

書 評

“短期天氣預報的流體力學方法引論”*

(Введение в гидродинамические методы краткосрочного прогноза погоды, И. А. Кибель 著, 共 375 頁, 1957 年莫斯科國家技術理論文獻出版社出版)

近十年來天氣數值預報(流體力學方法)有着飛速的進展,取得了許多成果,但這許多進展和成果還沒有很好地總結,以致不論在數值預報的學習上或工作上都有很大的不方便。因此,蘇聯這方面的著名學者 Кибель 通訊院士這本書的出版是十分及時的。

大家現在知道,蘇聯學者在數值預報方面從理論基礎到具體進行預報,作了許多工作。事實上到現在為止,數值預報領域中一大部分的工作是蘇聯學者做的。而從現在這本書可以看出,蘇聯學者在這方面的工作是多麼豐富、深刻,接觸和解決了的問題範圍又多麼寬廣。也只有在這樣的工作基礎上,才能成功地全面總結出這樣一本書來。的確,這一本書又一次證明,在科學的生長點方面,在近代科學的關鍵性的重要部門裏,蘇聯常常是遙遙領先的。

本書是作者根據他 1956 年在莫斯科大學數學力學系的講稿寫成的。內容主要是蘇聯中央預報研究所動力氣象處的工作成果,外國的工作只以在電子計算機上試驗的為限。作者在序言和引論中分別介紹了本書的內容和數值預報的發展歷史,指出了本門的發展是基於氣象、流體力學和計算數學三方面發展的結果。

本書共分 12 章,可以按照作者在引論中所說的歷史發展分成三大部分。第 1—4 章包括了由天氣學及動力氣象得來的對大氣運動基本性質的認識,以及由此而提出的預報問題的提法;基本上是數值預報問題的理論基礎。第 5—7 章是各種具體預報問題的求解,特別是格林函數的廣泛使用,提出了預報方法工作模式。第 8—11 章詳細介紹了在近代高速電子計算機的幫助下,各種模式的預報方法的實現和具體成果。最後在第 12 章和結論中考慮和提出了進一步所要考慮的因素,指出了以後工作的一些方面。

第一章“大氣邊界層”討論了動力邊界層及熱力邊界層,明確了大氣不同層次的不同本性。第二章“自由大氣的流體力學方程和熱力方程”中把方程組改成用直交坐標來寫,也介紹了 x, y, p, t 及 x, y, θ, t 系統中方程組的形式,其中暫且不考慮邊界層裏的運動。第三章“氣象要素數量級”,討論了大氣運動中氣象要素數量級的具體概念,論證了利用傾向方程式做預報的不可能性。第四章是“預報問題的一般提法.對地轉運動的趨近”。在這章裏論證了自由大氣大尺度運動與地轉風很接近而提出“準地轉運動”的概念,建立了相應的預報方程。作為理論基礎之一,作者自己的空間的綫性適應問題有着詳細的介紹。

* 1958 年 3 月 31 日收到。

第五章“中層預報·綫性問題”中介紹了 Блинова 的綫性中層預報(只對流層中部一層,“正壓模式”),給了一個長到七、八天的預報實例(與 Tellus 1957 年第四期上蘇聯數值預報綜合介紹中的例子相同),也求了正在模式中的格林函數,但沒有與 Thompson 1954 年的結果比較(大概因為後者是美空軍報告,流傳不廣)。作者也介紹了 Gates 1956 年在兩個緯度上分別作一度綫性模式而做出的預報圖,但這結果其實早在 1949 年即由評者作出了。

第六章預報的空間綫性問題對多層模式作了介紹,特別是兩層模式。格林函數的求法照例介紹得比較詳細並且有圖有表,便於應用。本章中也接觸到長波不穩定性,提到 Fleagle 的結果,本章中介紹了 Марчук 對一般大氣的準多元性(即 $r = \text{常數}$,可由兩層模式描寫)。但這證明有可以討論之處。因為 Марчук 略去了垂直運動對溫度個別變化的作用,而這本身就等於假定了準壓性(piezotropy 的情形之一)。

