

百 科 小 叢 書

飛 機

周 昌 壽 著

王 雲 五 主 編

商 務 印 書 館 發 行

MBT

V2-49

1  
2

書叢小科百

機

飛

著壽昌周

編主五雲王

行發館書印務商



3 1761 8290 9

# 飛機目錄

第一章	緒論	一
第二章	發達史	四
第三章	原理	一九
第四章	分類	二二
第五章	構造總論	二四
第六章	翼	二八
第七章	機胴	三二
第八章	操縱裝置	三四
第九章	安定裝置	三八
第十章	發動機	四二

第十一章	螺旋槳·····	六三
第十二章	附屬品·····	六九
第十三章	各式代表的飛機·····	七三
第十四章	棚廠和飛行場·····	九二
第十五章	飛機和氣象·····	九六
第十六章	航空地圖·····	一〇八
第十七章	飛機和軍備·····	一一〇
第十八章	通信·····	一一八
第十九章	照相·····	一二〇

# 飛機

## 第一章 緒論

人類自古以來，就懷抱着排空馭氣的欲望。可惜心有餘而力不足，數千年間，依然不能脫離地面一步。所謂乘雲羽化，不過是一種幻想，僅於詩詞小說中偶一見之罷了。十九世紀以還，物質科學，呈急速之進步，遂令這種幻想，居然實現。不僅可壓足人類好奇的心，並且成爲實利異常廣大的科學，這卻非古人始願所能及的了。

衣食住行爲人生不可須臾離的四大要件，前面三項人所共知，姑且從略，現在單就第四項的行說。人類對於行的努力，不外三端：第一在圖謀便利，第二在擴充搭載分量，第三在增進進行的速度，這也是顯而易見的。最後的一種努力，在古代並未多加注意，直至十九世紀中葉，纔成爲一個重

要的問題。本來空間是浩大無窮的，人生的歲月卻有限得很。既沒有縮地的方法，又欲以有限的歲月去臨無窮的空間，試問除卻增加速度而外，還有何法？批評十九世紀的人，有稱他為蒸汽時代的，有稱他為電磁時代的，有稱他為鐵路時代的，不一而足，見仁見智，各執一詞。但若綜括全體而言，都不外是在求得最大的速度，倒不如直捷了當，就稱他為速度時代，較覺貼切些。

行動時必須在外界覓一支點，支點所在處情形不同，行動的方法，也就有異。人類所棲息之處，為陸地，故支點在陸地上的行動，極其自然，發達亦最早。關於陸上交通，前舉的三點，即便利，搭載力，速度，差不多都到了完全的地步。地面上凡是人類居處的地方，無論怎樣偏僻，均已有了聯絡，可謂便利極了，但同時卻也不免有缺點。何則？陸地交通，欲其成為最良狀態，當然不能僅用古代所驅使的牛馬，或僅僅製造汽車，即可滿足。必須在聯絡地點的中間，架設交通的線路，方能使用此類車輛。交通的方法愈發達，此項建設線路的費用，愈形浩大。現今國家的強弱，即以其交通線路的多寡良否，為判斷的標準。不能改良其交通線路的國家，直與野蠻洪荒時代無異。故雖明知建設費用不貲，然亦無法節省，陸上交通的弱點，即在於此。

支點在水上的行動，爲水上交通，其發達程度，亦不亞於陸上。但兩者之間，性質迥不相同。水上交通僅能聯絡海洋以及河流沿岸地帶，和人類棲息的陸地全面積比較起來，自然範圍很小，不過此種交通，並不需要線路的建設。海洋是公開的，只要有船，誰都可以利用。這一點是陸上交通所不能及的。自古以來，凡是開化最早的地方，大都在海岸，現今國際往還，仍以水路爲最重要。

支點在空中的行動，爲空中交通。對於地球上任何地點，均可直接聯絡，與陸上交通的性質相同，並且對於中途的路線建設，毫無必要，又與水上交通的性質相同，是兼有水陸兩者的長處，故在交通中所占的地位，最爲重要。但同時仍不免有缺點。因其發達較遲，至今尚未達完成之境，速度雖覺大有可觀，而便利及搭載力，均極有限。然對於商業、軍事、政治上所及之影響，即此已覺複雜之極了。本書限於篇幅，不能作詳細的敘述，僅將飛機 (aeroplane) 的發達及其概況，作一簡略的介紹，希望能引起讀者的興趣，去作更進一步的研究。

## 第二章 發達史

在西元前四百年，有一個畢達哥拉斯 (Pythagoras) 派的哲學家，名叫亞開塔斯 (Archytas)，是他林敦 (Tarentum) 人，發明一種木鳩，能够昇上空中，並且還會飛行。

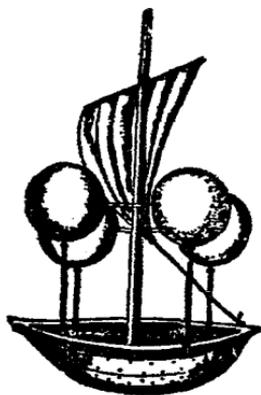
其後雖有人想實行飛走，但也不過是一種傳說，沒有多大的根據。一直到十三世紀，英國的一位教士，名叫倍根羅哲爾 (Roger Bacon) 著的書中，方有一段記載，說：『用一個空心的銅球，球殼異常之薄，內盛很輕的氣體，在很高的山頂，放入空中，就會浮起，和船在水上一樣。』他又推想到『可以造出一種器械，中可搭載人物，人在其中轉動機械，可以使人造的翅，搏擊空氣，和鳥使翼一樣。』

十六世紀時，芬奇 (Leonardo da Vinci) 對於倍根的後半段的推想，極力主張，他繪了一張飛行器具的圖畫，備有兩翼，可以向上收起，向下伸開，打算就人的兩腳來作原動力。

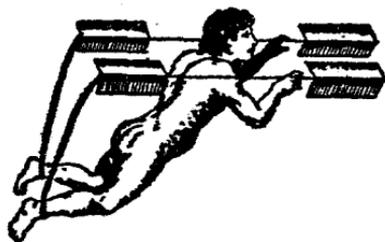
一六七〇年耶穌會教徒拉那 (Francis Lana) 想到抽盡空氣的容器，必定比充滿空氣時

輕，於是造了四個銅球，直徑是二十呎，球殼極薄，一個球殼，當抽去空氣後，其重量比同大的空氣還要輕。在這四個球的下面懸一小船，船上有桅有帆。他以為乘在船中的人，可以使用帆來取方向。其形狀如第一圖。他的理想並不錯，不過要抽盡球內的空氣，卻不容易。並且球殼太薄，不能抵抗外面的壓力，所以難於實行。但是後來的氣球，也可以說由此改良而成的。

一六七八年，法國的一個鎖匠，名叫拍斯尼厄 (Besnier)，造成一種器械，如第二圖的形狀，可以代表近世的飛機。共用一對的翼，由手足的動作，可以使其張合，或在肩上搖擺。他當時並未嘗誇張說他的飛機可以由平地飛起，也未嘗說可以作長途的飛行，不過他確實使用過他的器械，一段一段的飛到高處去，降下來時還可越過一條小河。



第一圖 拉那的氣船



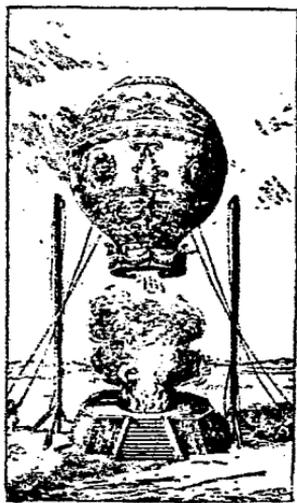
第二圖 拍斯尼厄的飛機

一七〇九年，葡萄牙人谷斯毛 (Gusmao) 乘着飛船由里斯本 (Lisbon) 飛到維也納 (Vienna)。  
一七五五年，亞威農 (Avignon) 人加里恩 (Father Galien) 著一本書，名為航空術 (L'Art de naviguer dans les airs)，詳述稀薄氣球的理論。他以為用上層空氣來裝滿的氣球，在下層較濃的空氣中，就可以浮起，但是他卻未嘗說出怎樣裝法。

一七八二年，意大利人卡發羅 (Tiberius Cavallo) 用氫氣充滿石鹼液球，發見這些球上昇頗速。法國人夢特哥菲厄兄弟 (Etienne and Joseph Montgolfier) 用紙製成一個直徑三十五呎的大囊，內盛潮溼稻草燃燒時放出的熱氣，於一七八三年六月五日，居然昇到六千呎的高處，當時的氣球如第三圖所示的形狀。同時有弟兄兩人名羅伯 (Robert)，得法國物理學家查理 (Charles) 的幫助，用綢製造一個球，直徑十三呎，內盛氫氣，於同年八月，在宗得馬斯 (Champs de Mars) 當着五萬人的羣衆面前，昇騰上空，這要算是氫氣球的嚆矢，卻還沒有人搭載上去。其後三星期，即是九月十九日，夢特哥菲厄 在維爾賽 (Versailles) 地方，當着國王的面前，放起他的氣球，下面繫一吊籃，預備乘人，但是誰也不敢上去，他就捉了一羊，一雞，一鴨，綁在籃內，據說後來這些

動物，降下來的時候，居然還是活的。又兩月後，纔有皮拉特爾得洛齊（Pilate de Rozier）和達蘭得侯爵（Marguis d'Arlandes）乘着更大的氣球昇上去，在空中歷二十五分鐘，渡過森（Seine）河，經過巴黎的一大部分。同年十二月一日，查理和羅伯乘着他們的氣球，名叫查理厄（Char-Hère）的，由推勒里花園（Tuileries Gardens）昇起。這個氣球是紅黃兩色的綢片交錯縫成的，外面塗膠，籠着一面大網，懸掛吊籃，備有氣瓣，氣壓計，砂囊等，現今氣球的大體設備，差不多都有了。

以後氣球逐漸改良，經過的路程也漸次加長。其中最著名的，爲一八三六年，格林（Green）梅遜（Mason）霍蘭（Holland）等由倫敦飛到德國的外爾堡（Weilburg），歷十八時，經過五百哩。一八五九年英國的威茲（John Wise）由聖路易（St. Louis）到亨德孫（Henderson），歷二十時，經過八百零九哩。一九〇〇年的巴黎博覽會，發游孔德（Comte de la Vaulx）由巴黎到俄國的



第三圖 盛熱氣中的蒙特哥菲厄氣球

可羅斯梯哲夫 (Korostichev) 歷三十六時，經過一千一百九十三哩。一九一三年三月魯拍爾邁爾 (Rumpelmayr) 由巴黎飛到俄國的卡科夫 (Khar'kov)，經過一千四百九十二哩，爲世界氣球飛行最遠最新的紀錄。再就高度一方面說：一八六二年，英國科克斯威爾 (Coxwell) 和格雷瑟 (Glaisher) 兩人曾經昇到七哩以上，不過到五哩半的高度，有一人就失去知覺。後來的人因爲有氮氣的供給，方纔解決這層難題。一九〇一年，德國的柏遜和許林兩人，昇到三萬五千六百呎的高度，至今還沒有人超過這個紀錄。

氣球雖然可以昇起，但是行動極不自由，羅伯弟兄曾經使用手搖的綢包的橈，來使氣球向着所定的方向進行，但是因爲氣球是圓的，並且是垂直向下的，所以用橈，沒有效力。

一八五〇年，舉良造了一個魚雷形狀的氣球模型，對於用橈，雖然有效，可是不容易使他取水平的位置。

兩年後，季法德 (Giffard) 造成一紡錘形的氣囊，長一百四十三呎，直徑三十九呎，裝上三馬力的汽機和十一呎長的推進螺旋。雖然飛行不過一兩次就遭難，但卻已離題不遠。

一八八二年替散底厄(Gaston Tissandier)造成一個雪茄烟捲形的氣囊，兩頭都是尖的，裝一個電動機，由蓄電池發電，推進器由兩葉而成，直徑等於九又四分之一吋。推進器上面有一三角網舵，和小火輪上所用的相仿。推進器每分鐘轉一百八十回，雖遇着每時六·八哩的風，也能嚴維持氣囊的位置，不致傾斜。

十九世紀末，內燃機發明後，應用到氣囊上面去運轉推進器，纔解決大體的難題，成了現今的指導氣球(dirigible)。共有三種式樣。通稱為硬式(rigid type)，軟式(non-rigid type)，及半硬式(semi-rigid type)。由於氣囊的構造而異。硬式的氣囊，是用金屬或木材，造成骨架，上糊軟布作為外殼，內盛數個小氣球。不問囊內氣體的含量多寡，壓力大小，氣囊總是保持着固有的形狀。德國徐伯林(Count Zeppelin)發明的，就是這一種。半硬式的氣囊，其腹部也有骨架，可以保持其形狀。軟式的氣囊，完全不用骨架，其形狀僅由囊中氣體的壓力來保持。

徐伯林的飛船，是一九〇〇年造成的，殼長四一六呎，直徑三八呎，兩端尖長，內容氣球十七個。推進器很大，裝在吊船下面，還有一對舵，一司前進，一司上昇。發動機共用兩個，是十六馬力的本品

機。乘了五個人，歷十七分鐘，飛行四哩，經過幾次改良以後，於一九〇九年，他的飛船得空前的大紀錄，即是由夫里德里息沙芬 (Friedrichshafen) 飛到柏林 (Berlin)，共行八百哩。最初搭載乘客的氣船，也是徐伯林開始的，船名德意志 (Deutscherland)，於一九一〇年六月二十二日，載一隊乘客從夫里德里息沙芬飛到杜塞爾多夫 (Düsseldorf)，共行三百哩。如是飛行三次，方遇着大風，墜落下來。他的第十七隻飛船，名叫薩哈森 (Sachsen)，於一九一三年，由他親自駕駛，飛行經過八時間，行四百十三哩，平均每時間可行五十四哩以上，比較歐洲的任何鐵路上特別快車都快。其時正當歐洲大戰開始，這種飛船點綴了不少的史蹟，大約誰都耳熟能詳了。

和徐伯林同時代，還有一個巴西人三多斯杜蒙 (M. Santos-Dumont)，最初應用內燃機，來操縱一種小氣船。氣囊僅長八十二呎，直徑不過十二呎，發動機只三馬力半，於一八八九年，繞行愛斐爾塔 (Eiffel Tower) 一周。當時有人懸賞，能由聖克羅德 (Saint-Cloud) 出發繞着愛斐爾塔飛行一周再回到聖克羅德來，可得獎金十萬法郎。三多斯杜蒙為要獲得賞金，纔冒險一試，雖繞塔一周，卻是當他將要回到終點的時候，突然遇着烈風，從正面吹來，發動機不能運轉，全體遂墜落到

一株栗樹上面。一九〇一年八月，又再試一次，依然失敗。同年十月試第三次，方安然達到目的。

在英國方面，於一九一八年，方摹仿徐伯林飛船，造了若干隻飛船，內中以R 34號最爲出色，是飛越大洋的頭一隻飛船。後來還替美國造了一隻R 38，在美國卻登記作2R 2，形體頗大，內裝三百五十馬力的發動機六架，最大速度爲每時七十二哩，飛行距離爲五千哩。曾在英國試飛若干次，於一九二一年八月載六十二人，墜入恆伯（Humber）河中，死了多人。

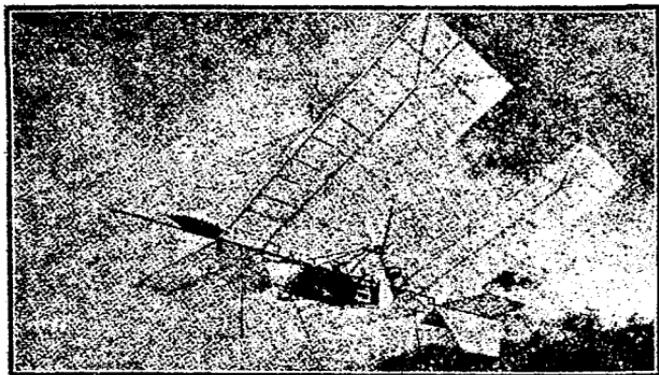
在美國方面，一直到一九一九年，纔有可以實用的自造的飛船，其代表者爲C 5，屬於軟式的一種，長一百九十二呎，寬四十三呎，速度爲每時四十二哩，曾經完成過一千零五十哩的長距離飛行，後來因爲起大風，吹到海面上損壞了。美國也仿着徐伯林式，於一九二三年，造成一隻飛船，最初登記爲2R 1，後來改名爲申喃多亞（Shenandoah），於一九二五年，在俄亥俄（Ohio）上面飛行時爲暴風毀壞。後來還有2R 3號飛船，於一九二四年，完成了橫斷大西洋的飛行。於一九二一年就能夠用氫來裝氣囊，免去用氫氣有爆發的危險，這也是美國飛行界新貢獻。

以上所述，通是比空氣輕的器具，還有比空氣重的器具。前者通稱爲飛船（airship），後者總

稱爲飛機 (aeroplane)。飛機究竟起源於何時，已無可考。最早的紀錄，要推英人揆力 (Sir George Cayley)，他於一八〇九年及一八一〇年，曾在雜誌中詳細發表過他所實驗的滑翔機 (glider)，共用兩翼一舵，並且還說，要是用內燃機還可以飛遠些。

一八四二年，英人亨遜 (William Samuel Henson) 計畫一個很小的飛行器械，僅用一個支持面，和兩個推進機，發動則用汽機。

此後本世紀中，雖會有許多人，繼續研究，但是進步卻少。一直到一八九六年，美國的蘭格力 (S. P. Langley) 造成模型，飛行四分之三哩，直至所裝的燃料燒完，方纔落下。他的那架飛機，如第四圖所示。後來飛行專家紮姆 (A. F. Zahm) 審查蘭格力的飛機，曾經批評說：「蘭格力的飛機，確已有充



