

#44

112352

科學小叢書

類第五種

滑翔機的飛行及其製造



BC

77

中國科學化運動協會北平分會發行

中國科學化運動協會北平分會
(北平西單報子街76號)

新書出版
通俗科學小叢書

(甲) 自然科學類：

水(甲類第一種)	孫震濤 著 劉拓校訂	一冊三分
人體寄生蟲(甲類第二種)	陳耀曾 著 雍克昌校訂	一冊五分
光(甲類第三種)	劉拓校訂	一冊三分
空氣(甲類第四種)	劉拓校訂	一冊三分
鋼鐵(甲類第五種)	劉拓校訂	一冊五分

(乙) 應用科學類：

攝影化學(乙類第一種)	劉拓校訂	一冊五分
帆布端艇的製造法(乙類第二種)	陳德馨 著 張瑛校訂	一冊五分
飛機(乙類第三種)	馮桂連校訂	一冊五分
人造冰(乙類第四種)	殷祖瀾校訂	一冊五分
滑翔機的飛行及其製造(乙類第五種)	張虬 著 張瑛校訂	一冊二角
落下傘(乙類第六種)	張瑛 著	印刷中

(丙) 國防科學類：

防毒常識(丙類第一種)	劉拓校訂	一冊五分
戰時救護概要(丙類第二種)	郭應槐 著 劉子生 校	一冊五分

中國科學化問題	顧毓琇 著	一冊	四角
科學與中國	秉農山等著	一冊	四角
兒童科學畫報	張瑛主編	每月一日出版	每角
		每五分	全年六角
科學化廣播講演集 (第一集)	劉拓主編 沈宗漢	一冊	三角
科學常識選集(第一集)	陳貽塵編	一冊	三角
科學化小言論	陳貽塵著	一冊	一角



3 1771 7528 2

MG
V277
1

滑翔機的飛行及其製造

張 虬 著
張 瑛 正 校 訂

中華民國二十六年四月初版

中國科學化運動協會北平分會發行

52840

目 錄

緒言	1
第一章 滑翔機的種類	5
A 型滑翔機	7
B 型滑翔機	7
C 型滑翔機	8
A—B 兩用型滑翔機	10
翱翔機	11
第二章 滑翔機的各部認識及主要諸元	13
指示各部名稱圖說	14
區別各部製造材料	18
駕駛人安坐情形與安全帶的用法	19
A 型標準主要諸元	21
滑飛比例	22
第三章 滑翔飛行釋義	23
阻障氣流	24
溫熱氣流	26
積雲氣流	28
力學原則	29
飛行原則	30
第四章 滑翔機起飛方法	36
起動方式	36
選擇地方	36
檢查全機	37
安坐姿勢	39
測計重心	40

	人力起動程序	43
	起飛	45
	著陸	46
	汽車起動	47
第五章	滑翔機操縱法	50
	六大運動	51
	三大軸線	52
	六大操縱工具	54
	操縱與反應	56
	操縱方法	57
	S 飛行	62
	操縱術上的心理作用	63
第六章	滑翔機的實際飛行與利用氣流	67
	上昇飛行	68
	定着飛行	69
	螺絲飛行	70
	8 字飛行	72
第七章	A 型標準滑翔機的製造	75
	標準滑翔機「卓格靈」製造圖	77
	標準度量	78
	整備材料	79
	製造大要	80
	機翼的製造	80
	裝配	85
	結論	88
	卷後語	90

緒 言

1. 古今中外的人們，總有一種羨慕鳥類的心理：何以鳥類能夠凌雲直上，憑虛御空，而我們人類怎麼不能的呢？所以有些人們就寫幾本神怪小說描繪些「騰雲駕霧」「筋斗雲十萬八千里」等等來過他們的癮，又有些人們實際的模仿鳥類製成鳥羽一般的東西粘貼在自己背上去學飛，可憐呀，粉身碎骨斷頭折臂的也不知多多少少！這些悲壯的故事，我們暫時沒有工夫來「說大書」，且等我們成立了自己的飛行社，再做考古工作和舉行什麼飛行講演會。

2. 直到距今七十六年前(1861年)，有位德國機械工程家李顏塔爾氏(也有譯稱李利安泰的)，他姓 Lilienthal，名字叫 Otto，研究滑飛多年，自己獨立製造一種能飛的工具，他自己叫牠「飛帆」；居然由三十五公尺高的山坡上滑下去，在空氣中飛行了二百餘公尺之遠！那種工具就是世界第一架的滑翔機！

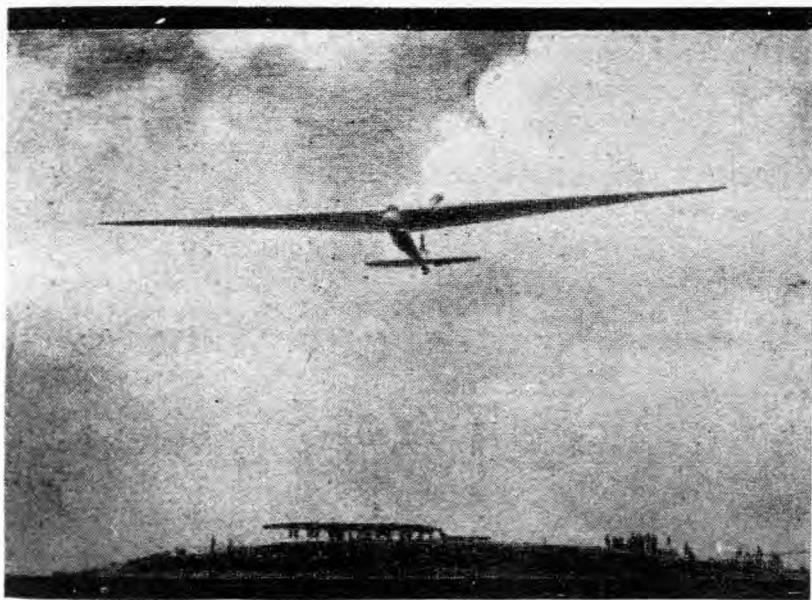
3. 滑翔機產生的歷史，實在比飛機還早，〔

飛機在 1903 年纔出世)。李顏塔爾氏乃世界上第一個飛行成功的人，所以直到現在，世界各國都稱他「飛行鼻祖」。而他賴以飛行的工具乃是滑翔機——沒有發動機的飛機，所以現今還有人稱滑翔機謂之「無機飛機」的。滑翔機經過了種種研究和改良，到現在已經有很好的飛行成績。

4. 飛機製造最難而成本最貴的部分就是發動機。一座飛機發動機有用鋼鐵數千磅的，有價值數萬元或數十萬元的。飛機的飛行有每小時要消耗汽油費值數百元的。可是滑翔機同樣能飛行，却沒有那樣的製造艱難和飛行昂貴；就是因為沒有發動機的緣故。

5. 滑翔機然而和飛機有許多地方是相同的，就是：(1) 製造原則，(2) 飛行原理，和(3) 駕駛法方；至於不同之點呢，滑翔機就是沒有發動機沒有螺旋槳，機身輕便，構造簡單，和成本低廉。再具體的說一句，**一個人的能力和財力可以製造一架滑翔機，而飛行操縱却與飛機駕駛一模一樣**。所以目前世界各國的男女青年一個個如發狂的一般在研究

在提倡，在製造，在競爭飛行。近代的人們，誰都可以製造一架滑翔機，誰都能够操縱飛昇如第一圖：



第一圖——我也能凌雲直上憑虛御空

6. 我泱泱大國，東亞雄獅，對於這一種小小滑翔機的飛行及其製造豈甘後人！歐美各國歷年已盛行滑翔機競技大會。飛行距離，飛行高度，和滯空時間的嶄新紀錄，層出不窮，已經達到500公里的飛行距離，10000呎的飛行高度，和36小時的滯空時間，進步之速，令人咋舌！最近我國民政府為提倡航空技術起見，已規定滑翔機競賽為下屆體育運動會中重要項目之一。那末，我國一般有志青年，摩登少女，怎麼不喜歡奮勇參加而發揚出熱烈的情緒如火如荼？！

第一章 滑翔機的種類

7. 滑翔機的形式很多：有老式的，有新式的，有最新式的，有超時代化的四種。凡像一只方箱紙鳶狀的滑翔機，就認之為老式的；凡像一架雙翼飛機樣子的滑翔機，也可以當作新式的了；凡像一架單翼飛機樣子的無機飛機，自然可以認為最新式的滑翔機；但是有一種滑翔機，全體作流線型，甚至全體用輕合金製成，狀貌美觀，翱翔如意，成績良好，出乎意外，這就不得不認之為超時代化的滑翔機了。這些通用的名稱是：一

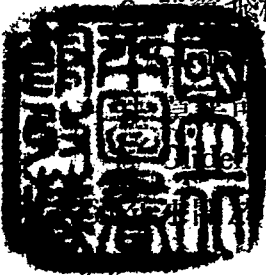
a. 方箱紙鳶式滑翔機 (Box-kite Type Gliders) ；

b. 雙翼飛機式滑翔機 (Biplane Type Gliders) ；

c. 單翼飛機式滑翔機 (Monoplane Type Gliders) ；

d. 單殼式滑翔機 (Monocoque Type Gliders) 。

其中 a 和 b 二式已納入淘汰之列，雖



然免不了仍舊有人在研究製造和應用，但全世界所提倡的因日趨於新，故全副精神只注意 c, d 二式。而我們所要講述的也就偏重於此兩種了。

8. 所謂「莫諾可克」式，大概亦都是單翼飛機的式樣，這「莫諾可克」字面，亦不過極意形容“Streamlined”（流線型）和“Supermodernistic”（超時代化）而已。這「莫諾可克」一個字，既不是英文，又不是法文，更不是德，俄，西，義諸文字，然而英，美，德，法，俄，義，西，葡，那一國文字都引用牠，可見這種最新式的滑翔機的勢力了。所以我們也不可不知。還有一層，近年來德國製造莫諾可克滑翔機和莫諾可克飛機甚至於丹麥國製造的莫諾可克式戰鬥機或轟炸機，却用紙做的！呀，那末我們應該知道，航空科學裏除掉木質航空機，金屬航空機而外，還有紙質飛機呢！紙質飛機就是由於莫諾可克式滑翔機進化來的，豈不是絕對的超時代化？！

9. 以上是滑翔機因式樣狀貌而劃分的種類，如從滑翔機的性能上分別起來呢？一切的滑翔機計分三種：——

(I) A 型——這種滑翔機又叫「初級式」，正式的完全名稱則謂之「初步滑翔訓練機」(Primary Training Glider)。機身輕靈，製造簡單，飛行便利，操縱工具完全，而且即使憑空跌落下來（操縱合法的話決沒有的事不過這裏作過慮而已），此種飛行機亦不易破碎。可是 A 型滑翔機，並無機身胴體(fuselage)，駕機飛行的人就坐在機頭之上，機翼之下，人的身體全露在外面，滑翔飛行於空中的時候，地面上的人們可以仰望到飛行人身體的全部在空中飛來飛去！這一種雖然是最初練習飛行用的滑翔機，却也很有興趣；并且駕駛 A 型滑翔機昇騰於空中的時候，飛行人雖然暴露在空間，却並不覺得困難而發生什麼恐懼心，也並不感覺到空中怎麼樣寒冷，因為 A 型滑翔機不是能夠飛昇得很高的。

(II) B 型——這種滑翔機又叫「中級式」，正式的完全名稱則謂之「中等滑翔訓練機」(Secondary Training Glider)。機身靈活，式樣美觀，製造優秀，飛行進步，有氣流作用的幫助，操縱工具完全，有機身胴體的掩蔽；駕駛飛行的

人就坐在機頭胴體之中，人的身體完全藏納於機中，只留頭部在外面；滑翔飛行於空中的時候亦可以見到飛行人的笑容滿面！這一種當然比 A 型滑翔機進步多了，雖然屬於中級練習飛行用的滑翔機，却已經能夠引逗你的高深飛行慾望的觸發，就足以樹立了你的高深飛行技術的基礎。B 型滑翔機已經能夠昇騰得較高和飛揚得較遠；越過山坵，跨過林森，超過平原，度過河流湖沼，飛過村鎮城池都市；果然御風而行，飄飄欲仙！

(III) C 型——這種滑翔機又叫「高級式」又叫「本型式」，正式的完全名稱則謂之「高級滑翔訓練機」(Higher Training Glider) 又可以正式叫做「正常滑翔訓練機」(Normal Training Glider)。機身非常靈活，式樣特別美觀，輕盈如飛燕，製造益覺優秀，完全利用氣流作用，操縱工具應有盡有，與有發動機的飛機沒有兩樣，(可是 C 型滑翔機並無發動機和螺旋槳，希勿誤會)，機翼作弧形翼面，胴體純乎流線型化；飛行高速，滯空久長，足以達到遠距離飛行目的；遇到風勢適宜的話，由杭州上海起飛而到達南京。

南昌或由北平天津起飛而到達洛陽濟南，不算一回事；這本型滑翔機飛行高度也狠可觀，如駕機飛越東嶽泰山，西嶽華山，江西廬山，四川峨嵋，那一點兒也不稀奇，因為這種滑翔機的平均高遠為昇騰六萬數千呎之高和飛行千餘里之遠；如再遇到氣流合適和操縱得法，實在有更遠更高的希望！世界有名的滑翔飛行紀錄，都是從這一型的滑翔機造成的。

10. 關於近代滑翔機的種類，除上面依其形式和依其性能而分的四式與三型外，又有既據其形式復據其性能而成的特種滑翔機，計有兩類，都是經過特別研究而改良的。在外表上都是純粹合乎莫諾可克的要求，在功用上幾乎不分初，中，高三級，甚至於最高等的滑翔藝術均可運用如意。凡平常談論滑翔機飛行與製造的，大概不提到這幾句話，且有把莫諾可克字樣也付之闕如的，因為他們另有一項見解，每以滑翔機不過是航空技術的遊戲工具，何必要注意到什麼比較高深程度的方面去，莫諾可克字面只應該用以描寫高貴飛機的形容詞或區別詞，無需乎加之於滑翔機身

上，而滑翔機的種類分成 A,B,C,三型，亦足以貢獻一般青年男女「一生吃着不盡」了。但是我們却不肯「作如是觀」，因為我們相信中國古聖賢有一句話：「取法乎上，僅得乎中；取法乎中，僅得乎下」，世界上首先重行提倡滑翔機的功績，是要加之於德意志國民的肩膀上的；目前各民族之提倡滑翔飛行，武斷的說，不過取法乎德；倘然取法的人，再把「上焉者」拋開一邊，而僅僅乎取法其「下焉者」，請問所得的是什麼？所以我們在講滑翔機種類的時候，除那四式與三型之外，應該充足的和顯然的提出那兩種特別滑翔機。

(I) A-B 兩用型滑翔機——從名義上看起來，就可猜測得到牠的功用之大，據歐洲青年名之曰 P-S Dual Training Glider，查“P-S”的意思，當然就是 Primary 和 Secondary 混合起來，彷彿鐵路火車的「客貨混合車」一般的道理，所以牠的全名應該是「初中級兩用訓練滑翔機」，但是美國的青春男女却不是這樣稱呼的，他們因為紀念富蘭

