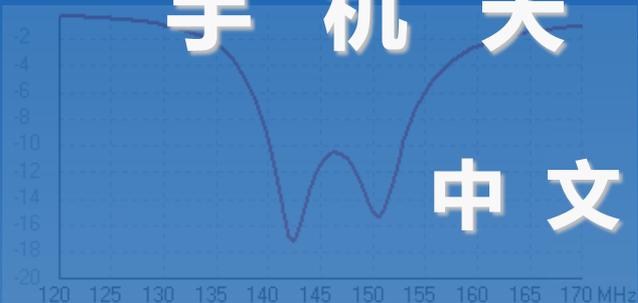


手机天线设计培训



中文视频课程

易迪拓培训 (www.edatop.com)、微波EDA网 (www.mweda.com) 联合出品

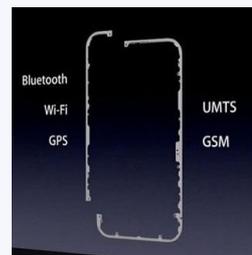
第一讲：课程内容介绍

主讲：李明洋

易迪拓培训(www.edatop.com)

❖ 课程简介

- 全面介绍当前手机天线相关设计技术，内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计、最常用的手机内置单极子天线和PIFA天线设计、还有内置Loop天线和FICA天线设计、多频段多制式LTE手机天线的分段调频技术、以及当前中高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计
- 课程内容包括各种类型手机天线设计原理和设计方法的讲解，以及实际的手手机天线设计案例分析

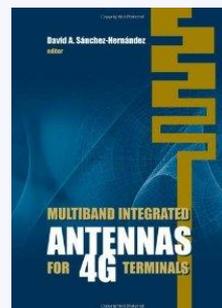
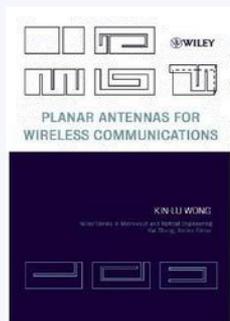
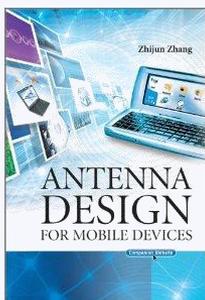


❖ 课程目标

- 帮助学员全面了解和掌握当前手机天线设计的相关技术
- 提高学员的天线设计能力，能够独挡一面完成手机天线的设计项目

❖ 参考教材

- Antenna Design for Mobile Devices , Zhijun Zhang , John Wiley & Sons, 2011
- Multiband Integrated Antennas for 4G Terminals , Sanchez Hernandez , Artech House Publishers , 2008
- Planar Antennas for Wireless Communications , Kin-Lu Wong, John Wiley & Sons , 2003
- 数十篇IEEE上关于手机天线设计的相关文献



