

doi: 10.7690/bgzd.2016.09.008

## 不稳定供电 555 定时器自毁控制电路弹道炸分析

李小勇<sup>1</sup>, 黄军华<sup>1</sup>, 吴小乐<sup>2</sup>

(1. 江西新明机械有限公司技术中心, 江西 九江 332008;  
2. 总装备部南京军代局驻九江地区军事代表室, 江西 九江 332000)

**摘要:** 针对某单兵火箭弹出现弹道炸问题, 在分析引信工作原理的基础上, 采用仿真分析与实验验证的方法, 研究 555 定时自毁控制电路在不稳定供电条件下的输出控制情况。结果表明: 涡轮电机在空中会出现停转现象, 致使 555 定时器断电; 在定时范围内, 555 定时器电源提前断电, 断电后由储能电容供电, 则 555 定时器会在断电后快速提前输出自毁控制信号, 且其输出端输出电压也随着增大; 采用在 555 定时器输出端正接稳压二极管的方法, 可以解决由于 555 定时器提前断电致使提前输出起爆控制信号的问题。

**关键词:** 引信; 555 定时器; 涡轮电机; 不稳定供电; 自毁

**中图分类号:** TJ430 **文献标志码:** A

## Ballistic Burst Analysis of 555 Timing Control Self-destruction Circuit Under Condition of Unstable Power Supply

Li Xiaoyong<sup>1</sup>, Huang Junhua<sup>1</sup>, Wu Xiaole<sup>2</sup>

(1. Technology Center of Jiangxi Xinmin Machinery Co., Ltd, Jiujiang 332008, China; 2. Military Representative Office of Nanjing Military Representative Bureau in Jiujiang District, Chinese General Equipment Department, Jiujiang 332000, China)

**Abstract:** Focus on solving the problem of ballistic burst of a individual rockets, based on analyzing the working principle of the fuse, using the methods of simulation analysis and experimental verification, the output of the 555 timer self-destruct control circuit under the condition of unstable power supply was studied. The results show that the 555 timer will be power-off, while the turbine generator staling in the air; within the timing range, the power is supplied by an energy storage capacitor after the 555 timer power blackout in advance, the 555 timer will rapidly output the self-destruction control signal after power-off, and the voltage of output terminal increases with the time delay of the power-off. The problem of early output initiating control signal caused by the power-off of 555 timer can be solved by connecting the Zener diode regulator to the output of the 555 timer.

**Keywords:** fuse; 555 timer; turbine generator; unstable power supply; self-destruction

### 0 引言

555 定时器是一种通用的集模拟与数字功能于一体的中规模集成电路, 在稳定供电情况下, 理论上可产生较精确的时间延迟或振荡, 具有性能良好、体积小、应用简单、使用灵活及价格便宜等特点, 在波形的产生与变换、测量与控制、定时、报警、电子玩具和家用电器等方面应用非常广泛<sup>[1-2]</sup>。某单兵火箭弹机电引信, 以 555 定时器作为定时自毁的延时起爆控制电路, 但试生产样品在靶场试验过程中出现弹道炸情况, 即 555 定时电路提前输出起爆控制信号。在对引信系统工作过程详细分析的基础上, 对影响引信正常工作的相关因素进行研究<sup>[3-5]</sup>。采用排除法, 确定出现弹道炸的原因是由于给 555 定时器供电的涡轮电机在空中停机, 致使供电中断, 555 定时器供电电源由储能大电容提供, 即 555 定

时器在不稳定电源供电条件下提前作用, 输出起爆控制信号。笔者通过理论分析与试验研究, 给出 555 定时器在不稳定供电条件下, 输出端输出信号的电平变化情况, 提出解决弹道炸的方法, 以实现引信系统性能指标。

### 1 单兵火箭弹引信工作原理简述

单兵火箭弹为平伸弹道, 弹丸弹道飞行时间不大于时间  $T_1$ , 要求引信碰目标炸或碰地炸或延时自毁, 但不能出现弹道炸。假设自毁延时时间为  $T$ , 精度  $\pm 1$  s, 引信工作原理框图如图 1 所示。正常情况下, 弹丸弹道飞行时间小于等于  $T_1$ , 弹丸碰地后, 碰击开关或惯性触发开关作用, 电点火管起爆引爆弹丸。当碰击开关和惯性触发开关均失效的情况下, 555 定时自毁电路作用, 起爆弹丸。引信延时电路由涡轮发电机供电, 涡轮电机产生的交流电经整流、