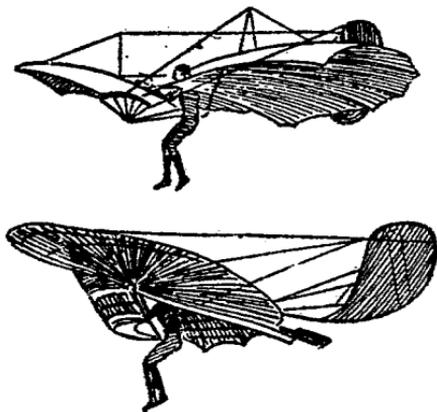
第四圖 蘭格力的飛機

分的設備，可以在平靜的天氣，作數時間的平穩飛行，只可惜他沒有那樣好的機會罷了。」就到現在，蘭格力的航空力學，還是一般認為無懈可擊的。

一八九〇年，法國阿德爾 (Clément Ader)，由解剖鳥類的研究結果，造成一架和鳥一樣的單翼機 (monoplane)，用四十馬力的汽機運轉機前的推進器，第一次飛行一百五十呎遠，第二次加了一倍。

同時另一方面，有許多人，想不用機械力，僅用幾面大翼，即可將人舉起。德國的力林塔爾 (Otto Lilienthal)，於一八九一年，就用這種機械，飛行數百呎遠，其後又飛行二千餘次，最後於一八九六年，在試飛一種新的複翼滑翔機時，落下死了。

同時有美國的來特兄弟 (Wright brothers, Orville and Wilbur)，也造成一架滑翔機，操縱的人，可以占着水



第五圖 力林塔爾的鈔翼式飛機

平的位置，更經若干次滑走之後，加以改良，可以裝用四汽笛的汽油機關，來運轉推進器。此機僅重二百磅，於一九〇三年十二月七日，在啟替霍克 (Kitty Hawk, N. C.) 近傍，開始試驗，飛行四次，其中有一次歷時五十九分，經過八百五十二呎的距離。這要算人類單用機械力就能由地面飛起的最初的實例。據他們的報告，所用的操縱裝置，極為得心應手，復返出發地點，毫不覺難。一九〇八年，來特將這種飛機的專利權，賣與法國，在法國的成績亦佳。同時他們又在美國軍隊中，發明最有名的雙翼機 (biplane)，裝用二十五馬力的水冷發動機 (watercooled motor)，翼有兩面。推進器二個，長八呎半，每分鐘轉一千四百回，和現今螺旋推進器的速度，相差不遠。實驗幾次，都很成功。後來於一九〇八年九月十七日，來特與微爾 (Oville Wright) 就在這個飛機上負傷，搭乘的塞爾弗里吉 (Selfridge)，卻喪命了。一方面來特與威爾部耳 (Wilbur Wright)，同時在法國，用自己的飛機，實演若干次，速度達到每時七十七哩，並且經歷兩點鐘，方才降落。由此證明用比空氣重的機械飛行，確屬可能。

同時還有刻替斯 (Glenn H. Curtiss)，是美國的青年發明家，造成一架雙翼機，於一九〇八

年七月，完成一哩以上的飛行，奪得科學的美利堅 (Scientific American) 雜誌的錦標。次年又獲得法國戈登本涅特 (Gordon Bennett) 的航空獎金，並且還由奧爾巴尼 (Albany) 飛到加味諾島 (Governor's Island)，共飛行一百四十二哩的距離，中途因為裝油和燃料，停了三次，平均的速度為每時四十九哩。同年哈密爾敦 (Charles K. Hamilton) 乘着刻替斯的飛機，由加味諾島飛到菲列得爾菲亞 (Philadelphia)，行過七十四哩又十分之七，僅歷一時四十五分。經此幾次成功，刻替斯的飛機，遂成當時的模範。大規模的製造，均從此開始。後來逐漸改良。於一九一〇年，替斯更造成商用的水上飛機 (Hydroplane)，海面上的飛行，由此開始。

到一九一四年，重於空氣的飛行器具共有四種式樣：即牽引陸上飛機，水面飛機，推進陸上飛機，及飛船。除卻俄國 栖科斯基機 (Sikodaki plane) 裝用四個發動機而外，其餘均僅裝有一個發動機。英美多用雙翼，而德法則多用單翼。當時法國的飛機，速度最大，使用格諾門 (Gnome) 一百馬力發動機一架，達到每時一百二十五哩的紀錄。在他一方面，德國則達到不停飛行和昇高至二萬六千七百三十呎的紀錄。英國雖無特殊的紀錄，但飛行卻極穩定。美國在此時期內，尙未注重於

飛機方面，故無所建樹。但自歐戰開始後，美國見英、法、德、俄、意均利用飛機，作攻守的要具，始急起直追，盡全力於飛行事業，對於聯軍貢獻頗不少，尤以美國發明的自由發動機 (Liberty motor) 爲最注目，由美國替歐洲各國所造的飛機，大都是裝的這種發動機。

歐戰中飛機的發展，固然偏於軍用的一方面，例如單座戰鬥機，進行極速，操縱靈敏，但對於商業，則無價值可言；雙座觀望機，因爲要搭載龐大笨拙的投擲炸彈機，需要特殊的飛行場，對於商業，也似無大關係。不過歐戰完結以後，此項飛機，亦未嘗無利用的方法。例如偵察機則供航空郵政用，戰鬥機則供搭載乘客用，投彈機則供轉運貨物或搭載大批乘客用。還有戰時前線用的照相飛機，也可以改造來作照相測量，以供和平時代的研究等。

最初利用飛機傳遞郵件，是一九一八年的五月十五日，正值歐戰中，美國開始於華盛頓與紐約之間，用飛機定期傳遞郵件。最初由陸軍飛行士官司機。同年八月即完全劃歸郵局，以後逐漸擴張，加了無數的班次，如橫斷大陸之晝夜快郵，以及全美各重要都市每日的郵件等。例如在紐約傍晚將信件投入航空郵箱內，翌晨即可送達舊金山受信人手中，比任何火車都快。

據一九二六年而論，空軍最強的，只有四國，依着他們軍力強弱的次序排列起來，爲法國、英國、德國。已有飛機的共有五十五國，已用飛機投遞郵件的，僅有十六國；至於利用飛機經營商業的，則僅有前述的法英意德四國而已。

至於飛行技術方面，亦有長足進步，如一九二四年三月十七日，由阿特爾出發，環繞地球飛行一周，於同年九月二十八日復返原地。又自一九一九年五月，和刺（Harry Hawker）開始作橫斷大西洋的飛行，由坎拿大出發，飛至距離愛爾蘭西岸七百五十哩遠，被迫下降，共飛一千一百哩，中途一次也沒有停。同年五月，李德（A. C. Read）駕駛美國海軍用飛機 NC 4 號，由紐芬蘭到亞速爾羣島（Azores），亞速爾到里斯本（Lisbon），里斯本到普里穆斯（Plymouth）。同年六月十四日，奧爾科克（J. Alcock, D. S. C.）和布郎（Whitten Brown, R. A. F.）由紐芬蘭直飛到愛爾蘭，成功第一次不停橫斷大西洋的飛行，共經過一千九百哩。以後繼續作長途飛行的，頗不乏人，而尤其聳動全世界聽聞的，要算是美國的林白（Charles Lindbergh），於一千九百二十七年五月二十日，晨七時五十分，由紐約出發，操縱一架賴安式單翼機（Ryan monoplane），名爲「聖路易

之靈 (Spirit of Saint Louis) 號，裝用二百二十馬力的來特式『旋風 (whirl wind)』發動機，於翌日晚間十時三十分，飛到巴黎近傍勒部耳熱 (Le Bourget) 飛行場落地，歷時三十三時半，經過三千五百哩，開飛行界長途飛行最久最遠之紀錄。同年六月四日，另外一位美國的飛行家張伯倫 (Clarence Chamberlin) 載着一位搭乘者利焚 (Levin) 於早晨六時四分由紐約出發，操縱一架柏郎卡式單翼機 (Bellanca monoplane) 名叫『哥倫比亞 (Columbia) 號』，裝用二百馬力來特式『旋風』發動機，於六月六日早晨五時三十五分，直飛到離柏林約百哩的埃斯勒本 (Eisleben) 落地，共歷四十三時間之久，經過距離四千四百哩，並且比林白還多一位乘客，算得更進一步。最近於一九二八年七月八日，德國的里斯替克斯 (Risics) 和親麥曼 (Zimmerman) 在空中共歷六十五時間又二十六分之久，經過五千哩的長距離，遂成爲現在最新的紀錄。

## 第三章 原理

今日的飛機，即由滑翔機 (Glider) 脫胎而成，而滑翔機又由玩具中的風箏摹倣得來。所以講飛機的原理，當從風箏和滑翔機講起。

風箏的原理，異常簡單，在空中由經過其下的風壓，爲之支持。無風則不能揚，風愈強則風箏愈易升起。我國的風箏，通常均爲單一的平面，間或亦有數個平面組合而成，如蜈蚣等類，惟不常見，且不易放。歐洲舊式的風箏，大都作羅馬時代的盾形，後來力林塔爾發明的箱式風箏 (Box-Kite)，即由此而來。箱式風箏用兩平面結合而成，中隔一定距離，使空氣可由其間自由通過。像這樣形狀的風箏，昇騰力最大。法國的科狄 (Cody) 等，曾利用箱式風箏，作許多有趣的實驗。由此得知若是風力很強，這種風箏足可將人帶上空中。於是在箱式風箏下面掛一條繩，將人繫住，居然離地而起，風若加強則昇，轉弱則降。

由箱式風箏更進一步即成爲滑翔機，亦有兩翼，上下相重，中隔一定的距離，和箱式風箏一樣。其下翼的中心處有一種設備，容司機人乘坐。使用時先將全機運至山頂，或懸巖陡壁上，司機人入據其座，然後將全機由山頂從後推下。滑翔機在降下中，其翼面受大氣的壓力作用，降下速度因而減小。若不垂直落下，而與地面作一傾斜角度，即成滑翔的行動。

飛機在空中飛起的原理，也和風箏及滑翔機一樣。即是由飛機翼面下方吹過的氣流，有一部分的上壓力，將機體支住。只要飛機能飛昇到相當的高處，風力足以抵抗機體的重力，那就可以浮在空氣中，和風箏一樣。至於此種風的原因，是否由於溫度氣壓等的變化而來，或是因爲機械運轉，機體沖破空氣而過，均不成爲問題。凡是較空氣爲重的航空機，均屬於這個原理。飛機中有許多的翼面，都是用來受風，藉以支持體重的。現今飛行速度已超過每時一百哩，則所生的支持力之大，可想而知。

飛機的翼面，不平而曲，均用可以撓曲的材料造成，和船上用的帆相倣，形狀則下凹上凸。當飛行中，支持面和水平面約成八度的傾斜，這個角通稱爲飛行角 (angle of incidence)。因爲有這

一點傾斜，和空氣相衝，翼面的彎曲，略微增加，使空氣進入翼下凹處，機體因而得上一上壓力。飛機之所以能浮起，就是這個道理。至於此項上壓力的大小，不問翼面之形狀如何，配置如何，僅與其全面積爲比例；同時並與飛機在空氣中進行速度的平方爲正比例。譬如速度由每時二十哩增至每時四十哩，則同一翼面所受的壓力，亦增加四倍。飛機所能載的重量完全由於此項壓力而定，亦即由於翼面的面積及速度的平方而定。此外尚有數種原因，和飛機的載重有關，此處暫且從略。又飛機有單翼機，雙翼機，三翼機等之別，對於翼面的一定張開情形，其昇騰力各不相同。如用數學式來表，則各種形狀的飛機，各有其常數；不過上述的原則，即是昇騰力與面積及速度平方成比例的原則，則無論對於何種飛機，均屬適用。還有一層應當注意的，就是速度加倍，則昇騰力增加四倍，初看起來，好像很覺便於應用，實則只要略加追求，即知其不然。例如欲其速度加倍，所須的馬力，必八倍於原有的馬力。又支持力與速度平方爲比例，而欲得此速度，則須使用與其立方成比例的力。其複雜情形亦可見一斑。

## 第四章 分類

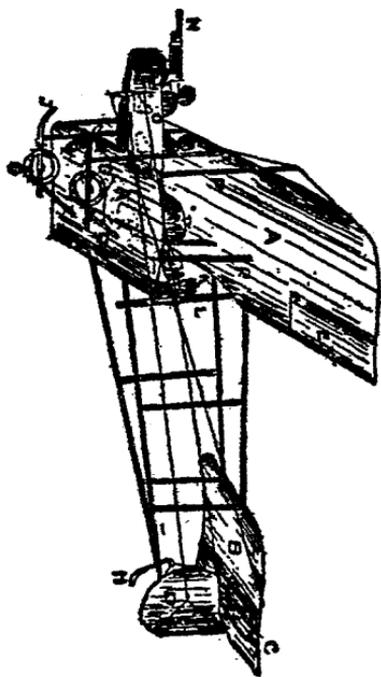
飛機的種類，可分爲單翼機 (monoplane)、雙翼機 (biplane)、三翼機 (triplane) 等，即隨其翼面的多寡而定。不過通常因三翼機重量過大，效力不多，故除特別少數而外，大都使用單翼雙翼的兩種。

又歷史上還有力林塔爾的鼓翼式飛機 (ornithopter) 和螺旋機 (helicopter) 兩種，前者係摹擬鳥類的動作，運用機械力來操縱，由機械的圓運動變爲直線運動，或由直線運動變爲圓運動，以及曲線運動等。但是由圓運動變爲直線運動，必要有特別的裝置，又欲搏擊其翼，亦須有特殊裝置，方能避去惰性的作用。這種種難題，均不容易解決，所以這一類的飛機，也就難有完成的希望了。螺旋機則亦利用推進器而成，但不裝於機前而裝於機頂，轉動時受空氣的抵抗，可以一直上昇，故離陸着陸均無滑翔的必要，飛行場的設備亦可省略，要算是這種飛機的特點。同時卻也有缺點，即

是機體既全靠空氣對於推進器的抵抗，來作支持，當然就非有相當大的推進器不可，並且推進器轉動起來，機體亦不免隨着轉動，欲免去機體的轉動，非得裝一個向反對方向轉動的推進器不可。此外還須加一橫向的推進器，方可使機體向前方進行。凡此種種，都是很困難的問題。一有不慎，隨時都有墜落之虞，欲其完成，亦非易事。所以能供實用的，結局只有單翼機和雙翼機兩種罷了。

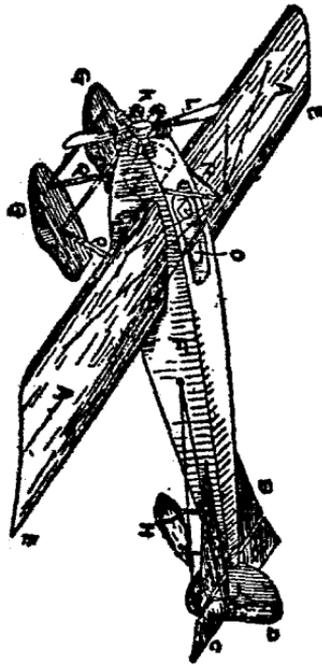
## 第五章 構造總論

於敘述一般構造以前，先將飛機的各部分名稱，辨別清楚，方覺便利。第六圖為陸上用的雙翼



第六圖 陸用雙翼機

機，第七圖爲水上用的單翼機，其作用相同的部分，均用同一的英文字標出，不過名稱則因水陸不同，互有參差而已。茲將此兩機的各部分名稱，和圖上所標的符號，列表於下，以資對照：



第七圖 水上用單翼機

圖中符號	陸用雙翼機名稱	水上用單翼機名稱
A	主翼 (main plane)	主翼 (main plane)

	在上者曰上翼 (top plane)	
	在下者曰下翼 (bottom plane)	
B	尾翼 (tail plane)	尾翼 (tail plane)
C	昇降舵 (elevator)	昇降舵 (elevator)
D	方向舵 (vertical rudder)	方向舵 (vertical rudder)
E	補助翼 (aileron)	撻翼 (aileron)
F	機體 (body)	機體 (body)
G	車輪 (landing wheel)	浮艇 (float)
H	後橇 (tail skid)	後浮艇 (tail float)
J	前橇 (landing skid)	
K	發動機 (engine)	發動機 (engine)

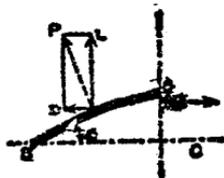
L	螺旋槳 (screw propeller)	螺旋槳 (screw propeller)
M	燃料油槽 (oil tank)	燃料油槽 (oil tank)
N	槍 (gun)	
O	座位 (seat)	座位 (seat)
P	支柱 (strut)	支柱 (strut)
Q	支腳	支腳

## 第六章 翼

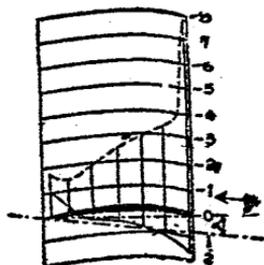
翼 (wing) 爲飛機最重要的部分，和發動機同屬飛機的命脈，且比發動機還要重要。飛行中發動機起了障礙，還可不至有何危險，然而翼若破損，必立刻墜落，成爲不可抗的災害，其重要可想而知。因此歷來對於翼的研究，比較其他部分，都覺進步，尤以法國厄菲爾 (Eiffel) 的貢獻爲最多。第三章所述的原理，大都出於厄菲爾的研究。

翼受空氣的抵抗狀況，如第八圖所示。A B 表示翼面的橫斷面，沿着箭頭方向進行，P 表示翼面所受的壓力。試將 P 分解作垂直和水平兩分力，得 L 及 D；其中 L 的作用在使翼面向上昇起，通稱爲浮揚力 (Lift)，D 的作用在反抗翼的前進，通稱爲抗進力 (Drag)，故欲得良好的結果，須使 L 大 D 小，通常最良的翼面，L 大於 D 十六倍以上。又 L 的大小因翼的形狀，進行速度，及飛行角  $\alpha$  等而有不同。更據厄菲爾實驗的結果，飛行角  $\alpha$  等於六度時，狀況如第九圖所示，翼上的點線，表負

