

# 水泥企业能源管理系统<sup>①</sup>

李文庆, 丁 胜, 彭旭东

(南瑞(武汉)电气设备与工程能效测评中心, 武汉 430074)

**摘 要:** 分析了水泥企业能源管理系统建设的需求特点和建设原则, 提出一种利用 OPC 技术、基于 .NET 的多层体系架构技术构建水泥企业能源管理系统的设计方案, 并对系统设计原理、系统中的软硬件架构以及系统的功能特点进行了介绍. 该系统具有与水泥企业 DCS 系统(集散式控制系统)、余热发电系统实现数据共享, 进行全局性能源平衡分析的特色功能, 可为水泥企业合理利用能源、实现节能增效提供数据支撑.

**关键词:** 水泥企业; 能源管理系统; OPC; .NET 多层体系

## Energy Management System for Cement Enterprise

LI Wen-Qing, DING Sheng, PENG Xu-Dong

(Nari (Wuhan) Electrical Equipment & Engineering Efficiency Evaluation Center, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** The demand characteristics and design principles of cement enterprises in the progress of energy management system construction were systematically analyzed in this paper. The design scheme of energy management system based on OPC technology and .NET multi-layer architecture was proposed besides. The principle of system design, the compositions of the hardware and software, and the function features were introduced. The system could share data resource with DCS, and waste heat generation system, and thus could provide global energy balance analysis. Accordingly, the system is useful for reasonable energy utilization and energy saving.

**Key words:** cement enterprises; energy management system; OPC; .NET multi-layer architecture

## 1 前言

随着全球能源供应的日趋紧张, 各种能源费用都呈上升趋势, 能耗成本在企业成本中所占比例越来越大. 水泥企业是典型的高耗能企业, 企业能源费用在生产总成本中占 70%以上<sup>[1]</sup>. 因此, 在水泥企业中建立高效的能源管理系统, 对企业的能源消耗进行在线监控、对能源数据进行信息化管理, 不断调整水泥企业的生产方式和用能方式, 以降低单位水泥产品的能源消耗, 对水泥企业的经营发展和提高经济效益具有极其重要的意义<sup>[2,3]</sup>.

目前, 国内大多数水泥企业的能源管理依然以人工采集数据为主, 自动化、信息化程度较差<sup>[4,5]</sup>; 企业的集散控制系统(DCS 系统)、纯低温余热发电系统、用电、用煤计量系统、经营管理的 ERP 系统等各自独

立运行, 信息共享程度不高. 此外, 由于水泥企业本身对能源管理系统的应用需求不明晰、建设目标不明确, 造成了盲目照搬照抄国内大型企业能源管理系统的现象发生.

针对以上问题, 本文提出一种利用 OPC 技术、基于 .NET 的多层体系架构技术构建水泥企业能源管理系统的设计方案. 该方案采用 OPC 技术, 在满足系统对于各个硬件设备的基础通信要求外, 可实现系统与 DCS 系统、企业余热发电系统等第三方系统的数据共享和交互, 方便为企业各种决策提供及时、全面、准确、适用的信息; 系统建设采用基于 .NET 的多层体系架构技术, 可以极大的提高系统的可重用性、可扩展性和可维护性.

<sup>①</sup> 收稿时间:2014-01-16;收到修改稿时间:2014-03-07

## 2 系统整体设计

### 2.1 系统需求和设计原则

能源管理系统是一种基于网络、计算机等先进信息技术的现代化能源管理平台, 可对企业能耗数据进行采集、存储、处理、统计、查询和分析, 提供企业用能计划、能耗核算及决策支持, 实现企业节能绩效的科学管理和能源效率的持续改进<sup>[6]</sup>。水泥企业能源管理系统由于能源使用方式、能源消耗种类、企业能源管理要求等方面与其他行业存在差异, 因此, 在进行系统的设计时, 需要重点考虑以下方面:

(1) 系统建设范围需求. 水泥企业是一个典型的高耗能企业, 企业主要使用电和煤两类能源. 企业生产使用的各类电机消耗绝大部分电能, 水泥熟料烧成的窑炉则消耗几乎全部的煤, 因此, 企业能源管理系统的能源数据分为用煤数据和用电数据两类. 此外, 企业用电, 除了向当地电网购电这一渠道以外, 企业的水泥纯低温余热发电站也是企业用电的一个来源.

