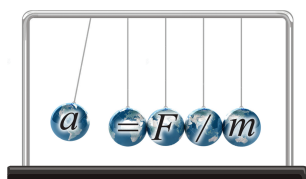


文章编号:1005-4642(2023)07-0013-08



普通物理实验

利用单一波片将椭圆偏振光转换为线/圆偏振光

林 珊, 杨庆鑫, 李俊庆, 张 宇, 于翠玲, 唐 勳

(哈尔滨工业大学 物理学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要:基于琼斯矩阵, 推导了利用单一波片将右旋椭圆偏振光转换为线偏振光的条件, 即该波长下波片的等效相位延迟满足 $\delta' \in [2\beta, \pi - 2\beta]$, 同时可以计算得到波片快轴(或者出射线偏振光偏振方向)与入射椭圆偏振光长轴的夹角. 另外, 给出了右旋椭圆偏振光转换为右旋圆偏振光的条件为: 选择等效相位延迟 $\delta' = \pi/2 - 2\beta$ 的波片, 且按其快(慢)轴与入射椭圆偏振光长轴的夹角为 $\pm\pi/4$ 的位置摆放. 依据文中的参量范围, 可以快速判定现有波片是否能实现偏振态的转换.

关键词:琼斯矩阵; 椭圆偏振光; 线偏振光; 1/4 波片

中图分类号: O436.3

文献标识码: A

DOI: 10.19655/j.cnki.1005-4642.2023.07.003

利用波片可以改变光束的偏振态. 目前, 大学物理和实验教材关于将任意椭圆偏振光转换成线偏振光的方法介绍为: 让椭圆偏振光经过 1/4 波片, 当波片的光轴和椭圆偏振光的主轴一致时, 出射光即为线偏振光^[1-2]. 实验室中常见的波片多为 1/4 波片和半波片, 且都标有对应的使用波长^[2-3]. 但是在实际应用中, 人们往往会遇到标定的波长与待变换的偏振光波长不一致, 或者实验室光源为非单色光的情况, 若恰好没有对应波长的 1/4 波片, 能否利用其他波长的波片完成椭圆偏振光到线/圆偏振光的转换?

利用琼斯矩阵描述偏振光及其经过偏振器件后的偏振态变化十分方便和直观^[4-5]. 本文以任意右旋椭圆偏振光为例, 研究了坐标系旋转对入射偏振光相位差的调制, 再利用相位延迟适合的波片来调节, 使最终出射光相位差为 $0, \pi/2$ 或 π 时, 实现线偏振光或圆偏振光的转换, 推导获得转换所需单一波片的参量. 与已有文献相比^[6-7], 本文给出了更加清晰、明确的参量范围, 在实际应用中更有可操作性. 同时通过数值计算给出了各参量之间的依赖关系和变化趋势, 帮助学生更直观地理解波片原理和几种偏振态的转换条件.

1 坐标系旋转对正椭圆偏振光相位差的调制

如图 1 所示, 在 XOY 坐标系下, 正椭圆偏振光的归一化琼斯矩阵为^[5]

$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ be^{\pm i\frac{\pi}{2}} \end{bmatrix} = \sqrt{a^2 + b^2} \begin{bmatrix} \cos \beta \\ \pm i \sin \beta \end{bmatrix}. \quad (1)$$

当入射偏振光为右旋正椭圆光时, Y 分量超前 X 分量 $\pi/2$, 式(1)中取“+”; 当入射偏振光为左旋正椭圆偏振光时, Y 分量落后 X 分量 $\pi/2$, 式(1)中取“-”.

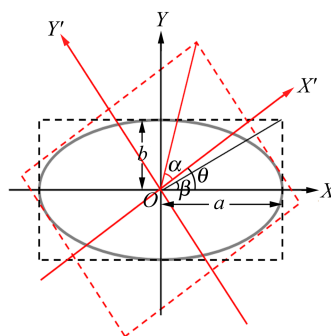


图 1 椭圆偏振光的特征参量

收稿日期: 2022-12-31; **修改日期:** 2023-04-08

基金项目: 黑龙江省教育厅高等教育本科教学改革研究项目(No. SJGY20220035); 哈尔滨工业大学教学发展基金项目(No. XSZ20210070)

作者简介: 林 珊(1978-), 女, 吉林省吉林市人, 哈尔滨工业大学物理学院高级工程师, 博士, 从事大学物理实验教学. E-mail: slin@hit.edu.cn

