

PNA37021 (PNA37031) 矢量网络分析仪

高校天线教学实验辅导书



南京普纳科技设备有限公司

Nanjing PNA Instrument Co., LTD

目 录

样品天线一览表	2
天线的输入阻抗与驻波比的测试	3
单极子天线的阻抗测试.....	3
环天线的输入阻抗测试.....	5
半波振子的输入阻抗与驻波比的测试.....	6
全波振子的输入阻抗与驻波比的测试.....	7
偶极子的输入阻抗与驻波比的测试.....	8
缝天线的输入阻抗与驻波比的测试.....	9
对数周期天线的输入阻抗与驻波比的测试.....	10
印刷振子的输入阻抗与驻波比的测试.....	11
八木天线的驻波比的测试.....	12
螺线天线的输入阻抗与驻波比的测试.....	13
瓷介贴片天线的输入阻抗与驻波比的测试.....	14
两天线法测天线增益	17
半波振子天线增益的测试.....	17
测瓷介贴片天线增益的测试.....	19
天线方向图测试	21
测八木天线的方向图.....	21
测环天线的方向图.....	24
测对数周期天线的方向图.....	27
测瓷介贴片天线的方向图.....	30
测螺线天线的方向图.....	33
测半波振子天线的方向图.....	36
测全波振子天线的方向图.....	39
测偶极子天线的方向图.....	42
测缝天线的方向图.....	45
圆极化天线的测试	47
测瓷介质天线的轴比.....	47
判别瓷介贴片天线圆极化的旋向.....	50
功率、DBM 与 50 Ω 线上电压对照表	52
反射不确定度-40DB 时测试正常示值范围	53

样品天线一览表

序号	名 称	工作频率(MHz)	数量	特点与用途
1	Φ1 单极子天线		1	全波时长度长阻抗高
	Φ3 单极子天线		1	全波时长度中阻抗中
	Φ9 单极子天线		1	全波时长度短阻抗低
2	环天线	30~3000 (100~6000)	1	测屏蔽度时用作拾取天线
3	半波振子天线	2400~2500 (4800~5000)	2	水平极化标准增益天线
4	偶极子天线	2400~2500	1	垂直极化标准增益天线
5	全波振子天线	2200~2700	1	U 频段电视发射天线
6	印刷振子天线	2400~2500	1	阵列天线阵元
7	缝天线	2445~2455	1	U 频段电视发射天线
8	八木天线	2450 (5800)	1	窄带轻便定向天线
9	对数周期天线	1200~3000	1	宽带定向天线
10	螺线天线	2000~3000 (4000~6000)	2	左右旋螺线天线各一
11	瓷介贴片天线	2445~2455	2	右旋圆极化对空天线



样 品 天 线

天线的输入阻抗与驻波比的测试

单极子天线的阻抗测试

单极子的阻抗是最容易测试的，甚至测试偶极子时有意作成单极子，测出数据后乘 2。这样作就不需要作平衡器了，而且由于地（金属板）的存在，分开了辐射区与测试区，测试数据较为稳定。作为地的金属板是越大越好。

一. 实验目的

了解单极子的阻抗特性，知道单极子阻抗的测量方法。

本实验的目的不在于测试精度，而在于增加一点感性认识。注意单极子的两个谐振点，第一个谐振点即通常所谓的半波振子。其长度与粗细关系不大。而第二个谐振点即通常所谓的全波振子，其长度与粗细关系很大，甚至只有 0.6λ 。振子工作于第一个谐振点附近时为半波振子，振子工作于第二个谐振点附近时为全波振子，在细的时候全波振子常在 0.9λ ，稍粗在 0.7λ 附近，再粗甚至只有 0.6λ 。



二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，作地用的铝板一块，尺寸不小于 $200 \times 200 \text{ mm}^2$ （或直径为 200mm 的圆板）。铝板中间开有孔，以便将板固定在保护接头上。待测单极子 3 个，分别为 $\Phi 1$ ， $\Phi 3$ ， $\Phi 9$ ，长度相同。

按单极子的尺寸设置扫频方案。短路器一只。BF（起始频率）的设置要使得单极子的尺寸小于 $\lambda/4$ ，而 EF（终止频率）的设置要使得单极子的尺寸大于 $\lambda/2$ 。建议起始频率等于 600 MHz，频率间隔等于 25 MHz，终止频率等于 2600 MHz，频率点数等于 81。

三. 测量步骤

- 仪器接一电缆，电缆另一头接上单极子实验板，成为新的测试端口，校开路、校短路、拔下单极子实验板，接上 N 型阳负载校零；
- 拔下阳负载，接上单极子实验板，插上待测振子即可测出输入阻抗轨迹。记下数据或打印圆图。

四. 实验报告

三种振子的阻抗轨迹（打印圆图）

	f_1 (MHz)	R_1	f_2 (MHz)	R_2
$\Phi 1$				
$\Phi 3$				
$\Phi 9$				

记下第一谐振点频率与输入阻抗，第二谐振点的频率与阻抗，填入表内，注意第一谐振点的频率与阻抗变化皆不大，而第二谐振点的频率与阻抗变化很大。

环天线的输入阻抗测试

一. 实验目的

了解环天线的阻抗特性，知道环天线阻抗的测量方法。环天线一般用于拾取环，测向天线。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测环天线一个。

按环天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF（起始频率）=1400 MHz， ΔF （频率间隔）=20 MHz，EF（终止频率）=3000 MHz，n（频率点数）=81。此时环天线属大环状态（频率低时为小环，阻值太低测不出）。

三. 测量步骤

- 仪器接电缆，电缆另一接头，成为新的测试端口，校开路、校短路、校零；

- 拔下负载，
接上待测环天线，
按【运算参数】键
下【移动参考面】
键，在【+0.000m】
处，设置移参数据
约 0.133m，按【确
定】键，即可测出
输入阻抗轨迹。

四. 实验报告

记下数据或打印
环天线的阻抗圆图。

注：移参是为了测
天线入端的输入
阻抗，测驻波或回
损时，与是否移参无关。



半波振子的输入阻抗与驻波比的测试

一. 实验目的

了解半波振子的阻抗特性，知道半波振子阻抗与驻波比的测量方法。测阻抗的目的是为了便于调试，产品验收时只需测带宽内的驻波比。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测半波振子天线一个。

按半波振子天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF（起始频率）=2350 MHz， ΔF （频率间隔）=10 MHz，EF（终止频率）=2550 MHz，n（频率点数）=21。

三. 测量步骤

- 仪器连接一根电缆，电缆的另一头，成为新的测试端口；
- 用阴头校准件，校开路、校短路、校零；
- 拔下精密负载，接上待测半波振子天线，按【运算参数】键下【移动参考面】键，在【+0.000m】处，设置移参数据约0.184m，按【确定】键，即可测出输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。



四. 实验报告

记下数据或打印半波振子天线的阻抗圆图。打出半波振子天线驻波比测试曲线。

注：移参是为了测天线入端的输入阻抗，测驻波或回损时，与是否移参无关。

全波振子的输入阻抗与驻波比的测试

一. 实验目的

了解全波振子的阻抗特性，知道全波振子阻抗与驻波比的测量方法。测阻抗的目的是为了便于调试，产品验收时只需测带宽内的驻波比。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测全波振子天线一个。

按全波振子天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF（起始频率）=2200 MHz， ΔF （频率间隔）=10 MHz，EF（终止频率）=2700 MHz，n（频率点数）=51。

三. 测量步骤

- 仪器连接一根电缆，电缆的另一头，成为新的测试端口；

- 用阴头校准件，校开路、校短路、校零；

- 拔下精密负载，接上待测全波振子天线，按【运算参数】键下【移动参考面】键，在【+0.000m】处，设

置移参数据 0.133m，按【确定】键，即可测出输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。



四. 实验报告

记下数据或用屏打打印全波振子天线的阻抗圆图。打出全波振子天线驻波比测试曲线。

注：移参是为了测天线入端的输入阻抗，测驻波或回损时，与是否移参无关。

偶极子的输入阻抗与驻波比的测试

一. 实验目的

了解偶极子的阻抗特性，知道偶极子阻抗与驻波比的测量方法。测阻抗的目的是为了便于调试，产品验收时只需测带宽内的驻波比。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测偶极子天线一个。

按偶极子天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF（起始频率）=2350 MHz， ΔF （频率间隔）= 10 MHz，EF（终止频率）=2550 MHz，n（频率点数）=21。

