

飛機

呂 謹 著

(增 訂 本)



飛機

呂 謹 著

(增 訂 本)

商 務 印 書 館 發 行

中華民國十九年九月初版

中華民國二十七年三月
第一版

(51400)

增訂 飛機 一册

每册實價國幣

外埠酌加運費匯費

¥300

版權所
翻印必究

著者 呂 謨

發行兼 刷者 商務印書館
長沙南正路

發行所 商務印書館
各埠

(本書校對者毛鵬基)

★F七六八

序 言

自從1903年熱提弟兄製造了一種重於空氣的器械，親自駕着到空中去飛行，於是驚動了人們的耳目，實現了人們的迷夢。製造家見之而技癢，極力研究，以求深造；軍事家見之而心動，極想利用以爲戰爭的利器，便鼓勵製造家去研究，於是飛機的製造，改良進步，一直到現在，只有二十餘年的工夫，雖不能稱爲盡善盡美，但是大體上已可以算是完全無缺，飛行時已無若何危險可言了。

然而說起來也可憐，人家正在半空中航行飛機，破雲霧而上青天，鬧得震天價響，而我門科學幼稚，製造事業等於零的中國，只得向外國購買幾架來在空中應應景，徒擁航空的虛名，無遠大永久的計畫，那怎麼能行呢。我們固然是說不上籌備什麼空防，和人家爭什麼空權，我們却知道飛機是一種交通的利器，可以輔助陸上的火車汽車，海上的輪船之不及，我們就得下一番苦工去研究。

飛機製造確是一種新而又新的事業，專門中又專門的學問，以著者的淺識，實在配不上說什麼高深的學術，繁雜的計畫，著者只想用淺顯明瞭的文字，說平淡無奇的道理，——本文所說的道理，只要有普通的物理常識的人，便可以明白——使讀者讀了此文之後，對於飛機是一種

什麼東西，怎樣製造法，怎樣會飛行的，理會得了，由此引起了研究的興趣，再進一步去求那高深的學術，繁難的計畫，使我國也有人能自行製造，不必再向外國去購買，那就是著者之所深望的了。

本文的藍本是 Pippard and Pritchard 的 *Aeroplane Design*, Andrews and Benson 的 *Aeroplane Design*, Rathbun 的 *Aeroplane Construction and Operation*, Pagé 的 *Modern Aircraft* 及 *Aviation Engine*. 尤以從 Rathbun 及 Page 的著作中所取的材料為最多。

民國十八年二月序于北京

目 錄

第一章 歷史	1
--------------	---

緒論

試驗時期

成功時期

應用時期

第二章 飛行之原理	12
-----------------	----

風箏的比喻

飛行之理

安定原理

第三章 類別	19
--------------	----

陸上飛機 水面飛機 飛船 和水陸兩便飛機

單葉飛機和多葉飛機

前曳飛機和後推飛機

單發動機式飛機和多發動機式飛機

第四章 氣動學.....32

定義

氣體之性質

空氣之阻力

斜面

投射角

機翼與投射角

曲面

流線形的物體

風洞

第五章 機翼之構造..... 44

飛機之分析

機翼之作用

機翼之性質

機翼之骨架

橫桁

縱樑

引邊

曳邊

尾弓

翼皮及縮收液

金屬機翼

柔曲的機翼

機翼之形式

第六章 機翼之裝置 62

機翼之緊支法

單葉機翼之構架

雙葉機翼之構架

三葉機翼之構架

機翼之旁面緊支法

單葉機翼之旁面緊支法

雙葉機翼之旁面緊支法

三葉機翼之旁面緊支法

雙葉機翼之佈置

飛行線落地線及投射線

支線及支柱

支線及支柱之裝置

褶翼

第七章 機身之構造 77

機身之作用	
機身之分類	
構架式的機身	
機身之切面	
單殼式的機身	
單殼——構架式的機身	
氈帽頭式的機頭	
後推式飛機的機身	
機身之阻力	
機翼與機身之結合	
輪架與機身之結合	

第八章 機身之內部.....99

重量之分佈	
發動機間	
駕駛員座囊	
乘客座囊	
飛行中所需的儀表	
羅盤	
空氣速率表	
高度表	
水平儀	

發動機轉數表

汽油機油壓力表

第九章 駕駛面之構造 112

分類

升降舵

左右舵

偏斜翼

尾翼及鰭

尾翼及升降舵之構造

鰭及左右舵之構造

偏斜翼之構造

駕駛法——駕駛桿駕駛輪及駕駛籠

第十章 輪架之構造 126

輪架之作用

輪架之樣式

膠皮輪

彈簧及輪軸

吊輪

輪之高度

輪之位置

尾撐木

制動輪閘

第十一章 飛行與安定 137

飛行之中

安定

安定之主軸

左右的安定

前後的安定

縱橫的安定

偏斜角

飛行中的毛病

飛行中力之平衡

飛機升起及降落之範圍

第十二章 發動機與螺旋槳 151

略史

動作原理

二擊輪迴動作與四擊輪迴動作

汽缸數之關係

單發動機與多發動機之研究

化油器

-
- 汽油之供給
 - 汽油之發火
 - 磁力發電機
 - 電塞
 - 雙電塞
 - 發火時間之校準
 - 電線之裝置
 - 散熱（空氣散熱與水流散熱）
 - 空氣散熱與水流散熱之比較
 - 散熱器
 - 抽水機
 - 潤滑法
 - 抽油機
 - 螺旋槳之作用
 - 螺旋槳之取義
 - 槳葉之形式
 - 槳葉數
 - 前曳螺旋槳與後推螺旋槳
 - 螺旋槳之製造
 - 螺旋槳之平衡
 - 金屬螺旋槳

第十三章 發動機之解剖 193

汽缸數多少之比較

四擊動作中各個動作之真確時間

靜定式與旋轉式發動機

水流散熱與空氣散熱發動機

汽缸

鞴

鞴圈

搖桿

曲柄與曲柄軸

機座

舌門

偏心與偏心軸

汽缸發火之次序

舌門開閉時間之校準

第十四章 飛機之裝置及檢查 228

飛機箱之拆卸

兩種檢查角度的精器

機身之裝置

輪架之裝置

- 機翼之裝置
- 偏斜角之校正
- 投射角之校正
- 前伸之校正
- 尾翼部之裝置
- 外部的校正
- 駕駛器之校正
- 搬運飛機應注意之點
- 螺旋槳之檢查
- 發動機之檢查
- 輪架之檢查
- 機身之檢查
- 機翼及偏斜翼之檢查
- 尾翼之檢查

第十五章 發動機之修養 247

- 發動機之裝置
- 航空發動機所應具之條件
- 發動機未開動前之檢查
- 發動機預備開動
- 開動發動機的自動器
- 停止發動機之動作

發動機既停止後之檢查	
求發動機轉動之方向及發火之次序之法	
高度之關係	
發動機之毛病及其檢查法	
機器本身的機械之毛病	
發火器之毛病	
汽油供給器之毛病	
潤滑器之毛病	
散熱器之毛病	
各部機件之毛病及其修理法	

第十六章 重量與阻力 273

重量之影響	
機翼之重量	
機身之重量	
駕駛面之重量	
輪架之重量	
發動機之重量	
螺旋槳之重量	
飛機之設計及重量之分配	
阻力之影響	
阻力與滑翔角	

阻力之計算

機身之阻力

風洞中之試驗

第十七章 飛行之練習 287

練習的方法

單獨飛行

飛機之升起

轉灣

風與飛行的關係

降落

適當的飛行速率

倒飛

翻筋斗

第十八章 飛機之應用 300

飛機發展之步驟

飛機之軍事與民事應用

偵探與照像

戰鬥

投擲炸彈

指導砲火線與巡防潛水艇

防禦

未來空中戰爭之預備

列強空軍實力概況

交通

我國之空中交通事業

測量

遊覽

防火探險與散佈傳單

第十九章 各國有名的飛機及發動機 329

輕載飛機

重載飛機

特重飛機

空氣散熱發動機

水流散熱發動機

各國有名的飛機及發動機表

飛 機

第一章 歷史

第一節 緒論

一陣唔噏唔噏的聲音漸漸由遠而近，仰頭一看，却見得半空中有一大蜻蜓似的灰白色的怪物，平平穩穩的，飄飄揚揚的愈飛愈近，愈近愈大。忽然間那種聲音低微了，停息了，只見那個怪物接二連三的翻了幾個筋斗，打了幾個旋轉，直向大地上落來，在下面看着真要為牠目瞪口呆，可是牠還是一股勁直向下栽。忽然間又唔噏一下，那聲音又繼續作起來，那怪物又射箭似的鑽起來，飛過去，一下也不回顧的跑了。這是什麼？這是什麼？不是二十世紀最新奇，最巧妙，最靈便的一種交通，戰爭，遊樂的器具，飛機麼？

“機器忽然間轉動哪！飛機也起來哪！身體也騰空哪！沒有上去時，看着飛機的樣式，想到空中的情形，未嘗不心跳神慌，及到一上去之後，神也就定了，膽也就壯了，心意也就自如了。於是低下頭去向下面望，放

開眼去向四圍望，只見一塊一塊的田地，一座一座的山莊，一叢一叢的樹林，一村一村的房屋，如長蛇一般的鐵路或是河道，螻蛄一般的人民，直打腳底下過去忽而向右轉了，忽而向左轉了，忽而又上上下下了，有



第一圖 飛行中所見大地之情景

時且飛入雲表，只覺得大地好像電影片一般，一片一片的在那兒轉動。”這就是初次乘坐飛機飛行的情形。這種乘長風駕雲霧飄飄欲仙的滋味，能夠領略一次，真是幸福不淺，暢快之至呵！

我們試迴想土車帆船的時代，走那崎嶇險阻之道，行於風濤波浪之中，一天也走不上一百哩，目今飛機不須一小時就可以飛行那麼遠，豈不是人們從前一天行的路程，牠只要一小時就走完了麼？勇往直前，風行無阻，取最短的路線，這是一種怎麼樣方便的器具呵！

可是凡一件事情，守成易，創始難。我們目今看着飛機在半空中嗡嗡嗡嗡直叫喊，也不覺得十分稀罕了。然而三十年前的時候，那般飛機

發明家在那兒發明他們的飛機，還有人在旁暗笑他們是癡人說夢，譏評他們要想發明在空中飛行的機械，也和有人要想計畫永動機，或是平方一個圓形一樣，是絕對不能成功的。這般譏評的人們絕料不到日今飛機之發明，不特是能成爲事實，而飛機之製造，竟成爲一件大工業，而且那汪洋浩蕩，茫無涯際的大西洋，牠並能橫渡過，英國和澳洲，牠已將他們連接起來，環遊世界的飛行，牠也已做成功了。

那兩位飛行先鋒隊裏執頭旗的熱提弟兄起首試驗他們新發明的飛機，曾受了多少冷譏熱嘲。他們第一次試驗飛機時，固曾預先邀請許多五六哩以內的親戚朋友們來參觀，可是那些人們都以爲“與其去看那種名爲飛行的機械而實在並不能飛行的，還不如坐在家裏，靠靠火爐，溫暖溫暖的好呢。”可是現在怎樣，那時輕視熱提弟兄的，現在對於他們二人真要五體投地哪。

說到這裏 我便想到那幾位發明飛機的先鋒隊，要告訴諸位一點他們成功的歷史。

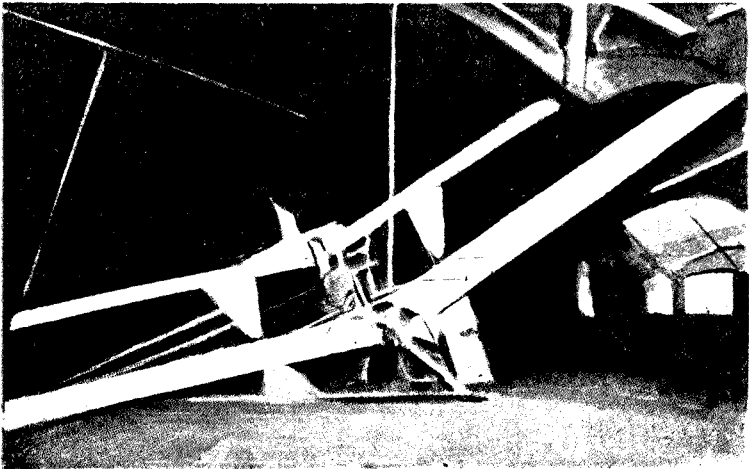
第二節 試驗時期

1890年十月九日，有一法國人阿德第一次製造一種藉機器力開動的飛機，共重一千一百磅。機器是四十馬力的蒸汽機，重三百磅。該蒸汽機的力量固能將飛機拖着前行，不過不能飛起。但有人說牠實在曾飛行三百公尺之遠。

1893年 英國墨新海然博士曾計畫了一種蒸汽開動的大雙葉飛機，翅膀的面積爲四千方呎。所用蒸汽機爲三百六十馬力，重一千二百磅。

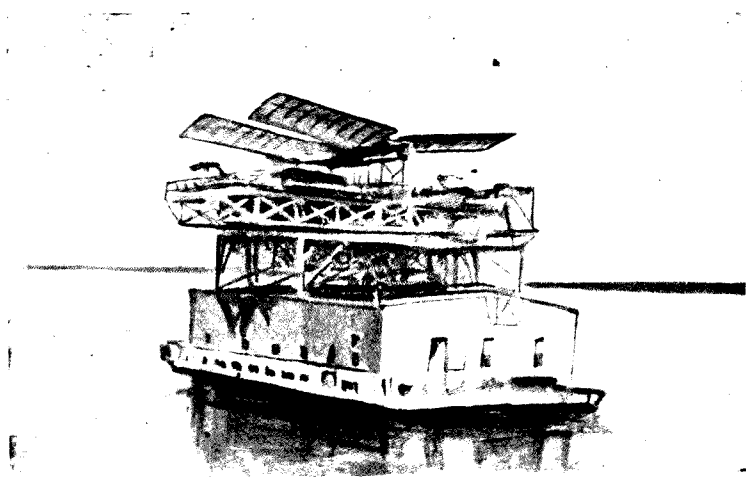
全飛機之重爲三噸半。打算能載三個人的。試驗之法是將該機繫於鐵軌，以免實在飛起。但是試驗時鐵軌忽然被毀去了，所以飛機也就隨着壞了。

1896年五月六月，美國朗乃教授也造成一種很有成效的飛機模形。飛機共重二十四磅，用一個一馬力的蒸汽機。試驗之法是先將該機吊在一躉船上的起重機上，然後把他釋放。該機被釋放之後曾慢慢飛起，由七十呎到一百呎高向右轉了三圈，共飛八十秒鐘，後來因爲燃料用盡了，於是慢慢落在水面。朗乃既試驗模形飛機，得到很好的結果，於



第二圖 最初飛行於空中的機械——朗乃之模形飛機

是想製造一種全形的飛機。他於 1903 年夏天，曾造成大小兩架。大的重七百零五磅，用一個五十二馬力，重一百二十五磅，每分鐘能轉動九百三十次的汽油機。小機爲大機之四分之一的模形，重五十八磅，有一個約三馬力的汽油機。小機於當年八月八日試驗，仍用前法，於二十七



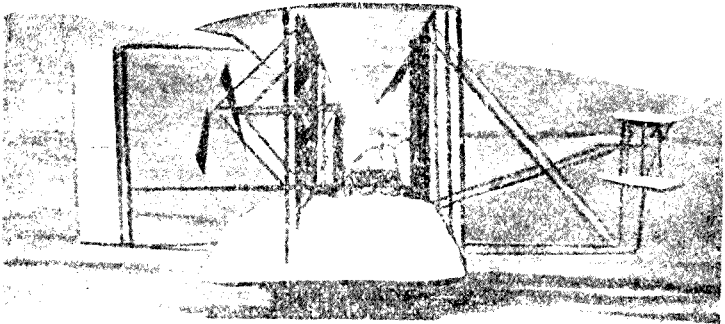
第三圖 期乃氏模形飛機在艦船上預備飛行

秒鐘之間，共飛行了約一千呎，仍落在水面上。大機於十月七日試驗，但是因為釋放時誤事，把飛機撞壞了。

以上所述這些飛機只可算為試驗的飛機，而這些飛機製造家也可稱為試驗的製造家。我們目今所承認為真正的飛機製造家，而能親身到空中去飛行的，要推熱提，阿威耳，和威耳保弟兄，法耳們，亨利，和布烈銳我諸人（這幾年來，飛機事業已分成兩部分：一為製造，一為飛行。製造一方面有飛機工廠；飛行一方面有飛行學校。所以能製造飛機的人不一定要會飛行；能飛行飛機的人不一定就會製造。不像起初那幾位飛機製造家還一定要自己去飛行。這是因為近幾年來，飛機之製造已入於一條正軌，試驗時不致有何危險，而起初的飛機，製造得有無危險，沒有人敢說，也就沒有人敢去試驗，只得親身出馬。）

第三節 成功時期

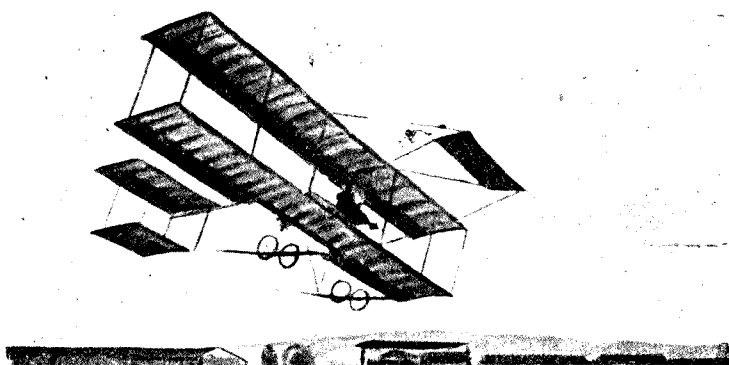
美國熱提弟兄曾製造一種飛機，面積有四十八平方公尺，於翅膀之外又加上一個平面，叫升降舵，以便上下起落，一個直面，叫左右舵，以便左右轉彎，用一個十六馬力的汽油機。1903年十二月十七日阿威耳親自乘着去試驗，於五十九秒鐘之間，共飛行二百六十公尺這算第一次人們用機器開動的飛機，跑到空中去飛行，一個破天荒的大舉動。到1905年，飛機能在空中支持三十八分十三秒之久。1908年威耳保乃遊歷歐



第四圖 第一架熱提飛機

洲，在法國試驗他的飛機，共飛行五十九哩，在空中的時間是二時二十分三十三秒半。超過所有法國以前的成績。

法耳們本是法國的一位自行車和汽車運動專家，後來移轉他的意志而注意於空中的運動。他於1907年十月十四日飛行三百十一碼，為歐洲歷來第一個好成績。於是於第二年一月十三日，又飛行一千零九十三



第五圖 法耳門雙葉飛機

碼，平均每小時有三十四哩之速率。同年又作一次橫跨鄉鎮的飛行，由沙龍到銳母，於二十七分鐘之間共飛行二十八公里之距離。1909年他又在空中支持了四時十七分五十三秒之久，飛行一百五十哩。

在1905年到1907年之間，法國有飛行家布烈銳我共造成四架飛機試驗了，不過成績不好。於是他又另想新法造一架第五號飛機，用兩輪置於機下，以便在陸地上可以行動。該機果能飛起數尺。以後他漸漸將那種飛機改良，到了1908年十月三十一日，他也作了一次橫跨鄉鎮的飛行，由圖銳到阿滕烈，而後又飛回來，共飛十七哩。到了1909年六月二十五日，他於是用單葉飛機，由法國卡雷飛渡英吉利海峽而到英國多弗耳，為飛行史上一件最光榮，最成功的事跡，也可算在世界交通史上開一新紀元。



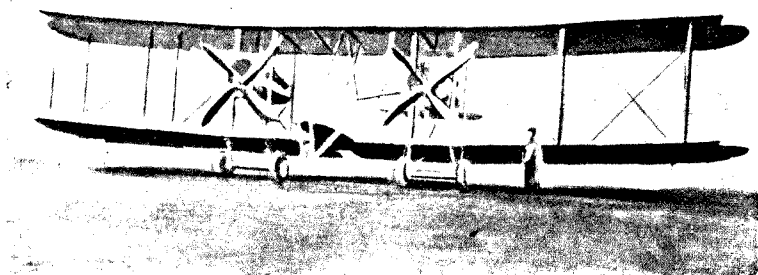
第六圖 布烈致我飛渡英吉利海峽

第四節 應用時期

剛巧飛機之製造漸漸近於完成，忽然驚天動地的歐洲大戰起來了，自然不用說，那般軍事家看着這種巧妙的機械，豈有不想利用他們為戰爭中的利器的道理。於是偵探哪，侵攻哪，追擊哪，擲炸彈哪，種種的軍事行動，都要請飛機去擔任了。

法比兩國受德國飛機之害最烈，其次就要算英國。1917年五月十三日德國共有十五架飛機飛到倫敦去擲炸彈，共炸死九十七人，炸傷四百三十九人，也可謂酷烈了。協約國一方面呢，當然是要投桃報李，也去用飛機攻擊德國的陣地哪。

歐戰既停止，飛機乃由軍事上的利用改轉到商業上的利用，一般飛行家於是極力試驗長途的飛行。1919年五月三十一日美國銳得少校用美國飛船 N C 4 號，由美洲之紐芬蘭飛渡大西洋而到英國之下奈茅司，雖然在途中停歇兩次，却竟能飛行三千一百二十哩之遠。同年六月十四



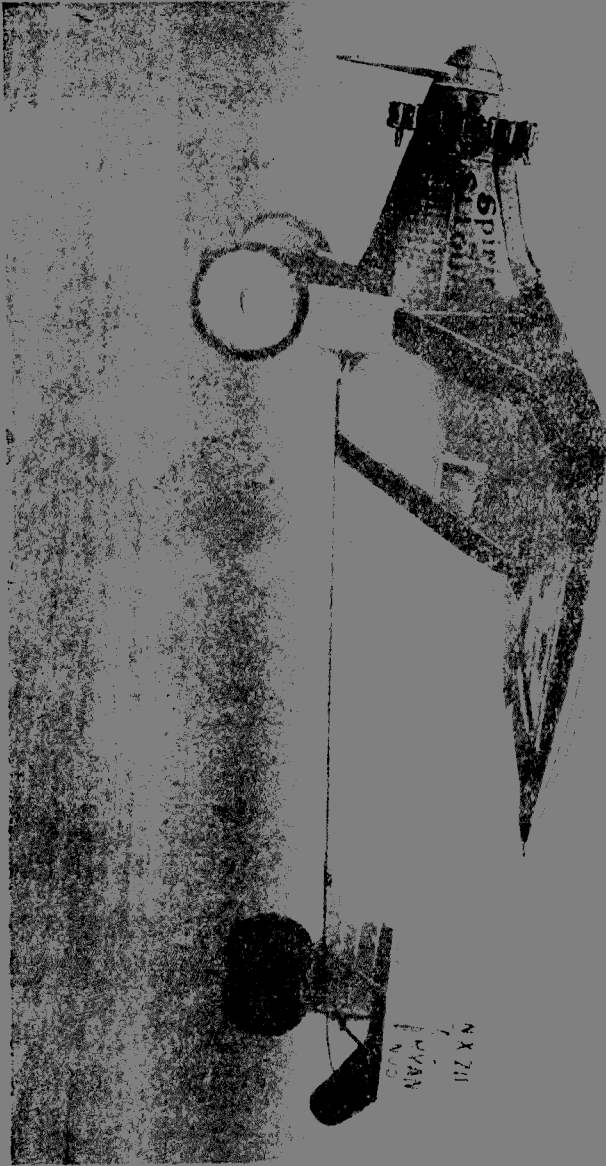
第七圖 飛渡大西洋之維梅飛機

日英國阿耳卡克上校和布讓中尉用維梅飛機，由紐芬蘭飛渡大西洋而到愛爾蘭之克力夫登，共一千九百五十哩，繼續地飛行了十六時十二分，路中並不曾停落一次。同年十一月十二日，英國司密斯又用維梅飛機，由英國飛到澳洲，共有一萬零九百二十五哩。這幾次都是最有名的長途飛行。

1920年，經英法兩國協商同意：於是有倫敦巴黎間商業飛行的創設，搭載客人，運送貨物郵件，往來於兩大都城之間，平時火車及輪船須行十二小時之久，而飛機只須兩小時，可謂方便了。

飛機之成功雖只有三十年的很短時期，然而其進步之神速，實足以驚人，現在再將航空史上幾次很有名的成績略述于下。

圖 10 飛機在起飛時的俯視圖



1926年拜耳得及其同伴本烈提二人用一架三發動機的法克單葉飛機由斯匹慈堡飛到北極去探險。還有六位美國陸軍飛行員乘着一架道格那斯雙葉飛機，鼓其勇氣，作環球之飛行，歷盡了叢山峻嶺，汪洋大海，浩蕩的沙漠，和危險的冰川，仍平安地飛回到出發點。

1927年五月二十日至二十一日，美國航空怪傑林得伯架着很小的萊恩單葉飛機，以三十三小時三十分的時間，由紐約直飛至巴黎，距離為3800 英里，所用的機器為熱提220 馬力的發動機。

1927年五月阿卡司搭及張伯林架一熱提伯朗卡單葉飛機在空中支持有五十一小時之久，打破以前所有的紀錄，這皆是很值得記載的。

我們再將這三十年來的進步列一比較表于下：——

	年代	年代
飛行的速率……	1.6公哩 1903	407英里 1931
在空中的時間…	59秒 ,	67小時 1930
飛行的高度……	—— ,,	43996英尺 1932
乘載的人員……	1人 ,,	169人 1930
最長的距離……	260公尺 ,,	5340英里(直線) 1933
最大的馬力……	16 ,	6000 1930

第二章 飛行之原理

第五節 風箏的比喻

飛機怎樣會飛行起來呢？這是諸位一定首先要問的。我們在那飛機起落的場子上，初見飛機，向牠仔細看了一下，實在不容易明白牠何以能飛起來。然而有人將那機器一轉動之後，她竟在地面上跑起來哪，不到十秒鐘竟離開地面，十尺，二十尺，一百尺，二百尺，愈飛愈遠，愈遠愈高，在下面看的人，於驚奇歎賞之餘，仍然莫明其妙。

這飛起的道理，要是簡括的說來，就是因為飛機前面有一種槳葉形



第九圖 飛機之升起

的板，稱為螺旋槳，轉動之後，生出牽引力來，牽着飛機前進；而飛機上面的翅膀，當飛機以高速率前進時

又有風力向上頂，要將翅膀舉到空中去。

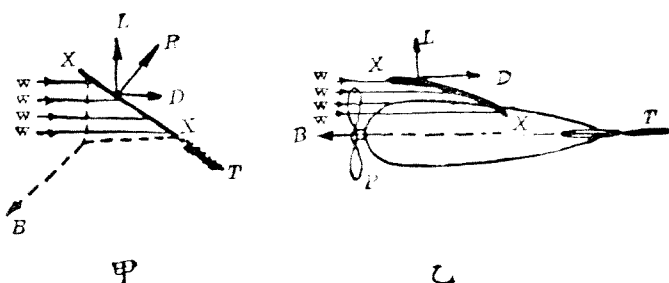
我們幼時都會放過風箏的，對於牠的經驗一定很充足 而且許多人

很可以稱為風箏專家，所以我們就先拿風箏作個比喻。

放風箏要有四個條件，無論缺少那一個條件都不能放起來，或者是放不好的；這四個條件是：一，空中要有風，二，風箏要對風力的方向放去，三，風箏上的定線要校準，四，風箏尾的輕重要恰當。

有風的時候，我們在空中拿着一個風箏迎風上送，風就漸漸把風箏吹上去，要是地面沒有風，我們須得先在空地上跑一些路，然後風箏纔得上去，一方面就把風箏線鬆了，任牠去溜；若是一看見風箏不對勁，漸漸要向下落，我們只要把線連拉，引動一些風力出來，風箏就又支持住。要是風箏放不上去，就許是尾重了些，須得減去一點；也許是定線不適中，須得改正。要是風箏在空中左右搖擺，便是尾輕了些，須得加重一點。

我們迎着風放風箏，是使風力直射在風箏面上，如第十圖甲，X-X表示風箏面，空氣流（就是風力）W-W-W-W由左向右推動，依矢線所



第十圖 飛機與風箏之比較

示之方向，射在 X-X 面上；然後順着 X-X 面向 T 的方面進行。這種方向的變化，依着力學的原理說來，是應該發生反動力的。試用 R 代表這個

反動力，這R的一部份分力L將風箏托起，另一部份分力D，就是風箏的飄力了。我們要注意，幫助風箏飛行的，乃是風箏與空氣間的相對速度，風箏線就是為這種作用而設的。風箏面為線所牽着以對抗空氣之衝擊，以便空氣與風箏間有相對的速度，而風箏面不致為空氣所鼓動，隨着地面向右直跑。因為若是風箏隨風飄流，則空氣流與風箏間沒有相對的運動，風箏一達到空氣流的速度時，便要支持不住而斜着落下來了。風所生出來而要將風箏帶到右邊去的橫力，用D線表示，稱為飄力。如此我們得到三種力：一為舉力L，一為飄力D，一為風箏線的牽力B。L與D的合力R，與B力相等而適相反；三力平衡，風箏纔能穩定的在空中。至於風箏尾T，則是用作調和風力的變化，使風箏能常保持他的平衡的。

風箏面與空氣間相對的速度，究竟是什麼意思，讓我再說一說，在甲圖中，風箏是假設為靜定的，而風力則是從左運動到右；假如風力是每時三十哩，則對於風箏言，那相對的速度就是每時三十哩。若假設空氣的分子是靜定的，而風箏則由右拖到左（與圖相反），也是每時三十哩。則風箏面與空氣間的相對速度仍然是每時三十哩。若風是以二十哩的速度由左向右運動，風箏是以每時十哩的速度由右向左運動，則兩者間的相對速度還是每時三十哩。換句話說，風箏對於地面而言，可以是靜定的，或是運動的，只要風箏面與空氣間的相對速度，總是保持他的常數（在此例為每時三十哩，）則風箏升揚的狀態，也便是同樣的。

線是風箏上一個必需的部分，那麼除去了線，風箏還可以放上去嗎？雀鳥指示我們說“可以。”他們都是一種沒有線的活風箏。他們藉着筋骨之力，將翅膀展開，鼓動風力，在空中飛行，假如我們人類能夠求得

一種器械，來代替風箏的線，我們就可以發明一種飛行的機械了。

人們起首看到雀鳥的翱翔，也常做造一種假翅膀，要想同雀鳥一般的飛。可是事實上究竟沒有理想上那般容易，並且筋力不足，支持不住，飛不高，也飛不久，以後漸漸研究得一種螺旋槳，藉機器來開動，纔代替了風箏的線，或是雀鳥的筋骨之力，於是真正的飛機，纔算發明出來。

第六節 飛行之理

第十圖乙乃是表明飛機與風箏的原理之關係的，飛機的翅膀 $X-X$ 和風箏面 $X-X$ 的作用一樣；機頭前的螺旋槳 P ，也彷彿像風箏線。當螺旋槳轉動，飛機前進時，相對的空氣流 $W-W-W-W$ 由左邊射在翅膀上，受了 $X-X$ 面的壓迫，向右下的方向進行，他們也要生出相等而相反的壓力來向上壓。這反動力的一部份 L 是向上的，將飛機舉起。還有一部份 D 是向右的，也和風箏的飄力相似，不過不稱牠為飄力，因為風箏是被動的，飛機是自動的； D 力是向右，飛機是向左運動的，所以 D 力是一種阻擋飛機運動的力，叫做阻力。那用以支持空氣和翅膀間的相對速度的推進力，乃是由螺旋槳 P 所供給的 B 力。要想保持飛機在空中飛行， L 力最小要等於飛機的全重力 M ， M 和 L 既相等而相反，就是互相抵消，飛機便不墜落；螺旋槳所生之推進力，又須勝過阻力 D ，飛機纔能前進。至於飛機之尾 T ，又與風箏尾 T 相似，是用以保持 $X-X$ 面與空氣流成平衡的。

可是螺旋槳轉動了，何以飛機會前進呢？因為螺旋槳的製造，就彷彿螺旋，當牠轉動時，一陣一陣的空氣流而往後面跑。按着運動第三定

律，“有動力必有反動力，”那被壓向後面運動的空氣，也生出反動力來，把飛機向前推，這就是推進力。但是同時那空氣也生出循圓周的力來，阻止那螺旋槳的轉動。所以飛機上須用大馬力的發動機來轉動這螺旋槳。

我們試拿泅水來說，泅水者兩手在水面或水中划動，是要使水流往後緊壓，那方面水也就還來一種推力，使人得向前游泳。再拿划船作例，船家用槳划船是藉槳葉把水鼓動成後退的水流，水流又反過來推船前進。

我們又應當記着，那幫助飛機飛行的，乃是飛機與空氣間的相對速度。假如依這相對速度而生的升揚作用，不足以將飛機之重量升揚起來，則飛機將繼續沿着地面前行而不能飛起。充足的相對速度一得到了，飛機登時就可以升到空中去了。

至於飛機與地面間的相對速度，則依着飛機與風力的速度之差而定。假如要想保持飛機能飛行，那所需的飛機與空氣間的相對速度為五十里，當時的風力為每時二十里，於是飛機要是順着風走呢，則飛機對於地面的速度，最小須等於五十加二十或每時七十里。若是頂着風走呢，則飛機對於地面的速度，最小須等於五十減二十或是每時三十里。

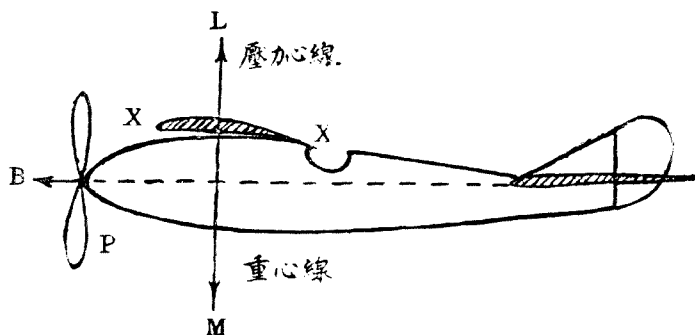
由上面看起來，飛機是要繼續地向前縱運動，不能在空中停留一下，不然，我們沒有別的法子生出空氣和翅膀間的相對運動來，翅膀登時便要支持不住，而使飛機落下。

第七節 安定原理

飛機只要能在空中飛行，縱的前進，就算成功了麼？事實上卻不如此容易，當牠飛行時，還有許多困難要戰勝呢。其中最要的是飛機平衡的技術，即是天然飛行的雀鳥，有時也很難於保持牠的平衡。一隻鷹要想極力使牠自身在空中安定，常於翱翔時左右擺搖。有時一隻雀子在牠的翅膀頂面遇着風，被風把牠吹翻，掉下來許多尺，纔能漸漸回復，重行飛起。

我們在江邊看着小帆船在風浪中遊駛，是怎樣一個情形，或者能夠明白飛機的安定是一個什麼意思。小帆船在江中走得有點不平穩時，船家輕則將他的身體向後移動，重則將帆篷轉動，以對付那風的壓力。但是對於小帆船，要想保持平衡，是容易些；在飛機上，風力輕微的有了變化，影響就要非常的大，平衡就不易保持了。

飛機是比空氣重的，所以牠常常要下墜。其所以能保持着飄行的，是因為向上的空氣壓力等於向下的飛機重量的緣故。這種向下的重力，或向下墜的傾向，就理論說，可以假設是集中於一點，稱為重心。相反於這下墜的傾向，就是那翅膀下面的空氣壓力，或向上舉的傾向，論理也



第十一圖 飛機之壓力中心線及重心線

可以假設是集中於一點，稱爲壓力心。重力可算是一個常數，而空氣的壓力卻不是一個常數，所以重心位置的變遷多有限，（飛機本身的重量是一定的，只有那機器上所用的燃料時有減少而已。）那壓力心卻遷移無定，變動不居，好像一滴水銀在一塊不穩定的玻璃板上一樣。

支持飛機安定的方法，是使重心與壓力心同在一垂直線上，如第十一圖。若是壓力心離開垂直線太遠，飛機就要搖動。所以我們應該使重心常常移就壓力心去，或是使壓力心常常移就重心來。第一方法不能在此處適用。目今所通用的是第二方法。有一種設備，安在翅膀上，運用時使移動壓力心，而使飛機保持牠左右平衡的狀態。但飛機不特要左右安定，還要前後安定，和方向安定，於是在飛機尾後又另有兩種設備。這三種設備的情形，和安定的方法，等到後面講到駕駛面部分和飛行與安定兩篇裏再說。

但現在要說明的，就是除了上述三種糾正壓力心的設備以外，有一種關於飛機平衡最重要的設備，就是飛機後面具有巨大橫面的尾部。這尾部的大部分是固定不動的，牠能保持飛機前後的平衡。現在飛機翼面的形狀，因爲效率的關係，都是與平衡所需要的相反的。譬如當飛機飛行時，風的方向稍有變遷發生將飛機前部推上的傾向，這時翼面的壓力心，應該移向後去纔對的，卻移向前來，使這種不穩的傾向增大。這種現象，非常危險，所以飛機翼面之後設有適當的尾面，將這不穩的狀態改良到穩定的程度。這種作用的理由，此處且不必講，但是尾部能影響壓力心的位置，是毫無疑問的。

第三章 類別

第八節 陸上飛機，水面飛機，飛船，和水陸兩便飛機。

飛機共分四種：一爲陸上飛機，二爲水面飛機，三爲飛船，四爲水陸兩便飛機。

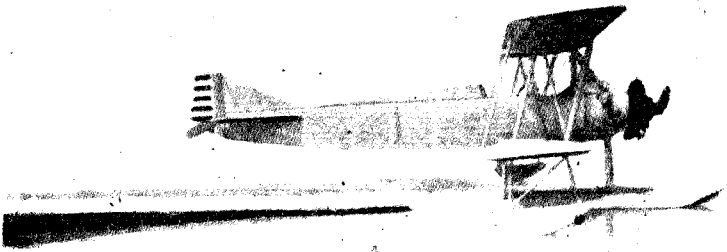
陸上飛機是可以，也僅僅可以，在陸地上起落的；水面飛機和飛船是可以，也僅僅可以，在水面上起落的；水陸兩便飛機是既可以在陸地上起落，又可以在水面上起落的。那麼這幾種飛機的分別究竟在什麼地



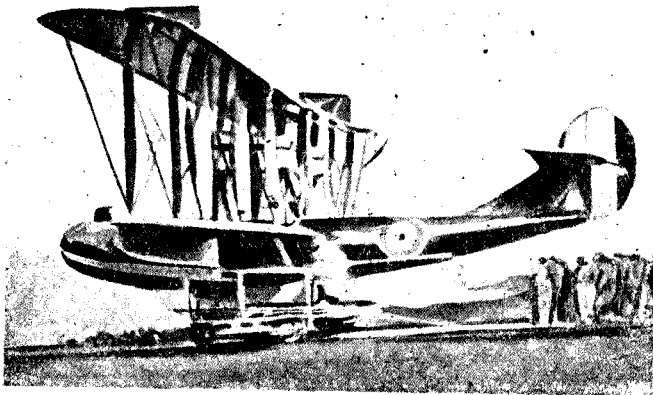
第十二圖 陸上飛機

方呢？讓我們先將一個飛機的各主要部分略說一下，而後以上的幾種分別就可以明瞭了。

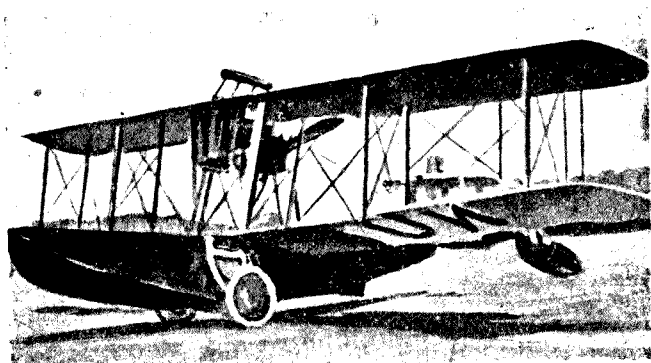
我們知道一個飛機的主要目的是在飛，所以飛機上第一重要部分是一種支持的面積，可以將飛機舉揚起來，這就是機翼，俗稱翅膀。飛機怎樣會飛起來的呢？是因為有一種機器轉動一種推進的器械，生出風力來的道理。所以飛機上第二重要部分是機器，就是發動機和螺旋槳，我



第十三圖 水面飛機



第十四圖 飛船



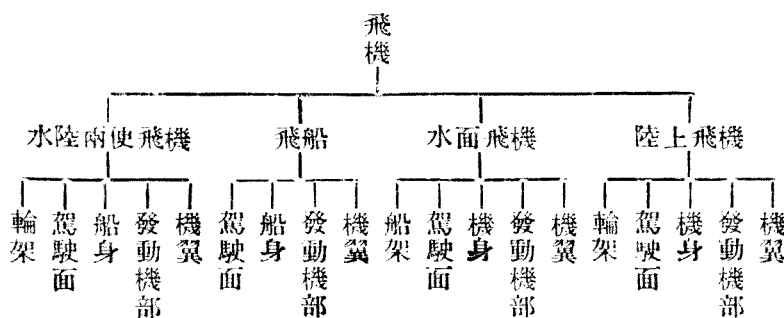
第十五圖 水陸兩便飛機

們爲何要發明飛機？不是想把人帶到空中去飛一遭麼？所以飛機上第三部分是一種載人的架子，這就是機身，可是飛機能飛了，不能左右行動和自由升降，還是沒用，所以第四部分是一種駕駛面。飛機不是老在空中和大氣界糾纏去的，沒飛起之先和既降落之後，總是要在地面上行動好久的，所以第五部分是一種起落架。有了這五部分而後纔可以稱得一個完全的飛機。我們現在再說以上四種飛機的分別。

他們皆是要飛的，皆是要載人的，皆是要能左右上下行動的，所以他們皆有機翼，發動機，螺旋槳，機身，和駕駛面。他們也皆是要起落於地面上的，就應當也都有起落架。可是陸上飛機是要起落於陸地上的，我們知道在陸地上行動最方便的器具是輪，所以陸上飛機的起落架多是輪架，如第十二圖（此爲愛弗羅式飛機，我國南苑航空學校曾採用之爲教練飛機。）水面飛機是要起落於水面上的，我們又知道在水面上行動最方便的器具是船形的浮物，所以水面飛機的起落架是小浮船，如第十三圖。水面飛機之不能用輪爲起落架，也如同陸上飛機之不能用浮物

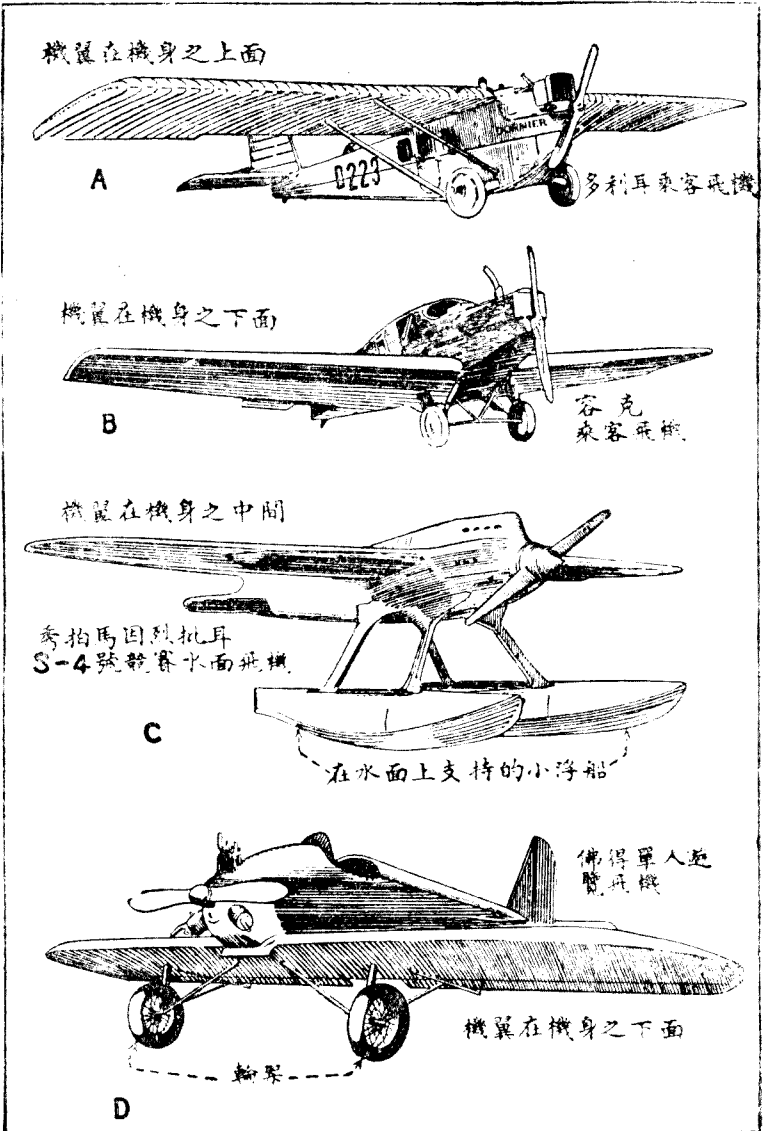
爲起落架一樣，他們倆的分別就在此處。飛船也是要起落於水面上的，那麼他和陸上飛機不同之點，當然也是在起落架，可不言而喻了，可是又與水面飛機有什麼分別呢？水面飛機是機身和起落架分而爲二的，飛船是機身和起落架合而爲一的。飛船並不用置浮物於機身之下面，是將機身就造成一種船，如第十四圖。兩便飛機是像飛船，可是較飛船多兩輪。輪係置於船身之兩旁，要在陸地起落，便將兩輪放下；要在水面起落，便將兩輪吊起。所以稱之爲兩便，如第十五圖。

現在將他們立一表於下：



四種飛機之中，就起落上而言，最方便的固然是要推水陸兩便飛機，然而用處最廣大的還是要推陸上飛機。第一，雖然地球上三分水和一分陸地，然而人們行動交通的大本營還是在大陸上，所以飛機起落的根據地當然也是偏於大陸一方面。第二，陸上飛機較之其餘三種飛機，重量輕些，動作得便利些，飛得快些，製造也簡單些。所以本書也就單將陸上飛機的構造和動作略爲解說一下，其餘三種飛機可按同樣的原理類推了。

因爲便利起見，普通陸上飛機就簡稱爲飛機，至說及其餘三種時，

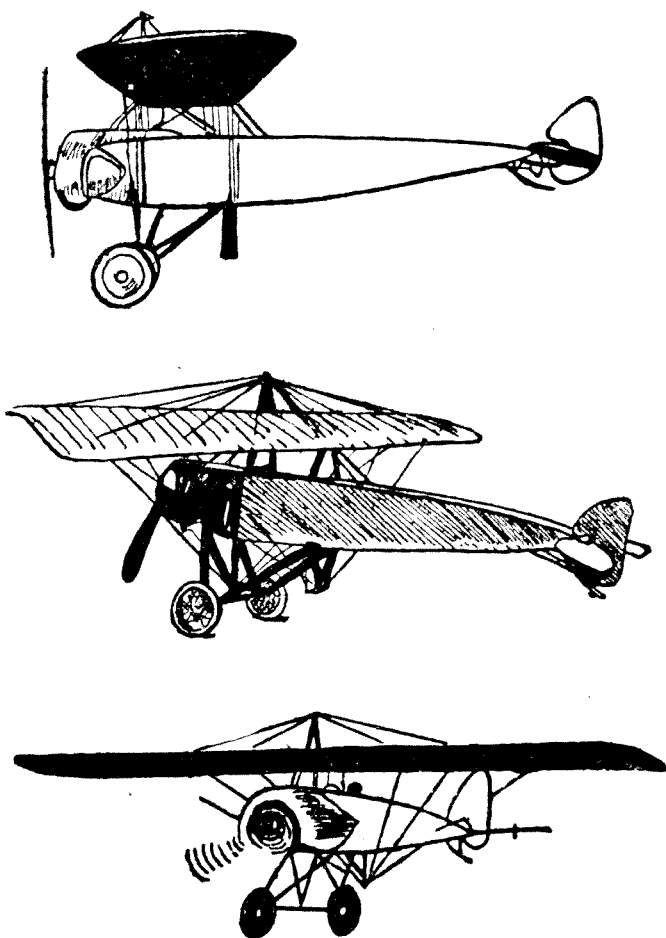


第十六圖甲 幾種新式的單葉飛機

則特別正式標明。所以本書以後所說的“飛機”都是指陸上飛機而言。

第九節 單葉飛機和多葉飛機

飛機按着機翼的情形，又分爲單葉飛機，雙葉飛機，三葉飛機，等等。



第十六圖 單葉飛機之三面觀

單葉飛機只有一對翅膀，就是左右皆有一個翅膀；雙葉飛機共有兩對翅膀，就是左右皆有上下兩層翅膀；三葉飛機共有三對翅膀，就是左右皆有上中下三層翅膀；餘可類推。雙葉以上的飛機統稱為多葉飛機。

(1)單葉飛機。自然界中大的飛行動物如鳥，飛魚，蝙蝠等等，都是有一對翅膀。他們飛行時都將翅膀展開，我們要是用飛行學上的字眼，代他們起個叫名，就可以稱為天然的“單葉飛機。”

人們起初存飛行思想的，不是因為看見雀鳥在空中飛行自如，太羨慕，太嫉妒了，乃想仿效他們麼？既是如此，所以人們所發明的第一種飛機，當然是單葉飛機。

第十六圖表示一種摩嚴式傘形單葉飛機之三面觀。本圖很足以說明第十圖中所表示的原理之應用。

鷹，鷲，鷗，他們的翅膀都是於長度則很長，而於闊度則很狹。由朗乃氏和別的幾位試驗家辛苦的科學經驗所得到，乃知道一個翅膀最好的形式是長方形，長度一定要比闊度大得多。換言之，就是科學的經驗已贊成鳥翼之構造，但是在天然中，各種鳥子之翅膀，長度和闊度並不是成同一比例的。信天翁的翅膀之長度比闊度大十四倍；百靈鳥的翅膀之長度只比闊度大四倍，這在鳥類中，算是一個最小的比例率了。但是信天翁比起百靈鳥來，卻是一個更有效率的飛行機械。所以信天翁是一個較好的模範，而十四與一之比要強於四與一之比。最好的比例率是六或七與一之比。

(2)雙葉飛機。飛機發明的起首幾年，多趨重於單葉的，但在歐戰之中，人們漸漸覺察出雙葉的優點，於是又多採用雙葉的了。他們的理

由是：機翼的長度實際上不可以老是擴充的，一則不容易製造，二則行動也不方便，三則實在飛行時也是一個不可能的事。那麼我們要想增加飛機的載重，同時又要使牠仍為一小而緊密的機械，應當用什麼方法呢？飛機計畫家乃想到將一對機翼分成兩對機翼，三對機翼，等等之法。因我們若是將一對機翼分成兩對，支持風力的面積還是一樣，長度和闊度之比例仍使相等，可是兩對機翼，一對上，一對下，所佔的地面卻比一對機翼要緊密了。那麼從此點看來，兩對機翼的飛機要比一對機翼的飛機強些。

雙葉飛機除了大小形式之外，還有別種好處。單葉飛機只是一層機翼，很不容易安置於機身上而使之堅固。雙葉飛機既有兩層，中間可以用支柱把他們支持着，好像一個橋梁構架一般，便要堅固得多，所以要想得同等的強度，單葉飛機要比雙葉飛機難於構造。

第十二圖便是一種雙葉飛機。

可是雙葉比單葉也有弱點。兩對翼面上下的安置着，則上下兩翼之間，對於空氣流常要互相干涉，於是那舉力較之在面積相等的單葉機翼上的要小些。譬如於某種形式之下，一百平方尺面積的單葉機翼所得的舉力要比同一面積的雙葉機翼所得的多些。

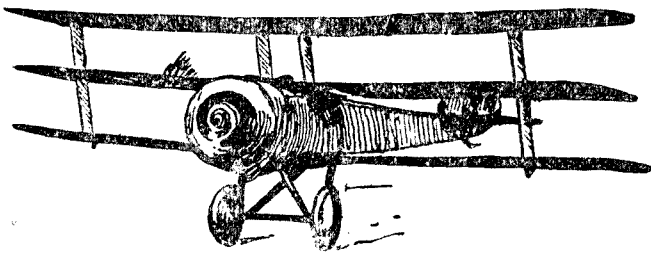
因此，歐戰以後，飛機製造家對於飛機究竟應採用單葉呢還是雙葉，又下了一番研究的工夫。研究的結果，覺得機翼的構造，如用老式的木料及布皮，則單葉機翼的面積如過分擴大時，這種材料是否担当得起，確是問題，機翼的構造既不能十分堅固，則單葉誠不如雙葉之佳。但自從金屬機翼造成之後，因為金屬的堅強性，這層顧慮已不成問題。于

是近時飛機之製造，已趨重于單葉之發展，從前認為單葉只適于輕載的高速度飛機，雙葉並適于重載的飛機者，現時已不再作此想了。

第十六圖甲即表示幾種新式的單葉飛機，惟製造家對於機翼之位置也各有不同的意見，在多利耳飛機中，如圖之A，機翼是裝置在機身之上的，中間另用一種支柱，由機身之下端緊支在機翼上的長度三分之一之處。至于容克飛機，如圖之B，則是將機翼裝置在機身之下面，這是一種臂木式，只在與機身交接處緊結着，此外並不用一根支線或支柱，容克機翼還有一種特別之處，是牠的切面形並非各部一律的，在與機身接近處為最厚，由此逐漸減薄，直至兩端為最薄。圖之C為秀拍馬因烈批耳水面飛機，機翼是安置在機身之中間。圖之D為一種30馬力的佛得遊覽飛機，機翼也是裝置在機身之下面。

由以上種種裝置法觀之，可見飛機製造家對於單葉飛機曾經做了很大的試驗工作，方得有今日之成功；尤其是對於支線及支柱儘量求其少用，以減少空氣之阻力。

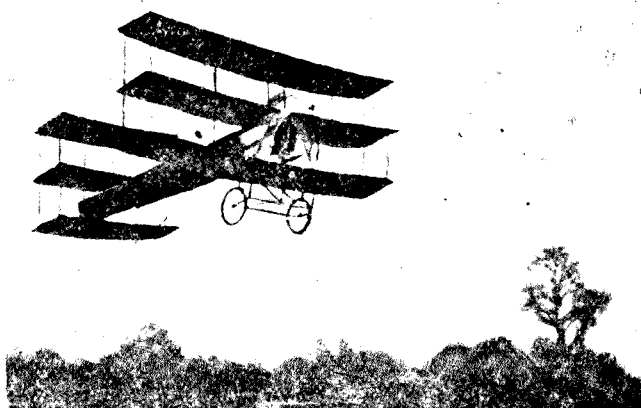
(3)三葉飛機。又有人用三對機翼，一層加上一層。第十七圖所示



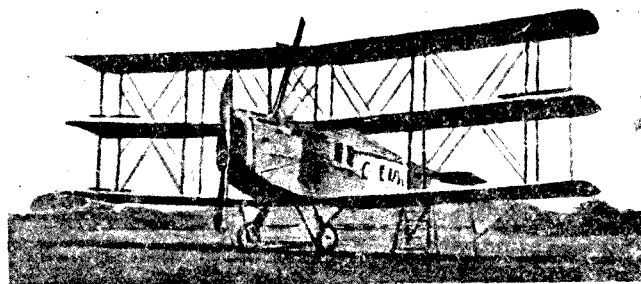
第十七圖 薩普威司三葉飛機

爲薩普威司三葉飛機。這種形式的飛機也有好處，就是牠有三層支持的面積，所以能用長而狹的翼面，將飛機之大小形式更能縮小，載重更能加增。不過牠也有壞處，就是諸翼面間的空氣流之干涉更大於雙葉飛機，所以於某種形式之機翼而面積相等的，則三葉不如雙葉，雙葉又不如單葉。最早的三葉飛機是英國人愛弗羅氏所製造。如第十八圖甲，而乙式則是甲式之改良。

甲

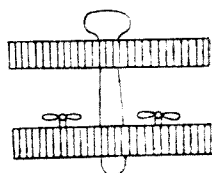


乙

第十八圖 愛弗羅三葉飛機

(4)四葉飛機。四葉飛機雖有人製造出來，可是並不甚適用，因為層數既多，飛機就得很高，不易製造。諸翼面間的干涉更大了，效率也就隨之而減小，所以歷來只有一兩種四葉飛機可以算為成功。

(5)前後葉飛機。前後葉飛機是將兩對或兩對以上的機翼前後的連接裝置於機身上。朗乃氏所試驗的那種飛機就是前後葉的。這類前後葉飛機也可以分單葉的雙葉的三葉的，等等，不過實際上是少有應用的。因為後面機翼上的空氣流常受前面機翼的影響。

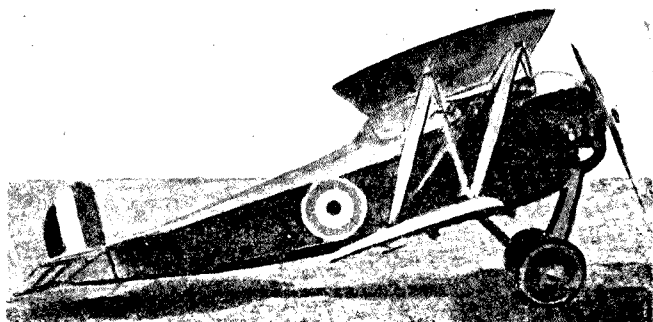


第十九圖 前後葉飛機

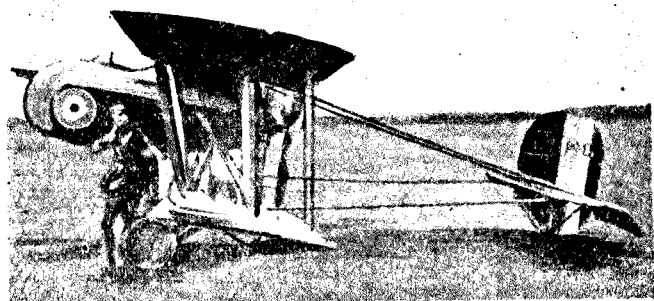
第十節 前曳飛機和後推飛機

飛機中有所謂前曳式和後推式者，是依着螺旋槳對於發動機之位置而說的。

假如螺旋槳之位置，對於機身而言，是在發動機之前面的，那麼當螺旋槳轉動，生出風力來時，推動螺旋槳，螺旋槳便將飛機曳着前進，好像人們用手拉人力車一般，所以稱為前曳飛機，如第二十圖。



第二十圖 前曳飛機



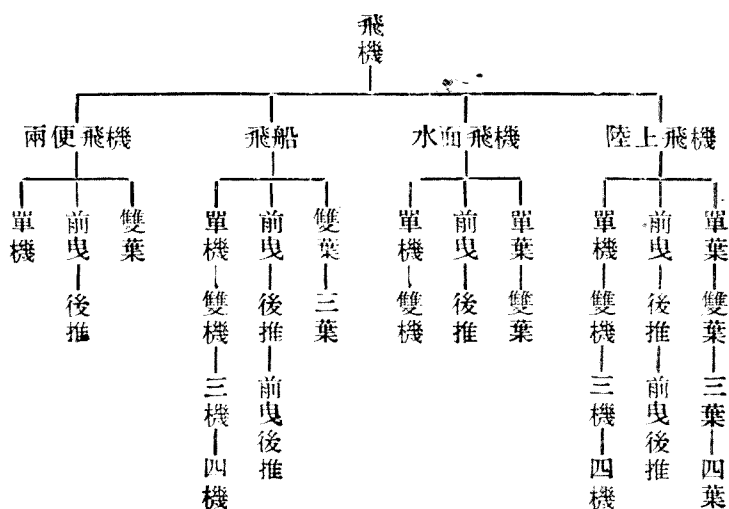
第二十一圖 後推飛機

假如對於機身而言，螺旋槳是安置在發動機後面的，那麼當風力推動螺旋槳時，螺旋槳便將飛機推着前進，好像人們用手推小車一般，所以稱爲後推飛機，如第二十一圖

第十一節 單發動機式飛機和多發動機式飛機

飛機有用一架發動機的，裝配在飛機之中間，就是機身上，或在機身之前，如第二十圖，或在機身之後，如第二十一圖，這稱爲單發動機式飛機。有用兩架發動機的，普通分配在機身之兩邊機翼上，如第十三圖，這稱爲雙發動機式飛機。有用三架發動機的，一架裝配在機身之中，其餘兩架則分配於兩邊。這稱爲三發動機式飛機。又有用四架的，每邊兩架，或者是並排的安置着，或者是一前一後的安置着。這前後安置着的便稱爲前曳後推式，因爲一方面有螺旋槳在前曳，同時又有螺旋槳在後推，這是四發動機式飛機。具有兩個以上發動機的飛機統可稱爲多發動機式飛機。

現在再將所有世上已見的種種樣式的飛機立表於下。其中單機，雙機等等，就是單發動機，雙發動機等等。



第四章 氣動學

第十二節 定義

氣動學是論氣體運動的科學。這種學術雖是繁難而還不能施諸實用，但是現在航空學中所有關於氣動學的材料，幾乎全根據實驗，是頗可靠的。在歷史上這種實驗的進行，與航空的進步頗有關係。朗乃氏在他未造那模形和全形飛機之先，做過許多氣動學的實驗，纔得到那種好結果。

熱提弟兄在試驗他們的飛機時，對於氣動學也是很有研究的。他們討論機翼上的空氣壓力說：“飛行的人們要想空氣效率的增加，應當知道飛機形勢的變化，對於空氣壓力的影響。在長狹面上的壓力，與在短闊面上的不同；弧曲面上的與平面上的不同；各個曲面上的壓力，依曲度之大小而互不相同；厚翼面與薄翼面又不同。某種翼面與風向成某角度時最有效率，而別種翼面與風向成別種角度時最有效率。翼之兩端的形式，也可以發生不同的影響。所以就是機翼這麼簡單的東西，也可以有千變萬化。”

本篇的意思是就淺要的“實驗航空氣動學”說明一下。

第十三節 氣體之性質

空氣是有實體的物質；有體積，重量，黏性，和可壓性。

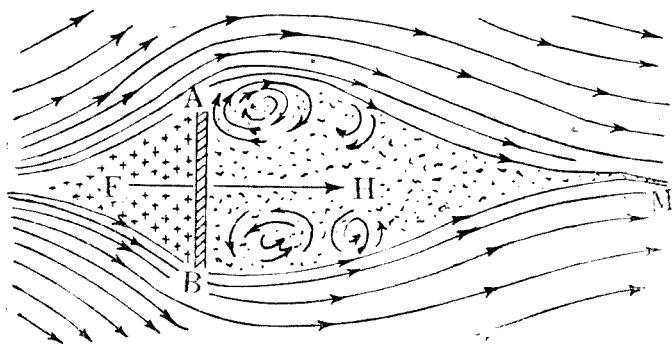
空氣是算作流體的，因為牠也能如水之流動，但牠是個有可壓性的流體，壓力變化時，牠的密度也隨着變化；在重壓力下時，每一立方尺空氣的重量，要比在輕壓力下時重些。這是一個很重要的性質。因為空氣的密度對於飛機之運動是很有關係的。

所有的流體都想反抗物體在牠中間的運動。對於這運動的反抗稱為“阻力。”這阻力的一部，是因為一部分的流體受着運動物體的影響，而發生擾亂的運動。另一部是由於運動的物體與一部分流體摩擦，而同時又使一部分流體與別一部分摩擦。這第一部叫做惰性阻力，第二部叫做黏性阻力。空氣是極有黏性的，密度對密度而言，空氣之黏性大於水之黏性約十四倍。空氣的黏性於運動物體之阻力是很重要的。

空氣之密度，與距地面之高度，和大氣界情形，皆有關係。在一定的溫度，若高度增高，則壓力和密度皆減小，反之，若高度減低，則壓力和密度皆增大。這種變化，與飛機在不同的高度飛行時很有關係，而對於發動機之動作尤有影響。

第十四節 空氣之阻力

空氣阻力的理論很多，但是根據理論而計算的結果，與實驗相差太大。現在且只講些實驗時的現象。如有一個平面，與空氣流成正交，如第



第二十二圖 空氣流之垂直投射

二十二圖，則當空氣流於未射到平面之先，便分為兩部，通過平面A-B之兩邊，到了平面後邊很遠的地方M點，重新集合，假設空氣流是由左到右的，則平面之右面H處，有點真空地方，為旋渦形的空氣所佔據。圖中矢線圈表示這旋渦風之路線。在前面空氣流初射在平面的地方，因為空氣分子之衝擊壓力很大。所有壓力較大之處，圖中皆以（+）號表示之；而後面的真空間，或負壓力處，則以密點代表。前面的壓力和後面的負壓力，兩者皆是要使平面取空氣流之方向運動。若F表前面因衝擊而生的力，H表後面因真空而生的力，則平面上所受向左的總力，將為此兩力之和。若假設空氣是靜定的，垂直的平面A-B向左運動，如速率為常數，則所得的情形，將也和上圖一樣，但此時H力叫做阻力了。

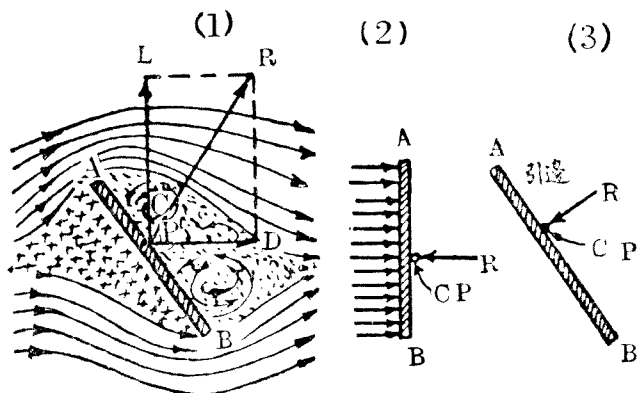
這種壓力，可說是與平面之面積，和速度之平方，成正比例。就是說壓力等於一個常數，乘面積，再乘速度之平方。使P等於壓力，A等於面積，V等於速度，則得公式如下：

$$P = K A V^2$$

公式中 K 為常數，不同流質之 K 與其密度成正比例。

第十五節 斜面

當空氣流與平面成一斜角時，壓力可分為兩分力：一與空氣流之方向成正交，一與之平行。那成正交的分力，就是舉力；而平行的分力，就是阻力。若平面與空氣流成適宜的傾斜，那成正交的分力（舉力）很可



第二十三圖 斜面之投射

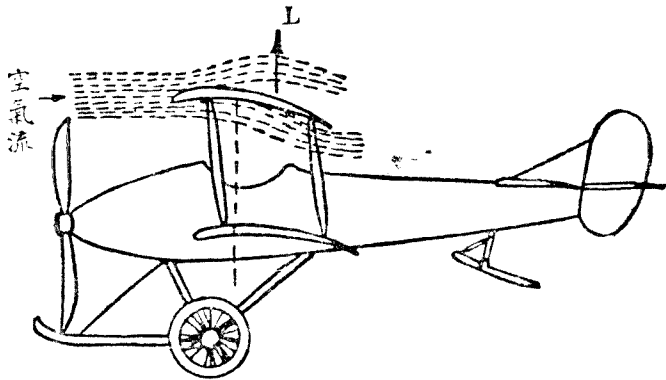
以利用，例如前面所述的機翼上的舉力，試用圖表示， R 為總壓力，分成兩分力，則 L 為舉力，與空氣流成正交， D 為阻力，與空氣流平行。至於 R 的來源，也就和空氣流與平面成正交時相仿。斜面之前邊得到壓力，而其後邊有部分的真空，平面之前後的壓力差，就是合力 R 。所有諸力，當然要依速度之平方而變化。但又隨那平面與空氣流所成之角而變化，角度一有改變，則常數 K 也有改變。平面與空氣流所成之角，便稱為投射角。 R 力可以假設是施於一點。這點就是壓力心。

第十六節 投射角

投射角很小時，合力 R 很近乎與平面成正交，而 O 點，就是壓力心 $C.P.$ ，則很切近於平面之前邊 A ，稱為“引邊。”求壓力的實驗方法，是量與空氣流平行的 D 力，及與空氣流正交的 L 力。如要求 R 力的大小，可以按着尺碼畫 OL 線代表舉力， OD 線代表阻力。作 LR 線與 OD 平行， DR 線與 OL 平行，連接 O 和 LR 與 DR 之交點 R 。 OR 線便代表合力 R 。投射角為零時， L 力等於零， D 力很小。投射角增大，則 L 力也加大，及到投射為某角時，此角度自十五度至三十度不等，視平面之長闊比例而定， L 力最大。設再增加投射角，則 L 力反漸漸減小。投射角增大時， D 力也隨着一同增加。 L 力與 D 力的比例，是昇揚效率的一種量法。合力之施點，壓力心 $C.P.$ ，當然也是隨投射角而變遷的。投射角由 90° 漸漸減小時，壓力心也漸向前移動。當平面正與空氣流成正交時，壓力心也正在中心，如第二十三圖之(2)，此時阻力 D 就是合力。投射角減小，壓力心也切近於引邊 A ，如圖中之(3)，角度繼續減小則壓力心 $C.P.$ 更切近於 A 邊，到後來平面與空氣流平行時，壓力心便直接在 A 邊上了。

第十七節 機翼與投射角

簡單說來，飛行之原理就是使一個斜面往繼續更新的空氣之質體中走動。由前面所述的情形，我們很可以明白。若是一個平面橫行於空氣之中，則投射角為零時，阻力最小，可是完全得不到舉力。所以機翼必

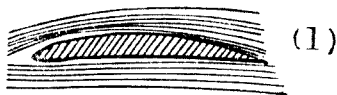


第二十四圖 機翼上空氣流之投射

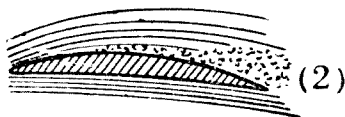
須有偏斜之處，使空氣流之一部分，射在翼面下者，折轉下去，生一種反動力向上壓；而那一部分空氣流射在翼面上層者，折轉上去，成一部分真空，減少了下壓力，換一句話說，就是增加了上壓力。

第十八節 曲面

由實驗上所得，那平面之後邊，因旋渦而生的阻力，較之前面因衝擊而生的阻力，實在還大些。平面的昇揚效率，較曲面小得多，所以現在機翼皆用曲面。



(1)

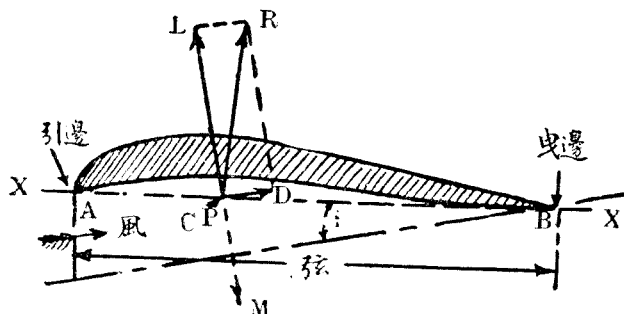


(2)

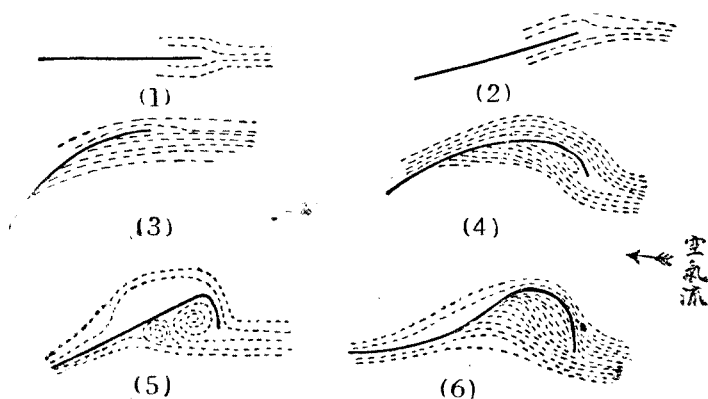
第二十五圖 曲面之投射

第二十五圖表示在一曲面上的空氣流之路線，兩曲面之投射角不相同。(1) 圖之角度較小，(2) 圖之角度較大，於是在 (2) 圖中空氣流由頂面上分斷之後，產生一種旋渦形的擾亂，很像一個平面所產生的擾亂。

第二十六圖表示一曲面在運動之中，A 為引邊，B 稱為“曳邊，”由引邊之最低點到曳邊之最低點所作之切線 X-X 稱為“弦線。”弦線與運動路線所作之角就是投射角。假設曲面的變動是向左的，舉力以 L



第二十六圖 機翼之曲面



第二十七圖 機翼曲面形之進步

代表，阻力以 D 代表，而他們所作用的方向，皆用矢線表示。舉力和阻力之合力以 R 代表，而合力 R 與弦線 $X-X$ 所交之點，則稱為壓力心 $C.P.$

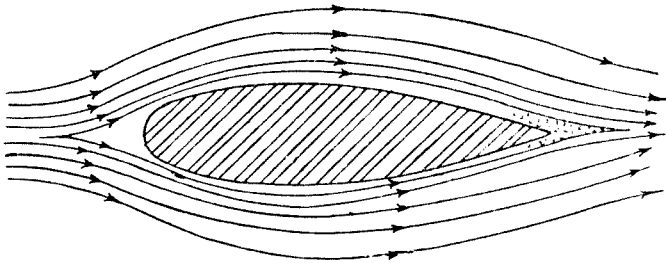
前面曾說目今機翼皆採用曲面，因為牠比較平面好些，但是這種曲面形也經了好多次的進化呢。我們追根到起初發明飛機時所用的機翼，一共可以分成六級的進步。如第二十七圖：(1) 平面，平支著。(2) 平面，成一投射角，就是斜面。用這兩種平面，都不曾得在空中支持著。(3) 圓球之弧，用這種弧面，人們纔能成功在空中平飛。(4) 再進一步是將那弧面之前邊向下彎曲，成一個拋物線形的曲線。(5) 於是得到一種很大的發現，就是取一平面，成一投射角，將他的前邊突然向下彎曲，這麼一來，便能得到一種很强的舉力。(6) 最後一步，就是使那平面一部分也向上彎曲。以上所述，不過簡括言之，其實機翼之上下面，是兩種複雜的曲面，觀第二十六圖便可知其大概。大概的說 若機翼的下面很平，上面彎曲，則在 0° 的投射角時，機翼的上面將擔任全部的支持力；在 4° 的射投角時，機翼的下面將分擔着 18% 的舉力。在輕快飛機中，機翼的面上將擔任總舉力的 95 至 100%；在重載飛機中，機翼的上面約擔任總舉力的 65 至 85%，現在再將機翼的上下兩面分擔的舉力列表于下：——

投射角	機翼下面	機翼上面
0°	8%	92%
4°	18	82
6°	26	74
8°	28	72
10°	31	69

這只是一個概數，因機翼的形式之不同，有時也略有進出。

第十九節 流線形的物體

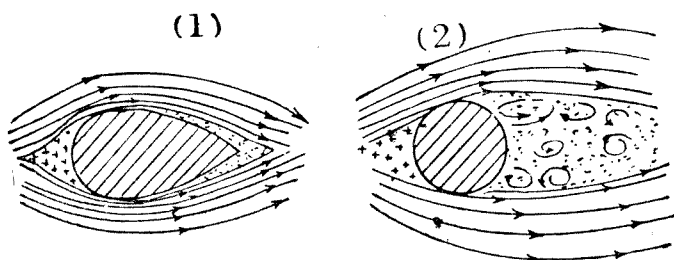
設有一物體運動於空氣之中，並不致旋渦形的擾亂，其所發生的阻力，完全是因於皮面的摩擦，則此物體的形狀便稱為流線形。流線形的物體很像魚形，或是魚雷形，如第二十八圖



