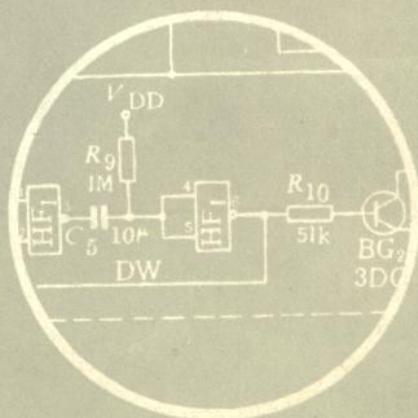


DIAN SHI JIE
CONG SHU

《電世界》丛书

实用电子线路

《電世界》编辑委员会 编



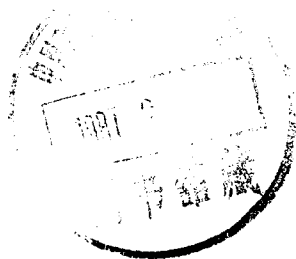
机械工业出版社

73-76
701

《电世界》丛书

实用电子线路

《电世界》编辑委员会 编



机械工业出版社

8710111

内 容 提 要

为了适应当前广大技术人员、生产工人、大中学生及业余电子爱好者学习与应用电子技术的需要,本书汇集了《电世界》杂志近几年来陆续刊登的实用电子线路专栏的文章,并遴选了部分实用电子线路的文章,编成专集出版,以飨读者。内容包括计数电路、显示电路、A/D转换电路、检测电路、程序控制电路、液位控制电路、定时控制电路以及微机应用电路等34篇。这些都是通过实践取得的应用经验与技术成果,可供读者参考运用,从而在生产建设、科研实验、金事业管理及日常生活中发挥效益。

258

《电世界》丛书 实 用 电 子 线 路

《电世界》编辑委员会 编

责任编辑 董保申

· *

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张8.75·字数200千字

1986年9月北京第一版·1986年9月北京第一次印刷

印数 0,001—8,600·定价 2.10 元

*

统一书号: 15033·6460H

前 言

当今时代,每一个工矿企业的工程技术人员、生产工人以及企事业单位的领导和管理干部都面临着一场电子技术的新挑战,都必须逐步深入地掌握电子科学的应用技术。电子技术的特点是:渗透力强、应用面广、发展迅猛,并已从其弱电进而深入强电领域,大量机器设备已经普遍采用了电子控制技术。为了满足工业生产高度自动化和电子设备微型化的要求,电子技术已不断地向集成化、数字化、智能化的方向演化。科学技术发展到今天,电子技术应用的广度已经成为衡量一个国家科学技术现代化程度的重要标志;对电子应用技术掌握的深浅程度已成为衡量一个专业人员科学技术水平高低的尺度。

众所周知,电子学是十九世纪末从物理学中脱颖而出的一门学科。从1904年起,相继发明了具有检波、整流、振荡、放大和调制功能的电子二极管和三极管(真空管),推动了无线电事业的蓬勃发展;1948年出现了晶体管,1958年又研制出第一块集成电路元件,使电子元件在小型化的过程中从分立元件到集成化出现了一次飞跃。同时,1957年晶闸管功率元件的试制成功,标志着电子技术从弱电渗透到了强电领域。电子计算机虽在1946年已问世,但大量被采用还是在七十年代微电子技术有新的突破之后,微处理机的崛起使电子仪器具有各种智能、帮助人们去完成大量复杂的工作,大大推动了人类物质文明的发展。电子技术发展的另一特征是数字化,它把系统传输的各种信息都转换为准确的数字量值,对于信息传输、识别、存储、运算和显示等方面表现出极大的优越性。

建国以来,我国在电子技术和晶闸管应用方面有了较大的进展,但与先进国家相比,总的来说,还是比较落后的,我国已培养了大量的电子技术专业人才,在工矿企业中还有为数众多的电子技术业余爱好者,他们在把电子技术和工厂生产实践相结合的实践过程中取得了不少的经验,并做出了喜人的成果。《电世界》杂志为了及时地交流推广广大电子技术人员和工人对电子技术应用的实践经验与成果,近几年来,刊出了不少文章,并举办了电子实用线路的连载,希望对电子技术的扫盲和普及工作能起到一些有益的作用。

《电世界》编辑委员会应广大读者要求,决定将近几年刊出的电子实用线路专栏的文章,再遴选部分实用线路的文章作为《电世界》选集、以单行本出版发行,以飨读者,便于读者进行系统的学习和应用。

本书的出版发行得到了为我们电子实用线路专栏组稿的上海市长宁区科技协会的大力帮助和曾为专栏读者提供大量廉价元器件的生产单位的支持,现由机械工业出版社出版,希望读者对本书的内容提出宝贵意见,以利再版时修订。

本书的编审工作由张惠泉、李纲勇、薛忠明等同志协助做了大量的工作,《电世界》编辑部林淦秋、顾荣保同志负责编辑,由机械工业出版社董保申同志担任责任编辑。上海市长宁区科技协会将继续为读者组织配套元器件的供应,方便广大读者学以致用、通过实践在游泳中学会游泳。今后《电世界》还将继续编集有关电子技术方面的实用线路出版,以满足广大电子技术爱好者深入学习与广为应用的需要。

