

· 涂文波 郑云山 ·

OSN555JCDLYYZZZN

· 青少年 ·

555 集成电路应用制作指南

福建科学技术出版社



青少年
555
集成电路
应用

制作指南

(闽)新登字 03 号

青少年 555 集成电路应用制作指南

涂文波 郑云山

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州市东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

三明地质印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 6.125 印张 2 插页 144 千字

1998 年 9 月第 1 版

1998 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1—6 000

ISBN 7-5335-1314-2/TN·187

定价: 9.50 元

书中如有印装质量问题,可直接向承印厂调换

前 言

555 时基集成电路是 20 世纪 70 年代出现的产品，它是一种把模拟功能和逻辑功能巧妙地结合在同一块硅片上的组合集成电路，用途广泛，性能稳定。它应用于仪器仪表，自动化装置和各种家用电器的定时电路、延时电路、电子控制电路，也可做成自激多谐振荡器、脉冲调制电路、脉冲相位调制电路、民用及工业报警器等。555 时基集成电路可在 $3\sim 18\text{V}$ （推荐 $10\sim 15\text{V}$ ）情况下使用，它的最大输出电流为 200mA （毫安），因此可以直接驱动继电器、扬声器等。它作为振荡器时，最高频率可达到 300kHz 。

1972 年美国西格尼蒂（Signetics）公司研制出 Timer NE555 双极型时基集成电路，设计者原意是想用来代替体积大、定时精度差的热延迟继电器等机械式延时器。但是，该产品投入市场后，人们应用时发现，该集成电路的应用远远超出原设计的使用范围，几乎遍及电子应用的各个领域。1974 年西格尼蒂公司又在同一基片上将两个双极型 555 单元集成在一起，取名为 556（即 NE556）。20 世纪 80 年代初，我国上海元件五厂、上海无线电十四厂、贵州 4433 厂等也相继生产双极型和 CMOS 型 555 时基集成电路。由于时基集成电路的设计特性（即该集成电路的基准电压电路是由三个误差极小的 $5\text{k}\Omega$ 电阻组成的，分压相同）以及使用的通用性和应用的广泛性，各生产厂家的产品都在型号上带有 555/556 的数字。

全书共分七章。第一章时基电路基础知识，介绍时基电路的内部结构、工作原理、主要电性能参数等。第二章至第六章分类

介绍各种类型的应用实例，详述电路用途、工作原理、元件选择和安装调试，其中提供的印刷电路板图的焊接面和元件面是正面对应的。由于当前市场上出售的电子元件规格不一致，比如元器件体积、形状、大小无统一的规格，因此制作时，应根据现有的电子元件材料，在复制印刷电路板时作适当的修改（比如元件封装形式、焊点位置、连线粗细等）。第七章简要介绍 555 集成电路应用中印刷电路板的设计和制作过程，以及电子元件的识别和焊接技术，阐述一些制作过程的必要基本知识和技能。

随着教育的深化改革，广大青少年逐步从繁重的课程负担中解放出来，普遍开展课外科技活动和实践。为了适应这一转变的需要，帮助青少年学习掌握 555 集成电路的工作原理及其应用知识，我们尝试者以通俗的语言，从 555 集成电路的基础知识讲起，并选编了一些适用性很强的应用实例，供广大青少年实践参考。

由于时间匆促，书中错漏在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编著者

1998.1

目 录

第一章 555 时基集成电路概述

- 1—1 什么是集成电路..... (1)
- 1—2 555 时基集成电路的特点和封装 (3)
- 1—3 555 时基集成电路的等效电路图和工作原理 (6)
- 1—4 555 时基集成电路的应用 (9)
- 1—5 555/556 时基集成电路的主要电参数 (15)

第二章 家用电器

- 2—1 家用保安器 (25)
- 2—2 多用电子继电器 (28)
- 2—3 空气负离子发生器 (31)
- 2—4 电子手杖 (34)
- 2—5 间断型电热灭蚊器 (36)
- 2—6 电冰箱自动保护器 (38)
- 2—7 多功能用电附加器 (41)
- 2—8 全自动开关的台灯 (44)
- 2—9 简易冰箱保护器 (47)
- 2—10 节电电路..... (49)
- 2—11 花盆干湿提示器..... (51)
- 2—12 电饭煲自动功率调节器..... (53)