克林大總統青年時代放風箏而發見天空傳電的偉蹟起見，遂叫這種奇妙的滑翔機謂之“Franklin Glider”在我們中國呢，儘可不必盲從，但不可不知道就好了。這種滑翔機的古怪部分，就在機身詞體的前端，把這部分另製造成爲一個活動的拱鼻(Nose Cowling)；把拱鼻打開，就是一架A型滑翔機，合乎最初訓練之用；把拱鼻蓋上，立刻變爲B型的了。我們想，這樣的A-B兩用型滑翔機，的確又經濟合算又對於飛行技術大有利益，以後我們應當取法乎此。

(2) 翱翔機——如果我們也從名義上着想，似乎這種飛行機已經和滑翔機鬧過離婚的了，因爲歐美已不復呼之爲Gliders，而直接叫牠Soaring Planes，凡“Plane”一個字乃飛機的簡稱，那末乾脆就是“翱翔於空中的飛機”了，可是並沒有發動機，依然還是滑翔飛行的原則，不過在其製造上是全部流線型合乎莫諾可克制度，又在其狀貌上是非常超時代化！世上最著名的係德國製，世上

取而用之範圍最廣的爲美國人，現在美國已把滑翔機歸納於C型中去，以供普遍的滑翔訓練需要。

II. 以上關於滑翔機的種類，我們就講到這裏爲止。

本來應該把各式和各型的滑翔機，多照幾張照相，作爲插圖，藉資認識；惟本書中必要的圖畫太多，故不得不暫時從略。本書封面上的和上章緒言之插畫，就是世上最著名的C型滑翔機之一種。

第二章 滑翔機的各部認識 及主要諸元

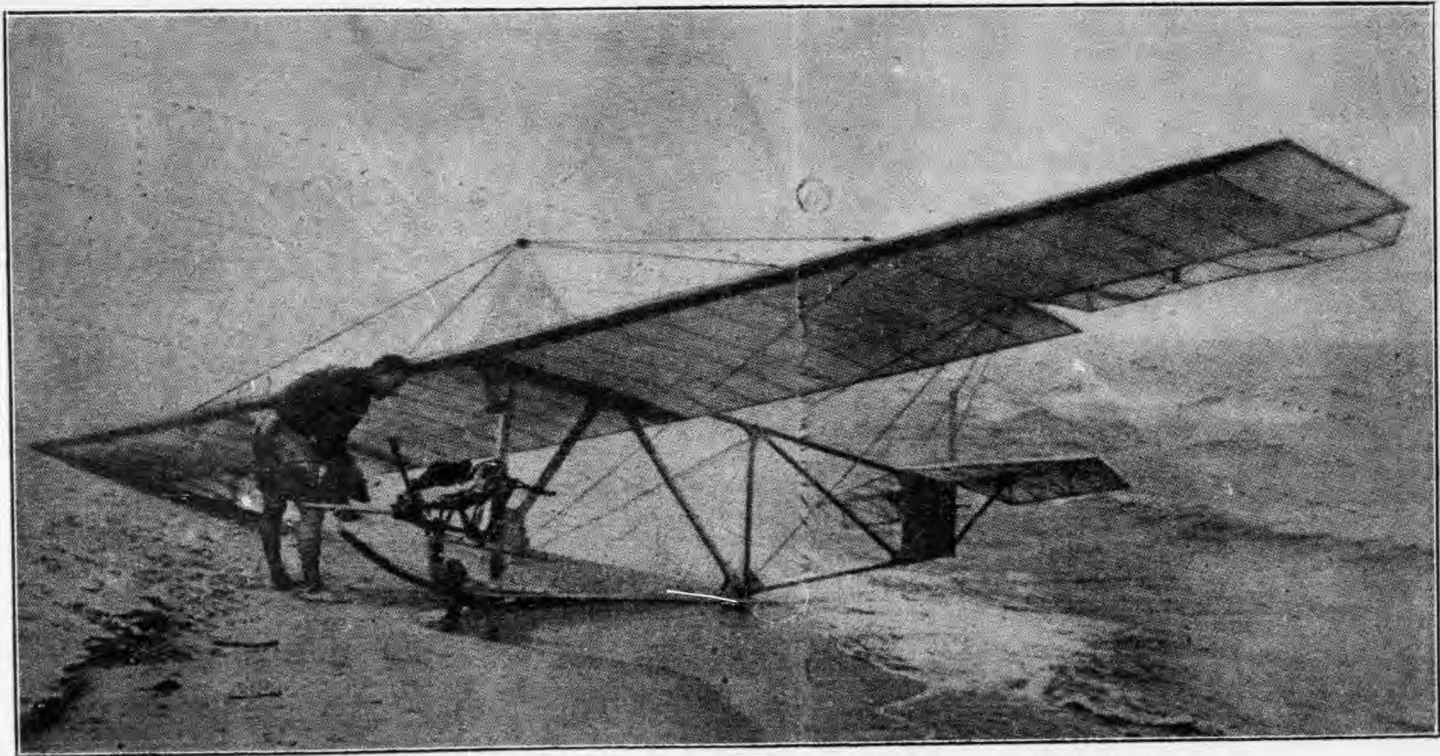
12. 現在先求認識一架滑翔機的各部名稱及其全體狀貌。在第一章說過滑翔機的種類甚多而狀貌各異，如要此刻一一的分別認識他們，豈非是件難事？所以現在選定一架最著名的，最基本的，結構也完全的，和世界公認為標準的滑翔機在此，如第二圖，其名爲「卓格靈」號，原名“Zögling”係德國航空科學專家首先創造，現經世界各國大學校理工學院，各機關職業團體，中學校學生會，小學校學生團體，童子軍團部，婦女團體，自由職業團體，家庭婦女，兒童組織，以及個人研究，均模仿製造，已經成爲飛行總社法定的滑翔機所謂Standard type了。這架滑翔機也就是初級滑翔訓練機的標準式，但必須稱之爲「卓格靈」滑翔機，而不宜任意命名叫牠什麼「趙飛燕」「薛靈雲」或「青女」「素娥」的，但是我們倘然自己仿造了這架滑翔機而必須要舉行命名典禮的話，我們亦未嘗不可以名之曰「卓格靈式滑翔機

某某號」，那末我們就能用些美麗好聽而合我心意的字樣了。這些還是無關緊要，最重要的乃在認清牠的各部名稱，以後纔能自己動手製造。

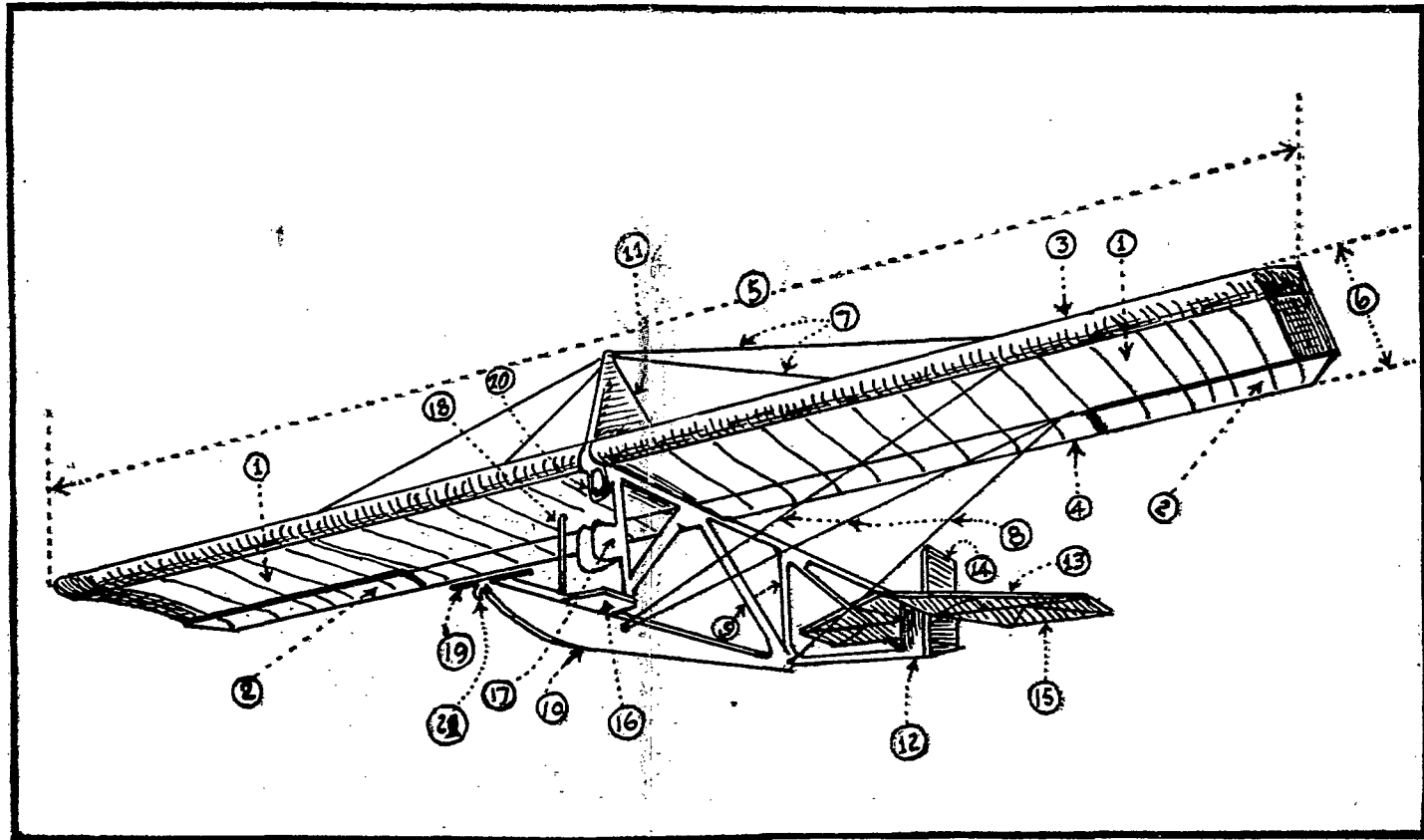
13. 不論那一種式樣的滑翔機，雖然有不同的地方，但基本部位莫不盡同。所以看清了這架標準滑翔機，那一型或那一式，都能够一目瞭然。因爲在這幅照相(即第二圖)上，雖然「十目所視」，但不能用「十手所指」，說不明白，所以惟有照樣的再畫一幅機械畫，如第三圖，加註數目字的符號并詳加說明，又欲便於讀者參考歐美文字的航空科學書籍起見，乃一一並列其西名如次：——

指示各部名稱圖說

- (1) 機翼(主翼).....Wing(1)
- (2) 傾斜翼(副翼).....Aileron(2)
- (3) 機翼引緣.....Leading Edge...(3)
- (4) 機翼曳緣.....Trailing Edge...(4)
- (5) 機翼長度.....Span(5)
- (6) 機翼寬度.....Chord(6)
- (7)* 降落索.....Landing Wires(7)*



第二圖——世界公認標準滑翔機「卓格靈」號



第三圖——卓格靈滑翔構造各部之指示

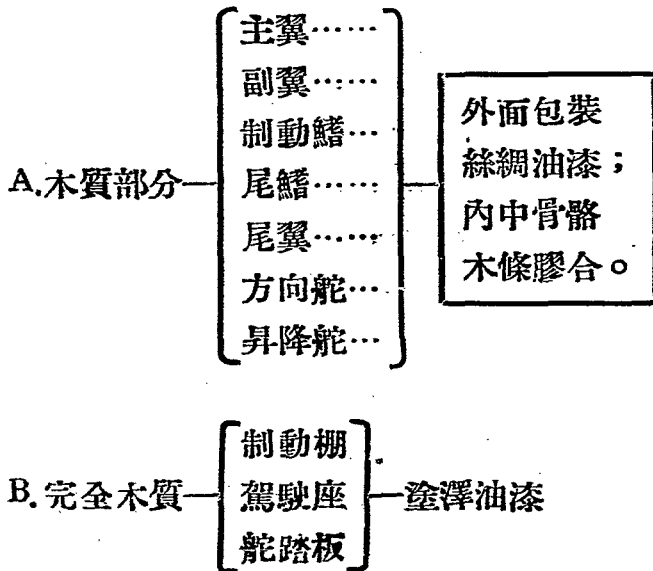
- (8) * 提昇索.....Lift Wires.....(8)*
- (9) * 胴體架.....Fuselage Frame(9)*
- (10) * 制動龍骨(制動具) Skid(10)*
- (11) * 制動鰭(蒙面如帆者) Skid Fin (11)*
制動棚(不蒙帆面者).....Cabane
- (12) 尾鰭.....Fin(12)
又名「垂直安定面」 Vertical Stabilizer
- (13) 尾翼(平行安定面)..... Stabilizer
(Horizontal Stabilizer).....(13)
- (14) 方向舵.....Rudder(14)
- (15) 昇降舵.....Elevator(15)
- (16) 駕駛座.....Pilot's Seat.....(16)
- (17) * 安全帶.....Safty Belt.....(17)*
- (18) 操縱桿.....Control Stick...(18)
- (19) 舵踏板.....Rudder-bar(19)
- (20) * 空手環.....Free-hand Loop(20)*
- (21) * 拉繩鈎.....Towing Hook...(21)

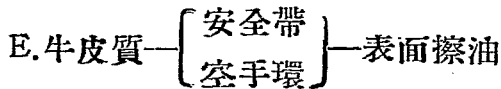
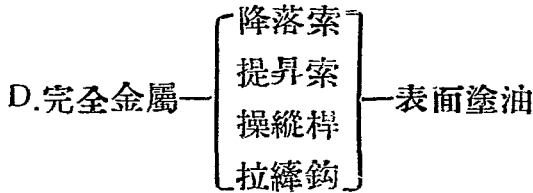
由第三圖清晰指出二十一個部分，務須一一記住，都是凡百一架滑翔機的重要部位及其專有名稱，也就是一切飛機的公有名稱，所以知道了

18 滑翔機的各部認識及主要諸元

滑翔機的各部也就是明白了飛機的一切，惟其中有八個部分——在數目符號上加以星點的——乃是滑翔機所專有（有的部分且為A型所專有），換句話說，就是一架飛機沒有這些部分的，這裏既然專談此類滑翔機，所以關於這些更要注意。

14. 趁這個時候，我們先認清滑翔機製造的材料，各部有所區別的：—





15. 這些不同的部分，可以由第二圖中詳細察閱之，惟圖中之駕駛座未能顯示明白，且安全帶亦看不清，又不知駕駛人安坐的確切情形，於是亦趁這個時候先行提出，大有必要。如第四圖顯示駕駛人安坐情狀和安全帶怎樣使用：



第四圖——駕駛人安坐情形
與安全帶的用法

這位小姐的胸部所圍的，即皮質安全帶，穩坐於胴體架機頭部分，兩足穩置於舵踏板，右手握住操縱桿，左手務必空着，（注意：左手不許去幫助操縱桿的推動）。至於那駕駛座椅更可看清楚了。駕駛滑翔機多麼舒適與快樂！

