

# 网板周赛第 55 期 T2：圆在圆外交替滚动

课件编号：30662



整个制作分为三大板块：

## 【板块一】制作大圆上均匀分布的圆，并能够交替空位

- 1、参数说明： $r$ →大圆半径； $n$ →大圆上分布的小圆的个数； $t$ →控制整个运动的变量，范围设置为  $0 \sim n$ ；
- 2、对象[6]，[7]：将坐标原点  $O$  向右平移  $r$  个单位，得点  $O_1$ ，作两点圆；
- 3、对象[10]：以点  $O$  为中心，将点  $O_1$  逆时针旋转  $\text{floor}(t) * (2 * \pi / n)$ （弧度），得到大圆上的动圆圆心  $O_2$ ；

对象[12]：将点  $O_2$  以点  $O$  为中心，缩放  $1 + \sin(\pi/n)$ ，得到点  $O_4$ ；

**说明：**大圆上均匀分布  $n$  个小圆，利用正  $n$  边形的计算，可知大圆半径与小圆半径（即正  $n$  边形的边长的一半）之比为： $\sin(\pi/n)$ ；

对象[13]：将点  $O_4$  绕点  $O_2$  逆时针旋转  $2 * \pi / 3$ （弧度）得到点  $O_5$ ；

对象[14]、[15]、[16]：以点  $O_2$  为圆心，作过  $O_4$ 、 $O_5$  的弧，并修改属性为扇形且填充，然后将得到的扇形以点  $O_2$  为中心，逆时针旋转  $2 * \pi / 3$ （弧度）两次，得到小圆上的另外两个扇形，并修改区别填充颜色；

- 4、对象[11]：将点  $O_2$  以点  $O$  为中心，逆时针旋转  $2 * \pi / n$ （弧度）得到点  $O_3$ ；
- 5、对象[17]：设计迭代如图，得到大圆上均匀分布的  $n$  个小圆，并隐藏对象[11] ~ [16]。

此时，变化参数  $t$  的值，看看效果。



**复盘反思：**此处点  $O_1$  实际可以不作，则对象[7]中的圆改为心径圆，对象[10]中的点  $O_2$  修改点值为  $\text{floor}(t) * (2 * \pi / n)$  即可。

## 【板块二】制作大圆外滚动的小圆

此处为该课件制作的难点所在，

突破思路：用动射线与动圆的交点的方式获得滚动的圆的圆心。

动射线：以大圆圆心为起点，大圆上的一点决定方向的射线；

动圆：圆心为大圆上的点，半径为  $2*r*\sin(\pi/n)$  的圆。

- 6、计算  $m0$ :  $t - \text{floor}(t)$ ，将参数  $t$  在每两个整数之间的小数部分取出来，故范围始终为  $0 \sim 1$ ，用以控制当大圆上的空位确定后，小圆在外围的一次完整滚动；
- 7、对象[20]、[21]：将点  $O2$  绕点  $O$  逆时针旋转  $2*\pi*m0$ （弧度），得到点  $O6$ ，并作射线  $OO6$ ，得到动射线；
- 8、计算  $m1$ :  $\text{floor}(m0*2*n)$ ，作用将一次旋转过程分解为  $2n$  个片段；
- 9、计算

$$m2: \text{if}(m0 < 1/(2*n), 1, m0 > (2*n-1)/(2*n), -1, (\text{mod}(m1, 2) + m1)/2);$$

- 10、对象[23]、[24]：将点  $O2$  以点  $O$  为中心，逆时针旋转  $m2*(2*\pi/n)$ （弧度）得到点  $O7$ ，以点  $O7$  为圆心， $2*r*\sin(\pi/n)$  为半径作圆，得到动圆；

**说明：**此处用  $m0$  控制一次完整滚动，通过观察，将其分为  $2n$  个片段，第一段和最后一段绕对应圆心旋转  $\pi/3$  弧度；第  $2 \sim 2n-1$  片段，每两段为一组，绕对应圆心旋转  $\pi + 2*\pi/n - 2*\pi/3$ （弧度），故关键就是找对应圆心；

通过分析，获得， $m1$  和  $m2$  之间的对应关系如下表：

$m1$	0	1	2	3	4	...	$2n-3$	$2n-2$	$2n-1$
$m2$	1	1	1	2	2	...	$n-1$	$n-1$	-1

故采用  $\text{if}$  函数来实现，对中间  $m1$  取  $1 \sim 2n-2$  部分，寻找到通项公式：

$$(\text{mod}(m1, 2) + m1)/2;$$

- 11、对象[25]：取动射线和动圆的交点，即在大圆外滚动的小圆的圆心；
- 12、对象[27]、[28]：将交点以点  $O7$  为圆心，作缩放  $3/2$ ，得到滚动圆上的一点，用两点圆工具作出此滚动圆。

### 【板块三】制作滚动圆上一点的自转，从而实现“真”滚动

#### 13、计算

$m3: ((2*r*\sin(\pi/n))*((\pi+2*\pi/n-2*\pi/3)*(n-1)+2*\pi/3))/(2 * \pi * r*\sin(\pi/n))$ ,

即滚动圆上的点自转的圈数，即滚动圆（用其圆心计算）走过的路程除以滚动圆的周长。滚动圆走过的路程通过上述做圆心的过程可以分析计算得出；

14、对象[29]：在滚动圆上取点，设置其点值为  $m0*m3*(2*\pi)$ ，从而实现滚动圆上的点的自转；

对象[30] ~ [33]：制作滚动圆上的三个扇形，填色；

15、对象[34]、[35]：制作参数  $t$  驱动下，滚动圆的圆心及其圆上一点的轨迹。

**瑕疵：**在制作滚动圆的圆心过程中，由于动射线的起点和动圆的圆心不在同一个位置，从而造成射线和圆弧的交点相对于参数  $t$  应该不是均匀的；滚动圆上的点的点值设置只受参数  $t$  的影响，所以是均匀的；所以滚动圆的滚动实际上在某些位置有一定的“打滑”现象。

以上仅为个人拙见，不当之处，还望批评指正！！