壓力，作用在將翼面吸上，翼下的實線表浮揚力，作用在將翼面舉起。兩者大小懸殊，故毋寧謂飛機的浮起，由於翼上的吸力，還覺得當些。由圖可知此項吸引力以前緣為最大，愈進後緣愈形減小。



第八圖 翼面的壓力



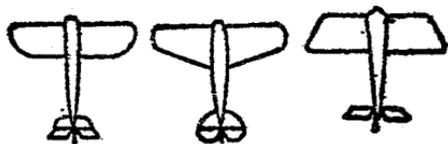
第九圖 浮揚力

翼的平面形狀概作矩形，橫邊約為縱邊的五倍至六倍，此項比例通稱為翼比 (Aspect ratio)，其值愈大，浮揚力亦愈增加，不過在六倍以上，構造頗不容易，故一般均以六倍為限。詳細的形狀，則因單翼機，雙翼機而有不同，然亦不過截去隅角或用斜邊而已，大體仍為矩形。如第十圖為單翼機的翼的平面形狀，因單翼機的翼比雙翼機更不容易維持其形狀，故其矩形的比，也不能如雙翼機

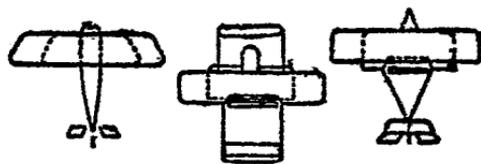
的大，並且愈近中央，寬處亦愈增加。第十一圖表示雙翼機的翼的平面形狀。有種雙翼機的翼面，較爲複雜而且美觀，但只不過裝飾而已，對於實際的浮揚力，卻毫無益處。通常下翼較上翼短，以便在地上斜傾時，不致使下翼損壞。上下兩翼間的距離，與浮揚力有關。此項距離以等於翼幅或其一倍半的爲最普通。

翼的骨架 (framework) 通常由兩條主要的骨幹及若干縱橫小骨配合而成。骨幹多用輕金屬或木材，其位置須由翼的斷面形狀，空氣抵抗對於傾角變化的狀況而定。又骨架內更用金屬細絲縱橫架滿，以防屈撓，上張麻布或棉布，塗特種假漆，使其緊張，以減空氣摩擦。也有全翼一律用金屬薄板造成的。

飛機的全體異常龐大，搬運固不容易，安放亦須寬大的地方，爲要免去此種不便，有將主翼的兩端造成可以自由折合的，如法國摩里士法曼 (Maurice Farman) 的飛機，即其一例。又有將主



第十圖 單翼機的翼



第十一圖 雙翼機的翼

翼由中央分爲兩段，可以折至後面，以減小容積的，如英國勺特（Spartan）的飛機，即其一例。又有將各部分均造成分合自由的，如美國刻替斯（Curtiss）飛機，即其一例。

## 第七章 機胴

機胴 (Fuselage) 爲飛機的中堅部分，構造亦有種種，或由頭至尾，涉及機的全部，或僅設一座位，別無他物。現今則因多用牽引式，受空氣抵抗作用比較不多，故均採用長的機胴，如第十圖第十一圖所示。斷面有四角形，三角形，多角形，及圓形，種種不一，但以長方形而將隅角處截圓者製造最易，故亦最多。材料多用木料或金屬，更張鋼線使其堅固。內除設司機人座位而外，並須裝設發動機，油槽，以及全部操縱裝置。還有尾翼，方向舵，昇降舵等，也均以此機胴爲其裝置的基礎。又當飛機作水平直線的飛行時，機胴受外力的作用，當上昇、下降、及轉換方向時，機胴受屈撓力的作用，因此機胴的構造，必須堅牢，方能支持得住。尤其是單翼機着陸時，所起的震動，對於機胴的影響很大，非有充分的強度，必受其害。此外欲使飛行中所受的空氣抵抗減少，須將機胴的前端，造成流線式樣，正面用金屬板，上下及兩側則用布張緊，其中尙有一部須用透明的膠片，使不礙司機人的視線。

將主翼、尾翼、舵及着陸裝置等各部分與機胴接合成爲一架完整的飛機，須有各種適宜的接頭。接頭大都由金屬製成，種類形狀，極其繁多，只須合用即是，並無須如其他部分要用一定的算法來決定那樣的煩難。至於材料方面，從前只圖求輕，大都用鋁，後來因爲製造既不容易，又不十分堅牢，所以改用鋼。並於各接頭處用鋼索張緊，使其全體，確實成爲一個的剛體。此外對於接續構成上，還有支柱 (strut) 和支腳 (landing chassis)，也很重要，以用木材製成的爲最多，而於載重過大的地方則用鋼管，其形狀不圓而作流線式的橫斷面，以減少空氣的抵抗。

## 第八章 操縱裝置

關於操縱飛機運動的裝置，約可分為三種：（一）上下操縱，（二）方向操縱，（三）着陸裝置。構造均須簡單，動作又須靈活，方能適用。大抵在司機人座前，裝一機柄，欲使用升降舵，則將柄移前移後；欲調整安定，則將柄移左移右；欲變更方向，則用足踏其下面。詳細情形，依次敘述如下：

### 第一節 上下操縱

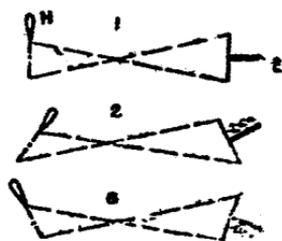
司上下操縱的裝置為升降舵，有裝在機前的，有裝在機後的，也有前後同時均裝的。但是裝在前方，於司機人的視線有礙，尤其是軍用飛機因此妨礙機關鎗的射擊範圍，所以現今的升降舵大都是裝在機尾的。升降舵不過是一塊平板，其作用亦很簡單。如第十二圖所示，E為升降舵，H為舵桿。當升降舵取水平的位置時，如1，舵桿直立於司機人的面前，此時舵既不受空氣絲毫抵抗，飛機

亦無上下方向的運動。但如司機人將舵桿拉向後面，如2，舵尾高起，上面受風壓作用，機尾下降，故飛機即成向上升起之勢。又如將舵桿推向前方，如3，則舵尾降下，風力由下面作用，機尾上昇，故飛機即成下降之勢。舵桿和舵的聯絡，通用鋼索，作用極其敏捷，祇須少許移動，立可奏效。至其形狀構造等，各機並不一律，舵面的大小，可由飛機的大小及其速度計算決定。舵桿或用一條直棒，或用圓形的手柄，其轉動的部分，概用球軸承 (ball bearing) 以

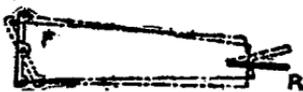
圖圓滑。

## 第二節 方向操縱

方向操縱的構造，和昇降舵相同，在尾翼的最後端，亦就是全機的末端，當飛機作水平飛行時，欲轉左轉右，即用此舵。由一鋼索與司機人腳下的踏桿F（第十三圖）相聯。不動踏桿，則方向舵E如圖中實線所示的位置，飛機即在水平面內向前直進。如



第十二圖 昇降舵的作用



第十三圖 方向舵

右足伸前左足縮後，如圖中點線所示，方向舵即向右傾，全機亦向右轉反之，如伸左足縮右足，全機即向左轉。舊日飛機因爲速度不大，非用若干重的方向舵，不能生效，現今飛機速度甚大，只須一塊小小的舵即足。骨架用鋼管或木棒，兩面張布，如有垂直安定板，此舵就用鈕釘裝在垂直安定板上，否則另外設一支柱。踏桿亦由鋼管或木料製成，中點爲轉動的軸心，兩端緊連鋼索。也有不用踏桿而用靴狀踏板的，原理仍是一樣。此項動作，隨時皆有必要，故各運動部分均須特別圓滑，操縱方能如意。

### 第三節 着陸裝置

飛機離陸着陸，均非作長距離的滑走不可，所以着陸裝置，亦極爲重要。在陸上飛機多用車輪 (wheel) 和橇 (skid)，在水上飛機則用浮艇 (float)。車輪和汽車用的一樣，周圍套有內外兩層輪胎 (tire)，除滑走而外，還可略微減少着陸時及在凹凸不平的地面滑走時的震動。不過大部分的震動，還要另外用緩衝器 (shock absorber)。緩衝器大抵用若干個橡皮環折爲兩層，放在車

軸上面，兩端則固着在橋上，由橡皮的彈力，來作緩衝。車輪的兩面，多用布蓋住，一方面可減少空氣對於車輪的抵抗，一方面又可免卻在地上滑走時，車輪被灰塵或草藤等牽住。橋有前後兩種，前橋即由車輪的腳架而成，也有另外裝上去的，着陸時可防止飛機的傾覆，又可保護牽引式飛機，使其螺旋機不致與地面相觸。後橋的作用，在地面滑走時，支持飛機的尾部，和車輪的用處相同，所以也有不用後橋而用車輪的。橋的材料有種種，或用撓曲木條，一面加鐵條於其上，或用粗藤，或全部用鐵。水上飛機所用的浮艇，目的正與此同。大小須以在水面足以支持全機為合度，形狀一方面須使其在水上受最小的摩擦，一方面在空氣中也要受最小的抵抗，故其構造比陸用的輪橋複雜。材料用強韌木板，外糊布，上塗防水材料。

## 第九章 安定裝置

飛行中的飛機，因受有種種外力的作用，以及空氣的動搖，很不容易維持平衡。外力約有四種：(甲)翼面所受的空氣抵抗，(乙)翼以外各部分所受的空氣抵抗，(丙)飛機自身的重量，(丁)螺旋機的推力。其中僅有飛機自身的重量一項固定不變，還有螺旋機的推力，只要發動機的原動力不變，也是不變的。其餘的兩項，均隨着飛行角 (angle of incidence) 爲轉移，所以隨時須注意使其恢復平衡狀態，方能安穩達到目的的方向。關於此項安定可以分爲三種來說：(甲)縱方向的安定，(乙)橫方向的安定，(丙)進行方向的安定。

### 第一節 縱方向的安定

飛機的主翼作曲面形，飛機若變更其傾角，曲面即成不穩的狀態。飛機的尾部，裝有一面水

平安定板，又名尾翼，就是爲此而設的。如飛機前頭向上升起，則尾翼受下面過大的壓力作用，自然升起，使全機成爲水平位置。如飛機前頭向下，則尾翼受上面過大的壓力作用，自然降下，仍使全機成爲水平，所以不致傾覆。有時因爲變化過驟，這種自動裝置緩不濟急，則用水平舵由司機人動作，以求其立刻恢復平衡，其理已詳前條。現在有許多飛機，竟廢棄尾翼專用升降舵來作自動或手動安定板的。

## 第二節 橫方向的安定

飛機改變方向的時候，翼的外端所受浮力特大，致令機體左右傾斜，有時因爲別的原因，即在直進時也有左右傾斜的時候，爲要防止這種傾斜，所以有橫方向自動安定的設備，其法雖有種種，然功效還不十分顯著。例如將主翼加長，一方面可以增加浮力，一方面也可以得橫方向的效果。或將兩翼裝作V字形狀，也有相當的橫方向安定性，現今的飛機，幾乎全是V形的。或在尾翼的後面，設一垂直安定板，其後面始裝方向舵，作用也和縱方向使用的水平安定板一樣。有時這個方向舵，

也可以作一部分的自動安定的用。除上述各種自動安定而外，遇有傾斜過激，自動裝置業已失效的時候，則須用臨時救急的裝置，由司機人相機應用。此項裝置，通常為補助翼及撓翼兩種，形狀雖異而作用則完全相同。補助翼為小平面板，構造和主翼一樣，裝在主翼的兩端後面邊上，當飛機作水平的飛行時，補助翼或取水平的位置，或即成為主翼的一部分，完全不起作用。如遇飛機的左翼向下傾斜，則司機人即將左邊的補助翼轉下，受過大的空氣抵抗力作用，結果令左翼升起，恢復水平的位置。同時並將右邊的補助翼轉向上面，使其受反對的空氣抵抗力作用，其效更速。單翼機大抵用撓翼以代補助翼，裝在主翼的後端邊上，用時只須將主翼的一端末紐轉，撓翼即可轉下，其他一端的撓翼亦同時轉上，以增加其效力，作用則和補助翼完全相同。

### 第三節 進行方向的安定

飛機當進行中，時有在通過重心的垂直軸周圍作來回擺動的現象，要防止這種動搖，使機頭無論何時均正向着目的的方向，有一種自動的安定裝置法，將機頭的側面，全都用布包着腳足，又

尾部的垂直安定板和方向舵，對於此項自動安定也與有力。

用以上所述各種的安定裝置，雖大抵可保安全，仍不免時有危險，其中由於司機人的過失而起的固在所難免，然安定裝置未能盡善，實爲其主要原因。只要自動安定裝置完善，則雖司機人操縱不純熟，應亦不致受害，所以專力研究安定裝置的，頗不乏人，有將主翼的後邊，反朝上面去，使其橫斷面，成爲S字形，因此一來，浮力雖不免略減，但縱方向的安定，卻可保全。又有裝利用壓榨空氣調整器，於進行速度起變化時，可以自動運轉水平舵，使飛機傾斜角度改變，以達其縱方向安定之目的。此外尚有種種方案，惟其效果均未能滿意。

## 第十章 發動機

### 第一節 總論

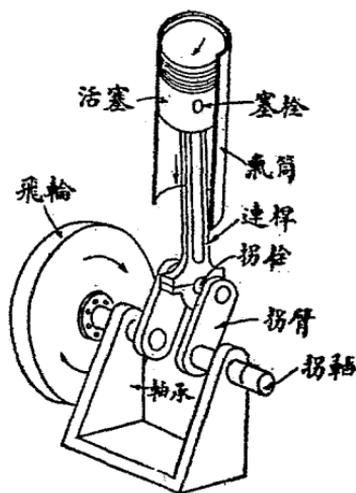
飛機所以能够得如是的发展，完全得力於發動機的進步，這是誰也都知道的。尤其是晚近發明了汽油發動機，應用到飛機上去，航空界方纔有進步一日千里的景况。歷來飛機上所使用過的發動機，有汽機 (steam engine)、電動機 (electric motor)、以及汽油發動機 (gasoline engine) 等。其中第一種汽機，除發動機自身而外，還要有大量的水，來供傳能的媒介，全體重量太大，當然不適於航空。第二項的電動機，由其轉動及處理上說，都很適當，卻是電池亦嫌過重，不是飛機的浮力所能勝的。所以現今的飛機所用的發動機，只有汽油發動機一種。

### 第二節 分類

飛機上使用的汽油發動機種類亦極多就其轉動狀況而言可分為固定式 (fixed radial) 與旋轉式 (rotary radial)。由汽油的爆發狀況而言，可分為二衝程式 (two stroke) 與四衝程式 (four stroke)。由氣筒的排列狀況而言，可分為直立式 (vertical type) V 字式 (Vee type) 星式 (star type) 水平式 (horizontal type) 對角式 (diagonal type) 等。由其冷卻裝置而言，可分為氣冷式 (air-cooled type) 與水冷式 (water-cooled type) 名稱雖多，要皆不外利用汽油與空氣的混合氣體，由其爆發以供運動而已。

### 第三節 構造

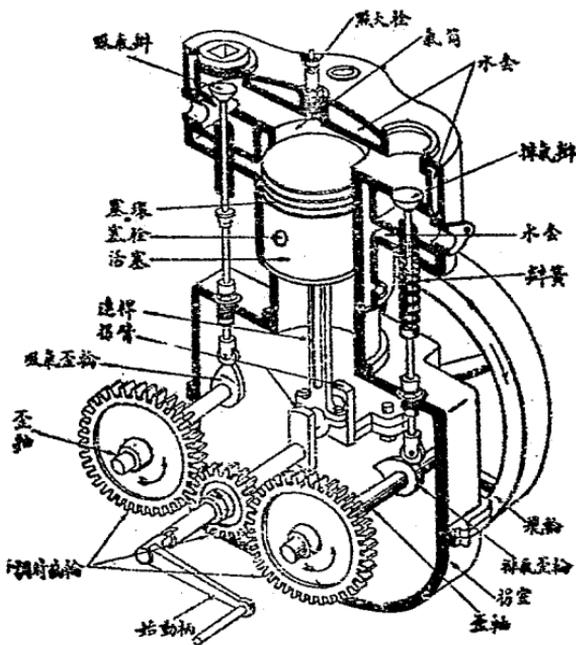
發動機的主要部分，如第十四圖所示，共由飛輪 (fly wheel) 拐軸 (crank shaft) 拐臂 (crank arm) 連桿 (connecting rod) 活塞 (piston) 及氣筒 (cylinder) 六大部分構成。活塞降下，拐臂亦被牽動，活



第十四圖 發動機的主要部分

塞降至最低的位置，拐臂與連桿成爲一直線時，稱爲第一死點 (first dead point)。此時更經飛輪的惰性作用，使拐臂繼續轉動，牽引活塞進入氣筒，昇至最高位置時，拐臂與連桿又成一直線，此時稱爲第二死點 (second dead point)。兩死點間的距離，即活塞在筒內所能移動的最大距離，通稱爲衝程 (stroke)。活塞完全一衝程，適與拐軸的半轉相當。

其次，再就僅用一個氣筒的發動機，而論其全部的構造，則如第十五圖。活塞頭部的近旁，有三條溝紋，上嵌富有彈力的環，稱爲塞環 (piston ring)，與筒壁緊接，防氣外逸。氣筒兩旁，各有一個菌狀的瓣，左邊的名吸氣瓣 (inlet valve)，右邊



