第 2 组

**上海大学 2022～ 2023学年秋季学期**

《电磁场理论A》实验报告

任课教师： 李国辉

组 长： 20123864 杨鋆泽 20%

成 员： 20123881 王思敏 20%

成 员： 20121196 詹思原 20%

成 员： 20123877 孙远 20%

成 员： 18123787 孟亚男 20%

日 期： 2022.10.20

成 绩：

**实验名称：**电磁场极化实验

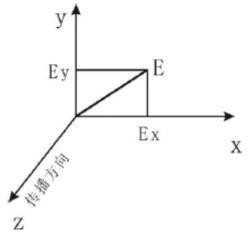
**实验目的：**

1、研究几种极化波的产生及其特点。

2、研究制作的电磁波感应器的极化特性，进行极化特性实验，与理论结果进行对比、讨论。

3、通过实验加深对电磁波极化特性的理解和认识。

**实验原理：**

电磁波的极化是电磁理论中的一个重要概念，它表征在空间给定点上电场强度矢量的的取向岁时间变化的特性，并用电场强度矢量的断电在空间描绘出的轨迹来表示。由其轨迹特征可得电磁波的极化方式有三种：线极化波、圆极化波、椭圆极化波。每一种极化波都可看成有两个同频率的直线极化波在空间合成， 如图所示，两线极化波沿正方向传播，一个的极化取向在方向，另一个的极化取向在方向。若在水平方向，在垂直方向，这两个波就分别为水平极化波和垂直极化波。

水平极化波：

垂直极化波：

其中、分别是水平极化波和垂直极化波的振幅，是超前的相角（水平极化波取为参考相面）。取的平面分析，利用三角函数公式展开：

和

整理后可导出下式：

式中a、b、c为水平极化波和垂直极化波的振幅、和相角δ有关的常数，为一般化椭圆方程。此外：

1、当两个线极化波同相或反相时，其合成波是一个线极化波；

2、当两个线极化波相位差为时，其合成波是一个椭圆极化波；

3、当两个线极化波振幅相等，相位相差时，其合成波是一个圆极化波。

本实验所设计的半波振子接收（发射）的波为线极化波，而最常用的接收（发射）圆极化波或椭圆极化波的天线即为螺旋天线。实际上一般螺旋天线在轴线方向不一定产生圆极化波，而是椭圆极化波。当单位长度的螺圈数N很大时，发射（接收）的波可看作是圆极化波。

极化波的一个需要重视的地方是极化的旋转方向问题。一般规定：面对电波传播的方向（无论是发射或接收），电场沿顺时针方向旋转的波称为右旋圆极化波，反时针方向旋转的波称为左旋圆极化波。右旋螺旋天线只能发射或接收右旋圆极化波，左旋螺旋天线只能发射或接收左旋圆极化波。判断方法：沿着天线辐射方向，当天线的绕向符合右手螺旋定则时，为右旋圆极化，反之为左旋圆极化。

**实验内容与步骤：**

详细步骤如下：

1. 在实验测试平台架设好4极化天线，信号源输出端通过高频电缆连接到A端口，B、C、D端口接匹配负载。
2. 在俯仰角云台上，将线极化半波天线固定，并通过高频电缆与系统主机的RI-in可靠连接。
3. 连续旋转俯仰角云台，每隔5o(按照设置要求)采集记录一次读数，连续旋转一周数据采集测量，并记录数据到表格中。
4. 将四极化天线更换到其他端口发射，重复以上步骤，并记录数据。
5. 根据数据作出极化图，从而判别A、B、C、D端口发射时，电磁波的因化形式。根据以上步骤，进行极化测量实验。

