

## 医疗废水中余氯自动检测系统\*

王浩<sup>1</sup>, 管奕<sup>2</sup>

(1. 长春大学 电子信息工程学院, 吉林 长春 130022;

2. 吉林大学 测试中心, 吉林 长春 130026)

**摘要:** 根据对现有医疗废水检测方式的不足, 设计了一种自动检测系统。该系统通过检测透射光的强度确定样品溶液中含余氯的浓度, 具有自动取样、自动清洗、干燥、排放、连续精密检测等功能。该系统的测试结果与常规余氯的测试结果基本一致。

**关键词:** 医疗污水; 余氯; 自动检测; 模数转换器; 光缆

**中图分类号:** TP216 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-9787(2005)05-0049-03

## Automatic system of examining residual chlorine in medical wastewater

WANG Hao<sup>1</sup>, GUAN Yi<sup>2</sup>

(1. Coll of Elct Info Engin, Changchun University, Changchun 130022, China;

2. Test Centet Jilin University, Changchun 130026, China)

**Abstract:** According to the shortage of examining method for medical wastewater at present, an automatic examining system is designed. Through testing the intensity of the transmitted light to determine the concentration of chlorine in the solution, the automatic system can take sample, wash pipe, make try automatically and test continuously and accurately. The testing result of the system is consistent with that of the normal residual chlorine examining method basically.

**Key words:** medical wastewater; residual chlorine; automatic examine; mold number converter; optic fiber

### 0 引言

医疗废水中存在大量的细菌和其他有机污染物, 对周围环境影响十分严重。因此, 国家环保部门要求医疗机构的所有废水必须处理后才能排放。目前, 一般处理方法是在废水中通入氯气将细菌杀灭。既在密封反应罐中, 氯酸钠溶液与盐酸性活性剂在负压条件下由控制系统控制, 定量输送到反应系统中, 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, 进入污水池中, 对污水进行消毒。

显然, 消毒剂的供应量必须恰当, 才能保证既能对废水进行有效地消毒, 又能保证消毒后的水中剩余氯的含量不致过高。否则, 大量的余氯会污染地下水及周遍土地, 造成新的污染。

为检验氯气的供应量是否适当, 一般通过检测处理后的水中剩余氯的含量来进行。能够精确、适时跟踪检测出余氯的含量, 并根据余氯含量随机调整氯气的供应量, 是精确进行消毒的基础。由于废水中成份较为复杂, 所以, 检测余氯成份的传感器经常被其他成份干扰, 造成测试的

不准确甚至损坏传感器本身。如现有的 CDE ClO<sub>2</sub> 型传感器不但规定了苛刻的使用条件, 而且, 认可的使用寿命只有一年, 无论在测试质量或性价比等方面都很难适应实际的要求。目前, 许多单位的废水处理室虽然安装了检测传感器, 但多数处于损坏或搁置状态, 实际操作中, 通常还是通过手工检测进行。因而, 人为因素影响很大, 控制精度较差, 常导致氯气供应欠缺, 致使灭菌不足或氯气超量供应造成余氯的超标排放, 不能满足环保的要求。

针对现有医疗废水处理设备的不足, 本文作者设计了一种智能化处理系统。系统全部由微机智能化控制, 自动采样连续检测, 相关参数记录并现场显示, 从而排除人为因素的影响。

### 1 系统原理与设计

微机自动检测系统框图如图 1 所示。整个系统以单片微机为核心, 由光电传感器、样品池、光电转换器件构成的自动比色系统; 由放大器与 A/D 转换器构成模数转换系统; 由光电隔离开关、电磁阀、抽水泵、气泵构成的过程控制执行系统组成。

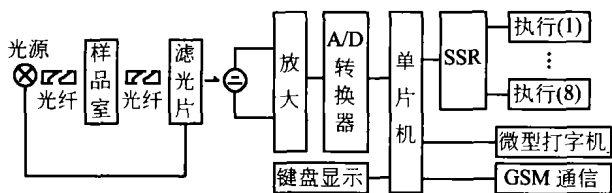


图1 系统原理框图

Fig 1 Principle diagram of system

### 1.1 自动比色系统

发射光缆和接收光缆相对置于样品室两侧,所提取的样品进入样品室,并与变色剂混合变色。光源发出的光线射入发射光导纤维的一端,通过样品溶液到达接收光纤的的输入端射出,经接收光纤的的输出端射入滤光片,滤光片对特定波长的光滤光后到达光敏器件。样品室中的样品溶液在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  $L$  不变时,透过光是根据溶液浓度而变化的,即符合比色原理——Berr 定律<sup>[1]</sup>

$$T = I/I_0,$$

$$A = \log I/I_0 = KCL,$$

式中  $T$  为透射比;  $I$  为透射光强度;  $I_0$  为入射光强度;  $A$  为吸光度;  $C$  为溶液的浓度;  $K$  为比例常数(吸收系数),它与入射光的波长及溶液的性质和温度有关。由光电转换器件将该光量转换为电信号,则透过光的强度与电信号成正比。该电信号又通过 A/D 转换器转变为数字量。这样,通过测试透过光的强度可确定样品溶液所含余氯的浓度。

