

# 偏振干涉成像光谱仪中偏振化方向 对调制度的影响\*

张淳民<sup>1), 2)</sup> 赵葆常<sup>2)</sup> 相里斌<sup>2)</sup>

1), 西安交通大学理学院, 西安 710049  
2), 中国科学院西安光学精密机械研究所, 西安 710068

**摘 要** 论述了自行研制的偏振干涉成像光谱仪的原理, 分析了其分光机理和成像原理; 着重就起偏器、分析器的偏振化方向对干涉图调制度的影响进行了分析和计算, 推导了偏振化方向偏离理想方向时调制度随偏角的变化关系, 给出和讨论了调制度随偏角变化的空间曲面以及最大调制度 ( $V = 1$ ) 和最小调制度 ( $V = 0$ ) 时偏振器偏振化方向的空间取向。

**关键词** 偏振干涉成像光谱仪, 调制度, 偏振化方向, 空间取向。

## 1 引 言

随着航空航天技术的飞速发展, 干涉成像光谱仪在原有的依靠动镜扫描的时间调制干涉成像光谱仪基础上<sup>[14]</sup>, 近年来又发展成为空间调制干涉成像光谱仪(SMII)<sup>[58]</sup>, 由于这种成像光谱仪无运动部件、稳定性好、成本低, 并具有光谱测量的实时性以及大视场和高通量等优点, 逐渐发展成为一个新的研究热点, 在军事、民用方面得到了广泛的应用<sup>[911]</sup>。

空间调制干涉成像光谱仪又分为两类: 一类是基于变形的 Sagnac 干涉仪为基础的成像光谱仪<sup>[12]</sup>; 一类是基于双折射晶体为分光元件的偏振型干涉成像光谱仪。与 Sagnac 型相比, 偏振型干涉成像光谱仪更加小型化、费用更低、稳定性更好、能量利用率高, 并解决了航天遥感器中普遍存在的探测器对不同偏振度的偏振光影响效率不同的缺点。美国华盛顿大学基于双折射元件研制出数学阵列扫描干涉仪<sup>[13]</sup>; 日本大阪大学研制了基于萨瓦板的多通道红外干涉光谱仪<sup>[7]</sup>; 英国圣安德鲁斯大学研制了基于渥拉斯顿棱镜的单镜、双镜以及具有补偿功能的偏振干涉光谱仪<sup>[1416]</sup>。

我们研制的新型偏振干涉成像光谱仪为横向剪切的双光束干涉成像装置, 具有优于空间调制干涉成像光谱仪的大视场、高通量的显著特点。偏振干涉成像光谱仪的调制度对程差有所限制, 只有在最大程差小于某一定值的条件下, 方可获得好的调制度。除此之外, 在偏振干涉成像光谱仪的实际装置中, 影响干涉条纹调制度的因素非常多, 但只有偏振光强度或振

\* 国家科委 863 高科技项目。

收稿日期: 1999-09-27; 收到修改稿日期: 2000-02-17

动方向对调制度的影响是其它类型干涉成像光谱仪中所不存在的。而偏振光的强度主要取决于偏振化方向，偏振化方向对调制度的影响较其它因素占绝对主导地位。故本文在介绍偏振干涉成像光谱仪原理的基础上，着重分析和讨论偏振化方向对调制度的影响。

## 2 原 理

图1是基于萨瓦板横向剪切干涉仪的偏振干涉成像光谱仪原理图。它主要由起偏器

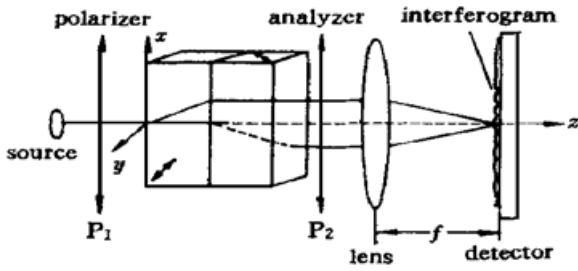


Fig. 1 Optical diagram of the spectrometer based on a Savart plate birefringent interferometer

