

Application and Discussion of the Measurement Terminal in the Monitoring of Low Voltage Line in Power Grid

Hong Xiao¹, Di Zhou¹, Jing Tang¹, Fei Qiao¹, Limin Wu², Xiaolong Zhao², Kunshuai Liu²

¹Guilin Power Supply Bureau of Guangxi Power Grid Company, Guilin Guangxi

²Xi'an Haoyuan Power Technology Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

Email: 457806934@qq.com

Received: Mar. 10th, 2018; accepted: Apr. 1st, 2018; published: Apr. 8th, 2018

Abstract

A southern power grid court of low pressure line has no mature and effective online monitoring method of line power quality. The technology in use today can't monitor the situation of low voltage side lines; the installed voltage monitoring instrument can only measure the voltage of installation point, noncoherent identification. The subject study is a kind of new system based on the courts' low voltage distribution carrier wave communication online monitoring, through the GPRS communication mode of the courts' monitoring and measuring terminal, by the power carrier communication front-end machine receive the data information of distribution carrier communication back-end monitoring machine, then by monitoring and measuring terminal changeable again transfer it to the host, to realize low voltage line remote online monitoring, give full play to the with monitoring and measuring terminal changeable communication channel, realize the resource sharing, and is convenient to generalization and popularization.

Keywords

Courts, Online Monitoring, Carrier Signaling

电网配变监测计量终端在低压线路监测中的应用与探讨

肖宏¹, 周笛¹, 唐静¹, 乔飞¹, 吴立志², 赵小龙², 刘坤帅²

¹广西电网公司桂林供电局, 广西 桂林

²西安浩源电力科技有限公司, 陕西 西安

Email: 457806934@qq.com

收稿日期：2018年3月10日；录用日期：2018年4月1日；发布日期：2018年4月8日

摘要

南方电网台区低压线路没有成熟有效的线路电能质量在线监测方法，目前所使用的技术无法监测台区低压侧线路的情况，安装的电压监测仪只能测安装点的电压，无相序标识。该课题研究的是一种基于台区低压配电载波通信在线监测新系统，通过台区配变监测计量终端所配的GPRS通信方式，由配电载波通信前端机接收到配电载波通信后端监测机的数据信息，再由配变监测计量终端传送到主站，实现低压线路远程在线监测。充分发挥了配变监测计量终端通信通道，实现了资源共享，方便推广普及。

关键词

台区，在线监测，载波通信

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国幅员辽阔，输电线路网络错综复杂，尤其是低压配电线路，有些所处环境尤为恶劣，这给电力工作人员的日常巡视、检查工作造成了极大的不便。为此，必须借助先进的现代化监测技术以及相关的监测设备，尽快建立起监控中心。随着科学技术的发展与进步，基于低压线路配变监测计量终端和电力载波通信的远程在线监测技术应运而生，这项技术能够客观准确地收集信息，并对其进行科学处理，同时还能及时评估电力设备的性能，对输电线路检修模式的转变以及输电设备状态监测工作的完善具有十分重要的意义[1]。

2. 低压线路监测现状

2.1. 国网现状

自2008年我国南方发生重大雪灾导致大面积严重电力瘫痪事故发生后，国家供电局引进并强制实施了输电线路在线监测技术以保障供电线路网络的安全稳定运行。国网在台区配变安装的集中器具有南网“配变监测计量终端”的功能，同时为载波抄表集抄系统的集中器[2]。目前输电线路在线监测技术已经广泛地运用到电力监控系统中，其多样化的功能与广阔的涵盖领域为输电网络的安全、平稳运行以及输电线路的维护与检修提供了很大的帮助。然而该项技术目前仍存在着缺陷与不足，需要相关部门与技术人员不断进行改进。在我国的国家电网，有专门研究电力线载波通信技术的，如国家电网的电科院，就在电力线载波方面投入比较多的研究力量。

2.2. 南网现状

而南方电网的广东电网，就以3G、4G公众移动通信网为基础，研究自己的电力数据通信无线专网。但这只适合广东的城镇化水平高的地区，偏僻的农村，同样是存在没有3G、4G公众移动通信网覆盖的盲区，所以，很难全部解决配电网的通信问题[3]。况且，电网公司对通信网络的安全性要求越来越高。

开放的，与 3G、4G 公众移动通信网连结的数据网络，其安全性难以保证。载波技术在 10 KV 及以上电压等级的线路上，发展的很好，也很成熟。但在低压 400/220 V 线路，需要继续研究，才能促使其发展起来，特别是在我们国家。

