

# 超声波生物处理浓度采集与显示系统设计

屈百达,倪斌杰

(江南大学 轻工过程先进控制教育部重点实验室,江苏 无锡 214122)

**摘 要:**对超声波生物处理的过程设计了一种能自动检测处理槽中被处理对象浓度的装置。该装置主要由紫外线检测装置、处理器、上位机 LabVIEW 控制软件构成,通过 RS232 实现上、下位机之间通信。本装置能实现对多台处理槽中液体浓度的检测且在上位机中显示出其浓度的变化情况。最终制作出样机。

**关键词:**超声波;生物处理;LabVIEW;浓度显示

**中图分类号:**TP274 **文献标识码:**A

## Design of the Concentration Gathering and Display System for Ultrasonic Biological Treatment

QU Baida, NI Binjie

(Key Lab. of Advanced Process Control for Light Industry Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** An equipment which can detect and process automatically the object concentration in the tank during the ultrasonic biological treatment. This system consists of UV detection unit, processor, host computer and LabVIEW control software. The communication between the host computer and lower computer is realized by using RS232. The system can detect the liquid concentration in multiple processing tanks and display the changes of the concentration on the host computer. A prototype has been fabricated.

**Key words:** ultrasonic; biological treatment; LabVIEW; concentration display

### 0 引言

超声波在有机合成、电化学、清洗等行业的应用和研究已有很长的历史。近年来,超声波在强化传质方面的应用却日趋广泛,尤其在生物处理方面显示出强大的优越性<sup>[1-2]</sup>。由于不同频率的超声波对不同处理对象的处理效率不同,现有的技术难以确定生物处理的最佳处理频率,且难以准确、直观地得知生物处理的进度及被处理对象的浓度。这就使工程人员难以控制生物处理时间长短,需靠经验与反复的提取检测来实现,工作量大且效率低。因此,有必要设计一种能准确、直观地显示出反应槽内被处理对象浓度的系统,便于工程人员第一时间了解反应槽内的生物处理状态,提高工作效率,节约能源。其中,检测装置与显示装置是系统的核心。以 Atmega128 为核心的下位机检测系统与 LabVIEW 为核心的上位机显示系统的结合,能经济、有效地实现具有上述功能的系统。

### 1 系统的硬件结构设计

本系统的硬件设计主要包括浓度的检测与浓度的显示 2 个部分。浓度检测主要包括紫外线的发射与接收管、多路选择电路、信号处理电路。浓度的显示主要包括以 RS232 为媒介的上、下位机通信电路。系统硬件框图如图 1 所示。

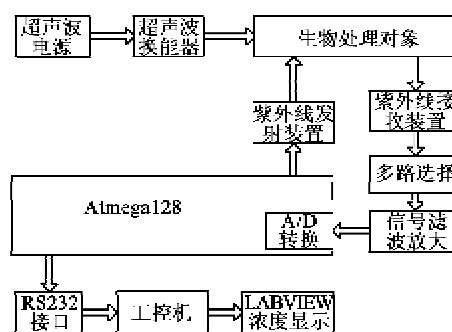


图 1 系统整体框图

#### 1.1 紫外线发射与接收电路

利用蛋白质在 280 nm 波长处吸收峰的光密度值与其浓度成正比关系这种特性,通过在处理槽罐

收稿日期:2013-02-16

基金项目:高等学校学科创新引智计划基金资助项目(B12018)

作者简介:屈百达(1956-),男,辽宁北镇人,教授,博士,主要从事控制理论与应用,电力电子智能控制等的研究。倪斌杰(1988-),男,江苏常州,硕士,主要从事电力电子、控制工程等的研究。

上配置紫外线发射、接收对管,利用处理液中不同浓度产生物对紫外光的吸收量不同,可实现对紫外线光通量变化的检测来反映处理液中产生物的浓度变化,利用紫外线接收器将接收到的紫外线光通量变化信号同步转换为相应的浓度变化电信号,然后通过 A/D 转换将电信号传送给 Atmega128 单片机<sup>[3]</sup>。紫外对管检测装置的设计如图 2 所示。为了提高接收管的灵敏度,改采用桥式接收管(见图 2(b))。经试验,桥式接收管的灵敏度为普通接收管的 2 倍。

