

面向电力供配电环境的通信管理装置设计

魏 勇, 史宏光, 刘 星, 李俊刚, 张 义

(许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

摘 要: 本文分析了电力系统供配电应用场景下智能电子设备互联互通对通信管理设备的通信需求, 针对其通信介质、通信协议多样化, 且同时接入及转出多种协议的特点, 提出了一种具备灵活通信接入及转出能力的通用型通信管理装置设计方案, 给出了硬件设计方案和软件开发框架及接入/转出机理和软件模块功能设计。本文的研究成果在智能配用电设备智能化方面将发挥重要作用, 同时对于了解智能电子设备的通信接入及转出机理具有参考价值。

关键词: 通信管理装置; 电力通信; 灵活通信接入及转出; 通信服务框架

中图分类号: TP319 **文献标识码:** A

Design of the Communication Unit Device Used in Substation and Distribution Station in the Power System

WEI Yong, SHI Hongguang, LIU Xing, LI Jungang, ZHANG Yi

(XuJi Electric Co., Ltd., Xuchang 461000, China)

Abstract: The paper analyzes the communication requirements of communication management device in power transmission and distribution system, and proposes a design solution to general communication management device with flexible communication functions according to different communication media, protocol, etc. as well as the hardware design scheme and software development framework and communication mechanism. The research findings will lead to a great improvement in device intelligence of smart distribution power system, and also give some reference to those who has the requirement of understanding communication mechanism of IEDs.

Keywords: communication unit devices; electrical communication; flexible communication; communication service framework

1 引言(Introduction)

随着智能电网技术发展及工程应用的纵深推进, 智能配电网的建设成为当前热点领域, 电网供配电环境下设备的智能化程度日益提高, 具体表现为智能电子设备具有较强的状态感知和通信接口能力, 便于远程监视和运维, 智能电子设备的通信接入一般通过通信管理单元进行集中管理, 因此对于电力供配电环境下, 具有灵活通信能力的通信管理技术研究和设备研制是智能供配电领域的研究热点之一。相关的研究主要包括: 王平等以智能家居控制系统为例, 从硬件上阐述实现通信模块、执行模块其功能, 以及内部通信总线的技术实现方案^[1]; 陈杰等提出了应用于工业环境的通信管理机在嵌入式硬件设备选型、嵌入式软件操作系统、应用软件设计等方面相关设计方法和策略。重点分析了嵌入式通信管理机的基本设计思想、应用功能设计、开发经验分享等内容^[2]; 刘姜涛等设计了一种基于ARM和Linux操作系统的配电房通信

管理机, 实现配电房数据的全面监视与分析^[3]; 陈雄设计并实现了一种分布式的具有多种通信方式的适用于10kV开闭所的配电自动化终端, 具有较强的灵活性和通用性^[4]; 西南交通大学的丁俊杰选用“嵌入式核心主板+应用底板”的分布式架构方式设计基于ARM的嵌入式通信管理机硬件系统, 解决了传统规约设备和IEC 61850规约设备同时接入地铁PSCADA系统的问题^[5]。

本文将分析电力系统供配电应用场景下智能电子设备互联互通对通信管理设备的通信需求, 针对其通信介质、通信协议多样化, 且同时接入及转出多种协议的特点, 提出一种具备灵活通信接入及转出能力的通用型通信管理装置设计方案, 给出硬件选型方案和软件开发框架及主要软件模块定义。

2 需求特点(Characteristics of the requirements)

在电力系统的电能“发、输、变、配、用”诸环节中, 处于整个体系顶端的电网网架建设目前已基本完成, 电网建

设的重点落在了电能传输及消耗的底层环节,即配用电环节,供配电系统设备智能化是当今的技术研究热点,设备智能化的基础支撑是设备具有灵活的通信接口能力。供配电环境相比于电网环境有显著特点:智能设备供应厂商、设备类型繁多,为了实现这些设备的可观测、可感知、可远程监视及运维,需要供配电环境下的通信管理设备具有更强、更灵活通用的通信能力。同时,电力系统对设备的安全性和可靠性要求非常高,因此在操作系统选型、抗电磁干扰能力、低功耗等方面也有严格的应用需求。

3 通用型通信管理装置设计(Design of the universal communication management device)

本文所研发设计的通用型通信管理装置的设计方案基于课题组在变配电保护控制领域设备研制中积累的软硬件平台设计成果,结合工业供配电系统的特点,采用高性能数据吞吐及数据运算能力、通信信息技术的电力系统统一通信平台(以下简称统一平台),平台以先进适用的通信信息技术为基础,实现工业配电通信业务数据应用系统与底层软硬件驱动支撑系统的分离,屏蔽应用系统对底层的依赖,为通用型通信管理装置提供统一应用平台。