收稿日期: 2016-05-16; 修回日期: 2016-06-19

作者简介: 李小勇(1979—), 男, 江西人, 学士, 助理工程师, 从事引信技术信息化与智能化研究。

稳压后，为 555 定时器供电，开始阶段 555 定时器输出端输出低电平信号，当定时时间到时，输出高电平起爆信号，使可控硅导通，电点火管起爆，弹丸自毁。由于涡轮电机的质量问题，有的电机在空中会有停转现象，导致 555 定时器没有稳定的供电电源，此时只能靠稳压电路输出端的储能电容供电。

储能电容上的电压 ( $V'_{CC}$ ) 呈非线性下降，当 555 定时器两端电压小于  $1/3 V'_{CC}$  时，即小于储能电容当前电压的  $1/3$  时，输出端输出起爆控制信号，此时输出端电压为该时刻储能电容电压的  $1/3$ 。该电压足以导通可控硅，从而出现弹道炸现象。

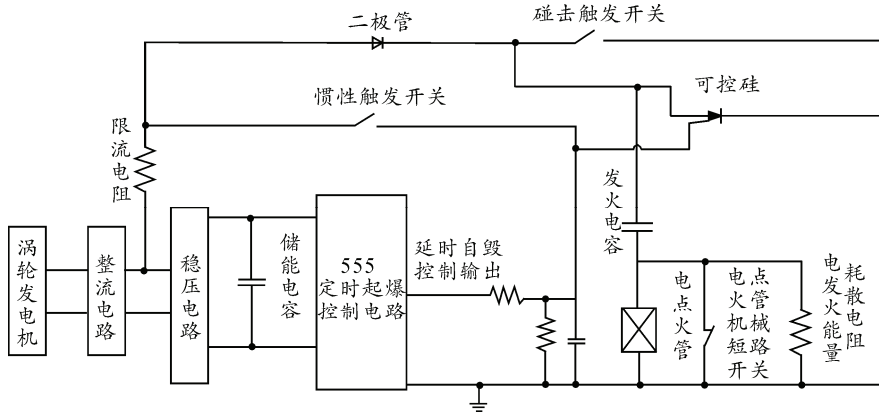


图 1 某单兵火箭弹引信工作原理框图

### 2 555 定时器自毁控制电路早炸分析

表 1 为 555 定时器功能表<sup>[1,6]</sup>，555 定时自毁控制电路如图 2 所示。由表 1 和图 2 可知，当在 555 定时电路工作电源电压  $V_{CC}$  稳定供电的条件下，开始上电时，555 定时器输出低电平，当定时器定时时间  $T$  后，输出高电平，其电平值为  $V_{CC}$ ，延时时间  $T$  为

$$T \approx 1.1R_1 \times C_1。$$

式中： $R_1$  为定时电阻； $C_1$  为定时电容。

表 1 555 定时电路功能

RST (4 脚)	输入		输出 OUT (3 脚)
	$U_{THE}$ (6 脚)	$U_{TRIG}$ (2 脚)	
0	×	×	0
1	$> 2V_{CC}/3$	$> V_{CC}/3$	0
1	$< 2V_{CC}/3$	$> V_{CC}/3$	原状态
1	×	$< V_{CC}/3$	高电平 (电平值为 $V_{CC}$ )

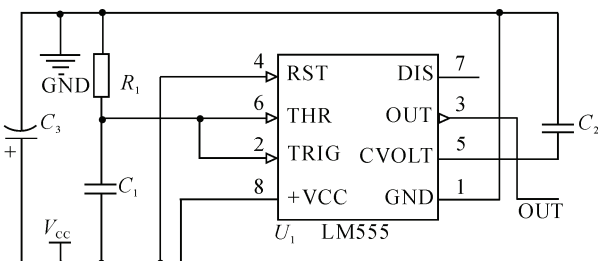


图 2 引信定时起爆自毁控制电路

当 555 定时器供电不稳定时，即在定时时间到之前出现断电情况时，555 定时器由储能电容  $C_3$  供电，即  $V_{CC}$  是一个动态下降的电压源，当 555 定时

器引脚 2 上的电压小于  $V_{CC}/3$  时，输出引脚输出电压为  $V_{CC}$  的高电平，该电平足以触发可控硅，使可控硅导通，因而出现弹道炸现象。

图 3 为仿真实验图。图中曲线 1 是 555 定时器 2 和 6 引脚的电压变化情况，曲线 2 是输出引脚 OUT 端输出信号曲线 (曲线 1 标度是 5 V/格，曲线 2 是 2 V/格)。由图可见，在 O 点开始电路上电，2、6 引脚上电压随时间下降，当在 A 点突然掉电时，该引脚上电压急剧下降，延时到 B 点时，2、6 引脚上电压小于储能电容电压的  $1/3$ ，输出引脚 3 端电平跳变，输出高电平，电平值为储能电容上的电压值，即 555 定时器提前输出起爆控制信号，使引信出现弹道炸。当储能电容电压下降到一定值时，555 定时器 4 引脚为低电平，即在 C 点时刻，使输出端电平为 0。