16. 現在要講到所謂滑翔機的主要諸元了。那一種那一式的滑翔機各具不同的主要諸元，決

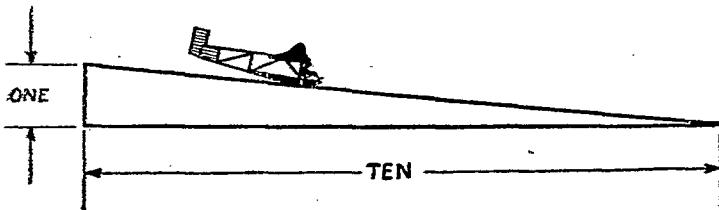
不能強同的。這裡所述者，就是專指卓格靈滑翔機而言，也就是一切 A 型滑翔訓練機的標準諸元，凡屬此型滑翔機的主要諸元皆大同小異。所謂「主要諸元」，也就是牠的「特性」，在歐美謂之“Characteristics of the glider”非常重要。現在列表如次：一

A 型滑翔機標準主要諸元

全機本身重量.....	175至200磅
全備重量連駕駛人附屬品（計 170 磅）	345至370磅
機翼面積.....	160至180平方呎
機翼負擔壓力.....	2至 2.2 磅每平方呎
機翼長度.....	32至40呎
最高滑翔速度.....	每小時25哩（約75華里）
降落着陸速度.....	每小時15哩（約45華里）
下沉速度.....	每秒鐘4至5呎
滑飛比例.....	8：1

17. 關於上表重要各點，大概沒有什麼疑問。惟最末一點，什麼叫「滑飛比例」？就是滑翔

機在空間飛揚時因**距離與高度之比**而推測**知其飛行能力**，也就是所謂“Gliding Angle”——滑飛角度(俗名「滑翔角」，就是「傾角」)——譬如說：在一呎高的位置而達乎水平線必須經過十呎的距離，如第五圖所示：



第五圖——滑飛比例 10 : 1

那末牠的滑飛角度或滑飛比例就是10 : 1，凡滑翔機飛行能力的強弱，只要考查主要諸元中的滑飛比例，就可知道，比例相差的大小越大越好，具體的說，就是10 : 1較8 : 1強，很好的滑翔機有20 : 1的呢！當然還有更強的或較之 8 : 1更弱的，乃視其製造而異。

第三章 滑翔飛行釋義

18. 本章所要敘述的應該很詳細，因為要說的話非常之多，而且關於學理也比較的深奧些。但是不能，爲了篇幅有限，不得不擇要而言。現在只能分開兩層步驟來說：一種是氣流，一種是力學。

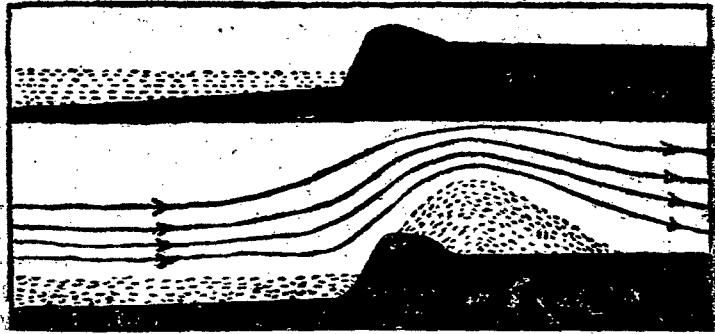
19. 誰都要問：沒有發動機的滑翔機究竟怎麼會飛的呢？最淺顯而不加思索的答語是：這個正和放紙鳶一般，紙鳶有其浮揚面，滑翔機就有牠的機翼，兩兩相當，紙鳶既能滯留於空中，滑翔機亦是一樣。然又有人要問：凡物重則沉，輕則浮，在水中如此，在空中何獨不然？紙鳶身輕那裏可以和滑翔機比，滑翔機的重量，比空氣也不知重了多少！在第二章16節講過，一架空的A型標準滑翔機就有175—200磅，還要加上駕駛人的重量，不是有345—370磅重嗎！何以能够飄浮在空中的呢？不差，紙鳶雖然身輕，然而也必定有其重量，紙鳶稍寬大，重量自然也要稍增加，可是紙鳶的浮揚面也隨之而擴大，是不是？

滑翔機也是這個道理，滑翔機雖然身重，可是牠的機翼面積就很大，所以還是能够浮揚於空中！空間是有所謂風的，空間是充滿了空氣的，空氣是流動的，空氣是有抵抗力的；這些當然無庸細說。於是正式的答覆「滑翔機怎麼會飛的？」問題（如暫時不談地心引力），那麼就是：——

滑翔機的飛行，完全利用空氣的抵抗力，與自然界的風，和各種流動的氣流。

20. 先將氣流的情形，作簡略解說。氣體必常流動，而流動乃有其路線的。當流動的氣體遇到了阻障的時候，牠的流動路線一定要起變化了。阻障氣體的物體有種種不同的形狀，氣體流動路線變化就各不相同。空氣的流動路線變化，尤為顯著。現在暫舉幾個例子：

A. 阻障氣流——這個應該說因障礙而發生的上昇氣流，如第六圖所示：

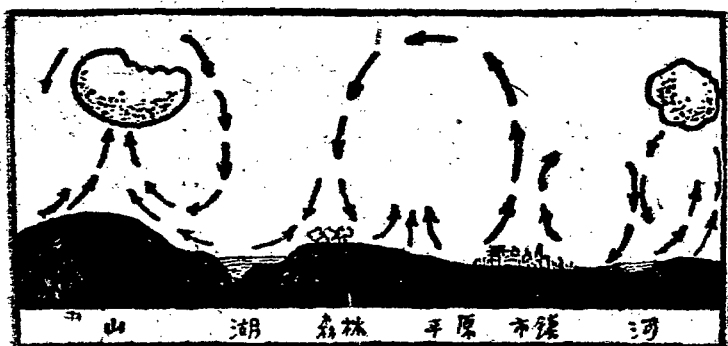


第六圖——因阻障而上昇的氣流

當海灘上有一塊突起的岩石，假如完全沒有風的時候，海水平靜如死，海面和陸上的空氣彷彿一動也不動，如圖中的上半部一般，自然無所謂氣流變化；不過大自然的現象很少這樣死板板的，即使被肉眼看成這樣，實際上却並不一定是那樣的。那末，當風從海面水平吹來的時候，因為受有岩石的阻止，風的進行方向就隨着岩石的高勢而起拱凸路線，如圖中箭頭所示的方向進行；再看岩石上堆積砂的樣子，就足以證明這種情形；不然，岩後的砂，怎麼會存在的

呢？這種從水平折轉向上的氣流，謂之上升氣流。

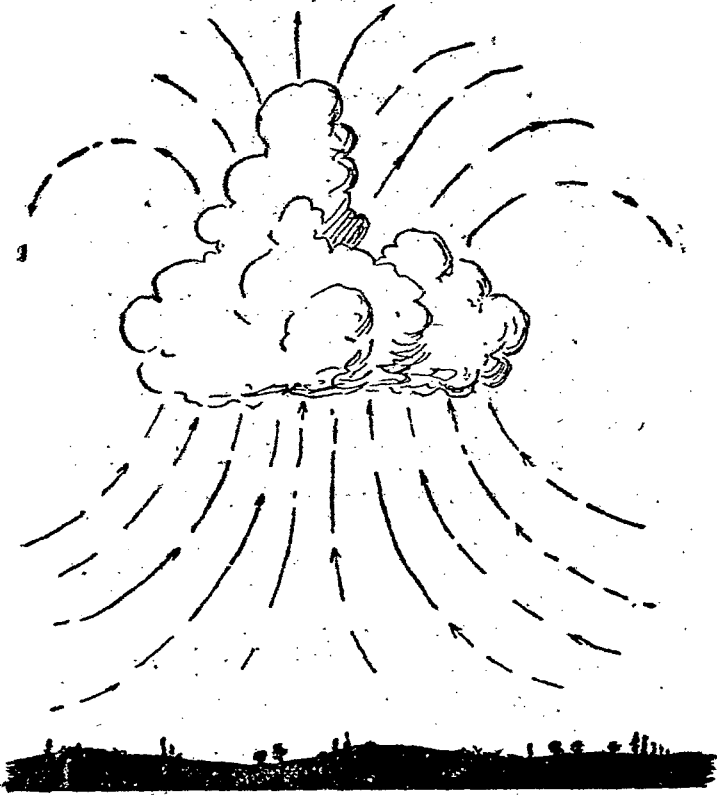
B. 溫熱氣流——這個應該說因溫度不同而發生的上升氣流，如第七圖所示：



第七圖——因溫度而上升的氣流

因為地面各處的溫度不同，地面上的空氣也會成為上升運動；在地面上因為有山，湖，森林，平原，市鎮，河流等，各處情形有異，所以地面吸收日光熱量的程度也不同；換句話說，就是凡乾燥之處的空氣溫度，要比湖沼溪河上面的空氣溫度為高；所以各處的空間，顯然起了差別；如第七圖中的箭號所示，就

是發生的各別的氣流運動，惟這些氣流的來源乃在乎溫度，所以這種氣流，又得稱之為溫熱氣流。



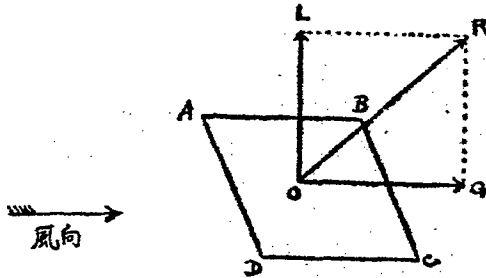
第八圖——因積雲而上昇的氣流

C.積雲氣流——這個應該說因熱空氣上昇於低溫空間凝結成雲而發生雲下的上昇氣流如第八圖所示（參閱上頁插圖）：當都市中的建築物，鋼鐵筋骨的樓牆，瀝青水泥的道路，噴泉水管的濕氣，花木人畜的吞吐等等，足使濕溫空氣昇騰直上，遇到占空間地位較高的涼氣，兩者不能融洽，遂凝為柔和朶朶的積雲；雲下的空氣又急速上昇；速度均勻，既遠且高。所以這種氣流，最合滑翔飛行的需要。

以上所舉的例子，都是供滑翔機所利用，因而在空中自由飛行完成滑翔目的。這是滑翔飛行原理之一。至於駕駛滑翔機應該如何利用氣流，因為不屬於本章範圍之內，且待到第六章中再作可能的講解。

21. 滑翔機飛行關於力學方面的，本來應該要有精密的研究；但因為滑翔機賴其翼葉而完成飛行使命的，所以我們只要偏重於機翼與空氣兩者間發生的關係，而引用力學原理來解釋這一點

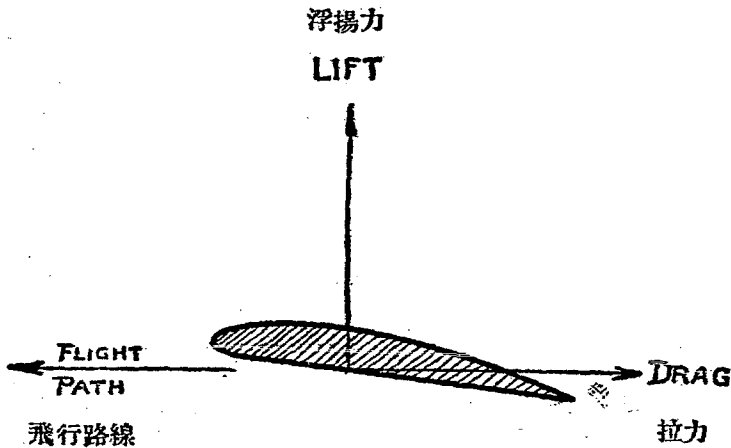
就够了。現作第九圖如下：——



第九圖——力學原則

命 ABCD 代表一個平面，對着風向作浮揚運動，OR 代表這個浮揚面所受的風力之方向及大小的合力。按力學原則，OR 可分成兩個分力，構成平行四邊形的垂直力 OL 及水平力 OG；OL 是使浮揚面上升的力量，而 OG 却適得其反，乃是使浮揚面後退的力量。假如 $OL = OG$ ，則 ABCD 面就既不向着風向前進，又不後退；假如 $OL < OG$ ，就要不進而退了，只需 $OL > OG$ ，那末浮揚面就向前飛行。

22. 滑翔機的飛行，正和這個原則符合，如第十圖所示：



第十圖——飛行原則

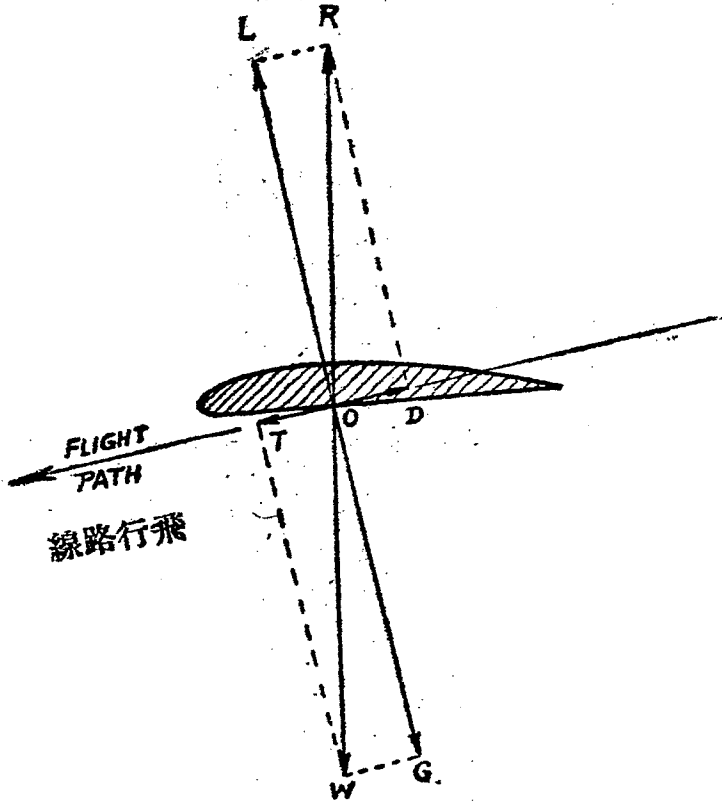
第九圖中的 OL，相當於第十圖的垂直力，航空科學中的專門名稱爲「浮揚力」或「舉力」；而第九圖的 OG，相當於第十圖的水平力，其專門名稱乃是「拉力」；浮揚面依着運動方向而向前飛行。一方面是因爲浮揚力大於拉力，所以能向前飛行；一方面是因爲機翼的引緣高於機翼的曳緣，翼底上又受到空氣給予機翼同大的托力；所以能够浮揚於空中而向前飛行。這是一種最簡單的解釋。

23. 在航空科學中，有一項世界公認的比例

公式，謂之 L/D ，凡研究飛行術的人，誰都知道的；當然 L 就是浮揚力（或舉力）和 D 就是拉力，所以第十圖中必須把 Lift (L) 和 Drag (D) 親切的顯明。所謂“ L/D ”者，要唸作「 L 與 D 之比」，要當作「用了 D 去除 L 而有餘」，實際上也就是「舉力與拉力之比率必須極大」為重要條件。然後纔能創造出“Flight path”——飛行路線。又在飛行路線中，機翼位置必與水平線成傾斜姿態，就是引緣必高於曳緣，也就翼葉與飛行路線組成的角度，在航空力學裏謂之「傾角」。歐美人每用一種俗談稱為“Gliding angle”——滑翔角——其實不很對的，此種角度不僅適合於滑翔機的飛行，并且一切飛機飛艇亦莫不適用，所以不應該稱之為滑翔角而應該正式呼之為“Angle of attack”——傾角——纔是道理。所以什麼事情我們不可「知其一而不知其二」，又不宜僅僅拾些人家的吐餘，却必須實事求是的以科學作根據，航空力學所謂高深的“aerodynamies”究經和俗談土話不同的，但「滑翔角」的名稱也未始不適用於專講滑翔機者。

