

WiMAX 技术在 EMS 系统中的接入应用

周新刚¹ 高 阳¹ 陈丰波¹ 张国荣² 陈建玲¹ 刘爱明¹

1. 中海石油(中国)有限公司天津分公司渤海石油研究院, 天津 300452;

2. 中海石油(中国)有限公司天津分公司渤南作业公司, 天津 300452

摘 要:中海石油下属某公司渤中 28 /34 电力组网项目中,由渤中 34-1 CEP 平台通过海缆为渤中 34-2 EP 平台、渤中 34-4 EP 平台供电,原海缆光纤无备用纤芯用于 EMS 系统通信。为了将渤中 34-2 EP 平台、渤中 34-4 EP 平台纳入渤中 28 /34 电网,更好地实现电网的安稳控制,综合考虑成本、施工周期、安装方式等因素,采用技术先进、可靠性突出的 WiMAX 无线微波通信技术。该项技术的应用极大降低了项目成本,也为后期类似工程提供了宝贵的经验。

关键词:无线通信;WiMAX;EMS;电力组网;电网控制;微波

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2016.06.021

0 前言

WiMAX 是全球互通微波接入的简称,是一项无线城域网(WMAN)接入技术,是用于解决“最后 1 km”的最佳接入方式的无线宽带接入技术^[1]。

WiMAX 也叫 802·16 无线城域网或 802.16。2007 年 10 月 19 日,WiMAX 正式批准成为继 WCDMA、CDMA 2000 和 TD-CDMA 之后的第 4 个全球 3G 标准。2012 年 1 月 18 日,国际电信联盟在 2012 年无线电通信全会全体会议上,正式审议通过将 LTE-Advanced 和 Wireless-MAN-Advanced(802.16)技术规范确立为 IMT-Advanced (4G)国际标准^[2-6]。严格意义上讲 WiMAX 技术不是一个移动通信系统的标准,而是一个无线城域网的技术。

中海石油下属某公司渤中 28 /34 电力组网项目中,渤中 34-2 EP 平台、渤中 34-4 EP 平台 EMS 系统接入渤中 34-1 CEP 平台 EMS 系统采用了 WiMAX 无线微波通信技术。

1 WiMAX 关键技术

WiMAX 关键技术包括: HARQ (混合自动重传请求),AMC (自适应编码调制),MIMO /AAS (多入多出/自适应天线系统),OFDM /OFDMA (正交频分复用)和 AGC

(自动增益控制)^[7-10]。

HARQ 具有自动重传请求,前向纠错功能。接收端做检测时,接收到误码就扔掉或要求对方重发;接收到的误码纠错,能纠正的就无需重发,无法纠正的要求对方重发^[11-12],其传输有同步和异步。HARQ 见图 1。

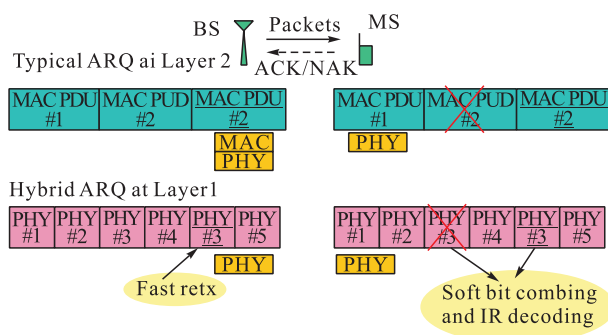


图 1 HARQ

AMC 是根据信道质量情况,选择最合适的调制解调模式,通过编码和调制方式的组合可以产生不同的传输方式和传输速率。处于信道较好的 MS (基站较近的位置)可以采取高阶调制方式(如 64 QAM)获得较高的传输效率^[13-15]。远离基站的位置信道变差,可以调整到低阶调制方式(如 QPSK),以扩展覆盖范围以及避免通过