❖ 相关课程

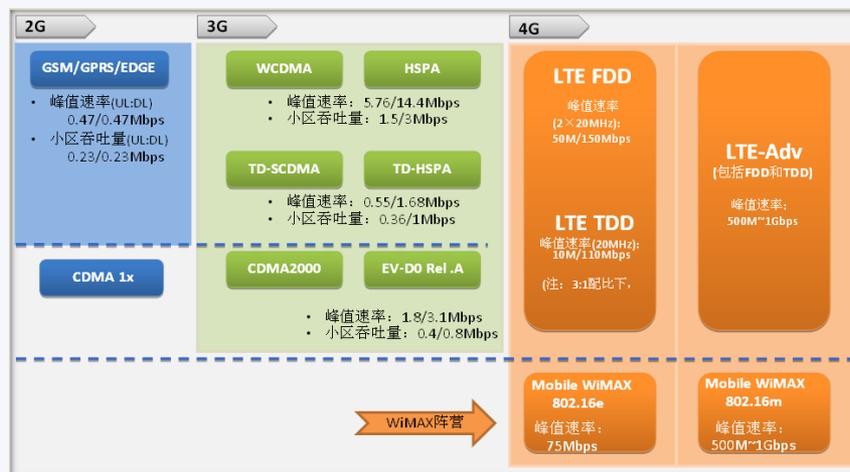
- 《天线和射频匹配电路设计详解》视频培训课程，李明洋主讲

课程内容安排

❖ 第一讲：课程内容简介

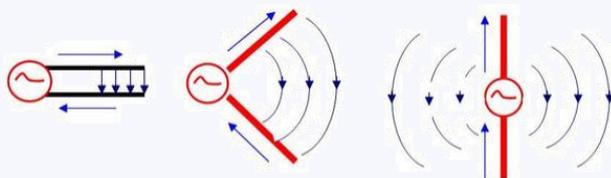
❖ 第二讲：手机制式和工作频段划分

- 了解手机制式的发展演变过程，掌握手机各种制式/模式、工作频段对应的工作频率范围，比如：
 - 常说的2G、3G、4G手机分别指什么，GSM/CDMA/TD-SCDMA/WCDMA/LTE手机工作频率是多少？
 - LTE手机常说的支持Band1、Band3、Band38、Band39、Band40，其对应的工作频率又是多少？
 - 移动定制机五模十频，五模十三频的手机天线需要支持哪些频率？LTE全网通手机天线需要支持哪些频率？
 - WiFi/Bluetooth/GPS的工作频率



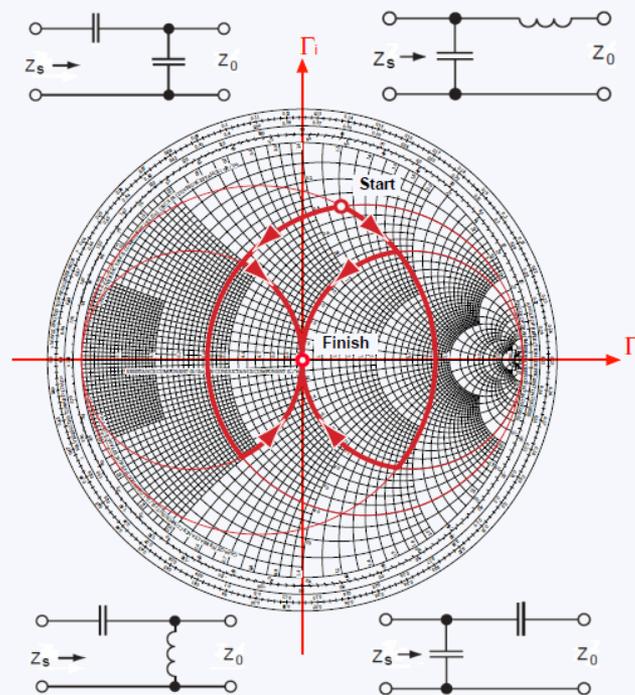
❖ 第三讲：天线基本工作原理和性能参数

- 什么是天线，天线的基本工作原理
- 天线的主要性能参数
 - 工作频率和带宽，电压驻波比、回波损耗，输入阻抗
 - 天线辐射方向图，方向性系数，效率和增益
 - 极化方式，隔离度
 - TRP、TIS、SAR



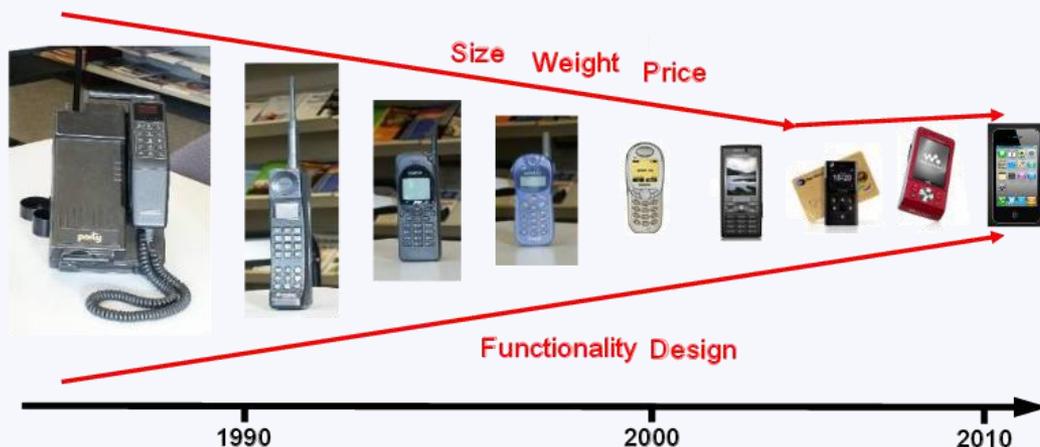
❖ 第四讲：手机天线匹配电路设计

- 介绍手机天线匹配电路设计的相关知识，内容包括：
 - 手机天线匹配电路的形式
 - 匹配电路中电感、电容元件的选择
 - Smith圆图知识及电容、电感元件在smith圆图上的变化轨迹
 - 使用Smith圆图设计L型、 π 型匹配电路
 - 双频匹配电路的设计考量



