

# 第三代移动通信中的智能天线技术

李晓娜

(广东省揭阳市卫生学校 广东揭阳 522071)

**摘 要:** 本文介绍第三代移动通信中的智能天线技术, 论述智能天线的发展、波束形成算法、实现方式以及在提高移动通信性能上的具体作用。

**关键词:** 第三代移动通信 智能天线

**中图分类号:** TN915

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1674-098X(2009)11(b)-0026-01

## 引言

第三代移动通信技术和系统的开发已经开始大规模商用, 社会将跨入3G时代。那么, 第三代移动通信系统是什么样的通信系统? 什么技术是第三代移动通信系统最重要的技术特征? 根据移动通信的发展和需求, 可以认为第三代移动通信的理想目标将是具有极大的系统容量, 有较好的通信质量, 有较高的频带利用率。要在复杂移动通信环境和有限频带资源下实现这个目标, 主要受三个因素的限制: 一、多径衰落; 二、时延扩展; 三、多址干扰。

虽然人们采取了许多措施来解决这些问题, 如采用各种信道编码、分集技术等, 然而这些方法往往只从问题的某个方面出发, 因此仍然缺乏从根本上解决问题的有效方案。蜂窝小区体制是利用用户的空域信息解决频谱资源匮乏的雏形, 它被动地利用用户空间方位信息实现了不同空间的频率复用, 在提高频率利用率方面取得了巨大成功。为了进一步提高频谱的复用率, 人们自然而然地开始将自适应波束形成技术应用于蜂窝小区的基站, 主动地利用用户的空间方位信息来提高系统的容量, 这就是智能天线的由来。

智能天线的基本思想是利用各用户信号空间特征的差异, 采用阵列天线技术, 根据某个接收准则自动调节各天线阵元的加权向量, 达到最佳接收和发射, 使得在同一信道上接收和发送多个用户的信号而不互相干扰。采用智能天线技术能够有效地抑制与接收的信号方向不同的多径干扰、同信道干扰、多址干扰以及其他各种类型的有意或无意干扰, 提高信号的传输质量和频谱的有效利用率, 增大系统容量, 因而智能天线在未来的无线通信系统中应用前景广阔。

## 1 智能天线的分类

智能天线分为两大类: 多波束智能天线与自适应智能天线, 简称多波束天线和自适应天线。

多波束天线利用多个并行波束覆盖整个用户区, 每个波束的指向是固定的, 波束宽度也随阵元数目的确定而确定。随着用户在小区中的移动, 基站选择不同的相应波束, 使接收信号最强。因为用户信号并不一定在固定波束的中心处, 当用户位于波束边缘, 干扰信号位于波束中央时, 接收效果最差, 所以多波束信号不能实现信号的最佳接收, 一般只用作接收天线。但与自适应天线相比, 多波束天线具有结构简单、无

需判定用户信号到大方向的优点。

自适应天线一般采用4~16天线阵元结构, 阵元间距 $1/2$ 波长, 若阵元间距过大, 则接收信号彼此相关程度降低, 太小则会在方向图形成不必要的栅瓣, 故一般取半波长。阵元分布方式有直线型、圆环型和平面型。自适应天线是智能天线的主要类型, 可以实现全向天线, 完成用户信号接收和发送。自适应天线系统采用数字信号处理技术识别用户信号到达方向, 并在此方向形成天线主波束。自适应天线根据用户信号的不同空间传播方向提供不同的空间信道, 等同于信号有线传输的线缆, 有效克服了干扰对系统的影响。

## 2 智能天线的实现方式

智能天线采用数字方法对阵元接收信号加权处理形成天线波束, 使主波束对准用户信号方向, 而在干扰信号方向形成天线方向图零陷或较低的功率方向图增益, 达到抑制干扰的目的。根据天线波束形成的不同过程, 实现智能天线的方式又分为两类: 组件空间处理方式与波束空间处理方式。

### 2.1 组件空间处理方式

直接对阵元接收信号支路加权, 调整信号振幅与相位, 使天线输出方向图主瓣方向对准用户信号到达方向。因为是阵元组件信号, 模数转换后不经其它处理直接加权, 故又称组件空间处理方式。

### 2.2 波束空间处理方式

与组件空间处理方式的不同之处在于, 信号从阵元组件接收并模数转换后, 需经相应处理(如快速傅里叶变换), 得到彼此正交的一组空间波束, 再经过波束选择, 从中根据需要选取部分或全部波束合成阵列输出方向图。

## 3 智能天线的作用

对移动通信系统性能的改善, 概括来说, 主要作用有如下几个方面。

### 3.1 系统容量的提高

在传统的多址方式的基础上, 增加空域滤波, 利用用户的不同空间方位信息, 减少共信道干扰降低, 可以减小蜂窝小区的复用系数, 从而提高整个系统的容量; 对于CDMA系统而言, 由于其容量受到多址干扰的限制, 因此减少干扰就意味着直接提高系统容量。

SDMA与已有的多址方式相结合, 可以在传统的一个信道(频率、时隙、码道)上, 利用SDMA技术实现同时传输多个用户的信

号, 并且做到互不干扰, 这就能以倍增的方式提高系统的容量。此外, 采用智能天线系统还可以提高小区的覆盖范围, 减少移动台的发射功率。对运营商来讲, 使用智能天线意味着可以减少系统的初期投资。

### 3.2 链路性能的改善

智能天线通过空域处理或空时域联合处理, 可提高信噪比, 减少时延扩展和减轻衰落, 进而提高链路的性能。链路性能的提高同时也意味着移动台可以以较低功率工作, 从而延长手机电池的通话时间和待机时间, 并减轻电磁辐射对人体的危害。

### 3.3 系统性能的提高

链路性能的改善必然带来系统性能的提高, 这主要表现在: 扩大系统覆盖区域, 并解决盲点覆盖问题, 在网络建设初期, 用较少的基站即可实现较大区域的覆盖; 链路性能的提高使得运营商可以更轻松地提供各种新业务, 如对误码率有较高要求的数据业务和无线Internet业务; 增加系统容量, 对同信道干扰的有效抑制使得TDMA系统可采用更紧凑的频率复用模式, 并有可能实现SDMA, 对多址干扰的有效滤除使得CDMA系统在相同处理增益下可同时容纳更多的激活用户。多人多出系统的容量计算研究也表明, 多天线收发系统的容量远超过单天线系统, 当发天线数目一定时, 系统容量最多随收天线数目成对数变化; 当收天线数目等于或多于发天线数目时, 系统容量至少随发天线数目线性增加。

## 4 结语

本文介绍第三代移动通信中的智能天线技术, 论述智能天线的发展、波束形成算法、实现方式以及在提高移动通信性能上的具体作用。随着第三代移动通信的快速发展和大规模商用, 智能天线技术所带来的性能提升也将惠及千家万户。

## 参考文献

- [1] Gordon L. Stuber著, 裴昌幸等译. 移动通信原理. 北京: 电子工业出版社, 2004.3.
- [2] 邱玲, 等. 第三代移动通信技术. 北京: 人民邮电出版社, 2001.8.
- [3] 殷勇. 3G技术与移动电子商务平台[J]. 科技创新导报, 2008, 11: 52.

## 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,一直致力和专注于微波、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>