

中國科學院地球物理研究所專刊

乙種

第1號

蘇聯天氣圖方法的 長期天氣預告

楊 鑑 初

中國科學院地球物理研究所編輯

中國科學院出版

本書內容提要

蘇聯牟爾湯諾夫斯基 (Б. П. Мультановский) 長期預告學派是舉世聞名的。這個學派已經有四十年的歷史。完全從實際天氣演變過程出發來研究大氣過程的各種規律，這是該學派的最大優點。所以也稱做天氣圖方法的長期天氣預告學派。蘇聯中央天氣預報研究所經常發佈的長期預告，就是用該學派的方法製作的。他們預告的實際效果，事實證明比之世界上任何國家的長期預告準確率要高。

本書詳細地介紹了該學派的具體內容。先從該學派建立與發展的經過講起，並對牟爾湯諾夫斯基的幾篇有歷史意義的經典著作加以扼要說明。然後把該學派對天氣發展過程的卓越見解，有關該學派的許多基本天氣觀念，例如大氣活動中心、軸、自然天氣週期、基本天氣過程、天氣過程的座標、操縱因子、自然天氣季節等等加以系統的說明。該學派創造的對天氣過程的重要研究工具，即各種綜合天氣圖的製作方法及其功用也給予必要的敘述。本書尤其着重介紹該學派對長期預告方面有巨大意義的發現，即天氣過程的韻律作用與位相。這種蘇聯學派的先進方法，對今後我國天氣學的發展方面以及長期預告方面，顯然將起很大的推進作用。天氣圖方法長期預告的製作原理及其實際操作步驟，本書也加以詳細解說，以便今後可以實際應用於我國的長期預告工作方面。

先進的蘇聯長期預告天氣圖方法，過去在國內很少有系統的介紹，本書則根據蘇聯該學派的重要文獻綜合編述而成。書中並附圖表九十餘種，皆直接從蘇聯文獻中運來，這些圖表對天氣圖方法長期預告的瞭解上是完全必要的。

由於我國人民經濟事業的飛速發展，各方面對長期天氣預告的需要是日益迫切的。這本書對今後我國的中長期天氣預告業務，顯然會給予實際有效的幫助。

中國科學院地球物理研究所北京工作站。

1953年9月22日

前 言

今年春天，爲了幫助某些實習的同志學習蘇聯牟爾湯諾夫斯基（Б. П. Мультановский）學派的長期預告，因此編寫了此六章講義。主要根據杜立托凡、帕茹凡、陸氏健斯脫文斯基、喜爾青納（Т. А. Дулетова, С. Т. Пагава, А. А. Рождественский, Н. А. Ширкина）等合著的“長期天氣預告天氣圖方法之基礎”一書寫的。該書原著共分七章，正文計有 363 頁，附圖 252 幅，表 56 張，內容豐富，例證詳備。但討論地區大都以蘇聯歐洲部分爲主，故有許多實例及圖表覺得沒有完全介紹的必要。講義着重在介紹該學派的基本觀念與方法，尤其針對一月及一季的長期預告，關於韻律作用、大型天氣過程的位相、自然天氣季節等方面加以比較詳細的介紹。至於自然週期的預告、自然週期與高空變形場的關係等，蘇聯在近十餘年來有更深入的研究與發現，應另在中期天氣預告專題中加以詳細說明，本編從略。此外，原著中特備一章討論蘇聯季節現象，如河流冰凍與開凍等等方面的天氣條件，引用資料皆爲蘇聯各河流的實測結果，因其對該學派長期預告的基本觀念與方法上並無直接關係，故亦從略。河流冰凍與開凍的長期預告問題，主要決定於自然季節中環流過程與溫度的預告，故對自然季節必需先有詳細的研究方能逐手進行。本編介紹蘇聯的自然季節稍詳，其目的即在作爲今後研究東亞自然季節時的參考。

作者對於蘇聯長期預告方面的學習是很不夠的，俄文程度又很幼稚，本編介紹難免有錯誤之處，尙祈讀者同志不吝賜教多提意見，以求改正缺點，這是作者所最爲盼望的。

原稿曾請朱和周同志與涂長望教授校閱，謹此致謝！

1953 年 7 月 7 日 北京

楊 鑑 初

目 錄

前 言

第一章 引論	1
第二章 大氣演變的基本觀念及其表示方法	7
1. 大氣活動中心	7
2. 操縱因子和動力中心	12
3. 軸和天氣過程的座標	15
4. 綜合天氣圖——靜態的和動態的	21
5. 基本天氣過程與自然天氣週期	32
第三章 自然天氣季節	40
1. 自然天氣季節的觀念及其劃分	40
2. 蘇聯的秋季	44
3. 蘇聯的前冬季	48
4. 蘇聯的冬季	54
5. 蘇聯的春季	62
6. 蘇聯的夏季	67
第四章 劃分大型天氣過程的位相	73
1. 劃分位相的原則	73
2. 蘇聯歐洲部分出現雨淞的位相	75
3. 喀拉海影響的位相	87
第五章 大氣中的韻律活動	92
1. 韻律研究的歷史	92
2. 大氣中三個月和五個月韻律的概念	93
3. 關於冷氣團入侵的強度	100
4. 韻律與位相的關係	112
第六章 長期預告製作原理	116
1. 選擇預告月份之前相似的自然天氣季節	116
2. 應用韻律與位相確定預告月份中的環流形勢	118
3. 選擇與預告月相似的月份	119
4. 製繪預告月份中大氣過程演變的環流形勢圖	119
5. 寫作預告月份天氣過程及天氣特性的報告	121
6. 一個月環流形勢預告的實際例子	121

