

高等学校教学用书

动力气象学

上册

B. A. 别林斯基著

高等教育出版社

高等学校教学用书



动力气象学

上册

B. A. 别林斯基 著
仇永炎 楊大昇 譯
謝义炳 顧鈞禧

高等教育出版社



本書系根据苏联國立技術理論書籍出版社（Гостехиздат）出版的 В. А. 別林斯基（Белинский）著的“动力气象学”1948年譯出的。原書經苏联高等教育部審定为水文气象学院及综合性大学物理系教学参考書。

本書的內容很全面，有关动力气象学的基本內容都包括了，而且敘述很詳細。

本書分三册出版。上册中的序言及第七章为仇永炎譯的，前三章及第五章为楊大昇譯的，第四章为謝义炳譯的，第六章为顧鈞禧譯的。

动 力 气 象 学

上 册

В. А. 別林斯基著

仇永炎等譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

（北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號）

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

書號 638(課 530) 開本 850×1168 1/32 印張 7 1/2 字數 183,000

一九五六年五月上海第一版

一九五六年五月上海第一次印刷

印數 1—5,000

定價(8) ¥ 0.85

序 言

本書是動力氣象學的教科書，它主要適用於水文氣象學院的氣象系及軍事系。

作者自一九三八年開始，先在莫斯科水文氣象學院、以後又在列寧格勒水文氣象學院、列寧格勒大學等處講授動力氣象學，本書就是取材於這些年來講授動力氣象學的講稿。

按照水文氣象高等學校的教學計劃，動力氣象學是在三年級和四年級念的，即當同學們學完高等數學、物理、理論力學、普通氣象之後才講授。動力氣象學的前一部分是和流體力學同時學習，後一部分和天氣學同時學習。因此在安排動力氣象這門課程時，假定學生已經具備了高等數學、物理、力學、流體力學及普通氣象學在水文氣象學高等學校教學大綱範圍內的知識。

有關動力氣象的書籍並不多，而且在這不多的書籍之中也沒有一本能夠作為水文氣象高等學校的教科書。

蘇聯作者在 Н. Е. 柯欽(Н. Е. Кочин)和 Б. И. 依絲費柯夫(Б. И. Извеков)主編之下所寫成的兩卷本的專門論文(1935—1938 年)在許多方面都是值得注意的，但因為這本書的範圍太廣，而且在選擇必要材料方面有些主觀，因此這就不能利用它作為教科書。除此之外，這本書有些部分已經陳舊了，因為它沒有包括最近幾年蘇聯氣象工作者所獲得最值得注意的結果。

在外國的書籍中，應該注意 1941 年出版的 B. 郝維茨(B. Haurwitz)的動力氣象學，這本書與作者自 1938 年起在莫斯科水文氣象學院所講授的課程很相近，而且在結構嚴整、敘述明晰方面都是與眾不同的。但是它具有兩個主要缺點。它估計讀者完全不了解氣象，因此書

中材料的敘述過於簡單。再者,也是郝維茨書的最主要缺點,就是在這本書中沒有提到蘇聯作者所獲得的成就。所以,對於某一問題常常是敘述了德國或英國作者的原始的解決方法;可是對於蘇聯作者所獲得關於同一問題的更完全、更嚴格的解釋卻常常沒有闡明。

在所有其他的外國書籍中也存在着這個缺點[例如: 1946 年出版的 J. 賀爾姆玻(J. Holmboe)等著的動力氣象學]。

在編寫本書時,作者提出以下幾點任務:

1. 給出關於近代動力氣象學的命題及解決命題的可能性清楚而完整的概念,特別是要給出在解決動力氣象的基本實際問題方面,也就是在天氣預報方面的概念。要盡可能嚴格的寫出天氣方程的閉合系統,解這些方程,並且指出,在何種情況下可以利用這些方程式來作天氣預報。

