

集成电路保护装置时间电路的研制*

杨宛辉 刘宪林 孙丰奇

(郑州工学院)

摘 要: “水电站集成电路成套保护装置的研制”是我们承担的94年河南省重大科技攻关项目, 该装置已投入试运行。本文介绍我们研制的这套保护装置中的时间电路的构成原理、动作特性和应用范围。

关键词: 集成电路保护, 时间电路

中图分类号: T M 402

时间电路是继电保护装置的重要电路之一, 按其动作特性常用类型有: 延时闭合瞬时返回的时间电路; 瞬时动作延时返回的时间电路等。我们研制的 ZDB-10 型水电站集成电路成套保护装置中的时间电路是利用集成运算放大器和 CMOS 集成电路施密特电路、同步计数器, 并附加电容、电阻构成的, 与利用集成电路门电路构成的时间电路相比较它具有抗干扰能力强、准确度高等优点。本文介绍 ZDB-10 型集成电路保护装置中时间电路的基本原理和应用。

1 延时动作瞬时返回的时间电路

这类时间电路一般装于继电保护启动回路之后, 目的是实现各级保护之间的配合, 保证保护的选择性, 或作为抗动态噪声干扰的措施之一, 以下简称延时电路。若作为保护配合用的延时电路, 还应考虑到用户对不同延时时间整定的方便性。

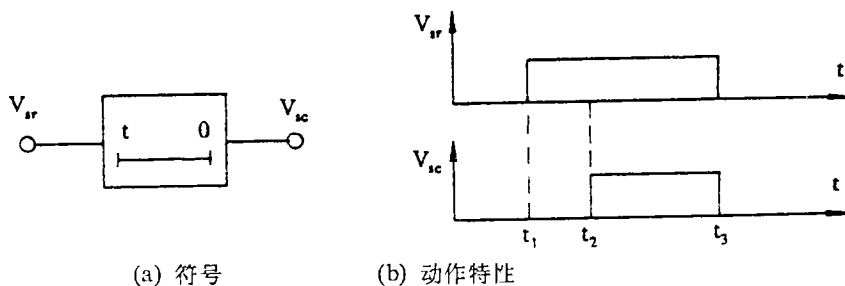


图 1 延时动作瞬时返回的延时电路

* 收稿日期: 1994-05-30

图 1 是这类时间电路表示符号和动作特性, 延时时间为 $t = t_2 - t_1$ 。

1.1 利用集成运算放大器构成的延时电路电路图及动作特性见图 2。

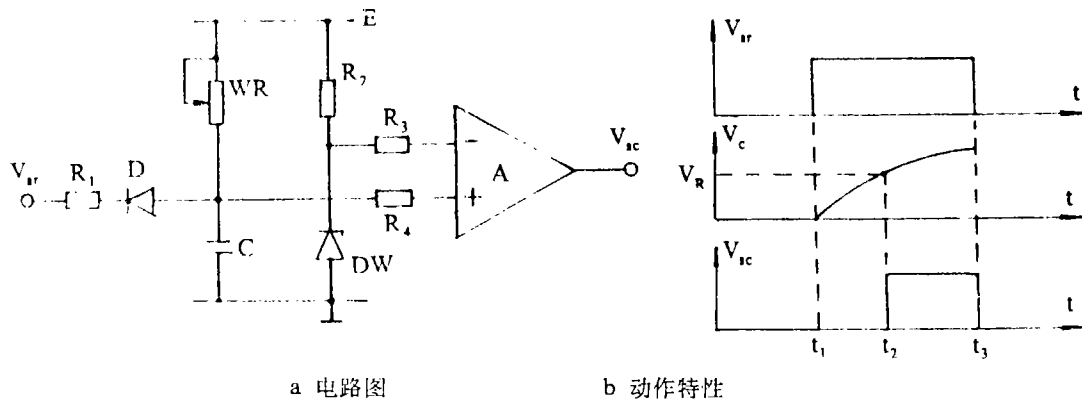


图 2 由运算放大器构成的延时电路

运算放大器 A 作为比较器, 比较器反相端的参考电位 U_R 由稳压管 DW 的反向击穿电压决定, 比较器的同相端接 U_C 。正常情况下输入信号 U_{sr} 呈“0”态, 故 U_C 近似等于 0V, A 的输出信号 U_{sc} 亦呈“0”态。 t_1 时刻输入信号突变为“1”态, 由于二极管 D 反向截止, 电源 E 经电位器 WR 向电容 C 充电, 电压 U_C 按式 (1) 变化。

