

車間經濟核算的組織

沃羅比堯娃 著

東北人民出版社

車間經濟核算的組織

（蘇聯專家編）

重慶人民印刷廠

直昇飛機

(苏联) Л. К. 巴叶夫 著
張 同 濟 譯

中華全國科學技術普及協會出版

1956年·北京

出版編號: 246

直昇飛機

ВЕРТОЛЕТ

原 著 者: (苏联) Л. К. БАЕВ

原出版者: ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬ-
СТВО ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕ-
СКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
1954

譯 者: 張 同 濟

校 閱 者: 鄭 祥 理

責任編輯: 彭 民 一

出 版 者: 中華全國科學技術普及協會

(北京市文津街3號)

北京市書刊出版營業許可證出字第053號

發 行 者: 新 華 書 店

印 刷 者: 北 京 市 印 刷 一 廠

(北京市西便門大街71號)

開本: 31×43毫米 印張: 1張 字數: 29,500

1956年4月第1版 印數: 10,500

1956年4月第1次印刷 定價: (7)1角7分

本書提要

这本小冊子通俗地介紹直昇飛機的簡史、原理、構造和应用。關於直昇飛機的許多有趣味的問題：例如為什麼能用螺旋槳代替機翼？自動傾斜器和舵螺旋槳起些什麼作用？在直昇飛機裡飛行時的情景如何？這本書都有簡明的解答。

目 次

緒 言	1
直昇飛機簡史	2
空氣阻力	4
昇力	9
用螺旋槳代替機翼	14
直昇飛機在空中	18
直昇飛機的構造	21
自動傾斜器	25
舵螺旋槳	32
蘇聯的直昇飛機	35
在直昇飛機上的飛行	39
直昇飛機的应用	41

緒 言

我們的生活如果沒有航空是很难想像的。現代的快速飛機能把人員、各種重要的貨物以及不能長久儲存的產品等迅速地運送到很遠的地方去，但是，只有飛機還不能完全解決現實生活中的一系列任務。

飛機是速度很快的航空機器。高速度是它的不可缺少的性能。它和氣球不同，它不能中斷自己的急進運動，「懸停」在空中。飛機在起飛時必須先在跑道上滑跑數百公尺的距離。

但是，許多國民經濟部門卻需要另外一種在起飛和降落時不必滑跑的航空器，這種航空器要能慢慢地飛行，甚至能夠「懸停」在離地面各種不同高度的上空。例如為了同艱險的山區建立交通聯絡，就一定要用這種航空器，因為飛機是不能在這種地方降落和起飛的。以往把這種航空器叫做旋翼機，現在把它叫做直昇飛機。

直昇飛機究竟是一種什麼樣式的航空器，它是怎樣飛的，為什麼能夠飛，它有什麼用處？

這本書就要講述這些問題。

直昇飛機簡史

直昇機差不多可以說是重於空氣的航空器的飛行史上最早的一種想法。意大利的天才學者里奧納多·達芬奇在十五世紀末所作的圖畫就可以證明這一點。他在這些畫上面畫着比空氣重的航空器，它裝有一個在水平面上旋轉的螺旋槳。偉大的俄國科學家羅莫諾索夫是世界上真正有理論根據地試製旋翼航空器的最早的一個人。羅莫諾索夫很注意研究大氣，這件事促使他想去製造一種機器，這種機器能夠把他所發明的自動記錄氣象的儀器帶到高空去（註1）。

那時（十八世紀五十年代）除了飛鳥和昆蟲以外，誰也不能昇到空中去，羅莫諾索夫堅決反對盲目地模仿鳥類的飛行。他走上了另外一條在當時看來是唯一正確的道路。這位科學家發明了一種構造很簡單的裝置，它是利用旋轉來產生昇力的。

一七五四年二月四日羅莫諾索夫在彼得堡科學院會議上宣佈了他所發明的一種用來把氣象測量儀器帶到高層大氣去的機器。科學院的記錄員曾將這事記錄如下：

「顧問和教授羅莫諾索夫先生在會議上介紹了一種能將溫度計及其他小型氣象測量儀器帶到空中去的小機器，並交出了該機器的圖樣；因此，出席會議的各位先生研究了一下他所介紹的機器後，就決定報請科學院辦公廳准許在發明者本人的監督下，按照附圖試製所述的機器……」