$P_1$ 、萨瓦板、分析器(检偏器) $P_2$ 、成像镜、面阵探测器(置于成像镜焦面上)及数据图像处理系统组成。萨瓦板是由两块厚度均为  $t$  的单轴正晶(或负晶)体组成,前块(左板)的光轴在纸平面( $xz$  平面)内且与  $x$ 、 $z$  轴正向成  $45^\circ$  角;第二块(右板)光轴在水平面( $yz$  平面)内且与  $y$ 、 $z$  轴正向成  $45^\circ$  角。 $P_1$ 、 $P_2$  的偏振化方向均与  $x$ 、 $y$  轴正向成  $45^\circ$  角(可获得最大剪切量)<sup>[17]</sup>。

当从光源  $S$  发出的一束自然光经  $P_1$  后,成为一束沿  $P_1$  偏振化方向振动的线偏振光入射到萨瓦棱镜的左板上,进入双折射晶体后,即分为寻常光( $o$  光)和非寻常光( $e$  光), $o$  光沿原方向传播, $e$  光偏折。经两块板的界面后射入第二块晶体板,原  $o$  光变为  $e$  光偏折,在经萨瓦棱镜的后表面偏折后沿平行于入射光方向射出( $oe$  光);原  $e$  光变为  $o$  光偏折后沿平行于入射光方向射出( $eo$  光)。

二线偏振光振动面垂直,经  $P_2$  后变为振动方向相同(沿  $P_2$  偏振化方向)的两束线偏振光,经成像镜在探测器平面上相遇,形成干涉图样,经系统分析处理后,即可得出原入射光源的光谱信息。

等效于图 1 的光路图如图 2 所示,其横向剪切量为<sup>[18]</sup>

$$d = \sqrt{2(a^2 - b^2)t / (a^2 + b^2)}. \quad (1)$$

光程差

$$\Delta = t \left[ \frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2} (\cos \omega + \sin \omega) \sin i \right], \quad (2)$$

其中  $a = \frac{1}{n_e}$ ,  $b = \frac{1}{n_o}$ ,  $i$  为入射角(视场角), $\omega$  为入射面与第一块镜主平面之间的夹角,  $d$  实际为二虚光源之间的距离。

根据双光束干涉原理,干涉强度为<sup>[19]</sup>

$$I(\Delta) = \int_{-\infty}^{\infty} B(\nu) \exp(i2\pi\nu\Delta) d\nu, \quad (3)$$

式中  $I(\Delta)$  为干涉强度分布,  $B(\nu)$  为入射光谱分布,  $\nu$  为波数,  $\Delta$  为光程差,其光谱分辨率由最大光程差决定。复原光谱为干涉图的逆傅里叶变换:

$$B(\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} I(\Delta) \exp(-i2\pi\nu\Delta) d\Delta. \quad (4)$$

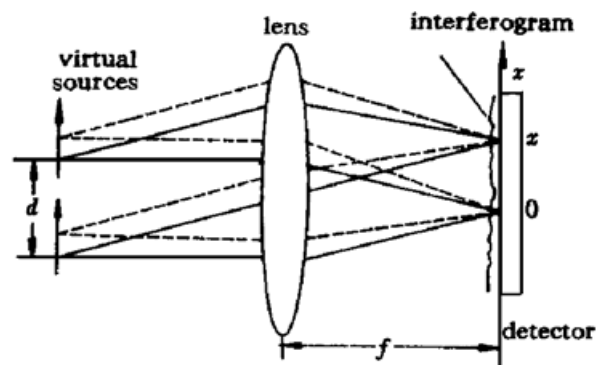


Fig. 2 Schematic diagram equivalent to Fig. 1

用实函数表示为

$$I(\Delta) = \int_{\nu_1}^{\nu_2} B(\nu) \cos(2\pi\nu\Delta) d\nu \quad (5)$$

$$\bar{B}(\nu) = \int_L^L I(\Delta) \cos(2\pi\nu\Delta) d\Delta, \quad (6)$$

其中  $L$  为最大光程差,  $\bar{B}(\nu)$  为复原光谱。

可见, 偏振干涉成像光谱仪的原理就是利用偏振干涉仪的分光机理将一束线偏振光横向剪切为二束线偏振光, 使其在探测器平面上相遇, 形成干涉图样, 对干涉图进行傅里叶变换得出光谱图, 数据、图像经系统处理后得出目标的像(成像)。

