

國防科學叢書

軍事氣象學大綱

朱炳海著

中華自然科學社主編
商務印書館印行

國防科學叢書

軍事氣象學大綱

朱炳海著

中華自然科學社主編
商務印書館印行

中華民國三十三年十一月重慶初版
中華民國三十五年十二月上海初版

（53583 滬報紙）

國防科學軍事氣象學大綱一冊

定價國幣壹元壹角

印刷地點外另加運費

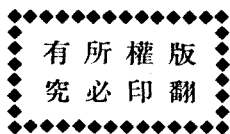
著者 朱炳海

主編者 中華自然科學社

發行人 朱經農
上海河南中路

印刷所 商務印書館
印刷書廠

發行所 商務印書館
各地書館



緣 起

科學與國防之關係，夫人而知之矣！戰略學，戰術學，彈道學，飛行學，航海學等，固為直接用於疆場之科學；機械工程學，航空工程學，造船工程學，化學工程學，電機工程學等，又莫不為兵器製造與運用中之基本工具。再如地理學，測量學，製圖學，交通學，土木工程學，採冶工程學，醫學，農學等，或為戰略決擇之繩準，或為資源給養之所利賴，或為士兵健康戰鬥力之所攸關。例如尚在進行之德蘇大戰，希脫勒傾其全軍之師，操其最高度之科學兵器，據其片面估計，滿心於閃擊三個月後直搗莫斯科。孰知經過兩年來之苦戰，遭遇了無可挽回之犧牲，而莫斯科猶可望而不可即，此何故歟？實蘇聯冬季零下三十度以下之風雪天氣為之也；亦即氣象學的障礙作用為之也。又如在我國抗戰期中，我砲兵部隊某次按圖發砲，屢發不中，事後研究，始發現由於地圖之失真，是即測量製圖工作之錯誤，而直接影響於作戰之效能也。諸如此類，例不勝舉。總之，今日之戰爭，乃科學之戰爭，戰爭之勝負，決於科學程度之高低。蔣委員長云：「無科學即無國防，無國防即無國家。」亦即我人欲立國於今世，必須建設國防，建設國防，又非從科學着手不為功，此所以國防科學之研究，為全國朝野之所提倡。

本社同人，原均各就性之所好，從事於各部門科學之專門研究，其工作範圍，雖未必盡標以國防之名，然皆直接或間接與國防科學密切相關。竊以百事之舉，必集多人之參加合作，其成功方臻偉大，何況今日之戰爭，不啻為國力之抗衡，國防

責任，應在全體國民，故今之談國防建設者，莫不倡全民國防之口號。至國防科學之研究，固無從亦不必全民參加，但對於國防科學基本智識之認識，確有灌輸於全民之必要；非如是國防科學究研之風氣無從養成，參加國防科學工作之中下級幹部無從徵集。是以我人一面從事專題之研究，同時尤應致力於國防科學智識之普及，本社編著國防科學叢書之旨趣，蓋在於此。尚希社會人士，賜以匡正，是所至幸！

編 者

目 次

導言	1
第一章 氣象通論	6
第一節 一般氣象要素	6
第二節 高空	9
第三節 天氣圖	12
第二章 空軍與天氣	15
第一節 氣流構造	15
第二節 山地亂流	19
第三節 雷雨與颶	23
第四節 塗冰	27
第五節 雲霧與能見度	29
第六節 人工消霧法	32
第三章 海陸軍與天氣	35
第一節 航海的天氣障礙	35
第二節 化學隊與天氣	38
第三節 射擊與氣層組織	39
第四章 軍事設計與氣候	43
第一節 士兵健康與氣候	43
第二節 軍事運輸與氣候	46
第三節 軍需置備與氣候	47
第四節 軍港及飛機場地位之選擇	49
第五章 如何發展我國之軍事氣象工作	55

軍事氣象學大綱

導 言

昔睢水之役，楚兵圍漢王三匝，大風從西北起，折木發屋，飛沙走石，白晝頓呈晦暗。楚軍大亂，漢王得與數十騎遁去（史記項羽本記）。終而敗項王於垓下，開漢室之基業。可見勝負之數，雖曰人事，天氣與有因焉。

漢獻帝建安十三年，赤壁之戰，曹孟德統率三軍，一鼓南下，大有踏平江南，囊括四海之氣概。豈料北兵南來，氣候失調，水土不服，疫癘蔓延，未及交鋒而士氣已行大衰。繼而黃蓋詐降，率其蒙衝之艦，直搗曹營，時當風力轉緊，火炬一舉，而水陸大軍頓化齏粉（三國志周瑜傳及曹公傳）。果而鼎足之局成，統一之圖化為泡影矣。

元世祖忽必烈崛起漠北之野，馳騁當世，拓古來未有之版圖；然兩度東征，卒以颶風而潰敗。至元十七年之役，聲勢尤為浩大，計蒙漢高麗兵四萬，乘艦九百艘，築肥海上，戰艦棋布。至閏七月一日，颶風陡起，元艦多覆沒破壞，漢將范文虎等，各擇船之堅好者而遁，棄士卒十餘萬於五龍山下。嗚呼！國土跨歐亞，而未括有東瀛三島，忽必烈死亦不瞑目矣。①

古來英雄，睥睨一時，而屈於天時者，豈僅我國然哉。統觀世界史乘，其例何可勝書。拿破崙希世之名將也，雄謀遠略，氣

① 竺可植著天時對於戰爭之影響。國風第五期國防專號第一四——

吞衡字，鐵蹄所至，所向披靡。然昊天不佑，終未能逞其野心。一八一二年大舉犯俄，假塗波蘭，既抵紐曼（Niemen），忽遇狂風大作，暴雨如注，來勢之猛，宛如熱帶颶風。因而人馬疲憊，軍需淋濕，以致疫癘蔓延，士卒病而不起者二萬五千以上，屍體積野五百餘具之多，野砲百餘尊，兵車五千輛，盡棄於維爾那（Wilna）之路旁。同年十一月再舉侵俄，兵臨莫斯科，忽又天氣嚴寒，風雪交作，法軍來自西歐，向居於海洋氣候，如此凜冽，實難忍受；於是乘甲曳兵，相繼逃遁，死亡積野，潰不成軍，即幸而免者，亦墮指落鼻，不復作人形^①。兩次征俄，均以天敗，豈知一八一五年六月，滑鐵路之役，亦因十七日一夜大雨，而為英將惠靈敦所大敗。於是一世將才，淪而為荒島囚徒。

②

天氣現象之足以左右戰事者，何啻狂風暴雨，嚴冬凜冽而已！此外如光線之明晦，霧霾之迷漫，大雪之紛飛，以及河港之封閉，兵家或憑之固守，或乘機進攻，莫不能影響戰局。一九一四年歐洲大戰期間，十一月一日，英德海軍於南美智利海濱之役。^②一九一六年五月三十一日，北海襲德蘭（Jutland）之役，德艦賴霧霾之掩蔽，或放烟幕以藏身，因得凱旋而歸。英艦顯於日光，全無隱蔽，多艦沉沒，大敗而返。是役也，英方損失奇重，事後英王喬治慰艦長曰：「奪我之勝利者，乃天時也」，^③

① Richard Bentley, F. S. A. President. "Weather in the War Time" Q. J. Roy: Met. Soc. Vol. XXXIII. No. 142 April 1907. p. 93. p. 112.

② Alexander McAdie Man and Weather. Cambridge 1926 p. 8.

③ Otto Baschin. "Meteorologie und Kriegführung" Die Naturwissenschaften Vol. III. No. 1915 S. 243

④ 同(2) pp. 14-15.

堪稱中肯之言矣！

一七九四年至一七九五年冬季之嚴凍，法國畢顯格洛 (Pichegru) 將軍在荷蘭建立之奇功，可為利用冰凍以制勝之極例。荷蘭沼澤之國也，溝渠縱橫，池泊星列，客軍深入，原非易事。豈料是年冬季，天氣之寒冷，異乎尋常；於是水鄉澤國，而成平曠冰野。因是法軍得於數星期內，橫行全荷，勢如破竹，荷京亞姆施屯 (Ansterdam) 亦為佔領。^①

美國獨立戰爭中，一七七五年圭伯克 (Quebec) 之役，美將蒙德各美 (Montgomery) 及亞諾爾德 (Benedict Arnold) 各率部曲，分頭進襲，焉知天氣驟變，大雪紛飛，軍行既感困難，凍餒尤為難受，因而士氣大傷。守軍堅壁清野，以逸待勞，獨立軍以致大敗。蒙氏陣亡，亞氏亦受重傷。^② 但亦有乘大雪之天機，出其不意而制勝者，如唐李愬雪夜入蔡州，而擒吳元濟。梁朱珍於大雪中趨滑州，一夕而取之。^③

天定勝人，人定勝天。昔日之戰爭，可決勝負於天氣，今日之戰爭，科學之戰爭也，軍械之製造，戰略之佈置，無不本諸科學原理。然則，戰爭之行為，似可脫離天氣之影響；但揆諸事實，猶有未必然者。即在今日之世界大戰中，天時對於戰爭之影響，亦例不勝舉。如一九三九年十月十九日歐洲之西線，大雨傾盆，陸地不能作戰；同時萊茵河河水高漲，汎濫於德國陣地，德軍用抽水器將西格弗利防線工事中之積水排出，其聲清晰可聞。夏季陣地，本已潮濕，現又值大雨，大規模進攻，已不

① Richard Bentley, F. S. A. President, "Weather in the War Time" Q. J. of Roy Met Soc. Vol. XXXIII No. 142 April 1907, p 98.

② 同上

③ 竺可楨著天時與戰爭之影響。風第五期國防專號第十二面。

可能（見同月二十一日大公報）。此種事實，於國內亦屢見不鮮。一九三八年七月間，山西連日大雨，日軍發言人自稱，日軍在該省迄無進展（見二十四日大公報）。尤有進者，希特勒於一九四一年六月乘其橫行中歐之餘威，驅納粹大軍，轉指蘇聯，揚言六個月內，征服蘇聯。焉知兵近蘇京而已值冬令，常勝雄師，竟為嚴寒所阻。迄今三年，閃擊戰術已證實失敗，德軍節節敗退，而注定此次大戰之結局。

天氣變化，為科學現象。本諸科學原理，我人未嘗不可知之於未來，為未雨之綢繆；或乘機利用，出奇以制勝。研究天氣變化之科學，曰氣象學（Meteorology）。應用氣象原理於戰爭之科學，曰軍事氣象學（Military Meteorology）。氣象學之發達，不過最近數十年來之事，軍事氣象學之勃興，至一九一四年之歐戰期間始。

氣象學既為研究天氣變化之科學，氣壓之起伏，風況之演變，溫度之升降，濕度之輕重，雲霧之聚散，雨雪之有無，以及大氣之明晦等等，均為氣象學者日常觀察研究之對象。凡此種種，就短期間觀，瞬息萬千，幻變無常，時時有異，地地不同；但若以長期間論，氣象變化，殊有常規，各季有各季之特色，一地有一地之常態。如一八一五年六月十七日滑鐵路之大雨，固必預知而始能綢繆；但蘇聯冬令之嚴寒，實為氣候的常規。指揮軍事者，於作戰時固需預知戰區內，瞬息的天氣變化；在佈置戰爭前，更必明瞭軍隊活動範圍內之氣候常規。前者屬於天氣學（Synoptic Meteorology），後者屬於氣候學（Climatology）。是乃組成近代氣象學之柱石。此二門在軍事上之應用，各有其價值。如砲兵之射擊，化學隊之佈氣，空軍之轟炸，以及海軍之襲擊，非預知當時之天氣變化不為功。再如士兵衛生之

設備，軍需材料之購置，軍械運輸之策劃，以及海港空港之選築，則必熟知各地氣候，方能着手。上列諸端，固未許為軍事氣象學之全部，但已不失為斯學之大要。

第一章 氣象通論

第一節 一般氣象要素

氣象要素(Meteorological elements),即組成天氣現象之各成分。詳言之,是即日射,氣溫,氣壓,風信,濕度,雲霧和雨雪等等。此均為普通氣象學所研究之對象,無不與軍事動作有密切關係。

(一)日射(Solar Radiation) 此為地面一切能(Energy)之源,天氣現象的演變,亦唯此是賴。太陽輻射,射進大氣圈,因為大氣界中無數分子,塵粒,水汽等的散射(Scattering),漫射(Diffusion),反射(Reflection),吸收(Absorption)等等作用,使射達地面的日熱大為減少,而在天空表現出種種不同的色彩。據測算的平均結果,在大氣表面,每方公分(Cm^2)面積每分鐘內,受熱一·九四卡(Calorie)。透過氣層到地面之熱力,至多只有百分之五十。地面受熱正午最強,晨昏最弱;一年之內夏至最強,冬至最弱。地面吸收日熱,溫度升高,同時亦輻射熱能。地面輻射的熱能,人自不能見到,但極易為大氣成分所吸收,且為維持氣溫之唯一直接因子。

(二)氣溫(Atmospheric Temperature) 大氣成分中能吸收地面輻射者,惟以水汽,塵埃,及二氧化碳是賴。至於其他氧,氮等之吸熱能力極弱。因水汽,塵埃,二氧化碳和大氣密度,均以下層為最大;又因下層大氣離地面輻射面最近,所以在尋常情形之下,下層溫度最暖,山嶺愈高,溫度愈低。在熱帶山地,高出海面五千公尺的高度,就終年積雪。平均而論,在安

靜之大氣中，每上升百公尺，溫度降低 0.5 度至 0.7 度（攝氏）。一日之內，下午二時至四時溫度最高，早上日出前溫度最低。最熱和最冷，大致相差十度左右。一年之內，七月最熱，一月最冷，相差二十至三十度。

