



西安电子科技大学
XIDIAN UNIVERSITY

电磁场与电磁波实验

实验三 平面电磁波的反射和干涉实验

学 院： 电子工程学院

班 级： 2302061

姓 名： 李达航

学 号： 23009101011

理论课教师： 李龙

实验课教师： 徐 茵

同 做 者： 无

实验日期： 2025 年 5 月 26 日

成绩：

请务必填写清楚姓名、学号、班级及理论课任课老师。

实验三平面电磁波的反射和干涉实验

一、实验目的：

1. 通过虚拟仿真观察并理解平面电磁波的传输特性。
2. 利用平面线极化电磁波投射到介质板上产生反射波和透射波的干涉现象来了解平面电磁波传播的一些基本特性。
3. 利用干涉条纹（即空间驻波）的分布学习一种测量微波波长的方法，观察在介质中电磁波的传播从而测量其相对介电常数。

二、实验装置：

实验装置如图 1 所示，微波源与各透射板、反射板有足够的距离以保证近似为平面波。分束板应与入射电磁波成 45° ，与两反射板也成 45° ，A、B 两反射板互相垂直。

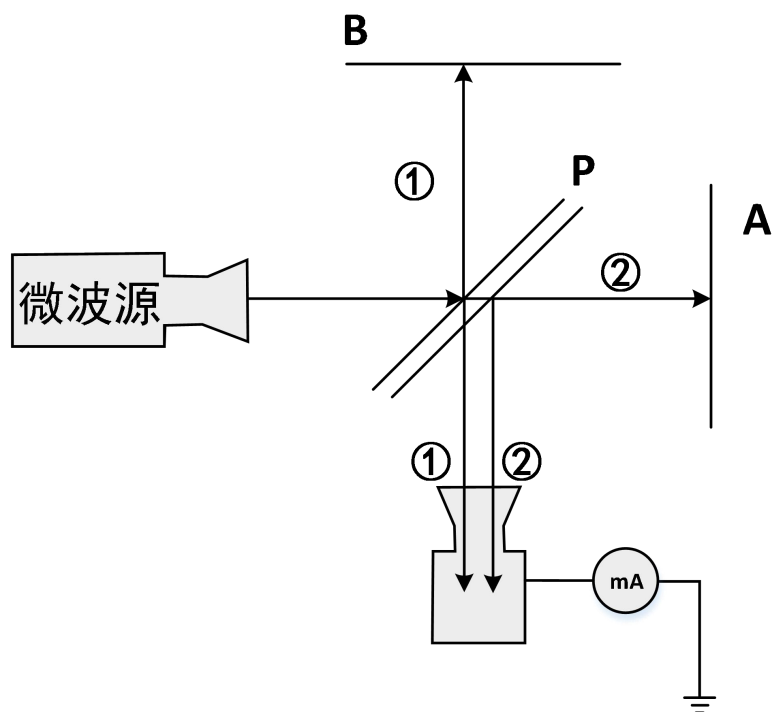


图 1 微波干涉仪

三、实验原理：

1. 平面电磁波的传播、反射及透射

电磁波在传播过程中遇到两种不同波阻抗的介质分界面时，在介质分界面上将有一部分电磁能量被反射回来，形成反射波；另一部分电磁能量可能透过分界面继续传播，形成透射波。

设分界面为无限大平面，位于 $z=0$ 处。入射波的电场和磁场分别依次为：

$$\vec{E}_i = \hat{a}_x E_{i0} e^{-jk_1 z}$$

$$\vec{H}_i = \hat{a}_y \frac{1}{\eta_1} E_{i0} e^{-jk_1 z}$$

其中， E_{i0} 是 $z=0$ 处入射波的振幅， k_1 和 η_1 为介质 1 的相位常数和波阻抗，且有：

$$k_1 = \omega \sqrt{\mu_1 \epsilon_1}, \quad \eta_1 = \sqrt{\frac{\mu_1}{\epsilon_1}}。$$

(1) 当平面电磁波向理想导体垂直入射时

如图 2 所示，因为介质 2 为理想导体，其中的电场和磁场均为零，即： $\vec{E}_2 = 0$ ， $\vec{H}_2 = 0$ 。因此，介质 2 中没有透射波，电磁波不能透过理想导体表面，而是被分界面全部反射，在介质 1 中形成反射波 \vec{E}_r 和 \vec{H}_r 。

