



Panchip Microelectronics Co., Ltd.

User's Guide

2.4G_PCB 天线设计指南

当前版本: 1.0

发布日期: 2020.12

上海磐启微电子有限公司

地址: 上海张江高科技园区盛夏路 666 号 D 栋 301

联系电话: 021-50802371

网址: <http://www.panchip.com>

文档说明

由于版本升级或存在其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档内容仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

商标

磐启是磐启微电子公司的商标。本文档中提及的其他名称是其各自所有者的商标/注册商标。

免责声明

本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，磐启微电子公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

修订历史

版本	修订时间	创建人	描述
V1.0	202012	谢萌	

目录

目录	II
图目录	III
一、天线选型	1
1.1 印制板天线	1
1.2 印制板天线选择指南	2
1.3 PIFA_A 型天线	3
1.3.1 PIFA_A 型天线的结构和尺寸:	3
1.3.2 仿真结果	4
1.4 PIFA_B 型天线	7
1.4.1 PIFA_B 型天线的结构和尺寸:	7
1.4.2 仿真结果	8
1.5 PIFA_C 型天线	11
1.5.1 PIFA_C 型天线的结构和尺寸:	11
1.5.2 仿真结果	11
1.6 PIFA_D 型天线	15
1.6.1 PIFA_D 型天线的结构和尺寸:	15
1.6.2 仿真结果	16
1.7 PIFA_E 型天线	18
1.7.1 PIFA_E 型天线的结构和尺寸:	18
1.7.2 仿真结果	19
1.8 单极子型天线	22
1.8.1 单极子型天线的结构和尺寸:	22
1.8.2 仿真结果	23

图目录

图 1-1 PIFA_A 型天线设计参考	3
图 1-2 PIFA_A 型天线 S11 参数图	4
图 1-3 PIFA_A 型天线 XY 面增益图	4
图 1-4 PIFA_A 型天线 ZX&ZY 面增益图	5
图 1-5 PIFA_A 型天线 3D 增益图	5
图 1-6 PIFA_B 型天线设计参考	6
图 1-7 PIFA_B 型天线 S11 参数图	7
图 1-8 PIFA_B 型天线 XY 面增益图	7
图 1-9 PIFA_B 型天线 ZX&ZY 面增益图	8
图 1-10 PIFA_B 型天线 3D 增益图	8
图 1-11 PIFA_C 型天线设计参考	9
图 1-12 PIFA_C 型天线 S11 参数图	10
图 1-13 PIFA_C 型天线 XY 面增益图	10
图 1-14 PIFA_C 型天线 ZX&ZY 面增益图	11
图 1-15 PIFA_C 型天线 3D 增益图	11
图 1-16 PIFA_D 型天线设计参考	12
图 1-17 PIFA_D 型天线 S11 参数图	13
图 1-18 PIFA_D 型天线 XY 面增益图	13
图 1-19 PIFA_D 型天线 ZX&ZY 面增益图	14
图 1-20 PIFA_D 型天线 3D 增益图	14
图 1-21 PIFA_E 型天线设计参考	15
图 1-22 PIFA_E 型天线 S11 参数图	16
图 1-23 PIFA_E 型天线 XY 面增益图	16
图 1-24 PIFA_E 型天线 ZX&ZY 面增益图	17
图 1-25 PIFA_E 型天线 3D 增益图	17
图 1-26 单极子型天线设计参考	18
图 1-27 单极子型天线 S11 参数图	19
图 1-28 单极子型天线 XY 面增益图	19
图 1-29 单极子型天线 ZX&ZY 面增益图	20
图 1-30 单极子型天线 3D 增益图	20

1 PCB天线参考

1.1 印制板天线

2.4G 的印制板天线主要有两种结构，PIFA 天线和单极天线。PIFA 天线的馈电点和地点是接到一起的，天线和地之间形成一个电容效应，就是信号通过天线（等效为电感）升压到等效电容上，通过电容再把能量辐射出去。单极天线是采用 $1/4$ 波长原理，其中一个馈点是螺旋或者单杆，另外一极是地（等效地）。两种天线的场结构简单，可以简单等效为一个 LC 谐振回路，其中 C 特别小，一个一个的谐振回路耦合上去，最后电磁场释放到外部。

PIFA 天线的电容相对于单极天线来说大很多，也就是说能量在谐振腔中更多，外界不容易干扰，也很难改变 PIFA 天线的阻抗，所以稳定性比单极天线强；但也因为它的电容太大，导致外界的能量进入，在 PIFA 天线上产生的电压变化，远远不如单极天线大，所以效率和灵敏度低于单极天线。

一般可以选用外置的鞭状单极天线，外置的鞭状单极天线通信距离较远，不过每套需要单独调试；也可以选用贴片天线芯片，天线芯片占用 PCB 尺寸小，不过价格较高。

实际应用中，考虑到成本和批量生产稳定性等因素，印制板天线因其成本低、设计得当能获得足够性能，成为很多无线应用的首选。本文推荐了 6 款印制板天线，这些天线都有对应的仿真和验证结果。如果需要参考对应天线，必须严格按照本文给出的天线形状进行设计。

1.2 印制板天线选择指南

排名	Max 增益 (由小到大)	面积 (由小到大)	高度 (由小到大)	带宽 (由小到大)
1	单极子天线	单极子天线	PIFA_C	单极子天线
2	PIFA_D	PIFA_C	PIFA_E	PIFA_D
3	PIFA_E	PIFA_E	单极子天线	PIFA_E
4	PIFA_B	PIFA_D	PIFA_D	PIFA_C
5	PIFA_A	PIFA_A	PIFA_A	PIFA_A
6	PIFA_C	PIFA_B	PIFA_B	PIFA_B

表 1-1 印制板天线选择指南

注：全部印制板天线参考设计的 PCB，板厚为 1.2mm，材质为 FR4




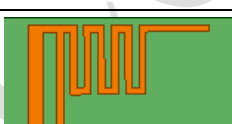

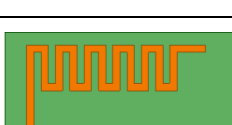
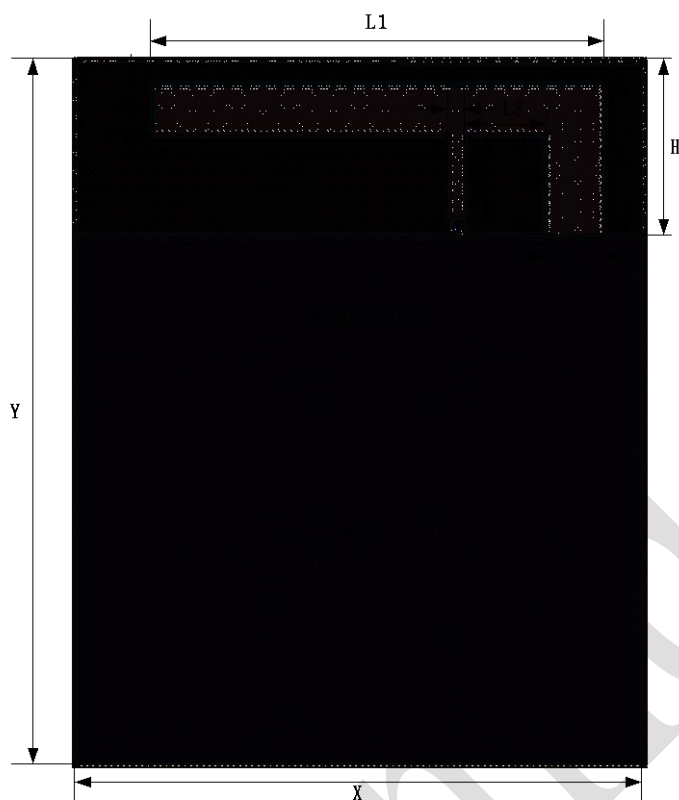
天线名称	结构图	天线尺寸 宽 x 高 (面积)	仿真结果 (Gain) (3D Max 增益)	S11 仿真 最大值	带宽
PIFA_A 型 天线		23mm×7.7mm (177.1mm ²)	2.1 dBi	-28.6 dB	260MHz
PIFA_B 型 天线		25.5mm×8mm (204mm ²)	2.1 dBi	-20.2 dB	270MHz
PIFA_C 型 天线		14.3mm×5.4mm (77.2mm ²)	3.0 dBi	-23.7 dB	150MHz
PIFA_D 型 天线		13.1mm×7.5mm (98.3mm ²)	1.0 dBi	-17.5 dB	110MHz
PIFA_E 型 天线		14.4mm×5.4mm (77.8mm ²)	1.3 dBi	-14.1 dB	120MHz
单极子型天 线		12.5mm×5.6mm (70.0mm ²)	0.9dBi	-22.8 dB	90MHz

表 1-2 印制板天线性能对比

1.3 PIFA_A 型天线

1.3.1 PIFA_A 型天线的结构和尺寸:



X	29mm
Y	36mm
H	9mm
H1	7.7mm
H2	5.2mm
H3	4.3mm
L1	23mm
L2	15.1mm
L3	4.05mm
W1	3mm
W2	0.85mm
W3	2.5mm

