

電子實驗第十二冊

新奇電動玩具製作實驗

江達群 林敏成 招潤全 合編

電子實驗第十二冊

新奇電動玩具製作實驗

江達群 林敏成 招潤全 合編

五洲出版社印行

目次

1. 會嚇人的電子娃娃.....	1
2. 火花式無綫電控制模型.....	14
3. 光電控制的怪獸玩具.....	22
4. 多用途的電子蜂鳴器.....	31
5. 閃爍燈和順序閃爍燈.....	39
6. 能判斷快慢的「光電標的」.....	47
7. 有趣的光電打靶裝置.....	54
8. 模型車的電子警報器.....	66
9. 電磁感應控制的模型車.....	73
10. 控制一架模型車的電子跑道.....	90
11. 控制兩架模型車的電子跑道.....	104

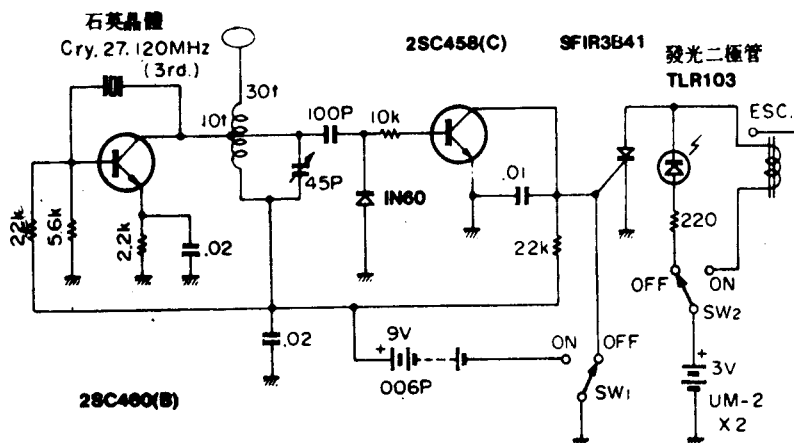
1. 會嚇人的電子娃娃



這樣的一個電子娃娃，是由兩個晶體管、一個矽控管 SCR 與及晶體振盪器等許多個部分組成的，是屬於一種叫「接觸式開關」之類的電子裝置。和習見的結構所不同的是，它是用矽控管 SCR 來操縱一個擒縱器 ESC 工作的。

電路原理

圖 1 是整個電子部分的電路圖。圖中左方的晶體管 2 SC 460 配合 27 MHz 的石英晶體組成一個石英主振器；石英晶體接在晶體管的 C-B 電路之中，是屬於披亞士 (Pierce) 振盪電路。這一振盪器和作為其 C 極負載的 LC 電路所諧振的頻率相諧振時就發生振盪。因此，只有在調節配諧電容器 (45 PF) 使到在某一範圍內產生振盪，而在其他的數值時就不可能振盪。基



於這個原理，在振盪晶體管的 C 極上接入一個「接觸電極」，調節 LC 電路中的微調電容器，使到工作於電容量的值大於這一諧振時的電容值時振盪就會停止的工作點上。這樣，當人手接近到這個「接觸電極」時因人體的雜散電容的緣故，振盪停止。當振盪產生時，振盪訊號經過 100 PF 電容器而輸入到另一個晶體管 2SC458，這個晶體管工作於 0 偏壓，即它的 B 極是沒有施加偏壓的，振盪訊號的輸入，經過 B 極間的二極管 1N 60 的整流作用之後，變換成直流使 2SC458 處於導電狀態。這樣，2SC458 的 C 極電壓，因有電流通而呈現出一個不太高的電壓，這電壓不足以令接於電路中的另一個半導體元件——矽控二極管 SCR 的閘極 G 得到足夠的觸發電壓，故此 SCR 有關電路中的擒縱器並不工作，一旦當 2SC 460 的振盪因人體的雜散電容影響而停振，2SC 458 的 B 極失去

