



专业基础实验室5

 电四楼302

 王百宗 陈畅

 wbzong@ustc.edu.cn cc@ustc.edu.cn

 <http://etcis.ustc.edu.cn>

要求先知道

- ❁ 遵守实验室规章制度和安全守则；
- ❁ 认真签到，不得代别人签到和让别人代替签到；
- ❁ 签到时请写清姓名、学号、实验台号；
- ❁ 实验认真完成，实验报告及时上交。




实验目的

- ❁ 通过实验加深对概念的理解
- ❁ 强化微波应用基本技能的训练
- ❁ 培养动手能力和分析、解决问题的能力





实验报告要求

- ❁ 年级、学号、姓名、同组人、实验台号、实验日期
 - ❁ 实验名称
 - ❁ 实验目的
 - ❁ 实验原理和内容
 - ❁ 实验系统框图及步骤
 - ❁ 实验数据处理（列表、曲线、经验公式、原始数据）
 - ❁ 实验结果分析及结论（误差分析、实验体会和建议）
 - ❁ 实验思考题
- 

实验一 微波测试系统的认识与调试

射频与微波技术实验室





应用实例


- ✿ 通信系统
- ✿ 雷达系统
- ✿ 定向导航系统

- ✿ 直射
- ✿ 反射
- ✿ 散射





本次实验目的

- ❁ 了解微波测试系统的组成及元器件的作用, 正确使用实验仪器
 - ❁ 了解微波信号源的工作方式及信号的检测方法。
 - ❁ 熟练掌握交叉读数法测量波导波长的方法。
- 



