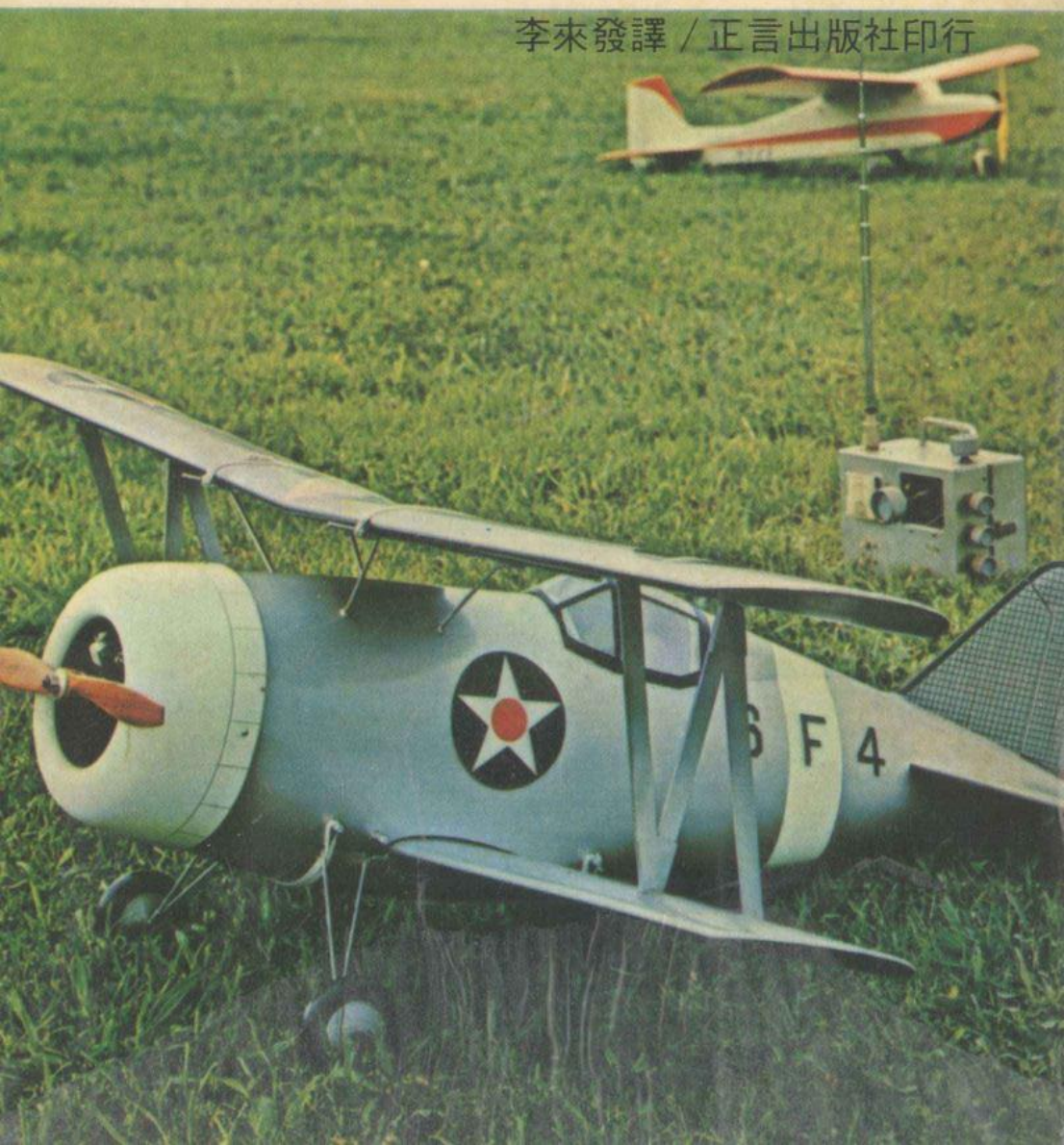


業餘技術叢書 4

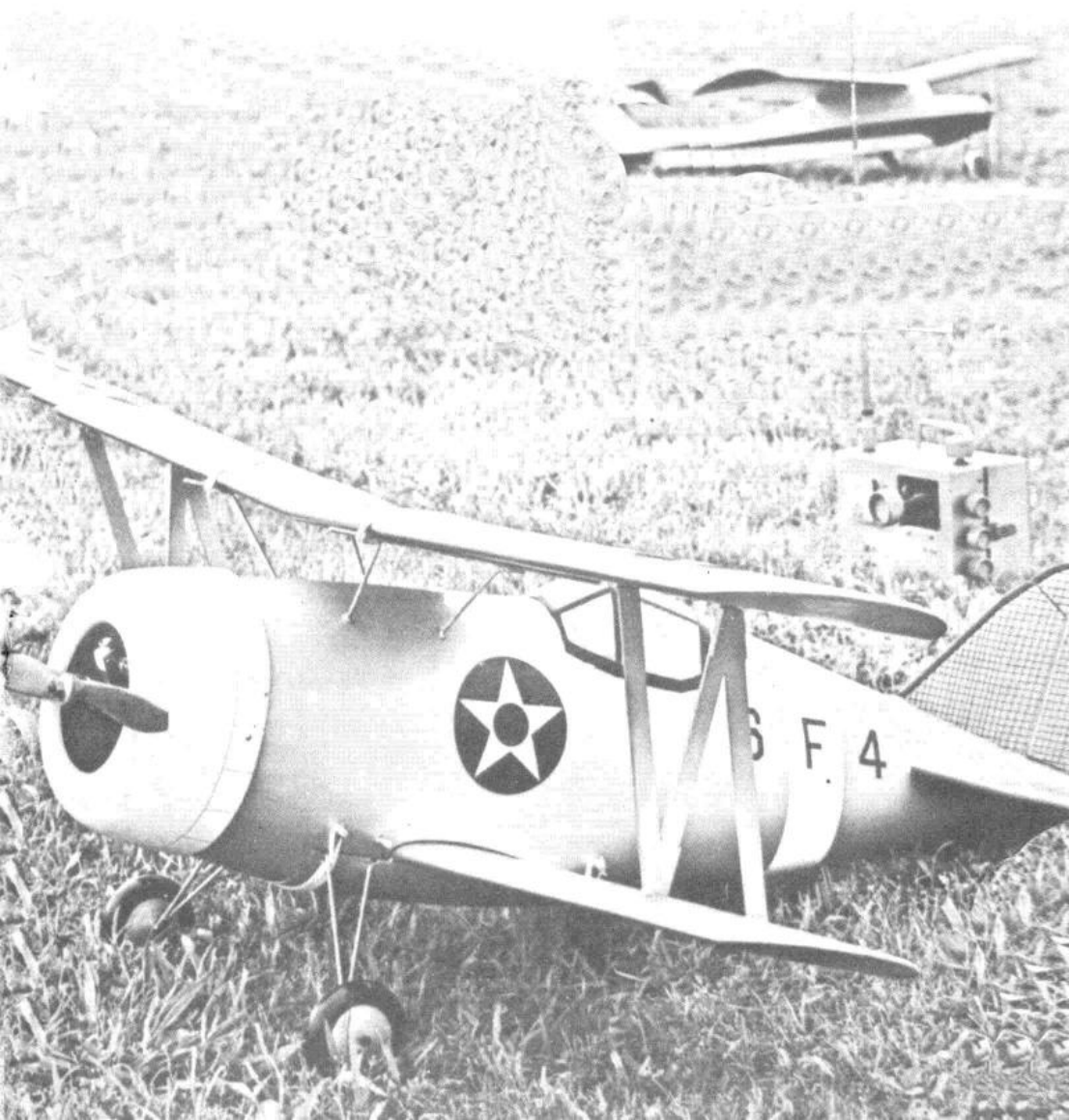
無線電控制設計 與製作圖解

李來發譯 / 正言出版社印行



無線電控制設計

製作圖解





無線電控制設計製作圖解

譯者：李來發

特價一三〇元

出版者 ☐ 正言出版社 ☐ 台南市衛民街三十一號 ☐ 郵政劃撥儲金帳戶三一六一四號 ☐ 電話 (〇六二) 二五二一五五 / 六號 ☐ 發行者 ☐ 正言出版社 ☐
發行人 ☐ 王餘安 ☐ 本出版社業經行政院新聞局核准登記 ☐ 發給出版事業
登記證局版台業字第〇四〇七號 ☐ 印刷者 ☐ 美光印刷廠 ☐ 台南市新和路一四號

69.3. 初版

譯 者 序

國內有關玩具方面的發展，已逐漸步入無線電控制的領域，因為無線電控制之玩具比一般玩具更具真實性，為一般人所樂於玩賞的。

本書係由日文書籍“圖解ラジユンの設計上製作”一書翻譯而成，書的內容舉凡日常較易接觸及製作者，由淺入深，均一一提及，且有關模型的製作，與控制線路之分析，亦均有詳細說明。對於無線電控制愛好者而言，是一本很好的參考資料。

