

微功率无线传输技术构建现场通信网络的技术方案

谢明涛

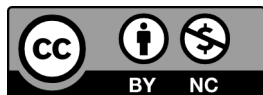
中国地质大学机械与电子信息学院，武汉

摘要 | 在输配电线路现场通信网络中，微功率无线通信技术需要解决远距离传输带来的适应性问题，也需要支持电力信息处理的时间同步。文中讨论了以 IEEE802.11g (2.4GHz) 为代表的微功率无线传输技术构建现场通信网络的技术方案，重点针对点对点组网拓扑下的通信吞吐量、时延进行了理论分析、计算机仿真，测试了设备远距离通信与时延和吞吐量的关系，并基于分析数据获得了微功率无线通信技术对 IEEE2030 标准定义通信技术指标的适应性。针对电力信息的业务同步需求，提出了微功率无线在现场网络中的同步技术，对所提出的同步算法进行了性能分析和仿真。

关键词 | 电力系统；现场网络；微功率无线；无线网络；吞吐量；同步

Copyright © 2021 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/>



在输配电线路通信网络的现场网络建设中，无线网络具有成本低、部署方便的优点。当前无线网络技术方案中，国家频谱管理政策限制了采用蜂窝无线网络技术进行大规模电力通信专网建设，而采用工业、科学和医疗频段的微功

作者简介：谢明涛，中国地质大学机械与电子信息学院在校生。

文章引用：谢明涛. 微功率无线传输技术构建现场通信网络的技术方案 [J]. 无线通信研究, 2021, 3 (2) : 22-26.

<https://doi.org/10.35534/rwc.0302009c>

率无线技术具有组网灵活、系统简洁的优势,成为电力通信的重要技术选择之一。然而,大多数微功率无线技术,例如无线传感网络、无线局域网,其设计初衷是应用于小范围的近距离网络,实现多点接入功能,在输配电线路等通信距离长达数公里的现场网络中,使用微功率无线技术获得的通信性能与其在原始设计环境(工作范围为100 m)下有较大差别。另一方面,微功率无线技术也未考虑工业级环境的需求,例如IEEE802.11g设计在非同步的数据通信业务体制下,没有提供工业级控制类业务的时间同步要求。目前,在一些针对微功率无线远距离传输的研究中,开展了对通信协议在远距传输中的理论性能分析,从协议的角度提出微功率无线技术在远距离传输中的适应方案。但是,上述成果并未从工程角度提供通信距离与通信性能之间的关系,未考虑信号强度对传输性能的影响。在当前的各项微功率无线技术中,IEEE802.11g技术使用ISM频段,具有物理层传输速率较高(54Mbit/s)、技术成熟、向下兼容IEEE802.11b等优点。因此,本文以IEEE802.11g技术为例,分析了微功率无线技术的通信距离与业务带宽、业务时延之间的关系,通过计算、仿真、实验,获得了微功率无线技术与IEEE2030标准定义的通信技术指标的适应性,为智能电网的现场通信网络的工程应用提供参考。最后,针对电力业务的同步要求,本文分析了微功率无线技术对同步的支持能力,提出了一种基于软件层面实现业务同步的技术方案,并进行了理论分析和仿真。

1 微功率无线的设计与分析

在实际的输电线路现场网络中,档距通常为1 km左右,最长不超过3 km;而配电线路中,档距通常在100 m左右,最长不超过300 m。一方面,实现微功率无线的远距离通信需要考虑天线设计、功率控制、协议适配;另一方面,也要考虑通信距离增加后带来的通信带宽、时延性能参数变化,为理论分析和工程设计提供参考。

2 现场网络的通信组网方案

在输配电线路信息节点之间组成线状、多跳的无线网络。在每一个杆塔

处布置一个无线传输节点,节点通过使用高增益的定向天线,配合适当的发送功率控制,满足不同传输距离下的远距离通信。该节点实现以下功能:

①收集线路杆塔上传感器采集到的信息,并传递到变电站;②信息的中继传输,实现临近杆塔之间通信;③将同步网的时钟信息,向终端的节点逐级传递。

微功率无线远距离通信性能分析上述组网方式的通信本质为点对点多跳传输,其性能分析的根本是分析点对点通信的性能。而在实际的工程中,决定无线传输性能的因素如下。IEEE802.11g在物理层使用了正交频分复用技术,配合不同的调制方式和编码方式,实现了最高为54Mbit/s的物理层速率。在实际系统中,传输距离越远,接收信号强度越小,收发双方能够选择的物理层技术受到了限制,因此,需要分析传输距离对物理层技术选择的影响。在媒体接入控制(MAC)层使用载波侦听多路访问/冲突避免(CSMA/CA)的信道接入控制协议,随着距离的增加,无线电在空中传输的时间也增大,随之增大的是半双工方式下节点发送数据产生碰撞的概率,需要充分考虑远距离传输对碰撞概率的影响。

在点对点网络中,随着传输距离的增加,吞吐量呈阶梯形减小,时延呈阶梯形上升。使用RTS/CTS机制后,初期RTS/CTS机制的控制信息会占用吞吐量的资源,随着距离的增加RTS/CTS机制将会减小节点的碰撞引起的消耗,最后其吞吐量反而超过未使用RTS/CTS机制的情况。传输时延存在相似的结论。

3 结语

本文以输电线路的在线监测系统为基础,以IEEE802.11g微功率无线技术为例,研究微功率无线技术对输配电线路的现场通信网络的适应性。通过对IEEE802.11g在现场网络中的通信指标(包括带宽、时延等)的理论分析和实验测量,并参照智能电网IEEE2030标准,给出了微功率无线传输技术在现场网络中的应用场景:在通信距离较短时,可以使用IEEE802.11g作为一种中继手段;如果通信距离增加达到30 km时,微功率无线的带宽将成为

整个系统的性能瓶颈,无法满足 IEEE2030 定义的指标。本文所提出的同步算法能够在不改变当前硬件的前提下,实现较高的同步精度,在实际的工程中,能够在一定程度上减小设备的成本,在不更改现有设备的前提下,使设备具有一定精度的业务同步功能成为可能,进一步提高了微功率无线技术应用在现场网络中的可用性。

参考文献

- [1] 徐魁,蒋瑀瀛. 基于 GSM/GPRS 通信的抄表系统 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (17): 94-96.
- [2] 黄新波,刘家兵,王向利,等. 基于 GPRS 网络的输电线路绝缘子污秽在线遥测系统 [J]. 电力系统自动化, 2004, 28 (21): 92-95.
- [3] 赵增华,石高涛,韩双立,等. 基于无线传感器网络的高压输电线路在线监测系统 [J]. 电力系统自动化, 2009, 33 (19): 80-84.

Micro Power Wireless Transmission Technology to Build a Field Communication Network Technical Proposal

Xie Mingtao

*School of Mechanical and Electronic Information, China University of
Geosciences, Wuhan*

Abstract: In the field communication network of transmission and distribution lines, micro-power wireless communication technology needs to solve the adaptability problem brought by long-distance transmission, and also needs

to support the time synchronization of power information processing. In this paper, the technical scheme of the construction of the field communication network by the micro-power wireless transmission technology represented by IEEE802.11g (2.4GHz) is discussed. The theoretical analysis and computer simulation of the communication throughput and delay under the point-to-point networking topology are carried out, and the relationship between the distance communication and the delay and throughput is tested. Based on the analysis data, the adaptability of micro power wireless communication technology to the communication technology index defined by IEEE2030 standard is obtained. Aiming at the demand of power information service synchronization, the micro power wireless synchronization technology in the field network is proposed, and the performance of the proposed synchronization algorithm is analyzed and simulated.

Key words: Power system; Field network; Micro power wireless; Wireless network; Throughput; Synchronous