第一章

引 論

數十年來氣象學者對長期天氣預告方面的研究，從多方面下手，收獲並不算少，但對解決這個問題的目標來說，還離開得很遠。在資本主義各國所進行的長期天氣預告研究，派別很多，由於所用方法比較機械而且出發點比較片面，因此限制了可能達到的成就。蘇聯的先進長期預告方法，歷史悠久，早在二十世紀初年即已開始研究。尤其在十月社會主義革命勝利後，在偉大的蘇聯氣象學家牟爾湯諾夫斯基（Б. П. Мультановский）院士領導研究之下，有了光輝的成就。無論對天氣演變過程的了解上、方法的創造上以及在預告的實際效果上來看，都遠遠超過資本主義各國的成就。近二十年來蘇聯的高空觀測大為發達，對天氣過程的發展有了新的認識，創造了先進的平流動力分析理論。在中長期預告方面有帕茹凡（С. Т. Парав）博士等的研究與發展，牟爾湯諾夫斯基學派天氣圖方法的長期預告（一個月到五個月）又向前推進了一大步，並對中期預告（三天以上到十八、九天）提供了更有效的具體辦法。

長期預告的研究，雖然各家着眼點不同，但從方法上說可以分為三大類。第一類，用統計的方法研究自然界的個別物理現象與天氣的關聯。例如注意逐年太陽黑子數量的改變與各地溫度和雨量的關係，海水溫度或者極地流冰與天氣現象的先後聯系等等，希望能對長期天氣預告方面有所幫助。又有從氣象要素的變化上用調和分析法及平滑法，希望找到某些週期，以便應用於預告。像德國萊比錫學派分析氣壓變化，求得所謂“對稱點”，藉之了解天氣波動。第二類，着重研究各不同時間在各地氣象演變之間的相互關係。主要也是用統計方法，計算各種相關係數，選擇相關係數比較高的各種條件，綜合成回歸方程式，以便進行一季或一個月的預告。以上兩類長期預告方法，各資本主義國家皆有廣泛研究，但由於他們把非常複雜的天氣變化過份簡單化了，同時在方法上以及出發點上皆存在着無法彌補的缺點，因此在實際應用上顯然不可能希望得到較高的效果。

第三類方法則從日常天氣圖分析着手，研究環流演變與天氣過程的發展。積

多年的天氣圖分析經驗，了解天氣過程發展的規律；創造綜合性的天氣圖解方法，找出天氣演變的主要角色；注意各不同季節的天氣特徵，以及各不同年份各不同時期天氣發展過程的類似性與差別性，從此得到一系列的具體而符合客觀事實的觀念。並結合各種天氣類型下的氣壓系統分佈圖，溫度和降水的偏距圖以及平均圖，然後配合適當的統計，做出一定區域各種天氣演變過程的實際結果及其承續的規律，就在這種天氣圖分析方法的基礎之上，來創立長期天氣預告的可能性。這便是蘇聯牟爾湯諾夫斯基學派在科學上的卓越貢獻。牟爾湯諾夫斯基長期預告學派的天氣圖方法，早在三十餘年前就創始了。三十多年來經過蘇聯學者的不斷發揚與改進，已經成為目前比較完備並具有天氣意義與相當物理基礎的預告方法。在牟氏學派建立以後的年代中，在德國以研究長期天氣預告著名的巴歐(F. Baur)方從統計方法逐漸改用天氣圖方法。在美國的克立克(I. Krick)與納眉史(G. Namias)等人，逐漸採用天氣分型與平均天氣圖以及計算環流指數等等來作長期預告。

現在我們的目的在於學習蘇聯先進經驗，下文要逐步介紹牟氏學派方法的內容和具體結果，故無意對資本主義各國長期預告方法加以詳細分析批判(讀者可參考涂長望著：“三十年來長期天氣預告的發展”一文)。爲了要全面學習牟氏學派的豐富內容，有必要先對牟氏學派的歷史發展作一個簡單的說明。

早在第一次世界大戰以前，還是在帝俄時代舉行的第二次氣象會議中即決定要進行長期天氣預告方面的研究。1912年在地球物理觀象總臺成立了長期天氣預告研究所，同時委派牟爾湯諾夫斯基負責領導這方面的研究工作。研究工作進行二年之後，牟氏即發表了一篇重要的論文，題目叫做“夏季大氣活動中心對歐俄天氣之影響”。在這篇論文中牟氏首先說明一個地區的天氣是大氣活動中心影響的反應。因此爲了達到較長時期天氣預告的目的，就必須研究這些天氣上的反應和大氣活動中心變化的關係。牟氏細緻地研究了大氣活動中心的變化，進行了環流演變過程的分類；尤其注意極地高氣壓的各種變化階段，認爲對歐俄天氣的變動有特別重要的意義。牟氏在這篇論文中又指出氣壓系統的移動路徑和大氣活動中心之間的關聯。氣壓系統移動路徑的方向一方面表示了大氣活動中心的位置和分佈，另一方面也表示出動力的和地形的作用對移動路徑所發生的影響；並第一個說明形成各種高氣壓的氣團是有不一致的情況。而且指出當高氣壓路徑發生折轉的地方，常有新鮮氣團加進去。在這一偉大工作完成之後，長期天氣預告的

