

一. 实验目的

- 1. 掌握用集成计数器递减技术方式设计定时电路的方法；
- 2. 掌握定时电路的安装与调试方法；
- 3. 进一步熟悉使用示波器测试计数器输出波形的方法；
- 4. 熟悉各种常用 MSI 时序逻辑电路功能和使用方法；
- 5. 掌握多片 MSI 时序逻辑电路级联和功能扩展技术；
- 6. 学会： MSI 数字电路分析方法、设计方法、组装和测试方法。

二. 实验任务

- 1. 定时时间为 24 秒钟，按递减方式计时，每隔 1 秒钟，定时器减 1，以数字的形式显示时间；
- 2. 设置两个外部控制开关（控制功能如表所示），控制定时器的直接复位、启动计时、暂停/连续计时；

| 复位/启动<br>nRST | 暂停/连续<br>nPAUSE | 定时器完成的功能    |
|---------------|-----------------|-------------|
| 0             | X               | 定时器复位，置初值24 |
| 1             | 1               | 定时器开始计时     |
| 1             | 0               | 定时器暂停计时     |

- 3. 当定时器递减计时到零（即定时时间到）时，定时器保持零不变，同时发出报警信号；
- 4. 输入时钟脉冲的频率为 1kHz。

三. 实验器件

| 类型                   | 型号（参数）  | 数量  |
|----------------------|---------|-----|
| 四 2 输入与非门            | 74HC00  | 1 片 |
| 六反相器                 | 74HC04  | 1 片 |
| 同步十进制可逆计数器           | CD40192 | 2 片 |
| 三 3 输入与非门            | 74HC10  | 1 片 |
| BCD—锁存/7 段译码<br>/驱动器 | CD4511  | 1 片 |
| 晶体定时器                | NE555   | 1 片 |

|        |               |     |
|--------|---------------|-----|
| 共阴极数码管 | 5101AS        | 2 只 |
| 电阻     | 5.1k $\Omega$ | 3 只 |
|        | 510 $\Omega$  | 3 只 |
| LED 灯  |               | 1 个 |
| 导线     |               | 若干  |

## 四. 电路设计

### 1. 设计思路:

篮球竞赛记时系统的主要功能包括:进攻方 24 秒倒计时和计时结束警报提示。进攻方 24 秒倒计时,当比赛准备开始时,屏幕上显示 24 秒字样,当比赛开始后,倒计时从 24 逐秒倒数到 00。这一模块主要是利用双向计数器 74LS192 来实现;警报提示:当计数器计时到零时,给出 LED 常亮提示。这部分电路主要通过寄存器和一些门电路来实现。

此计时器的设计采用模块化结构,主要由以下 3 个组成,即计时模块、控制模块、以及译码显示模块。设计时,采用模块化的设计思想,使设计起来更加简单、方便、快捷。此电路是一时钟产生,触发,倒计时计数,译码显示、报警为主要功能。

### 2. 模块结构:

24 秒计时器的总设计方案如图 1 所示。包括脉冲发生器、计数器、译码显示电路、报警电路和控制电路五个模块组成。其中计数器和控制电路是系统的主要模块。计数器要完成 24 秒计时功能,同时控制电路要完成计时器的直接清零、启动计数、暂停连续计数、译码显示电路的显示与灭灯、定时时间到报警等功能。

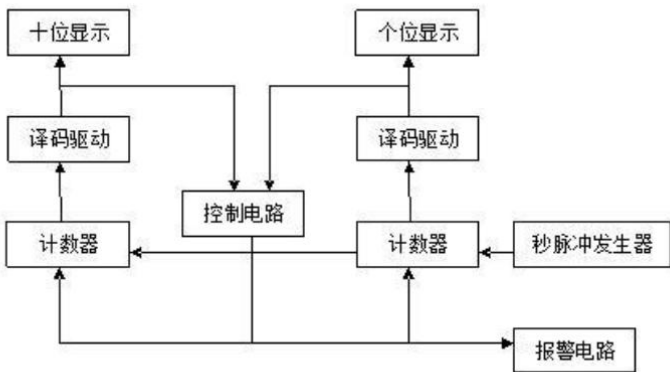


图 1 电路总体框图

脉冲发生器:产生的信号是电路的时钟脉冲和定时标准,本电路采用 555 集成电路产生脉冲信号。

译码显示电路:由 CD4511 和共阴极七段 LED 显示器组成。

主体电路:24 秒倒计时。24 秒计数芯片的置数端、清零端分别用一个开关,比赛开始后,24 秒的置数端无效,24 秒的倒数计时器的开始进行倒数时,逐秒倒

计到零。选取“00”这个状态，通过组合逻辑电路给出截断信号，让该信号与时钟脉冲在与门中将时钟截断，使计时器在计数到零时停住。倒计时功能主要是利用CD40192 同步十进制可逆计数芯片来实现，同时利用反馈和置数实现进制的转换。

