



# 基于 LabVIEW 的磨浆机综合参数检测系统设计

赵金星, 杨世凤

(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

**摘要:** 基于虚拟仪器技术设计了磨浆机综合参数检测系统, 可以采集磨浆机运行时的电压、电流和纸浆重量等参数, 实现了数据存取、数据的图形显示及曲线拟合等功能, 基于 LabSQL 数据库访问工具包实现了对数据库的查询和修改。系统已经投入运行, 实践表明, 设备运行可靠且测试数据精确。

**关键词:** 能耗; 数据采集; 单片机技术; 曲线拟合

中图分类号: TP216 文献标志码: A 文章编号: 1672-6510(2010)01-0054-04

## Design of Mill's Overall Parameters Detecting System Based on LabVIEW

ZHAO Jin-xing, YANG Shi-feng

(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** The overall parameters detecting instrument were designed based on LabVIEW. The parameters of voltage, electrical current and pulp consumption, etc can be detected and transferred to upper monitor for data access, graphic display and curve fitting. Furthermore, using the LabSQL database query tools package, database query and modification of the reserving detected data were realized. Running practice show that the experimental data are precise whilst the device can run stably.

**Keywords:** energy expenditure; data acquisition; chip technology; curve fitting

我国造纸行业的能耗高<sup>[1]</sup>, 磨浆机的参数检测可以为节能减排提供依据。目前市场上流行的传统的磨浆机电参数检测仪, 检测方式大多数为电流、电压和功率的分离检测, 并未结合其他非电参数的数据检测, 存在着检测范围小, 功能相对单一、自动化程度较低<sup>[2-3]</sup>等缺点, 不利于数据检测后对于观测节能效果的数据参考, 另外, 这些检测系统并未预留数据通信接口, 未实现数据的电子存储, 分析, 管理等功能。

本文将虚拟仪器技术、LabSQL 数据库访问技术、单片机技术与传感技术相结合, 实现对造纸用磨浆机运行时的综合参数检测, 完善了实验数据存储和交叉分析方法。

## 1 系统原理

系统采用 LabVIEW 虚拟仪器开发平台搭建了检

测系统, 上位机通过 RS232 串口与下位机 ATmega16L 单片机系统连接。单片机系统采集系统工作时的电参数和作用力并传输至上位机, 上位机对数据进行处理。系统的主要测试参数为: 时间、重量、电压和电流。其中, 时间参数由单片机时钟提供; 电参数的测量通过三相电参数采集模块来实现; 纸浆重量采用称重传感器测量。检测系统结构如图 1 所示。

单片机系统通过 SPI 总线接口与电量采集模块连接, 加载过程中电压、电流经过互感器转换后, 通过电参数采集模块转换为数字量。同时, 该模块还可检测功率<sup>[4]</sup>。此外, 利用连接在纸浆回收桶加载装置上的称重传感器测量待测纸浆样品的质量, 同时借助 AD 转换芯片 MAX1272 对称重传感器输出信号进行模数转换。

采集的数据通过 RS232 串口传输到上位机进行处理, 求出磨浆机运行时所用电压、电流、功率和所耗

纸浆, 并且可以用波形图表全面反映出磨浆机磨纸浆时的主要参数. 使用 Access 数据库保存实验数据, 也便于进行数据的分析和处理. LabVIEW 与数据库之间的交互和管理问题可通过数据库访问工具包 LabSQL 实现.

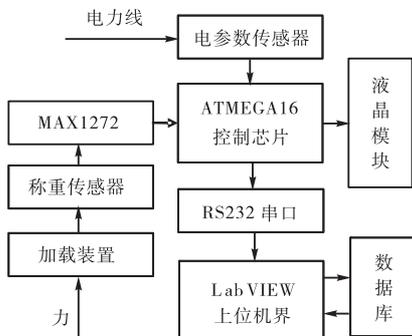


图1 综合参数检测系统框图  
Fig.1 Structure chart of detection system

由于在磨浆机启动运行时会有较大电流通过, 因此设计了断路器保护电路, 用于保障系统的安全运行. 此外, 还设置了功率报警, 当功率超过设定值时报警显示.

