

实现小型超宽带天线的新方法^{*}

蒋鸿雁, 龙云亮

(中山大学电子与通信工程系, 广东 广州 510275)

摘要: 提出一种实现小型超宽带天线的新方法, 通过分析一个柱面类螺旋天线初步证实了该方法的正确性。

关键词: 电磁场理论; 天线; 超宽带

中图分类号: TN822⁺.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2003) 01-0121-02

在软件无线电系统, 宽带无线接入、电子对抗、探地雷达和电磁兼容测量等方面对超宽带天线的需要是非常迫切的。这类天线通常要求有几个、甚至十几个以上倍频的带宽^[1-3]。人们已研制出各类超宽带天线, 比如螺旋天线、蝶型天线、圆盘加载粗线天线和组合天线等^[2-4]。可以说, 这些研究都是采用普通的天线理论和设计方法, 在通常已知的一些宽带天线的基础上, 应用一些结构组合、阻抗加载和匹配等方法来实现天线的超宽带性能。

无论是从军用还是民用的角度来看, 天线的小型化都是非常重要和必要的。比如, 平面等角螺旋天线是一种典型的超宽带天线, 但如要覆盖常用的 50~300 MHz 频带, 天线直径必须大于 $\lambda_{\max}/2=3\text{ m}$ ^[4], 这对于一个便携式系统或者移动通信系统来说, 是无法想象的。因此, 超宽带天线的小型化及其设计方法, 是一个非常现实和迫切的研究课题。

1 设计方法与结果

根据 Maxwell 电磁方程, 一种源分布和边界条件, 确定一种场分布。当源分布和/或边界条件变化时, 场分布也将发生变化。我们可以将天线本身看作是源, 当两种源分布 (天线) 之间有某种几何拓扑变换关系 T_s 存在时, 对应的两种场分布之间是否存在某种确定的变换 T 呢? 如果我们能够证明 T 是存在的, 且 T (或某些 T) 保留某种不变性 (如频率特性等), 那么, 这些具有频率特性不变性的变换 T 就完全可以成为设计小型超宽带天线的新方法。

比如, 从空间占用的角度来看, 柱面天线比平面天线要好。我们考虑将某种已知的平面超宽带天线, 通过某种拓扑变换, 变换为某种柱面天线, 如果变换后的柱面天线仍能保持宽带特性, 超宽带天

线小型化的目的就可以实现。

下面我们用一个具体的设计实例来验证该方法。超宽带平面等角螺旋天线的曲线方程是^[4]

$$\rho = \rho_0 e^{a\varphi} \quad (1)$$

其中, ρ_0 , a 均为可调参数, 对其调整可改变天线的大小和形状以适应不同的情况。我们采用如下的拓扑变换关系 T_s

$$\begin{aligned} r &= R \\ \phi &= \begin{cases} x\pi/(-x-1), & x > 0 \\ x\pi/(x-1), & x < 0 \end{cases} \\ z &= \rho_0 e^{a\varphi} \sin \varphi \end{aligned} \quad (2)$$

可将平面等角螺旋天线变换为柱面上的类螺旋天线。(2) 式中 R 是圆柱的半径,

$$x = \rho_0 e^{a\varphi} \cos \varphi$$

对柱面类螺旋天线用矩量法 (MM) 进行数值分析, 可得到天线的输入阻抗。图 1 所示的是按馈电线阻抗为 50 Ω 而换算的该天线的输入电压驻波比 (VSWR)。考虑到平面等角螺旋天线的理论输入阻抗约为 188 Ω ^[4], 因而其输入电压驻波比 (馈电线阻抗为 50 Ω) 约为 3.8, 从图 1 可以看出, 在 50~300 MHz 的频带内, 变换后的柱面类螺旋天线的输入电压驻波比主要在 3.8 附近波动, 表明该天线仍具有平面螺旋天线的超宽带特性。

2 讨论

本文提出的实现小型超宽带天线的新方法是基于一种全新的理论与思路, 通过一个柱面类螺旋天线的理论计算, 已初步证实了该方法的可行性。当然, 本文的研究还是非常初略的, 新方法并没有得到严格的理论证明。但是, 该方法具有极大的潜力, 如果能得到严格的理论证明和实验证实, 其意义是非常重大的。比如, 拓扑变换并不仅仅局限于

