

几何光学的物与像

罗会甲

学习几何光学必须弄清物和像的意义和区别。物一般指实物,即发光物体(有直接发光物体和间接发光物体),在研究光具组的成像问题时,还会产生虚物的概念。像又有实像和虚像之分。在研究几何光学的成像问题时,弄清上述概念是很重要的。

我们所说的物,是由物点组成的,物点就是发光点,它向各个方向发出光束,也叫同心光束,或单心光束。物点发出的光束,在两种媒质的分界面上发生反射或折射现象后改变方向,如果反射或折射光线组成的光束仍然形成同心光束,这个光束的顶点就是物点的像点。如果光束中各光线确实在该点会聚,那么这

个同心光束的顶点,即会聚点,就是实像点。如果反射或折射后的光束仍然是发散的,没有会聚点,而光束中各光线反向延长时,仍能找到光束的顶点,这便是虚像点。

关于物和像的区别,实像和虚像的差异,这要从人眼引起的视觉谈起。人眼也是一个光学系统,相当于一个可调节焦距的凸透镜,物体发出的光束,通过人眼中的“凸透镜”折射后,将光束会聚在视网膜上,便形成了实像。视神经受光刺激后产生了视觉,则人眼直接看到发光体。当反射或折射后的光束也能进入人的眼睛,同样能引起视觉,从这个意义上来说,对人眼引起的视觉,物和像都是进入人眼的发散光束的顶点,而无法单用人眼来直接判别光束的顶点是物点还是像点,只不过人眼看到发光体的条件限制比较小,只要没有其

的巨潮冲垮了,从而为形成均匀各向同性的宇宙提出了可信的机理。与此同时,宇宙空间的尺度在暴涨阶段也得到足够的增长,使早期宇宙空间中任何弯曲奇异之处扫荡一空,成为近乎平坦的空间。这样,平直性问题也迎刃而解了。当然,磁单极的问题也因众多互不关联区域的消失,磁单极的密度大大降低,不会再产生过多的困难了。

乍一看,古斯似乎把一切问题都解决了,但是深入的研究发现,事情没有如此简单,就连古斯本人也认为还存在深层次的问题。首先,按照隧道效应,只有一定几率才能从假真空态跃迁到真真空态,这等于说,起初只有宇宙的一部分才有机会先进入真真空态形成宇宙泡,然后随着时间的推移,又有宇宙的另一部分跃入真真空态,形成另一个宇宙泡。在整个宇宙都进入真真空态时,整个宇宙就由众多的宇宙泡组成。这些泡不断地碰撞,最后才合并成一个泡。详细计算表明,这需要很长的时间,以致无法在一个相当长的时间内,形成一个均匀而各向同性的宇宙。由此看来,古斯的机制仅是以一个新的不均匀形式代替了原有的不均匀性。其次,科学家们还发现,暴涨后宇宙空间的平直性要以暴涨前空间已平直为前提,否则就无暴涨可言。这样一来,古斯的暴涨论又陷入了新的困境,热宇宙标准模型又一次躺倒在“病房”中。

一年以后,以苏联著名的理论物理学家林德和美国宾夕法尼亚大学的阿尔贝来切、斯坦哈特为代表的一批学者,在古斯模型的启发下,对热宇宙标准模型动了第二次手术。他们提出了新暴涨宇宙论(现在人们已将古斯的理论称为旧暴涨宇宙论)。新理论巧妙地利用了科尔曼和温伯格于1974年提出的 $C-W$ 势,发现当温度为 $10^{26}K$ 时,由该势给出的假真空态,恰处在势曲线相当平缓的顶部,其周围又没有高的势垒,因此在

量子起伏或热扰动下,整个宇宙可沿着势曲线滚入到底部——真真空态。这样可避免再蹈旧暴涨论中的隧道之辙。若还借用“泡”这个术语,则在上述过程中,整个宇宙只有一个泡,因此在旧暴涨论中由于众多泡形成的不均匀性就不复存在了。采用 $C-W$ 势的另一个优点是它的走向比较缓慢。详细计算表明,完成从假真空态滚入真真空态,宇宙有充分的时间汲取来自真空的能量,使自身得以足够地剧涨,从而保留了旧暴涨论的全部优点。更为可贵的是,由于新理论采用的 $C-W$ 势,具有坚实的粒子物理理论基础,足以令人信服。至于暴涨产生必须以空间原来已平直为前提的这一问題,解决起来就没有这么简单了。约过了两年,林德又提出了混沌暴涨宇宙论。他认为具有一定取值范围的标量场,在真空对称缺破后,都可在时空中形成宇宙泡,每个宇宙泡在暴涨后形成一个“微宇宙”。我们生活所在的这个具有生命的宇宙就是这些“微宇宙”中的一个,每个“微宇宙”在暴涨过后的大小都超过我们对宇宙的可观察尺度。这样一来,整个空间在暴涨前可以是不平直的,它在一定范围内可对应各种标量场的取值,但每个微宇宙的诞生,却又对应了确定标量值。换句话说,在它映射的空间来看,局域上是平直的,因此可以允许暴涨产生。这样一来,就解决了这个最棘手的难题。

从1984年起,理论物理学家又进一步采用最新的粒子物理理论之一——超对称理论来构造更理想的势曲线,以代替 $C-W$ 势。可以深信,随着研究的进一步深入,以及其他学科,特别是粒子物理理论的发展,暴涨宇宙论必将经受更多的考验而得到进一步完善。