图 1-1 PIFA_A 型天线设计参考

1.3.2 仿真结果

1.3.2.1 S 参数仿真结果

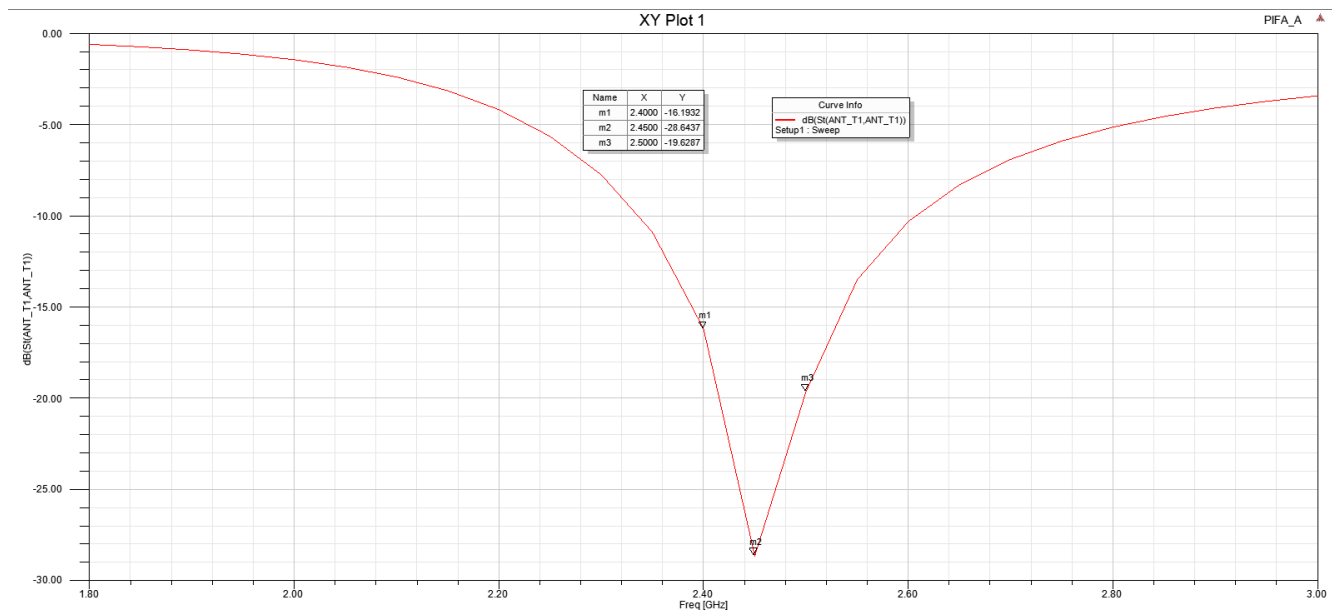
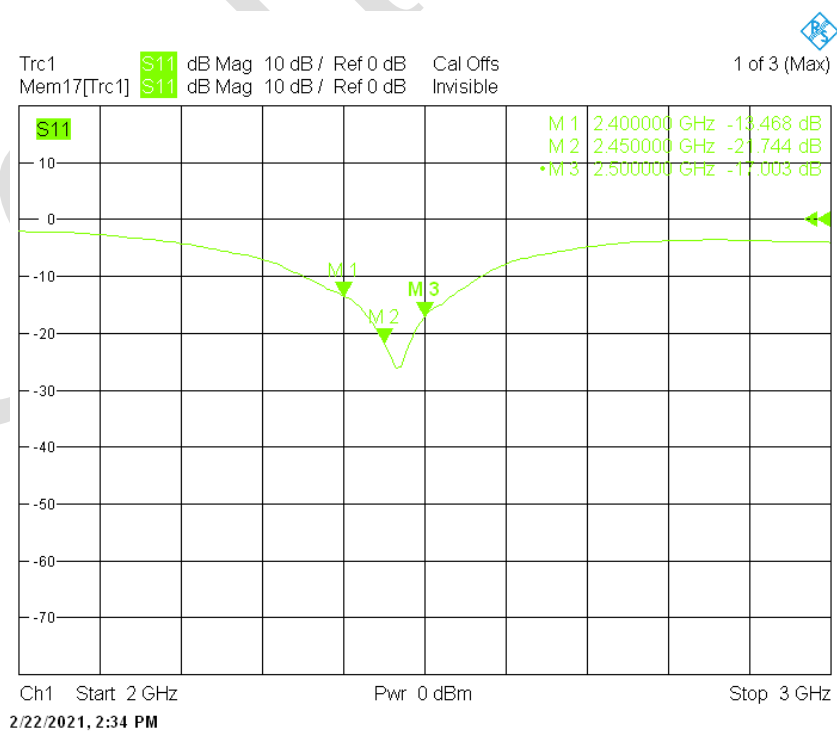


图 1-2 PIFA_A 型天线 S11 参数图

1.3.2.2 S 参数实测结果



1.3.2.3 2D 增益图

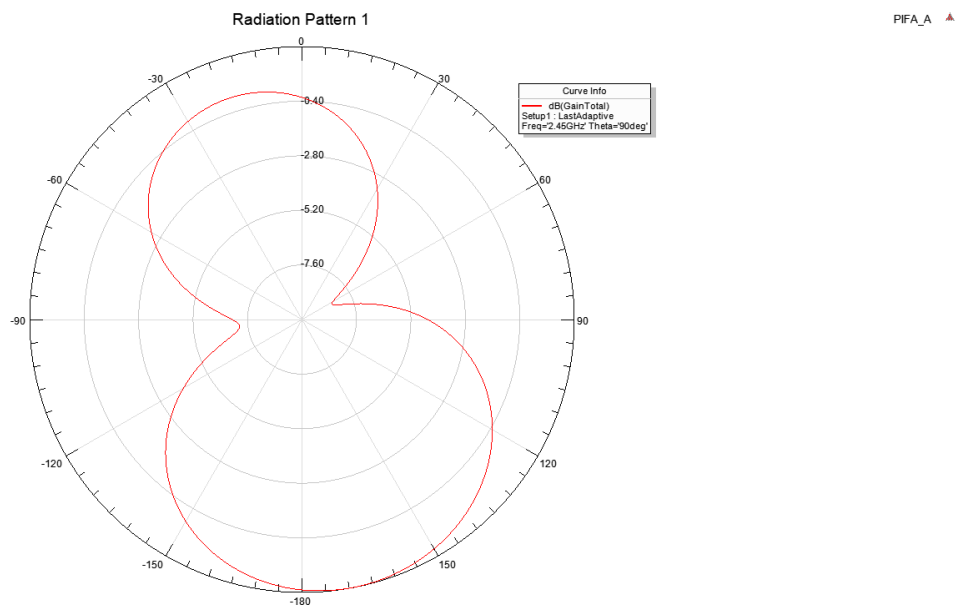


图 1-3 PIFA_A 型天线 XY 面增益图

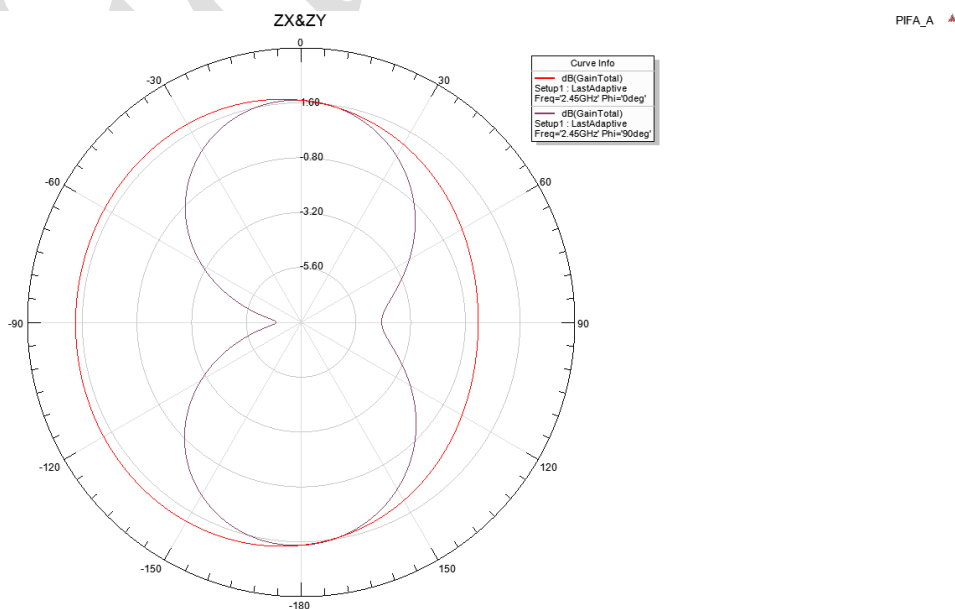


图 1-4 PIFA_A 型天线 ZX&ZY 面增益图（红色为 ZX 面，潜紫色为 ZY 面）

1.3.2.4 3D 增益图

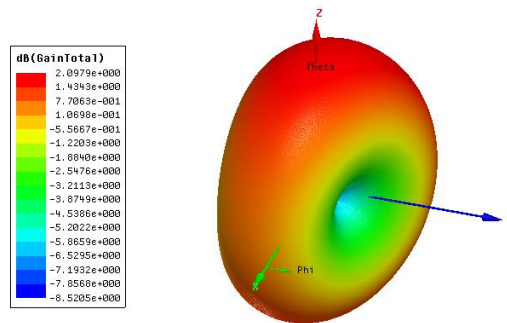
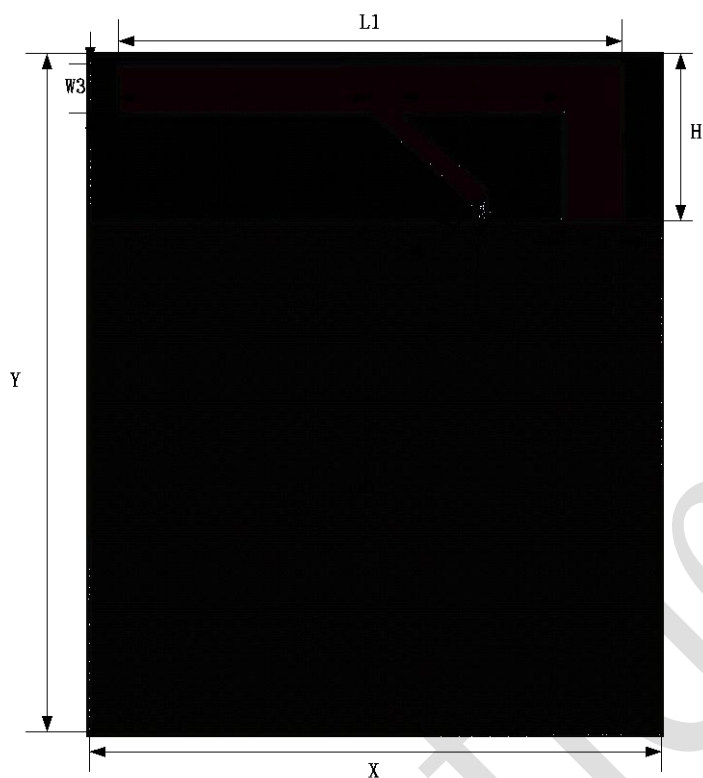