为讨论方便,以右旋椭圆偏振光为例,取椭圆长轴为坐标系 OX 方向. 定义 $\tan \beta = |b/a|$ 为椭圆率,其中 a, b 分别为椭圆的长半轴和短半轴,因此 $\tan \beta \in [0, 1], \beta \in [0, \pi/4]$. 当 $\beta = 0$, 对应线偏振光; 当 $\beta = \pi/4$, 对应圆偏振光; 当 $\beta \in (0, \pi/4)$, 对应正椭圆偏振光. 若将 XOY 坐标系转过 θ 角 ($\theta \in [-\pi/2, \pi/2], \theta > 0$ 为逆时针转动, $\theta < 0$ 为顺时针转动) 得到新坐标系 $X'OY'$. 变换后, 原坐标系下右旋正椭圆偏振光变换为 $X'OY'$ 坐标系下的一般右旋斜椭圆偏振光, 对应的相位差将由 $\pi/2$ 变为新的相位差 φ' , 且 $\varphi' \in [-\pi, \pi]$. 当 $\varphi' > 0$, Y' 分量超前 X' 分量, 为右旋椭圆偏振光; 当 $\varphi' < 0$, Y' 分量落后 X' 分量, 为左旋椭圆偏振光. 另外, 变换后的一般右旋斜椭圆偏振光的椭圆率用 Y' 分量与 X' 分量的振幅比表示, 即 $\tan \alpha = |E_{y_0}'/E_{x_0}'|$, 由于 $\tan \alpha \geq 0$, 因此 $\alpha \in [0, \pi/2]$.

坐标系 $X'OY'$ 下一般斜椭圆的相位差 φ' 可通过计算获得. 已知在 $X'OY'$ 坐标系下, 强度归一化的椭圆偏振光可以写成 2 种表达式:

$$\begin{pmatrix} E_x' \\ E_y' \end{pmatrix} = R(\theta) \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \beta \\ i \sin \beta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta \cos \beta + i \sin \theta \sin \beta \\ -\sin \theta \cos \beta + i \cos \theta \sin \beta \end{pmatrix}, \quad (2)$$

或

$$\begin{pmatrix} E_x' \\ E_y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha e^{i\varphi_x'} \\ \sin \alpha e^{i\varphi_y'} \end{pmatrix} = e^{i\varphi_x'} \begin{pmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha e^{i\varphi'} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

由于式(2)和式(3)描述的是同一椭圆偏振光, 因此原则上是等效的, 即

$$\begin{pmatrix} \cos \alpha e^{i\varphi_x'} \\ \sin \alpha e^{i\varphi_y'} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta \cos \beta + i \sin \theta \sin \beta \\ -\sin \theta \cos \beta + i \cos \theta \sin \beta \end{pmatrix}, \quad (4)$$

通过比较实部和虚部, 可得

$$\begin{cases} \tan \varphi_x' = \tan \beta \tan \theta, \\ \tan \varphi_y' = -\tan \beta \cot \theta, \end{cases} \quad (5)$$

因此

$$\tan \varphi' = \tan (\varphi_y' - \varphi_x') = \frac{\tan (2\beta)}{-\sin (2\theta)}. \quad (6)$$

由于坐标从 $(X, Y) \rightarrow (X', Y')$, 并不改变光的能量, 所以始终有

$$a^2 + b^2 = E_{x_0}'^2 + E_{y_0}'^2, \quad (7)$$

再根据椭圆率定义 $\tan \beta = |b/a|$ 和 $\tan \alpha = |E_{y_0}'/E_{x_0}'|$, 得到

$$\cos (2\alpha) = \cos (2\beta) \cos (2\theta). \quad (8)$$

因此, 如果已知 β 和 θ , 即可求解 φ' 和 α .

图 2 为 XOY 坐标系下不同椭圆率(即不同 β 值)的右旋正椭圆偏振光(相位差 $\varphi = \pi/2$) 变换为 $X'OY'$ 坐标系下一般右旋斜椭圆偏振光的相位差 φ' 随旋转角 θ 的变化曲线.

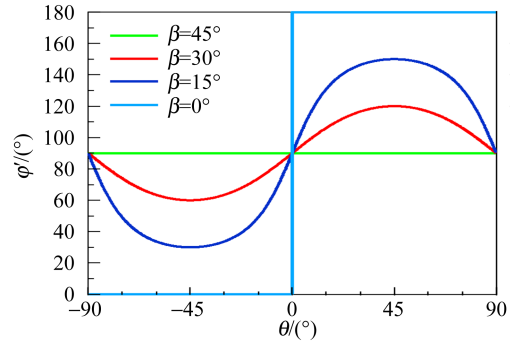


图 2 φ' 随 θ 的变化曲线

从图 2 中可以得出如下结论:

1) 由于坐标系变换不改变旋向, 因此 $\varphi' > 0$, 即 Y' 方向分量总是超前 X' 方向分量.

2) 当坐标系逆时针旋转 θ 角, 且 $0 < \theta < \pi/2$, 正椭圆偏振光变为二四象限的一般斜椭圆偏振光; 当坐标系顺时针旋转 θ 角, 且 $-\pi/2 < \theta < 0$, 正椭圆偏振光变为一三象限的一般斜椭圆偏振光.

3) 当 β 已知时, 根据式(6), 可得 $\varphi' \in [2\beta, \pi - 2\beta]$. 当 $\theta = \pi/4$ 时, 对应最大相位差 $\varphi_{\max}' = \pi - 2\beta$; 当 $\theta = -\pi/4$ 时, 对应最小相位差 $\varphi_{\min}' = 2\beta$.

