



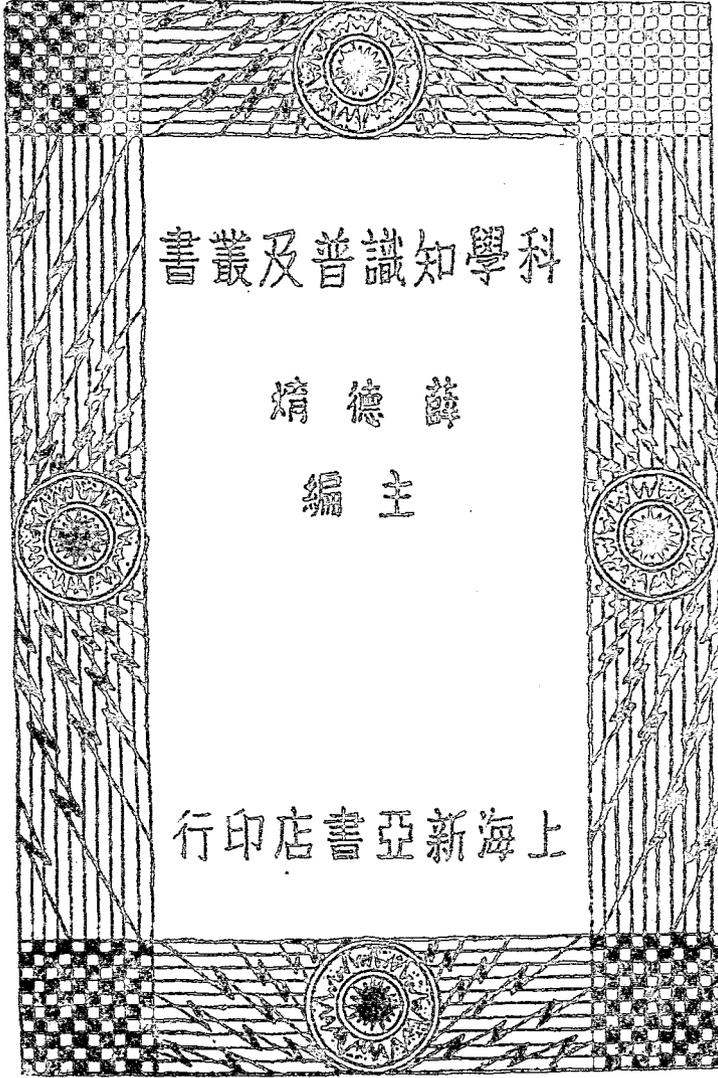
44
7/2

書叢及普識知學科

行飛的類人

編 彥 玉 沙

行印店書亞新海上



科學知識普及叢書

薛德焞

主編

上海新亞書店印行

447.7
739



序

在武昌起義的前一年，就有飛機在上海表演飛行。在我國航空史上，這次不能不說是空前的創舉。等到南京臨時政府成立，向奧國購入單翼飛機二架。這二架實是我國最先購置的飛機。是後在袁世凱時代，又購入雙翼飛機十九架；並設立了學校，從事訓練駕駛飛機的人才。

到了歐戰以後，我國各地的許多軍事領袖都知道了飛機在戰爭上的效用，也就大家努力購置，想藉此能保持全國軍事上的優越勢力。因此瀋陽、保定、廣州等處，都有了訓練駕駛員的航空學校和修理飛機的工場。互相競爭，我國的航空事業也就從此很迅速的進步。

等到國民政府成立以後，陸續購置的飛機更多。除了供軍事上用的以外，還有供交通上用的。

首先成立的是從上海經南京、九江到漢口的航空線，從前須費四日才能達到的，自從有了飛機祇須七小時罷了。

在飛行事業這樣逐漸發展的時候，最近又遇到了鉅大的刺激。這就是去年的淞滬戰爭和今年的長城戰爭，我國軍隊受了日本飛機的威脅和轟炸，差不多是完全慘敗。因此不獨是政府購入的飛機更多，就是各地的人民也紛紛出資購買飛機捐助政府。所以在不久的將來，我國的航空事業當能有很顯著的發展。

在現時航空救國的呼聲正是高唱入雲的時候，關心航空事業的人也許有不少很想知道一些關於人類飛行研究的經過事實，和飛行時必需的儀器，以及空中的實際情形。這本書的寫成，就在將這一些告訴給對於飛行感覺著有興趣的人。

二十二年九月沙玉彥在清華大學

目次

第一章	緒言	一
第二章	氣球的發明	七
第三章	飛艇的製成	一六
第四章	飛機的起源	二六
第五章	滑翔的研究	三三
第六章	飛機的製成	三九
第七章	重要的儀器	五三
第八章	空中的狀況	五七

第一章 緒言

在空中像鳥類一樣自由的飛行，是人類從來就很羨慕的。所以在古代的歷史內，常記載著不少關於飛行的傳說或故事。

古代的飛行傳說，最著名的就是希臘特達勒斯(Daedalus)和他的兒子伊佳勒斯(Icarus)的故事。特達勒斯異常聰明，曾創製許多有用的機械。現時船上所用的帆相傳就是他所發明的。在他們被囚在克利脫(Crete)島上的時候，特達勒斯設法製成了兩翼，在翼面上塗了蠟，然後再粘上了羽毛。他們利用了這樣製成的翼，很安穩的從克利脫島逃出，飛行到了意大利，後來伊佳勒斯私自用這樣製成的翼飛行，不料他飛行過高，離太陽過近了些，蠟受了熱融化，於是他就墜落到海內。



去了。

像這樣的故事很多，勃拉特 (Bladud)，息蒙 (Simon) 等都有過飛行的傳說，並且他們的生命也是犧牲在飛行上的。

大概第十三世紀以前，世人對於飛行都抱有很濃厚的神祕態度。以為人類在空中飛行並不是不可能的，不過神却並沒有允許人類飛行；所以飛行的事情祇能有惡魔贊助，那些設法飛行的人實是罪過很重的，犧牲了生命也不過是受了應得的天譴罷了。一直到了文藝復興時代以後，各種科學逐漸走上了正當的軌道，然後對於飛行的態度才逐漸的改變。

文藝復興時代的培根 (Roger Bacon) 是當時傑出的人才。極力鼓勵科學的研究，對於後來的影響很大。他曾預言將來人類必能製成了翼狀的機械，利用適宜的方法將翼鼓動以後，就能在空中飛行。他的預言果然在七百年以後完全應驗。

研究飛行術最早的文奇 培根以後，研究飛行的漸多。文奇 (Leonardo de Vinci) 實是研究飛行最早，且是最有貢獻的人。他是首先應用科學方法來研究飛行的。他研究了鳥類的飛行，曾

說過鳥類祇是一種適合算學定律的機械。這種機械實是人類的力量也能製成的。人類祇要能充分了解關於飛行的各種定律，就可製成能載了人類飛行的機械。

他覺得要對於在空氣或風內飛行的有翼的動物加以研究，必須先對於空氣或風要有充分的研究。等到他知道了空氣的阻力是非常重要的以後，就設法製成了降落傘 (Parachute)。這種降落傘雖不是能利用了向上飛行的，但可利用了在空中很安穩的降落。事實上，後來發明的滑翔機 (Glider) 實是這種降落傘的變相。

後來他更進一步研究鳥類身體的重心和飛行的關係，又製成了翼來做種種的試驗。

文奇對於飛行的貢獻很多。除了上述的降落傘和翼以外，還有一件很重要的發明，這就是直升機 (Helicopter) 了。他所製成的直升機是直徑九十六英尺能旋轉的彎形葉片，用很強大的力使葉片旋轉，就能帶了人類垂直的向上飛升。

自從有了文奇的發明，就引起了格多諦 (Paoli Guidotti) 和范倫色 (Frauste Veranzio) 的研究。

格多諦將雙翼裝置在鯨骨製成的架上，從事滑翔的試驗，曾得到相當的成功。不幸後來在滑翔的時候，他的腿跌斷了。於是就很灰心不再繼續研究。

范倫色曾將降落傘加以改良，從屋頂上很安穩的降落到地。(第一圖)

說明人類能飛行的

威爾金 後來到了第十

七世紀，威爾金氏 (Wil-

kins) 對於飛行術又有

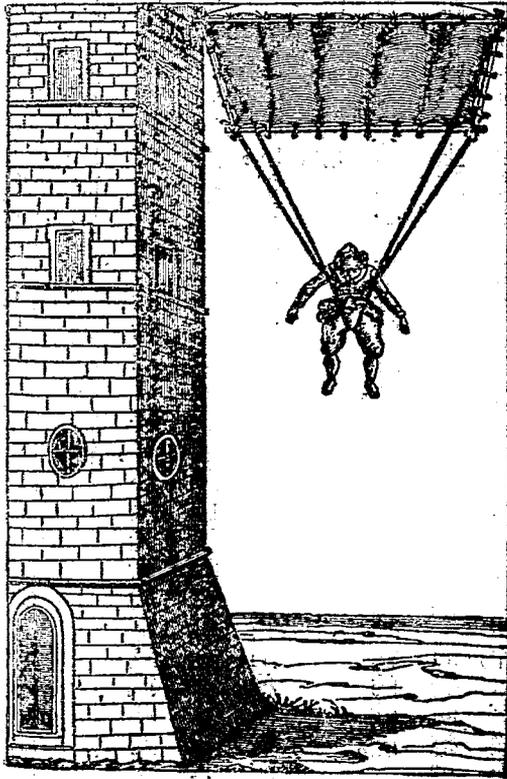
了很重要的貢獻。在他一

六四八年刊印的算學

的幻術 (Mathematical

Magic) 內，曾很詳細的討

論人類的飛行。



第一圖 范倫色的降落傘

他以為人類要想能達到飛行的目的，有四種可用的方法：第一是採用天使或神仙所用的方法，第二是設法騎在鳥類的背上，第三是利用和特達勒斯所製成的相似的翼，第四是製成可以飛行的車。

他對於這四種方法，以為第一法是不在科學研究範圍以內的。第二法是將來也許能有希望的。第三法是必須依賴人類的臂力，這是不很容易成功的。所以他以為可用的方法祇是第四法是值得研究的。但是重量很大的車又怎樣能在空中飛行呢？

對於這個問題，他曾說過：高飛的鳥類祇稍用力就能前進很遠，可見祇要能使很重的車上升到了空中以後，使車飛行是並不很費力的。他又說過：假如發現人類的體力不足擔任飛行以後，決不要絕望以為其他較大的力是不能發明的。

威爾金所有的理想全在模仿鳥類的飛行。他並沒有實行製造過，可是他的熱誠和所發表的意見却很能鼓舞研究飛行的人。像這種似乎不可能的事情，他却能解釋非常清楚，使大家都相信人類飛行實是可以成功的；不過因缺乏了相當的智識，所以離成功還很遠罷了。

從此對於飛行的研究，在理論和實驗兩方面都有繼起研究的人。尤其是波累利（Giovanni Alfonso Borelli）和拉那（Francesco Lana）二人的研究是最值得稱道的了。

波累利和拉那的研究。波累利在一六八〇年刊印動物的行動（*De Motu Animalium*），曾詳細討論飛行的方法。他對於鳥翼的構造，翼力和體重的關係等都有精到的研究。他從解剖學上的見地，說明在人體上裝置了翼以後，祇用臂力來鼓動是不能在空氣內支持不落下的。這個結論實是很正確的。所以他說：特達勒斯所用的方法是事實上不可能的，祇是些神話罷了。

其實波累利所發表的意見祇可說是給有飛行夢想的人一種很重大的打擊，並沒有能激起世人對於飛行的熱心。他研究了鳥類的飛行和空氣的彈性，結果是祇說明人類飛行是不可能的。拉那可說是首先發明氣球的。自從有了氣球，人類的飛行也就有了相當的成功。等到再過一百年汽機發明以後，於是波累利所憂慮的微弱的臂力也就不再成爲人類飛行的障礙了。