3.1 硬件架构设计

在硬件总体架构方面,围绕工业供配电环境下通信接入/转出的多态性,设计以ARM系列的MCU为核心CPU板,由于其先进的流水线并行指令执行技术,在提供超高性能的同时,还具有较低的功耗。同时借鉴现代电信设备开发的理念,实现统一背板总线,可选、可配异构通信接入硬件适配卡的方式解决工业供配电通信环境下异构数据源的灵活适应性问题。

在上述硬件平台设计的基础上,同时为满足通用型通信管理装置“灵活通信接入”的设计目标,借鉴电信设备研制的经验,从背板总线扩展、机械结构、散热管理、电源分配和系统管理等方面实现强大的通信适配接入和显著提高的散热能力和更高的运算性能。其核心思想就是利用高速互连网络替代系统级总线,管理模块和交换模块通过高速网络对各刀片进行管理和功能数据的冗余备份。

3.2 软件架构设计

在软件总体架构方面,围绕工业供配电通信多源异构数据源的特点,重点解决异构接入及信息统一建模问题,统一平台采用分层设计理念,自下而上主要分为数据通信层、通用信息处理层、业务开发层。

(1)其中数据通信层处于最底层,通过CSF(通信服务框架)处理工业供配电通信应用环境下不同物理介质、不同数据通信协议等各种异构通信数据源的统一、透明接入,支持传统的串行232、485总线,zigbee无线传感自组网,CAN、

lonworks、profibus现场总线网,gprs/3G无线公网,以太网光纤接口或者电接口等接口形式进行连接,数据通信层向上层屏蔽了底层的通信技术细节,它需要提供模块化的硬件结构,稳定的工业以太网、光网络技术,同时支持电力实时控制报文的优先转发、时间同步等功能。数据通信层能同时提供以太网接口和电以太网接口,可以同时处理来自现场采样值数据、来自智能操作箱的GOOSE数据,也能处理来自监控系统的MMS数据。通信处理层可以对通信网络进行灵活的配置和管理。

(2)通用信息处理层位于数据通信层和业务层之间,它的主要职责是为业务层屏蔽电网测控数据的采集、控制细节,使得业务开发者只关注业务功能本身的发展,而不必纠缠于各种硬件、通信的实现方法和技术。它基于信息统一建模的思想和方法,将在线监测、保护、测控等数据的模型标准化,标准信息模型、信息交换模型、模型映射、信息接口、信息服务模型、信息描述语言等。信息模型层的设计遵守了IEC 61850标准。本层除了能处理对外的通信协议之外还能对接收到的数据进行初步的计算处理,包括频率计算、有效值计算等,本层的计算结果可以被上层多个不同的应用所共享。

(3)业务应用层面向工业供配电通信应用提供开发和运行环境,它为业务开发者提供业务开发接口,包括开发包、开发环境、仿真和测试环境,同时提供详尽的开发规范和测试规范。同时,它为各种业务模块提供运行基础,各模块通过插件方式运行在平台上,插件之间互相隔离、互不影响。

3.3 通信服务软件框架设计

谭方勇等提出了一种基于ZigBee与MQTT的物联网网关协议转换通信框架设计方法,解决多协议、多消息格式的兼容与扩展的问题、多协议扩展和通信效率的问题^[6]。本文将提出一种更通用、更高效、更能适应多源异构通信场景的通用通信服务方案。

CSF(Communication Service Framework:通信服务框架)是为实时和准实时性的自动化系统提供通讯服务,屏蔽各种底层软硬件设施及实际通讯环境的差异,使系统内功能模块得以灵活部署,处于复杂网络结构的系统间得以简便互连,同时具备二次开发能力的一个通讯服务平台。

首先,恰当地将通讯从监控系统中抽出(分属不同进程),使监控后台软件不需要去关心它所监控的对象使用的是何种介质,什么协议,只是按照某种固定的接口和通讯服务进行交互,避免因通讯环境的变化导致而后台的修改,同时由于进程的隔离又可以大大提高系统的可靠性。

进一步,将通讯服务本身进行合理的层次和模块化处理,再将经常改变的介质和协议处理抽出(二进制级),针对不同需求只开发或加载相应的介质或协议处理,从而减小开发

的工作量，避免了全方位的重新编译和调试。

将“通讯服务”划分为三个部分：“介质处理、协议处理和服务进程框架”，在通讯服务进程保持不变的条件下(避免改写代码、重新编译和调试)，只需依据不同配置，利用动态加载，即可形成不同通讯类型的服务程序。

