



無線電控制初步



林偉光編著
萬里書店出版



- 無線電應用手冊.....薛文洛編著
無線電計算手冊.....譚炳桓編著
自製無線電對話機.....李思明編著
實用電子製作.....麥明德編著
無線電控制初步.....林偉光編著
五管超外差式收音機製作圖解...陸燦輝編著
自製超外差收音機.....陳華等編著
原子粒收音機裝配手冊.....關焯雲編著
原子粒收音機修理手冊.....關焯雲編著

· 萬里書店出版 ·

PUBLISHED & PRINTED
IN HONG KONG

H.K. \$ 4.40

無線電控制初步

林偉光編著

香港萬里書店出版

無線電控制初步

林偉光編著

出版者：萬里書店

香港北角英皇道486號三樓

電話：5-632411 & 5-632412

承印者：上海印刷有限公司

香港柴灣利眾街44號11樓

定價：港幣四元四角

版權所有 * 不准翻印

(一九七八年八月印刷)

序 言

無線電操縱 (Radio Control) 技術在今天已成為一門很重要的學科，近幾年來，由于航空技術、火箭技術的發展及宇宙航行的需要，無線電操縱技術也有了很大的發展。它的應用範圍也日益廣泛。

學習無線電遙控這一門技術，最好是由模型無線電操縱開始。雖然無線電遙控模型與實際技術不盡相同，但原理都是大同小異，因此遙控模型可以說是無線電操縱這一門學科的基礎，掌握了模型操縱原理與技術後，便可進一步學習複雜的無線電遙控技術。本書編寫的目的，就是為了提供這方面的入門知識和介紹一些有趣的製作。因此，內容盡量做到理論與實際並顧，文字解說由淺入深，未接觸過無線電技術的人也可以看得懂。且盡量配用插圖，以助解說。最後一章以模型車、模型船和模型飛機的製作和實際遙控方法作實例，使讀者們在掌握了一定的理論知識後，通過實際的製作進一步加深理解。

青年朋友們對無線電操縱技術大多有濃厚的興趣，惜甚少這一類中文書籍，因此本書編寫時只好從“入門”這一角度出發，作為填補空白，希望藉此拋磚引玉，引起同好注意，多編寫些有關同類的書籍，共同提倡這些有益身心的活動，這是筆者最大的願望。

最後部分的無線電控制電路，效果頗理想，這些電路想必爲無線電愛好者樂於參考的。

編者識

目 次

序 言

一、無線電操縱概要	1
1. 基本原理	1
2. 電波的種類	2
3. 發射機及接收機的元件	5
4. 繼電器的原理和動作	13
二、發射機和接收機	19
1. 發射機的構造與製作	19
2. 接收機的構造與製作	33
3. 發射機和接收機的天線	45
三、電動機和發動機	47
1. 小型電動機	47
2. 火花發動機	50
3. 火花發動機的發熱栓	52
4. 狄塞爾發動機	60
5. 發動機試轉法	63
6. 發動機的使用法	64

7. 發動機的燃料及燃料箱處理法.....	70
8. 蓄電池的使用法.....	72
四、傳動裝置.....	75
1. 擒縱器的種類和用途.....	75
2. 伺服電動機.....	83
3. 接收機和傳動裝置的接線.....	88
五、製作實例：.....	95
1. 無線電操縱的模型船.....	95
2. 無線電操縱的模型車.....	101
3. 無線電操縱模型飛機.....	112
附錄：無線電控制參考電路.....	135
1. 一管信號發送機.....	136
2. 一管無線電發射機.....	138
3. 二管無線電控制接收機.....	140
4. 三管模型控制發射機.....	142
5. 三管模型控制接收機.....	144

一、無線電操縱概要

1. 基本原理

無線電操縱驟然看起來，好像是很複雜，爲什麼呢？因爲遙遠地控制一物體（例如飛機）運動自如，而此物體並沒有人在裏面操縱它的運動，只裝有一些儀器，由相隔很遠的操縱者以電波來指揮其運動。例如人造衛星、火箭、飛彈等尖端科學技術，都與無線電操縱分不開。當然，那些遙控裝置操縱方法比較複雜；用無線電控制模型飛機則比較簡單。模型飛機的無線電遙控基本原理和實際應用的遙控原理一樣。只是後者的裝置較複雜，因之操縱的方法亦較爲繁瑣罷了，例如要應用電子計算機及雷達等。

