基础入门篇之反射器

——Snowolf

大家久等了，第一篇因为撰写未审缘故，出现了很多错误，感谢大家的支持、理解。

反光杯光学设计序言：

设计情况 1：

光斑=直射部分（杂光部分）+直射部分（有效区域）+反射部分（有效区域）

设计情况 2：

光斑=直射部分（有效区域）+反射部分（有效区域）

大部分是情况 1，思考为什么会有情况 2 存在？

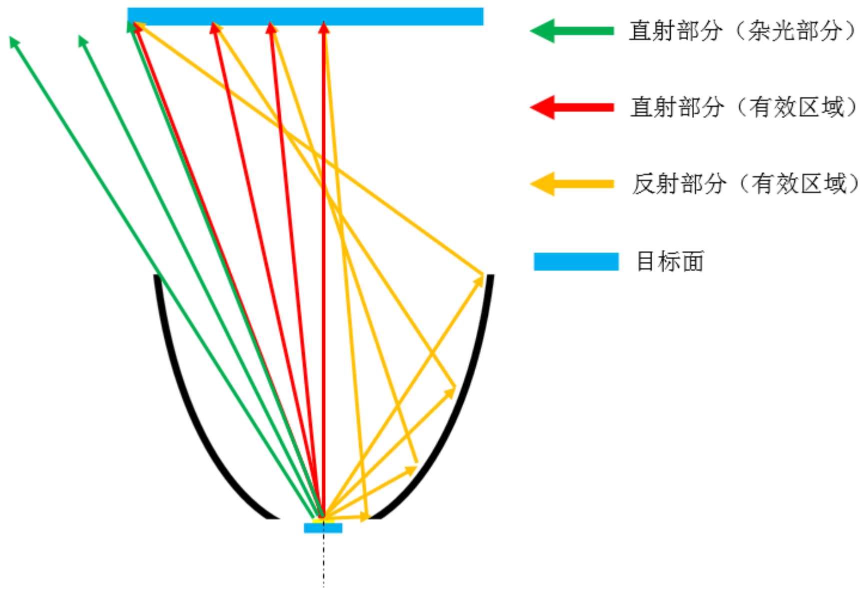
案例 2 反光杯（光面、镜面）

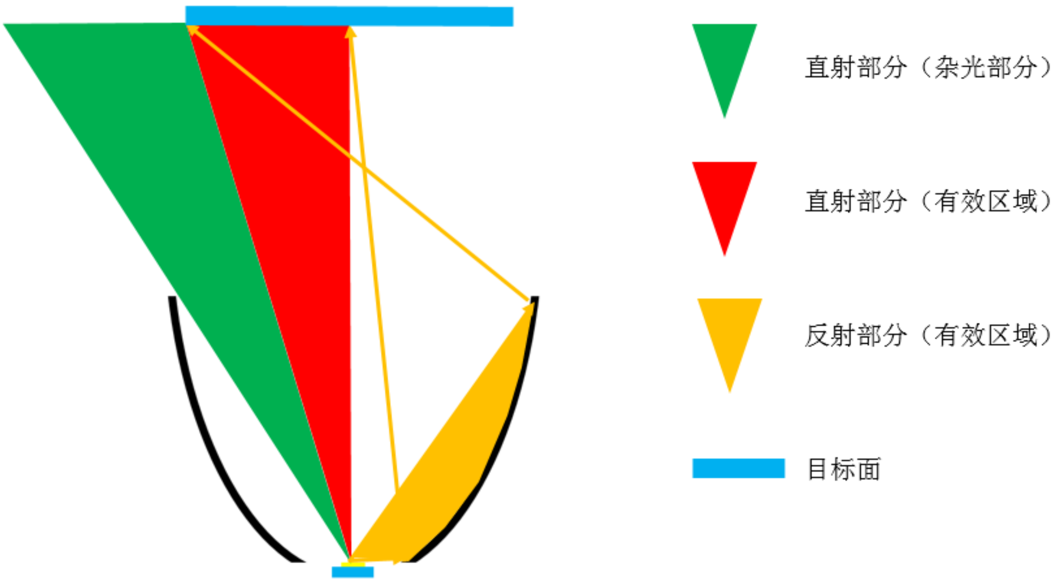
我仅根据情况 1，做如下教程。

光源：点光源

目的：光斑照度均匀分布

目标面为蓝色区域，但部分光直射出去，打在目标面之外，出现杂光，这是反光杯的缺陷。





原理一样，建立能量映射关系（光源与目标面的对应关系）：

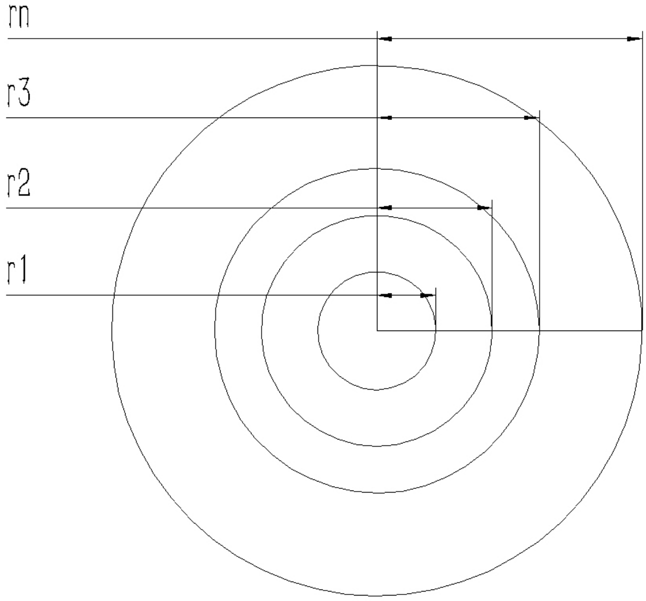
一、能量方程推导

目标面划分(这次我们先目标面划分**)**

为 n 份：对应的半径划分为：r1、r2、r3……rn

目标面划分	第 1 份	第 2 份	第 3 份	第……份	第 n 份
光通量	Φ1	Φ2	Φ3	……	Φn
面积	S1	S2	S3	……	Sn

半径	r1	r2	r3	……	Rn



