

WiMAX 在风力发电故障诊断系统中组网的研究*

王惠中, 范少伟

(兰州理工大学 电气工程与信息工程学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 结合风力发电故障诊断系统的特点, 提出了 WiMAX 技术在该系统中应用的方案, 并介绍了其技术优势。同时给出了风力发电故障诊断系统中的 WiMAX 组网设计, 证明了其应用的可行性。

关键词: 风力发电; 故障诊断; WiMAX

中图分类号: TN928

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)22-0052-03

Research on WiMAX network in the fault diagnosis system of wind power generation

WANG Hui Zhong, FAN Shao Wei

(College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou University of Tech, Lanzhou 730050, China)

Abstract: This paper combined the characteristics of the fault diagnosis system of wind power generation, proposed a program on WiMAX technology in the application of the system, and introduced the technical advantages of the application. at the same time, the paper also described WiMAX networking design in the fault diagnosis system of wind power generation, demonstrated the feasibility of the application.

Key words: wind power generation; fault diagnosis; WiMAX

随着社会的发展, 人们对能源的需求越来越大。风能作为一种纯净的可再生能源, 已经被越来越多的人所重视。风电的发展对于保障能源安全、调整能源结构、减轻环境污染、实现可持续发展等都具有非常重要的意义^[1]。2008 年全世界风力发电新增装机容量约 2 726 万 kW, 累计装机容量达 1.21 亿 kW, 全球风力发电量为 2 600 亿 kWh^[2]。风力发电机组是风电场的关键设备, 但由于受恶劣自然环境以及复杂的发电机组和电力电子设备等因素影响, 风力发电机设备很容易出现损坏和故障, 影响生产^[3]。因此, 多采用故障诊断系统对风力发电机的运行状态进行实时监测跟踪, 并对故障征兆进行分析处理, 从而预测风电机组的故障趋势, 指导风力发电机的维修和维护, 为风电机组的正常工作提供保障。

风电场中使用的通信方式主要有电力线载波通信、光纤通信和无线通信三种。其中电力线载波通信是一种传统的电力通信方式, 具有投资小、易维护的优点^[4], 但是在传输信号时具有衰减大、干扰强、阻抗变化复杂等特点, 不能在电力线上进行高速、可靠、安全的数据

通信^[5]。光纤通信具有传输频带宽、通信容量大、传输损耗小、不怕电磁干扰、保密性好等优点^[6], 但由于风电场占地面积大, 采用光纤通信布线需要花费大量的人力, 并且建网成本高、网络扩展困难。无线通信解决了布线问题和网络扩展问题, 但现在的电信部门提供的 GPRS、GSM 通道具有时延不确定性、信息安全性能差等缺点, 相比较而言, WiMAX 无线传输技术传输距离远、接入速度快、抗干扰能力强, 支持完善的 QoS 机制, 其 MAC 层中的保密子层为信号实时安全准确地传输提供了保障。

1 WiMAX 在风力发电故障诊断系统中的应用优势

WiMAX(World Interoperability for Microwave Access)全球微波接入互操作性, 是基于 IEEE802.16 标准系列的无线城域网技术^[7], 是针对微波和毫米波频段提出的一种新的空中接口标准, 能够提供高速连接^[7]。WiMAX 的使用频段是 2 GHz~66 GHz, 其中 2 GHz~11 GHz 频段支持视距(NOS)和非视距(NLOS)传输, 11 GHz 以上频段支持NOS传输。WiMAX 协议包括物理层和媒体接入控制层(MAC)两部分, 物理层支持 FDD(频分复用)和 TDD

* 基金项目: 甘肃省教育厅科研项目(0908-07)

网络与通信 Network and Communication

(时分复用)两种双工方式,使基站和终端可以根据需要灵活改变突发类型,从而选取合适的发射参数(如调制方式^[8])。在物理层上的关键技术有 OFDM(频分复用)技术、MIMO(多输入多输出)技术、混合自动重传(HARQ)技术、自适应调制编码(AMC)技术和功率控制技术等。MAC 层由特定业务汇聚子层(CS)、公共部分子层(CPS)和安全子层(SS)三部分组成。MAC 层支持 QoS 管理,根据业务 QoS 要求和业务参数来请求带宽连接或带宽调整,以保证数据传输低时延的要求。MAC 层具有安全子层,支持 MAC 层安全机制,实现认证、加密等安全管理。

