高会熔化，工作温度不能超过 100°C 。且固化后较脆，易断裂，可加工性不好。成型件易吸湿膨胀，抗腐蚀能力不强。

8.UV紫外线成型技术



- ▶ **【技术原理】**：和SLA立体平板印刷技术比较类似，不同的是它利用UV紫外线照射液态光敏树脂，一层一层由下而上堆栈成型。

▶ **【优点】：**

- 1) 成型过程没有噪音，精度在同类技术中精度最高。
- 2) 造价低，利用紫外光照射即可。

▶ **【缺点】：**

- 1) 需要设计支撑结构。
- 2) 树脂材料价格贵，但成型后强度、刚度、耐热性都有限，不利于长时间保存。
- 3) 由于材料是树脂，温度过高会熔化，工作温度不能超过 100°C 。且固化后较脆，易断裂，可加工性不好。成型件易吸湿膨胀，抗腐蚀能力不强。

3D打印技术方法	基本材料
立体平版印刷，或光固化 (Stereo lithography, SLA)	光硬化树脂 (photopolymer)
分层实体制造 (Laminated object manufacturing, LOM)	纸、金属膜、塑料薄膜
选择性激光烧结 (Selective laser sintering, SLS)	热塑性塑料、金属粉末、陶瓷粉末
熔融沉积成型 (Fused deposition modeling, FDM)	热塑性塑料，共晶系统 金属、可食用材料
激光熔覆快速制造技术 (Laser Engineering Net Shape , LENS)	几乎任何合金
三维打印 (Three-Dimensional Printing , 3DP)	陶瓷粉末，金属粉末
数字光处理 (DLP)	液态树脂
熔丝制造 (Fused Filament Fabrication, FFF)	聚乳酸 (PLA)、ABS树脂
融化压模 (Melted and Extrusion Modeling, MEM)	金属线、塑料线
电子束熔化成型 (Electron beam melting, EBM)	钛合金
选择性热烧结 (Selective heat sintering, SHS)	Thermoplastic powder
粉末层喷头三维打印 (Powder bed and inkjet head 3d printing , PP)	