### 3 偏振化方向对干涉图调制度的影响

为获得调制度大的干涉图, 光程差必须满足<sup>[12]</sup>

$$\Delta_{\max} \leq N\lambda, \quad (7)$$

$\Delta_{\max}$  为最大光程差。进而可确定偏振干涉成像光谱仪的视场角, 在满足(7)式并进而由(2)式推算所得的视场角内, 二光束的光程差必定满足干涉条件, 并满足干涉图调制度的要求。

正如以上所述, 在理想情况下, 起偏器  $P_1$  与分析器  $P_2$  的偏振化方向平行, 且于  $x$ 、 $y$  轴正向夹角为  $45^\circ$  (理想方向), 以便使进入萨瓦板后形成的  $o$ 、 $e$  两光的光强相等。但在实际操作中, 由于各种原因,  $P_1$  与  $P_2$  的偏振化方向与理想方向总有一定偏差, 以至使进入萨瓦板后和从萨瓦板出射的二束线偏振光光强不等, 对其干涉图的调制度带来影响。

#### 3.1 偏振光强度、振动方向对调制度的影响

设满足相干条件的两束平面光波, 其表达式分别为

$$\mathbf{E}_1(\mathbf{r}, t) = \mathbf{E}_{10} \exp [j(\mathbf{k}_1 \cdot \mathbf{r} - \omega t + \phi_{10})], \quad (8)$$

$$\mathbf{E}_2(\mathbf{r}, t) = \mathbf{E}_{20} \exp [j(\mathbf{k}_2 \cdot \mathbf{r} - \omega t + \phi_{20})], \quad (9)$$

式中  $\mathbf{r}$  为考察点的位置矢量,  $\mathbf{k}_1$ 、 $\mathbf{k}_2$  分别为二平面光波的波矢,  $\phi_{10}$ 、 $\phi_{20}$  分别表示二波的初相位。两束光的干涉强度则为

$$I(\mathbf{r}) = |\mathbf{E}_{10}|^2 + |\mathbf{E}_{20}|^2 + 2\mathbf{E}_{10} \cdot \mathbf{E}_{20} \cos [(\mathbf{k}_2 - \mathbf{k}_1) \cdot \mathbf{r} + (\phi_{20} - \phi_{10})]. \quad (10)$$

可见, 探测器上呈现的谱照度是按余弦规律变化的直线型干涉条纹。

由调制度(对比度)的定义,

$$V = (I_M - I_m)/(I_M + I_m), \quad (11)$$

$I_M$ 、 $I_m$  分别为干涉强度的最大值和最小值。

则

$$V = \frac{|\mathbf{E}_{10} + \mathbf{E}_{20}|^2 - |\mathbf{E}_{20} - \mathbf{E}_{10}|^2}{|\mathbf{E}_{10} + \mathbf{E}_{20}|^2 + |\mathbf{E}_{20} - \mathbf{E}_{10}|^2} = \frac{2|\mathbf{E}_{10} \cdot \mathbf{E}_{20}|}{|\mathbf{E}_{10}|^2 + |\mathbf{E}_{20}|^2}, \quad (12)$$

因为  $|\mathbf{E}_{10}|^2 + |\mathbf{E}_{20}|^2 \geq 2|\mathbf{E}_{10} \cdot \mathbf{E}_{20}| \geq 0$ ,

所以  $0 \leq V \leq 1$ . (13)

由(12)式可知, 当  $\mathbf{E}_{10} = \pm \mathbf{E}_{20}$  时,  $V = 1$ , 这时条纹最清晰, 称其为全对比, 其充要条件是  $E_{10}$  与  $E_{20}$  大小相等, 方向平行。

