

基于 TD-LTE 多天线技术的精细化天面设计方案研究

蓝万顺(中国移动通信集团广东有限公司,广东 广州 510623)

【摘要】多天线技术是 TD-LTE 系统的关键技术之一,通过在发射机和(或)接收机侧部署多根天线,以获得用于对抗信号衰落的分集增益实现覆盖改善或者实现容量改善。但是在目前城区室外站越来越难建设,选址难度不断加大的情况下,天馈系统的顺利建设已经成为限制网络建设速度和质量的瓶颈。采用合理的建设模式,来解决 TD-LTE 的天馈系统建设难题成为业界关心的热点。本文以 TD-LTE 多天线技术原理为基础,提出了精细化天面设计方案思路,即改变原有天面设计模式,通过精细化天面设计,既能满足网络建设需求,同时又能解决站点物业对基站建设的要求,希望通过该方案的研究,为 TD-LTE 网络建设提出新的建设思路。

【关键词】TD-LTE; 多天线; 精细化; 天面设计

【中图分类号】TN91

【文献标识码】B

【文章编号】1006-4222(2014)16-0023-02

引言

多天线是 TD-LTE 的关键技术之一,LTE 实现高速率数据传输的关键就是多天线技术。多天线系统作为一项前沿的空间分集技术,通过波束赋形以及映射算法在多天线产生不相关性,向多个终端并行发射数据流,或从多个终端并行接收数据流,从而在空间上提高系统容量。如果不采用多天线技术,则无法开启 MIMO 进行多路传输,系统性能将下降 50% 以上。因此,要实现 LTE 的网络性能,多天线是必要条件。在目前选址困难越来越难,天馈建设阻挠越发严重的情况下,多天线的站址建设更加困难。为了解决这一难题,本文在研究 TD-LTE 多天线技术原理的基础上,提出了精细化天面设计的概念,希望通过精细化天面设计方案的研究,改变原有天面设计模式,使天面设计方案既能满足网络建设需求,同时又能解决站点物业对基站建设的要求,为 TD-LTE 网络建设提出新的建设思路。

1 TD-LTE 的多天线技术

多天线是在密集多径散射环境中,通过在发射机和(或)接收机侧部署多根天线的技术,这些系统可以采用许多不同方法来实现,以获得用于对抗信号衰落的分集增益实现覆盖改善或者实现容量改善。根据发射机和接收机侧天线的数量,基本的无线信号发射-接收模型包含 SISO(Single Input Single Output), SIMO (Single Input Multiple Output), MISO (Multiple Input Single Output) 及 MIMO 四种,后三种是通常称为的多天线技术。TD-LTE 系统的发射机天线数量配置有 1、2、4,接收机天线数量配置为 1、2、4,典型配置为下行链路 2×2,上行 1×2。同时,TD-LTE 系统支持采用 8 天线的智能天线技术。

根据多天线技术实现方法的不同,多天线可以分为三类^[1]:空间分集(SD,Spatial Diversity)、空间复用(SM,Spatial Multiplexing)和波束赋形(BF,Beam Forming)。在 TD-LTE 系统中,这三种技术均有采用。

空间分集主要是利用空间信道的弱相关性,结合时间或频率上的选择性,为信号的传递提供更多副本,提高信号传输的可靠性,从而改善接收信号的信噪比。目前 LTE 空间分集技术具有代表性的主要有空时/频分组编码(ST/FBC)、循环延时分集(CDD)和天线切换分集这三种,通过多天线技术获得分集增益,改善覆盖效果。

空间复用利用空间信道弱相关性在多个相互独立的空间信道上传输不同的数据流,从而提高数据传输的峰值速率。LTE 主要采用空间复用技术,将多个相互独立的数据流映射到不同的层,并分别进行信道编码和调制,映射到天线端口上发送。不增加系统带宽的前提下,空间复用可以成倍地提高系统传输速率。

波束赋形利用空间的强相关性及波的干涉原理产生强方向性的辐射方向图,使辐射方向图的主瓣自适应的指向用户来波方向,从而提高目标性噪比以及系统容量或者覆盖范围,同时波束赋形能使得移动台以更小的发射功率与宏基站建立通信。在 LTE 系统中,采用波束赋形技术除了可以进行单流的数据传输之外,还可以支持多流的数据传输和空分多址。