不久，按照羅莫諾索夫的圖樣製成了這機器的活動模型。一七五四年七月一日，這位科學家就在科學院院士面前表演了

自己所發明的機器。

「可敬的顧問羅莫諾索夫講解了他所發明的、被他叫做騰空機的機器，」——在議事錄中這樣記載着。「這個機器掛在用兩個滑車拉着的繩子上，由掛在另外一頭的配重來保持平衡，祇要彈簧一上緊，機器就開始上昇，這表示機器能夠達到所希望的目的。但是，發明人認為，如果增加彈簧的力量、增加各對機翼間的距离，而且裝彈簧的盒子改用木料來做可減少重量，那末機器的效力將會更加增大，他（羅莫諾索夫）答應將設法加以改進。」

當時普遍還不懂得將螺旋槳用作推動運輸機器的裝置，並且這一運動機（註2）那時也未用於水上運輸。羅莫諾索夫是歷史上試用螺旋槳來保證比空氣重的航空器在空中運動的第一個人。根據騰空機的說明書可以證明，他是深刻懂得空氣阻力定律的，他科學地論證了裝有載負螺旋槳（或稱旋翼）的直昇飛機的工作原理。例如，羅莫諾索夫曾強調指出，他所發明的直昇飛機的載負螺旋槳應該是「擠壓」着空氣，就把空氣向下推去，結果載負螺旋槳便產生了昇力。

由此可見，還在兩百年以前，俄國人民的天才兒子即已正確地在技術上實現了直昇飛機的思想。羅莫諾索夫的航空器模型是現代直昇飛機的最初雛形。羅莫諾索夫的大胆思想趕過了他的時代好幾十年，祇是到了以後，隨着科學和技術的發展，從事研究直昇飛機的發明家才終於能夠製成乘人的直昇飛機。

在上世紀的末期，俄國著名的科學家儒柯夫斯基、齊奧柯夫斯基、查普雷金和莫查依斯基等人在空氣動力學方面（註3）特別是在航空螺旋槳方面，進行了大量的理論研究和實驗。

在二十世紀一十年代曾有人研究和製成了輕型的汽油發動機，這種發動機的馬力足夠用來實現飛行。

飛機的出現對從事研究直昇飛機問題的科學家、發明家和構造家提供的幫助很大。

儒柯夫斯基的親近學生之一，現在的科學院院士尤里葉夫的研究工作對直昇飛機構造的發展具有重大的意義。

在一九〇八年，尤里葉夫那時還是莫斯科高等技術學校的學生，他就已經開始研究裝有舵螺旋槳（或稱抗扭螺旋槳）的單旋翼式直昇飛機的設計。這位年輕的科學家，預定在自己的直昇飛機上採用五十匹馬力的發動機。在一九〇九年末，尤里葉夫在儒柯夫斯基領導下，製定了另外一種尺寸較小並使用五十匹馬力發動機的直昇飛機的圖樣。尤里葉夫在一九一二年又實現了第三次設計。這一架直昇飛機是在尤里葉夫領導下由參加莫斯科高等技術學校附屬航空小組的學生們製成的，這架直昇飛機曾於一九一二年春在莫斯科第二屆國際航空展覽會上展出。

尤里葉夫因理論設計的卓越和製造直昇飛機的成功在展覽會上獲得了金質獎章。不久就舉行了直昇飛機的初次試驗。遺憾的是，一個重要的零件——旋翼的主軸——偶然損壞了。以後，由於發明者的資金缺乏，而沙皇政府對這種事業又不撥款，這個直昇飛機的試驗工作終於未能繼續進行。

· 空氣阻力

要想懂得為什麼直昇飛機能夠飛，它是怎樣飛的，首先必須知道飛機為什麼能飛。

飛機的飛行可以看作是加在飛機上的三種力的作用的結果。

圖 1 表示水平等速飛行的飛機所受到的力。飛機的飛行重量，或者說重力的方向，永遠是垂直朝下的。拉力的方向通常與飛機的運動方向一致。

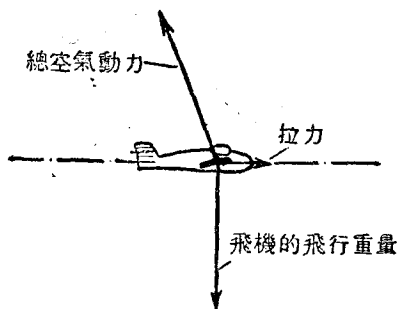


圖 1 作用在飛行着的飛機上面的力。

在等速飛行，或者說，穩定飛行時，這兩種力是由第三種所謂總空氣動力來平衡的。

這些力是從哪裏來的呢？

飛機的飛行重量就是飛機受到的地心吸力。

拉力就是拉着飛機前進的力。在螺旋槳式飛機上，拉力是由活塞式發動機（或渦輪螺旋槳式發動機）帶動螺旋槳旋轉而產生的；在噴氣式飛機上，拉力的產生則是由於從噴氣管（噴口）噴出來的比飛行速度快得多的氣流的反作用的結果（註4）。

