

980



模型飛機原理與構造

朱寶流等著

人民體育出版社

模型飛機原理與構造

朱寶流等著

人民體育出版社

一九五五年·北京

模型飛機原理與構造

內容提要 本書繼「簡易模型飛機原理」之後，進一步將空氣動力學應用到模型飛機上，詳細說明模型飛機昇力和阻力的基本觀念；機翼的空氣動力性能；模型飛機的平衡和安定；以及構造等方面的問題。可以幫助大家學習到航空的基本原理，結合原理去進行調整和飛行，藉以提高模型飛機的飛行成績。並且可以作為初步設計的參考。

本書是用通俗易懂的文字寫成的，很少用公式。適合高中或相當文化程度的航空模型愛好者閱讀，同時也是初中航空模型組輔導員的一本很好的參考書。

說明 這本書的第一、二、三、四章是朱寶流同志編寫的，第五章是萬永熙、張國禎和譚楚雄三同志編寫的，第一章第一節是李茂芸同志編寫的。全書的插圖是陳伯達同志繪製的。

書號 81 軍發 7 2 開本 67 千字 128 定價頁

著者	朱寶流等
編輯者	中央國防體育俱樂部
出版者	人民體育出版社 北京八面槽
發行者	新華書店
印刷者	北京建國印刷廠

印數1—3,500冊 一九五五年一月第一版
每冊定價 3.40元 一九五五年一月第一次印刷
(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四九號)

目 錄

第一章 緒論	I
第一節 前言.....	1
第二節 基本術語和計算.....	4
第三節 基本物理概念.....	10
第二章 空氣和空氣動力	14
第一節 空氣的性質.....	14
第二節 空氣動力.....	18
第三章 機翼	31
第一節 翼型.....	31
第二節 機翼的平面形狀.....	39
第四章 平衡和安定性	42
第一節 平衡.....	42
第二節 安定性.....	54
第五章 模型飛機的構造	66
第一節 機翼的構造.....	66
第二節 尾翼的構造.....	82
第三節 機身的構造.....	85
第四節 起落架.....	91
第五節 蒙皮.....	102

第一章 緒論

第一節 前言

隨着科學的發展，人類已經佔領了天空，可以像鳥一樣的在天空飛行。現代的飛機能夠飛到一萬公尺以上的高空，飛得比聲音更快，還可以飛達一萬多公里遠！

我們的祖國有着悠久的文化，在歷史上出現過許多偉大的思想家、科學家、發明家和軍事家。他們對於航空科學也有傑出的貢獻：遠在二千多年前戰國時代著名的科學家公輸般曾製造過用竹木等原料作成木鵲，在天上飛了很久，這就是現代滑翔機的始祖，是人類走向飛行的第一步；在元朝時代已經發明了「孔明燈」，這是最早的自由氣球的雛型；到明朝已發明了竹蜻蜓即飛螺旋，這是世界上第一架直昇機的雛型，同時也是螺旋槳工作原理的最早應用；宋朝時代發明了火箭，是當時戰爭中很有力的武器，這是噴氣發動機的始祖。但是這些發明創造由於長期在封建統治下沒有得到進一步的發展。今天，我們祖國需要建設航空事業，我們偉大的毛澤東時代已經為每一個人民創造了無限發揮自己智慧和才能的優越環境和條件，我們確信：新中國的航空事業將會飛速地發展起來。

解放四年以來，我國已經有了一支強大的人民空軍，成為保衛祖國安全、保衛世界和平的堅強力量！出現了像張積慧、趙寶桐、劉玉提、魯珉等英勇無敵的空軍英雄。這是值得我們自豪的！但是我們還不能因此而滿足，為了實現國防現代化、