微波测量的对象、方法、仪器

测量对象

低频：电压、电流、频率

微波：驻波、功率、波长

测量方法

电路特性

低频：集总参数

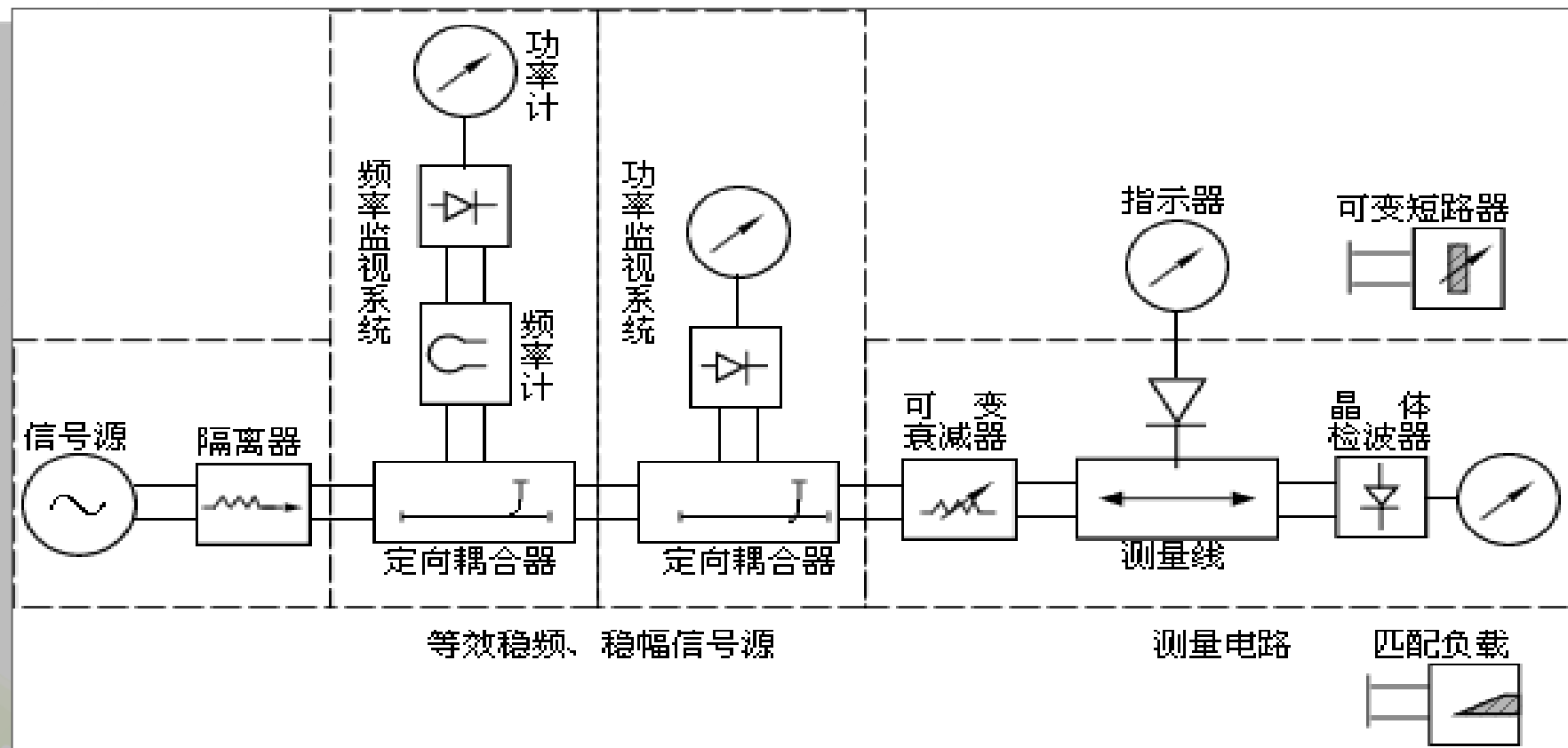
微波：分布参数

测量仪器

宽频带、高精度、自动化、数字化、智能化



实验原理框图



微波基本测试系统



信号源

波导连接元件

隔离器

可变衰减器

频率计

示波器

精密衰减器

选频放大器

测量线



实验常用仪器介绍

在微波检测中，需要对微波信号或功率进行衰减、隔离、分支、吸收、相位控制和波形变换等，因此需要用到微波功能性元件。常用微波元件用途广，种类很多。

按传输系统分


- ✿ 波导型
- ✿ 同轴型
- ✿ 微带型

按用途分

- ✿ 衰减器
 - ✿ 相移器
 - ✿ 定向耦合器
 - ✿ 隔离器
 - ✿ 魔T等
- 




常用仪器名称

- 微波信号源(YM123)
 - 隔离器
 - 衰减器 [精密衰减器]
 - 频率计<波长计>(PX16)
 - 测量线(TC26)
 - 波导元件
 - 选频放大(YM3892, XF-01)
 - 示波器
 - 功率计(GX2A)
 - 短路板
 - 匹配负载
 - 晶体检波器
 - 可调短路器
 - 单螺调配器
- 

