

# 喇叭天线的散射及其减缩

俞 江, 龚书喜

(西安电子科技大学 天线与电磁散射研究所 陕西 西安 710071)

**摘要:** 研究了喇叭天线的散射, 根据不同入射波照射情况分析了喇叭天线的散射, 并根据喇叭天线的散射机理提出了减缩的途径, 通过计算得出的结果和理论分析达到了一致。

**关键词:** 喇叭天线; RCS 减缩; 入射波; 雷达

中图分类号: TP812

文献标识码: B

文章编号: 1004-373X(2004)05-107-02

## RCS and RCS Reduction of Horn Antenna

YU Jiang, GONG Shuxi

(Institute of Antenna and Electromagnetic Scattering, Xidian University, Xi'an, 710071, China)

**Abstract:** The horn antenna's RCS is studied, and is analysed by different incident wave. Ways to reduce the RCS is brought forward according to the principle of the horn antenna's RCS. The results accord to the theory analyse.

**Keywords:** horn antenna; RCS reduction; incident wave; radar

近年来, 飞行器的雷达散射截面减缩已不是非常困难之事。研究表明, 飞行器上的天线在一定视角内是强散射源。天线散射与一般物体的散射不同, 除了由天线上的感应电流引起的结构项散射, 还有因为天线负载阻抗不匹配所引起的模式项散射。

因此, 为了在保持天线的辐射性能的同时减小天线的雷达散射截面, 就需要研究天线的散射特性。本文着重分析了喇叭天线的散射特性, 并讨论了如何减缩喇叭天线的雷达散射截面。

## 1 天线的散射机理

当天线受到入射波照射时所产生的散射场可分为两类, 一类是当天线负载匹配时入射波在天线结构上的感应电流产生的散射场, 称之为天线结构项散射场; 另一类是当天线负载不匹配时反射出来的功率再次辐射所引起的散射场, 称之为天线模式项散射场。模式项和结构项相迭加就构成了天线总的散射场。

## 2 喇叭天线的散射

关于喇叭天线的散射, Williams 在文献 [1] 中已经指出, 对于近轴入射波, 喇叭天线的结构项散射主要取决于 2 个方面: 一方面是喇叭口的边缘绕射, 另一方面是在喇叭中产生的高次模。对于远离轴向的入射

波, 喇叭的外表面的影响更大。

## 3 喇叭天线散射的减缩

对于近轴入射波, 要设法减小天线的结构项, 就要从前面提到的两个方面入手。首先考虑边缘绕射。在文献 [2] 中提到边缘绕射公式是:

$$E_d = E_i \times D(d, s, r) A(d, s) e^{-jks}$$

其中:  $D(d, s, r)$  是边缘绕射系数;  $A(d, s)$  是绕射场传播常数。要减小边缘绕射, 可以考虑修改喇叭模型来改变绕射系数和传播常数。

因此考虑在开口引入一种曲边结构并研究这种情况下散射情况。

在这里曲面取的是圆柱面, 通过变换圆柱面的中心角度, 改变曲面的长度, 分别计算了各种情况下的 RCS。算例是一个 10 G 的主模喇叭, 波导段是 3 cm 波导, 喇叭长 2.2 个波长, 喇叭口分别是 1.1 个波长和 0.9 个波长。入射波是 phi 极化, 沿轴向  $0^\circ \sim 90^\circ$ , 计算的是单站 RCS。通过和未改变前的喇叭天线比较, 中心角在  $150^\circ$  和  $180^\circ$  时对近轴入射波的单站 RCS 有一定减缩, 远轴入射单站 RCS 差别不大, 如图 1 和图 2 所示。可以考虑在喇叭外表面涂敷吸波材料减小远轴入射的单站 RCS。除了圆柱曲边结构, 还可以考虑其他的结构, 比如椭圆柱面。喇叭尺寸和入射波不变, 改变圆柱面为椭圆柱面, 轴比取为 1.1, 如图 3 所示。计算结果和圆柱面近似。

