

# 调度主站前置机的结构和软件设计

董张卓<sup>1</sup>, 李宏刚<sup>2</sup>, 倪云峰<sup>3</sup>

(1. 西安石油大学, 陕西 西安 710065; 2. 黄陵矿业集团有限责任公司, 陕西 黄陵 727307;

3. 西安科技大学, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 在电力调度主站系统中, 前置机是系统的重要部分, 前置机软件是前置机重要组成部分。首先对调度主站前置机和功能、性能要求进行描述分析, 在此基础上, 提出了对前置机软件系统的要求; 根据要求建立了前置软件的对象模型。系统应用表明系统的性能达到了设计的要求。

**关键词:** 调度主站; 前置机; 面向对象; 通信规约

## Configuration and software design in preceding computer on the electric dispatch master station

DONG Zhang-zhuo<sup>1</sup>, LI Hong-gang<sup>2</sup>, NI Yun-feng<sup>3</sup>

(1. Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China; 2. Huangling Mining Co., Ltd, Huangling 727307, China;

3. Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** In electric dispatch master station, the preceding computer is an importance part, software is one of substantial part of dispatch automation system. This paper introduces the configuration, performance and founction of the preceding computer and software in dispatch automation system. Based on software's design demand, it establishes the object oriented model. The application proves that design goal of the software has been achieved.

**Key words:** master station; preceding computer; object oriented; communication protocol

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)10-0057-05

## 0 引言

在电力调度主站系统中, 前置机是系统的重要环节, 实现和变电站自动化系统的通信。调度系统运行时, 前置机必须能高效、稳定、可靠运行。前置机和变电站自动化系统的接口为RS232串行接口和以太网接口。当前变电站自动化系统和主站通信采用的通信规约种类较多, 存在同一种规约不同的厂家理解偏差, 造成通信规约实现的不一致, 接入主站系统时, 需要进行大量的现场调试。因此, 调度系统中的前置机通信软件必须满足以下要求: (a) 能高效通信, 保证系统运行的实时性; (b) 能够长期稳定运行; (c) 很好的可扩充性和可维护性。(a) (b)为系统的基本要求, (c) 需从软件结构上得到保证<sup>[1]</sup>。

根据前置机软件系统的要求, 本文运用面向对象设计技术(OOD)设计实现了一个前置机软件。本文分四部分, 首先总结介绍前置机系统在调度主站系统中的功能、结构和对性能的要求, 接着对前置机软件的要求进行说明, 对前置机软件工作过程进

行了分析, 建立了对象模型。系统的应用情况表明, 实现的系统完全达到了设计的要求。

## 1 调度主站前置机系统

### 1.1 前置机系统的结构

目前各级电力调度主站系统, 为了提高运行可靠性和运行的稳定性, 普遍采用双机双以太网结构<sup>[2]</sup>, 系统中一般设置多台工作站, 双服务器、双前置机。系统的稳定性和可靠性主要取决于服务器和前置机。前置机根据调度系统的规模可以分成1组或多组, 一般中小规模的调度自动化系统配置一组前置机, 大规模调度系统采取多组前置机。调度主站系统中前置机的配置结构如图1所示。

图1中, 每组前置机配置均为互为热备的两台计算机。热备方式分为以下两种:

**完全对等热备:** 前置机完全对等, 任意一台前置机均可担任该前置机组所应承担的任务, 前置机主备身份由系统运行时通过竞争或人为指定来确认。来自现场的信息(简称:上行信息)通过“一转二”设备, 同时发送到两台前置机或仅发送到主前置机,

前置机传送到现场的信息(简称:下行信息)由主前置机下发。系统运行时当主前置机出现异常或需要检修主前置机时,备前置机主动或手工切换到主机运行状态。

均衡备用方式:正常工作时,不同的前置机接受

不同的变电站信息,前置机运行任务按照均衡方式设置,当一台前置机出现异常工作时,健康的前置机承担所有工作任务。

前置机组的以上运行模式仅和前置机的应用软件相关。

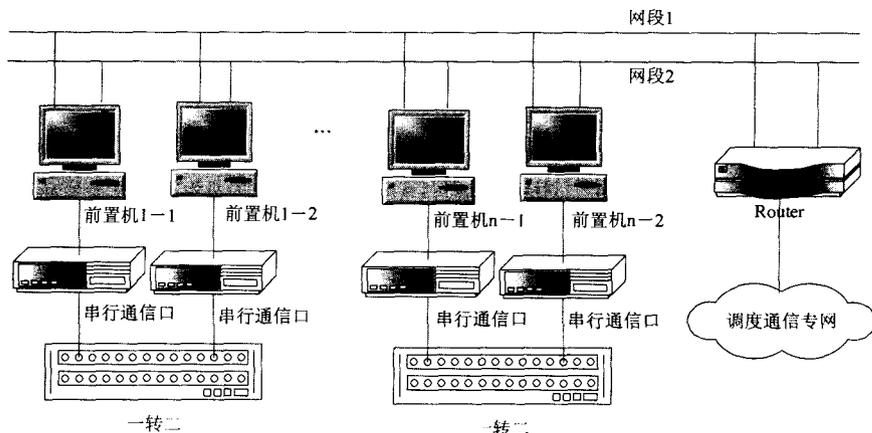


图1 前置机配置结构图

Fig.1 The configuration diagram of preceding computer group

## 1.2 现场信息的接入模式

变电站信息接入调度主站时,采用RS232串行模式和支 持TCP/IP的以太网口方式。当主站到变电站的通道为单一通道时,接入主站时,根据通道的种类,实现通道的“一分二”,将一路通信信号物理上转成两路分别接入前置机。

当前置机系统的接口为RS232时,通道切换装置或“一转二”设备将一路通信信号物理上转成两路通信分别接入通信前置机。通道复用装置或“一转二”设备的工作原理为:来自现场侧的通道接入复用装置,复用装置将信息一分为二,通过两个通信口分别接入主、备前置机。当接入通道为以太网通道时,变电站设备接入电力调度专用IP网,主站侧,路由器和电力专用IP网进行连接,路由器通过两个端口分别连入调度系统内的两个网段。

接入前置机的信息为串行通信时,通信为“点对点”方式。当通道为IP网络方式时,物理上关系为一点对多点,采用TCP/IP方式和变电站设备通信,前置机在逻辑上建立多条链路。每一条通道或链路采用不同的应用层通信规约。

上行信息传送到主、备前置机,下行信息通过主前置机下发。

## 1.3 前置机软件的基本要求

变电站信息接入前置机时,采用不同的通道和不同的通信规约。变电站自动化系统支持的规约的种类多达几十到上百种。由于各个设备制造商对同

一种规约理解偏差,不同的厂商设备中配置的同一种规约也有一定的差异。因此前置机软件应能支持多种通信规约,并且能够非常方便地扩充、维护通信规约。

前置软件运行时,各个通道的数据处理必须有较高的并发执行效率,才能满足调度系统的要求,各个通道之间的信息处理不能相互干扰,不能因一个通道的处理异常造成其它通道的运行中断或运行效率降低。

通过以太网方式接入主站时,通信建立在TCP/IP协议的应用层。串行通信建立在数据链路层。对通道的运行状态的诊断和串行通道诊断有很大的差异,合理维护链路的稳定性和可靠性必须处理到位,否则造成系统的性能大幅度降低。

## 1.4 前置机软件系统的基本功能要求

调度主站通过前置机给变电站自动化系统下达各类命令,和对回应的命令进行解析。将解析出的数据发送到系统的实时数据库;能够在线监视所连接变电站的各类数据和下发到变电站的命令原码;在线监视接入的变电站的各类数据;对通道进行配置、监视、差错统计;通道的测试;双机热备。

## 2 软件工作流程和关键技术

### 2.1 基本工作流程

前置机软件运行前,需要对每一个通道的参数进行设置,包括通道规约绑定。通道参数配置完成

后,可以对通道和接入的变电站通信状态进行测试。在测试界面上根据测试的接入设备采用的规约的种类,用户能够下达各类命令,和解析接收到的信息,例如召唤遥测、遥信、电度及 SOE 等命令,同时能显示下行命令和上行信息的原码。

软件系统运行时,通道按照预先配置的规约并发地处理各自的事务,上行数据到达通信口后,按照规约进行预处理,并将处理后的信息放入规约缓冲队列,对队列的数据进行处理,解析后的数据发送到调度系统的实时数据库中。在系统的运行过程中,需要对通道的运行状态进行诊断和工况监视,通道接收不到数据时,既认为此通道进入异常工作方式,将诊断出的信息发送到实时数据库中,每一次通道出现异常,对其进行统计,并在数据库中写入记录,事后可以根据数据库中的原始数据记录,统计出通道的运行状态可靠性指标。

系统中的“心跳”模块探测系统的工作状况,给另一台前置工作站报平安信息,备机在收不到平安报文时自动升为主机,正常切换时,互相通报完成后进行切换。

## 2.2 虚拟继承机制<sup>[3]</sup>

根据实际应用要求,为了保证软件的可扩充性和可维护性,在前置机软件中应能方便添加规约和方便修改规约,要实现这一点,系统的结构模型是关键。

在面向对象程序设计过程中,类的层次建立过程,为面向对象静态模型的建立过程。类的继承机制为软件程序的设计和代码的重用提供了很大的方便。虚继承能方便实现面向对象技术种多态性。即在类的成员函数中定义一个虚函数,在其各个子类中实现此函数,调用过程中,用统一的接口自动识别子类中的函数,即实现消息响应过程的多态。因此定义好一个标准虚基类可以灵活地扩充子类。实现程序功能的扩充。