天氣圖方法已經奠定了穩固的基礎。

牟氏不僅注意到各種不同的天氣型式，而且開始對天氣型式轉變的象徵加以密切注意。在上述論文中牟氏已把歐俄夏季的天氣型式分為四類：(1)主動的極地型式。這一型式中又分為兩小類，即東方型和西方型，這是按照極地影響來的地區而分的。(2)被動的極地型式。這時極地高壓呈帶狀出現而沒有明顯的核心。(3)西方型式。乃為大西洋亞索爾活動中心非常活躍的時候。(4)混合型式。即當亞索爾活動中心和極地活動中心同時作用的時候。因此，明確的指出要建立長期天氣預告方法的基礎，必須深入研究下列幾個基本問題：(1)有關大氣活動中心的研究；(2)高壓路徑(軸)的研究；(3)周期劃分的研究。一個周期的開始，便是指有高氣壓中心移到我們所注意的天氣區域以內來的意思。

到了1920年牟爾湯諾夫斯基又發表了一篇有關長期天氣預告的重要論文，題目叫做“按照極地大氣活動中心的影響所作歐俄分區的基本情況”。這篇論文的主要貢獻可以歸納為下列各點：第一，進一步明確了各種高氣壓的構成是有各種不同的氣團，也就是說高氣壓可以有不同的性質。第二，從各不同源地來的高氣壓路徑，可用平均的路徑來確定軸的分類：主要按照高壓移動的方向分為正常軸(從西北到東南)和超極地軸(從北到南以及從東北到西南)兩大類；並確立了軸的分佈與地理景觀之間的聯系。第三，按照軸來研究大氣演變的過程，並把每一軸分為幾段，然後注意與各段相聯系的大氣發展過程；同時確立了極地大氣活動中心直接對蘇聯天氣的影響。第四，發現了各個季節的軸常能保持較長的穩定性，因此可能用軸的出現條件來認識季節的特性；此外，更可從當年某一季節出現的軸與該季節平均軸位置的偏距，來認識這一年這個季節的特性。

1924年牟爾湯諾夫斯基又發表“黑海的東北風暴及其對歐洲天氣工作者的重要性”一文。在這篇文章中牟氏又提出一個新的觀念，即是第二級的大氣活動中心。這種第二級的大氣活動中心發生在亞索爾軸與極地軸及超極地軸相交之處。它的位置由於各種軸的分佈情況不同而隨季節改變，各年之間因此也有位置的變化。在第二級大氣活動中心所在的地區，由於有來自各方面的氣團的堆集，因此發生週期性的從這個區域發散出空氣來。

1930年牟爾湯諾夫斯基又發表一篇“1929—30年的冬季”的論文。在這篇文章中提供了一張冬季軸的分佈圖，同時決定了正常的冬季天氣過程。

要進行天氣過程的分類工作，重要的問題在於用什麼樣的圖，方能完滿地把

一個天氣過程的全部面貌，明晰地表示出來。因為即使要把二張天氣圖，毫無遺漏地合併到一張圖上去也是很困難的。在牟爾湯諾夫斯基的早期工作中，曾經試用一些氣壓平均圖，但氣壓平均圖常把天氣過程中個別發生的具體特徵也被平均掉了，因此他認為這種平均圖是不能得到滿意的結果的。於是他創造了綜合圖的表示方法，來分析一定時間階段中的天氣演變過程。他把一定時期內所出現的各種氣壓系統，包括高低氣壓中心，高壓脊和低壓槽以及副低壓等等的位置，填到一張空白圖上去，那麼在這張綜合天氣圖上就把這個時期出現的一切天氣系統都明白表示出來了。顯然這比用平均氣壓圖來表示天氣發展過程是優越得多的，因為平均氣壓圖本身根本就不可能顯示任何天氣發展的過程。牟爾湯諾夫斯基指出，一定時期的綜合天氣圖具有這樣一種特性：它表示了一切高氣壓的系統常在某幾個區域集合在一起，同樣一切低氣壓的系統又在另幾個區域集合在一起，甚至可以劃出各個區域的分界線來。依靠綜合天氣圖上這種特徵所定出來的時期，牟氏稱作自然天氣週期。當原來是高壓區域之內，有了低壓系統移進去；或者原來在低壓區域之內，有了高壓系統移進去，那麼就表示原來的自然天氣週期結束，開始了新的另一個自然天氣周期。因此可以認識，一個自然天氣週期它是適當地指出某種天氣過程發展的方向的，在同一個週期中各氣壓系統基本的運動學特徵也就保持不變。

