

MStar Confidential
for MStar Mobile
手机内置式天线设计 jq. wang
Licensed Customer
Use Only

- Directionality (方向性系数)
天线辐射方向性参数。天线据此可分全向 (omni-directional) 和定向 (directional)。
- Gain (增益)
天线增益定义为规定方向的天线辐射强度和参考天线之比。
- Efficiency (效率)
 $\text{Gain} = \text{Directionality} \times \text{Efficiency}$
 $\text{Efficiency} = \text{Output Power} / \text{Input Power}$

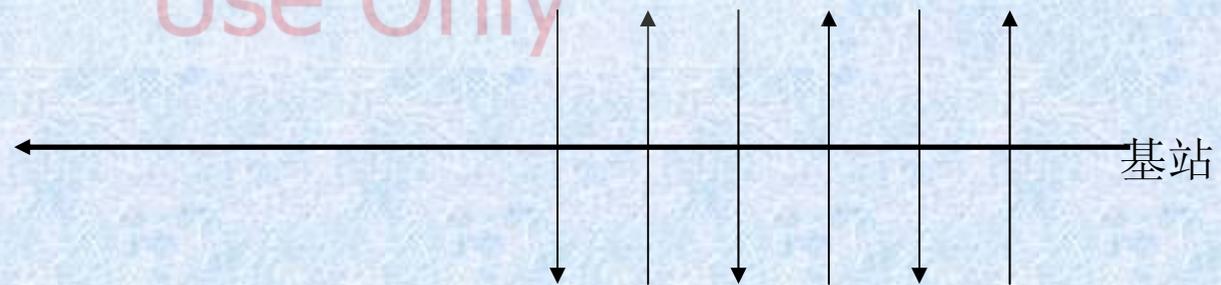
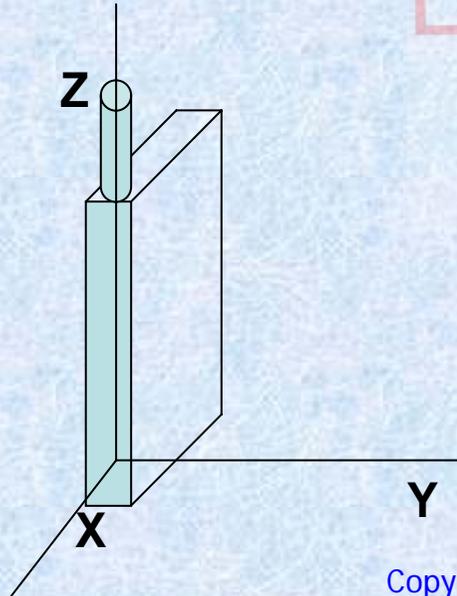
- Polarization (极化)