2 单一波片将一般椭圆偏振光转换为线偏振光的条件和摆放方法

通过前面的讨论, 若现有波片对椭圆率为 $\tan \beta$ 、波长为 λ 的椭圆偏振光的等效相位延迟 $\delta' \in [2\beta, \pi - 2\beta]$, 可调节波片按其光轴与正椭圆长轴的夹角 θ 摆放, 使入射的相位差为 φ' 的右旋椭圆偏振光经该波片后, 出射光的相位差相消为 0 (即 $\varphi' - \delta' = 0$) 或补偿为 π (即 $\varphi' + \delta' = \pi$), 实现线偏振光的转换, 如图 3 所示. 例如, 若 $\beta = 30^\circ$, 波片的等效相位延迟 $\delta' = 70^\circ$, 由式(6)和式(8)计算得到坐标系旋转角 θ 与椭圆偏振光相位差 φ' 的对应曲线, 如图 4 所示. 再在曲线上找到 $\varphi' - \delta' = 0$ (即 A, B 点) 和 $\varphi' + \delta' = \pi$ (即 A', B' 点) 的位置, 读出对应的 θ 角. θ 的含义是将椭圆偏振光长轴设为 OX 轴, 波片光轴设为 OX' 轴时, OX' 轴位置由 OX 轴旋转 θ 角确定, 即波片光轴与椭圆偏振光长轴的夹角为 θ .

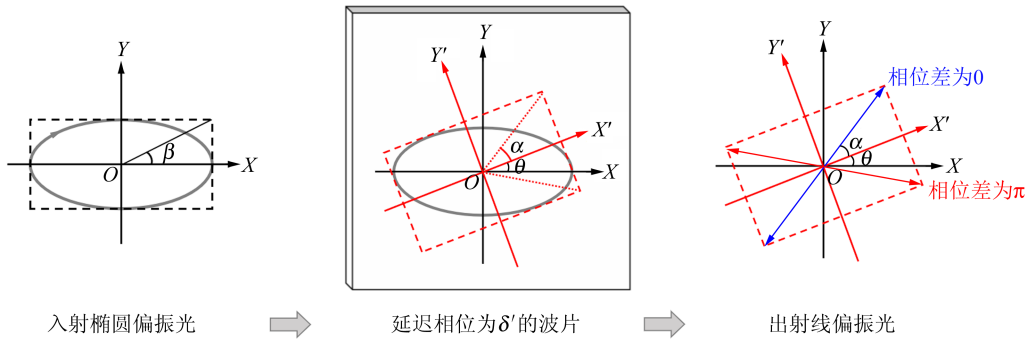


图 3 椭圆偏振光转换为线偏振光的示意图

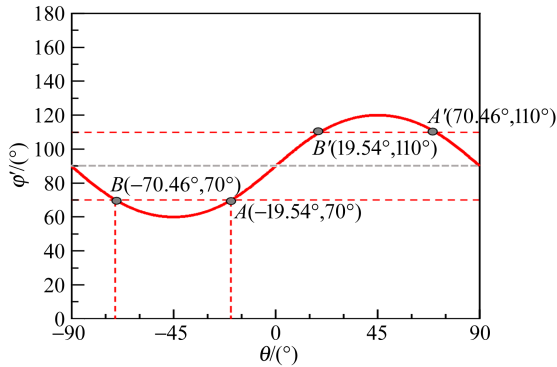


图 4 椭圆偏振光相位差 φ' 随旋转角 θ 的变化曲线

为了更加清楚地理解图 4 中的 4 种情况及其等效性,图 5 给出了波片快轴和出射线偏振光与入射正椭圆偏振光长轴的夹角示意图. 根据图 4 和图 5,波片的摆放位置和出射的线偏振光偏振方向具有以下关系:

1)A 点:通过将波片快轴设为 OX' 轴,将其沿 OX 轴旋转 $\theta = -19.54^\circ$ (顺时针)摆放,则 $\varphi' - \delta' = 0$,出射线偏振光与 OX' 轴的夹角 $\alpha = 33.58^\circ$,与 OX 轴的夹角 $\phi = \alpha + \theta = 14.04^\circ$,出射光为一、三象限的线偏振光.

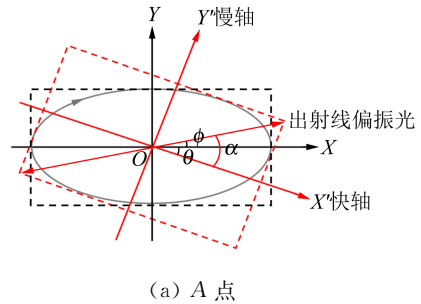
2)B 点:将波片快轴设为 OX' 轴,将其沿 OX 轴旋转 $\theta = -70.46^\circ$ (顺时针)摆放,则出射光与 OX' 轴的夹角 $\alpha = 56.42^\circ$,与 OX 轴的夹角 $\phi = \alpha + \theta = -14.04^\circ$,出射光为二、四象限的线偏振光.

