

一篇手机天线设计的经典文章

第二类**天线**，例如，倒置 F 型平面**天线**（PIFA），它装在地线上面。由于这种**天线**使用印刷电路板上面的空间，因而，这类**天线**用得最普遍。混合绝缘体**天线**就是把绝缘体**天线**和 PIFA 结合在一起，它和 PIFA 一样，装在接地面的上方时，能够工作（图 1）。

天线的位置

电讯产业多年来在长条型**手机**上的经验告诉我们：最好还是把**天线**安装在**手机**的顶部。这么做的原因是：如果你的手把**天线**挡住时，你发会发现**手机**的性能会迅速下降，而如果**天线**装在**手机**的顶部，那它几乎就不会被挡住了。

如今，情况已经发生了变化，我们需要用新的思路去**设计新手机**的外型。通常情况下：现在只有两种类型的**手机**——长条型**手机**和翻盖型**手机**，或者折叠型**手机**。最近，又出现了新型的**手机**，比如，滑盖型**手机**和旋转型**手机**。旋转型**手机**的两个部分可以围绕着一个轴转动。所有这种由两个部分组成的**手机**使问题变得更复杂了：他们都必须要在打开和合上两种状态下工作，而这种问题不会出现在长条型**手机**上。从电气的角度讲，这两种状态是不一样的，这就是说，在这两种状态下，**手机**的性能都必须符合要求。

天线设计师一直非常关注**天线**周围的元器件。现在的**手机**都做很紧凑，因此，像电池和照相机部分常常紧挨着**天线**。相邻的元器件一般在很大程度上是决定产品性能的关键。对于不同的**手机**，它们的影响是不一样的，但是，都会严重地降低**天线**的性能。结果是，在开发过程的后期，**设计**师不得不对部分**手机**的零部件重新进行**设计**。

天线会在任何紧挨着**天线**的导体里感应电流。**手机**里的导体分为两种。第一种是印刷电路板总成，它包括了印刷电路板和它的屏蔽。这些互相连接的导体形成一个大导体，构成一个能改善**天线**性能的地。第二种导体由更小的分立元件组成，他们通过像导线和柔性印刷电路板（FPCB）这些连接件连接到印刷电路板上。应当避免在这些元件上产生激励电流，因为元件或者关联电路会有能量损失。由于在**设计**时，往往没有把这些元件或电路考虑进去，因此，能量损失通常都比较大。

连接方法

遵循**设计**指南，可以避免这些元件可能带来的问题。

需要用许多导线的内部连接通常用 FPCB 来完成的。例如，FPCB 往往用来连接照相机。当把 FPCB 放到**天线**附近时，我们就要特别小心，因为 FPCB 和**天线**二者之间的耦合，可能会影响**天线**的性能。但是，只要对 FPCB 或是对**天线**做一个很小的改动，就能够解决这个问题。只要 FPCB 的位置固定好，问题也许不大。但是，如果 FPCB 没有固定好的话，那么，问题就会很严重。举一个例子，和一个可以自由旋转的照相机的连接时，如果其中的 FPCB 可以弯成许多不同的形状，那么，评定其效果的任何实验都是不能重复的。在这种情况下，要在 FPCB 上面做点什么就非常困难。只需要几根导线进行的连接，就像连接到扬声器那样，往往用很简单的方法进行连接，例如，在每个端点焊上弹性触点或金属线。通常情况下，**天线设计**师更喜欢使

用弹性触点。如果一个零件是用弹性触点来连接**天线**的话，那么，在每个**手机**里，它形成的电路长度是一样的。如果使用金属线来连接**天线**的话，那么，在各个**手机**里，它形成的电路长度可能就会有些不同。即使在制造时，电路的长度都是一致的，它可能和原型**手机**不一样。因此，在第一部**手机**中，频率为 1600MHz 时出现的问题，在第二部**手机**中可能是在 1800MHz 时表现出来。如果有问题的**手机**使用 GSM1800 频带，那么，第一部**手机**是工作正常，但是另一部**手机**却不能正常工作。

