

一、 实验目的

1. 掌握利用矢量网络分析仪扫频测量微带谐振器 Q 值的方法。
2. 学会使用矢量网络分析仪测量微波定向耦合器的特性参数。
3. 掌握使用矢量网络分析仪测试微波功率分配器传输特性的方法。

二、 实验任务

1. 微带谐振器品质因数的扫频测量实验

利用网络分析仪 AV36580 扫频测量微带谐振器的 Q 值

2. 微波定向耦合器实验

使用矢量网络分析仪 AV36580 测量微带线定向耦合器的 S 参数。

3. 微波功率分配器实验

利用网络分析仪 AV36580 测量功率分配器的传输频率响应特性。

根据测量所得的数据计算出功率分配器的插入损耗、各端口幅度偏差、各端口隔离度等技术参数。

三、 实验系统

四、 实验步骤

1. 实验一：微带谐振器品质因数的扫频测量实验

步骤一按【复位】调用误差校准后的系统状态

步骤二 选择测量参数

设置网络分析仪的扫描频率范围为 1GHz-2GHz，将功率电平设置为-20dBm。

步骤三 连接待测件进行测量

按照实验装置连接图 2-7 将微带谐振器模块与网络分析仪连接好。

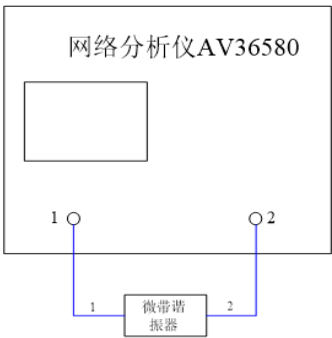


图 2-7

测量设置选择为测量介电常数测量模块的参数 S_{21} 的幅度的对数值，记下 S_{21} 幅度的对数值最大的那个点的频率，这个点的频率即为微带谐振器的谐振频率 f_0 。还要记下在该谐振频率点上的幅度的对数值，这个值即为微带谐振器在谐振频率上的衰减量 α_0 。然后将光标从谐振频率 f_0 开始向两边移动，记下衰减量比 α_0 小 3dB 点处的频率分别为 f_1 和 f_2 。

步骤四 进行计算

将测得的频率 f_0 、 f_1 和 f_2 代入到式（2-1）中，就可以计算出被测的微带谐振器的品质因素 Q 的值。

步骤五 Q 值的自动测量

网络分析仪能自动计算显示带宽、中心频率、质量因子(定义为电路谐振频率与其带宽的比例), 和被测件在中心频率下的损耗。这些值在光标数据读出区中显示。

- 1) 按【搜索】和[最大值]将光标放在微带谐振器谐振曲线中心的旁边。
- 2) 按[光标搜索]将访问光标搜索菜单。
- 3) 按【搜索】[带宽搜索][带宽]将计算中心激励值、带宽和测量轨迹上的质量因子 Q 。记录下此时的品质因素 Q 值。

2. 实验二：微波定向耦合器实验

步骤一 按【复位】调用误差校准后的系统状态

步骤二 选择测量参数

设置频率范围：起始频率为 700 MHz，终止频率为 1000 MHz

设置源功率：将功率电平设置为-20dBm

步骤三 连接待测器件测量耦合特性

按照耦合特性测量装置图 2-8 连接待测器件；

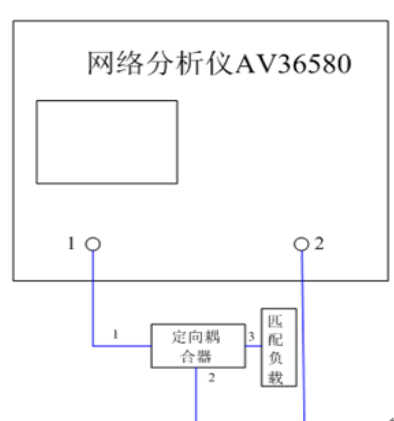


图 2-8

采用对数幅度模式，观察数据 S_{21} 的轨迹，找出其在设置频率范围内的最大对数幅度值，即为耦合器的耦合度，此时的频率值为耦合器的中心频率；选择 S_{12}

测量，观察数据 S_{12} 的轨迹及与 S_{21} 的关系；选择 S_{11} 和 S_{22} 测量，采用对数幅度模式，其值分别为耦合器相应端口的反射系数。

步骤四 连接待测器件测量传输特性

按照传输特性测量装置图 2-9 连接待测器件；

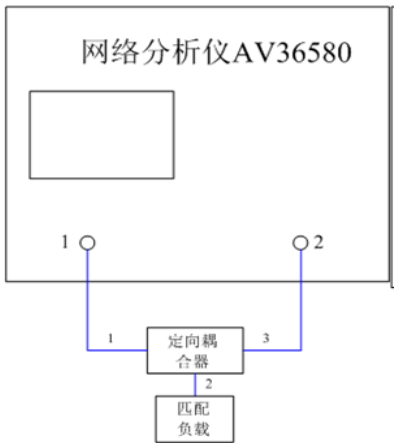


图 2-9

选择正向传输测量，采用对数幅度模式，观察 S_{21} 的轨迹，读出其在中心频率处的对数幅度值，即为耦合器的插入损耗；选择 S_{12} 测量，观察数据 S_{12} 的轨迹及与 S_{21} 的关系；选择 S_{11} 和 S_{22} 测量，采用对数幅度模式，其值分别为耦合器相应端口的反射系数