爲了進一步發展國民經濟，我們還要加緊的、不斷的努力，使祖國的航空事業得到進一步的發展和強化，得到更加鞏固和源源不斷的補充。

航空模型運動和航空事業有着密切的關係。正如蘇聯元帥伏羅希洛夫同志所說：「航空模型運動是培養大批航空指揮員和工程師的第一個階梯」。的確，開展航空模型運動可以爲祖國的航空事業培養強大的後備力量！通過航空模型運動可以學習到航空的基本理論、一般的航空常識、航空的發展和科學家英雄人物事蹟；可以學習到航空模型的製作和設計；通過航空模型運動可以幫助我們更深刻地認識航空和航空事業，培養我們熱愛航空、熱愛人民空軍和逐步樹立準備獻身於祖國航空建設事業的理想；可以擴大我們的知識領域，提高我們對於勞動的認識，並從中獲得一些基本的勞動技巧；同時，它也是一項良好的科學文化活動，可以充實和豐富我們的生活和學習。

在蘇聯，航空模型運動已經廣泛而深入地開展起來了！航空模型愛好者不僅遍及到各個中心城市，而且散佈到廣大的農村和遙遠的邊疆；蘇聯的中小學校、兒童之家、青、少年技術站、俱樂部等各個青少年活動的場所裏，都設有航空模型運動小組。許多從前的航空模型愛好者，現在我們可以在飛機的駕駛艙裏、航空學院的講壇上以及設計局的桌子旁邊看見他們，其中有不少的人已經成爲斯大林的獎金獲得者；從「模型飛機到滑翔機，從滑翔機到飛機」已經成爲每一個希望作爲祖國未來優秀的航空人員和航空工程師的光輝道路。

我國的航空模型運動正在逐步地開展着。很多青少年熱烈

地參加了活動，通過活動他們獲得了不少的航空知識，進一步認識了祖國的航空事業，樹立了自己的遠大理想——為建設祖國的航空事業而奮鬥！其中有不少的人已經實現了自己的理想，進入了航空學院、航空工業學校；有的已經從製作和放飛模型飛機而開始進入滑翔機的製造和飛行；廣大的青少年受到了航空模型運動的教育，就為他們今後參加滑翔、跳傘和飛行運動打下鞏固的基礎，就為鞏固祖國的國防，儲備強大的力量！

航空模型運動的內容很廣泛，模型飛機原理是其中很重要的一部分。學習和掌握模型飛機原理也是每一個航空模型愛好者最感興趣而且必要的事情，因為只有懂得了原理，才能用科學的辦法來掌握模型飛機，才能學好製作、才能正確的調整和飛行；才能改進和設計模型飛機創造出新的紀錄。運用原理去解決實際製作和飛行上的問題；可以提高我們的思考能力，幫助我們去理解物理、數學上的某些基本的問題。同時，模型飛機原理和飛機原理一般是相同的，可以幫助我們進一步去研究飛機原理。因此，在航空模型活動中應該重視理論部分的學習，而且應該以理論密切結合實際的精神去學習它。從書本上我們可以學習到很多基本的原理，同時，從實際地製作、調整、飛行和設計模型飛機的過程中，我們還可以學習很多的原理。因為書本上的理論知識經過實際運用以後，將會更加鞏固，更加充實和完善。

本書將介紹模型飛機的飛行問題和空氣動力學的基本問題以及一些關於模型飛機結構的常識，供大家研究模型飛機時作

參考。

本書編寫時，盡量求其通俗以適合於高中的航空模型組員和初中的航空模型輔導員用。但其中難免有不正確和不全面的地方，敬希讀者對本書多多提供意見。

第二節 基本術語和計算

這本書所討論的問題主要是想在“簡易模型飛機原理”的基礎上作進一步的研究。下面將列舉一些模型飛機上常用的名詞和計算方法。假如大家對這些基本概念和計算都很熟悉的話，可以略去不看。

一 機翼方面

(同樣適合於尾翼)

