

飛行



生活科學文庫

飛行



叢書:

航海的人們
第二次世界大戰
人類的行為
世界原野奇觀
世界各大城市
縫紉的藝術
人類的起源
時代生活園藝百科全書
生活攝影叢書
世界烹飪叢書
時代生活藝術文庫
人類的偉大時代
生活科學文庫
生活自然文庫
家庭實用叢書

專輯:

生活雜誌精粹
生活的電影世界
生活在戰爭中
嬰兒是怎樣製成的
瀕臨絕種的動物
攝影的技術

SERIES:

THE SEAFARERS
WORLD WAR II
HUMAN BEHAVIOR
THE WORLD'S WILD PLACES
THE GREAT CITIES
THE ART OF SEWING
THE EMERGENCE OF MAN
THE TIME-LIFE ENCYCLOPEDIA OF GARDENING
LIFE LIBRARY OF PHOTOGRAPHY
FOODS OF THE WORLD
TIME-LIFE LIBRARY OF ART
GREAT AGES OF MAN
LIFE SCIENCE LIBRARY
LIFE NATURE LIBRARY
FAMILY LIBRARY

SINGLE TITLES:

BEST OF LIFE
LIFE GOES TO THE MOVIES
LIFE AT WAR
HOW BABIES ARE MADE
VANISHING SPECIES
THE TECHNIQUES OF PHOTOGRAPHY

生活科學文庫

編輯顧問

雷內·杜博斯

亨利·馬根諾

C. P. 斯諾

飛行

H·蓋福特·斯蒂弗

詹姆斯·J·哈格蒂

與時代 - 生活叢書編輯合著

紐約 時代公司出版

內容提要

本書介紹人類航空飛行，從最原始的開端起，經過高度發展的現代，到科學幻想小說式的未來，都有敘述。全書介紹了飛行的歷史，空氣動力學原理，推進動力，導航，空中交通調度，試驗和設計，及有關航空的其他種種問題。

本書各章正文之間附有“圖與文”，其中有的是補充資料（例如第三章及所附的圖與文都是談空氣動力學的），有的是附加資料（第六章是介紹一般導航問題的，第六則圖與文介紹的是導航中的一個問題，空中交通調度）。

附錄中有英美航空界用的口頭語以及航空大事年表。

作者

H·蓋福特·斯蒂弗是美國科學基金會主任，航空學及太空航行學專家，1955及1956年任美空軍主任科學家。後任航空太空總署暨國會科學與太空航行學顧問。自1961至1965年期間，斯氏為麻州理工學院教授，曾任兩個學系的系主任。1965年辭職出任卡乃基－梅隆大學校長。

詹姆斯·J·哈格蒂以撰寫有關航空及太空飛行文章聞名，曾獲獎多次；在第二次世界大戰期中任導航員作過52次飛行，現在仍是有執照的飛行駕駛員。他從1953至1956年曾任《科利爾》雜誌航空編輯。

編輯顧問

雷內·杜博斯：洛克斐勒大學的名譽教授，是一位微生物學家兼實驗病理學家，以研究抗生素而著稱。他的一本著作《環境塑造了人》，在1966年得拱門科學獎。在1969年得普立茲獎。他的著作中最著名者為《健康的幻象》(Mirage of Health)，《人類適應》(Man Adapting)，他同時也是本叢書中《健康與疾病》(Health and Disease)一書的合著者。

亨利·馬根諾：耶魯大學物理及自然哲學名譽教授，為光譜學及原子核物理權威。他寫過《遼闊遠景》(Open Vistas)，《物理實物的本質》(The Nature of Physical

Reality)，他同時也是本叢書之一的《科學家》(The Scientist)的合著者。

C. P. 斯諾：曾任英國工藝部大臣。他的小說在國際上是有名的，其中比較突出的有《新人類》(The New Man)，《事件》(The Affair)，《權力走廊》(Corridors of Power)。這三本書都闡明了科學對現代社會的影響。

葛時俊：本書中文版編輯顧問，康乃爾大學博士。曾在美國伊利諾及康乃爾大學主修航空及太空工程，後在美、英兩國從事空氣動力學研究，現任教於香港大學。

封面與封底

在紐約的甘迺迪機場上，下午陽光照耀下看到的一架波音727噴射客機的尾部，高34呎，非常壯觀。封底圖案畫表示機翼面上基本的氣流流動形式。這種氣流流動產生升力，使飛行成為可能。

