


業餘

無線電控制基礎

BASIC RADIO CONTROL

施敏編著 · 香港萬里書店出版



无锡轻工业学院

閱0393923

業餘無線電控制基礎

施 敏編著

江南大学图书馆



91516121



香港萬里書店出版

業餘無線電控制基礎

施 敏 編 著

出 版 者：香 港 萬 里 書 店

香 港 北 角 英 皇 道 486 號 三 樓

(P. O. BOX 15635, HONG KONG)

電 話：5-632411 & 5-632412

承 印 者：金 冠 印 刷 有 限 公 司

九 龍 紅 磡 差 館 里 3-5 號

定 價：港 幣 七 元 四 角

版 權 所 有 * 不 准 翻 印

(一 九 七 八 年 五 月 印 刷)



目 錄

第 1 章 無線電控制裝置的基礎知識	1
1-1 什麼叫做無線電控制	1
1-1-1 無線電控制的構成	1
(1) 單波道系統	3
(2) 單波道比例系統	5
(3) 多波道系統	9
(4) 多波道比例系統	12
1-2 無線電控制用的電波	12
1-2-1 頻率、波帶及輸出	13
1-2-2 無線電控制用的電波的正确選擇方法	14
第 2 章 發射機及接收機用的主要零件	16
2-1 繼電器	16
2-2 舌簧選擇器	19
2-3 舌簧開關	24
2-4 微型馬達	27

第3章 接收機電路的分析	30
3-1 超再生接收電路	31
3-1-1 超再生檢波電路	32
3-1-2 超再生檢波電路的實例	34
3-2 超外差接收電路	37
3-3 單波道接收機電路	41
3-3-1 超再生接收機	41
3-3-2 不設繼電器的超再生接收機	45
3-3-3 超外差接收機	46
3-4 多波道接收機電路	48
3-4-1 舌簧選擇器的使用	51
3-4-2 採用諧振電路的多波道接收機	53
3-5 可變音調式接收機的電路	54
3-6 模擬·比例式接收機電路	58
3-7 數字·比例式接收機電路	63
3-7-1 數字接收機的工作	63
3-7-2 數字·伺服的工作	66
第4章 操縱裝置	69
4-1 擒縱器	70
4-1-1 標準擒縱器	70
4-1-2 複合式擒縱器	74
4-2 伺服馬達	78
4-2-1 單波道用的3PN伺服馬達	78

4-2-2	順序式伺服馬達	85
4-2-3	多波道用的自動回中伺服馬達	88
4-2-4	採用另一接法的多波道伺服馬達	92
4-2-5	沒有繼電器的多波道伺服馬達	93
4-3	脈衝控制用的伺服馬達	96
4-4	可變音調用的伺服馬達	100
4-5	數字式伺服馬達的實例及其製作指南	101
4-5-1	數字式伺服馬達的動作	101
4-5-2	製作指南	104
第 5 章	發射機電路的分析	110
5-1	單波道發射機	110
5-2	多波道發射機	112
5-3	數字比例式系統	115
5-4	發射機的高頻電路	116
5-4-1	高頻振盪電路	116
5-4-2	高頻輸出電路	119
5-4-3	天綫耦合電路	122
5-5	調制電路	126
5-5-1	調制振盪電路	127
5-5-2	高穩定性的振盪調制電路	129
5-5-3	調制輸出電路	136
(1)	基極調制耦合電路	136
(2)	發射極調制耦合電路	137
(3)	集電極調制電路	139

5-5-4 脈衝控制用的調制器	140
5-6 模擬比例式發射機	142
5-7 可變音調式發射機	146
5-8 數字比例式發射機	147
第6章 發射·接收機的製作與調整	153
6-1 近距離用的單波道發射機	153
6-1-1 使用零件和主要數據	154
6-1-2 調整方法	156
6-2 單波道超再生式接收機	161
6-2-1 使用的零件及其數據	162
6-2-2 調整方法	165
6-2-3 不用繼電器的接收機	167
6-3 遠距離用單波道發射機	169
6-3-1 電路的構成	169
6-3-2 使用零件與自製零件	171
6-3-3 調整方法	174
6-4 數字比例式發射機	176
6-4-1 發射機的構造及其電路	176
6-4-2 使用的主要零件	180
6-4-3 調整的順序	184
(1) 高頻電路的調整	184
(2) 編碼電路的調整	185
6-5 數字式比例接收機	187
6-5-1 使用的主要零件	188