报警电路：报警电路在实验中用发光二极管组成，该系统特殊的需要，到计时器到零时，通过停止控制电路使计数器停止计数并使 LED 灯常亮警报。

### 3. 主要芯片：

(1) NE555 定时器：

引脚图如图 2：

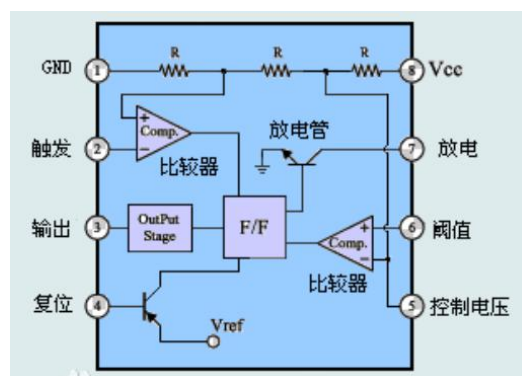


图 2 NE555 结构图

各引脚功能如下：1 地 GND, 2 触发，3 输出，4 复位，5 控制电压，6 门限（阈值），7 放电，8 电源电压。

(2) 同步十进制可逆计数器（CD40192）：

引脚图如图 3 所示：

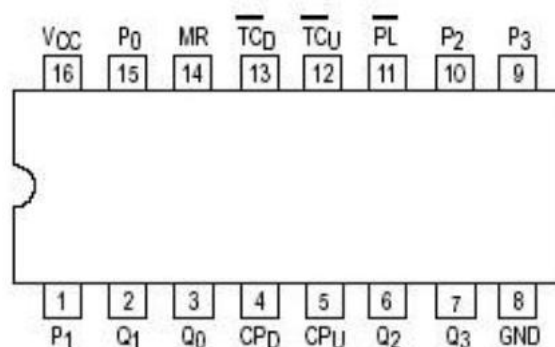


图 3 CD40192 引脚结构图

各引脚功能如下：PL’ 置数端，CPu 为加计数端，CPd 为减计数端，TCu’ 为非同步进位输出端，TCd’ 为非同步借位输出端，P0、P1、P2、P3 为计数器输入端，MR 为清除端，Q0、Q1、Q2、Q3 为数据输出端，LD 为预置输入控制端，异步预置，CR 为复位输入端，高电平有效，异步清除。

(1) BCD—锁存/7 段译码/驱动器（CD4511）

引脚图如图 4：

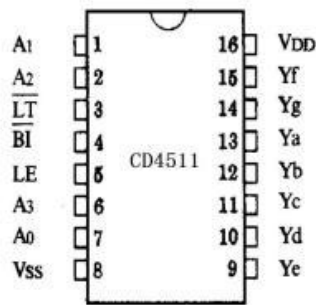


图 4 CD4511 结构图

各引脚功能如下：A0~A3：二进制数据输入端、/BI：输出消隐控制端、LE：数据锁定控制端、/LT：灯测试端、Ya~Yg：数据输出端、VDD：电源正、VSS：接地。

其中 a b c d 为 BCD 码输入，a 为最低位。LT 为灯测试端，加高电平时，显示器正常显示，加低电平时，显示器一直显示数码“8”，各笔段都被点亮，以检查显示器是否有故障。BI 为消隐功能端，低电平时使所有笔段均消隐，正常显示时，BI 端应加高电平。

#### (2) 共阴极数码管 (5101AS)：

引脚图如图 5 所示：

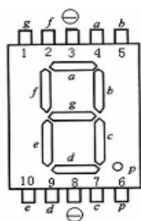


图 5 5101AS 引脚结构图

数码显示器可显示系统的运行状态及工作数据，所选用的是发光二极管 (LED) 显示器，它分为两种，共阴极、(BS201/202) 与共阳极 (BS211/212)，我们所选的是共阴极，它是将发光二极管的阴极短接后作为公共极，当驱动信号为高电平时，阴极必须接低电平，才能够发光显示。

