

基于 ARM 的输电线路状态监测数据传输终端

王 玮,黄在朝

(国网电力科学研究院信通所,江苏 南京 211106)

摘 要:介绍了基于 ARM 的输电线路状态监测数据传输终端的设计。终端采用 AT91SAM9260 处理器作为硬件平台,嵌入式 Linux 操作系统作为软件平台。数据传输终端汇集各类监测装置的监测数据,并在不同的通信组网方式下通过光纤专网、无线专网或无线公网与主站进行数据通信,实现了输电线路特殊环境下各类状态监测数据的标准化接入、安全接入和智能化接入。

关键词:输电线路状态监测;ARM;Linux;光纤;无线

中图分类号:TM72

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2011)05-0044-03

输电线路的可靠运行对于电网的安全和稳定具有重要的意义。为充分保障输电线路的可靠运行,有必要采用状态监测技术^[1]。按照国网公司坚强智能电网建设的工作安排,将依托生产管理信息系统(PMS)建立和推广输电线路状态监测系统,各类状态监测数据集中存储。输电线路状态监测数据传输终端是输电线路状态监测系统实现数据汇聚和传输的重要组成部分。需要设计一种统一的状态监测数据传输装置,不仅能在局部范围内管理和协同各类输电线路状态监测装置、汇集各类监测装置的数据,集中与主站系统进行安全双向数据通信,而且可跨专业、跨厂家甚至跨线路接入状态监测信息,实现在输电线路特殊环境下各类状态监测数据的标准化接入、安全接入和智能化接入。

1 监测数据远程通信方式

1.1 无线公网

国内开展输电线路状态监测的应用比较早,一般采用无线公网的通信方式。无线公网通信主要包括 GPRS、CDMA、3G 等^[2]。随着网络的负荷越来越大,同时状态监测数据传输的数据量、实时性和安全性要求越来越高,无线公网的通信方式已经很难满足需求。

1.2 光纤专网

输电线路的状态监测点位于各个输电杆塔上,监测系统的主站需要和每个监测点建立通信,随着光纤复合架空地线(OPGW)的广泛使用^[3],利用光纤实现监测数据的传输成为发展的必由之路。光通信方式在通信容量、实时性、可靠性、安全性等方面与其他通信方式相比具有较大优势,目前较常用的光通信技术包括无源光网络(xPON)技术和光纤工业以太网技术。

xPON 技术是一种点到多点的光纤接入技术,它由光线路终端(OLT)、光网络单元(ONU)以及光分配网络(ODN)组成^[4]。以太网无源光网络(EPON)、吉比特无源光网络(GPON)是目前 xPON 技术的主流方式。EPON 技术成熟,已经实现设备芯片级和系统级互通,价格大幅度下降,公网已经大规模部署。

光纤工业以太网是指在技术上与商业以太网(即 IEEE802.3 标准)兼容,在产品时能够满足工业控制现场的需要,也就是满足实时性、可靠性、安全性以及安装方便等要求的以太网。

1.3 无线专网

由于不是每个杆塔上都有光缆接续盒可以融纤接入,因此光通信设备只能放置在有光缆接续盒的杆塔上。从各个杆塔上的监测终端到光缆接续盒的这段距离,最方便的通信方式就是无线专网通信。在有光缆接续盒的杆塔上放置 EPON 设备和无线接入点,在没有光缆接续盒的杆塔上放置无线接入客户端,就可以通过无线信号的覆盖实现监测终端数据的接入。

WiFi 技术已经广泛应用于各个领域,因此可以利用 WiFi 技术实现对整个输电线路的无线覆盖。无线专网还可以使用 Wimax 等技术。Wimax 覆盖范围比 WiFi 大,但是设备相对昂贵。

1.4 组网方式

运用不同的通信技术,常用的监测数据远程通信组网方式有以下几种:(1)无线公网方式;(2)EPON+WiFi/Wimax 方式;(3)工业以太网交换机+WiFi/Wimax 方式;(4)Wimax+WiFi 方式。

不同的通信组网方式使用不同的通信设备,同一测量点甚至需要准备多种通信设备,因此需要设计一种统一的数据传输终端,集中实现数据远程通信,不仅可以节省远程通信资源,而且可以为各状态监测装置屏蔽复杂的远程通信问题。