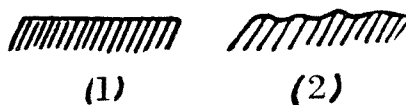
第二十八圖 流線形的物體

由上圖看來，空氣流流動於物體之上下，很切近於週身之外形，而沒有什麼擾亂，或“不連續，”所以阻力是完全因為空氣在物體面上之摩擦。因為一個物體用常眼觀察，無論牠的外形是如何光平，如第三十圖之(1)，然而實在那外形總有多少高低不平之處，我們用顯微鏡去照，應該可以觀察出來。如果空氣通過這高低不平的面上，當然要遇阻力，不過物體愈光平，則皮面摩擦的阻力便愈小。

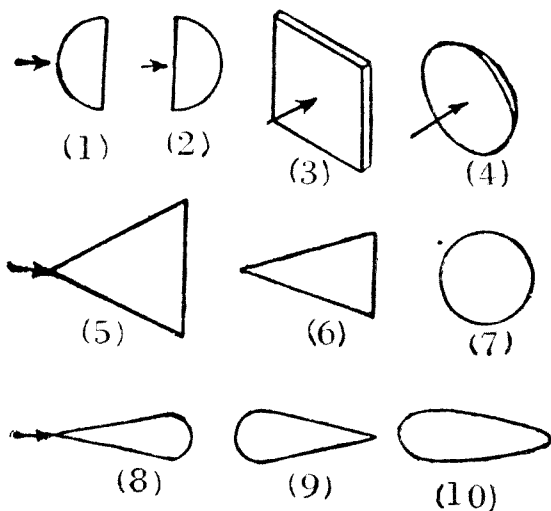
假如那物體是個不完全的流線形，空氣的流動，到了物體的尾後，也要不連續而成一部分的擾亂，這時候那阻力便要為皮面的摩擦和擾亂的阻力兩部分之和了。流線形愈不完全，則擾亂愈大，而阻力也愈增加，如第二十九圖之(2)便可明白，



第二十九圖 不完全之流線形物體



第三十圖 顯微鏡中觀察的光平面



第三十一圖 各種形體對於空氣流的阻力之比較

我們現在再舉幾種很普通形式的物體，比較一下，他們對於空氣流的阻力，如第三十一圖，其中以前四種的阻力最大，其餘依次類推，以(10)的阻力最小。蓋已近於一種流線形的物體了。

第二十節 風洞

前面曾經說過，一個物體在空氣流之中的性質，是不能用數理的計算預言出來的，因為這個緣故，所以每製造一種飛機，必要先經過多次實驗，實驗妥善，而後纔得去實地飛行。

在1887年朗乃氏未曾作他的第一次試驗之先，人人都說重於空氣的機械是不能飛行的，就是大科學家，如拉維，海爾姆荷次，蓋呂薩克諸人，也是這樣的說。他們根據於一種極繁雜的計算，證明一個大過鳥子的物體是不能依賴牠自己的翅膀在空中支持的。這種計算，我們現在知道是因為他們只根據自己的推解，而不曾實地試驗，不明白空氣流的性質，以致有此錯誤。一個平面後面的真空間，對於舉力之供獻，實佔三分之二之數呢。

朗乃氏絕不因爲他們的計算而灰心，仍然作他的試驗。他先研究各種平面的表面支持力之定律，而後製造許多模形飛機，機翼的形式和位置種種不同。模形是安置在一個轉槓的頭上，轉槓轉動時，可以得到相對的空氣流之速度，再用器械量算舉力及阻力。

在1901及1902年間，熱提弟兄曾經試驗不下一百種的機翼。他們所用的方法是將那模形放在一個關閉的隧道之內，稱爲“風洞”的，用風扇在裏面扇動出風來。模形是聯於一平衡上的，由這平衡可以量算

出舉力及阻力來。

近來凡是一種新式飛機未曾製造出來之先，皆按着該飛機的計畫，造成一個二三呎大的模形，放在風洞裏試驗。風洞可以有幾呎的直徑，六七十呎長。用電動機轉動螺旋槳，發生空氣流，速度極爲均勻。空氣流由一個喇叭入口，經過一個蜜蜂窠形的門，進到風洞裏。所有舉力及阻力皆用平衡量算。試驗好多次，得了好結果，而後纔正式製造出來。

第五章 機翼之構造

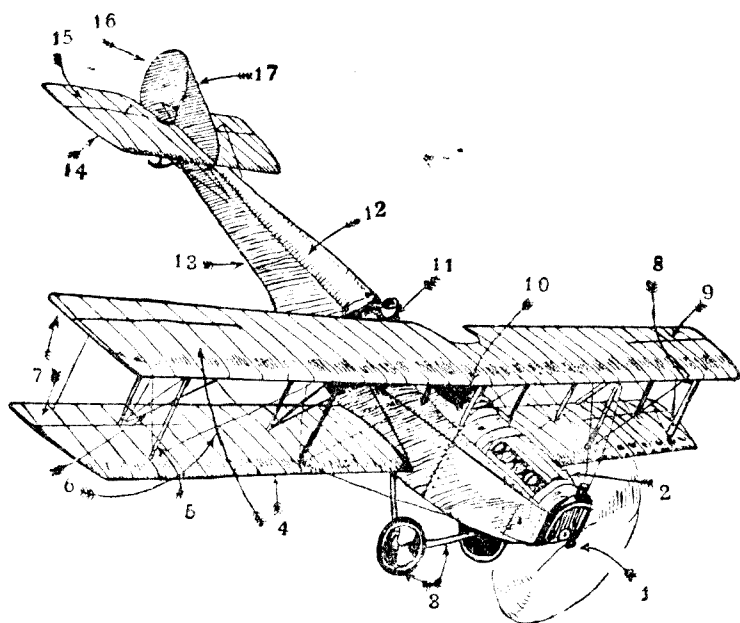
第二十一節 飛機之分析

我們再將飛機的主要部分重述一遍：一爲機翼部，二爲發動機部，三爲機身部，四爲駕駛面部，五爲輪架部。試就飛機全圖一觀，便易明瞭。

如第三十二圖，(1)爲螺旋槳（正在轉動），(2)爲發動機，(3)爲輪架，(4)爲機翼，(5)爲支柱，(6)與(8)爲支線，(7)與(9)爲偏斜翼，(10)爲乘客座囊，(11)爲駕駛員座囊，(12)爲包皮，(13)爲機身，(14)爲尾翼，(15)爲升降舵，(16)爲左右舵，(17)爲鰭。

其中屬第一部分的爲(4)，(5)，(6)，(8)；屬第二部分的爲(1)，(2)；屬第三部分的爲(10)，(11)，(12)，(13)；屬第四部分的爲(7)，(9)，(14)，(15)，(16)，(17)；屬第五部分的爲(3)。

再將飛機之內容表示於第三十三圖，機身及右翼之外皮皆被取去，現在先解說第一部分的作用和構造。



第三十二圖 飛機之分析

第二十二節 機翼之作用

我們知道鳥子所以能飛的，是因為牠有兩個翅膀。牠要飛的時候，把翅膀展開，鼓動幾下，就飛起來了。牠要是把翅膀收起來呢，登時便要下墜。因為翅膀可以把牠的身體支持在空中不致下墜，沒有翅膀就沒有支持的面積，抵抗不住重力了。機翼也是一樣的道理，藉着機翼的面積，飛機在空中飛行時，有空氣的壓力在機翼下面舉着牠，抵抗着重力。要是飛機的重力比空氣的舉力大一點呢，飛機便稍為向下墜落。要是空氣的舉力比飛機的重力大一點呢，飛機便稍為向上升起，直待達到一個

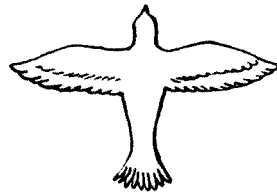
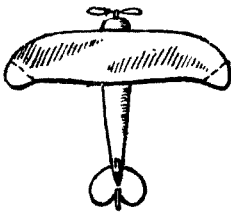
高度，飛機的重力和空氣的舉力互相等，互相平衡。要是兩力已經是相等的呢，飛機便總在那個高度飛行，也不向上升，也不向下墜。

第二十三節 機翼之性質

一種最有效率的機翼是一方面所得的舉力為最大，而同時他方面所得的阻力為最小，就是說，舉力與阻力之比要為最大，或 L/D 為一最

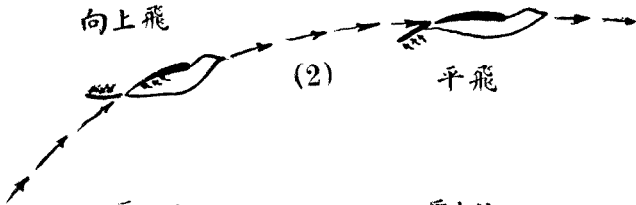
德國他倍飛機

翱翔中的飛鳥



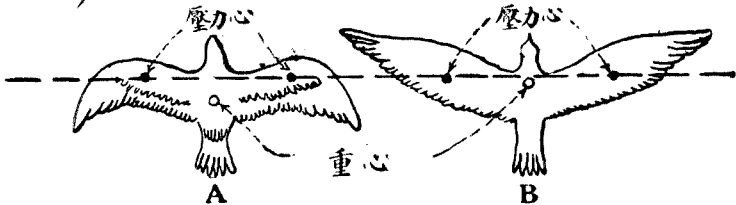
(1)

向上飛



(2)

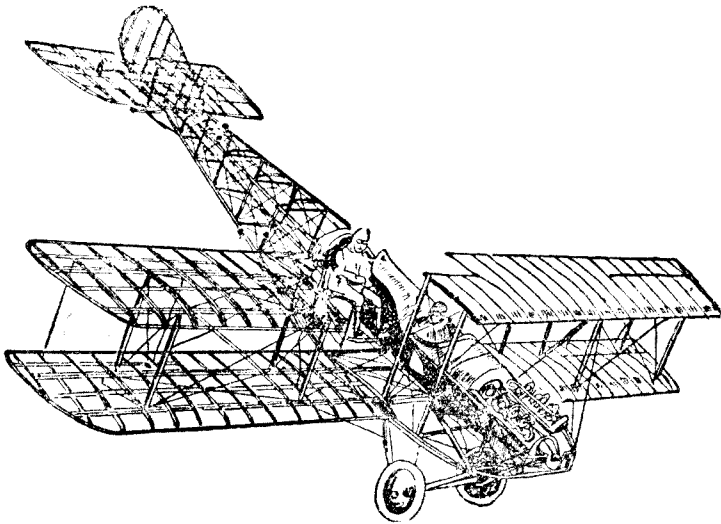
平飛



第三十三圖甲 飛鳥形之飛機

大數。前面會說過，一個平面運動於空氣中所得的效率，沒有在同樣情形下的曲面所得的效率大，所以近式機翼皆為曲面形。

飛鳥伸展牠的兩個翅膀在空中翱翔時，是如何地安詳平穩！機翼之製造最好是能模彷彿鳥翼之形式。但鳥翼之形式十分複雜，不易仿造，故



第三十三圖乙 飛機之內容

機翼之設計也惟有求其近似而已。鳥翼的切面形是各部不相同的，在與身體接近之處為最厚，在翅膀的兩尖端為最薄。臂木式的單葉飛機便是按着這種形式構造的。

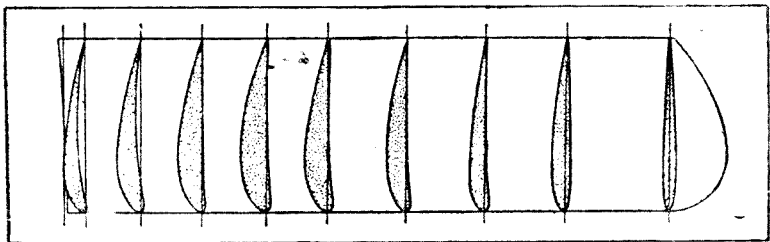
例如德國愛特利黑他倍飛機便是模彷彿鳥的形式，我們由第三十三圖甲中之（1）可以見之，飛鳥不特可利用牠的兩個翅膀翱翔于空

中，並可利用牠的尾任意上下升降，如圖之(2)，再者，飛鳥于飛行時，並可前後動運牠的兩個翅膀，以變更重心之位置，如圖之A及B，這一層也是人造的機翼所不易仿效的，因機翼與機身的相對位置須是不可變動的，否則不能成功一種堅固的構造。

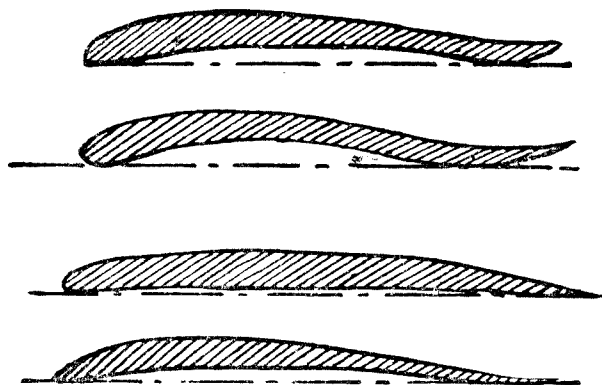
要想明白翼面之曲度的形式，最好是看牠的曲面形，而目今表示各種機翼之曲面，或機翼之式樣，也皆以“機翼之切面”代表。在所有近式機翼中，翼面之上部皆成彎曲，而大多數的翼面之下部也是彎曲，不過沒有上部的曲度之利害。

因為飛機之用處不同，有的要走得快速度大的，有的要升得高的，有的要能載重而不一定要快的。可是我們既顧其一，即不能顧其二，所以計畫機翼之樣式時，也只能使之適應那所需的情形，沒有一種機翼能適應所有目的的。於是我們乃得到種種不同的機翼之切面，各有其一方面的長處，各有其他方面的短處。我們要將他們統都列舉出來，簡直可以成一本厚冊子，區區的本篇當然是不能盡其所有，惟有擇其中最普通的幾種，列一切面形，如第三十四圖。

第三十四圖甲表示一種各部分的切面形各不相同的機翼，讀者應注意各切面形之上下曲度。



第三十四圖甲 機翼之各部不同的切面形

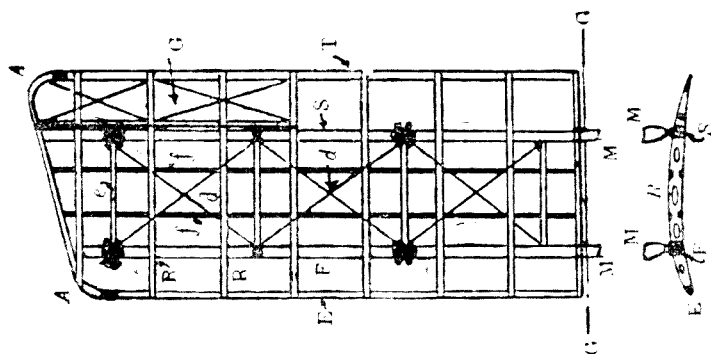


第三十四圖乙 機翼之切面形

第二十四節 機翼之骨架

機翼之骨架，就是機翼的內部之構造，在飛機製造中，乃是一個最緊要的部分。當飛機在空中飛行時，機翼一方面要將空氣之壓力和舉力傳送到機身上去，他方面要將飛機全身之重量支持在空中，所以機翼之骨架須十分堅固，能受所載的重量而絲毫不變其形式，就是說，翼面之曲度與外形，絲毫不得有所變化。因為翼面之曲度與外形，皆按着適當方法計畫而得，苟飛行時稍有不準確之處，則翼面之舉力和阻力登時就有變化，而飛機之飛行也就發生影響了。

第三十五圖表示一種機翼之骨架，(1) 為平面觀，(2) 為切面觀。切面觀之外面就是機翼之曲度的形式。骨架中最主要的部分為“橫桁”，如圖中之F及S，F普通稱為“前桁”，而S則稱為“後桁”。R為“大縱樑”，彎成翼面之曲度形，有如(2)圖，縱置着，諸大樑之間隔約一呎



第三十五圖 機翼之骨架

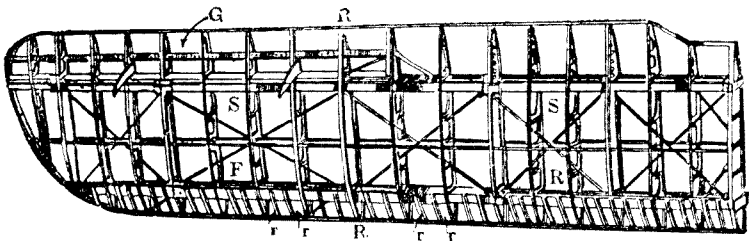
之寬。各樑皆固定於前後桁F及S之上。橫桁之作用是傳送縱樑之舉力於機身上去的。有一薄條E沿機翼之引邊橫置着，又有一薄條T沿機翼之曳邊橫置着。再藉“尾弓”A-A以完成此機翼之外形。在前桁F及後桁S之間又有“阻力線”d，及“拉條”e，連結前後桁成一堅固的構架，以抵抗翼面之阻力。因在飛行時機翼不特遭受舉力的反動，還要遭受阻力的反動。那在機翼上的空氣壓力固然要使機翼上升，但同時也發生一種橫的力量，要使機翼向後彎摺，阻力線便是要阻止後桁不向後彎摺的。至于拉條則是以拉着前桁使保持適當的形狀，有若干飛機特在機身之前安置一二對阻力線，連到上翼的前後桁，也是這個意思，G為“偏斜翼”（詳細見後），釘鉸於後桁以便上下可以轉動。在兩桁之間又有兩窄板f，f，稱為“內弦板”，所以使縱樑加堅固的。兩桁之尾端上有兩金屬夾M，M，是用以固結機翼於機身之上，或是連接雙葉飛機上的上葉之兩半翼的。

再就切面觀而說，C、E、表示雙葉飛機上的上下兩葉中之“支柱”

(詳細見後)，是固結於前後桁F及S上的，在平面觀上他們的位置則以★表示之。

另有一種機翼用前桁F兼為引邊，代替上圖的薄條E，如此便可以省去機翼的一部分。不過對於這種製造上，有一層不好的地方，就是前桁既兼引邊，即須較上圖中的前桁要狹窄，所以受力就不能有第一種來得大。

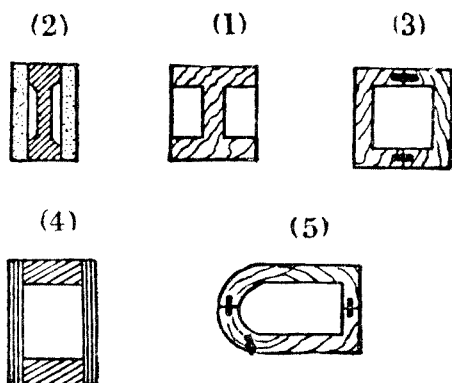
第三十六圖為一詳細的機翼之骨架圖，與上圖所不同的地方是在於大縱樑R R之外，又有許多“小縱樑”r, r 此地R-R 又稱為“主樑”，而 r-r 則為“附樑”。附樑 r, r 是安置於引邊之一端，主樑R-R 之間。這種附樑的作用，乃是增進機翼之支持力，並使引邊上的曲度更為正確些，又可以使主樑R-R之間隔放寬些。



第三十六圖 機翼骨架之詳圖

第二十五節 橫桁

(I) 木桁。翼桁因為要適應各種飛機之情形，也就成功種種不同的形式，不過最要的祕訣是要使牠輕，同時還要堅固。第三十七圖表示最常見的幾種橫桁。



第三十七圖 木桁之切面

橫桁普通皆是用白楊木，槐木，或檜木做成。最普通的一種形式為 I 字形的切面，如圖之 (1)，是用一塊整木頭，普通為檜木，在兩旁鋸成凹槽，為着是取去那中部無用的材料，以減輕牠的重量。因為一根長柱，其中部對於抵抗彎力的效力，沒有上下兩端的大，所以同重量的材料，加在上下兩端，較之加在中部所得的結果，將要有多少倍之大。因此，I 字形乃是一個極完善的切面。

但是有時 I 字形並非一個整塊，乃是兩個溝槽形的切面，背對背的結合而成。

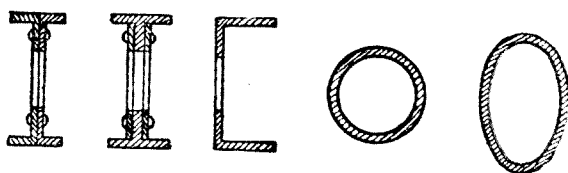
(2) 圖之中心為一塊木 I 字，兩旁再用檜木板固結起來。

又有一種空心的方箱形，乃是兩溝槽用硬木的合板釘膠合而成。合板釘可以在上下兩面，如 (3) 圖，也可以在左右兩旁，就是將該圖橫轉過來。因為防備那膠合的接頭受潮溼，以致容易鬆動起見，方箱之外面常用布帶綁緊，再用膠漆黏牢。

更有人用槐木塊爲上下兩部，兩面圍以三褶木的檜木板，膠合於上下兩部，並用螺絲釘釘牢，如（4）圖。

（5）圖爲一種特別空心方箱形，所以爲前桁兼引邊之用的，其中彎曲的部分便適合機翼之引邊的曲度形。

（II）鋼桁。 近來橫桁之材料有不用木而用鋼的。第三十八圖表



第三十八圖 鋼桁之切面

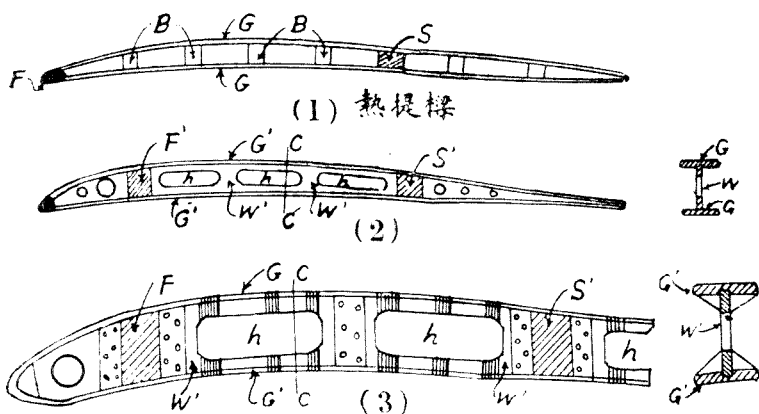
示幾種鋼桁之切面：（1）爲橢圓形鋼管；（2）爲圓形鋼管；（3）爲溝槽形的鋼桁；（4）圖的上下兩部爲T字形，兩旁用鋼板卸成I字形；（5）圖則爲兩溝槽背對背的卸成I字形。

第二十六節 縱樑

熱提弟兄初次製造縱樑是用兩條檜木條作上下兩緣，當中用一些小松木方塊支隔着，如第三十九圖之（1），G-G爲上下兩緣，B、B爲小方塊，前桁F又爲引邊，S爲後桁。

但是以後翼面之曲度漸漸加大，橫桁漸漸加厚，方木塊便不甚合用，於是這種舊式的“熱提樑”便漸漸歸於淘汰。目今所採用的縱樑大都是I字形的切面，在上下兩緣之中間改用垂直的薄木板爲樑腹，這種

樑既堅固而又輕。如 (2) 圖， $G'-G'$ 爲上下兩緣 F' 爲前桁， S' 爲後桁， W', W' 爲薄木板的樑腹，中心掘空。這種空洞 h, h 是所以減輕



第三十九圖 木樑

樑腹之重量，而所餘的部分 W', W' 很足以抵抗那橫力了。在木條 G', G' 之中間皆有一條凹槽，樑腹便膠黏於這凹槽之間，而後再用細釘將上下兩緣與樑腹釘牢，或是用線繞着上下兩緣綁緊。(2) 圖表示用釘釘牢，而 (3) 圖則表示用線綁緊。右邊小圖皆表示在 $C-C$ 處之切面形。

樑緣大概由 $\frac{3}{4}$ 到 1 吋寬，由 $\frac{3}{16}$ 到 $\frac{1}{4}$ 吋厚，樑腹大概爲 $\frac{3}{16}$ 吋厚。在大飛機中這種尺寸當然也隨之加大。樑緣的材料普通爲檜木，而樑腹則用白楊，白木，或別種輕木料。因爲每一機翼有很多縱樑，有時可上七八十的數，每一樑的重量減輕幾兩幾錢，總計起來便是一個很大的差數了。若是用釘時，須用銅釘，不宜用鐵釘。用線時，須用膠黏牢，以免鬆動。

木樑腹是在機器鋸上切成那所需之形，這是很簡單的，無須多贅。至於樑緣須成彎曲之形，製造上便繁難些。法是將木料切成木條，在中間掘一凹槽，以便容受樑腹的，於是放在汽蒸器裏蒸發，至少要一小時之久，再將那蒸發的樑緣放在一個壓力機裏面受壓，約二十四小時，使他們有充分的時間得轉冷收乾。壓力機為兩個重木塊，內面皆做成翼面之曲度形，所以樑緣被壓之後，取出時已成功那所需之曲度了。

第二十七節 引邊

從前布烈銳我單葉飛機上所用的機翼之引邊為鋁條，彎成U字形，近來雙葉飛機上多用U形的空心檜木為引邊。還有一種適宜的材料就是扁平的鋼管，長徑約為 $\frac{1}{2}$ 吋，短徑約為 $\frac{1}{4}$ 吋

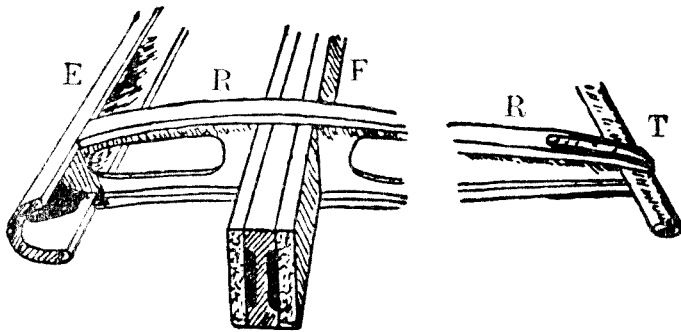
第二十八節 曳邊

曳邊普通所用的材料為薄槐木條，或用鋼管，又有人用鋼繩的。

第二十九節 尾弓

尾弓普通為空心槐木，固定於前後桁及引邊曳邊之上，而後再用一兩層上膠的布帶綁裹。

第四十圖表示一種機翼的構造法。前桁F及後桁皆是以I字為中心，兩旁用木板固結的形式，縱樑R也是I字形的切面，引邊E是用U字形的木條，曳邊T是用鋼管。在縱樑上有一金屬片釘牢着。



第四十圖 機翼之構造法

第三十節 翼皮及縮收液

機翼之骨架的外面當然要有一層外皮包裹着，而這外皮便將空氣之壓力和舉力經過那些主樑附樑而傳送到主部骨架——前後桁——上去。翼皮的材料普通是用綿線布，綑緊於翼架之上，用線縫密，而後再加上幾層特別用於機翼上的縮收液。這種縮收液的功用，第一是能將布皮緊張於翼架之上，像鼓皮一般的緊，用手指輕彈，可以作嗚嗚之響。第二是能吸收潮濕，使牠不能浸透布皮而有妨害於骨架。

縮收液加於翼皮之上，須有幾次，至少三次，有時且到七八次，依着飛機的用途而定。頭兩次先輕微均勻的塗上——有用手刷的，有用噴射器的——以便使布皮之細孔為這種液體充塞，而以後所加上的不致於把牠浸透。每次所間隔的時間至少須三十分鐘，使牠收乾。氣候的情形對於縮收液之施用是很有影響的，這種油刷房裏的氣候宜乾燥，溫暖，沒有風流。

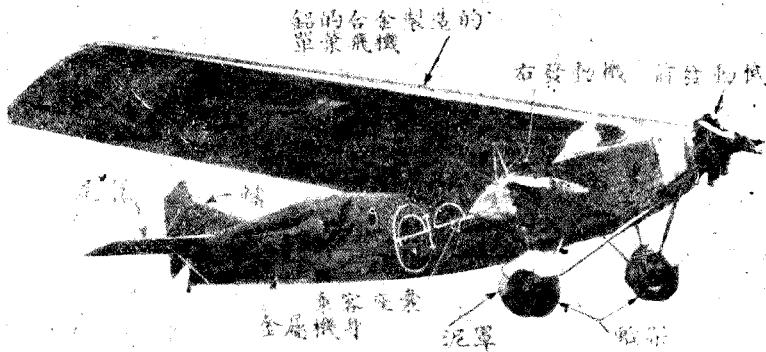
第三十一節 金屬機翼

前面所說的機翼，大都是用木爲骨架，用布爲包皮，固然是有時候也有用鋼管爲桁或引邊，或用銅線爲曳邊。自從鋁的合金發明之後，有人利用之來製造金屬機翼，於是飛機之製造又得到更進一步的發展。鋁的合金乃是一種鋁與銅，錳，鎂的化合物，牠的重量只如鋁之輕，而力量却有鋼之堅強。第一個發明鋁的合金的乃是德國人，他們最初是用牠做徐伯林飛艇的骨架，得到很好的成效，于是更用牠造成一種金屬飛機，重量既輕，構造也十分堅強。容克單葉飛機的機翼，便是用這種材料造成的，外面完全不用支線或，支柱，減去不少的空氣阻力，這種構造在歐戰中幾乎爲德國所專有，歐戰後各國皆起而效尤。一位美國飛機製造家斯道提于 1922 年曾有一預言說，在最近幾年間，空中的木製飛機將如海上的木製輪船一樣，漸歸淘汰，代之而起的必是金屬飛機，金屬飛機有穩妥，輕快，價廉，耐久，易于修理，種種的優點，將來必能風行全世。

第四十一圖表示一種金屬機翼之切面。前後桁皆爲鋼管，樑緣是用鋁的 T 字形鉚於薄鋼片的樑腹上，樑腹中心也掘成圓洞。引邊和曳邊皆爲扁鋼管。圖中左邊所示爲在 A-A 處的樑之切面形。

第四十一圖甲表示一種佛特斯道提全金屬單葉飛機，備有 200 馬力的熱提發動機。

製造金屬飛機絕不能模彷彿木製飛機之構造，因構造的方法宜于金屬者未必宜于木料。例如用金屬製造機翼，而仍採用向來所認爲比較優



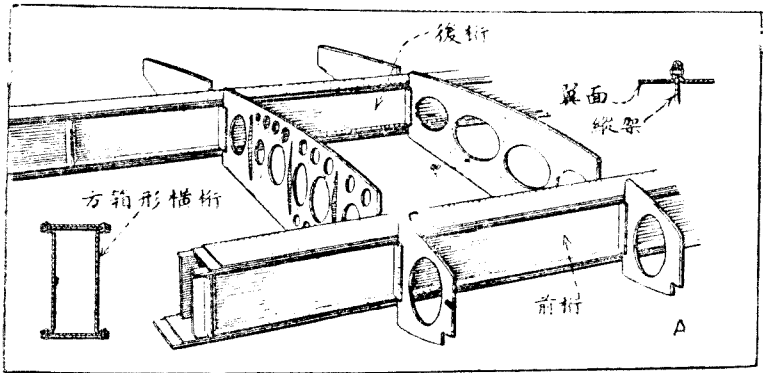
第四十一圖甲 佛特道提全金屬單翼飛機

美的雙葉，便不是聰明之道了，因金屬的單葉機翼比較用木製的，外面另用支柱支線緊支着，重量既可以較輕，阻力也可以減少，我們又何樂而不採用之呢。

再者，一塊木料，牠的力量如何，非將牠的內部剖開，却無人敢堅決地答復。對於金屬則不然，牠的力量只要經過一次試驗之後，便可知其梗概。任何人皆能預言一塊金屬可以担受多大的力量，故製造時便可用很經濟的材料。至于木料，因不十分知道牠的力量，惟有多用材料，因之，增加了飛機上不必需的重量，很不是經濟之道。

金屬機翼不特可以減輕重量，並可按設計之形式，用機器大批製造出來，既可減省裝置的費用，並可于戰事發生時，增加出產的數量。

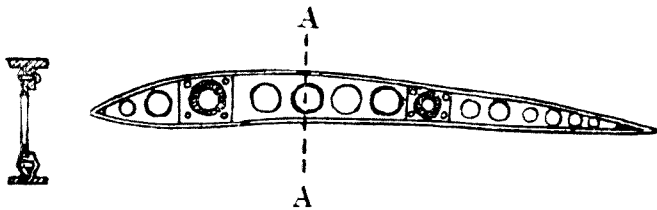
第四十一圖乙表示另一種金屬機翼之構造法，為維克司維保提單葉飛機上所用的，其中前後桁皆是方箱形，兩旁用鋁槽，上下用鋁板鉚成，大小縱樑也是很薄的鋁板，分成三節，另用角形鋁鉚在前後桁上，上



第四十一圖乙 金屬機翼

下的翼皮便即在縱樑的邊緣上。不過縱樑並不一定通到引邊，這一部分是另用鋁片製成。總之，全部的構造是很簡單的。

翼皮普通多用平的鋁片，但要想得到更大的力量，我們還可改用波紋形的鋁片，德國的容克飛機及美國的斯道提飛機皆曾採用這種材料。



第四十一圖丙 金屬機翼之切面

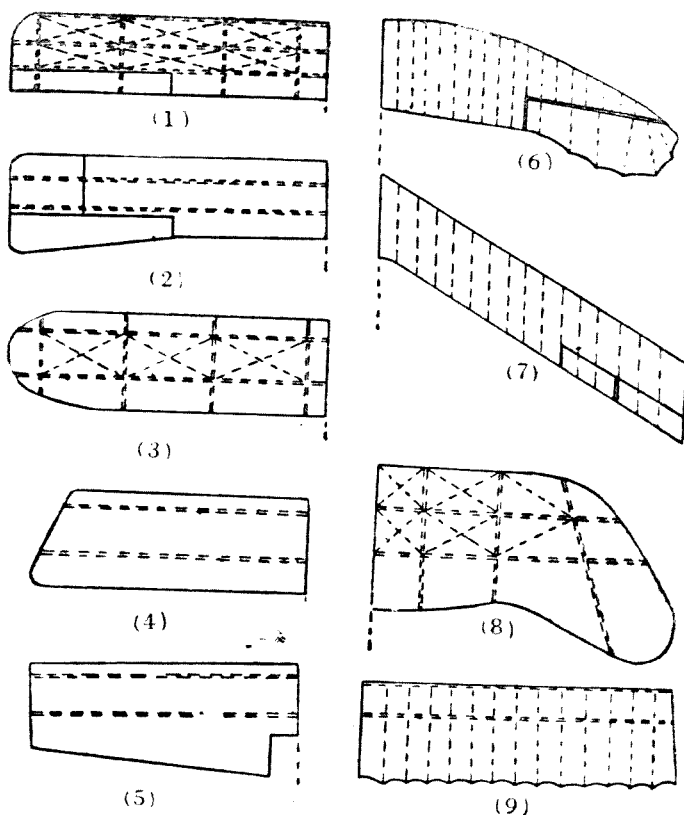
第三十二節 柔曲的機翼

有一種與普通機翼不同的柔曲機翼，普通機翼無論那一部分皆是堅固而不能撓曲的，這種機翼的後部卻可以撓曲。法是將縱樑之後部用

可以柔曲的長尾。此可以柔曲的部分，當在空中飛行時，遇有大風，可以吹成平直，而減少後部之曲度。

第三十三節 機翼之形式

機翼的平面形，因為種種不同的情形：有時因為製造上的方便，有時因為平衡的關係，有時因為效率的緣故，或有時因為外觀起見，於是



第四十二圖甲 機翼之形式

第四十二圖乙 機翼之形式

有種種不同的形式。

不用說，機翼中最簡單的一種，當然是一個長方的平面形。最初的時候，用這種機翼的非常之多。有時引邊的外角上卻做成一個曲邊，如第四十二圖甲之(1)。

第四十二圖甲表示幾種最普通的機翼之平面形，圖中並表出前後桁之位置。(2)的形式與(1)相似，可是偏斜翼的後邊卻斜伸出來，牠的作用是欲于機翼的兩端多預備一點面積，以便調和舉力的影響。因在機翼的兩端，因有旋渦風之關係，致舉力減少了。(3)的前後兩外角皆成圓邊。(4)的形式，據實驗上所得較之長方形或圓邊形的機翼更為有效率些。(5)的曳邊則成偏斜。

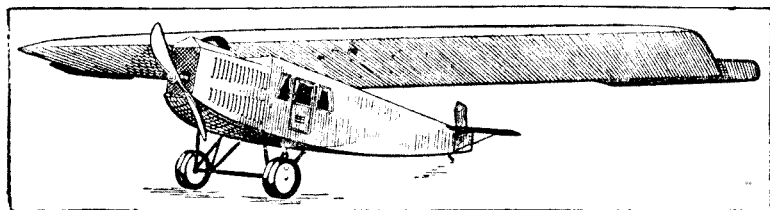
第四十二圖乙表示幾種很特別的老式機翼之形式(6)為英國漢得烈配治式。(7)為英國登列式。(8)為奧國愛特利黑他倍式。(9)為法國高得龍式，其中曳邊是用鋼線，而引邊就兼前桁，且機翼是可以柔曲的。

近來飛機設計家對於機翼究應採用那種形式，已不甚注意了，他們所注意的多在發動機要怎樣改良，及各部的構造要怎樣可以減少空氣之阻力，使能用最小的力量，載最大的重量。

第六章 機翼之裝置

第三十四節 機翼之緊支法

機翼無論牠是單葉，雙葉，或是三葉，總歸是要固結於機身之上的，這種固結之法是藉助於若干支柱和支線將機翼緊支着，連成一種構架的形式，使機翼於飛行時不能單獨的活動。說起來也奇怪，亨生氏於 1842 年之早就已發明構架式的機翼了，那種製造法很與近式機翼之緊支法的要素相符合，可惜飛機製造家起首並不能按他的方法去發展，直到 1909 年纔有人採用於安同列單葉飛機上。



第四十三圖甲 法克 F III 號載客單葉飛機

第三十五節 單葉機翼之構架

第四十三圖表示幾種

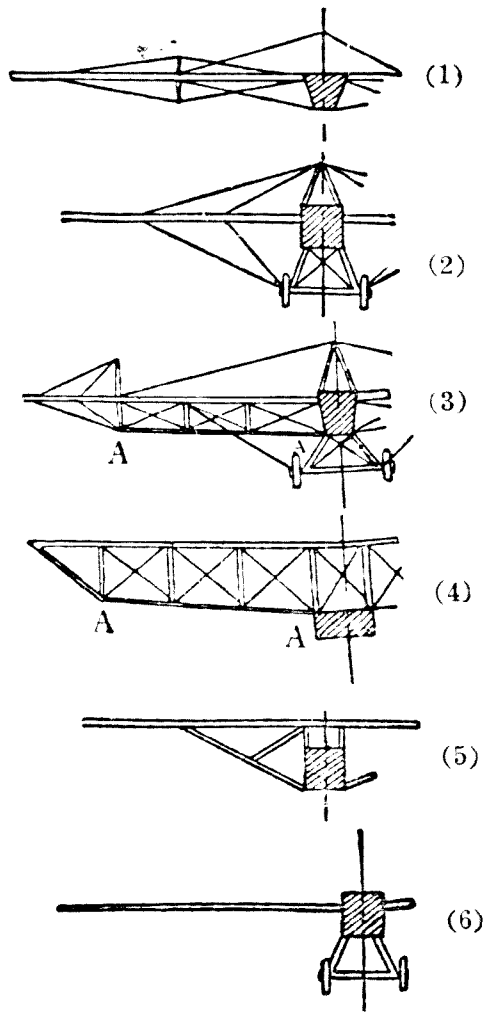
單葉機翼之緊支法：(1)

爲安同列單葉飛機，機身的頂上有一支柱，左右張着鋼線，機翼的中間也有支柱緊拉着支線，並有一線連於機身的下端。(2)爲

法國的標準單葉飛機之構架，形式極爲簡單 機身之上有二支柱成三角形，左右兩邊只各有四根鋼線緊張着，有時於小飛機上，每邊只有兩線。1910年，布烈銳我採用一種很有名的

橋樑式的構架，如圖之(3)

對於圖中要注意的，就是這種飛機還是單葉而非雙葉，那下面一層A-A却是一條流線形的橫桁。以後愛特利黑他倍單葉飛機



第四十三圖乙 單葉機翼之構架

上，將上面那種形式稍爲變化了一點，於是成功如(4)的構架。在歐戰中德國所用的單葉飛機採用這種構架的很爲出名。(5)爲一種“無線”單葉飛機。飛機何以稱爲無線呢？是因爲牠的機翼完全依賴支柱支持着而不用鋼線。(6)稱爲布朗單葉飛機，這乃是一種很有意味的構造，完全不用支柱或支線，只將機翼單獨支於機身兩旁，稱爲臂木式的機翼，

第四十三圖甲表示另一種臂木式的飛機，機翼仍是木製的。

第三十六節 雙葉機翼之構架

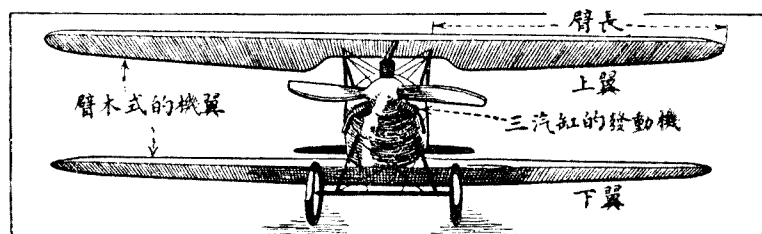
I. “橋樑式”。第一個解決雙葉機翼之構架問題的人是商呂氏，他是一位橋樑工程師，所以對於橋樑式構架的智識，當然是很充足的，他於是製造一種橋樑式構架的雙葉飛機，這就是“勃熱提”樑架式，以後普通多採用這種構架而成功如第四十四圖之(1)的標準雙葉飛機，其間架依飛機之大小可以由二到四，總之，機翼長則間架多，短則間架少。(1)有兩間架，而他們的長度是相等的。但有時諸間架之尺寸不一定皆相等，因爲在飛機上，用長度不同的間架，可以以相等的重量而得到更大的堅強。(2)是用三個尺寸不同的間架的。因爲支柱和鋼線多少總對於空氣流生些阻力，所以他們用在飛機上的數目愈多，則飛機之總阻力也愈加大，於是製造家更極力想減少支柱和鋼線之數，而造出一種單間架的雙葉式如(3)。

II. “懸吊式”。隨着橋樑式構架而有所改良的，要推懸吊式構架，就是上葉機翼較之下葉機翼長，上葉的兩端好像是懸吊於上面一般，藉着一條支柱或一根鋼線緊支於下葉，有時還無需乎此，如圖之(3)便是

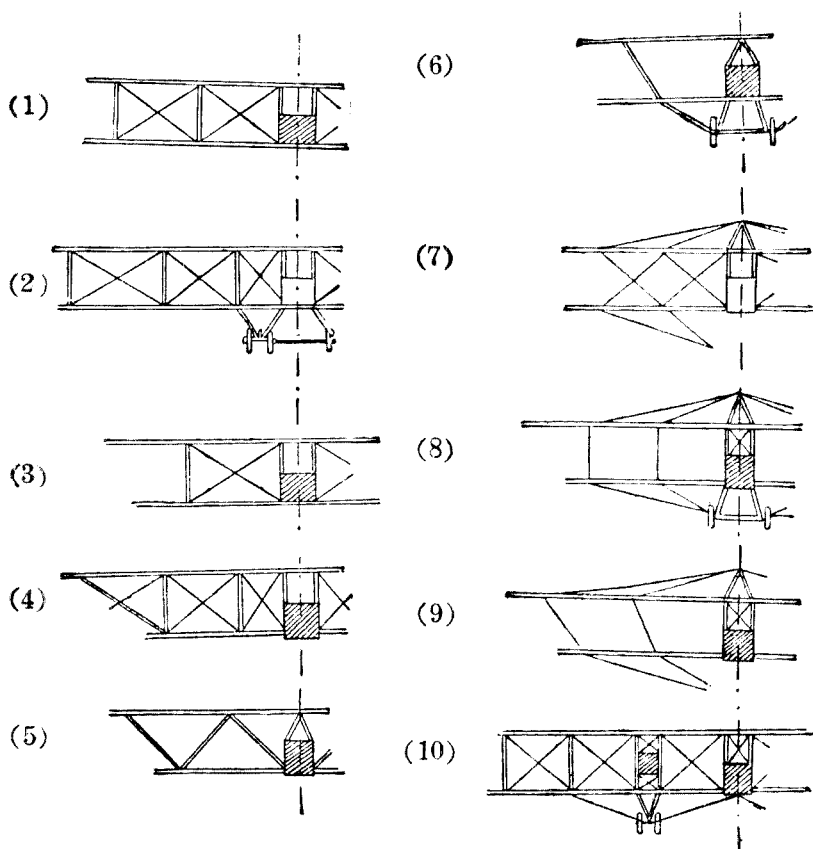
一個例子。圖之(4)則於勃熱提樑架之外，另有一條支柱和一根鋼線緊支於上下兩翼之間。

III. “無線樑架式及無支柱樑架式”。雖然鋼線或支柱的切面是很小，他們可總是生有阻力的，於是機翼之構架的製造，更進一步乃有無線樑架式，捨去鋼線完全不用，如圖之(5)與(6)，或是無支柱樑架式，捨去支柱完全不用，如圖之(7)，(8)與(9)。(5)的無線樑架是用支柱架成三角形，這是1913年德國阿爾巴查司所第一次採用的。以後美國克提氏又改造一種無線樑架，用於高速度的偵探小飛機上，成功如(6)之式。(7)，(8)，與(9)三式皆是應用單葉飛機的緊支法於雙葉飛機之上的，(8)，(9)，兩式乃是(7)式的改良，因為(7)式中的鋼線太多，所生的阻力仍然是大。

若是大馬力的大飛機，有兩個或四個發動機的，發動機架安置於左右兩翼上，於是如有圖之(10)的構架，如維梅商用飛機(俗稱大維梅)使用這種構架的雙葉機翼，不過下面輪架之緊支法微有不同。第四十四圖甲表示一種特別構造的雙葉飛機，採用單葉飛機的臂木式之原則，中間不用支柱或支線。



第四十四圖甲 臂木式的雙葉飛機

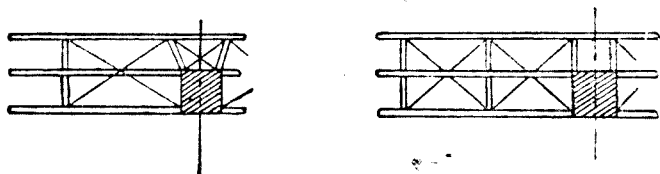


第四十四圖乙 雙葉機翼之構架

第三十七節 三葉機翼之構架

三葉飛機雖然是發明得也很早，可是至今並沒有如何發展，所以那機翼的緊支法也就沒有多少可以說的了，現在列舉兩種成第四十五圖。

他們也與雙葉機翼的構架所用之原理相同，應用斜十字架。



第四十五圖 三葉機翼之構架

第三十八節 機翼之旁面緊支法

可是上面所說的都是機翼的正面緊支法，現在再說旁面緊支法。因為機翼是很寬很大的面積，單有那正面的緊支是不行的，須另外有若干支柱或鋼線旁面緊支着，使機翼成一堅固的構架。

第三十九節 單葉機翼之旁面緊支法

單葉飛機通常皆是由機身頂上的支柱和機身下面及輪架上緊張着線，有時用支柱，到機翼上去。如第十六圖所示之摩嚴單葉飛機，可以見其大概。但是單葉飛機有時用橫桁，如第四十三圖之（3）及（4），則其



第四十六圖 單葉機翼之旁面緊支

旁面緊支法便如第四十六圖。（1）為布烈銳我單葉飛機上所採用，藉一斜支柱緊聯機翼之後桁於那橫桁之上。（2）為愛特利黑他倍單葉飛機上所採用，有一支柱聯結機翼之後桁與那橫桁，更有兩鋼線斜交於橫

桁之上，機翼的後面一部分是可以柔曲的。

第四十節 雙葉機翼之旁面緊支法

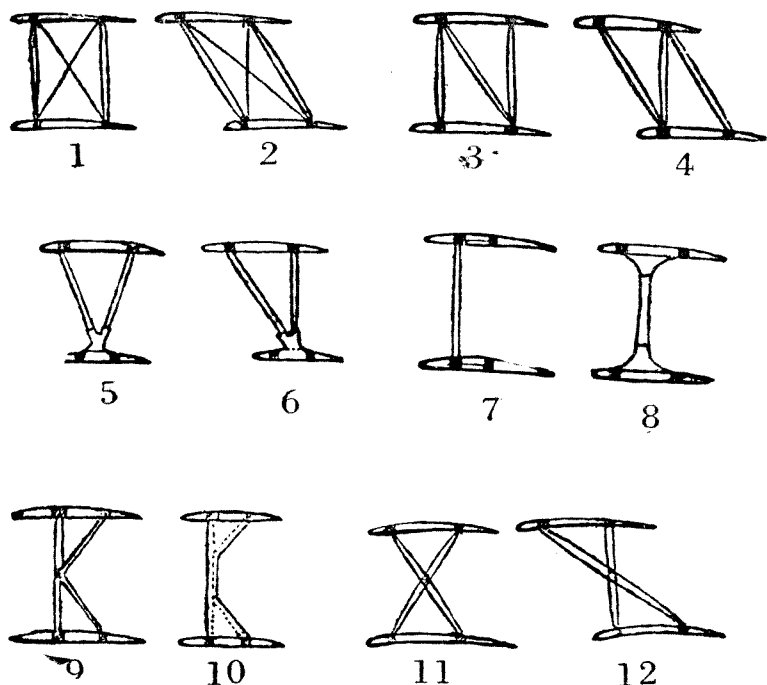
雙葉機翼的旁面緊支法，有種種可能的方法，最普通的一種為交叉形，如第四十七圖之（1）及（2），（1）式中的上下翼成平直形，就是兩引邊及兩曳邊皆各在一垂直線上，所以兩前桁及兩後桁也各在一垂直線上，而兩支柱也成垂直。（2）式的上翼則向前伸出，於是兩支柱也向前偏斜。但兩式的構造，皆根據於同一原理。

（3）及（4）為N字形緊支法，（3）為正N字，因上下兩翼是成平直的，（4）為斜N字，因上翼是向前伸出的。這種緊支多半用於無線的構架上。阿爾巴查司飛機曾經採用過。據說用三根支柱比較用兩根支柱和兩根支線所生的阻力要小些。

（5）及（6）為V字形緊支法，例如呂巴偵探飛機所用。那兩斜交的支柱是固定於下翼的前後桁間所特別安置的一種凹板之上。這種製造最適宜於寬度不相等的上下兩翼。

還有一種外觀上看來是更簡單的緊支法，如（7）及（8）。（7）式中的支柱並非固結於上下兩翼，乃是釘鉸於兩翼內用鋼管做成的前後桁上的，這種支柱可以於兩桁上轉動自如，而自動的變更兩翼之投射角。（8）式中的支柱却是固結於兩桁之間。

又有一種特別的形式，稱為K字形的，如（9）式，是用一大支柱和兩小支柱，結成K字形。（10）式則用兩鋼管，一直，一則彎成[形，外面再用包皮包裹，克提氏無線偵探飛機就應用這種構造。

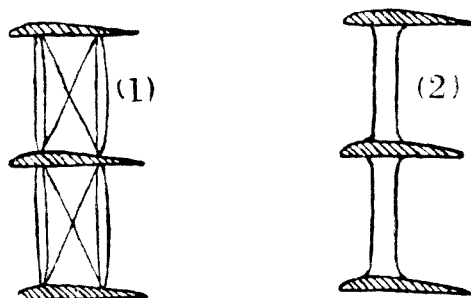


第四十七圖 雙葉機翼之旁面緊支

X字形如 (11) 及 (12) 兩式，也是一種有意味的緊支法。牠比較 N 字形少去一支柱，比較普通用的斜十字形也有一些好處。這種構造也有正 X 及斜 X 之分。

第四十一節 三葉機翼之旁面緊支法

三葉機翼的旁面緊支法，也和其正面構架一樣，沒有多少可說的，據我們所知道的約有兩種，就是雙交叉形如第四十八圖之 (1)，與雙 I 字形如 (2)。



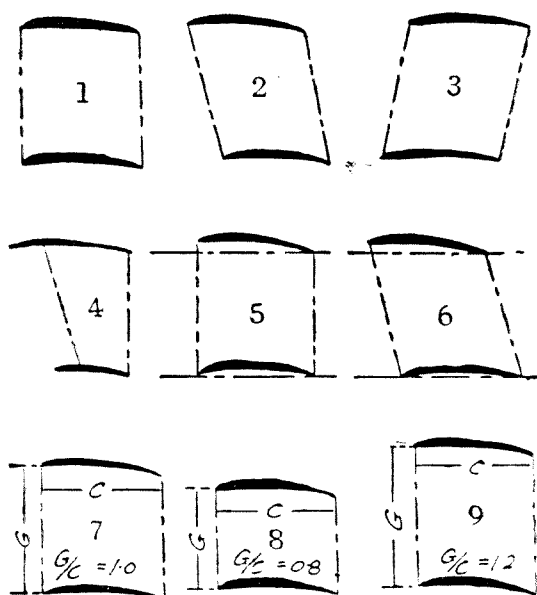
第四十八圖 三葉機翼之旁面緊支

第四十二節 雙葉機翼之佈置

雙葉飛機之機翼共有上下兩層，於是上層機翼對於下層機翼之位置，也生出三種不同的佈置來：一為垂直的，就是上翼平直的居在下翼之上。兩翼之引邊及曳邊皆各成一垂直線，如第四十九圖之(1)；二為前伸的，就是上翼向前伸出，上翼之引邊及曳邊各不與下翼之引邊及曳邊同在一垂直線上，却皆向前，如圖之(2)；三為後退的，就是上翼向後退却，上翼之引邊及曳邊也各不與下翼之引邊及曳邊同在一垂直線上，却皆向後，如圖之(3)。

前伸的佈置，最大的目的是使飛機上觀察員能得到較好的視線，易於向下觀察。其次是稍為增加舉力和 L/D 之值。至於後退的佈置所生的影響如何，還不十分明瞭，有人說這種佈置較之垂直的也能稍為增加舉力，大概只有一種稱為 D. H. 5 的英國戰鬪飛機採用。

(4) 表示下翼之弦長比上翼之弦長較短，實在這也是一種前伸之法。用這樣短弦的下翼很能放寬觀察員之視線，在戰爭中這件事尤其要



第四十九圖 雙葉機翼之佈置

緊。下翼之弦長可以有上翼之弦長的十分之八或二分之一，不過太短了失去面積不少。除了最快的飛機以外，是很不宜於採用的。

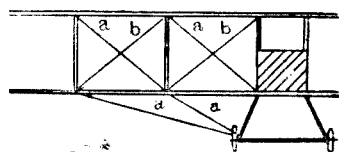
飛機上常有下翼無投射角，而上翼則有投射角的，如圖之（5）及（6），或是上翼的投射角比下翼的大些的。這種佈置能增進飛機之平衡，不過如此一來阻力也稍為增加一些。

要求適合各種飛機之性質，上下兩翼之間隔——上下兩翼上兩相當之點的距離——也各有不同。有時兩翼之間隔很大，如（9），有時間隔很小，如（8）。我們普通比較兩翼之間隔，是以兩翼之間隔與其弦長的比率為標準，就是說，若以G代表間隔，C代表弦長，則 G/C 之值對於飛機的性質——舉力——是很有關係的。在小飛機上，這個間隔與弦

長之比率，大概是由 0.8 到 1.0 在慢而重的飛機上，這個比率是由 1.0 到 1.2。大凡 G/C 之值大，則舉力增大而速度減小，反之， G/C 之值小，則舉力減小而速度增大。因為間隔大，支柱要長，於是阻力就大，可是兩翼之間的互相干涉却減少，而舉力就因之增加了；間隔小，支柱便短，於是阻力就小，可是兩翼之間的互相干涉却加增了。

第四十三節 飛行線落地線及投射線

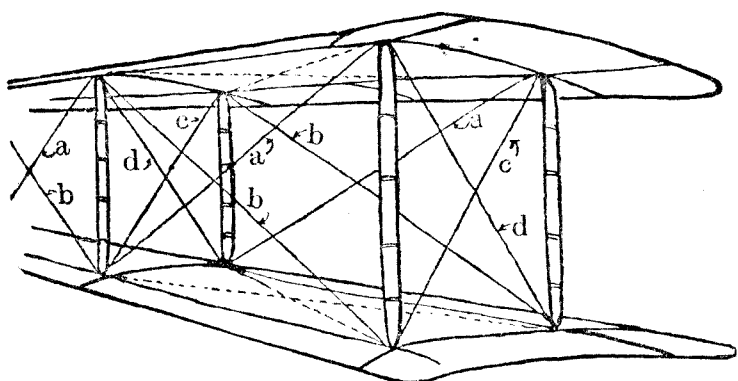
我們試就一個飛機的正面觀上看來，那機翼上的鋼線共有兩路：一路鋼線是專門由機翼上取向內並向下的方向緊支到下翼，或機身，或輪架之上，這稱為“飛行線”。因為當飛機飛行時，飛機之重量靠着這種線擔任支持之力（在大飛機上飛行線有用雙線的）；一路鋼線是專門由機翼上取向下並向外的方向緊支出去，這稱為“落地線”。因為這種線當飛機落在地面上時，支持了飛機之重量的。如第五十圖的 a 便為飛行線，b 為落地線。



第五十圖 飛行線及落地線

機翼上又有所謂“投射線”的，乃是用以校正機翼之投射角的，因為裝置飛機時，機翼之投射角不能適如所求的角度，有時或大，有時或小，須藉助於投射線，將他們或放長，或收短，使翼面能或俯或仰，以校

正其角度。如第五十一圖中的 c 及 d 便為投射線，一是由上翼的後桁連到下翼的前桁，另一是由上翼的前桁連到下翼的後桁。若將 c 線收短，

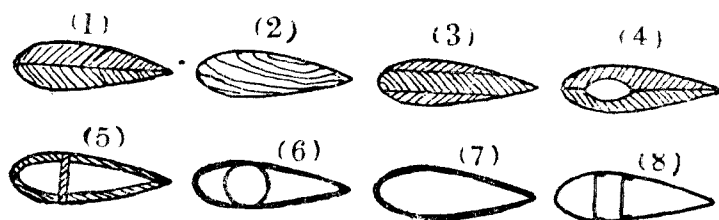


第五十一圖 投 射 線

同時將 d 線放長，則翼面將仰起，而投射角改大；若將 c 線放長，同時將 d 線收短，則翼面將俯下，而投射角改小。又圖中之 a 為飛行線，b 為落地線。

第四十四節 支線及支柱

支線皆用鋼製，我們平時皆稱之為鋼線。在大飛機上所用的支線，大都是流線形的切面，好使空氣之阻力減小。在小飛機上有用圓形的切



第五十二圖 支柱之種種切面形

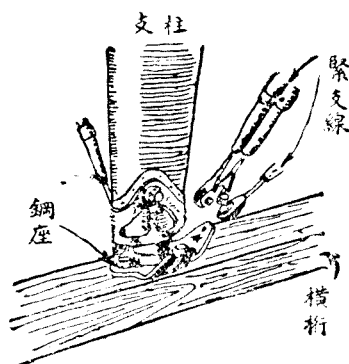
面的。還有一種常用的就是鋼線繩。

支柱普通所用的大都是流線形的實心檜木，在中心的切面最大，一直到兩端漸漸變小。但是支柱也並不只是這一種，還有許多別的切面形的，我們現在列舉幾種於下：

如第五十二圖之(1)是用兩木塊膠合起來，而後鉤成流線形，外面再用布皮包裹。(2)為整塊實心木支柱。(3)是用三條木塊，膠合起來，而後鉤成流線形，外面再用包皮包裹。

大飛機上的支柱是很長的，牠的重量也得考慮一下，所以有人想到用空心的支柱，以便減輕重量。

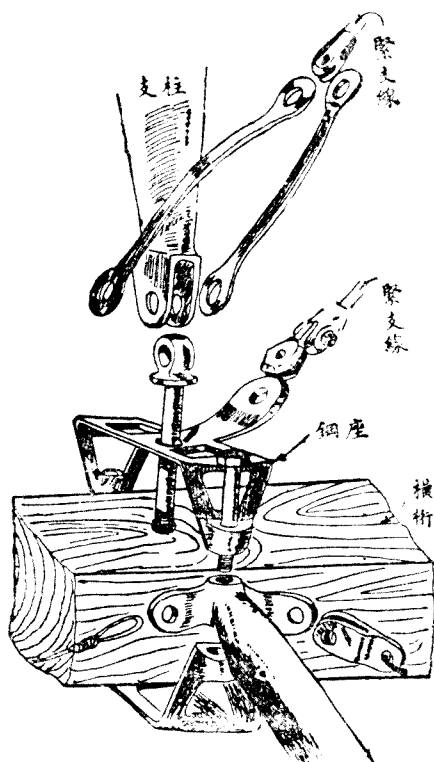
(4)與(1)相似，但是中間是空心。(5)是用兩塊木條合成一空心支柱，中間再用一橫木條加固，外面用布包裹。(6)為鋼管與木皮合成的支柱，就是中心用鋼管，外面用三褶木做包皮。(7)為空心鋼支柱。(8)也是一種空心鋼支柱，但是中間更用鋼條橫支着，兩鋼條是鉸於鋼柱上的。



第五十三圖甲 支線及支柱之裝置

第四十五節 支線及支柱之裝置

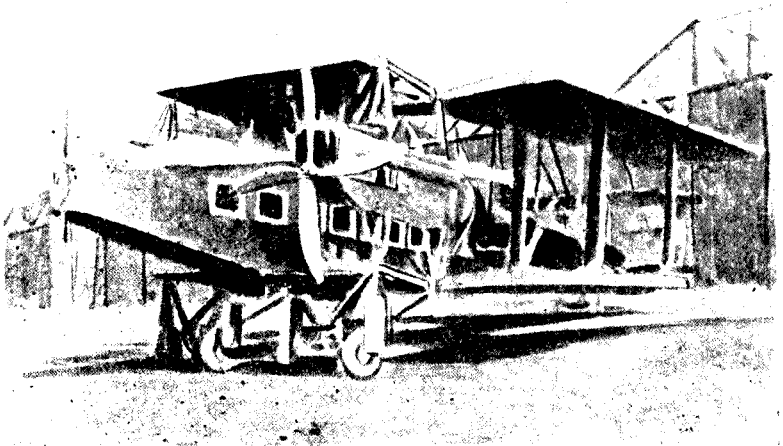
裝置支柱於機翼上之法，普通是在機翼的前後兩桁交接主樑之處，固定一個鋼座，將支柱連釘起來，支線則連釘於鋼座之四旁。第五十三圖甲及乙表示兩種常用的裝置法。將支線轉緊時，只要使用適當的力量，達到適當的緊度便可，如過分轉緊，則支柱易成彎弓，將大大的減去了牠們的力量。



第五十三圖乙 支線及支柱之裝置

第四十六節 褶翼

有時機翼之長度太長了，放在那安置飛機的棚廠裏面，要佔很大的面積，於是因為減省棚廠的地位起見，有一二製造家將飛機之左右兩翼做成可以褶併之式，就是飛機不飛的時候，便將兩翼向後褶成九十度的角度，要飛行時，再將兩翼展開。左右兩翼之內邊の後角皆有筭頭釘鉸於上下兩中翼，內邊的前角皆有鋼夾和門，用時與中翼相連接，仍成一堅固的整翼。第五十四圖為一種褶翼的漢得烈配治飛機。



第 五 十 四 圖

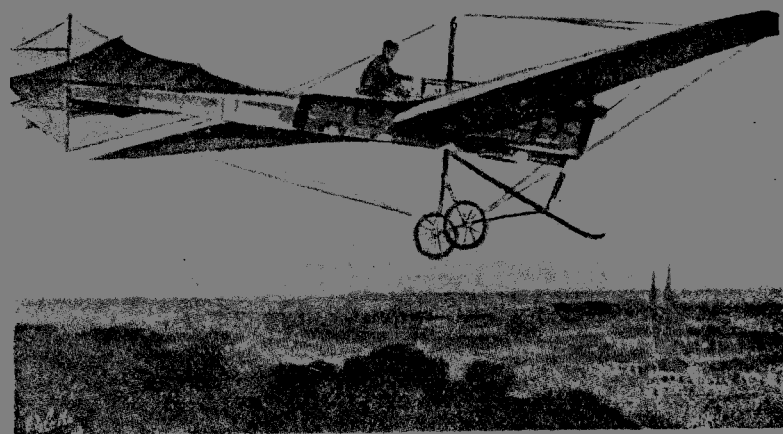
第七章 機身之構造

第四十七節 機身之作用

除了機翼在飛機上為最重要的一部分之外，其次就要算機身，所有駕駛員，觀察員，戰鬥員，以及乘客，皆藉機身來裝載；所有駕駛的儀器，和一切應用的器械，皆是安放在機身裏面的；多半的時候，發動機和汽油機油桶也要在機身中佔一席之地。

在最老式的飛機之中，發動機與駕駛員完全露在外面，很少有將他們保護遮蓋在機身裏面的，如第五十五圖，安東烈單葉飛機便是如此，這對於低速度的飛機，飛行的時間短，效率又不十分考求的，固無多大妨礙，可是要求高速度的飛機，這種露身露面的發動機與駕駛員實在有很大的阻礙，效率被減少了不少。後來製造改良，於是將發動機與駕駛員都完全包蓋在機身裏面，而使機身之形式成功一種氣流線形。

再就軍事行動上看起來，機身也要能適應幾種需求：一、觀察員的視線要不受機身之障礙；二、鎗彈射擊之範圍要愈廣愈好；三、與敵人見戰時，要能保護機身裏面的人員，發動機，及汽油機油桶，不易受攻擊

第五十五圖 安東烈單葉飛機

中傷。

若是爲商用，乘載客人的呢，機身裏面的座位，和飛行時機身之安定與否，對於營業上是很有關係的。座位務要寬敞舒適，飛行時無顛擺之患，使乘客坐在飛機裏，有如坐在家中安樂椅上，只覺其樂而不覺有飛行之苦。

還有一件緊要的事，就是萬一飛機不幸落地時遇了險，機身雖然是跌壞了，裏面的人員卻被保護著並不致受到損傷，不致被機頭或機身上的任何沉重物件，例如發動機，油桶，等等所壓傷，而且又要不致爲機身上的繩線等所纏繞著，不能逃出來。有一種飛機的機身製造得週圍密不透水，果不幸墜落在水面，乘客也不致被水浸入而淹死，可以座以待救，如維梅商用飛機就是這樣構造的。

第四十八節 機身之分類

目今各種飛機的機身之大小形式雖各不相同，然而要是將牠們綜合起來，分析一下，就牠們的構造大概上說，也只可以歸總為三類。這三類就是：——

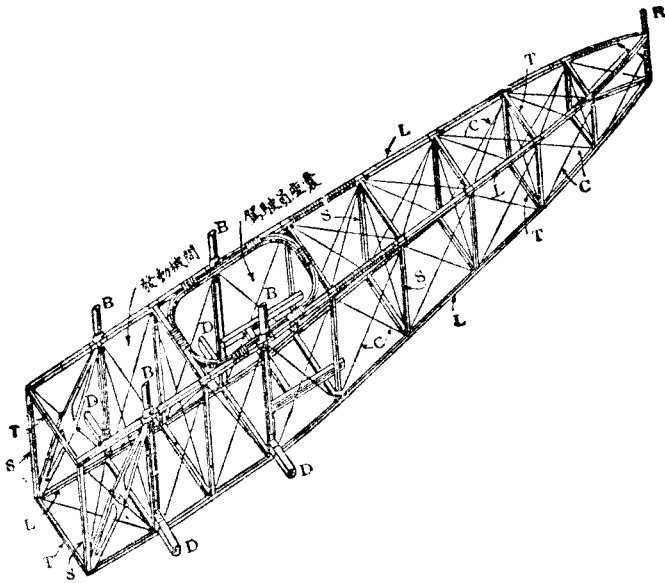
1. 構架式。
2. 單殼式。
3. 單殼——構架式，就是以上兩式之結合。

第四十九節 構架式的機身

這種形式的機身，乃是三類之中所最通用的一類，有三根，四根，以至五根或六根縱的木枕或鋼枕為主骨，佔全身之長度，左右上下地排置着。這些縱枕於適當的間隔，用支柱橫直地將牠們支成構架，這些橫直的支柱又藉交叉形的支線，或藉支柱，將牠們緊支着，要是藉交叉形的支線呢，便成為交叉形的構架；要是藉支柱呢，便成為N字形的構架，以便能擔當縱橫兩面的重力。

I. 交叉形的構架

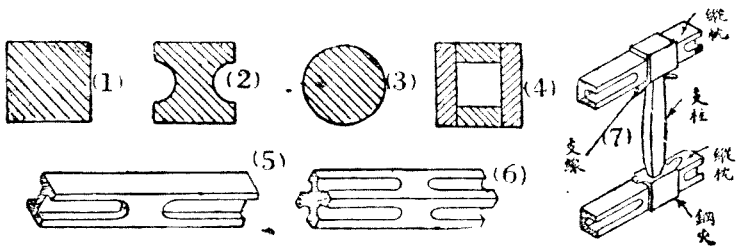
第五十六圖表示這種構架式的機身。L, L 為上下左右四縱枕，S, S 為直的支柱，T, T 為橫的支柱，C, C 為交叉形的鋼線。這是一個單人乘坐的飛機，座位在機身之中，上面露着大口，以便駕駛員可以登入。飛機之上葉機翼藉 B, B 四根直柱固定於機身之上，下葉機翼則藉 D, D 四根橫柱連結於機身。在機身之後部的縱枕漸漸結成“刀鋒”形，這



第五十六圖 交叉構架式機身

刀鋒形是用一根特別堅固的尾柱R為鋒頭，那左右舵便鉸釘在這上面。

縱枕所用的材料通常為槐木或榆木，切面是方形或圓形，如第五十七圖之(1)及(3)。也有人用一種空心方木，就是用四塊木板合成，如



第五十七圖 縱枕之切面形

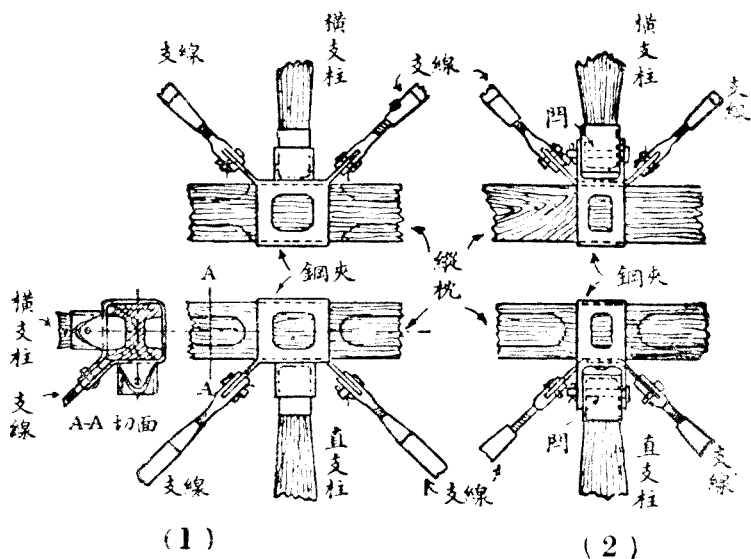
圖之(4),爲減輕重量,而並無損於其載重力起見,可將縱枕之中間掘成紡錘形,如圖之(2),或掘成如(5)或(6)之形。(7)圖表示一種凹槽形之縱枕,只於與支柱及支線相連結處,仍保留原來的方形。

但是又有些飛機上,縱枕的製造卻與上述的情形相反,不特不將中間掘成凹槽,並且還用布包在外面,再加上膠漆的呢。這種手續,雖然是反使縱枕加重,可是有一層好處,能使縱枕更加堅固,於飛機降落時,雖受震擊,也不易劈裂。

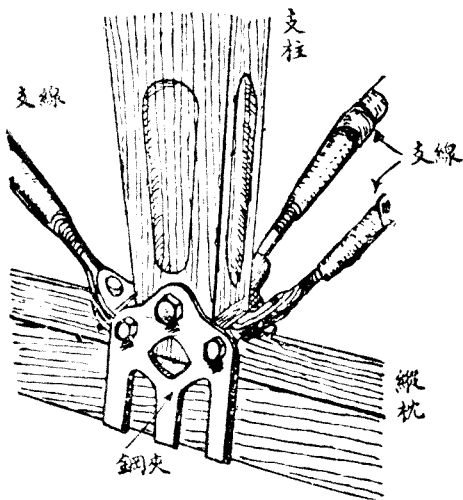
飛機上所受的應力,由中部到機尾便漸漸減小,所以機尾一部分的縱枕不必要有前部的那麼強,於是有人乃將由中部到機尾之縱枕漸漸縮小,使尾部之切面小於中部之切面。例如中部之切面爲 $1\frac{1}{4}$ " 長 \times $1\frac{1}{4}$ " 寬的,尾部之切面可以爲 1" 長 \times 1" 寬。大概由機頭到駕駛員的座位後面那一部分之縱枕,是一律的切面,由座位後面到機尾那一部分便半減下去。

機身的構架,也和機翼的構架一樣,藉着支柱與支線緊支着,於是支柱與支線怎樣聯結於縱枕之上,也是一個小小的問題。最通用而最簡單的兩種是如第五十七圖之(7)及第五十八圖甲所示,於上下兩縱枕上各套一鋼夾,橫直兩支柱便插入這鋼夾裏面,或用門插上,如第五十八圖甲之(2),或不用門,如圖之(1),支線則聯結於鋼夾上面的耳片上。

第五十八圖乙表示縱枕與支柱及支線之另一種聯結法,爲標準H-3式教練用雙葉飛機所採用者。



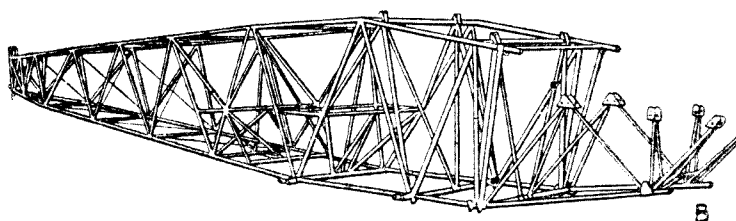
第五十八圖甲 縱枕之聯結法



第五十八圖乙 縱枕之聯結法

第五十九圖爲漢得烈配治 (0-400) 號飛機之交叉構架式機身。

第五十九圖甲表示一種純用鋼管構造的機身，鋼管的力量比木料要堅強得多，故用做縱枕更爲台式，假如管徑很大，則中間儘可不用支線緊支，連結各鋼管之法是用煨合。



第五十九圖甲 鋼管構造的機身

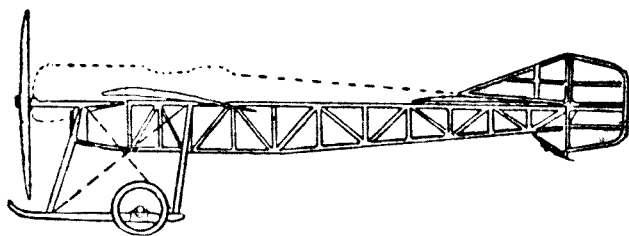


第五十九圖乙 漢得烈配治 (0-400) 號飛機之機身

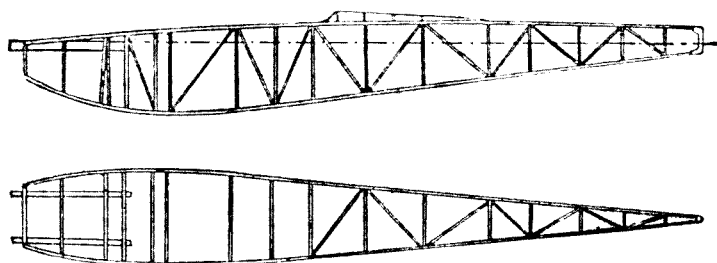
上面所述的那種構架式的機身，有一最大的毛病，是各部分的裝接很不容易得到正確，因爲牠是一個交叉形，各支線皆有各各的調準，若是鬆緊一根支線，便牽動到別的支線，非有經驗的能手，不能使那構架一手就裝接成適當的完形。