通常情况下, 上述充要条件并不满足。设  $\mathbf{E}_{10}$  与  $\mathbf{E}_{20}$  的夹角为  $\alpha$ , 两束光的光强比为  $\varepsilon$ ,

$$\varepsilon = I_2/I_1, \quad (\text{即 } \sqrt{\varepsilon} = E_{20}/E_{10}). \quad (14)$$

代入(12)式, 得调制度

$$V = [2\sqrt{\epsilon/(1+\epsilon)}] |\cos \alpha|. \quad (15)$$

可见,  $E_{1o}$ 、 $E_{2o}$  的大小和方向差别对调制度的作用是互相独立的, 只有适度调节两束光的光强比和振动方向之间的关系, 才可获得调制度大的干涉条纹。

### 3.2 偏振器偏振化方向偏离理想方向对调制度的影响

在图1装置中, 由于在萨瓦板后放置了分析器, 则进入  $P_2$  的二束偏振光  $eo$ 、 $oe$  从  $P_2$  射出时, 均变为相互平行的沿  $P_2$  偏振化方向振动的线偏振光, 后经成像镜在探测器平面上相遇形成干涉条纹。所以, 二束相干光的振动方向完全相同, 即  $\alpha = 0$ 。由(15)式可知, 在偏振干涉成像光谱仪中, 干涉图调制度完全由二束相干偏振光的强度比(即振幅比)来决定。

设  $P_1$  的偏振化方向偏离理想方向  $\theta$  角(设与  $x$ 、 $y$  轴正向夹角为  $45^\circ$  方向为理想方向)。我们

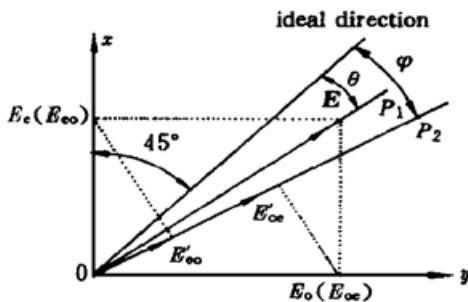


Fig. 3 Diagram of the ordinary and extraordinary light

们对  $\theta$  角的正负规定如下: 沿着  $z$  轴正方向观看, 顺时针方向  $\theta$  为正, 逆时针方向  $\theta$  为负(分析  $P_2$  偏振化方向与理想方向夹角时也按此规定)。如图3所示, 自然光通过  $P_1$  后成为沿其偏振化方向的线偏振光  $E$ , 其进入萨瓦棱镜的前镜(左板)后分为二束线偏振光, 垂直于主平面方向振动(沿  $y$  轴方向)的  $o$  光和平行于主平面方向振动(沿  $x$  轴方向)的  $e$  光, 其振幅分别为:

$$E_o = E \cos(45^\circ - \theta), \quad (16)$$

$$E_e = E \sin(45^\circ - \theta). \quad (17)$$

二线偏振光进入第二块镜(后板)后, 其电矢量的振动方向保持不变, 但由于第二板与第一板的主平面互相垂直, 原  $o$  光变为  $e$  光,  $e$  光变为  $o$  光, 即

$$E_{oe} = E_o = E \cos(45^\circ - \theta), \quad (18)$$

$$E_{eo} = E_e = E \sin(45^\circ - \theta), \quad (19)$$

这里假设介质无吸收。

设  $P_2$  的偏振化方向与理想方向偏离  $\varphi$  角, 则  $E_{oe}$ 、 $E_{eo}$  在  $P_2$  偏振化方向上的分量分别为

$$E'_{oe} = E_{oe} \cos(45^\circ - \varphi) = E \cos(45^\circ - \theta) \cos(45^\circ - \varphi), \quad (20)$$

$$E'_{eo} = E_{eo} \sin(45^\circ - \varphi) = E \sin(45^\circ - \theta) \sin(45^\circ - \varphi). \quad (21)$$

将  $\alpha = 0$  和(20)式、(21)式代入(15)式, 得偏振干涉成像光谱仪在偏角情况下的调制度为

$$V = 2\sqrt{\epsilon/(1+\epsilon)} = 2|E'_{oe}E'_{eo}|/(E'^2_{oe} + E'^2_{eo}) = |\cos 2\theta \cos 2\varphi/(1 + \sin 2\theta \sin 2\varphi)|. \quad (22)$$

