

義 要 學 行 飛

種七十五第庫文方東

義 要 學 行 飛

編 衣 紹 顧

627

The Principle of Aeronautics
 Commercial Press, Limited
 All rights reserved

中華民國十三年四月初版



（東方飛行學要義一冊）
 文庫

（每冊定價大洋壹角）
 （外埠酌加運費匯費）

編纂者 東方雜誌社

發行者 商務印書館

印刷所 上海北河南路北首寶山路 商務印書館

總發行所 上海棋盤街中市 商務印書館

分售處 商務印書館分館

北京 天津 保定 奉天 吉林 龍江
 濟南 太原 開封 鄭州 西安 南京
 杭州 蕪湖 安慶 蕪湖 南昌 漢口
 長沙 常德 衡州 成都 重慶 瀘縣
 福州 廣州 潮州 香港 梧州 雲南
 貴陽 張家口 新加坡

上編 飛行機

- 一、飛行機與飛行船之區別 二、飛行機發達之階級 三、鷹翼形態上之研究 四、紙鳶昇騰之理 五、飛行機構造之大略 六、飛行機與紙鳶之比較 七、飛行機昇騰之理 八、空氣抵抗力強度之定律 九、浮揚面之形態與空氣抵抗力之關係 十、浮揚面之傾斜與空氣抵抗力之關係 十一、浮揚面爲曲面時之昇騰力 十二、複葉式之浮揚面與空氣抵抗力之關係 十三、浮揚面上空氣抵抗力之中心 十四、抵抗力中心之動搖與安定 十五、推進器與竹蜻蜓之比較 十六、推進器根本上之理由 十七、推進器與風車風扇及暗輪等之比較 十八、推進器之形狀 十九、推進器形體之大小 二十、推進器之裝置與其地位 二十一、由推進器而得飛行速度之計算 二十二、飛行機之動搖 二十三、動搖之原因 二十四、昇降舵與尾翼 二十五、左右安定之關係 二十六、方向舵與左右方向之安定 二十七、上下之安定

下編 飛行船

- 一、飛行船之概說 二、氣囊之形狀 三、氣囊破壞之原因與其防禦法 四、氣囊之內部 五、氣囊之硬式與軟式 六、推進器及舵器 七、徐伯林伯爵製造飛行船之歷史 八、徐伯林飛行船之構造 九、徐伯林飛行船之種類 十、徐伯林飛行船之優劣點 十一、法國式之飛行船 十二、法國半硬式飛行船 十三、法國之軟式飛行船 十四、德國之軟式飛行船 十五、法國式飛行船之優劣點 十六、現今之飛行船必當改良之點 十七、結論

飛行學要義

顧紹衣編

上編 飛行機 (Aeroplane)

一 飛行機與飛行船之區別

吾儕人類軀體之構造，無不自認爲最適應於自然而最優秀者，此亦人人所自傲者也。然造化之功能，果已以此最完美之構造，賦與於人類否？則此問題中，實大有可疑者在焉。夫人體之無羽毛，可被以衣服而無害者也；惟人體無翼，則人在地上，無論古今中外之英雄豪傑，發揚蹈厲，龍跳虎鬪，作爲種種傑出之事功，要亦不

過如蟻螻微蟲之匍匐於地面而已。則試反觀上古，取鑒於吾儕人類之祖先，羽毛豐滿，振翻凌雲，所謂天人羽衣，飄飄欲仙者，何自由自在之至足樂也！職是之故，吾人之理想，乃不得不思他物之憑藉，而滿足人類之要求。憑藉維何？即添附假翼於人體，以遂航空之願；或舉浮船於空中，以收同一之效用是也。據前者之理想爲基礎而造者，是爲飛行機；以後者之效用爲目的而造者，是爲飛行船。飛行機與飛行船之區別，在原因上既如此；試更述其構造之大要於下。

飛行船之構造，大抵以較輕於空氣之輕氣，充氣囊中，而於囊下吊以吾人之坐具，瓦斯發動機，與連接之推進器及船舵等者也。較彼隨風飄流之風船，與繫着於繩索之氣球，遠不相同；蓋飛行船得隨駕駛人之意志，而自由進行者也。

飛行機之全體，較重於空氣，全藉瓦斯機關發出非常之速度，因是而惹起空氣之抵抗於翼面，更藉此空氣之抵抗而上昇者也。蓋飛行機之翼，爲類於飛行船氣囊之作用，而異於飛行船之構造者。其他則大抵相同。

總之：飛行船藉氣囊之浮力而昇騰，飛行機藉翼面空氣之抵抗而昇騰。其他發動機與方向舵等，則大致相同者也。

二 飛行機發達之階級

(一) 打翼式飛行機 模倣鳥之飛行，而力求其形態之真似者也。蓋最初期內，以爲人苟有翼，卽能飛翔，故特就各種鳥類，測定其體之重量與翼之面積之比，由是而算出人類之體積於飛行時必要之翼之面積。依如斯之規劃而製造者，直以兩手撲動假翼，而企圖空中之飛行。

當此時代，尙未知鳥之胸部，實有人類以上之強有力之筋肉。迨屢經試驗而後，乃知吾人既無此筋肉，則人類欲藉假翼之扇動，爲飛行之企圖，不可不有強於人類筋肉之他種原動機，明矣。因此之故，此類打翼式之飛行機，至今未能充分發展，因上下運動之堅強之翼軸，未能造成，且祇能運動於上下，彼動作於翼面之空氣

之抵抗，未能甚強故也。

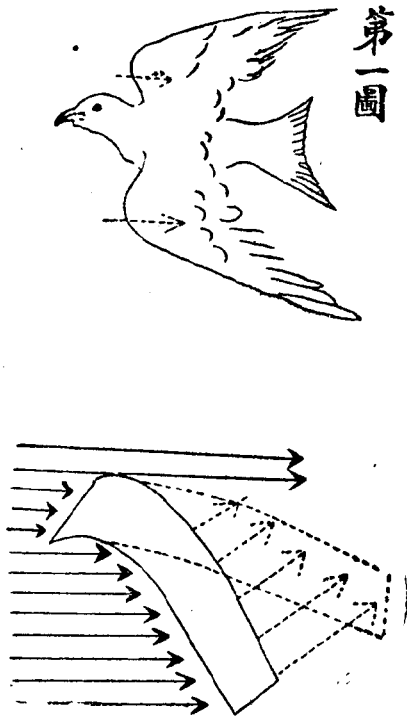
(二)旋翼式飛行機 考察鳥翼之旋轉運動而設計者也。蓋鳥於飛行時，僅有翼之上下運動，猶不能留止於空中；必對於上下左右成一種之旋轉運動，然後能達其目的者也。自此事發見而後，乃有旋翼式飛行機之企圖；但未能製出輕敏之發動機，故實際上殆未見此式之飛行機焉。僅玩具中之竹蜻蜓，合於此種形式而已。

(三)靜翼式飛行機 模倣蒼鷹之靜張兩翼，不打撲而盤旋於空中之真似之形式者也。此種規制，因其與紙鳶之藉風之抵抗而上昇者，無少差異，故又謂之紙鳶式飛行機。以下之所述者，即爲此式。故欲考飛行機昇騰之理由，不得不先就鷹翼與紙鳶之作用詳審之。

三 鷹翼形態上之研究

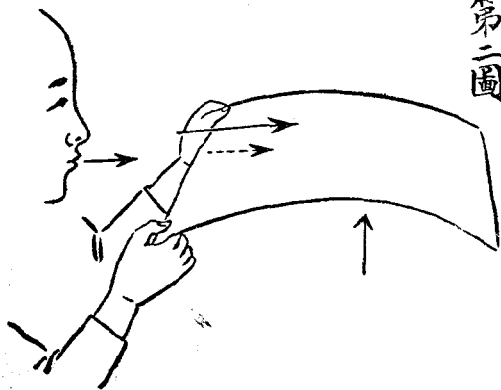
抑蒼鷹之翼，所以能不打撲而疾進於空中之故，尤不可不就其翼之形態研究之。考鳥類之翼，大抵前端隆起，而後方急變為平坦；又稍稍傾斜於下方。此種形式，實於留止空中時，有至要之作用存焉；當疾進時，氣流急吹於翼背，衝突於隆起部

第一圖



而後行，則平坦而下傾部之翼面所存之空氣，自不得不依吹霧器之理，被其引去，令大部分之翼背上，所有空氣之密度，爲之銳減，或竟成爲真空；上面之空氣壓力減，則下面之空氣壓力，自必見比較的強大。此較強之空氣壓力，即留止或上昇鳥翼於空中之主要原因也。試以薄紙片，長五六寸闊三四寸者，用兩手之拇食二指執其幅之兩隅，稍曲其上端，作隆起狀，垂其下端，作平坦之傾斜面。斯時吹氣於下方，則下垂之尾端，固能上浮；即吹氣於

第二圖



上方時亦然。斯即可實驗上面之空氣，爲氣流而減小密度，因之衝突於下面之空氣，益能顯其抵抗之作用也。此紙片與鳥翼背面氣流狀態之比較，如第一二圖。

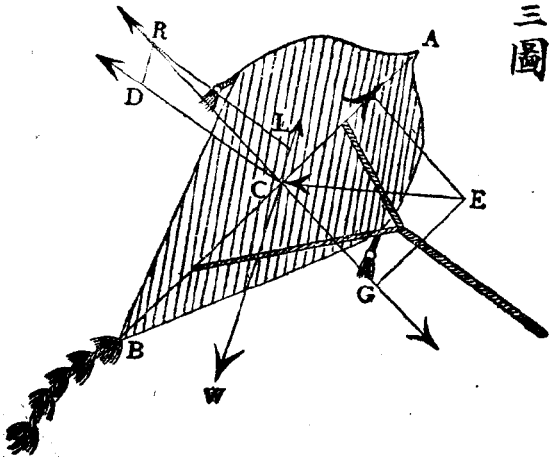
四 紙鳶昇騰之理

紙鳶之形式，種種不同，要皆張紙片於竹骨之上，成弧形之傾斜面者也。欲令紙鳶浮揚於空中，則必令傾斜面對於風之方向，成某角度而存在；又恐其至高且遠，爲無限度之浮揚，故必以線索繫着於地上，或牽引於手中。

今就第三圖考察紙鳶上所有動作之力：EO 之橫矢標，爲風之進行方面；AB 爲紙鳶被引於線索，對於風向所成之位置；運動之空氣，以EO 之速度，斜達於C 點；則依分力之原則，可分解爲互成直角之二分力CE 與CG。即CE 之分力，平行於紙鳶之表面，CG 則直角於紙鳶之表面也。CE 之分力，沿AB 面而運動，即平行而滑過，故其力全歸消失；惟CO 之分力，則直衝於BC 面，務欲透過紙

鳶之面而進行。故互相抵
 抗而平均，（凡力之作用
 必直角於其作用之表面，
 乃有完全之效用。）紙鳶
 即爲之留止於空中。但此
 CG （即 CR ）之壓力，猶非
 全能昇騰紙鳶於空隙也；
 更得分解爲平行於線索
 之分力 CD ，與直角方向
 之分力 CL 。此 CD 之平
 行分力，常欲運送紙鳶於
 遠方；惟因線索之繫着，不

第三圖



過令線索爲之緊張而已。至 OF 之直角分力，則爲上昇紙鳶之力；苟 OF 之力與紙鳶之重 W 相平均，而風力亦不生變化，則紙鳶自能留止於其處；若 OF 之分力大於 W ，則更上昇；小於 W ，則必下降。