目錄

原序 7

1	一個古老夢境的實現 圖與文：賴特兄弟：飛機之父 16	8
2	飛行的必要條件 圖與文：大自然中見到的飛行機器 38	30
3	空氣動力學的誕生 圖與文：實際飛行的關鍵 62	52
4	升浮空中所用的動力 圖與文：為飛行作的設計：協調的研究 86	76
5	製造一架新飛機 圖與文：駕駛艙：擁擠的司令部 108	100
6	由目測導航到應答導航 圖與文：管理空中公路 130	122
7	今日的理論，明日的飛行 圖與文：大地的真面目 156	144
8	計劃與夢想 圖與文：比聲音還要快 176	168
	飛行人員常用的切口 193	
	航空發展簡史 194	
	參考書目及誌謝 196	
	索引 197	
	圖片來源 200	

時代 - 生活叢書

中文版

編輯：徐東濱

副編輯：蕭輝楷

助理編輯：張柱

編輯助理：嚴慧

本書譯者：時代公司 羅天德

出版者：時代公司

Authorized Chinese language edition
©1976 Time Inc. Reprinted 1978.
Original U.S. English language edition
©1966 Time-Life Books Inc. All rights reserved.

原序

本世紀科學以及技術的生氣勃勃的成長，以及它們對社會和個人的激盪，在人類對翱翔空際這一古老夢想的逐步實現過程中，表現得最明顯。航空事業是在我們很多人出世以後才誕生的，起初成長很慢，後來逐漸加快，終於打破了世界各地往來的空間和時間上的障阻。

本世紀的許多技術都需要具有各種技巧的科學家、工程師、和工業家的密切合作，以促成各部門知識的迅速進展。航空便是其中最早的一門技術。一架噴射航機的設計、製造和操作，包括種種知識，絕非一個人所能全面把握的。像這樣困難而複雜的技術發展，目前我們已經歷了好些，像核能、高速電子計算機和太空船都是。但航空是最早的，從那些先驅發明人的個人創造，發展成為新的社會性創造的技術。專家們組成的設計小組，像交響樂隊的成員一般和諧合作，產生了不是任何個人所能完成的結果。

在本書中，H·蓋福特·斯蒂弗和詹姆斯·J·哈格蒂為我們敘述了這一經過。他們以通俗的文字介紹了有關飛行的科學及技術的種種問題。

他們的介紹，使我們知道了飛機週圍看不見空氣氣流的秘密，讓飛機升空的升力作用，以及飛機在速度從每小時100哩加速到4,000哩的過程中，其外觀面目所生的變化。

我們知道了活塞發動機和推進槳怎樣工作，知道了現代化噴射發動機怎樣從排出熱氣體的反作用中得到推力，以及火箭怎樣載負自己所需的氧在太空中操作等等情形。

我們也知道了材料的變化歷程，從木料、鋼絲和布，發展到鋼、鋁和鈦，以及結構上的變化歷程，從橋形構架發展到薄金屬外殼加上金屬樑加強的機身。

我們知道了什麼是導航以及航線中的交通是如何調度的，知道了在黑夜和濃霧中導航以及改進穩定性和能控性該用什麼電子儀器。

最後，我們略窺未來的航空情況，不只見到超音速客機，還見到能將地上任何兩地之間的旅行時間縮短到只需兩個半小時的高超音速飛機。

這一切宛如經緯交織，織成了複雜的畫圖，說明現代航空發展中人類努力的情況。

休·L·德賴登

前美國國家航空太空總署副署長

1

一個古老夢境 的實現



凌雲之夢

德國詩人歌德曾經寫過這樣的詩句：“我願升青冥，踟躕臨無地。”這種詩句表達了人類向來心中懷有的一種夢想。人被稱為萬物之靈，他看到鳥兒的飛翔，自然會感到自己是被拘束在地上的。想飛行是人類早就有的願望；但這願望經過了很長久的時間才成為現實。

