

如何建立自給自足的航空工業

徐同鄴

抗戰以前，建立航空工業之聲，一度甚囂塵上，近來反見沉寂，其原因不外戰時工作緊張，修理補充，已有應接不暇之勢，創造發明，自屬力所未逮。不過有些人認爲在戰時提議建立自給自足的航空工業，頗有緩不濟急之感，鄙見未敢苟同，竊謂爲配合長期抗戰，飛機器材必須有長期補充計劃，吾人正可利用戰爭動力來達成建立自主的航空工業。希望在五年十年後，有完全建立於國產材料的航空工業以新姿態出現，由自給自足進一步而成爲輸出貿易，亦非絕不可能。蘇聯即一極好榜樣，中國有比蘇聯優越的天然條件，縱不能後來居上，難道亦步亦趨亦所不能？我們所缺乏的不是原料，亦不是人力，更不是財力，蘇聯有決心，能以四年期間完成五年計劃，我們倘如沒有決心，縱令再過三十年，怕和三十年以前不能有很大分別，我深望中國航空工業在若干年後不但要完全獨立，并且要補做前三十年未完成的任務。中國航空工業之誕生，係與日本同時，日本以資源之貧乏，猶能自造空中利器，我國徒有豐富之物力人力，未能充分利用，反較日本落後，病在無決心耳。

116913
往歲以海口交通之便，一切器材，向仰給於歐美各國，九一八以後，仍然如此，憂國之士，鑒於國防軍備倚賴外人，總非強國獨立之道，一旦

國際戰爭爆發，海口卽有被封鎖危險，曾大聲疾呼，喊出工廠內遷之口號，當局爲安定人心計，未便輕舉妄動，猶冀以政治方法，解決百年來之中日糾紛。迨八一三戰事突發，上海各民營工廠首當其衝，盡遭破壞，內地各廠自南京失守廣州淪陷以至武漢放棄，無日不在顛沛流離之遷徙途中，中國之幼稚工業遭茲空前創痛，至此始感悟海口被封鎖後確有不可名狀之苦悶，正證戰前所提出工廠內遷之建議並非無見。今雖有西北及滇緬滇越三國際路線可以廣續中國入口貿易之生命，但運輸之困難，已較有海口時增加，且此三線並非絕對不受威脅。我們應從不斷之慘切的教訓中，痛改過去苟安積習，要自力更生，利用天賦資源，建立自給自足的航空工業。然而有些人以爲建不起鋼鐵工業，則自造空中利器，終屬紙上談兵，殊不知航空工業範圍極廣，鋼鐵不過爲應用原料之一部分，尙有其他許多部分可供發展，尤其是木材、蒙布、油漆等，等爲中國固有工業，而華僑所經營之橡膠，亦可供祖國之用，固然，自歐美各航空先進國家製造全金屬飛機成功後，木材及蒙布之用途，已大爲減少，惟我國限於工業條件，與歐美先進國家不必苟同，儘可避重就輕，但求於我有效，雖陳舊不失其用，且木造飛機固尙未至沒落之階段

116914也。茲就管見所及，將建立自給自足的航空工業所應備之國產材料及條件，略舉數端，俾供專家之參考。

一、木材 飛機構架之一切伸張及壓縮部分的骨格，除全金屬飛機外，通常均用木料，但木料之強度不及同一粗細之鋼，故木質部分欲其與鋼或硬鋁之強度相等則體積勢必較大，所受空氣阻力亦較多，不過骨格部分不宜過於細長，易言之，必須有相當厚度使其與長度相配。木材之強度及其適合性各有不同，並非每種木材均適於飛機之用，凡有橫紋或紋理不規則者，有節者，或外表有傷痕者，其強度減半，甚至不及原有強度之半，天然乾燥之木料，其強度較未乾者加倍，合法之爐烘尤佳。飛機製造用主要木材為椴、槐、白松、桃花心木、西班牙柏、菩提木、柏、榿、白橡、輕木、楓、山胡桃。

