

WCDMA 无线网络的优化研究

Optimize Research of WCDMA Wireless Network

杨晓波 (浙江财经学院信息学院 杭州 310012)

摘要:本文针对 WCDMA 无线网络优化进行了全面的分析和阐述,通过对网络优化流程、工程网络优化、运维网络优化等方面的研究,指出了目前存在的问题和采取的网络优化措施,同时,分析了 WCDMA 与其他移动通信系统之间的干扰,并提出相应的解决思路。

关键词:WCDMA 无线网络优化 优化措施

WCDMA 采用同频复用,依靠扰码良好的正交性及功率控制来区分用户和控制干扰。目前需要着重解决的问题有:如何减少本小区和相邻小区间的干扰,避免出现导频污染?如何合理控制切换参数,在确保软切换质量的基础上减少对系统容量的影响?如何灵活控制不同业务的 QoS 和不同业务间调度等等,这些问题都需要通过网络优化来实现。

1 无线网络的优化流程

无线网络优化主要包含网络规划与设计、工程建设和网络运营三部分,其中工程建设阶段是网络优化的核心,可划分为工程网络优化(简称:工程网优)和运行维护网络优化(简称:运维网优)。工程网优是在工程建设后期、网络投入商用之前进行,本阶段的优化侧重于网络合理化设计和正常开通;运维网优是在网络投入商用后进行,网络优化的工作重点是对投入运行的无线网络进行数据的采集、分析,找出影响网络质量的原因,并采取相应的措施对网络进行调整使网络达到最佳运行状态,从而使网络资源获得最佳效益。无线网络的优化流程见图 1。

从图 1 可以看出,网络优化是一个不断循序渐进的过程,需要多次反复循环才能使网络性能达到最优。

2 WCDMA 工程网络优化

在无线网络优化过程中,需要重点解决的难题有:覆盖问题、无线接通率问题、切换问题及掉话问题。

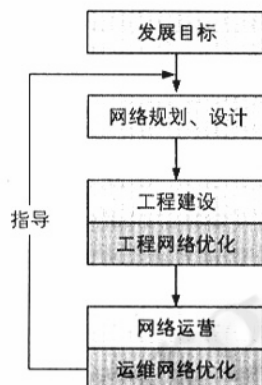


图 1 网络优化流程图

2.1 覆盖问题及其优化措施

覆盖问题是工程网络优化中最常见的问题之一。覆盖问题将直接导致 CPICH RSCP, CPICH Ec/Io, UE 发射功率等路测指标恶化,从而引起接通率低、通话质量差、掉话等问题^[2]。造成覆盖问题的主要原因有:距离基站过远导致信号强度过低,造成覆盖盲区;传播环境恶劣,存在严重信号阻挡,造成区域内的信号强度不够和大幅度信号波动;导频功率设置过低,导致覆盖盲区;对于较孤立的基站,下行信号接收正常,但由于上行功率受限导致上下行覆盖不平衡。

相应的网优措施如下:

- (1) 调整已有基站参数解决覆盖问题,如调整天线的类型,方向角,下倾角、挂高等,解决覆盖问题。
- (2) 新增直放站或射频拉远。
- (3) 合理设置导频功率。

(4) 对于上下行覆盖不平衡问题,可以采取更换高增益天线、增加塔放、采用四天线分集接收、全向站改站型为 OTSR 方式等。

通过上述优化措施,可以改善 CPICH RSCP、CPICH Ec/Io、UE 发射功率等路测指标,从而提高通话质量及网络性能。

2.2 无线接通率问题及其优化措施

在工程网优中,无线接通率问题也是经常出现的问题,造成无线接通率恶化的主要原因来自覆盖问题、参数配置问题等^[3]。

相应的网优措施:

(1) 对于覆盖问题导致无线接通率恶化的情况,可以参考前述介绍的网优措施。

(2) 对于参数配置不合理导致的无线接通率恶化,则需要分析接入失败小区的参数,然后进行合理的配置。造成无线接通率恶化的系统参数包括:主同步信道功率 (Primary SCH Power), 辅助同步信道功率 (Secondary SCH power), 允许的最大上行发射功率 (Max Allow UIPower), 上行目标 BLER (UL_BLER_target), 功控步长 (TPC step size) 等。合理设置这些参数,将有助于改善网络无线接通率。

2.3 切换问题及其优化措施

切换问题是网优工作中的重要问题,可直接影响到切换成功率、切换区域大小及掉话率^[4]。造成切换问题的原因主要有:覆盖面不全,邻区列表设置不合理,切换参数设置不合理等。

相应的网优措施有:

(1) 根据实际路测情况补充、修改邻区列表。

(2) 设置合理的切换参数,包括激活集增加门限 (Addition Activation Threshold), 切换迟滞值 (H), 切换触发时间 (Trigger time) 等,这些参数将直接影响切换区域大小及切换成功率。

通过增加门限,将缩小切换区域,但如果门限过高,将导致原服务小区与切换目标小区之间无法正常切换,切换成功率也会随之降低;另外,提高切换迟滞值或者切换触发时间也会缩小切换区域,但如果切换迟滞值或切换触发时间过高,也会导致切换成功率降低。

2.4 掉话问题及其优化措施

在工程网优中,往往用掉话里程比作为衡量网络性能的重要指标。掉话问题是影响网络性能的主要因

素,造成掉话问题的主要原因有:覆盖问题,切换问题和系统参数设置问题。

对于以上原因,可采取相应的网络优化措施:

(1) 对于覆盖问题及切换问题导致掉话里程比恶化的情况,参考前述的相关网优措施。

(2) 对于参数设置不合理导致的掉话问题,则需要分析掉话区域所属小区的参数设置,然后进行合理的配置。造成掉话问题的系统参数包括:允许的最大上行发射功率 (MaxAllowUIPower), 上行目标 BLER (UL_BLER_target), 功控步长 (TPC step size) 等。合理设置这些参数,将有助于降低掉话率。

3 WCDMA 运维网络优化

无线网络的运维过程中,经常出现接通率问题、切换问题以及小区均衡问题等,对于这些问题的处理,直接关系到网络优化的效果。

3.1 接通率问题及其优化

运维网络优化中,反映接通率的指标包括:RRC 建立成功率, RAB 建立成功率, PDP 激活成功率, CS 业务接通率及 PS 业务接通率等,造成接通率指标下降的主要原因有:覆盖问题,干扰问题,网络资源不足 (如业务信道、接入信道、中继等), 参数及局数据设置不合理等。

面对以上问题,可采取相应的网优措施:

(1) 对于覆盖问题、干扰问题导致的接通率问题,可参考工程网优措施。

(2) 对于网络资源不足,可以调整小区系统参数 (主要是小区接入参数、准入控制参数)。

(3) 结合小区负载情况,如果是负载过大导致信道拥塞造成无线接通率恶化,需要对小区负载进行调整优化,可采取调整小区天线参数、增加载波分担负载等措施。

(4) 调整网络侧资源配置。

(5) 对局数据进行合理配置。

3.2 切换问题及其优化

在运维网优工作中,切换问题是网络优化的重要问题,直接影响到切换成功率、切换区域大小及掉话率。造成切换问题的主要原因有:覆盖问题,干扰问题,邻区列表设置不合理,切换参数设置不合理,切换目标小区信道拥塞等。

根据以上问题,可采取相应的网优措施:

- (1) 覆盖问题和干扰问题的解决方式如前所述。
- (2) 根据实际路测情况补充、修改邻区列表。
- (3) 设置合理的切换参数,包括激活集增加门限 (Addition Activation Threshold), 切换迟滞值 (H), 切换触发时间 (Trigger time) 等, 这些参数将直接影响切换区域大小及切换成功率。
- (4) 结合小区负载,如果是负载过大导致切换成功率恶化,需要对小区负载进行调整,具体采用调整小区天线参数、增加载波分担负载等方法实现。

