

## 近场通信天线场分布特性仿真\*

刘艳峰 魏 兵 任新成

(延安大学物理与电子信息学院 延安 716000)

**摘要:** 近场通信是基于无线射频技术发展起来的一种近距离无线通信技术。针对目前无法满足移动终端大容量、高效率的数据传输要求的问题,主要通过近场耦合的方式实现高速通信的方法,本文建立了天线耦合器近场特性分析的 FDTD 计算模型。采用调制高斯脉冲馈电,通过 FDTD 方法进行仿真,详细分析了在不同位置坐标处的时域波形和对应频谱,同时将不同形状的电磁耦合器进行比较从而得到最优化模型。这一研究结论对高速近场通信天线的设计具有一定的参考价值。

**关键词:** 天线;场分布特性;仿真

**中图分类号:** O45    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 140.4010

## Near field communication antenna field distribution simulation

Liu Yanfeng Wei Bing Ren Xincheng

(College of physics and Electronic Information, Yan'an University, Yan'an 716000, China)

**Abstract:** Near field communication is a kind of short distance wireless communication technology based on the development of the wireless radio frequency technology. In view of the present can not meet the requirements of data transmission in a mobile terminal of large capacity, high efficiency of the problem, in this paper, the main methods to realize high speed communication is presented in this paper. The analysis of near field characteristics of antenna coupler FDTD computing model by near field coupling way. The modulation of Gauss pulse feed, by FDTD simulation method, analyzed in detail for different position coordinate corresponding time-domain waveform and spectrum, electromagnetic coupler and at the same time shape compared so as to obtain the optimization model. It has certain reference value to the conclusions of the study design of high-speed near-field communication antenna.

**Keywords:** antenna; distribution characteristic; simulation

## 1 引言

近几年为了达到终端大容量数据快速、高效传输的目的,高速近场无线通信越来越受到人们的重视。在计算空间电磁散射时,通常采用时域有限差分(FDTD)方法<sup>[1-3]</sup>,处理复杂介质环境中的天线辐射问题就采用该方法。由于该电磁耦合器模型能达到 560 MHz 的带宽(高于 USB 2.0 的 480 MHz),且其不用插线的便利性具有巨大的市场潜力和研究价值。近场通信(NFC)<sup>[4]</sup>是基于无线射频(RFID)技术发展起来的一种近距离无线通信技术。针对目前无法满足移动终端大容量、高效率的数据传输要求的问题,以及移动终端之间、移动终端与固定终端之间大容量数据传输问题,本文主要通过近场耦合的方式实现高速通信的方法,建立 TransferJet 提

出的模型,用 FDTD 的方法进行场值的计算,力求为高速近场通信天线的设计提供参考。

## 2 耦合器电磁计算模型的建立

高速近场无线通信技术中所用天线具有小型、宽带、近距离收发等特点<sup>[5-6]</sup>。例如 TransferJet Consortium 所给近场天线如图 1 所示,中心频率为 4.48 GHz,带宽 560 MHz,尺寸为 20 mm×20 mm,厚度有 2 种分别为 2.6 mm 和 3.2 mm。由图可见,基本电偶极子位于介质基片上由微带馈电,电偶极子顶端平板可用于改善天线的宽带特性。当基本电偶极子处于介质环境中,由于天线附近介质和导体上感生电荷电流的影响,天线辐射的分析需要采用计算电磁学的数值方法<sup>[7-10]</sup>。

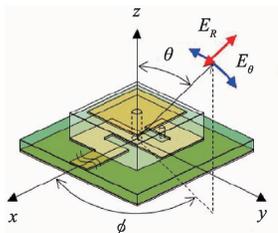


图1 TransferJet 近场天线

在程序建模中, FDTD 计算时空间网格尺寸取 1 mm, 即一个时间步长  $\Delta=0.001$  m, 为了保证计算的准确性, 在计算散射场之前先将模型数据导出, 用 MATLAB 进行仿真。按照图 1 进行建模, 为了便于观察, 用于展示模型只取下底板与金属馈线两部分, 如图 2 所示。

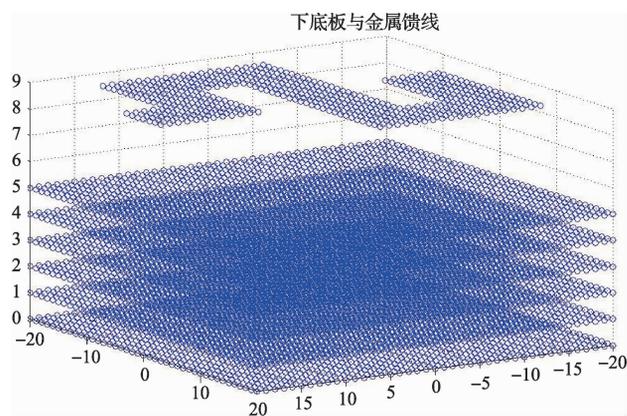


图2 模型展示

在建立计算模型时, 金属馈线与下底板两者上下紧挨着, 且模型尺寸比展示图要小, 按比例缩小即可。

为了调制频率  $f_0$  可按照需要的 4.48 GHz 进行设置, 选择调制高斯脉冲。程序中调制高斯脉冲函数的时域 Equation Chapter 4 Section 1 形式为:

$$E_i(t) = -1000 \cos(\omega t) \exp\left[-\frac{4\pi(t-t_0)^2}{\tau^2}\right] \quad (1)$$

