



智能化溶氧仪的研制

徐永平

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

收稿日期 1991年9月20日

关键词 溶解氧, 单片机

提要 本文叙述了一种智能化溶氧仪的原理。该仪器以单片机为核心, 实现对溶解氧浓度信号的采集和处理, 对传感器自动进行温度补偿, 并以数字形式显示测量结果。

本文所述的溶氧仪是使用自行研制的极谱式溶解氧传感器。极谱式溶解氧传感器必须在电极间加一定的电压, 传感器才能工作, 这个电压叫做极谱电压。传感器工作时, 输出一个与溶解氧浓度成正比的电流信号。有关传感器的研制将另文介绍。

I. 电路结构与原理

整个电路以一片 8031 单片机为核心, 由溶解氧信号采集电路、测温电路和显示电路组成, 原理框图见图 1。

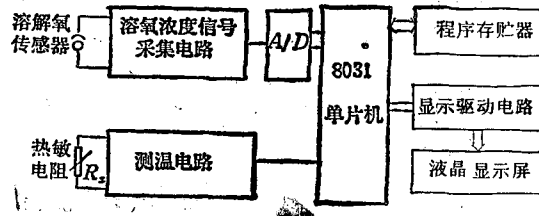


图 1 溶氧仪原理框图

Fig. 1 Dissolved oxygen meter diagram

溶氧信号采集电路的作用是把溶解氧传感器的输出电流信号转变为电压信号并加以放大, 使之适合 A/D 转换器的要求。采集电路的另一个作用是为电极提供极谱电压。电路如图 2 所示。

图中 A_1 为电压跟随器, 其输出电压为 V_r 。由于 A 点虚地, 所以加在电极两端的电压就是 V_r , W_1 用于调节 V_r , 使 V_r 可在 0.7~0.8V 之间变化, 这个电压就是极谱电压。 A_2 为高输入阻抗运算放大器, 把传感器的输出电流转变为电压, 输出电压 $V_{O_2} = -R_1 i_0$; A_3 也是一运算放大器, 其作用是将 V_{O_2} 倒相, 并加以放大, 使之适合于 A/D 转换器对输入信号的要求。 A_3 的输出电压:

$$V_{O_3} = (R_3 + W_2) \cdot R_1 \cdot i_0 / R_2 = K_R \cdot i_0 \quad (1)$$

改变 W_2 可以改变 K_R , 用以调节 V_{O_3} 的变化幅度。由于传感器的输出电流与溶解氧浓度成正比, 所以 V_{O_3} 也与溶解氧浓度成正比。因此, 可以用 V_{O_3} 表示溶解氧的浓度。

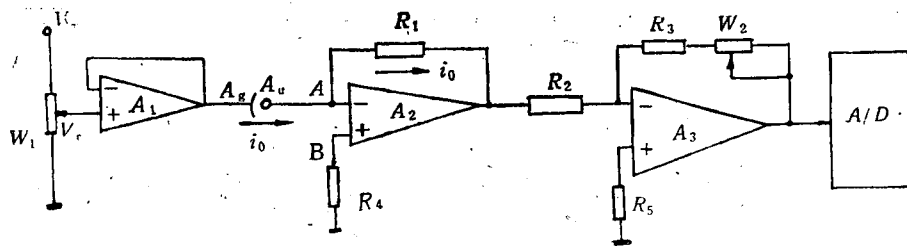


图2 采集电路原理

Fig. 2 Acquiring signal circuit

由于温度的变化将使扩散电流发生变化,从而使传感器的输出在溶氧浓度不变时也随温度变化。因此,必须采用温度补偿措施。补偿方式有硬件和软件两种。本文采用软件补偿的方式。先测得传感器的温度系数,然后通过计算直接实现温度补偿。

通常,传感器的输出电流与温度的关系可用经验公式:

$$I_t = I_0(1 + \lambda)t \quad (2)$$

表示,式中, I_0 为传感器在 0°C 时的输出电流; λ 为温度每增加 1°C 传感器输出电流的增加率; t 为温度; I_t 为温度为 t 时的输出电流。

令

$$K_t = (1 + \lambda)t \quad (3)$$

则式(2)变为:

$$I_t = K_t \cdot I_0 \quad (4)$$

相应地, A_3 的输出电压 $V_o = K_t K_R I_0$ 。温度补偿的思路是根据传感器的输入值,算出一组 K_t 值。 K_t 值的个数由温度补偿范围确定,然后把 K_t 值存入存储器中。测量时,先测一下水温,根据温度查出相应的 K_t 值;再测量溶解氧,将其输出电压除以 K_t , 因此实现温度补偿。

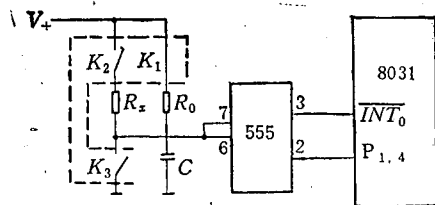


图3 温度测量电路

Fig. 3 Temperature-measurement circuit

由以上过程可知,对溶解氧传感器进行温度补偿,要先测量温度。本文采用热敏电阻的方法测温。利用单稳电路,把热敏电阻阻值的测量转变为对脉冲宽度的测量,电路见图3。

其中, V_+ 为电源电压; K_1, K_2, K_3 为多路模拟开关,在单板机控制下分时闭合; R_0 为标准电阻,阻值固定; R_x 是热敏电阻; C 为电容器;“555”时基电路接成单稳态触发器;“3”为输出端;“2”为触发端。