## 2 硬件设计

### 2.1 单片机选型

下位机控制芯片选用的是 ATmega16L<sup>[5]</sup>单片机. ATmega16L 是基于增强的 AVR RISC 结构的低功耗 8 位 CMOS 微控制器. 由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间, 从而可以缓解系统在功耗和处理速度之间的矛盾, 满足检测系统的要求.

### 2.2 传感器

称重传感器选用 CTS 型拉压式测力传感器, 量程 200 kg, 空载输出电压 0.1 mV, 经变送器放大后输出电压为 -5V ~ +5V. 系统测量电量为三相工业用电, 传感器选用山东力创科技有限公司的 EDA9033 系列智能三相电参数采集模块, 内含互感器, 电压测量范围为 50 V、100 V、250 V、500 V, 电流测量范围为 1 A、5 A、10 A、20 A.

### 2.3 A/D 转换器

A/D 转换器用于对称重传感器输出信号进行模数转换. 采用 MAX1272, 其为带故障保护的 12 位 A/D 转换器, 具有软件可选的输入范围.

### 2.4 显示模块

显示模块选用了 128×64 点阵的矩阵式液晶显示器 LCD12864, 用于在线显示系统各种运行时状态, 并实时监控与上位机的连接状态. 液晶与微控制器之

间采用并口方式连接, 从而加快了数据的传输速率.

## 3 软件设计

软件包括上位机软件和下位机数据采集程序.

### 3.1 下位机程序设计

下位机程序主要包括主程序、定时中断程序、液晶驱动程序及串口通信程序, 主要完成测量信号的采集<sup>[6]</sup>, 利用定时中断来完成对上位机数据的传输. 在此过程中需要设置数据通讯的相关参数, 如波特率、数据传输位等, 同时将检测数据送液晶显示. 所用开发环境为 ImageCraft 公司开发的 ICC-AVR. 下位机数据采集流程见图 2.

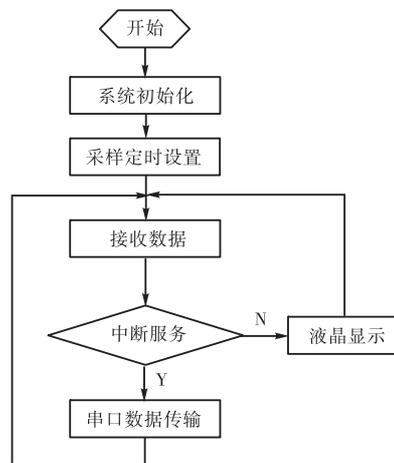


图2 数据采集流程图  
Fig.2 Flow chart of data acquisition

### 3.2 上位机主界面设计

上位机的开发平台采用 LabVIEW8.2 虚拟仪器开发环境, 用图形化编程取代书写繁琐的程序代码, 可有效缩减研发周期<sup>[7]</sup>. 上位机软件主界面如图 3 所示.

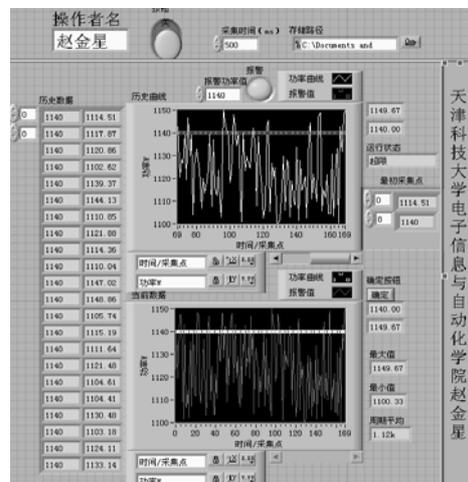


图3 上位机软件主界面  
Fig.3 Software interface of the host computer

上位机监控界面主要是完成磨浆机综合参数的采集、传输、接收、处理、显示、存储、报警等功能,由四部分组成:一是系统初始化,主要用来完成串口通信的缓冲区设置,并对下位机的运行状况进行检查以及时间、采样点数、采样时间等参数的设置;二是数据操作,主要包括数据采集、数据包的处理、耗能监测、曲线拟合、数据分析;三是报警值的设置以及报警时的相关处理;四是数据库管理模块,包括数据库的文件存取、报表生成等功能.图4为上位机软件功能框图.

