

# 能源管理系统的设计与实现

文 | 中能兴科(北京)节能科技股份有限公司 秦根建

【摘要】本文论述了能源管理系统的设计与实现：整个系统采用分布式布置、集中管理的模式，对生产工艺设备、用能设备的能量数据进行管理；以 SCADA 软件和 I/O Server 实时数据服务器为核心构建，分为数据现场采集系统、网络通信系统和能源管理系统三部分。

【关键词】能源管理系统 SCADA OPC 实时数据库 现场总线 现场数据采集

## 1 前言

能源问题，从中国乃至全球范围来看，正日益成为一个亟待解决的问题。目前，解决能源供应日趋紧张的问题主要有两种手段，一是开发新能源、可再生能源；二是对现有的能源设施进行节能改造，实现能源的优化。我国在“十一五”规划中提出了建设资源节约型和环境友好型社会的奋斗目标，能量的综合利用、能源的使用效率越来越受到人们的重视。

为了能使企业更好地完成资源调配、组织生产、企业能量平衡、部门结算、成本核算、能源预测等，需要建立一套有效能源数据的自动采集、监测、管理、调配系统，以便企业随时掌握能源消耗、使用状况。

本文将选取采用分布式监控、集中式管理模式，基于现场总线方式的网络分布式能源管理系统，将其划分为数据现场采集系统、网络通信和能源管理系统三部分，介绍其对生产工艺设备、用能设备的能量数据进行采集、监控、计量、统计、分析等机制，论述其方案的设计与实现。

## 2 能源管理的现状和需求

当前企业采用数据管理的模式，基本上是现场安装数据采集仪器、仪表，人工定时采集数据，填报能量消耗报表，然后逐级汇总，统计后上报到企业的能源管理部门、财务部

门和上级主管部门。这种方法的缺点非常明显：效率低下、不具有实时性。

企业的能量计量仪器、仪表种类繁多、通信协议各异、分布范围广，进行自动数据采集、系统布置时要仔细加以考虑。各企业的自动化水平不一，有的企业从国外引进的生产线自动化水平很高，有的还停留在二十世纪七八十年代的水平；企业的办公自动化水平也千差万别，有的企业基本可以实现无纸办公，有的还处在繁杂的手工劳动中。这些复杂的局面提高了能源管理系统的布置难度。

随着信息技术、网络技术、计算机控制技术的不断发展，对传统的能源管理的方式进行自动化改造变得完全有必要和可能。国外的一些 DCS 系统已经将能源管理系统纳入其中，作为整个 DCS 系统的一个子系统。国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020年)和国务院公布的九大行业近期淘汰落后产能目标的文件，明确指出企业提高管理水平的必要性，这也给企业能源管理系统的实施带来了机遇。

## 3 能源管理系统的设计与实现

### 3.1 系统架构

能源管理系统以 SCADA 系统为核心，利用 OPC 作为接口连接数据采集和后台数据库，系统结构如图 1 所示。

能源管理系统的架构可以从体系结构

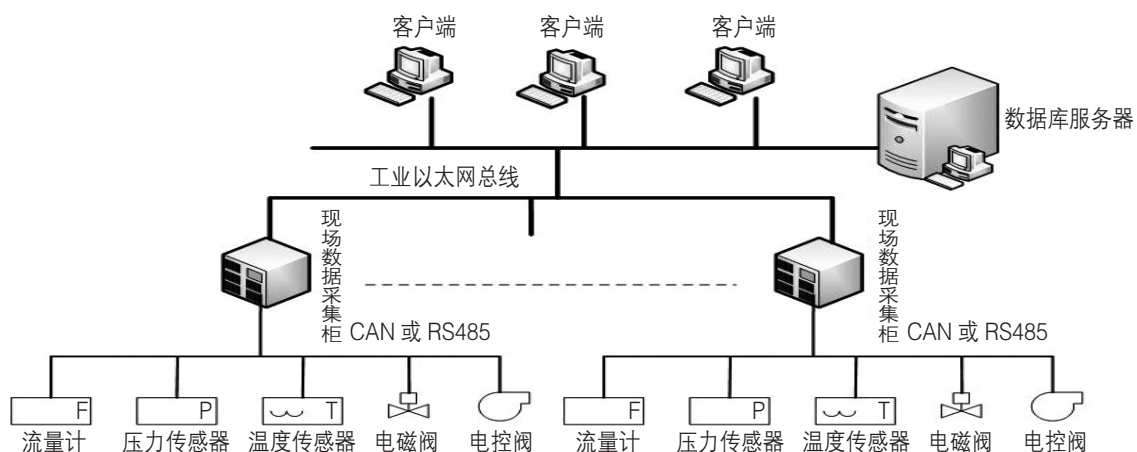


图 1 能源管理系统拓扑图

上分成三层，即数据采集系统、现场控制器（集中器）及通信网络、能源管理监控中心。整个系统以实时数据库和 SCADA 软件为基础，结合网络通信、嵌入式技术组成一套先进的自动采集、存储、分析数据并进行预测。