在支持面向对象语言中,把一个函数的调用与对应于函数体的代码相连接的过程称为函数联编。程序在编译时进行联编称为静态联编,在程序运行时才产生的联编称为动态联编,即在程序运行过程中调用函数时才与具体的函数进行联编。虚继承机制,通过定义基础的成员函数为虚函数,在其子类中实现函数。通过动态编程实现基类调用的多态性。

前置机软件各类规约有其共同属性,例如规约的名称、版本,规约需要对上行的遥测、遥信进行解析,需要下发遥控预令、动令,需要处理事件序列信息。但每一种规约的具体帧结构有较大差别。从各类通道下发和上行的信息为串行数据流。如果

编程时采用分支语句实现,造成程序结构出现大量的冗余,且调试困难。当系统运行时执行效率会大打折扣。通过采用面向对象技术中的虚继承机制,建立虚基类解决系统的耦合和规约的添加和修改。

## 3 软件的 OO 模型

### 3.1 系统的工作过程分析

接入前置机的变电站自动化系统定义为一个接入通道,系统中通道分为两种,一类为串行通道,另一种为以太网通道,当接入方式为串行通信方式时,物理通道和实际情况相一致。当通过网络方式接入时,一条链路对应一个通道。两类通道的基本参数不同,系统运行时,建立的连接的机制有较大区别。前者一个逻辑通道对应一个物理通道,后者多个逻辑通道对应一个物理通道。从系统的应用层下发的数据为串行流式数据,其数据的解析过程和打包过程两类通道完全一致。由于通道实现机制的差异造成对通道的维护管理有很大的差异,通道的诊断过程和方式区别较大。

因此,接入主站的通道和规约的关系为每一个通道和一种规约相对应。这样的关系是系统运行时,根据配置动态联编确定,称为规约和通道的动态绑定。系统运行过程中的通信流为实际的流式信息,每一个通道拥有下行数据和上行数据的缓冲队列,通过规约对流式数据进行解析。

系统运行时,上行信息对规约进行解析后,需要将信息发送或输入到调度系统的实时数据库,各个通道解析的数据需要按照一个统一的格式进行发送,因此为了实现前置软件系统的数据发送到系统的实时数据库需要统一调度数据的写入过程,因此,系统中应设置相应的管理机构进行信息的管理,从服务器下行的数据也需要在此处进行统一的调度管理。

系统运行时,为了方便进行系统的运行观察和调试,对接收的变电站信息以原码形式、或按通道分类形式显示到界面上。流式信息显示时,可以取自通道的原码数据。

按照特定的格式显示时,应取自上行信息调度管理单元,显示到界面上。

系统接入新的变电站自动化系统时,需要对接入的变电站进行单独的测试,为此系统中需要实现特定的测试界面,测试界面上显示测试的基本信息,例如通道的名称、终端单元名称、通道的波特率、校验方式等,各种分类信息按钮,上行信息以原码和分类信息方式显示。通道进行测试时,通道转入测试状态。

系统启动时, 涉及的配置信息分为两类, 和终端、通道有关的信息来源于调度系统的配置数据库, 其它信息来源于当地的配置信息表。系统中需要对配置信息统一管理, 仅涉及到前置软件的信息在前置系统上进行配置。

前置机系统运行时处理的各类信息大部分可以看作信息流, 因此在系统中需要统一建立一致的循

环队列。

以上所述的各个方面根据前置机系统的特点, 需要统一协调并发工作才能保证系统高效运行, 系统中设置统一的系统工作调度单元, 负责系统中各个通道的并发一致工作。并发工作采用操作系统的线程机制。