紙鳶之上昇，既關於空氣之抵抗，故以紙鳶之線索，強引於下方，則抵抗加強而紙鳶可使上昇，此放紙鳶者所習爲也。

又抵抗力之大小，關於風之方向與紙鳶面所成之角度，今欲保持紙鳶於一定之位置，故必於尾部繫以所稱鳶尾之重物，兩側亦然，則所以調整重心者也。

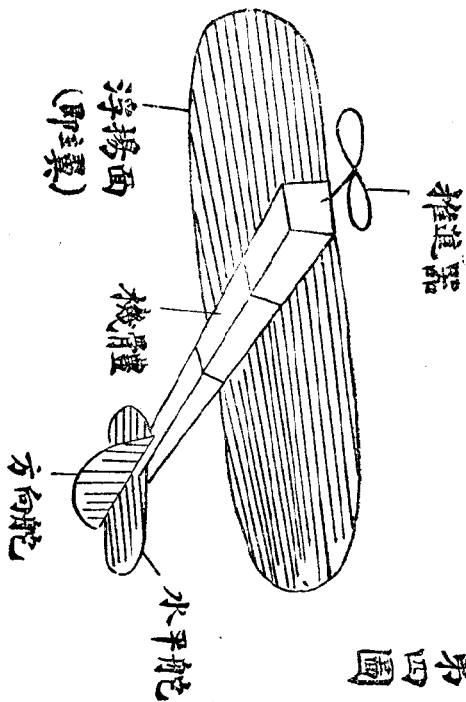
五 飛行機構造之大畧

飛行機對於空氣之關係，全與紙鳶有同一之作用，今欲使覽者易於明瞭，先以飛行機構造之大略，作圖解以示之：

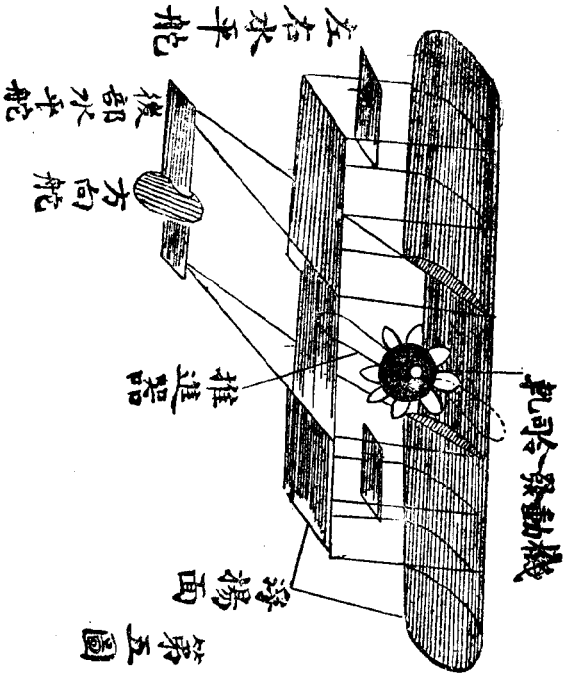
飛行機之全體，大略可別爲機體，浮揚面，前進裝置，及安全裝置等四部，如下圖

所示，不過以極簡單之形式，表示此四部分之組合而已。機體之最前上部，有駕駛人之坐席，此坐席之後方，爲推進器，及與推進器聯絡之瓦斯發動機，即所謂前進裝置也。（瓦斯發動機，即今日摩托車所用之軋司令機關，所以不用電氣發動機，而用此時欲添加軋司令油燃料之機關者，因電氣發動機之體重較大，而種種之發動機中，以軋司令機關爲最輕也。又駕駛者必位於發動機之後方者，因推進器捷轉時，風力甚大，乘機者非常寒冷，且有種種之妨礙故也。）最後方之水平舵與方向舵，則所以規定進行之方向，與主宰飛機之上下，總稱之曰安全裝置。此外如勃來里奧式之飛行機，則又於浮揚面之左右兩端，備有上下運動之小翼，以防左右之動搖。

第四圖所示浮揚面機在機體之左右，各具一葉者，謂之單葉式飛行機。又有具上下二葉者，則謂之複葉式飛行機，如第五圖者是也。



第四圖



單葉式飛行機，以勃來里奧氏及安脫亞奈脫氏等所造者為最優；複葉式飛行機，以福爾孟氏賴愛德氏及卡起史氏等所造者為最著。上海三次試演之飛行機，皆單葉式也。

六 飛行機與紙鳶之比較

今舉其同異之點，列表於左方，以便比較，而省却繁複之說明：

飛行機

紙鳶

機體

載人及機關之所

無

浮揚面

主翼

張紙之部分

前進裝置

發動機與推進器

風與線索

平均裝置

水平舵及方向舵

尾

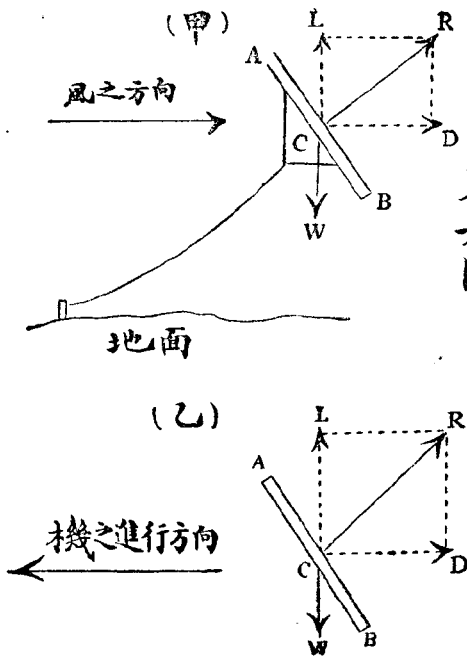
自形式觀之，兩者異同之點固多；自實際論之，紙鳶固可視為有錯之飛行機也。

七 飛行機昇騰之理

當空氣流動之處，卽有風之處，與其流動之方向成某角度，而支以不運動之平面，則引起空氣之抵抗，固矣；反之在靜定之空氣中，與其自身之方向成某角度，而有一運動之平面，則亦引起空氣之抵抗。案此兩者之關係，實完全相同，要皆爲平面與空氣間互起運動，而引起抵抗者也。如紙鳶之上昇，卽屬於前者；如飛行機之飛騰，則屬於後者。

今試以飛行機飛揚前進時所有作用之力，作圖解以表示之，如第六乙圖。用以與甲圖紙鳶之作用相比較，實全屬同一者也。 $\triangle AB$ 爲浮揚面，進行於橫矢標之方向，則空氣斜向衝突於其面，得依分力之法則，於 R 方向生 OR 之強抵抗力。（卽分力之一直角於 AB 面而有完全之作用者也。）此 OR 之抵抗力，猶得分解爲垂直方向之 OL 分力，與水平方向之 OD 分力。假令 OL 垂直分力之抵抗，較大

於飛行機之重量 W ，則機乃易於上昇，故此力謂之昇騰力：假令 OL 與 W 之價值



第六圖

相等，則不上昇亦不下降，成水平運動而前進，其理甚明。

水平分力○D爲妨礙進行方向之力，故謂之抗進力。今欲飛行機前進甚速，自不得不令推進器之力，遠大於此抗進力明矣。即推進器之力極大時，（推進器急轉時，在其前方之人，雖遠隔丈許，猶得爲其發起之烈風吹倒。）飛行機既前進甚速，同時亦引起空氣之抵抗於主翼；此抵抗力之垂直分力，乃成爲昇騰力，勝過機之重量，而昇騰於空際者也。故飛行之速度愈大，則昇騰力愈大；速度漸小，則昇騰力亦漸小；苟中止機之進行，則空氣之抵抗力，立時消失，而飛行機亦立時下落。所以飛行機僅能於疾走中支持於空中，決不能如氣球與飛行船之靜居於天際，此吾人所當注意者也。

八 空氣抵抗力強度之定律

就上之乙圖與右說考之，昇騰力既比例於進行之速度，而抗進力又與昇騰力

互爲消長，是推進器之力，雖至極大；僅其空氣抵抗所生之昇騰力，得有效用，其抗進之分力，勢將隨推進器之力之加強，而同時增大，有不能達其進行之目的者矣；願實際上則殊不然。是當於下文依次說明之。

飛行機之飛騰，無論進行與上昇，或停止與下降，皆以空氣之抵抗爲必要之作。然則空氣之抵抗力，果依何種關係而支配之歟？即若何而抵抗加強，若何而抵抗減弱是也。欲解決此問題，則試先述其關係，更於下文詳釋之：

(一) 空氣之抵抗力，關係於空氣之密度；

(二) 關係於飛行機之速度；

(三) 關係於浮揚面之大小；

(四) 關係於浮揚面之形態。

如右(一)(二)(三)之問題，至爲簡單，閱者易於索解，故於茲但舉其定律而止；惟第四問題，則俟次節釋明之。

(一) 空氣之抵抗力，與空氣之密度爲正比例，(不足爲飛行術上重大之問題)。
 (二) 空氣之抵抗力，與飛行機速度之自乘積爲正比例。

此種抵抗，自二部分而成。一部分爲物體徐行於空氣中時，所有動作之抵抗，即附着於物體表面之空氣層，與次層空氣間之摩擦，實關於空氣之黏性，其強度與進行之速度爲正比例，謂之黏性抵抗。又一部分，爲物體進行之速度甚大時，所起之抵抗，此種抵抗，不外於運動體欲排除前面之空氣，賦與以運動量，而起之慣性抵抗；實與運動體速度之自乘積爲正比例。當運動體之速度甚大時，慣性抵抗，遠大於黏性抵抗，故後者可以不計。依實驗之結果，知動作於運動體之抵抗力之大小 F ，如次式：

$$F = K \rho P V^2$$

式中之 V 爲速度， P 爲空氣之密度， S 爲直角於運動方向之運動體之最大截面積， K 爲關於物體形狀上之特有之常數。此公式實支配空氣抵抗之總合公式。

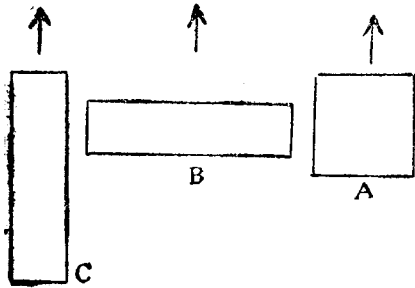
也。

(三)空氣之抵抗力，照浮揚面之面積爲正比例。

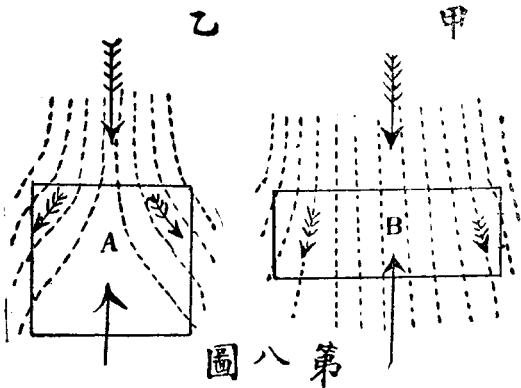
今如取同大同質之紙片二枚，一爲平坦形，使之平落於空氣中；一則揉爲紙團，同時自由直落於空氣中，則因前者之面積較大，空氣之抵抗，亦因而較強，故着地時必遲於後者。

九 浮揚面之形態與空氣抵抗力之關係

空氣之抵抗力，與浮揚面之面積爲正比例，既如上述，但此特限於形狀相等之際，乃能如是耳。如有第七圖中A B C等各具相等面積之平面，各依矢標之方向，直角進行於空氣中，則三者所受空氣之抵抗力，必有非常之差異，即B所受者最大，C所受者最小也。今欲詳晰其作用，可就第八圖之甲乙二圖考之：當A與B前進時，空氣自面之前方，分爲左右兩氣流，各沿左右兩緣而通過。如甲則空氣抵抗



