

GPRS网络在配电自动化中的应用

郭上华¹, 刘保玉², 王焕文¹, 王怀宁¹

(1. 珠海许继电气有限公司, 广东 珠海 519060; 2 许昌学院, 河南 许昌 461000)

摘要: 以配电网为对象, 在比较分析了儿种常用通信方式性能特点的基础上, 提出了全开放、分布式的基于 GPRS通信网络的配电自动化系统设计。文中讨论了配电网中移动 GPRS通信网络的组网方法及实现方法, 对 GPRS通信下配电监控终端 FTU实时监控数据传输的试验结果进行了分析。实践证明: 在基于电压-时间型的馈线自动化就地保护配网模式下, 利用 GPRS通信网络实现配电自动化数据的传输是经济可行的。

关键词: GPRS; 配电自动化; 配电监控终端

中图分类号: TM76 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)08-0056-05

0 引言

在电力市场环境, 配电网作为电力能源价值实现的重要部分, 电力市场对配网运行的稳定性、用户用电质量的监测、用户用电计量的准确性、及时性都提出了更高的要求。由于配网馈线开关及配电变压器分布点多、位置多变, 要实现上述功能, 关键是要建立一个时效性强、可靠性高的通信信道网络, 来实现实时交换各设备运行数据, 以便作出整体决策, 进行及时控制。目前配电自动化系统中各种配电监控终端的通信方式主要有双绞线、光纤以及电力载波等, 特别是现在使用较多的光纤通信, 需要大量的资金投入, 工程量浩大, 维护困难, 这已成为配电自动化大面积推广的最主要障碍之一。

1 基于 GSM 的 GPRS技术

中国移动 GPRS是通用分组无线业务 (General Packet Radio Service)的英文简称^[1], 是在现有 GSM网络上开通的一种新型分组数据传输技术。GPRS作为一组无线分组交换技术, 提供端到端的、广域的无线 IP连接, 支持在用户与网络接入点之间的数据传输点对点、点对多点两种承载业务。它可充分利用现有 GSM网络, 使运营商在 GSM业务范围上开展更多的移动分组数据业务, 具有持续性、实时性特点, 适用于间断的、突发性的或频繁的、少量的数据传输, 也适用于偶尔的大数据量传输。

GPRS采用分组交换技术, 数据传输速率最高理论值能达 171.2 kb/s, 但实际速度受到编码的限制和各终端的限制, 可能会有所不同。目前配电自动化监控数据的传输速率一般为 1 200~9 600 bit/s, GPRS的数据传输速率远远高于此速率要求, 而且

它也是按照用户接收和发送数据包的数量来收取费用, 即按流量收费。基于这一技术特点, 加上移动公司已经推出了包月制收费, GPRS特别适合于远程监控、远程计数等小流量高频率传输的数据业务, 如配电自动化监控数据的传输。在配电自动化通信系统中, 相对于传统的光纤、双绞线、电力载波等通信方式, GPRS具有易于施工、无需维护、运行费用低廉、永远在线、按量计费、快速登陆、高速传送、安全可靠等优点。它与配电自动化传统通信方式性能比较如表 1所示。

表 1 配电自动化主要通信方式性能比较

Tab 1 Performance comparison of main communication modes in distribution automation system

通信方式	安全 可靠	稳定 高效	费用 低廉	维护 简单	速度 快捷	施工 方便	移动 性好	永远 在线
GPRS								
双绞线			×			×	×	
光纤		×				×	×	
电力载波					×		×	
GSM短信								
GSM数传								
电话拨号								×

注: 表中符号的意义: 为优秀, 为中等, 为一般, 为差

2 配电网中 GPRS通信组网

GPRS网络接入方式有很多种, 如: 配电智能终端 FTU (或 TTU) 可通过 GPRS网接入 Internet, 后台子站可通过拨号、专线、GPRS等方式接入 Internet; FTU (或 TTU)、后台与 GPRS终端通讯中心或服务器建立虚连接等。

2.1 配电网应用 GPRS Modem 解决方案

在配电自动化系统中, 系统采用了通过 Internet

建立虚连接的技术,充分利用 GPRS的实时贯通性,加强了系统的实时性,由于连接是虚拟的,经过通讯中心时采用了独特的加密压缩算法,减少了系统的通讯流量,并且使得系统的安全可靠性得到了强有力的保障。

