

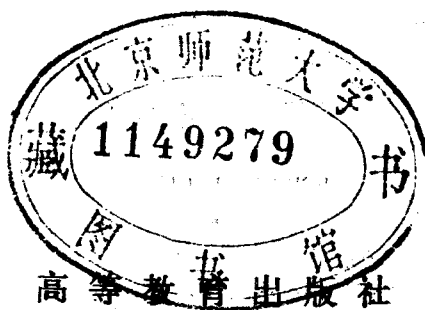


高等学校物理学小丛书

# 光的干涉及其应用

夏学江 编

JY1135118



1982

## 内 容 简 介

本书在初等数学的水平上综述了光的干涉的基本概念及其主要应用，可供高等工科院校学生学习普通物理时作为补充读物，也可供青年物理教师、青年工程技术人员及光学专业的学生参考。

高等学校物理学小丛书

### 光的干涉及其应用

夏学江 编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

上海市印刷四厂印装

开本 787 × 1092 1/32 印张 4.5 字数 107,000

1982年3月第1版 1983年8月第1次印刷

印数 00,001—7,500

书号 13010·0734 定价：0.40元

# 序

光学在现代科学技术中占有重要地位，特别是近二十年来由于激光与光电子学技术的发展，光学在科学研究与工程技术中得到了更加广泛的应用。在光学的应用中，根据光干涉的原理而发展的量测、薄膜以及光谱学等方面的技术又具有基本的意义。因此，现代工程技术人员，对光学首先是光的干涉的原理及应用，有一定知识是很必要的。高等理工科院校的普通物理课程中都包括光学部分，讲述光的性质与规律，并了解光的应用提供一定的基础知识。这本小册子是在普通物理课程的基础上，对光干涉的原理作一些补充，并简要介绍了光干涉的应用的某些主要方面，供学习工科普通物理的读者课外参考，希望它能使读者一方面了解若干重要的应用，一方面也可以藉此加深与巩固所学的基本原理。

本书的内容分为四个部分。第一部分（第一章）讨论光的干涉的原理，补充一些工科普通物理课程中未详细讨论的内容；以熟知的双缝干涉现象为例，指出了干涉现象的特征，提出了观察到清晰的干涉图样的条件。第二部分（第二章）对实际中用得最多的膜的干涉现象作了稍微详细一点的讨论，从原理上说明了观察等厚条纹与等倾条纹的装置与方法。这是应用中需要注意的问题。上面这两部分内容的目的，在于使读者在了解光的干涉的应用上有比较充分的理论准备，也为读者提供进一步钻研的基础。第三部分（第三章）讨论光的干涉的应用。实际上光的干涉的应用很广，而且从发展上看还存在着许多可能性。因此这本小册子只能在几个主要方面作一定的介绍。内容的选择主要根据以下几点：（1）方法上有代表性，或是（2）原理上比较熟悉或易懂，或是（3）

与工程技术的关系比较密切。在次序的安排上总的说可看作三段：第一段是可利用比较简单的装置或原理上比较熟悉的应用问题 (§§ 3.1—3.3)；第二段是涉及一些干涉仪（以迈克耳孙干涉仪为基础发展出来的几种干涉仪）的应用问题 (§§ 3.4—3.7)；第三段是涉及与折射率有关的测量、星体测量以及多光束干涉的应用问题 (§§ 3.8—3.12)。在内容的说明上，主要指出了应用的目的与原理，关于实际装置及具体材料讲得很少或从略。最后一部分是两个附录，分别介绍了光的时间相干性与空间相干性概念和干涉条纹的定域问题。这些内容，在普通物理或初等光学课程中，常常由于课时不够只能简要地提一提，这里作为课外补充读物可以多讲几句，当然也不能作深入的讨论。

