

基于 LTE230 潍坊电力无线专网设计与实现

◆刘 晗¹ 马建生² 金志强² 张 鹏¹ 徐 力² 戴国煌³ 柳培忠⁴

(1.国网山东省电力公司 山东 250000 ; 2.国网山东潍坊供电公司 山东 261000 ;
3.福建先创通信有限公司 福建 362000 ; 4.厦门大学 福建 361000)

摘要: 本文针对潍坊通信状况复杂、经费少等现状, 结合智能电网配用电通信需求, 通过建设 LTE230 系统, 列举了 LTE230 系统的关键技术。着重分析它在用户信息采集中的应用效果, 对比传统的通信网络, 具有良好的覆盖效果和传输能力, 为 LTE230 系统的广泛应用提供了良好的示范作用。

关键词: 通信状况; 智能电网; LTE230

0 引言

在现代社会中, 配用电的发展与社会和人们的生活息息相关, 发展可靠、安全、高效的智能电网是必然趋势。目前, 移动通信网络系统迅速发展, 从传统的通信业务逐渐向互联网宽带业务发展。LTE230 系统采用分时长期演进 (Time Division Long Term Evolution, TD-LTE) 技术, 是基于 230MHz 电力专用频点的无线宽带通信系统。该系统运用载波聚合、正交频分多用、自适应重传等技术, 很好的解决了容量大、传输效率和质量等问题, 特别是在用户信息采集系统中, 实现了业务数据的上传、收集和传输的可靠性、高效性和安全性。打造了山东潍坊专用的通信电力系统, 为建设应用 LTE230 系统提供了很好的借鉴模式, 促进了当地智能电网的发展和配用电自动化。

1 LTE230 系统简介

LTE230 系统基于 TD-LTE 技术运用在电力系统专有的 230MHz 频段, 采用载波聚合技术达到离散频谱资源的充分利用。230MHz 频段频点离散, 电力能源行业拥有 40 个授权频点, 是授权频点最多的行业, 很好的适应了电力系统的应用需求。

LTE230 系统在配电网和石油等行业已有较成熟的应用, 通过建设 LTE230 系统, 加速配用电自动化发展的方向, 推进用户信息采集的建设。LTE230 系统架构主要由无线终端 UE、无线基站 eNodeB、核心网 EPC 及网管 eOMC 构成。四个部分功能不同, 形成统一整体, 在用户信息采集、视频监控、配用电自动化等方面有着良好的发挥和作用。

2 无线通信专网的设计与实现

2.1 实现需求

(1) 通信状况复杂, 潍坊处于南北长 188 公里, 东西宽 164 公里, 市域地势南高北低, 南部是山区丘陵, 中部为平原, 北部是沿海滩涂。潍坊供电公司是山东电力集团公司直属的大型供电企业, 潍坊电力共有用电信息采集终端 249936 个 (潍坊市有 8 万个用电信息采集终端)、配电自动化终端 6029 个、负荷控制终端 428 个、其它 677 个。以上终端所采用的通信接入网主要是无线公网, 少量终端采用 230 数传电台。

(2) 经费少, 潍坊 LTE230 科技项目虽获国网立项, 但项目经费太少, 无法完成建设一个具有一定网络规模、一定通信终端容量的无线专网, 以便开展电力无线专网系统组网能力、通信终端容量支持能力、业务承载适应性、网络建设和维护的经济性、网络运行的稳定性和安全性的研究。

(3) 实践应用缺乏, LTE230 无线系统是国网主导开发的具有自主知识产权, 在国网国内已建设多个小规模的试验网, 缺少较大规模网络和终端容量的实际运行验证。

2.2 实现关键技术

(1) 载波聚合技术, 目前系统分配的频点少而且分散, 相较传统的数传电台一次只能有一个频点进行数据传输而言, LTE230 系统采用载波聚合技术, 当频谱是离散的窄带的时候,

可以将每个离散的信道看做一个成员载波, 将不连续分配的成员载波进行聚合, 并统一分配给一个用户使用, 这样可以产生大于原来窄带系统几倍的传输带宽, 从而达到宽带传输的效果。