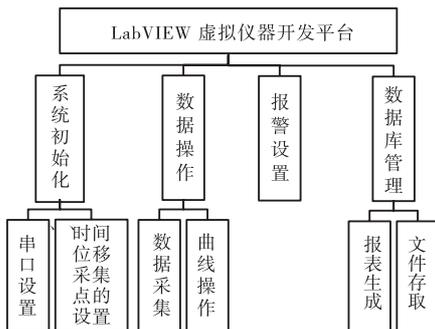


图 4 上位机软件功能框图

Fig.4 Function diagram of the host computer software

### 3.3 功耗计算

为了精确计算磨浆机单位时间内所耗电能与所磨纸浆的多少,从而表征磨浆机的电能利用率,设计了功耗计算功能.通过选取主界面中生成的数据曲线段,然后将选取的曲线段的起点和终点的采集点坐标值分别填入界面中的起点和终点文本框内,系统会自动计算出单位时间内消耗纸浆质量以及所消耗的电能.具体实现如下:

系统选取在主界面上生成的是数据曲线为功率(W) - 时间(s)以及纸浆增重(kg) - 时间(s).其中,纵坐标分别为功率和增重质量,横坐标为时间,设起始点为  $a$ , 终点为  $b$ , 在  $a$  和  $b$  之间的功率 - 时间曲线为  $f(x)$ , 则有

$$w_i = \int_{x_i}^{x_j} f(x) dx$$

式中:  $x_i$  和  $x_j$  为相邻两点的横坐标;  $w_i$  为磨浆机在这两点间功耗; 而  $f(x)$  则是通过 LabVIEW 的曲线拟合函数由采样数据拟合而成. 曲线拟合可采用线性拟合、多项式拟合、指数拟合等拟合方法, 本文采用了线性拟合和多项式拟合两种拟合方法, 以便于数据的对比分析, 线性拟合函数为  $f(x) = 1101.78 + 0.18x$ ; 二次多项式曲线拟合函数为  $f(x) = -0.1x^2 + 1.07x + 1100.60$ . 基于 LabVIEW 的曲线拟合流程和面板分别如图 5 和图 6 所示. 对于相同时间内所消耗纸浆则直接从波

形图中读取曲线的纵坐标即可.

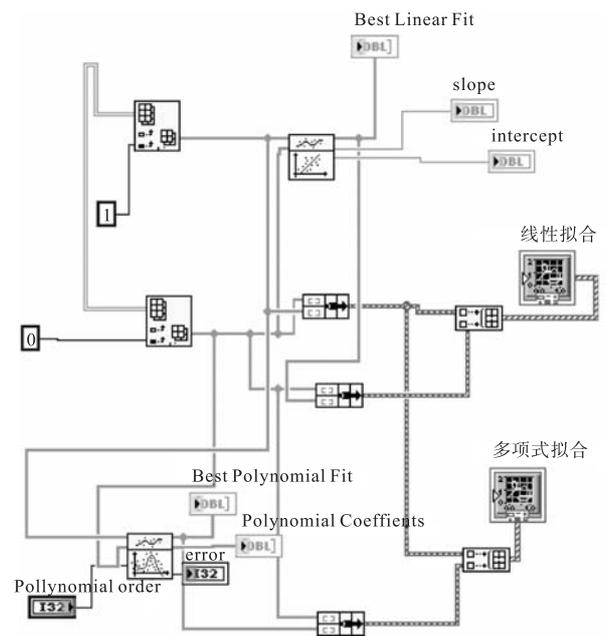


图 5 曲线拟合程序图

Fig.5 Program flowchart of curve fitting

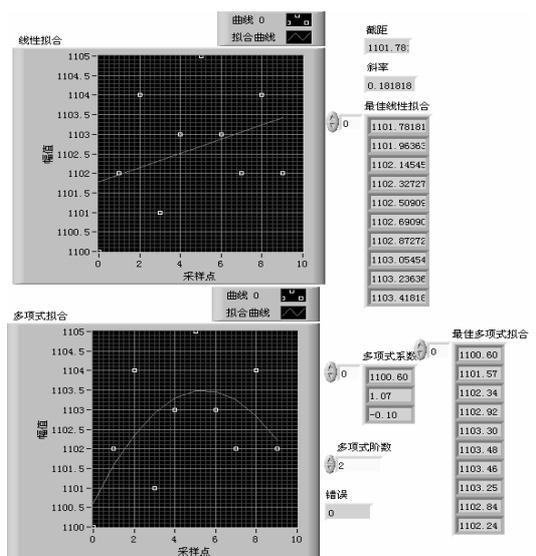


图 6 曲线拟合前面板图

Fig.6 Software interface of curve fitting

同时,在程序中还设置了简单的数据提取功能,可以求取采集数据的最大值、最小值及平均值,为用户提供参考.

