

基于智能天线广播波束赋形的小区覆盖规划方法

李晓明 刘旸 陈新 徐长胜 郝益刚

中国移动通信集团设计院河北分院

【摘要】文章经过分析研究提出了一种基于智能天线系统，分别规划广播波束和业务波束，通过对广播波束的赋形和调控业务波束匹配广播波束的方法建立起一套适用于智能天线系统的无线网络规划方法，促进TD-SCDMA网络建设质量。

【关键词】TD-SCDMA 智能天线 广播波束赋形 小区覆盖规划

1 引言

为了贯彻落实党中央、国务院关于“建设创新型国家”的发展战略，推进自主创新，促进TD-SCDMA技术的工程化和尽早商用，中国移动已全面启动TD网络工程建设，预计2009年6月建设完成后，将实现全国31个省会城市及计划单列市等共计38个城市的TD网络覆盖。但目前建设过程中无线网络的规划方法还是基于原有GSM网络和WCDMA网络的规划经验，没有考虑TD-SCDMA智能天线系统在广播波束和业务波束赋形方面的特点和优势。即基本上整个网络用同一套广播波束权值数据，没有按覆盖小区细分。规划常用的基站调整手段包括：调整天线的俯仰角、调整天线的方向角、调整天线的挂高、更换天线类型、增加基站、改变站址。那么，智能天线是否还有什么优势；使用智能天线系统与原有GSM网络和WCDMA网络的规划完全一样吗？无线网络规划是否可以借助智能天线的特点，从而有更好的方法？

本文提出一种基于智能天线广播波束赋形的小区覆盖规划方法，愿与同行一起探讨，共同为促进TD-SCDMA网络质量提升出把力。

2 TD-SCDMA智能天线

2.1 TD-SCDMA智能天线简介

智能天线是一种多天线系统，其内部多个天线阵元以一定的间距（通常为 $1/2\lambda$ ）排列成天线阵列，再通过算法对各个天线阵元的信号（包括振幅和相位）进行控制，最终形成多阵元的叠加波束场图。

TD-SCDMA智能天线工作在两种波束场图模式下：广播波束和业务波束。广播波束是在广播时隙形成，实现对整个小区的广播，所以要求波束宽度很宽，尽量做到小区无缝隙覆盖。业务波束是在建立具体的业务链路后形成，也就是形成跟踪波束，它会针对每一个用户形成一个很窄的波束。

这些波束会紧紧地跟踪用户。由于波束很窄，能量比较集中。在相同功率情况下，智能天线能将有用信号强度增加，同时减小对其他方向用户的干扰，由于智能天线能很好地集中信号，所以发射机可以适当地减小发射功率。

2.2 智能天线覆盖特性

智能天线中，平面天线阵主要覆盖 120° 的扇形区域。通常一个三扇区基站便可以覆盖 360° 范围。平面天线阵由于具有较好的波束赋形性能，能够形成更窄的波瓣宽度，具有更强的旁瓣抑制能力并提供更高的赋形增益，所以成为目前TD-SCDMA智能天线的主流。

对于广播波束，需要考虑对于整个 120° 小区的均匀覆盖。在实际布网时，小区的覆盖范围将主要取决于广播波束的覆盖，所以对于广播波束的设计可以接近小区理想的边界形状与大小。而且，其波束赋形在整个网络运行期间要求保持稳定。

对于业务波束，虽然在不同角度上智能天线物理赋形特性不尽相同，但总体上看，赋形增益将高于广播波束增益。更为重要的是波束宽度大大减小，从而抑制了对其他用户的干扰。在业务波束中，通常与法线夹角为 0° 方向的波束具有最大的赋形增益和最窄的波瓣宽度。因此，广播波束与业务波束覆盖的匹配也应当给予考虑。如果采用自适应的EBB算法，智能天线能够最大限度根据算法来自动优化下行波束赋形。否则，需要调整赋性参数，保持与广播波束的匹配。

