

分布天线系统——一种新的热点区域容量解决方案

赵旭崧¹ 陈 鹏² 马奔腾¹

(1 京移通信设计院有限公司 北京 100035)

(2 北京邮电大学信息工程学院 北京 100876)

摘要 分布天线系统是后 3G 系统的主要研究方向之一, 具有高系统容量与系统配置灵活的特性, 本文提出了采用在 WCDMA 宏蜂窝网络中配置分布天线系统的方式来解决热点区域容量问题, 分析与仿真结果表明在 WCDMA 宏蜂窝网络中配置分布天线系统是解决热点区域覆盖与容量问题的理想解决方案之一。

关键词 分布天线系统 (DAS) WCDMA 容量损失 网络规划

1 概述

容量是 WCDMA 网络规划要解决的两个关键问题之一, 由于热点区域用户分布密集且使用量大, 因此热点区域容量问题十分突出, 虽然目前已有一些解决办法, 但这些传统办法有一定的局限性。分布天线系统是后 3G 系统的主要研究方向之一, 具有高系统容量与系统配置灵活的特性, 本文提出了一种采用在 WCDMA 宏蜂窝网络中配置分布天线系统的方式来解决热点区域容量问题, 该研究的主要目的是探讨分布天线系统与当前主流 3G 通信网络在同一地理区域、相邻频段共存的可能性, 从而为解决热点区域的覆盖与容量问题寻求一种新的解决方案。

本文首先介绍了一些传统的扩容解决办法及其局限性, 然后对分布天线系统的系统结构与基本特点进行了描述, 最后采用系统仿真的方法对分布天线系统与 WCDMA 宏蜂窝网络共存时的性能进行了分析。

2 无线网络规划中通常采用的容量解决方法

目前无线网络规划中解决容量问题通常采用的方

式有小区分裂 (增加站点)、增加频点、发射分集等方式。

当初期规划站点容量满足不了用户发展需求时, 小区分裂是增加容量最常采用的一种方式, 但对于 WCDMA 这类自干扰系统来说, 后期建设的新站将严重干扰前期建设的原有基站, 而且这种干扰是无法预期的。且热点区域在网络规划的初期就会采用较高的负载来进行网络格局建设, 站点设置较密集, 再增加站将导致 WCDMA 系统整体覆盖、容量和服务质量的下降, 同时也大大增加了运维、优化和工程调整等工作量。

在 WCDMA 规划中初期热点区域通常会采用三扇区站型设置一个频点, 因此在网络扩容时引入第二、第三频点, 系统容量即可成倍增长。但由于总频率资源有限, 各个运营商所分配的频点数较少, 因此这种方式会受到频率资源的限制。

而发射分集是指经过处理的信号从基站的两副天线中发射, 在终端进行合并处理, 以增强系统的容量和覆盖效果, 在不同的覆盖场景下, 可获得 0~2dB 的额外增益, 最大可增加 26% 覆盖面积或者 58% 无线容量。但发射分集会增加基站的电磁辐射强度且容量增加幅度有限。

3 分布天线系统结构与性能简介

目前多天线系统被认为是增加无线接入网络容量最有希望的途径之一：基于集中天线系统（CAS）的多入多出（MIMO）技术已得到广泛的关注；而另一种多天线系统——分布天线系统（DAS）最近也作为一种很有应用前景的技术被提出。如图1所示，与集中天线系统（CAS）（图1（a））天线集中设置不同，分布天线系统（DAS）（图1（b））将属于中央处理节点（PN）的多个远端天线单元分布设置在整个覆盖区域，每个天线通过同轴电缆或光纤与处理节点相连。