(2) 系统建设成本需求. 在水泥企业建设能源管理系统, 虽然不存在信息系统建设资金不足和技术不成熟的问题, 但是, 若对厂区原有的信息化系统进行重新设计开发, 重复的系统建设费用和大量监测终端购买支出无疑会极大的增加水泥企业能源管理系统的建设成本. 从投入产出比的角度来看, 这样的系统建设方式也是不利于水泥企业能源管理系统大范围的推广应用. 因此, 在进行方案设计时, 应最大程度的挖掘原有信息化系统的效益点与价值点, 选择成熟、可靠的系统集成技术, 使得原有的信息化系统为新的能源管理系统所用.

(3) 系统功能需求. 在系统功能设计上, 应围绕水泥企业能源管理系统的建设目的, 在充分实现数据采集、存储等数据管理基本功能的基础上, 重点对能源信息管理及能耗原始数据进行数据挖掘, 开展多维度、深层次的能效分析和能效评估等功能的设计和开发.

(4) 系统性能需求. 由软件、硬件、多个基础通信网络构成的水泥企业能源管理系统, 不仅需要完成企业能源数据的采集、存储、处理等功能, 还需要完成企业的能效分析、诊断、评估等功能. 因此, 为保证系统具有较强的稳定性和可靠性, 应尽可能采用成熟的硬件产品和优秀的软件技术.

### 2.2 系统总体结构

系统选用微软公司的 Visual Studio .NET 作为开发平台. 系统总体上划分为表现层、应用层和数据层<sup>[7]</sup>.

表现层主要负责企业用户业务请求的输入和最终业务结果的展现, 不负责的任的业务解释和处理, 是系统的窗口.

系统的应用层直接为表现层服务, 其包含实际的业务逻辑, 根据用户请求的内容与后台的数据层进行交互, 并把最终的产生的结果返回给表现层. 应用层是系统的核心层, 包含应用服务器、Web 服务器等多类服务器.

数据层主要包含数据服务器和数据采集系统. 数据采集系统负责现场能效数据的采集和上传, 数据服务器将上传的能效数据进行处理, 根据数据库的数据模型存储到特定的区域, 并为应用层提供包括数据检索、访问等服务.

采用三层结构的优点是各逻辑层既相互独立又紧密联系, 任何一层的改动都不会影响到其它逻辑层的工作, 非常有利于系统的扩充.

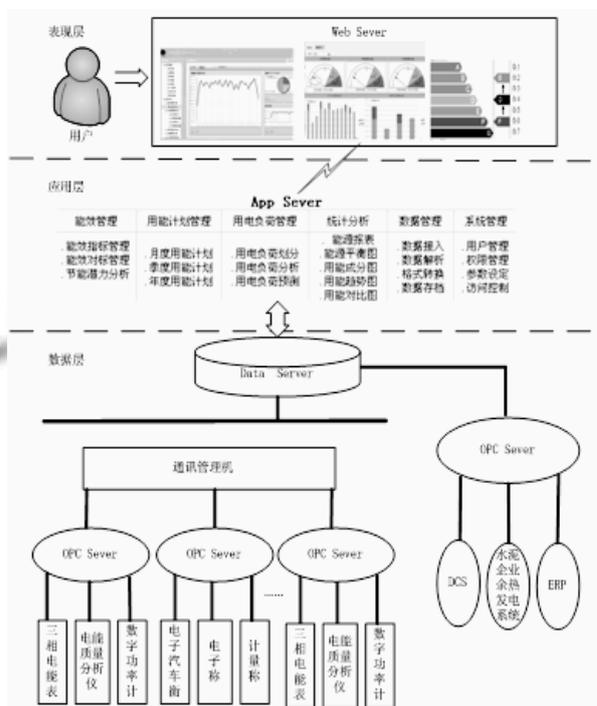


图 1 水泥企业能源管理系统架构图

### 2.2 系统应用部署方式

水泥企业能源管理系统的应用部署方式因企业自身的基础条件、建设资金以及能源管理需求的不同而

有差异. 对于中小规模的水泥企业, 采用集中部署方式有利于系统的快速建设、快速投入运行、能源事件的快速处理; 对于生产规模较大, 以集团化运作的水泥企业, 采用分散部署的方式, 有利于实现各个子公司或各条生产线的能源统一管理.

