

A Real-Time System for Monitoring Multi-Parameter of Water Quality Based on LabVIEW

Shanghai Jiang¹, Biao Wei^{1*}, Bin Tang¹, Jingxiao Zhao¹, Benjiang Mao², Vo Quang Sang¹, Zancheng Jiang², Jiyang Luo¹

¹Key Laboratory of Optoelectronic Technology and Systems, Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing

²Sichuan Belam Technology Co., Ltd, Mianyang

Email: jsh405527085@163.com, weibiao@cqu.edu.cn

Received: July 2014

Abstract

Because of serious water pollution in our county, monitoring and supervision of water quality need to be strengthened. In this paper, we designed a real-time system for monitoring multi-parameter of water quality based on LabVIEW, which is intuitive and graphical programming language, to satisfy the need of environment protection. The system mainly composed of USB spectrometers, sensors and PC, implemented for real-time online monitoring of water quality parameters, including the display, storage, historical data query and other functions of water quality multi-parameter through the combination of computer software and hardware. It can measure eight parameters, such as COD, TOC, ammonia, turbidity, PH, BOD5, water temperature and conductivity. The result shows that the system, which can measure multi-parameter of water quality simultaneously, also can achieve virtualization of instrument for monitoring multi-parameter of water quality, implement complex functions on the "virtual" panel, and greatly simplify the hardware circuit by using intuitive graphical programming language of LabVIEW. A simple operation, high reliability and intuitive of water quality monitoring instrument of new method is provided.

Keywords

Water Pollution Monitoring System, Multi-Parameter, LabVIEW, Real-Time

一种基于LabVIEW的水质多参数实时监测系统

蒋上海¹, 魏彪^{1*}, 汤斌¹, 赵敬晓¹, 毛本将², Vo Quang Sang¹, 姜赞成², 罗继阳¹

*通讯作者。

¹重庆大学光电技术及系统教育部重点实验室, 重庆

²四川碧朗科技有限公司, 绵阳

Email: jsh405527085@163.com, * weibiao@cqu.edu.cn

收稿日期: 2014年7月

摘 要

我国水质污染令人担忧亟需加强检测与监管。本文针对水质监测以保护水环境的需要, 利用LabVIEW直观的图形化编程语言, 设计了一种水质多参数实时监测系统。该系统主要由USB光谱仪、传感器和上位机三大部分构成, 以COD、TOC、氨氮、浊度、PH、BOD5、水温以及电导率为多参数测量指标, 通过硬件和计算机软件的有机结合, 实现了对水质多参数进行实时在线监测, 即对水质多参数的监测显示、存储、历史数据查询等功能。研究表明, 系统不仅能够进行水质多参数同时测量, 而且还实现了水质监测仪器的虚拟化, 充分利用了LabVIEW直观的图形化编程语言, 将复杂的功能在“虚拟”的面板上实现, 大大简化了硬件电路。这为操作简单、可靠性高且形象直观的水质多参数监测仪器设计提供了一种新的思路和方法。

关键词

水质监测, 多参数, LabVIEW, 实时

1. 引言

水污染主要是由人类活动产生的污染物造成, 它主要包括工业污染源、农业污染源和生活污染源三大部分。近年来, 我国水污染问题日益严重, 水环境的前景令人担忧, 亟需加强水质污染的检测与监管。本文针对传统的水质监测手段已不能适应水资源保护的需要, 利用 LabVIEW 的虚拟仪器监测技术具有低廉价格、重复利用率高、开放性、灵活性等优点[1], 研究了一种基于 LabVIEW 的水质多参数实时监测系统。该系统以 COD、TOC、氨氮、浊度、PH、BOD5、水温及电导率为水质多参数测量指标, 不仅能够避免传统离线检测的耗时与数据单一等弊端, 而且还能实时了解各监测数据的变化情况[2], 较好地发挥了计算机数据处理与分析的优势, 取得了预期的研究效果。

2. 系统组成

系统的组成, 如图 1 所示。它主要由传感器、光谱仪以及上位机三大模块组成。光谱仪和传感器将采集到的数据传递至上位机, 通过编写的系统软件对采集得到的数据进行处理、存储和显示。

3. 系统软件开发

3.1. 系统软件功能

在 LabVIEW2012 环境下, 软件设计采用模块化的设计思想完成的。软件可同时对 COD、TOC、氨氮、浊度、PH、BOD5、水温、电导率以及水质光谱进行监测, 其主要功能包括实时数据采集、数据显示、水样校正、数据存储和历史数据查询等功能。软件主要流程, 如图 2 所示。