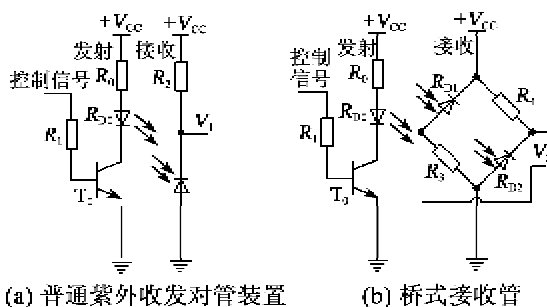


图 2 紫外对管检测装置

## 1.2 Atmega128 单片机的主要外围硬件设计

### 1.2.1 多路选择器

为了实现同时采集 8 台超声波生物处理槽内被处理对象的浓度,采用 CD4051 构成多路选择器<sup>[4]</sup>。以控制核心 Atmega128 的 PC3、PC4、PC5 端口控制 CD4051 的 A、B、C 3 个端口,达到依次输出所采集的电压信号的目的。具体电路如图 3 所示。CD4051 是单 8 通道数字控制模拟电子开关,有 A、B、C 3 个二进制控制输入端及 INH(禁止端)共 4 个输入,具有低导通阻抗和很低的截止漏电流。CD4051 相当于一个单刀八掷开关,开关接通哪一

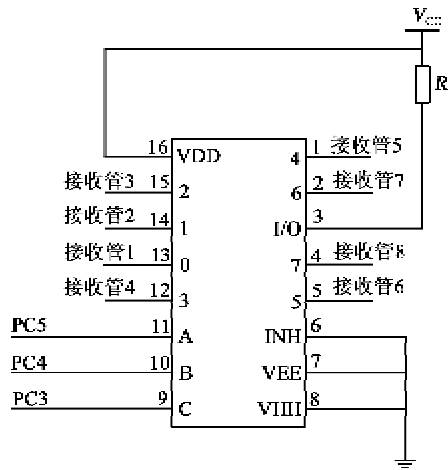


图 3 多路选择器

通道由输入的三位地址码即 A、B、C 3 个端口来决定。

### 1.2.2 信号滤波放大

滤波电路有低通、高通、带通等不同类型与阶次的滤波器。本系统的信号滤波采用二阶低通滤波,以排除被处理对象中的杂质对采集的信号产生影响。二阶无源低通滤波器比一阶低通滤波器的带阻衰减更快,更接近理想滤波器。放大电路采用复合放大电路,以减小实测值的浮动,内层放大器内部使用速度较快的芯片,以免由于放大器的延迟产生同步反馈而不是负反馈。

### 1.2.3 单片机与上位机的串口通信电路

由于系统尚处于试验阶段,所以采用以 RS232 为媒介的串口通信实现单片机与工控机间的全双工数据传输。单片机周围使用芯片 MAX232 来连接单片机的 I/O 口与工控机的串口。具体电路图如图 4 所示。

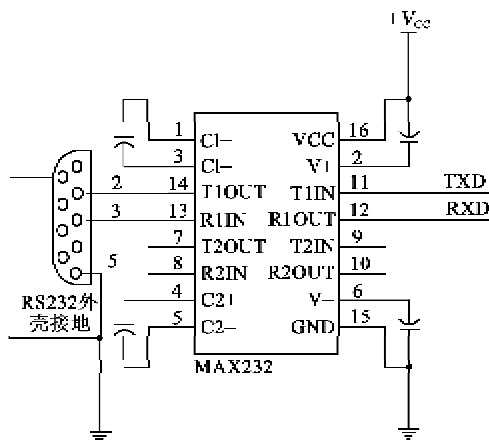


图 4 串口通信电路

由于一般计算机只提供 DB-9 连接器,所以串口通信采用较常用的 DB-9 连接器。将 MAX232 读与写的端口分别与单片机及连接器的 2、3 引脚相连。

至此,完成了所有硬件设备的设计与连接。

## 2 系统的软件设计

### 2.1 下位机软件设计

本系统下位机主要用来实现 3 个目的:

1) 控制紫外线发射管的发射频率,保障紫外线管的使用寿命。

2) 选通 CD4046 的 ABC 端口,实现数据的按顺序采集。

3) 实现与上位机的通信。下位机子系统中,浓

度检测程序通过定时器 1 中断实现。浓度检测的信号采集值是模拟量,所以采集的信号要经过 A/D 转换才能送给上位机。为了方便数据处理,将采集到的每一台反应槽的浓度信号先保存在单片机中,等到完成 8 台反应槽的浓度信号后一次性发送给上位机。以通道 1 为例,其浓度采集软件流程图如图 5 所示。

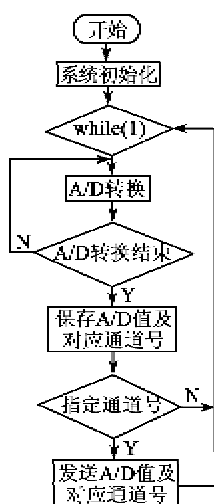


图 5 程序框图

## 2.2 上位机软件设计

本系统采用上位机显示检测系统以美国国家仪器的软件 LabVIEW 为平台。LabVIEW 是一种虚拟仪器,所谓虚拟仪器,实际上就是一种基于计算机的自动化测试仪器系统。虚拟仪器通过软件将计算机硬件资源与仪器硬件有机地融为一体,从而把计算机强大的计算处理能力和仪器硬件的测量、控制能力结合在一起,缩小了仪器硬件的成本和体积,并通过软件实现对数据的显示、存储及分析处理。所以,本系统采用 LabVIEW 作为检测与显示的上位机平台。

### 2.2.1 LabVIEW 程序框图设计

在本系统中 LabVIEW 主要实现的个功能:

- 1) 完成与下位机 Atmega128 的串口通信。
- 2) 完成对采集浓度信号的数据选择与处理。

3) 实现对浓度信号的显示<sup>[3]</sup>。其串口通信的程序框图如图 6 所示,串口通信程序完成了对通信的信道、波特率、数据位数、停止位的设置。数据处理的程序框图如图 7 所示,完成了对 8 路浓度信号数据帧头的识别及对数据的截取与数据格式转换。最终完成了浓度信号的显示作用。

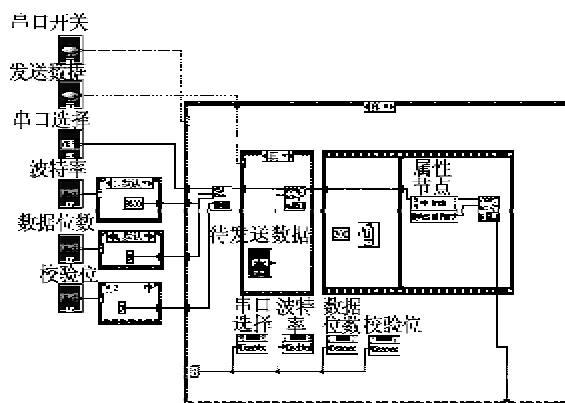


图 6 LabVIEW 串口通信

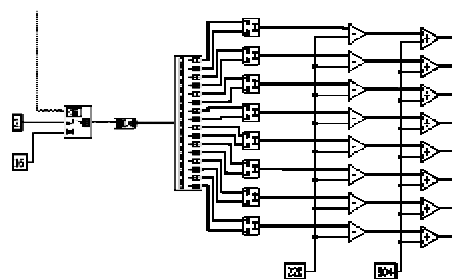


图 7 LabVIEW 数据处理

### 2.2.2 LabVIEW 前面板设计

LabVIEW 前面板的设计体现了软件的作用,其设计是否合理直接影响到用户体验是否方便。本系统 LabVIEW 的前面板设计集成了串口各种参数的设置、数据发送窗口及 8 路浓度信号的显示功能,极大地方便了工程人员对反应槽内浓度的检测。图 8 为所设计的 8 路浓度显示前面板 VI(虚拟仪器)。