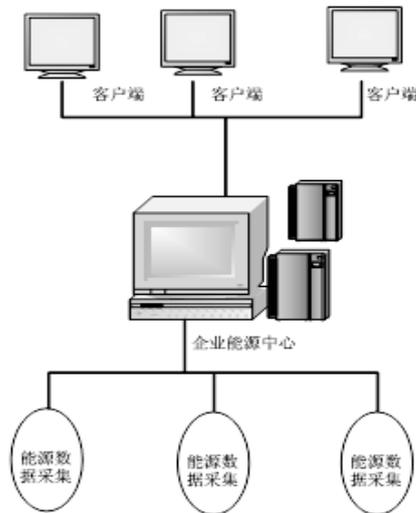


图2 集中部署模式

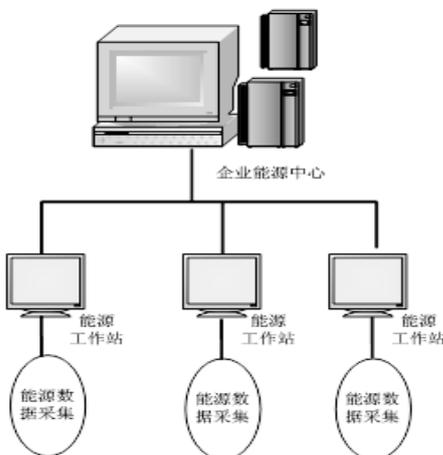


图3 分散部署模式

### 3 系统软硬件设计

#### 3.1 系统软硬件设计

(1) 采集终端. 系统的现场采集范围主要分为两部分: 用电信息采集和用煤信息采集. 对电的监测, 主要采用三相电能表、电能质量分析仪、功率分析仪等仪器设备来实现. 对企业用煤, 则选用汽车电子衡和电子称等计量设备进行监测.

(2)采集网络. 在整个系统中, 采集网络下连现场

采集终端、上接企业数据服务器, 是能源数据的上传和控制信息的下达的通道. 采集网络是系统一项关键组成部分.

由于水泥企业现场计量设备种类繁多、驱动程序各异. 为获取现场实时的能源信息, 针对每个硬件开发一套现场采集软件, 无疑会加大系统的建设成本和增加系统的建设周期, 这显然是不符合系统的建设原则和要求的.

OPC(OLE for Process Control)是为了解决基于 Windows 的应用程序和现场过程控制应用之间通讯而产生的一组技术规范 and 标准. OPC 为各类硬件设备和软件开发者提供了一套标准的接口, 可以将底层硬件驱动程序和上层应用程序的开发有效地分隔开, 使用统一的数据接口实现了不同设备协议间的数据互访, 不仅易于系统维护和升级, 而且可以缩短系统的开发时间<sup>[8,9]</sup>. 因此, 利用 OPC 技术构建系统采集网络显然是一个很好的选择.

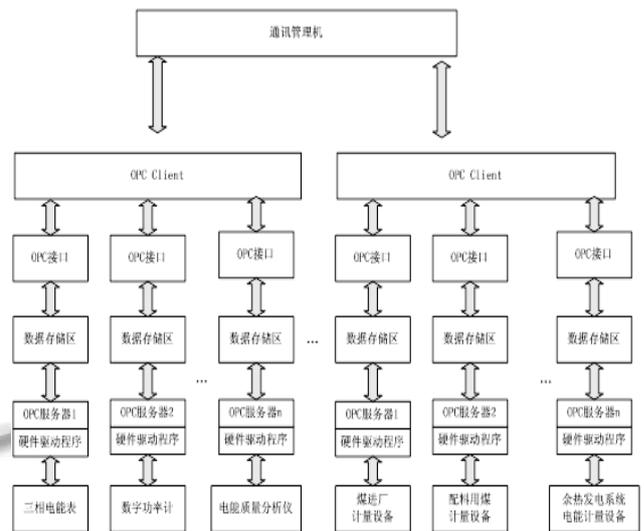


图4 企业采集网络

(3) 系统服务器. 系统服务器包括数据服务器 (Data Server)、应用服务器(App server)和 WEB 服务器 (Web Server). 数据服务器用来存储现场采集的能耗数据、终端的工作状态、用能设备档案信息, 通过建立 SQL Server 2008 数据库软件实现对数据管理, 分为实时数据库、历史数据库、生产信息数据库三类. 实时数据库和历史数据存储采集的能耗数据、状态信息, 前者主要面向用户对能耗的实时监测, 后者主要面向用户的能效分析和能效诊断. 生产信息数据库存储有

企业的设备管理信息和生产计划信息.应用服务器上运行着能源管理软件,是最终为用户提供各类服务的业务执行区域,是系统服务器的核心.WEB服务器则用来发布企业的能源信息、绩效考核信息等内容.为节省系统建设成本,以上三类服务器可部署在同一台硬件设备中.