3 规划方法存在的问题

目前，TD-SCDMA网络所采用的规划方法还是基于原有GSM网络的规划经验，主要的工程参数调整方法还是通过机械调整天线的倾角，方向角和挂高等传统方法，并没有考虑智能天线系统的多天线联合作用，以及TD-SCDMA这种智能天线系统在广播波束和业务波束赋形方面的优势，在GSM或WCDMA等系统中，广播波束与业务波束是一样的，这样就会带来一定的工程实施困难：

(1) 现阶段TD-SCDMA系统的规划和优化没有分别单

独考虑智能天线系统的广播波束与业务波束，不能充分发挥TD-SCDMA智能天线系统的优点；

(2) 智能天线尺寸和重量都比GSM或WCDMA天线大，在进行倾角、方向角和挂高等工程参数调整的时候有一定的施工难度；

(3) 现阶段由于广播波束没有赋形，TS0时隙的公共信道PCCPCH的干扰问题还很严重；

(4) 在一些存在优化困难的特殊场景，比如大型体育场，高速公路等，如何最大效能的发挥多天线系统的作用值得进一步考虑。

基于以上原因，我们考虑通过充分利用TD-SCDMA智能天线系统的优势，调整广播波束赋形参数已达到期望的覆盖效果，降低工程实施的难度，加快工程建设的速度和提升无线网络的质量，让TD-SCDMA网络在规划优化中也智能起来，使TD-SCDMA智能天线系统的优势得到充分的展现。

4 采用智能天线的基站小区覆盖规划方法

上述分析提出一种基于智能天线系统，分别规划广播波束和业务波束，通过对广播波束的赋形和调控业务波束匹配广播波束的方法，建立起一套适用于智能天线系统的无线网络规划方法。考虑通过充分利用TD-SCDMA智能天线系统的优势，在规划中使用新的思路和方法来提高规划预测的准确性，更好地指导工程建设和提升无线网络的质量。

为实现此无线网络规划方法，要在软件中增加对于智能天线系统广播波束进行波束赋形的模块和要求智能天线系统业务波束匹配广播波束的模块。前一个模块可以通过对智能天线系统中每个单元天线赋予不同的权值，包括幅值和相位，使得广播波束可以产生形变，得到我们想要的适应小区覆盖范围的赋形形状。后一个模块通过对智能天线系统中每个单元天线赋予不同的幅值，使得业务波束可以产生等比例变化，适应已经调整好的广播波束覆盖场图。

4.1 规划流程

利用天线出厂时提供的广播波束赋形权值表（见图1、

表1) :

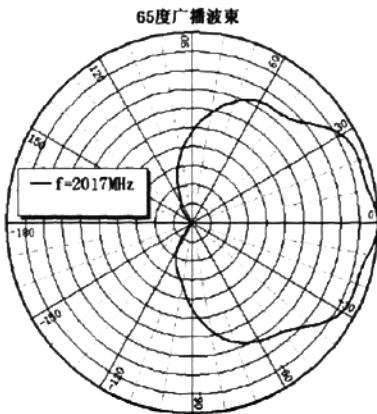


图1 65度广播波束的水平方向图

65 度广播波束权值							
激励电流	I2	I2	I3	I4	I5	I6	I7
幅度 (线性)	0.59	1	1	1	1	1	0.59
相位 (度)	171	-87	-69	22	-69	-87	171

进行无线覆盖的预测，得到每个小区的TS0时隙的PCCPCH RSCP覆盖预测图，继而得到整个无线网络的大致覆盖情况，完成对整个网络总体的大致了解。

为了获得每个站点的详细参数还须进行详细规划，根据每个站点的实际地理环境和覆盖场景需求确定小区大致覆盖范围的边界或形状，确定对应各个小区天线的广播波束赋形图；根据确定出的各个小区天线的广播波束赋形图，通过对广播波束赋形权值表迭代修正广播波束赋形新的权值表，使得广播波束的形状和每小区所需要的覆盖情况大致相同，确定各个小区天线的广播波束权值；采用上述确定出的各个小区天线的广播波束权值，替换各个小区天线原有的广播波束权值，继而得到整个无线网络较为精确的覆盖情况。如果不采用EBB算法，还要通过等比例的改变业务波束的权值表（如表2、表3和表4中的幅值A）对业务波束赋形权值进行迭代修正业务波束赋形新的权值表，使得业务波束在扫描区域与广播波束匹配，完成对整个网络总体的规划。