第七圖



第八圖

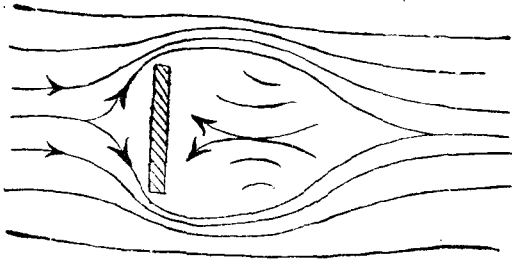
之全部，皆爲浮揚面所受，如乙則殆盡沿其兩側緣而逃散；故B所受之抵抗，遠勝於A；從而B更遠勝於C；故今日實際所製飛行機之浮揚面，無有不取B形者，此準諸蟲鳥之翼而皆然者也。

今日飛行機之浮揚面，大抵左右之幅，爲前後之長之九倍，可實測而知之者也。

十 浮揚面之傾斜與空氣抵抗之關係

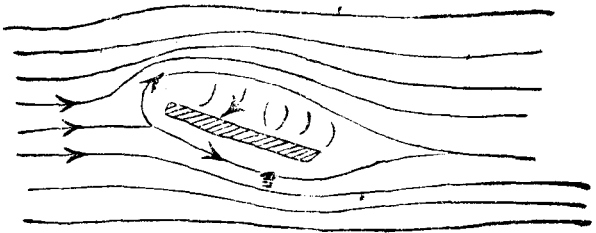
直角於運動方向之平面，突進於空氣之中，則此平面，自必令周圍之空氣，分披於左右向後方而掃除者也。但此分披掃除之空氣，非能於平面之直後，立行會合者。自第九之甲圖觀之，可知運動平面之後方，必有比較的空氣稀薄，而成反對方向之旋風者，即直角於運動方向之浮揚面，所受空氣之抵抗力爲最大也。若變易其運動面之方向，令與運動方向成銳角形，如乙圖，則氣流之狀態，乃大異於前者，其不同之點，如下之三項：

甲



第九圖

乙

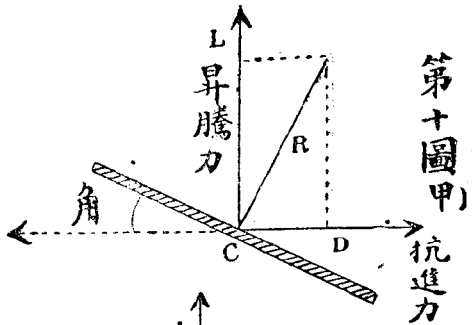


(一) 下方之空氣，殆儘其故有之狀態，不過少被壓迫，故成爲平面之氣流；
(二) 上方尖突之部分，則急爲空氣所圍繞；

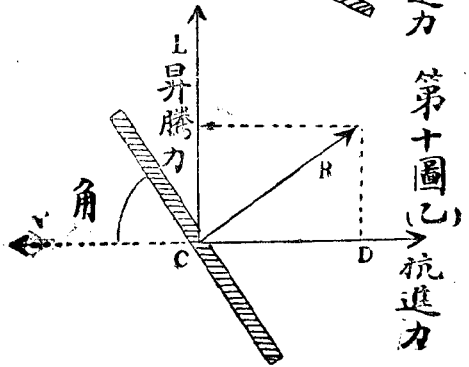
(三) 面之後方，因空氣之密度，不甚減小，故成爲渦狀氣流之部分甚少。

由此可知浮揚面與運動之方向成銳角者，空氣之抵抗非常減小；惟直角於運動方向，則抵抗力爲最大。但吾人欲得甚大之空氣抵抗力者，全欲利用之以爲昇騰力故也；豈知浮揚面直角於運動方向時之空氣抵抗力，實際上殆全不能利用爲昇騰力，惟成爲銳角之際，乃可得其昇騰力而利用焉耳。當銳角較小時，即浮揚面近於水平方向時之昇騰力較大於抗進力之理由，可就第十甲乙二圖比較而知之：即銳角愈小，則昇騰力愈大，而抗進力愈小；反之，銳角愈大，則昇騰力愈小，而抗進力愈大。

第十圖甲)



第十圖乙)



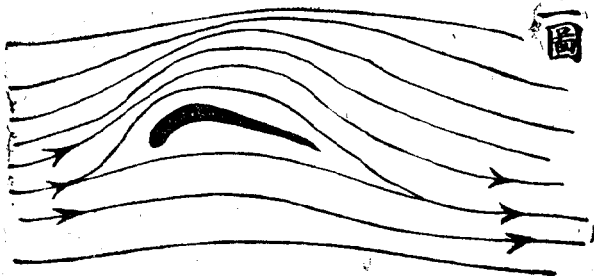
十一 浮揚面爲曲面時之昇騰力

實際上所製之飛行機，其浮揚面決不單爲平面，而取一種之曲面：且其曲率，各

處不同，略如第十一圖，即上文所述，模倣鳥翼，而前端隆起，後端平坦者也。此曲面突進於空氣中時，周圍所引起之氣流狀態，亦略如第十一圖。此可與上之第九圖乙相比較，而知其非常平調；特於面之後方，尤少空氣密度減小之部分。即抗進力非常減小，而昇騰力則大顯其作用也。

此抵抗力減小時，昇騰力反形較大之理由，猶未能十分明瞭；第就上文第三節所述鷹翼之事項與實驗之結果按之，可知浮揚面之後方，空氣之密度，

第十一圖



既不甚減小，則逆行之氣流，自無由生成，所有者惟前方及前下方之慣性抵抗耳。此慣性抵抗，實飛行機上可利用爲昇騰力之主要部分。何則？浮揚面突進於空中時，前方之空氣，既繞過面之前端而後行，必至於後方，而後與下方之空氣相會合；惟其後行時速度甚大，且不遠離乎飛行機之進行方向，（亦即與浮揚面之後半部非平行者），却能引去浮揚面後半傾斜部之上方之空氣，銳減其密度。此上方空氣之密度減，則下方空氣之慣性抵抗，自能力押浮揚面，上昇以充其缺。此一瞬息間，實無生成渦狀旋流之餘地；所以浮揚面全部之抵抗力雖減，而所餘之較小之抵抗力，可利用而適合者，殆全爲昇騰力。彼反對之抗進力，由逆氣流而生者，却幾於無也。惟其餘之抗進力，如前端空氣之慣性抵抗及飛行機全體之運動量等，猶消費發動機之原動力甚大；故凡研究飛行術者，憔悴心力於此點，殊不少焉。

十二 複葉式之浮揚面與空氣抵抗之關係

如複葉式飛行機，有二層之浮揚面者，空氣之抵抗力，決不增加為二倍，苟二面之距離，十分接近，則徒增飛行機之笨重，即僅增不生效用之體重，而抵抗力必不依此比例而增加也。現在之飛行機，上下二面之距離，略等於浮揚面前後之長度，則抵抗力之增加，乃能出於所增重量之比例數以上。職此之故，現在之飛行機，複葉式較單葉式為安全。但因此而重量較大，故速度又不得不讓彼單葉式。

十三 浮揚面上空氣抵抗力之中心

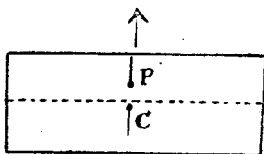
浮揚面直角於運動方向之際，抵抗力之中心，固即為面之中心（但此所稱抵抗力之中心為抵抗力最強部分之意味）。若浮揚與運動之方向成銳角，則壓力之中心，未必與面之中心相一致，而遠在浮揚面中心之前端。今日所製之飛行機，實際上抵抗力之中心，約自面之中心，至於浮揚面之前端，較近三分之一；苟浮揚面與進行方向所成之銳角愈小，則愈近於前端，故飛行機在進行中，必令浮揚面

與進行方向所成之角，時時生變化，隨此角度大小之變化，而抵抗力之中心，乃往復於前端與C之間，如下之第十二圖。

十四 抵抗力中心之動搖與安定

飛行機進行之中，當抵抗力之中心與重心（即面之中心）相一致時，或抵抗力之中心在重心之直上時，則機乃安全，此重學上之定則也。但如上文所述，浮揚面與運動方向所成之角，常有變化者；又因此角度變化之必要，抵抗力之中心，亦時時隨之而變化者；故欲使抵抗力之中心，常一致於重力之中心，實為困難之事實。

圖二十第



C 面之中心

P 壓力之中心

即因此之故，欲令飛行機不少動搖，勢有所不能也。惟動搖之程度愈低，則飛行機乃益形其安全；所以自此方面考之，但能使浮揚面之橫幅廣，而前後之長度小，即於飛行機有至大之利益。關於此種安定問題之解決，實爲實用上飛行機之構成家所異常苦心研究者也。現在之飛行機，已舉能飛與不能飛之問題，完全解決，而攻破第一重之難關。今後所當研究者，惟此安定之問題而已。俟下文詳述之。（上文所述爲飛行機昇騰之理，下文爲進行之理）。

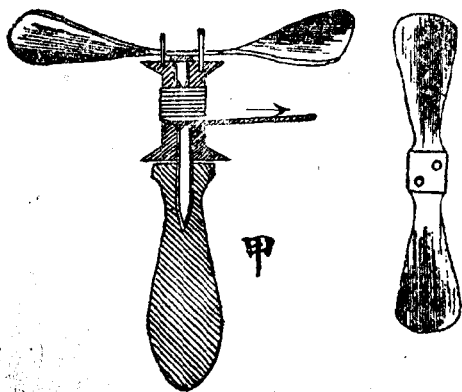
十五 推進器與竹蜻蜓之比較

推進器之形體，猶之玩具中之竹蜻蜓。竹蜻蜓之飛升於空中，乃利用翼面之作用，如螺旋器，蓋竹蜻蜓爲雄螺旋，圍繞之空氣，相當於雌螺旋者也。今欲釋明推進器之作用，當先假竹蜻蜓爲推進器之雛形，確立觀念之基礎，以期明晰。

雛形之製法，可取鋸刀或小刀之木柄，中有深孔者，與洋線木輪各一，插入長絲

於木輪中，緊嵌之，使不得轉動。惟釘之突出端，爲能容入木柄之深孔中，自由迴轉而已。於是更在木輪之上，擊入小縫鍼，左右各一，列於相對之位置，而突出其上端，約三四分許。另取馬口鐵片，剪裁如第十三乙圖形，成長約十釐許之翼。此翼之中央部，穿小孔二，適應木輪上所插縫鍼之位置，而較大於縫鍼者。更以雙手之拇食二指，持翼之兩端面，互以直角方向之力，微捻之，使成螺旋狀之反對傾斜面。乃套於縫鍼

第十三圖



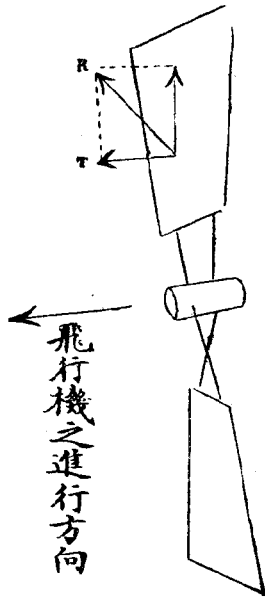
之上。繞繩數十匝於木輪，急引之令以至大之速度而迴轉，則鐵翼自能離繩鉸而飛去。此時左手所持之木柄，上向則高飛，橫向則前進，假使橫向時旋轉甚速，而處位甚高，可前進至二三丈之遠。惟此時所加之力，無可繼續，故力盡即下墜。由此而設備發動機關，使之永續加力而不已，即飛行機之推進器也。