2. 盡可能完全地闡明有關基本氣象過程的理論,這些理論是作為以後編寫天氣學教材的基礎。

3. 研究某些實際上很重要的附帶問題。特別是由基本氣象過程的理論所引出的預報問題。

本書的全部材料共分成二十一章。在某幾章內說明了一些比較基本的問題。然而這些章的內容,無論是為了清楚的了解所敘述的更複雜的材料,或者是對於那些被氣象工作者在實際工作及科學研究工作中廣泛應用的實際結論,都是完全必要的。

甚至能從表面上介紹這本書的內容,也有可能使學生深信:蘇聯學者們而首先是由 A. A. 費利德曼(А. А. Фридман)奠基的蘇聯理論氣象學派,對於動力氣象作了如何巨大的貢獻。

A. A. 費利德曼的科學興趣非常廣泛。然而 A. A. 費利德曼在氣象上留下了最深刻的影響,他創立了蘇聯理論氣象學派,這一學派的特點就是把所有的流體力學及熱力學的現代成就應用到氣象業務上。

不去列舉所有包括在本書中的蘇聯工作,僅說明其中最主要部分。

在第八章中說明了由流體力學、熱力學以及 E. C. 庫茲涅佐夫 (E. C. Кузнецов) 輻射理論所組成的閉合方程系底仔細而又嚴格的結論。在本章最後，作者扼要地向讀者介紹了 A. A. 費利德曼及凱萊爾 (Келлер) 的關於研究亂流的觀念，這種觀念是有成效的、有前途的，並已在費利德曼-凱萊爾方程中得到鞏固。

在第九章讀者可以學習到由蘇聯學者所得出的兩個重要結果，利用這兩個結果，便有可能簡化十分複雜的運動方程。本章中列舉出 A. A. 費利德曼 [與赫斯爾巴格 (Гессель-Берг, Hesselberg) 共同作的] 所設計的表徵氣象要素及其導微函數的數量級的詳表。本章也敘述了 H. E. 柯欽把邊界層的方法應用到大氣運動中所得出的結果。

在第十五章中敘述了關於亂流分光結構的重要且有趣的結果。這個結果在文獻中已知為卡爾馬哥拉夫 (Колмогоров)-阿甫哈夫 (Обухов) 的“三分之二定律”。

第十六章說明了亂流大氣中風隨高度的變化，這一章幾乎整章都是根據蘇聯的研究工作所寫出的。同樣，說明「大氣環流」的第十八章，大部分內容也是根據蘇聯的工作寫出。特別是在這一章也闡明了科學院院士 B. B. 舒列依金 (B. B. Шулейкин) 的工作，它說明大陸與海洋在大氣環流機械構造中的作用，並闡明了科學院院士 H. E. 柯欽的大氣環流的數學理論，最後闡明了 E. H. 布利諾娃 (E. H. Блинова) 的氣壓波與大氣作用中心的流體力學理論。

在第十九章中詳細地討論了科學院院士 H. E. 柯欽所研究的「界面上的小振動與界面穩定度的消失」問題。

再者，最後兩章 (第二十章及第二十一章) 完全是敘述蘇聯學者在最近幾年所獲得的天氣方程的積分結果。因為這些結果涉及到動力氣象的最基本的實際問題——天氣預報問題，所以它們特別有意義、特別有前途。

多年經驗表明，當學生領會這門課程時所遇到的主要困難就在於：

所應用的數學工具與現象的物理本質相結合時的複雜性。因此作者常常力圖使學生特別注意現象的物理本質。在某些章節中,當說明蘇聯學者的工作時,作者不得不應用比較複雜的數學工具,這些工具是超出了水文氣象高等學校的數學課程範圍,但並沒有詳細的數學補充。如果取消這些結果,則會使本書的內容貧乏。另外一方面,如果敘述高等數學的瑣碎的枝節問題,則會使得書中過多地充滿了附加材料。對於某些問題有興趣的學生,常常可以在很多數學手冊裏找到他自己所需要的解答。

