

分辨率、打印尺寸与精度相关性

提到 3D 打印，经常会听到分辨率、打印尺寸与精度的话题，它们经常被拿出来讨论，但却又很难搞懂。今天我们一起弄清楚他们之间的关系。

1、屏幕分辨率和打印尺寸

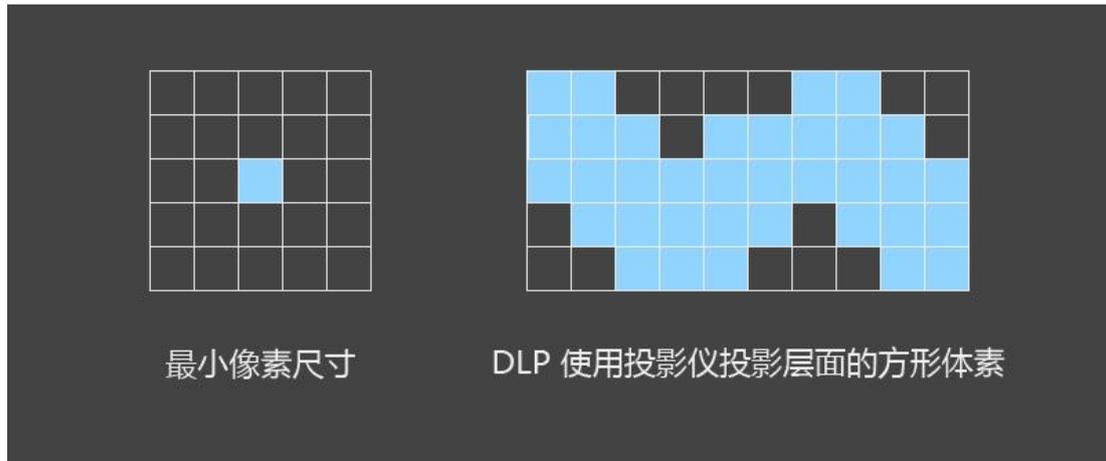
树脂 3D 打印包含了立体平版印刷术（SLA），数字光处理（DLP）以及液晶显示（LCD）三种常见打印方式，他们三者使用不同的光源来固化模型，一层层地成型。

通常情况下，我们常说的分辨率指的是屏幕的像素数量，同样地，对于 3D 打印来说，分辨率指的是光源下成像的一定数量的像素点，如：SLA 的激光光源，DLP 的投影光源，LCD 的 LED 光源。要弄清楚 SLA/DLP/LCD 三种光固化其中的区别，首先要了解他们的成像原理。

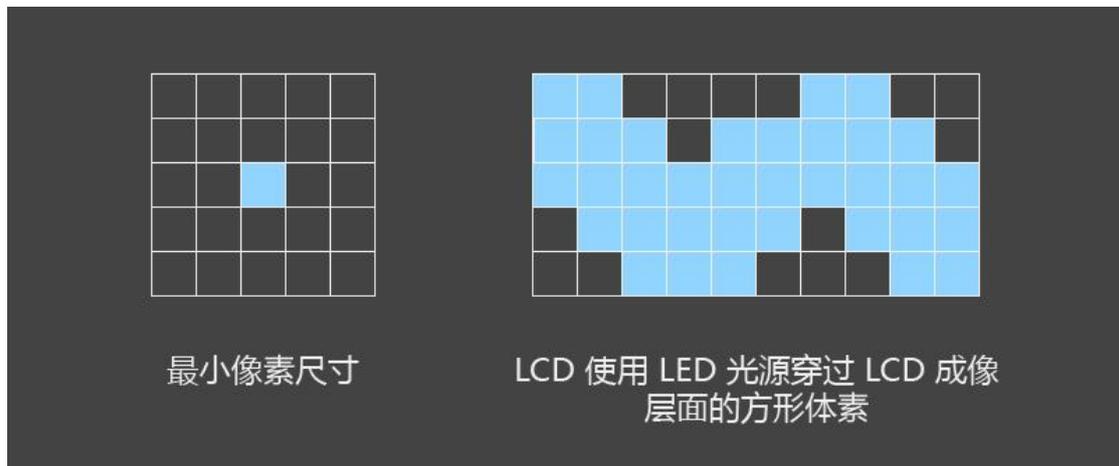
SLA 是通过用紫外激光去勾勒模型的每一层，由两个连接电机的振镜驱动，他们被称为“电流计”或“检流计”(一个在 X 轴，一个在 Y 轴)。两个镜子把激光快速瞄准到目标打印区域，一边移动一边固化树脂。为了打印出一个实体物体，SLA 必须将实体一层一层地分解成一系列的点和线，这些点和线传递给“检流计”，形成一组坐标，激光会追踪它们的成像轨迹。



DLP 使用数字投影仪在整个平台上一次性地投影每一层的单个图像。由于每一层的图像都是数字显示，因此它是由许多正方体素组成的。



LCD(MSLA) 和 DLP 几乎一样，但是 LCD(MSLA) 是 LED 光源而不是投影仪光源。屏幕充当掩膜，只显示当前层所需的像素。



打印精度和像素数量成正比，和打印尺寸成反比。

例如，某打印机在 X 轴方向的成型宽度是 68mm，X 轴方向的像素数量为 1440，那么，其 X 轴方向的像素精度为：

$$\frac{68mm}{1440px} \approx 47\mu m$$

Y 轴方向同理。需要注意的是，由于每个像素都包含 TFT 元件且相邻像素之间有间距，每个像素的有效曝光面积会略小于这里的计算出来的单个像素面积。

通常人们用像素每英寸（PPI）来衡量屏幕的像素精度：

$$PPI = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\text{屏幕对角线长度}}$$

PPI 越高，则像素精度越高。

如果设置时，分辨率和打印尺寸不匹配，模型就会扭曲和失真。

在 3D 打印的众多影响因素中，没有哪个因素能比 XY 轴分辨率（最小成像精度）对精度的影响更大。XY 轴分辨率是在光源在水平方向固化某一条线或某个层面的最小成像尺寸。一般说来，像素精度越小，细节呈现越好。

2、层厚

分辨率和屏幕尺寸共同决定模型在 XY 方向上的精度，而层厚则决定了模型在 Z 方向上的精度。层厚即每次曝光前打印平台在 Z 方向上相比于前一次曝光时的相对位移距离，层厚越小，模型精度越高，当然所花费的打印时间也会更长。打印平台是由步进电机通过丝杆进行控制的，理论上最小移动距离和步进电机的步距角和丝杆的导程（丝杆旋转一圈的位移距离）有关，但也可能会受到切片软件的限制。

$$\text{最小移动距离} = \frac{\text{丝杆导程}}{\text{步进电机旋转一圈的总步数（包括细分）}}$$

以步距角 1.8°，16 细分，2mm 丝杆导程为例，

$$\text{最小移动距离} = \frac{2\text{mm}}{\frac{360^\circ}{1.8^\circ} \times 16 \text{ 细分}} = 0.625 \mu\text{m}$$

除了屏幕分辨率和层厚，还需要考虑到很多其他影响因素。当开始 3D 打印时，要保持耐心，不要一开始就期待完美的打印质量，经验都是在试错中积累的。最后再强调的是，精准的 3D 切片设置对于 3D 打印质量尤为重要。