发射功率的途径来提高系统性能,降低干扰。AMC 见图 2。

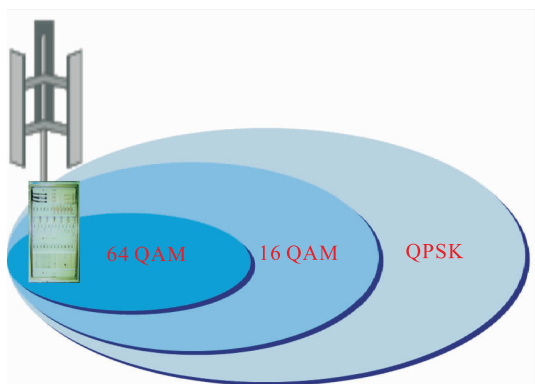


图 2 AMC

MIMO /AAS 是一种多天线技术,通过在收发两端增加天线个数及相应的信号处理功能建立的三维传输结构,将多径作为有利因素加以利用,在不增加带宽的前提下提高通信系统容量、频谱利用率以及传输速率。分集模式 (Matrix A) 的作用和特点:增大覆盖面积;可以在不同的天线上发射相同的数据;用于对传输质量要求较高的信令传输或边缘用户进行数据传输;接收天线的数目可以少于发射天线的数目^[16-18]。复用模式 (Matrix B) 的作用和特点:在不同的天线上发射不同的数据;可以用于提高传输速率;接收天线的数目不能少于发射天线的数目;2 X 2 的复用模式,下行峰值数据速率理论上可达到 SISO 的 2 倍。MIMO /AAS 见图 3。

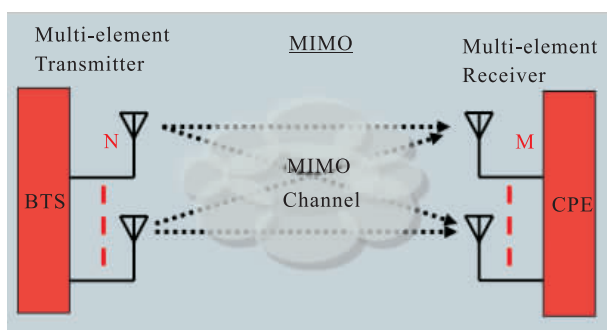


图 3 MIMO /AAS

OFDM /OFDMA (正交频分复用) 频率利用率高,各正交子载波的频率交错重叠,可以最大程度地利用频谱资源;频域链路自适应,为不同用户选择条件较好的子载波来传输数据,可实现频率上的多用户分集增益,并容易和 MIMO 技术结合。

AGC (自动增益控制) 是利用子信道的 CPE (OFDM) 发射器必须具有 50 dB 的动态功率控制进行工作。对于 BS 发射器,输出功率电频控制不低于 10 dB。CPE 实际发射功率取决于终端距离、传输特性、信道带宽和调制方式 (QPSK、16 QAM、64 QAM)^[19-20]。BS 接收功率的工

作原理:系统设置 1 个平衡点,自动控制接入 CPE 的发射功率,使 BS 接收所有的 CPE 功率一致,等于平衡点功率。AGC 作用:保证系统最佳工作状态的同时,在 BS 接收 CPE 功率一致情况下,使 CPE 发射功率最小,进而确保系统稳定。

2 应用案例

渤中 28 /34 油田群实现电力组网以来,EMS 系统在实际电源和负荷的管理上起到了至关重要的作用,作为电网负荷的一部分,渤中 34-2 EP 平台和渤中 34-4 EP 平台,也被纳入渤中 28 /34 电网中,由 EMS 系统进行统一控制。

为实现 EMS 系统对电力负荷精细化管理及精确的分级卸载控制,需要分别在渤中 34-2 EP 平台和渤中 34-4 EP 平台设置 1 套 EMS 控制站,用于实现电网数据采集、监控以及优先脱扣等功能。由于渤中 34-1 CEP 平台和渤中 34-2 EP 平台、渤中 34-4 EP 平台之间的光纤已全部被占用,无备用芯数,在综合考虑施工周期和成本后,决定采用基于 WiMAX 技术的产品搭建通信链路。在渤中 34-1 CEP 平台架设 2 套 WiMAX 基站,在渤中 34-2 EP 平台和渤中 34-4 EP 平台分别架设 2 套 WiMAX 终端,基站与通信终端的距离约为 4 ~ 5 km 左右。

