

文章编号 1005-0388(2001)04-0437-04

# 超低副瓣天线平面近场测量 取样方式的新准则<sup>\*</sup>

张福顺 焦永昌 刘其中 毛乃宏

(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** 采用实验的方法给出了用平面近场技术测量超低副瓣天线时收发天线之间的近区测试距离以及取样密度的选取准则, 提出了超低副瓣天线测量对测试系统温度漂移的要求, 并给出了满足系统温度漂移要求的测试方式。依据新的选取准则, 实测了最佳角锥喇叭和波纹喇叭天线的 E 面方向图。测试结果说明, 该选取准则具有良好的重复性, 且重复精度为  $60\text{dB} \pm 2\text{dB}$ 。

**关键词** 超低副瓣天线 平面近场测量 取样间距 采样密度

中图分类号 TN820 文献标识码 A

## New sampling criterion for the measurement of ultralow side-lobe antennas in planar near-field technique

ZHANG Fu-shun JIAO Yong-chang LIU Qi-zhong MAO Nai-hong

(Institute of Antennas and EM Scattering, Xidian University, Xi'an Shanxi 710071, China)

**Abstract** Method, The criterion for suitably choosing the near-field test distance and the sampling interval in the measurement of ultra-low-side-lobe antennas with planar near field scanning is presented by using the experiment in this paper. The requirements of the temperature shift in the measurement system are also proposed for the near-field ultra-low-side-lobe antenna measurement, and the test method, which satisfies the temperature shift, is suggested. Finally, the E-plane patterns of the optimal pyramidal horn and the corrugated horn are measured with the new sampling criterion. The test results show that this sampling criterion is of good repeatability and that the repeatable precision is  $60\text{dB} \pm 2\text{dB}$ .

**Key words** ultra-low-side-lobe antennas planar near-field measurement near-field distance sampling interval

## 1 引言

平面近场技术是测量超低副瓣天线等一系列高性能天线较为理想的测试手段<sup>[1~8]</sup>。为了保证这类天线的测量精度, 一方面须从理论上探讨平面近场测量所产生的误差源, 提出相应的补偿措施<sup>[3]</sup>; 另一方面须从实验的角度寻求如何利用现有的测试系统

提高此类天线的测量精度。而依据平面近场测量的基本理论寻找出超低副瓣天线的近区测试距离、采样密度以及测试系统温度漂移的数量级是能否实现该测量技术的关键, 因此, 此项研究具有十分重要的实用价值。

对常规天线平面近场测量而言, 按照近场测量理论, 探头的取样间隔应小于或等于半波长, 待测天

\* 收稿日期: 2001-02-12.  
ZS0701

基金项目: 西安电子科技大学天线与微波技术重点实验室基金资助项目(99JS07.4.1.)

线与探头之间的测试距离理论上是  $(3 \sim 5)\lambda$  (波长), 而且天线测试系统的温度漂移一般能满足天线测量精度的要求, 但对超低副瓣天线而言, 上述结论是否成立? 由于实际测量系统涉及因素太多, 故从理论上精确分析这些问题几乎不太可能, 因此本文将围绕这些问题展开实验研究。

## 2 研究结果及结论

### 2.1 平面近场测试系统稳定性实验研究

对常规天线的测量, 平面近场测试系统的电指标一般是满足要求的。然而对超低副瓣天线的测量, 因为其副瓣电平较低, 理论上要求测量系统的温度漂移幅度小于  $0.05\text{dB}$ 、相位小于  $1^\circ$ 、线性度为  $0.01\text{dB}/10\text{dB}$ <sup>[3]</sup>, 而实际测试系统的温度漂移为多大, 且在何种工作方式下能满足上述要求, 是值得研

究的问题。对此问题, 采用了实验的方法对系统幅度和相位随时间的变化规律做了研究, 其中部分实验结果如图 1~3 所示。测试频率为  $9375\text{MHz}$ 。从实测的结果可以看出以下规律:

- ◆ 对天线测试系统单支路工作方式, 系统任意支路的温度漂移幅度为  $0.1\text{dB}$ 、相位为  $15^\circ$  左右, 故无法满足超低副瓣天线对测量系统的要求;
- ◆ 对天线测试系统两支路比值方式, 系统的温漂幅度为  $0.05\text{dB}$ 、相位为  $1^\circ$  左右, 所以天线系统的温漂基本满足超低副瓣测量的要求;
- ◆ 天线测试系统的线性度为  $0.005\text{dB}/10\text{dB}$ , 满足了超低副瓣天线近场测量的要求;
- ◆ 在测试前, 系统必须预热大约 3 个小时以上, 才能满足超低副瓣测量的温漂要求。

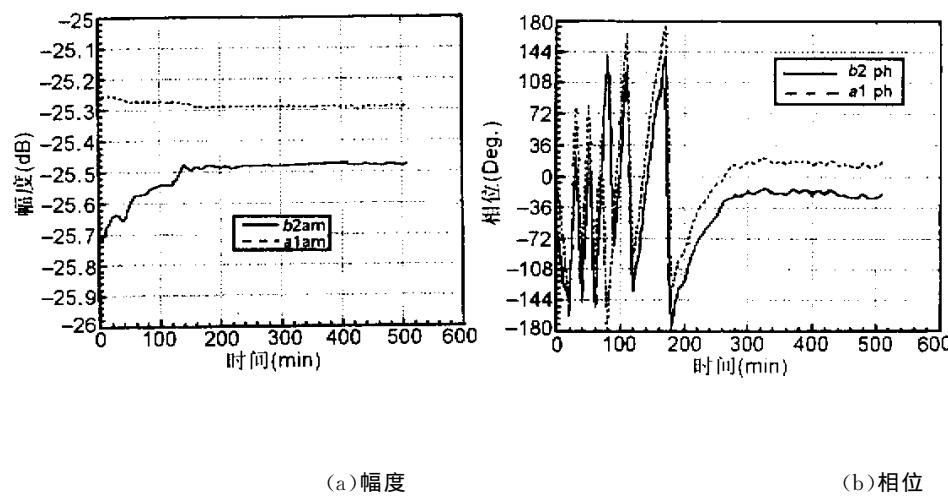


图 1 系统单支路幅度相位随时间变化曲线

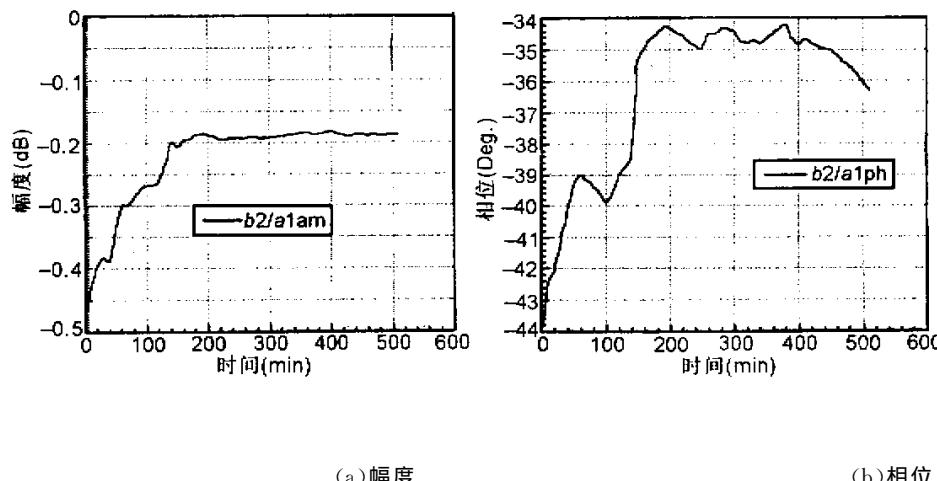


图 2 系统两支路比值相位随时间变化曲线

## 2.2 探头与待测天线测试距离的实验探讨

按照平面近场测量的基本理论,待测天线与探头之间的距离理论上应取为 $(3\sim 5)\lambda$ (波长)。这一取样间距对超低副瓣天线测量是否适用,实验研究给出了明确的结论。部分实验结果如图4~5所示,实