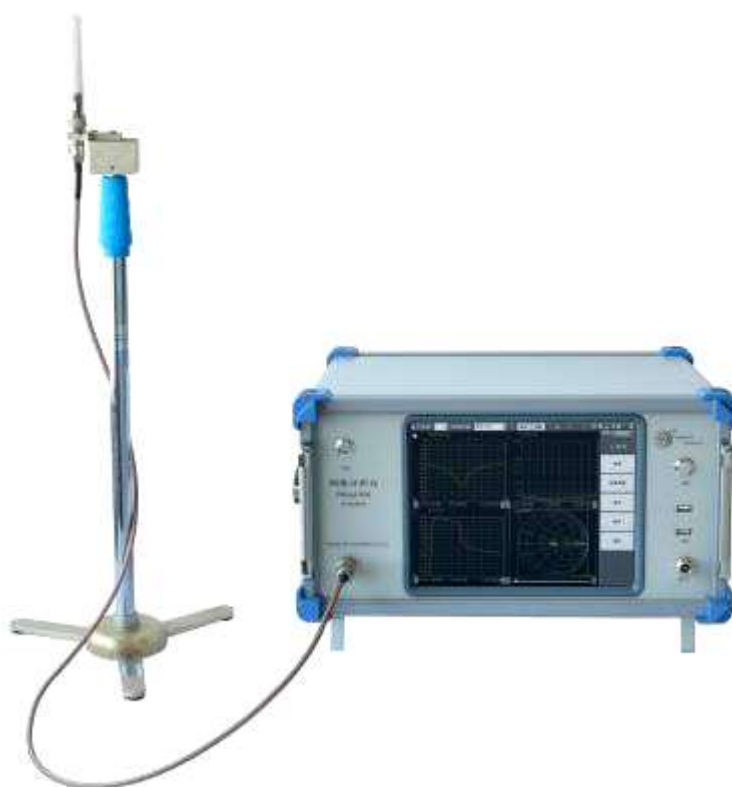
三. 测量步骤

- 仪器连接一根电缆，电缆的另一头，成为新的测试端口；
- 用阴头校准件，校开路、校短路、校零；
- 拔下精密负载，接上待测偶极子天线，按【运算参数】键下【移动参考面】键，在【+0.000m】处，设置移参数据约 0.074m，按【确定】键，即可测出输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。

四. 实验报告

记下数据或打印偶极子天线的阻抗圆图。打出偶极子天线驻波比测试曲线。

注：移参是为了测天线入端的输入阻抗，测驻波或回损时，与是否移参无关。



缝天线的输入阻抗与驻波比的测试

一. 实验目的

了解缝天线的阻抗特性，知道缝天线阻抗与驻波比的测量方法。测阻抗的目的是为了便于调试，产品验收时只需测带宽内的驻波比。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测缝天线一个。

按全波振子天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF（起始频率）=2050 MHz， ΔF （频率间隔）=10 MHz，EF（终止频率）=2800 MHz，n（频率点数）=81。

三. 测量步骤

- 仪器连接一根电缆，电缆的另一头，成为新的测试端口；
- 用阴头校准件，校开路、校短路、校零；
- 拔下精密负载，接上待测缝天线，按【运算参数】键下【移动参考面】键，在【+0.000m】处，设置移参数据约

0.142m，按【确定】键，即可测出输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。



四. 实验报告

记下数据或打印缝天线的阻抗圆图。打出缝天线驻波比测试曲线。

注：移参是为了测天线入端的输入阻抗，测驻波或回损时，与是否移参无关。

对数周期天线的输入阻抗与驻波比的测试

一. 实验目的

了解对数周期天线的阻抗特性，知道对数周期天线阻抗与驻波比的测量方法。测阻抗的目的是为了便于调试，产品验收时只需测带宽内的驻波比。对数周期天线实质上是一种等比结构天线，本天线公比 τ 为 0.923，张角 α 为 41.4° 。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测对数周期天线一个。

按对数周期天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF=1000 MHz， $\Delta F=25$ MHz，EF=3000 MHz，n=81。

三. 测量步骤

- 仪器连接一根电缆，电缆的另一头，成为新的测试端口；
- 用阴头校准件，校开路、校短路、校零；
- 拔下精密负载，接上待测对数周期天线，按【运算参数】键下【移动参考面】键，在【+0.000m】处，设置移参数据约 0.149m，按【确定】键，即可测出输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。

四. 实验报告

记下数据或打印对数周期天线的阻抗圆图。打出对数周期天线驻波比测试曲线。

注：移参是为了测天线入端的输入阻抗，测驻波或回损时，与是否移参无关。



印刷振子的输入阻抗与驻波比的测试

一. 实验目的

了解印刷振子天线的阻抗特性，了解印刷平衡器的馈电机理，知道印刷振子天线阻抗与驻波比的测量方法。测阻抗的目的是为了便于调试，产品验收时只需测带宽内的驻波比。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测印刷振子天线一个。

按印刷振子天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 $BF=2350\text{ MHz}$ ， $\Delta F=10\text{ MHz}$ ， $EF=2550\text{ MHz}$ ， $n=21$ 。

三. 测量步骤

- 仪器连接一根电缆，电缆的另一头，成为新的测试端口；
- 用阴头校准件，校开路、校短路、校零；
- 拔下精密负载，接上待测缝天线，按【运算参数】键下【移动参考面】键，在【+0.000m】处，设置移参数据约 0.126m，按【确定】键，即可测出输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。

四. 实验报告

记下数据或用屏打打印印刷振子天线的阻抗圆图。打出印刷振子天线驻波比测试曲线。

注：移参是为了测天线入端的输入阻抗，测驻波或回损时，与是否移参无关。



八木天线的驻波比的测试

一. 实验目的

了解八木天线的阻抗特性，知道八木天线驻波比的测量方法。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测八木天线一个。

按八木天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF(起始频率)=2400 MHz， ΔF （频率间隔）=5 MHz，EF（终止频率）=2500 MHz，n（频率点数）=21。

三. 测量步骤

• 仪器

测试端口 1

接上双阳

接头，成为

新的测试

端口，校开

路、校短

路、校零

• 拔下

精密负载，

接上待测

八木天线，

即可测出

输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。



四. 实验报告

记下数据或打出八木天线驻波比测试曲线。

螺线天线的输入阻抗与驻波比的测试

一. 实验目的

了解螺线天线的阻抗特性，知道螺线天线阻抗与驻波比的测量方法。测阻抗的目的是为了便于调试，产品验收时只需测带宽内的驻波比。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测螺线天线一个。

按螺线天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF(起始频率)=2000 MHz， ΔF （频率间隔）=25 MHz，EF（终止频率）=3000 MHz，n（频率点数）=41。

三. 测量步骤

- 仪器连接一根电缆，电缆的另一头，成为新的测试端口；
- 用阴头校准件，校开路、校短路、校零；
- 拔下精密负载，接上待测螺线天线，按【运算参数】键下【移动参考面】键，在【+0.000m】处，设置移参数据约 0.020m，按【确定】键，即可测出输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。



四. 实验报告

记下数据或打印螺线天线的阻抗圆图。打出螺线天线驻波比测试曲线。

注：移参是为了测天线入端的输入阻抗，测驻波或回损时，与是否移参无关。

瓷介贴片天线的输入阻抗与驻波比的测试

一. 实验目的

了解磁介贴片天线的阻抗特性，知道瓷介贴片天线阻抗与驻波比的测量方法。测阻抗的目的是为了便于调试，产品验收时只需测带宽内的驻波比。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测瓷介贴片天线一个。

按瓷介贴片天线的尺寸设置扫频方案。短路器一只。建议 BF（起始频率）=2445MHz， ΔF （频率间隔）=1 MHz，EF（终止频率）=2455MHz，n（频率点数）=11。

三. 测量步骤

- 仪器连接一根电缆，电缆的另一头，成为新的测试端口；
- 用阴头校准件，校开路、校短路、校零；
- 拔下精密负载，接上待测瓷介天线，按【运算参数】键下【移动参考面】键，在【+0.000m】处，设置移参数据约0.041m，按【确定】键，即可测出输入阻抗轨迹，显示驻波曲线。

四. 实验报告

记下数据或打印瓷介贴片天线的阻抗圆图。打出瓷介贴片天线驻波比测试曲线。

注：移参是为了测天线入端的输入阻抗，测驻波或回损时，与是否移参无关。



附录一：

测一个器件的阻抗是很简单的，而测天线而言，尚有其特殊性，一是天线是辐射的，测试仪器必须只测天线而不受辐射的影响。二是外部有干扰，会干扰甚至倒灌烧毁仪器。

1. 抗自身辐射的影响

当测试数据不重复、与人的位置、或手摸电缆有影响时，应采取某种措施：

- (1) 被测天线置微波暗室内，仪器置暗室外。
- (2) 被测天线置微波暗箱内，仪器置暗箱外。
- (3) 被测天线置室外，仪器置室内。
- (4) 架高一些，仪器置于地面。
- (5) 被测天线最好水平放置，测试电缆垂直放置，处在天线零场或弱场处。
- (6) 被测天线置仪器上面，在测试电缆上套上扼流套或吸收材料（如铁氧体磁环）。