十六 推進器根本上之理由

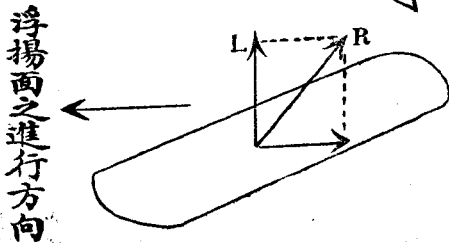
推進器爲一迴轉之傾斜面，而在直角於進行方向之平面中，急速迴轉者也。浮揚面進行於水平方向時，推進器即迴轉於垂直面內。浮揚面於此所受空氣之抵抗力，既以其一分力支持飛行機而使之昇騰；又推進器於此垂直面內自上方而運動於下方時，其傾斜面所受空氣之抵抗力，亦以其一分力，使飛行機前進。如後之第十四十五二圖，凡皆以示空氣之抵抗力。彼浮揚面所有 R 之垂直分力 L ，即所謂昇騰力者，實相當於推進器所受 R 之水平分力 T 。此水平分力，可以使飛行

第十四圖

推進面之迴轉方向



第十五圖



機向前進行，故謂之推進力。由此觀之，可知推進器之原理，全與浮揚面之原理相同，即利用傾斜面上所受之傾斜力，依分力之平行四邊形法則，而收其分力之效用者也。（前節所述之竹蜻蜓，亦依此理）。

十七 推進器與風車風扇及暗輪等之比較

類似於推進器者，尙有風車與風扇。風車有固定於地上之支柱，藉空氣運動時所生之氣壓力而迴轉者也。風扇雖亦有固定之支柱，然其作用則正相反，因其自體之迴轉，而攪動四圍之空氣，使生氣流者也。即前者因氣流之動力而迴轉，後者因自體之迴轉而成風也。飛行機之推進器，較近於風扇，但其全體不絕移動於空氣中，非若風扇之固定於支柱，故其作用，亦較複雜。攪動氣流與引起抵抗，實爲主要之任務。就此方面觀之，推進器之形式，雖類似於風車與風扇，然作用方面，毋寧謂之近似於汽船之暗輪；蓋暗輪即汽船之推進器也。但其兩種推進器動作之周圍之物質，又各有異點：

汽船之推進器，四周圍繞者爲水，絕難壓縮，而爲彈性較弱之流體。

飛行機之推進器，四周圍繞者爲空氣，極易壓縮，而爲彈性甚強之流體。

下文所欲說者，爲飛行機推進器之形狀，較諸吾人所經驗之風車風扇及暗輪等，雖處處有相異之點，然總不外乎同一之理由，故先述之。

十八 推進器之形狀

大體之形狀 中央部最厚，有貫通圓軸之孔，自中央漸向外側，則其幅依次漸廣，距尖端三分之一之處爲最廣。自是而後，又減其幅，成細圓形，可於此握手而擊旋，因發動時，必藉人力引之使動也。如第十六圖。

第十六圖



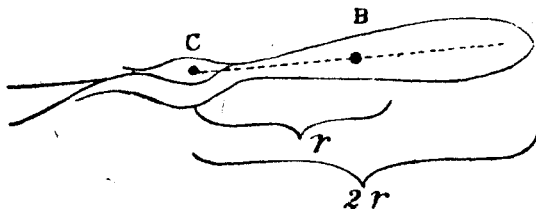
全形長細之理由 浮揚面左右之幅，爲前後之長之九倍，則空氣抵抗力之全部，可以利用之而有效，既如上文所述。惟推進器之傾斜面亦然，全適用此同一之理論者也。

表面傾斜之原因 浮揚面必對於進行方向保持某種角度，既如上說，推進器亦然。角度大則空氣之抵抗力亦大，且浮揚面苟直角於進行之方向而前進，則空氣之抵抗力雖達於最強度，而可以利用之昇騰力却爲零。故推進器苟亦直角於其進行之方向，即保持其面於垂直方向而迴轉，則空氣之抵抗力雖達於最強度，而可以利用之推進力，亦不得不爲零。兩者之作用，全出於同一之關係。今欲利用推進器面之傾斜角，使其足爲妨礙之分力，減至最小度，可以利用之分力，達於最強度，故不得不製爲適當之傾斜面。此多數之實地試驗家，所費盡勞力，耗盡腦力，而亟亟焉設此考案者也。

傾斜角漸向先端則漸小，空氣抵抗力之強度，與其速度之自乘積爲正比例，亦

即飛行機昇騰力之強度，與其速度之自乘積為正比例，此在空氣抵抗力條內既詳述之矣。推進器亦然，動作於其表面之空氣抵抗力，亦與其速度之自乘積為正比例者也。但推進器非為直線運動，而為迴轉運動，依圓運動之法則，外側之遠於中心而半徑較大者，必比內側之近於中心而半徑較小者，運動之速度為尤強。

如上之第十七圖 BO 間之距離為 r ，而 AO 間之距離為 $2r$ （即大小兩圓運動體之半徑），皆於一秒間經一迴轉，則 B 點之速度為 $2\pi r$ ，而 A 點之速度為 $4\pi r$ ，此 A 點之速度，適為 B 點之二倍。從而半徑較大之 A 之部分所受之抵抗力，自不得不為半徑較小之 B 點所受抵抗力之四倍。推進器所受之抵抗力，既由於部分之不同



第十七圖

而差異如斯，實爲各方面最當禁忌之要點也。故推進器之構造，務必令各部分之抵抗力，居於同一之強度。

今欲滿足此希望，自不得不有以調整之也。明矣。今實際製造家所持之理由，即利用空氣之抵抗力，正比例於其面與進行方向所成之角度，而以爲調整抵抗力之要素者也。因此之故，推進器之外側，遠於中心而半徑較大之部分，傾斜角較小，反之漸進於內側，近於中心而半徑較小之部分，則傾斜角依次較大。即兩端速度較大，抵抗較強之部分，推進面之傾斜角較小，以減其抵抗；中央速度較小，抵抗較較之部分，推進面之傾斜角較大，以增其抵抗是也。

先端圓細之理由 空氣雖容易離散而流動，然推進器在空氣中以非常之大速度而迴轉時，運動面與空氣接觸面之間，決不免摩擦力之發生。其內方被攪動之空氣，被押於外方，自外側逃散時，爲尤然。倘此時所生之摩擦力，可成的達於極強之程度，殊足爲推進器迴轉運動之妨礙。推進器先端之爲圓形，即欲減少此摩

擦力故也。

推進器之形式，至於兩端而忽變爲細小，亦大有理由存焉。凡以一點爲中心而成圓運動者，無論其爲如何形態之物體，對於某瞬間之運動方向，即切線方向，常有欲爲直線運動之慣性；因此而運動體之各部分，因圓運動而有飛去於外側之勢力，即有所謂之離心力者，存在於其間也。此離心力之強度，與運動量爲正比例。即質量愈多，速度愈大，則離心力之作用愈強也。

推進器外側之速度最大，離心力亦最大，且此離心力最大之部分，而存有多量之物質，則其離心力將爲推進器所不能勝，而終至於破壞。故先端之急細，所以保持推進器之堅牢者也。

十九 推進器形體之大小

推進器之作用，乃專用以引起空氣之抵抗力者。此空氣抵抗力之強度，與其運

動速度之自乘積爲正比例，既如上述。則推進器之中央與先端，突進於空氣中之抵抗，既能均一，於其形體之大小，似不更留有何種之關係矣。但欲令直徑較小之推進器，較之大形者而得其先端同等之速度，則迴轉之數不得不爲之增加。

今有半徑之推進器，於一秒間迴轉 n 次，則其先端之速度，每秒間自必爲 $2\pi r n$ ；如欲以半徑 $r/2$ 之推進器，每秒間亦得先端速度 $2\pi r n$ ，則一秒間之迴轉數，却不得不爲 $2n$ 。即推進器之迴轉數必反比例於半徑之大小而增加，則先端之速度乃能同一。

執此而論，可知大形之推進器，不能與小形者有同一之效果。必其大形者，乃得收較大之效果者也。何則？小形之推進器，欲與大形者有同一之效果，必其迴轉速度與大形者相等；欲其有相等之速度，必其迴轉數較大形者加多。若迴轉數多則前之推進面進行而攪動空氣，押退於外方，當空氣猶未回復原位時，次之推進面，忽已來前，即次之推進面進占向者空氣被押退之空中，此時所受空氣之抵抗力

乃甚小也。因此理由，故大形之推進器，實有利於飛行機。（風車與風扇亦然，凡大形者較有力。）

由是而推，得根據此同一之理由，知推進器之分支，不以多為貴。（風車與風扇亦然，惟此二者迴轉之速度與迴轉數遠不如飛行機之推進器，故風扇用槳四支者亦多。）蓋分支雖多，而既被押退之空氣，一時不易回復，推進器殆如迴轉於真空之中，並不能收抵抗之效用也。彼四分支之大形推進器，無異於二分支之小形推進器而速度加倍者也。現在飛行機之推進器，無不為二刃式，在一直線中成反對之方向，如專就理論上言之，即減用一刃，亦無不善，惟一刃者而受意外之破損，則頗有危險之憂耳。（推進器之分支多，則增加飛行機之笨重，無益而耗費昇騰力與發動機之原動力無論矣。）

推進器固依上之理由，以大形者為善，但體積大而質量多，如上文所述之離心力，亦隨之而增大。所以大形之推進器，却因是而易於破壞。欲求大小得宜之形體。

此飛行機製造家所苦費經營者也。

二十 推進器之裝置與其地位

推進器中心之軸，非直接聯結於原動機（軋司令機關）之活動嚙子者，乃由原動機之動力，迴轉齒數較少之齒輪，更由此迴轉其互相銜合而齒數較多之齒輪，因以使推進器不絕迴轉者也。即利用齒輪傳動之作用，俾推進器之迴轉數，較原動機之迴轉數非常減少者也。

蓋原動機之迴轉速度雖甚高，推進器之迴轉速度雖亦同時加大，然既越一定之限度，則推進器殆如真空中之旋轉，抵抗之效果，却不甚多。故推進器之速度，但求其達於最有效之最多迴轉數而已足，此原動機動力之傳達所以不得不用齒輪為調整之具也。（今之推進器迴轉數，一分間約自八百至一千。）

推進器裝置之地位，依理想的計劃，自當適合於浮揚面上空氣抵抗力之中心

點，然實際上之構造，惟賴愛氏及卡起史氏等複葉式之設計，略與此點相近耳。如單葉式則不然，直裝置於全部飛行機之最前端。依此位置觀之，是不得謂爲推進器，毋寧謂爲拽引器之爲當也。此種裝置之計劃，今之論者各持異見，有謂裝置於最前方，於飛行機不甚利益者，亦有謂裝於最前方，則能引起空氣之抵抗於直後方之浮揚面且能增大其力之作用者，理論上尙無定論也。

但就實際上觀之，推進器之裝置於壓力之中心點，即浮揚面之直後方者，與裝置於飛行機之最前方者，兩者俱見其成功。故兩者之間，無顯著之優劣可判也。要之，因構造上困難之問題，謀便利之設計，則複葉式飛行機，裝置於浮揚面之後部，單葉式飛行機，裝置於最前方，固各有意匠存於其間也。

