

用 OpenSCAD 构建校园建筑模型

陈俊廷 潘士杰 谢作如 浙江省温州中学

● 引言

在温州中学学习生活了三年，毕业了免不了怀念。图1是母校的标志性建筑——行政楼，别有一番气势。在温州中学学习期间，我经常泡在创客空间，也接触到很多3D打印的相关知识。毕业之际萌发了做一个学校标志性建筑模型的想法，以纪念自己难忘的高中时光，同时感谢母校为我提供了广阔的舞台。



图1

● 建模准备阶段

我最早接触使用的3D建模软件是Google SketchUp，类似SketchUp这类建模软件的建模主要基于画线成面，而后挤压成型建立三维模型。因此它的操作就像我们使用铅笔在图纸上作图一般，SketchUp软件本身能自动识别这些线条并加以自动捕捉。这类3D建模软件的优点就是交互式操作，效果直观简单。后来，我还在选修课上学习了OpenSCAD立体建模软件，这门课是一位数学老师教的。

OpenSCAD是一款用于创建立体三维CAD对象的免费开源软件。OpenSCAD软件的建模是在脚本文件中描述对象，用脚本语言进行3D编译并呈现3D模型，用户可以在建模的过程中轻松地更改任何步骤，甚至设计所定义的配置参数。软件的建模操作包括两方面：一方面是利用OpenSCAD中模型的基础组件语句，如方形、圆柱等，配置指定参数软件转换成对应的3D视觉模型，而不是数据模型；另一方面是利用OpenSCAD的功能语句，进行模型移动、组合、联合、区分、交集、镜像等操作。

但由于OpenSCAD偏于程式、参数化方面，而我又对自己的编程语言没有足够的信心，所以3D建模往往会选择交互式建模软件SketchUp。但是，在这栋楼的建模过程中，我发现大楼的建筑结构有许多重复之处，在SketchUp中操作显得太过繁琐，重复性的操作太多。想到OpenSCAD建模软件的代码建模能够彻底解决我的困扰，不仅修改方便，并且能够通过计算构

建精确的大楼模型，于是决定选择OpenSCAD这位久违的“老朋友”。

使用OpenSCAD建模需要提前进行计算，构思好每一个点的位置，规划好每一个部分的大小。于是，我画了一个行政楼的三视图草图，这个草图对之后的计算很有帮助，让建模过程也变得十分流畅。我画的正视图（如图2）中包括三维空间的X轴和Z轴。在正视图中，每一个点都标了相对应的坐标，这使得原本抽象的计算显得比较直观。在这个过程中，我主要选择了原图中比较容易实现的部分，对一些建模难以实现的部分做了相应简化。而且鉴于学校的3D打印机只有单色打印的功能，所以忽略了颜色参数的相关设置。俗话说，磨刀不误砍柴工。建模前期的画图工作不仅没有浪费时间，反而加快了我后续的建模进程，使得建模能够事半功倍。

● 建模过程

根据前期的构思，我选择从行政楼最主体的部分开始建

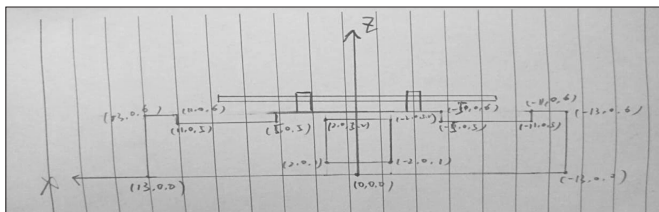


图2

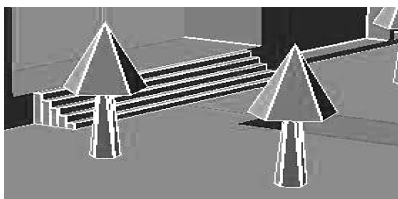


图3

模。行政楼主体首先是采用一个长方体去除中部的大门部分。在OpenSCAD的建模语言中,这部分首先需要用到的是长方体语句——`cube([width,height,depth])`,即设置相应的长宽高作长方体。大门部分采用差集语句——`difference()`,即由第一个多面体去除第一个以外的多面体。相关坐标点定位和移动用的是`translate([x,y,z])`,即设置相应的向量参数进行模型的移动。使用OpenSCAD时特别需要注意的是`cube`语句的后面是带有分号的,而`translate`则不需要。这也是我刚开始没注意而常犯的错误。