6-5-2 調整方法.....	192
6-6 數字式比例控制的伺服馬達.....	194

第1章 無線電控制裝置的基礎知識

1-1 什麼叫做無線電控制

從地面的彈道火箭發展到人造衛星、宇宙飛船，今天，人類的科學水平已飛躍到開發太空的新時代。

無線電控制(Radio control)是跟隨着現代科學發展起來的一門年輕的新技術，它不但應用於宇宙飛行，亦和人們的日常工作和生活有着密切的關係。例如，工廠車間裏的工作母機，農田上的耕作機械，日常生活中使用的家庭電器，都有它發揮能力的天地。

1-1-1 無線電控制的構成

無線電控制裝置有三個主要部分，即發射機、接收機及操縱裝置。其工作過程可參閱圖1-1的上圖，從發射機將電波發射出去，由接收機將操縱信號接收。這和收音機一樣(見圖1-1下圖)：①從電台將電波發射出去；②收音機接收到電波信號；③推動揚聲器發出聲音。唯一不同的是，無線電控制裝置

的接收機所收到的信號，不是用來推動揚聲器發出聲音，而是控制操縱裝置進行工作。例如控制開關的ON-OFF（開—關動作），從而控制被操縱機器的動力源（例如馬達等），而達到遙控的目的。

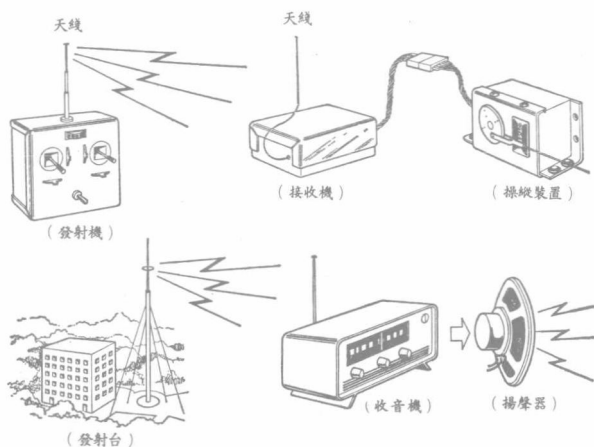


圖 1-1 無線電控制系統的三大部分

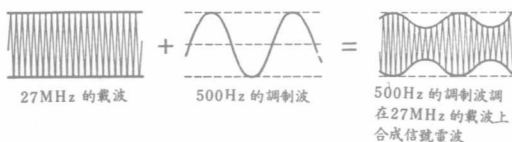
一般來說，實驗性的無線電控制（如模型控制），其電波頻率在超短波的27MHz、40MHz及72MHz等幾個波段；香港方面使用的只是27MHz這一個波段。

從事模型遙控，在有些國家或地區是需要申請牌照的，這一點讀者不可不知，以免觸犯當地法例。

無線電控制裝置有多種不同的形式，現在我們試將常見的幾種分類介紹如下：

(1) 單波道系統

單波道系統 (Single channel system) 亦叫做單一操縱方式。如圖 1-2 所示。將一個 500~1,000Hz 的調制波調於一 27MHz 的載波上，經發射機發射出去，這個調制波就是用來作遙控的操縱信號 (參閱照片 1-1)。



(載波是不能夠驅動繼電器工作的，要將調制波取出，整流化後才能驅動繼電器工作。)

