

# 基于分布式天线的 CDMA 码道动态空间分配接入系统

陈国安, 尤肖虎

(东南大学移动通信国家重点实验室, 南京 210096)

**摘要:** 本文提出了基于分布式天线的 CDMA 码道动态空间分配接入系统。该系统将分布式天线分成若干组—天线条群。基站传输到各天线条群的码道信号是所有码道中的一个码道子集, 子集中的码道元素随用户位移及天线条群服务容量的需要进行动态调整。该系统可以有效减少 CDMA 系统的码道间干扰, 提高系统传输容量。

**关键词:** 码道空间分配; 分布式天线; 码分多址; 移动通信

中图分类号: TN929.533 文献标识码: A 文章编号: 0372-2112(2000)06-0125-02

CDMA Code Channel Space Dynamic Allocation Radio  
Access System Based on Distributed Antennas

CHEN Guo-an, YU Xiao-Hu

(National Comm. Research Lab Southeast Univ. Nanjing 210096, China)

**Abstract:** CDMA CCSDA (Code Channel Space Dynamic Allocation Based on Distributed Antennas) is presented in this paper, which has multiple antennas that are divided into a number of groups. So, the area served by a base station are split into numerous sub-cells. A Switch/Weightingsum Mixer module is used to allocate user-specific signal to any antenna group in the base station. CDMA-CCSDA can reduce interference and increase capacity significantly because of its unique structure.

**Key words:** code channel space dynamic allocation, distributed antennas, CDMA, mobile communications system

## 1 引言

第三代移动通信系统( IMT-2000 )由于引入了多媒体数据业务, 因而如何实现一个灵活、高容量的基站网络便成为 IMT-2000 面临的关键问题之一。CDMA 是一种干扰受限系统, 如能减小用户间的干扰, 便能使系统容量相应增加。通过在小区覆盖范围内设置多个天线, 可以改善信扰比 SIR<sup>[1,2]</sup>。本文提出基于分布式天线的 CDMA 码道动态空间分配( Code Channel Space Dynamic Allocation Based on Distributed Antennas )接入方法, 以下简称 CDMA-CCSDA。它能较好地将 CDMA 和分布式天线系统的各自优势有机结合在一起, 可有效提高系统容量及基站系统的灵活性。

## 2 CCSDA 的系统结构

CCSDA 系统由含有交换/加权混合部件的基站、地面传输网、射频部件(含天线)三部分组成。每一射频单元配置多个天线元, 称之为一个天线条群, 图 1 所示为每个天线条群含三个天线元的 CCSDA 系统。天线元的辐射功率可根据需要分配。

下行链路 基站的 K 路信号经组帧、信道编码、交织、直接序列扩频和调制, 形成 K 路基带信号后, 送入交换/加权混

合部件。该部件共有 N 个单元(对应 N 个天线条群), 每单元可从 K 路信号中选取 M 路, 加权合并后经由地面传输网(如光纤/同轴混合网 HFC)馈至射频单元, 进行频率变换、功率放大、功率分配, 最后由天线条群的天线元发射。为便于硬件实现, 加权系数采用 4bit 量化, 共有 16 个量化阶。上行链路: 对某用户而言, 基站从所有天线条群信号中, 选择含有较强该用户信号的一个或多个天线条群, 形成一个天线条群组, 从中分别提取该用户信号, 合并后经信道解码器恢复该用户信息。CCSDA 系统的任一用户具有上/下行链路两个天线条群组。上/下行天线条群组的元素集合, 可能相同、部分相同、完全不同。

CCSDA 系统有以下特点: 基站拓扑结构为宏区制, 天线条群的建设可逐步进行, 并可保留基站主天线(看作一个特殊的天线条群); 每个天线条群只拥有基站所属码道集合的一个子集, 其元素数量由基站动态分配; 当用户在 CCSDA 系统不同天线条群间移动时, 基站对其进行位置跟踪, 跟踪过程中, 该用户所用扩频码不变。天线条群只有功能单一的 RF 模块和天线, 不含基带信号处理部分, 成本低, 维护方便。小区形状任意配置, 方便实现人造多径以支持发射分集, 可减少用户间干扰, 减小移动终端发射功率, 提高用户定位精度, 支持灵活的收费策略等。