24. 根據航空力學：傾角越大，舉力越大；飛行愈速，舉力愈大。當然是最確切不過的。但傾角之「大」，有當時一定的極限度，過此限度，翼面的浮揚力反而要減少，等到傾角大到 90° 直角時，浮揚力完全消失而等於零！這個務必記住的又一點。

25. 滑翔機還能利用一項天然的特別能力，能夠幫助牠上昇和下降，這就是滑翔機本身所受到的地心引力的力量，以滑翔機全備重量作代表。提到這一點，大家一定要起疑問：地心引力的作用，只能使物體下墜怎麼會幫助牠上昇呢？不過這正是滑翔機飛行技術上重要的一點，也就是滑翔機賴以完成向着飛行路線行進目的。如第十一圖，滑翔機依據正常的傾角向着飛行路線前進， O 代表滑翔機的重心， OR 代表所受到的空氣阻力的合力；如前所述， OR 得分成兩個分力，即 OL 舉力與 OD 拉力；雖然 OL 是大於 OD ，賴 OL 較強的力量支持滑翔機的飛行，但 OD 的反對力量依然有的；另一方面 OR 又在反對方向相等於其重量 W 而成 OW ， OW 即係對方的合力，



第十一圖——在正常傾角中利用地心引力
完成飛行目的

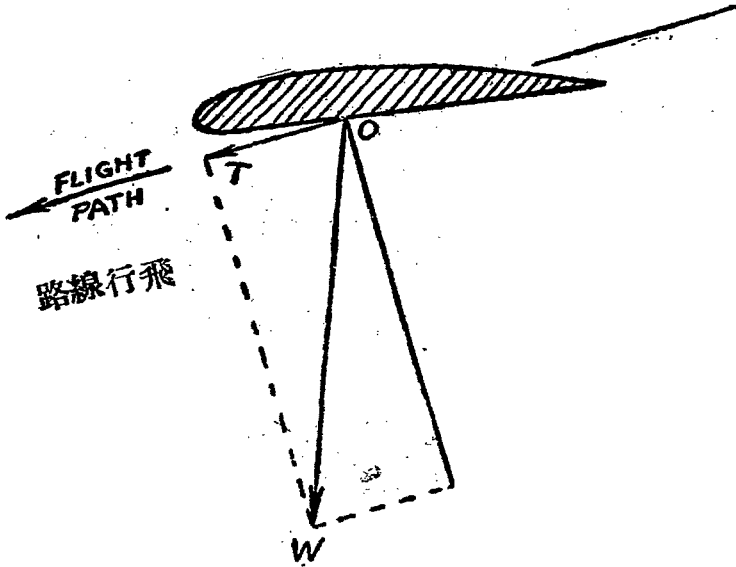
這 OW 合力也得成兩分個分力， OG 等於對方舉力 OL ，及 OT 等於對方的拉力 OD ；確好 OD

拉力被 OT (沿着飛行路線) 所抵消，於是增足推進的力量，而滑翔機在空氣中正好依着飛行路線向前進行！

26. 以上是完全根據牛頓定律，「有一個作用發生時，必有一個相等的反作用隨之發生」，所以並非是憑空臆斷。這種反作用是和運動的速度成正比例的，所謂速度愈快，抵抗力愈大。滑翔機飛行爲了這項要求，所以要想法子獲得反作用的力量較大，就能使滑翔機飛昇得較高；換句話說，就是使 OT 的力量更大，就能獲得 OL 的力量愈大了。欲使 OT 的力量大，乃事在人爲，就是由駕駛人先使機頭向下，就是讓機翼的迎風角度減小，也就是說使機翼的引緣稍向前傾；因地心引力的關係，OT 的力量增加了；如第十二圖，(和十一圖互相比較)：(參閱下頁)。

當時全機很迅速的向下沉，在轉瞬之間，立刻又使機頭向上，就是讓機翼的迎風角度突然增大，這也就是說使機翼引緣急速的稍向上仰；所以在這個時候，翼上受了很大的舉力，於是滑翔飛能够比以前更高數倍的向上飛昇，同時又依着

飛行路線向前進行。



第十二圖——機翼引緣稍向前傾，獲得反作用。力量加大

27. 滑翔機的飛行原則，我們就講到這裏為止。再總括一句說：

根據力學，利用氣流。

第四章 滑翔機起飛方法

28. 滑翔機因為沒有發動機，所以起動的時候必須憑藉外力。目前滑翔機起飛方法，大概只有三種：—

- (1) 用人力起動——這是初習的標準起動方法；
- (2) 用汽車起動——這是進一步的起飛方法。
- (3) 用飛機起動——這是最靈敏的高級滑翔機飛行起動辦法。

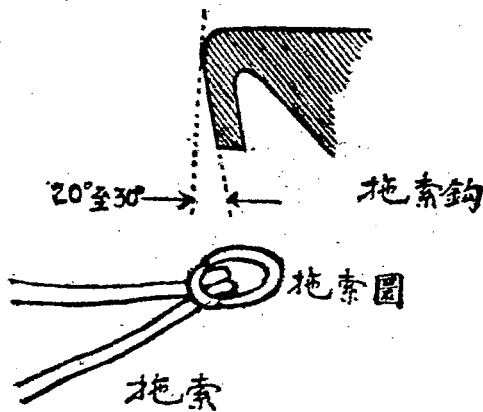
現在我們講起動方法，因偏重初習，所以把人力起動的為主，而以汽車起動的為賓。

29. 在滑翔機未起飛之前，先要有四種準備工作：—

甲·選擇地方——務必選擇富有上昇氣流的地段，最好有一小山，而前面有寬大平原，並無叢雜建築物或大樹數株；並不是因為地面障礙，乃是氣流有所變化的關係；山坡斜度不宜太高，二十餘度就足够了。

乙·檢查全機——這是必定要做的工作，決不可自信這是我新製的或者說是我的老伴侶，而不在未起動時先行檢查的；即使曾經飛行多次的滑翔機，也務必每次先行檢查一遍。檢查時最注意的部位為：

- (a) 機翼是否緊張和完整？
- (b) 副翼，昇降舵，與方向舵三者是否轉靈動？
- (c) 操縱桿，舵踏板，與駕駛索，各關節是否靈活？



第十三圖——拖索鉤圖

(d) 拖索鈎與拖索圓是否確切適合和光滑
與合度如第十三圖一般?(參閱上頁)。



第十四圖——正確的安坐姿勢

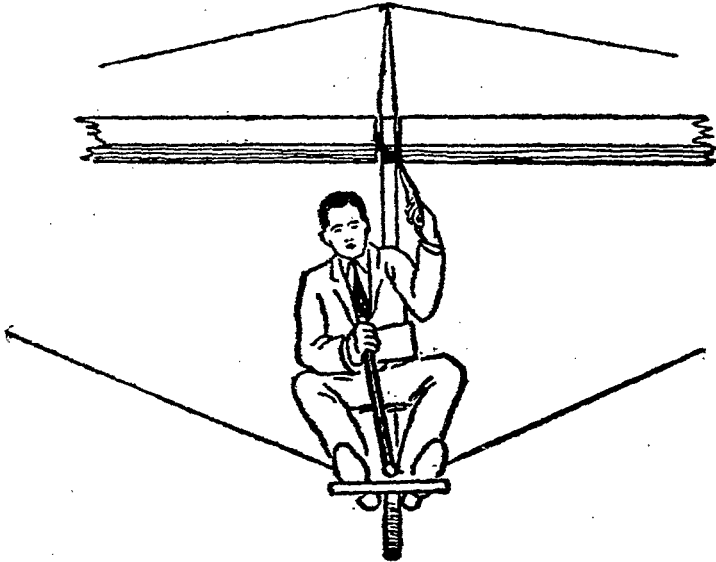
其餘各部當然也要細心查閱，務必件件滿意。

丙·安坐姿勢——駕駛人登機入於駕駛座上的姿勢，非常重要，應該像第十四圖所示的一設：

- (a) 胸腹背——緊縛於安全皮帶之中；
- (b) 右手——正直握操縱桿；
- (c) 左手——臂肘向上彎曲，手指握空手環圈；
- (d) 雙足——平正踏於舵踏板，務必穿帶硬跟之皮鞋，以足底心靠近鞋跟處密附於板沿。

關於a. 乃最重要的一件事，固然不宜過於緊密以致妨害呼吸，但決不可鬆弛；鬆弛了，人的身體便要 and 胴體架的立柱不能成一直線如第十五圖：並非因為不好看，有兩種毛病，一是全機重量失其平衡，二是操縱桿就不自覺的不能保持正直，而失去需要的中性位置。關於b. 只許一隻手(限於右手)，千萬不宜養成雙手操縱的習慣。關於c. 既滿足了安全信仰的心理作用，又避免了b. 的缺點。又關於a. 既不宜穿中國式便鞋或軟橡

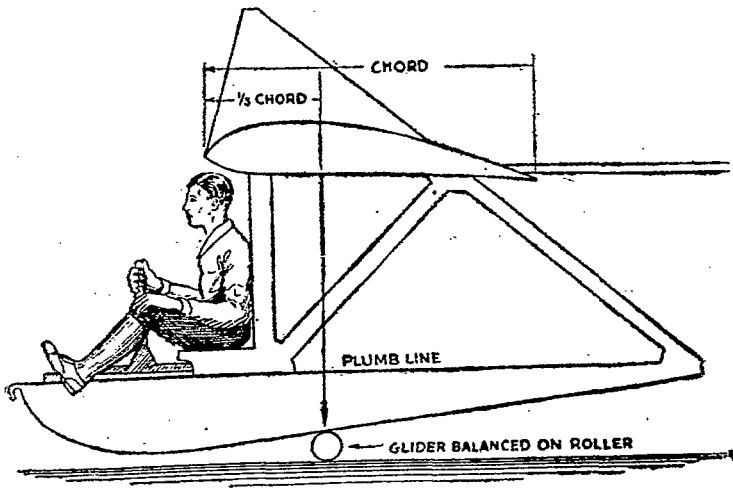
皮底網球鞋之類，又不宜用足趾或足心前半部的力量來踏板。



第十五圖——不正確的安坐姿勢

丁·測計重心——全機的重心點務必在未起動時先求知道，方纔能够操縱安定。每次起動的情形不同，譬如駕駛人 A 的體重決不會和駕駛人 B 或 C 相同的，同一駕駛人在這一次多穿一件毛衣或在下次只穿一件襯衫，重量上當然各不相

同了，所以每次必得在測驗重心而使全機平衡。測計之法，應把翼機寬度 Chord 分作三等分，在靠近引緣一端三之一處懸掛一根錘線 (Plumbline) 及於胴體之底，在那一點設置一根鋼管，彷彿是機底滾軸 (Roller)，校對機頭與機尾是否重量平衡 (balanced) 如第十六圖：—



第十六圖——測計重心點方法

如不平均，可以用他物加重於機身，必使機底的兩端不着地。

30. 滑翔機在準備起動與初習飛行之先，應組織一個**滑翔飛行隊**，共計十人，其職務可以輪流交換着充任；職務和名義是這樣：

發令員，兼翼尖持平者.....	1 (人數)
駕駛者.....	1
機尾持平者.....	2 或 1
拉繩者.....	6
	10 (總計)

最好另請一人充教師，則發令一項由教師擔任；所以一隊滑翔機飛行隊的人數，至少九人或至多十一人。其中只有駕駛者一個人在機中，起飛之後即昇入空中，所有其餘的人就總稱「地面羣」(Ground Crew)，而他一個人即謂之「飛行家」，Pilot，或「駕駛者」。如在一個時期能試習起飛至八，九次，職務上輪流交換，那末全隊的人，豈非就都成爲「飛行家」了麼？

31. 拖索的材料最好用稍具彈性的橡皮索，其粗爲 $\frac{5}{8}$ 吋直徑，其長爲 150 至 200 呎。拖索圈爲金屬製，其大小要和機鼻上的拖索鉤剛合適而

又須稍寬，以備拖索全長折半雙根扣住之後而仍能套在拖索鈎上和自由滑出脫卸。

32. 起動工作要分以下四層的程序：一

(1) 迎風——在小山頂上平坦之處，把滑翔機放在地上，機頭正對着風向；

(2) 就位——

(a) 駕駛人登機，按照必要姿勢坐好；

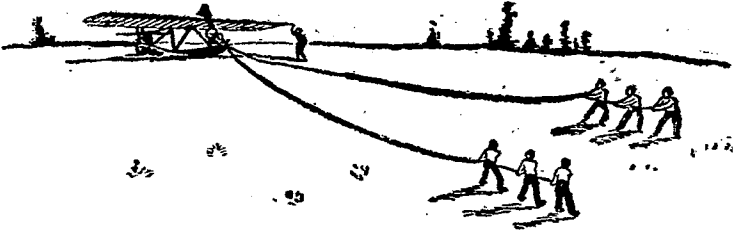
(b) 發令員把拖索圓套上機鼻鈎中以手扶之；

(c) 每三個拉絳者合拉拖索兩端之各一頭，向前八字分開走，拉直，排列立定；

(d) 機尾持平者二人（至少一人）在後部把尾翼平行安定面用手扶住，立定；

(e) 發令員之手釋放拖索圓（圓圈在鈎中），走向左翼尖端一手高伸扶住翼尖；統如第十七

圖所示：



第十七圖——起動時人員就位

(3) 動作與口令——

(a) 「開步——走」，地面羣都迎風而走，步伐整齊各不脫手，滑翔機就在地面上被人力所牽行動前進；

(b) 「開步——跑」，大概在「開步走」至十步以外纔發這個口令，於是大家快跑，滑翔機的行動就跟着加快的前進；

(c) 「放手」，這個口令，要注意只發給機尾持平者的，同時，發令員自己如兼翼尖持平者，

三個人同時放手；而拉繩者六人
人非但不許放手，而且仍舊
要快跑。

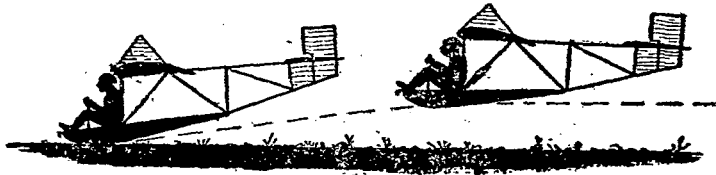
(4) 起飛與脫鈎——

工作做到(3)的時候，滑翔機已
昇騰於空中了！絕像放一個大紙鳶
似的，拖繩的人還在地面上快跑，
滑翔機漸昇漸高，機與人在同一方
向前進，而滑翔飛昇速度却比跑步
者腿力速度更強了；於是拖索變成
鬆軟，拖索頭就在機鼻鈎中「不安
於位」起來，竟宣布「脫離關係」，
如第十八圖：



