

# 第二次课程设计

## 3D 打印模型切割

要求：四人一小组，以小组为单位，完成并提交代码、PPT、编译结果至 ftp，提交的文件夹以小组成员名字命名。

3D 打印是采用将截面逐层堆叠这一工作方式打印，因此必须要有支撑结构为模型提供支撑，否则模型会因为重力原因塌陷。

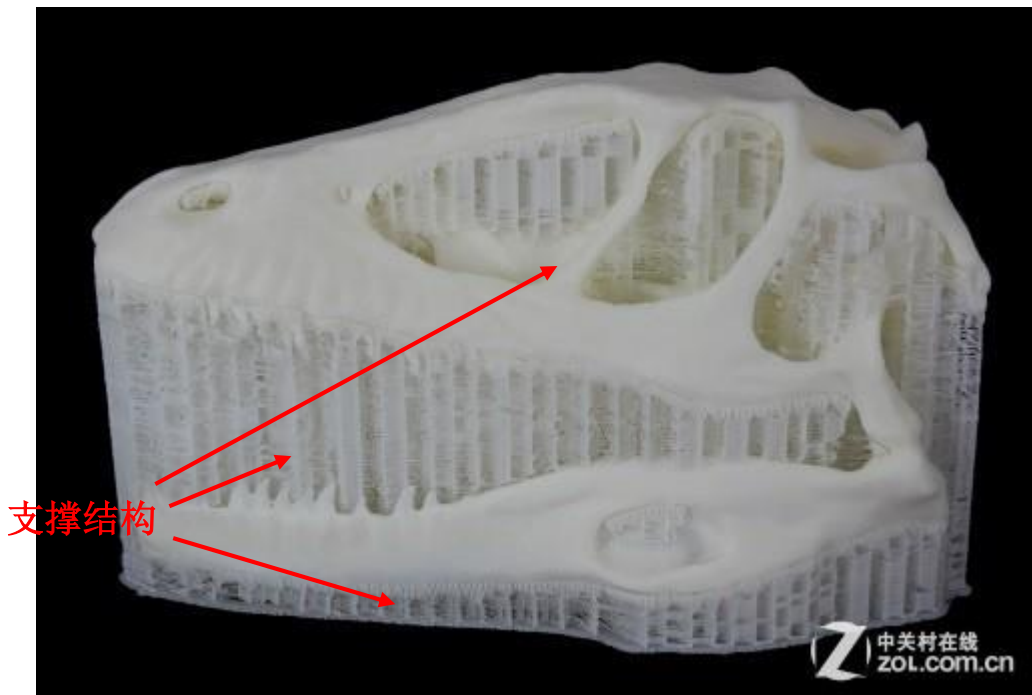


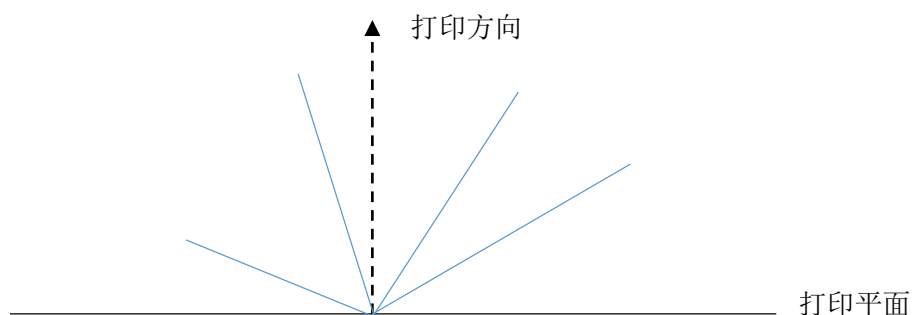
图 1 3D 打印中支撑结构示意图

3D 打印机软件读取的模型称为网格模型，是通过一系列相互连接的面片来表示的，通常我们使用三角形面片来表示要打印的模型表面。组成网格模型的三角形面片越大，则模型越粗糙；面片越小，则模型越精细。3D 打印机有一个打印平面，打印方向与它垂直。假设现在有一个由三角形面片组成的模型要打印，如果面片满足与打印平面的夹角大于  $\theta$  角，就可以不需要支撑结构打印这些面片；如果面片与打印平面的夹角小于  $\theta$  角，则需要对该面片生成垂直于打印平面的支撑结构。

