

# 基于 LonWorks 现场总线的 造纸厂负荷监测调度系统<sup>©</sup>

## Monitoring and Dispatching System of Energy Load Based on LonWorks in Paper Plant

（江南大学信息工程学院，江苏 无锡 214036） 须文波 刘光徽 潘 丰

**摘要：**文章针对山东省银河纸业集团生产信息管理的需要，建立了一个经济型的基于 LonWorks 现场总线的造纸厂水、电、汽能源负荷监测优化调度系统。在充分利用原有测量仪表设备的前提下，通过对全厂水、电、汽消耗的优化计算，实现造纸厂能源负荷的综合调度，从而达到节能降耗的目的。  
**关键词：**LonWorks；实时监测；组态软件；优化调度

**Abstract:** Aiming at the requirement of the production information management of paper plants, an economical system of energy load monitoring and optimal dispatching based on LonWorks fieldbus is proposed. By optimal computing the data of water, electric and steam consumption in the plant, the entire dispatching of energy load is implemented to save energy, and the existing measure equipment on field is kept fully used.

**Key words:** LonWorks ; real-time monitor ; configure software ; optimal dispatching

### 1 引言

LonWorks 是由 Echlon 公司推出的、具有强劲实力的现场总线技术，它采用的 LonTalk 协议被封装在称为 Neuron 神经元芯片而得以实现。它采用 ISO/OSI 模型的全部七层通讯协议及面向对象的设计方法，通过网络变量把网络通信设计简化为参数设置，其通信速率范围为 3kbps~1.5Mbps，直接通信距离可达 2.7km，以下简称 Lon 网络。

Lon 网络包括现场控制节点（这些节点可以是直接采用神经元芯片作为通信处理器和测控处理器，也可以是基于神经元芯片的 HostBase 节点）、通

信介质和通信协议。LonWorks 技术是集成 Lon 网络的完整开发平台，它包括 LonWorks 结点和路由器（其它现场总线所不具备的）、LonTalk 协议、LonWorks 收发器、LonWorks 网络和节点开发工具。

本文将介绍使用网口指标符合 LonTalk 协议的 LonWorks 现场总线技术，实现对大型造纸厂水、电、汽负荷的在线监测调度。

造纸业是轻工系统中的耗能大户，在造纸生产过程中，运用计算机对水、电、汽进行监测并与生产计划进行统一调度，可以很好地实现节能降耗的目的。

山东银河纸业集团为大型制浆企业，分为南北两个生产厂区，且距离很远。其信息管理网包括全厂的生产销售、人事、劳资、仓库等信息子网。其中各生产装置的实时数据由 DCS 直接传递到管理网络。但全厂的水、电、汽等公用工程信号没有包含在 DCS 中，而这些数据对造纸厂的生产管理及能源的优化、调度、控制很有必要。因此，为保证系统的先进性、可靠性、可维护性及经济性，并考虑到与制浆、苛化等监控系统联网，系统选型时决定采用 LonWorks 现场总线。

### 2 系统方案

#### 2.1 系统结构

本系统是由上位机（研华工控机 IPC610PIII）和现场智能节点（由现场总线 LonWorks 的 Smartnode 构成，简称 S 节点）构成典型的现场总线监测系统（FCS）。

① 利用 15 个 S 节点对 21 台造纸机能耗实现

© “九五”国家重点科技项目资助课题（97-619-02）

全自动监测。S 节点分别连接各造纸厂的水、电、汽等传感器或计量仪表。各 S 节点与相应的纸机构成独立工作的节点，在运行中，各节点负责采集现场的实时能源消耗数据，供上位机读取，同时各节点始终服从上位机统一管理。

② 上位机通过 LonWorks 读取 S 节点采集的现场实时能耗数据，在上位机上可实时显示运行中的各节点工况及历史图表，使所有能耗数据一目了然，同时实现了对数据的判别、分析及储存，并可将有报表打印输出。系统结构如图 1 所示。

