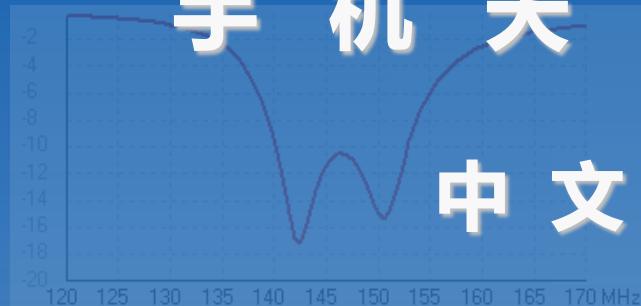


# 手机天线设计培训

## 中文视频课程



易迪拓培训 ([www.edatop.com](http://www.edatop.com))、微波EDA网 ([www.mweda.com](http://www.mweda.com)) 联合出品

## 第十一讲：手机内置FICA天线设计

主讲：李明洋

|易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))

- ❖ 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。2004年7月13日， Motorola向美国专利局成功申请了此项专利（ 专利号： US6762723B2 ）， Motorola推出的多款手机均采用FICA天线的技术
- ❖ 关于FICA天线的设计资料比较少，只有Carlo. D. Nallo 的几篇文章
  - Carlo. D. Nallo and Antonio Faraone, " The Folded Inverted Conformal Antenna (FICA) for Multi-band Cellular Phones" , Proc. of IEEE Antennas and propagation Society International Symposium, 2005
  - Carlo. D. Nallo and Antonio Faraone, "Multiband internal antenna for mobile phones" , Electronics Letters Volume 41 , 2005
  - Carlo. D. Nallo , "Principles and Applications of the Folded Inverted Conformal Antenna ( FICA ) Technology"

# FICA天线工作原理

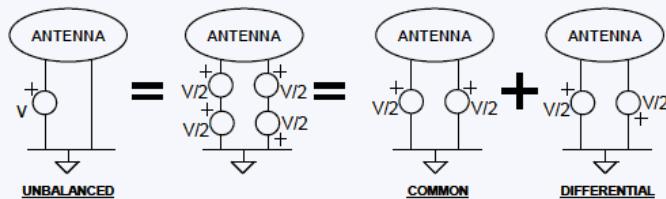
|易迪拓培训 (www.edatop.com)

## ❖ FICA天线的结构

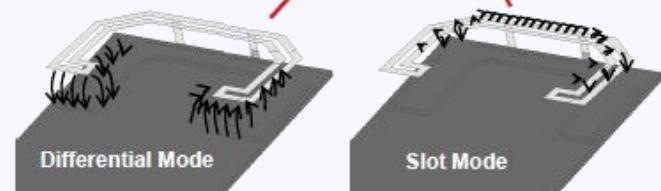
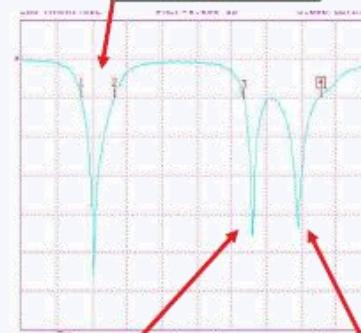
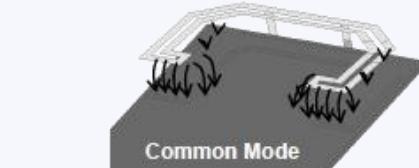
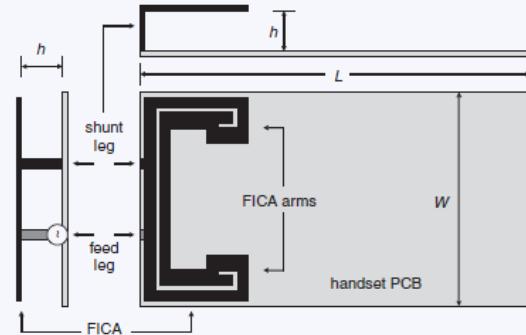
- 带有缝隙的天线位于参考地上方，天线结构对称
- 在天线结构对称中心左右分别有一个接地角和馈电角