## 4 讨 论

由(22)式可见, 在偏振干涉成像光谱仪中, 调制度取决于从  $P_2$  出射的二束同方向的线偏振光的振幅  $E'_{oe}$  和  $E'_{eo}$ , 由于振幅取决于  $\theta$ 、 $\varphi$  的值, 所以调制度完全取决于  $P_1$ 、 $P_2$  的偏振化方向与理想方向间的偏角  $\theta$ 、 $\varphi$ 。虽然在光学装调过程中  $\theta$ 、 $\varphi$  角都不应该很大, 但由于偏振片可以旋转, 所以我们在大角度范围内进行讨论。下面分析调制度  $V$  随偏角  $\theta$ 、 $\varphi$  的变化情况。

由(22)式知  $V$  的周期为  $\pi/2$ 。图4表示在  $-\pi/2$  到  $\pi/2$  区间内在直角坐标系中调制度  $V$  随

偏角  $\theta$ 、 $\varphi$  的变化曲面, 其中纵坐标表示调制度, 二横坐标分别表示  $\theta$ 、 $\varphi$  ( $\theta$ 、 $\varphi$  为二独立变量)。现在来讨论  $V(\theta, \varphi)$  曲面的物理意义:

1) 在  $\theta$ 、 $\varphi$  轴正向夹角的平分线上(即第一象限内  $\theta = \varphi$  的直线上), 当  $\theta = \varphi = -\frac{\pi}{2}, 0, \frac{\pi}{2}$  时,  $V = \frac{\cos^2 2\theta}{1 + \sin^2 2\theta} = \frac{\cos^2 2\varphi}{1 + \sin^2 2\varphi} = 1$ , 即全对比。

2) 当  $\theta = \varphi = \pm\pi/4$ , 或当  $\theta = \pm\pi/4, \varphi = \mp\pi/4$  时,  $V = 0$ , 这时没有干涉条纹出现。

3) 当  $\theta = \pm\pi/4, \varphi$  为任意值(等于零或不等于零); 或  $\varphi = \pm\pi/4, \theta$  为任意值时,  $V = 0$ 。

4)  $\theta = -\varphi$  ( $\theta = \pm\pi/4, \varphi = \mp\pi/4$  除外), 即在  $\theta$ 、 $\varphi$  决定的平面坐标系第二、四象限的平分线,

$$V = \frac{\cos^2 2\theta}{1 - \sin^2 2\theta} = \frac{\cos^2 2\varphi}{1 - \sin^2 2\varphi} = 1,$$

即图 4 中出现的  $V = 1$  的横线; 在  $\theta = \pm\pi/4, \varphi = \mp\pi/4$  处,  $V = 0$ 。图 5 是  $V$  在  $-\pi\pi$  区间内随  $\theta$ 、 $\varphi$  的变化曲面。图 6 是  $V$  在  $-\pi/4\pi/4$  区间内随  $\theta$ 、 $\varphi$  的变化曲面。

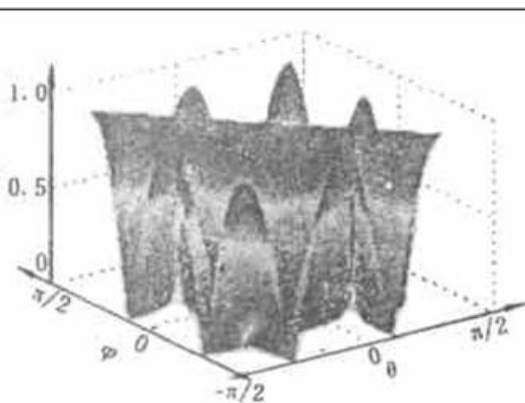


Fig. 4 Changing curved plane of modulation depth ( $-\pi/2\pi/2$ )