二十一 由推進器而得飛行速度之計算

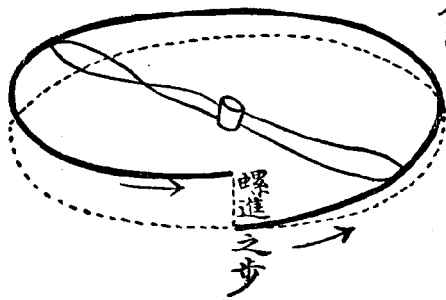
推進器迴轉而成一度之圓運動時，其先端即於空中畫一圓周，固矣；然因其爲

傾斜面之故，先端一週轉後，必不還復於舊位，而自起始迴轉之原位置，前進至若干距離之處。此前進之距離，謂之推進器之步，(Pitch) 與螺旋之進行法則同。凡螺旋狀器之迴轉，每轉一周，必能有一步之距離，確實進行。故螺旋前進之速度 V ，可依次式明確計算之：

$$V = H \text{ (步距)} \times (\text{一秒間之迴轉數})$$

但螺旋器進行之四周，為互相銜合之固體；如推進器迴轉之四周，却為彈性空氣之流體，每一迴轉間，實際上決不能令飛行機前進其一步之距離。故飛行機之速度，準上文螺旋進行之公式，改為 (詳

第十八圖



$\frac{W}{V} \times (1 - \frac{W}{V})$ 而計算之，必致失敗。因其速度，尙不得不於前式之得數中，減去若干量之定數也。此應減之若干量，謂飛行機之滯滑量 (Stall)。飛行機進行與昇騰之理，既於此得其概要，則試就實用上與發達上最重大之安定裝置，更於下文述之。

二十二 飛行機之動搖

汽船依一直線方向，進行於洪濤巨浸中時，因前後波浪之洶湧，或昂其舳，或揚其艫，令船身幾於直立者，吾人即謂之前後之動搖；又有因船之左右舷，爲波浪所衝突，兩側互有軒輊，而船身幾於偃覆者，吾人即謂之左右之動搖，固人所熟知者也。飛行機亦然。既併有此前後左右兩者之動搖，且更有船身所無之第三種動搖，蓋船身常浮遊於水之表面，其位置之高低，殆固定於水面而不變；飛行機則異是，空中位置之高低，實有種種之變化，即因是而有上下之動搖也。今約言之：是船之

動搖在前後左右二方面，飛行機之動搖，在前後左右上下三方面，船之動搖爲平面的，飛行機之動搖爲立體的也。

二十三 動搖之原因

海天渺茫之中，水上潮流之變化，與空中氣流之動蕩，充其極，可稱剽疾無倫。而飛行機動搖之原因，亦即在此。時當軟風，已足令機體前揚而後抑；疾風則更甚。若由此而遇種種更强之風壓，（風之階級，當炊煙直上時爲靜穩，空氣進行之速度每秒一·四米；人得有風之感覺時爲軟風，每秒行一·五至三·四米；動樹葉時爲和風，每秒行三·五至五·九米；動小枝時爲疾風，每秒行六·〇至九·九米；動勁枝時，爲強風，每秒行一〇·一至一四·九米；動大樹之幹時，爲烈風，每秒行一五至二八·九米；拔木倒屋時，爲颶風，每秒行二九米以上。）則飛行機將因此而迴旋，甚或至於顛覆。此等動搖之發起，要皆由壓力中心之無定位而起者也。夫飛行機上重

力之中心，既如上述，由機之種類而各有定點，則風壓之中心，動搖無定時，二者之中心勢不能互相一致，將如下之第十九圖，生成飛行機最當禁忌之偶力，而為迴轉或顛覆之原因。

由此論之，是依據吾人之理想，固當令重力

第十九圖

之中心，務居於壓力中心之同點；但實際上飛行機之重心，常在壓力中心動搖距離之兩極端之中央，而兩中心之距離，務在力求其短縮而已。



飛行機重心前後之位置，既為製造家致力之要點，此外則重心上下之位置，亦以同一之原因而急當考察者也。按力學中定則，凡物體之重心，位於高處者，為不安定平衡，最當禁忌；而其位於低處者，乃為安定平衡，最稱良適，固矣；然飛行機之構造，却有不必盡符此原則者。假使飛行機之重心，果位於低處，而與壓力中心之

距離却甚大，則風壓急速增加時，飛行機之進行雖遲，然其重心尙因運動之慣性，繼續前進而不已。當此之時，乃惹起極大之動搖於飛行機，不可不慎也。所以飛行機之安定，仍不外重心上下之要求，其條件如下：

(一) 重心務求其居於壓力中心之真下；

(二) 重心既在其真下，猶不可與壓力中心相遠離。

但欲保飛行機之安定，而惴惴於重心之位置求之，終不能達此目的，則種種之翼面，所當極意經營，而收其補助之效用者也。

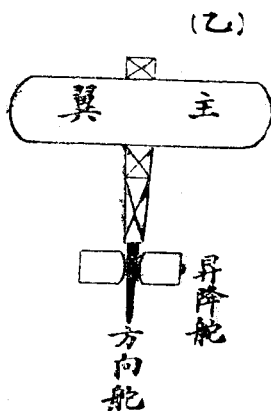
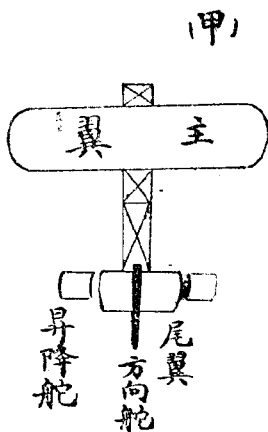
二十四 昇降舵與尾翼

昇降舵與尾翼之裝置 於茲所稱之昇降舵，在上文構造大畧中稱之爲水平舵。因其既能保持機體於水平位置，同時又能使機體上下昇降，故謂爲昇降舵，亦無不可。

飛行機之後尾，又有固定之小翼，亦為保持安全之作用，因欲與浮揚面有所區別，故後尾之小翼，稱之為尾翼；對於尾翼而稱彼之浮揚面，則謂之主翼。

第二十圖之甲乙丙，皆以示尾翼與昇降舵之位置。尾翼對於主翼，隔一定之某

第二十圖



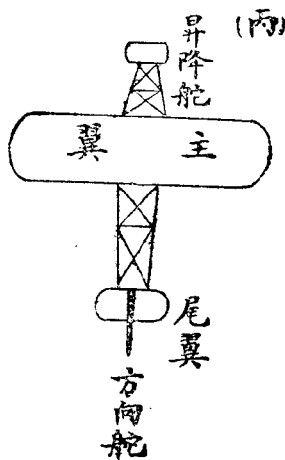
距離而固定於機體；昇降舵則藉蝶形鉸鏈而連合於前端或後端，可以上下迴轉者也。

尾翼之位置，常在機體之後方，而昇降舵則無一定。如甲圖所示，為勃來里奧氏單葉式飛行機之一種，尾翼與昇降舵皆在後方。如乙圖及丙圖，為賴愛

德氏及福爾孟氏之複葉式飛

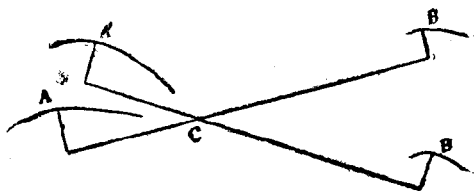
行機，皆為自上向下直觀之圖形。乙種僅有昇降舵之動翼，而固定之尾翼，則付缺如，是一物而備兩方之動作者也。丙種則昇降舵裝置於前端，而特異其計劃者。要之：尾翼與昇降舵之配置若何，各有經營之意匠也。

尾翼之利益 尾翼雖為固定不動之翼面，然在主翼之後方，隔若干距離而裝



置之，則所以防止機體前後之動搖者，至為良適。如下之第二十一圖，即用以示此種安定之作用：A 為主翼，B 為尾翼，C 為機體之重心，設此機向前進行而突遇夫疾風，則風壓力衝突於 A 翼，前端將為之昂起，全體成 A'CB' 之位置。且此時 A 昂則 B 俯，勢必於同時間現此作用，故其結果，B 之尾翼，又不得不強押空氣於下方。因此空氣之抵抗力，而 A 之主翼，却能防止其過度之昂起。

又 A 翼及 B 翼，受此強度之空氣壓力而後，其壓力之結果，足以令飛行機之速度為之遲鈍；而速度減小之結果，却又足以減弱空氣之壓力，使飛行機復歸於舊時之狀態。如斯循環為用，而機體前後之動搖，乃足



第二十一圖

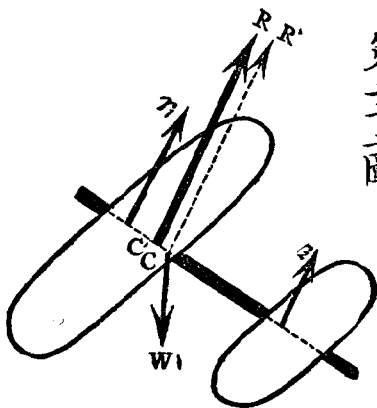
以隨時調整保其安全之位置，此尾翼之所以大有利益也。

動翼即升降舵之動作，固定翼之利益，既如上述。然當必要時，欲使機體成上下之迴轉，則變化動翼與進行方向之角度，增減空氣對於動翼之抵抗力，由是而調整機體前後之動搖，實動翼特有之作用，於臨機應變時，至要而不可缺者也。

今欲求此種理由之易於明瞭，故亦以圖解釋明之。(第二十二圖)當

主翼為氣流之抵抗，昂舉於上方，而勢欲迴轉時，彼動作於主翼之空氣抵抗力，如假定為 r_1 ，動作於動翼，即升降舵之空氣抵抗力，如假定為 r_2 ，則此兩抵抗力之合

第二十二圖



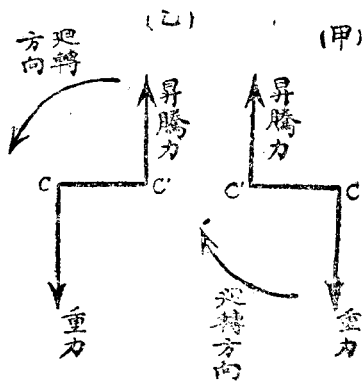
力 R ，當動作於 C' 點，即 C' 點爲此時壓力之中心也。又此力抵抗之價值，必較常時之維持水平飛行者爲大，故合力 R 之

第二十三圖

着力點 C' 亦必比常時前進於先端。此種變位之結果， R 之着力點，必與重心 O 點不相一致；而 R 之一分力，成所謂昇騰力者，與夫重力 W 之作用，當如第二十三圖甲，形成飛行機上最當禁忌之偶力，使機體自上方而迴轉於後方，以致顛覆。

惟此時若令昇降舵稍稍迴轉於下方，（即翼面對於進行方向所成之角度，變

而爲稍大。）則依上文主翼面所說空氣之抵抗力，得隨翼面之角度而變化其強度。且此抵抗力之變化，在交角不過大時，當比例於角度之大小。所以動翼，即昇降



舵，苟增大其與進行方向所成之角，則 r_2 之價值亦必增大。 r_2 之價值大，則合力 R 當變為 R'，其着力點當自 C' 向 C 而後退。迨 C' 點與 C 點相一致，則機體仍保其水平位置而飛行。即風壓增大機體之前端，起昂起之動搖時，可增大動翼與進行方向之交角也。

反之，C' 點若退至 C 點之後方，則又以反對之作用，生成如第二十三圖乙之偶力，故其結果，又令機體之前端，俯伏於前下方，較舊時之原位，低降其高度。斯時因氣壓之變化，而機體前端俯伏之動搖，欲調整而復元位，則其法正與上者相反對。即減小動翼與進行方向之交角也。