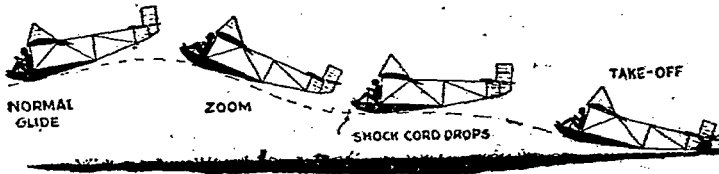
第十八圖——脫鈎

33. 滑翔機已竟自由在空中了！凡初習的決不宜求進步太速，應該慢慢的來；所以第一次起飛所得的飛行高度 (Altitude) 寧可很低，甚至於只有三呎高，亦不要緊；你只要保持着機上的操縱工具，不動其任何位置，就是在平原之上作平飛，滑翔機就能慢慢的安然降落於地面；如第十九圖所示：



第十九圖——安然著陸

迨實習到二次，三次，或多次之後，自然就能又高又快，飄飄欲仙！遇到適宜的氣流，昇騰高遠，又作正常的平飛，悉如第二十圖：

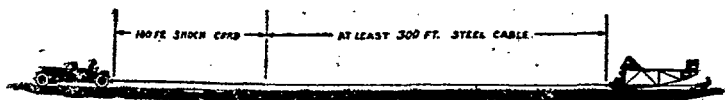


第二十圖——昇騰而后平飛

這些都沒有什麼駕駛人的操縱技術在裡頭，不過利用空氣的流動力量而獲得的天然姿態，圖中的虛線彷彿表示氣流活動如水之波浪一般，滑翔機就像舟之浮水而已。

34. 這裡約略講一些用汽車起動滑翔機的方法。汽車起動和人力起動的差異處，有以下的四點：——

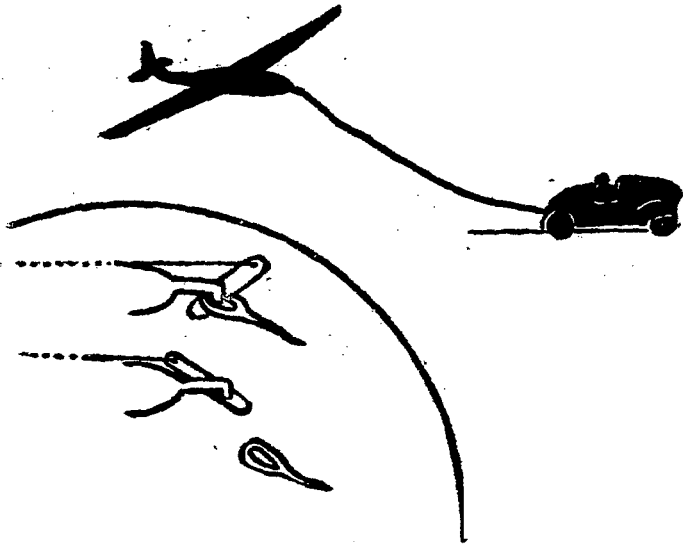
- (a) 人員——汽車起動只須三人；(1)滑翔機駕駛人，(2)汽車司機者，只管開汽車，(3)發令員，坐在車裡，面對滑翔機。
- (b) 拖索——橡皮索計 100 呎長，鋼索 300 呎長，接在一處成爲一根，鋼索帶拖索圓，與機鼻拖索鈎連繫，橡皮索與汽車尾連繫；如第二十一圖：



第二十一圖——汽車起動方式

- (c) 拖索鈎——預備汽車起動的機鼻拖索

鈎，亦可用上面 29 節乙 d 所述者，惟最好要用飛行人管轄的附屬拖鈎如第二十二圖弧中所示者：



第二十二圖——駕駛人管轄附屬拖鈎

只要汽車拖動機身昇騰達乎相當的時候，那鋼索似乎微有鬆軟的樣子，如圖右上，車中的發令員就得高呼「脫鈎」，飛行者用左手一拉，圓鈎自脫；滑翔機即自由飛行在空間。

(d) 汽車——汽車不必好的，但不用「轎車」而必須無蓬的廠車；行車速度，始而很慢，繼而達乎每小時七哩的速度，末了亦不過八哩/時，至速不得過每小時十哩的速度。

35. 關於汽車起動滑翔機，因為比較的對於初學者要艱難一些，故此間應從簡略；備此一格而已。至於用飛機起動的方法，則趨入堂奧的辦法，本書暫不述及。

第五章 滑翔機操縱法

36. 滑翔機的駕駛，全在人工操縱，所以謂之滑翔機的操縱。[操縱]二字在歐美謂之“Controlling”於是「滑翔機操縱法」就是“Controls of the Glider”。在沒有講滑翔機如何操縱之先，應該先要明瞭滑翔機在空中的固有情形，這是航空科學的基本知識，並不單指滑翔機而言雖然這裏是專講滑翔機；然而滑翔機的操縱法，可以說和飛機並沒有多大區別，所以魯莽的說一句：能夠駕駛滑翔機，也就是能夠駕駛飛機！

37. 滑翔機停在地面上，或在起動的時候，是無所謂駕駛和無所謂操縱的，必定等到滑翔機自由存在於空氣中纔要開始操縱動作。爲什麼？因爲未曾自由浮揚於空間之先，乃有外界的物力在驅使的原故，既經自由昇騰，「上不在天，下不在田」，四顧茫茫，浮沉飄飄，四面八方，上下左右，不着邊際，而全機在空間却沒有一分一秒靜止的。呀！滑翔機既沒有發動機，又未曾運用我駕駛人的手或足作什麼絲毫或任何的活動，

怎麼全機沒有片刻靜止的呢？原來滑翔機自有牠的天然固有的活動情狀。

38. 滑翔機在空間，有牠的六大運動，可分成兩組來講：——第一組，謂之「直線的運動」，(Straight-Line motion)，乃是全機在空間移動，計有三種運動：

(1) 前後運動……………全機進退，

(2) 上下運動……………全機升沉，

(3) 左右運動……………全機橫移，

這就是滑翔機的三大直線運動。大家必定無條件的承認是有的吧。於是接續着講那第二組的三大運動。說到這第二組的三大運動，却不像第一組那樣方便，因為在作直線運動時，我們對於全機是目所能見的，可是在作第二組運動時，我們必須先在腦海裏替一架滑翔擬摹出一種目不能見，耳不能聞，手不能指的東西來，謂之「運動軸」(Motion Axis)。這個運動軸(簡稱「軸」“Axis”)不過是想像的線，並無這樣實物的，然而決不是沒有；換句話說，那運動軸是必有的，假如沒有這軸，滑翔機在空中就不會作第二組運

動。這軸計有三根；(1) 一根沿着胴體自機頭直達機尾，(2) 一根沿着機翼自這翼尖直達那翼尖，(3) 還有一根沿着機身重心自制動鰭尖頂直達龍骨機底，這三根軸的正式名稱是：

(1) 前後軸(Fore-and-aft axis)——

XX軸……………縱軸

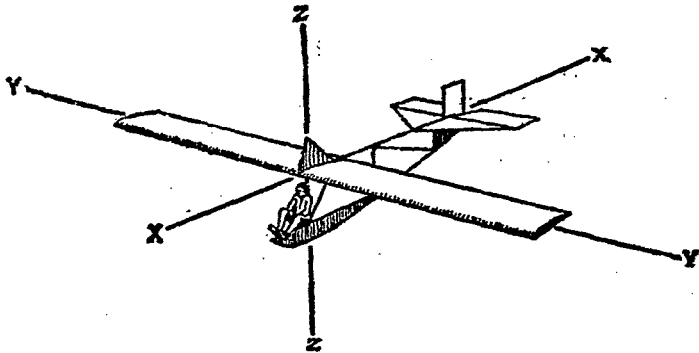
(2) 平行軸(Athwartship axis)——

YY軸……………橫軸

(3) 垂直軸(Vertical axis)——

ZZ軸……………直軸

這三大運動軸，在航空科學裏至為重要，為明瞭清楚計，應認定第二十三圖：



第二十三圖——三大運動軸

永久的深刻的映入腦海，不僅滑翔機是如此，一切的飛機，飛艇，或飛船都是一樣。有了這三大軸心，纔有第二組的三大運動。第二組謂之「轉角的運動」(Angular motion)，乃是機身依着軸線在空間活動；在想像中而又武斷的說，這種活動並不是全機在移動，在軸心的線上是不動的，惟在線的兩邊在動；於是這三大運動是：

(1) 依 XX 軸——滾轉運動——機翼橫斜

(2) 依 YY 軸——俯仰運動——機首低昂

(3) 依 ZZ 軸——迴旋運動——機身擺轉

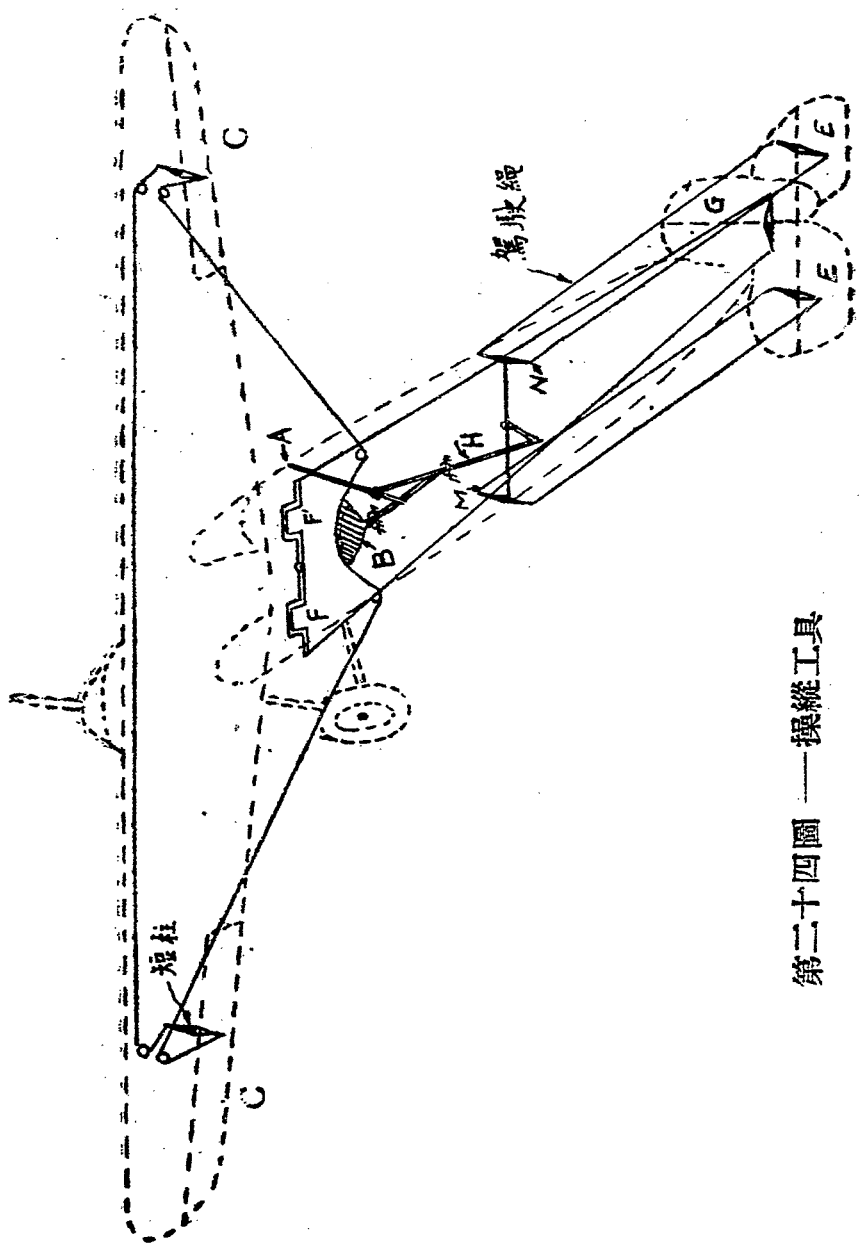
這就是滑翔機的三大轉角運動。大家更要無條件的承認牠們是最確切不過的。第一組的三大直線運動與第二組的三大轉角運動，聯合起來，就成爲滑翔機的在空間的六大運動。我們人類之所以能够駕駛滑翔機使其圓轉如意，就是用了我們人類的智慧和肌肉的力量，來驅遣機上的機械工具，然後完成所謂操縱藝術。

39. 現在再要清切說明所謂「機上的機械工具」。原來每一架小小的滑翔機也必定有其六大工具，纔能够完成操縱藝術，正和六大運動遙遙

相對，和互相呼應着。在六大運動之中彷彿是理想虛空的，但六大工具却不是那麼樣，乃有其實在的物件。請參閱下頁第二十四圖並請參照上面第三圖，兩兩相比；因為第二十四圖乃借用一架飛機來說明，在第三圖中尚有畫不出來的地方，而滑翔機和飛機的主要結構是完全相同的。

40. 滑翔飛的六大操縱工具是：

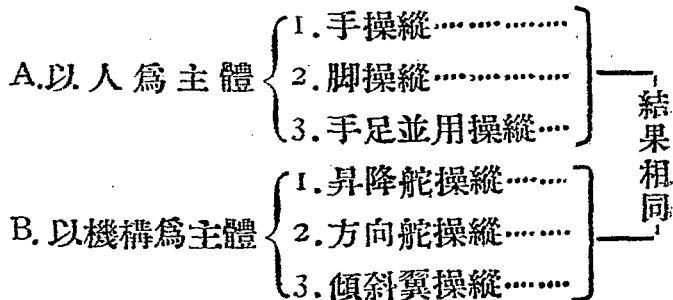
- (1) 方向舵 (Rudder)
 ... (第三圖 (14) , 第二十四圖 G) ,
- (2) 昇降舵 (Elevator)
 ... (第三圖 (15) , 第二十四圖 E) ,
- (3) 傾斜翼 (Aileron) (副翼)
 ... (第三圖 (2) , 第二十四圖 C) ,
- (4) 操縱桿 (Control Stick)
 ... (第三圖 (18) , 第二十四圖 A) ,
- (5) 舵踏板 (Rudder bar)
 ... (第三圖 (19) , 第二十四圖 F) ,
- (6) 駕駛索 (Pilot Cable)
 (第二十四圖全份繩索) 。



第二十四圖——操縱工具

{ 又在第二十六圖亦可見到操縱桿與 }
 { 副翼之間的駕駛索。 }

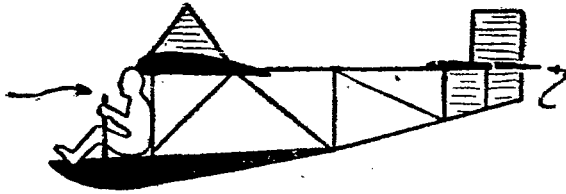
這六種重要物件之中，我們人力直接達到的惟有(4)和(5)二件，以(6)把(1)(2)(3)和(4)(5)作媒介，於是發生了很大的連帶關係；而(4)操縱桿是用我們的手的力量來操縱，又(5)舵踏板是用我們的腳的力量來操縱；所以當我們在運用(4)的時候謂之「手操縱」，我們當在運用(5)的時候乃謂之「腳操縱」，又我們同時運用(4)和(5)的一霎那間乃得謂之「手脚並用的操縱」。所以滑翔機的操縱法，總說是「三大操縱」(Three Controls)，但必須要分兩種眼光的看法：