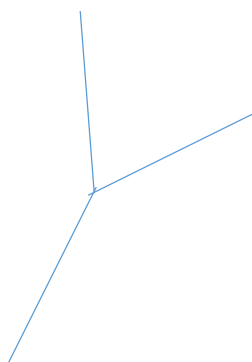
由于支撑结构在打印结束后必须剥除，因此如果不需要支撑结构就能打印出模型，可以节省很多打印原料。我们的一个节省打印原料的思路是将模型切割成多个子模型，每个子模型都满足不需要支撑结构即可打印的要求，将这些子模型单独打印，最后组装，通过这种方法实现不需要支撑结构就能打印出整个模型的目的。

网格模型的每个面片都和打印平面比较夹角非常繁琐，下面介绍一种更为简单的方法。根据网格模型，可以通过算法得到相应的骨架模型，骨架模型由骨架点和连接骨架点的线段组成。可以比较骨架模型中线段与打印平面的夹角，由此确定该条线段对应的一段网格模型是否需要支撑结构。

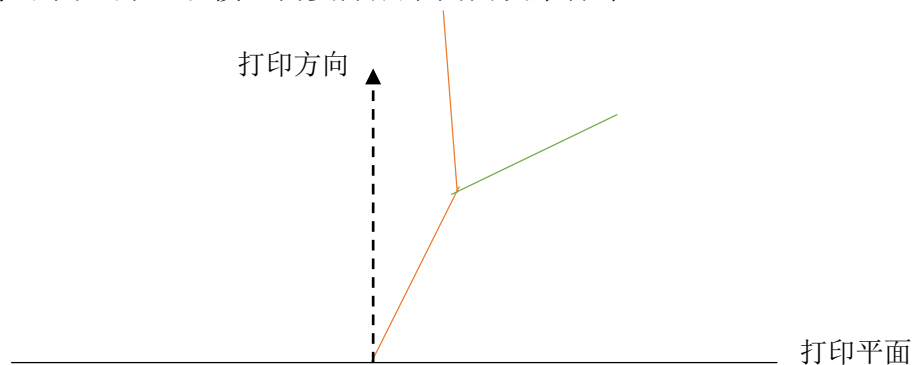
假设有一系列线段要打印。3D 打印有一个打印平面，打印方向与它垂直，只要满足每条打印线段与打印平面的夹角大于  $\theta$  角，就可以不需要支撑结构同时打印这些线段。



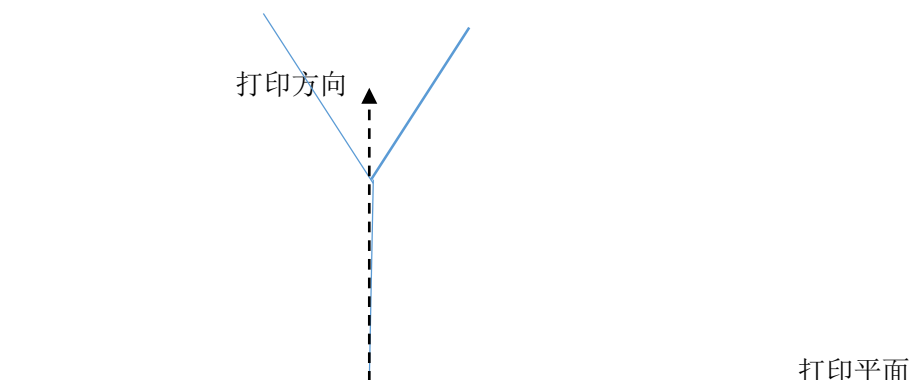
假设  $\theta$  角要求为  $45^\circ$ ，那么下面这个图形需要分成几块来打印？



假如打印平面为水平面，那么该模型需要分成下面两块来打印。



然而如果我们将该模型旋转一个角度，那么该模型可以一次全部打印，不需要分成两块。



本次课程设计将以下图所示的树模型为处理对象，树的网格模型文件保存在“tree\_mesh.txt”中，树的骨架模型文件保存在“tree\_skeleton.txt”中，将它们绘制在一张图中，则得到如图 2 所示的网格骨架图（可查看 1OrigMeshSkeleton.fig）：