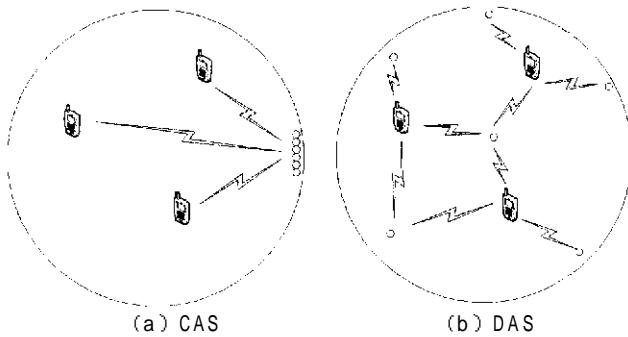


图1 两种多天线系统结构

总体来说，分布天线系统具有一些区别于传统网络的基本特征。

（1）多个远端天线（AE）单元分布在整个覆盖区域。这些远端天线仅完成信号收发的基本功能，大部分信号处理功能将由中央处理节点完成；

（2）处理节点通过不断地计算每个用户终端和远端天线设备之间的链路增益来选择最好的若干个天线组成为第*i*个终端服务的第*i*个虚拟小区；

（3）在上行链路中，每个虚拟小区的天线设备接受所有有效信号。同时下行链路中，每个虚拟小区的天线设备同时发送相同信号给目标用户终端。因此分布天线系统能够提供良好的抗阴影衰落分集保护性能，而且当一个终端在虚拟小区的两个天线设备重叠区域时不会发生频繁的切换；

（4）如果把分布天线应用到采用快速功率控制的

DS-CDMA网络中，分布天线具有的宏分集接收特性会减少发射机的动态功率范围从而最终增加网络容量。同时低发射功率与均匀覆盖也是分布天线系统的特点；

（5）分布天线系统通过虚拟小区中多个远端天线同时和用户通信的方式可以增加频谱利用效率，且由于宏分集带来的效果分布天线系统将大大减小信号衰减和多径延时扩展。已有研究表明分布天线系统可提供远优于传统蜂窝网络的系统容量^{[1]~[5]}。

4 分布天线系统与WCDMA宏蜂窝网络共存性能分析

由于分布天线系统具有高系统容量与灵活的系统配置，因此可以很好地满足高话务量区域的覆盖与容量要求。为解决热点区域的覆盖与容量问题，本文将以在WCDMA宏蜂窝覆盖区域内配置一个邻频的CDMA分布天线系统为研究场景，分析两系统共存时的性能。

当两系统在相邻频段共存时，系统间干扰可能导致两系统容量缩减。这些干扰包括来自干扰系统对受害系统的同实体干扰（AE-AE/UE-UE）和系统间的异实体干扰（AE-UE/UE-AE）。图2表示出了所有需要考虑的异实体干扰场景。由于时间和计算资源有限本文没有考虑同实体干扰的影响。事实上，通过运行少量的仿真结果显示同实体干扰并不是决定系统性能的关键因素，因此我们可以集中研究异实体干扰对分布天线系统与WCDMA共存时的性能影响。

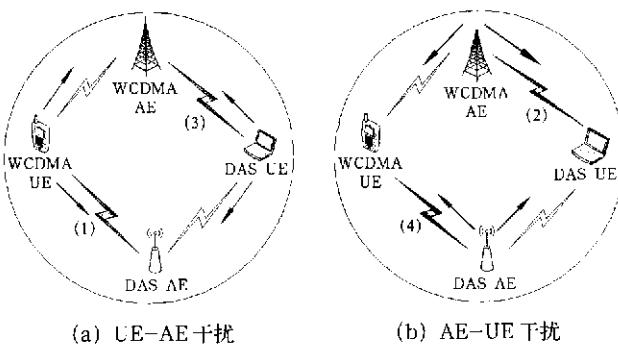


图2 系统间异实体干扰

为了评价双系统共存带来的影响,仿真将分别分析受害系统的单系统容量(N_{single})与双系统共存时的容量(N_{multi})。这样系统间干扰带来的影响可以通过容量损失来表示,其计算公式为: $C=1-N_{\text{multi}}/N_{\text{single}}$ 。

仿真流程如图3所示。在仿真中,外循环将计算满足某一QoS要求的系统容量。即首先设定一定数量的终端,在仿真结束时计算出平均的QoS。若未达到QoS要求,则通过调整终端用户数量使仿真计算得到的QoS达到设定值。在下行链路仿真中,QoS要求设定为5%呼损率;在进行WCDMA上行链路仿真时,QoS要求设定为6dB噪声提升;在进行分布天线系统上行链路仿真时,QoS要求设定为20dB噪声提升。