$$U_C = E(1 - e^{-\frac{t}{R_w \cdot C}}) \quad (1)$$

式中 R_w —电位器 WR 的阻值;

C—电容器 C 的电容值。

t_2 时刻 U_C 上升至比较器 A 反相端参考电位 U_R , A 翻转, 输出信号 U_{sc} 突变为“1”态。 t_3 时刻 U_{sr} 返回至“0”态, 由于 C 的放电时间常数很小, 故输出信号 U_{sc} 也返回至“0”态。延时时间 $t (= t_2 - t_1)$ 的大小由电容器 C 的充电时间常数 $\tau (\tau = R_w \cdot C)$ 决定。可见调节电位器 WR 的阻值或改变电容器 C 的容值, 均可以得到不同的延时时间 t。

该电路简单, 且电阻、电容及稳压管的参数比较稳定, 延时时间的精度较高。由于电容器的充电作用和比较电压 U_R 的存在, 又使电路抗静态和动态噪声干扰能力提高, 电路具有较高的可靠性。

应注意的是, 时间电路返回时电容 C 将通过二极管 D 向前一级电路放电, 若延时时间较长, 电容器 C 容值较大, 放电电流亦较大, 故要求前级电路的灌电流负载能力能够承受。这是一般集成电路难以达到的, 为此在电路上加设限流电阻 R_1 , 作为前级电路的保护措施。但 R_1 阻值不能太大, 否则造成电容器 C 放电时间常数增加, 而影响时间电路动作特性。这种电路一般靠调节电位器 WR 的阻值来改变延时时间, 这给用户调试、整定时间定值带来不便。因此, 电路适用于保护的延时时间固定 (不会因运行方式改变而要求用户调整时间定值) 且延时时间不太长的回路中。

1.2 利用 CMOS 集成电路施密特触发器构成的延时电路

CMOS 集成电路施密特触发器有 CD40106 和 CD4093 等, 它们的特点是具有迟滞动作特性, 见图 3 (a), 且正向阈值电压 U_{T+} 与负向阈值电压 U_{T-} 稳定, 使之抗干扰能力高

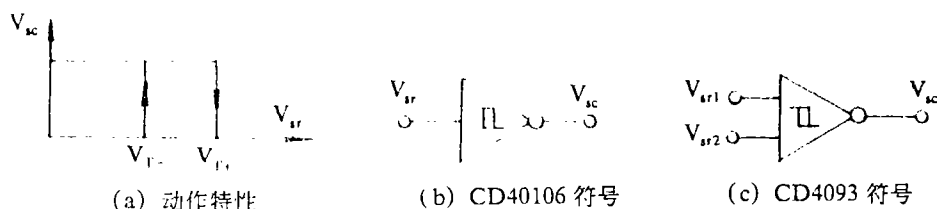


图3 CMOS施密特触发器符号与动作特性

于普通 CMOS 门电路。作为时间电路可得到稳定性好、可靠性高和精度高的优良特性。CD40106 与 CD4093 原理相同, 只是 CD4093 还具有门控功能(双与门)。下面以 CD40106 为例介绍它们构成的延时电路电路图及动作特性见图 4。