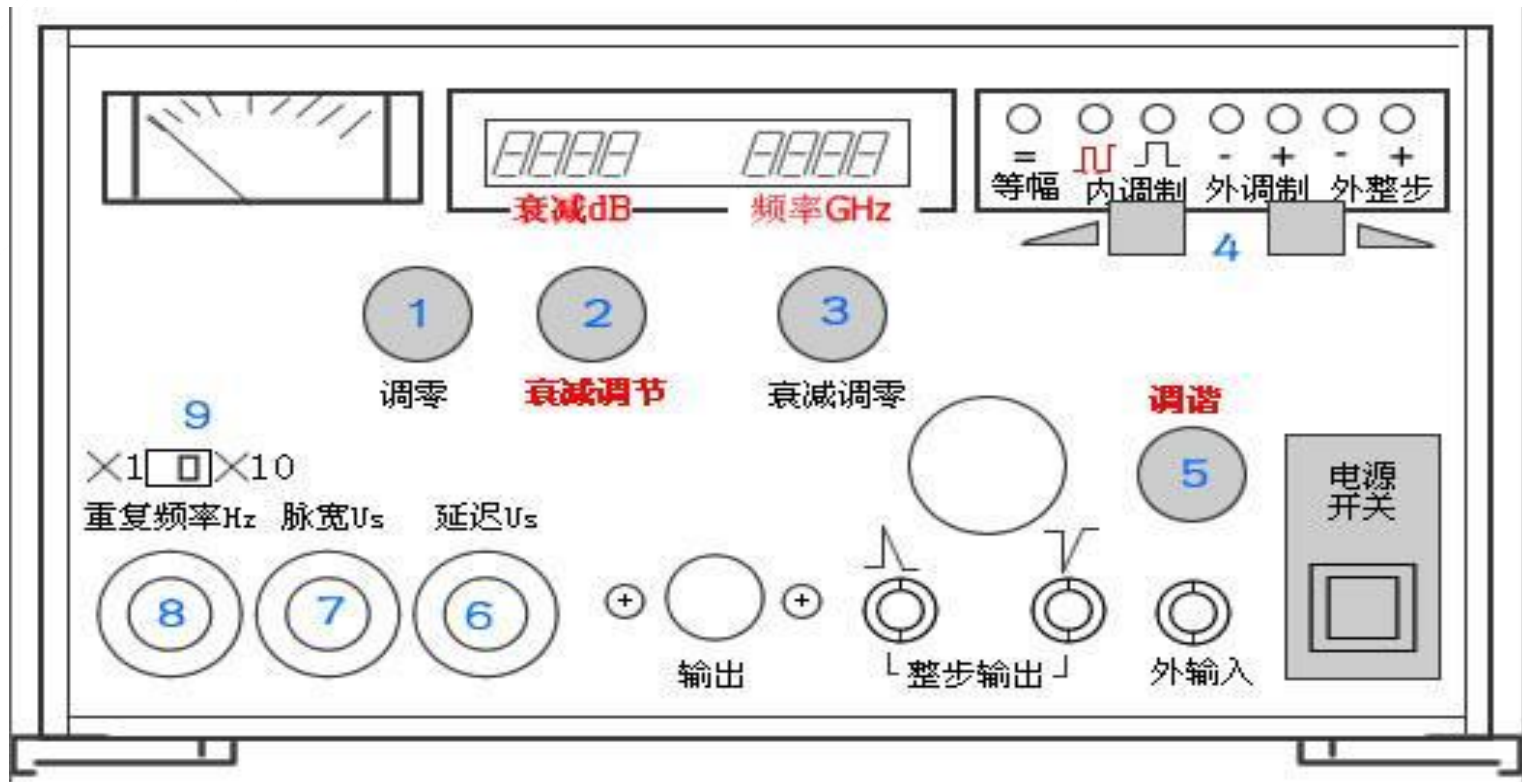


YM1123/XB9A微波信号源

仪器面板上具有等幅波、方波调制等工作方式选择按键，可以根据测量需要选择合适的工作方式；频率调整旋钮可以用来调整信号源的工作频率大小，频率指示面板上的刻度指示可以作为参考，实际的频率大小还需要频率计来进行测量。衰减调节旋钮用来调整信号源的输出功率大小，在实验中应根据实际情况调整，信号不能太大，因为信号过大会烧坏微波检波管。信号源的输出是同轴输出，所以为了与波导系统平稳连接，使用同轴-波导转换器进行连接。



YM1123/XB9A仪器面板

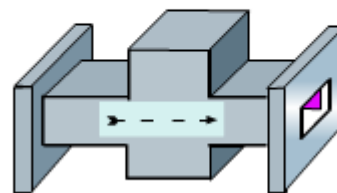


- 2-“衰减调节”：可调节信号源的输出电平大小，顺时针增大衰减，输出减小。
- 4-“工作方式”：可改变信号源的工作状态，一般选内方波调制方式。
- 5-“调谐旋钮”：可调节信号源的输出频率大小，顺时针增大频率，反之减小。

隔离器

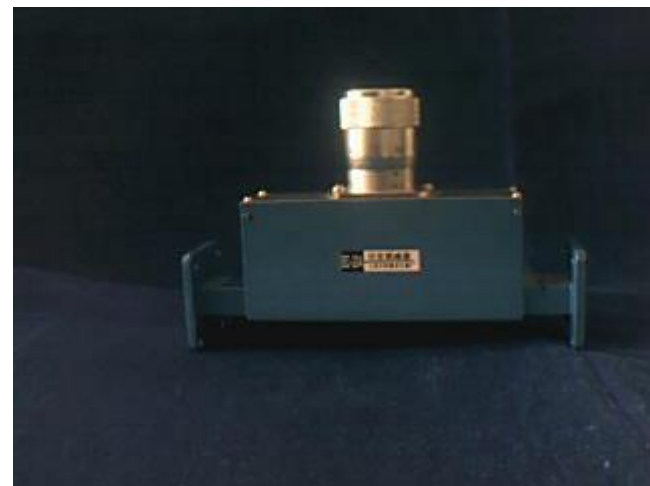
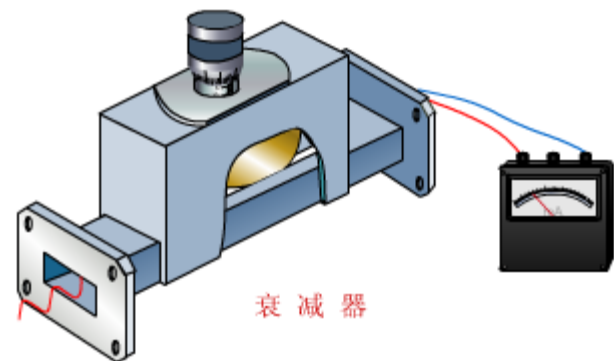
- ◆ 微波隔离器是一种特殊的衰减器，隔离器对入射波的衰减很小，对反射波的衰减则很大，两者之比值称为“隔离度”。
- ◆ 使用隔离器目的在于减小因负载阻抗变化对振荡频率带来的影响。
- ◆ 一般在矩形波导的横向加上恒定磁场，放置在波导横向的铁氧体片恰好能与反射波产生铁磁共振，继而抑制了反射波，而入射波不会产生这种共振吸收。
- ◆ 但在做成器件后，隔离器对入射波也会产生一些正向衰减，约为1dB，对反射的反向衰减则大于20dB。使用时务需认清箭头方向以免装错。