(一) 翼展——機翼左右兩翼尖之間的直綫距離。有上反角或後退角時也祇量直綫距離，穿過機身的部分也計算在內(圖1)。

(二) 翼弦——翼切面前緣到後緣的連綫。同一機翼上不同的翼切面便可能有不同的

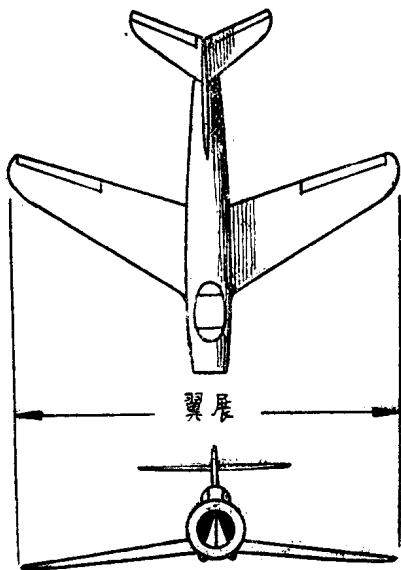


圖1 機翼翼展

翼弦長度（圖 2）。

（三）平均空氣動力弦——當機翼不是長方形時，翼弦的長度各處都不相同。要計算整個機翼的力量，往往用一個平均的翼切面來作標準。這翼切面的翼弦便稱為平均空氣動力弦。

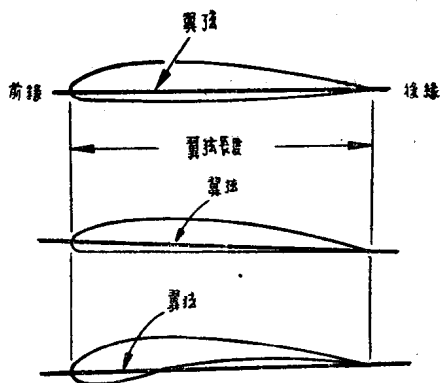


圖2 翼弦

準確的平均空氣動力弦必需根據機翼各部分產生力量的平均值求出，所以很複雜。不過一般可以依照下面的簡單方法來求平均空氣動力弦。對真飛機的初步設計和模型飛機來說是足夠準確的了。

1. 先將機翼的中綫畫好（圖 3）。

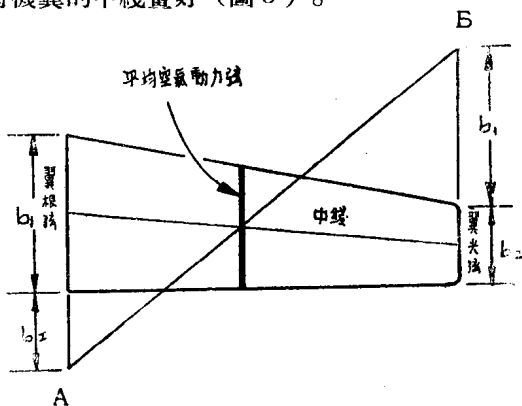


圖3 求平均空氣動力弦（一）

2. 在翼根翼弦的延長綫上量出一距離等於翼尖的弦長，得出 A 點。同樣在翼尖翼弦的延長綫上量出一距離等於翼根弦長，得出 B 點。將 A 和 B 點連一直綫。
3. A B 綫與機翼中綫相交於一點。通過這點沿飛行方向畫一直綫（通過這一點作縱軸的平行綫），這綫便表示平均空氣動力弦的位置。
4. 假如翼尖不是方的可像圖 4 那樣改爲方形，使切去的面積與增加的面積大致相等。依照梯形機翼所求出的平均翼弦便是原來圓形翼尖機翼的平均空氣動力弦。

(四) 機翼面積——

機翼面積通常包括穿過機身的部分。因爲這一部分也產生相當的空氣動力。現在分別介紹各種機翼形狀的面積計算方法：

1. 長方形：面積 = $l \cdot b$ (圖 5A)

如果長方形（或梯

形）的機翼加有其他形狀的翼尖，可以分別計算加起來作爲總面積。

2. 梯形：面積 = $(b_1 + b_2) \cdot l / 2$ (圖 5B)

3. 橢圓形：面積 = $\frac{\pi}{4} \cdot l \cdot b$ (圖 5'B)

4. 不規則的形狀：——在圖上畫上方格，可用公分或公厘

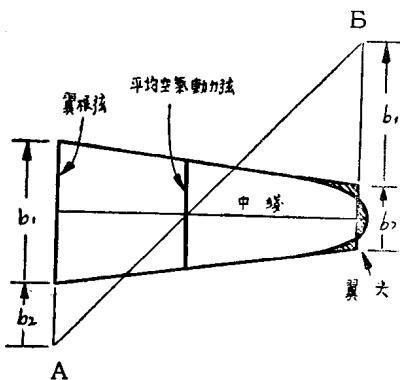


圖 4 求平均空氣動力弦 (二)

