

新型便携式桶装饮用水细菌 检测系统设计

张传胜

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 激光与物质相互作用国家重点实验室, 吉林 长春 130033)

摘要: 介绍了荧光法测量桶装饮用水中微量细菌检测仪的结构及自动控制系统的设计。通过采用斩波运算放大器 ICL7650、二阶反相型低通有源滤波器结合高性能嵌入式微控制器和检测程序, 既保证了仪器在桶装饮用水中微量细菌的检测实时性, 同时由于机器本身体积较小, 使随机抽样检测获得了可能。

关键词: 桶装饮用水; 荧光法; 微控制器

中图分类号: TP273; O657.3

文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI 20102712.0149

A New Portable Instrument for Testing Bacteria in Bottled Drinking Water

ZHANG Chuan-sheng

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, State Key Laboratory of Laser Interaction with Material, Changchun 130033, China)

Abstract: A new instrument for testing trace bacteria in bottled drinking water online by fluorimetry was introduced, and the automatic control system was designed. Through using operational amplifier ICL7650, second-order reverse-phase low pass filter, embedded MCU with high performance and testing program in the instrument, the real-time testing could be ensured and the immediate sampling inspection could be possible.

Keywords: bottled drinking water; fluorimetry; MCU

1 引言

随着人们生活水平的不断提高,桶装饮用水得到了广泛应用,其水质安全问题受到广泛的关注,特别是水中细菌含量的检测已引起环保部门的高度重视,各种检测仪器和方法也相继问世。其中浊度法、超声法、光散射法、重量法、紫外吸收法、非色散红外吸收法、红外分光光度法、色谱法等分析方法先后得到了应用。这些方法在水质要求较高的桶装饮用水的细菌检测上很难达到要求。在这种情况下,就要求有一种能达到更高精度的便携仪器对其进行测量。荧光分析法具有灵敏度高、选择性高、方法快捷、重现性好、取样容易、试样需要量少等优点,具有不可替代的优势^[1]。本文从系统总体结构入手,着重介绍自动控制系统以及系统的软件实现流程。

2 仪器整体结构

依据荧光分析法的原理,设计了桶装饮用水细菌含量检测仪^[2]。整个系统由采样器、弱信号放大器、高性能微控制器、显示器、无线网络等几部分

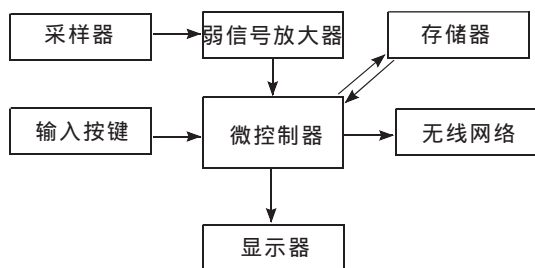


图1 桶装饮用水细菌含量检测仪的系统框图

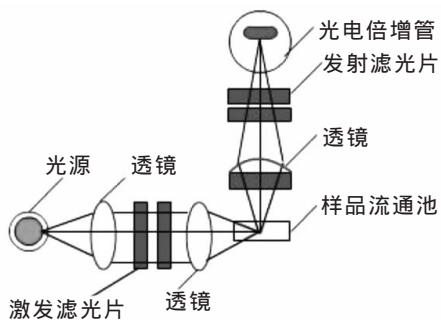


图2 荧光分析法采样器系统原理

组成。检测仪的系统框图如图1所示。采样器通过紫外光源激发水中的细菌从而产生荧光,然后由光电探测器进行光电转换。其基本组成如图2所示。弱信号放大器负责信号的放大;高性能微控制器进行数据接收、处理以及显示相应信息。

3 电路系统

电路系统包括弱信号放大器、高性能微控制器、显示器、无线网络模块。

3.1 弱信号放大器

图3所示为本系统采用的弱信号放大器。由于光电探测器输出的是微弱的电流信号,必须经过电流/电压变换器把电流信号转换成电压信号。考虑到系统的高精度、高稳定性的要求,我们选用了集成运算放大器 ICL7650 作为电流/电压变换器。ICL7650 是 Intersil 公司利用动态校零技术和先进的 CMOS 工艺制成的斩波稳零式高精度运算放大器^[3],具有超低失调和超低漂移、高增益、高输入阻抗的特点,性能极为优越稳定,在精密仪表及过程控制系统中应用很广。

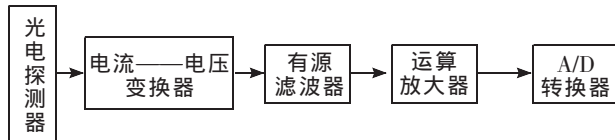


图3 弱信号放大器

考虑到实际测量中水质不会发生突变,滤波电路通带截止频率选在 10 Hz 左右。这样在保证有用信号顺利通过的同时有效地去除了噪声的影响。采用二阶反相型低通有源滤波器(如图4所示),根据系统要求选择合适的 R_1 、 R_2 、 R_f 、 C_1 和 C_2 即可实现信号的滤波及放大。