隔离器



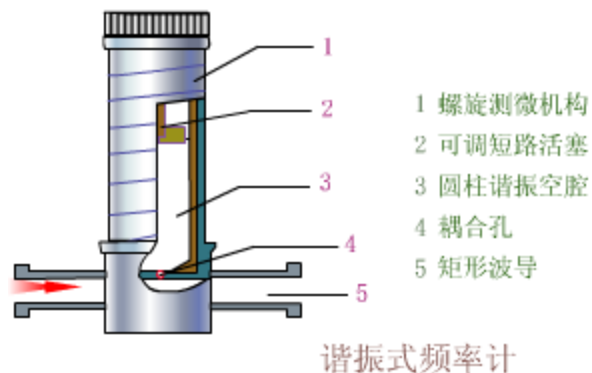
可变衰减器

- ◆ 可变衰减器可被用来连续改变传输线路中的功率电平，也可当作振荡器与负载之间的去耦器件。
- ◆ 在矩形波导内安置的吸收片应平行于电场的极化方向，并能做横向的移动。通常，在不需要做功率衰减时，吸收片是紧贴在波导管窄壁上。吸收片移到宽边中央时，功率衰减最大，吸收片移动的位置可由衰减器上方刻度盘中显示出来。
- ◆ 可变衰减器刻度盘上的读数与衰减量之间的关系可用功率计测定。



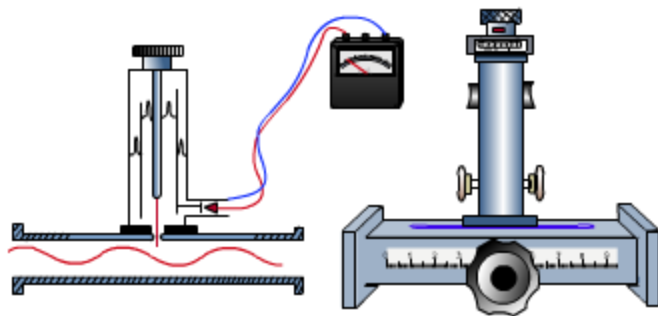
频率计

- ◆ PX-16频率计：是一种吸收式频率计，测量频率范围为8.2~12.4GHz，利用圆柱形谐振腔的工作原理，直接标记频率刻度；
- ◆ 在它测量频率过程中，只需要旋动套筒，当我们在选频放大器上观察到信号大小发生变化或者在示波器上看到波形失真时，我们可以确定此时圆柱形谐振腔发生振荡，表明圆柱形谐振腔的固有频率与系统的工作频率相同，从频率计上读出的频率即为系统的工作频率。
- ◆ 读取频率值时，我们读取两条水平红线之间与纵向红线交叉的值。



测量线

- ◆ 微波测量线是一种通用的微波测量仪器。
- ◆ 对微波信号的检测中虽然可以在输出波导管的后部装接检波器或功率计等器件，但这些负载在接入终端后驻波比的改变是在四周封闭的波导管内无法检测到的。
- ◆ 为解决这一问题，必需在矩形波导管宽边中央，沿波导轴向开启一个能使耦合探针移动的长槽。检波头的探针越槽伸入波导内，并由传动机构带动着沿槽移动。波导中的高频信号经探针耦合后，再经测量线内部检波二极管检波，就能输出一个与场强相对应的信号。



波导测量线结构外形图



选频放大器/YM3892

表头:

