

# McWiLL 无线宽带接入系统测试及其在中低压配电网通信中的应用

王勇<sup>1</sup>, 杨俊权<sup>1</sup>, 陈宝仁<sup>2</sup>, 谭健珩<sup>2</sup>

(1. 中国南方电网电力调度通信中心, 广州 510623; 2. 广东省电力设计研究院, 广州 510660)

**摘要:** McWiLL (multi-carrier wireless information local loop, 多载波无线信息本地环路)是集智能天线、CS-OFDMA、增强零陷、信道跟踪和预测、动态信道分配、频空联合检测等核心技术为一体的宽带无线通信系统。为此,介绍了 McWiLL 系统在配电网通信中应用的测试情况,重点在于 McWiLL 系统的覆盖面、业务容量和业务承载能力。基于中低压配电网的特点及其对通信的需求,提出了在中低压配电网中 McWiLL 的应用模型。

**关键词:** McWiLL; 无线宽带接入; 配电网

## The Test of McWiLL Wireless Broadband Access System and Its Communication Application in Middle and Low Voltage Power Distribution Network

WANG Yong<sup>1</sup>, YANG Junquan<sup>1</sup>, CHEN Baoren<sup>2</sup>, TAN Jianheng<sup>2</sup>

(1. CSG Power Dispatching & Communication Center, Guangzhou 510623, China;

2. Guangdong Electric Power Design Institute, Guangdong, Guangzhou 510660, China)

**Abstract:** McWiLL (multi-carrier wireless information local loop) is a wireless broadband communication system with integration of some core technologies, such as smart antenna, CS-OFDMA, advanced null steering, channel tracking and prediction, dynamic channel allocation, frequency and space joint detection. This paper introduces the test cases of McWiLL application in the power distribution network (PDN), focusing on the overcast, the business capacity and the business carrying capability of McWiLL. Based on the characteristics of PDN and its communication requirements, an application model of McWiLL is put forward for the PDN at the middle or low voltage level.

**Key words:** McWiLL (multi-carrier wireless information local loop); wireless broadband access; power distribution network

McWiLL (multi-carrier wireless information local loop, 多载波无线信息本地环路)是基于 SCDMA 技术开发的完全自主知识产权移动宽带接入系统。McWiLL 为全 IP 架构,能够提供超大容量的话音业务和高带宽数据性能。McWiLL 采用 CS-OFDMA 技术,创造性地结合了 OFDMA 与 SCDMA,融合了 3G 和 WiMAX 的技术优势并克服了两者的缺陷。McWiLL 全面支持固定、便携以及全移动模式下的话音和数据业务,支持切换和漫游,终端最大移动速度可达 120 km/h。McWiLL 为适应窄带语音业务设计了低开销的空中接口协议及细颗粒度带宽分配机制,使系统既适合承载窄带语音也适合传输宽带数据<sup>[1-4]</sup>。

目前在国家拉动内需的大前提下,中低压配电

网通信的建设成为电网建设的重点<sup>[5]</sup>。然而,根据我国多年来配电网通信建设的经验,尚没有一种通信解决方案能满足配网自动化需求:光纤通信方式费用太高,中低压载波方式不够稳定、租用公网无线系统安全性不高且业务难以扩展等等。因此,无线宽带接入专网成为电力行业解决配网通信问题的研究热点。

为研究 McWiLL 系统中低压配电网通信中的应用提供一手资料,我们对 McWiLL 无线宽带接入系统开展了严格、系统的测试。

### 1 McWiLL 系统测试

#### 1.1 测试方案介绍

选择广州市密集市区的 2 个测试站点,分别以

站点 A、站点 B 表示, 测试组网架构如图 1 所示。

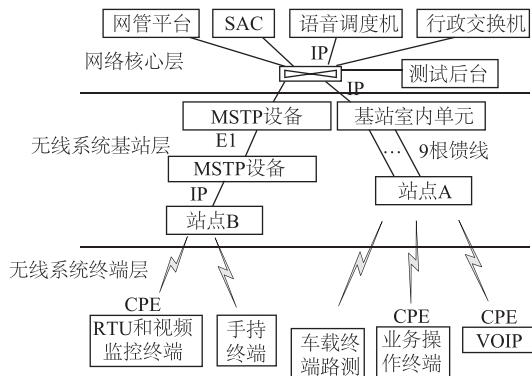


图 1 McWiLL 测试组网示意图

Fig. 1 Sketch of McWiLL Test Network

其中站点 A 与站点 B 之间的距离为 2.1 km, 站点信息见表 1。

表 1 两个测试站点信息

Tab.1 Information of the Two Testing Stations

基站名称	天线高度/m	天线方位角	天线倾角/(°)	工作频率/MHz	馈线长度/m	工作状态
站点 A	50	全向	3	1 785.25~1 790.25	75	正常
站点 B	25	全向	3	1 785.25~1 790.25	85	正常