**实验结果：**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 端口 | 转动上方罗盘 | | | | | 转动下方罗盘 | | | | |
| A  水平极化圆 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 224.6 | 229.5 | 107.4 | 83 | 1451.9 | 576.2 | 761.7 | 937.5 | 1084 | 1298.8 |
| 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 1313.4 | 1064.9 | 788.1 | 443.8 | 205.9 | 1411.1 | 1357.4 | 1469.7 | 1508.8 | 1274.4 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| 270.5 | 642.1 | 935.6 | 1279.6 | 1314.5 | 1318.4 | 981.4 | 1015.6 | 605.5 | 488.3 |
| 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |
| 1466.2 | 1692.8 | 1714.8 | 1692.8 | 1656.3 | 332 | 136.7 | 195.3 | 322.3 | 434.6 |
| 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 |
| 1393.1 | 1170.0 | 1020.1 | 844.6 | 687.4 | 678.7 | 839.8 | 1030.3 | 1181.6 | 1289.1 |
| 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 |
| 570.4 | 475.3 | 685.1 | 773.9 | 1040.1 | 1352.5 | 1362.3 | 1308.6 | 1230.5 | 1025.4 |
| 300 | 310 | 320 | 330 | 340 | 300 | 310 | 320 | 330 | 340 |
| 1224.7 | 1483.8 | 1558.4 | 1689.7 | 1689.7 | 903.3 | 795.9 | 371.1 | 288.1 | 48.8 |
| 350 | 360 |  |  |  | 350 | 360 |  |  |  |
| 1707.4 | 1764.3 |  |  |  | 68.4 | 576.2 |  |  |  |
| B  垂直极化圆 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1684.6 | 1850.6 | 1962.9 | 1860.4 | 1918.9 | 1425.8 | 1362.3 | 1372.1 | 1250 | 1337.9 |
| 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 1870.1 | 1855.5 | 1923.8 | 1884.8 | 1826.2 | 1254.9 | 942.4 | 903.3 | 727.5 | 556.6 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| 1806.6 | 1816.4 | 1655.3 | 1635.7 | 1591.8 | 463.9 | 473.6 | 463.9 | 537.1 | 649.4 |
| 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |
| 1586.9 | 1557.6 | 1401.4 | 1430.7 | 1494.1 | 761.7 | 839.8 | 942.4 | 971.7 | 1054.7 |
| 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 |
| 1621.1 | 1728.5 | 1733.4 | 1728.5 | 1733.4 | 1074.2 | 1030.3 | 971.7 | 844.7 | 786.1 |
| 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 |
| 1713.9 | 1669.9 | 1582 | 1523.4 | 1460 | 673.8 | 556.6 | 478.5 | 517.6 | 620.1 |
| 300 | 310 | 320 | 330 | 340 | 300 | 310 | 320 | 330 | 340 |
| 1396.5 | 1601.6 | 1611.3 | 1601.6 | 1645.5 | 737.3 | 918 | 986.3 | 1088.9 | 1147.5 |
| 350 | 360 |  |  |  | 350 | 360 |  |  |  |
| 1679.7 | 1684.6 |  |  |  | 1176.8 | 1425.8 |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 端口 | 转动上方罗盘 | | | | | 转动下方罗盘 | | | | |
| C  左旋极化圆 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 522.5 | 551.8 | 581.1 | 605.5 | 639.6 | 615.2 | 341.8 | 297.9 | 278.3 | 214.8 |
| 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 678.7 | 737.3 | 761.7 | 781.2 | 810.5 | 185.5 | 127 | 83 | 112.3 | 102.5 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| 815.4 | 844.7 | 844.7 | 849.6 | 849.6 | 185.5 | 229.5 | 170.9 | 180.7 | 239.3 |
| 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |
| 878.9 | 922.9 | 634.8 | 649.4 | 527.3 | 429.7 | 512.7 | 581.1 | 673.8 | 800.8 |
| 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 |
| 507.8 | 698.2 | 708 | 732.4 | 1240.2 | 927.7 | 1005.9 | 952.1 | 1020.5 | 1010.7 |
| 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 |
| 1152.3 | 1162.1 | 1176.8 | 1381.8 | 1567.4 | 1030.3 | 1040 | 976.6 | 1127.9 | 1010.7 |
| 300 | 310 | 320 | 330 | 340 | 300 | 310 | 320 | 330 | 340 |
| 1547.9 | 1538.1 | 1523.4 | 1464.8 | 1445.3 | 991.2 | 1010.7 | 1005.9 | 1015.6 | 971.7 |
| 350 | 360 |  |  |  | 350 | 360 |  |  |  |
| 1455.1 | 522.5 |  |  |  | 913.1 | 615.2 |  |  |  |
| D  右旋极化圆 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| 1274.4 | 522.5 | 605.5 | 595.7 | 590.8 | 1098.6 | 1044.9 | 1132.8 | 1171.9 | 1103.5 |
| 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 556.6 | 659.2 | 761.7 | 732.4 | 1079.1 | 1035.2 | 1010.7 | 864.3 | 786.1 | 722.7 |
| 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| 1123 | 878.9 | 795.9 | 854.5 | 903.3 | 590.8 | 537.1 | 468.8 | 444.3 | 415 |
| 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 |
| 918 | 918 | 913.1 | 927.7 | 869.1 | 444.3 | 493.2 | 600.6 | 747.1 | 791 |
| 200 | 210 | 220 | 230 | 240 | 200 | 210 | 220 | 230 | 240 |
| 869.1 | 927.7 | 1030.3 | 1123 | 1206.1 | 986.3 | 1044.9 | 1157.2 | 1147.5 | 1157.2 |
| 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 |
| 1186.5 | 1220.7 | 1162.1 | 1147.5 | 1171.9 | 1157.2 | 1074.2 | 1030.3 | 1025.4 | 776.4 |
| 300 | 310 | 320 | 330 | 340 | 300 | 310 | 320 | 330 | 340 |
| 1044.9 | 1103.5 | 922.9 | 913.1 | 878.9 | 693.4 | 600.6 | 542 | 522.5 | 546.9 |
| 350 | 360 |  |  |  | 350 | 360 |  |  |  |
| 849.6 | 1274.4 |  |  |  | 585.9 | 1098.6 |  |  |  |