限于编者水平，书中一定有许多不妥之处，恳切希望读者提出意见。

本书中的照片是由清华大学物理教研组光学实验室刘鑫森、钱启予、陈福华等同志提供或拍摄的，科学院力学所八室光学组徐朝仪等同志也惠赠了照片，在此一并致谢。

编 者

1981 年 4 月

# 目 录

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| 序 .....                            | ( i )   |
| 第一章 光的干涉的基本概念 .....                | ( 1 )   |
| § 1.1 光干涉的条件 .....                 | ( 1 )   |
| § 1.2 双光束干涉图样(干涉条纹) .....          | ( 3 )   |
| § 1.3 光的非单色性对干涉条纹对比度的影响 .....      | ( 12 )  |
| § 1.4 光源的大小对干涉条纹对比度的影响 .....       | ( 18 )  |
| 第二章 膜上的干涉 .....                    | ( 27 )  |
| § 2.1 等厚干涉条纹 .....                 | ( 27 )  |
| § 2.2 等倾干涉条纹 .....                 | ( 37 )  |
| § 2.3 膜的干涉条纹的移动 .....              | ( 43 )  |
| 第三章 光的干涉的应用 .....                  | ( 46 )  |
| § 3.1 测量微小长度差和长度变化 .....           | ( 47 )  |
| § 3.2 检查表面质量 .....                 | ( 52 )  |
| § 3.3 光学元件的表面处理——增透膜 高反射镜 .....    | ( 65 )  |
| § 3.4 迈克耳孙干涉仪 .....                | ( 70 )  |
| § 3.5 检查表面光洁度 显微干涉仪 .....          | ( 73 )  |
| § 3.6 检查光学元件的成象质量 泰曼-格林干涉仪 .....   | ( 79 )  |
| § 3.7 测量长度的绝对值 干涉比长仪 .....         | ( 84 )  |
| § 3.8 气体与液体折射率的测定(或比较) 瑞利干涉仪 ..... | ( 92 )  |
| § 3.9 研究气体中的不稳定流动现象 马赫-曾德干涉仪 ..... | ( 99 )  |
| § 3.10 用于观察透明物体的干涉显微镜 .....        | ( 101 ) |
| § 3.11 测星干涉仪 .....                 | ( 103 ) |
| § 3.12 多光束干涉及其应用 .....             | ( 106 ) |
| 附录 I 时间相干性与空间相干性 .....             | ( 120 ) |
| 附录 II 干涉条纹的定域 .....                | ( 130 ) |

# 第一章 光的干涉的基本概念

## § 1.1 光干涉的条件

波动现象的一个重要特征,表现为波的干涉现象。对于两列波的情形,这就是在两列波迭加的区域内的某些点振动始终加强,而在另一些点振动始终减弱,因而在迭加区域内形成振动强弱的一定的稳定分布。但是,并不是任意的两列波都能产生这样的现象。能产生这种干涉现象的波必须满足下列条件:两波的频率相同,在迭加处振动方向相同,而且两波源的振动位相相同或位相差恒定。这样的波称为相干波,发出相干波的波源称为相干波源。

在光波情形,要观察到光的干涉现象也首先必须产生相干光。在通常的情形下,这是指:

(1) 把同一个小光源(点光源)发出的某一频率的光(单色光)分成两束(或多束),

(2) 使这两束(或多束)同频率的光相迭加,

(3) 在迭加处两束(或多束)光的振动方向相同。这时在两束(或多束)光迭加处就可观察到该频率光的明暗分布,即干涉图样或干涉条纹。可以看出,上述相干光应满足的条件,和前面所说相干波应满足的条件是一致的,只是在前面说相干波时要求两波源的振动有恒定的位相差,而这里却要求同一个小光源。这是因为光波可以看做是由光源中大量的分子、原子(可称为微振子)的振动而辐射的电磁波。光源中的每一个微振子都可看做是一个独立的波源。这些微振子每次发光持续的时间极短,约在  $10^{-8}$  秒。在普通光源(指自发辐射光源,例如白炽灯或气体放电光源)情形,