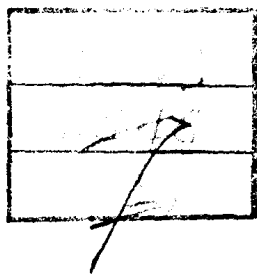
應當特別注意在書中所應用的術語問題。同一個術語常常在流體力學中和氣象學中有不同的意義。在這方面可以列舉下列術語為例,如梯度、對流、環流等等。然而,作者並未考慮到,在這些情況下是否可以引用一些新的術語,而僅利用了這些術語的主要氣象意義,可以假定:因為本書的讀者主要是氣象學家,而不是流體力學家。

在本書的後面,列舉了我編寫這本教科書時所利用的主要文獻的目錄,以及推薦給學生爲了更深入的鑽研問題時所用的主要文獻目錄:

最後,應向我們的導師——科學院院士 В. В. 舒列依金、蘇聯科學院通訊院士 И. А. 基培爾、Е. С. 庫茲涅佐夫教授,學院裏的同志們: С. П. 赫洛摩夫(С. П. Хромов)、А. Х. 赫爾結安(А. Х. Хргиан)教授,以及我們的學生們 Л. 馬特費葉夫(Л. Матвеев)、С. 季多夫(С. Титов)、П. 斯米爾諾夫(П. Смирнов)及 И. 斯拉維(И. Славин)表示深忱的謝意。他們都讀過本書的原稿,並給我許多寶貴的指教與意見,這些指教與意見都促使本書有所改進。特別要感謝 И. Н. 卡夫施金(И. Н. Гофштейн)在編寫本書工作中所給予的幫助。

В. А. 別林斯基

1948年5月



上 冊 目 錄

序言

第一章 緒論..... 1

- § 1. 動力氣象學的對象和任務 1
- § 2. 氣象學中所採用的單位系統，因次 6
- § 3. 地球的大小和形狀 8
- § 4. 地面上和大氣中重力的分佈 9
- § 5. 大氣空氣的成分 12
- § 6. 大氣的高度 14

第二章 理想氣體的熱力學..... 17

- § 1. 大氣熱力學與物理熱力學 17
- § 2. 熱力學的第一和第二定律 17
- § 3. 熱力學系統的狀態參數 18
- § 4. 質量，體積，密度 19
- § 5. 壓力 21
- § 6. 溫度 23
- § 7. 狀態方程 25
- § 8. 理想氣體的混合物 27
- § 9. 氣體狀態變化方程 30
- § 10. 熱量，熱容量 32
- § 11. 熱力學第一定律的方程 33
- § 12. 理想氣體的內能 35
- § 13. 膨脹功和熱力路徑的關係， $P-v$ 指示圖解 36
- § 14. 理想氣體熱量流入量方程的各種形式 38
- § 15. 多元過程 40
- § 16. 乾絕熱過程，位溫 44
- § 17. 熱力圖解的普遍理論 47
- § 18. 熱力學第二定律的數學式子 55

第三章 水相的熱力學..... 61

- § 1. 水相及其平衡 61
- § 2. 水汽 63

§ 3. 水汽的比熱	66
§ 4. (液體)水與冰的熱力學性質	67
§ 5. 熱力學基本方程	68
§ 6. 蒸發潛熱	70
§ 7. 表徵位相改變的基本關係	72
§ 8. 過冷水和對於冰的過飽和情形	77
§ 9. 曲面上的飽和水汽壓	78
§ 10. 凝結核的作用	80
§ 11. 純水的熵	81
§ 12. 水的狀態的熱力面	83
第 四 章 濕空氣的熱力學	85
§ 1. 濕空氣的狀態參數	85
§ 2. 濕度特性	86
§ 3. 濕度特性的圖表確定法	90
§ 4. 濕空氣的狀態方程	95
§ 5. 濕空氣的比熱	97
§ 6. 濕空氣中的絕熱過程	98
§ 7. 乾燥階段——未飽和的空氣	99
§ 8. 成雨階段	101
§ 9. 成雹階段	103
§ 10. 成雪階段	104
§ 11. 假絕熱過程	105
§ 12. 在高空圖解上的乾絕熱線及濕絕熱線	107
§ 13. 等焓過程，兩種濕空氣團的混合	108
§ 14. 水滴的等焓蒸發，相當溫度	111
§ 15. 濕球溫度	113
§ 16. 假濕球溫度	115
§ 17. 氣團的熱力水汽特性	117
§ 18. 相當位溫	118
§ 19. 位相當溫度	120
§ 20. 假位溫	120
§ 21. 假相當溫度	122
§ 22. 假位濕球溫度	123
§ 23. 熱力水汽特性的比較	124
第 五 章 大氣靜力學	127
§ 1. 大氣靜力學的基本問題	127
§ 2. 在指定幾何點上的狀態參數的數學定義	127

