

# 面向控制系统通信网关的软件设计与实现

汪璐, 吉吟东, 孙新亚, 夏旭丰

(清华大学自动化系, 北京 100084)

**摘要:** 大型自动化控制系统通信网络由多种不同的通信子网组成, 且各个子网的协议往往各不相同, 因而导致扩展性差、改进和维护的工作量大等问题。论文提出模块化通信网关的软件设计方法, 把各种通信协议转化为统一的内部协议, 用于内部模块的通信, 实现软件核心模块与协议种类的分离。当引入新的协议时, 只需增加新的接口支持以及协议转化功能。应用表明, 该网关具有良好的灵活性和可扩展性。

**关键词:** 控制系统; 通信网关; 类 ModBus 协议; 模块化

## Software design and realization of gateway in the control system

WANG Lu, JI Yin-dong, SUN Xin-ya, XIA Xu-feng

(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Communication network of large automatic control system is composed by many subnets, and the protocols of the subnets are generally different from each other. So it makes poor expansibility and cost too much in maintenance and modification. This paper presents a modularized software design of communication gateway, which converts each communication protocol to an internal protocol to achieve intercommunication, so that the core module is irrelative from protocol. While new protocol is brought in, it just needs to add the new interface and the protocol transferring function. The application in control system demonstrates this gateway is extendable and flexible.

**Key words:** control system; gateway; like-ModBus protocol; modularization

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2007)24-0052-03

## 0 引言

目前我国自动控制系统中存在着多种通信规约<sup>[1]</sup>, 实现多协议互联的通信网关已经被广泛应用。但现有的通信网关普遍存在一个问题: 即系统内的协议每次发生变化, 都需要对原有模块进行大规模的改动, 带来开发周期长、扩展难以及成本高等问题。而本文提出的通信网关采用一种框架式模块化的设计, 当系统中增加一种新的协议时, 只需对外围模块进行简单的二次开发, 而无需对核心模块进行改动, 这样大大提高了通信网关的可扩展性和灵活性。

## 1 软件设计

通过对现有的通信协议进行大量地分析, 发现这些采用不同协议的数据并非毫无规律可循。由表 1 可知, 工业控制系统常用的 ModBus 协议根据不同的功能码对应的通信功能分读和写两大类, 而这些功能及数据对象又恰恰对应了电力系统 DL/T634 协议<sup>[2]</sup>和 DL/T645 协议中的相关信息。不难看出, 虽然这些协议的定义、帧格式、传输规则等方面各不相同, 但是就其所描述的信息本身是大体相似的。

由于通信协议只是通信数据的一种载体, 无论数据采用哪种通信协议来传输, 数据本身不会发生

表 1 ModBus 协议、DL/T634 协议、DL/T645 协议的信息对应

Tab.1 Data comparison of ModBus, DL/T634 and DL/T645

Modbus	读输入寄存器	读保持寄存器	读输入线圈状态	写输出线圈	写设置保持寄存器
DL/T634	遥测	定值读取	遥信	遥控/升降	设定
DL/T645	电度量及负荷数据读取	时段设置读取	异常状态	NULL	参数设定

太大改变。因此, 可以提取基本相近类型的数据, 将其分为模拟量输入/输出、数字量输入/输出、配置保持数据、事件记录、扰动数据等几大类, 并根据这些类别特点可以分别进行系统处理。

如果通信网关的主程序中, 核心模块所管理的数据都是由一种内部的统一协议来承载, 当系统中的通信协议种类发生变化时, 核心模块也就无须进行改动, 可大大缩短开发周期。据此, 可以得出软件模块的设计思路为: 提供最小系统所需的几大类数据通信接口, 将来自不同终端设备<sup>[3]</sup>的不同协议的数据先通过相应地解析转化后, 使用统一的内部协议, 再经由核心的管理模块处理; 同时, 基于上述对数据的归纳和分类, 通信网关的核心模块可以建立一个数据格式统一的设备对象模型, 在此模型内定义常见的各类数据以及对应的实时存储与模块间交互模式。