近代的飛行術可說是從兩方面發展的。一面是利用了較空氣輕的氣球，人類就能在空中飛行；另一面是較空氣重的飛機也屢經試驗，等到汽機發明以後也就能在空中飛行。不久內燃機發

明，氣球又進步變成了飛艇；同時飛機也利用了內燃機達到了完美的目的。

第二章 氣球的發明

氣球的發明正在波累利說明人類藉臂力不能飛行的時候，所以氣球的出現很能引起世人的注意，於是熱心飛行的人也就都對於這種較空氣輕的氣球首先努力加以研究。

阿·幾·默·得·原·理 氣球的能上升，完全根據二千年前希臘科學家阿·幾·默·得 (Archimedes) 所發明的原理。他因為要鑑定金冠內有無雜質攙和在內，就發明了浸在液體內的物體常受著一種向上的浮力，浮力的大小恰等於和物體體積相等的液體的重量。

所以將物體浸在和物體的密度相等的液體內，物體受著的浮力恰和物體的重量相等。結果是物體就靜止在液體內，既不沈下，也不浮上。假如物體的密度比較液體的大，物體就能沈下；比較液體的小，物體就能浮上。

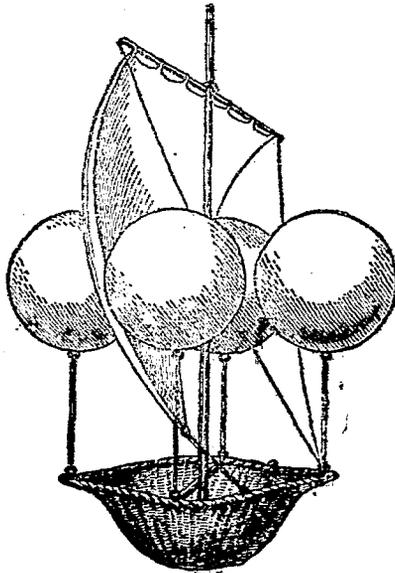
放在空氣內的物體也適用阿·幾·默·得·原·理。祇要物體的重量比較體積相等的空氣輕了，物體

就能上升。氣球的能上升，也就是因為這個緣故。不過這個歷史悠遠的阿幾默得原理，到了第十七世紀的時候，拉那才開始知道在空氣內也是適用的。

拉那的真空氣球。拉那抱有很大的志願，從事編輯科學智識的百科全書，在他一六八七年去世以前，已有兩冊出版。在這書內，就有兩章是專門討論人類飛行的。

他主張將小艇繫在四個銅球的下面（第二圖）球是用二百二十五分之一英寸厚的銅片製成的，每球的直徑是二十五英尺。他說：祇要將銅球內的空氣設法抽去以後，銅球就可比較空氣輕些；這樣，就能帶了小艇和坐在小艇內的人同時上升。他並且以為祇要用了帆和槳以後，就可使銅球依著一定的方向進行。

事實上，拉那並沒有依照了他的計劃



球氣空眞的那拉 圖二第

製造了來試驗。並且這項計劃現時已知道是不能成功的。第一是真空的銅球並不能抵抗壓在外部的大氣壓力，第二是在空氣內浮著的物體並不能因為有了帆的緣故，就依著一定的方向進行，第三是祇用臂力來使槳鼓動實是沒有多大效力的。

他的計劃缺點很多，可是所根據的原理却是顛撲不破的。所以一旦有了方法能使球的密度比較空氣的小了許多以後，向上飛升的夢想也就變成了事實。

氫氣的發現 一直到了第十八世紀，經過了凱文迪喜 (Cavendish)、白拉克 (Black)、柏力斯脫雷 (Priestley) 等許多化學家的研究，空氣的成分和氫氣的性質逐漸明瞭以後，於是氣球也就製成了。

自從有了氫氣，拉那的真空氣球所不能做成的事情，就得了補救的方法，發現氫氣的凱文迪喜在最初並沒有注意到氫氣在飛行上的用途。等到氣球已製成以後，他就覺得要研究上層空氣的性質，利用氣球實是最好的方法。

首先知道氫氣和飛行的關係的實是白拉克，他在一七六七年曾將膀胱貯滿了氫氣，上升到

了空中。不過他自己却並不承認有過這樣的試驗，他說祇是想這樣試驗，實際上並沒有這樣試驗過。他還說從來就沒有想到要製成了很大的球，貯滿了氫氣，用來將很重的物體或人類帶了升到空中。

最早的氫氣球。所以首先利用了氫氣來製成氣球，就不能不算是凱伐洛 (Tiberius Cavallo) 的發明了，他將氫氣放在肥皂泡內，肥皂泡就立刻上升。這實是最早的氣球。可惜他以爲這種試驗浪費他的寶貴的光陰，並沒有再繼續研究。不過能有實用的氣球不久也就有他人製成了。

蒙哥爾菲的熱空氣球。製成了氣球，並且在空中飛行，實是蒙哥爾菲 (Montgolfier) 兄弟兩人的貢獻。兄名約瑟 (Joseph)，弟名厄第納 (Etienne)。他們讀了柏力斯脫雷在一七七四年所著各種氣體的試驗和觀察 (Experiments and Observations on Different Kinds of Air) 以後，很引起他們研究飛行的熱心，就著手舉行試驗。

到了一七八二年十一月，他們就用了紙製的氣球，貯滿了熱空氣，竟能上升到了空中。於是在一七八三年六月四日舉行第一次的公開表演。從此世人才知道了這種偉大的新發明。

第一次的氣球飛行 第一次的公開表演是在距離里昂三十六英里他們的居宅附近舉行。所用的氣球是圓形的，直徑三十五英尺，共重三百磅。先在氣球的下方燃燒了木屑，使球內空氣的溫度升高；然後任氣球上升。不到十分鐘，氣球就上升到了六千英尺，共飛行了一英里半；等到氣球內空氣溫度降低以後，氣球也就降下了。

不久，氣球能飛行的消息傳到了巴黎，就變成了巴黎人所熱心討論的問題。很希望他們能到巴黎舉行同樣的表演。不過他們却是一時不能就來，於是當時的科學家查理（Charles）就成了應負起這個責任的人。

查理的氫氣球 查理覺到氫氣的性質比較熱空氣還要好些，所以就和勞伯脫（Robert）兄弟著手製造絲質的氫氣球，直徑達十三英尺。他們費了三天的時間，用去了五百磅的硫酸和半噸的鐵，才使氣球內貯滿了氫氣。於是在六月二十六日舉行試驗。在巴黎空中飛過的時候，約有五萬人歡呼贊美。這次共飛行了十五英里。實是第一個在空中飛行的氫氣球了。

最先乘坐氣球的生物 不久蒙哥爾菲到了巴黎，被法王路易十六（Louis XVI）召去，在凡

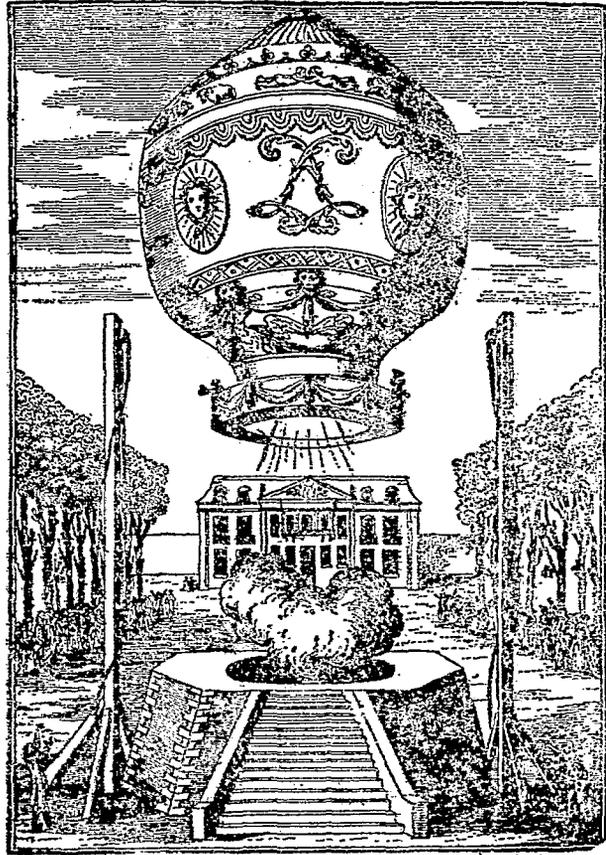
爾賽 (Versailles) 用直徑四十六英尺的熱空氣球表演飛行。這是一七八三年九月十九日的事情。他在許多觀客面前，詳細解釋以後，就任氣球上升，這次因為要試驗上層空氣對於生物有無影響，所以將羊、鴨、小雞放在籃內，繫在氣球的下部，使能同時上升，氣球上升到了一千五百英尺，才行降落。羊和鴨並沒有什麼變化，不過小雞却有些不安的情形。經過了詳細的考察，才知道這並不是因為上層空氣稀薄的緣故，實是受了羊的踐踏才這樣的。

人類的第一次飛行。後來蒙哥爾菲又製成了體積有十萬立方英尺的氣球。(第三圖)在氣球下部繫了柳枝編成的小籃，使能載了人上升。製成以後，共高八十五英尺，重一千六百磅。氣球的直徑是四十八英尺。一七八三年十月十五日就有最熱心飛行的少年羅色 (Pilate de Rozier) 坐了上升。到了十一月二十一日，他又和阿倫特 (Marquis d'Arlander) 同坐了上升。這次才任氣球隨了風力飛行。從巴黎城上經過的時候，氣球的高度約為三百英尺。後來因為維持氣球內部空氣溫度的火竟燃著了氣球，無法熄滅，祇得降落，可是仍很安穩的到地。這次飛行了五英里半，共在空中二十分鐘。這實是人類第一次的飛行。

到了十二月

一日，查理和勞伯脫又坐了氫氣球飛行。從巴黎一直飛行到了二十五英里以外的納塞爾(Nesle)，共在空中二小時。這次所用的氣球，直徑二十七英尺半。並將網絡在氣球的上部，再將長八英

第二章 氣球的發明



第三圖 蒙哥爾熱空氣球

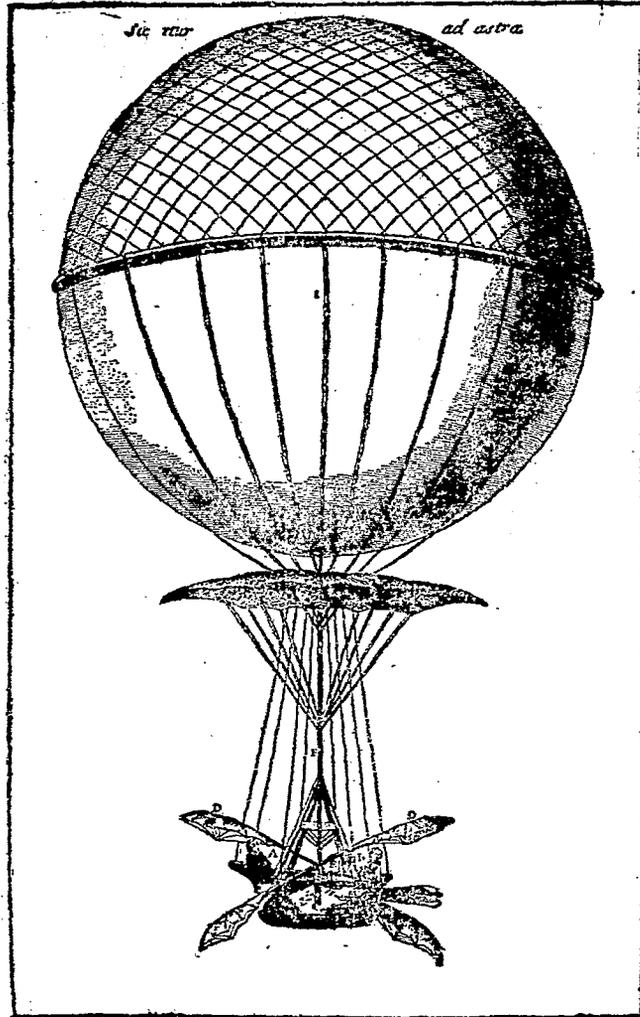
尺闊四英尺的小艇繫在氣球的下部。氣球的頂部有一個可以開閉的小孔。到了要降落的時候，坐在小艇內的人祇須將繩拉了一下，就可使小孔開放，任氫氣流出，於是氣球也就降落。