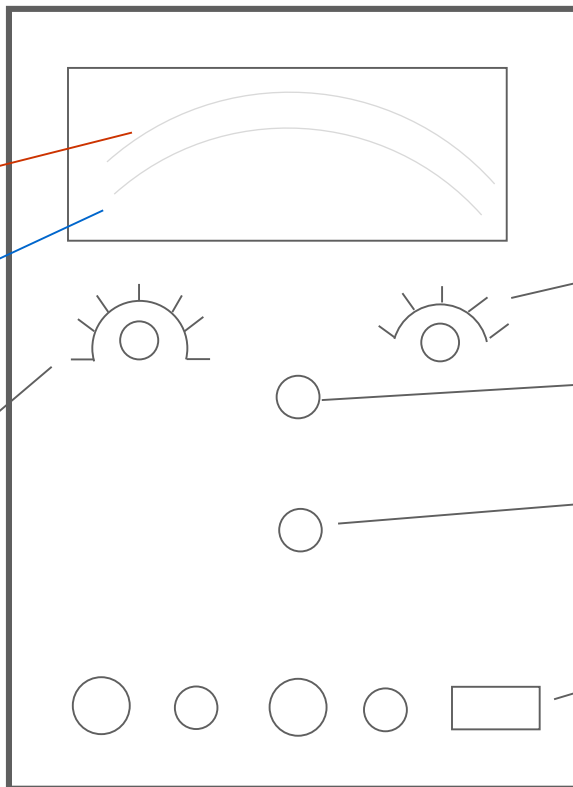
作0-1000电流相对刻度指示,

0-10dB衰减指示,

1-4及3.2-10驻波比指示

分贝选择开关:

0-60dB步进, 值越大, 指示越大



带宽控制

增益微调

频率调节

电源开关

检测指示

❁ 等幅波方式
微安表



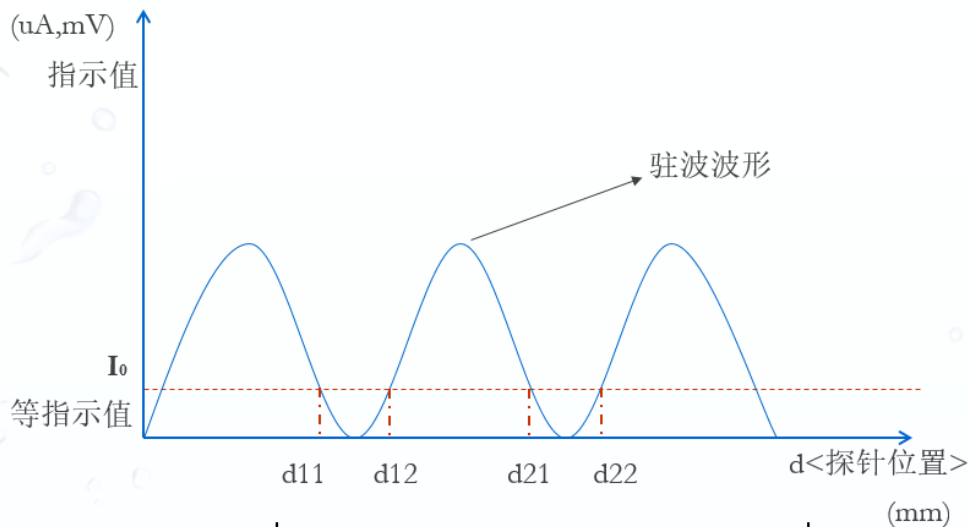
❁ 内方波调制方式
示波器(波形)
选频放大器(检波指示值)



波导波长的测量方法

根据驻波分布的特性，当波导系统终端短路时，测量线中会形成纯驻波分布，此时，两个驻波波节点之间的距离为波导波长的一半，故只要测量出两个驻波波节点之间的距离就可得到波导波长。


实际测量中，为了提高测量精度，减小误差，一般采用“交叉读数法”测量波导波长。



$$\lambda_g = 2 \times \left| \frac{1}{2}(d_{11} + d_{12}) - \frac{1}{2}(d_{21} + d_{22}) \right|$$



实验内容

- ❁ 认识与并熟练使用微波测试系统的组成器件[信号源的工作方式、频率调谐、衰减调节；可变衰减器的使用；频率计的使用；测量线的使用；选频放大器的使用等]；
 - ❁ 调整系统工作频率为9370MHz[频率计与信号源调谐旋钮配合使用]；
 - ❁ 运用交叉读数法测量波导波长, 测量三组数据；
- 

数据处理

- ❁ 正确画出微波测试系统的基本框图；
- ❁ 简要正确地描述测试系统中各个元器件的性能及用途，使用注意事项；
- ❁ 根据测量数据计算波导波长；
- ❁ 根据公式计算波导波长；

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - (\lambda_0/2a)^2}} \quad \lambda_0 = c/f_0 \quad a=22.86\text{mm}$$



思考题

- ❁ 你认为微波能量对身体有影响吗？请查资料佐证。
 - ❁ 你在实验中使用到了哪几种传输线及接头型式？请查资料说明其适用范围及特点，并列其他常用的几种接线接头型式。
 - ❁ 请说明实验中影响交驻读数法的因素并指出改善方法。
- 