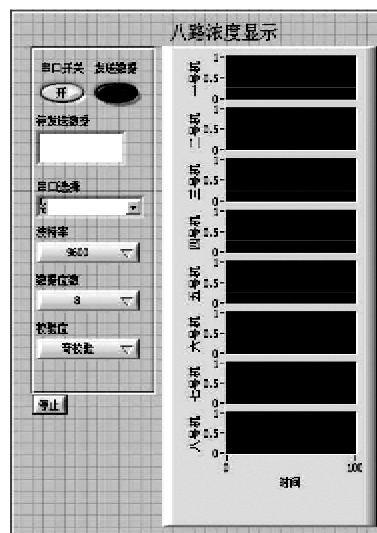


图 8 8 路浓度显示 VI

## 3 实验过程

### 3.1 实验平台的搭建

根据设计要求,搭建了一套以超声波生物处理

机、工控机及单片机为主要组成部分的实验平台。自主设计了紫外发射对管,其现场实物图如图 9 所示。图 9 为本系统实验平台,图 10 为采集浓度信号所需的紫外对管。工控机上安装的 LabVIEW 版本为 LabVIEW9.0 专业版。



图 9 实验平台



图 10 紫外对管

### 3.2 实验结果

经过实际搭建的实验平台的检验,本系统能实时检测并显示槽内被处理对象的浓度值。

### 4 结束语

通过实验课证明,由超声波生物处理机、工控机及单片机为主要设备的 8 路浓度显示系统,能利用虚拟仪器 LabVIEW 实时地检测和显示反应槽内的

浓度值。此系统极大地提高了工程人员的工作效率,让工程人员直接观察到处理槽内液体浓度的变化。本系统实现了工业生产监控的自动化显示,提高了生产效率,也起到了节约能源与人力成本的作用。

### 参考文献:

- [1] 姜峰,赵燕禹,姜梅兰,等. 功率超声在中药提取过程中的应用[J]. 化工进展,2007,26(7):944-948.  
JIANG Feng, ZHAO Yanyu, JIANG Meilan, et al. Application of power ultrasonic technique to extraction of traditional chinese medicine[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2007, 26(7): 944-948.
- [2] BANJO O D R, NELSON P K. Improved ultrasonic extraction procedure for the determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments [J]. Journal of Chromatography A, 2005, 1066(1/2): 9-18.
- [3] 杨辉,周强. 基于 LabVIEW 和 AVR 单片机的压力数据采集处理系统[J]. 化工自动化及仪表, 2010, 37(11): 92-94.  
YANG Hui, ZHOU Qiang. Pressure data acquisition and processing system based on LabVIEW and AVR microcontroller[J]. Control and Instruments in Chemical Industry, 2010, 37(11): 92-94.
- [4] 张宁,刘立. 基于 DSP 的多路信号实时采集系统设计[J]. 中国科技博览, 2010, (3): 87.  
ZHANG Ning, LIU Li. Design of acquisition system of multi-channel based on DSP [J]. China Science and Technology Review, 2010, (3): 87.
- [5] 江建军,孙彪. LABVIEW 程序设计教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2012: 90-95.

(上接第 142 页)

### 参考文献:

- [1] 沈育蓉. 毫米波接收机的研究与设计[J]. 无线电工程, 2008, 38(9): 62-64.  
SHEN Yurong. Millimeter wave receiver research and design [J]. Radio engineering, 2008, 38(9): 62-64.
- [2] 朱祖德. 多种雷达接收机的特点分析[J]. 现代雷达, 2010, 32(10): 84-86.  
ZHU Zude. A variety of radar receiver analyses characteristics of modern radar[J]. Modern radar, 2010, 32(10): 84-86.
- [3] 夏顺冬. 雷达接收机的动态范围[J]. 现代雷达, 1996, 18(4): 76-82.
- [4] 支传德, 杨华中, 汪慧. 射频前端接收机频率规划[J]. 电路与系统学报, 2006, 11(4): 21-25.  
ZHI Chuande, YANG Huazhong, WANG Hui. RF receiver frequency planning[J]. Journal of circuits and systems, 2006, 11(4): 21-25.
- [5] MUNDAY P D, BARNES A R, MOORE M T, et al. A 35 to 40 GHz image rejection receiver front end[J]. IEE Colloquium on MM-Wave Circuits and Technology for Commercial Applications, 1999, 2: 1-6.