4 WCDMA 与其他移动通信系统之间的干扰分析

WCDMA 系统是一个干扰受限系统,背景干扰电平直接决定着网络的性能。在网络建设中,如何与现有的通信体系保持良好的隔离且互不影响是网络建设中必须解决的问题。

4.1 移动通信系统间的干扰

WCDMA 系统中,天线隔离度指的是同置站天线终端间的路径损失,即从干扰站发单元输出端口到被干扰站收单元输入端口的路径损失。它体现空间传输损耗和两个站有效天线增益的综合作用^[5]。两个射频站间相互干扰的原理见图 2。

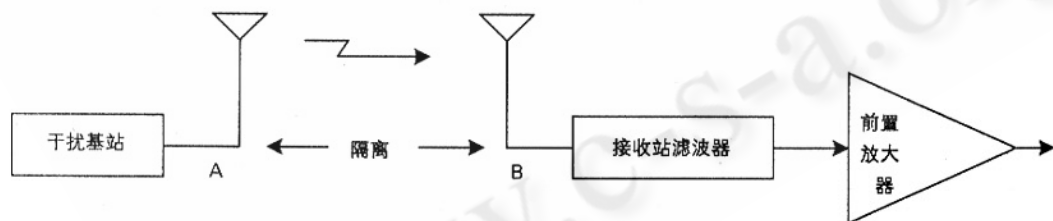


图 2 两个同址射频站间的相互干扰原理图

通过不同类型的干扰分析,杂散干扰与 WCDMA 基站带外发射有关,接收方自身无法克服此类干扰,导致其它系统信噪比下降,服务质量恶化;阻塞干扰与接收方的接收机通带外抑制能力有关,涉及到 WCDMA 载波发射功率、接收机滤波器特性等指标,接收方的接收机将会因系统饱和而无法工作;互调干扰则与 WCDMA 系统和接收方接收机的非线性有关。为了将这些性能损失降到最小且不修改现有的发送和接受单元,

在同址站间需要保持适当的隔离。

4.2 WCDMA 与 PHS 系统间的干扰

通信系统间的干扰是一个相互作用的问题,从杂散干扰、阻塞干扰和互调干扰三个角度出发,以通信系统协议为基础,结合实验测试结果分析不同系统间的干扰,下面就以 WCDMA 与 PHS 系统间的干扰为例,探讨 3G 系统与其他通信系统之间的干扰情况及其解决思路。

4.2.1 WCDMA 对 PHS 的干扰分析

WCDMA 在 1893 ~ 1920MHz 频段的带外杂散辐射落入 PHS 基站的接收带内,将引起干扰。按照协议:WCDMA 和 PHS 共存时,频段要求在 1893 ~ 1920MHz,杂散小于 -41dBm/300kHz。下面,分别从杂散干扰、互调干扰和阻塞干扰三个方面分析 WCDMA 与 PHS 之间的干扰。

(1) 接收带内杂散干扰分析。一般基站接收机的噪声系数都能做到 5dB,这样得到的基站灵敏度都比协议要求的基站灵敏度高。通过计算,接收机天线口的等效底噪为 -114dBm,为了将 WCDMA 杂散辐射对 PHS 灵敏度的影响降低到一定限度,一般要求,落入接收机的杂散必须小于接收机底噪 10dB,故 WCDMA 带外杂散辐射落在其接收频段电平应小于 -124dBm/300kHz,按照协议指标,在有共站要求下,WCDMA 在此频段带外杂散为 -91dBm/300kHz,所以需要的天线

