

一、实验名称:

利用 MATLAB 仿真均匀平面波极化的传播图像(线极化, 圆极化)。

二、实验原理:

线极化: (设均匀平面波沿 \vec{e}_y 方向传播)

条件: $\phi_z - \phi_x = 0$ 或 $\pm\frac{\pi}{2}$

推导: $\vec{E}(y,t) = \vec{a}_x E_x(y,t) + \vec{a}_z E_z(y,t)$

$$= \vec{a}_x E_{xm} \cos(\omega t - ky) + \vec{a}_z E_{zm} \cos(\omega t - ky)$$

$$\vec{E}(y,t) = \sqrt{E_{xm}^2 + E_{zm}^2} \cos(\omega t - ky)$$

$$\tan \alpha = \frac{E_z}{E_x} = \frac{E_{zm}}{E_{xm}} \Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{E_{zm}}{E_{xm}}\right) = C$$

故: 合成向量末端为一条线

圆极化:

条件: $E_{xm} = E_{zm}$, $\phi_z - \phi_x = \pm\frac{\pi}{2}$

推导: $\vec{E}(y,t) = \vec{a}_x E \cos(\omega t - ky) + \vec{a}_z E \cos(\omega t - ky \pm \frac{\pi}{2})$

$$= \vec{a}_x E \cos(\omega t - ky) \pm \vec{a}_z E \sin(\omega t - ky)$$

$$|\vec{E}(y,t)| = \sqrt{E_x^2(y,t) + E_z^2(y,t)} = E$$

$$\tan \alpha = \pm \frac{\sin(\omega t - ky)}{\cos(\omega t - ky)} = \pm \tan(\omega t - ky)$$

$$\alpha = \pm \omega t - ky$$

投影到 $y=0$ 的平面, 得

$$\alpha = \pm \omega t$$

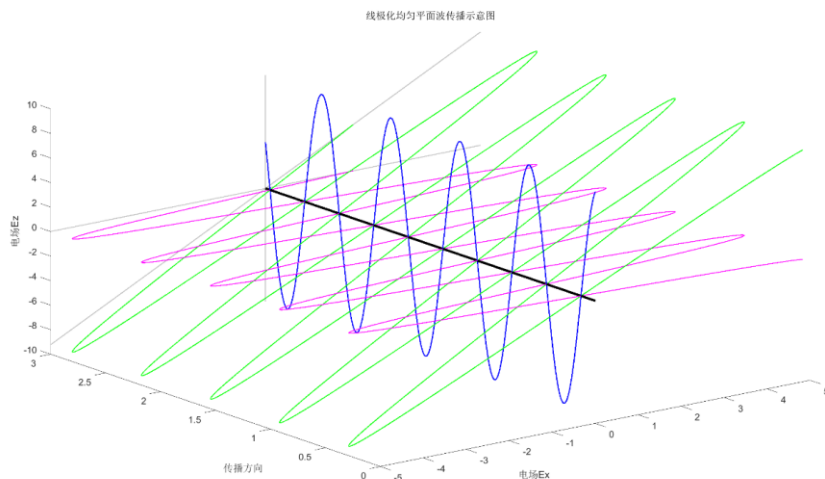
故: 轨迹是一个圆

三、实验设计:

- 1、确定均匀平面波的传播方向为 y 轴正方向;
- 2、在 y 轴进行采样, 设置角频率、传播常数、设置电场 x 分量和 z 分量的初始相位;
- 3、计算每个采样点在每个时间的 E_x 分量和 E_z 分量;
- 4、生成传播动画, 观察两种极化的均匀平面波的图像。

四、实验代码及结果分析:

1、线极化



```

clear all
clc
Em = 0.1*55 + 5;
Exm = 5; % x 分量幅值
Ezm = (Em^2 - Exm^2)^(0.5); % z 分量幅值
w = 10; % 角频率
k = w; % 传播常数
y = 0:0.01:3; % 对 y 轴进行采样
m0 = zeros(size(y)); % 与 y 取样序列规模相同的 0 序列
Qx = 0; %x 分量初相角
Qz = 0; %z 分量初相角 可取 0、+-pi
figure
for t=0:500
    Ex = Exm*cos(w*t*1e-2-k*y+Qx); % 计算 x 方向幅值瞬时序列
    Ez = Ezm*cos(w*t*1e-2-k*y+Qz); % 计算 z 方向幅值瞬时序列
    plot3(m0,y,m0,'black','LineWidth',3); %画参考轴线
    hold on
    plot3(Ex,y,m0,'m','LineWidth',1.1); % 画 x 轴方向分量
    hold on
    plot3(m0,y,Ez,'b','LineWidth',1.5); % 画 z 轴方向分量
    hold on
    plot3(Ex,y,Ez,'g','LineWidth',1.2); % 画 Em 传播曲线
    hold off
    xlabel('电场 Ex');
    ylabel('传播方向');
    zlabel('电场 Ez');
    title('线极化均匀平面波传播示意图','fontsize',14);
    set(gca,'fontsize',12);
    drawnow
end
axProjection3D('Y') % 画沿负 y 轴的投影

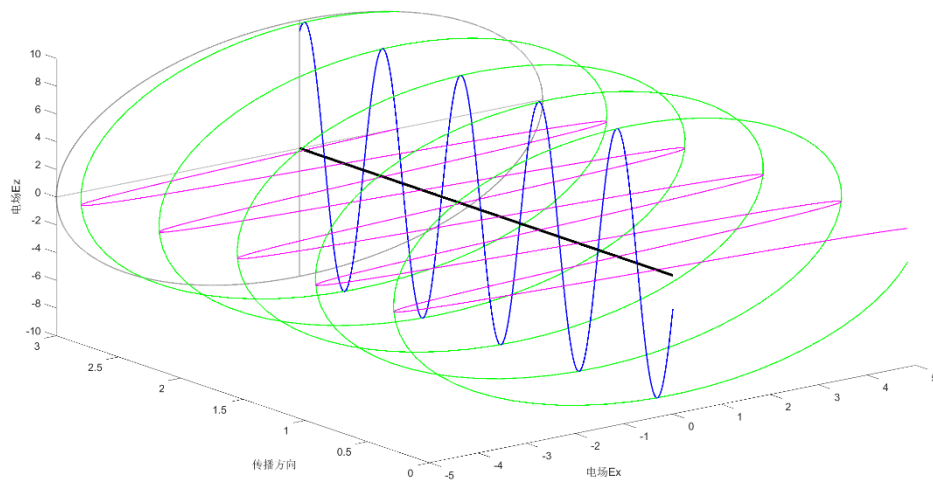
```

2、线极化结果分析：

上图取 x 和 z 的初相位为 0，通过简单设置 Qz 的值就可以得到不同方向的线极化均匀平面波。由图上沿负 y 轴投影可以验证此均匀平面波为线极化均匀平面波。

3、圆极化

左旋圆极化均匀平面波传播示意图



```
clear all
clc
Em = 0.1*55 + 5;
Exm = 5; % x 分量幅值
Ezm = (Em^2 - Exm^2)^(0.5); % y 分量幅值
w = 10; % 角频率
k = w; % 传播常数
y = 0:0.01:3; % 对 y 轴进行采样
m0 = zeros(size(y)); % 与 y 取样序列规模相同的 0 序列
Qx = 0; % x 分量初相角
Qz = pi/2; % z 分量初相角 pi/2 左旋圆极化 -pi/2 右旋圆极化
figure
for t=0:500
    Ex = Exm*cos(w*t*1e-2-k*y+Qx); % 计算 x 方向幅值瞬时序列
    Ez = Ezm*cos(w*t*1e-2-k*y+Qz); % 计算 z 方向幅值瞬时序列
    plot3(m0,y,m0,'black','LineWidth',3); %画参考轴线
    hold on
    plot3(Ex,y,m0,'m','LineWidth',1.1); % 画 x 轴方向分量
    hold on
    plot3(m0,y,Ez,'b','LineWidth',1.5); % 画 z 轴方向分量
    hold on
    plot3(Ex,y,Ez,'g','LineWidth',1.2); % 画 Em 传播曲线
    hold off
    xlabel(' 电场 Ex');
```

```

ylabel('传播方向');
xlabel('电场 Ez');
title('左旋圆极化均匀平面波传播示意图','fontsize',14);
set(gca,'fontsize',12);
drawnow
end
axProjection3D('Y')

```

4、圆极化结果分析：

上图取的是左旋圆极化波作为示例,通过设置 Q_z 就可以控制产生的圆极化方向。当 $Q_x - Q_z = \pi/2$ 时,产生的右旋圆极化均匀平面波;当 $Q_x - Q_z = -\pi/2$ 时,产生左旋圆极化均匀平面波。从上图沿 $-y$ 轴投影的结果可以验证均匀平面波为圆极化。