《电世界》编辑委员会 1985年12月

目 录

前言

一、计数电路

- 1. 用CMOS数字集成块C 180 和C 305 制作十进计数器.....李纲勇、金胜雁 1
- 小资料: CMOS的电源、真值表、电平、阶跃电压李纲勇、林秋 7
- 2. 用CMOS中规模集成电路制成电子数字钟.....张惠泉、陈亚平 7
- 3. 多点控制的电子数字钟张惠泉、薛忠明 13
- 4. 可逆计数器在绕线机上的应用陈文荣 21
- 5. CMOS集成电路在自动绕线车上的应用.....薛忠明 24

二、显示电路

- 6. 实用显示电路岭 泉 30
- 7. 大屏幕显示器薛忠明 34
- 8. 数显母子钟李捷、周立志 37
- 9. 教学示范用的液晶显示器件的控制和驱动电路陈树民 39

三、A/D转换电路

- 10. 单片A/D转换器及袖珍式数字万用表.....潘慰省 41
- 11. 用三位数字读出系统制成数字电表.....张宝春 47
- 12. 用CMOS集成运算放大器CH 3130 制作 $V-f$ 转换器.....李纲勇 50
- 小资料: 双斜式A/D转换器张惠泉 54

四、检测电路

- 13. 自制简易温度巡回检测装置.....李纲勇、陈锡根 55
- 14. CMOS简易逻辑探头杨汉皋、黄柏贵 60
- 小资料: 逻辑笔.....张连章 62
- 15. 电子声波检漏仪.....陆德彰、许经纶 62
- 16. 自制品体管感应型接近开关.....薛忠明 64
- 17. 自制压电蜂鸣器.....徐大成、邵大东 67
- 18. 自动对线器.....李伟民 68
- 19. 自制电动机断相过流保护器.....徐大成 70
- 小资料: 斯密特电路.....徐大成 73
- 20. 用CMOS电路制作三相电源相序及断相判别器张惠泉 74

五、程序及其它控制电路

- 21. 用HTL集成电路制作程序控制器.....李纲勇、金胜雁 77
- 22. 双向晶闸管在家用电器上的应用.....侯振华 82
- 23. 淋水塔水温自动控制器.....唐林华、陈亚平 86
- 24. 自制实用晶闸管调压器.....郑树人 87
- 25. 一种实用的闪光报警电路.....周士鸿 89
- 26. 手提式自动充电器.....万国泰、周雪龙 90

27. 红外光电控制器	薛忠明	91
六、液位控制电路		
28. 用CMOS元件制作的液位控制器	徐大成	96
29. 带显示的液位控制器	张友厚	98
七、定时控制电路		
30. CH 279 定时控制器的原理及应用	沈仁良	100
31. 长延时电路	郝鸿安	104
32. 数字式时间继电器	程正伟	105
33. CMOS计数型定时器	岭 泉	107
小资料: 多谐振荡器	林 秋	108
八、微机应用电路		
34. 一位微机控制混凝土搅拌系统	徐大成	109
附录		
1. CMOS电路使用常识		117
2. 常用数字集成电路逻辑图形符号		121
3. 电子产品生产单位及其产品简介		122
(1) 上海无线电十四厂生产的双岭牌CMOS器件		122
(2) 甘肃永红器材厂生产的集成电路		128
(3) 昆山跃进铸钢厂生产的工业用信号灯		129
(4) 昆山表牌厂生产的新颖按钮盒和接线盒		129
(5) 上海奉贤柘中电子仪器厂生产的仪器仪表		131
(6) 武进第二无线电元件厂生产的KBP系列拨盘开关和KA系列掀键盘式开关		132
邮购咨询 (上海市长宁区科技协会“电子实用线路”邮购部)		封三

一、计 数 电 路

1. 用CMOS数字集成块C180和C305制作十进计数器

李纲勇 金胜雁

电子业余爱好者在初学时对使用集成元件往往认为是高不可攀的。不可否认，集成电路元件是在晶体管基础上逐步发展而形成的，具有比较深奥的理论及较强的逻辑性。但从整块集成元件来说，它的设计已经包含了某种指定的功能，只要按逻辑进行装配，就能完成你所希望达到的技术要求，并非如想象的那么困难。读者可从我们这一台十进制计数器的实验制作中得到启发。兹将其组成元件及装配调试方法分述如下：

组成的主要元件

(1) C180 BCD(二-十进制)加法计数器 它是内部由4级D型触发器和19个门电路组成的集成块，结构比较复杂，如用分立元件来做，那就是一大块印板了。我们不必去研究它的内部电路，只要按C180集成块的外部引线，按线路作简单的装配就可完成十进制计数的功能。图1-1是C180的外引线排列图，其中CL是时钟端，EN是时钟允许端，Q₁、Q₂、Q₃、Q₄是输出端，R是复位端，V_{DD}接电源正端，V_{SS}接地。请读者注意，CL和EN所接的两个门电路是在集成块内部的，图中把这两个门电路画在方框外，主要是为了让读者能清楚地了解CL和EN的逻辑关系。表1-1列出了C180的真