## ❖ Carlo. D. Nallo 对于FICA天线工作原理的描述

- 天线有三个谐振频率：
  - 共模谐振频率(Common Mode)
  - 差模谐振频率(Differential Mode)
  - 缝模谐振频率(Slot Mode)



- 打开文献“Multiband internal antenna for mobile phones”讲解Carlo. D. Nallo 的详细解释

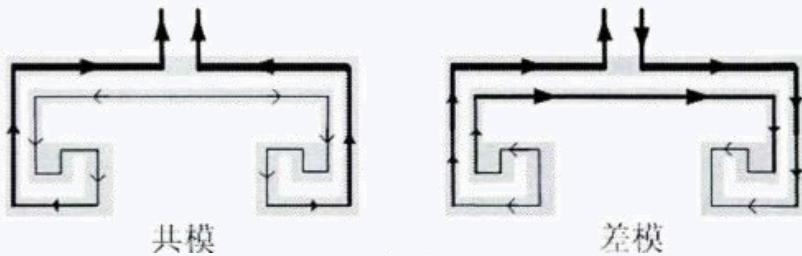
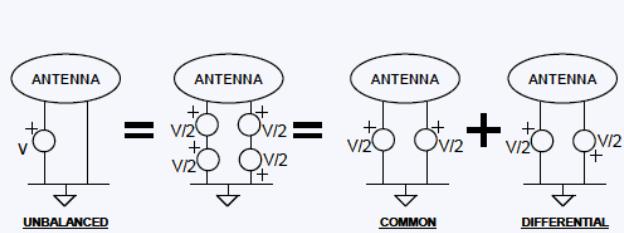


# FICA天线工作原理

|易迪拓培训 ([www.edatop.com](http://www.edatop.com))

## ❖ 本人对于FICA天线工作原理的直观解释

- FICA天线工作原理类似于手机内置环形天线/折叠偶极子天线的工作原理
  - **Common Mode** features in-phase currents on FICA arms and longitudinal currents on PCB ground
  - FICA天线**共模**谐振频率类似于环形天线/折叠偶极子天线工作于**单极子天线**状态下的谐振频率
  - **Differential Mode** features opposite phased currents on FICA arms and transverse currents on PCB ground
  - FICA天线**差模**谐振频率类似于环形天线/折叠偶极子天线工作于**环形天线**状态下的谐振频率
  - **Slot Mode**, which is a higher order common mode, featuring a strong excitation of the FICA slot
  - FICA天线**缝模**谐振频率类似于环形天线/折叠偶极子天线工作于**单极子天线**状态下的3倍频谐振频率

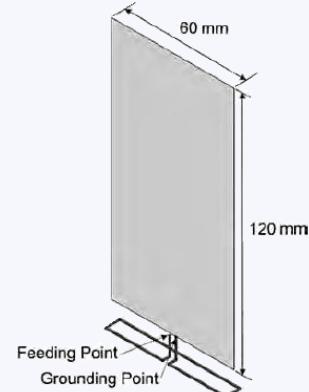


# FICA天线和内置折叠偶极子天线的比较

|易迪拓培训 ([www.edatop.com](http://www.edatop.com))

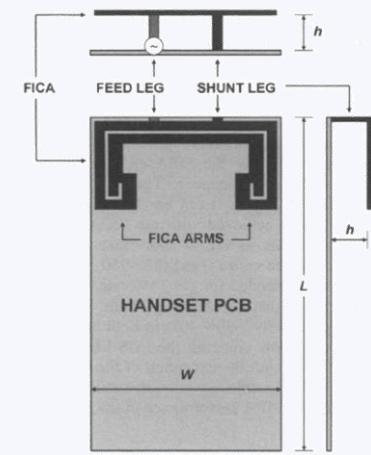
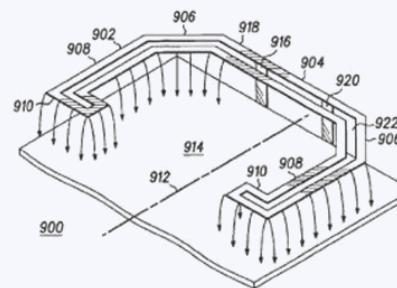
## ❖ 内置环形天线/折叠偶极子天线