图 1-5 PIFA_A 型天线 3D 增益图

1.4 PIFA_B 型天线

1.4.1 PIFA_B 型天线的结构和尺寸：



X	29mm
Y	34.5mm
H	8.5mm
H1	8mm
H2	5.5mm
L1	25.5mm
L2	8.2mm
L3	5.9mm
L4	7.0mm
L5	12.8mm
W1	3mm
W2	1mm
W3	2.5mm

图 1-6 PIFA_B 型天线设计参考

1.4.2 仿真结果

1.4.2.1 S 参数仿真结果

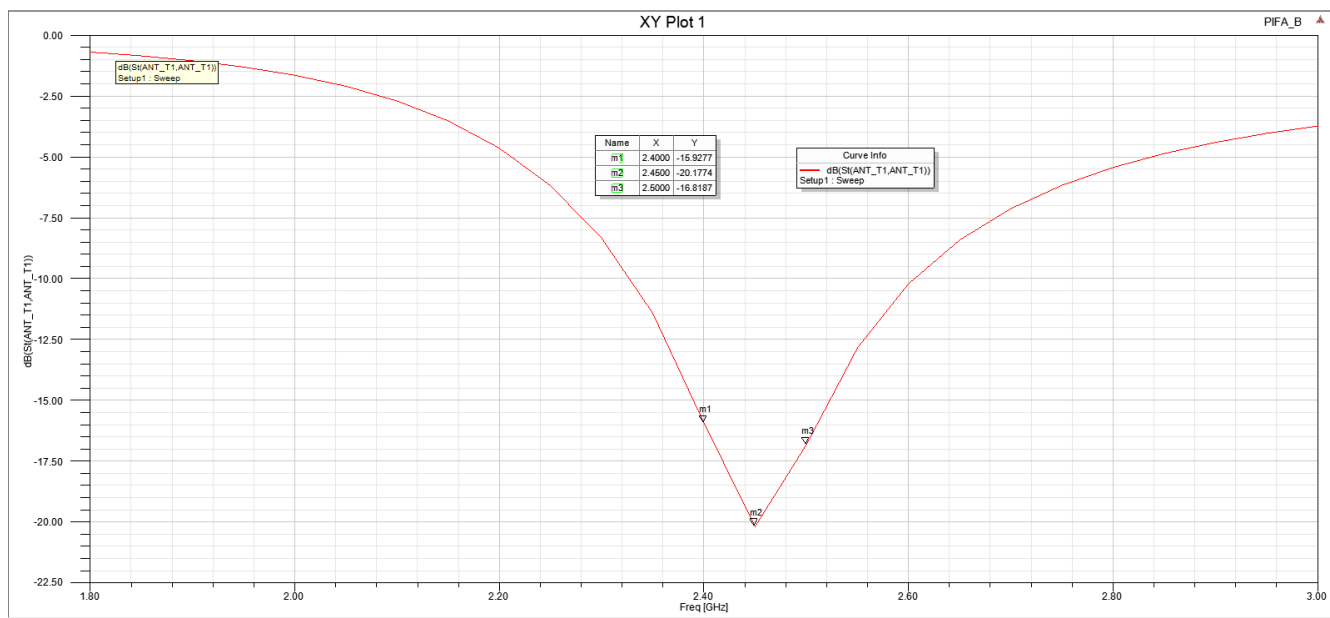
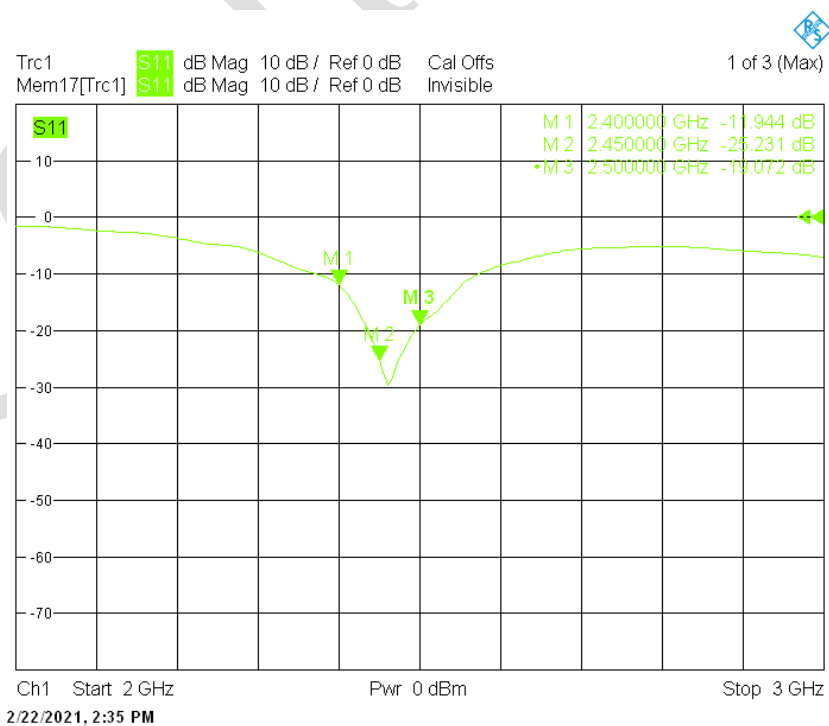