真正靠動力推動而能操縱控制的飛行，是二十世紀的成就。但是這種飛行概念的開端卻可以追溯到中世紀。最早的“跳塔的人”已在那時開始試飛了。跳塔者認為鳥類飛行全靠翅膀的升舉以及撲動羽翼時的推動力；因此他們自己製造羽翼，裝在肩上，振動雙臂，從高高的樓塔上跳下，去作飛行試驗。這種想法，基本上沒有錯，實際上卻過於簡單。那時那些跳塔的，對升舉起一個人究竟要多少力量，毫無了解；對鳥和人之間的基本差別，也尚未理會到。

人類的身體構造，實在不是為飛行設計的。人體不夠流線型，重量大，骨骼和肌肉的組織不適於撲動的活動。普通體重一百五十磅的人，要鼓動翅膀飛起來，至少要有六呎長的胸骨架，才能支持鼓動得了那對翅膀的肌肉。人們跳高樓跳了幾百年，直到1680年，才有人指點出這個道理。意大利人齊奧凡尼·波萊里研究人的肌肉和飛行的關係，發表了一篇認真而詳細的論文。這篇文章的結論說：“人類想靠自己的體力作靈巧的飛行是絕對不可能的。”也許他的結論曾使一些有意跳高樓的人們放棄初衷；但是還有人繼續進行那種粉身碎骨的實驗。

直到十八世紀末，飛行技術的研究可說毫無進展。值得重視的只有一個人做的工作。他就是文藝復興時期的天才人物里奧納德·達文西(1452-1519)。他以科學精神研究飛行，詳細研究了鳥類飛行的動作，氣流以及物體通過氣流時受到的抗力作用。他設計了一種降落傘，是“用麻布縫製的錐形的帳篷”，據他說用它“從多麼高的地方跳下來都不會受傷。”里奧納德作了一系列的草圖，繪出了多種飛行機器的設計，其中有一種設計包括一個靠飛行員頭部動作通過牽引帶操縱的升降舵。

里奧納德的想法雖然先進，但他的飛行器設計有個極大的缺點：全部要靠人力推動。現在我們對他之所以仍有相當興趣，是由於他的工作顯示出了就在科學並不昌明的那種年代中，這位多才多藝的人物仍能表現如此出眾的智慧。

里奧納德之後的兩百多年之中，飛行研究工作沒有什麼進展。到1700

初期飛行比賽終點。亨利·法曼駕駛雙翼飛機，在法國伊賽降落，兩名旁觀者向他揮手歡呼。法曼參加航空大賽，獲得了五萬法郎獎金。這次飛行距離雖然不及一哩，時間也只是一分半鐘，但是時在1908年1月，是歐洲的一次距離最長，同時予人印象最深的飛行。

年代後期，人類想飛的願望開始有了新的轉變。從前那種要模倣鳥飛的主意暫被擱置一邊，人們轉而研究比空氣輕的飛行器。那時的人經過多次實驗，已經發現加熱的空氣和氫都有升學的性能，發明家們開始應用這種知識來製造載人的大氣球。這是一種達到部分目標——至少能使人騰空離地——的手段，但並沒有達成真能像鳥兒一樣飛翔的夢想。

促成飛行的人物

從歷史上看，真正應用動力的飛行能夠成功，基本上該歸功下面這四大才士：喬治·凱利爵士(1773—1857)，奧圖·利倫撒爾(1848—1896)以及賴特兄弟，威爾伯(1867—1910)和奧維爾(1871—1948)。此外還有些人作了較次要的貢獻，包括威廉·S·亨森(1812—1888)，奧克達夫·查紐特(1832—1910)，賽默爾·庇爾邦特·蘭利(1834—1906)，希蘭姆·馬克辛姆爵士(1840—1916)以及阿爾方斯·貝努(1850—1880)。

凱利是約克郡准男爵，興趣非常廣泛。在他八十四年的生命過程中，凱利研究過種種不同的東西，諸如排水系統和填海拓地、熱氣發動機、履帶拖拉車和人造義肢等。他是自然哲學家、教育家、國會議員，也是英國科學促進協會的創始者。

