

文章编号: 1008-1534(2005)05-0281-04

DNP3.0 规约主站方组件实现 程中浩

(河北科技大学纺织服装学院, 河北石家庄 050031)

摘要: 针对远动通信规约的发展现状、DNP3.0 规约的基本结构和功能, 介绍了采用面向对象的编程技术, 实现 DNP3.0 规约的配网自动化主站方程序设计基本思路和实现方法。

关键词: 远动通信规约; DNP3.0; VCL 组件; 面向对象编程技术

中图分类号: TP319 文献标识码: A

VCL component implementation of DNP3.0 used by master station

CHENG Zhong-hao

(College of Textile and Garments, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050031, China)

Abstract: A brief introduction to DNP3.0 (Distributed Network Protocol 3.0) is presented at this paper together with an explanation of the architecture and functionality provided by this protocol. An approach to implement the protocol that adopts the OOP and the VCL component techniques in the Delphi programming environment is discussed.

Key words: remote communication protocol; DNP3.0; VCL component; OOP

配电自动化系统是一个综合的配电网及设备运行管理系统, 具有故障定位、故障自动隔离、自动恢复供电以及其他一些管理功能, 这些功能均通过 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 模块实现。该模块通过远动通信规约与 FTU (Feeder Terminal Unit 馈线终端单元) 或 RTU (Remote Terminal Unit 远程测控终端) 等 IEDs (Intelligent Electronic Devices 智能电子装置) 相互通信, 获取所需的遥测、遥信以及故障信息量, 并下达遥控、遥调信息。

一般来说, 在配电网自动化系统中, 主站软件系统是通过通信前置机的相应通信端口实现与通信网络的物理层连接的, 这样在主站通信前置机或中心子站的软件编程中涉及到与 FTU, RTU 等设备的

通信。在现阶段中国配电网自动化系统所采用的通信协议中, DNP (Distributed Network Protocol) 3.0 规约是其中的主流通信规约之一, 它具有满足开放性要求、传输可靠性高、功能强大、通用性强等特点, 已成为事实上的工业标准^[1,2]。本文通过采用面向对象的组件编程方式, 实现对 DNP 3.0 规约的程序设计, 探讨了在配网自动化主站系统中 DNP 3.0 规约的实际解决方案。

1 远动通信规约的发展与现状

配电自动化系统规模大, 涉及到的设备种类繁多, 相应地所采用的通信规约种类也多种多样。最初, 各生产厂家采用自定义规约, 后来采用循环式 (CDT) 远动规约和查询式 (Polling) 规约, 这些规约由于各种各样的原因, 存在着与配电网自动化系统不相适应的地方。为适应 SCADA 系统实现不同厂家产品互连的要求, 1995 年 IEC57 技术委员会 03 工作组制定了“基本远动任务配套标准”即 IEC

收稿日期: 2004-09-22; 修回日期: 2005-03-28

责任编辑: 李 穆

作者简介: 程中浩(1963-), 男, 上海人, 副教授, 硕士, 主要从事信息化技术方面的研究。

60870-5-101(简称101规约),该标准被称为运动通信规约的官方国际标准^[3]。在中国,自1997年采用了DL/T 634-1997规约作为电力行业标准,这个标准基本上采用101规约,并根据中国的实际情况作了部分选择和补充,从而和国际标准接轨。与此同时,在中国市场上还流行着另一个通信规约即DNP3.0规约,该规约是流行于北美市场的主流通信规约,并随着设备的引进而在中国配电网自动化系统中得到了广泛的应用。因此自1998年以来,在中国配电网自动化市场上事实上流行着2种规约,即101规约和DNP3.0规约。

2003年7月,国际电工委员会发布新标准IEC 61850,它是全世界唯一的基于网络通信平台的变电站网络通信规约。该规约的制定和实施将对中国变电站自动化系统和配电网自动化系统产生重大影响。

