

一种机载短波天线的设计

□ 沙永胜 陕西烽火通信集团有限公司

【摘要】 本文对常见机载短波天线进行了归纳分析，并提出了一种机载短波天线的实现方法，分析了其工作原理，给出了设计参数和实测结果。采用基于有限元法的仿真软件 Ansoft HFSS 对天线进行建模、仿真优化，最后确定了天线的尺寸。并给出了天线的远场辐射方向图，结果表明天线具有良好的电性能特性。

【关键词】 机载 短波天线

随着战场信息化技术的发展，机载超短波通信已不仅仅是语音通信，还有数据传输和图像传输的要求。因此，对短波天线的性能要求就越来越高。

机载短波电台使用的天线的重要特性是工作波长在10m ~ 100m，因此，其设计和安装需要考虑飞机的布局、绝缘设计和防干扰设计。典型天线和特性总结如下。

(1) 线状天线：又称钢索天线，一般安装在飞机背鳍部位和飞机尾部之间。天线主要类型有r型、T型及倾斜式三种，而后者是较为普遍采用的一种。在低速飞机上至今还在使用钢索天线，如国产的Y7飞机与H6飞机上，它们是无桅杆的倾斜天线。

线状天线的缺点就是安装在飞机外部，风阻比较大，易于受损，而且天线易变性导致天线参数和使用频段发生偏差，降低天线的效率和可靠性。优点是易于根据飞机的设计进行改造安装。

(2) 探针天线：探针天线的水平长度为2m ~ 3m，安

装在飞机的机翼或者尾翼的边缘。该天线的特性接近1/4波长天线，安装时需要在机翼的连接处使用避雷措施以保护馈点和连接器。

探针天线优点可以灵活的安装在飞机多个部位，天线增益系数较高，可靠性高，在HF频段有比较理想的阻抗特性。天线不足之处是易于受到飞机机翼和尾翼振动和温度变化的影响，而且贴近机身，阻抗特性容易受到影响。

(3) 顶端天线：HF顶端天线是一种安装在机翼或尾翼的流线型天线，与探针天线具有相似的电特性，但是性能低于1/4波长天线。由于没有尖端，其遭受雷击的概率比探针天线稍低。

顶端天线的优点是不受外部风阻影响，可靠性高，天线辐射方向图均匀。天线缺点是包裹在机翼内部，成本较高。

(4) 分流天线：分流天线与凹槽天线和顶端天线类似，不同之处在于安装使用了绝缘材料代替了金属部分。在机翼的顶端或尾端安装分流天线，其特性与1/4波长负反馈天线

覆盖的距离越来越远，需要远程的收发器与之匹配。减少光波在传输时的损耗，提高传输的准确率。

此外，WDM是一项新的技术，其行业标准制定尚不够规范，不同商家的WDM产品互通性较差。为保证WDM系统在网络中大规模实施，首先需要保证WDM系统间的互操作性以及WDM系统与传统系统间互连、互通，因此还需要加强在光接口设备上的进一步研究。

五、结束语

光纤收发器使数据传输打破了以太网电缆的百米限制，依靠大容量缓存和高性能交换芯片，实现无阻塞传输交换，同时提供平衡流量、隔离冲突和检错等功能，确保数据传输的安全性和稳定性。因此光纤收发器产品仍将是通信网络组建中不可缺少的一部分，今后，光纤收发器会向着智能、更稳定、低成本等方向继续发展。

参 考 文 献

- [1] 邓忠礼. 送网和波分复用系统 SDH&WDM. 清华大学出版社, 2003
- [2] 刘继红, 姚英. WDM 光传送网中的关键技术研究. 西安邮电学院学报, 2002(01)
- [3] 邱琪. 光纤双向视频数据传输系统的研究与实现. 电子科技大学学报, 2001(06)
- [4] 胡先志. 光网络与波分复用. 人民邮电出版社. 第1版, 2003年1月
- [5] S.V. 卡塔洛颇罗斯《密集波分复用技术导论》. 人民邮电出版社, 2001-9
- [6] Walter Goralski《光网络与波分复用》. 人民邮电出版社, 2003年月
- [7] 陈桂芬. 波分复用技术在光纤网中的应用. 长春光学精密机械学院学报, 2001年
- [8] 张劲松, 陶智勇, 韵湘. 《光波分复用技术》. 北京邮电大学出版社, 2002年6月
- [9] 甘朝钦, 谢斌, 孙小菡, 张明德. 《波分复用技术及其在通信中的应用》. 光通信技术, 2000年第4期

类似，天线长度小于波长的 1/2。

分流天线的优点是受风阻影响小，可靠性高，且天线方向图均匀，缺点是成本较高。

(5) 凹槽天线：凹槽天线通常是切割成槽口状，安装在机身、尾翼、水平翼的下端。天线特性与分流天线类似。

一、“盲区”问题概述

短波通过地波和天波两种途径传播。地波传播由于地面吸收导致电磁波传播距离 20km 左右就衰耗殆尽了。而天波传播，因为天线有辐射角，电波经电离层反射回到地面，造成有一段区间内，地波和天波都覆盖不到，就形成短波通信的静区，也称为盲区。