### 4. 各模块实现：

#### (1) 脉冲发生模块：

如图 6 所示，秒脉冲的产生由 555 定时器所组成的多谐振荡电路完成。电路图如下图所示。

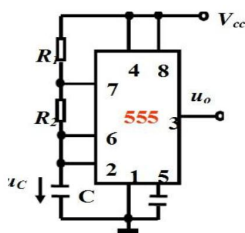


图 6 脉冲发生模块

### (2) 倒计时模块:

采用两片 CD40192 分别做十位和各位的计时器, 因为预置数为“24”, 所以依次将 192 的 A、B、C、D 输入端接成低电平、低电平、高电平、低电平和低电平、高电平、低电平、低电平。输出端 QA、QB、QC、QD 依次分别接 CD4511 的 DA、DB、DC、DD, 因为预置的数不是“00”, 所以选用置数端 LOAD 来进行预置数。时钟脉冲分别通过两个与非门和两个非门再输进个位的 down 端, 中间设一开关, 当停止控制电路送来停止信号时, 截断时钟脉冲, 从而实现电路的暂停功能。电路图 7 如下:

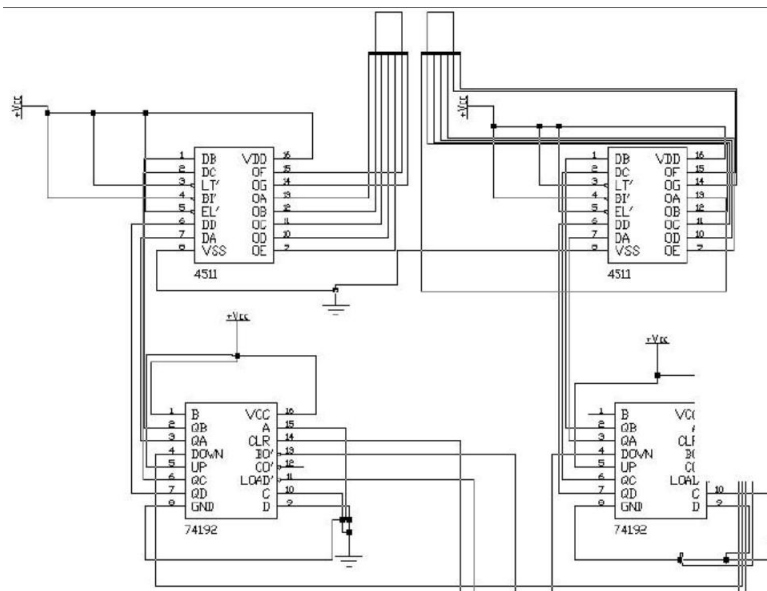


图 7 倒计时模块

### (3) 停止控制模块:

如图 8, 当计时到 00 时, 产生借位信号 B02', 送入触发一号计数器 CPU 的三输入与门, 使得计时停止。  
或者是拨动开关, 将信号送入与门, 使得计时停止。