II. N 字形的構架

這種構架並不用支線，完全用支柱斜支成一N字形，如第六十圖。乙圖之上面爲旁面觀，下面爲頂面觀。



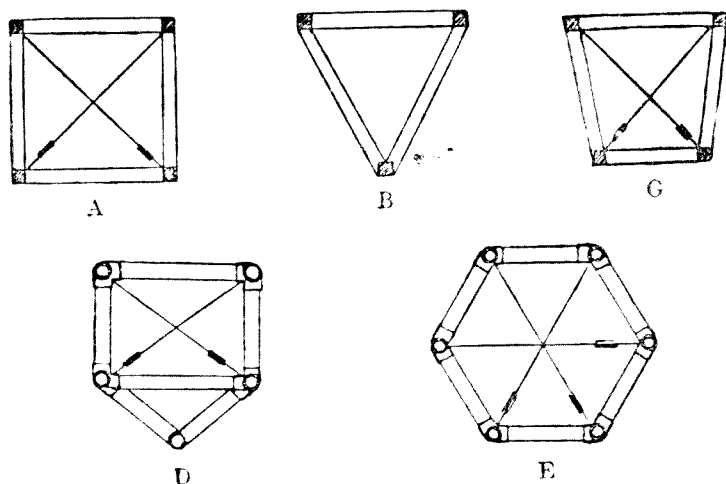
第六十圖甲 N 字 形 構 架



第六十圖乙 N 字 形 構 架

第五十節 機身之切面

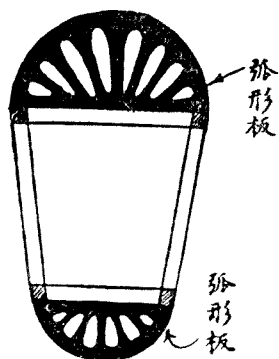
第六十一圖為幾種最通用的構架式機身之切面形，A, B, C, 三圖為用支線的木縱枕，D, E 兩圖則為鋼管的縱枕，也是用支線的。這幾種切面形皆稱為“成角”切面形，就是說牠們的切面不是三角形，四角形，就是五角形，六角形。可是我們知道一個圓形或橢圓形，或稱為“無角”切面的物體較之那成角切面的物體，面積對面積而言，阻力要低減些。那個道理是因為前一種的形式，能使空氣流通過時，發生較少的漩渦，而後一種的形式，則當空氣流通過時，於那些切面有角的地方發生



第六十一圖 機身之切面形

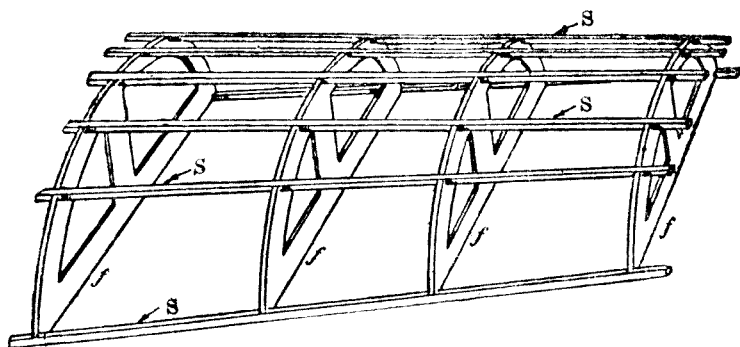
許多漩渦。

這種圓形或橢圓形——多半的時候是蛋形——的構架，究竟是怎樣製造法呢？乃是於那成角切面形上再上下加上兩個弧形的骨座。弧形骨座為若干弧形板，切成所需之形，豎置於縱板之上下，相隔約由十八



第六十二圖 弧形板

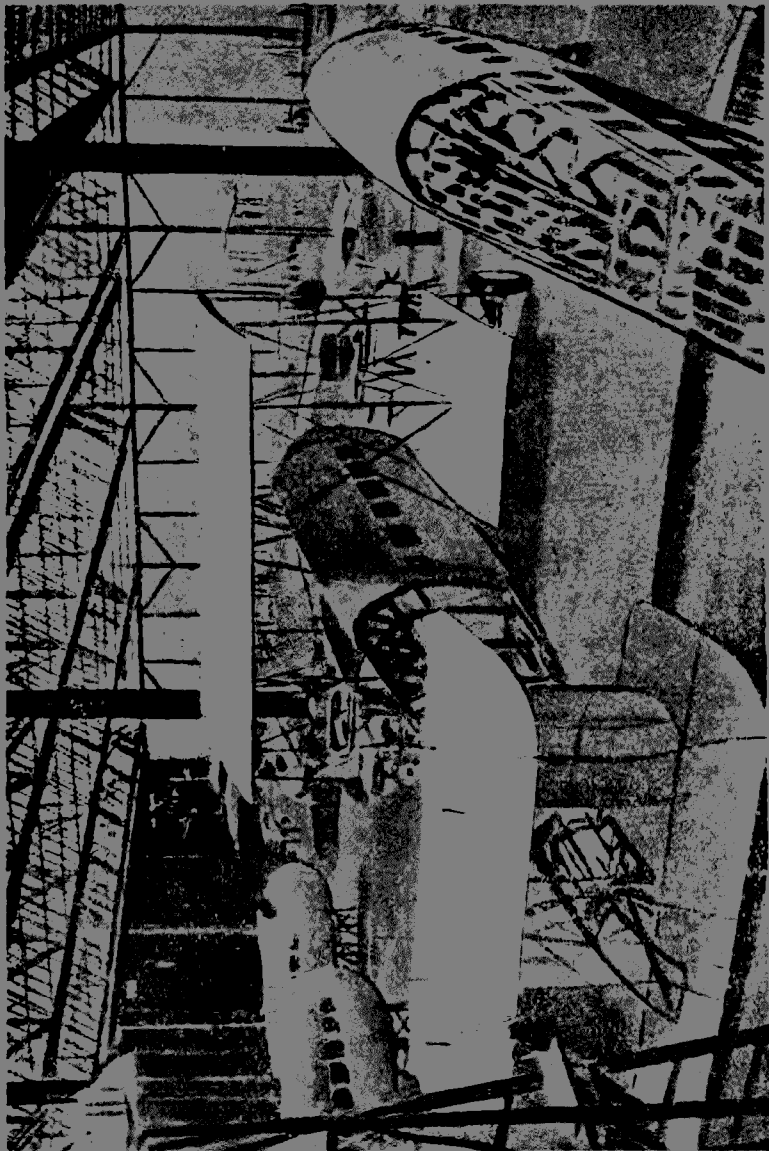
寸到三尺之距離。弧形板的週圍再嵌若干細木條，稱爲長條弦。第六十二圖表示維梅商用飛機——大維梅——的機後身之切面形，於四角形的構架之上下再安置兩個弧形板，成一個蛋形的切面。要想知道更詳細些，請參看第六十四圖，爲我國在英國維克司飛機工廠所定購的維梅商用飛機正在裝置中之情形。第六十三圖表示一種弧形骨座， f, f 爲弧形板， S, S 爲長條弦，機身之包皮就包在這上面。



第六十三圖 弧形骨座

有許多飛機只於上面加一弧形骨座，以便掩護駕駛員之頭面，以及機身上有支出來的部分，而減少那所稱爲“頭部阻力”的，如第六十圖甲中那虛線所示之部分便是。

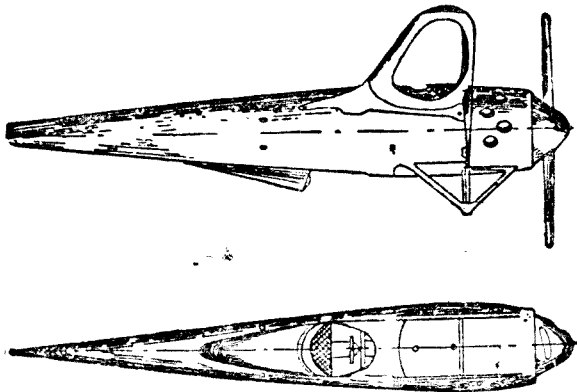
機身的構架，無論其是否有弧形骨座，既裝接成功，並且也校準了，而後加上一層綿線布的包皮。綿線布的質料，也和機翼上所用的一樣，塗上了縮收液，於是成功一個完成的機身。



第六十四圖 我國向維克司工廠定購之雙引擎飛機之在製造中之機身

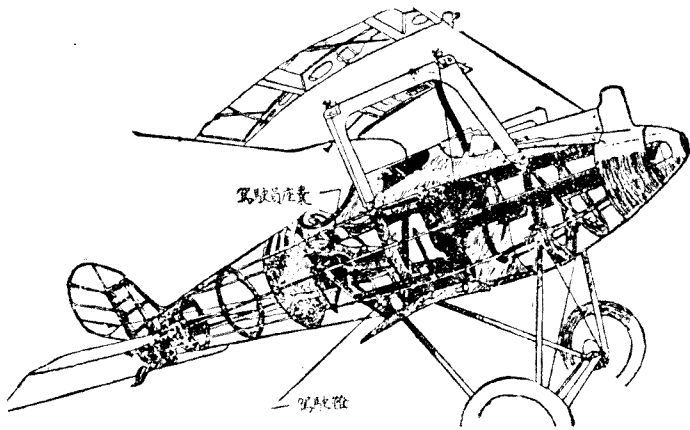
第五十一節 單殼式的機身

這種形式的機身，顧名思義，乃是按機身之形式，做成一個單殼，通常爲一圓形或橢圓形切面的三褶木殼，用檜木或用硬木，既不用縱枕，更不用支柱和支線支持着。這種三褶木的殼，實在是許多木片連成的，法用若干圓形或橢圓形的薄木板作骨座，沿着機身之長頭 相隔約有二尺至三尺之距離，而後用許多木片蟠匝着，用膠互相黏聯，成機身之形，算做一層外殼，而後黏上一層綢布，再蟠繞一層木片，又加一層綢布，更蟠繞一層木片，如此的共成三褶，普通外殼再用綿線布包裹。這樣成功的外殼，雖然是有幾層的木和布，然而全厚度也不及 1.5 公釐或 $\frac{1}{16}$ 寸。第六十五圖便表示這種單殼式高速度的單葉飛機，上面爲頂面觀，下面爲旁面觀。



第六十五圖 單殼式機身

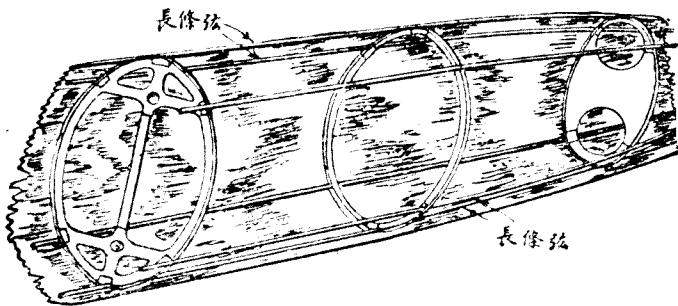
第六十六圖為德國法慈雙葉飛機，是用單殼式的機身。此種機身極近似流線形，故飛行之速度很高。



第六十六圖 法慈單殼式雙葉飛機

但是這種機身的製造上也有大同小異的地方，就是那些骨座之四周有人並不用長條弦縱支着，又有人用長條弦縱支着。如第六十六圖是用長條弦的，第六十七圖也表示有長條弦的機身之一部。

若將這單殼式與構架式相比，是有好處也有不好處。好處是單殼被



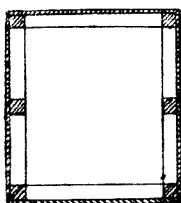
第六十七圖 有長條弦之單殼式機身

鎗彈射擊，只能洞穿一兩個眼，大體上還無妨礙，構架遇到鎗彈，那縱枕便要有折斷之虞，於是飛機全身也危險了。還有一層，飛機遇險落地時，碰到樹枝，尖棒，等等，單殼可以抵撐住了，構架卻不能保飛機裏面的人員不被刺傷。不好之處呢，就是單殼沒有構架容易製造，所以也費錢了。

近來除了木殼的機身之外，又有人用金屬做機身的，用鋁的合金做皮，煅接起來，這可稱為一種“鋁甲飛機”了。

第五十二節 單殼一構架式的機身

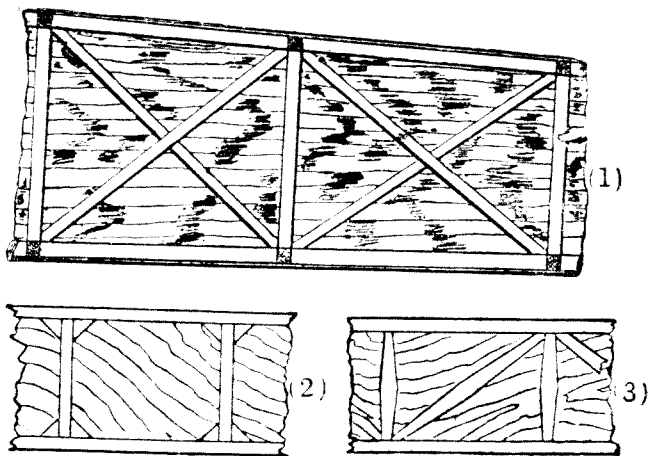
有許多飛機的機身，於構架之外又加上一層單殼，而成爲一種單殼——構架的聯結式。第六十八圖表示一個這種機身的切面，有六根方形的縱木枕結成一個長方形：四角用四根，另有兩根在兩邊之中間，在約每二尺之間隔，用橫直的支柱緊支着，但並不再用交叉的支柱或支線。



第六十八圖 單殼一構架式機身之切面形

而後將三褶木的皮釘在這構架上面，成功一方箱形的機身。

可是也有人採用交叉形的構架，外面再釘上三褶木皮，如第六十九圖之(1)，或N字形的構架，如圖之(3)，還有用有角的支柱如圖之(2)的。總之這種製造實是非常堅固。

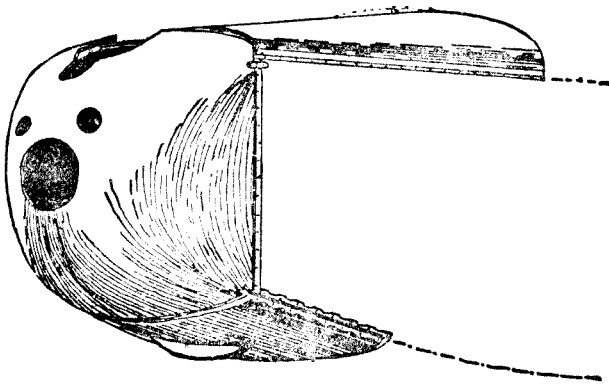


第六十九圖 單殼——構架式機身之旁切面觀

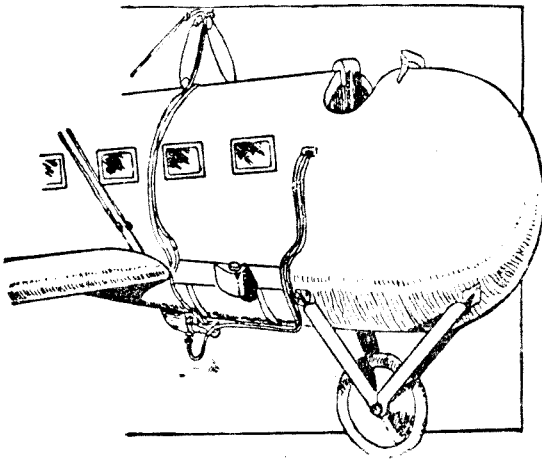
我國所購的那維梅商用飛機之機身，則又屬特別，該機之前半身為單殼式，以便安置座位，乘載客人，而後半身却為構架式，試觀第六十四圖便可明瞭。

第五十三節 氈帽頭式的機頭

飛機無論是那一部分，凡是露於外面的，總以成為流線形為最佳，而機頭對於空氣流的阻力也是非常之大，製造時應當盡力設法減少此頭部之阻力，以改良飛機之動作。最善之法是用一氈帽頭形的機頭，如第七十圖甲及乙。乙圖係維梅商用飛機之機頭，這種機頭乃是單獨地用薄木條蟠匝成形，而後釘於機身之前，再一同包上綿線布，加上縮收液。



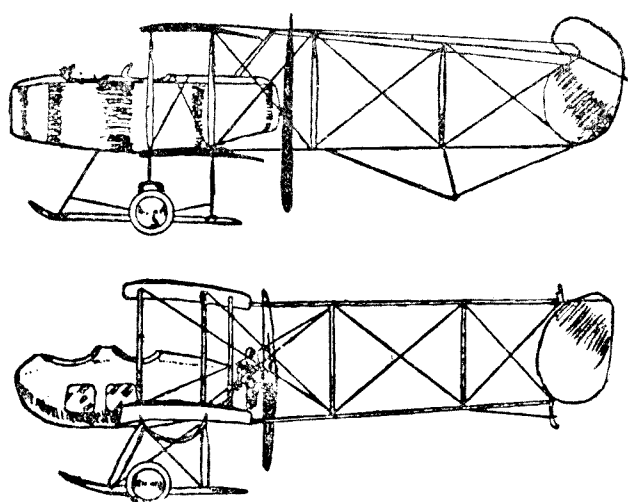
第七十圖甲 麗帽頭式的機頭



第七十圖乙 維梅商用飛機之機頭

第十四節 後推式飛機的機頭

前面所述的種種機身，皆是單指前曳式的飛機而言，至於後推式的飛機呢，情形又稍為有些不同了，我們試看第七十一圖，便可以知道這兩者的分別。前曳飛機的機身，是由機頭到機尾，成一整個形體的，後推



第七十一圖 後推式飛機之機身

飛機的機身，卻只能算做半部，那機尾部是另外用四根弦桿支撐着，以便平衡那前半部機身，並安置那些尾翼，上下舵，與左右舵等等。那前部機身裝載人員，和器械，發動機則置於機身之後面，螺旋槳就在那四根弦桿之間轉動。那些弦桿就是外露着，並不用包皮，因為螺旋槳轉動時，後面生有很大的風力，要是有包皮包着，反而有妨於飛機之動作。

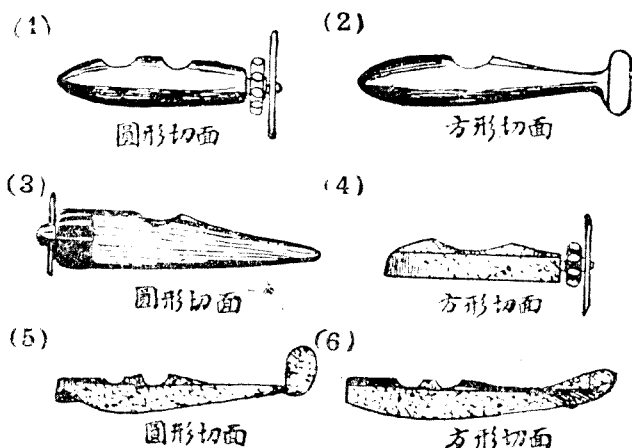
後推式的飛機在戰鬪上很有便利之處。因為螺旋槳在身後，觀察員

或戰鬪員可以直接位置於機身之前，他們的視線，絲毫沒有阻擋，而且礮火線之範圍，也可以得到一個最大數。不過在平時，這後推飛機便沒有什麼用武之地了。

第五十五節 機身之阻力

要求減少飛機飛行時的阻力，機身須成爲一種流線形體，在距機頭約三分之一處爲最深，由這一點再向兩端縮減下去。不過在實際上，多半的時候這個條件很難達到，因爲有發動機擱置於機身之上，機身受發動機之形式，與散熱器之面積的關係，很不容易成功一完全的流線形。再者，駕駛員之頭面露於外面，也是一個妨礙，製造家也惟有盡力使機身近似於流線形而已。

第七十二圖係表示幾種形式不同的機身對於空氣的阻力之比較。



第七十二圖 機身對於空氣阻力之比較

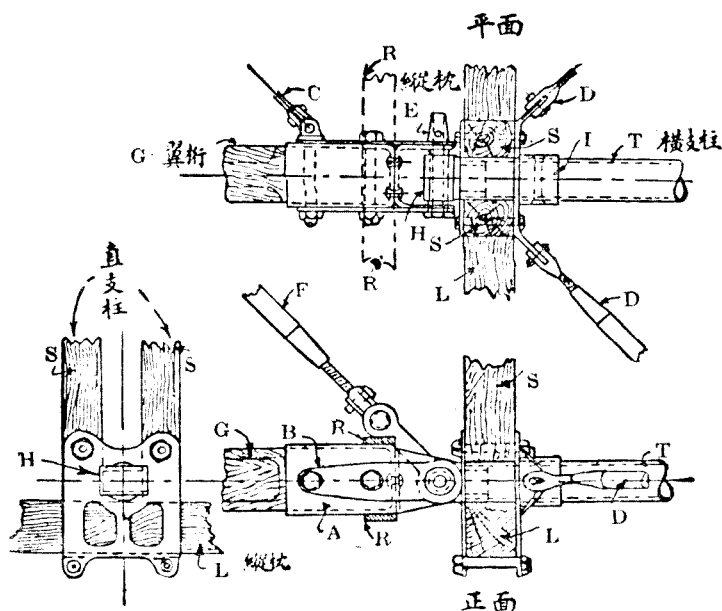
(1) 爲兩人乘坐，後推式，圓形切面的機身，六種機身之中，以此種的阻力爲最小。其次要推 (2)，是一種單人乘坐，前曳式，圓形切面的機身。再其次就算 (3)，(4)，(5)，(6)。挨次下推。(3) 也爲一種單人乘坐，前曳式，圓形切面的機身。(4) 爲一種單人乘坐，後推式，方形切面的機身。(5) 及 (6) 皆爲兩人乘坐，前曳式，方形切面的機身。

第五十六節 機翼與機身之結合

在單葉飛機中，機翼與機身之結合，或在雙葉及三葉飛機中，下層機翼與機身之結合，也是一個很重要的問題。因爲當飛機在空中飛行時，牠的全身之重量完全依賴機翼支持於空中，而擔負這種傳送重量由機身到機翼之義務的，則爲此機翼與機身之結合部分。苟此結合部分構造不堅固，或裝接不妥當，則飛機將發生危險：輕則使機身成懸吊之勢，不能與機翼固成一體，重則且有折斷之虞。故設計時對於此結合部分，也要加以注意。現在單就雙葉飛機而言。普通機翼與機身之結合法，是用一種特別的鋼片，釘在機翼的前後桁之尾端（參觀第三十五圖之 M, M），另於機身上相當之處也裝置一種橫柱（參觀第五十六圖之 D, D），或於機身之橫支柱上，安置一種鋼樞（見第七十三圖），這個橫柱或鋼樞便與翼桁上的鋼片用鋼栓聯結起來。因爲在此處橫支柱是與直支柱及縱枕結合在一起的，所以全機身的重量便由此傳送到翼桁，而後到全翼上去。此處的橫支柱是製造得比別處的特別堅固，多半的飛機上是用一個鋼管，以便能擔當這種責任。按理論上說來，藉鋼片的結合，這個橫支柱可以視爲翼桁之引伸，左翼的前桁或後桁，藉此橫支柱爲中堅，與

右翼的前桁或後桁便可聯成一體。又利用這個鋼栓，機翼可以任意裝置於機身上，或是拆卸下來。

第七十三圖便表示一種最常見的機翼與機身之結合法。其中T為鋼管做的橫支柱，S為直支柱，L為縱枕，G為翼桁，R-R為主樑，就是



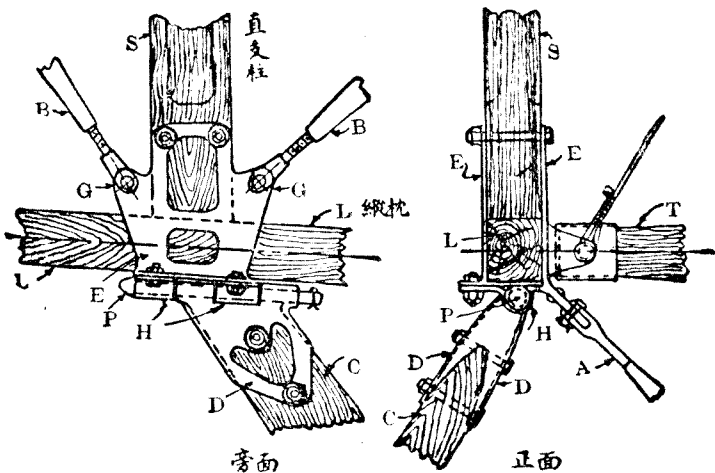
第七十三圖 機翼與機身之結合

機翼的內沿。A為鋼片，包在翼桁之尾端。B為眼片，此眼片一面用螺栓釘在鋼片A上，一面伸出，與橫支柱T相結合。橫支柱T的兩頭釘有鋼樞H。那個眼片使用鋼栓E與此鋼樞H結合起來。鋼栓的頭上穿有一眼，以便插進一個鋼管，不致鬆動。至於橫支柱T與縱枕L及直支柱S之結合法呢，則是另用兩塊鋼片裏應外合地將縱枕包裹着，將直支柱用

螺栓釘着，將橫支柱釘着。橫支柱上另有一個鋼環 I，用以緊繫機身上的支線 D，D、C 及 F 皆為機翼上的緊支線。我們由主樑 R-R 與機身之間隔看起來，知道機翼與機身並非聯成密不透風，其間卻有一大隙口的。

第五十七節 輪架與機身之結合

飛機停在地面上時，牠的全身的重量賴輪架支持着，所以輪架與機身之結合，也要很堅固的。不過普通輪架的木柱多半是與機身之縱枕交成一個很大的角度，所以計畫輪架與機身之結合，卻是一個很難的問題。若是機翼也在這一點與機身結合——大半卻是如此的——則更難上加難了。輪架也要和機翼一樣，用栓聯結於機身之上，以便易於裝置拆卸。



第七十四圖 輪架與機身之結合

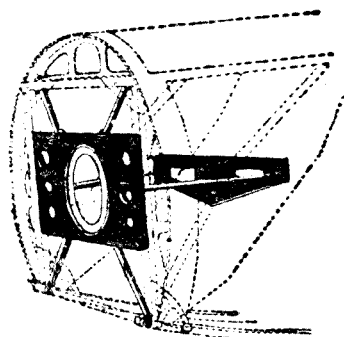
第七十四圖表示一種輪架與機身之結合法。其中L為縱枕，S為直支柱，T為橫支柱，C為輪架之木柱，E為聯結縱枕及橫直支柱之鋼片，G為鋼片上的耳片，B，B為機身上的支線，D也是一種鋼片，用螺栓釘在木柱C上，牠的上端做成兩節樞鈕，E片的下面也釘着樞鈕H，就夾放在那D片上的兩節樞鈕之間，而後用鋼栓P插入，以便結合起來。

第八章 機身之內部

第五十八節 重量之分佈

機身的作用，前面已經說過，但是那些駕駛員與乘客，發動機與燃料，等等的重量是怎樣分佈法，製造之先不得不有計畫。大概要是前曳飛機，那發動機總是在機頭之前（這只指單發動機的飛機而言）；要是後推飛機，那發動機總是在機身之後。駕駛員及乘客人等的座囊總是以愈近於機翼愈好，能在那壓力心 C. P. 之線上為最好，不過實際上不很容易做到，至於汽油桶與機油桶之位置，則各有不同。大概的說，在前曳飛機上，汽油桶多半安置於發動機之後，乘客座囊之前的機身之下，而機油桶則多半置於駕駛員座囊之後。在後推飛機上，那油桶多半是安放在駕駛員座囊之後，發動機之前。總之，汽油和機油的重量，在飛行之中是時時變化的，所以這些油桶總以能安放在適宜的位置，而使飛機之平衡，不致因為這個變化而生什麼影響為最佳。

第五十九節 發動機間



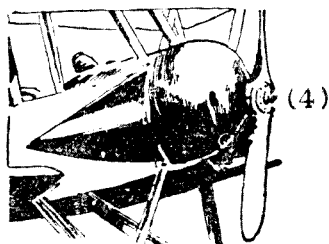
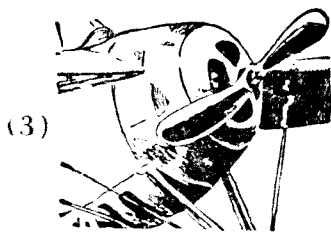
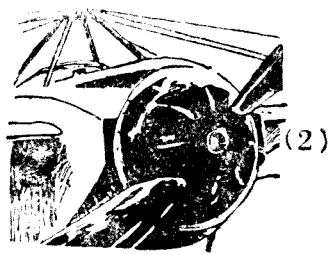
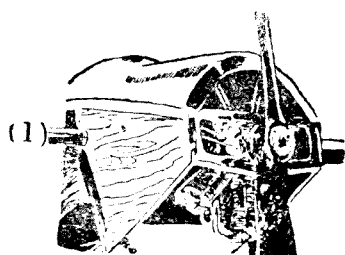
第 十 五 圖

愛弗羅雙葉教練飛機之發動機間

發動機在機身上所佔的空間稱為發動機間。在單葉飛機或前曳雙葉飛機中，發動機間總是在機身之最前面，其內部的構造也隨着發動機之式樣的分別而各有不同。對於旋轉式或輻射式(詳後)的發動機，發動機架普通為一塊鋼板，釘在機頭上，發動機的曲柄軸便通過那鋼板的中心，發動機則釘於鋼板之四圍，後面再用一塊鋼板架着曲柄軸，使牠有所支持。如第七

十五圖，愛弗羅雙葉教練飛機的發動機間便是如此製造的。

這種發動機間的前面總有一個帽子蓋着，一為保護發動機，二為減

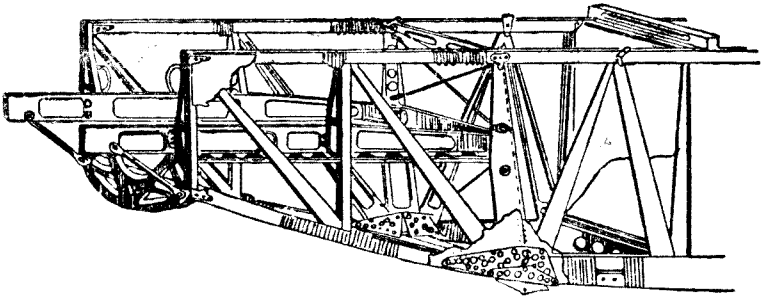


第 十 六 圖 機 頭 之 形 式

少機身之阻力，如第七十六圖，係表示常見的四種帽子：(1) 爲平帽形，(2)，(3) 與 (4) 皆爲氈帽頭形。不過這種樣子只適於旋轉式或輻射式的發動機之用，至於那種用水散熱，靜定式(詳見後)的發動機所需的發動機間，卻與上述的又完全不同，既長而又重些，如第七十七圖所表示的便是一種。

無論是那種發動機間，最要的是要造得易於檢查修理，發動機之各部分有了毛病，可以不用將全部機器拆卸下來，就着機架便能將該部分修理，而每次飛行前和飛行後的發動機上各部分之檢查也很容易達到。

飛機在空中飛行時，因發動機之急速轉動，震動力非常之大，故發動機與發動機間之連結必求其十分堅牢，絕不可有在半空中每一部分忽然鬆動之虞。其他各附件，例如散熱器，機油桶，油管，水管，等等也必須與發動機緊緊地結合着。



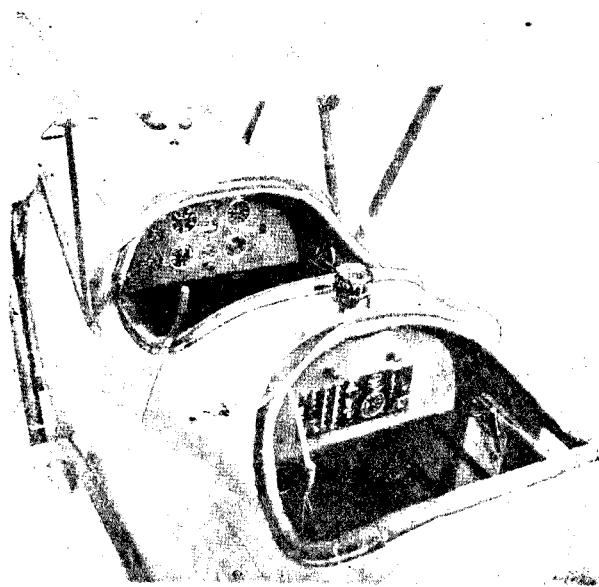
第七十七圖 發 動 機 架

在雙發動機的飛機上，那兩個發動機總是安放在左右兩翼之中間，而不居於機身之本身上的，所以那個發動機部可算自成一個單位。那發動機部通常是兩個架子，用支柱與支線緊支於兩翼之間，如維梅商用飛

機及漢得烈配治飛機便是這樣，又有一種特別製造法，如開普讓尼三發動機的飛機，是正中一個機身，後推式，裝載駕駛員與客人，後面有一後推式的發動機，左右兩邊各有一個發動機部，係造成前曳飛機的機身之形。所以這種特別的飛機可以說有三個機身，一個後推的，兩個前曳的，三者皆支持着尾翼。

第六十節 駕駛員座囊

駕駛員座囊除了駕駛員的座位之外，還包括所有駕駛的機械和儀表。駕駛的機械在駕駛面部一章內再說，至於為駕駛用的儀表是統都安釘在一塊木板上，稱為儀表板的，豎立在駕駛員之面前，使駕駛員能一



第七十八圖 駕駛員座囊

目瞭然，駕駛員飛行時多半依賴着那些儀表作他的引路之老馬。

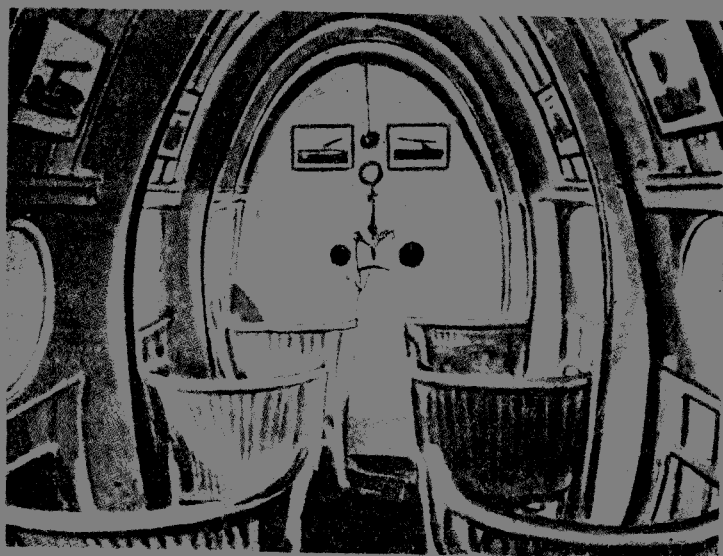
駕駛員的座位有用鋁板或木板做椅而沒有墊的，有用柳條編成椅子的，又有加上皮墊的。總之，座位務宜舒適而不可過於侷促。那些駕駛桿，駕駛盤，以及駕駛器就在座位之前，使駕駛員能於運用自如，而無鞭長莫及之患。

第六十一節 乘客座囊

乘客座囊在軍用飛機中是裝載觀察員或戰鬪員的，在商用飛機中是裝載客人，有時裝載輕便貨物郵件的。乘客座囊大半是在駕駛員座囊之前，有時也有在後面的。在商用飛機中，載客三四人以至十數人者，那乘客座囊總是在機身之中部，而駕駛員則居於前部，以便易於瞭望。

商用飛機的乘客座囊皆製造得十分考究，座位則寬敞舒適，裝飾則幽雅悅目，兩旁皆有玻璃窗，以便乘客可以左右遠望，俯視下面大地上的風景。

第七十九圖爲維梅商用飛機乘客座囊之內部（我國所購的大維梅，用以飛行於北京，濟南間，或是北京，北戴河間的航線上，或遊覽萬里長城的，例如大鵬哪，舒雁哪，正鵠哪，（這皆是航空署爲此種飛機所定的名號），牠們的座囊就是這樣，這個座囊——或稱艙位——就是一種單殼式的機身，牠的內部裝設情形，當於後面詳細說之。不過這種座囊有一最特別的地方，就是在機身之最後面，另有一間小房，置有便池，以便客人在途中更衣之用。有人一定要問說，“那麼，飛機在空中飛行時，客人的排洩物墜落下來，豈不怕中在地面上的人頭上麼？”要知道人在高



第七十九圖 維梅商用飛機乘客座囊之內容

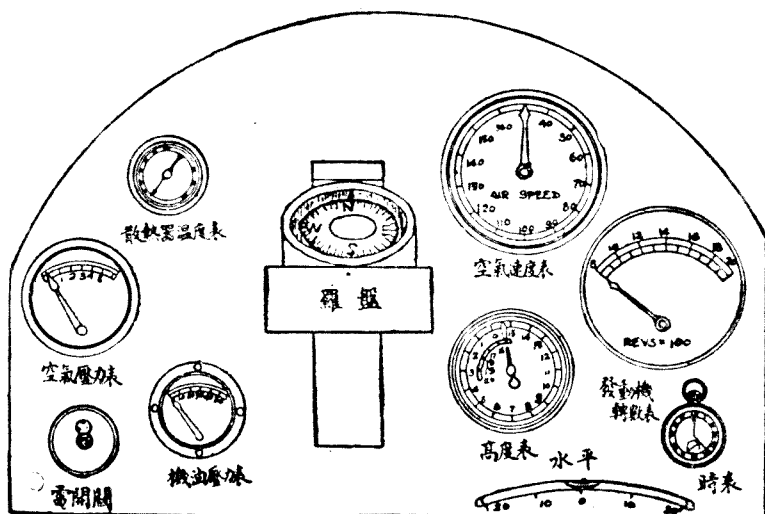
空中小便，落下來，在半空中已為風所吹散，化為烏有，固與地面上的人無妨。這個座囊一共可乘十人，所有坐椅皆是活釘着的，要是不載客人，改作裝貨之用，可將那些椅子取下，以容貨物或郵件。

還有那汗得烈配治飛機（第五十四圖）的乘客座囊，也是製造得很精美的。裏面有很考究的靠背椅，可容十五人，地板上鋪着地氈，有極美麗的窗簾，艙頂上安有電燈，有時辰鐘，有照鏡，並有一間便所。在前面駕駛員座囊與這個座囊之間還有一個小行李間，以便客人擱置輕便行李。

第六十二節 飛行中所需的儀表

飛機在空中飛行，不比汽車行駛于地面上有線路可循，却和輪船在茫茫大海中一樣，要依靠一種特別的器械來指示方向。並且飛機是行動于三度空間的，所以飛行時不特要知道牠的方向，還要知道牠的高度，尤其要緊的是牠與空氣的相對速率。

駕駛員常要駕駛他的飛機冲出重霧之上，或高入雲端，此時大地既不易辨別，他的感官也不能完全依靠，惟有藉助于種種的儀表。現時飛機上所用的儀表日趨煩雜，要想將牠們一一加以說明，實非本書的能力所及。本書只能將其中最重要的幾種分述于下。這些儀表皆是裝置在儀表板上，如第八十圖。



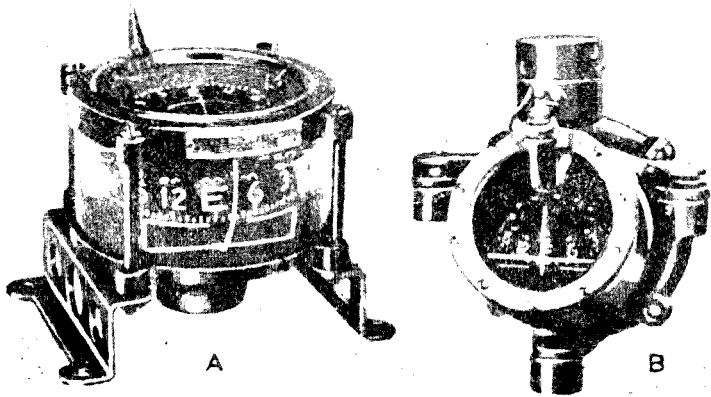
第八十圖 儀 表 板

一架飛機上普通所有的儀表是羅盤，用以測定飛行之方向，空氣速率表，用以測定飛機與空氣之相對速率；高度表，用以測定飛行之高度，

水平儀，用以測定飛機之水平或傾斜；發動機轉數表，用以觀察發動機之轉動數；汽油與機油壓力表，用以觀察汽油與機油之壓力；空氣壓力表，用以測定空氣之壓力；散熱器溫度表，用以量計散熱器中水之溫度，這在空氣散熱的發動機中自然是不需之品；還有一個電開關，用以駕駛磁力發電機之開關。

第六十二節甲 羅盤

對於長途飛行最緊要的器械，首推羅盤。這種羅盤總是放在儀表板之中心，使駕駛員最易看得到。牠的動作原理，我們平時都是熟知的不用多贅，不過牠的構造，與平常所用的羅盤卻有大同小異之處。牠是一塊圓片，稱為儀面，上面週圍刻着東，南，西，北，東北，東南，西南，西北，等等的方位，並分成 360 度。圓片的底面附著一兩根輕磁針，中心安插

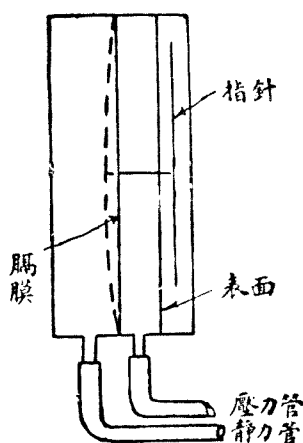


第八十一圖甲 羅 盤

在一個樞軸上，以便可以自由迴旋。這種儀面被關閉在一個圓匣之中，匣內含有一種液體，為百分之二十的酒精與百分之八十的蒸溜水之混合液。這個圓匣就吊在雙環架上。第八十一圖甲表示二種羅盤的構造。

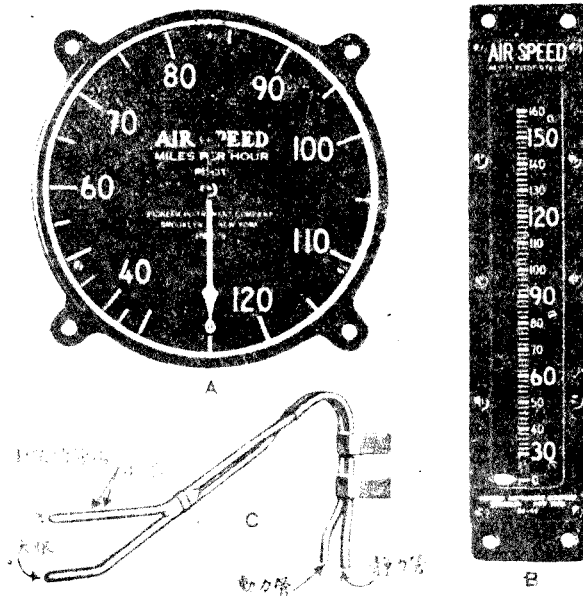
第六十三節 空氣速率表

空氣速率表是一種器械，用以報告駕駛員，他的飛機經過空氣中（非經過地面上）的速率，就是報告飛機與空氣間的相對速率的。大概說來，該器含有兩部分：表和兩管。表為一扁圓盒，有一不透空氣的玻璃面，裏面有一表面，表面前有指針，指針桿直連於後面一個橡皮隔膜上。隔膜之前面有一條出口，連接一個管子，稱為壓力管，後面也有一條出口，連接一個管子，稱為靜力管，兩管並排地安置着，如第八十一圖乙，壓力管是開着口的，那管口就向着空氣；靜力管的管端卻是封閉着，只



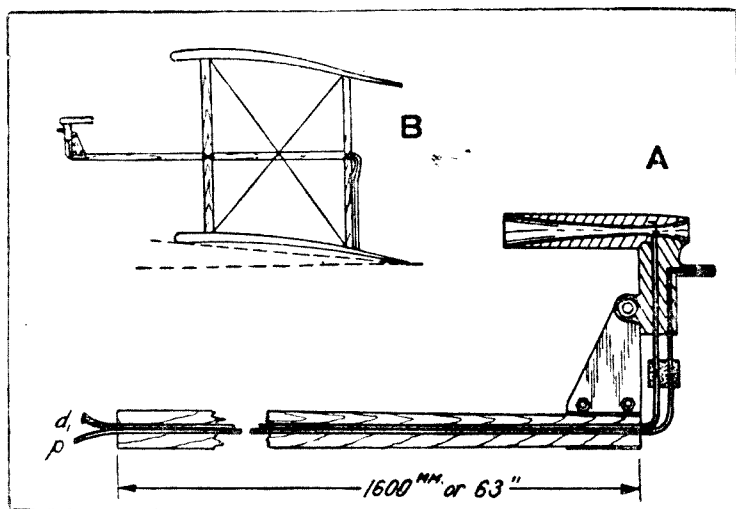
第八十一圖乙 空氣速率表

在旁邊有一圈小眼，以便運氣。飛機飛行時，空氣遇到壓力管，由管口直衝進去，空氣的壓力施於那橡皮隔膜，將牠壓得直向後凹縮，而成圖中之虛線形，於是牽動了那表面前面的指針，這種壓力便又由隔膜傳到後面那邊去。這兩面的壓力之差是與速率之平方成正比例的，藉指針指示於表面之上。



第八十一圖丙 空氣速率表

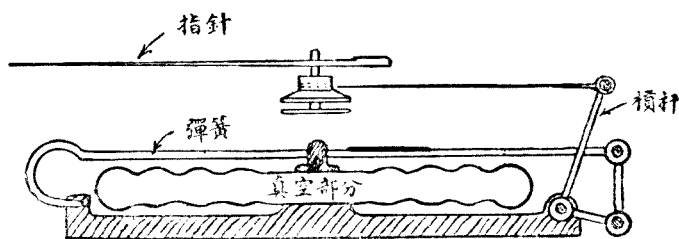
第八十一圖丙表示兩種空氣速率表之構造，圖中之C表示靜力管與動力管之結合。第八十一圖丁表示靜力動力兩管裝置在機翼上之情形。



第八十一圖丁 靜力動力兩管之裝置

第六十四節 高度表

高度表是指示飛機距地面之高度的器械，也是藉空氣之壓力而動作的，並受空氣的溫度之影響。該表也有一個表面，由 0 尺到 10000 尺或 20000 尺，以每百尺或每千尺計算。高度表實在就是一空盒驗壓器，藉金屬之漲縮以測定氣壓的，因為空氣之壓力是與高度相比的，愈在高處，空氣之壓力愈減小。該表的主要部分為一真空盒，盒蓋為一極薄的金屬板，既有彈性，且有凸凹之環狀紋，極為精巧靈驗。蓋板上設有槓桿，與一指針相連，如第八十一圖戊。由高度之低高，空氣壓力有大小，由作用於蓋板上方的空氣壓力之大小，蓋板面或凹下，或凸起，於是那槓桿與彈簧，便將這漲縮的動作傳到指針，而指針乃在刻有尺碼的表



第八十一圖戊 空盒驗壓器

面上轉動，以表示高度(就是壓力)。

第六十五節 水平儀

水平儀為一個弧形玻璃管，裏面裝有水和酒精之混合液，留着一個空氣泡在中間。當飛機以水平的位置前進時，那空氣泡總是居在水平儀之中心，刻有 0 度之處。若是飛機一傾斜了，那空氣泡便向着機翼高起的那邊跑去。飛機之位置一經改正之後，空氣泡也就隨時歸還原位到中心點來。

第六十六節 發動機轉數表

發動機轉數表也是應用空氣之壓力，以表示發動機之轉動數的。也和別的儀表一樣，有一表面和指針，表面上刻着發動機每分鐘轉動之數，大概是由 500 到 1500 或 2000，或者更多。轉數表藉齒輪直連於發動機之曲柄軸或偏心軸，為曲柄軸或偏心軸所開動，於是藉離心力之作用，發生空氣之壓力。所以空氣之壓力是根據於離心力，而離心力又隨齒輪之轉動而有變化，齒輪又與兩軸之轉動成一比例數。於是轉數表

內的空氣之壓力便表示發動機之轉動數。通常表面上的數目只是由 5 到 15 或 20, 須用 100 乘之, 始得實在的轉動數。

第六十七節 汽油機油壓力表

汽油壓力表是表示汽油桶內的空氣之壓力的, 直接連於汽油桶之上面, 當抽氣機將空氣抽入汽油桶內時(詳見後), 這壓力表也受桶內的空氣壓力之作用而表示在表面上。機油壓力表則是連於抽油機和發動機的曲柄軸之間, 以表示所施於曲柄軸的機油之壓力的(詳見後)。

第九章 駕駛面之構造

第六十八節 分類

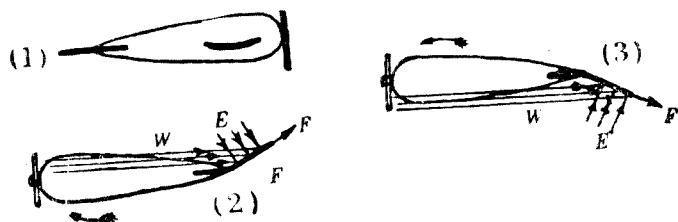
一個飛機要是沒有駕駛面，便如同輪船失了舵一般，只能縱的向前進行，不能上下左右轉動一如人意了。但飛機之所以成爲重要器械的，是因其能左右轉動，上下升降，於是駕駛面乃爲不可少之機件。駕駛面共有三類：一爲升降舵，二爲左右舵，三爲偏斜翼。現在將他們分別述之於下。

第六十九節 升降舵

我們要開駛飛機，是先將發動機開動了，於是螺旋槳也隨着轉動起來，發生風力，將飛機推着前進，進行沒有幾百尺之遠，速度已充足了，尾翼也舉起來，成水平的位置，駕駛員於是將升降舵略爲向上撓起，則飛機就隨着升起來了。若想飛機繼續升高，便將升降舵繼續向上撓着；若是不要飛機再升高，只要縱的向前進行了，便使升降舵復歸原位，就是與尾翼成一直線；若想飛機降下來，便將升降舵向下垂着。這個道

理是因爲升降舵撓起或垂下時，有一部分風力，接觸了舵面，生一種力，常要使牠成水平。

如第八十二圖，(1) 爲飛機取水平的位置，向前縱進，由螺旋槳轉動所發生的風力向後投射，在升降舵面上滑溜而過，不生什麼影響。此時若將升降舵撓起，如 (2)，則風力 W 投射在舵面上，分成兩種分力，一與舵面平行，如 F ；一與舵面成垂直，如 E 。 F 力在舵面只滑溜而過，與牠不發生關係，而那垂直的分力 E ，則壓在舵面上，定要使牠成水平的位置，於是機頭就隨着取矢線所表示的方向而抬起來，飛機便上升了。若升降舵撓起更高，則機頭抬起更高。升降舵繼續撓着，則那種垂直的分力繼續作用於舵面，而飛機也繼續升起。此時若使升降舵歸還原位，與尾翼成一直線，則風力便將機尾全部舉起，而成水平的位置，飛機仍只向前縱進，而不再升高了。若將升降舵垂下，如 (3)，則風力 W 投射在舵面上，分成兩種分力，一與舵面平行，如 F ，只在舵面上滑溜而過，不



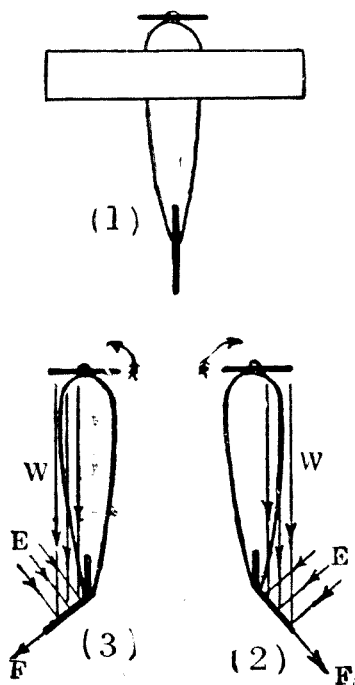
第八十二圖 升降舵之動作

發生什麼影響，一與舵面成垂直，如 E ，壓在舵面上，定要使牠仍成水平，於是機頭不得不下墜，而飛機便落下了。此時若將升降舵還原，則風力便將機尾全部壓下，使飛機仍成水平，飛機便也只向前縱進了。

第七十節 左右舵

飛機在飛行中，遇到要轉彎時，便藉助於另一種器械，左右舵。要向左轉，便將牠向左偏動，要向右轉，便將牠向右偏動。這個道理，也和升降舵一樣，當牠向左或向右偏動時，藉着風力的作用，將飛機向左或向右轉動。

如第八十三圖之(1)，左右舵是在正當的地位，就是與飛機之中線成一直線，飛機便直進。假如將左右舵向右偏着，如(2)，則風力 W 投射



第八十三圖 左右舵之動作

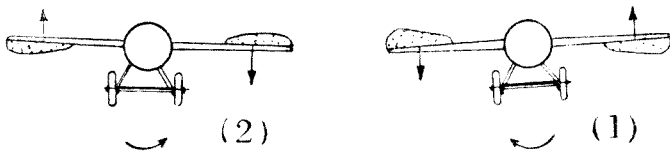
在舵面上，分成兩種分力，一與舵面平行，只滑溜而過，不發生關係，如 F ，一垂直於舵面如 E ，推着舵面要使牠成與 W 線平行，於是飛機被推動得向右轉了。舵面若是繼續偏着，則飛機繼續向右轉動。若將舵面復歸原位，則風力 W 與舵面不再發生關係，而飛機便順着那方向進行了。假如將左右舵向左偏着，如(3)，則風力 W 投射在舵面，也分成兩種分力，平行力 F 及垂直力 E ， E 力便推着舵面要使牠成與 W 線平行，於是飛機被推動得向左轉了。若將舵面還原，飛機便順着那方向進行，不再轉彎。

第七十一節 偏斜翼

我們乘腳踏車，遇到轉灣時，定要將身體和腳踏車一同向內偏斜着。鐵路遇到曲線，定要將外軌鋪得比內軌略高，好使火車行於這曲線上，能向內偏斜着。因為凡物體行於曲線上時，常有一種離心力，要使牠向外傾翻，所以一定得向內偏斜着，好生出一種力來抵抗那離心力，使成平衡。飛機飛行時，遇到轉灣的地方，自不能成爲例外，也得採用一種方法，能使飛機向內偏斜着，偏斜翼就是適應這種需求的。

偏斜翼是鉸釘於左右兩機翼的後面外角的，與機翼適成一體。在雙葉機翼上，有時上下兩層皆有，有時只有一層裝置着。牠的動作是一面向下，同時他面便向上，不能兩面同時向上或向下，否則便成爲一種升降舵的用處了。當飛機向右轉動時，將偏斜翼的左面向下，右面向上，於是風力射在左面，增加了左翼的舉力，同時風力射在右面，減少了右翼的舉力，而飛機自然向內偏斜了，如第八十四圖之(1)。飛機若向左轉

動，則將偏斜翼的左面向上，右面向下，如 (2)，於是風力射在左面，減少了左翼的舉力，同時風力射在右面，增加了右翼的舉力，飛機也是自然向內偏斜了。飛機轉彎愈急，則偏斜翼的偏斜要愈大。有些飛機的偏斜翼，只是單面動作的，就是一面向下垂，同時他面仍保持常狀，並不動



第八十四圖 偏斜翼之動作

作，例如飛機向右轉，便只將左邊那偏斜翼垂下，增加了左翼的舉力；向左轉，則只將右邊那偏斜翼垂下，增加了右翼的舉力。

偏斜翼並不專為飛機轉彎之用，還有別種用處，等到後面再說。

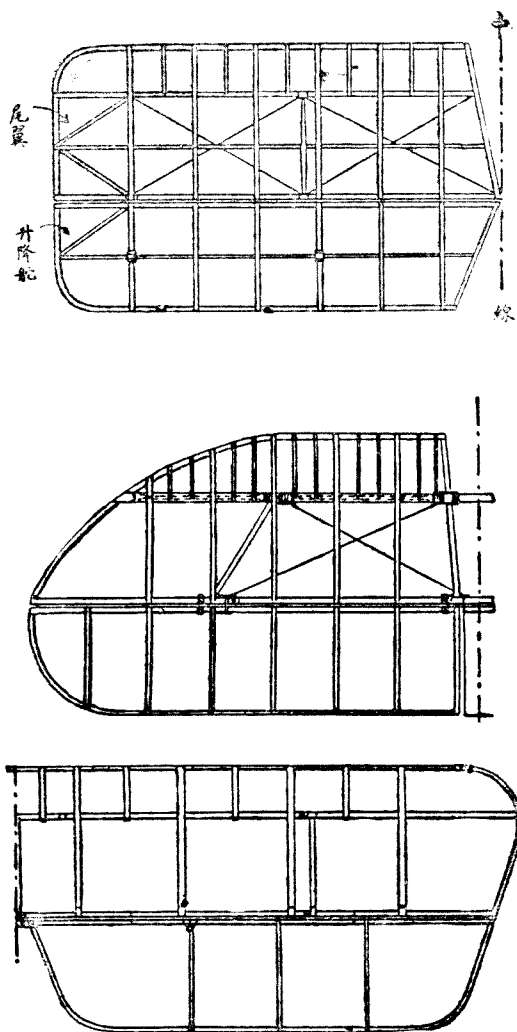
第七十二節 尾翼及鰭

尾翼是一種安定的器械，牠的作用是平衡飛機。因為飛機飛行時，風力將機翼頂着，後面若是沒有一種支持的面積，將機尾支持着，則機尾便要向下墜，而有頭輕尾重之患，所以要特設一種尾翼，使風力也射在尾翼面，將牠頂起，適足以保持機翼，使與空氣流成一適當的角度。

鰭也是一種安定的器械，遇着不定的風力時，有這種面積，可以減少縱橫的擺動。

第七十三節 尾翼及升降舵之構造

尾翼的構造，也和機翼相仿，有橫桁，有縱樑，有引邊和尾弓。牠是兩面凸起來的，有時只上面凸起，下面則扁平。



第八十五圖 尾翼及升降舵之構造

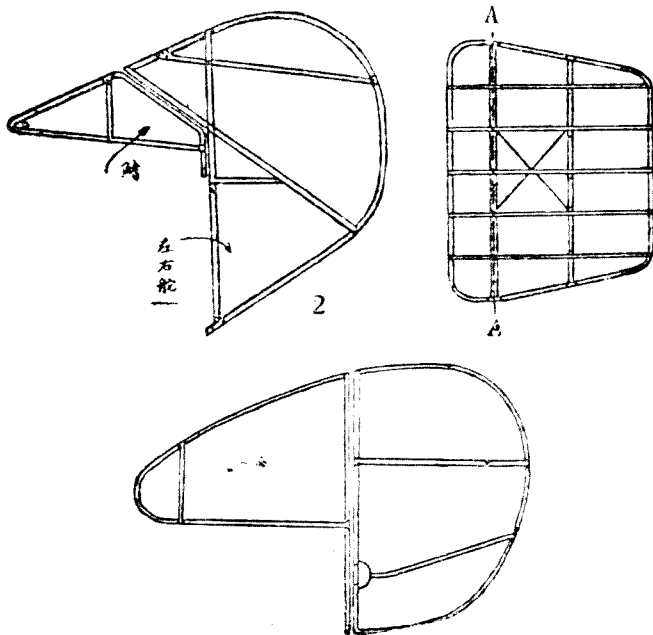
尾翼是固定於機身之最後部的，牠的後面便鉸釘着升降舵，當飛機平飛時，升降舵與尾翼適成一直線，適成一體。

升降舵也有橫桁，縱樑，曳邊和尾弓。骨架外面皆是用布為包皮。

第八十五圖表示幾種尾翼及升降舵之骨架。自然是各種飛機各有其構造不同的尾翼及升降舵，但原則皆是一樣的。

圖中虛線是飛機之中線，尾翼及升降舵皆只表示半面，因為兩面皆是相對稱的，看了一面，便可以知道另一面。

升降舵運動的角度最大限於上下三十度，大過這個角度，便要遇到危險。

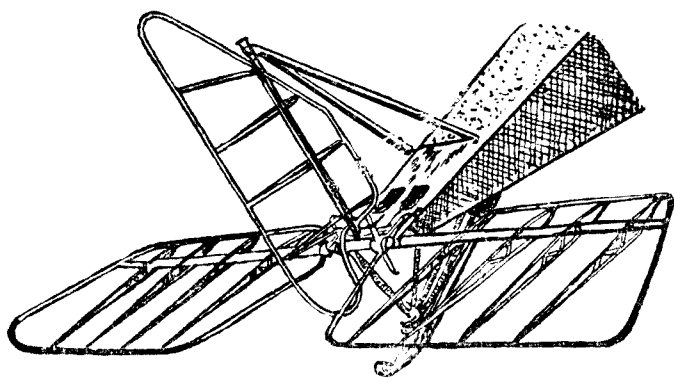


第八十六圖 尾及左右舵之構造

第七十四節 鰭及左右舵之構造

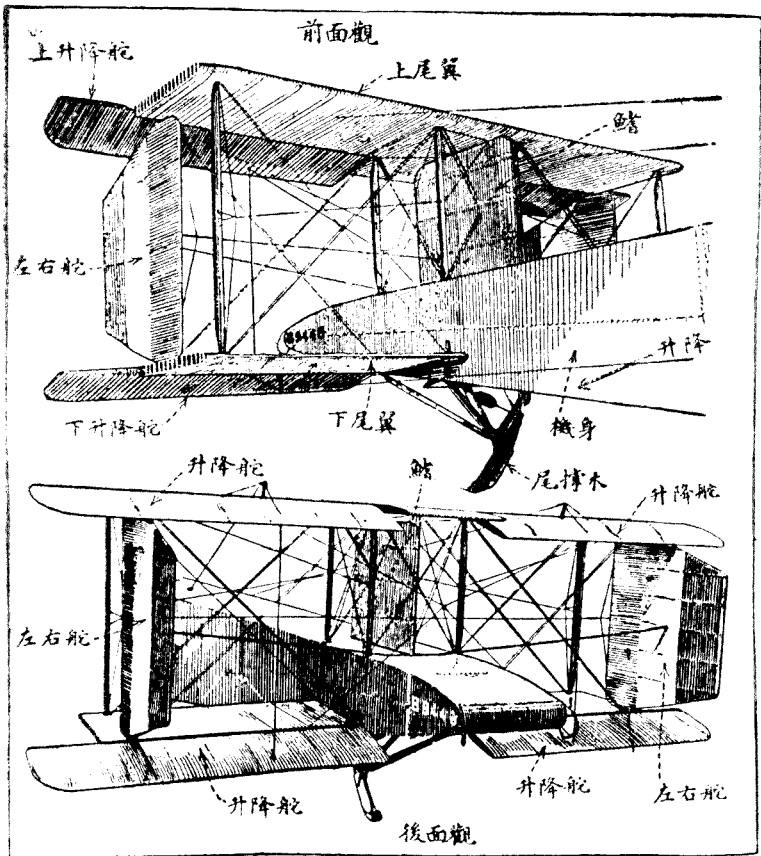
第八十六圖表示幾種鰭及左右舵之骨架。鰭是豎的，固定於機身最後部的上面。左右舵有時與鰭完全分開，如圖之(1)；有時有一部分蓋在鰭的上面，如(2)；有時與鰭合成一體，如(3)，A-A為一樞軸，立着，鰭及左右舵便繞着這樞軸左右轉動。

機尾——就是尾翼及升降舵，鰭及左右舵——是以木為骨架，也有幾種飛機用鋼的。第八十七圖便表示一種用鋼為骨架的機尾，尾翼及升降舵造成一體，引邊及曳邊是用細鋼管，橫桁也是用鋼管，這橫桁又兼樞軸之用，尾翼及升降舵就繞此樞軸上下轉動。鰭及左右舵也是造成一體，也用細鋼管為邊沿，桁也是鋼管，兼做樞軸，鰭及左右舵就繞此樞軸左右轉動。



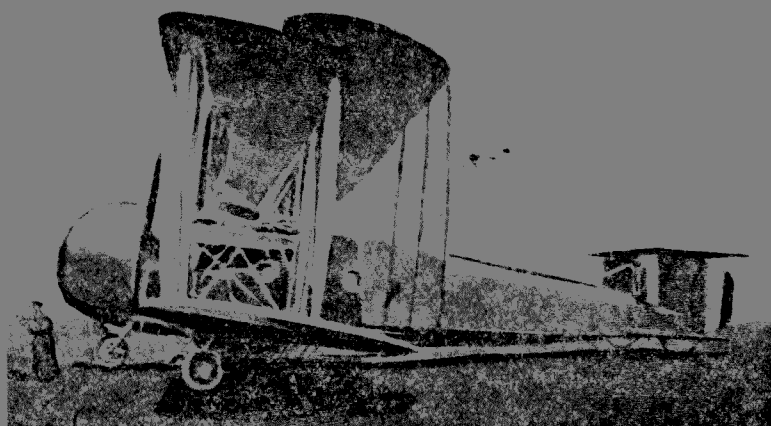
第八十七圖 鋼 機 尾

這是一種單機尾，就是說，尾翼及升降舵只有一層，安置在機身的



第八十八圖甲 漢得烈配治飛機之尾部

最後部，鰭及左右舵也只是一幅，安置在中間。小飛機身上皆採用這種單機尾。在大飛機上，因為載重的關係，機翼，機身，各部分皆放大了，於是機尾的窗債也得放大，放大的方法，就是採用兩層尾翼及升降舵，安置於機身最後部的上下，兩幅鰭及左右舵，安置於機身最後部的左右。維梅商用飛機便採用這種雙機尾，如第八十八圖。

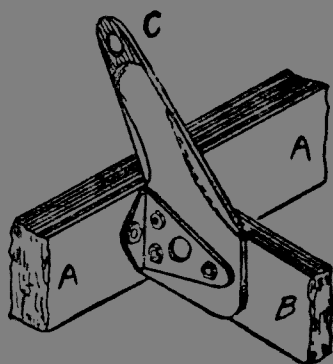


第八十八圖乙 維梅飛機

第八十八圖甲表示漢得烈配治飛機的尾部之構造。

第七十五節 偏斜翼之構造

偏斜翼的構造，在機翼之構造章裏已略為帶着提及了。牠雖然與機翼成一體，卻是分開製造，完成後鉸釘在一塊的。第八十九圖表示偏



第八十九圖 偏斜翼之構造

斜翼的縱橫桁裝置的大略情形。A-A 爲橫桁，B 爲縱桁，用鐵角兩面釘牢，橫桁便鉸釘於機翼的後桁上，藉着牽引鐵鼻 C，可以使偏斜翼上下活動。

第七十六節 駕駛法

駕駛桿，駕駛輪及駕駛鞴

飛機在飛行中，駕駛員共有三項動作：一爲偏斜動作，就是駕駛偏斜翼；一爲上下動作，就是駕駛升降舵。這兩種動作皆屬於手；一爲左右動作，就是駕駛左右舵，這種動作是用足。

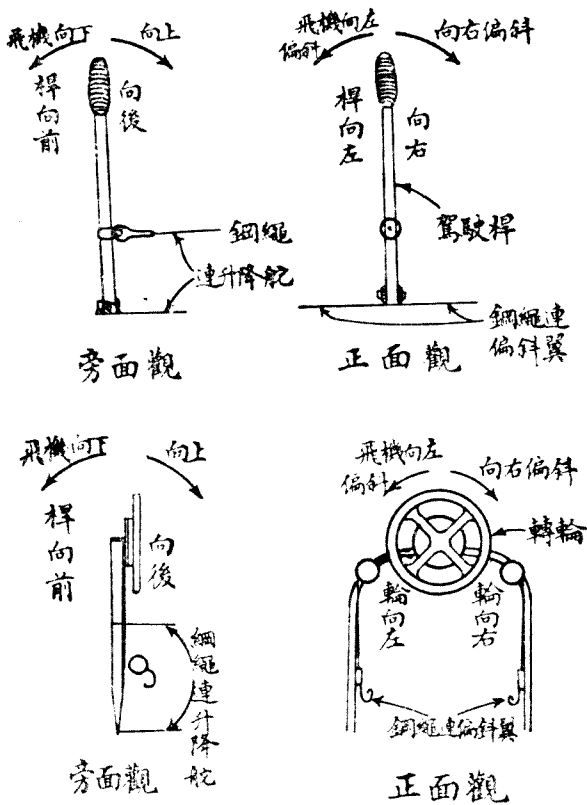
在小飛機上，駕駛升降舵及偏斜翼最常用的方法，是用一**駕駛桿**，而駕駛左右舵則用一**駕駛鞴**（參看七十七圖）。在大飛機上，多用**駕駛輪**——代替駕駛桿，這是一種 U 字形的彎木桿或鋼管倒置着，中間置一轉輪，輪上有一滑子。彎桿駕駛升降舵，而轉輪則駕駛偏斜翼。駕駛輪比駕駛桿較爲穩妥，但是所佔地面較大，所以適宜於大飛機上。

在教練飛機上，有所謂雙駕駛法的，就是前後各置一副駕駛桿及駕駛鞴，兩駕駛桿，兩駕駛鞴，各互相聯着。因爲在飛行中，飛機嗚喻的聲音喧擾着，教師坐在後面說話，學生在前面實不能聽到，只有使教師的一舉一動能直接傳達於學生之法，雙駕駛法就是適應這種情形的。

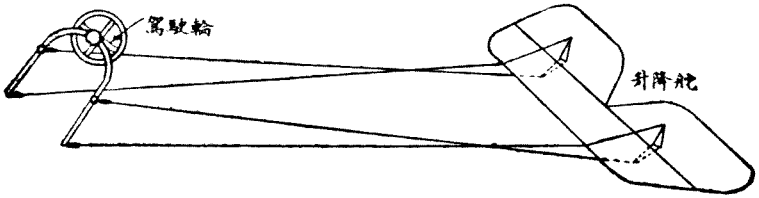
升降舵藉鋼繩連於駕駛桿，或駕駛輪之彎桿，偏斜翼藉鋼繩連於駕駛桿下，或駕駛輪之滑子上，左右舵藉鋼繩連於駕駛鞴。

第九十圖表示駕駛桿及駕駛輪之動作。駕駛員運動駕駛桿或駕駛輪向前（旁面觀），如矢線所表示，則升降舵向下墜，飛機向下降；向後則

升降舵向上舉，飛機向上升。運動駕駛桿或轉輪向右，則偏斜翼之左翼向下，右翼向上，飛機便向右偏斜；向左則偏斜翼之左翼向上，右翼向下，飛機便向左偏斜（正面觀）。所有左右前後皆是就駕駛員之位置而言。



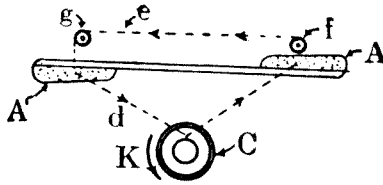
第九十圖 駕駛桿及駕駛輪之動作



第九十一圖 駕駛輪與升降舵之聯結法

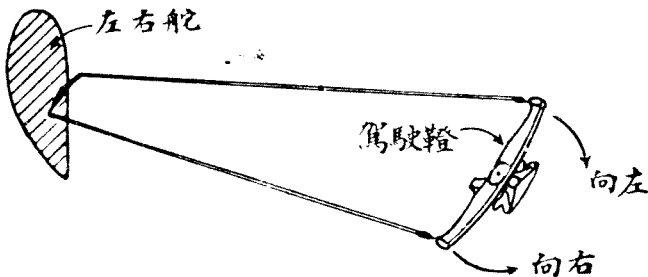
第九十一圖表示駕駛輪與升降舵之聯結法。

第九十二圖表示轉輪與偏斜翼之聯結法。其中C為轉輪，A-A為



第九十二圖 轉輪與偏斜翼之聯結法

偏斜翼。當轉輪C向左(反鐘針向)運動,如矢線K所表示,則d繩將左翼A拉下,同時聯結左右翼的e繩隨着將右翼A拉上相當的長度,小滑子f, g 是用以引着e繩的。



第九十三圖 駕駛輪之動作

第九十三圖表示駕駛韉之動作。駕駛員足踏駕駛韉，將左足向前，則左右舵便向左，因之飛機便向左轉動；將右足向前，則左右舵便向右，因之飛機也向右轉動。

第十章 輪架之構造

第七十七節 輪架之作用

飛機停落於地面上，全身的重量皆藉輪架支持着。當飛機在飛行場上溜走，將起未起的時候，全身的重量既皆積於輪架，牠須十分堅強，同時還要有彈性，能使飛機在地面溜走，不遇若何阻力，而能漸漸得到充足的速度，足以飛升起來。又當飛機落到地面，全身的重量既賴輪架支持，所受的震動既大，同時還要能向前溜走若干步，而後漸漸速度減下來，以致於停止。假若輪架構造得不堅固，便不能支持重量，或是沒有彈性，便不能受震動，飛機將有傾覆之虞。這是飛機上所以要有輪架的主要原因。但是輪架的作用並不只此，現在將牠們總述於下：——

- (1) 飛機停於地面上時，支持全身的重量。
- (2) 使飛機將飛起時，在地面上易於溜走。
- (3) 使飛機降落平穩。
- (4) 保護螺旋槳使不致與地面接觸。
- (5) 飛機降落猛烈時，保護着牠不致受損傷。

第七十八節 輪架之樣式

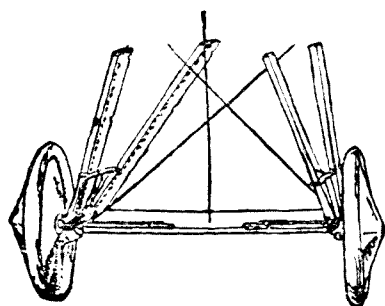
輪架的樣式概括的可以分爲兩種：——

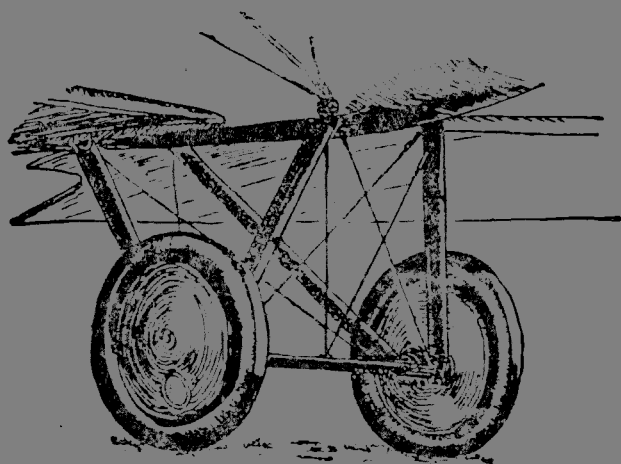
(1)單有輪架而沒有縱撐木的。(2)既有輪架兼有縱撐木的。

輪架是一對膠皮輪，用輪軸聯結，輪心置有彈簧，有一種構架將輪軸與機身聯結起來，這就是第一種樣式。另有人於輪架之間安置一根或一對縱撐木，這就是第二種樣式。

計畫一種適宜的輪架，實是一件很麻煩的問題。因為牠所受的壓力既大，而牠的重量和阻力卻要減至最小度，必要易於修理，輪必要大，足以在地面上轉動自如。

一種最簡單而應用最廣的輪架是V字形，無論是單葉，雙葉，或三葉飛機皆適宜的，如第九十四圖。這種輪架爲兩個V字形的構架，或用流線形的木柱，或用鋼管，上端固定於機身之下，下端聯於輪軸。輪軸並非與V架固結着，乃是用膠皮彈簧聯繫起來的，膠皮輪則安於輪軸之兩頭。因為有時飛機降落，只有一輪觸地，另一輪仍在懸空，結果旁面打