GPRS网络是在现有 GSM网络中增加 GGSN和 SGSN来实现的,使得用户能够在端到端分组方式下发送和接收数据。图 1是配电网 GPRS通信方案系统结构图。图中配电终端 FTU(或 TTU)通过串行口连接到 GPRS Modem上,GPRS Modem与 GSM基站通信,但与电路交换方式数据呼叫不同,GPRS分组是从基站发送到 GPRS服务支持节点(SGSN),而不是通过移动交换中心(MSC)连接到语音网络上。SGSN与 GPRS网关支持节点(GGSN)进行通信;GGSN对分组数据进行相应的处理,再发到目的网络,如通过 Internet网到后台子站(或主站)。来自子站(或主站)的信息,借助因特网标识有配电终端 FTU(或 TTU)地址的 IP包,由 GGSN接收再转发到 SGSN,继而传送到相应配电终端 FTU(或 TTU)上。

SGSN通过帧中继器与基站收发系统(BTS)相连,是 GSM网络结构与配电终端之间的接口。SGSN的主要作用是记录配电终端 FTU(或 TTU)的当前位置信息,并在配电终端 FTU和 GGSN之间完成移动分组数据的接收与发送。GGSN通过基于 IP协议的 GPRS骨干网连接到 SGSN,是连接 GSM网络和外部分组交换网(如因特网或局域网)的网关。GGSN也称 GPRS路由器,它可以把 GSM网络中的 GPRS分组数据包进行协议转换,从而可以把这些分组数据包传送到远端的 TCP/IP网络。SGSN和 GGSN是利用 GPRS隧道协议(GTP)对 IP进行封装,实现两组之间的数据转换。

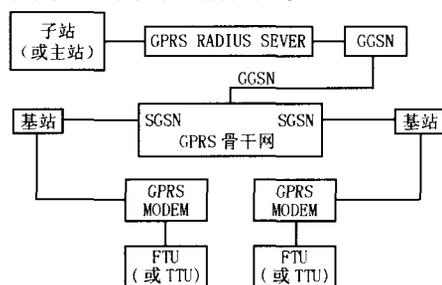


图 1 配电网 GPRS通信方案系统图

Fig 1 GPRS communication scheme in distribution network

2.2 数据处理流程

图 2给出了配电自动化系统中 GPRS创建的数

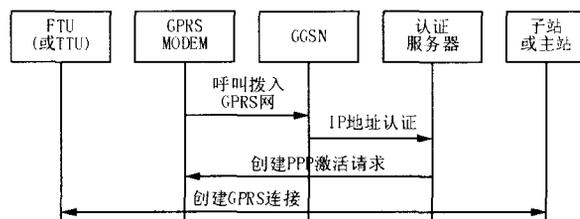


图 2 GPRS数据处理流程图

Fig 2 Flow chart of GPRS data processing

据处理流程图,它包括 GPRS Modem 上电后主动发起呼叫;RAD IUS 服务器认证鉴权并配固定 IP 地址;以及 FTU(或 TTU)与子站(或主站)后台建立 GPRS 通信等 3 部分。

1) 呼叫发起

GPRS Modem 上电后主动携带网络中心分配的用户名、密码呼叫中国移动分配给用户网络中心的 APN,此过程为自动完成,无需人工设置。

2) 认证鉴权

在子站(或主站)设置的 RAD IUS 服务器,为各节点终端分配内部的 IP 地址,各终端发起 PPP 上下报文请求连接,由 RAD IUS 服务器鉴权 FTU(或 TTU)终端的 MSISDN 或 MSI 号码后,为其分配 IP 地址。

中国移动网络中心 GGSN 网关将呼叫请求以及手机号码、用户名、密码送到子站(或主站)的 RAD IUS 服务器,RAD IUS 服务器收到中国移动网关送来的呼叫请求,运行内部 IP 地址分配,并且将已分配的 IP 地址,通过中国移动网络中心与各 FTU(或 TTU)的 GPRS Modem 建立连接。

3 配电网 GPRS 通信的实现

随着 GPRS 无线通信技术的推广,配电自动化系统建立一个廉价、可靠的无线通讯网络成为现实。如图 1 所示,配电自动化综合控制系统利用 GPRS 来组建通讯网络,可由 3 部分组成:基于 GPRS 的配网监控智能终端、公众 GPRS 通讯网络、后台基于 GIS 的配网运行应用软件。其中公众 GPRS 通讯网络是在现有 GSM 网络中增加 GGSN 和 SGSN 实现的,用户能够在端到端分组方式下发送和接收数据。