楓木可用以製體幣及小配件，因其不似他種木材之有反撓等弊，榿、白橡宜用於彎曲部分，槐木所用尤廣，以強度勝。桃花心木為極硬之木材，作紅褐色，有斐律賓、古巴及洪都拉斯三種，洪都拉斯種最佳，因其紋理密，韌度大，不若古巴種或斐律賓種之硬。菩提木製飛機底板最佳，松板亦可用。山胡桃木宜於操縱部分，水機浮筒支柱亦以山胡桃木為之。椴木取其紋理清楚，平真無節孔液瘤者，經乾燥手續後可用，質輕而極強，通常用以製橫桁、支柱及起落架等，因其具備韌度、輕度及強度三大優點。槐為硬木，有長直白紋之特徵，彈力大，張力強，質硬而堅，但較椴木為重，可用以製縱樑、方向舵柱桿等。白松為白色軟質木，細胞緊密

交織，可製翼肋及支柱。西班牙柏質極輕軟，色灰紅，紋理密，偶亦可作機身蒙板。榿木為紋理極密之硬木，色灰黃。榿亦硬木，外觀似槐，惟纖維較密，而質亦較堅。白橡為紋理密直之硬木，形似白槐，色澤較暗，質較重。木為木材中最輕者，較軟木尤輕二倍之譜，可用於飛機之減阻順流部分，此木富有彈性及浮力，有隔離聲熱之功用，其傳熱性之薄弱與羊毛等，實為一種軟木花，厚一英寸者每方尺重僅十三盎士，如此輕韌之木料用於飛機最合理想，此木片之兩面以特種紙糊裱，上塗地瀝青，即成為防風防水材料，且不易燃着，事實上，有極高之防火作用。

木材在飛機製造上有三大要素，為輕度、強度及勁度。椴木通常用於需要輕度較強度為多之部分。榿、槐、山胡桃及楓均較強，但亦較重。各種木材之重量及強度備載下表：

木 材 名 稱	每立方英尺重量 (磅) (濕度百分 之十五)	每平方英尺之伸張 強度——磅	每平方英尺之壓縮 強度——磅
山 胡 桃	五〇	一六、三〇〇	七、三〇〇
白 橡	四六	一一、〇〇〇	五、九〇〇
槐	四〇	一一、七〇〇	六、〇〇〇
胡 桃	三八	一一、九〇〇	六、一〇〇
椴	二七	七、九〇〇	四、三〇〇
白 松	二九	七、六〇〇	四、八〇〇
輕 木	一〇	三、四〇〇	二、五〇〇

複層板係膠合之二層、三層、四層、五層及五層以上之薄板，在飛機上用

途甚廣，適於製造複層板之木材計有菩提木、山毛櫸、櫻桃木、紅膠木、北美松、桃花心木、西班牙柏、銀樅、紅木、白榆、白松、楓楊、黃楊、樺木、楓木、樅木等。製成之複層板應使乾至其濕度成分為百分之九至十一。最精製複層板之試驗法，為浸於水中十日或煮沸八小時。複層板之通常厚度，不論三層或五層，為每層厚三十二分之一英寸，以樅木或桃花心木及白楊所製之複層板效用最佳。應用部分為機身蒙板、翼蒙板、操縱面蒙板、隔板、順流部分。

上列各種木材，大部分為中國固有產物，惟四川一省已取用不盡，而滇桂森林之富，殊不亞川省，有如此富裕之木材，竟不能廣為利用，在抗戰以前，每年由國外輸入木材平均價值國幣三千五百萬元之鉅，似此終非所以自立之道。查四川產木之區如岷江上游之松潘、理番、茂汶、川、青衣江上游之天全、蘆山、寶興、榮經、大渡河流域之蘆定、峨邊、漢源、金沙江上游之鹽源、鹽邊、雷波、馬邊、嘉陵江上游之廣元、渠河上游之通江、萬源、涪江上游之北川、平武、烏江之酉陽、秀山、黔江、彭水、黔邊交界之南川、綦江、敘永、古藺、興文、高珙等縣，皆有豐富之森林。經濟部近頗致力於森林調查，甚望航空工業當局能派員參加調查，或將所需木材種類委託經濟部調查及採伐，至於試驗木材之強度及性能應自行設廠辦理。