本書翻譯係於公畢課餘，且匆忙付梓，舛誤在所難免，敬請諸先進及讀者不吝賜予指教，俾能藉以訂正。

譯者 謹識於台中

無線電控制設計與製作圖解 目 錄

第一章 前 言

第一節	無線電控制與模型	1
第二節	無線電控制之原理	5
第三節	無線電控制零件	10
第四節	無線電控制之分類	14
第五節	印刷電路板製作方法	16

第二章 汽車之無線電控制

第一節	模型之動力	21
第二節	三個電晶體信號接收機	24
第三節	接收機之裝配與馬達雜音	27
第四節	發射機及接收機之毛病與感度之增大	29
第五節	發射機	32
第六節	操縱的有關問題	36
第七節	天線回路	38
第八節	無線電控制之應用	40

第三章 R/C馬達玩具船

第一節	擒縱機 (Escapement) 與舵	43
第二節	與汽車使用相同發射機之馬達船無線電控制	45
第三節	浮力、舵及速度	47
第四節	4 個電晶體式單一頻率超再生之接收機	50
第五節	船體之組合	53
第六節	電池之電壓	55
第七節	信號之頻率數	56
第八節	發射機之裝配	58
第九節	信號開關	58

第十節	負載線圈	59
第十一節	三個電晶體接收機之應用	60
第四章	R/C電動式戰車	62
第一節	兩個電晶體之發射機	67
第二節	裝 配	70
第三節	接收機之裝配	73
第四節	電池支持座之製作	76
第五節	履 帶	78
第五章	無線電控制汽車之機械及 伺服機構之自製方法	79
第一節	伺服馬達	81
第二節	電阻耦合之三個電晶體接收機	83
第三節	電 驛	83
第四節	發射機之改良	86
第五節	底板製作	88
第六節	後車輪	88
第七節	前車輪	89
第八節	組合後之各種問題	91
第九節	雜 音	92
第十節	齒輪之知識	92
第十一節	折疊方法之應用	92
第六章	R/C引擎之飛機	94
第一節	4 個電晶體接收機	96
第二節	接收機之外殼	99
第三節	R/C 之裝載	102
第四節	機體內部之連接情形	105
第五節	發射機之一	108

第六節	發射機之二	111
第七節	發射機之組合	114
第八節	脈波產生器	116
第七章	R/C滑翔機	118
第一節	如何在滑翔機上裝載R/C無線電設備(1)	120
第二節	如何在滑翔機上裝載R/C無線電設備(2)	122
第三節	連接器	123
第四節	滑翔機專用之發射機(1)	125
第五節	滑翔機專用之發射機(2)	128
第六節	如何利用示波器調整發射機	131
第七節	無電驛式控制	132
第八章	R/C引擎船比例式之信號控制	133
第一節	比例式發射機	135
第二節	信號比例式控制回路(發射機)	135
第三節	信號比例式控制回路(調變回路)	138
第四節	信號比例式控制之使用情形	139
第五節	發射機之裝配	143
第六節	信號比例式接收機(高頻回路)	146
第七節	信號比例式接收機(低頻回路)	149
第八節	比例式控制用之伺服機構(類比用)	154
第九節	信號用伺服機構之動作情形	157
第十節	伺服馬達之機械結構	160
第十一節	VR之改造	160
第十二節	要點	161
第十三節	轉矩	161
第十四節	由類比式控制而進入數字式控制	164
第十五節	類比式控制與數字式控制之長處與短處	164
第十六節	類比式與數字式控制基本上是不相同的	165

第九章	引擎飛機上信號比例式	
	控制無線電機之裝配	166
第一節	信號比例式控制發射機之調整	167
第二節	信號比例式控制之接收機調整	171
第十章	4 頻道數字比例式控制器	174
第一節	4 頻道數字比例式控制器之發射機	176
第二節	鎳鎘電池	180
第三節	擁有兩個控制棒之發射機	182
第四節	1 個控制棒發射機之操縱	189
第五節	4 個頻道之數字比例式用接收機	192
第六節	4 頻道數字比例式控制之接收機製作方法	197
第七節	1 個控制棒之接收機	201
第八節	修整電阻	201
附 錄		203

