

新一代载波通信技术在智能配用电网的研究与应用

王晓晖

(广东电网有限责任公司惠州供电局, 惠州 516000)

摘要: 配用电网自动化在全国展开了全面的试点工作, 取得了阶段性的成果。在已完成的试点中, 通信网络采用了光纤通信为主, 载波和无线为辅的技术路线。但是以上技术都存在明显缺陷。本文将在描述新一代载波通信技术的原理及技术特点的基础上, 提出适用于智能配用电网通信的更优的综合解决方案模型。

关键词: OFDM; PSK; CSMA/CA

中图分类号: TM73

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2015)S1-0169-03

A New Generation of Carrier Communication Technology with the Research and Application in Intelligent Grid

WANG Xiaohui

(Huizhou Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Co., Ltd., Huizhou 516000, China)

Abstract: Equipped with power grid automation launched a comprehensive pilot work in the country, has achieved initial results. In the pilot, the communication network has adopted the technology route of optical fiber communication, carrier and wireless assistant. But there are obvious defects in the above technology. This paper will in the description of the principle and the technical characteristics of a new generation of carrier communication technology based on proposed application in intelligent equipped with grid communication better comprehensive solution model

Key words: OFDM; PSK; CSMA/CA

目前, 配用电网^[1]自动化在全国展开了全面的试点工作, 取得了阶段性的成果。在已完成的试点中, 通信网络采用了光纤通信为主, 载波和无线为辅的技术路线。这几种通信技术都存在明显的缺陷: 光纤通信存在光缆^[2]铺设难度高, 周期长, 综合成本高等问题; 无线专网存在频点申请困难, 存在覆盖盲点等问题; 无线公网则存在安全隐患, 在线率低等问题; 而载波通信存在通信质量不高, 带宽低等问题。

载波^[4]通信技术具有的独特优势: 无介质铺设的困难, 可快速部署, 专网专用, 安全性更高。但是, 当前传统载波通信技术主要存在如下的问题, 严重影响了载波技术在智能配用电网上的推广和应用: 通信质量低, 误码率高, 时延大; 无法支持多

个逻辑子网; 无法跨越多级分支箱; 信息安全有隐患等。新一代载波通信技术对载波通信的协议栈进行了革新, 引入业界先进成熟的通信技术, 从物理层、媒体访问控制层、高级链路层到网络层, 全面实现了对传统载波技术的突破和超越。

本文在描述新一代载波通信技术的原理及技术特点的基础上, 提出适用于智能配用电网通信的综合解决方案模型。

1 技术原理

1.1 物理层调制技术

新一代载波技术在物理层上采用 OFDM^[5]调制技术。该技术提供多个子载波, 可覆盖 10 ~ 500 kHz 频段。有强大的抗干扰能力, 可提高频谱利用率, 提供高速速率。

1.2 物理层编码技术

物理层编码技术采用 PSK 相移键控技术, 提供

收稿日期: 2015-11-01

作者简介: 王晓晖(1980), 男, 湖北咸宁人, 工程师, 本科, 主要从事通信网络技术及工程建设工作(e-mail)jerey163@163.com。

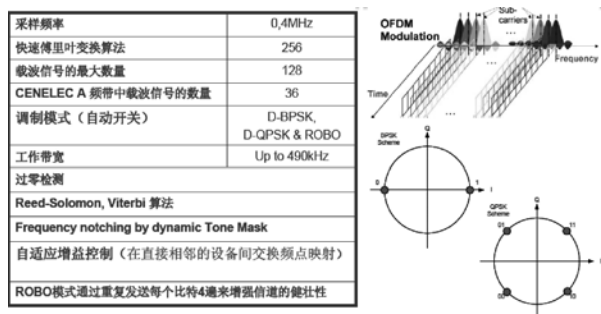
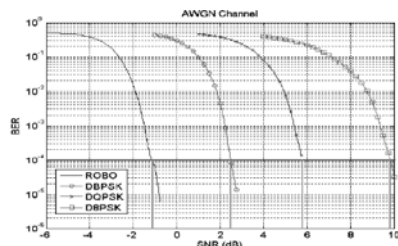