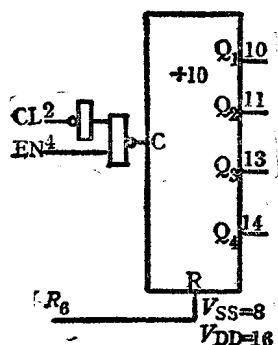


表1-1 真 值 表

	CL	EN	R	功 能
1.	┐	1	0	加法计数
2.	0	┐	0	加法计数
3.	×	×	1	Q ₁ ~Q ₄ = 0

图1-1 C180 外引线排列

值表（为了使读者容易掌握，无用的部分已删去）。先看复位端R，当R为高电平“1”时，不管CL、EN是什么状态，Q₁、Q₂、Q₃、Q₄全部为0；当R为低电平“0”时，电路才能进行加法计数。C180既能正跳变触发，又能负跳变触发。真值表第一行是正跳变触发，计数脉冲从CL输入，EN要接高电平“1”；第二行是负跳变触发，计数脉冲就要从EN端输入，CL要接低电平“0”。C180是用BCD码输出的，它的表示方法为：

$$\begin{array}{cccc} Q_1 & Q_2 & Q_3 & Q_4 \\ | & | & | & | \\ 2^0 & 2^1 & 2^2 & 2^3 \end{array}$$

亦即Q₁有输出时（高电平）为1，同样Q₂为2、Q₃为4、Q₄为8。这

种用二进制来表示十进制的方法并不困难，例如十进制的

$$7 = Q_1 + Q_2 + Q_3,$$

$$9 = Q_1 + Q_4$$

(2) C305 八段译码器和荧光数码管 二进制数不能直接显示为十进制数，必须进行译码用 CMOS 中规模集成块译码，只需要一块电路。CMOS 译码器有好几种。由于我们采用荧光数码管作显示器，所以采用八段译码器 C305。C305 的内部逻辑复杂，但它的外引线却十分简单。在图 1-2 中，可以看到 1、2、3、4 脚为输入端，它的 A、B、C、D 和 C180 的 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 对应；8 个输出端，接荧光数码管相应的管脚上。C305 与荧光数码管的读出电路如图 1-3 所示。荧光数码管采用 YS 13-3，管脚排列见图 1-4 a，C305 输出采用 a、b、c……标注，读者可以对照图 1-4 a 和图 1-4 b，例如 g 对应荧光数码管的第三脚。荧光数码管有一个灯丝，结构比较脆弱，受到较大的

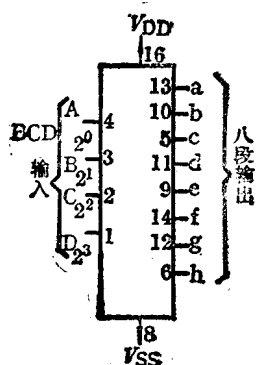


图1-2 C305 管脚排列图

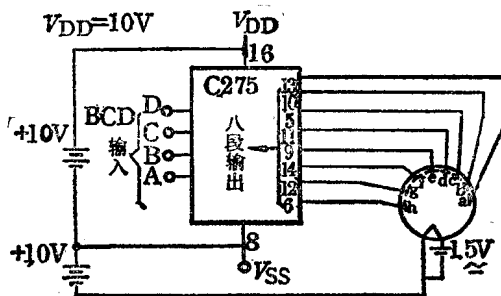


图1-3 C305 配荧光数码管的两组电源

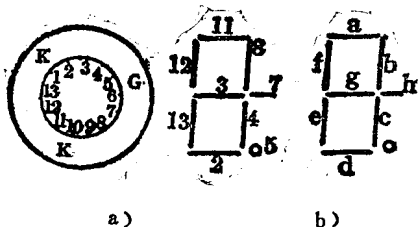


图1-4 YS13-3 荧光数码管与 C305 输出的对应关系

冲击就会断裂，所以绝对不能碰撞。灯丝电流约为几十毫安，为延长管子寿命，灯丝电压不宜超过 1.5 伏，荧光数码管还有一个栅极 G，接 20 伏正电源。CMOS 电路电源电压范围宽，在 3~18 伏范围内都能正常工作，但当 CMOS 电路在极限电压 18 伏下使用时，功耗增加，管子容易损坏，故采用 10 伏。可是荧光数码管需要 20 伏电源，这就造成困难。解决的方法有两种：一种是用 20 伏电源，而 C305 的 V_{SS} 端

通过 10 伏左右的稳压二极管接地；另一种是用正负 10 伏电源。

(3) 总成 图 1-5 是本实验电路原理图，也是实际装配图。图正中有一根虚线把图分成两半，每一半都是一个完整的十进计数器，所以整块线路板成为一个单元，即可以计两位数，从 0~99。如果两位数字不够用的话，可以用两组单元，单元之间的连接，只需将两块板子的电源线并联起来，亦即将 -10 伏、+10 伏、~1.5 伏和接地线一连好，然后将第一块板子上的 C180 的 Q_4 端接到下一块板子的输入端，这样，接线就完成了。两块板子可计四位数，从 0~9999。这个数字量足以满足一般的使用要求。如果还要扩大，则可以用三块板子，依此类推。本电路使用元件极少，具体数量见表 1-2。