这些微振子每次发光时的振动初位相和两次发光之间的时间间隔都是随机变化的。因此两个独立的光源即使振动频率相同，也不能认为是有恒定位相差的相干波源。事实上，即使是同一个光源，它的不同部分也不是相干波源。只有把一个光源的一微小区域（看做点光源）发出的单一频率的光波分成两束（或多束）而使之相遇，这两束光才可以看做是由两个同频率同位相（位相差恒等于零）振动的波源发出的，满足了波的频率相同而且波源有恒定位相差的条件。这样的两束（或多束）光才是相干光。这个概念就是下面讨论光源大小对干涉条纹影响时的依据。

还要说明，这里所说的干涉条件是指能够产生在长时间内稳定的干涉现象的条件。实际上，两个以同频率振动的独立点光源，虽然都是作初位相不断随机变化的间歇振动，但是在极短时间内，两者总有一定的位相差，因此在它们的光波相遇的区域总能产生一个极短时间内的干涉图样。只是这个干涉图样中的明暗分布不能维持不变，而是随着两光源振动位相差的随机变化而极为迅速地随机变动。这就不是稳定的干涉现象。实际上，用通常的观察方法（如目视、照相）只能测出或记录任一点明暗的长时间（相对于原子的一次发光时间而言）平均值。后面将证明，在上述随机变动的干涉图样中，这个平均值等于两个光源单独照明时的光强之和，不能表现出确定的明暗分布。我们说两个独立点光源或它们的光波不相干，就是在这个意义上说的。但是也要看到，在极短时间内两个独立点光源的光波毕竟还是有干涉效应的，现代对于这种效应也进行了研究，并在星体测量中找到了它的应用（光强干涉仪或相关干涉仪）。

本书只讨论能产生稳定干涉图样的干涉现象。通常所说的光的相干性就是指光能够产生这种现象而言的。而且在下面的讨论中，我们也将只考虑在光波迭加区域内光振动沿某一方向（例如垂直图面方向）的分量。既然是同一方向的振动分量，则光波在迭加

点振动方向相同的条件可以自动满足。

## § 1.2 双光束干涉图样(干涉条纹)

现在以熟知的双缝干涉现象为例,讨论双光束干涉情形下,干涉条纹的一些详细情况。这对于比较深入地分析与理解光的干涉现象是必要的。

### 一 双光束干涉条纹中光强度的分布

图 1.1 是杨氏双缝干涉的示意装置。单色细线光源  $S$  发出的光,照射在两个相距为  $b$  的平行狭缝  $S_1$  与  $S_2$  上, $S$  与双缝平行并与双缝面的距离为  $d$ 。设  $\overline{SS_1} = \overline{SS_2}$ ,  $SO$  垂直于双缝面。经过这

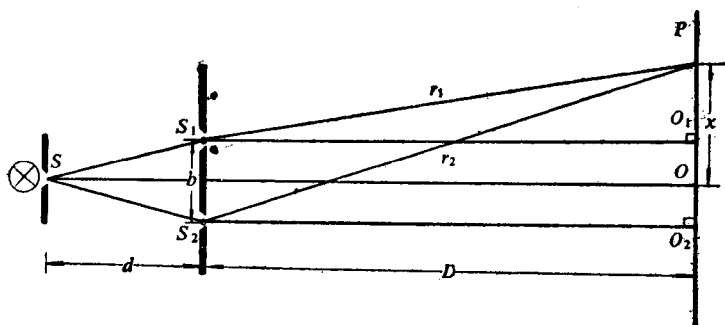


图 1.1 杨氏双缝干涉

两个狭缝后的发散光束就是从同一光源的光中得出的两束相干光,在双缝右方的区域内(称为干涉场)相迭加。在这样的装置下,狭缝  $S_1$  与  $S_2$  成为两个同位相振动的相干光源。在距双缝面为  $D$  的地方放一屏,观察屏上的干涉图样。