他們飛行到了納塞爾以後，查理又單獨坐了飛行，上升到了二英里的高度。這樣大膽的試驗，很使查理覺得十分滿意。

從此飛行的事情不獨是在巴黎很風行一時，就是在其他各地也是有人從事研究。同時對於氫氣和熱空氣的優劣，也發生了很熱烈的辯論。因為蒙哥爾菲式氣球既不容易維持氣球內部空氣的溫度，又有發生燃燒的危險，所以不久就都棄置不用。於是查理式氣球就成了通用的氣球。

第十八世紀最著名的飛行家，在第十八世紀的時候，勃倫佳（Blanchard）實是當時最著名的飛行家。常在歐洲各大都會內，坐了有槳和舵的查理式氣球（第四圖）飛行。他曾在一七八五年一月五日，飛行過了英吉利海峽。這樣空前的事業成功以後，就使世人研究氣球飛行的興味格外的濃厚了。

氣球的用途。因為研究氣球飛行的逐漸增加，氣球的用途也就逐漸推廣。於是在戰爭的時



球氣氫的佳倫勃 圖四第

候，就有用來偵察敵軍情形的，這是從一七九四年開始的。當時法國和奧國戰爭，法國因為利用了氣球的緣故，就得了很大的勝利。不過運輸氣球非常不便，所以利用氣球常受著相當的限制。

利用了氣球還可進行科學的研究，上層空氣的性質就是這樣測定的。

到了第十九世紀的末葉，飛艇和飛機相繼的製成，於是氣球的用途也就逐漸減少。祇是研究氣象學的時候，有時還是利用氣球的。不過在人類飛行史上，氣球實佔很重要的位置。不獨是後來的氣艇就是從氣球變成的；並且因為有了氣球的緣故，大家才深信人類飛行並不是妄想，在空中自由的來去祇是遲早的問題。所有各種的研究都是從氣球發明了以後才引起的。

第三章 飛艇的製成

氣球上升到了空中，隨了風力飛行，完全是被動的。所以不久就有研究怎樣能使氣球隨意行動的。

最初使氣球飛行的方法。最早的計劃是想在氣球上裝設了帆，使能像船一樣的行動。不過

試驗的結果，知道這是完全沒有用的。因為有帆的船，是受了風力的帆使船在水內行動，但是有帆的氣球，帆和氣球都是同在空氣內行動，帆的效用正和氣球受了風力一樣，並不能控制氣球的行動。

從一七八四年起，勃倫佳就在氣球上裝設了槳。這却是很有用的。同時勞伯脫也這樣試驗過，結果很是不壞。不過當時因為還沒有比較臂力更大的原動力，所以效率畢竟是太小。

密倫 (Abbes Mollan) 和 佳甯脫 (Taninet) 曾有過很好的計劃。他們在氣球上開了小孔，讓熱空氣流出。想利用熱空氣流出時所發生的反作用，使氣球前進。不幸在公開表演的時候，因為臨時發生了障礙，稍遲了些，觀眾竟大怒，將氣球完全搗毀了。

後來美國的霍潑金孫 (Francis Hopkinson) 又主張在氣球上裝設了螺旋推進機，就可使氣球在空中飛行。不過這個良好的計劃他自己並沒有實地的加以試驗。再呢，在當時的船上還沒有採用螺旋推進機的，所以大家並不理會這種機械的價值；他想應用在氣球上，也就更是沒有人肯這樣試驗了。

此外還有法國摩尼(Monsieur)的計劃也是很值得注意的。他先詳細研究怎樣的氣球在空中前進受到的空氣阻力最小。最後就決定氣囊必須用卵形的，在氣球下部的小艇也須用很狹長的。他以爲氣囊應分成兩層：外層貯空氣，內層貯氫氣。這樣就比較能的抵抗外部的大氣壓力，保持氣囊的形狀。(註)他還想用八十個槳手使這樣的氣球前進。他的計劃祇要能裝設了發動機很可實行，假如祇靠了八十個槳手的力量就很難有用了。不過在當時這個問題實是無從解決，所以必須要再過了五十年，大家才知道這個計劃的價值。

(註) 也有將外層貯氫氣，內層貯空氣的，這是勞伯脫兄弟的主張。同樣能抵抗外部的大氣壓力，保持氣囊的形狀。

從最初的研究，就可看出使氣球自由飛行並不是一件很簡單的問題。所以不久就有斷定這是不可能的事情發生了。不過氣球的能否飛行，實祇是發動機的問題。一旦這個問題解決，氣球也就能自由飛行。

最早的飛艇模型 一八二〇年坡得(Rufus Porter)曾製成最早的飛艇模型。(第五圖)氣囊是紡錘形的。在氣囊的下部，有狹長的小艇，裝設了用汽機發動的螺旋推進機。試驗的結果很好，

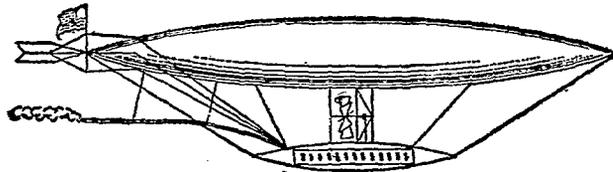
在空中飛行異常平穩。

到了一八五〇年鐘表製造家珠良 (Julien) 又製成了有螺旋推進機的飛艇模型。(第六圖) 形狀和雷相 仿，長二十三英尺，重一千一百克。利用彈簧的力量使螺旋推進機轉動，能在微風內很安穩的飛行。

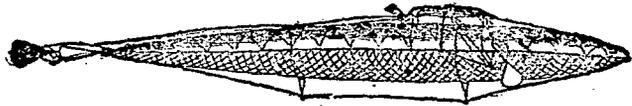
他因為要知道飛艇應有的形狀，曾將許多形狀不同的模型放在水內試驗所受的阻力。這實是非常巧妙的科學方法。所以他所製成的飛艇模型在當時實是最好的了。

發明飛艇的奇發特 不過能載了人飛行的飛艇實是奇發特 (Henri Giffard) 製成的。他曾幫助珠良 製造過飛艇模型，後來就獨力製造。一八五一年他將用

第三章 飛艇的製成



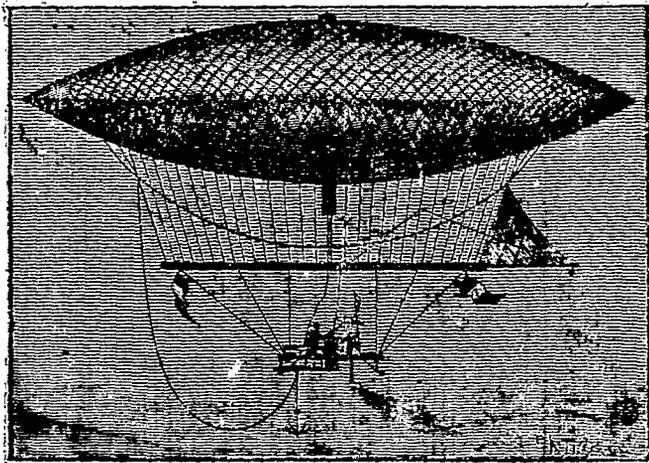
圖五 第坡得的飛艇模型



圖六 第珠良的飛艇模型

汽機使螺旋推進機轉動的飛艇計劃請求註冊不久他就依了他的計劃製成。(第七圖)氣囊是成紡錘形的兩端很尖，共長二百四十三英尺，直徑三十九英尺。用許多的繩將小艇繫在氣囊的下面。小艇的後部裝設了三角形的舵。在小艇內裝設了三馬力的汽機，能使直徑十一英尺的螺旋推進機每分鐘旋轉一百十次。又將鐵絲網包在汽鍋的周圍，並使煙囪的出口向下，這樣就可使氣囊內的氫氣沒有燃燒的危險發生。

第一次的飛艇飛行：一八五三年九月二十三日他就坐了製成的飛艇在空中飛行。飛行的時候風力很強，不易使飛艇前進，所以每秒祇飛行了



第七圖 奇特的飛艇

六英尺。不過經過了這次的試驗，就證明了他所製成的飛艇實是很適用的。

他後來又製成了較小的飛艇，也得到很好的成績。他知道風力對於飛艇的飛行影響很大，除非是用了強有力的汽機，才能得到較大的速率，但是用了強有力的汽機，氣囊就須很大。所以他又計劃製造很大的飛艇。氣囊長二十英尺，直徑一百英尺。依他的計算，可以有每秒四十四英里的速率。不幸還沒有著手製造，他就去世了。因此這個偉大的計劃也就失去了試驗的機會。

奇發特去世以後，從事製造飛艇的人很多，不過能有實際的進步的，就祇是法國的利那特（Fontis）和克雷勃（Krebs）了。他們在一八八四年製成的飛艇，採用了鯨魚形的氣囊。長一百六十五英尺，最大的直徑是二十七英尺半。繫在氣囊下部的小艇，是竹製的，長一百零八英尺，闊七英尺。小艇的前部有用電動機轉動的螺旋推進機。這樣製成的飛艇成績異常良好，在空中飛行非常平穩，並且能完全依從駕駛員的指揮。飛行的速率平均是每小時十四英里半。

在一八七二年的時候，哈林（Harlein）曾製成了用煤氣機的飛艇。方法很好，不過並沒有多大的成功。到了一八七九年，希華茲（Schwarz）又製成了用煤油機的飛艇。這個飛艇和從來製

成的飛艇不同，氣囊全部是包裹在很薄的鋁殼內的。可惜他製成了以後，不久就毀壞了，所以並沒有能從事實際的飛行。

不久，杜蒙 (Santos Dumont) 在一八九八年又製成了用煤油機的飛艇，結果異常良好。他所製成的飛艇氣囊共長八十二英尺半，最大的直徑十一英尺半。氣囊的前端很尖。九月二十日試驗飛行，成績很好。他在十年內共製成了十四個形狀完全不同的飛艇。並到各處表演飛行。曾遇到了許多次的危險，不過從沒有受過傷。也就可以看出他所製成的飛艇實是很不差的。

在一八九八年，法國的杜蒙製成了用煤油機的飛艇，同時德國的徐伯林 (Zeppelin) 也有同樣的成功。這些用內燃機的飛艇決不是從前用汽機的飛艇所能比得上的。

飛艇的種類。現時所用的飛艇共有堅硬、不堅硬、半堅硬三種。不堅硬的飛艇，氣體是貯在柔軟的織物所製成的囊內，氣囊的形狀能隨了內部氣體的壓力改變。堅硬的飛艇，氣體是貯在金屬製成的囊內，因為氣囊能抵抗外部的大氣壓力，所以氣囊的形狀是不會改變的。半堅硬的飛艇，氣囊仍是用柔軟的織物製成，不過另有用金屬棒製成的架，可以保持氣囊的形狀。不堅硬的飛艇就

是摩尼奇發特等繼續研究以後製成的。堅硬的飛艇，得了徐伯林的研究才有實際的成功。

徐伯林的堅硬飛艇。

徐伯林費了兩年的研究，在一九〇〇年才製成了用內燃機的堅硬飛艇，比較從前所有的飛艇都要大些，力量也要強些。他第一次製成的，氣囊共長四百十六英尺，直徑達三十八英尺，重九噸。有兩個十六馬力的內燃機，能使螺旋推進機每分鐘轉動一千一百次。