歷史學家們曾經稱凱利為“飛機的真正發明人”。這稱呼不免有點誇大，但凱利為後來的航空研究奠定了基礎，却是無可爭辯的事實。他是第一位在理論上把實際飛行所必需的種種要素綜合起來的人。他在談翼時，非但研究升力，同時還研究阻力——物體在空氣中移動時產生的抵抗力量。他調查研究支持鳥類一定的重量浮升時所需的翼面積如何，發現翼的升學性能因它在空氣中運動時的角度不同而變化。他建議採用一種動力機械系統——發動機，他名之曰“初動裝置”。他認為這種裝置一定要很輕，並建議可以“利用能燃燒的粉末或者液體的突然燃燒”來操作——這就是內燃機。同時，他認為必須能維持穩定性及能控性。

凱利以十分簡潔的敘述，總結了空氣動力學研究者們所面對的問題：“全部問題是如何應用足以抵抗空氣阻力的動力來使翼面能支持一定重量。”

凱利生於1773年，十歲時正是早期的氣球飛行轟動寰宇之際。那種靠氣球升空的創舉激發了他的想像力，認為飛行是可能的，只是他早就下定決心不研究氣球，而要“用一具輕巧的初動裝置去推動傾斜的平面”來升空。

凱利和他以前許多人士一樣，開始時仔細研究鳥類的飛行。但是他同



神話中的飛行機器。公元前1500年左右的中國神話中就有飛車一說，表示出人類的飛行願望由來已久。中古時代的描繪(上)中看到車上有像螺旋槳的東西。稍後的繪圖(下)中看到有螺旋葉狀的方向舵，說明古代中國人已經想到利用動力作越野飛行的原理。



時研究空氣對通過的物體所生的抵抗情況，製造了翼的模型來試驗空氣的阻力和壓力。

經過多年的審慎研究，凱利製成了他的第一架飛行機。那是一架模型滑翔機，不少歷史學家認為它是最初的飛機。這模型滑翔機在試飛中證明合用，因此凱利在五年後製造了一架具有約二百平方呎翼面的大型滑翔機，作不載人的試飛，也告成功。

凱利想為自己的滑翔機加上動力，可是在這一點上他超越自己的時代太遠了。當時僅有的動力來源是蒸氣機，應用範圍已經很廣，但要用在飛機上就嫌太重。凱利研究了其他各種推進方式，最後還是找不到可供飛行用的輕巧動力系統。於是他再回頭研究空氣動力學。凱利發現了飛機機體流線型化的重要。他繪製了各種在空氣中移行時遭受阻力最少的形體。他更研究了可活動的尾翼問題，並在理論上探討了“上反角”的穩定作用。上反角指的是兩翼對機體的位置作向上的角度。

凱利根據這一理論製造並試飛了第二架正式的滑翔機。一次飛行中有個男孩子擔任試飛員，據說曾從一座小山向下飛了“幾碼”。凱利用這架滑翔機，或者說根據它改造了的滑翔機，進行了多年的試驗。然後，在1853年，他說動了自己的馬車伕從一座小山上起飛，飛越一個村落。關於這次飛行的記載極少，但看來有中等程度的成功。可是那個車伕沒有後期的飛行員那種英勇的毅力。據凱利的孫女說，他當場要不幹，大聲叫道：“我是給請來趕車的，不是來飛行的！”

十九世紀中，人們對航空的熱忱漸漸增高，在研究理論和進行實驗之際，出現了很多設計建議。但是，維多利亞時代的發明家對飛機最後成功真有貢獻的人，實在寥寥可數。

雄心萬丈的主意

這寥寥數人中有最崇拜凱利的威廉·S·亨森。他根據凱利的理論設計了一輛巨大的“空中蒸氣車”，希望它能“把信件、貨物和乘客從一地運送到另一地去。”這輛車的翼展達一百五十呎，由一具蒸氣發動機轉動兩組六片後置推進槳來推動。這設計在那時是極先進的，但它遭到了凱利曾經遇到的困難：蒸氣發動機太重。“空中蒸氣車”只是紙上談兵，沒有製造。

亨森只好把眼光降低，終於作出了貢獻。他和一位名叫約翰·斯特林菲爾德的工程師合作，按原來的蒸氣車設計製造了按比例縮小的、二十呎

的模型，用一座輕巧的蒸氣發動機供應動力。1848年的試驗中，這模型算“飛動”了，可是發動機動力支持不起機體重量。這模型機只能滑翔，不過下降的速度比沒有動力的要慢些。這是在飛機上首次應用機動推進的嘗試。