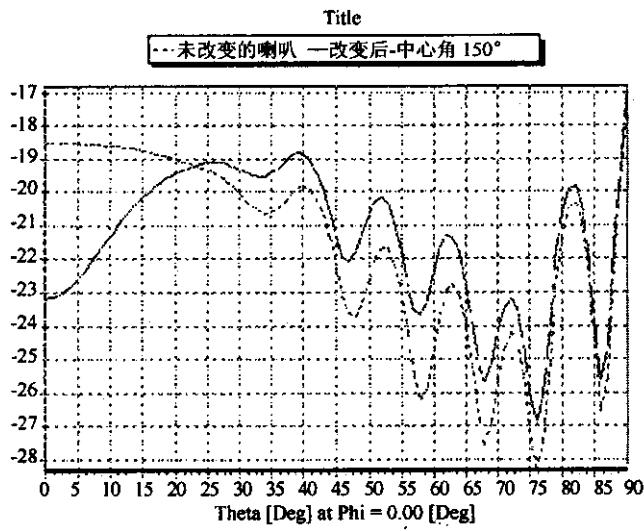


图1 中心角为150°的比较图

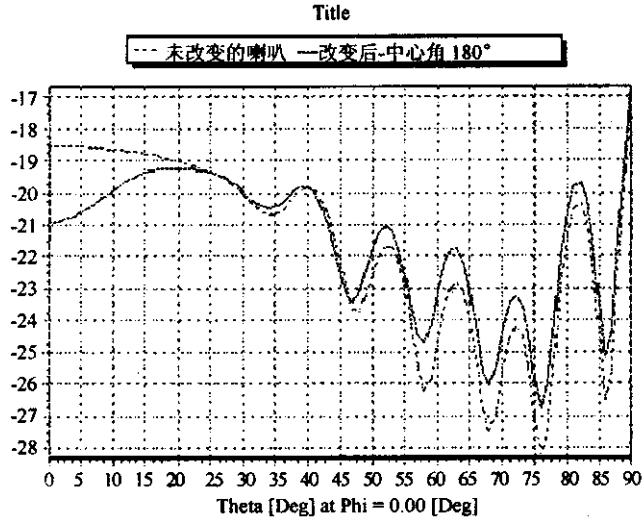


图2 中心角为180°的比较图

#### 4 结语

对于未改变前的喇叭，其轴向以及近轴的RCS是

作者简介 俞江 西安电子科技大学电磁场与微波专业硕士研究生。主要研究兴趣为电磁散射，计算电磁学。

龚书喜 西安电子科技大学教授，博士生导师。在并矢格林函数方面有研究。主要研究方向为电磁散射，复杂目标RCS计算。

较大的，而一定角度的曲边结构可以在一定程度上降低这部分的RCS。对于减小因为高次模引起的散射，以传播主模的喇叭为例，可以在波导窄壁上加阻抗片，因为在窄壁上的主模电场为零，所以主模传播不受影响，而高次模却能得到吸收。

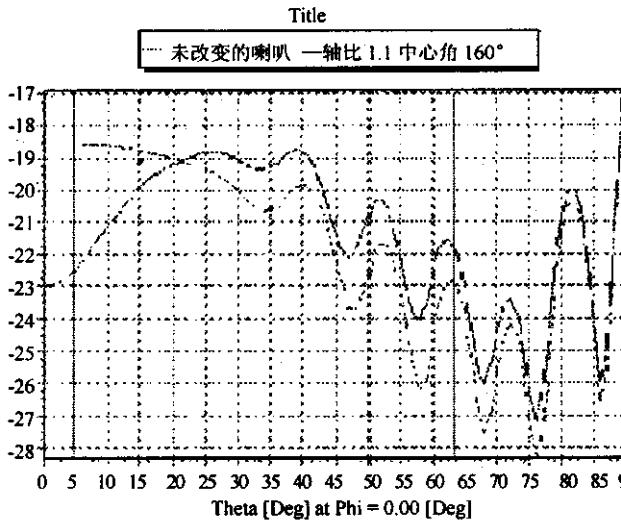


图3 轴比为1.1，中心角为160°的比较图

#### 参 考 文 献

- [1] Williams. The radar cross section of antenna—an appraisal [J]. Military Microwave Conf. Proc., Brighton Mrteopole Convention Center, June 1986, 502—508.
- [2] Walter D. burnside an aperture-matched horn design [J]. IEEE Trans on AP, No. 4, July, 1982: 790—796.

## 国家集成电路设计产业化基地简介

国家集成电路设计西安产业化基地（简称设计基地）是七个国家集成电路设计产业化基地之一，是国家集成电路设计创新体系的重要组成部分，是陕西省省委省政府“一线两带”建设的重要内容和省重大产业化项目，是“依托西安人才智力和技术装备的比较优势，优化配置科技资源和产业资源”的重大选择，是市委市政府实施“建经济强市，创西部最佳”的重要组成部分，是我市科技产业化环境

建设和科技创新能力建设战略计划的重要内容之一，是我市高新区二次创业的战略组成部分。国家集成电路设计西安产业化基地（简称设计基地）是国家科技部于2000年11月15日正式批准设立的，是继上海之后全国第二个国家级集成电路设计产业化基地，是企业技术创新的重要依托；西安集成电路设计专业孵化器（简称孵化器）是设计基地的依托实体，以企业孵化与专业服务为本。

## 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>