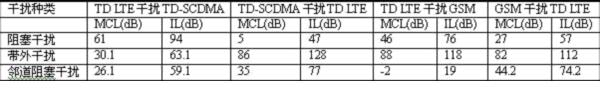
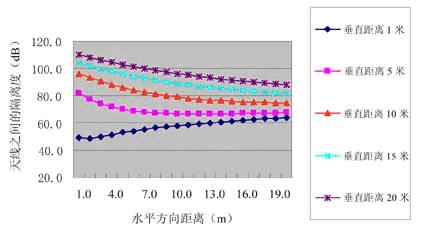
      采用确定性分析方法，研究TD LTE与TD-SCDMA及GSM系统之间干扰共存问题，通过分析计算出各种干扰情况下系统之间需要的隔离损耗，并就工程实施中经常使用的几种解决干扰问题的方法进行详细分析。这些将对TD LTE无线网络工程实施提供有价值的参考。  
1  引言  
       目前，TD LTE标准化进程和FDD LTE基本保持一致，到2008年底已经完成95%。按照3GPP工作计划，将在2009年完成TD LTE的标准制定工作，而TD LTE商用部署也可能在2012年左右开始。在TD LTE网路部署初期，它将会和TD-SCDMA，甚至GSM部署在同一地区（包括同一个安装地点），因此有必要深入研究TD LTE系统与TD-SCDMA以及GSM系统之间的干扰问题。  
       移动系统共存研究一般有两种方法，即Monte Carlo（蒙特卡罗）仿真方法和基于最小耦合损耗计算的确定性分析方法。前者是涉及到移动台的研究方法，包括基站和移动台、移动台和基站以及移动台和移动台之间的干扰研究。这是因为移动台的位置不是固定的，并且由于功率控制，移动台不会满功率发射。蒙特卡罗仿真方法需要对基站和移动台的发射功率、小区负载等情况进行仿真，得出近似真实环境下的干扰情况。该方法应用广泛，被公认为是一种行之有效的方法，但它的复杂度随着系统复杂性的增加而迅速增加，对仿真的计算机有较高的要求。而确定性分析方法研究在最坏情况下的共存干扰问题，通过计算两个系统之间的最小耦合损耗来确定系统间的干扰情况，特别适合两个基站之间的干扰分析，和蒙特卡罗仿真方法相比，简单明了，对工程施工有实际的指导意义。  
       本文就TD LTE与TD-SCDMA及GSM系统共处问题展开研究，首先介绍干扰共存问题研究中使用的确定性分析方法，然后给出TD LTE系统与TD-SCDMA及GSM系统之间存在的干扰种类，接下来使用确定性计算方法分析TD LTE与TD-SCDMA及GSM系统干扰的情况，最后给出在工程实施中解决干扰共存的具体措施并进行讨论。  
2  确定性分析方法  
       系统A对系统B产生干扰，可以用下面的干扰评估公式进行研究：  
       Pe(Fi)-MCL(Fi)≤Imax(Fi)                 （1）  
       其中，Fi是研究的频率；Pe(Fi)是产生干扰的发射机在频率Fi上的发射功率；MCL(Fi)是在频率Fi上发射机和接收机之间的最小耦合损耗；Imax(Fi)是在频率Fi上的可接受的最大干扰电平。根据上面的评估公式，按照干扰在不同频率范围可以将干扰分成下面几种情况进行研究：  
● 系统A发射机发射的有用信号（一般来说，功率比较大）在系统B接收频段外（除了邻道外）造成的干扰，称为阻塞干扰。它主要考察接收机在接收频段外抵抗强干扰信号的能力，可接受最大干扰电平Imax(Fi)门限一般取接收机带外阻塞特性。  
● 系统A发射机的带外杂散辐射在系统B接收通带内造成的干扰，称为带外干扰。它主要考察接收机接收灵敏度能够承受的最大干扰信号程度，可接受最大干扰电平Imax(Fi)门限一般取接收机的灵敏度承受度。  
● 邻道干扰从两个方面考虑：系统A发射机的邻道泄漏落入系统B接收机通带内造成的干扰，称为邻道干扰；系统A发射机发射的有用信号或杂散辐射在系统B接收机第1邻道造成的干扰，也称为邻道干扰（从广义上讲，可称为邻道阻塞干扰）。它们可接受的最大干扰电平Imax(Fi)门限前者为接收机的灵敏度承受度，后者为接收机的邻道选择性。本文研究的3个移动系统都是非邻频共存，不存在上述第1种邻道干扰，但是由于干扰系统产生带外杂散将会在被干扰系统接收机的第1邻道内产生干扰，因此会产生邻道阻塞干扰。  
