

天线是影响所有无线通信系统可靠性和性能的众多因素中很关键的一个。选择能完全满足系统性能指标的天线是非常重要的。

然而，现今的小型手持设备也给天线设计工程师带来了挑战，天线要尽量薄、结构要紧凑、性能要高，而且还要满足各种各样的技术标准。面市时间和成本也是制造商要考虑的两个重要因素。

为系统选择最好的天线的两个主要条件是天线的电气和机械特性。这些指标受设备的设计和机械结构所限制。

## 基本的电气特性

应该考虑的基本电气特性是天线的工作频率、带宽、最大增益、平均增益、效率、回波损耗，或者电压驻波比(**VSWR**)，以及极化方向、指向性、副瓣和后瓣辐射强度、前后比、相位方向图、阻抗和额定功率。天线的构成材料和实际的射频 **RF** 设计也决定了天线的最终电气性能。天线的构成材料应该有很低的损耗和很好的传导率。

## 工作频率

工作频率的范围由应用的类型决定。例如，Wi-Fi 802.11b/g、ZigBee 和 BlueTooth 都使用相同的 2.4GHz ISM 频段，该频段的带宽大约是 80MHz(2.4~2.48GHz)。商业 GPS 系统使用 L1 1.575GHz 频段，其带宽为 2MHz(1575.42MHz~1MHz)。

GSM 系统使用 850/1900MHz 频段，或者 900/1800MHz 频段，具体采用哪个频段取决于相应地区的运营商。3G 系统也使用不同的频段，也是与地区相关的。例如，欧洲的 WCDMA 系统使用 2.1GHz 频段。

四或五频段移动电话的天线主要用于全球漫游，以及实现不同通信体制间的通信，如图 1 所示。它们可以在四频段 **GSM** 系统和 **W-CDMA2100** 系统中收发信号以实现在所有移动电话频段内的互通。其他一些应用也包括 **WiMax**、**UWB**、**ISM900**、**ISM5/5.8GHz**、**DVB-H**、**MediaFLO**、**DECT**、**RFID**、**VHF**、**UHF**、**AM** 和 **FM** 等。

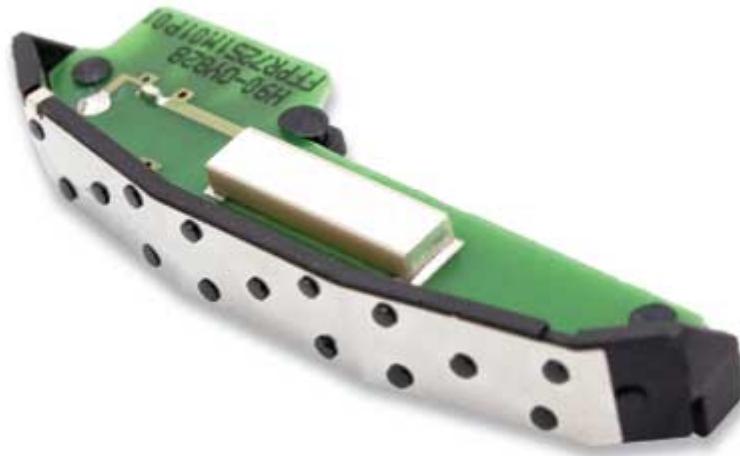


图 1 内置的、混合型移动电话五频段天线通常用于全球漫游和不同通信技术体制间的通信

多天线系统，例如分集和多天线系统(**MIMO**)被用在需要提高数据速率的应用中。使用多天线系统时，设计和表征整个天线系统是至关重要的，这包括天线与天线之间的隔离度和相关性测试等。

### 增益和效率

最大增益、平均增益和效率决定了天线的带宽和性能。这些指标越高，天线的带宽和性能就越好。而且，天线在它的工作频率范围内也应该有足够的 **VSWR**。

通常，**10dB** 的回波损耗(**2.0:1.0 VSWR**)或更好是人们预期的指标。为了获得天线整体性能的更好相位图，应该考虑效率的最大增益或者平均增益。但是不要陷入仅考虑这些特性中的一个就得出一个结论。