内循环执行蒙特卡罗(Monte Carlo)仿真,并通过计算数次快照的平均值得出可信的结果,其输出结果为平均QoS值(如呼损、噪声提升)。在每次快照开始时,终端被随机分布在覆盖区域。然后计算每个UE和AE间的路径损耗,并得到链路增益存入增益矩阵中。根据链路增益结果确定和UE连接的一个或若干个AE,来决定WCDMA的激活集或分布天线系统的虚拟小区。在闭环功率控制完成后得到统计数据,并根据统计数据将没有达到要求的终端设定为呼损。

在仿真时我们建立了一个分层无线网络模型。如图4(a)所示:将一个密集城区环境下的分布天线系统配置在WCDMA宏蜂窝网络的中心。分布天线系统的配置如图4(b)所示,144个全向天线单元均匀分布在曼哈顿街区模型中,每个AE都放置在街道交叉路口。每

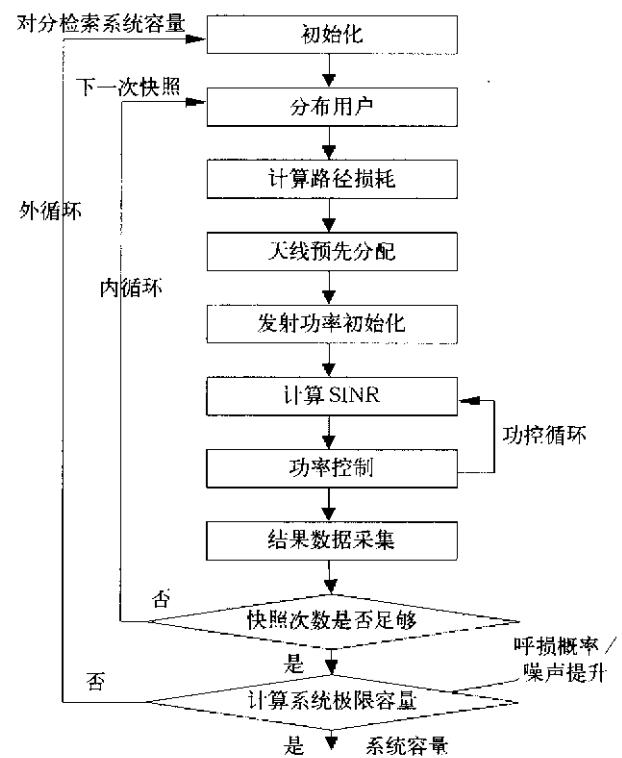


图3 仿真流程

个街区为75m,道路宽15m,因此相邻AE间的距离为90m。WCDMA系统如图4(c)所示有16个宏基站,每个宏基站均为三扇区结构,采用120°定向天线。小区半径设定为1000m。同时在WCDMA系统模型中采用“卷扰”技术,图4(c)中的灰色区域为“镜像”区域以防止仿真中出现干扰“边缘效应”。仿真时,分布天线系统终端随机分布在街道区域内,而WCDMA终端则随机分布在整个覆盖区域中。

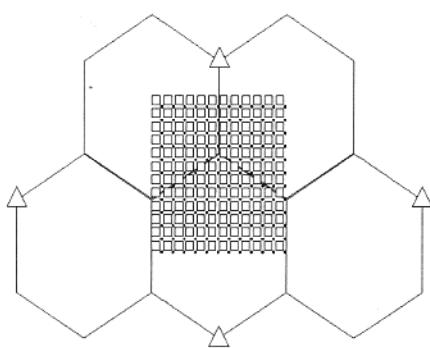


图4(a) 双系统共存结构

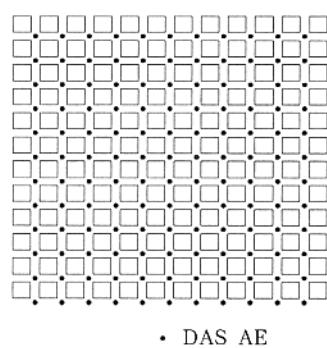


图4(b) 分布天线系统网络结构

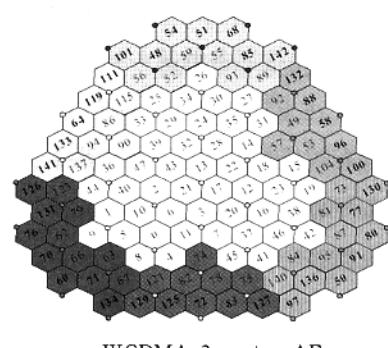


图4(c) WCDMA 宏蜂窝结构

由 10000 次仿真快照平均得到的仿真结果见图 5 和图 6。

由仿真结果, 我们可得以下主要结论。

(1) 双系统共存时, WCDMA 处于强势而 CDMA

分布天线系统处于弱势; 由于在上下行链路上 WCDMA 发射功率均远高于分布天线系统, 使得 WCDMA 产生的干扰对分布天线系统有较明显的影响, 导致严重的系统间干扰, 从而大大降低了分布天线系统的容量;