#### （1）能源管理监控中心

能源管理监控中心以 SCADA 软件和 I/O Server 实时数据服务器为核心，布置分布式数据采集管理系统，实现在线的数据监视、数据采集和实时传输等能源管理功能并支持二次开发和现场组态。

#### （2）通信网络

通信网络采用工业级以太网交换机，建立分区域的冗余环网，环与环之间采用耦合拓扑结构进行连接，从而建立高可靠、专有的能源数据采集通信网络。

#### （3）数据采集

数据采集系统以现场数据采集柜为核心，进行数据信号采集、AD 处理、通信、协议转换等，将采集到的能源消耗数据连续、真实、可靠地传输到系统数据库中，为能源管理系统的统计分析提供基础数据。

系统的主要功能包括：

◆ 采集基础数据，包括电流、电压、功率因数、流量、温度、压力、设备状态等；

◆ 传感器网络通信协议的实现、转换及实现装置，以太网网络通信协议的实现；

◆ 数据库系统、接口、OPC 实现；

◆ Web 访问；

◆ 过程监视、操作控制、实时调整等界面和过程曲线、信息显示等辅助界面的显示、切换；

◆ 介质计量参数管理、维护单位管理、计量设备管理、测点耗量关系等基础数据的管理；

◆ 各种配置参数设置、用户权限设置、其他需人工录入的参数设置等界面管理；

◆ 能源数据汇总、统计、管理以及数据报表的生成；

◆ 能源使用分析、计划、仿真；

◆ 能量平衡计算、能源使用估计、能源消耗的预测；

◆ 能源供给品质估计、供给能力估计；

◆ 能源费用管理；

◆ 能源使用分配；

◆ 能源生产监测，包括能源品质监测、能源生产绩效监测等；

◆ 安全管理。

### 3.2 能源管理系统的实现

系统可以从实现原理上分为管理软件（包

括 SCADA 软件、应用软件) 和现场数据采集柜两部分, 下面分别针对这两部分介绍系统的实现。

### 3.2.1 软件系统的实现

SCADA 软件是管理系统的基础平台, 其可以采用通用软件, 例如 NI LookOut、组态王等, 也可针对专用的平台独立开发。整个 SCADA 系统的功能主要是通信控制、报文解析、数据库接口管理、设备驱动管理、变量管理、画面管理、单元组态管理、动画功能等。

图 2 展示出了一个基于 Windows NT, 采用 VC++ 6.0 开发的, 专用 SCADA 平台的主要功能模块。SCADA 软件的主要功能包括:

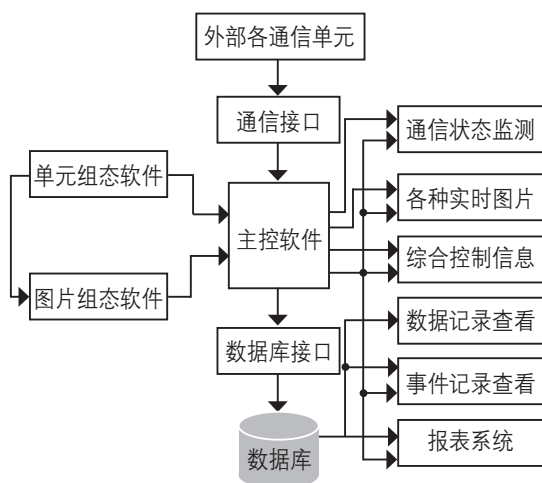


图 2 SCADA 软件的功能框图

- ◆ I/O 通信冗余, 能够在主通信中断时自动切换到旁路;
- ◆ 支持在线组态;
- ◆ 支持 ODBC、OPC、API、DDE 等标准数据交换方式;
- ◆ 网络通信采用标准的 NetBIOS, 支持 IPX/SPX、TCP/IP 等协议;
- ◆ 支持多种关系型数据, 包括 Oracle、SQL Server 等。

应用软件的主要功能是提供数据访问、

统计、分析等服务。软件采用 B/S 结构, 基于 J2EE 架构实现, 开发环境采用 Eclipse, 应用系统的布局采用 Spring、Struts、Hibernate 的开源解决方案, 系统程序主界面如图 3 所示。

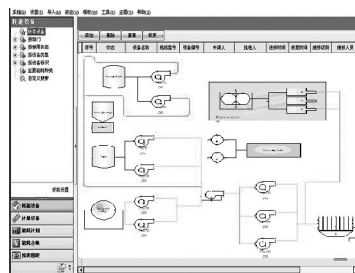


图 3 管理系统主界面

### 3.2.2 现场数据采集柜的实现

现场数据采集系统作为 SCADA 系统的一部分, 在整个能源管理系统中扮演着基础数据提供者的角色, 占有非常重要的位置。它的主要功能是从计量仪器中采集数据、读取执行机构的状态、实现协议转换、和系统数据库进行通信等。现场数据采集系统的采集速度、采用精度、设备稳定性、扩展性等决定了整个系统的性能。

