

解读智能天线在 TD-SCDMA 中的应用

陈晓强 魏家乐

中国电子科技集团公司第五十四研究所 河北石家庄 050081

摘要：由中国提出的 TD-SCDMA 无线通信系统正在中国蓬勃发展，并在国际市场上得到广泛的关注。智能天线作为 TD-SCDMA 系统设备之一，也得到广泛应用推广。文章介绍了智能天线的概念、结构及技术应用必要性等，深入分析了智能天线在 TD-SCDMA 中的应用，集中展示了智能天线对当今最有活力的无线通信技术发展所发挥的积极作用。

关键词：无线通信；TD-SCDMA；智能天线

Abstract: By TD-SCDMA wireless communication system proposed by China are booming in China, and obtain the widespread attention in the international market. Smart antenna is one of the TD-SCDMA system, also can be applied widely. This paper introduces the concept, structure and application of the smart antenna technology necessity, in-depth analysis of the application of smart antenna in TD-SCDMA, displaying the positive role played by the development of wireless communication technology in smart antenna .

Key words: wireless communication; TD-SCDMA; smart antenna

中图分类号：F407.63 文献标识码： 文章编号

1、智能天线的概念与结构原理

1.1 智能天线的概念。智能天线（Smart Antenna）技术是在微波技术、自动控制理论、自适应天线技术、数字信号处理 DSP（Digital Signal Processing）技术和软件无线电技术等多学科基础上综合发展而成的一门新技术。智能天线是具有一定程度智能性的自适应天线阵列。

1.2 智能天线的系统组成。智能天线主要包括四个部分：天线阵元、模数转换、自适应处理器、波束成型网络。自适应处理器根据自适应空间滤波/波束成型算法和估计的来波方向等产生权值，波束成型网络进行动态自适应加权处理以产生希望的自适应波束。智能天线是天线阵列，由 N 个天线单元组成，每个天线单元有对应加权器，共有 M 组加权器，可以形成 M 个方向的波束，其可以大于天线单元数，天线阵的尺寸和天线元的数目决定最大增益和最小波束宽度，意味在天线阵的尺寸和天线增益，及天线侧瓣性能两者之间要取得平衡。智能天线通过调节从每一个天线收到的信号的相位与幅度，结合使得形成所需要的波束，此过程称为波束形成。

2、采用智能天线技术的必要性

移动通信信道传输环境较恶劣，多径衰落、时延扩展造成的符号间串扰、FDMA TDMA 系统（如 GSM）由于频率复用引入的同信道干扰、CDMA 系统中的 MAI 等都使链路性能、系统容量下降，我们熟知的均衡、码匹配滤波、RAKE 接收、信道编译码技术等都是为了对抗或者减小它们的影响。这些技术实际利用的都是时、频域信息，而实际上有用信号、其时延样本和干扰信号在时、频域存在差异的同时，在空域也存在差异，分集天线、特别是扇形天线可看作是对这部分资源的初步利用，而要更充分地利用它只有采用智能天线技术。

智能天线是一种升缩性较好的技术。在移动通信发展的早期，运营商为节约投资，总是希望用尽可能少的基站覆盖尽可能大的区域，这就意味着用户的信号在到达 BTS（基站收发

信设备)前可能经历了较长的传播路径,有较大的路径损耗,为使接收到的有用信号不至于低于门限,要么增加移动台的发射功率、要么增加基站天线的接收增益,由于移动台(特别是手机)的发射功率通常是有限的,真正可行的是增加天线增益,相对而言用智能天线实现较大增益比用单天线容易。而在移动通信发展的中、晚期,为扩大系统容量、支持更多用户,需要收缩小区范围、降低频率复用系数提高频率利用率,通常采用的方法是小区分裂和扇区化,随之而来的是干扰增加,原来被距离(其实是借助路径损耗)有效降低的CCI和MAI较大比例地增加了。但利用智能天线,借助有用信号和干扰信号在入射角度上的差异,选择恰当的合并权值,形成正确的天线接收模式,从而可更有效地抑制干扰,更大比例地降低频率复用因子,和同时支持更多用户(CDMA中)。从某种角度我们可将智能天线看作是更灵活、主瓣更窄的扇形天线。

智能天线的又一个好处是可减小多径效应,CDMA中利用RAKE接收机可对时延差大于一个码片的多径进行分离和相干合并,而借助智能天线可以对时延不可分但角度可分的多径进行进一步分离,从而更有效减小多径效应。

