

# 医疗污水在线均衡检测系统

The automatic system of balance examining the medical waste water

(1 吉林大学;2.长春大学)管奕<sup>1</sup> 王浩<sup>2</sup>

Guan, Yi Wang, Hao

**摘要:**本文介绍了一种具有强抗干扰能力的医疗污水在线检测系统,该系统由计算机控制的多个检测单元构成,可以同时完成污水现场自动连续精密检测的所有操作,文中重点介绍了均衡检测方式的特点,检测单元结构,系统硬件设计与软件流程。

**关键词:**医疗污水;均衡检测;余氯

**中图分类号:**TP799

**文献标识码:**A

**文章编号:**1008-0570(2005)08-1-0054-03

**Abstract:** The paper introduces the system of examining medical waste water with strong ability to resist disturbances. The system consists of many examining units controlled by computer. It can finish all operations of the nicely examining continually and automatically at the same time in scene of waste water. Especially introduced the feature of balance examining method, the structure of examining unit, design of system of hardware and software in the article.

**Key word:** balance examining, medical waste water, remaining Cl

## 1 概述

据环保部门统计,由于目前我国医疗机构迅速扩展,医疗污水量巨增,造成的污染形势十分严峻。国家环保局已下发文件,要求各医疗机构的所有废水必须处理合格后才能排放。目前通用的处理方法是由氯消毒剂产生装置产生氯气通入废水中将细菌杀灭。其工作过程是:由控制系统控制产生负压,并将氯酸钠溶液与盐酸性活性剂定量输送到密封反应系统中,经负压爆气反应产生二氧化氯与氯气混合气体,经吸收系统吸收后形成一定浓度的二氧化氯消毒剂,然后进入污水池进行消毒。根据处理后的水中剩余氯的含量的多少,可以确定氯消毒剂的供应量是否适当,并以此为据进行调整。目前多数相关单位都安装了余氯检测系统,但存在的问题是由于废水中成分复杂,检测余氯的传感器经常被污染或损坏,具有使用寿命较短、维护工作量大等缺陷。由于这些明显的不足,在实用上只能采用单传感器检测方式,很难采用多传感器采样,容易造成实测值偏离均值的现象。因此现有系统无论在测试质量或性价比等方面都很难适应实际应

管奕:高级工程师

基金项目:吉林省科技发展基金资助项目,重点、高技术项目、编号:20040334

用的要求。

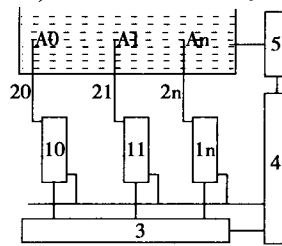
据我们实际考察发现,目前许多安装的检测传感器都处于损坏或搁置状态,多数单位都缺少维护能力,操作上手工检测方式还很普遍,控制精度难以保证,距离环保部门的要求相差甚远。

为尽快实现实用意义上的医疗污水自动处理,彻底摆脱人为因素的影响,我们设计了一套具有现场强抗干扰与均衡检测能力的检测系统。经实际运行表明,该系统可以克服现场复杂的环境影响,在自动方式下能够长期连续运行进行精密检测,为实现精确控制提供可靠依据。

## 2 原理与设计

均衡检测系统原理如图1所示:

由计算机控制的多个独立的检测单元构成。各检测单元的采样入口均衡设置在医疗污水池内的相关部位。计算机可以控制每个检测单元独立进行检测,以了解某一部位的浓度情况。也可控制所有检测单元同时进行检测,以了解污水池内平均浓度情况。本系统在调试时采用独立检测单元方式,在正式测试时,则采用统一方式,以实现均衡检测。



10, 11—1n 检测单元 20, 21, ..., 2n 进样管

A0, A1, ..., An 进样口 3, A/D转换器 4, 计算机

图1 系统原理框图

均衡检测过程为在计算机控制下,首先将样品提取至各自的样品室中,通过由样品池、光电转换器件构成的自动比色系统将该处样品浓度转换为电信号;经放大器与A/D转换器将其转换为数字量输入计算机中。计算机经过分析计算,得到浓度的平均值,并根据余氯含量随机调整氯消毒剂的供应量,以进行精确控制。