手机的电池会对**天线**的性能产生巨大的影响。电池会降低**天线**的谐振频率，同时还会降低它的效率。因此，最好的方法是：

- 电池应尽可能放在远离**天线**的位置（建议最小距离为 5mm）。
- 使用 15pF 至 33pF 的并联电容器，让电池和控制电路在射频时接地。
- 由于金属弹簧夹是造成**天线**损失的一个因素，因此要使用塑料电池夹。

在大部分的**手机**中，扬声器是安放在印刷电路板上，与**天线**相对的另一边，这不会带来任何实际的问题。然而，在许多新的超薄型**手机**中，为了节省原本由扬声器所占用的印刷电路板的面积，把扬声器移到了**天线**那里。如果耦合到扬声器上，**天线**的效率就会明显下降。在这种情况下，最好是用一个非常短的弹簧片来连接扬声器，避免使用活动的导线。由于扬声器紧挨着**天线**，在**设计**的早期，**天线设计**师就应该拿到扬声器的样品，这点非常重要。如果无法避免使用活动的导线，那么，就应该在扬声器的两条连接导线中串联电感器作为保护。表面安装电感器一般会防止出现射频信号耦合。要给串联电感器留下焊盘，如果不需要的话，在最后**设计**印刷电路板时把它去掉。

手机天线厂家是根据什么原理设计手机天线的？

Centre frequency 中心频率

Bandwidth 带宽

Antenna Gain

Impedance 阻抗

VSWR (Voltage Standing Wave Ratio 电压驻波比)

Operating temperature

Storage temperature

立夏的 7 条原则都对，也全面。但在实践中，**手机天线**首先要受尺寸的限制。即其大小必须与整体尺寸相配合，为总体**设计**和用户所接受。

1. 作为通信**天线**必须在水平面内应有全向性。最合适的式样是 1/4 波长**天线**，但是对于 1800MHz/900MHz 的系统它的长度要达到 8/16cm。显然这是不能接受的。好在一个无限小的偶极子**天线**的增益与 1/4 波长**天线**相差并不多。因此**天线**长度的缩小对增益的损失并不严重。

2. 电气小**天线**（指比比波长小很多的**天线**）的主要问题在于与收发信机的阻抗匹

配. 电路传输的主要问题是阻抗匹配. 严重失配的传输回路会存在严重的反射. 发射机产生的高频功率不能有效地通过**天线**传输到空间. 大部分在来回反射的过程中损耗在电路欧姆电阻上变成热能.

3. 电气小**天线**的输入复数阻抗由很小的实部和很小的电容串联构成. 这与 $1/4$ 波长**天线**的 75 欧姆纯电阻相比, 要实现跟收发机的匹配困难得多. 即使通过匹配网络实现了匹配, 在传输效率上也因匹配网络的欧姆电阻而损失很多. 这是小**天线**的真正困难所在.

4. 由于通信信号相对带宽较窄, 带宽不是主要困难. 一根合适直径的导体或一定的螺旋结构都可以实现宽频带, 后者还可以有利阻抗匹配.

手机：天线+手机内置天线设计

手机：天线

无线电发射机输出的射频信号功率, 通过馈线(电缆)输送到**天线**, 由**天线**以电磁波形式辐射出去. 电磁波到达接收地点后, 由**天线**接下来(仅仅接收很小很小一部分功率), 并通过馈线送到无线电接收机. 可见, **天线**是发射和接收电磁波的一个重要的无线电设备, 没有**天线**也就没有无线电通信。