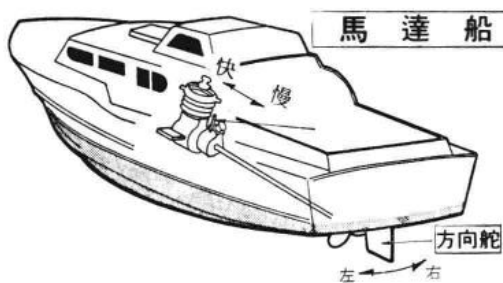
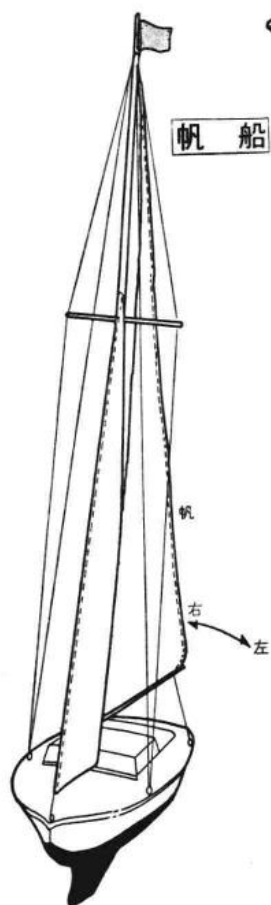
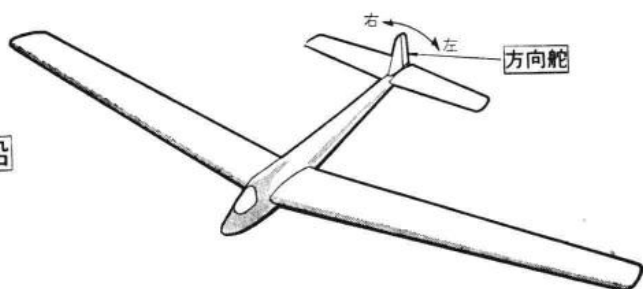
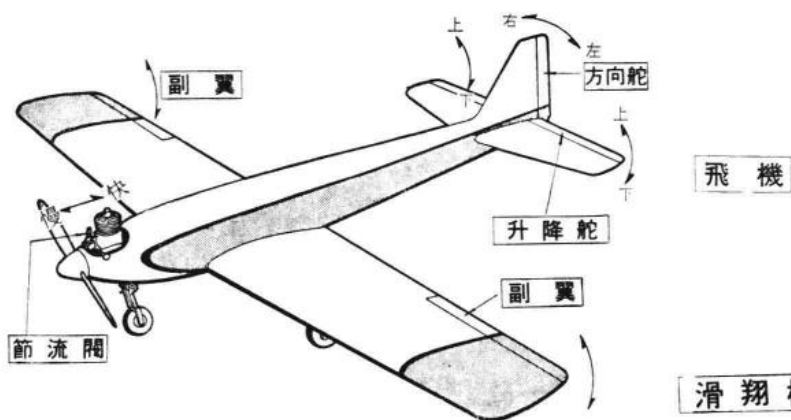
第一章 前 言

第一節 無線電控制與模型



雖然無線電控制器一般來說大致能裝置於模型內，但是無線電機的大小與重量，實為不可忽略之要素，故於設計時，一定要加以考慮。

當人們以無線電機操縱小型飛機模型時，爲了不使太大的接收機放置於模型內，故常考慮使用塑膠模型，並僅裝置單一頻道於其上；但若模型太小，亦常有無線電機無法裝置之現象，且過重之電池，亦無法裝置於其上。在一般常使用的模型中，無線電控制被採用時，因依個人的興趣不一，種類繁多，代表性的東西計有：電動船、汽車、戰車、飛機等等，雖然電車與火車亦可利用無線電控制，使其在軌道上行走，但是却已失去無線電控制之趣味性，所以在我們想製造的模型中，常包括有非常困難的無線電控制，就如火箭及直昇機等模型。爲何火箭模型甚難控制呢？主要原因爲速度太快，縱然可以無線電控制，但是在操作方面亦將非常困難；在直昇機方面而言，可由實際操作者談話中，了解其操作之困難，所以若以無



線電控制直昇機模型時，實為不簡單，因其可能遭遇到兩個難題：一為可變回轉翼，機械構造製作上非常困難；此外，在操縱方面也為其主要難題之一。話雖這麼說，但也許在近期內會有人能很熟練操縱，現在我們可在適當的無線電機，或伺服機構（ Servo Mechanism ）範圍內詳加考慮，並以例子繼續說明之。