§ 3. 標量場	129
§ 4. 矢量場	132
§ 5. 地心吸力	136
§ 6. 壓力	137
§ 7. 相對地面呈靜止的質點之絕對運動方程	139
§ 8. 重力場	140
§ 9. 壓力場和重力場	144
§ 10. 多元大氣的壓高公式	147
§ 11. 均質的、絕熱的和等溫的大氣	150
§ 12. 壓高平均溫度	151
§ 13. 決定等壓面的絕對與相對重力位勢	153
§ 14. 等壓面重力位勢的解析的計算	156
§ 15. 動力高度的圖解表示和計算	158
§ 16. 對流層頂的高度和低層對流層的溫度之間的關聯	162
§ 17. 拉普拉斯的壓力公式	165
§ 18. 標準大氣	166
第 六 章 靜力平衡的穩定度	168
§ 1. 運動的准靜力條件	168
§ 2. 上升質點溫度的乾絕熱變化	169
§ 3. 未飽和潮濕空氣絕熱上升時, 氣濕度特性隨高度的變化	172
§ 4. 濕絕熱垂直溫度梯度	176
§ 5. 乾空氣大氣的平衡條件	183
§ 6. 對流加速度, 不穩定能量	187
§ 7. 作為乾空氣穩定度判據的位溫	191
§ 8. 鉛直運動對乾空氣穩定度的影響	193
§ 9. 溫度隨高度的多元變化	196
§ 10. 未飽和濕空氣穩定度的判據	198
§ 11. 穩定度和不穩定度	200
§ 12. 薄層法	206
第 七 章 輻射	211
§ 1. 輻射的幾個基本定理	211
§ 2. 太陽輻射	217
§ 3. 大氣中長波輻射的吸收	222
§ 4. 地球的熱量平衡	225

第一章 緒論

§ 1. 動力氣象學的對象和任務

動力氣象學是普通氣象學的一部分，氣象學是關於地球大氣以及其中所發生的各種物理過程的科學。

研究無生命自然界的科學的課目一般分為兩類：1) 精確的數理科學，如像物理學、力學、空氣動力學這些科學，2) 描敘性的科學，如像地理學、地質學、礦物學這類科學。

精確科學的特徵就在於：在其中能廣泛地應用多方面的數學工具來進行分析方法的研究。精確科學的另一顯著特徵是廣泛應用實驗——物理研究的基本方法。

在描敘性的科學中就沒有這兩種可能性了。描敘性科學的基本方法是觀測以及以後對觀測的整理。

還在30—40年以前，把氣象學當作描敘性的科學還完全對。但是在近些年來，由於在氣象學中逐漸地而且愈來愈深入地貫徹了分析的方法，氣象學的發展已經有了巨大的成就。同時廿世紀的氣象學愈來愈常在實驗室情況下以及在自然界中作實驗工作了。因此近代的氣象學已經完全不可以當作是描敘性的科學了。

