

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 3×4mm，焊盘含周边≥0.8mm 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 4~5mm 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 550~600mm<sup>2</sup>，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 300~350mm<sup>2</sup>，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，需慎重选择。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，结果也未尽人意，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。