

航空人員氣象手冊

蕭 嘯 川 譯

龍門聯合書局印行

航空人員氣象手冊

Meteorological Handbook
for Pilots and Navigators

英國空軍氣象局原著

蕭嘯川譯

龍門聯合書局印行

航空人員氣象手冊

Meteorological Handbook for Pilots and Navigator

Second Edition 1946

Meteorological Office

London: His Majesty's Stationary Office



版權所有 翻印必究

譯者 蕭 嘯 川
出版者 嚴 幼 芝

上海茂名北路三〇〇弄三號
電話 三〇二七七
發行者 龍門聯合書局

上海河南中路二一〇號
電話 一七六七
南京東路支店
上海南京東路一五七號
電話 一二七八三

分售處 龍門聯合書局各地分局

北京分局 東安門大街 82 號
北京南城支店 東城 廣福寺商場 103 號
北京西城支店 西單 福壽街 368 號
北京東門分 中 江漢路 3 號
天津分局 漢口 漢口路 3 號
上海分局 江太 原 街 40 號
上海分局 羅 斯 福 街 308 號
上海分局 中 平 路 217 號
上海分局 太 平 路 32 號
上海分局 漢 北 路 204 號
上海分局 永 平 路 102 號
上海分局 海 正 街 36 號

定價人民

外埠酌加郵運費

：月初版

目 錄

| | |
|-------------|---|
| 緒論 氣象學與航空人員 | 1 |
|-------------|---|

第一學習階段

| | |
|--------------|----|
| 第一章 大氣、氣壓、氣溫 | 5 |
| 第二章 風 | 8 |
| 第三章 雲和霧 | 10 |
| 第四章 天氣 | 14 |

第二學習階段

| | |
|--------------|----|
| 第五章 雲 | 17 |
| 第六章 能見度 | 38 |
| 第七章 風 | 40 |
| 第八章 氣壓、氣溫和濕度 | 43 |
| 第九章 高度表 | 46 |
| 第十章 空氣密度 | 51 |
| 第十一章 天氣圖淺釋 | 53 |

第三學習階段

| | |
|----------------|----|
| 第十二章 氣團、低氣壓和鋒面 | 59 |
| 第十三章 其他鋒面 | 66 |
| 第十四章 其他形式的氣壓分佈 | 69 |
| 第十五章 雲和降水 | 72 |
| 第十六章 能見度 | 74 |

| | |
|---------------------|----|
| 第十七章 結冰..... | 79 |
| 第十八章 雷雨..... | 87 |
| 第十九章 雲內飛行..... | 92 |
| 第二十章 風..... | 94 |
| 第二十一章 氣象學與作戰飛行..... | 99 |

緒 論

氣象學與航空人員

一、當飛行剛開始的時候，駕駛員們便提出許多常常是連氣象學家都不能回答的氣象問題來。因此，駕駛員們只得避免在惡劣天氣中飛行。因為航空人員對於氣象學識有了長足的進展，所以第二次世界大戰，英國的轟炸機能一夜又一夜地飛出基地五六百哩去轟炸德國，而且好幾次飛越高達一萬二千至一萬六千呎的阿爾卑斯山，去轟炸距離英國一千哩外的意大利境內許多目標。許多新的飛機每天從西往東中途不停留的橫渡二千五百哩的大西洋來移交給英國皇家空軍。

二、這些飛行，絕不是不顧到天氣的。熟練的飛行員，確能在那使初學者無法飛行的天氣裏照樣飛行的。可是，由新入隊的到老練的所有航空人員，莫不愼密地研究天氣，並根據這種研究所得的推斷來部署他們的飛行。要這樣，必須先使他們能講述氣象員相同的術語。他可以把既得的情報簡化成最簡單的術語，但簡化也有其一定的限度。用“低氣壓”，“冷氣團”，和“低氣壓槽”等說法，是敘述某些氣象形態的最好而最簡便的方法，但飛行員須先明白此類術語的涵義。假如這些術語在飛行員心裏不能構成該術語所連帶的天氣輪廓，那麼，在與氣象員相研討時他們便難獲得充分的好處，也不能提出恰當的問題，以誘導出他們可能需要的特別情報來。