天线远场处电矢量轨迹。分线极化、圆极化、椭圆极化。

一般手机外置 (stubby) 天线在H面接近线极化, PIFA和 Monopole极化复杂。

基站入射波为线极化, 方向与地面垂直。

XY平面为H面, YZ面E1面, XZ面E2面。



天线原理

- 一个理论上的各向同性（Isotropic）天线有全立体角相等的方向分布。
- 该天线可作为其它天线的参照。

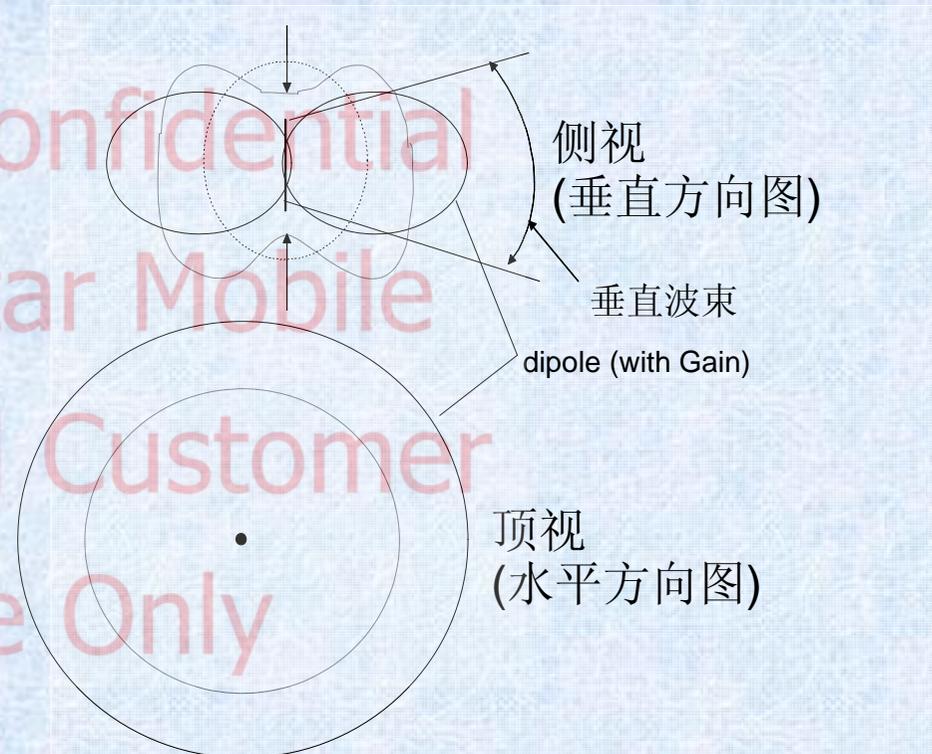


偶极天线

- 偶极天线方向图侧视

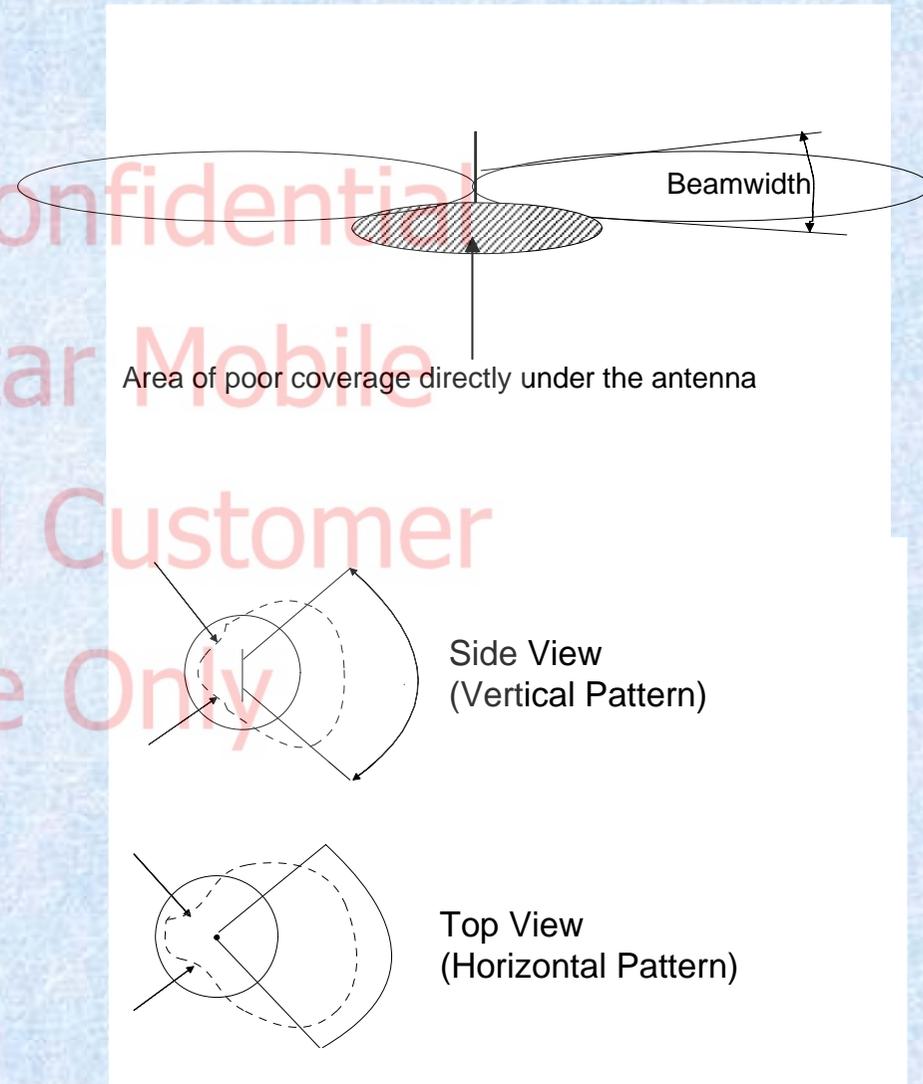
看来Isotropic方向图垂直方向收到“挤压”，水平方向则扩大了覆盖范围。

- 增益越高，垂直方向波束越窄，水平方向覆盖面积越大。



全向和定向

- 右上图为一高增益全向天线。垂直方向波束窄，阴影为天线不能覆盖范围。水平方向则覆盖面积很大。
- 右下图显示方向图被“挤压”向一个方向，辐射能量在一定角度分布较大。而背面能量分布少。



- **EIRP** (Effective Isotropic Radiated Power)

$$\text{EIRP} = \text{transmitter power} + \text{antenna gain} - \text{cable loss}$$

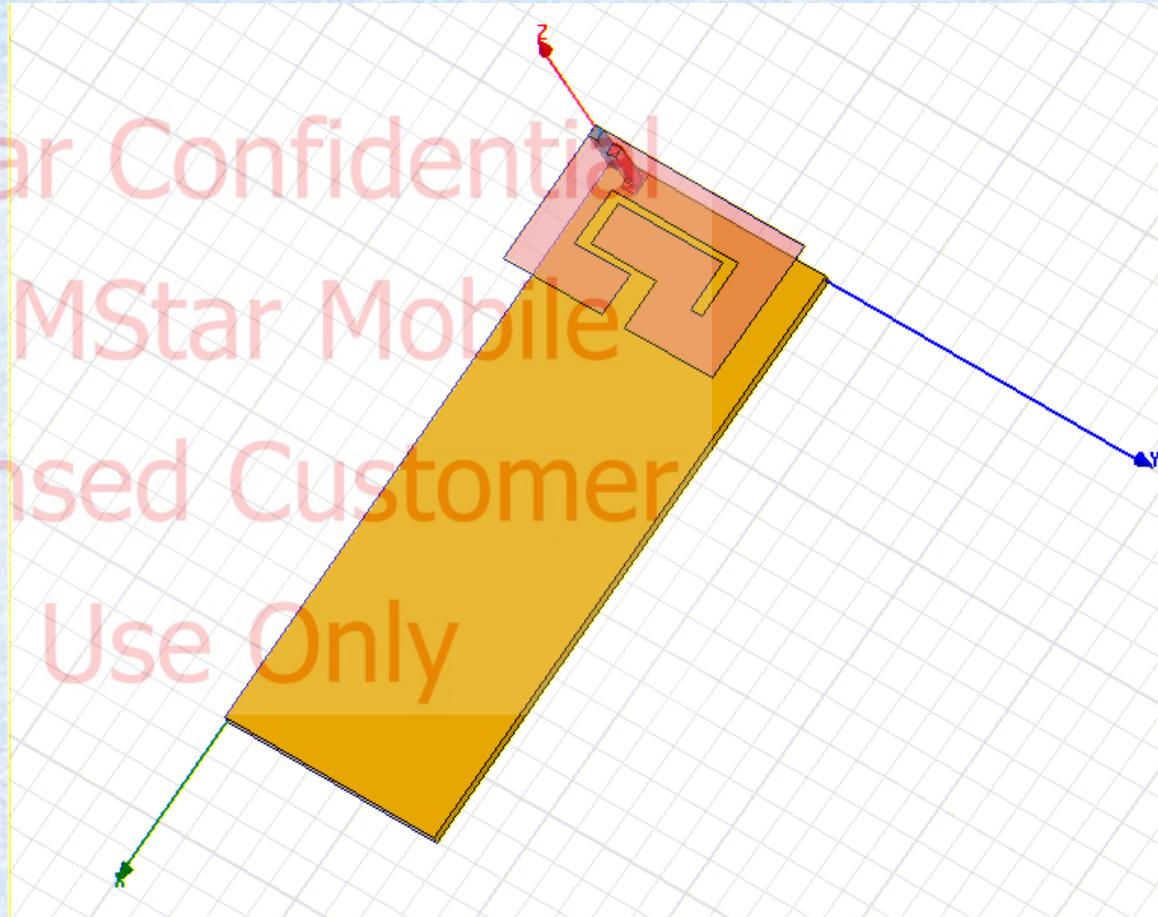
Power Setting	dBm	Gain@ 6 dBi Patch	EIRP
100 mW	20 dBm	6 dBi	26 dBm
50 mW	17 dBm	6 dBi	23 dBm
30 mW	15 dBm	6 dBi	21 dBm
20 mW	13 dBm	6 dBi	19 dBm
15 mW	12 dBm	6 dBi	18 dBm
5 mW	7 dBm	6 dBi	13 dBm
1 mW	0 dBm	6 dBi	6 dBm