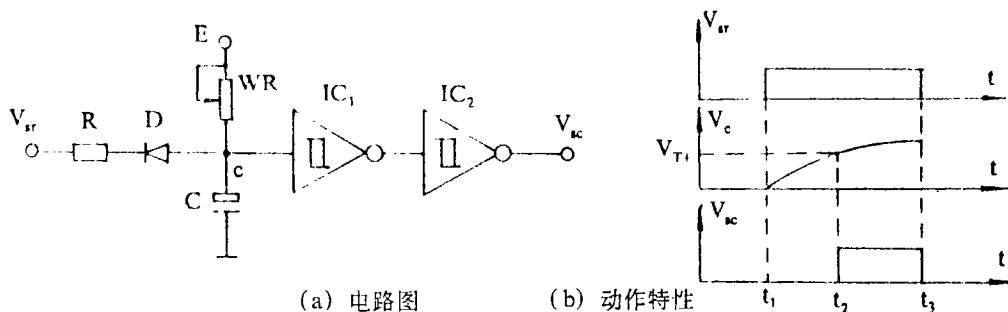


图4 CD40106 构成的延时电路

正常情况下 U_{sr} 呈“0”态, $U_c \approx 0V$, 经两级 CD40106 (IC_1 和 IC_2) 后输出信号 U_{sc} 亦呈“0”态。 t_1 时刻 U_{sr} 突变为“1”态, D 反向截止, 由 E 经电位器 WR 向电容器 C 充电。 t_2 时刻电压 U_c 的数值达到 IC_1 的正向阈值电压 U_{T+} 时, 两级 CD40106 IC_1 和 IC_2 相继翻转, 输出信号 U_{sc} 呈“1”态。 t_3 时刻输入信号 U_{sr} 返回至“0”态, C 经 D 和 R 向前级电路放电, 因放电时间常数极小, IC_1 和 IC_2 迅速返回, 输出信号 U_{sc} 也立即返回至“0”态。其动作特性与参数调整与采用运算放大器构成的延时电路相同, 不赘述。

1.3 利用 CD4518 构成的延时电路

CD4518 是二、十进制 (8421 编码) 同步加计数器, 其引出端图、功能表及计数器状态表见图 5。 CD4518 的每个单元有两个时钟输入端 CP 和 EN, 可用时钟脉冲的上升沿或下降沿触发。从图 1—5 (b) 可见, 若用时钟脉冲下降沿触发, 触发信号由 EN 端输入, CP 端置“0”。 Cr 端是清零端, Cr 端置“1”时, 计数器各输出端 $Q_1—Q_4$ 均为“0”, 只有 Cr 端置“0”时, CD4518 方开始计数。

CD4518 采用并行进位方式, 由状态表可见, 只要输入一个时钟脉冲, 计数单元 Q_1 翻转一次; 当 $Q_1=1$ 、 $Q_4=0$ 时, 每输入一个时钟脉冲, 计数单元 Q_2 翻转一次; 当 $Q_1=Q_2=1$ 时, 每输入一个时钟脉冲 Q_3 翻转一次; 当 $Q_1=Q_2=Q_3=1$ 或 $Q_1=Q_4=1$ 时, 每输入一个时钟脉冲 Q_4 翻转一次。这样从初始状态 (“0” 态) 开始计数, 每输入 10 个时钟脉冲, 计数单元便自动恢复到 “0” 态。若将第一个加计数器的输出端 $1Q_4$ 作为第二个加计数器的输入端 $2EN$ 的时钟脉冲信号, 可以组成两位 8421 编码计数器, 依次下去可以进行多位串行计数。

1CP	1	16	V_{cc}	1	2CP	1	功能
1EN	2	15	$2C_r$	1	0		加计数
1Q ₁	3	14	$2Q_4$	0	1	0	加计数
1Q ₂	4	13	$2Q_3$	1	0	0	不变
1Q ₃	5	12	$2Q_2$	0	1	0	不变
1Q ₄	6	11	$2Q_1$	1	0	0	不变
1C _r	7	10	$2EN$	1	1	0	不变
V_{ss}	8	9	$2CP$	0	0	1	$Q_1-Q_4=0$