一九〇〇年七月二日，他舉行第一次的飛行試驗。這次並沒有顯著的成績。到了十月，才有了很好的結果。飛行的高度會到了一千三百英尺，每小時的速度是二十英里。

一九〇五年他又製成了較小的飛艇。所用的內燃機是八十五馬力的，比較從前所用的更強有力些。可是等到飛行的時候，竟沒有結果。並且到了夜間，飛艇又給風完全吹壞了。

後來到了一九〇七年他才製成了第三個堅硬飛艇。這次就得到了圓滿的成績，各種的希望都能全完達到。在半英里的高度，共飛行了六十七英里。速率是每小時二十九英里。

有了這樣良好的成績，所以德國政府就資助徐伯林再製成了長四百四十六英尺的飛艇。到了飛行的時候，並沒有少許不滿意的事情發生，並且超過了從來所有的飛行成績。一九〇八年六

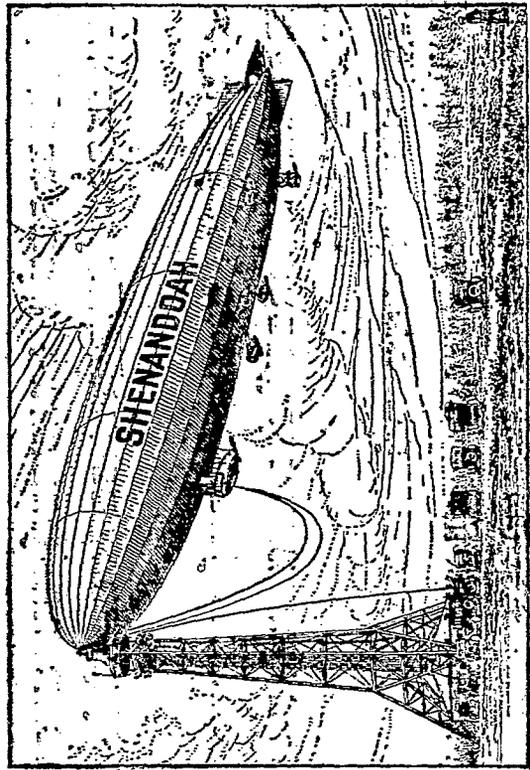
月，飛艇曾在空中十二小時，飛行了二百七十英里。平均的速率是每小時二十二英里。後來在有一次飛行的時候，飛艇忽著了火，竟毀壞了。於是德國政府和人民又捐助徐伯林再行製造更大的。半堅硬的飛艇。半堅硬的飛艇係路布特 (Loburdy) 兄弟出資，託珠利烏 (Julio) 和蘇可夫 (Sirov) 在一九〇二年首先製成的。形狀和魚一樣，共長一百八十三英尺。用四十馬力的內燃機使螺旋推進機轉動。在一年內共飛行了二十九次，每次都有很好的成績。平均的速率是每小時二十二英里。

在一九〇二年的時候，路布特的半堅硬飛艇實是當時最佳的飛行利器。那時飛機還沒有發明，徐伯林還沒有證明堅硬飛艇的價值。所以法國政府極力製造這種飛艇和不堅硬飛艇，認為是戰爭上最有功用的利器。

一直到了徐伯林研究堅硬飛艇成功以後，才知道堅硬飛艇是比較任何種飛艇都要好些。假如是長距離的飛行，那就更必須用堅硬飛艇。

在飛艇的氣囊內，從來是貯氫氣的。不過氫氣是一種可燃燒的氣體，所以飛艇常有著火的危

發發生。自從第三十世紀知道了可用氫氣以後，於是飛機也就比較從前更安全了。(第八圖)



第一第八圖 第一用個的飛艇

第四章 飛機的起源

經過了文奇、威爾金等的努力研究，在第十七世紀的末葉，製造較空氣重的飛機就已漸有了些頭緒。祇要能有較大的原動力發明，將波累利所憂慮的困難設法解決以後，飛機也就很容易的製成。

不過在第十八世紀的時候，製造飛機實並沒有絲毫的進步。這是因為研究飛機的祇是模仿鳥翼的構造和運動方法，想製成利用臂力的飛機；同時因為氣球的發明，大家都注意在氣球的研究，在這一方面也就比較的很忽略了。

可是在這一百年內，也稍有幾件值得提及的事情。

貝克維爾的飛行 貝克維爾 (Marquis de Bacqueville) 在一七四二年曾從事飛行的研究。那時他已六十二歲，曾飛過了巴黎的塞納 (Seine) 河。現時已不很知道他所用的飛機是怎樣構造的，也不知道是否經過了許多次的試驗才製成的。祇知道他將翼狀的東西縛在他的臂上，從塞

納河邊的屋頂上，一直飛下到了河的對面，共飛行了九百英尺。他並不將翼鼓動，祇是用來防止身體的驟然降落罷了，像他這樣年老的人能有這種勇氣，是非常能使人欽佩的。

斯威頓保的研究。斯威頓保 (Emmanuel Swedenborg) 是很有理想的天才。他會有幾年專門研究飛行的問題，並計劃了較空氣重的飛機的製法。他的方法並不適用，不過在他的計劃內却首先顧到飛機的穩度，這是很值得注意的。設法使飛機能保持平衡，不發生傾斜的弊病，就是後來的許多飛機製造家也覺得是最困難的問題。

包克頓的計劃。包克頓 (Panton) 曾在一七六八年發表製造飛機的計劃。在他的計劃內，飛機應裝置螺旋推進機兩個：一個使飛機上升，一個使飛機沿水平方向前進。使飛機上升的螺旋推進機，和文奇所發明的直升機實是完全相同的。

製造直升機的困難，就在舉起的重量增加以後，旋轉的彎形葉片的面積也就須加大，漸變成事實上不可能的。所以直到現時還沒有能製成可以實用的直升機。

包克頓曾計算過使飛機上升所必需的力，以為必能從司上升的螺旋推進機發生。等到上升

以後就祇須用向前進的螺旋推進機一定可使飛機向前飛行。不料他的計算有一個根本的錯誤。這是因為使停放在地上的飛機上升所必需的力是很小的，可是等到飛機已離開了地面，不獨是需力維持飛機不再墜落，還得用更大的力使飛機上升。這項更大的力包克頓並沒有計算在內。應用直升機的原理來製造飛機，是很值得研究的方法。不過現時所有的飛機都不是根據了這個原理製成的。

摩爾文的貢獻和包克頓同時的摩爾文（C. P. Muiwin）曾用科學的方法精確的計算翼面應有的面積。他說假如飛機要載了體重有二百磅的人飛行，翼的面積至少須有一百二十六平方英尺。這個數目現時已證明是十分正確的，所以摩爾文的研究是非常精細，很值得贊美的。

到了第十九世紀，因為汽機已發明的緣故，飛機的製造也就有了很顯著的進步。這是因為瓦特（Watt）發明了汽機以後，人類才知道有比較臂力更大的原動力；於是波累利所憂慮的臂力也就不再成爲嚴重的問題，對於飛行的研究自更興奮了。

凱萊的見解 凱萊（George Cayley）研究了鳥類的飛行，知道空氣的阻力是非常重要的。

鳥類在空中飛行的時候，因為翼上受著了空氣的阻力，所以能不向下墜落。鳥類飛行所用的力祇在能使前進罷了。

他反覆研究了許久以後，到了一八〇九年就發表了他的航空論（*On Aerial Navigation*）。主倡祇要能使製成的翼前進，受著了空氣的阻力以後，就可上升支持在空中。這個見解非常重要。近代的各種飛機都是根據了這個原理製成的。

凱萊的見解是很容易解釋的。假如將硬紙片一塊水平放著，使和地面平行。於是任硬紙片落下，硬紙片就同時受著了兩個不同的力：一個是地心引力，這是使硬紙片向地面垂直落下的；還有一個是空氣的阻力，這是能阻止硬紙片落下的。因為空氣的阻力沒有地心引力大的緣故，硬紙片畢竟是下落到地。假如在硬紙片落下的時候，使硬紙片的前端稍高，然後稍加些力使沿水平方向前進，那麼，硬紙片所受著的空氣阻力也就能比地心引力大些。硬紙片就能向上升了以後，再行降落。這就是使風箏怎樣上升的原理了。飛機的上升也是根據了這個原理。

飛機的翼並不水平，前端稍高。等到螺旋推進機轉動以後，飛機的翼就受到了比較地心引力

更大的空氣阻方向上飛起了。

凱萊發表了上項主張以後，隔了四月，又有重要的意見發表。他說：翼的形狀也是很重要的。他似已知道翼面稍向上隆起的所有的上升力比較翼面平的更要大些，他並且以為汽機的重量過大是不適用在飛機上的；必須製成了「能使燃氣和分量適宜的空氣在活塞旁燃燒」的發動機才能適用。這實是近代內燃機的原理，他却早就見到了。

凱萊不獨是值得贊美的理論家，並且還做過了許多的試驗。在他精密的研究了鳥類飛行以後，曾製成了相當的翼，用來試驗他對於空氣阻力的觀念。

不過凱萊的理論是後來經過了許多發明家和飛行家的研究，才證明是非常正確的。在當時他自己也並沒有夢想到這些理論後來竟能實行。所以製成較空氣重的飛機正不知費了許多人的心力和試驗。

華革的意見 和凱萊同時的華革(Thomas Walker)在一八一〇年發表了他的機械飛行的方法(Treatise on the Art of Mechanical Flying)他所有的意見是完全根據了他對於鳥

類飛行的觀察和鳥翼構造的研究得來的。以爲人類飛行祇是一種機械的方法。假如能製成了和鳥翼相同的機械，人類是一定可以飛行的。他相信祇要有了一定的機械，就是利用臂力也一定可以飛行。他曾計劃了飛機的構造方法，可是他並沒有著手製造；所以他終究是沒有能知道有些怎樣的缺點。

後來到了一八三一年，他又重新計劃了飛機的構造方法。這次的計劃和前次的完全不同。他已知道翼的面積大了以後就更能抵抗地心引力，所以在他的計劃內有兩個面積很大的翼。他又覺得可以利用汽機來使飛機飛行，不過他却沒有注意到汽機的重量是很大的。

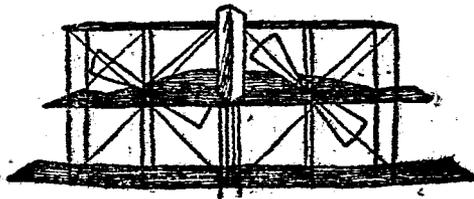
華革祇是一個理論家，他並沒有從事實際的試驗。所以他的意見大半是不合實用的。不過他提倡利用汽機來使飛機飛行，很能引起當時許多飛機製造家的注意。

亨孫和斯屈林弗洛的努力製造。最先著手製造用汽機發動的飛機的是亨孫 (William Samuel Hansen) 和斯屈林弗洛 (John Stringfellow) 兩人，他們有很密切的交誼，對於飛行的研究也有同樣的熱心。在一八四〇年的時候，亨孫從事製造飛機，想製成一個很輕的汽機可以用

來裝在飛機上的。這個汽機的製成大部分是斯屈林弗洛的力量。兩年以後，亨孫曾將可以載人的飛機構造方法計劃好了請求註冊。到了一八四三年曾著手製造，但是並沒有製成。他的計劃實係完全根據凱萊的主張，不過從他的計劃上，很可看出他的飛行智識實比凱萊高明，所以有時也常說飛機是亨孫發明的。