2. 现场测试中的抗外界干扰问题

现场测试时，上述某些手段是用不上或者是无用的。以中波广播天线为例：

- (1) 对外地台的干扰，一般属同频干扰，只有靠精测的多次平均，甚至多频点测试来人工平滑以取得比较可信的数据。
- (2) 对本地台的发射，由于是近距离的强干扰，不加保护措施，极易损坏仪器。首先要换用能承受大功率的反射电桥，甚至还要加放大器。

附录二：

当接地板足够大时，或者单极子带有扼流套而成为偶极子时，测试结果会较稳定，而当接地板不够大甚至未加时，或者扼流套尺寸不准时，测试结果会很不合理，详见下文。

通过电缆测单极子天线阻抗的问题

1. 问题的提出

当单极子天线未加正确尺寸的扼流套或者根本未加扼流套而且接地板（可能叫回流板更明确一些）不够大时，若通过一段电缆来进行测试，测出的输入阻抗和驻波比会与这段测试电缆的长度有关。这种差异是单极子用电缆外皮作电流回路时，电缆输出口外皮对地具有的空间阻抗要串进去而带来的，它不是简单的传输线问题，用三项校正是校不掉的。

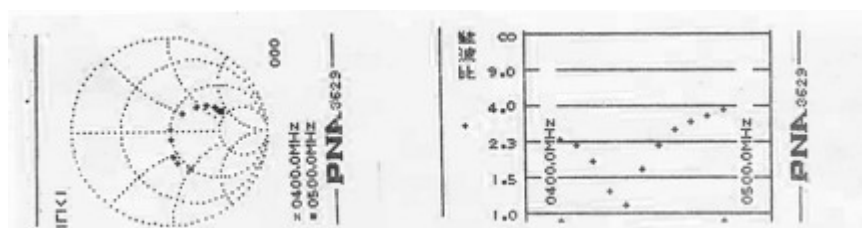
当用电桥内置的仪器通过一段电缆去测单极子而与电桥外置时天线直接插

在电桥口上时，两者的结果通常是不一致的（除非电缆的长度为二分之波长的整数倍），这时第一个怀疑的是仪器不准。判断仪器准不准很好办，只要用一个匹配负载与一个失配负载 互测对比一下即可。假如测负载是一致的，就不要怀疑仪器了。这个问题是天线扼流不完善或地不够大而导致电缆外皮参与辐射而引进的串联的对地的空间阻抗造成的。下面作一个实验，来看看不同长度的后果。

2. 某一个单极子（未加扼流套）天线在不同电缆长度（或高度）的测试结果。

(1) 单极子

直接插在桥口的测试结果，比较符合理论值。



(2) 单极子

加一段 $\lambda/4$ 电缆后的测试结果，完全失实。



(3) 单极子

加一段 $\lambda/2$ 电缆后的测试结果，基本复原。



实验是用电桥外置的仪器作的，可明显看出电缆长度（或高度）的影响，在电缆长度（或高度）为 $\lambda/4$ 时，影响最大， $\lambda/2$ 时基本复原。对这种影响绝不可置之不理。

3. 解决办法

(1) 单极子应加正确尺寸的扼流套。

(2) 测试时加大接地板以符合单极子的边界条件，但不符合实际情况。

(3) 用外置电桥，直接接在电桥口上比较合理。

(4) 对内置电桥仪器，应选相应电缆长度（ $\lambda/2$ 的倍数），以期符合真实情况，随意用某一长度的电缆是不合理的。盲目相信进口仪器是不明智的，是不实事求是的。

两天线法测天线增益

半波振子天线增益的测试

这里只介绍最简单的两天线法。当有两个相同的天线要测增益时，可用此法。尤其是圆极化天线，因为没有标准增益天线作比较，不得不采用此法。此法适于测试小的 GPS 天线或单组贴片天线，以及其它简单的振子天线。

一. 实验目的

了解两天线法测增益的原理，知道测试方法。

二. 测试原理

此法的理论根据是，两点源在自由空间的插损 IL 是可以算出的，因此换成两个天线后，插损减小的 dB 值即两天线增益 dB 值的和。若两天线相同，除 2 即得单个天线的增益 dB 值。如其中有一个已知，也可算出另一个。

首先想法接近自由空间环境，在暗室中用吸波材料或在普通房间内采用小的测试距离以接近自由空间环境。因此当 $G \leq 10$ ，频率高时好办些。其次是被测天线应有明确的辐射中心，以便量距离。如贴片天线的辐射中心就在口上，而八木天线的辐射中心就说不清，距离不好确定，不适于此法。

算法 对于天线口面每边 D 都 $\leq \lambda$ 的天线，测试距离 $R = 2D^2 / \lambda = 2\lambda$ 。

$$\begin{aligned} \text{两天线之间的衰减 } P_r/P_t &= G_1 A_2 / 4\pi R^2 && \text{代入 } A_2 = G_2 \lambda^2 / 4\pi \\ &= G_1 G_2 (\lambda / 4\pi R)^2 && \text{代入 } R = 2\lambda \\ &= 0.00158 G_1 G_2 \end{aligned}$$

以下用 dB 值表示，插损 $IL = G_1 \text{dB} + G_2 \text{dB} - 28 \text{dB}$ ，即

$$G_1 \text{dB} + G_2 \text{dB} = 28 \text{dB} - IL$$

以两个半波振子为例，IL 实测值为 24 dB，则 $G = (28 - 24) / 2 = 2 \text{ dB}$ 。

注意：两点源在自由空间的插损是 $(\lambda / 4\pi R)^2$ ，而不是扩散因子 $1 / (4\pi R^2)$ 。

三. 准备

PNA37021（或 PNA37031）及其成套附件，半波振子天线两根。

四. 测试步骤

- 检查每根振子的驻波比是否 ≤ 1.5 ，否则振子不合用；
- 仪器在测插损状态下，设置好扫频方案，置 2450 MHz 点频或 $\pm 10 \text{ MHz}$ 共



三点（配发半波振子的中频）；

- 将两连接电缆分别接在仪器的输入与输出插座上，各接上一个 10dB 衰减器，再用双阴对接起来校直通；

- 取下双阴，将两根电缆上的衰减器分别接到两个天线插座上，天线最好放在桌子边上，以减少桌面的影响，并且人不要靠近天线，保持两天线间距离为 2λ （本例中约为 245mm），记下其间插损 IL 值；如 $IL=24\text{dB}$ ，则 $G=2\text{dB}$ 。

注意：此法以点源为准，测出的增益倍数为 G_0 ，dB 数为 dBi；

此法可与比较法结合起来作，即可先测两个半波振子的 G_0 ，以作标准增益天线去测其它天线。

由于极化与电缆方向是一致的，测试数据与电缆放置的位置有关。

五. 实验报告

测试频率：

测试距离：

插损 IL (dB)：

增益： $G = (28 - |IL|) / 2 =$

测瓷介贴片天线增益的测试

这里只介绍最简单的两天线法。当有两个相同的天线要测增益时，可用此法。尤其是圆极化天线，因为没有标准增益天线作比较，不得不采用此法。此法适于测试小的 GPS 天线或单组贴片天线，以及其它简单的振子天线。

一. 实验目的

了解两天线法测增益的原理，知道测试方法。

二. 测试原理

此法的理论根据是，两点源在自由空间的插损 IL 是可以算出的，因此换成两个天线后，插损减小的 dB 值即两天线增益 dB 值的和。若两天线相同，除 2 即得单个天线的增益 dB 值。如其中有一个已知，也可算出另一个。

首先想法接近自由空间环境，在暗室中用吸波材料或在普通房间内采用小的测试距离以接近自由空间环境。因此当 $G \leq 10$ ，频率高时好办些。其次是被测天线应有明确的辐射中心，以便量距离。如贴片天线的辐射中心就在口上，而八木天线的辐射中心就说不清，距离不好确定，不适于此法。

算法 对于天线口面每边 D 都 $\leq \lambda$ 的天线，测试距离 $R = 2D^2 / \lambda = 2\lambda$ 。

$$\begin{aligned} \text{两天线之间的衰减 } P_r/P_t &= G_1 A_2 / 4\pi R^2 && \text{代入 } A_2 = G_2 \lambda^2 / 4\pi \\ &= G_1 G_2 (\lambda / 4\pi R)^2 && \text{代入 } R = 2\lambda \\ &= 0.00158 G_1 G_2 \end{aligned}$$

以下用 dB 值表示，插损 $IL = G_1 \text{dB} + G_2 \text{dB} - 28 \text{dB}$ ，即

$$G_1 \text{dB} + G_2 \text{dB} = 28 \text{dB} - IL$$

以两个半波振子为例，IL 实测值为 24 dB，则 $G = (28 - 24) / 2 = 2 \text{ dB}$ 。

注意：两点源在自由空间的插损是 $(\lambda / 4\pi R)^2$ ，而不是扩散因子 $1 / (4\pi R^2)$ 。

三. 准备

PNA37021（或 PNA37031）及其成套附件，瓷介贴片天线两只。

四. 测试步骤

- 检查每根振子的驻波比是否 ≤ 1.5 ，否则振子不合用；
- 仪器在测插损状态下，设置好扫频方案，置 2450MHz 点频或 $\pm 10 \text{MHz}$ 共三点（配发瓷介贴片天线的中频）；
- 将两连接电缆分别接在仪器的输入与输出插座上，各接上一个 10dB 衰减

