

波导传输线负载特性测量与阻抗匹配

1 数据记录及分析

1.1 波导波长 λ_g

1.1.1 实测值

探针测得相邻两个驻波波节点的位置记录如下：

测量数据/cm	d_{min1}	d_{min2}	$d_{min2} - d_{min1}$
值	4.010	6.120	2.110

由测量数据可以得到 $\lambda_g = 2(d_{min2} - d_{min1}) = 4.220cm$

1.1.2 理论计算值

实测频率 $f = 9.418GHz$ ，对应波长 $\lambda = \frac{c}{f} = 3.185cm$ ；利用公式

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\frac{\lambda}{2a})^2}} = 4.439cm$$

计算可得实验误差为 4.93%，在可接受范围内。

1.2 驻波系数 ρ

1.2.1 容性膜片+匹配负载

测量线开口接短路块，测得第一个驻波波节点位置 $d_{min1} = 6.190cm$

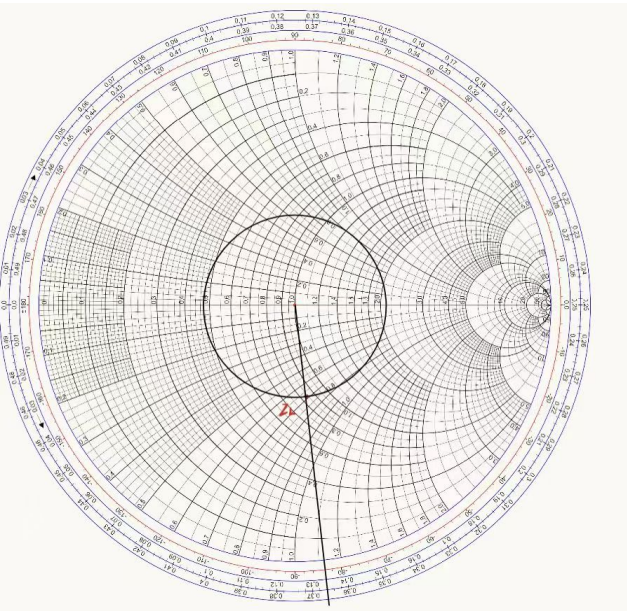
测量线接容性膜片+匹配负载，测得第一个驻波波节点位置 $d_{min1} = 5.595cm$

用数字万用表测得检波输出相对功率最小值 $P_{min} = 0.050mV$ ；输出相对功率最大值 $P_{max} = 0.219mV$ ，计算得到

$$\rho = \sqrt{\frac{P_{max}}{P_{min}}} = \sqrt{\frac{0.219}{0.050}} = 2.09$$

$\Delta d = d_{min1} - d_{min2} = 0.595cm$ ， $\frac{\Delta d}{\lambda_g} = 0.134$ ，由 $\rho = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$ ， $|\Gamma| = 0.353$

在圆图上读出 $z_L = 0.84 - j0.75$



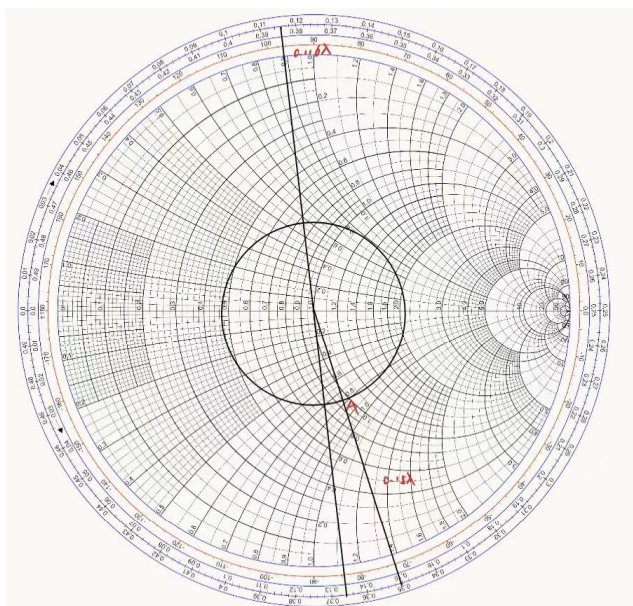
1.2.2 单销钉调节匹配

用数字万用表测得单销钉调节匹配后，检波输出相对功率最小值 $P_{min} = 0.333mV$ ；输出相对功率最大值 $P_{max} = 0.463mV$

$$\rho = \sqrt{\frac{P_{max}}{P_{min}}} = \sqrt{\frac{0.463}{0.333}} = 1.18$$

1.3 单销钉匹配器销钉到负载的长度

测得单销钉匹配器销钉到负载的长度 $l = 5.62\text{cm}$ ，插入深度 $d = 3.309\text{mm}$ 。计算得 $l = 1.266\lambda$ ，在圆图中如 A 点所示。A 点电纳约为 1，因此能实现匹配。



2 问题回答

- (1) 用任意负载也能测出波导波长,但是需要结合 *Smith* 进行变换得到;采用短路块可使波导内形成驻波,便于测量。
- (2) $d_{min短}$ 作为短路点的等效位置;如果直接以短路块接入的位置作为参考位置,会带来比较大的误差。
- (3) 测量探针本身会带来反射,如果将其伸入波导中,会影响匹配调整的结果,带来实验误差。
- (4) 检波器测量的是交变的小信号。指示值越小,代表幅值的变化分量占整体的比重越小,测试匹配性能越好。
- (5) 单销钉匹配器至信号源之间是行波:驻波系数为 1 时,电压电流沿传输线没有变化;单销钉匹配器和负载之间不是行波,因为这段的传输线没有经过匹配,电压波腹点同时是电流波节点,分布为驻波。

3 实验总结与心得体会

波导在理论课里的占比是比较大的，通过参与波导传输线特性测量与阻抗匹配的实验，我对于波导设备和相关概念获得了更为深刻的理解。此次实验的难度较大，主要体现在难以与理论课学到的知识产生联系，做的时候常常不知所措。测量工作频率与波导波长时，因为探针比较敏感，稍微移动一点就能造成很大的读数波动，导致我们花费了比较多的时间；之后的测量都是比较轻松的。写实验报告时，通过反复阅读实验原理，逐渐懂得了每一步操作的意义，也渐渐地加深了自己对于波导传输线的认识，懂得了匹配的意义，将理论课的知识逐渐与实验的步骤进行了连接。