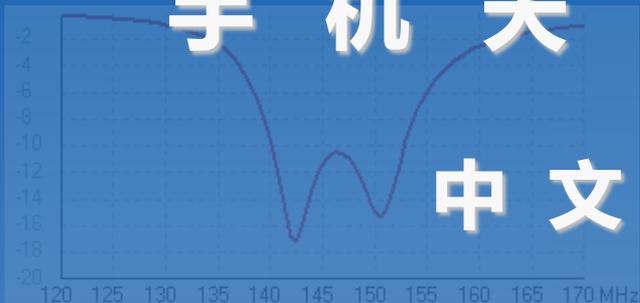


# 手机天线设计培训

## 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

## 第四讲：手机天线匹配电路设计

主讲：李明洋

易迪拓培训(www.edatop.com)

## ❖ 介绍手机天线匹配电路设计的相关知识

- 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、 $\pi$ 型匹配电路
- 双频匹配电路的设计考量
- 天线匹配电路设计的其他考量
  - 增加工作带宽、多频匹配满足当前4G LTE多频段的设计要求

## ❖ 补充说明

- 本讲会对天线匹配电路设计的知识做了一个简单的介绍
- 关于天线匹配电路的设计，我们开设有一门专门的培训课程——《天线和射频匹配电路设计详解》
- 如要全面熟悉掌握匹配电路设计知识，可以学习上述课程

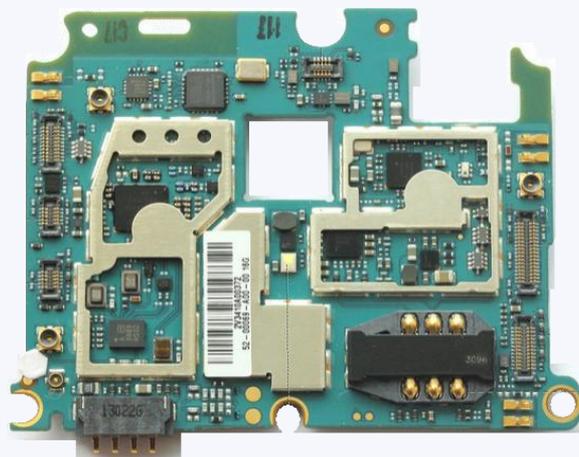
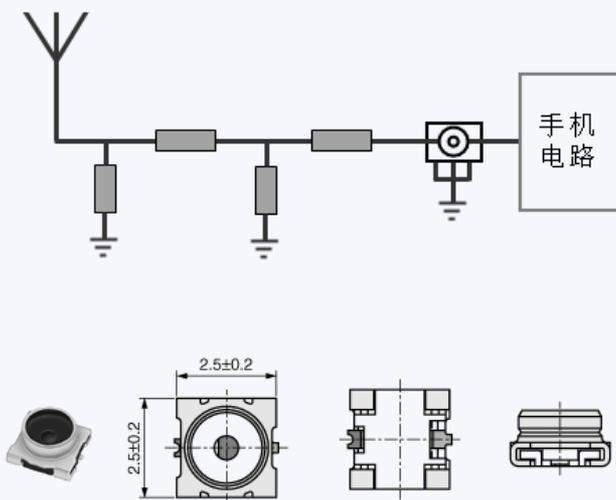


- ❖ 手机天线匹配电路的形式
- ❖ 匹配电路中电感、电容元件的选择
- ❖ Smith圆图知识及电容、电感元件在smith圆图上的变化轨迹
- ❖ 使用Smith圆图设计L型、 $\pi$ 型匹配电路
- ❖ 双频匹配电路的设计考量
- ❖ 天线匹配电路设计的其他考量
  - 增加工作带宽、多频匹配满足当前4G LTE多频段的设计要求