均衡检测方式克服了污水池各处浓度不均的问题,使测试结果更趋合理,从而使氯气供给更加准确。而由于采取了样品室自动复位处理等系列措施,确保

每一次测试的状态相同,使系统的抗干扰能力更加增强。

### 2.1 计算机硬件系统设计

系统由单片机 89C52 与 A/D 转换器 Tc11543 构成的数据采集电路、与 Zig7289 构成键盘显示管理电路、与 SSR 光电隔离开关及电磁阀、抽水泵、气泵等控制执行部件构成的控制电路所组成。硬件简图如图 2 所示:

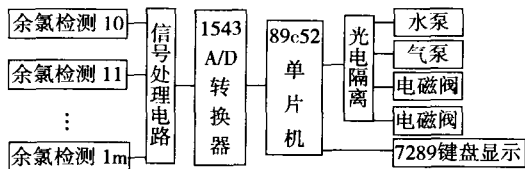


图 2 硬件结构框图

TLC1543 为 10 位 10 输入通道的串行 A/D 转换器,选用不同分辨率的 A/D 转换器将直接影响到对模拟量测试的近似程度,进而影响到对余氯含量的准确表述。理论上应选用高分辨率的 A/D 转换器,实际设计中考虑到系统的指标要求,10 位的分辨率已经够用。另外,由于采样的是光电信号,对采样率的要求可以不用太高,该器件的采样速率也完全可以满足系统要求。

键盘显示管理器件 zig7289 是具有 SPI 串行接口功能的智能显示驱动芯片。主要提供系统的用户界面,在调试阶段用户通过键盘对程序进行干预,控制系统操作方式及显示内容,如自动操作或手动操作:包括选择取样、检测、冲洗等手动操作的时机,或显示检测浓度值等。该器件不需任何辅助器件可同时驱动 8 位共阴式数码管,而且同时可连接多达 64 只键的键盘,内部具有全部按键的译码功能,因此单片即可完成键盘显示接口的全部功能。

由于 1543 与 7289 均为串行元件,A/D 转换时序与通讯完全由单片机软件模拟,与 89C52 的连线仅为四条,故系统构造简洁可靠性高。

为了将光电器件所输出的微弱信号放大,以适应 A/D 转换的需要,在光电器件的输出端设置了电压跟随放大电路来加以放大,前级将光电信号与放大器有效隔离,后级则将光电器件输出的微弱电信号,放大到满足 A/D 转换器 TLC1543 需要的程度。

为了减少强电部件对计算机的干扰,在计算机控制信号后一律加装光电隔离开关 SSR。SSR 的输出端则串接在各电磁阀、水泵或气泵上接于 220V 电源,单片机可以通过 SSR 控制电磁阀、水泵、气泵的开关。完成自动连续检测所需要的样品提取、样品室冲洗等一系列自动操作。

由于计算机直接控制的开关部件很多,因此还需要译码,锁存,驱动等外围辅助电路。

### 2.2 检测单元的原理与设计

检测单元为均衡系统中的独立传感器单元,由样品室、发射光源、滤光片、光电转换器件、控制器件等组成的自动比色系统构成,其结构如图 3 所示:发射光源和光电转换器件相对置于样品室输入端和输出端,其内端面分别设置了石英玻璃保护层。计算机分别控制变色剂添加控制器与样品提取部件,将变色剂与废液样品依次加入样品室中进行混合变色。光源发出的光线从样品室的输入端射入,通过样品溶液到达输出端,经过滤光片对特定波长的光滤光后到达光电转换器件。样品室中的样品溶液在发射光的照射激发下产生了对光的吸收效应,由于物质对光的吸收是具有选择性的,各种不同的物质都具有其各自的吸收光谱,因此当某单色光通过溶液时,其能量会被吸收而减弱。光能量减弱的程度和物质的浓度有一定比例关系。当入射光、吸收系数和溶液的光径长度(既样品室长度 L)不变时,透过光是根据溶液浓度而变化的。其关系符合 Berr 定律:

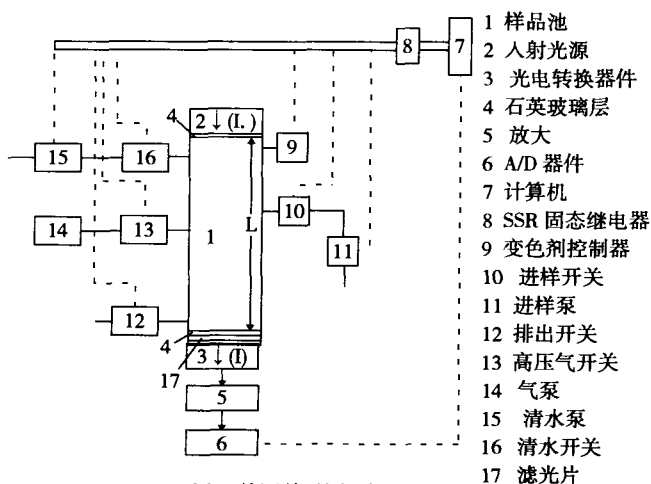


图 3 检测单元原理框图

$$T = I / I_0$$

$$A = \text{LOG } I_0 / I = KCL$$

其中:T—透射比、I—透射光强度、 $I_0$ —入射光强度、K—吸收系数 L—溶液中的光径长(样品池的长度)、C—溶液的浓度、A—吸光度

由光电转换器件按线性关系将透过光量转换为电信号,并通过 A/D 转换器转变为数字量。通过检测样品室输出端透过光的强弱来确定样品溶液中余氯的含量。

### 3 系统工作流程

系统流程主要由样品测试与样品室系统复位两部分组成,其中最为关键的是样品室系统有效复位。我们在实际实验中发现,当测试完成以后,上次样品依然不同程度地滞留样品室与进样管内,特别是有些残留于样品室两端的石英玻璃表面,对于下次测试结果影响是明显的。经单片检测发现,这种污染对于石英玻璃的透光度影响很大,影响光的射入,也影响光

电转换器的接收,而且由于残留物的数量是随机的,直接导致以后测样结果随机变化。同时进样管内壁也存在着残留物,其随机性对下一个样品浓度发生影响,产生的干扰作用与样品室的情况相似,这些滞留物成为系统精密检测主要干扰源。

至将样品室内全部吹干。使样品室又恢复到初始状态。

样品测试过程主要由计算机控制所有检测单元同时完成自动检测的各种操作。系统主要工作流程如图4所示:

### 4 实验与结论

表1为本系统中包含8个测试单元均衡测试同一池样品实验结果,从测试结果可以看出,对于同一测试单元而言,整体重复率>98%,例如1号单元,相对误差小于2%,其它单元也均小于此值,这表明各测试单元复位功能良好。

而对于8个测试单元测试结果而言,其最大差值为0.5,表明池内各处浓度差异确实存在,采用数字滤波的方式得到的均值,比单一传感器检测方式的结果更加合理可靠。

实际运行结果表明,该系统性能稳定,抗干扰性强,测试精度、性价比等指标均较高,完全满足现场操作实用的要求。本文所阐述的设计内容,稍加改造也可用于其他污水池检测,具有广泛推广价值。

本系统可以根据废水池的大小任意增添测试单元,如需要更多单元时可选用更多通道的A/D转换器件,也可采用多路转换开关的方式。

为了防止样品室管路阻塞,其前端还采取了初步过滤等措施。

表1 8个测试单元均衡测试同一池样品的测试结果

单位:  $\mu\text{g}/\text{ml}$

| 次数 | 1单元  | 2单元  | 3单元  | 4单元  | 5单元  | 6单元  | 7单元  | 8单元  |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1  | 1.02 | 1.05 | 1.09 | 1.11 | 1.08 | 1.11 | 1.05 | 1.03 |
| 2  | 1.01 | 1.04 | 1.11 | 1.10 | 1.06 | 1.10 | 1.06 | 1.05 |
| 3  | 1.02 | 1.05 | 1.10 | 1.10 | 1.06 | 1.09 | 1.07 | 1.01 |
| 4  | 1.00 | 1.03 | 1.09 | 1.19 | 1.07 | 1.12 | 1.05 | 1.02 |
| 5  | 1.01 | 1.03 | 1.10 | 1.11 | 1.08 | 1.10 | 1.06 | 1.02 |
| 6  | 1.02 | 1.06 | 1.11 | 1.13 | 1.07 | 1.10 | 1.05 | 1.04 |
| 7  | 1.00 | 1.04 | 1.10 | 1.09 | 1.10 | 1.09 | 1.07 | 1.03 |

