

Application of wireless communication technology in distribution network

Fang Xiaohai

Wuhan University of Electronic Science and technology, Wuhan

Abstract: The paper analyzes the general construction and development aims of the intelligent configuration electronic communication network, illustrates the features of the distribution business, including complicated connection, the extensive distribution, and the weak work environment of the communication equipment, points out the construction of the electronic communication wireless metropolitan network with TD-LTE broadband wireless network technique, and compares and analyzes the advantages and disadvantages of the technique, so as to provide the reference for the development of the future distribution communication network.

Key words: distribution network; wireless communication technique; TD-LTE

Received: 2020-03-01; Accepted: 2020-03-16; Published: 2020-03-18

无线通信技术在配电网中的应用 浅析

方小海

武汉电子科技大学，武汉

邮箱: xhfang.88@hotmail.com

摘 要: 通过对智能配电通信网的总体建设发展目标进行分析, 阐述了配网运行类业务具有接线复杂、分布范围广、通信设备运行工作环境差等特点, 从而提出了应用 TD-LTE 宽带无线网技术建设电力通信无线城域网, 并对该技术的优缺点进行了比较分析。

关键词: 配电网; 无线通信技术; TD-LTE

收稿日期: 2020-03-01; 录用日期: 2020-03-16; 发表日期: 2020-03-18

Copyright © 2019 by author(s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



长期以来, 国家对中低压配电网建设投资有限, 相对于主网来说, 配电网架显得比较薄弱。2012 年, 国家电网公司加快配电网建设改造作为年度重点工作,

而建设配电数据通信网络不仅是智能配电网的重要组成部分，也是实现智能配电网的基础条件。

1 智能配电通信网总体介绍

智能配电通信网建设目标：利用经济合理、先进成熟的通信技术，满足智能配电网发展各阶段对电力通信网络的需求，支持各类业务的灵活接入，为电力智能化系统或设备提供“即插即用”的电力通信保障，为电力用户与分布式电源提供信息交互通信渠道。

智能电网配用电业务的发展，对配电通信网在实时性和传输带宽方面提出比过去更高的要求。智能配电网通信业务主要分为实时控制业务和非实时监测、管理业务。例如纵联网络保护、高级配电自动化、分布式能源接入等实时业务适合采用高可靠、低时延的光纤通信技术，智能电能表、设备运行状态监测等非实时业务适合采用覆盖广泛的无线宽带通信技术。同时智能配电通信网还需要考虑满足安全性要求，根据《电力二次系统安全防护规定》及总体方案的要求，智能配电网中的纵联保护、配网自动化、能源站监测、负荷控制等业务属于电力监控系统的范畴，该部分业务必须由生产控制大区的安全区1和安全区2承载。

根据智能配电网通信业务需求，配网主要通信方式有光端机通信、工业以太网交换机通信、电力载波通信、无线公网通信、无源光网络通信、无线宽带WLAN通信、无线传感网通信、无线专网通信等。目前主流建设方案一般为以光纤专网对重要节点实现保障，以无源光网络或者无线通信实现广泛覆盖、载波通信作为接入补充。

2 智能配电通信网组网设计

智能电网通信主干网的核心要求是“坚强高速”，接入网的核心要求是“可靠灵活易部署”，目前国内智能配电通信网十二五规划中，各省公司一般都考虑将xPON，PLC载波和无线专网进行组合使用作为配电通信网解决方案，具体方式可分为以下两种模型。

2.1 配网自动化覆盖区域内

配网自动化站点一般包括柱上开关、开闭所、环网柜、配电室等，需要实现三遥（遥信、遥测、遥控）功能，通信网络的安全性、可靠性和带宽要求高，通信网宜采用光纤方式。由于传统的 SDH，ATM 传输网络建设投资高、建设周期长、运行维护要求高等缺点，PON 技术以组网灵活、扩展快速等比较明显的优势已成为当前国内智能配电通信骨干网首选组网技术。

2.2 配网自动化覆盖区域外

配网自动化覆盖区域外的配电通信网建设，主要考虑无源光网络通信、载波通信、无线公网通信以及无线专网通信等方式。无线宽带 WLAN 通信和无线传感网主要针对最后 100 m 接入网，覆盖范围较小。GPRS/CDMA/3 G 无线公网通信方式由于依赖公网运营商，其安全性、可靠性、实时性不能保证，当接入用户数目增加时，通信速率受影响严重，一般无线公网大多用于不需要遥控的终端通信等应用。载波通信方式存在传输带宽狭窄，信号质量差等问题，xPON 无源光网络通信网络由于配网改造工程多、网架频繁变动等特点，存在光缆敷设难度、成本过大问题。综合考虑应用无线专网技术规划智能配电通信网是较为理想的选择。

3 LTE 无线通信技术简介

3.1 WIMAX 和 LTE 两种主流无线通信技术比较

WIMAX 英文全称为 Worldwide Interoperability for Microwave Access，即全球微波互联接入，属于广域网技术范畴，主要用于宽带无线连接和回程链路，目前 IEEE802.16 e 和 IEEE802.16 m 是 WIMAX 主流技术标准。LTE 无线标准英文全称 Long Term Evolution，即长期演进计划，LTE 有着高数据传输率、可分组传送、延迟时间低、广域覆盖和向下兼容等优势（见表 1）。

表 1 两种主流无线通信技术比较

技术对比	TD-LTE	WIMAX
国内主要频段	1.8G/2.3G/2.6G	1.8G/2.5G/3.5G
使用带宽 /MHz	10	10
下行峰值理论速率 /Mbps	40	37
上行峰值理论速率 /Mbps	30	16
安全可靠	高, AES 加密	高, AES 加密
产业链成熟度	中	中
站高 30 m, CPE 高度 1.5 m 时覆盖半径 /km	1 ~ 1.5	1 ~ 1.5