天线品种繁多, 以供不同频率、不同用途、不同场合、不同要求等不同情况下使用。

内、外置**天线**比较

目前**手机天线**主要就内置及外置**天线**两种, 内置**天线**客观上必然比外置**天线**弱. **天线**的架设都是尽量远离地面和建筑物的, **天线**接近参考地的时候, 大部分能量将集中在**天线**和参考地之间, 而无法顺利发射, 所以**天线**发射, 需要一个“尽量开放”的空间. 而**手机**电路版就是**手机天线**的参考地, 让**天线**远离**手机**其他电路, 是提高**手机天线**发射效率的关键。

但受到实际环境限制以及大家追求携带方便的要求, **手机**的设计就必须在电气方面做出妥协. 实际上, 所有的 GSM **手机**的接收发送电路的增益都是可以根据环境变化而自动调节的, 能通过合理的参数设定, 会自动补偿有关的损失. 所以, 就**手机**整体而言, 在信号比较好情况下, 内**天线**和外**天线**并不能看出差别。

差别是有的，在信号很弱的情况，外天线尤其是长天线的信号死点门限将高于内天线，也就是理论上内天线手机比较容易在弱信号环境丢失信号。辐射问题，天线效率的下降必须以大的发射功率补偿，相同条件下内天线的辐射会比外天线大。但人体实际受到的辐射和整机结构有关，内天线手机也可以通过合理安排天线位置，抵消辐射对人体的影响。

辐射问题

手机的辐射主要是手机的天线发射模块带来的，手机的天线做得十分粗大，它的作用就是为了减小发射的阻力。

可以说手机天线是手机的辐射源，而把所谓的防磁贴贴在听音器上面也是不行的，因为这样会改变天线周围的磁场，使得天线的信号发生变化，使得通话不能正常进行。

手机内置天线设计

在手机制造商中，为什么大家公认 NOKIA 的手机信号好呢？为什么大家都认为 MOTO 的手机信号好且性能稳定呢？主要原因是 NOKIA 和 MOTO 等大公司在天线与 RF 方面的设计流程的理念与国内厂商不一样。像 MOTO 公司所要主张的那样，手机设计首先要保证信号好，即 RF 性能好；其次要保证音频性能好，话都听不清打什么电话呢？所以，在他们的初期方案中就包含了与天线相关的基于外观、主板、结构等的总体环境设计。由于外观、主板、结构、天线是作为一个整体，提供给天线的预留空间及内部的 RF 环境十分合理，所以天线性能优越也在情理之中。

反观国内的手机设计，负责项目管理和主持项目设计的人员对天线的认识不足，同时受结构方案和外形至上的制约，到最后来“配”天线，对天线的调试匹配占了整个天线设计流程的大部份时间，这与包含天线的整体方案设计有本质的区别，往往就导致留给天线的面积和体积不足，或在天线下面安置喇叭、摄像头、马达、FPC 排线等元件，造成天线性能下降。实际上，如果在方案预研和总体设计阶段，让 RF 与天线方面的技术人员有效参与进来，进行有效的 RF 和天线设计沟通和评估，ID、结构、RF 设计兼顾天线和整体性能，那么设计出优质的手机产品有什么难的呢？

一、内置天线对于手机整体设计的通用要求

主板

a. 布线 在关联 RF 的布线时要注意转弯处运用 45 度角走线或圆弧处理，做好铺地隔离和走线的特性阻抗仿真。同时 RF 地要合理设计，RF 信号走线的参考地平面要找对（六层板目前的大部份以第三层做完整的地参考面），并保证 RF 信号走线时信号回流路径最短，并且 RF 信号线与地之间的相应层没有其它走线影响它（主要是方便 PCB 布线的微带线阻抗的计算和仿真）。PCB 板和地的边缘要打“地墙”。从 RF 模块引出的天线馈源微带线，为防止走线阻抗难以控制，减少损耗，不要布在 PCB 的中间层，设计在 TOP 面为宜，其参考层应该是完整地参考面。并且在与屏蔽盒交叉处屏蔽盒要做开槽避让设计，以防短路和旁路耦合。天线 RF 馈电焊盘应采用圆角矩形盘，通常尺寸为 $3 \times 4\text{mm}$ ，焊盘含周边 $\geq 0.8\text{mm}$ 的面积下 PCB 所有层面不布铜。双馈点时 RF 与地焊盘的中心距应在 $4 \sim 5\text{mm}$ 之间。