3)A' 点:当波片慢轴与 OX 轴的夹角 $\theta = 70.46^\circ$ 时, $\varphi' + \delta' = \pi$,出射线偏振光与 OX' 轴的夹角 $-\alpha = -56.42^\circ$,与 OX 轴的夹角 $\phi = \theta - \alpha = 14.04^\circ$,通过几何关系可知,A' 和 A 点等效.

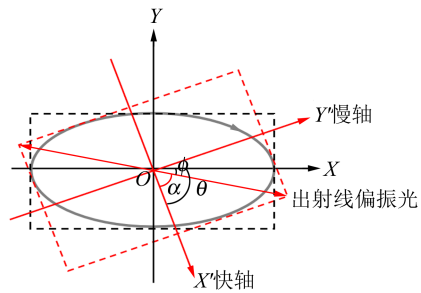
4)B' 点:当波片慢轴与 OX 轴的夹角 $\theta = 19.54^\circ$ 时,出射光与 OX' 轴的夹角 $-\alpha =$

-33.58° ,与 OX 轴的夹角 $\phi = \theta - \alpha = -14.04^\circ$,通过几何关系可知,B' 和 B 点等效.

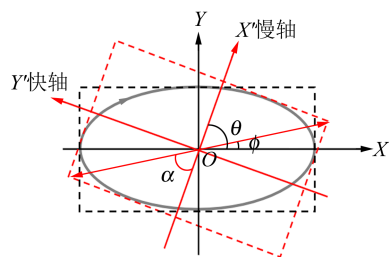
通过对称性分析, $\varphi' - \delta' = 0$ 和 $\varphi' + \delta' = \pi$ 的情况等效. 因此,下面的讨论以 $\varphi' - \delta' = 0$ 的情况为例.



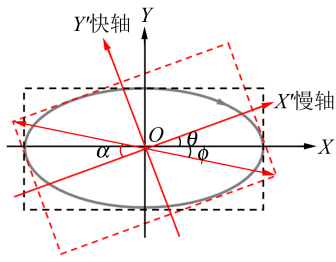
(a) A 点



(b) B 点



(c) A' 点



(d) B'点

图 5 波片快轴和出射线偏振光与入射正椭圆偏振光长轴的夹角示意图

综上,单一波片将一般右旋斜椭圆偏振光转为线偏振光的条件为:波片的等效相位延迟 $\delta' \in [2\beta, \pi - 2\beta]$.

3 出射线偏振光偏振方向的研究

由式(6)和图 2 可知,调制后 φ' 的极值出现在 $\theta = \pm \pi/4$. 图 6 为椭圆偏振光相位差 φ_{\min}' , φ_{\max}' 随 β 的变化曲线. 通过数值计算可以看出:随着 β 的增加, $\varphi_{\min}' \sim \varphi_{\max}'$ 的区间减小,说明随着椭圆率增加,椭圆越接近圆,将其转换为线偏振光的可选波片的相位延迟范围越小;当 $\beta = \pi/4$,入射的椭圆偏振光变为圆偏振光,此时 $\varphi' = \pi/2$,即该波长下只有选择 1/4 波片才能实现线偏振光的转换.

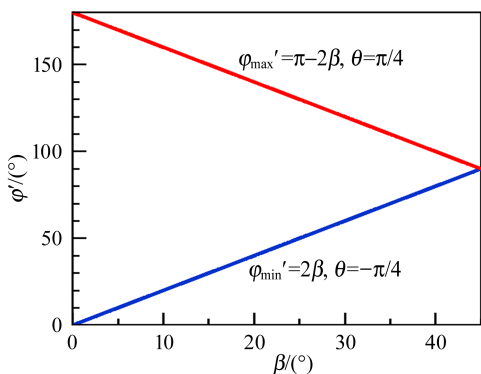
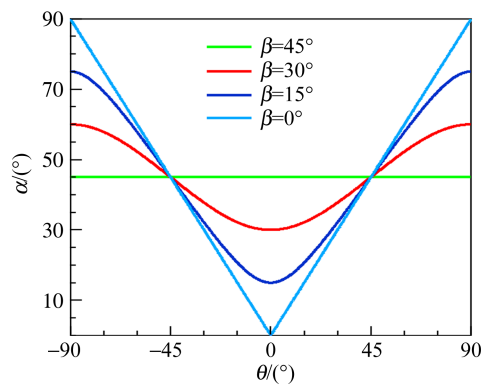


图 6 椭圆偏振光 φ_{\min}' , φ_{\max}' 随 β 的变化曲线

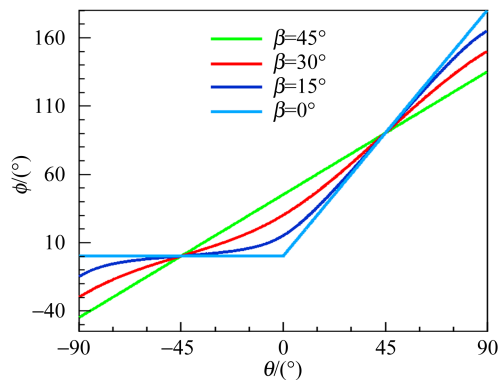
图 7 给出了波片快轴为 OX' 轴时,出射线偏振光的偏振方向与 OX' 轴和 OX 轴的夹角 α 和 ϕ 随 θ 的变化曲线. 由图 7(a)可知,当 $\theta = 0$, $\alpha_{\min} = \beta$; 当 $\theta = \pm \pi/2$, $\alpha_{\max} = \pi/2 - \beta$. 从图 7(b)可知,以入射椭圆偏振光长轴为 OX 轴的坐标系下,出射线偏振光与 OX 轴的夹角 ϕ 随 θ 的变化曲线中存