行政楼主体部分的建模语言如下:

```
difference()      //由第一个多面体, 减去除第一个以外的多面体
{
    translate([-15,-15,-2]) //依照[-15,-15,-2]向量进行平移
    cube([30,45,2]);      //以30, 45, 2作为长宽高作长方体
    translate([-0.5,2,-0.8]) //依照[-0.5,2,-0.8]向量进行平移
    cube([1,30,0.9]);      //以1,30,0.9作为长宽高作长方体
}
```

行政楼主体部分建模结束之



图4

后,接下来的工作就是在原有的基础上一点一点增加细节。在这一过程中,还需要用到OpenSCAD中的并集语句——`union()`,即多个多面体的总和是或运算;交集语句——`intersection()`,即得出多个多面体相交的部分,是与运算。模型部分还用到了柱体语句——`cylinder(h,r1,r2,center)`,多面体语句——`polyhedron(points,triangles,convexity)`,球体语句——`sphere(radius)`等。从上述部分我们也可以发现OpenSCAD的建模语言其实还是比较简单的,大部分和英语单词的意思相对应,理解起来十分容易。

行政楼主体部分完成之后的工作就是添加许多细节,包括窗户、水池、树等。当然树的模型进行了一定的简化,用的是两个柱体的组合。程序语言如下:

```
union() //多个多面体的总和(或运算)
{
    translate([2.5,2,0]) //依照[2.5,2,0]向量进行平移
    cylinder(h=1.5,r1=0.15,r2=0.05,$fs=10); //以1.5作高,0.15,0.05分别为上下圆半径作圆锥体,$fs是毫米表示角,表示周长除以数值,单位是毫米
```

```
translate([2.5,2,1]) //依照[2.5,2,1]向量进行平移
    cylinder(h=1,r1=0.4,r2=0,$fs=10); //以1作高,0.4,0分别为上下圆半径作圆锥体
}
```

树的效果如图3所示。

● 遇到的问题

1. 行政楼顶的曲线

行政楼房顶有较大弧度的曲线(如图4)。曲线在3D建模中一直是一个比较难处理的部分。我在SketchUp中采用的方案是利用一个圆斜截一个圆锥从而得到抛物线,再通过相应操作进行调整找到需要的弧度。但在利用OpenSCAD脚本语言建模的过程中,虽然也可以用CSG模型解决曲线的问题,但涉及的运算却是我没有学过的,因此,行政楼房顶的曲线弧度只能用长方体替代。

2. 效果图显示部分

从下页图5的代码输入界面中可以看出,行政楼中间的大门和楼顶两个长方形凹槽部分应该是被打通的。然而在效果图显示时,从不同的角度查看,却有一层绿色的图层若隐若现,时有时无,让我比较困扰。参考OpenSCAD中自带范例的效果图显示,以及咨询老师,发现他们都没有遇到过这种情况,效果图显示打

通了就是显示空白了。老师建议尝试修改相关参数，发现只要将对应的参数稍微加大，让其处于完全贯穿状态，而不是恰好打通，效果图中就不会出现这一绿色图层。所以建议在设置OpenSCAD代码参数时需要根据具体情况做相应计算，参数设置要合理，否则可能会影响之后的建模及效果图呈现。图6是修改后的代码参数及效果图。