(2) 尽管有较大的容量损失, 分布天线系统支持的用户容量仍然相当可观。图 5 显示, 当 ACIR 为 30dB 时, 分布天线系统上行链路能支持 4700 个用户, 是 WCDMA 单系统运营时所能提供容量的 4 倍;

(3) 分布天线系统容量随着 ACIR 的提高而增加。然而当 ACIR 大于 30dB 后系统容量增长趋势逐渐趋缓;

(4) 此外, 如果将阴影衰落的标准差设为 12dB (密集城区场景下), 仿真结果显示分布天线系统对 ACIR 的要求将有所放松, 这是因为在该环境下 WCDMA 的系统干扰有额外的衰减, 而分布天线系统又具有良好的抗阴影衰落的特性;

(5) 由于分布天线系统天线单元与终端的发射功率均很低, 因此分布天线系统对其他系统的干扰很小。

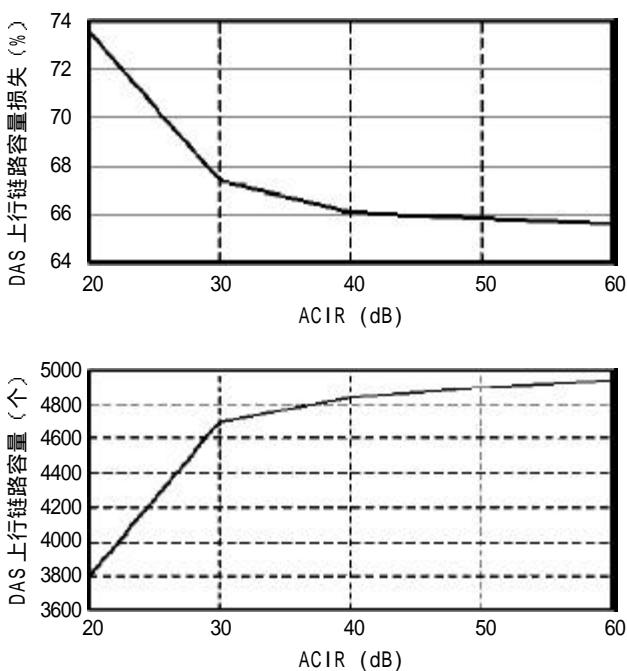


图 5 与 WCDMA 宏蜂窝共存时分布天线系统上行链路容量损失

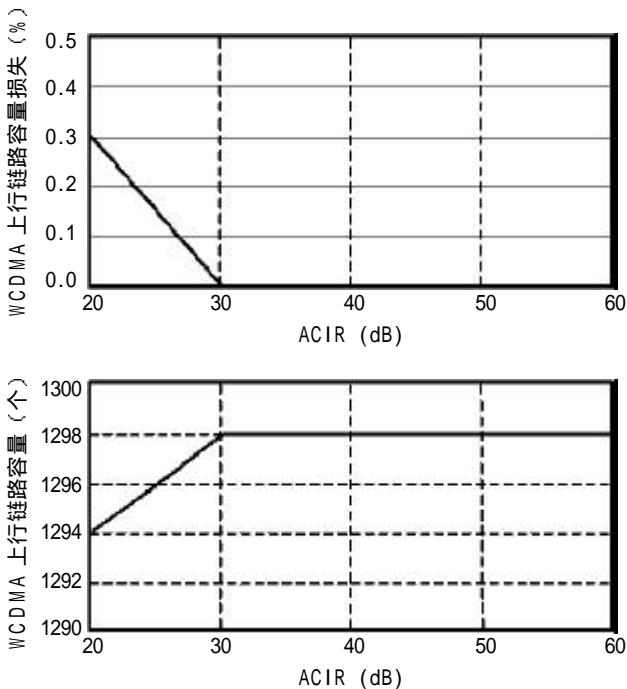


图 6 与分布天线系统共存时 WCDMA 系统上行链路容量损失

5 结束语

通常我们会采用小区分裂、增加频点、发射分集等方式来解决通信“热点”区域覆盖与容量需求, 但这些传统方法会增加系统干扰, 降低网络质量并受到频率资源的限制。和传统扩容方式相比分布天线系统具有低干扰、高容量、低功耗等特性, 且对 WCDMA 系统影响很小, 本文采用系统仿真的方法对 CDMA 分布天线系统与 WCDMA 宏蜂窝共存时的性能进行了分析。分析与仿真结果表明 WCDMA 产生的系统间干扰给分布天线系统带来了严重的影响, 当 ACIR 为 20~60dB 时, 分布天线系统有较大的容量损失, 但分布天线系统所支持的系统容量仍然相当可观。仿真结果同时显示分布天线系统干扰对 WCDMA 系统容量的影响很小。因此我们认为将分布天线系统与 WCDMA 宏蜂窝配置在同一地理区域是解决通信“热点”区域覆盖与容量需求的一个理想候选方案。

News

亚软软交换平台联姻铁通

近日，亚软软件技术股份有限公司凭借其卓越的 SOX-9000 Softswitch 软交换平台，成功地与中国铁通牡丹江公司签单，为牡丹江铁通提供下一代网络软交换软件产品。

由亚软公司自主研发的 Asiasoft SOX 9000 Softswitch 是今天下一代网络中更高级、更全面的基于交换 IP 与 PSTN 的软交换系统。它作为 Asiasoft Open Services Architecture 开放服务架构(AOSA)中的一个基本部分，全面支持电信级 C4、C5、IP CENTREX 系统架构和企业级的多媒体通信自动交换的竞争态势需要。亚软公司的 Asiasoft SOX 9000 Softswitch 软交换平台经过了国内数 10 家运营商大客户的几年的实际运营，在实际运营中亚软的 SOX-9000 不断完善可实际运营的各项功能，创新出多个电信运营可盈利和可增值的“杀手”级业务，并大大提高了该系统可运营性、可靠性和稳定性，并满足了几十万到百万用户量的注册和呼叫。

(本刊讯)

参考文献

- [1] Chen P, Su J, Wu W L. Capacity and power performance analysis in multi-cell generalized distributed antenna systems. Proc ICCC '04, Vol 1, 428-432, Sep 2004