第九十四圖甲 V字形的輪架

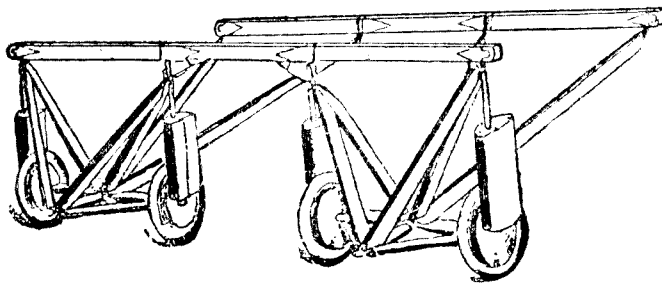


第九十四圖乙 分劈式的輪架

擊很大，要想免除這種缺點，於是用鋼繩交叉的將輪軸聯於機身。圖之(1)爲英國布力斯託戰鬪機上所採用的，(2)爲美國熱提馬丁飛機上所採用的。

惟上面所述的那種輪軸橫支于兩輪之間，在飛機降落時，如碰觸硬石或別種障礙物，很易折斷，便要發生危險，現時的趨勢多採用分劈式，將兩輪分別裝置于機身之下，如第九十四圖乙。

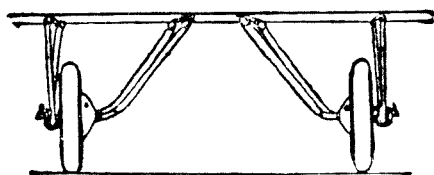
在大飛機上，用兩架發動機置於左右兩機翼上時，則輪架使用兩個，置於左右兩機翼之下面，如第九十五圖表示汗得烈配治飛機上所採



第九十五圖 汗得烈配治飛機之輪架

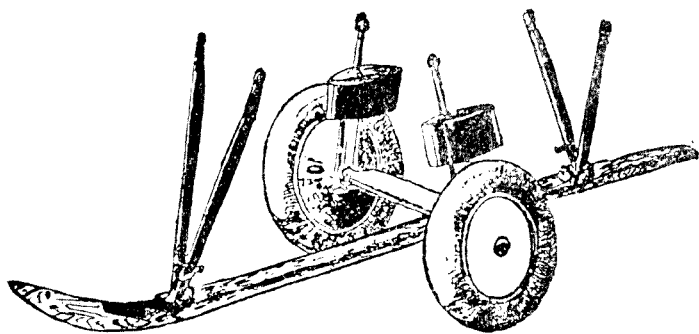
用之輪架，兩個輪架用前後兩橫桁聯着，這種橫桁便固定於機身及左右兩翼之下，參看第五十四圖便見其詳。還有維梅商用飛機也是用兩個輪架直接置於兩發動機架之下的。

第九十六圖表示一種愛弗羅雙發動機飛機所採用的輪架，不用輪軸，單用斜柱支持着，上面用橫桁固定於機身之下，兩輪就直接居於兩發動機之下。



第九十六圖 愛弗羅雙發動機飛機之輪架

採用縱撐木，有用一根的，有用兩根的。若用一根，則安置於輪架之中間，若用兩根，則安置於兩邊。縱撐木藉兩對V字形木架前後固定於機身之下，前端較後端略下，距地約有幾吋之高，免直接接觸地面，如第九十七圖爲愛弗羅教練飛機之輪架，是用一根縱撐木。

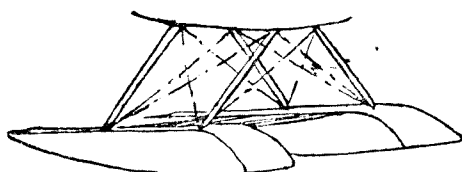


第九十七圖 愛弗羅教練飛機之輪架

這種縱撐木固能於飛機降落時，撐着機頭免致向下栽而有傷於螺旋槳，但偶一不慎，降落太猛，機頭向下，則撐木頭直插於地中，反有傾覆之患，故現時已被淘汰。

又有人不用縱撐木，卻於機頭之下安置一小膠皮輪，如維梅商用飛機使用此法。

水面飛機起落於水面，不能用輪架，卻用小浮船，如第九十八圖便表示最常用的一種。



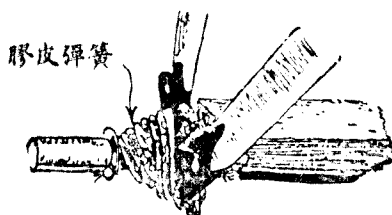
第九十八圖 水面飛機上之小浮船

第七十九節 膠皮輪

膠皮輪與汽車上所用的相仿，但是比較輕些。輪的兩面皆用帆布包着，以減少阻力。輪的大小是按輪的全直徑及膠皮圈的直徑計算的。通用的一種是 $26'' \times 4''$ 就是輪的全直徑為二十六吋，膠皮圈的直徑為四吋。大飛機上有用 $30'' \times 4''$ ， $34'' \times 4''$ 及 $40'' \times 10''$ 的。

第八十節 彈簧及輪軸

彈簧有用鋼的，有用膠皮的，膠皮彈簧既比鋼的彈性大而且重量輕，所以近世飛機多採用膠皮的。

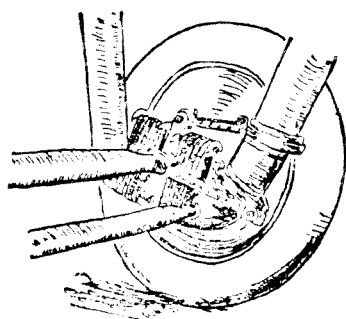


第九十九圖 膠皮輪

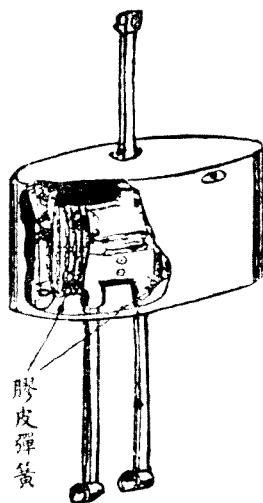
最普通的一種是膠皮結，如第九十九圖，繞着輪軸纏成一結。

第一百圖爲 II 3 標準彈簧，在輪軸之上掛有一吊鉤，膠皮便繞着纏結起來。

還有一種用在愛弗羅飛機上的，如第一百零一圖，是將輪架之支柱分成兩段，中間用膠皮結作彈簧，外面再用橢圓形的鐵匣包着，參看第



第一百圖
II 3 標準彈簧



第一百零一圖 愛弗羅膠皮彈簧

九十七圖，便易明白。

膠皮有一種壞處，是受了日光，或是沾了油，容易腐壞。

輪軸有用圓木棒的，有用流線形木棒的，有用圓鋼管，外面再用木皮或鐵皮包成流線形的。

第八十一節 吊輪

計畫飛機，阻力的減少也是一個很重要的問題，機身要使成一流線形，機翼要使成一曲面形，輪架安置在下面，對於空氣流的阻力也是很大的，所以計畫時輪軸及支柱等等，皆使成流線形體，但是這樣無論如何，總不能減去多少阻力，於是有人想到吊輪一層，於輪架上安設一套自動的器械，當飛機飛起之後，能藉自動器將兩輪吊起在機身之兩旁，及飛機落下之時，再將兩輪自動的放下來。這固然是一種很妙的方法，但不甚可靠，萬一飛機落下時，自動的器械不能自動，那飛機就不能在地面上溜動，一定要失事的。

第八十二節 輪之高度

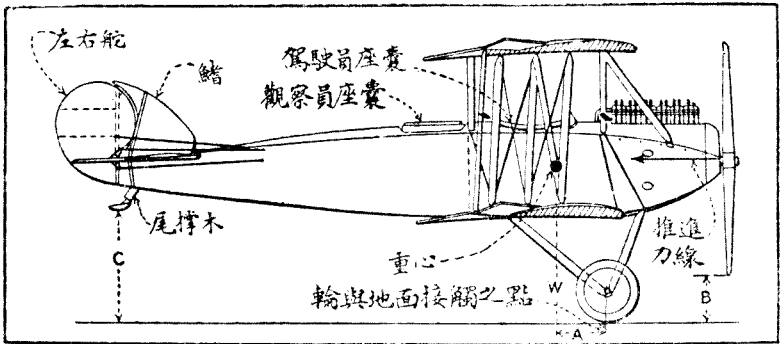
製造火車或是汽車，總是使車身愈低愈好，就是說，輪的高度愈小愈好，因為車身太高了，車身的重心也隨着高起來，行動時兩邊擺動得更利害。飛機也是一樣，機身不宜過高，輪子最適當的高度是使螺旋槳槳葉的頭，當機身的位置成水平時，距離地面約有十吋到一呎之高，使牠有迴旋之餘地。

第八十三節 輪之位置

輪之恰當的位置，也費一番研究的，若距離機身之重心太前了，則機尾吃力太大，飛機未起身之先，須要多費力量纔能使機尾揚起。若輪子距機身之重心太後了，則飛機於未起之先和既落之後，在飛行場上溜走時，常有頭重之患。無論如何，輪子要在重心之前，以免機頭向前栽翻。在普通雙葉飛機上，若兩葉的引邊同在一垂直線上，輪之中心約居

引邊之後三吋到六吋，若上葉的引邊較出於下葉的引邊則輪之中心約居下葉的引邊之前六吋到一呎。

第一百零二圖表示輪架的適宜位置，由飛機之重心作一垂直線至地面，如 W，當機尾抬起時，此線仍遠在輪架之後。A 表示該線與輪輪



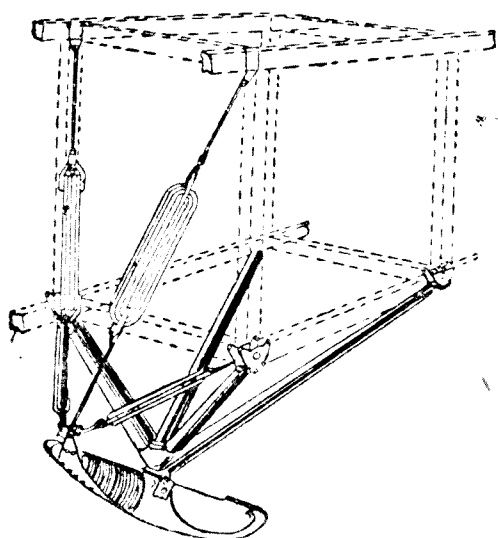
第一百零二圖 輪架之適宜位置

線之距離。B 表示螺旋槳的尖頭距地面之高度，如此，則飛機降落時，必使尾撐木着地，絕不致有機頭觸地之險。

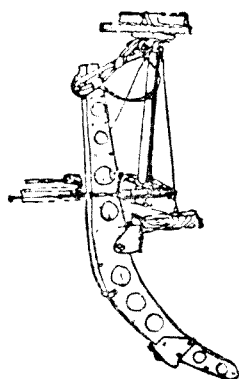
第八十四節 尾撐木

尾撐木居在機身之最後部，牠的作用也和輪架上的縱撐木相似，是免除飛機落地時，機尾接觸地面的。飛機停於地面上時，牠又支持着機尾。但是縱撐木現在只有少數飛機上採用了，而尾撐木卻是各飛機上都要安置的。

尾撐木也有好多種的樣式。在小飛機上就是一根木棍，下端釘有鋼掌，用膠皮彈簧連於機尾，飛機落地時，木棍接觸地面，所受的震動有膠



第一百零三圖乙 縱 撐 木

第一百零三圖甲
可以轉動的縱撐木

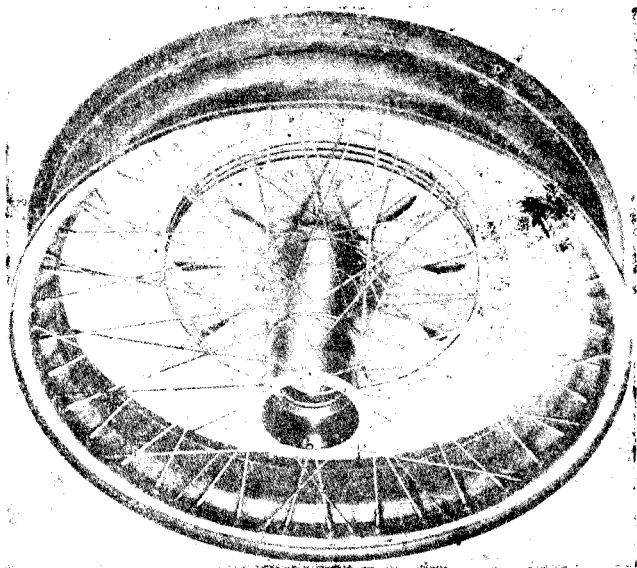
皮彈簧承受着了。在大飛機上，構造便稍為複雜一點，有如第一百零三圖。

還有一種，如第一百零三圖甲可以繞着一個豎軸自由轉動的，使飛機在地面上溜走時易於轉動。

尾撐木上的彈簧也有不用膠皮而用鋼的。

第八十五節 制動輪閘

飛機如能於降落時，很迅速地停止，則可減去不少的危險。近來已有好多種飛機上加設一種制動輪閘，如第一百零三圖丙。用這種輪閘。



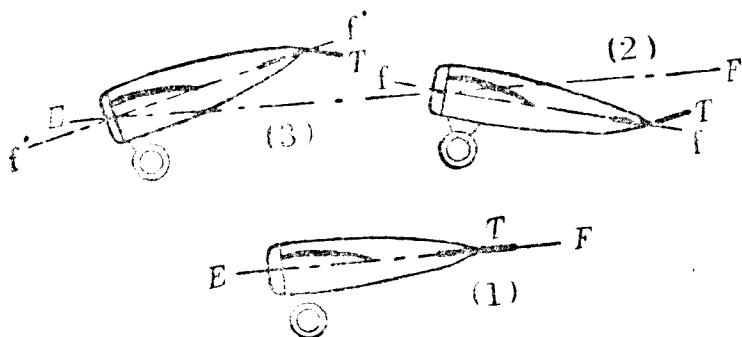
第一百零三圖內 制 動 輪 閘

並可於機器開動時，制止輪子向前進行，不必再用一塊木頭放在輪子的前面制止着，採用制動輪閘，則機尾的尾撐木也可以不用了。

第十一章 飛行與安定

第八十六節 飛行之中

在第二章中不過略說一點飛行之原理，只說以相當的速度繼續地向前縱運動。但是實在飛行時，高度是常常變化的，速度也是要常常變化以應付各種情形的。再者，飛機的重量也並不是真正的一個常數，因為燃料——汽油——的重量是按飛行之時間漸行減少的。要想應付這種種的變化，不得不改變機翼之舉力，以適應速度和載重。普通的方法是改變那機翼與飛行之路線所作的角，就是投射角。



第一百零四圖 投射角之改變

第一百零四圖之(1)表示飛機載重沒有變化時縱進的飛行，E—F 爲縱的飛行路線。機身和機尾皆成水平，或與飛行路線平行。載重加重了，機翼與飛行路線之角也必需加大，因爲在某限度之中，舉力是隨着投射角而增加的——投射角加大，機翼之阻力也加大，不過在某限度之內，阻力仍沒有舉力增加得快，出乎某限度之外，則阻力之增加率將大於舉力的了——(2)，圖便表示飛機載重加重時之改正，將升降舵 T 向上舉起，於是在機尾上發生一種向下力，這力作用於機尾上。好像力之作用於槓杆一般，將飛機轉到那新位置，而投射角便增加了。但飛機之飛行路線並未改變，仍然是 E—F。假若那投射角保持着不再變更，而飛機之載重又減到和原先相等了，那麼重量相等，而投射角則加大，飛機便要上升，取新路線 f—f。於是對着 f—f 路線而言，重量既仍然是與(1)圖的相等，則投射角必也與(1)圖相等，這可以表明飛機之重量是常數時，怎麼樣可以使牠上升，就是加大投射角，固然是，飛機的速度和發動機的力量，皆不得有所變化的。假如速度不變，重量也不變，升降舵也如常狀，則投射角也是不變的。假如機翼的角度並未變，而重量卻減輕了，例如擲下一個大炸彈，則新飛行路線也要由 E—F 變爲 f—f 哪。

(3) 圖表示重量仍舊時，升降舵 T 卻垂下了，是一種什麼情形。一種向上力轉動飛機向下。取 f'—f' 新路線而飛行，對於這 f'—f' 新路線而言，投射角仍爲與(1)圖相等之值。

第八十七節 安定

於第一百零四圖中，飛機皆是假設為飛行於平靜的空氣之中的，飛機之狀態不過只是因為載重之變化，或是速度之變化而有變遷。但是事實上飛機並非動作於平靜空氣中，是時常要遇到突然的疾風，旋渦風，和別種空氣之速度與密度的變化的。在四圍空氣中，每一變化常對於機翼之舉力上發生影響，或是對於機翼之面積上發生關係，而要將飛機顛覆。若這種非常的風力是同時加在機翼，機身，機尾上的呢，那麼倒也就沒有什麼困難問題了，只是牠是忽然加在飛機之一部分上，經過若干時間之後，再加到別的部分上去。固然這個時間在實際上是很短很短，不過剎那之間，然而要知道飛機在實際上也是一個極靈驗的器械，牠在很短的時間中，便能發生很大的變化。所以我們不得不求安定之道。

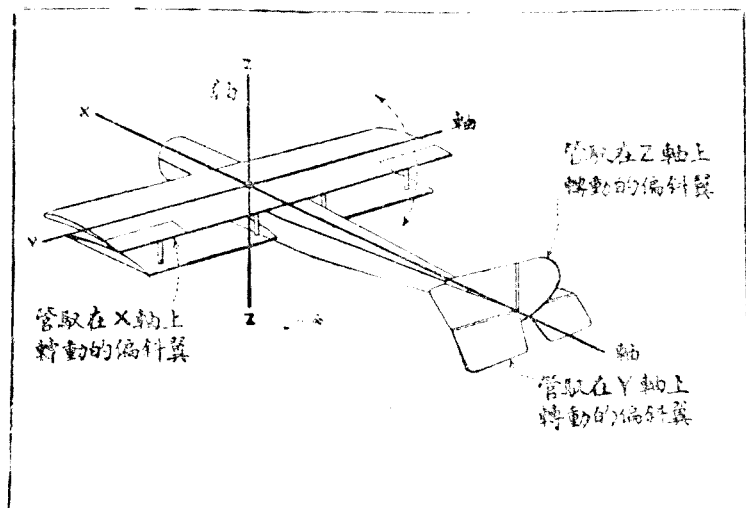
當我們平衡一塊木板於一支點之上，使牠立了一個十分水平的位置，那塊木板便稱為“在平衡之中，”或是說為其“重心”所支持着。凡一物體只有一點可以得到平衡，那一點就是重心。前面已經說過，一個飛機的機身，機翼，機尾，輪架，發動機，燃料，等等，和駕駛員及乘客的重量之合重，論理是有一個“重心，”或“平衡點”的，要想飛機“在平衡之中，”那舉力也必施於該點。假如舉力之中心或壓力心不通過飛機之重心時，我們必需應用別種力來戰勝這種不平衡的情形。一個飛機只有平衡時纔能安定。但是一個物體之安定既被擾亂之後，即令施了救濟之術，加了平衡之力，也不是立時就可以復其安定之狀態，卻是繼續地成爲一種波動，漸漸減消，凋散。物體愈重，形體愈緊密，則在其支點上的波動愈長久。

第八十八節 安定之主軸

一個飛機有六度的自由或運動：三個是移動，或直線運動；三個是在直角軸上轉動。飛機可以直線前進，可於垂直的平面中上升或下降，可向旁路滑溜，這都是移動。飛機可以繞着前後軸——縱軸——左右的擺動，可以繞着左右軸——橫軸——前後的顛動，可以繞着上下軸——豎軸——由左到右或由右到左的揮搖，這都是轉動。

飛機左右擺動時，是叫做“左右不安定；”前後顛動時，是叫做“前後不安定；”揮搖時，便叫做“縱橫不安定。”

如第一百零四圖甲表示飛機的三個轉動主軸， $X-X$ 爲縱軸； $Y-Y$ 爲橫軸； $Z-Z$ 爲豎軸。 $X-X$ 軸通過機身之前後中心； $Y-Y$ 軸通過機翼之兩端； $Z-Z$ 軸通過飛機之重心。飛機的左右擺動便發生於 X



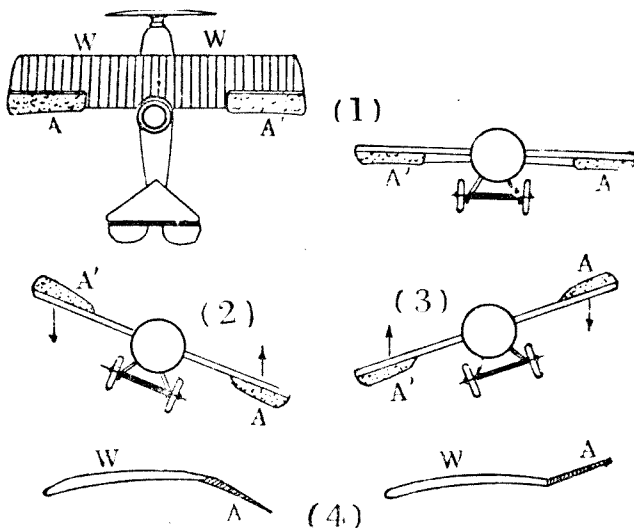
第一百零四圖甲 飛機的三個轉動主軸

軸上；前後顛動便發生於 Y 軸上；縱橫轉動便發生於 Z 軸上。

左右的擺動是藉助於偏斜翼而使之凋散的；前後的顛動是藉助於升降舵而使之凋散的；縱橫的轉動是藉助於左右舵而使之凋散的。

第八十九節 左右的安定

現在假設飛機是安穩地縱行於靜定空氣中，如第一百零五圖之(1)，忽然間來了一陣風力加在機翼上。若這風力先只射在機翼之一邊而不及於他邊，或是射在一邊上比他邊強些，這麼一來，機翼左右兩邊之舉力便有差異，兩邊的力不能平衡，結果當然是要將飛機向左或向右翻覆了。在普通飛機中，這種救濟的方法是移動偏斜翼，使那一邊墜下來的機翼增加一點舉力，而那一邊撓上去的機翼減少一點舉力。(2) 圖



第一百零五圖 左右的安定法

表示一個單葉飛機向左偏斜，左翼低而右翼高，要想改正牠，使牠復歸安定的狀態，是將右翼上之偏斜翼 A' 拉上，同時將左翼上之偏斜翼 A 拉下，於是於右翼下減少舉力，而於左翼下增加舉力，這樣所生的偶力，乃使飛機以反鐘針的方向迴轉過去，復其原狀，而仍歸於安定。若是飛機向右偏斜，如 (3) 圖，則將右偏斜翼 A' 向下拉，而將左偏斜翼 A 向上拉，於是右翼之舉力增加而左翼之舉力減少，也得一種偶力，以鐘針的方向將飛機迴轉到原狀。(4) 圖表示偏斜翼 A 向下或向上之情形，W 為機翼。

第九十節 前後的安定

假設第一百零六圖之 (1) 的飛機也是安穩地在靜定空氣中向前縱進的，忽然有一陣風由前面直吹而來，射在機翼上，於是在機翼上陡然加增了舉力。但這陣風吹在機翼上時，不一定會同時就吹在機尾上，而於這先後的分別之中，機翼與機尾之間的舉力便有差異，機尾仍如原狀，而機翼却已被增加的舉力舉起來了，得到有如 (2) 圖之情形。風通過了機翼之後，再到機尾上去，而將機尾舉起，不過這種影響不致有如



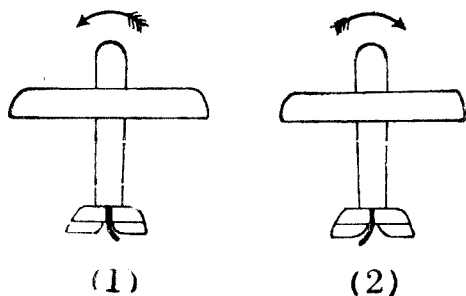
第一百零六圖 前後的安定

施於機翼上的那麼大，不足以使機翼與機尾仍回到他們相對的舊態，因為風此時已漸漸失其速度了。要想救濟這種風力之擾亂行動，是移動升

降舵使牠下垂，如 (3) 圖，而後機尾上的舉力也加大，便將牠也舉起來了。若風是由後面來的呢，將要減小機尾和空氣之間的相對速度，舉力也因之減小，於是機尾也要下墜了。風通過機尾而來到機翼上，又減小機翼與空氣間的相對速度，致舉力也有損失，而機頭又下墜，如此一來，不是使飛機垂直的下墜呢，便是有頭墜尾起之勢。此時運動升降舵，有時固然能發生效力，可是有時卻並不發生影響。因升降舵要是舉起之後，後面仍有風射來，便要將機尾更舉起，這是與我們要想減少機尾之舉力而使牠下墜的本意相反，升降舵要是垂下，那後面射來的風卻要將機尾更壓下，惟有賴於升降舵舉起或垂下時，因前進而減少或增加的舉力，能敵過由後面的風所增加或減少的舉力，以求安定之道。

第九十一節 縱橫的安定

要是旋渦風將飛機吹得向左或向右轉動，我們就運動左右舵使牠仍歸安定。如第一百零七圖之 (1)，飛機被風力推得由右而左轉動，如矢線所表示，於是我們運動左右舵向右，使風吹在舵面上，將飛機再

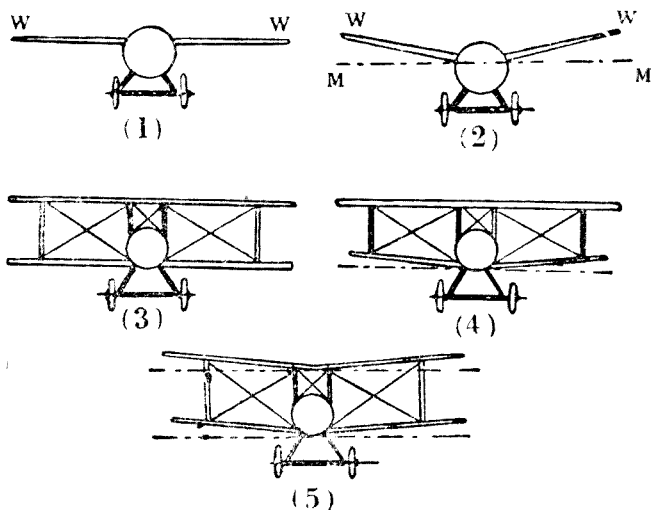


第一百零七圖 縱橫的安定

轉回來。若風力將飛機吹得使由左而右轉動，我們便運動左右舵向左，使風吹在舵面上，又將飛機轉回。

第九十二節 偏斜角

我們平時試留意於飛機之左右翼，有時他們並不是在同一平面上，卻是兩頭較中心稍為高起，而成功一個 V 字形的斜交之面。這兩翼面



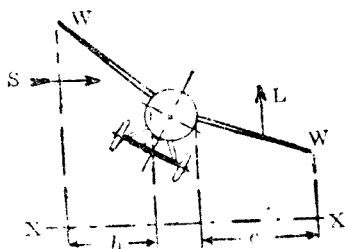
第一百零八圖 偏斜角

所交之角便稱為偏斜角。偏斜角乃是應用於飛機上，以求左右安定的第一種佈置，但是只能用於靜定的空氣中纔有效，在不平靜的天氣，這種佈置不特於飛機無益，反而減減飛機之安定。

第一百零八圖之 (1) 表示一單葉飛機之前面觀，其左右兩翼， $W-W'$ ，在同一水平面上，就是沒有偏斜角。(2) 圖之左右兩翼 $W-W'$ 交

成一偏斜角，虛線 $M-M$ 表示一對水平的機翼。

(3)圖表示雙葉飛機之左右兩翼在同一水平面上，沒有偏斜角。(4)圖表示雙葉飛機之下翼成一偏斜角，而上翼則沒有偏斜角，這種佈置常見於輕快飛機上。(5)表示上下兩翼皆成相等的偏斜角，這是普通雙葉大飛機上所常採用的佈置。



第一百零九圖 偏斜角之作用

偏斜角主要的作用可於第一百零九圖中見之。假設飛機靜定的飛行於空中，忽然間有一陣風 S 向右面射過來，射在右翼上，將右翼舉起而將左翼墜下，使飛機有向左傾覆之勢。可是此時 W 所投射於水平面 $X-X$ 上的面積 (b) 較之 W' 所投射於 $X-X$ 面上的面積 (c) 小些，因此， W 所供獻於向上的舉力的面積要比 W' 所供獻於那舉力的面積小些。 W' 既供獻較大的面積，在這上面的舉力當然也要大些，而舉力 L 也就使飛機歸復其原來水平的位置。若兩翼是同在一平面上的，則兩者所投射於 $X-X$ 上的面積， b 與 c ，將要相等，而不能有還原的影響了。

實際上偏斜角不宜小於 176 度，就是說，每翼與水平線所交之角不宜大於 2 度。這個角若是太大了，風力 S 將飛機一面舉得太高，反要增

加安定的困難。

第九十三節 飛行中的毛病

飛機在飛行中常遇到幾種毛病，就是，(1)向一邊傾斜，(2)頭重尾輕，(3)尾重頭輕，(4)常要向一邊轉動。現在將其所以然的道理分別述之於下：

(1)向一邊傾斜

飛機要是遇有下面幾種緣因之一，就會向一邊傾斜：

(a)在那一邊的主翼之投射角不足。

(b)在其他一邊的主翼之投射角太大。

(c)螺旋槳的扭力。這種扭力常要將飛機向着與螺旋槳轉動相反的方向傾斜，例如螺旋槳向右轉動，將使左翼向下傾斜。

(2)頭重尾輕

飛機要是遇有下面兩種緣因之一，便要頭重尾輕，機頭向下墜，機尾向上舉：

(a)主翼之投射角不足。

(b)尾翼之投射角太大。

(3)尾重頭輕

飛機要是遇有下面兩種緣因之一，便要尾重頭輕，機尾向下墜，機頭向上擡：

(a)主翼之投射角太大。

(b)尾翼之投射角不足。

(4) 常要向一邊轉動

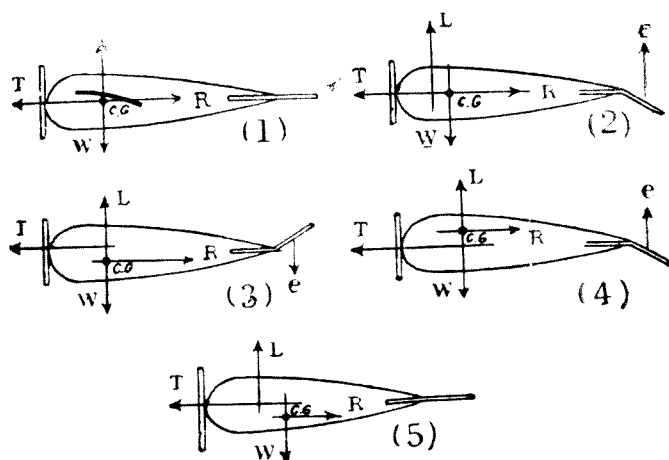
螺旋槳所生的空氣流向後流去，既到鰭面及左右舵之上，若是左右兩邊的力不平均，便要向力大的那方面轉去。

第九十四節 飛行中力之平衡

飛機在飛行中共有四種力作用着，就是：——

- (1) 飛機的重量 W ，經過重心 $C. G.$ 向下作用。
- (2) 風的舉力 L ，經過壓力心 $C. P.$ 向上作用。
- (3) 螺旋槳的推進力 T ，經過推進力心 $C. T.$ 向前作用。
- (4) 飛機之全阻力 R ，經過阻力心 $C. R.$ 向後作用。

第一例。 要求飛機常得平衡，這四種力須皆通過一公共中心點，而 W 須等於 L ，又 T 須等於 R ，如第一百一十圖之 (1)， W ， L ， T



第一百一十圖 力之平衡

及R皆通過重心 C. G.。

但是這四種力不常能同時通過一公共中心點的，於是飛機要求保持平衡就不可能了。

第二例。有時T與R仍通過重心，但L則否，却向前了，因之L與W生一種偶力，欲使飛機取鐘針的方向運動，就是機頭向上，機尾向下。救濟之法，是將升降舵垂下，使舵面上增加舉力 c ，將機尾舉起，而使飛機復歸平衡，如(2)圖。

第三例。有時舉力與阻力皆通過重心，但推進力則否，卻向上了，於是阻力與推進力所生的偶力，欲使飛機向右運動，機頭向下而機尾向上，這是一種不好的情形。救濟之法，是將升降舵向上舉，生一種向下的壓力 e ，將機尾壓下，而使飛機恢復原狀，如(3)圖。有時推進力不向上，卻向下，如(4)圖，於是T與R也生一種偶力，欲使飛機向右運動，此時要使飛機復歸平衡，是將升降舵垂下，以增加機尾的舉力。

第四例。又有時四種力通過兩中心點，如(5)圖，W與R通過一中心點，L與T又通過一中心點，則W與L生一種偶力，欲使飛機向右轉動，T與R也生一種偶力，欲使飛機取相反的方向轉動。假若兩種偶力是恰相等的呢，則飛機便居平衡的狀態；假若W與L的偶力大於T與R的偶力呢，則機頭便要向上，飛機不得平衡了；假若前者小於後者呢，則機頭便要向下了。

第九十四節甲 飛機升起及降落之範圍

飛機在未升起之先，必定要在地面上向前行動若干距離，得到了充

足的速率，方能飛起。這個距離對於飛機降落之安全是很有關係的，因為假設飛機萬一不幸在空中發生了事故，被迫着降落下來，如果牠只要行動很短的距離便可停止，則只要選擇一範圍很小的降落場，即可從容應付；如果牠必須行動很長的距離方能停止，則必須選擇一範圍很大的場地，這就比較要困難，萬一尋不到很大的場地，飛機便易出事。

在從前，飛機降落於地面之後，是依靠着尾撐木在地面上拖溜，發生減速的動力，使飛機逐漸停止。不過這種構造對於機身也要發生很大的應力，並且溜走時很傷地面。現在改良的辦法是在輪上加一制動輪。

飛機之降落多用“三點接觸法”即兩輪與尾撐木同時落在地面之上，這是一個很重要的方法，為初學飛行者所必須特別注意的，用這種方法，駕駛員先將發動機的電門開了，或將汽門關閉，於是將升降舵略向下落，使機頭向下成一適宜的角度，飛機將近落到地面之時，立即將升降舵改正，使飛機回復水平的位置，於是前面的兩輪後面的一根尾撐木三點同時落地，此時飛機的速率也逐漸減緩下去，再順着地面溜走若干距離而後停止。

飛機降落的速率大概等於飛行的速率之一半，就是說，假如飛機以每小時 110 哩的速率在空中飛行，則降落的速率將為每小時 45 至 50 哩。一架 4000 磅重的飛機，當降落時機翼是在 16° 的角度，將行走 500 至 600 呎的距離，方能停止。

至於飛機升起時，欲減少牠在地面上行走的距離，有人曾用一種小膠皮輪去代替尾撐木，以減少地面的阻力，大概用尾撐木要發生 500 磅

的阻力者，用小膠皮輪便只有 360 磅了，一個有經驗的駕駛員駕駛飛機飛起時所需的範圍常較降落時所需的小，一架飛機降落時須 700 尺的距離者，飛起時只須 500 尺的距離便足夠了。

第十二章 發動機與螺旋槳

第九十五節 略史

假如航空發動機至今還沒有發明，則世人航空之夢，雖不敢說至今還不能實現。然而飛機之製造，絕不致有現在這般進步，則是我們所敢說的。假如發動機能早多少年前就有發明，則航空的問題或許早多少年前就已解決了，也未可知。發動機對於空中飛行所擔負的責任非常之大，沒有牠，飛機固不能飛行，就是有了牠，只要在飛行時，無論地的那部分略為出點差錯，登時就要停止動作，而飛機也就不得不墜落下來，甚至有性命之憂。所以飛行家不可不明白發動機之構造及動作原理。

在發動機未發明以前，固曾有人計畫到用別種原動力來飛行飛機，例如蒸汽機，有人曾經用過。但是蒸汽機的構造雖然比發動機較為簡單，牠的重量卻比後者要重得多。普通蒸汽機每馬力十磅之重，就是說，一架能產生一馬力的機器，牠的重量有十磅，產生十馬力的，重量有一百磅，就算是很好的一種構造，而普通發動機每馬力五磅之重的乃是常事，有的還只每馬力二三磅之重的呢。所以我們要想得到十馬力的原動

力，用蒸汽機卻要有一百磅的重量，用發動機只有五十磅或二三十磅的重量。在飛機上所有的機械皆要愈輕愈好，減輕一二十磅，便算比原先的改良，因此，發動機既發明，人們便利用牠去飛行了。牠的發明的歷史，約略可以述說如下。

應用物體的爆發力來推動機械，這種原理，在多少年前就有人想到，1680 年便有第一架機器出現，用火藥為燃料，利用火藥之爆炸來動作。那時人們的機械智識究竟有限，這種機器並沒有什麼發展。

在 1826 年間，英國布讓氏製造一種真空機，機內氣體被爆發之後，用水流使之從速轉冷，冷則縮，於是機內產生部分真空，又可以吸進氣體，再行爆發。如此繼續不止，可以發生動力，運動機械。不過這種機器非常呆笨，不大適用，也就沒有什麼效果。

此後在歐美諸國，常有人計畫種種氣機——熱氣機，或煤氣機，等等——然而進步很慢，直到 1860 年，纔算有適當的發展，實在的進步。

那年法國有烈那氏製造一種發動機，並且帶到美國去試驗。隨即於 1862 年就有胡干將這種發動機改良了，又有波得繞沙發明四擊輪迴動作的理想。以後逐漸改良進步，到了 1876 年，便有阿託實地應用四擊輪迴動作。自此以後，發動機多半依此原理製造，法，英，德，美諸國皆有人盡力研究。

1895 年，戴姆來第一下製造一種高速度的汽油發動機，用於汽車上，於是發動機之製造更有一日千里之勢。

1903 年 提熱弟兄造成一架十二馬力的汽油發動機，安置在飛機上，到空中去飛行，做成一件破天荒的大舉動，驚動世人之耳目，實現世

人之迷夢。以後又將機器改良，將重量減輕，由十二馬力增進到三四十馬力。於是一年一年的有人研究改良，到如今產生五六百馬力的航空發動機，也已製造出來了。現在將自 1903 年後發動機之製造的進步立一簡表於下。

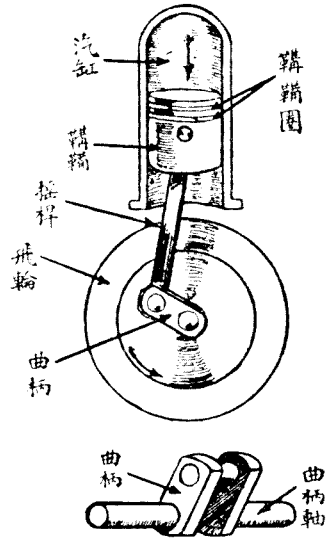
發動機的進步

	年代	馬力	全重	每馬力之機重	每馬力每時所需之油量
熱提弟兄最初製造的	1903	12	152磅	12.7磅	0.8磅
熱提弟兄改良的	1905	19	180	9.5	—
熱提弟兄重新計畫的	1908	35	192	5.5	—
當時一般的發動機	1910	54	3.9	5.7	—
當時一般的發動機	1914	112	437	3.9	0.65
當時一般的發動機	1917	243	693	2.8	0.55
自由式12汽缸的	1917	400	801	2.0	—
自由式12汽缸的	1918	450	825	1.8	0.46

依上面的簡表可以看出一方面馬力數則逐漸增加，而另一方面每馬力之機重，就是以馬力數除機器之重量所得之數，則逐漸減輕，每馬力每時所消耗之油量，也逐漸減少。

第九十六節 動作原理

在未討論發動機的詳細構造之先，我們應當明白牠的動作原理。第一百十一圖表示機器的主要動作部分一種最簡單的形勢。汽缸是一種圓筒，下面敞開着。在圓筒內緊緊地安着一個鞴，可以上下運動。在鞴的上部有兩三道凹槽，每一凹槽放入一種關閉的圈，叫鞴圈，能有彈性，在圓筒內就盡量張開，使圓筒的四週毫不透氣。鞴下面聯着搖桿和曲柄，曲柄聯到曲柄軸，曲柄軸上又安置一個飛輪。現在假如用手將飛輪取反鐘針向轉動，如圖上矢線所表示的，則曲柄也隨着轉動，於是牽動了搖桿，使鞴向下運動，及曲柄轉到最低之點後，又推着搖桿向上，使鞴也隨着向上運動。如此飛輪轉動一週，鞴便上下運動一次，這種運動叫做“輪迴動作。”反過來說，若是當鞴在如圖所示之地位時，我們用壓力推動鞴頭，使牠向下運動，則搖桿便推動曲柄向下，而曲柄又牽動了飛輪，取反鐘針向轉動。如此，我們可以得到一種機械動作。



第一百十一圖
發動機主要動作之部分

那鞴頭上的壓力是怎樣來的呢？這倒是一個很重要的問題。有人想到利用火藥之爆發。又有人想到利用熱空氣或水蒸汽之膨脹。最後有人想到用一種爆炸的氣體，放進到汽缸內去，將牠燃着，使牠爆發，於是利用牠的膨脹，來推動鞴。這種氣體就是將汽油噴射成氣體後與空氣混合之物體。氣體既爆發之後，藉鞴之向上運動將餘燼排出盡淨，於

是再放進氣體，再燃着，如此繼續不止，鞣輪也上下運動不止。

第九十七節 二擊輪迴動作與四擊輪迴動作

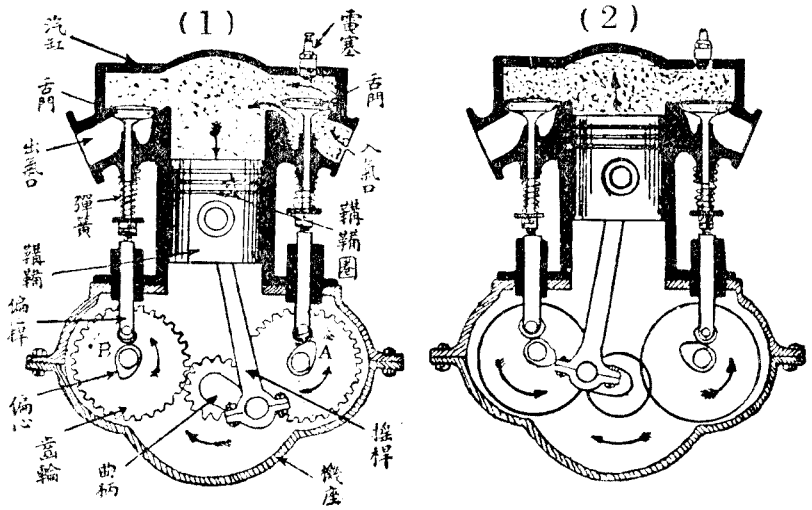
前面曾經說明輪迴動作的意義，但是發動機上有所謂二擊輪迴動作與四擊輪迴動作之分。怎麼叫二擊輪迴動作？簡言之，就是當鞣輪在最低點時，氣體擁進到汽缸內，鞣輪過此向上運動，氣體漸被壓縮，及鞣輪達到最高點時，氣體突被燃着。鞣輪因氣體之爆發力得又向下運動，及達到最低點時，餘燼皆被驅出，同時氣體又擁進去。如此，鞣輪上下衝擊各一次，完成一次工作，就叫做“二擊輪迴動作”，簡稱“二擊動作”。

怎麼叫四擊輪迴動作？簡言之，就是當鞣輪由最高點向下運動時，氣體被吸進到汽缸內。鞣輪達到最低點後向上運動時，氣體停止放進，那已放進的卻被壓縮。及鞣輪達到最高點時，將那被壓迫的氣體燃着，於是牠的爆發力將鞣輪又往下推動，及鞣輪達到最低點後，因惰力的緣故，又往上運動，將餘燼排出，一直達到最高點，於是重新再向下運動。如此，鞣輪上下衝擊各二次，完成一次工作，便叫做“四擊輪迴動作”，簡稱“四擊動作”。

這四擊動作通常分為吸進，壓縮，爆發，排出四步。目今高速度的發動機，如汽車上，氣艇上，及飛機上所用的，皆採用四擊動作。在表面上看來，二擊動作比四擊動作簡單，而且工作要多一倍，為何製造家反而捨易就難，由簡入繁呢？乃是因為四擊動作比較更為可靠，效率更大，在同樣大小的汽缸中，能得到更大的壓縮之故。

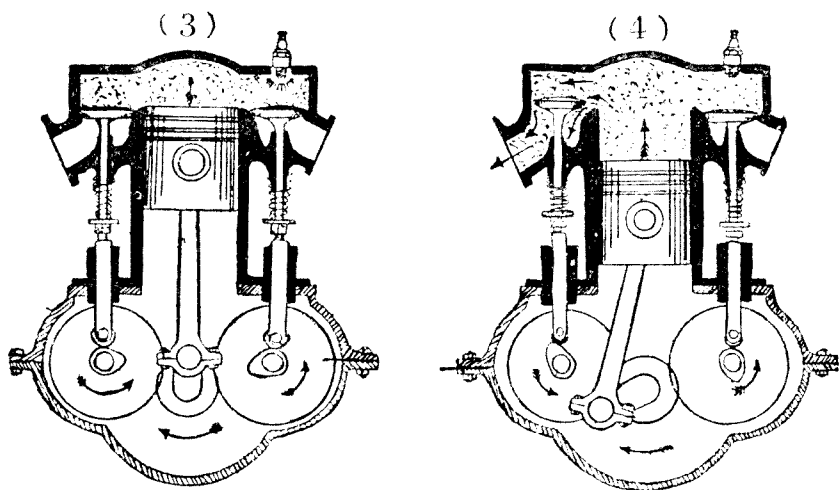
我們現在單就四擊動作說一說。

(1) 吸進。假如鞴箍正取如第一百十二圖 (1) 之勢，我們順鐘針向轉動曲柄軸，則曲柄將向下轉動，藉搖桿牽引着鞴箍也使牠向下運動，於是在汽缸之上部發生部分真空，同時在中心曲柄軸上的齒輪轉動了左右兩齒輪及兩偏心 A, B。偏心 A 此時則推動偏心桿使向上，而將入氣舌門——每一汽缸上共有舌門二，一用以入氣，稱為入氣舌門，一用以出氣，稱為出氣舌門——向上推動。入氣舌門既開，氣體便由入口被吸進到汽缸之內。鞴箍既達到最低點，偏心 A 之尖頭已通過最高點，不能再推動偏心桿，而舌門因彈簧作用便自行關閉，於是氣體不能再被吸進。但此時不必即將氣體燃着，因鞴箍既在最低點，不能再向下運動，燃着氣體也不能發生影響，我們須待鞴箍再向上運動，達到最高點後，將氣體燃着，則能得到最大效果。



(2) 壓縮。 鞞輪既由最低點漸漸向上運動，如第一百十二圖之(2)，入氣及出氣兩舌門均皆關閉，則汽缸內的氣體逃生無路，不得受鞞輪的壓力而縮緊起來。

(3) 爆發。 氣體既被壓迫，無處發洩，趁着鞞輪的壓力達到最高點時，藉星星之火，可以燎原，滿腹的怒氣登時全部爆發，將鞞輪驅逐下去，如第一百十二圖之(3)。這種火星是由汽缸上面的電塞所發生的電花。鞞輪既再向下運動，將近最低點時，偏心B漸漸向上轉動，推動偏心桿將出氣舌門推開。



第一百十二圖 四擊輪週動作

(4) 排出。 鞞輪第二下達到最低點之後，再向上運動，便將汽缸內的餘燼由出氣口全行排出，預備重新輸入氣體，如第一百十二圖之(4)。鞞輪第二下達到最高點時，偏心B之尖頭也已通過最高點，出氣舌

門藉彈簧作用自行關閉起來。於是鞴輪又可以向下運動，重新吸進氣體，預備第二次的工作。如此往返繼續不止，每分鐘可以達到二千轉，成功一種高速度之航空發動機。

這種四擊動作可以用燃放手銃來做比方，如第一百十三圖。我們燃放手銃，是先將火藥裝進到銃膛裏去，這可以比作吸進。而後用搗錘將火藥搗緊，這可以比為壓縮。而後將火性燃着，則火藥登時爆炸起來，這可以比作爆發，假若火藥上面原本放着子彈的，則此時爆炸力可以將牠放射出去，這可以比為鞴輪之被爆發力向下推動。火藥既已爆炸，銃膛內便成空空，這可以比為排出。其中所不同者是我們放手銃，火藥爆炸，



第一百十三圖 四擊動作與燃放手銃之比例

子彈便被放射出去了，鞴輪卻因搖桿及曲柄的牽制，只能上下動作，不能直射出去。我們就利用這種動作而得到曲柄軸的迴轉運動，又因這種迴轉運動，轉動了螺旋槳，生出風力來，推動了飛機，使牠能在空中飛行。

凡入氣舌門開時，出氣舌門必須關緊，反之也是一樣，兩者不能同時皆開。否則吸進將與排出同時舉行，氣體由入氣舌門入者必由出氣舌門逃出了。

第九十八節 汽缸數之關係

在航空發動機上，並不只有一個汽缸，至少有四個，普通多是八個，九個，或十二個，甚至有十八個或二十個之多的。因為我們要想得到較大的馬力數，必須增大爆發力，要想增大爆發力，必須增加火膛的容積，就是放大汽缸的體積。若只有一個汽缸，將牠太放大了，便成呆笨之物，而且在曲柄軸每兩週轉之中，只有一個汽缸爆發一次，所生的震動便要非常之大。假若有兩個汽缸，則力量可以由牠們兩個均分擔負，汽缸的體積可以減小，而且在曲柄軸每兩週轉之中，有兩個汽缸各爆發一次，所生的震動便要輕而均勻些。以此類推，假若有三個或四個汽缸，則在曲柄軸每兩週轉之中，將有三個或四個汽缸各爆發一次。牠的分配法是當一個在爆發時，另有一個正在排出，又有一個正在吸進，更有一個正在壓縮。所以一個爆發之後，接着又有一個爆發，於是所生的力量更為均勻，震動更為減輕。汽缸數愈多，所得的結果更佳。一個產生三百馬力的多汽缸的發動機，較之只能產生二十分之一或十分之一的馬力數的單汽缸或雙汽缸的發動機還要輕些。

第九十八節甲 單發動機與多發動機之研究

飛機在發明之初，因形式很小，所需馬力並不大，所以只要用一架發動機便足夠了，以後飛機的製造逐漸進步，形式逐漸加大，所需的馬力也逐漸增多，于是一架發動機便擔當不起。在歐戰初起的時候，對於飛機究應採用一架還是兩架發動機的問題，製造家很下了一番研究的

工夫，研究的結果，有很多人贊成用雙發動機，例如德國的葛德，法國的高得龍。意國的開普讓尼更進一步而採用三架發動機，他于 1914 年造成一架飛機，用兩架 80 馬力的前曳機，一架 90 馬力的後推機。到了歐戰將終，因各方面皆努力于製造重載的大炸彈飛機，于是四架發動機，兩前兩後，也有被採用的了，最近更有六架甚至八架發動機的飛機出現于世。

這個問題，如加以研究，確是很複雜的。那贊成採用多發動機的理由是增加飛行之安全，因在空中飛行時，如裝有兩架以上的發動機，則即使其中有一架忽然發生了毛病不能轉動，還有其他的可以轉動，使飛機從容降落。歐戰中有一架汗得烈配治炸彈飛機，受敵人的攻擊，致有一翼受傷，一架發動機不能轉動，但仍能依賴其他一架飛行 60 哩，平安地降落在飛行場上。如能用三架，則這種危險更可避免了。

但若就另一方面說呢，發動機的數目加多，機架的數目必也隨之加多，這樣便要增加不少的空氣阻力。再者，發動機的重量並不隨牠的馬力數而成比例增加的，例如一架 300 馬力的發動機，牠的重量要比三架 100 馬力的發動機之總重量為輕，這也是很有關係的。

第九十九節 化合器

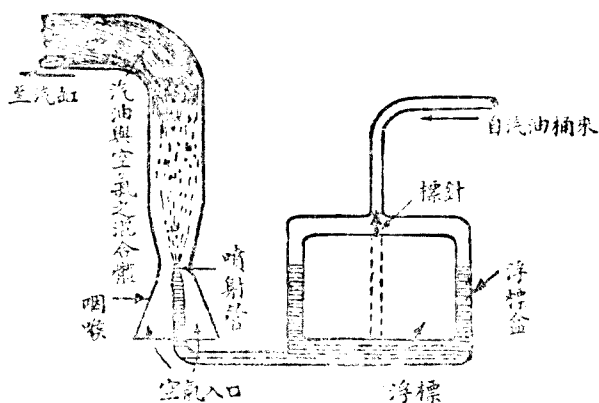
發動機所產生的動力是得之於鞣輪之工作，而鞣輪之所以能工作者，乃是因為汽缸內的燃料之爆發。這種燃料就是火油之汽與空氣的混合物。這種火油與平常所用以燃燈的火油的成分，微有不同，特稱為汽油以分別之。汽油變成汽之後，與空氣混合，便成爲一種很利害的爆發

氣，一觸即發。

汽油對於發動機之功用有很大的影響，自有汽油之發見，而後發動機纔能大顯其技能，纔能在各種氣機中居最高的位置。只要有少量的這種燃料，便能供給發動機長時間的工作。但是汽油怎樣可以變成汽而與空氣混合呢？混合的成分又應當怎樣呢？解決這種問題，則有賴於化油器。目今航空發動機上所採用的是一種浮標給油化油器。

浮標給油化油器，以後就簡稱爲化油器，有好多種，要將牠們的構造一一詳細舉說出來，可以成一本專書。但牠們的原理和動作既多少有些相同之處，則舉一可以反三，我們現在只略說一二種於下。

第一百十四圖表示一種構造最簡單的化油器。汽油由汽油桶經過汽油管，流到浮標盒裏，將浮標浮起。浮標上面有一標針，浮起來時，便插進到汽油管內，等到浮標浮到適當的高度，標針便緊緊塞住管口，阻擋汽油，使不再流入。及汽油用去一些了，浮標便又下落，汽油又可供給



第一百十四圖 簡單化油器

進來。所以這種浮標惟一的用處就是保持汽油在盒裏的適當高度。

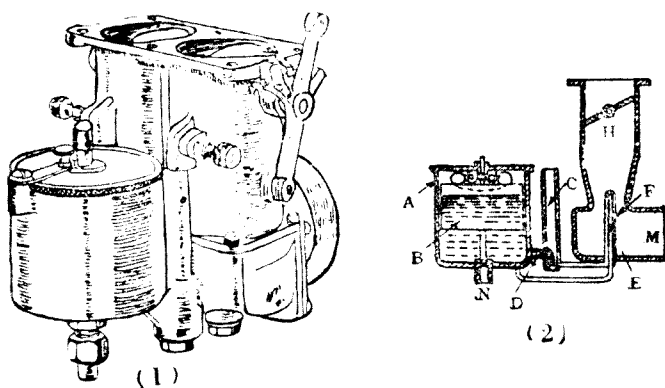
當轉軸由上向下做吸進的動作時，汽缸內發生部分真空，由入氣管吸進空氣，同時並將汽油吸入。汽油被吸取，便由浮標盒經噴射管噴射出來，因管口極小，激射成氣，（凡流體流動時，由寬處流到狹處，則擁擠起來，前無去路，後有追兵，不得不加急速度，各自逃生，於是成爲激射。要是液體呢，便成爲雨，霧，或汽，一視出口之窄狹的程度，愈狹則噴射愈激；要是氣體呢，便成爲風。）在入氣管之咽喉部與空氣化合，成一種爆發氣體，進到汽缸內，以待爆發。

爆發只是一種極速的燃燒作用，而燃燒就是某種物質與某種物質之化合。化合之後，發生極大的熱度，增大了氣體的容積。所以汽油與空氣配合的成分必須恰當，不可有過少或過多之患。大概的說，每分的汽油需二十分的空氣，汽油過少，則爆發力不足，過多則爆發後所積的汽油徒成廢棄。（我們常見到出氣管上噴火或冒黑烟，乃是汽油過多之故。）

但是在航空發動機上，汽油與空氣之混合的成分常有變化，例如初開動時，機器轉動很慢，需要汽油很多，轉動漸漸加快時，則需要汽油的成分漸漸減少，等到開足馬力時，則機器轉動很快，爆發也很快，所需汽油的成分便很少了。上面所述的那種構造，簡單的化合器，實在不能應付裕如。目今發動機上通用的化合器，所有汽油之供給，皆可以隨時校正，以適應所需的情形。

第一百十五圖 (1)係表示一種任尼司化合器，(2)爲該器之剖面觀。圖中A爲浮標盒，B爲浮標，C爲調和管，E爲主噴射管，F爲副噴射管，H爲氣門，M爲空氣入口，N爲汽油入口。當發動機轉動時，汽油

由浮標盒經E管噴射出來，和通常一樣，同時另有一部分由出口D流到調和管內，再由F管噴射出來，但因C管上面是開着口的，常受上面大氣的壓力，可以轄制汽油之供給，使F管之噴射，常為一定之數，不受發動機轉動快慢之影響。於是E管之噴射，便可與空氣之吸進適成調和：發動機轉動快了，空氣被吸進的加多，同時汽油之噴射也加快，但並無過分之患。

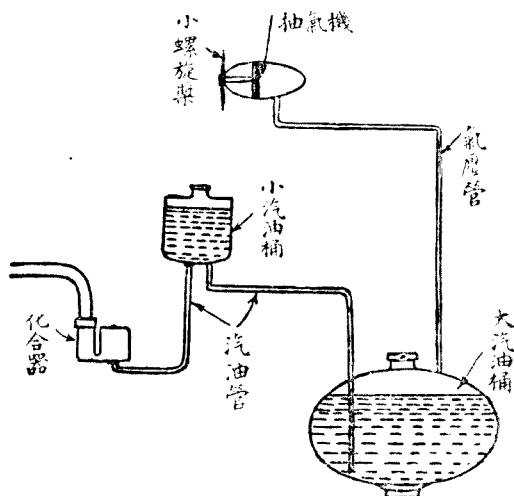


第一百十五圖 任尼司 化 合 器

第一百節 汽油之供給

汽油由汽油桶供給到化器裏，一種最簡單的方法，是將汽油桶安置在飛機上最高的地位，普通是在上層機翼之中間，就是飛機頂上，用銅管將桶與化器聯絡起來，藉地心吸力之影響，使汽油自行流到化器裏去。但是這種汽油桶容積很小，不能貯藏多量汽油，供給長時間的飛行之用。要想用馬力大的發動機，作長途的飛行，則所消耗的汽油很

多，不得不另想別種供給之法。於是有人想到用大桶安置在機身下面，可以多多貯藏汽油，另用一抽氣機安置在機翼之前面。當飛機飛行時，抽氣機前面的小螺旋槳也隨着轉動起來，轉動了抽氣機，將空氣由氣壓管抽進到大汽油桶裏去，桶內的汽油受空氣之壓力，便輸送到安置在飛



第一百十六圖 汽油之供給法

機頂上的那小汽油桶裏，而後藉地心吸力再供給到化合器去。（因為大桶比化合器的位置低，不能引用地心吸力之法。）第一百十六圖表示這種裝置法。

第一百零一節 汽油之發火

汽缸裏面的汽油所以能產生動力的，全在牠能爆發，其所以能爆發的，則是因牠會被燃燒，經過一種激烈的化學作用。若是汽油不被燃燒，

則終歸只是汽油，毫無實用可言了。所以於發動機轉動中一個恰當的時候，將汽油急速地燃燒，乃是一件很緊要的工作。

我們知道汽缸內的汽油與空氣之混合體是一很好的絕緣體，對於電流之通過常給以很大的阻力。牠還有一種與別的氣體一樣的性质，就是當對牠施用很高的電壓力時，牠能忽然立即躲開，讓電流通過，但是同時也就在這電路上發生一種小而烈熱的火焰，稱為電花。這種電花，雖然並不藏着若何能力，卻是十分的熱，很合宜於用以燃燒那種汽油與空氣之混合體。

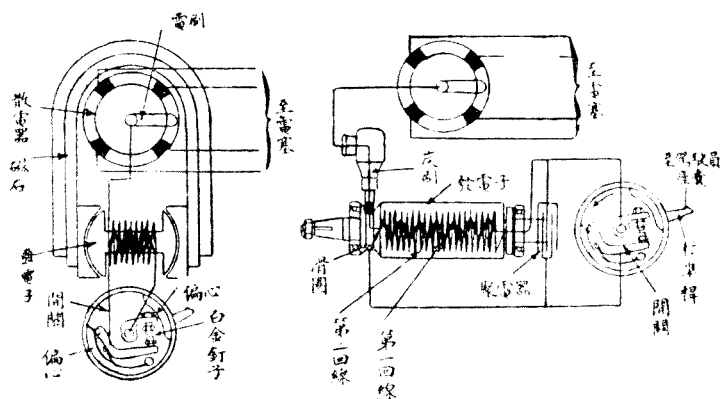
當發動機初發明時，曾經有人用過種種方法將那種氣體燃燒。有的用火焰，有的用灼熱的管子，有的將氣體極力壓縮，使牠自行爆發，又有的利用汽缸頭上所蓄積的熱力。這種種的方法都是極笨而不適宜，目今發動機上的發火法就是引用電花。

用電花發火，有幾條很重要的條件須注意：第一，產生電流之法要簡單而適用，第二，要能產生力量猛烈的電花，第三，須有一種校準器使電花能於恰當的時間產生，第四，須十分可靠。能適應這些條件的，要推磁力發電機及電塞。

第一百零二節 磁力發動機

磁力發電機俗稱“馬力舵，”是一種應用磁力感應原理產生電流的器械。我們學過磁電學的都知發電機產生電流的道理，就是將發電子置於南北兩磁極之間而轉動之，則發生感應電流。不過磁力發電機的構造較普通發電機有些特別之處，現在將牠略述於下。

如第一百十七圖，牠是幾塊用硬鋼做成的馬蹄形磁石，下端安有半圓形的軟鐵塊做兩極，牠們的作用是要將那些磁力線集中起來，以便成一很強的磁力場。在那兩塊軟鐵之間有一軟鐵心，上面繞着好多道粗銅線，在粗銅線上又繞有無數道細銅線，運轉於磁力場之間。這種鐵心稱



第一百十七圖 磁力發電機之構造

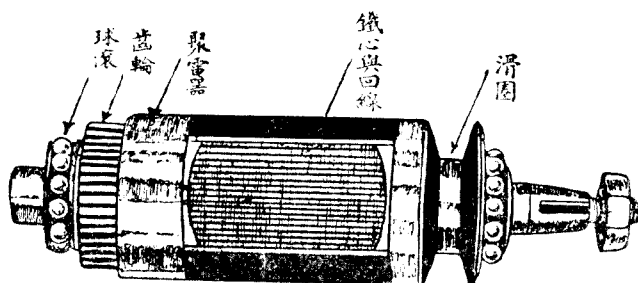
為發電子，而粗銅線則稱為第一回線，細銅線稱為第二回線——發電子上的回線道數少而粗，則產生電量大而電力低的電流；回線道數多而細，則產生電量小而電力高的電流第一回線的兩端皆聯到一種旋轉的開關上，而第二回線的一端則與第一回線同聯到旋轉的開關上，他端則聯到發電子軸上的一種滑圈，滑圈上面有一炭刷，炭刷聯到散電器，再聯到電塞。

開關的主要部分是一鋼發條的槓桿，上面有一白金釘子，另外有一固定的螺絲釘，上面也有一白金釘子，還有一偏心圈，上面有兩偏心。在平常時這兩白金釘子是互相接觸的，當機器轉動時，開關也隨着轉動，

在某一時期中，槓桿被偏心推動，將兩白金釘子隔斷，過此則兩釘又行接觸，如此接觸或隔斷，第一回線上的電流便被通過或被阻止。

散電器的主要部分是一齒輪，輪軸上有一電刷，另外有一蓋子，蓋內週圍均勻地鑲有幾個銅接觸片，每一接觸片聯到一個電塞上。當齒輪轉動時，電刷與接觸片接觸，由第二回線上來的電流便被通過。於是電刷輪流與諸接觸片接觸，發電機上的電塞便輪流有電流通過。

發電子的構造比較平常的稍為特別。如第一百十八圖，有一軟鐵心



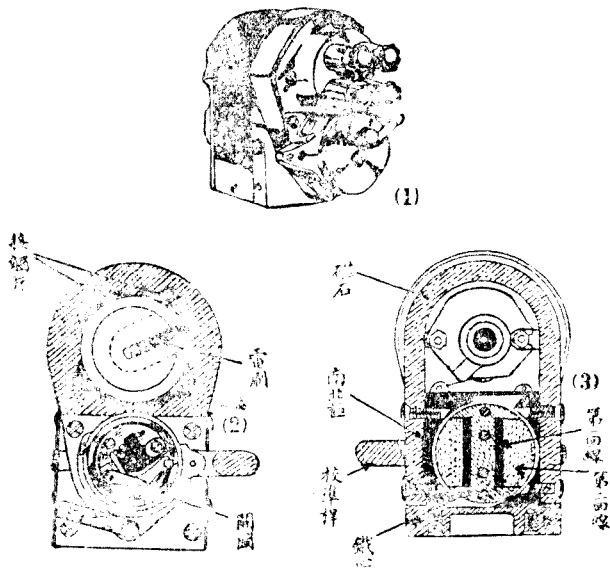
第一百十八圖 發電子之構造

上面繞着第一回線，第一回線外面又繞着第二回線。又有一個銅滑圈，以便將第二回線上的電流輸送到炭刷上去。除此之外，還有一聚電器，這是許多薄錫箔片與雲母石片更迭而成的，以便使第二回線上的電流能得到最大的力度。又有一齒輪，與散電器上的齒輪聯合起來，發電子被轉動時，散電器便也隨着轉動了。

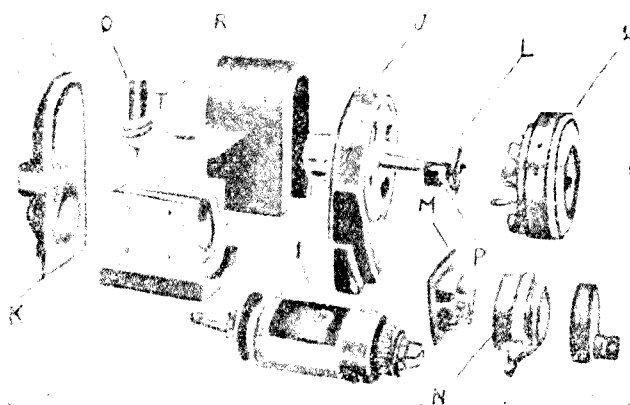
明白了以上幾部分的構造，我們現在可以說明磁力發電機的動作原理了。當發動機轉動時，發電子也隨而轉動。牠既在磁石的南北兩極

之間的磁力場上轉動，於是在第一回線上產生了第一回電流。當這種電流達到最大力度時，電路忽被旋轉的開關隔斷。第一回線上的電流既忽然停止流動，磁力場大受影響，感應到第二回線上，使牠得到感應電流，流到電塞上，在電塞的尖頭跳過，於是發生電花，將汽缸內的汽油與空氣之混合氣體燃着，同時，第一回線上接踵而至的電流被聚電器捉收起來，等到放電時，使第二回線得到極大力度的感應電流。開關通過偏心之後，那兩白金釘子又相接觸，原來的電路又通，第一回線上的電流便恢復常態。

第一百十九圖之 (1) 表示一種磁力發電機之全形，(2) 是將開關及散電器的蓋子揭去之內形，(3) 為一剖面形。第一百二十圖表示磁力發



第一百十九圖 磁力發電機及其內容

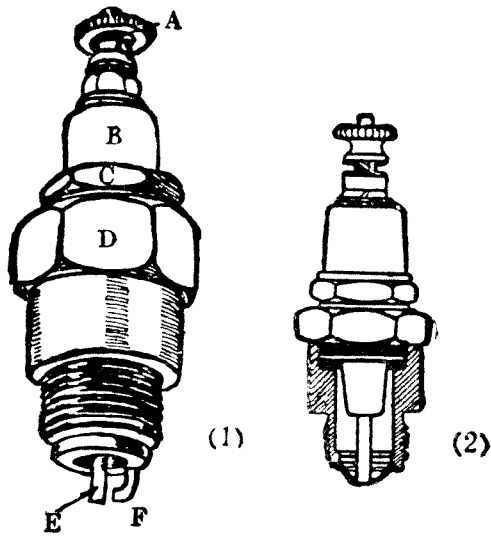


第一百二十圖 磁力發電機之解剖

電機之解剖。其中 I 為發電子，J 為散電器之齒輪部，K 為後蓋，L 為散電器，M 為開關，N 為偏心圈，O 為散電器，P 為散電器上之電刷，Q 為炭刷，R 為保險間距。

第一百零三節 電塞

電塞的作用是将高壓力的電流通過兩尖頭之間，使發生電花，所以它的主要部分是兩金屬棒在相當的距離，而這兩棒之間要絕對絕緣。金屬棒是用鋼或銅做成，絕緣體則用磁料或雲母石。如第一百二十一圖之(1)，為電塞之金屬外殼，殼內包着一層絕緣體 B。在絕緣體之中心有一金屬棒 E。旁邊另有一金屬棒 F。E 棒之上端有一螺絲帽 A。由此聯到磁力發電機，F 棒則聯於外殼。電塞是扭轉於汽缸之上的，所以 F 棒也就與汽缸本身相聯。當磁力發電機轉動中，第二回線受到感應電流時，電流便由散電器流到 F 棒。經過 E 及 F 兩棒間的空隙，發生很猛烈



第一百二十一圖 電塞

的電花，而後通到F棒，再由發動機回到磁力發電機。(2)圖表示另一種構造的電塞，牠們的不同之處，就在那兩金屬棒之形式。

第一百零四節 雙電塞

在普通發動機上，每一汽缸用一電塞發火，但是有許多用大汽缸的發動機，若每一汽缸只有一電塞，則因火力不足，恐爆發有不完全之患，爆發不完全，則發動機的效率也就隨之而減小了。於是每一汽缸有用兩個電塞，雙電塞的。

因為氣缸裏面那被壓縮的氣體被電花燃燒時，並非全體同時同被燃着，乃是最近於電塞的那部分先被燃着，而後漸漸推及於隣近的部分，再由此隣近的部分推及於較遠的部分，以至於更遠的部分。這其中時間雖然是頃刻的，然而必須經過一個歷程。這種爆發可用投石於水所

得的現象來比方。石頭投到水中，起初得到一很大的水泡，而後漸漸一層一層的水圈擴張出去。

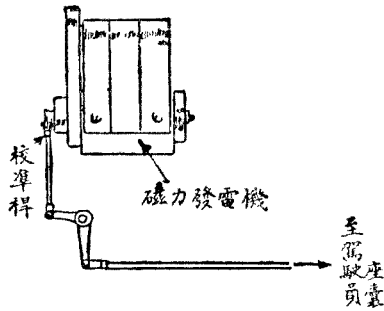
在普通小汽缸內，一個電塞的火力也就足夠了，但在大汽缸內，若用一個電塞，則火圈不等到達到很遠的部分，已成奄奄一息了。若每一汽缸用兩電塞，同時在兩處發火，則火力加大爆發加速，而效率也就隨之加增。

且用雙電塞時，若其中有一不動作，還有另一個可以發火，不致使發動機入於停頓的狀態。因為雙電塞的電流，並非來自同一發源地，是由兩個磁力發電機分開供給的，這也是一層保險法。

第一百零五節 發火時間之校準

發動機轉動慢的時候，汽缸裏面的氣體之爆發，可以有若干時間容其慢慢擴張開來；但是發動機轉動快了，則此時間便減至一極小之數，不能容爆發從容地擴張出去了。救濟之法，是將發火時間提早，就是說，使電花於韜輪未達到頂點，做爆發的動作時便發生，於是正當韜輪將達到頂點，將氣體充分地壓縮時，爆發也充分地擴張開來，得到最大的衝擊力。

這種發火時間之校準法，是藉磁力發電機上的校準桿將開關上的偏心圈移動。若將偏心圈順着發電子轉動的方向移動，則發火時間便被稽遲，若將偏心圈逆着發電子轉動的方向移動，則發火時間便被提早。此校準桿即直接聯於駕駛員的坐囊上，以便駕駛員之駕馭。如第一百二十二圖。

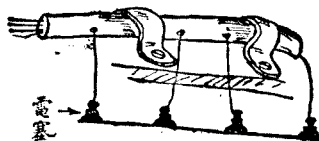


第一百二十二圖 發火時間之校準

第一百零六節 電線之裝置

由磁力發電機通電到電塞，當然要用電線。裝置電線，有兩件事必須注意：一務使其與別種傳電體絕緣，以免走電。二所有聯接須十分緊牢，以免機器轉動時，因受到震動而致鬆脫，使電流不易通過。

發電機的毛病之發生，十有九是屬於電的：其中有因磁力發電機或電塞不能盡其義務的；有因電線之走電或鬆脫的。電線由磁力發電機聯到電塞，若在途中通過或接近任何金屬物體，須用膠皮布或管將牠們包裹着，再用夾片釘牢於機器上，如第一百二十三圖。



第一百二十三圖 電線之裝置

所有水，機油，及汽油皆與電線有妨害的，牠們可以將膠皮爛壞，須

絕對躲開牠們，不要沾染了。

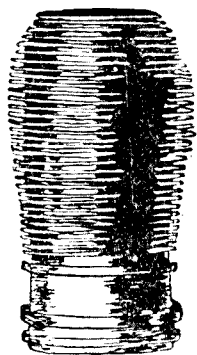
第一百零七節 散熱

(空氣散熱與水流散熱)

當空氣與汽油之混合氣體在汽缸內被電花燃着而爆發時，所發生的熱非常之大，發動機轉動愈快，則熱愈大——發動機的最大轉動數約為每分鐘一千六百至二千，同時所生的熱，可以達到攝氏二千度。這種熱傳佈於汽缸之週圍，傳佈於鞣輪，使牠們均皆發脹，假如不加以制止，將使鞣輪充分膨脹，而不能自由地上下運動於汽缸之內，終致停止動作，則此時機械將被毀壞無疑。因此散熱法不可不研究。

普通所用散熱法共有兩種：一是空氣散熱，一是水流散熱。

(1) 空氣散熱。最先航空發動機所採用的汽缸散熱法，是直接利用空氣流流動於汽缸之外面，將四週的熱散播出去。牛頓曾立下一定律：一個物體在等速空氣流中的散熱率，是與空氣流之速率，及那感受散熱影響的輻射面積之大小成正比例。製造家就按着這個定律，將汽缸的外面特別造成一層層很薄的凸緣，增加了有效的輻射面積，使空氣流在這些凸緣之間流動，吸收汽缸的熱，如第一百二十四圖。當飛機飛行時，汽缸週圍的空氣是時時更新的，藉此，汽缸常能保持其一定的溫度，不致於過熱。



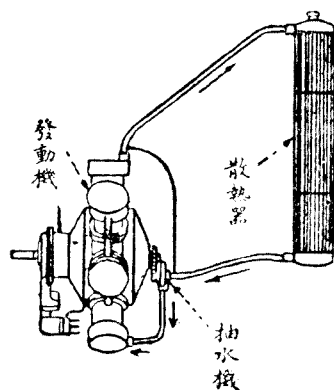
第一百二十四圖
空氣散熱的汽缸

(2) 水流散熱。這種方法是將汽缸另造一層

外套，在這夾套之間，常有冷水流動，汽缸週圍所生的熱被此水流吸收而去。水受熱之後，便行流出，進到一種散熱器裏，因有冷空氣在該器的週圍流動，便又將水的熱散開，使牠仍回復原來的冷態，而後再流到汽缸的夾層裏。如此繼續更新，川流不息，使汽缸的熱常能保持一定的溫度。