- 1) 器件在保存时必须放在密闭的金属容器内或用铝箔包起来。
- 2) 电烙铁、工夹具应当接地, 有条件的话, 在工作台上铺上一层金属板, 并给以良好的接地。
- 3) 器件不能在通电的情况下插入或拔出电路, 因为这可能出现瞬时的峰值高压、击穿电路。
- 4) 所有不用的输入端必须根据逻辑关系接到 V_{SS} 或 V_{DD} 上去, 绝对不能悬空。
- 5) 当器件电源切断时, 信号不能施加到输入端, 这一规定与输入端保护电路有关, 早期的 CMOS 电路极易损坏, 后来, 就在每个输入端都加上保护电路, 如图 1-6 所示。如果电路中电源切断, 而信号正脉冲送到栅极时, 因为 V_{DD} 从交流角度来看是接地的, 因此正脉冲通过 D_2 对地放电, D_2 的两端电压介于 3~15 伏之间, 这样高的正向电压可以使 D_2 损坏, 导致这个电路失效。因此, 用 CMOS 制成的仪器和设备必须先接通电源, 然后再使用; 同样, 必须先切断外加信号, 然后再关机。

以上所谈的是 CMOS 器件的优点和使用时注意事项。CMOS 器件也有不足之处, 首先它在速度方面不及 TTL 电路, 这样, 在工作频率极高的线路中, CMOS 是无法胜任的, 但速度快并不总是优点, 一般来说, 速度越快的器件越易受干扰, 在使用频率不高的场合, 低、中速的器件反而有抗干扰性强的优点。其次, CMOS 功耗小, 驱动能力亦弱, 故对它的输出端负载不能过重。

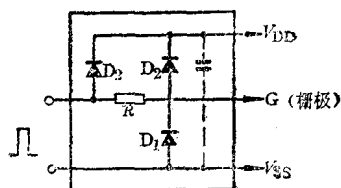


图1-6 CMOS电路内部的输入端保护电路

(2) 装配顺序和注意事项

1) 印板的处理 印刷线路板如图 1-7 所示。为了使元件能顺利地焊到印板上, 印板在焊元件处必须事先烫上一层薄锡, 因为是双面板, 两面都有线路, 其中有些正反面线需要连通, 最好采用镀银铜丝连接, 当然, 一般铜丝烫好锡也可使用。

2) 元件的处理 电路中采用陶瓷扁平封装的 C180 和 C305, 需要对管脚弯曲成形, 弯曲时, 必须极端小心, 严禁把管脚沿根部直接弯成直角, 致使封接处受到极大应力而损伤, 弯曲后的正确形状见图 1-8 所示。

在弯曲前必须认清 CMOS 电路的方向, 千万不能搞错, 若是弯错后再反方向弯过来时, 管脚便受到损伤, 且管脚再也无法弯得平整, 既不美观, 又增加了管脚的应力。

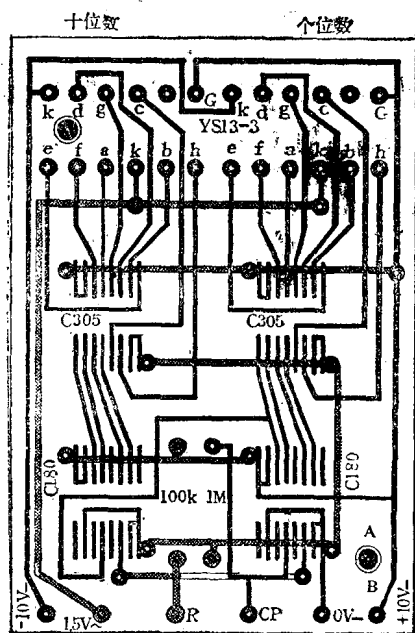


图1-7 印刷电路板尺寸 1:1

弯脚所用的工具镊子钳的边缘必须笔直光滑，管脚弯好后，用外壳接地的电路铁烫上一层锡。CMOS 电路管脚排列顺序见图 1-9。

3) 装配 做好准备工作后，第一步先焊荧光数码管。该管管脚容易搞错，所以先在 7、10 两脚上套上黑套管，6 脚栅极 G 上套上绿套管，其余各脚套上相同的另一种颜色套管，然后正确插入印板

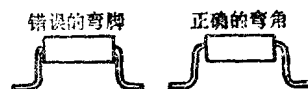


图1-8 CMOS 集成元件管脚弯曲方法

中焊好。这时，其它元件暂时不焊，先单独测试荧光管的性能，接上 -10 伏、+10 伏、~1.5 伏和地线，另用一根 $\phi 0.6$ 毫米塑料硬线剥出两个头，一头焊在 +10 伏，一头代替触针。为了避免触针碰到灯丝脚上烧毁荧光管，先在 C305 的印刷线路上作测试。当合上电源后，用触针碰到 C305 的 13 脚时，a 就发亮，见图 1-2 及图 1-4 b，依次触及 C305 的 10、5、11、9、14、12、6，相应的 b、c、d、e、f、g、h 等笔划，都会十分明亮地显示出来，如果显示次序颠倒了，那末是管脚接错了；如果根本不亮，那末要检查一下灯丝亮不亮。灯丝的正常亮度为暗红色，它要在较暗的环境下才能看得出。另外荧光数码管是电真空器件，它的顶端内壁有一层光亮而又乌黑的吸气剂，如果管子漏气，吸气剂就会变成白色，甚至消失，这个管子就失效了。当荧光数码管部分一切正常，就可以安装 C305 了。