3. 实验三：微波功率分配器实验

步骤一按【复位】调用误差校准后的系统状态

步骤二 选择测量参数

设置网络分析仪的扫描频率范围为 800MHz-1GHz，将功率电平设置为-20dBm。

步骤三 连接待测件进行测量

①按照实验装置连接图 2-10 将功率分配器模块与网络分析仪连接好，

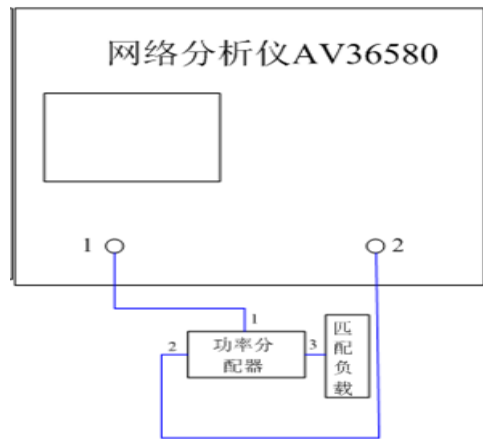


图 2-10

功率分配器的输入端口 1 接网络分析仪的 1 端口，功率分配器的一个输出端口 2 接网络分析仪的 2 端口，功率分配器的另一个输出端口 3 接匹配负载。测量设置选择为测量功率分配器模块的参数 S_{21} 的幅度的对数值和相位值，记下其曲线。在 935MHz 上记下 S_{21} 幅值和相位，则插入损耗 $IL = -20\log |S_{21}|$ 。

②将功率分配器的另输出一端口 2 接匹配负载，输出端口 3 接网络分析仪的端口 2。测量另一支路的 S_{21} 参数，记下其曲线。同样在 935MHz 上记下 S_{21} 幅度的对数值和相位值，则另一支路的插入损耗 $IL = -20\log |S_{21}|$ 。比较两次记录的 S_{21} 的幅度值和相位值，并将两者做差就可得出两端口的幅度偏差和相位偏差。

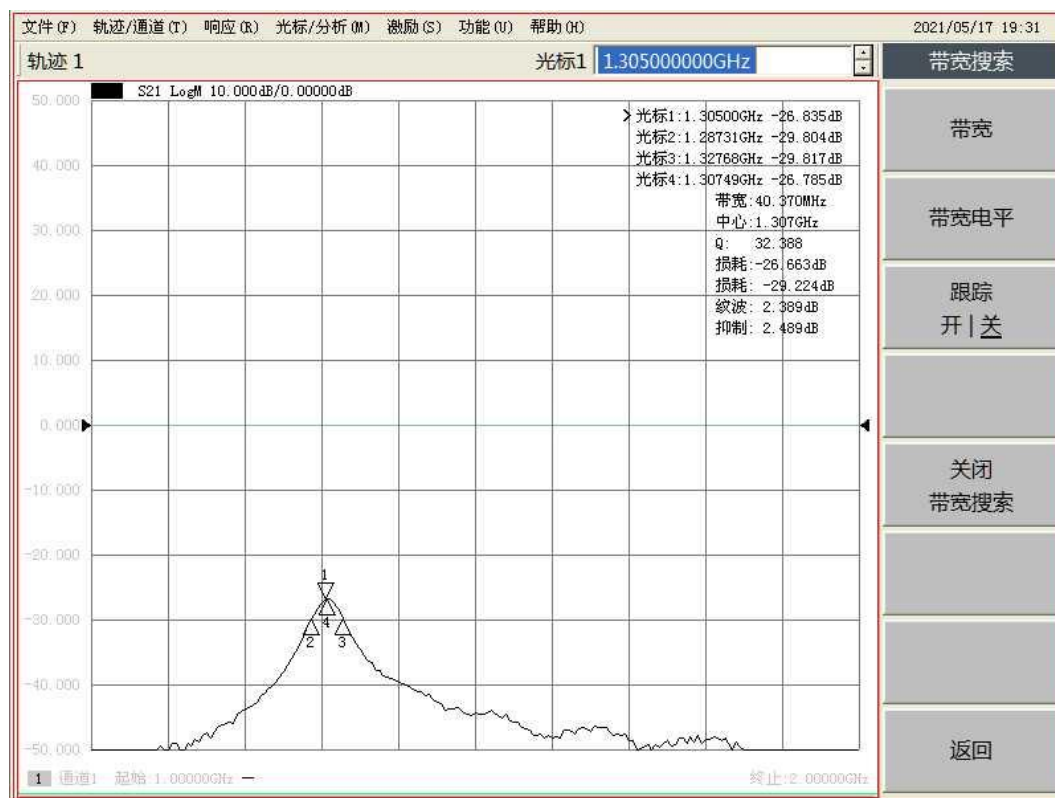
③将功率分配器的端口 1 接匹配负载，功率分配器的端口 2 和端口 3 分别接网络分析仪的端口 1 和端口 2。测量此时的 S_{21} 参数，记下其曲线。同样在 935MHz 上记下 S_{21} 幅值，则隔离度 $= -20\log |S_{21}|$ 。