三、在戰前，從全世界電台網底天氣定時報告中，能收聽到比今天更正確更詳盡的情報。但戰爭改變了這種可能，這只消一看任何氣象員的天氣圖，便不難明白。從敵人佔領區，再也收聽不到天氣報告，公海內的船隻也不再用無線電報告天氣，因為這樣，將對敵方洩露艦隻的位置。因而，在西歐的天氣圖上，便缺乏大西洋和歐洲大陸上的天氣材料。這只有靠航空員帶回極有價值的情報來彌補這個漏洞了。

四、航空員究應帶回怎樣的情報呢？他應在起飛前所領的表格上不斷用符號盡可能完善地填入所遇到的天氣諸現象。可是，只有明白了應該搜集怎樣的材料，怎樣辨識所見到的天氣，以及記錄的方法，那些材料才會臻於完備和正確。事實上，他們必須具備氣象學諸原則的充分知識，這樣他們的知識才能發生實際效用。收到他們報告後幾分鐘內，這些報告即被直接送呈中央製圖室。該室把所得材料畫進調製中的天氣圖，以補充該圖闕如的部份，以便供給未來作戰更完善的情報。藉查對過去所預測的天氣判斷，以確定推斷是否正確，並幫助氣象員改正其根據有限材料所作的預測。

五、航空人員必須學習氣象學，歸納起來：不外：——

- a. 爲了他們自身的效率和安全；
- b. 了解他們將行動於其中的空氣；如果其他條件相等，誰具有此項知識，誰便比那些沒有此項知識的人們佔便宜，而且有時佔極大的便宜；
- c. 使他們能與氣象人員討論天氣情報；
- d. 帶回對別人有價值的飛行天氣報告。

六、大部份氣象知識，只有從經驗裏才會獲得。所以，航空員們應當抓緊每一個機會，用地上和空中觀察以及與氣象人員的談話，來充實課本智識之不足。

觀察天氣的習慣，不是一下子便可養成的。這種習慣是良好飛行員的品質之一。一個飛行的人，不管在什麼地方，走在街上，坐在椅上，在地道車裏或者在自己的浴室裏，都應該知道正北的方向。不管這地方對他如何生疏，他心裏應當對周圍環境有一個大概輪廓。同樣，他應該明確地知道他周圍當時的天氣情形以及今後的大致變化。風現在怎麼樣，逆轉還是順轉，風力在降低還是增高？那樣的雲是預示着晴朗還是變壞？這樣的夜晚是否預示着明晨有霧？雲底高度多少？這些都是他應當不斷地自己問自己的問題。爲了幫助他，本書各章之末都有“如何觀測天氣”一節。

七、同氣象人員的研討，是極有價值的。氣象人員最樂於和飛行人員接觸。因為由此可使他們對飛行問題獲得廣泛的了解，並使他們與自己工作的實際目的保持連繫。同時，航空員們聽到天氣方面的談話和閱覽“天氣圖”後，也可大大地增加天氣方面的知識。

八、本書意在闡明與航空員有關的氣象學和空軍部的氣象勤務機構。本書所定的三個學習階段裏，第一第二兩階段適於空軍訓練班、短期大學班、航空預備員和初級訓練大隊學習之用。第三階段，適於初級飛行訓練學校、初級航行學校和勤務飛行訓練學校學習之用。最後一章雖只對作戰指導作概括的敘述，但在航空員開始飛行訓練前，是應該好好多讀幾遍的。全書對氣象學作一基本的指引，以作必要的參考。

第一學習階段

第一章 大氣、氣壓、氣溫

一、大氣——大氣是氮氣和氧氣的混合物，內中並有少量非常重要而又極易變化的看不見的水蒸氣。此外還含有相對少量的液體和固體，如水滴、冰（雪和雹）、灰塵、烟屑和鹽晶。所有這些液體和固體，其出現都是局部性的，而且它們並非像空氣和水蒸氣一樣的均勻地散佈在大氣之中。可是這些東西却頗重要，因為假如沒有它們，也將沒有所謂“天氣”了。

