

文章编号:1007-9513(2007)01-0025-03

基站天线的优化选择和设置技术

张 晖

(江苏省邮电规划设计院 西南通信规划设计院, 南京 210006)

摘 要: 阐述了天线对移动通信系统网络性能的重要性, 介绍了目前国内移动通信系统中常见天线种类和性能指标, 并结合工程实践, 分析了天线选择设置不当对网络性能的影响, 给出了移动通信系统天线使用的几种典型环境下, 基站天线优化选择和设置的注意事项和方法。

关键词: 移动通信; 基站; 天线; 选择; 优化

中图分类号: TN929.5 **文献标识码:** B

天线是移动通信系统的重要组成部分, 直接关系到移动通信网络的覆盖范围和服务质量, 例如呼损率、掉话率、切换成功率等。网络营运的指标均与无线覆盖密切相关, 而天线的选择和设置作为控制无线网络覆盖的基本手段, 对于改善网络性能至关重要。

我国现有的移动通信系统中常见的基站天线主要分室外基站天线和室内分布天线两种。室外基站天线主要有机械全向天线、预制电下倾全向天线、单极化定向机械天线、双极化定向机械天线、双极化定向预制电下倾天线和双极化定向电调天线; 室内分布天线主要有吸顶天线、壁挂天线、八木天线等。此外, 还有一些用于特殊情况下的天线, 如用于覆盖地铁和隧道的泄漏电缆、无线直放站施主天线常用的栅格抛物面天线, 等等。天线的性能指标分电气性能指标和机械性能指标, 其中电气性能指标包括增益、波瓣宽度、极化方向、电压驻波比、端口隔离度、上旁瓣抑制、前后比、功率容量、三阶交调、频率范围等; 机械指标包括天线的尺寸、重量、调整范围、温度、最大风速、接头型式、天线抱杆、安装和下倾辅件、防雷等, 决定了天线的工作环境和安装要求。

1 天线的选择和设置^[1]

由于天线的选择和设置与地形、地物以及话务量分布紧密相关, 可以将天线使用环境大致分为5种类型: 一般城区、密集城区、农村地区、郊区、交通干线等。

1.1 一般城区基站天线

城区基站密度较高, 站距一般为500~1 000 m, 为合理覆盖基站周围500 m左右的范围, 选择基站天线时应考虑以下几方面:

1) 为减少干扰, 应选用水平半功率角接近于60°的天线。这样的天线所构成的辐射方向图接近于理想的三叶草型蜂窝结构, 与现网适配性较好, 有助于控制越区切换。

2) 城区基站一般不要求大范围覆盖, 而更注重覆盖的深度。由于中等增益天线的有效垂直波束比高增益天线宽, 覆盖半径内有效的深度覆盖范围较大, 可以改善室内覆盖效果, 所以选用中等增益天线较好。

3) 由于城区基站天线安装空间往往有限, 采用 $\pm 45^\circ$ 极化方式的天线较为可行, 并且由于 $\pm 45^\circ$ 为正交极化, 有效保证了分集接收的良好效果。

收稿日期: 2006-10-10

作者简介: 张 晖 (1978—), 男, 江苏南京人, 硕士, 无线通信工程师, 目前研究方向为移动通信网络规划优化。

4)在不采用分层网的情况下,同一基站密度区域内,各基站天线有效挂高应该大致相等;基站越密,天线有效挂高应该越低。城区新建站天线高度为 30 m 左右,非城区新站天线高度为 50 m 左右。

1.2 密集城区基站天线

密集城区基站天线的选择与一般城区基站类似。但由于密集城区基站站距往往只有 400~600 m,在使用水平半功率角为 65° 的 15 dBi 双极化天线,且天线有效挂高 35 m 的情况下,天线倾角可能设置在 $14.0^\circ\sim 11.5^\circ$ 之间。此时如果单纯采用机械下倾的方式,倾角过大将引起水平波束变宽,干扰增大,同时上副瓣也会引入较大干扰;而采用电子式倾角天线,则可以较好地解决波形畸变的问题,产生的干扰相对较小。所以密集城区基站选用电调下倾的水平半功率角为 65° 左右的中等增益双极化天线较为合适。