後來他們對於翼和汽機的構造方法又詳細的加以研究，可是製成的飛機仍是不能飛行。從此亨孫就非常灰心，沒有再繼續研究。

第一個用汽力發動能自由飛行的飛機模型，不過斯屈林弗洛仍是繼續研究，到了一八四八年終究製成了用汽機發動的飛機模型（第九圖）並且能在空中飛行。他所製成的模型，在他的兒子所著的螺旋推進機的飛機大要（*A Few Remarks on Screw-Propelled Aero-Plane Machine*）內，曾說過翼的長度約爲十英尺，最闊的部分達二英尺。翼的形狀是向上稍隆起的，前部很堅固後部用羽毛裝飾。尾長三英尺半，最闊



第九圖 斯屈林弗洛的飛機模型

的部分達二十二英寸。翼和尾的面積共爲十四平方英尺。模型的重量連水和煤在內，不滿九磅。

他製成了飛機模型以後，就在室內試驗飛行。室內有一根傾斜的鐵絲，飛機模型就沿了這根鐵絲向前進行。第一次的試驗因爲尾太高的緣故，結果是失敗的。等到他將尾重新裝置以後，汽機開動，飛機就沿著鐵絲向前進行，不久就自行和鐵絲離開，向上飛起，一直飛行到了室的那邊，將張著的布幕撞破了。

他不久又舉行飛行的試驗，結果也是非常良好。飛機和鐵絲離開以後，共在空中飛行了四十碼。

斯屈林弗洛所製成的飛機模型實是第一個能自由飛行的。不過當時對於飛行的智識還很幼稚，汽機的重量太大，很不適用。所以實際有用的飛機還須經過了許多的研究和改良，才能製成成功。

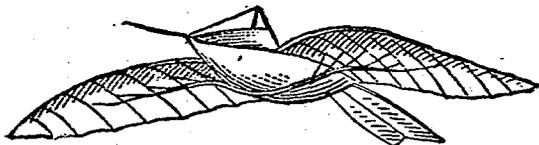
第五章 滑翔的研究

自從有了凱萊、亨孫、斯屈林、弗洛等的研究，在第十九世紀的中葉，飛機可說是已逐漸製成。不過飛機是必須有了方法駕駛才能飛行。這和自行車相仿，製成了自行車還得有駕駛的方法才能隨意行動。可是要得到駕駛的方法，就必須有飛行家坐了飛機從事實際的飛行；否則就不易發現飛機的缺點，進步也就很難了。

所以很勇敢的飛行家也是非常重要的。第十七世紀的白尼爾 (Barnier) 和第十八世紀的貝克維爾 在身上縛了翼狀的東西，大膽的在空中滑翔。這種勇敢的精神實是非常值得讚美的。

最早的滑翔機，到了第十九世紀，路勃利 (L. o. Brie) 製成了可以載人的滑翔機，形狀和信天翁非常相似。(第十圖) 約長二十三英尺。翼的面積共有二百二十平方英尺。翼後有一個能上下活動的尾。

他將製成的滑翔機繫在馬車上，使馬逆風前進，就上升到了三百英尺。同時路勃利和馬車夫也坐在滑翔機上很平穩的上升到了空中。共走了二百碼。



第十圖 路勃利的滑翔機

以後，方才停止。後來他又坐了滑翔機試驗飛行，不料這次滑翔機失去了平衡，忽然墜落，他的腿也就跌斷了。隔了十二年後，他又製成了滑翔機重行試驗，不再載人，祇載了些砂囊，結果很好。可惜不久就毀壞了。

路勃利的滑翔機實是第一個有成效的。不過他從來就沒有想到怎樣才能使滑翔機前進，並且他的計劃也缺乏科學的根據。所以對於後來的影響並不很大。

列林道的偉大貢獻 列林道 (Oto Lilienthal) 和路勃利完全不同。他根據了飛行的學理，詳細研究，製成了很完美的滑翔機。貢獻很大。後來萊脫 (Wright) 兄弟的成功和他是很有關係的。

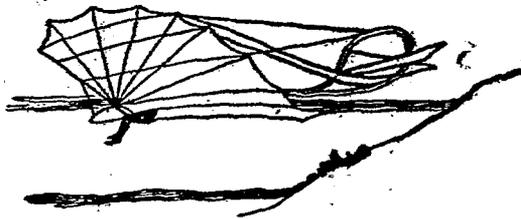
他在十九歲的時候，就從事滑翔的試驗。不過那時他缺乏關於空氣的智識，所以進步很少。這樣過了四年，他就知道要希望能有良好的成績，必須先詳細研究翼的形狀和空氣的關係。所以他從一八七一年起，就著手考察鳥類的飛行，特別注意鳥類怎樣駕馭空氣的方法。於是用各種形狀的翼來試驗，決定了稍向上隆起的翼是最能升高的。

到了一八八九年，他對於鳥類的飛行就有了很完備的研究。於是用稍向上隆起的翼，依照了所有的研究結果詳細試驗。一八九一年他將很韌的布包在去皮的柳枝上，製成了滑翔機，共重四十磅。翼的面積約有一百平方英尺。他在每次試驗以後，常將發現的缺點都設法除去。這樣共試驗了二千多次。最後在一八九六年竟將生命也犧牲在滑翔的試驗上了。

在他試驗滑翔的時候，他常從約高五十英尺的圓錐形假山上，跳到空中。這個假山是他特別建築在柏林附近的平原上，供他試驗滑翔用的。

在滑翔的時候，他的兩臂攀住了滑翔機，兩腿是懸空的。（第十一圖）他練習了幾次以後，就能在風力很適當的時候滑翔一百碼以上。並且很有方法駕馭他的滑翔機。他都知道祇要將身體向左右或前後稍稍移動，就很容易保持滑翔機的平衡。這種的移動在有了經驗以後是很出於自然的。正和乘坐自行車相仿，維持自行車的平衡也並不是很費力的。

後來他又在滑翔機上裝設了舵，試驗是否更易保持平衡。不知怎樣



圖一十第 列林道的滑翔機

滑翔機毀了，列林道從五十英尺高的空中墜落到地，生命也就犧牲了。

有了列林道許多年的滑翔試驗以後，就決定了翼面稍向上隆起的比較翼面平的好些，並且證明了練習滑翔也並不是很困難的。他的勇氣和毅力，使他成了首先能利用較空氣重的飛機在空中自由飛行的人。他的研究成績很能引起世人的興味，不能不說是很偉大的了。

畢爾契的熱心研究 畢爾契 (Percy Pilcher) 聽到了列林道的各種試驗，在一八九五年也製成了滑翔機從事試驗，結果很不滿意。於是他到德國訪問列林道，詳細討論。回到英國以後，他就製成了較佳的滑翔機。添了一個水平的尾翼，又將翼端改低，試驗的成績非常好。

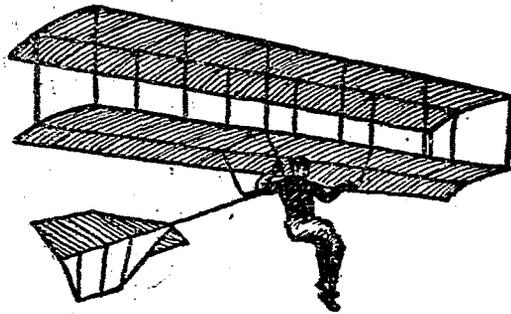
到了一八九六年他又完全用竹製成了滑翔機，這就是他最後製成的滑翔機了。翼的面積約爲一百八十平方英尺。他用很細的繩曳著，滑翔了二百五十碼。因此他的興味更濃，想在這滑翔機上裝設了汽機，使能自由飛行。所以他又專心研究汽機的構造方法。一八九七年他重行試驗，知道祇要用三馬力或四馬力的汽機就可維持滑翔機在空中飛行。不幸到了一八九九年試驗的時候，天氣惡劣，竟將滑翔機毀了。他也就因此犧牲了他的生命。

蒙脫哥梅的試驗。到了第十九世紀的末葉，美國也漸有了研究飛行的人。蒙脫哥梅 (Montgomery) 實是首先從事試驗滑翔的。他的試驗到了一八九一年才引起世人的注意。最大的貢獻就在使滑翔機從氣球上向下滑翔，這樣就能有距離較遠的滑翔。到了一九一一年，他的生命也就犧牲在滑翔上了。

強諾脫的重要改良。不久強諾脫 (Octave Chanute)

又從一八九六年起，在密歇根 (Michigan) 湖旁的砂丘上，試驗了幾百次的滑翔。(第十二圖) 他將每次試驗的結果都很詳細的記錄下來，經過比較研究以後，就能使他的滑翔機逐漸改良。這樣共試驗了兩年，以後就專心研究關於空氣的智識了。

強諾脫的試驗和研究對於後來的萊脫兄弟影響很大。在他的飛行實驗錄 (Experiments in Flying) 上，曾指出列林道方法的不妥。以為依賴了駕駛員自己的力量，保持滑翔機



第二十圖 強諾脫的滑翔機

平衡，是很笨拙的方法，並且也是不很適用的。最好的方法在能製成較穩的滑翔機，這樣就可使危險更少了。他以爲祇要能設法使翼的面積隨時改變，就可達到安穩的目的。

他曾製成了比較安穩的滑翔機，在環境很好的時候，就是沒有經驗的駕駛員也可坐了從事短距離的滑翔，決沒有危險發生。可是他並沒有畢爾契等的膽量，所以他並沒有從事實際的飛行。不過他的創造能力和研究方法，實是非常值得贊美的。

第六章 飛機的製成

自從有了列林道、強諾脫等的滑翔研究，人類的自由飛行也就不久完全成功。不過同時却還有從其他方面著手研究的，所以在敘述萊脫兄弟達到自由飛行的目的以前，也得先將其他的研究敘述一下。

他們的研究重在製成一種能用發動機的飛機，就是沒有經驗的駕駛員也是能管理的。他們和滑翔家不同，並不設法研究怎樣才是最適合飛行的飛機，祇是將一些粗笨的機械努力試驗，就

是最有名的倫克萊 (Langley)，也是這樣的。所以結果都是失敗的。

這些從事研究的人可以分成三類：第一類是浪費了他們的心力和時間，在事前就可決定是不會成功的。這是因為他們並不根據凱萊的飛行原理，又不採用適宜的汽機。溫哈姆 (Wenham)，那圖 (Nador) 等就是屬於這一類的。第二類是製成的飛機確能飛起，可是並不能支持在空中，也是不能飛行的。阿特爾 (Clement Ader)，麥克新 (Hiram Maxim) 等就是屬於這一類的。第三類是比較的用了科學方法，製成了應用汽機的飛機，並且是能實際飛行的。不過因為缺乏了適當的駕駛方法和經驗，結果仍是沒有成功。倫克萊就是這一類內最傑出的人了。

溫哈姆、那圖等的研究，溫哈姆、那圖等專心研究直升機的構造，曾費了很多的精力。可是因為根本的原理和凱萊所主張的不同，所以他們並沒有製成能有實用的飛機。

阿特爾是自信會製成飛機的。阿特爾在一八九〇年曾製成裝有汽機的飛機。據他的友人報告，他曾坐了這個飛機，上升到了一百六十四英尺。但是他的飛機並不安穩，是否能飛到這樣的高度是很可疑的。因為他製成的飛機就在第一次試驗飛行的時候毀去，不久重行製造，又在試驗

的時候毀去，所以他的飛機也許竟未曾離開地面！

到了一八九七年又重行製造。在他第三次製成的飛機上，曾裝有兩個二十馬力的汽機，使四葉的螺旋推進機旋轉。飛機的下部又安設了輪，使飛機能在軌道上滾動。依他的計劃，螺旋推進機轉動以後，飛機就沿了軌道向前進行，不久就能離開了軌道飛起。但是第一次的試驗並沒有成功。第二次的試驗飛機前進了少許以後，就完全毀壞了。所有飛行的成績祇是沿了軌道跳了幾下罷了。