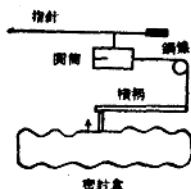
二、氣壓——大氣是一種有着深度的流體。因此，它正像水頭引致水壓一樣，它能施出壓力。空氣事實上雖然相對地很輕，但大氣有着很大的深度，因此地面上的氣壓相當大。其壓力相等於三十四呎深的水的壓力。

英國空軍測量空氣壓力，常用水銀氣壓表或空盒氣壓表。水銀氣壓表，是利用空氣壓力與玻璃管內水銀柱相平衡的原理；空盒氣壓表，是利用空氣與軟箱蓋上彈力相平衡的原理。這個盒是密封的，同時內中空氣幾乎已全部抽盡。盒蓋中心的凹下和凸出的運動，連動着表盤上的指針。外界氣壓增高引起軟盒蓋中心部向內凹下，氣壓降低，軟盒蓋中心部便向外凸出。

水銀氣壓表是兩者中較準確的一種，但不易攜帶。故在需要攜帶方便的儀表時，通常多用空盒氣壓表。飛行員在作勤務飛行時，也有時受命使用水銀氣壓表來作例行氣壓記錄的。

三、氣壓和高度表——由於空氣柱越往高處越小，氣壓遂隨高度而降低。利用此一事實，相當準確地使飛行員能測知飛機位置離起飛機場地面的高度。飛機所裝的高度表，實際上是空盒氣壓表的改裝。儀盤上不刻氣壓示度，只刻高度示度而已。氣壓隨高度的變化，有一小部

份跟空氣的溫度有關。爲使儀表示度精確，特別在很高的高度時，應把這一影響予以修正。每一高度表都裝有調正螺絲，以便在起飛前，把指針撥到零位，或把指針撥到機場的高度。



第 1 圖 高度表簡單結構

當盒上氣壓降低時，盒頂向箭頭所示方向隆起，橫柄隨而上移，鋼線拉動圓筒，指針即可指出高度的示度。

值得注意的是：高度表所標示度，並不一定是飛機離它直下地面的高度。試用兩具撥到零位後的高度表，一具放在山頂上，另一具放在飛機上。當飛機飛到山頂附近並與山頂同高時，則兩表的示度相同。

四、氣壓的水平變化——氣壓除了垂直的改變外，還有水平的改變，雖然一哩的水平改變通常比五千呎的垂直改變小數千倍。可是水平相差是不能忽視的。如果飛行中的飛機，其高度表所指出的海拔示度保持不變，而真正的海拔高度却是會變更的。如該機向着較低的海平面氣壓飛行，飛機實際上是在下降。反之，如向着較高的海平面氣壓飛行，飛機實際上是在上昇。此點以後還要詳細論及。

五、氣溫——在接近地面七哩厚的大氣中，空氣溫度幾乎總是隨着高度而逐漸遞減。通常每昇高 1,000 呎，氣溫降低華氏三度。在小地區上的氣溫，有時可能保持不變，或者甚至在一定限度的高度間，溫度反而隨高度而俱增。這種情形常發生在有霧的時候。七哩以上的大氣中，溫度幾乎保持不變。大氣的下部，內中氣溫常隨高度增高而降低，一般稱爲「對流層」。大氣上部，其氣溫不因高度而改變或改變極小，一般謂之「平流層」。

氣溫亦有水平變化。除開在特別地區，例如晴天的海邊外，其水平變化率遠比其垂直變化率爲小。

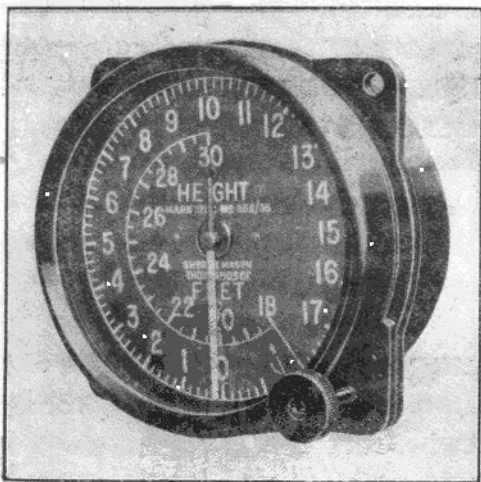
六、氣溫帶——地球表面，可分爲五個氣溫帶，沿赤道者爲熱帶。南北緯二十五度至七十度之間爲溫帶。兩極附近爲寒帶。同一緯度的