发光角度为γ，高度为 h，

有效利用率：η=（Φ总-Φ杂）/Φ总

则目标面半径为：R=h*tan(γ)

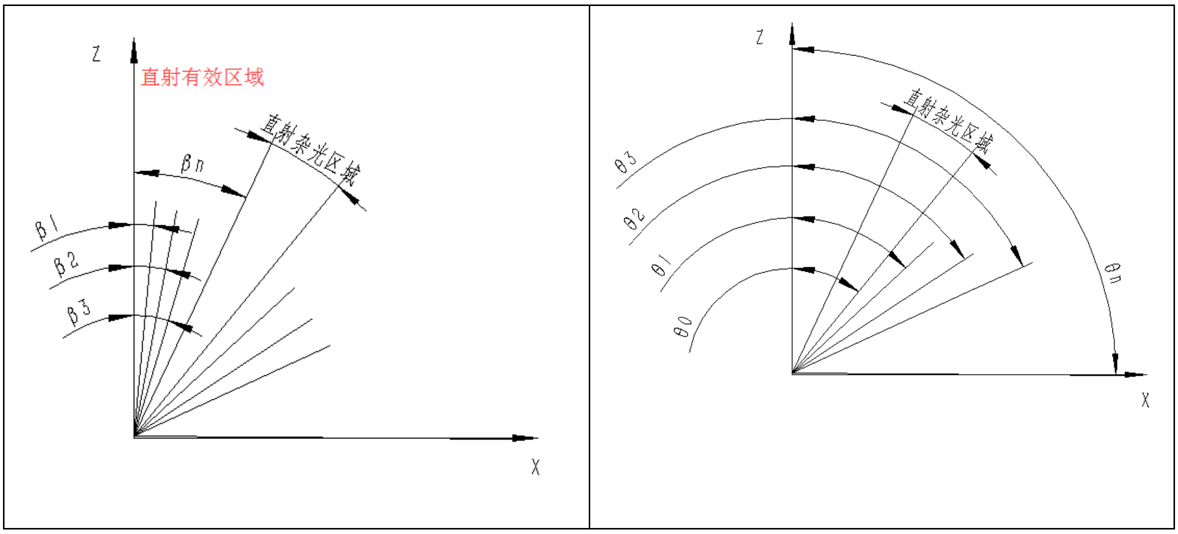
Ev=Φ总*η/（π*R^2）

S=r^2*π

Φ= S* Ev= r^2*π*Φ总*η/（π*R^2）=Φ总*η*r^2/ R^2

即：Φ=Φ总*η*r^2/ R^2 （a）

光源划分



直射有效区域划分

n 份：对应的角度划分为：β1、β2、β3……βn

反射区域划分（这图没有画好）

n 份：对应的角度划分为：θ1、θ2、θ3……θn

注：直射杂光区域不用考虑，即 βn—θ0 区域不考虑

Φ与θ对应的关系如下:

光源划分	第 1 份	第 2 份	第 3 份	第……份	第 n 份
光通量	Φ1	Φ2	Φ3	……	Φn
直射区域角度	β1	β2	β3	……	βn
反射区域角度	θ1	θ2	θ3	……	θn

注：目标面照射能量有两部分组成，直射有效区域+反射区域

假设总光通量为$\Phi_{总}$，每一份满足关系为：

$\Phi 1=\Phi_{总}/n$;	$\Phi 3=\Phi_{总}/n*3$;`
$\Phi 2=\Phi_{总}/n*2$;	。。。。。。
$\Phi n=\Phi_{总}/n*n=\Phi_{总}$	

