

浙江大学

本科实验报告

课程名称:	电磁场与电磁波
姓 名:	
学 院:	信息与工程学院
专 业:	电子科学与技术
学 号:	
指导教师:	王子立

2020 年 6 月 15 日

浙江大学实验报告

专业：电子科学与技术

姓名：_____

学号：_____

课程名称：电磁场与电磁波 指导老师：王子立

实验名称：波导测量系统实验

一、实验目的

(1) 掌握波导测量系统的工作原理和测试方法。

(2) 学习射频微波测试方案和测试环境的建立。

二、实验任务与要求

学习实验演示视频和相关文档，完成相应的思考题。

三、思考题

1、微波分光仪测试实验：

(1) 电磁波波长测量时，玻璃介质板为什么要如图 2-1 放置（见微波分光仪测量实验.pdf）？如果将介质板转动 90° ，会产生什么现象？这样能否测准自由空间波长？试说明原因。

答：玻璃介质板这样放置可以抵消折射带来的误差，提高准确度。经 Pr1 反射的波的路径为反射—反射—折射，经 Pr2 反射的波的路径为折射—反射—反射，路径大致相同。而若将介质板转过 90° ，则到达接收喇叭的两路波路径完全不同，一条是直接由介质板反射得到，另一条则经折射—反射—反射—折射得到，两者幅度和相位相差较大，难以测准自由空间波长。

(2) 利用相干波原理测量波长时，为了减少误差，可采用什么方法？

答：可以多次测量取平均值以减少误差。

(3) 极化波测量实验中，试说明如何通过线极化波得到圆极化波。

答：圆极化波两个相互垂直的分量的相位相差 $\pi/2$ 。要从线极化波得到圆极化波，只需将可动栅网 Pr2 位置在 l_1 向前或向后移动回 l_0 的位置，使 $l_1=l_0 \pm \lambda/8$ ，（入射加反射总行程差为 0），同时 l_0 满足要求，接收喇叭 Pr3 在任何角度下的近似值都几乎相等。这样就可通过线极化波得到圆极化波。

(4) 电磁波的二次辐射实验中，电磁波的收发采用什么极化方式，为什么？

答：水平极化。因为需要考虑到二次辐射源是由两条以上的缝所组成的情况。

2、驻波测量线：

(1) 驻波测量线负载端不接短路块，任意接一负载，能否测出波导波长？为什么？

答：能够测出波导波长。通过 smith 原图变换，可以由任意负载推导出波导波长。用短路块是因为在短路块处产生全反射，形成纯驻波，现象比较明显，测量比较准确，误差较小。

(2) 驻波测量线为什么选择在波导宽边中间开槽？

答：因为矩形波导中的主模为 TE₁₀ 模，而由 TE₁₀ 的管壁电流分布可知，在波导宽边中线处只有纵向电流。因此沿波导宽边的中线开槽不会因切断管壁电流而影响波导内的场分布，也不会引起波导内电磁波由开槽口向外辐射能量。

(3) 单销钉调配器+容性负载调节匹配时，为什么示波器上输出方波越小，表示调配得越好？

答：如果调配的越好，则在这条反射支路上反射的程度越小，从而输出的方波程度越小，接近于 0。所以示波器上输出方波越小，表示调配的越好。

(4) 如果经销钉调配器调配后，测得驻波系数，在单销钉调配器与负载之间是否是行波？单销钉调配器至信号源方向是否是行波？为什么？

答：不是行波。是行波。因为通过负载匹配后反射接近于 0。

(5) 容性负载实验测量中，测得的数据如下： $d_{min1}=2.180\text{cm}$ ， $d_{min2}=4.200\text{cm}$ （短路负载时） $d_{min1}(\text{短})=4.2\text{cm}$ ， $d_{min1}(\text{膜片})=3.88\text{cm}$ $P_{min}=0.055\text{m}$ ， $P_{max}=0.225\text{m}$ 若波导传输线特征阻抗为 50 欧，求此时的负载阻抗。

$$\lambda_g = 2(d_{min2} - d_{min1}) = 4.04\text{cm}$$

$$d_{min1(\text{短})} - d_{min2(\text{膜片})} = \frac{\varphi(0)}{4\pi} + \frac{\lambda_g}{4} \Rightarrow \varphi(0) = -0.683\pi$$

$$\rho = \sqrt{\frac{P_{max}}{P_{min}}} = 2.023 \Rightarrow |\Gamma(0)| = \frac{\rho-1}{\rho+1} = 0.338$$

由 Smith 原图可以求得负载阻抗为 $30-19j$

3、喇叭天线辐射特性测量：

(1) 天线特性测量前，晶体检波器需要怎么调节，为什么？

答：调节晶体检波器的短路活塞或三销钉调配器使示波器上的输出检波幅度最大，为了消除检波管的反射对实验造成的影响。

(2) 如果发射喇叭天线的发射功率为 P_0 ，且和接收喇叭天线的极化角相差 90° ，和极化器栅的极化角度相差 45° ，则接收喇叭天线能接收到多大的功率？

$$\text{答： } P_1 = P_0 \cos^2 45^\circ \sin^2 45^\circ = \frac{1}{4} P_0$$

(3) 分别计算收、发天线理论增益，半功率波束宽度（假定 $k=1$ ）。有什么结论？

$$\text{发射喇叭天线： } G = 0.51 \frac{4\pi A_p}{\lambda^2} = 18.99$$

$$\text{H 面： } 2\theta_{0.5} \approx 1.18 \frac{\lambda}{D_H} = 0.46 \text{ rad}$$

$$\text{E 面： } 2\theta_{0.5} \approx 0.89 \frac{\lambda}{D_E} = 0.77 \text{ rad}$$

$$\text{接受喇叭天线： } G = 0.51 \frac{4\pi A_p}{\lambda^2} = 92.66$$

$$\text{H 面： } 2\theta_{0.5} \approx 1.18 \frac{\lambda}{D_H} = 0.27 \text{ rad}$$

$$\text{E 面： } 2\theta_{0.5} \approx 0.89 \frac{\lambda}{D_E} = 0.27 \text{ rad}$$

结论：口径越大，增益越大，半功率波束宽度越小。

4、微波谐振器测量：

(1) 实验中在示波器上测得谐振频率点上的两个功率 P_1 和 P_2 （见右图），求此时的驻波系数。

$$|\Gamma|^2 = \frac{P_2}{P_1} \quad \Rightarrow \quad |\Gamma| = \sqrt{\frac{P_2}{P_1}}$$

$$\rho = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{\sqrt{\rho_1} + \sqrt{\rho_2}}{\sqrt{\rho_1} - \sqrt{\rho_2}}$$

5、矢量网络测量实验：

(1) 矢量网络分析仪测量前为什么需要校准？

答：测量校准是通过测量特性已知的标准来消除测量误差。通过校准可减小测量误差，提高本实验仪器的测量精度。本实验是一个射频测量实验，电缆线接上去相当于一条传输线，中间肯定是会产生误差的。因此需要通过校准来消除测量误差。

(2) 实验中，微带线模块负载端接负载时的测量曲线和理论曲线相比有什么偏差，是什么原因引起的。

答：角度偏差，反射系数不等于 1，由于微带电路存在损耗

四、实验心得

这两次实验主要是看一些视频，了解一些实验的操作过程。虽然看了视频，但因为疫情没办法去实验室做实验，没有实操过很多东西其实还不是很懂，有点遗憾。感觉这两次课程的内容还是比较抽象，可能因为接触的少，或者场波课程本身抽象的原因，里面的一些仪器和操作也就只能止于知道的地步，思考题也基本上是根据老师讲的写。