

谈光对物体的投影

储文启

(连云港教育学院 江苏 222001)

光在传播过程中遇到不透明物体时,在物后方形成的暗区称影.它是光直线传播的结果.在影中,光不能到达的完全暗区称本影.只有部分光能到达的半暗区称半影.影的大小与性质,取决于光源、物体与截影屏三者的相对位置.已知物体经透镜和面镜有成像规律,那么物体在其中投影于屏是否也有它的规律呢?

一、光源、物体与投影的关系

两千四百多年前,《墨经》上就记载过物体投影的规律,“景:二光,夹;一光,一.光者,景也.”这里的景即影,者即堵.意思是说:两个光源照射一个物体,其投影往往是两个半影夹持一个本影;一个光源照射一个物体,则只有一个本影.影就是光被挡住之处.本文只限于讨论一个光源与一个物体之间的投影规律.

1. 点状光源:物体若为点状物,则投影为点状本影;物体若为非点状物,则投影为正立的随物屏距离的加大而变大的本影.

2. 非点光源:

(1) 点状物:其影倒立,且为无数发光点各

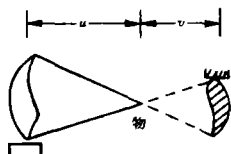


图 1

惯性约束等离子体的具体做法是:利用大功率激光束或粒子束(如相对论电子束或离子束)从四面八方打在一个由氘氚等聚变燃料组成的靶丸上,在极短的时间内使靶丸表面电离和消融,产生包围靶丸的、向外喷射的等离子体.它们产生极大的反冲压力,将靶丸内的燃

料压缩加热到高温、高密,从而实现聚变反应.自对物形成的点状本影所组成,从整体看它仍属半影.有人称它为发光物的“负像”、“小点成像”.若把物到光源的距离称物距 u ,屏到物的距离称影距 v ,则其放大率 $k = v/u$.当 $v < u$,则 $k < 1$,屏上为缩小倒立的半影;当 $u = v$ 时,则 $k = 1$,为等大倒立的半影;当 $v > u$,则 $k > 1$,为放大倒立的半影.(见图 1)

(2) 非点状物:

a. 物体大小大于光源:影区为台柱形发散本影及绕本影的环柱状发散半影;

b. 物体大小等于光源:影区为柱形本影及绕本影的环柱状发散半影;

c. 物体大小小于光源:影区为锥形收敛本影及绕本影的环柱状发散半影(见图 2).若光源与物不变,距离变大,锥形本影变长,半影发散减慢.下面以日、月食为例,来看此影如何形成全食、偏食与环食.

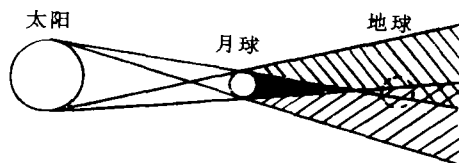


图 2

当月球在太阳、地球之间,若地球某地在月球的本影中,该处出现日全食;在半影中出现日偏食.由于地球环绕太阳的轨道并不是圆,地球(和它的月亮)有时靠近太阳,月球本影圆锥体的高会比月球绕地球的轨道半径短.当地球某地处在月球本影圆锥体的母线延长线构成的新圆锥体里时,即图 2 中斜纹相交区域,将出现日环食.由于新圆锥体是由周围的半影区重叠而来,因而它遮不掉太阳周边的发光点,只能挡住太阳圆面里面的部分,所以在影区一般都可

料压缩加热到高温、高密,从而实现聚变反应.

1968 年,科学家用聚焦很好的大功率激光脉冲照射氘化锂时,曾首次观察到聚变反应放出的中子.后来便提出一种所谓的“向心爆炸法”.它成了惯性约束装置的基础,惯性约束热核聚变的研究目前正在向前发展.(未完待续)

看到不等宽的环食,它仍属半影区.如果观察者正处在太阳、月球两中心连线的延长线上,则可见太阳正中被月影所食,四周成一等宽的金色光环,十分壮观.从某种意义上讲,日环食应该是日偏食中的一个特例.