3.1 基于 GPRS 的配网监控智能终端

GPRS 通信方式下的配网监控智能终端实际上由配网监控终端单元 FTU(或 TTU)和无线智能传控终端设备组成。无线智能传控终端设备,我们选择的是 ETP10 ++ 系列 GPRS Modem^[3],它内嵌 TCP/IP 协议,集成了 IP 模块和 GPRS 模块两部分。

GPRS模块采用工业级的 SIEMENS MC35,兼容 MC35的所有 AT命令集;IP模块内嵌 TCP/IP协议栈;两个模块相对独立,但所有的标准 AT命令均通过 IP模块透明地传给 GPRS模块执行。ETP10 ++提供 TTL、232、485多种数据接口,其中 TTL和 232接口改为 3线制;完全透明模式数据传输 (SeriaNet Mode),上电即可进入传输状态。该系列 Modem适用于 HOST主机没有 TCP/IP协议栈,但使用串口通讯的情况,如配网监控终端单元数据采集传输系统。

在实际配电自动化运行系统中,只需配网监控终端单元 FTU提供标准 RS232与 GPRS Modem连接,即可形成配网监控终端 GPRS无线通信,其中每台 Modem需配备一个移动数据专用 SM卡。在 FTU上安装了无线智能传控终端设备 Modem后,该 GPRS Modem将配电监控终端采集到的数据传送到远程数据处理中心(子站),或将远程数据处理中心发送的指令转发给配电监控终端,实现数据的双向处理、传输和控制功能,传输稳定性高,并且实时在线。

3.2 后台基于 GIS的配网运行应用软件

基于 GIS配网运行应用软件的后台,主要实现配电管理系统与馈线自动化系统的接口以及各种控制和管理功能,负责处理 FTU的上传信息,监视变电站出线开关及相关设备的状态,根据故障隔离模式进行故障判断,执行上层的控制命令。它与馈线终端 FTU采用 GPRS通信网络连接。

在 GPRS通信网络中,GPRS数据的实时传送有点对点和一点对多点两种传输通信方式,针对配电网中监控点数量多而且比较分散的实际情况,通常采用一点对多点传输通信,它包括一个中心监控室配电子站和多个监控点馈线终端。监控点馈线终端 FTU比较分散,采用 ETP10 ++型 GPRS Modem组成一点对多点的无线数传系统作为通讯手段,而在中心配电子站,不需要 GPRS模块,只需通过宽带、ISDN或 ADSL上网即可,有一台通讯服务器与 Internet相连,使用静态 IP地址。服务器运行有中心监控例程,使用 Socket套接字与 Internet通讯。

3.3 GPRS通信用程

1) 子站拨号连接到 Internet,输入静态 IP地址或提取网络为子站分配的动态 IP地址。

子站连接到 Internet,具有公网 IP地址,作为应用服务中心。

2) 后台子站运行监控程序 ETServer,确认应用服务中心计算机没有执行任何网关程

序,并对端口没有限制,将 ETServer.exe(从 www.cnetek.net下载)拷贝并运行到应用服务中心计算机上。将 ETServer.exe设置为侦听 Listening状态(本程序默认端口号为 1024,用户可根据需要自行修改)。

3) 配电终端 ETP10 ++ GPRS Modem上电,并进行 ETP10 ++初始化。例如

```
AT+iSP1="99"1#
```

```
AT+DNS1=211.136.18.171
```

```
AT+USRN=WAP
```

```
AT+iPWD=WAP
```

AT+MIS="AT+CGDCONT=1,ip,CMNET"/
/请咨询各地的 GPRS运营商获得设置参数。

```
AT+iXRC=0
```

```
AT+MTYP=2
```

如果以前设置过,这步可以省略。

4) 将子站 IP地址输入 ETP10 ++,配电终端使用 AT+i指令集与中心子站建立 TCP连接通道。下面以建立一个 TCP通讯的例子进行说明。

建立 SOCKET连接,如: AT+iSTCP: xxx xxx xxx, <Port Number> <CR>,成功后返回句柄号 I/xxx,中心子站会显示已连接,并得到客户端 GPRS网关 IP地址。当客户端发送数据后,中心子站就会显示客户端发送的数据内容、数据大小、发送速度等。

发送数据,如: AT+iSSND%: xxx, <string Length>: <string> <CR>,这时在子站可看到终端发送的数据,而在发送端则不会回显所输入的字符,直到发送成功返回 I/OK。

查询 Socket状态,如: AT+iSST: xxx <CR>,执行后返回 I/<socketstat>,若 socketstat 0则为 Buffer里字节数,否则 Socket错误。