如果購買塑膠模型之汽車，在一般情況下，其長度均為 15cm 左右，雖然此種模型之尺寸仍不失其趣味性，但是還嫌太小些，所以應以 20cm 以上之模型較佳，可是在此條件下種類既少，且價錢亦高，故於塑膠模型製作時，一定要審慎的選擇。在此所提及的汽車，大致上均為規格品，所以在感覺上應較為習慣，但也有金屬製之模型，例如以發條為其動力者，以飛輪或電池式馬達為其動力者，這些製品中常有較便宜，且較大型的，而且在分解時也非常簡單。

如果將此種製品加以改造，可製作成各種型式的無線電控制模型，在模型店所販賣的成品中，亦有專為設計無線電控制所製作的，如附有製置馬達的車體，若採用此兩種型式製造時，技術上將更為簡單，在無線電控制的汽車中，一般以使用馬達為動力者居多，而使用引擎者反而微乎其微，雖然製作時，將遭遇到上述之各種選擇上的問題，但在一般人的經驗中，均認為若能經由自己來設計製作車體或其他機械部份，將更使人感到興趣。模型的製作，應盡量要求與實物相仿，即使動作，亦應完全相似，譬如汽車之轉彎，需利用前輪左右擺動，同時也能前進後退等，當然模型在動作上的要求，亦應如此，方能令人覺得有趣。

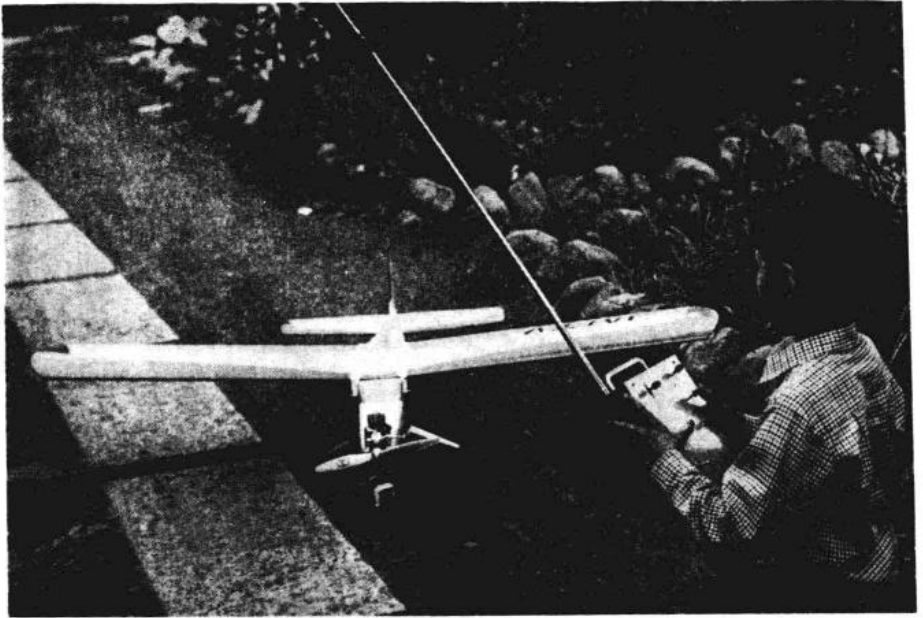
船亦為無線電控制所樂於選用的一種對象，船的種類非常多，本文內亦介紹數種，其中有塑膠製品及木製品，船體長度大約為 20 ~ 30 cm，馬達係利用電池為其旋轉之動力，並利用此動力帶動推進器者居多，此種類型能以無線電控制之，且在附有引擎之船體中，有競速用或長距離比賽用之馬達船，此種馬達船型體相當大，所以對於有大型體感覺之軍艦或航空母艦，或魚雷艇等之製造，仍有甚多人樂於對此類型之各種結構，更有特別苦心研究而製造出的結構，如電燈之點燈，汽笛或銅鑼之響聲，且利用泵浦將船內的水汲出者，更有附有充電馬達之引擎等等，在模型中，惟有馬達船方能使用最大之引擎！在機車中使用 50C.C 的引擎雖有之，但飛機及汽車迄今還未聽說過。