同样,当地球的本影、半影遮住月球时,即出现月全食与月偏食.由于地球本影圆锥体的高度总是大于月地距离,所以月球不会出现在上述新圆锥体里,故始终没有月环食出现.

二、光经透镜折射后物的投影

如果把物置于近轴平行光通过薄透镜后的折射光里,其影如何呢?

1. 凸透镜:

取物到透镜中心的距离为物距 u' ,影到透镜中心的距离为影距 v' ,透镜焦距为 f' .画出某物(实线箭头)投影光路如图 3(设虚线箭头为屏上之影).

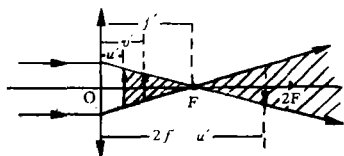


图 3

(1) 物置焦点内, $0 < u' < f'$, 影区先收敛后发散.

a. $u' < v' < f'$, 即置屏于物之外, 焦点之内, 其影的放大率 $k_a' = (f' - v' / f' - u') < 1$, 得正立缩小的影.

b. $v' = f'$, 即屏在焦点上, $k_b' \rightarrow 0$, 得点状影.

c. $f' < v' < (2f' - u')$, 即屏在 f' 外 $(2f' - u')$ 内, $k_c' = (v' - f' / f' - u') < 1$, 得倒立缩小的影.

d. $v' = (2f' - u')$, 屏在 $2f' - u'$ 处, $k_d' = (v' - f' / f' - u') = 1$, 得倒立等大的影.

e. $v' > (2f' - u')$, 屏在 $2f' - u'$ 外, $k_e' = (v' - f' / f' - u') > 1$, 得倒立放大的影.

(2) 物置焦点上: $u' = f'$, 所有折射光汇聚焦点, 光全部被物所遮, 物后影区 ∞ 大.

(3) 物置焦点外, $u' > f'$, 影区发散, 得正立放大的影.

上述情况, 均可在室内用平面镜反射阳光, 使之水平照射竖直固定放置的凸透镜, 在透镜

另侧手持一物(如短铅笔)与屏并按上述条件变化, 拿所见屏上影的变化来证实.

2. 凹透镜: 影区发散, 得正立放大的影.

三、光经面镜反射后物的投影

如果物置于平行光入射平面镜后的反射光里, 物后成等大正立的影.

如果, 把物置于近轴平行光经球面镜反射后的光里, 物之影又如何?

1. 凹面镜. 取物到凹面镜中心距离为物距 u'' , 屏到凹面镜中心距离为影距 v'' , 凹面镜的焦距为 f'' . 画出某物成影的光路图如图 4.

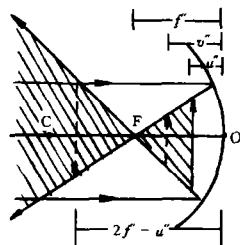


图 4

(1) 物置于焦点内, $0 < u'' < f''$, 影区先收敛后发散.

a. $u'' < v'' < f''$, 即屏在焦点内, 物之外, 得正立缩小的影, $k_a'' = (f'' - v'' / f'' - u'') < 1$.

b. $v'' = f''$, 即屏在焦点上, $k_b'' \rightarrow 0$, 得点状影.

c. $f'' < v'' < (2f'' - u'')$, 即屏在 f'' 外, $(2f'' - u'')$ 内, $k_c'' = (v'' - f'' / f'' - u'') < 1$ 得倒立缩小的影.

d. $v'' = (2f'' - u'')$, 即屏在 $2f'' - u''$ 处, $k_d'' = (v'' - f'' / f'' - u'') = 1$, 得倒立等大的影.

e. $v'' > (2f'' - u'')$, 即屏在 $2f'' - u''$ 外, $k_e'' = (v'' - f'' / f'' - u'') > 1$, 得倒立放大的影.

(2) 物置焦点上, $u'' = f''$, 所有经凹面镜反射的光汇聚焦点, 并被物所遮, 影区 ∞ 大.

(3) 物置焦点外, $u'' > f''$, 影区发散, 成正立放大的影.