图 1 新一代载波通信技术 OFDM^[3] 调制特性

Fig. 1 New Generation Carrier Communication Technology OFDM Modulation Characteristics

DBPSK、DQPSK、D8PSK 调制方式，显著增强传输的抗干扰、数据的保密性及吞吐量，可针对不同的干扰强度灵活选择编码方式。此外，还支持两层 FEC 前向纠错功能。通过采用多个子载波、编码和纠错，更好地消除了通信中的噪音和选择性减弱。



Frequency Band	Typ Robo Data Rate (bps)	Typ DBPSK Data Rate (bps)	Typ DQPSK Data Rate (bps)	Typ D8PSK Data Rate (bps)	Max D8PSK Data Rate (bps)
CENELEC A (30kHz to 91kHz)	4,500	14,640	29,285	43,928	46,044
FCC (150kHz to 487.5kHz)	21,000	62,287	124,575	186,863	234,321
FCC (10kHz to 487.5kHz)	38,000	75,152	150,304	225,457	298,224

图 2 不同编码技术的载波通信速率

Fig. 2 Carrier Communication Rate of Different Encoding Technologies

1.3 MAC 层

MAC 层采用基于 IEEE 802.15.4 标准的 CSMA/CA 载波侦听多路冲突检测/回避技术。

CSMA/CA 技术提供类似于以太网冲突检测的机制，且更适应于信号和干扰强度动态变化的网络，具备高扩展性，支持多个逻辑网络同时存在，无需知道电网物理结构，在 Zigbee 和 WirelessHART 等网络里已有广泛使用。

1.4 网络层

6LoWPAN^[7] 技术实现了在 IEEE 802.15.4 链路上的 Mesh 路由和支持基于 IPV6^[6] 的通信。

Mesh 网络中，每一个节点都可以发送和接收信号，都可以与多个对等节点进行直接通信，在发生拥塞时数据可以自动重新路由。

此外，网络层支持 IPV6/V4 双栈协议。IPV6 除了提供海量的地址之外，在其他很多方面做了优化，利于大规模网络的数据高效传送。而 6LoWPAN 技术可以很好的实现了对 IP 报头的压缩、分片和重组。

2 新一代载波通信技术的优势

新一代载波技术存在以下的技术优点：

1) 全面兼容性：基于 OFDM 技术，与 S-FSK 技术共存，兼容已有网络。

2) 抗强干扰：能在极其嘈杂的环境下工作，支持跨配电变压器通信。

3) 高速率：双向通信，最高传输速率可达近 300 kbps。

4) 灵活组网：支持各种拓扑，自动信号中继，无站点个数限制，冲突检测和避免机制优于低效率的轮询。

5) 信息安全：AES - 128 加密引擎，EAP - PSK 双向认证。

6) 前向兼容：支持 IPV6 互联网协议标准，支持基于互联网的能量管理系统。

3 新一代载波通信技术应用

智能电网配用电通信接入网的层次架构，依据电压等级，主要划分为 10 kV、0.4 kV 和用户室内 3 个层面。主要业务包括配网自动化、低压集中抄表等。

由于接入层和用电信息层的现场情况比较复杂，特别是用电信息层低压集中抄表业务的现场结构类型较多，目前尚未有一种合适的方案能提供适用于不同场景的电表终端通信。

新一代载波通信技术支持跨配电变压器通信，所以本文提出了基于新一代载波通信技术的适用于智能配用电业务通信的综合解决方案，拓扑结构如图 3 所示。110 kV 变电站将配置主载波机，DTU 等配网自动化终端配置从载波机，通过 10 kV 电力线为载体实现中压配网自动化业务上传至变电站；集中器和采集器分别配置载波模块，并作为模块嵌入至集中器和采集器终端里，通过 380 V 电力线实现集中器与采集器之间的通信，采集器和电表之间采用现在已经很成熟的 RS485 通信。因为新一代载波通信技术支持跨配电变压器通信，所以本方案将