在較為特殊的場合下，熱愛坦克車的人也相當多，利用全部金屬製品，自作車體，而車體將成為許多複雜機械結構的裝載，齒輪大量的被使用，對於此種擁有機械美之坦克，往往引人喜歡，坦克車的操縱方法，在左右機械部份之個別動力，是使用一般的馬達，能做正轉及逆轉的控制，因為坦克車體型相當大，縱然在玩具裏，或是塑膠模型中，經常要預備有裝置兩個馬達及乾電池的所在。

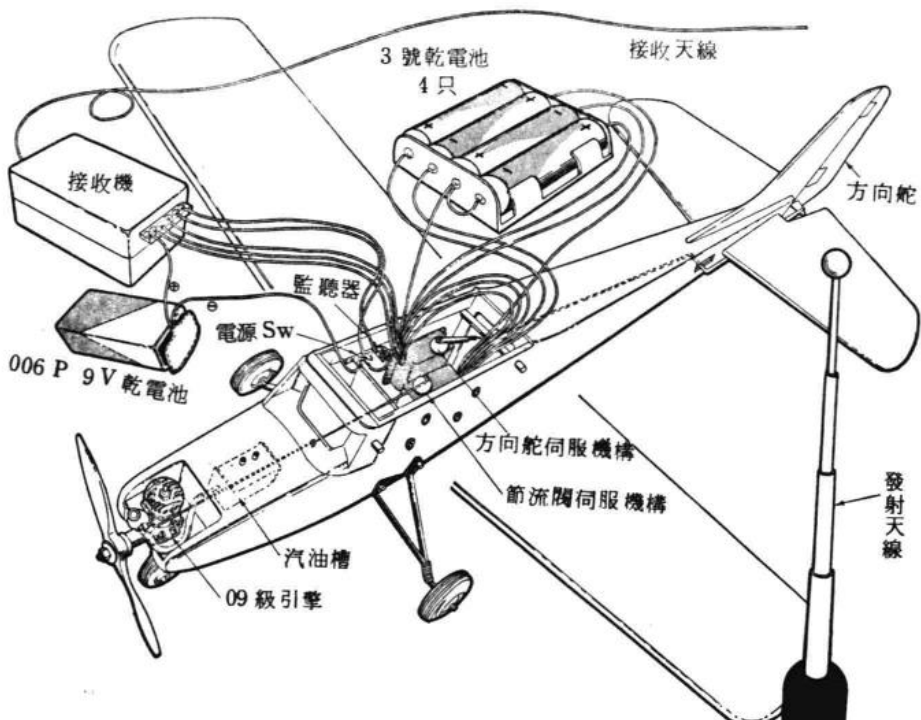
飛機為無線電控制中，最高級的花式型狀，計有標準型、站立型、速度型等，由個人嗜好而製造之，且在操縱方面各為有生氣，雖然自己未曾製作過，但是也應該見過飛行情形，即使僅看過，亦甚引人愉快的。無線電控制之飛機，除能使用引擎者外，其他如滑翔機，直昇機等，亦為人喜愛，所以常有許多競技之舉辦，例如空中照相，撒傳單，放降落傘，隱藏腳架之放置等等，加上很多的技巧，此為更上一層之無線電控制。

無線電控制可認為是一種相當完善且複雜的動作結合體，所以花費非常高，在此所考慮的，均以自己想操縱的為目的，所以體型之大小需加以考慮，特別對飛機之控制情況，除了大小以外，重量及重心點亦需考慮，如忽略的話，縱然在地面上能很精巧的動作，但在空中却無法辦到，甚至於可能成為無法離開地面的無線電控制。依據模型與無線電控制之組合，可以做成各種之控制，但是舉凡從設計至製作為止，實際上最引人興趣的，應為試行運轉的時候，因為惟有經過此階段，方能明瞭設計上各種動作之可行性，此時各部份電池亦需加以測定，這種測定非常重要，也許負荷太重，或因為要使油乾淨，而使電流增加，則電池之壽命因而減低，此均為無線電控制時間意外減短的原因。緊接著為距離的測試，此為實際問題之試驗，從飛機飛行開始，距離即無法維持一定，所以地面上之距離測試一定要試驗的，縱然以最簡單的信號控制，亦需在200公尺左右之地面距離施行之，在距離測試中，通常應以兩人手持信號同時試驗，此時若使用小型無線電機，則常因電波干擾而引起誤動作，所以無線電機使用時，一定要確實注意，為避免干擾起見，利用無線電控制的場所，必須加以選擇。附有引擎的飛機或裝有馬達的船，速度均非常快，且力量亦大，故危險性亦有之，其他有雜擾的情況亦需注意，如未加注意，常有危險發生，所謂含有雜音地區者，就如道路上汽車較多的地方，有高壓線通過的地方，工廠的旁邊，或變電所附近等。