b. 布板 RF 模块附近避免安置一些零散的非屏蔽元件，屏蔽盒尽量规整一体，同时少开散热孔。最忌讳长条形状孔槽。含金属结构的元件，如喇叭、马达、摄像头基板等金属要尽量接地。对于折叠和滑盖机，应避免设计长度较长的 FPC（FPC 走线的时钟信号及其倍频容易成为带内杂散干扰），最好两面加接地屏蔽层。

c. 常见问题

对于传导接收灵敏已经满足要求（或非常优秀）但整机接收灵敏度差的情况，特别是 PIFA 天线，其辐射体的面积和形式还是对辐射接收灵敏度有一定的影响，可以在天线方面做改进。

整机杂散问题原因在于天线的空间辐射被主板的金属元件（包括机壳上天线附近的金属成分装饰件）耦合吸收后产生一定量的二次辐射，频率与金属件的尺寸关联。因此要求此类元件有良好的接地，消除或降低二次辐射。整机杂散问题还与天线与 RF 模块之间的谐振匹配电路有关，如果谐振匹配电路的稳定性不好，很容易激发产生高次谐波的干扰。

机壳的设计

由于手机内置天线对其附近的介质比较敏感，因此，外壳的设计和天线性能有密切关系。外壳的表面喷涂材料不能含有金属成分，壳体靠近天线的周围不要设计任何金属装饰件或电镀件。若有需要，应采用非金属工艺实现。机壳内侧的导电喷涂，应止于距天线 **20mm** 处。对于纯金属的电池后盖，应距天线 **20mm** 以上。如采用单极（**monopole**）天线，面板禁用金属类壳体及环状金属装饰。电池（含电连接座）与天线的距离应设计在 **5mm** 以上。

二、手机内置天线的分类

1. PIFA 皮法天线

a. 天线结构

辐射体面积 **550~600mm²**，与 **PCB** 主板 **TOP** 面的距离（高度）**6~7mm**。天线与主板有两个馈电点，一个是天线模块输出，另一个是 **RF** 地。天线的位置在手机顶部。**PIFA** 皮法天线如按要求设计环境结构，电性能相当优越，包括 **SAR** 指标，是内置天线首选方案。

适用于有一定厚度手机产品，折叠、滑盖、旋盖、直板机。

b. 主板

天线投影区域内有完整的铺地，同时不要天线侧安排元器件，特别是马达、**SPEAKER**、**RECEIVER**、**FPC** 排线、**LDO** 等较大金属结构的元件和低频驱动器件。它们对天线的电性性能有很大的负面影响。

c. 天线的馈源位置和间距

一般建议设计在左上方或右上方；间距在 **4~5mm** 之间。

2. PIFA 天线的几种结构方式

a. 支架式

天线由塑胶支架和金属片（辐射体）组成。金属片与塑胶支架采用热熔方式固定。塑胶常用 **ABS** 或 **PC** 材料，金属常用铍铜、磷铜、不锈钢片。也可用 **FPC**，但主板上要加两个 **PIN**，这两项的成本稍高。

b. 贴附式

直接将金属片（辐射体）贴附在手机背壳上。固定方式一般用热熔结构。也有用背胶方式的，由于结构不很稳定，很少采用。**FPC** 也如此。

3. MONOPOLE 单极天线

a. 天线结构

辐射体面积 **300~350mm²**，与 **PCB** 主板 **TOP** 面的距离（高度）**3~4mm**，天线辐射体与 **PCB** 的相对距离应大于 **2mm** 以上。天线与主板只有一个馈电点，是模块输出。天线的位置在手机顶部或底部。