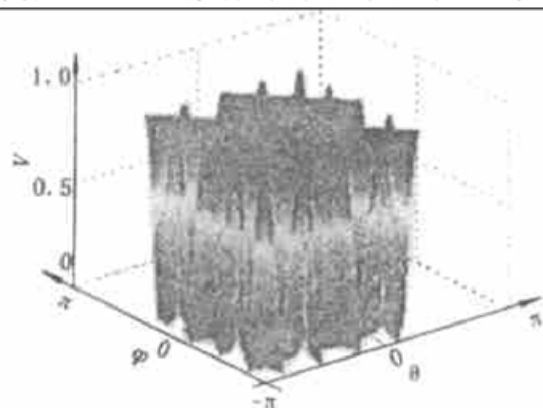


Fig. 5 Changing curved plane of  $V$  ( $-\pi\pi$ )

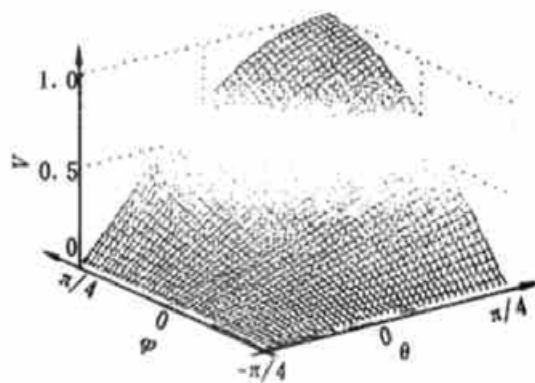


Fig. 6 Changing curved plane of  $V$  with  $\theta$  and  $\varphi$  ( $-\pi/4\pi/4$ )

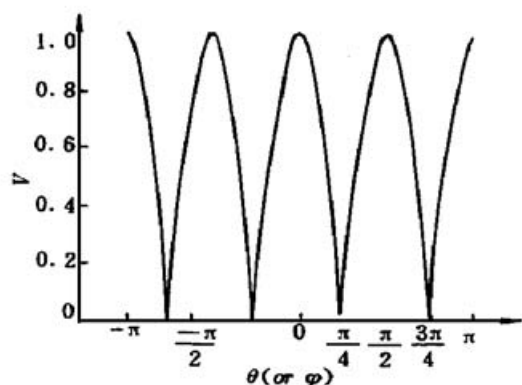
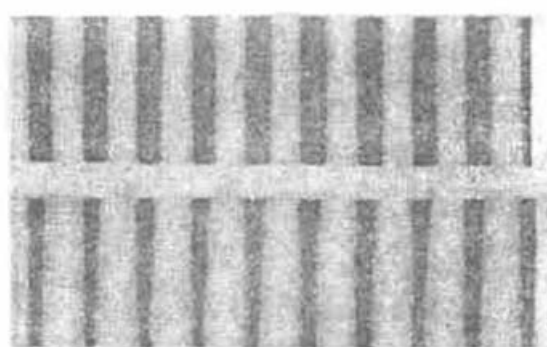
5) 当  $\theta$ (或  $\varphi$ ) = 0 时,  $V = |\cos 2\varphi|$  (或  $V = |\cos 2\theta|$ ), 在  $-\pi\pi$  的区间内,  $V$  随  $\theta$ 、 $\varphi$  的变化曲线如图 7 所示。

由(22)式知, 偏振干涉成像光谱仪中调制度  $V$  完全取决于从  $P_2$  出射的二束同方向线偏振光的振幅, 而(20)式、(21)式表明二线偏振光的振幅又完全由偏振化方向决定。

图 8 是根据(22)式由实验得到的调制度  $V = 1$  和 0.7 时的干涉条纹。可见, 在  $V = 0.7$  时, 条纹的调制度还是相当好的。当  $V < 0.7$  时, 虽然视觉上也能分辨条纹, 但明、暗灰度比对光谱复原来说已不够理想。不妨假定  $V = 0.7$  为需要的最小调制度, 在  $V \geq 0.7$  的情况下来讨论可允许的  $\theta$ 、 $\varphi$  的最大偏角。因为偏振化方向决定了二线偏振光的振幅  $E'_{oe}$  和  $E'_{eo}$ , 决定了振幅比或强度比, 即可允许的最大偏角给出了在一定调制度时二线偏振光的振幅比, 表明了满足此干涉调制度情况下, 二相干光束振幅相差的程度。