风力发电故障诊断系统总的功能和要求是保证机组安全可靠地运行。通过测试各部分的状态和数据,判断整个风力发电系统的状况是否良好,并通过显示和数据远传,将机组的各类信息及时准确地报告给运行人员。帮助运行人员追忆现场,诊断故障原因^[9]。风力发电故障诊断系统应该控制尽可能多的风电机组,并具有良好的显示速度,通信质量稳定,工作可靠,抗干扰能力强。

WiMAX 在风力发电故障诊断系统应用上有明显的技术优势:

(1)传输距离远,接入速度高

基于 OFDM(正交频分复用)技术的 WiMAX 具有 NLOS 传输的能力,最大传输距离可达 50 km,单一基站的基本有效覆盖范围为 6 km~10 km,是 WLAN 和 3G 基站所无法比拟的。WiMAX 提供的最高接入速度是 70 Mb/s,数据传输能力大,可弥补 3G 在数据传输速率和 WLAN 覆盖范围的不足^[10]。WiMAX 利用自适应功率控制,可以根据信道状况动态调整发射功率,从而使得 WiMAX 具有更大的覆盖范围以及更高的接入速率^[11]。

(2)抗干扰能力强,准确性高

在无线信号传输过程中会遭遇各种损耗和衰落过程,主要包括:快衰落信道、频率选择性衰落、码间干扰(ISI)、信道间干扰、其他损耗^[12]。WiMAX 采用 OFDM(一种多载波传输技术),传输时把高速串行数据转调至低速并行数据,并通过正交子载波联合编码调制,解决了无线传输过程中存在的严重的频率衰落问题。通过联合编码,使传输具有很强的抗衰落能力,同时具有很强的抗窄带干扰能力。低码速传输使接收端降低了均衡器的复杂度,解决了码间干扰(ISI)问题,如果选取合适的保护间隔(GI)甚至可以消除码间干扰。另外 WiMAX 采用混合自动重传技术(HARQ)降低系统的误码率。

(3)安全性

WiMAX 提供了完善的加密机制,它在介质访问层(MAC)中定义的加密子层支持 128 bit、192 bit 及 256 bit 加密系统,通过使用数字证书的认证方式,确保了无线网络内传输的信息得到完善的安全保护^[13]。

(4)服务质量(完善的 QoS 机制)

在 WiMAX 标准中,MAC 层定义了较为完整的 QoS 机制,包括 4 种不同的业务类型:主动授予业务(UGS),

周期产生数据包长度固定的实时数据流业务;实时轮询业务(rTPS),周期产生数据包长度不固定的实时数据流业务;非实时轮询业务(nrtPS),不定期地提供数据包长度不固定的允许有较长时延的数据流业务;尽力而为业务(BE)。MAC 层通过设置不同的 QoS 参数(时延、时延抖动、最小保证速率等)提供相应的 QoS 服务属性,这些属性包括如何请求上行链路带宽以及带宽管理、接入控制、资源预留等,从而有效地进行业务流管理。

(5)建设成本低

由于采用无线传输,不需要进行现场布线,从而节省了很多人力和物力;由于 WiMAX 基站的覆盖范围大,减少了基站的建设成本和维修费用。

(6)可扩展性,易维护

WiMAX 使用动态 TDMA,带宽按需分配,且可以使用所有能用的频率,支持多信道和蜂窝结构。在物理层,WiMAX 支持灵活的射频信道带宽和频率复用,当网络扩展时,可以作为增加小区容量的一种手段。此外,WiMAX 还支持自动功率控制和信道质量测试,可以作为物理层的附加工具来支持小区规划、部署以及频谱的有效利用^[14]。

2 WiMAX 在风力发电故障诊断系统中的组网

2.1 WiMAX 组网模式

WiMAX 的组网方式可粗略地分为两种,一种是小区蜂窝架构,也称为点对多点结构 PMP(Point to Multi-point),网络中所有的节点都直接与基站通信,由基站控制所有的传输和资源的分配。另一种是自组织网状网络结构,也可称为 Mesh 结构,所有节点间通过一跳或多跳链路相互通信^[15]。802.16d 标准 MAC 层支持 PMP 和 Mesh 两种模式,如图 1 所示。