隔离度为 33dB。

(2) 互调干扰分析。对 PHS 发射频段的互调干扰,互调衰减一般要求为

30dBc(相对于发射功率),PHS 基站的发射功率一般为 500mw,即 27dB。计算两者的差值,WCDMA 基站在 PHS 发射频段(落在发射机带内)的辐射电平不应超过 -3dBm,而 WCDMA 此项杂散辐射的要求是 -96dBm/100kHz,远小于 -3dBm,可见此项指标可以不予考虑。

对于接收互调特性,PHS 要求落在接收机带内的干扰信号小于 -62dBm,而 WCDMA 发射杂散信号在

此频段为 $-96\text{dBm}/100\text{kHz}$, 远小于 -62dBm , 所以对天线隔离也可以不考虑。

(3) 阻塞干扰分析。在 PHS 带内, 阻塞信号电平要求为 -40dBm , WCDMA 的杂散辐射为 $-96\text{dBm}/100\text{kHz}$, 远小于 -40dBm , 所以对天线隔离可不予考虑。

对于带外阻塞, 由于协议规定: 带外阻塞的条件是 16dBm , 所以 WCDMA 接收机前端的线性度最大只能接受 16dB 的信号, 由此可以推断, 只要带外阻塞信号经过其双工器后强度不超过 16dBm , 就不会影响接收性能。WCDMA 发射机的最大发射信号为 43dBm , 由此可以得出天线隔离度为 16dB 。

从上述分析可知, WCDMA 对 PHS 接收机的影响,

主要体现在 WCDMA 发射机在 PHS 接收频段的输出杂散上, 要求天线的隔离为 41dB 。PHS 杂散可能对 WCDMA 系统造成干扰。

4.2.2 PHS 对 WCDMA 的干扰分析

PHS 在 $1920 \sim 1980\text{MHz}$ 和 $2110 \sim 2170\text{MHz}$ 频段的带外杂散辐射落入 WCDMA 基站的接收带内, 将引起干扰。据 PHS 规范 STD-28 规定: 带外 PHS 发射杂散小于 $-26\text{dBm}/\text{MHz}$; STD-28 4.0 补充规定: 带外 PHS 发射杂散小于 $-36\text{dBm}/\text{MHz}$ 。下面从杂散干扰、互调干扰和阻塞干扰三方面分析 PHS 对 WCDMA 的干扰。

(1) 接收带内杂散干扰分析。对主流 PHS 基站进行带外杂散测试, 测试结果如图 3 所示。

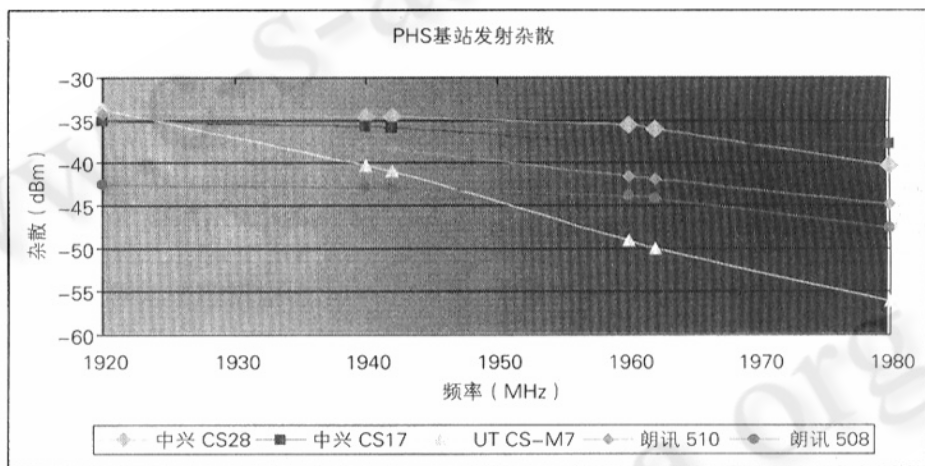


图 3 PHS 基站的杂散干扰

一般基站接收机的噪声系数都能做到 5dB , 接收机天线口的等效底噪为 -103dBm 。为了将 PHS 杂散辐射对 WCDMA 灵敏度的影响降低到一定程度, 一般要求, 落入接收机的杂散必须小于接收机底噪 10dB 。所以 PHS 带外杂散辐射落在其接收频段电平应小于 $-113\text{dBm}/3.84\text{MHz}$, 按协议指标, 在有共站要求下, PHS 在此频段带外杂散为 $-30\text{dBm}/3.84\text{MHz}$, 所需要的天线隔离度为 83dB 。