器，用测试支架及转台天线支架撑起在同一高度再用双阴对接起来校直通；

- 取下双阴，将两根电缆上的衰减器分别接到两个瓷介贴片天线插座上，瓷介贴片天线插入插座，且人不要靠近天线，保持两天线间距离为 2λ （本例中约为 245mm），记下其间插损 IL 值；如 $IL=24\text{dB}$ ，则 $G=2\text{dB}$ 。

注意：此法以点源为准，测出的增益倍数为 G_0 ，dB 数为 dBi；

此法可与比较法结合起来作，即可先测两个半波振子的 G_0 ，以作比较（配发的瓷介质天线在 2450MHz 时为半波振子，可作为接替增益天线去测其它天线）。

由于轴比不理想，测出的增益与天线放置角度有关。

五. 实验报告

测试频率：

测试距离：

插损 IL (dB)：

增益： $G = (28 - |IL|) / 2 =$



天线方向图测试

测八木天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的, 在一个剖面上, 可用平面图表示出来, 这就是方向图, 也称波瓣图; 还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

一. 实验目的

加深对方向图的理解, 了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

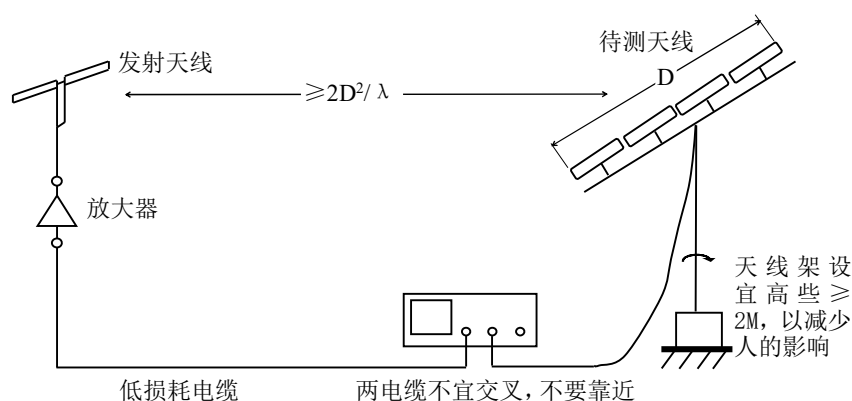
对于常用中等增益天线, 可用方向图测试装置与 PNA 接合, 以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记, 因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图, 否则记录将太不光滑。

极坐标显示, 同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时, 应当选线性坐标, 不宜选对数坐标。

目前这种设备只能与 PNA 台式矢量网络分析仪相配。

在打印机上打出相应的波瓣图。

转台承载能力约 30 公斤, 转速可调节。



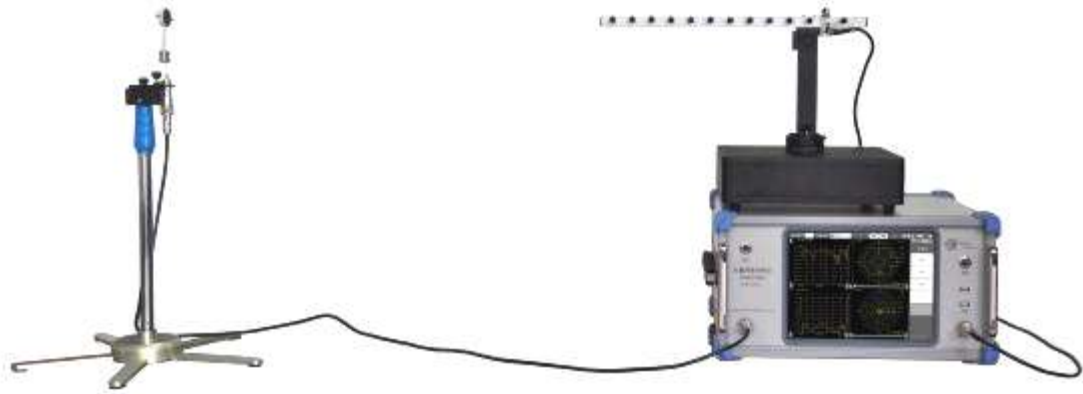
三. 方向图自动测试

1. 布置示意图

- 室内近距离测试时, 可不加放大器;
- 将方位电缆一头接在仪器上, 一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上, 一头接在发射天线 (半波振子天线) 上;

- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上，一头接在转台的天线上，与八木天线相连。

2. 仪器的设置



- 仪器预热 10 分钟后，在《方向图测试》菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。

- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按《计算》，再点击《设定》进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，场强最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。

- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。

- 界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等。
- 点击屏幕上方《标记》按钮，可在各图上显示光标处的测量信息。

四. 实验报告

打印出八木天线水平极化的极坐标方向图。

附言： 有条件的话，不妨先测单独一个折合振子的方向图，再测加一根反射体时的方向图，下面再测加一根或多根引向体后的方向图。

测环天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的,在一个剖面上,可用平面图表示出来,这就是方向图,也称波瓣图;还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

环天线在低频时(周长 $\ll \lambda$)为小环天线呈现垂直极化,环天线在高频时(周长 $\approx \lambda$)为大环天线呈现水平极化,低频信号太弱,这里只测高频。

一. 实验目的

加深对方向图的理解,了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

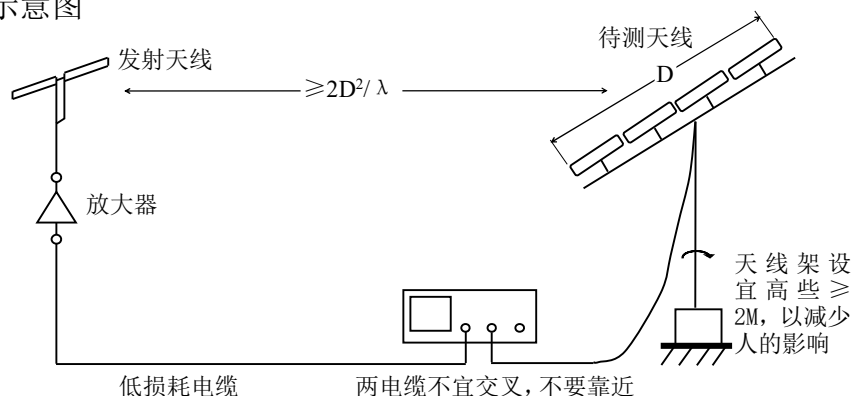
对于常用中等增益天线,可用方向图测试装置与 PNA 接合,以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记,因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图,否则记录将太不光滑。

显直方图,水平轴为角度坐标,垂直轴为幅度坐标。常用对数坐标,也可选线性坐标,测试完后可选极坐标显示,同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时,应当选线性坐标,不宜选对数坐标。

转台承载能力约 30 公斤,转速每分钟 360° 。

三. 方向图自动测试

1. 布置示意图



- 室内近距离测试时,可不加放大器;
- 将控制电缆一头接在控制器上,一头接在转台上;
- 将方位电缆一头接在仪器上,一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上,一头接在发射天线(半波振子天线)上;

- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上，一头接在转台的天线连线输入口上，转台侧面的天线连线输出口上，用连接电缆与接收天线(环天线)相连。

2. 仪器的设置



- 仪器预热 10 分钟后，在『方向图测试』菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。

- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按『计算』，再点击『设定』进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，强场最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。

- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。
- 界面的右侧有 3dB 带宽标

注按键，保存按键等。

- 点击屏幕上方《标记》按钮，可在各图上显示光标处的测量信息。

四. 实验报告

打印出环天线的极坐标方向图。

测对数周期天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的,在一个剖面上,可用平面图表示出来,这就是方向图,也称波瓣图;还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

一. 实验目的

加深对方向图的理解,了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

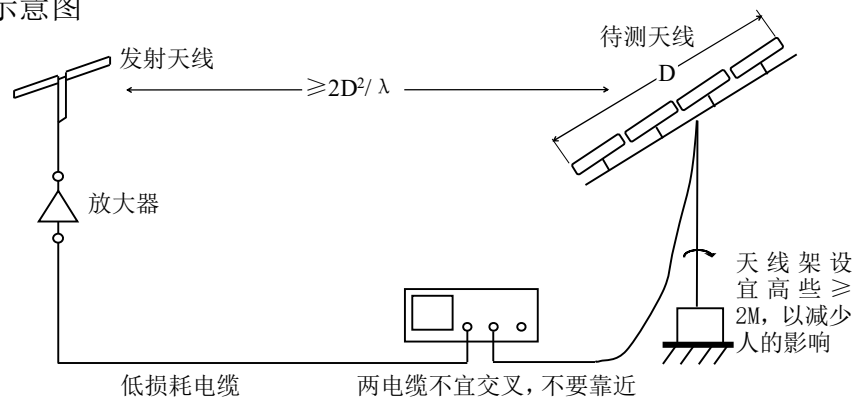
对于常用中等增益天线,可用方向图测试装置与 PNA 接合,以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记,因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图,否则记录将太不光滑。

