

董炯明 编著 · 万里书店出版

The Fundamental of R/C Model Airplane

遥控模型飞机入门



遙控模型飛機入門

董炯明編著

香港萬里書店出版

前 言

人類今聞上太空！在這科學技術日新月異的時代，無線電遙控技術正在成爲一門重要的學科。它的應用日漸廣泛，甚至已滲透到青少年兒童的玩具上面來了。

在過去的日子，自己動手裝配一架模型飛機能夠飛上天空，已屬一件非常了不起的壯舉；如今仰賴於無線電遙控技術，可以隨心所欲地控制模型飛機在三維空間中自由翱翔，這對於廣大的青少年來說，實在是太富於魅力了。

本書向模型愛好者詳盡地提供了有關遙控模型飛機的基本知識、製作方法、操作技巧，以及注意事項等。文字淺顯，圖文並茂，實用性強。

如果本書對愛好遙控模型的青少年朋友有所裨益，並爲模型遙控這一項有益身心的活動在本港的普及起到一點推波助瀾的作用，將使筆者感到萬分的榮幸。

董炯明

遙 控 模 型 飛 機 入 門

董 炯 明 編 著

香港万里书店有限公司出版
广州 光 華 出 版 社 重 印 發 行

目次

前 言	I
第 1 章 遙控飛機的樂趣	1
1. 製作之樂、飛行之樂、觀賞之樂	1
2. 什麼叫做無線電遙控	5
3. 無線電波	6
4. 遙控飛機的構成	8
5. 材料、零件及購買時的注意之點	12
第 2 章 遙控裝置	16
1. 遙控裝置的方式	16
2. 什麼叫比例式控制方式	17
3. 裝置的原理與實際	19
4. 干擾電波的影響	26
5. 比例式控制器的選擇方法	27
6. 使用比例式控制器的注意之點	29
第 3 章 模型用引擎	33
1. 引擎的種類	33
2. 輝光引擎的構造和動作	35
3. 燃料與引火塞的選擇	38
4. 引擎的正確使用方法	41
5. 消音器	51
第 4 章 機身的製作	53
1. 容易飛行的機身 (入門機)	53
2. 引擎、螺旋槳與機身的關係	58
3. 材料與工具	61
4. 機身製作的順序和注意之點	71
5. 裝備的搭載	89
6. 自製時應該注意之點	97

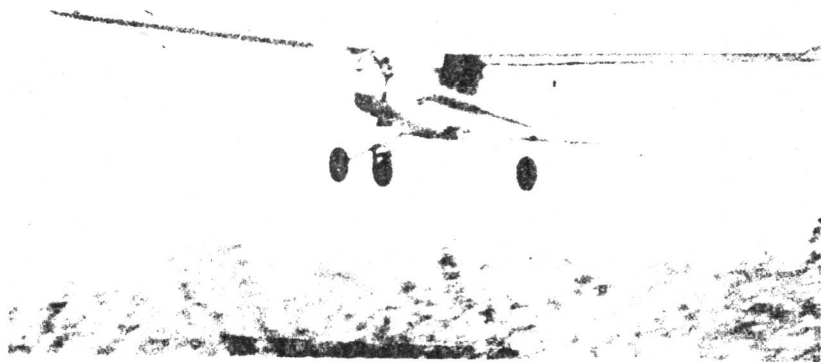
第 5 章	飛行和操縱	100
1.	飛行前的準備.....	100
2.	起 飛.....	106
3.	試驗飛行及“脾性”的修正.....	114
4.	水平直綫飛行、旋轉飛行.....	120
5.	着 陸.....	122
6.	幾個注意事項.....	127
第 6 章	故障對策與安全飛行	129
1.	引擎故障.....	129
2.	控制系統故障.....	130
3.	伺服機異常.....	133
4.	干擾引起的障礙及其對策.....	134
5.	比例式控制器的修理.....	136
6.	安全對策.....	137