(三)氣壓 (Atmospheric Pressure) 氣壓乃地面每單位面積所承受大氣之壓力。顧名思義，此乃力之一種；照理，應用力的單位，但為實用上便利起見，常用水銀柱之高度代表；故用公厘 (mm) 或英寸 (Inch) 為單位。氣壓之升降，大致即為大氣柱重量之增減。所以自海面上升，氣壓逐步變低：

海拔(km)	0	1	2	3	4
氣壓(mm)	762	674	595	522	461
5	6	7	8	10	12
404	352	306	265	228	194
15	16				
105	772				

一地方的氣壓，變化無定。不過，平均而論，一日之內，上午十時，下午十時，氣壓最高；上午四時，下午四時，氣壓最低。一年之內，一月氣壓最高，七月最低。

(四)風信 (Wind) 風即流動的大氣，所以風又可稱謂氣流。風之成因與水流同。水的流動，自高水位流向低水位；風的吹送，自高氣壓向低氣壓。水位傾斜愈急，水流愈速；風力亦然，隨氣壓梯度之大小而定。但是在地面層內，因地面阻力之牽制，風力比較弱小；離地面上升，地面阻力減小，風力漸增；至五〇〇公尺之高度，風力之強弱，即可完全依氣壓梯度而定。

地面的各個區域，因地位地形之不同，往往造成獨立之風系。例如在熱帶以內，全年是東北風，風向風力，殊為穩定，所以稱謂信風。在溫帶區域，風向風力，變化不常；不過在長期的記錄平均而論，西風最多；所以稱西風盛行帶。以上是就緯度帶而論，但在東亞大陸之風，又獨立成一系統。冬天的風，自大陸吹向大洋，夏季的風，自大洋吹向大陸。例如本國的風，冬季多乾冷的西北風，夏天多濕熱的東南風。南方的印度，冬天多東北風，夏天多西南風。這種風，因季候而改變方向，故稱季風 (Monsoon)。此均受制於當時氣溫氣壓分佈之結果也。季風影響範圍，涉及整個大陸，時間變化，以半年為期。此外猶有以晝夜為週期，局部為範圍之海風陸風及山風谷風。

(五)濕度 (Humidity) 濕度所以表示空中水汽之多寡。通用之濕度，有絕對濕度與相對濕度兩種。絕對濕度即表示空中水分絕對量之多少，在國內常用水汽壓代之，故用公厘 (mm) 為單位。相對濕度表示空中現有水汽量，對於當時溫度下可能有最大水汽量之比，通常用百分數表示之。

溫度愈高，濕面之蒸發愈快，所以空中之絕對濕度愈大；反之，則愈小。所以一日間與一年間絕對濕度之變化，約與溫度之變化平行。但當溫度升高之時，水面蒸發之加速，並不能與大氣之含汽能力同速加快，故相對濕度反形變小。反之，當溫度降低之時，大氣之含汽能力隨之變小，但同時之凝結作用，常形落後，故相對濕度反形變大。此所以早晨最潮濕，下午最乾燥。

(六)雲霧雨雪等 若空中水汽量即等於當時之含汽能力，大氣之相對濕度即為百分之百，謂之飽和。在自然界大氣中，濕度大至飽和，水汽即凝成水滴。水滴之懸浮低空者曰霧，

懸浮高空者曰雲。雲滴互相合併而長大，以至下降着地，即爲雨滴，或雪花。雲依形狀之不同，分爲十類：

(1) 卷雲 Ci 透明無影的纖維狀雲條，高度在十公里左右。

(2) 卷層雲 Ci-St 卷雲結構之雲，漫布全天成白幕狀，襪及日月而現日暈 (Solar Halo) 與月暈 (Lunar Halo)，高度約八公里。

(3) 卷積雲 Ci-Cu 卷雲聚結成小球，成行排列空中，高度約六至七公里。

(4) 高積雲 A-Cu 灰白色菱形，或瓦片狀之雲塊。成自水滴，遇日月現日華 (Solar Corona) 與月華 (Lunar Corona)。高度約四公里。

(5) 高層雲 A-St 灰白色的幕狀雲，密蔽全天；日月透過，如遇毛玻璃，或全爲之隱。高度約與高積雲同。

(6) 積雲 Cu 夏天午後常見之雲塊。底平，頂近乎圓。高度約一公里。

(7) 積雨雲 Cu-Nb 積雲向上發展，雲塊矗立如塔，如山，其頂披有卷雲狀之雲。底高同如積雲，厚可超過三公里，在赤道上可厚至八公里以上。此爲打雷雨之雲也。

(8) 層積雲 St-Nb 青灰色的大雲條，或灰暗的雲條，密擠成層。高度約二公里。

(9) 雨積雲 Nb-St 烏黑的下界不明的雲層。高度不到一公里。

(10) 層雲 St 無定形的烏黑雲層。高度五百公尺。

第二節 高空

大氣現象之演變，非但南北東西相關，上下各部亦多互爲因果。依據德奧派氣象學家之見解，溫帶中之天氣變化均導源於高空。即挪威派之氣象學家，亦必參考三公里以上之氣象報告，以研究天氣，是故近代之研究天氣現象者，無不從事於天氣之三度分析 (3-diamenconal Analysis)，因此，對於高空大氣之組織性狀，必先予以說明：

大氣溫度，因海拔之升高而降低之現象，並非漫無止境。在溫帶以內大致到十一公里之高度，溫度之降低即形停止；所以，以前稱此高度曰同溫層 (Isothermal Layer)。後來發現，從十一公里以上，氣溫反有向上增加之勢，升至四十公里之高度，大氣溫度幾乎與地面氣溫相等。十一公里以上之氣溫，既是下冷而上暖，故不該稱曰同溫層，又因此上大氣無對流運動，而祇有平流運動，所以稱十一公里以上之氣層曰平流層 (Stratosphere)，以別於其下之對流層 (Troposphere)。對流層底之高度，赤道最高，可至十八公里，極地最低，不過六公里。

大氣壓力在地面之分佈，成爲高低不同之三帶，所以同時造成不同的風帶；升至三公里以上，全球以赤道之氣壓最高，極地氣壓最低，所以自赤道至極地爲一致的西風或西南風。由此觀之，所有季風之更替，祇以地面三公里以內爲限；至於海陸風，山谷風之循環，則所及高度更低。

空中水汽，均來自地面之蒸發，地面蒸發之水汽，再賴大氣之對流運動而上遞及於高空。至於無對流運動之平流層內，即無從有水汽之存在。無水汽，即無雲雨，亦即無顯著之天氣變化。近年來之飛行家，正在設法平流層之飛行，即在天氣不變而安穩故也。

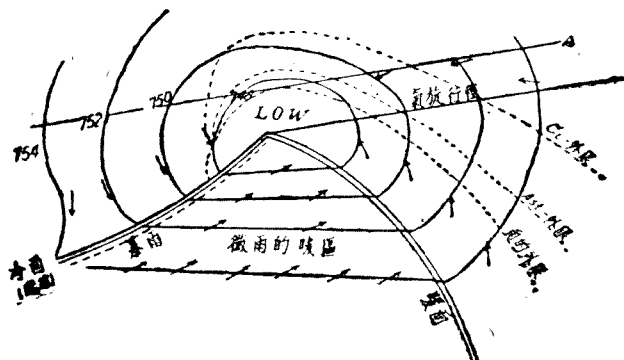
第三節 天氣圖

利用電訊方法，收集大區域內，各地點同時的氣壓，氣溫，風信，濕度，雲霧及其他天氣要素之紀錄；用統一符號填入空白地圖；再繪成等壓綫 (Isobars)，等溫綫 (Isothermals) 等等值綫 (Isopleths)，並檢定各區域盛行氣團 (Airmass) 之屬性來源，劃分其界限，即完成天氣預告學上最基本之工具——天氣圖 (Synoptic Chart)。

天氣圖上之等壓綫，常見分佈成一定的型式 (Type)。某一型式等壓綫系統，每有一定的天氣現象與演變軌跡，故昔日為天氣預告者，專致力於各種等壓綫型式之變移，此所以最基本之天氣圖，不啻為一等壓綫圖而已。

等壓綫型式中之最常見，亦為與天氣影響最為密切者有二：一曰低氣壓 (Low pressure, or Depression)，二曰高氣壓 (High pressure)。

低氣壓的等壓綫，成閉曲綫的橢圓形，中心區之氣壓，比



其四周爲低故名。在中國境內出現之低壓區，其長軸平均一五〇〇公里，短軸八〇〇公里。長軸方向指東北，短軸與長軸直交。各方面之風，成逆時針方向，對低心旋轉，故低氣壓又有氣旋(Cyclone)之稱。氣旋移行之方向，大致與長軸平行，即自西南向東北，或自西向東。職是，在某一地點例如A，當氣旋漸近，氣壓漸低，風向自東轉東北，短軸經過時，氣壓最低，此後氣壓上升，風向轉北而西北。在氣旋前部比較濕熱，高空初見卷雲自西方來，此後轉成卷層雲，卷積雲，高積雲。迨高層雲到，則全天灰暗，雨意濃重。不旋踵而淫雨綿綿，陰濕異常。最低氣壓既過，風向突轉西北，而雨勢轉強，同時可有雷電。數小時後雨止雲消，天氣頓時轉晴。每次氣旋運行之速率，應視當時之環境而定。冬季最快，夏季最慢，全年平均每小時行四十公里。發生之次數，全年有八四次，比較以春季最多，夏季最少，此所以春季天氣變化無常，有「春天孩兒面」之說。

高氣壓之等壓綫，亦爲橢圓形之閉曲綫，惟其中心區之氣壓比其四周爲高。由此可知，所謂低氣壓及高氣壓，其中心氣壓之高低，並無絕對標準，祇以對其四周比較言之。高氣壓中，一切天氣現象與低氣壓中者相反。風自高的中心，成順時針方向外吹，與氣旋中者相反，故又有反氣旋(Anticyclone)之稱。反氣旋之面積比氣旋爲大，風力較弱，中心部分，可完全沉寂。反氣旋中天氣大部晴朗，決無系統性的雲層出現。風小天晴，故多低霧。東亞大陸反氣旋之行動，大致自西北向東南，到長江流域，再轉向東而入大洋。

上述之低氣壓爲控制溫帶天氣之主宰。在熱帶區域，亦有一種低氣壓活動，其性質與溫帶低氣壓大同小異，故稱曰熱帶低氣壓，或熱帶氣旋(Tropical Cyclone)。熱帶氣旋，又因各

地理區域之不同，有不同之名稱，例如在東亞即專稱曰颱風 (Typhoon)。颱風之等壓綫，亦爲閉曲綫，惟爲正圓形，密度較大，故風力遠比溫帶氣旋中者爲強。颱風發生於熱帶洋面，在東亞即發生於非列濱以東之區域。出現後，初向西或西北行，速率極慢，幾可停頓。大多在汕頭福州之間上陸，至副熱帶緯度，即轉向東北，行速加快，其屬性幾與溫帶氣旋無殊。颱風在大洋之中，風狂雨暴，往往在一日夜中，可降長江流域半年之雨量（約在五〇〇公厘），但其中心之十公里內，突現風平天青，雲消雨止之現象，此爲颱風別於氣旋之最要點。颱風在全年之內，平均二二次，大多集中於七，八，九，十，月間，是以在夏秋之交，航行於東南沿海，最多風波。

以上三種型式，乃天氣圖上，比較主要者；此外又有不成閉曲綫之低氣壓槽 (Trough)，楔形高氣壓 (Wedge)，兩高兩低相間而成之鞍形氣壓 (Col)，及直綫等壓綫 (Straight Isobars) 等，各有其特種天氣現象，於此不擬多述。

近代之天氣預告中，天氣圖仍不失爲基本工具，惟除平面之外，猶必觀測高空之氣壓，氣溫，濕度，及風雲諸要素，繪製高空天氣圖及縱剖面圖等參證之。

本章參考：關於一般氣象原理，請參考朱炳海著氣象學講義，中大出版。現已特約爲部定大學用書，在排印中。

關於一般調候方法，請參考氣象研究所編調候須知，現在增訂重印中。

關於高空風向風速之觀測方法，可參考楊鑑初著調風氣候施放法。

氣象研究所出版。

關於天氣預告之方法，可參考盧鑒著天氣預告學，頗爲扼要。

關於本國氣象氣候之性質，可參：氣象研究所出版之各期專刊中國氣象學會之氣象雜誌。中國地理學會之地理學報。

第二章 空軍與天氣

飛機活動於空中，猶軍艦之於海洋；其本身安全，工作效率，在在受制於天氣演變，一若軍艦受制於風浪同。不僅此也，大氣之黏性小於水，所以流動性遠比水為大；又因航海之活動，只限於二度空間，而飛機飛行，必須注意到三度空間。因此，空軍安全效率問題之受制於環境影響者較海軍為大。此所以自航空發達以來，航空氣象學之研究，成為發展航空事業之基本條件。綜括言之，整部氣象智識，任何部分，均於航空有用。茲為本書性質所限，祇就與航空安全及效率有特殊明顯關係者論之。

第一節 氣流構造

觀風速自記曲綫，可見各時間之風速，並非穩定，即時的風速，抖動於該時間平均風速之上下。表示流行的風，抖動不定。氣象學上，以某時間內，最大風速與最小風速之較差，除以同時間內之平均風速，曰抖動係數。抖動係數之大小，即代表風中抖動性之強度。用公式表示之。

$$B_m = \frac{\text{平均風速較差}}{\text{平均風速}} = \frac{\Delta v}{V_m}$$

$$B_n = \frac{\text{最多的風速較差}}{\text{平均風速}} = \frac{\Delta h}{V_m}$$

$$B_{\max} = \frac{\text{最大風速較差}}{\text{平均風速}} = \frac{\Delta_{\max}}{V_m}$$

$$B_{\min} = \frac{\text{最小風速較差}}{\text{平均風速}} = \frac{\Delta_{\min}}{V_m}$$

洛別許 (II. Robitsch) 測定各級平均風速時之標準抖動係數 (B_n), 最大抖動係數 (B_{max}), 最小抖動係數 (B_{min}) 如下:

Vm	B_n	B_{max}	B_{min}
1	0.20	0.50	0.01
2	0.49	1.05	0.08
3	0.86	2.20	0.13
4	0.98	2.05	0.29
5	0.98	1.96	0.45
6	1.00	1.85	0.53
7	1.00	1.78	0.57
8	1.00	1.74	0.59
9	1.00	1.69	0.61
10	1.00	1.66	0.65
12	1.00	1.61	0.66
14	1.00	1.57	0.67
16	1.00	1.55	0.68
18	1.00	1.53	0.69
20	1.00	1.52	
m/s	1.00		

可見標準抖動係數, 在小風速時, 激直隨風速而加大, 至每秒六公尺之風速以上, 抖動係數即等於一; 是即風速之變化即等於平均風速。最大係數與最小係數, 在三至五公尺之風速間, 增加最快; 此上即近於恆定。最大係數, 當三公尺之風速時最大。

大氣之抖動性, 有週期的變化。一日之內, 下午九時至明

晨七時，抖動係數在平均之下；八時以後，抖動增強，自一至三時，抖動最烈，故飛行時間，宜予選擇。

洛別許求得風力變化，與平均風速之關係如下：

(1) 風力抖動之最大變化，為平均風速之一·七倍。設平均風速為一〇公尺，則最大風速與最小風速之較差為一七公尺。

(2) 平均風速為 V ，最大風速為 $1.9V$ ，最小風速為 $0.2V$ 。故若平均風速為二〇公尺，最大風速為三八公尺，最小風速四公尺。

(3) 平均風速為 V ，最多的最大風速為 $1.1V$ ，最多的最小風速為 $0.8V$ 。故平均風速為二〇公尺，則最多的最大風速為二二公尺，最多的最小風速為一六公尺。

最小風低於平均風之數量，大於最大風大於平均風之數量。但絕對最大風大於平均風之數量恆比絕對最小風小於平均風之數量為多。

大氣抖動性之發生，其因有二：一由於地面之磨擦力，二由於大氣層本身之不穩定。就地之磨擦力言，當然地面愈毛，

高度(公尺)	地面至 500	500— 1000	1000— 1500	1500— 2000	2000— 2500	2500— 3000	總計
小丘之頂	6	3	5	—	1	2	17
河面之上	4	4	2	—	—	—	10
雲層之下	3	2	3	—	2	1	11
雲層之中	—	2	3	—	2	4	11
逆溫層下	2	5	2	—	2	4	15
總計	15	16	15	—	7	11	64

抖動愈烈，所以水面大氣之抖動性，自比大陸大氣爲弱；平地上大氣之抖動性，又比山地區域爲弱。所以高出地面愈多，大氣之抖動愈輕。上表爲加爾弗根 (Calwagen) 測定，各高度各種環境下大氣抖動之次數。

按上表可見在小丘以上，抖動最頻。大致至一五〇〇至二〇〇〇公尺，由於下層地形而起之抖動機會變小。關於山地發生之亂流，將於下節專論之。

按上表可見河面氣層之抖動性最小，此固由於水面磨擦力之特小所致。但若在多風浪之海洋表面，其上氣層之抖動，往往可比大陸氣層爲甚，此爲一般飛行家在大西洋西風中所得之經驗。至於紐芬蘭 (Newfoundland) 之東海岸，因在拉伯拉多寒流與墨西哥灣暖流之混合地面，大氣之垂直遞減率 (lapse rate of temperature) 最大，氣層之不穩定性最盛，所以抖動最烈。此即海面粗糙度 (Roughness)，與大氣不穩定性，合併之結果也。加爾弗根氏分大氣抖動之程度爲六級，一級抖動最輕，六級抖動最強。下表爲大氣抖動程度與大氣溫度直減率之關係：

溫度直減率	1	2	3	4	5	6	總計
0.0—0.4°	—	1	3	—	—	—	4
0.4—0.8°	2	3	7	1	3	—	16
>0.8°	2	1	6	5	2	2	18
總計	4	5	16	6	5	2	38

可見溫度直減率愈大，大氣之抖動愈盛。

本節參考：

W. Georgii, Flugmeteorologie Leipzig, 1927 S.92—113.

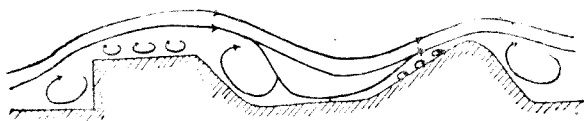
大氣層中之上升運動，固可用儀器測定其垂直風速而知之；但若理論計算之，較為精密：

$$W = - \frac{\frac{\Delta t}{\Delta z}}{\frac{\Delta t}{\Delta h}} \text{ m/s.}$$

上式 $\frac{\Delta t}{\Delta z}$ 為每秒鐘之溫度變小， $\frac{\Delta t}{\Delta h}$ 為每上升一公尺之溫度變化。W 即垂直風速，單位為每秒鐘之公尺數。例如若某處在二十五秒鐘內，溫度升高 $\frac{1}{20}$ 度，同時溫度直減率為每百公尺 $0 \cdot 5$ 度，則算得此處之上升風速為每秒鐘 $0 \cdot 4$ 公尺。據實地測算之結論，大凡上升速率強之地區，平面風速小；下沉風速強之地區，平面風速大。

第二節 山地亂流

氣流吹過巔立的山麓，被干擾之範圍更大，渦動氣流亦更複雜。大致言之，氣流來向，若與山嶺方向垂直（見下圖），則在迎風山坡之漩渦，靜留不動；在背風山坡之漩渦，隨氣流而前行，至相當路程而消失。漩渦轉軸，與地平平行。反之，若氣流與山嶺方向平行，則下圖可視作地面的投影，漩渦轉軸，與地平垂直。按此，可見山嶺對於飛行之干擾影響，又必視各地區各季候之盛行風向而定。風向與山嶺方向垂直愈甚，干擾愈



地形前覆之渦流。

強；愈近平行，干擾最小。如在西歐，全年爲西風，故飛行於南北行之山嶺，干擾最烈，東西行之山嶺，干擾最小。山地對於氣流干擾所及之高度，距離，及山頂加速，視種種條件而定，茲分論之：

(1) 影響高度 山地對於氣流干擾作用，所能影響之高度，與地形相對高度，風向，風速有密切關係。就高度論，山嶺拔出地面愈多，渦動層愈深。大約言之，山嶺以上之影響高度，等於地形相對高度的三分之一。所以飛機飛越山嶺，至少要高出山麓高度的三分之一，纔得平穩。此項數字之測定，在國內尙無工作可舉；至國外的例子，則多不勝數。如德國之托普斯 (Taunus) 山地，高出地面八二〇公尺，山頂以上之影響高度爲二六〇公尺。至部森 (Bozen) 山頂，高出一五〇〇公尺，山頂的影響高度，即增至四〇〇公尺。所以歸納起來，影響高度爲山麓高度的四分之一與三分之一之間。爲安全計，飛行當在三分之一相對高度以上的空間，纔得平穩。

熱帶氣流之溫度直減率 (lapse rate of temperature) 最小，平均而論，在靜止的空間每上升一〇〇公尺，溫度降低〇·五度左右。極地氣流之溫度直減率最大，每上升一〇〇公尺，溫度降低〇·八度左右。同時，任何種氣流被迫上升，牠本身溫度的降低，一致爲絕熱率 (Adiabatic lapse rate) 降低，亦即每上升一〇〇公尺，溫度降低一度。設地面的溫度爲二〇度，如在熱帶氣團中，在一〇〇〇公尺的自由空間，溫度爲一五度；但在有上升氣流的山坡上，溫度爲一〇度，故比同高度自由空間之溫度要低下五度。如果空間存在的，是極地氣團；在自由空間一〇〇〇公尺之溫度爲一二度左右，同時之山地溫度亦爲一〇度，於是比同高度之自由空間，只低二度。所以

相對而論，熱氣團中之山地特冷，冷氣團中的山地較暖。因此南風中的影響高度較小，北風中者較大。以下是托諾斯山地所測得各種風向下的影響高度：

風 向	影 響 高 度	距 平 數
N	330	+70
NE	220	-40
E	225	-35
SE	220	-40
S	180	-80
SW	300	+40
W	315	+55
NW	340	+80
平均	290 公尺	0 公尺

風力愈大，地形激起之渦動愈強愈強；反之，風力愈小，渦動愈弱愈小。所以飛機在大風中，飛越山嶺，應該飛起更高的高度才行。以下亦為托諾斯山地的測量結果：

	風速 公尺/秒	影響高度(公尺)
各種風向	0—10	243
	>10	286
NW風向	0—10	263
	>10	410

(2) 影響範圍 是即山地亂流，在平面距離上，於山前山後所影響的距離。以理而論，應看山嶺前後平面方向之溫度梯度而定。迎風山坡，氣流上升，所以愈近山坡而溫度愈低；在背風山坡，氣流下沉，愈近山坡而氣溫愈高因此，不問在山麓之。

前後，平面方向，均有溫度梯度存在。由此即發生氣壓梯度，助成地形渦流。所以地形渦流在平面方向所及之範圍，可由各距離內，平面方向之溫度梯度觀測而定。但溫度梯度之測定較難，事實上頗難應用。平常關於此項距離之測定，觀測雲狀之生滅決定。在迎風山坡，因為氣流的上升運動，常有局部的雲帶造成，或使原有雲底，為之下降。至於山後，因氣流的下沉，可見雲層消滅的明顯地帶。觀測山前山後的雲狀生滅，約可估計山嶺影響之範圍。在托諾斯山觀測七次的平均結果，影響範圍為一三·九公里。大致論之，比其相對高度大二〇倍。

(3) 山頂風力之加大 氣流受迫上升山頂，有似河面流水，從寬水流到狹水，風速自然加大。以下是五公尺高的小丘上的風力，與同時平地風力合於丘頂風力之百分數：

丘頂風力	平地風力合於丘頂之%
3.91 公尺/秒	63.8%
4.29	65.9
4.61	71.2
5.71	76.4
13.40	81.1
15.98	89.0

可見弱小之風力，在近丘頂加大百分之三十至四十；大風加速，不過百分之二十。在托諾斯山頂之風力增加，比自由大氣中增加一米。在自由空間之風力，每秒六·五公尺，同時山頂風力為七六公尺。以下為佛爾特堡 (Feldberg) (20 m) 山頂上

本節參考：

W. Georgii, Flugme Teoro'ogie, S. 120—146.

風力與同時間自由大氣風力之較差：

(a) 不同風向之下：

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
+1.0	+1.0	+2.3	+2.6	(0.0)	(-0.7)	+1.4	+2.1

公尺/秒

(b) 不同風速之下：

0—4	5—8	9—12	公尺/秒
+0.4	+2.2	+1.6	公尺/秒

上表的測定結果，不過表示大概情狀；事實上，各個不同地點和時間，可以大有出入。例如在西阿爾卑斯山的第伯拉次 (Diablerets) 山峯，由於佛伽 (Vega) 氣球之測定；在山峯前風速為九公尺，升至四三〇〇公尺，風速增至二二至二六公尺之間，過了山嶺三公里處，風速又減小至一四公尺。山嶺的高度為四三〇〇公尺。由於山嶺風速的加大，地面氣流之漩渦和抖動，亦因而加強。

綜此：當飛機飛過八〇〇公尺之高山，必在山嶺前後之十四公里內，特為飛起二六〇公尺，方能避免山地亂流之干擾影響。但實際上，又必視風向，風力之變化而定。至於其他地區之山嶺影響又非盡然。所以在開闢新航綫之前，對於各處山地之氣流情狀，應有周詳的觀察研究纔行。

第三節 雷雨與颶

雷雨為狂風暴雨雷電同作之現象。凡雷雨發生之時，天空必有高聳如山岳之積雨雲出現，故積雨雲，實為雷雨之母體，又有雷雨雲之名。雷雨雲出現後，常有移動。在其前部有急劇之上升氣流，後部則有猛烈之下沉氣流；前後兩種氣流之間，

因互相衝突之作用，有漩渦氣流之造成。漩渦之軸，與地面平行。此類上升下沉及漩渦氣流，力量均極巨大。飛機之捲入其中者，無一能免於難。此為雷雨為患之一。雷雨雲之氣流下沉區域，同時有傾盆大雨，甚或有冰雹與之俱下，凡此均有擊毀飛機之可能。此為雷雨為患於飛機之二。雷雨雲帶有強大之電荷，其電位可大至每公分間相差六六伏打，飛機陷入其中，即不為冰雹大雨擊燬，狂風吹落支解，亦必觸電而遭殃。此為雷雨為患於飛機之三。

雷雨之發生，直接為急劇對流(Convection)之結果。由於氣流之急劇對流，造成高聳半天之積雨雲；由此積雨雲而發生狂風暴雨及雷電交作之可怖現象。此種急劇的對流現象，可由於地面之太熱，亦可由於高空之太冷，故就天氣環境之不同，雷雨可別為兩主類：一曰熱雷雨(Heat thunder storm)，二曰飈綫雷雨(Squall)。辛普森氏(Simpson)測定積雨雲各層之溫度，電位，水態之平均狀態如下：