虽然IEC 61850标准即将成为新的配电网自动化系统的国际标准,但是在中国DNP3.0规约和101规约等通信规约仍将持续应用相当长一段时间^[4]。IEC 61850本身吸收了101规约和DNP3.0规约的一些特点,熟悉DNP3.0规约必将为开发基于IEC61850标准的主站软件打下坚实的基础。

2 DNP3.0 规约简介

分布式网络规约(Distributed Network Protocol)是由美国Westronic公司(现GE Harris公司)于1990年制定的,它既可作为FTU(馈线终端单元)与配网主站之间的规约,又可作为RTU与调度主站之间的通信规约。目前,DNP规约的版本已发展到3.0,简称DNP3.0规约,由DNP Users Group拥有并通过其技术委员会负责该规约的维护、发展和推广。DNP3.0规约是一个开放性公共运动通信规约,现已成为主流运动通信规约之一,广泛应用于电力、城市供水等行业。

DNP3.0规约是一种分层的通信规约,与OSI参考模型所采用的7层结构不同的是,DNP3.0规约采用了由物理层、链路层、应用层组成的3层增强性能结构(EPA),同时提供了一层称之为伪传输层的辅助层用于通信信息的分段处理。

2.1 数据链路层

数据链路层规约文件规定了DNP3.0版的数据链路层、链路规约数据单元(LPDU)以及数据链路服务和传输规程,采用FT3可变帧格式,其帧格式见图1。

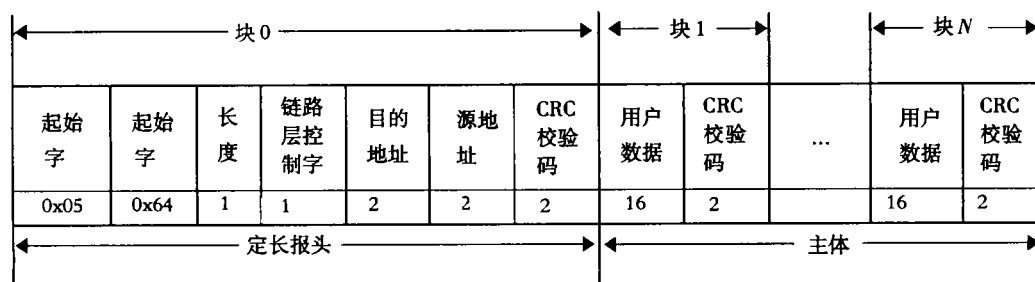


图1 数据链路层帧格式

Fig. 1 Frame format of data link layer

1个FT3帧被定义为1个固定长度(10字节)的报头,随后是若干个可以选用的数据块(最大长度16字节),每个数据块附有1个16位的CRC校验码,总的链路层帧长度不超过256字节。

2.2 伪传输层

伪传输层用于在原方站和从方站之间传送超出链路规约数据单元(LPDU)所定义长度的信息。其格式见图2。

图2中传输层报头TH为传输控制字,1个字节;数据块为应用用户数据,1~249个字节。

2.3 应用层

应用层定义了应用层报文(APDU)的格式。在这里主站被定义为发送请求报文的站,而从站则

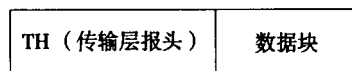


图2 传输层帧格式

Fig. 2 Frame format of pseudo-transport layer

为从属设备,被请求回送报文的智能终端(IEDs)是事先规定了的。在DNP中,只有被指定的主站能够发送应用层的请求报文,而从站则只能发送应用层的响应报文。应用层报文格式分别见图3和图4。

2.4 DNP3.0 规约的主要特点

1)采用单一的变长FT3帧格式,既有利于不同长度信息的传输,又使得帧格式得到统一。

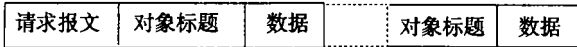


图 3 应用层请求报文的格式

Fig.3 Request fragment format for application layer

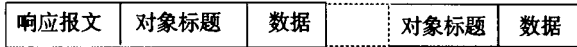


图 4 应用层响应报文格式

Fig.4 Response fragment format for application layer

方式,有利于在故障发生时从站非请求主动上报信息。

3 主站通信模块设计

在配电网自动化系统中,主站 SCADA 模块是主站系统与现场 IEDs 设备之间联系的枢纽,它为配网自动化系统提供可靠的通信服务,完成数据巡测、数据采集、物理层网络通信状态管理、系统对时等功能。主站通过通信前置机的通信模块获取线路状态信息、线路故障信息等,并通过相应的用户界面为用户提供调试管理服务。该模块结构见图 5。