使用了统一的数据传输终端的监测数据远程通信系统结构如图 1 所示。

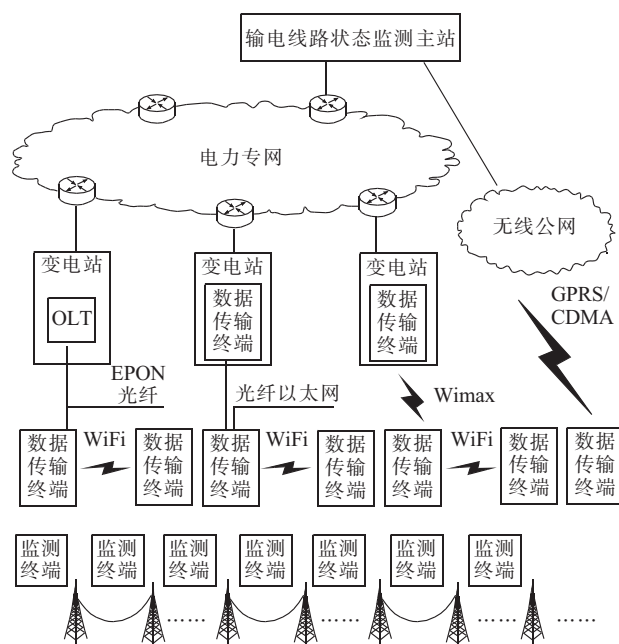


图 1 监测数据远程通信系统结构

2 数据传输终端硬件设计

2.1 远程通信及加密功能

针对不同的通信组网方式,数据传输终端需要具有以下通信接口和模块以实现监测数据传输:(1) 2 路工业以太网光接口,满足光纤工业以太网的通信要求。(2) 1 路无源光网络 ONU 接口,满足 EPON 的通信要求。(3) 1 个无线公网模块,可以根据需求安装 GPRS 或 CDMA 等无线公网通信模块。(4) 1 个 WiFi 模块,用于实现全部监测点的无线覆盖。

在无线通信中,为保证数据的安全性,终端应具有对所有数据进行加密和解密的功能,加密和解密都采用 USB 连接硬件加密模块的方式实现。

2.2 数据采集功能

数据传输终端可以通过监测终端取得输电线路的各项状态监测数据,主要包括线路图像视频、微气象、导线覆冰舞动、绝缘子风偏、导地线振动、导线温度、绝缘子污秽度、杆塔倾斜等监测数据。各个厂家监测终端的通信接口多种多样,有 RS232、RS485、以太网和微功率无线等,因此数据传输终端必须具备以下数据采集接口:(1) 2 路以太网接口,连接智能监测终端、摄像头等。(2) 2 路 RS232/RS485 自适应接口,连接各种监测终端。(3) 1 个微功率无线模块,连接具有微功率无线接口的监测终端。

2.3 AT91SAM9260 处理器

AT91SAM9260 是与基于 ARM9 的微控制器系列产品引脚兼容的产品^[5],具有丰富的系统与应用

外设及标准接口,具备 8 KB 指令以及 8 KB 数据缓存,包含了 8 KB SRAM 以及 32 KB ROM,在 190 MHz 时钟频率下运行时性能可达 210 MIPS,从而为低功耗、低成本、高性能的应用提供一个单片解决方案。AT91SAM9260 可以完成与应用所要求的片外存储器和内部存储器映射外设配置的无缝连接,同时集成了许多标准接口,包括 USB 2.0 全速主机和设备端口及与多数外设和在网络层广泛使用的 10/100 Base-T 以太网媒体访问控制器(MAC)。此外,它还提供一系列符合工业标准的外设,这些功能使得数据传输终端可以扩展丰富的接口和功能。为完善性能,AT91SAM9260 集成了包括 JTAG-ICE、专门 UART 调试通道(DBGU)及嵌入式的实时追踪的一系列调试功能,这使得数据传输终端的开发和调试极其方便。

2.4 太阳能供电系统

由于数据传输终端放置在杆塔上,传统供电方式无法满足现场环境的需求,电源是一个突出的问题。高压输电线上取电存在绝缘隔离及电源干扰问题,难度较大。目前应用最多的供电方式是太阳能供电^[6],因此采用太阳能供电系统为塔上设备供电。太阳能供电系统选用模块化设计的独立系统,具有优异的稳定性。

2.5 低功耗设计

终端采用太阳能供电的方式,在遇见较长的雨雪天气时可能存在供电不足的情况,因此需进一步降低终端的功耗。设计尽量选用低功耗器件,采用 1.8 V 的存储芯片,并将终端中的每一功能模块单独供电,通过使用多路电源控制降低功耗。处理器根据配置和工作情况动态控制终端中各个功能模块的供电和工作状态,可以分别使各个模块进入低功耗的休眠状态或停止工作的断电状态,从而实现终端整体的低功耗运行。