因為結果相同，所以謂之三大操縱。

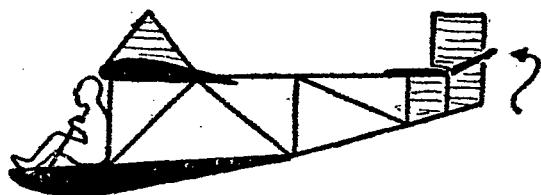
41. 實際的滑翔機操縱方法，乃是非常簡單的一件事，決不要認為怎樣的困難；只要有時用手，有時用足，有時手足並用；鎮靜的，輕微的，按照規矩和視其需要，就能獲得圓滿結果；千萬不要燥急的，竭力的，張惶失措，或任意胡來，那就不堪設想了。此刻先講手操縱，以一手操縱「操縱桿」，即感應到昇降舵和傾斜翼。關於昇降舵的操縱法是這樣，同時參閱第二十五圖甲，乙，丙：

(甲) 操縱桿立直，昇降舵平正，全機作水平飛行



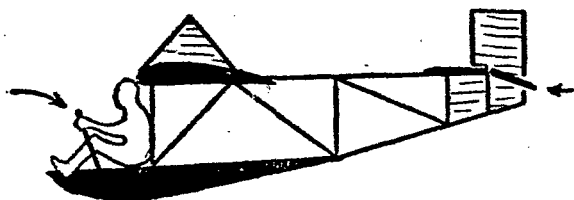
(甲)

(乙) 操縱桿向後拉，昇降舵向上折，機頭上昇，全機即上昇



(乙)

(丙)操縱桿向前推，昇降舵向下折，機頭下降，全機即下降

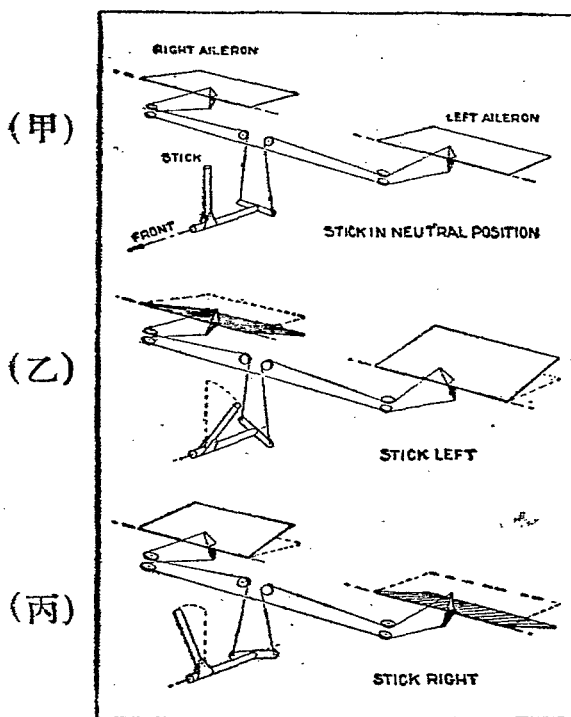


(丙)

關於副翼（即傾斜翼）的操縱法是這樣，同時參閱第二十六圖甲，乙，丙：

- (甲)操縱桿立直，左右副翼平服，機身平正；
- (乙)操縱桿向左扳，左副翼上起，右副翼下落，機身即向左偏；
- (丙)操縱桿向右扳，右副翼上起，左副翼下

落，機身即向右偏。



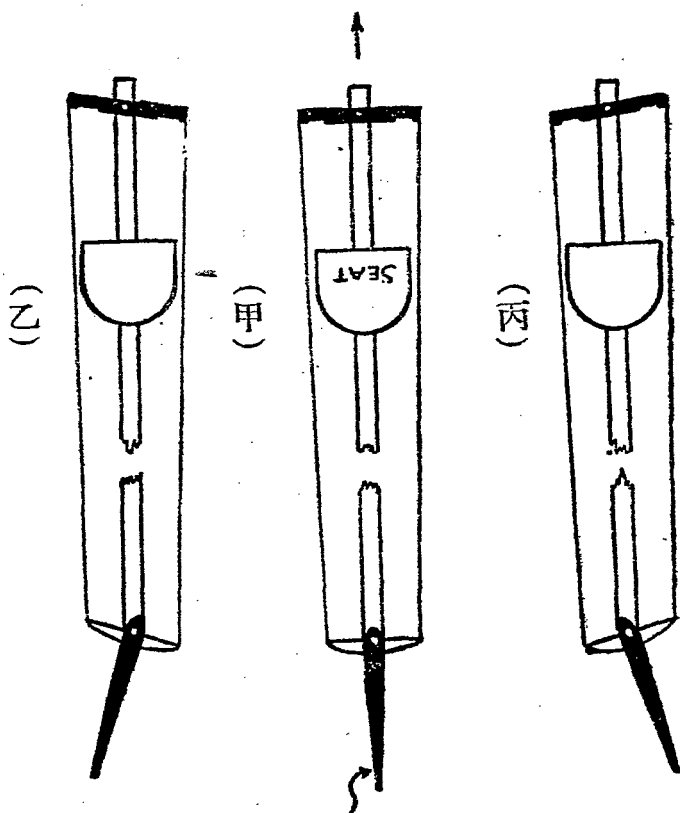
第二十六圖

其次說脚操縱，以兩足操縱舵踏板，即感應到方向舵，再參閱第二十七圖；

(甲)兩足平踏，方向舵正直，機頭向前，機身正直向前方直飛。

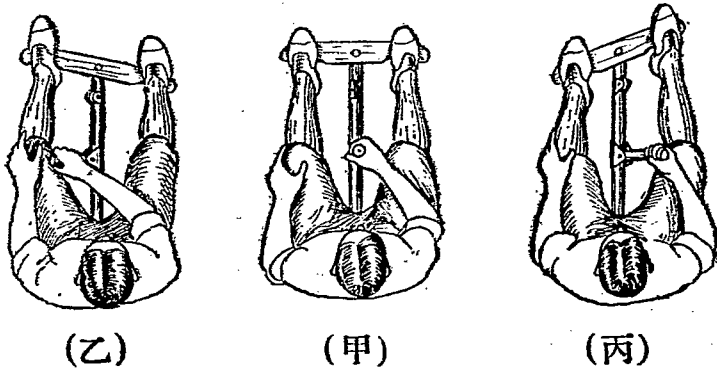
(乙)左足踏向前，方向舵向左轉折，機頭向左轉。

(丙)右足踏向前，方向舵向右轉折，機頭向右轉。



第二十七圖

又其次講手足並用操縱，既用一手運轉操縱桿，同時兩足又踏動舵踏板，於是同時感應到傾斜翼和方向舵，而完成全機偏斜而又轉灣的複式姿勢與活動。參閱第二十八圖並說明如次：



第二十八圖

- (甲)操縱桿立直，雙足平踏，兩者完全保持其中性位置，此時左右兩副翼均平服，方向舵正直，機身平正，機頭向前，全機依着飛行路線向前方直飛；
- (乙)操縱桿向左扳，左足踏向前，兩者作同一向左方位活動，此時左副翼上起，右副翼下落，方向舵向左轉折，機身既向

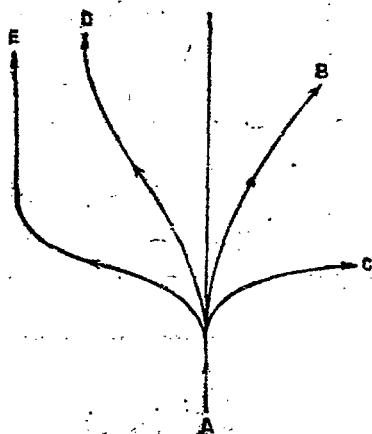
左偏，而機頭亦向左轉，全機則左偏又左轉灣而改變其原有飛行路線，而依據新路線飛行；

(丙)操縱桿向右扳，右足踏向前，兩者作同一向右方位活動，此時右副翼上起，左副翼下落，方向舵右轉折，機身既向右偏，而機頭亦向右轉，全機則右偏又右轉灣而改變其原有飛行路線，而依據新路線飛行。

42. 滑翔機的操縱法，不過就是這幾項。這是實際的基本動作，由漸而進；先由手操縱使全機上下昇騰，必須達乎15—20—30呎的飛行高度之後，纔可以偏轉，所以手足並用操縱要慢慢的來。而且轉灣的方向和飛行路線折轉的角度，決不可太急求進步，應如第二十九圖：(參閱下頁)。

先作直線飛行如A的方向，初步的轉灣應像AB與AD。角度小就是轉灣容易操縱些，有了相當的經驗，然後再作AC與AE狀態的直角三角形的轉灣；至於AE則又是複式轉灣方式，在航空技術中，又名之曰“S式轉灣”(S turns)，也可

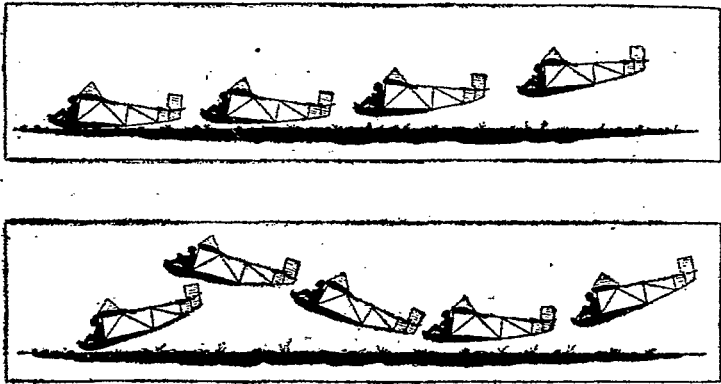
以叫做「S 飛行」，那是已經比較高深的了；駕駛滑翔機到此地步，可以說「漸入佳境」！



第二十九圖

43. 滑翔機的操縱術，當然還有其他種種的研究，本書篇幅關係，無從容納，只好暫時不談。惟有一句話，這裏不能不講的，就是在操縱滑翔機的時候，駕駛人的**目光務須向前看**，不可眼光望着自己的手或足，也**不許低頭俯視地面**，寧可稍稍抬頭仰望天空，必須養成**向上前進努力的心理**。有許多妙處，

一時言之不盡。譬如說，當好幾架滑翔機作結隊飛行，依據着最前的領導機魚貫而飛，牠高亦高，牠低亦低，豈不是一定要觀看前方的麼？如第三十圖上者所示：



第三十圖

又譬如說，當結隊飛行時，而衝進了突變氣流中，居領導地位的一架不得不下降，而緊跟着的大隊因氣流關係不能繼續着下降，第二架的駕駛人覺察到這種情形，於是他就駕機超越而過，自居於領導地位率領全隊向前進行，如第三十圖下者所示，豈不是一定要仰觀前方的麼？這樣的

圖示和解釋，當然不免有些欠強，或者更嫌言之過早，但是關於滑翔機操縱術上的心理作用，務須：

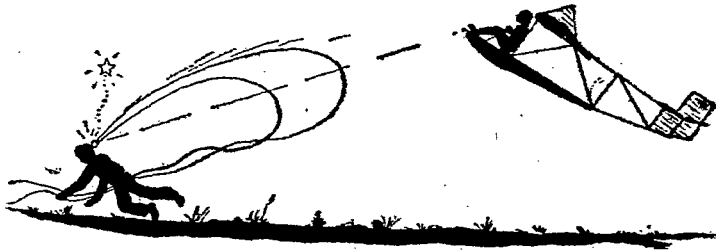
向上！

前進！！

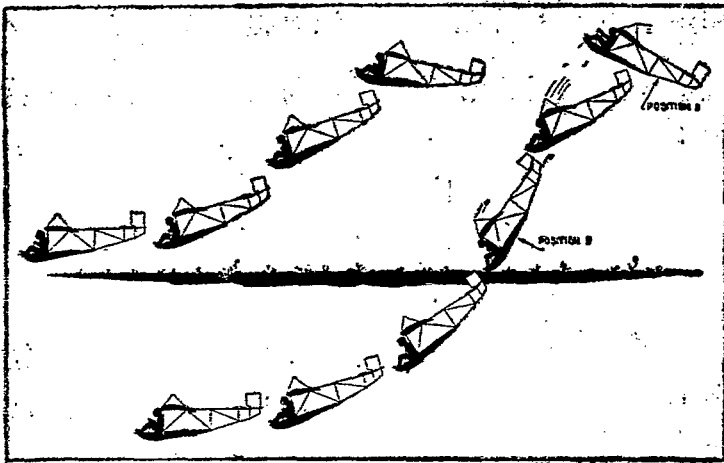
努力！！！！

44. 本章第36—41節所言，均為滑翔機操縱術上的基本，理論與實際不分，非常重要。駕駛方法裏當然還有許多應該隨機應變，心手相合，種種心理作用。現在先舉出最顯著的三種：——

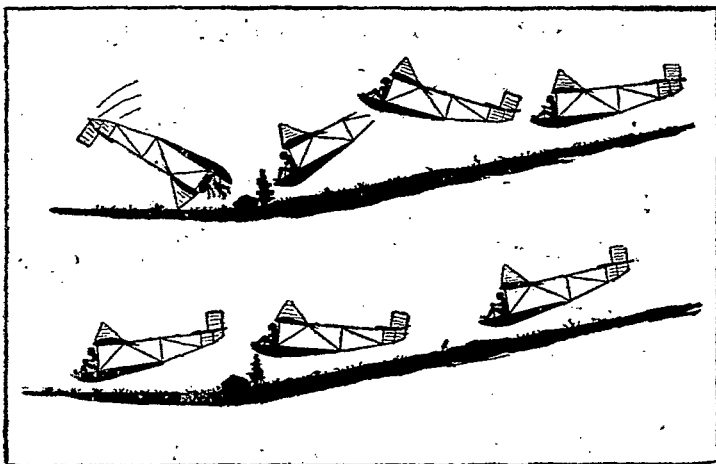
(1) 自然； (2) 溫柔； 和 (3) 鎮靜；
參閱第三十一至三十三圖及其各別的說明：——



第三十一圖——不自然的禍害



第三十二圖——溫柔與燥急的利弊



第三十三圖——不鎮靜與鎮靜的禍福

第六章 滑翔機的實際飛行與利用氣流

45. 滑翔機的飛行必須利用氣流，我們在第三章中已經肯定的了；又在第五章裡已經說明白如何駕駛一架滑翔機在空中的活動；但是既已昇入空中，也已經直接獲得氣流的幫助，而我們對滑翔機應該怎樣利用氣流呢？假如遇到適宜的氣流而不會利用牠，豈非雖然能夠操縱而仍舊不會獲得良好的飛行成績麼？所以在本章裏我們再進一步的要求知道如何利用氣流而作實際的飛行。

46. 各種氣流之中，凡最合乎滑翔飛行需要的，乃是因熱空氣上昇於低溫空間凝結成雲而發生雲下的上昇氣流，在第三章 20 節 C 講積雲氣流的一段曾約略說過。那種上昇氣流之上的積雲，彷彿是一朵一朵的排列於上空，滑翔機飛到這樣氣流區域裡，那纔是「一帆風送」的順利。大概這種氣流都是發生於都市之上或城市近郊，而我們的滑翔機起飛地點，却又大半是在都市郊外小山上舉行的，所以遇到這樣良好氣流的機會是