图 1-7 PIFA_B 型天线 S11 参数图

1.4.2.2 S 参数实测结果



1.4.2.3 2D 增益图

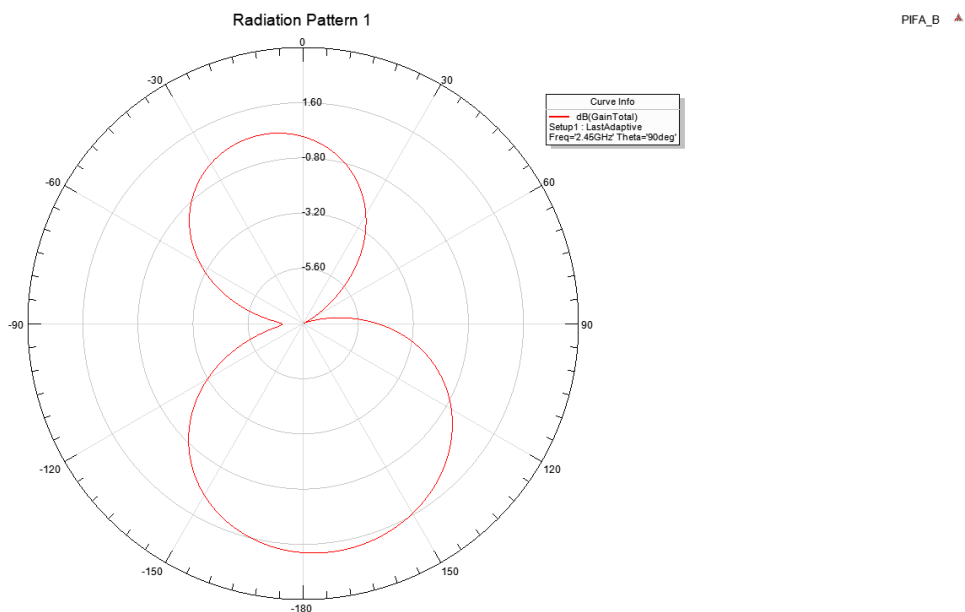


图 1-8 PIFA_B 型天线 XY 面增益图

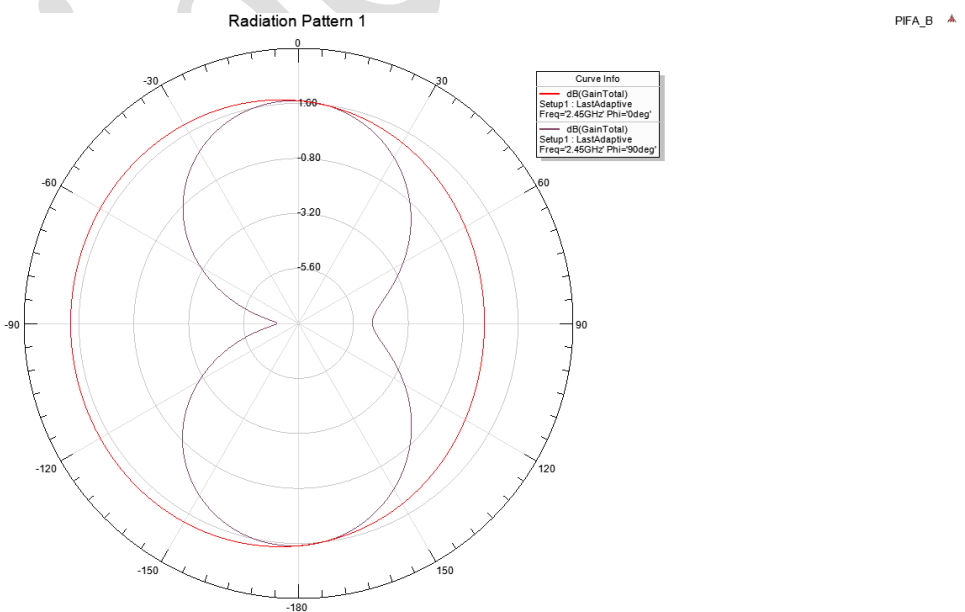


图 1-9 PIFA_B 型天线 ZX&ZY 面增益图（红色为 ZX 面，潜紫色为 ZY 面）

1.4.2.4 3D 增益图

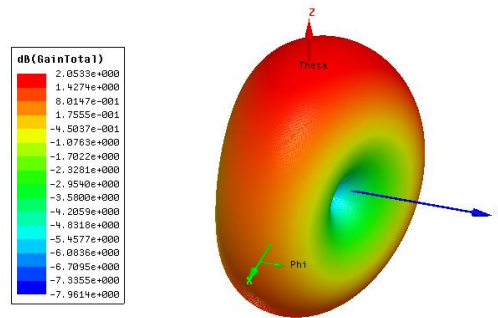
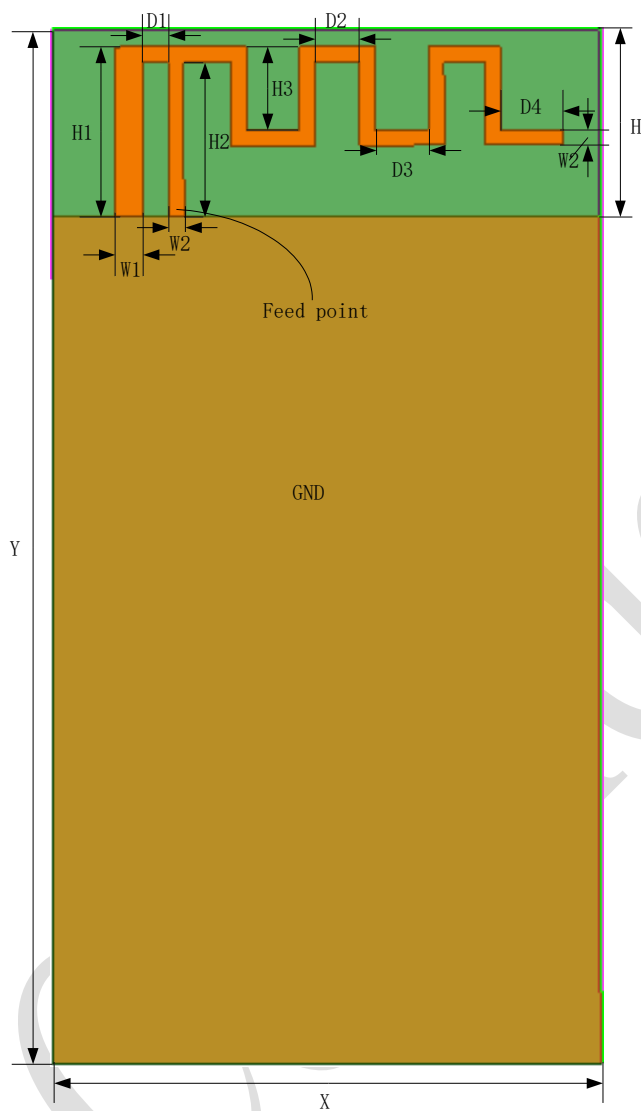


图 1-10 PIFA_B 型天线 3D 增益图

1.5 PIFA_C 型天线

1.5.1 PIFA_C 型天线的结构和尺寸:



X	17.5mm
Y	33mm
H	6mm
H1	5.4mm
H2	4.9mm
H3	2.65mm
D1	0.8mm
D2	1.4mm
D3	1.7mm
D4	2mm
W1	0.9mm
W2	0.5mm

图 1-11 PIFA_C 型天线设计参考

1.5.2 仿真结果

1.5.2.1 S 参数仿真结果

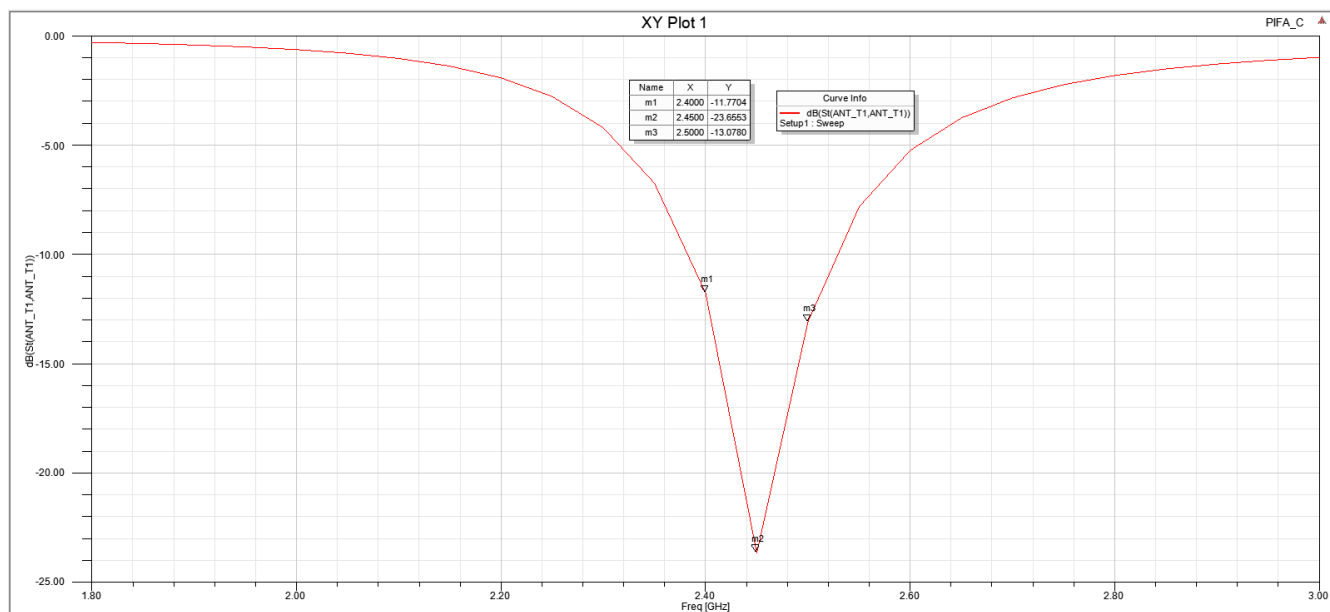
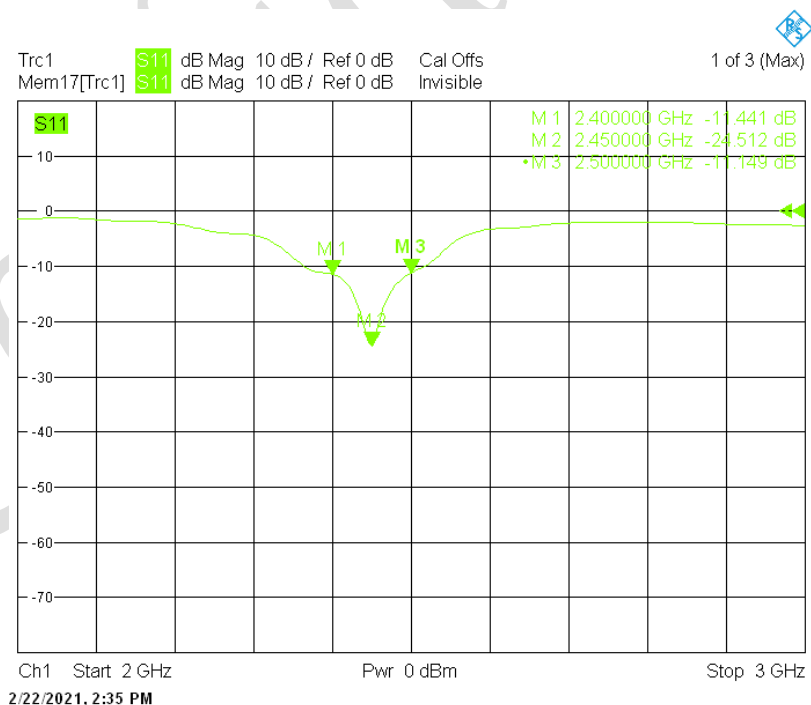