## 1.2 重要测试项及测试结果分析

本次测试主要是验证 McWiLL 的设备功能与业务能力, 包括无线性能测试, 组网与业务功能测试、配电网通信业务测试<sup>[6]</sup>。

### 1.2.1 覆盖测试

电磁波在空间中传播会发生传播损耗, 包括路径损耗、阴影衰落、小尺度衰落、建筑物传统损耗等。无线传播环境对于电磁波的传播特性也有较大影响, 我们把无线传播环境分为密集城区、一般城区、郊区、农村等 4 类。

密集城区特点是周围建筑物平均超过 30~40 m, 基站天线高度相对其周围环境建筑物稍高, 但是服务区内还存在较多的高大建筑物阻挡, 街道建筑物高度超过了街道宽度的 2 倍以上, 扇区信号是从几个街区之外的建筑物后面传过来的。

基于 McWiLL 系统的特点, 结合设备参数进行上行链路预算, 得到在室外环境下, 采用全向天线时基站天线增益为 9 dBi, 最大允许上行路径损耗为 139.3 dB。采用定向天线时基站天线增益为 15 dBi,

最大允许上行路径损耗为 145.3 dB。由于 McWiLL 系统的覆盖是上行受限覆盖系统, 因此上行的覆盖范围决定了系统的覆盖范围。

考虑到 McWiLL 工作在 1 800 MHz 频段, 可以采用 COST231-Hata 传播模型来计算其覆盖范围。COST231-Hata 模型路径损耗公式:

$$L_{b城} = 46.3 + 33.9 \lg f - 13.82 \lg h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \lg h_b)(\lg d)^\gamma + C.$$

式中:  $L_{b城}$  为城市市区的基本传播损耗中值;  $f$  为工作频率, MHz;  $h_b$ 、 $h_m$  分别为基站和移动台天线的有效高度, m;  $a(h_m)$  是移动台天线高度修正因子;  $d$  为传播距离, km;  $\gamma$  是远距离传播修正因子;  $C$  在中型城市及其郊区时取 0, 在密集城区时取 3。

根据这个公式, 假设基站天线高度为 30 m, 终端高度为 1.5 m, 计算得到 McWiLL 系统在密集市区采用全向天线时的覆盖半径为 1.07 km, 采用定向天线时的覆盖半径为 1.6 km。

实际测试结果与理论分析相符, 在采用全向天线的情况下, 覆盖半径在 1 km 左右, 两个基站相距 2.1 km, 能实现基站间的连续覆盖。

### 1.2.2 容量测试

McWiLL 基站容量包括两方面, 一方面为单基站数据吞吐量, 另一方面为单基站并发用户数 (即同时通信)。单基站容量分析如下:

单基站支持 5 MHz, 分为 5 个子载波群; 每个子载波群分为 128 个子载波。这些 128 个子载波共分成 16 个子信道; 每个子信道为 8×8 矩阵; 可得到 (5×16, 除去 4 个子信道开销, 实际得到 76 个子信道) × 8 = 594 个子信道;

每个子信道在时间轴上有 8 个 OFDM 符号, 其中导频占用了 1 个符号, 剩余 7 个符号。这样共得到 7×8=56 个符号, 减去观察窗占用的 3 个符号, 可用符号数是 53。另外, RS 编码效率为 96/106。

根据上面分析, 可得到不同调制方式下的单基站峰值吞吐量如表 2 所示。

理论上, 有 594 个子信道就应该能支持 297 个并发用户, 但由于芯片限制, 至多只能支持 80 个用户并发。测试情况显示, 在基站限制为 1 MHz 的情况下, 能支持 12 个用户并发, 可推算在 5 MHz 的情况下, 能支持 60 个用户, 与芯片支持的 80 个用户有差距。但单基站吞吐量方面完全符合理论计算。在信号条件好的情况下, 即 SNR 大于 23 dB 的情况

下,最高能到 15 Mbps。

表 2 不同调制方式下单基站最大吞吐量

Tab.2 The Maximum Throughput in Different Modulation Modes of a Single Base Station

调制方式	需求信噪比/dB	调制阶数	每子信道比特数/b	单基站 5 MHz 带宽下最大吞吐量
QPSK	12	2	96	96 b×594/10 ms=5 Mbps
8PSK	16	3	144	144 b×594/10 ms=8 Mbps
16QAM	18	4	192	192 b×594/10 ms=10 Mbps
64QAM	24	6	288	288 b×594/10 ms=15 Mbps