3.2. 主要功能模块设计

在设计过程中, 各功能模块主要采用平铺顺序结构与事件结构。平铺顺序结构每执行完一帧, 则按

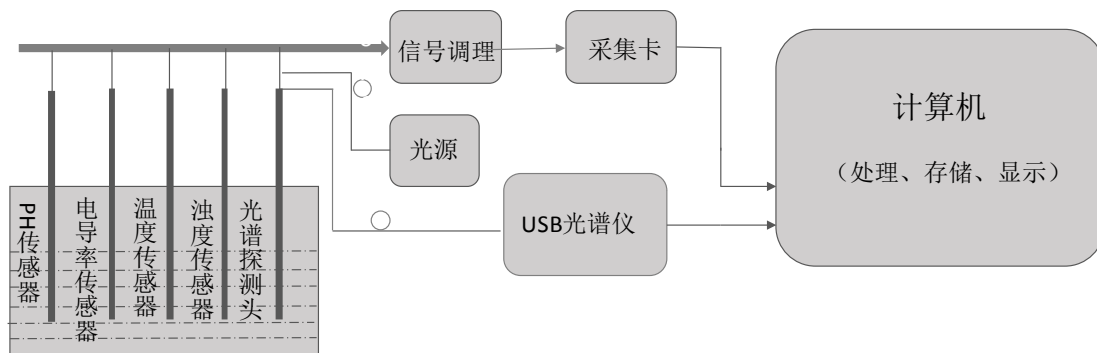


Figure 1. Schematic diagram of system

图 1. 系统示意图

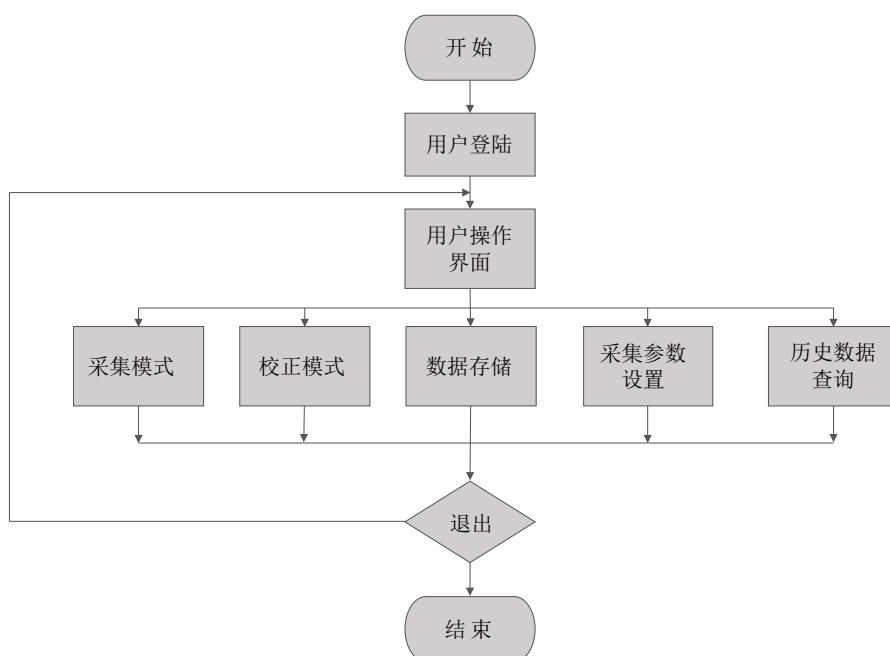


Figure 2. Program flow chart

图 2. 程序流程图

顺序进入下一帧。事件结构则是等待用户输入相关指令后才进行有关操作。例如，程序启动后，等待用户选择校正模式还是采集模式。

3.2.1. 用户登录模块

用户点击快捷方式启动软件后，出现登录界面。用户输入用户名和密码后，点击“登录”进入用户登录信息验证，如果密码错误，则返回登录界面或退出系统。用户还可以通过“修改”按钮对用户名和密码进行修改，正确输入相关信息，即可对用户名和密码进行修改，程序框图如图 3 所示。系统的初始用户名和密码被放入 sec.mdb 的数据库文件中，这样做的目的是为了以后对登录模块功能进行扩展。