显直方图,水平轴为角度坐标,垂直轴为幅度坐标。常用对数坐标,也可选线性坐标,测试完后可选极坐标显示,同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时,应当选线性坐标,不宜选对数坐标。

转台承载能力约 30 公斤,转速每分钟 360° 。

三. 方向图自动测试

1. 布置示意图



- 室内近距离测试时,可不加放大器;
- 将控制电缆一头接在控制器上,一头接在转台上;
- 将方位电缆一头接在仪器上,一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上,一头接在发射天线(螺旋天线)上;
- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上,一头接在转台的天线连线输入口上,转台侧面的天线连线输出口上,用连接电缆与接收天线(对数周期天

线) 相连。



2. 仪器的设置

- 仪器预热 10 分钟后，在《方向图测试》菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。

- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按《计算》，再点击《设定》进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，强场最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。

- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。

- 界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等。

- 点击屏幕上方《标记》按钮，可在各图上显示光标处的测量信息。



四. 实验报告

打印出对数周期天线的两个面的极坐标方向图。

测瓷介贴片天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的,在一个剖面上,可用平面图表示出来,这就是方向图,也称波瓣图;还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

一. 实验目的

加深对方向图的理解,了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

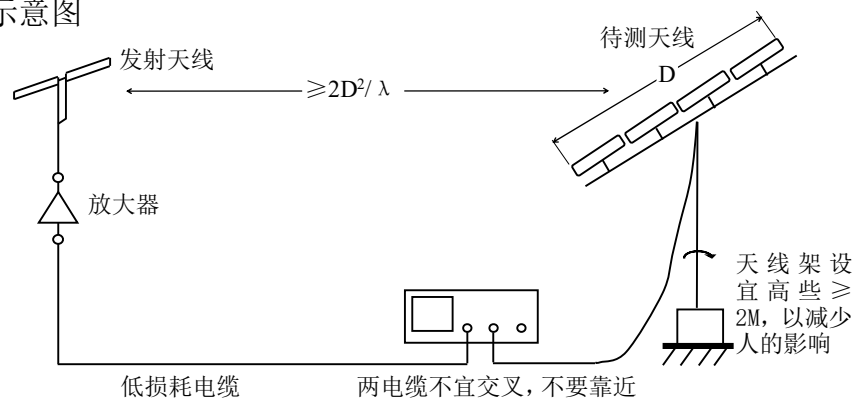
对于常用中等增益天线,可用方向图测试装置与 PNA 接合,以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记,因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图,否则记录将太不光滑。

显直方图,水平轴为角度坐标,垂直轴为幅度坐标。常用对数坐标,也可选线性坐标,测试完后可选极坐标显示,同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时,应当选线性坐标,不宜选对数坐标。

转台承载能力约 30 公斤,转速每分钟 360° 。

三. 方向图自动测试

1. 布置示意图



- 室内近距离测试时,可不加放大器;
- 将控制电缆一头接在控制器上,一头接在转台上;
- 将方位电缆一头接在仪器上,一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上,一头接在发射天线(右旋螺线天线)上;
- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上,一头接在转台的天线连线输入口上,转台侧面的天线连线输出口上,用连接电缆与接收天线(瓷介贴片天线)相连。

2. 仪器的设置



- 仪器预热 10 分钟后，在《方向图测试》菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。

- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按《计算》，再点击《设定》进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，强场最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。

- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转至 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。
- 界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等。
- 点击屏幕上方《标记》按钮，可在各图上显示光标处的测量信息。

四. 实验报告

打印出瓷介贴片天线的极坐标方向图。

测螺旋线天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的,在一个剖面上,可用平面图表示出来,这就是方向图,也称波瓣图;还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

一. 实验目的

加深对方向图的理解,了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

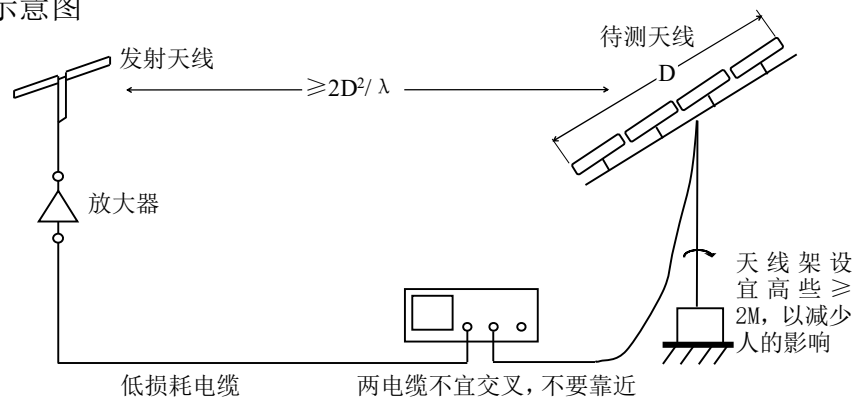
对于常用中等增益天线,可用方向图测试装置与 PNA 接合,以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记,因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图,否则记录将太不光滑。

显直方图,水平轴为角度坐标,垂直轴为幅度坐标。常用对数坐标,也可选线性坐标,测试完后可选极坐标显示,同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时,应当选线性坐标,不宜选对数坐标。

转台承载能力约 30 公斤,转速每分钟 360° 。

三. 方向图自动测试

1. 布置示意图



- 室内近距离测试时,可不加放大器;
- 将控制电缆一头接在控制器上,一头接在转台上;
- 将方位电缆一头接在仪器上,一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上,一头接在发射天线(瓷介贴片天线)上;
- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上,一头接在转台的天线连线输入口上,转台侧面的天线连线输出口上,用连接电缆与接收天线(右旋螺旋线天

线)相连。



2. 仪器的设置

- 仪器预热 10 分钟后，在《方向图测试》菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。
- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按《计算》，再点击《设定》进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，强场最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。
- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。
- 界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等。

- 点击屏幕上方《标记》按钮，可在各图上显示光标处的测量信息。

四. 实验报告

打印出右旋螺线天线的极坐标方向图。

测半波振子天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的,在一个剖面上,可用平面图表示出来,这就是方向图,也称波瓣图;还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

一. 实验目的

加深对方向图的理解,了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

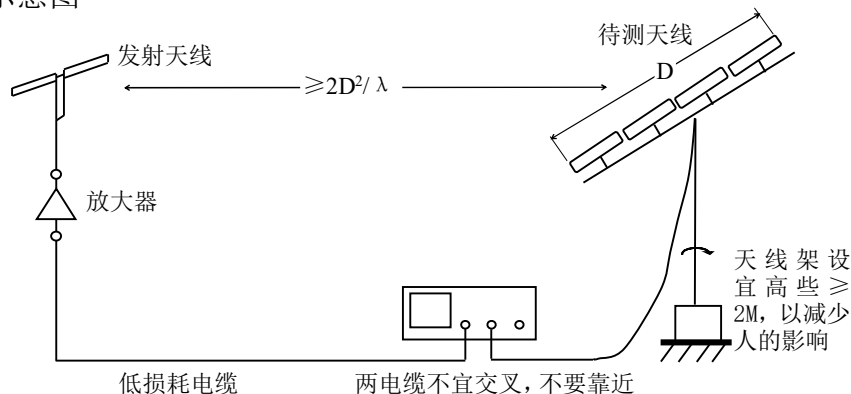
对于常用中等增益天线,可用方向图测试装置与 PNA 接合,以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记,因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图,否则记录将太不光滑。

显直方图,水平轴为角度坐标,垂直轴为幅度坐标。常用对数坐标,也可选线性坐标,测试完后可选极坐标显示,同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时,应当选线性坐标,不宜选对数坐标。