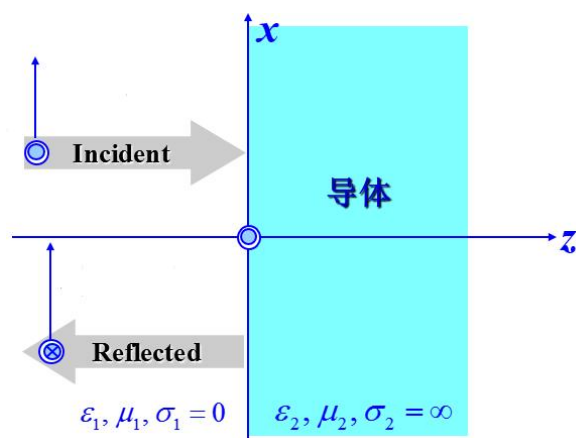


图 2 平面电磁波向理想导体垂直入射

则反射波的电场和磁场为：

$$\vec{E}_r = \hat{a}_x E_{r0} e^{jk_1 z}$$

$$\vec{H}_r = -\hat{a}_y \frac{1}{\eta_1} E_{r0} e^{jk_1 z}$$

其中, E_{r0} 为 $z=0$ 处反射波的振幅, 负号表示磁场方向发生了变化。

在分界面两侧, 电场强度 \vec{E} 的切向分量连续, 即:

$$\Gamma = \frac{E_{r0}}{E_{i0}} = -1$$

在 $z < 0$ 区域, 也就是区域 I 中, 复振幅表示的合成电场和磁场分别为:

$$\vec{E}_1 = \hat{a}_x E_{i0} (e^{-jk_1 z} - e^{jk_1 z}) = -\hat{a}_x 2j E_{i0} \sin(k_1 z)$$

$$\vec{H}_1 = \hat{a}_y \frac{1}{\eta_1} E_{i0} (e^{-jk_1 z} + e^{jk_1 z}) = \hat{a}_y 2 \frac{E_{i0}}{\eta_1} \cos(k_1 z)$$

(2) 当平面电磁波向理想介质垂直入射时

如图 3 所示, 均匀平面电磁波向理想介质的垂直入射时, 因介质参数不同, 到达分界面上的一部分入射波被分界面反射, 另一部分入射波透过分界面进入区域 II 传播。由于分界面两侧电场强度的切向分量连续, 所以反射波和透射波的电场强度也只有 x 分量, 即反射波和入射波沿 x 方向极化。

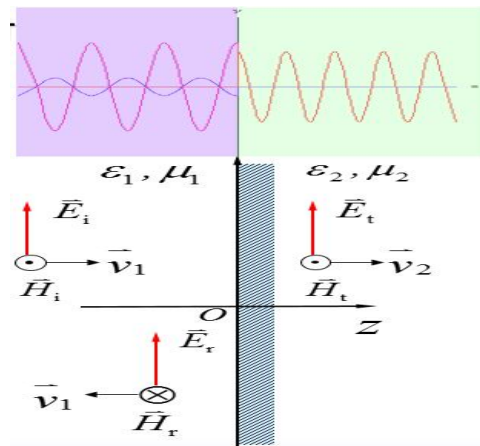


图 3 平面电磁波向理想导体垂直入射

设反射波的电场和磁场表达式为:

$$\vec{E}_r = \hat{a}_x E_{r0} e^{jk_1 z}$$

$$\vec{H}_r = -\hat{a}_y \frac{1}{\eta_1} E_{r0} e^{jk_1 z}$$

区域 II 中只有透射波，其电场和磁场的表达式为：

$$\vec{E}_t = \hat{a}_x E_{t0} e^{-jk_2 z}$$

$$\vec{H}_t = \hat{a}_y \frac{E_{t0}}{\eta_2} e^{-jk_2 z}$$

其中， E_{t0} 为 $z=0$ 处透射波的振幅， k_2 和 η_2 为介质 2 的相位常数和波阻抗，且有：

$$k_2 = \omega \sqrt{\mu_2 \varepsilon_2}, \quad \eta_2 = \sqrt{\frac{\mu_2}{\varepsilon_2}}$$

利用分界面电场强度切向分量连续的边界条件，有：

$$E_{i0} + E_{r0} = E_{t0}$$

再利用理想介质分界面磁场强度切向分量连续的边界条件，有：

$$\frac{1}{\eta_1} (E_{i0} - E_{r0}) = \frac{1}{\eta_2} E_{t0}$$

则分界面上反射波电场强度与入射波电场强度之比，即反射系数 Γ 为：

$$\Gamma = \frac{E_{r0}}{E_{i0}} = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_2 + \eta_1}$$