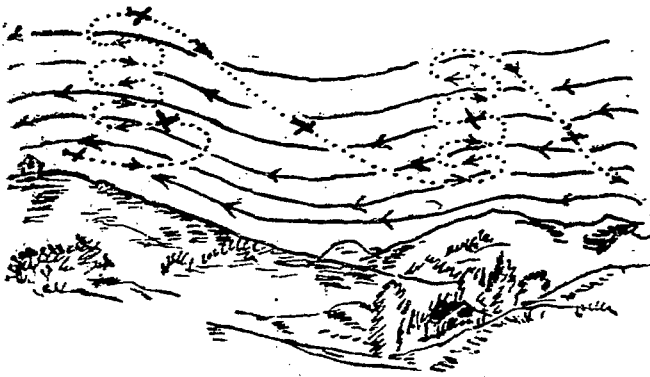
很多的。在實際上就得好好的利用牠。當滑翔機昇騰於空中，駕駛人用目光向前方一看，都市城池在我的脚下不遠，又用目光向高處一望，晴空明朗，而有朵朵的白雲高高在天，就知道我的好運道交到了。於是就輕輕的用右手把操縱桿微微向前推，這麼一來，機頭就向下沉；自然咧，機翼的迎風角度也就減小了，同時滑翔機因受有地心吸力的關係，就發生了很快的下降速度，那麼滑翔機就很快往下降了；這個時候全機正迎着上昇氣流而往下降，不是我們曾講過有一項反作用的嗎？我們趕快搶着利用那反作用，駕駛人就把操縱桿輕輕向後拉動，機頭就立刻非不再往下降，反而上仰了，機頭既然上仰，機翼的迎風角度遂增大，翼上的浮揚力突然增加，並且那天然上昇氣流本來富有一種上昇的力量，於是我的滑翔機就創造出飛行高度比以前數倍或數十倍的向上飛昇，飛到那朵朵白雲之下，毫不費力的向前自由浮揚飛行，優哉游哉！如第三十四圖：

47. 那樣的實際飛行，得謂之昇騰而後平飛，依着積雲底部平穩的飛渡過去。又雲本有其雲



第三十四圖——積雲氣流中的定着飛行層平面的，即所謂“cloud Level”，雖然說是「平的」，實際上正和水平面上必有波浪一般情形，故第三十四圖的滑翔飛行路線如此。此刻的飛行情狀，也可以說是人工創造而成的，因為利用熱氣流而完成的實際狀態，另用一項術語謂之「**定着飛行**」，簡稱「定着」——其實並不定着——在高等飛行術裏則謂之「**定着翱翔**」，又可以說是，「靜力學的翱翔」，英美的用語乃是“Static soaring”，具體的說就是滑翔機在空中作近乎水平的向前進行，已達乎上昇氣流中，而駕駛者不再採取上昇運動的操縱手段而將操縱桿保持中性正直位置獲得昇降舵保持平正時，就得到「定着」運動的向前直飛。定着運動可以得到遠距離的飛行成績，所以認為高等飛行術的重要方法之一，實際上無所謂高等飛行，不過以是否能利用氣流為斷。

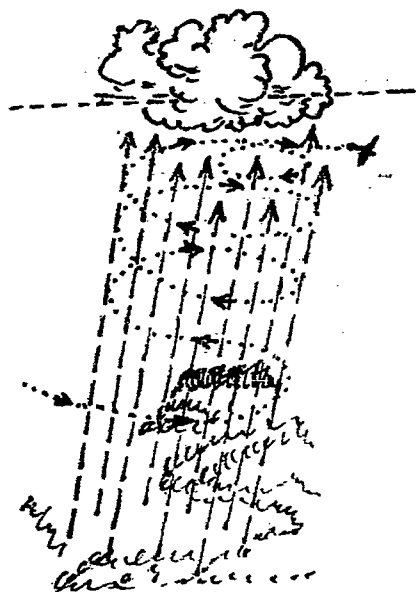
48. 凡充滿阻障上昇氣流的空中，謂之「**翱翔區域**」(soaring zone)，如第三十五圖實線箭號的就是：



第三十五圖一翱翔區域中的螺絲上昇與滑走飛行在翱翔區域之中，可以作種種的飛行姿態，乃利用氣流作「**螺絲上昇**」(Spiral up)，就是手足並用操縱，使操縱桿左傾同時用左足使舵踏板踏向前，機身向左側轉灣，在轉灣時微微（注意極微的限度）把操縱桿向後拉，機頭上仰而側轉灣，作迴旋狀的上昇；愈轉愈高，成為螺絲轉的飛行，如第三十五圖左方虛線所示。既達到很高

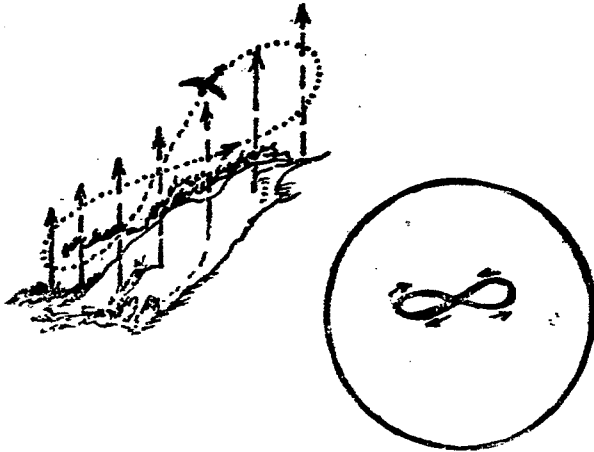
的地位，則又保持定着飛行狀態；如當時並不覺得究竟作螺絲上昇要達到如何的高度而還向上方轉上去，就要出乎翱翔區域之上，也就是可以說不在上昇氣流之中了，那麼，滑翔機因為自身的重量就要慢慢的沿着傾斜線降下來；這種情形謂之「**滑走飛行**」(Dive)，如第三十五圖中心虛線所示；那斜線的長，謂之「**滑走距離**」(Diving distance)，斜線與地平面所成的銳角，謂之「**滑走角**」(Diving angle)；落下的速度，謂之「**下沉速度**」(Sinking velocity)，滑走飛行時，如果不希望就此着陸，到了相當的滑走距離，你又可以再作第二次的螺絲上昇，如第三十五圖右方虛線所示，豈不是隨心所欲的嗎？！

49. 螺絲上昇的飛行姿態，也可以在溫熱上昇氣流之中舉行的，如第三十六圖：
螺絲轉的飛行，一直飛昇到雲層平面之下，然後又作定着飛行，亦可以飛得很遠。并且遇有地面的高低不同而發生的上昇氣流時，又可變換



第三十六圖——積雲氣流中的螺絲上昇飛行

飛行姿勢，成爲一種高低往還交叉形的川流不息神氣，謂之「**8字飛行**」("8" flying)，因爲飛行路線完全成爲8字狀態，如第三十七圖圓圈中所示，而實際的滑翔飛行路線，則如第三十七圖右上角所示：



第三十七圖——溫熱氣流中的 8 字飛行

這種 8 字飛行的姿態，頗為優美，最合練習飛行之用，可以在一個小小區域裏盤旋往來，專作熟練操縱方法。所以 8 字飛行不僅滑翔機飛行術裡的重要法子，駕駛飛機的訓練功課中也是非常緊要的一門操縱藝術。

50. 關於利用氣流的機會很多，足可使駕駛者當實際飛行的時候隨機應變；如欲細談，實在一時言之不盡；本章所述不過是舉其大要，藉作實例而已。至於大自然的現象瞬息萬變，即使在

74 滑翔機的實際飛行與利用氣流

同一時間或同一區域裏，也會發生無窮盡的變化的，筆墨或口舌那裏能夠在一時中描摹得像，完全要飛行人的心領神會隨時應付；所以在初習滑翔機飛行的時候，務必駕駛 A 型滑翔機，使駕駛人的身體全部暴露於機身之外以便直接感覺到氣流作用，經過了多次的實際飛行，對於氣流變化自然而然的會利用，果然「妙在不言中」的獲得許多經驗之後，夫然後駕駛中級滑翔機和再駕駛高級翱翔機，就可不自覺的有得心應手之妙！

第七章 A 型標準滑翔機的製造

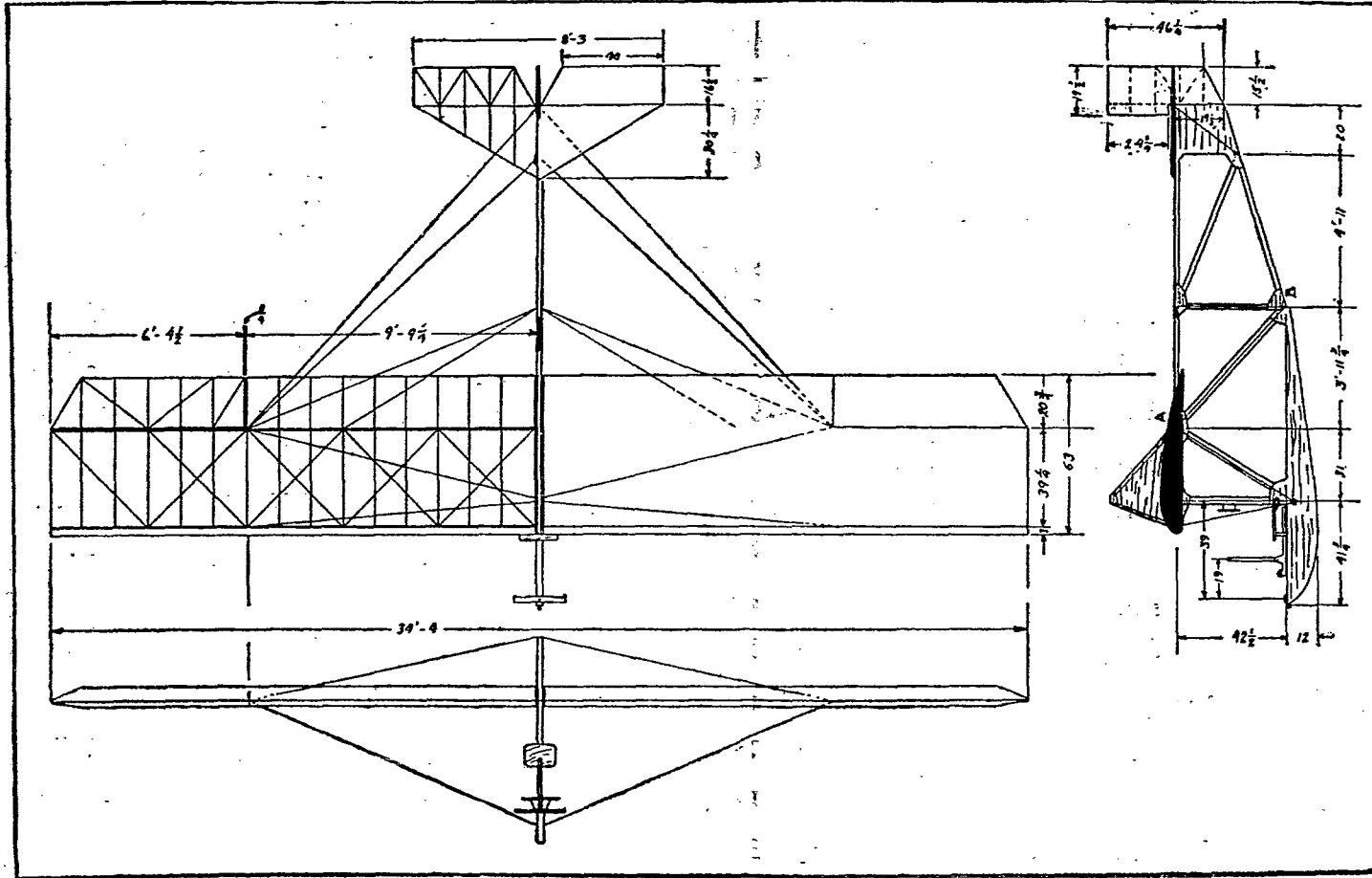
51. 關於滑翔機的製造，本來是絕對專門，決非馬馬虎虎率爾操瓢的。乃屬於航空工程家（Aeronautic engineer）的任務，而並不是所謂愛美的（Amateur）藝術。每一種滑翔機各有其專用的製造工程圖樣，概由政府審定頒發於各商業航空機製造工廠，監督製造或發行或出售於民衆之作航空企圖者。惟我國目下情形不同，對於滑翔機的一切尚未有這種嚴格規定，所以不得已只有取法於世界公認為標準式 A 型滑翔機之一種的製造工程範本，來完成我們的創造目的。

52. 現在選定一架歐美各國通用 A 型標準滑翔機「卓格靈」式，供我們模仿製造。此項機式初係德國政府審定供大規模的龍山羅昔吞飛行大會（Die Rhön-Rossitten Versammlung）之用，認之為標準型滑翔機（參閱第二，三圖）。其專有的製造工程圖樣，乃全世界一律，可以取法的，此刻我們複製這一份非常重要的工程圖在此，第三十八圖，這種圖樣謂之三面圖（the

3-view Plans), 分平視, 俯視, 側視, 三個圖樣, 聯合起來的。我們初一看, 彷彿很簡單, 實際上已够精細, 因為各部份的度量尺寸均一一標明於圖中; 但我們惟恐弄不清楚, 乃再把三圖中的各部分之尺寸另列一份標準度量表羅列於圖後, 所開的尺寸, 至為確切, 我們開始製造的時候, 務須按照尺寸, 絕對不可微有增減, 這就所謂漢朝宮中選美女的標準度量「增之一分則嫌長, 減之一分則嫌短」! 應先作一份放大的實物原大工程圖樣, 藉作參考, 至要至要。此機在不用收藏時, 可以分開成爲兩段, 由側視圖中 A 和 B 兩處拆開來, 用的時候又復合攏裝好, 所以的確非常便利的, 可以攜帶赴各地旅行去表演飛行藝術。

53. 實物原大工程圖樣既經製好, 即須整備各種製造材料, 務必以採用國產爲原則, 到不得已的時候, 實在沒有國貨可用, 方始購買歐美出品以補足之。至於各種材料尺碼分量的多寡, 此間難於逐一舉出確切的數字, 因為初次製造難免要有些糟場材料, 猶如木材, 油漆, 鋼條, 鐵絲之類, 往往要多廢, 所以甯可多置備一些; 好在