可以任意组合协议库和介质库中的现有模块；同时按照指定的接口，用户还可二次开发出新的协议或介质处理，添加到原有的协议库和介质库，达到模块的复用，如图1所示。

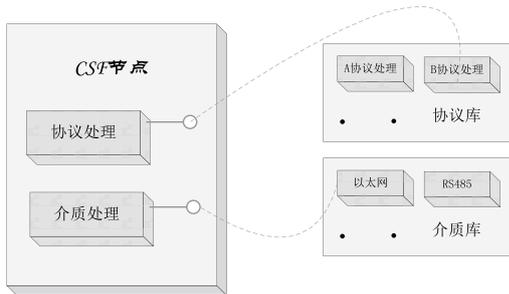


图1 CSF通用软件服务框架图

Fig.1 Service framework of CSF universal software

在通讯服务框架体系下，服务端是可以映射各种未知数据模型的，一个规范好的，无需重新编译的程序框架，提供了各种统一的二次开发接口，可以是网关(嵌入式系统)、OPC接口，IEC61850封装，包括其他的通讯中间件等；客户端组件面对的则是用户端系统模型，解析满足用户端系统模型的数据，或将它们进行转发。

通用型通信服务框架具有下列技术特征。

(1)每一个通讯服务完成一种协议解析的处理，但是可以同时支持两种介质类型，以满足“点对点”模式。

(2)一个系统中可以有任意多个通讯服务存在，以满足必要的分流，和同时接入多种介质和协议的需求，同时一部分通讯处理的异常不致引起整个通讯的崩溃。

(3)“通讯服务框架”提供“访问客户端(动态库)”给外部使用(如监控后台软件)，每个客户端可以访问指定的通讯服务，也可访问所有通讯服务的数据。

(4)系统中可以允许同时有多个“访问客户端”存在。

(5)通讯服务框架能够自动完成数据转发的目标辨认，譬如应当转发给远动的数据不会发送至当地监控。

(6)依据具体部署，转发功能既可以存在于监控后台，也可以存在于另外一个独立的进程。

3.4 通信规约接入/转出设计

通用型通信管理装置仅提供通讯服务的框架，其本身并不包含任何实际的通讯介质处理，而是通过加载相关的外部模块，利用通信服务框架所提供的程序框架及接口，才能完成某种具体介质的处理，并提供实际的通讯功能。

通信服务平台提供了“介质库”，其中包含以太网TCP

服务端，以太网TCP客户端，以太网UDP(单播、组播、广播)，RS232(RS485)，LONWORKS等主流的介质处理模块以供使用，用户通过简单的配置即可完成上述介质的选择。

通信服务平台还提供了“二次开发接口”。利用该开发接口，用户可以依据自己实际的需要，开发出某种独特的介质处理模块，按照通信服务平台接口规范，它将是一个动态链接库(共享库)，将其加入到CSF的介质库中后，即可被通信服务平台动态加载以完成实际的通讯功能。

开发一个通信服务平台的介质处理模块，需要做的就是将某种介质的打开、关闭、接收、发送等具体的功能处理，按照通信服务平台二次开发接口的规定进行封装，并以动态链接库的形式被CSF所加载，所管理。

在设计通信规约接入及转出功能时，划分为多个模块并且各个模块间保持相对的独立性能够很容易实现方便维护性、提高模块代码的重用性、降低开发与调试的难度、有效的缩短开发周期等优点。主要模块包括(1)数据库服务器程序模块；(2)接入规约服务器程序模块；(3)转出规约处理程序模块，以及模块间访问接口动态连接库模块构成。系统全部模块使用统一定义的控点名称、进程间消息类型与数据格式作为各个模块之间通讯的标准，利用数据库API函数实现进程访问数据库服务器。每个模块完成一部分相对独立的功能。

(1)数据库服务程序模块负责在读取配置文件后创建实时数据库，接收由接入规约服务器模块提供的数据，保存在对应的各个子库内。在运行期间，负责接收接入规约服务器模块、转出规约处理模块发送的消息，并把消息转发给其他需要接受的模块。在接入通道和转出通道上的上行、下行报文，以及进程间通讯的消息发送到调试界面上显示。

(2)接入规约服务器程序模块负责处理在接入串口/以太网口上的全部数据，其中跟设备有关的全部数据进入报文收发缓冲区，提交到规约解析进行处理。规约解析验证报文的数据是否有效，调用数据库访问接口模块的API函数更新实时数据库的各个子库，并且根据报文的类型决定向转出规约处理模块发送相关的消息。

(3)转出规约处理模块从实时数据库获取当前的设备数据，规约处理后存放到远动报文缓冲区，按照各个指定规约的格式打包后发送串口/网口；从主站下发的调度命令经规约处理解释后封装为进程间通讯指定的消息格式，调用模块间访问接口模块的API函数将消息发送到接入规约服务器。

从数据的流向基本上可以表示为上行：保护设备→接入规约服务器模块→转出规约处理模块→主站；下行：主站→转出规约处理模块→接入规约服务器模块→保护设备。

为便于说明，下面以串口终端设备的接入为例介绍各部

(下转第24页)