内置天线分类

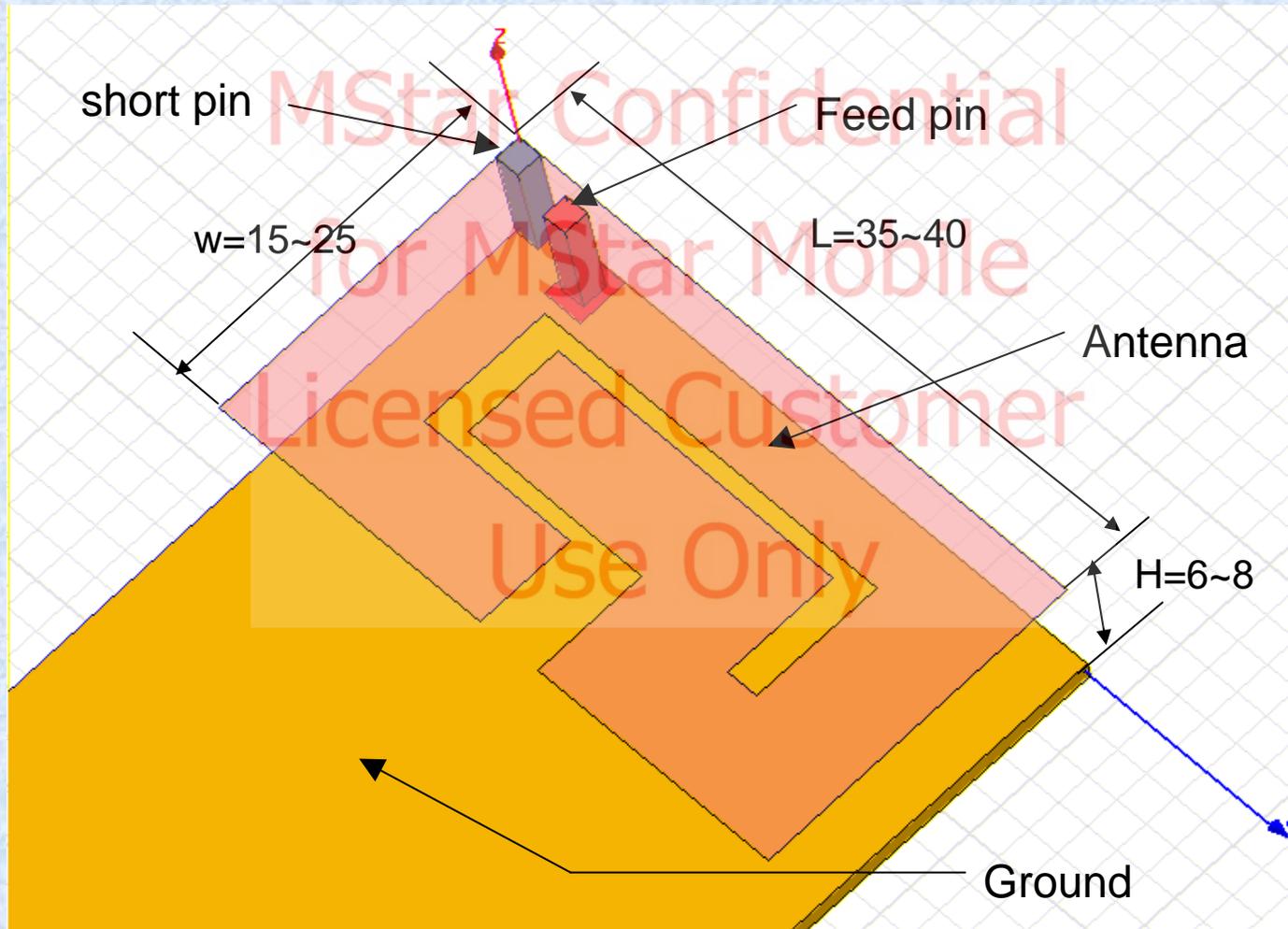
- PIFA
Planar Inverted F Antenna
- Internal Planar Monopole
内置平面单极天线
- Internal Helix
内置螺旋天线