在以下关系:a. 当 $\theta = -\pi/2$, $\phi_{\min} = -\beta$; b. 当 $\theta = \pi/2$, $\phi_{\max} = \pi - \beta$; c. 当 $\theta = -\pi/4$, $\phi = 0$, 出射线偏振光沿 OX 轴; d. 当 $\theta = \pi/4$, $\phi = \pi/2$, 变化后的线偏振光垂直于 OX 轴.

若实验中需要出射特定偏振方向的线偏振光,可先由图 7(b)读出旋转角 θ ,再由图 3 找到与 θ 对应的 φ' , 然后选择相位延迟 $\delta' = \varphi'$ 的波片,波片快轴摆放在 θ 位置即可实现转换.



(a) α 随 θ 的变化曲线



(b) ϕ 随 θ 的变化曲线

图 7 出射线偏振光偏振方向与波片光轴 (OX' 轴)、椭圆偏振光长轴 (OX 轴) 夹角 α , ϕ 随 θ 的变化曲线

4 单一波片将一般椭圆偏振光转为圆偏振光的条件

要想获得圆偏振光,入射波片前,斜椭圆偏振光在波片两主轴方向分量的振幅比应为 1, 即 $\tan \alpha = \left| \frac{E_{y_0}'}{E_{x_0}'} \right| = 1$, $\alpha = \pi/4$, 代入式(8), 计算得到 $\theta = \pm \pi/4$, 所以波片主轴需要摆放在与入射正椭圆偏振光长轴夹角为 $\pm \pi/4$ 的位置. 再选择等效相位延迟 δ' 合适的波片, 将出射光的相位差补偿

为 $\varphi' + \delta' = \pm \pi/2$, 取“+”号表示出射右旋圆偏振光; 取“-”号表示出射左旋圆偏振光。

以出射右旋圆偏振光为例, 通过图 3 可知: 当 $\theta = -\pi/4$ 时, $\varphi' = 2\beta$, 则需要的波片其相位延迟为 $\delta' = \pi/2 - 2\beta$; 当 $\theta = \pi/4$ 时, $\varphi' = \pi - 2\beta$, 则 $\delta' = 2\beta - \pi/2$ 。图 8 为 $\beta = \pi/6$ 时, 出射圆偏振光的数值示意图, 根据对称性可知, $\theta = \pm \pi/4$ 的 2 种情况等效。

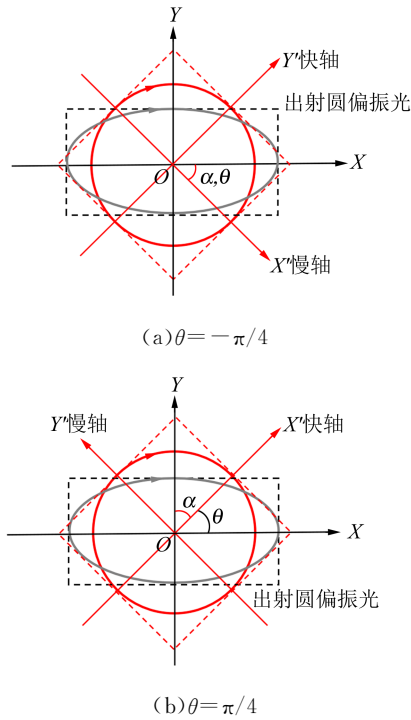


图 8 $\beta = \pi/6$ 时出射圆偏振光的数值示意图

综上, 等效相位延迟 $\delta' = \pi/2 - 2\beta$ 的波片在其快轴(慢轴)与入射右旋椭圆偏振光长轴的夹角为 $\pm \pi/4$ 的位置摆放, 出射光即为右旋圆偏振光。因此, 若入射椭圆偏振光的椭圆率确定, 那么可用的波片等效相位延迟也被唯一确定。

5 波片等效相位延迟随波长变化规律的讨论

波片的相位延迟大小是对应某一波长而言的, 具体表示为

$$\Delta \equiv \varphi_o - \varphi_c = \frac{2\pi}{\lambda} [n_o(\lambda) - n_c(\lambda)] d, \quad (9)$$

其中, $n_o(\lambda) - n_c(\lambda)$ 为折射率之差, 若不考虑色散, 则其为常量; d 为波片厚度。为了方便讨论, 本文以零级波片为例, 波片在标定波长 λ_0 下对应的相位延迟为 δ ; 若入射波长为 λ , 则等效的相位