第十五圖 單筒發動機的構造

的名排氣瓣 (exhaust valve) 瓣下爲歪軸 (cam shaft)，其上有一卵形輪，名爲歪輪 (cam)，兩歪軸各在拐軸的一邊，且互相平行。軸端各有大齒輪一個，稱爲調整齒輪 (timing gear)。拐軸須完成兩次轉動，歪軸始完成一轉。歪輪的邊和瓣棒的下端，由彈力作用輕輕接觸，故若歪輪的突起部分轉至棒下，則棒被頂上，使瓣開放，其反對一邊轉至棒下時，瓣即閉塞。即每當拐軸轉動一周，瓣必開放一次。在氣笛下面，拐軸轉動的地方，稱爲拐室 (crank case)，通常是密封的，一方面保護機械，同時其底部又可用作減摩油槽。又當活塞昇至最高位置，即達於第一死點時，筒內上部還稍留有一點空隙，這空隙通稱爲燃燒室 (combustion chamber)，以備汽油和空氣的混和物，在其中燃燒爆發。點火的裝置，通用電火花，即裝於圖上中央頂部，稱爲點火栓 (spark plug)。

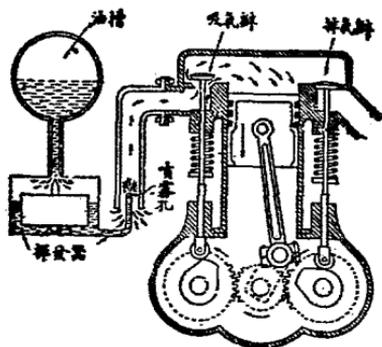
除以上所述而外，還有二三附屬裝置，亦甚重要。如使汽油迅速蒸發成爲氣體的化氣器 (carburetor)，拐軸前面的始動柄 (starting handle)，在汽油未爆發以前，使活塞作最初兩衝程的運轉，以及氣笛周圍的水套 (water jacket) 是用來退熱的。

第四節 各部分的動作

發動機的動作可以就其最緊要的部分，分爲下列各項來說：(一)氣箱，(二)化氣器，(三)點火裝置，(四)退熱裝置，(五)潤滑裝置，(六)排氣裝置，(七)始動裝置。順序敘述如下：

(一)氣箱 氣箱的動作又可分爲四段來說。每一段與活塞的一衝程相當的，爲四衝程式。每兩段與一衝程相當的爲兩衝程式。飛機上使用的概爲四衝程式，其動作分述如次：

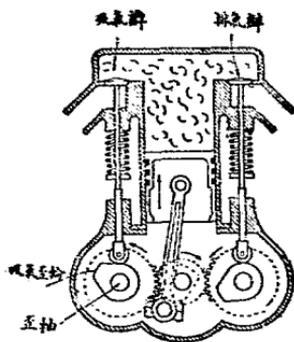
(甲)吸氣衝程 第十六圖所示爲吸氣衝程 (Inlet stroke)。活塞在氣箱內，由第一死點向第二死點進行時，箱內上部成爲真空，最少亦比外面氣壓減小，同時吸氣瓣受下面歪輪作用，漸次開放，故外氣奔入箱內。在此空氣通路中夾有噴霧孔，管中的汽油，受空氣猛進的作用，遂被吸出，成爲細霧，



第十六圖 吸氣衝程

與空氣混爲一體，被吸進入氣筒內。筒內混合氣體的量增多以後，吸氣瓣即由彈簧裝置，自行閉塞。在此動作期間內，排氣瓣自始至終，都是閉塞着的。

(乙) 壓縮衝程 第十七圖所示爲壓縮衝程 (compression stroke)。混合氣體既已充分吸入，則吸氣瓣與排氣瓣兩者同時緊閉，氣筒內成爲完全密閉，不與外氣相通。活塞由第二死點向第一死點開始進行，氣筒內的氣體遂被壓縮，漸次昇至上部。在此衝程完了的瞬間，筒內混合氣體的壓力已增至每平方吋七八十磅之多。再由點火栓放出電火花，使此項壓縮後的氣體燃燒爆發。至於點火的時刻，須在未達第一死點以前少許爲佳。因由點火以至爆發，需相當的時間，而活塞受爆發力最好的時刻，則爲其恰到第一死點的一瞬間，所以運轉甚速的發動機，點火時刻，須在活塞尚未達到第一死點以前少許。如此，則燃燒完畢的時候，正是活塞達到第一死點的時刻，極爲合宜。點火較第一死點略前，稱爲先進 (advance)，發動機的轉動速度愈大，



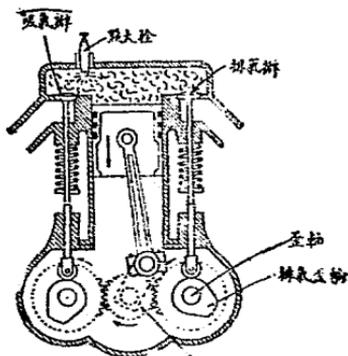
第十七圖 壓縮衝程

先進的角度愈增。反之，發動機的轉動速度減少時，點火的時刻亦須漸次遲延，通稱爲後退 (Retard)。

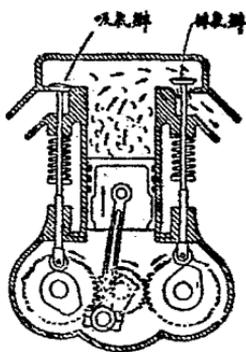
(丙) 動力衝程 第十八圖所示爲動力衝程 (Power

stroke)。壓縮氣體因燃燒得熱，箱內溫度昇至華氏二千四百度至四千度，氣體驟然膨脹，壓力大增，其值在每平方呎二百至三百五十磅之間。活塞受此壓力作用，被逐出箱外，燃燒氣體的溫度和壓力，亦即隨着漸減，而達於第二死點。此項衝程中吸氣瓣始終閉塞未開，當活塞未達第二死點前少許，排氣瓣即行開放，否則不特箱內高熱氣體停頓過久，難免發生危險，並且對於排氣衝程中妨礙活塞進行的壓力，即所謂背壓 (back pressure) 亦大均屬不利，故須提前少許即開始排氣。

(丁) 排氣衝程 第十九圖所示爲排氣衝程 (exhaust stroke)。活塞再由第二死點向第一



第十八圖 動力衝程

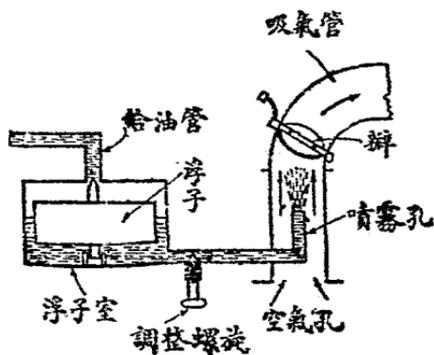


第十九圖 排氣衝程

死點進行時，排氣瓣開放，將箱內廢氣，放出外面，如是完成其作用。

以上係就一個氣箱而言。活塞完全四衝程後，又周而復始，循環不已。且在此四衝程間，拐軸僅得一衝程的動力，其他的三衝程中，全賴飛輪的慣性維持其運轉，不特速度不大，而由此生出的馬力，亦極有限。故為增加效率計，每將若干個氣箱連為一氣，同時使用。並使各箱的衝程一箱比一箱略遲少許。如此，則拐軸所受第一箱的動力將完，第二箱的動力即接着而來；第二完後，又來第三；陸續不絕，發動機的運轉，極其圓滑。同時間內發生的動力，也跟着增大。這樣的發動機通稱為多箱機 (multiple engine)。飛機上用的發動機，有多至十八氣箱以上的。

(二) 化氣器 化氣器構造如第二十圖。油槽內的汽油，經給油管 (gasoline supply pipe) 進入浮子室 (floating chamber)，再由旁管而入噴霧孔 (spraying nozzle)。浮子室內

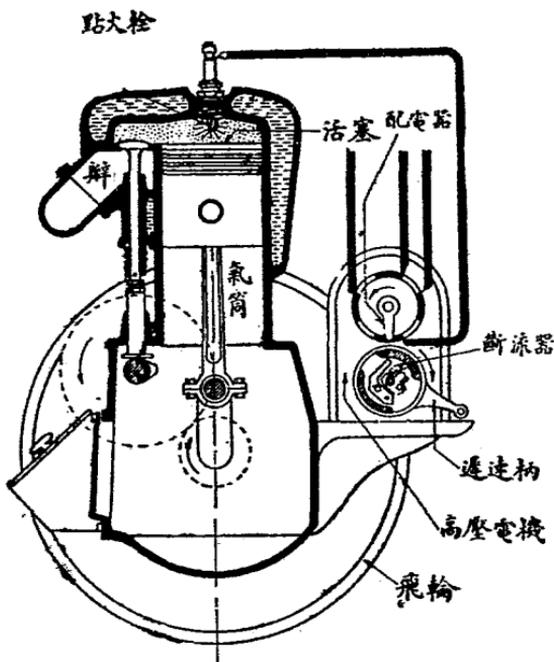


第二十圖 化氣器的構造

的汽油表面，比噴霧孔的頂約低半分。此時活塞如作吸氣衝程，則化氣器周圍的空氣，即由空氣孔吸入。此項空氣經過噴霧孔的周圍，即將噴霧孔內的汽油吸出，同時變成蒸氣，約依油一分空氣十五分的比例，與空氣混合，經過調氣瓣 (throttle-valve) 流入吸氣管，始被吸入氣筒。每一吸氣衝程所吸入的汽油分量，由發動機及其運動的速度而定。如為二十馬力四筒機，每分鐘假定轉一千次，則一吸氣衝程不過吸入兩滴的汽油而已。浮子室的汽油漸次由噴霧孔噴出以後，浮子即隨油面降低，浮子上部有一固定的浮子瓣 (float valve)，被牽而開，給油管內的汽油，又可流入。室內的油量達於相當程度，浮子又行浮起，將浮子瓣塞住。故浮子室內的油面，因此得與噴霧孔內的油面，保持一定的高度。調氣瓣的用處則在於增減流入吸氣管內的混合氣體的分量，欲其運動速度加大則增加氣體分量，欲其遲則減少其分量。

(三) 點火裝置 汽油發動機的運動很快，欲於正確的時刻點火，非用電火花 (spark) 不可，且須有一萬弗打 (volt) 以上的電壓方能適用。此種方法通稱為電燃法 (electric ignition)，主要部分有四項：(1) 發生電火花的電流裝置；(2) 變低壓電流為高壓電流的變壓裝置；(3) 於適

當時刻發生電火花的調時器 (timer) (4) 裝在氣筒內使其發生電火花的點火栓 (spark plug) 全部的裝置如第二十一圖。發生電流的裝置，在飛機通用高壓磁石發電機 (high tension magneto) 由發動機自身的轉動，使發電機發生低壓電流，當點火的一瞬間，斷流器 (interrupter) 將此項電流隔斷，同時在高壓圈 (high tension coil) 內發生誘導高壓電流，電壓概在一萬弗打以上。再由配電器 (distributor) 將此項電流，按時分配逕至各氣筒。圖中由配電器導出電流的導線共有四條，僅示其中的一條與氣筒的點火栓連接的狀況。斷流器上附



第二十一圖 磁石發電機點火裝置

有一柄，點火時刻欲遲欲速，均由此柄的移左移右而定。此項點火裝置，構造既極簡單，用法亦甚容易，使用中又不易起障礙，不僅飛機上為最適當的裝置，就是汽車上也以用此為宜。

(四) 退熱裝置 氣笛內的混合氣體燃燒時，溫度可昇至華氏三千度以上，若不設法退熱，則不懂氣笛的壁，就是瓣、活塞等，也都要成為赤熱，不堪使用。縱令對於動力上，不免稍受損失，亦只有將發生的熱退去一部分，使氣笛保持一定的溫度。一方面既可保全機件的生命，一方面又可使其運轉順利圓滑。欲退氣笛的熱，只有用空氣吸收，因吸收之為直接或為間接，而分為兩類。一類是使氣笛與空氣直接接觸，將氣笛中的熱，放散於周圍的大氣中，是為氣冷法 (air cooling)。一類是用水繞着氣笛周圍流過，先將熱吸收於水中，然後再由水放散於大氣，是為水冷法 (water cooling)。飛機用的轉筒式發動機，通用氣冷法，氣笛的周圍突出無數的鏢，使與外面空氣接觸的面積增大，以便易於放熱。然就是這樣，亦容易成為過熱，所以長時間繼續使用，殊屬困難。水冷法略嫌過重，不適於飛機，但亦間有少數飛機，仍用這種退熱法的。在氣笛的周圍，備有一個水套 (water jacket)，吸收笛內的熱，流出至放熱器 (radiator)。放熱器形如蜂窠，與外面空氣接觸的表面頗大，水通過

其中時，溫度比較低，並由扇風器的轉動，前面吸來的冷空氣，將熱吸收而去。溫度降低後的水，復返於水套中，如是循環往復，以達退熱的目的。

(五)潤滑裝置 互相接觸而又互相運動的部分，必受摩擦作用，虛耗其能。尤其是汽油發動機，溫度既高，速度又大，此項減去摩擦的方法，若不完全，不僅能的消耗，並影響及於發動機的壽命。故更須特加注意，用適當分量的滑油隨時供給，減少摩擦。通用的滑油，係由製鍊原油時提出的礦物油，在摩擦面間塗抹後，成一層油膜，使兩面隔着這一層油膜擦過，異常潤滑。供給此項滑油的方法有兩種：一種是飛散式 (splash system)，一種是壓進式 (forced system)。飛散式的滑油是儲在拐室下面的，當活塞到達第二死點時，由連桿下端將滑油蘸起，隨着拐軸的轉動，飛散到氣筒、軸承、以及齒輪等部，使其潤滑。壓進式則用滑油唧筒，由拐室下面將滑油唧上，經由很細的油管分配到各部分。兩相比較起來，壓進式比飛散式，較為確實可靠，所以用壓進式的較多。

(六)排氣裝置 前於動力衝程中，曾述及飛機用發動機，將廢氣排至大氣中，可以減小背壓。初排出來的廢氣壓力，約為每平方吋五十磅，溫度約為華氏一千三四百度。這樣的氣體一到大氣

裏面，當然驟形膨脹，以極大的勢，衝破其周圍的空氣。排氣時必有強大的爆鳴隨之，就是這個緣故。

(七) 始動裝置 由活塞的吸氣衝程，吸到氣筒裏面的混合氣體，壓力當然在大氣壓力以下，故非壓縮後點火使其爆發，決不能自行動作。所以發動機開始運動以前，非加以外力不可。此項外力有用人力及用機械力兩種的方法。

用人力始動的於發動機的前端，設有一始動柄 (starting handle)。本是和拐軸分離着的，要始動的時候，方纔將始動柄，向着拐臂壓進去。柄上的爪和拐軸前方的爪，互相啣接。此時沿時針進行的方向，用力轉動始動柄，等於轉動飛輪，以助拐軸的轉動。於是活塞上下往還，開始其吸氣，壓縮，動力等項的衝程，漸次達到以自身的動力，可以轉動的程度。到這時候，啣接着的爪，即由斜面的作用，自行脫離。始動柄和拐軸的關係，因此斷絕，所以毫無危險。只不過始動時，拐軸的轉動速度極遲，若是點火時刻過速，往往活塞還沒有達到第一死點以前，即爆發完結。拐軸因此沿着反對的方向被彈而回，始動柄亦隨着行動，握着始動柄的手，遂覺受了頓挫。所以用人力時，務必要注意使點火時刻，愈遲愈妙。

至於用機械力始動的，大都是用電動機。而其中尤其通行的一種，只要將斷續器接上，蓄電池中的電流，即通入此項始動用的小電動機中，開始轉動起來。電動機一行開動，即由自動的方法，使電動機軸上的小齒輪，和發動機的飛輪周圍所設的大齒輪，互相啣接嵌合。由電動機的轉動力，引起拐軸的轉動。既覺安全且又容易達到始動的目的。

### 第五節 航空用發動機的要件

前節所述發動機的各部分動作，本為汽油發動機一般的原理，無論汽車，飛機都是一樣。但實際上飛機用的發動機，性質又和汽車用的不同。選擇上所應當注意的各項重要條件，列舉如下：

- (一) 每馬力的重量要輕。
- (二) 每馬力所消耗的汽油量要少。
- (三) 無論飛行遠近，都要確實可靠。
- (四) 構造要完全，且能經較長時期的檢查。

- (五) 形狀要適於所裝的飛機，減少空氣的抵抗。
- (六) 可以調節使其轉動速度減少十五分之一，俾能作遠距離的飛行。
- (七) 操縱機關要靈敏，方能隨司機人的意志而動。
- (八) 轉動平穩絕無搖擺。
- (九) 一經轉動，不能無故自行停止。
- (十) 各部分修理更換要簡易。
- (十一) 沒有引起火災的危險。
- (十二) 裝在飛機上要簡便，尤其是操縱的聯絡，要在最便利的位置。
- (十三) 一切部分都要使用最普通的零件，以便隨時可以更換。
- (十四) 無論飛行的角度如何，轉動均要完滿。
- (十五) 無論飛行角度如何，大氣壓力如何，溼度如何，溫度如何，氣候如何，揮發的作用，總要完滿。