如上所述，如果在接收机通带内产生干扰，会抬高系统接收噪声电平，将对接收机灵敏度造成影响。一般认为灵敏度损失范围在0.2~1dB都是合理的。本研究中采用的准则是基站接收机灵敏度损失为0.8dB，相对应的TD-SCDMA和GSM基站可接受最大外来干扰电平为-115dBm/1.28MHz和-121dBm/200kHz，而对不同射频带宽使用的TD LTE最大外来干扰电平分别是-109dBm/5MHz，-106dBm/10MHz和-103dBm/20MHz。  
3  干扰分析  
       3.1  采用的系统参数  
       根据参考文献1，2，3，TD LTE与TD-SCDMA和GSM的阻塞特性、杂散辐射和邻道选择性如表1所示。根据这些参数，可以利用公式（1）分别计算在不同共存干扰情况下所需的最小耦合损耗。  
  
表1  确定性分析法中使用的TD LTE，TD-SCDMA及GSM射频参数  
       基站间的最小耦合损耗MCL包含发射天线增益、接收天线增益以及天线之间的隔离损耗3项，可表示为：  
MCL=IL-Gain\_Tx-Gain\_Rx              (2)  
       其中，Gain\_Tx为发射天线增益；Gain\_Rx为接收天线增益；IL为两天线之间的隔离损耗。在接下来的分析计算中进行如下的考虑：TD-SCDMA智能天线是8天线阵的智能天线，在天线发射时考虑多天线合成功率因子为9dB，智能天线的波束赋型因子是7dB，而智能天线接收时，仅考虑一个波束赋型因子7dB；另外，由于使用的确定性分析方法是研究在极端（最坏）情况下共存干扰问题的，因此不管共存干扰分析是在带内还是带外，都认为其天线增益是相同的（如在对着接收天线方向上的发射天线增益，不考虑其方向图的变化；同样，接收天线增益也是如此）；假设TD-SCDMA的天线增益为11dBi，TD LTE和GSM的天线增益都是15dBi。  
这样TD-SCDMA发射端Gain\_Tx=11+7+9=27dB，TD-SCDMA接收端Gain\_Rx=11+7=18dB，TD LTE和GSM发射端Gain\_Tx=15dB，接收端Gain\_Rx=15dB。  
3.2  TD LTE基站干扰TD-SCDMA基站  
TD LTE基站发射功率在TD-SCDMA基站接收机中产生阻塞干扰，TD-SCDMA基站在2300~2400MHz频段上的阻塞特性为-15dBm，而TD LTE基站的发射功率为46dBm（20MHz带宽）。这样可以推算出，当TD LTE和TD-SCDMA共存时，为了保护TD-SCDMA基站需要的基站间最小耦合损耗MCL=46dBm-(-15dBm)=61dB。  
TD LTE基站的带外杂散将对TD-SCDMA基站产生带外干扰。按照3GPP规范，TD LTE基站在TD-SCDMA基站接收频段的发射带外杂散最小要求是-96dBm/100kHz=-84.9dBm/1.28MHz。考虑到TD-SCDMA基站接收灵敏度可承受的最大外来干扰电平为-115dBm/1.28MHz，可以推算出，当TD LTE和TD-SCDMA共存时，为了保护TD-SCDMA基站需要的基站间最小耦合损耗MCL=-84.9dBm-(-115dBm)=30.1dB。  
在TD-SCDMA基站接收频段的邻道上，TD-SCDMA基站邻道选择性为ACS=-55dBm，而TD LTE基站在这个邻道上的带外杂散的最小要求是-30dBm/1MHz =-28.9dBm/1.28MHz。这样可以推算出，当TD LTE和TD-SCDMA共存时，为了保护TD-SCDMA基站需要的基站间最小耦合损耗是MCL=-28.9dBm-(-55dBm)=26.1dB。  