總空氣動力就是空氣作用於飛機上的合力。

不論是物體在靜止的空氣中運動，或者相反，空氣移動而物體不動，結果都會產生作用於物體上的總空氣動力。現在舉例來說明。

我們從日常的經驗可以知道，風的速度愈大時，風的力量也就愈大，速度接近每秒兩公尺的微風祇能使上昇的煙柱稍微

傾斜，可是速度為每秒十五公尺的風就能使樹木劇烈地搖動，妨碍人們的行走。這就是物體在風中受到總空氣動力作用的現象。平常往往把「風速」說成「風力」並不是偶然的。

即使在沒有一點風的時候，也就是空氣並沒有沿地面移動的時候，我們也時常講到風和風力。例如，甚至在十分平靜的天氣，如果你坐在迅速前進的敞蓬汽車上，那麼你也會感到有風向你迎面吹過來。

物體一開始對空氣移動時，便會同時產生總空氣動力，如果運動的物體具有對稱的形狀，並且它的對稱軸的方向與氣流一致，則總空氣動力的作用方向也將平行着氣流迎頭朝向物體的「正後方」。如果物體不對稱，或者其軸綫不與氣流方向一致，則總空氣動力將與氣流構成一個角度。在這種情況下最好將總空氣動力分解為兩個分力，其中的一個分力叫作正面阻力，它的作用方向與飛行方向相反；另外一個分力叫作昇力，它與飛行速度的方向垂直。

我們每走一步路都要碰到正面阻力，也就是妨碍物體在空氣中運動的那種阻力。例如，火車在迅速行駛時，如果你向車廂的窗外伸出一隻手，那麼就會立刻感到迎面而來的氣流的作用。

用延時跳傘的例子也可以說明總空氣動力的作用。

跳傘員跳出了飛機以後，有一段時間是不打開傘而自由下降的，也就是說只在重力作用下運動着。大家知道，物體自由下降的速度不斷增加，但速度的增加並不是沒有止境的。現在已經確知，跳傘員不打開傘而自由下降的加速度祇繼續到第十一秒鐘為止，第十一秒鐘以後速度就不再改變了，例如，跳傘

員在 1.5 到 2 公里的高度跳离飛機時，一秒鐘後下降速度約為每秒 10 公尺，而第三秒鐘末的速度為每秒 27 公尺。第十一秒鐘的速度大約達到每秒 50 公尺，以後速度就不再增加了。到這時為止，跳傘員大概已經下降了 380 公尺。跳傘員的下降速度之所以受到限制，是因為有兩個力同時對他起着作用的緣故。一個力迫使跳傘員以逐漸增加的速度朝向地面運動，這就是重力，也就是他本身的重量。另外一個力則是空氣反抗他運動的阻力。隨著下降速度的增加，空氣阻力也迅速增加，下降速度愈大，阻力也愈大。在第十一秒鐘時空氣阻力已經等於跳傘員的重量，於是跳傘員的下降速度就不再改變了。此後跳傘員的繼續下降並不是由於其體重的作用（因為他好像已被空氣阻力平衡起來了），而是由於慣性作用。

現在，降落傘在自由下降着的跳傘員的頭頂上張開了。跳傘員此時受到劇烈的振動，這是因為張開的降落傘受到空氣急劇的阻擋使下降速度一下子就減少了大約十分之九的緣故。張開了傘以後跳傘員的下降便平穩起來了。

我們已經知道，總空氣動力對在空氣中運動的物體產生阻力，阻碍物體的運動。可是這種力是從哪裏來的呢？

空氣阻力的產生有兩個原因，一個原因是運動物體前後的壓力差，迎面氣流在物體前面造成增大的壓力，而在後面則造成稀薄現象，結果便產生一部份正面阻力，叫做壓差阻力。氣流吹向固定不動的物體時，也將發生同樣的現象；另一個原因是物體表面同空氣發生摩擦。我們由物理學中可以知道，氣體（空氣）運動的性質與固體運動的性質有着重大的區別。空氣移動時，它的各層空氣微粒的運動速度是不相同的。以不同速