手机结构 vs PIFA天线（直板机）（一）

- 典型PIFA形式, GSM/DCS(/PCS)
- 位于手机顶部
- 面向Z轴正向, 与电池同侧。

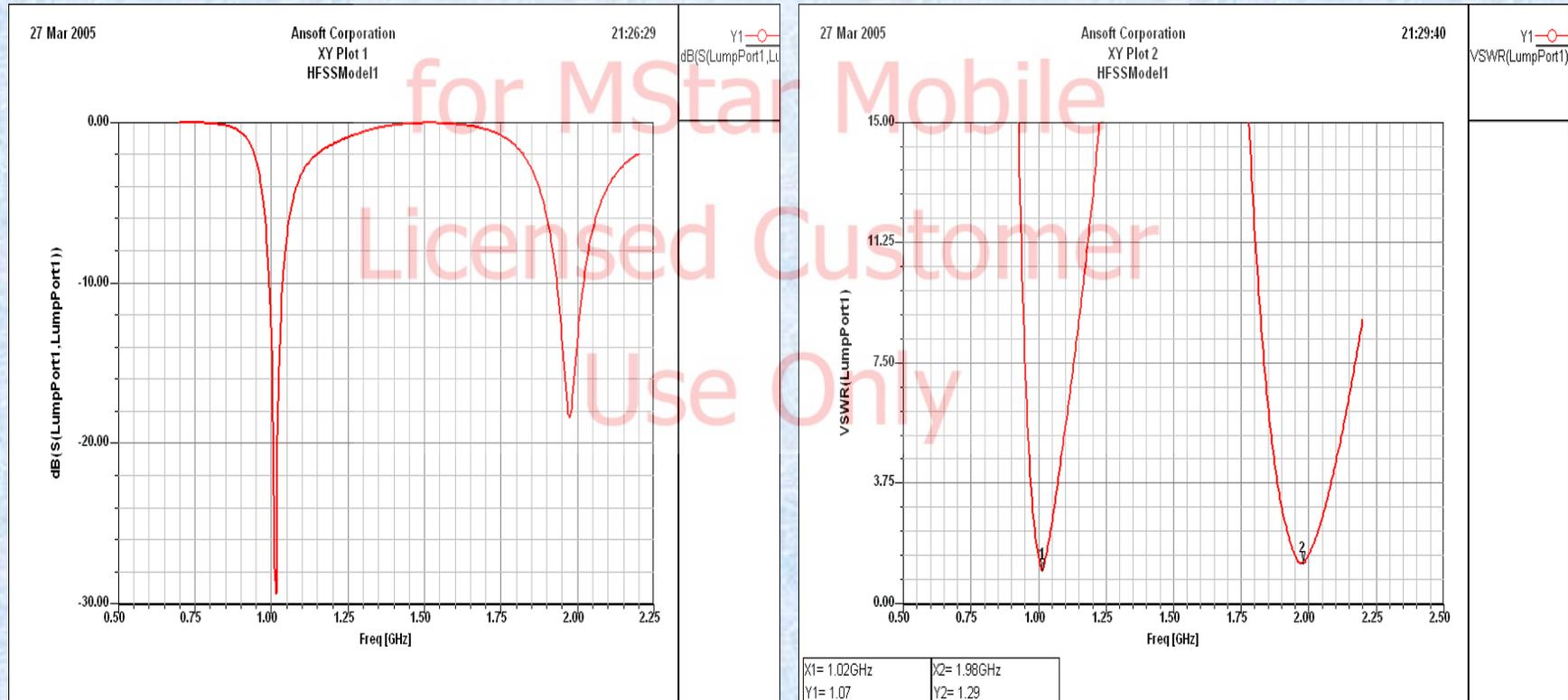


手机结构 vs PIFA天线（直板机）（二）



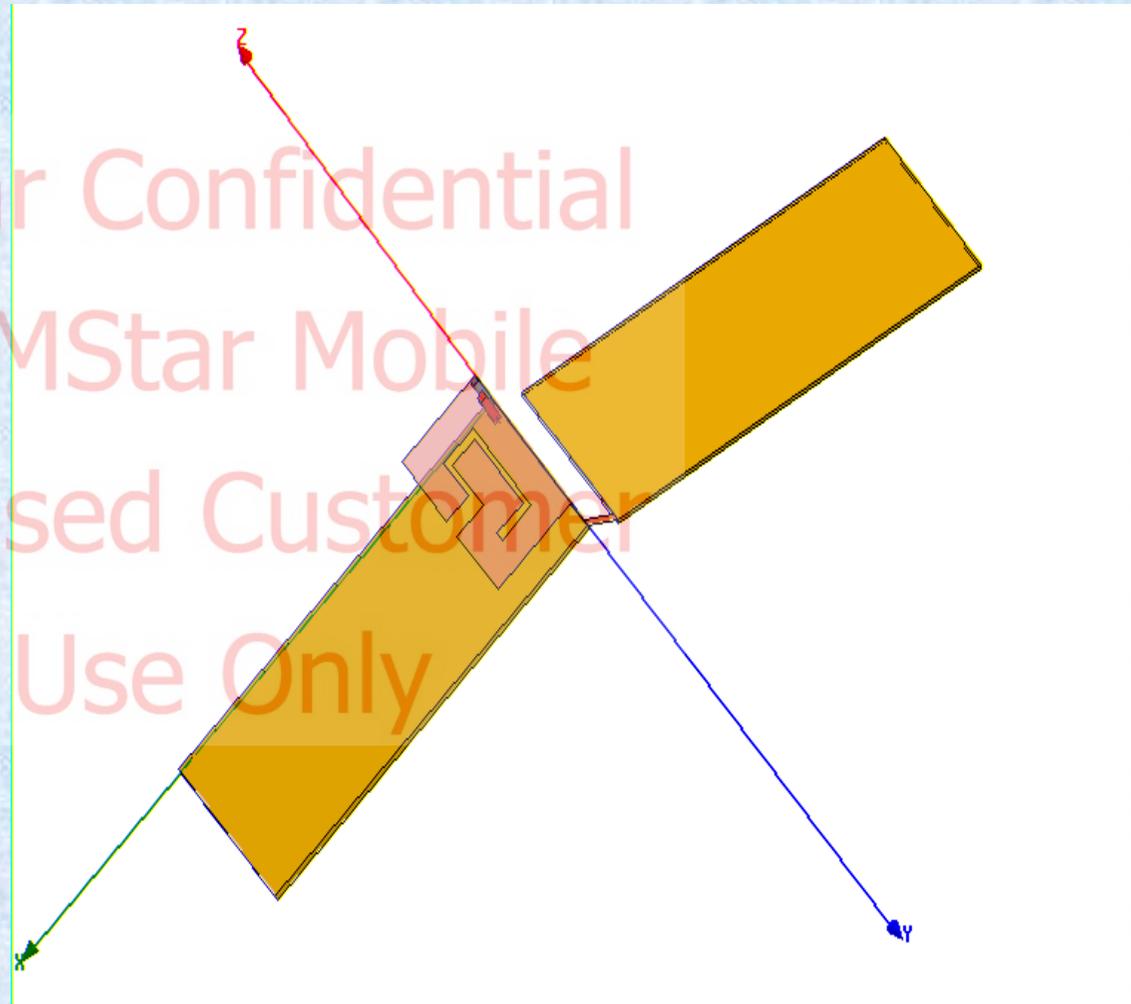
手机结构 vs PIFA天线（直板机）（二）

- Return Loss（回波损耗S11）



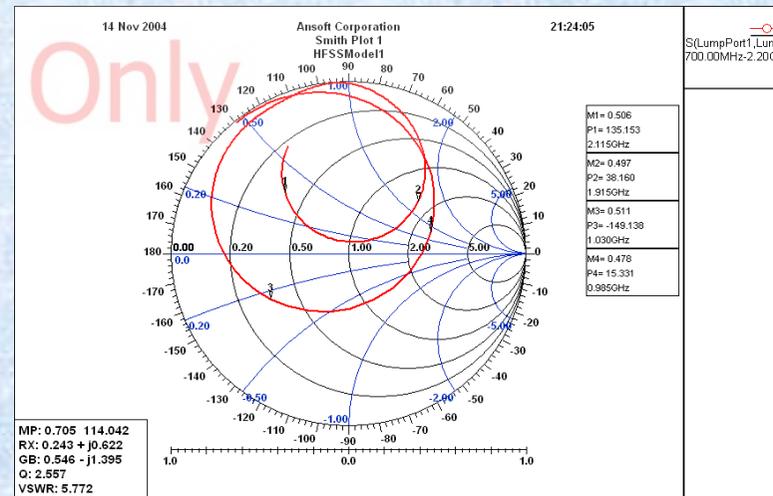
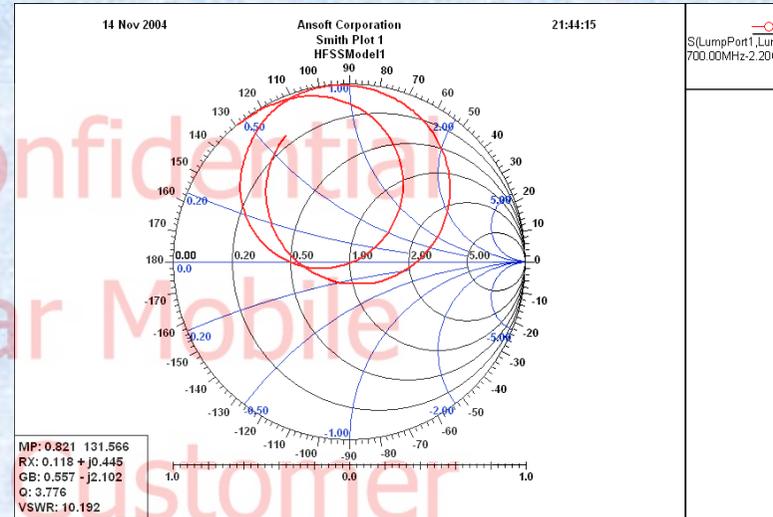
手机结构 vs PIFA天线（翻盖或滑盖）（一）