延迟 $\delta' = \delta \frac{\lambda_0}{\lambda}$ 。根据前面结论, (λ_0, δ) 的波片相位

延迟范围满足 $\delta \in \left[\frac{\lambda(2\beta)}{\lambda_0}, \frac{\lambda(\pi - 2\beta)}{\lambda_0} \right]$ 时, 可以完成线偏振光的转换。

图 9 为不同标定波长的 1/4 波片的等效相位延迟 δ' 在可见光范围内的变化情况。例如, 标定波长为 532 nm 的 1/4 波片在 400~800 nm 的等效相位延迟 $\delta' \in [59.85^\circ, 119.7^\circ]$, 最大程度地落在了 $\beta = \pi/6$ 时所需要的波片等效相位延迟区间。因此, 如果想在最大可见光波长范围内展示椭圆偏振光转换为线偏振光, 可以选择 $\beta \leq \pi/6$ 的入射椭圆偏振光和零级波长为 532 nm 的 1/4 波片(万能波片), 即可完成 400~800 nm 所有波长下的线偏振光转换。

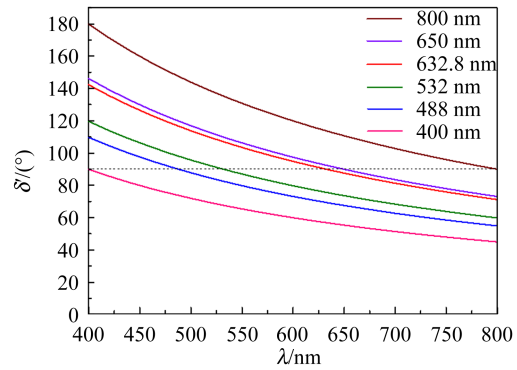


图 9 不同标定波长的 1/4 波片等效相位延迟 δ' 在可见光范围内的变化情况

综合以上讨论, 实验中利用单一波片将椭圆偏振光转换为线偏振光的步骤为:

- 1) 获得波长 λ 下波片的等效相位延迟 δ' ;
- 2) 测量出正椭圆偏振光的椭圆率 $\tan \beta$;
- 3) 判断波片的相位延迟 δ' 是否在 $[2\beta, \pi - 2\beta]$ 范围内, 若在则该波片可以完成椭圆偏振光向线偏振光的转换, 否则该波片无法实现此转换;
- 4) 根据式(6), 计算 $\varphi' = \delta'$ 时对应的 θ 值, 此角度对应波片快轴的位置;
- 5) 根据式(8), 计算出射线偏振光偏振方向与 OX' 轴、 OX 轴的夹角 α 和 ϕ 。

利用单一波片将椭圆偏振光转换为圆偏振光的步骤为:

- 1) 选择等效相位延迟 $\delta' = \pi/2 - 2\beta$ 的波片;
- 2) 调节波片摆放位置, 使波片快轴(慢轴)与入射右旋椭圆偏振光长轴的夹角为 $\pm \pi/4$ 。

6 实验结果与分析

图 10 为实验装置图. 波长为 650 nm 的激光经起偏器 P_1 和 $1/4$ 波片 W_1 (波长为 650 nm) 后, 产生椭圆偏振光, 其椭圆率可以通过改变 P_1 和 W_1 的夹角 β 来改变. W_2 为非 $1/4$ 波片, 其相位延迟 $\delta' = 39.3^\circ$, 由单 $1/4$ 波片测量法确认^[6]. 将非 $1/4$ 波片 W_2 按照理论计算的参量 θ 摆放, 通过旋转检偏器 P_2 , 检测出射光的偏振状态来验证理论结果.

按照式(6)和式(8)计算得到的各器件摆放的实验参量及获得的实验结果如表 1 所示. 考虑到

实验中检偏器电机最小步进值为 0.5° , 在系统允许的范围内, 实验测量结果与理论预测符合较好.

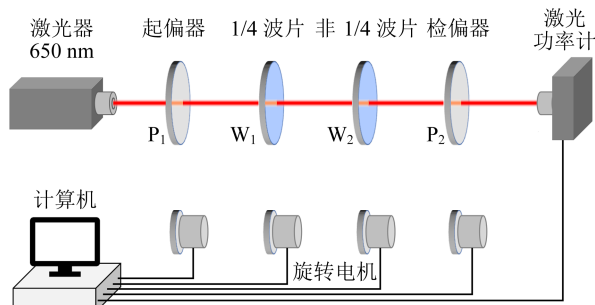
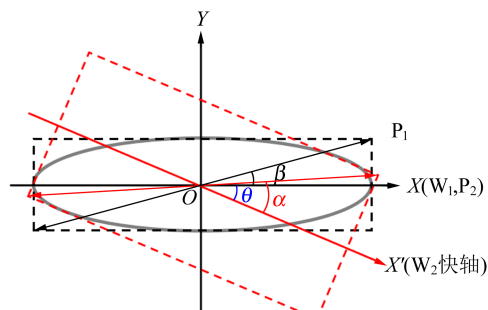