通过对广播波束赋形参数和与之匹配的业务波束参数进

行的迭代，得到预测区域内所有站点每个小区的广播波束赋形参数文件和与之匹配的业务波束参数文件，建立智能天线系统参数文件数据库，为以后的智能天线系统的无线网络优化提供输入数据。具体流程如图2所示：

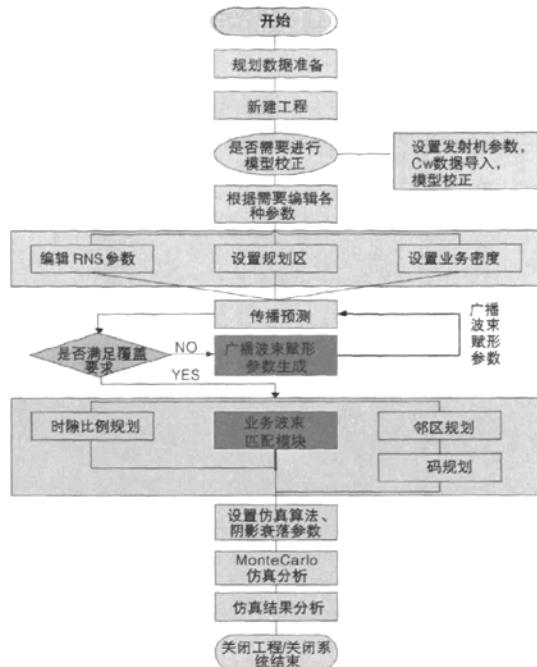


图2 规划流程图

广播波束赋形模块主要功能如图3所示：

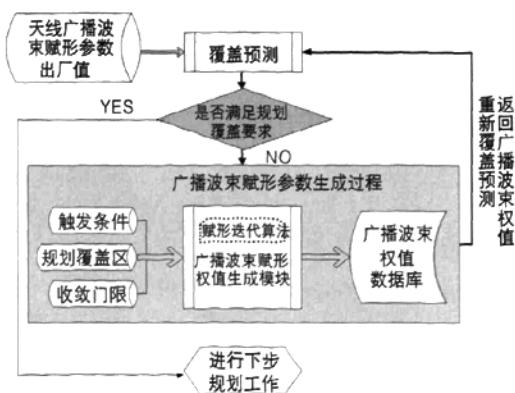


图3 广播波束赋形模块功能框图

业务波束和广播波束匹配模块功能如图4所示：

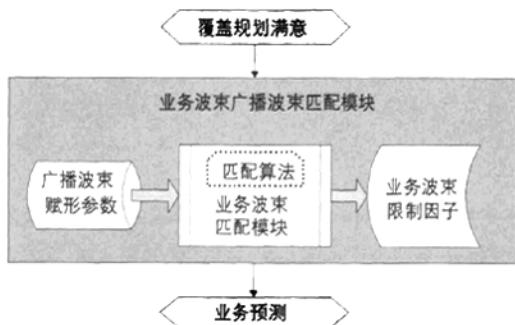


图4 业务波束和广播波束匹配模块功能框图

4.2 业务波束和广播波束匹配仿真结果

0度业务波束的水平面方向图和扫描权值分别如图5和表2所示：

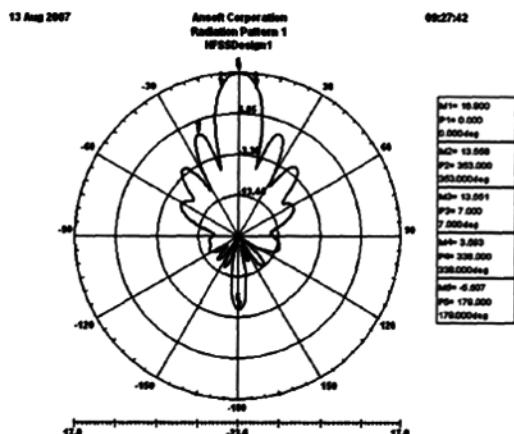


图5 0度业务波束的水平面方向图

表2 0度业务波束的扫描权值(电流/相位)