- 和单极子天线一样，内置环形天线/折叠偶极子天线周边需要净空
- 理论上内置环形天线/折叠偶极子天线有 $0.5\lambda$ ， $1\lambda$ ， $1.5\lambda$ 三个谐振频率，其中 $1\lambda$ 的谐振频率对应环形天线的工作原理， $0.5\lambda$ 和 $1.5\lambda$ 的工作频率对应单极子天线的工作原理



## ❖ FICA天线

- 和PIFA天线一样，FICA天线放置于参考地的上方
- FICA天线有共模、差模和缝模三个谐振频率，类似于折叠偶极子天线的 $0.5\lambda$ ， $1\lambda$ ， $1.5\lambda$ 三个谐振频率。其中 $1\lambda$ 的谐振频率类似于环形天线的工作原理， $0.5\lambda$ 和 $1.5\lambda$ 的工作频率类似于倒F天线/PIFA天线的工作原理

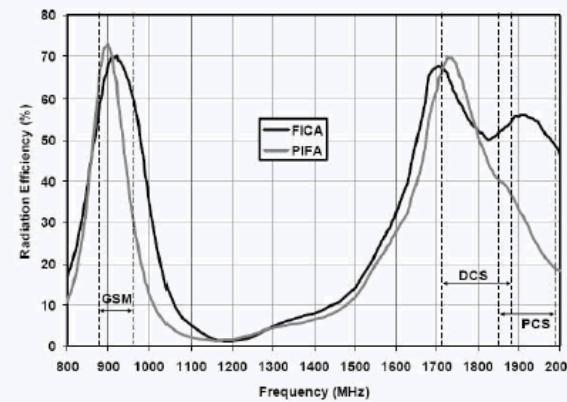
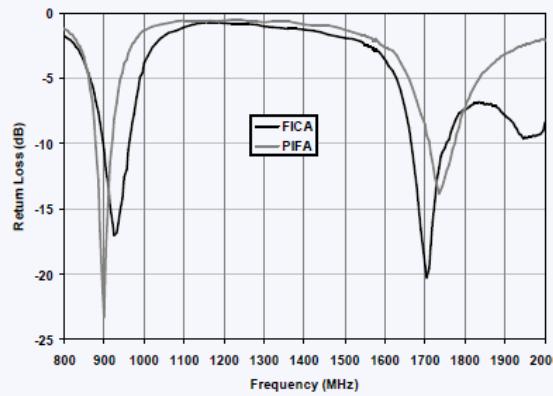
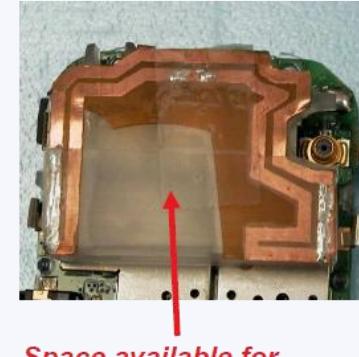
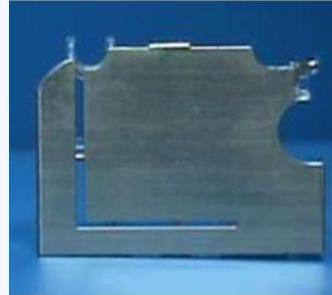


# FICA天线设计案例分析(1)

|易迪拓培训 ([www.edatop.com](http://www.edatop.com))