这两种技术都使用了先进的方法,如正交频分多址 (OFDMA) 和多人多出 (MIMO),而且它们也都是完全基于 IP 协议,都能为用户提供 10 Mbps 以上传输速率,在可靠性方面均能对业务提供 QoS 保障,相对于 XPON 接入技术来说网络部署方便,故障定位容易,同样两种方式都需要向当地无线电管理委员会申请无线频率资源。

3.2 LTE 标准发展现状分析

LTE 是从最早的 GSM 语音技术、用于数据传送的 GPRS 和 EDGE 到目前的 WCDMA 和 HSPA 先进 3 G 技术发展而来的,目前 LTE 正处于 ITU 标准化过程中。全球大多数蜂窝运营商都同意将 LTE 作为 4 G 标准, LTE 产业分为两大技术流派,其中欧美主导推广 LTEFDD,中国移动和日本软银主导推广 TD-LTE。

三种主流 3 G 技术标准性能比较见表 2。

表 2 三种主流 3G 技术标准性能比较

参数	W-CDMA	TD-SCDMA	CDMA2000
载波间隔 /MHz	5	1.6	1.25
双工方式	FDD	TDD	FDD
帧长 /ms	10	10 (2 个 5 ms)	20
后续演进标准	LTEFDD	TD-LTE	3GPP 2UMB

TD-LTE 是我国 3 G 自主技术 TD-SCDMA 的后续演进标准,一旦在世界范围内实现真正的商用,即意味中国在下一代通信技术 LTE 标准上获得了话语权。目前 TD-LTE 标准在系统设备厂商、芯片厂商、智能手机等方面与已形成大规模商业应用的 LTE FDD 标准相比较,还存在较大差距,主要反映在芯片成熟度

和手机终端支持方面。

4 TD-LTE 在智能配电网终端接入网应用分析

4.1 LTE 基站覆盖情况

LTE 专网在天线高度足够高（30 m）的情况下覆盖能力能够满足一般城市配用电场景中的配电终端设备的通信接入需求，但在低天线高度和密集城区场景下还需要进一步优化覆盖效果。CPE 终端高度 1.5 m 情况下实测小区覆盖半径见表 3。

表 3 实测小区覆盖半径 km

覆盖场景	站高 30 m	站高 20 m
空旷区域	2.5	1.5
密集城区	1.5	1

4.2 电网业务对无线专网带宽及时延要求

电网业务对无线专网带宽及时延要求见表 4。

表 4 电网业务对无线专网的要求

业务类型	带宽要求	单终端带宽需求	LTE 提供带宽	LTE 系统时延
配网自动化业务	遥信量	≤ 1 kbps	近点（≥ 80 dBm）：上行：4 Mbps ~ 5 Mbps；下行：7 Mbps ~ 10 Mbps（可同时支持配电、计量、视频监控等多业务同步进行）。远点（- 115 dBm ~ - 120 dBm）：上行：0.1 Mbps ~ 0.2 Mbps；下行：1.2 Mbps ~ 1.8 Mbps；（可满足计量自动化业务需求）	下行接入时延；最大：11 ms；平均：8.8 ms；上行接入时延；最大：59 ms；平均：36.9 ms；（LTE 系统延时为 ms 级，完全满足电网业务需求）
	遥测量	1 kbps ~ 50 kbps		
	遥控量	≤ 1 kbps		
计量自动化业务	负荷管理	≤ 1 kbps		
	配变监测	≤ 1 kbps		
	低压集抄	≤ 1 kbps		
配电网视频监控业务		2 Mbps		

LTE 专网在带宽及延时指标方面，完全匹配配电自动化、计量自动化、视频监控等多业务承载需求。LTE 系统上下行采用基于多业务 Qos 的分组调度算法，通过对网络中不同流量的分类和管理，可以为配电自动化、计量自动化业务提供不同的延时、丢包率保证。

4.3 LTE 无线专网实施注意事项

1) TD-LTE 标准在国内推广上存在的最主要困难就是频段资源贫乏, 无线电管理机构给中国移动分配的 LTE 频段是 2.6 GHz, 企业如果要申请频率资源建立无线专网获批准难度较大。

2) 基站覆盖范围内所有 LTE 终端共享无线网络带宽, 一般根据用户终端总数量、边缘用户的数据速率目标确定覆盖规划, 选择天线数量、天线类型和传输模式对覆盖性能影响较大。在实际施工中, 可以通过高增益天线、CPE 加高等普适性方案, 解决区域弱覆盖、上行业务无法满足等问题, 从而匹配配网业务需求。

3) 环网柜、电房旁架设站点天线抱杆需获得市政部门审批与周边居民理解。

5 结语

无线专网通信技术作为配电通信网终端接入网建设的一种重要手段, 符合地理位置复杂、通信点多、单点信息量较小但总信息量大的需求, 对于电能量抄表、负荷控制、配电自动化等这些业务能充分发挥无线专网部署快速、扩充方便、不受地面环境限制等优点, TD-LTE 无线通信技术能提供高带宽低时延的通信通道, 并采用 128 bit AES 加密来提高安全可靠, 使用分组调度算法来保证 Qos 服务质量, 能为未来配电通信网业务发展提供一种重要的“最后一公里”解决方案。

参考文献

- [1] 辛培哲. 智能配电网通信技术研究及应用 [J]. 电力系统通信, 2010, 31 (217): 14-16.
- [2] 黄朔. WiMax 标准下 3 G 技术在智能电网中的运用分析 [J]. 现代电子技术, 2011, 34 (1): 8-10.
- [3] 范寅秋, 弭娟. 无线专网技术在智能配网中的应用 [J]. 电脑知识与技术, 2011, 7 (5): 66-67.