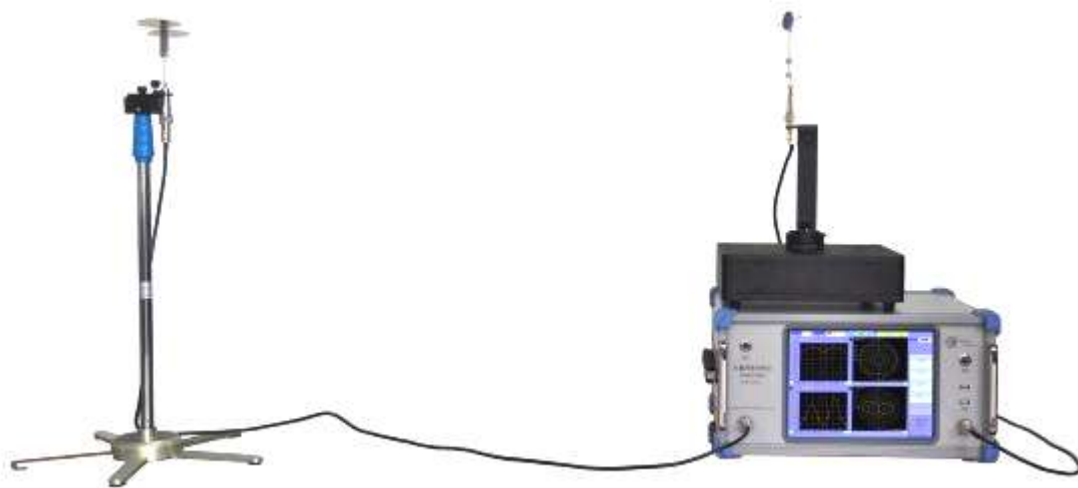
转台承载能力约 30 公斤,转速每分钟 360° 。

三. 方向图自动测试

1. 布置示意图



- 室内近距离测试时,可不加放大器;
- 将控制电缆一头接在控制器上,一头接在转台上;
- 将方位电缆一头接在仪器上,一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上,一头接在发射天线(全波振子天线)上;



- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上，一头接在转台的天线连线输入口上，转台侧面的天线连线输出口上，用连接电缆与接收天线(半波振子天线)相连。

2. 仪器的设置

- 仪器预热 10 分钟后，在《方向图测试》菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。

- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按《计算》，再点击《设定》进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，强场最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。

- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。

- 界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等。
- 点击屏幕上方《标记》按钮，可在各图上显示光标处的测量信息。

四. 实验报告

打印出半波振子天线的极坐标方向图。

测全波振子天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的,在一个剖面上,可用平面图表示出来,这就是方向图,也称波瓣图;还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

一. 实验目的

加深对方向图的理解,了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

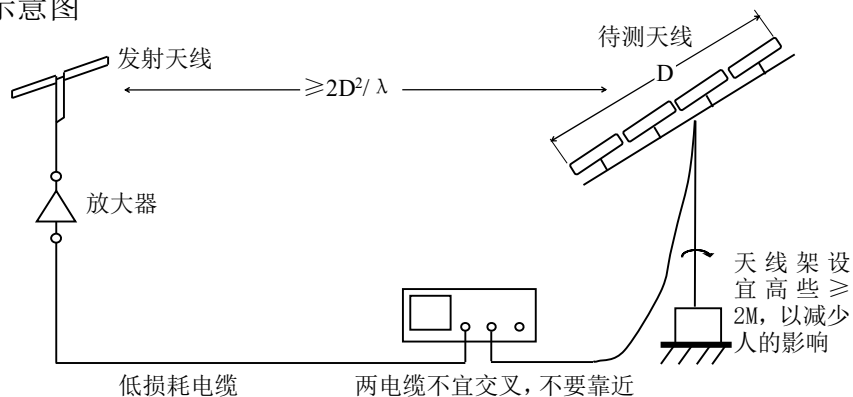
对于常用中等增益天线,可用方向图测试装置与 PNA 接合,以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记,因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图,否则记录将太不光滑。

显直方图,水平轴为角度坐标,垂直轴为幅度坐标。常用对数坐标,也可选线性坐标,测试完后可选极坐标显示,同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时,应当选线性坐标,不宜选对数坐标。

转台承载能力约 30 公斤,转速每分钟 360° 。

三. 方向图自动测试

1. 布置示意图



- 室内近距离测试时,可不加放大器;
- 将控制电缆一头接在控制器上,一头接在转台上;
- 将方位电缆一头接在仪器上,一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上,一头接在发射天线(半波振子天线)上;
- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上,一头接在转台的天线连线输入口上,转台侧面的天线连线输出口上,用连接电缆与接收天线(全波振子天线)相连。



2. 仪器的设置

- 仪器预热 10 分钟后，在《方向图测试》菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。
- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按《计算》，再点击《设定》进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，强场最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。
- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。
- 界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等。
- 点击屏幕上方《标记》按钮，可在各图上显示光标处的测量信息。

四. 实验报告

打印出全波振子天线的极坐标方向图。

测偶极子天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的,在一个剖面上,可用平面图表示出来,这就是方向图,也称波瓣图;还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

一. 实验目的

加深对方向图的理解,了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

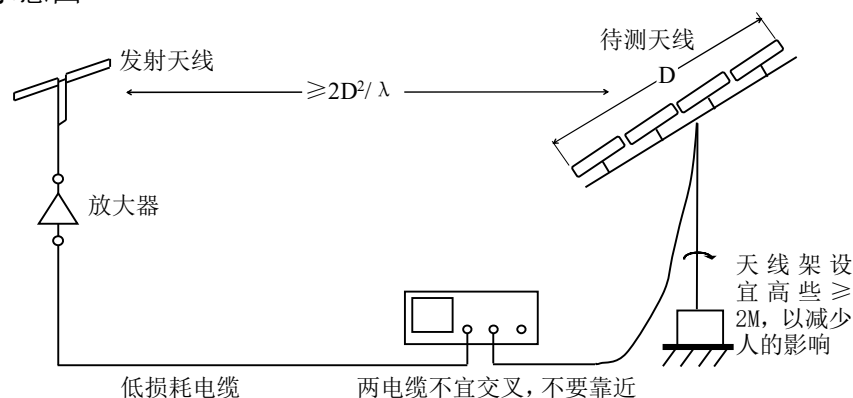
对于常用中等增益天线,可用方向图测试装置与 PNA 接合,以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记,因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图,否则记录将太不光滑。

显直方图,水平轴为角度坐标,垂直轴为幅度坐标。常用对数坐标,也可选线性坐标,测试完后可选极坐标显示,同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时,应当选线性坐标,不宜选对数坐标。

转台承载能力约 30 公斤,转速每分钟 360° 。

三. 方向图自动测试

1. 布置示意图



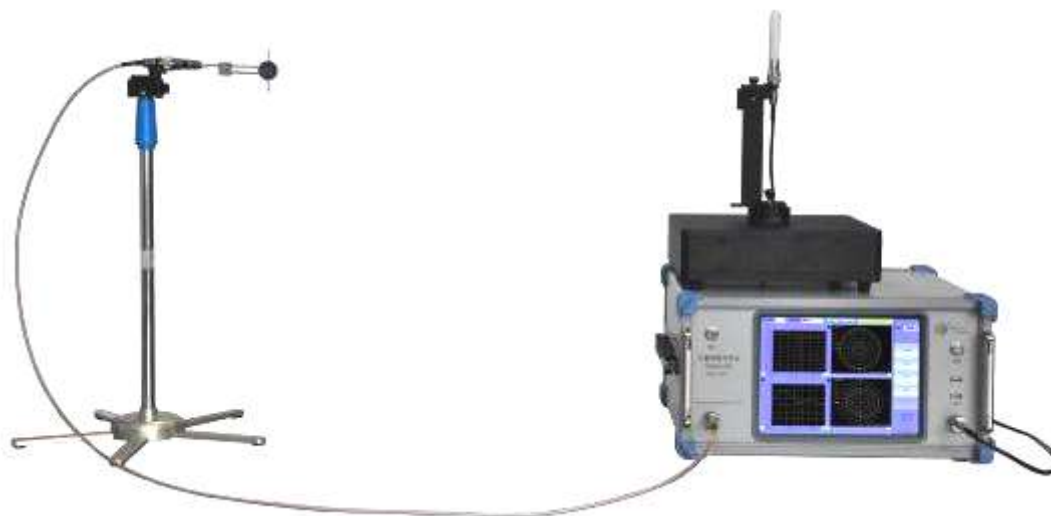
- 室内近距离测试时,可不加放大器;
- 将控制电缆一头接在控制器上,一头接在转台上;
- 将方位电缆一头接在仪器上,一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上,一头接在发射天线(偶极子天线)

上;

- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上,一头接在转台的天线连线输入口上,转台侧面的天线连线输出口上,用连接电缆与接收天线(偶极子天线)相连。

2. 仪器的设置

- 仪器预热 10 分钟后，在『方向图测试』菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。



- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按『计算』，再点击『设定』进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，场强最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。

- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。
- 界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等。
- 点击屏幕上方《标记》按钮，可在各图上显示光标处的测量信息。