- 2) 链路层报头带有源地址和目的地址,有利于采用多点共线物理层通道结构的数据传输。
- 3) 支持主动上报(unsolicited response)的通信

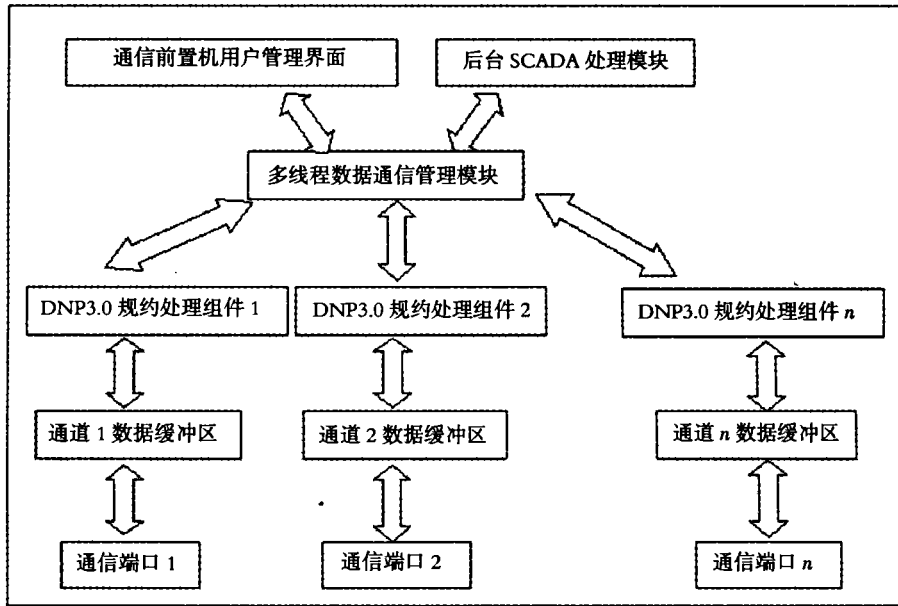


图 5 通信前置机软件模块图

Fig.5 Software model of communication unit in master station

通信前置机的主要任务及特点如下。

- 1) 负责处理与通信子网的物理连接以及通信数据在子站、FTU 设备与主站之间的传递。
- 2) 采用多线程处理方式,以保证各通道数据及时、准确地传输。
- 3) 逻辑上采用分层结构将规约处理与物理层通信处理分开,保证了该系统对不同通信子网、不同规约的适应性。
- 4) DNP3.0 规约处理模块负责实现 DNP3.0 规约中解帧、组帧、链路层应答、应用层应答等规约处理内容。
- 5) 提供用户管理界面,实时监测通道数据并产生日志记录。
- 6) 通过内部网络通信模块将规约应用层服务提供给用户,实现与主站 SCADA 模块的数据交换。

4 利用组件实现 DNP3.0 规约

在通信模块中采用面向对象的组件方式实现 DNP3.0 规约可以极大地提高软件的可重用性,便于应用程序的维护。使用 Delphi 的 VCL 开发自定义组件其实质就是应用面向对象的编程技术进行开发^[5],即采用对象的概念对 DNP3.0 规约进行描述,通过创建不同的对象封装 DNP3.0 规约提供的行为元素。本文所述自定义控件(以下简称 TxDNP),完成了 DNP3.0 规约中链路层及伪传输层的处理功能,所实现的功能如下。