第1章 遙控飛機的樂趣

1. 製作之樂、飛行之樂、觀賞之樂

一架飛行中的無線電遙控模型飛機，常會吸引途人駐足觀賞，心往神馳。但它與自己親手裝配和操縱相比（照片1-1）就顯得微不足道了。

無線電遙控模型包括有遙控汽車、遙控船艇、遙控飛機等多種，但最受歡迎的自然還是遙控飛機，這恐怕與每個人從童年時代開始就憧憬遨遊太空有關。



照片1-1 正在飛行中的無線電遙控飛機



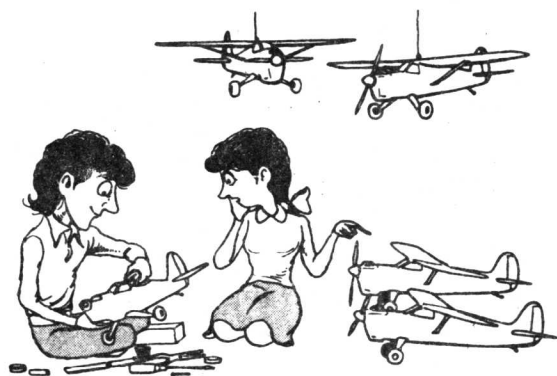
初次操縱遙控飛機，免不了會產生麻煩

遙控飛機的愛好者也有各種類型。有的致力於製作，對於操縱飛行並無濃厚興趣，有的則將製作方面的工作借諸於他人之手，自己專心於操縱飛行。

初次操縱遙控飛機時，飛機墜落或撞到障礙物幾乎是不可避免的，但稍具經驗後，即能隨心所欲地操縱飛機在空中自由飛翔和安全著陸。

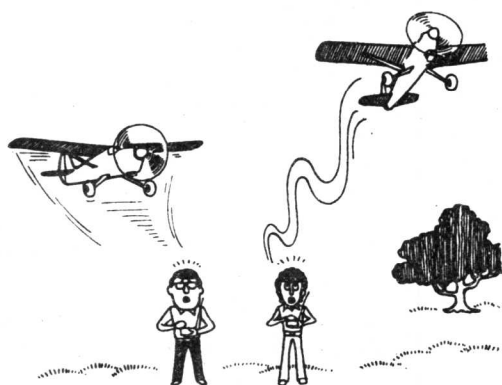
製作遙控飛機，除飛機機身之外，尚需配備發射機、接收機和伺服機構等。這些設備除了那些對遙控飛機有特別高要求的人（所謂“發燒友”）之外，通常均可在模型店中購入成品。也有連機身也具備的成品，但因售價高昂，況且初級練習機機身的製成品極少見到，一般都是自己製作。就自製而言，精於此道者能夠自行繪製設計圖，收集材料和零件，然後裝配成機。而初入門者只能利用配套零部件組裝飛機，不過比買全部裝好的現成模型飛機，還是便宜得多。

只要小心謹慎地製作，裝配而成的機身便不會偏離原設計圖太遠，也不用擔心飛機不能起飛。為了盡快掌握製作和操縱技術，最好連續地製作同一型式的機身。這樣即使飛機意外墜落受損時，主翼或機身其他部件往往有一些並沒有受損，可以拿來重新使用。同一類型的機身具有大致相同的特性，有利於較快掌握製作和調試的要領以及操縱方面的技巧。



連續製作同種類機身是盡快掌握製作和操縱遙控飛機的捷徑

同樣零部件裝配的遙控飛機，
“脾性”也可能完全不同



當然，即使用同樣的零件，通過同樣的工序裝配而成的機身，也不可能做得完全相同，因而在性能上必定存在若干差異。舉例來說，以主翼而言，左右翼的扭曲程度與斷面型式就難於做得完全相同，主翼的安裝角度相對於機軸必須保持在 $0 \sim 2^\circ$ 的範圍內，但稍一疏忽，就難以達到圖面上的要求。

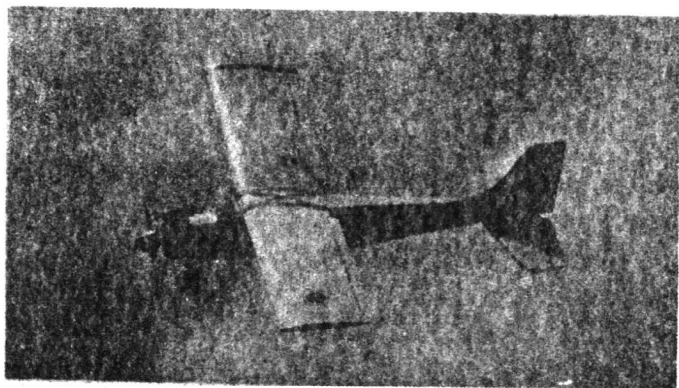
這些製作上的差異在飛行時就以獨特的“脾性”體現出來，不過在普通飛行的場合，尚不至於產生大的問題。就算主翼嚴重扭曲的機身，經調整後仍能飛行。不過在引擎轉速降低的時候，“脾性”的影