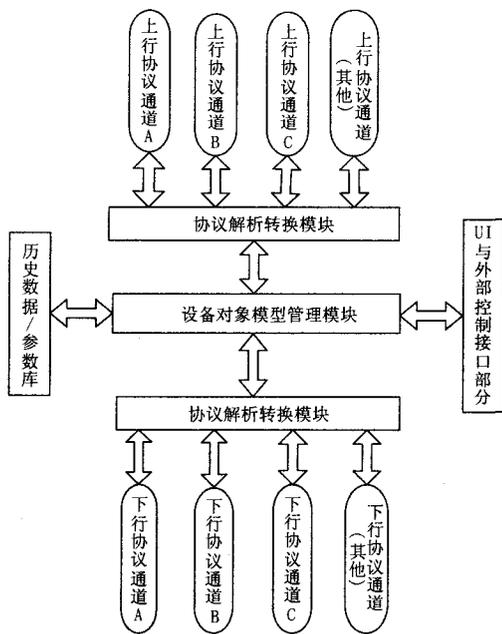


图 1 通信网关的逻辑结构图

Fig.1 Logic structure of communication gateway

至此可以抽象出通信网关的逻辑结构如图 1 所示。其中, 协议解析转化模块针对不同类型的协议定义来创建和编写协议转化; 设备对象模型管理模块将数据以结构统一的设备对象模型实例的形式进行状态/数据更新, 并管理通信的响应过程; 各种协议通道使用内部统一定义的接口标准获取设备信息, 再根据自身协议实现相应的通道完成通信工作。

## 2 软件实现

### 2.1 协议解析/转换

在系统内, 不同的通道对象模块只与设备对象模型管理模块进行数据交互。协议解析/转换模块包含于各个通道协议对象内部, 根据设备对象模型管理模块提供的数据访问接口, 将不同的通信协议所包含的数据及服务功能转换为内部统一的形式, 实现数据对应的通信功能。

表 2 类 ModBus 协议报文结构表

Tab.2 Message frame of like-ModBus protocol

子站地址	命令目标设备编号
功能码	类 ModBus 协议功能码
寄存器起始地址	目标寄存器的第一个
寄存器个数	读/写的寄存器个数
数据有效性标记	返回报文的数据有效性说明
任务执行状态	任务执行状态说明
任务(命令)启动通道端口编号	启动该任务的上行通道编号

表 3 类 ModBus 协议的功能码定义

Tab.3 Function code definition of like-ModBus protocol

功能码	定义	说明
1	读寄存器数值	读取设备对象的寄存器数值, 包括遥测、遥信、配置参数等, 包含了 ModBus 协议功能码 1、2、3、4 的功能内容
2	预置寄存器数值	该命令的主要作用是用于遥控选择功能。相当于 ModBus 协议的功能码 6
3	写寄存器数值	该命令用于修改寄存器数值、状态, 用于遥控、参数设置等。对于遥控功能, 使用写命令修改对应的 DO 寄存器实现。相当于 ModBus 协议功能码 16

在自动控制系统中, ModBus 协议是常见的通信协议, 其操作的数据种类与我们上文提到的数据种类颇为相似。因此, 我们对 ModBus 协议进行了适当的改修与扩充后, 提出了类 ModBus 协议实现通信网关内部各个独立模块之间数据信息交互。其报文结构如表 2 所示, 它在标准 ModBus 协议的基础上, 增加了任务执行状态和任务(命令)启动通道端口编号的扩展信息。同时功能码也做了内部的定义如表 3 所示, 以满足通信需要。

各种不同类型的装置的数据地址根据各自情况建立一张数据点表, 原则上都从各自的地址段起始开始编码。协议解析转化模块按照各自协议对应的转化规则把收到的报文重新组织转换成类 ModBus 协议定义的结构, 与设备对象管理模块进