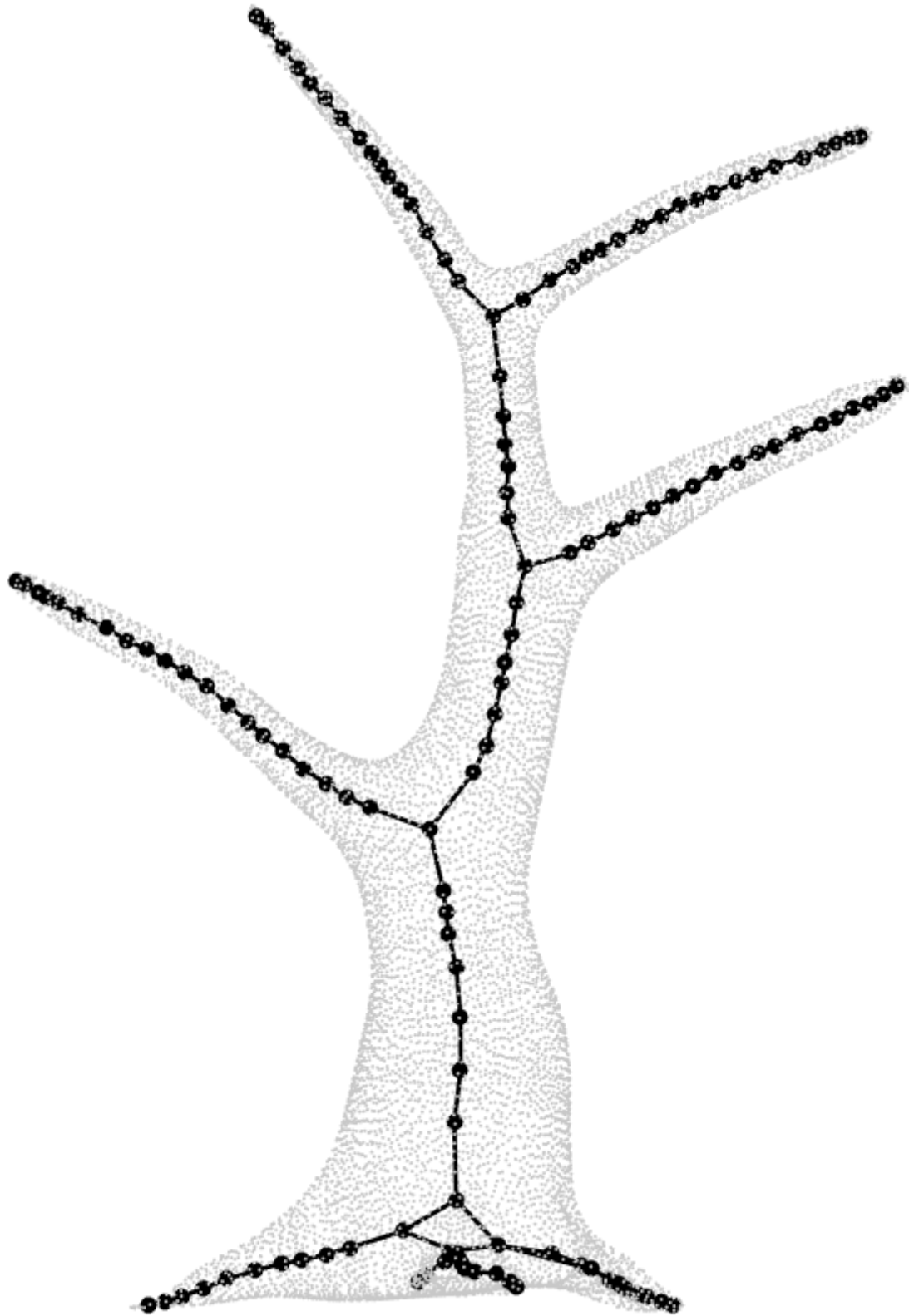


图 2 树的网格骨架图

以切割后子模型数目最少为优化目标，经过计算，得到的最优子模型切割（即骨架切割）方案如图 3 所示（可查看 2CutMeshSkeleton.fig），不同颜色对应不同子模型的骨架。