- 1) 作为原方,组帧并发送到物理层通信端口,同时根据所发送数据帧的类别期待从副方接收相应响应。
- 2) 作为副方,对原方所发数据帧进行链路层、伪传输层、应用层解帧,然后发送给用户层,同时根

据原方所发帧的类别给予必要的响应。

3) 在 1 个通信回合中对所期待的响应进行超时判断,并根据判断结果进行相应处理。

4) 在 1 个通信回合中,当未在规定时间内得到相应的响应帧时进行重发处理。

5) 在解帧时进行 CRC 校验,以确认接收到的数据帧的正确性;在组帧时添加 CRC 校验字节,以便接收方进行正确性检查。

6) 提供各层数据输出及详细出错信息,以便进行调试。

TxDNP 是继承于 Tcomponent 的非可视组件,该组件的主要结构如下。

```
unit TxDnp;
type
  TTxDnp = class(TComponent)
  private
    { Private declarations } (略)
  protected
    { Protected declarations } (略)
  public
    { Public declarations }
    constructor Create( AOwner: TComponent); override;
    destructor Destroy; override;
    procedure ResetTxDnp;
    procedure WriteToTxDnp();
    procedure ReceiveFromPhy();
    (其他 略)
  published
    { Published declarations }
    property TxDnpEnable: Boolean read
  Enabled write SetEnabled default True;
    property ResponseTimeOut: DWORD;
    property MaxResendNumber: integer;
    property OnWriteToPHY: TTxDnp
  pWriteEvent;
    property OnWriteToUSR: TTxDnp
  pWriteEvent;
    property OnTxDnpError: TTxDnpError
  Event;
    (其他 略)
  end;
  procedure Register;
  implementation.
```

TxDnp 组件通过事件方式完成下述任务。

任务 1 向物理层发送数据帧、事件 OnWriteToPHY。

通过此事件向物理层的发送缓冲区发送链路层数据帧。

任务 2 向用户层发送数据帧 OnWriteToUSER。组件可通过此事件向用户层发送组件用户所需的各类数据(包括 DNP3.0 应用层数据帧以及用户所需中间原始数据)。

任务 3 向用户发送 TxDnp 组件运行纠错信息 OnTxDnpError。

TxDNP 组件的属性如下。

TxDnpEnable 表示本 TxDnp 组件实例是否可用。在应用程序中可以创建多个 TxDnp 组件实例用于 DNP3.0 规约的组帧和解帧。由于 DNP3.0 规约规定在原方站和副方站之间对于不同的数据对象具有不同的应答方式,因此当某个 TxDnp 组件实例尚未完成 1 个通信回合之前,该组件实例不能被再次使用。而属性 TxDnpEnable 就是用来对此进行标识的。

ResponseTimeOut 表示响应超时间隔。组件用户用此属性设置期待响应超时间隔。

MaxResendNumber 表示最大重发次数。组件用户用此属性设置最大重发次数。

TxDNP 组件的方法如下。

ResetTxDnp 用于使 TxDNP 恢复至初始状态;

WriteToTxDnp 用于接收来自用户层的数据并进行相关处理的入口函数;

ReceiveFromPhy 用于接收来自物理层通信缓冲区的原始数据并进行相关处理的入口函数。

DNP3.0 规约中物理层接口通过调用 TxDnp 组件的物理层接口函数,由相应通讯端口处理模块实现,即通过支持光纤、无线、载波等多种信道的 RS232,RS485 端口通信模块实现数据的发送接收。

DNP3.0 规约中应用层接口通过主站内部网络模块调用 TxDnp 组件所提供的应用层服务功能函数,将应用层服务提供给主站 SCADA 模块进行数据交互。

5 结 语

DNP3.0 规约的应用层、伪传输层和链路层以及物理层都明确规定了各层之间的服务原语和数据结构,为采用面向对象的程序设计方法提供了极大的方便。采用面向对象的组件方式实现 DNP3.0 规约,降低了软件开发维护的工作量,使应用开发的难度下降,提高了系统的可维护性、重用性和扩展

(下转第 288 页)