### 3.4 数据库管理

为了更好地实现对数据的显示、查询、统计、报表分析等功能,系统采用 Access 数据库存储数据,采用 LabSQL 实现对 Access 数据库的数据交互和管理. LabSQL 是专门为 LabVIEW 设计的多数据库、跨平台的开源数据库访问工具包,支持 Windows 操作

系统中任何基于 ODBC 连接的数据库. LabSQL 利用 Microsoft ADO 以及 SQL (结构化查询语言) 语言来完成数据库的访问,将复杂的底层 ADO 及 SQL 封装成一系列的 LabSQL VIs,便于软件的模块设计<sup>[8]</sup>.

访问数据库的具体实现如下:首先创建 Access 数据库,并在操作系统的 ODBC 数据源中创建一个 DSN (data source name, 数据源名), LabSQL 与 Access 数据库之间的连接就是建立在 DSN 基础之上的<sup>[9]</sup>,然后 LabSQL 就可以利用创建的 DSN 来访问与之关联的数据库了. 用户通过不同的 SQL 命令可以实现不同的数据库操作,包括查询全部数据记录、按条件查询数据、添加记录、删除记录等. 如使用 ADO Recordset Get.String.vi 逐个获取 SQL 查询语句返回的记录集中的条目,可以比较不同时间段内磨浆机运行时功率的不同. 访问结束后,断开记录集,断开数据库.

由于对电量的检测要求很高的实时性,无法与数据库读写完全同步,所以系统运行时先将采集到的数据存入内存中,每隔 1 min 把暂存数据写入数据库中,完成对采集数据的存储操作.

#### 4 结 语

检测系统中实现了包括数据实时采集、液晶显示、串口通讯、数据处理、数据分析、报警、曲线拟合、历史数据查询、数据曲线操作、报表生成等功能,可以用于对磨浆机的用电监测、集中抄表和数据统计等方面的科学管理,进而提高了用电管理的工作效率,对节省电能,缓解用电矛盾起到了很好的参考作用,目前已经初步应用于中国造纸研究院,运行情况

稳定.

虚拟仪器技术的引入,突破了传统仪器在数据处理、显示、存储等方面的限制,大大增强了传统仪器的功能. 由于虚拟仪器的硬、软件都具有开放性,可重复使用及互换性等特点,而且具有良好的人机交互界面,为用电设备的耗能检测提供了一种较好的研究手段.

#### 参考文献:

- [1] 国家发展和改革委员会. 造纸产业发展政策[J]. 中华纸业,2007,28(11):6-11.
- [2] 赵继民,杨世凤,李军超. 基于 CS5460A 的三相电参数检测仪的设计[J]. 天津科技大学学报,2008,23(4):69-75.
- [3] 段启平,贺成才. 一种基于 ARM7 的高精度实时变压器监控系统的研制[J]. 华中电力,2007,20(5):66-69.
- [4] 付家才. 单片机控制工程实践技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004.
- [5] 张军. AVR 单片机应用系统开发典型实例[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [6] 金春林,邱慧芳. AVR 系列单片机 C 语言编程与应用实例[M]. 北京:清华大学出版社,2003:319-321.
- [7] Robert H Bishop. Learning with LabVIEW7 Express [M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry, 2005.
- [8] 李波,张龙. 用 LabSQL 实现 LabVIEW 中数据库的访问[J]. 自动化行业应用,2004(6):121-123.
- [9] 唐波,潘红兵,赵以顺,等. LabVIEW 环境下基于 ADO 技术和 SQL 语言的数据库系统实现[J]. 仪器仪表学报,2007(4):227-229.