2.6 终端硬件结构

本文设计的输电线路状态监测数据传输终端的硬件采用模块化设计,硬件功能框图如图 2 所示。

AT91SAM9260 通过 MII 接口和交换芯片 88E6095 相连,可以提供 2 个千兆口和 8 个百兆口实现 EPON 和以太网通信。同时,AT91SAM9260 可以提供多路串口连接 GPRS/CDMA 模块、WiFi 模块及 RS232/RS485 电路。GPRS/CDMA 模块、EPON 接口和光纤以太网接口用于实现监测数据远传,RS232/RS485、以太网接口和微功率无线模块用于实现监测数据采集,WiFi 模块用于监测点的无线覆盖,如果现场应用需要 Wimax 通信方式,可以采用通过以太网接口连接外置 Wimax 模块的方法实现。

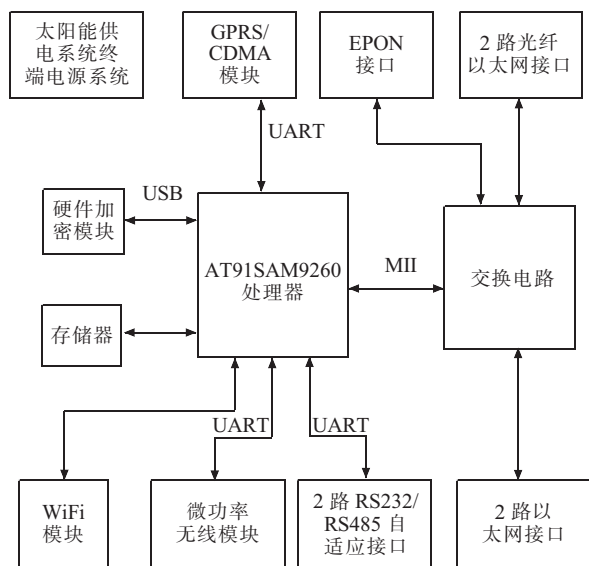


图2 数据传输终端硬件结构

3 数据传输终端软件设计

3.1 软件架构

数据传输终端的软件基于 ARM Linux 2.6.19 实现,由软件支撑平台、交换配置管理、应用软件和系统管理组成。

软件支撑平台包括 boot-loader、ARM Linux 2.6.19 及文件系统、各种外设驱动等,交换配置管理基于购买的中间件网络协议集 ZebOS 7.7.1 进行二次开发,应用软件完成终端的各项功能,系统管理完成系统时间的读取与设置、NTP 协议的实现以及历史告警日志的保存与读取。终端提供串口 CLI、Telnet CLI、WEB 和 SNMP 的设备配置管理方式,对设备内各个功能模块使用统一的接口。

3.2 Linux 操作系统

Linux 具有内核小,效率高,源代码开放,内核直接提供网络支持等优点。但嵌入式系统的硬件资源毕竟有限,不能直接把 Linux 作为操作系统,需要针对具体的应用通过配置内核、裁减 shell 和嵌入式库对系统进行定制,使整个系统能够存放容量较小的 Flash 中。

Linux 的动态模块加载,使 Linux 的裁减极为方便,高度模块化的部件使添加非常容易,最重要的是使用 Linux 文件系统的数据传输终端可以方便地支持在线更新。

3.3 终端软件功能

数据传输终端需要采集和存储不同监测设备的监测数据,并通过不同的通信组网方式和主站完成数据和指令的传输。终端软件主要完成以下功能。

(1) 数据采集。采集现场各状态监测装置发送的数据,实现分散数据的集中。同时支持状态监测装置的自动采集方式与受控采集方式。

(2) 数据通信。根据配置的组网通信方式,集中实现数据远程,不仅可以节省远程通信资源,而且可以为各状态监测装置屏蔽复杂的远程通信问题。在远程通道通信中断时缓存监测数据,在远处通信通道恢复时将缓存的历史监测数据上送主站。

(3) 规约转换。根据配置的规约库完成数据的规约转换,可以接入不同厂家的监测数据并以统一的格式处理、存储和上传。

(4) 低功耗控制。处理器动态控制终端中各个功能模块的供电和工作状态,可以使各个模块进入低功耗的休眠状态或停止工作的断电状态。

(5) 其他功能。数据加密、参数配置、事件存储、在线升级和本地维护等。

4 结束语

目前,单独采用 EPON 技术作为远程传输通道的试点项目已完成建设,运行良好。通过基于 ARM 的输电线路状态监测数据传输终端,实现了分散数据的集中和远传,节省远程通信资源,而且可以为各状态监测装置屏蔽复杂的远程通信问题,从而实现了在输电线路特殊环境下各类状态监测数据在不同的通信组网方式中的标准化接入、安全接入和智能化接入,对于输电线路状态监测系统的建设具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 王晓希. 特高压输电线路状态监测技术的应用[J]. 电网技术, 2007, 31(22): 7-11.
- [2] 姜海. 用电信息采集系统远程通信方案[J]. 电力系统通信, 2010, 31(4): 14-17.
- [3] 高志欣, 李志斌. OPGW 在电力通信网中的应用[J]. 农村电气化, 2006(10): 33-35.
- [4] 张浩, 宪德, 郭经红. EPON 技术在用电信息采集系统中的应用[J]. 电力系统通信, 2010, 31(7): 42-45.
- [5] AT91SAM9260, 62211-ATARM-17-Jul-09[EB/OL]. <http://www.watmel.com>, 2009.
- [6] 李先志, 杜林, 陈伟根, 等. 输电线路状态监测系统取电电源的设计新原理[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(1): 76-80.