权值/端口	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
幅度	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
相位	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7

30度业务波束的水平面方向图和扫描权值分别如图6和表3所示：

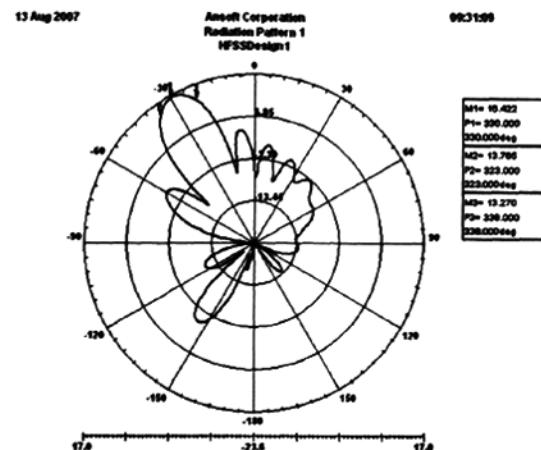


图6 30度业务波束的水平面方向图

表3 30度业务波束的扫描权值(电流/相位)

权值	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
幅度	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
相位	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7

60度业务波束的水平面方向图和扫描权值分别如图7和表4所示：

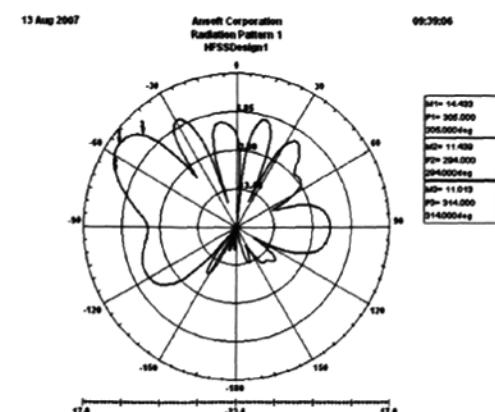


图7 60度业务波束的水平面方向图

表4 60度业务波束的扫描权值(电流/相位)

权值	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
幅度	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
相位	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7

5 技术进步效果

基于智能天线系统的无线网络规划方法主要工作集中在为每个小区配置天线参数部分。基于智能天线系统的无线网络规划方法优势如下：

(1) 首次提出智能天线系统网络规划的概念与方法，认为覆盖场的覆盖、容量、质量是智能天线系统阵元天线与智能天线整体联合作用的结果，分别规划广播波束赋形参数与业务波束赋形情况；

(2) 明确了智能天线系统的规划主要方向，提高覆盖目标的准确性，更好的指导工程建设和提升无线网络的质量；

(3) 可以更充分地发挥TD-SCDMA智能天线系统的优勢，得到比单天线系统更优的网络质量和服务水平；

(4) 它的出现对于加快实现以我国为主提出的第三代移动通信技术(3G)TD-SCDMA系统尽快组成大网，实现商用化起到推动作用。

(5) 它的出现对于未来后3G，乃至4G系统中使用智能天线系统或多天线系统建网和规起到指导性的作用。

6 结束语

准确有效的网络规划方法对于后期网络建设能够起到做到事半功倍的效果，由于GSM网络和WCDMA网络都采用传统单阵元天线，因此无线覆盖预测调整方法只能通过机械调整天线的倾角，方向角和挂高等传统方法。简单的将这种思路用于TD-SCDMA系统的网络建设，没有考虑智能天线与传统单阵元天线的区别，充分挖掘智能天线系统在广播波束和业务波束赋形方面的优势，这样就会带来一定的工程实施困难，不容易获得优质的无线网络。

本文提出的基于智能天线广播波束赋形的小区覆盖规划方法，充分体现了智能天线系统相对于传统单阵元天线的优势，使TD-SCDMA网络规划工作更加智能化和精细化。★

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>