(十六) 始動要容易，並且不可使推進器擺動。

(十七) 潤滑的裝置，要可靠並能容易通達全部。

(十八) 露出各部要不受侵蝕。

(十九) 各種螺旋務要轉緊，不致因搖動時鬆脫。

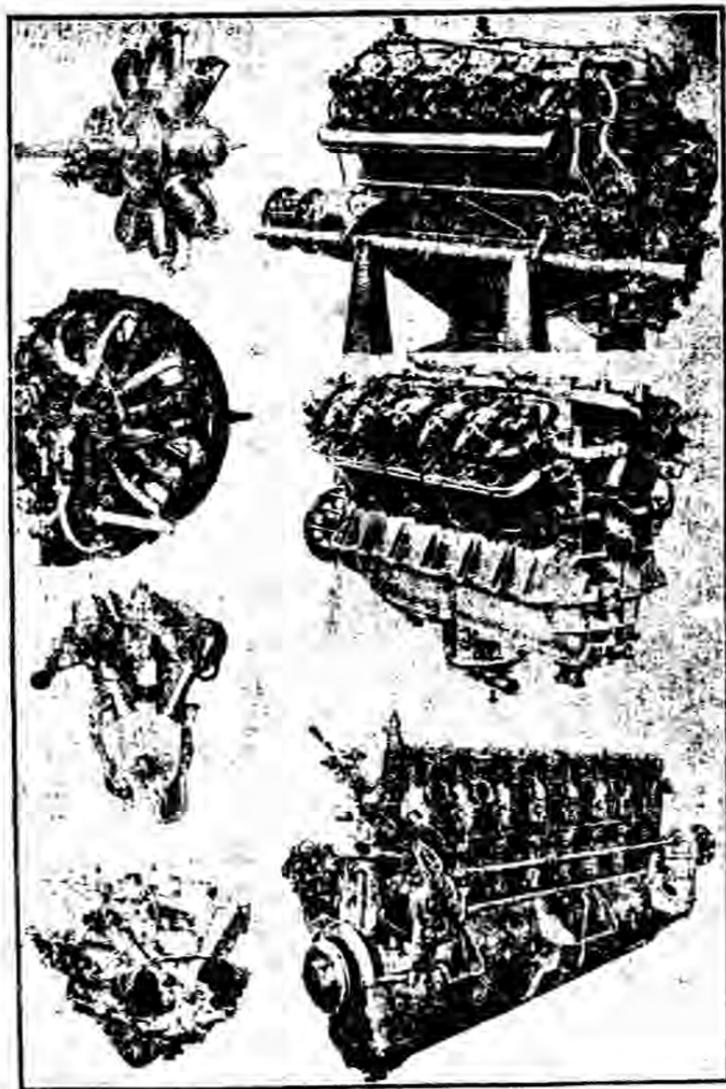
(二十) 活瓣開塞要靈活，點火的時期要準確。

以上所舉各項中，尤以第一項最為重要。欲減輕重量故構造務求簡單，除必不可缺少的部分而外，務以從略為佳。主要的部分，概用特殊鋼製造，以減小其容量；其負擔較重的部分，則用鋁，以減輕重量。水冷法須用放熱器和水，每馬力約須增加○·六斤的重量，殊不宜於飛機。所以飛機上普通都用氣冷法。但是氣冷法也有缺點，每一氣筒所能發生的馬力有限，作長途飛行，尤易發生障礙，這些都是很難解決的問題。因此實際上的飛機用發動機，規模頗大，形狀不一，未可一概而論。且有一機上裝有三部發動機，以備交換使用或防萬一的，所謂三機飛機(3-engined aeroplane)，即指此而言。

## 第六節 各種代表的航空用發動機

飛機用發動機的要件，如前節所述，既有如是其多，以此爲目的造成的發動機，種類當然不少，欲一一列舉出來，大有罄竹難書之勢，只好將其中可作代表的數種，如第二十二圖，摘要介紹於下，以供參考：

(一) 諾姆式發動機 這是一種轉動式氣冷發動機 (rotary air cooled engine)，馬力及氣箱，均有種種不同，但其構造作用，卻完全一樣。最初是由法國巴黎的諾姆 (Gnome) 公司製成的，以有這個名稱。原用自動的吸氣瓣，裝在活塞上頭。後來加以改良，可由機械操縱。又有一種，吸氣瓣與排氣瓣，均由推動桿司其啓閉。氣箱則用一條整鋼製成，箱壁厚約二耗或三耗。亦有用鋁的合金夾着鋼作氣箱的材料。吸氣管的形狀是以轉動方向爲軸用流線在其周圍旋轉而成的。爲減輕重量及避免複雜計，完全不用排氣管。排氣須正對旋轉方向，以達冷卻的目的。此種發動機每使用一次，至多只能繼續至四十小時，即須拆下，加以檢查修理。全部氣箱或其中的任何數箱，均可隨時使



第二十二圖 各式發動機

其停止或開動。通常轉動的速度，每分鐘為一千二百次至一千二百五十次。氣笛至少用七個，多的有十四個或十八個。連同磁石發電機，油唧筒，揮發器等在內，不過重一百七十八磅，氣笛用到十八個，也僅五百四十磅而已。七氣笛的發動機約為七十馬力，十四氣笛則約為一百四十馬力，十八氣笛的，可以得一百八十馬力。這種發動機的特點如下：

(甲) 每馬力的重量至多不過三·八磅，少的只有二·七磅，可謂極輕。

(乙) 可以裝在司機人的身旁，對於戰鬥最覺相宜。

(丙) 全體是圓形，對於構成流線狀極其適當。

(丁) 飛輪的效力甚佳，雖在迅速飛行中亦無振搖。

(二) 勒諾式發動機 這是一種最早的V字式氣冷發動機，用八個氣笛，排成九十度的V字式，全體重三百九十六磅，平均每馬力約重五·七磅。每分鐘旋轉一千七百次至二千次。推進器的軸，由齒輪聯絡，減至每分鐘轉九百次或一千次。齒輪傳動的損失，約為五%。氣笛或用精鍊的鑄鐵，或用鋁齊夾鋼。潤滑裝置概用飛散式。點火的順序，用八氣笛的為1、5、7、4、8、6；用十二氣笛

的爲 1, 7, 4, 10, 2, 8, 6, 12, 3, 9, 5, 11。這種發動機的特點如下：

(甲)馬力可以增至二百，亦無多大損失，運動極其圓滑。

(乙)欲得很好的冷卻，須注意裝設於適當的地位。冷卻裝置雖多少不免妨礙流線形狀，然其長V字形狀，卻與飛機的機體極爲適宜。

(丙)燃料與滑油消耗均省。

此式發動機氣筒至少用四個，多的有達十八個的。馬力由五十至一千範圍極廣，不過實際上仍以二百五十馬力的最多，五百馬力以上的較少。現今的飛機，大多數使用這一種發動機，將來發展的希望最多。例如英國最有名的 Rolls Royce, Sunbeam, Napier, Beardmore, B. H. P., Green, R. A. F., Siddley-Deasy, 法國最有名的 Renault, Hispano-Suiza, 美國的 Curtiss, Dusenber, Liberty, Packard, 意國的 Fiat, Isotta-Fraschini, 德國的 Argus, Benz, Maybach, Mercedes, 均屬此種。

(三)散姆遜式發動機 這是一種固定式星形發動機，氣筒用七個、九個、十四個，乃至十八個，

排列成爲車輻形狀，固定於拐軸周圍，不能旋轉。外形大似諾姆式，但其動力則頗大，最小的亦有一百馬力，最大的竟有六百馬力之多。冷卻的方法，有用氣冷的，也有用水冷的。英國最有名 A B C 發動機，其重量既小，動力最大，稱爲世界第一，就是這種構造，此外還有 Anzani, Canton-Tunné，也都屬於此類。

# 第十一章 螺旋槳

## 第一節 分類

螺旋槳由螺旋的原理而起轉動，由轉動而得推進力，實為現今一切航空機上必不可缺少的裝置。種類極多。為便利計，就其用途，翅數，轉動方向等項，區別如次：

(一)用途上的分類 就用途而言，螺旋槳可分為上下用螺旋槳和前進用螺旋槳兩種。前者在垂直軸的周圍運轉，由其所生的推力，支持機體和載重的重量，前所說的螺旋機，就是這一類。因為有種種的困難，無法解決，所以螺旋機到如今還未達到完成的地步，其詳細情形，前面也曾提及，此處毋庸再說。因為這個緣故，並連這一種的螺旋槳的研究也沒有多大進步。在實用上，只有最近的飛艇上，裝有這種螺旋槳，幫助飛艇的上下運動，此外就不多見。第二種的前進用螺旋槳，是在水

平軸的周圍轉動，使機體得一推進力。在飛艇上即以此力前進，在飛機上則以此力對付空氣的抵抗，使機體得到所需的速度。所以現今的螺旋槳，可說是都屬於這一種，因而研究也很進步，構造也極繁雜。

(二)翅數上的分類 螺旋槳的翅 (blade)，有用兩個的，稱爲二翅式 (two-blader)，有用三個的，稱爲三翅式 (three-blader)，有用四個的，稱爲四翅式 (four-blader)。其中以用兩翅的爲最多，至於三翅，四翅的螺旋槳大都用於飛艇，還有最近盛行的大飛機上，也採用這種多翅式的螺旋槳。

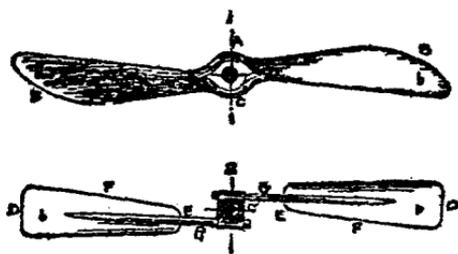
(三)轉動方向上的分類 螺旋轉動的方向，可右可左，即是有沿順時針 (clockwise) 方向的，同時也有沿逆時針 (counter-clockwise) 方向的前者稱爲右轉螺旋槳 (right-handed airscrew)，即是當飛機進行時從其後方望去，螺旋槳的轉動方向和時計的指針進行方向一致。後者稱爲左轉螺旋槳 (left-handed airscrew)，即是從後面望去，其轉動恰和時計針進行的方向相反。

## 第二節 各部分的名稱

螺旋槳的轉動軸，稱爲螺旋槳軸 (airscrew shaft)，如第二十三圖的 A。其受空氣作用的葉板 B，稱爲翅 (blade)，翅面 (blade surface) 有平面與螺面兩種，如圖中的 b。螺旋槳軸上裝翅的部分如 C，稱爲轂 (hub)。又如圖中下面一種，翅緣因位置不同名稱亦異，D 爲外緣，E 爲內緣，F 爲側緣。外緣有作直線狀的，也有作曲線狀的，又有一直到轂爲止均爲翅面而缺少內緣的。

螺旋槳的翅，是螺旋的一部分，故轉一周，必前進若干距離，此距離通稱爲旋距 (pitch)，即是沿着螺旋槳軸的方向測得翅面上的一定點每轉一周所移動的距離。翅面和螺旋槳軸間的傾斜角度，通稱爲翅角 (blade angle)。

今再就螺旋槳的作用上各種名稱，略舉如左：



第二十三圖 螺旋槳的各部分

(一) 徑 螺旋槳轉動時，其外緣的最外端所畫的圓的直徑，稱爲螺旋槳的徑 (diameter of airscrew)。

(二) 轉數 通常以一分間爲單位測出轉動的次數，稱爲轉數 (number of revolution)，但亦間或有用一秒間作單位的。

(三) 推力 翅面由轉動而得空氣的抵抗，其作用起於軸心方向，此力通稱爲推力 (thrust)。

(四) 效率 螺旋槳由空氣所得的推力的馬力數與發動機傳至螺旋槳軸的轉動力的馬力數，兩者的比，稱爲螺旋槳的效率 (efficiency)。

(五) 滑退 翅面與空氣相接觸着的部分，若不滑動，則每轉一周，當然前進一旋距，但實際上既用容易流動的空氣，來做支點，即不能免去此項滑動，因而每轉一周所進的距離，必爲之減少。實際進行的距離，和理論上一旋距的長，兩者各不相同，其差稱爲滑退 (slip)。

### 第三節 普通定律

關於螺旋槳的理論方面的研究，共有兩種着眼點。一種就流動空氣中所發生的動量及能着想；一種則以為螺旋槳的作用可以由翅面上各小部分所受的力，施以積分，即可求得。本書限於篇幅，未能詳述，僅將研究所得各種結果摘錄於次，以供參考：

(一) 螺旋槳的推力和轉動速度的自乘為比例。

(二) 螺旋槳的徑愈大而速度愈小者，其效率亦愈大。（對於此條，飛機和飛艇不同。飛艇甚重，速度較小，當然以徑大而速度小的螺旋槳為良；飛機甚輕，速度較大，當以徑小而轉數多的螺旋槳為宜。）

(三) 翅數少而徑大的，效率最佳。

(四) 同一螺旋槳，轉動速度愈大，滑退愈少，故效率亦愈大。

(五) 正對空氣抵抗的翅面，以彎曲的凹面為佳。

(六) 螺旋槳完全沒有表面摩擦，所以推力和旋距的相乘積，與供給的功相等。

(七) 翅面的寬與長的比，以用一比五或一比六為適當。

(八) 翅面過於複雜，只不過增加製造上的困難罷了，於實際並無絲毫的益處。

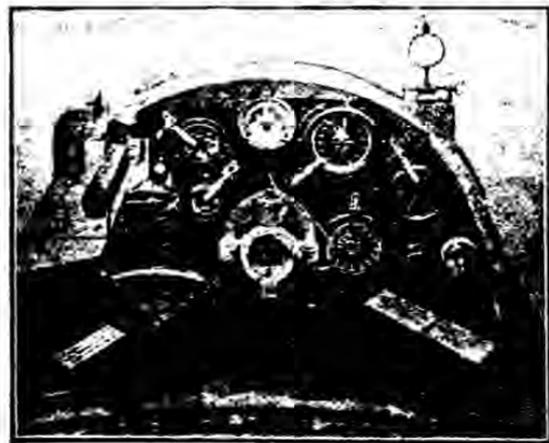
(九) 一機上如裝有兩個螺旋槳，則視所裝的狀況不同，效率不等。如裝在兩旁，則其合成推力，固等於僅用一個時的兩倍，但如裝在機體前後，則僅等於一個的一·七倍而已。

## 第十一章 附屬品

飛機上有種種不可缺少的附屬品。其中如定方向的羅盤，測高低的高度計等測量器具，大都陳列於司機人座前，以便隨時參考，如第二十四圖所示。今將各種重要的附屬品，略舉如次：

(一) 羅盤 航空用的羅盤 (compass) 爲通常的液體式，容器甚深，免受震動。有兩重支點，機體傾向任何一方，羅盤的指針，均可保持其水平的位置。裝在機上時，務使其南北線正對着機體的軸心。

(二) 高度計 測高度的器具，名曰高度計 (altimeter)



第二十四圖 飛機中的各種裝置

aneroid) 通用無液氣壓計 (aneroid)。離陸以前，先將高度計的指針撥對零位。如係短時間的飛行，則用簡便的時計形，如係長時間的飛行，或作高空飛行，則須兼用自記式的高度計。

(三) 時計 通常的鐘表均可，不過用塗有磷光性物質的最佳，以備夜間飛行之用。

(四) 速度計 飛機現在的速度，只須用通常的速度計 (speed indicator)，即可求得。但是飛機對於地面的相對速度，卻不如是容易，因為飛機的傾斜、高度，以及空中的風，莫不有關，非用特殊的裝置，不能求出。

(五) 傾斜計 傾斜計 (inclinometer) 由於重力的原理造成，舊時雖不甚重視，近來則幾乎所有的航空機皆備有這種器具。

(六) 溫度計 亦屬通常的水銀溫度計 (thermometer)，不過在高空氣溫降至冰點以下時候頗多，所以飛機上使用的溫度計，也以冰點以下有詳細刻度的為最相宜。至於自記溫度計則除卻特別的試驗飛行而外，均不使用。

(七) 地圖架 這是一個扁平的木箱，一面套上一張玻璃紙，地圖即夾在玻璃紙下面，兩端各

有一個滾子，轉動滾子可以將地圖捲動，以便隨飛隨將不要的部分順次捲取。

(八) 交話器 飛機上司機人和搭乘者通話時使用的器具。其受話的部分和通常的電話形狀一樣，中間則為可以自由彎曲的細管一條，為之連絡。並附有電鈴等類，以便引起對方的注意。如是發出的聲音，由細管中傳至聽者的耳內，異常明晰，不致和飛機所發的爆音相混。

(九) 昇降速度計 這是用來測定昇降時的速度的器具，大都於自由飛行時使用。由外氣壓高低所生之差，經適當的比例尺度表出，即成此器。

(十) 油量計 油槽中所盛的燃料尚餘若干，實為飛行中隨時均當注意的要務，油量計就是為此目的而設的。補助槽中的油量，固然可以精密指出，到得本油槽中的油已用去七八分的時候，所餘的油量更可連續的表出，以促司機人的注意。

(十一) 轉動計 這是測定發動機軸或推進器的轉動用的器具。

(十二) 飛行裝 飛行時的服裝，雖因飛行狀態而有不同，但一般均非有完全的防風和防寒的準備不可。尤其是在冬天，更為必要。其主要的物品為飛行帽，眼鏡，飛行服，飛行褲，靴，手套等。帽分

兩種，一種單爲防寒，一種且可防彈，稱爲安全帽。眼鏡周圍有金屬罩，以防久與風接使眼疲勞。衣服材料冬天非用皮貨不可。靴內以及手套，均須用皮裏，方足防寒，但手套又不可過厚，否則感觸欠靈，對於操縱異常不便。

(十三)落下傘 落下傘是飛機上必不可缺少的準備品，也和輪船上常設的救命圈一樣。形和日常所用的傘相似，爲一布製的半球，下面懸有一個吊籃。預備飛行中飛機萬一發生障礙或遇着其他的危險，機上的人可以將此器放下，坐在吊籃裏面，脫離飛機本體，安全降下。傘面所受的空氣抵抗，可以抵消一部分的重力作用，所以降下時速度不大，據平均計算，至多不過每秒一呎半而已。

落下傘分單層與複層兩種。複層的對於重量的支持力較強。其下層的傘頂，開有一洞，由洞沖上的氣流，更經上層的傘擋住，所以效果較諸單層的更大。一人用的落下傘，連人約重百斤，由此計算傘的直徑須在十二呎以上，方能保持安穩。如是龐大的物體，又須在危急存亡的一瞬間使其張開放下，頗非易事，所以落下傘的問題至今還大有研究的餘地。