2. 凸面镜: 影区发散, 成正立放大的影.

上述理想情况, 均可用阳光稍倾斜于主轴入射镜面, 取铅笔头为物, 按上述条件变化, 拿屏上影的变化来证实.

四、投影的应用——取影器

公元前一百年《前汉书卷 21 上》就记载着

鸣沙发声的奥秘

施燕妹 王明东

(国防科工委指挥技术学院 101407)

在自然界的特定环境下,沙粒偶尔会发出浑厚的上低音和尖厉的高音.我国甘肃省境内的月牙泉鸣沙坡,就是以此景而扬名海内外的.这是为什么呢?国内外学者就此奥秘进行了研究,找到了答案.不久人们就能用一定的技术和方法对普通沙粒进行处理,使它们也能演奏出奇妙的乐曲.

加拿大的三位研究人员发现:鸣沙发声的关键是在沙粒表面有一层膜,其成份是非晶体二氧化硅凝胶体.他们是在做了这样三个实验后得出结论的:

1. 在实验室摇动时,普通沙子发出的是频率变化的混合音,但是那些“会唱歌的”鸣沙粒则会嗡嗡作响,产生相干声波,听上去像钢琴发出的纯色音阶.

2. 把用硅胶生产的普通的颗粒状干燥剂装在瓶中摇动时,效果如同装着鸣沙.

3. 用红外光谱仪分析表明,这种商业用硅胶的结构与鸣沙的表面结构完全吻合.

在沙滩或沙漠,这种粘性的非晶体二氧化硅体沙粒粘在一起,使得一整座沙丘如同一个巨大的音叉.在受到外界干扰时,便会产生共鸣.条件是要含有一定的水分,且不能有尘土.

我国鸣沙研究专家屈建军教授通过研究和试验发现,沙粒表面非晶体二氧化硅凝胶体的存在是普遍现象,不光是鸣沙才有,这只是必要条件.他通过实验发现:当这种沙粒的粒度均匀,最佳坡度为 32° ,保持水分含量临界值在0.3%时,鸣沙被扰动时才能发声.通过这种办法,屈教授使我国的月牙泉鸣沙坡在沉寂了多年后,再度鸣响.这标志我国已成功掌握了鸣沙恢复技术.

随着这一奥秘的解开,有两个光明的应用前景:其一,人们可以修复、改造、甚至再造鸣沙山,这是一种很好的旅游资源;其二,鸣沙材料经过特殊处理后,有望能发出与岩石形成共振的频率,使岩石因震动而分裂,从而找到一种新的采矿手段——“音钻”.

“……立晷仪,下漏刻……”,已用日晷杆影来测时刻,用漏壶滴水来计时间,千余年来一直领先于世.之后,元代科学家郭守敬制成圭表,以日影定节气.为提高测量准确度,郭守敬在700年前巧妙地用“景符”(取影器),解决了历来圭表读数不准的问题.“景符”实际上是一张中间穿一小孔的铜片,让日光垂直穿其而过,在圭面形成太阳的小孔像.若在表上端加一根细横梁,使照射横梁的一束阳光通过小孔,则在圭面上可见到“窍(孔)达日光,仅如米许,隐然见横梁于其中”.这横梁在太阳小孔像中的影就成了读数的依据.当年郭守敬测出的误差可达到0.1毫米,已相当精确.(见图5)

像中之影是因为横梁挡掉的部分阳光都是穿过小孔成像的阳光,像中缺少了它,故而成了

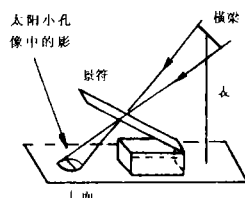


图 5

横梁的影.我们遮掉外围的阳光,适当移动“景符”到圭面像的距离,可以见到该影细如发丝,十分清晰.1970年国际天文学会把月球背面一环形山命名为郭守敬山,以纪念他利用日影所作出的贡献.

影在自动化光控电路中的应用已日益广泛,影控也已出现,激光琴就是一例.随着高科技尤其是现代物理学的飞速发展,研究物体投影及其应用将更有现实意义.