图 1-12 PIFA_C 型天线 S11 参数图

1.5.2.2 S 参数实测结果



1.5.2.3 2D 增益图

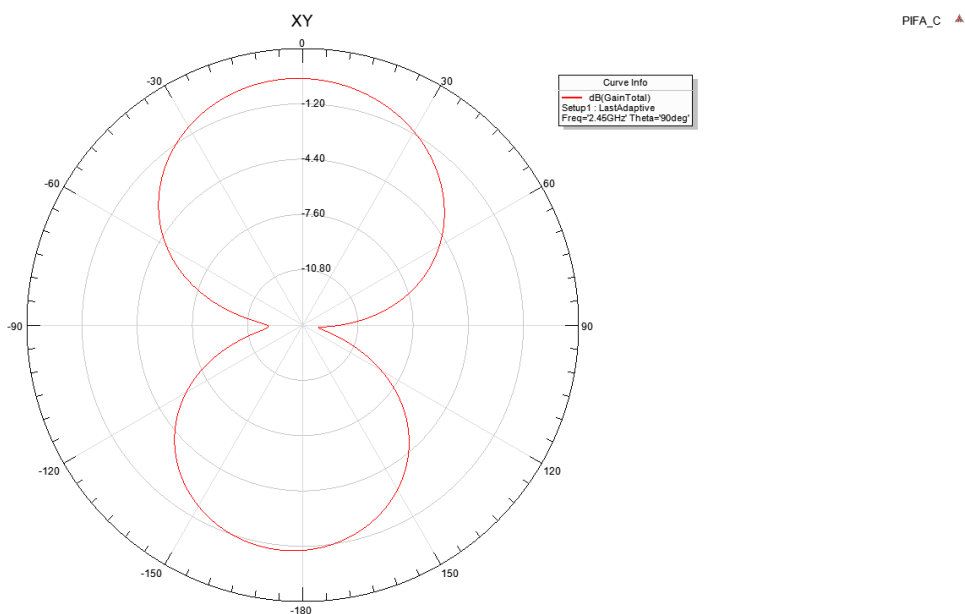


图 1-13 PIFA_C 型天线 XY 面增益图

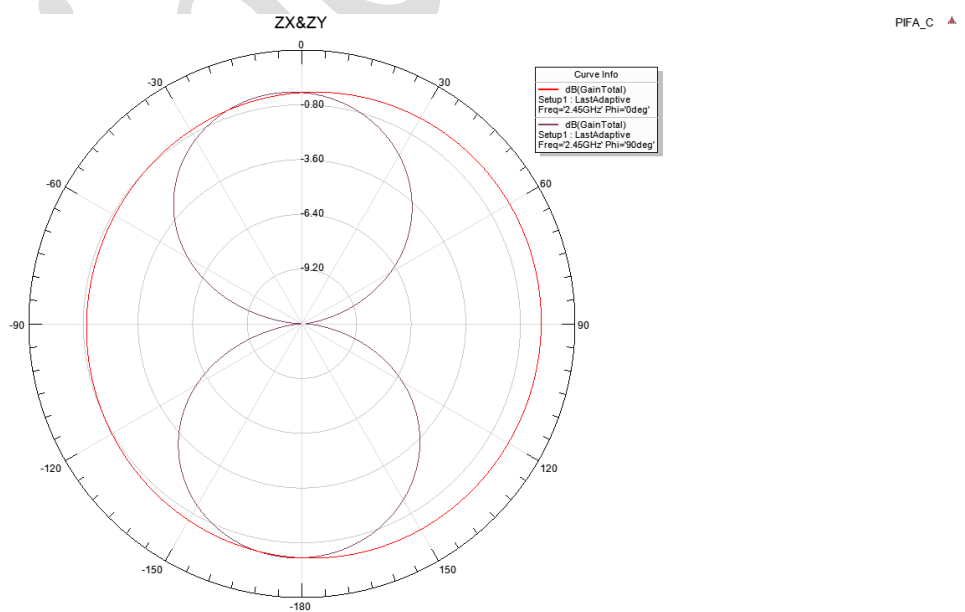


图 1-14 PIFA_C 型天线 ZX&ZY 面增益图（红色为 ZX 面，潜紫色为 ZY 面）

1.5.2.4 3D 增益图

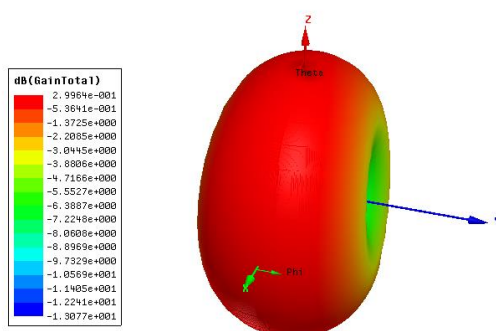
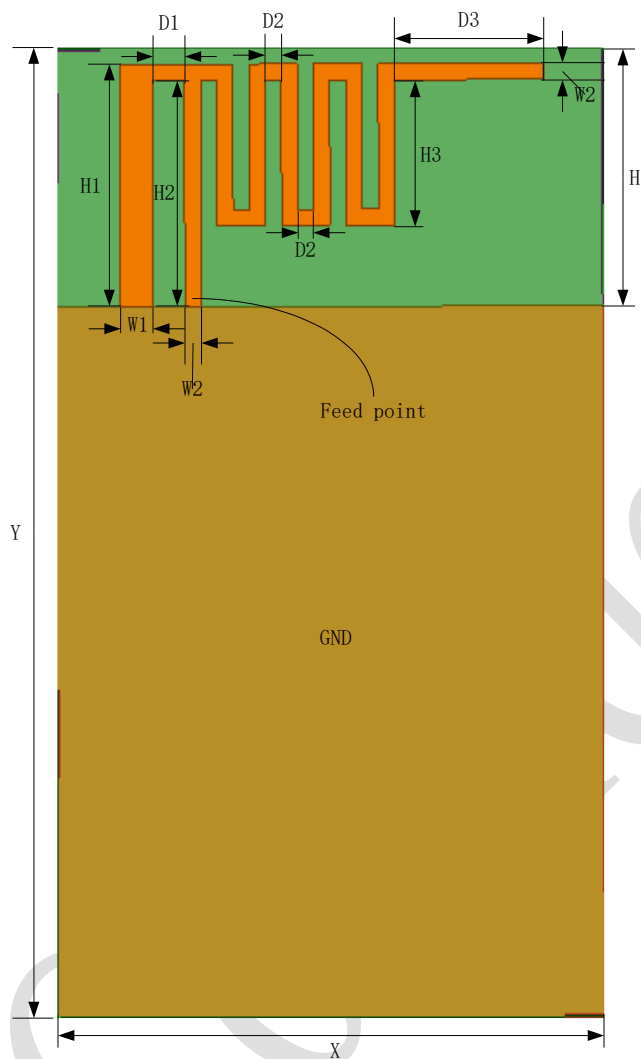


图 1-15 PIFA_C 型天线 3D 增益图

1.6 PIFA_D 型天线

1.6.1 PIFA_D 型天线的结构和尺寸:



X	17mm
Y	30mm
H	8mm
H1	7.5mm
H2	7mm
H3	4.5mm
D1	1.0mm
D2	0.5mm
D3	4.59mm
W1	1mm
W2	0.5mm

图 1-16 PIFA_D 型天线设计参考

1.6.2 仿真结果

1.6.2.1 S 参数仿真结果

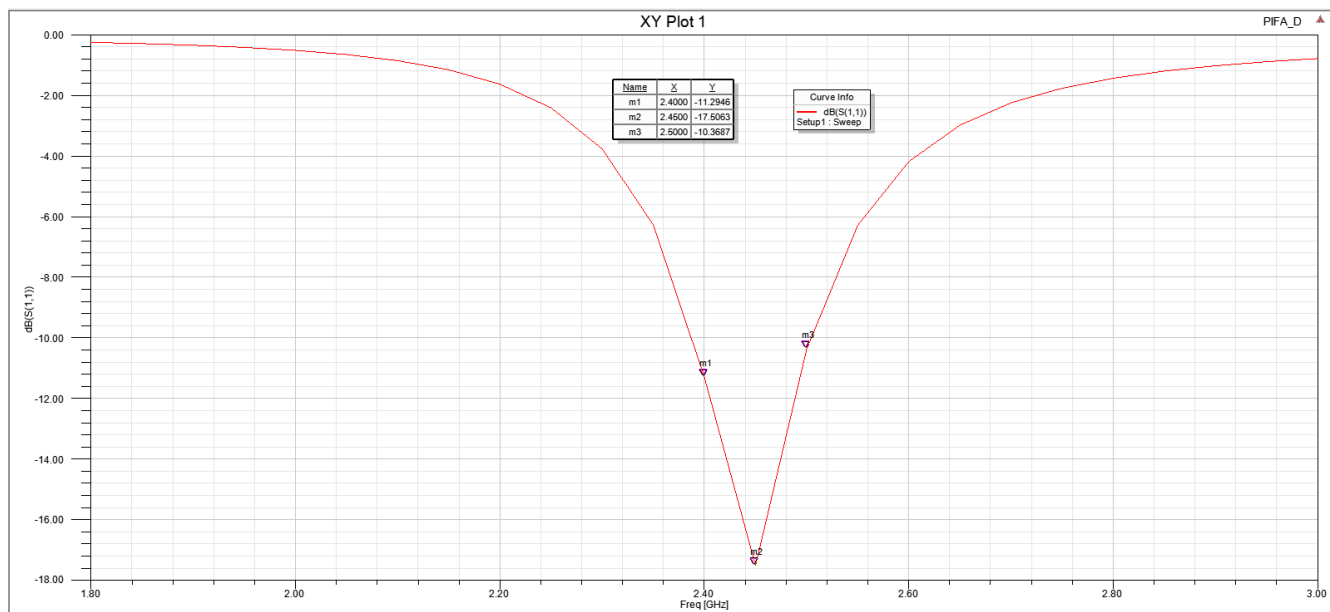
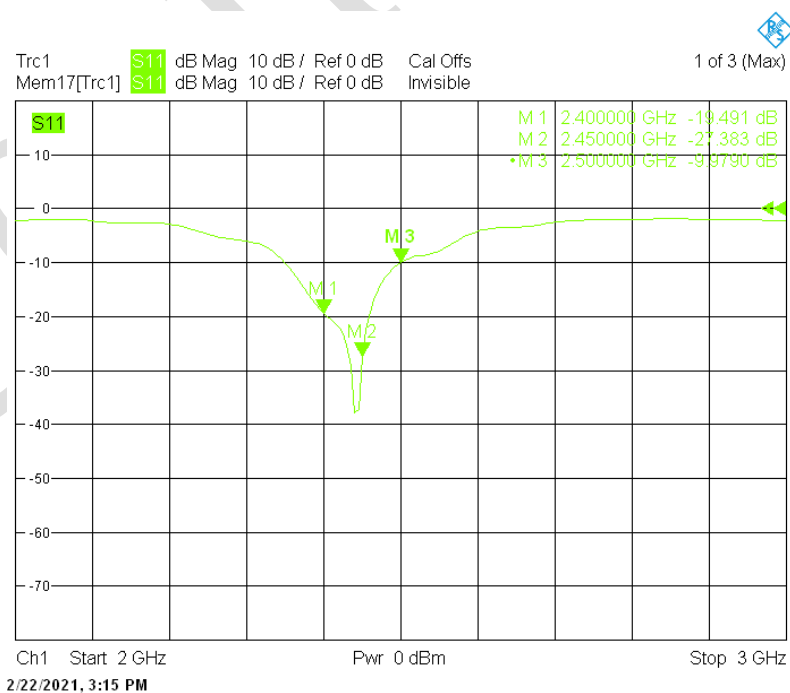


