**北京邮电大学**



**电磁场与微波测量实验**

**第二部分 微波工程参数特性测量实验**

**实验一 微波测量系统的使用和信号源波长功率的测量**

**学院： 电子工程学院**

**班级： 2018211203**

**组员： 巫锐、何杨柳**

**指导老师： 李莉**

目录

[1 实验内容 - 3 -](#_Toc70198010)

[1.1 实验目的 - 3 -](#_Toc70198011)

[1.2 实验设备与仪器 - 3 -](#_Toc70198012)

[1.3 实验内容与步骤 - 4 -](#_Toc70198013)

[2 实验原理 - 6 -](#_Toc70198014)

[3 实验数据与分析 - 6 -](#_Toc70198015)

[3.1 实验测量数据 - 6 -](#_Toc70198016)

[3.2 数据分析 - 7 -](#_Toc70198017)

[3.3 误差分析 - 7 -](#_Toc70198018)

[4实验心得与体会 - 7 -](#_Toc70198019)

# 1 实验内容

1.1 实验目的

1. 学习微波的基本知识；
2. 了解微波在波导中传播的特点，掌握微波基本测量技术；
3. 学习用微波作为观测手段来研究物理现象。

1.2 实验设备与仪器

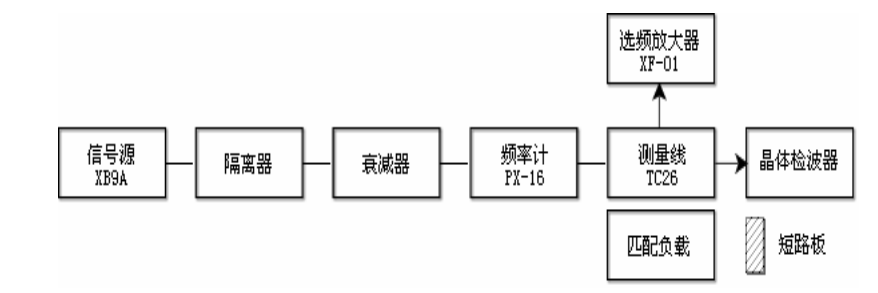


图1

**1.2.1.微波信号源**

DH1121C型微波信号源由振荡器、可变衰减器、调制器、驱动电路、及电源电路组成。该信号源可在等幅波、窄带扫频、内方波调制方式下工作，并具有外调制功能。在教学方式下，可实时显示体效应管的工作电压和电流的关系。仪器输出功率不大，以数字形式直接显示工作频率，性能稳定可靠。

**1.2.2.隔离器**

位于磁场中的某些铁氧化体材料对于来自不同方向的电磁波有着不同吸收，经过适当调节，可使其对微波具有单方向传播的特性，隔离器常用于振荡器与负载之间，起隔离和单向传输的作用。

**1.2.3.衰减器**

把一片能吸微波能量的吸收片垂直于矩形波导的宽边，纵向插入波导管即成，用以部分衰减传输功率，沿着宽边移动吸收片可改变衰减量的大小。衰减器起调节系统中微波功率从以及去耦合的作用。

**1.2.4.波长计（第九组）**

电磁波通过耦合孔从波导进入频率计的空腔中，当频率计的腔体失谐时，腔里的电磁场极为微弱，此时，它基本不影响波导中波的传输。当电磁波的频率计满足空腔的谐振条件时，发生谐振，反映到波导中的阻抗发生剧烈变化，相应地，通过波导中的电磁波信号强度将减弱，输出幅度将出现明显的跌落，从刻度套筒可读出输入微波谐振时的刻度，通过查表可得知输入微波谐振频率。

**1.2.5.测量线**

测量线是测量微波传输系统中电场的强弱和分布的精密仪器。由开槽波导、不调谐探头和滑架组成。在波导的宽边有一个狭槽，金属探针经狭槽伸入波导。线开槽波导中的场由不调谐探头取样，探头的移动靠滑架上的传动装置，探头的输出送到显示装置，就可以显示沿波导轴线的电磁场变化信息。由于探针与电场平行，电场的变化在探针上就感应出的电动势经过晶体检波器变成电流信号输出。

**1.2.6.检波晶体**

微波测量中，为指示波导（或同轴线）中电磁场强度的大小，是将它经过晶体二极管检波变成低频信号或直流电流，用电流电表的电流1来读数的。从波导宽壁中点耦合出两宽壁间的感应电压，经微波二极管进行检波，调节其短路活塞位置，可使检波管处于微波的波腹点，以获得最高的检波效率。