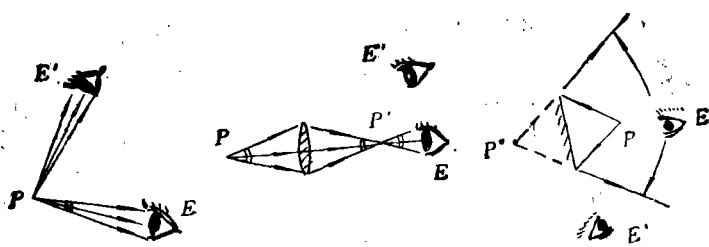


图 1

图 2

图 3

它物体的阻挡,在有限距离内,发光体总能被人眼看到。而人眼能否看到像,是以成像点的发散光束能否进入人眼的光学系统为条件的。所以人眼看到像的范围总是比看到发光体要小得多。

如图 1 所示,发光点 P 可向一切方向发出发散光束,无论人眼处在什么位置,都可以有一部分来自发光点的发散光束进入人眼,引起视觉,即人眼能看到发光点 P 。如图 2 所示, P' 是发光点 P 通过凸透镜折射后会聚成的实像,从 P' 发出的光线只能在有限范围内发散,所以人眼的位置也只能在以实像点 P' 为顶点的发散光束范围内才能看到像点 P' 在这个范围之内,如 E' 处就不能看到实像 P' 。当然,如果在 P' 处放置一个光屏(如一块毛玻璃),在光屏上可以接受到实像 P' 从而也可以扩大实像的观察范围。又如图 3 所示, P'' 是发光点 P 通过平面镜反射后的发射光束反向延长而形成的虚像,人眼也只有位于发射光束范围内才能看到 P'' ,同样在这个范围之内,如 E' 处就不能看到这个虚像 P'' 。而实像与虚像的区别,就在于前面所说的用光屏放在 P' 处可以接受到实像 P' 这是因为 P' 点确实有光线会聚。而在 P'' 处,即使放置光屏,在光屏上是不能接受到虚像 P'' 的,这当然是因为光线实际上并没有会聚在这一点上。从这里我们可以清楚地了解几何光学中物和像的区别,实像和虚像的差异。

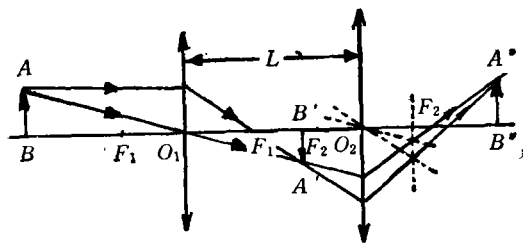


图 4

关于虚物的概念,是在研究光具组成像时而提出来的。例如光具组是两个凸透镜组成的,我们可以看到二次成像的几种可能。如图 4 所示,物体 AB 先通过透镜 O_1 成实像 $A'B'$,这个实像对透镜 O_2 来说也是物,再通过透镜 O_2 生成实像 $A''B''$ 。又如图 5 所示,物体 AB 通过透镜 O_1 生成虚像 $A'B'$,由于这些发散光束入射到透镜 O_2 上,对透镜 O_2 来说,这个虚像 $A'B'$ 也是物,再通过透镜 O_2 生成实像 $A''B''$ 。再如图 6 所示,如果物

体 AB 上各点发出的发散光束经过透镜 O_1 折射后,还未会聚成像时,就入射到透镜 O_2 上,这些光束对透镜 O_2 来说是会聚光束,它的光线的延长线仍有一个顶点,但在这个顶点处,实际上并没有光线会聚,这个顶点处的 $A'B'$ 就是我们所说的虚物,但会聚光线经过透镜 O_2 会聚而生成了实像 $A''B''$ 。

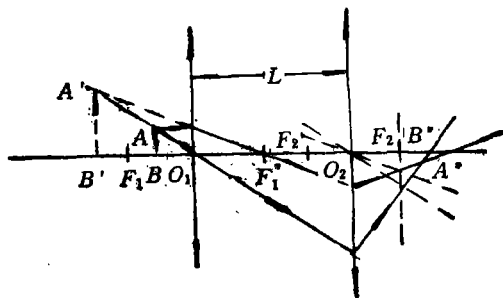


图 5

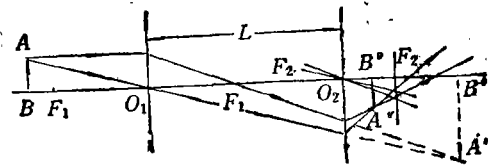


图 6

“静电”爱好者的良师益友

《静电》杂志是国内公开发行的静电学术技术性刊物,它面向科研与教学,面向经济建设。主要栏目有:静电理论、静电教学、静电技术在各行各业的应用、防静电灾害等,今后还将开辟电磁场专栏。

欢迎广大静电学术工作者、教学人员及有关科研人员投稿。字数要求:研究报告一般不超过 6000 字,研究简报 3000 字,快讯 1000 字左右。请按一般学术刊物有关格式要求写稿。

《静电》为季刊,16 开本,内文 64 页,季末出版。每期定价 2 元,全年 8 元(含邮费)。

欢迎广大《静电》爱好者订购,可预订全年期刊,也可随时订购任何一期。编辑部收到汇款后即将发票及期刊寄出。本刊现已开始办理 1992 年征订业务。

投稿与订购请直接与保定市河北大学《静电》编辑部联系;邮编 071002;联系人:李双九。

语丝

写点自传,总结过去的工作固然有益,但我更关心的是科学上的新进展,科学上的新追求才是我的兴趣。

——王淦昌