水流散熱又有兩種方法可用：一是利用那熱水輕而冷水重，輕則上升，冷則下降的原則，來使熱水自然地升到汽缸之上，而冷水則在下面填防。二是用抽水機將水抽進到汽缸的夾層裏。現在將牠們分別述說於下：——

I. 這種方法是很簡單的。有一散熱器，上端用大水管聯到汽缸夾層之上端，下端用小水管聯到汽缸夾層之下端。汽缸裏面的水既與熱汽缸接觸，也變熱了，於是升到上面。下面有由散熱器流過來的冷水壓迫擁擠着，使牠不得不流出，經過大水管，仍流到散熱器的上端，及由上端再



第一百二十五圖 水流散熱法

流到下端的時候，便漸漸轉冷了。發動機轉動愈快，則水熱得愈快，同時也流動得愈快，這是很妙的自然救濟法。

II. 這是一種最常用的方法。如第一百二十五圖，當發動機轉動時，將抽水機也帶動了。由散熱器之下端來的水被抽水機抽送到汽缸內去。水流環繞汽缸之週圍，吸收汽缸的熱，再由頂上流出來，經過水管歸到散熱器之上端，再流到下端，在此由上端流到下端的途中，牠所受的熱便全被空氣流散去了。

第一百零七節甲 空氣散熱與水流散熱之比較

空氣散熱與水流散熱兩法究竟是那一種較優呢？從前的人皆認為後者實優于前者，但經過製造家多年的研究和改良，已知在三百馬力以下的發動機，採用空氣散熱實較，水流散熱還要好，牠的優點是：

(1) 空氣散熱發動機中的各部分機件，其構造雖不必較，水流散熱發動機中的更為堅強可靠，但至少是相等的。

(2) 就發火的性質說，空氣散熱機所消耗的燃料絕不致多過最良的水流散熱機。

(3) 空氣散熱機對於氣流的阻力較之水流散熱機和散熱器所致的阻力還要小些。

(4) 空氣散熱機在極冷的天氣比較水流散熱機易于發火。

(5) 駕駛員對於空氣散熱機並不必要如對於水流散熱機之過分注意。

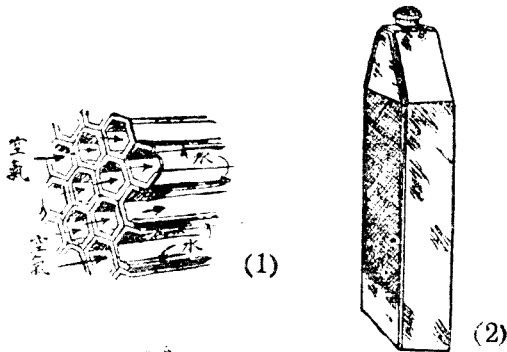
(6) 空氣散熱機之重量較之馬力相等的最良水流散熱機加散熱器與水之合重要輕得多多。

(7) 作長途飛行，並不必要預儲多量的水以加重飛機之重量。

第一百零八節 散熱器

散熱器的主要部分是一大蓄水池在上面，一小蓄水池在下面，另有一種散熱的部分在中間，將兩池聯通起來，有空氣流動於其間。水就於由上面流到下面，經過這中間散熱的部分時，將熱全行散去的。目今散熱器共有兩種構造：一為蜂巢式，一為鰓管式。牠們的分別就在這中間的散熱部分。

I. 蜂巢式的散熱器。這是用許多小銅管，或圓形，或方形，或六角形等等，兩頭都一一鉗合起來，鉗成一種蜂巢形，中間則留着路，以便熱水流通，如第一百二十六圖之(1)，這種蜂巢就橫置於上下兩蓄水池之

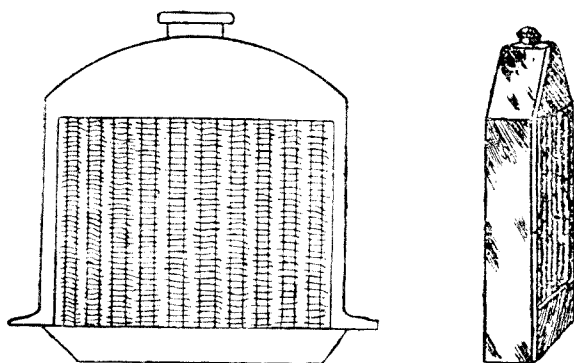


第一百二十六圖 蜂巢式的散熱器

間。熱水流到上層蓄水池之後，便分流到那些小管子之間，同時空氣流經管子中穿過。所有水的熱傳導到管子上，被空氣流全吸收了去，於是水達到下層蓄水池時，皆已轉冷。第一百二十六圖之(2)表示一種蜂巢

式的散熱器。

II. 總管式的散熱器。這是用許多小銅管緊置於上下兩蓄水池之間，管上有一層層的薄片做成一種鰓形，牠的目的是要將散熱的面積放大，使熱易於輻射出去。熱水由上層蓄水池分流到這些總管之中，空氣在管之週圍流動，將熱吸收了去。第一百二十七圖表示這種散熱器之構造。



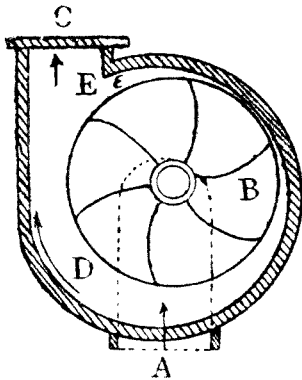
第一百二十七圖 總管式的散熱器

第一百零九節 抽水機

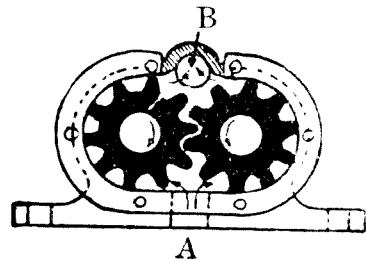
抽水機也有兩種：一是離心抽水機，一是齒輪抽水機。

離心抽水機是一個盒子，內中有一小旋轉水力輪，如第一百二十八圖。當發動機轉動時，將旋轉水力輪也帶動了，水由散熱器之下端，經過水管。進到入口 A，流到輪葉 B 上，被輪葉藉離心力之作用將牠擲開，壓迫着牠使由出口 C 再出去，流到汽缸上。我們要注意的是輪之位置，牠並不是居在盒子之中心，乃是向一邊偏着的，牠的妙處就在這一點

上。因為假如輪的週圍是一般寬窄，則水由A處入口後，將隨着輪子仍轉回到A處來，不能由C處出去了。假如輪的週圍有一邊寬有一邊窄，則水由寬處D流到窄處E時，不能通過，只得被壓迫的由C處出去了。



第一百二十八圖
離 心 抽 水 機



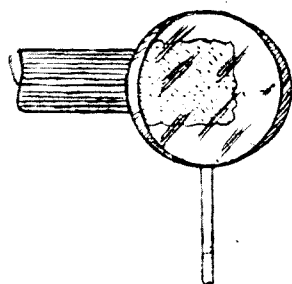
第一百二十九圖
齒 輪 抽 水 機 (或 抽 油 機)

齒輪抽水機是一個盒子，內中有兩齒輪，如第一百二十九圖，其中一輪直接聯於發動機。當發動機轉動時，將該齒輪帶動，則因為兩齒輪是互相交合着的，便也將另一齒輪帶動。水由入口A進到抽水機，流於輪齒之上，因兩齒輪的轉動，也將水帶着繞轉。及到兩齒輪重新交合起來時，水便不能再隨牠們繞轉了，也不能再流回去，只得被壓迫着由出口B流出。

第一百一十節 潤滑法

凡一件機器的一部分運動於另一部分之間，無論那種運動是繼續的，或是間斷的，是高速度的，或是低速度的，是直線的，或是曲線的：

兩部分之間常發生摩擦。因為無論一件機械磨得怎樣光滑，用肉眼觀察簡直不能看出其中有絲毫凸凹不平之處，但若用顯微鏡一照，却立時可以看出其中的凸凹不平來，如第一百三十圖。用兩件這樣的機械互相運

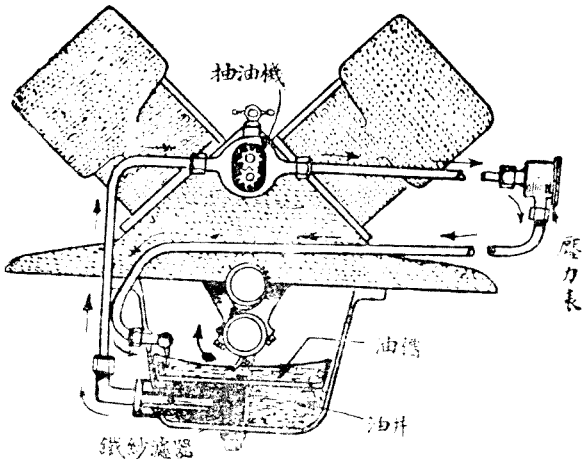


第一百三十圖 顯微鏡下所見圓軸之情形

動，其間便要發生摩擦。要想互相膠黏起來，不能繼續運動自由，甚至於將機械毀壞了。救濟之法，是在這兩部分之間加上一點潤滑劑，普通用機器油，使牠將那些凸凹不平之處填平，以減少摩擦力，得到更大的效率。

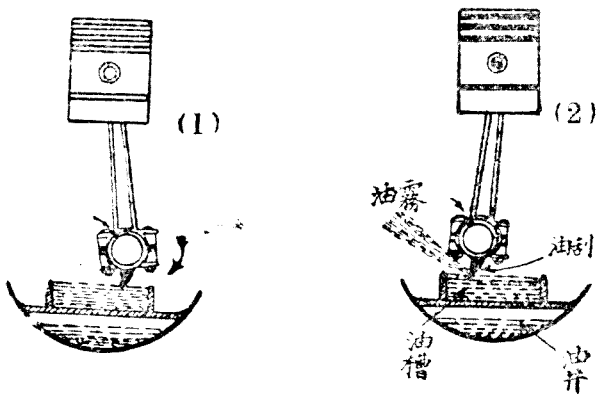
發動機上的主要動作是鞣輪運動於汽缸之中，搖桿將曲柄軸牽動，以及偏心將舌門開關。所以那需要潤滑的部分是汽缸鞣輪，搖桿頭，曲柄軸枕，以及偏心軸枕。日今所採用的潤滑法，共有二種：一為油槽自給式，一為壓力輸送式，試將牠們分述於下。

油槽自給式。如第一百三十一圖，有一抽油機聯於發動機上，當機器轉動時，將油由機座下層的油井裏抽到上層的油槽裏，那鐵紗濾器是用以濾清油裏面的沉澱的。這種油槽就直接安置於搖桿之下面，搖桿轉動了，牠的下端有一油刮，便將槽裏的油刮取，射成一陣油霧，如第一百三十一圖甲，其中有一部分流入搖桿之下端，有一部分輸送到偏心軸



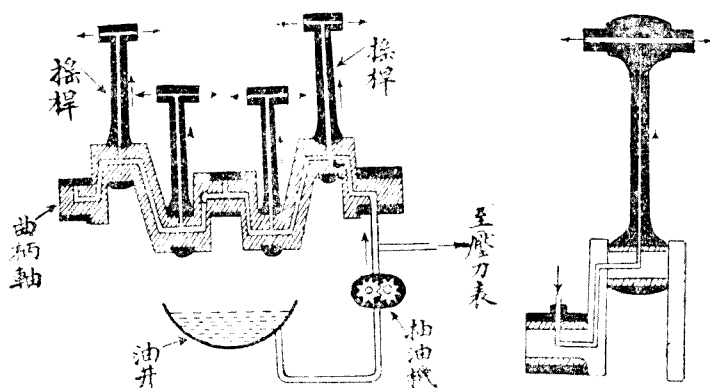
第一百三十一圖 油槽自給式

枕，曲柄軸枕，汽缸上以及鞴輪上。及將這種種的機械潤滑之後，仍歸到油井裏。油槽裏的油是常常保持在一定水平線上的，因為由油井抽進來的油，其速率也與用出去的油一樣的快。



第一百三十一圖甲 油刮之動作

壓力輸送式。上面所說的方法，那油並不是直接藉抽油機的壓力輸送到各種運動的機械上去的。另有人用一種方法，直接用壓力將油輸送到各種機械上去。如第一百三十二圖，抽油機由油井裏將油直接抽進到曲柄軸枕裏去，曲柄軸枕裏有一條通路或是細管，由一端直通到他



第一百三十二圖 壓力輸送式

端，搖桿裏也有一條通路或是細管，由上端通到下端，並且與曲柄軸枕相通，油既進到曲柄軸枕，便分散到各通路裏。那進到搖桿上去的又由上端出來，流到兩端及汽缸上，另外有一油管由抽油機直接通到偏心軸上。如此，所有各動作的部分皆直接以抽油機之壓力得到潤滑油了。

第一百十一節 抽油機

抽油機是一種雙齒輪式，與齒輪抽水機的構造及動作原理一樣，參看第一百二十九圖便可明白，不必再贅。

第一百十二節 螺旋槳之作用

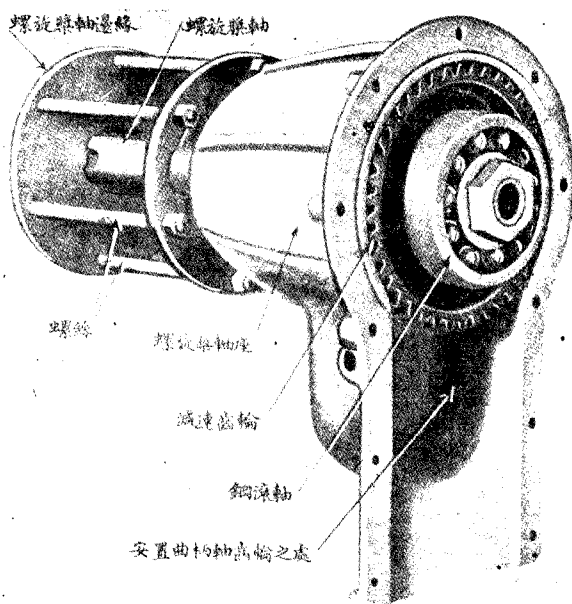
飛機若是雖有發動機而無螺旋槳，則只能成爲一種陸行的器具，而不能成爲飛行的機械。飛機之所以能飛行的，乃是因爲螺旋槳轉動了，鼓動一陣一陣的空氣流直往後面輸送。一方面按着“有動力必有反動力”的定律，那被壓向後面運動的空氣也生出反動力來，將飛機向前推動，這就是螺旋槳上的推進力。另一方面射在機翼上，生出一種舉力來，將飛機舉起。

要想支持飛機能在空中飛行，螺旋槳所生的推進力須常等於飛機之全阻力，又舉力須常等於飛機之全重量。假如飛機的全阻力爲 400 磅，則推動力也須 400 磅，若是全阻力爲 500 磅，則推進力也須 500 磅。又假如飛機的全重量爲 1000 磅，則舉力也須等於 1000 磅，若是全重量爲 2000 磅，則舉力也須等於 2000 磅。

螺旋槳所鼓動的空氣流，以在兩尖頭爲最多，愈近中心愈減少，約自距中心三分之一之處至中心，這一部分直無推進力可言，在這一部分中的空氣只成爲一種無方向的漩渦風。

螺旋槳的速率不宜超過每分鐘 1200 轉，因爲太快了，所生的應力便也很大，於曲柄軸及螺旋槳本身皆有損傷。但是發動機的速率每分鐘達到 1800 至 2000 轉，這麼大的速率，螺旋槳若是直接隨發動機轉動，當然是很不相宜。目今發動機上多採用一種減速齒盤，藉兩種齒數不同的齒輪之交轉，將螺旋槳的速率較發動機的減少約有三分之一之多，因此，發動機的力量可以任意增加，而螺旋槳的速率，卻不致隨之增加。

第一百三十三圖表示一種減速齒盤之構造。



第一百三十三圖 減速齒盤

第一百三節 螺旋槳之取義

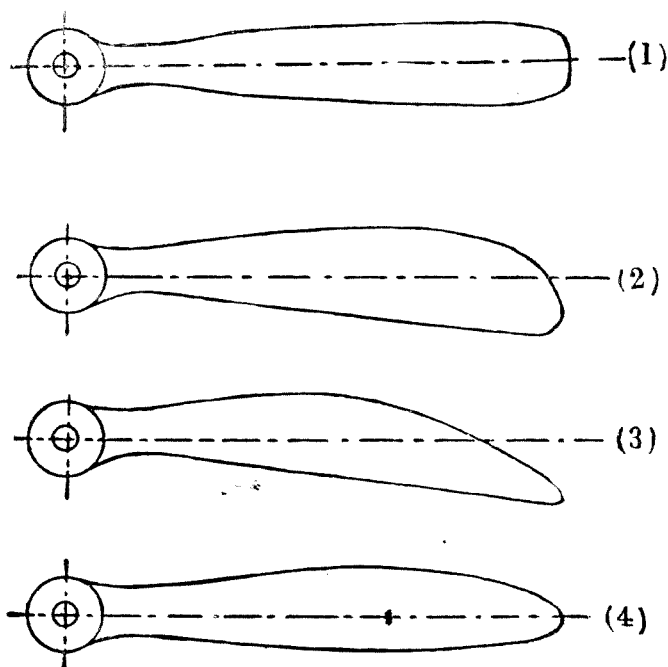
螺旋槳的名稱就是從牠的動作情形而生的。當飛機飛行時，一方面螺旋槳在旋轉，同時另一方面飛機卻向前進行。假如在螺旋槳的槳葉上任取一點，求牠所行的路徑，則與螺旋釘釘在木頭上時所行的路徑一樣，是一種螺線形的曲線。一點如此，他點也莫不如此，所以螺旋槳就由此得名。

螺旋槳轉動一週所前進的距離，稱為“有效螺紋距。”但因牠是轉動於流體之中的，常發生一種滑溜，所以“實在螺紋距”並不與有效螺

紋距相等，卻等於有效螺紋距加滑溜。要求有推進力，我們一定得有滑溜。

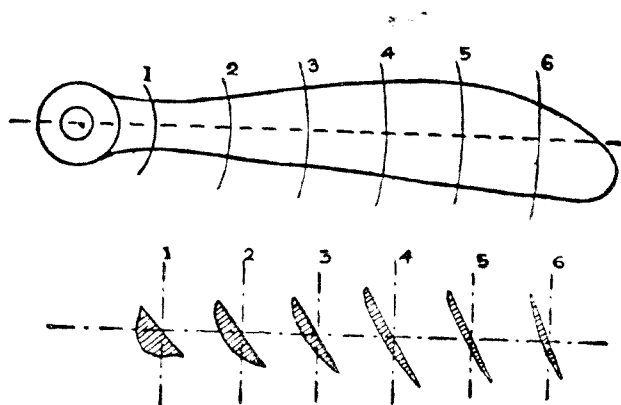
第一百十四節 槳葉之形式

螺旋槳槳葉的邊有直線的，有曲線的，如第一百三十四圖之(1)表示兩邊皆是直線的，(2)及(3)一邊是直線的，一邊是曲線的，(4)兩邊皆是曲線的。無論牠是一邊是曲線的，或兩邊皆是曲線的，凡轉動時總是曲度較深的那一邊為引邊，在先進行。槳葉最寬之處，約距尖頭有三分之一之遠。



第一百三十四圖 槳 葉 之 形 式

槳葉的切面形也和機翼之切面形相仿，是一種曲面，如第一百三十五圖所表示的。諸切面形對於 1,2,3 等線之傾斜就表示牠們對於槳面之傾斜。



第一百三十五圖 槳葉之切面形

至於螺旋槳之直徑固然是以愈大愈有效率，直徑大而轉動慢的螺旋槳遠勝於直徑小而轉動快的，然而以飛機之形式所限，也不能造得過大，總要使牠在飛機上易於轉動，不致與地面接觸，大約尖頭最低的時候，距地面至少要有 12 寸之高，方能保險。普通螺旋槳的直徑，一百馬力的約為 8 $\frac{1}{2}$ 寸，三百馬力的約為 10 $\frac{1}{2}$ 寸。

第一百五節 槳葉數

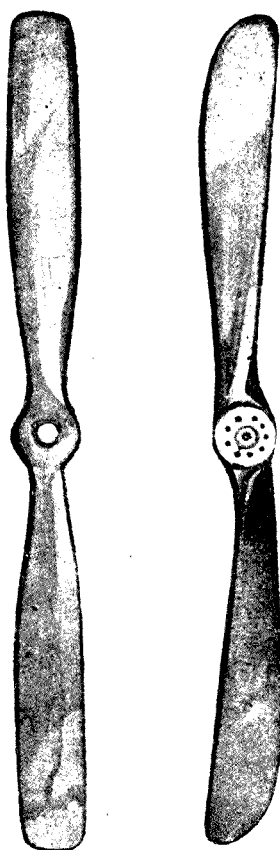
螺旋槳有兩葉的，有三葉的，也有四葉的。普通小飛機上多採用兩葉的，三葉的並不常見，四葉的則多用於大而重的飛機上。牠們各有牠們的好處，兩葉的易於製造堅固，易於收藏轉運。四葉的則比較兩葉的

所得的效率大，而且飛行時若果其間有一葉折斷了，也不致於如兩葉的折斷了一葉之危險。就相等的效率而言，牠的直徑可以比兩葉的造得小些；但是牠比兩葉的難於製造，也沒有兩葉的來得堅固。至於三葉的好處與壞處則介乎兩葉的與四葉的兩者之間。第一百三十六圖表示兩種兩葉螺旋槳一為直邊的，在尖頭略為彎曲，一為曲邊的。第一百三十七圖表示一種四葉螺旋槳。

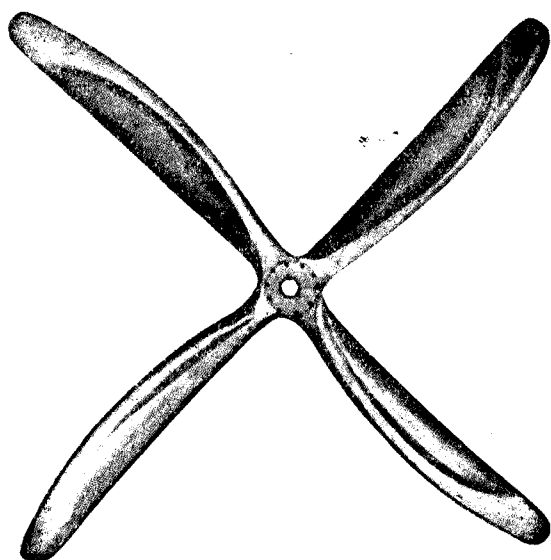
第一百十六節

前曳螺旋槳與後推螺旋槳

螺旋槳有前曳與後推之分。凡安置在機翼之前，也就是在發動機之前的，便稱為前曳螺旋槳；凡安置在機翼之後，也就是在發動機之後的，便稱為後推螺旋槳。前曳螺旋槳轉動時所生出來的風力，推動螺旋槳，將飛機拉着前進，好像人力車夫拉人力車一般；後推螺旋槳轉動時所生出來的風力，推動螺旋槳，將飛機推着前進，好像小車夫推小車一般。前曳螺旋槳因為前面沒有阻擋，轉動時前面不受干涉，後推螺旋槳因為前面上下有機翼，中間有發動機的阻擋，轉動時前面受到干涉，所以前者所得的效率比後者的較大，但是後者所居的位置，使駕駛員的視線不受



第一百三十六圖
兩葉螺旋槳

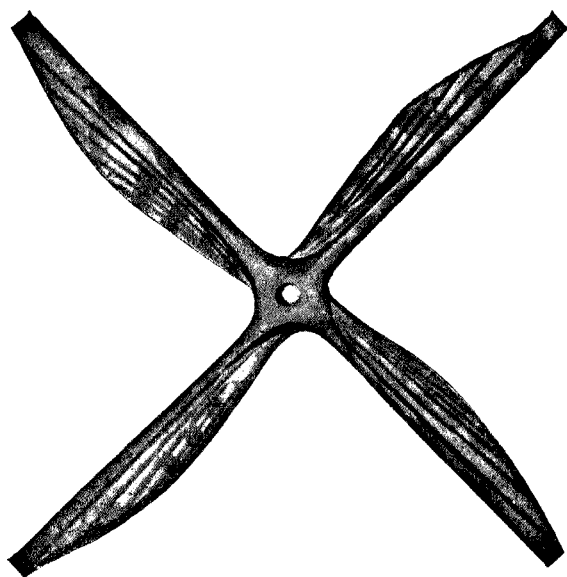


第一百三十七圖 四葉螺旋槳

障礙，作戰方便，卻比前者較好。

第一百十七節 螺旋槳之製造

螺旋槳普通是用木造成，有時也有用鋼的。木料大半爲胡桃木，或桃花心木，也有用赤楊木或白橡木的。造法是先將木料鋸成約 $\frac{3}{4}$ 寸到 1 寸厚，將兩面刨平，再滿用熱膠將牠們一塊一塊的黏牢，大約自五層至十層之厚，而後用夾板夾緊，約有十八小時之久，直等膠汁都完全凝結堅固了。屋內的溫度須保持在法氏 100度。用這種薄板相疊而成的製法，是求螺旋槳不致於扭曲的。

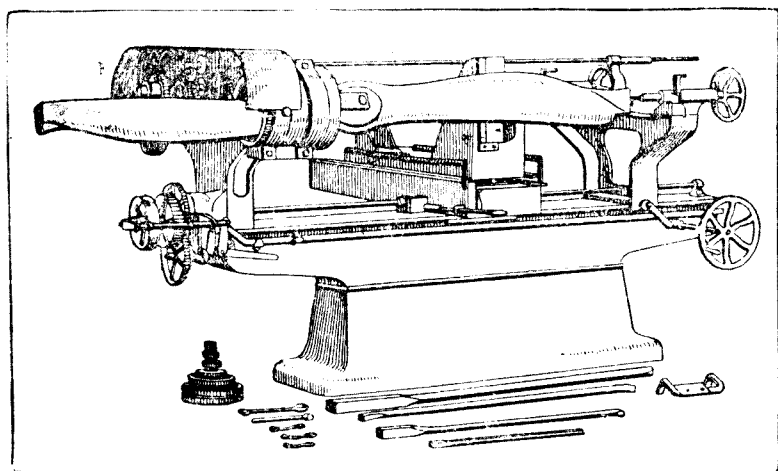


第一百三十八圖 螺旋槳未完成之先的雛形

黏牢之後，將牠刮成螺旋槳的雛形，如第一百三十八圖，而後再擱置約十天之久，使木質全行乾透，於是按着尺寸仔細地將牠完成，用沙紙打磨，再加上幾道油漆。因為由實驗所得，用薄片膠黏而成的木料，比較相等的整塊木料要堅固得多。

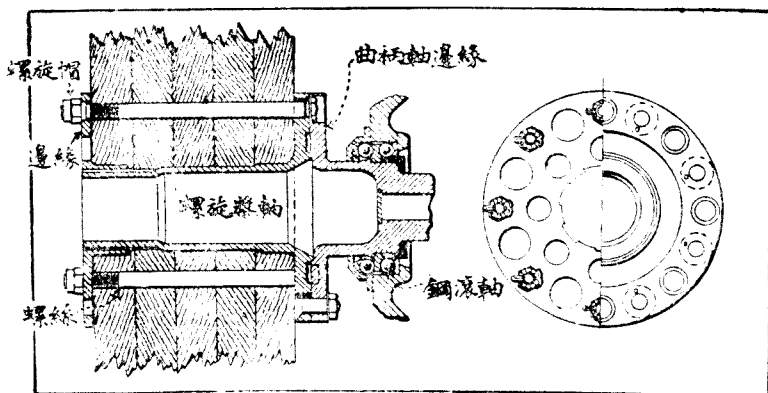
第一百三十八圖甲表示螺旋槳在車牀上鏤製的情形，鏤製時旁邊另有一模形螺旋槳為準則。

螺旋槳造成後，常有人將兩尖端用金屬片包裹，以便保護牠們不致受傷，不致開裂。有時槳葉上全用布包裹着，外面再塗上縮收液。



第一百三十八圖甲 螺旋槳在車牀上製造

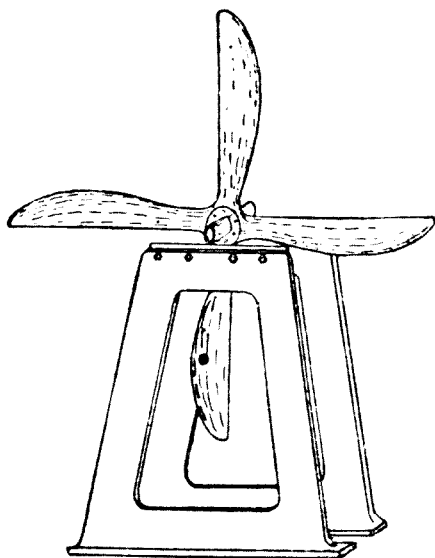
第一百三十八圖乙表示螺旋槳軸之構造。



第一百三十八圖乙 螺 旋 槳 軸

第一百十八節 螺旋槳之平衡

螺旋槳製造成功之後，必須求其平衡。若是一個 25 磅重，每分鐘 1200 轉的螺旋槳，只要牠的重心出乎牠的主軸之中心有 $1/10$ 寸之遠。將要發生 104 磅的離心力，結果便要得到很大的震動。



第一百三十九圖 螺旋槳之平衡試驗

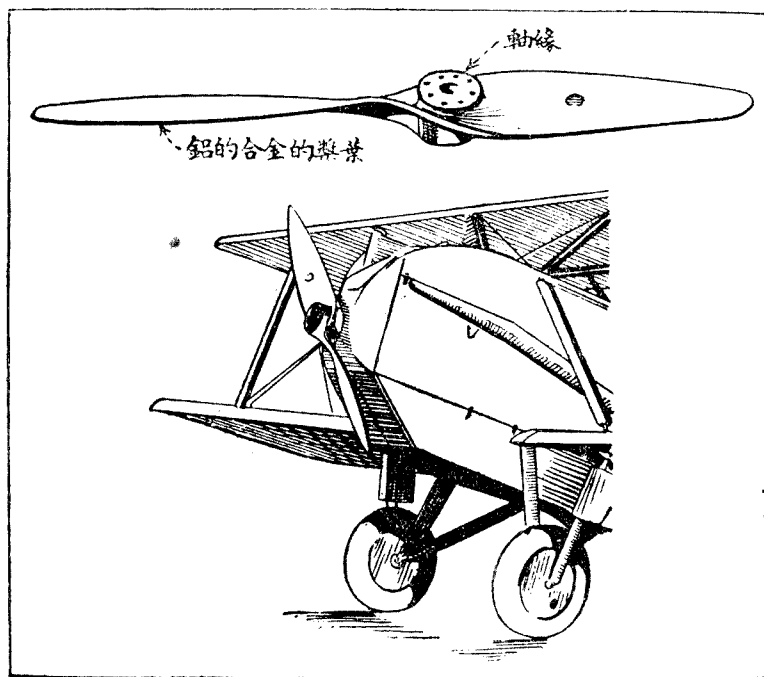
每造成一個螺旋槳，必須精密地試驗牠的平衡。法用一圓軸或圓管，安在牠的中心，再將牠放在一平衡架的楔子上。略為動之，如第一百三十九圖。假如牠總是靜止的，並不隨着擺動，則是十分平衡了。假如牠隨着就擺動起來，則是未曾平衡，可以將槳葉的重的那邊略為取去一點材料。

螺旋槳繼續應用多少時之後，常易失其本來形式，成彎曲，因此減少牠的效率，須常時加以查驗糾正。

螺旋槳如不用時，須妥為存藏在一間溫度濕度適宜的屋內，取出應用時並須從新較準槳葉的螺紋距。

第一百十八節甲 金屬螺旋槳

因木製螺旋槳的各部分吸收潮濕的程度之不同，所以常容易發生扭曲的毛病，變更了形式，因此，有人想到製造金屬的螺旋槳，或是實心



第一百三十九圖甲 金屬螺旋槳

的，或是空心的，空心的意思是欲減少軸的重量，但不甚適用，第一百三十九圖甲表示一種金屬螺旋槳，係用鋁的合金所製造的，鋼也可用以製造槳葉。

第十三章 發動機之解剖

第一百十九節 汽缸數多少之比較

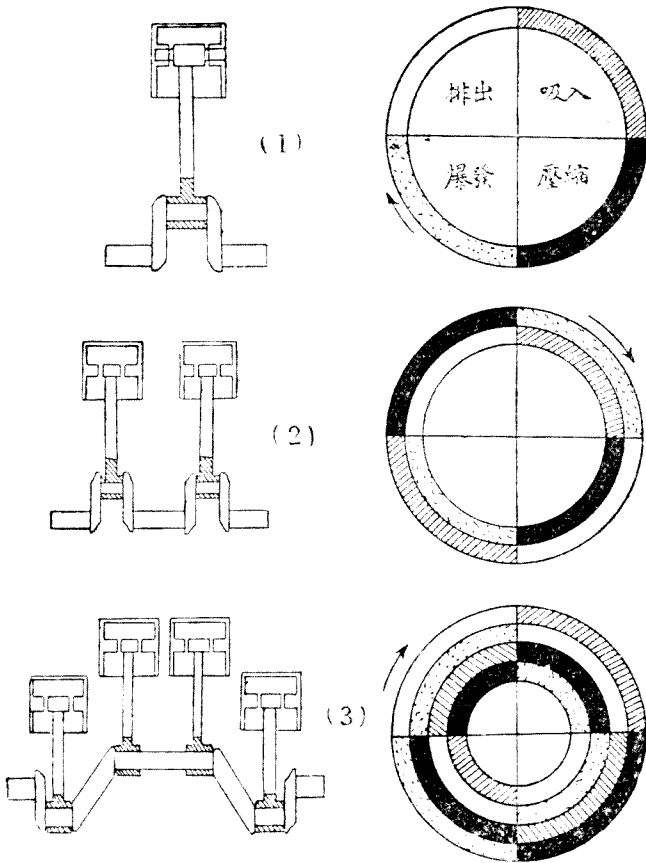
普通發動機有只用一個汽缸的，也有用兩三個，以至八九個的，並有用到二十個之多的。一個汽缸的稱為單汽缸發動機，兩個汽缸以上的稱為多汽缸發動機。目今航空發動機之製造多趨重於八個以至十二個汽缸的，三四個汽缸的已不多見，至於單汽缸的則自來即未曾用過。一個多汽缸的發動機，外觀上看來似乎是比單汽缸的要繁雜得多，然而實際上卻並不如此，因為多汽缸的發動機，只不過是幾個同樣的單汽缸，安置在一個機座上，相合而為一耳。

固然，一個雙汽缸的發動機，比一個單汽缸的部分要多一倍，一個六汽缸的發動機比一個雙汽缸的部分要有三倍之多，可是舉一隅而反三，假如我們能夠明白任何一個汽缸的動作原理，其餘也就可類推而知了。

在起初的時候，普通發動機多用單汽缸，要想增加機器的力量，便將汽缸改大，因為汽缸的體積放大，則火膛也就隨之而加大。但是不久便有人發現兩個或兩個以上的小汽缸比較一個大汽缸能發生更大的力

量，更容易製造，並且也輕便得多。還有一層最重要的好處，就是動作較為平穩。因為發動機若只有一個汽缸，則於曲柄軸每兩週轉之中，只有一次爆發，所生的震動既非常之大，而惰性也是很大，須有一很重的飛輪來救濟。若是有兩個汽缸，則於曲柄軸每兩週轉之中可有兩次爆發，或是說，每一次週轉之中可有一次爆發，如此，所得的力量可以均勻些，所生的震動可以輕鬆些，若是有三個或四個汽缸，則於曲柄軸每兩週轉之中，可有三次或四次爆發，所得的力量更可均勻，所生的震動更可減小。汽缸愈多則成績愈佳，發動機動作愈為平穩。

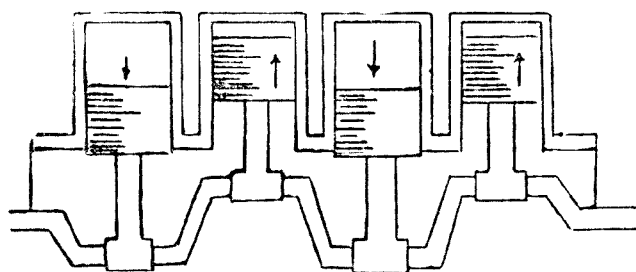
今試用圖來說明多汽缸的利益。如第一百四十四圖之(1)。表示單汽缸的動作次序，假設曲柄軸係按矢線所表示之方向轉動，汽缸先吸進氣體，而後壓縮，爆發，排出，於每兩週轉之中只有一次。若是兩個汽缸則於每一週轉之中總有一次吸進，壓縮，爆發，及排出，有如(2)圖。第一號汽缸吸進氣體時，第二號汽缸便爆發，第一號壓縮時，第二號便排出，等到第一號將所吸進的氣體爆發時，第二號則重新吸進氣體，第一號將餘燼排出時，第二號則壓縮。至若一個四汽缸的發動機，則於曲柄軸每兩週轉之中，便有四個汽缸各爆發一次，牠們的動作情形，是當一個汽缸在爆發中，同時另有一汽缸正在排出，又有一汽缸正在吸進，更有一汽缸正在壓縮，四者的工作雖各不相同，一個卻總是跟隨着一個，有如(3)圖。在四汽缸的發動機中，曲柄所交的角度是180度或是說半個曲柄圈，大概第一號與第四號兩汽缸的曲柄同在一平面上，而第二號與第三號兩汽缸的曲柄又同在一平面上。按(3)圖上所表示，可得諸汽缸之動作次序如下：——



第一百四十四圖 汽缸數多少之比較

1	2	3	4
爆發	壓縮	排出	吸進
排出	爆發	吸進	壓縮
吸進	排出	壓縮	爆發
壓縮	吸進	爆發	排出

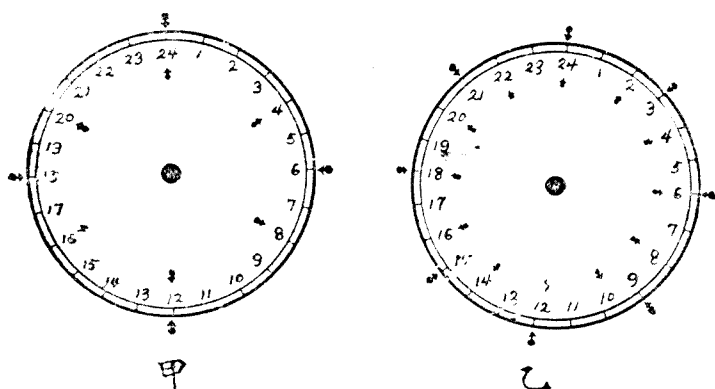
就是說，第一號汽缸在爆發，同時第二號汽缸在壓縮，第三號汽缸在排出，第四號汽缸在吸進。餘可依此類推。有時第一號與第三號兩汽缸的曲柄同在一平面上，第二號與第四號的又同在一平面上，如第一百四十一圖。



第一百四十一圖 四汽缸發動機之曲柄佈置法

總之，無論汽缸之數目有多少，牠們皆是要按着四擊輪迴動作的步驟而行，不過時間先後之不同耳。

我們試再用一比方來詳細的說明一下。如第一百四十二圖，取一鐘面，將牠分成二十四小時，代表曲柄軸的兩次迴轉。於是於四汽缸的發動機中，若是第一號汽缸於早間六點鐘爆發，則第二號將於正午十二點鐘爆發，第三號將於下午十八點鐘爆發，第四號將於半夜二十四點鐘爆發，每隔六點鐘爆發一次，就是說，每半個迴轉爆發一次，如甲圖之外圈。因為每一汽缸完成爆發動作的時間是六小時，就是半個迴轉，所以各個汽缸的爆發是緊緊限隨着的，力量卻是均勻，不過時間相隔太長了些。假如我們用六個汽缸，則有如甲圖之內圈，如第一號汽缸於早晨四點鐘爆發，則第二號將於早晨八點鐘爆發，第三號於正午十二點鐘爆發……



第一四十二圖 多汽缸發動機爆發之比方

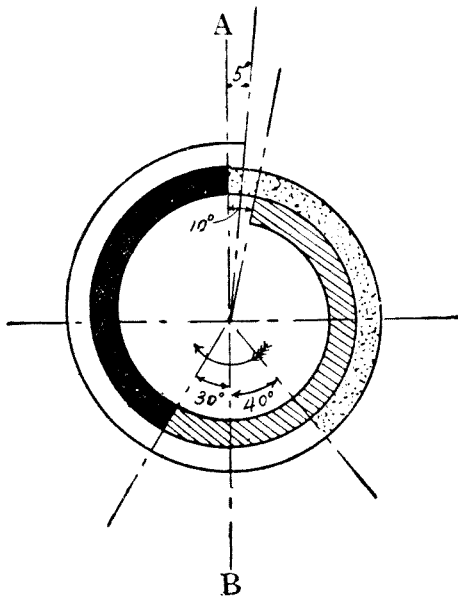
等等，每隔四小時爆發一次，就是說，曲柄每轉動 120° 爆發一次。所以一個汽缸還不曾完畢，牠的爆發動作剛有三分之二，便另有一個汽缸接着爆發起來。所生的力量自然更為均勻。乙圖之外圈表示八汽缸發動機的爆發情形，每隔三小時即有一個汽缸爆發，或每隔六小時即有兩個汽缸爆發，就是說，無論何時常有兩個汽缸在產生動力。乙圖之內圈表示十二汽缸發動機的爆發情形，每隔兩小時即有一次爆發，所以當一個汽缸在爆發動作的期間內，常有兩個汽缸陸續地跟着爆發。

總之，汽缸數愈多，則所生的動力愈平穩，好比人之用手指輕輕推動物體，反之，汽缸數愈少，則所生的動力愈不均勻，好比人之用拳頭打擊物體。

第一百二十節 四擊動作中各個動作之真確時間

在前章內為求解說之簡單，使讀者易於明瞭起見，所有四擊動作中

各個動作皆假設是於鞴輪正達到最高點或最低點時開始的，就是說，每一動作的期間皆等於曲柄軸的半個迴轉，或是等於曲柄轉動 180° 。但是實際上並不如此簡單，各個動作的期間，略有長短之不同，並非是一律相等的。例如吸進動作則比曲柄軸的半個迴轉的期間略為長點，而排出動作的期間，則比較更長得多。第一百四十三圖表示各個動作的期間。入氣舌門在鞴輪開始向下動作 10° 後，（就是曲柄通過最高點後向左轉動 10° 之時），纔開放作吸進動作。（這是為着需求汽缸裏面可以得到部分真空，好使氣體之吸入更為踴躍。）一直等到鞴輪既達到最低點再向上動作 30° 後，入氣舌門纔關閉起來，停止吸進動作，開始壓縮動作。（這是為着要求氣體之吸入，能得到一個最大的數量，因為在高



第一百四十三圖 四擊動作之真確期間

速度的發動機中，鞴端之向下，較之氣體之擁入要快得多，所以當鞴端剛達到最低點時，仍有多量氣體繼續地進來，假如此時入氣舌門便行關閉，將有一部分氣體有不得其門而入之歎，若是開放的時間長久些，則入氣管內那一部分落後的氣體可以從容不迫地進入汽缸之內，直等到鞴端向上的壓縮，適等於氣體之擁進所生的壓力，而後停止。由此看來，發動機轉動愈快的，入氣舌門關閉的時間應當愈遲。）壓縮動作自然是不用說，以鞴端達到最高點爲止了。鞴端再向下動作時，爆發動作於是開始。（爆發開始的實在時間，並非鞴端正達到最高點之時，卻略爲早點。因爲前章已經說過，汽缸裏面的氣體之爆發，須有若干時間容其漸漸擴張開來，特將發火時間略爲提早，使鞴端正達到最高點時，氣體既被牠充分地壓縮，爆發也充分地擴張開來，以便得到最大衝擊力。所以此處所謂爆發動作開始者，乃是指充分的爆發動作而言。）一直到鞴端距離最低點還有 40° 時，這種動作便已停止了。出氣舌門則於此時開放起來，作排出動作（這是爲着要將壓力鬆釋，好使鞴端開始向上運動時，不致遇到過分的阻力。）等到鞴端再過最高點向上運動 5° 後，纔停止動作（這是爲着要將汽缸內的餘燼排盡。）所以總起來說，是

吸進動作 = 曲柄轉動 200°

壓縮動作 = 曲柄轉動 150°

爆發動作 = 曲柄轉動 140°

排出動作 = 曲柄轉動 225°

不過這個數目也只是一般的情形，發動機製造家各有他們自己的計畫，各種動作各有遲早之不同，並未可一概而論也。至於各個動作的時

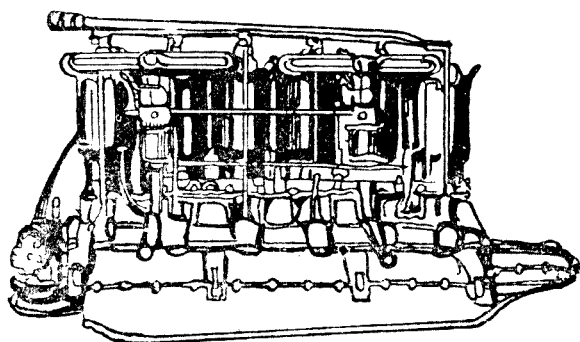
間校準法，則是於曲柄軸頭上安有一種轉盤，上面刻有各個動作的距離，按着這種記號刻劃，便可以規定出來。

第一百二十一節 靜定式與旋轉式發動機

發動機有靜定式與旋轉式之分：凡汽缸常是靜止不動，而曲柄軸常在轉動的，便稱為靜定式發動機；凡曲柄軸常是固定不動，而汽缸在繞着轉動的，便稱為旋轉式發動機。

靜定式發動機中又分為垂直式，V字式，雙V字式，X字式，及輻射式（又稱靜定的輻射式。）旋轉式發動機則只有一種，就是那汽缸成輻射形的，又稱旋轉的輻射式。

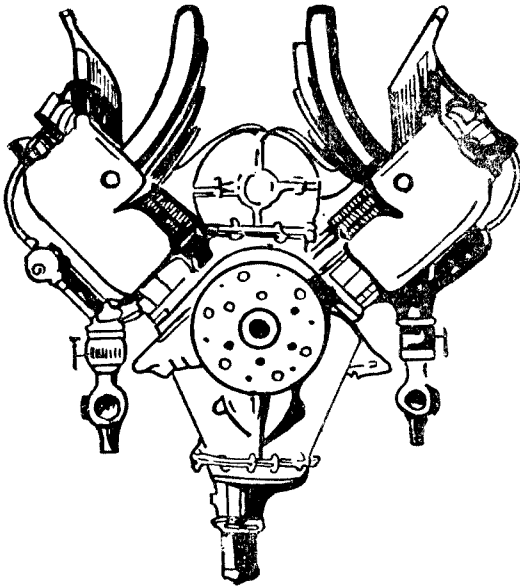
I. 靜定式 (1)垂直式。這是一種最普通的構造，所有汽缸皆垂直的安置於機座之上，如第一百四十四圖。在起初發明發動機的時候，皆採用這一種形式，就是目今汽車上仍多採用這類的發動機。四汽缸或六汽缸的發動機固以此式為最適宜，但是航空發動機產生力量要大，於



第一百四十四圖 垂直式發動機

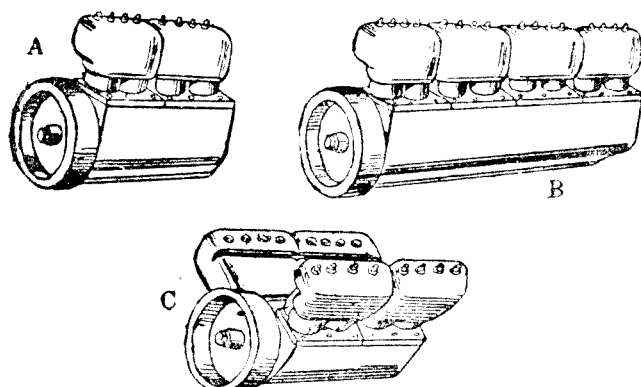
是汽缸數不得不加多，汽缸數加多，假如仍取垂直式，則因為長度的關係，八汽缸的比四汽缸的要長一倍，十二汽缸的比四汽缸的要有三倍之長，外觀上既是太笨，於實際上也不合用，不能安置於飛機之上。於是有人創造一種 V 字式的發動機。

(2) V 字式。法是將汽缸分成兩列，各與垂直中心線交成 45° 的角度，左右排置着，就是說，兩列汽缸互交成 90° 。不過這個角度也隨各人之所好而有變更，普通八汽缸的多是 90° 。十二汽缸的多是 60° 。第一百四十五圖表示一種 V 字式，發動機。這種安置法可以使發動機的長度減去一半。一個八汽缸 V 字式的只與一個四汽缸垂直式的長度相等，如第一百四十六圖之 A 及 C。假如八個汽缸皆成一垂直式呢，則長



第一百四十五圖 V 字式發動機

度將多一倍，如圖之B。

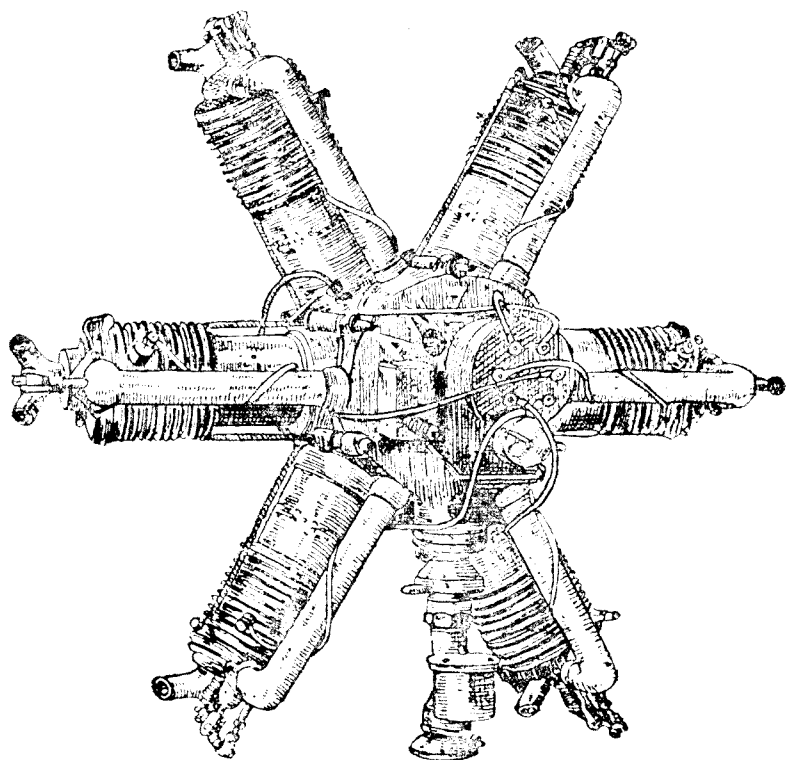


第一百四十六圖 垂直式與V字式發動機之比較

(3)雙V字式。以後汽缸數格外加多，用V字式也覺得太長而不合宜了，於是更進一步而改用雙V字式，就是將汽缸分成三列，中間一列垂直地立着，左右又各有一列斜交着，兩邊的角度是相等的。

(4)X字式。又有人將汽缸分成四列，交成兩個V字形，一個正立，一個倒立。例如有十六個汽缸，將牠們平分成四列，每列四個，上邊左右各有一列，下面左右也各有一列，各列與垂直中心線所交的角度皆相等。這種形式的發動機，所省的地位自然更多，不過目今還不常見。

(5)輻射式。起初應用於飛機上的航空發動機，却並不是所述的排列式的，而為輻射式的。在1909年七月間，布烈銳我飛渡英吉利海峽所乘的飛機，是用一種三汽缸輻射式的發動機，以後漸經改良。這種發動機乃由三個汽缸加到五個，六個，以至二十個之多。這種輻射式發動機（又稱星形）也有單層，雙層，汽缸數目少，便都安置在一個平面上，成



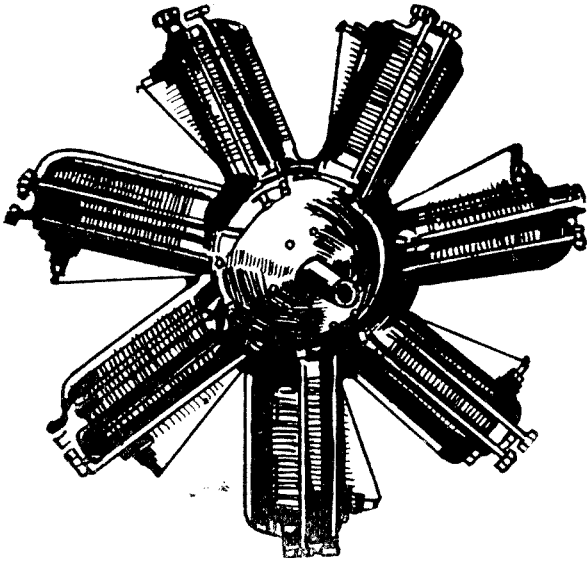
第一百四十七圖 輻射式發動機

功一層。如第一百四十七圖，表示一種單層輻射式發動機。若是汽缸數目多了，統都安置在一層，未免擁擠起來，甚至有向隅之歎，於是將牠們分成前後兩層，安置在兩個平面上。

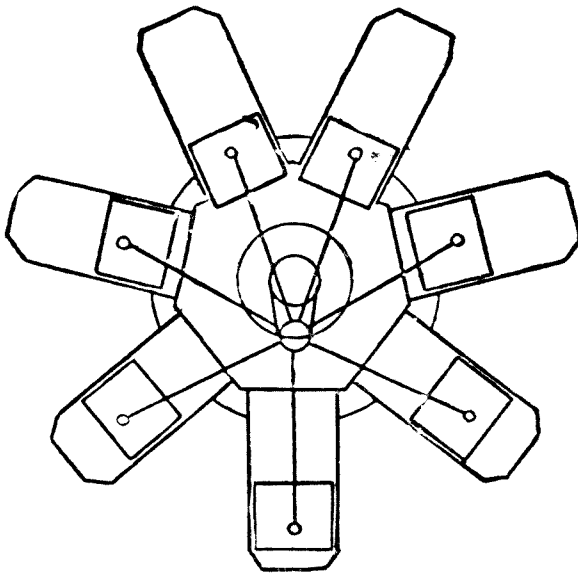
輻射式的好處是：鞣端既按星形分配着，皆動作於同一曲柄上，則曲柄無論何時皆得到最大應力，應力之分佈甚為均勻，此其一；曲柄軸

可以大為改短，發動機的長度也可以大為減小，此其二；發動機的重量因此也可以減輕，此其三。

II. 旋轉式。旋轉式發動機的汽缸也成輻射形，外觀上看來，與輻射式發動機沒有什麼分別，在靜止的時候，這兩種發動機簡直不易分別出來，可是一動作起來，牠們的分別所在，立刻就明顯了。輻射式的是曲柄軸在轉動，而汽缸不轉動，旋轉式的是汽缸在轉動，而曲柄軸不轉動。第一百四十八圖表示一種旋轉式發動機，第一百四十九圖表示該機轉動時各個構件的位罝。



第一百四十八圖 旋轉式發動機



第一百四十九圖 旋轉式發動機之內容

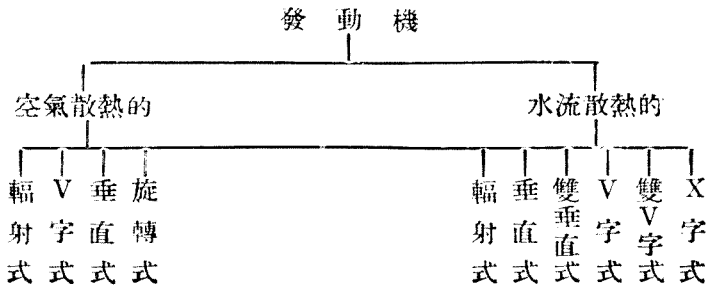
第一百二十二節 水流散熱與空氣散熱發動機

發動機按着汽缸散熱之法，又分成兩種：一是水流散熱的，一是空氣散熱的。凡汽缸因氣體的燃燒所生的熱，藉水流吸收去，發散開的，便稱水流散熱的發動機；凡汽缸上的熱藉四圍的空氣流直接吸收去，發散開的，便稱空氣散熱的發動機。兩種散熱的方法，已於前章略述一過，現在不必再贅。

水流散熱發動機有垂直式的，有V字式的，有雙V字式的，有X字式的，也有輻射式的。

空氣散熱發動機，有旋轉式的，有輻射式的，有垂直式的，並也有V

字式的。現在將牠們分別立一簡表於下 ——



發 動 機 式 樣 一 覽 表

(1) 空 氣 散 熱 的

式 樣	汽 缸 數	馬 力 數	速 度 每 分 鐘 之 轉 動 數
輻 射 式	3 單層輻射式	25-40	1600-2000
	6 單層輻射式	50-100	1600-2000
	7 單層輻射式	100-170	1600-2000
	9 單層輻射式	90-350	1600-2000
	10 單層輻射式	90-150	1200-1400
	14 雙層輻射式	400-600	1200-1400
旋 轉 式	20°雙層輻射式	200	1200-1300
	7	50-80	1200-1300
	9	100-250	1200-1300
	11	100-250	1200-1300
V 字式 汽缸成45° 60°或90°	18	150-300	1200-1300
	8	90-120	1500-1800
	12	100-220	1500-1800

(2) 水流散熱的

式樣	汽缸數	馬力數	速度每分鐘之轉動數
輻射式	6	60-80	1200-1500
	9	80-150	1200-1500
	14	150-250	1200-1500
	18	200-600	1200-1500
V字式	8	150-270	1600-2000
	12	200-500	1600-2000
雙V字式	18	400-600	1500-1800
垂直式 一行或二行	4	40-100	1200-1500
	6	100-600	1300-1600
	8	200-600	1300-1600
	12	500-800	1300-1600
X字式	24	500-1200	1500-1800

第一百二十三節 汽缸

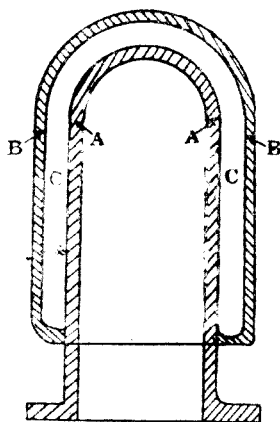
發動機上最重要的部分首推汽缸。氣體被吸進到牠那裏面去，就在那裏被壓縮，爆發。機器的原動力就發源於汽缸內。牠本是一塊圓鐵或圓鋼，用機器將內面旋成適當的直徑，稱為“口徑，”成一種圓筒，再用砂石磨得光滑如鏡，以減少摩擦力，好使構輪能在裏面往來運動自由。量汽缸的口徑，是用兩種千分器，一比口徑大千分之一，一比口徑小千分之一。假如前者可以放進到汽缸內，則是口徑太大了，假如後者也不能放進到汽缸內，則是口徑太小了，這皆不能適用。只有那比口徑小

千分之一的能進去，而那比口徑大千分之一的不能進去時，纔算適用。

汽缸因為散熱法之不同，共有兩種構造：一是空氣散熱式的，一是水流散熱式的。

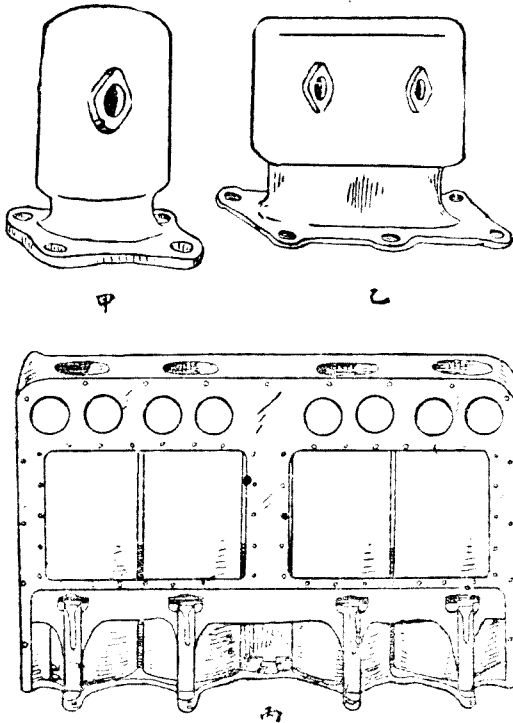
空氣散熱式的汽缸是將汽缸的外面造成一層層很薄的凸緣，如第一百二十四圖便是一種。這種汽缸是用六吋直徑，十一吋長的圓鋼，重量有 57 磅，一共在車床上經過六道手續，而後纔成功這樣的完形，只有 5 磅之重。那些凸緣在頂上的只有 0.6 公釐之薄，漸漸略厚下去，一直到下層，也只有 1.4 公釐之厚。

水流散熱式的汽缸是於汽缸之外面另造一層鋼或鐵的外套。這外套就鉚於汽缸之上，如第一百五十圖，其中 A 表示汽缸本身，B 表示外套，C 為水流之路。這種水流散熱式的汽缸，也有一個一個單獨鑄成的，如第一百五十一圖之甲，也有兩個合在一塊鑄成一對一對的，如圖之



第一百五十圖 水流散熱式汽缸之剖面觀

乙，也有三個或四個合鑄成一塊的，如圖之丙。若按理論上說，則單個的汽缸有許多好處：第一，四圍散熱來得均勻，因此汽缸之脹縮也來得均勻，這是一個很重要的條件，因為若是汽缸脹縮不均，則汽缸之真形會

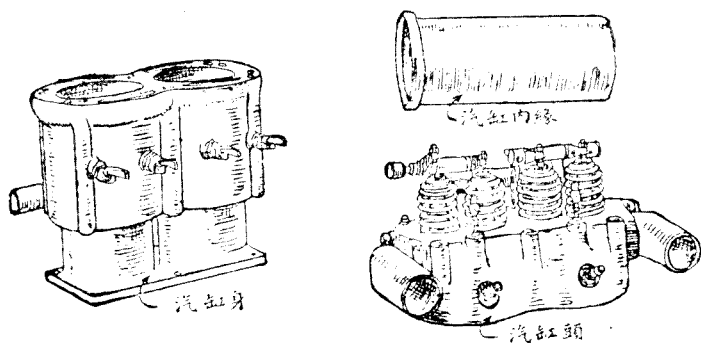


第一百五十一圖 汽缸之單造與合鑄

得改變，口徑也不能準確，以致構輪動作要發生障礙，損傷了機器；第二，形體輕便，易於拆卸修理；第三，假如遇有損傷，不能再用，只須另換一個。至於幾個汽缸合鑄在一塊呢，則若遇有一個汽缸損傷，不能再用時，全部便要廢棄，而且形體太重而笨，不易拆卸。不過牠們也有幾種好

處：就是安置在機座上較為穩固，動作時所生的震動較小；所佔的地位較小；以同等數目而言，分量較輕。

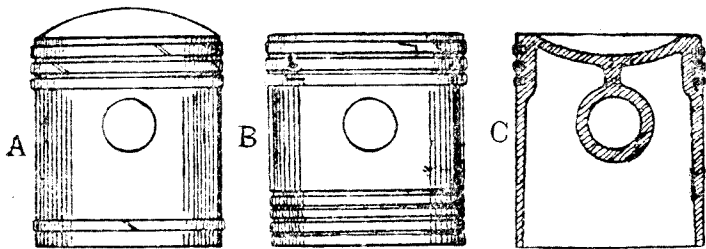
汽缸也有將頭部與身部分開製造，裝置時合在一起的。如第一百五十二圖，便表示一種這樣的構造，汽缸頭與汽缸身皆用鋁製成，另用一個鋼製的內緣，安置在汽缸身裏面，以便鞣鑄動作，這種構造對於修理火膛上非常便利。



第一百五十二圖 身首分造之汽缸

第一百二十四節 鞣鑄

鞣鑄是受爆發之衝擊力而作循迴動作的機械，因氣體之燃燒而生的動力，藉着牠與搖桿，得轉成機械動作，所以牠在發動機上也算一個很重要的部分。牠的構造是很簡單的，牠的形式在各種發動機上並無多大不同之處，總是一個圓筒，或是凸圓頭，或是凹圓頭，或是平頭，筒之外面上下有幾道凹槽，好放進鞣鑄圈，裏面有兩托手，好使搖桿插入，聯接起來。材料是用鐵或鋁，間或有用鋼的。第一百五十三圖。表示三種最



第一百五十三圖 鞣 鞣 之 形 式

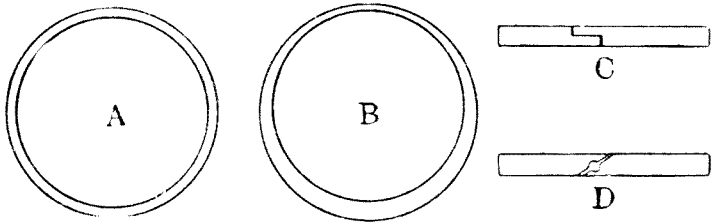
常見的形式，(A)爲凸圓頭形鞣鞣，上面有三道槽，下面有一道槽。(B)爲平頭形鞣鞣，上下各有三道槽，這種形式幾乎已爲世界所通用。(C)爲凹圓頭形鞣鞣，上面有三道槽。

第一百二十五節 鞣鞣圈

所有鞣鞣必須能自由上下運動於汽缸之中，使摩擦力減至極小數，爲着這個緣故，鞣鞣的直徑總是比汽缸的口徑略小。不過如此一來，鞣鞣與汽缸之間便非純不洩氣，這個距離，於鞣鞣作壓縮動作時，將使一部分混合氣體流入機座之內，於鞣鞣作排出動作時，又將使一部分爆發的餘燼流入機座之內，兩者皆非所宜。爲免除這種妨礙起見，特在鞣鞣上做成幾道凹槽，安進幾個鞣鞣圈。圈是用鑄鐵做成，是關開的，富有彈性，當安在鞣鞣上，放進到汽缸內去時，便緊緊地張開於汽缸之周圍，使氣洩不通，因爲牠與汽缸接觸的面積很小，所生的摩擦力就也有限得很。

鞣鞣圈共有兩種形式，一爲同中心的，就是內圓與外圓同一中心點，如第一百五十四圖之(A)。一爲不同中心的，就是內圓與外圓不同

一中心點，如圖之(B)。

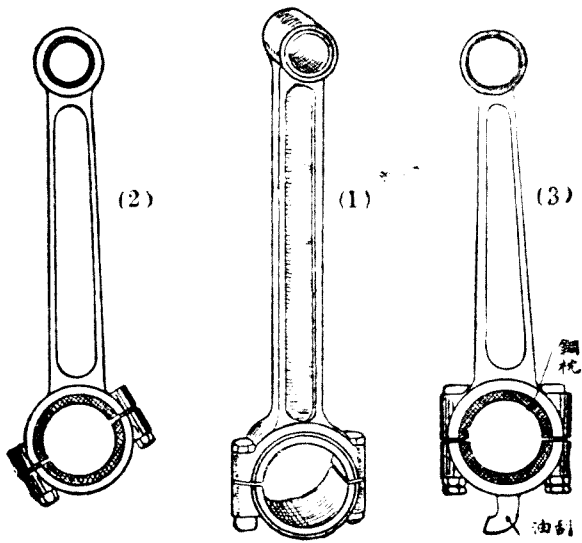


第一百五十四圖 鞣鞣圈之形式

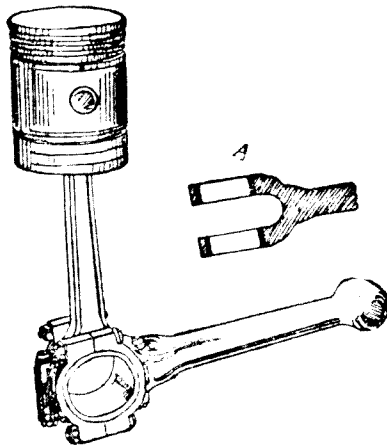
鞣鞣圈所以要開的道理，是爲着：一，便於安進於凹槽內；二，能發生彈性。開之法，常用的也有兩種，如圖之(C)及(D)。其中以(C)法較佳。在同一鞣鞣上的幾個鞣鞣圈之筭頭，就是開處，不能在同一直線上，否則氣體可由此筭頭一直洩漏出去了。

第一百二十六節 搖桿

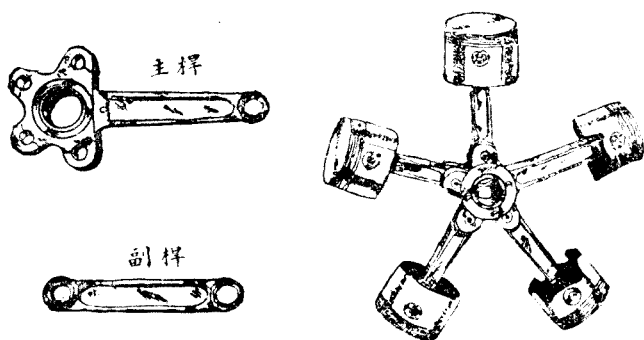
搖桿是聯接鞣鞣與曲柄軸，將鞣鞣之往復動作轉成曲柄軸之迴轉動作的媒介。牠的功用就是能將氣體之爆發力轉成實在的應用。牠的構造有種種的不同，有單桿的，有叉形的，也有星形的。第一類是用在垂直式發動機上的，如第一百五十五圖便表示幾種這一類的構造，其中以(1)爲最常見的，(3)則用於油槽自給式的發動機上，下端有一油括，以備由油槽中括取潤滑油供給到搖桿，曲柄軸，及汽缸等處。第二類是用在V字式，雙V字式，及X字式發動機上，如第一百五十六圖便表示這類的構造，其中有一搖桿造成叉形，另有一單桿就插在這叉形之內，合成一付整桿，(A)即表示叉形之切面。第三類是用在輻射式或旋轉式



第一百五十五圖 單桿形搖桿

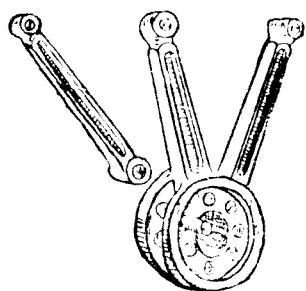


第一百五十六圖 叉形搖桿



第一百五十七圖甲 星形搖桿

發動機上的，如第一百五十七圖甲及乙便表示兩種這類的構造。在(甲)圖上又有所謂主桿與副桿之分，因為主桿直接套於曲柄軸之上，轉動時由牠單獨將全副精力傳送到曲柄軸身上，至於副桿則插於主桿的圈套

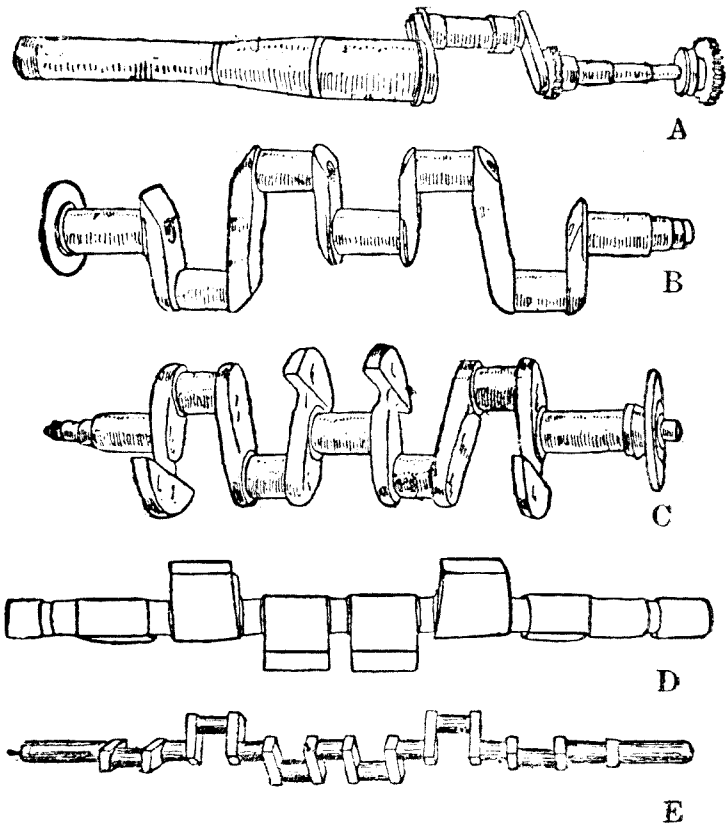


第一百五十七圖乙 星形搖桿

之中。本圖計有一主桿，四副桿。(乙)圖則共用七個單桿合成。

凡一搖桿必有兩圈座，一大一小，大圈座預備套在曲柄軸之上，小圈座預備插入構輪裏面的兩托手之間，承受肘栓。不過這裏面又有分別了，凡星形的搖桿都是造成整個的，凡單桿或叉形的搖桿，那大圈座都

是造成兩半，另用螺絲安合的。因為在輻射式或旋轉式的發動機中，曲柄軸是可以拆開再合攏的，所以那星形搖桿可以套在曲柄軸上。至於垂直式或V字式等等的發動機中，曲柄軸是造成整個的，那彎彎曲曲的部分，搖桿實無法套上，所以非將那大圈座分成兩半，安在曲柄軸上，而後再用螺絲合緊不可。



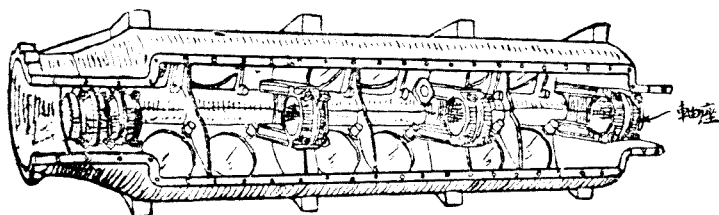
第一百五十八圖 曲柄軸之構造

第一百二十七節 曲柄與曲柄軸

曲柄軸承受搖桿所輸送來的全部原動力，牠所負擔的責任非常重大，所以牠的構造要十分堅強，能夠擔當得起，不致中途有斷裂之患。曲柄軸的構造是依着汽缸之數目及形式而定的。假如是輻射式或旋轉式的汽缸，則所有汽缸皆聚於同一曲柄之上，曲柄軸之構造便如第一百五十八圖之(A)。多半是造成兩段，中間用螺絲安合的。假如是垂直式的，則每一汽缸用一曲柄，假如是V字式的，則每兩汽缸共一曲柄。第一百五十八圖之(B)及(C)是用於四汽缸垂直式，或八汽缸V字式上的曲柄軸。(E)圖則是用於六汽缸垂直式，或十二汽缸V字式上的曲柄軸，(D)圖則表示該曲柄軸未經過機器製造之先的原形。曲柄與曲柄軸是一而二，二而一者，不必另說。

第一百二十八節 機座

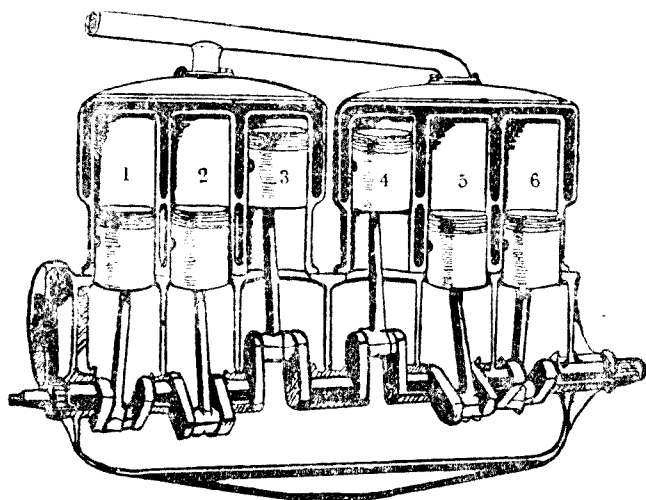
支持着汽缸，包圍着曲柄軸的，就是機座，或稱曲柄座，牠就直接安置於發動機架上。在旋轉式或輻射式發動機上，牠並不需多麼大，在垂