3.3  TD-SCDMA基站干扰TD LTE基站  
       TD-SCDMA基站在2010~2025MHz或1880~1900MHz发射功率，使得TD LTE基站接收机中产生阻塞干扰。3GPP规定TD LTE在TD-SCDMA发射频段上的两个基站共存时的阻塞特性为+16dBm，而TD-SCDMA基站的发射功率为21dBm（基站最大发射30dBm，每用户占有两个码道），可以推算出当TD-SCDMA和TD LTE共存时，为了保护TD LTE基站需要的基站间最小耦合损耗是MCL=21dBm-16dBm=5dB。  
       工作在2010~2025MHz或1880~1900MHz的TD-SCDMA基站将对TD LTE基站产生带外干扰。3GPP规范中，TD-SCDMA在2010~2025MHz或1880~1900MHz发射功率带外杂散辐射的必需要求是-30dBm/1MHz=-23dBm/20MHz，同时考虑到TD LTE基站接收灵敏度可承受度为-103dBm/20MHz，可以推算出当TD-SCDMA和TD LTE共存时，为了保护TD LTE基站需要的基站间最小耦合损耗MCL=-23dBm-(-103dBm)=86dB。  
       在TD LTE基站接收频段的邻道上，TD LTE基站的邻道选择性ACS=-52dBm，而TD-SCDMA基站在这个邻道上的带外杂散的最小要求是-30dBm/1MHz=-17dBm/20MHz。这样可以推算出，当TD LTE和TD-SCDMA共存时，为了保护TD LTE基站需要的基站间的最小耦合损耗是MCL=-17dBm-(-52dBm)=35dB。  
3.4  TD LTE 基站和GSM基站之间干扰  
       根据表1中的系统参数，使用同样的分析方法，计算TD LTE基站和GSM基站之间干扰需要的最小耦合损耗。将上面计算的最小耦合损耗和按照公式（2）计算的两系统间需要的隔离损耗汇总在表2中。  
  
表2  计算需要的最小耦合损耗MCL和隔离损耗IL  
       从表2可以看到，3个系统共存时，带外干扰要比阻塞干扰大，而邻道阻塞干扰相对来说最小。由于目前在制定TD LTE规范时，已经考虑到和TD-SCDMA，GSM基站共存（甚至共站）时对基站系统阻塞、带外杂散等参数的最小（基本）需求条件，因此TD LTE基站对TD-SCDMA以及GSM基站干扰时所需的MCL以及隔离损耗IL就比较小；反之，TD-SCDMA及GSM基站对TD LTE基站干扰时需要的MCL和IL就比较大。综上所述，为了将来这3个移动系统能够在同一个地区共存，需要对现有的TD-SCDMA和GSM的规范进行再研究，作适当的修改。  
       另外，从表2中可以看到一个有趣的结果：TD LTE基站干扰GSM基站时，需要的MCL是-2dB。在GSM基站接收频段的邻道上，GSM基站的邻道阻塞特性为-35dBm，而TD LTE基站在这个邻道上的带外杂散最小要求是-30dBm/1MHz=-37dBm/200kHz，可以推算出当TD LTE和GSM共存时，为了保护GSM基站，需要的基站间最小耦合损耗是MCL=-37dBm-(-35dBm)=-2dB。这也就是说，从目前的GSM规范要求来看，其邻道阻塞特性参数对TD LTE带外杂散产生的邻道阻塞干扰而言已经完全满足要求。  
4  工程实施中的解决办法及讨论  
       当TD LTE与TD-SCDMA及GSM系统共存时，为了使移动基站之间不产生干扰，需要的隔离损耗如表2所示。下面将讨论如何在实际工程实施中通过多种方法来达到表2的要求，使系统能够正常工作。  