無線電控制模型的裝置，不外由三個部分構成，即發射機、接收機及傳動機器。傳動機器包括擒縱器（Escape-ment）、伺服電動機（Servo motor）等。接收機及傳動裝置是裝在模型體上的，發射機則由操縱者所持。首先由發射機發出電波指揮信號，接收機收到此信號後，便把信號傳至傳動機，由傳動機來操縱模型的舵向及速度等。傳動機是一種專把接收機傳來的電氣信號變爲機械力的一種裝置，直接地操縱實物。即是說，傳動機是電波指揮信號和

實物操縱之間的橋樑。以下將無線電操縱過程中的逐個細節詳細說明。

2. 電波的種類

電波雖看不見，但其活動有如水的波紋一樣，當水流動的時候，會作上下的擺動，一高一低地不停朝一方向流動。電波亦然，在進行中亦作上下之振動，其形狀可在示波器中觀察出來。電波振動的次數，稱為頻率(Frequency)，以赫 (Hertz, 簡寫為 Hz) 為單位。每秒鐘上下各振動一次，稱為 1 赫 (亦稱週)，在無線電範圍中，有些頻率很高，為了簡化起見，常以千赫 (Kilo Hz) 或兆赫 (Mega Hz) 為單位。1 千赫即 1000 赫，1 兆赫即 1000 千赫，亦即 1,000,000 赫。其記號如下：

赫.....Hz (或 C/S)

千赫.....KHz (或 KHz)

兆赫.....MHz (或 MHz)

頻率低的電流，例如日常用的交流電須以電線來傳輸，但頻率在 20 K Hz 以上的電流，通過一些裝置，可以發射到空間中藉以太 (Ether) 來傳播，而無須使用電線，這稱為無線電波。國際間對無線電控制用的頻率，規定的範圍如下：

① 13.56 MHz 為中心頻率，上下增減 6.78 KHz，即由 13553.22 KHz 至 13566.78 KHz。

②以27.12MHz 爲中心，上下增減162.72KHz 卽由26957.28 KHz 至27282.72 KHz。

③40.68MHz 爲中心，上下增減 20.34KHz，卽由40659.66 KHz 至 40700.34 KHz 。

以上三種電波頻率範圍（見圖 1—1 ）中，以 27.12 MHz 及 40.68 MHz 最爲常用。

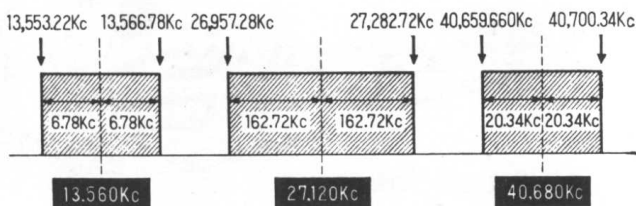


圖 1—1

對於無線電控制發射機所輸出的發射功率，亦有一定的限制，其規定是：“離發射機500公尺的地方，發射機的

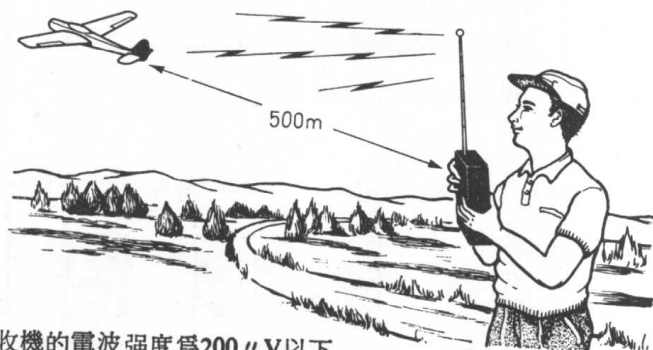
電波發射強度須在 $200 \mu V$ （微伏， $\mu V = \frac{1}{100,000} V$ ）