根據以上這些觀念，早在 1922—23 年的冬季，在蘇聯就正式開始了個別區域的長期預告，按自然天氣週期可以預告 6 天到 12 天。同時進行了一般性的季節長期預告。牟爾湯諾夫斯基把主要的大氣演變過程中各種型式的改變作為基礎，分一年為五個自然天氣季節。這完全是從天氣發展的觀點來分季，因此每季經歷時間的長短各不相同，而且年與年之間各季也有遲早久暫之分，這與天文學的四季分類法毫不相同，在長期預告上是具有實際的價值的。在牟氏蘇聯季節的劃分中增加了一個“前冬季”，這季通常出現在十月到十二月之間。

此外牟氏學派的工作者對於特種有危害性的天氣現象，如雨淞、雷雨、暴雨、風暴、雪暴以及裂冰等等，亦從天氣型式着手加以詳細的分析研究。因此發明了針對各特種天氣現象的天氣發展過程的分期方法；每個分期稱為大型天氣過程的位相（Фаз）。並應用相似原理（Аналог）就能做出一個月到一個季的長期預告。例如李耳（Э. С. Лир）氏研究雨淞天氣過程的特徵，發現在雨淞發生一個月以前就出現了一定的特徵，並可用一定的規律來掌握以後天氣過程的發展和分期。房根

蓋依姆 (Г. Я. Вангенгейм) 氏研究喀拉海影響 (喀拉海的冷氣團) 時, 亦確定了這種天氣過程分期 (即位相) 的實在性。其他像別爾格 (А. Э. Берг) 研究暴雨和雷雨, 洛浮伊可 (М. В. Ловейко) 研究春天河流的開凍和季節轉變時的大氣過程, 喜爾青納 (Н. А. Ширкина) 研究河流冰凍, 都證明了天氣過程的位相劃分是有重要的實用意義。

1930 年以後, 牟爾湯諾夫斯基又提供了一個新的觀念, 就是“氣團的綫性輸送”, 常發生在兩個符號 (高或低) 相反的氣壓場的分界綫之處。這個觀念的提出, 對於大範圍大氣交換的研究方面起着指示性的作用。

經過了許多細緻的研究工作與實際經驗之後, 牟氏學派更發現了相似的天氣過程重覆出現的規律, 就是著名的天氣過程的“韻律” (ритм) 活動。最突出的有三個月和五個月的韻律, 韻律活動與通常所講的週期性的意義是完全不同的。相似的天氣過程按韻律出現時並不是週期性的出現。韻律活動是相當複雜的, 而且具有天氣發展過程中的客觀意義, 這也是蘇聯牟氏學派在長期預告方面巨大貢獻之一。在第五章中我們要詳細介紹它的內容。結合大型天氣過程的各種位相與韻律作用, 然後來作一個自然季節或者一個月的長期預告就具備了充足的條件。在蘇聯一個月的長期預告早在 1933 年夏季就正式開始了。

到 1940 年為止, 牟爾湯諾夫斯基學派所已經發表的文獻就達到七十篇之多, 其中除牟氏本人著作的論文之外, 也包括他的有能力的共同工作者及幹練的學生們的著作在內, 作者人數達二十位之多。1940 年, 在帕茄凡 (С. Т. Пагава) 博士主編之下, 四位牟氏學派的巨子, 共同著述了一本系統的總結性的專書, 書名“長期天氣預告天氣圖方法之基礎”。1940 年以來, 蘇聯的高空觀測網已普遍建立起來了, 無論在短期天氣預告的理論基礎及實際工作方面, 在中長期天氣預告方法的發展方面, 都有了新的條件, 創造了輝煌的成績, 成為世界上頭等的最先進的氣象學說和工作方法。例如基培爾 (И. А. Кибель) 的溫壓場理論, 戴波洛夫斯基 (Н. Л. Таборовский) 和帕加香 (П. Х. Погосян) 的平流動力分析方法等。此外, 帕茄凡 (С. Т. Пагава) 應用高空變形場分析到中期預告方面去, 得到有用的預告法則; 房根蓋依姆 (Г. Я. Вангенгейм) 對季節預告方面作出了很有價值的貢獻; 特善爾善亦夫斯基 (Б. Л. Дзердзеевский) 研究了極地環流與北半球環流的特性, 在天氣學上皆具有重要意義。其他方面的許多偉大成就, 不勝枚舉, 這都能證明社會主義制度的無限優越。

必須指出，我國的地理位置雖然比蘇聯要偏南方一些，四周的地理環境和海陸分佈也和蘇聯不很相同。可是我國的天氣演變受高緯度下來的影響是很顯著的，這一點和蘇聯的天氣過程有相似之處。現在我們學習蘇聯的長期預告方法，並不希望依樣畫葫蘆地絲毫不變地搬來應用。我們學習的目的是要結合我國具體的天氣發展情況及資料條件來開展我們的長期預告工作，以求最大可能地滿足國家建設在各方面的迫切需要。