動翼不僅為調整機體前後動搖之任務，即駕駛者欲上昇時，或下降時，亦應用之。上升時必令動翼與進行方向之角度增大，下降時反之，交角必減小，此可就同一之理由而知之也。

二十五 左右安定之關係

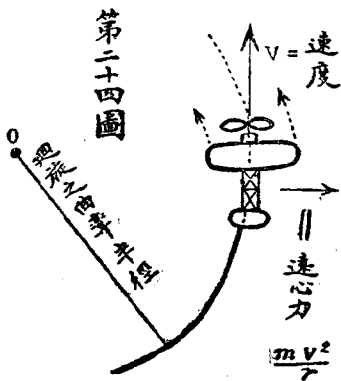
欲防止飛行機左右之動搖，除右之諸翼外，尚宜設備左右之動翼，裝置於主翼之兩端，或在其兩端之後方，是不第爲左右安定之用；當飛行機盤旋空中，成圓周之循環時，尤爲主要之用途。此種側翼，即令固定不動如尾翼，亦於左右安定上得有特效，惟加以蝶形鉸鏈，則益形便利焉。

按迴旋運動時之動作，無論何種物體，當營爲圓運動時，必因運動慣性之抵抗，而生動作於外方之力，即所謂離心力者是也。

離心力之動作，最足爲圓運動之妨礙；因其妨礙而防制之，在汽船可利用水之抵抗，在汽車及電車，可藉鐵軌及線路（無軌電車爲然）內外兩側之傾斜而調整之。但如飛行機，則因兩側之物質，爲抵抗甚弱之空氣；故其調整之方法，不可不就機體之構造上，加以種種之意匠，（飛行機迴旋運動時，離心力之強度，與機體之

質量 m 及飛行速度 v 之自乘積為正比例，與迴旋之曲率半徑 r 為反比例，其關係如第二十四圖。離心力之大小與曲率半徑為反比例，故迴旋時圓周宜大而不宜小。今日飛行機之失敗，因急變方向，成一部分之圓周運動，致起甚強之離心力而顛覆者，比比然也。航海之大汽船亦然，平常以二十倍於船長之曲率半徑而迴旋，始得安全。

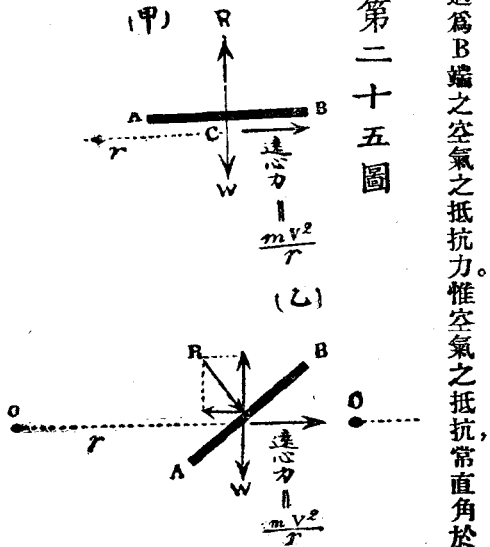
調整離心力作用之方法，就駕駛上論之，但使浮揚面傾斜於內側，即可得抵抗離心力之力。今欲釋明其作用，可就第二十五圖甲乙考之：甲圖為浮揚面保持水平方向時，乙為浮揚面傾斜於迴轉之內側時，俱以 O 為中心而成迴旋運動，吾人自其直後方面觀其動作也。甲之飛行



機，可以打消離心力之力，不過為B端之空氣之抵抗力。惟空氣之抵抗，常直角於平面，故浮揚面AB，倘如乙圖傾斜於內方，則抵抗力R，亦傾於內方。又抵抗力R，得分解為水平與垂直之二分力，而水平分力，却正與離心力之方向相反對。故駕駛者於此，但使浮揚面變為適度之傾斜，則水平分力與離心力，得有相等之強度，亦非難事。即如是而離心力可以完全打消也。

由斯而論，是但依浮揚面之作用，即可以勝過迴旋運動時之離心力，而無須更

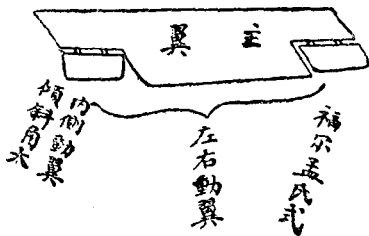
第二十五圖



謀特別之裝置矣。是又不然。蓋此時之抵抗力，因浮揚面傾斜之故，較之浮揚面保持於水平方向時，機體所受之昇騰力，却不免減小；且此時速度之增加，在迴旋運動上，既非所宜，勢將因不得已而機體下降。尤其迴旋之內側，比外側之速度為小，故當必要時，更不得不下降。

第二十六圖

今欲防制機體之下降，故不得不用左右之動翼，（即上文所稱之水平舵），由此動翼傾斜面之變化，即可免却浮揚面之傾斜，而保持左右之安定。今試就福爾孟氏之裝置釋明之。如第二十六圖，當飛行機迴旋時，可增大內側動翼之傾斜角，而稍稍減小外側動翼之傾斜角，則因抵抗力之強弱，比例於傾斜角之大小。故飛行機內側之抵抗力較大，而自然可以迴旋，此固與自由車之轉



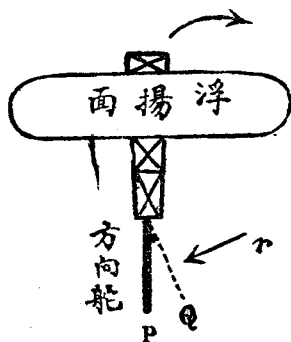
向，不必改變前輪之方向，但屈體於內方，而自然迴旋者同也。

二十六 方向舵與左右方向之安定

方向舵之設備，原以隨意改變機體飛行之方向為目的。通例以裝置於機體之後尾，而垂直位置於昇降舵之中央者為常式。

第二十七圖

其動作與各種船體之尾舵，完全同一。第二十七圖為自上向下，直觀機體上背面之截形。假使乘機者，因欲迴旋故，以方向舵之位置，自P之原位變為Q之新位，則方向舵面受空氣抵抗力R之直角分力 Q 之作用，自能令機尾左向，機首右向而迴旋。反之，方向舵自P而移於左方，則飛行機亦隨之而迴旋於左方。至其



迴旋曲率之大小，即變向之緩急，一以此方向舵傾斜角之大小爲準者也。但迴旋時仍同時有藉乎左右動翼之作用，以克勝其離心力無論矣。

抑方向舵之作用，非專爲迴旋時改變方向之用也；欲飛行機進行之方向，保持其一直線之航程，亦不得不藉此爲把持之要具者也。蓋無論何種飛行機，其機體之構造，決無有成爲完全之左右均勢者，如船舶然，一體之重心，或偏於左，或倚於右，常各成其固有之僻性；必審察其僻性之所在，與偏倚之程度，而以方向舵加減之，斯能依目的上一定之方向，範之於真直之航路而進行。是可見方向舵，實又以保左右方向之安定，爲重大之任務者也。

二十七 上下之安定

飛行機既有尾翼昇降舵及方向舵保持其種種安定之狀態，則機體果已能依一直線之方向而進行歟？是猶未也。此時之飛行機，雖已於左右無傾斜，方向無偏

倚，然欲保持機體於水平方向之一直線中，猶爲不可能之事實。因飛行時尙有上下升降之變化也。

上文浮揚面節中，既如所述，飛行機全體所受之重力，與昇騰力互相平均時，可
以水平飛行，固矣；然飛行之速度，永續無變化時，昇騰力雖足以保持於一定之強
度，而機體之重量，決不能永無變化者。即原動器之燃料，如應用之軋司令油，刻刻
耗減，愈久而愈少，勢必令機體之重量歷時而漸小也。故飛行機之進行中，儘其原
有之速度，與種種之狀態，而久騰於空中，則機體常有上昇之傾向。

於此而欲飛行機之常居於水平線上，眞直而進行，不可不依次漸減其進行之
速度，或漸加其浮揚面之傾斜角。如是而後，始得令飛行機不傾於左右，不變其方
向，不歧於上下，依水平線而直進飛行。

凡此種種，僅飛行機構造上根本之原理而已，要皆以銳敏之思想，精密之實測，
與夫歷久之經驗，而後得此宏大之結果也。歐西人士，謂飛行家成功之日，爲天空

界征服之始，不其然歟！

下編 飛行船 (Airship)

一 飛行船之概說

凡物體入於水中時，物體之重量必減，此所減之重量，等於物體所排同大體積之水之重量，是爲液體之浮力。此在物理學初步，既習阿幾靡特斯氏原理者，所熟知也。行駛於內河之小船，與航遊於海洋之巨艦，無不藉水之浮力，以成其作用。空氣與水同，亦爲液體之一種。即阿幾靡特斯氏之原理，亦適用之。凡空中之物體，必減其同體積之空氣之重量。苟物之重量，小於同體積空氣之重量，則上昇於空中。但空氣之密度，遠少於水之密度，故欲藉空氣之浮力，浮遊物體於空中，不可不十分減小其密度。

輕氣之密度，祇空氣密度之百分之七，以此最輕之氣體，入於囊中，即能浮遊於空中，如玩具中之輕氣球是。擴大此輕氣球之體積，則吊以籠籃，猶得浮於空中，如自由氣球，即風船是。若更擴大其規模，附裝發動機及推進機，俾得隨意操縱，而自由進行，即爲舵行氣球。(Dirigible Balloon.) 亦即本文所稱之飛行船(Airship)也。

飛行船之吊船中，設備瓦斯發動機一具，或數具，由此發動機之原動力，而迴轉推進器。此推進器或用一具，或用數具不等，所以與進行速度於飛行船者也。欲任意改變其方向，則尚有舵之作用；欲上昇，則拋棄吊船中宿備之砂囊，以減其重量；欲下降，則洩出氣囊中之輕氣，以減其浮力。凡此種裝置，惟駕駛者及飛行上必要之物品，盡在吊船之中，其他要具，則或裝吊船中，或設於氣囊適宜之場所。

二 氣囊之形狀

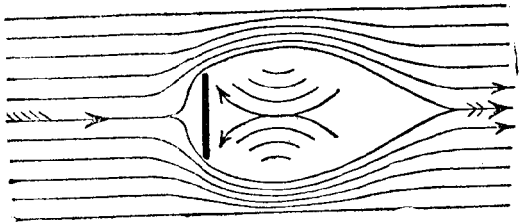
氣囊之浮力，爲支持飛行船於空中之唯一之原作用，且占居最大之場所，實爲第一部分所當研究之要點。試觀現在飛行船之氣囊，其大體之外形，無不爲長圓形，如卷煙中之雪茄。此果爲最適當之形體歟？是當就氣流學上之關係研究之，然後能解決此問題也。

飛行船之氣囊，不可與飛行機之浮揚面相混視。飛行機之浮揚面，以發生其昇騰力而得利用者爲目的，故空氣之抵抗力，常希望其增大。如飛行船則空氣之抵抗力，絕無可以利用之動作，而反爲妨害之要點，故飛行船氣囊之設計，不可不以減弱空氣之抵抗力，降至最小度，爲唯一之希望。

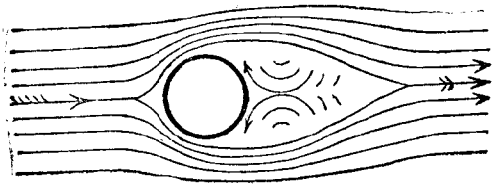
假有一平圓面，（第二十八圖甲，爲其側視之剖面，若自前後觀之，則如乙之圓盤形。）直角於進行方向，而留置於空中，則此平圓面上，勢必因迎受於前面之氣流之壓力，與惹起於後面之渦狀之旋流，而於面上受最大之空氣抵抗力，如甲圖之形。