3、智能天线在TD-SCDMA中应用

3.1 TD-SCDMA系统中智能天线的应用优势。WCDMA和CDMA2000都希望能在系统中使用智能天线技术,但由于其算法复杂度高,目前在IMT-2000家族中,只有TD-SCDMA技术明确表示将在基站端使用智能天线。TD-SCDMA系统中采用智能天线技术将带来以下的技术优势:

(1) 增加系统容量,提高通信数量。智能天线采用窄波束接收和发射移动用户信号,降低了其他用户的干扰,因此对于自干扰系统如CDMA系统,可以有效地提高系统容量;同时,采用空分技术复用信道,也增加了系统容量。在CDMA系统中使用智能天线后,就提供了将所有扩频码所提供的资源全部利用的可能性,使CDMA系统容量至少可以增加一倍以上。(2) 扩大通信覆盖区域,且提高频谱利用率。对于使用普通天线的无线基站,其小区的覆盖完全由天线的辐射方向图形确定。当然,天线的辐射方向图形是根据可能需要而设计的。但在现场安装后,除非更换天线,其辐射方向图形是不可能改变和很难调整的。但智能天线阵的辐射图形则完全可以用软件控制,在网络覆盖需要调整或由于新的建筑物等原因使原覆盖改变等情况下,均可能非常简单地通过软件来优化,非常方便。而且采用智能天线技术代替普通天线,提高了小区内频谱复用率,随着移动通信需求的增长,则可以在不新建或尽量少建基站的基础上增加系统容量,降低运营商成本。(3) 降低基站发射功率,可以减少电磁环境污染。在使用普通天线的无线基站中,发射信号采用的是高功率放大器(HPA);而在TD-SCDMA中使用了智能天线,由于波束形成的增益可以减小对功放的要求,大大降低了基站的发射功率,同时也减少了电磁环境污染。

3.2 智能天线是TD-SCDMA系统必选的关键技术之一。如果没有智能天线,物理层的RRM算法、DCA、接力切换等都不能很好地实现;在覆盖方面,没有了智能天线特有的赋形增益,会使覆盖范围大大缩小;在容量方面,智能天线结合联合检测,可以有效地减少小区间和小区内的干扰,提升系统容量,减少呼吸效应。

无线信道中的多径,能导致衰落和时间扩散,智能天线可以分离来自不同方向的多径信号,通过RAKE接收技术提取有用信号,然后将其叠加,不但减轻了多径的影响,甚至可以利用多径所固有的分集效应改善链路的质量;CDMA系统有严格的功率控制要求,对用户的地面分布特别敏感。智能天线能够分离不同的上行信号,以降低对功率控制的要求,并且能够实时调整方向,从而缓解用户地理分布不均的矛盾。

3.3 TD-SCDMA中智能天线技术的实现。智能天线通过调节各阵元信号的加权幅度和相位来改变阵列的方向图形,即自适应或以预置方式控制波束幅度、指向和零点位置,使波束总是指向期望方向,而零点指向干扰方向,实现波束随着用户走,从而提高天线的增益和信噪比。智能天线系统由3部分组成:天线阵列、波束形成网络、控制算法。天线以多个

高增益的动态窄波束分别跟踪多个期望信号，来自窄波束以外的信号被抑制。但智能天线的波束跟踪并不意味着一定要将高增益的窄波束指向期望用户的物理方向，事实上，在随机多径信道上移动用户的物理方向是难以确定的，特别是在发射台至接收机的直射路径上存在阻挡物时，用户的物理方向并不一定是理想的波束方向。

智能天线波束跟踪的真正含义是在最佳路径方向形成高增益窄波束，并跟踪最佳路径的变化。理想前景是空分多址(SDMA)，它不是信道复用的概念，而是一种信道倍增方式，可与FDMA, TDMA, CDMA等系统完全兼容，从而实现组合的多址方式。智能天线关键是自适应波束形成算法，常用的波束形成算法主要有两种：非盲波束形成算法和盲波束形成算法。智能天线的优势如下：提高频谱利用率；抗衰落；改善链路质量，增加可靠性；减小多径效应；降低功率，减小成本；提高通信的安全性；实现移动台定位业务。

4、结论

智能天线技术对移动通信系统带来的优势是目前任何技术所难以替代的。由于智能天线有着显著提高系统的性能和容量，并增加天线系统的灵活性等诸多好处，因此我们有理由相信，使用了这种先进技术的TD-SCDMA系统有着良好的应用空间和发展前景。

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>