我们选用 AD574 作为 AD 转换器。AD574 是 12 位逐次逼近型模数转换器,它具有转换速度快、转换精度高特点,广泛应用于数据采集系统中。由于 AD574 芯片内有三态输出缓冲电路^[4],因而可直接与微控制器的数据总线相连,而无须附加逻辑接口电路。另外,由于 AD574 与 CMOS 和 TTL 兼容,因而

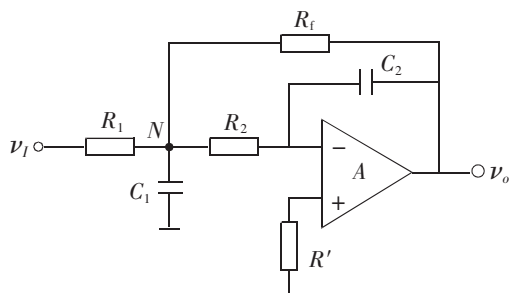


图4 二阶反相型低通有源滤波器

可构成简单的数据采集系统。

3.2 微计算机系统

考虑到本仪器要求一定的数据处理能力，以及驱动 3.5 in TFT 液晶显示屏，还要通过无线网络发送数据，因此选择了性能优秀的三星公司的 ARM9 微控制器作为控制电路的核心器件；为了实时地显示各种信息（包括汉字、数字、坐标曲线、报警信息），系统使用了自己编写的一个较小的 GUI 系统；为了把计算结果及时地传输出去，系统使用了 NRF905 无线网络模块，可以实现在一定距离内的有效信息传送（不超过 500 m）。

4 软件设计

本系统软件设计采用结构化和模块化设计方法，便于功能扩展，程序采用 C 语言进行开发^[5-6]。程序模块主要包括：主程序，A/D 转换子程序，输出显示子程序等。系统主程序流程图见图 5。

程序主要功能包括：(1)开机自检流程，主要完成

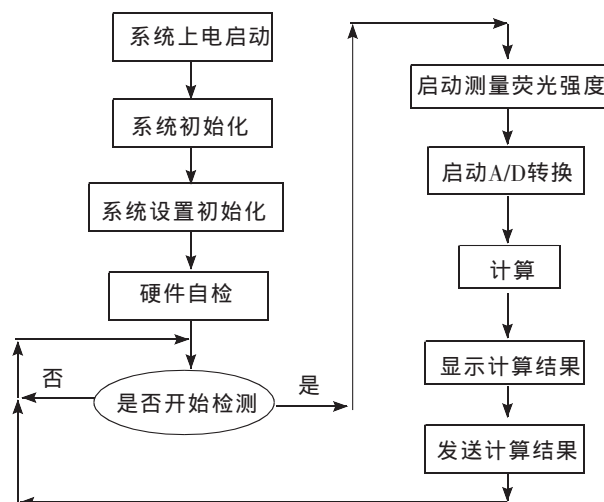


图5 系统主程序流程图

系统对自身的硬件测试；(2)系统设定软件流程，完成对测量间隔时间、报警上下限的设置；(3)数据采集；(4)数据处理运算、实时显示，计算数据的无线发送等。

虽然系统采用了滤波电路，干扰依然存在。因此，采取适当的抗干扰措施是必要的。

5 结束语

本文介绍了荧光法桶装饮用水细菌含量检测仪自动控制系统的硬件及软件设计，其创新点在于引入检测桶装饮用水细菌含量的新方法——荧光法，并针对这种方法的原理及特点，设计了可实现饮用水细菌含量检测的高精度便携式检测系统。实验表明，采用荧光法原理的饮用水细菌含量检测仪灵敏度很高，非常适合应用于对水质要求较高的场合。

参考文献

- [1] 陈星旦. 近红外光谱无创生化检验的可能性[J]. 光学 精密工程, 2008, 16(5): 759-763.
- [2] 黄博, 姚玉峰, 姜瑞举. 血红蛋白浓度的光学测量方法与装置[J]. 光学 精密工程, 2009, 17(12): 2893-2898.
- [3] 凌铭, 金光勇, 刘义生, 等. 基于平面移动的车灯配光检测系统[J]. 光学 精密工程, 2009, 17(2): 262-266.
- [4] 王力, 唐璁, 许海柱. 一种基于 Harris 角点检测的快速瞳孔定位方法[J]. 液晶与显示, 2008, 23(1): 87-90.
- [5] 黄彬彬, 唐璁. 一种新的人脸图像中眼睛定位方法[J]. 液晶与显示, 2009, 24(2): 278-282.
- [6] 马忠梅, 籍顺心, 编著. 单片机的 C 语言应用程序设计[M]. 3 版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003: 11.

作者简介: 张传胜 (1966-), 男, 汉族, 黑龙江牡丹江人, 学士, 副研究员, 硕士生导师, 1988年于东北重型机械学院获得学士学位, 主要从事高功率脉冲气体激光器及其脉冲功率源技术的研究。E-mail: zhangchuansheng20031201@sina.com