橡皮圈動力

航空界第二位先鋒人物阿爾方斯·貝努是在1870年代登上航空研究舞台的。他製定了第一個能穩定飛行的設計，主翼前端和尾翼面採上反角，成為後來大多數飛機的定型。他把這架由橡皮圈帶來轉動後置螺旋槳的20吋模型謂之“平面體”，在1871年當眾試飛時很成功。

後來貝努轉而研究載人飛機，設計了非常先進的水陸兩用飛機，具有不少現代飛機的特點，例如牽引式螺旋槳，機翼的上反角，能收縮的着陸輪，有垂直穩定板、方向舵和升降舵的尾翼，以及供全部操縱用的單一操縱控制桿。貝努估計這種設計的飛機每小時可飛六十哩——如果有人出錢製造的話。他找不到出錢人，這飛機無法造成。1880年，貝努即因失意和病弱而自殺。

他却不知道自己已經對未來的飛行作了一項間接的貢獻。1878年美國愛奧華州杉瀑城聯合兄弟教會的牧師米爾頓·賴特給他的孩子們，威爾伯和奧維爾，買了一架貝努設計的那種橡皮圈推動的模型飛機。這小小的模型玩具給兩個孩子留下了深刻的印象，使他們開始想到製造更大的模型。

在賴特兄弟之前，對航空學研究的最大貢獻，除了凱利，使得數德國的奧圖·利倫撒爾的工作。他詳細地研究了鳥類，把所得結果在他的《鳥類飛行：航空的基礎》中公開發表。這著作對包括賴特兄弟在內的後代研究者影響極大。

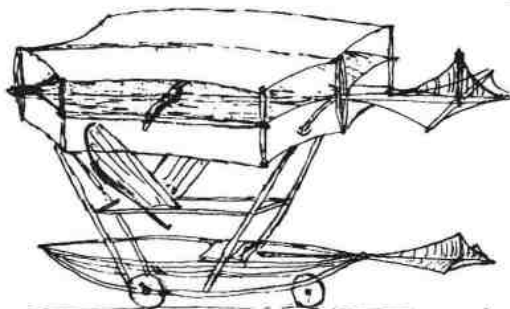
但是，利倫撒爾最切實的貢獻却在他能決心集中精力取得實際飛行的經驗。1891年起，利倫撒爾製造和試飛了很多滑翔機。利倫撒爾的後期的滑翔機可以依靠飛行者自己起飛。他從小山頂上向下奔跑，速度加快後就獲得所需的升力。滑翔機升空之後，利倫撒爾雙手抓住機架，兩腿懸空。他移動身體，達到初步的穩定和操縱作用。利倫撒爾用他的滑翔機在六年之內作了二千多次飛行，有時可飛行二百七十多碼。他的全部飛行經驗按現代標準說雖然很短，但他在空中停留的時間比他前輩們積累起來的總時間還要長。最重要的是他終於證實了設計適當的機翼可以支持住一個人在空中停留的重量。



航空學的開始可以說是十九世紀初英國發明家喬治·凱利爵士促成的。凱利是個業餘雕版畫家，1799年他在一隻銀盤上雕下他的設計(上)說明他想用固定機翼的飛機作飛行。1804年，他製造並試飛了第一架真正的飛機，是五呎長的滑翔機，用風箏作翼(下)。



第一架載人的滑翔機是凱利在1849年時設計製造的這個古怪機械。他記載說：“有個十歲左右男孩在這架機上飄浮離地，大約飛行了數碼距離。”這架有三個輪子的飛行機器起飛時要沿山坡向下滾。它是第一架尺碼夠大而又在設計中包含了內部穩定性的飛機。



1896年，利倫撒爾開始製造有動力推進的滑翔機。他所用辦法是：在翼端用一種碳酸氣體馬達供應動力，造成一種類似鳥翼撲動的動作。但是利倫撒爾還沒有試飛新機前便遇到不幸。1896年8月9日，他在駕無動力滑翔機作例行飛躍時，一陣狂風令滑翔機失去升力，從大約距地五十呎高處跌下來。第二天利倫撒爾便因傷去世。