最大峰值增益是衡量天线指向性的一个很好指标，但如果把它作为决定常规天线性能的主要标准则会被误导。通常，越是复杂的设备中，增益会越低，所以当天线被安装在实际的设备中时就会产生损耗。

这是由于高的峰值增益总是意味着指向性的某一强度，而且可能导致天线在某个方向上增益更低，这是由于在相位方向图中某方向的零强度。人们应该选择一个在推荐的分贝值之上还有余量的天线，以确保它满足实际环境中的系统需求。

大多数的无线系统都有 **50Ω** 的阻抗，天线也应该尽可能地与这个值匹配，以减少系统

中的不匹配/损耗。为了全面表征天线的特性，其他要考虑的因素还包括极化方向(垂直极化、水平极化，或圆极化)，以及相位方向图(在  $xz$  平面、 $zy$  平面和  $xy$  平面)等。

大多数手持便携设备需要一个线性极化天线，并且具有用于覆盖 360 全方向的全向相位方向图，但真正的全向相位方向图只是理论上的。

通常，设备的机械结构影响天线相位方向图的形状，并在相位方向图中产生零强度和指向性。如图 2 所示，在许多情况下，决定真实天线性能的最好方式是天线的完整三维辐射效率，因为它显示了有多少天线的能量被转换成辐射波传输出去，以及由于天线阻抗不匹配所造成的损耗和辐射损耗有多少。

特别是在小型便携或手持设备中，由于实际使用的设备可能是朝着任意方向，三维效率是比最大增益更好的参数。此外，由于最大增益峰值波束可能朝向用户的身体，增益会由于人体衰减而降低。

## 机械结构布局

设备的机械结构布局决定了所需要的天线的尺寸和类型，而天线的尺寸和类型也限制和决定了天线的电气特性。因此，设备的机械结构设计也应该考虑到天线的选择。

典型的机械结构特性就是形状要素(外部的或内部的)、结构、尺寸、安装方式、连接形式、美学考虑，以及机械结构的持久性和天线部件的可靠性。设备和天线这两者的构成材料选择和机械结构设计直接影响着可制造性。

恰当的选择可以实现成本敏感、易于制造的方案，特别是对于大批量产品的生产。值得注意是，更大的天线与更好的天线性能没有直接关系。当实现了如下设计规则时，体积小巧的陶瓷天线印证了比体积更大的天线的性能要好得多。

