

# 用MakerBrush制作齿轮传动模型

寿芳琴 浙江省诸暨市山下湖镇中心小学  
谢作如 浙江省温州中学

学科关键词：数学、物理、计算机

齿轮是一种轮缘上有齿的机械元件,属于常见的简单机械。通过齿轮间的组合及转动让物体运动或传递动力,即齿轮传动。生活中齿轮传动的应用非常广泛。古代的水力翻车、记里鼓车,以及后期发明的机械钟表中都有使用齿轮传动结构。《义务教育小学科学课程标准》中,齿轮是“常见的简单机械”中的学习重点。

利用激光切割机,结合奥松板来制作一些大小不一、形式多样的齿轮,让学生研究齿轮传动,研究简单机械装置是如何传递改变力的大小和方向,是非常有价值的教学活动。但设计齿轮并不容易,我们找不到好用的工具,直到发现了MakerBrush软件。

## ● 设计工具分析

MakerBrush软件是一款用三维的形式来设计二维作品的建模软件,尤其适合用来设计制作激光切割方面的模型。软件的入门门槛很低,通过面板工具选择确定图形,并对图形选区进行绘制擦除、移动翻转等操作,以此实现模型的搭

建。一般来说,经过一两个小时的操作学习后,即可掌握基本功能。

利用MakerBrush的基本图形,可以设计各种形状的齿轮,但是技术门槛略高。因为齿轮看起来简单,但是两个齿轮的有效咬合,需要考虑的因素很多。为了方便中小学师生设计齿轮, MakerBrush团队专门设计了“齿轮生成器”这一工具。

## ● 齿轮传动模型的制作过程

以设计一个齿轮带动物体(火柴人)做圆周运动的模型为例。这个作品除了需要制作一个盒子和几个火柴人模型之外,还需要绘制齿轮组合。火柴人的制作可以利用软件的基本图形进行组合绘制,盒子的制作也可以利用基本图形,再结合榫卯连接来完成,而模型中的齿轮绘制则有两种实现方法。

方法一: 利用基本图形设计齿轮

通过工具面板的基本图形进行叠加,可以绘制出齿轮,大致步骤如下: ①用鼠标点击面板中的“简单工具”按钮,选择“基本的圆形”,将

圆形的直径大小设置为39mm,点击笔刷进行绘制。②同理,选择长方形,将它的宽设置为3mm,高设置为57mm,同样点击笔刷进行绘制。③通过键盘上的方向键,将长方形选区进行90度旋转,点击笔刷进行绘制。④按住Shift键的同时按字母键Q或E,将长方形选区的旋转角度调整为45度,点击笔刷进行绘制(注:使用组合键微调前,需要提前通过点击“Tab-命令面板”,选择“首选项”,将“光标旋转”启用)。⑤退出绘制状态,选中8齿齿轮,鼠标右击选择复制,通过键盘上的ASDW键移动选区到合适的位置,通过Shift键和字母键的组合将图形选区旋转22.5度(360/齿轮齿数),点击笔刷进行绘制。⑥重复上述操作,完成多齿轮的绘制(如下页图1~图6)。

方法二: 利用齿轮生成器设计齿轮

使用方法一绘制的齿轮属于“直线齿廓”齿轮。直接使用齿轮生成器,绘制的齿轮则属于“渐开线齿廓”齿轮。绘制步骤如下: ①用

鼠标点击面板中的“预制”按钮,单击“导入工具”,选择“齿轮生成器”。②将齿数设置为32个,节圆直径为39mm,第二齿轮齿数为18,并将连接方式更改为平面,点击笔刷进行绘制。③更改第二齿轮的齿数,设置

为64个,移动齿轮组选区至恰当位置,点击笔刷进行绘制。④退出绘制状态,选择单个齿轮,鼠标右击选择复制,将齿轮模型移动到合适的位置,点击笔刷进行绘制,以此实现多个齿轮咬合(如图7、图8)。

