

频谱感知技术在230 MHz频段的应用

随着无线通信技术的普遍应用,无线频谱资源的稀缺性日益凸显,频谱感知技术作为解决频谱共享的机制应运而生。LTE230系统针对我国230 MHz频段使用情况,采用协同感知技术合理应用空闲频谱资源,提高了230频段的频谱使用效率。为开展230 MHz频段的频谱共享积累了经验。

孙颖¹ 袁宇清¹ 王敏¹ 孙颖¹ 王浩¹ 林璇霓¹ 余晓东² 谢凯² /1. 广州供电局有限公司 2. 普天信息技术有限公司

0 引言

国家无委规定将223.025~235.000 MHz作为遥测、遥控、数据传输等业务使用的频段。目前这个频段主要被分配给能源、军队、气象、地震、水利、地矿、轻工及建设等行业使用;其中40个授权频点(25 KHz)分配用于电力负荷监控^[1]。随着我国智能电网的发展,现有授权带宽已经不能满足行业专网对频谱带宽的需求。而目前在230 MHz频段的在其他行业的使用还不充分,大部分频点处于闲置状态。为此国家无委鼓励有频谱需求行业用户根据自身业务需求申请非授权的空闲频点使用。非授权频点不受政策保护,难免会有未知干扰存在。采用频谱感知技术可以感知非授权频点的干扰情况,灵活、理而可靠地应用非授权频点资源。

频谱感知^[2]是指无线通信系统,能够感知外界频谱状态,并按照频谱状态变化而改变自身射频参数。在不干扰同频段的其他用户的前提下,充分挖掘频谱资源,提高频谱利用率。由于无线通信需求的增长,频谱资源日趋稀

缺,频谱感知的概念一经提出,就受到广泛的关注。IEEE于2004年成立IEEE 802.22 (WRAN)工作组,采用频谱感知技术,利用空闲的广播电视频段,提供宽带无线接入服务。为了解决在5 GHz频段无线局域网的干扰的问题,IEEE802.11h标准采用频谱感知,识别出可能的干扰信号,并结合对其他信道通信环境和质量的认知,自适应地选择最佳的通信信道。

LTE230系统广泛应用于电力和石油行业的专用网络。该系统工作在230 MHz频段,亦采用了频谱感知技术,对230 MHz频段的空闲频谱合理使用。下面介绍LTE230系统的频谱感知。

1 LTE230系统介绍

TD-LTE230系统是普天信息技术有限公司在230 MHz频段上,利用OFDM、频谱聚合及频谱感知等当代先进的无线通信技术,针对电力系统需求进行大量定制的一套无线接入系统。该系统将230 MHz频段上的离散频点聚合使用,能够支持多种业务模型,例如基于物联网技术的电力数传系统,基于宽带移动技术的视频监控系统,以及无线多媒体集群应急调度指挥系统。LTE230电力无线通信专网的作用就是在远端监控模块与后台主站之间提供安全、可靠的数据传输通道。并提供对网络设备和远端通信模块的配置和管理功能。LTE230采用全IP网络构建,组网灵活。



孙颖/工程师

关键词/Keywords

频谱感知·
隐藏节点·
协同感知·



图1 LTE23系统架构

图为LTE230网络内的架构。LTE230系统由终端，接入网，核心网和操作维护中心组成。终端连接配电、用电信息采集等设备，负责将设备数据发送至接入网。接入网一方面进行数据传输，另一方面，对终端的行为进行控制。核心网可以看做LTE230系统网络 and 外界IP网络的网关，可将接入网的数据发送到电力系统主站。

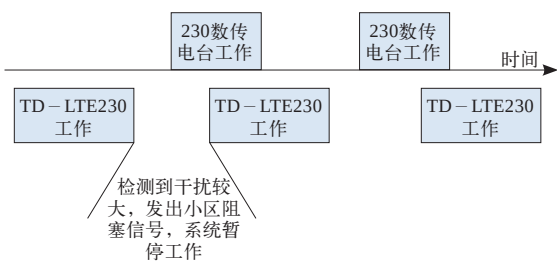


图2 电力频点频谱感知策略

2 频谱感知实现方案

对于电力的40个频点，TD-LTE230系统在此频段属于合法用户，因此只要系统能够正常工作，不论是否有干扰存在，都可以继续使用。但是，如果系统在这种情况下不进行避让，很可能对其他230数传电台造成较大的干扰，导致其他230电台反复重传，增加了系统间互相干扰的时

间。因此当TD-LTE230系统感知到有其他系统干扰的时候无论是授权和非授权频段，都立刻避让，让其他系统优先传输，为了尽量减少对其他系统的干扰，一次可以让掉一组频点的空口资源。电力频点频谱感知策略如图2所示。

基站感知上行信道是否有干扰，终端感知下行信道是否有干扰。当上行信道干扰比较大的时

候,则小区阻塞。阻塞的最小单元为M个频点,即当M个频点内有N个频点检测到噪声比较大时,这M个频点阻塞。M和N的数字可以在网管设置。M频点的起始位置为电力频点每个簇的开始位置,然后周期循环,直到覆盖每个簇的电力频点。当基站检测到上行阻塞的时候,下行信道如果可以使用,基站则继续使用下行信道在阻塞的频点上广播小区阻塞信息,但是不启动任何业务。小阻塞信号仅发送一次,发送后则整个被阻塞的组不发送任何信号。阻塞单元的划分如图3所示。