今若以甲圖平圓盤之面積，爲切口之最大面積，而製爲圓球形，騰致於空中，則

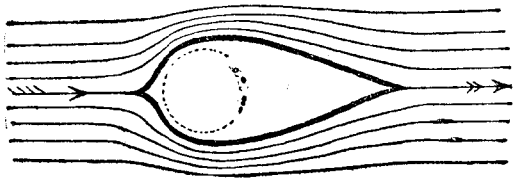
(甲)



(乙)



(丙)



此球體之前端，迎受逆來之氣流，而排擠於側方者，遠少於甲之平圓盤。即此球體之上，生成真空於後部者較少，比之甲而顯減空氣之抵抗力也。形如乙圖。

更若依乙圖氣流進行方向之最內側所包圍之形體，製為球體，如丙圖者，騰致於空中，則氣流經其上，當直沿此形體之表面而通過，後部既全無真空部之生成，且全無惹起渦狀旋流之餘地。故如斯形體之物體，能減弱空氣之抵抗力，至於最小度，即名之曰氣流體，或葉卷形，如水雷，如汽船，如軍艦，如其他自然物之角類，皆適應此種形體者也。

三 氣囊破壞之原因與其防禦法

氣囊中所充之氣體為輕氣，其性質甚易燃燒，苟一旦以種種原因，引火於輕氣，延燒及於氣囊，此時捨墜落外，無他術足以避其危害也。由此可知氣囊之最嚴重忌者，為輕氣之燃燒，如論其燃燒之大原因，則如下：

(一) 落雷，

(二) 太陽熱，

(三) 飛行船自身發動機之熱。

落雷 爲不可知亦不可避之運命，惟如遇勢欲落雷之天候，可勿飛行。如在飛行中，決不可突入於放電之空界，更勿與電雲接近，如斯而已矣。（但實用上之飛行船，如運送旅客用及供給軍用者，決不能因天氣之險惡，廢而不用，是則飛行器上特異之避電鍼，不可不隨夫飛行學之進步而力求新器之發明也。）

太陽之輻射熱 此可由氣囊所施之彩色，使之大爲減弱。原來飛行船之體表，凶欲避敵人之注目，大抵塗以黃色，故現在歐洲之飛行船，無不如此。但太陽七色之光線中，如黃色者，吸收之熱量較多，既用黃色，決不能限制輕氣，不至因吸收熱而達於引火點之溫度；則輕氣之爆發，仍爲至危極險之事。有塗以鋁（即輕銀）粉，而助輻射熱之反射者，猶未得充分之結果也。

意大利政府建造之軍用飛行船有施以黃金色鍍金爲氣囊設色確定之計劃者，法以真鎰溶解於瓦斯中，吹着於氣囊之表面，使成至薄之鍍金層，是則一舉而三善備焉：一可以避敵人之視線，二可以反射太陽之輻射熱，三可以不加全體之重量，誠良法也。

自身發動機之熱 氣囊與吊船之距離，失之過近，則發動機之熱，實足爲輕氣爆發之導線，例如一八九七年德國柏林附近地方飛行船燒毀之役是也。由此之故，氣囊與吊船之位置於近距離間，雖於其他方面飛行之設計，甚有利益；然製造者已立有一定之制限，不能愈限而過於接近。

飛行船衝突於森林及其他障礙物而破損氣囊之一部分者，當飛行中及停止時，往往而有者也。又如因敵人之彈丸而氣囊爲之破壞，則尤爲軍用飛行船當然豫防之計劃。此等防禦法，詳述於下。

四 氣囊之內部

飛行船之飛行中，受敵兵大礮彈之爆裂，或遇落雷之劫運，而大破壞時，固無術可以補救，然如衝突樹木之尖端，或受鎗彈之攻擊，僅破壞其一小部分，而無術以制全體之墜落，則飛行船實尙少完全之設備，何足以當世界至高之名譽歟？

職是之故，全氣囊倘僅自一大室而成，則其一部分被裂爲破孔時，囊內之輕氣，勢必全體洩出，終至墜落，自爲當然之結果。今之製造者則不然，特於大氣囊內，區分爲多數小室，或小囊，成氣球之聯合體。雖一部分已被破壞，僅散失其一小區劃之輕氣，空氣之抵抗力，不致全行消失，是其防護氣囊全部之破滅者，法至善也。

五 氣囊之硬式與軟式

由上述之防護法，區劃氣囊爲多數小室，雖於一部分損傷時，可免全體之失其

效用，然其一部之破孔中，既有瓦斯洩出，尙難免氣囊外形之改變，或陷下而成大形之凹陷，或縐縮而生紋形之皺摺，凹陷則失却全體之平均，縐摺則弛縱其懸繫吊船之鋼線之一部，凡此諸弊，皆足使吊船失其重心，而停止發動機之迴轉。如斯傾斜欹側不能自由之船體，其爲危道，不言可知。

欲豫防氣囊之變形與縐摺，實爲飛行船製造家苦心經營所集中之點。今有以極輕之金屬鋁，卽俗稱之輕銀，製爲氣囊之骨架者，任受何等之衝突，仍得保持一定之外形，所謂硬式飛行船是也。德國徐伯林伯爵所製者，爲此硬式飛行船唯一之代表。

氣囊而有堅牢之骨架，雖爲硬式之特長，同時亦爲其至大之短處。下文當就其優劣之點，比較言之，惟飛行家既公認骨架之短處，遂有不用骨架之防護，專致力於氣囊完善之製造者，則謂之軟式飛行船。又有折衷於兩者之間，存其優點而去其劣點者，則謂之半硬式飛行船。

六 推進器及舵器

飛行船所用之推進器及舵器，與上文所述飛行機之構造相同，故本文不復贅述。

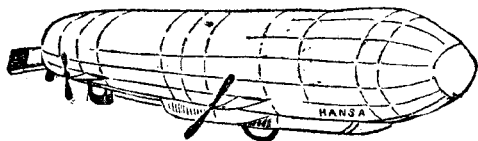
七 徐伯林伯爵製造飛行船之歷史

徐伯林伯爵 (Count Zeppelin) 生於一八三八年，爲南部德意志華爾登堡國人。父祖故爲貴族，爰承襲爲伯爵，壯年仗劍從戎，早有凌駕全球之志。十八歲入士官學校，畢業後編入陸軍隊。當美國南北戰爭之際，任聯合軍之觀戰員。其後又豫普法戰爭之役，徐氏嘗率騎兵之一小部隊，突入法境，身陷法國騎兵之重圍，隻身匹馬，卒能於萬死中潰圍而出，可謂勇矣！三十三歲，升職爲砲兵中尉；五十三歲退伍，仍任華爾登堡國王之侍衛長。遡徐氏之有志於飛行船之製造，實始於普法戰

爭之際，當此之時，普國之科學，猶遜於法，普軍既困巴黎，法之甘必大，乃竟乘彼自製之氣球，逸出重圍，普人望之而無如何。（巴黎被困時，法軍共製大小氣球六十四具，自一八七〇年九月著手，至翌年一月竣功，甘必大氏實於十月七日乘氣球阿孟特排勃斯（Armand Barbés）號而飛出城外，當年Dubuy de Lôme所造之舵行氣球，至一八七二年始克竣功。該氣球長一百十八呎，直徑四十九呎，因欲豫防蒸氣機關之危險，特備以八人運轉之推進器。能飛行於風速每時二十七哩至三十七哩之進路中，僅偏欹十二度而已。）於是徐氏始厲心於飛行船之研究，求制勝於空中之戰爭。至一千九百年七月二日，第一號告成，試行於康斯丹湖上，而成效猶未大顯，耗損百萬弗（即美金一圓）之家資，徒受世人之嘲笑，此英雄所至為短氣者也。顧徐氏之雄心，仍不為之少挫。退伍後，益致力於改良之方術，持續其緻密之研究，卒於一九〇八年，告大功之成。世之論者，乃稱之曰征服空中之王，是亦足償其困苦艱難之代價，與堅忍不撓之宏願也已。

第二十九圖

哈瓦飛



八 徐伯林飛行船之構造

氣囊之構造，用鉛質一百斤許，造成堅強之骨架，得保持一定之形狀，而區別其內部爲十七區，吊船二，分繫於氣囊之前後。二吊船中，各備有發動機，以回轉其直接備附於上部氣囊之推進器。

徐柏林式飛行船之初製者，吊船祇備於前後兩端。此兩吊船間氣囊之下部，不過設有通路而已。至其最近所製者，特擴大此通路爲船室。故今之旅行用飛行船，已設備旅客之大餐間音樂室及吸煙室等等，軍事用者，則於此室裝置機關鎗等種種之戰鬥具。

九 徐伯林飛行船之種類

第一號(Z_1) 是爲一千九百年第一次成功之飛行船，形如多角形棒，而禿其兩端；全長一百二十八米，最大橫剖面之直徑一一·六米，充以一萬二千立方碼之輕氣，備十六馬力之發動機二座，用以迴轉直徑四十四吋之螺旋推進器四。可載乘客八人，每秒航行速度五米。七月二日試行時，僅行三哩半之航程。如此每秒五米之極低速度，即平常之和風，已有此種速度，通一年間計之，風速甚小而可以飛揚之日，不過三十日內已耳。既不能適於實用，且試行時即發見種種之障礙，遂解體而著手於第二號之組織。

第二號(Z_2) 一九〇五年竣功，發動機急增至一百七十馬力，每秒有七·五米之速度，仍未達實用之域。翌年，飛行至格里斯來附近之地，爲暴風所破壞。

第三號(Z_3) 一九〇八年竣功，全長一百三十六米；最大橫剖面之直徑十三

米，設二吊船，各備一百十馬力之盆純機關；推進器改變爲二刃式，以齒輪迴轉之；舵器易爲箱狀，每小時之平均速度爲五十杼。（每秒十二米）十一月七日試行，德國皇太子同乘此飛行船，往來於柏林及獨諾興根間（Donaueschingen to Berlin），當時發有強風，猶得每時三十五哩之速度，疾航於三千呎之高空。零時二十分自柏林起航，至薄暮時歸着於故地。當是船製造之初，募得附金百萬弗，並有某富豪之贈金五千鎊，其後爲陸軍所收買。

第四號（Z₄） 第三號Z₃飛行船大功告成之後，徐氏仍鼓勇進行於飛行界，更擴大氣囊之體積，備一百二十馬力之發動機二座，可載客十四人，每秒得十五·八米之速度，此飛行船之能力尤大。飛行之成績亦佳，交付於政府後，試驗航空力之久暫，經二十四時之預定時間後，當落下而將着於地時，在一剎那間，爲落雷所轟擊，竟爆裂於也米脫野爾德立克之地。

第五號（Z₅） 命名爲德意志基蘭。一九一〇年六月竣功，積第一號至第四

號歷次實驗之得失，而加以種種之改良者。全長一百四十四米；發動機三座，各一百四十馬力；一時間速度七十浬。建造之始，原擬爲世界最初之旅客用飛行船。設船室於前後兩吊船間通路之中央，卽氣囊中央之下部。嵌玻璃窗於左右兩側。每側沿窗，列以坐椅二具，以便旅客對坐而自由展望。旅客之定額爲九人，船室之後部爲食堂，備茶咖啡冷肉及酒等，供旅客之飲啖。飛行之日，大爲世界所注目，不意於風速四米之軟風中降下時，不能繫留於地上，致障害發動機之運動而破壞。時爲是年之六月二十八日。