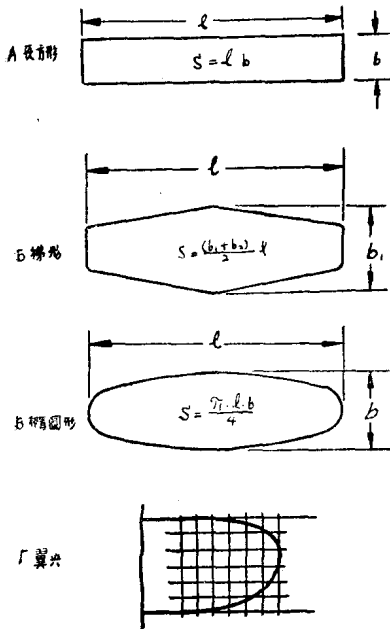


圖5 機翼面積的計算方法

作單位，使每一方格面積是1平方公分或1平方公厘。計算時先數完整的方格數目，然後數佔了半格的方格數目。其他祇佔小半的方格便幾個加起來算一個。最後將方格數目算好便等於總面積。譬如（圖5 Γ）的翼尖面積是 $25 + 5 \times \frac{3}{4} + 2 \times \frac{1}{2} = 30$ （平方公分）。注意計算面積時單位的使用是否正確。

單位的換算是：

$$1 \text{ 平方公尺} = 100 \text{ 平方公寸} = 10,000 \text{ 平方公分。}$$

$$1 \text{ 平方公分} = 0.01 \text{ 平方公寸} = 0.0001 \text{ 平方公尺。}$$

（五）展弦比——翼展與翼弦的比值叫做展弦比（圖6）。這數值愈大機翼的形狀便愈為狹長。假如不是長方形機翼，便要用機翼面積或平均翼弦來計算展弦比。用機翼面積除翼展的平方也相當於翼展與平均翼弦相比。

$$\text{展弦比: } \lambda = \frac{l}{b} = \frac{l^2}{S} \quad l = \text{翼展} \quad b = \text{翼弦}$$