偏壓，晶體管不導通，C極因沒有電流因而作為它的C極負載的 $22\text{K}\Omega$ 電阻上便沒有電壓降。加在SCR閘極G上的電壓相當於 9V 電壓的全部，SCR被觸發隨即轉變為導電狀態，擒縱器ESC得到電流，立即動作；利用這個動作，就可以完成它所設定的控制工作。這裏是利用它釋放一根橡筋帶，使由橡筋帶和受它所控制的彈簧把那個洋娃娃彈離原來所放置的位置。

以上所說的就是這個嚇你一跳的洋娃娃的動作原理。要補充的是，上述原理是當開關 SW_1 和 SW_2 都處於ON時才能實現的。 SW_1 是電源開關，而 SW_2 則是在調整時把發光二極管(LED)TLR 103接入電路以代替ESC來作視覺校準的，電路中使用兩組電池，其中 9V 一組是供晶體管電路用的； 3V 一組供發光二極管及ESC使用，它們是由SCR所控制。

零 件

晶體管方面，使用的是最普通的2SC460和2SC458，實際上並不拘限於這兩種，例如2SC461、2SC371也可代用於前者，而2SC458也可以用2SC372。

SCR的選用也很自由，因為電路中的電壓只有 3V ，而觸發電壓也不低，故即使靈敏度不太高的規格，只要它的正向電流 I_f 不低於 1A 的就完全可以滿足。

發光二極管LED，則幾乎任何編號的都可使用。石英晶體用的是 27.12 、 27.125MHz 或近似頻

率的。

微調電容器的電容量用的是 45 PF，購買時要注意，倘使買不到這個數值時可購買最普通的 30 PF 一種，再並聯入一個 10 PF 固定電容器。

線圈方面，振盪線圈需要自繞。找一根如圖 2 所示般大小的酚醛紙管或塑料管作線圈管，在適當位置鑽取兩個約 1mm 直徑的小孔以便引線穿出。用直徑 0.6mm（相當於 SWG 23 號）的漆包線密繞共 30 圈。繞線起點算起第 10 圈處抽取抽頭，終點接接觸電極。線圈繞製時每圈的線要扯緊些，以防線圈鬆散，繞好之後最好能塗上清漆，使高頻性能良好。

