

基于LTE230的长岛电力无线专网应用与实现*

田兵¹, 张雷¹, 刘振栋², 张鹏¹, 赵作斌³, 马永铭⁴, 柳培忠⁵

(1. 国网山东省电力公司, 山东 济南 250001;
2. 国网山东省电力公司烟台供电公司, 山东 烟台 264000;
3. 国网山东省电力公司长岛县供电公司, 山东 烟台 264000;
4. 福建先创通信有限公司, 福建 泉州 362000;
5. 厦门大学, 福建 厦门 361000)

【摘要】 针对山东长岛特有的复杂海岛环境、交通不便、通信网络分散等问题, 提出了建设LTE230系统的发展方案。通过对LTE230系统的优势特点进行分析, 着重介绍了多个智能化的应用, 该系统在智能电网中发挥了不可替代的作用, 其良好的覆盖效果和通信能力可满足当地的应用需求。

【关键词】 通信网络 LTE230 智能电网

doi:10.3969/j.issn.1006-1010.2016.06.015 中图分类号: TN92 文献标识码: A 文章编号: 1006-1010(2016)06-0067-04

引用格式: 田兵, 张雷, 刘振栋, 等. 基于LTE230的长岛电力无线专网应用与实现[J]. 移动通信, 2016, 40(6): 67-70.

LTE230-Based Power Wireless Private Network Applications and Implementation on Changdao

TIAN Bing¹, ZHANG Lei¹, LIU Zhen-dong², ZHANG Kun¹, ZHAO Zuo-bin³, MA Yong-ming⁴, LIU Pei-zhong⁵

(1. State Grid Shandong Electric Power Company, Jinan 250001, China;
2. State Grid Shandong Electric Power Company, Yantai Electric Power Supply Company, Yantai 264000, China;
3. State Grid Shandong Electric Power Company, Changdao County Electric Power Supply Company, Yantai 264000, China;
4. Fujian Xianchuang Communication Co., Ltd., Quanzhou 362000, China;
5. Xiamen University, Xiamen 361000, China)

[Abstract] In Shandong province, targeting Changdao's unique complex island environment, traffic inconvenience, and the dispersion issues of communication network, the paper proposed the construction LTE230 system development program. Through the analysis of the advantages of LTE230 system characteristics, the paper emphatically introduced multiple intelligent applications. The system played an irreplaceable role in smart grid, its good coverage and communication ability met the local application demand.

[Key words] communication network LTE230 smart grid

1 引言

目前, 国内的通信方式主要包括有线网、无线公网和无线专网。由于现在配用电网络通信网络拓扑结构复杂、节点众多, 且安全性和可靠性得不到保证, 因此建设容量大、资源专用和安全性高的无线专网得

到了人们越来越多的重视。

LTE230系统是基于TD-LTE核心技术, 工作在电力专有的230MHz频谱系统, 由于其具有低成本、广覆盖、安全性高、可靠性高等特点, 因此正广泛应用于电力无线通信系统。本文根据LTE230系统的特点, 针对山东长岛复杂的地理环境, 给出了LTE230系统的建设方案, 并配备了用户信息采集、远程控制、视频监控、语音调度、应急维修和海底监测等应用业务。

*基金项目: 烟台科技项目 (5206051400K9)

收稿日期: 2015-12-03

责任编辑: 袁婷 yuanting@mbcom.cn

2 LTE230系统架构

LTE230系统是基于电力专用的230MHz频谱，采用TD-LTE技术，依托频谱聚合、OFDMA（Orthogonal Frequency Division Multiple Access，正交频分多址）、干扰协调等技术，达到了离散窄带宽带传输的条件，使无线专网在电力行业得到广泛应用。如图1所示，LTE230系统主要由无线终端、接入网、核心网及网管构成，应用层由多个应用业务形成联合指挥调控的统一网络。

(1) 无线终端是直接与用电信息采集、负控、配电自动化、视频监控和输电线路监控等电力终端设备通信。终端与监控单元能够无需借助其他设备快速连接，做到实时传输并负责收集终端数据，及时处理且做出统一调度。