前面，已经谈到 CMOS 电路输入端不能悬空，原电路中，当 C305 和 C180 一起安装时，C305 的四个输入端恰好与 C180 的四个输出端相连，这就不存在悬空问题；而现在

只单独安装 C305，它的四个输入端就悬空了，这是不允许的，为此，要在每一个输入端临时接上一个 100 千欧电阻，电阻的另一端接 V_{SS} （见图 1-10）。

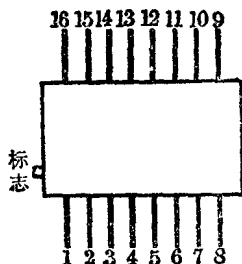


图1-9 CMOS集成元件管脚排列顺序

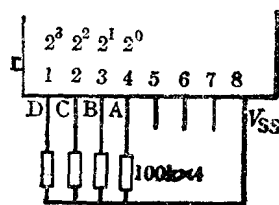


图1-10 CMOS 集成元件的装配

当 C305 和电阻安装完毕、重新接上全部电源时，如果 C305 正常的话，荧光数码管就显示一个 0，读者请想一想，为什么是“0”？原来，四个端子通过电阻接地后都成为低电平“0”，参照 C180 的真值表（表 1-3 和图 1-11），它应该显示“0”，现在仍然利用接 10 伏电源的触针来检查 C305 的全部功能。当触针碰到 C305 的 4 脚时，荧光管就显示“1”；碰到 3 脚时显示“2”；碰到 2 脚时显示“4”；碰到 1 脚时显示“8”；当 4、3 脚都加上 10 伏时，就显示“3”。读者可以根据表 1-3 把 0~9 的数字都显示一遍。由于事先对荧光数码管作了检查，所以，当荧光数码管上显示出不完整（缺笔划）的数字，或都只有 1、3、5、7、9、而没有 2、4、6、8、0 时，

表 1-3

输入脉冲数	输出			
	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

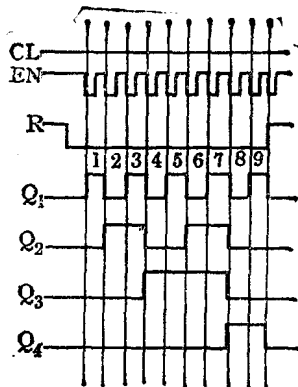


图1-11 C180 负跳变的波形图

说明C305的质量有问题, 必须更换。当然, 这一结论必须在焊接质量没有问题的前提下才成立。现在把临时接上去的八个电阻去掉, 然后, 焊上C180和R₁、R₂, 整个装配工作即告完成, 可以进行总调试了。

(3) 调试 先把全部电源线接通, 合上电源后, 两个荧光数码管都会立即显示“0”、“0”两个数, 这是因为C180电路内部设计好的, 接上电源后, 它会自动清零。当在EN端送入计数脉冲时, 就会从“0”、“0”一直跳到“9”、“9”, 然后回复到“0”、“0”, 这样周而复始。如果, 电路不计数或不规则跳动, 那就要进行检查。首先, 看一下焊接质量和电源接对否; 然后, 按C180的真值表检查它的四个输出端Q₁、Q₂、Q₃、Q₄的状态, 当EN端不断送入计数脉冲、而C180的四个输出端毫无反应时, 说明C180已损坏; 如果C180不是顺序的跳数, 那么, 要检查一下送到C180的EN端的脉冲信号。有的读者可能没有低频率的脉冲信号源, 而采用开关通、断来产生脉冲, 但当开关合上时, 开关触头可能产生抖动, 因而送出的脉冲不只一个, 由于抖动的过程极快, 等到抖动停止, 荧光数码管已闪过好几个数字, 所以, 最好采用图1-12所示的经过RS触发器的开关信号, 它不可能产生抖动, 开关来回一次送一个脉冲, 这就可用来检查C180的逻辑功能。发现计数功能不全的话, 应予更换。

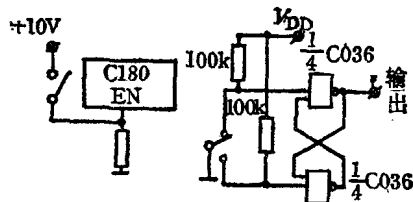


图1-12 输出开关信号的RS触发器

(4) 用途 它可以在工厂、商店等场合作零件、人流、转数等计数。

参 考 文 章

- (1) MOS 晶体管和 MOS 集成电路 《电世界》1981年第1期 (作者 边纪步)
- (2) CMOS 指南 上海半导体专刊 (上海无线电十四厂译) 1982年版。
- (3) 双岭手册 (上无十四厂编)

小 资 料

CMOS 的电源

CMOS 器件电源电压范围宽。例如, C180可在 7~15 伏范围内可靠地工作。很明显, CMOS 器件对电源要求不高, 但电压究竟多高才合理呢?

