基础入门篇之单凸透镜

——Snowolf

万事开头难，贵在坚持，成就高手之路，在于你，不在于我。关键是要学“活”，达到任意光学效果，任意曲面计算的境界；只要是非成像光学，不管车灯、照明、电视机背光等光学设计都随心所欲。琢磨算法、分享算法，不要给我谈经验。

废话不多说了，记住一点：逻辑很重要，大家一定注意。咋们用一种比较简单的方法入门学习，做高中数学题，没有微积分。从实际案例出发：

案例 1 平凸透镜

光源：点光源

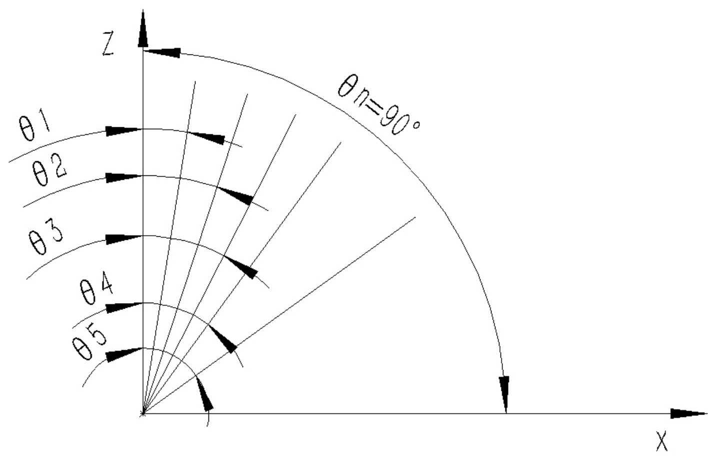
第一个面：球面，为减少计算量

目的：发光角度 120°（半角），光斑等照度分布

能量映射关系：

光源划分

n 份：对应的角度划分为：θ1、θ2、θ3、θ4、θ5……θn



Φ与θ对应的关系如下:

光源划分	第 1 份	第 2 份	第 3 份	第 4 份	第 5 份	第……份	第 n 份
光通量	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	……	Φn
角度	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	……	θn

假设总光通量为Φ总，每一份满足关系为：

Φ1=Φ总/n;	Φ4=Φ总/n*4;
Φ2=Φ总/n*2;	Φ5=Φ总/n*5
Φ3=Φ总/n*3;`	。。。。。。
Φn=Φ总/n*n=Φ总	

思考一：如何建立每一个θ与Φ对应的关系？

$$\Phi = 2\pi\int_0^\theta I_0 \cos\theta \sin\theta d\theta$$

推导结果：

$$\Phi = \pi I_0\left(1-\cos^2\theta\right) \qquad (1)$$

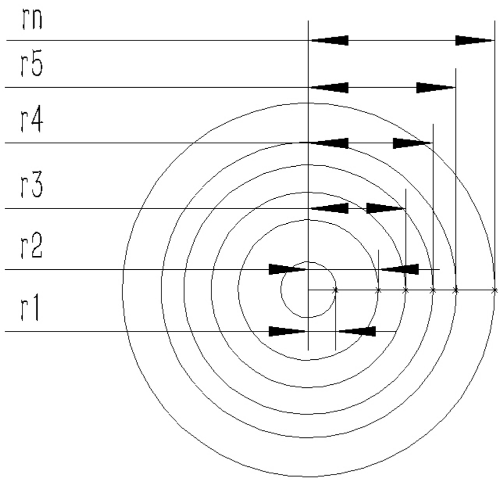
朗伯体光源满足关系　　$\Phi_{总}=I_0*\pi$　　（2）

结合（1）、（2）计算出：$\Phi_{=}\Phi_{总}*\sin(\theta)\hat{}2$　　(a)

目标面划分

为 n 份：对应的半径划分为：r1、r2、r3、r4、r5……r_n

目标面划分	第 1 份	第 2 份	第 3 份	第 4 份	第 5 份	第……份	第 n 份
光通量	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4	Φ5	……	Φn
面积	S1	S2	S3	S4	S5	……	Sn
半径	r1	r2	r3	r4	r5	……	Rn



发光角度为 120°，高度为 h，

则目标面半径为：R=h*tan(60)