接收中心发来的数据,如: AT+iSRCV: xxx <CR>,执行后返回缓冲区中的数据。

关闭 Socket通道,如: AT+iSCLS: xxx <CR>,xxx为句柄。

5) Modem转为 GPRS运行方式,即 SeriaNet模式。

以上 Socket是在命令方式下的通信,期间需要用命令进行干预。ETP10 ++还可在 SeriaNET模式下工作,在进入此模式前,必须在命令模式下先初始化设置,一旦进入 SeriaNET模式就不再接受任何 AT命令,只能进行数据传输,所输入的任何字符均被作为数据发出。初始化设置如下:

设置 SerialNET通信服务器地址,如: AT + iHSRV: xxx xxx xxx: <Port Number> <CR>。

设置 SerialNET模式的断开连接信号,如: AT + iDSTR = <string> <CR>, <string>可由任何字符组成, AT + iDSTR = EEEEE表示当终端收到一个“EEEEEE”串时,就会自动断开连接。

设置 SerialNET模式下的 Socket通信类型,如: AT + iSTYP = v <CR>, v=0为 TCP, 1为 UDP。

设置 SerialNET模式的通信接口参数,如: AT + iSNSI = “ <baud>, <data_bits>, <parity>, <stop_bits>, <flow> ” <CR>, 当使用 SerialNET模式时, 必须用 AT + iSNSI设置端口通讯参数。

在 SerialNET方式下, HOST主机发送到串口的数据是先存在发送缓冲区, 只要触发了如下任何一个条件, 数据就从缓冲区中被发送到 GPRS网络上: 当发送数据长度达到预设值时; 当发送数据包括预设的发送缓冲标志符时; 当发送数据时间超过预定值时。以上 3个触发条件可通过命令来设置:

设置发送缓冲区的大小, 如: AT + MCBF = n <CR>, n=0...1460, 单位为字符;

设置发送缓冲的信号字符, 如: AT + iFCHR = <CHAR> <CR>, <CHAR> = “ a - z | A - Z | 0 - 9 | ”;

设置发送缓冲超时, 如: AT + MTTF = n <CR>, n=0...65536, 单位为毫秒。

在设置好初始化和触发参数后, 执行 AT + i! SNMD <CR>, 即可激活 SerialNET方式进行数据传输。

6) 透明通信, 双向传输数据。

在 SerialNET模式下双向可自动进行数据传输, 若要关闭 SerialNET连接, 可由设备发送断线信号串, 但系统重启后仍会自动进入 SerialNET模式。只有收到 ESC退出命令, 系统才会从该模式下退出并返回命令方式。

4 测试结果及分析

按照一点对多点传输通信方式, 在配电监控终端 FTU与子站间进行了 GPRS通信网络现场模拟试验 (FTU与 Modem接口的 RS232波特率为 1200 bit/s)。现选取运行中一段时间的实时监控数据对测试进行具体分析, 表 2为测试结果。

表 2 GPRS通信测试结果

Tab 2 Results of GPRS communication test	
测试时间	2003年 11月 7日 14:05 ~ 17:00
平均每分钟流量	6 600字节
平均单次发送流量	131字节
平均日发送次数	不间断数据发送
平均拨通率	100%
平均掉线率	测试时间段内没有出现
平均拨号建立时间	1 ~ 2 s
忙时传输速度	无明显变化
非忙时传输速度	无明显变化
平均延迟时间	14:50出现 3 s数据延迟传送 16:15出现 5 s数据延迟传送
线路情况	线路未出现中断

由实际现场环境下的测试结果可以看出: GPRS Modem无线智能终端在测试期间始终与 GPRS网络保持连接, 没有掉线, 基本满足要求。但在测试过程中出现两次数据的延迟, 与配电网数据的实时性传输的要求还有一定差距, 特别在过分依赖通信的基于电流型终端的集中控制配网模式下使用存在隐患。若与不完全依赖通信的电压-时间型馈线自动化终端的就地保护配网模式配合使用^[4], 数据的延迟并不影响线路故障的处理和负荷的转移。

5 结论

由于 GPRS网络是现成的, 可以节约大量的一次通信网络建设费用; 在设备方面, 只需在原有配电监控终端基础上加装 GPRS Modem, 设备安装简单方便。因此, 在配电自动化中采用 GPRS通信方式具有投资小、维护运行费用低、准确性较高、对环境的适应性较好、易于安装、易于维护等特点。若在“重合器+分段器”的就地保护配网模式基础上, 采用馈线故障就地隔离与 GPRS通信相融合的模式, 虽然会出现偶然的数据延迟, 但并不影响故障隔离与非故障区段的供电恢复, 这无疑具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 北京普天通达科技有限公司. GPRS技术手册 [Z]. 2003.
Beijing Putian Tongda Science and Technology Co., Ltd
GPRS Technical Manual [Z]. 2003.
- [2] 陈霞, 孙丽丽, 李援非. GPRS网络在电力系统传输远动数据中的应用 [A]. 第四届输配电技术国际会议. 2003. 689-691.