当成功登录后，进入多参数水质实时监测系统界面，如图 4 所示。同时，系统将各显示与输入控件初始化为默认值或设置为空。在系统界面中，点击启动后，程序开始查找设备。如果未找到设备，则继续查找或退出；如果找到设备系统，则进入等待状态。通过按下相应按钮执行对应的操作或通过按下暂停按钮，再点击退出，退出系统。

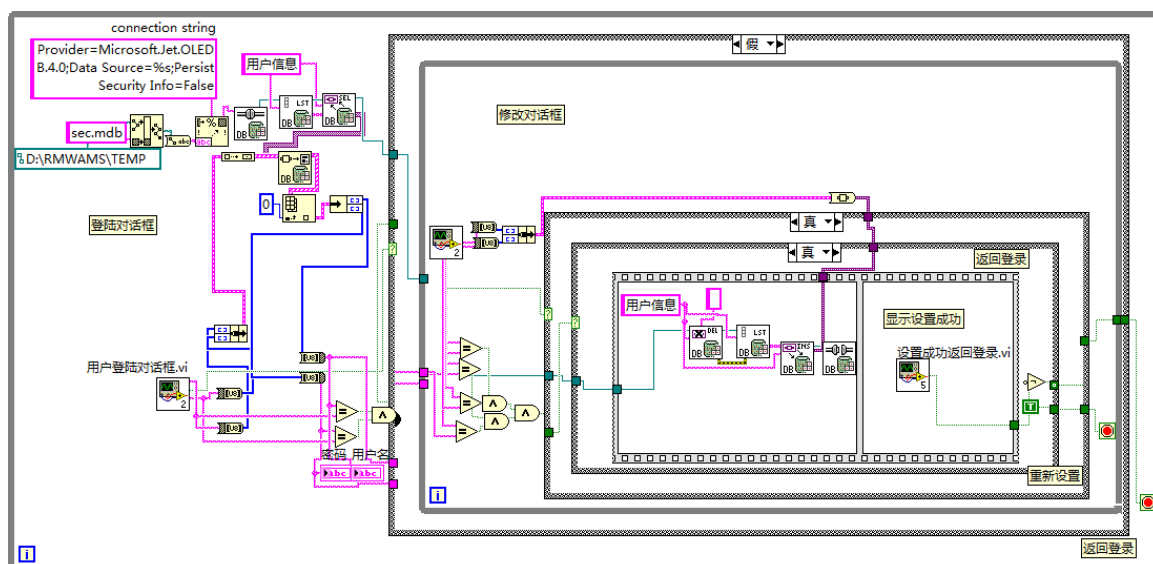


Figure 3. User login procedure
图 3. 用户登录程序

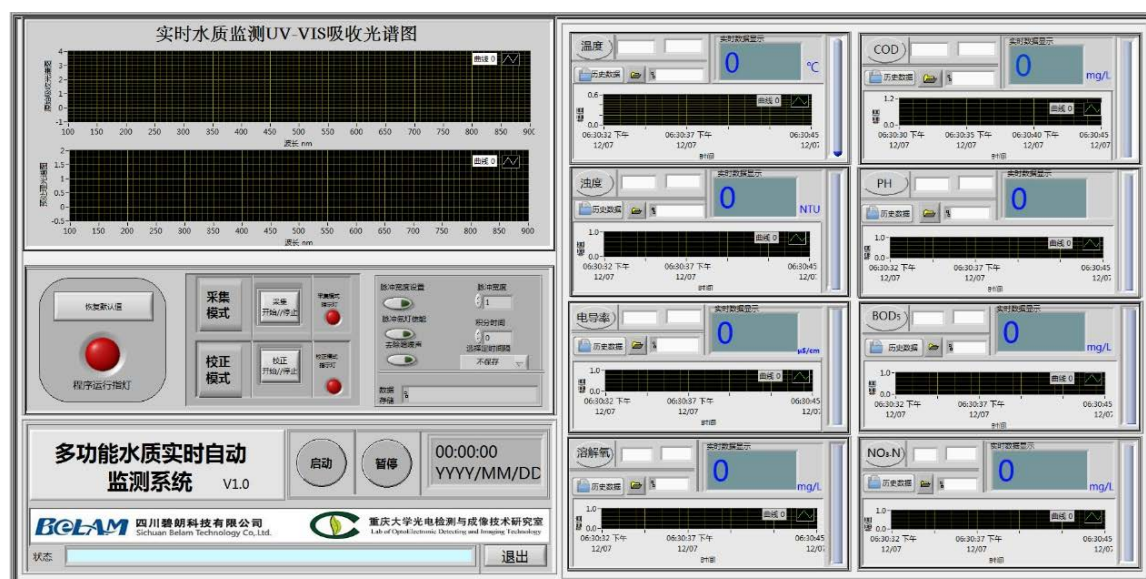


Figure 4. The system interface
图 4. 系统界面图

3.2.2. 数据采集模块

系统的数据采集模块是整个系统的核心。由于 LabVIEW 只提供 NI 公司生产的硬件设备驱动程序，所以无法直接使用其他公司生产的硬件设备[3]。编写程序时，通过调用硬件厂商提供的动态链接库 (Dynamic Link Library, DLL) 来实现对数据的采集。动态链接库是一个可供多方调用的程序模块，硬件厂商对共享的例程和资源进行了封装，以方便用户控制其设备。