**1.2.7.选频放大器**

用于测量微弱低频信号，信号经升压、放大，选出1kHz附近的信号，经整流平滑后输出级输出直流电平，由对数放大器展宽供给指示电路检测。

**1.2.8.喇叭天线**

**1.2.9.匹配负载**

波导中装有很好地吸收微波能量的电阻片或吸收材料，它几乎能全部吸收入射功率。

**1.2.10.短路片**

**1.2.11.失配负载**

1.3 实验内容与步骤

**1）熟悉微波测量设备**

（1）观察测量系统的微波仪器连接装置，衰减器，波长计，波导测量线的结构形式。

（2）熟悉信号源的使用

将信号源的工作方式选择为：等幅位置，将衰减至于较大位置，输出端接相应指示器，观察输出；

将信号源的工作方式选择为：方波位置，将衰减至于较大位置，输出端接相应指示器，观察输出；

（3）熟悉选频放大器的使用；

（4）熟悉谐振腔波长计的使用方法。本实验采用谐振腔法，由于波长和频率的直接关系，所以频率和波长的测量是等效的。调谐过程可以从能量传输线路接收端指示器读数的降低可以判断出来，如下图所示：

检波指示器指示I

谐振点

波长表测微头刻度

具体做法：旋转波长表的微测头，当波长表与被测频率谐振时，将出现吸收峰，反映在检波指示器上的指示是一跌落点，此时，读出波长表测微头的读数，再从波长表频率与刻度曲线上查出对应的频率。

（5）按图1所示的框图连接微波实验系统。

**2）微波频率测量**

下面介绍如何用波长计测量信号波长

（6）波长表后接电流计或测量线接选频放大器，使信号源工作于点频、方波状态；

（7）调节波长计使检波电流计再次出现最小值的时刻，读出此处波长计的刻度值；

（8）按照波长计的刻度值去查找“波长计-频率刻度对照表”，就可以得到相应的信号源频率值；

（9）改变信号频率，从8.6G开始测到9.6G，0.1G测一次，记录在数据表格中。

# 2 实验原理

测量微波传输系统中电磁场分布情况，测量驻波比、阻抗、调匹配等，是微波测量的重要工作，该实验系统主要的工作原理如下图所示：

微波

信号源

隔离器

波长表

检波

指示器

检波器

隔离器

测量线

单螺调配器

可变衰减器

选频

放大器

# 3 实验数据与分析

3.1 实验测量数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 信号源频率值 | 波长表读数 | 查表得到频率 | 信号源误差 | 信号源误差（绝对值） | 信号源误差(%) |
| 8.6 | 13.852 | 8.592 | 0.008 | 0.008 | 0.093023 |
| 8.7 | 12.41 | 8.694 | 0.006 | 0.006 | 0.068966 |
| 8.8 | 11.215 | 8.799 | 0.001 | 0.001 | 0.011364 |
| 8.9 | 9.965 | 8.899 | 0.001 | 0.001 | 0.011236 |
| 9 | 9.028 | 8.991 | 0.009 | 0.009 | 0.1 |
| 9.1 | 8.061 | 9.093 | 0.007 | 0.007 | 0.076923 |
| 9.2 | 7.11 | 9.203 | -0.003 | 0.003 | 0.032609 |
| 9.3 | 6.378 | 9.296 | 0.004 | 0.004 | 0.043011 |
| 9.4 | 5.744 | 9.382 | 0.018 | 0.018 | 0.191489 |
| 9.5 | 4.939 | 9.498 | 0.002 | 0.002 | 0.021053 |
| 9.6 | 4.245 | 9.608 | -0.008 | 0.008 | 0.083333 |
|  |  |  | 平均误差 | 0.006091 | 0.066637 |

3.2 数据分析

本次实验证明，实验仪器信号源发出的信号波长/频率与设定值基本相等，误差在合理范围内。

3.3 误差分析

实验结果存在误差，可能导致误差的原因如下：

1. 波长表距离测量的固有误差。由于设备老化，实验时我们发现波长表测距视窗内和螺旋测微器的示数明显不同，其中视窗内的波长示数小于理论值，而螺旋测微器的示数大于理论值，二者差距大约有0.1mm，综合考虑比较二者误差后，我们使用了螺旋测微器的示数进行记录。
2. 由于插入探针导致的误差。实验中我们注意到，移动探针位置时选频放大器的示数会有微小的变化。因此我们推测，探针对测量线的物理性质会产生一些影响。
3. 使用选频放大器读取谐振点时的误差。由于选频放大器的精度以及肉眼观察能力的限制，我们读数时得到的谐振点频率只是一个估计值，存在误差。

# 4实验心得与体会

本实验采用了吸收式波长计测量信号频率，为了确定谐振频率，用波长计测出微波信号源的频率。通过实验数据得知通过该方法测量得到的数据与查表得到的数据误差比较下。由于只有在谐振点时信号功率才会被全部吸收，放大选频器的指针才会有大的偏转，这就需要在调节波长计的时候一定要谨慎细微，一定要戒骄戒躁。

我们组使用的是第九组波长计，由于缺少选频放大器，使用电流计进行测量，但电流计示数变化非常不明显，在老师的指导下调节了近一个小时也不行，最后等其他组同学做完了用选频放大器进行的实验，在掌握了实验原理之后实验进行的很顺利，感谢老师的耐心指导及帮助！