雲頂正電荷層	4.6 公里
-10° C層	4.3 公里
正負電荷分界	3.9 公里
0° C層	2.9 公里
負電荷集中層	2.7 公里
負電荷與底部	2.2 公里
正電荷分界	
底部正電集中	1.7 公里

熱雷雨多見於酷熱之晴夏。清晨天晴風靜，但相對濕度頗大，每有礎潤之現象。八時後，即見積雲顯如饅頭狀。羅列空

中。此後雲塊漸大，氣壓曲綫例有之日變，上升極慢，或甚至停止上升。午後雲塊已大至可怕，其頂披有冰質纖維狀之雲幘，是已完成其積雨雲之結構。此時氣壓下降極低，風力殊小，人感悶濕。俄頃隆隆之聲作，不旋踵而狂風疾至，暴雨驟降，雷聲電光，更爲可怕。此種現象，不過數十分鐘，至多一小時餘，即豁然開朗，而涼爽宜人，此爲熱雷雨之經過。

熱雷雨產生於本地，消滅亦在本地，其移行之範圍極小，故有「夏雨隔牛背」之諺。移行之方向，大致隨高空氣流，自西向東，故又有「老夫活到八十八，未見陣雨東南發」之說；是因雷雨之發於東者，必隨盛行之高空氣流，繼續東行，勿再西返本地。雷雨雲之生長，全恃前部有濕熱之上升氣流爲之供應，夏天河面及森林之上，溫度特低，氣流多爲下沉，積雨雲無從發長，反形消失，故雷雨不能越河面或森林之區域。

熱雷雨之發生，既由於本地之局部環境，故於大區域之天氣圖上，無從發現其是否出現；在熱雷雨發生時之天氣圖，大多等壓綫非常稀疏，風力弱小，早上雲量稀少；但僅此不能認爲熱雷雨之必然發生。近年預告熱雷雨之方法，最有效者，莫如根據高空溫度直減率之大小，或研究其溫熵曲綫圖 (Tephigram) 之形狀，比較可有把握。

颯綫雷雨爲發生於颯綫上之雷雨。颯綫云者，大多即爲氣旋中之冷面。在冷面地帶，濕熱的南方氣團，與乾冷的北方氣團相遇；前者質輕，後者質重；故熱氣團被迫上升，發生大量之凝結現象，即造成積雨雲，而打雷下雨。颯綫雷雨既由於激盪的冷面活動而成，故又稱冷面雷雨 (Cold frontal thunderstorm)，或氣旋雷雨 (Cyclonic thunderstorm)。

冷面位於氣旋之後部，故颯綫雷雨發生之前，天氣大多惡

劣，全天烏黑，雨雪濛濛，悶濕異常，氣壓不斷下降，風向一致偏南或西南。颶綫將到，高空初見高積雲，氣壓已降至極低。俄而，捲軸狀之層積雲，自西北方疾馳而至；同時氣壓突升十餘公厘，風向急轉九十度，雷電交作，大雨如注，甚或冰雪與俱，釀成巨災。不數十分鐘，雲消雨止，風平浪靜，一碧晴空，陳現目前；同時氣壓穩定，風力微弱，吾人頓感涼爽。颶綫雷雨經過本地之現象，與熱雷雨之分別尚非顯著；但在天氣圖上，颶綫雷雨經過之時，顯然有低氣壓中心出現；故大區域內，天氣陰雨而雷雨成綫狀分佈。凡冷面經過之綫上，同時打雷下雨。

颶綫雷雨在國內，極為強盛，其移行方向，隨氣旋為定。例如民國二十三年五月間之一次颶綫雷雨，初見於歸綏成都之綫，各地同時下雨打雷。全部颶綫，隨低氣壓系統向東南行；移動速度，各段不一。中段最快，四十八小時內，自蘭州至杭州，平均每小時行三十三公里。南部次之，同期間內，自成都抵廣州，平均每小時行二十五公里；北端最慢，自歸綏至大連，平均每小時行十八公里。各段速度之大小，均受制於當時之氣壓分佈及地形環境。^①

飛機出發之前，應與航綫上之測候所取得聯絡，預知有雷雨，則避免之。設中途遇雷雨，最妥方法，莫如下降着地。或視雷雨之行徑而迴避之，或繞行其外圍，或飛出其影響層以上。但此非技術高超之飛行員不辦；故最妥善之策，莫如預謀氣象消息之靈敏而避免之。

① 參考朱師海著颶綫雷雨一例之三度觀測。地理學報第一卷二期。

第四節 塗冰

飛機航行空中，往往機身發生塗冰 (Icing) 現象。使其載重增加，機件之敏捷減小，行動滯呆。結果使空軍活動大受影響。

任何種雲狀，如其溫度冷至冰點，或低於冰點，均有凝結成冰滴之可能；但據實際觀察結果，其可為害飛行以冰結現象者，祇以某數種雲為限。雲滴之度量，為支配塗冰現象之決定因子。細小之雲滴，受物面擊撞時，其表面張力 (Surface tension) 可阻止其破裂，故多回躍而遠離之。至於粗大之雲滴，則極易破裂而成水膜，塗凝於物面。如是而塗之冰，為透明的純冰 (clear ice)。若凝塗之冰滴，事前未經破裂，則附着之冰屑，成顆粒狀，不透明而多孔。此種形狀，稱之曰霧淞 (Rime)。又偶見在機身上，由於空中水汽直接凝結而成之白霜 (Hoarfrost)，其個體均由冰針組成。各種冰之形狀中，以清冰最厚亦最硬。

層狀的雲 (例如層雲 St. 高層雲 A-st)，所含雲滴較小，故在機身上所塗之冰，多作霧淞。但若雲中渦動甚強，或雨滴從更高之雲層下降，則屬例外。溫度愈高，水汽的凝結愈重，塗冰之量亦愈大。若高出冰點之溫度，當然不在此例。

積狀雲 (例如積雲 Cu，積雨雲 Cu-Nb) 之雲滴，一般粗大，故一受擊撞，雲滴極易破裂成膜，而凝塗成純冰之狀。此種雲之造成，必由於相當強度之上升運動，故相當於層狀雲中之最大冰量，可於較低之溫度產生之。

空中如有冰，水汽的三態，同時存在，則塗冰現象之發生，最為適當。照貝依龍 (Fegeron) 之降水學說，若機身表

面原已塗有冰層，則因對於冰面飽和溫度之較小，能吸集空中水汽而增厚其冰層。據伯里士 (Blecken) 之理解，空中水汽，雖已飽和，但對於冰同時存在之表面言，相對濕度，猶在百度以下，故可促成機身表面水分之蒸發作用。因蒸發一克之冰，需用去六〇〇卡之蒸發熱及八〇卡之凝固熱，可使機面七·五克之水凝結成冰。機行愈速，蒸發愈快。此即為溫度在一度至三度，而仍可有塗冰現象之所以。伯氏又謂當飛行於並未飽和之大氣層，遇有高層下落之雨滴，亦因蒸發作用之冷卻效應，可於機身有塗冰發生。

塗冰既為一種高空現象，故欲預告其是否發生，依理需有精密而充足的高空觀測方屬可能。但若應用氣團分析之原理，從平面的氣象報告，亦可知其梗概。凡有大量水滴存在之雲塊，祇以有上升氣流之雲塊為限；此種雲塊，亦為雨水之來源。故降雨與塗冰，實為同類天氣之現象；飛行於暖面雨區之中，塗冰之危險最為嚴重，此即由於上升氣流中，液態的水最為充斥之故。但若暖氣流上升不高，或溫度尚在冰點以上數度，飛機穿行其中，亦未必有塗冰現象之威脅。但若地面之極地氣團勢力非常雄厚，則上升之熱氣團，因絕熱冷卻之作用，其溫度可冷至冰點以下，則飛行其中，必遇嚴重之塗冰現象而無疑。我人若於氣旋暖區之中，測有高空紀錄，可根據圖解方法推求其上升後之溫度，是否可能有塗冰之危險。當此熱氣團開始上升，若即致飽和，則在其上升過程中，若溫度剛至冰點以下時，其溫度遞減率已大於飽和率之數量，則此鋒面的塗冰現象，必

本節參考：

Byer's Synoptic & Aeronautical Meteorology, Chap. X. The Formation of Ice on Aircraft.

可發生而無疑。

第五節 雲霧與能見度

在自然大氣中，相對濕度大至百分之百，或近於百分之百，水汽即凝成水滴。這些水滴懸浮空中，謂之雲；貼近地面，謂之霧。雲與霧，在物理的立場論，同為一物；但就氣象的成因講，截然有別。二者對飛行之影響，亦非全同。

雲之成因，由於氣流之上升運動為主，故雲多之時，天氣多變。霧之成因，由於地面之輻射冷卻為要，故霧現之時，天氣大多安定。所以當地面有大霧迷漫，高空依然青天烈日。以霧之厚度，普通不過數十公尺，故無妨於飛行；當飛機欲俯視轟炸，或下降着地，則霧有隱蔽目標之作用。又因霧之存在時間有限，普通至上午十時以後，霧即消散，故空軍之出動，如預定行程，霧蔽期間，飛行於空中，霧消之後，適及目的地；故於空軍活動毫無妨礙，反足為天氣安定之指示。至為飛機之起落便利，機場之霧，可用人工方法消除之，此當於下文專題論之。常人謂四川冬季之無警報，係由於多霧之故，其說非是！

但霧之種類甚多，上述常見最多之輻射霧 (Radiation fog)，固為晴天之產物，此外之平流霧 (Advection fog)，極面霧 (Frontal fog)，均於陰雨天氣出現；且也，分佈之範圍既廣，存在之時間又久，若在山麓重疊之區，高度又非淺小，故常為飛行之重大障礙。不過，此等霧之出現，必在氣旋天氣之下，風大雲低，同時有雨，濛氣模糊，原不宜飛行，霧之有無，本無二致。易言之，此時為飛行之障礙者為低雲為降水，霧不過有促成加強之作用耳。

雲之足以妨礙飛行者，以高層雲下之雲狀為限。如層雲，

層雨雲，碎層雲，碎雨雲，高出地而不過三五百公尺，其下微雨濛濛，其上高層雲密蔽，天空灰黑，伸手不見五指，飛行空中，如黑暗世界。此所以四川冬季無轟炸也。以下爲本國若干地點各月雲量雨日之比較：

月 份	太原		西安		漢口		南京		重慶		成都	
	雲量	雨日	雲量	雨日	雲量	雨日	雲量	雨日	雲量	雨日	雲量	雨日
1	1.9	1.6	5.8	0	6.1	7.4	6.4	9.3	8.4	6.4	8.7	4.4
2	2.7	2.7	5.9	1	6.6	7.3	7.2	9.3	8.5	7.2	8.7	6.6
3	2.5	2.3	6.2	1	6.3	10.8	6.3	10.7	7.5	9.4	8.4	8.0
4	3.1	3.4	6.9	2	7.0	11.7	7.5	11.5	7.4	11.7	8.2	12.4
5	2.6	4.5	6.5	2	5.8	11.6	7.1	10.1	7.2	11.0	8.1	12.6
6	3.4	7.2	6.3	3	5.7	10.5	7.7	13.0	6.6	14.6	8.0	14.7
7	4.3	10.5	6.1	3	3.8	9.5	7.1	13.2	5.6	9.4	7.5	13.6
8	4.3	9.9	6.1	2	3.4	6.9	7.0	11.9	6.0	9.1	7.5	13.0
9	3.1	6.6	6.6	1	4.3	7.5	7.0	10.6	6.8	13.7	8.7	16.3
10	2.2	3.3	6.3	0	6.2	7.9	6.3	8.5	8.2	15.7	8.5	13.9
11	1.8	1.5	3.7	0	5.3	6.0	6.1	8.3	8.3	10.3	8.6	5.0
12	2.2	2.0	5.6	0	4.8	6.2	6.7	8.4	8.4	7.4	8.5	2.1
年	2.9	55.6	6.2	15	5.4	103.5	6.9	124.8	7.4	128.9	8.3	122.6

四川境內，冬季之雲量特豐，雨日特多，非其他區域所可比；所以四川冬季之空襲較少。重慶之十月，平均雨日，有十五日之多，最多之時，十月份可有雨日二十六日之多；最少時，也有八日。誠可謂天無三日晴。

雲霧之妨礙飛行，在其能障礙視線，減短大氣界之能見度 (Visibility)。在雲霧之中，能見度常不到一千公尺，甚或在五百公尺之下。能見度降低之原因有二：其一，由於外物之混雜，如雲霧滴，微塵，等物之懸浮。其二，由於光學之擾亂。設即大氣完全澄濶，因內部密度之不勻，使光綫通過，發生曲折或散射等作用，因亦減低能見度。職是之故，能見度之變化，與相對濕度，風力風向，和氣層穩度，照明方向等因子，有密切關係。

大凡在風力不變之條件下，相對濕度愈大，能見度愈劣。反之，如濕度不變，能見度又隨風力而加大；乃以風力足以吹散地面塵埃之密集，減小混雜度之功用也。但能見度之變化，又視風向而有不同。大致北風下之能見度，比南風下為佳；是因北方氣團之溫度直減率較大，對流較強，所以地面來之塵埃易於擴散，使能見度提高。例如歐洲之極地海洋氣團，能見度常至二十公里以上，南方氣團來自北非沙漠，能見度比一般的南風更壞，往往二公里以外，即模糊不清。

丕伯勒(A. Peppler) 氏研究能見度之時間分佈，其結果亦與上述之理論相合：

- (1) 低處之能見度，夏季較冬季為勝，下午比早上為佳。
- (2) 高處之能見度，冬季較夏季為良，上午比下午為優。
- (3) 海面之能見度，低位夏季不如冬季，高位冬季不如夏季。

至於光學的干擾現象，在寒暖氣流混合之處，因密度之不

本節參考：

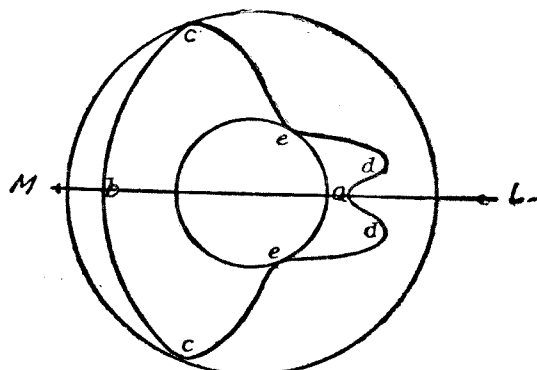
Hann-Süring, Lehrbuch der Meteorologie S. 25: —284.