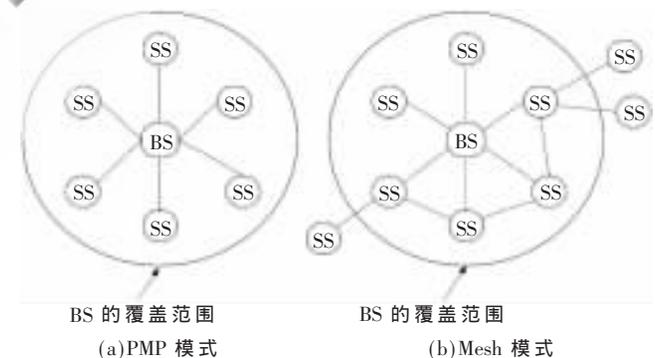


图 1 WiMAX 组网方式

(1)PMP 模式是包括一个基站 BS(Base Station)和多个用户终端 SS(Subscriber Station)的蜂窝结构,传输信道被分为上行(从 SS 到 BS)和下行(从 BS 到 SS),所有的上下行链路都是用户终端所共享。PMP 模式要求所有的 SS 必须在 BS 的传输范围以内并且是视距传输^[16]。

(2)Mesh 模式中,部分或者全部节点作为中继线路,并作为网络的接收机和发射机组成一个 Ad Hoc 网络。另外网络中有些节点仍然作为 BS 提供回程连接^[17]。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 53

网络与通信 Network and Communication

Mesh 模式使得多个节点使用 WiMAX 无线 Mesh 结构互联,这意味着可以灵活地扩展接入网络结构,可适用于主干网覆盖局域网覆盖不到的地方,从而实现城域网的扩展^[18]。

2.2 WiMAX 在风力发电故障诊断系统中的组网设计

本系统采用星型网络拓扑结构,使用 PMP 和 Mesh 模式相结合的组网方式,如图 2 所示。PMP 网络采用 Mesh 组网方式扩大覆盖区域,把中心基站作为接入点与核心网(监控室和 Internet 网络)相连,其余 PMP 网远端基站通过无线链路与该中心基站相连。两种网络嵌套增加了网络的覆盖范围,并且灵活多样,即使一点出现故障也不影响其他网络,增加了数据传输可靠性。

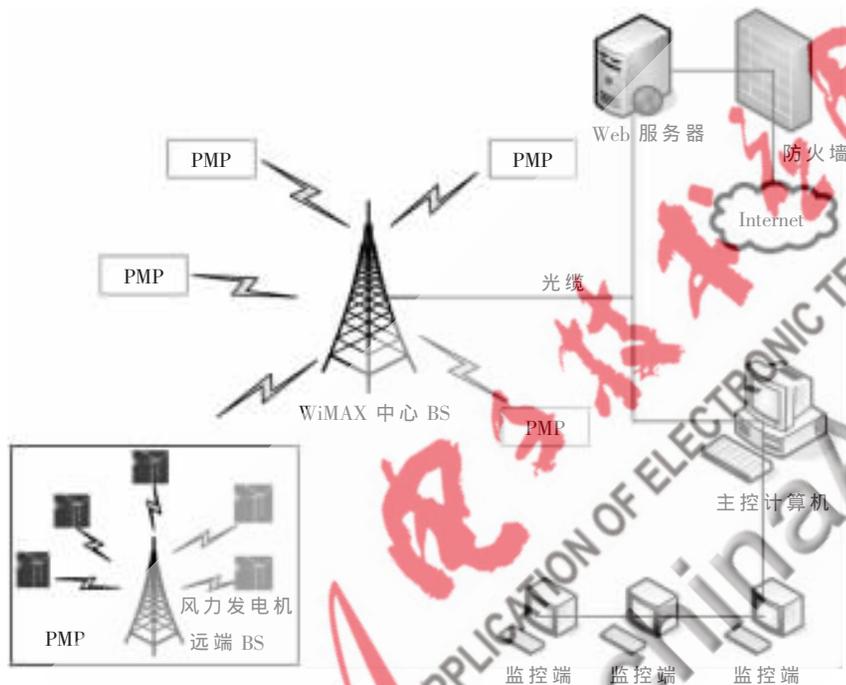


图 2 风力发电故障系统中 WiMAX 网络

远端基站和中心基站之间采用无线连接,中间无中继基站,风力发电机通过一跳(即远端基站)直接与中心基站通信,其中风力发电机采用固定天线,远端基站及中心基站采用全向天线或者定向/扇形天线,远端基站和风力发电机之间采用 3.5 GHz 频段,各个基站的服务区范围是 5 km~7 km。远端基站和中心基站间的距离可以为 30 km~50 km,基站间采用 5.8 GHz 频段。远端基站的频率覆盖范围与中心基站的频率覆盖范围会有部分重叠,但因使用频段不同而互不干扰,从而避免了使用相同频段造成的同频干扰。