CMOS 电路的开关点为电源电压 V_{DD} 的一半。一般来说, 噪声容限约为 V_{DD} 的 45%, 保守一点则为 30%。可以计算出, V_{DD} 在 7 伏时, 噪声容限为 2.1 伏; V_{DD} 在 15 伏时, 噪声容限上升到 4.5 伏。可见, V_{DD} 高, 则抗干扰能力强。另外, V_{DD} 高时, CMOS 电路工作速度快, 工作频率也可提高。但 V_{DD} 高时, 功耗增加。以触发器为例, 在 0.1 兆赫频率下工作, 当 V_{DD} 5 伏时, 功耗为 0.1 毫瓦; 当 V_{DD} 15 伏时, 功耗为 2 毫瓦。两者相差 20 倍。实际应用时, 采取折衷办法。例如, 7~15 伏器件, V_{DD} 选为 10~12 伏; 在要求抗干扰特别高的场合, 选用 3~18 伏器件, V_{DD} 可选为 15 伏, 这时器件的噪声容限在 4.5 伏以上。CMOS 的功耗低到可以用一般干电池供电。在这个十进制计数器中, 两个 C180 和两个 C305 加起来的总电流还不到 1 毫安, 功率为: 1 毫安 $\times$ 10 伏 = 10 毫瓦。根据以上估算, 对使用两个单元的板子, 可以采用如图 1-13 所示的简单的电源。

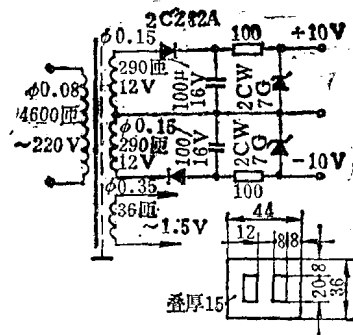


图1-13 简单的电源

(李纲勇)

真值表

真值表是将一个逻辑电路的各个输入端所有可能的取值和输出端相应的取值共同排在一起的表。因真值表列举了所有可能的状态, 故它能全面反映一个逻辑电路的功能。利用真值表可证明某些逻辑电路的等效关系、或对已知逻辑电路进行逻辑分析; 还可以根据给定条件、列出真值表来设计逻辑电路。

真值表的缺点是, 当输入端数目很多时, 列表的工作量很大。

(林秋)

电平

电平是用来表示电量(电压、电流或功率等)相对大小的值。通常指定某一电量的数值作为标准值。以其它数值和标准值相比的对数值来表示电平值。因此, 可用电平来表示任意两个电量间的相对大小, 例如某门电路关门时的输出为 +0.3 伏, 开门时的输出为 +9.7 伏。则可称输出 +0.3 伏时为输出低电平, 相应的 +9.7 伏为高电平。

(计算方法可参阅《电世界》1980年第8期“分贝与奈培”一文)

(林秋)

阶跃电压

阶跃电压(也称突跳电压)指电压从一个固定电压值变化为另一个固定电压值时所发生的、其变化时间可以忽略的突跳式的变化。从低电压跃升为高电压的称“正阶跃(正突跳)”, 从高电压跃降到低电压的称“负阶跃(负突跳)”。所谓“正”、“负”都是相对于“突跳”部分来讲的, 而不同它的电压值是正值还是负值。

2. 用CMOS 中规模集成电路制成电子数字钟

张惠泉 陈亚平

本文介绍一只用 CMOS 中规模集成电路制成的石英晶体电子数字钟。它不但具有定时控制功能, 而且还有走时准确、电路结构简单、工作可靠、功耗低等特点。

电路基本原理

整机电路由秒脉冲（信号）发生器、计数（时）器、译码器、荧光显示、负电压发生器、定时控制、电源等七个部分组成，整机逻辑线路和印刷板（为原尺寸 1/2）见图 2-1，元件明细表见表 2-1（本线路取名为长宁-1 型）。

表2-1 元件明细表

序 号	代 号	元 件 名 称	规 格 型 号	数 量
1	R_1	电 阻	RJ(RT) 1/8W, 3 k Ω	1
2	R_2		RJ(RT) 1/8W, 27k Ω	1
3	R_4		RJ(RT) 1/8W, 47k Ω	1
4	R_3, R_5, R_6, R_7, R_8		RJ(RT) 1/8W, 100k Ω	1
5	R_9		RJ(RT) 1/8W, 1 M Ω	1
6	R_{10}		RJ(RT) 1/8W, 51k Ω	1
7	R_{11}		RJ(RT) 1/8W, 150 Ω	1
8	C_0	瓷介半可变电容	5 ~ 25 μ F	1
9	C_1	电 容	瓷片 27 μ F	1
10	C_2		涤纶 3000 μ F	1
11	C_3, C_4, C_6, C_7	电 解 电 容	100 μ F, 16 V	4
12	C_5		10 μ F, 16 V	1
13	C_8	电 容	瓷片 56 ~ 100 μ F	1
14	K_1, K_2, K_3	开 关	按钮开关或微动开关	3
15	BG ₁	晶 体 管	3DK2	1
16	BG ₂		3DG6	1
17	BG ₃		3DK4(3DG12)	1
18	$D_1 \sim D_{10}$	二 极 管	2CK	10
19	$D_{11} \sim D_{14}$		2DL 粒子或整流二极管	4
20	D_{15}	齐纳稳压二极管	2CW75	1
21	YS-38	石 英 晶 体	32768Hz	1
22	T_1	钟用 CMOS	钟表元件厂产品	1
23	F_1	CMOS 六端反相器	C 033	1
24	$J_1 \sim J_6$	CMOS 任意进制计数器	C 186	6
25	$Y_1 \sim Y_6$	CMOS 笔划译码器	C 305	6
26	$Y_7 \sim Y_8$	CMOS 十进制译码器	C 301	2
27	$YM_1 \sim YM_2$	四二输入与门	CH4081	2
28	HF ₁	CMOS 元件	C 039	1
29	$S_1 \sim S_6$	荧光数码管	YS-13-3	6
30		印刷线路板	长宁-1 数字钟	1
31		电源变压器	220/1.1、15 V	1