有序、健康发展的的电力市场竞争体系,更大程度地发挥市场在资源配置过程中的基础性作用。

### 参考文献

- [1] 李晓华.不同交易机制下证券市场价格形成过程比较分析[D].武汉:武汉大学,2005.  
LI Xiao-hua. A Comparative Analysis of Price Formation Process in Securities Markets Under Different Trading Mechanisms[D]. Wuhan: Wuhan University,2005.
- [2] 杨军.交易机制与股票价格波动性关系的实证研究[D].长沙:湖南大学,2005.  
YANG Jun. An Empirical Research on Trading Mechanism and Return Volatility[D]. Changsha: Hunan University,2005.
- [3] 国家电监会市场监管部.江苏、四川、河南、黑龙江开展发电权交易调研[J].中国电业,2007,(3):32-34.  
Market Regulatory Department of State Electricity Regulatory Commission.Survey on Generation Right Trade in Jiangsu,Sichuan,Henan,Heilongjiang provinces[J].China Electric Power,2007,(3):32-34.
- [4] 国家电监会.2006年度电力监管报告[R].2006年.  
State Electricity Regulatory Commission. Electricity Regulatory Report'2006[R].2006.
- [5] 华中电监局,华中电网公司.华中电力市场建设方案(草稿)[Z].2006.  
Central China Bureau of State Electricity Regulatory Commission, Central China Grid Company Limited. Construction Scheme of Central China Power Market(Draft)[Z].2006.
- [6] 西北电监局,西北电网公司.西北电力市场建设方案(草稿)[Z].2006.  
Northwest China Bureau of State Electricity Regulatory Commission, Northwest China Grid Company Limited[Z]. Construction Scheme of Northwest China Power Market(Draft)[Z].2006.
- [7] 张森林.区域电力市场中月度撮合交易竞价机制研究(一)考虑输电价格和输电损耗折价MCP结算机制[J].继电器,2006,34(10):50-54.  
ZHANG Sen-lin. Research on Matchmaking Tradeoff Competition Mechanism in Regional Electricity Market, Part One, a MCP Competition Mechanism Based on Transmission Price and Loss[J]. Relay, 2006, 34(10):50-54.
- [8] 张森林.区域电力市场中月度撮合交易竞价机制研究(二)考虑输电价格、输电损耗折价和环保因素的类PAB结算机制[J].继电器,2006,34(11):66-70.  
ZHANG Sen-lin. Research on Matchmaking Tradeoff Competition Mechanism in Regional Electricity Market, Part Two, a PAB Competition Mechanism Based on Transmission Price, Loss and Environmental Expenditure[J]. Relay, 2006, 34(11):66-70.
- [9] 夏清,孙正运.考虑交易成本的区域市场撮合交易模型[J].电网技术,2005,29(17):1-4.  
XIA Qing, SUN Zheng-yun. Application of High-low Match Methods to Regional Electricity Market Considering Transaction Costs [J]. Power System Technology, 2005, 29(17):1-4.

收稿日期:2007-04-05

作者简介:

张森林(1978-),男,工学硕士,主要从事南方电网电力电量交易的管理工作和电力市场竞价交易机制理论、电力市场分析等方面的研究。E-mail:zhangsenlin\_csg@126.com

(上接第54页 continued from page 54)

- LIU Pei-pei, ZHU Yong-li, HUANG Min. Research and Realization of Object Oriented Electrical Telecontrol Communication System[J]. Journal of North China Electric Power University, 2004, 31(5): 59-62.
- [2] DL/T 634—1997 远动设备及系统 第5部分:传输规约 第101篇 基本远动任务配套标准[M].北京:中国电力出版社,1997.  
DL/T634—1997, Telecontrol Equipment and System Part 5: Transmission Protocols Section 101 Relevant Standard of Basic Telecontrol Task[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.
- [3] 黄焯明,芦东昕,谢世波.一种面向通信设备的嵌入式软件平台[J].中兴通讯技术,2004,10(4):37-40.  
HUANG Hua-ming, LU Dong-xin, XIE Shi-bo. A Communication Equipment Oriented Embedded Software Platform[J]. Zhongxing Communication Technology, 2004, 10(4): 37-40.
- [4] 胡明,周有庆,王永辉.一种新型电力系统通信网关的研制[J].继电器,32(10):63-66.  
HU Ming, HOU You-Qing, WANG Yong-hui. Research on a New Communication Gateway of Electrical System[J]. Relay, 32(10): 63-66.

收稿日期:2007-04-28

作者简介:

汪璐(1981-),女,硕士研究生,主要研究方向为自动控制领域的通信系统;E-mail:luwang@mails.tsinghua.edu.cn

吉吟东(1962-),男,副研究员,主要研究方向为自动控制理论及应用、电力系统自动化;

孙新亚(1964-),男,副研究员,主要研究方向为电力系统自动化。