



飛越北極

Polar Navigation

Abstract

The shortest distance between two points on the globe is the great circle course. So flight through polar region has become very important. This paper firstly introduces the geography, climate and the brief history of polar region then the polar-navigational techniques which include the following three problems:

- 1) To determine direction by gyro-compass instead of unavailable magnetic compass.
- 2) To fly Single Drift Course by using Polar-Stereo Graph instead of general maps.
- 3) To solve twilight phenomena by using Kollsman Sky Compass.

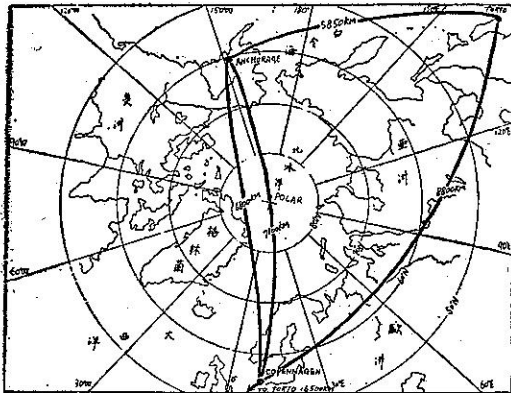
一、前言

大家都知道球面上兩點的最短距離是大圓線 (Great Circle)。我們用地球儀來看時，很容易知道假如由丹麥首都哥本哈根 (Copenhagen) 到東京或到洛杉磯 (Los Angeles) 的最短航線都必是飛越北冰洋 (Arctic Ocean) 的大圓線。1957 年 2 月北歐航空公司 (SAS) 首先開航商用北極航線以來，荷蘭航空公司 (KLM)、法國航空公司 (Air France) 等兩航空公司也接踵開航。現時日本航空公司 (JAL) 亦計劃自明年 (1961 年) 開始用 DC-8 型噴射機經北極飛往歐洲。地球上人口最密，文化最高，人類活動最頻繁的地方是北半球中緯度地帶。航空和航海不同，其航線不受地形的影響，所以開闢北極航線對於亞、歐、美三洲的空際交通貢獻極大。舉例來說，東京到哥本哈根的航線如果採用大圓航線飛越北極圈時，其航程只 8,800 公里，比飛繞低緯度的舊日航線 16,500 公里，竟短縮約一半距離 (看附圖一)。現在西北航

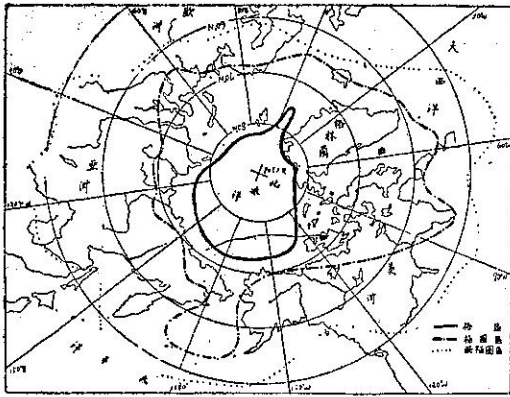
空公司 (NWA) 由紐約經西雅圖, Shemya, 東京至臺北的東方航線已經改採經過阿拉斯加的 Anchorage 北極圈航線，以爭取時間，節約燃料。在北極附近缺乏助航設備，且普通地圖及磁性指南針 (Magnetic Compass) 咸無法使用。必須另行設計一種極地圖 (Polar-stereo Graph) 來代替普通航圖。以及特殊的一種陀螺羅方向盤 (Gyro-Compass) 來代替普通由於磁性作用的指南針。研究飛越北極航線無論在民用或軍用方面都是非常重要，不可輕視的。筆者特搜集若干關於北極航行的資料，草成此文以就正於讀者。