第 二 章

大氣演變的基本觀念及其表示方法

第一節 大氣活動中心

第二節 操縱因子 (Доминатор) 和動力中心

第三節 軸及天氣過程的座標

第四節 綜合天氣圖——靜態的和動態的

第五節 基本天氣過程與自然天氣週期

牟爾湯諾夫斯基學派的長期預告方法，我們都知道是建築在廣大區域內大氣演變的基礎上的，完全從天氣圖分析着手。對於天氣過程，程牟氏學派有一系列的具體而符合客觀事實的觀念，並創立了簡明而有效的圖示方法。因此我們必須先對這些天氣過程的基本觀念有所了解，方能進一步明瞭這種長期預告方法的詳細內容。基本觀念的最主要部分為：大氣活動中心的作用；軸徑（高氣壓的平均路徑）對掌握天氣過程的重要性；操縱因子對地面氣壓系統的作用，也就是現在我們所常常注意的上層氣流的方向與速度對地面氣壓系統移動的操縱作用。由於牟氏創造了用綜合天氣圖的方法來表示天氣過程，因此更有基本天氣過程和自然天氣週期的重要發現。關於這一切，我們分下列幾節先作一些簡單的說明。

第一節 大氣活動中心

地球表面大規模的空氣交換決定於氣壓場的分佈，準靜止的各氣壓系統乃從大氣中所存在的動力作用和熱力作用而產生的。這些準靜止的氣壓系統就稱為大氣活動中心。北半球大氣活動中心的分佈，由於季節的變換發生一定的位置和強度的改變。帕茄凡在 1933 年提出了很有意義而且十分清晰的北半球大氣活動中心分佈圖，並說明了它的季節變化。圖 1 和圖 2 即是帕茄凡製作的冬季和夏季北半球大氣活動中心分佈圖。圖中小圓圈表示高氣壓中心，小黑點表示低氣壓中心，空白方塊和黑方塊表示高低氣壓中心位置不能十分確定的情況，雙綫箭頭表示高壓區移動的方向。圖中黑綫劃分出高低氣壓的區域，即表示該季一切自然週期中有 $\frac{2}{3}$ 以上的週期出現這些高低中心的區域（自然週期下文另加說明）。虛綫則用

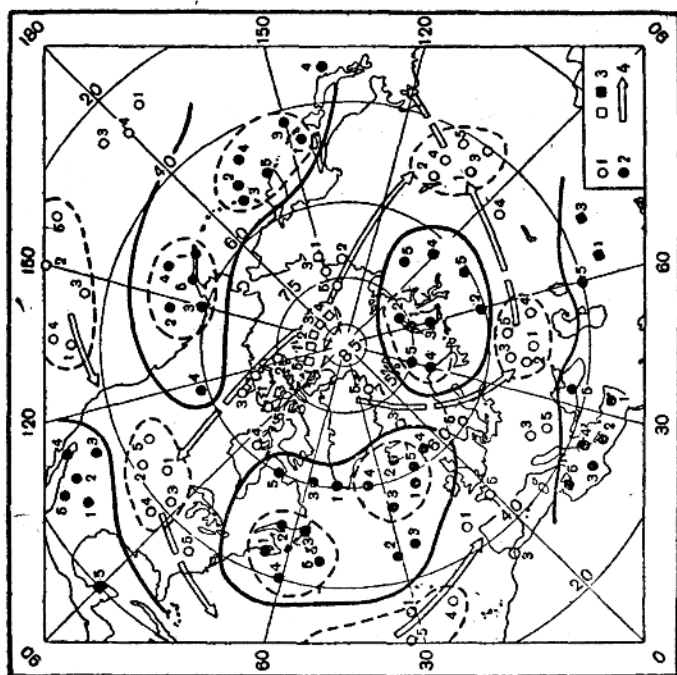


圖 1. 春季大氣活動中心分佈圖 (Парама)

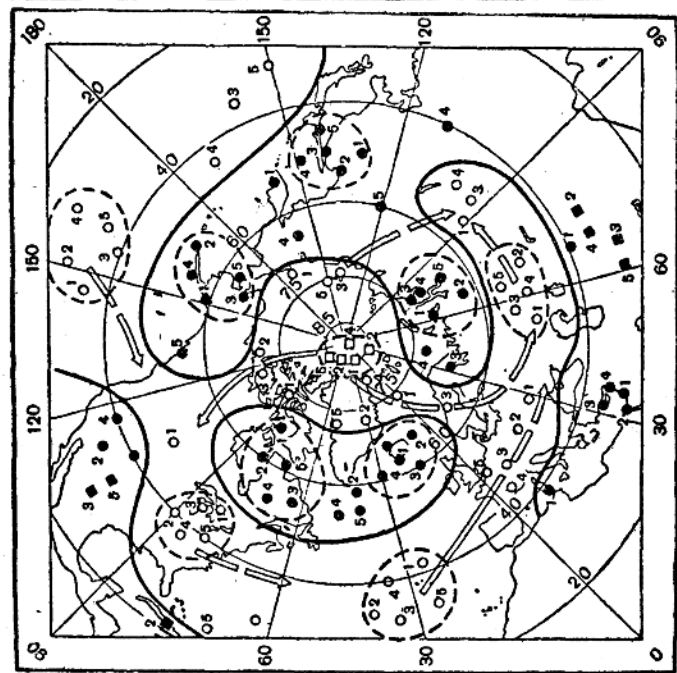


圖 2. 夏季大氣活動中心分佈圖 (Парама)

來表示高低中心集中的區域。圖中數字表示研究年份中（1927—29，1931—32）各年所出現的中心位置。由此可見，這樣的圖不但指出基本的準靜止氣壓分佈，同時也表示出其間的動力關係。

