

# 新型水中油在线检测系统设计

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:** 介绍了荧光法水中微量油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、逐次逼近型 AD 转换器 AD574 实现了微弱信号的高精度放大。结合单片机和特定的程序流程, 使仪器在水中微量油的在线检测和自动控制方面得到了很好的应用。

**关键词:** 水中油; 荧光法; 单片机

**中图分类号:** TP273

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.3788/OMEI 20102708.0057

## A New Instrument for Testing Oil in Water Online

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 oil in water online by fluorimetry was introduced. The weak signal has been amplified by using operational amplifier ICL7650, second-order reverse-phase low pass filter, analog-digital converter AD574. As a center part, the single chip processor was adopted to control the instrument, consequently realizing online testing, auto-control and communication.

**Keywords:** oil-in-water; fluorimetry; single chip processor

## 1 引言

随着矿物燃料的大量开采和广泛应用,矿物油对水体和环境的污染已经成为一个全球关注的、越来越严重的问题,矿物油污染(特别是水体受污染状况)检测问题已引起各国环保部门的高度重视,各种检测油的仪器和方法也相继问世<sup>[1]</sup>。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、荧光光度法等分析方法先后在油分污染物的检测领域得到了应用<sup>[2]</sup>。

目前,国内对水体中油分污染进行检测的仪器大部分都是基于红外分光光度原理。但对于那些对水质要求较高的场合,这种仪器很难达到要求。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,在微量油测量方面具有不可替代的优势。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

根据荧光分析法的原理,我们设计了水中油检测仪。图1是水中油检测仪的系统框图。整个系统由溢流式采样器、弱信号放大器、微计算机系统、计算机接口、报警输出驱动等几部分组成。溢流式采样器通过紫外光源激发水中的油分子,从而产生荧光,然后由光电探测器进行光电转换。弱信号放大器负责信号的放大;微计算机系统进行处理及系统控制;计算机接口负责与上位机通信来实现远程控制;报警输出驱动负责在数据越限时输出报警信号。

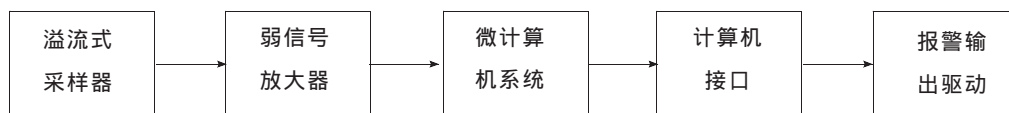


图1 水中油检测仪系统框图

## 3 电路系统

电路系统包括弱信号放大器、微计算机系统、计算机接口和报警输出驱动,下面介绍的即是我们设计的电路系统的各个模块。

### 3.1 弱信号放大器

图2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/电压变换器将电流信号转换成电压信号。考虑到系统对高精度、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<sup>[3]</sup>,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。

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干扰。采用二阶反相型低通有源滤波器(如图3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

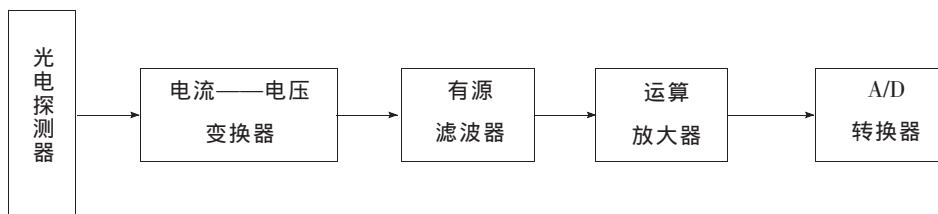


图2 弱信号放大器

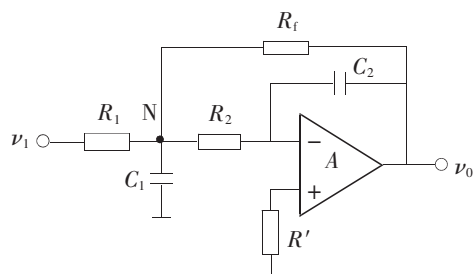


图3 二阶反相型低通有源滤波器

位逐次逼近型模数转换器，它具有转换速度快、转换精度高等特点，广泛应用在数据采集系统中。由于 AD574 芯片内有三态输出缓冲电路<sup>[4]</sup>，因而可直接与单片机的数据总线相连，无须附加逻辑接口电路。另外，由于 AD574 与 CMOS 和 TTL 兼容，因而可构成简单的数据采集系统。

