

# 光学教学中的两个问题

金仲辉

## 一、干涉

出现波的干涉现象,波源要满足频率相同、振动方向相同和相位差恒定的条件,在大学基础物理教材里都是很强调这一点的。但是有一些教材随意指定两个波(光)源是相干的,却忽视了在自己随意指定的两个波(光)源往往是不满足相干条件的。以下摘录一本工科教材中的一个例题,就可说明上述问题。

如图1所示, A、B 两点为同一介质中两相干波源,其振幅皆为 5cm,频率皆为 100Hz,

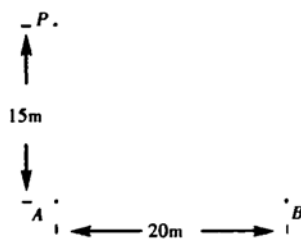


图1

但当 A 为波峰时,点 B 恰为波谷。设波速为 10m/s,试写出由 A、B 发出的两列波传到 P 时的干涉结果。

该例题得出 P 点合振幅  $A = |A_1 - A_2| = 0$  的结果。

由这个例题给出的条件可以看出,在一般情况下, A、B 两个点波源无论是发出纵波还是横波,它们传播至 P 点时的振动方向是无法保证一致的。当然有一种特殊情况是例外,即 A、B 两波源均发出横波,且振动方向与纸面是垂直的。在现实中怎能找到这样的两个特殊波源呢? 再则,该例题也未明确说明这样的特殊条件。

上述的例题虽然是个例,但具有普遍性。在不少教材里,讨论光波干涉时,往往是先抽象讨论两个点光源  $S_1$  和  $S_2$  相干涉(见图2),而对二点光源  $S_1$  和  $S_2$  之间的距离  $d$  以及观察点 P 与点光源之间的距离  $D$  未加任何约束。显然,这样的讨论和上述的例题如同一辙。

笔者曾听过北京大学沈克琦教授给物理系 77 级学生讲授光学课程。他在讲授光学课程时很强调先将光学现象和实验条件交待清楚,然后进行理论上的讨论和必要的数学计算。所以他在讲授光的干涉一章时,先对杨氏实验作了较为详细的讨论。图3表示杨氏干涉装置示意图,图中两个针孔(或双缝)间的距离  $d \approx 1\text{mm}$ ,针孔至屏幕(观察点)的距离为

$D \approx 1\text{m}$ , 即  $D/d \approx 1000$ 。在这样的实验条件下,不论波源  $S_1$  和  $S_2$  发出的波是纵波

还是横波(在提出杨氏干涉的年代,认为光是纵波!)均可保证它们在 P 点相遇时振动方向相同的条件。从这儿也可体会杨氏干涉装置构思的巧妙。如果我们在讲授杨氏干涉章节时将上述内容分析清楚,定会使学生对波干涉的条件之一,即振动方向相同有更直观的了解。

论及杨氏干涉实验,笔者还需强调几点。

杨氏干涉实验在光学发展史上具有很重要的地位。杨氏基于他

发明的干涉实验第一个提出了光波长的概念,并测量了 7 种颜色光的波长。我们知道惠更斯在 1690 年出版的《论光》著作中虽提出了光的波动理论,但在光波动论述中没有空间周期性概念,即没有光波长的概念。所以,杨氏对光波长测定为光波动说奠定了坚实的基础。

在讨论图3中  $S_1$  和  $S_2$  两相干点光源在屏幕上 P 点的光强时,可认为是相同的,也即忽略

了图中  $r_1$  和  $r_2$  之间的差异,但在讨论  $S_1$  和  $S_2$  在 P 点引起振动相位时,却一定要计算  $r_1$  和  $r_2$  之间的差值。所以同一个物理量在什么情况下可忽略,在什么情况下不能忽略,均要作具体分析,决定取舍。顺便提一句,一些工科院校教材中关于  $r_1$  和  $r_2$  差值的计算是欠妥当的,这儿有专门的文章(大学物理 2002 年第四期李莉的文章)指出,在此不再赘述。

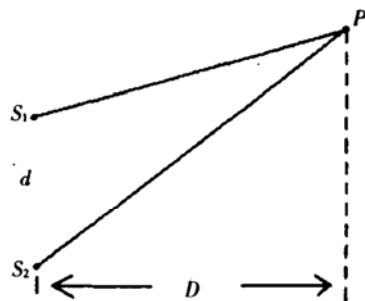


图2

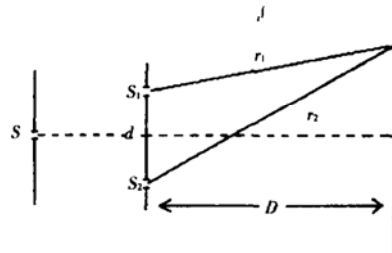


图3

屏幕上干涉条纹不仅表示了光的强度分布,而且体现了参与相干叠加的光波间相位差空间分布,即干涉条纹同时记录了光强度和相位的信息,这一概念对现代光学中的全息技术是十分重要的。