2—13	水沸讯响器.....	(56)
------	------------	------

第三章 家用报警器

3—1	新颖的可燃气体报警器	(58)
3—2	感应式吠声报警器	(60)
3—3	温控报警器	(63)
3—4	防盗预警器	(65)
3—5	感应式高压报警器	(68)
3—6	湿度报警器	(70)
3—7	汽车防盗器	(73)
3—8	高低限压控制与报警电路	(75)
3—9	触摸式延时语言报警器	(78)
3—10	简易汽车防盗报警器.....	(81)
3—11	光控防盗报警器.....	(83)
3—12	门窗报警器.....	(85)
3—13	简易气体烟雾报警器.....	(86)
3—14	电子卫士.....	(89)
3—15	贵重物品盒卫士.....	(91)
3—16	触摸警铃.....	(94)

第四章 自动控制电路

4—1	光电自控开关	(97)
4—2	恒温控制器	(99)
4—3	水位自动控制器.....	(101)
4—4	温室浇水器自动控制.....	(104)
4—5	家用多功能电子控制器.....	(106)
4—6	光控开关.....	(109)

4—7	自控路灯.....	(111)
4—8	触摸电子开关.....	(114)
4—9	自动喷雾控制器.....	(116)

第五章 定时电路

5—1	简易家电定时开关控制器.....	(120)
5—2	节电定时灯开关.....	(123)
5—3	触摸、声控双功能延时灯.....	(126)
5—4	实用延时节电灯	(128)
5—5	多功能定时呼叫器.....	(131)
5—6	声控延时节能灯.....	(135)
5—7	能切断自身电源的长时间延时器.....	(137)
5—8	触摸式定时台灯.....	(140)
5—9	声控延时熄灯开关.....	(142)

第六章 其他应用电路

6—1	触摸电子游戏机.....	(146)
6—2	简易循环闪光电路.....	(148)
6—3	穿圈点灯游戏机.....	(150)
6—4	电子变色胸花.....	(153)
6—5	电码练习器.....	(155)
6—6	音频信号发生器.....	(157)
6—7	电子自动温奶器.....	(159)
6—8	能记忆的音乐门铃.....	(163)
6—9	双音门铃.....	(165)
6—10	晶体管鉴别器	(167)
6—11	电缆探测仪	(170)

6—12	电视棋盘格信号发生器	(173)
6—13	晶体管测试兼信号发生器	(176)

第七章 电子电路的安装与调试

7—1	集成电路应用中的具体问题.....	(180)
7—2	元器件引脚识别及使用中的问题.....	(185)
7—3	调试技术.....	(188)

第一章 555 时基集成电路概述

1—1 什么是集成电路

电子元件的生产和应用，经历过电子管时代、半导体晶体管时代等。随着科技的进步和生产工艺的提高，1958 年，电子元件开始起用小规模、中规模、大规模和超大规模的集成电路，从此，集成电路的电子技术在国民经济各部门得到广泛的应用。

什么是集成电路呢？集成电路的英文书写是“Integrated circuits”，按首字母缩写为 IC。它是采用半导体工艺或薄膜、厚膜工艺（或者这些工艺的结合），将电路的有源元件、无源元件联结在一起，制作在半导体或绝缘基片上，然后封装在一个壳体内，构成一完整的具有一定功能的电路。它与分立元件的电路相比，大大减小了体积、重量、连接线和焊点数目，提高了电路的性能和可靠性。从分立元件到集成电路是半导体电子技术发展的一个飞跃。

集成电路的分类可按生产工艺、功能性质和集成规模的不同来进行。

1. 按生产工艺的不同可分为半导体集成电路、薄膜集成电路、厚膜集成电路、混合集成电路。其中半导体集成电路又可分为双极型集成电路和 CMOS 集成电路。

2. 按功能、性质的不同可分为数字集成电路（又称逻辑集成电路）和模拟集成电路。

数字集成电路能进行数字逻辑运算，运算时，低电平代表二进制中的“0”，高电平代表二进制中的“1”，通过逻辑关系进行运算、存贮、传输和转换、数字集成电路广泛应用在计算机、自动控制系统和数字通讯系统。

模拟集成电路能对电压、电流进行放大和转换。其中，输入信号与输出信号成线性关系的集成电路，称为线性集成电路（如直流放大器、差分放大器、运算放大器等）；输入信号与输出信号成非线性关系的集成电路，称为非线性集成电路（如检波器、稳压器、调制器等）。

3. 按集成规模的不同可分为小规模（SSI）、中规模（MSI）、大规模（LSI）和超大规模（VLSI）集成电路。

小规模集成电路：集成电路的集成度少于10个门电路或少于100个元件，称为小规模集成电路，它是把一个单元的电路“集成”在占用面积为 $1\sim 3\text{mm}^2$ 的硅片上。