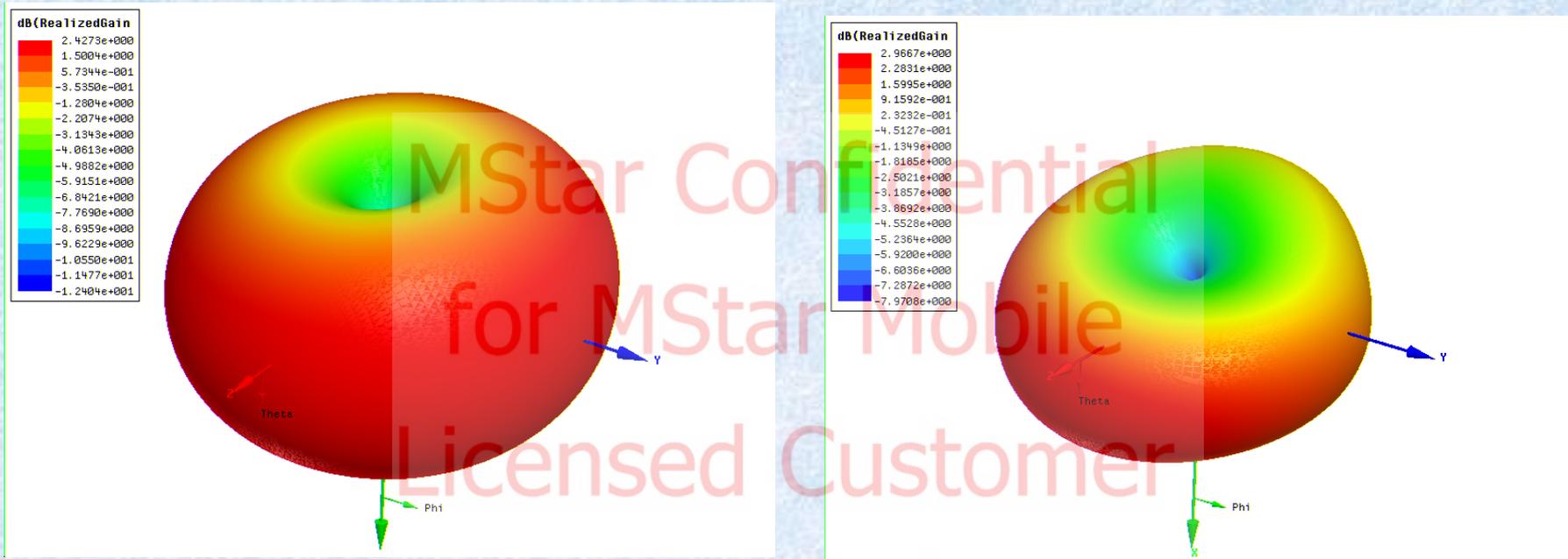
- 翻盖手机合盖状态，天线表现与直板机无异。
- 开盖状态，上下盖PCB都为地，天线由在地顶端变为处于地中央。



手机结构 vs PIFA天线（翻盖或滑盖）（二）

- 右二图为合、开两种状态下天线S11参数的Smith圆图。右上图为合盖，右下为开盖。
- 由右图可见两种状态下天线工作状态发生较大变化。通常低频谐振降低。





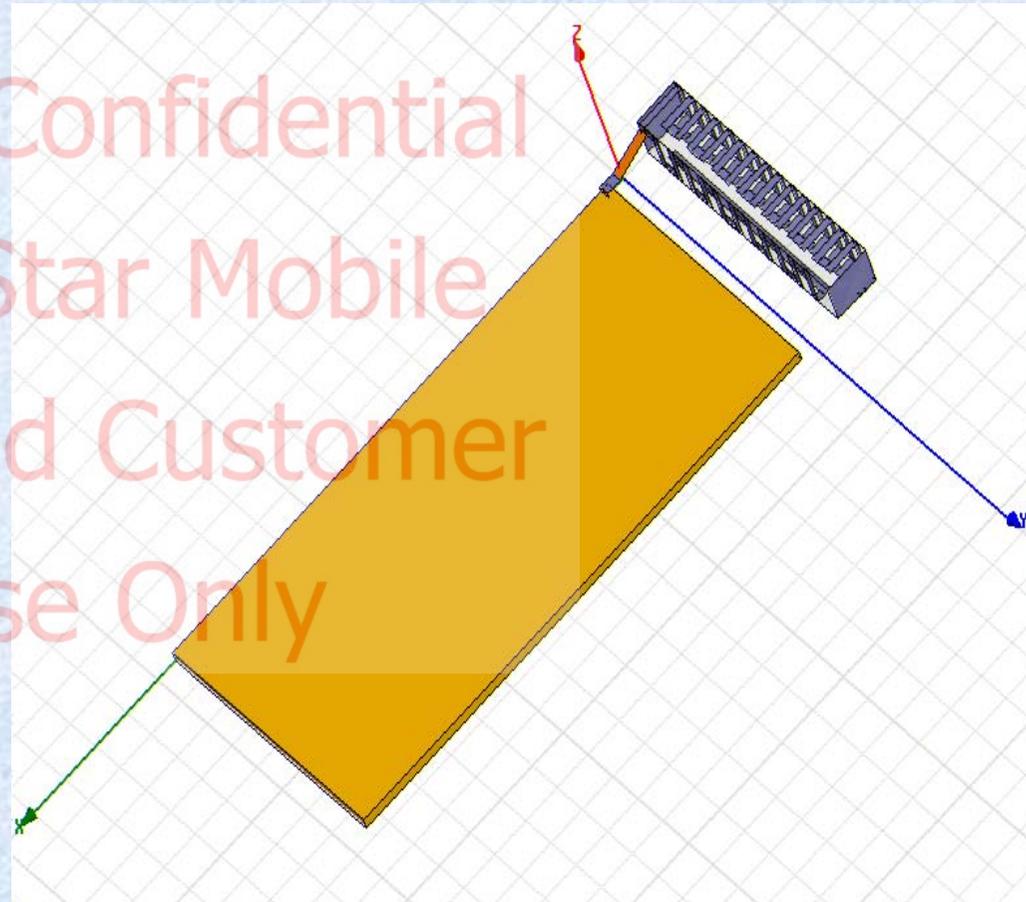
- 以上二图分别为直板（左）、翻盖（右）@1GHz时的增益方向图。
- 由于翻盖打开，增益比直板状态增大了。直板状态全向性好，翻盖状态则背向增益变小。