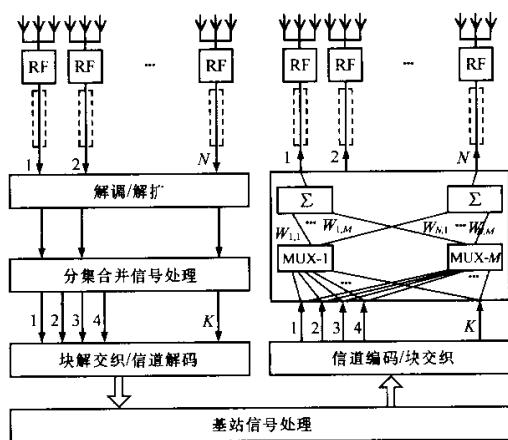


图 1 CCSDA 结构示意图

### 3 CCSDA 系统的工作过程

由于收/发载波频率间隔一般大于信道带宽,可以认为每一用户具有彼此独立的上/下行天线子群组,这两个组的成员个数 $\geq 1$ . CCSDA 下行采用不加权的公用/辅助二种导码(Pilot)信号,公用导码馈至所有天线子群,用于 PN 码同步和系统定时. 每个辅助导码馈至一个相应天线子群;上行采用用户专用导码.

CCSDA 的工作过程 (1)开机后进行 PN 码及系统定时同步,识别所属基站,接收 Page 信号,同时由反向公共信道申请接入基站. 移动台(基站)将下行(上行)子群组包含所有天线子群.(2)移动台根据辅助 Pilot 信号,从子群组中选出最强几个天线子群,并将其强度量化值及序号由反向控制信道反馈给基站. 基站再结合所选中天线子群的地理位置信息,修正下行天线子群组集合成员.(3)基站根据各天线子群接收信号中所含该移动台用户专用导码功率及子群位置信息,修正该用户上行天线子群组;将下行子群组成员识别号及该用户对应的加权系数,通过下行控制信道传送给移动台,返回(2),2-3 步循环,使上/下行天线子群组成员数降至设定值,标志移动台由位置捕获进入位置跟踪状态.

信道估计与解扩:上行链路中由于用户数据与专用导码相伴在一起,基站从某用户上行子群组成员中,分别进行信道估计与相干解扩提取出该用户信号,经时延调整与合并,得到该用户上行链路最终解扩信号. 对下行链路,由于交换/加权混合网络的作用,公用导码与用户信号传输路线不一致,因而

信道估计由辅助导码完成. 不失一般性,设该用户下行子群组共有  $Q$  个成员, 加权系数为  $W_i$ , 其中( $i=1, 2, \dots, Q$ ). 移动台根据每个子群的辅助导码, 估计出  $Q$  个多径向量  $P_i = (P_{i,1}, P_{i,2}, \dots, P_{i,L})$ , 其中( $i=1, 2, \dots, Q$ ),  $L$  为最大路径数. 则该用户的多径信道估计值为:

$$\hat{\mathbf{P}} = \sum_{i=1}^Q W_i \mathbf{P}_i = \left( \sum_{i=1}^Q W_i P_{i,1}, \sum_{i=1}^Q W_i P_{i,2}, \dots, \sum_{i=1}^Q W_i P_{i,L} \right) \quad (1)$$

用此多径信道估计值对解扩的多径数据信号进行相干解扩与合并, 得到最终解扩信号.

功率控制: CCSDA 独立选择上行/下行天线子群组中元素, 对上行链路, 基站测量用户专用 Pilot 信号的强度, 由功率控制算法向用户发出功率增或减的指令. 对下行链路, 每一用户的功率调节通过交换/加权网络的加权因子调节.

### 4 CCSDA 系统的几个特例

对 CCSDA 系统进行一定的设置, 可形成一些独特的接入系统 (1) 将对应用户  $i$  的所有子群加权系数均设定为相同的值  $\Phi_i$ , 则 CCSDA 的加权控制和信道估计得以简化, 但仍具有 CCSDA 的主要优点 (2) 将用户信号馈至所有天线子群, 系统简化成分布式天线系统, 不再进行用户位置确定与跟踪, 适合于沿高速公路、铁路配置 (3) 将用户信号只馈至一个天线子群, 这种方式适合于居民区/办公区, 因为此时用户移动速度慢, 容量需求大 (4) 将某些用户的上/下行子群组成员固定, 不进行用户位置的动态跟踪, 用户终端从特定的一个或几个天线子群接入, 此时系统演变为固定无线接入系统.

### 5 小结

本文提出了 CCSDA 接入系统, 讨论了其工作过程, 以及该系统的信道估计与功率控制方法, 该系统可以有效的提高系统容量. 与微微蜂窝系统相比, CCSDA 系统灵活性好, 不足之处是需要地面网支持基带信号传输. 随着光纤接入网工程和光纤 CATV 工程的进一步发展, 该系统可以采用共纤复用或同缆异纤方式, 共享网络资源. 因而 CCSDA 系统具有较好的应用前景.

### 参考文献

- [1] Kenneth J. Kerpez. A radio access system with distributed antennas. IEEE Trans. on Vehicular Technology 45(2), May 1996
- [2] Kenneth J. Kerpez. Automatic link transfer with distributed antennas. Proc. of IEEE ICC '95 Seattle, WA June 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](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>