(a) 引出端图

(b) 功能表

状态	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

(c) 二、十进制加计数器状态表

图 5 CD4518 性能表

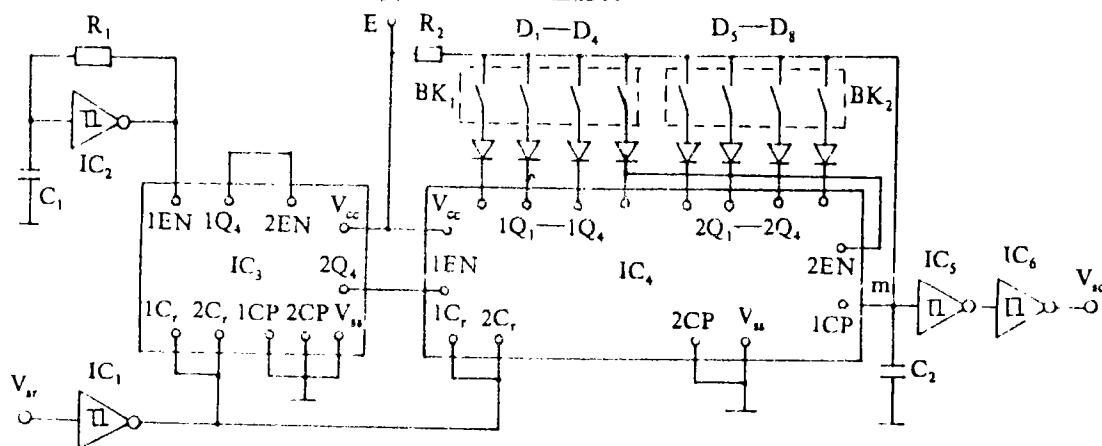


图 6 CD4518 构成的延时电路

利用 CD4518 和 CD40106 可以组成长延时准确计时电路, 图 6 是由两级计数器组成的 0.1—9.9 秒的延时电路。图中 IC₁、IC₂、IC₅ 和 IC₆ 是 CD40106, IC₃ 和 IC₄ 是 CD4518。IC₁ 作为整个延时电路的输入端, 输入信号 U_{sr} 取自保护装置启动回路。IC₂ 与 R_1 、 C_1 组成 1000HZ 的时钟发生器, 其时钟脉冲加至两级串级计数器 IC₃ 的输入端 1EN。IC₃ 的第一级计数器输出端 1Q₃ 接至第二级计数器输入端 2EN, 这样从 IC₃ 的输出端 2Q₄ 输出的是 10HZ 时钟脉冲。

IC₄ 是两级可预置数的译码器, 即第一级输出端 1Q₄ 信号加至第二级输入端 2EN。预置数由四位拨码开关 BK₁ 和 BK₂ 经二极管 D₁—D₈ 加入计数器。其中 BK₁、BK₂ 是 8421 编码的第一级和第二级预置数开关, 它们作为延时时间的定值整定开关, 显然有 BK₁ 对应时间定值的 1/10 秒值, BK₂ 对应时间定值的秒值。从四位拨码开关 BK 的编码表 (图 7) 可见, 若延时时间整定为 2.5 秒, 应有 BK₁ 的第 1 位和第 3 位开关处“ON”状态

(“1”态)，BK₂ 的第 2 位开关处“ON”状态，其余各位开关均处“OFF”状态(“0”态)。

正常情况下保护未启动，U_{sr} 呈“0”态，IC₁ 输出“1”态电平，使 IC₂、IC₄ 均处“清零”状态，计数器、译码器均停止工作，输出信号 U_{sc} 呈“0”态。保护启动后，U_{sr} 突变为“1”态，计数器立即开始计数。如果时间定值整定为 2.5 秒，在未达到预置的时间定值之前，BK 和 BK 处“1”态的开关所对应的译码器输出端(Q₁—Q₄)至少有一个是“0”态。此“0”态信号经相应二极管与 BK 开关将 M 点箝位至“0”态，故输出信号 U_{sc} 仍处“0”态。仅当计数器计数达到预置数（如 2.5 秒），BK₁ 与 BK₂ 处“1”态开关对应的译码器输出端全呈“1”态，由于它们相应的