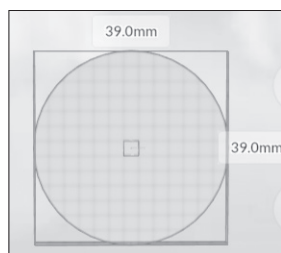


图1

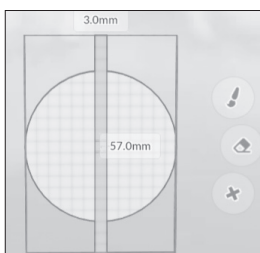


图2

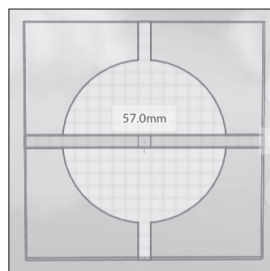


图3

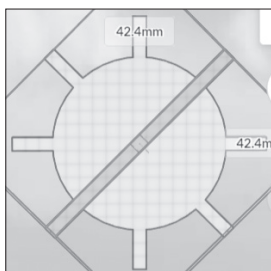


图4

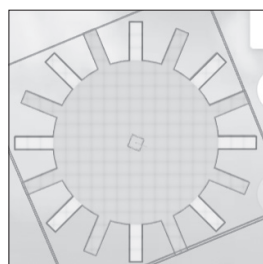


图5

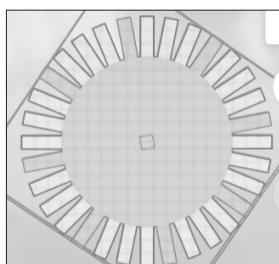


图6



图7

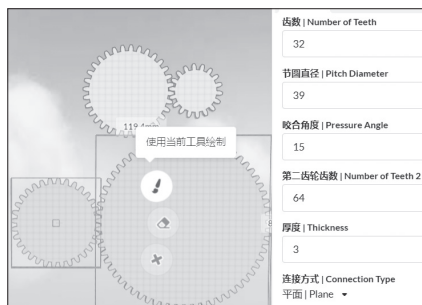


图8

通过“预制”导入“齿轮生成器”是软件专业版里的功能,需要收费。在免费版中,可以通过点击“使用生成器”,选择“齿轮生成器”。二者绘制方法一样,区别在于免费版每次只能绘制一对齿轮,且只有导出功能,不过也已经可以满足常见的需求了。

### ● 两种方法设计的齿轮模型对比

用“直线齿廓”齿轮组合的模型虽然能够实现传动,但因齿轮间隙不一样,齿数少则咬合松动,齿数一多则无法实现有效咬合。这类齿轮组合,齿轮数量一多,就很难实现传

动效果。

“渐开线齿廓”齿轮在生活中的使用频率很高,渐开线的设计使得齿轮间的啮合程度非常高。利用这一特性能够制作出精密的传动模型。古代的记里鼓车就是通过齿轮传动实现1公里敲鼓一次,根据鼓声次数来推算行车路程。在这类齿轮组合中,我们可以通过“对齿法”和“周长法”计算齿轮间转动的圈数和频率等。因此用齿轮生成器制作的传动模型里,我们可以算出32齿的齿轮旋转一周,会带动64齿的齿轮旋转半周;反之,64齿的齿轮旋转1周,则会带动32齿的齿轮旋转两周。

本文中的模型是利用螺丝和橡皮圈来实现齿轮的转动,如果增加一个竖轮并结合TT马达,就能制作更精致的电控齿轮传动模型。完成模型设计制作后,导出图纸,用任何一款激光切割机都能制作出实物。

《中小学综合实践活动课程指导纲要》提出要培养学生的“创意物化”能力:积极参与动手操作实践,熟练掌握多种操作技能,综合运用技能解决生活中的复杂问题。齿轮传动模型的设计,可以作为一个经典的创客活动案例,有助于增强学生的创意设计、动手操作、技术应用和物化能力。*e*

本文为2019年度温州大学面向基础教育课题“中学‘物理+发明’创新教育课程的开发与实践研究”阶段性成果,课题号:WDZD201901。