3. 行政楼房间

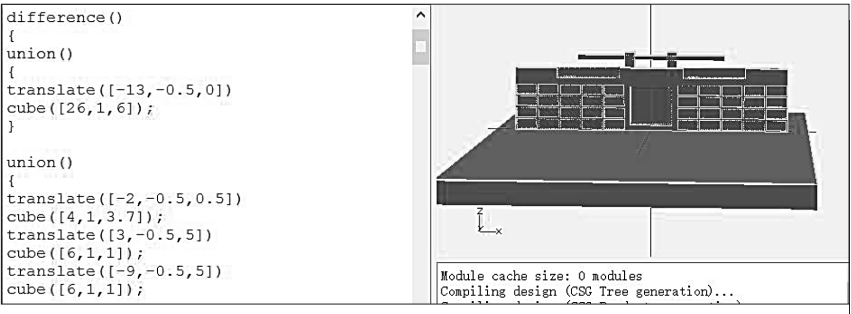


图5

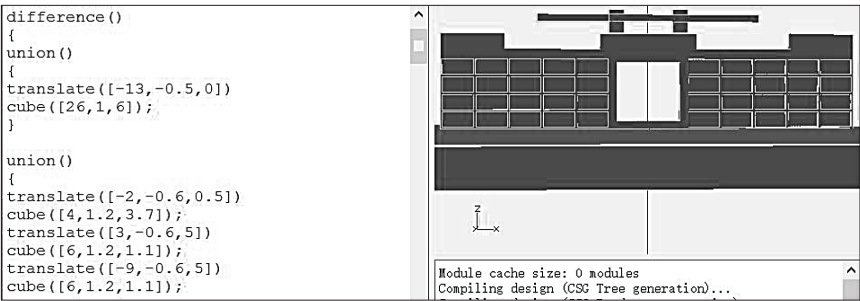


图6

行政楼中的房间这些大量重复性的建模我采用最基础的方法，就是在OpenSCAD中复制相应代码，改变部分参数，操作非常便捷。其实OpenSCAD中循环语句可以更好地解决这个重复性操作的问题，在软件的很多example中也采用了循环的方法。但是由于我对循环语句并不能娴熟应用，只好采用复制粘贴再修改的笨办法。但即便没有采

用循环语句，我觉得这也远比在互动式建模软件中大量的重复操作要快捷许多。

● 结束语

在OpenSCAD建模软件的学习中，我的收获还是很大的，不仅学会了这款免费开源的建模软件，而且自己面对陌生事物的心态有了改变，很多事情只有着手之后才会发现远没有你想象的困难。

3D建模能给我带来快乐，看着

自己的想法一点点变成现实，二维的行政楼平面照片变成三维的立体模型，一种成就感油然而生，这应该也是创客动手制作的最大动力来源吧！虽然对于OpenSCAD的建模操作我只能算入门，但相信会慢慢熟练。同时，我也会去接触和学习其他的建模软件，因为我觉得3D打印的学习是一件充满乐趣的事情。希望自己能从中收获更多，也希望

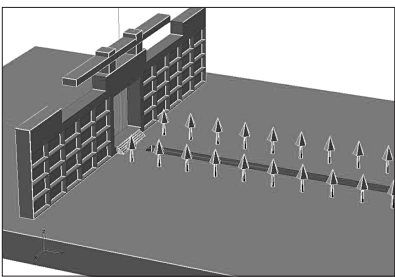


图7

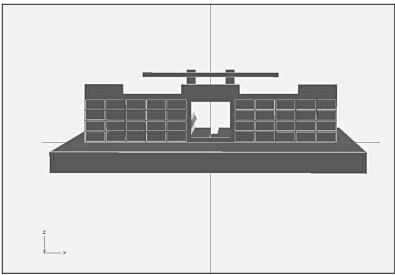


图8

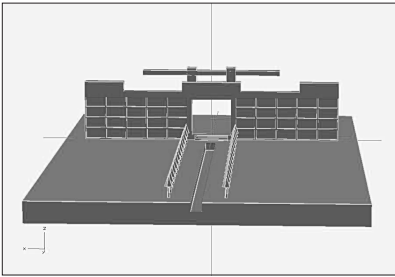


图9

和大家一起交流有关OpenSCAD这款软件的建模心得以及有关3D打印的学习体会。最后附上温州中学行政楼模型效果图（如图7~图9）。e

如果对相关内容感兴趣，请关注主持人博客。