图 10 实验装置图

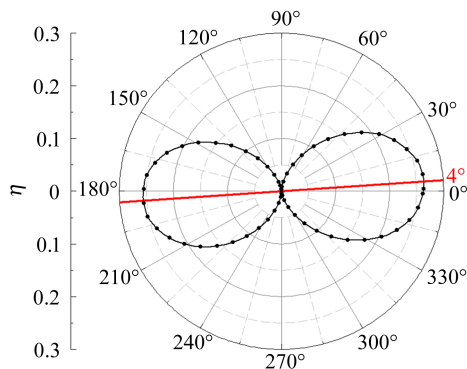
表 1 使用相位延迟 $\delta' = 39.3^\circ$ 的波片将椭圆偏振光转换为线/圆偏振光的参量设计与实验测量

操作内容	β	θ	器件摆放示意图	ϕ		ϕ 值测量所依据的光强分布曲线	出射光的偏振态
				理论值	实验值		
实验 1	15.0°	-22.5°	图 11 (a)	3.6°	4.0°	图 11 (b)~(c)	线偏振光
实验 2	15.0°	-67.5°	图 12 (a)	-3.6°	-3.5°	图 12 (b)~(c)	线偏振光
实验 3	25.4°	-45.0°	图 13 (a)	—	—	图 13 (b)~(c)	圆偏振光

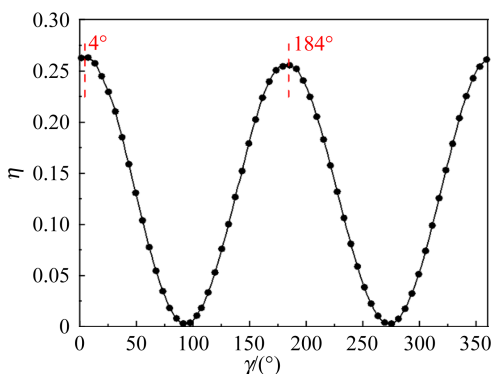
注: 由内容 4 可知, β 参量的设定值唯一.



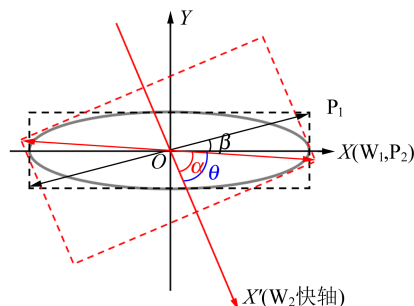
(a) 装置摆放示意图



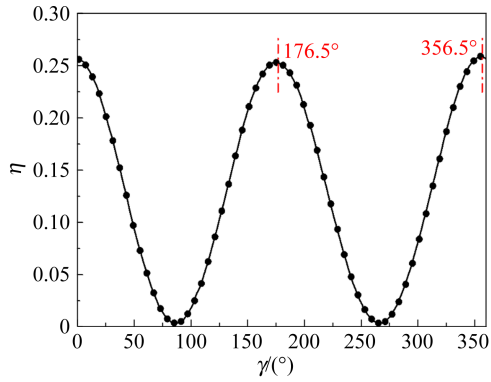
(c) 极坐标系下透射光强度比 η 变化曲线
图 11 实验 1 相关的示意图和变化曲线