LabVIEW 通过使用“调用库函数”节点以实现对 DLL 的调用。将“调用库函数”节点放入程序后双击，选择相应的 dll 文件、所调用的函数，然后配置相应的参数，若配置正确，即可实现对函数调用，如图 5 所示。

整个采集程序采用条件结构、while 循环结构以及用户事件结构等，以此实现数据的采集和显示，并

将采集所得数据进行处理后, 传送给存储模块进行存储, 整个采集程序过程, 如图 6 所示。

3.2.3. 数据存储模块

利用 LabVIEW 数据库工具包, 数据存储将测量结果保存到 Access 数据库中。测量结果每隔 20 s 自动保存一次, 存储参数包括采集时间、处理前后的吸光度以及设定所得的八个测量参数。Access 数据库的创建, 采用的是动态建立数据库的方法[4]。LabVIEW 利用连接字符串链接数据库[5] [6], 存储模块程序如图 7 所示。

3.2.4. 历史数据查询模块

在系统界面上, 点击历史数据按钮、设定查询时间段后, 当日实时数据显示窗口随即转为历史曲线显示。数据查询采用 SQL 语句和 LabVIEW 数据库工具包相结合的方式实现。程序设计中, 主要应用了 SELECT 和 WHERE 指令[6], 数据查询模块程序如图 8 所示。