参考资料:

- [1]赵负国,光电检测控制电路手册,北京,化学工业出版社,2001年。
- 作者简介:管奕,男,1948年生,汉族,吉林省长春市人,吉林大学测试科学研究中心高级工程师;研究方向:自动检测系统与大型精密分析仪器研究与教学。
- 王浩,男,1957年生,汉族,吉林省长春市人,长春大学电气信息工程学院副教授,主要从事自动检测、控制研究及教学工作, Email:wangh@ccu-edu.cn
- (130026 吉林省长春市吉林大学朝阳校区测试中心)
- 管奕 (130022 吉林省长春市长春大学电气信息工程学院)
- 王浩

(投稿日期:2005.6.23) (修稿日期:2005.7.1)

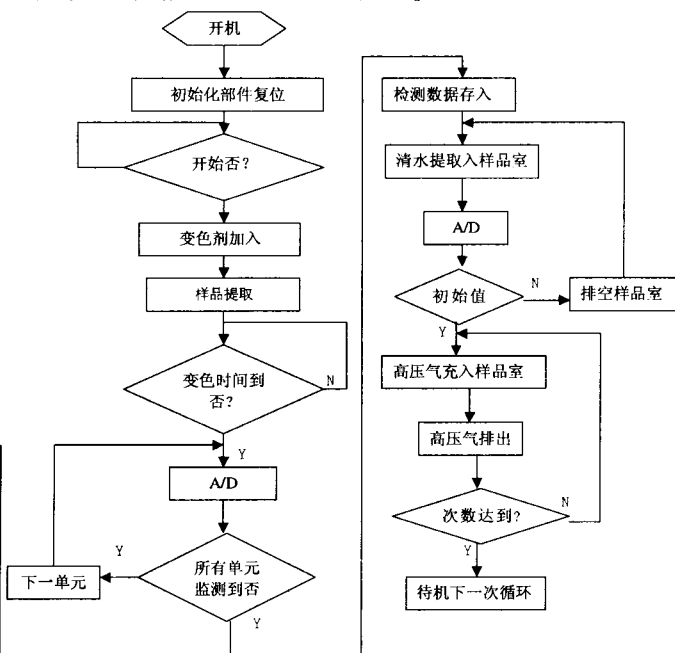


图4 软件流程图

我们采用样品室系统逐次复位法解决上述干扰问题,其宗旨是在系统连续检测过程中,逐次地使样品室、进样管都恢复至同一状态,以确保每次检测都是独立的,彼此没有干扰。

复位具体过程为在测试完成后,系统将各样品室的进、排样控制部件设为直通方式,开启清水泵提取清水经进样管连续注入样品池,并经排样口排出。对进样管、样品池壁及石英层进行连续清洗。同时启动TIL1543转换器连续进行A/D转换,89C52则不断检测转换结果,直至该值与初始值相等。计算机判断复位清洗工作已经完成,关闭清洗部件,控制高压气源及相关部件,将水排出样品室后再反复充排气,直

### PCI总线 IEEE-488 接口卡及系列软件

西安交通大学在推广ISA总线IEEE-488接口卡(GPIB-PC1、GPIB-PC2、GPIB-PC3)基础上,最近又研制成功PCI总线的IEEE-488接口卡(GPIB-PC4)。GPIB-PC4卡符合国际标准,适用于PCI总线微机,通信速度相对ISA总线卡大大提高。与其配套的驱动软件支持Windows环境下VB、VC和DELPHI语言编程,也可在LabVIEW环境下使用。编程使用方法与ISA总线卡完全相同,使用方便。该卡性价比优于国外同类产品,购买方式为款到寄货,免费保修,负责解答各种技术问题,有意者来信来电联系。

通信地址:西安交通大学自动控制系 邮编:710049 联系人:吴彩玲  
电话:029-82668665-263, 82668665-163, 82660338  
手机:13152188561 传真:029-82660338, 029-83237910