W. Georgii, Flugmeteorologie, S. 57-67.

朱媽海譯：霧與航空。氣象研究所出版，曾同載科學一七卷三期至五期。

整合，光綫多閃爍，能見度大多惡劣。但在過分穩定之氣層，盛夏酷熱之時，每有密度逆增之現象，遂發生海市蜃樓等干擾作用，使我人之視綫大為減短。

在單純的環境中，同一光源照明之下，各部分之能見度，



能見度與光之來向

大有不同。如上圖，光綫之方向自L至M。則在a b e e四點有最小能見度，c c d d有最大能見度。此為維根德(Wigand)與希布萊(Heberer)之研究結果也。

第六節 人工消霧法

機場之霧，雖無妨於飛行，但於飛機之升降，頗多不便。近年對於機場霧層之人工消除問題，進攻之路徑有二。

一、物理分離法 此法中又可分兩方面：

(A)使霧滴互併，成為大滴，或加入大滴吸聚諸小滴，因地心引力而下降於地。

(B)使霧滴附着於適宜的大面積而驅除之。

二、化學蒸發法 此法亦有兩方面：

(A) 加熱蒸發法。

(B) 減除大氣濕份之一部分，發生水汽壓之差別而蒸發之。

(一) 物理分離法 茲舉例述之：

強聲場法 在霧氣中，發動強有力之聲場(sound field)。空中各微滴，因聲波之振動，亦發生振動。其振幅之大小，快慢，與各滴之大小，相對方向，及各滴間之相互距離而有不同。即由於振幅之差異，使大小不同之霧滴，有合併成大滴之機會。顆粒既大，下降亦速，因得成雨滴而消滅。一九三六年盎特拉大(Andrade) 之計算，此種聲場之週率 (Frequency)，需大至每秒一千之數量。

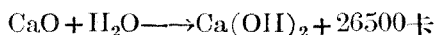
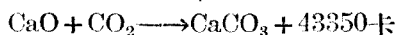
撒播電沙法 凡穩定不消之霧幕，其滴必帶有電荷，因電荷之同性相斥，故霧滴無合併下降之可能，而呈乾燥穩定之狀態(dry fog)。今以沙，或水滴，帶有與露滴相異之電荷，從露頂撒播之，如是則露滴電性即為中和而有合併之發生。小滴既成大滴，即可下降而消滅。據漢佛萊(Humphreys) 之計算，每秒鐘撒下二·五公斤之電沙，每秒鐘可消滅二千立方公尺之霧氣。

(二) 化學蒸發法 即加入熱能使露滴融化成氣體，並減小其相對濕度至百分之九十以下。

加熱法 用油火，或電爐裝置，使各部分之霧氣平均增暖，防除局部之對流，露氣之混入，以減少消耗。如有風力，則應將熱源置於上風處。設每克之油發熱一〇五〇〇卡，則使二〇〇〇立方公尺之霧氣化，每秒需用九九克之油。

生石灰法 用生石灰撒播空中，遇二氧化碳及水分，即釋

出熱量，促成蒸發：



按上第一式計算，每一克之生石灰，與○·七八六克二氧化碳，釋出七七五卡之熱力。準此，每秒消除二〇〇〇立方公尺之霧氣，需用一·三四公斤生石灰。但因種種意外消耗，實際用量，往往大至理論計算值之九倍。

氯化鈣法 將對於水分有化學親和力之物質，如氯化鈣，或硫酸溶液，或強鹽基性物質，撒播霧中；吸去一部分水分，減小其水汽壓，而促成蒸發。此類藥品，以氯化鈣 (CaCl_2) 最廉。如欲每秒鐘消除二〇〇〇立方公尺之霧氣，則每秒鐘用○·二五公斤氯化鈣。亦因有種種不經濟之消耗，實際用量，常大至計算量之九倍。

(三)比較

上述之物理方法，比較直接，所需用之能量亦較小；但其缺點，即在未能使相對濕度減小，易致再度凝結。且因大氣旋渦，使需要肅清之範圍擴大。所用機械容量較大，運輸不易，亦其缺點之一。此類方法中，以帶電沙粒法，較有價值。化學蒸發法之優點，在乎能使相對濕度減小，防止霧氣再度凝結，且所用機械，運輸方便，故近年飛機場上之驅霧法，多用此類。不問何種方法，均需設計適當之機械設備，如氯化鈣法，則常用溶液噴出器(Spray)。

本節參考：

Houghton, H. G., On the Possibility of Fog Dissipation, 1940.

M. I. T. Met. Paper,

第三章 海陸軍與天氣

第一節 航海的天氣障礙

對於航海有害的天氣現象，其要有三：一曰颶風，二曰霧迷，三曰冰流。

颶風之活動，在各地地理區域，有其一定的時期。例如我國海濱，颶風最活躍之時，即在夏秋之交。除此之外，颶風即為少見。據一九〇七年至一九三六年間之紀錄，中國海濱各月發現之颶風總次數如下：

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平
次 數	12	6	5	13	22	35	102	123	109	100	65	35	21

元世祖至元十七年之跨海東征，時在陰歷閏七月初，即陽歷八九月交，正值東海面上颶風最盛行之時期。設忽必烈早明乎此而避免之，則十餘萬健兒，何至下飽魚鱉，不交鋒而先行潰敗！

颶風將臨，自記氣壓之曲綫，急促下降，無線電收報機所受天電之干擾加強。同時羽毛狀之卷雲，成行列出現空中，大致自東向西而來。繼即卷層雲之白幕漫佈，日月視及而現暈圈。不旋踵而高層雲密佈天空，天色昏暗。待破縷狀之碎層雲，如江豬然滾滾而來，則狂風暴雨即在目前。如能接得氣象台之無線報告，知其中心之所在，以及走向之所趨，則即遇颶風於半途，亦不難迴避。若無電報可得，則憑貝洛德定律 (Buys Ballots Law) 以背向風，左手之方向，即其中心之所在。大凡在熱帶之內，颶風之運行，恆自東南向西北，移行極緩，甚有靜

止不動。待入中緯度地區，即轉向東北，在未轉向前，中心以北之部分，風向與整個系統之移行方向同，故風力特大，有危險半面(dangerous half)之稱。設船舶既入險危半面，宜令船之右前角正對風之來向。設風及海浪均非十分猖獗，可開足馬力，向前行駛，直至脫離颶風區域爲止。如風及海浪已十分強烈，船舶已失其駕駛能力，則在北半球應將船之右舷（在南半球將船之左舷）橫對風向與海浪，停止行駛，而在船身兩側，因風浪而壅積之水，可略資保護。

颶風之來向，又可觀察海面長浪(Swell)之來向知之。此種長浪，即由遠處之風暴而起。長浪之形狀，與普通之風浪有別。後者之強弱與當時之風速成正比，且浪頂尖銳而破裂。至於前者，則浪頂渾圓，強弱行速有定度，而無不規則之變化。長浪之波長，可自五十至一千公尺，但其波峯甚低，高者亦鮮有超過十公尺，低者僅一、二公尺而已。此種長浪，往往可傳至低氣壓範圍以外二三千公里之遙。船行海上，雖見天朗氣清，若遇長浪，慢慢自一定方向來，即表示該方向之遠處有大風暴也。

近來戰艦之噸位巨大，颶風爲患，既不若昔日嚴重；但霧迷與觸礁之障礙，仍不減於當初。且因駛行速度之增加，稍一不慎，即遭巨禍。考霧之成因，極爲複雜；但概括言之，乃由於大氣溫度之降低，或濕氣之增重，或二者同時之變化。海面之霧，其類有二：一曰陸性霧。時值夏令，大陸炎熱，海面較冷。如遇氣壓之配佈得宜，大陸氣流，掠至海面，則下層溫度降低，相對濕度增大，於是有陸風霧發生。此種霧濃度既大，範圍又廣，既現之後，往往可維持一星期之久。如挪威海面夏季之霧，多屬斯類。二曰海霧。是由暖海之風，吹至較冷海面而成。海面氣

流之濕度，本極濃重，祇需有相當大之風力，能將暖海面之氣流，吹送而抵冷海面上，海霧卽有發生可能。故海霧之出現，以風暴天氣爲最宜，季候上極少限制。

霧之預告，問題極爲複雜，決非本篇所能詳述。但若行軍海上，如能與各地氣象台取得連絡，知既成霧帶之分佈行向，或海面盛行風向與濕度，則對於霧患之避免，思過半矣！

①

冰山發源於北冰洋之區域，時至暮春 日光北射，於是冰蓋解凍，冰塊卽隨寒流南下。例如鄂霍次克海寒流，大西洋中之拉伯拉杜寒流，均爲運輸冰山之主要角色。是故冰山之爲害，以春夏之交最烈，緯度愈高，離冰洋愈近，而爲害愈烈。據美國水文局 (Hydrographic Office) 及國際測冰隊 (International Ice Patrol)，自一九〇〇年至一九三一年測計之結果，② 全年平均，以五月之冰山爲最多。大西洋上在北緯四十八度以南之區域，有一百三十九個之多；至四十三度以南，則減至十有六個。四月六月次之，在四十八度以南，有冰山九十一個及七十七個；至四十三度以南，則僅九個與十三個而已。全年中以冬季之月最少，自十月至一月，卽在四十八度以北，所見亦不過二三而已；若至四十三度以南，幾行絕跡。蓋以嚴冬堅冰，無碎裂之塊南下；炎炎長夏，行未遠卽融化於暖水；故冬夏兩季，冰山反形見少。冰山運行之速率，隨寒流之強弱爲轉移。在北美東岸，平均而言，三月間在每小時〇·三哩以

① 朱西海譯：霧與航空。

② J. Hennessy, R. D., R. N. R. Ice in the N., Hemisphere. The Marine. Observer, London. Vol. X. No. IV. July 1933. pp. 95-98.

下，四月間行一·五里。

預測冰山，既無相當之儀器，亦無完美之方法，祇能根據測冰隊之報告，計算其相距之路程，及其運行之方向與速率而防避之。但若遇濃霧，則測冰隊亦無從工作，則惟有憑船員之觀察經驗，謹慎爲之。凡水溫高至十五度以上，冰山即屬少見。如有冰山在前，於晴明天氣，在十一哩之外，應可發見。若在薄霧或微雨中，則須至二三哩之內，方能見其所在。若遇濃霧密蔽，則在二百碼外，亦難見其形跡。是故海上行軍，在春夏之交，高緯度之洋面，最多危險。

第二節 化學隊與天氣

戰場上化學隊之主要任務有二：施放毒氣以攻擊敵人，及撒播烟幕以障蔽目標。

施放毒氣之法有二，即雲狀放射法及飛機撒播法，此與當時之天氣均有重要關係者。所謂雲狀放射法，即將千百枚毒氣筒，埋藏於適當地點，待風向垂直敵軍戰壕，風力弱小不出每秒鐘一·五公尺，同時渦動極少之時，將筒口啓封，毒氣液體，即徐徐氣化，隨風吹向敵軍陣地。設風向不順，則毒氣不及敵陣，甚或返諸本軍。風力強大，渦動太多，則毒氣易於擴散，毒性作用之時間太促，效力必爲大減。依理而論，即風向與敵軍戰壕平行時，亦可應用；使毒氣直灌戰壕之全溝，效力非常偉大。但風向往往有三十度之變化，故至少應與敵軍戰壕成三十度之交角。歐戰期間，德軍初用毒氣，特請氣象學家哈伴（Haben）教授，臨陣指導。

用飛機撒播毒氣，效力極大，能於短時間內撒播多量之毒氣於極大之面積，毀滅敵人後方之神經中樞。據英軍少校

Diengon 之推算，如用二千噸光氣，或四十噸砷素毒氣，駕飛機而撒播，可滅倫敦全市。又據德人庫列斯氏之說，如用三千駕飛機，散佈芥氣，於一小時內可使柏林成爲死城。此種飛機撒播毒氣，其飛機本身之活動，固已受天氣之限制，即毒氣之效力，亦與當時天氣，有極大關係。以常例論，如在風暴天氣，或炎夏晴午之後，對流強盛，渦動甚多之時，毒氣撒下之效力極小。故用飛機撒播毒氣之法，最好在高氣壓天氣或早晨無風時行之。

烟幕之目的，在掩護本身。施放時之天氣狀況，亦以風力不大爲宜；否則，烟幕消散極易。即失去功用。放烟之地點，當然在掩護物之上風處爲合格^①。

第三節 射擊與氣層組織

昔日砲口甚小，射程不過五六公里，瞄準射擊，僅賴目力即可。近世機械進步，砲口放大，射程已擴至數十公里以外，彈丸在空間之飛行時間，可歷數分鐘以至數十分鐘之久，故彈丸所取之路徑，及最後下落之目的，每可因高層大氣密度，風向風力而有偏倚。故已定射的之放射，必先預計此項天氣影響而加以訂正。同理如欲利用聲學原理而測定敵方砲位，對於當時大氣界之情狀亦必加以測定，方能求其精確。