- CHEN Xia, SUN Li-li, LI Yuan-fei The Application of GPRS in the Transmission of RTU Data[A]. The 4th International Conference on Power Transmission & Distribution Technology 2003. 689-691.
- [3] 深圳倚天科技开发有限公司. ETP₁₀系列嵌入无线调制解调器用户指南[Z]. 2003.
Shenzhen Yitian Technology Exploitation Co., Ltd. ETP₁₀ Series Users Guide of Embedded Wireless Modem [Z]. 2003.
- [4] 陈勇, 海涛. 电压型馈线自动化系统[J]. 电网技术, 1999, 23(7): 31-33.
CHEN Yong, HAI Tao Voltage Type Feeder Automation

System [J]. Power System Technology, 1999, 23(7): 31-33.

收稿日期: 2004-08-02; 修回日期: 2004-09-28
作者简介:

郭上华(1977-),男,硕士,工程师,从事配电自动化系统、电能质量检测与控制等方面的研究开发工作; E-mail: gsh112@tom.com

刘保玉(1961-),男,主要从事光电子的教学和研究;
王焕文(1974-),男,工程师,从事配电自动化终端、通信等方面的研究开发工作。

Application of GPRS network to power distribution automation system

GUO Shang-hua¹, LIU Bao-yu², WANG Huan-wen¹, WANG Huai-ning¹

(1. Zhuhai XJ Electric Co. Ltd, Zhuhai 519060, China; 2. Xuchang Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: This paper concentrates on power distribution network. Based on comparing and analyzing the performances of some common communication modes in distribution network, a general distributed opening system based on GPRS communication network design is proposed. In this scheme, the constructing network method and the implementing method of GPRS mobile communication network in distribution automation system are discussed. Furthermore, the transmission of real-time FTU data using the GPRS network is also analyzed. In the situation of applying the local protection mode of distribution automation based on voltage-time typed feeder terminal, using GPRS network to transmit the FTU data is feasible and economical.

Key words: GPRS; distribution automation; FTU

(上接第 55 页 continued from page 55)

- [6] 刘健,倪建立,邓永辉. 配电自动化系统[M]. 北京:中国水利水电出版社, 1999.
LIU Jian, NI Jian-li, DENG Yong-hui Distribution Automation System [M]. Beijing: Publishing House of China Water Resources and Hydropower, 1999.
- [7] 林海雪,李世林,刘惠民. 电压电流频率和电能质量国家标准应用手册[M]. 北京:中国电力出版社, 2001.
LI N Hai-xue, LI Shi-lin, LIU Huimin National Standard Apply Volume of Voltage, Current, Frequency and Elec-

tric Power Quality [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2001.

收稿日期: 2004-07-22; 修回日期: 2004-10-12
作者简介:

刘革明(1980-),男,硕士研究生,从事电力系统微机继电保护方面的研究; E-mail: fapigeon@sina.com

尹项根(1954-),男,博士生导师,从事电力系统继电保护、电力设备状态监测及诊断研究。

A device integrated with control, measurement and protection functions based on two DSPs for ring main unit

LIU Ge-ming¹, YIN Xiang-gen¹, CAI Shu-li¹, LI Wei¹, LI Yan¹, MEI Zhong-jian²

(1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China; 2. Guangzhou Zhiguang Electric Company, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In order to meet the requirement of distribution automation, a novel intelligent electric device integrated with the functions of control, measurement and protection for the ring main unit is presented. Taking the RMU with a scale of cable section of two ingoing lines and four outgoing lines as an object, the hardware of this device oriented is designed by using two TMS320VC33 Digital Signal Processors. Some specific techniques such as intelligent connection, module calculation, intelligent logical chronological control and power quality analysis are detailed in this paper. In addition, the method of DSP software design introduces how to accomplish all mentioned functions.

Key words: ring main unit; distribution automation; digital signal processor(DSP); terminal unit