图 1-17 PIFA_D 型天线 S11 参数图

1.6.2.2 S 参数实测结果



1.6.2.3 2D 增益图

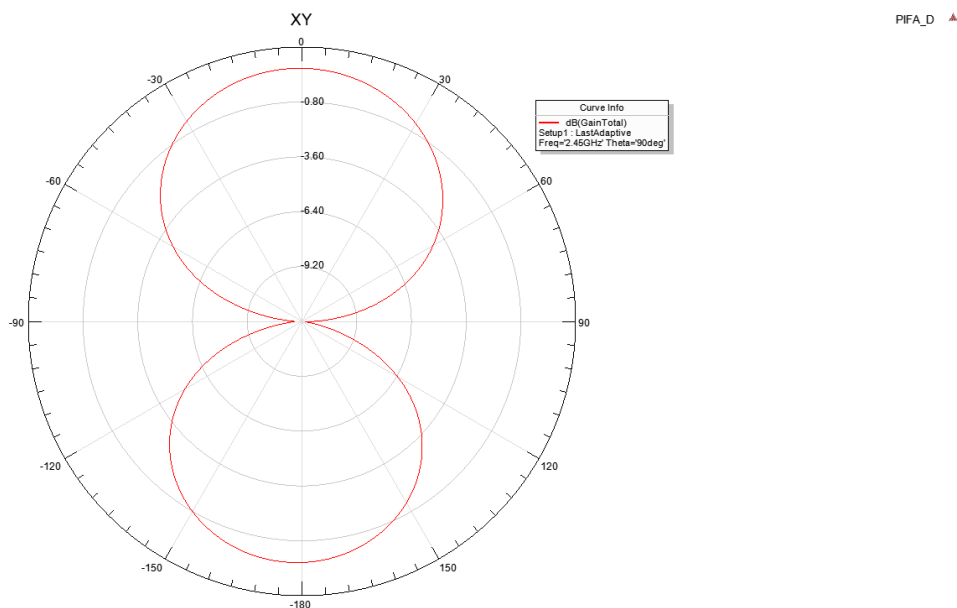


图 1-18 PIFA_D 型天线 XY 面增益图

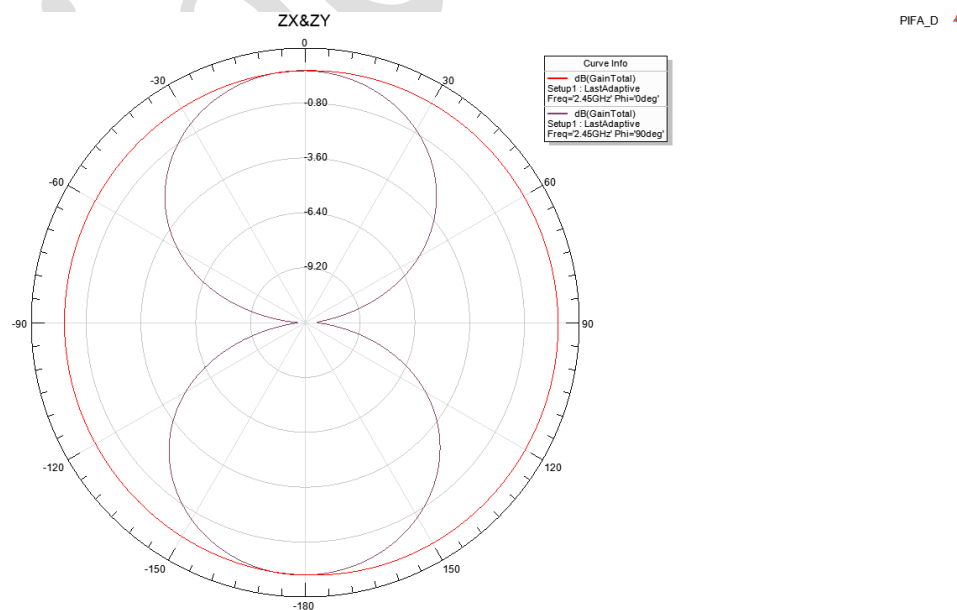


图 1-19 PIFA_D 型天线 ZX&ZY 面增益图（红色为 ZX 面，潜紫色为 ZY 面）

1.6.2.4 3D 增益图

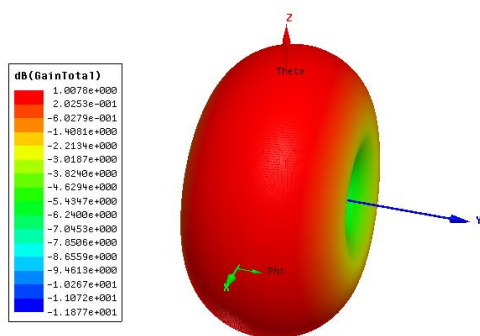
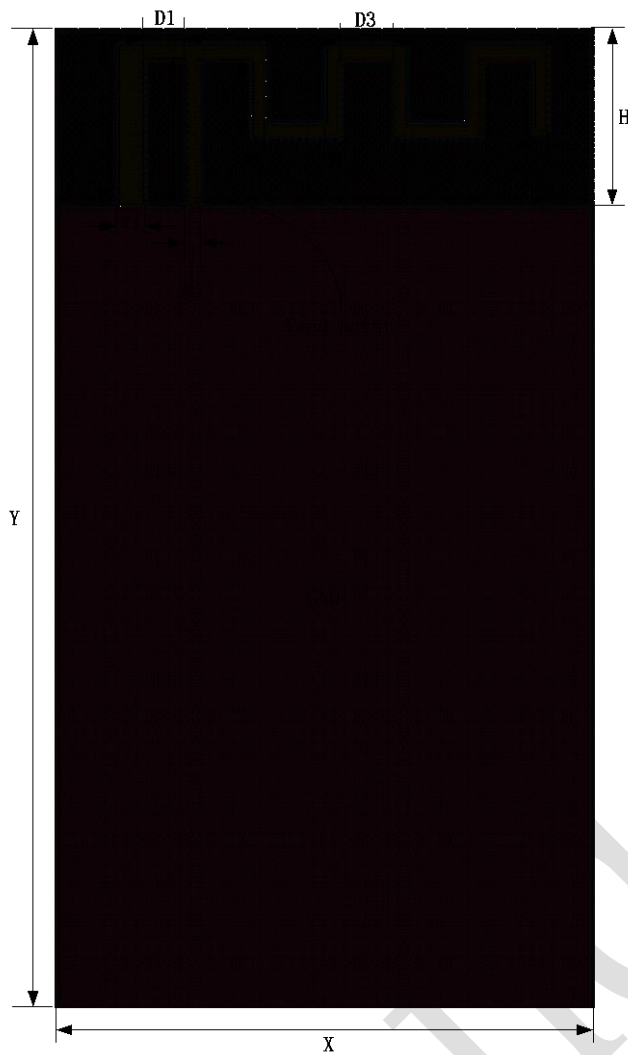


图 1-20 PIFA_D 型天线 3D 增益图

1.7 PIFA_E 型天线

1.7.1 PIFA_E 型天线的结构和尺寸:



X	18mm
Y	33mm
H	6mm
H1	5.4mm
H2	4.9mm
H3	2.64mm
H4	2.94mm
D1	1.4mm
D2	2mm
D3	1.7mm
W1	0.9mm
W2	0.5mm