第六號(Z₆) 命名爲休哇伯型，一九一〇年秋竣功，航空之際，發動機忽起障礙。正欲下降而整理之，乃發動機之火，忽又延及氣囊，遂立時爆裂，瓦斯體而破壞焉。

第七號(Z₇) 德帝特以皇女之名，命之曰維多利亞路易瑟。此時徐氏有鑑於德意志基蘭之失敗，特改變氣囊之形爲水雷形。（卽葉卷形，從前之氣囊前後剖

面之大小略爲同一。備一百五十馬力之發動機三具，可載旅客二十人，船員十人。此飛行船告成而後，歷經試驗，平安無恙，運載旅客，既已成功，於是從前理想的旅行用飛行船，竟實現於空中航路焉。

第八號（Z₈）及第九號（Z₉）第八號名哈薩，形如第二十九圖。第九號爲軍用飛行船，可裝機關鎗十座；六座裝置於旅客用飛行船船室之相當部，四座則在氣臺上部稍能平正之場所，設以特別裝置，俾得與吊船上下交通。哈薩號供海軍用。第九號亦爲軍用，後於試演飛行時，誤降於法國之要塞，爲法人所拘繫，經德人謝罪而後釋。然此第九號發軔歸國之際，法人又駕駛飛行機於其上，窺伺之，盡得其樞機之要點；與航行之方法，德人憤憤然無如之何也。

第十號（Z₁₀）爲德國最新最佳之飛行船，備飛渡遠海之用，屬海軍部，一九一四年一月試航，發動機失火，即在加漢尼賽爾炸裂，值百萬馬克，海軍艦長死之。

十 徐伯林飛行船之優劣點

優點 徐伯林飛行船之優點，原因於鋁製之骨架。(一)因其有骨架，故全體堅牢。氣囊分割爲十數區。雖一部份業已破損，而全部不致受其影響，既如上述。今更於氣囊附以骨架，則推進器可以直接裝設於氣囊，如他式飛行船，必藉吊船牽拽氣囊者。此式却可以氣囊引上吊船，連結之鋼線，可勿有截斷之虞。且推進器附設於前後兩部，則氣囊之全表面，無不以同強之力緊張之，更不致有一部分被壓而全體變形之患。(二)因其有骨架，故規模雄大。蓋安置之氣囊愈大，則搭載力亦隨而愈大。搭載力大，則可以設備大力之發動機，令飛行之速度，爲之愈高；更得攜帶多量之燃料，令飛行之持久力，爲之愈強焉。

劣點 徐伯林式飛行船之劣點，亦原因於骨架。(一)規模雄大，則大受風力之搏激，世界人士，關於飛行船一般之知識，尙屬幼稚。見有闊大之飛行船，則樂爲激

賞，視若海上之鱗鱣，而欣羨其排山倒海之勢力，此常情也。然而巨大之飛行船，却有未必能保其空中之安全者。夫水上之船舶，欲令速度甚大，而又得以遠航，固不得不擴大其規制，期克勝風波之衝突。顧以論空中之狀況，則有全然相反者。氣囊之形體愈大，則曝露於風中者愈多，爲風力所搏激而受其震撼者亦愈強，此實於操縱停留時，愈增其困難之度者也。(一)骨架堅強，則飛行機之全體多死重，骨架之重量，全於飛行上無毫末之效力，而徒增其死重。雖如鋁之最輕金屬，猶須百斤許之重量，則其他可知矣。(二)骨架堅強，則停降於地上時多危險，歷觀徐柏林飛行船各號試驗之結果，從未於飛行中見有破壞之事實，大抵於將欲下降時，或於地上停留中，因意外之事故，忽遭破壞者，亦有於停留中突受巨風之簸弄，轉輾翻覆而破壞者。即飛行之最後時期，希望其最安全之停留中，却爲最危險之境遇也。此外則飛行船欲爲長期之停留，不得不延長至數月之久者，則全體不得解散，骨架之彈力，甚易衰弛於無用之中，亦一弊也。(四)骨架堅強，則搬運於他方時多不

便。氣囊之骨架，既不能完全解散，則欲用汽車或自動車等運輸於遠方，決不能達其目的。此在遠征用之飛行船，最覺困難者也。

合徐柏林式飛行船之優劣點總計之：吾人寧謂爲劣點之方面較著，軍事用者尤然。惟平時旅客用及運送用之飛行船，能發揮其優勝之特色而已。蓋徐氏所製，雖稱世界第一，擬諸吾人理想的飛行船，其程尙遠。苟有不用骨架而能如徐氏規模雄大之飛行船，應時出現，則徐柏林式殆無必要存在之理由矣。

十一 法國式之飛行船

一八七〇年至七一年之普法戰爭，法人既利用氣球之飛行，突出重圍，解帝京之困阨。於是法蘭西國民，依實地經驗之結果，得深刻之刺激。知飛行船之必要而不可缺也，乃益益從事於飛行之研究。蓋其動機，實與徐柏林氏出於同一之事實者耳。Dubuy de Lôme 之舵行氣球，既告成於一八七二年，由是而半硬式飛行

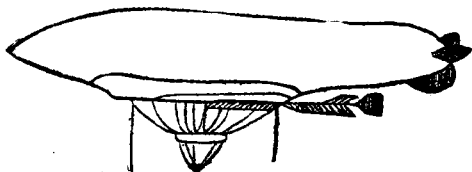
船，復首先出現於世界。至一八九三年，而 Meunier 氏更得完全之構造，其進步可云速矣。

十二 法國半硬式飛行船

半硬式飛行船之具有骨架，無異於硬式。惟當切要時，可以解散吊船，摺疊其骨架，既便儲藏，復便搬運，此兩者主要之異點也。本式之第一成功者，爲露薄台號。

露薄台號 爲技師胃伊奧氏所製造，全長五七·七五米，最大中徑九·八米，（長徑祇徐柏林式之四分之一）乘員六人，備四十馬力之發動機，每秒得一·八米之速度。經數十回之飛行，無不成功。一九〇五年，贈送於陸軍部，供練習之用。

圖十三第 說利傳



派得利號 法政府因露薄台號之成功，乃構造派得利號，爲露薄台號之姊妹船。每秒得十三米之速度。一九〇七年，飛行既畢，當停留中，尙未收縮氣囊時，忽爲暴風所襲。飄流於英國方面而破壞焉。（第三十圖）

來皮魄力克號 與派得利號爲同型，更改良而擴大之。

十三 法國之軟式飛行船

法國半硬式飛行船，大抵出於政府之監造，而軟式則出於民間之意志。氣囊之構造，不具骨架。然必有保持外形之設備，故設以內囊。

內囊爲充以空氣之氣囊，位於多數輕氣小囊之中央。內囊之口，設有管道，聯絡於吊船上之通氣筒。苟外氣囊之輕氣減少，則立時注入空氣，保其與外氣壓之平均，卽以維持氣囊之外形。

維而特巴里號 全長六十二米，最大中徑一〇·五米，備七十馬力之發動機，

每秒速度十二米，贈送於政府，爲陸軍用。

維而特薄爾德號及維而特那希號 爲次於巴里號而相繼建造者。飛行之能力，亦依次增加。秒速十三·九米，有二十四時間之連續航空力。

法國之飛行船，至今已異常發達，對於半硬式及軟式之構造，頗自信其特長。故飛行船之規模，亦日益擴大焉。

十四 德國之軟式飛行船

法國之軟式飛行船，既發揮其特長，德人亦認爲有益而採用之。軟式及半硬式飛行船，乃次第發現。今舉其最著者於下：

派賽佛式飛行船 是爲軟式飛行船，爲派賽佛少佐 (Parceval) 所製造。氣囊之形既小，且能摺疊，以便搬運，實取法於法國之規制，更參入自己之意見而造成者，秒速十五·五米，連續航空力十二時間，德國之陸軍隊會用之。(第三十一圖)

格洛斯式飛行船 是爲半硬式飛行船，爲組織氣球大隊之格洛斯少佐所製造。氣囊雖具有骨架，而可以摺疊，實取法於法國之巴里號者。本式之第二號竣功時，尤有良好之成績。

十五 法國式飛行船之優劣

點

軟式 正與硬式有反對之優點。惟堅牢之度，則遜於彼。規模亦不若徐柏林式之雄大。但規模之狹小，實不足爲軟式病，其理由已如上述。又本式無飛行船最忌之死重，當下降而停留時，欲分解吊船，不難使之平臥而善爲處置。苟天氣險惡，則

圖一十二 氣球
號佛塞洪



輕氣亦不難放出而保其安全。此外則陸地之搬運，尤極輕便。儘可隨司令部之轉移，而嚮向無論若何之戰地，皆軟式之優點也。

半硬式 兼有軟硬二式之優點，同時亦兼有兩者之劣點。近者派得利號最後之試驗，法人已考得其缺點之所在。故本式之規制，適居各半之優劣點云。

十六 現今之飛行船必當改良之點

飛行船之製造，除德法二國外。惟意大利最爲進步。既力求氣囊形體之保持，遂案出彈性腹部式之構造，然尚不及德式與法式之良善。其他如英美俄日等國，尤在幼稚時代。大抵購自德法二國，期應用上不落人後而已，無一更新之規軸出現於世上也。所以當今之世，德法二國飛行船之歷史，卽爲世界飛行船之歷史。德法二國之飛行船，卽爲世界之飛行船。可斷言也。

據上文所述，通覽各種飛行船，雖成績最良者，尚各有多數之缺點。試歷舉於下：

(一) 飛行船恆爲天候所支配，不能自由飛行；

(甲) 爲風力所左右，往往不得已而中止飛行；

(乙) 遇降雨之時，則氣囊被溼而增重，昇騰力必大受其制限；

(丙) 遇雨及霧，則視界顯被狹隘；

(丁) 對於空中電氣之感應，尙無防禦之道；

(二) 上層空氣漸形稀薄，故飛行船不能無限昇騰；

(一) 構造上尙多弱點，

(甲) 氣囊猶未強固；

(乙) 搭載力與航空力，猶弱於地上之舟車；

(丙) 在地上時，操縱甚難，且多危險；

(丁) 修繕之工程甚大，且甚頻數。

上舉之缺點，欲稍稍努力於改良，頗多聯帶之關係。製造飛行船者於此，無有不

爲之棘手而愈覺其困難者。欲增大其航空力與昇騰力，並高其速度，則規模不得不擴大；而規模大則氣囊大，曝露於空氣中之面積亦大，因是而空氣之抵抗力反增，速度又減小，且地上之操縱，愈益困難；此種利害得失之互爲衝突，全由於空氣之與飛行船，互有矛盾之性質而來者也。

(一) 空氣爲飛行船進行之原動力，同時亦爲其障礙物；

(二) 空氣所以上昇飛行船，且支持之，同時亦因其強暴之氣流而破壞。

藉此矛盾作用之空氣而生存之飛行船，欲其構造上學理上與實際上互相融合，蓋實難之，此中困苦焦勞之處，可想見矣。

但吾人之希望，實不願世界上稍遲其進步之足，無論若何困難之研究，苟能以舉國一致凌厲無前之意志以解決之，實行之，則戰勝困難之日，當不遠也。

十七 結論

歐西有諺曰：『盡力於飛行船之考案者，不得爲飛行家；由此考案而實際上製出飛行器者，亦不得爲飛行家。惟彼能操縱既製成之飛行器，而實地飛行者，乃得爲飛行家。』由此而論，是一國之中與其出多數之研究家及製造家，毋寧出少數之實行家爲勝也。鄙人述此，既非自附於飛行家，亦非嫻習於飛行學，願以此飛行界之概況，紹介於當世，爲我國馨香禱祝夫實際飛行家之產生而已。