復耐用。飛機蒙布有要點數端：(一)高伸張強度，每英寸自八〇至九〇磅；(二)高抗裂力；(三)每方碼之重量低，通常為每方碼重四盎士至五盎士。飛機用棉織料須在苛性蘇打之熱稀溶液中浸一短時間，如此不獨強度加大且呈現絲光，而纖維亦有更大之吸收各種化學科之力，染色尤為相宜。甲種棉布每英寸經緯各八〇至八四線，每線為雙絞，每方碼最大重量限四盎士半。乙種棉布每英寸經緯各六八至七二線，每線三絞，伸張強度均為每英寸經緯各七三磅，每方碼重量不得超過四盎士。甲種麻布每英寸經緯各九〇至一〇五線，每線均係單絞，伸張強度經緯均為每英寸七五磅，每方碼最大重量為四盎士半。乙種麻布每英寸經緯各六〇至九〇線，伸張強度經緯均為每英寸六五磅，每方碼最大重量為四盎士半。

比較各種織料，則棉布為最可取，麻布祇可在無棉布時用之。第一，棉布之功用與麻布同；第二，棉布之成本較麻布低；第三，棉布之供給，永無窮竭。棉織料用作飛機蒙布尚有六大優點為航空工程專家一致認可：

- 一、棉織料重量輕，每方碼自四至五盎士。
- 二、經過壓力、裂力或震力試驗後，證明其賦有高度安全性。
- 三、經久耐用，極易於使用塗料。
- 四、價格較廉。
- 五、容易修理補綴。

六、隨時可大量採用。

林白上校之「聖路易士精神號」飛機即完用棉織料爲蒙布，機翼機身及尾面共用蒙布一二五碼以上，支柱及框架合縫處所用布條共四〇〇碼。此項布條除用以包裝金屬部分及接頭外，亦常用以膠貼一切釘頭，使不與蒙布相接觸。此項布條有兩種闊度，八分之五寸及一又八分之一寸，加強布條係用於蒙布之上，而以圓繩纏之，此種布條闊半寸，棉圓繩及藤圓繩均可用，惟棉圓繩不易起毛，較藤質者爲優。

山東府綢經上海海軍製造飛機處試驗，極宜作飛機蒙布，惜未及普遍採用，而出產府綢之地已爲獸迹所汗，今後當另謀其他代用品。政府提倡西南植棉，以川省希望爲大，現已在射洪推廣脫字美棉，在川北推廣德字美棉，遂甯榮縣奉節簡陽瀘縣均爲植棉之區，成績頗有可觀，預計民國二十九年改良棉種可達二十八萬畝，民國三十年可達一百萬畝以上，宜隨時注意各地推廣美棉之收穫，採購纖維最長最佳者，按飛機上之需要，織成蒙布，并試驗其強度。

雲南木棉數年前曾由上海紗廠試驗，絨長而細，爲紡細紗妙品，每畝可收子棉二百二十斤，得花衣七十四斤，現開遠蒙自元江廣南元謀永善龍陵車里等均有種植。此項木棉是否可用爲織造飛機蒙布原料，因未經嘗試，不敢妄爲測斷，甚望當局能從事試驗，或資助民營紗廠代爲紡織。