类似于反射系数，定义分界面上透射波电场强度与入射波电场强度之比为透射系数，用 T 表示，则有：

$$T = \frac{E_{t0}}{E_{i0}} = \frac{2\eta_2}{\eta_2 + \eta_1}$$

由此可知，分界面上的透射系数 T 和反射系数 Γ 都是无量纲的量。反射系数 Γ 既可以为整数，也可以为负数，这取决于区域 I 和区域 II 的波阻抗 η_1 和 η_2 。透射

系数 T 始终为正数。反射系数和透射系数的关系为：

$$1 + \Gamma = T$$

2. 平面电磁波的干涉原理

如图 1 所示，微波分光仪与光学迈克尔逊干涉仪基本原理相同，只是采用微波（厘米级）代替光波（微米级）而已。

由发射喇叭发射的平面线极化电磁波，射向与电磁波传播方向成 45° 的半透明介质板 P ，其中一部分电磁波被 P 反射，向活动金属板 A 方向传播，而另一部分电磁波透射过 P 板向固定金属板 B 方向传播。此电磁波被分为极化方向一致而传播方向垂直的两束电磁波。因此半透明反射板也被称为分束板。

为使得入射的电磁波被分为振幅近似相等的两束波，以提高实验效果，故将反射介质板采用两层介质板构成。

如图 1 所示，被分束后的两束电磁波各自遇到金属板发射回分束板，再经反射或透射后有一部份分别进入接收喇叭天线。由于第①和第②两束波所经过的路径各不相同，而分束板对两路信号的作用是相同的。因此接收喇叭天线所接收的信号值与 A 、 B 两板的位置和其路径中有无其他材料有关。当两束波经不同路径所引起的相位差为 2π 的整数倍时，两波相迭加干涉加强。当其相位为 π 的整齐次倍时，两波相干涉减弱，如果入射波波长为 λ ，两波之波程差为 δ 。

当 $\delta = K\lambda$ $K = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ 时接收天线检波后电流表有极大指示。

当 $\delta = \frac{2K+1}{2}\lambda$ $K = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ 时接收天线检波后电流表有极小指示。

如果 B 板固定不变，从端点移动 A 板来改变波程差 δ ，当出现电流表指示极小时， A 板位置在某处（由千分尺读出），再同方向继续移动 A 板又再次出现电流表指示极小时， A 板的移动位置改变恰好为 $\lambda/2$ 。继续同方向移动 A 板，当其指示的 $m+1$ 个极小点时移动距离就为 $m/2$ 个波长，由此可测出微波源的

波长。

在实验时也可以测量其极大值点，但通常测极小点比极大点准确。

3. 相对介电常数 ε_r 的测量原理：

在图 3 中，固定反射板 B 前插入一块介电常数为 ε_r 的介质板。这时在这一路经中电磁波传播的波程改变了，由于插有介质板的这一路电磁波波程增加了 $\Delta\delta$ 。

$$\Delta\delta = 2d(\sqrt{\varepsilon_r} - 1)$$

这样必然改变了原来两束波相干的极小点位置。如将可移动金属板 A 向后移动 Δl ，使得 $\Delta l = \frac{\Delta\delta}{2}$ 则回到原来同级的极小点。测得 Δl 与介质板厚度 d 后可由下列公式求出 ε_r 。

$$\Delta l = d(\sqrt{\varepsilon_r} - 1)$$

四、 实验内容：

Part A 虚拟仿真平面电磁波的传播、反射及透射

使用 Matlab 或其它编程语言，编写程序，对电磁波的传播、反射及透射进行仿真。

1. 设平面电磁波由无耗介质向理想导体垂直入射，分界面为 $z=0$ 的无限大平面，自行设定入射波参数，编写程序，计算反射波与透射波对应参数。
2. 运行程序，以正弦形式仿真绘制电磁波在各点处的电场分布（如图 3 上图所示），观察入射波与反射波、透射波幅度、相位之间的关系，将仿真波形及计算所得电场、磁场表达式记录到实验报告中。
3. 将步骤 1 中的理想导体参数更改为理想介质，且介质参数与入射波区域介质参数不同，编写程序，计算反射波与透射波对应参数。

4. 运行程序，观察入射波与反射波、透射波幅度、相位之间的关系，将仿真波形及计算所得电场、磁场表达式记录到实验报告中。
5. 将程序代码及相应的说明文字和图形附到实验报告的附录中，不够可附页。