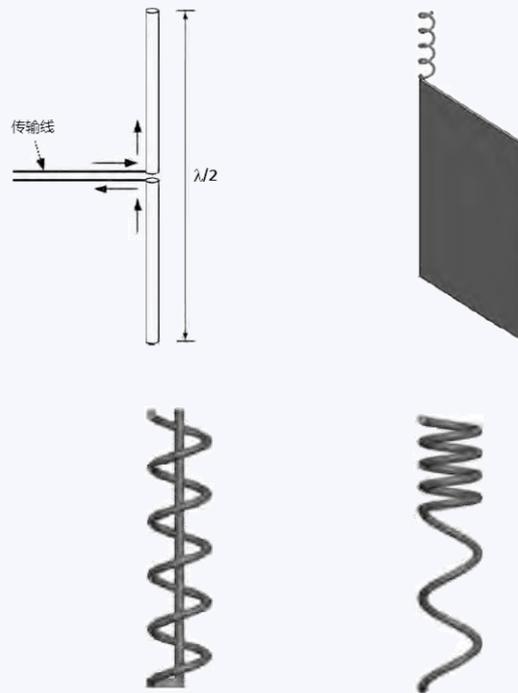
❖ 第五讲：手机天线的发展历程和类型

- 主要介绍手机天线的发展过程，从外置到内置，从可见到不可见的过程
- 以及常用的手机天线类型
 - 外置：螺旋天线
 - 内置：PIFA天线、Monopole天线、LOOP天线/折叠偶极子天线、FICA天线
 - 金属边框手机天线、全金属外壳手机天线



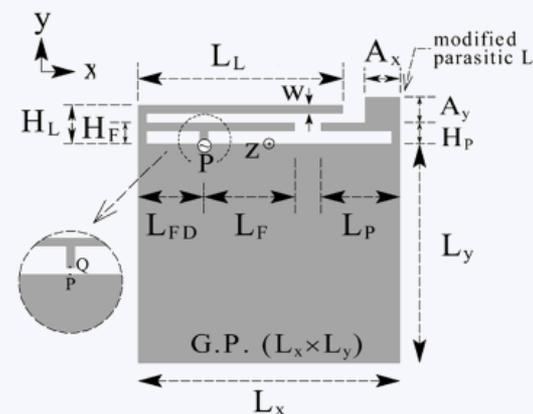
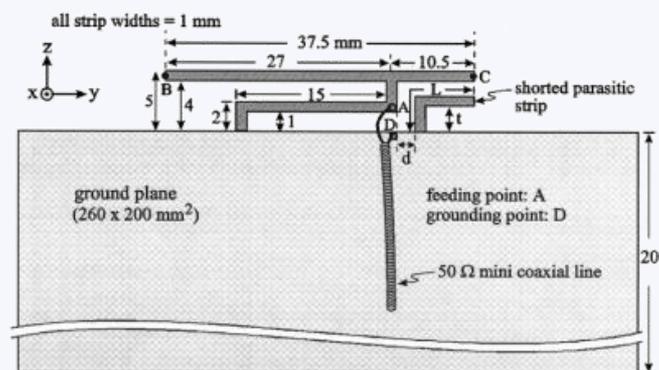
❖ 第六讲：手机外置螺旋天线设计

- 螺旋天线及其变形结构一直是手机外置天线的主要形式；虽然现在外置天线退出了手机天线领域，但是手机天线是一个逐步发展的过程，外置螺旋天线的很多设计思路和设计概念，对于当前内置天线的设计仍有很大借鉴意义
- 主要内容
 - 手机外置螺旋天线工作原理
 - 单频手机外置螺旋天线的设计
 - 双频/多频螺旋天线设计：如何实现双频和多频工作并调整各个频段的工作频率和带宽，多分支双频/多频手机外置螺旋天线设计，单分支双频/多频手机外置螺旋天线设计
 - 手机外置螺旋天线的变形结构
 - 手机PCB板参考地对外置螺旋天线性能的影响分析