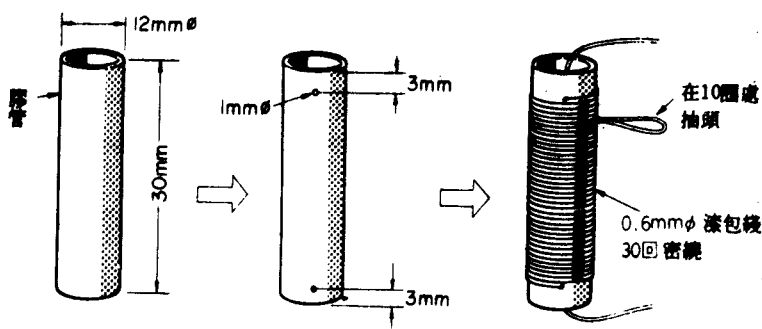


圖 2 振盪電路使用的線圈的繞製

製 作

主要的零件（像晶體管、石英晶體等）組裝在一塊 40mm × 56mm 的萬能印刷綫路板上。圖 3 是有關的情形，而照片圖 1 則是綫路板的頂視。

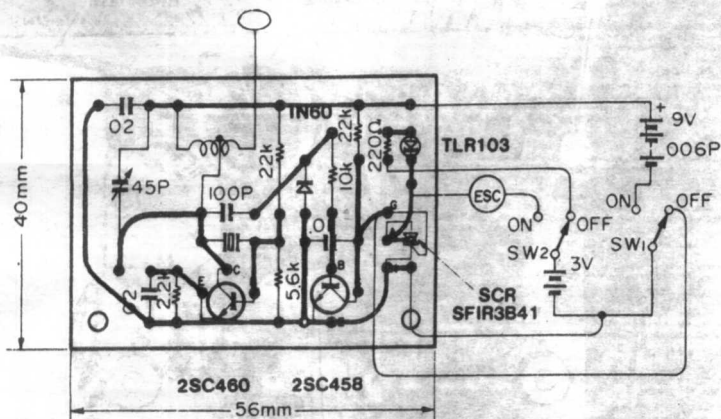
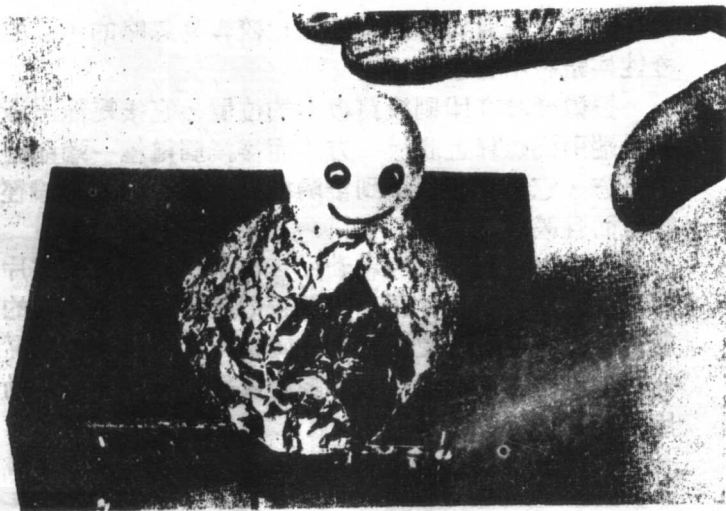


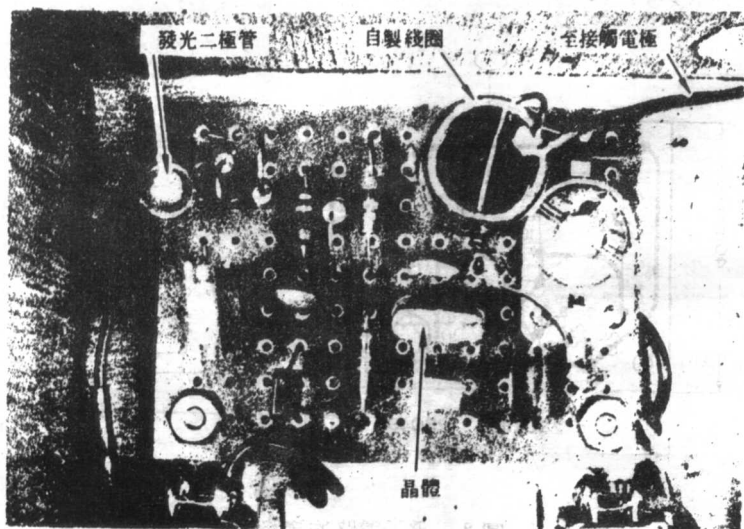
圖 3 電子電路的綫路板

發光二極管LED的極性是比較容易忽略的，它的極性接錯將不會發光。

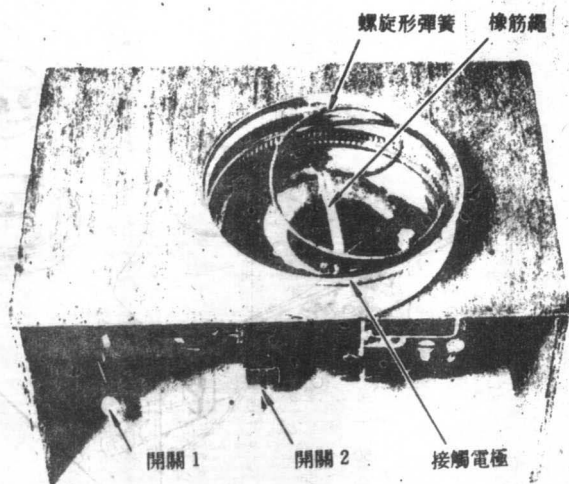
振盪線圈在印刷線路板上的位置，它接電池+極的一端引線應靠近底板一方，而接接觸電極一端則位於上方，它用接線引接到接觸電極，這引線應用線徑較粗而且較硬的。