杨氏干涉实验虽然是 1801 年的事,但它对近代物理依然起着积极的作用。我们可以用杨氏实验装置来做物质波干涉实验。如果在实验中发射的电子数少时,电子在幕上分布是随机的,待发射总电子数很多时,幕上就呈现明显的干涉条纹。这就说明了物质波的统计概率解释。如果实验中控制电子的发射,使电子一个个发射,在发射电子总量很多时,幕上依然呈现出干涉条纹。这就说明了,每个电子只与它自己发生干涉,从来不会出现两个不同的电子之间的干涉,即每个电子都具有各自的波动性。

## 二、马吕斯定律

当一线偏光垂直入射至偏振片的表面,如图 4 所示,若线偏振光电矢量  $E$  的振动方向与偏振片的透光方向成  $\theta$  角,则透射光强度  $I_2$  和入射线偏振光强度  $I_1$  之间的关系为  $I_2 = I_1 \cos^2 \theta$ ,这就是马吕斯在 1809 年发现的定律。

笔者在教学中曾有过困惑,当年得到的马吕斯定律是否像今日教材中所叙述的那样简单?即认为光是横波,入射光的电矢量  $E$  在偏振片透光方向上的投影分量  $E \cos \theta$  可通过偏振片,于是就有了  $E_2^2 = E_1^2 \cos^2 \theta$ ,即  $I_2 = I_1 \cos^2 \theta$ 。回答是否定的。当笔者读到清华大学郭奕玲教授所著的《物理学史》中的一段话才明白。现将这段话抄录如下:“1809 年法国的马吕

斯发现偏振现象,并认为找到了决定性的证据,证明光的波动理论与事实矛盾”。这段话说明了两个事实:(1)当时持光波说观点的杨氏等人认为光是纵波;(2)由于马吕斯持光的微粒说观点,他从马吕斯定律得出光波没有轴对称性的特征,以此驳难杨氏。因为纵波具有轴对称性,即若认为光是纵波,那么射出偏振片的光强应与  $\theta$  角无关。杨氏在马吕斯驳斥下,并未动摇自己的信念,在经过几年的研究后,杨氏逐渐领悟到要用光波是横波的概念来代替纵波,而这正是菲涅耳继续发展波动理论的出发点,并以严密的数学推论,从光是横波观点出发,圆满地解释了光的偏振现象。这样说来,与马吕斯的期望恰恰相反,马吕斯定律从光的偏振性方面雄辩地证明了光的波动性。

现在我们要问马吕斯究竟是如何得到马吕斯定律的。这在不同的教材中有不同的说法。

有教材(哈里德著《物理学》二卷二分册)说马吕斯是根据实验得出的,也有教材(兰斯别尔格著《光学》上册)说马吕斯是根据光的微粒说导出了自己的定律,后来被阿拉果用精确的光度学测量所证实。笔者较倾向于相信后者的说法。究竟何种说法可靠,笔者无更多的历史资料予以证实,也望有识的读者指正。

(北京中国农业大学物理系 100094)

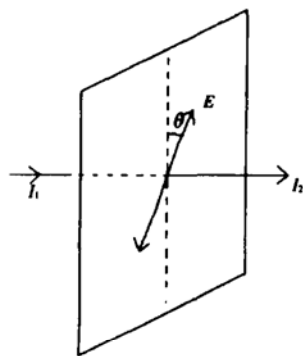


图 4

(上接 25 页)

用方向与辐射筋相一致,能有效地抑制裂缝,此外配筋较多时,相对来说也能明显改善裂缝的产生或扩展,根据裂缝距板角的距离,辐射筋长度为 1.5m 左右。

平面布置上尽量减少凹凸现象和设置必要的伸缩缝 平面转角过多,即薄弱部位越多,而这些部位由于应力集中,往往是裂缝的多发区。

严格控制板面负筋的保护层厚度 现浇板负筋一般放置在支座梁钢筋上面,与梁筋应绑扎在一起,另外,采用铁架子或混凝土垫块等措施来固定负筋的位置,保证在施工过程中板面钢筋不再下沉,从而可有效控制保护层,避免支座处因负筋下沉,保护层

厚度变大而产生裂缝,板的保护层厚度不应大于 1.5cm。

对于现浇板容易出现的一些非结构性裂缝现象,经多次的分析研究,找出原因,对症下药,采取了一些防治措施,收到了一定的效果。株洲市的另一小区,建筑面积为 4 万  $m^2$ ,9 幢住宅也是现浇楼板,于 2000 年 7 月竣工,由于防治措施在前,现浇板出现裂缝的现象在 9 幢中只占 6 幢,开裂户数 28 户只占总户数 220 户的 12.7% (投诉用户只占总户数的 1.34%),收到了较好的效果。要彻底消除裂缝现象,尚有待不断提高施工技术和不断积累施工经验,采用更为科学的解决方法。

(湖南株洲工学院土木工程系 412008)