在这里的讨论中,我们认为细线光源  $S$ ,和双狭缝  $S_1$  与  $S_2$  的宽度都是无限窄的,以后再分别讨论光源宽度与双缝宽度的影响。

在屏上距  $O$  为  $x$  的任一点  $P$  的光振动,是从  $S_1$  与  $S_2$  传来的光波振动的迭加。设只考虑垂直于图面的振动,且设由  $S_1$  传到  $P$

点的光波振动的振幅为  $E_1$ , 初位相为  $\varphi_1$ , 由  $S_2$  传到  $P$  点的光波振动的振幅为  $E_2$ , 初位相为  $\varphi_2$ , 则由同方向谐振动的合成, 得出  $P$  点合振动的振幅  $E$  可由下式决定:

$$E^2 = E_1^2 + E_2^2 + 2 E_1 E_2 \cos \Delta \varphi \quad (1.1)$$

式中  $\Delta \varphi = \varphi_1 - \varphi_2$  表示两束相干光在相遇点  $P$  的振动的位相差。利用光强表达时, 由  $S_1$  传来的光波的光强<sup>①</sup>为  $I_1 = E_1^2$ , 由  $S_2$  传来的光波的光强为  $I_2 = E_2^2$ , 则  $P$  点的光强  $I = E^2$  可写成:

$$I = I_1 + I_2 + 2 \sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta \varphi \quad (1.2)$$

在双缝情形下, 在屏上  $O$  点附近可认为两束光的振幅和光强都相同, 分别用  $E_0$  和  $I_0$  表示, 则  $E_1 = E_2 = E_0$ ,  $I_1 = I_2 = I_0$ , 因而在  $O$  点附近的任一点  $P$  处

$$I = 2 I_0 (1 + \cos \Delta \varphi) = 4 I_0 \cos^2 \left( \frac{\Delta \varphi}{2} \right) \quad (1.3)$$

这些结果说明两束相干光迭加后的光强取决于它们在相遇点的位相差。

在以上三式中, 两光波振动在  $P$  点的位相差可由简谐波的传播得出

$$\Delta \varphi = \frac{2 \pi}{\lambda_n} (r_2 - r_1)$$

$\lambda_n$  为单色光在传光媒质中的波长。上式可作如下理解: 因为在简谐波传播方向每经过一个波长的距离, 振动的初位相改变  $2 \pi$ , 所以经过  $r$  距离时初位相的改变应为  $2 \pi r / \lambda_n$ 。因此, 从同位相光源  $S_1$ 、 $S_2$  分别传到  $P$  点的两个振动的位相差, 就是这两束光分别传播  $r_1$  与  $r_2$  距离所产生的位相变化之差, 如上式所示。现在, 如果把上式中的  $\lambda_n$  换用真空中波长  $\lambda$  ( $\lambda_n = \lambda / n$ ) 表示, 则有

① 严格地说, 光强正比于光波振幅的平方,  $I \propto E^2$ , 在不同的媒质中有不同的比例常量。在同种媒质中比较光强时, 只需比较  $E^2$ 。这里写作  $I = E^2$  是在同一种媒质中表示光强大小的简化表达式。

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi}{\lambda} n(r_2 - r_1) = \frac{2\pi}{\lambda} (nr_2 - nr_1)$$

$n$  为媒质的折射率。乘积  $nr_1$ , 或  $nr_2$ , 即光在媒质中传播的几何路程与媒质折射率的乘积, 称为光程, 一般地可写作  $nr$ 。可以看出, 光在媒质中传播  $r$  距离所经过的媒质中的波长数  $r/\lambda_n$ , 和在真空中传播  $nr$  距离所经过的真空中的波长数  $nr/\lambda$  相同。因此, 利用光程  $nr$  就可以用真空中的波长计算传播路程中的波长数以及位相的变化。在这个意义上, 与光在媒质中的传播等效的真空传播的路程就是光程。当讨论一束光陆续在不同媒质中的传播, 或比较两束经过不同媒质的光时, 利用光程有很大的方便。