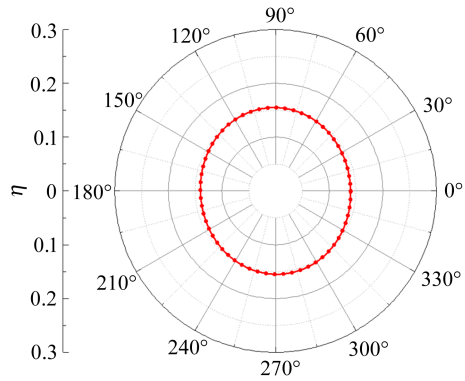
(b) 透射光强度比 η 随检偏器转角 γ 的变化曲线



(a) 装置摆放示意图

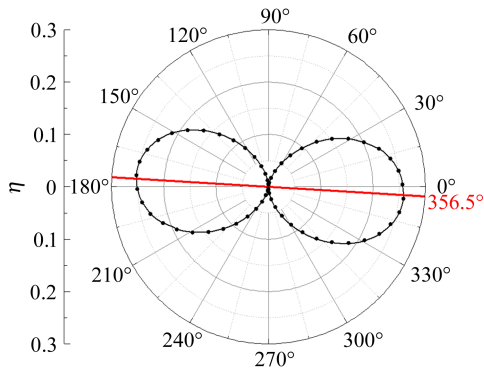


(b) 透射光强度比 η 随检偏器转角 γ 的变化曲线



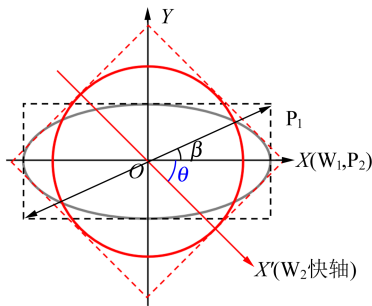
(c) 极坐标系下透射光强度比 η 变化曲线

图 13 实验 3 相关的示意图和变化曲线

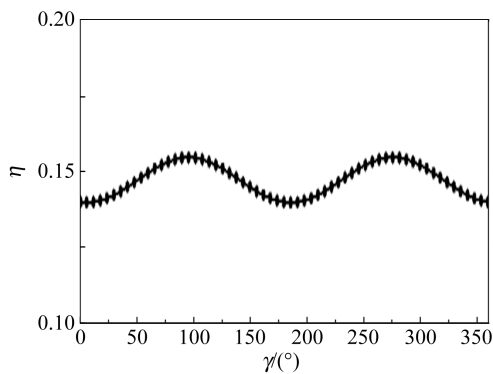


(c) 极坐标系下透射光强度比 η 变化曲线

图 12 实验 2 相关的示意图和变化曲线



(a) 装置摆放示意图



(b) 透射光强度比 η 随检偏器转角 γ 的变化曲线

7 结束语

本文利用琼斯矩阵,以右旋椭圆偏振光为例,推导出单一波片将一般右旋斜椭圆偏振光转为线偏振光的条件:波片的等效相位延迟须满足 $\delta' \in [2\beta, \pi - 2\beta]$;若转换为圆偏振光,则需要波片的相位延迟被唯一确定,即 $\delta' = \pi/2 - 2\beta$ 。如果入射光为左旋椭圆偏振光,只需要在式(1)中取负号,其他讨论类似。因此,根据理论分析,本文给出了转换所需波片的参量和摆放位置,形式简单,实验中易于判断,并给出了数值计算实例,能够帮助学生理解。另外,该实验可以作为大学物理偏振光实验的补充和拓展,也可为实际科研提供理论参考。

参考文献:

- [1] 赵凯华,钟锡华. 光学[M]. 重排本. 北京:北京大学出版社,2017:172-178,391-404.
- [2] 赵海发,辛丽,方光宇,等. 大学物理实验[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,2020:218-223.
- [3] 冯煜. 光学波片的种类与特性[J]. 电子世界,2012(2):8-10.
- [4] 任广军,李国华. 偏光器件的 Jones 矩阵研究[J]. 光学技术,2003(5):578-580.
- [5] 魏光辉. 矩阵光学[M]. 北京:兵器工业出版社,1995:152-155.
- [6] 杨晓冬,于军,李天乐,等. 利用非 1/4 波片将椭圆偏振光转换为线偏振光的理论及实验研究[J]. 物理与工程,2020,30(3):55-59.
- [7] 王超,江伦,董科研,等. 椭圆偏振光转换为圆偏振光的琼斯矩阵分析及实验研究[J]. 大学物理,2016,35(7):31-37.

Parameter selections for converting elliptically polarized light into linearly/circularly polarized light with a single-wave plate

LIN Shan, YANG Qingxin, LI Junqing, ZHANG Yu, YU Cuiling, TANG Meng
(School of Physics, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: Based on Jones matrix, the conditions of converting right-handed elliptically polarized light into linearly polarized light by using a single wave plate were derived; the equivalent phase delay δ' of the wave plate at this wavelength must satisfy $\delta' \in [2\beta, \pi - 2\beta]$. Furthermore, the angle between the fast axis of the wave plate (or polarization direction of outgoing polarized light) and the long axis of the incident elliptically polarized light was calculated. In addition, the conditions for outgoing right-handed circularly polarized light were also given; only the wave plate with equivalent phase delay $\delta' = \frac{\pi}{2} - 2\beta$ could be selected, and its optical axis was placed at $\pm \frac{\pi}{4}$ with the long axis of the incident elliptically polarized light. According to the parameters in this paper, the reader could quickly determine whether the existing wave plate could realize the conversion of polarization state.

Key words: Jones matrix; elliptically polarized light; linearly polarized light; 1/4 wave plate

[责任编辑:郭 伟]

欢迎订阅 欢迎投稿

《物理实验》是由教育部主管、东北师范大学主办的学术期刊,是教育部高等学校物理学类专业教学指导委员会会刊,是全国高等学校实验物理教学研究会副秘书长单位,是全国高等学校物理演示实验教学研究会常务理事单位。本刊宗旨主要是交流物理实验研究成果,介绍国内外物理实验教学经验,培养读者的科学精神与创新能力,引领我国物理实验教学的改革与发展。杂志着重刊载对物理实验教学改革与发展具有前瞻性,对实验教学的具体问题具有指导性,对新科技成果应用于实验教学具有深度融合性,对传统实验内容具有拓展性和创新性的论文。目前开设的主要栏目有:前沿导读、近代与综合实验、普通物理实验、专家讲坛、拓展与创新、专题、互联网+物理、学生园地、基础教育等。《物理实验》适合于物理实验工作者、理工科学生以及教学仪器研制技术人员阅读。

《物理实验》为月刊,全国各地邮局均可订阅,邮发代号为 12-44。若错过邮局订阅时间,可直接与编辑部联系。

物理实验杂志