* 收稿日期: 2002-11-26

基金项目: 广东省自然科学基金资助项目 (001171); 国家留学回国基金资助项目

作者简介: 蒋鸿雁 (1969 年生), 女, 工程师; E-mail: pearlzs@ sina.com

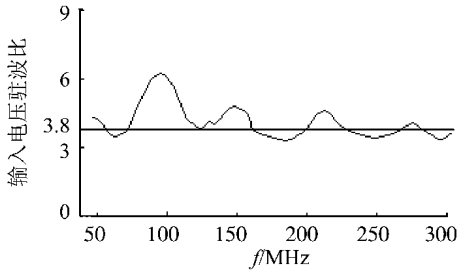


图 1 柱面类螺旋天线的 VSWR 随频率的变化

Fig. 1 VSWR of the cylindrical spiral-like antenna vs frequencies

平面→柱面, 事实上, 任何一种适当的拓扑变换, 都可在某种已知性能的天线的基础上设计出一种性能相当的新型天线。进一步的研究工作正在进行。

参考文献:

- [1] DANESH M, ZUNIGA J-C, CONCILIO F. Fixed low-frequency broadband wireless access radio systems[J]. IEEE Communications Magazine, 2001, 9(9): 134—138.
- [2] EIDE E S. Ultra-wideband transmit/receive antenna pair for ground penetrating radar[J]. IEE Proc-Microwave, Antennas & Propagation, 2000, 147(3): 231—235.
- [3] CHO W S, KANDAM, HWANFG H J, et al. A disk-loaded thick cylindrical dipole antenna for validation of an EMC test site from 30 to 300 MHz[J]. IEEE Trans on EMC, 2000, 42(2): 172—180.
- [4] 谢处方, 邱文杰. 天线原理与设计[M]. 西安: 电子科技大学出版社, 1987.

New Technique for the Design of Small Ultra Wideband Antennas

JIANG Hong-yan, LONG Yun-liang

(Department of Electronics & Communication Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: A new technique for the design of small ultra wideband antennas is presented, and it has been verified basically by the numerical analysis of a cylindrical spiral-like antenna.

Key words: electromagnetic theory; antenna; ultra wideband

(上接第 120 页)

参考文献:

- [1] WHITLEY R J, MEKLE A W, WATTS N B. Tietz Textbook of Clinical Chemistry[M]. 2nd ed. Saunders, Philadelphia, 1994: 1739—1764.
- [2] HORN T, BAUCE L, LANDGRAF R. Microdialysis with high NaCl causes central release of amino acids and dopamine [J]. J Neurochem, 1995, 64(4): 1632—1644.
- [3] SARRE S, MICHOTTE Y, HERREGODTS P, et al. High performance liquid chromatography with electrochemical de-

tection for the determination of levodopa, catecholamines and their metabolites in rat brain dialysates[J]. J Chromatogr, 1992, 575(2): 207—212.

- [4] GAUDRY D, CARLSEN S, KHEMANI L, et al. Determination of the dopamine agonist CGS 15855A in human plasma by gas chromatography/ mass spectrometry [J]. Anal Lett, 1989, 22(10): 2307—2321.
- [5] DEFTEREOS N T, CALOKERINOS A C, EFSTATHIOU C E. Flow injection chemiluminometric determination of epinephrine, norepinephrine, dopamine and L-dopa [J]. Analyst, 1993, 118: 627—632.

The Electrocatalytic Oxidation and Determination of Dopamine at Poly (L-Aspartic acid) Modified Electrode

LIANG Ru-ping^{1,2}, QIU Jian-ding^{1,2}, CAI Pei-xiang¹

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

2. Department of Chemical Engineering, Pingxiang College, Pingxiang 337055, China)

Abstract: The preparation and the electrochemical characteristics of poly (L-aspartic acid) modified electrode have been investigated. The experimental results show that the polymer modified electrode has strong catalytic effect towards the electrochemical oxidation of dopamine (DA). The linearity of DA in the range of $1.0 \times 10^{-7} \sim 1.0 \times 10^{-4}$ mol/L with detection limit of 1.0×10^{-8} mol/L and the correlation coefficient of 0.998 9 are obtained from differential pulse voltammetry (DPV) using the traditional three-electrode system. The detection is free from the interference of some biological substances such as ascorbic acid, nitrite and L-arginine. A satisfactory determination result of DA in injection is obtained by this method.

Key words: L-aspartic acid; modified electrode; dopamine; electrocatalytic oxidation