（1）秒脉冲发生器 由 YS-38 水晶振子（电子手表用）、电容器 C_0 、 C_1 组成的晶体振荡器，产生 32768 赫的频率信号。经石英钟用 CMOS 集成电路 T_1 的 15 级分频，然后再经晶体管 D_3 、 D_4 、BG₁ 组合后输出周期为 1 秒的信号，即通常所称秒信号。钟用 CMOS 电路的工作电压为 1.5 伏，通过电阻 R_1 、二极管 D_1 、 D_2 稳压而得。

（2）计数（时）器 由秒信号经 $J_1 \sim J_6$ 六个计数器（采用 CMOS 任意进制计数器 C 186）作不同进制的计数分频，在每一位计数器上分别得到 10 秒、60 秒、10 分、60 分、10 小时、24 小时的信号。这些信号又分别经相应的 $Y_1 \sim Y_6$ 译码器得到对应的时间信号，送到荧光数码管显示。这样我们就能直观地看到由数字表示的时间了。

由于秒、分、时的进位为 60 进位，即 60 秒为 1 分，60 分为 1 小时，所以秒及分计数器也应为 60 进位。计满 60 秒产生一个“分”进位脉冲，计满 60 分产生 1 个“时”进位脉冲。60 进制计数器电路由一位十进制和一位六进制级连接而成。由于采用任意进制计数器，所以，可方便地不加任何附加门电路实现如下组合： J_1 、 J_2 组成秒计数， J_1 接成十进制计数器， J_2 接成六进制计数器。当从 J_1 的 CP 端每输入 60 个“秒”脉冲信

号,就在 J_2 的输出端输出一个“分”进位脉冲;同样理由, J_3 、 J_4 组成分计数。当在 J_3 的 E_N 端输入 60 个“分”进位脉冲,则在 J_4 的输出端输出一个“时”进位脉冲;“时”计数电路则由 J_5 、 J_6 组成 24 进制计数器。图 2-1 中是将“时”个位计数器的 Q_3 输出端和“时”十位计数器的 Q_2 输出端通过与门输出反馈至清零端 R,当计数满 24 个“时”进位脉冲时,则计数器清零,达到 24 进位的目的。所以本电子钟是以 24 小时为一循环。

图 2-1 中还设置了简易的校时电路,当按下微动开关 K_1 时,计数器 J_1 、 J_2 停止工作,使秒显示为“00”,它是用清零来达到校对的目的。当按下微动开关 K_2 或 K_3 时,秒脉冲信号就直接加到个位“分”或个位“时”的 E_N 端,作为对“分”及对“时”的信号,使分钟或小时每秒进一个字,达到对时的目的。

(3) 译码器 采用 C305 八段字形笔划译码器,可直接驱动荧光数码管。其工作原理和管脚图参阅本书第 1 篇。

(4) 显示器 采用了 YS-13-3 型荧光数码管,其阳极电压为 20 伏,按常规方法, C305 译码器配用这种数码管还必须配置一组负电压接到阴极上,方能保证荧光数码管阳极工作电压 20 伏的要求。其管脚的排列参阅本书第 1 篇。

(5) 负电压发生器 为减少电源的组数,用一块六组反相器 F_1 (C033),将其中的二只反相器组成一个 3 千赫左右的振荡器,其余四只并联,增强其输出电流。利用电容两端电压不能突变原理和二极管整流、通过 C_3 、 C_4 、 D_5 、 D_6 组成的网络,得到一个负的直流电压输出。当 CMOS 工作电压 V_{DD} 为 12 伏时,其输出负电压约为 8.5 伏,加到数码管的阴极,满足了阳极电压 20 伏的要求。