響就明顯起來了，使着陸一類的操作變得相當困難。

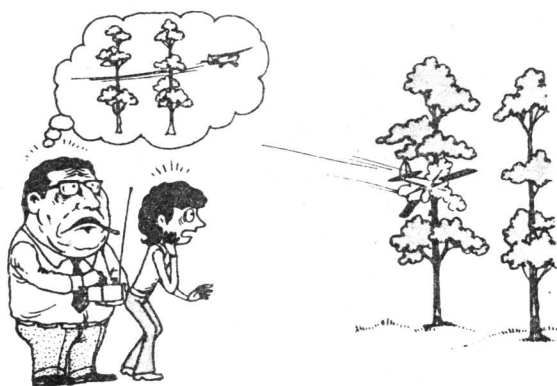
製作一具塗上光滑悅目的油漆，研磨得閃閃發亮，操縱靈活，又能安全着陸的無論在空中或在地面都引人觀賞的遙控模型飛機，這無疑是每個模型愛好者的理想。為此，製作者必須下一番苦功，而且還要對機身油漆工作有深刻的認識，以便收到停則悅目，飛則耀眼的效果。（照片1~2）。

操縱遙控飛機絕不是一件困難的事情，熟悉一段時間即能上手，與學習駕駛汽車的情況差不多。兩者的不相同處在於：模型飛機製成後未必馬上就能在空中自由自在地飛行，通常需要一邊修整飛機的“脾性”，一面反覆試飛，最終達到較為穩定的飛行狀態。遙控操縱中最為困難的是定點着陸。當在空中自由飛翔的模型飛機安全降落地面，那份充實感或許正是玩遙控飛機的最大樂趣之所在。

關於玩遙控飛機的樂趣，雖然每個人各有不同的感受，但不論是誰，都可以體會到身處野外的超脫塵世感和伴隨每一次飛行所帶來的驚險緊張感。從飛機離陸，在空中飛行，直至返回地面的全部過程，即使由老手操縱，也不可能做到兩次都是相同的飛行模式。所以，愛好此道者希望在世界錦標賽上一比高低。這意味着每一次飛行都須小心謹慎，始終保持一種初學者的心境。



照片1-2 翱翔在藍空中熠熠生輝的遙控飛機



老手也做不到兩次飛行保持相同的模式

2. 什麼叫做無線電遙控

用無線電操縱模型的方法叫做無線電遙遠控制，簡稱遙控。

遙控的歷史一直可以追溯到二次大戰以前。不過，當時因為玩無線電遙控面臨複雜的法律手續，而且控制設備的可靠性又實在太低，所以未能推廣開來。

二次大戰後出現了利用綫控（U控）方式操縱飛機的上下方向，這種綫控方式迄今盛行不衰，但由於行動半徑是一定的，不能在空中自由在地飛行。

不久，無線電遙控技術終於滲透到玩具行業。無線電遙控，顧名思義，是利用肉眼看不到的無線電波對模型進行遙遠控制。控制信號的傳遞不像操縱汽車手柄那樣需要直接控制，所以不用化很大手勁。但在飛機方面，由於接收到的電信號必需變換成機械動作，所以裝置必需具有很高的可靠性。

正因為要求高可靠性，雖然無線電遙控技術的歷史是相當長，但出現價廉而實用的裝置則是最近幾年的事情。科技工作者特別在研製將電信號變換成機械動作的裝置上面下了許多功夫。半導體及集成電



所謂比例控制方式，是使飛機做出的動作與操縱者的手的動作成比例

路（IC）的出現，對大大促進裝置的小型化和提高可靠性起了極大的作用，其結果是產生了小型、輕量、高可靠性的所謂比例控制方式。

這種比例控制方式，作為接受信號方面的飛機的舵和引擎的動作，能夠隨控制方面、也即操縱者的手的動作的變化而變化。

飛機除了應能向左、右方向及向前運動之外，還必須能夠做上、下方向的運動。對船艇或汽車來說，僅僅是平面上的控制，即使裝置出了故障，也無非是停在出故障的地方而已。但對飛機來說，一旦裝置出了故障，馬上就翻筋斗墜落下來，如果水平方向的穩定度良好的話，可能滑翔很遠距離，甚至不知道它落到何方。

