

调整天线俯仰角

优化GSM网络质量

赵如兵 江苏移动南通分公司

TN92 B



1 合理设置俯仰角的必要性

天线俯仰角的调整是网络优化中的一个非常重要的手段。如果天线的俯仰角设置不当，会造成小区覆盖不合理、网间干扰、话务不均衡、掉话率高等问题，直接影响到整个移动通信网络的运行质量。通过合理地调整天线的俯仰角，可优化GSM网络质量。

在目前的移动通信网络中，由于基站站点的增多，使得我们在设计市区基站的时候，一般要求其覆盖范围大约为500M左右。而根据移动通信天线的特性，如果不使天线有一定的俯仰角（或俯仰角偏小）的话，则基站的覆盖范围会远远大于500M，如此则会造成基站实际覆盖范围比预期范围偏大，从而导致小区与小区之间交叉覆盖，相邻切换关系混乱，系统内频率干扰严重；另一方面，如果天线的俯仰角偏大，则会造成基站实际覆盖范围比预期范围偏小，导致小区之间的信号盲区或弱区，同时易导致天线方向图形状的变化（如从鸭梨形变为纺锤形），从而造成严重的系统内干扰。因此，合理的天线俯仰角是保证整个移动通信网络质量的基本保证。

2 天线俯仰角的算法

调整天线俯仰角仅针对定向天线而言，常用于60°和120°两类定向天线。江苏目前的数

字移动通信系统一般均采用三扇区方式，在话务量密集地区通常选用水平方向图，半功率波束宽度为65度的双极化定向天线。其俯仰角的大小可以由以下公式推算：

$$\theta = \arctg(h/R)$$

其中：θ——天线的俯仰角；h——天线的高度；R——小区的覆盖半径。

上式是在将天线的主瓣方向对准小区边缘时得出的。在实际的调整工作中，一般在由此得出的俯仰角角度的基础上再加上1~2度，使信号更有效地覆盖在本小区之内。

3 调整天线俯仰角的作用

天线俯仰角的调整是网络优化中的一个非常重要的手段。选择合适的俯仰角，可以控制基站信号的覆盖范围，使基站实际覆盖范围与预期的设计范围相同，同时加强本覆盖区内的信号强度，并使受干扰小区的同频及邻频干扰减至最小。

(1) 调整覆盖

通过天线俯仰角的调整，可以控制基站信号的覆盖范围，从而使基站实际覆盖范围与预期的相同，同时加强本覆盖区内的信号强度，减少覆盖盲区与弱区。另外，如果切换带处于用户密集地区，当出现因越区切换失败而导致掉话率过高现象发生时，可通过调整俯仰角的

方法，改变小区的覆盖范围或信号强度，从而将切换带调至用户稀散地带（如生产区、公园、广场、水面等地域），以减少越区切换的次数，进而减少掉话，优化GSM网络质量。

（2）均衡话务

对高话务量区，可以通过调整天线俯仰角来减小覆盖范围，从而使基站的业务接入能力加大；而对低话务量区，也可通过调整天线俯仰角来加大覆盖范围，从而吸入更多的话务量。在实际网络优化中，通过增大忙小区天线俯仰角可以缩减覆盖面，而减小相邻小区天线俯仰角，可以扩大相邻小区覆盖面，与此同时修改交换机相关数据，即可减轻忙小区话务负荷；相反的，也可增加闲小区的话务负荷。因此，通过天线俯仰角的调整，可减少网络中的超忙、超闲小区，达到话务均衡的目的。

（3）消除干扰

对于定向小区结构的蜂窝网，同频小区天线在水平面上的角度是相同的。理论分析和实践表明，在加大定向天线俯仰角的过程中，水平面主方向的增益降幅要比其它方向大，因此通过天线俯仰角的调整，可有效控制同频干扰。选择合适的俯仰角可使天线至本小区边界的射线与天线至受干扰小区边界的射线之间处于垂直方向，从而使受干扰小区的同频及邻频干扰减至最小。

4 调整天线俯仰角需注意的一些问题

为了减少干扰和降低话务量，提高网络质量，调整小区天线的俯仰角是一个有效的手段。但是问题在于：如何调整天线俯仰角以及起到怎样的作用呢？笔者认为：天线俯仰角必须结合网络规划和实际小区的分布情况进行调整，着重从改变覆盖范围、降低同邻频干扰、越区覆盖、话务流向与均衡等方面进行分析。具体调整时，应了解掌握以下几个方面的问题：

（1）天线下倾不能太大，否则将会引起天线水平方向图的分裂。如果天线的俯仰角偏大，则会造成基站实际覆盖范围比预期范围偏小，导致小区之间的信号盲区或弱区，同时易导致天线方向图形形状的变化（如从鸭梨形变为纺锤形），从而造成严重的系统内干扰。一般情

况下，15dBi天线机械下倾角度不应大于6°，18dBi天线机械下倾角度不应大于4°，否则主瓣严重变形，将干扰邻近小区的通话质量，所以市内基站密集的地方，应安装自带下倾角度的天线，主瓣不变形，最大限度的减少了相邻小区或基站之间的干扰，通话质量也应是最好的。

（2）如果待调整小区在蜂窝网的边缘，一般情况下为了尽量扩大覆盖服务面，天线俯角宜调至0~2°，当天线位置高于50m时天线俯角可调至2~4°；对于基站附近用户较多，手机密集，同时为了满足远郊重要用户能够使用车载移动台等场合，天线俯角可适当调至5°左右。如果待调整小区不在蜂窝网边缘，应控制好覆盖范围，当覆盖范围过大时，可采用加大俯角的办法加以校正。

（3）对于地势海拔较高的基站（如高山、高地），或当基站的覆盖距离在8km以上或0.5km以下时，仅靠改变倾角来增减覆盖距离效果不佳。此时应通过天线高度调整、发射功率调整、相应的小区参数调整甚至搬迁基站等方法来予以解决。

（4）和天线不下倾相比较，在水平方向上如果天线下倾1°时，信号衰减3.5dB，如果天线下倾10°时，信号衰减4dB，即水平方向衰减并不显著。但是在小区的实际覆盖地面，天线下倾10°时接收信号将有约8~12dB的增加。这意味着天线俯角加大时，对小区的覆盖范围影响较小，但是对小区的覆盖区域也就是该小区信号占优势的区域内载干比将有很大的改善。

（5）正确理解电子波束下倾与机械下倾效果。目前实现天线俯仰角的方法主要有机械下倾和电子波束下倾两种。当采用电倾角下倾时，随下子波束度增加它的方向仍然可以保持原有形状；但当机械倾角下倾过大时，天线主波束对应区域信号强度迅速降低，当下倾角增大到一定数值时，应考虑到天线前后辐射比，此时主波束对应覆盖区域逐渐凹陷下去，同时旁瓣增益增加，造成其它方向上同频小区干扰。因此采用电子波束下倾天线在性能上远远优于机械下倾天线。★

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>