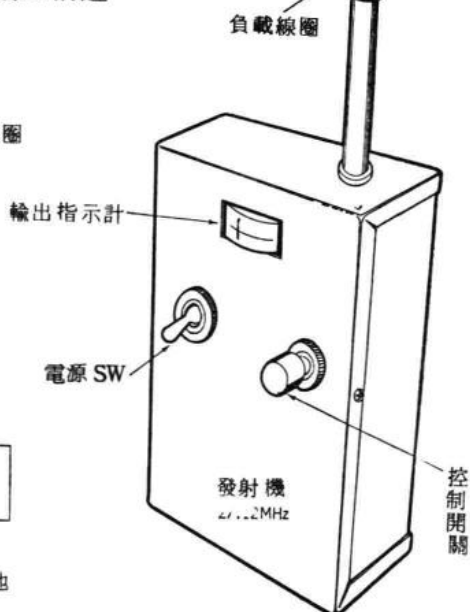
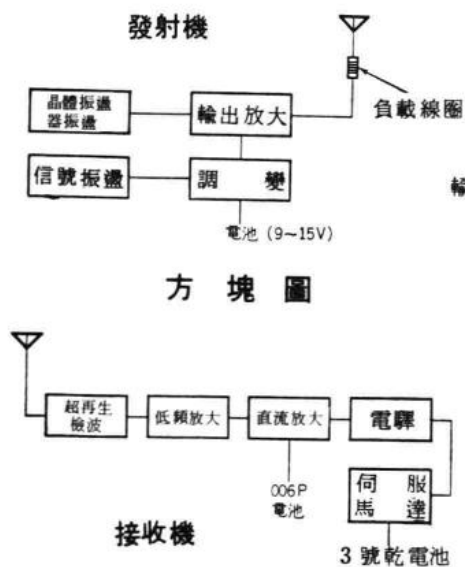
第二節 無線電控制之原理



無線電控制的原理，主要依據場所之需要，及動作之期望，其方法可以做適當的變化，由此更可知：雖稱之為原理，但是却不是惟一的，各種不同的方法可應用各種不同的原理，現以代表性的事物來考慮之，如有一物體被放置很遠，以手無法觸及，而却能將其移動之情況下，其移動的力量，可能是利用馬達，或是彈簧的力量，或使用油壓，或利用其他型式之力量，若此力量為馬達的力量時，遠方的開關非閉上不可；若為彈簧，則遠方所預儲之彈力，必須有釋放的力量；若為油壓，則壓力能送至遠方為其必要條件。所以若為開關，應有長的控制線接到手上來控制，如使用彈簧時，釋於其貯存彈力者必為機械性質的棒狀物或線狀物；且若為油壓時，則必有傳送壓力之管道。總之，上述這些情況雖似遠離被控制體，但是控制體却與控制者之間，仍有東西相連接，若都如此，則月球火箭便為不可能之事，故此時需改為無線控制，因此開關必須以電驛替代，此種電驛能以遙控使其動作，此種電驛常與接收機連接在一起，故可以發射機之信號來控制電驛動作。



代表性的信號R/C控制飛機之構造



基於上述理由，若使用電波來控制時，則眼睛能看到而不相連結之相離兩點間，電波可以完成所欲達成之控制目的。在此再做更進一步的探討，正在動作之電驛，可使馬達動作，馬達動作，物體即可動作，當手上之發射機信號停止時，馬達將隨之停止，此處爲了使馬達能正確的動作及倒轉，所以必須要能夠停止之裝置，或是當電波停止時，能自動轉回原來情況的馬達，亦爲必要的，這種馬達，均可稱爲伺服馬達，伺服馬達在無線電遙控中，扮演非常重要的一個角色。