三、油漆 桐油爲我國近年出口貨之第一位，一九三七年輸出桐

油計二二六、五五三、五八〇磅，中國絲茶失去世界市場而後，端賴此惟一大宗輸出以換取外匯購買國防利器。惟歐美各國鑒於桐油需要之殷，提倡種植不遺餘力，主要植區有美國東南諸州，俄國沿黑海部分，英屬澳洲，紐西蘭，印度，錫蘭，南洋羣島，非洲及南美，荷屬東印度，法國，比利時，意大利，葡萄牙等國之非洲屬地，以及南美之巴西，阿根廷等，試種均有成績，若干年後各國可以自給，則我國之桐油出口貿易，勢將步絲茶後塵而一蹶不振。查桐油本爲飛機蒙布及一切木質部分所必需之塗料，惟我國輸入航空器材以製成品爲主，故利用桐油之處不廣，茲爲預防桐油在國外市場之衰落起見，宜從速拓展國內用途，倘飛機製造以充分採用國產材料爲原則，至少可消費一部分之桐油。桐油有使蒙布及木質部分堅實耐久，減少阻力，增加強度之功用，在工業上之價值頗高，甚願國人放大目光，勿坐視此最後之出口貿易逐漸沒落也。

飛機用漆計有防水漆，防鏽劑，光漆，膠漆，磁漆，泡立水，彩漆等，自海口被封，國外及上海來貨轉輾由海防入口，運輸困難，價格飛漲，內地頗乏製漆公司，亦未聞有投資開廠製漆者。查福建光漆，全國著稱，前經海軍製造飛機處採用，結果良好，似應大量推廣，藉塞漏卮，而樽國幣，即捨福建之漆不論，西南各省均生漆樹，西昌等甯屬八縣產漆亦頗不少，因人民窮困，用漆不多，故漆樹絕少推進栽培之機會，種漆者既因漆之銷路不廣而失望，用漆者又以輸入之便而無意探求自給之道，遂致造成一方供過於求，一方求過於供之矛盾現象，甚望今後能充分利用國產

原料予中國漆業以復蘇之機。

四、汽油滑油 需用汽油最殷者，首推飛機，次為汽車，汽車尚可用木炭為燃料，飛機則非汽油不可，且不同之發動機限用成分不同之汽油，故建設太空軍，首須解決燃料，然中國固不乏豐富之石油礦，故自煉燃料，並非毫無根據。德、意、英、法、天賦石油資源不及中國，然猶不願難辦，不惜工本，探求汽油之代用品，如低溫煉焦也，氧化煙煤也，綜合油料也，凡中國所認為不屑為者，彼均視為研究工作之焦點。例如德國北部及英倫全島，向所認為極少希望者，鑽探深度竟達一萬五千尺。我國產油地有四川、陝西、新疆三省，而甘肅之至門、敦煌、鎮遠、永昌、永登、青海之民和，均發現油苗。四川一省儲油最富，自流井之石油井眼深僅三千五百尺，雖產量不豐，乃係由於年代悠久，地層氣洩，壓力低小，及鹽水浸入油層所致。過去因汽油輸入便利，且價格甚廉，而自行提煉，成本反高，但現在情形大異，汽油售價已較戰前增加數十倍，此時自行提煉汽油，成本不致高過舶來品，且以國家立場而論，目的既不在牟利，自不必顧及成本之高低，四川為侵略勢力難達之省，既有寶貴之石油資源，自應早日開發，俾退有以守，進有以攻，空軍為消耗汽油之主體，則此項自製汽油之運用，由空軍本身發起，較易見效。開發四川石油之辦法，頗為簡單，購置輕便鑽機二部，將自流井及巴縣石油溝已打穿之地層，重行鑽深，再開探樁為五通橋及富順鄧井關之油礦，若能獲得豐富石油，則全國之大望，於焉以償，而軍需資源得解決一部分。

飛機用滑油亦為主要輸入品，歐美國家因礦質滑油成本甚低，故飛機所用均屬礦質滑油，我國工業落後，未能自煉礦質滑油，但代用品有蓖麻油，且隨地可種，成本甚低，貴州盤江流域及雲南滇越鐵路兩旁產多年生蓖麻子樹。雲南蓖麻子含油成分達百分之四十五至五十，中國有如此良好之蓖麻子，祇須一舉手之勞即可榨油自用，但一方有大量蓖麻子輸出，一方有大量蓖麻油輸入，一九三四—三十七年之四年中有如左之情狀：