(2) 接入网是由多个无线基站组成，能够接入多路用户，而且每个基站单个扇区最多可接入2000个电力数据用户，可以使用户达到全覆盖。

(3) 核心网负责业务数据的传输和对接入网的管理，直接与智能电网主站连接。通过核心网电力终端，在数据采集、调度指挥、视频监控、应急抢险等应用方面具有显著效果。

(4) 网络管理单元主要是对设备运维和网络状态的监控，通过与现存的电力信息管理进行结合，并能利用现代化的各种多媒体技术、GIS（Geographic Information System，地理信息系统）/GPS（Global Positioning System，全球定位系统）技术等实时动态观测，统一调度，形成了一套现代化的多媒体指挥系统。

3 LTE230系统应用

3.1 温度监测

将无源温度传感器安装于开关柜、变压器、变电站内的触头和接点上并紧密接触，在距离传感器2m之内的位置安装无线读写装置的天线以获取传感器回传的信息，读写装置再通过LTE230无线通信终端将信息传送到监控中心，实现开关柜、变压器、变电站内的触点和接点温升的在线监测，以达到对配电网故障事前预警的目的，辅助管理和平衡电力负荷，从而确保供电的安全稳定。

3.2 应急通信保障

LTE230应急通信保障及会议电视系统由调度台、视音频系统、LTE230网络、调度服务器、车载式通信终端、适合野外作业的特种智能通信终端、专用通信终端、通用智能通信终端以及用以承载以上部分系统的车辆构成。

系统承载车辆可以利用现有工程车辆实现，将车载终端安装在工程车辆适当位置，供电采用车上直流12V电源。LTE230天线和wifiAP（Wireless Access Point，无线访问接入点）天线应用时最好放置在工程车辆的车顶，这样接收信号和信号覆盖会好些。长岛是由多个独立的海岛组成，应保证每个海岛具有一辆简易的应急保障车辆，以方便工程抢修和项目施工时做内部通信保障应用。

(1) 语音调度

系统支持组呼、广播、强插、强拆、动态重组等一系列传统调度业务。系统具备优异的集群性能指标，在语音调度的功能和性能方面均不逊色于传统数字集群系统，对数据调度和视频调度的综合应用能够大大拓

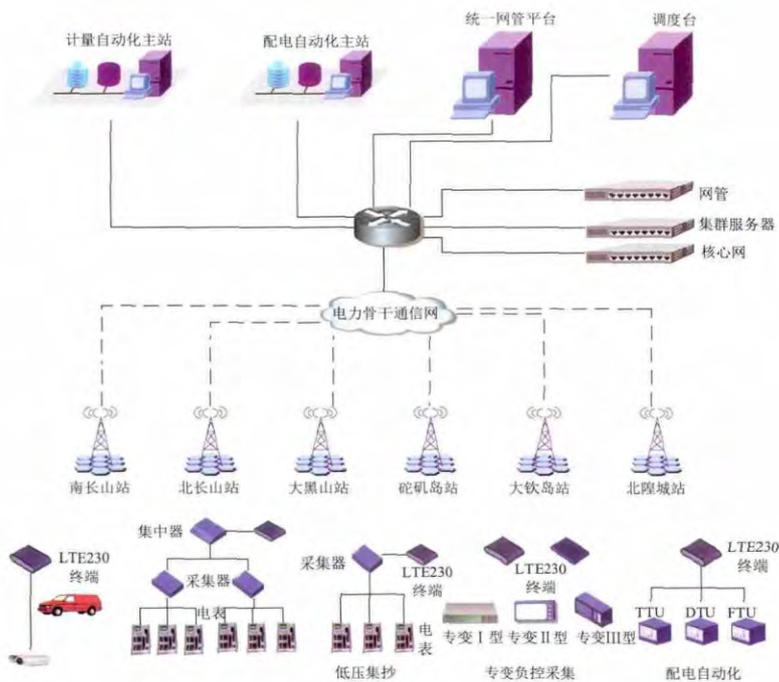


图1 山东长岛LTE230系统架构示意图

宽调度系统的应用范围，提高效率。应急指挥智能调度系统支持混合组网，可以融合已有的通信系统。此外，系统还具有录音、录像、监听、公告、存储、远程控制功能。

(2) 视频调度

视频调度系统通过将各种语音、视频通信设备、视频会议等应用高效地融合在一起，进行统一接入、分类和管理，汇聚在一起后最终在大屏上统一显示，可方便指挥员全方位地了解现场情况，更加高效地对现场进行指挥。