Part B 观察平面电磁波的干涉现象并测量介质的相对介电常数

实验装置如图 1 所示，微波源与各透射板、反射板有足够的距离以保证近似为平面波。分束板应与入射电磁波成 45° ，与两反射板也成 45° ，A、B 两反射板互相垂直。

1. 分别调整微波源的发射角度和仰角，使接收天线和发射天线在同一平面。并注意接收与发射有相同的极化面。
2. 移动反射板 A，观察接收信号强弱变化，要使其相干加强时尽可能的电表指示最大，相抵消时尽可能的指示最小。（通常使其电表最大指示与最小指示之比在 10 比 1 以上）
3. 调节可移动反射板 A，测出电流表指示极小点时 A 板的位置 S_0 、 S_1 、 S_2 、 S_3 、.....，后求出电磁波的波长 λ 。
4. 小心在固定反射板前插入介质板后对应的同级极小点相应位置及移动距离 Δl ，用千分尺测出介质板厚度 d 。求出 ε_r 数值。

注：①公式 $\Delta l = d(\sqrt{\varepsilon_r} - 1)$ 是在忽略介质板表面反射时得出的。

②测极小值 A 板位置时有时感到不够尖锐，可以测量极小点两边变化较灵敏的点然后再处理。

五、实验数据：

Part A 虚拟仿真平面电磁波的传播、反射及透射

1. 平面电磁波向理想导体垂直入射的仿真结果

(1) 入射波、反射波与透射波的仿真波形图，分别标出两个区域的介质参数

ϵ 、 μ 、 σ 。

在无耗介质中：

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

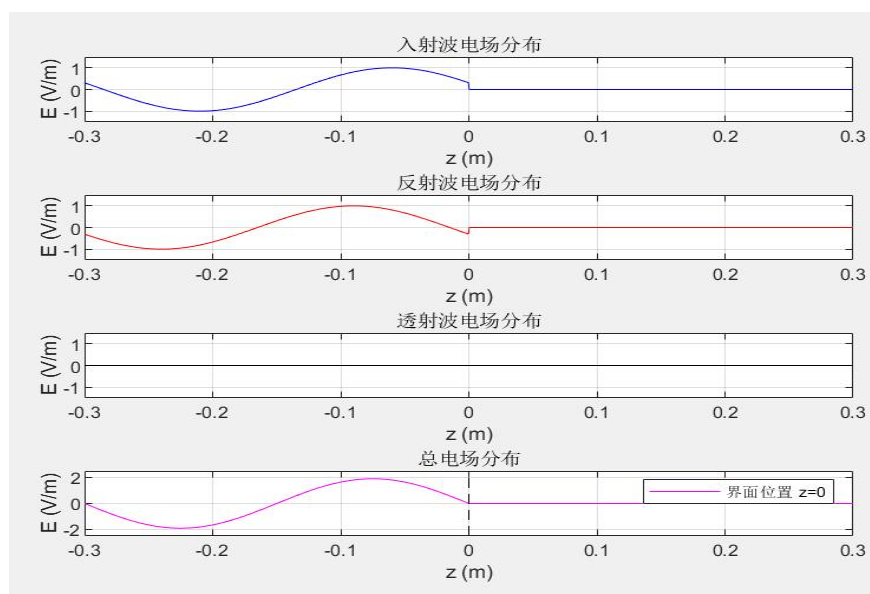
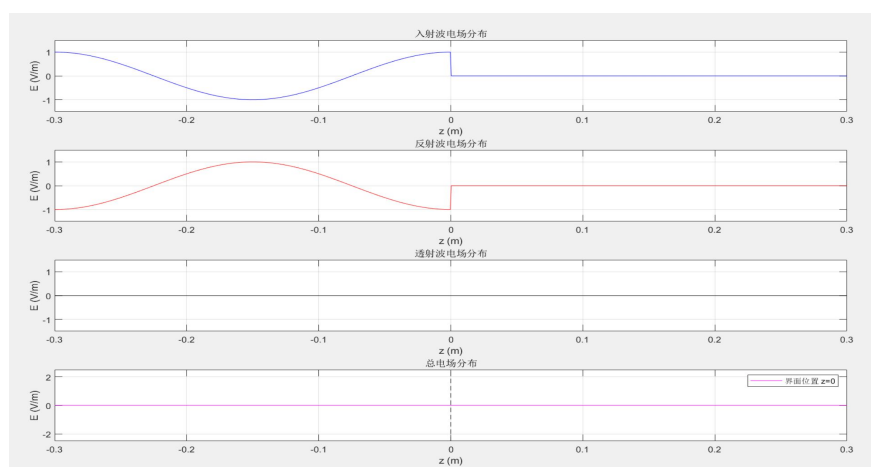
$$\sigma = 0 \text{ S/m}$$