MONOPOLE 单极天线如按要求设计环境结构，电性能可达到较高的水平。缺点是 **SAR** 稍高。不适用折叠、滑盖机，在直板机和超薄直板机上有优势。

b. 主板

天线投影区域不能有铺地，或无 **PCB**，同时也不要安排马达、**SPEAKER**、**RECEIVER** 等较大金属结构的元件。由于单极天线的电性能对金属特别敏感，甚至无法实现。

c. 天线的馈源位置馈电点的位置

与 **PIFA** 方式有区别。一般建议设计在天线的四个角上。

4. MONOPOLE 单极天线的几种结构方式

a. 与 PIFA 天线相同，有支架式、贴附式。

b. PCB 式 MONOPOLE 单极天线的辐射体采用 **PCB** 板，与主板的馈电有簧片和 **PIN** 方式，热熔在塑胶支架上。还可以在机壳上做定位卡勾安装。

c. 特殊结构 天线设计在手机顶部立面（厚度）上，用金属丝成型，如 **MOTO** 的 **V3**、**V8** 超薄系列，他们为天线设计的金属空白区域很大，实际上这是属于天线的一部分。国内仿制失败的原因是没有给这个金属空白区域。这种形式环境设计和天线设计均有难度，需谨慎选择。另一种是称为“假内置”的形式，相当于将外置天线移到机内，体积很小，用 **PCB** 或陶瓷材料制成。这种天线带宽、辐射性能较差、成本高，不建议采用。

三、手机内置天线形式比较

这里简单比较一下两种主流 PIFA 皮法和 MONOPOLE 单极天线，以及分别适用的机型结构：

	有效面积 mm2	距主板 mm	天线投影下方	天线馈源	天线体积	电性能	SAR
皮法	600	7	有地	2	大	很好	低
单极	350	4	无地	1	小	好	稍高

	折叠机	滑盖机	旋盖机	直板机	超薄折叠机	超薄直板机
皮法	适用	适用	适用	适用	不适用	不适用
单极	不适用	不适用	不适用	适用	适用定制	适用

四、很多情况下，手机设计公司因为某一款机型的天线性能未达标，而被迫更换天线公司，结果也未尽心意，项目进程延迟。但此时的造型、机壳模具、主板可变化的空间很小，最终勉强上市，或推翻该方案，造成很大的损失。因此，建议在手机方案设计时，尤其在产品造型和结构设计阶段让天线工程师参与进来，对天线相关的一些方案提出建议，共同研讨，设计出比较合理的外观造型和射频环境结构，提高天线的电性能指标，使手机产品在整体性能方面有较高的品质。希望上述内容能对手机方案设计、特别是有关天线环境的设计有参考价值，加强手机方案设计的各专业工程师对天线特性更深入的了解，减少项目在时间、人力物力方面的损失。

	有效面积 mm2	距主板地 mm	天线投影下方	天线馈源	天线体积	电性能	SAR
皮法	=>400	=> 5	有地	2	大	好	低
(不好说, 看天线的位置)							
单极	=>250	=>3	无地	1	小	好	稍高
(不好说, 看天线的位置)							

天线 PATTEN 目前种类很多 (LOOP, FLASHING, WIDE.), 什么环境, 用什么 PATTEN, PIFA 和 MONOPOLE 只是最基本入门的 PATTEN, 不过大多走线都是从这基本的走线 PIFA 和 MONOPOLE 转化而来的.