微調電容器的定片和動片，接法也有規定：定片應該接在振盪線圈抽頭一方，否則調整時會因人體的雜散電容的影響，使調整增加困難。定片和動片的區分，稍一留心便可判別，和調節螺絲相通的一邊是動片。

印刷線路板和其他零件是放置在一個小木箱子或



照片1 電子電路的頂視圖



照片2 接觸電極和螺旋彈簧

其他箱子，再或者塑料盒子之內，只是金屬質的不能使用，接觸電極則裝置在箱子頂部；照片圖 2 是具體舉例，它是利用一個金屬質的寬口瓶蓋來充當的，來自振盪綫圈的引綫直接鉚牢在其上。瓶蓋中間開有一個較大的洞口，以便橡筋帶能夠穿過。瓶蓋是底部朝上放置的，一根捲成環狀的彈簧嵌在其內，彈簧向上伸出，就像一個手電筒的尾蓋那樣。彈簧的外露部分套有一或二根橡筋帶，以上有關情形在圖 4 和照片圖 2 中也可清楚看到。

洋娃娃是用一個乒乓球繪上眼、耳、口、鼻，必要時也還可以黏上一些毛冷以當作頭髮，先在接觸電極上鋪蓋一張錫紙（事先剪裁成裙狀，更可以髹上花花綠綠的顏色）以當作娃娃的裙子，然後稍把錫紙壓平再放上娃娃頭。

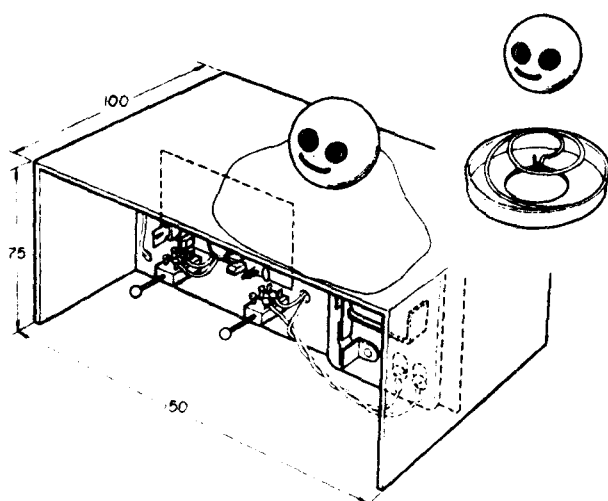


圖 4 箱子的結構

ESC 的構造

擒縱器 ESC 是一個重要部件，它是利用一個現成的 3V 門鈴或電蟬來加工改裝的。原有的小彈簧、接觸點等都拆除不要，而另外像圖 5 那樣在勵磁線圈相對處的可動鐵片上鉗上一小段不小於 1 mm 的粗鋼絲，這段粗鋼絲也可用截短了的鐵釘或銅釘代替。要注意鋼絲的長度，它要求在勵磁線圈不動作的情況下，可動鐵片恰好把鋼絲向左頂住另一塊固定的鐵片（限子），這樣當橡筋帶套進鋼絲中時就不致因有空隙而易於脫出。而在勵磁線圈有電流通過，可動鐵片被

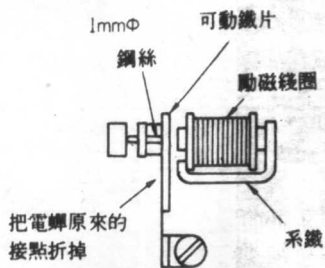
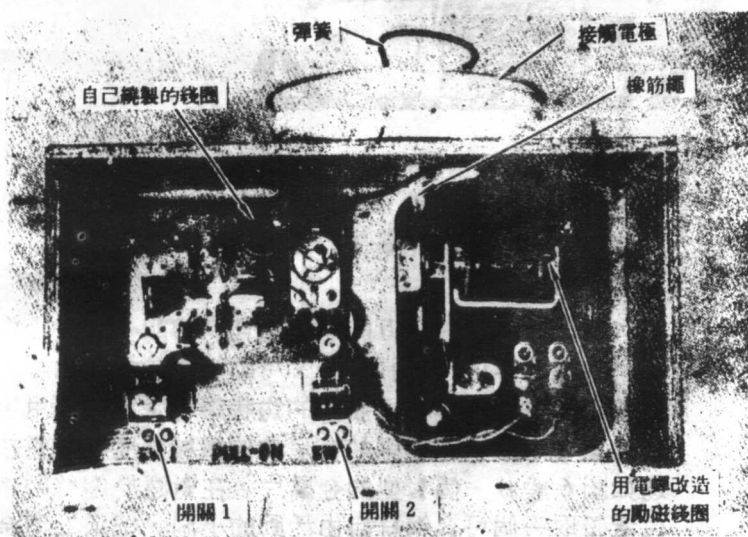