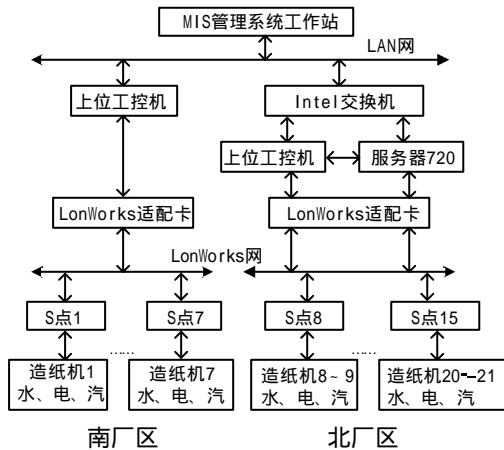


图 1 造纸厂能源监测系统结构

③ 上位机系统通过 LAN 总线与生产调度管理系统及其他系统联网。S 节点可联网或单独运行，从而保证了系统的可靠性及可维护性，做到数据采集分散，数据管理、分析集中，具有良好的数据综合分析性能及联网功能。

### 2.2 硬件构成

上位机硬件配置：工控机（研华工控机 IPC610PIII+UPS）2 套；LonWorks 适配器 2 套。现场智能节点包括现场总线采集器（SVT-8034 型 A/D、脉冲计数器等）、智能电气箱（GDP-2 型）。传感器包括旋涡流量计、水蒸汽流量计、压力变送器等。网络传输采用屏蔽双绞线截面大于 0.22mm<sup>2</sup>，阻抗小于 120Ω。

### 3 数据采集与数据通信

Lonworks 的 LonTalk 协议在物理层支持多种通信协议，具体实现就是采用网络变量这一形式。本系统数据采集程序负责从各 S 节点站点中读出所需要监测的数据，根据各站点提供的实时数据格式读取过程数据并写入数据缓冲区中。在各 S 节点站点上，将采集到的过程数据通过总线从本站发到 LonWorks 适配站点。数据通信过程是由 S 节点站点发出的数据通讯请求触发的，按照 IEC870-5-1 协议进行通信。通信适配板提供了读取从站点输入数据、

发送从站点输出数据的数据传输函数。利用组态软件将过程数据读取并存储到开放的关系数据库（SQLsever 或 Access）中，供其他程序共享。数据通信流程如图 2 所示。

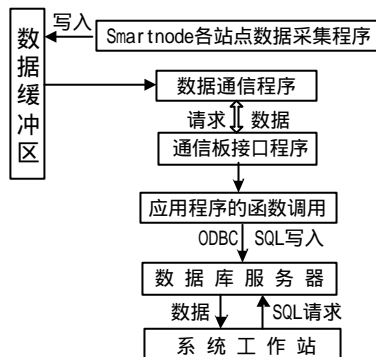


图 2 系统数据流程图

### 4 软件开发与数据管理

采用 Windows NT 作系统平台，用 Visual Basic 6.0 作为开发工具构架组态系统，用 VisualC++6.0 编制底层操作程序。该系统由数据采集与通信模块、数据管理与维护模块、负荷优化分析模块等组成。具有系统生成、实时数据生成、历史数据库生成以及图形、曲线报表显示、打印历史趋势图表、实时图表分析、故障点查找、报警信号存储分析等功能。根据造纸厂的实际状况，以整数线性规划模型为参考，运用分枝定界算法编制能源负荷优化等程序对整个造纸厂的能源进行优化调度。

为方便数据的处理、资源的利用以及加强软件的通用性，我们试图把组件对象模型（Component object mode, Com）应用于动态画面的交互显示。Com 在本质上仍然是客户/服务器模式，组件对象为使用者（Com 用户）提供接口来描述自己和提供服务，Com 客户通过接口向 Com 请求服务，利用 Active X 技术开发动态图元控件，然后将控件插入到组态画面上。动态图元是构成交互动态画面的基本元素。在本方案中每一个动态图元都是一个 ActiveX 控件，可通过触发控件的事件实现画面的切换。

工业控制过程中，数据库分别存储在两种存储介质上，系统的实时数据以内存为存储介质，以提高数据的读取速度满足实时的时限要求。历史数据以外存（一般是硬盘）为存储介质。对从实时系统采集到的数据，经过应用程序处理后，将其存入数据库中。由于系统全天不停机实时采集和记录，通信量大，可采用数据库自动备份更新技术来提高数据的存取、查询速度。

（下转 29 页）

下，此三个容器的水量之和保持不变。当一个容器内的水位发生变化时，必定会影响其它两个水位，但系统的总水量保持不变，只要通过合理的调节手段，可以使三个容器的水位恢复正常。一般情况下，汽包水位通过自动调节，水位变化量不会太大，为了简化问题，我们假定汽包水位是恒定的，把除氧器水量与凝汽器的水量之和作为系统水量来考虑，把此两套水位做为一个整体，这样就能解决两水位互为耦合问题，而且能长期稳定运行。