在空域通信中，天线辐射波由直射波和天波组成，直射波由于散射损耗，通信距离受限；而天波传输的第一跳由于飞机升空，入射角相比地面通信更大，反射角更大，导致通信盲区现象更为严重。

二、“盲区”问题的解决方法

要缩小短波通信的“盲区”范围，实现无盲区通信有两种方法：

- (1) 尽量延长短波地波的传播距离；
- (2) 尽量缩短短波天波第一跳折回地面的距离。

由于地波传播损耗较大，因此要延长短波地波传播通信距离，通常是增大电台发射功率，或是采用定向高增益短波天线，但这两种方式在实际使用中都有其局限性。因此要解决盲区通信就只有使短波天波传播的第一跳落地距离接近为零，这个解决方案就是 NVIS 技术。

NVIS 就是近垂直入射天波传播的英文缩写，它通过使用高仰角天线来缩短天波第一跳落地的距离，其中仰角是指天线辐射波瓣与地面之间的夹角。仰角越高，电波第一跳落地的距离越短，盲区越少，当仰角足够大时，短波传播信号接近于垂直辐射，由电离层返回地面的短波信号正好可以覆盖整个跳跃区，盲区基本消失。

三、天线的仿真设计

利用 Ansoft HFSS 仿真软件对天线进行建模、仿真，计算天线的方向图和增益曲线并进行天线参数优化。仿真模型如图 1 所示：

天线结构采用双 V 形式，总体长度为 4.2m，夹角为 65°。

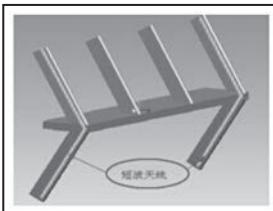


图 1 方案仿真示意图

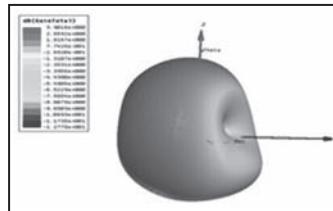


图 2 f=15MHz 处天线 3D 方向图

图 3

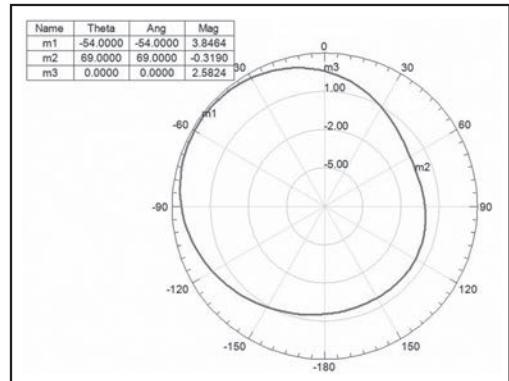
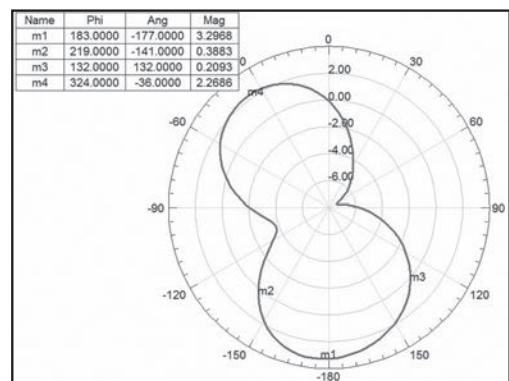


图 4



四、仿真结果

天线工作频率在 1.6MHz ~ 30 MHz 时，增益 -1.8dB~3.9dB，以频率 15MHz 为例，对天线进行分析。

在工作频率为 15MHz 时，天线 3D 方向图、水平面方向图及垂直面方向图分别如图所示。

如图 2 所示，在工作频率为 15MHz 时，天线最大增益为 3.9dB。

图 3 f=15MHz 处天线水平面方向图

图 4 f=15MHz 处天线垂直面方向图

如图 3 所示，在工作频率为 15MHz，Theta=90° 时，天线水平面最大增益为 3.3dB(如 m1 点所示)，半功率波瓣宽度为 87° (如 m2, m3 点所示)，后瓣最大增益为 2.3dB(如 m4 点所示)。

如图 4 所示，在工作频率为 15MHz，Phi=0° 时，天线垂直面最大增益为 3.8dB(如 m1 点所示)，最小增益为 -0.3dB(如 m2 点所示)。垂直面 (Theta=90°) 辐射呈全向性，不圆度为 4.1dB。

五、结论

本文对常见机载短波天线进行了归纳分析，并提出了一种机载短波天线的实现方法，采用基于有限元法的仿真软件 Ansoft HFSS 对天线进行建模、仿真优化，最后确定了天线的尺寸。并给出了天线的远场辐射方向图，结果表明天线具有良好的电性能特性。

参考文献

- [1] 林昌禄主编.《天线工程手册》.北京:电子工业出版社,2002
- [2] 梁福生,王广学编著.《飞机天线工程手册》.中国民航出版社,1997
- [3] 毛康侯,方振民编著,《飞行器天线工程设计指南》.国防工业出版社,1995

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>