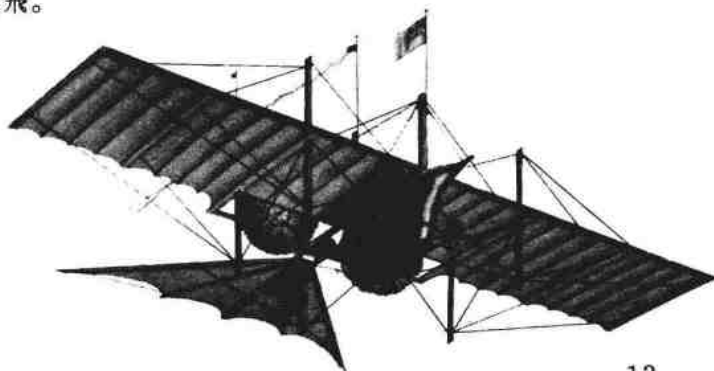
和利倫撒爾同時的還有一位研究者，在1900年前製造並試飛了巨型的有動力的飛機。定居英國的美國人希蘭姆·馬克辛姆爵士專心研究應用動力問題，但忽略了相關的升力和操縱工作。他製造了一架在空氣動力學上說來很粗陋的雙翼飛機，用兩具一百八十匹馬力的蒸氣發動機供應動力，每具蒸氣發動機推動一個直徑十八呎的螺旋槳。1894年試機時，兩具發動機居然產生了足夠的力量把那架笨重的飛機升舉離地飛越了特別造好防止它衝升的欄柵，可惜馬克辛姆認為他的工作像這樣便算大功告成了。他業已證明有足夠的動力連三噸半的機體都可以升舉起來了。從此他便結束了自己所進行的試驗。

在賴特兄弟以前的另一位試驗者奧克達夫·查紐特，是美國的土木工程師，自1875年起開始對飛行發生興趣，以後畢生從事搜集和編輯其他研究者的成就的工作。1896年，他決定自行設計滑翔機。查紐特在六十多歲時改良了利倫撒爾設計的雙翼滑翔機，採用了橋樑設計技術，以支柱和成對角線的鐵線把上下機翼連結住，這是1930年代的飛機繼續採用的方法。查紐特的滑翔機作了幾百次成功的飛行，常常飛翔百碼以上。查紐特曾打算進一步研究動力飛機，但在1900年時他便成了賴特兄弟的知己和顧問，三人通力合作了。

發射架和住屋船

動力飛行出現前的另一位偉大人物是賽默爾·庇爾邦特·蘭利。他是建築師、天文學家、物理學家、數學家，後來是史密森博物院院長。他從1886年起，直到1906年去世時止，在空氣動力學方面作了廣泛的自理論到室內實驗的研究。最令人注意的是他那架動力推進飛機的嘗試。他把自己的飛機叫作“飛行體”。蘭利的助理工程師查理·M·曼利為尋求輕巧強力的發動機，自己作了一種性能優越、能供應52匹馬力而重量僅及125磅的設計。這種馬力對重量的比率，到第一次世界大戰結束時仍是獨一無二。蘭利的飛機在試飛時要在特製的住屋船上用發射架發射起飛。

現代飛機結構早在1842年由最崇拜凱利的人威廉·S·亨森想出來。在那年他為這項有預言性的設計申請專利。這飛機沒有實際製造，但他的設計規定用固定機翼，有堅固的翼樑支撐，雙螺旋槳和飛行操縱裝置——這些標準，在65年後仍為不少飛機所採用。



突破的開始

蘭利的飛機由曼利駕駛，在1903年10月7日首次試飛。那艘住屋船停泊在維吉尼亞州瓦德華特附近的波托瑪克河上，曼利發出起飛信號。飛機開始前滑了，但發射裝置不幸發生故障，飛機竟翻滾掉落波托瑪克河中。駕駛員曼利落水，幸而沒受傷。