年	份	輸出蓖麻子	輸入蓖麻油	輸入其他滑油
一九三三	四	二、二八公擔	一九九公擔	四二、三〇二、〇八四公斝
一九三五	五	二、二二公擔	一一八公擔	三九、三〇九、五四五公斝
一九三六	五	五、五〇〇公擔	一一六公擔	四九、六七六、一一一公斝
一九三七	七	一、八〇一公擔	五〇公擔	四七、三六二、六九二公斝

舶來滑油在外匯高漲情形下較土產蓖麻油昂貴得多，效用既同，自以用便宜之土產蓖麻油經精煉後代替高貴之舶來滑油為宜。

五、鋁及鋁合金 全金屬飛機所用鋁合金當占全部飛機百分之七〇以上，故在航空工業部門，鋁之製造遠較煉鋼工業為重要，其提煉手續，則較煉鋼為簡捷。鋁為土屬元素，其主要礦物為鐵礬石、水晶石、明礬石、長石、雲母、陶土等，浙江平陽與福建福寧交界處出產明礬石甚多，他如福建之南靖、平和，安徽之廬江，湖南之瀏陽，河南之彰德，山西之壽陽，山東之益都，以及新疆等地亦皆有之，而鐵礬石在山東之煙台及博

116918 山均有發現，陶土則江西之景德，江蘇之宜興等幾於遍地皆是，而四川西昌等寧屬八縣產雲母、陶土等頗豐，除淪陷各省一時無從開採外，西南資源尙富，正可及時利用，勿再留以資敵。鋁之提製，現均用電法，已有 17s, Alclad 17s, 24s, Alclad 24s, 25s, 27s, 51s, 52s, 53s

等各種鋁合金，凡全金屬飛機之骨格以及螺旋漿、機身機翼包皮，一兵配件無不惟鋁合金是賴，故欲求航空工業之發達，非自行煉鋁不可，尙政府力有未逮，可鼓勵國民投資，藉以吸回逃避海外及租界之游資，亦一舉而數得者也。

六、工具配件保險傘 飛機及發動機應用工具，除特種工具外，他如砧子、鑽子、鋼絲刷、鑿子、銼子、烙鐵、刨子、斧頭、扳手、梯子等均屬普通工具，儘可仿製，縱令自製之品，不及舶來品之美觀靈巧，但求在實用上有相等之功效，自無需轉輾求之海外，每年可省購買工具之資數十萬金，甚望此後能自設航空工具製造廠，大量仿製外國工具。

航空器材之補充，以小配件最屬重要，我國所採機式不一，每種飛機或發動機，其小配件多至數萬，各國有各國之標準，各廠有各廠之標準，大致不能互相通用，於是器材補充，遂成爲極嚴重之問題，向海外採購的估價需時，訂購需時，裝運需時，驗收需時，戰爭瞬息萬變，殊不能以平時之辦法，應付戰時之需要，似可利用戰區撤退之熟練五金工人，仿交通部設置汽車配件製造廠辦法，自辦飛機及發動機配件製造廠。飛機及發動機一切配件，各國製造廠或經售洋行所印說明書及配件冊

均詳列尺寸材料及圖樣，我國可省設計之勞。現歐美各國工業產品均有國定標準，尤以美國之標準爲完備，簡稱 Δ 之標準包括螺閉、套管、操縱繩、繩套、繩操縱繩、鬆緊套、軸承、滑輪、合扣、眼圈、鉤、眼孔、紋鏈、接頭、機潤滑器、油盆、釘、鉗、螺帽、鉚釘、聯接頭、桿頭、螺釘、螺釘襯套、標識牌、結頭、繫桿、螺釘夾、彈簧夾、嘴拴、繼管、聯套、彎接頭、三路接頭、錐筒、接件、凸緣、軟管、襯裏、軟管、十字接頭、襯墊、墊圈、銷線、銷圈共二百十六類，合計包括不同尺寸者約一萬種以上，美商出品，大抵已採用此項標準，我國自造配件，以採用 Δ 之標準，較爲接近。