由(22)式可知, 当  $V = 0.7$ , 且  $\theta$ 、 $\varphi$  角相等时, 则偏角应不大于  $12.4^\circ$ 。若  $\theta$ (或  $\varphi$ ) = 0, 则  $|\varphi|$  (或  $|\theta|$ )  $\leq 22.8^\circ$ 。此时, 二线偏振光的光强比或振幅比分别如下:

$$\varepsilon = (E'_{oe})^2 / (E'_{eo})^2 \approx 6, \quad \sqrt{\varepsilon} = E'_{oe} / E'_{eo} \approx 2.5,$$

Fig. 7 Changing curve of  $V$  with  $\varphi$  and  $\theta$  when  $\theta$  or  $\varphi = 0$ Fig. 8 Interference fringe of modulation depth  $V = 1$ ,  $V = 0.7$ 

显然, 在二光束的光强比不大于 6 倍, 或振幅比不大于 2.5 倍时, 调制度不小于 0.7。

当  $V = 0.8$ , 且  $\theta$ 、 $\varphi$  角相等时, 则偏角应不大于  $9.7^\circ$ ; 若  $\theta$  (或  $\varphi$ ) = 0, 则  $|\varphi|$  (或  $|\theta|$ )  $\leq 18.4^\circ$ 。此时强度比、振幅比分别为

$$\varepsilon = (E'_{oc})^2 / (E'_{eo})^2 \approx 4, \quad \sqrt{\varepsilon} = E'_{oc} / E'_{eo} \approx 2,$$

可见, 光强比在 4 倍之内、或振幅比在 2 倍之内时, 调制度不小于 0.8。

当  $V = 0.9$ , 且  $\theta$ 、 $\varphi$  角相等时, 则偏角应不大于  $6.6^\circ$ ; 若  $\theta$  (或  $\varphi$ ) = 0, 则  $|\varphi|$  (或  $|\theta|$ )  $\leq 12.9^\circ$ 。其光强比与振幅比分别为

$$\varepsilon = (E'_{oc})^2 / (E'_{eo})^2 \approx 2.5, \quad \sqrt{\varepsilon} = E'_{oc} / E'_{eo} \approx 1.58.$$

即光强比在 2.5 倍之内或振幅比在 1.58 倍之内时, 调制度不小于 0.9。

当  $V = 1$  时,  $|\theta| = |\varphi| = 0, \pm \frac{\pi}{2}$ ; 或  $\theta = -\varphi$  ( $\theta = \pm \frac{\pi}{4}, \varphi = \mp \frac{\pi}{4}$  除外)。  $\varepsilon = 1$ , 显然在全对比的情况下, 二束线偏振光的强度比或振幅比为 1。

**结 论** 在偏振干涉成像光谱仪中, 调制度函数  $V(\theta, \varphi)$  是一个周期为  $\pi/2$  的函数; 起偏器、分析器的偏振化方向的偏角  $\theta$ 、 $\varphi$  中当一个取值为  $\pm \pi/4$  (或  $\mp 3\pi/4$ ) 时, 则另一个无论取何值, 调制度  $V$  均等于零;  $\theta = \varphi = 0, \pm \pi/2$  或  $\theta = -\varphi$  ( $\theta = \pm \pi/4, \varphi = \mp \pi/4$  除外) 时,  $V = 1$ , 此时二线偏振光的振幅相等。所以, 为了获得调制度大的干涉图, 在偏振干涉成像光谱仪的实际应用和调试中, 应使  $\theta$ 、 $\varphi$  的绝对值尽量地小 (接近  $0^\circ$ );  $P_1$ 、 $P_2$  的偏振化方向与理想方向垂直或使  $P_1$ 、 $P_2$  的取向尽量关于理想方向对称 (即  $\theta = -\varphi$ )。