系统可以实现远程视频会议、远程视频监控、远程移动单兵音视频回传、视频监控自动诊断、有线/无线语音指挥、音视频联动指挥等多媒体指挥业务，同时还能把电力视频防盗、办公大楼安防系统、电力系统的视频监控系统等已经搭建好的视频信息进行管理和调用。系统终端能够主动上传视频，并可主动调看其他移动或固定终端实时视频，支持视频主动获取及视频远程调阅的工作方式。

(3) 电力GIS/GPS

电力GIS是运用现代化的信息管理系统与电力系统的生产管理相结合，通过该系统可以实时跟踪电力设备和电网运行状态信息、生产管理和电力技术信息。GIS具有开放性的环境，能支持多种数据库管理系统，通过GIS可以将地理环境与周边自然环境集中于统一系统中，通过该系统查询有关数据和技术资料。

为了实现对具有通信能力的人员及车辆的定位和调度能力，系统与GPS系统进行对接，实现对单兵系统、机动应急通信车系统等具备GPS定位信息的通信终端的定位查询。可以在GIS地图上直接对各通信单元进行通信调度操作，实现圈选、点击、分组实时通信和调度操作，提高系统的互动性和快速的指挥部署能力。

3.3 海底电缆监测

(1) 维护海底电缆

海底电缆监测主要监测过往船只不能在海底电缆的海域驻留、作业等，一旦出现，系统要及时给予告警，以便及时驱离驻留、作业的船只，从而避免过往船只无意损坏海底电缆的情况。

监测海上船只目前最有效的方案是采用雷达技

术，利用X波段雷达可以全天候监测半径30公里海域内的所有过往船只的航速、位置、大小等信息。为达到更好的监测效果，可以采用雷达监测与视频监测相结合的方案。当雷达发现告警船只时，可以触发摄像机远控详细跟踪观察海域内的船只并记录存储。

(2) 海底光缆实时在线监测

为保证电力通信网的安全，需要更为可靠的实时在线监测，它是确保电网安全、经济、稳定运行的重要技术手段。在光缆网劣化遇到险情时，RFTS (Remote Fiber Testing System, 光缆网实时监控系统) 可以进行险情预警和定位，从而大幅度增强通信网络的防毁能力，降低光缆阻断的发生率，这将带来巨大的经济效益和社会效益，对建设电力系统坚强通信网工作，尤其是对光通信专业管理智能化工作具有非常重要的现实意义。

该系统主要是对光缆接头事件点、光缆段、光纤链路以及光缆网不同层次进行预警分析，通过自动方式启动OTDR (Optical Time Domain Reflectometer, 光时域反射仪) 对指定光纤进行测试，获取光缆测试数据，即沿光缆数万个均匀分布点的散射和反射功率电平值，所有取样点的连线构成了该光纤链路的OTDR曲线，光纤连接器、断裂、终点会引起光的反射，形成向上突变的反射事件；光纤的弯曲、熔接会增加光纤的衰耗，引起向下的突变，形成非反射事件。通过分析找到曲线的突变点，确定光纤头端、尾端、接头、熔接等光纤事件点。系统通过自动参考数据比对，分析事件点、光缆段、光纤链路衰耗数据的变化，将复杂的分析过程变得十分简单。通过逻辑拓扑呈现方式，确定光缆的运行状态，当数据变化超过预警门限时发出直观的预警信息。

3.4 移动办公和电视会议

移动办公是在有LTE230网络覆盖的条件下，利用LTE230 CPE (Customer Premise Equipment, 客户终端设备) +wifiAP构成的通信终端，实现支持Wi-Fi的Pad (Portable android device, 平板电脑) 接入电力通信内网。但要将Pad改造为只能通过wifiAP+LTE230 CPE访问接入，而不能再通过Wi-Fi访问接入任何其他网络，这样能够快速解决突发状况，大大提高了办公