在圖 1 很容易看出，冬季的準靜止高壓可達到北緯 30 度，出現在北美洲，大西洋亞索爾附近，歐亞大陸（一在東歐，一在東部西伯利亞）以及在太平洋上。準靜止低壓出現在大西洋的紐芬蘭附近與冰島的西南，在巴倫支海，在太平洋的低壓則在堪察加半島南岸與阿留申羣島。到了夏季（圖 2），活動中心的位置有所變動，北美高壓已向東移動，同時在歐亞大陸上祇有一個高壓的集中區，出現在烏拉爾南部。冬季的紐芬蘭低壓現在北移到拉布拉多附近。冰島低壓也向北移動了一些。冬季的巴倫支海低壓到夏季出現在喀拉海，而堪察加南部的低壓也西移到庫頁島北部。

一年中各季準靜止氣壓系統位置的改變完全是有規律的。我們祇要考察各季之間這些氣壓系統位置的繼續改變，就很容易確定它的規律性。圖 3 即為帕茹凡用來表示各季氣壓系統的平均位置的。圖中圓圈仍表示各季高壓的位置，黑點表

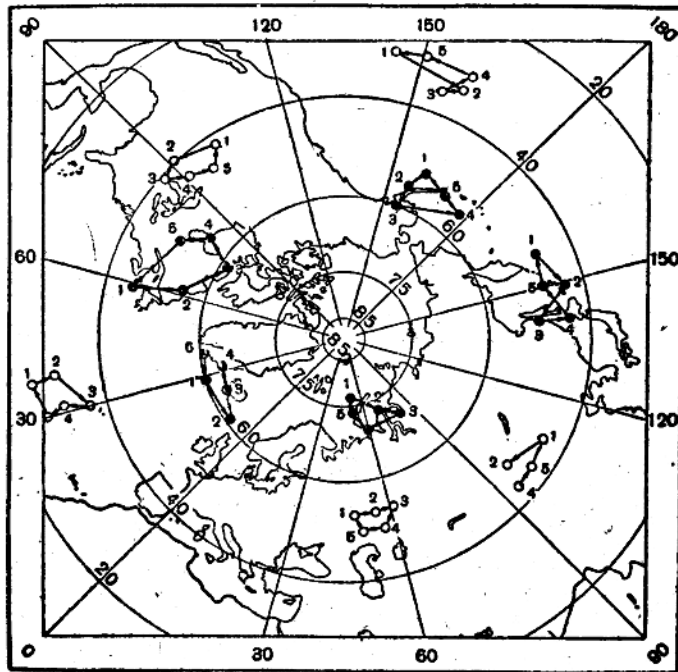


圖 3. 北半球大氣活動中心位置的季節轉化

示低壓，數字 1 表示冬季的位置，2 為春季的位置，3 為夏季，4 為秋季，5 則表示前冬季的位置。因為按照牟氏自然季節的觀念，把一年分為五季是符合蘇聯天氣過程實際發展情況的（詳見第三章）。從圖 3 可以看出，北美的高壓在冬季位置偏西，到春季和夏季便向東移，以後又向西北方轉移。亞索爾高壓自冬到夏向北移動，自夏到冬又向南移動，春季則比秋季和前冬季更位於西方一些。其餘各高低中心位置的季節變化，皆在圖 3 上明白表示出來，無需再加詳細敘述。

當然，各個準靜止氣壓系統在各季之間不但有位置的變動，它們的強度也是要起變化的。這看帕茄凡計算出來的下列結果，即可明白：

表 1：冬夏活動中心強度表

活動中心		冬季氣壓	夏季氣壓
高氣壓	美洲	1028(毫巴)	1020(毫巴)
	亞索爾	1027	1030
	東部西伯利亞	1040	
	蘇聯歐洲部分的東南	1030	1020
	太平洋	1028	1032
低氣壓	美洲	991	1002
	冰島	986	999
	新地島	998	1002
	堪察加——庫頁島	995	1008
	阿留申	986	1002

關於極地氣壓分佈的情況，過去由於觀測紀錄稀少，一般都假定在極地為一連續的高氣壓地帶。根據牟爾湯諾夫斯基的研究，這種假定是不切實際的。牟氏指出極地區域的氣壓分佈並不是連續的，而是可以分為六個氣壓區域，其中三個為高氣壓區，另三個為低氣壓區。從極地向南運動的冷空氣常以反氣旋的形態向南移動的。牟氏並獲得這樣的結果，即那些反氣旋的產生和移動常發生在一定的區域，並按兩個主要方向移動，從西北到東南和東北到西南。他畫出了極地高壓向南移動的平均路徑，並確定極地冷空氣形成的主要地區當在：(1) 北緯 86 度、西經 105 度之處，即在北美的極地部分；(2) 西伯利亞泰米爾半島及其北方；(3) 格陵蘭與冰島之間的丹麥海峽。請看圖 4，這是牟氏所作到歐洲的極地高壓冬夏平均路徑（軸）分佈圖。圖中：(1) 黑綫箭頭為冬季極地軸，(2) 三連綫箭頭為夏季極地軸，(3) 虛綫箭頭為冬季超極地軸，(4) 三連斷綫箭頭為夏季超極地軸。牟氏認為這些極地的大氣活動中心，在長久的時間內可以從反氣旋區域轉變為氣旋區域，以及相反。而中緯度的天氣過程受了這些活動中心的影響就發生不同的