海洋與陸地，二者間的溫度常有頗大的差異。夏季，大陸比海洋暖和，冬季則反是。

七、如何觀測天氣——如果你會認氣壓表的話，試注意其逐日的改變。氣壓表的變化，是否依一定的方式隨天氣而變化的？試注意隨氣溫猛昇猛降而來的天氣變化。

第一章 習題

- 一、試舉出測量氣壓的兩種方法。
- 二、飛機所裝高度表，為什麼不能常常標明其離地的高度？
- 三、氣壓的水平變化如何能影響高度表？
- 四、氣溫怎樣隨高度而變化的？



第 2 圖 初級教練機所用的十三號高度表

第二章 風

一、風的標示法——地面的風，是依其吹來的方向，其速率（以每小時哩或海里數計），其風力（依據蒲福氏風級，此點將在後面敘述之），或者概略地依其風勢的強弱而稱其為微風強風等等。 比如：——

西北，十五哩/時

東北北，十海里

南，風力五級

東，中常度。

高空的風，亦依同樣方法標示之。用羅盤示度以正北為起點來標示風向，以每時哩或每時哩來標示風速。正北本身的示度為三六〇度。

二、上空的風——各不同高度的風，其風速與風向，是不盡相同的。稍微看看天上的雲（雲自然是隨所在高度的風而飄動的），便會把這種情形看出來。上空的風有時與其有下地面的風方向相反。

三、風與領航——在巡航高度上飛行時，把風速估計得愈精確，則領航愈可靠。反之，如風速風向的偏差未能調正，則領航的錯誤必大。假定某機在一固定航線上以每小時二百哩的實際空速飛行四小時，則：——

- (1) 在無風時，該機可飛達離起飛基地八百哩遠的地方。
- (2) 在每小時三十五哩的逆風中飛行時，則僅能飛六百六十哩之遠。
- (3) 在每時三十五哩針對飛機尾部的順風中飛行時，則可達九百四十哩之遠。
- (4) 越左或右每時三十五哩之風飛行時，則飛機將偏離前面諸例徑跡一百四十哩之遙。

四、風陣——風不僅隨高度而變化，而且任何一高度上的風速也在不斷地變動着。這種變化是由地上障礙物所引起的空氣渦動造成的，正與橋墩引起水的漩渦相同。此種風的變化，叫做風陣，在接近地面處最為顯著。比如，在有風陣現象很劇烈的城市屋頂上，每時二十五哩的普通西南風，其風速竟會波動於每時四十五哩與每時五哩之間，而風向則波動於西與南之間。這種漩風內也有着使飛行員感到顛簸的上下氣流。斷岩和陡坡附近的突風中有猛烈的上下氣流，因此其風陣更為暴烈。機場上空有強烈風陣時，飛機起飛和着陸務須特別小心，因其可使飛機高度發生突然變化。

五、如何觀測天氣——無論何時，祇要你在露天，你可以藉防禦氣球移動的方向、炊烟的方向以及飛鳥的起飛的方向（除了很小的鳥外，所有飛鳥一飛進風裏，即可馬上找出風的方向來。）等，來校正風向。學習能照下列說法來描敘天氣情形：——今晨風速約每時十哩，風向東北，中午轉向正北。風速增強到大約每時十五哩，黃昏時風向西北，風速降至每時五哩。

第二章 習題

- 一、怎樣充分表示出地面的風和上空的風來？
- 二、風對飛行中的飛機底影響如何？
- 三、漩風和風陣的成因何在？牠們對飛行的影響如何？

第三章 雲和霧

雲

一、雲的形成——當自行車打氣筒的活塞向下壓時，筒內空氣變得較前爲熱。反之當一定量體積的空氣氣壓減低時，氣溫亦隨之下降。同樣，如果一堆空氣在大氣中穿過氣壓漸降之區而上昇，該氣塊便會膨脹而且變冷。如果把這一事實與另一科學事實綜合起來看，便會明白雲是怎樣形成的。那個科學事實是：一定體積的空氣溫度越高，其內包含的看不見的水蒸氣也越多。如果含有水蒸氣的氣塊冷至露點以下（露點依氣塊中所含水蒸氣量爲定），水蒸氣便開始凝結出來成爲可見的水滴。