圖 1-2 載波和調制波的動作



照片 1-1 單波道發射機

調制頻率是 500~1,000Hz 時，在晶體管電路方面，由於合理地處理電路比較容易，因而載波常常處於發射的狀態，而調制波的開關（按鈕開關）則用斷續的方式來控制。

另一方面，接收機將這個被調制的電波接收，經放大、檢波後，將調制波取出，用以操縱直流繼電器（Relay）進行工作。這樣，來自發射機的調制波，便能使繼電器產生 ON-OFF 的動作。

由於繼電器是和馬達相接的，因此，繼電器接點的 ON-OFF，便能控制馬達的運轉或停止。馬達是模型裝置進行工作的動力源，它一轉動，便能控制操縱裝置工作。如圖1-3的擒縱器，便是一種較為舊式的操縱機構。它利用電磁鐵來控制橡筋繩的扭力，從而操縱模型（假設是船）的船舵作左、右方向的動作（參看照片1-2）。

利用橡筋繩扭力的擒縱器機構，由於其操縱能力微弱，因此已逐漸被用馬達的旋轉力代替扭力的伺服馬達（Servo motor）所代替（參看照片1-3）。

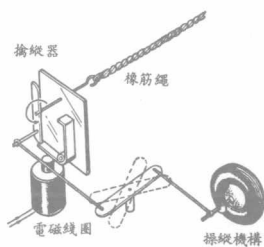
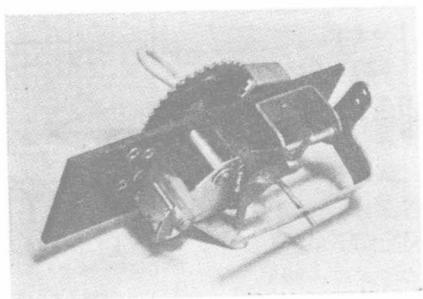
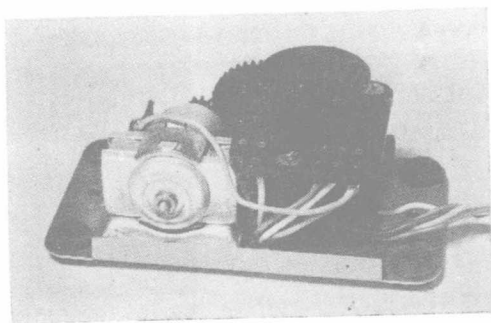


圖 1-3 擒縱器的動作示意



照片 1-2 擒縱器的外觀



照片 1-3 伺服馬達

這種簡單的單波道系統，由於其實用性高，因此，頗受初入門的無線電愛好者歡迎。

(2) 單波道比例系統

上面介紹的方法，是利用繼電器接點的ON-OFF來改變調制波的ON-OFF，把這種方式進一步發展，是使操縱機構的運轉角度任意化。如圖 1-4 所示，假設發射機的控制手輪（即發

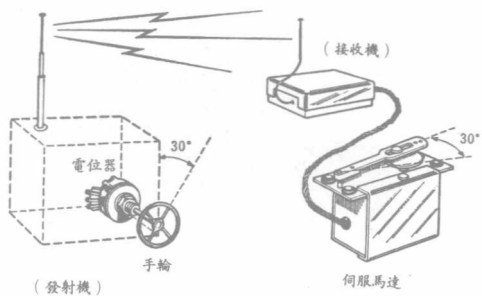
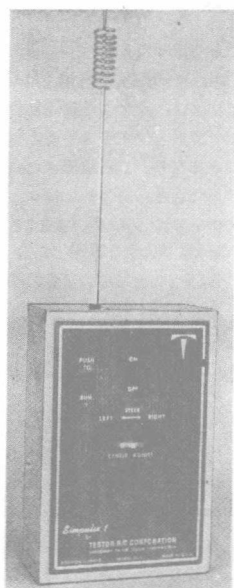