可是他自已發表的却大不相同。汽機開動以後，飛機就沿了軌道很快的前進，不久就飛起了。這時風力忽然變大，竟使飛機不再依從駕駛員的指揮，向很危險的障礙物衝去；於是他就立刻關閉汽門，飛機墜落到地就完全毀去了。

所以阿特爾的飛機是否已能飛行，就成了必須辯論的問題。阿特爾常自信是第一個坐了較空氣重的飛機飛行的人，不過這却不容易使大家相信是事實。退一步說，就是承認了阿特爾所發表的完全可靠，但是這種暫時能飛行不久就失去了效用的飛機，也不能算是已有相當的成功。

麥克新的試驗。在阿特爾從事飛行試驗的時候，麥克新也正在製造用汽力發動的飛機。他先製成了模型，試驗翼的傾斜角和空氣阻力的關係，然後再從事製造飛機。他以為製成重量較輕、力量較大的汽機並不是不可能的。不過這個問題從斯屈林弗洛以來就沒有相當的解決方法，所以麥克新所製成的也祇是比較好一些的罷了。

麥克新的計劃在使飛機沿了軌道前進，不使飛起。所以他用了很重的鐵輪想阻止飛機的飛起。不過到了試驗的時候，飛機竟離開了軌道向上飛起了。

從阿特爾、麥克新等的試驗，可以看到假如內燃機竟不發明，適用的汽機一定是不久也就能製成的。

倫克萊首先用科學方法研究飛行。倫克萊的研究和阿特爾、麥克新等完全不同。他是用了科學方法詳細研究，實是第一個使飛行變成了一種科學的。在倫克萊以前，已有許多人研究過各種形狀的翼，試驗過空氣阻力的性質，並且得到了相當的結果，不過從來沒有人能將數學應用到這些問題上去。可是到了倫克萊詳細研究以後，他就能用適宜的數式表示翼和空氣阻力的關

係。

倫克萊在美國研究的時候，列林道正在德國進行各種的試驗。假如他們能在一處共同討論，所有的成就必能更偉大些。不幸事實上並不是這樣，他們都是獨力研究的。

倫克萊的研究方法，他在可以旋轉的圓板上設立了許多突出很遠的棒。這些棒都是用來掛銅片的。當圓板旋轉的時候，銅片也就在空氣內前進。他就很容易的測定了空氣阻力和所有的上升力。結果是旋轉愈快，銅片也就覺得愈輕；到了旋轉很快的時候，銅片就浮在空中了。這樣的結果很使他覺得非常驚奇。所以他說：從前以為是不可能的事情，現在竟變成可能的了。

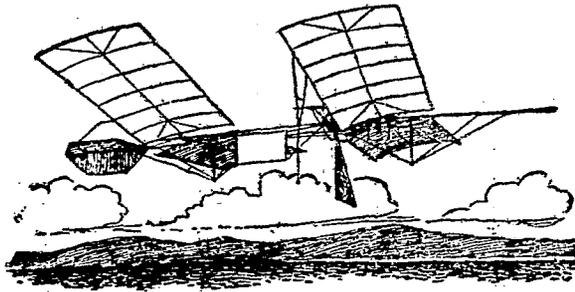
他所得到的結果並不能算是新的發現，因為這是斯屈林弗洛所早就知道的。不過自從有了他的試驗以後，才有了數量的關係。

倫克萊又進一步研究飛機的構造，知道有兩個問題是必須設法解決的。第一是飛行的原動力，必須能有適宜的原動力，才可保持飛機的飛行。第二是飛機的穩度，必須能有相當的穩度，才可不致有危險發生。

他先製成了很小的飛機模型來試驗，在這模型內所用的原動力是橡皮的彈力。他所製成的模型很多，大約在三十個以上。等到試驗已有了成效以後，於是製成較大，能裝置汽機的飛機。兩翼共長十三英尺，全體共重三十磅。（第十三圖）在一八九六年曾達到了飛行的目的。有一次竟飛過了波多瑪克（Potomac）河，約飛行了四分之三英里，所有的缺點就在不能使飛機繼續前進。

從他的試驗可以知道較空氣重的飛機確是可以飛行的。不過他和列林道不同，並沒有飛行的慾望，祇是想用科學方法來研究罷了。所以他一旦知道了飛行是可能的以後，就非常滿意，不再繼續研究了。

不過事實上却並不是這樣。他在一八九六年的成功引起了美國陸軍部的注意，結果是他受了陸軍部的委託，進行製造可以



機飛的萊克倫 圖三十第

實用的飛機。

倫克萊以爲主要的困難實在原動力。飛機的重量太大，很不適用，所以他就想採用內燃機。那時內燃機已早發明，並且已能有相當的效率，不過還沒有製造的工廠。因此他就不得不自行製造了。

倫克萊製成了沒有能飛起的飛機。從一八九八年起，他就著手製造可以實用的飛機。到了一九〇三年才行製成。全部用鋼製成，共重七百三十磅。裝有五十馬力的內燃機，使兩個螺旋推進機轉動。於是在十月十七日舉行第一次的試驗。

內燃機開動以後，飛機就向前進行；不過並沒有飛起，反向下跳到水內去了。後來修理好了，在十二月八日再行試驗。結果也是不能飛起，飛機卻又毀壞了。

這第二次的試驗也就是最後一次的試驗。飛行失敗以後，陸軍部也就不再供給經費，倫克萊也祇得罷手了。

在試驗飛行的時候，倫克萊並沒有自己駕駛過，都是他的助手孟萊（Charles Manly）駕駛。

的。倫克萊的失敗就在他祇能製成用相當原動力的飛機，可是這飛機是並不能飛起的。這完全是因爲他並沒有滑翔的經驗，不知怎樣才是能飛起的飛機。所以製成能飛行的飛機就不得不等待萊脫兄弟的研究了。

發明飛機和其他的發明不同。發明飛機和發明汽機或電話等很有些不同。不獨是須有聰明的心思和良好的技能，並且是須有勇敢的膽量，和冒險的精神。這是因爲不獨須製成飛機，並且須從事實際的飛行試驗。在飛行試驗的時候，他的生命就握在自己的手掌內！

列林道和倫克萊兩人，可說是都祇有一種的特長。倫克萊是祇用心力研究飛行的，列林道是很敢冒險試驗飛行的。但是萊脫兄弟却兼有這兩種的特長，他們不獨是有嘗試的膽量，並且是有隨時研究和改良的能力。這就是他們所以能成功的主要原因了。

萊脫兄弟的事業。 萊脫兄弟二人：兄名維爾勃（Wilbur），弟名鄂維爾（Orville）（第十四圖）他們在一八九六年從報紙上知道了列林道逝世的消息，和他一生冒險的事業，就引起了他們從事研究飛行的興味；從此盡力收集關於飛行的書籍，詳細研究。最能鼓勵他們的是列林道和倫克

萊的著作。還有斯屈林弗洛的事業也很有影響，他們以爲他的計劃確是最可採用的。

他們以爲古來許多飛行家所以失敗的原因，就在他們缺乏駕駛的經驗。所以他們認爲要研究飛行，必須先製成了滑翔機從事試驗。在沒有了解怎樣才能飛行以前，一切的計劃都是沒有價值的。將精細貴重的飛機製成以後，沒有能駕駛的人，正和沒有製成一樣。

維爾勃曾說過：要騎強悍的馬，不外兩個方法：第一個方法是騎在馬上以後，再實地練習怎樣應付跳跑的變化。第二個方法是先詳細觀察了跳跑的變化，再靜心思考怎樣對付。第二法沒有危險，可是採用第一法的常比較的更容易成爲真能騎馬的。駕駛飛機並沒有什麼不同的方法，假如真想能駕駛飛機，就必須有實地的練習。



爾維鄂脫萊 圖四十第

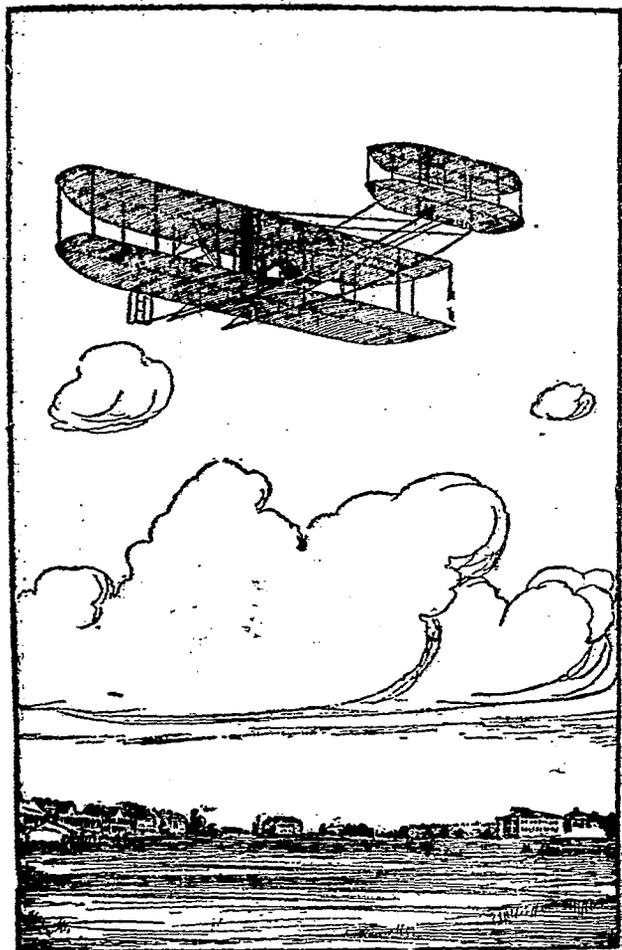
他們的工作可以分成兩個時期。在一九〇一年以前，他們重在得到一些在空中的經驗。所以製成了滑翔機實地練習滑翔的方法。等到已有了相當的經驗以後，從一九〇一年起就設法製造適用的發動機。

所用的滑翔機和強諾脫的相仿，不過更加改良些。他們曾建築了隧道，使風從隧道吹發；於是將幾百種形狀不同的翼放在隧道口試驗。因此他們就知道了怎樣的翼是最適宜於飛行的。

一九〇二年他們就將飛機製成。兩主翼的面積約有三百零五平方英尺。共重一百十六磅半。那時內燃機已漸能實用，可是重量仍是太大，並不能應用在飛機上。所以萊脫兄弟就不得不自行製造。又經過了一年以上的時間，才製成了三十馬力的內燃機，重量是二百十磅。

到了一九〇三年，飛機已完全製成以後，（第十五圖）他們就邀請了當地的居民參觀飛行的試驗。可是大家以為這又是不能飛起的飛機，所以來參觀的祇是很少的幾個。這幾個參觀的實是首先看到人類能坐了飛機飛行的。

自由飛行的飛機。這件空前的事情是在十二月十七日舉行的。萊脫兄弟各飛行了兩次。將



發動機開動以後，飛機就沿著軌道前進了四十英尺，於是再離開地面上升。依照了預定的計劃，上升到了十英尺的時候，就沿了地面前進。在空中每小時的速率約在三十英里以上，對於地面的速率是每小時十英里。第一次的飛行結果很好，並沒有發生意外的事情。所以第二次的飛機就上升了高些，飛行的時間也就長些。到了第四次的飛行，共在空中五十九秒，飛行了八百五十二英尺。

可是萊脫兄弟這樣偉大的發明，在當時注意的人很少。他們繼續研習改良，不久又製成了較大的飛機。在一九〇四年又邀請了許多人參觀，不過第一次的試驗却是失敗的。到了第二天再舉行第二次的試驗，不料仍是失敗的。於是大家對於飛行的熱心也就因此差不多完全消滅。