时间定值	开关状态			
	4	3	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

图 7 BK 编码表

二极管全部反向截止，M 点呈“1”态，使输出端信号 U_{sc} 相对输入信号 U_{sr} 延迟预置时间（如 2.5 秒）后方输出“1”态信号去启动出口回路。图中电容 C₂ 容值很小，它一方面与 R₂ 组成开机闭锁回路，另一方面用以消除 D₁—D₈ 可能出现的逻辑竞争。保护返回后，输入信号 U_{sr} 又突变为“0”态，计数器与译码器迅速清零停止工作，输出信号 U_{sc} 也立即返回。

四位拨码开关 BK₁、BK₂ 体积小，可方便地装在插件面板上，用户可任意准确地将时间定值整定在 0.1—9.9 秒范围内（若需再长延时，电路稍加变动即可实现）。出厂前，只要将 IC₂ 组成的时钟振荡脉冲频率调准为 1000HZ，计数器的计时误差可以达到小于 5%。用户使用、维护和调试均很方便。时钟发生器也可采用晶振电路，晶振时钟电路稳定性好，但需多级分频方能使用，导致电路复杂化。

2 瞬时动作延时返回的时间电路

这类时间电路也称脉冲展宽电路，它对窄脉冲信号有记忆功能，用于重合闸一次合闸脉冲展宽、后加速记忆回路等，并可作为长记忆时间用于中央音响自动复归的定时器。其符号及动作特性见图 8，脉冲展宽时间 t_w=t₃-t₁。

2.1 利用运算放大器和 CMOS 集成电路构成的脉冲展宽电路

图 9 是利用运算放大器和 CMOS 集成电路构成的两种脉冲展宽电路。

图 9（a）输入端信号正常呈“1”态，比较器 A 输出“1”态，D 反向截止，C₁ 处于充电状态，即 C 点电压 U_C 接近于电源电压，其数值大于或非门 IC₁ 的开启电压 U_T，IC₁ 输出“0”态，经 IC₂ 反相后输出信号 U_{sc} 亦呈“1”态。当输入信号 U_{sr} 在 t₁ 时刻突变成一个宽

度为 Δt 的“0”态窄脉冲时,比较器A输出状态也立即变为“0”态,D导通,电容器 C_1 迅速放电, IC_1 立即输出为“1”态,经 IC_2 反相后输出信号 U_{sc} 为“0”态。 t_3 时刻 U_{sr} 返回至“1”态,D重新截止, C_1 经WR充电,电压 U_C 上升至 IC_1 的开启电压 U_T 时, IC_1 和 IC_2 方相继返回,使 U_{sc} 返回至“1”态。可见输出信号 U_{sc} 的脉冲宽度 t_w 等于