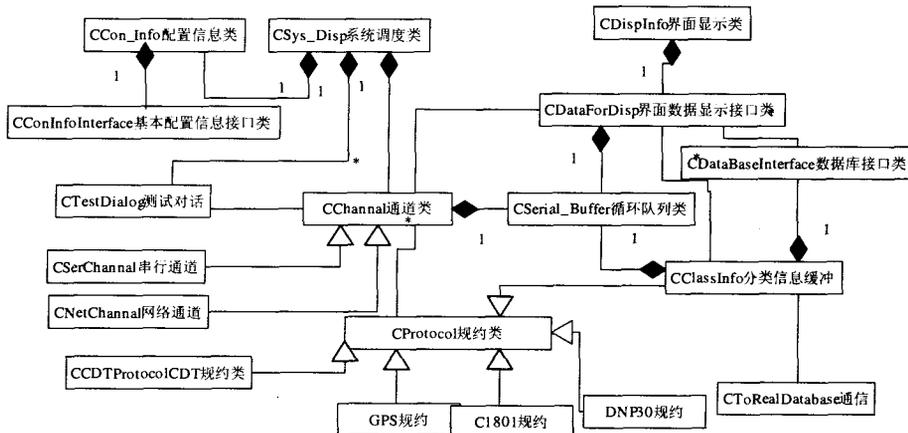


图 2 系统静态对象模型

Fig.2 The static object model of system



图 3 系统运行画面

Fig.3 The picture of system running

### 3.2 系统的对象模型

根据前一节对系统的运行状态分析, 采用通用

对象建模方法<sup>[4]</sup>, 系统中应设计如下的一些类: 规约虚基类、规约类、通道类、串行通道类、网络通

道类、循环队列类、数据显示界面类、界面数据接口类、界面显示类、系统调度类、测试界面类、系统配置类、系统配置信息接口类、数据库接口类。

各个类之间的关系如图 2 所示,由系统调度类管理各类通道的运行,他们之间的关系为聚集。通道类和规约类之间为关联关系,一个通道绑定一个规约。通道和网络通道之间的关系为父子关系。网络规约类和具体规约类之间为父子关系。调度类管理配置信息类,配置信息类管理配置信息接口类。界面显示类管理界面显示接口类,界面接口类和数据库接口类为关联关系,信息缓冲类管理数据库接口类。测试对话类和通道类之间为关联关系,测试对话由系统调度类管理。通信类实现和服务器的通信。

#### 4 系统的实现

按照第 3 节介绍的设计,在 Windows 2000 操作系统下,用 VC++ 语言编制了相关的程序,目前软件已在十多个调度系统中得到了应用,系统运行、稳定可靠,完全达到了设计的要求。

在系统运行在最大配置方式时,CPU 的负载小于 10%。系统运行画面如图 3 所示。

#### 5 结论

本文首先对调度主站前置机软件的运行环境进行了分析介绍,在此基础上,对软件的工作过程进行了分析,根据面向对象的建模思想,采用 UML 建立了软件的对象模型,用 C++ 语言编制了软件,系统在工程实际中得到了应用,应用效果良好。通过系统的分析建模,得到了如下结论:

1) 虚拟继承机制的引入很好地解决了系统的可扩充性和可维护性。

2) 线程机制的合理使用,对系统的协调高效

工作非常重要。

3) 合理的软件架构是保证系统的稳定运行的重要条件。

#### 参考文献

- [1] 吕少坤,韩福坤.重视前置机系统在电网调度自动化系统的作用[J].华北电力技术,2000,(6):31-33.  
Lü Shao-kun, HAN Fu-kun. Highlighting the Function of Prime Machine System in Power Network Dispatching Automatic System[J].North China Electric Power, 2000,(6):31-33.
- [2] 洪宪平.走向网络化的运动系统[J].电力系统自动化,2001,25(6):1-3,8.  
HONG Xian-ping. Telecontrol System Tending Towards Network[J].Automation of Electric Power Systems, 2001,25(6):1-3,8.
- [3] Dattatri K. C++面向对象高效编程[M].北京:人民邮电出版社,2000.  
Dattatri K. C++ Effective Object-Oriented Software Construction[M].Beijing: People's Posts & Telecom Press,2000.
- [4] Booch G, Rumbaugh J, Jacobson I. UML 用户指南[M].北京:机械工业出版社,2001.  
Booch G, Rumbaugh J, Jacobson I. The Unified Modeling Language User Guide[M].Beijing: China Machine Press,2001.

收稿日期:2007-08-03; 修回日期:2007-09-11

作者简介:

董张卓(1962-),男,博士,高级工程师,主要从事电力自动化方面科研教学工作;E-mail:dongzz@pub.xaonline.com

李宏刚(1968-),男,工程师,主要从事企业供电系统运行技术管理工作;

倪云峰(1968-),男,副教授,主要从事自动化方面教学及科研工作。

(上接第 35 页 continued from page 35)

ZHOU Ren-jun, DUAN Xian-zhong, ZHOU Hui. A Strategy of Reactive Power Optimization for Distribution System Considering Control Action Cost and Times[J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25(9):23-28.

收稿日期:2007-06-18; 修回日期:2007-10-26

作者简介:

李惠玲(1978-),女,硕士研究生,研究方向为配电网线损和无功优化控制及供电企业资产管理(EAM);E-mail:linger409@126.com

高振江(1971-),男,工程师,主要从事变电工程设计研究工作;

庞占星(1982-),男,助理工程师,主要从事电力自动化研究工作。