感谢中国科学院西安光学精密机械研究所原新晶、黄夏同志提供的帮助和有益的讨论。

### 参 考 文 献

- [1] Persky M J. A review of spaceborne Fourier transform spectrometer for remote sensing. *Rev. Sci. Instrum.*, 1995, **66**(10): 47634793
- [2] Inoue T, Itoh K, Ichioka Y. Fourier transform spectral imaging near the imaging plane. *Opt. Lett.*, 1991, **16**(12): 934936
- [3] Bennitt C L, Carter M *et al.*. Imaging Fourier transform spectrometer. *Proc. SPIE*, 1993, **1937**: 191200
- [4] Vaughan A H. Imaging michelson spectrometer for hubble space telescope. *Proc. SPIE*, 1988, **1036**: 214
- [5] Junttila M L, Kauppinen J, Ikonen E. Performance limites of stationary Fourier transform spectrometers. *J. Opt.*

- Soc. Am. (A)*, 1991, **8**(9): 14571462
- [6] Junttila M L. Stationary Fourier transform spectrometer. *Appl. Opt.*, 1992, **31**(21): 41064112
- [7] Hashimoto M, Kawata S. Multichannel Fourier transform infrared spectrometer. *Appl. Opt.*, 1992, **31**(28): 6096-6101
- [8] Moller K D. Wave-front dividing array interferometer without moving parts for real-time spectroscopy from the IR to the UV. *Appl. Opt.*, 1995, **34**(9): 14931501
- [9] 张淳民, 王 炜, 相里斌等. 利用干涉成像光谱技术测量大气风场. *光学学报*, 2000, **20**(2): 234239
- [10] 张淳民, 赵葆常, 相里斌. 高稳定度大视场大气风场测量新方法. *光学学报*, 2000, **20**(5): 697700
- [11] 张淳民, 相里斌, 赵葆常. 用 Fabry-Perot 干涉仪(FPI) 测量上层大气风场的速度和温度. *西安交通大学学报*, 2000, **34**(4): 9799
- [12] Rafert J B, Sellar R G, Blatt J H. Monolithic Fourier transform imaging spectrometer. *Appl. Opt.*, 1995, **34**(31): 72287230
- [13] Smith W H, Hammer P D. Digital array scanned interferometer: sensors and results. *Appl. Opt.*, 1996, **35**(16): 29022909
- [14] Patterson M J, Harvey A R. A static Fourier transform spectrometer based on wollaston prisms. *Rev. Sci. Instrum.*, 1995, **66**(4): 28072811
- [15] Courtial J, Patterson B A, Harvey A R *et al.*. Design of a static Fourier transform spectrometer with increased field of view. *Appl. Opt.*, 1996, **35**(34): 66986702
- [16] Patterson B A, Antoni M, Courtial J *et al.*. An ultra-compact static Fourier transform spectrometer based on a single birefringent component. *Opt. Commun.*, 1996, **130**( ): 16
- [17] Francon M, Mallick S. *Polarization Interferometers*. New York: Wiley, 1971. 144145
- [18] Francon M, Mallick S. *Polarization Interferometers*. New York: Wiley, 1971. 2223
- [19] Bell R J. *Introductory Fourier Transform Spectroscopy*. New York: Academic, 1972. 3859

## Influence of Polarized Direction on Modulation Depth of a Polarization Interference Imaging Spectrometer

Zhang Chunmin<sup>1), 2)</sup>      Zhao Baochang<sup>2)</sup>      Xiangli Bin<sup>2)</sup>

1), Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049

2), Xi'an Institute of Optics and Precision Mechanics, The Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710068

(Received 27 September 1999; revised 17 February 2000)

**Abstract** The Principle of a novel polarization interference imaging spectrometer (PIIS) is described and the shearing and imaging principle of the PIIS is analyzed. Influence of polarized direction of polarizer and analyzer on modulation depth of spatially distributed interferogram is analyzed and calculated. The dependence of modulation depth on deviation is calculated with polarized direction deviating from the ideal direction. Spatial curved surface of variation of the modulation depth with deviation and spatial orientation of polarizer's polarization direction in the case of the maximum modulation depth ( $V = 1$ ) or minimum modulation depth ( $V = 0$ ) are given and discussed.

**Key words** polarization interference imaging spectrometer (PIIS), modulation depth, polarized direction. spatial direction.