由此可见,多天线是 TD-LTE 的关键技术之一,是 LTE 实现高速率数据传输的关键,仿真数据证明,采用多天线接收对于改善上行性能效果明显,可有效降低在实际系统中不同极化方向天线的各通道之间的强相关性,并可以提升小区整体吞吐量,提升 LTE 整体性能。

2 TD-LTE 的精细化天面设计原则

为了获得 TD-LTE 的网络性能,必须完成多天线的建设,而同时,为了能够保护现有投资,必须能够实现 TD-LTE 与现有的 GSM/TD-SCDMA/WLAN 网络共存。通过充分利用 GSM、TD-SCDMA、TD-LTE 和 WLAN 网络各自的优势,发挥网络间良好的协同效应,满足用户的业务需求。在这种情况下,目前城区大部分基站天面需要安装 GSM、DCS、TD-SCDMA、TD-LTE 四种频段的天线,因此站点的选址难度越来越大;同时 TD-LTE 网络和 2G/3G 相比对信号质量更为敏感,对提升 SINR 的需求很迫切,应从传统注重场强的思路向更注重信号质量转变,使得 TD-LTE 对天面设计方案的精确度提出了更高的要求。为解决这一问题,本文提出了精细化天面设计方案的思路,通过精细天面设计,充分考虑通过面向需求(业务或质量需求),来细化天面设计方案,综合解决网络覆盖和容量需求以及站点物业对基站的建设要求。

根据 TD-LTE 网络特点,在天面规划中,应该遵循以下几点原则:

和谐性原则:TD-LTE 主设备和天线设备形态多样,可以根据环境确定不同产品形态,根据物业条件决定设备方案,以

满足环境和谐性要求。

前瞻性原则:在杆塔设计时,充分考虑未来系统的需求;有条件的话尽可能预留空间、动力,为网络升级做好基础准备。

实用性原则:天馈系统为室外设备,需要充分考虑防潮、防水、散热以及材料的经久耐用和易维护。

安全性原则:安全问题是网络建设的重中之重,在天馈系统设计时需要注意天馈系统的防盗处理、防破坏、安全警示以及风压和承重要求。

3 TD-LTE 的精细化天面设计中的天线选择

目前中国移动采用的无线通信网络的频段范围如表 1 所示。

表 1 目前各系统所占频段范围

网络划分	系统类型	频段范围
2G	GSM900	880~960MHz
	DCS1800	1710~1880MHz
3G	TD-SCDMA	F 频段
		A 频段
4G	TD-LTE	F 频段
		D 频段

在基站多系统建设的需求下,需同时考虑基站天线建设数量不能太多,减少基站天线建设的数量需考虑系统间天线组合,系统间天线组合是否会对网络性能造成一定影响,在此基础上,本文总结了在四系统共存的情况下,多系统天线组合使用方案如表 2 所示。

表 2 多系统天线组合使用方案

序号	系统需求		单小区天线输出		
	系统数量	系统组合	天线数量	天线系统组合说明	逻辑天线组合结果
1	4	G/S/A/D	4	4 个系统单独天线	G、S、A、D
2	4	G/S/A/D	3	2 个系统共用天线 +单系统天线	(G+S)、A、D
3	4	G/S/A/D	3	+单系统天线	G、(S+A)、D
4	4	G/S/A/D	3	+单系统天线	(A+D)、G、S
5	4	G/S/A/D	2	2 个系统共用天线 +2 个系统共用天线	(G+S)、(A+D)
6	4	G/S/A/D	2	3 个系统共用天线 +单系统天线	(G+S+A)、D
7	4	G/S/A/D	1	4 个系统共用天线	(G+S+A+D)

4 TD-LTE 的精细化天面设计中的参数设计

在实际的网络设计中,天线选择还需要考虑参数设计的内容:

(1)天线增益的选取:提高天线增益,覆盖的距离增大,但同时会压窄波束宽度,导致覆盖的均匀性变差。天线增益的选取应以波束和目标区相配为前提,为了提高增益而过分压窄垂直面波束宽度是不可取的,只有通过优化方案,实现服务区外电平快速下降、压低旁瓣和后瓣,降低交叉极化电平,采用低损耗、无表面波寄生辐射、低 VSWR 的馈电网络等途径来提高天线增益才是正确的。

(2)合理的下倾角设计:垂直面波束宽度及电下倾角精度决定了网络覆盖区中距离向性能的好坏。波束应该适当下倾,下倾角度最好使得最大辐射指向目标服务区的边缘。如果下倾太多(黄色),服务区远端的覆盖电平会急剧下降;如果下倾太少,覆盖在服务区外,且产生同频干扰问题,如图 1。

(3)副瓣抑制。天线副瓣抑制是抑制同频干扰或导频污染的辅助指标。对于城区建筑物密集的应用场景,一方面因通信容量大要求缩小蜂窝,另一方面因楼房遮挡和多径反射,难以实现大距离覆盖。通常采用增益 13~15dBi 的低增益天线,大

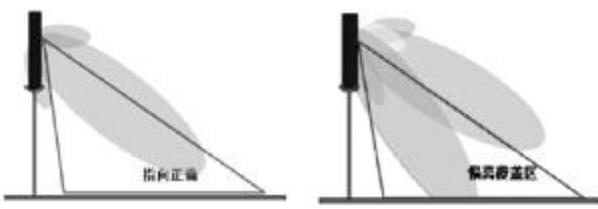


图 1 下倾角设计影响示意图

下倾角做微蜂窝覆盖,从而,主波束的上侧第一、二旁瓣指向前方同频小区的可能性很大,这就要求在设计天线时,设法对上旁瓣进行抑制,从而降低干扰。

(4)下零点填充:下零点填充是在某些特殊场景有限减少盲点的辅助指标。在天线设计时,对下零点进行适当填充,就可能减少掉话率。但零点填充要适可而止,当对零点填充要求较高时,增益损失较大,得不偿失。对于低增益天线,由于波瓣较宽,应用时通常下倾角较大,下旁瓣不参与覆盖,不需要进行零点填充。

(5)前后比指标:前后比指标也是抑制同频干扰或导频污染的重要指标。通常仅需考察水平面方向图的前后比,并特指后向 $\pm 30^\circ$ 范围内的最差值。前后比指标越差,后向辐射就越大,对该天线后面的覆盖小区造成干扰的可能性就越大。在特殊应用中才会考察垂直面方向图的前后比,比如基站背向区域有超高层建筑物。

5 结论

不同于传统的通信技术,TD-LTE 采用多天线技术提升系统性能,并且由于 TD-LTE 网络和 2G/3G 相比对信号质量更为敏感,对提升 SINR 的需求很迫切,这些都针对性从传统注重场强的思路向更注重信号质量转变,TD-LTE 对规划的精确度提出了更高的要求。与此同时,多系统共存的系统性能需求和物业选择都需要改变传统天面设计思路,因此本文基于 TD-LTE 多天线技术提出了精细化天面设计的思路,从多系统共用的天线选择入手,在设计方案中详细提出天线的参数设计,精细化设计天馈系统,通过该思路的采用,使得天面设计既能满足网络建设需求,同时又能解决站点物业对基站建设的要求,可以为以后大规模 TD-LTE 建设提供更好的经验总结和指导。

参考文献

- [1]王映民,孙韶辉,等.TD-LTE 技术原理与系统设计(第 1 版).人民邮电出版社,2010,6.
- [2]马哲锐.基于 LTE 通信系统的多天线算法研究.武汉理工大学,2010,4.
- [3]秘俊杰.TD-LTE 多天线技术应用研究.数字通信,2011(6).
- [4]田野,等.基于全局约束的现网站址共享下 LTE 天线参数规划与优化.移动通信,2013(24).
- [5]徐翠君,等.TD-LTE 多天线解决方案分析.邮电设计技术,2013(01).

收稿日期:2014-7-5

作者简介:蓝万顺,男,工程师,2000 年毕业于北京邮电大学,无线电子工程专业,主要从事 4G 无线工程两阶段设计管理工作。

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>