第一百五十九圖 機座之形式

直式或 V 字式發動機上，則隨着汽缸數之多少而有大小。牠的形式也有種種之不同，第一百五十九圖表示一種十二汽缸發動機的機座，內中共有四個軸座。機座多半是用鋁製成的。

第一百六十圖係一種發動機之剖面圖，表示汽缸，鞦韆，搖桿，曲柄與曲柄軸，及機座之組織，很為顯明。

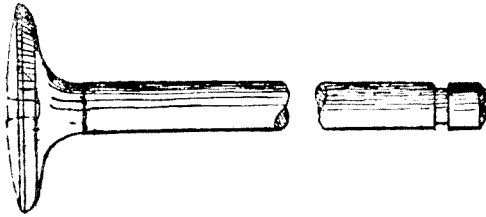


第一百六十圖 發動機之剖面形

第一百二十九節 舌門

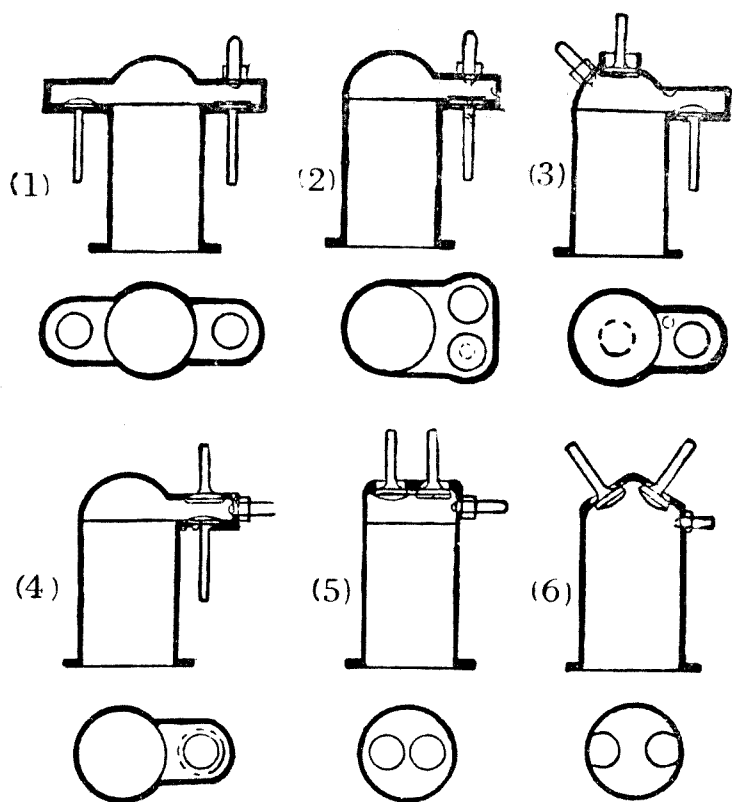
普通每一汽缸應有兩個舌門：一稱入氣舌門，一稱出氣舌門。在四擊輪迴動作之中，凡鞦韆向下作吸進動作時，入氣舌門便開放，任氣體由門口入到汽缸之內；鞦韆向上作壓縮動作時，入氣舌門便關閉，停止氣體之輸入；及鞦韆再向上作排出動作時，出氣舌門便開放，任那被燃燒後的餘燼由門口流出；鞦韆再向下作吸進動作時，出氣舌門便關閉。

兩種舌門所擔負的責任之不同如此。牠們的形式皆是上面一個扁頭，下面聯着一根長桿，如第一百六十一圖。材料是用鎳鋼或鎢鋼，因為牠能抵抗極高的熱力。



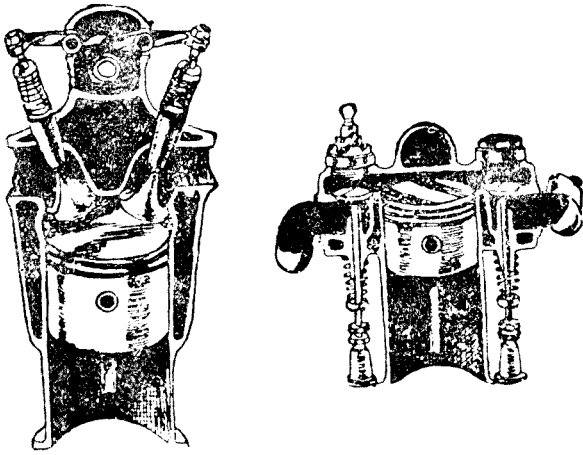
第一百六十一圖 舌門之形式

舌門在汽缸上的地位，對於發動機之效率很有重大的影響，最要條件是氣體要容易吸進，容易排出，不受任何拐灣轉角之勞，以致減小速度。假如入口之路遇有灣角處之阻擋，則氣體之輸入將不甚踴躍，汽缸內不易充滿；假如出口之路遇有灣角處之阻擋，則餘燼之排出將不能淨盡，汽缸內仍留有一部分，將與後進之新氣體摻混，以致減小爆發力，我們試參看第一百六十二圖，便可以見到舌門在汽缸上之位置，可有種種之不同。其中（1）圖稱為T字頭式汽缸，因其像一T字形，兩舌門一在左，一在右，電塞便直接安置在入氣舌門之上，以便就近發火。（2），（3），（4）三圖皆稱為L字頭式汽缸，因其像一L字形。其中（2）圖之兩舌門皆同居一邊，或左或右。（3）圖之兩舌門則一在汽缸頭上，一在汽缸膀下。（4）圖之兩舌門則一在膀上，一在膀下。這幾種形式在航空發動機上皆不常用，所常用的是（5）及（6）兩式，尤以（6）式為最適宜。牠們稱為覆頭式汽缸。因為舌門皆在汽缸之頭頂上，其中（5）式的兩舌門是



第一百六十二圖 汽缸上舌門之佈置法

垂直的，(6)式的兩舌門是偏斜的，大概普通各偏斜 15° ，就是兩舌門作成 30° 的角度。第一百六十三圖表示覆頭式及 T 字頭式汽缸之剖面。

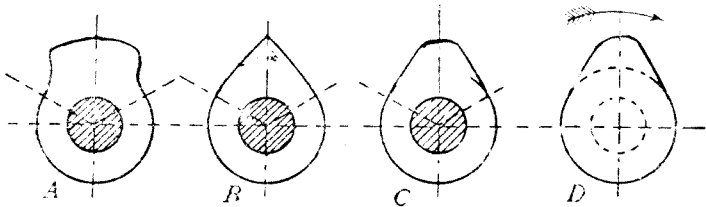


第一百六十三圖 圓頭式及T字頭式汽缸

第一百三十節 偏心與偏心軸

舌門不能自行開閉，須藉助於一種機械來按時推動。雖然是按着各個發動機上的汽缸形式之不同。而舌門之開閉法也各有不同，但是他們所藉助的機械却只有一種，就是偏心與偏心軸。

偏心是一圓形體，有一部分稍為凸起，或成尖三角形，或成扁曲形，如第一百六十四圖。這幾種形式各有各的作用，例如(A)是為着要使舌

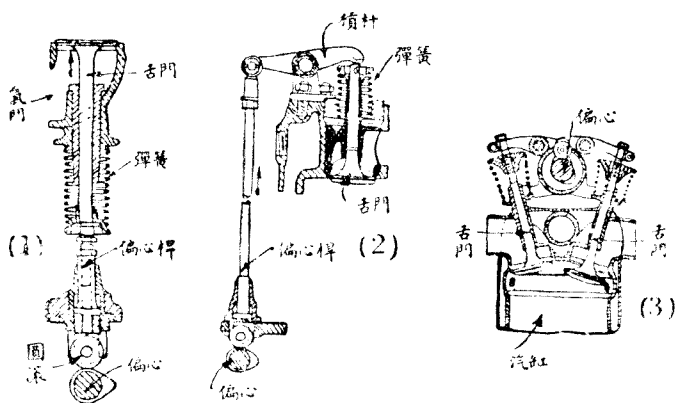


第一百六十四圖 偏 心 之 形 式

門開得快，而支持時間長久，(B)及(C)的形式使舌門開閉均勻，(D)式使舌門開得快而關得均勻。

偏心是居在一個偏心軸上。製造偏心軸的方法有兩種，有人將偏心及偏心軸分開製造，而後再將偏心安插在偏心軸上。又有人將兩者造成一個整體，航空發動機上多採用後法。

偏心軸上有一齒輪，直接聯於曲柄軸。當曲柄軸轉動時，帶動了偏心軸，偏心也隨着偏心軸轉動起來，偏心又推動一種偏心桿或橫杆，再將舌門推開——假如是T字式或L字式汽缸，則單用偏心桿，如第一百六十五圖之(1)。假如是覆頭式汽缸，則單用橫杆，如圖之(3)，或兼用橫杆與偏心桿，如圖之(2)。

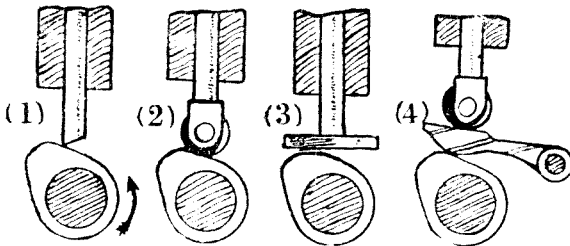


第一百六十五圖 偏心桿及橫杆之應用法

偏心軸轉動的速度只有曲柄軸轉動的速度之半，因為曲柄軸每轉動兩週，入氣及出氣舌門各開一次，而那執掌開閉權的偏心既同在一軸上，是該軸只要轉動一週，就能兼顧到了，所以兩種軸上的齒輪之齒

數成 2:1 之比。

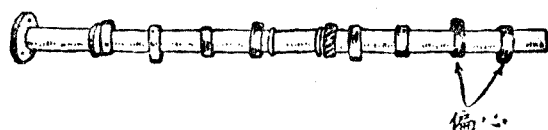
偏心桿也有好幾種形式，如第一百六十六圖。在 (1) 式中，偏心直接將偏心桿推起。在 (2) 式中，偏心桿下面有一圓滾。(3) 式的偏心桿下面有一圓片。(4) 式則是於 (2) 式中的偏心與偏心桿之間另加一指形物。



第一百六十六圖 偏心桿之形式

當偏心轉動時，偏心桿或槓桿與偏心的那圓形一部分接觸，就是在那兩虛線之間的一部分（見第一百六十四圖），則不受影響，不致被推起。一過切點而與那凸起的一部分接觸，則立被推起，因而將舌門推動，及那凸起的一部分已通過之後，則因舌門桿的週圍安有彈簧，便將舌門自然地關閉起來。

每一汽缸有兩舌門，每一舌門需一偏心，所以在多汽缸的發動機上，一個偏心軸上應有許多偏心，又因為各個汽缸的吸進或排出之時間有先後之不同，所以各個舌門的開閉時間也有先後之不同，則偏心在偏心軸上的排列，便應參差，不能向着同一方位。第一百六十七圖表示一種四汽缸發動機的偏心軸，注意偏心之排列法。



第一百六十七圖 偏 心 軸

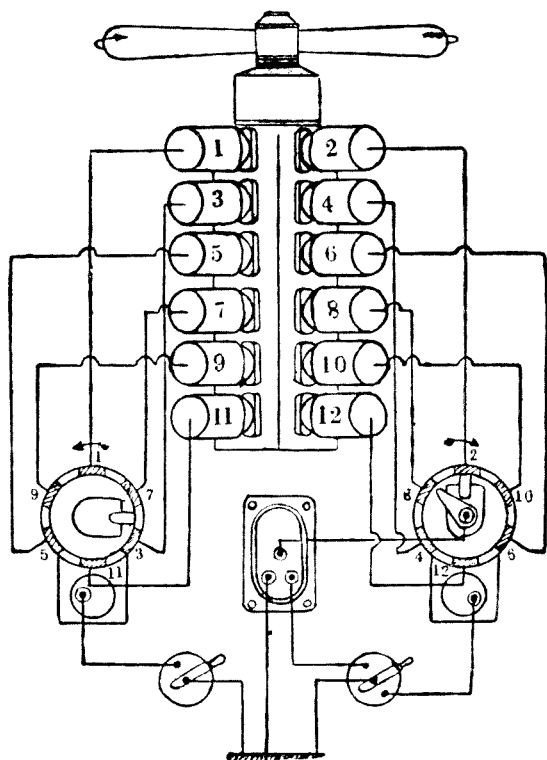
第一百三十一節 汽缸發火之次序

多汽缸發動機的諸汽缸並非同時一齊發火的，乃是各個按着一定的次序陸續發火的。這種次序也隨各製造家的計畫，有種種的不同。下面所舉的幾個例子，乃是一般最通用的；——

四汽缸	垂直式	1,2,4,3。或1,3,4,2。
六汽缸	垂直式	1,5,3,6,2,4。或1,4,2,6,3,5。
六汽缸	輻射式	1,6,5,4,3,2。或1,5,3,6,2,4。
七汽缸	旋轉式	1,3,5,7,2,4,6。
八汽缸	V字式	1,5,2,6,4,8,3,7。或1,5,3,7,4,8,2,6。
九汽缸	輻射式	1,3,5,7,9,2,4,6,8。
九汽缸	旋轉式	1,3,5,7,9,2,4,6,8。
十二汽缸	V字式	1,12,9,4,5,8,11,2,3,10,7,6。

例如四汽缸垂直式的發動機發火的次序，有的是 1,2,4,3，就是說，第一號汽缸先爆發，而後第二號接着爆發，而後第四號，而後再輪到第三號。也有的是按着 1,3,4,2 的次序的。

這種發火的次序於磁力發電機與電塞兩者之間的接線很有關係，因為電線若不按着次序裝接，則某號汽缸正在作爆發動作，等着電火，



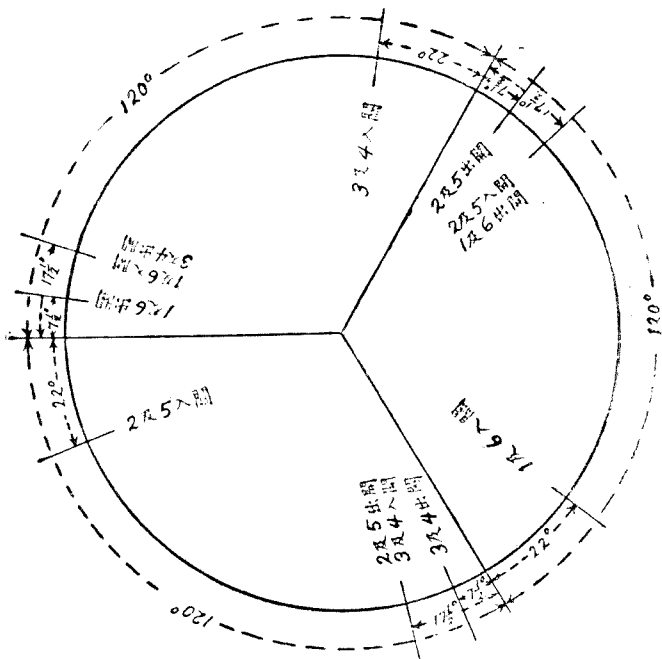
第一百六十八圖 十二汽缸發動機電線之裝接

而那上面的電塞並不發生電花，反之，另一號汽缸並未作爆發動作，不需電火，而那上面的電塞却發生電花起來，兩方面皆要誤事了。所以各個發動機的發火之次序也是應當要知道的。第一百六十八圖表示十二汽缸發動機的電線之裝接情形。

第一百三十二節 舌門開閉時間之校準

入氣及出氣兩舌門開閉之時間，並非當轉輪正達到最高點或最低

點之時，却略有遲早之不同，前已言之，這個時間究竟如何校準法，也是應當研究的。各種發動機的製造家各按着他們自己的計畫，規定開閉的時間，但是校準的方法，却總是一樣的，就是在曲柄軸的頭上安有一個轉盤，盤上刻有一定的記號，當曲柄軸轉動時，各按着記號一一校準。我們現在試取一個六汽缸垂直式的發動機來作舉例。如第一百六十九圖，試假設轉盤即順着發動機轉動的方向旋轉，又假設汽缸發火之次序為1-5-3-6-2-4。則舌門開閉時間之校準法如下：——先轉動曲柄軸，直至盤上刻有“1及6出開”記號之處與那軸座上的一道畫線適



第一百六十九圖 六汽缸發動機之舌門開閉時間之校準

相符合。這個“1 及 6 出開”或“1 及 6 出關”的意思，就是說，發動機轉到此處時，第一或第六號汽缸的出氣舌門便應開始開放，或開始關閉；同樣，所謂“3 及 4 入開”，或“2 及 5 入關”的意思，就是說，發動機轉到該處時，第三或第四號汽缸的入氣舌門便應開始開放，或是說，第二或第五號汽缸的入氣舌門便應開始關閉。但是“1 及 6 出開”，究竟是第一號汽缸的出氣舌門還是第六號汽缸的應當開放呢？這却要看那一個汽缸正充滿壓縮的氣體，預備着爆發了。現在假設電花已發現於第一號汽缸，是第一號汽缸的出氣舌門應當校準。於是當那“1 及 6 出開”的記號與那軸座上的畫線相切合時，便將第一號汽缸的出氣舌門之偏心桿或槓杆校正，使在牠與舌門桿之間恰沒有絲毫餘隙。於是轉盤若再向前轉動，將使出氣舌門開放了。一直轉過 222 $\frac{1}{2}$ “1 及 6 出關”的記號又與軸座上的畫線相合。在這一點上，那偏心桿或槓杆便應當與舌門桿分開，在兩者之間應有若干距離。第一號汽缸的出氣舌門關閉之時間既已校準，便應當輪到第五號汽缸的出氣舌門了。於是再將轉盤轉動，直等到盤上刻有“2 及 5 出開”記號之處與軸座上的那道畫線相合。在這一點上，第五號汽缸的出氣舌門須正在預備開放，那偏心桿或槓杆與舌門桿之間須沒有絲毫距離，若有距離，須將上面的螺絲扭動以校正之。第五號汽缸的出氣舌門關閉時間之校準，則是將轉盤轉到“2 及 5 出關”的記號適與那道畫線相合時，看偏心桿或槓杆與舌門桿之間有無距離而校正之。

這種工作依次的繼續下去，使所有各汽缸的出氣舌門之開閉時間，皆校準完事，而後更將各汽缸的入氣舌門閉開時間，也按着前法一一挨

次校準。我們應當注意的，是每次只有一個汽缸的一種舌門校準，不能同時將兩個汽缸或兩種舌門皆行校準。這種校準法，是就普通垂直式或 V 字式發動機而言，至於輻射式或旋轉式發動機，則另有其特別的方法。

第十四章 飛機之裝置及檢查

第一百三十三節 飛機箱之拆卸

我們由外國飛機工廠所購買的飛機，多是裝在木箱內運到中國來，大概是機身和輪架，機翼和尾翼，發動機，皆各裝在一木箱內，我們拆卸木箱應注意以下幾項事情。

1. 所有木箱皆應放平，以免裏面的物件發生捲擣的情形。裝着機身的木箱應使頂面向上；普通多在箱面註明那是頂面。

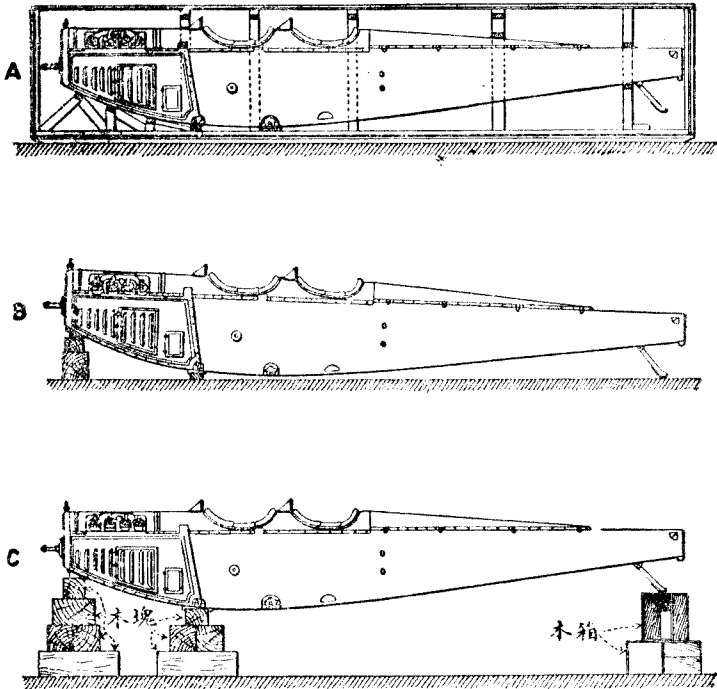
2. 開拆木箱須用釘鉗將四週的釘子起出，不可用斧或鋸，免傷內部的物件。

3. 開拆裝着機身的木箱，先將頂面的釘子取出，將頂蓋揭開，而後再及四週的木板。

4. 於是輕輕將機身舉起，將底板撤去，再用木塊將機身墊平，預備裝置。

第一百七十圖表示拆卸機身木箱之情形。A，機身裝在木箱內。B，木箱業已拆開。C，機身用木塊及空箱將頭尾墊平。

每架飛機皆由工廠備有表示裝置法的圖樣及說明，這種圖樣及說



第一百七十圖 機身木箱之拆卸

明須仔細研究，絕對遵從，每一部分須仔細檢查其有無以下的情形：

A. 機身

1. 各部分有無彎折或毀壞之處。
2. 鋼綫有無鬆動，螺絲是否上緊，或未加闕符。
3. 所有聯結機翼及輪架之部分有無毀傷。
4. 所有儀表板上的各種儀表有無破壞。

B. 機翼

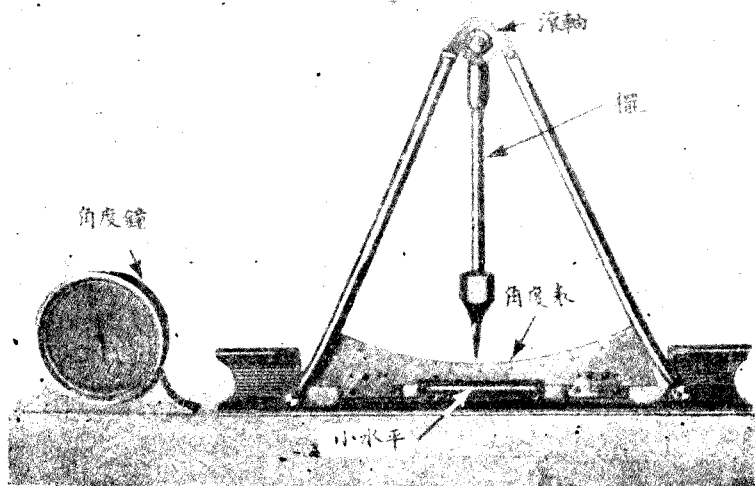
1. 翼面有無毀壞及捲撓之處。

2.裏面的鋼綫是否裝緊，這是很要緊的，因機翼裝置在機身上之後，便不易檢查了。

C.此外還要按着圖樣檢查各部分的零件有無缺少。

第一百三十四節 兩種檢查角度的精器

裝置飛機，比較最難也是最重要的工作是，校正機翼的偏斜角，投射角，及前伸。普通所用的校正器械是垂錘，水平板和小水平。這種器械固然是單簡易于設備，但觀讀角度不甚方便。有兩種觀讀角度的器械，如第一百七十一圖，構造比較靈巧。圖中之左面為一種“角度鐘，”牠是



第一百七十一圖 檢查角度的器械

一圓鐘，內有一表面，面上自最低點起向兩邊分刻着自 0° 至 45° 的角度，前面有一下垂的指針。鐘的下面是平底，我們觀讀角度時，即將這平底

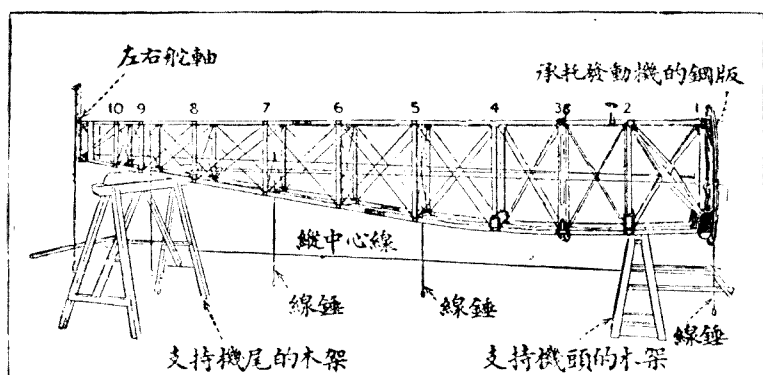
放在任何部分上，于是圓鐘也順着該部分而成傾斜，但因指針是始終成垂直的，故傾斜的角度便可由表面上看出來。

圖中之右面為一擺，懸吊在一個滾軸座下，兩旁用人字管支持着，下面有一弧形板，板上也以最低點為起點，向兩旁分刻着自 0° 至 20° 的角度，擺的下面有一指尖便指着刻度，弧形板的下面安有鋼製水平板和小水平，這種器械我們就稱之為“角度擺。”

第一百三十五節 機身之裝置

各種飛機雖各因製造廠家之設計及製造的不同，于是圖樣及說明也各不相同，但其中仍有一般的通則可以遵循。現在且將牠們分述于下。

裝置機身第一步是將牠放成飛行的位置，法先將機身舉起，用兩木架，一在機頭一在機尾支持着，惟木架必須對準在機身的豎支柱之下，如第一百七十二圖所示。機身的縱枕務使縱橫兩面皆成水平，檢查之法



第一百七十二圖 機身之裝置

可用一水平板橫放在上面兩縱枕之間，再將小水平或角度鐘，或角度擺放在水平板上。假如機身的位置是水平的，則牠們的讀數應為 0° ，於是再將水平板縱放在縱枕之上，照樣觀讀，如讀數不在 0° ，即加墊小木塊或糾正木架上的螺絲將位置改正。

還有一很簡單的方法是用線錘，因機身上的縱枕與豎支柱一定是成正交的，故我們可用線錘懸吊在豎支柱上，假如兩者能適相吻合，則是豎支柱適成垂直，而縱枕便也適在水平的位置。

機身的位置校準之後，應即檢查各部分的支綫是否裝緊，每一間內的兩相當交叉線尺寸是否相等，檢查時應自頭至尾依次而行。

第一百三十六節 輪架之裝置

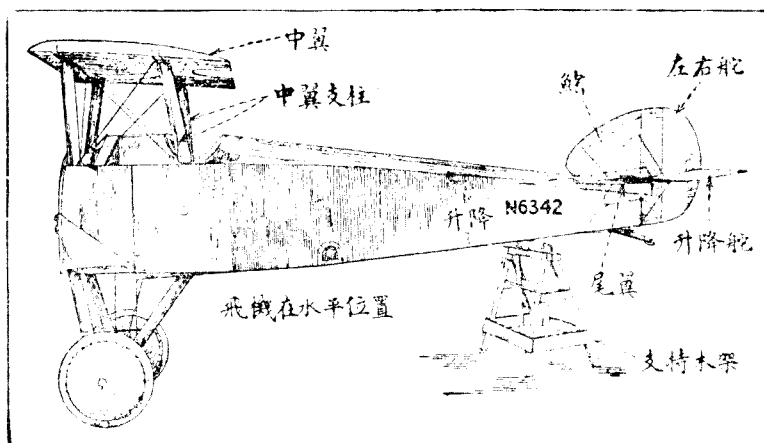
第二步是將輪架裝置在機身之下。法先將輪子裝在輪軸上，將螺絲扭緊，再將機頭稍為墊高，使輪架裝在下面，輪子可以任意活動，裝置時應注意以下的情形：

(1) 輪架上的支柱是否緊插在縱枕下的鋼片之內，螺栓是否上緊，因若不插緊，則在地面上行動時，恐輪架的位置將不能準確了。

(2) 輪架兩邊的支柱長短必須一律，輪軸必成水平的位置，這可用尺測量輪軸至機身的兩相當對角綫，觀其是否相等。

(3) 兩邊的膠皮彈簧務須有相等的彈力，所用膠皮的長度及所繞的道數必須相等。

第一百七十三圖表示輪架裝置的情形，輪架裝妥後仍須將機身的水平位置校準一次，以便裝置機翼及尾翼。



第一百七十三圖 輪架之裝置

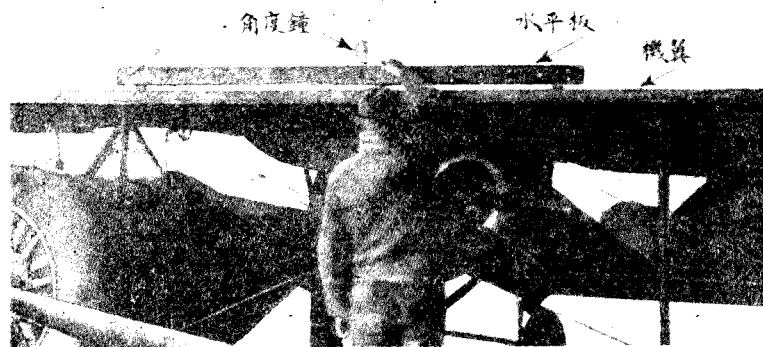
第一百三十七節 機翼之裝置

雙葉飛機的上層機翼普通多有中翼及左右兩翼三大部分、裝置時應先將中翼的支柱插在機身縱枕上的鋼片內，再將中翼裝在支柱上，所有當中的各支線皆須校準，使各部與機身的豎中心線皆成對稱，而後方能裝置左右兩翼。

裝置雙葉機翼有兩法可用。——如係單葉飛機，只須將左右兩翼分別裝在機身之兩邊，當然不成問題——(1)先將上下兩翼分別用支柱及支線裝接妥當，而後再聯結于機身之左右。(2)先將下翼裝置于機身之左右，翼的下面用木架承托在大縱樑處。再將支柱插在上翼的鋼片上，而後將上翼與下翼聯結起來；第一法比較好些，因在裝接上下兩翼時，易于得到正確的偏斜角及前伸，以後裝在機身上，便無須多事校正了。

第一百三十八節 偏斜角之校正

用水平板一塊橫放在上翼的前桁上，再將角度鐘放在水平板上，如第一百七十四圖，若機翼規定是並無偏斜角的，則角度鐘的讀數應為 0° ，若機翼規定是有偏斜角的則角度鐘的指針應適指在那個角度上，校正之法是鬆緊前面的飛行線及落地線，直待指針指到那所求的角度。



第一百七十四圖 偏斜角之校正

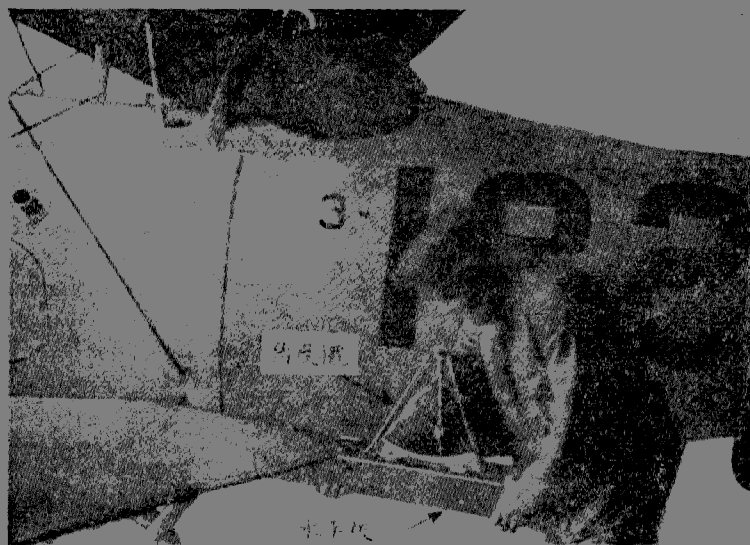
第一百三十九節 投射角之校正

偏斜角校準之後應即校正投射角，法用水平板對準在上下兩翼的大縱樑之弦線，再用角度鐘或角度擺觀讀此弦線的投射角。第一百七十五圖甲表示校正上翼的投射角，第一百七十五圖乙表示校正下翼的投射角，校正投射角的方法是鬆緊投射線，使機翼或俯或仰。

還有一種方法是用水平板及小水平測量引邊的垂直距離，如第一

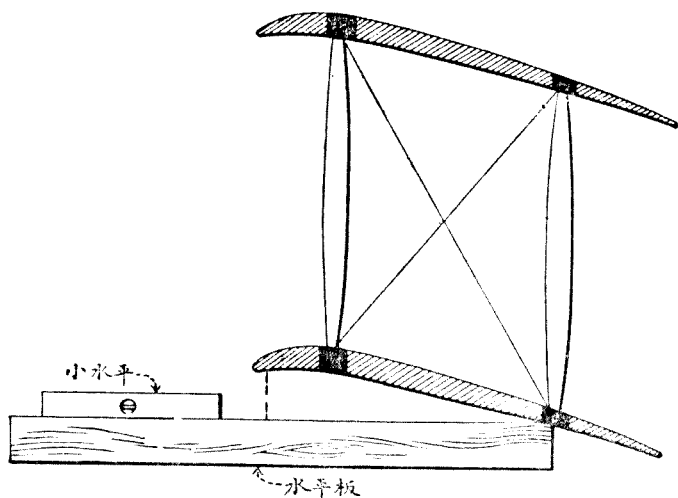


第一百七十五圖甲 上窗投射角之校正



第一百七十五圖乙 下窗投射角之校正

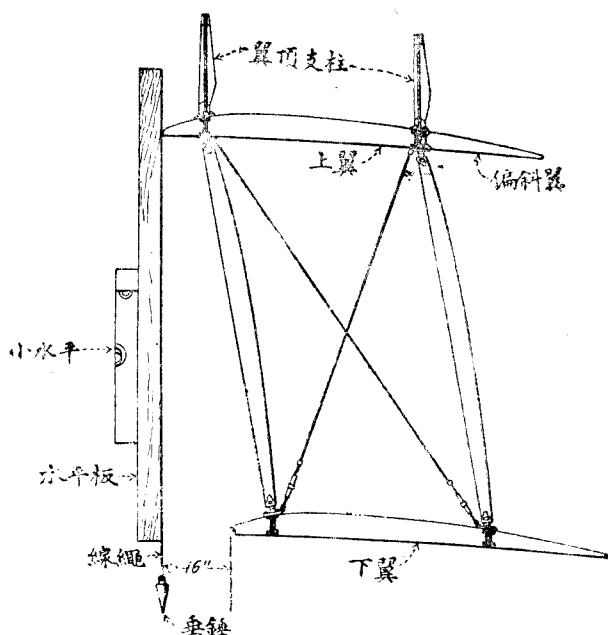
百七十六圖。因我們知道凡橫的一方面等于57寸。縱的一方面相差1寸時，便等于 1° 的偏斜，故測量引邊的垂直距離，即可求得投射角之大小。



第一百七十六圖 投射角之校正

第一百四十節 前伸之校正

校正前伸的方法，或用線錘，或用水平板與小水平皆可，如第一百七十七圖，將線錘或水平板由上翼之引邊垂直墜下，觀看下翼之引邊與線錘或水平板之距離是否適等于規定的前伸，如有不符，可鬆緊機翼後面的飛行線及落地線以校正之。



第一百七十七圖 前伸之校正

第一百四十一節 尾翼部之裝置

先將升降舵裝在尾翼的後面，而後再整個裝置在機尾之上，將所有聯結的鋼繩，螺絲，皆上緊了。校正尾翼使成水平的位置，校正之法也是用水平板與小水平縱橫地放在尾翼上，使小水平的讀數成爲〇。

假如尾翼上面規定有鰭的，此時便可將鰭裝上，務使鰭面與機身的縱軸成垂直，於是再將左右舵裝置在鰭的後面，所有樞軸務使能活動自如。第一百七十八圖便表示尾翼部之裝置。



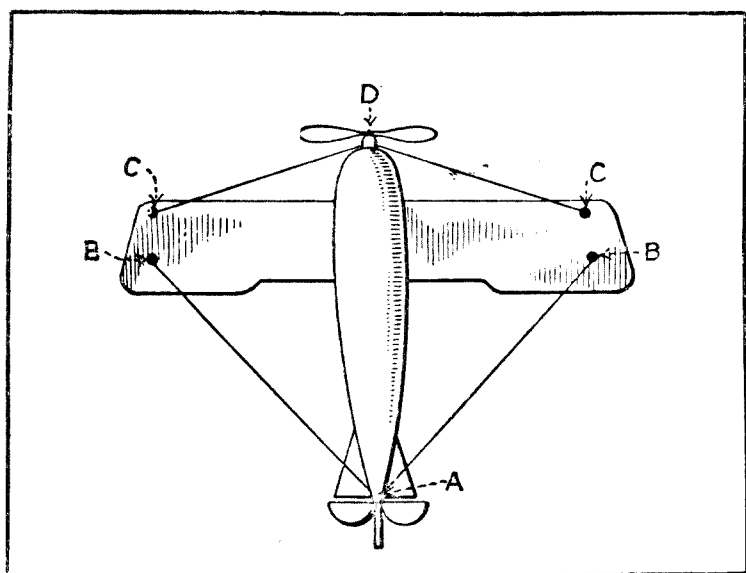
第一百七十八圖 尾翼部之裝置

第一百四十二節 外部的校正

飛機的各部分皆已裝置妥當，所有偏斜角，投射角，及前伸皆已校正了，於是還要舉行一次外部的校正：

1. 由螺旋槳軸之中心引一直線至下翼的最外一支柱之固定點，如第一百七十九圖之D—C線，這左右兩線的距離必相等。

2. 由尾翼外邊的某一固定點，如圖中之A，至下翼的最外一支柱之固定點，如圖中之A—B線，這左右兩線的距離必相等。



第一百七十九圖 外部之校正

第一百四十三節 駕駛器之校正

當駕駛桿在適中之位置時，升降舵須與尾翼在同一直線上，否則須將聯結駕駛桿與升降舵的鋼綫校準。

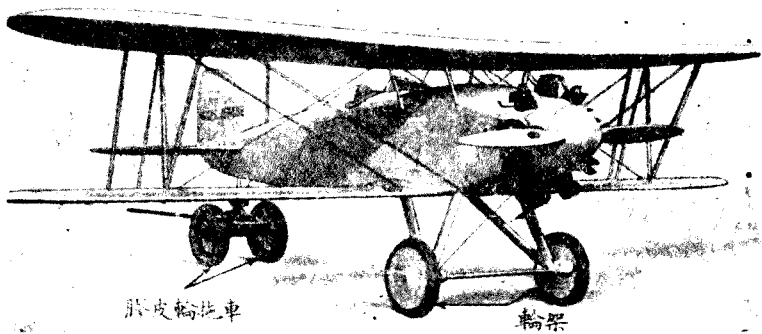
當駕駛桿在方正之位置時，左右舵須適在飛機的中心線上，否則須將聯結駕駛桿與左右舵的鋼綫校準。

當駕駛桿在適中之位置時，偏斜翼須與主翼在同一直線上，否則須將聯結駕駛桿與偏斜翼的鋼繩校準。

第一百四十四節 搬運飛機應注意之點

搬運飛機如不加小心，很易使牠受損傷，尤其是對於木骨布皮的構造，如必須把握機翼時，務要握着支柱，切不可碰觸翼面毫無承托之處。

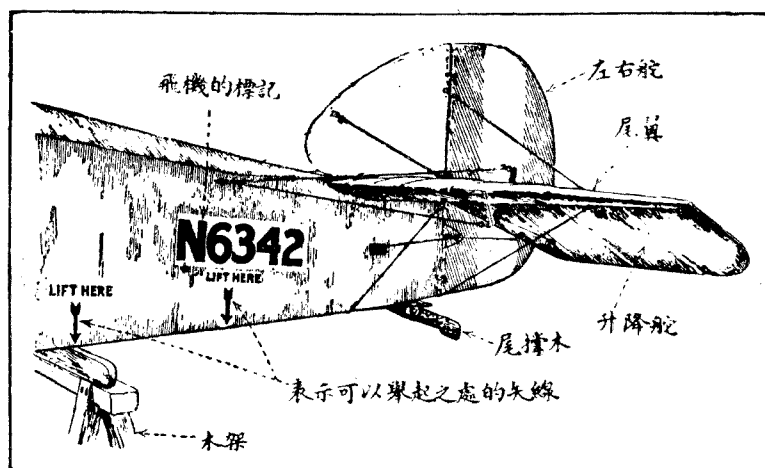
因機尾之下多裝有尾撐木，故飛機在地面上運走時，如一任尾撐木順地拖着，易受震動。最好預備一架膠皮輪小拖車，將尾撐木放在車上，如第一百八十圖，而後搬運時機尾部分便不致受到損傷。



第一百八十圖 飛機之搬運法

在載重較大的飛機上，凡有可以用手托着舉起的部分，皆特別標明一矢線，上面有“舉此處”“Lift Here”幾個字，如第一百八十一圖，表示如欲將飛機舉起時，務須托在此處。這種地方多是機身上縱枕與橫直支柱交接之處，可以担受得起的。

再者，如必不得已須立在機翼之上——例如載重較大的飛機多備有雙發動機，而此兩架發動機多分別裝在左右兩翼之上，裝置機器，非立在機翼上不可——務須立在前後桁與大縱梁交接之處，可以承托重力者。切不可任意立在未經支緊加固的部分，大飛機上在近機翼與機身



第一百八十一圖 飛機之舉起法

交接之處多加設一層鑲板，以備工作者站立行動之用。

第一百四十五節 螺旋槳之檢查

目今飛機的製造日趨于精良，除非是駕駛員的不小心，或是遇有特別原因，絕不容易發生事故的，在飛機未曾離開地面之前，駕駛員必須將飛機的各部分一一加以仔細地檢查，檢查時必須按着次序逐步進行，不可慌張凌亂，假若不按次序進行，也許當中有一二很重要的部分忘却檢查，適巧該部分正發生了毛病，則飛到空中之後，欲圖補救，恐已不及了，現在且將各部檢查的方法分述于下。

檢查的第一步應先注意于螺旋槳之狀況：

- (1) 螺旋槳葉有無扭曲的情形。
- (2) 槳葉上的油漆及布包頭或銅包頭是否完善。

(3) 槳葉有無裂開之處，無論是大小裂紋皆足以致成危險。

(4) 螺旋槳軸的螺絲是否上緊，經過久用之後，螺旋槳每易鬆動。

(5) 螺旋槳軸與發動機曲柄軸之聯結是否緊密，這可用手握着槳葉搖動之，看牠是否在發動機軸內活動。螺旋槳軸必須與發動機軸十分緊密地結合着，否則飛行時必發生很大的震動。

第一百四十六節 發動機之檢查

第二步必須檢查的是發動機，大概的說，飛機在空中出事，大半的原因是由于發動機發生了毛病，駕駛員切不可任聽他人之言說是發動機的狀態良好，無須檢查。他須依靠自己的眼和手，最應注意之點是汽油桶及化器上的汽油管是否有洩氣之處，因汽油洩漏出來，每易致成燃燒之患。其次就是磁力發電機，因牠也是很易發生毛病的，關於發動機的詳細檢查法，將于下一章說明之，此處姑不多贅。

第一百四十七節 輪架之檢查

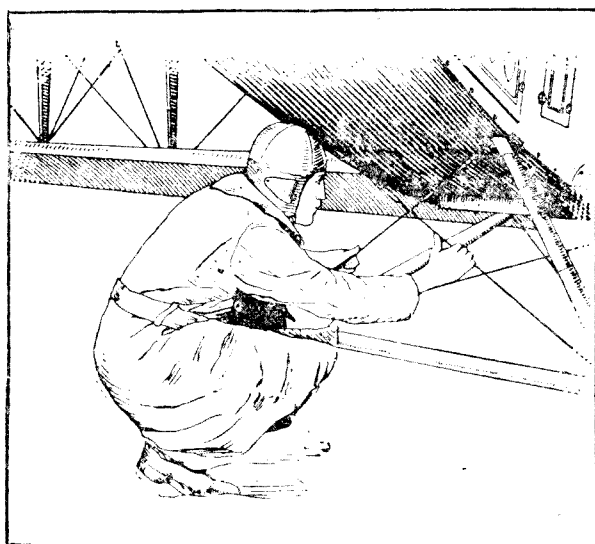
(1) 聯結輪架與機身的支線是否上緊，兩面的長短是否相等，第一百八十二圖表示檢查輪架支線之情形。

(2) 所有聯結輪架支柱的螺絲是否扭緊。

(3) 兩輪的位置是否正直，有無鬆的或斷的輪骨。

(4) 輪胎的氣是否十分充足，是否有洩氣之處。

(5) 兩輪是否在軸上能轉動自如，那保持輪子在輪軸上的螺絲蓋是否上緊。



第一百五十二圖 輪架支綫之檢查

(6) 膠皮彈簧是否纏繞合適。

第一百四十八節 機身之檢查

機身之檢查應注意機頭的一部分。

- (1) 發動機架是否十分牢固，那些聯結的鋼繩是否上緊。
- (2) 散熱器有無發生活動的現象。
- (3) 保護發動機的蓋子是否蓋緊。

第一百四十九節 機翼及偏斜翼之檢查

檢查機翼最好是先儘一邊，一邊完畢之後，再及其他一邊，檢查時

先看。

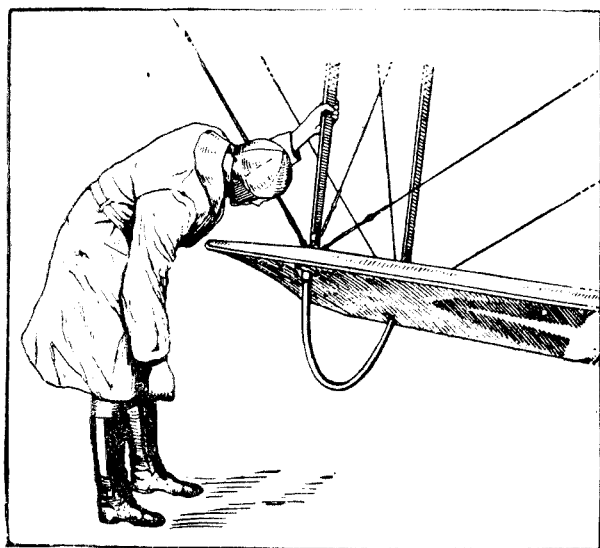
(1) 支柱是否緊插在機翼的鋼片上，螺絲是否上緊，有無鬮管。

(2) 飛行線及落地線是否有適當的緊度，飛行線普通多用雙線，則牠們的緊度是否相等，投射線是否上緊。

(3) 翼面有無破裂之處。

(4) 翼面有無扭曲之處。

第一百八十三圖表示檢查機翼之情形



第一百八十三圖 機翼之檢查

機翼檢查完畢，便要輪到偏斜翼，偏斜翼在駕駛面中也佔一很重要的部分，故檢查務須仔細。

(1) 翼面有無扭曲之處。

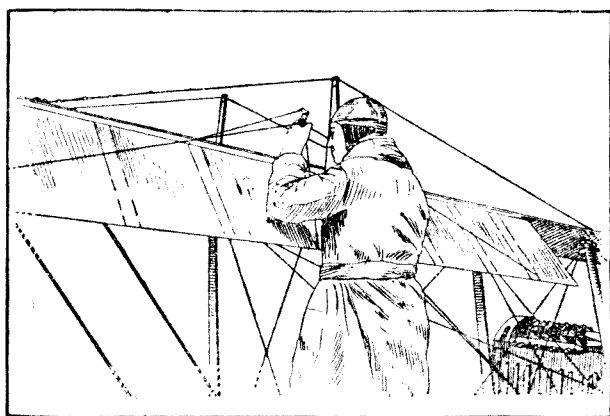
(2)那轉動的樞軸是否上緊,不致中途脫落,有無損傷,務須常將機油加在上面使牠潤滑,或塗上若干油膏。

(3)所有聯結駕駛桿與偏斜翼的鋼繩是否上緊。

(4)小滑子有無裂壞,是否活動,宜常塗以油膏。

(5)搬動駕駛桿或駕駛輪,觀看偏斜翼是否上下活動自如。

第一百八十四圖表示檢查偏斜翼之情形。



第一百八十四圖 偏斜翼上檢查

第一百五十節 尾翼之檢查

尾翼之檢查也接着牠們裝置的次序分爲四步,即尾翼,升降舵,鰭,及左右舵,但各部分檢查的方法却總是相同的。

(1)檢查尾翼應注意牠與機尾的結合是否牢固。

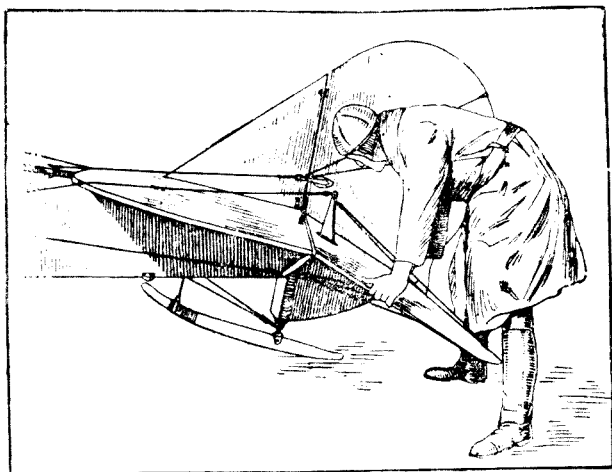
(2)檢查升降舵應注意牠在樞軸上是否活動自如,所有鋼繩是否上

緊。

(3) 檢查鰭應注意牠與尾翼的結合是否牢固。

(4) 檢查左右舵應注意牠是否在樞軸上活動自如。

第一百八十五圖表示檢查升降舵之情形。



第一百八十五圖 升降舵之檢查

第十五章 發動機之修養

第一百五十一節 發動機之裝置

每一發動機在工廠裏造成之後，必先經過好多次的試驗，夜以繼日的一次就是四五十小時，觀察牠轉動的情形，有無一點毛病，最大速度能達到多少，最大馬力能達到幾何，種種條件都滿意了而後纔算完成，其間絕不容有絲毫苟且之處。這樣試驗滿意的發動機纔送到飛機工廠去裝置在飛機架上。

發動機裝置在飛機架上，又必須步步按着尺碼規則而行，不能苟且。因為航空發動機的靈覺比較汽車上的普通發動機來得敏銳，擺佈稍為有點不對，待遇稍為有點差遲，立刻便要發生毛病。在計畫的時候，發動機之位置是十分平衡的，裝置的時候須按圖行事，位置須十分平正，不容有絲毫左右偏向傾斜之處，所有螺絲須上得十分緊牢，不可於發動機轉動時有鬆動之處，所有管子節頭須不洩氣，以及種種附件須安置妥當，如此，則發動機轉動起來，自能平衡而不生震動。

至於裝置之法，則又依着各種發動機之樣式而有不同。大概的說，四汽缸，六汽缸，以及八汽缸的垂直式及V字式發動機裝置的情形沒有

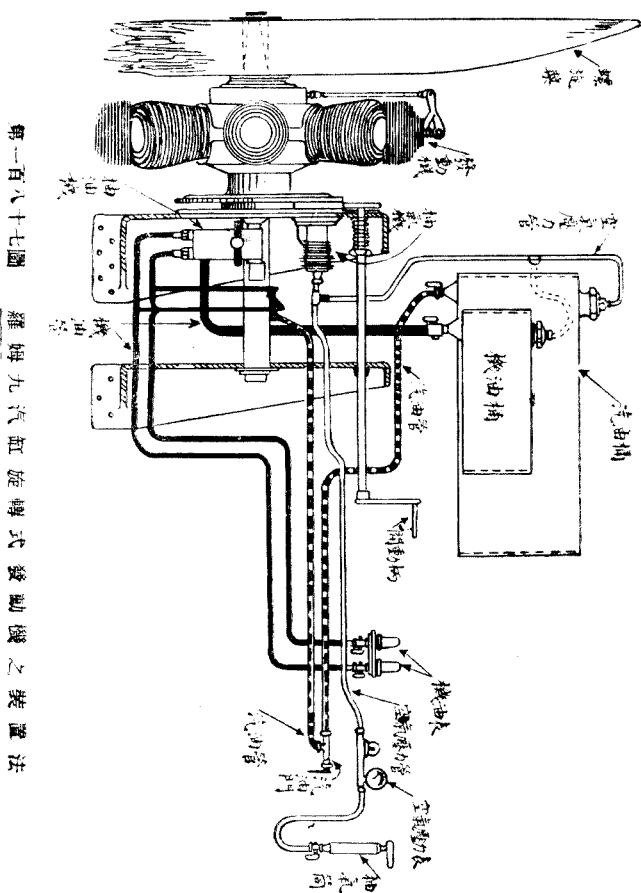
什麼差別，至於輻射式及旋轉式發動機裝置的方法，則與上幾種的完全不同了。種種發動機架在第八章內已大略說過，現在不必再贅。

第一百八十六圖表示哈爾司卡提六汽缸，125馬力，垂直式發動機之裝置法，第一百八十七圖表示羅姆九汽缸，100馬力，旋轉式發動機之裝置法，所有汽油，機器油，及空氣等管之裝接，皆一一顯明表示出來。第一百八十八圖表示美色第 180馬力，六汽缸，垂直式發動機之剖面形。

第一百五十二節 航空發動機所應具之條件

凡計畫一種航空發動機，有種種條件須特別加以注意。那幾條是：

- (1) 全機的重量須輕。
- (2) 每馬力每時所需的汽油及機油之量須少。
- (3) 無論作長短途的飛行，須絕對的可靠。
- (4) 所需拆卸修理的時間須長，就是須經過長久的飛行後纔需拆卸修理。
- (5) 對於空氣的阻力須低，就是要宜於使發動機架造成一氣流線形。
- (6) 富有伸縮性，須能將速度減到常速度的五分之一，並能以此速度支持很久。
- (7) 易於駕駛對於駕駛器械的動作須感應靈快。
- (8) 須沒有震動。



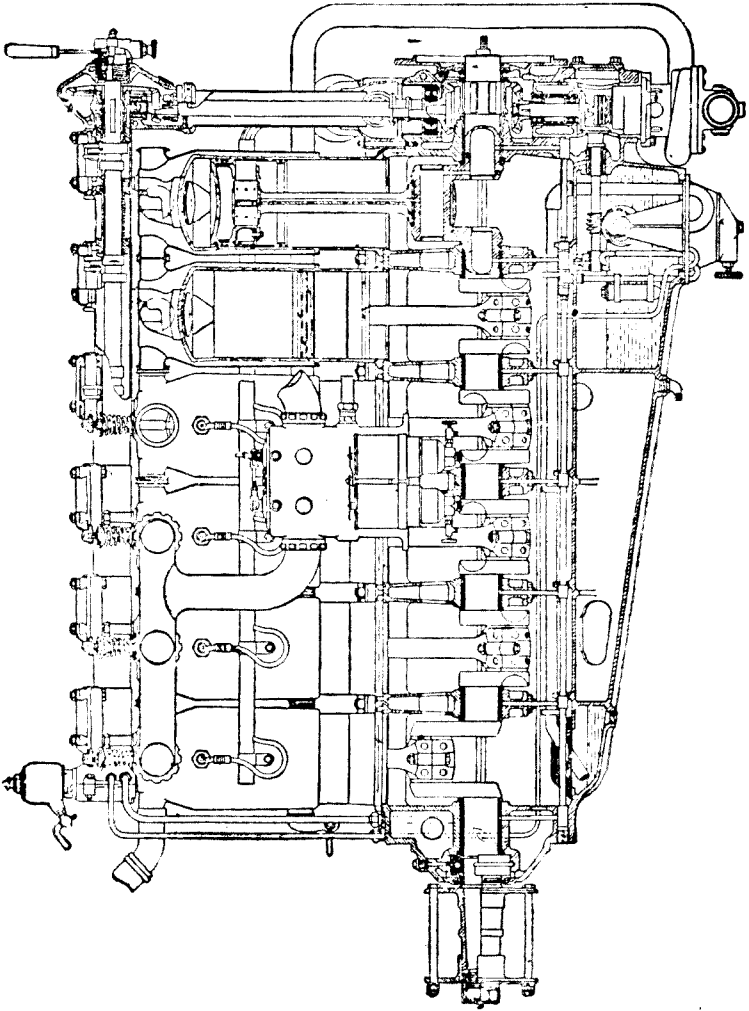
(9)不致於忽然停止。

(10)所有各部分皆易於達到，以便單獨修理校正。

(11)沒有着火之患。

(12)易於裝置在飛機上。

(13)所有各部分同樣的零件皆能對換。



第一一八八圖 美色第180馬力汽缸垂直式發動機之剖面形

(14)無論飛機以什麼角度上升或下降，須仍能照常轉動。

(15)無論飛機偏斜到什麼角度，無論空氣壓力的變化怎樣，無論氣候怎樣，汽油的化合須總是滿意的。

(16)易於開動。

(17)機器油潤滑法須可靠。

(18)所有暴露於空氣的部分須不生銹。

(19)所有螺絲及螺絲帽須緊固，不致因震動而鬆弛。

(20)易於校正舌門之開閉及發火之遲早。能適合以上種種條件的，纔算得一個完全的發動機。

第一百五十三節 發動機未開動前之檢查

一位小心謹慎的飛行家在未飛行之先，必預將發動機的各部分逐一加以檢查查看：——

(1)螺旋槳上所有螺絲是否皆扭緊，是否皆上有闕管。

(2)曲柄軸是否恰在中心，軸座邊口是否切合很緊。

(3)所有汽缸是否皆有壓縮，不致洩氣。檢查之法是將除該汽缸以外所有諸汽缸之塞門皆扭開，而後轉動曲柄軸，看於每兩週轉之中是否受到一種強烈抵抗。若是汽缸上並未安置塞門的，則看在曲柄軸每兩週轉之中，是否遇到間距相等而等於汽缸數之次數的抵抗。

(4)所有舌門是否皆能開閉自如，不受牽掣。

(5)所有槓桿偏心桿與舌門桿之間，當舌門開閉時，是否有一定之距離(若自 0.01 至 0.02 寸)。

(6)所有汽油管，機油管，水管，以及各處節頭是否無洩氣之處。

(7)所有汽油，機油及空氣等壓力管是否無洩氣之處。

(8)磁力發電機是否安緊。

(9)所有電線是否接緊，並無顛倒錯置之處。

(10)所有電塞是否皆能發火，檢查之法是將連於該電塞的電線取下，使線頭與該汽缸相距約有 $\frac{1}{8}$ 寸之遠，轉動曲柄軸，看線頭上是否發生電花。

(11)所有化油器及磁力發電機的拉桿是否能動作自如。

總之，所有鬆動的部分皆將牠扭緊，所有動作不規則的部分皆加以更正，如此，則飛行的時候，便可減去許多危險。

第一百五十四節 發動機預備開動

發動機的各重要部分既已逐一加以檢查之後，於是可以預備將牠開動。

(1)汽油是發動機的燃料，好比食物之對於人身一般，不能缺少，一有缺少，便無力工作。所以供給汽油是第一要着：先將汽油灌到汽油桶內，灌時須用一清潔的濾篩，將汽油中所含的水或不潔之物皆濾清。將大小汽油桶皆灌滿了。

(2)而後灌三四加倫的機油到發動機座內去。並將機油桶也灌滿了，也是要用濾篩。

(3)將水桶灌滿，並將散熱器也灌滿了(若是用水流散熱法的。)

(4)機器上有必須首先潤滑的部分，便先由那些小管口內灌進若

干機器油。

(5)慢慢地將化合器內的浮標針提起，好使汽油能由汽油桶內流入，直到將近充滿為止。或用抽氣筒將汽油送進去。若是化合器不能灌滿時，便要檢查何以汽油之供給不能通暢。

(6)將磁力發電機上的校準桿撥到尋常開動時的地位，就是說，此時發火的時間還不必提早。所以校準桿也不必撥到提早的地位。

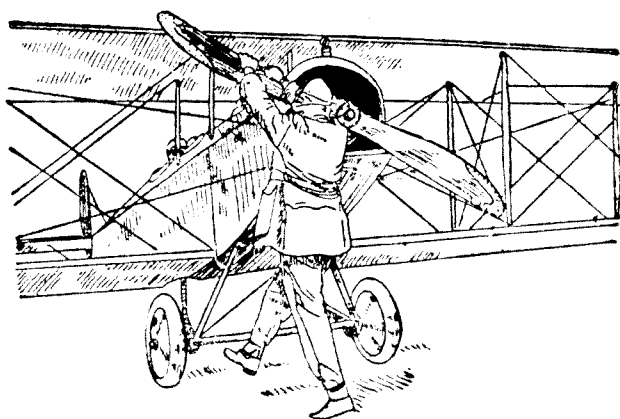
(7)將化合器的氣門關閉，將該器的拉桿也撥到尋常開動時的地位。

(8)將電門開了，防備倒轉螺旋槳時電塞忽然發火。

(9)將螺旋槳倒轉幾下，這倒轉螺旋槳的作用，是要將化合器內的汽油與空氣之混合氣體預先吸入到汽缸之內，作為引子。

(10)假如機器不易轉動，覺着滯塞，這或者是因為汽缸內的潤滑油過於凝固了，可由入氣舌門灌入一點火油，使之稀軟。如在極冷的天氣開動發動機，宜先用熱機油灌到軸座內，並用滾水灌到散熱器內。

(11)此時實行開動機器了。一方面在前面轉動螺旋槳者口呼一聲“看得”(Contact 之譯音)，同時駕駛員在座囊內將電門關閉，也應一聲“看得，”意思就是推轉螺旋槳者說，“我要推轉螺旋槳了，”駕駛員便應道，“我也預備好了，你就推轉罷，”而機器於是轉動起來。第一百八十九圖表示推轉螺旋槳之法，推轉者將螺旋槳用力的推動一下，須立即向後退開，免得螺旋槳轉動了，碰傷身體。這種用手開動之法，乃是最老而簡單的方法，現在有好多飛機上裝置自動器，搖動自動器，機器便自然開動了。又有人將一種彈簧放在螺旋槳軸前，藉彈簧之作用來開動



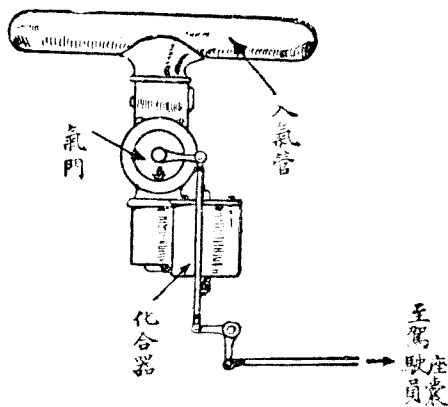
第一百八十九圖 螺旋槳之推轉

機器的。更有人在汽車上安置一種長桿，上面有齒輪，使汽車上的發動機與飛機上的發動機連接起來，前者一轉動，後者便也被帶動了。

(12) 機器有時不能一推就動，須接二連三的經過好幾次的推轉的。假如一次不行，便將電門開了，再使化器充滿汽油，又將螺旋槳反轉幾下，而後仍如前的兩方面皆呼應一聲“看得，”一將螺旋槳推轉，一將電門關閉。

(13) 機器既開始轉動了，便將磁力發電機上的校準桿撥到提早的位置，使電塞之發火提早，並將化器之氣門校正，使汽油之供給不緩不急，恰適所需，以便發動機慢慢地轉動幾分鐘，使內部皆變熱了。在未大開氣門之先，總要容許機器有時候先行變熱，否則汽油之爆發不能得到適當的效果。第一百九十圖表示氣門之開閉法。

(14) 於是漸漸將氣門大開——氣門不可突然大開，或突然關閉，總要慢慢地開閉，若是突然將氣門大開，則氣缸內有塞充氣體之患，好比



第一百九十圖 氣門之開閉

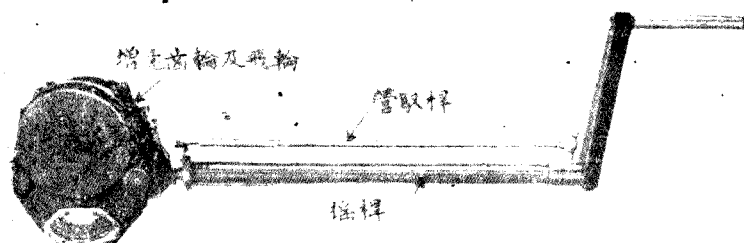
人突然多進飲食，致不易消化——使機器轉動加速，漸漸達到最大速度，再使牠的速度漸漸減小。察看牠動作的情形，留神聽牠的聲音有無反常之處。察看各種表計是否溫度合宜，壓力適當，等等的情形。察看出氣管所排出的氣作如何情形，假如是冒黑烟，便是汽油過量供給了，假如是冒藍烟，便是汽缸內的機器油太多了，只有冒輕微的白烟，纔是正當的路道。

(15)發動機既已轉動，於是預備飛行。在未飛行之先，飛機的輪子前面各置有一塊木頭阻擋着牠，免得機器轉動時，飛機自然地向前跑起來。一俟機器開足馬力，聽駕駛員的一指揮，便將那些木塊向左右撤去而飛機便跑開來，升上去了。

第一百五十五節 開動發動機的自動器

第一百九十一圖表示一種開動發動機的自動器。用這種自動器，開

動的人可不致直接與發動機的曲柄軸接觸，免受牠的回力碰傷。自動器的構造為一個齒輪及一個飛輪，飛輪上連着一根搖桿，另外有一管馭桿。開動時先搖動搖桿，使飛輪轉動起來，候飛輪轉到很高的速度，得到充足的能力時，開動的人便可遠遠避開，不必與發動機的任何部分接觸，此時只要再拉動那根管馭桿，使自動器與發動機聯接起來，於是飛輪積蓄着的能力便可經齒輪傳到發動機上，使發動機轉動起來。這樣的

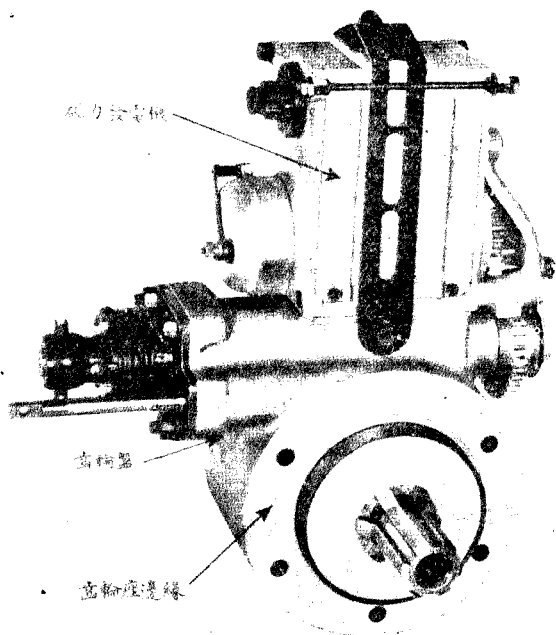


第一百九十一圖 自動器

動作，不須半分鐘便可將一架 600 馬力的機器開動，所需的時間的長短並不在自動器之本身，全在開動的人熱心與否。

用飛輪為自動器乃是一種極巧妙的辦法，起初的人聽到飛輪這件東西，一定要認為牠是一極笨重的器械，用在飛機上定不合宜。殊不知牠的重量非常之輕，只有五磅，牠的尺寸非常之小，只有五吋的直徑。但因牠有極高的轉動速率，故所蓄藏的能力很大：搖桿與飛輪的轉動率之比為 1:162，就是說，搖桿每分鐘轉動 100 次飛輪可以轉動到 16000 次。

第一百九十二圖表示另一種手搖自動器，為熱提所發明，器內有一



第一百九十二圖 熱 提 自 動 器

套螺旋齒輪，一面與搖動桿相聯，另一面則聯着一軸，這軸便又聯到發動機曲柄軸的後端。齒輪座的邊緣有五個螺絲眼，如圖所示，便藉螺絲之力與發動機座的後端結合。座上有一磁力發電機，也是藉搖桿搖動的。

開動時先推搖桿旁邊的一根管取桿，使螺旋齒輪與齒輪盤直接聯結起來，於是搖動搖桿，使齒輪轉動，因之推動了發動機的曲柄軸。機器一經轉動，便會將齒輪推開，但因齒輪是向後滑開的，並沒有回力傳到搖桿上來，故開動的人也不怕受到碰觸。至於座上的發電機也是隨着轉動，直待發動機得到充分的速率可完全藉自己的發電機之火力為度。

第一百五十六節 停止發動機之動作

飛機既已飛行起來，要想使牠降落，須先停止發動機之動作。停止之法，是將氣門關閉及電門搬開。不過在垂直式或V字式發動機，是先將氣門關閉，電門仍然還是關着。使水仍然可以流動，氣缸的熱漸漸散去，幾分鐘後，再將電門開了，使機器停止。若在輻射式或旋轉式發動機，可先將電門搬開，而後將氣門關閉，使機器快快地停止。機器停止之後，電門無論如何不可再關閉了。

第一百五十七節 發動機既停止後之檢查

每次飛行下來之後，發動機上所有沾油之處必須擦拭淨潔，各部分必須加以仔細檢查，查看：——

(1) 各油桶或油管是否有漏油之處。

(2) 電線上曾否沾染汽油，或機器油，或油膏，有則擦去以免蝕爛。

(3) 汽缸的壓縮好不好。

(4) 舌門上的彈簧曾否鬆弛，槓桿或偏心桿是否正確。除非不得已時，切不可隨便校正任何部分，免得弄巧成拙。各部分擦淨之後，所有需要機器油或油膏潤滑之處，須各加上少許，預備下次飛行。

每飛行過十二小時之後，機座內的機器油必須全行倒出，再灌進若干火油，將機器轉動幾下，使所有留積下的不潔之物以及沉澱，皆被沖洗清淨。於是將火油倒出，重新灌進機器油。

每飛行過約三百小時之後，便須將全部拆卸下來檢查，清除，修理。

所有舌門，尤其是出氣舌門，皆須拆卸下來，將那聚積於舌門上的炭素除去，並將牠們磨圓滑光平了。若是鞴輪及汽缸也聚有炭素，一併將牠們清除。所有油路也須清理一下，以免阻滯。

第一百五十八節 求發動機轉動之方向 及發火之次序之法

要想知道發動機轉動之方向是順鐘針向的，或是反鐘針向的，可將曲柄軸轉動，看入氣舌門是否緊跟着出氣舌門關閉之後就開起來，假若是如此，則發動機就是順着那個方向轉動的。

要想知道發動機發火之次序，也可將曲柄軸轉動，注意諸汽缸上的入氣舌門開放之次序便得。

第一百五十九節 高度之關係

高度對於發動機之動力是很有影響的，飛機飛行愈高，則那裏的空氣愈淡薄，因之動力愈低減。一個 10000 尺高度的差別，能減低發動機的動力至 25% 之多。在這個高度，要想仍然保持牠和在平地上一樣的狀態，惟有增加汽油之消耗量。一個在平地上每馬力時消耗 5 磅汽油的發動機，升到 6000 尺之高時，每馬力時要消耗 5.7 磅的汽油，纔能保持動力的原狀。

第一百六十節 發動機之毛病及其檢查法

發動機是飛機的動力發源之地，一位飛行家若是對於它的各部分

之構造不熟習，則遇有機器發生毛病時，絕不能明白毛病之所在，便要手忙腳亂，頭緒不清，亂加猜度，妄事檢查，不特無益，反而損事。只有明白了各部分之構造及其動作原理，知道牠們相互的關係，而後遇有毛病發生時，可以按步就班，細心研究，逐一檢查，發現毛病之所在，加以糾正或修理。下面就是要將發動機發生毛病後，如何按步檢查之法，明白地舉述於讀者之前。

發動機乃是幾個特殊的部類相合而成：牠的本身機械一部類，發火器一部類，燃料供給器一部類，潤滑器一部類，散熱器一部類，這幾大部類又各分為幾小部分。所有各部器械都互有關聯的，一部分發生毛病可以牽動全身，使機器立時停止動作。其中有些部分比別的部分更屬緊要，更須時加注意。有時有些小部分雖然是發生了毛病，然而還不打緊，仍能使機器照舊動作若干時，好比人之得了癆病一樣，仍能苟延殘喘，等到氣盡力絕，而後事不可為，這纔停止了動作的。這樣的毛病便比較有點一時難於尋找了。

試就發動機本身而言，有汽缸，有舌門，有鞴，搖桿，曲柄與曲柄軸，偏心與偏心軸，固然能自成一家，算一件完備的器械，但是沒有供給燃料的器械，沒有器械來將那業已被壓縮於汽缸之內的氣體燃着，仍然是不能產生動力。由此看來則發火器及燃料供給器兩部類與牠的本身機械，也是一般的重要，而機器上的毛病還大半是出在這兩部類的身上。

要求機器能繼續動作不止，必須用散熱法使汽缸不致過熱，又必須加潤滑劑以減少那些動作部分的摩擦力，但這兩部類卻又沒有前兩部

類比較的重要哪。因為即使潤滑油供給停止，或是水不流通，機器仍能轉動若干時候，固然也是一個很短的時候，但機器終久是要因為乾燥或是過熱而停止動作的。所以一位細心的飛行家於未出發之先，必預將機器的各部分逐一檢查一過。

凡機器發生毛病時，首先要檢查的是汽缸之壓縮發火，及汽油之供給，三種情形。

第一百六十一節 機器本身的機械之毛病

假如我們用手轉動曲柄軸，發現有一個或幾個汽缸之壓縮不良。若是所有的汽缸皆是壓縮不良呢，這或者是因於舌門之關閉時間不準，所以致此的道理，或是因為曲柄軸或偏心軸上的齒輪有缺齒之處，以致偏心軸轉動一半轉忽然停止，而後又轉動起來，使舌門不能按適當時間開起。若是只有一兩個汽缸壓縮不良，其餘仍是很好的呢，這許是因為汽缸之內部或外部有毛病。屬於外部的：一舌門斷裂哪，舌門彈簧斷裂哪，舌門頭偏歪哪，舌門桿彎曲或緊塞哪，舌門口或電塞口洩氣哪，或是槓桿或偏心桿與舌門桿之間沒有距離哪，等等，這都容易檢查。屬於內部的是：一溝輪頭破裂哪，溝輪圈斷裂或是失去彈力哪，所有溝輪圈的筭頭皆跑到一條線上來哪，或是汽缸被鬆溝輪圈斷傷哪。不過毛病發生於機器本身的機械之時實在是很少的。

第一百六十二節 發火器之毛病

例如第一下試得汽缸之壓縮很好，則也許是發火器的那一部分有

了毛病，於是再將牠們逐一檢查一下。我們先將電塞取出，將曲柄軸轉動幾下，看電塞的兩極之間有無電花發生，若是只有一兩個電塞不發生電花，則許是那一兩個電塞的內部絕緣體斷裂了，或是兩極上聚有炭素或沾上機器油，或是兩極的隙距太近或過遠。若是全不發生電花，則許是電線斷裂，地線有毛病，第二回線走電，散電器上有不潔之物，或炭刷斷裂。假如電塞也能照常發火，而由磁力發電機連接到電塞上的電線也並沒有斷，那許是磁力發電機的發火時間不準，所以致此的道理，或許是那連接於曲柄軸上的齒輪太鬆哪，或是開關上的校準桿轉動不靈哪，大概發火器上的毛病以電塞的兩極上聚有炭素，或是電線斷裂或太鬆以致不能發火，為最大的原因。