圖 1-4 比例式控制系統能夠獲得理想的動作



照片 1-4 單波道比例式發射機

射機裏面的可變電位器) 移動 30° ，接收機的操縱機構亦移動 30° ，這種按比例的控制方式就叫做單波道比例系統 (Single channel proportional system)。其簡單的工作原理是這樣的：發射機 (參看照片1-4) 發射電波的方式，和前面介紹的單波道系統一樣，只不過用電子電路來正確控制 ON-OFF 的連續動作，從而代替按鈕式開關的 ON-OFF 動作。

例如，圖1-5 (a) 所示，以 $1/4$ 秒為基準，調制波的振盪時間和停止時間是相等的，接收方面，如圖1-6所示，繼電器亦以相同的時間往返地作出 ON-OFF 的動作。由於這個繼電器是如圖1-7那樣和馬達連接在一起的，在最初的 $1/4$ 秒時，向右方

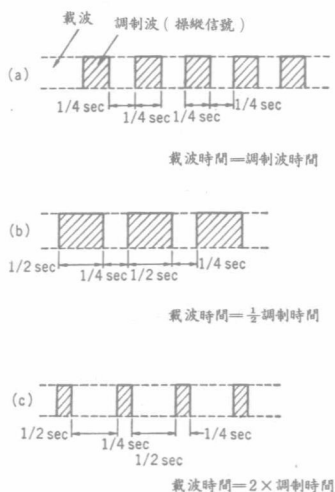


圖 1-5 用於比例式控制系統的脈衝波



可動接點和NC接點及NO接點接觸的時間都是 $\frac{1}{4}$ sec.。

圖 1-6 脈衝信號令繼電器的接點產生ON-OFF的動作

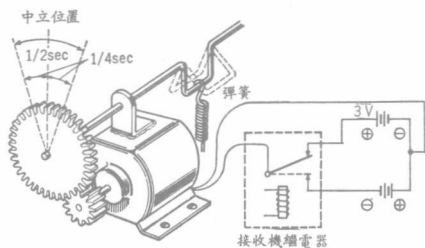


圖 1-7 繼電器的接點ON-OFF時，馬達的動作。

旋轉，接着的 $\frac{1}{4}$ 秒，繼電器的接點改變，馬達串接的電池極性改變，因而馬達的軸心便帶動齒輪向左方旋轉（實際上馬達旋轉時是用 $\frac{1}{30} \sim \frac{1}{100}$ 的減速裝置的）。如此往返運動，正負轉動角度等於 0 ，也就是使方向舵處於中立位置（即直進的狀態）。細看圖1-7，馬達往返一週，使操縱機構處於中立位置的時間，恰好是 $\frac{1}{2}$ 秒。

接着，我們再看看圖1-5(b)，假如調制波的振盪時間是

1/2秒，停止時間是1/4秒，兩者之比是2：1，利用這2：1的時間差驅動馬達的旋轉，馬達亦隨着這時間差轉動，由於有1/4秒的時間差別（1/2~1/4），因而如圖1-8(a)所示，其轉動方向便慢慢偏向一方。

假如要使馬達的轉動偏向另一方，那麼操縱信號的波形如圖1-5(c)所示，馬達的動作則如圖1-8(b)，其原理和前者是一樣的，不過轉動方向不同而已。因此，發射操縱信號時，只要適當地控制ON-OFF的時間，就可以使馬達按比例地改變轉動的偏向。

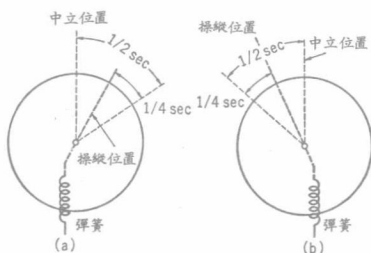


圖 1-8 馬達有近似的比例轉動

爲了使調制波的振盪保持正確的時間差，發射機方面可採用多諧振盪電路 (Multi vibrator)，這樣處理時就較爲簡單。

這種方式是基本的比例控制方法，多用於模型飛機的控制。不過在原理上，由於其轉矩 (Torque) 弱，操縱時經常產生振動，因此應用範圍較狹。

(3) 多波道系統