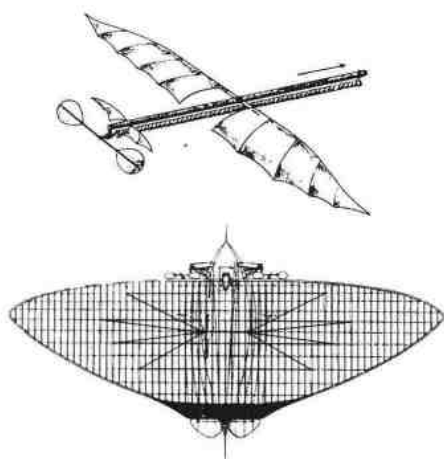
飛機經過修理，兩月後再作第二次試驗。發射裝置又發生了故障；這一次曼利雖然保全性命，飛機卻殘破不堪了。蘭利去世後，崇拜他的人們堅決主張說他的飛機是第一架能繼續以動力飛行的飛機。他們說毛病都在發射器的設計上。

這時真正載人飛行的條件都具備了。這一成功，正等待着俄亥俄州台頓城的自行車製造匠威爾伯和奧維爾·賴特兩兄弟來完成。1900年，他們經過相當長久的研究之後，決定造一架真正的滑翔機。那是架雙翼無尾的飛機，機翼之前有個水平控制操縱翼。這設計和查紐特的相同，但有一項重大改進：爲了操縱機體的左右活動，使機翼略爲扭轉。從前的靠移動身體來進行操縱的動作，賴特兄弟們研究出一個極妙的替代方法，由駕駛者拉動鐵線來略爲扭轉翼端，進行操縱。鐵線使一邊翼端上扭而另一翼端下扭，理論上可以造成有效的操縱。

1900年10月，在北加羅林納州幼鷹海灘——這地方風力平穩，沒有樹木之類障礙，因而被選作試飛場所——賴特兄弟作了十二次簡短的滑翔飛行，總共留在空中時間約兩分鐘。滑翔機的升舉力雖然不如他們所估計的，但是賴特兄弟很受鼓舞，便回到台頓去製造更大的飛機。

他們的第二架滑翔機在1901年7月和8月中，仍在幼鷹試飛，成績令人失望。較大的滑翔機操縱困難，且不穩定。他們還要多作研究。1901年之前，賴特兄弟一直單獨進行了不少研究，但他們對他人的各種發現都毫無疑問地接受了。這時他們再檢討了前人已作的工作。他們後來寫道：“我們發現所有的飛行機器所根據的計算都不可靠，全是在暗中摸索。我們在開始時對已有的科學資料是絕對信任的，但是我們被迫對它們一個又一個地發生懷疑；而在兩年的實驗之後，我們把它們全拋在一邊……。事實和錯誤往往混和在一起，難以鑒別。”

賴特兄弟回到台頓後自行建造了風洞，製造了單翼機、雙翼機和三翼機的各種模型，進行實驗。他們得到了很重要的結論，就是翼橫切面彎曲度較小，配合更大的翼長和翼寬的比率，可以獲得更加有效而穩定的機翼。



阿爾方斯·貝努設計的20吋“平面體”(上)具有上下、左右穩定性，是他對飛行的重大貢獻。他提出這一模型時只有21歲。用橡皮圈帶扭轉供作動力，也是貝努的發明。1876年他提出一項製造大水陸兩用單翼機(下)的計劃申請專利，但是後來找不到出錢支持的人。他在三十歲時便自殺去世了。

他們在設計第三架滑翔機時，便把這一發現和翼扭轉技術及其它發現都應用進去。那是一架翼展32呎的雙翼機。

他們兄弟二人在近幼鷹的殺魔山，用第三號滑翔機，在1902年9月和10月的短短39天中，進行了近千次的飛行。這些試飛完全成功；他們知道用什麼方法維持穩定和能控性。於是，他們可以作大步邁進：採用動力。

賴特兄弟計算了他們的需要，設計和製造了他們自己的發動機。它重僅180磅，却能產生13匹馬力。螺旋推進槳也很重要。經過詳細研究之後，賴特兄弟製成一種本身就是翼型（在空氣動力學上說來有如機翼）的螺旋槳板。賴特兄弟的最後成功，除了空氣動力以及發動機設計外，螺旋槳的高度效率，也是重要因素之一。

