

# 短波宽带天线匹配网络的设计

朱义胜, 郑紫微

(大连海事大学信息工程学院, 大连 116026)

## Design of Matching Network for Short-Wave Antenna

ZHU Yi-sheng, ZHENG Zi-wei

(Dalian Maritime University, Dalian 116026)

**摘要** 本文基于统计学习理论构造了一种快速自适应随机搜索算法, 证明了算法的收敛性。给出了一种简易实用的宽带天线匹配设计新方法。应用该自适应算法进行天线匹配设计, 不仅算法简单, 易于编程实现, 而且能够快速设计出具有较好性能的匹配网络, 非常适用于各种短波、超短波天线的匹配设计问题。

如图 1 所示的短波天线

阻抗匹配网络的设计问题, 一直受到人们的广泛关注<sup>[1]</sup>。图中  $R_0 = 50\Omega$  表示信号源内阻,  $Z_0(s)$  是天线阻抗。

用 HP8753D 矢量网络分析仪进行测量的丹东康乃达电器有限公司生产的 KD-12 宽带天线阻抗 (27.5MHz ~ 39.5MHz) 的实部和虚部如图 2 所示。

本文利用统计高斯-牛顿法<sup>[2]</sup>设计短波天线阻抗匹配网络获得满意的结果。

设待设计的天线匹配网络由负载端口向匹配网络看去的策动点阻抗为  $Z_0(s)$ ,

$$Z_0(j\omega) = R_0(\omega) + jX_0(\omega) \quad (1)$$

$$Z_0(j\omega) = R(\omega) + jX(\omega)$$

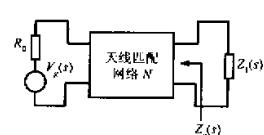


图 1 天线阻抗匹配问题

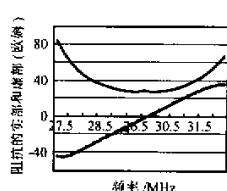


图 2 KD-12 天线阻抗特性

网络的功率传输特性可以写做<sup>[3]</sup>

$$G(\omega) = \frac{4R_0(\omega)R(\omega)}{[R_0(\omega) + R(\omega)]^2 + [X_0(\omega) + X(\omega)]^2} \quad (2)$$

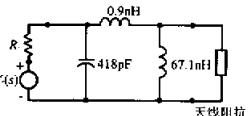
假定匹配网络采用 T 型或 II 型结构,  $R_0(\omega)$  可以表示为  $R_0(\omega, V)$ ,  $X_0(\omega)$  可以表示为  $X_0(\omega, V)$ , 其中

$$V = [C_1 \dots, C_i, L_1 \dots, L_j, m_1 \dots, m_k] \quad (3)$$

是待定的变量, 即组成匹配网络的  $i$  个电容、 $j$  个电感和  $k$  个变压器。向量  $V$  的维数为  $M = i + j + k$ 。因此, 匹配设计问题可转化为寻找合适的  $\hat{V}$  使得式(4)最小。

$$E(V) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [G_0 - G(w_i, V)]^2 \quad (4)$$

其中  $G_0$  为某一常数, 它代表某一平坦传输功率增益。 $G(\omega, V)$  是向量  $V$  的组成元素的非线性函数。



(下转第 1075 页)

图 3 三元件天线阻抗匹配网络

(上接第 1049 页)

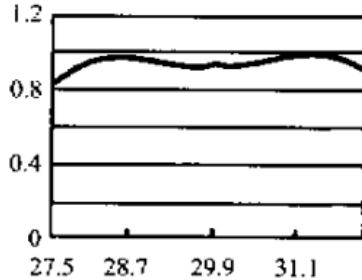


图 4 三元件天线匹配  
网络的频率特性

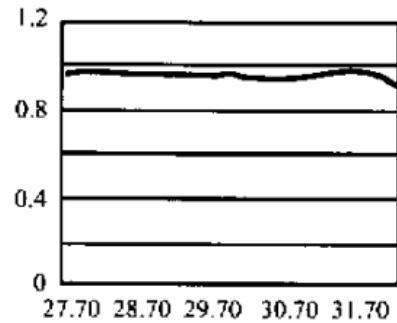


图 5 六元件阻抗匹配后的  
频率响应曲线

本文采用统计牛顿法进行梯形网络的优化匹配设计.图 3 和图 4 是三元件阻抗匹配网络和它的功率传输特性.图 5 和图 6 是六元件阻抗匹配网络和它的功率传输特性.

由于该方法对使用条件的约束很少,且收敛性快,所以,特别适用于各种宽带天线匹配设计的实际工程应用.

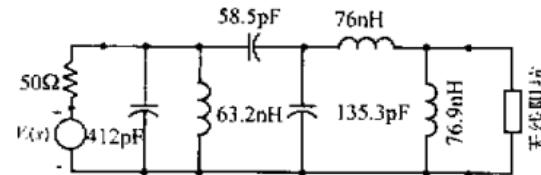


图 6 六元件天线匹配网络

### 参考文献:

- [ 1 ] 陈铁鸿,等.宽带天线阻抗匹配网络设计中的实频法.电子学报,1997 25(3):19-23.
- [ 2 ] Dedieu H,et al. A new method for solving broadband matching problem. IEEE Trans on Circuits and Systems,1994 41(9):561-571.
- [ 3 ] Zhu Y S,Chen W K. Computer-Aided Design of Communication Networks. Scientific Publishing, Singapore 2000.

## 如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深，让许多工程师望而却步，然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上，我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识，借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))专注于微波射频和天线设计人才的培养，推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程，化繁为简，直观易学，可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛，让天线设计不再难…



### 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，可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计，让天线设计不再难…

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

### CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程，由经验丰富的专家授课，旨在帮助您从零开始，全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程，边操作边讲解，直观易学；购买套装同时赠送 3 个月在线答疑，帮您解答学习中遇到的问题，让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.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>



## 关于易迪拓培训:

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,一直致力于专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 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。

## 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直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
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果, 又能免除您舟车劳顿的辛苦, 学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲, 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>