# 1. 手机天线匹配电路形式

## ❖ $\pi$ 型或双L型

- 电容、电感元件组成的 $\pi$ 型或双L型匹配电路
- 匹配电路后连接一个射频开关插座，用于手机射频传导测试



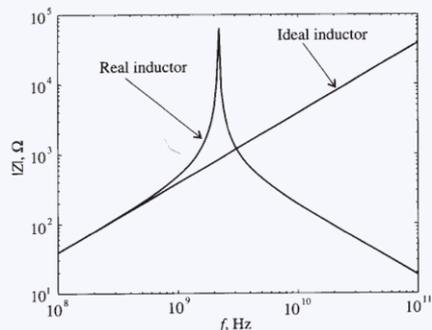
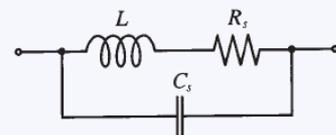
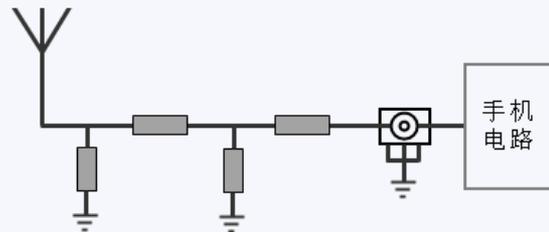
- ❖ 手机天线匹配电路的形式
- ❖ **匹配电路中电感、电容元件的选择**
- ❖ Smith圆图知识及电容、电感元件在smith圆图上的变化轨迹
- ❖ 使用Smith圆图设计L型、 $\pi$ 型匹配电路
- ❖ 双频匹配电路的设计考量
- ❖ 天线匹配电路设计的其他考量
  - 增加工作带宽、多频匹配满足当前4G LTE多频段的设计要求

# 匹配电路中电感、电容元件

❖ 考虑到电阻是有耗元件，不能用在匹配电路设计中，手机匹配电路需要使用表贴高频电容和高频电感元件

## ❖ 高频电感

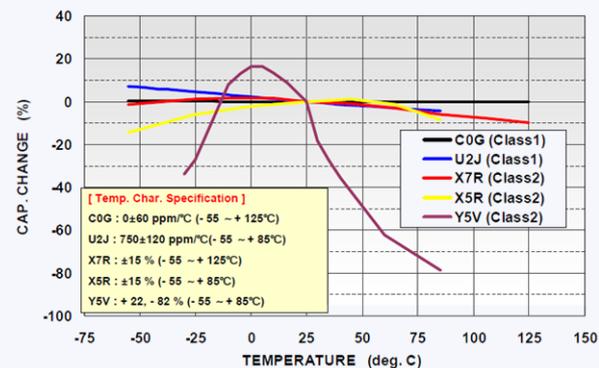
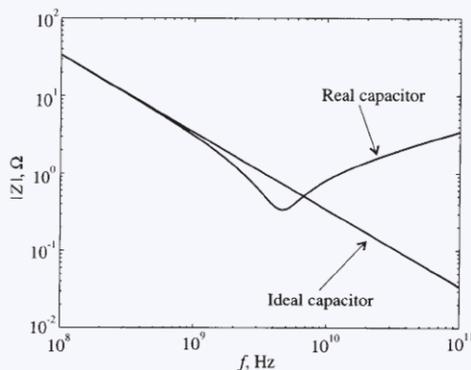
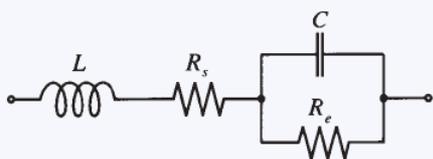
- 手机天线匹配电路设计中所使用的电感只能选择高频电感
- 现实使用的电感元件都不会是一个理想元件，因为寄生参数的存在，随着工作频率的逐渐增大，电感的特性也会逐渐变差
- 电感参数：电感值、自谐振频率 ( SRF )、直流电阻(DCR)、额定电流、精度、Q值
- 电感类型：绕线电感、薄膜电感、叠层电感
- 选取原则：高Q值，高自谐振频率，低直流电阻
- 推荐型号：Murata LQW系列、CoilCraft 0402HP系列  
TDK、Samsung、顺络电子