第一百六十三節 汽油供給器之毛病

假如汽缸的壓縮既是很好，電塞也能發生電花，我們便要追求到汽油供給器上。檢查之法，是先將那連接汽油桶及化器器的汽油管摘斷，察看汽油是否能照常由汽油桶內自由流出，若是汽油雖能由管內流出，卻並非是飽滿地流出，則管內似乎有一部分被不潔之物或銹皮軟布堵塞著了，也許是龍頭半開半掩，也許是汽油桶內有空氣攪擾。若是汽油由管內流出很通暢，並無絲毫阻滯，則須檢查化器器了。浮標盒內也許有了水或不潔之物，以致阻擋了到噴射管之去路，噴射管口也許有不潔之物堵塞，以致汽油不能噴射出來，浮標也許停滯在盒裏不能浮起，或是浮標針不能上下浮沉自如，以致汽油不能流入，空氣入口處那一層鐵紗也許有不潔之物或布屑阻塞紗眼，以致空氣不能盡量流入，而有不足

之患。若是化油器也沒有毛病，則也許那連接化油器與汽缸的入氣管有漏氣之處，或是管子的鍛接處不良，以致空氣混入，減淡了混合氣體的成分。

有時因為化油器有失整理，以致汽油過量的供給，使汽缸內充塞了氣體，於是爆發後發生很重的黑烟，這時便應將化油器校正，使汽油之供給適如所需。

第一百六十四節 潤滑器之毛病

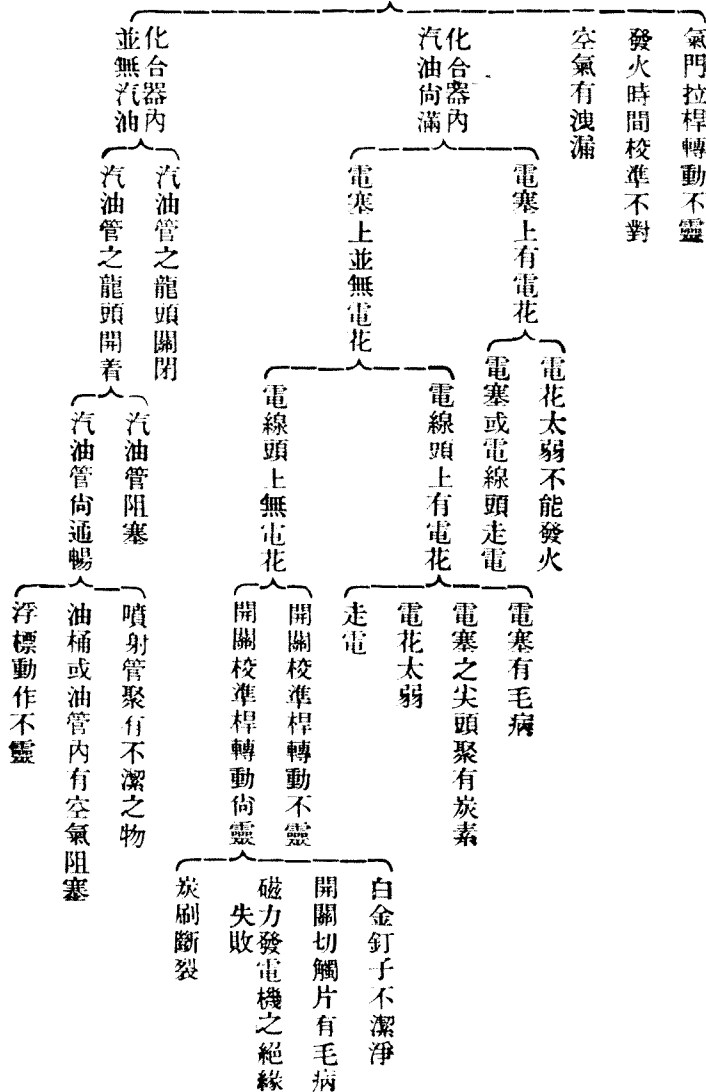
發火器或汽油供給器發生毛病時，發動機的動作便不能完善，例如動力減小，發火無次，或竟至動作停止；至於潤滑器或是散熱器發生毛病時，則發動機雖不致立即動作停止，也要使轉軸上下動作不能完全自由，而覺到滯塞，或發出聲響，汽缸因摩擦力增加而成過熱，潤滑器中能發生毛病之處是：軸座或油槽內機器油不足，油管斷裂或阻塞，濾器上聚有不潔之物，以致油不能通暢地濾過，或是抽油機損壞了。

第一百六十五節 散熱器之毛病

假如汽缸是用水流散熱的，則散熱器有時也會發生毛病。大半的時候是因為水不能流通，這也許是因為散熱器內遇有阻塞，水管生銹或藏有沉澱，以致水流緩慢，膠皮管內膠皮腐爛，以致下墜而阻水之去路，或是抽水機動作不良。因為散熱器是一件很單簡的構造，發生毛病之時着實很少。

發動機各部分毛病一覽表

(1) 發動機不能開動



(2) 機器
忽然停止

無汽油

有汽油

電塞尖頭有電花

電塞尖頭無電花

有壓縮

無壓縮

化器器能動作

化器器不能動作

舌門斷裂
舌門彈簧斷裂
氣門拉桿不動作
熱度過高
潤滑不足
空氣洩漏

噴射管或油管有阻礙
浮標穿破不能動作
浮標盒內汽油滿溢
空氣阻擋
標針受束縛

舌門斷裂

構軸搖桿或曲柄軸斷裂
所有構軸之箭頭皆在一直線上
構軸膠黏於汽缸上
舌門開閉不靈
舌門頭上磨壞

開關校準桿轉動不靈

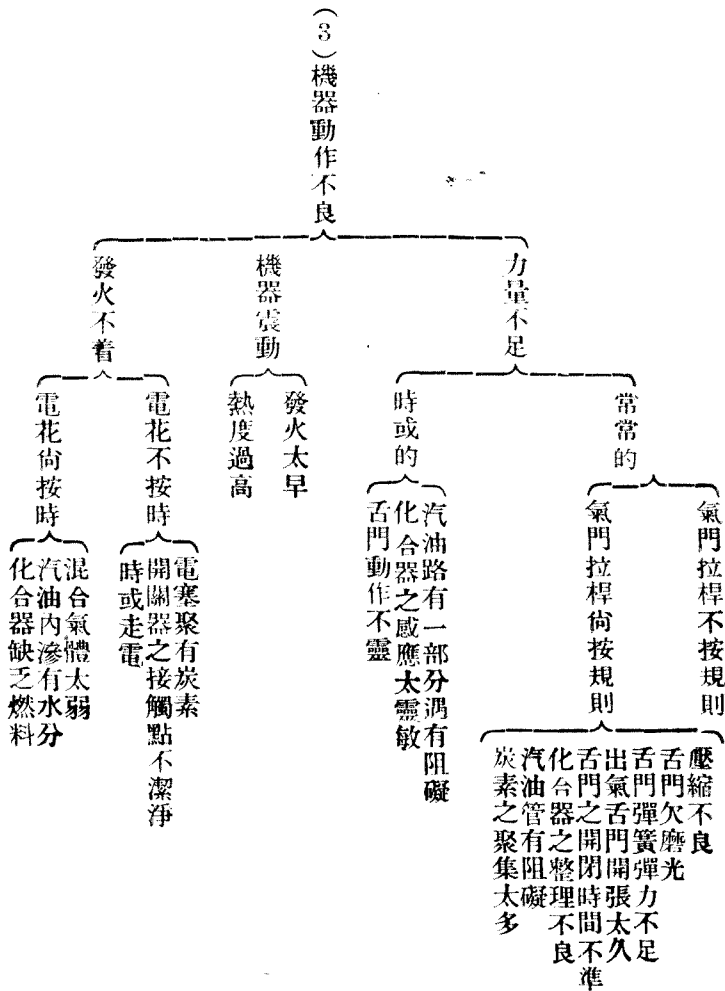
磁力發動機不生電花

磁力發動機發生電花

開關校準桿轉動尚靈

白金釘子有毛病
炭刷斷裂
聚電器不良
絕緣失敗
切觸片不潔淨

接線有毛病
電塞不潔淨
電塞斷裂
發火時間不準



我們現在再將發動機之發生毛病，分成三類，就是不能開動，動作不良，與忽然停止。每一類裏所以致此的原因皆按步分析下去。比方說，機器雖然是轉動了，可是力量不足，我們須看力量老是不足呢，還是偶

爾有不足之感。假如是常常的，於是推求其原因，也許是化合器的氣門拉桿不按規則，假如拉桿並非不按規則，則也許是汽缸的壓縮不良哪，或許是舌門欠磨光哪，或許是……或許是炭素聚積太多哪。

第一百六十六節 各部機件之毛病及其修理法

我們既已將究竟是那一部分發生了那種毛病研究出來，便要趕緊將牠們修理妥當。現在將各部機件能發生何種毛病，以及如何修理之法，立一表於下：——

各部機件之毛病及其修理法一覽表

機件部分	毛病之性質	毛病之影響	修 理 法
舌門	舌門頭上有傷痕或燒壞	壓縮不良	在車牀上修理
	舌門頭上有炭素	壓縮不良	在轉磨上磨光
	舌門頭上有銹皮	壓縮不良	用細砂布擦光
	舌門桿上有銹皮	舌門不能開閉自如	用細砂布擦光
	舌門桿彎曲	舌門不能開閉自如	修直
舌門桿停滯於導筒上	舌門不能開閉自如	灌入少許火油使之油滑	
舌門導筒	燒壞或摩擦	舌門動作不靈發生聲響	擦光
舌門座	燒壞或有炭素	壓縮不良	用舌門加上細砂油互相磨光
彈簧	太鬆或斷裂	舌門不能關閉	另換新的

<p>汽缸</p>	<p>火膛破裂或生孔洞 火膛磨糙 火膛有炭素 汽缸外套內有沉澱</p>	<p>壓縮不良 壓縮不良 壓縮不良 水流不通暢以致過熱</p>	<p>將破裂處或孔洞煨合 擦光 洗淨 將沉澱溶解去</p>
<p>鞣鞣</p>	<p>緊滯於汽缸之內 受有傷痕 鞣鞣頭破裂 鞣鞣頭有炭素</p>	<p>汽缸過熱 壓縮不良 壓縮不良 發火過早</p>	<p>將太緊之處修去 另換新的 將破裂處煨合 將炭素刮去</p>
<p>鞣鞣圈</p>	<p>張力不足 凹槽太大以致鬆動 損傷或斷裂 所有筍頭皆在一直線上 緊滯於汽缸上</p>	<p>壓縮不良 壓縮不良 壓縮不良 洩漏氣體 發生聲響減損動力</p>	<p>另換新的 另換新的 另換新的 將筍頭參差分開 另換新的</p>
<p>肘栓</p>	<p>太鬆 磨傷汽缸</p>	<p>壓縮不良 壓縮不良</p>	<p>上緊 若傷痕重時另換新汽缸</p>
<p>搖桿</p>	<p>小圈座磨損 小圈座在鞣鞣內左右擺動</p>	<p>發打擊聲動力減損 發打擊聲動力減損</p>	<p>另換新的 另換長肘栓</p>
<p>偏心</p>	<p>凸形磨損 不對時</p>	<p>舌門不能盡量開放 舌門之開放時間不準</p>	<p>另換新的 將時間校準</p>

偏心軸	彎曲 齒輪缺齒 齒輪在軸上鬆動	舌門之開閉時間不修直 準 舌門動作不守規則 另換新的 舌門動作不守規則 安緊
偏心桿	彎曲或太鬆 與舌門桿之距隙太大	舌門不能動作 另換新的 舌門開放不足 將距隙校正
曲柄軸	軸上受傷痕或摩擦	因摩擦過熱致動力 磨光 減損
軸座	太緊 太鬆 油眼不通	因摩擦過熱致動力 放鬆 減損 安緊 發打擊聲動力減損 因缺少潤滑油以致 將油眼通順 過熱
油槽	機器油不足 機器油品質不良 機器油不潔淨	潤滑不良以致過熱 加油 潤滑不良以致過熱 另換好油 潤滑不良以致過熱 用火油將槽內不 潔之物洗去
化合器	浮標針彎曲 浮標盒內有水或不 潔之物 噴射管阻塞 鐵紗眼有布屑或不 潔之物阻塞 氣門開閉不靈	汽油不能盡量流入 修直 汽油噴射不良 排去水或不潔之 物 汽油噴射不良 將管子通順 空氣不能盡量流入 將布屑或不潔之 物除去 混合氣體之供給不 將氣門拉桿整理 適合
入氣管	漏氣	混合氣體減淡以致 將漏氣處合 爆發不良

水管	聚有沉澱 漏水	水流不通暢以致過熱 將沉澱洗去 水流不足以致過熱 將漏處嚴合
電塞	絕緣部分斷裂 絕緣部分太鬆 金屬棒太鬆 尖頭有炭素 兩尖頭間距太小 兩尖頭間距太大 電線頭太鬆 電塞安在汽缸上太洩漏氣體 鬆	不發生電花 電花不能按時 電花不能按時 走電或電花不按時 走電 電花不能躍過 電花不按時 轉緊
磁力發電機	散電器上有不潔之油或金屬屑 散電器上電線頭鬆弛 散電器上切觸片摩擦 壞	發動機不能發火 發動機不能發火 發動機不能發火
	散電器上之電刷斷裂 發電子上之炭刷斷裂 電刷或炭刷不能接觸 回線上沾油 磁石鬆動	發動機不能發火 發動機不能發火 發動機不能發火 發動機不能發火 發動機不能發火
		擦淨 轉緊 另換新器 另換新刷 另換新刷 將刷上彈簧加強 將油擦去 將螺絲上緊

發電子與軸座摩擦	不能發火並發聲響	修理軸座
軸座摩壞	發生聲響	另換新座
磁石微弱	電花力不足	使磁石重新受電
白金切觸點起凹	不能發火	用磨石磨光
開關接觸點不守準	發火不按時	另行校準
時		
開關上偏心摩損	不能發火	另換新的
開關上彈簧斷裂或	不能發火	另換新的
彈力不足		
開關內部不潔	不能發火	擦淨
地線走電	不能發火	重新將地絕緣
地線切斷	發動機不能停止	連接
電線在某處切斷	不能發火	連接
電線之某處接頭鬆	不能發火	轉緊
動		
電線在某處走電	不能發火	將地絕緣
齒輪鬆動	發生聲響	安緊
保險間距上有不潔	不能發火	擦淨
之物		
保險間距之尖點太	不能發火	重新改正
近		

第十六章 重量與阻力

第一百六十七節 重量之影響

凡計畫一種飛機，重量是一件極重要而也是很煩難的問題。除非是有現成的一種相同的樣式可以做模仿之外，要想憑空計算一種新式飛機的重量，大概總必須經過幾次的預計和推算，而後纔能得到一個真確的標準。飛機平時不作飛行，則既不用裝燃料，也不用載人，只有牠的淨重，那是很容易求得的，可是一到半空中去飛行，便要裝足了燃料，載上駕駛員，有時還要乘載客人或是貨物，這個全重量便是一個不定之數，而且繼續飛行下去，燃料時時有減少，可就更為麻煩了。還有一層，飛機的作用有種種之不同，有的要作商用的，有的要作軍用的。於是爲着要適應某種作用，機身之形式便有種種之不同，而機身對於空氣的阻力也就發生大小不同的影響，這又與重量很有關係的。

飛機之所以生存於世的惟一目的，就是輸送某種有用的荷重到一定的距離，無論是商用也罷，軍用也罷，這種有用的荷重，就是計算的根據，我們總要將這有用的荷重盡力加重，一方面將飛機本身的重量盡力減輕。目今飛機之製造已進入一條正常的軌道，將來的改良就是要求各

部分的材料能採用較輕而強的，機翼之緊支能得到更善的方法，發動機之重量也更加輕減。航空發動機之製造，到如今已可算是很為發展，牠的重量比較起汽車發動機的來，卻是輕得多多，然而離着最低可能的限度還很遠呢。我們現在按着現有的種種飛機，綜合起來，平均一下，將牠們各部分重量之分配，約略述說於下。

第一百六十八節 機翼之重量

機翼之重量是要依着長度而定的，有些很小的飛機，牠們的機翼，每一平方尺只重0.38磅，而有些很大的飛機，牠們的機翼，每一平方尺重到1.1磅。大概的說。

(1) 輕便飛機的機翼每一平方尺的面積約重0.5至0.7磅。

(2) 偵探用快飛機的機翼每一平方尺的面積約重0.7至0.9磅。

(3) 一般的機翼每一平方尺的面積約重0.9至1.1磅。

第一百六十九節 機身之重量

因為各種飛機各有牠們的特別構造形式，所以機身的重量，變化多端，不易說定，大概而論，可依下面的公式計算：——

$$\text{重量} = Klb d$$

其中 l = 身長， b = 身寬， d = 身高， K 是一個係數，在輕便偵探飛機，約等於0.55，重偵探飛機，約等於0.65至0.75，普通二人乘坐的，約等於0.8至1.0，大而重的飛機，則由1.0至15。這些都是指構架式的機身而言，若是單殼式的，則較上面的數目約各加百分之十五至三十(15—30%)。

第一百七十節 駕駛面之重量

所有偏斜翼，尾翼及鰭，左右舵，升降舵等等，牠們的合重約為每一平方尺的面積重0.5至0.8磅，平均以0.65磅計算，包括駕駛桿等等的重量。若單就駕駛桿而言，則牠的重量平均約為15磅。

第一百七十一節 輪架之重量

一個雙輪教練飛機的輪架，約重90磅，輕快偵探飛機，只重22至40磅，這皆是包括全部機件而言。至於膠皮輪本身之重量，則是依牠的大小而定，大約的說600×75公釐大小的重9磅，750×125公釐大小的重12磅，一直到800×150公釐大小的重23磅。輪架的重量可依下面的公式計算

$$\text{重量} = 2 \sqrt{\text{飛機之重}}$$

第一百七十二節 發動機之重量

發動機因為有空氣散熱式與水流散熱式之不同，所以牠們的重量也有很大的差別。水流散熱式的發動機上有散熱器，有抽水機，有水管與水，很加重了不少的分量，但是牠的汽油之消耗，卻比空氣散熱式的要減省得多了。

空氣散熱式。靜定的由30馬力的機器每淨馬力約重4.8磅，一直到200馬力的機器，每淨馬力約重3.4磅，也有極輕的機器，每淨馬力只重1.1磅的。

旋轉的。由50馬力至100馬力的機器，每淨馬力約重3.5磅，一直到150馬力至250馬力的機器，每淨馬力約重2.0磅。

水流散熱式。100馬力以下的機器，平均每淨馬力約重5.7磅。

100馬力至200馬力之間的，每淨馬力約重由4.0至5.5磅。

200馬力至450馬力之間的，每淨馬力約重由1.7至4.0磅。

散熱器。牠的重量，每一淨馬力約由0.15至0.4磅。

水。每一淨馬力約需0.35磅。

油。油之消耗量依發動機的形式而定，水流散熱式的比空氣散熱式的消耗較少，下表是按平均而言。

機 式	淨馬力數	每淨馬力每時所消耗之油量	以磅計 機 器 油
空氣散熱式旋轉的	80	0.75	0.180
空氣散熱式旋轉的	110	0.70	0.160
空氣散熱式旋轉的	160	0.65	0.130
空氣散熱式旋轉的	220	0.60	0.130
空氣散熱式靜定的	100	0.65	0.080
空氣散熱式靜定的	200	0.60	0.060
水流散熱式	100	0.55	0.040
水流散熱式	200	0.50	0.035
水流散熱式	300	0.47	0.035
水流散熱式	400	0.45	0.035

第一百七十三節 螺旋槳之重量

兩葉的螺旋槳可按下式計算

$$\text{重量} = 2 \sqrt{\text{馬力數}}$$

四葉的螺旋槳可按下式計算

$$\text{重量} = 3 \sqrt{\text{馬力數}}$$

現在將幾種有名的飛機重量之分配列表於下。

第一百七十四節 飛機之設計及重量之分配

目下飛機的樣式已不下數百種，但讀者如要問究竟那一種是世界上最優良的，則最有經驗的飛機設計家也不敢下一斷語。設計飛機須視牠的任務而定，但有幾個主要的因素必須首先考慮者，便是飛機的重量，馬力，飛行及降落的速率，載重，等等。關於這幾層，固有很多的材料可供設計家的參考，要在他善於應用，無論飛機是怎樣製造的，只要設備充分的原動力，牠總可以離開地面而飛起，但飛行的程度如何，是否能得到相等的效率和安定便是問題了。

飛機的重量之分配，一般的原則是按着40—50的比例率，就是牠的淨重約佔全重量的60%，有用的荷重約佔40%，如淨重愈能減輕，則飛機的效率愈大。

設計一種飛機 第一件應當研究的事，就是有用的荷重，假設我們預定牠要載2000磅的有用的荷重，則就以往的經驗言之，飛機的淨重最少應與這個數目相等，多半須超過之，大概的說，飛機的全重將為5000

磅，第二步我們應當研究的，是飛機應採用那種樣式，單葉呢還是雙葉？這就牽涉到機翼之載重的問題來了，機翼之載重低至每平方呎4磅的飛機，以往也曾經製造過，但高至每平方呎10磅的，也並非不常有的事，因機翼的舉力愈高，則飛行的速率愈慢，故我們研究這個問題時，並須注意飛機之速率，假設機翼之載重取一適中之數，定為每平方呎7磅，於是欲支持以上所述的那個重量，機翼的面積須有

$$\frac{5000}{7} = 714 \text{ 平方呎}$$

一個單葉機翼，長度與寬度成一適當比例的，欲有這麼大的面積，牠的寬度將為60呎，長度將為12呎；或寬度將為72呎，長度將為10呎，設計家也許覺得這個面積未免過大了，於是想要改用雙葉的，意思就是說，要想使機翼之面積減為350平方呎，如此，則機翼之寬度可減至50呎，長度減至7呎。

第三步是研究所需的原動力，這可於風洞中試驗之，先接着設計造成一種模形，放在風洞中，求得牠的阻力，以所擬定的全重及速率為根據。飛機須有充足的馬力以抵抗重力，使牠易於升起，一個升起很快的飛機所需的馬力更要大些。

既已決定了飛機的速率及馬力，其次便要研究發動機是應用一架，兩架，還是三架？這裏我們對於可靠性一層要注意了，一個飛機牠的有用的荷重大至一噸之多，則發動機便可用至一架以上。發動機的數目愈多，則因某一架機器發生障礙，必須強迫降落時，發生危險的機會便愈可減少，有時竟可不必降落，但因多發動機的飛機，就氣動學而言，其效

率實無單發動機的大，故設計時應比較其輕重利害，而後加以決定。例如一架高速率的飛機，每馬力的實重不應超過12磅，而普通速率的飛機，每馬力的實重可至20磅，假如我們用前一數目，則設計的飛機所需的馬力，將為

$$\frac{5000}{12} = 600。$$

我們固可用一架600馬力的，或兩架300馬力的，或三架200馬力的發動機，但因欲飛行快速，仍以用一架發動機為宜，若飛行的速率很低，則所需的馬力可減為

$$\frac{5000}{20} = 250$$

於是我們若用兩架150馬力的發動機，便可得到充分的力量了。

第一百七十五節 阻力之影響

飛機在飛行時共有四種力在作用：一是飛機之重量 W ，二是風之舉力 L ，三是螺旋槳之推動力 T ，四是飛機之全阻力 R 。要求飛機常居平衡之狀態，重量 W 須等於舉力 L ，又推動力 T 須等於全阻力 R 。所以阻力在飛機上，也與重量一樣，是很重要的。

飛機向前飛行時所發生的阻力共分兩種：一是因機翼之升揚而生的阻力，或稱機翼之阻力，一是機身，輪架，以及其餘諸部分的抵抗力，這兩種力合起來就成飛機之全阻力，因為每一磅的阻力便需若干數的動力來應付，所以這種阻力須盡力將牠減小到最低之數，這是飛機計

畫中一個極重要的條件。實在說起來，阻力對於動力之影響，比較重量還要來得大呢。假如我們徒知道採用一種極有效率的機翼，而機身之抵抗力卻是很大，並且採用了一些無用的支柱和緊支綫，暴露於空氣流之前，徒然增加了不少的阻力，則所得的效果也就微乎其微了。

第一百七十六節 阻力與滑翔角

什麼是“滑翔角？”就是當飛機在空中將發動機停止後，沒有了原動力，一任自己飛落下來時，這飛落的路線之傾角便叫“滑翔角。”這個滑翔角與飛機之重量及阻力是很有關係的。重量為一常數時，阻力愈大，則滑翔角也愈大，反之，阻力愈小，則滑翔角也愈小。滑翔角大，則飛機降落之範圍小，反之，滑翔角小，則飛機降落之範圍大。在飛行中，飛機降落之範圍的大小，對於安穩上有十分的關係。因為如果飛機在半空中發生了毛病，不得不降落，此時若降落之範圍很大，則駕駛員可以從容不迫地俯視下面大陸，求一廣大空場，而後安安穩穩地降落下來。若降落之範圍很小，將不容駕駛員有求安穩降落場之餘時，而飛機已降落下來，幸而遇到一個平坦的空場還好，萬一落到河面，碰到電報線上，或是栽在大樹上，有時或竟至落在人家屋頂，則不特駕駛員有性命之憂，並將帶累了房主人蒙滅頂之禍，這是多麼危險呵！由此看來，飛機之阻力，更不可不求其減小。

若用數字表示，則得滑翔率 = $\frac{\text{重量}}{\text{阻力}}$ 。例如重量若為2500磅，全阻力若為500磅，則得滑翔率為 $2500/500=5$ ，就是說，飛機每垂直地降落一尺，就同時向前進行五尺。若將阻力減小到100磅呢，則得滑翔率為

$2500/100 = 25$ ，就是說，飛機每垂直地降落一尺，就同時向前進行二十五尺，這個滑翔角就大為減小了。

第一百七十七節 阻力之計算

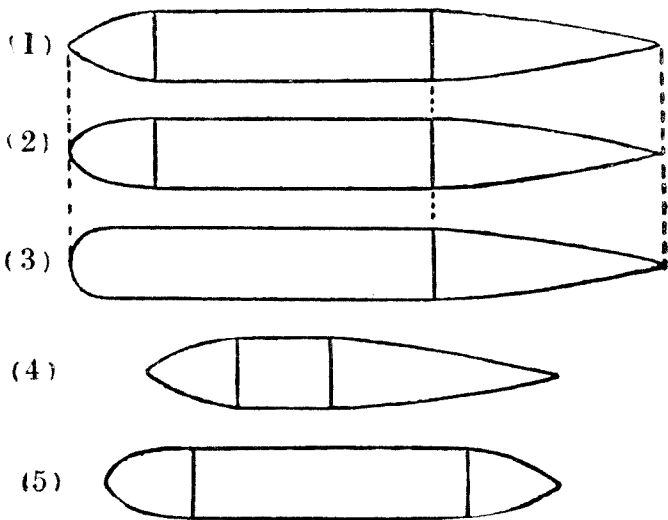
飛機之阻力是按著牠們的大小及形式而各有不同，所以計算之法也並不能根據一定的標準。我們要想求得一個最近值，則可依阻力 = KV^2 之公式來計算，其中 K 為一係數，視飛機之大小及形式而定， V 為每小時多少里之速度。這個 K 在輕快偵探飛機約為 0.028 ，在 1800 磅重的教練飛機平均約為 0.036 ，在 2500 磅重的一般飛機平均約為 0.048 。這皆是除了“機翼之阻力”一部分而言的。

第一百七十八節 機身之阻力

機身之阻力乃是各部分阻力中最難計算的一項。因為發動機之裝置，散熱器之安排，駕駛員之頭面露出在外，螺旋槳之安置，等等的情形，在在足以增加計算之困難。大概對於機身之阻力最有關係的，是機身之長度與高度之比。

若是不為着發動機與散熱器，則機身很可以造成一種實在的氣流線形，可以較之目今所實用的機身要減去不少阻力。若是不為着要使機尾安置在與機翼成一定的距離之處，則機身之長度也大可縮短，使成一更好的氣流線形，以減小阻力。按理長度與高度之比以 $5.5 = 1$ 至 $6 = 1$ 最為相宜。普通二人乘坐的前曳機身，這個比率卻有 7.5 至 8.5 之大。單人乘坐的輕快偵探飛機，則可以得到這個比率。

我們在第七章的“機身之阻力”一節裏曾經大略將各種形式的機身對於空氣之阻力比較了一下，現在再就法國愛費耳氏所試驗的幾種形式得到的結果略說一下。愛費耳氏曾用幾種圓形機身，前面有一圓形機鼻，後面有一圓錐形機尾，如第一百九十三圖，在風洞中試驗了好多



第一百九十三圖 機身阻力之比較

次，於是得到如下的結論：——

I. 機鼻愈大，則阻力愈大，如(1)，(2)，(3)，三圖之長度一樣，但是(3)圖的機鼻比(2)圖的鈍，(2)圖的又沒有(1)圖的尖銳，所以三者之中，以(3)的阻力比較最大，(1)的比較最小。

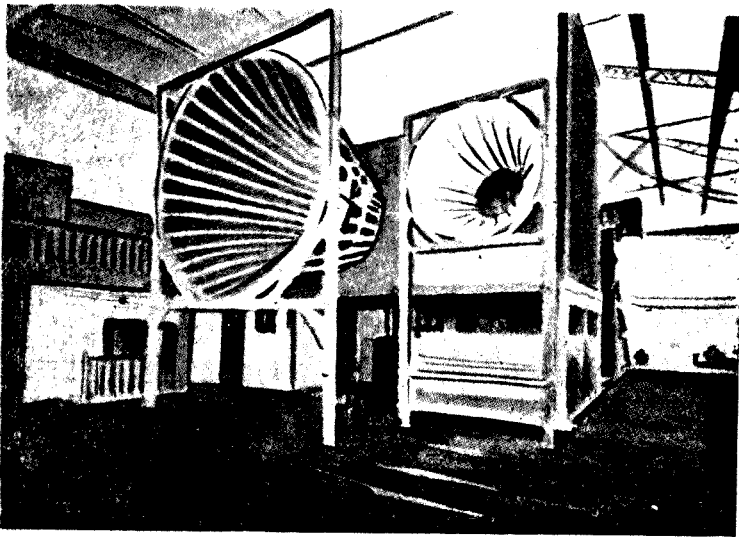
II. 機鼻及機尾皆相同時，機中部之長度減短，則阻力也減小，如(1)與(4)兩圖，兩者的機鼻及機尾皆是一樣，但是(4)圖的中部比(1)圖的

較短，所以阻力也較小。

III. 機尾之長度減短，則阻力略為加大。如(2)與(5)兩圖，兩者的機鼻及中部皆相等，但是(5)圖的機尾比(2)圖的較短，於是阻力也略為較大。

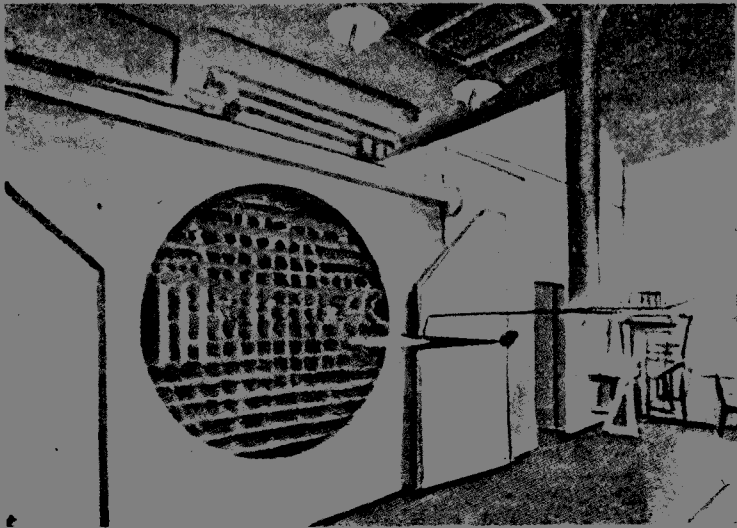
第一百七十九節 風洞中之試驗

我們對於機翼之性質及機身之阻力，種種的智識，多半是得之於法國愛費耳及英國國立理化試驗室的兩風洞中的試驗之結果。愛費耳氏對於機翼之舉力與阻力，以及機身之阻力的種種試驗，實在盡了很大的力量。他在巴黎左近之澳頭地方設立了一個試驗室，裏面設備了兩座風洞，一大一小，並排安置着，如第一百九十四圖。大風洞的喇叭之外



第一百九十四圖 愛費耳試驗室之兩風洞

口及內口各為13呎及6呎，長11呎空氣就由這兩個喇叭口被吸進到一個不透氣的試驗室裏，如第一百九十五圖速度是很均勻的。再由此經過一個圓形導管出來，被一面風扇吸收，送回到原處去。這風扇就是一種螺

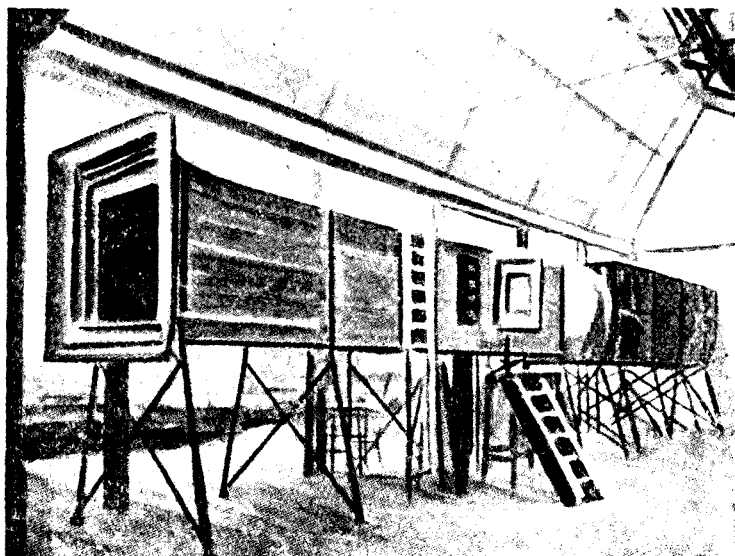


第一百九十五圖 萊費耳試驗室

旋槳，用50馬力的電動機轉動的。飛機之模形就放置在那試驗室裏面風口處試驗。所有觀察的人以及平衡器械皆在那上面一個平臺上。模形就藉槓桿聯接於平衡。所有機翼之舉力與阻力，機身之阻力，以及壓力心之位置，等等，皆用此平衡求算出來。

第一百九十六圖表示英國特丁屯地方國立理化試驗室的風洞，大

洞之面積爲7平方呎，長80呎，小洞之面積爲4平方呎，長56呎。



第一百九十六圖 英國國立理化試驗室之風洞

第十七章 飛行之練習

第一百八十節 練習的方法

在飛機初發明的時候，那幾位飛行先鋒完全要仗自己的膽力，依自己的經驗，去到空中飛行，那時既沒有教授飛行術的學校，也沒有適當的教師，人們要想學習飛行，真所謂“難如登天，”可是目今的情形却大不相同了，學者可以任意選擇一最完善的學校，從着最有經驗的教師去學習飛行，而且飛機的製造又日趨於完善，絕不易發生毛病，所以假如學者自加小心，絕不易遇到危險。

練習飛行時所用的飛機——稱為教練飛機——多是備有雙駕駛器的，起初的時候，教師帶着學生上去，由教師自己駕駛，所有各部分的動作，皆由雙駕駛器傳給學生觀看，——因前後兩駕駛器的動作是協和的——使學生明瞭各部分的動作之情形：運動那一部分的器械，飛機便要發生怎樣的感應，等到飛行了幾次之後，教師覺得學生已有若干經驗和把握，於是偶爾也將駕駛器放鬆，任學生自己去嘗試一下，如並無錯誤呢，便任他一直駕駛下去，如感覺有不對之處呢，立即將牠改正過來，如此繼續好多次，直待教師覺得學生已有充分的經驗，可以單獨駕駛了，而

後方讓他單獨去飛行，第一次的單獨飛行乃是一個極大的難關，因為一旦飛機升起之後，便完全要靠學生自己的學識，經驗，靈機，膽量去駕駛，非他人的能力所能幫助的了，飛機之出事，學生的生命之不保，多在此時期，過此難關，便可勇往直前，一帆風順了。

大概的說，一般的學生約須20小時的練習飛行之後，方能獨自去駕駛，單獨地飛行了數次，練習種種升起，降落，轉灣的技術，於是可以試作高空，長距離，及惡劣天氣的飛行。

有一班的教師，在起初教授飛行的時候，便帶着學生作種種特殊的飛行技術，他們的意思是要想試驗學生的身體，感覺是否適宜於飛行，如不適宜，從此便可停學，如並無不適之處，則以後學習普通的直線飛行，將毫不感覺困難了，降落乃是飛行中一種最難的技術，故練習時教師對於這一層最注重，大約在15分鐘之間，至少要練習6次的降落。

在未學習飛行之先，學生對於飛機及發動機的各部之構造及原理，也須充分明瞭，他須知道飛機各部的裝置是否合適，怎樣加以檢查；空氣流對於飛機的影響如何；怎樣拆卸及修理發動機。這種種的情形皆須在地面上由教師加以指導的。

第一百八十一節 單獨飛行

關於飛機的駕駛法，我們要想在書本上立下一定的規則，乃是不可能的，因有以下的三個重要原因：一，沒有兩種飛機的構造是絕對相同的，所以牠們的駕駛法也不能盡同；二，沒有兩個駕駛員的動作，感覺，心理是相同的，所以他們的駕駛技術也絕不能相同；三，空中的大氣情

形是時刻變化的，這種大氣的情形乃是天然的變化，而非人力所能戰勝的，也就最難應付；例如忽冷忽熱或忽上或下的空氣流常欲使飛機也隨着牠的方向行動。遇到這種地方，飛機常受到一下激刺，忽然地下落，駕駛員便要特加小心。

學生在練習時所得到的種種學識經驗乃是最有用，最可寶貴，而不應當忘却的。其中有兩件最重要的事，為學生們首須練習的，就是(1)要使飛機常保持飛行的速率；(2)常注意飛機與風流的相對位置，如對於這兩件事不加注意，則絕不能適當地或安全地駕駛自己的飛機，尤其是“速率”對於飛行有絕大的關係，維持飛行的速率者為兩個因素，即螺旋槳的推進力與滑翔，如在空中飛機忽然不能保持牠的飛行速率時，無論牠的原因如何，是可知是不可知，惟有趕速地將機頭向下，使飛機向前滑翔，以便得到可以支持的飛行速率，絕不要在空中心慌張懊惱，一定要追求所以然的原因，因此時生命繫於微頃，絕不容有遲迴審顧之餘地也。

在未飛行之先，對於飛機及發動機的各部分要仔細加以檢查試驗那管馭升降舵，左右舵及偏斜翼的各鋼繩之鬆緊，並向左右前後轉動駕駛桿及駕駛轆，審查牠們的動作，絕不可妄聽他人之言，說是各部分的動作皆是很靈敏，汽油機油皆已加足，等等的話，惟有自己的眼睛方是可靠的呢。

初學飛行要牢記以下兩句格言：進行要緩慢，動作要謹慎，不可過分的自信，也不可毫不自信。

發動機開動了之後，須讓牠先緩緩地轉動，使汽缸發熱，機油暢流

無阻，如機油表上所表示的，而後再開足馬力，觀查牠的轉動數，如發動機轉數表上所表示的，不過這步動作，只可偶一爲之，並且時間要短，能有幾秒鐘之久，在地面上如非必需，不可任意開動發動機，以免多耗汽油，有損機件，膠皮輪的前面務須有木塊阻擋着，馬力開足時，機翼的前面並須有數人把持着，以免飛機前進。

第一百八十二節 飛機之升起

所有飛機的各部分皆經檢查，發動機的馬力也經試過，自信各事皆已十分妥當了，於是開始飛行，先使飛機在平坦乾硬的地面上，對着風向，行走若干距離，普通多在一二百尺之間，於是略微向前搬動駕駛桿，使升降舵下墜，機尾向上升起，如此，飛機可仍在地面上溜走，直待達到了相當的飛行速率，這個速率依飛機之構造及風流的速度而定，約在每小時50至60哩之間，一經達到了這個速率，便可將駕駛桿略向後搬，使升降舵向上撓起，於是飛機便離開地面了，搬動駕駛桿務要輕緩，尤其是在高速率的飛行中，只要略微一搬動，便要發生很大的影響，如果動作粗魯，便易出事。

飛機離開地面的時候，發動機便發生一種很明顯的變化，牠的聲音也沒有以前那般的震耳欲聾了，牠的震動也比較和緩了，在這微頃之間，駕駛者會發生一種極大的感想，他的身體是已經凌空了，他是在單獨地飛行了，他以後的生命就全在他自己的把握之中，不能再依靠着教師了，他會感覺到離地只有幾尺之高時，好像已有數千尺之高，這時最易發生危險，偶一不慎，誤將駕駛桿向前略一搬動，機頭登時就要下墜，

碰觸地面，摔成齏粉，無論是升起或降落，務要對着風向而行，因風流迎面而來時，可以幫助不少的舉力，使飛機能安全地降落。

飛機升起之後，須任牠取直綫飛行，並且要使升起的角度不可過大，直待達到了安全的高度，約在800至1000呎之間，而後方可任意飛行或轉灣，駕駛員要常顧慮到發動機果在空中停止時，應如何設法安全降落。

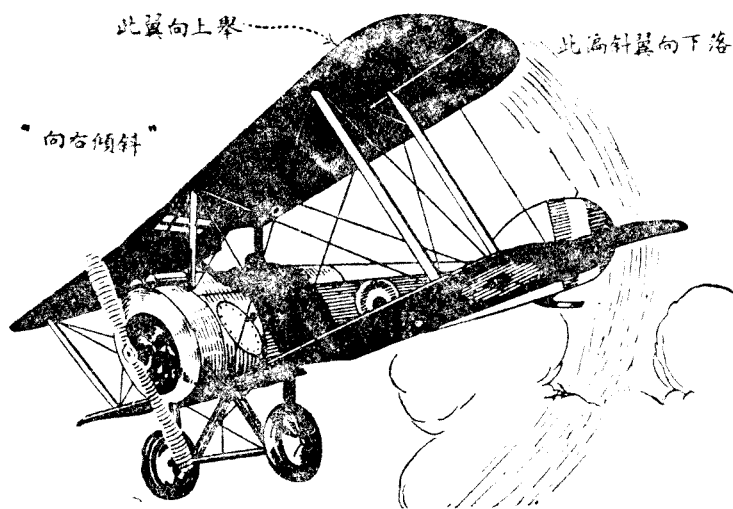
我們應當明白飛機對於駕駛器械的感應並非是極端敏銳的，中間總要經過若干時間，雖然是極短促的，方能感應得到，飛機的載重力愈大，速率愈緩，則所需的時間愈久，輕快的飛機感應是很靈敏的，一位有經驗的駕駛員熟習於他的飛機之動作，便知怎樣搬動駕駛器，使牠能平穩地飛行。

第一百八十三節 轉灣

飛機既已達到安全的高度，並已得到縱橫的平衡，於是可以練習轉灣，最初轉灣的半徑要大，因半徑大則離心力小，易於駕馭，而後將半徑逐漸減小，練習急速的轉灣，欲免除飛機向旁滑溜，須搬動駕駛桿，將外偏斜翼落下，內偏斜翼撓起，使外主翼向上，內主翼向下，以便抵抗離心力，半徑愈小，偏斜的角度愈要大，為求安全起見，在未轉灣之先，宜使飛機路向下滑翔，以便得到充分的速率，除非是飛機預儲有很大的力量，切不可在飛升時轉灣，因在此時對於轉灣的抵抗力及因飛升所吸收的能力，兩者聯合的影響，定將使飛機墜落無疑。

第一百九十七圖表示飛機向右轉灣，特將左偏斜翼向下落動，使左

翼高高舉起，如轉灣的曲度愈大，則偏斜翼愈要向下落，以便得到平衡。



第一百九十七圖 飛機之轉灣

在轉灣時我們嘗覺得飛機有一種很明顯的傾向：就是當向右轉時，機頭欲向下墜，當向左轉時機頭欲向上升，尤其是前一情形最為明顯，這種動作乃是由於螺旋槳的迴旋力作用而生的，駕駛者在這種情形下務要使飛機得到平衡；

還有一很重要之點應當牢記着的，是飛機轉灣時如傾斜至20度以上，則升降舵與左右舵的作用便互相調換了，左右舵平時是管馭飛機向左右轉動者，此時都變為升降舵管馭飛機之上下升降，升降舵則變為管馭飛機向左右轉動的器械了，當飛機下降時，如作很大角度的轉灣，則所有左右的平衡完全要由升降舵來担任，不可用左右舵。

第一百八十四節 風與飛行的關係

在地面附近風的性質多依地勢而定，例如樹林，小山，等等皆足以致成旋渦風，擾亂飛機之平衡，或變更飛行之方向，高度愈增則這種影響愈小，到了2000至3000呎之高時，便毫不受這種旋渦風的影響了。在大風中飛行，如要轉灣，最少要離地面300至400呎之高，順着風轉灣是非常危險的，因風力將使飛機下墜。

前面曾經說過，飛機與地面的相對速率，完全依着飛機與風力的相對速率而定，假如飛機是順着風飛行的，則飛機與地面的相對速率等於風速與飛機的速率之和；假如是逆風而行的，便等於風速與飛機的速率之差。例如，飛機的速率是每時60哩，風速是每時15哩，則飛機若順風而行呢，牠與地面的相對速率將為75哩；若逆風而行呢，將為45哩，若飛機是斜着風的方向飛行，這個相對速率將以平行四邊形的對角線表示之，其中平行四邊形之一邊代表風速，另一邊代表飛機的速率。

在飛行時若風力是由旁面射來的，則飛機欲求得直綫飛行，必須將飛機對着風力的方向偏斜着，這個偏斜的角度依風力的大小而定。

再者，風的方向對於滑翔的距離及速率也是很有關係的。假如是逆着風滑翔，其所需的距離必較順着風的要小得多。

一陣迎頭風射在飛機頭上，固然是要減小飛機與地面的相對速率，但一方面却增進了飛機的飛行速率，使牠暫時地上升，若這陣風延長下去，便又有使飛機忽然下墜的危險，除非用升降舵糾正之，或預儲有充分的馬力以抵抗之，風若向後面射來，將減小那個相對速率，使飛機下

墜。飛行速率愈高，這種後面射來的風力所致的危險更愈小。

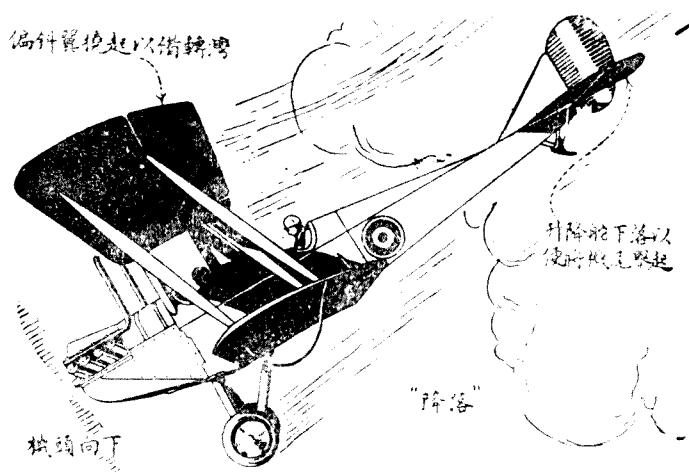
第一百八十五節 降落

降落乃是飛行中一種比較艱難的技術，而為學生所應勤加練習的，降落時首須注意的是選擇場地，如在可能的情形之下，最好是擇一空廣的場地，擇妥一降落的場地，於是先使飛機取一普通的滑翔角度——所謂滑翔角者乃是滑翔的路線與地平綫所交之角——緩緩而下，及至離地面只有二三十尺之高，再將駕駛桿向後搬動，使飛機取一曲線的路徑與地面相切，這個路線最好是在離地面尚有二三尺之高時便已成水平。此時飛機已失去了牠的速率，可將駕駛桿再向後稍搬動，使飛機的兩輪及尾撐木同時落地。三點同時觸地，在初學者未必能做到，所以飛機落地時常要跳躍幾下，假若此時再遇有一陣風吹來，跳躍將更利害，初學者將更覺難於駕馭牠了。

假若降落場的範圍很小，覺着實不能再做一長直，緩和的滑翔，可先在空中多做幾次大S形的轉灣，一面減小速率，一面減少高度，等待降落到適宜的高度而後再使牠滑翔，大概的說，普通飛機的滑翔角約為7或8與1之比，就是說，飛機每滑翔7或8尺的距離時，將向下降落1尺的高度。

第一百九十八圖表示飛機降落之情形。

滑翔角可以表示飛機之效率，為求安全起見，滑翔角以愈小愈好，因牠與降落場的範圍是很有關係的，例如滑翔角若等於12，飛機是在2000尺的高度，於是飛機若向下滑翔時，降落場的範圍將為



第一百九十八圖 飛機降落

$2000 \times 120 = 24000$ 尺半徑的一個圓形。

就是說，我們可在48000尺或9哩直徑的一個範圍之內任選一安全地點降下來，若滑翔角只等於10，則降落場的範圍將減為

$2000 \times 10 = 20000$ 尺半徑的一個圓形。

因之，我們選擇安全地點的範圍也就比例的縮小了。

第一百八十六節 適當的飛行速率

飛機上一定要裝置空氣速率表，表示飛機與空氣的相對速率，當飛機迎風飛行時，初學者每見下面一片一片的大地一瞥即逝，驚為飛機與大地的相對速率未免過大了，中途或不免要發生危險，這層顧慮就未免錯誤了，因飛機對大地雖然是疾飛而過，實在却近於快要墜落的速率也未可知。這種錯誤尤其是當飛機由逆風而行忽然轉為順風而行時最易

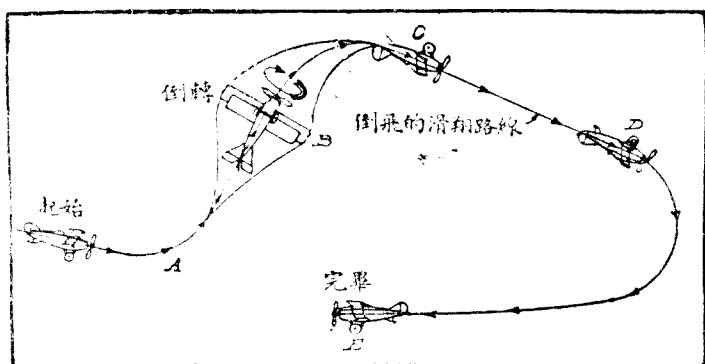
發生，當這飛機與地面的相對速率忽然增加時，初學者每誤認為是飛機的飛行速率忽然增加了，却將發動機的轉動速度忽然減低，於是當此緊要的關頭，相對的空氣速率正因飛機之轉灣已大大的減小，再加這一層打擊，飛機必因舉力不足而向下墜落無疑，由于這種原因而降落的極易出事，假如飛機上裝有空氣速率表，則駕駛者可由表上觀查相對的空氣速率，絕不致發生以上的誤會，自可避免上述的危險，不過這種表自然是要十分準確的。駕駛有了經驗之後，便可由射在臉上的風壓力，或對於駕駛桿的運動所生的相對抵抗力，推測相對的空氣速率，無須依賴空氣速率表了。

第一百八十七節 倒飛

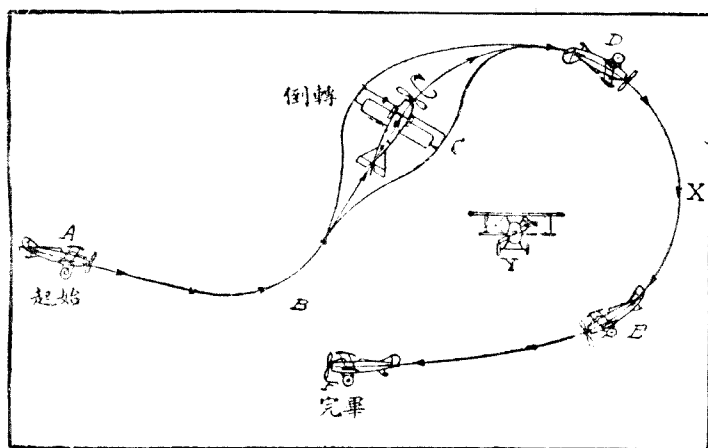
學生單獨飛行了數十小時之後，自信對於普通的飛行技術已有十分的把握，於是可以再由教師帶着練習特殊飛行技術。

特殊飛行技術中有最重要的兩種是“倒飛”和“翻筋斗”第一百九十九圖表示倒飛的方法，飛機由A點起始，這時須有充分的飛行速率，將駕駛桿向後搬動，使飛機取約 60° 的角度上升，如圖中矢線所示，一面再搬動左右舵，使飛機達到B點時，已成倒轉之勢，飛機仍繼續向上飛行，直待達到頂點C，飛機已成倒轉之勢時，便須將左右舵搬轉回來，以免飛機再反轉，達到C點之後，立即將發動機汽門關閉，使飛機沿CD的路線，倒着滑翔而下，到了D點，再將駕駛桿向後搬動，使飛機仍正轉過來，如E點所示，作這種飛行至少要在2000尺的高度方為安全。

倒飛對於攻擊敵人的飛機是最有效用的，因驅逐機上普通多裝有



第一百九十九圖甲 倒 飛



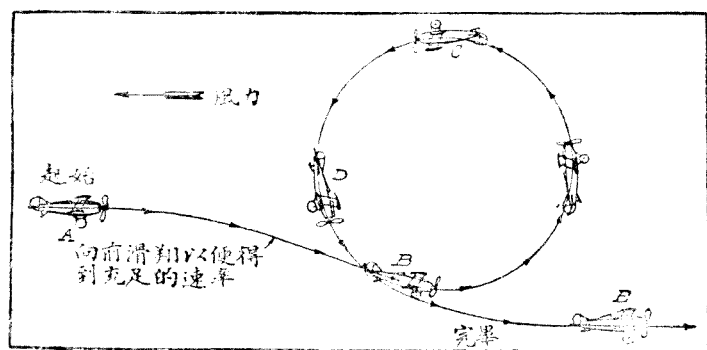
第一百九十九圖乙 倒 飛

兩架機關鎗：一架是固定的，裝置在機頭前，一架是活動的，裝置在機身上，這架活動機關鎗放射極為靈便，可以四面八方的動作，如遇有敵機來攻，能作倒飛之勢，駕乎敵機之上，則放射的範圍更可擴充了，如第一百九十九圖甲假設敵機是在Y的位置，則我們的飛機無論是在A, B, D,

E, 或 F, 點, 皆可用活動機關鎗驅逐之, 只有在 B 至 D 的途中, 飛機正在作倒轉動作時, 不能施行放射。

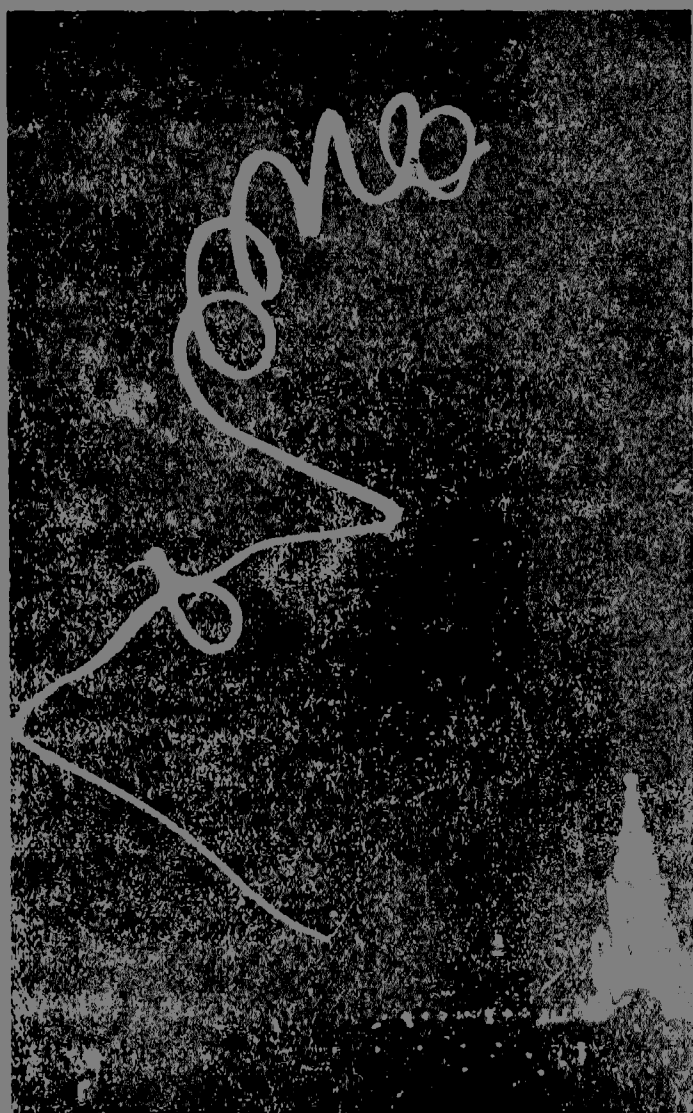
第一百八十七節甲 翻筋斗

這種技術比較倒飛看起來似乎較難, 實在還容易些, 起始的時候是使飛機取約 20° 的角度向前滑翔, 如第二百零圖中所示, A 即為起點。等待



第二百零圖 翻筋斗

達到了 B 點, 飛機已得到了充足的飛行速率, 於是緩緩地將駕駛桿向後搬動, 使飛機上升, 此時駕駛桿的向後搬動須逐漸加快, 直待飛機達到頂點 C 為度, 在 C 點時駕駛桿須極度向後, 並須繼續保持着這個位置, 直待飛機墜落到 D 點為止; 達到 D 點之後, 再將駕駛桿緩緩向前搬動, 使牠回復到原來的的位置, 於是飛機便沿着 D—E 的傾斜路線飛至 E, 仍回復其平飛的狀況, 作這種飛行愈快愈佳, 第二百零一圖表示尼爾氏在夜間作翻筋斗的飛行所拍之照。



第一百零一圖 夜間作翻筋斗飛行

章十八章 飛機之應用

第一百八十八節 飛機發展之步驟

飛機之製造按着牠的發展之步驟，可以分爲三個時期：

I. 在1903年以前爲第一時期。在此時期內，人們雖然有用重於空氣的機械到空中去飛行的理想與慾望，並曾做了好多次的試驗，可是結果總歸失敗。所以這個時期可以算作試驗時期。

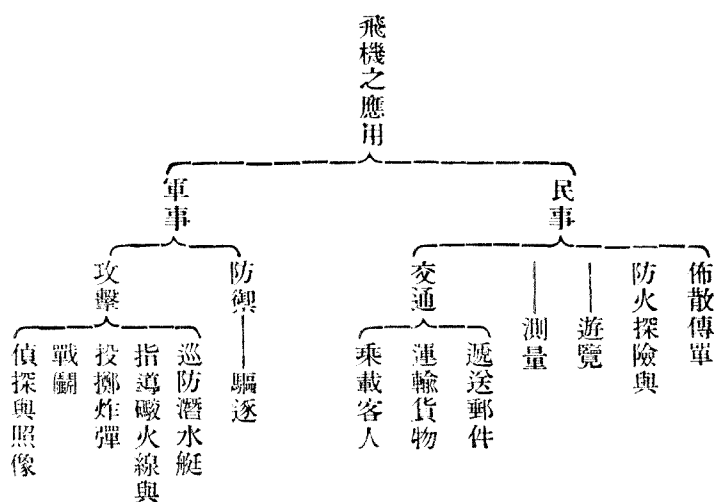
II. 自1903年至1914年爲第二時期。自從熱提弟兄親身駕着飛機飛到空中，於是人們漸漸知道用重於空氣的機械去飛行確是可能的事，而飛機之製造也就逐漸發展起來，改良進步，月異日新，於是而有長途之飛行，海峽之橫渡，馬力漸漸加大，速度漸漸加高，所以這個時期可以算作成功時期。

III. 自1915年直到現在爲第三時期。歐戰既起，各交戰國的軍事家看到飛機之靈便巧妙，便利用牠去作攻擊，偵探，驅逐，等等工事，對於敵人之軍事行動很加了不少妨害，使敵人聞聲而膽怯，見影而心驚。歐戰既停，各國人士鑒於飛機之可利用以作交通器具，實遠勝於火車輪船，於是極力提倡商業飛行。到如今，英法美德諸國各於諸大城市之間

設空中運輸事業，雖還沒有火車輪船交通之盛，然而成績也大有可觀了。所以這個時期可以算作應用時期，而自1915年至1918年又可以算作軍事應用時期，自1919年到現在又可以算作民事應用時期。

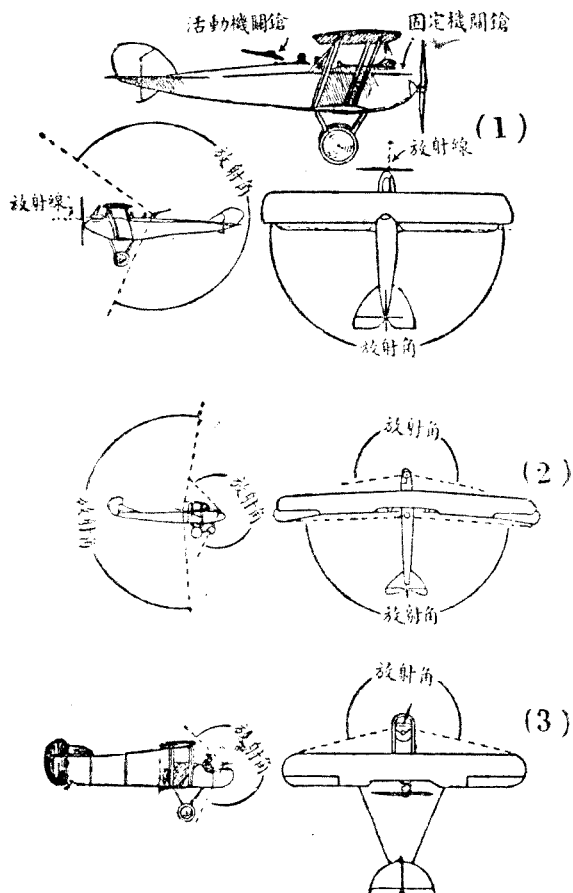
第一百八十九節 飛機之軍事與民事應用

飛機之應用有軍事與民事之分。軍事應用中又分為攻擊與防禦兩方面，而攻擊一方面更分為偵探與照像，戰鬪，投擲炸彈，指導砲火線與巡防潛水艇等等。民事應用中又分為交通，測量，遊覽，防火，探險與散佈傳單等等。而交通一方面更分為乘載客人，運輸貨物，及遞送郵件。現在將種種應用列表於下：



第一百九十節 偵探與照像

兵家有兩句格言。“知己知彼，百戰百勝”，兩軍交戰的時候，如果能深知敵人用兵之道，何處有埋伏，何處安有砲位，何處為主力軍所在，則



第二百零二圖 飛機上機關鎗之放射與放射角

本軍將無往而不利。這種偵探事務，從前是歸騎兵擔負，自從飛機發明之後，便利用飛機去擔任了。這類飛機多是二人乘坐的。載駕駛員及觀察員各一人。機上安有機關鎗，若是前曳式的，則於機頭前安置一架固定的機關鎗，隨着螺旋槳之轉動而按時打兩槳葉之間的空隙處放射出去，並於觀察員的座囊上安置一架活動的機關鎗觀察員可以任意轉動放射，可高可低，可左可右，如第二百零二圖之(1)。若是後推式的，則觀察員之座囊位置在機頭上，便於座囊上安置一架活動機關鎗，也能得到一個很大的放射角，如圖之(3)。除此之外，要是專作偵探之用呢，則飛機上安有無線電機，以備將敵軍情形報告於本軍大本營，要是作測量及照像之用呢，則又備有測繪器具及照像器械，照像器械是機關搖動的，當飛機在飛行中，擇好了敵軍的目的地要想拍照，便將機關撥動，敵軍的陣勢便自然而然地一一入於影板之上，而後回到大本營來，幾分鐘之後。將諸片洗曬，合攏起來，便可以一目瞭然。普通飛機的速率由每時85至100哩，動力由220至260馬力。(2)圖表示一種雙發動機後推式飛機上的機關鎗之放射情形。

第一百九十一節 戰鬪

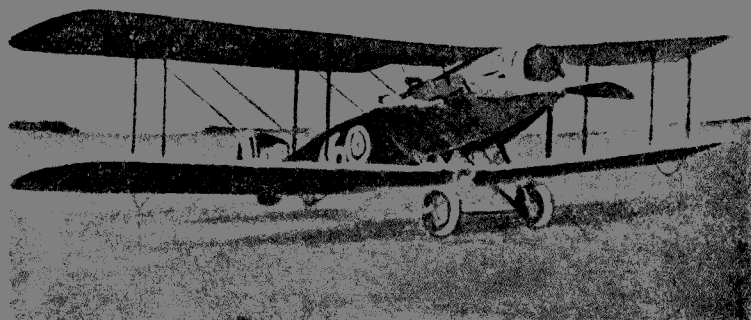
飛機深入敵境去偵探或照像時，須防備敵軍飛機之上來攻擊，於是前後常有戰鬪飛機保護着，擔負守望的責任，一遇有敵機來驅逐時，便趕速前去應戰，使偵探飛機可以詳細地將敵情偵探而去，或是照像飛機可以從容地將敵陣拍照而去。這類飛機是一種輕快式的，普通為單人乘坐。機頭前安置一架固定的或活動的機關鎗，有時攜帶幾枚小炸彈，所

所備的燃料只要足夠三四小時之用，這樣的燃料之減輕，對於飛機之速率上是很有影響的。總之，牠的條件是要飛得高，每分鐘能飛升1000尺，



第二百零三圖 活動機艙之放輪

飛得快，每時能飛到150哩，這就是說，牠的全阻力要極小，全重量要極輕。在歐戰初起時，這類飛機多是單葉式的，後來漸漸改用雙葉式的，現在又多趨重單葉式的了。戰鬪飛機也有二人乘坐的，駕駛員坐在前面，戰鬪員坐在後面，有一架固定的機關鎗，安置在機頭前，另有一架活動的機關鎗，安置在戰鬪員座囊上。第二百零三圖表示戰鬪員放射活動機關鎗，不過這二人乘坐的自然沒有單人乘坐的來得輕快。在小飛機上所用的發動機是85至110馬力旋轉式的，較大的飛機則用100至180馬力水流散熱式的。第二百零四圖表示一種歐戰中有名的不列斯託戰鬪飛機。

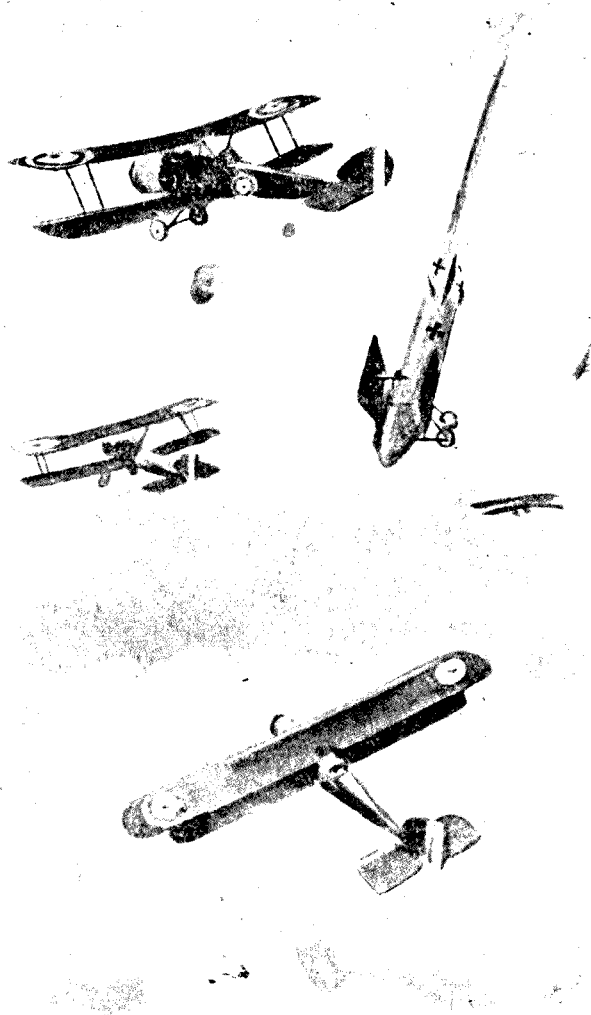


第二百零四圖 不列斯託戰鬪飛機

第二百零五圖則表示歐戰中協約與聯盟兩方面的飛機之空中戰鬪，有紅白藍三道圓形的記號者為協約國的飛機，有黑十字的記號者為聯盟國的飛機——我國飛機則以青天白日為標記。

第一百九十二節 投擲炸彈

投擲炸彈乃是一件極重要的工作，因為這不特可以毀滅敵人的兵



第二百零五圖 飛機之戰圖

工廠，鐵路，兵站，戰壕，等等軍事重地，就是輕輕地一炸彈之投擲，也可以鬧得敵軍人撲馬翻，不能應戰，有如第二百零六圖所表示的，甚至攻

擊敵人的城市，殺害其人民使他們白晝不敢出門，黑夜不敢燃燈，有如



圖二百零六 飛機一隊人撲出

1917年德國有一次有十五架炸彈飛機飛到倫敦去投擲炸彈，炸死97人，炸傷439人，這於英國是怎樣的一個大損失呵！一個很有組織的炸彈飛機隊之攻擊，對於敵軍之行動，較之任何別種攻擊法都有效力些，而且對於本軍也不致有多大的損失，至多毀滅幾架飛機，殺死幾名員士。所有敵陣用別種方法不能達到的地方，只有用炸彈飛機可以去攻擊。這一類飛機是機身很重，速度很低的，因為一則牠要載很重的炸彈，二則爲着要深入敵境，須多多預備燃料。普通乘載三人到六人。發動機多半是用兩架，有時且用三架，用雙發動機，對於將不得已強迫地下降於敵境時，可以加一層保障，因為即使有一架發生了毛病，仍然有一架在動作，可以平安地逃回本軍陣地。

歐戰中協約國一方面的炸彈飛機有英國漢得烈配治式，有法國開普讓尼三葉式。聯盟國一方面的，有那攻擊倫敦的德國葛德式。漢得烈配治飛機可以裝載21人，或相等的3570磅之重量，滿載時牠的全重量有11500之多。發動機共爲540馬力，最大速率爲每時90哩，升高率爲每分鐘330尺。支持的時間，滿載時爲5點鐘。到了1918年英國又造成一種2000磅重的大炸彈，預備就用這種漢得烈配治飛機隊，每機裝載四枚，去攻擊柏林，幸而不久和議告成，柏林的人民得免此一劫。那種炸彈既無用武之地，後來只得陳列於倫敦水晶宮，供大眾之瞻仰。

爲着要求免去敵機之驅逐，及敵人反射飛機砲之攻擊，於是有夜間飛行之舉。每每於深夜結隊出發，往攻敵陣，使敵人於黑暗中措手不及，無可防禦，即使用探照燈，放高射砲，也是白費。至於那防禦着的敵機上來驅逐，暗中也不易爲力。等到炸彈投下，任務完畢，身體輕鬆，速度加

快，於是可以平安地飛回本陣。

目今炸彈飛機除了投擲炸彈，殺害敵人之外，還可投擲燃燒彈，燒毀敵人的房屋；投擲烟幕彈，使發生猛烈的烟幕，遮蔽敵人的目標，以便本軍可以向前進攻。

第一百九十三節 指導礮火線與巡防潛水艇

兩軍相距很遠時，礮火線不容易瞄準，於是利用飛機來作眼線，將飛機飛到高高的地方觀察敵軍之所在，用無線電報告下來，使礮隊可以瞄準方位，彈無虛發，這種任務是用偵探報告飛機或小炸彈飛機去擔負。

在海戰一方面，飛機也有很大的幫助，因為軍艦最怕的是潛水艇，牠能隱藏在海中，暗暗地偷渡過來，給你一個暗箭。傷中你的要害，使你冤沉海底，你對於牠簡直是無法可制。但是潛水艇却怕飛機，因為牠深藏在海中，雖然在海面上不易觀察出來，但若升到高空之中，因光線之反射作用。向下一望，便見得海裏隱若地有一小黑怪在潛行，於是飛下來，對準了牠放一枚炸彈，可以使牠粉身碎骨。或者用無線電報告於魚雷艇，使牠去對付也行。所以飛機作巡防潛水艇之用，也是很有功效的。

第一百九十四節 防禦

本軍既可以利用飛機去偵探敵軍的動作，攻擊敵人的陣地，同樣敵軍也可以利用飛機來偵探本軍的行動，攻擊本軍的陣線，於是不得不講求防禦之道，驅逐敵機出境。防禦飛機以能驅逐敵機為主要目的，能將

牠們攻下更佳，所以主要條件是要飛得快，升得高，易於駕駛，能由高處直向敵機方面衝下來，使牠們無從措手足，不能施其伎倆，惟有從速逃走。機爲單人座，有一兩架機關鎗連於螺旋槳上，以便放射。普通這類飛機是排置在前線上預備着，後線上又預備着兩隊，一隊距前線有五哩之遠，一隊距前線有十哩之遠。假如第一道飛機防線被敵人攻進，失其防禦力時，還有第二道防線，假若第二道又被敵人攻破，還有第三道防線上的飛機出來應戰。敵機要接二連三的攻破三道防線，而後纔能實行他們的任務，這可就很不容易了。第二百零七圖表示飛機隊之防禦。



第二百零七圖 飛機隊之防禦

第一百九十五節 未來空中戰爭之預備

英法既聯合起來將德國打敗，德國受和約之束縛，對此空防一層，

最近幾年間實已無能爲力。而英法兩國則乘戰勝之餘威，爭着要執空中之牛耳，各不相讓，而且她們倆的交情也日漸疏遠，反而由攜手而行變成側目相視，你要擴張航空軍備，我便也要加空防。試觀1925年八月間，英國內閣大臣之宣言，便可明白。他說：“若是你們要來炸我們，我們也要去炸你們，若是你們在倫敦鎗林彈雨的攻擊下來，殺傷了我們的人民，毀壞了我們的都市，我們也要到你們的巴黎去同樣的對付你們。”這真是一席披肝露膽的話。又觀1926年二月間英國航空大臣賀爾在下院提出航空經費預算，說他的航空政策在(1)鞏固國防，以拒天空的襲擊，(2)於帝國適宜地點設置天空防務，以擔任海陸軍所必要的航空事業，(3)發展帝國內的民用航空路線，(4)扶助英國人民，使成空中之人民。總之一句話，他們的航空政策，就在防備鄰國的飛機隊。