验的工作频率为9375MHz。从实验结果可以得出如下结论:

从探头与待测天线的耦合度,即减小探头与待测天线之间的多次反射的角度,建议超低副瓣天线保精度测量的近区测试距离取 $5.5\lambda$ 。

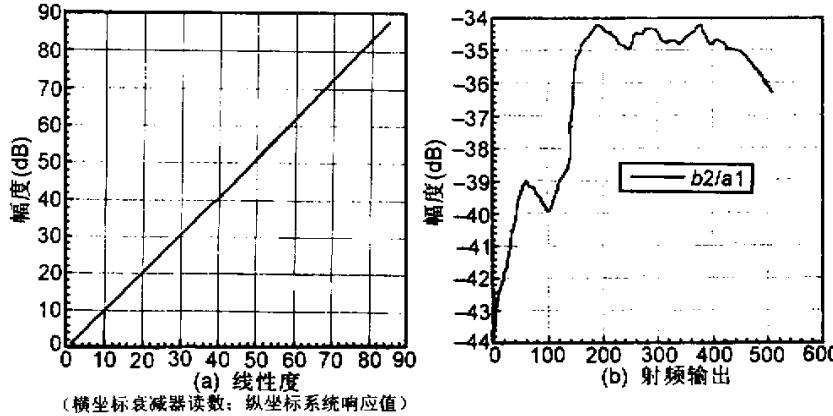


图3 系统线性度、射频输出幅度随时间变化曲线

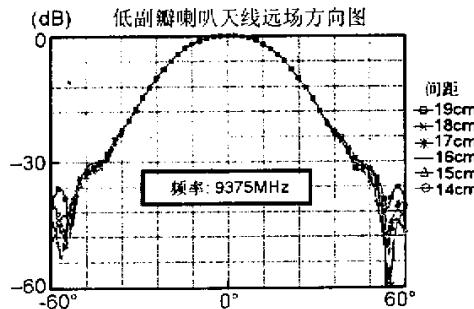


图4 不同取样间距波纹喇叭天线的E面方向图

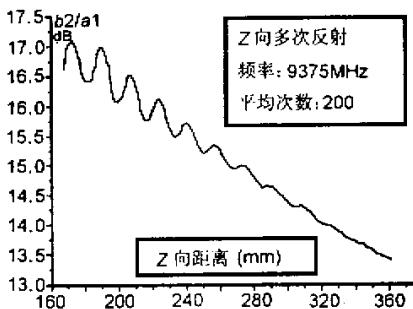


图5 探头与待测天线耦合度

## 2.3 平面近场采样间隔选取的实验研究

依据平面近场测量的基本理论,一般情况下采样间隔选取为 $\lambda/2$ (波长),但这并不一定是最佳选择,采用实验的方法对采样间隔影响超低副瓣天线测量精度的数量级进行了研究。实验部分结果如图6所示,实验的工作频率为9375MHz。从实验结果可以得出如下结论:

实测的超低副瓣天线方向图副瓣测量误差小于3dB的采样间隔为 $0.42\lambda$ (14mm);

## 2.4 平面近场测量系统重复测量精度实验

研究测量系统的温度漂移、近区测试距离以及采样间隔的选取准则,目的是要实现对超低副瓣天线保精度测量。为了证实这些结论的正确性,对波纹喇叭和最佳角锥喇叭天线进行了多次重复性实验测量。实验的部分测量结果如图7所示,测量工作频率为9375MHz。从测量结果可以得出如下结论:

用平面近场测量系统对超低副瓣天线的重复测量精度为 $60dB \pm 2dB$ ;