	折叠机	滑盖机	旋盖机	直板机	超薄折叠机	超薄直板机
皮法	适用	适用	适用	适用	不适用	不适用
单极	适用	适用	不适用	适用	适用定制	适用

天线的基础知识 1

天线的基础知识

表征天线性能的主要参数有方向图，增益，输入阻抗，驻波比，极化方式等。

1.1 天线的输入阻抗

天线的输入阻抗是天线馈电端输入电压与输入电流的比值。天线与馈线的连接，最佳情形是天线输入阻抗是纯电阻且等于馈线的特性阻抗，这时馈线终端没有功率反射，馈线上没有驻波，天线的输入阻抗随频率的变化比较平缓。天线的匹配工作就是消除天线输入阻抗中的电抗分量，使电阻分量尽可能地接近馈线的特性阻抗。匹配的优劣一般用四个参数来衡量即反射系数，行波系数，驻波比和回波损耗，四个参数之间有固定的数值关系，使用那一个纯出于习惯。在我们日常维护中，用的较多的是驻波比和回波损耗。一般移动通信天线的输入阻抗为 $50\ \Omega$ 。

驻波比：它是行波系数的倒数，其值在 1 到无穷大之间。驻波比为 1，表示完全匹配；驻波比为无穷大表示全反射，完全失配。在移动通信系统中，一般要求驻波比小于 1.5，但实际应用中 VSWR 应小于 1.2。过大的驻波比会减小基站的覆盖并造成系统内干扰加大，影响基站的服务性能。

回波损耗：它是反射系数绝对值的倒数，以分贝值表示。回波损耗的值在 0dB 的到无穷大之间，回波损耗越大表示匹配越差，回波损耗越大表示匹配越好。0 表示全反射，无穷大表示完全匹配。在移动通信系统中，一般要求回波损耗大于 14dB。

1.2 天线的极化方式

所谓天线的极化，就是指天线辐射时形成的电场强度方向。当电场强度方向垂直于地面时，此电波就称为垂直极化波；当电场强度方向平行于地面时，此电波就称为水平极化波。由于电波的特性，决定了水平极化传播的信号在贴近地面时会在大地表面产生极化电流，极化电流因受大地阻抗影响产生热能而使电场信号迅速衰减，而垂直极化方式则不易产生极化电流，从而避免了能量的大幅衰减，保证了信号的有效传播。

因此，在移动通信系统中，一般均采用垂直极化的传播方式。另外，随着新技术的发展，最近又出现了一种双极化天线。就其设计思路而言，一般分为垂直与水平极化和 $\pm 45^\circ$ 极化两种方式，性能上一般后者优于前者，因此目前大部分采用的是 $\pm 45^\circ$ 极化方式。双极化天线组合了 $+45^\circ$ 和 -45° 两副极化方向相互正交的天线，并同时工作在收发双工模式下，大大节省了每个小区的天线数量；同时由于 $\pm 45^\circ$ 为正交极化，有效保证了分集接收的良好效果。（其极化分集增益约为 5dB，比单极化天线提高约 2dB。）

1.3 天线的增益

天线增益是用来衡量天线朝一个特定方向收发信号的能力，它是选择基站天线最重要的参数之一。

一般来说，增益的提高主要依靠减小垂直面向辐射的波瓣宽度，而在水平面上保持全向的辐射性能。天线增益对移动通信系统的运行质量极为重要，因为它决定蜂窝边缘的信号电平。增加增益就可以在一定方向上增大网络的覆盖范围，或者在确定范围内增大增益余量。任何蜂窝系统都是一个双向过程，增加天线的增益能同时减少双向系统增益预算余量。另外，表征天线增益的参数有 dBd 和 dBi。dBi 是相对于点源天线的增益，在各方向的辐射是均匀的；dBd 相对于对称阵子天线的增益 $dBi = dBd + 2.15$ 。相同的条件下，增益越高，电波传播的距离越远。

一般地，GSM 定向基站的天线增益为 18dBi，全向的为 11dBi。

1.4 天线的波瓣宽度

波瓣宽度是定向天线常用的一个很重要的参数，它是指天线的辐射图中低于峰值 3dB 处所成夹角的宽度（天线的辐射图是度量天线各个方向收发信号能力的一个指标，通常以图形方式表示为功率强度与夹角的关系）。