- [2] Roh W, Paulraj A. Outrage performance of the distributed antenna systems in a composite fading channel. Proc IEEE VTC '02 Fall, Vol 3, 1520-1524, Sep 2002
- [3] Roh W, Paulraj A. Performance of the distributed antenna systems in a multi-cell environment. Proc IEEE VTC '03-Spring, Vol 1, 587-591, Apr 2003
- [4] Wang J, Yao Y, Zhao M, Zhou S, Wang Y, Su X. Conceptual platform of distributed wireless communication system. Proc IEEE VTC '02-Spring, Vol 2, 593-597, May 2002
- [5] Zhou S, Zhao M, Xu X, Wang J, Yao Y. Distributed wireless communication system: a new architecture for future public wireless access. IEEE Mag Commun, Vol 41, Issue 3, 108-113, Mar 2003
- [6] 3GPPTR25.996 (v6.1.0), Spatial Channel Model for Multiple Input Multiple Output (MIMO) Simulations.

Distributed Antenna System: A New Candidate for Providing Capacity to High-traffic Regions

Zhao Xusong¹ Chen Peng² Ma Benteng¹

(1 Beijing P&T Consulting & Design Institute Co., Ltd., Beijing 100035)

(2 Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876)

Abstract Distributed antenna system (DAS) is the main research direction beyond 3G, previous researches have shown that high capacity potential and system configuration flexibility are two features of DAS. In this paper we present the scheme of deploying a CDMA distributed antenna system (DAS) with WCDMA macrocells in adjacent frequency bands. The main results of this study show DAS is a perfect candidate for providing coverage to high-traffic regions deployed with WCDMA macrocells.

Keywords distributed antenna system, WCDMA, capacity loss, network planning

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>