通过 WiMAX 无线微波将渤中 34-2 EP 平台、渤中 34-4 EP 平台 EMS 子站接入到渤中 34-1 CEP 平台,并连接至 EMS 系统的光纤环网中。接入后电网 EMS 系统可以直接读取渤中 34-2 EP 平台、渤中 34-4 EP 平台的电力数据,对电网调度员管理电网负荷节点提供数据支持,同时也为负荷平台的电力应急故障处理提供可靠的信息支持通道。

3 通信测试

为保证该系统的可靠稳定性,进行了严格的通信测试。通信测试包括:无线链路时延、用户端通信带宽测试和数据业务测试。WiMAX 基站和终端相关设置如下:

通信频率:1 785 ~ 1 805 MHz;

信道带宽:3.5 MHz /5 MHz /7 MHz /10 MHz, TDD 双工模式;

寻址方式:TDMA, OFDMA 1 024 FFT 多载波调制;

编码方式:QPSK 1 /2、QPSK 3 /4、16 QAM 1 /2、16 QAM 3 /4、64 QAM 2 /3、64 QAM 3 /4、64 QAM 5 /6。

3.1 无线链路时延测试

无线链路时延测试目的为测试无线接入系统的无线链路时延,判断其是否满足精准控制的要求。测试设备及工具为 BS、SS 各 1 套,测试环境见表 1。具体测试时,将 SS 放置在信号接收较好的位置,将测试 PC 分别

连接 BS 和 SS,使其处于正常工作状态,通过 PC 1 向 PC 2 作 Ping 包测试。测试系统在 32 字节、512 字节、1 024 字节情况下的无线链路时延。无线链路时延测试结果

表 1 无线链路时延测试环境

下行 RSSI / dBm	下行 SNR / dB	下行调制编码方式	BS 发射功率 / dB	上行 RSSI / dBm	上行 SNR / dB	上行调制编码方式	SS 发射功率 / dB
-66	33	QAM 64 3 / 4	28	-71	31	QAM 64 3 / 4	13

表 2 无线链路时延测试结果(渤中 34-1 CEP 平台与渤中 34-2 EP 平台之间)

帧长 /Byte	最小时延 /ms	平均时延 /ms	最大时延 /ms	发包	收包	丢包	丢包率 / (%)
32	14	44	437	1 205	1 204	1	0
512	18	46	525	1 193	1 191	2	0
1 024	20	48	853	3 469	3 465	4	0

表 3 无线链路时延测试结果(渤中 34-1 CEP 平台与渤中 34-4 EP 平台之间)

帧长 /Byte	最小时延 /ms	平均时延 /ms	最大时延 /ms	发包	收包	丢包	丢包率 / (%)
32	26	51	536	4 578	4 576	2	0
512	29	53	828	9 111	9 107	4	0
1 024	32	64	912	8 752	8 746	6	0

3.2 用户端通信带宽测试

用户端通信带宽测试目的为验证单扇区存在多个用户端情况下系统的业务容量。测试设备包括 1 套 BS, 1 个 SS, 2 台运行 J-Perf Measurement Tool 软件的测试 PC。测试信道调制方式和编码为链路自适应(要求达到 64 QAM 5 / 6)。首先配置点对点无线测试环境,然后运行测试软件进行测试。用户端通信带宽测试环境见表 4,测试结果见表 5。从表 5 测试结果可知,单向情况下,

表 4 用户端通信带宽测试环境

测试设备	SNR / dB	发送功率 / dB	接收电平 / dBm	调制等级
BS	34	27	-73	QAM 64 3 / 4
SS	32	15	-67	QAM 64 3 / 4