3. 無線電波

無線電遙控裝置因為需要使用無線電波段，所以它受到電波法律的制約，不能隨便使用任何頻率的無線電波段，發射機的功率也受到限制。在日本，允許無線電遙控使用的無線電波的頻率如表 1-1 所示。市場上可以買到的任何一款無線電遙控裝置都使用其中的一個頻率。在這裏面，實際使用的以 27MHz（兆周）頻帶的 6 個波段和 40MHz 頻帶的 2 個波段為主。如果有兩台發射機在相距較近的地方發射相同頻率的無線電波控制模型飛機時，相互之間將產生干擾，由於無法正

常操縱模型飛機而導致飛機墜落。所以在實際發射信號時，在發射機天線的前端必須掛上用顏色表示不同波段的彩色條帶或旗幟（參見表1-1），方便相互識別。

如果使用13MHz的頻帶，為了使控制裝置具有較高的效率必需增加天線的長度，而且它的第二高次諧波已經進入27MHz頻帶，有產生干擾之虞。鑒於以上兩個原因，實際使用上很少採用13MHz頻帶。

無線電遙控中最為常用的27MHz頻帶由於和市民波段的作無線電收發通信用的頻帶是共用的，當兩者互相產生干擾時，就會頻繁地產生飛機墜落等意外事故。對此，必需引起應有的注意。

遙控用的無線電波的允許強度規定為距離發射機500m（公尺）以外的接收機所接收到的信號強度應在200μV（微伏）以下。另一方面，遙控接收機的天線長度只有70cm左右，過於微弱的無線電波信號

表1-1 無線電遙控電波的頻率（日本）

(a) 法律規定的
允許無線電
遙控使用的
無線電頻帶

頻帶 (MHz)	頻寬 (MHz)
13	13.560 ± 0.00678
27	27.120 ± 0.16272
40	40.680 ± 0.02034

(b) 頻率與旗幟的顏色。

通常以彩色條帶作為旗幟掛在發射機天線前端。

	發射機用晶體	接收機用晶體	旗幟顏色
27MHz 第1波段	26.995MHz	26.540MHz	茶 色
第2波段	27.045MHz	26.590MHz	紅 色
第3波段	27.095MHz	26.640MHz	橙 色
第4波段	27.145MHz	26.690MHz	黃 色
第5波段	27.195MHz	26.740MHz	綠 色
第6波段	27.255MHz	26.800MHz	藍 色
40MHz A波段	40.665MHz	40.210MHz	桃 色
B波段	40.695MHz	40.240MHz	白 色

它就接收不到。所以，在遙控裝置之間，通常只要離開如圖1-1所示的1~1.5km（公里）的距離，雙方就不會產生干擾現象。但在實際操縱時，當模型飛機離開操縱者300m的距離時，飛機看起來只有豆粒一般大小，對初學者來說已難於安全操縱了。再說，還有空氣流（風）的影響，嚴重時會使操縱失靈。為了保證模型飛機進入（後面將要敘述的）亞點區域時的安全，最好將接收機的靈敏度作適當提高。無線電遙控電波的傳播距離在空中可達800~1,000m左右，但在地面上，即使是平坦的地面，也只能達到300~400m左右。

在美國，規定72MHz頻帶專門供遙控飛機使用，但在香港迄今尚沒有為遙控飛機專設的使用頻帶。為了安全起見，最好能夠設置專用頻帶。

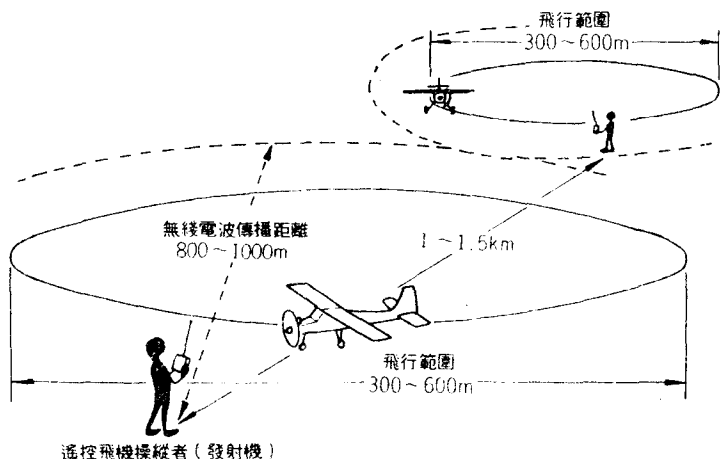


圖1-1 無線電波傳播距離和實用上的飛行範圍

4. 遙控飛機的構成

在這裏，先向讀者簡單介紹一下模型飛機的構成。從外觀上來看，根據主翼的位置可以分成高翼機、肩翼機、中翼機、低翼機四種

(見圖1-2)，此外還有複翼機。圖1-3是從機身外部可以看到的各部份的名稱。圖中畫出的是具有前輪架的三輪式飛機，但也有無前輪架的二輪式飛機，在後者的場合，在機身尾部下端裝着尾輪。遙控飛機多數採用三輪式，這樣方便離着陸。