在理想导体中：

$$\mu = \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$\sigma \rightarrow \infty \text{ S/m}$$

仿真波形：



(2) 列出入射波、反射波与透射波的电场、磁场的表达式

入射波电场: $E_z = -20 \cos(1.26x + 3.77 \times 10^8 t \times 1 \times 10^{-9})$

入射波磁场: $H_y = -5.31 \times 10^{-2} \cos(1.26x + 3.77 \times 10^8 t \times 1 \times 10^{-9})$

反射波电场: $E_r = 20 \cos(1.26x - 3.77 \times 10^8 t \times 1 \times 10^{-9})$

反射波磁场: $H_r = -5.31 \times 10^{-2} \cos(1.26x + 3.77 \times 10^8 t \times 1 \times 10^{-9})$

2. 平面电磁波向理想介质垂直入射的仿真结果

(1) 入射波、反射波与透射波的仿真波形图, 分别标出两个区域的介质参数

ϵ 、 μ 、 σ 。

在入射介质中:

$$\mu_1 = 1.26 \times 10^{-6} \text{ H/m}$$

$$\epsilon_1 = 8.84 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\sigma_1 = 3.77 \times 10^2 \text{ S/m}$$

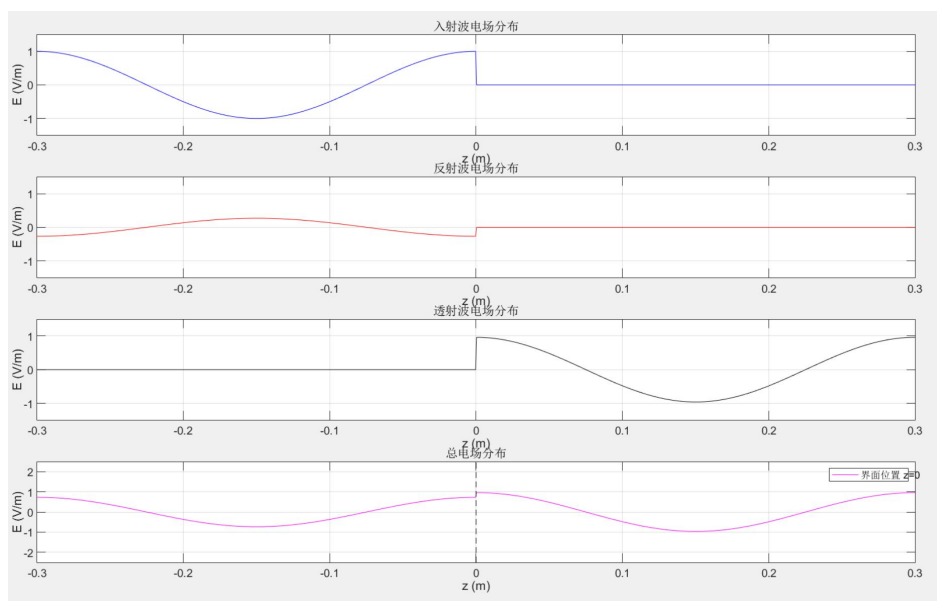
在理想介质中:

$$\mu_2 = 1.89 \times 10^{-6} \text{ H/m}$$

$$\epsilon_2 = 1.77 \times 10^{-11} \text{ F/m}$$

$$\sigma_2 = 3.26 \times 10^2 \text{ S/m}$$

仿真波形:



(2) 列出入射波、反射波与透射波的电场、磁场的表达式

$$\text{入射波电场: } E_i = 5 \cos(6.28 \times 10^8 t - 2.09z)$$

$$\text{入射波磁场: } H_i = \frac{5}{3.77 \times 10^2} \cos(6.28 \times 10^8 t - 2.09z)$$

$$\text{反射波电场: } E_r = -0.36 \cos(6.28 \times 10^8 t + 2.09z)$$

$$\text{反射波磁场: } H_r = \frac{0.36}{3.77 \times 10^2} \times 10^{-2} \cos(6.28 \times 10^8 t + 2.09z)$$

$$\text{透射波电场: } E_t = 4.64 \cos(6.28 \times 10^8 t - 3.63z_1)$$

$$\text{透射波磁场: } H_t = \frac{4.64}{3.26 \times 10^2} \cos(6.28 \times 10^8 t - 3.63z_1)$$