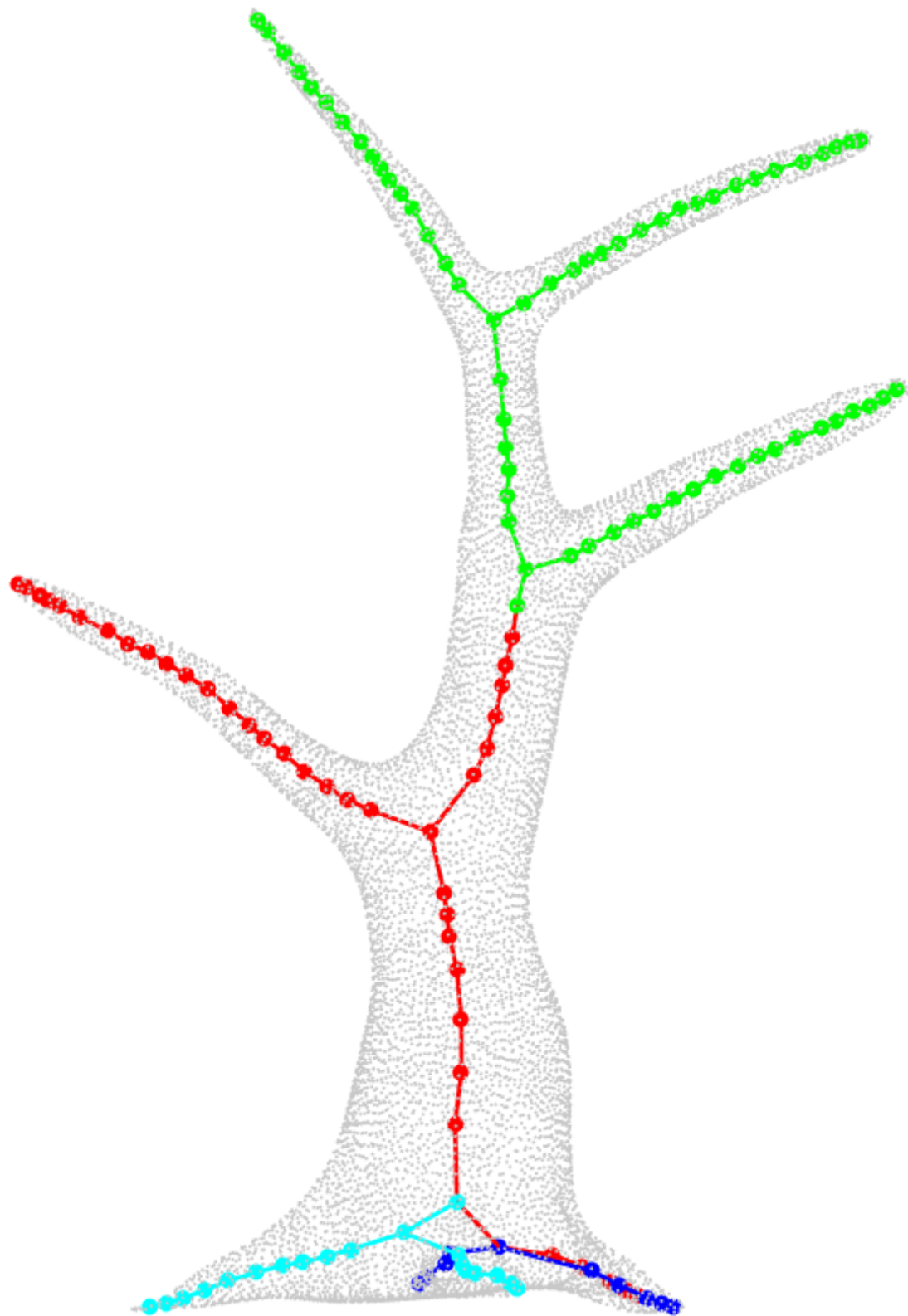


图 3 最优子模型切割方案

作为切割节点的骨架点编号可以自行通过绘图读取，以下为本次大作业需完成的主要内容：

1、根据网格文件和骨架文件，绘制如图 2 所示的网格骨架图。用不同颜色绘制如图 3 所示的最优切割方案图。

2、将角度  $\theta$  设置为一个变量，假设  $\theta$  角为 20 度，确认每个子模型的打印平面应当通过的骨架点编号（某些子模型有多个切割平面，但不是每个切割平面都适合做打印平面，如红色子模型），**设计算法求打印**平面的单位法矢量；已知打印平面通过的骨架点及其法矢量，在网格模型上绘制如图 4 所示的切割曲线（可查看 3PlotCutLines.fig）。图 4 可作为参考，实际上每个子模型可能有多个合适的打印平面，尽量选择切面周长最小的打印平面。在最终答辩时需详细描述本组求解打印平面法矢量的算法和绘制切割曲线的方法。