4. 系统调试结果

将硬件设备和计算机相连接后，点击桌面的快捷方式运行程序。输入用户名和密码，登陆进入系统操作界面。经过调试得到如下结果，如图 9 和图 10 所示。

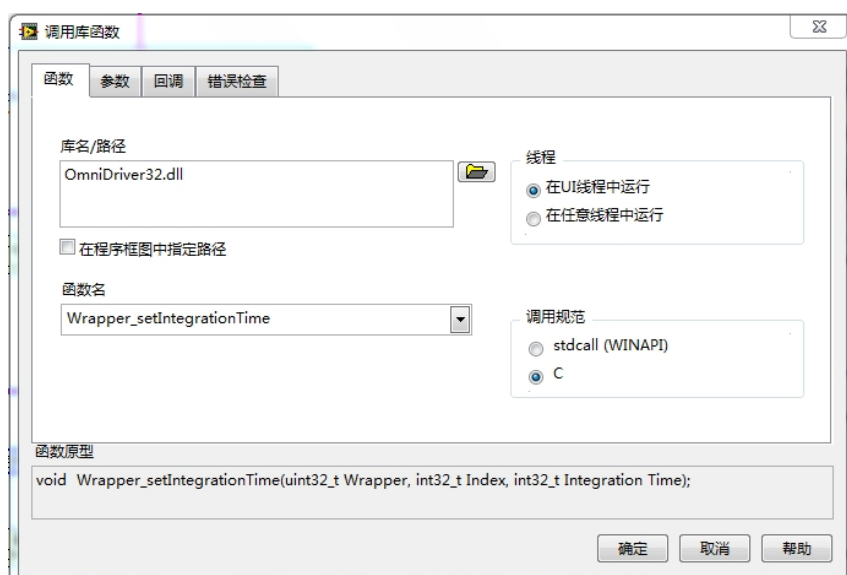


Figure 5. DLL call

图 5. DLL 调用

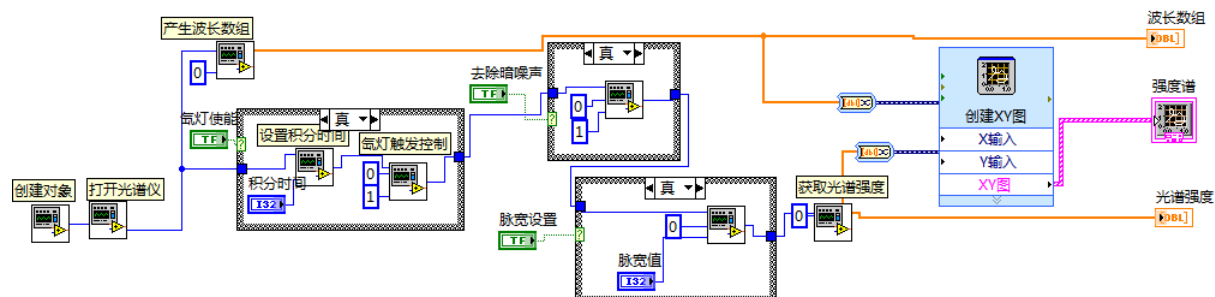


Figure 6. Data collection procedures

图 6. 数据采集程序

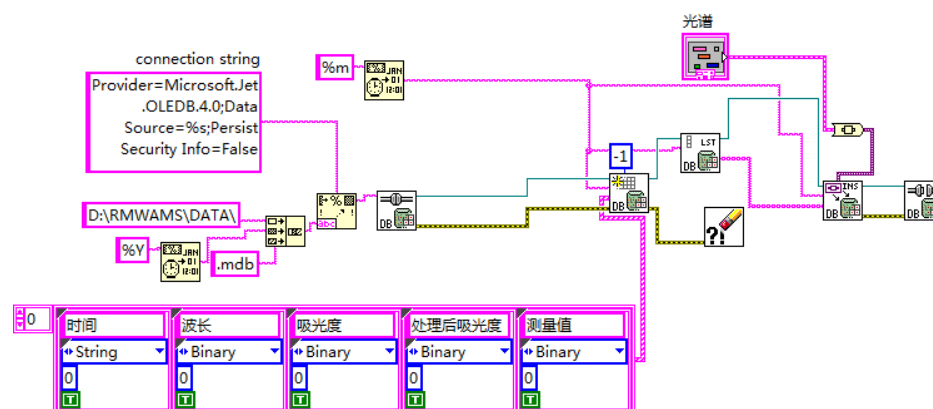


Figure 7. Data stored procedures
图 7. 数据存储程序

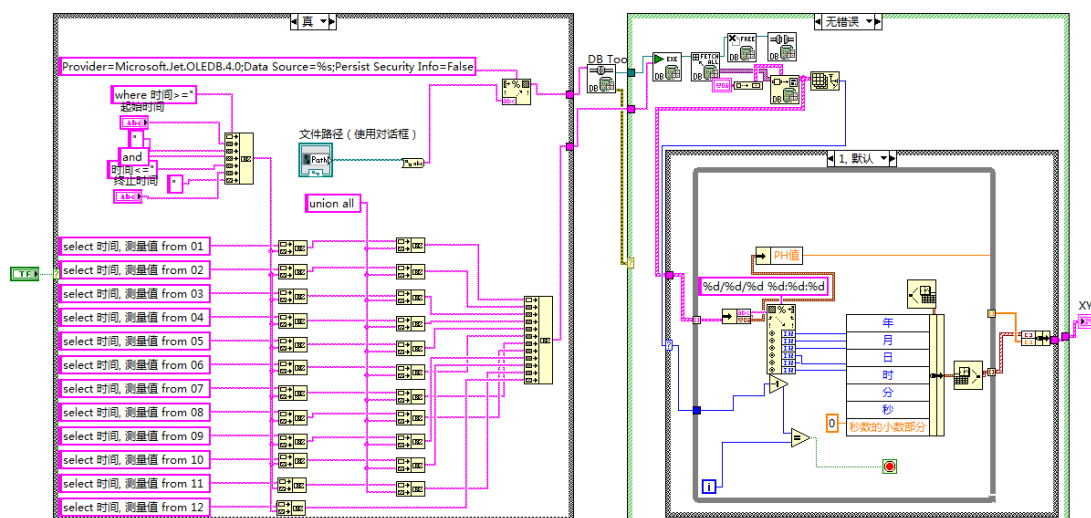


Figure 8. Data query procedures
图 8. 数据查询程序

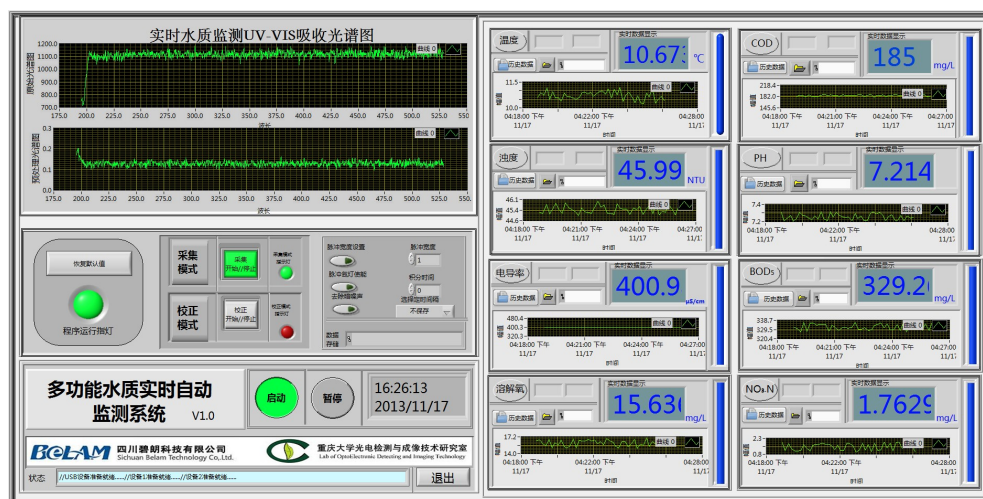


Figure 9. Operation interface
图 9. 运行界面图

时间	波长	吸光度	处理后吸光度	测量值
2013/11/17 16:18:51	长二进制数据	长二进制数据	长二进制数据	长二进制数据
2013/11/17 16:19:01	长二进制数据	长二进制数据	长二进制数据	长二进制数据
2013/11/17 16:19:12	长二进制数据	长二进制数据	长二进制数据	长二进制数据
2013/11/17 16:19:22	长二进制数据	长二进制数据	长二进制数据	长二进制数据

Figure 10. Data storage format

图 10. 数据存储格式

5. 结论

LabVIEW 是一种程序开发环境, 由美国国家仪器(NI)公司研制开发。由于 LabVIEW 使用的是图形化编辑语言 G 编写程序, 产生的程序是框图形式, 此特别适合于水质污染的多参数检测与监控。