与 LTE-A 系统不同, LTE230 系统载波聚合技术采用数据流在 MAC 层聚合和数据流在物理层聚合混合方式。子载波数据流在物理层聚合的方式是通过同一个用户的子载波共用一个传输块, 这样使传输块的有效数据增多, 有利于提高频谱效率。子载波采用数据流在 MAC 层聚合方式使每个用户采用独立的传输块, 针对每个用户单独进行调制, 使不同用户间 HARQ 的调度控制得到显著改善。载波聚合技术的优点在于载波聚合是直接聚合多个成员载波, 不需要重新设计物理信道和调制编码方案。这样提高了 LTE230 系统的载波承载数据能力, 也提高了频率利用率。

(2) 正交频分多址技术, 即 OFDMA 各子载波的调制是通过 FFT 来实现, 各子载波也相互重叠, 因此可以实现时间和频率的同步, 在上行链路的功率控制可以减少干扰, 提高系统传输性能。相比较传统的 OFDMA 多址技术使用载波间的保护频带降低了频谱效率, 正交频分复用 (OFDM) 技术把实际信道划分成若干个子信道, 能根据各个子信道的实际情况灵活地分配传输功率。这样能够有效地提高频谱效率, 增加系统容量, 同时还能抵抗多径干扰, 是一种优秀的物理层技术。

(3) 自适应重传技术, HARQ 将一种自动重传请求 ARQ 和向前纠错 FEC 相互结合的物理层技术, 能够根据通信状况在有关信道条件下的传输速率做出改变, 并且不会因为暂态信道测量结果和时延而受到影响。AMC (Adaptive Modulation and coding 自适应调制与编码) 技术根据信道条件的变化, 选择适当的调制和编码方式。LTE230 系统在受到高强度的干扰时, 此时信道条件差, 采用的调制方式是低阶的, 这样可以使数据传输速率降低, 提高数据传输准确性。相反信道条件好时, 则可用高阶的调制方式提高频谱利用率和数据传输速率。

现在很多业务都支持一次或多次重传, 综合使用 AMC 和 HARQ 技术可以根据二者的优势, 由于 HARQ 是根据信道条件, 重传较快, 时延较短, 可以提供较为准确的速率调节。所以, 采用 AMC 的同时配合 HARQ 机制, 使系统具有迅速高效地响应信道变化、提高链路性能以及系统容量, 以此保证传输的可靠性和稳定性。实现新模式

潍坊 LTE230 科技项目实施拟采用网络租赁的新模式, 山东电力以科技经费和部分自筹经费为启动资金, 作为采购通信终端的资金、租赁 LTE230 无线网络的资金及项目其它开销资金。福建先创为山东 LTE230 项目提供核心网和网管设备 (暂时借用)、提供 LTE230 无线网络所建基站的基站设备 (按年收取租赁费用)。福建先创 (中国移动、联通、电信通信网络运行维护服务商) 负责 LTE230 无线网络的工程建设和运行维护。三方合力 (出资、出物、出力) 共同建设山东电力有一定规模的 LTE230 试验

网络。

3 LTE230 覆盖效果

LTE230网络可承载配电自动化、用电信息采集、负荷控制等通信业务。4个基站建设部署在潍坊市,实现潍坊市LTE230基本覆盖,网络拓扑图如图1所示,网络覆盖示意图如图2。

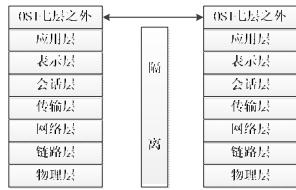


图1 网络拓扑示意图

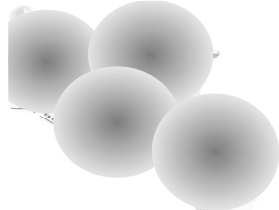


图2 网络覆盖示意图

用户信息采集系统中,我们采用的是 TD-LTE230 终端基带芯片,这些主要用于实现电力业务数据的聚集和上传和控制信号的传输等终端设备和核心设备。该款芯片包含高速处理的 DSP

芯片和存储器,可以快速高效的进行物理层数字信号处理以及 MAC 层协议解析。

LTE230 网络满载承载 (1.5MHz 带宽) 9 万个用电信息采集通信终端,实际可承载 8 万个以上用电信息采集通信终端。表 1 是各类采集终端通信需要的带宽。以潍坊市为例,全市有 8 万个采集终端,假定每个采集终端下有 100 个 E 类用户,按 15min 完成上报,所需带宽为 18.72Mbps,每个基站为 0.624 Mbps,而 LTE230 基站上行吞吐量 2.64 Mbps (1.5MHz 带宽)。由于用户数量巨大,数据量较大,且采集频率较高,LTE230 系统单个基站容纳用户数大,因此在用户信息采集时,采用 OFDMA 多址技术,可提高频谱的利用率,有效提高接入网用户数量。目前单个基站拥有三个扇区,每个扇区能够支持的最大在线终端数为 2000^[7]。这样能最大满足用户需求,提高配电网的可靠性和安全性。