1.3 农村地区基站天线

在农村地区,鉴于话务量较小,预期覆盖面积较大的特点,选择基站天线时应考虑以下几方面。

1)对于 CDMA 网络而言,为提高定向基站两扇区天线服务交叠区间的通信质量(交叠区内有宏观分集的效果),增大交叠区面积,宜选用水平半功率角较大的天线。例如水平半功率角为 90° 的天线。

2)对于 GSM 网络而言,为提高覆盖质量,在平原地区使用水平半功率角较大的天线效果较好,但同时会产生切换区域增大的问题;而在山区和丘陵地带由于天线挂高比较高,使用水平半功率角较小的天线易于控制覆盖方向和范围,效果较好;同时要兼顾到周围覆盖,就要考虑垂直半功率角比较大的天线。下倾角度也要作重点考虑,既要覆盖到计划范围,同时不能对远处的基站造成干扰。

3)为保证覆盖半径,应选择高增益天线。

4)由于极化分集依赖于移动台周围反射体和散射体的分布,对于地物分布相对较稀疏的农村地区,极化分集效果不如空间分集。因此在安装条件具备的情况下,使用单极化天线可以获得更大

的上行分集增益,但与双极化天线相比对安装空间和施工技术要求较高,也不利于后期工程天线的调配。

5)如果基站周围各方向上都没有明显阻挡,话务需求和预期覆盖范围也较小,且均匀分布在基站周围,可以选用 11 dBi 的全向天线。对站址较高或用户分布距站址过近的情况,为避免出现“塔下黑”,应选择预制电下倾全向天线。

1.4 郊区基站天线

郊区的情况介于城区和农村之间。对于站距较大的基站,可以参照农村基站天线的选用原则;反之则参照城区基站天线的选用原则。

1.5 交通干线基站天线

如果覆盖目标仅为高速公路或铁路等交通干线,由于话务量较低,而覆盖区成长带状分布,天线宜采用高增益定向天线加功分器方式组成双扇区基站,两天线相背放置,最大辐射方向与高速公路或铁路的方向一致。在穿过城镇,旅游点的地区可以采用三向、全向小区配以高增益定向天线实现覆盖。另外,如果道路呈直线且沿路方向话务量很低,既考虑覆盖又考虑设备成本,可采用双向天线,由于该天线是全向天线的变形,因此无需采用功分器,避免了采用功分器引入的插入损耗(约 3.5 dB),采用一根天线代替两扇区天线,成本也较低。

对于大型的购物中心、办公楼、医院、娱乐中心,通常室内结构复杂、有一定话务需求,直接通过室外覆盖损耗较大,易造成室内信号弱、覆盖不均匀、容量不足的问题,建议采用信号源加室内分布系统方式分布,天线可选用室内吸顶天线、壁挂天线等小增益天线。

此外,考虑到分集及不同系统天线共址问题,同一小区分集接收天线间距应大于 3 m,全向天线水平间距应大于 4 m,定向天线水平隔离间距应大于 2.5 m,不同平台天线垂直隔离间距应大于 1 m。

2 天线优化案例分析

基站天线除了其类型和参数指标会影响无线覆

盖效果之外,安装的位置、高度、方向角、下倾角对于无线网络覆盖性能也至关重要。在实际工程中,由天线选择设置不当造成无线网络覆盖质量下降的情况很多,例如:

1) 天线选择及方位角设置不当导致覆盖问题。

在某 GSM 网络基站 A (配置为 S(1/1/1)) 的覆盖范围内,农场的覆盖不好,部分型号的手机能够上网打电话(手机接收信号显示有 1、2 格),部分手机处于上网的临界状况(手机接收信号显示有 1 格或没有或下网),打电话很容易掉话。测试过程中发现,在去农场的路上一直是 3 小区的频点。在接近农场时,切换(重选)为相邻基站 B(相距约 10 km)的某一频点,而在农场区域, TCH(业务信道)一直是基站 B 的该频点,接收电平为 -100 dBm 左右。当离开农场一段距离时,切换为基站 A 的 2 小区。也就是说:在农场的覆盖区域内,没有采用较近的基站 A 作为服务区,而是采用了更远基站 B。经分析,其原因在于天线的主瓣方向没有正对农场,而天线的半功率角为 65° ,农场处于 2、3 小区两个天线旁瓣区域内;另一方面,半功率角 65° 的天线在郊区覆盖范围较大的情况下,旁瓣的覆盖不如在市区覆盖好。将天线更换为半功率角 90° 的天线,并调整天线的方位角,使 2 小区的天线主瓣正对农场后,故障排除。

2) 天线下倾角选择不当造成呼叫建立异常。

某地出现手机显示接收信号较强 (2~3 格),但是无法通话的情况:做主叫时,拨号后无反应;做被叫时,可振铃但不能通话。使用测试手机观察故障地区接收信号情况,发现最强的信号 (-85 dBm 左右)来自距该地 20 km 以外的基站,由于 GSM 系统 MS (移动台)小区选择使用的是搜索到的信号强度最高的频点,而利用此频点所属基站离 MS 过远,上行信号达到基站时的信号电平低于该基站的接收机灵敏度,因而造成了上述现象。根据实地勘测,发现基站所在地的海拔高度比故障区域约高 200 m,且之间几乎没有任何阻挡,另外该基站的天线下倾角为 0° ,所以该基站的信号到故障区域基本上为视距传播,导致了非常严重的越区覆盖。采用加大天线下倾角,对干扰小区的覆盖范围进行控制后,故障排除。

3) 天线挂高过高,引起切换成功率低、掉话率高。

某 GSM 网络切换成功率不足 80%,掉话率超过 2%,通话质量差。通过查看分析话统任务数据,发现切换原因及不成功主要是由于上、下行电平差造成,且下行质量差的次数大大高于上行质量差的次数。实际路测结果表明,市区内室外信号强度能达到 -80 dBm 以上,覆盖没有问题。但存在比较严重的越区覆盖问题。如在 A 基站所在楼内,手机所在的服务小区为与 A 基站 1 小区具有相同 BCCH (广播控制信道)频点的 B 小区,而 B 小区位于市郊距 A 基站 6 km 处。这样,就产生两方面的问题:在 A 基站 1 小区覆盖范围内, B 小区信号形成同频干扰,导致下行链路质量;当选择 B 小区作为服务小区时,由于它的邻区只做了与它地理上有相邻关系的小区,而在 A 基站附近的小区没有做成它的邻区,这样当它的信号变得不可用时,它的邻区信号也不好,产生孤岛效应,就容易发生切换失败乃至掉话。经实地勘测, B 小区天线挂高为 50 m,造成严重的越区干扰。因此可采用降低 B 小区的天线挂高或者将更换为电调下倾天线以加大下倾角度,从而减小 B 小区的覆盖范围,避免对 A 基站 1 小区的干扰。

3 结束语

天线的选择和设置,作为天馈优化的重要环节,不仅决定了网络覆盖性能,还关系到网络的质量指标。随着天线技术的发展,各种新型天线的涌现,将使得天线的选择和设置更加灵活。因此,设计人员必须针对不同的地理环境、服务要求、现场情况仔细选择天线类型和电气性能,优化设置天线参数,以达到控制电磁能的空间分布,改善网络覆盖质量,均衡网络话务负荷,避免由于天线选择和设置不当造成的覆盖盲区、干扰、切换、越区覆盖等问题,使网络资源得以充分合理的利用。

参考文献:

- [1] 张威. GSM 网络优化——原理与工程[M]. 人民邮电出版社, 2003.

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,一直致力和专注于微波、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>