第一百九十六節 列強空軍實力概況

列強對於空軍的實力，究竟是怎樣預備？請看下文，便可知其梗概。

(1) 法國

偵探飛機	72隊
驅逐飛機	32隊
重炸彈飛機	12隊
輕炸彈飛機	20隊
海軍用飛機	19隊
共有軍用飛機	4009架

(2) 美國

偵探飛機	13隊
驅逐飛機	11隊
戰鬥飛機	4隊
炸彈飛機	8隊
教練飛機	12隊
飛船	2隊
共有軍用飛機	1660架

(3) 英國

常備飛機	72隊
特備飛機	5隊
補充飛機	8隊
共有軍用飛機	1500架

(4) 意國

偵探飛機	36隊
驅逐飛機	35隊
炸彈飛機	26隊
共有軍用飛機	1800架

(5) 俄國

偵探飛機	74隊
驅逐飛機	50隊
炸彈飛機	49隊
海軍用飛機	16隊

共有軍用飛機 1600架

(6) 日本

偵探飛機 11隊

戰鬥飛機 11隊

炸彈飛機 4隊

共有軍用飛機 1100架

另外又有海軍用飛機 472架

至於飛機之製造，則歐戰後還不會有多大發展可言，現在所走的方向是：——

第一， 增高速率，加大容載量，及延長飛行之時間。

第二， 對於裝載軍隊的飛機力求發展，英法兩國皆曾試造一種能載軍士20人，攜帶着機關鎗的飛機。

第三， 對於水陸兩便飛機也很為着重。

第四， 對於發動機則另向一個途徑而行，就是捨置那汽油發動機而研究半第塞爾式機油發動機。英國航空部曾製造 750 至1600馬力的機油發動機，已經經過了好多次的試驗，成績很好。其中最特別的就是那架1600馬力的，只用六個汽缸，是每一汽缸能產生250馬力，一種在航空器械製造中從未夢及的成績。將來用三架這樣的發動機，可於十二小時內，裝載100人，由倫敦飛到紐約。

六 第一百九十七節 交通

飛機用作戰爭，固然是一件極得力的軍器，用作交通，也是一件極

方便的器具。美國於1918年首先利用飛機去遞送郵件，開辦了紐約至華盛頓等地的路線。歐戰停止之後，英法兩國一方面爲着要保持航空之人才，及免去飛機之擱置無用，一方面爲着要便利人民之交通，於是於1920年，經過協商同意，首先創辦巴黎，倫敦間之民事飛行，乘載客人，運輸貨物遞送郵件。隨後英國又和比國及荷蘭協商舉辦倫敦，不魯色耳間及倫敦，阿母司特丹間之路線。法國也和比國舉辦巴黎，不魯色耳間之路線，和西班牙舉辦拜昂，必耳堡間之路線，以後各國陸續着皆起來舉辦民事飛行。綜計那時的情形有如下述——

(1) 英國

I. 倫敦，巴黎間，240哩。

II. 倫敦，不魯色耳間，210哩。

III. 倫敦，阿母司特丹間，260哩。

這幾條路線每人能帶三十磅的行李，單程的路費是十鎊，來回十八鎊，或每哩計算，各爲十一辨士和十辨士。貨物運費是按重抽費，由一到十磅重的要納費由一先令九辨士至兩先令，過一百磅的每磅加算由一先令至一先令三辨士。倫敦到巴黎的空中郵遞，起初每封信的郵費，是於平常郵費之外，每兩(英秤)另加兩先令，以後大大減價，以廣招徠，減到每兩只加兩辨士，要是快郵再加六辨士。不過這是當日的一般情形，年來不免有所更改，我們只認爲一種參考資料而已。

(2) 法國

I. 巴黎，倫敦間。共有四班，按期的是每天兩次，其餘的是無定期的臨時開班。

II. 巴黎, 不魯色爾間。165哩。單程費是二百五十佛朗。對於以上兩路線，每件信的郵費，都是二十公分重的抽七十五生丁。

III. 拜昂, 必耳堡間。

IV. 圖魯斯, 卡薩不朗卡間。法航空界都覺着祖國和北非洲殖民地的空中交通是重要，很有利益的，所以在圖魯斯(法)唐謝及熱把(摩洛哥)之間，計983哩，辦了一條路線，以後又展長到卡薩不朗卡(摩洛哥)。

V. 巴黎, 瓦沙間。法國又與波蘭政府議妥辦一往來兩都城間的路線，第一段由巴黎到斯又斯堡(法)，第二段由斯又斯堡到瓦沙。

(3) 比國

I. 不魯色耳, 倫敦間。

II. 不魯色耳, 巴黎間。

(4) 荷蘭

I. 阿母司特丹, 敦倫間。

II. 阿母司特丹, 柏林間。荷蘭與德國協議遞送郵件到柏林。

(5) 德國

I. 可本漢, 漢堡, 阿母司特丹間。德國因被和約所束縛，不能十分發展她的能力，可是在當時也舉辦了幾條路線，其一就是由可本漢，經過漢堡到阿母司特丹。於此可與英國線相聯絡。

II. 柏林, 阿母司特丹間。

III. 柏林, 漢堡, 可本漢間。還有一線是由柏林經漢堡到可本漢。

(6) 美國

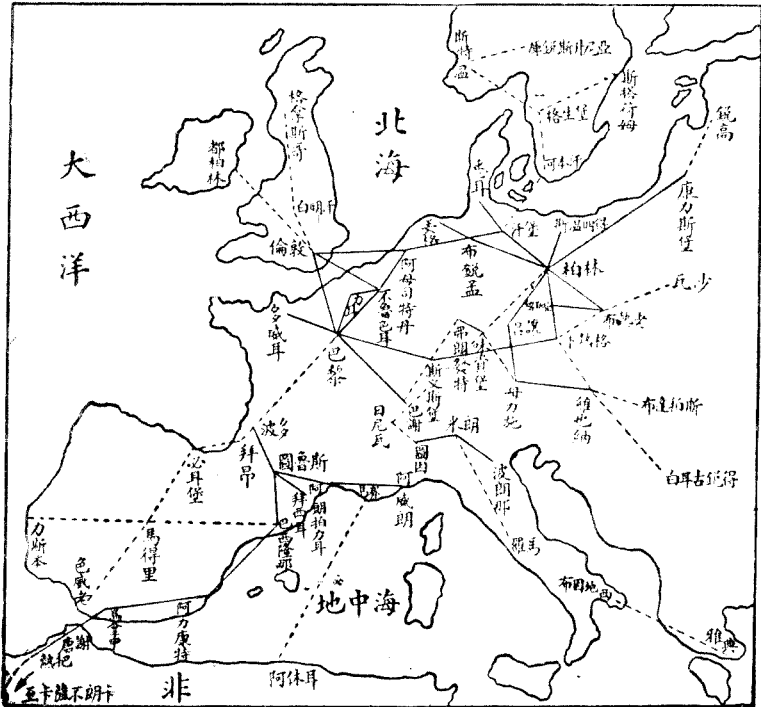
I. 紐約, 華盛頓間。美國郵務局於1918年首先開辦紐約及華盛頓間

及

II. 紐約, 芝加哥間的郵線。以後由芝加哥一支展長到聖保羅, 一支展長到聖魯易士。

III 紐約, 舊金山間。政府又預備了1250000元的特別費, 舉辦紐約到舊金山的路線, 路程是2680哩, 時間只需36小時, 平時快車須行五日夜呢。

IV. 西要塞, 哈瓦那間。此外又用水面飛機辦一由西要塞到古巴的哈



第二百零八圖 歐洲航空路線

實線表示定期已成路線 虛線表示不定期或未成路線

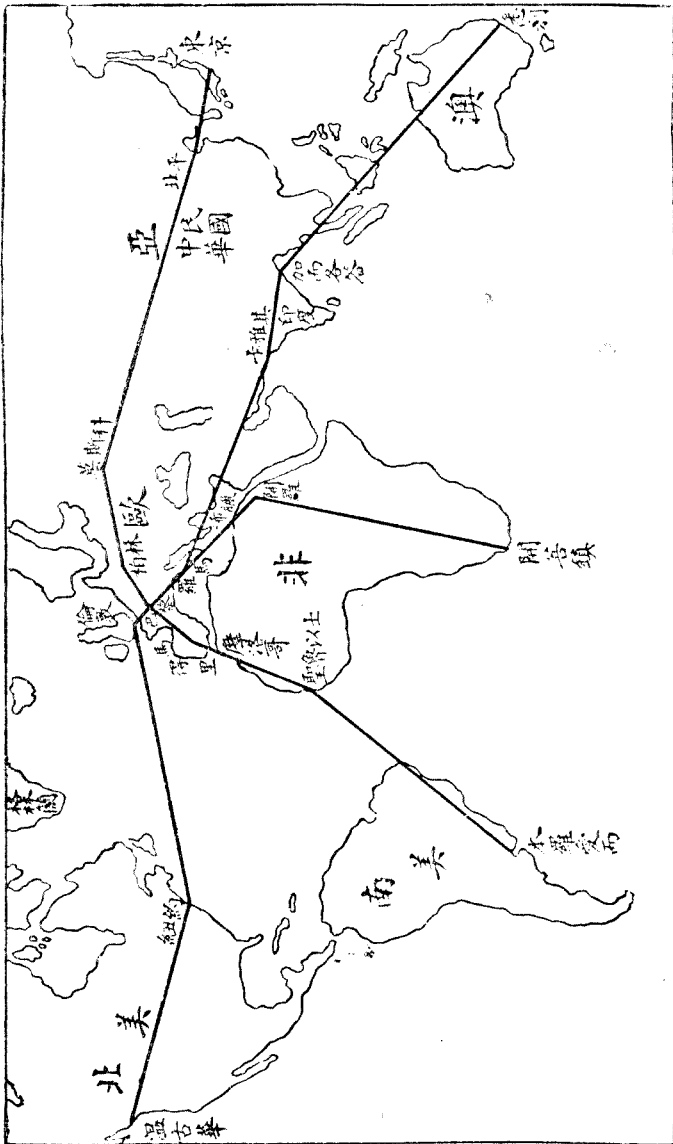
瓦那路線。

第二百零八圖表示當時的歐洲航空路線，其中實線表示定期的或已成的路線，虛線表示不定期的或未成的路線。

飛機最大的好處是時間之經濟，我們平時往來於兩地之間，不是由水路乘輪船，便是由陸路坐火車。可是輪船的速率每時不過十餘哩，火車的速率，最大的每時也不過六十哩，而且不能全按直線行走有時要繞很大的彎子，至於飛機則速率既大，每時平均行一百哩，所行的路徑又是取最短的直線，在歐美人對於時間非常寶貴的，飛機自然是最便利的了。我們試將往來於世界上幾個重要城市的水陸線與空線相比，則所省的時間有多少，便可瞭然。表中以倫敦為起點：——到

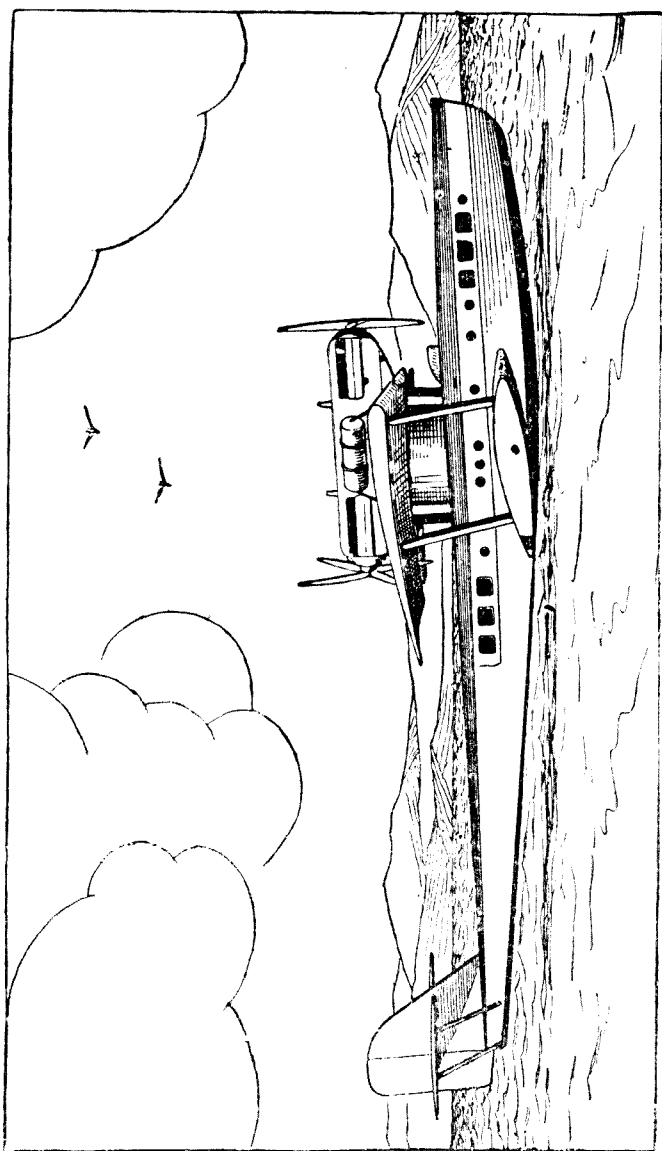
地 點	里 程	水 陸 路	空 路	所 省 時 間
巴 黎	240 哩	九小時	二時半	六時半
柏 林	590	三十四時	六時	二十八時
彼得格勒	1450	五十時半	十四時半	三十六時
莫 斯 科	1590	八十時	十六時	六十四時
馬 得 里	800	四十四時	十時	三十四時
羅 馬	1000	四十八時	十二時	三十六時
君士坦丁	1600	七十二時	十八時	五十四時
紐 約	3100	七日	二日	五日
北 平	——	十四日	二日十五時	十一日九時

第二百零九圖表示世界空中交通預定諸大幹線草圖。以巴黎為中

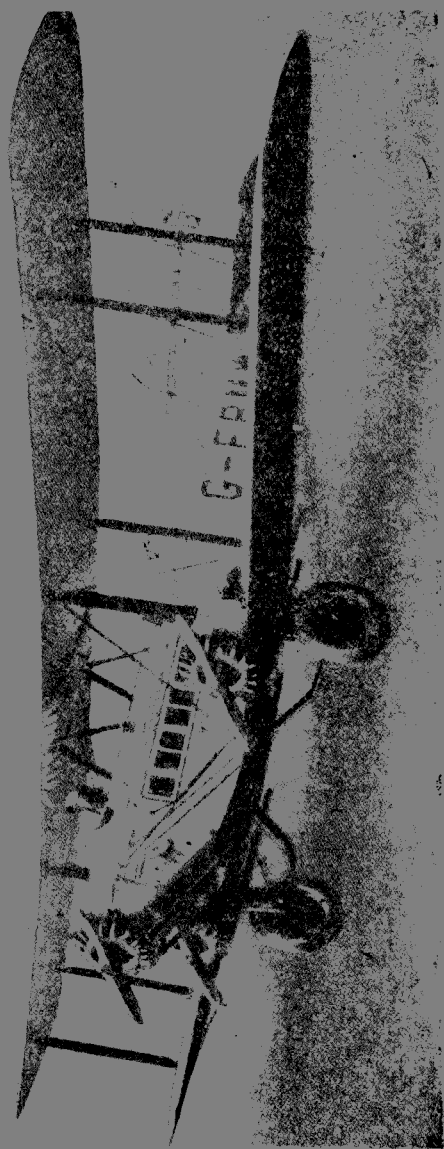


以巴黎為中心至：——

開羅	二十二小時	巴黎	二小時	世界航空路線預定表	平	二日十三小時
開普頓	二日二小時	倫敦	二日二小時	北	東	二日十七小時
約翰內斯堡	二日二小時	溫古華	三日十四小時	羅	馬	十日
聖保羅	八小時	柏林	六小時	加	而	二日九小時
利馬	三日二小時	莫斯科	十六小時	悉	利	五日三小時



第二百一十圖 載客用的飛機(一)

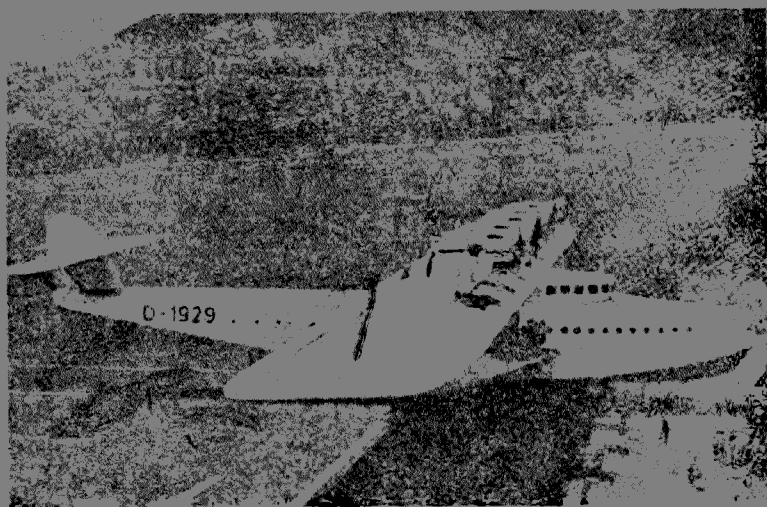


第二百一十圖 載客用的飛機 (二)

心點，東經柏林及莫斯科至北京及東京，東南經羅馬，希臘，卡雅其及加而各答至悉利，南經開羅至開普鎮，西南經馬得里及摩洛哥至本羅愛爾西經倫敦至紐約及溫古華。

商用飛機就是軍用飛機的改造，平時用作交通，一遇戰事，仍可改爲軍用，大概戰鬥飛機及偵探飛機可以改爲裝載輕便郵件貨物或一兩位客人之用，大而重的炸彈飛機可以改爲裝載四五位以至十一二位客人或沉重貨物之用。第二百一十圖表示兩種載客用的飛機。

前一圖爲多利耳全金屬單葉商用飛船，能載職員四人，乘客二十一人，有兩架 650 馬力發動機，前後地裝置在頂上，後一圖爲 D.H. "Hercules" 號雙葉商用飛機，裝有三架空氣散熱的發動機，乘客十四人，第二百一十一圖爲世界最大的飛機多古斯號，上面裝有十二架 500 馬



第二百一十一圖 世界最大飛機多古斯號

力的發動機，排列於翼頂上能載168人或15噸的荷重。

第一百九十八節 我國之空中交通事業

至就我國而論，科學工程樣樣落人之後，則這種最巧妙的飛機之製

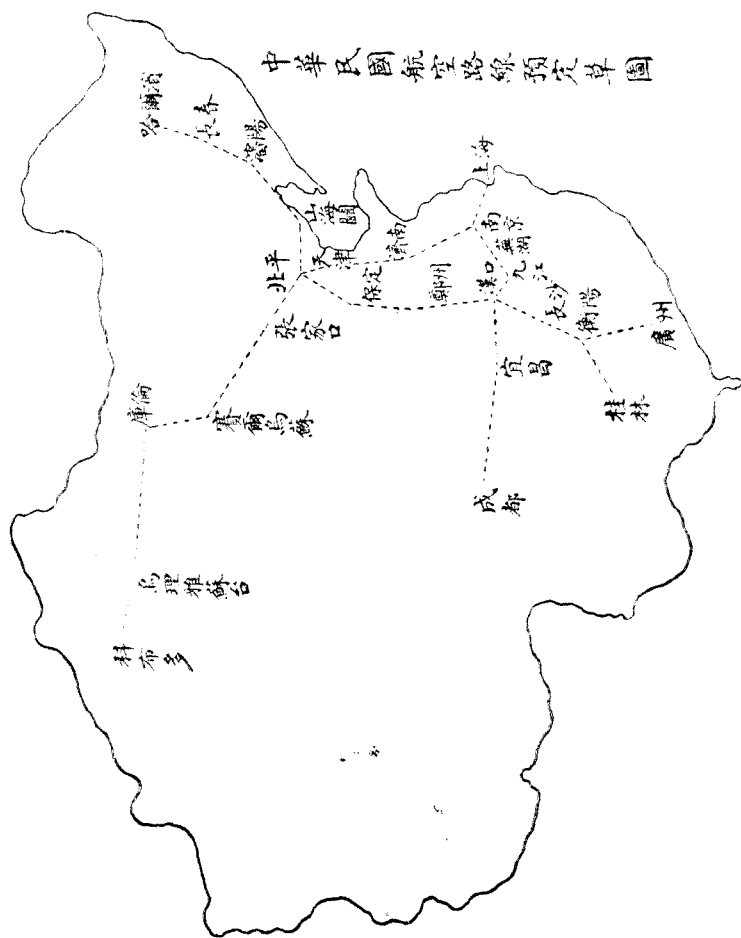


圖 二 十 一 百 二 第

造，當然是數說不上。不過政府諸公也要博提倡航空之虛名向外國購買幾架飛機，來在中國的天空應應景，並且還要尤而效之，也創辦什麼空中運輸，預定了幾條大幹線，幾經籌畫，乃於十年七月先行舉辦平滬航線，就是由北平經天津、濟南、徐州、南京，到上海，在這幾處都曾預備了飛行場，設立了航空站，位置航空人員。可是起首因為試辦，暫闕由北平到濟南之路線，每星期來回各二次，打算若果成績優良，再行展長到上海。誰知這一試便遭失敗，飛行了不幾天，來回了不幾次，便停辦了。後來航空當局屢作恢復這條路線之夢，以經費不足而不果行。後來又開闢了一條由北平到北戴河之路線，比較的壽命還長些。本來這種事業是賠本交易，英法美諸國那麼提倡，還是每年由政府貼補不少的款項，使她能夠支持着，何況我國人民望着飛機，驚為神奇，誰還敢有大膽量，冒大危險，置性命於不顧，去嘗試乘坐呢。政府如果真心提倡航空事業，則民事飛行未始不可繼續舉辦，例如漢口、成都間水陸交通皆不方便，有飛機來往遞送郵件，是一件功德無量的事，那幾條預定的大路線，有如第二百一十二圖。以前以北平為中心點，東北經遼寧至哈爾濱，東南經天津、濟南、徐州、南京至上海，南經保定、鄭州至漢口，西北經張家口、庫倫、烏理雅蘇台至科布多。另以漢口為中心點，東經九江、蕪湖、南京至上海，南經長沙、衡陽，一支至廣州，一支至桂林，西經宜昌至成都。

近兩年間我國交通部又與美國合資創辦了一個中國航空公司，購買了幾架外國飛機，聘請了幾個外國駕駛員，舉辦了幾條航空路線。

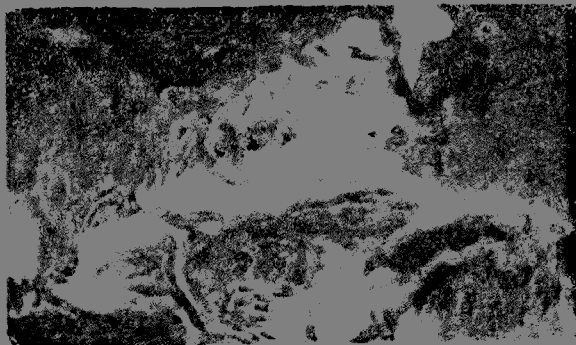
第一條是滬漢綫：由上海經南京、安慶、九江而達漢口。

第二條是漢渝綫：由漢口經宜昌而到重慶，現在又預備展長到成



(一) 空中拍攝之山可地多影片

空中攝影片標地地圖



(二) 空中攝影片標地地形感

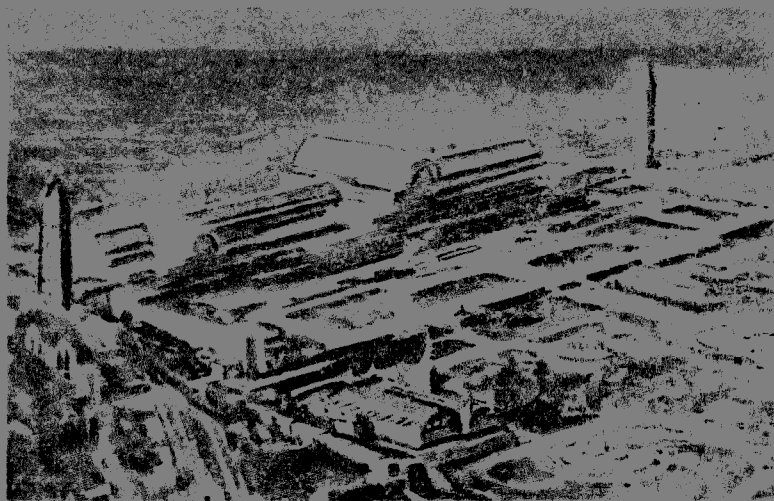
都。

第三條是滬平綫：由上海經海州青島天津而達北平。

這條綫原是沿着津浦鐵路飛行的，以後又改成現在的路徑。目下正在着手籌備的還有滬粵綫：由上海經浙江福建至廣州。這幾條已成的路綫中，以滬漢綫的運輸為最盛，每星期各來回飛行六次，除郵件外，客人乘坐者也不少。

第一百九十九節 測量

用飛機拍照山川之形勢，也能得到很好的成績。有些地方，地上測量法不易施行的，可在空中用照像機拍照下來，而後按着像片求得地形綫，畫成地圖，如第二百一十三圖。在空中拍照地面的風景名勝，也是一件有趣味的事，第二百一十四圖表示空中拍照之倫敦水晶宮全景。



第二百一十四圖 空中拍照之倫敦水晶宮

第二百零節 遊覽

歐美飛機公司也有專門在某地舉辦遊覽飛行，售票於人民，作空中遊覽之樂的。有些人們平時不能乘坐飛機飛行者，正可趕此機會，破費幾元錢，一嘗升天之滋味。

我國於十年間，也曾舉辦了空中遊覽飛行。有人肯花費十元錢的，可以在南苑航空站乘坐大維梅飛機去賞觀北京全城之風景。有人肯花費三十元錢的，便可以作萬里長城之遊，過青龍橋，觀八達嶺，賞鑒中國歷史上的第一大工程。這種事業當然不過是一陣風，片刻的事，不能持久的。

第二百零一節 防火探險與散佈傳單

美國森林區域很廣，時有着火之患，在陸地上往往不易察覺，於是利用飛機常去巡查這些區域，遇有起火之處，可以立時報告於消防隊來撲滅。

有人曾經乘坐飛機去到南北極探險，不過這件事還不會得到若何效果。

我國每到國慶日，航空學校常有人駕駛飛機向下面散佈五色花紙等紀念品。最近還有敵人利用牠去散佈搖惑人心的傳單，這更是妙想天開了。

第十九章 各國有名的飛機及發動機

第二百零二節 輕載飛機

目今飛機的製造雖不下數百種，但大別之可分為三類：——

- 一， 輕載飛機
- 二， 重載飛機
- 三， 特重飛機

輕載飛機——在飛機初發明的時候，牠的構造都是輕載的所用的發動機只有兩三個汽缸，為空氣散熱式。馬力約為 30 至 40。因為機力過小，所以設計也比較困難，那種樣式的飛機，現在還有很多製造的呢。

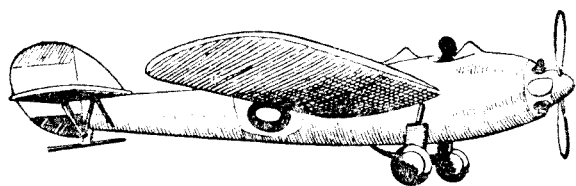
重載飛機——歷來製造最多的要推重載式飛機。牠的容載量由二人至五人，所用的馬力由 100 至 500。至于

特重飛機——則是裝有兩架以上的發動機。乘載客人多時可達二十以上之數。

我們現在且將上述的三式分別舉幾例子于下：——

(1) “短衛星號”飛機 “Short Satellite”

這是一種單葉飛機，如第二百一十五圖。機翼如臂木式，裏面用木

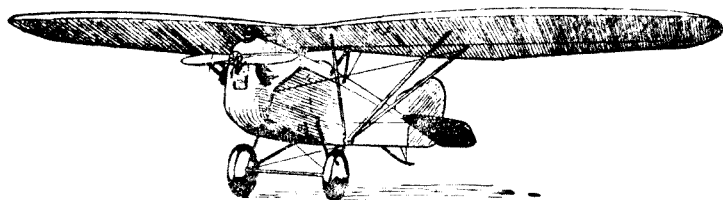


第二百一十五圖 短衛星號飛機

桁，大縱樑用鋁的合金，外面用布皮。機身則全用鋁的合金。機翼與偏斜翼是造成整個的。所用的發動機只有兩個汽缸，37馬力。

(2) 威斯提朗“水鷲式”飛機 Westland “Widgeon”

這也是一種單葉飛機，如第二百一十六圖。機翼的構造甚為特別，在中間及兩端比較窄小。牠能飛到每時 105哩的速率，所用的發動機為

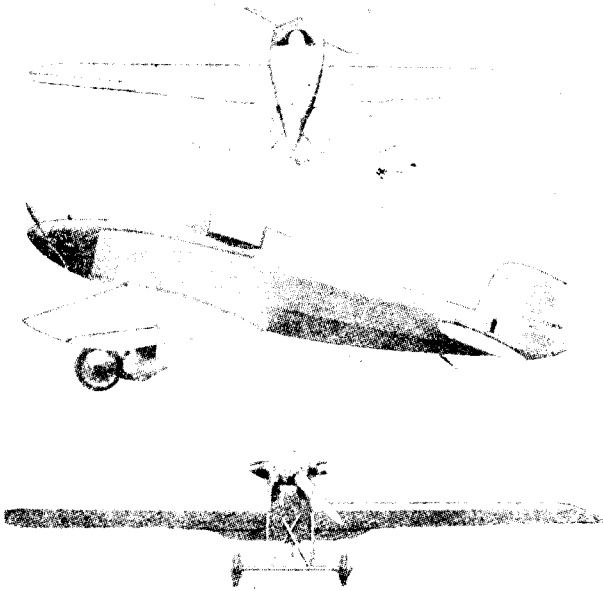


第二百一十六圖 威司提朗水鷲式飛機

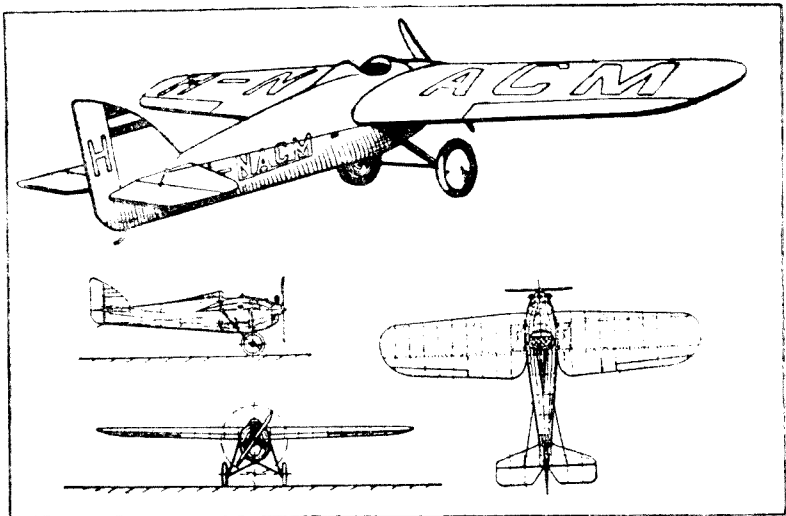
30馬力。

(3) 銳德銳斯來單葉飛機 Kreider Reiser

第二百一十七圖表示另一種構造特別的單葉飛機，如美國銳德銳斯來飛機製造廠所造。牠的全長只有 15呎 2吋，全寬只有 20呎，全高只有 4呎 6吋。滿載時全重 490磅，有 30馬力的發動機一架。



第二百一十七圖 銳德銳斯來單葉飛機



第二百一十八圖 潘德單葉飛機

(4) 潘德單葉飛機 Pander

這是一種德國製造的單葉飛機，如第二百一十八圖。機翼也是臂木式，效力極大。裝有一架安贊尼三汽缸的發動機，25馬力。牠的構造雖輕，馬力雖小，但曾經做過很有成績的工作，例如由荷蘭至西班牙的橫跨大陸飛行。

第二百零三節 重載飛機

(1) 萊恩單葉飛機 Ryan

萊恩 NYP 號是一種有名的飛機，航空怪傑林得伯曾用以飛渡大西洋，于三十三小時三十分的時間，由紐約直飛至巴黎，中間毫未停留。牠的構造如下：(見第八圖)

全寬	46 呎
翼之弦長	7 呎
主翼之全面積	319 平方呎

所用發動機為熱提 J-5-D式，223馬力，空氣散熱。螺旋槳為鋁的合金

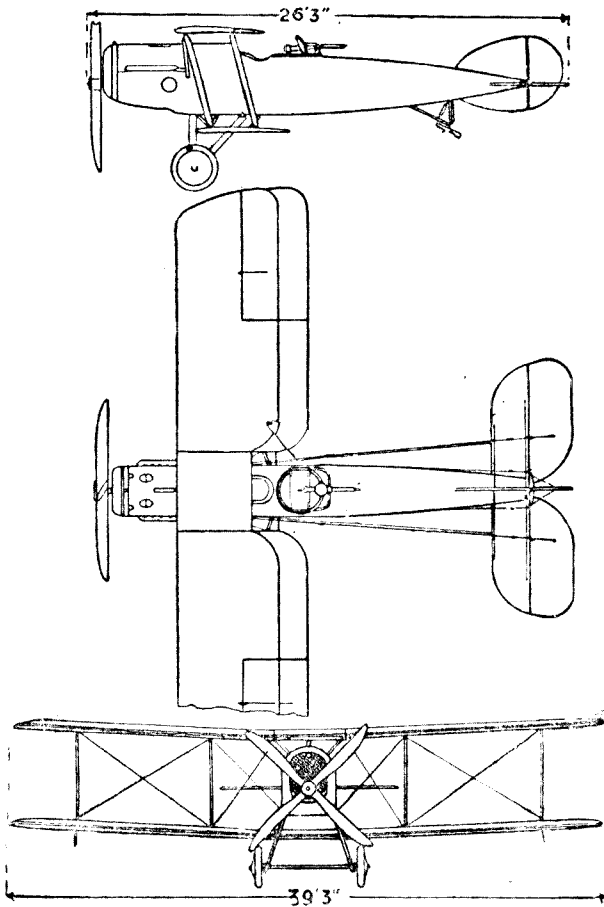
空機重	2150 磅，
載 重	2985 磅，其中汽油約為 2600磅，機油 175磅，駕駛員 170磅，其他約 40磅，因之，在開始飛行時，機之全重約為 5130磅，飛行完畢，汽油用盡後，只重 2415磅了。

滿載時最大速率 每時 110 哩

最小速率 71 哩

經濟速率	97 哩
汽油用盡時最大速率	124.5 哩
最小速率	49 哩

(2) 不列斯託戰鬥飛機 Bristol



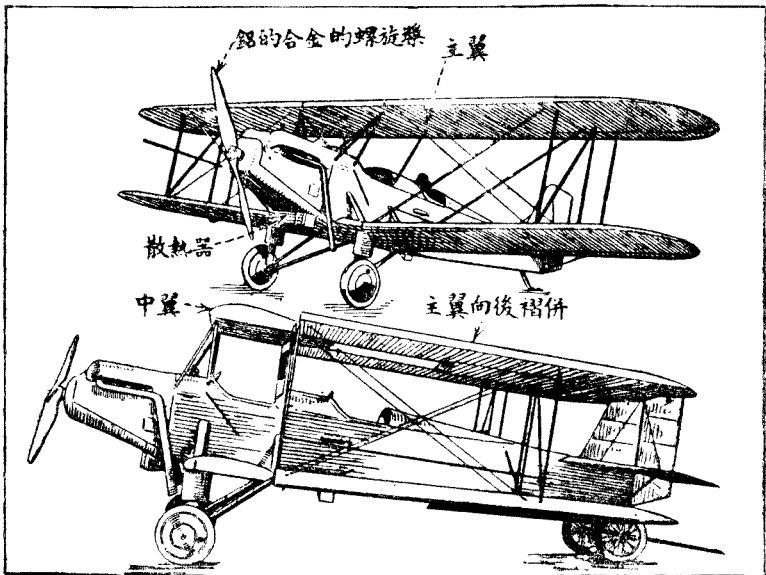
第二百一十九圖 不列斯託戰鬥飛機

這是在歐戰中很有名的戰鬪飛戰，爲英國所製造，如第二百一十九圖。牠是一種兩人乘坐的雙葉飛機。

全寬	39 呎 3 吋
全長	25 呎 10 吋
主翼之面積	406 平方呎
全重	2848 磅
馬力	275

(3) 布爾維威爾 CW 3號飛機 Buhl Verville

這是一種很有效率的雙葉飛機，用以乘客，運送郵件，或教練皆可。機翼是可以向後褶併的，如第二百二十圖。牠的全寬雖有 35呎，但機翼

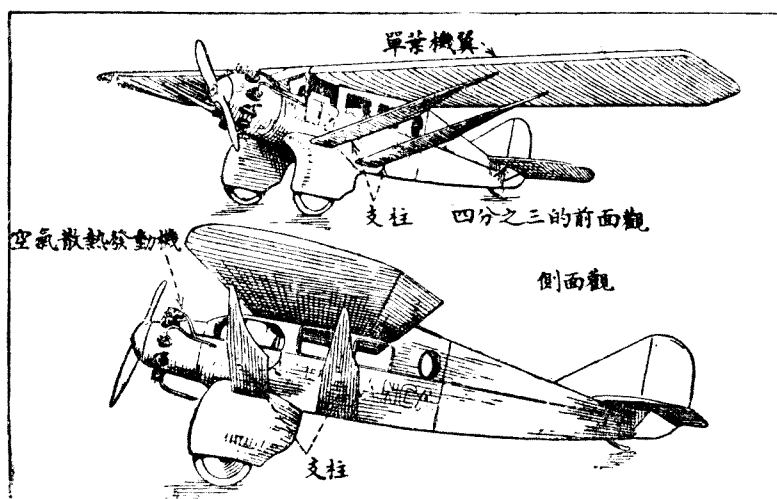


第二百二十圖 布爾維威爾 CW 3 號飛機

摺併之後只有 13 呎，內有兩個座囊，前面一個是為裝載乘客或郵件之用，後面一個為駕駛座囊。兩輪的間隔甚寬，這可以免除降落時的種種危險，並可減去不少的阻力。裝有 90 馬力的發動機，汽油裝足了可供五小時之用。

(4) 熱提伯朗卡單葉飛機 Wright-Bellanca

熱提伯朗卡單葉飛機在航空史上也是很有名的，張伯林及阿柯司塔兩氏曾于 1927 年用以作長時間的飛行，共在空中支持了有 51 小時 31 分之久，打破以前所有的紀錄。（見第二百二十一圖）牠有幾個優點：一，降落速率很低，每小時只有 47 哩。二，滑翔率很大，等於 12 比 1。三，在低速率的飛行中極易駕駛。牠的最大速率是每小時 132 哩，但欲令牠以每小時 100 哩的速率飛行也很容易的。能容載五個或六個客人。機翼的緊支法也很簡單，每邊只用兩根 I 字形的木支柱。機身的構造分成三



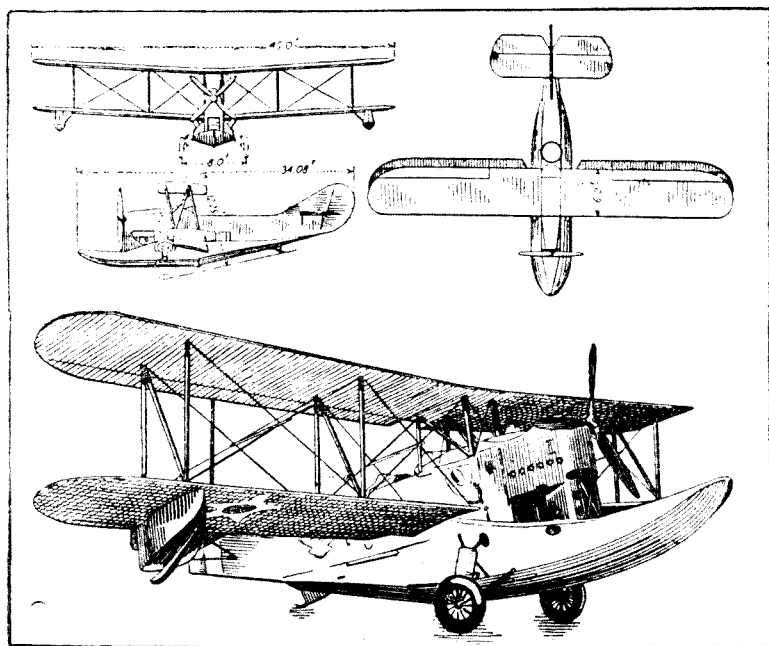
第二百二十一圖 熱提伯朗卡單葉飛機

大部分：裝載發動機的機頭部，乘載客人的機身部，及機尾部，這三部分是可以任意拆開的，故如有某一部分損壞了，要想更換也很方便。

張柏林並曾用這種飛機作長途飛行，由紐約至柏林，距離有 3900 哩，中間並未停留。

(5) 洛寧水陸兩便飛機 Loening

第二百二十二圖表示洛寧水陸兩便飛機之三面觀及旁面觀。機身的外皮全用鋁的合金，絕不透水。兩輪的起落是利用電力，只須四五秒鐘便行。牠的構造，據說較所有其他的水陸兩便飛機總要減輕 10—15 %。中國航空公司用以飛行滬漢綫的，便是這一種的改造。



第二百二十二圖 洛寧水陸兩便飛機

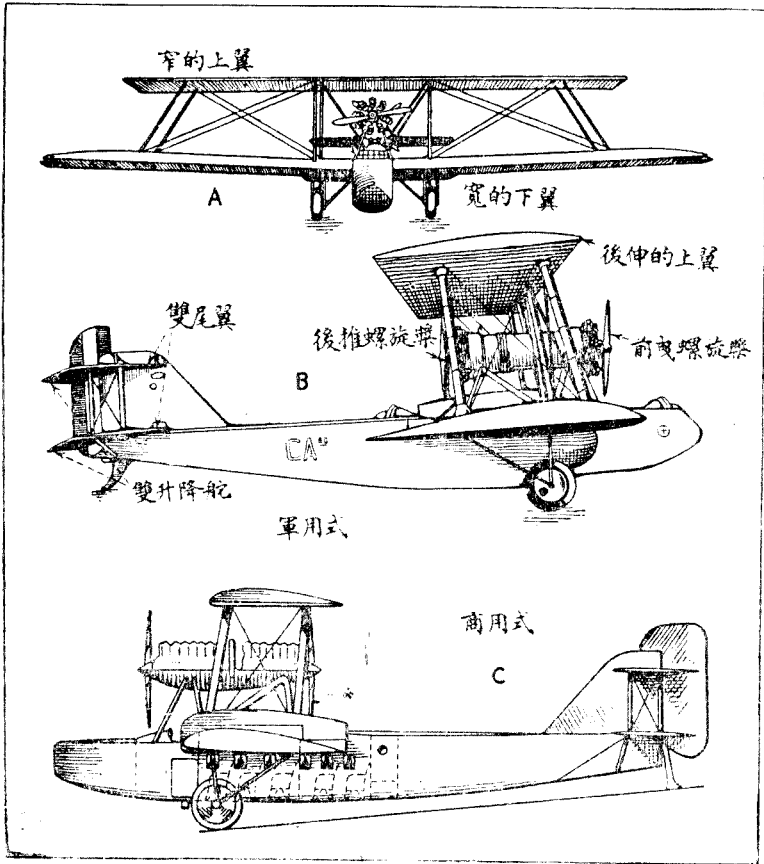


圖 二百二十三 開普蘭尼三葉彈作飛機

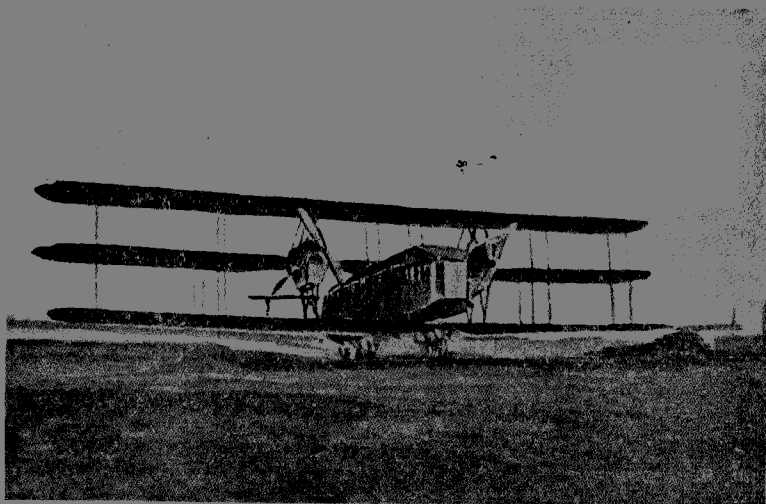
第二百零四節 特重飛機

(1) 開普讓尼炸彈飛機 Caproni

意國飛機製造家開普讓尼在歐戰時曾經製造了好幾種有名的炸彈飛機，雙葉的和三葉的，例如第二百二十三圖便表示一種三葉炸彈飛



圖二百二十四 開普讓尼雙葉飛機



第二百二十五圖 不列斯託善耳門三葉式之正面與旁面觀

機，專作夜間投擲炸彈之用。牠的構造特別之處是在那裝置發動機的部份也造成機身之形，一直聯接到機尾。還有輪架是用四個輪子裝在一起。發動機是用三架二個前曳，一個後推。

第二百二十四圖爲一種比較新式的小炸彈飛機。我們應注意機翼的構造是上窄下寬，這是比較特別的，因普通機翼的寬度多是上下相等，或上寬下窄，又普通機翼多是前伸的，而牠却是後伸的，這也是異乎尋常之處。發動機是裝置在機身上面的一個十字架上，一後推，一前曳，皆爲輻射式，各有 420馬力。前曳螺旋槳爲雙葉，而後推螺旋槳則爲四葉。圖中之(A)及(B)爲軍用式，可載重 4400磅。如將牠改爲商用式，如圖之(C)，可以載客十人。

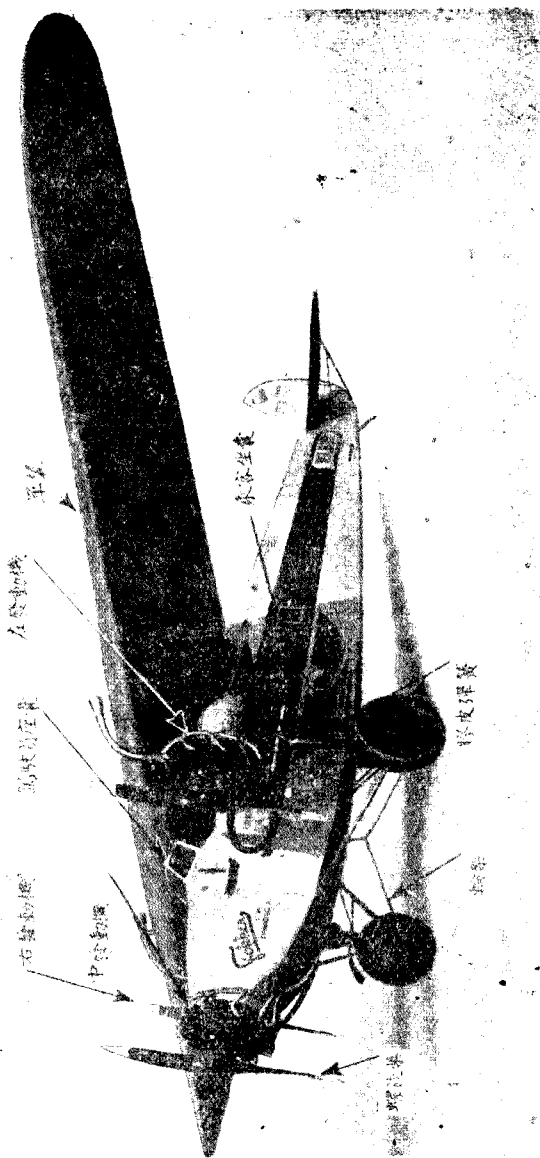
(2) 不列斯託菩耳門三葉飛機 Bristol-Pullman

第二百二十五圖爲英國不列斯託菩耳門，三葉飛機，能載客十六人。有四架 250馬力的發動機。

(3) 法克 FVII 號單葉飛機 Fokker

法克 FVII 號是一種商用大飛機，可載駕駛員二人，乘客十人，540磅的行李，飛行 500哩的路程。如將乘客減爲八人，行李減爲 380磅，則可飛行到 700哩之遠。這是第一次飛到北極去探險的飛機（見第二百二十六圖）。

在這種飛機中，機翼是高裝在機身之上，這對於載重上增進了不少的效率，非他種飛機所能及的。機翼的切面在中間很厚，逐漸向兩端減薄，這就氣動學而言，也是很合式的。機身的結構是用鋼管，機翼則用木。所用發動機則爲三架 200馬力的，每小時需用汽油 39加倫。中間一

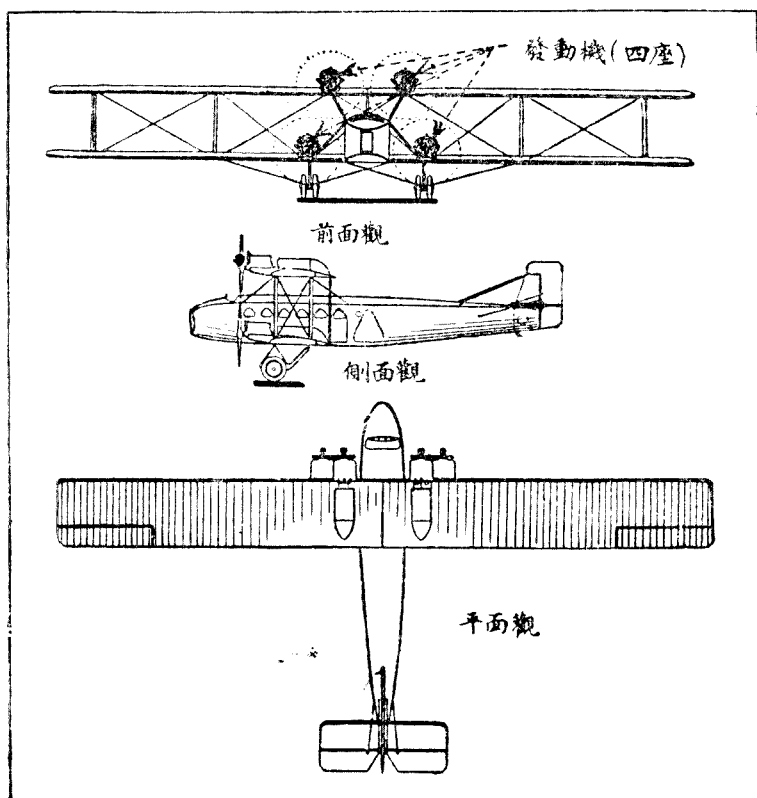


第 二 百 二 十 六 圖 法 國 單 葉 飛 機

架發動機是裝在機身上，其他兩架則各用三個螺栓懸吊在機翼之下。汽油桶即裝在機翼之內。

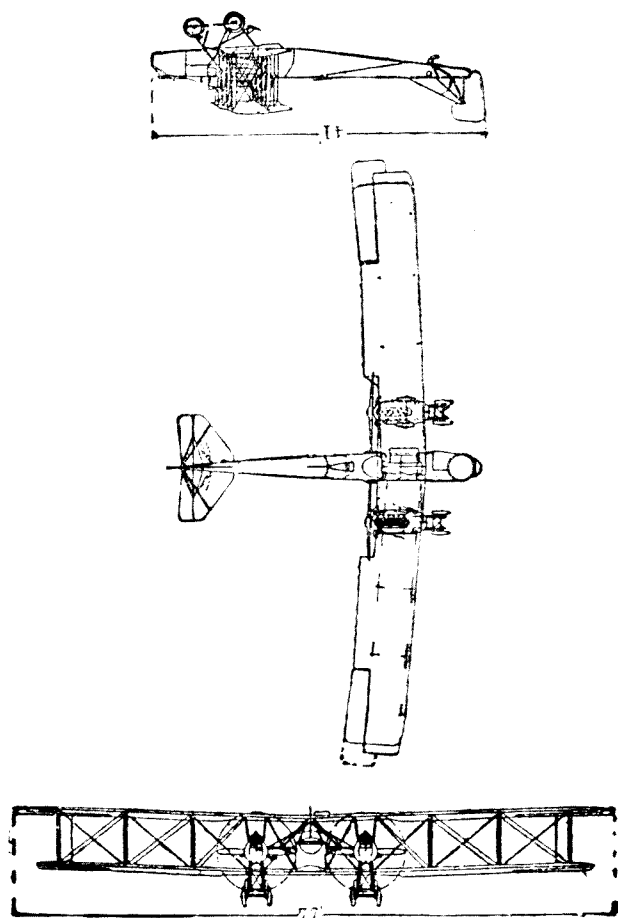
乘客座囊很為寬敞，共長 10 呎，寬 5 呎，高 5 呎 10 吋。設備藤椅兩排。艙內滿裝玻璃窗，可以任意開閉，並備有保暖裝置，使客人不覺寒冷之苦。地板鋪有地毯，艙後附有盥洗間及行李間。

(4) 布烈銳我雙葉飛機 Blériot



第二百二十七圖 布烈銳我雙葉飛機

這種大號飛機乃是法國布烈銳我飛機廠所製造的，見第二百二十七圖，用以飛行于巴黎——倫敦的路線上，除駕駛員及機師之外，可以載客十七人，機翼的全寬共有 85 呎 3 吋，弦長 8 呎 10 吋。上下兩翼完全無偏斜角及前伸。乘客坐囊共長 15 呎，除了入口門之外，還在前面及



第二百二十八圖 葛得之三面觀

頂上各備有一個保險門。發動機是用四架 230馬力的，兩架裝在上翼之上，兩架裝在下翼之上。

(5) 葛德炸彈飛機Gotha

在歐戰將終的時候，德國造成一種葛德炸彈飛機，見第二百二十八圖，編成飛機隊，每隊十架或二十架，不分晝夜去攻擊英法兩國，轟炸倫敦巴黎兩城市。使兩城市的人民晝不得安居，夜不得安寢，一聽到了飛機的聲音便恍然變色。

牠也是一種雙發動機的雙葉飛機，空機重 5700磅，載重 3130磅，

(6) 維梅商用飛機 Vickers-Vimy

在下何以對於維梅商用飛機要特別注意，再三述說呢？乃是因為牠對於我國的航空曾經發生了很大的關係，在我國的交通史上曾經做成一件很大的事業，就是擔任那北平——濟南間及北平——北戴河間的民事飛行，及萬里長城的空中遊覽。所以現在將牠的構造情形詳述於下。

該機為雙葉雙發動機式，見第八十八圖機身之兩邊各有發動機一架，下面各有膠皮輪一對支持着。機身之形極似鯨魚，乃是一很好的氣流線形體。機頭之下又特別安置一膠皮輪，以防飛機落地時，機頭與地相觸，並可以減少震動。機身之左面共有兩門以便出入，一在機翼之前，一在機翼之後，前門是向上開，而後門則是向下開，後門上鑲有梯級，以便客人可以拾級而登。平時則開後門，前門並不用。兩門關合時，皆十分緊密，不能透水，使飛機萬一不幸而遇險，落在水面，水也不能進入艙內，故乘客在艙內仍可安然無恙，坐待救主。

機尾上安有雙葉尾翼，上下兩翼之後面鉸釘着升降舵二，以便上下升降，兩翼之間又置有左右舵二，以便左右轉彎。

再登後門之梯級而入客艙，一觀機身之內容。機身共分成三部分：一為駕駛員座囊，居機頭之上——稱為機鼻；二為客艙，居機身之中部，在上下兩翼之間，此兩部分合而成為機前身；三為機後身乃是一構架形之空身，用以平衡機前身者。

駕駛員座囊共有座位二，係比肩而坐的。駕駛器械皆按雙駕駛法置備，所以備長途飛行時，能容駕駛員兩人替換駕駛，輪流休息，或為教練之用的。如駕駛員只需一人時，則其餘一座可以讓給乘客。凡乘客坐此特別包箱者，出資較多，以其既能賞鑒駕駛員之技術，又得較佳之眺望也。在座囊與客艙之間，左右各有小門一，以便駕駛員之出入。客艙之內容，甚為優雅悅目，寬敞舒適，見第七十九圖。機身之切面為一橢圓形，高有六呎二吋，足能容人通行其間。有地板，極平坦。左右共有座位兩排，每排設有藤椅四，皮墊，所有坐椅皆是活釘於地板之上，於必需時可將牠們一齊取下，以便裝載貨物或郵件。在機身之上，對着每一座位皆置有三葉玻璃窗一扇，可以自由開閉，並備有綢遮簾，以便客人向外遠眺之用。中間有孔道一條，適能容一人之行動。右排座位之後面，對着後門之處，另有長方座位一，能容客人一位或兩位。而發動機之聲響，及飛機之震動，皆求減少到極小度，所以客人坐在裏面毫無飛行之苦。再後面則為小房一間，內置廁池一個，以應乘客之急需。蓋當飛機飛行時，客人遺下的穢物，等不到落到地面，已在半空中被一陣風吹，化為烏有矣。

機前身之構造為一種單殼式。所有升降舵及左右舵之駕駛鋼繩，皆

由駕駛員座囊之下，藉長鉛管爲導管，通過客艙之左右地板上——前見報載某通信員之通信，誤認這種鉛管爲與火車上的那種暖氣管一樣的，則是未免笑話，——以達機後身，而後再由小眼穿出來，聯到諸舵上去。所有發動機各部分——化合器，磁力發電機，以及散熱器——之駕駛桿，則由座囊之下，通過駕駛員之背後，上達機頂，再用木皮包裹，以引導至發動機上。

機後身爲一種構架，用長木柱四根爲縱柱，左右上下縱置着，另用橫支柱將此四縱柱支成構架再藉支線斜支着，使成堅固。於此構架之上，蒙以漆有縮收液之綿線布爲包皮。機後身與前身之連接則用鋼門四個，將那四縱柱固釘於機前身之後面。

主油桶是置於客艙之下面，汽油之供給於發動機，是藉助於兩分置於左右兩翼之支柱上的離心抽氣機，將汽油由主油桶抽送至上層主翼之中間油桶內，而後再藉重心法供給於左右兩發動機。

發動機爲羅斯繞斯工廠所造之鷹牌第八號，360馬力，共有十二汽缸，爲 V 字式——按這種發動機計畫既完全，製造又精細，飛行時甚爲可靠，不易發生毛病，在英國很佔勢力。

維梅商用飛機，在英國市價爲 10000 鎊，其中發動機每架值 2000 鎊，共 4000 鎊，飛機本身爲 6000 鎊。

今再將該機之情形總述於下：——

全長 42 呎 8 吋。

全寬 67 呎。

全高 15 呎 3 吋。

兩翼之間隔 10呎。

翼之弦長 10呎。6吋。

主翼之全面積 1330平方呎。

偏斜翼之全面積 232平方呎。

尾翼之全面積 112平方呎。

鰭之全面積 26平方呎。

升降舵之全面積 60平方呎。

左右舵之全面積 22平方呎。

空機(散熱器內之水在內)之重量約爲 7300磅。

後備之水 40磅。

汽油(備五小時之用) 1290磅。

機器油(備五小時之用) 190磅。

載重共十二人(駕駛員二人,乘客十人,每客並可帶三十磅重之輕便行李),或一噸半之郵件或貨物。

滿載時,共重 12120磅

飛行速率,滿載時,每小時 100哩。

落地速率,每小時 45哩。

只用一發動機時,每小時 70哩。

由地面升高一萬呎,需時 48分鐘。

在空中支持之時間,共爲 5小時。

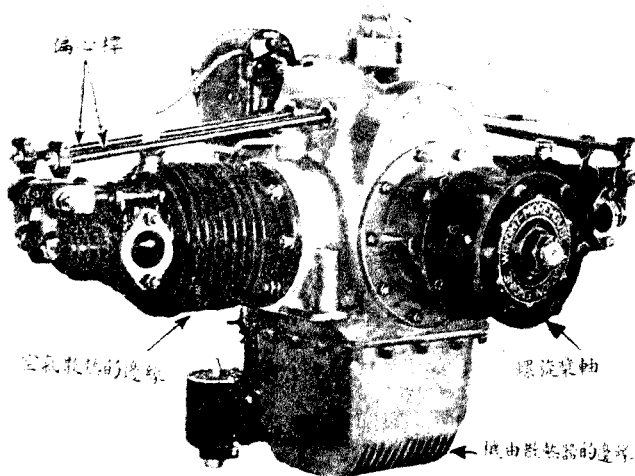
如將有用之載重減少(例如減少乘客五人)則支持之時間可以增加到 9小時,可行 900哩之距離而不停。

第二百零五節 空氣散熱發動機

航空發動機之製造，自飛機發明以來，便是向着兩方面發展的，有一般人努力於空氣散熱式之改良，同時另有一般人卻努力於水流散熱式之改造，所以我們敘說時，對於這兩式，皆要顧及。現在且擇其中最著名的幾種略述於后。

(1) 熱提——摩耳好司 Wright-Morehouse

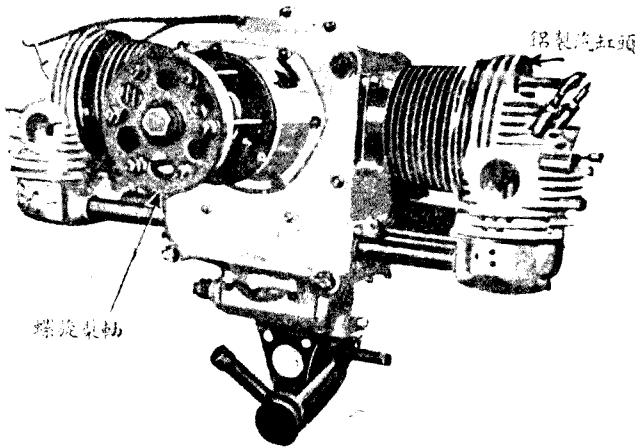
這是一種兩個汽缸的發動機，如第二百二十九圖，專為輕快飛機之用的。牠的重量只有 89.5 磅，馬力有 29，汽油消耗每小時平均 2.5 加倫。



第二百二十九圖 熱提——摩耳好司

(2) 不列斯託——邱熱布 Bristol-Cherub

這是英國很有名的輕小發動機。牠的重量是 100 磅，馬力有 36。
 (見第二百三十圖) 牠有兩個汽缸，口徑是 3.5 吋，衝擊是 3.8 吋。
 汽油的消耗每小時不及 0.6 “品提” Pint。

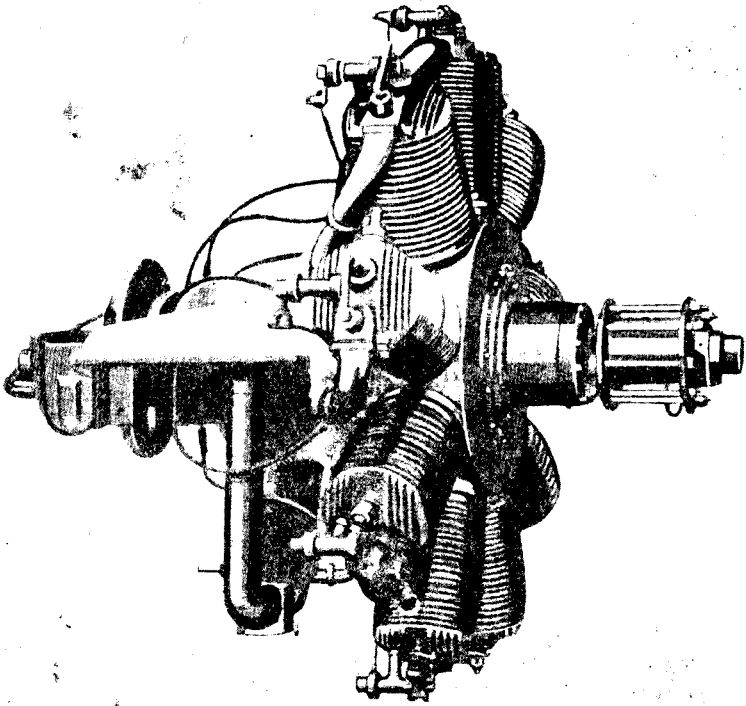


第二百三十圖 不列斯託——邱熱布

(3) 秀柏——讓 Super Rhone

秀柏讓為拿讓 Le Rhone 之改良。拿讓在歐戰時乃是一種很有名的旋轉式發動機，法英兩國多採用之，皆能得到很好的成績。後來有人將牠加以改造，成爲一幅射式的，稱之爲秀柏讓（即駕乎拿讓之上的意思），如第二百三十一圖，秀柏讓較拿讓能省不少的汽油及機油，這是一很重要的條件。牠有九個汽缸，120馬力。轉動速度每小時 1400 次，機

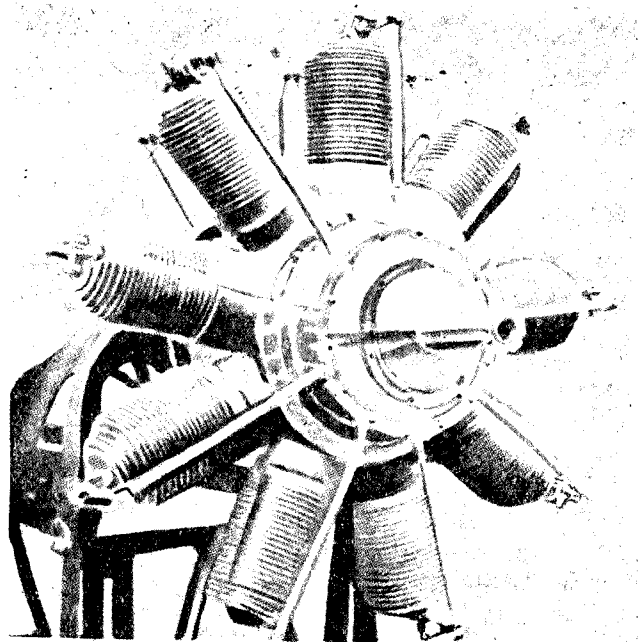
重 340磅。每小時的汽油消耗量爲 6½—10½ 加倫。機器的全長爲36吋，直徑也是 36吋。



第二百三十一圖 秀 柏 讓

(4) 羅姆 Gnome

第二百三十二圖表示另一種歐戰中有名的旋轉式發動機，稱爲羅姆。這種發動機到現在仍很流行。牠也是九個汽缸，有 100 馬力。機重 270磅。

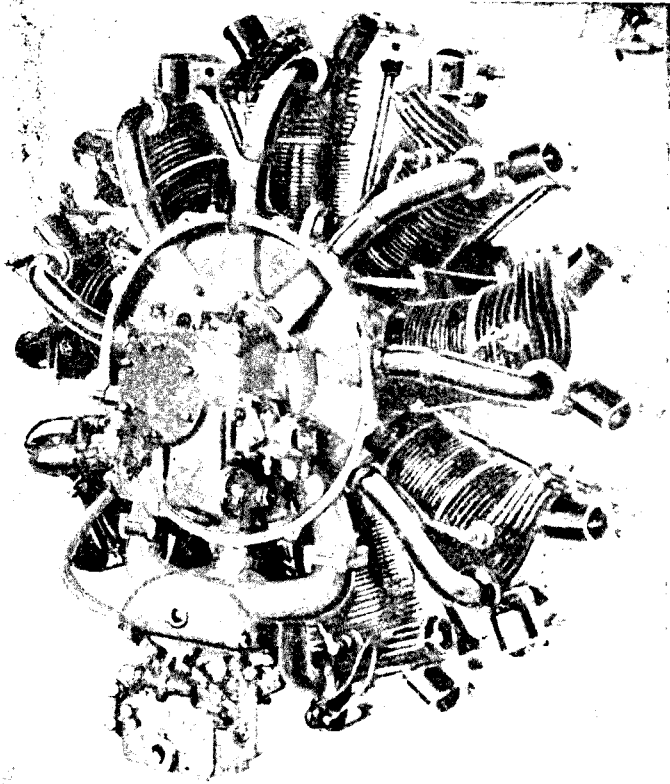


第二百三十二圖 羅 轉

(5) 熱提 “旋風式” Wright “Whirlwind”

這種輻射式的發動機在美國很流行，法國教練飛機中也多有採用的。牠也有九個汽缸，200馬力。機重 478磅。

第二百三十三圖表示熱提 “旋風式” J-5號之構造。

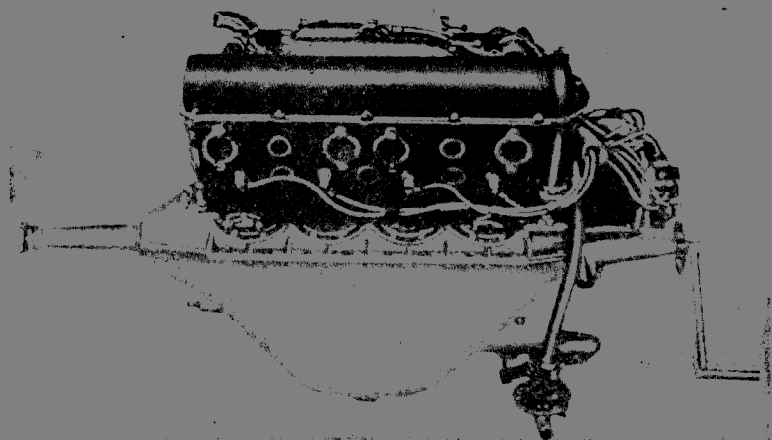


第二百三十三圖 熱提“旋風式”J-5號

第二百零六節 水流散熱發動機

(1) 西士本羅蘇彝沙 Hispano-Suiza

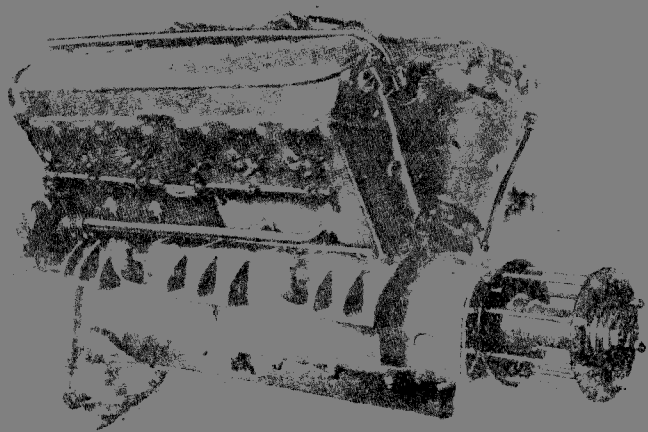
第二百三十四圖表示西士本羅蘇彝沙A式八汽缸發動機，有 150 馬力。機重 445 磅。這種發動機最初本是在西班牙造成的，但以後却很流行于法國。



第二百三十四圖 西士本羅蘇聲沙A式

(2) 熱提“颶風式”Wright “Tornado”

美國熱提航空工廠很造成不少有名的發動機。輻射式的有“旋風”，V字式的有“颶風”，如第二百三十五圖所示。“颶風”共有十二個汽

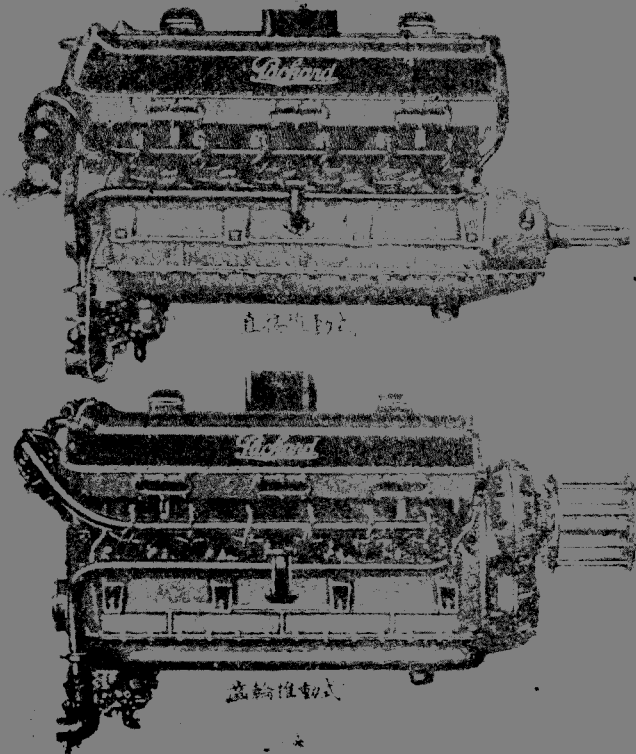


第二百三十五圖 熱提颶風式

缸，650馬力，機重只有 1166磅，

(3) 伯卡得 Packard

第二百三十六圖表示伯卡得 2A-1500號發動機，牠有十二汽缸，成 60°的 V 字式，馬力是 590 至 600，機重 780磅。



第二百三十六圖 伯卡得 2A-1500 號

(4) 生比姆柯特冷 Sunbeam-Coatalen

水流散熱的發動機普遍都是十二個汽缸，生比姆公司却造成一種

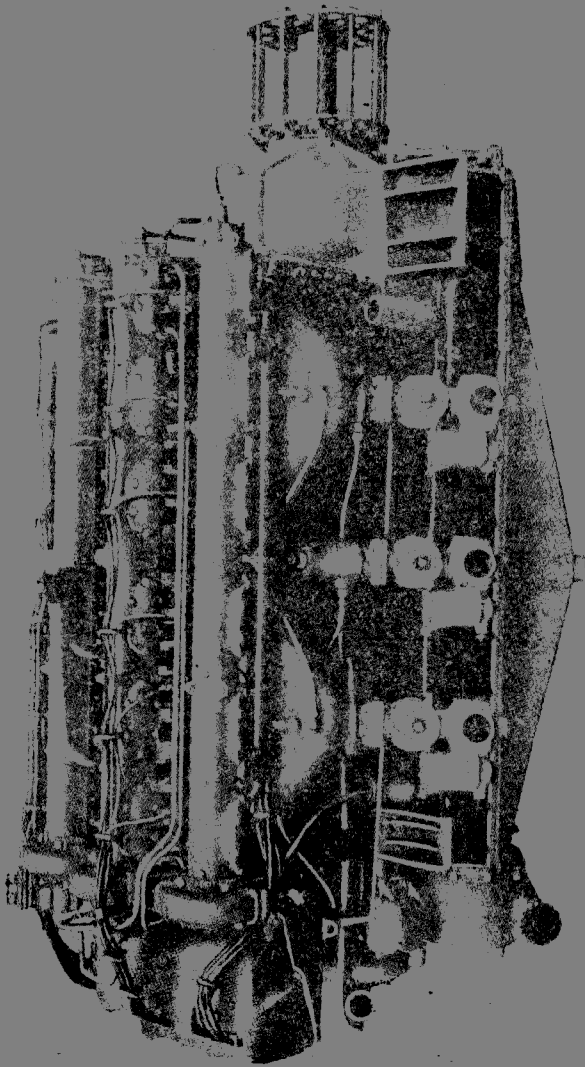
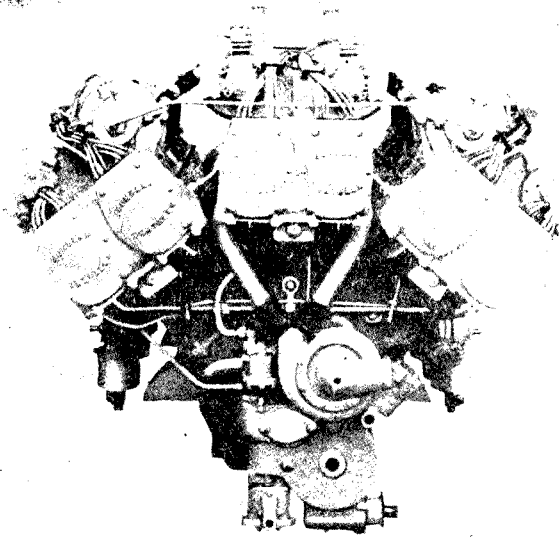


圖 1340 比 威 斯 頓 冷 却 式 九 缸 星 形 發 動 機



第二百三十七圖乙 生比姆柯特冷之正面觀

十八個汽缸的，成爲雙V字式，如第二百三十七圖，甲爲旁面觀，乙爲正面觀。這種發動機爲柯特冷所設計的，故稱爲生比姆柯特冷。牠有 475 馬力。因牠的構造緊密，故對於空氣的阻力極小。

第二百零七節 各國有名的飛機及發動機表

我們現在再將各國幾種有名的飛機及發動機，牠們的尺寸大小，馬力，重量，等等立表於下，以便檢查。