不再在集中器配置远程通信模块，将直接通过载波模块，跨变压器实现低压集抄业务数据从集中器至变电站。

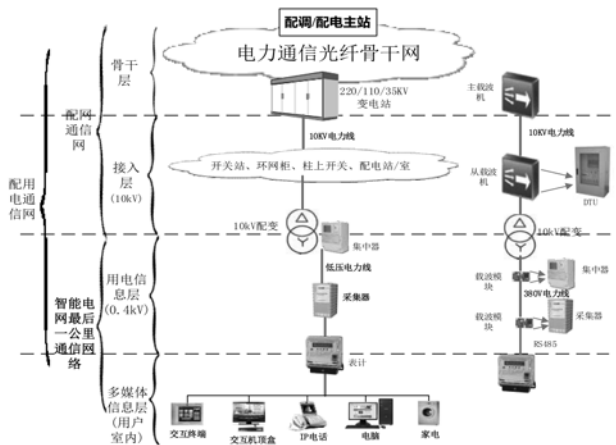


图3 智能电网配用电通信综合解决方案拓扑图
Fig. 3 Smart Grid Solutions Integrated with Electric Communication Topology

该方案经济、可靠，在不增加额外投资的情况下，实现了中压配网自动化业务和低压集中抄表业务同时共享一个专用网络，提高了低压集中抄表远程通信的可靠性。

4 结论

本文通过对新一代载波通信技术特性的分析，得出新一代载波通信系统在实现智能配用电网通信的优势，并提出了一种适用于智能配用电通信的综合解决方案。该方案在不增加额外投资的情况，提高了中压配网自动化通信专网的通道利用率，提高了低压集中抄表业务通信的可靠性，具有大规模推广的价值。

参考文献：

- [1] 卢强, 何光宇, 陈颖, 等. 智能电力系统与智能电网 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.
LU Qiang, HE Guangyu, CHEN Yin, et al. Intelligent Power System and Smart Grid [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2013.
- [2] 李立高. 通信光缆工程 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
LI Ligao. Communication Optical Fiber Cable Project [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 2011.
- [3] 李建林, 王立乔. 载波相移调制技术及其在大功率变流器中的应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
LI Jianlin, WANG Liqiao. Carrier Phase Shift Modulation Technology and Its Application in High Power Converter [M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2009.
- [4] 杨列亮. 多载波通信 [M]. 张有光, 等译. 北京: 电子工业出版社, 2010.
YANG Lieliang. Multi Carrier Communication [M]. Translated by ZHANG Youguang, et al. Beijing: Electronics Industry Press, 2010.
- [5] 杨昉. OFDM 原理与标准—通信技术的演进 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.
YANG Fang. Principle of OFDM and The Evolution of Communication Technology [M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2013.
- [6] JOSEPH Davies. 深入解析 IPv6 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014.
JOSEPH Davies. In-depth Analysis of IPv6 [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 2014.
- [7] 谢尔比. 6LoWPAN: 无线嵌入式物联网 [M]. 韩松, 等译. 北京: 机械工业出版社, 2015.
SHELBY Z. 6LoWPAN: Wireless Embedded Internet of Things [M]. Translated by Han Song, et al. Beijing: Machinery Industry Press, 2015.

(责任编辑 郑文棠)

“第二届东亚峰会清洁能源论坛”会议简讯

“第二届东亚峰会清洁能源论坛”核能分论坛于2015年11月18日至19日在海南省海口市成功召开，本次论坛由国家能源局和东盟能源中心主办，中国核能行业协会承办，核能分论坛主题为“科技创新、合作共赢”，围绕国家核电“走出去”战略方针，就国家核能发展规划与挑战、技术创新与地区合作等议题进行研讨，来自美国、日本、韩国、马来西亚、印度尼西亚、东盟能源中心、国际能源署、亚洲开发银行等10余个国家或国际机构的能源、金融领域官员、专家学者和企业代表，在论坛上深入沟通交流，探讨核能发展的未来，《南方能源建设》主办单位中国能建广东院参加了本次核能分论坛交流。

(《南方能源建设》编辑部)