图 1-21 PIFA_E 型天线设计参考

1.7.2 仿真结果

1.7.2.1 S 参数仿真结果

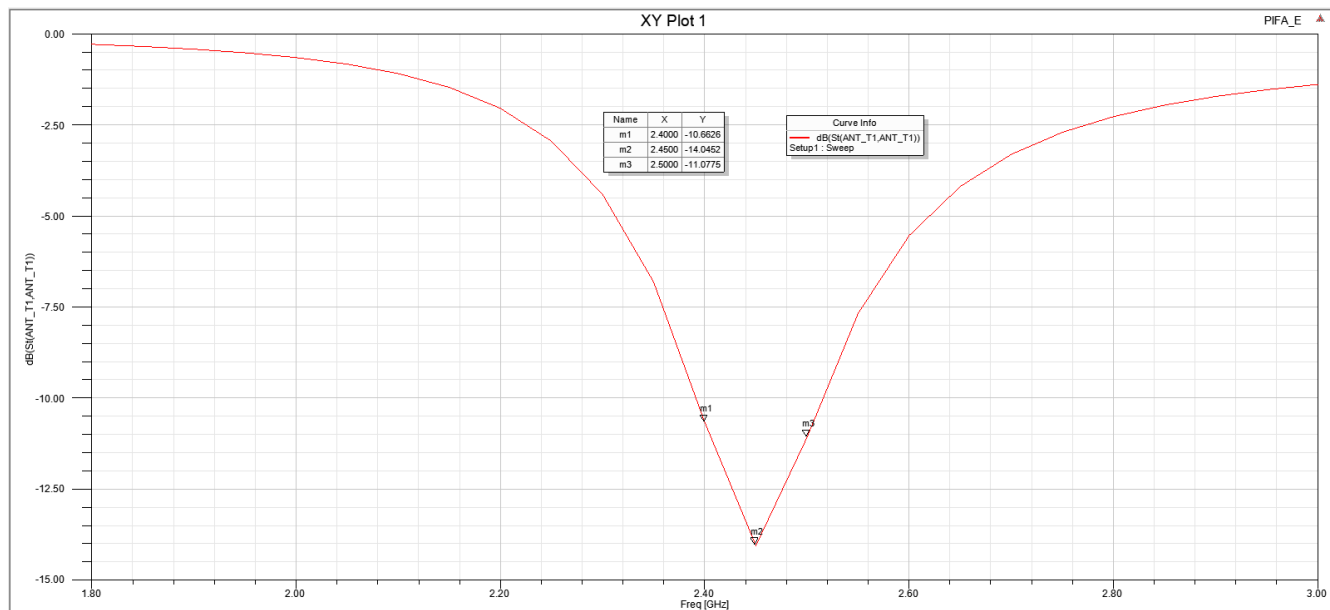
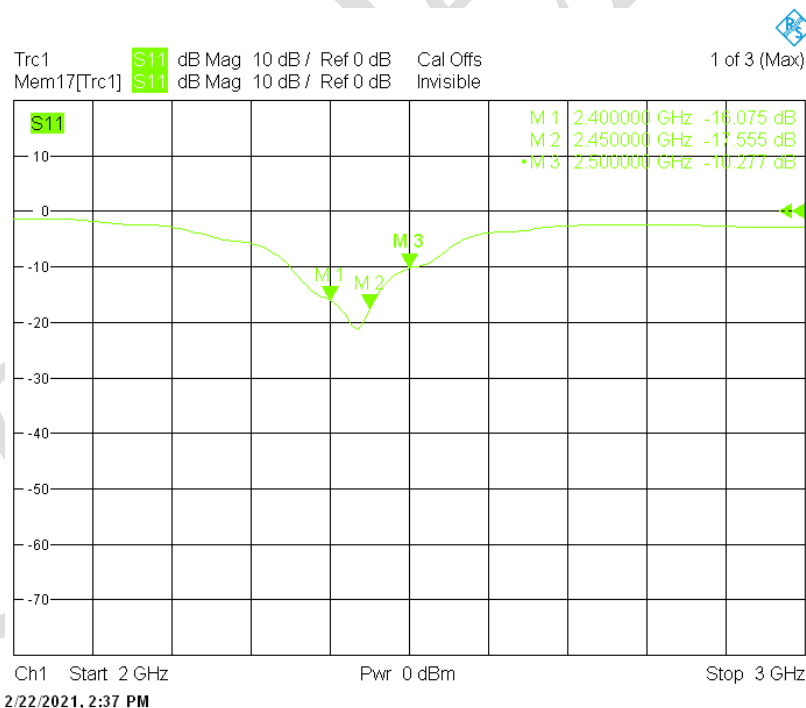


图 1-22 PIFA_E 型天线 S11 参数图

1.7.2.2 S 参数实测结果



1.7.2.3 2D 增益图

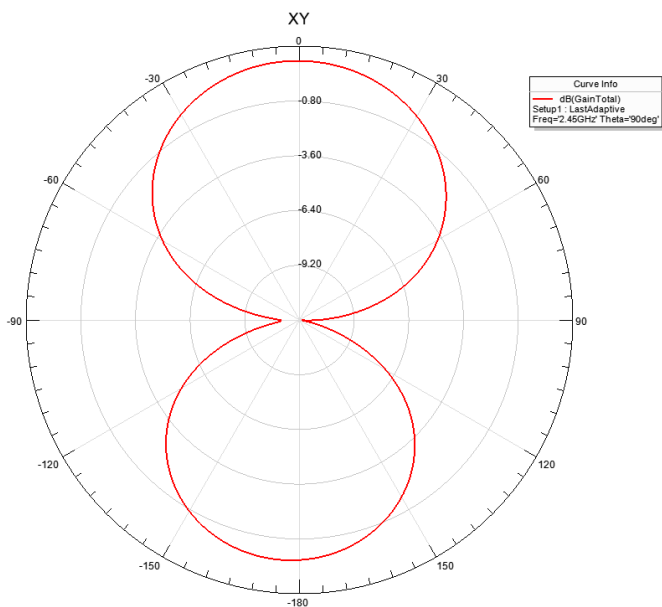


图 1-23 PIFA_E 型天线 XY 面增益图

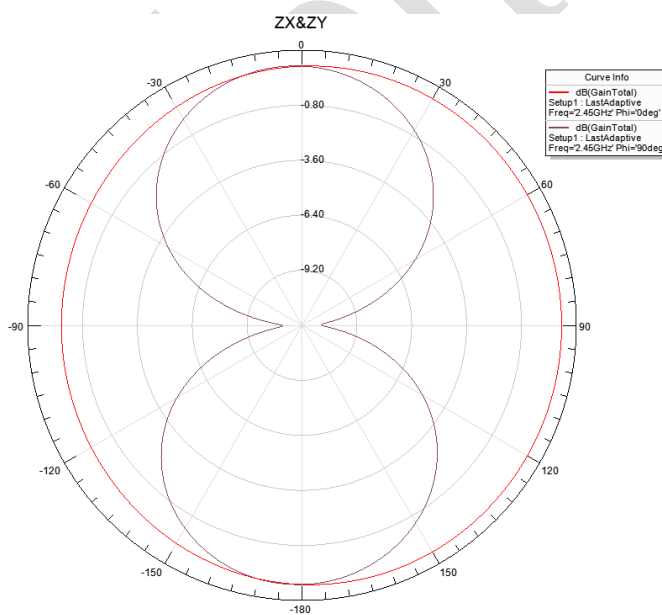


图 1-24 PIFA_E 型天线 ZX&ZY 面增益图（红色为 ZX 面，潜紫色为 ZY 面）

1.7.2.4 3D 增益图

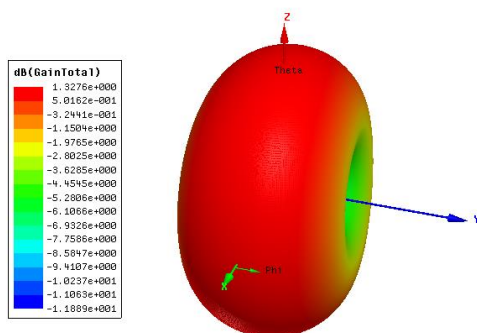


图 1-25 PIFA_E 型天线 3D 增益图

1.8 单极子型天线

1.8.1 单极子型天线的结构和尺寸:

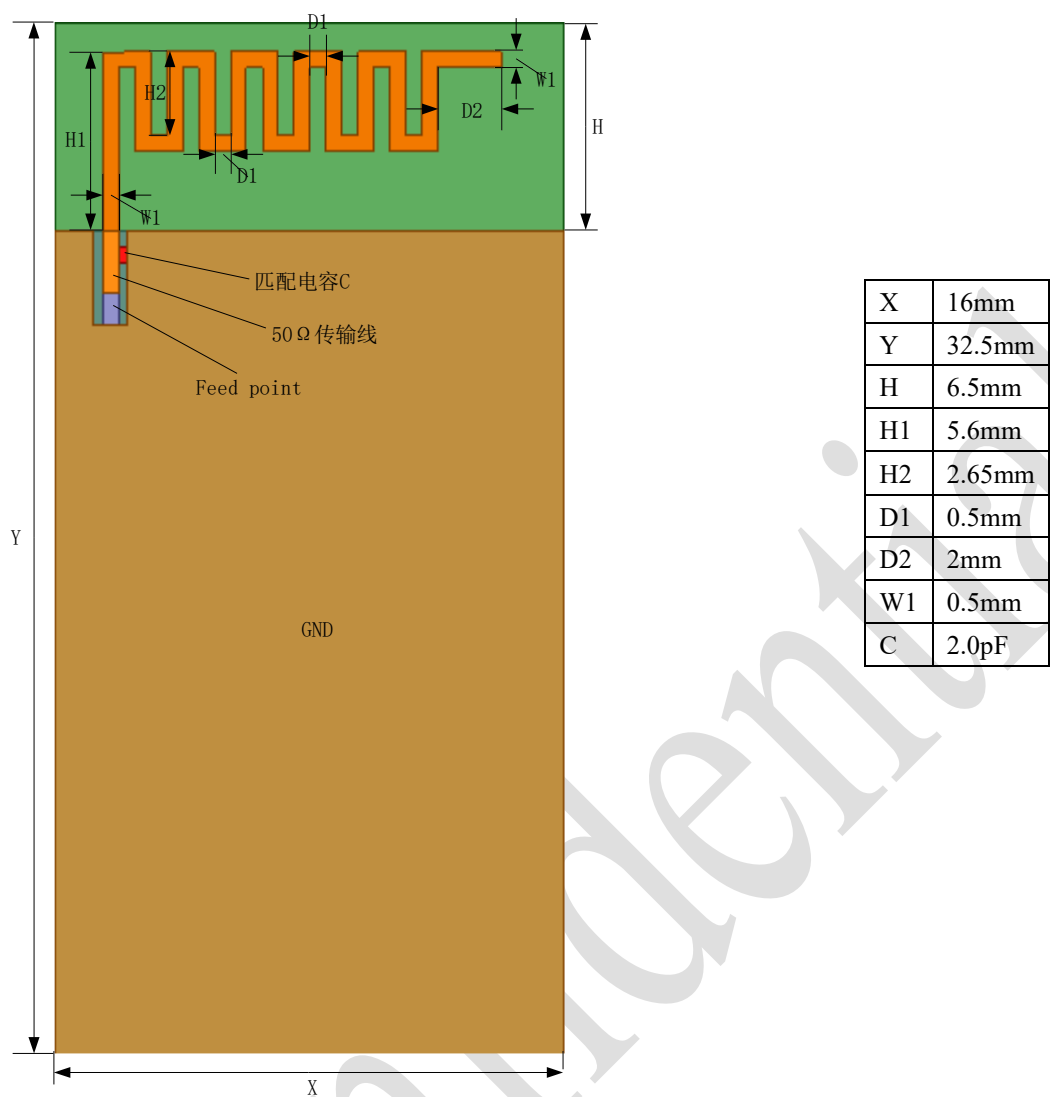


图 1-26 PIFA_F 型天线设计参考

1.8.2 仿真结果

1.8.2.1 S 参数仿真结果

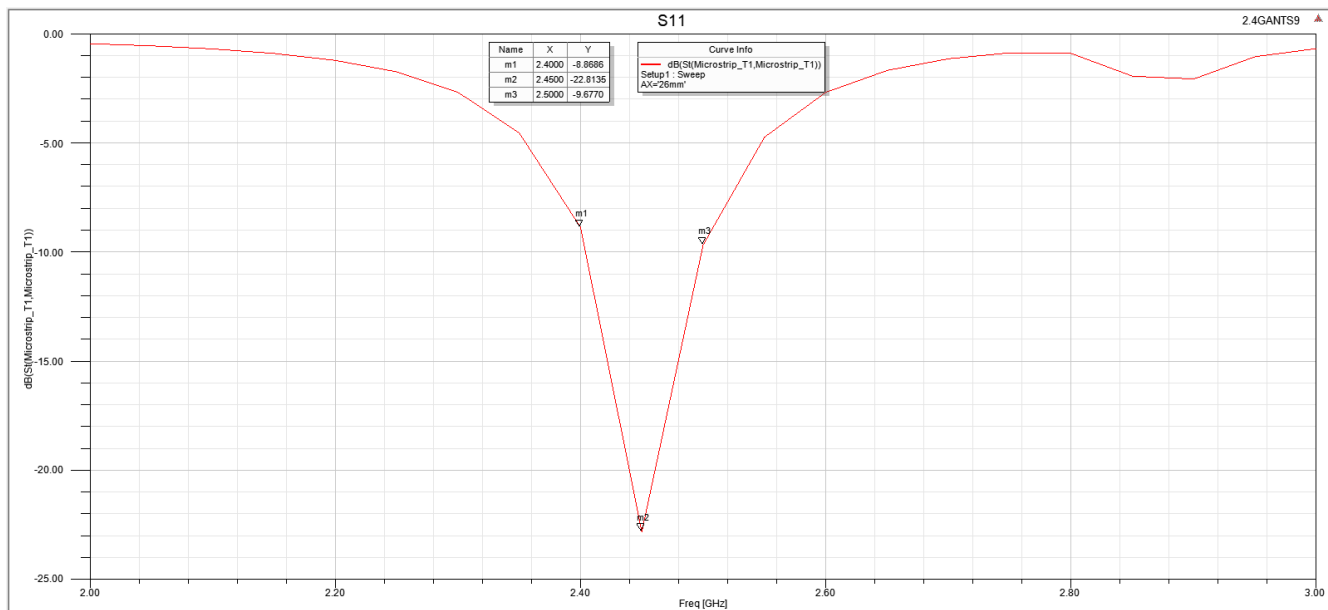
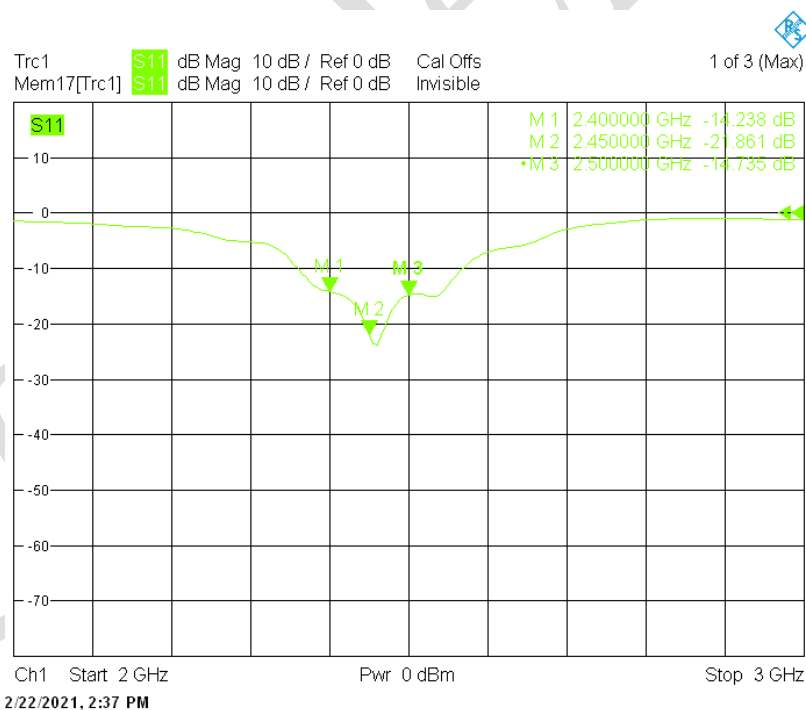


图 1-27 单极子型天线 S11 参数图

1.8.2.2 S 参数实测结果



1.8.2.3 2D 增益图

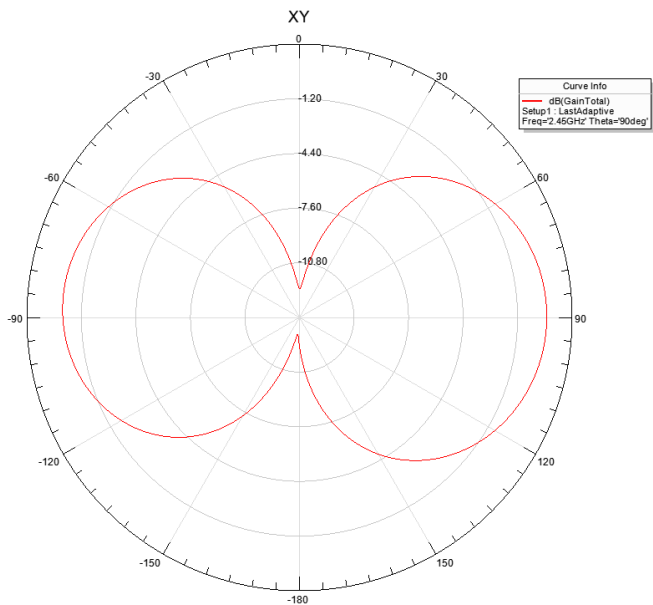


图 1-28 单极子型天线 XY 面增益图

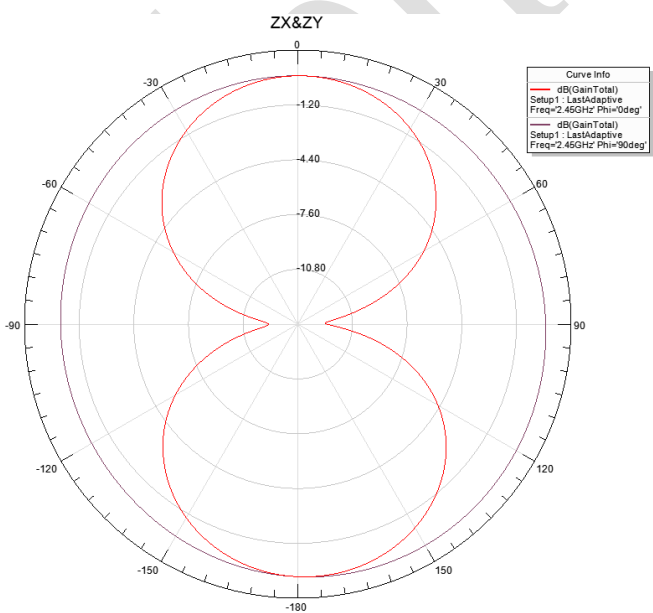


图 1-29 单极子型天线 ZX&ZY 面增益图（红色为 ZX 面，潜紫色为 ZY 面）

1.8.2.4 3D 增益图

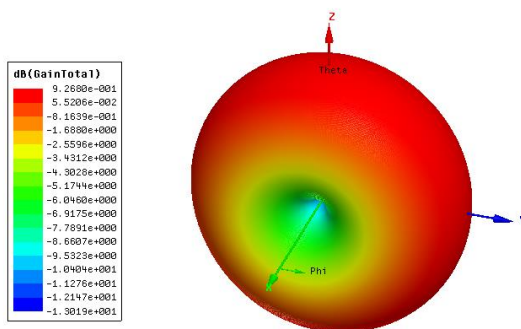


图 1-30 单极子型天线 3D 增益图

2 铜管天线参考

2.1 铜管天线要求

铜管天线是一款内径是同轴线，外径是铜管的天线，对于铜管天线的建议要求如下：

- 1) 天线的尺寸，按照四分之一波长来实现，大约 33mm；
- 2) 铜管天线的粗细，建议内径尽量用大于 1.13mm 以上的同轴线；
- 3) 关于导线天线的材质，同轴线用的较多的是镀锡或者铜；
- 4) 外壳接地尽量用铜管；

5) 导线天线的周围，净空区，远离电池等金属元件；

考虑到加工工艺和材质对于天线性能的影响，实际的天线效果，要根据最终的测试结果来确定。

Confidential