遙控飛機的基本操縱動作如圖1-4(a)所示，主要作上下和左右兩個方向的動作。較為詳細的來說，是由同圖(b)、(c)、(d)三方面的操作綜合而成爲圖(a)所示的兩個方向上的操縱動作。

現在讓我們來考慮一下主翼上反角爲 0° 的飛機。爲了使飛機向右轉，雖然將方向舵往右偏，但是機首略爲向右方偏過一點後仍按同一方向繼續向前飛行，我們把這叫做側滑。爲此，如圖1-4(c)所示，操縱副翼(左、右副翼的動作相反)，使右面的主翼下傾，左面的主翼上傾，這樣一來，飛機就開始向右旋轉了。其實，即使不偏轉方向舵，僅僅操縱副翼，也照樣能夠使飛機做旋轉運動。如此說來，沒有方向舵好像也沒有什麼大不了。但在實際上，由於種種理由，方向舵有存在之必要。

接下去來看飛機上升的情況，這時候就需要操縱升降舵了，如圖1-4(d)所示。不過升降舵無非是用來決定機首向上或向下而已，實際的上升或下降主要靠增減引擎的推力來達到。

誠然，升降舵上偏時機身向上升飛，但與此同時必定會降低速度。反之，如果升降舵下偏，機身隨着下降，但與此同時，速度迅速

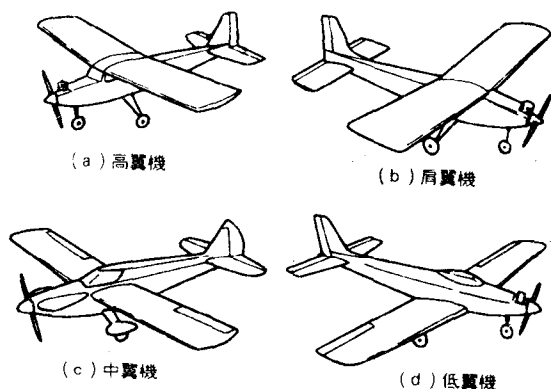


圖1-2 根據主翼位置分類

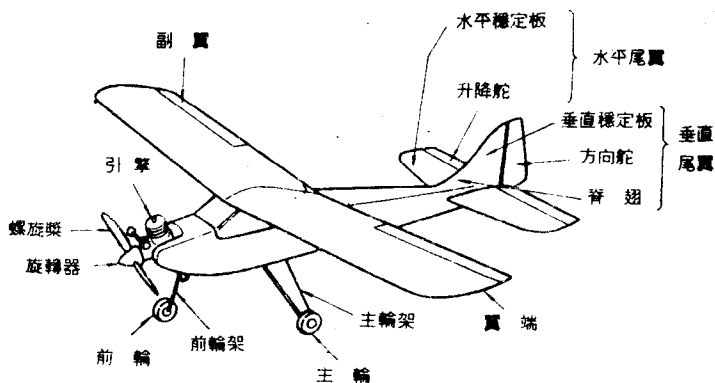


圖1-3 飛機各部份名稱

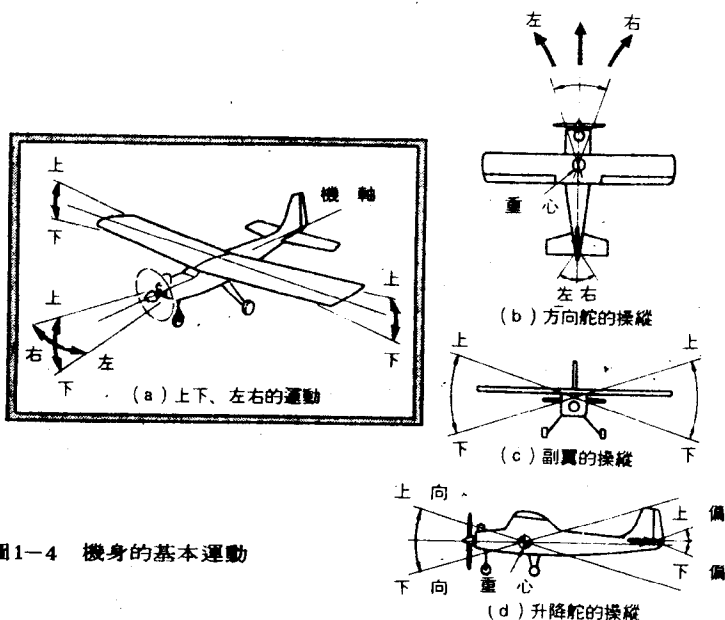


圖1-4 機身的基本運動

增大。顯然，僅僅依靠操縱升降舵是無法安全著陸的，必須同時減低引擎的轉速才行。