第七章是“預報方法基礎對氣象量時間微商及垂直運動的格林函數”。作者介紹了 Булеев 和 Марчук 的方法,給了 $\partial T/\partial t$, $\partial u/\partial t$, $\partial v/\partial t$ 和輻散的格林函數。這是以後在機器上所實現的各計算問題的基礎。

從第八章起是用電子計算機幫助作天氣預報的工作,具體使用前幾章的結果。先是中層非綫性(正壓二度)預報問題。首先介紹了圖解方法(Булеев 1951,比 Fjørtoft 早一年),說明它的缺點(高度場的絕對極值不變),指出精確積分的必要。接着介紹蘇聯積分手算方法(包括 Thompson 1954 的方案),說明一次外推仍然不够。作者並指出在逐步外推時可以考慮求出二級時間微商,使得外推更為精確。接着就敘述了 Charney 與 Eliassen 以及 Bolin 用電子計算機計算的方案和一些結果。作者注意到 Bolin 用時間中央差向前外推,因而加長時間步伐到 1—1½ 小時而不發生計算不穩定性,接着作者介紹了 Белоусов 用格林函數在電子計算機“箭”上計算的結果。

第九章“空間非綫性預報問題”給了斜壓多層模式及計算結果。這包括 Машкович 的二層模式, Белоусов 的四層模式,都有實例(後者用分段法加長了時間步伐), Charney 的多層模式和三層模式實例。本章又講到多元性及準多元模式(兩層),給了 Кибель 1940 年的預報地面溫壓場變化的方法。然後以 Sawyer 與 Bushby, 以及 Thompson, Gates (二層), Arnason, Berkofsky (三層)模式方案為結束。前者有實例。

第十章“鋒區與鋒面。準網絡運動”主要是作者考慮鋒面作預報的方法和 Садоков 對鋒面垂直運動等具體預報方案(實例給在書末結論中)。由於鋒面不是一個物質面,以這作為基本假設的 Садоков 模式是值得考慮改進的。作者在書末結論中說 Губин(1955 年)已考慮到鋒生鋒消的預報,對這問題的解決一定有幫助。本章也介紹了 Bolin 等的網絡運動(無輻散運動),包括預報實例。

第十一章是地形及摩擦的影響。首先敘述 Марчук 和 Садоков 用格林函數解決斜壓大氣地形擾動預報的方法,並給了正壓模式預報的實例。考慮摩擦的方案則沒有給實例。列寧格勒方面考慮到地形起伏的摩擦問題沒有介紹。

最後一章熱力變性和平流層預報講的是在預報模式中考慮熱力因素——湍流輸送、蒸發、輻射的方案。作者詳細介紹了如何利用了他和 Блинова 過去的研究大氣平均溫度分佈與氣團變性時所用的方法把熱力因素考慮了進去。由於考慮了輻射,預報也就不再

局限在對流層內。顯然本章的內容對於小範圍短期預報很有用，而對於長期預報來說更是特別有用的。

在結論裏作者簡單地指出當前的幾個任務，即非地轉運動的考慮，鋒生和鋒消的預報，雲和降水的預報和局地現象的預報；說明了這些工作的需要和意義。作者着重申明，重要的任務不只是這一些。

總的來說，Кибель 這本書把目前一般公認已建立起來了的數值預報方法和技術(準地轉模式)作了一個全面總結。除了日本的工作以外，凡是 1955 年前在資本主義國家雜誌上公開發表的數值預報工作幾乎都已總結進去，更不必說我們所最希望學習的蘇聯方面的卓越工作了。原來一些文獻中比較費解的部分說明得比原文更清楚。要是說有什麼不夠的地方那就是本書在方法論上對數值預報工作的總的考慮談得較少，對目前以及未來可能發展的大的方向和路綫討論不多。在各種具體方法的介紹中從大氣運動實際情況來討論各種模式的可用程度和缺點也還不夠一些。然而，儘管如此，這是一本出色的書。因此，在我們迫切需要建立數值預報工作和業務的今天。我國的數值預報工作者以及對數值預報有關的預報員和其他氣象工作者如果能把這本書仔細的學習一下將是十分有益的。

(顧震潮)