在风力发电机端,通过传感器周期采集风力发电机状态数据,经过 WiMAX 物理层和 MAC 层处理后将数据发送给远端基站,数据包经远端基站传送到中心基站,基站在此过程中动态地分配带宽,根据网络覆盖情况,动态地选择天线和扇区覆盖技术。中心基站通过光缆接入到监控室的主机上(使用光缆可以避免传输过程中的电磁

干扰问题),监控端使用数据库对风机状态数据进行比对分析,预测风力发电机故障信息,并把故障信息和故障位置信息传回风力发电机使其进行相应的调整,避免故障的发生,与此同时将风力发电机状态数据信息上传至 Internet,实现数据共享,授权用户可以通过网上数据直接观察风力发电机的运行状态,实现远程监控。

综上所述,WiMAX 技术构建的网络适合在风力发电故障诊断系统中应用,WiMAX 不仅能支持远距离传输,并且能够提供很高的宽带容量和数据速率,同时具有完善的 QoS 机制、抗干扰、建设成本低、易扩展等优点,是构建风力发电故障诊断系统无线网络的可行选择。随着 WiMAX 技术的不断发展,WiMAX 将更好地服务于风力发电故障诊断系统,为我国风电企业的安全生产做出重要的贡献。

参考文献

- [1] 时强. 风场气象参数采集及无线通信系统研究[D]. 哈尔滨理工大学, 2008.
- [2] 全球风力发电产业及中国市场的投资机会分析[EB/OL]. <http://www.fenglifadian.com/fengchang/350GF712.html>. 2009.
- [3] 王之华, 王志新. 大型风力发电机组状态监测与控制技术研究[J]. 机电一体化, 2008(11): 41-43, 50.
- [4] 姚虹春, 郭经红. WiMAX 技术发展及其在配电网通信中的应用[J]. 电力系统通信, 2007, 28(171): 1-4, 27.
- [5] 冯豪, 罗耀耀, 蒋艳艳. 基于电力线载波通信的温度采集系统的设计[J]. 科学咨询(决策管理), 2010(1): 83.
- [6] 杜新宇. 光纤通信技术在电网调度自动化系统中的应用[J]. 电气应用, 2007(10): 44-45.
- [7] 李劫, 张勇, 王志辉. WiMAX 技术、应用及网络规划[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [8] 王兴亮, 周一帆. WiMAX 无线城域网的应用研究[J]. 国外电子元器件, 2008(9): 19-21.
- [9] 王承熙, 张源. 风力发电[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [10] 郎为民, 刘波. WiMAX 技术原理与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [11] 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(2): 30-33.
- [12] 吴继磊. WiMAX 网络测试及规划[D]. 北京: 北京邮电大学, 2008.
- [13] 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(204): 53-55, 60.
- [14] 陈灿峰. 宽带移动互联网[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2005.
- [15] 张昕颖. WiMAX 网络技术及其应用[J]. 福建电脑, 2009

- (6):60-61.
- [16] LU Ke Jie, QIAN Yi, CHEN H H, et al. WiMAX Networks: From Access to Service Platform. Network, IEEE, 2008, 22(3): 38-45.
- [17] 李爱涛, 徐俊. 浅析中国 3G 的现状与发展[J]. 科技信息, 2009(6):388.
- [18] ZHOU Yi, ZHENG Xue Feng, JIA Jia. WiMAX Research and Implementation, Information Technology and Applica-

tions, 2009. IFITA'09. International Forum. 2009(1):309-312.

(收稿日期: 2010-06-26)

作者简介:

王惠中, 男, 1962年生, 教授, 硕士研究生导师, 主要研究方向: 自动化仪器仪表、嵌入式开发与应用等。

范少伟, 女, 1986年生, 硕士研究生, 主要研究方向: 故障诊断。