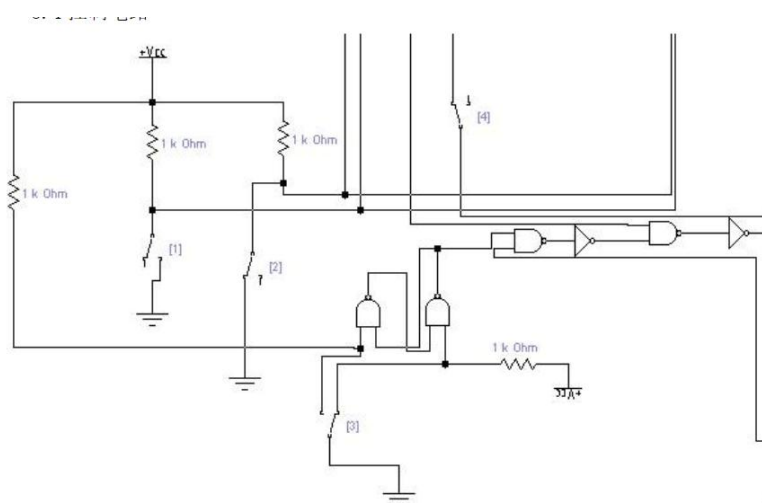


图 8 停止控制模块

(4) 译码及显示模块：

如图 9 所示，将计数器的输出接入 BCD—锁存/7 段译码/驱动器，再连接到所用的共阴极数码管。

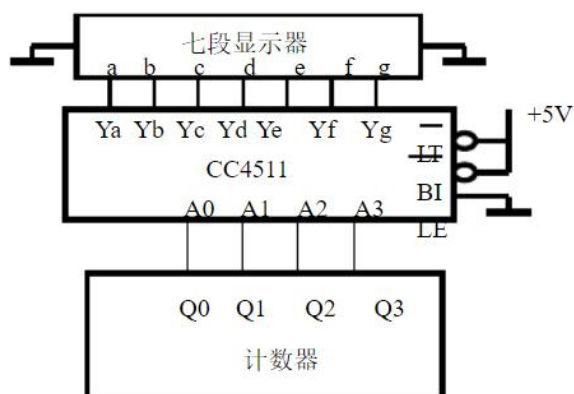


图 10 译码及显示模块

(5) 开关消抖模块：

为了消除开关闭合与断开时对电路的影响，特别添加了消抖措施进行性能改进。如图 11 所示：

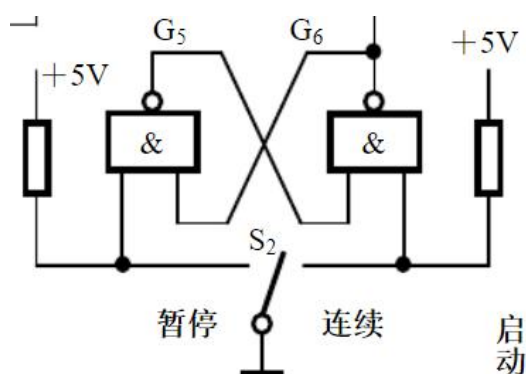


图 11 开关消抖模块

(6) 报警模块：

如图 12，将借位信号  $BO_2'$  接入二极管的负极，使得计数至 00 后，驱动 LED 灯常亮。

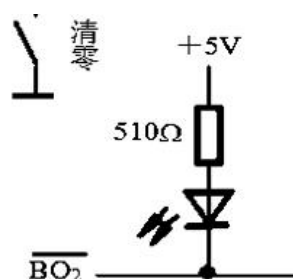


图 12 报警模块

## 5. 模块综合：

将各个模块的电路连接起来组成一个总的电路图，如图 13 所示：

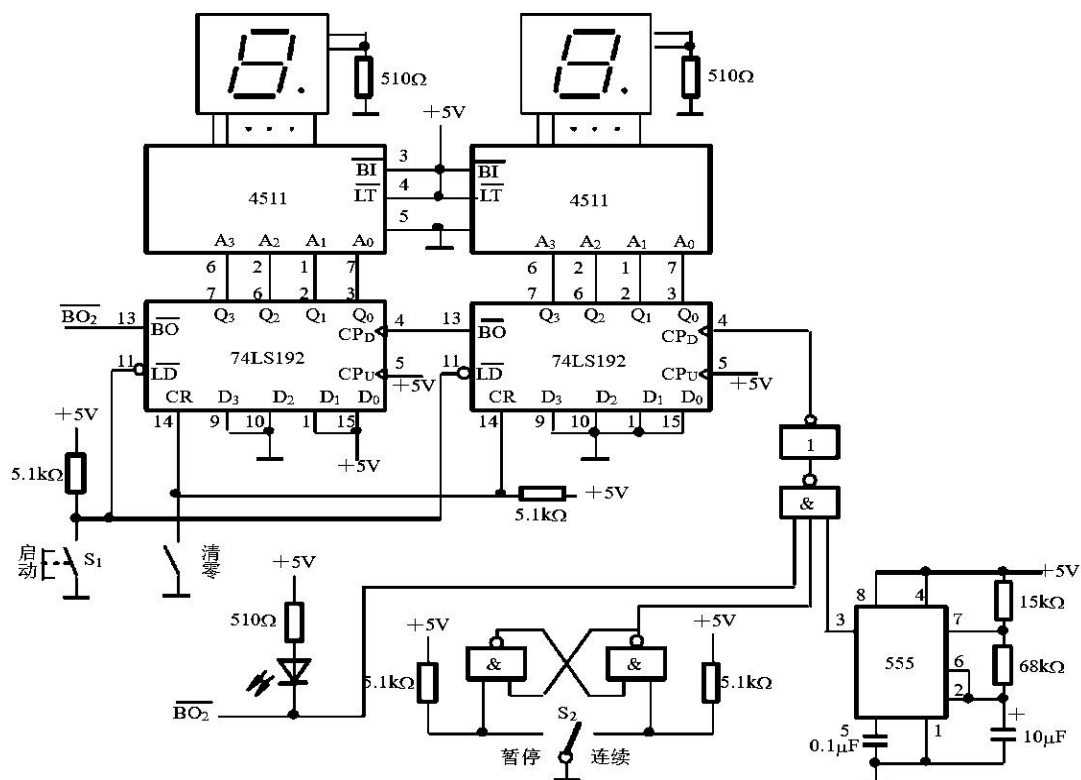


图 13 模块综合

## 五. 实验结果

- 1、用电源依次测试数码管各个段的显示状况，筛选出显示不正常的数码管，更换为显示正常的数码管；
- 2、测试 CD4511 的逻辑功能，调整 CD4511 的输入，观察数码管。数码管显示正常，且与输入相对应；
- 3、测试 CD40192 的逻辑功能。CP 选用手动单次脉冲或 1Hz 正弦波，输出接译码显示电路，测试计数器工作正常，且数码管显示正常；
- 4、自己设计、组装、调试秒脉冲产生电路。先用 NE555 定时器构成振荡器，输出 1Hz 矩形波信号，用滑动变阻器调节其中 R1 电阻的大小以控制输出信号的频率，用示波器观察振荡器的输出，不断调整，得到频率为 1Hz 的秒脉冲信号。
- 5、完成定时电路的设计与调试工作。
  - a) 定时器的定时时间为 24s，按递减方式计时，每个 1 秒，定时器减 1，能以数字形式显示时间；  
设置时间为 24s，见图 14：



