

自动平衡式光强度调节器

范天行 郭元兴

(中国科学院上海生理研究所)

在视觉生理实验中,常用圆盘形连续减光楔对光刺激强度作精细的调节。我们试制了一种自动平衡式光强度调节器,能快速改变光刺激的强度(调节过程几乎与手动开关同时完成),并具有良好的重复性。

光强的变化由改变两片圆盘形中性滤光楔(每个外径 100mm,光密度变化范围 0—2 对数单位,日本湘南光膜研究所株式会社)的旋转位置实现。光楔则由伺服电机驱动。当伺服电机转动时,通过一组齿轮系统,带动两片光楔作相向旋转,使光密度变化的最大范围达到四个对数单位。平衡式光强度调节器通过控制伺服电机的转角,从而连续改变圆盘形光楔的旋转位置。调节器的原理由方框图示于图 1。手动控制部分输出的预置电压 V_i 与检测器输出的反馈电压 V_f 同时送入比较器。比较器输出端产生的差值信号 ΔV 经放大后驱动伺服电机。伺服电机通过减速器带动圆盘形光楔旋转,同时改变

检测器内平衡元件的位置,使检测器的输出电压 V_f 与手动控制部分的预置电压 V_i 尽可能相等。当比较器的输出电压 ΔV 趋向零时,调节器达到平衡,伺服电机停止转动,圆盘形光楔被固定在所需的位置上^[1]。

调节器的电路图如图 2 所示。多圈电位器 W_1 用来连续调节预置电压(W_1 也可用波段开关和电阻来代替,获得步进式控制,并由数码管显示,以提高重复性,电路图略)。差动放大器^[2]选用高增益的运算放大器 5G24,桥式电路输出的不平衡电压经电压放大后送至功率放大级。功放由全互补的射极跟随器 T_1 、 T_2 组成^[3],具有动态范围大,静态功耗小,结构简单等特点。 R_5 、 R_6 、 D_1 、 D_2 为偏置电路,为 T_1 、 T_2 提供静态电流。 R_7 、 R_8 为电流负反馈电阻,以改善电路的稳定性。 T_3 、 T_4 、 D_3 、 D_4 组成了具有正、负电压输出的稳压电源。

自动平衡式调节器的性能可用图 3 加以说

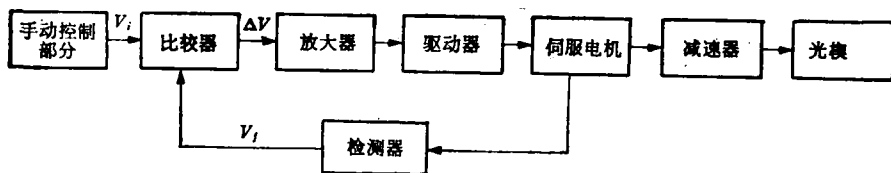


图 1 自动平衡式光强度调节器方框图

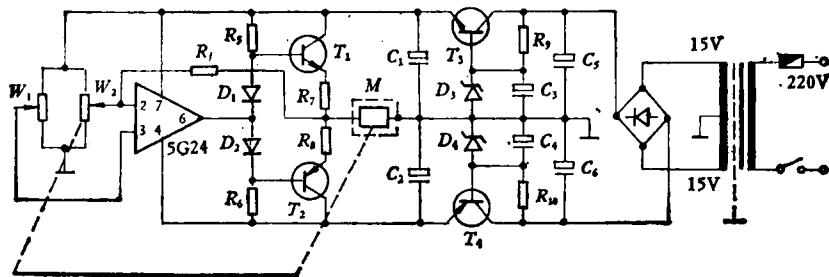


图 2 整机电路图

W_1 、 W_2 :2.2K; R_1 、 R_2 :4.7K; R_7 、 R_8 :1Ω; R_9 、 R_{10} :510Ω; C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_5 :220μ; T_1 、 T_2 :D1162;
 T_3 、 T_4 :CD715; D_1 、 D_2 :2CK44; D_3 、 D_4 :2CW5; C_4 、 C_6 :10μ; M:直流伺服电机(24S-CZ1)

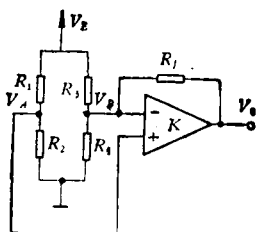


图3 差动放大器

明^[4]。由图可知:

$$\text{输出电压 } V_0 = K_0(V_A - V_B)$$

$$\therefore V_A = \frac{V_E R_2}{R_1 + R_2};$$

$$V_B = \frac{V_E R_4}{R_3 + R_4} - \frac{V_0(R_3 // R_4)}{R_f + (R_3 // R_4)}$$

$$\therefore V_0 = \left(1 + \frac{R_f}{R_3 // R_4}\right) \frac{V_E(R_1 R_4 - R_2 R_3)}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} \quad (1)$$

(1) 式中前一因子为放大器的闭环电压放大倍数, 后一因子为桥式电路的输出电压。由于伺服电机存在起动电压, 因此当差动放大器的输入电压 ΔV 小到一定程度时, 即不足以驱动伺服电机转动, 从而产生误差。设 ΔR 为电阻 R_3 、 R_4 的变化增量, 即:

$$R'_3 = R_3 + \Delta R; \quad R'_4 = R_4 - \Delta R,$$

代入(1)式得

$$V_0 = \left(1 + \frac{R_f}{R'_3 // R'_4}\right)$$

$$\times \left[\frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} - \frac{\Delta R}{R_3 + R_4} \right] \cdot V_E \quad (2)$$

由于调节器平衡时

$$\frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} = 0,$$

因此仪器的相对误差为:

$$\delta = \frac{\Delta R}{R_3 + R_4} = \frac{V_0}{K_C \cdot V_E} \quad (3)$$

式中

$$K_C = 1 + \frac{R_f}{R_3 // R_4};$$

V_0 为伺服电机有载时的起动电压 (本装置中约为 1V)。本仪器相对误差 $< 0.1\%$ 。增大 V_E 和 R_f 都能减小误差, 提高仪器的精度, 但 V_E 不能超过运算放大器所允许的最大共模电压。

调节器机械部分由施文龙、季皖中设计, 谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] 朱长龄编:《自动平衡仪表放大器》, 机械工业出版社, 1982, 6。
- [2] 张郁弘等编:《晶体管运算放大器及其应用》, 国防工业出版社, 1978, 9。
- [3] 复旦大学物理系编:《半导体线路》(放大、振荡、电源部分), 上海人民出版社, 1972, 9, P98。
- [4] 童诗白主编:《模拟电子技术基础》(下册), 人民教育出版社, 1981, 1。

[本文于 1983 年 5 月 30 日收到]

国产 F3140B 型运算放大器在进口量子光度计中的应用

王 永 银

(中国科学院上海生化研究所)

近年来, 激光拉曼光谱仪, 紫外分光光度计和荧光分光光度计等新型光谱仪, 在生化研究中的应用日益广泛。低于 10^{-9} Lm 的微弱光信号, 均由静电计或量子光度计检测。本文介绍的国营第七四九厂产的 F3140B 型双极—MOS 运算放大器, 可以替代进口量子光度计的关键器件 LH0042CD 运算放大器。它在光谱

仪中的分辨率, 灵敏度等技术指标, 不低于原来水平。对维修进口的或试制国产的量子光度计, 有一定的参考价值。

一、工 作 原 理

以 1140 型量子光度计为例, 简述其工作原理(图 1):