因此，假如一個氣塊在大氣裏足夠地上昇，其氣溫將降至露點。水蒸氣便凝成可見的水滴，雲便開始形成。甚至氣溫低到冰點以下，液態水仍能凝結出來（氣象學者稱之爲過冷水）。但最後將有小粒冰晶的形成。此種冰晶也照樣形成雲（這是高度最高的雲）。上昇氣流也可由機械性的外力造成。比如，風吹越一連串的山嶺，或者空氣下層由於受熱而起對流（像鍋底在火上受熱，鍋中的水發生上昇的流動一樣）。

二、雲的分類——值得注意的事實是：全世界無論何處所看到的雲，其形式都有着相同之點。大略說起來，可分爲積狀雲和層狀雲兩大類：

積雲在外貌上多成塊狀，並有着顯著的直展。常見於雷雨和陣雨天氣的孤立塔狀白雲，便是最好的例子。此類雲的垂直厚可達三四哩。當足夠地潮濕的空氣，受到下面強熱時，便會在上昇氣流中形成這些積雲。這種受熱，常由於地面上強烈的日照，有時空氣不直接地從日照受熱，而從日照晒熱後的大地傳熱給其上的空氣。空氣由寒冷的地面移

到溫暖的地面（比如由北冰洋區移到大西洋區），其下層亦將因受熱而上昇。隨積雲而來的是易變的天氣、陣雨，並且當發展完備的時候更有雷。在陣雨與陣雨之間，常有着天青雲少的晴隙。

層雲常為較薄而幾似水平的片狀，並常籠罩廣大的地域。這種雲片有時只有一兩百呎那樣薄，但有的時候從底到頂也可能厚達數千呎。冬季籠罩於英倫三島上空的平坦而無特殊狀貌的雲片，即屬此種。

讀者應每日開始區別層雲與積雲，並注意隨之而來的各種不同的天氣。

標準的層雲和積雲，請看第 3 第 4 兩圖。

霧

三、概況——目前的飛機都裝有儀表和無線電助航儀表，使其仍能在不良能見度中行動。事實上，高度熟練的航空員們，藉特置的無線電之助，能在濃霧中起飛飛行和着陸。每天的訓練研究和實驗，不斷地在增加航空員們在惡劣能見度中的飛行能力。這樣增加了他們個人的效率和戰鬥中的勤務效率。可是，能見度在戰術上仍有着頗大的影響——有時可利用作必要的掩護，有時却又妨礙觀測。在飛機上和機場上如未裝置特殊的無線電助航儀器時，惡劣的能見度，往往使飛機的着陸發生危險。



第 3 圖 積 雲



第4圖 層雲

霧是低下地區不良能見度的主要原因，在高地上雲是致使不良能見度的主因。霧和雲一樣，是由許多微小的水滴組成的。但此種水滴的成因，是由於水蒸氣在空氣中並沒有垂直移動時受冷卻而凝結成的。

茲將霧的兩種主要形式敘述於后：

四、迷漫大地的夜霧——是由於地面上空氣的冷卻而生成的。通常在夜間天朗風微時，便易發生這樣的霧。但是空氣必須冷至其午後露點以下。潮濕的空氣和潮濕的地面，是很容易發生夜霧的。

在山谷中及大陸的低氣壓區，此種空氣的冷卻最為顯著，尤其是當周圍的高地上沒有霧的時候，此類地區內更容易有霧形成。此種霧的發生，常屬地區性的，除冬季外，由於日照的加熱，到晨間便都散去。可是在冬季，除非風力加強把它吹散，或者是被它上面的暖空氣凝和而蒸發，否則會終日終夜地迷漫不散的。

五、由空氣移動而成的霧——海上的霧，主要屬於此種形式，形成於由暖海吹向冷海的氣流中。它可以形成於強風中和多雲的天空下。當空氣從某一較暖的海流上移動到另一較冷的海流上時，下層空氣即被冷卻，只要氣溫降至露點以下，霧即形成。紐芬蘭海岸的霧，便是此種霧的最好例子。該處的霧，是由於空氣從“灣流”向北移動遇到從