现场数据采集系统的硬件实现方式为:

- ◆ 采用嵌入式 32 位 ARM CPU 作为控制器, 安装 Windows CE 6.0 嵌入式操作系统;
- ◆ 为模拟信号的采集设计独立的采集卡作为子板;
- ◆ 数字信号采用协议扩展板进行通信, 目前实现的协议包括 Mbus、ModBus、CAN;
- ◆ 和上位机的通信协议, 目前实现 TCP/IP 和 GPRS 方式;
- ◆ 设备采用接口板、背板、功能子板的结构, 方便数据采集柜的升级、扩展。

作为能源管理系统中的智能采集的终端设备, 系统的结构如图 4 所示。

系统实现机制为:

- ◆ 外部模拟信号进入数据采集柜后, 首

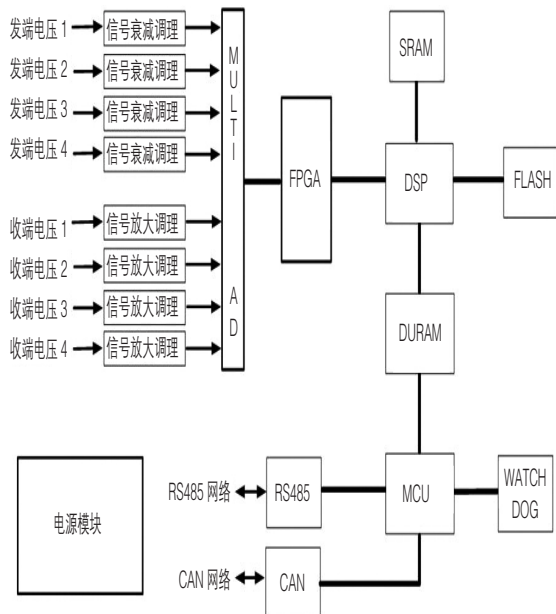


图4 现场数据采集柜组成图

先经过信号放大调理部分,被调理为0 ~ 4.5V的电压信号,进入AD芯片;

◆ AD芯片的操作由FPGA控制,FPGA定时控制AD转换,得到8路AD采集结果后,产生DSP中断信号,通知DSP读取AD采集结果;

◆ 对数字信号,经协议解析后读取相应的计量、状态数据,对开关信号直接读取状态,放入DURAM(双口RAM)中;

◆ DSP根据AD采集结果,将处理完的数据放在DURAM中,通知控制器读取;

◆ MCU应用程序读取DURAM中的频域数据,并利用SCADA提供的OPC机制,将该数据通过工业以太网或GPRS传送到后台数据库中。

## 4 结束语

能源管理系统的设计参考了工业自动化DCS的设计思想,采用分布式采集、集中管理的方式,充分利用了网络技术和嵌入式系统的优势。各个子系统之间既相互独立,又通过企业数据库相互关联。这使得各子系统得以充分发挥其能力;数据采集端专注数据的采集、处理,数据库端专注于数据的接收和分发工作,监控中心充分发挥数据统计分析、数据仿真、人机访问的能力。系统布置时可根据业务特点、复杂程度,选择不同的模块组成不同规模的管理系统。

13

## 参考文献

- 1 黄维通. Visual C++ 面向对象与可视化程序设计. 清华大学出版社, 1997
- 2 尹立民. Visual C++ 软件项目开发实例. 电子工业出版社, 2004
- 3 甘永梅. 现场总线技术及其应用. 机械工业出版社, 2004
- 4 林小峰, 等. 基于IEC 61131-3标准的控制系统及应用. 电子工业出版社, 2007
- 5 高安邦, 等. LonWorks 技术开发和应用. 机械工业出版社, 2009
- 6 Andrew N · Sloss 等. ARM 嵌入式系统开发. 沈建华, 译. 北京航空航天大学出版社, 2006
- 7 丁展等. Visual C++ 网络通信编程实用案例精选. 人民邮电出版社, 2004
- 8 W · Richard Stevens. TCP/IP Illustrated. 范建华, 等, 译. 机械工业出版社, 2000
- 9 王常力, 罗安. 分布式控制系统(DCS)设计与应用实例. 电子工业出版社, 2004
- 10 冯博, 朱穗晖, 等. J2EE 1.4 程序设计教程. 清华大学出版社, 2005
- 11 思志学等. J2EE 整合详解与典型案例. 电子工业出版社, 2008
- 12 西门子、罗克韦尔等工业自动化方案资料