Part B 观察平面电磁波的干涉现象并测量介质的相对介电常数

A 板位置	S0	S1	S2	S3	S4
千分尺	2.778mm	21.282mm	50.128mm	69.262mm	NULL

$$\lambda = 2 \cdot |S1 - S0| = 37.01 \text{ mm}$$

$$\Delta l = 4.357 \text{ mm}$$

$$d = 3 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_r = 6.0139387778$$

$$(\Delta l = 54.485 - 50.128)$$

$$(\varepsilon_r = \left(\frac{\Delta l}{d} + 1\right)^2 = \left(\frac{4.357}{3} + 1\right)^2 = 6.0139387778)$$

六、 心得收获:

通过本次实验,我对平面电磁波的传播、反射、透射以及干涉现象有了更深入的理解。在虚拟仿真部分,我通过编程实现了电磁波在不同介质中的传播,并观察了反射波、透射波与入射波之间的幅度和相位关系。这让我直观地体会到介质参数对电磁波传播的影响。例如,当电磁波从一种介质垂直入射到另一种介质时,其反射系数和透射系数会随着两种介质的波阻抗差异而变化,从而影响反射波和透射波的幅度和相位。在实验操作部分,我利用微波干涉仪观察了干涉现象,并通过测量干涉条纹的间距成功测量了微波的波长。

此外,我还通过测量插入介质板后干涉条纹的变化,计算了介质的相对介电常数。这次实验让我体会到理论与实践相结合的重要性,也加深了我对电磁波传

播特性的理解。我认识到，电磁波在传播过程中会受到介质参数的影响，而这些影响可以通过实验和仿真进行观察和测量。通过这次实验，我不仅提高了自己的实验操作能力，还加深了对电磁波传播理论的理解。

附录:

请在此处附上虚拟仿真程序代码及其他需要附录的文字说明或图，可附页。

电磁波垂直入射到理想导体的仿真代码 (MATLAB) :

```
1. % 电磁波垂直入射到理想导体的仿真
2. clear; clc; close all;
3.
4. % 设定参数
5. c = 3e8; % 光速 (m/s)
6. f = 1e9; % 频率 (Hz)
7. omega = 2 * pi * f; % 角频率 (rad/s)
8. lambda = c / f; % 波长 (m)
9. k1 = omega / c; % 波数 (rad/m)
10.
11. % 入射波参数
12. E0 = 1; % 入射波电场幅度 (V/m)
13. z_interface = 0; % 界面位置 (m)
14.
15. % 计算反射波和透射波参数
16. % 对于理想导体，透射波为零，反射波幅度等于入射波，相位相反
17. E0_reflected = -E0; % 反射波幅度
18. E0_transmitted = 0; % 透射波幅度 (理想导体)
19.
20. % 空间网格
21. z = linspace(-0.3, 0.3, 1000); % z 轴坐标 (-0.3 到 0.3)
22. t = 0; % 时间 (s)
23.
24. % 计算电场分布
25. E_incident = E0 * exp(-1i * k1 * z) * exp(1i * omega * t); % 入射波
26. E_reflected = E0_reflected * exp(1i * k1 * z) * exp(1i * omega * t); % 反射波
27. E_transmitted = E0_transmitted * exp(-1i * k1 * z) * exp(1i * omega * t); % 透射波
28. E_total = E_incident + E_reflected; % 总电场 (透射波为零)
29.
30. % 提取实部用于绘图
31. E_incident_real = real(E_incident);
```

```

32. E_reflected_real = real(E_reflected);
33. E_transmitted_real = real(E_transmitted);
34. E_total_real = real(E_total);
35.
36. % 绘制电场分布
37. figure;
38. subplot(4,1,1);
39. plot(z, E_incident_real, 'b');
40. title('入射波电场分布');
41. xlabel('z (m)');
42. ylabel('E (V/m)');
43. grid on;
44.
45. subplot(4,1,2);
46. plot(z, E_reflected_real, 'r');
47. title('反射波电场分布');
48. xlabel('z (m)');
49. ylabel('E (V/m)');
50. grid on;
51.
52. subplot(4,1,3);
53. plot(z, E_transmitted_real, 'k');
54. title('透射波电场分布');
55. xlabel('z (m)');
56. ylabel('E (V/m)');
57. grid on;
58.
59. subplot(4,1,4);
60. plot(z, E_total_real, 'g');
61. title('总电场分布');
62. xlabel('z (m)');
63. ylabel('E (V/m)');
64. grid on;
65.
66. % 标记界面位置
67. line([z_interface, z_interface], ylim, 'Color', 'k', 'Line
    Style', '--');
68. legend('界面位置 z=0');
69.
70. % 动画显示
71. for t = 0:0.1e-9:200e-9
72.     E_incident = E0 * exp(-1i * k1 * z) * exp(1i
        * omega * t);