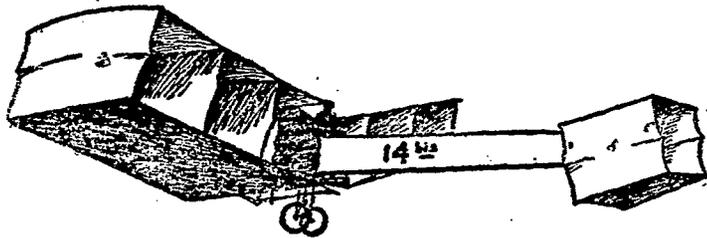
一直到了一九〇五年，經過了許多次的改良，才有了很可贊美的成績。他們在九月二十六日飛行了十一英里，九月三十日飛行了十二英里又五分之一，十月三日飛行了十五英里半，十月四日飛行了二十英里又四分之三，十月五日飛行了二十四英里又四分之一。每次飛行的速率平均是每小時三十八英里。十月五日的飛行共在空中五十分三秒。每次飛行都沒有危險發生。

從一九〇五年起，直到一九〇九年止，在這幾年內人類在空中自由飛行漸變成了事實。一面

是用發動機的飛機得了萊脫兄弟的努力，已能在空中飛行；一面是飛艇得了徐伯林等的研究已變成了效率很大的。於是航空史上的新紀元也就從此開始了。

在歐洲飛行最早的飛機。萊脫兄弟在美國發明了飛機以後，消息傳到了歐洲，立刻就引起了歐洲人的注意，於是杜蒙拋棄了他的飛艇，在一九〇六年製成了在歐洲飛行最早的飛機（第十六圖）第一次的飛行共飛行了八十碼。等到一九〇八年萊脫到了法國以後，於是歐洲各處才逐漸都有了飛機的蹤跡。

水面飛機的發明。從此各式飛機陸續的製成，水面飛機不久也就發明了。最初是在一九〇九年的時候，克低司（Clive）在飛機的翼的下部都裝了薄鐵片製成的小艇，可是試驗的結果並不滿意。飛機祇能在水面進行，並不能從水面飛起。因此他又計劃製造能浮



杜蒙的飛機 第十六圖

在水面的飛機，等到發動機開動以後，從水面立刻飛起。

不過克低司還沒有製造成功，法勃(Fabrie)早達到了這個目的。一九一〇年三月二十八日，他舉行第一次的飛行試驗。所用的水面飛機是將單翼飛機裝在三個小艇上裝成的。小艇的中間是空的，使能浮在水面。兩端稍扁，很有些像翼，使能適合飛行。再呢，這樣的飛機不獨是能從水面飛起，就是在陸上也是能用的。共重九百五十磅。翼的面積約有二百八十平方英尺。用五十馬力的內燃機，使直徑七英尺半的螺旋推進機轉動。第一次試驗的時候，在水面的速率是每小時三十四英里。等到已飛行了三分之一英里以後，飛機就脫離水面飛起了。

萊脫的希望 萊脫維爾勃是一九一二年去世的，他曾看到飛機已變成了世界各國的交通利器。他從來就沒有認為飛機已到了不能再加改良的地位。他繼續觀察了高飛的鳥類怎樣能在空中支持並不費力的，以為祇要能發現了這種祕密以後，就可製成效率更大的飛機。

這個希望能否達到，現時是誰都不能知道的。從來的飛機製造家常注意在強有力的發動機。因為用了強有力的發動機，就更容易使飛機飛行。所以飛機都是很大，便能安置強有力的發動機。

不過近幾年來的趨勢很有些不同，都注意在用了較小的發動機怎樣能飛行了。

飛機的用途。到了現時，航空事業已很發達。這完全是構造的方法和駕駛員的技能逐年進步的結果。現時除了交通、戰爭的用途以外，還有天空攝影、航空測量、救災、探險等都是常用到飛機的。

第七章 重要的儀器

在從前的時候，駕駛員祇依賴了他自己的經驗和技能，使飛艇或飛機在空中飛行。到了現時已和從前大不相同，早製成了許多儀器可以應用。

高度計。高度計 (Altimeter) 和空盒氣壓計完全相同。最重要的部分是金屬製成的真空盒。和真空盒連接的是有彈性的槓桿和指針。祇要真空盒外部的大氣壓力發生變化，指針也就能聯帶的移動。

在海平面上的大氣壓力約等於水銀柱高七十六釐的壓力。離海平面上升愈高，大氣壓力也

就愈小。大概每升高十一呎，大氣壓力就減少一耗。所以從大氣壓力的大小就可知道飛行的高度。高度計就是根據了這個原理製成的。

航空所用的高度計，指針和刻度常用放射性物質製成。所以在夜間或黑暗的空中，也仍能應用。

自記高度計 假如再將筆和指針聯接，使能和自轉的圓柱體上所包圍著的紙接觸，就可將飛行的高度隨時記錄下來。這就是自記高度計了。

指南針 指南針 (Compass) 是用來指示飛行方向的，和航海所用的完全相同。將幾個已帶磁性的鋼針平行的排列，架在非常光滑的尖軸上，或浮在適當的液體面上。然後放在特製的指南針架上，使常保持水平的狀態。

不過指南針所指示的南北方向並不和地球的南北方向完全符合，並且這兩個方向相差的度數也不是各處相等的。所以在使用指南針的時候，必須加以適當的校正。

除了上項的校正以外，還有因為附近有了鐵器所發生的偏斜。通常所用的發動機都是用鐵

製成的，所以這樣發生的偏斜是不能避免的。在使用指南針的時候，也必須加以應有的校正。

地磁感應器。因為有了上述的許多困難，所以現時大多不用指南針，改用了地磁感應器（Earth Inductor Compass）。這是洛克（George P. Luckey）發明的。在這儀器內，有一個常在轉動的線圈，受了地磁的感應就有電流發生；這樣發生的電流可用電流計測定。

發生的感應電流是和飛行的方向很有關係的。向東或西飛行的時候，轉動的線圈內並沒有感應電流發生；但是向南或北飛行的時候，就有最大的感應電流發生了。所以從電流計上指針移動的方向和大小，就可知道飛行的方向。

因為轉動的線圈不必放在電流計的附近，所以線圈可以放在離駕駛員或發動機很遠的地方。這樣就可免除鐵器使地磁發生改變的影響。

再呢，電流計的指針，還可利用調節機，使飛行的方向正在刻度的中央。這也是指南針所不及的。

漂流計。用了指南針或地磁感應器以後，並不能直接就知道飛行的方向，還得再加校正因

有了風力所發生的差誤。假如飛機向東飛行，受了從側面吹來的南風，結果就成了向東北飛行的。這種因有了風力所發生的漂流，是可用漂流計 (Drift Indicator) 來測定的。

漂流計最重要的部分祇是一個垂直的望遠鏡。駕駛員從這望遠鏡內，可以很清楚的看見地面上的情形。在望遠鏡的目鏡前面，有幾根很細的絲是平行放著的。

在飛行的時候，因為飛行的速率很大，所以從望遠鏡內所看到的地面上情形，祇是許多排列很整齊的平行直線。祇要駕駛員將望遠鏡旋轉，使目鏡前面的細絲正和這些看到的直線平行，就可得到因有了漂流所必須的校正。

空氣速率計 在空中飛行的速率常用空氣速率計 (Air Speed Indicator) 來測定。最重要的部分是兩個金屬製成的管。甲管的一端是開口的，正對了飛行的方向，使空氣能有充分的衝擊；其他的一端是和指針聯接的。乙管的一端是不開口的，不過在管端附近的地方有許多小孔，使管內外的空氣能互相流動；其他的一端也是和指針聯接的。

在飛行的時候，因為兩管內的空氣壓力不相等，結果是指針就發生了相當的移動。於是在空

氣內飛行的速率也就可以知道了。

升降速率計 升降速率計 (Climb Indicator) 是根據了大氣壓力和高度的關係製成的。大氣壓力增加愈快，表示下降的速率愈大；減少愈快，表示上升的速率愈大。

旋轉指示器 旋轉指示器 (Turn and Bank Indicator) 有一個金屬製成的指針，是和真空容器內的轉動體 (Gyroscope) 聯接的。指針的一端掛在刃鋒上，其他的一端能在指針長軸的平面內自由移動。

在真空容器內的轉動體，因為早就設法使能繼續轉動，所以常能保持固有的狀態。就是飛行的方向改變，轉動體仍是不改變的。因此指針就在飛行方向改變的時候發生移動了。

無線電機 除了上述的許多儀器以外，還有無線電機也是必須裝設的。這是因為裝設了無線電機以後，就是在空中飛行，仍可知道地面上的消息。

第八章 空中的狀況

假如要在空中飛行，空中的狀況是必須明瞭的。這正和航海一樣，海上的情形是不能不知道的。

大氣的成分 充滿在空中的大氣，成分很多，不過在航空上，却祇須認為是乾燥空氣和水蒸氣的混合物。乾燥空氣常是氣體；水蒸汽是能隨了環境改變狀態的，有時是氣體，有時就變成了液體或固體。所以在地球的周圍有兩種性質不同的氣體：一種是永遠清朗的，一種是變化不定的。

大概離地面愈遠，大氣內含有的水蒸汽也就愈少。到了離地面一百英里以上，就沒有水蒸汽混合在內了。在最高山頂上的羽毛狀卷雲內，常是沒有水蒸汽的。所以決不會有雨雪發生，也不會有很大的擾動。到了最高的卷雲以上的空中，就祇是溫度相等，並無風暴變化的乾燥空氣，和下層空氣的變化是完全沒有關係的。

像這樣的等溫層，在內飛行實是最適宜的了。可是現在還沒有能上升到了這等溫層內的，祇是氣球有時帶了氣壓計和溫度計曾上升到了這樣的境界；等到降落以後，就將這秘密發現了。

從第一表上，可以看到大氣高度和成分的關係。在含有水蒸汽的時候，各種成分的百分數並

沒有多大的不同，這完全是因爲有了循環的變化才這樣的。等到高度較大，水蒸汽就沒有了；同時各種成分的百分數也就相差很多。這完全是因爲缺少了循環的變化，各種氣體就依了密度的大小停盤在空中，或依了道爾頓 (Dalton) 的滲透定律稍起了些互相混合的變化。所以大氣的成分就各層

第八章 空中的狀況

第一表 大氣的成分

離海平面的高度(杆)	各種氣體的百分數							大氣壓力(磅)
	氫	氮	水蒸汽	氧	二 化 氧 炭	氫	氫	
150						99.73	0.27	0.0043
140						99.70	0.30	0.0048
130		0.02				99.64	0.34	0.0054
120		0.10				99.52	0.38	0.0060
110		0.40		0.02		99.16	0.42	0.0067
100		1.63		0.07		97.84	0.46	0.0076
90		6.57		0.32		92.62	0.49	0.0090
80		22.70		1.38		75.47	0.45	0.0123
70	0.02	53.73		4.05		41.95	0.27	0.0248
60	0.04	78.16		7.32		14.33	0.15	0.0810
50	0.08	86.16		10.01		3.72	0.03	0.466
40	0.16	86.51		12.45		0.88		1.65
30	0.22	84.48		15.10		0.20		8.04
20	0.55	81.34		18.05	0.01	0.05		39.6
15	0.74	79.56		19.66	0.02	0.02		88.2
10	0.94	78.02	0.01	20.99	0.03	0.01		168
5	0.94	77.89	0.18	20.95	0.03	0.01		405
0	0.93	77.08	1.20	20.75	0.03	0.01		760

表

大不相同了。

在距離海平面較遠的大氣內，爲什麼就沒有水蒸汽呢？這是因爲大氣的溫度很低，所有混合在內的水蒸汽都變成了雨雪，早就降落了。溫度低了以後，水蒸汽就凝結變成了液體，其他的各種氣體爲什麼就沒有這種的變化呢？這却並不難解釋。祇要知道，知道了氣體的性質是很容易說明的。

氣體的性質，各種氣體都有一定能液化的溫度。較這溫度低的時候，就能變成了液體；較這溫度高了以後，就不能變成液體；就是加了極大的壓力也是沒有用的。這個溫度常稱爲臨界溫度。在臨界溫度時，使氣體液化所必須的壓力常稱爲臨界壓力。