大氣之密度，同如其氣體，隨當時之壓力，溫度，濕度而定：

$$\rho = \frac{\rho_0}{1 + \alpha t} \frac{P - 0.378 e}{760}$$

① 參考李秀半譯毒氣戰爭歷史的演進，科學世界創刊號至二卷一號。

式內 ρ 爲所求的大氣密度, P_0 爲標準狀態下大氣密度, t 爲溫度($^{\circ}\text{C}$), P 爲氣壓 (mm), e 爲水汽壓(mm), $\alpha = 0.00367$ 。 ρ 之單位, 依 P_0 而定。各高度之密度 ρ_h , 當測定各該高度之 t P e 之數值代入上式而求得。若無需十分精密, 可假定當時之溫度直減率爲 e 而如下式求之:

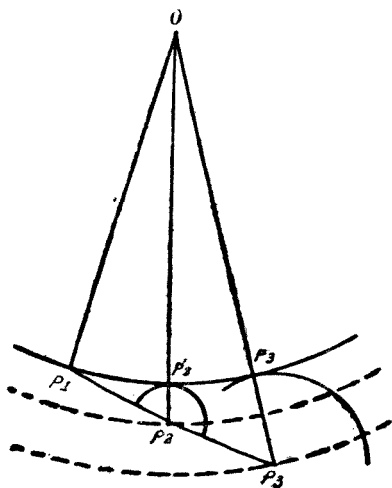
$$\frac{\rho_h}{\rho_0} = 1 - \frac{h(l + \frac{1}{R})}{T_0 + \frac{he}{2}} + \frac{1}{2} \left[\frac{h(l + \frac{1}{R})}{T_0 + \frac{he}{2}} \right]^2 + \dots$$

式內: $R = 29.3$, $l =$ 溫度直減率, $T_0 =$ 地面大氣之絕對溫度。算出各高度之 ρ , 即可求出彈丸在各高度靜止大氣中所遇之磨阻力。

自地面以上, 各層之風向風速, 時在變化, 故在發砲之前, 各高度之彈道風, 應先予以測定。測定之法, 其原理與普通氣象測候所所用測風氣球 (Pilot balloon) 之原理無殊 (見第一章附註)。求得高層風向風速, 再予以分析成南北方向及東西方向之兩分力; 然後求出, 彈丸飛行高度內, 各時間之平均分力。因此即進一步求得風力對於彈道之影響, 於發射前, 預爲訂正之。

利用傳聲之原理, 以測定敵方砲位之所在, 是爲上次歐戰期間之產物。最先法人試用, 嗣後, 英美各軍一一效法泡製, 頗著成效, 其原理如下:

在 $P_1 P_2 P_3$ 之三地點, 測定某地 O 點所發砲聲傳到各地點之時刻, 即測定 $P_1 P_2 P_3$ 三點同一聲波到達之時差。如當時大氣中傳聲之速率爲 c , 則測得 $P_2 P_3$ 與 P_1 圓周之距離:



$$P_3P_2 = C \times \Delta t_3 \quad (1)$$

如是則用幾何法則即可決定敵方砲位之地位。但須注意者大氣之傳聲速率 C ，並非恆定，是依大氣溫度及盛行風向風速而定。

設溫度在零度時之速率為 C_0 ，則溫度 t 時之速率 C_t ：

$$C_t = C_0 \sqrt{1 + \alpha t}$$

約為：
$$C_t \doteq C_0 \left(1 + \frac{1}{2} \alpha t\right) \quad (2)$$

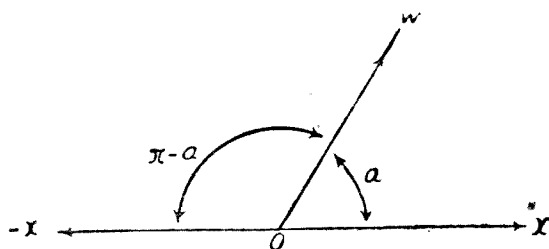
若以 $C_0 = 331$ 代入，則求得溫度變化一度時之傳聲速率變化為：

$$\Delta C = 331 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{273} = 0.61 \text{ 公尺/秒}$$

可見大致溫度升高一度，聲速增加 0.6 公尺。

聲速受風況之影響，更為顯著。設風自 W 方向來，其速率

V 即以 W 代之。砲聲發於 O 點，則向 X 方向之傳聲速率 C_1



$$C_1 = C_1 + V \cos \alpha$$

反之，在向 $-X$ 方向之傳聲速率 C_2

$$C_2 = C_1 - V \cos \alpha \quad (3)$$

以(2)(3)兩式之數值代入(1)式，即求得 $P_2 P'_2$ 及 $P_3 P'_3$ 之距離，因可推知砲位之地點。準此，欲求聲測之成功，必先精密測定當時大氣界之風況與溫度。^①

① 呂炯，軍事氣象學述要，科學二六卷一期。
 呂炯，彈道風之測算法，氣象雜誌一二卷三期。

第四章 軍事設計與氣候

前兩章所述，爲作戰時，天氣現象對於戰爭之影響。知之者，可避免損害，可增進作戰效率；昧之者，即蒙其害，或致敗亡。凡此均決定於瞬息萬變之天氣現象。但若就各地理區域之天氣平均狀態而論，亦有常軌可尋，是即所謂氣候是也。設於軍事計劃之時，明乎此，則關於士兵之訓練，軍需之置備，軍事要塞之建築等等，必可合度，收事半功倍之效；反之，則否。

第一節 士兵健康與氣候

北兵南下，難耐濕熱之悶，易患瘧疾腳氣等症。南軍北上，不忍嚴寒之苦，難免凍瘡墮指之痛。昔曹軍之水土不服，拿破崙之敗於嚴寒，其著例也。又如一九三九至一九四〇年之蘇芬戰爭，蘇聯參戰部隊，雖經有適度的禦寒配備，祇因該年冬季之過分寒冷，終未免在拉多加湖旁之慘敗。最近德法戰中，參戰法軍，均從沙漠調來。沙漠氣候的特性，晝間熱而乾爽，晚上涼而不濕，故於人生健康上尙無大害。至於挪威氣候，則屬高緯度的海洋性質。冬季冷濕異常，風力殊猛，尤感寒冷，此與沙漠氣候，完全相反。法軍不慣，所以戰北。

從氣候原理而論，如天氣太冷，風力太緊，大氣之吸熱率大於人體之冷卻率；使人體本身所產生之熱力，不足以維持生活上必需之體溫，所以人體感覺不舒服。人爲的初步防禦，即加厚衣服，加強絕緣護熱的功用；同時人體本身，緊縮血管，加強肌肉活動及新陳代謝作用，增加體熱的產生，以備適應此過

冷環境。不過，人體之適應力有一定的限度，超過此限度，健康上就發生障礙，而陷於疾病。至於過熱之情形，則氣溫與體溫之差別太小，於是大氣之吸熱率太小，使體熱發散太慢。初步人爲的調度，即更換衣衫，搖扇納涼；同時人體本身亦膨脹血管，排泄汗水，來適應環境。可是，這種適應力亦有限度，超過此限度，人體抗病力衰退，疾病即易侵入。所以時疫流行，死亡相繼。綜上所論，可見必需在大氣的吸熱率和人體冷卻率相平衡時，人體方感舒服，工作效率亦屬最大。實際上各人之舒適氣候，看各人之體質，年齡及生活習慣，而有不同。大致言之，一般人的體質，溫度在攝氏五度至二十五度，濕度在百分之三十至七十五度，工作效力較大。溫度如保持在二十度與二十五度之間，工作效力最大。

今日之世界大戰，從濕熱多雨的熱帶，至冷冽異常的極地，軍隊都有互爲調動之可能。爲求作戰效力之增進，指揮戰爭者，第一步應先熟知活動區域之氣候常態。第二步研究補救之道。補救氣候上缺點之策可分爲消極方法與積極方法二種。消極方面，不外置備特殊之軍需以減輕氣候壓迫，此將於下文述之。

在積極方面的補救方策，莫佳於士兵體格之特殊訓練。美國華干（Walker）謂人體對於氣候之舒適度，可因訓練而推廣。華氏在第一次大戰中，一九一六年三月，跟着兩隊步兵行動於奧國鐵洛爾山地。當時山谷的溫度十五度，到一萬四千英尺的山峯，狂風大作，溫度即降至一度。兩隊士兵，相繼生病，扁桃腺發炎，流行性感冒，肺炎，盲腸炎，傷寒等等，不一而足。第一隊是從附近城市招募來，二百四十八人，患病者九十八人，佔全數百分之四十。第二隊士兵，從俄羅斯招來，對於嚴寒

氣候，經過長期訓練，抗寒力較大，所以二百四十二人中，病者祇二十八人，佔全數百分之十二。可見氣候之適應能力，確可由訓練方法加強之。

軍隊之氣候訓練，至少要達到以下三個目標：

(一)對於氣候的突然急變，要有適應力。

(二)對於極端氣候，要有長期的忍耐力。

(三)在氣候的極端變化和長期的嚴酷環境中，仍得保持最大戰鬥力。

為達到上述目的，訓練士兵體格，可從以下的幾方面着手：

(一)平時就可能範圍內，將各個氣候區域之隊伍，分期調防。使熱帶的隊伍，可受到寒帶氣候之訓練；沙漠地帶的隊伍，可慣受海岸地帶之氣候。

(二)兵舍的冬季溫度，保持在二十度之下，訓練士兵之耐寒力。據幾年來的觀察，如兵舍溫度高至二十五度以上，反而增加傷寒病人的成數。

(三)如遇氣候劇變之機會，使士兵實行露營，以訓練士兵之抗病力。

(四)氣候適應力，還可用水療法加以增強：

(a)可能時，儘量舉行海水浴和河水浴。

(b)以雨淋浴，作為日常工作，水溫逐步變冷，以至極冷。

(c)用冷水與暖水交流沖刷全身。

(五)就所到氣候區之氣候特性，採用適宜之食物，以補其

本節參考：

C. I. Singer. M. D., *Climate & Efficiency of Military Personnel*. Bull. & Amer. Bet. Soc. Vol. 22. No. 5, May, 1941.

缺點。例如在寒帶，應多吃富有脂肪，蛋白，燃燒熱的食物。如到熱帶區域，應多用富於澱粉，而少於脂肪，蛋白與燃燒熱之食物。在極端氣候區域的食物，均缺乏礦物與維他命，亦需加以補充之。

第二節 軍事運輸與氣候

軍事運輸所受氣候之影響，由於所用工具之不同，而有極大之差別。在水鄉澤國之東南各省，夏令水漲，輪舶四達，利於水運；同時道塗泥濘，車輛不通，難於陸行。但在寒冬之季，河水枯涸，舟行即感失便；陸路堅平，車行反形易如。一旦河道封凍，即一葉小舟，亦無活動餘地。至於北方嚴冬，冰厚盈尺，大砲輜重亦可通行而過，冬天之水路交通，反覺便利。但當春夏之交，嚴凍初解，河水泛漲，無論水陸，俱感匪便。查鴨綠江與遼河十二月初冰封，翌年三月末而開解，歷時四閱月；冰厚十九英寸。松花江十一月中至四月中，歷五閱月，冰厚二十八英寸。黑龍江十一月初至五月初，封六閱月，冰厚三十英寸以上。呼倫貝爾之水道，封期更長，冰蓋尤厚。按試驗結果，冰厚二英寸，即可行人；厚六英寸，可運野砲；八英寸，可駛橈；十五英寸以上，可敷鐵軌，駛火車。故松花江上，每年二月六日至三月二十五日，有臨時鐵路之敷設。行軍者明乎此，可預作準備，而利用之。

新式工具之鐵路，似可不受氣候影響，鐵軌所至，當可暢行無阻。但在嚴冬之季，水筒冰凍，火力不旺，車行即易誤點。大水泛濫，路軌爲之冲毀，積雪塞道，車輪每至出軌。惟軍事運

本節參考：張其昀，東北之氣候，地理雜誌，四卷六期。

陸鴻圖譯，東北之氣候，方志月刊，六卷一二期。

輸，如彈藥之補充，如後備隊之赴援，豈容一刻之貽誤。設中途之交通發生故障，則大局必為牽動。主軍運者，務必於事前，根據活動區域之氣候情形，對於此類可能的意外阻礙，預為防範之。

第三節 軍需置備與氣候

衣食住行，為人生之四件要事，亦為行軍之重大事項。凡此四者，無不與氣候有密切關係。食物仰給於農牧，而農牧即受制於氣候。衣及住，所以防風雨禦寒暑之具也。風雨寒暑即氣候要素。設我中央部隊，出征偽滿，則糧秣所需，即無需遠道負載，儘可就地徵集，此乃東北氣候之所賜也。設在秋收時期，則給養更易。若在我國西北蒙新陝甘一帶，則是種氣候上之便利，決無可能；蓋因雨量稀少（迪化全年三五〇公厘，庫車約六二・四公厘。東北各地雨量大多在六〇〇公厘以上，多者可至一〇〇〇公厘。）而變化不常。例如迪化之雨量，民國十七年四月六〇公厘，十八年四月祇一六公厘。十七年六月祇八公厘，十八年六月即多至一〇一公厘。是以西北諸省，饑饉頻仍，農產不能預計。故若用兵新疆，則非裹萬糧不為功。

北兵擁裘，南軍披葛，此乃軍服上之最大區別。但寒暑之不同，並非全年一致，大有季候的變異。茲舉若干地方之平均溫度，與各季之絕對溫度於后，以見我國各區域寒暑之別。

一覽下表，可知北夏之熱，幾與南方相埒；南方之冬天，已不若我人想像中之炎熱。是故南軍北伐，應在春暖之後；否則即難免蹈一八一二年十一月法軍在莫斯科之覆轍。北軍南下，宜在冷冬，庶可不受苦悶之熱。再以戰事之作及延持，自然不