(2) 互调干扰分析。对 WCDMA 发射频段的外互调干扰, 按协议: 互调衰减要求为 30dBc , WCDMA 基站的最大发射功率为 43dB 。所以 PHS 基站在 WCDMA 发射频段的辐射电平不应超过 13dBm , PHS 此项杂散辐射的要求是 $-40\text{dBm}/3.84\text{MHz}$, 远小于 13dBm , 可

见此项指标可以不考虑。

对于接收互调特性, WCDMA 要求落在接收机带内的干扰信号小于 -48dBm , PHS 发射杂散信号在此频段为 $-40\text{dBm}/3.84\text{MHz}$, 所以对天线隔离只需要 8dB 。

(3) 阻塞干扰分析。在 CDMA 频段内, 阻塞信号电平要求为 -40dBm , PHS 的杂散辐射小于 $-40\text{dBm}/3.84\text{MHz}$, 可见此项指标可以不考虑。

对于带外阻塞, 由于协议规定带外阻塞的条件是 16dBm , 所以 WCDMA 接收机前端的线性度最大要能接收 16dB 的信号, 由此可以推断, 只要带外阻塞信号经过其双工器后, 强度不超过 16dBm , 就不会影响接收性能。PHS 发射机的最大发射信号为 27dBm (500mw),

要求的天线隔离只需 11dB。

通过上述分析可以得出,PHS 对 WCDMA 接收机的影响,主要体现在 PHS 发射机在 WCDMA 接收频段的输出杂散上,要求天线的隔离为 89dB。

5 结束语

通过对 WCDMA 无线网络的优化进行研究和分析,并探讨了移动通信系统之间的干扰,可以得出以下结论:

(1) WCDMA 的工程网优和运维网优与无线网络的性能指标密不可分,解决接通率和切换等问题,决定了网络优化的最终效果。

(2) WCDMA 与其他移动通信系统之间的干扰主要来自三个方面:即杂散干扰、阻塞干扰和互调干扰,消除这三方面的干扰是解决干扰问题的关键。

参考文献

- 1 E Grayver, J F. Frigon, A M. Eltawil, Alireza Tariqhat, K Shoarinejad, A Abbasfar, D Cabric, and B Daneshrad. Design and VLSI implementation for a

WCDMA multipath searcher, IEEE Transactions on Vehicular Technology. 2005, 54 (3): 889 ~ 902.

- 2 E. Dahlman, P. Beming, J. Knutsson, F. Ovesio, M. Persson, and C. Roobol. WCDMA - the radio interface for future mobile multimediacommunications, IEEE Transactions on Vehicular Technology. 1998, 47(4): 1105 ~ 1118.
- 3 D. Goodman, J. Borras, N. Mandayam, and R. Yates. Infostations: A new system model for data and messaging services, IEEE Transactions on Vehicular Technology. 1997, 5: 969 ~ 973.
- 4 C. Blake, D. Kinzer, P. Wood. Synchronous rectifiers versus Schottky diodes: a comparison of the losses of a synchronous rectifier versus the losses of a Schottky diode rectifier, Applied Power Electronics Conference and Exposition. 1994, 1(1): 17 ~ 23.
- 5 T. Andrew, S. Mishca. ACM SIGCOMM computer communication review, special issue on wireless extensions to the Internet, ACM Press, 2001, 31(5): 23 ~ 24.