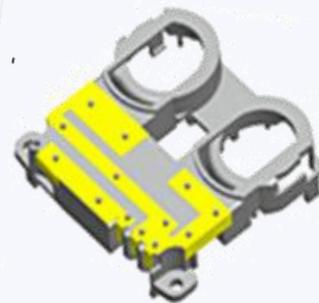
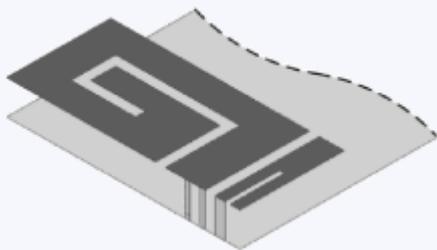
❖ 第七讲：倒L天线和倒F天线的设计

- 倒L天线的工作原理，倒F天线的工作原理
- 倒L和倒F天线的各种变形结构及多频的实现
- 双频倒L天线的设计分析
- 提高倒L和倒F天线工作带宽的设计方法
 - 添加寄生单元的方法可以提高工作带宽
 - 通过耦合馈电的方法来提高工作带宽
 - 设计案例分析



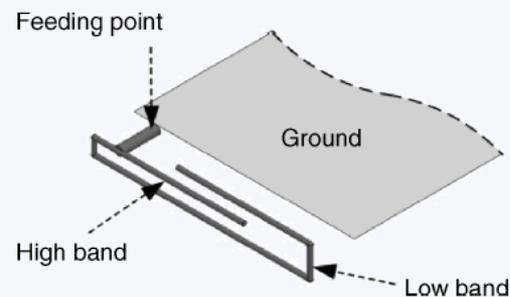
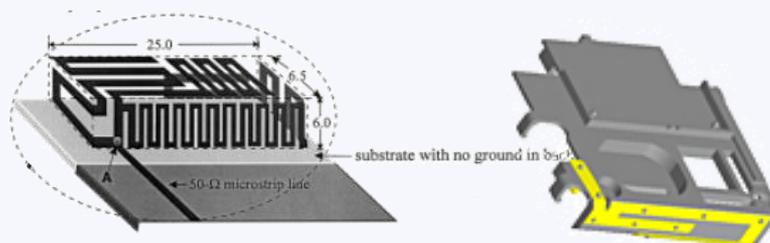
❖ 第八讲：手机内置PIFA天线设计

- PIFA (Planar Inverted-F Antenna) 是最常用的一种内置手机天线形式，它可以看做是由倒F天线发展而来，这一讲主要内容如下：
- 单频PIFA天线设计分析，包括：PIFA天线的基本结构，影响PIFA天线工作频率和工作带宽的关键因素
- 多频PIFA天线设计分析，主要介绍PIFA天线多频实现的方法（多分支、开槽、单分支奇数倍频），以及L形槽多频天线设计分析和G形槽多频天线设计分析
- 寄生单元增加PIFA天线工作带宽的设计
- PIFA天线阻抗匹配设计
- 手机内置PIFA天线实际案例



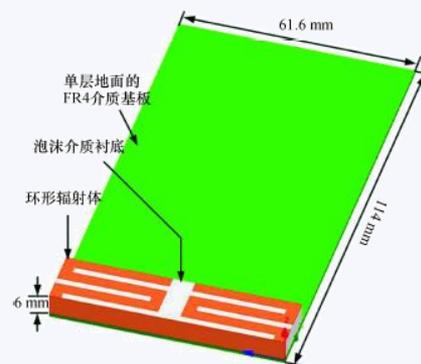
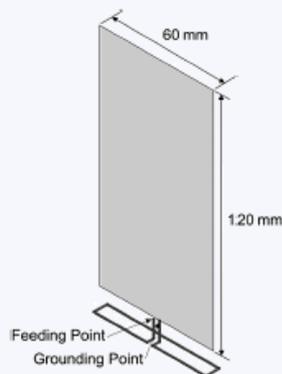
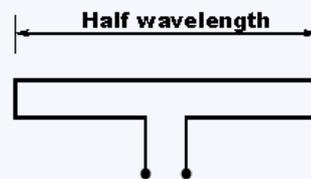
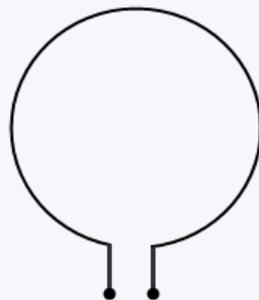
❖ 第九讲：手机内置单极子天线设计