全國各區寒暖變遷表 °C

區域	地方	年平	一月	極低	七月	極高	記錄期間
東	哈爾濱	3.0	-20.4	-40.4	23.3	39.4	1909—1928
	長春	4.9	-16.1	-36.0	23.6	37.8	1925—35
	瀋陽	7.1	-13.1	-32.9	24.7	39.3	1906—29
北	大連	19.3	-5.0	-19.4	23.3	35.7	1925—35
西	庫車	8.9	-14.5	-26.8	24.1	37.2	1930
	迪化	5.1	-19.5	-34.3	23.3	37.8	1930
	太原	10.1	-7.6	-29.5	25.3	37.0	1916—35
北	愛蓮	0.2	-23.2	-34.4	19.4	34.4	1923
黃河 流域	北平	11.9	-4.5	(-16.5)	26.1	(39.6)	1811—35
	青島	12.0	-1.3	(-4.7)	28.6	(28.4)	1923—32
	保定	12.2	-4.5	(-19.6)	20.9	39.5	1912—35
	秦皇島	10.0	-6.0	-18.9	24.4	21.7	1924—35
長江 流域	南京	15.3	2.3	-12.6	27.7	40.2	1905—35
	漢口	16.9	4.4	(-8.3)	29.7	(38.3)	1900—35
	長沙	17.8	4.4	(-7.2)	30.1	(39.4)	1924—35
	重慶	19.0	3.9	0.6	28.7	(41.1)	1924—35
華南 一帶	廣州	22.1	13.2	1.5	28.5	35.7	1924—35
	昆明	15.6	9.5	-5.0	19.8	32.2	1929—35
	梧州	21.6	12.4	0.6	28.6	(35.6)	1924—35
	騰越	15.5	8.7	(-2.8)	20.4	(30.0)	1924—35

能由單方面之自由選擇，是故軍服之質料顏色，南北軍隊，截然不同。北軍多着灰黑色或沙黃色之棉衣，南軍常用草綠色。

之單裝，此其顯例也。

南方多雨，北方乾燥，此以一年之總量而論。若謂某地某一時段，此語又未必成立。例如北平一九三〇年全年降水四四九·五公厘，約合南京之半數；但北平於七月內，一日可降六五·四公厘之多。同年迪化全年不過三四五·〇公厘，但曾於八月中之一日，降水二八·六公厘。太原全年不過降三四〇·七，但七月內之一日，可降四三·七公厘。吉林公主嶺全年六一三·〇公厘，但五月內可降一〇三·五之多。由此以觀，軍中雨具之需要與否，尤必視所到區域是否在雨期而定。拿破崙於滑鐵路之戰，若早計及此，則不致因一夜霖雨，而使英雄氣短！

飛沙撲面，目力受損，戰士精神，爲之大減。且每當狂風飄起，沙塵蔽空，天色昏暗，敵人時欲乘機進攻。例如一九〇四年日俄戰事，日本大軍於三月九日賴大風沙之掩護，偷渡渾河，對瀋陽俄軍大本營，舉行突襲；俄軍猝不及防，倉皇應戰，瀋陽遂爲所破。據一九〇六年至一九二九年之紀錄，東北之風沙天氣，每年平均在長春有五次，瀋陽有九次，營口有十次，旅大有二十次，多數在一月至四月間。設用兵於此時，則軍用風鏡，勢爲必不可少之要件。

本節參考：朱炳海譯，施文哈丁在中央亞細亞之測候工作，地理雜誌五卷二期。

張其昀著，東北之氣候。

中國氣候資料，中央大學地理系。

第四節 軍港及飛機場地位之選擇

海軍之軍港，若有凍封浪擊之弊；空軍之飛機場，若有風襲霧蔽之患；則軍事活動，大爲障礙，戰爭結局，難免爲之影

響。是故軍港與飛機場地位之選擇，必研究各地方長期的氣候記錄以爲準繩。東北濱海一帶，每年有四個月之冰封，運輸上極感不便。名爲暖水港之旅大，亦不免有薄冰漂流。正在建築中而被暴日佔領之葫蘆島商港，亦經氣候的考慮而決定。葫蘆島海面分爲南北兩部，島北之錦州灣，爲封凍區域，每年冰封約一月，厚可數英寸至一二英尺；島南之連山灣中，受島上山峯之障蔽，北風不得掠過，浮冰無從南下。故連山灣內，冰薄而無礙於航行，可定爲築港之區域。

飛機場上的氣候障礙，主要有二：一曰狂風，二曰霧，此二種現象，互爲消長。風強之處霧少，霧少之處無風。飛機之安置場上，有特備之倉庫，對於平常強度之大風，可保無虞；出動時，則有天氣預告以作憑藉。是故狂風現象，非爲修築飛機場時所必予考慮者。但霧之出現頻度，視地方性而定，與狂風暴雨之普遍發生不同，故可以地位選擇而減少其干擾作用。作者意見，選擇飛機場地位時，應注意之要點有六：

(一) 內陸地位比沿海爲佳 冬季海面暖於大陸，海面暖濕氣流，若泛濫而上陸地，則下層溫度降低，而有海性霧出現。夏季大陸暖於海面，大陸氣流若掠過海面，則下層溫度降低，濕度增大，於是有陸性霧出現。沿海地帶，介於海陸之間，是故終年多霧。例如海參威與哈爾濱二地緯度相近，但全年之平均霧日前者有八六·六日之多；後者祇有八·四日，此以離海遠近之不同也。此外如旅(二·一日)大(二三·八日)之與平(五·二日)津(九日)，芝罘(一·七·三日)之與太原(一二·五日)，淞(四六·三日)滬(三六·六日)之與京(三五·二日)漢(七·三日)，香港(三八·二日)之與梧州(四·七日)，莫不有此類似現象。故德之氣候學家柯

本 (Köppen) 氏，分析全世界之霧的記錄曰：「霧爲海濱現象」。

查海參威霧日之特多，除普遍的海洋影響外，尤有寒流之作用在。時當春夏之交，寒流挾浮冰南下，行蹤所至，溫度特別降低，故於五，六，七，八月間，霧成特易。再觀北美之東北洋面，因拉伯拉多寒流而使冰州與斯必次堡之間，綠州以西，及紐芬蘭海岸之西南，均成多霧之區域。同理，南美西岸因洪包德寒流之影響，使智利海濱亦爲多霧之地帶。觀乎此，選擇飛機場之地位時，能遠離海岸爲佳。

(二)東海岸比西海岸爲佳 溫帶以內，風向以自西而東者爲頻，故大陸西岸之霧患較多。西歐之所以多霧，卽坐此因。至於南北美洲之西岸，則因山岳聳列，海洋氣流不易深入；除沿海之極狹地帶外，霧之頻度，卽行大落，而不若西歐之到處多霧。總之，同爲沿海，大陸東岸之地位，又比西岸爲勝。

在歐洲西部，一片平原，海洋氣流，常泛濫全境，海性霧到處發生，殊少內陸沿海之分。在類此之地帶選擇飛機場，則以突出通風之地點較爲相宜；蓋於人口稠密烟筒林立，氣流不暢之部分，霧之凝結易而消除難。如倫敦大霧，往往歷一星期而不消，卽其例也。

(三)高緯度比低緯度爲佳 由於海陸氣流之交替，有海性霧與陸性霧之發生；同理，由於南方氣流之北上，卽有熱帶氣流霧之出現。但當極地氣流南來之時，則祇有陣雨，而無霧露；蓋當熱帶氣流向北伸張，下層變冷而上層仍暖，層次穩定，極少紛亂，凝結發生於地面，卽現霧露；當極地氣流之南下，上仍冷而下變熱，於是對流發生，凝結發生於高空，故多雲雨。不寧惟是，南風之下，因層次之穩定，地面塵埃不易消散，故卽無

霧蔽，能見度較北風之下爲劣。緯度愈低，熱帶氣流愈多，是故高緯度之飛機場，比低緯度者可勝過一籌。

以上三原則，爲地面大區域內，選擇飛機場時之比較得失。以下三原則，爲內陸固定區域內，選擇機場地位之標準：

(四) 台地平原比山谷邱陵爲佳 內陸機場之最大障礙，不爲上述之平流霧類（海性霧，陸性霧，熱帶氣流霧。）而爲出沒不常，分佈廣泛之輻射低霧。按低霧之發生，主在安定氣團之中。凡於晴寂之高壓天氣，不論冬夏，祇須一夜之冷卻，卽有低霧發生之可能。查各地之低霧記錄，莫不以無風或風力極小之時爲多，卽其事實之證明。低霧之造成，既必於風力極小之時，則地面之冷卻作用，卽無從上遞。若在半曠之區，則因冷卻作用之不易上遞，故霧之高度，不過數尺或十餘尺。但若在山谷之中，或低窪之地，則因四週輻射冷地接觸而成之冷重氣流，得源源下注，使低地成爲冷氣深淵，是故在此種低地之低霧，可深厚至幾百尺之度。

山谷及邱陵之地，不僅爲濃霧最多之區，且爲熱雷雨最頻之所。乃因溽暑天氣，地面灼熱，四周山巒壁立，氣流不暢，地面熱力無從外洩，於是發生極強之對流，造成猛烈之雷雨。但在赤露平曠之地，在此同樣天氣之下，不致有雷雨發生。執此以觀，無論爲避霧迷，防雷雨，山谷低地，決非飛機場之適宜地位。如能選得高出平地數百尺之廣大台地，則爲飛機場之最佳地位。但若地形高出在五百尺以上，則已入低雲之底高，且因地形之隆起又有降低雲底之影響，故亦應避免。

(五) 都會之上風比下風爲佳 空中水汽凝結成霧之條件，除濕度之飽和外，又必備有充分之凝結核。核子充足，濕度卽未飽和，霧滴亦易凝成。核子缺乏，則卽使過度飽和，凝結亦

不發生。據愛德根 (J. Aitken) 諸氏之研究，此類核子以燃燒產生之吸水性核 (hygroscopic nuclei) 爲最活躍，是故於人口密集之大都會，烟筒林立之工業區，低霧最易發生。都會低霧，滴細而數密，是以障蔽之功用特強；既成之後，因其細密之特性，迴光頗甚，故消散亦難。至於田野之霧，一切相反，成霧固較難，消霧亦較易。

此種由燃燒而產生之吸水性核，關係於霧之障蔽力及持久性，既若是之重要，故在一大都會及工業區附近，選擇飛機場之地位時，凡都會氣流常到之方位，即最多風向之下風處，極應避免，此當根據各地之長期風向決定之。

(六) 沼澤森林之旁以避免爲佳 德國小希密德 博士 (Kleinschmidt)，曾作君士坦丁 湖面雲霧分佈之研究。秋冬水面暖於陸面，湖面氣層之對流較強，故湖上以低層雲及層積雲爲多，即離湖二十公里處，尚不減其影響。春夏水面冷於陸地，少有對流發生，凝結即在水面，成霧而不成雲，以致湖面之霧，比內陸高出二倍至七倍之多。由此可知，內陸湖泊，秋冬有殺霧之功用，而春夏有增加霧頻度之害處。至於面積較小，深度較淺之池沼，其溫度變化，殆與大陸同。但其特形陷落之地勢，不啻爲一片低地小谷，適宜於冷氣流之匯注；且水面不斷蒸發，濕度恆爲濃重；故即在秋冬，亦未必有殺霧之功效，但在春夏之增多霧患，爲勢所必然之結果。總之，飛機場之設置，以遠離水面爲宜。

本節參考：朱炳海，飛機場地位之研究，方志月刊六卷八期。

朱炳海譯，霧與航空，第四五一至四六五面，五九二至五九七面。

潮濕之地面，蒸發強盛，空中濕度必大；同時，地面之冷卻進行，亦必爲快，此均爲成霧之適宜環境。歐洲及美國之東南區，潮濕地面之上，每有一種極度低霧掩蔽。在此種低霧中，兩人相向而行，互見頭面，而不見軀肢。故此種地面，決不能作飛機場之用。

運行之氣流，遇森林或建築物等，遂即發生擾亂，所謂陸傳浪者是。於是該地風力，極多擾動不定。此種陸傳浪固爲飛行時之障礙，但若駕駛得法，尙易避免。至在飛機場之左近，如有陸傳浪發生，則當飛機上升及下降時，即有搖擺側倒之虞。如在沉寂之夜間，地面本極平靜，但因障礙物頂端之高度，常有風力掠過，因而激起擾動，使安息於地面之飛機，時爲震撼。是故飛機場對於森林及建築物，務必儘量遠避，至少在一公里之外。

第五章 如何發展我國之軍事氣象工作

氣象工作與戰事之關係，前文已概述之矣！此所以自上次歐洲大戰，各國莫不有軍事氣象組織之參加戰爭。此次，七七事變以還，北自蘇屬西伯利亞，南及印度支那，東及日本朝鮮之氣象廣播，均爲停頓。甚至汪精衛與日方所訂密約，亦以氣象事業，與交通電訊相提並論。可見日人對於氣象在國防上之重要，備極重視（見二十九年一月二十三日重慶各報所載日汪密約）。

我國科學落後，氣象亦未許例外。論人才，寥若晨星；論設備，事事仰求於人。至於測候站，在戰前亦祇有氣象台七處，外人主持者有二；二等測候所五十，外辦者其半；三等測候所及雨量站不過六百而已！即此僅有之測候所，因事權不一，分佈不勻，設備不全，人員不齊，再加測量電訊等輔助之不力，所以能現之成績，實太微細。