二、北極的地理與氣候

首先我們要明瞭北極一帶的地理和氣候。北極附近的海洋稱謂北冰洋，好像一個地中海，其周圍由亞、歐、美三大洲及格林蘭 (Green Land) 所包圍。其面積 500 平方哩以上，約為太平洋的十三分之一，大西洋的七分之一大。海水平均溫度華氏 28 度至 32 度中間。海水的表面在華氏 29 度開始結冰。北冰洋大部分被浮冰 (Polar and Arctic Pack) 覆蓋。因此有時海岸線都界限不明。北極地方的氣候可以分為極區 (Polar Region)，極圈區 (Arctic Region)，亞極圈區 (Sub-arctic Region) 等三個地域 (看附圖二)。極區每月平均氣溫低於華氏 32 度，其面積約 500 哩。極圈區每月平均氣溫低於華氏 50 度，其最南邊叫樹木線 (Tree Line)。亞極圈區比上述兩區域還大的多。每年三至四個月中其平均氣溫超過華氏 50 度以上。其區內有平原、有丘陵、盛產針葉樹木。北極一帶春夏兩季節常為濃霧籠罩，影響航空航海。一年之中在夏季前後約六個月之久，太陽整天在水平線上，



附圖一



附圖二

不能沒落。此種在天文學上所稱「周極運行」的狀態在北緯80度附近約有四個月半，在北緯70度附近有80天之久。反之在冬季前後太陽在地平線下，整天不見陽光。極圈、亞極圈兩區域，除夏天以外差不多每天都可看到北極光 (Aurora Borealis) 的出現，其色彩種類甚多，變化迅速。至于美洲的極圈地方的居民稱謂愛斯基摩人，其人口約八千。格林蘭島約有二萬二千人的混血民族 (Mixed Origin)。亞洲極圈地方的人種是 Tungeses 族，Lapps 族，Mongol 族等，其總數約30萬之多。白人非常少，都是從事貿易商、宣教師、政府官員、氣象人員等。

三、極圈飛行的歷史

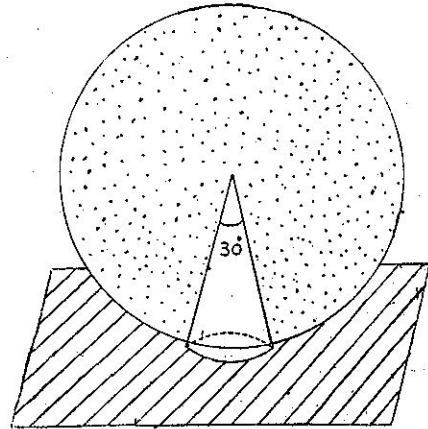
1897年 Andree 氏曾計劃用氣球飛到北極，結果失敗。1914年 Nagursky 中尉由 Nouaya Zamlya 基地起飛先飛越北極圈。1925年北極探險家 Amundsen 氏用飛艇兩架計劃飛往北極，但只到達北緯88度。1926年 Byrd 氏用飛機最先飛到北極。同年 Amundsen 氏用飛船 Norge 號橫越北冰洋。1937年俄人 Shkalow 和 Gromow 兩氏由莫斯科經北極飛到美國西海岸。英國皇家空軍 (RAF) 在1945年因軍事上需要計劃 Aries 作戰，用新式北極航法飛越北極。1946年美國空軍 (USAF) 用 B-29 型轟炸機飛到北極。1949年 Balchen 氏最先採用 Single Grid Heading Flying 飛越北極，迨至 1957年北歐航空公司方正式開闢民用的飛越北極航線。

四、北極飛行的技術問題

計劃飛越北極，首先必須要解決下面三個問題。

(1) 羅盤問題 (2) 航用地圖 (3) 薄暮現象。茲分述如下：

(1) 在極區航行，普通的磁性指南針已不能應用前已提及，必需另行設計特殊的陀螺羅方向盤。此種特殊方向盤係利用物理原理的一種保向器。即有重量的物體急速旋轉時 (如陀螺) 在空間有一種慣性繼續維持它的固定狀態。不受磁力影響，只能指示固定的航向，不能辨識方向。但是飛越北極數次以後才知道用這種普通陀螺羅方向盤時，誤差很大，所以 SAS 採用另一種 Polar Path Gyro-system。此種新式儀器誤差很小，每小時不超過二度。而且和 Auto-pilot 用電氣自動連結起來。假如飛機離開航線上時，此種 Polar Path Gyro-System 就能控制 Auto-Pilot 自動發出信號出來。(2) 地圖問題亦然，須採用極地圖 (Polar-stereo Graph)。此地圖是一種切點投影法 (Gnomonic Projection)。地球北極與一平面相切於一點，假定在地球中心置一照射燈，光束30度光線透過地面而投射於平面上，即成爲一幅切點投影