- Moto V3是最成功的一款内置单极子天线手机，以该款手机天线为例，分析手机内置单极子天线的设计原理和设计方法，内容包括：
 - PIFA天线和单极子天线的区别
 - 手机内置单极子天线多频工作实现
 - 多分支实现多频工作，单分支多模实现多频工作
 - 手机内置单极子天线增加工作带宽的方法
 - 增加天线的高度或天线和参考地间的距离，添加寄生单元



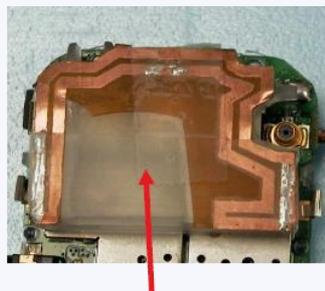
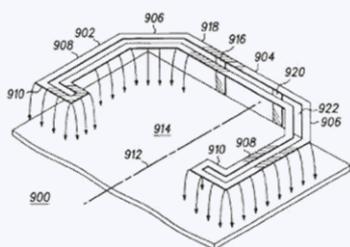
❖ 第十讲：手机内置环形天线/折叠偶极子天线设计

- 环形天线(Loop Antenna) 是最经典的一种天线形式，环形天线周长约为一个工作波长；为了降低环形天线占用面积，手机应用场合都把环形天线折合成下图所示形状，折合后天线也称之为折叠偶极子天线
- 环形天线/折叠偶极子天线可以工作于 1.5λ ， 1λ ， 0.5λ 多个频段，适合手机多频段工作的需要
- 实例分析环形天线/折叠偶极子天线的工作理，以及如何产生多个谐振频率

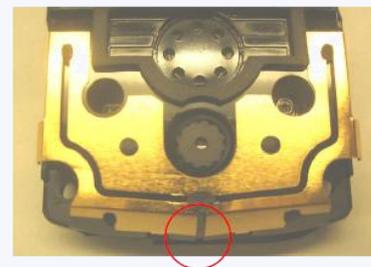


❖ 第十一讲：手机内置FICA天线设计

- FICA天线 (Folded Inverted Conformal Antenna , 折叠倒置共形天线) 是由Motorola天线实验室的Carlo. D. Nallo等人提出的一种手机内置天线结构，并成功申请了此项专利 (专利号：US6762723B2)



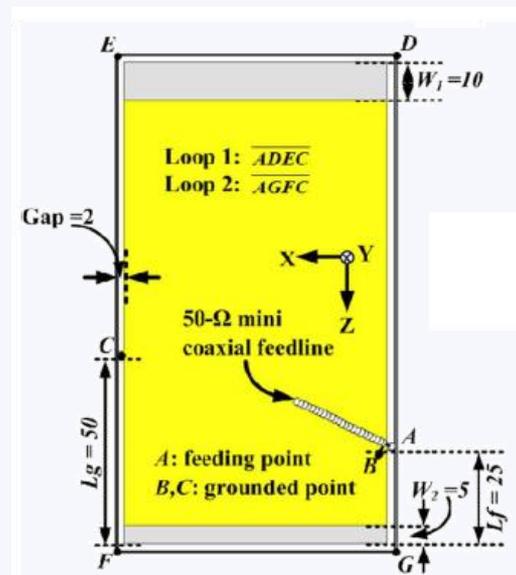
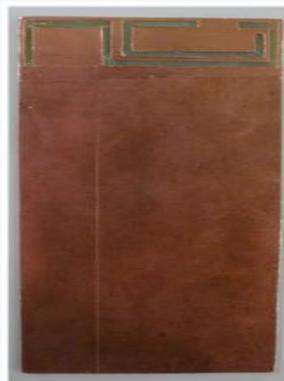
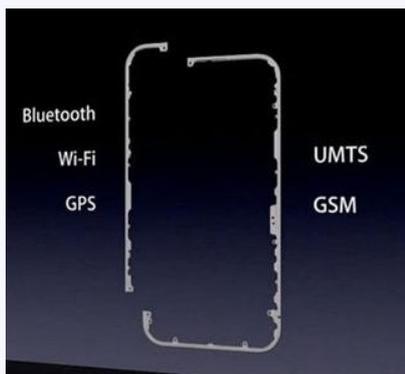
Space available for component placement