南网的每个配变台区都装有配变监测计量终端，但是并不是能够有效地管理和监测到台区低压侧的线路末端的电压质量[4]。南网的“配变监测计量终端”仅提供台区配变低压侧的三相电流三相电压，是计量自动化系统的数据采集装置，计量自动化系统有很大的通信容量可以发挥，资源利用率低，从共享资源的角度出发，就可以把低压线路需要监测的数据采集后远程传输任务交给配变监测计量终端，充分发挥计量自动化系统的作用，意义重大。在试点成功后，随着低压线路宽带载波技术完全的成熟，这种技术路线完全可以取代电压监测仪系统，为台区低压线路的任意点监测提供技术支持。

3. 低压线路在线监测的工作方式

基于电力线载波通信的在线监测技术：

根据南方电网运行实际情况有针对性的研发设计了配电载波通信装置，旨在使原来的配变监测计量自动化系统发挥更强大的作用，使配网向着更加智能化的方向发展。该装置主要用于电网低压系统监测，让管理人员及时了解电网运行状态，排查安全隐患，防止故障多发。终端采用电力载波数据通讯方式，以公共的电网为载体，辅助以现场 RS485 总线、RS232 等通讯方式，将输电线为主要管理对象，对相关的用电信息进行监测，实现供用电监测，具有远程抄表、用电异常信息报警、负荷管理等多种功能[5]。终端软件采用先进嵌入式操作系统开发，硬件采用 32 位内核 CPU，256 Mbit NandFLASH 大容量数据存储。台区低压配电载波通信在线监测装置可根据设定的阈值对电压监测点超限进行报警，并按账号所属辖区弹窗提示；自动分析电压不合格的具体情况，并根据分析结果提供电压合格率改善方案；在同一配电变压器下的配电载波通信后端监测机和配电载波通信前端机采用低压电力线载波通信方式，成本低，无运行费用[6]。

配电监测终端分散地安装于台区变压器低压供电网络的关键节点，实时监测线路的电压、电流和环境温度等；对每个台区配变装设 1 台配变监测中继终端，它实时监测配变低压侧三相电压、电流和环境温度等，同时通过电力线载波通信技术收集其供电区域内各个关键节点处低压配电监测终端的监测数据，并将这些数据上传至局级配电监管中心；以无线通信作为补充，在停电时完成停电瞬间的数据传送。图 1 是台区低压配电载波通信在线监测示意图。

目前，电力线载波技术日渐主导电力系统和民用生活的通讯方式。根据载波频率、载波速率、载波调制方式，行业内部分为两大阵营：

低速窄带阵营：采用 1~500 kHz 的频段载波，速率通常在 1.5~10 Kbps 之间，简单的 OFDM 扩频调制方式；

高速宽带阵营：采用 1~30 MHz 的载波频率，速率通常在 1~200 Mbps 之间，基于成熟的 DMT 的调制方式。近年来，国内外开始普遍向宽带高速率 PLC 转移，通常称之为宽带电力线载波技术或称之为 BPL [7]。

高速宽带与低速窄带性能对比如表 1 所示。

宽带电力线载波的优势：宽带电力线载波之所以优于窄带电力线载波技术，可从上表的比对中获得一瞥。不同于传统的 OFDM 方式，基于 OFDM 的 DMT 技术使用自适应载码算法瞬时计算所有子通道中的信噪比，根据其结果动态地为各信道添加负载(从 0-bit 负载~3 或 10~bit 负载)，同时预测下一瞬间的信噪分布并自行学习电网干扰概算，有效规避干扰，优化载波质量，并从根本上降低了宽带载波芯片的功耗，从而做到 <0.9 W [8]。

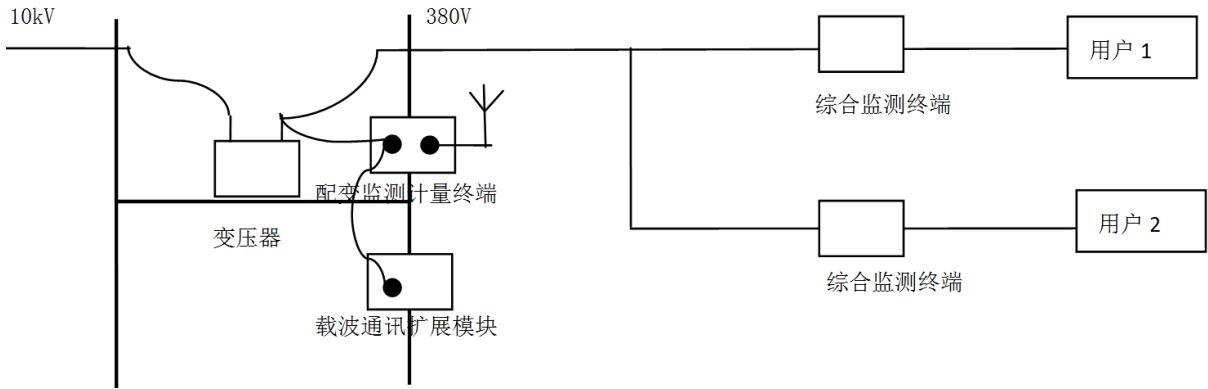


Figure 1. An online monitoring system of distribution carrier communication in low-voltage courts