就這個意義來說，那麼全部過渡性的地球物理科學，如像海洋學、水文學、地震學以及其它別的科學也都遭受了與氣象學同樣的命運。

地球物理科學的主要特徵乃是：從物理學的普遍規律出發來研究在地球上所發生的各種過程。在包括氣象學在內的地球物理學中，觀測與實驗和分析的研究相比，觀測仍然佔主要地位。在氣象學的進一步發展中，觀測仍將保持其重要地位。尤其是觀測材料將給出當從理

論上解決任何問題時所必需的起始條件和邊界條件。

由於這個原故，我們應該提到偉大的自然科學家、藝術家和流體力學家的奠基者 L. 達芬奇，他還在十六世紀就曾經說道：“如果你要研究流體運動的話，那麼首先觀測，然後運用理智”。當然這句話可以完全應用於氣象學。但是對於大氣運動的觀測已經積聚了很多，因此根據人類在數學、物理和流體力學領域中所得到的結果來“運用理智”的時代已經開始了。

立即就可明白：氣象學既然是作為關於發生在大氣中的物理過程的科學，那末只有在新的辦法上氣象學才能達到其決定性的成就。爲了這個目的，氣象學從事於有物理根據的大氣過程的理論模型的設計，隨後再用實驗來檢驗模型。同時“實驗”一詞在這裏應該就它的最廣泛的意義來了解，把它當作“實踐”（практика）的同義字。

我們必須記住列寧所定出的一條天才原則，它是對任何科學在建成的時候所必須遵循的，氣象學當然也包括在這些科學之內。這個原則說道：“從生動的直觀到抽象的思惟，從思惟到實踐——這就是認識真理、認識客觀實在的辯證法道路”。

氣象學的起源正如描敘性科學一樣，它研究發生在大氣中的個別現象。“在開始研究過程以前，必須先研究對象”（恩格斯）。現在研究大氣過程的必要性已經發生了。這種研究能促進從理論上研究大氣過程的可能性。

我們把動力氣象學的任務作如下的規定：

動力氣象學的任務乃是：在流體力學和熱力學的基礎上建立起大氣中所發生的各種過程的理論模型，隨後並用實驗來檢驗這些模型。因此，把動力氣象學稱為理論氣象學，到較為正確些。

動力氣象學的實際基本任務是預測天氣。

然而動力氣象學離開解決這個實際基本問題的時期還非常遙遠。

動力氣象學乃是一門尚未最後定型的新的科學。這門科學離開像

表徵理論力學的那種經典的成熟形式還遠得很。在動力氣象學中僅僅是提出有待解決的問題，顯然比已經解決了的一小批問題要多的多。

在解決氣象學的基本問題時，氣象學家碰着許多困難，這些困難可以分作三類：

由於大氣過程的性質非常複雜，因此在構成完備方程組從數學上來表示控制大氣中所發生各種過程的物理規律時就會碰到困難。

發生於大氣中的各種過程的複雜性是由大氣的特性所引起的。大氣的最重要特性就在於：

1) 空氣是斜壓的可壓縮流體，即其密度不僅與壓力有關，而且與溫度有關，因此空氣的運動方程是與能量流入量方程相連繫的。

2) 大氣中能量流入量之得以實現是靠了輻射、亂流熱傳導、和在水的相變時所放出的潛熱。所有這三種能量傳遞形式都大大地影響到大氣的過程。在大氣中輻射和亂流交換尤其具有特別複雜的性質。

3) 大氣中水汽的存在使得熱量交換過程極其複雜。亂流熱量交換主要是靠水汽的凝結和輻射來支持。而這些過程又決定於空氣中的水汽含量。在大氣運動時水汽含量不斷地改變。大氣運動和水汽含量——大氣中主要的能量媒介——之間有這樣密切關係，這關係使得構成表示大氣過程的各個物理規律的方程組的任務成為非常複雜。

4) 大氣運動發生在科利奧里力場中，後者由地球轉動所引起，在大氣的大規模運動中有巨大的影響。

5) 在大氣中發生的一切空氣運動都是亂流運動。因此在大氣中常常產生相當大的內亂流摩擦力，這些內亂流摩擦力會大大地影響到運動的性質。因此必須取平均的方程作為大氣的運動方程。嚴格說來，這些平均方程尚未最後確立。