## 2. 匹配电路中电感、电容元件 (cont.)

### ❖ 高频电容

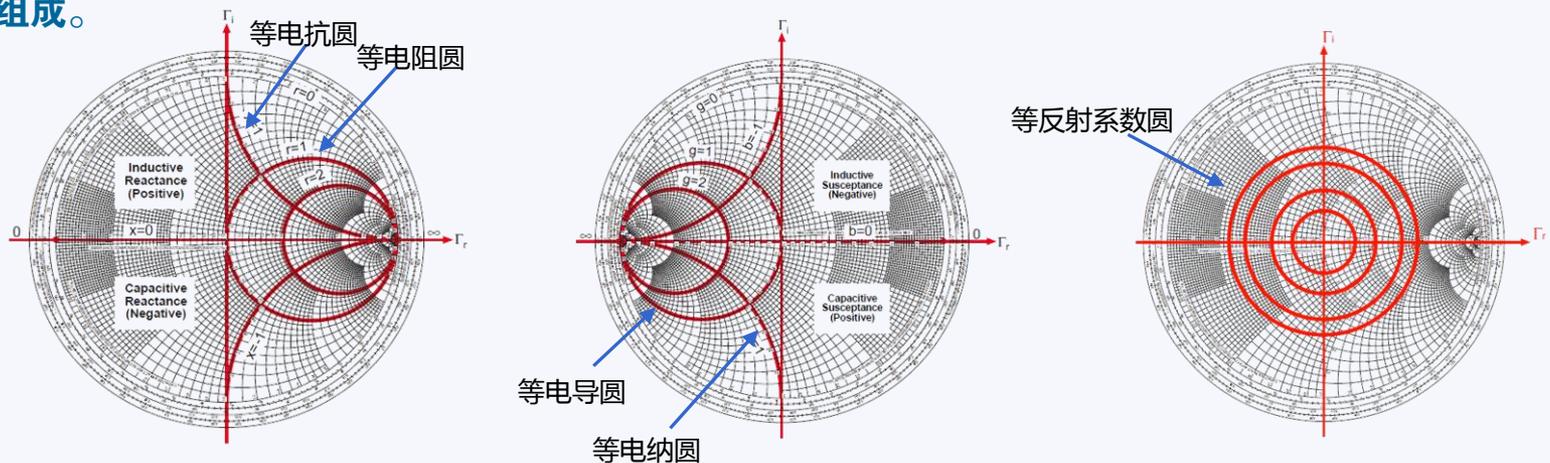
- 匹配电路设计中所使用的电容也需要选择高频电容
- 因为寄生参数的存在，现实使用的电容元件同样也不会是一个理想元件，随着工作频率的逐渐增大，电容的特性也会逐渐变差
- 电容的温度特性：C0G, U2J, X7R, X5R, Y5V
- 选取原则：精度高，温度特性好，高自谐振频率，高Q值，低ESR
- 推荐型号：Murata\_ GQM系列，JohansonTechnology S系列



- ❖ 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、 $\pi$ 型匹配电路
- ❖ 双频匹配电路的设计考量
- ❖ 天线匹配电路设计的其他考量
  - 增加工作带宽、多频匹配满足当前4G LTE多频段的设计要求