设用  $\delta$  表示两束光在  $P$  点光程之差, 则

$$\begin{aligned}\delta &= nr_2 - nr_1 \\ \Delta\varphi &= \frac{2\pi}{\lambda} \delta\end{aligned}\quad (1.4)$$

即传到  $P$  点的两个振动的位相差  $\Delta\varphi$  等于光程差  $\delta$  乘以  $2\pi/\lambda$ 。这个关系在考虑光的干涉问题时是一个基本关系。

现在, 双缝干涉装置是在空气中, 故  $n \approx 1$ , 光程差

$$\delta = r_2 - r_1$$

由图 1.1 中直角三角形  $S_1O_1P$  与  $S_2O_2P$  可得

$$r_1^2 = \left(x - \frac{b}{2}\right)^2 + D^2, \quad r_2^2 = \left(x + \frac{b}{2}\right)^2 + D^2$$

因而

$$\delta = r_2 - r_1 = \frac{r_2^2 - r_1^2}{r_2 + r_1} = \frac{2bx}{r_2 + r_1}$$

设屏的距离足够远, 使  $D \gg b$ , 且  $D \gg x$ , 则有  $r_2 + r_1 \approx 2D$ , 故

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{bx}{D} \\ \Delta\varphi &= \frac{2\pi}{\lambda} \frac{b}{D} x\end{aligned}\quad (1.5)$$

代入式(1.1)–(1.3)可得屏上各不同  $x$  处有不同的合振动振幅  $E$

和光强  $I$ , 出现与细线光源和双缝平行的直线明暗条纹。这就是双缝干涉条纹或双缝干涉图样。由(1.1)式可知, 当  $P$  点处

$$\Delta\varphi = \pm 2m\pi \quad \text{或} \quad \delta = \pm m\lambda \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

时, 合振动振幅  $E$  为最大, 光干涉的结果使这里光强最大, 在屏上这里就是明条纹的中心。由式(1.5), 明纹中心位置是

$$x = \pm m \frac{D}{b} \lambda \quad (m=0, 1, 2, \dots) \quad (1.6a)$$

当  $P$  点的

$$\Delta\varphi = \pm (2m' + 1)\pi$$

或 
$$\delta = \pm (2m' + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (m'=0, 1, 2, \dots)$$

时, 合振动振幅  $E$  为最小, 这里的光强最小, 在屏上就是暗条纹的中心。暗纹中心位置在

$$x = \pm (2m' + 1) \frac{D}{b} \frac{\lambda}{2} \quad (m'=0, 1, 2, \dots) \quad (1.6b)$$

从以上(1.6a)和(1.6b)两式可以求出, 相邻的明条纹之间或相邻的暗条纹之间的距离都是

$$e = \frac{D}{b} \lambda \quad (1.7)$$

这称为干涉条纹的间距。在一定距离  $D$  的屏上, 波长  $\lambda$  越大时, 条纹间距  $e$  越大; 而双缝间距  $b$  越大时, 条纹间距  $e$  越小。

注意, 这样求出的明暗条纹位置是指屏上最亮和最暗的地方, 实际上屏上任何点都有一定的光照度, 明暗条纹不是截然分界的。屏上的光照度分布, 可由干涉条纹的光强公式(1.3)求得。假设每一缝的光单独传播时在屏上各点光强相同, 即  $I_0$ 。在屏上各点是常量, 则由式(1.3)可画出光强随位相差变化的曲线, 如图 1.2(a)。这一曲线表明了垂直于干涉条纹方向上的光强分布。曲线的最大值与最小值处分别表示明条纹中心与暗条纹中心。可以