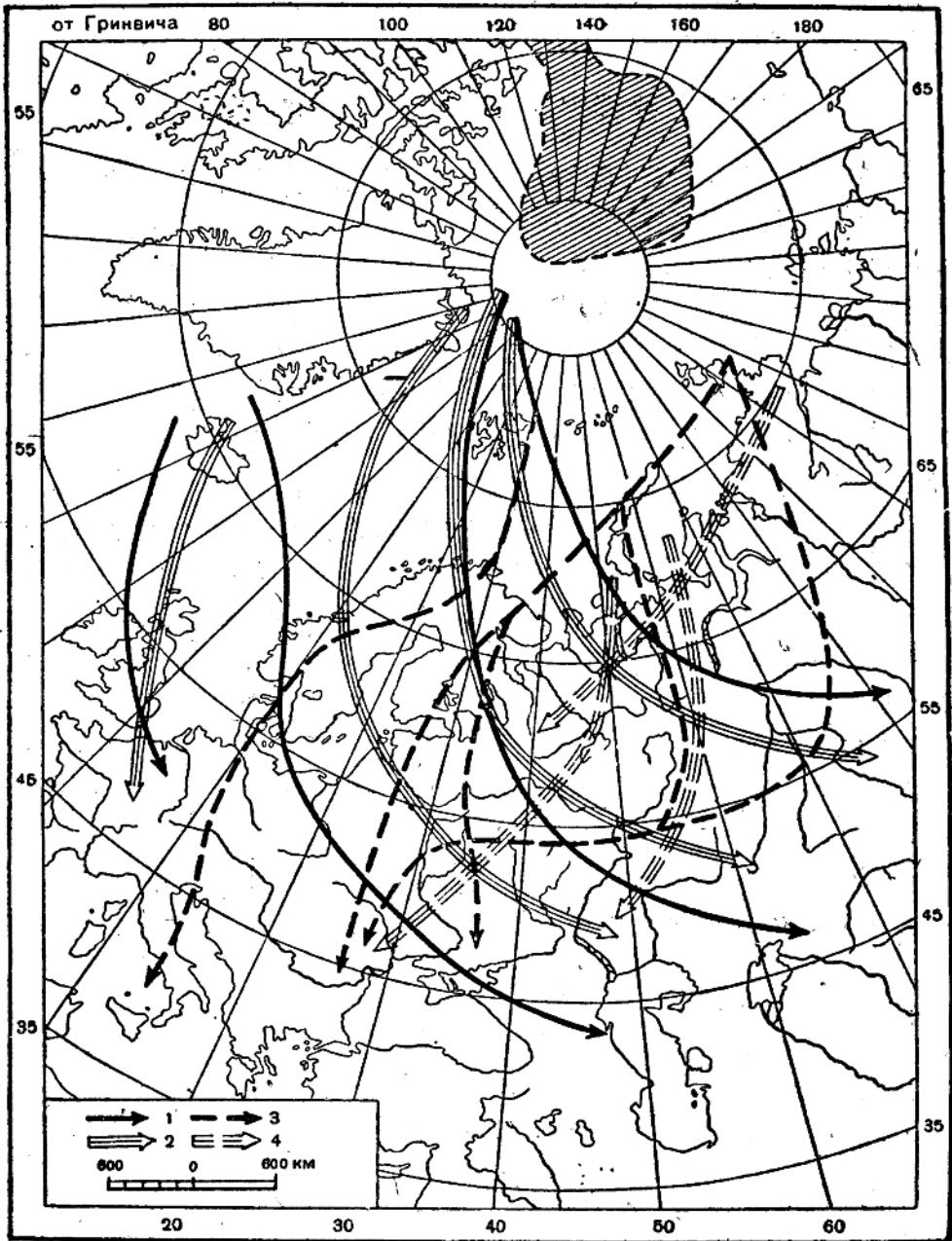


圖4. 歐洲冬夏高壓路徑(軸)分佈圖(牟氏)

類型。牟氏對極地氣壓分佈的見解，在1937年巴巴宇（И. Д. Папанин）等所作北極探險的氣象觀測中獲得了證明。

第二節 操縱因子（Доминатор）和動力中心

牟爾湯諾夫斯基的基本假定就是中緯度的天氣變化是極地大氣活動中心的反應，並從這些活動中心我們來理解冷氣團的生成和移動。由於牟氏當年進行工作的時代高空資料還是很貧乏的，但牟氏能用間接的方法來避免資料缺乏所引起的種種困難。牟氏認為氣壓系統的移動與對流層的中間層氣流有聯系的。根據他的假定，這種上層氣流的存在就叫做操縱因子（Доминатор）。操縱因子的主要特點是這樣的：氣壓系統的結構發展到足夠的強度時，與對流層中層和高層的氣流發生密切的聯系，而且互相影響。所以必須同時注意氣壓系統的變化和對流層上層氣流的變化。為了說明這些問題，牟氏提出以下的解釋：