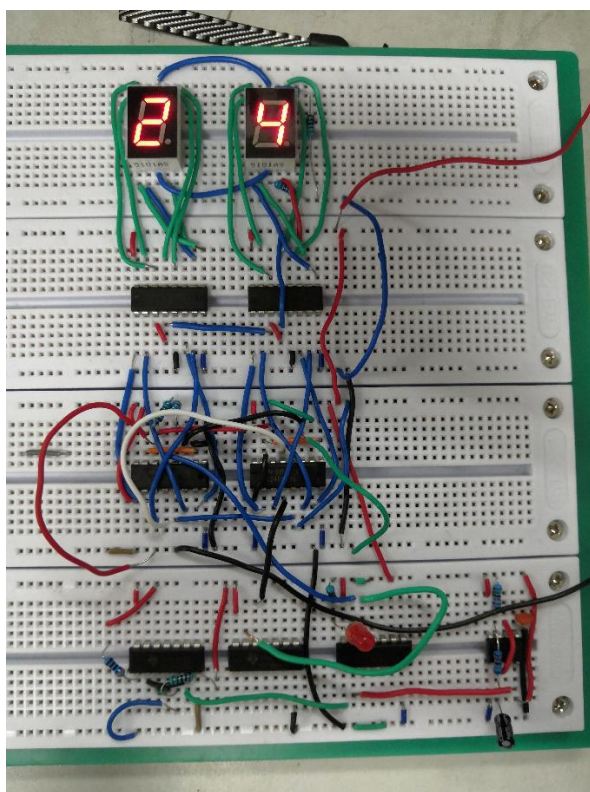


图 15 定时器置数为 24s

置数完成后，定时器正常工作，开始倒计时，见图 16：

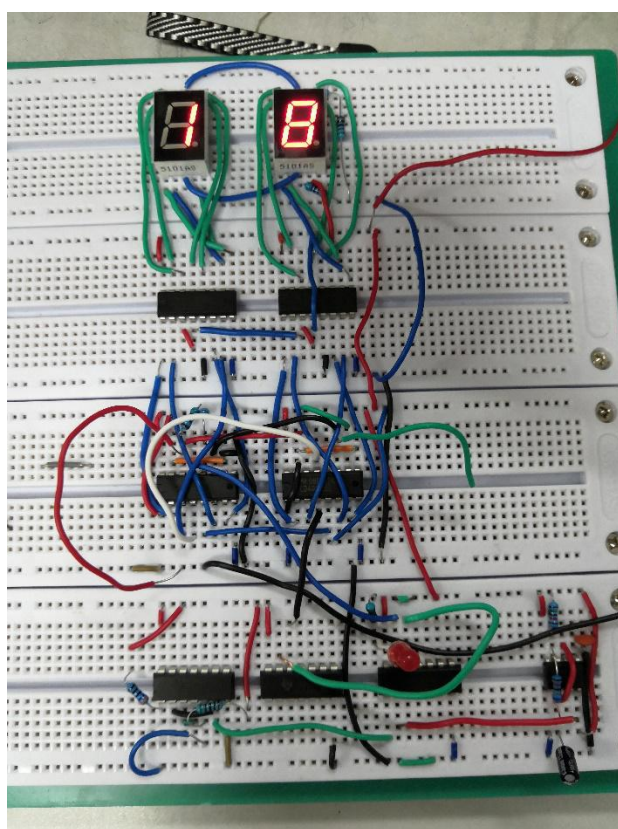


图 16 定时器正常工作



- b) 设置两个外部开关，控制定时器的直接启动/清零、暂停/连续计时；开关接至暂停时，定时器暂停，如图 17：

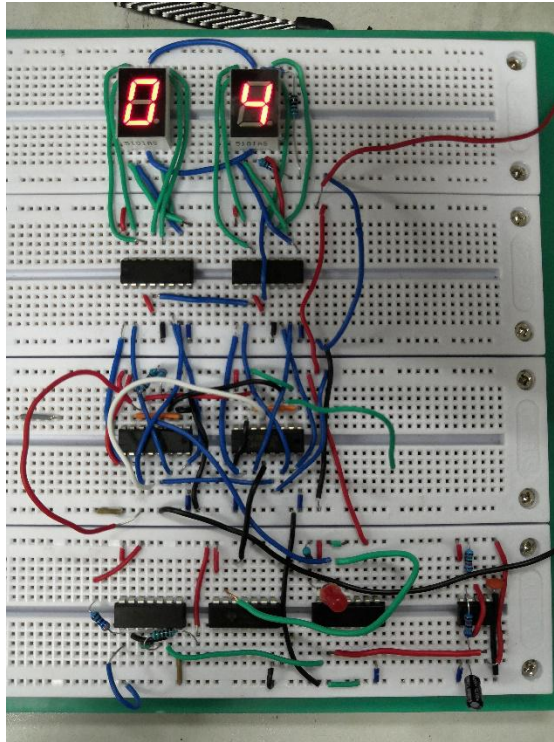


图 17 定时器正常工作

- c) 当定时器递减到零时，定时器保持零不变，发光二极管发光报警。见图 18：

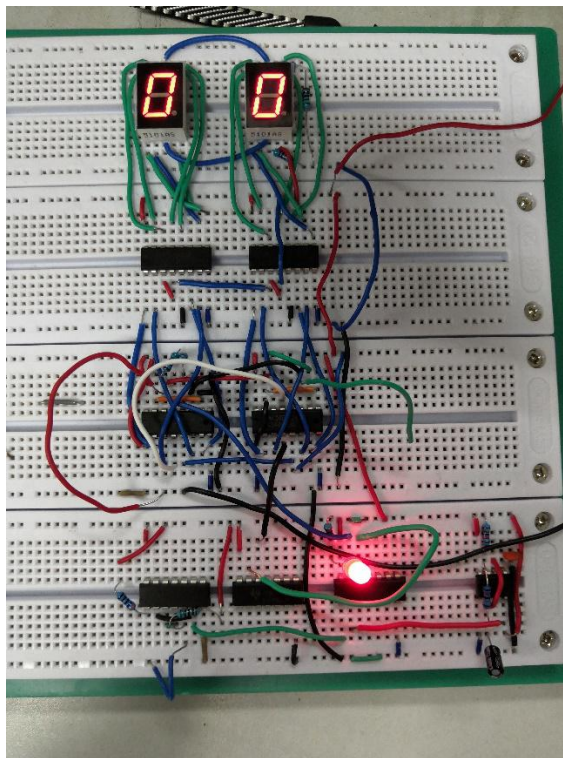


图 18 定时器至 00 时报警

## 六. 问题分析

1. 定时器开始时间设置错误,即不是从 24s 开始倒计时。

解:查找错误后发现是 CD40192 管脚连接错误。因为预置的数不是“00”,所以我选用置数端 LOAD 来进行预置数。时钟脉冲分别通过两个与门才再输进个位(低位)的 down 端,当停止控制电路送来停止信号时,截断时钟脉冲,从而实现电路的停止功能。低位的借位输出信号用作高位的时钟脉冲。两片计数器具体接法。 $V_{cc}$ 、UP 接+5V 电源, GND 接地;时钟脉冲从与门输出后接到低位的 down,然后从低位 BO' 接到高位的 down; 输入端低位 C、高位 B 接电源,其他引脚和 CLR 都接地。LOAD 接到开关 C 的活动端, C 的另外两引脚分别接 G 的活动端和地。而 G 的另外两个引脚分别接到电源和地。

