

一种用于无线通信的车载圆盘天线设计

岳长昕

(中国电子科技集团公司第 20 研究所, 陕西西安 710068)

[摘要] 该车载天线主要由单极子天线、圆形地板以及一个透波性好、强度高的天线罩组成。仿真及实验结果证明: 该天线在 900MHz~1100MHz 内回波损耗小于 -10dB , 在水平方向具有良好的全向性。稳固的结构及良好的电特性决定了此天线非常适用于高机动性车辆的无线通信要求。

[关键词] 单极子天线; 圆形地板; 天线罩; 全向性

在军事行动中, 通信车往往需要工作在各种复杂的地形环境中, 车辆不仅需要在静止时能够实现良好的无线通信效果, 而且也要满足车辆机动时的通信效果。天线作为通信系统中必不可少的组成部件, 其安装位置一般位于车顶, 为了保证通信的顺畅, 天线的设计必须兼顾连通性和机动性。

1 车载圆盘天线的仿真设计

1.1 仿真软件介绍

本文天线的优化设计使用了 ANSOFT 公司的 HFSS 软件。HFSS 是高频结构仿真器 (High Frequency Structure Simulator) 的缩写, 它是 Ansoft 公司推出的一款能够用于任意三维无源器件模拟的高性能全波电磁场仿真器。它采用类似于 Microsoft Windows 的图形用户界面。集成了实体模型输入、自动设置网络、精确仿真和图形化后处理等功能。能够快速、准确地得到三维电磁场问题的解。Ansoft HFSS 使用有限元法 (FEM), 自适应划分网络和良好的图形界面, 可以方便、准确的计算多类天线的 S 参数、谐振频率、增益和辐射方向图。

1.2 主要技术指标

根据某通信车需求, 其主要指标定为:

- 1) 工作频率: 900MHz~1100MHz;
- 2) 最大增益 $\geq 2.5\text{dBi}$;
- 3) 反射系数 $\leq 10\text{dB}$;
- 4) 输入阻抗: 50Ω ;
- 5) 极化方式: 垂直;
- 6) 水平方向图: 全向且不圆度 3.0dB

1.3 天线的仿真设计

根据指标要求, 我们仿真设计了一个具有圆盘地板的单极子天线。为了配合车辆顶端射频电路安装要求, 地板直径定为 300mm, 圆形地板距离车顶 125mm, 用 3 根相隔 120° 的铜柱支撑。其上配有一个高强度、透波性良好的天线罩。天线罩厚度 5mm, 用以保护天线不受外界障碍物的撞击以及气候腐蚀。

天线的最终结构尺寸, 单极子天线高度为 70mm, 3 根支撑铜柱的直径为 16mm, 其与地板边缘的距离为 15mm, 铜柱高度 125mm, 由于圆形地板设置为理想导体, 因此没有厚度, 而金属底板材料为铝, 厚度为 3mm。整个天线的外形尺寸为: 300mm (直径) \times 200mm (高度)。这里未将天线罩放入仿真模型, 其原因是透波性良好的天线罩对天线的反射系数、增益、方向图等电参数的影响很小, 基本可以忽略不计。因而为节省模型解算时间, 略去了天线罩的仿真。

由于此天线的外形尺寸受到整体结构的严格约束, 对天线的仿真优化基本集中在了其辐射单元的长度上。在 900MHz 时, 天线在水平面 (H 面) 不圆度为 1.53dB ; 在 1000MHz 时, 其 H 面不圆度为 1.64dB ; 其中在 1100MHz 时, 其 H 面不圆度为 1.85dB , 均达到指标要求。经过仿真天线在整个需求频带内增益均在 2.9dBi 以上, 符合指标要求。

2 天线的安装与测试

2.1 天线的安装

天线底板选用重量轻、强度好的铝质材料制造; 天线罩则为透波性好、强度高的玻璃钢制成; 天线组装时, 对所用结构尤其是铜质辐射

极子等做了三防防护处理, 然后用 III 级褐绿色聚氨酯丙烯酸漆做表面涂层。另一方面, 在辐射单元与电缆连接时, 为了稳固结构, 采用与 N 型插座芯线机械连接, 辐射单元底部打孔, 在热固性塑料模压成形过程中, 使模压塑料穿透自然形成销子, 以加固连接强度。之后用高强度环氧材料将辐射器与法兰粘结, 用紧固螺丝拧紧形成一体。

2.2 天线的测试

图 1 (a)、(b) 分别给出了天线的实际测量的反射系数和在 1000MHz 时的辐射方向图。从中可以看到天线电特性完全满足指标要求, 尤其是在 1000MHz, 其不圆度只有 0.35dB 。在 1000MHz 时的 E 面方向图与仿真略有不同, 就其差别而言, 可以认为是由于在安装过程中, 车体顶部很大且与天线底板电相连, 与仿真有一定的不同所造成的。

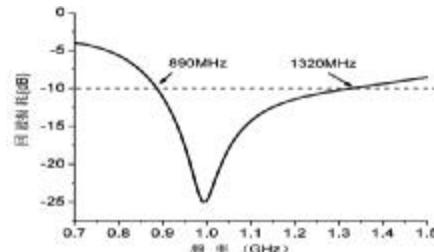


图 1 (a) 天线实测回波损耗

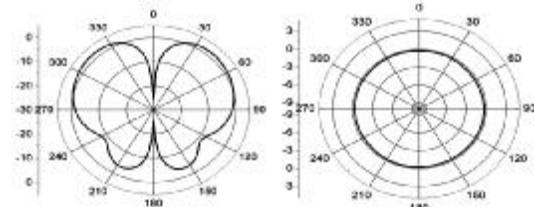


图 1 (b) 1000MHz 时天线实测辐射方向图

表 1 给出了天线的实测增益, 其中最小增益为 3.2dBi , 满足指标要求。

表 1 天线最大增益

频率(MHz)	900	975	1050	1100
增益(dBi)	3.2	3.9	4.2	4.4

3 结语

运用 Ansoft 公司的 HFSS 电磁仿真软件, 成功优化仿真了一个工作频带为 900~1100MHz, 主要用于无线通信的车载圆盘天线。通过在制作和安装过程中对天线结构的调整, 使其具有很好的耐振、抗冲击、耐腐蚀等特性, 机动性能良好。安装后进行实地测试, 其电性能优异, 完全符合指标需求, 满足预期结果。

参考文献

- [1] 王红丽.车载天线的仿真设计, 电磁仿真, No.1, 2010.
- [2] 李萍, 葛海波.车载短波螺旋天线仿真与实验, 现代电子技术, No.6, 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)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)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),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>