2.5 选择好记录集分页的方法

当检索到大量记录数据后,在有限的页面内不能显示检索到的全部记录数据,必须将检索到的记录分页显示。将数据库的查询结果分页显示的方法主要有2种。

1) 将数据库中所有符合条件的记录一次性的都读入 Recordset,存放在内存中,然后通过 Recordset 对象所提供的专门支持分页处理的属性, PageSize 等。

程序代码简写如下。

```
< % Set rs= Server. CreateObject( "ADODB.
Recordset") 创建 Recordset 对象
rs. CursorLocation= adUseClient
设定一页内显示的记录个数
rs. PageSize= 10
StrSQL= "Select ccount_id, name, addr from
stu_infor Order By account_id"
rs. Open StrSQL, conn, adOpenStatic, adLock-
ReadOnly, adCmdText
...
%>
```

2) 根据用户的指示,利用 Recordset 的 AbsolutePage 属性,该属性指定了请求的当前页码,每次分别从符合查询条件的记录中将规定数目的记录读取出来并显示。为了实现这一点,需用1个“转储”记录集把该页中的记录提取出来。即创建1个新的、与含有数据的记录集相同结构的记录集,同时将数据拷贝到新的记录集中,然后把该记录集数据发送给客户端。

2种方法的主要差别在于前者是一次性将所有记录都读入内存,然后再根据指示来依次作判断,从而达到分页显示的效果;而后者是先根据指示作出

判断,并将规定数目的、符合条件的记录读入内存,从而达到分页显示的效果,每1次只处理1页数据,并且只返回这一页数据,而不是全部数据。当数据库中的记录数达到上千或更多时,或有多个客户在线查询时,第1种方法的执行效率将明显低于第2种方法。

2.6 优化查询语句

SQL 语句有不同的写法,在性能上的差异非常大,使用优化过的 SQL 语句,可以减少执行时间。因此,尽量使用优化过的 SQL 语句,减少执行时间。凭着对语句执行计划的分析及执行时效率的比较,采用性能良好的语句。例如:根据查询条件,建立索引,优化索引,优化访问方式,限制结果集的数据,不使用在 in 语句中包含子查询的语句等。

3 结束语

影响性能的因素有很多,而应用又多种多样,找出一个通用的优化方案是不现实的,在系统开发和维护的过程中必须针对实际运行情况,不断加以调整和完善。一个性能良好的 ASP 程序和开发者平时良好的开发习惯是分不开的,在我们网站的建设中充分考虑到效率问题,并合理采用一些优化策略,就能提高网站的响应速度。

参考文献:

- [1] 邓文渊,陈惠贞,陈俊华.挑战 ASP与网页数据库设计[M].北京:中国铁路出版社,2004.
- [2] 鲁夫创意工作室,刘宏峰,陈江波. ASP 网络开发技术大全[M].北京:人民邮电出版社,2001.
- [3] 宣小平. ASP 数据库系统开发实例导航[M].北京:人民邮电出版社,2003.

(上接第 284 页)

性。同时将 DNP3.0 规约封装在 1 个组件之内,可大大减少系统的调试周期,为提高主站软件的开发效率提供了可靠的保证。

参考文献:

- [1] 蔡运清. IEC 870-5 系列及 DNP 3.0 规约简介[J]. 电力系统自动化, 1998, (1): 49-51.
- [2] 徐丙垠,张悱宁. 浅谈 DNP3.0 规约[J]. 电力自动化设备,

1999, 19(2): 52-54.

- [3] 谭文恕. 关于配电自动化系统传输规约[J]. 电力系统自动化, 1999, 23(16): 37-40.
- [4] 蔡运清. IEC60870-5/IEC61850 规约的现状以及如何保障规约的兼容性[J/OL]. http://www.ncqr.com/news_view.asp?id=94. 2004. 03
- [5] TEIXEIRA S. PACHECO X. Delphi5 开发人员指南[M]. 任旭钧,王永生,冯泽波等译.北京:机械工业出版社,2000.