度移動着的气層好像一層挨着一層滑動，於是它們中間就有一種所謂內摩擦力或粘力互相作用着。空氣的粘性比液體的粘性小得多，然而運動物體所受到的一部份正面阻力正是由於它而產生的，這一部份阻力叫做摩擦阻力。

如同雪粒摩擦雪撬板一樣，空氣的微粒也碰着和「摩擦」着運動物體的表面。物體帶動粘附在它表面的空氣微粒，而後者又由於粘力而帶動相鄰的各層空氣。因此，物體必須克服阻碍它運動的空氣微粒的相互聯結力。物體在這方面要消耗掉自己的若干能量。

試驗證明運動物體的正面阻力決定於三個因素：即物體朝向運動方向的正面面積、物體的運動速度和物體的形狀（在橫截面積相同的情況下）。物體在空氣中運動時的正面阻力定律正是說明這一點。根據這個定律，正面阻力與物體最大橫截面積和物體速度的平方成正比，並與物體的形狀有關（註5）。

試在烈風中迎風拿着一塊紙板。風力和紙板面積越大時，就越難拿住紙板，但是祇要你將紙板轉過來，側面對着風，那麼馬上就會感到阻力小了許多倍。

經驗證明，輪廓平滑的物體在運動時受到的阻力比粗糙多角的物體受到的阻力小，這是很自然的，因為這樣的物體在移動時，對周圍空氣所引起的擾動比表面粗糙多角的物體所引起的擾動小得多。所以現代的一切快速運輸工具，如飛機、小汽車和滑翔艇等都具有圓滑的外形。

當橫截面積相等時受到阻力最小的物體叫做流綫體現在已經知道，伸長的水滴形的物體具有最小的阻力。這種物體在運動時，在它後面幾乎沒有渦流，產生渦流是須要消耗物體的一

部份能量的。

昇 力

实现飛行——这就是說要使昇力与物体的重量平衡。但是怎样才能做到這一點呢？为了回答这个問題，我們先來看看空气压力在机翼上的分佈情形。

如圖 2 所示，假設在机翼上下兩面都鑽了小孔，在小孔裏面接上細管，細管的另外一端接上微压計（精細气压表）甲和乙，微压計裏裝的是某一种液体（水銀和水等）。圖上表示的

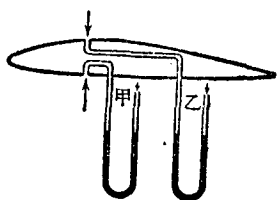


圖 2 固定不動的机翼面上的压力各处都等於大气压。

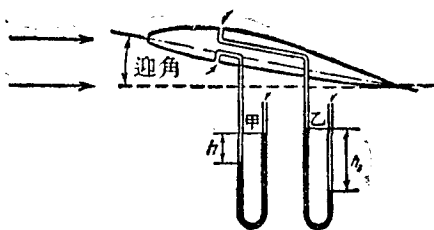


圖 3 机翼運動時，翼下的压力大於大气压，翼上的压力小於大气压。

是机翼的剖面，通常叫做翼型。由圖可知，当飛機停在地面，即飛機对其周圍空气不作相对運動時，翼面上各处的压力都等於大气压力，这可以从兩個微压計的液面的高度相等而得到証明（註 6）。

現在再來看看飛行中的飛機（圖 3）。這時迎面气流以很大的速度流过机翼，微压計甲和乙的液面高度就不相同，根据液面高低可以看出，机翼下表面受到空气的剩餘压力，即大於

大气压力的压力，而机翼上表面因空气稀薄，所受压力低於大气压力。

微压計甲中兩液面的高度差 h 表明机翼下表面气压和大气压力之差，这个液面高度差說明，机翼下表面具有剩餘压力（大於大气压力的压力），在微压計乙中兩液面的高度差 h_1 則說明机翼上面形成空气稀薄現象。

飛機飛行对机翼表面上的压力為什麼会不同呢？

凡是与空气接觸的物体都会受到空气的压力。这压力在每一点上都与物体表面垂直。这种压力通称为靜压力，或簡称为压力。大家都知道的大气压力就是一种靜压力。

但是並非任何压力都是靜压力。十八世紀一个傑出的科学家，彼德堡科学院院士伯努利所發現的一个空气動力学的基本定律確定了气流中压力和速度之間的一定關係。这个定律說明，空气运动的速度減小時，压力就会增大，速度增大時，压力就会減小。