### 1.2 自动检测系统

该系统由计算机通过隔离开关 SSR 控制的变色剂添加控制器、样品自动提取器、样品排出开关等部件组成。首先,计算机控制变色剂添加控制器将变色剂加入样品室中,再打开样品提取开关及样品提取泵,将废水样品抽出。经过滤后,通过进样管进入样品室,并与样品室中的变色剂充分混合后变色。样品室充满样品后,关闭样品提取开关及样品提取泵。当样品完成变色后,计算机通过光电系统开始采样与 A/D 转换,将数据存入计算机中,完成测样过程。

在连续采样过程中,由于样品可能滞留样品室与进样管内,滞留的微量样品使样品室的状态发生变化,可能影响到下一次测试的结果,因此,必须确保每次测试中样品室的条件与初始状态相一致,才能解决样品测试时受到的干扰问题,这是实施连续自动测试的关键。为此,系统中设置了样品室状态复位系统,控制样品室测试条件的统一。系统由计算机通过隔离开关控制的清洗水泵、高压气源等组成。

计算机通过隔离开关 SSR 控制清洗执行部件完成清洗过程,使其恢复到先前的状态。其具体过程如下:每次样品测完后,在计算机控制下,打开清水提取泵及清水开关,将洁净水经取样管道输入样品室。待洁净水充满样品室后,打开样品排出电磁开关,将水排出。每次洁净水充满样品室后,均进行测试及 A/D 转换,如此反复多次,直至计算机检测到的数据达到零位或初始值,则可确定样品室及进样管已经洗净。此后,关闭洁净水清洗阀,打开高压气阀,则气泵所产生的高压气体迅速进入样品室,并将样品室中的洁净水经样品排出开关排出外部。然后,关闭样品排出开关,待样品室内气压升至额定气压后,再打开该开关,高压气体迅速排出,如此反复多次,直至将样品室完全吹干,样品室就恢复到初始状态,等待一个新的循环。

## 2 系统单元电路设计

自动系统各单元电路连接框图如图 2 所示。单片机部分是整个控制系统的中枢,所有的数据处理与控制指令都是通过这部分完成的。

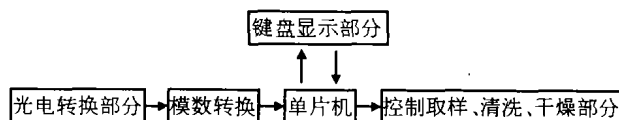


图2 电路连接框图

Fig 2 Conjunction diagram of circuit

### 2.1 单片机系统

采用 89C52 单片机及键盘显示等部件构成,控制采样过程及模拟 A/D 转换的时序。其主要功能是:通过键盘操作接收指令,实现人机对话;将采样得到的数字量及相关信息送显示部分显示,控制固态继电器 SSR 的通断来控制电磁开关,从而控制自动处理系统所提供的样品提取、样品室与进样管冲洗、样品室干燥、即时排放等。键盘显示部分是系统的用户界面,主要完成对余氯含量的准确显示,以及控制程序运行的进程。用户通过键盘部分控制系统进行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。

### 2.2 数据采集部分

将光电转换系统输出的  $0 \sim 5V$  信号准确地转换为数字量,这是保证系统精度的一个重要环节。选用不同分辨力位数的 A/D 转换器将直接影响到对模拟量的近似程度,进而影响到对余氯含量的准确表述。理论上,应选用高分辨力的 A/D 转换器,因为分辨力越高,可能产生的量化误差也就越小。实际设计中,要考虑到系统的指标要求,因此,应该选用 10 位分辨力的 A/D 转换器。如果选用更低位数的分辨力,则无法保证系统精度。另外,由于采样的是光信号,对采样率的要求可以不用太高,所以,一般的 A/D 转换器其采样率就可满足要求。最后,选用了 12 位串行模