於是在構成表示大氣過程的方程系時，我們必須從發生在科利奧里力場中的可壓縮斜壓流體的亂流運動之流體力學結果出發。同時我們還必須注意理想氣體同水相的熱力學以及輻射能量的熱力學的

結果。

嚴格說來，這樣得到的方程組是不閉合的，因為引入平均大氣運動方程中的未知函數數目遠遠超過方程的數目。因此這個方程系統在原則上是不能解的。

然而在某些相當正確的假定下，這組方程可以是閉合的。這組方程為簡便起見可稱為“天氣方程”。這樣，天氣方程可能是構成了，也就是說表示控制大氣過程規律的方程系是可能構成了，因此第一種困難也算是克服了。

構成了天氣方程亦即克服了第一種困難，但是在開始解它們時，我們卻遇到第二種困難。第二種困難就是：不可能得到所構成的方程組的準確解，這是由於在解這組方程時在數學上發生了不可克服的困難。

因此，如我們相信不可能得到天氣方程的準確解，便不得不放棄求天氣方程普遍解的企圖，而從事於求簡化方程的解，以近似方程代替準確方程，或者僅限於研究大氣的個別特殊的過程和狀態。

在以近似方程代替準確的天氣方程時，應該特別仔細，因為在這種代替的情形下，可能把用天氣方程所描寫的過程發生歪曲的危險。

構成近似天氣方程最成功的方法乃是把大氣分成個別的層，在各層中原則上是可以簡化天氣方程的。因此我們從單層的問題過渡到多層問題。從準確的天氣方程系轉變成一組近似方程系，前者對於地球大氣每點都是正確的，但是不能積分；後者只在每層的範圍內是正確的，但是可以積分。然後把對於每層所得到的解都“黏合起來”（склеиваются）。

當解決各層範圍以內的問題時，也常常採用逐級近似法，因為常常也不可能得到簡化方程的準確解。這個方法的概念在於：首先估計包含在方程中的各項。在它們中間取主要的最重要的各項，而捨去其餘各項。然後求這組近似方程的解。所得的解便是該問題所要求的解答的第一級（大約的）近似。如果過程是這樣的：方程中所略去各項並不

重要，那麼第一級近似就已經足夠了，因此第一級近似就可以當成是最後的解答。但是常常覺得這是不夠的。因此應該來尋找第二級近似值。為此，保留在起始方程中的各微量項，同時把所求得的第一級近似代替這些微量項中的所要求的函數，然後重新積分“被訂正”的方程案。結果便得到第二級近似。

在理論上是可以求得第三級和更高級的近似值，但是實際上常常只限於第二級近似。

最後，在解決動力氣象的基本實際問題中所發生的第三種困難就在於：必須給所得解答的數學系統以如此簡單的形式，以便在計算工作中能利用它們。

上面我們簡單提到一些困難，而且這些困難在一定的地方還要詳細討論。就是這些極大的困難使得人們一直到最近還把天氣預測當成是沒有希望的事情。

里查遜 (Ричардсон, Richardson) 在這個方向中邁了第一步。在他自己詳細的研究中，他得到了難於令人滿意的結論：從理論上來預測天氣，很少有幫助於實際工作。

但是蘇維埃學者 И. А. 基培爾 (И. А. Кибель) 教授的工作卻指出了：就是在我們現在的知識狀況下，從理論上來預測天氣仍然不是絕無希望的事情。

更有甚者，И. А. 基培爾教授曾經在直接利用流體力學和熱力學的方程的基礎上，提出了預測天氣的方法。而且這個方法又為他和他的學生們在中央預告所有成效地發展着。

И. А. 基培爾的方法與所有以前提出的那些計算未來天氣的方法不同，他的方法是直接把流體力學和熱力學方程應用到實際情況中的天氣預報的勇敢的和創造性的嘗試，在這個方法中必須利用所有各種各樣形式的今天天氣圖作為起始數據。