四. 实验报告

打印出偶极子天线的极坐标方向图。

测缝天线的方向图

天线在不同方向的收发能力是不同的,在一个剖面上,可用平面图表示出来,这就是方向图,也称波瓣图;还有叫场型的、覆盖区的以及服务范围的。

一. 实验目的

加深对方向图的理解,了解方向图的测试方法。

二. 设备简介

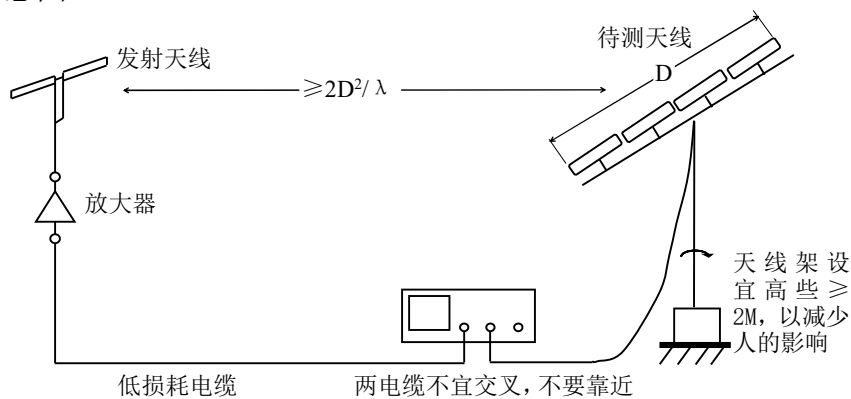
对于常用中等增益天线,可用方向图测试装置与 PNA 接合,以便对方向图自动记录与打印。由于采用的是一度一记,因此只适宜测波束宽度大于 10° 的方向图,否则记录将太不光滑。

显直方图,水平轴为角度坐标,垂直轴为幅度坐标。常用对数坐标,也可选线性坐标,测试完后可选极坐标显示,同样也可选对数或线性坐标。极坐标显示时,应当选线性坐标,不宜选对数坐标。

转台承载能力约 30 公斤,转速每分钟 360° 。

三. 方向图自动测试

1. 布置示意图



- 室内近距离测试时,可不加放大器;
- 将控制电缆一头接在控制器上,一头接在转台上;
- 将方位电缆一头接在仪器上,一头接在转台上;
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上,一头接在发射天线(半波振子天线)上;
- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上,一头接在转台的天线连线输入口上,转台侧面的天线连线输出口上,用连接电缆与接收天线(缝天线)相连。

2. 仪器的设置



- 仪器预热 10 分钟后，在《方向图测试》菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。

- 方向图起始记录点，定为 270° 。

- 按《计算》，再点击《设定》进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，强场最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。

- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等，根据需要查看。

四. 实验报告

打印出缝天线的极坐标方向图。

圆极化天线的测试

圆极化天线的阻抗测试或驻波比测试与一般天线相同，不再重复。

圆极化天线的方向图测试，也与一般天线相同，但需要约定测试方法，否则方向图将不止一两张。最简单的还是用圆极化天线发，圆极化天线收，只测一张方向图。

圆极化天线比一般天线要多两项测试：轴比与极化的旋向

测瓷介质天线的轴比

一. 实验目的



轴比 椭圆极化波的长短轴之比即轴比；圆极化时的轴比为 1，用 dB 表示时为 0dB，一般圆极化天线的轴比要求在 $\pm 3\text{dB}$ 以内。

轴比的测试 类似方向图测试布置，下边是待测天线，上边是线极化天线。一个发，一个收，一个固定，一个能旋转。至于谁发谁收？谁固定谁旋转？当视设备是否方便而定，没有必须遵守的规定。在指定方向，旋转（在与两天线的连接线垂直的面内）带来的信号起伏即为轴比。

二. 实验准备

PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测瓷介贴片天线一个，偶极子天线一只。

三. 测量步骤

1. 线缆的连接

- 二天线距离应大于 2λ ；如图
- 将控制电缆一头接在控制器上，一头接在转台上；
- 将方位电缆一头接在仪器上，一头接在转台上；
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上，一头接在发射天线(偶极子天线)上，固定在轴比测试悬架上；
- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上，一头接在转台的天线连线输入口上，转台侧面的天线连线输出口上，用连接电缆与接收天线(瓷介贴片天线)相连，固定在转台天线支架上，并处转台中心。置于发射天线(偶极子天线)下，且正对偶极子中心。

2. 仪器的设置

- 仪器预热 10 分钟后，在《方向图测试》菜单下将频率设置好（根据天线的频率）。
- 方向图起始记录点，定为 270° 。
- 按《计算》，再点击《设定》进入《仪器校准》状态。

3. 参考方位

- 转台的启动位，方向图上的位置是 0° ，在这位置上尽量使接受天线的最大辐射点与发射天线相对应。

4. 校最大值

- 按下《找 MAX》按钮，转台在 0° （转台的启动位）左右各 30° 的范围内转动，找出天线辐射的最大点，如能估出天线场强最大方向，直接使它靠近 0° （转台的启动位）。（注：如不知道天线的场强最大方向，也是这样操作，只是画出来的方向图，强场最大方向不在 0° 而已）

5. 测试

- 点击《测量》，转台自动转到 270° 位置（起始记录点，方向图上的位置），开始记点转动。
- 一圈转完，软件自动绘出方向图，转台自动回转到 0° 点。

6. 处理

- 软件自动绘出方向图后，曲线切换下有方向图的 dB 曲线、方向图的归一曲线、幅度的 dB 曲线、幅度的归一曲线和相位可选。界面的右侧有 3dB 带宽标注按键，保存按键等，根据需要查看。
- 画面为直角 XY 坐标，水平 360° ，垂直 50dB，最小值处数值即为轴比。

四. 实验报告

打印出轴比圆图。

注：几点说明

水平极化：水平放置的半波振子能辐射或接收水平极化波。

垂直极化：垂直放置的半波振子能辐射或接收垂直极化波。

圆极化：两个互相垂直放置的半波振子，馈电幅度相等而相位相差 90° 时，能辐射或接收圆极化波，当上面三个条件有一个不满足时，即退化为椭圆极化波。极端情况下，短轴为零即成为线极化波；线极化波可能是斜的，但一般常用水平与垂直两种。

轴比：椭圆极化波的长短轴之比即轴比；圆极化时的轴比为 1，用 dB 表示时为 0dB，一般圆极化天线的轴比要求在 $\pm 3\text{dB}$ 以内。

轴比的测试：类似方向图测试布置，一边是待测天线，一边是线极化天线。一个发，一个收，一个固定，一个能旋转。至于谁发谁收？谁固定谁旋转？当视设备是否方便而定，没有必须遵守的规定。在指定方向，旋转（在与两天线的连接线垂直的面内）带来的信号起伏即为轴比。

交叉极化：当只需某一种极化时，则另一种极化即为交叉极化。如水平极化天线因平衡不佳而出现垂直极化分量时，此分量即交叉极化；交叉极化应比主极化低 20dB 以上。

圆极化旋向的判别：用两只旋向相反的螺旋天线，按测方向图放置，测其与待测天线之间的空间传播插损，其旋向当与插损小的螺旋天线的旋向相同。螺旋天线当在五圈以上，周长约为波长，间距约四分之一波长即可。

圆极化天线的方向图：圆极化天线的方向图不象线天线那样简单，需要约定测试方法，否则方向图将不止一两张。最简单的还是用圆极化发，圆极化收，只测一张方向图。

判别瓷介贴片天线圆极化的旋向

一. 实验目的

有时圆极化天线的旋向不明需要判别，通过本实验了解一种判别方法。

二. 实验准备



PNA37021（或 PNA37031）及其全套附件，待测瓷介贴片天线一个，左旋螺线天线一只，右旋螺线天线一只。按瓷介贴片天线的尺寸设置扫频方案。建议 $BF=1500\text{ MHz}$ ， $\Delta F=1\text{ MHz}$ ， $EF=1600\text{ MHz}$ ， $n=21$ 。

三. 测量步骤

- 按测插损连接，仪器置插损档；
- 将连接电缆一头接在仪器的输出口上，一头接在待测天线(瓷介贴片天线)上；固定在测试支架上。
- 将另一根连接电缆一头接在仪器的输入口上，一头接在转台的天线连线输入口上，转台侧面的天线连线输出口上，用连接电缆与接收天线(右旋螺线天线)相连，固定在转台天线支架上。使二天线在同一水平面上。如图
- 校直通
- 取下右旋螺线天线换上左旋螺线天线，若此时插损为负值，则待测天线