從第二表上，可以看到大氣的成分大都是在臨界溫度以上的，所以決不會液化；有許多是在臨界溫度以下的，可是因爲沒有相當的壓力，也是不能液化；祇有水蒸汽是常在臨界溫度以下的，祇要很小的壓力就變成了液體。

假如這些氣體的性質竟互相交換了，那麼，地面上就很容易有許多的「液體氧」和「液體氮」；同時沒有了雨雪降落，地面上水的來源也就要發生恐慌。這是多麼危險的事情？

第二表 氣體的臨界溫度和臨界壓力

氣體	臨界溫度(攝氏)	臨界壓力(大氣壓力)
氮	-146	34
氧	-118	50
二氧化碳	-31	75
氫	-120	51
氫	-242	20
水蒸汽	+365	200

了許多的等溫線 (Isothermal Lines) 從這些等溫線，不獨是可以看到地面上各處溫度的分佈狀況，並且可以知道溫度相差率 (Temperature Gradient) 的大小。兩等溫線中間的垂直距離愈長，溫度的相差率也就愈大。

第八章 雲中的狀況

使空氣流動的主要原因，因為地面上各處的大氣從太陽所得到的輻射熱並不相等，那些受熱較多的，就能膨脹得多些。結果是大氣壓力也就各處不能相等。於是大氣就從氣壓較大的地方向氣壓較小的地方流去，這樣就有風發生了。

所以要研究風的發生，就必須很詳細的知道溫度和氣壓的分佈狀況。分佈狀況有不同的兩種：第一種是在地面附近的大氣內的分佈狀況，第二種是在各種高度的大氣內的分佈狀況。

溫度的分佈狀況。從地面上各處的測候所，觀測了每日的溫度，然後彙集製成了氣候圖。再連結了溫度相等的地方，就能得

大概赤道上每年所受的輻射熱比較兩極上約大二倍半以上。再呢，赤道上每日所受的輻射熱相差並不很多；緯度愈高，每日所受的輻射熱也就相差愈大；到了兩極，就有很大的差別。所以在赤道上的空氣溫度常較緯度高的地方和兩極高些，並且能繼續的保持著。這種情形在氣候圖上有很明顯的表示。「溫度的赤道」就在地球赤道的附近。在赤道的南或北，溫度逐漸降低。一直到兩極附近，溫度就最低了。

垂直的溫度相差率。在大氣內垂直的溫度相差率，是利用了氣球來測定的。氣球帶了自記溫度計等上升，就能將各種高度的空氣溫度記錄下來。在巴黎附近曾放起了這樣的氣球七百二十二個，測定了高度在二萬英尺以下的大氣，平均每升高一千英尺，溫度約降下攝氏二度半。在柏林也會同樣的放起了氣球七十五個，知道每升高一千英尺，溫度約降下攝氏三度。

再呢，夏季的溫度相差率又和冬季的並不相等，不過却有許多很相同的地方。第一是在十呎以下的大氣內，高度愈大，溫度也就愈低。到了十呎以上，各種高度的大氣溫度就差不多是相等的。第二是在十二呎以上的大氣內，高度愈大，溫度也就愈高。這種變化恰和在十呎以下的大氣完全

相反。

三種性質不同的大氣。所以大氣有不同的三層。附近地面的下層約高三千呎。溫度的變化很大。在這層內，常有各種的風暴和雷雨發生。在中層約高七千呎，高度愈大，溫度也就愈低。在這層內，常有方向不變的風和溫度很低的卷雲。在中層以上的就是上層，常稱爲等溫層。溫度很低，不過差不多是相等的。有時高度愈大，溫度還愈高些。在這層內，是並沒有雲存在的。

最值得注意的，就是下層和中層常能互相混合，不過上層是決不會和其他兩層混合的。所以上層的空氣浮在中層的上面恰和油浮在水面上一樣。一切的風暴偶然能從地面上的上升到了中層，可是決不會露入上層的。

氣壓的分佈狀況。地面上的氣壓分佈狀況也是可以從各處測候所測定了氣壓以後知道的。在氣候圖上，將氣壓相等的地方連結，就可得到許多的等壓線 (Isobaric Lines)。從兩等壓線中間的垂直距離就可知道氣壓相差率 (Pressure Gradient) 的大小。祇要再能知道了各處的風向、濕度、等溫線以後，就可預報天氣。

假如某處的空氣溫度比較四周的溫度高了，那麼，該處的空氣就膨脹上升，向四周溫度較低的地方流去。該處的氣壓也就比較四周的氣壓低些。在氣候圖上，就可看到在該處附近的等壓線都是圍繞著該處排列的。這樣的地方常稱為低氣壓中心。同樣，假如某處的空氣溫度比較四周的溫度低了，那麼，該處就成了高氣壓中心。所有附近的等壓線也是圍繞著該處排列的。所以在氣候圖上，等壓線的形狀常是圍繞著幾個中心的許多曲線。

在低氣壓中心的地方，上升的空氣因為溫度降低很快，所有的水蒸汽都凝結成了雨滴或雪珠。這樣的空氣是很潮濕的，好像是要比較重些，可是實際上却是更輕些。在高氣壓中心的地方，下降的空氣因為溫度升高很快，能含有的水蒸汽也就增加。這樣的空氣是很乾燥的，好像是要比較輕些，可是實際上却是更重些。

自從地面上有了許多的低氣壓中心或高氣壓中心以後，空氣就能流動。大概的情形是空氣從低氣壓中心上升，在等溫層的下面，流向高氣壓中心；於是下降，再沿地面流向低氣壓中心。這樣流動的空氣就是各種的風了。

恆風。最重要的恆風就是往來於赤道和兩極中間的。赤道上溫度很高的空氣上升以後，在等溫層的下面，向兩極流去。這樣就使緯度較高的地方氣壓增加，發生了流向赤道的風，這些流向赤道的風又因為受了地球自轉的影響，在北半球的就向右偏轉變成了東北風；在南半球的就向左偏轉變成了東南風。

這些恆風的種類很多，性質也不相同。一種是從北緯三十度附近流向赤道的東北風，或是從南緯三十度附近流向赤道的東南風。常稱爲信風 (Trade Wind)。哥倫布 (Columbus) 的向西航行，發現了新大陸，就是因為有了從西班牙流向西印度羣島的信風。

一種是反信風 (Anti-trade Wind) 這種風的方向正和信風的方向相反。信風到了赤道附近，上升到了二英里以上，就變成了流向兩極的反信風。

在北信風帶和南信風帶的中間，就是在赤道的附近，空氣上升，氣壓減少，並沒有沿著地面流動的風。常稱爲赤道無風帶。在北信風帶以北，或南信風帶以南，就是在北緯或南緯三十度的附近，空氣下降，氣壓增加，也沒有沿著地面流動的風。常稱爲回歸線無風帶。

在北緯三十度以北，一直到北緯六十度的附近，有流向東北的恆風。同樣，在南緯三十度以南，一直到南緯六十度的附近，有流向東南的恆風。所以這兩處常稱為西風盛行帶。在南半球陸地較少，所有的西北風常不大改變方向。在北半球陸地較多，所有的西南風就常受局部溫度的影響，發生很大的變化。

定期風。 因為地面的溫度有了循環的變化，於是空氣也就隨著了變化循環的流動。這樣發生的風常稱為定期風。例如晝間陸地的溫度比較海水常是有些，就有風從海面流向陸地；到了夜間，海水的溫度比較陸地常是有些，就有風從陸地流向海面。這樣發生的海風和陸風就是每日循環的定期風。

最重要的定期風就是季風 (Monsoon)。這是因為海水和陸地的溫度在冬夏兩季却正相反。在冬季，海水的溫度比較陸地常是有些，就有季風從大陸流向海洋；到了夏季，陸地的溫度比較海水常是有些，就有季風從海洋流向大陸。

這種情形在印度非常顯著。印度的北部有高度達一萬八千英尺的希馬拉雅山脈和很高的

西藏高原，南部是印度洋。所以在夏季，就有從印度洋流向北方的季風。這種季風含有水蒸汽很多，遇到了希馬拉雅山脈向上升起的時候，就都凝結成了雨滴降下。在冬季，就有季風從西藏高原流向南方。這種季風溫度很低，從希馬拉雅山脈下降，到了印度，溫度升高，能含有的水蒸汽也就增加，所以天氣就很晴朗了。

其他各處的季風很多。在西伯利亞，夏季就有從北冰洋流來的季風；冬季就有流向北冰洋的季風。在撒哈拉沙漠，夏季就有從大西洋和地中海流來的季風；到了冬季，因為撒哈拉沙漠的溫度和附近海洋的溫度並沒有多大的差別，所以就沒有季風發生。

不定期風。除了上述的恆風和定期風以外，還有許多的不定期風，是因為地面溫度有了很快的變化發生的。普通都是成螺旋形的風暴。

現時對於比較很大的風暴常稱為旋風 (Cyclone)。旋風的範圍很大，有時直徑能達二千英里，並且能繼續幾天。旋風在地面上流過的時候，並不覺得帶有螺旋形的狀態，和平常的風相仿，祇是多些雨雪罷了。

在普通的情形，旋風並不停留在一定的地方，常繼續的前進。大概在緯度較低的地方，旋風常向西流動；在緯度較高的地方，旋風就常依了當地主要的恆風流動，並且常帶些向兩極進行的趨勢。

能停留的旋風常發現在島的附近。在夏季很熱的時候，島上空氣的溫度比較附近的海水溫度特別高了以後，就有溫度很高的空氣上升變成了旋風。這樣發生的旋風有時也能繼續幾天。在這旋風的頂上，鳥類可以很不費力的停留在上面。

發生旋風的時期並不一定。普通多在空氣溫度變化很大的時候。

颶風(Tornado)是比較旋風稍小的風暴。範圍很小，最大的直徑也不過一英里罷了。發生以後有時也能繼續幾天。上升的空氣常可看到是成螺旋形的。毀壞力很大。這是因為是驟然發生的低氣壓，又加以有旋轉性的向上運動，所以就非常猛烈了。假如房屋遇到了颶風，氣壓驟然降低，房屋內部的空氣就立刻膨脹，使房屋炸毀；再加以颶風又有旋轉向上的力量，很能使房屋搖動，或竟是帶了上升。於是房屋就完全毀滅了。

假如颶風是發生在湖海的面，就能將水帶了上升，成了直徑很大的水柱，常稱爲龍捲風 (Waterspouts)。有時溫度很高的空氣變成了颶風，向上升起很快，所有的水蒸汽都凝結成了雨滴降落，也就成了龍捲風。

空氣圖 因爲空中的狀況是各處並不相同的，所以在飛行的時候，駕駛員必須要有適用的空氣圖 (Air Map) 並且在飛行場上還要有關於各處氣壓，風向，風力等的報告。

參考書錄

- Albert F. Zahm: Aërial Navigation (D. Appleton and Co., N. Y.)
A. Frederick Collins: Aviation and All About It (D. Appleton and Co., N. Y.)
Charles C. Turner: Aërial Navigation of To-day (J. B. Lippincott Co., Philadelphia)
Claude Grahame-White and Harry Harper: The Aëroplane. Past, Present and Future (J. B. Lippincott Co., Philadelphia)

人類的飛行

卅〇

C. L. M. Brewin: The Conquest of Air. (Oxford University Press, London)
Frederick A. Talbot: Aeroplane and Dirigibles of War (William Heinemann,
London)



447.9

廿四年參月四日 收到

薛德焯主編

科學知識普及叢書

人類類的飛行

沙玉彥編

實價銀二角五分

(外埠酌加寄費)

陳邦楨 發行者

新亞書店 印刷者

上海四馬路十六號
新亞書店 發行所

中華民國二十二年十一月一日初版

此書作者版權翻印必究

人类的飞行