数转换器 TLC2543,使得模数转换的精度可以满足系统的总体精度要求。

由于 TLC2543 也为串行转换器件,其转换时序完全由单片机模拟。其与主机连线同样较少,保证了系统简洁、可靠的一致性。

### 2.3 过程控制部件

计算机的控制功能主要通过该部分来实现。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 220 V 电源,电磁阀采用脉冲方式驱动,一旦单片机或系统工作异常时,可在 0.5 s 内安全关断电磁阀。单片机通过 SSR 控制电磁阀、水泵、气泵的开闭。从而完成样品提取、样品室冲洗、即时排放等一系列自动操作。

### 3 实验结果

实验结果表明:该系统的检测指标优于国外的 CDE ClO<sub>2</sub> 型传感器,由于本系统采用计算机自动过程控制与光导纤维传输比色法,实现了水质检测的自动化。系统测量范围为 0~10 mg/L;测量周期≤5 min,测试结果如表 1。

### 4 结束语

由于本系统中的采样位置可任意放置,并可设置多个,故本文所提的采样系统实际为多点采样系统,这样,可确保测试样品的全面性。配合均衡系统的设置,则可使消毒更

加均匀、可靠。

表 1 测量结果

Tab 1 Testing result

序号	标称值 (mg/L)	测量值 (mg/L)	相对误差 (%)
1	0.05	0.05	0.00
2	1.00	1.01	1.00
3	3.00	3.02	0.67
4	5.00	4.98	0.40
5	6.00	5.97	0.50
6	9.00	8.97	0.33

本系统具有自动显示、自动记录、越限自动报警功能,便于监督检查。该系统的功能扩展和实现氯气产生与供给的自动化有待进一步完善和提高。

### 参考文献:

- [1] 张云. 分析化学[M]. 上海:同济大学出版社,2003. 106 - 108.
- [2] 邱德仁. 工业分析化学[M]. 上海:复旦大学出版社,2003. 77 - 79.

### 作者简介:

王浩(1957-),男,吉林省长春人,长春大学高级工程师,从事环保系统的设计及研制。

(上接第 48 页)

通过初始化模块,用户可以完成测试参数的设置;通过测试控制模块,用户可以任意的暂停、恢复和停止测试;通过数据处理模块,用户可以完成测试数据的调用、测试曲线的绘制、打印以及导入 Excel 处理等功能。

另外,软件模块还包含部分系统维护以及辅助检修的功能。

### 4 试验结果

测试过程中得到的曲线根据从示波器中读取的数据来绘制的(也就是示波器上显示的波形),实测的一种过流保护 PTC 热敏电阻器的电流冲击特性如图 5 所示。

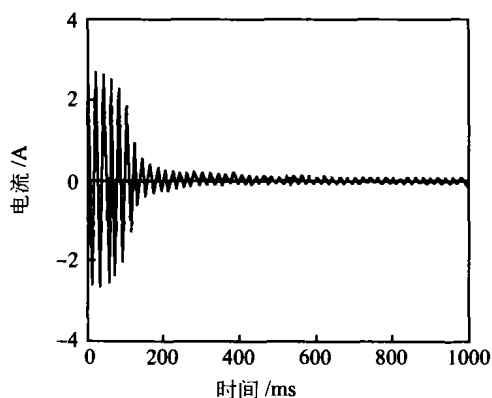


图 5 电流冲击特性曲线

Fig 5 Current impulse characteristic curve

图 5 是通道 1 上的 PTCR 的第一次冲击测量,测量电压为 275 V,分析结果得到冲击电流(峰-峰值)为 5.4 A,衰减时间为 147 ms,与示波器上直接读出的结果一致,也符合样品的实际参数。

### 5 结论

本文综合利用计算机、数字示波器、IEEE488 接口和工业 I/O 控制卡,开发出了 PTC 热敏电阻器电流冲击特性自动化测试系统,该系统具有结构先进、可靠性高等优点。利用程序控制开关,能够同时对 48 只样品进行测量,具有较高的测量效率。系统即可测试 PTC 元件的电流-时间特性,同时,也可测量 PTC 热敏电阻器的老化衰减特性,实现了多功能测试。软件部分能实现测试过程的暂停和恢复,能进行图形绘制、数据记录和分析,能把测试结果导入 Excel 表格或直接打印,能进行部分的系统检测和维修,功能十分完善。目前,该测试系统已在生产中进行实际应用,得到了用户的好评。

### 参考文献:

- [1] 周东祥,龚树萍. PTC 材料及应用[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1989. 204 - 206, 228 - 229.

### 作者简介:

付明(1967-),男,四川遂宁人,博士,高级工程师,研究方向为电子陶瓷敏感元器件的开发应用及性能测试。