机翼的上表面通常比下表面凸出一些。但是，气流是連續的，在同一時間開始流向机翼上下兩面的空气微粒不能在半路上停住了或者落後了，它們一定要在机翼後面会合。因此，为了使上下气流会合，沿机翼上面流过的空气微粒不得不比下面的空气微粒通过更長的路程。於是，翼面上的空气微粒便獲得不同的速度。按照伯努利定律，气流的速度差別会引起机翼上下的压力差。如果流过机翼的气流的压力差一般達到大气压力的百分之一至百分之二（或每一平方公分翼面上的压力为 20 克），則当翼面積为 10 平方公尺時，这个压力差將產生 2 噸的作用力。

这一个空气压力朝哪个方向作用呢？

一切作用在机翼上的压力可以用一个合力來代替，这个合力的方向和數值決定於机翼的所謂迎角。机翼的位置一般都与迎气流成一夾角，这个夾角就叫做迎角。迎角越大時，机翼下面的空气更加受到阻滯，而机翼上面的空气微粒也將通过更長的路程，为了使上下气流能在机翼後方会合，空气微粒便必須具有不同的速度。机翼上面的空气微粒的速度增大，而翼下的速度則減小；換句話說，

翼上和翼下的气流速度的差別變大了。所以，隨着迎角的增大，机翼上的压力差也增大。根据翼型和飛行条件的不同，迎角的數值可以从零至二十度（如再增大迎角，就会使昇力迅速減小）。隨着迎角的增大，總空气動力不僅急

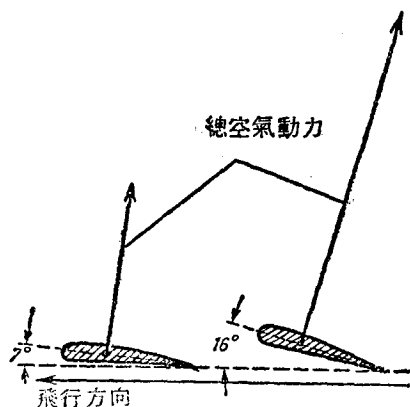


圖 4 机翼迎角不同時的總空气動力。

剧增加而且还稍微向後傾斜（見圖 4）。

在研究飛行時往往難於確定總空气動力的方向。所以通常把这个力分为兩個分力：正面阻力和昇力（圖 5）。机翼的昇力比正面阻力越大，机翼就越好。昇力和阻力的这个比值叫做机翼的空气動力性能（譯者註：又称昇阻比）。

在航空發展的初期，發明家和工程師在製造比空气重的航空器時是沒有理論和計算为依据的，祇憑猜測，甚至在第一次

世界大戰的時候，航空雖已獲得普遍公認，但是飛機的設計却還缺乏嚴整的理論依據。

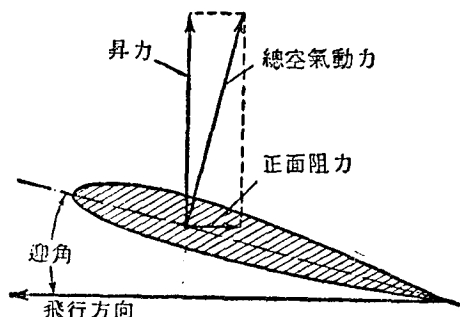


圖 5 總空氣動力分解為分力。

機翼的理論最初是由俄國——航空和飛行科學的祖國——研究出來的。儒柯夫斯基在這個理論的創立上起了主導的作用。

儒柯夫斯基曾說過，飛機是與其他任何機器一樣的機器，

它可以根据科學和技術的數據，根据已由科學家發明和正在改進的公式來計算和製造。我們需要學會比其他任何國家更好地計算和製造航空器。

儒柯夫斯基的理論計算有助於瞭解機翼產生昇力的原理。

如果在氣流中放置一個固定不動的圓筒，則空氣微粒流過圓筒上下表面的速度是相同的。如果在靜止的空氣中旋轉這個圓筒，則空氣微粒將隨着圓筒向旋轉的方向跑，於是就產生環流。如使圓筒在氣流中旋轉，則將發生什麼結果呢？此時在圓筒上方流過的空氣微粒的速度將比圓筒下方的速度快得多。根据伯努利定律，氣流速度增大時，壓力即隨着減小，因此圓筒旋轉時下面受到的壓力比上面的大（圖 6）。

假如圓筒不旋轉而在空氣流中出現旋渦，則情況仍舊不變。