## ❖ Motorola T192手机内置PIFA天线和FICA天线的设计和性能比较

- 天线体积 :  $38 \times 24 \times 6.5 \text{ mm}^3$
- FICA天线的带宽和效率优于PIFA天线

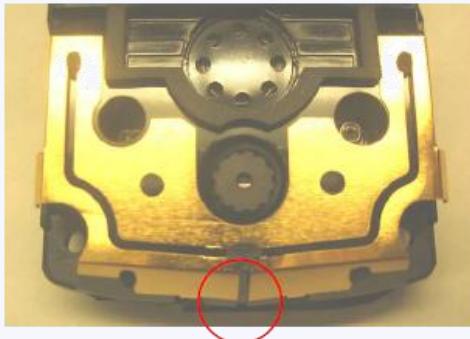
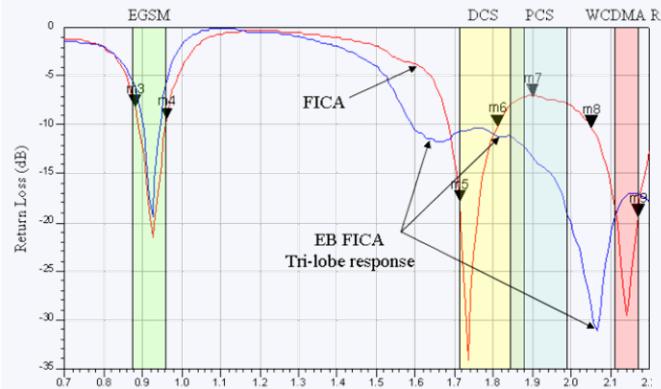
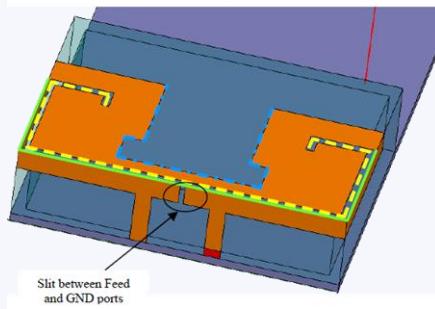


# FICA天线设计案例分析(2)

|易迪拓培训 ([www.edatop.com](http://www.edatop.com))

## ❖ 案例来源

- Istvan Szini, Carlo Di Nallo , " The Enhanced Bandwidth Folded Inverted Conformal Antenna (EB FICA)for Multi-Band Cellular Handsets " , Antennas and Propagation Society International Symposium, 2007 IEEE



## C980/C975

European market

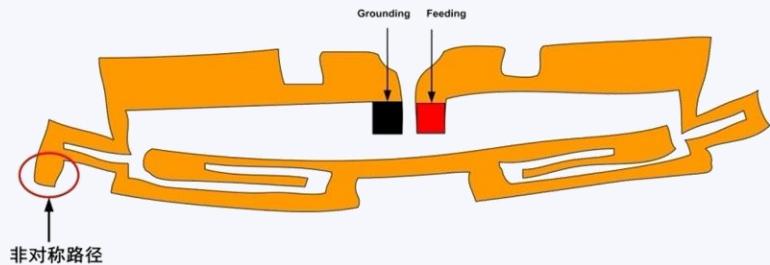
EGSM	880~960MHz
DCS	1710~1880MHz
PCS	1850~1990MHz
WCDMA Rx	2110~2170MHz

# FICA天线设计案例分析(3)

|易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))

## ❖ Nokia X7型手机的非对称形式FICA 天线

- 与Motorola FICA天线有所不同的是，在天线的左端采用了一个非对称的结构
- 满足GSM850/900/1800/1900和WCDMA 2100五频的性能要求



Nokia X7型手机天线OTA测试数据

GSM900/1800	CH1	CH62	CH124	CH512	CH698	CH885
TRP	30.34	29.77	29.37	26.36	26.47	26.47
TIS	-105.88	-104.80	-104.78	-104.84	-105.73	-106.17
GSM850/1900	CH128	CH190	CH251	CH513	CH661	CH810
TRP	29.83	30.13	30.44	26.33	26.15	26.43
TIS	-105.81	-105.27	-105.29	-105.15	-105.93	-105.34
WCDMA2100	CH9612	CH9750	CH9888	CH10562	CH10700	CH10838
TRP	20.07	20.03	21.64			
TIS				-107.99	-108.44	-107.09

# ■ ■ ■ ■ 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>