数据处理：

将实验数据导入MATLAB进行处理，画出图像如下：

、**实验结论：**

1、端口A测得输出的极化电磁波强度，随着接收天线与竖直方向的夹角的增大，不断减小。说明夹角为0°时的竖直放置的天线接收到了最大的极化电磁波强度，而夹角为90°时水平放置的天线接收到了最小的电磁场强度。由此推测，发射端发射的电磁波的电场强度的偏振方向应为垂直方向，所以端口A测量的应为垂直极化波。

2、同理，端口B测得输出的极化电磁波强度，随着接收天线与竖直方向的夹角的增大，不断增大。说明夹角为0°时的竖直放置的天线接收到了最小的极化电磁波强度，而夹角为90°时水平放置的天线接收到了最大的电磁场强度。由此推测，发射端发射的电磁波的电场强度的偏振方向应为水平方向，所以端口A测量的应为水平极化波。

3、端口C测得输出的极化电磁波强度，随着接收天线与竖直方向的夹角的增大，大体上有先增大后减小的趋势。初步判断输出电磁波为圆极化波，理论上，圆极化波的电场强度偏振方向随着时间推移是不断且均匀变化的，所以测得的极化波强度也应为一个恒定的值。而实际测得的极化波强度是随接收天线的旋转先增大后减小的，考虑到实际仪器的误差与接收天线的在旋转过程中的接受面的问题，由于接收天线是固定向左侧旋转的，所以判断端口C输出的极化波为右旋圆极化波。

4、端口D测得输出的极化电磁波强度，随着接收天线与竖直方向的夹角的增大，大体上有先减小后增大的趋势。根据端口C的判断依据，我们也可以判读得出端口D输出的极化波为左旋圆极化波。