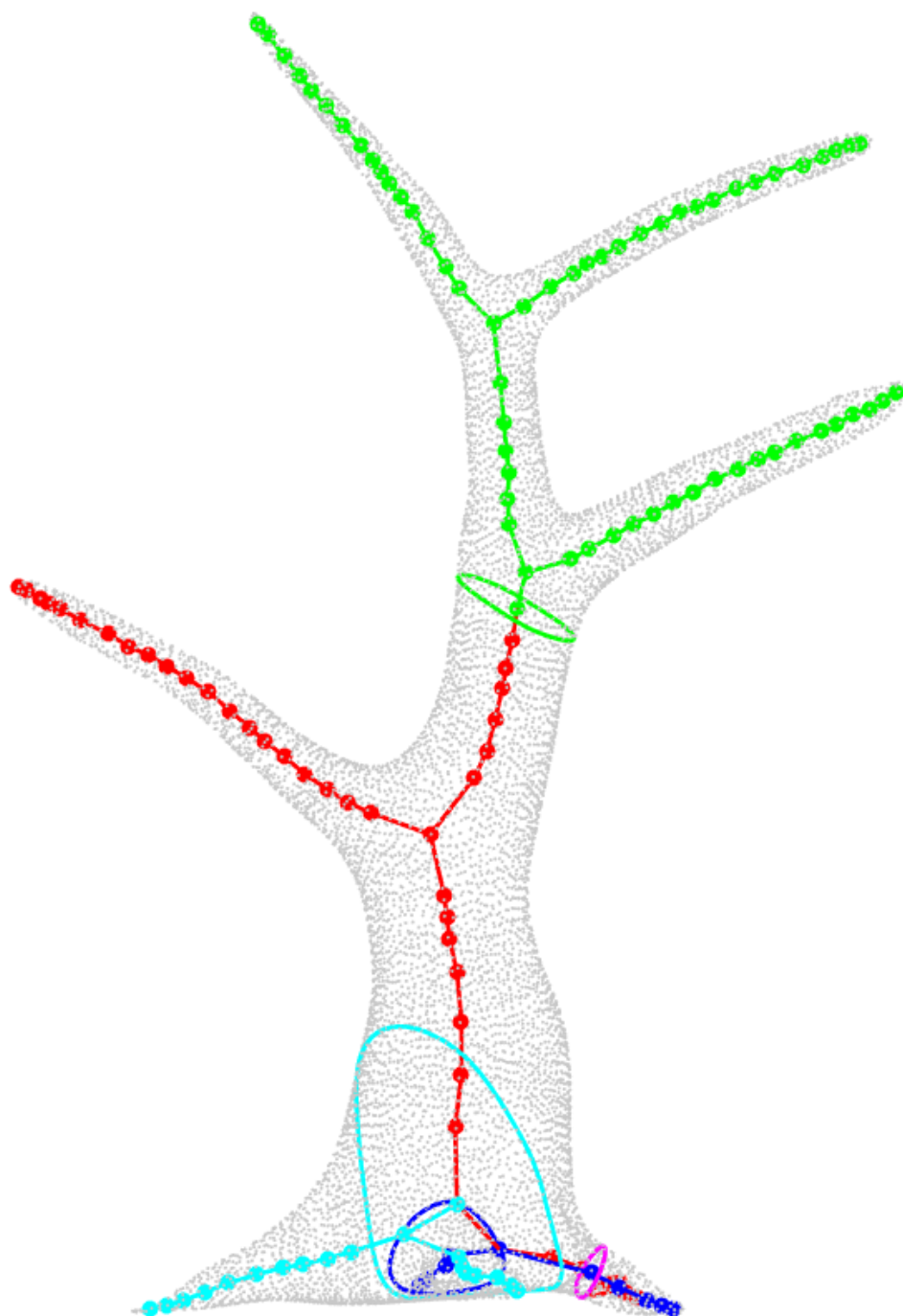


图 4 子模型对应的切割结果

3、把原模型切割成多个子模型，并分别保存每个子模型的网格文件（txt 类型）。注意每个子模型切口处的点应当组成平滑的切面（即在原始网格模型中新增一些切割点，如果没有新增切割点会扣分）。图 5 是切割后绿色子模型的网格图（可查看 4PlotCutPart1.fig）。注意，切割后的子模型显示时打印平面要旋转至水平面。

