

定向耦合器特性的测量

实验七

信息与计算机示范教学中心
射频与微波技术实验室
2016年5月23日星期一

一、实验目的

1. 研究定向耦合器的特性；
2. 掌握定向耦合器主要特性参数的测量方法。

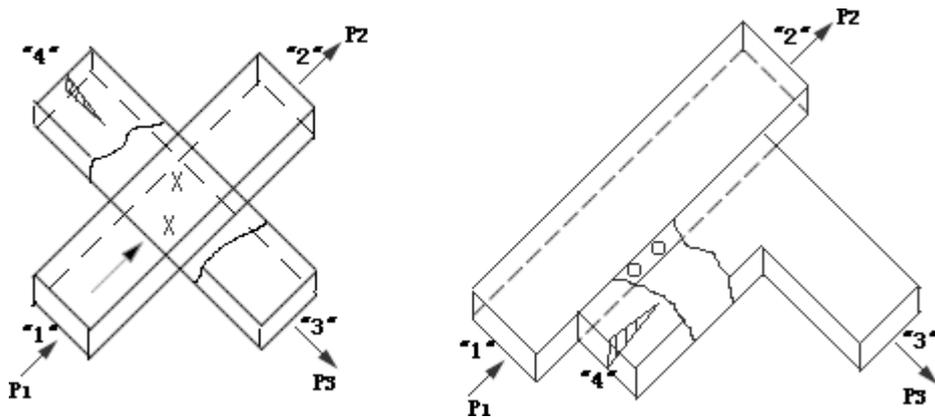
二、实验原理

定向耦合器的作用及结构

- 作用
 - 有方向性的微波功率分配器件
 - 微波测量和其它微波系统中的常用元件，近代扫频反射计的核心部件
- 常用类型
 - 波导
 - 同轴线
 - 带状线
 - 微带线
- 结构
 - 定向耦合器包含主线和副线两部分
 - 在主线中传输的微波功率经过小孔或间隙耦合元件，将一部分功率耦合至副线中，由于波的干涉及迭加，使功率仅沿副线的一个方向传输（称为“正方向”），而在另一方向几乎没有（或极少）功率传输（称为“反方向”）。
- 常用结构
 - 波导十字孔定向耦合器
 - 波导小孔定向耦合器

二、实验原理

定向耦合器结构示意图：



- (a)波导十字孔定向耦合器 (b)波导双孔定向耦合器

二、实验原理(续)

■定向耦合器的特性参量：

- 耦合度、方向性、输入驻波比、带宽范围等。

二、实验原理(续)

- **耦合度(C)**：输入至主线的功率 P_1 与副线中正向传输的功率 P_3 之比称为定向耦合器的耦合度 C ，也称为过渡衰减。

$$C = 10 \lg \frac{P_1}{P_3} (dB) = 20 \lg \frac{U_1}{U_3} (dB)$$

二、实验原理(续)

- **方向性(D)**：副线中正方向传输的功率 P_3 与反方向传输的功率 P_4 之比称为定向耦合器的方向性D。

$$D = 10 \lg \frac{P_3}{P_4} (dB) = 20 \lg \frac{U_3}{U_4} (dB)$$

二、实验原理(续)

- 隔离度(L)：表示输入至主线的功率 P_1 与副线反方向传输的功率 P_4 之比。

$$L = 10 \lg \frac{P_1}{P_4} (dB) = 20 \lg \frac{U_1}{U_4} (dB)$$

二、实验原理(续)

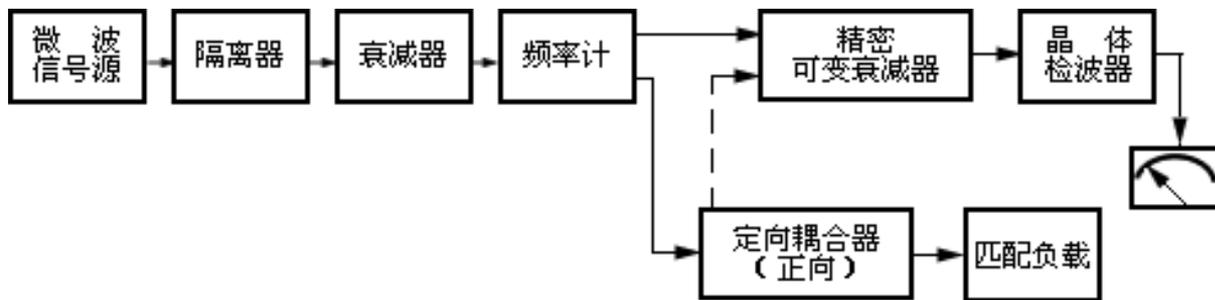
- 耦合度、方向性、隔离度之间的关系：

$$D = 10 \lg \frac{P_3}{P_4} = 10 \lg \frac{P_1}{P_4} - 10 \lg \frac{P_1}{P_3} = L - C$$

二、实验原理(续)

▪ 耦合度的测量方法：

- 功率电平测量算法：首先测量主波导输入端的功率电平，然后将定向耦合器正向接入测量系统(如下图)，测出副波导正向输出端的功率电平，则可根据公式计算出耦合度C。



二、实验原理(续)