雖然僅以言語表達，讓人覺得無線電控制非常複雜，故現在先以大家覺得有趣的無線電控制飛機之分解圖爲例，一面看一面說明之，此種飛機爲信號式控制式之無線電控制飛機。所謂信號，即爲發射機所發射僅有一個頻率之調變波，且在伺服機構裏，如給予少量的動作，則各種動作可重複操演。所謂無線控制，其意義應爲：以無線電來操縱舵或引擎動作，在飛機機體內方向舵的動作方法，係以操縱桿做前後動作，以便控制方向舵自由的左右揮動，（請參考圖），而實際的飛機與上述之模型結構大致相仿，其區別僅在實際飛機是以人在機體控制操縱桿；而模型中却以無線電來控制之。而推動的力量，以彈簧或馬達的力量爲主，在無線電控制中所使用之馬達常爲伺服馬達，特別使用在信號控制時的馬達，此種馬達稱爲信號伺服馬達，且在小型之信號機裏，常有人愛用擒縱機（Escapement），此種方式其主要動力來源，係爲橡膠或彈簧之彈力。所謂擒縱機，即將橡膠或彈簧之力預存，然後與發射機所送出的信號互相配合，即可做小間隔逐次的恢復原來的動作，且一個接一個往復動作，總而言之，當擒縱機的小間隔逐步被解開時，飛機的方向舵或左或右，或中央的擺動，此爲操縱的必要條件。

雖然對擒縱機將於其零件說明之處將予以詳盡的敘述，但是所謂橡膠或彈簧之力量，一小間隔一小間隔的被釋放之方法，實際上是靠電驛來動作的，而此種電驛感度非常靈敏，且與真空管或電晶體之輸出部分相連接，依輸出信號變化而動作，故此處所謂接收機，實爲3石或4石之超再生檢波晶體回路構成，此接收的方法廣泛的被運用，近距離傳送用無線機雖與超再生檢波器大致相同，但是由於感度非常靈敏之零件非常少，所以小型、輕巧、高感度之無線電操縱器製造上非常便利。

接收機接收發射機信號之方法，是以2~3石之回路接收之，而發射

機爲電波發射的地方，此種電波經常載有聲音的頻率，此種載有音頻的電波，稱爲調變波，非常的有用。總之，此種音波能使擒縱機之接收機接收後動作，電波經常使用晶體振盪器振盪，非常安定，然而所振盪出之頻率，經常爲市民所使用之電波頻帶之 27MHz，晶體振盪器常爲無線電波決定頻數之基礎，即使於簡單回路內，此頻率數亦非常正確，縱然溫度或電壓變化，會引近極微小的變化，但是若使用於無線控制，則不會有問題發生。

調變之音波常被使用的爲 300Hz ~ 800Hz 左右（中心頻率爲 500Hz 左右），此種音頻可利用電感器、電容器組成之 L.C. 回路，或電阻與電容組成之 RC 回路，做爲振盪回路，而振盪出來的，此種被調變之音波，發射出去後，可由接收機之天線進入檢波回路，在接收機內可利用檢波回路將此調變波中含有之音波分離出，使電波消失而僅存 500C/S（HZ）之音波，此爲檢波之步驟，此種音波可使電驛動作，在此處利用檢波所得之音頻加以放大至所供給之電力，能使電驛足以動作爲止。爲了完成此種回路，需要有 2 ~ 3 石之電晶體，所以一個接收機最起碼之條件，應具備有 3 ~ 4 石之電晶體。

在含有電波之調變波進入接收機的時候，電驛動作，而相反的亦可利用電波停止，使電驛回復原狀，在這兩種動作之間，擒縱機之掛鉤由於一個接一個的間隔移動，而轉回兩個間隔，依掛鉤之結構，在間隔移動時，可使方向舵依左、右、中間等順序動作，所以飛行的飛機，可使方向舵的動作與操縱相互配合，此爲最初步的無線電控制情形，如果將此種情況，以較爲複雜的方式設計時，將成爲複合式或比例式的控制，此種複雜的操縱裝置，大致之情形如何？當然不只以信號控制方向舵而已，升降舵及副翼，引擎之快轉與慢轉，均應包括在內，故無線電機結構將因而複雜，且不只飛機遭遇到此種狀況，船及汽車或各種需要自由控制之所在，複雜之無線電機控制仍屬必要。

複合式頻道之無線電機，對於單頻道無線電機而言，使用範圍較廣，因爲它能於多頻道中動作，頻道最多的可至 12 個頻道。其他高級品中尚有比例式（Proportion）無線電機，此種無線電機之操縱裝置，能使被控制者依比例做相同角度或距離動作。

比例式爲無線控制中最高境界，且其價錢亦高，而其技術亦甚爲困難

，所以本書內僅代表性的介紹兩件，比例式之模型動作情形與實物非常相似，且非常優美，這是熱衷此道者所誇讚的，現在已成為比例式控制時代，複合式控制已逐漸被淘汰啦！