(六) 削尖比
——梯形機翼翼尖
弦長與翼根弦長的
比值 (圖7)。

削尖比 = b_2/b_1

(七) 後退角
——從機翼頂面看
機翼向後掠的角

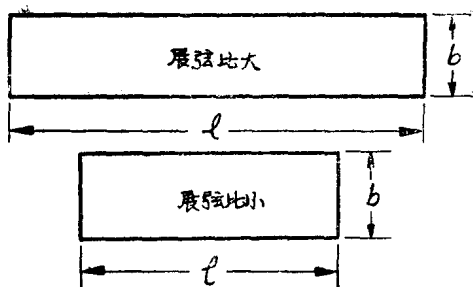


圖6 展弦比 l/b

度。準確的角度應以距前緣四分之一翼弦長位置的各點的聯綫

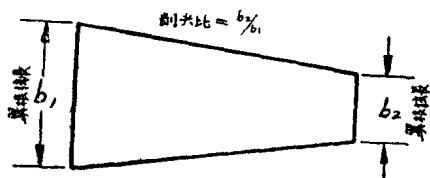


圖7 削尖比

為標準來量 (為簡便起見, 可以以前緣為標準來量度, 相差不遠) 即 $1/4$ 翼弦聯綫與飛機橫軸間的夾角

(圖8)。如果這根綫

不是直的, 就說明這種機翼各部分的後退角都不相等。當這根綫向前伸時, 向前伸的角度便稱為前伸角 (或稱為前進角)。

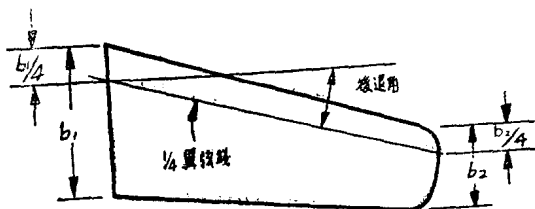


圖8 後退角

(八) 上反角——從機翼正面看, 機翼向上翻的角度 (圖9)。

也就是通過翼根弦的垂直於機身對稱面的平面和機翼翼弦平面所夾的角度。為簡單起見可以看作是機翼前緣和水平面的夾角。

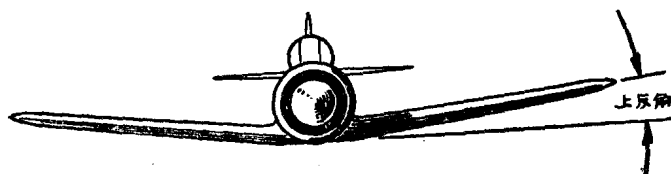


圖9 上反角

(九) 機翼按裝角——為了設計和畫圖時方便起見，飛機上的一切量度通常用一根假想的，通過機身的直綫作標準。這綫稱為基準綫。機翼翼弦與這綫所成的角度便稱為機翼按裝角

(圖10)。

(十) 機翼的迎角——機翼翼弦和相對氣流所成的角度叫做迎角。因為飛機

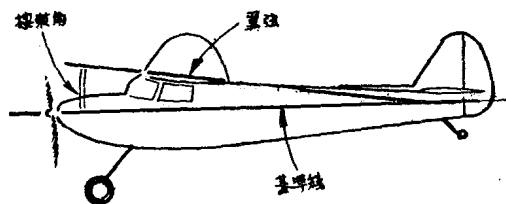


圖10 機翼按裝角

向前飛遇到空氣的情形和氣流迎面吹來遇到飛機的情形一樣。所以當空氣靜止時，迎角也就是機翼翼弦與飛機飛行方向所成的角度。因此迎角和按裝角不同，但如果飛行方向和基準綫一致時，迎角就和按裝角相等。

(十一) 翼荷重——就是機翼每單位面積平均担负整個飛機重量的數值。

$$q = \frac{G}{S} \quad q: \text{翼荷重} \quad G: \text{飛機重量} \quad S: \text{機翼面積。}$$

由於模型飛機一般的水平尾翼都產生昇力，所以計算翼荷重時，應加上水平尾翼的面積在內。

$$q = \frac{G}{S + S_1} \quad S: \text{機翼面積} \quad S_1: \text{水平尾翼面積}$$

二 其他

(一) 全長——飛機最前端到飛機最末端的直綫距離。

(二) 機身最大斷面積——在機身最粗地方的切面面積。目前一般國際比賽規則規定艙身模型機身最大斷面應不小於 $\frac{S + S_1}{80}$ 。S 是機翼的面積；S₁ 是水平尾翼的面積。

(三) 尾力臂——水平尾翼（或垂直尾翼）的壓力中心到飛機重心的距離。水平尾翼的壓力中心一般可以當作在水平尾翼距前緣三分之一左右翼弦的地方。

第三節 基本物理概念

模型飛機的理論可以說絕大部分是屬於物理學的範圍。所以物理知識愈多，鑽研模型飛機的理論便可能愈深入。這裏選出一些常用的問題來溫習一下，將會對以後的討論有所幫助。

一 力的合成和分解

力量是一個向量。就是說在計算力量的時候，不但要知道力量的大小而且要知道力量的方向和着力點。所以在一個平面內互相不平行的力量的加法要用平行四邊形的方法（圖11）。平行四邊形的對角綫便相當於兩個力量的合力。

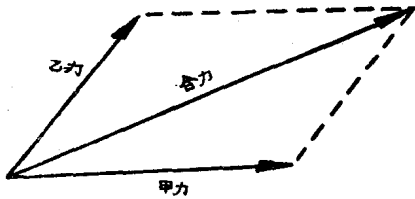


圖11 力的合成

一個力量亦可依平行四邊形的方法分解為兩個或兩個以上的分力。計算這個力量的作用時可按兩個分力來分別計算，得出來的結果

與用本來的力量計算的結果是完全相同的。譬如機翼在飛行中產生迎力。一般是將它分為昇力和阻力。計算時分別計算而不來計算迎力。不過這時因為昇力與阻力是互相垂直的，所以迎力便相當於長方形的對角綫（圖12）。事實上方法是一樣的，因為長方形也是平行四邊形的一種。