俯視圖 ↓



平視圖 ↑

第三十八圖—標準滑翔機「卓格靈」製造圖

卓 格 靈 滑 翔 機 製 造 的 標 準 度 量

A. 平視圖：一機翼長度.....	34呎4吋	機鼻與操縱桿距離.....	19吋
B. 俯視圖：一機翼寬度.....	63吋	制動龍骨全長度.....	10呎½吋
機翼引緣寬度.....	3吋	龍骨前段長度.....	41½吋
主翼寬度.....	39½吋	龍骨中段長度.....	31吋
副翼寬度.....	20½吋	龍骨後段長度.....	3呎11½吋
副翼長度.....	6呎4½吋	胴體架上桿長度.....	10呎6½吋
主翼曳緣長度(去副翼).....	9呎9¼吋	胴體架前段長度.....	3呎11½吋
主翼曳緣與副翼曳緣空隙.....	½吋	胴體架後段長度.....	4呎11吋
尾翼寬度.....	30½吋	胴體架尾段長度.....	20吋
尾翼長度.....	8呎3吋	胴體架尾段寬度.....	19½吋
升降舵曳緣長度.....	40吋	方向舵長度.....	15½吋
升降舵寬度.....	16½吋	方向舵高度.....	24½吋
C. 側視圖：一全機高度(制動鰭除外).....	54½吋	尾舵全高度.....	46½吋
胴體架高度.....	42½吋	尾舵全長度(方向舵與尾鰭合計)
制動龍骨高度.....	12吋	19½吋
駕駛座全長度.....	39吋		

有原大圖樣作比較，木料絲布的多寡就可先有一個輪廓在胸了。應該準備的應用材料是這樣：—

1. 黃松木 (學名 *Picea Sitchensis*) 又名「金樅木」
(英美名 *Sitka Spruce*) 全機骨骼用，
2. 胡桃木 (學名 *Juglans*)
或白槐樹 (學名 *Fraxinus*) 龍骨底用，
3. 三層膠板 (桃花心木質) 機翼引緣用，
4. 杭州紡綢 (約 500 平方呎) (或棉布) 翼面用，
5. 接筍角鐵 (冷捲鋼質) 胴體架用，
6. 無縫鋼管 (冷捲純鋼質) 操縱桿與其他管狀體用，
7. 硬鐵絲 (Hard Wire) 降落索與提昇索用，
8. $\frac{1}{8}$ 吋直徑鋼絲股索 駕駛索用，
9. 航空機滑車六個 (Bakelite Micarta 牌號)
..... 穿渡駕駛索用，
10. 鉸鏈 (鍍鋼質) 尾舵駕駛索用，
11. 筓釘 (鍍鋼質) 必要部分用，
12. 釘 (黃銅或鍍鋼質) 必要部分用，
13. 魚膠 (保水險濃膠) 木材接合用，
14. 飛機膠 (Dope, 天津永明油漆廠有出品) 翼面用，
15. 淨桐油及耐水漆 (天津永明油漆廠有出品)
..... 木材骨骼用，
16. 一吋寬橡皮膠布條 (Herringbone tape)
..... 綢與木接合用，

17. 線繩……………包裝翼面翼骨打結用，
 18. 有色油漆……………外部裝飾符號用，
 19. 鐵鉤（拉繩鉤），拖索圈，拖索……………起動用，
 20. 其他（如皮質環帶等）……………必要部分用。

54. 實行動手製造，應該偏重實做，所以最好「少說話，多動手」，而本章亦遵守這樣箴規，在能够不說話的部分，就不開口，亦可藉以節省若干篇幅。惟關於應該特別注意之點，則另行提出，如以下各節所述。

55. 一架滑翔機的製造，應分成三大部分，可以在三個工場上同時製造，分工合作，能够節省時間；待三部完成，然後再合做配合工作。那三大部分是：

- (1) 機身——龍骨，胴體架，制動鰭，駕駛座，操縱桿，舵踏板，安全帶，空手環，拉繩鉤等屬之；
- (2) 機翼——主翼副翼之骨骼與包裝；
- (3) 機尾——尾鰭，尾翼，方向舵，昇降舵之骨骼與包裝。

這三大部分之中，以機身的製造為最容易；機尾與機翼的製法是差不多的。當然機尾又比機

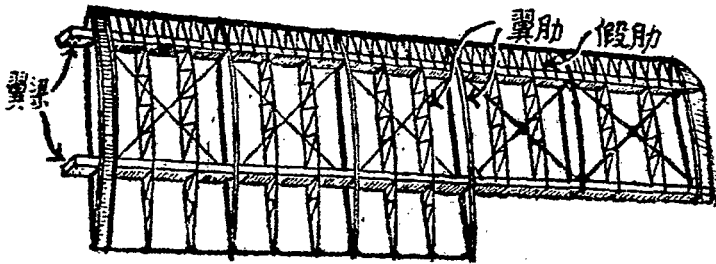
翼為簡易；而關於機翼的製造為最難，完全與製造木質飛機相同。機翼乃左右兩半翼相對的合成，每半翼的製造完全相同。現以半翼為主，再分析言之：

翼之結構頗精緻，其部分名稱又是這樣：

- (1) 翼樑 Spars 二根，
- (2) 翼肋 Ribs { 完全肋 九根，
- { 缺尾肋 六根。

翼肋如再細分之，則又有(a)壓縮肋(b)假定肋，和(c)引緣肋三種，又在壓縮肋之間有抗力線交叉之。

56. 所謂完全肋與缺尾肋，乃暫定俗名，因



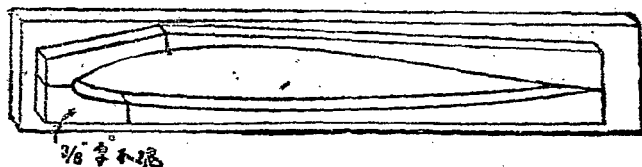
機翼內部之構造

第三十九圖——機翼內部骨骼之結構

翼肋位於翼尖部分者，每缺少翼肋全部之尾，以便安裝副翼；而主翼的大部分所裝的翼肋，乃有其位於曳緣的尾尖，所以暫時有易於識別的名稱。這項機翼內部的構造，可以用第三十九圖顯明之：

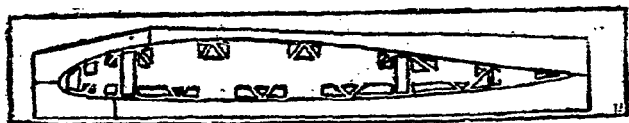
至於每根翼肋的製造，必須分開三層步驟來做：

- (a) 先在平面木板上畫出翼肋剖面的縱坐標，再用一塊 $\frac{3}{8}$ 吋厚的木板作為模樣，如第四十圖：



第四十圖

- (b) 在板上細細的畫，完成翼肋模樣，如第四十一圖：



第四十一圖

(c)照模樣仔細的造成完全肋一根，如第四十二圖：



第四十二圖

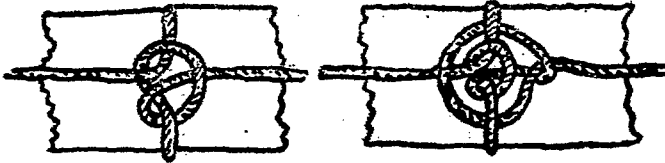
57. 完全肋以九根為一份，計兩份。而每一根的肋可分為三段，微圓的為引緣段，大部正中的為中心段，尖形的曳緣段；悉如第四十三圖：



第四十三圖——翼肋全份

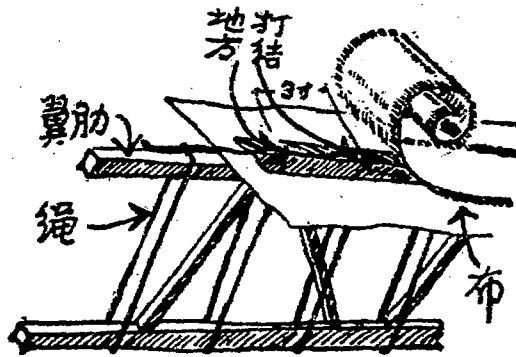
58. 翼肋與翼樑的接連和抗力線的縛束，可由第三十九圖見之，當可明瞭，無庸多贅。惟抗力線繩的打結法，必須打成平服之結，如第四十四圖所示：

59. 機翼的引緣部分，必用三層膠板掩護之，



第四十四圖——繩結的打法

纜可以保持翼剖面的恒久狀態，然後纜用杭綢或棉布縫包全翼。布縫在翼肋部分因藏有繩結，故於布外粘貼膠布條，這項工作均如第四十五圖所示：



第四十五圖——布縫在翼肋

60. 縫完之後，乃用飛機膠塗之，翼面因而收縮緊張，不透氣，避風雨，加抗力。待乾之

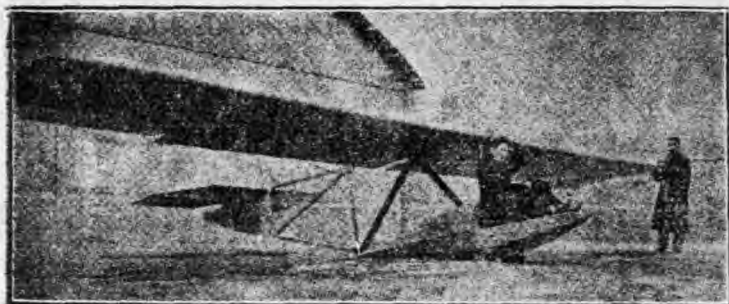
後，再塗一層，大概須塗三次即可。精緻的滑翔機，約須塗澤七次之多。

61. 至於駕駛索的裝配，可以參閱第二十四、二十六兩圖。裝配副翼駕駛索與滑車等，有在包裝翼面之先的，有在其後的，須看當時情形而定。又包裝尾翼正和主翼副翼等沒有兩樣。還有那制動繃的包裝也是一樣。

62. 全機裝配工作，頗為方便，惟裝降落索與提昇索時，應有注意之點，務使機翼兩尖端微微翹起成爲帶有傾斜角度姿勢，這個有其特別專名爲“Dihedral angle”，不宜使全機之翼成水平線的形狀，這個由制動繃與翼面上的鐵絲索完成之。一切裝配完好，重行上油漆一次。末了，按照第四章 29 節丁第十六圖所示的測計重心，空機必須機尾重於機頭，加上駕駛人之後必須頭尾等重。到此地步，一架 A 型標準卓格靈滑翔機的製造，大功告成！

63. 最後，附加一層意見於此，在第一章第 10 節中，我們提起現有一種 A-B 兩用滑翔訓練機，非常有用，乃是把 A 型滑翔機的頭部另做一

個活動的拱鼻，可開可閉，取去拱鼻即係A型，加蓋拱鼻即成B型，至為方便；我們應該取法乎此。該種A型滑翔機，乃在機身後部本來有半個胴體，如我國清華大學馮桂連先生所造之第一架滑翔機即此，如第四十六圖所示：

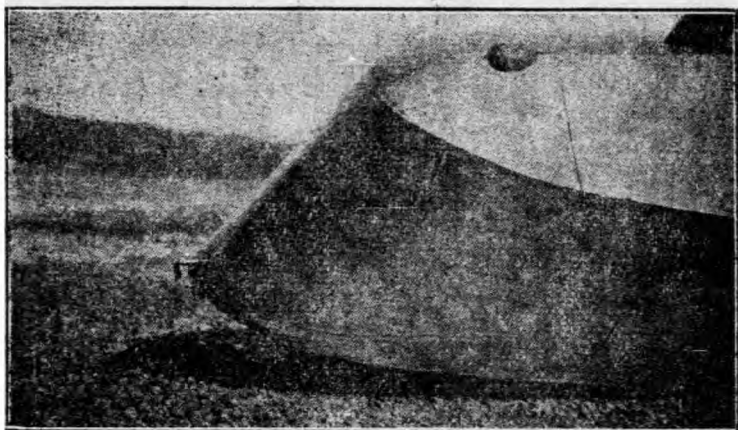


第四十六圖——清華大學所造之滑翔機

這種滑翔機，雖屬於A型初級訓練之用，却正好加裝拱鼻成為中級式訓練機，飛行時利用氣流，功效較大。拱鼻設置，狀貌優美，如第四十七圖：（參閱下頁）

豈不是立刻成為德國式B型標準滑翔機「柏呂弗林」（"Prüfling"）了麼？雖然沒有那美國式「富蘭克林」號充分流線型化，但的確確可以認

之爲羣中矯矯者。希望識者大家起來研究。



第四十七圖——A—B兩型機頭拱鼻

結 論

64. 當本書正文七章勉力寫作既竟，尙未遑計及工拙之先，乃有一般社會人士舉一問題垂詢，其問曰：「爲什麼目前世界各國青年男女像發狂的一一般在研究滑翔機的飛行及其製造」？著者不敏，未能提綱挈領的作一種簡潔答覆，乃用通信方法轉訊於我國內目前航空科學研究專家張璞先生，據其最簡單而具體的答案（見科學的中國九卷六期「滑翔機發達史」文），有下列的六項條目：——

- (1) 任何人均能作實際飛行；
- (2) 任何人均能獲得航空機駕駛藝術之基本訓練；
- (3) 任何人均能獨力自造航空機而經費極少與製法容易；
- (4) 各人能自主的翱翔於空中而發揮其最高興趣與慾望；
- (5) 藉作體育遊戲運動比賽達乎至高無極的程度；

(6) 實際表現二十世紀青年思想與動作。
因此，舉此名言藉以結束本書，並舉以專告我國同胞青年男女不肯作甘心落後者，以發揮我固有的偉大民族上進心理與習慣，庶可與二十世紀科學世界中之國際間並駕齊驅！

卷 後 語

爲了自力更生的要求，完成航空救國的使命，符合中國科學化的宗旨，提高青年研究航空機製造與飛行的興趣，受了機械學識的薰陶，絕對信仰滑翔機的飛行及其製造爲我國目前環境的一劑對症良藥，諒國內識者決不至於以爲這些話太狂妄吧。著者雖具有這一分熱誠切望，但年幼學淺，所曉得的實在太少了，此稿又是在假期中匆促的寫成雖然蒙吾二十四叔用專家的眼光和科學的立場經過許久時日多方筆削，補充學理並添製精圖，詳加校訂，惟本書文字的骨骼太差，感愧交併，汗顏無地，還希讀者諸君子的明教，則滑翔飛行技術幸甚！

— 終 —



滑翔機的飛行及其製造

正 誤 表

頁	行	字	誤	正
8	8	6	林森	森林
6	7	13	—	—
11	3	1	“Franklin Glider”	“Franklin Glider”
14	末行		* *	無星點
17	1		* *	無星點
79	13	7—8	六個	一副
89	2	2	此。	此，
90	6	2	忘	妄

通俗科學小叢書

乙類第五種

滑翔機的飛行及其製造

每冊實售國幣二角

著者 張 虬

校訂者 張 瑛

發行者 北平西單報子街七十六號
中國科學化運動協會
北平分會
電話西局八〇九號

印刷者 北平和平門內東半壁街八號
集成印書局
電話南局六九三號

廿六年五月十二日

直接贈送

自造滑翔機及其實用飛行術

航空機械工程師張瑛編著

▲立論宏博偉大▼

▲方法精密切實▼

本書計分十一章，六十九節，五百四十八條目，插圖二百餘幀，用本國最高等紙張精印，布面金脊精裝一巨冊；所有一切高等滑翔機之製造，航空力學與飛行操縱，滑翔飛行編年史料，飛行教授法，翱翔氣象學，以及各項計算公式應用圖表，應川盡有，實開我國航空科學圖書界之新紀元，為我國青年不可不讀之書也。不日出版，特此預告。

——(一厚冊)——

航空機械工程師張瑛編著

▲南京正中書局出版

▲中國科學化運動協會南京分會發行

飛機
飛艇

實用飛行訓練

航空機械工程師張瑛編著

——(分裝二巨冊)——

(印刷中)