步骤四 进行参数计算

通过测量所得的数据计算出各端口之间的插入损耗、幅度偏差、隔离度等技术参数，计算公式在上面的步骤中已经介绍过。

五、 实验结果

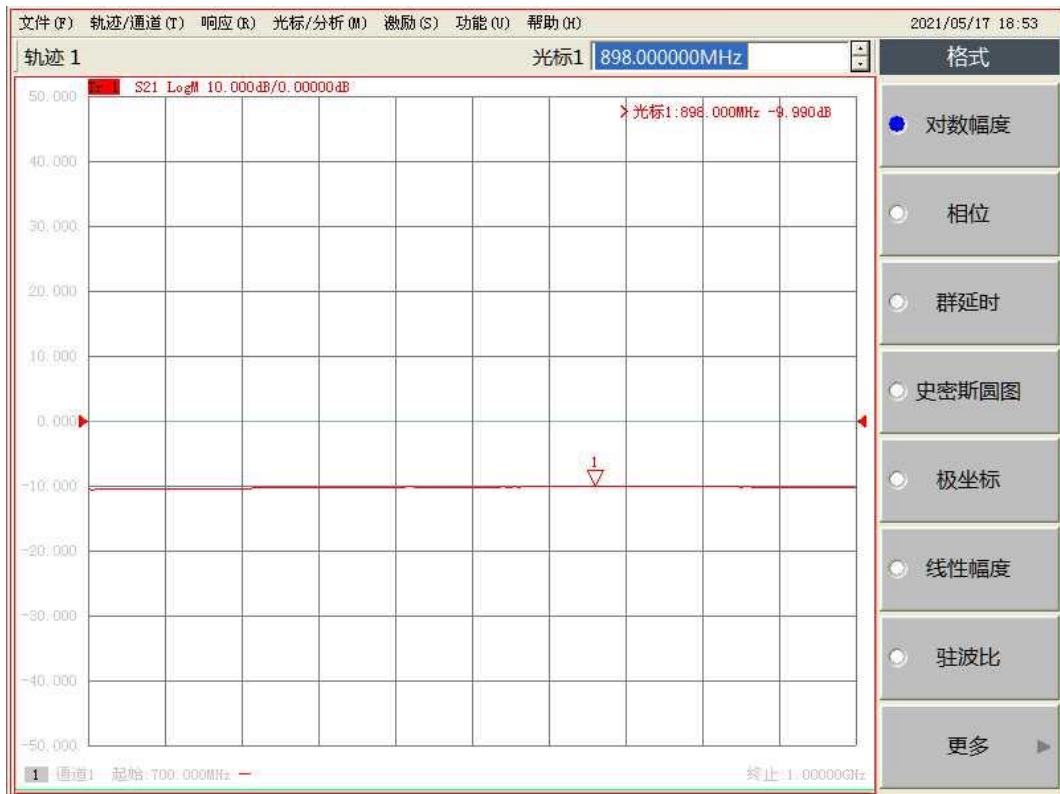
1. 微带谐振器品质因数的扫频测量实验



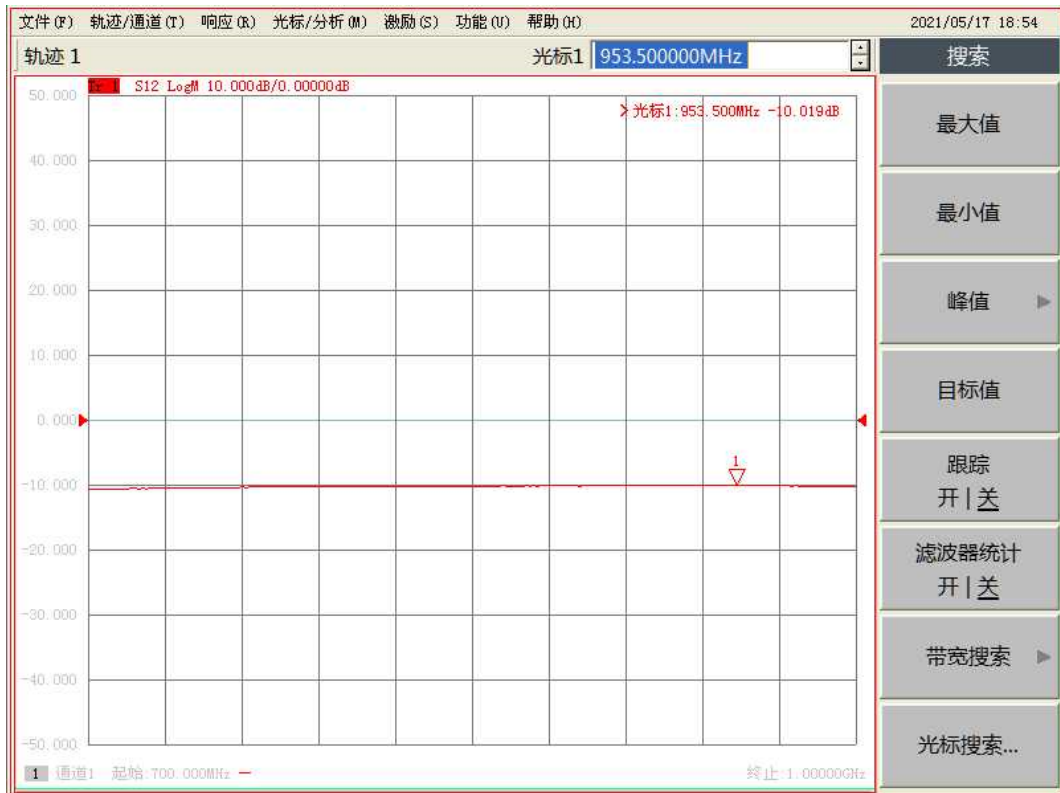
2. 微波定向耦合器实验

- 测量待测器件耦合特性:

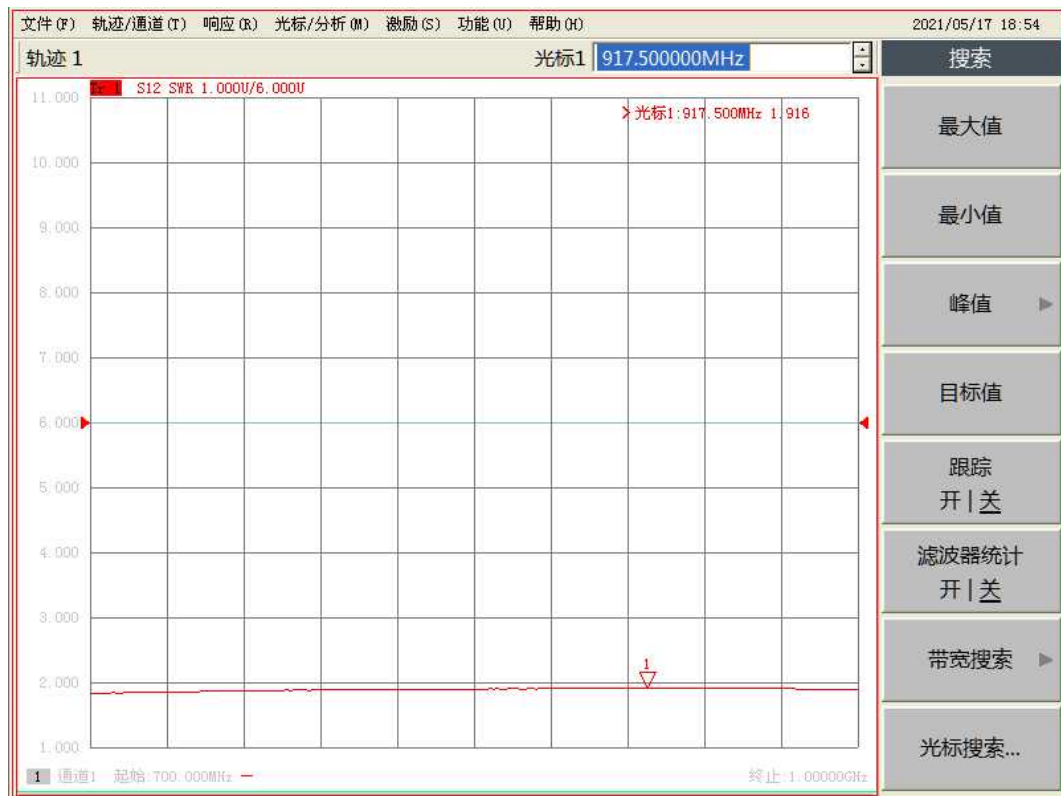
S21 对数幅度:



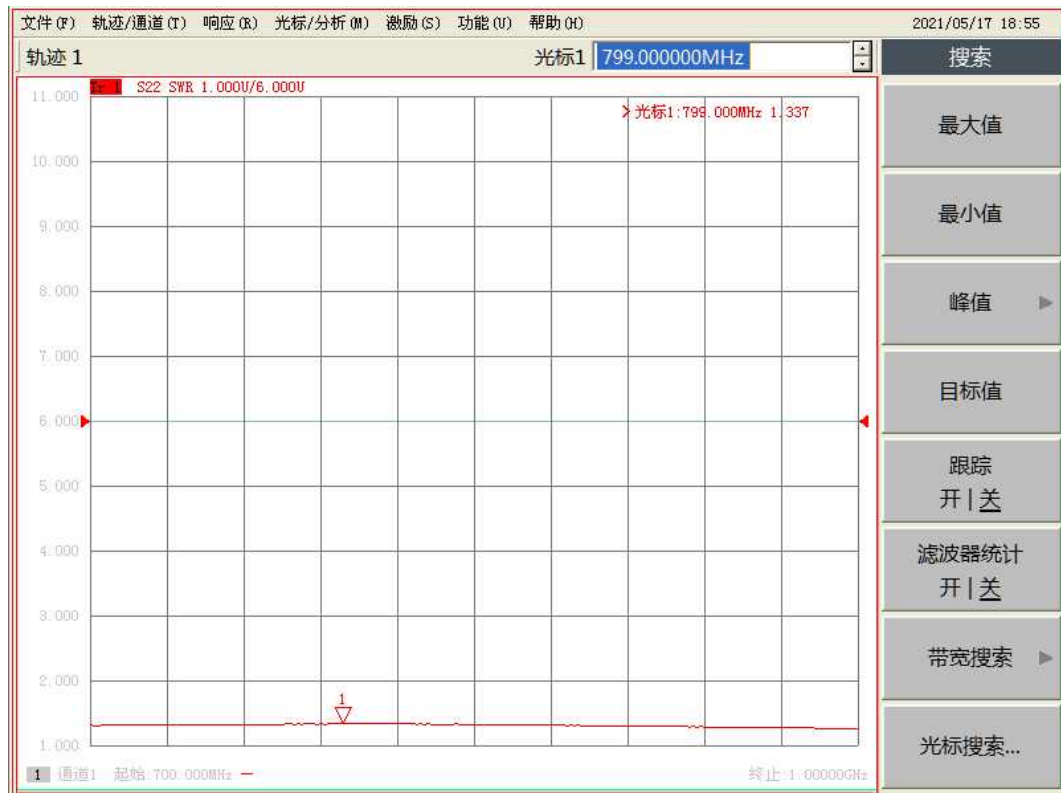
S12 对数幅度:



S11 反射系数:



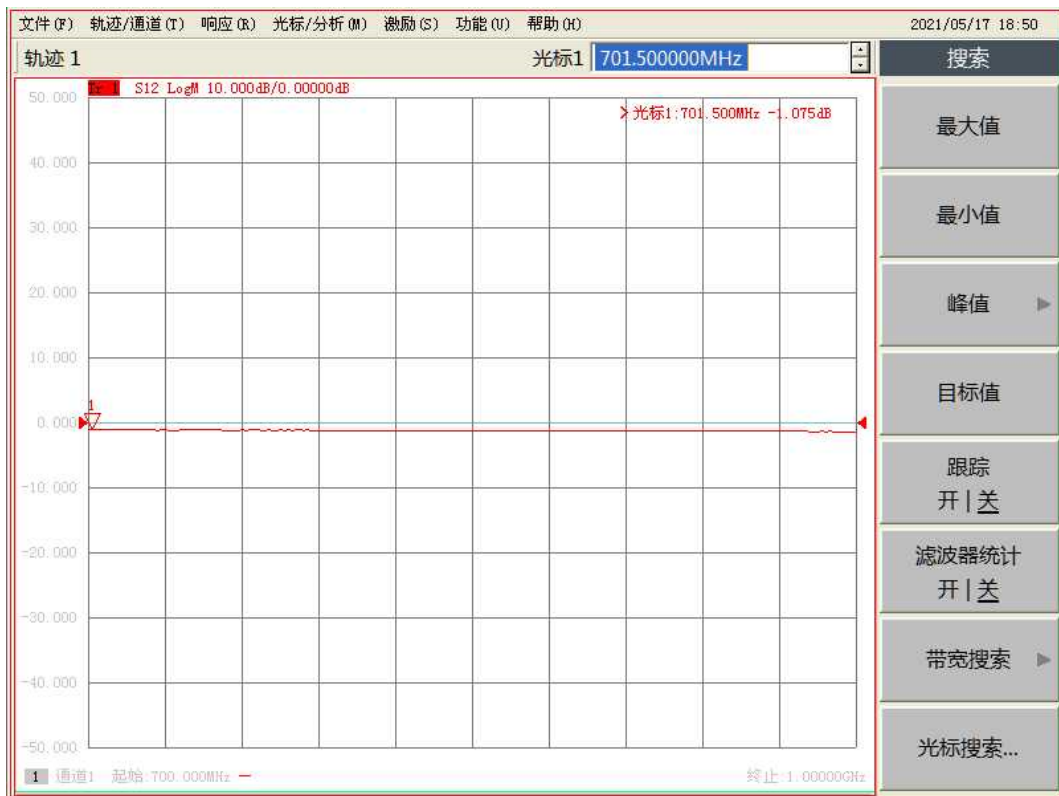
S22 反射系数:



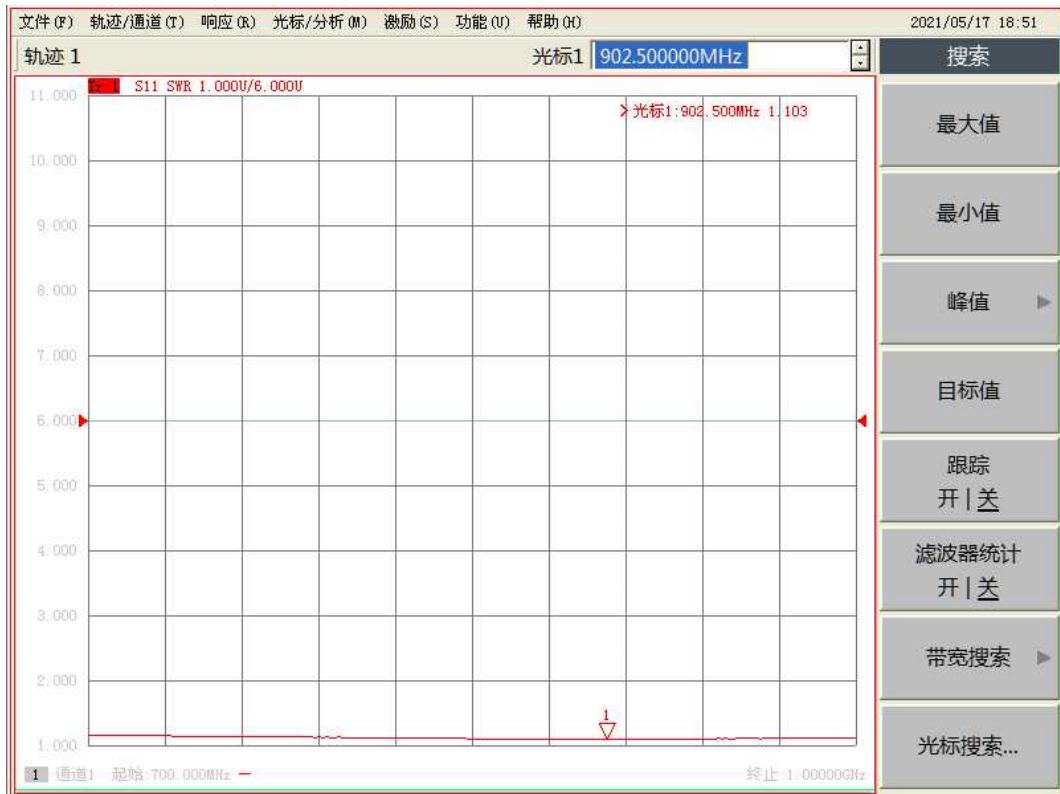
- 测量待测器件传输特性：
S21 对数幅度：



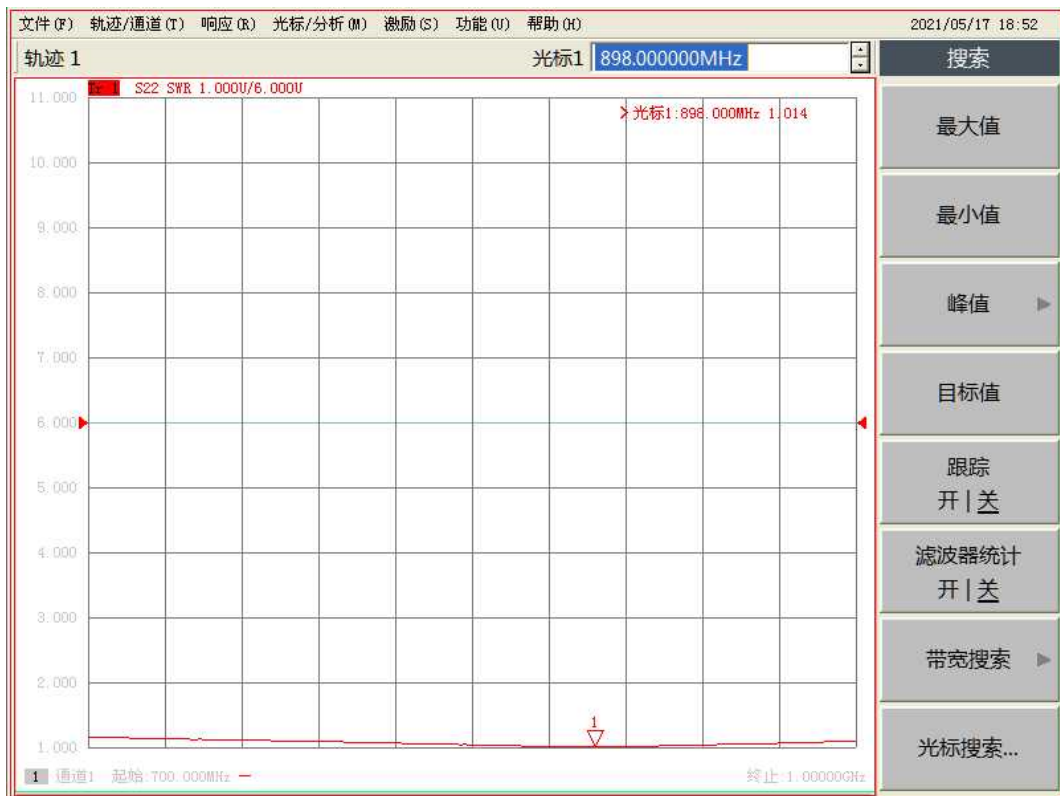
S12 对数幅度：



S11 反射系数:



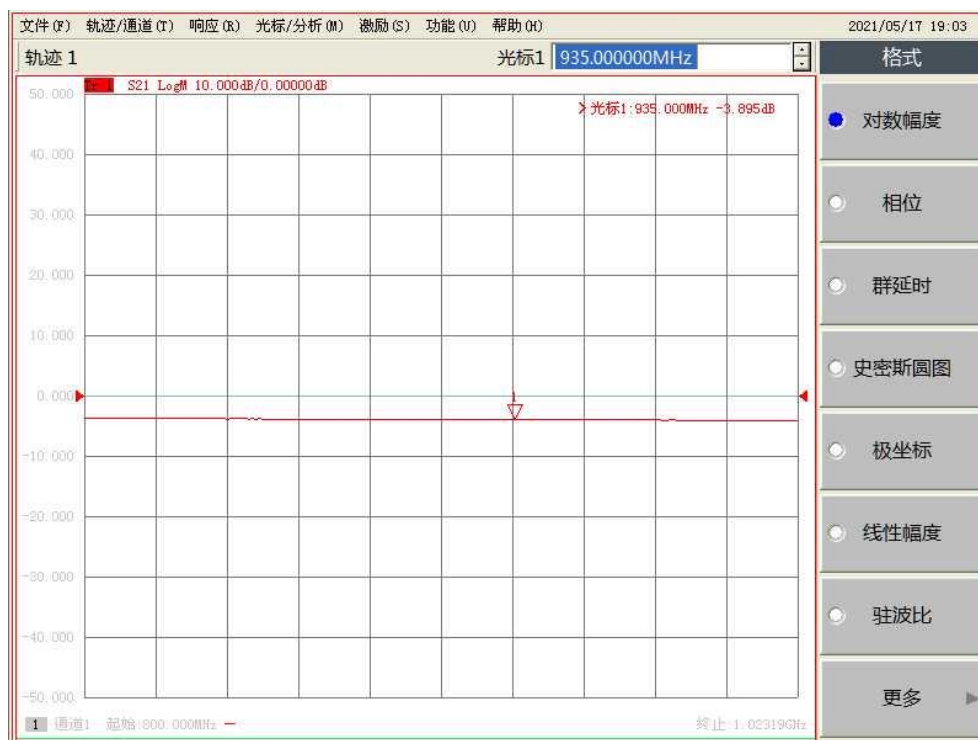
S22 反射系数:



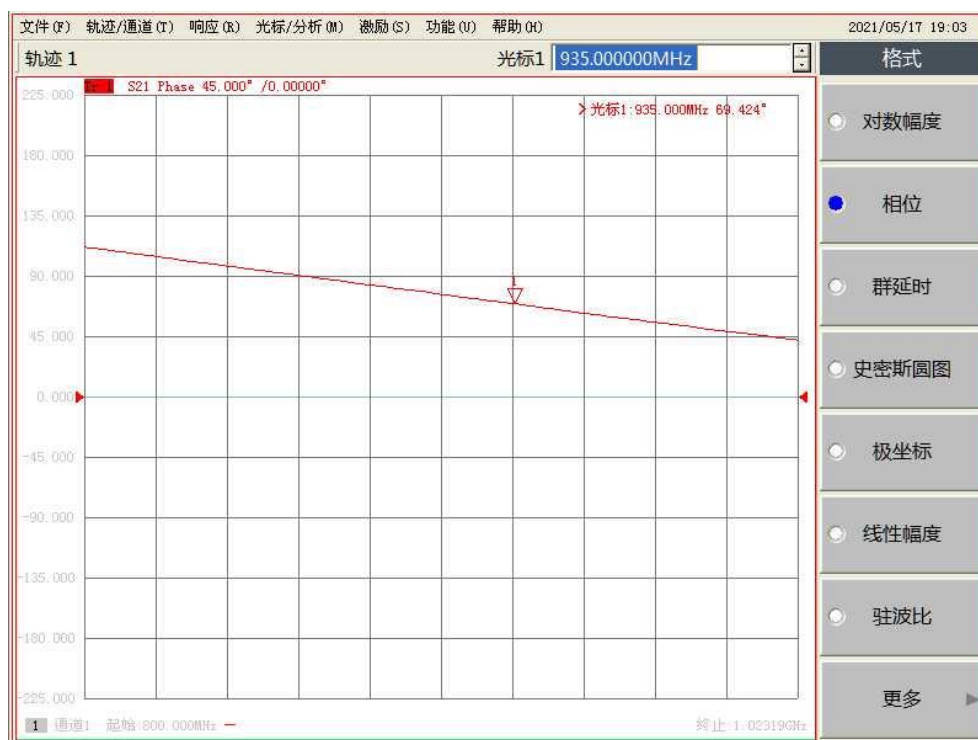
3. 微波功率分配器实验

A: 功率分配器的输入端口 1 接网络分析仪的 1 端口，功率分配器的一个输出端口 2 接网络分析仪的 2 端口，功率分配器的另一个输出端口 3 接匹配负载。

S21 对数幅度:

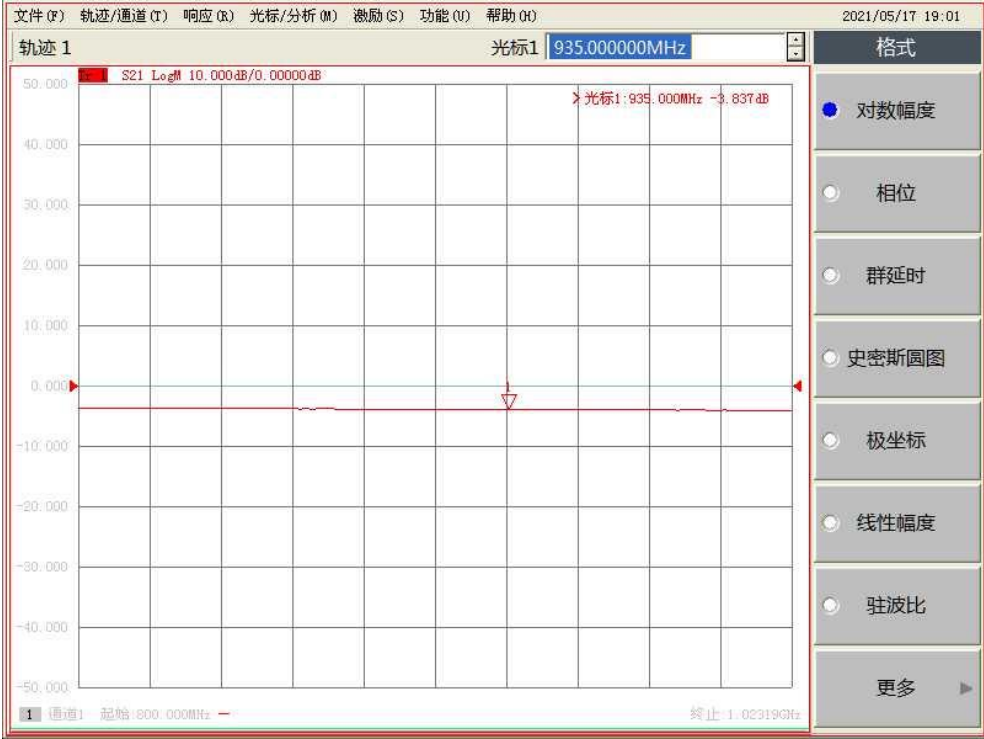


S21 相位:

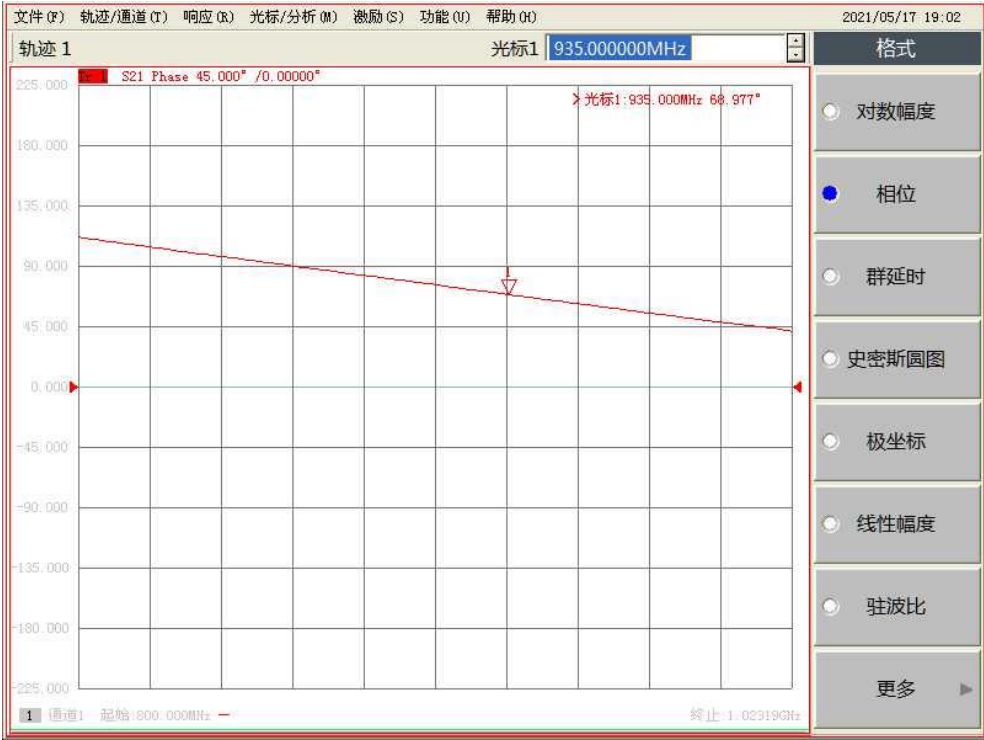


B: 将功率分配器的另输出一端口 2 接匹配负载，输出端口 3 接网络分析仪的端口 2。

S21 对数幅度：

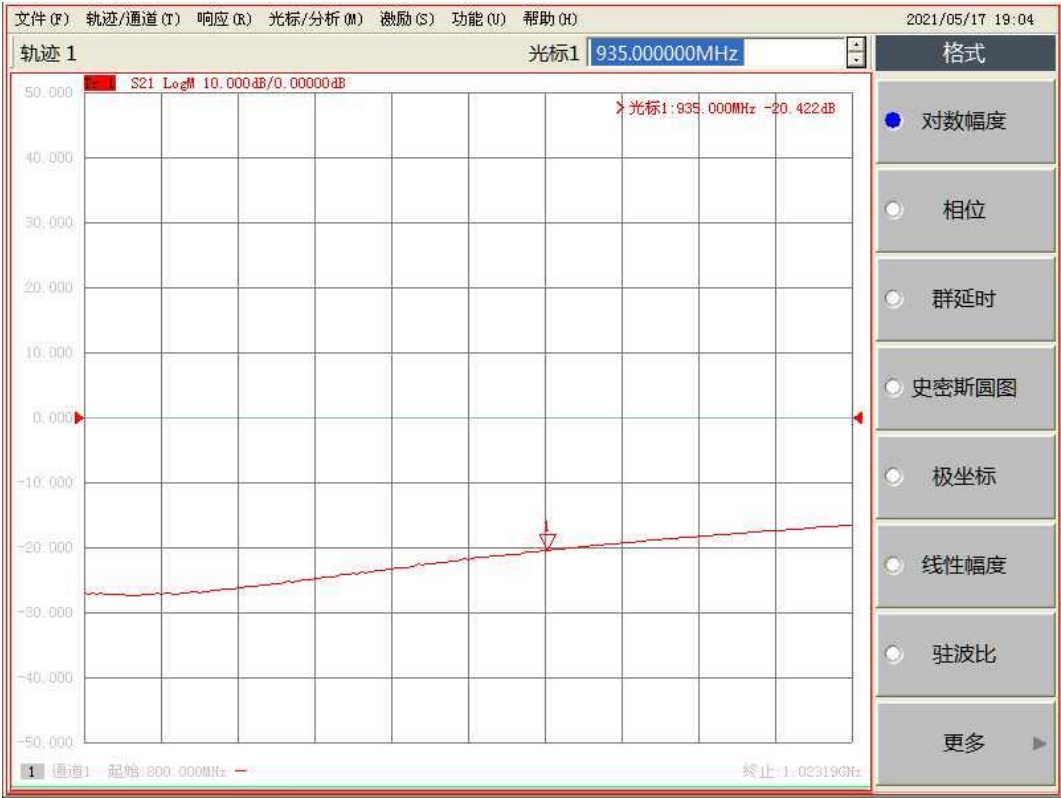


S21 相位：



C: 将功率分配器的端口 1 接匹配负载，功率分配器的端口 2 和端口 3 分别接网络分析仪的端口 1 和端口 2。

S21 对数幅度：



六、 数据分析

1. 微带谐振器品质因数的扫频测量实验

f_0	f_1	f_2
1.30749GHz	1.28731GHz	1.32768GHz

网络分析仪自动测量 Q 值为： **32.388**

根据实验数据和公式计算 Q 值为： **32.3877**

(计算公式: $Q_L = \frac{f_0}{f_2 - f_1} = \frac{f_0}{\Delta f}$)

2. 微波定向耦合器实验

	S21 对数幅度	S12 对数幅度	S11 反射系数	S22 反射系数
耦合特性	-9.990dB	-10.019dB	1.916	1.337
传输特性	-1.050dB	-1.075dB	1.103	1.014

耦合器的耦合度：-9.990dB

耦合器的插入损耗：-1.050dB

3. 微波功率分配器实验

频率为：935MHz

	S21 对数幅度	S21 相位
A:端口 3 接匹配负载	-3. 895dB	66.493°
B:端口 2 接匹配负载	-3. 837dB	66.669°
C:端口 1 接匹配负载	-20. 422dB	—

A 中功率分配器插入损耗为：-3.967dB

B 中功率分配器插入损耗为：-3.837dB

端口二与端口三的幅度偏差为：0.058dB

端口二与端口三的相位偏差为：0.452°

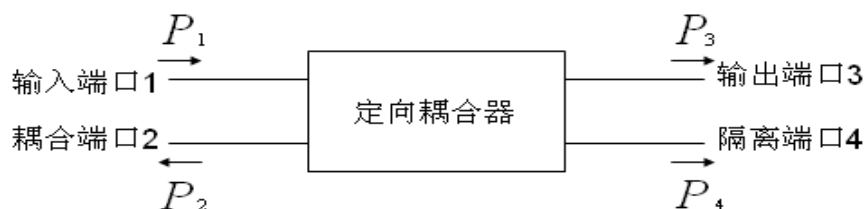
隔离度为：-20.422dB

七、 课后思考题

1. 根据测量所得的数据计算出微带谐振器的 Q 值，并与网络分析仪自动测量得到结果进行对比，分析两者之间产生误差的原因。

答：网络分析仪自动测量 Q 值为：32.415,根据实验数据和公式计算 Q 值为：32.389,可能是由于读数不够精确引起的微小偏差。

2. 以图 2-3 为例，如果要用网络分析仪测量图中定向耦合器的方向性与隔离度，应该怎么测量？



答：将输入波由端口 1 输入，则在端口 2 和端口 4 中有一个端口无输出，一个端口有输出，而端口三有输出，则端口 2 和 4 为隔离端口和耦合端口；同样将输入波由端口 3 输入，在端口 2 和 4 中有一个输出一个无输出，可以与之前端口 1 输入的情况比较，得出定向耦合器的方向和隔离度。

3. 比较功率分配器两个支路的传输特性，说明不一致性产生的原因。

答：传输特性有细微的误差，但是差别不大，不一致性可能是由于制造时不可能保证两个端口完全一致，以及后期使用时产生磨损，还有实验读数时会产生偏差等等因素。