假定對流層的中間層氣流沿着一定方向流動，而其下有一閉合氣旋存在。再假定氣流的速度與氣旋的風系是一致的，然後計算氣流層的合成速度。那麼在氣流層高度上指示空氣運動主要方向的曲線，牟氏就稱之為操縱因子。可見操縱因子表示出由於低層大氣中

氣壓系統的存在使氣流發生的變形。因此，在有氣旋的情況中，上層氣流最初是作平直方向流動的，以後就改變其方向，使得操縱因子這條曲線的曲率中心向前移動，並移到氣旋中心的左前方去。再考慮由於上層氣流的影響，氣旋的結構也起了改變，所以在氣旋的外圍產生一個新的氣旋性的旋渦，其中心也移到氣旋中心的左前方，這個中心牟氏稱為

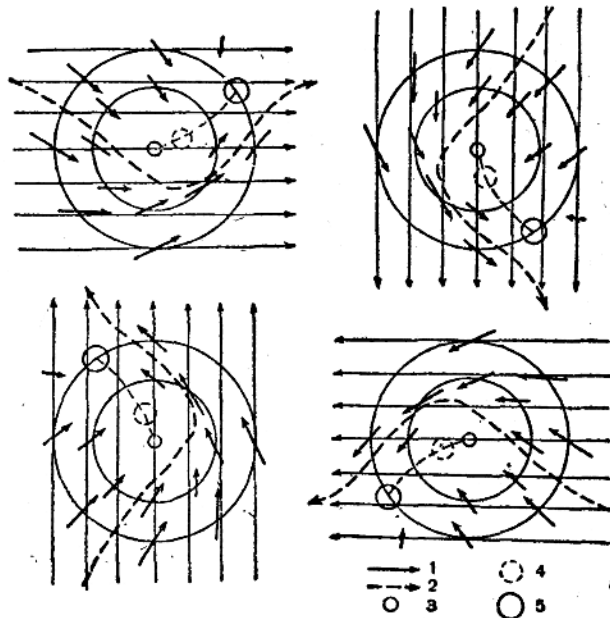


圖5. 氣旋環流與操縱因子關係圖（牟氏）

動力中心，參看圖 5。圖中黑綫表示對流層中氣流方向，虛綫箭頭表示操縱因子，小圓圈為氣旋中心，虛綫圓圈為操縱因子的中心，稍大的圓圈為動力中心。

同樣，在有反氣旋的情況中，也可以求得操縱因子及其中心位置與動力中心的位置，此時動力中心的位置移向地面反氣旋中心位置的後右方去，參看圖 6。

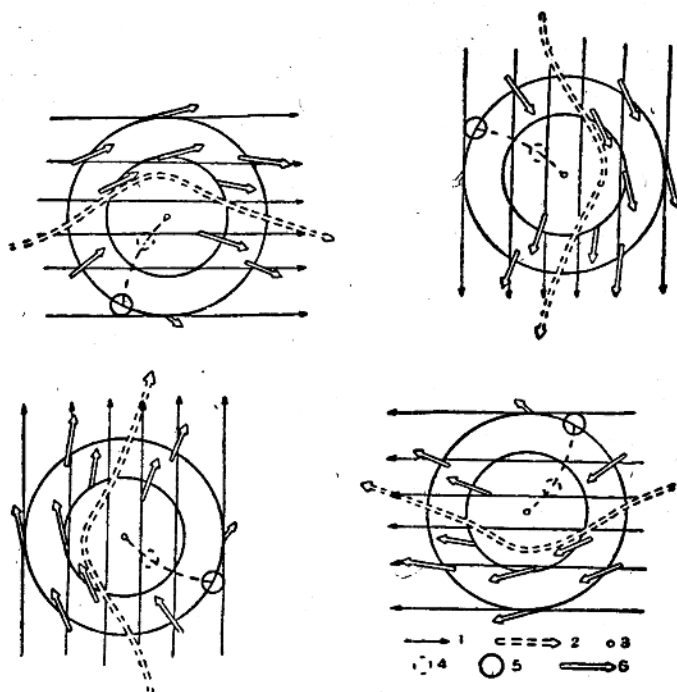


圖 6. 反氣旋環流與操縱因子關係圖 (牟氏)

若有兩個氣旋比較隣近，而其中間並無反氣旋系統生成使之隔離，那麼這兩個氣旋將互相沿反時針方向旋轉，而其動力中心將趨於合併；然後，這兩個氣旋就合併成一個，合併後的氣旋中心將與對流層中的動力中心相重合。同樣，一對反氣旋也會合併起來，其不同之處僅在於他們互相旋轉時是沿順時針方向開始的，參閱圖 7 和圖 8。

當一個由於單純氣團構成的反氣旋，在大氣的低層和中層皆為閉合的順時針方向環流，這樣的反氣旋通常接近於它將要

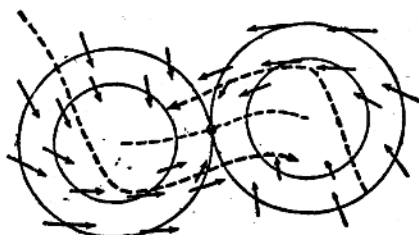


圖 7. 兩個氣旋合併過程圖 (牟氏)