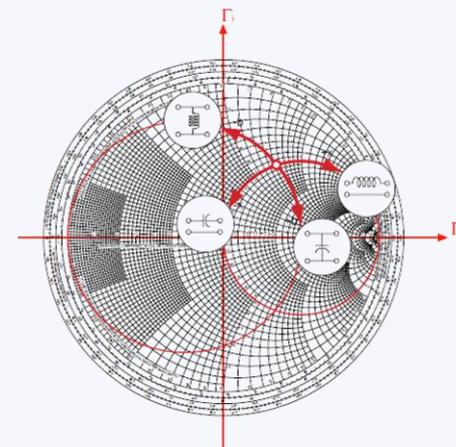
# 3. Smith圆图知识及电容、电感元件在smith圆图上的变化轨迹

❖ Smith圆图是建立在反射系数复平面( $\Gamma_r, \Gamma_i$ )上的图形化工具，由阻抗圆图、导纳圆图、等反射系数圆叠加组成。



❖ 串并联电容/电感元件在Smith圆图上变化轨迹

- 串联L、C沿着等电阻圆移动  
串联电感沿着顺时针方向移动，串联电容沿着逆时针方向移动
- 串并联L、C沿着等电导圆移动  
并联电感沿着逆时针方向移动，并联电容沿着顺时针方向移动



- ❖ 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、 $\pi$ 型匹配电路**
- ❖ 双频匹配电路的设计考量
- ❖ 天线匹配电路设计的其他考量
  - 增加工作带宽、多频匹配满足当前4G LTE多频段的设计要求

# 4. 使用Smith圆图设计L型、 $\pi$ 型匹配电路

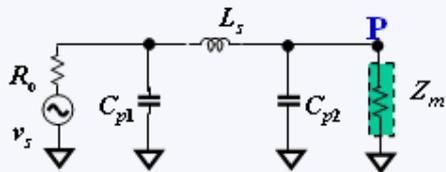
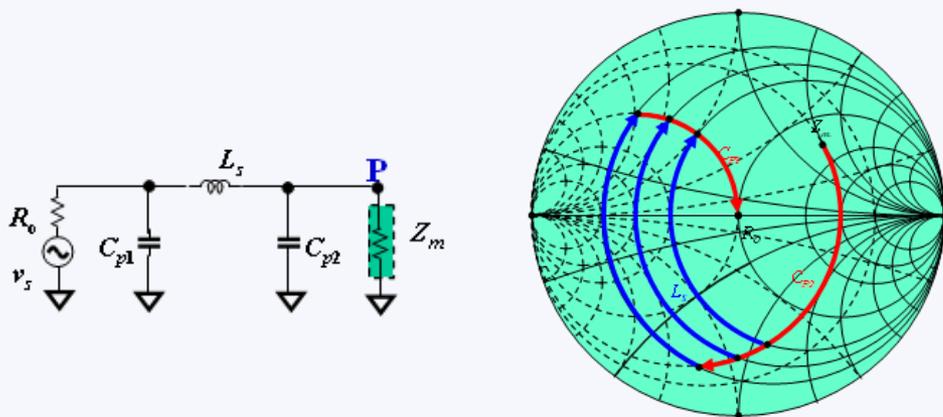
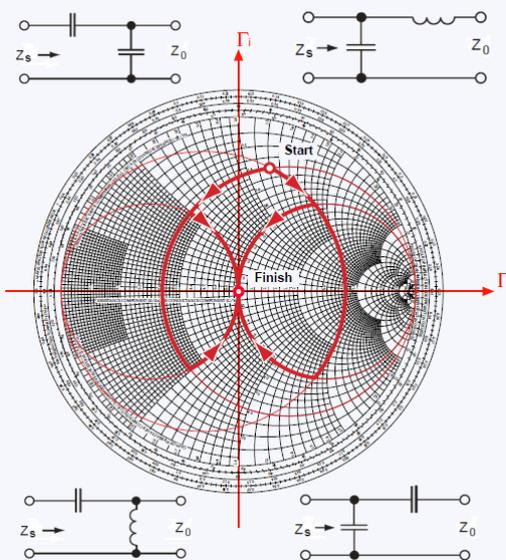
❖ 手机射频输入/输出端的端口阻抗都是50欧姆，所以手机天线匹配电路的设计就是要把天线的输入阻抗匹配到50欧姆阻抗上