表 5 用户端通信带宽测试结果

测试项目	单向		双向	
	上传	下载	上传	下载
SS1 业务吞吐量 /Mbps	49	98	29	67

表 6 数据业务测试环境

下行 RSSI / dBm	下行 SNR / dB	下行调制编码方式	BS 发射功率 / dB	上行 RSSI / dBm	上行 SNR / dB	上行调制编码方式	SS 发射功率 / dB
-66	33	QAM 64 3 / 4	28	-71	31	QAM 64 3 / 4	13

4 结论

中海石油下属某公司渤中 28 / 34 电网投运以来, WiMAX 参数运行稳定,通过 WiMAX 技术将渤中 34-2 EP

显示,渤中 34-1 CEP 平台与渤中 34-2 EP 平台之间的丢包率为 0 %,见表 2;渤中 34-1 CEP 平台与渤中 34-4 EP 平台之间的丢包率为 0 %,满足系统使用要求,见表 3。

上传 49 Mbps,下载为 98 Mbps;双向情况下,上传 29 Mbps, 下载为 67 Mbps,业务容量满足系统要求。

3.3 数据业务测试

数据业务测试方式:通过在 EMS 服务器配置 Rslinx 的通信接口,然后与 PLC 进行数据交互测试,目的是测试渤中 28-2S EMS HMI 服务器通过光纤环网、WiMAX 无线微波系统接入渤中 34-2 EP 平台以及渤中 34-4 EP 平台 EMS 数据的性能。测试设备包括 1 套 BS, 1 套 SS 及 1 套 PLC,测试环境见表 6。首先将基站 BS 以及终端 SS 按照测试环境进行设置,在通信正常后将测试服务器连接到 SS,并配置正确 IP 地址,使其可以通过 OPC Server 访问远端的 PLC 设备,最后测试服务器访问 PLC 数据的通信质量。上位机 PC 共有标签 348 个,报警 47 个,画面 4 个,下位机 PLC 为 1756-L 71,数据和逻辑程序空间 1.07 M 字节,I/O 空间 89 K 字节。各参数设置完成后,进行为期 1 d 的测试。经测试,该系统数据性能良好,未发现数据中断或数据阻塞现象。

平台、渤中 34-4 EP 平台的电力负荷接入到渤中 28/34 油田群电力组网中,相对于单独架设光纤网络,不仅降低设备采购、施工、调试以及后期的维护成本,也实现了中海石油降本增效,并为后期类似工程提供了宝贵的经验。

参考文献:

- [1] 戚颖杰. WiMAX 网络的资源分配优化[D]. 北京:清华大学, 2009.
Qi Yingjie. Optimization of Resource Allocation in WiMAX Network [D]. Beijing: Tsinghua University, 2009.
- [2] 郎为民, 靳 焰, 祁向宇. IEEE 802.16g-2007 标准研究[J]. 电信工程技术与标准化, 2008, 21(9): 39-43.
Lang Weimin, Jin Yan, Qi Xiangyu. Research on the Standard of IEEE 802.16g-2007 [J]. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2008, 21(9): 39-43.
- [3] 张 彦, 陈晓华. 构建宽带无线城域网的移动 WiMAX 技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
Zhang Yan, Chen Xiaohua. Construction of Mobile WiMAX Technology in WMAN [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2009.
- [4] 谢 刚, 赵哲峰, 雷少帅, 等. WiMAX 技术原理及应用[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2012.
Xie Gang, Zhao Zhefeng, Lei Shaoshuai, et al. The Principle and Application of WiMAX Technology [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2012.
- [5] 董晓鲁, 沈 嘉. WiMAX 技术、标准与应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
Dong Xiaolu, Shen Jia. WiMAX Technology, Standards and Applications [M]. Beijing: Posts and Telecommunications Press, 2007.
- [6] 彭木根, 张 涛, 王文博. WiMAX 组网方案研究[J]. 电信科学, 2015, 21(10): 22-27.
Peng Mugen, Zhang Tao, Wang Wenbo. Investigation of Networking Solutions in WiMAX System [J]. Telecommunications Science, 2015, 21(10): 22-27.
- [7] 王惠中, 范少伟, 刘胜文. WiMAX 在风力发电故障诊断系统中的应用[J]. 中国电力, 2011, 44(9): 72-75.
Wang Huizhong, Fan Shaowei, Liu Shengwen. Research on WiMAX Network in the Fault Diagnosis System of Wind Power Generation [J]. Electric Power, 2011, 44(9): 72-75.
- [8] 叶剑雄, 李实秋, 袁马军. WiMAX 技术及其网络规划[J]. 电信工程技术与标准化, 2009, 22(2): 30-33.
Ye Jianxiong, Li Shiqiu, Yuan Majun. Technique and Network Planning of WiMAX [J]. Telecom Engineering Technics and Standardization, 2009, 22(2): 30-33.
- [9] 李炳林. WiMAX 技术在电力应急通信中的应用[J]. 电力系统通信, 2009, 30(10): 53-55.
Li Binglin. Application of WiMAX in Electric Power Emergency Communication [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2009, 30(10): 53-55.
- [10] 张昕颖. WiMAX 网络技术及其应用[J]. 福建电脑, 2009, 25(6): 60-61.
Zhang Xinying. WiMAX Network Technology and Its Application [J]. Fujian Computer, 2009, 25(6): 60-61.
- [11] LU K J, QIAN Y, CHEN H H, et al. WiMAX Networks: From Access to Service Platform [J]. Network IEEE, 2008, 22(3): 38-45.
- [12] 王惠中, 范少伟. WiMAX 在风力发电故障诊断系统中组网的研究[J]. 微型机与应用, 2010, 29(22): 52-54.
Wang Huizhong, Fan Shaowei. Research on WiMAX Network in the Fault Diagnosis System of Wind Power Generation [J]. Microcomputer & Its Applications, 2010, 29(22): 52-54.
- [13] 齐淑清, 王一蓉, 张 辉. WiMAX 技术在建设智能化电网中应用探讨[J]. 中国电力, 2009, 42(12): 27-31.
Qi Shuqing, Wang Yirong, Zhang Hui. Application of WiMAX in the Smart Grid Construction [J]. Electric Power, 2009, 42(12): 27-31.
- [14] Feisste, Schlesingerd, Fryew. Smart Grid [EB/OL]. 2008-10-10 [2009-05-03]. https://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/wp/Utility_Smart_Grid_WP_REV1031_FINAL.pdf.
- [15] IEEE Std. 802.16-2004 IEEE. Standard for Local and Metropolitan Area Networks-Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems [S/OL]. [2009-05-05]. <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16.2-2004.pdf>.
- [16] 陈 蕾. WiMAX 技术及其在电力系统通信的应用[J]. 电力系统通信, 2007, 28(7): 46-48.
Chen Lei. WiMAX and Its Applications in Power Communication System [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2007, 28(7): 46-48.
- [17] 唐 宏, 鲁玉芳, 黄秋宴. 基于认知无线电的 WiMAX 系统共存方案研究[J]. 电视技术, 2011, 35(3): 81-84.
Tang Hong, Lu Yufang, Huang Qiuyan. Research on Coexistence of WIMAX System by Cognitive Radio [J]. Video Engineering, 2011, 35(3): 81-84.
- [18] 张 明, 王锁萍, 何 涛. 移动 WiMAX 的切换机制[J]. 计算机工程, 2009, 35(22): 103-105.
Zhang Ming, Wang Suoping, He Tao. Handover Mechanism in Mobile WiMAX [J]. Computer Engineering, 2009, 35(22): 103-105.
- [19] Jiao Wenhua, Jiang Pin, Ma Yuanyuan. Fast Handover Scheme for Real-time Applications in Mobile WiMAX [C]. //Proc. of IEEE International Conference on Communications. [S. l.]: IEEE Press, 2007: 6038-6042.
- [20] Lee D H, Kyamakya K, Umondi J P. Fast Handover Algorithm for IEEE 802.16e Broadband Wireless Access System [C]. //Proc. of the 1st International Symposium on Wireless Pervasive Computing. [S. l.]: IEEE Press, 2006: 6-11.