测温前, K_1, K_2 断开, K_3 闭合。单稳电路的输出为低电平,电路处于稳态。

测温时, K_1 闭合, K_2, K_3 断开;同时 $P_{1.4}$ 输出一负脉冲加至单稳电路的触发端,触发器翻转进入暂稳态,电路输出高电平。此时计数器开始计数。 V_+ 通过 R_0 给电容 C 充电,当电容 C 上的电压 $\geq 2/3 V_+$ 时,单稳电路再次翻转,结束暂稳态,回到稳态。同时停止计数。所记的数字 N_0 就是单稳电路的脉冲宽度 t_0 。

$$N_0 = t_0 = 1.1R_0C \quad (5)$$

然后, K_3 闭合, K_1, K_2 断开,延时一段时间,以保证电容 C 充分放电。 K_2 再闭合, K_1, K_3 断开;同时 $P_{1.4}$ 输出一负脉冲加至单稳电路的触发端,电路翻转进入暂稳态。此时,启动计数器计数, V_+ 通过 R_x 给电容 C 充电,当电容电压 $\geq \frac{2}{3} V_+$ 时,单稳电路发生翻转,回到稳态,并停止计

数。此时所计数字 N_x 就是单稳电路的脉冲宽度 t_x 。

$$N_x = t_x = 1.1R_x C \quad (6)$$

比较式(5)和式(6)可得:

$$\frac{N_0}{N_x} = \frac{t_0}{t_x} = \frac{R_0}{R_x}$$

所以,

$$R_x = N_x \cdot R_0 / N_0 \quad (7)$$

其中, R_x 为热敏电阻(R_x)的阻值,根据下式:

$$T = B / \ln(R/a) \quad (8)$$

就可算出温度值。式中, T 为绝对温度; a , B 为与电敏电阻有关的常数;

II. 软件的实现

本仪器有测温和测溶解氧两个功能,由面板上的按键开关选择,在程序中通过键值判断实现流向控制。整机软件流程如图4所示,测温子程序流程如图5所示。

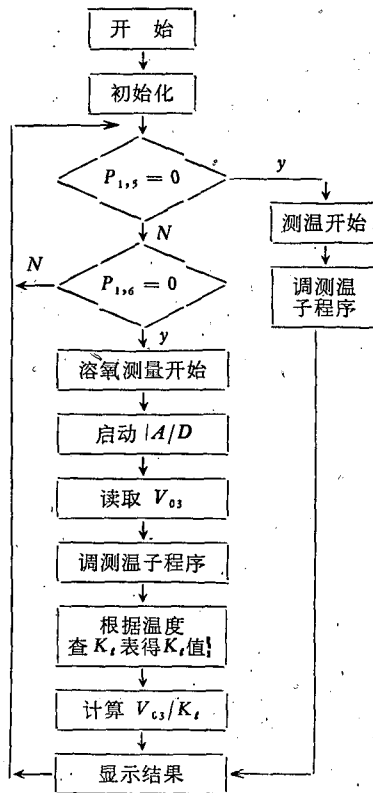


图4 整机流程

Fig. 4 General flow chart

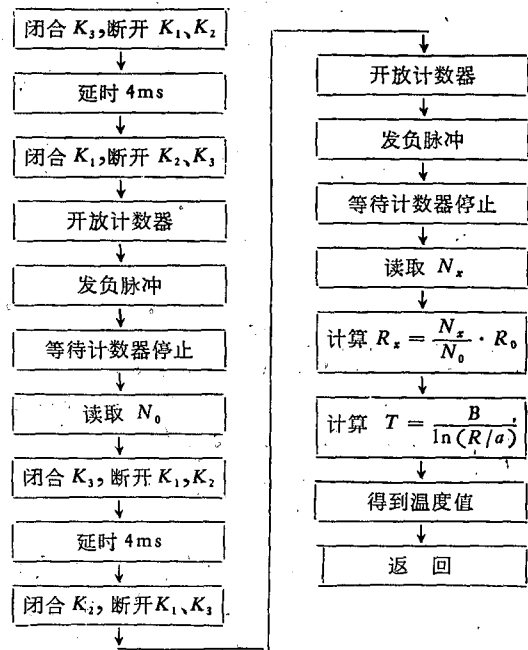


图5 测温子程序流程

Fig. 5 Temperature-measurement subprogram flow chart

III. 结果

根据以上电路完成了4台样机的试制,并进行了初步测试。首先以自制的样机与美国 YSI58 型溶氧仪进行了比测。结果是7#传感器配用 RY-1 溶氧仪的误差为 $\pm 0.24\text{mg/L}$; 11# 传感器配

用 RY-3 溶氧仪的误差为 $\pm 0.11\text{mg/L}$; 又将9#传感器和11#传感器配 RY-3 溶氧仪送国家标准物质研究中心进行性能测试, 结论为重复性好, 符合设计要求。

参考文献

- [1] 冯强生等, 1981. 微量氧监测器的研究, 化学学报 39(1): 第 55 页。
- [2] 傅逸敏, 1989. 经皮氧分压监测仪传感器的研制. 分析仪器 1: 4~3.

AN INTELLECTIVE DISSOLVED OXYGEN METER

Xu Yongping

(Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071)

Received: Sept. 20, 1991

Key Words: Dissolved oxygen, Single-chip microprocessor.

Abstract

This paper deals with the principle of an intellective dissolved oxygen instrument. This instrument can acquire and process the signal of dissolved oxygen concentration and automatically make the temperature compensation with a single-chip microprocessor. This instrument can also display the measurement results in digitals.