```

```

73.         E_reflected = E0_reflected * exp(1i * k1 * z)
           * exp(1i * omega * t);
74.         E_transmitted = E0_transmitted * exp(-1i * k1 *
           z) * exp(1i * omega * t);
75.         E_total = E_incident + E_reflected;
76.
77.         E_incident_real = real(E_incident);
78.         E_reflected_real = real(E_reflected);
79.         E_transmitted_real = real(E_transmitted);
80.         E_total_real = real(E_total);
81.
82.         % 限制在 z <= 0 的部分
83.         E_incident_real(z > 0) = 0;
84.         E_reflected_real(z > 0) = 0;
85.         E_total_real(z > 0) = 0;
86.
87.         subplot(4,1,1);
88.         plot(z, E_incident_real, 'b');
89.         title('入射波电场分布');
90.         xlabel('z (m)');
91.         ylabel('E (V/m)');
92.         grid on;
93.         ylim([-1.5 1.5]);
94.
95.         subplot(4,1,2);
96.         plot(z, E_reflected_real, 'r');
97.         title('反射波电场分布');
98.         xlabel('z (m)');
99.         ylabel('E (V/m)');
100.        grid on;
101.        ylim([-1.5 1.5]);
102.
103.        subplot(4,1,3);
104.        plot(z, E_transmitted_real, 'k');
105.        title('透射波电场分布');
106.        xlabel('z (m)');
107.        ylabel('E (V/m)');
108.        grid on;
109.        ylim([-1.5 1.5]);
110.
111.        subplot(4,1,4);
112.        plot(z, E_total_real, 'm');
113.        title('总电场分布');
114.        xlabel('z (m)');

```



```

115.         ylabel('E (V/m)');
116.         grid on;
117.         ylim([-2.5 2.5]);
118.
119.         line([z_interface, z_interface], ylim, 'Color', 'k',
              'LineStyle', '--');
120.         legend('界面位置 z=0');
121.
122.         drawnow;
123.         pause(0.01);
124. end

```

电磁波垂直入射到理想介质的仿真代码（MATLAB）：

```

1. clear; clc; close all;
2. % 设定参数
3. c = 3e8; % 光速 (m/s)
4. f = 1e9; % 频率 (Hz)
5. omega = 2 * pi * f; % 角频率 (rad/s)
6. lambda = c / f; % 波长 (m)
7. k1 = omega / c; % 波数 (rad/m)
8.
9. % 介质参数
10. mu1 = 1.26e-6; % 介质 1 的磁导率
11. epsilon1 = 8.84e-12; % 介质 1 的介电常数
12. sigma1 = 3.77e+2; % 介质 1 的电导率
13.
14. mu2 = 1.89e-6; % 介质 2 的磁导率
15. epsilon2 = 1.77e-11; % 介质 2 的介电常数
16. sigma2 = 3.26e+2; % 介质 2 的电导率
17.
18. % 计算折射率
19. n1 = sqrt(mu1 * epsilon1);
20. n2 = sqrt(mu2 * epsilon2);
21.
22. % 计算反射系数和透射系数
23. R = (n1 - n2)^2 / (n1 + n2)^2;
24. T = 1 - R;
25.
26. % 入射波参数
27. E0 = 1; % 入射波电场幅度 (V/m)
28. z_interface = 0; % 界面位置 (m)