### 1.2.3 业务测试

测试了普通语音业务、VoIP 语音业务、FTP 高速下载和上传业务、普通语音和数据并发业务、视频监控业务、集群调度业务、E1 over IP 无线传输业务、配网自动化“二遥”业务等<sup>[7-8]</sup>。测试结果显示:

McWiLL 系统支持手机语音业务和通过普通电话机接入 CPE 方式的语音业务,也支持通过 VoIP 电话机接入 CPE 方式的 VoIP 语音业务。在覆盖好的场景,话音清晰,掉话率低。

支持 FTP 高速下载和上传业务,并支持上下行不同时隙配置,8 个时隙可以根据需要从 1:7 至 7:1 配置,可以更好地服务于上下行不对称业务。

支持视频监控业务,为获得清晰图像,在监控摄像头静止状态下,需要至少 300 Kbps 的带宽,在摄像头移动情况下,需要至少 700 Kbps 的带宽。

支持集群语音业务,包括单呼、组呼和在调度台的组管理。在测试中,按下终端的 PTT 键,则同组终端可接收到讲话者语音,PTT 呼叫建立迅速,感觉不到延迟。由于终端数目有限,无法测试在多终端、多组情况下集群业务。同时,对集群语音业务的组呼时间、单呼时间,PTT 抢占时间等性能指标,由于缺少测试工具没能深入测试。

支持 E1 over IP 无线传输方式,测试中发现单 CPE 支持上下行各 1 Mbps 带宽的情况下,只能支持 5 个时隙的传输。

支持配电房“二遥”业务,主站迅速收到响应数据,实时性和准确性较高。

### 1.2.4 其他方面的测试

其他方面的测试还包括 ping 包时延和丢包率、

QoS 机制、系统抗干扰、接入安全性、网管功能等,都得到了确切的测试结果,McWiLL 支持情况较好。本文不做详细介绍。

## 2 中低压配网通信需求分析

中低压配网通信主要包括配网自动化、大客户负控、远程抄表、视频监控、应急通信等。其主要特点是通信点多、覆盖面广、通信可靠性和安全性要求高、业务种类多且要求不一。

中低压配网通信的对象是各公用和专业变电所、开闭所(配电所)、电网线路和塔干、供抄表用的电表等等。通信点数量相当庞大,覆盖范围也几乎涵盖所有陆地,只是信息点的密度有差别。

可靠性方面:配电网自动化中的“三遥”业务是基本的业务需求,“三遥”业务的可靠性要求如表 3 所示。

表 3 配网自动化业务的通信可靠性要求

Tab.3 Communication Reliability Requirements of Distribution Network Automation Business

信号类型	可靠性	正确率
遥信信息	遥信信号通信可用性≥99.9%	100%(TCP/IP 协议)
遥测信息	遥测信号通信可用性≥98%	100%(TCP/IP 协议)
遥控信息	遥控信号通信正确率为≥99.9%	100%(TCP/IP 协议)

安全性方面:根据《电力二次系统安全防护规定》(电监会 5 号令)及《电力二次系统安全防护总体方案》电监会[2006]34 号文的要求,电力二次系统安全防护工作应坚持安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证的原则。配网自动化系统属于电力监控系统的范畴,必须放置在网络的生产控制大区,在生产控制大区与管理信息大区之间必须设置经国家指定部门检测认证的电力专用横向单向安全隔离装置。中低压配网通信必须遵从以下两点:

1) 配网自动化系统的“遥控”功能必须使用生产控制大区的专用网络通道。

2) 在配网自动化系统与广域网的纵向交接处,应设置经过国家指定部门检测认证的电力专用纵向加密认证装置或者加密认证网关及相应设施。

业务种类包括普通数据上传下载业务、语音业务、集群调度业务、视频监控业务、远程办公业务等。各种业务对于可靠性、安全性、实时性、数据吞吐量等都有很大不同。

### 3 McWiLL 系统中低压电网通信中的应用

根据第2节的分析,要满足中低压电网通信需求,则该通信系统必须具备以下特点:能满足多用户并发功能;能实现非视距广覆盖;能实现宽窄带业务的融合,即能支持数据业务(如视频监控)和语音业务的并发;具有很高的网络可靠性和安全性;新增信息点的接入灵活简单;具有工程建设的便利性和经济性。