以下”。見圖 1—2。

無線電控制所使用的電波，通常有三種，是按照操縱發射機所用電波的性質來分的，即等幅波、斷續調幅波和載波恆發式調幅波。現分別說明如下：

①等幅波（Continuous wave），簡稱（W）是一種波

幅相等、頻率不變的高頻振盪電波，在操作時，只能作停止，發出兩種工作。故此只能控制動作簡單的模型。



輸到接收機的電波強度為 $200\mu\text{V}$ 以下

圖 1—2

②斷續調幅波，調幅波是對高頻部分加一個或多個低頻信號，使高頻電流隨着低頻電流而變化，這種動作稱為調變（Modulation），被調變的高頻電波稱為調幅波（Amplitude modulated wave）。此種電波在發射時和等幅波一樣，亦是做停、發兩種工作，時斷時續，故名斷續調幅波。如果利用多個信號分別進行調幅，則接收機憑接收到的各個不同低頻信號，而作出更多的動作，故此種方法較等幅波優勝。

③載波恆發式調幅波，這種方式與斷續調幅波一樣，

差別只在于它的高頻等幅波是不停地發射的，而只有在需要動作時加入低頻信號調幅。這樣做的目的在於避免在發與停的過程中容易產生的頻率偏移。

近年來，在無線電控制模型的裝置中，又出現了新的設計，稱為比例操縱（Digetal Control），它是近乎電子計算機理論的高級設計，由於篇幅關係，這裏只好從畧了。

3. 發射機及接收機的元件

在發射機和接收機中使用的元件，種類很多，大致可分為下列數種：

石英晶體（Crystal）振盪子——顧名思義，石英晶體振盪子是由石英片構成的，它裝在發射機振盪電路中，用來發出一定頻率的信號。石英晶體振盪子的形狀不盡相同，圖 1—3 是最常見的一種。

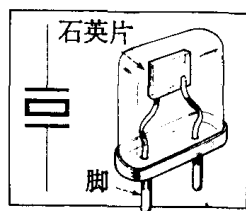


圖 1—3

線圈（Coil）——線圈在發射機和接收機中均會使用

到，有很多種，如輸出線圈、諧振線圈、振盪線圈、高頻扼流線圈等等，其符號和實物如圖 1—4。

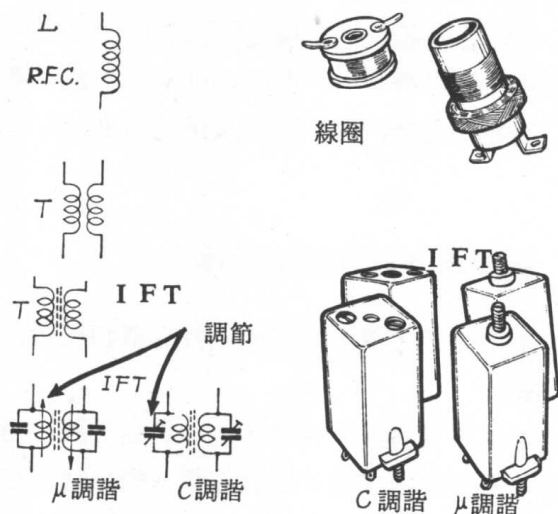


圖 1—4

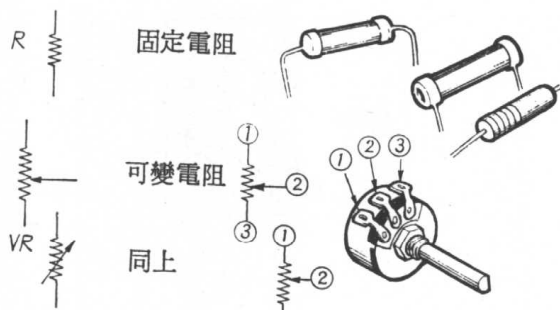
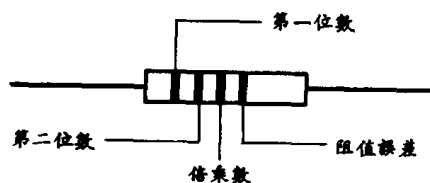