表 1 各类用户信息量统计

	各类用户					
	A	B	C	D	E	F
各类用户小时报文字节数	8328.6	8328.6	7540.9	3677.5	285.5	7685
实时和当前数据比例	81.40%	81.40%	80.60%	92.20%	92.20%	80.10%
历史日数据比例	17.90%	17.90%	19.10%	7.50%	7.50%	19.60%
历史月数据比例	0.30%	0.30%	0.30%	0.10%	0.10%	0.30%
事件记录比例	0.40%	0.40%	0.00%	0.10%	0.10%	0.00%
实时和当前数据传输带宽需求 (15min 内完成上报) 单位 (bps)	60.26	60.26	54.03	30.14	2.34	54.72
实时和当前数据传输带宽需求(15s 内完成上报) 单位 (bps)	3615.72	3615.72	3241.58	1808.35	140.39	3283.03

4 LTE230 系统优势分析

在山东潍坊建立 LTE230 系统,不仅能够充分利用它广覆盖的优点,在建设和维护成本等方面,在满足用户需求和用电信息采集等方面也提供了很好的技术优势。

(1) 广覆盖,对于 LTE230 系统在潍坊 4 个基站的部署就完全实现了全覆盖的要求。与传统 230MHz 数传电台相比较,频谱效率有明显提高。与 1800MHz 等高频段无线专网相比,TD-LTE230 系统覆盖距离大幅提高。

(2) 成本低, LTE 230 系统覆盖面积广,系统容量大,可大大降低单位面积的基站数量,大幅度降低专用网的建设投入,减少维护开销。

(3) 安全可靠, LTE 230 系统频谱配置灵活,在可用频谱资源有限的情况下,为行业应用提供灵活、高效的无线数据传输解决方案。该系统可靠性强、稳定性好、安全性高,可以广泛应用于各行业多领域。

(4) 大容量接入,在密集的城市,由于用户需求量大,而 LTE230 系统可支持同时调度的 2000 个用户,能很好的满足电力业务大量业务终端接入的需求,也能很好的采集用户配用电信息。

5 结束语

人们对电力配用电业务无线通信的需求,而 LTE230 系统以其广覆盖、低成本的优势,必然会受到广大用户的期待。本文主要介绍基于 LTE230 系统的电力无线专网,根据其技术优点实施了山东潍坊 LTE230 科技项目,从而体现了在密集城市广覆盖的特

点,也验证了用电信息采集系统的承载能力。

参考文献:

- [1]王令侃,林晓轩,陈炜等.TD-LTE 技术发展及其应用[J].移动通信,2011.
 - [2]李新.TD-LTE 无线网络覆盖特性浅析[J].电信科学,2009.
 - [3]刘柱,赵明科,张京娜.基于基带拉远 LTE230 MHz 的配电网自动化通信系统设计[J].电力系统通信,2012.
 - [4]徐光年.230MHz 电力无线宽带通信系统的建设与应用[J].电力系统通信,2012.
 - [5]易浩勇,张京娜,汤琰君.基于电力无线专网的用电信息采集通信系统[J].电力通信系统,2013.
 - [6]张瀚峰,闫淑辉,杨元漪,冯世英.LTE230 系统在智能电网中的应用[J].电网技术,2015.
 - [7]郭志华,薛晓慧,厉娜等.配用电无线通信专网在复杂地理环境下的应用研究[J].电信科学,2015.
 - [8]李炳林,黄红兵,张浩等.载波聚合技术在电力无线通信系统中的应用[J].华东电力,2015.
 - [9]毛永泉,周子冠,宋彦斌等.基于 LTE-230MHz 无线专网的用电信息采集技术研究[J].供用电,2015.
 - [10]原义栋,赵东艳,吴广宇.基于 230 MHz 电力无线专网的频谱共享关键技术研究[J].电子技术应用,2015.
- 基金项目:潍坊科技项目(编号:5206041400TP)。