技术上,McWiLL 无线系统无疑是有效的解决方案<sup>[9]</sup>。

1) 在覆盖和站点选择方面,McWiLL 的覆盖与中低压电网信息点的分布相符。根据南方电网配电网规划指导原则,A类(区域)供电区规划110 kV变电站供电范围宜按3~4 km<sup>2</sup>考虑,B类宜按4~6 km<sup>2</sup>考虑,C类宜按6~9 km<sup>2</sup>考虑,D类宜按9~16 km<sup>2</sup>考虑。相对应地,McWiLL 系统在A,B,C,D区域的覆盖面积能满足各自的需求。以本次测试的两个站点所覆盖的密集市区,两个基站的距离为2.1 km,而相同区域的变电站之间的距离只有不到1.5 km。也就是说,在110 kV变电站上建设1套McWiLL 基站就能满足该变电站下所有配电所等信息点的覆盖。而110 kV站拥有基站所需要的全部资源,如电源、传输、天面等,是天然的无线基站建设点。

2) 在网络安全性方面,McWiLL 系统的安全接入体系由安全数据管理、接入安全和业务安全三部分组成,能确保McWiLL 系统本身的安全,而在网络上直接接入电网公司传输专网,也能得到安全性保障。

3) 在业务方面,McWiLL 系统能支持宽窄带业务的融合,便于扩容和支持新业务拓展。这就在保证配网自动化、大客户负控、远程抄表等基本业务外,还可以拓展如协调作业、可视电网、集群调度、移动办公、应急通信、E1业务无线承载等电网生产、管理中需要开展的业务。做到一网多用。

McWiLL 系统中低压配网应用模型如图2所示。

### 4 结 语

研究无线系统是否能在电网通信中大规模应用,仅从技术层面和系统测试是远远不够的。还需要从国家政策、频谱分配、经济与社会效益、厂家

实力和产业链发展、组网应用等多个方面深入研究。总体上,McWiLL 系统技术先进,能满足中低压配电网通信的需求。但产业链发展还在起步阶段,能否提供高性能、高可靠性的产品在电网系统中进行大规模组网应用,还需要在实际网络应用中得到验证。

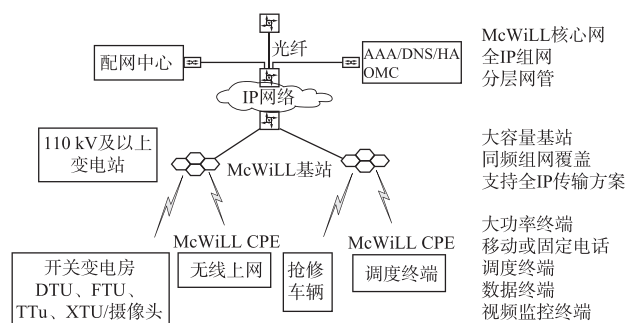


图2 McWiLL 系统中低压配网中的应用模型

Fig.2 Application Model of McWiLL System in Middle and Low Voltage Distribution Network

#### 参考文献:

- [1] 温斌,林波,刘响,等. McWiLL 宽带无线接入技术及应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.
- [2] 江连山. McWiLL 技术及其应用[J]. 电信技术,2007(7):22-25.
- [3] 柏均,李永志,闫鹏. McWiLL 系统在应急通信中的应用分析[J]. 无线通信技术,2008,17(2):39-42.  
BAI Jun, LI Yongzhi, YAN Peng. Analyses on Application of McWiLL System in Emergency Communications [J]. Wireless Communication Technology, 2008, 17(2): 39-42.
- [4] 徐晓希,朱新宁,徐春秀. WiMAX 与 McWiLL 的技术以及发展现状对比[J]. 移动通信,2007,(12):29-34.
- [5] 中国南方电网有限责任公司. 中国南方电网公司 110 kV 及以下配电网规划指导原则[Z]. 广州:中国南方电网有限责任公司,2009.
- [6] 许刚. McWiLL 技术测试及业务发展策略[J]. 电信技术,2007,(7):26-28.
- [7] 捷思锐公司. 国内首发“McWiLL 多媒体调度与集群通信系统”[J]. 中国新通信,2009,(2):51-51.
- [8] 蒋辉,许瑞峰,张丹丹,等. McWiLL 的演进:面向工业信息化的宽带多媒体集群系统[J]. 电信科学,2008,(08):90-93.
- [9] 梁雪梅,亢中苗,孙毅. 基于 McWiLL 技术的配电自动化系统设计[J]. 中国电力教育,2009(S1).

收稿日期:2009-05-04

#### 作者简介:

王勇(1979),男,陕西人,工程师,硕士,主要从事电力通信技术研究、通信资源及系统管理工作(e-mail) wangyong@csg.cn;

杨俊权(1963),男,天津人,高级工程师,学士,主要从事电力通信调度运行、电力通信技术研究及专业管理工作(e-mail) yangjq@csg.cn;

陈宝仁(1979),男,江西人,工程师,硕士,主要从事无线通信及配电网通信技术方面的规划和设计工作(e-mail) chenbrtt@126.com.