源的位置在 (0, 0, 5) 处。

式(1)为基波的表达式, 中心频率为  $t_0$ ; 第 2 项关于时间  $t$  的函数为高斯函数。通常选取  $t = t_0$ , 当  $t_0 = 0.8\tau$ , 调制高斯脉冲在初始位置处的场值为零。

它的时域波形通过 Fourier 变换可以获得一个宽频带内的频域信息。时域波形与频域特性之间的转换通过 Fourier 变换。得到调制高斯脉冲的频谱为:

$$E_i(f) = \frac{\tau}{4} \exp\left[-\frac{\pi(f-f_0)^2 \tau^2}{4}\right] \exp[-j2\pi(f-f_0)t_0] +$$

$$\frac{\tau}{4} \exp\left[-\frac{\pi(f+f_0)^2 \tau^2}{4}\right] \exp[-j2\pi(f+f_0)t_0] \quad (2)$$

通过上述的 Fourier 变化就可以将时域波形转换成与之相对应的宽频带内的频域信息。选择调制高斯脉冲没有直流分量, 调制频率  $f_0$  可以按照需要进行设置, 满足 TransferJet 中的中心频率为 4.48 GHz 左右变动的的基本要求。

### 3 耦合器场分布的特性分析

改变电磁耦合器的外形来讨论形状对场值的影响, 对原有的耦合器进行如下改动:  $x$  方向上的尺寸不变,  $y$  方向上的大小变为原来的一半即变成长方形的电磁耦合器。将其与正方形耦合器进行比较如图 3 所示。

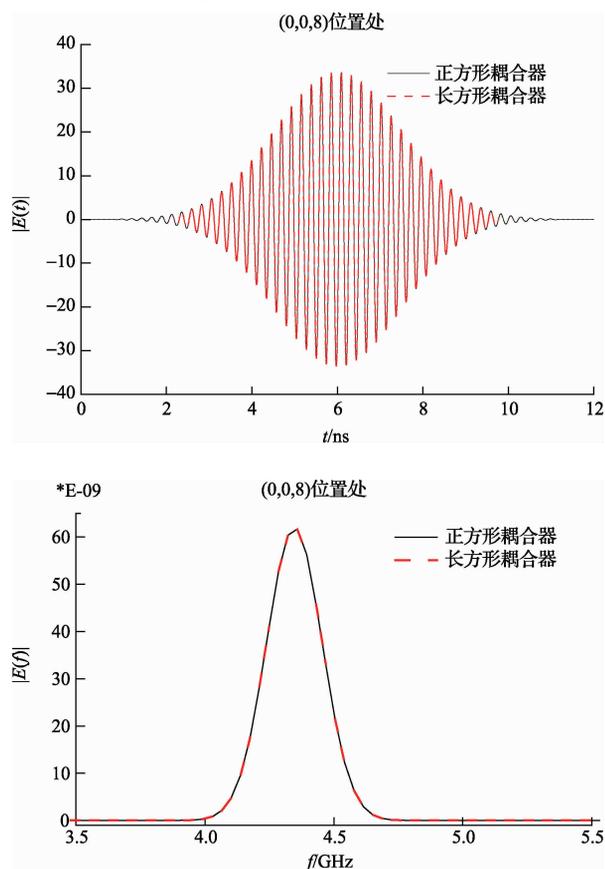


图3 (0, 0, 8)位置处不同耦合器外形的时域波形与频谱的比较

在 (0, 0, 8) 位置处, 2 种外形下的时域波形随时间的变化与频谱中的场值随频率的变化两条曲线重合, 这说明在中心位置处 2 种外形的场值大小与变化趋势相同, 即近场耦合实现通信的效果一样。