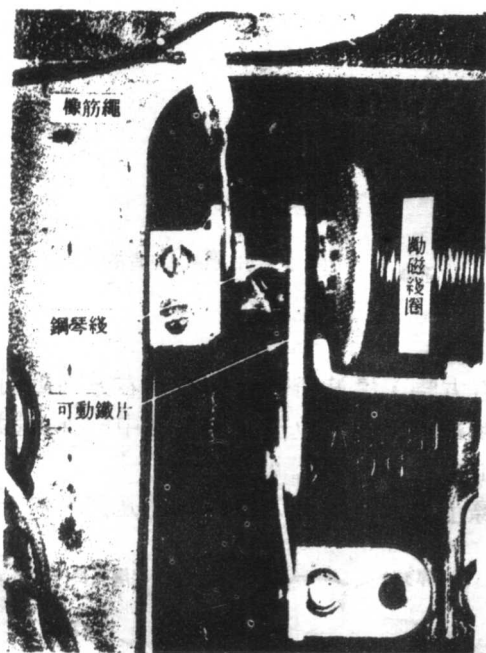
圖 5 用電蟬改造的ESC

吸向圖 5 中的右方時，橡筋帶因鋼絲的向右方移動而自其上脫出，使被拉緊的、位於接觸電極中的彈簧因失去橡筋帶的扯力而向上彈起。

橡筋帶實際上並不直接套入鋼絲，而是另外用一



照片3 機械部分和電子部分



照片4 勵磁線圈

段粗鋼絲做一個兩頭各有一個環的鉤狀物，以把橡筋帶及鋼絲聯結。這樣，橡筋帶就在鋼絲被吸向右移動之時輕易滑脫。照片圖3和4有助於讀者們了解這一部分的結構。

這裏對圖5中左方的限子及有關的配件作一說明。限子的作用是限制鋼絲、可動鐵片的活動範圍，而前者還有阻止聯結橡筋帶的鉤狀鋼絲脫出的作用，但是單有它還不夠使鋼絲有足夠的機械強度，它應該還如圖6般做一個L型的金屬片，在對應於鋼絲所處位置鑲取一個可容鋼絲自由活動的小洞，把這L型金屬片固定在限子、可動鐵片之間，這樣鋼絲的活動範

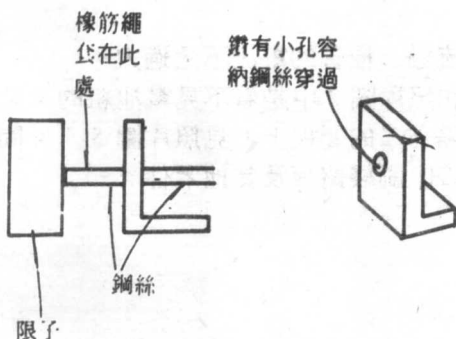
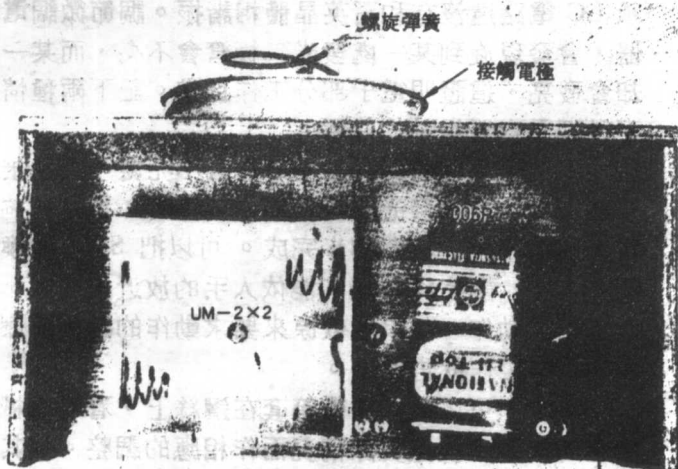