- 耦合度的测量方法：

- 功率衰减法：改变精密衰减器的衰减量，使两种情况的检测指示器读数相等，则衰减器的读数差即为定向耦合器的耦合度 C 。

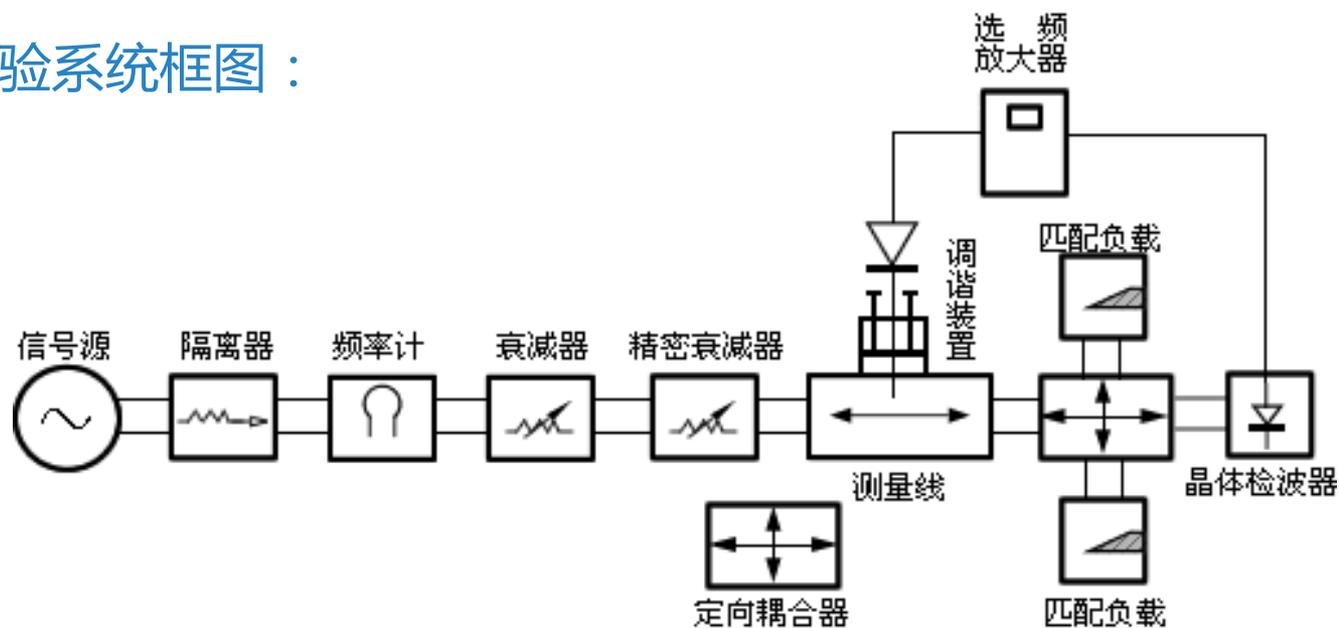
二、实验原理(续)

■方向性的测量方法：

- **功率衰减法**：反向连接定向耦合器，主波导输出端1接匹配负载，调整信号源输出，使副波导端3输出的检波电流或功率指示读数为某确定的值，读取精密可变衰减器的衰减量。然后正向连接定向耦合器，加大精密可变衰减器的衰减量，直至3端输出指示恢复到原来的指示值，读取此时精密衰减器的衰减量，二次衰减量之差即为待测定向耦合器的方向性。

二、实验原理(续)

■实验系统框图：



三、实验内容及步骤

1. 调整测试系统：

- ① 使信号源工作频率为9370MHz，调整衰减，使信号源输出合适信号。
- ② 调匹配晶体检波架：在测量线的后面接上晶体检波架，用调匹配的方法与技巧将晶体检波架的驻波比调至 $S \leq 1.1$ ；调配过程中要用直接法测驻波比的方法不断测量驻波比的大小，以确定调配时驻波比的变化趋势。

通过调整支节及活塞，使检波指示最大而提高晶体检波架的灵敏度。



三、实验内容及步骤

2. 定向耦合器的特性测量：

- ① 测量定向耦合器的输入驻波比：在测量线的后面接上定向耦合器，并在定向耦合器的主、副臂两个端口接上匹配负载，然后用功率衰减法测量定向耦合器的输入驻波比。
- ② 测量定向耦合器的特性参量：按照实验原理中的原理及方法，分别测量定向耦合器的耦合度、方向性、隔离度。

三、实验内容及步骤(续)

参数 次数	端口号	端口号	电表读数	衰减器刻度	衰减量A(dB)
1	1口	2口			
2	1口	4口			
3	1口	3口			
4	3口	4口			

四、报告处理

- 根据测量的数据运用公式或查表求得耦合度、方向性、隔离度等参数。

五、思考题

1. 定向耦合器的主要指标是什么？怎样区别十字形定向耦合器的“正向”与“反向”？
2. 测量耦合度时，可用晶体检波器直接测量输入功率电平及副波导输出功率电平进行计算的方法，也可以用精密可变衰减器替代的方法，试问哪种方法好？为什么？