PIFA的局限

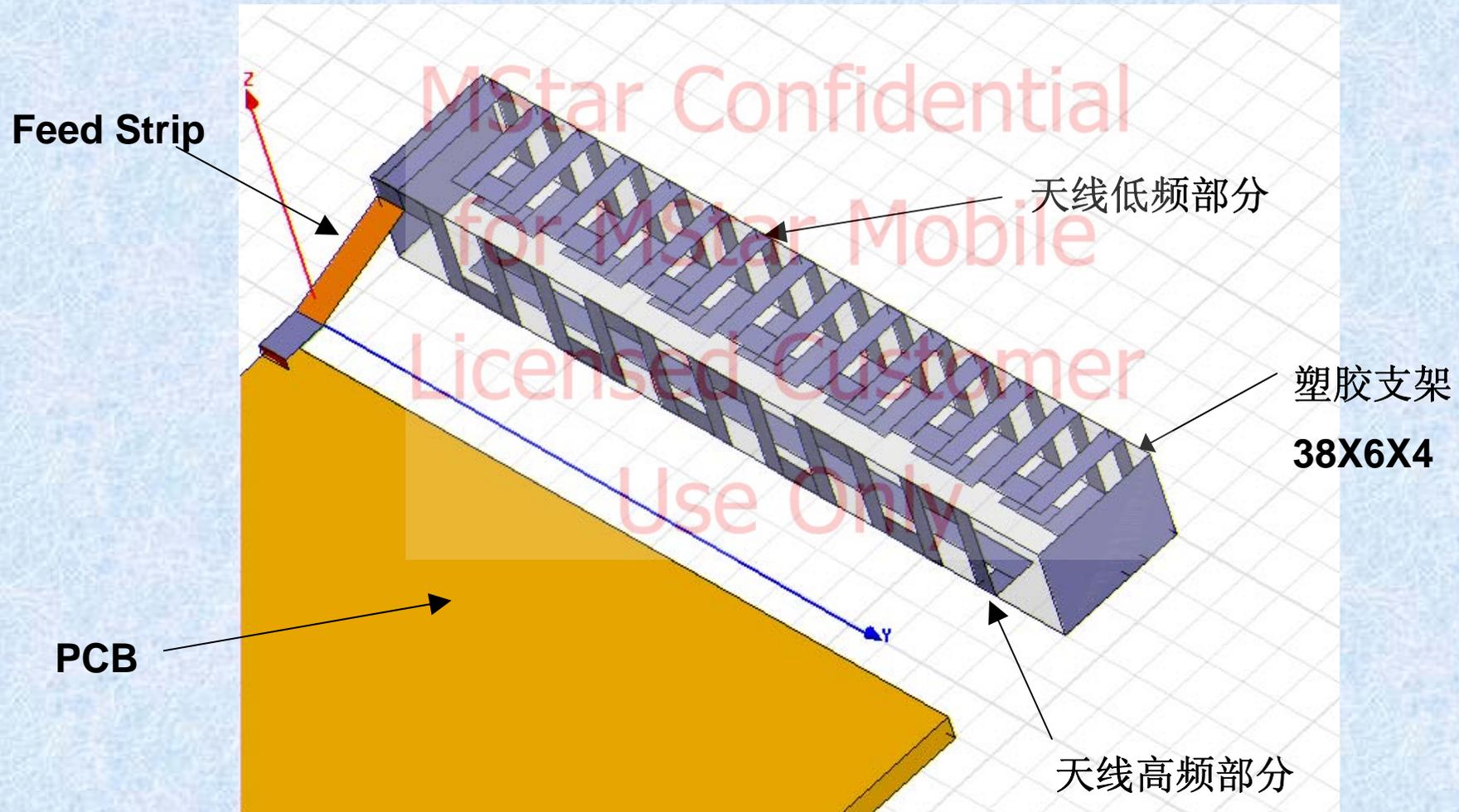
- PIFA脱胎于带短路微带天线，有带宽窄的先天缺点。
- PIFA增益偏低。
- 结构单调，不易与当今灵活多变的手机结构相适应。
- 面对3G和多模手机的要求，一个手机的天线（组）必须同时面对900（800）MHz、1700MHz~2200MHz如此宽广电磁波谱的要求。PIFA显得力不从心。

内置平面Monopole出现的现实意义

- 多模手机对多频段天线的要求
- Monopole的大带宽和高增益，足以应付3G时代跨越2GHz的几百兆带宽需求。
- 内置平面Monopole结构灵活，易于与当今多变的手机结构相配合