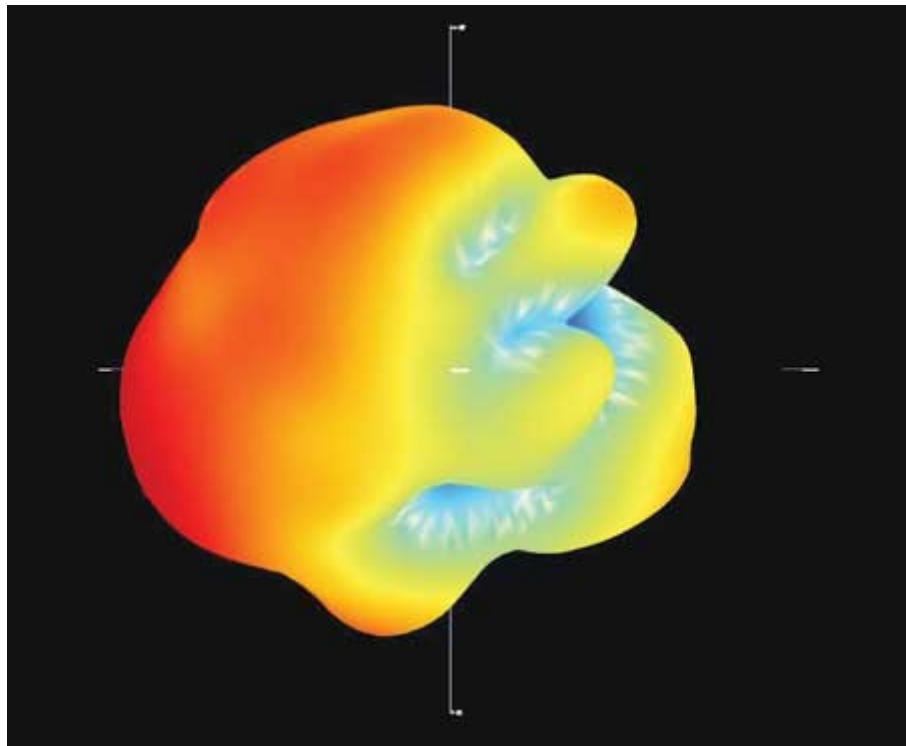


图 2 决定真实天线性能的一个方法就是察看它的整体三维辐射效率图

### 选择内置天线

大多数手持设备需要一个内置天线，而不是外部天线，这纯粹是出于美学考虑。实际上，根据应用和设备的功能不同可能需要不止一个天线。

内置天线的典型结构是印制金属、PCB、塑料基板的柔性印制板、弯折天线、LTCC、陶瓷天线、四臂天线和内置板天线。设备的尺寸和机械结构的约束，以及电气要求，也决定了所要使用的天线的结构和技术。

大多数这种内置天线可以通过 SMD 工艺安装、SMT 工艺安装、簧片引脚、压簧连接、微型 U.FL/I-Pex 连接器或直接焊接。当使用长电缆连接时，信号在电缆中的传输损耗是很重要的因素，其数值可能达到几分贝。

要想在具有多频段应用的小型手持设备中解决这些最困难的设计问题，就会缩小天线和所需技术类型的选择范围。这些挑战是隔离度、最小增益和效率、手臂/身体影响和特殊吸收率。

当小型手持设备中的多个天线位置很近时，隔离度就成为非常重要的问题。工作在相同或相近频段的天线彼此间就会发生耦合，性能就会降低。

选择天线所需要的最小增益和效率成为小型设备设计中的一个挑战，这是由于天线和其他部件的距离很近，如 LCD、金属屏蔽壳、电池，以及其他电子部件等。在比较低频段的应用中，如 850MHz 和 900MHz 频段，同样也存在挑战，这是由于工作频率越低波长越长。

人体对手持设备的影响也会产生问题，当人们拿着手持设备接近身体组织时，手臂/身

体的影响会造成频率失谐。频率的谐振就会偏离出工作频段，从而会由于阻抗的不匹配和天线性能的下降而使信号产生很大的衰减。

此外，靠近手持设备的人体组织也会吸收天线辐射的能量，阻止信号向开放空间传输。同样，由于频率可调整的需求，**SAR** 指标也应该被考虑到。

由于许多特殊的陶瓷天线有很高的隔离特性和近场辐射分布特性，**SAR** 和身体/手臂的影响可以降到最低，所以，即使是在小型的手持设备中也可以获得极好的隔离度。

### 选择陶瓷天线

在选择陶瓷天线时，也需要注意一些问题。陶瓷天线有许多种不同的类型，如 LTCC 天线、陶瓷单极天线等，在比较某些天线制造商独有的陶瓷天线的时候，人们就会发现天线的性能和应用的效果也是有差别的。

设计和性能指标的一致性是非常重要的，因为这有益于和天线公司的合作，这些公司具有很多的知识产权、很强的研究能力和工程能力。如果天线选择合适和依照设计指南的正确设计，即使采用微型的陶瓷天线，也可以达到 70%~80% 的效率，1~2dBi 的最大增益，以及好于 3dBi 的平均增益。

所有的天线都应该进行全屏蔽测试以确保其质量和可靠性。这些测试包括机械结构和可靠性测试，如机械和温度冲击测试、振动和极限温度测试，以及组装前的机械连接设计测试。电气特性也应该在一定条件下进行测试，如用塑料壳包裹或电话机壳包裹后测试、靠近人体头部/手臂模型测试等，就像人们实际使用时那样。

## 射 频 和 天 线 设 计 培 训 课 程 推 荐

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com))，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



### 射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材；旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习，能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

### ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程，共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解，并多结合设计实例，由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS，迅速提升个人技术能力，把 ADS 真正应用到实际研发工作中去，成为 ADS 设计专家…



课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



### HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

## CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出, 是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装, 所有课程都由经验丰富的专家授课, 视频教学, 可以帮助您从零开始, 全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装, 还可超值赠送 3 个月免费学习答疑…



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



## HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线, 让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

## 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试…



详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>

## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养, 更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授, 结合实际工程案例, 直观、实用、易学

## 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>