## 第十三章 各式代表的飛機

飛機的種類，爲數至多。本章所舉各種，僅是各國飛機中之最優秀者，足以代表其他一切，其中於歐戰中曾供軍事方面使用，建立過殊勳的固然不少，而原屬民間製造，其後迭加改良造成的亦甚多。至於機體的構造、作用等，則仍不出前數章所述的範圍；過於細微的特色，因限於篇幅，未克詳敘；僅將各種主要特點，列舉而已。

### 第一節 布里斯它爾飛機

這是英國的不列顛及其領地飛機公司 (British and Colonial Aeroplane Company, Limited) 所製造。最有名的是三翼機，其兩面頂翼各寬八十一呎半，底翼寬七十八呎又四分之一。翼弦間的垂直距離爲七呎二吋半，最大弦爲八呎半。全翼面積爲一、九〇五平方呎，固定頂尾的

面積爲五十一平方呎半，底尾爲四十五平方呎，頂底兩昇降舵的面積爲四十二平方呎半。固定補



第二十五圖 各式飛機

助尾翼的面積爲二十八平方呎，舵機面積爲二十五平方呎。

此種三翼機裝用自由 (Liberty) 發動機四架，每架馬力爲四百一十，故總數爲一千六百四十馬力，而其轉動數則爲每分時一千七百五十次。轉動軸與推進器，直接連絡，並無其他齒輪介在其間，故推進器每分時亦旋轉一千七百五十次。全機共長五十一呎半，最高處爲二十呎八吋。飛機本身重一〇、六五〇磅，即四噸又四分之三，飛行時全體連搭載四百五十加侖汽油，四十加侖滑油，三十加侖水，共重一七、五〇〇磅，即七噸又四分之三。由此計算，可知翼面每平方呎載重爲八、六五磅，而每馬力之載重爲一〇·六磅。

在良好天氣此機若在地面相近處飛行，可得每時一百二十五哩之速度。上昇力亦甚大，六分時可昇高五千呎，在五千人呎高空，其速度尙可維持每時一百二十二哩。十三分時可昇高至一萬呎，在此高度的速度則爲每時一百十三哩。而其着陸時的最低速度，則爲每時五十五哩。

此機稱爲 Bristol Pullman，因其裝有一部浦爾曼車在上，可坐十四人，司機人及機師座位尙不在其內。每人有一靠背軟椅，極其舒適。車身長七呎，全體裝有牆壁，不與外面大氣相通，座位分

左右兩行，中留路一條。乘客每人面前有一四方玻璃窗，以便展覽，而機師與司機人則另在一小間，四面俱有玻璃，座前略下亦有玻璃窗，以便眺望下方陸地狀況。防寒及燈光裝置，概用電池。簡言之，一切設備均極奢侈，乘者毫不覺其身在空中。乘客座位並可隨意移去，以備改裝行李貨物。全艙容積為三百二十立方呎，連同司機兩人，可容二千七百磅，即將近一噸又四分之一之載量，若更加兩小時半所需要的燃料在內，全體可容四千磅。以最經濟的速度計，每一小時可進行一百哩至一百零五哩，用此機可以搭載一噸又四分之三的貨物，其燃料可供送往二百五十哩之遠，實際上倫敦與巴黎間的距離僅二一五哩，用此機往來飛行，當然甚便了。

## 第二節 阿甫洛雙翼飛機

此為英國 A. V. Roe & Co. 製造之小飛機，本名為 Avro "Baby" Sporting Biplane，操縱裝置甚為簡單，固有的安定，亦極良好，練習生最初獨立飛行時，使用此機，最為穩便。其各部分之尺寸及重要數值如下：主翼全長二十五呎，主翼弦長四呎，機體全長十八呎六吋，全高七呎六吋，

機體本身重量六二五磅，連同搭載貨物總重量八五七磅，翼面每平方呎支持之重量四·七五磅，每馬力支持之重量二一·四磅，最大速度每時七十八哩，最低速度每時三十二哩，昇騰力六分間可昇高一千呎。

機體構造與其他各種雖無大差，但材料甚輕，操縱座位設備，較為完全舒適，其前面因裝有甲板，氣流不致正衝司機人之面，所以不戴避風眼鏡，亦可飛行，外觀極華美。並為便於檢查機體計，此項甲板係用鉗鉸裝上，可以隨時啟閉。

操縱裝置為垂直桿式，將其垂直桿前後搖動，即可操縱昇降舵，左右搖動即可操縱補助翼。而方向舵則由腳踏司之。轉動計、高度計、放熱器、溫度計、滑油壓力計、水準器、時鐘、發動機之主開閉器，羅列於司機人座前。發動機為四氣笛之直立式發動機，有三十五或四十馬力，採用水冷法。放熱器為蜂窩式，裝在機體前端，與汽車上裝法相同。發動機之活塞係鋁製，歪軸亦取新式，滑油調整器與發動機的節氣瓣同時動作，油槽可盛八加侖汽油，足以支持二百哩以上的連續飛行。發動機及油槽等全部有鋁製的蓋包被於上，可以自由取卸，以便檢查。

主翼的前端爲半圓形，可以減少空氣抵抗。下翼裝在機體上，上翼則由三部合併而成，中央部分裝於機體上之短支柱，固定不動，左右與主翼相接。主翼間之緊張線中，其着陸線並不特別緊張。飛行線總計八條，左右主翼各有四條，每條有獨立的緊張作用。在支柱上端兩條緊張線互相接合而繫於機體上，因機體各處所受浮力發生的強大張力，不致在機體上的一點作用，而分爲若干處，如是構造，確有研究之價值。

本機爲小馬力飛機中的最優秀者，上昇力甚強，六分間即可昇至一千呎的高空，在低空中的最高速度每時可進行七十八哩，着陸時每時僅三十二哩。如是低速，對於初步之飛行練習生，最爲相宜，且略爲滑走，即可離陸，故無論在何處離陸着陸均極容易。

### 第三節 格累謨懷特飛機

此係英國格累謨懷特公司(Grahame White Co., Ltd.)製造的小形雙翼機，全長僅十六呎半，機棚所占地位並不甚大，運往他處以及拆卸裝成，均極方便。發動機用勒諾氏九氣筒轉動式。

發動機，馬力數爲八十，裝在機首。操縱桿的動作異常敏速；尤以上昇力最大，通常戰爭用一人乘坐的戰鬥機，所裝的發動機馬力當爲此機所用者之二倍乃至三倍，然其上昇能力，亦僅與此機相伯仲已耳。縱橫方向的操縱，亦極敏捷，機體的惰性甚少，構造堅牢，重量亦小。凡此種種，爲其特長。

其各部分的尺度，列舉於下：上翼全長二十呎，下翼全長十八呎四吋，上翼弦四呎六吋，下翼弦三呎，主翼的間隔二呎九吋乃至三呎，機的全長十六呎六吋，上翼面積八十三平方呎，下翼面積四十七平方呎，補助翼面積各八平方呎，固定尾翼面積十九平方呎，昇降舵面積十平方呎，垂直固定面積三平方呎又四分之三，方向舵面積五平方呎半，空機重量六四〇磅，發動機馬力負擔重量一二·四五磅，浮揚面每平方呎所負擔的重量七·五一磅，在低空飛行的最高速度每時一〇二哩，在一萬呎的高空飛行時，最高速度，每時九三哩，着陸速度每時四〇哩。

本機除裝能繼續飛行三時間所需之燃料滑油等外，尙可容納二百磅的貨物。

#### 第四節 罕德雷佩治飛機

此爲巨大飛機的一種，與通常飛機相較，無異巨鷹與蚊蟲之比。在歐戰中，已博得盛譽。歐戰後，將軍事設備卸去，改作商用。速度雖不及小飛機，然其搭載力則足以抵此缺點而有餘。

其各部分尺寸數目如下：投擲炸彈用的雙翼機或小雙翼機的翼長一百呎，機體全長六十三呎，高二十三呎，空機重量八、〇〇〇磅，搭載燃料、滑油、司機人、乘客等後重量共一四、〇〇〇磅，乘客的行李或貨物共計可搭四、五〇〇磅，即約兩噸。共容乘客十二人，座位設備均極舒適。如遇必要時，尙可加八人，共計二十人。

螺旋槳的運轉，採用 Rolls-Royce 公司製造的飛鷹航空發動機 (eagle aeromotor)，有十二氣筒，每機共用兩座，每座有三五〇馬力，全體合計爲七〇〇馬力。油槽每個可容一五〇加侖汽油，合計可容三〇〇加侖。每一時間汽油消費量爲四〇加侖或五〇加侖，故可供六小時至七小時半的連續飛行。最大速度爲每時九十五哩，通常爲每時八十五哩。兩發動機當中，遇有一機發生障礙，可單獨使用別一機，繼續飛行，不過速度減小而已。

再就內部佈置而言，機艙全部，幾均成爲乘客坐室，因有堅牢的 V 形支柱，故無須再用對角線，

不僅增加許多空地，並且使機體更形堅固。乘客座位，分左右兩列，中爲通路。機艙全部甚高，雖體格高大的人在內，亦可直立，極其舒適。座旁備有玻璃窗，採取光線，且使乘客得以展覽外景。此外尚有電燈、煖爐等設備。機體既大，毫無搖動之虞，飛行中確有穩妥之感。

一九一六年七月，此機會搭載乘客二十一人，在倫敦地方七千呎的高空飛行。一九一七年，更從倫敦飛至君士坦丁堡，投下炸彈，又飛回倫敦。機上有軍官三人，技師兩人，及一切行李零件等，全機共重六噸以上。此行共經過二千哩的長距離，其間飛越若干山峯，最高山峯有超過一萬呎的，但投擲炸彈時，僅離地八百呎。在君士坦丁堡受土耳其方面的砲擊，發動機中有一座，潤滑裝置發生障礙，不堪使用，故由君士坦丁堡飛回時，僅用餘一座發動機。其後改爲商用，在英國各地飛行，尤以一九一九年繞行各地獲得每日郵報的一萬磅獎金，爲最有名譽。

與此機相同的，還有一種，稱爲「超罕德雷」(Super-Handley)機，因攻擊柏林聞名。翼長一百二十六呎，機體長六十四呎，高二十三呎，空機重量一四、〇〇〇磅，即六噸又四分之一。可搭載乘客三十人，尚有餘地，遇必要時，可增多至四十人，及三噸半汽油。故其連同貨物的重量爲二萬八

千磅，即十二噸半。發動機共有四座，每座有三百五十馬力，係 Rolls Royce 的十二汽筒「飛鷹」發動機，其總馬力應為一千四百。汽油裝入單一的油槽內，有一千加侖，可供十二小時使用。通常每一小時的汽油消費量為八十至九十加侖。最高速度為每小時一百哩，普通為每小時九十哩。此四座發動機成對排列，與飛機縱軸成平行。只用兩機亦足以支持飛行，不過速度略小而已。一九一九年五月一日，由格拉斯哥 (Glasgow) 出發，飛至佛克斯墩 (Folkstone)，搭載機師兩人乘客五人，於六小時八分鐘之間，經過五百三十哩的距離，中途僅在痕頓 (Hendon) 一停而已。

#### 第五節 聶坡耳飛機

此機為法國聶坡耳 (Nieuport) 所發明，在實驗時代即以高速度得名。後經英國加以改良，成為英製聶坡耳飛機，既極堅牢，又頗穩定，軍事上用為單人乘的戰鬥機。

其各部分的尺寸如下：主翼全長二十七呎九吋，主翼弦五呎三吋，主翼面積二七〇平方呎，翼隙四呎六吋，機體全長十八呎九吋，尾翼固定垂直面全長四呎，方向舵全長一呎六吋，方向舵面積

五平方呎又四分之一，上部垂直面的面積三·五平方呎，下部垂直面的面積一平方呎又四分之一，尾翼全長二呎三吋，尾翼寬九呎，昇降舵長一呎六吋，補助翼面積九平方呎又四分之一，昇降舵面積十平方呎，尾翼面積二十八平方呎，空機重量一千七百磅，有效搭載量四百磅，總飛行重量二千磅，主翼面每平方呎擔負重量七·八磅，發動機每馬力擔負重量六·六磅，五千呎高空的速度每小時一五〇哩，二萬呎高空的速度每小時一三〇哩，昇騰力十分鐘間可昇高二萬呎。發動機採用ABC式『龍蠅』九汽笛星式氣冷機，馬力數爲三二〇。

#### 第六節 布勒里約飛機

此機爲法國布勒里約(Bleriot)所製，於一九〇九年完成最初英法海峽的橫斷飛行，爲世所稱。其構造簡單，尤爲特長。兩翼可以自由卸下，極其便利。更分爲五十馬力、一百馬力及軍用等各種。其五十馬力者全長二十三呎，寬二十九呎，翼長各十三呎六吋，翼幅六呎六吋，翼比四·三，主翼面積約一六〇平方呎，飛行角六度，發動機用諾姆式，裝在飛機前面，每分鐘間轉動一千二百次，重量

約五五〇磅，飛行速度約每小時五十七哩。

### 第七節 摩藍索耳尼飛機

此機爲法國摩藍索耳尼 (Maurane-Saulnier) 公司製造，大體與前項布勒里約相似，僅其尾部不用水平安定板，而以昇降舵兼司之。主翼全幅十呎十八吋，面積十六平方呎，機體全長六呎五十吋，重量三一五斤，搭載兩人，速度每小時一二五呎，發動機採用諾姆或勒諾的八十馬力發動機，推進器的直徑二呎六十吋，着陸裝置用兩個車輪及一拖槓。

### 第八節 得拍度桑飛機

此機由法國得拍度桑 (Deperdussin) 公司製造，分陸用、水用兩種。茲就其水上用者言之，主翼全長十三呎五十吋，寬二呎二十吋，中央機胴全長六呎六十吋，爲隅角削圓的四方形，尾端有水平垂直安定板及昇降舵，方向舵、浮艇前二後一，安定板縱一呎六十吋，橫三十八呎五十吋，爲三角

形，昇降舵寬十呎七十五吋，深六十吋，爲一平形四邊形，共有兩枚。發動機用諾姆式，一百馬力或一百六十馬力，飛行速度普通爲每小時一一〇呎。陸上用因其着陸裝置簡單，較爲有名。分一人乘坐，二人乘坐，及三人乘坐等三種，僅尺度及發動機大小不同而已，構造上毫無差異。

### 第九節 刻替斯雙翼飛機

本機爲美國刻替斯飛機公司 (Curtiss Aeroplane & Motor Corporation) 製造，與下述的三翼機，適爲姊妹機，其成績及速度，均與三翼機幾相等。

雙翼機的各部分尺寸如下：主翼全長三十七呎五吋又四分之三，機體全長二十三呎四吋，上翼弦四呎六吋，下翼弦四呎，機體高度八呎十吋半，主翼間隔五呎，雁列配置十呎四吋半，全重量三千磅，搭載重量一、〇一三磅，昇騰力十分鐘間可昇高二千五百呎，最大速度每小時一百六十哩，最小速度每小時五十九哩，發動機名刻替斯 K 一二號，氣笛角度 V 字式四五度，馬力四〇〇，轉動數二、五〇〇回，每馬力擔負重量一·七〇磅，內徑及衝程四吋半對六吋，滑油及去熱用水之重

量六八〇磅，滑油供給法爲壓進式，着火裝置用高壓磁石發電機，每小時消費燃料二十六加侖。

### 第十節 刻替斯三翼飛機

此機與前述的雙翼機大體相同，爲最新式的高速度三翼飛機，機體形狀及主翼其他各部分均較雙翼機大爲進步。發動機爲四百馬力V字式十二氣缸五十二號，牽引機爲四刃式。

其各部分的尺寸數目如下：上主翼全長三十一呎十一吋，中主翼全長三十一呎十一吋，下主翼全長三十一呎十一吋，上中下翼弦四十二吋，上中翼間隔四十二吋，中下翼間隔三十五吋又十六分之九，機體全長二十三呎三吋又十六分之三，機體高度九呎十吋又八分之三，飛行角 $0^{\circ} \cdot 2$ 度半，尾翼角度 $0^{\circ} \cdot 5$ 度，上翼面積一一二平方呎，中下翼面積各八七 $\cdot 7$ 一平方呎，中下補助翼面積各一 $0 \cdot 7$ 九平方呎，尾翼面積一 $\cdot 4$ 三平方呎，直面的面積五 $\cdot 2$ 平方呎，昇降舵兩個各一 $\cdot 3$ 〇二平方呎，方向舵八 $\cdot 6$ 六平方呎，全支持面積三〇九平方呎，每平方呎負擔的重量九 $\cdot 4$ 磅，每馬力負擔的重量七 $\cdot 1$ 二五磅，本機全重量一、八二五磅，連同發動機的重量二、九〇一

磅，搭載重量一、〇七六磅，燃料四〇〇磅，滑油四五磅，司機人與乘客三三〇磅，搭載貨物重量三〇一磅，合計全體重量一、〇七三磅，水平飛行時最大速度每小時一百六十三哩，水平飛行時最低速度每小時五十八哩，昇騰力十分鐘間可昇高一萬五千呎，連續飛行可達五五〇哩的距離。

### 第十一節 福烈飛機

此機爲德國製造，形狀特異，主翼全長一一呎，深二呎三〇吋，中央與機胴相接的一部分，驟向後方屈折，主翼爲平面長方形，面積二六·五平方呎，機胴甚短，僅足以裝發動機及司機人座位而已，安定板及舵，均裝於機胴外的後方。機體全寬十三呎六十吋，全長八呎，全高三呎，空機本身重量六六〇斤，搭載重量三三五斤，發動機用一百馬力的 Argus 式，速度每小時一二〇呎。