- 关于FICA天线的设计文献很少，只有Carlo. D. Nallo 的几篇文章，我们这一讲会向大家详细地介绍FICA的相关设计，并从较为直观的视角分析FICA天线的工作原理
- 这一讲同时还会分析两个手机内置FICA天线的实际设计案例

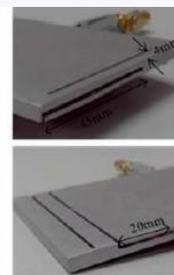
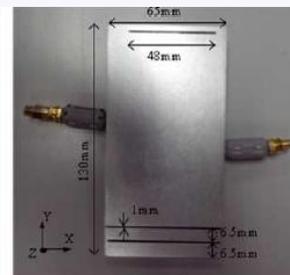
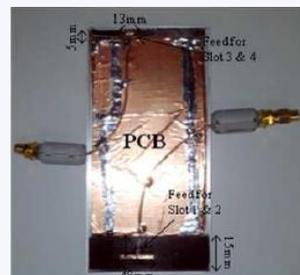
❖ 第十二讲：金属边框手机天线设计

- 随着iPhone 4的出现，使用金属边框的手机越来越多。对于金属边框手机，虽然可以继续使用传统的内置Monopole天线、PIFA天线、折叠偶极子天线或FICA天线；但是，由于金属边框对手机天线电磁场辐射有很大影响，金属框会使手机天线的频带变窄、效率降低
- iPhone 4 的思路是直接把金属边框设计成天线的一部分。在这一讲我们就主要来讲解，对于金属边框手机，把金属边框设计成天线的一部分的设计原理和设计实现方法；同时这一讲还分析了利用金属边框来设计手机天线的两个实际设计案例

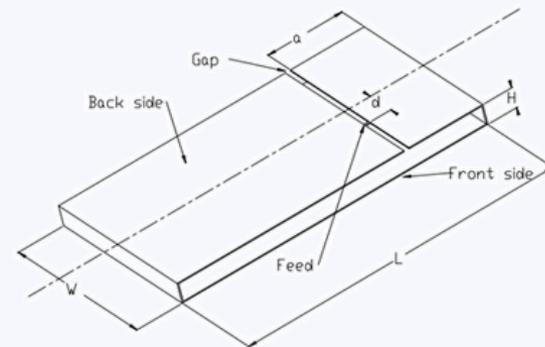


❖ 第十三讲：金属外壳手机天线设计

- 图示HTC One系列手机和iPhone 6手机都是采用全金属背壳，这一讲主要来介绍像这样全金属后壳的手机，如何设计其天线实现多频工作

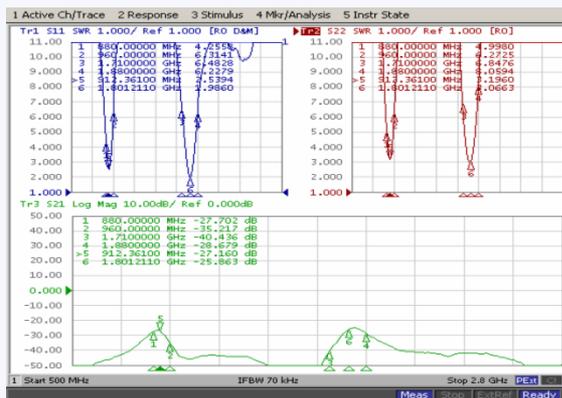
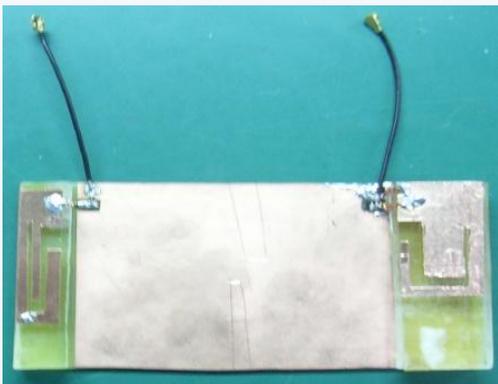