```

```

29.
30. % 计算反射波和透射波参数
31. E0_reflected = -E0 * sqrt(R); % 反射波幅度
32. E0_transmitted = E0 * sqrt(T); % 透射波幅度
33.
34. % 空间网格
35. z = linspace(-0.3, 0.3, 1000); % z 轴坐标 (-0.3 到
    0.3)
36. t = 0; % 时间 (s)
37.
38. % 计算电场分布
39. E_incident = E0 * exp(-1i * k1 * z) * exp(1i * omega
    a * t); % 入射波
40. E_reflected = E0_reflected * exp(1i * k1 * z) * exp(1
    i * omega * t); % 反射波
41. E_transmitted = E0_transmitted * exp(-1i * k1 * z) *
    exp(1i * omega * t); % 透射波
42.
43. % 总电场分布
44. E_total = E_incident + E_reflected;
45. E_total(z > 0) = E_transmitted(z > 0); % 在 z > 0
    时, 总电场等于透射波
46.
47. % 提取实部用于绘图
48. E_incident_real = real(E_incident);
49. E_reflected_real = real(E_reflected);
50. E_transmitted_real = real(E_transmitted);
51. E_total_real = real(E_total);
52.
53. % 绘制电场分布
54. figure;
55. subplot(4,1,1);
56. plot(z, E_incident_real, 'b');
57. title('入射波电场分布');
58. xlabel('z (m)');
59. ylabel('E (V/m)');
60. grid on;
61.
62. subplot(4,1,2);
63. plot(z, E_reflected_real, 'r');
64. title('反射波电场分布');
65. xlabel('z (m)');
66. ylabel('E (V/m)');
67. grid on;

```

```

68.
69. subplot(4,1,3);
70. plot(z, E_transmitted_real, 'k');
71. title('透射波电场分布');
72. xlabel('z (m)');
73. ylabel('E (V/m)');
74. grid on;
75.
76. subplot(4,1,4);
77. plot(z, E_total_real, 'g');
78. title('总电场分布');
79. xlabel('z (m)');
80. ylabel('E (V/m)');
81. grid on;
82.
83. % 标记界面位置
84. line([z_interface, z_interface], ylim, 'Color', 'k', 'LineStyle', '--');
85. legend('界面位置 z=0');
86.
87. % 动画显示
88. for t = 0:0.1e-9:200e-9
89.     E_incident = E0 * exp(-1i * k1 * z) * exp(1i
        * omega * t);
90.     E_reflected = E0_reflected * exp(1i * k1 * z)
        * exp(1i * omega * t);
91.     E_transmitted = E0_transmitted * exp(-1i * k1 *
        z) * exp(1i * omega * t);
92.
93.     % 总电场分布
94.     E_total = E_incident + E_reflected;
95.     E_total(z > 0) = E_transmitted(z > 0); % 在 z
        > 0 时, 总电场等于透射波
96.
97.
98.     E_incident_real = real(E_incident);
99.     E_reflected_real = real(E_reflected);
100.    E_transmitted_real = real(E_transmitted);
101.    E_total_real = real(E_total);
102.
103.    % 限制在 z <= 0 的部分
104.    E_incident_real(z > 0) = 0;
105.    E_reflected_real(z > 0) = 0;
106.    E_transmitted_real(z < 0) = 0;

```

```

107.
108.     subplot(4,1,1);
109.     plot(z, E_incident_real, 'b');
110.     title('入射波电场分布');
111.     xlabel('z (m)');
112.     ylabel('E (V/m)');
113.     grid on;
114.     ylim([-1.5 1.5]);
115.
116.     subplot(4,1,2);
117.     plot(z, E_reflected_real, 'r');
118.     title('反射波电场分布');
119.     xlabel('z (m)');
120.     ylabel('E (V/m)');
121.     grid on;
122.     ylim([-1.5 1.5]);
123.
124.     subplot(4,1,3);
125.     plot(z, E_transmitted_real, 'k');
126.     title('透射波电场分布');
127.     xlabel('z (m)');
128.     ylabel('E (V/m)');
129.     grid on;
130.     ylim([-1.5 1.5]);
131.
132.     subplot(4,1,4);
133.     plot(z, E_total_real, 'm');
134.     title('总电场分布');
135.     xlabel('z (m)');
136.     ylabel('E (V/m)');
137.     grid on;
138.     ylim([-2.5 2.5]);
139.
140.     line([z_interface, z_interface], ylim, 'Color', 'k',
           'LineStyle', '--');
141.     legend('界面位置 z=0');
142.
143.     drawnow;
144.     pause(0.01);
145. end

```

原始数据:

姓名: 李达航 学号: 23009101011 班级: 2302061 理论课教师: 徐苗

实验三原始数据记录

Part B 观察平面电磁波的干涉现象并测量介质的相对介电常数

A 板位置	S0	S1	S2	S3	S4
千分尺	2.778 mm	21.282 mm	50.128 mm	69.262 mm	NULL
$\lambda =$ <u>37.01</u> mm					

$$\Delta l = 4.357 \quad d = 3 \text{ mm} \quad \epsilon_r = \underline{6.0139387778}$$

$$54.485 - 50.128$$

徐 25.5.26