### 第十二節 阿巴特洛斯飛機

此係德國阿巴特洛斯 (Albatros) 公司製造的雙翼機，全寬十四呎三十吋，全長八呎，最高

處三呎六十吋，主翼面積四十平方呎，機胴前方甚大，愈近尾部愈形狹小，安定板水平垂直均成三角形，方向舵及昇降舵裝於後方，空機本身重量六二〇斤，搭載重量二〇〇斤，發動機用百馬力的 Argus 式或 Mercedes 式。速度通常為每小時一一〇呎，可以支持四時間的連續飛行。

### 第十三節 卡普洛尼三翼飛機

此機為意大利之 Soc. di Aviazione Ing. Caproni 製造。係一九一五年以後開始製造，為軍用機的一種，形體龐大，夜間用以投擲炸彈及攻擊，頗著成效。機內裝有發動機三部，各有其螺旋器。一部裝在中央短機體的後端，運轉一推進螺旋，其他兩部則裝在短機體左右兩方的長機體最前一端，各運轉一牽引螺旋。中央機體下方為裝炸彈部分，固着於右下主骨上，此為卡普洛尼機的特點。搭乘者的座位，依其職守而分為數處。司機者二人在中央機體的左右，相並而坐。此外尚有砲手一名，亦在此中央機體裏面，管理一吋半砲一架，機關鎗二架。其他各員則分乘於左右機體裏面，左右機體內亦各裝有機關鎗。在此左右機體中的各員和在中央機體之間，設有一條通路，以資連

格。

各部分的尺寸數目如下：主翼全長九十六呎六吋，機體全長四十二呎十一吋，全高二十呎八吋，主翼弦七呎，翼間隔八呎，主翼全面積（補助翼亦包含在內）二、二二三平方呎，補助翼六面，其總面積共二二七平方呎，方向舵三面，其總面積八十一平方呎，固定尾翼的面積一〇九·七五平方呎，昇降舵面積八一·六平方呎，補助翼的全長十九呎四吋，尾翼全長三十四呎一吋，昇降舵全長三十六呎三吋。

對於發動機最初採用 Isotta-Fraschini 的二百五十馬力直立八氣筒發動機，或 Fiat 之直立六氣筒發動機，最近則改用 Liberty 的四百二十馬力發動機。武裝重量達六、六〇〇磅。在六、五六〇呎的高空中飛行速度為每小時九十八哩，昇騰力亦大，六分鐘間可昇高三、二八〇呎，十四分鐘間可昇高六、五六〇呎，二十五分鐘間可昇高一萬呎。最高可昇至一萬六千呎的高空。空機本身重量一一、〇〇〇磅，飛行準備後的機體重量一七、七〇〇磅，搭載燃料五五〇加侖，搭載炸彈二、五〇〇磅。

上中下三面主翼各由七塊合成，其弦均爲七呎。中央翼各一枚，長五呎六吋，中央翼的旁邊第二第三各翼各爲十三呎一寸，最外翼的全長十八呎三吋。主骨爲箱形，肋骨爲箱式及複式。燃料油槽各裝一個於左右中三機體中，經由三部唧筒將燃料送入中央機體中的燃料分配部，再行送入各發動機的氯化室內，此項給油裝置可由兩人任意操作。此外尙備有一部小形重力給油的燃料槽，專備離陸以前試飛時使用，業已飛行以後則用前法給油。再如遇有危急時，在左兩方的司機人，可用手抽動的唧筒，由中央的主燃料槽，將汽油送至各發動機以資應付。又各發動機有獨立的滑潤油槽及放熱器，放熱器裝有窗門，依空中的溫度，可以比例開閉，得以保存冷水的適宜溫度。此項裝置均在機體的前端和短機體的最前端，但間亦有在發動機後方主翼中間的。

#### 第十四節 其他各種飛機

上述十三種，均其著者，此外種類之多，直不可以數計。茲略舉名稱如下：屬於英國的，有 P. E. 8; Airco 9; Airco 4 A; Boulton and Paul; F. K. 26; Sopwith Atlantic; Martinsyde;

Vieters ·Vimy ; Short; Porte Flying Boat; B. A. T. "Bantam"; S. F. 5A 等

屬於法國的有 Voisix Gun Carrier; Candron Twin-Engine Passenger Type; S. P. A. D; Breguet; Borel; Clément-Bayard; Drueme; Galland; Levasseur; Martin; Maurice Farman 等。

屬於美國的有 Burgess; Benoit; Boland; Columbia; Dyott; L. F. C.; Navy's B-2; P.-L.-V; Paul Schmitt; Thomas; Wright; Hild-Marshonet; John Mc-Mahon's Motorcycle-engined; De Mot; Marble and Burke; United Eastern; Standard Model T-R; Standard Model E-4 等。

屬於意大利的有 Ansaldo ; Ansaldo F. I. A. T. 等。

屬於德國的有 Pfalz D III; Gotha Bomber; Friedrichshafen Bomber; Hannoveraner; Junker-Fokker; Brandenburg; Pom-Engined Zepelin-Staken Passenger Biplane; Goedecker; Heinrich; L. V. G; Sommer 等。

## 第十四章 棚廠和飛行場

### 第一節 棚廠

飛機需要棚廠 (Aircraft)，亦猶船隻需要船渠一樣，以備不用時，遮蔽風雨及修理機體或機件時使用。飛機的棚廠，因為所占地位不大，比較飛艇的棚廠，容易建設，而且差不多都是用木材建成的。通常一棚，可以收容飛機兩部，地面或任其土面，或用水泥柏油等均可。門用折疊式，可以左右折合開閉，極其方便。其方向以正對飛機滑走方向為宜，否則進出均極麻煩。

上面所說的棚廠，是固定在飛行場中的。但對於軍事上使用的飛機，其根據地隨時都在變動，所以棚廠也就不能一定。必須能夠隨着飛機，容易移動，方能適用。為此目的造成的，名為可移式棚廠 (portable aerohed)，形式和帳篷差不多，全體用厚布造成，搭在木製或鐵製的支柱上面，支柱

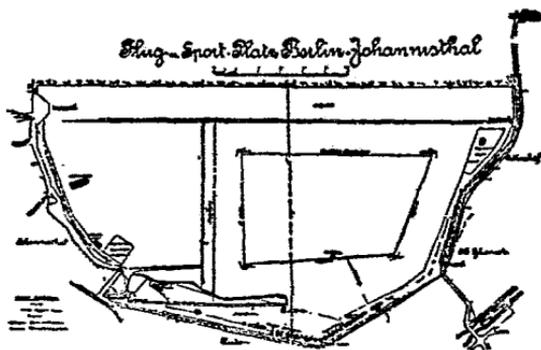
則用繩牽向四方，縛牢於打入地中的木樁上面。飛機進出時，將前面的一部分繩解開，前方的門布即可捲起，極其簡便。此項棚廠在平時雖尚穩固，但遇風暴或降雨降雪，則須加以人力補助，始得安全。此項棚廠以三十人之力，僅需三時間，即可搭成。拆卸時所需的時間亦同。

## 第二節 飛行場

飛機離陸或着陸的地面，通稱爲飛行場 (aerodrome)，最簡單的只要有一片平坦地面，能供飛機的滑走即足。複雜的則尚須有許多棚廠以及其他種種設備。因其條件不同，選擇的方法亦自有異。其最要緊的條件是平坦的地面，和良好的氣流，固不庸說。地面不平坦，還可以用人力來加以改造。至於氣流，本爲各地氣象狀態，各有固定的情境，決非人力所能左右，所以尤其要特別加以選擇。氣流良好是說飛行場的周圍，沒有大森林，沒有長江大河，沒有崇山峻嶺等的存在。因爲這些都是使氣流變成雜亂的原因，務必都要避開。又不僅地面全體要一律平坦，還要沒有細石雜草。最好是地面既是相當的堅硬，而又全體培植着短草，如同庭園裏面的草地一樣。此外還須避開高壓電

線，以防危險。

飛行場所占面積，因周圍的狀況及場內的設備，各有不同，但至少限度，亦須要有三千畝以上，方足滑走。通常則以萬畝為最適當，在歐美各國，竟有寬到二萬畝以上的。棚廠大都建設於場內的一角，使其不致妨礙飛行。如附設各種製造修理工場，亦務必離開飛行圈。試舉一實例來說，當更明瞭。第二十六圖為德國約翰尼斯谷（Johannisthal）飛行場，在柏林的郊外，約成一不等邊四角形，一邊平均約一千二百呎，他一邊平均約千五六百呎，總面積約二萬五千畝。土質為砂泥混合，上為草地，係將舊有的牧場和松林伐去後造成的。東北方面雖尚留有一片松林，但林深不過四百呎，對於場內飛行不生影響，對於氣流亦無害。附近地形極其開闊，遠處並無山脈高地，氣流狀況甚佳。場內西北兩方



第二十六圖 德國約翰尼斯谷飛行場

及東南角上均建有許多的棚廠，爲飛機飛艇的練習或着陸時使用。要稱是最適宜的飛行場了。

飛行場中夜間着陸的設備，因平常無甚必要，僅遇特殊時偶一使用，所以尙不十分完備。普通用火把，或紅色電燈，以便飛行者容易認出飛行場的境界，更用探照燈放出強烈的光明，以便着陸。又有在地下掘洞，內裝強烈電燈，上用厚玻璃板蓋住，或用電燈圍成輪形，如同商店所繫的燈彩一樣。各有利弊，不可一概而論。

## 第十五章 飛機和氣象

行船要知天氣，航空更要知道，而尤其要緊的，是上層氣象學。因為飛機飛艇，都是在上層的大氣內，一切行動，均完全受其支配，非深知其變化狀況，無從應付。所謂航空用氣象學，已成爲氣象學中的特殊科目，其成績已斐然可觀。以下將航空氣象學的大概，略爲介紹，以供參考。

### 第一節 航空氣象學概說

(一) 大氣 大氣是指包圍地球的氣體而言，比較和地球表面接近的混和氣體，則稱空氣。飛機是在空氣中飛行着的，所以上層沒有空氣的地方，對於航空沒有什麼關係。空氣的成分，以氮氣和氧氣爲主，此外尚有少許別種氣體，不過分量極少罷了。大氣中的各種變化，如氣壓，溫度，風，溼度，日射等，均爲氣象學中研究的對象，其中尤其是日射一項，爲天候變化的最大原因，也最爲緊要。由

地球表面至大氣的最上層爲止，其間可以大別爲三層：通稱爲雲層，氫氣層，及氫氣層。雲層是指由地面至十杆高的區域而言，爲氣象變化最多的一層。氫氣層爲由十杆至六十杆之間，不受地面的影響，異常穩靜，所以又有平靜帶的名稱。氫氣層爲由六十杆以上的氣層，以氫氣爲主要成分，其界限高至何處雖不十分明瞭，大約總在三百杆左右，再上則爲無空氣的宇宙空間了。航空上所必要的，僅限於雲層，氫氣層以上，皆不生影響。又大氣中所含有的塵埃，爲量頗多，對於航空，亦有重大的影響。

(二) 氣溫 大氣的溫度，通稱氣溫，用水銀溫度計即可測定。大氣的下層，尤其是地表面上的氣溫，因受地球表面的影響，一日之中，亦有劇烈的變化。日出以後，即行升高，至午後二時，達於最高值。以後又復降下，至日沒以後，降低更甚，至午前四時，達於最低。在溫帶地方普通的氣溫約在十度至三十五度之間，因地而異，各不相同。距地面愈遠，氣溫愈低，每高一百呎，即約有 $0.33$ 度至 $0.85$ 度的差異。據實測所知，離地面十四杆的高層，氣溫爲零下八十五度，再上又反轉增高。

(三) 溼度 溼度是表示大氣中所含有的水蒸氣的分量，其值有一定的限度，超過限度以上

的水蒸氣，即凝結成爲雲霧。高溫時能包含的水蒸氣多，低溫時少。冬季的空氣乾燥，夏季潤溼，就是這個緣故。氣溫降低，水分達於其限度，即結成霧、露等。通常的溼度爲三〇%至五〇%，每年二三月間，有時可減少至二〇%以下，雨天或霧天，增加至一〇〇%，下雪時並未達於一〇〇%，有時反轉覺得乾燥。觀測此項溼度，通常使用乾溼球溼度計，或毛髮溼度計。前者氣象學家用之，後者比較簡便，航空機上裝置的，多屬此種。大氣中的溼度，亦隨其高低而不同。如以地面上的溼度爲標準，用百分率表示，則地表面爲一〇〇%，高一杆的地方爲六八%，高三杆爲二六%，高五杆爲一一%，高八杆爲一%。

(四) 氣壓 氣壓和天氣的關係最爲密切，所以對於航空的影響也很大。表示氣壓通常以緯度四十五度，攝氏零度時的海面爲標準，每一平方厘米上作用的空氣壓力爲一〇三三克。測定的器具爲氣壓計，而水銀氣壓計，更爲精確，不過用此種氣壓計時，比較手續複雜，需時頗久，實用上則以無液氣壓計來作代用品，應用金屬空盒的熱脹冷縮，來測空氣的壓力。飛機上裝的氣壓計，正屬此種。通常表示氣壓，概不用空氣的重量，而用水銀柱的高低，以七六〇耗爲標準。無論何地，其氣壓總

是變化不已的，注意其變遷的狀況，可以推測出一部分未來的天氣。比標準氣壓更高的氣壓，稱為高氣壓。比標準低的，稱為低氣壓。在各地方同時觀測其地方的氣壓，綜合起來，即可知道某處為高壓部分，某處為低壓部分，高低既明，風向也就可以從此決定。又氣壓和高度亦有簡單的關係，高度增加則氣壓亦隨着減少，所以在兩個地方，同時測定其氣壓，兩相比較，由氣壓的差，立可求出兩地高低的差。其數字如下列之表：

出海的高 度 (呎數)	氣 壓 (水 銀 柱 高 耗 數)					與氣壓差一 耗相當之高 度差(呎數)
	○度	五度	一〇度	一五度	二〇度	
一〇〇〇	七六〇	七六〇	七六〇	七六〇	七六〇	一〇・五
五〇〇	七二四	七一四	七一五	七一〇	七一七	一一・一
〇	六六九	六七一	六七三	六七四	六七六	一一・八

一、五〇〇	六二八	六三〇	六三二	六三四	六三七	六三九	一二·五
二、〇〇〇	五八八	五九一	五九四	五九七	五九九	六〇三	一三·四
二、五〇〇	五五二	五五五	五五八	五六二	五六五	五六八	一四·二
三、〇〇〇	五一六	五二〇	五二八	五二八	五三一	五三五	一五·一
三、五〇〇	四八三	四八七	四九一	四九六	五〇〇	五〇四	一六·一
四、〇〇〇	四五二	四五六	四六〇	四六五	四六九	四七四	一七·二

(五)風 風爲航空上最要緊的一個要素，也是最大的一個障礙。表示風的狀況，用風向和風速兩項。風速有大有小，由完全無風的平穩狀況至最大的颶風爲止，其間可以分爲十三級，各級的名稱和特徵，如下表所示。測定風速，通常在地面上使用魯濱遜的盃形風壓計，對於上層的風速，則用風箏去測。

九	八	七	六	五	四	三	二	一	○	記風號	風速	風名	風速 (每秒積數)	特
大強風	疾強風	強風	雄風	疾風	和風	軟風	輕風	微風	平穩					
一八·〇	一五·四	一二·九	一〇·七	八·八	六·七	四·八	三·一	一·七	○					
屋瓦震動	枝幹齊動步行困難	大幹動搖水面發生波紋	大枝動搖	樹枝動搖起不快之感	小枝動搖	葉梢動搖	皮膚微有感覺	烟囪噴出的烟直向上昇	完全無風					
														微

一〇	全強風	二一・〇	草屋傾倒樹木拔起
一一	暴風	三〇・〇	破壞力更大
一二	颶風	五九・〇	巨大災害

(六)雲 和地面接近的水分凝結後浮游於空中，是為霧。此項凝結的水分，如比較生於高空，即稱為雲。雲不僅由於水分所凝結成的水珠而成，有時在高空比較寒冷，水又凝而為冰，仍不失其為雲。總之雲的生成，和空中氣象的種種變化有關，故由雲的或生或滅，亦可推知氣象的變化。舊時氣象學尚未發達的時代，大都由雲的形狀來預測天氣，現在海邊的漁夫，依然用此項經驗，來定其行止。就是氣象學裏面，一面固然在用各種機械去測種種要素，同時一面對於雲的觀測，也很視為重要。從事航空的人，對於雲的現象，尤當隨時留意。通常的雲，可以分為兩大類。第一類稱為片狀雲，是一片一片孤立不連的，或作分裂狀，或作團塊狀不等，天晴的時候出現最多。第二類稱為層狀雲，有時佈滿天空，有時至少也佈滿一部分，大抵於天氣不佳之日出現。如再加以細別，通常共分為

十種，且各依其形狀，即能推知其生成處所，離地面有若干高。其名稱、形狀及高度如次：

(甲)卷雲 狀如羽毛或作纖維狀，白色，高度在九杆至十七杆之間。

(乙)卷層雲 白色的纖維狀，高度為九杆。

(丙)卷積雲 白色小塊團或斷片，成羣出現，高度約五杆。

(丁)積卷雲 白色或灰色的大團，高度約在三杆至七杆之間。

(戊)層卷雲 灰色或青白色佈滿天空中的一部分，高度約在三杆至七杆之間。

(己)層積雲 暗色的大團塊，或作長而且大的等形，高度約為二杆。

(庚)積雲 上圓下平，高度約在一·三杆至二杆之間。

(辛)積亂雲 極為濃厚，上如奇峰突起，下則現為亂雲，高度在一·三杆至七杆之間。

(壬)亂雲 暗黑色異常濃厚，而無一定的形狀，高度在一杆至二杆之間。

(癸)層雲 一種在高處發生的霧，高度在一杆以下。

(七)空中的電 大氣中所帶的電，通常稱為空中的電，不限於雷電時有之，就是在晴天的空

中，亦有相當的電存在。通常在穩靜的天氣時，空中的電概為陽電，雨天則帶陰電。無論降雨，降雹，降雪均帶有少許的陰電隨同落下。電勢則隨高度增加，每上昇一呎，電勢約增一百弗打之譜。雲與雲之間因放電而現為雷鳴閃電，雲與地面之間的放電，則成為落雷，飛機在此項帶電體間進行，尤須時時注意，以防引起此項危險。