如上所述可知，操縱上反角為 0° 的模型飛機，最低限度需要具有能發出4個信號的系統（4波道）。所以，爲了提高飛行穩定性，飛機主翼通常採用相當程度的上反角，如圖1—5所示。具有上反角主翼的飛機，只需操縱方向舵就可以作充份的旋轉。我們把這種穩定性叫做獨立穩定性。對這種飛機來說，只要配備具有3波道（其中一個波道用來操縱副翼或方向舵）的控制器即可進行有效的遙控。這對入門者而言，既便於製作，又便於操作。它的缺點是旋轉時的飛行稍顯不太靈活，不過從觀賞的角度來說，在地面上是看不出的。

圖1—6表示了4波道操縱機構。作爲3波道使用時，發射機左側操縱桿的左右方向不起作用。

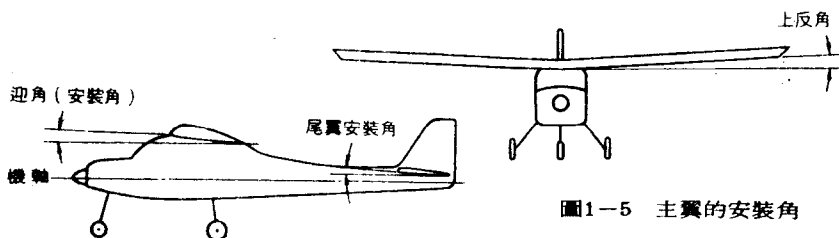


圖1—5 主翼的安裝角

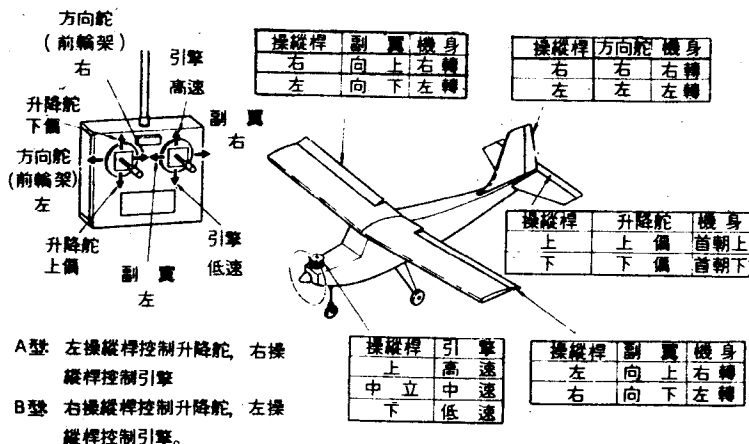


圖1—6 操縱機構

5. 材料、零件及購買時的注意之點

製作遙控模型飛機以及操縱遙控模型飛機所必需的材料和零件，大致上可分成：機身製作材料、無線電控制裝置（比例式控制器）、裝配工具、飛行時使用的用具等。其中最為主要的如照片1—3所示。

對初入門者來說，將零件裝配成機身也是不困難的。裝置與零件用不着一次就全部買齊，特別是製作用的工具，只需要選購必要的工具就可以了，選購機身零件時，同時也應考慮選擇合適的入門用引擎。

（1）比例式控制器

目前，比例式控制器的主流是4波道比例式控制器。雖然對入門者來說，3波道已足夠應用，但考慮到將來的進一步發展，最好購入由4個波道和3個伺服機組成的比例式控制系統，必要時再添買一個伺服機作為預備。如果購入的是4波道4伺服機的控制器，那麼其中一個伺服機可以作為備件。

隨着比例式控制器的大量製作，它的可靠性越來越高，控制性



照片1—3 製作遙控飛機必需的零件和材料（其他尚需要製作調節桿及推桿用的棒材）