### 3.2 软件系统设计

软件系统包含采集软件、数据库和能源管理软件.

#### (1)数据采集软件设计

采集软件主要负责现场采集终端与数据服务器的通讯、能耗数据的实时采集和能耗数据的远传.采集软件与采集网络一起构成数据采集系统.

其主要功能包含:①参数配置:对设备编码、通信协议设定、数据采集频率、终端数据存储转发周期数据类型、报警阈值等相关参数进行设置;②能耗实时监测:对企业能源消耗(主要用电和用煤)进行实时监控,并将实时监测的信息上传到数据服务器的实时数据库中;③能源事件报警:根据用户设定的能源计划、能效指标、设备效率报警阈值,对企业的异常能源事件和状态及时发出报警,并将报警的时间和内容上传到数据库服务器的生产信息数据库中.

#### (2)数据库软件设计

数据库软件选用 SQL Server 2008,其具有简单而丰富的 API 接口,简便且易使用,此外还具有较强的可扩展性和较高的性价比,适合水泥企业要求降低能源管理系统建设成本的要求<sup>[10]</sup>.

#### (3)能源管理软件设计

能源管理软件采用基于面向对象的 Visual Studio.NET 的系统开发环境,可以充分发挥开发平台的可视化设计开发工具箱、公共语言运行库和庞大的公用代码库,快速构建 Windows 应用程序、Web 应用程序、Web 服务和其它各种类型的应用程序,缩短系统的开发时间和难度.能源管理软件的核心功能包括:①能耗统计:主要分为能源消费统计和产品能耗统计两个部分内容;②能效分析:以同比、环比、排名等方式,可实现对企业总体能耗、分项能耗、设备能耗进行分析,分析时段可提供日分析、周分析、月度分析、季度分析、年度分析以及任意指定时段内的数据分析.分析结果可以通过折线图、柱状图、饼图等多种表现方式予以展现.③用电负荷管理:主要分为企业用电负荷管理和负荷预测.主要根据大量用电负荷数据,

对企业的负荷进行分类,通过用户电力负荷预测模型,预测短期或中长期负荷变化.④用能决策:根据耗能设备日、月、季、年用能的变化规律,结合能效指标和节能案例,系统诊断能源消耗、挖掘节能潜力并给出节能指导意见.

## 4 结语

基于 OPC 技术构建的采集网络,不仅可以满足系统对于企业电能数据实时采集的需求,还可以方便构建与企业 DCS 系统以及水泥企业余热发电系统进行数据交换和共享的接口,从而为企业实现全局性能耗分析、用能优化控制提供了可能.采用基于 .Net 多层体系架构技术开发的水泥企业能源管理系统,为水泥企业提供了一个数字化的能源管理的信息化平台,可以实现对企业能耗数据管理、用能计划管理、多维度能效分析、能效对标管理、能效诊断和评估的功能.该设计方案,在满足水泥企业能源管理建设需求和建设目标的同时,可实现系统的快速建设,以及根据企业的能源管理需要,实现系统的良好扩展.

## 参考文献

- 1 蒋明麟.我国能源形势与水泥工业的节能任务.建材发展导向,2007,(6):1-7.
- 2 田树静.论能源计量在企业节耗中的作用.中国科技纵横,2010,(12):271-271.
- 3 王文华,王志新.水泥企业能源量计量系统应用开发.微机信息,2007,23:20-21.
- 4 艾军.电能管理系统在水泥工厂的应用.电气自动化,2012(1):100-101.
- 5 汪澜,余学飞.水泥企业能源消耗的检测与分析.中国建筑材料科学研究总院,2008.
- 6 黄龙云,苗新强,任工昌.基于 GPRS 的卷烟企业能源管理系统研究.微型电脑应用,2009,(10):34-36.
- 7 崔淼,关六三,彭炜.ASP.NET 程序设计教程(C#版).第2版.北京:机械工业出版社,2011.
- 8 刘旭昌,石林锁.基于 OPC 技术的系统集成设计与实现.现代电子技术,2009,(8):46-48.
- 9 OPC Foundation. OPC Data Access Automation Interface Standard. Version 2.02.1999.
- 10 Lee M. 精通 SQL Server 2008.北京:清华大学出版社,2010.