看出,在双光束干涉条纹中,从明条纹中心到暗条纹中心,光强是逐渐而不是突然变化的。

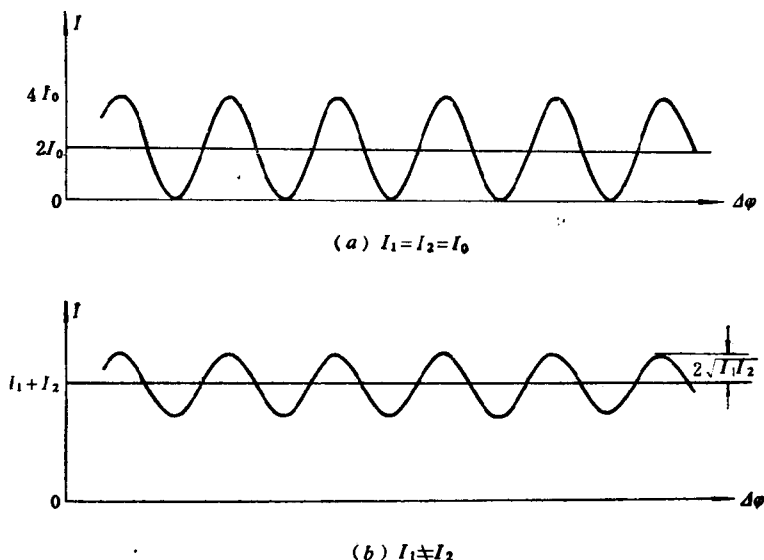


图 1.2 双光束干涉条纹中的光强分布

如果两束光的振幅不同,但可认为每一束光本身在干涉场中各点的振幅相同( $I_1, I_2$  都是常量),则由式(1.2)可画出曲线如图 1.2(b)。这时干涉条纹的暗条纹中心也有一定光强,条纹亮暗的区别相对地说不如图 1.2(a) 的曲线那样明显了。后面将引入条纹对比度来表明这种情况。

从图 1.2 和式(1.2)都可看出,干涉条纹中各点的光强是在两束光的光强之和  $I_1 + I_2$  上加上位相差  $\Delta\varphi$  的余弦函数项  $2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\varphi$ 。这一项称为干涉项。由于有了这一项,在干涉条纹中凡是  $0 < \cos \Delta\varphi \leq 1$  的地方光强都大于两束光的光强之和,这样的干涉结果称为相长干涉,在最大值处的干涉 ( $\cos \Delta\varphi = 1, \Delta\varphi =$

$\pm 2m\pi$ , 两光波振动同相, 合振幅等于两光波振幅之和) 称为全相长干涉; 凡是  $-1 \leq \cos \Delta\varphi < 0$  的地方, 光强都小于两束光的光强之和, 这样的干涉称为相消干涉, 在最小值处的干涉 ( $\cos \Delta\varphi = -1, \Delta\varphi = \pm(2m' + 1)\pi$ , 两光波振动反相, 合振幅等于两光波振幅之差) 称为全相消干涉<sup>①</sup>。这种光强分布情况, 即总的光强表式中出现干涉项, 使总光强不等于两光束光强的简单相加, 就是干涉现象的特征。在相长干涉的地方传播的光能量, 多于两光束单独存在时传来的能量之和; 在相消干涉的地方传播的光能量, 少于两光束单独存在时传来的能量之和。因此可以说, 由于光的干涉造成了能量的重新分布。可以证明这种重新分布仍然遵守能量守恒定律。光波的这种迭加称为相干迭加。

现在再看看非相干光迭加的情形。如果我们讨论的两束光虽然频率相同, 振动方向相同, 但波源振动的位相差随时间迅速地作随机变化 (例如从不同光源上或同一光源的不同点发出的非相干光), 则在任一迭加点 (不论光程差为何值) 两束光振动的位相差  $\Delta\varphi$  都将随时间迅速地作随机变化。我们观察这点的 光强 时只能看到它的时间平均值

$$\bar{I} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \overline{\cos \Delta\varphi}$$