天线垂直的波瓣宽度一般与该天线所对应方向上的覆盖半径有关。因此，在一定范围内通过对天线垂直度（俯仰角）的调节，可以达到改善小区覆盖质量的目的，这也是我们在网络优化中经常采用的一种手段。主要涉及两个方面水平波瓣宽度和垂直平面波瓣宽度。水平平面的半功率角（H-Plane Half Power beamwidth）： $\theta_{HPBW} = 2 \arccos(\sin(\theta_{HPBW}/2))$ 定义了天线水平平面的波束宽度。角度越大，在扇区交界处的覆盖越好，但当提高天线倾角时，也越容易发生波束畸变，形成越区覆盖。角度越小，在扇区交界处覆盖越差。提高天线倾角可以在移动程度上改善扇区交界处的覆盖，而且相对而言，不容易产生对其他小区的越区覆盖。在市中心基站由于站距小，天线倾角大，应当采用水平平面的半功率角小的天线，郊区选用水平平面的半功率角大的天线；垂直平面的半功率角（V-Plane Half Power beamwidth）： $\theta_{VHPBW} = 2 \arccos(\sin(\theta_{VHPBW}/2))$ 定义了天线垂直平面的波束宽度。垂直平面的半功率角越小，偏离主波束方向时信号衰减越快，在越容易通过调整天线倾角准确控制覆盖范围。

1.5 前后比(Front-Back Ratio)

表明了天线对后瓣抑制的好坏。选用前后比低的天线，天线的后瓣有可能产生越区覆盖，导致切换关系混乱，产生掉话。一般在 25—30dB 之间，应优先选用前后比为 30 的天线。

案例 常见天线参数设置

电性能(Band 1)

技术参数 性能指标

增益 Gain 16dBi

频率范围 Frequency Range 870 --- 960 MHz

双极化 Polarisation Dual Slant $\pm 45^\circ$

端口隔离度 Isolation between ports 330 dB

水平平面-3dB 功率角

Horizontal Plane -3dB Power Beamwidth 65°

垂直平面-3dB 功率角

Vertical Plane -3dB Power Beamwidth

8°

水平平面-10dB Power Beamwidth

Horizontal Plane -10dB Power Beamwidth 125°

阻抗 Impedance 50 Ohm

回波损耗 Return Loss 870-960 MHz 316 dB

前后比 Front to Back Ratio 325 dB

端口最大输入功率 Max Input Power per port 150 W

Electrical Downtilt 1 to 10°

Downtilt Setting Accuracy $\pm 0.5^\circ$

电性能(Band 2)

增益 Gain 16dBi

频率范围 Frequency Range 1710-1880 MHz

双极化 Polarisation Dual Slant $\pm 45^\circ$

端口隔离度 Isolation between ports 330 dB

水平平面-3dB 功率角

Horizontal Plane -3dB Power Beamwidth 65°

垂直平面-3dB 功率角

Vertical Plane -3dB Power Beamwidth

8°

水平面-10dB Power Beamwidth

Horizontal Plane -10dB Power Beamwidth 120°

阻抗 Impedance 50 Ohm

回波损耗 Return Loss 870-960 MHz 314 dB

前后比 Front to Back Ratio 325 dB

端口最大输入功率 Max Input Power per port 125 W

电调下倾角度 Electrical Downtilt 1 to 10°

电调下倾角度精确度 Downtilt Setting Accuracy $\pm 0.5^\circ$

电性能(一般)

连接器类型 Connectors Type 7/16 DIN, N optional

机械性能

高度 Height 2258 mm

宽度 Width 400 mm

深度 Depth 139 mm

额定风速度 Rated Wind Speed 200 km/hr

Thrust at Wind Speed of 160 km/hr kgf 175

重量(除安装机架)

Weight(excluding mounting brackets) TBOOutline Drawing No MK105kg