本文针对水质监测进行水环境保护的需要, 利用 LabVIEW 直观的图形化编程语言, 通过硬件和计算机软件的有机结合, 实现了对水质中 COD、TOC、氨氮、浊度、PH、BOD5、水温、电导率以及水质检测紫外-可见光谱多参数进行实时在线监测, 包括对水质多参数的监测显示、存储、历史数据查询等功能。研究结果表明, 系统不仅能够进行水质多参数同时测量, 而且还实现了水质监测仪器的虚拟化, 充分利用了 LabVIEW 直观的图形化编程语言, 将复杂的功能在“虚拟”的面板上实现, 大大简化了硬件电路。这为操作简单、可靠性高且形象直观的水质监测仪器设计提供了一种新的思路和方法。

基金项目

四川省科技支撑计划项目(2012SZ0111)。

参考文献 (References)

- [1] 宗荣芳, 田锦明 (2011) 基于虚拟仪器技术的海水水质监测系统的设计. *仪表技术与传感器*, **9**, 41-43.
- [2] 王为庆, 韩兴国, 陈进武 (2011) 基于 LabVIEW 的移动式水质监测系统与 MSP430 串口通信的实现. *桂林航天工业高等专科学校学报*, **2**, 137-138.
- [3] 孟凯, 陈小虎 (2009) 基于 LabVIEW 的数据采集、监测系统的设计. *机械*, **11**, 35-37.
- [4] 陈树学, 刘萱 (2011) LabVIEW 宝典. 电子工业出版社, 北京, 460-461.
- [5] 李文涛, 曹彦红, 卜旭芳, 许沛勤 (2012) LabVIEW 数据库访问技术的实现及应用. *工矿自动化*, **3**, 69-72.
- [6] 唐治宏, 严巴杰, 蒙艳玫, 黄炳琼 (2008) 基于 LabVIEW 和 LabSQL 的煮糖参数测试数据库的设计与实现. *机械与电子*, **6**, 61-64.