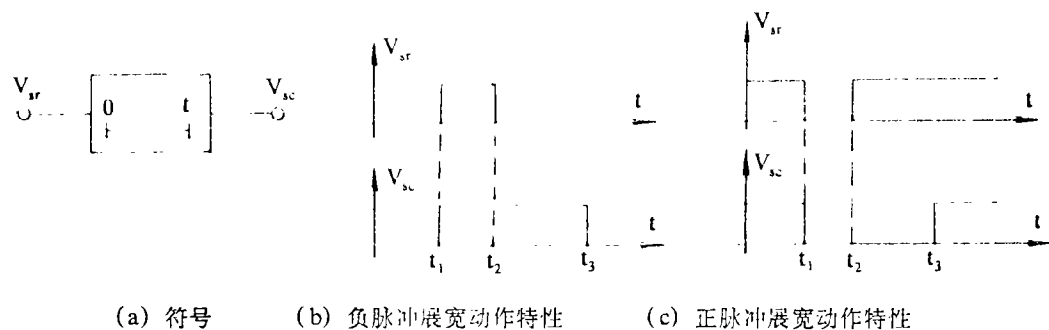


图 8 瞬时动作延时返回的时间电路

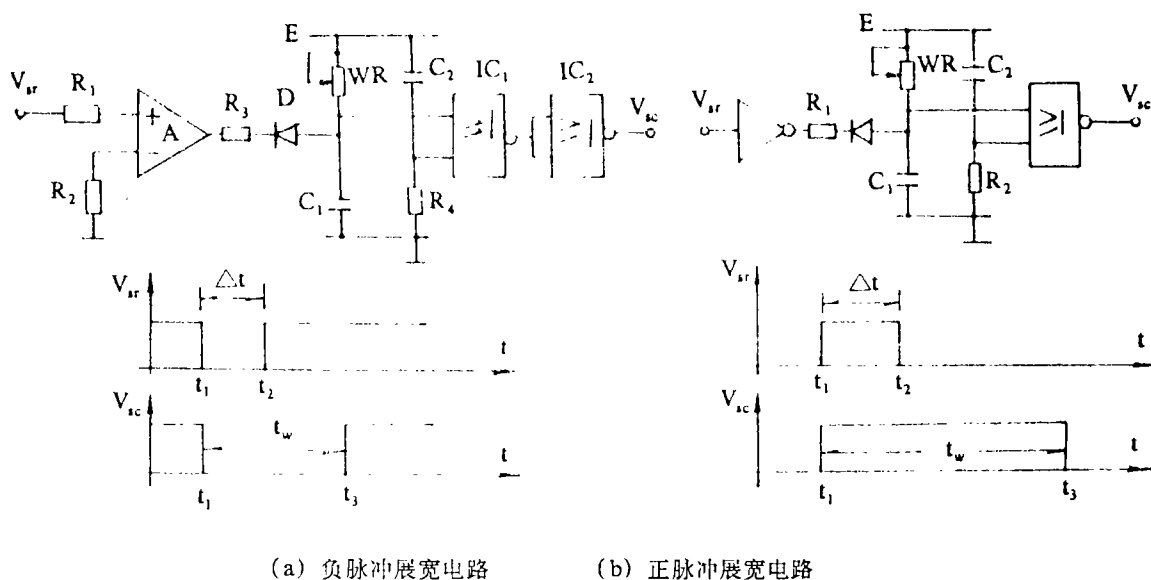


图 9 脉冲展宽电路及其波形图

$$t_w = R_w C_1 \ln \left(\frac{e - U_{BE}}{E - U_T} \right)$$

式中 U_{BE} ——二极管 D 的正向压降;

R_w 电位器 WR 的阻值。

调整 WR 阻值或改变 C_1 的电容值, 可以得到所需展宽脉冲 t_w 值。

图 9 (b) 电路原理与 (a) 电路原理相同, 只是它展宽的为正脉冲信号。

电路中 C_2 与串联电阻 R_4 (或 R_2) 组成开机闭锁回路, 防止突然合直流电源时电路误动作。

这种脉冲展宽电路结构简单, 调试方便, 但如前所述受电容器向前级电路放电影响, 脉冲展宽时间 t_w 不易过长。

2.2 CMOS 单稳态触发器构成的脉冲展宽电路

CD4098 是 CMOS 集成电路单稳态触发器, 它的特点是在输入脉冲信号触发下, 输出端产生一个具有恒定宽度 t_w 的长脉冲信号。即触发器由初始状态翻转到另一个状态,