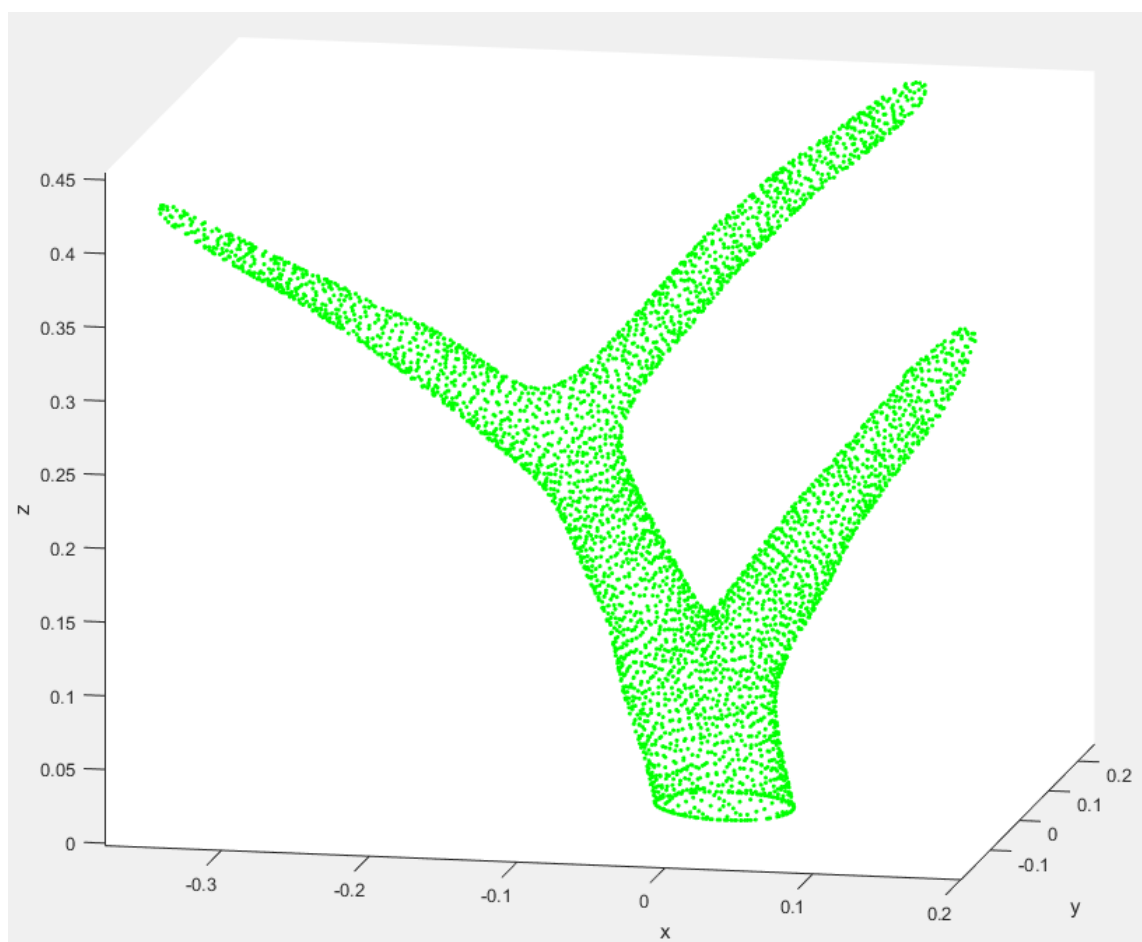


图 5 绿色子模型的网格图

4、设计一个 3D 打印机的用户界面，**读取**树模型的网格文件并显示网格图，**读取**树模型的骨架文件并在网格图上显示骨架（绘制图 2）；设置一个**按键**，按下该按键时，显示由不同颜色表示的最优子模型切割方案（绘制图 3）；**输入**打印平面上的骨架点编号，被选中的骨架点加粗表示，设置一个**按键**，按下该按键时，显示该骨架点对应的切割曲线（类似图 4，一步一步显示）；设置一个**按键**，按下该按键时，将树模型切割成多个子模型；设置一个保存**按键**，按下该按键时，保存切割后的子模型的网格图形；**读取**子模型的网格文件并显示网格图（绘制图 5），设置两个**按键**，按下按键 1 时，以点云的方式显示该子模型，按下按键 2 时，显示该子模型的所有三角形面片。