#### 4 控制方案

总的控制思路是控制系统水量保持不变，然后再控制一个容器（凝汽器或除氧器）水量保持不变。考虑到除氧器水箱的容积较大，而凝汽器热井容积较小，除氧器水位允许变化的范围较大，因此，我们选用的方案中，一是控制系统水量保持不变，二是控制凝汽器水位保持不变。除氧器水位不直接控制，但由于：系统水量=凝汽器水量+除氧器水量，所以如果控制好系统水量、凝汽器水量（水位）的动态过程，除氧器水量（水位）动态过程也会得到控制，使除氧器水量（水位）在稳态时回到给定值。

对容器内水量的测量是有一定难度的，故在实施中，选用了水位的测量代替水量的测量。即：系统综合水位=凝汽器水位+除氧器水位，此方案仍采用单回路 PID 调节器来实现。

采用化补水控制，使系统综合水位保持不变。采用凝结水控制，使凝汽器水位保持不变。

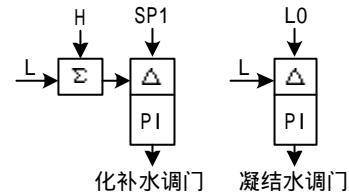


图 3 控制系统 SAMA 图

图 3 为控制系统 SAMA 图，其中 H 为除氧器水位；L 为凝汽器水位；LO 为凝汽器水位定值；SP1 为 LO+H0；H0 为除氧器水位定值。

#### 5 结语

舟山发电厂的除氧器和凝汽器水位两套自动经方案改进之后，能在 25~125MW 负荷变化范围内长期稳定运行，从两水位的实时记录曲线来看，它们的变化不会超过定值的±50mm。

（上接 25 页）

#### 5 问题与处理方案

造纸厂车间现场多为高温、高压、高噪声场合，存在各种干扰。智能节点电气箱一般安装在配电房内，高电压、大电流控制器件以及高压电缆等干扰源产生的静电干扰、磁场干扰、强电流干扰以及射频等干扰对系统信号的传输都会产生很大的影响。应采取的抗干扰措施有：① 硬件方面：信号的传输线应尽可能远离高压电线；电气箱应做好接地；双绞线屏蔽层应可靠接地；采集模块应选用带光电隔离或电磁隔离的模块；4~20mA 的模拟信号在引入 A/D 转换器时前端应加隔离模块，且尽量避免电流环信号的远距离输送采集以避免线路衰减；对于从现场负荷计量仪表引出的开关量信号，要屏蔽掉因开关（如干簧管）抖动产生的干扰。② 软件方面：采取抗干扰措施，如模拟输入通道采取数字滤波（低通/中位值/最大平均滤波等），开关量通道采取信号选通模式，通讯系统采取防误码模式等。

对于损坏或掉电的站点，软件设计给出了报警和处理方案，对于新上电的从站可以很容易地加入组态环网，如果从站距离过远时，为保证信号传输无误，应加中继器。北厂区数据系统存于当地的服

务器上，通过 Intel 交换机和 LAN 网光纤传输加入南厂组态系统中，并上传到管理网络，使全厂负荷集中调度控制。

#### 6 结语

该系统采用 Lonworks 现场总线技术，监控计算机与各检测点之间仅通过一条双绞线连接，为造纸厂节约了大量信号电缆，缩短了设计安装周期且维护方便。此外该系统扩展容易而无需大量投资，彻底改变了人工抄表所造成的误时和误差，也避免了在高温、高压、高空环境中作业所潜在的危险。系统现已安装运行且效果良好，为企业取得了显著的经济效益。在化工、轻工行业具有一定的推广价值。

#### 参考文献：

[1] 须文波, 潘丰, 刘飞. 柠檬酸发酵计算机控制及优化设计. 无锡轻工大学学报. 1996, 15(2A).  
 [2] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用. 清华大学出版社, 1999.  
 [3] 苟建兵. 关于控制系统通讯网络的讨论. 自动化博览, 2000, 4.  
 [4] 华晓忠, 陈瑞胜. ‘客户机-服务器’运行环境和它的若干最新实现. 网上电子书籍.  
 [5] ControlNet Specification(version1.03),USA:ControlNet international,Ltd.1997.