由图 4 可看出, 随着板面的变窄, 振荡的区间减小, 其对应的场值也变小, 即通信的信号变弱、传输速率降低。所以长方形的电磁耦合器不如正方形的效果好。

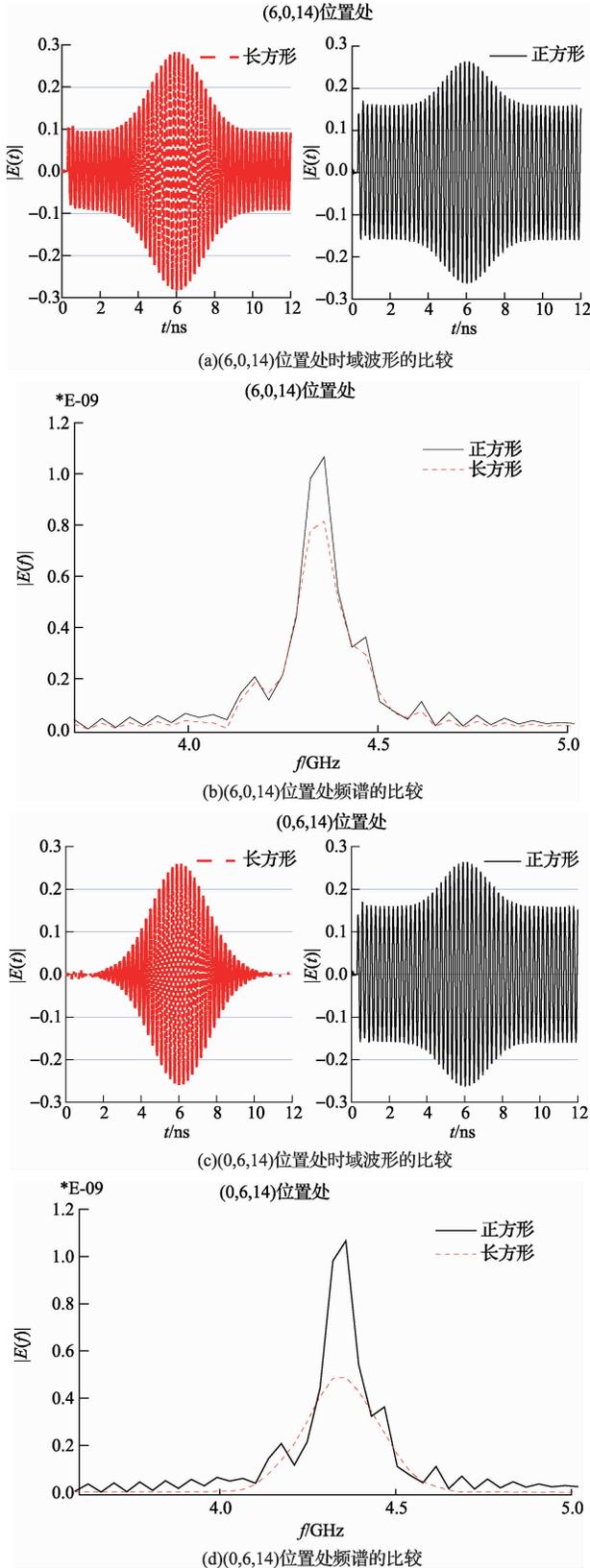


图4 各位置处不同形状耦合器的时域波形与频谱的比较

## 4 结 论

针对目前无法满足移动终端大容量、高效率的数据传输要求的问题,以及移动终端之间、移动终端与固定终端之间大容量数据传输问题,从研究真空中的偶极子的散射场的角度出发,建立 TransferJet 提出的模型,用 FDTD 的方法进行场值的计算,详细分析了在不同位置坐标处的时域波形和对应频谱,同时将不同形状的电磁耦合器进行比较从而得到最优化模型。这一研究结论对高速近场通信天线的设计具有一定的参考价值。

## 参考文献

- [1] 葛德彪,闫玉波. 电磁波时域有限差分方法 [M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2005.
- [2] YEE K S. Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media[J]. IEEE Trans. Antennas Propag, 1966, 14(3): 302-307.
- [3] 周伟,石为人,张洪德,等. 无线传感器网络的分布式目标跟踪研究[J]. 仪器仪表学报, 2013, 34(7): 1485-1488.
- [4] 宋斌,齐永龙. 一种卫星通信天线伺服机构设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(2): 49-52.
- [5] 苗晟,董亮,何丽波,等. 基于小型监测站的无线电监测系统构建[J]. 电子测量技术, 2014, 37(5): 132-135.
- [6] 王志凌,王丽,张燕,等. 基于无线通信技术的煤矿安全系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(8): 69-72.
- [7] 陈新,张桂香. 电磁感应无线充电的联合仿真研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(4): 434-440.
- [8] 宋祖勋,毋宝玉,张朋. 一种应用于近场测试系统的小型化超宽带天线设计[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(6): 99-100.
- [9] 张晓,刘建国. 雷达相控单元故障检测系统的设计与实现[J]. 国外电子测量技术, 2014, 33(12): 72-75.
- [10] 齐兴龙,王春雨,王润澜. 某型火控雷达综合测试系统的设计[J]. 国外电子测量技术, 2012, 31(17): 45-47.

## 作者简介

刘艳峰,理学硕士,讲师。主要研究方向基础物理学、物理实验、电磁场的数值计算等。

E-mail: lyf\_913@126.com