- 这一讲会通过一个实际设计模型，分析了全金属背壳的缝隙宽度和馈电位置对天线带宽的影响
- 课程中同时还分析了一个具体的金属外壳手机天线设计实例，设计的天线工作于GSM850/900/ 1800/1900/WCDMA2100和GPS、WIFI和多个频段



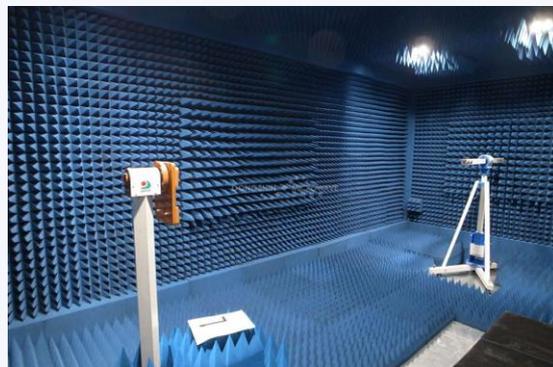
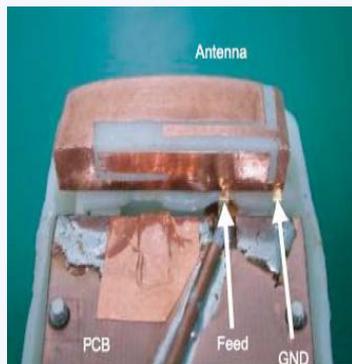
❖ 第十五讲：多天线设计考量、互耦分析和隔离度

- 现在智能手机集成的无线功能越来越多，这就要求手机内需要设计多副天线，多副天线同时存在时，就需要考虑天线之间的相互影响
- 这一讲主要介绍分析多个天线之间的相互影响，以及如何从设计的角度来尽量降低多个天线之间的相互影响
- 课程还通过实例分析给出了在手机天线设计中降低多个天线间相互影响的方法



❖ 第十六讲：手机天线的研发设计过程

- 介绍在实验室环境下，设计和调试一款手机天线的简单过程



■■■■ 手机天线设计培训课程

易迪拓培训，李明洋主讲

约6GB容量高清视频课程，总课时长达13小时

易迪拓培训联合微波EDA网历时半年倾力制作出品，是国内最全面、系统、专业讲授手机天线设计的培训课程，没有之一。全面介绍了当前各种类型手机天线的设计，包括早期的外置螺旋手机天线设计，最常用的手机内置天线如monopole天线、PIFA天线、Loop天线和FICA天线的设计，以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计。对于计划从事手机天线设计的工程师，或者已经进入手机天线设计行业，打算深入了解各种类型手机天线的工作原理，进一步提高天线设计能力的工程师，该门课程无疑是您最佳的选择。。

视频课程，可以直接在本机播放，学习时间和地点自由掌控，学习更方便！

学习中遇到不懂的问题，可以联系我们的专家帮您答疑解惑，学习更轻松！

课程网址：<http://www.edatop.com/peixun/antenna/132.html>

射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训(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),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。

易迪拓培训推荐课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/tuijian/>



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>

手机天线设计培训视频课程

该套课程全面讲授了当前手机天线相关设计技术,内容涵盖了早期的外置螺旋手机天线设计,最常用的几种手机内置天线类型——如 monopole 天线、PIFA 天线、Loop 天线和 FICA 天线的设计,以及当前高端智能手机中较常用的金属边框和全金属外壳手机天线的设计;通过该套课程的学习,可以帮助您快速、全面、系统地学习、了解和掌握各种类型的手机天线设计,以及天线及其匹配电路的设计和调试...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/133.html>



WiFi 和蓝牙天线设计培训课程

该套课程是李明洋老师应邀给惠普 (HP) 公司工程师讲授的 3 天员工内训课程录像,课程内容是李明洋老师十多年工作经验积累和总结,主要讲解了 WiFi 天线设计、HFSS 天线设计软件的使用,匹配电路设计调试、矢量网络分析仪的使用操作、WiFi 射频电路和 PCB Layout 知识,以及 EMC 问题的分析解决思路等内容。对于正在从事射频设计和天线设计领域工作的您,绝对值得拥有和学习! ...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/134.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 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>

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>



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>