中规模集成电路：集成电路的集成度在10~100个门电路之间，或元件数在100~1000个元件之间，称为中规模集成电路，它所占硅片的面积一般为 100mm^2 。

大规模集成电路：集成电路的集成度在100个门电路以上或1000个元件以上，称为大规模集成电路，它是以部件、分机（或整机）系统作为集成对象。

超大规模集成电路：集成电路的集成度在10000个门电路以上或 10^5 个元件以上（尚无公认的标准），称为超大规模集成电路，例如日本1977年研制的65K随机存贮器，在 $6\text{mm}\times 6\text{mm}$ 的芯片上有165000个元件。超大规模集成电路具有整机的功能，例如一个芯片可以是DJS130那样的电子计算机。

1—2 555 时基集成电路的特点和封装

555 时基集成电路是将数字(逻辑)功能与模拟功能巧妙地结合在一起,而且不管什么厂家生产的,型号中都保留三个“5”,这是因为该集成基片上的基准电压电路是由三个误差极小的 $5k\Omega$ 电阻组成的,分压精度高。

555 时基集成电路大量应用在电子控制、检测、仪器仪表、家用电器、报警、电子玩具等诸方面电路上;也可用作脉冲发生器、定时器、延时器、方波发生器,振荡器(单稳态触发振荡器、双稳态多谐振荡器、自由多谐振荡器)、脉宽调制器、相位调制器等。

555 时基集成电路之所以有这样广泛的应用,全在于它具有以下几个特点。

1. 555 时基集成电路在结构上是由模拟电路和数字(逻辑)电路巧妙组合而成。它将模拟功能和逻辑功能兼容为一体,能产生精确的时间延迟和振荡;它亦拓宽了模拟集成电路的应用范围。

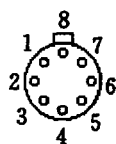
2. 该电路采用单电源,双极型 555 集成电路的电源范围为 $3 \sim 15V$; CMOS 型 555 集成电路的电源范围为 $2 \sim 18V$ 。它们可以和模拟运算放大器、TTL 或 CMOS 数字电路共用一个电源。

3. 555 时基集成电路可以独立构成一个定时电路,最大输出电流为 $200mA$ 。因此可以直接驱动小电机、喇叭、继电器、发光二极管等负载。作为振荡器时,最高工作频率可达 $300kHz$ 。

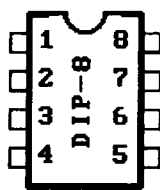
555 时基集成电路采用两种封装形成,即 Y 型(金属壳 8 脚)和 C、D 型(双列直插式 8 脚)。其封装形式如图 1-1 所示。

各管脚的功能及作用如下。

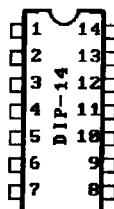
①脚是公共端或接地端。



Y 型



(555)



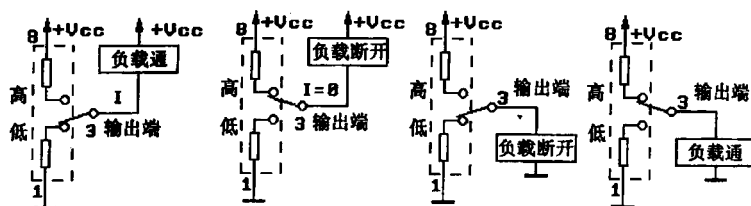
(556)

C、D 型

图 1-1 时基集成电路封装形式

②脚是触发端。若该端的电压高于 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 时，那么输出将保持低电平。如果一个足够大的负脉冲加在②脚上，③脚输出端翻转为高电平。触发端保持在低电平，输出就保持在高电平状态。

③脚是输出端。它的工作可以用图 1-2 方式来作简要的说明。



(a) 输出低电平 (b) 输出高电平 (c) 输出低电平 (d) 输出高电平

图 1-2 输出端输出工作状态

输出端具有两种输出状态，即低电平和高电平状态。输出为低电平时，如同一个对地的低电阻（ $\sim 10\Omega$ ），如图 1-2 中 (a) 和 (c)；输出为高电平时，在电源电压 V_{CC} 和输出端③脚之间呈现出一个 10Ω 电阻，如图 1-2 中 (b) 和 (d)。连接负载到输出端有两种形式，即负载接在③脚与电源电压 V_{CC} 之间和③脚与地之间。