保險傘製造在中國爲一成功之作，所採材料，大部國產，且已達自給自足程度，當珍視此項已辦有成績之工業，而予以推廣擴充，俾成爲輸出品之一，以易取外匯，其製造成本僅占舶來品若干分之一，則輸往國外，定可暢銷無阻。同時須推廣國內用途，現蘇德兩國均組有跳傘隊，人數以百萬計，即所謂空中步兵營是也，此種跳傘練習，在平時爲國民體育，在戰時即成爲戰術之一種，英法引爲隱憂，英國議員馬克那馬拉中校之言曰：德國趁英國艦隊大多數在港內時，晚間將客輪沉於港口，同時出動大批飛機轟炸港內之英國軍艦，黎明，大批德國跳傘隊飛臨英國各地，兩三人攜一挺機鎗，大量炸彈，及四五日之食料，專事擾亂英國一切大城市及軍事中心，破壞交通工具，使一切運輸停頓，使英國無法動員云云。余謹以馬克那馬拉中校之言，轉告我全國同胞。

七、改良留學制度 政府遣派或庚款考選航空工程留學生辦法，

宜酌予修正：(一)選課貴精不貴泛，此項學生往年所攻課程大抵為飛機製造或發動機製造，甚至二者兼習，考其留學期間，多則三兩年，少則一年有零，除留學英語國家無文字上之困難外，其他則尚須有半年以上之時間補習各該國之文字，實際用於工廠實習者已頗有限，以飛飛及發動機種類之繁多，構造之複雜，欲於若干月中囊括其一切學理與技術而返，為事實所不可能，其能將各種飛機及發動機之每一部分，

一一觀摩者已屬上乘，以言研究，非五六年以上不為功。自後遣派學生，不必奢望其能滿載而歸，但必須學成飛機或發動機或配件或儀表或工具之一種或一小部分，回國後須能切切實實將其所學貢獻國家。(二)提高選擇標準，過去所派學生於年齡限制太嚴，而於經驗限制甚寬，考選庚款辦法，雖有服務二年之規定，但以現在各機關人事之未能辦理盡善，職務數日一度，人員數月一調，二年之服務時間，實談不到經驗，更無從測驗其所缺何種學識與技術，而離校未久，其求知情緒，亦未臻頂點，大抵閱歷愈深，虛心受益之情緒愈切，甚望自後將年齡限制

放寬，而將經驗標準提高。(三)注重寫作能力，過去遣派學生於寫作能力未嘗顧及，故學成歸國，絕少詳細報告，或有所發明之著述，其心得若何，其觀感若何，無從自明。夫國家以巨款選派人才出國深造，原望其學成歸來，以研究所得用書面方式，公之國人，使未出國者有所觀摩，易言之，即以私人的智慧轉成社會的智慧，豈僅為增加個人學歷，提高個人地位而已哉。

八、結論 綜上所述，可列為數端：甲、應興辦事項(一)木料試驗所，

(二)複層板製造廠，(三)蒙布織造廠，(四)造漆廠，(五)石油提煉廠，(六)石油試驗所，(七)滑油驗所，(八)煉鉛廠，(九)工具製造廠，(十)飛機及發動機配件製造廠。乙、應擴充事項為保險傘及原有飛機及發動機製造廠。丙、應提倡事項為跳傘運動。丁、應改良事項為留學制度。上述數端，倘全部實行，即不難達成自給自足之目的，同時可容納技工十萬人以上，於國防及民生，兩有裨益，陳議甚屬膚淺，實踐絕無困難，用敢以逆耳之言，瀆賢達清聽。