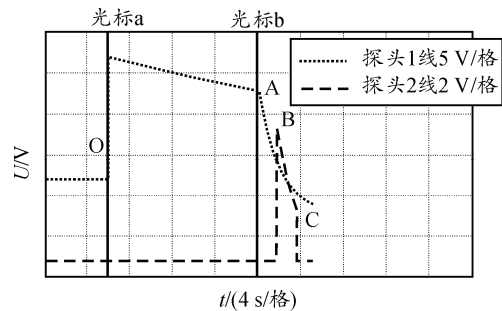


图 3 555 定时器引脚 2 和 6 端电压及输出端电压仿真曲线

### 3 实验研究

由第 2 节分析可知：当在 555 定时器计时时间

未到, 而供电电源断电时, 储能电容电能不足以提供足够能量, 555 计时器提前输出自毁控制信号。图 4 是通过吹风实验和 proteus 仿真软件研究在不同时刻断电时, 555 定时器输出端的输出电压变化情况。由图中可见, 在 555 定时器定时过程中, 在未达到计时时间之前, 切断 555 计时器供电电源, 由储能电容供电条件下, 随着断电时间的推迟, 其输出电压是逐渐加大的, 且实验结果同仿真结果基本吻合。通过吹风实验研究, 发现存在涡轮电机停转现象。为避免涡轮电机停转引起的供电失效, 致使引信提前作用, 根据图 4 的仿真及实验结果, 可在 555 定时器输出端串接一个稳压二极管, 只有当输出端输出电压大于稳压二极管稳压电压时, 在稳压二极管负端才有输出, 由稳压二极管的负端输出作为引信的起爆控制端。根据仿真与实验研究, 当在 555 定时器输出端接稳压为 13 V 的稳压二极管时, 如果 555 定时器在 13 s 之前掉电, 稳压二极管不会导通, 不能触发可控硅导通, 所以不会出现弹道炸现象; 当 555 定时器在 13 s 后掉电时, 555 定时器输出端电压大于 13 V, 稳压二极管导通, 其负端电压触发可控硅导通, 弹丸自毁。

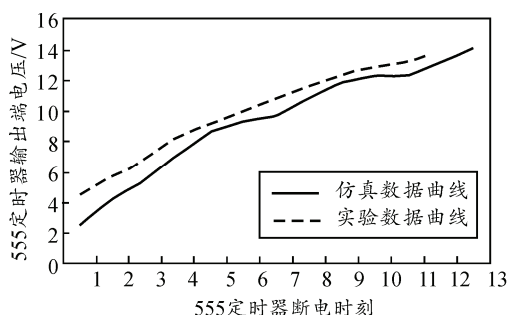


图 4 555 定时器在不同时刻断电, 输出端的输出电压变化情况

## 4 结论

555 定时器常用于延时电路中, 具有结构简单、价格便宜等特点, 在稳定电源条件下, 当控制好电阻及电容参数时, 能获得较精确的延时控制。但是在不稳定供电条件下, 其输出端的输出电压也是变化的。

1) 在定时范围之内, 555 定时器电源提前断电, 断电后由储能电容供电, 则 555 定时器会在断电后快速输出自毁控制信号, 且随着 555 定时器电源断电时刻的延迟, 其输出端输出电压也随着增大;

2) 采用在 555 定时器输出端正接稳压二极管的方法, 可以解决由于 555 定时器提前断电致使提前输出起爆控制信号的问题;

3) 在 555 定时器输出端正接稳压二极管, 可以避免早炸, 但却使自毁功能失效, 只有在正常情况下, 自毁功能才起作用。

## 参考文献:

- [1] 贾哲. 555 定时器的应用研究[J]. 太原大学教育学院学报, 2012, 30(1): 86-89.
- [2] 任骏原. 基于状态转换图的 555 单稳态触发器设计方法[J]. 浙江大学学报(理学版), 2011, 38(2): 177-182.
- [3] 黄庆武, 席占稳, 聂伟荣, 等. 小口径弹药引信远距离解除保险控制电路设计[J]. 兵工自动化, 2013, 32(9): 19-22.
- [4] 曹苏雅拉图, 王雨时, 王强, 等. 单兵火箭发射筒前盖破碎规律数值模拟[J]. 弹箭与制导学报, 2013, 33(1): 121-125.
- [5] 刘猛, 曲凡军, 倪庆杰, 等. 某底排弹引信弹道早炸原因分析[J]. 弹箭与制导学报, 2015, 35(2): 69-72.
- [6] 徐利, 吕中枢, 赵君有, 等. 基于 SIMULINK 的 555 定时器仿真[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版), 2007, 3(3): 245-247.