作者简介:

王玮(1979-),男,江苏南京人,工程师,从事电力系统通信及终端研究工作;

黄在朝(1974-),男,江苏淮安人,工程师,从事电力系统通信研究工作。

(下转第 49 页)

终端服务器可同时监听到监控终端收到的监控数据,并对监听到的数据进行协议破译,最终将处理后的数据发往南瑞服务器;另一路直接采集的数据经网桥、2M传输通道,送到协议处理机,协议处理机上的fep采集程序对数据报文进行处理后也送至南瑞服务器。后台的通信网监控客户端访问服务器即可显示出现场电源设备的运行数据、告警数据及操作数据以便查询。通信调度值班人员从客户端可看到2种电源实时信息:一是从监控单元送来的协议转换数据。另一是直接采集的电源数据,由于2种采集方式的传输路径不同,当任一条传输通道发生故障时,值班人员仍然能实时了解远端通信电源的运行情况,这样就完善了通信电源的监控系统。

2.4 几种监控方式的比较

大多数通信电源的监控单元均采用RS232接口,因此RS232的接入方式便于与监控单元直接通信,通过协议采集的告警信息也比较全面。

直接采集接入法抛开了电源监控单元,直接通过变送器采集通信电源的各项信息,即使现场电源出现故障,监控中心仍然能查看到现场的电压、电流信息,因此其可靠性较高。缺点是只能采集电压、电流等模拟量,对电源的开关告警信息无法采集。

多种方式接入监控系统综合了以上2种方式的优点,既采集电源监控单元送来的各项信息,又直接采集现场电源的电压电流信息,因而监控效果

最佳。目前,泰州地区新建的通信站点,其电源监控均采用该种方式,以500kV凤城变为例,对交流屏采用了直采方式进行监控,对整流屏(安默生整流电源)采用了协议采集和直采2种方式,同时又使用两路不同的传输通道传送至监控中心,即使其中一路监控(或一路传输通道)出现故障,监控中心仍然能查看到现场电源的部分信息,从而提高了电源监控的稳定性和可靠性。

3 结束语

该通信电源监控系统2002年通过了江苏省电力公司组织的实用化验收,技术指标均满足要求,该系统的投运使得泰州地区的重要通信站均满足了无人值守的条件,实现了无人值守。通信电源监控系统的建立,提高了各个站点通信电源运行的稳定性和可靠性,提高了维护效益,降低了维护成本,标志着通信电源的维护和管理从人工看守式的维护管理模式向计算机集中监控的管理模式的转变。

参考文献:

- [1] 李正家.通信电源技术手册[M].北京:人民邮电出版社,2009.

作者简介:

俞浩(1977-),男,江苏泰州人,助理工程师,从事通信电源设备和通信监控系统运行维护工作。

Application of Communication Power Supply Monitoring System on Power Communication

YU Hao

(Taizhou Power Supply Company, Taizhou 225300, China)

Abstract: To guarantee the reliable operation of the communication system, communication power supply monitoring system comes into being, which can real-time monitor communication power supply device and display the operation parameters. This paper describes the structure of the communication power supply monitoring system, the construction state of the communication power supply monitoring system in Taizhou city. And several monitoring methods were compared and analyzed. Through the establishment of the communication power supply monitoring system, the stability and reliability of communication power supply in each substation and the communication power supply equipment maintenance management level are improved.

Key words: power communication; communication power supply; centralized monitoring; monitoring method

(上接第46页)

The Communication Terminal for Transmission Line Monitoring Based on ARM

WANG Wei, HUANG Zai-chao

(State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 211106, China)

Abstract: This article presents the design of communication terminal for transmission line monitoring based on ARM. This terminal uses AT91SAM9260 processor as the hardware platform and embedded Linux OS as the software platform. And it obtains data from monitoring terminals and uploads data to the center of transmission line monitoring system through private optical communication network, wireless private network or wireless public network. The monitoring data of transmission lines under various kinds of special environments can have standard, security and intelligent access.

Key words: transmission line monitoring; ARM; Linux; optical fiber; wireless