如果  $\Delta\varphi$  随机地迅速改变, 则在观察所需的时间内  $\cos \Delta\varphi$  将随机地在  $-1 \sim +1$  的各个值间变动, 因而一般地说  $\overline{\cos \Delta\varphi} = 0$ 。故

$$\bar{I} = I_1 + I_2$$

这就是说, 非相干光迭加后在任一点的光强都是原来两束光单独传播时的光强之和。这时在整个迭加区域内只能看到光强的简单相加 (譬如点了两个电灯, 则灯光所及各处光强都是两灯光强之和)。光波的这种迭加称为非相干迭加。

## 二 干涉的级次

① 平常用语中把最大值和最小值的情况简称为相长干涉与相消干涉。

把  $\Delta\varphi = (2\pi/\lambda)\delta$  代入(1.2)与(1.3)二式可得

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \frac{2\pi}{\lambda} \delta \quad (1.2')$$

与  $I = 4 I_0 \cos^2 \frac{\pi}{\lambda} \delta \quad (I_1 = I_2 = I_0) \quad (1.3')$

明条纹中心处

$$\delta = \pm m\lambda \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

暗条纹中心处

$$\delta = \pm (2m' + 1) \frac{\lambda}{2} \quad (m'=0, 1, 2, \dots)$$

对于干涉的明条纹,在物理教本中把相应于  $m=0, 1, 2, \dots$  的明条纹分别称为零级,第一级,第二级,  $\dots$  明条纹。这个级次实际上即是表明在该明条纹处,光程差是真空中波长的多少倍,由此也就表明了光程差的大小。上面我们讨论了干涉图样中光强的分布,看到干涉图样中各处都有一定的光强,也是由各处的光程差或位相差决定的。因此可以把干涉条纹级次的概念推广,而把任一点处的光程差与真空中波长的比值

$$p = \frac{\delta}{\lambda}$$

称为在该点干涉的级次。这样的干涉级次  $p$  不一定是整数,它一般地反映了任一点的干涉结果是在多么大的光程差之下形成的。这样,整数的级次相应于明条纹,半奇数的级次相应于暗条纹,光程差越大的地方,干涉级次越高。对于单色光的双光束干涉,任一干涉级次  $p$  处的光强可由式(1.2')或式(1.3') 求出。后面我们将发现,在研究干涉图样时讨论干涉的级次常常是必要的而且也是方便的。

### 三 干涉条纹的对比度

前面讲过,在双光束干涉条纹中的光强分布,可看作在两束光单独传播时的光强之和  $I_1 + I_2$  上加上干涉项  $2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\varphi$ 。

在图 1.2 中我们也看到  $I_1 = I_2 = I_0$  与  $I_1 \neq I_2$  时的光强曲线。现在重画出这两条曲线并再加一条  $I_1 \ll I_2$  (或  $I_2 \ll I_1$ ) 时的曲线[图 1.3 (a)(b)(c)]。从这些曲线中可以看到,这几种情形下的干涉条纹中,明暗条纹中心位置相同,而且都是在  $I_1 + I_2$  的光强背景之上,有明暗的变化,但由于干涉项中的  $2\sqrt{I_1 I_2}$  与  $I_1 + I_2$  的相对大小不同而表现出不同的情况。在图 (a) 的曲线中明暗变化明显,对比鲜明,可以观察到清晰的干涉条纹。在图 (c) 的情形,则与背景相比明暗的变化很不明显,明条纹与暗条纹的光强差别很小,对比很不鲜明,在这种情形下观察,将难于辨认出明暗条纹来,干涉条纹很模糊。