圖 1—5

電阻 (Resistor) ——電阻器分有炭膜電阻和固體電阻等，其符號和實物如圖 1—5。電阻值的阻值通常是以 Ω 為單位的，亦有以 $K \Omega$ (Kilo Ohm) 或 $M\Omega$ (Mega-Ohm 兆歐) 為單位的。大型的電阻器，上面都印有電阻值，小型的以色環表示其電阻，如下表所示：



電 阻 顏 色 標 誌

顏 色	第一位數	第二位數	倍乘數	阻值誤差
黑	0	0	1	
棕	1	1	10	
紅	2	2	100	
橙	3	3	1000	
黃	4	4	10000	
綠	5	5	100000	
藍	6	6	1000000	
紫	7	7	10000000	
灰	8	8	100000000	
白	9	9	1000000000	
金			0.1	$\pm 5\%$
銀			0.01	$\pm 10\%$
無色				$\pm 20\%$

電 容 器 (Condenser) ——電容器亦有多種，它和電阻器不同，除了註明它的電容量之外，在電容器本身上必

印有電壓值，使用時加於其兩端的電壓以不能超過此值為限，否則會被破壞。圖 1—6 是電容器的符號。其單位有 PF (Pico-Farad 微微法拉) 及 μF (微法拉) 二種。1 PF

等於 $\frac{1}{1,000,000} \mu F$ 。 $1 \mu F = \frac{1}{1,000,000} F$ 。 $1 \mu F$

以上的電容器，多是電解質電容器，此電容器記有±電壓

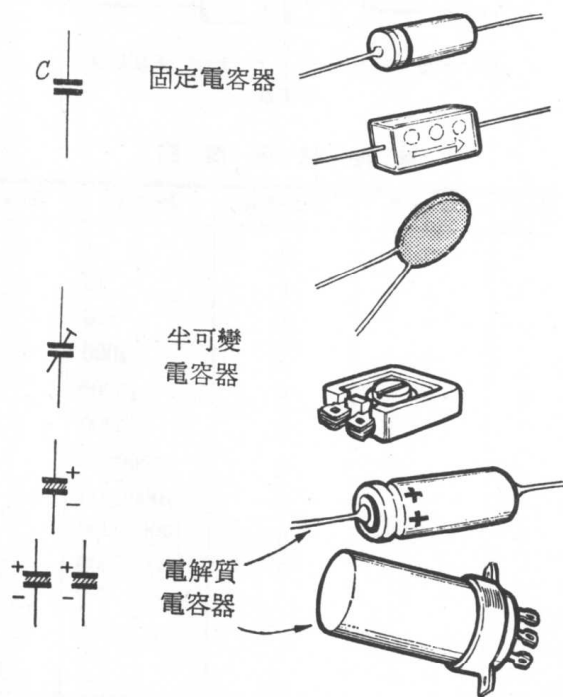


圖 1—6

符號，使用時應按照電路中電壓的正負來裝接，極性接反了會引起電容器破損。

鐵淦氧磁芯 (Ferrite core) ——有些線圈是有一可活動調節的棒狀磁芯的，此磁芯用鐵淦氧磁性瓷體製成。此種磁芯亦被叫鐵粉芯 (Dust core)，移動磁芯在線圈中的位置，可令線圈的諧振頻率變化 (見圖 1—7)。



圖 1—7

電池 (Battery) ——無線電操縱中使用的電池，有乾電池和蓄電池兩種，符號皆如圖 1—8，正極以長幼線表示，負極則以短粗線表示。乾電池用完後便不能再用，蓄電池則否，當充電後，一樣可再用。

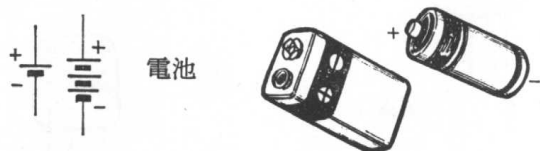


圖 1—8

晶體管 (Transistor) ——晶體管有 P N P 型和 N P N 型兩種，把接 N P N 型電源的極性反轉過來，便是 P N P