为右旋。若此时插损为正值，则待测天线为左旋。

四. 实验报告

打印出测试结果写出结论。

功率、dBm 与 50 Ω 线上电压对照表

功 率	dBm	电压（有效值）	电压（峰峰值）
1000000W=1MW	90	7.07 KV	20 KV
100000W=100KW	80	2.236 KV	6.325 KV
10000W=10KW	70	0.707 KV	2 KV
1000W=1KW	60	223.6 V	632.5 V
100W	50	70.7 V	200 V
10W	40	22.36 V	63.25 V
1W	30	7.07 V	20 V
100mW=10 ⁻¹ W	20	2.236 V	6.325 V
10mW=10 ⁻² W	10	0.707 V	2 V
1mW=10 ⁻³ W	0	223.6 mV	632.46 mV
100 μ W=10 ⁻⁴ W	-10	70.7 mV	200 mV
10 μ W=10 ⁻⁵ W	-20	22.36 mV	63.25 mV
1 μ W=10 ⁻⁶ W	-30	7.07 mV	20 mV
100nW=10 ⁻⁷ W	-40	2.236 mV	6.325 mV
10nW=10 ⁻⁸ W	-50	0.707 mV	2 mV
1nW=10 ⁻⁹ W	-60	223.6 μ V	632.46 μ V
100pW=10 ⁻¹⁰ W	-70	70.7 μ V	200 μ V
10pW=10 ⁻¹¹ W	-80	22.36 μ V	63.25 μ V
1pW=10 ⁻¹² W	-90	7.07 μ V	20 μ V
100fW=10 ⁻¹³ W	-100	2.236 μ V	6.325 μ V
10fW=10 ⁻¹⁴ W	-110	0.707 μ V	2 μ V
1fW=10 ⁻¹⁵ W	-120	223.6 nV	632.46 nV
100aW=10 ⁻¹⁶ W	-130	70.7 nV	200 nV
10aW=10 ⁻¹⁷ W	-140	22.36 nV	63.25 nV
1aW=10 ⁻¹⁸ W	-150	7.07 nV	20 nV

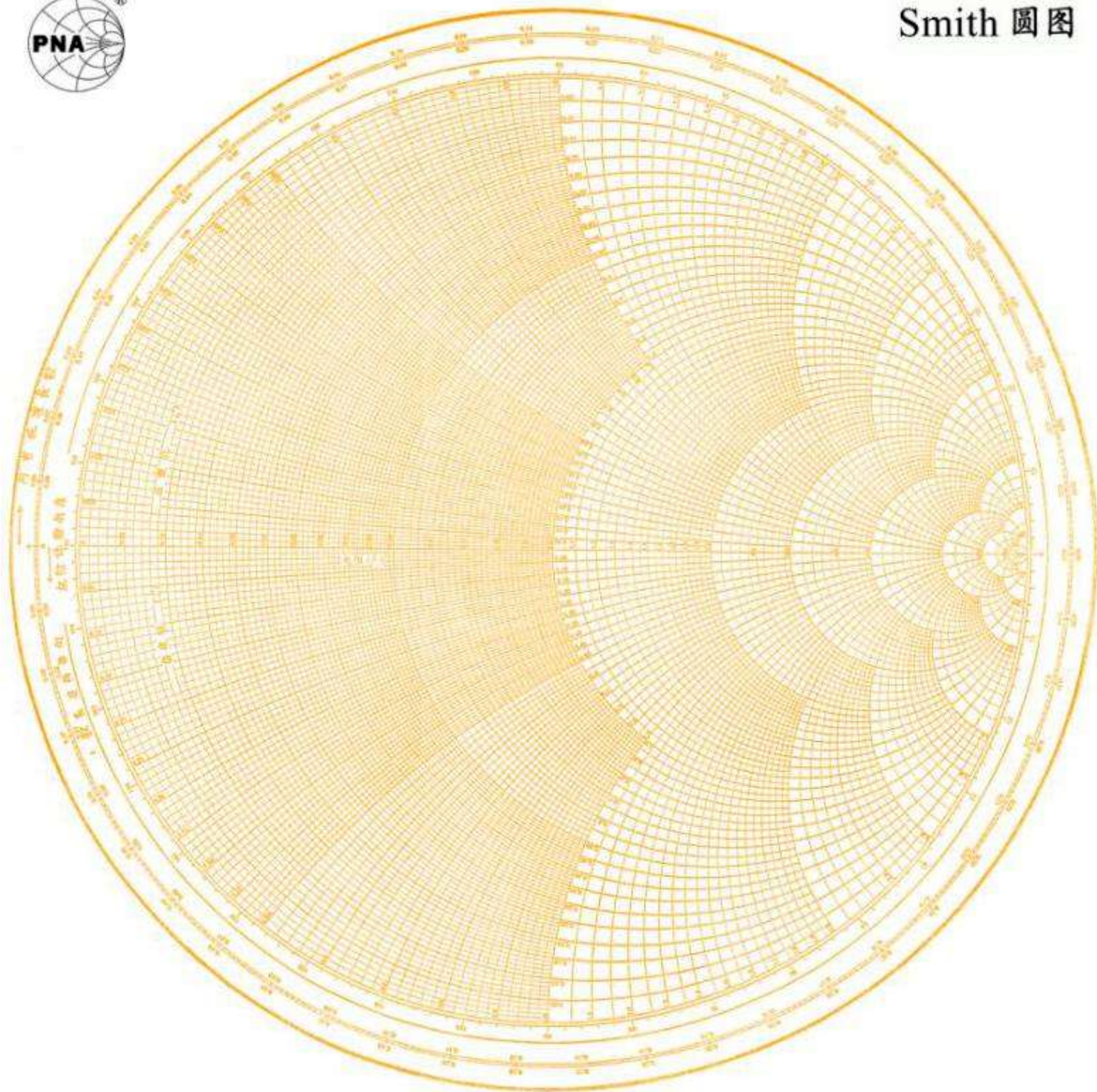
反射不确定度-40dB 时测试正常示值范围

驻波比 标称值	回 损 标称值	驻波比 示值范围	回 损 示值范围 dB	反射系数 示值范围
1.00	∞	1.000~1.020	40.00~96.00	0.0000~0.0100
1.01	46.06	1.000~1.030	36.49~96.00	0.0000~0.0149
1.02	40.08	1.000~1.040	34.02~96.00	0.0000~0.0199
1.03	36.60	1.010~1.050	32.11~46.41	0.0047~0.0247
1.04	34.15	1.019~1.061	30.57~40.34	0.0096~0.0296
1.05	32.25	1.029~1.071	29.27~36.83	0.0143~0.0343
1.06	30.71	1.038~1.081	28.15~34.36	0.0191~0.0391
1.07	29.41	1.048~1.091	27.16~32.46	0.0238~0.0438
1.08	28.30	1.058~1.101	26.29~30.91	0.0284~0.0484
1.09	27.31	1.068~1.112	25.50~29.61	0.0330~0.0530
1.10	26.44	1.078~1.122	24.78~28.49	0.0376~0.0576
1.11	25.65	1.087~1.132	24.13~27.50	0.0421~0.0621
1.12	24.94	1.097~1.142	23.53~26.63	0.0466~0.0666
1.13	24.49	1.107~1.152	22.97~25.84	0.0510~0.0710
1.14	23.68	1.117~1.163	22.45~25.12	0.0554~0.0754
1.15	23.13	1.127~1.173	21.96~24.47	0.0597~0.0797
1.16	22.60	1.136~1.183	21.50~23.86	0.0640~0.0840
1.18	21.66	1.156~1.204	20.67~22.78	0.0725~0.0925
1.20	20.82	1.176~1.224	19.92~21.84	0.0809~0.1009
1.22	20.08	1.195~1.244	19.24~21.00	0.0890~0.1090
1.25	19.08	1.224~1.275	18.33~19.90	0.1011~0.1211
1.30	17.69	1.273~1.326	17.05~18.38	0.1204~0.1404
1.35	16.54	1.322~1.377	15.97~17.14	0.1389~0.1589
1.40	15.56	1.371~1.429	15.05~16.10	0.1566~0.1766
1.45	14.72	1.420~1.480	14.25~15.20	0.1736~0.1936
1.50	13.98	1.469~1.531	13.55~14.42	0.1900~0.2100
1.60	12.73	1.566~1.634	12.36~13.12	0.2207~0.2407
1.70	11.72	1.664~1.736	11.39~12.06	0.2492~0.2692
1.80	10.88	1.761~1.839	10.58~11.19	0.2757~0.2957
1.90	10.16	1.858~1.942	9.88~10.44	0.3003~0.3203
2.00	9.54	1.955~2.045	9.28~ 9.80	0.3233~0.3433

注：1. 本表为通用表格，适合于定向耦合器，反射电桥，驻波电桥，魔 T 等定向性为 40dB 的测试器件估计测试示值之用，在此范围内皆属正常。

2. 反射系数只在打印《反射》时出现，屏幕上无此读数。

3. 回损最大值为 96，实际上回损大于 50dB 已经没有实际意义了。



备注:

高校射频实验系统



电感、电容



隔离器



双阴连接器



保护接头



匹配负载



2.0失配负载



功分器



20dB衰减器



$\lambda/2$ 短路线



定向耦合器



和差器



滤波器



单支节（射频实验组件）



射频实验箱

高校天线教学实验系统



环天线



磁介质贴片天线



对数周期天线



偶极子天线



印刷振子天线



螺旋天线



半波振子天线



单极子天线



全波振子天线



八木天线



天线



天线实验箱

南京普纳科技设备有限公司

地址：南京市江东北路 301 号滨江广场 14 层

邮编：210036

电话：025-86200301 86225090

传真：025-86200323

网址：www.pna.com.cn