此次世界大戰中，在科學先進各國，對於軍事氣象之工作，定必又有進展；但非至戰事結束，我人無從知其梗概。至於日軍之施用無綫電探空儀探測高空氣象，以助戰爭，在我前綫一再發現之。今日之戰爭，科學之戰爭也。我爲最後勝利之持久，軍事氣象之設備，豈能永付缺如！爲今之計，祇有翻閱上次歐洲大戰之往事，以資借鏡，所謂：「他山之石，可以攻玉」。

一九一四年大戰爆發之前，祇德軍有軍事氣象之設備；戰開以後，各國感事實需要，始相繼效法。美國參戰最遲，軍用氣象組織之成立，亦較他國爲後。至一九一七年通訊隊

(Signal Corps)隊長任命密立根上校(Col. R. A. Milikan)着手籌備。當時設立氣象組之目的有三：(一)供給美國遠征軍必需之天氣消息。(二)供給本國境內海港，飛機場，砲台，定準場(Proving grounds)及化學部以必需的氣象材料。(三)繪製美國大西洋及西歐之高空氣流圖，以供長途飛行之參考；對於橫渡大西洋之飛機航綫，特加注意。密立根時任通訊隊科學部部長，氣象組即歸伊主持。美國對於軍用氣象，向不注意，在創辦之初，人才儀器，兩感缺乏；爲應時勢之急需，不得不乞助於中央政府農部之天氣局(Weather Bureau)。該局派定伯拉博士(Dr. W. R. Blair)，馬爾文教授(Prof. Marvin)及顯萊(Mr. Sherry)，克里格(W. R. Grogge)諸人，協助進行。同時，設短期訓練班，訓練人員，加工趕製儀器。

爲實行第一項任務，選定五百五十名富有物理智識或工程訓練之大學畢業生，在太克薩斯(Tex)州立大學，設速成班訓練之。主講者爲法西許博士(Dr. O. L. Fassig)。以兩個月之期間，授以基本的氣象原理，及實地觀測方法。其中三百十四人，隨軍出發，分配於各飛機場，化學站，砲台，及聲測台。於伯拉指導之下，在英法境內，設立高空測候站二十處，以供遠征軍之需要。

爲擔任第二項任務，國內增設測候所二十八處，用測候員一百五十人，供給國內飛機場砲台，定準場之氣象報告。其中尤以亞白屯定準場(Aberdeen Proving Ground)之測候所，最屬完備，用人二十二員，可供給定準試驗所以完全之氣象紀錄，俾作彈道氣象訂正(Ballistic Meteorological Correction)之用。

爲達第三項目的起見，在美國全境，選定適當地方二十六

處，設立測候所，專測地面以上各層之風向風速。最大高度六萬五千英尺。所得記錄，立即電告華盛敦，以便製成各高度之氣流圖。根據此項觀測結果，可知在北美及西歐，自地面一萬英尺以上之高度，風向之百分之九十五，自西向東，速率在每小時百英里以上。一九一八年十一月八日，在二萬八千英尺之高度，速率曾達百五十四英里之大。因此，飛機若以此速率自西向東行，則可倍其速率；若逆風而行，則僅免後退。①

海軍之氣象事業，另行組織辦理。主其事者，為大尉馬加第 (Lieut. Commander A. McAdie)。馬氏於一九一八年四月隨艦長安爾文 (Irwin) 出發英倫，同行者有高空專家八人，普通測候員二十二名，均為臨時訓練而成。抵英後，再分赴各氣象台實習二星期。在法設測候站八處，愛爾蘭六處，義大利二處。每處用測候員二人，辦事員六人，均與友軍之測候所，密切聯絡，共收互助合作之效。②

綜合軍用氣象之工作，含有兩大部分：其一，現在天氣之觀測及報告。其二，未來天氣之預告。第一項工作，又可分為平地觀測與高空觀測二種。平地觀測之項目，大致與日常之氣象觀測同，即溫度，氣壓，濕度，雲量，風向，風力，能見度及雨量等要素。通常觀測三次，上午八時，下午八時，及西經七十五度地方時之正午。此外於高空觀測時，及遇有臨時需要時，亦同時觀測。但雲之觀測，則自晨六時至黃昏十時，每兩小時舉行

① Maj. Gen. G. O. Squier, Chief Signal Officer, U. S. Army, "Meteorological Service in Army." M. W. Rev. 1919 P. 84, Washington.

② Lieut. Commander A. McAdie., "The Work of Aerological Section of the Navy." M. W. Rev. 1919, pp. 225—226.

一次。^①

高空觀測，在歐戰期間，美國之發展極快。中央天氣局特爲增加臨時費十萬金，專供高空觀測設備之用。高空觀測之項目，爲溫度，氣壓，濕度，風向，風速。用於高空觀測之儀器，種類繁多，約舉如次：

(1) 探空氣球 (Sounding balloon) 大氣球，滿盛氫氣，負帶氣壓，溫度，濕度，及風力之自記儀器，測記高空各層之氣象狀況。待氣球上升脹大破裂，即下降着地。因此種氣球未必能收回，反易爲敵人利用，故不適軍用。

(2) 乘人氣球 (Manned balloon) 能及之高度太低，亦不採用。

(3) 風箏 (Kite) 用鋁骨綢糊之大風箏，負帶自記儀器，繫以鋼絲而隨風上升，再用機械力收回之。美國於戰前原有風箏站二處。當伯拉博士出發之前，增設五處，以應需要。但此類觀測方法，祇適用於固定地點，不能隨軍移動；且鋼絲懸空，有礙飛機活動，故風箏在戰場上之施用，頗有限制。

(4) 飛機探測 (Aeroplane sounding) 用飛機帶自記儀器上升，記錄高層氣象狀況，比較最爲便捷。在西白屯定準場用過三百五十次之多，最高曾達一萬英尺以上。

(5) 測風氣球 (Pilot balloon) 此探測高空風向風速之最便捷，亦爲最通常之儀器（已述於第三章第三節）。美國軍隊中，每日上午八時，下午四時，及西經七十五度地方時之正午，各放一次。遇必要再行臨時施放。夜間觀測，於氣球上帶

① Pertram J. Sherry & Alan T. Waterman, "The Military Meteorological Service in the U. S. During the War." M. W. Rev. 1919, pp. 215.

一小燈，以資識別。

(6) 無線電探空儀(Radiosounder) 大氣球帶一無綫電發報機上升，此發報機所發出之電波頻率，全受自記氣象裝置之支配。在地下備有配合之收報機，接受上升氣球發出之電訊。因此，立即可知高空各層之氣壓，氣溫，濕度等要素。當時此項儀器，尚係初用，未能普遍製造。故軍用尚少（此次中日戰中，日軍用之甚頻）。

現在天氣之報告，及未來天氣之預告，常合作一事辦理；故軍隊中之氣象報告中，含有下列諸項：

(1) 戰區內天氣之性質：氣旋天氣，還是反氣旋天氣？是否有雷雨，風沙等現象？

(2) 繪製地面以上五百，一千，一千五百，二千，三千，四千公尺各層風向風力圖，以備空軍及砲隊訂正時之根據。

(3) 雲，霧，霾之性狀，及分量；使空軍及一般戰術上，乘機利用，或有所警戒。海軍對於颶風及海霧，特別注意。

(4) 能見度之優劣，是否利於本軍之進攻，或藉此而隱身。

(5) 雨雪下降，使士兵之生活有所準備，及軍運上免於意外之障礙。

(6) 暴寒暴熱之變遷，使於衛生上有所準備。

(7) 現在及未來天氣，是否適於毒氣之施放，若利於敵軍卽下緊急警告。

各項天氣報告及預告，均須用簡單的通俗文字或言語敘述。所有專門學名術語，應一律避免。並於每次預告之末，註明預告之真確成數，俾使用者有所斟酌。^①

① Lieut. Col. R. A. Millikan, Signal Corps. "Some Scientific Aspects of the Meteorological Work of U. S. Army." M. W. Rev. 1919, p. 210.

英國軍隊之氣象組織，成立於一九一六年。是年六月，因化學戰之需要，由坎夫(C. T. P. Cave)馳赴法國，主持其事。成立後，即作為工程隊中之氣象組，與美軍中氣象組之屬於通訊隊者不同。同時，海軍中有海軍氣象組，空軍中有空軍氣象組，連同英政府經常有之中央氣象局 (Meteorological Office)，共有四個組織，合作進行。人才之缺乏，不亞於美國，亦臨時徵集大學生訓練之。工程組之氣象組，最初僅有高級職員四人，普通職員二十人。後至戰事結束，共有高級職員三十二人，普通職員二百人。英軍於戰爭期內，共設測風氣球站一百處，於西綫阿姆斯特敦綫 (Amsterdam front)，均有密佈之測候網。每日上午一時，下午一時，上午七時，下午六時，觀測共四次。預告每日三次或四次。工作之性質，大致與美軍同。

①。

綜觀上文，軍事氣象之性質，實兼有全部氣象學之內容；其目的亦在預知未來天氣以利戰爭，故地面的，高空的，一切氣象要素，均在必需觀測之列。為求事功之迅速，其資料之來源，當仍以全國各固定地點測候所之報告為基礎；同時於海陸空軍各部隊，設立特殊的氣象組，以便直接為戰事效勞。如是則為軍事氣象事業之推進，應分普通測候事業與軍隊測候事業兩方準備。

抗戰以還，我政府為應事勢之需要，特於行政院之下，設立中央氣象局，以主管全國氣象事業。自此事權一統，理宜有長足之進展；但成立兩年以來，事業方面，並未見何表現。考其緣因所在，人才缺乏，設備全無，是其最要；至於人事交通等問

① C. J. P. Cave, "Some Notes on Meteorology in War Time." *Quart. J. of Roy Soc.* Vol. 43, 1922, P. 7-10.

題，猶其次要者也。英倫彈丸三島，面積相當我國一省，已有測候所一百以上，雨量站一千餘處。美國天氣局，每日製圖，可得三小時之天氣報告二百餘處。以我國之面積論，需有普通測候所二千處，約相當於一縣一所。

我國氣象界權威竺可楨氏主張劃全國為十個測候區^①其辦法如左：

區名	包 含 省 分	面 積 (方里)
東北區	河南河北山東山西熱河察哈爾	3,625,290
西北區	陝西甘肅綏遠	2,900,350
中央區	江蘇折江湖南湖北安徽江西	3,041,500
東南區	福建廣東廣西雲南	3,100,500
西南區	四川貴州西康	3,150,600
滿州區	遼寧吉林黑龍江	3,767,700
青海區	青海	2,400,060
西藏區	西藏	2,200,000
新疆區	新疆	5,364,800
蒙古區	蒙古	4,886,432

準此計劃，全國二千處測候所之分配如下：

(1) 每區中心，設置氣象台或稱頭等測候所一所。頭等測候所任務：(一) 統轄並督導本區各級測候所。(二) 每小時觀測一般氣候要素。(三) 每日施放測風氣球一次或二次。(四) 每日舉行飛機觀測，或測空氣球一次。(五) 收集全國各地天氣廣播，製成天氣圖，並預報未來天氣。(六) 編印報

① 竺可楨，全國設立氣象測候所計劃書，載中國氣象學會會刊第四期。十七年出版。

告及論文。

(2) 全國設置二等測候所五百處，其任務：(一) 至少每三小時，作一般的氣象觀測一次。(二) 舉行測風氣球觀測每日一次。(三) 其中之一百處，每日舉行測空氣球，或飛機觀測一次。此五百處二等測候所，平均分配於全國各個自然區域。胡煥庸氏近年草擬全國新省區方案。計劃全國分爲六十六省區，自然地形與人文社會，雙方兼顧。^①測候所之設置，爲研究之方便，需顧及自然環境；同時爲行政管理之敏捷，又必兼及人文條件，故二等測候所之分配，若以胡氏之新省區方案作爲依據，允爲最妥。如是則每一新省區或相當於新省區之地域內，應設二等測候所五處至九處。

(3) 全國其餘各縣，每縣設置三等測候所一所，合共一千五百所。三等測候所之最低責任，每日觀測一般氣象要素三次至八次。

氣象台每處需有高級測候人才五人，普通人才十人。二等測候所，需有高級人才三人，普通人才六人。三等測候所需用普通人才二人。按此總計全國共需高級測候人才一千五百五十人，普通測候人才六千一百人。高級人才，職司儀器校訂，紀錄審核，高空觀測，指導督察及天氣預告等事。普通人才，職司日常觀測，及其他技術助理工作。故高級測候人才之培養，應以大學之理工學院爲基礎。普通人才，祇需中學職業學校之程度即可。約計現有之全國測候人才，至多只有上述數字之百分之一。人才如此缺乏，而欲推動事業，如何可能！

其次，論及各測候所儀器之缺乏，其情形實不亞於人才之

^① 胡煥庸：縮小省區轄管與命名之商榷，中央大學研究院地理學部專刊第六號。三十二年七月。

恐慌。國內各測候所現用儀器，可謂全部仰給外國。或來自英美，或來自德法，亦有來自日本者。是以標準不一，管理各異。至再擴充測候所，則缺乏更多。至於高空測候儀器，國內現有不過三數套而已！觀測工具，既缺乏若此，更何談推進事業。

以上就經常的一般測候所論，若再加以各海陸空軍部隊內之氣象組織，則人才儀器之缺乏，更為嚴重。夫人才之培養，繫於國家教育大計，決非一朝一夕之事，所謂「十年樹木，百年樹人」！儀器製造又必以國內其他基本工業為基礎，亦非可一蹴而成！「準備戰爭，應在平時」“*In time of peace prepare for war*”。此次大戰，我人因過去準備之不足，吃虧太多！最後勝利固已在望，但以後如何維持我國之勝利地位於永久，則非日益求進，繼續努力不可！