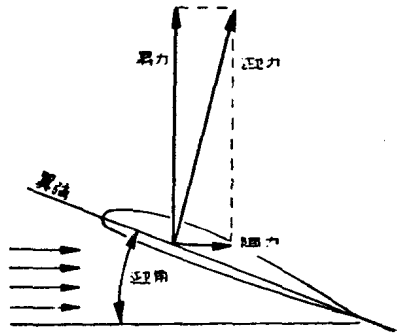


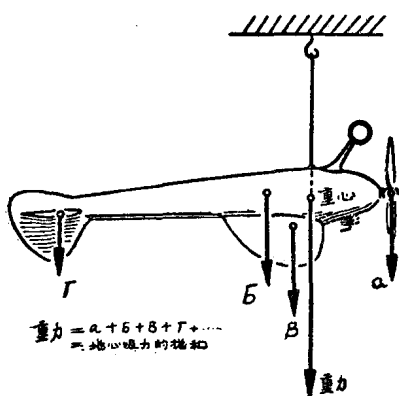
圖12 迎力的合力——昇力和阻力

二 力 矩

力量作用於一物體上時，如果這力量不通過物體的重心，那麼這力量就會使這物體轉動。使物體轉動的作用大小不但與力量的大小有關而且與力量到支點的距離有關。距離愈大作用便愈大。將力量的大小乘以力量到支點的距離稱為力矩。力矩愈大使物體轉動的作用便愈大。比如說：同樣大小昇力的水平尾翼，如果尾力臂大的話，則它使飛機「低頭」的力矩就大。

三 重心和飛機的運動

互相平行的力量可以加起來用一個總的力量來代替。飛機



各部分所受的地心吸力都可算作互相平行的力量；這些力量的總和便是飛機的重力。這力量的大小便是飛機的重量。這力量的作用點稱為飛機的重心。在計算時一般使用重力來表示飛機各部分所受的地心吸力（圖13）。

圖13之一 重心和動力

當飛機在空中飛行的

時候，我們可以看作是飛機的重心在移動。同時飛機本身也可以繞着重心轉動。譬如當機翼昇力的着力點是在重心前面，昇力一方面將飛機向上拉使重心向上移；同時這昇力使飛機繞重心旋轉使機頭抬起來。如果飛機能保持一定的姿態飛行，那便表示各部分使飛機

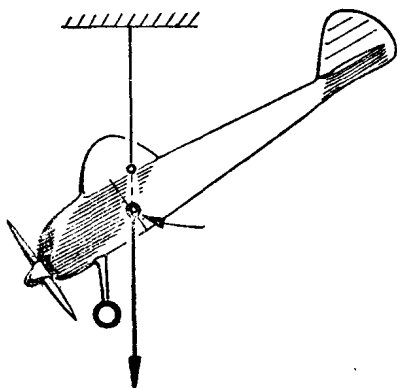


圖13之二 不同位置所得的垂直綫相交一點部歸重心

繞重心旋轉的力矩正好互相抵消。

四 功、能、和功率

用力量推動物體運動所作的功等於力量乘以該物體所走的距離。

作功一定需要有一定的能量。能量是可以互相轉變的。譬如飛機飛行時需要抵抗空氣阻力，所以拉力應該能够克服阻力。當飛機水平等速飛行的時候，飛機的拉力（此時等於空氣對飛機的阻力）乘以飛機所飛的距離便是飛機所作的功。作功所需要的能量是由發動機內燃燒的汽油所放出的能量來供給。如果是橡筋動力模型飛機，那麼所用的橡筋主要功用是儲存能量。人轉動橡筋時使橡筋轉緊將能量保存起來，到飛行時橡筋便將這能量放出來。換句話說橡筋要恢復原來的狀態，於是便反向轉動，帶動螺旋槳旋轉使飛機向前進。

每單位時間所作的功稱為功率。功率的計算可寫成下式：

$$\text{功率} = \text{功} / \text{時間} = \text{距離} \times \text{力} / \text{時間} = \text{速度} \times \text{力}$$

對於飛機來說飛行時所需要的功率等於所需要的拉力乘以飛行的速度。當飛機是在等速水平飛行時拉力等於阻力，所以這時需要功率也可寫為阻力乘飛行速度。