图 1. 台区低压配电载波通信在线监测系统示意图

Table 1. Comparison of high speed broadband with low speed narrowband

表 1. 高速宽带与低速窄带对比表

对比项目	高速宽带	低速窄带
稳定性(针对信噪比-SNR)	载波频段广泛地分布在 1~30 MHz 之间, 载波信道多达 256/1024 个(低速 24 Mbps/高速 200 Mbps), 同时每只信道宽大, 不会被集中干扰, 不会出现断线现象, 保障实时监控动态范围广。	因为载波频段集中在低频, 信道过少, 且每个载波信道相对狭窄, 容易收到集中干扰而丢失网络链接, 无法实现实时监控; 动态范围低。
禁用频段限制	先进的滤波技术加上自动规避禁用频段的方式, 保证了对频段使用的安全性和可靠性。	因为载波频段靠近 AM, 国内外某些厂商的滤波技术依然无法有效地防范禁用频段侵入, 制约了正常发展。
通讯速率	低速时保障 24 Mbps 的通讯速率, 高速系列产品可达到 200 Mbps 的通讯速率, 最大程度地保证了大数据量的通讯质量, 同时可提供多媒体声像等服务。	通常在 2.4~9.6 Kbps 之间, 无法保障大数据流量的实时监控。
调制方式和效率	基于 OFDM/DMT 的多波载波(Multi-Carrier) 调制方式可达到 1, 2, 3.....bits/s/Hz。	从宽带效率率上来看, 单波载波、多通道以及扩频等调制方式都无法提高载波效率(2 bits/s/Hz)。
技术先进性	综合各学科的世界级领先技术, 并且每天都在进行着技术革新和创新的研究。	教科书级的传统技术, 无法满足日新月异的高科技需求。信息论的相关技术和算法应用较少, 大量依靠硬件实现。
芯片功能	采用 ARM9 和 ARM11 的 32 位内核, 提高了芯片和系统的处理能力, 使得高级算法和大量的计算从而得到实现。	依旧采用 8051 系列 8 位或者 16 位单片机作为内核, 功能和效果相对较差。

4. 具体实施

配电载波通信后端监测机分散地安装于台区低压供电网络的关键节点, 实时监测线路的电压、电流和环境温度等; 对每个台区配变装设 1 台配电载波通信前端机, 它实时检测配变低压侧三相电压、电流和环境温度等, 同时通过 PLC 收集其供电区域内各个关键节点处配电载波通信后端监测机的监测数据, 并将这些数据上传至局级配电监管中心; 通过监管中心的数据处理、状态评估和预测分析, 使得监管人员能够全面掌握低压电网的实时运行状态, 及时发现台区供电状态并自动挖掘预警信息, 了解台区供电系统三相负荷平衡程度及其调整策略, 通过长期的历史数据分析, 为电网的节能改造提供科学依据。

项目安装地点其一: 桂林供电局城南分局辖下白竹境西村公变低压线路, 三相四线; 安装地点选择变压器低压侧一条支线末端, 距离台区变压器 800 米, 能够准确稳定的监测线路的三相电压、三相电流、线路温度, 并且实时传输到配电载波前端机, 通过配变监测计量终端传回局里。台区变压器有低压无功

补偿,但是线路末端的电压是否达到标准无法确定,安装该装置后就可以实时监测到线路末端的电压,更加方便电网公司的管理和整改。

配电载波通信后端监测机每分钟采集一次电网的电压、电流、温度等,并以每5分钟一次为间隔,通过载波向配电载波通信前端机上传一次电网的电压、电流、温度等;若配电载波通信后端监测机发现电网数据异常则立即通过电力线载波通信向前端上传。

台区低压配电载波通信在线监测装置的特点:

1) 三相不平衡分析与三相负荷调整决策功能;重过载报警及分析功能;过欠压报警及网络拓扑分析功能;过电流、过热等潜在事故自动预警功能;各种原因导致的线路断电或断线自动通告功能;

2) 根据设定的阈值对电压监测点超限进行报警,并按账号所属辖区弹窗提示;具备按条件筛选功能;具备日曲线拼接功能;