在图 1-2 (a) 中，输出电压是低电平时，负载导通，负载电流流入输出引线，称为吸收电流。吸收电流小于 10mA，输出低电

平接近 0.1V。输出电流为高电平时，负载断开，如图 1-2 (b)。而图 1-2(c)(d)表示接地负载，当输出为低电平时，负载是断开的，如图 1-2 (c)；当输出为高电平时，输出引线向外供给电流，称为供给电流，或者说电源电流通到一个接地负载，如图 1-2 (d)。一般情况下，555 时基集成电路的最大吸收电流和供给电流是 200mA，输出的高电压低于电源电压 V_{CC} 0.5V。

④脚是置零（复位）端。它可以将触发输入的控制信号清零。
④脚不使用时，连接到 $+V_{CC}$ 。如果④脚置零端被接地，或者使其电位减少到 0.7V 以下，③脚输出端和⑦脚放电端都将接近于地电位，换句话说，输出是有效的低电平。如果输出是高电平，④脚置零端一旦接地，就立即迫使输出为低电平。

⑤脚是控制电压端。通常与地之间接有一个 $0.01\mu\text{F}$ 的滤波电容器，旁路来自电源的噪声或纹波电压。控制端也可以用来改变阈值电压和触发电压，这样可以调制输出的波形。

⑥脚是阈值端。用于检测外部电容的电压。例如，一旦 555 时基电路被触发到高电平状态，阈值端就窥视着电容的提升电压 V_C ，当达到 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 时，输出翻转为低电平。

⑦脚是放电端。当输出是低电平时，⑦脚被用作外部定时电容放电；当输出是高电平时，⑦脚与外部电路断开，允许电源电压对电容器充电，其值取决于外部电阻（或若干个电阻的等效阻值）和电容的比率。

⑧脚是正电源电压。可以是 $+3\text{V} \sim +18\text{V}$ 之间的任何电压，因此可与有关的数字逻辑集成电路或运算放大器相通用。根据电源电压决定的内部电路偏置电流，大约需提供 7mA（如 $V_{CC} = +15\text{V}$ 时，则要 10mA），外壳的最大功耗是 600mW。

1—3 555 时基集成电路的 等效电路图和工作原理

555 时基集成电路的内部结构包括两个比较器、一个 R-S 触发器、一个放电晶体管 (开关), 以及三只 $5k\Omega$ 电阻组成的基准电压发生器, 如图 1-3 所示。

从图中可以看出, 电源电压 V_{cc} 通过 555 时基集成电路内部三个 $5k\Omega$ 电阻分压, 使电路内部两个电压比较器构成一个电平触发器, 其上触发电平为 $2/3V_{cc}$, 下触发电平为 $1/3V_{cc}$ 。显然, ⑤脚控制端

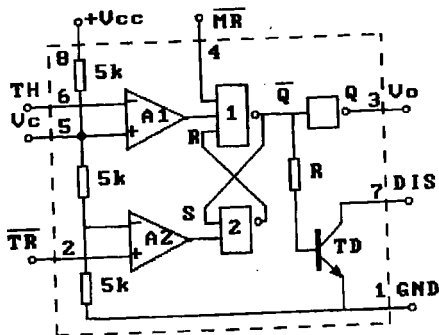


图 1-3 555 时基集成电路内部结构等效图

外接一个电压 V_c , 可以使上下触发电平发生变化。

为了进一步理解 555 时基集成电路功能, 并能灵活应用, 下面简要说明其工作机理。

比较器: 它是由运算放大器组成, 属于模拟电路, 如图 1-4。比较器有两个输入端 V_a 和 V_b , 分别接输入电压 V_i 和基准电压 V_f , 且有一个输出端 V_o 和一个公共接地端。其主要作用是对输入

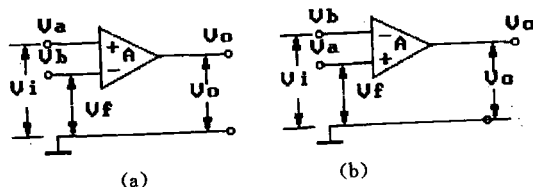


图 1-4 比较器

电压 V_i 和基准电压 V_f 进行比较, 并把比较的结果用逻辑值 “1” (高电平) 或 “0” (低电平) 在输出端表示出来, 但不表示具体电压值。比较器有两种连接方法:

第一种接法是把输入电压 V_i 接在 V_a 和地之间, 基准电压 V_f 接在 V_b 和地之间, 如图 1-4 (a) 所示。当 $V_i > V_f$ 时, 输出端为高电平 (逻辑值是 “1”); 当 $V_i < V_f$ 时, 输出端为低电平 (逻辑值是 “0”), 这种接法是输入 V_i 为高电平, 输出 V_o 也是高电平; 输入 V_i 是低电平, 输出 V_o 也是低电平, 即输入和输出同相。

第二种接法是把输入 V_i 接在 V_b 和地之间, 基准电压 V_f 接在 V_a 和地之间, 如图 1-4 (b) 所示。当 $V_i > V_f$ 时, 输出低电平 (逻辑值为 “0”); 当 $V_i < V_f$ 时, 输出为高电平 (逻辑值为 “1”)。这种接法是输入 V_i 为高电平, 输出 V_o 为低电平, 即输入和输出反相。

习惯上我们把 V_a 称为同相输入端, V_b 称为反相输入端, 并在比较器的输入端分别用符号 “+” 和 “-” 表示同相和反相。

分压器: 它是由三个误差极小的 $5k\Omega$ 电阻串联组成, 其作用是向两个比较器提供基准电压 V_f , 由于其上端是接到电源电压 V_{CC} , 下端是接地, 所以, 上比较器的基准电压 $V_{f1} = \frac{2}{3} V_{CC}$, 而下比较器的基准电压 $V_{f2} = \frac{1}{3} V_{CC}$, 在 555 时基电路中, 基准电压 V_{f1} 称为阈值电平, V_{f2} 称为触发电平。

R-S 触发器: 它是 555 时基集成电路的核心部分, 由两个与非门交叉组成, 其输入端 $\overline{R}$ 、 $\overline{S}$ 要求用低电平触发。它的逻辑功能是 (1) $\overline{R}=0$, $\overline{S}=1$ 时, 不管触发器原来是什么状态, 输出端 Q 都被置零 (低电平) (2) $\overline{R}=1$; $\overline{S}=0$ 时, 触发器输出端 Q 被置 1 (高电平) (3) $\overline{R}=1$; $\overline{S}=1$ 时, 触发器原状态不变, 即输出端 Q 保持原状态。

从图 1-3 看出, 比较器 A1 的输出端接到与非门 1 的输入端

R, 比较器 A2 的输出端接到与非门 2 的输入端 S。由于两个与非门组成的 R-S 触发器必须用负极性信号触发, 因此, 加到比较器 A1 反相端⑥脚的触发信号, 只有当电位高于同相端⑤脚的电位 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 时, R-S 触发器才翻转; 而加到比较器 A2 同相端②脚的触发信号, 只有当电位低于 A2 反相端的电位 $\frac{1}{3}V_{CC}$ 时, R-S 触发器才翻转。RS 触发器还有一个直接置零端 $\overline{MR}$, 只要 $\overline{MR}$ 端加上低电平, 不管触发器原来是什么状态, 也不管输入端是加什么信号, 触发器立刻被置零。所以, $\overline{MR}$ 也称为总复位端。在正常使用时, $\overline{MR}$ 应接高电平。

输出端: 为了使 555 时基电路有更好的性能, 输出端 V。是从 R-S 触发器 $\overline{Q}$ 端经反相器放大后输出的, 这样, 555 时基电路的带负载能力提高了, 可以直接驱动小型继电器、微型电机、2.5 英寸、8Ω 扬声器等。

放电开关: 555 时基电路在使用中, 大多数跟电容器的充放电有关, 例如: 应用 555 时基电路组成定时电路时, 通常是把上比较器的输入端 (TH 端) 外接一个 RC 充放电电路, 工作时电源通过电阻 R 对电容 C 充电, 当电容 C 的充电电压上升到阈值电平时, 上比较器输出状态发生变化, 使 R-S 触发器的输出从高电平翻转成低电平, 这个输出电平的变化就是定时识别的信号, 定时的时间由 RC 电路的充电时间常数决定。为了使定时电路能反复使用, 在完成一次识别后, 应设法把电容 C 上电荷放掉, 为下一次定时识别作准备。因此, 555 时基电路中还特别设计一个放电开关, 即晶体三极管 (TD), 晶体三极管 (TD) 的基极接在 R-S 触发器的 $\overline{Q}$ 端, 集电极接到放电端 (DIS), 发射极接地。当 555 时基电路输出为低电平时 (即 $Q=0$; $\overline{Q}=1$), 三极管 (TD) 基极为高电平, 三极管 (TD) 饱和导通, 使放电端 (DIS) 接地 (忽略