2. 数码管显示错乱,显示数字不准;

解:查找错误原因,开始以为是 CD4511 与数码管之间的接线错误,使得显示错位,验证后发现接线正确;再使用万用表测试数码管各段的显示情况,最后发现是数码管损坏, g 与 f 总是不亮,更换数码管后显示正常。

3. 定时器至 00 状态后,既没有停止计时,报警 LED 也没有触发,而是从 99 又开始重新倒计时。

解:使用 LED 简单测试电路来测试 BO' 信号,可知信号输出正常;再利用 LED 测试电路观察送入低位计数器的时钟信号 CPu1,发现当计数至 00 后,没有实现信号的锁存,查看电路逻辑设计,再对照实际搭建电路,发现是因为用 3 输入与非门来实现 3 输入与门的效果时,没有再输出再加一个反向器,使得逻辑错误。修改实际电路,加入反相器后实现理想效果。

## 七. 实验总结

本次实验是脉冲数字电路的简单应用,设计了篮球竞赛 24 秒计时器。此计时器功能齐全,可以直接清零、启动、暂停和连续以及具有 LED 报警功能,同时应用了七段数码管来显示时间,且此计时器有了启动、暂停和连续功能,可以方便地实现断点计时功能,当计时器递减到零时,会发出光电报警信号。本设计完成的中途计时功能,实现了在许多的特定场合进行时间追踪的功能,在社会生活中也具有广泛的应用场景和不错的实用价值。是我们完成的实验中应用范围比较广泛,且在我们日常生活中可以遇到的时序电路。此次设计的成不仅为所学的专业课程打下了坚实的基础,提高了我们对分析与解决问题的能力,也在研究与电子爱好追求上做了一个很好的起步。

本次实验开始时,我认为它只是一个简单的时序电路的任务,但真正开始实际搭建之后发现,这并没有想象中的那么简单。与许多有相似功能的数字芯片,需要找出应用最合适的一个并不简单。查阅了各种芯片相关资料才理出一点头绪,对于自己以前不认识的器件一定要认真研究它的各个管脚的功能,同时必须清楚各个器件之间的联系才能更好地分析其在总电路中发挥的作用。

同时,对于电路中的问题的查找与解决,检查电路时一定要戒骄戒躁,一根线一根线地检查,细心认真是检查电路时必须做到的。实践中发现有些错误是在所难免的,所以不要抱着一遍成功的侥幸心理,要脚踏实地去认真反复检查才能真正完成。实践中也有着很多快乐,可以说是痛并快乐着,看着自己的劳动成果出来时那种兴奋的心情简

直难以用语言形容。

此次实验，不但锻炼我的动手能力而且巩固我们所学的理论知识，这样实践与理论相结合就可以更快而有效地掌握知识。本次的设计使我从中学到了一些很重要的东西，那就是如何从理论到实践的转化，怎样将我所学到的知识运用到我以后的工作中去。此次实验给我奠定了一个实践基础。

实践课并不像理论课枯燥乏味，此次实验让我受益匪浅，使我尝到了将所学的知识用于实践的喜悦和成就感，又能学到很多课外的知识，总之这次课程设计各方面收获都很多！通过本次实验，我对学过的数电知识有了总体上的把握，对数电课程系统认真的复习了一遍，特别对一些能见如 CD40192. 多谐振荡器 555 等有了深刻的理解和认识，对逻辑门电路的理解也进一步理解了。同时在设计的过程中学会了独立思考解决问题，提高了逻辑思维能力，在逻辑电路的分析和设计上有了很大进步。纵观整个课程设计，收获颇丰。

最后，作为《电子线路设计、测试与实验（二）》的最后一次实验，在这里要感谢汪老师对我的细心的指导，正是由于老师的细心的辅导和提供给我们的丰富的参考资料，使得我们的实验能够一次次顺利的完成，同时在课程设计过程中，我们巩固和学习了我们的电子技术知识。相信这对我以后的课程设计和硬件电路开发将会有很大的帮助！