3) 根据历史数据自动统计台区及用户自然年的负荷增长情况,分析重过载的具体时间段及持续时间,根据分析结果提供改造方案;同时还能根据所有的统计结果提供需改造的轻重缓急清单。

5. 实验数据分析

为了验证本文方法的有效性,我们选取的实验数据为三相电压、三相电流、零线电流、电池电压、电缆温度、发送以及接收具体时刻;采集了配电载波通信后端监测机三相的发送数据与配电载波通信前端机接收到的数据信息。见表2所示。

表2是配电载波通信后端监测机发送的A相数据与配电载波通信前段机接收到的A相数据,可以看出,在电缆温度为35.6℃,发送时刻为2018年1月4日16时10分03秒,载波后端监测机发送的A相相电压是225.5V,前端机通过校验码识别后接收到的也是225.5V,相电流、零线电流以及电池电压跟后端监测机发送的数据均相同。

表3是配电载波通信后端监测机发送的B相数据与配电载波通信前段机接收到的B相数据,发送环境为:电缆温度35.7℃,发送时刻2018年1月4日16时10分25秒;载波后端监测机发送的B相相电流是138.213A,前端机识别后接收到的也是138.213A,接收到的相电压、零线电流以及电池电压跟后端监测机发送的数据均相同。

表4是配电载波通信后端监测机发送的C相数据与配电载波通信前段机接收到的C相数据,发送环境为:电缆温度35.6℃,发送时刻2018年1月4日16时10分50秒;载波后端监测机发送的C相电池电压是3.52V,前端机识别后接收到的电池电压也是3.52V,其余的接收数据,相电压、相电流、以及零线电流跟后端监测机发送的数据均相同。

Table 2. Summary of A phase data

表2. A相数据汇总表

	配电载波通信后端监测机	配电载波通信前端机
相电压/V	225.5	225.5
相电流/A	151.367	151.367
零线电流/A	4.3	4.3
电池电压/V	3.57	3.57
电缆温度/℃	35.6	35.6
发送(接收)时刻	16:10:03 2018/1/4	16:10:03 2018/1/4

Table 3. Summary of B phase data
表 3. B 相数据汇总表

	配电载波通信后端监测机	配电载波通信前端机
相电压/V	227.2	227.2
相电流/A	138.213	138.213
零线电流/A	3.5	3.5
电池电压/V	3.61	3.61
电缆温度/ °C	35.7	35.7
发送(接收)时刻	16:10:25 2018/1/4	16:10:25 2018/1/4

Table 4. Summary of C phase data
表 4. C 相数据汇总表

	配电载波通信后端监测机	配电载波通信前端机
相电压/V	230.7	230.7
相电流/A	185.574	185.574
零线电流/A	3.9	3.9
电池电压/V	3.52	3.52
电缆温度/°C	35.6	35.6
发送(接收)时刻	16:10:50 2018/1/4	16:10:50 2018/1/4

6. 结论

可以实现台区低压侧线路情况的有效监测, 通过配电网已有的台区配变监测计量终端远程通信方式传递数据信息, 能够有效管理低压侧线路电能质量、导线断线等故障问题, 测试后已达到预期效果, 实时性好, 同时可靠性也得到了很大提升。在谐波很严重的通信基站附近受到的干扰严重, 需要再继续研究。

参考文献

- [1] 汤效军. 电力线载波通信技术的发展及特点[J]. 电力系统通信, 2003(1): 47-51.
- [2] 宋涛, 蒋伟, 赵勤学. 低压配电网电力线载波通信路由算法研究[J]. 科学技术与工程, 2016, 16(2): 169-173.
- [3] 吴兆平, 杨俊杰, 高聪慧, 等. 低压电力线载波通信路由算法研究[J]. 电测与仪表, 2015, 52(12): 108-112.
- [4] 许国强, 冯秀玲. 浅析电力线载波的信号处理技术[J]. 中国教育技术装备, 2016(10): 123-125.
- [5] 胡瑞. 浅谈低压电力线载波通信中的干扰及解决措施[J]. 科技视界, 2015(26): 185.
- [6] 冯春柳. 浅谈低压电力线载波通信技术及应用[J]. 数字技术与应用, 2015(8): 41, 43.
- [7] 邵梅, 魏威, 吕春华. 试析城市低压配电网通信组网技术研究[J]. 科技尚品, 2016(1): 226.
- [8] 张良, 吕玲. 基于电力线通信动态组网的农村智能抄表系统[J]. 农村电气化, 2015(11): 39-40.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2161-8763，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：sg@hanspub.org