效率和办公自动化能力。

此外，由于长岛是由多个独立的岛屿组成，相互间交通只有靠船只，而船只受环境的影响较大，风力大时船只就停航，这使得长岛电力公司内部召开会议、工作部署等成为难事，因此有必要在长岛电力公司内部应用电视会议系统。由于电视会议具有高性能语音识别、数据协同功能和会议控制功能等特点，从而实现了长岛同步会议，有利于交流，统一部署控制。

4 LTE230系统优势分析

长岛是由多个小岛组成的海岛环境，道路交通不是很方便，建设有线电缆会大大增加成本费用，而无线公网覆盖率还远达不到用户需求，且安全性和可靠性也无法保证。因此，在长岛建设LTE230无线专网既能节省成本，又能在很大程度上改善长岛的通信状况。

简洁综合的网络管理系统，通过温度监测的应用，可以实时在线排查基站配用电故障，确保配用电安全，应急通信保障通过远程监控，实时在线监控，加上良好的视频和语音调度，提高工作效率，统一部署。拥有移动办公和电视会议等业务应用，充分补充了应急系统处置能力和统一调度规划能力，实现了长岛的广泛覆盖。

此外，LTE230系统的低成本、专有的230MHz频率资源，提高了无线专网的利用效率。在用户体验方面，拥有大容量接入技术，能同时容纳大量用户实时在线，并且拥有良好的通信条件；在用户信息采集方面，传统的抄表业务抄收成功率不高、可靠性不强、花费成本大、用户信息安全难以保障，而LTE230系统只需一个电力终端系统就能完美收集数据。

5 结束语

本文通过介绍LTE230系统在山东长岛的应用，体现了该系统的灵活性和可靠性，可以在不同的复杂地理环境下，结合LTE230系统的特点推出多种应用方案，达到了智能电网的要求。LTE230系统在智能配电网中，实现了用电信息的采集、配用电自动化、图像及视频传输等业务，提高了电力无线通信专网的应用服务能力和应用前景，同时提升了电网的互动化水平，为国家电网推广坚强智能电网的目标提供了可靠依据。

参考文献：

- [1] 张翔,王文博,彭木根. 频带聚合技术在LTE-Advanced系统中的应用[J]. 中兴通讯技术, 2010,16(6): 44-48.
- [2] 张瀚峰,闫淑辉,冯世英. LTE230系统在智能电网中的应用[J]. 电信网技术, 2015(1): 22-25.
- [3] 李新. TD-LTE无线网络覆盖特性浅析[J]. 电信科学, 2009,25(1): 43-47.
- [4] 欧清海,谢杰洪,曾令康,等. TD-LTE技术在配用电通信中的应用[J]. 现代电子技术, 2012,35(23): 27-31.
- [5] 李秋香,徐晓东,周伯慧. TD-LTE覆盖规划指标及子帧配置[J]. 电信科学, 2013,29(5): 77-83.
- [6] 王迎,龚慧莉. 试论TD-LTE技术的未来发展[J]. 移动通信, 2009,33(22): 5-8.
- [7] 吴琳,郭兆成,张大巍. 无线专网通信在大连配电自动化中的应用[J]. 电力系统通信, 2012(1): 107-111.
- [8] 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(5): 165-172.
- [9] 吴文焰. TD-LTE 230MHz在配电网线路全项在线监测系统的应用[J]. 电力系统通信, 2012(10): 55-59.
- [10] 官微,段红光. LTE关键技术及其发展趋势分析[J]. 电子测试, 2009(5): 22-25.

作者简介



田兵：高级工程师，硕士毕业于山东大学，现任职于国网山东省电力公司，从事电力系统通信规划、建设、运行管理工作，研究方向为信息通信。



张雷：高级工程师，学士毕业于华北电力大学，现任职于国网山东省电力公司，从事电力系统通信规划、建设、运行管理工作，研究方向为通信工程。



刘振栋：高级工程师，学士毕业于华北电力大学，现任职于国网山东省电力公司烟台供电公司，从事电力系统通信规划、建设、运行管理工作，研究方向为通信工程。