

# LTE小蜂窝基站天线的最高效率匹配

## LTE Small Cell Base Station Antenna Matched for Maximum Efficiency

作者：Kimmo Honkanen Pulse Electronics 公司射频工程师

Jussi Rahola Optenni Ltd 公司总经理

Jaakko Juntunen AWR 公司欧洲电磁应用专家

在设计基站或移动设备天线时，最重要的是保证天线在正确的工作频率处谐振。本文展示了 Pulse Electronics (Pulse) 公司应用 AWR 的 Microwave Office 电路设计软件和 Optenni 公司的 Optenni Lab™ 匹配电路生成和天线分析软件开发的独特的、基于软件的、天线设计、调谐和优化流程。应用此跨公司的流程最终设计出高性能、低成本的产品，加快产品上市。

匹配电路的设计听起来很简单，但需要遵守几个规则。第一，对频率进行优化要比对阻抗进行匹配重要。第二，由于理想和实际器件之间有所区别，因此在匹配电路设计中需要用到电容或电感的实际模型。第三，匹配电路的灵敏度和器件的公差也应该被考虑在内，并进行验证。

本文所展示的天线是 Pulse 公司设计的应用定向贴片辐射单元的小型蜂窝基站天线，此天线采用 2 个端口进行馈电，具有竖直和水平极化方向。此天线系统的工作频率是 LTE Band 8, 880~960MHz.

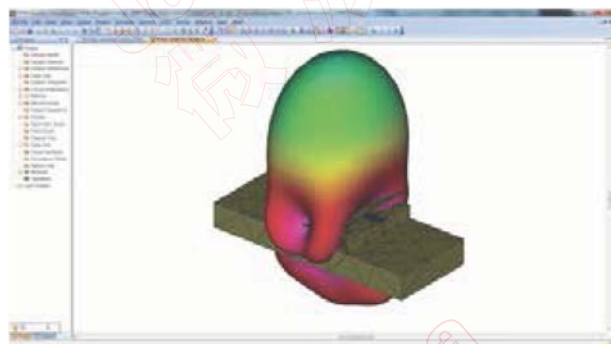


图 2：Analyst 的版图和端口 1 的辐射方向图。

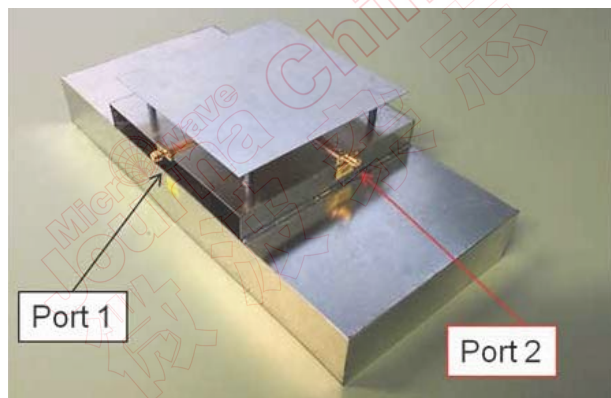


图 1：Pulse 先对天线原型进行了制造和测试，在仿真之前获得了基准数据。

### 天线原型

Pulse 公司所面临的第一个挑战是如何将馈电结构集成到有限的空间内。开始，他们选择孔缝耦合结构进行馈电，由于此种馈电方式在端口激发的谐振模式是正交的，可以保证端口之间有良好的隔离性。但是，

由于工作频率比较低(880~960MHz)，如果采用对称结构势必会造成馈电结构太大(不满足有限空间的要求)。因此，我们需要采用一种非对称的方案，使得端口 1 的馈电面长度适中。由于端口 2 的馈电面过短，因此需要将馈电面末端展宽。图 1 为天线原型的照片。

Pulse 公司依赖虚拟原型方法，如：用仿真(综合和分析)软件取代传统意义上的“试错”方法。通过仿真，应用 LC 匹配电路实现了端口 2 的匹配电路，大大节省了设计时间。

### 天线仿真

应用了 AWR Microwave Office 内建的 3 维电磁仿真器 Analyst 对天线进行了仿真，目标频率 880~960MHz。对于此设计，需要应用 3 维电磁仿真器，由于馈线由一条窄的印刷电路板所支撑，因此，必须将边缘耦合考虑在内。