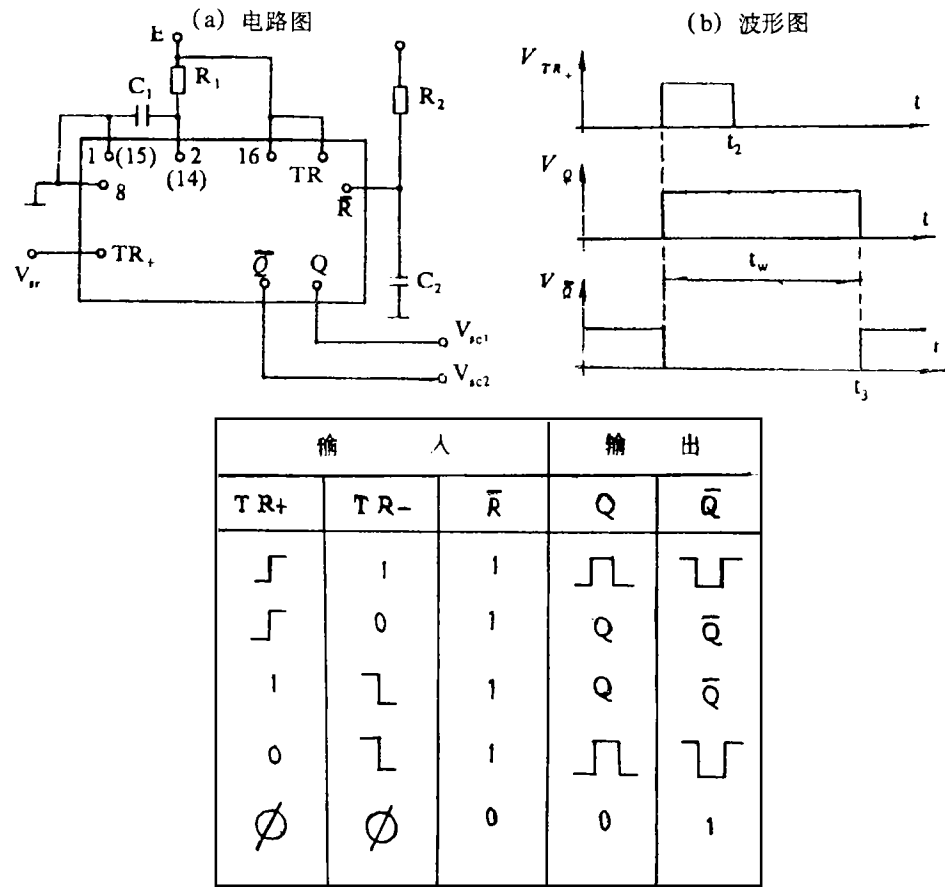


图 10 CD4098 构成的脉冲展宽电路

但是此状态是暂稳的, 经时间 t_w 后触发器又回到初时稳定状态。CD4098 的触发信号通过不同输入端 TR_+ 或 TR_- 输入, 可以用脉冲的上升沿触发, 也可以用脉冲的下降触发, 具体应用见真值表 (图 10 (c))。图 10 所示为利用脉冲上升沿触发的 CD4098 单稳态触发器构成的脉冲展宽电路。

开机时由于 C_2 的暂态过程使 \bar{R} 处 “0” 态, 由真值表可见, Q 呈 “0” 态, \bar{Q} 呈 “1” 态, 这是 CD4098 的原始稳定状态。开机以后 E 经 R 向 C 充电, 使 R 呈 “1” 态, CD4098 处于准备工作状态。 t_1 时刻输入信号 U_{sr} 为一正向窄脉冲, 因 TR_- 固定为 “1” 态, 故输出端 Q 呈 “1” 态, \bar{Q} 呈 “0” 态, 输出信号 $U_{sc1} = U_Q$ 呈 “1” 态, $U_{sc2} = U_{\bar{Q}}$ 呈 “0” 态。该信号保持 t_w 后单稳态触发器又自动返回至原始稳定状态,

故将输入窄脉冲信号 U_{sr} 展宽成宽度为 t_w 的宽脉冲。调整 R_1 与 C_1 值可改变 t_w 值。例如在中央音响回路中, 可利用其实现定时 10 秒的音响自动复归回路。

参 考 文 献

- 1 赵保经主编. CMOS 集成电路. 国防工业出版社. 1985. 2
- 2 李清泉、黄昌宁编. 集成运算放大器原理与应用. 科学出版社. 1980. 2
- 3 贺家李主编. 电力系统继电保护原理. 电力出版社. 1985. 11
- 4 梁懋编. 集成运算放大器型保护原理及应用. 水电出版社. 1990. 9

Development of the Time—circuit in Integrated circuit Relay Protection Sets

Yang Wai hui Liu Xianlin Sun Fengqi
(Zhengzhou Institute of Technology)

Abstract: "Development of integrated circuit relay protection sets for hydropower stations" is one of the 1994 Henan Major Research Projects. This project is undertaker by us, and the sets have already operation under test.

The paper introduces the structure principle, operating characteristic and applicability of the time—circuit with is applied to integrated circuit relay protection sets.

Keywords: Integrated circuit relay protection sets, Time circuit.