我們的動力氣象課程旨在系統地說明大氣熱力學和大氣動力學的

基礎，特別注意那些具有重大實際意義的問題以及問題所完成的解答，而且動力氣象學是現代天氣學的理論基礎。

不應該忘記：要天氣預報無誤只有在預報員要能解釋和定量地估計大氣中所發生的各種物理過程這樣一種必然條件之下，才有可能。

§ 2. 氣象學中所採用的單位系統。因次

每個力學系統都由一定的物理量所表徵，例如，速度、密度、能量、力等等便是這樣的物理量。而這些量彼此間又由某些關係連繫起來。因此表徵力學系統的全部物理量可以歸併為三個基本量。這些基本量的選擇則視研究的性質而定。

在物理學中，長度、質量和時間就是這些基本量。在工程中，基本量是長度、力和時間。基本量的另外選擇也是可以的。

現在最廣泛應用的量度單位是米制。根據國際協議：鈹鉑合金作成標準衡器的長度是取作長度的單位——1 米，這個鈹鉑合金標準衡器保存於法國度量衡局，鈹鉑合金標準衡器的質量取作質量的單位——1 千克，這個衡器也保存在法國度量衡局。時間的單位是 1 秒，1 秒等於 $\frac{1}{24 \times 3600}$ 平均太陽日。

在研究力學現象時，只要引進三個獨立的基本量度單位——對長度、質量及時間的量度單位就足夠了。所有其它物理量的量度單位可以毫無困難地利用這些基本單位來表示。

在研究關於熱的現象時也可以限制於這三個基本單位。例如，熱量就具有機械能的因次。但是在熱力學的許多問題中，選擇與機械能量度單位無關的熱量的量度單位較為方便。在這種情形，卡路里是被取作熱量的單位，卡路里是用實驗的方法決定的，它與機械量的量度單位無關。為了量度溫度又引進度，度也是與量度機械量的三個基本單位無關的。

用基本量表示的所研究的各量的式子給出所研究量的因次。我們將用符號以單項指數的形式來描寫因次,其中 L 是長度的符號, M 是質量的符號, T 是時間符號。根據麥克士威的假定,用符號 $[a]$ 來描寫某個量 a 的因次。因此基本量的因次可寫作:

$$[\text{長度}] = [L],$$

$$[\text{質量}] = [M],$$

$$[\text{時間}] = [T].$$

爲了完全起見,我們還加上在熱力學中所必需的第四個基本量——即溫度。我們規定把溫度的因次描寫爲:

$$[\text{溫度}] = [\theta].$$

所有在氣象學中遇見的導出的物理量都容易用基本量:長度 L , 質量 M , 時間 T 和溫度 θ 來描寫。

在動力氣象學中的量度單位現在採用兩種不同的物理系統,即 CGS 制和 MTS 制。厘米,克-質量,秒,取爲 CGS 制的基本量度單位。米,噸-質量,秒,取爲 MTS 制中量度的基本單位。

CGS 制是普遍採用的,它最宜於用在實驗物理學中,因爲在實驗物理學中通常所研究的機械系統與 CGS 制的基本單位有同一的數量級。

但是氣象學中所研究的機械系統的大小比 CGS 制的單位大,因此 CGS 制對於氣象學中的實際應用是不方便的。自然囉,必須引進較大的量度單位。在 1911 年的國際氣象會議曾經作了這樁事情,在這個會議上曾經把 MTS 單位系統取作氣象目的之用。但是在氣象學中,在使用某種單位系統上還未達到統一。在這本書中,有時採用 CGS 制,有時採用 MTS 制,這須視所研究的問題的性質而定。

在附表 1 中列舉了表示在 CGS 制中和 MTS 制中的最重要的物理量。

在描寫定量的關係時,關於這些關係的因次的問題就具有很重大