最初的结果显示，端口 1 匹配良好，端口 2 需要应用匹配电路以获得所需的谐振频率。端口间的隔离非常好，达到了 40dB。图 2 显示，Analyst 的版图和端口 1 的辐射方向图。

### 匹配电路设计

下一步，应用 Optenni Lab 软件

下转第 54 页

上接第 32 页

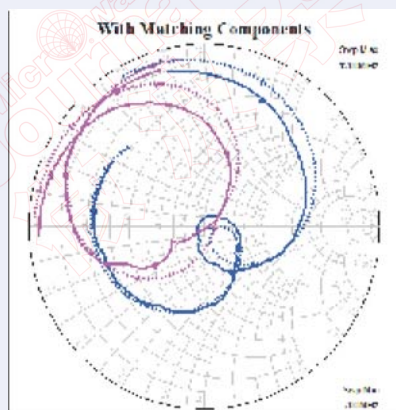


图 3: 带有匹配电路的端口阻抗: 仿真结果(虚线)和测量(实线)结果。

对端口 2 的匹配电路进行了设计。天线的阻抗数据经由 Touchstone 文件读入, 输入工作频率范围, 组件数量并选择组件的顺序。几秒后, Optenni Lab 提供了多种优

化的匹配电路拓扑结构。在整个频率范围内使得效率达到了最大值。剩余的优化步骤需要将离散组件转换版图。

靠近端口 2 的并 - 串联版图通过在 PCB 边缘添加连接到地平面的金属条带接地。但是, 并联电容的接地也会引入电感效应, 在最前边和后边的组件间引入时延。

在整个频带内输入到天线的功率衰减了 0.2dB。进一步对设计进行优化, 找到了更好的器件选择方案, 使得损耗减少到 0.1dB。优化后, 最佳的匹配方案选择 Murata 器件库中的组件, 5.6nH 串联电感, 2.2pF 并联电容, 2.7pF 串联电容。

## 测量

最终, Pulse 对带有匹配组件的天线原型进行了测量。Smith 圆图(图 3)显示了带有匹配电路端口阻抗的仿真和测量值。仿真和测量结果吻合的非常好。

## 总结

本技术文档中所提及的软件设计方法提供了“一次性通过”匹配电路设计流程, 比传统方法更加有效率, 更加节约成本, 并对天线的频率调谐提供了指导, 保证了高性能产品的设计。对 Pulse 的 LTE 新型双馈单辐射贴片单元蜂窝基站天线提供了指导性意见。■

**ARTECH HOUSE**

**即将推出!**  
现在就去 [ArtechHouse.com](http://ArtechHouse.com) 预订

## 微波混频器技术与应用

Bert Henderson 和 Edmar Camargo

- 它基于有关混频器和变频的超过一千项专利, 为那些希望用固态思路解决自身设计挑战的混频器设计师们提供了一个全面资源。
- 包含关于使用双极型晶体管、FET 或二极管开关器件的有源和无源混频器的初级和高级教材。
- 几十个重要的混频器设计理论与设计细节, 以及来自作者几十年经验的实际应用信息。

精装 • 约 880 页。 • 2013 年 8 月上市  
ISBN: 978-1-60807-489-1 • 189 美元 / 130 英镑

美国: 拨打: 1-800-225-9977 (在美国或加拿大)  
或 1-781-769-9750, 分机 4030  
传真至: 1-781-769-6334  
电子邮件至: [artech@ArtechHouse.com](mailto:artech@ArtechHouse.com)

英国: 拨打: +44 (0)20 7596 8750  
传真至: +44 (0)20 7630-0166  
电子邮件至: [artech-uk@ArtechHouse.com](mailto:artech-uk@ArtechHouse.com)

如需完整描述和订购信息, 请访问

**ArtechHouse.com**

加上运费/处理和适当税收。

**ARTECH HOUSE**  
波士顿 | 伦敦

685 Canton Street, Norwood, MA 02062 USA  
16 Sussex Street, London SW1V 4RW UK