Ev=Φ总/（π*R^2）

S=r^2*π

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

即：Φ=Φ总* r^2/ R^2　　　　　　　　　　　　（b）

结合光源划分与目标面划分方程（a）、（b）

Φ=Φ总* r^2/ R^2=Φ总*sin(θ)^2

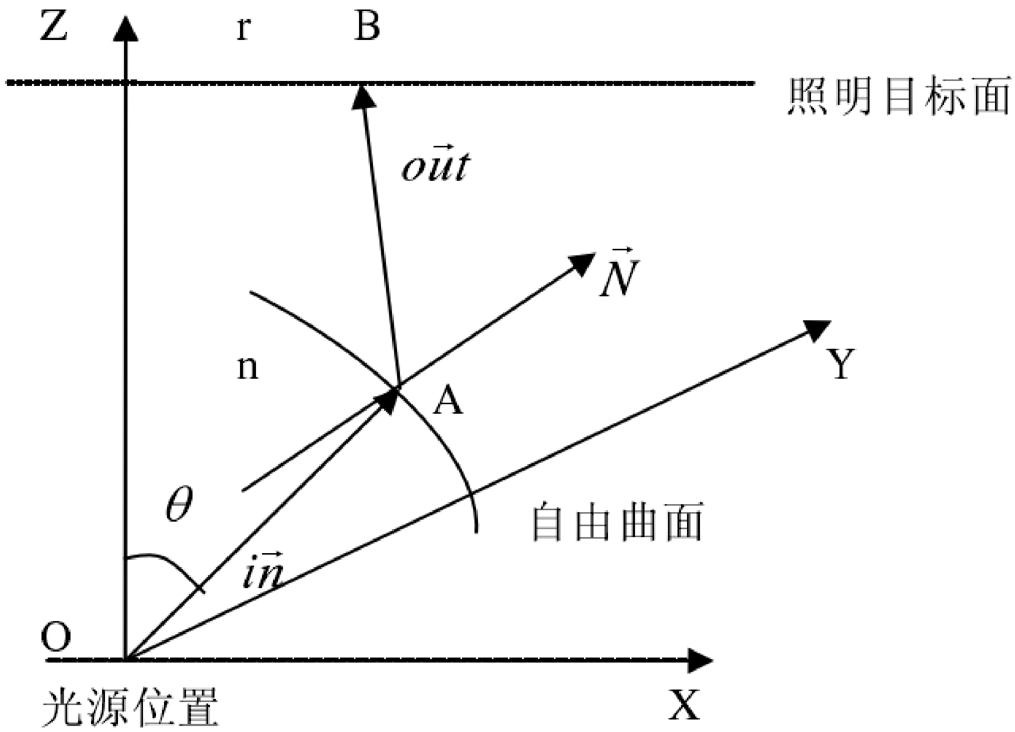
推导：r=sin(θ)*R　　　　　　　　（能量方程）

划分	第 1 份	第 2 份	第 3 份	第 4 份	第 5 份	第……份	第 n 份
目标面	r1	r2	r3	r4	r5	……	rn
光源	θ1	θ2	θ3	θ4	θ5	……	θn

根据能量方程，其中θ可以 1°分或者 0.5°分，则对应了 r 的值。可以理解为θ和 r 为已知值。

学习到以上：我们基本能明白能量方程了，即θ与 r 的关系。

问题：如何求曲面（x,z）坐标啊？



我们在这里都是单位向量，不明白的百度查询。

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：

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

(*其中 n 表示折射率，后面用“1.4935”表示)

注：不要问如何推导过来的？“拿来主义”直接用就可以了，如果非要琢磨，可以去参考浙江大学丁毅的博士论文。

目标面 B 点坐标为（r,h）

假设透镜高度为 15

第一个点坐标为（x1,z1）=（0,15）

第二个点坐标为（x2,z2）

第三个点坐标为（x3,z3）

第四个点坐标为（x4,z4）

第五个点坐标为（x5,z5）

第 n 个点坐标为（xn,zn）

终于到了大展身手比划拳脚的地方，咋们好好比一下中学数学：

In 表示入射向量（In_x, In_z）

In_x=（x1-0）/sqrt(（x1-0）^2+（z1-0）^2)

In_z=（z1-0）/sqrt(（x1-0）^2+（z1-0）^2)

Out 表示出射向量（Out_x, Out_z）

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

Out_z=（h-z1）/sqrt(（r1-x1）^2+（h-z1）^2)

N 表示法向量（N_x,N_z）

N_x= In_x* 1.4935- Out_x

N_z= In_z* 1.4935- Out_z

T 表示切向量（T_x, T_z）

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

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

关键方程：T*N=0

即：$T_x * N_x + T_z * N_z = 0$……（方程 1）

$Tan(\theta) = x/z$……（方程 2）

根据方程（1）、（2）可以迭代计算出所有的坐标点。

注：两个方程，两个未知数，这不是初中数学吗？这是我很久以前发现，别看多么复杂的曲面，到了最后就这么点计算量了。

即：云点