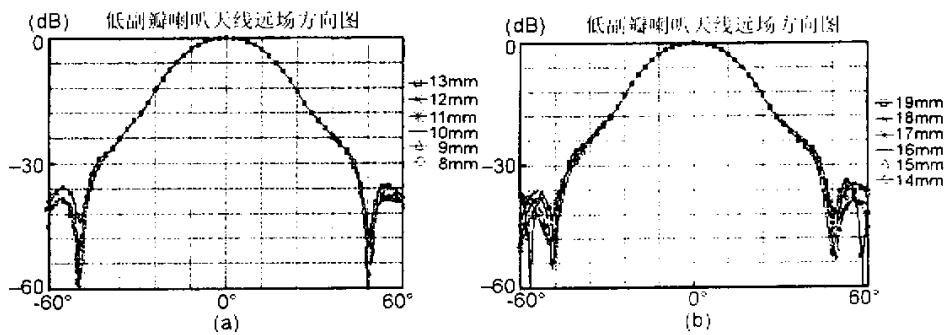


图 6 不同采样间隔波纹喇叭天线的 E 面方向图(频率:9375MHz)

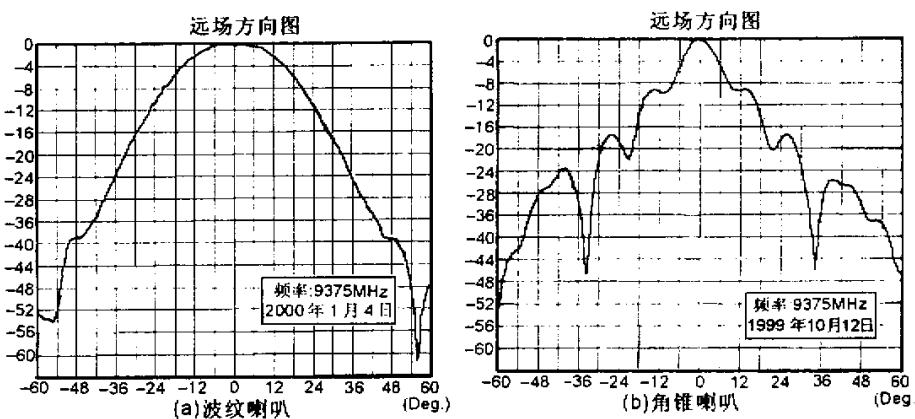


图 7 两次重复测量天线的 E 面方向图

### 3 结论

本文采用实验的方法研究了超低副瓣天线平面近场测量的近区测试距离和采样间隔的选取准则。实验结果证明,该准则对减小超低副瓣天线的测量误差是行之有效的。

### 参考文献

- [1] A. C. Newell. Effect of random errors in planar Near-Field measurement [J]. IEEE Trans. AP, 1988, 36(6): 769~780.
- [2] A. C. Newell. Error analysis techniques for planar Near-Field measurement [J]. IEEE Trans. AP, 1988, 36(6): 754~768.
- [3] 张福顺. 超低副瓣天线近场测量误差分析与补偿技术研究[D]. 博士学位论文. 西安: 西安电子科技大学研究生部, 1999 年.
- [4] K. R. Grimm. Optimum probe design for near field scanning of ultra-low-side-lobe antenna [R]. Allerton Antenna Application, 1984: 346~351.
- [5] T. Calazans. Antenna radiation pattern measurement using a near-field wire scattering technique [C]. IEE Proc. Microwave, Antennas and Propagation, 1998, 145(3): 263~267.
- [6] 张福顺, 王胜, 毛乃宏. 用近场测量研究目标散射特性的一种新方法 [J]. 西安电子科技大学学报, 1997, 24(2): 217~220.
- [7] 张福顺, 焦永昌, 毛乃宏. 天线近场测量的综述 [J]. 电子学报, 1997, 25(9): 74~77.
- [8] 张福顺, 焦永昌等. 减小平面近场测量中多次反射误差的新方法 [J]. 电子学报, 1998, 26(7): 1003~1005.

## 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>