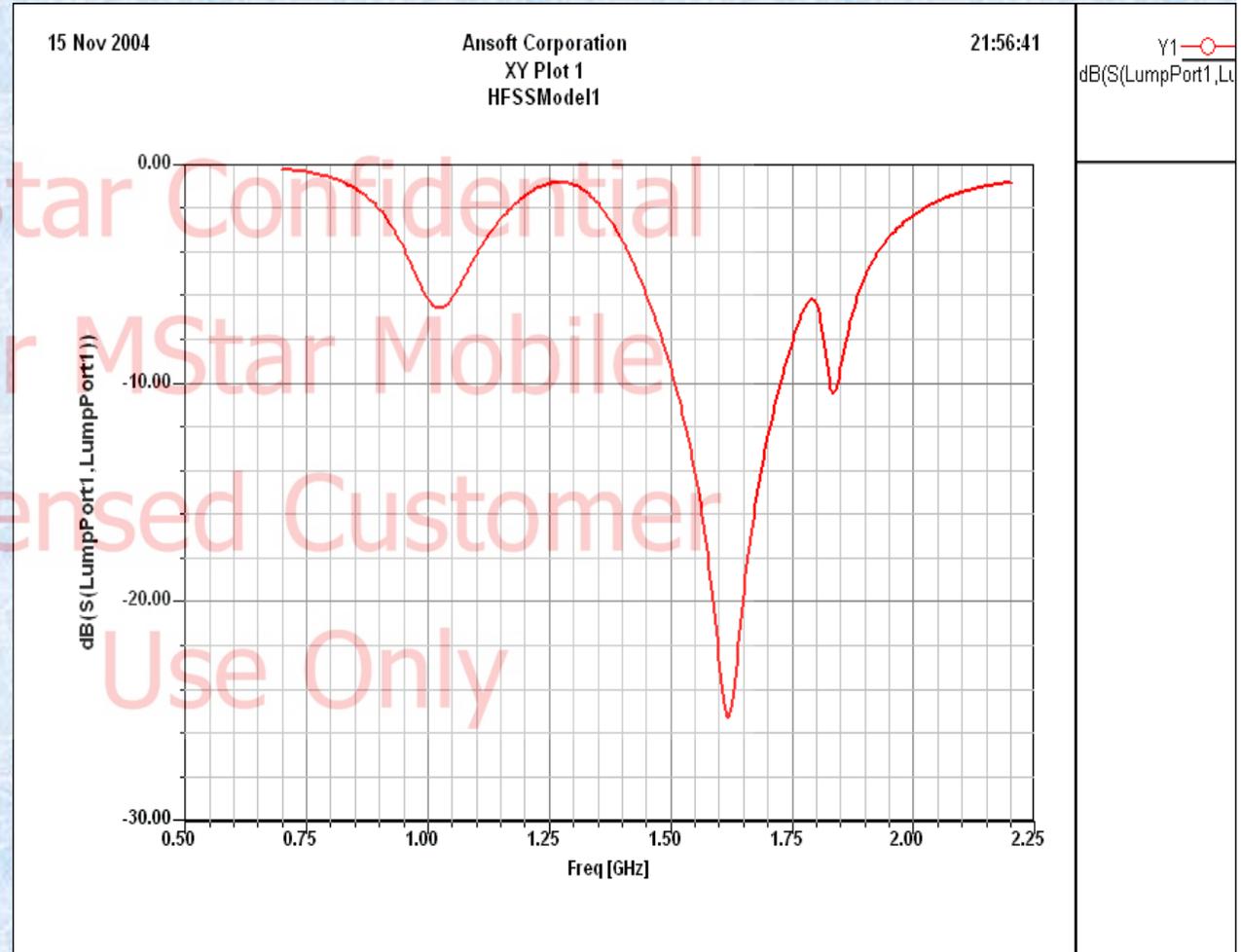
内置平面Monopole出现的现实意义



内置平面Monopole出现的现实意义

从右图可见

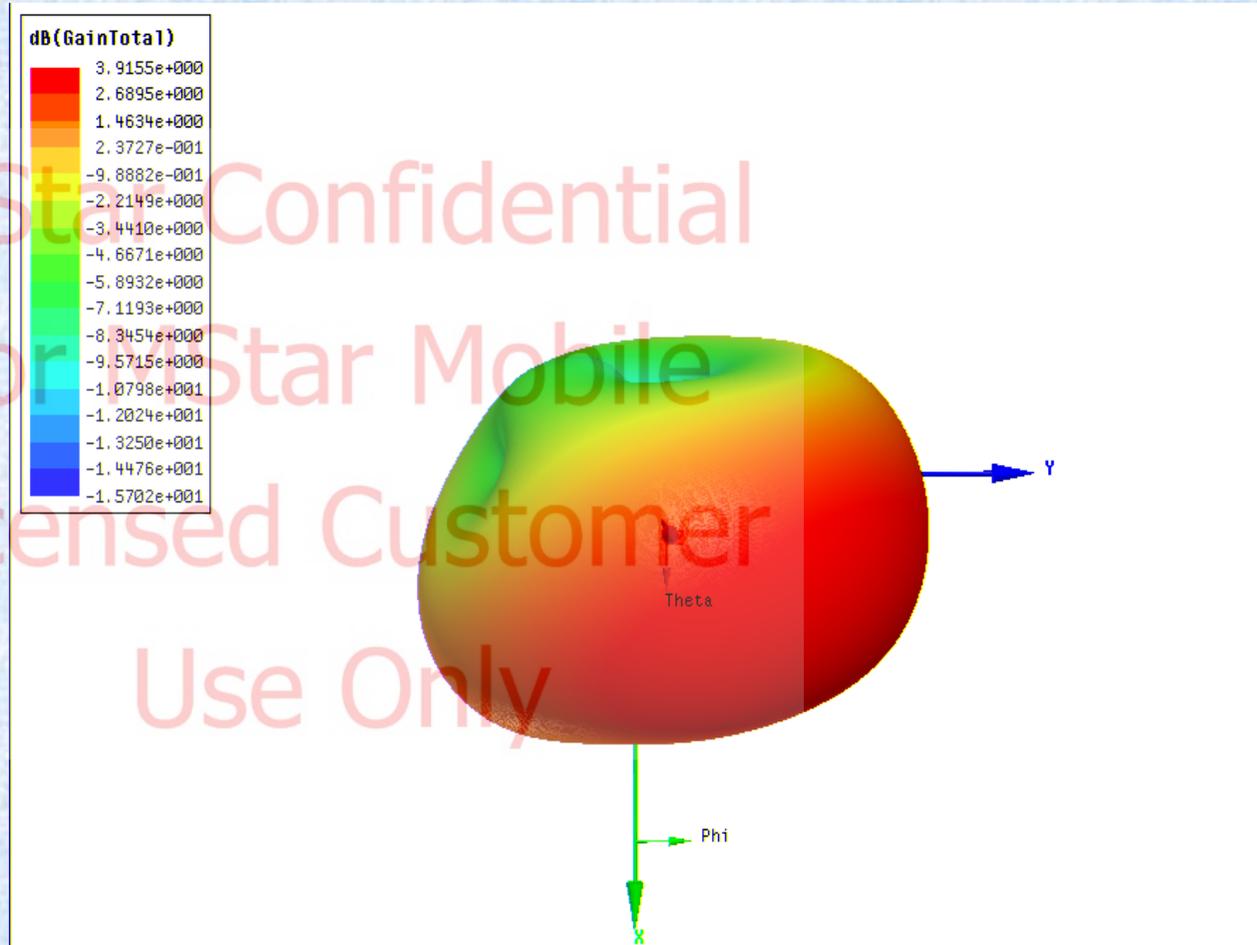
- 该种monopole保持了低频（1GHz）工作频带。
- 高频则可有着与中心频率比值20%以上、宽达几百兆工作带宽。



内置平面Monopole出现的现实意义

右图为该天线模型在1.8GHz频率下的增益方向图。

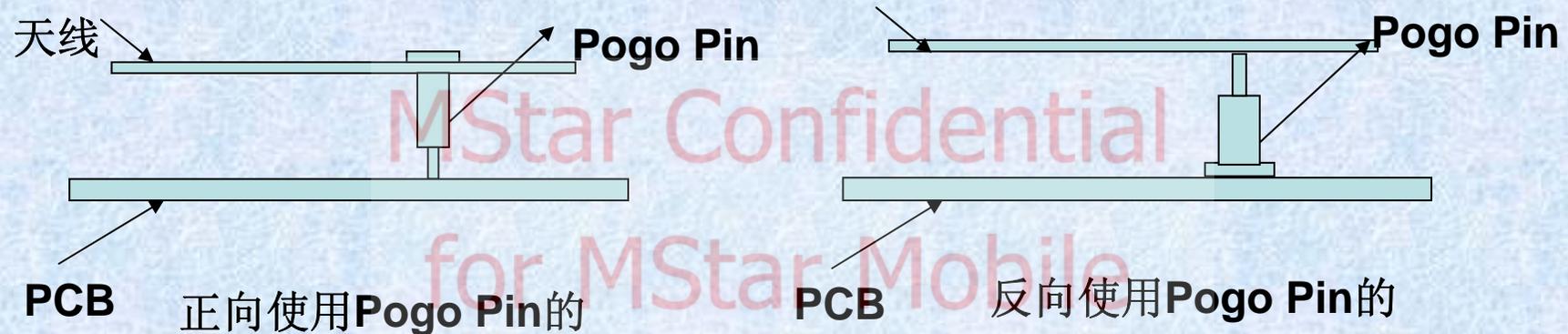
- 最大增益~4dBi。
- 全向性可控制



内置Planar Monopole vs 手机结构设计

- 内置Planar Monopole天线可以比同样工作频率的PIFA小。
- Monopole必须悬空，平面结构下不能有PCB的Ground。
- Monopole只需要一个Feed Point和PCB上的Pad相连。