附圖三

地圖 (看附圖三)。在此種地圖上以北極爲中心經度零度和180度爲縱軸，東經90度(右方)和西經90度(左方)爲橫軸 (看附圖一)。各經線皆爲不平行直線。緯線皆爲弧線。圖上有印 Loran 的位置線。Loran 是 Long Range Navigation 之略稱，是一種遠程導航的方法。由已知地理位置之兩對無線電台發出脈動電波信號，飛行中的航空器利用振盪調幅放大及陰極管顯波，即可判定飛機之地理位置。用此種地圖時，在75度以上的高緯度地方劃一任意一直線皆近似大圓線。因此航向(Heading)和地圖縱軸 (此方向稱謂 Grid North) 有一定的角度。所以飛機還未到北極圈以前用陀螺羅方向盤向目的地，採用 Single Drift Heading Flight (註-) 就能正確地到達。此種航法稱謂 Single Grid Heading Flight。

(3) 薄暮為極區特有現象，春秋兩季節中有範圍廣大的薄暮 (Extensive Twilight) 影響航向線之核對。因此 Kollsman 工廠受 SAS 的要求發明一種 Kollsman Sky Compass 代替原來的潛望六分儀座 (Periscopic Sextant) 來解決薄暮問題。

五、結 語

過去用船舶探極北極的時候，遭遇厚冰 (Heavy Pack-ice) 和壞血病 (Deadly Scurvy)^(註二)，犧牲了很多探險家。現在飛越北極的民航機却遭遇軍上和政治上許多制限。USAF, RAF, 加拿大皇家空軍 (RCAF) 等有許多寶貴航法資料，但因軍事機密不公開。有的航線因要經過鐵幕不能使用，有的中途機場不供民航機使用。1957年 SAS 開航北極航線以前，即在1952年至1954年中間實行六次的飛越北極探險飛行。他們曾赴 USAF 的北極航空學校 (Polar Navigation School) 見習以後，自己開始訓練一批專門飛行北極的領航員 (Polar Navigator)。大部份的受訓學生都是橫越大西洋有八年以上的豐富經驗，而且對於北極飛行很有熱情的。現在不受氣象影響的全天候航空設備由于電波天文學 (Radio Astronomy) 和電波六分儀 (Radio Sextant) 尚在研究發展，還不能到達理想階段。人類文化愈高交通愈複雜。KLM 現在有

一航線和子午線略平行，由荷蘭飛越北極經東京到荷蘭領新幾內亞島。南半球方面的非洲、南美洲、澳洲相信不久之內能够開航飛越南極大陸的新航線。

— 完 —

(註一) Single Drift Heading Flight: Pressure Pattern Flight 的一種。利用 Bellamy 氏

$$\text{偏流公式 } Z_n = \frac{g}{2\omega \sin \varphi} \cdot \frac{\Delta H}{A}$$

式中 Z_n 是總偏流， ω 是地球角速度， g 是重力， A 是飛機真速度， ΔH 是兩點間的等壓面高度差， φ 是緯度。

(註二) 壞血病：俗稱黃瘡，過去北歐民族或船員等缺乏維他命 C (青菜，青果) 和日光時，很容易患此病；此為最易出血之病，身體衰弱，齒齦腫爛，為貧血之階梯。

參 考 文 獻

- ① 橋本梅治、鈴木義男：氣壓配置飛行。新しい航空氣象
- ② 葉柱熊：航空雜記。今日交通第四期
- ③ 航空と氣象。氣象研究 Note 第9卷3號
- ④ 北極航法について。航空氣象文獻抄第3卷11號及第4卷3號。