賴特兄弟的第一架動力飛機是在1903年夏天造成的。那是一架雙翼機，翼展40呎4吋，重650磅。兩片螺旋槳由自行車式齒輪和鏈條接連到發動機的主軸上。他們後來把這飛機叫作“飛行者”。在發射時，“飛行者”給承載上一輛在木製發射軌上的小車。這飛機分成多件在1903年9月中運送到殺魔山賴特兄弟宿營處去。

最後，12月14日那天，威爾伯在拋硬幣獲勝後首先試飛。“飛行者”順着發射軌道前進，上爬片刻後飛行速度減低，掉落在沙地上。威爾伯沒有受傷。他承認錯在自己，不在飛機。

1903年12月17日

“飛行者”只受到輕度損傷，三天後就可以作另一次試飛。這次輪到奧維爾試飛了。“飛行者”在軌道上滑行一段短距離後，離開了小車，在殺魔山的沙灘上空搖擺着飛越了120呎距離。奧維爾在報告中說：“這次飛行有12秒鐘，但這是世界歷史上的創舉，機器載人第一次以它本身的力量把自己升舉到空中去飛，沒有減降速度而向前航進，最後在和起飛地點同樣高的地方降落。”

他們兄弟二人輪流操縱，那天另外又作了三次飛行，每次都創新了動力飛行持久記錄，最後一次威爾伯在空中停留了59秒鐘，飛行了852呎。

長久以來的夢想終於成了事實。許多人曾作了許多嘗試。賴特兄弟成功了。

自從幼鷹試飛成功以來，這些年裏飛機又經歷了劇烈的發展進化。賴特兄弟的“飛行者”居然達到了每小時30哩的速度。現代化的軍用飛機時速



世界最早的飛行者奧圖·利倫撒爾曾經作過2,000次以上的滑翔飛行。這是他兩次飛行時拍的照片。他不斷努力，終於成為第一個成功地製造並飛行了比空氣重的飛行器械的人物。他在1893至1894年間用單翼機滑翔飛行（下），在1895至1896年用雙翼機滑翔飛行（上），對賴特兄弟有極大的影響。同時，賴特兄弟從他的著作《鳥類飛行：航空的基礎》一書中吸取了很多理論。1896年，利倫撒爾的滑翔機被風吹撞跌下來，傷重去世。



超過4000哩，普通的民航客機只要四小時半就可以橫過美國大陸。在一個國家的商業和經濟中，飛機的製造經營成了大事。1970年代初期的美國各航線班機，每年飛航超過1500億哩，它們的收入超過了百億美元。飛機製造商在美國及海外出售的飛機總值達三十餘億美元。各航空公司和製造商所僱用的人員將近五十萬。但是，航空方面的進步仍在持續之中。它對人類以及人類為自己而建造的世界，今後會發生什麼樣的影響，還是相當難預料的。

賴特兄弟： 飛機之父

威爾伯和奧維爾·賴特兄弟的貢獻，有比發明和試飛第一架動力飛機更為重要之處：在前人很少探討的航空學這一科學部門中，他們編集了許多精確的知識。他們的發明，有些地方可說是他人研究工作的順理成章的伸展；但他們是最後把幾世紀來被傳說、猜測和錯誤計算遮掩了的學問，確實弄清楚了的人物。賴特兄弟開始這一工作時，只是心思較敏，手藝較巧，意志較強，便終於成了偉大的工程師和航空理論家。在解決如何在不穩定的氣流中操縱機翼和設計高效率的螺旋槳之類問題中，他們完成了開路領先的工作。在仔細測錄氣流對彎曲機翼所產生的升舉作用方面，他們完成了科學上的突破。世俗的傳奇把威爾伯和奧維爾·賴特說成受到靈感啟發而獲得好運的人。但是，歷史認為他們是有創見的思想家，以他們的見解改變了世界。

第一次飛行

右頁是足以令人憶起1903年12月17日在幼鷹沙地上展開的那件歷史大事的一些紀念片段。飛機照片記錄的是第一次動力飛行情形。駕駛人是奧維爾，威爾伯在一旁奔

跑。賴特兄弟用的計秒錶放在他們的日記本上。他們的風速計壓在奧維爾給父親的電報上。這封電報向他們的父親報告了這一偉大的成功的喜訊。