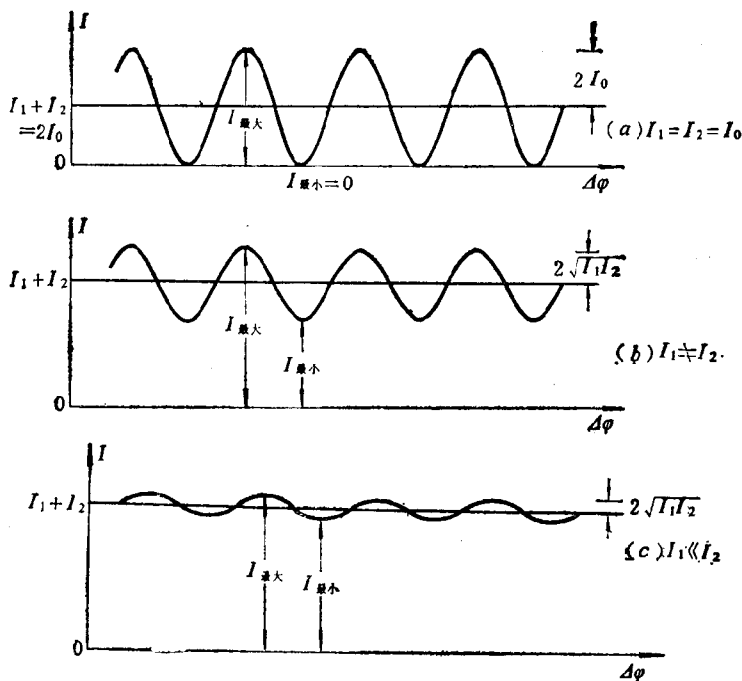


图 1.3 干涉条纹的对比度

干涉条纹的这种不同情况,一般地可用下述比值

$$\bar{V} = \frac{I_{\text{最大}} - I_{\text{最小}}}{I_{\text{最大}} + I_{\text{最小}}} \quad (1.8)$$

定量地反映出来,其中  $I_{\text{最大}}$  与  $I_{\text{最小}}$  表示条纹中相邻的最大光强与最小光强. 这个比值  $V$  称为干涉条纹的对比度或反衬度或可见度. 根据这个定义,  $V$  的值在 0 与 1 之间. 当  $I_{\text{最小}}=0$  时,  $V=1$ , 这代表干涉条纹的明暗对比最明显, 也就是条纹看来最清晰的情形. 当  $I_{\text{最大}} \cong I_{\text{最小}}$  时,  $V \cong 0$  这代表几乎辨认不出干涉条纹的情形. 而当  $I_{\text{最大}}=I_{\text{最小}}$  时  $V=0$  就代表光强分布曲线为一直线, 没有干涉条纹的情形.

在上述双光束干涉条纹中,

$$\begin{aligned} I_{\text{最大}} - I_{\text{最小}} &= 4\sqrt{I_1 I_2} \\ I_{\text{最大}} + I_{\text{最小}} &= 2(I_1 + I_2) \\ V &= \frac{2\sqrt{I_1 I_2}}{I_1 + I_2} = \frac{2\sqrt{I_1/I_2}}{1 + I_1/I_2} = \frac{2\sqrt{I_2/I_1}}{1 + I_2/I_1} \end{aligned} \quad (1.9)$$

可见当  $I_1=I_2$  时  $V=1$ , 干涉条纹最清晰, 而当  $I_1 \ll I_2$  (或  $I_2 \ll I_1$ ) 时  $V \ll 1$ , 几乎辨认不出干涉条纹. 因此在双光束干涉情形下, 两个光束的光强或振幅越接近相等, 干涉条纹就越清晰, 或说条纹的明暗对比越鲜明, 而两束光强的差别越大, 条纹就越不清晰, 也就越不易辨认. 这是决定双光束干涉条纹对比度的一个因素. 在观察双光束干涉现象的实验装置中, 或利用双光束干涉现象的仪器中, 为了得到清晰的干涉条纹, 使参与干涉的两光束光强接近相等是一个重要的条件.

以上我们讨论的是从同一单色细线光源的光中分出的两束光的干涉现象. 在实际情形中, 任何光源都不是严格的单色光, 而且实际光源也有一定的宽度(大小). 实践表明, 非严格的单色光和从一定宽度(大小)的光源的光中所分出的光束也可以产生稳定的干涉图样, 只是干涉条纹的对比度要受到影响. 这种情形下, 要得到足够清晰的干涉条纹还必须满足另外一些条件. 这也是在实