内置天线结构种类



1. Stamping

Stamping热熔到Housing内侧，Stamping伸出spring与手机PCB连接

2. Stamping + Support

Stamping热熔到Support上，连接用spring

3. Stamping + Support + Pogo pin (正、反)

Stamping热熔到Support上，连接用Pogo Pin。

正向使用Pogo Pin一般适合于带support的结构，反向使用都可以。

内置天线结构种类

- FPC
- FPC + Support + FPC连接器
- FPC + Support + Pogo pin (正、反)
- Housing表面电镀

MStar Confidential
For MStar Mobile
Licensed Customer
Use Only

内置Helix

类似外置Helix内藏于手机壳内

- 金属线Helix嵌入塑料内模，轴线平行于PCB平面，垂直装载于PCB顶端。
- 金属线Helix嵌入塑料内模，轴线平行于PCB平面，平行装载于PCB顶端。

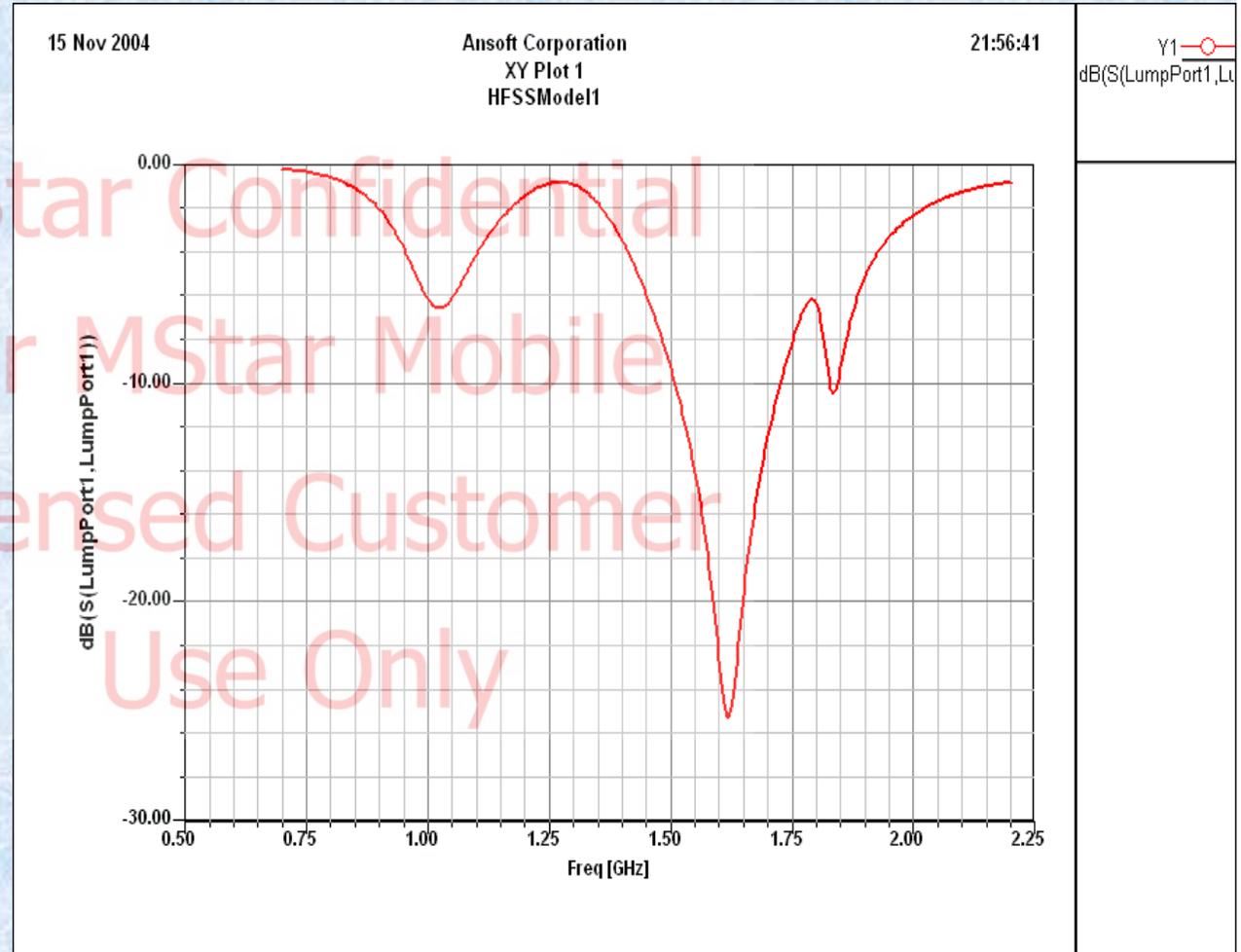
以上实际RF效果均不够理想。一般辐射效率在20%。

优点在于可以利用以往的外置天线手机主板设计，稍加修改快速设计出一款内置天线手机。

内置平面Monopole出现的现实意义

右图为该天线模型在1.8GHz频率下的增益方向图。

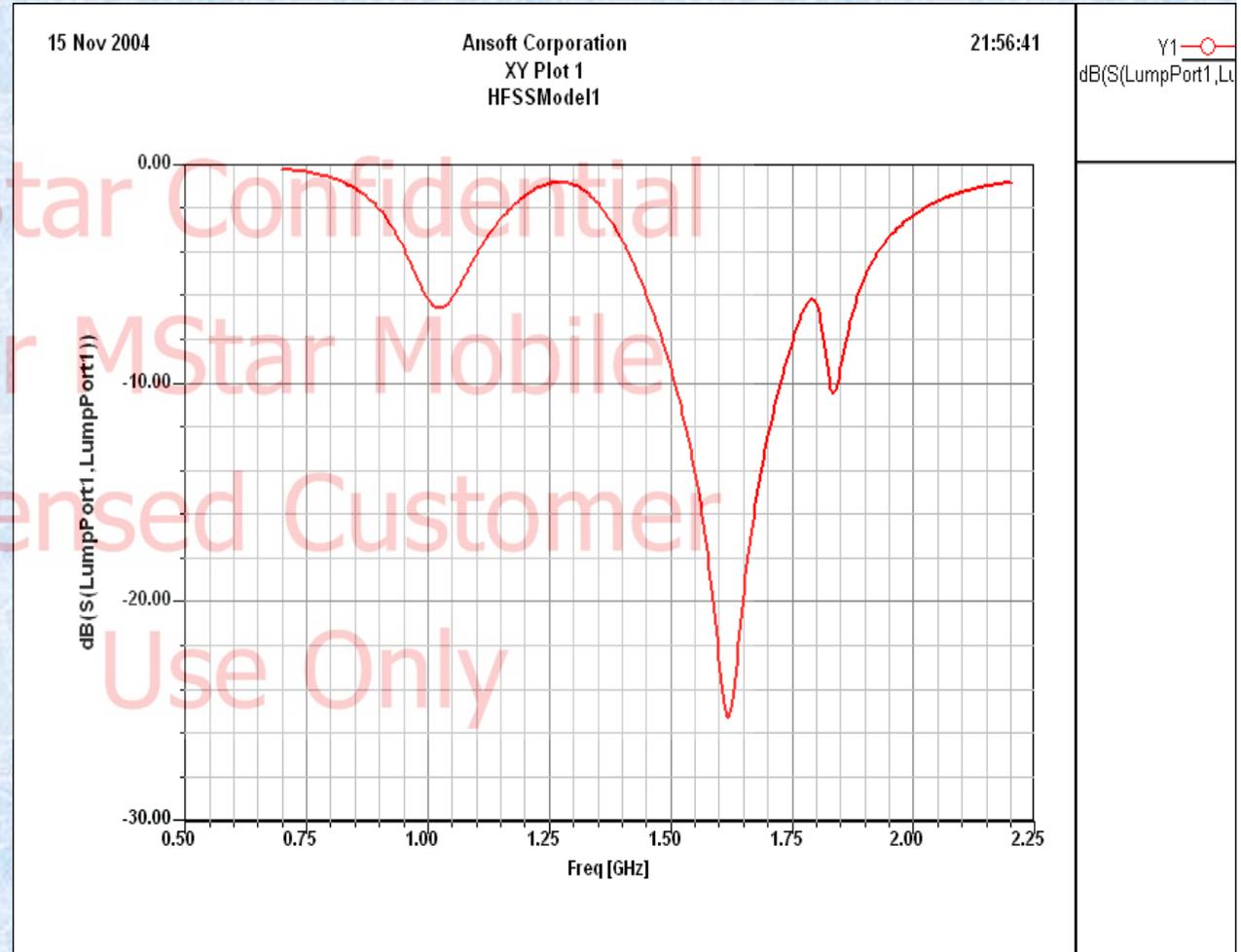
- 最大增益~4dBi。
- 全向性可控制



内置平面Monopole出现的现实意义

右图为该天线模型在1.8GHz频率下的增益方向图。

- 最大增益~4dBi。
- 全向性可控制





MStar Confidential
Thank you!!
for MStar Mobile
Licensed Customer
Use Only