圖 6 限子的結構

圈就只能作左-右地移動。

若果買不到3V電蟬，那可改用最易買到的6V電蟬來進行改裝，而相應地把3V電池組改為6V，與這同時和發光二極管串聯的那枚220Ω電阻，也要相應



照片5 背面的電池箱

改為 500Ω ，使流過二極管的電流不致過大。

在照片圖 1 和照片圖 2 中是看不見電池組的，它是裝在把箱子分隔為二的間板上（見照片圖 5）。間板的另一方裝置着印刷綫路板及其他零件。

校 準

校準方面最主要的一點是調校振盪頻率，使接觸電極當人手接近時便停止振盪。

首先，將開關 SW_2 扳到 OFF 位置，使發光二極管接入電路，而 ESC 被斷開。 SW_1 扳向 ON 位置，電源便接通。注視發光二極管是否亮着，若果亮着表示 LC 電路還沒有和石英晶體相諧振。調節微調電容器，會發現旋到某一處發光二極管會不亮，而某一處却會發亮，這證明電子部分工作正常。記下兩種情形下微調電容器螺絲的位置。

將微調電容器調到發光二極管不亮處，用手接近接觸電極，看看發光二極管能不能亮着，要是能夠亮着，則這部分的校準初步完成。可以把 SW_2 轉換到 ON 位置，看看 ESC 能不能依人手的放近接觸電極而作出相應動作。如果能依原來要求動作的話，那麼初步的校準工作就告完畢。

這時，可以把橡筋帶等套在鋼絲上，看看機械性能上的情形。根據實際情況而作相應的調整。這其中包括鋼絲的長度、限子和 L 型金屬片的所處位置、橡筋帶的長度等等，都要作細緻的調整。

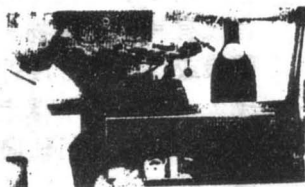
最後，把錫紙裙、娃娃頭等各物佈置好作多次的

實際試驗，以確定接觸電極的靈敏度，這一點可以由對調節微調電容器來最後完成。

要是發覺調節微調電容器時，有工作不穩定的情況，應注意檢查接觸電極附近，除了娃娃裙之外，還有沒有其他金屬物、電綫的接近。要知一切連接用的電綫或零件過分接近接觸電極或者它的自綫圈來的引綫，都會引致不穩定的效果。那根引綫應該使用質地較硬的導綫，用軟綫時會因導綫本身的撓動而影響到穩定性能。

SCR 一被啓動之後就處於導通狀態，它不能憑關斷 SW_1 來把電流切斷，只有在 SW_2 被扳向 OFF 位置（即使是一瞬間那麼短暫），SCR 才回復原來的不動作狀態。

2. 火花式無線電控制模型



這是一個最簡單的無線電控制裝置，它由一個大號乾電池做電源的火花式發射機，與及一個三晶體管的接收機所組成，由於火花式發射機只能發出單一訊號，故此只能作簡單的操縱。在本文中，只作對一具塑膠質的模型飛機的螺旋槳實現控制，而不使飛機起飛。要是把接收機改為裝在一輛模型汽車之內，那就實現對汽車的行走-停止這樣的控制。另一方面，由於接收機方面設有時間性的控制，它所產生的動作只能持續短短的幾秒鐘；要想動作時間維持較長一些，那只要將有關電路中的一個零件加以更換就能達到目的。

電路說明

發射機的電路是如圖 1 所示，是極為簡單的結構。在按鈕式的電源開關被按下時，1.5V 乾電池的