## 第二節 高層氣象觀測

高層氣象的觀測，不僅為航空一端，就在一般研究天氣的方面，也很重要。關於此一方面的方法，晚近異常發達，茲將其主要的幾種，略為介紹於下：

(一) 高山觀測 在孤立的高山頂上，設觀象臺以測氣象，所得的結果，可以作高層氣象觀測的補助，並不能直接去作高層氣象的觀測。但因為在山頂觀象臺內，無論何時都可作觀測的工作，並且比較上又極簡易，所以雖不能直接測定高層的氣象，卻也是必不可缺少的事件。

(二) 氣象風箏 風箏本為一種玩具。但從一百八十年前，就應用來作氣象的觀測，成績卓著，

至今仍沿用此種方法。形如燈籠，其表面約四平方呎，用輕木材紮成架子，上蒙薄紗，用綢線縛放，全體重量約二斤半，於風速達每秒八呎以上時放起，最高可達六千呎。上面可裝自記氣象器，即可將所歷處所的各项要素記出。雖然要受風力的限制，但仍占很重要的位置。

(三)繫留氣球 在無風或僅有軟風時，不能放起風箏，故用繫留氣球來作代替，一切均與氣象風箏相同。

(四)觀象氣球 這是一種橡皮氣球，大約容積為四百呎，小的也有二三十呎，視欲測的高度及所裝的器械而有不同。並裝有落下傘於上，小吊籃於下，籃中安設測驗器械。使其升起，到了高處，自行炸裂。以後即由落下傘緩緩墜下。比較前兩種均能測更高處的氣象，只不過落下時在什麼地點，卻不容易搜尋，這是惟一的缺點。

(五)驗風球 若僅欲測高處的風向和風速，則以使用驗風球為最簡便。驗風球也是橡皮球，內盛氫氣，先測定其在單位時間內所能昇達的高度。然後放其飛起，同時用經緯儀去觀測各時間的位置，以及水平垂直等角度。每隔一分間，觀測一次。將所得的結果，記入方格紙內，再由計算去求

高層的風向和風速。這是航空者最希望的條件，所以用驗風球最爲簡便。

### 第三節 天氣

由氣候變化推察未來的天氣狀況，以用天氣圖爲最方便而且又最精確。將各地點的觀象臺在同一時間觀測得來的結果，在地圖上一一記入其觀測所的所在地點。再將氣壓相同的各地用曲線連絡起來，成爲等壓線，溫度相同的地點，連絡起來，成爲等溫線。如是作成的圖卽是天氣圖。未來的天氣均可由此圖推測，航空者均非有此不可。

風速若達十呎以上，飛行卽感困難。遇着下雨降雪，更爲不便。最適於飛行的天氣爲日射既不強烈，大氣又甚穩靜的時候，卽是早起，或日落後及陰天等，均最佳。反之，到日出以後，及夏季等均最不利。由天明到日出爲止，一般均極穩靜，日落以後，最初仍不免有少許的風，不久雖可消滅，但已近黃昏，不能作長久的飛行，所以不及早晨飛行的好。陰天雖不免也有風，但此種風完全出於均等的氣流而來，並無驟急的變化。冬天日射甚弱，急風又少，均適於白晝飛行。冬天的早晚時時有風發生。

轉不如白晝爲宜。遇着地面爲雪蓋滿的時候，氣流更爲平穩，尤便飛行。夜間若有辨別目標的設備，俾司機人不致認錯，則更爲便當。關於飛行上應注意的事項，大約如下：

(一) 因地面特殊物體的關係，在空中一定地點，有突風發生，須避開，還有發生渦流的地方，通常稱爲空中的洞，尤其危險。

(二) 因發生雷雨，地面上有急烈的氣流向上升起，也須避開。

(三) 方向不同的氣流，彼此相重或互相鄰接着的時候，飛機在其境界處，必失卻安定。

(四) 空中起速度甚大的氣流時，其上下兩面的空氣，均向之運動，飛機若到了近旁，必被其吸引而去，不能自由。

## 第十六章 航空地圖

航海要用海圖，航空當然也要用一種地圖，才能辨別方向。對於這種目的使用的地圖，雖也有種種的主張，但一般則將現成的地圖，略加修改，即可使用。大抵將普通的地圖上對於航空沒有益處的部分刪去，而將飛行上所必要的部分添入。

航空用地圖共分三種。(一)通覽用圖：爲縮尺五十萬至七十萬分之一的地圖，作遠距離飛行時用此種地圖來定其飛行的方向。(二)普通航空用圖：爲縮尺二十萬分之一的地圖，通常飛行時用此種最爲相宜。(三)練習用地圖：爲縮尺十萬分之一的地圖，地面上的目標一一填入，以資練習目力之用。

地面的高低，對於飛行雖無直接關係，但作偵察的報告時卻爲必不可少的要件，所以在航空圖上，必須分別濃淡，並用大形的記號標出，或用褐色的水平曲線表出亦可。

對於交通路線、水面村落、森林等各部分，均各用記號標出，顏色以穩和者爲當。

夜間有燈火的街道、村落、車站，以及海灣等，練習場或便於着陸的地帶，飛機棚廠，電車線路及高壓電線路，禁止飛行地帶（如要塞、砲臺等），着陸危險地帶（如森林、灌木、農田等地），目標物體（如高塔、廟宇、工廠及各種大建築物等），均可用作晝夜的目標，須適當採取列入圖內，但不可過多，多則轉滋錯雜，適可而已。

經緯線及磁針偏差等項，對於高空飛行或遇濃霧時的飛行，均成爲必要的條件，當然非一一填入不可。

## 第十七章 飛機和軍備

飛機的發達，和戰爭有很密切的關係，尤以歐洲大戰所得的進步為最顯著。綜合起來說，關於飛機的軍備，可以分為三種：（一）由飛機上向陸地轟擊，所用的武器，大抵為炸彈之類。（二）飛機互相攻擊，所用的武器為機關鎗。（三）由陸地上向飛機攻擊，所用的武器為射擊飛機礮。今就各種武器，分述如次：

### 第一節 炸彈

（一）普通炸彈 由飛機攻擊陸地，以炸彈為最簡單有效。因所擊的目的物不同，炸彈的種類，隨之而異。名目既多，構造容量亦不一致。對於陸地的炸彈，又和攻擊敵人的飛機飛艇所使用的炸彈不同。有時還用一種特殊的武器名曰器針，與炸彈的性質又絕不相同。至於拋擲炸彈的裝置以

及瞄準器，亦有種種的方法，不過在飛行中的飛機，既不能停止不動，又時時動搖不定，瞄準極不容易，所以至今還未達到滿意的程度。

飛機上使用的炸彈，以英國製的摩爾登赫耳炸彈為最有名，或用手直接投下，或用彈簧鎗射出均可，其構造如第二十七圖所示。使用時先將安全針A拔去，翅C受風作用，使彈尾B轉動不已，信管保持器D由兩個鋼球G及G<sub>1</sub>，與炸藥分開，免炸藥發作過早的危險。到得炸彈落下相當距離以後，由尾部B的轉動，將解放軸H的螺旋紐鬆，脫離G及G<sub>1</sub>，和信管衝突，即成發動之勢。又H的末端J，和B上的螺釘K接觸後，即能自動的固定不動，所以此種炸彈，只須使其尾部的翅轉動以後，便能安靜落下直至與目的物衝突為止，不會發生變動，衝突後D即前進發火。並且搬運時以及飛機着陸時，雖受種種的震動，因為炸彈的尾翅既未轉動，當然也就沒有絲毫的危險。但既經尾翅發動以後，經過二百呎以上的落下距離，則雖與水面，軟泥，雪地等相觸，亦必立即炸裂，遇着堅硬的物體，更不用說了。

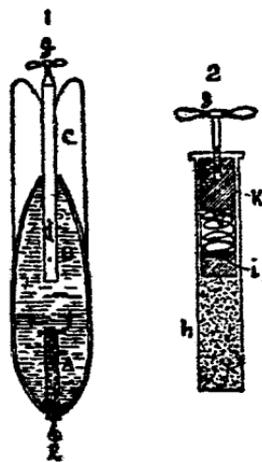


第二十七圖  
飛機用炸彈

還有法國製的一種液體炸彈，亦極猛烈。最大中徑為十二吋，全長七十二吋，全重十斤，液體重六斤。形如第二十八圖。分爲A、B兩部分，其尾部C爲翅，共有四枚，以備落下時支持方向之用。A、B所盛液體各不相同。A內液體原已盛好，B內的液體，則於裝入飛機上時，方行盛入。用鉛絲等類將下端l的鉤掛住，倒懸於飛機上適當的地方，用時只須將鉛絲剪斷，雖任其倒立，但因重心關係，自能轉正，落下時隔膜f被l打破，兩液已混，再經上下倒轉，更形混勻。信管則如2所示。g爲小螺釘，k爲安全針，i爲雷管，h爲發火劑。彈既投下，g受空氣抵抗，自行轉出，k與雷管相接，即易起火。

此外還有榴彈、鋼箭等，均爲攻擊敵機的要具。

(二)光彈 光彈又名照明彈，夜間由飛機投下，於未達陸地以前，即行炸裂發出強光，使目的地附近，朗列目前以供偵察。此項光彈構造比較炸彈，更爲簡單。大抵利用鎂的可燃性，將鎂粉包在



第二十八圖 液體炸彈

彈內，使其着火，或即與炸藥混在一起，兼有炸裂及發光兩種性質。光彈的中徑約爲十二釐，長約二十釐，形如截頭的榴彈，發火利用電流。先將此彈裝入發射筒內，筒底裝有彈簧，將彈支住，不致落下。用時從上按下，使其由彈簧中間通過，因此即通電流，引起彈內炸藥爆炸發光。有時於光彈上面，加一落下傘，使其落下速度遲緩，俾照明的時間延長。彈內則分爲三部，最下部成爲尖銳的圓錐形，內裝炸彈；上部爲鎗彈，分向八面射出，每面可發五響，共容四十響；再上一部爲盛可燃物質的槽。炸彈和槽中間，由曳火管爲之連絡，使其靈敏。一彈約重三十八磅。槽之上部爲落下傘，傘上還裝有返射鏡。由適宜的高度將此彈投下，則插進地面約十呎之深，全彈直立地面，先由容槽內觸發信管，發出強烈光亮，再經反射鏡作用，光度更大。接着曳火管亦着火，四十響的子彈一齊由內向八方陸續射出，故其附近地方絕對無法走近，如是可照十分鐘之久，然後下部的炸彈方炸裂，對於附近地帶，更加以徹底的破壞。

## 第二節 飛機上的鎗

飛機上裝的鎗，其目的在攻擊其他的航空機，通常均採用機關鎗，地位則一律在機胴裏面，有專員司其開放。驅逐用的飛機，砲手即由司機人自兼，故機關鎗須裝在司機座前。還有裝在主翼前方的，又有裝在後部向後開放的，種種不一。瞄準以敵機的司機人及其發動機的主要部分為目標。

### 第三節 射擊飛機砲

飛機在空中形體本已不大，而又上下左右行動如飛，要想從地上，放砲去命中，確是不容易的事。但亦萬不能因為困難，就任其擾亂。所以關於如何方能命中的研究固然不少，就退一步說，只要能達到驅逐的目的，也就可以相當的滿足了。此項射擊飛機砲，有裝在馬車上的，有裝在汽車上的，也有裝在軍艦的甲板上的，甚而至於拿在手上和步鎗一樣的，也很不少。製造此項射擊砲的方法，極為祕密，不能窺知其詳，各國兵工廠都有特殊研究。其中最著名的，為德國克虜伯砲廠的出品。其所使用的砲彈，為可燃性榴彈，共分兩種：一種除炸藥外還裝有液化氯氣和白金海綿，用以射擊飛艇，命中時因氯氣和氣囊內的氫氣，得白金海綿的媒介，引起爆發，將飛艇炸裂。其第二種則為曳

火彈，彈後曳着一條濃密的煙道，以便觀測實際彈道，隨時加以更正，以求命中。除克虜伯廠而外，還有厄耳哈特公司的出品，也很有名。通常裝在汽車上使用，汽車周圍均裝有鐵甲以資保護，每車可容敵手五名，敵彈百發。彈用榴彈及榴霰彈兩種，形狀和普通的榴彈相似，信管異常敏銳，與飛機相遇，立即炸裂。

## 第十八章 通信

航空事業發達以後，空中和陸地間以及飛機相互間的通信，遂成爲不可缺少的重要任務，不僅軍事上要緊，就是對於一般實用，亦有關係。就軍事而言，飛機偵察得來的狀況，須立即報知陸上的司令部，以便隨時應付戰況，變更適宜的作戰計劃。偵察所得，若必須一一俟着陸後再行報告，爲時已遲，不及應付前方戰況，殊失飛機的價值。所以要在一面飛行，一面可以同時向司令部報告，方能敏捷。再從實用上說，海中往來的船隻，爲各港及相互間作連絡通信，飛機則對於陸地及空中，亦有同樣的作用，雖在飛行中，亦與各地互通消息，遇有氣候變化，隨時可以得知，因而防患於未然，得力尤不少。通信的方法，爲數甚多，最重要的有四種：（一）無線電，（二）視信號，（三）音響信號，（四）文件投下。分別敘述如次：

（一）無線電 各種方法中以此種爲最便，裝置雖極複雜，又須特殊技術，但對於通信職務卻

能完成，要算空中通信法中發達最全備的了。至於航空用無線電機，第一要重量不過大，容量亦須小，天線和動力力求其小，而通信則須確實，距離愈遠愈佳。重量輕減一條，因飛機的搭載量有一定制限，自屬當然之事。至於動力，則用皮帶齒輪等由發動機的轉動引起發電機的運轉，爲事至易，所以採用這種方法的最多。原動機的馬力，因此一來，不無減少，但亦不過減去三分之一罷了，對於螺旋機，可以說不致受影響。又有一種於發電機的樞軸上裝一風車，飛行中受空氣作用，風車轉動不已，即由此運動發電機。此外還有用蓄電池發電的。又天線的架設，要算最不易解決的問題，因爲飛機的天線，隨時有迅速捲起或迅速垂下的必要，並非固定着的，因此須防備觸電的危險。

(二) 視信號 此種方法異常輕便，使用的信號爲閃光、燈火、彩旗，以及附有垂錘的旗等類，預先約定表示方法，然後使用。但是除卻白色、紅色、青色三者外，在天空中很不容易辨別，未免過於簡單，並且遇着雨雪或濃霧等天氣，固然絕對不能應用，就是遇着空中灰塵過多的時候，視界也很受限制。所以這種視信號，遠不及前述無線電可靠，只好用來作成一種補助的方法罷了。有時飛機彼此通消息時，亦採用此種方法。德國多那特將此方法加以改良而成電光信號鏡，構造極其簡單。將

一個光體放在拋物鏡的焦點上，使鏡面可以反射出十萬燭光的強光。就在強烈的日光下面，隔着十杆的距離，還可以用肉眼看得出來。鏡面的散光度又很小，除卻送信人所瞄準的一點而外，別的地方通不能得見。瞄準時使用一架小望遠鏡，也很簡單靈便。所以在飛行中隨時追蹤敵人的飛機，或隨時和地上通信，都可以使用。至於信號則採用模斯電碼 (Morse alphabet)，光源則用蓄電池點燃的電燈。此項信號機連同電池，全體重量不過四、五斤，對於飛機的搭載量，可以說毫不發生影響，所以也成爲一種很有力的通信方法。

(三) 音響信號 這種方法可以不受天氣的限制，並且比較上信號的種類可以稍多一點，這是特長。不過飛機在飛行中，本來就要發出爆音，要使所通的信號，不受此項爆音的混淆，就非有迥不相同的聲音發出不可。因此一來，真能滿足這個要求的，也就不多，在實用上，還沒有十分發達。

(四) 文件投下 這是古來就採用的一種最簡單的通信法。在飛機上將緊要的事件記錄下來，裝入紙製的圓形報告筒內，筒底加少許的重量，增加其落下時的速度，筒上繫有紅白兩色的布帶，以便易於搜尋。投下時須在約定的地點，不能任意亂投，否則地上的人，即無從收受此項報告。然

而要正確投到規定的地點，已非易事。即令不失敗，然亦僅限於飛機上對於陸地上的報告而已，反過來要由陸地上通知飛機，就辦不到，所以價值很有限。

## 第十九章 照相

由空中對於地上照相，和前節所述的通信法，都是同樣的重要事務。在軍事上偵探敵人的行動，每嫌不能十分完全，不如將全形照取，更覺明瞭得多。照相和通信不同，方法只有一種，只看使用的器具如何，以及照相人的技術如何，以定其照片的優劣。不過這兩層都是很容易解決的問題罷了。攝影中飛機不特依舊向前進行不已，並且時時還不免有些震動，探察敵人大都在三四杆的高度。凡此種種，都是經過長時間的研究，方有今日成績。現在雖由比此更高的地方，也可以照出很明瞭的鳥瞰圖來。使用的底片，舊時雖會採用軟片，終嫌欠明，現今大都改用乾片。用一種自動的裝置，可以換替乾片，也與使用軟片一樣，毫不失時。檢查此項照片時，為精密起見，或用廓大鏡，或用幻燈，或將原相放大數倍均可。



第二十九圖 飛機照相

44

台灣經濟學樣本

1954年 8月 31日



C

49