思考一：如何建立每一个β、θ与Φ对应的关系？

$$\Phi = \int_0^{\beta} I_0 * \cos(\beta) 2\pi \sin(\beta)\, d\beta + \int_{\theta}^{\pi/2} I_0 * \cos(\theta) 2\pi \sin(\theta)\, d\theta$$

伯体光源满足关系　　$\Phi_{总} = I_0 * \pi$;

推导结果：

$$\Phi = \Theta_{总} * \sin(\beta)^2 + \Theta_{总} * \cos(\theta)^2 \qquad (1)$$

$$\mathrm{Sin}(\beta) = r/\mathrm{sqrt}(r^2+h^2) \qquad (2)$$

结合（1）、（2）计算出：

$$\Phi = \Phi_{总} * r^2/(r^2+h^2) + \Phi_{总} * \cos(\theta)^2 \qquad (b)$$

结合光源划分与目标面划分方程（a）、（b）

$$\boldsymbol{\Phi = \Phi_{总} * \eta * r^2/R^2} = \Phi_{总} * r^2/(r^2+h^2) + \Phi_{总} * \cos(\theta)^2$$

推导：$\theta = \mathrm{acos}(\mathrm{sqrt}(\eta * \boldsymbol{r^2/R^2 -} r^2/(r^2+h^2)))$　（能量方程）

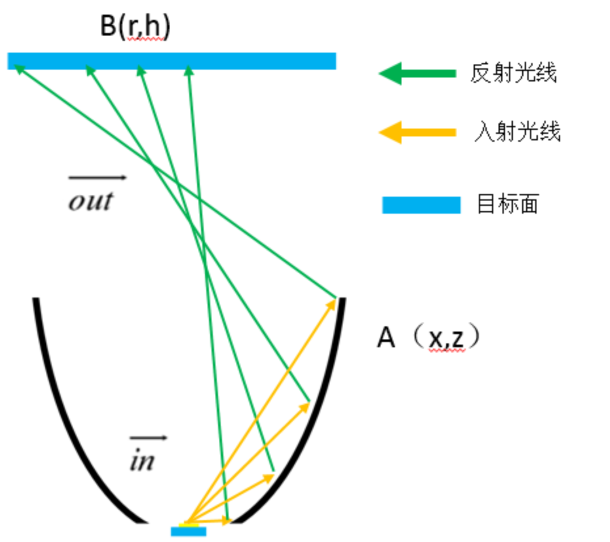
划分	第 1 份	第 2 份	第 3 份	第……份	第 n 份
目标面	r1	r2	r3	……	rn
光源	θ1	θ2	θ3	……	θn

根据能量方程，其中 r 可以按照面积等分，也可以按照等差数量递增，求出对应了 θ 的值。可以理解为 r、θ 为已知值。

到此：基本能明白能量方程了，即 θ 与 r 的关系。

二、光线方程计算反光杯曲线坐标点

问题：如何求曲面（x,z）坐标啊？



在这里都是单位向量。

In 表示入射向量（In_x, In_z）

Out 表示出射向量（Out_x, Out_z）

N 表示法向量（N_x,N_z）

T 表示切向量（T_x, T_z）

折反射定律单位向量表达式：

$$\overrightarrow{N} = \overrightarrow{in} - \overrightarrow{out}$$

注：继续“拿来主义”，直接用就可以了

目标面 B 点坐标为（r,h）

反光杯曲线任意一点坐标 A（x,z）

假设需设计反光杯半径为 a，高度为 b

第一个点坐标为（x1,z2）=（a,b）

第二个点坐标为（x2,z2）

第三个点坐标为（x3,z3）

第 n 个点坐标为（xn,zn）

温故而知新，继续算：

In 表示入射向量（In_x, In_z）

In_x（1）=（x1-0）/sqrt(（x1-0）^2+（z1-0）^2)

In_z（1）=（z1-0）/sqrt(（x1-0）^2+（z1-0）^2)

Out 表示出射向量（Out_x, Out_z）

Out_x（1）=（r1-x1）/sqrt(（r1-x1）^2+（h-z1）^2)

Out_z（1）=（h-z1）/sqrt(（r1-x1）^2+（h-z1）^2)

N 表示法向量（N_x,N_z）

N_x（1）= In_x（1）- Out_x（1）

N_z（1）= In_z（1）- Out_z（1）

T 表示切向量（T_x, T_z）

T_x（1）=(x2-x1)/ sqrt((x2-x1)^2+(z2-z1)^2)

T_z（1）=(z2-z1)/ sqrt((x2-x1)^2+(z2-z1)^2)

关键方程：T*N=0

即：T_x（1）* N_x（1）+ T_z（1）* N_z（1）=0……（方程 1）

Tan(θ2)=x（2）/z（2）……（方程 2）

根据方程（1)、（2）可以迭代计算出所有的坐标点（x2、z3)。

总结分析，迭代思路

利用（x1,z1）计算出（x2,z2）

利用（x2,z2）计算出（x3,z3）

利用（x_{n-1},z_{n-1}）计算出（x_{n-1},z_{n-1}）