(6) 定时控制 它的功能是扩大电子钟的应用范围。本线路设置了 8 点、11 点 30 分、12 点 30 分、17 点 4 个定时控制点,可作为上下班的打铃控制。假如要在 11 点 30 分打铃,那末,当数字钟走到该时刻、即有输出信号去驱动铃响。怎样从逻辑上来实现这种功能呢?这里是在相应的计数器后面再加接一个十进制译码器 C301,将计数器输出端 Q_1 ~ Q_4 四个二进制数变为一个十进制数。假如 10 位“分”计数器输出状态为 0011 时,则十进译码器 Y_7 (C301) 的“3”端就输出一个高电平信号,即表示时间为 30 分;同理,当个位“时”计数器输出状态为 0001 时,则十进译码器 Y_6 (C301) 的“1”端就输出一个高电平信号,即表示时间为 1 时,“2”端有输出的即为 2 时,“7”端有输出的即表示时间为 7 时。由于十位“时”只有 1 或 2 两个数,这里省略了一个十进译码器,而直接从 J_6 的 Q 端引出。将十位“时”、个位“时”、十位“分”、个位“分”的信号经过 YM_1 、 YM_2 的适当组合,通过一个二极管或门去带动一个用或非门 HF_1 组成的单稳电路 DW,再去控制铃声持续的时间。同理,也可用以定时控制电机起动、打印记录等其它需要定时控制的场合。根据以上方法,还可扩展到多点控制点。

(7) 电源 由于采用 CMOS 电路,对电源的要求十分简单,整机电流约 10 毫安。

装置与调试

电子钟共采用 CMOS 集成电路 19 块,为了业余爱好者制作方便,用单面电路印刷板,见图 2-1 左下角。

在装配焊接前,必须先弄清各种型号电路的管脚排列、功能及连接方法(详见文后技术资料)。装配焊接电路时,应采用 20 瓦内热式电烙铁,并应良好接地。烙铁头不要在集成电路块的引线上停留时间过长,装置数码管时,应注意管脚位置序列不要搞错,

排列要整齐。

调试时,有条件的可用简易示波器,没有条件的可用高阻抗万用表。

对于秒信号发生电路,只要注意工作电压满足 1.5 伏的要求,就能正常工作。如果低于 1.5 伏,则需在 D_1 、 D_2 上再串接一只二极管或选择较大压降的 D_1 、 D_2 ,但最大工作电压应小于 1.8 伏。图 2-1 中的 C_0 为校准时间精度用的微调电容。在调整时,应记住:走时快、可加大 C_0 值;走时慢、应减少 C_0 值。利用品的钟用电路 T_1 其时差较大,约为 10^{-3} 秒,输出幅度和能力较差,所以 BG_1 选用的 β 值应在 120 以上(对要求计时准确度较高的应采用正品或改用上无十四厂 CH 279 定时电路,即可保证精度)。

对于负电压发生电路,其输出带动 6 个数码管时,电压为负 8.5 伏左右,电流约为 4~5 毫安。若负载较重,还可适当提高振荡频率和加大耦合及滤波电容 C_3 、 C_4 值。

秒、分、时计数器的调试,可采用秒脉冲信号或其他频率信号逐个加入到各位计数器的 CP 端或 EN 端,进行计数显示,若各相应的荧光管均有正常顺序的数码显示,则说明计数正常。

定时控制部分的检查也十分方便,电子钟设置的 4 个定时点,只要当钟到达其中的任一定时点时,就会产生一个高电平信号,可分别从 YM_2 的输出端 3、4、10、11 去检测。单稳电路 DW 的 R_0 为 1 兆欧、 C_5 为 10 微法时,其延迟时间约为 10 秒。时间的长短可通过改变 R_0 、 C_5 的值来调节。

调试中发现 24 小时清“0”不正常时,应检查接线或反馈门 YM_1 是否正常。

在对时间时,如有数字乱跳现象,一般是由于微动开关接触抖动所产生,可在开关两端接上 1000 微微法~0.01 微法的电容,以清除抖动。如在正常计时时发现秒、分有干扰信号时,则可调整 C_6 电容值,一般为 56 微微法~100 微微法。

一般元件功能良好、焊接无误的话,无需作多大调整即能正常工作。

技术资料

(1) 钟用 CMOS 电路 管脚排列和波形见图 2-2。

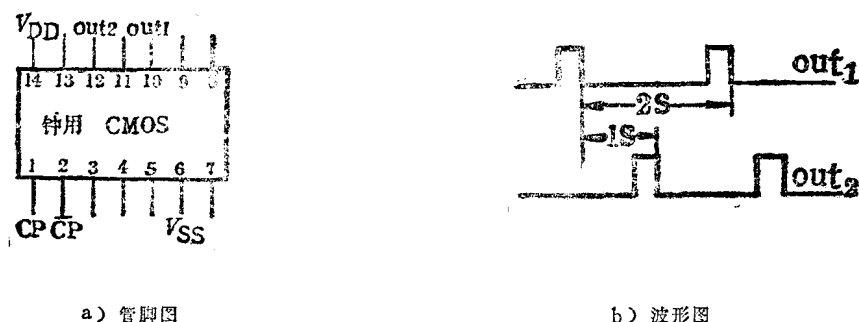


图2-2 钟用CMOS

(2) C 186 任意进制串行计数器 管脚排列见图 2-3。功能、真值表见表 2-2 及表 2-3。

C 186 电路系 4 位二进制串行加法器, $Q_1 \sim Q_4$ 为计数输出端, 加上控制门和一个 D 触发器作为任意进制的控制条件。时钟在 CP 端输入时, 允许端 EN 必须为“1”, 此时