4.1  空间隔离  
       利用信号传播的自由空间模型（视距传播条件）来计算信号在空间衰减：  
Lf=20logR+38.12                   （3）  
式（3）中，Lf是自由空间损耗（dB）；R是两个基站之间的距离（m）。  
       通过表3可以看出，假如仅使用空间隔离来达到需要的隔离损耗，那么在极端情况下两个基站之间的距离最大需要达到31km，这是不现实的。  
  
表3  采取空间隔离方法所需的空间距离  
4.2  增加滤波器  
       从上面的分析可以看出，完全通过天线隔离的空间耦合来达到所需的最小隔离耦合是不现实的，而在TD LTE，TD-SCDMA及GSM的收发信机顶端直接增加滤波器是一个办法。根据前面分析计算可以得出所需的隔离度，表4给出了满足这些隔离度的滤波器一些主要技术指标。  
  
表4  采用增加滤波器方法所需滤波器的主要技术指标  
4.3  天线的安装  
       假如两个系统的天线安装位置相距很近（如20m内），可以将它们看作是共站安装的情况。在共站的情况下，天线安装隔离度可以用如下的经验公式来计算：  
Ih=22+20log(Dh/λ)-(Gt(q)+Gr(q))             （4）  
Iv=28+40log(Dv/λ)                         （5）  
式（4）中，Ih是水平隔离度；Dh是水平隔离距离；Gt(q)是发射天线相对接收天线在q方向上的天线增益；Gr(q)是接收天线相对发射天线在q方向上的天线增益；λ是波长。式（5）中，Iv是垂直隔离度（非视距）；Dv是垂直隔离距离；λ是波长。  
根据式（4）、（5）可以计算出天线的总隔离损耗（不同天线安装方法的隔离损耗见图1）。  
  
图1  不同天线安装方法的隔离损耗  
       从上面计算可以看出，两个天线的垂直方向隔离度比水平方向隔离度大，因此应尽量使两个天线垂直安装。如在水平方向上相差1m，而在垂直方向上相差20m时，两个天线的隔离度是109.6dB；而在水平方向上相差20m，垂直方向上相差1m时，天线之间的隔离度是63.8dB。  
       此外，在工程实施中解决移动系统之间的干扰问题，还有一个办法就是增加系统间的保护带宽。但是，本文研究的的3个系统并不在邻频工作，因此也就不存在增加保护带宽的措施。  
4.4  结果讨论  
       从上面的分析可以看出，在TD LTE，TD-SCDMA和GSM收发信机顶端增加滤波器是一个解决干扰问题最直接的方法，滤波器的指标要求如表4所示。但是，考虑到这种方法所需的滤波器在指标方面要求很严，因此实现比较困难，成本也会很大，尤其对已经安装使用的TD-SCDMA，GSM基站安装附加滤波器比较困难。在这种情况下，可以综合考虑其它办法，如使两个系统垂直放置，并尽量加大两个系统的距离，利用信号的空间隔离衰减来满足所需的隔离损耗的要求等。  
5  结束语  
       通过上面的分析我们可以看到，TD LTE与TD-SCDMA及GSM移动系统之间是存在干扰的，干扰的主要原因是由于TD-SCDMA和GSM基站带外杂散比较大，会对TD LTE产生带外干扰。由于目前制定的TD LTE规范已经考虑到和其它系统共存的要求，因此TD LTE对TD-SCDMA和GSM基站的干扰比较小，在工程设施中是比较容易解决的。TD-SCDMA和GSM的射频规范，尤其是它们与TD LTE共存时的一些指标要求，虽然已经在3GPP中进行了研究，但是随着这些研究的进行，还是有必要对TD LTE与TD-SCDMA及GSM基站系统干扰共存问题进行进一步的探索。  
本文来源于网络，版权属原发行方及作者所有