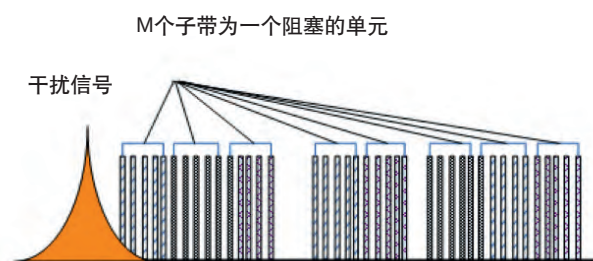


图3 阻塞单元的划分

如果终端接收到小区阻塞信号,或者下行同步困难,则向本小区的其他电力频点比较密集的簇进行迁移。终端通过向信号较好的簇发起随机接入,接下来启动RRC连接重建过程,恢复RRC连接。如果本小区其他簇同样无法满足解调需要,则启动小区搜索过程,寻找新的小区进行驻留。

当基站检测到干扰消除后,则恢复小区广播和参考信号的发送。如果本小区其他簇上的负载比较繁重,基站可将其他簇上的用户调整到重新恢复的簇上。另外,为了保证终端由于小区干扰大切换出小区的情况,增加终端小区解除后自动回到原小区的功能。

基站通过能量检测方式进行感知,具体感知方法如下:能量检测法按照接收信号功率大小的不同而对信号进行检测,属于信号的非相干检测,实现相对简单。能量检测的过程如图4所示。

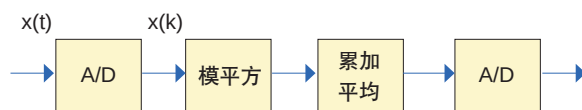


图4 能量检测示意图

能量检测算法对时域信号/频域信号进行采样求模,在模平方处理之后将采样值进行累加,将这样一个累加值与预先的门限值相比,从而判决当前频点是否可用。能量检测法的出发点是信号加噪声的能量大于噪声的能量。能量检测法优点是实现复杂度低,所有的信号都可以用该方法进行检测。相应地,它的缺点是无法知道有关信号时域和频谱的详细信息,无法区分噪声能量还是信号能量,容易被不明信号干扰而产生误判决。由于能量监测法无法判断测试频点上的信号是干扰信号或是有用信号,因此LTE230系统预留静默期,在静默期内系统所有设备都不发射信号。在静默期内,基站和终端进行频谱感知。

3 频谱感知应用测试

广州花都区4G电力无线专网络建设采用LTE230系统作为无线接入网络,该网络以10个LTE230小区覆盖花都区500 km²区域,承载花都区3 000个计量终端和20个配电终端。我们对花都区LTE230无线网络做了频谱感知的测试,测试设置如图5所示。



图5 广州花都LTE230网络频谱感知测试

采用单子带终端接入小区,进行环回业务,使用路测软件查看终端接入的频点,记录使用的频率的子带号。随后使用数传电台进行加扰,加扰频点为终端做业务的子带。通过路测软件记录终端加扰的过程,通过路测软件上终端子带的变

化，查看终端从干扰频点向无干扰频点切换的过程，记录子带号的变化。

终端工作频点为228.675MHz，数传电台在228.675MHz频点附近发射干扰信号。系统频谱如图6所示。



图6 频谱感知干扰频谱测量图

观察终端传输速率记录（如图7所示）可发现当发射干扰信号时，传输一度中断，但随后传输恢复，中断时长小于1s。观察终端Log数据（图7），可以发现当干扰出现，终端的工作频点发生了切换：从频点206，切换到了频点204。图8为终端Log数据显示工作频点发生变化。

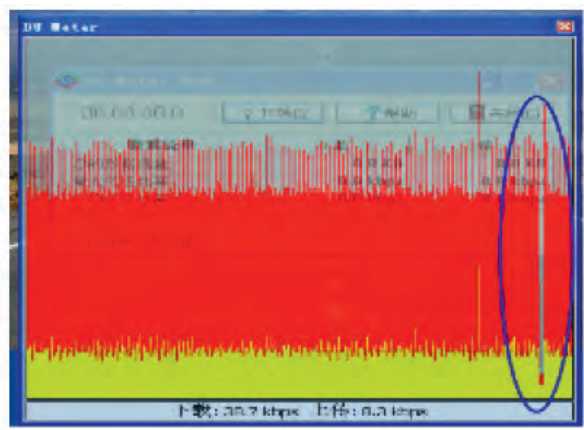


图7 终端传输速率记录

4 结束语

LTE230系统采用频谱感知的方式使用230 MHz

ul6SubbIndex	ul6CellId
226	306
226	306
226	306
226	306
226	306
204	306
204	306
204	306
204	306
204	306
204	306
204	306
204	306

图8 终端频点记录

非授权频点。该系统在广州花都的无线专网进行了测试，试验结果表明LTE230频谱感知算法能够感知干扰信号，并进行干扰规避，有效地提高了系统可靠性。

参考文献

[1] 中国无线电管理委员会.《关于印发民用超短波遥测、遥控、数据传输业务频段规划的通知》（国无管[1991]5号）.1991.

[2] S. Haykin.'Cognitive radio: brain-empowered wireless communications.' IEEE J. Selected Areas in Communications, Vol. 23(2), Feb. 2005,pp. 201–220.

[3] 王建萍.《认知无线电》国防工业出版社，2008年8月.

[4] 冯文江,郭瑜.认知无线电中的频谱感知技术.重庆大学学报，2007年11期.

（收稿日期：2015-5-21） EA

作者简介

孙颖，女，广州供电局有限公司工程师。