## ❖ L型匹配电路设计

- 用于单频/窄带匹配

## ❖ $\pi$ 型匹配电路设计

- 手机天线较常用的匹配电路形式



- ❖ 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、 $\pi$ 型匹配电路
- ❖ **双频匹配电路的设计考量**
- ❖ 天线匹配电路设计的其他考量
  - 增加工作带宽、多频匹配满足当前4G LTE多频段的设计要求

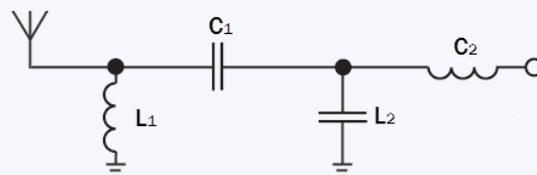
# 5. 双频匹配电路的设计考量

## ❖ 考量因素

- 根据串、并联电容/电感元件对高、低频段性能影响程度的不同，选择合适的匹配电路形式

## ❖ 电容、电感的频率特性

- 电感元件： $X=j\omega L$ ，频率越高电抗值越大
  - 串联电感，对低频影响小，对高频影响大
  - 并联电感，对低频影响大，对高频影响小
- 电容元件： $X=1/(j\omega C)$ ，频率越高电抗值越小
  - 串联电容，对低频影响大，对高频影响小
  - 并联电容，对低频影响小，对高频影响大



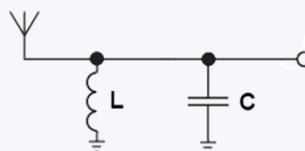
## ❖ 双频匹配电路设计原则

- 低频段：使用并联电感或串联电容，而不要使用串联电感和并联电容
- 高频段：使用串联电感或并联电容，而不要使用并联电感和串联电容

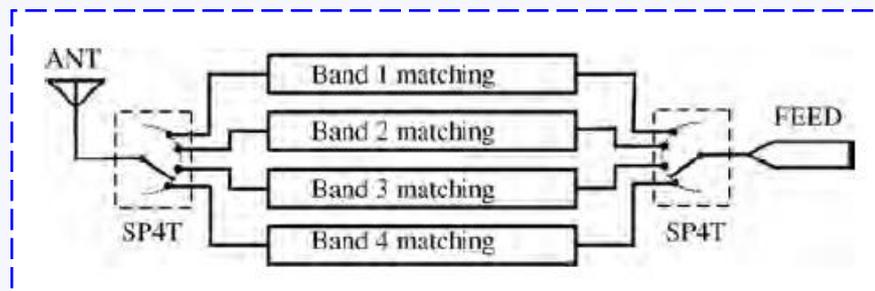
- ❖ 手机天线匹配电路的形式
- ❖ 匹配电路中电感、电容元件的选择
- ❖ Smith圆图知识及电容、电感元件在smith圆图上的变化轨迹
- ❖ 使用Smith圆图设计L型、 $\pi$ 型匹配电路
- ❖ 双频匹配电路的设计考量
- ❖ **天线匹配电路设计的其他考量**
  - 增加工作带宽、多频匹配满足当前4G LTE多频段的设计要求

## 6. 天线匹配电路设计的其他考量

### ❖ 增加天线工作带宽



### ❖ 多频匹配的实现



## ❖ 本讲主要介绍手机天线匹配电路设计的相关知识

- 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、 $\pi$ 型匹配电路
- 双频匹配电路的设计考量
  - 低频段：使用并联电感或串联电容，而不要使用串联电感和并联电容
  - 高频段：使用串联电感或并联电容，而不要使用并联电感和串联电容
- 天线匹配电路设计的其他考量
  - 增加工作带宽
  - 多频匹配实现更多工作频段更宽的工作带宽，满足当前4G LTE多模手机多频段工作要求

## ■■■■ 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](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>