### 3.2 微计算机系统

考虑到本仪器对数据处理能力的要求不高，因此，选择了价格低廉的 MCU 单片机作为控制电路的核心器件（图 4）。采用大屏幕点阵 LCD 显示器实现汉字显示。用户通过键盘可输入标定参数、报警极限等。

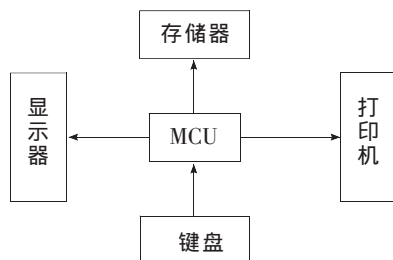


图4 微计算机系统

### 3.3 计算机接口

采用 RS485 总线接口，其特点是传输距离远，具有多机通信功能，可实现系统的远程操作与控制。

### 3.4 报警输出驱动

系统提供一路 1~20 mA 标准信号输出和两路本地报警信号输出驱动继电器。

## 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，

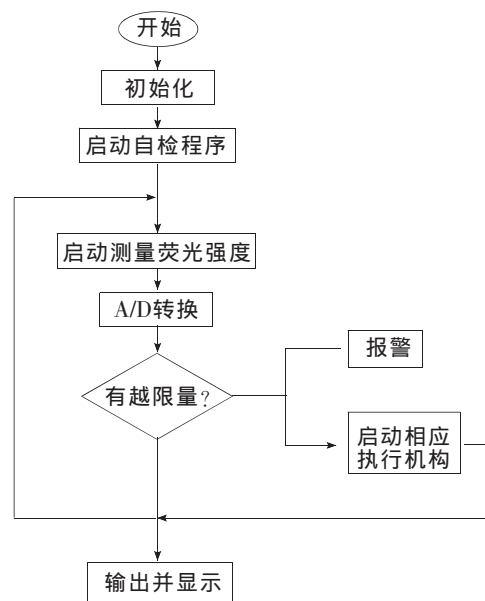


图5 系统主程序流程图

便于功能扩展,程序采用 C 语言进行开发<sup>[5-6]</sup>。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。

主程序功能包括：(1) 开机自检流程，主要完成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、报警信号数据的存储等。

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 论

本文介绍了荧光法水中油检测仪自动控制系统硬件及软件设计，其创新点在于引入检测水中油的新方法——荧光法，并针对该方法的原理及特点，设计了可实现工业用水的在线检测、报警和自动控制等功能的电路系统。实验表明，采用荧光法原理的水中油检测仪可以对含量 $<1.0 \times 10^{-7}$  的工业用水进行检测，灵敏度很高，非常适合应用在对水质要求较高的场合。

## 参考文献

- [1] 张星旦. 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, 唐璠, 许海柱. 一种基于 Harris 角点检测的快速瞳孔下位方法[J]. 液晶与显示, 2008, 23(1): 87-90.
- [5] 黄彬彬, 唐璠. 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.

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

## 《液晶与显示》(双月刊)

《液晶与显示》由中国科学院长春光学精密机械与物理研究所和中国光学光电子行业协会液晶专业分会主办, 科学出版社出版。

●中国最早创办的液晶学科专业中文核心期刊

●中国唯一的液晶学科和显示技术领域综合性学术期刊

●中国光学光电子行业协会液晶分会会刊, 中国物理学会液晶分会会刊

●英国《科学文摘》(SA)、美国《化学文摘》(CA)、俄罗斯《文摘杂志》(PЖ)、美国《剑桥科学文摘》(CSA)、“中国科技论文统计源期刊”等20余种国内外著名检索刊物和文献数据库来源期刊

《液晶与显示》征集有关液晶和各类显示材料及制备方法、液晶显示、等离子体显示、阴极射线管显示、发光二极管显示、有机电致发光显示、场发射显示、真空荧光显示、电致变色显示及其他显示、各类显示器件物理和制作技术、各类显示新型模式和驱动技术、显示技术应用、显示材料和器件的测试方法与技术等研究论文。《液晶与显示》热忱欢迎广大作者、读者广为利用, 踊跃投稿。同时, 竭诚欢迎社会各界洽谈广告业务、合作组织技术交流与信息发布活动。

《液晶与显示》以研究报告、研究快报、综合评述和产品信息等栏目集中报道国内外液晶学科和显示技术领域最新理论研究、科研成果和创新技术, 及时反映国内外本学科领域及产业信息动态, 是宣传、展示我国该学科领域和产业科技创新实力与硕果, 进行国际交流的平台。其内容丰富, 涵盖面广, 信息量大, 可读性强, 是我国专业期刊发行量最大的刊物之一。

网址: <http://www.yjyxs.com> 欢迎访问!