

高等學校教學用書

天 文 學

Е·Ф·斯克伏爾錯夫著

高等教育出版社

高等學校教學用書



天 文 學

Е·Ф·斯克伏爾錯夫著
蕭 雲 康 民 譯

高等教育出版社

本書係根據蘇俄教育部教育書籍出版社 (Государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР) 出版的斯克伏爾錯夫 (Е. Ф. Скворцов) 教授所著“天文學” (Астрономия) 1952 年初版俄文本譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為國立師範學院地理系教學用書。

本書譯者因鑒於中國的天文觀測歷史甚早，且有相當成績，故在本書中添加一些附註，以補不足；又在附錄第七表增添中國城市的經緯度表，並擴大改編了附錄中的幾個表。

本書翻譯過程中，承南京大學天文系、紫金山天文台和高等教育出版社等處同志提出寶貴的修正意見並協助解答疑問，特此誌謝！

天 文 學

Е. Ф. 斯克伏爾錯夫著

蕭 雲 康 民 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)

光藝印刷廠印刷 新華書店總經售

書號 453(課 412) 開本 850×1163 1/18 印張 14 2/18 插頁 4—7 字數 329,000

一九五五年十一月上海第一版

一九五五年十一月上海第一次印刷

印數：1—1,200

定價：(8) 洋 2.39

目 錄

原文書出版社說明

第一章 緒論	9
§ 1. 天文學的對象	9
§ 2. 天文學的分類	10
§ 3. 天文學的實用意義	11
§ 4. 天文學的理論意義	15
§ 5. 宇宙概觀	15
第二章 天球及其旋轉	17
§ 6. 天球	17
§ 7. 星座	18
§ 8. 天球的周日旋轉	19
§ 9. 天球的基本線和圓	20
§ 10. 天極在地平上的高度等於觀測地點的地理緯度	21
§ 11. 天球坐標	22
§ 12. 永不下落的天體和永不升起的天體	25
§ 13. 天體在子午圈上的天頂距	26
§ 1—§ 13 的習題	28
§ 14. 不採用天球的概念而得出 § 12 和 § 13 兩節的相互關係	29
§ 15. 蒙氣差	30
第三章 太陽周年視動及其解釋	32
§ 16. 太陽在天球上的周年運動	32
§ 17. 黃道坐標系	33
§ 18. 回歸年和恆星年，歲差	34
§ 19. 黃道星座	35
§ 20. 太陽在不同地理緯度上的周年視動情形	35
§ 21. 極地白天和極地黑夜的時間長度之測定	38
§ 22. 晨昏蒙影和白色夜晚	39
§ 23. 太陽的周年視動及其解釋	40
§ 24. 地球的軌道	42
第三章的習題	42
第四章 時間的測定	43
§ 25. 時角——時間的尺度	43
§ 26. 恆星時	43
§ 27. 真太陽時	44
§ 28. 平太陽時	45
§ 29. 平太陽時和恆星時的互相換算	45
§ 30. 區時和法定時	49
§ 31. 時間換算的事例	51
§ 32. 按照大熊座的位置計算近似的時間	52
§ 33. 曆	52
第四章的習題	54
第五章 實用天文學的知識	56
§ 34. 實用天文學的對象，日圭，日晷	56
§ 35. 普用儀	57
§ 36. 地理緯度和時間的測定	59
§ 37. C. II. 格拉哲那甫式日晷	60

§ 38. 地理經度的測定	61
§ 39. 子午儀	62
§ 40. 恆星赤道坐標的測定	64
§ 41. 拱時	64
§ 42. 天文台	65
§ 43. 球面三角的基本公式的推導	68
§ 44. 測定經度和時間的方法	70
第六章 地球	73
§ 45. 地球的球形	73
§ 46. 視地平的距离和地平俯角	73
§ 47. 地球半徑的最初測定	76
§ 48. 三角測量法	76
§ 49. 地球橢球體的要素，大地水準面	79
§ 50. 地理緯度和地心緯度	80
§ 51. 地球的自轉，落體偏東	81
§ 52. 傅科擺	82
§ 53. 運動物體的偏斜	82
§ 54. 地球自轉對重力的影響	84
§ 55. 重力測量學	85
第七章 天文距離的測定	87
§ 56. 無法達到的物體之距離測定	87
甲、太陽系統範圍內的距離測定	87
§ 57. 周日視差	87
§ 58. 地平視差的測定	89
§ 59. 太陽視差的測定	91
§ 60. 天體大小的測定	93
乙、地球到恆星的距離測定	94
§ 61. 周年視差	94
§ 62. 宇宙的比例尺度和恆星距離的長度單位	96
丙、光行差和地球公轉的物理證據	97
§ 63. 光行差	97
§ 64. 地球公轉的物理證據	98
第七章的習題	99
第八章 月球	100
甲、月球的運動	100
§ 65. 月相，朔望月	100
§ 66. 灰光	100
§ 67. 恆星月	101
§ 68. 會合運動方程式	102
§ 69. 月球的軌道	102
§ 70. 月球的自轉	104
乙、日食和月食	104
§ 71. 月掩星	104
§ 72. 日食	104
§ 73. 月食	105
§ 74. 交食的次數	106
§ 75. 交食的預告，沙羅周期	106
丙、月球的物理性質	107
§ 76. 月球表面的構造	107
§ 77. 月球的物理情況	110
§ 78. 月面地形的起源	111

第九章 行星運動	112
甲、托勒玫系和哥白尼系	112
§ 79. 外行星的視動	112
§ 80. 內行星的視動	113
§ 81. 托勒玫系對行星運動的解釋	113
§ 82. 哥白尼的日心系統	115
§ 83. 哥白尼系對外行星視動的解釋	116
§ 84. 哥白尼系對內行星視動的解釋	117
§ 85. 會合運動方程式	118
§ 86. 克普勒定律	119
乙、爲日心系統的宇宙觀而鬭爭	120
§ 87. 哥白尼時代	120
§ 88. 喬達諾·布魯諾	122
§ 89. 伽利略·伽利來	124
第十章 萬有引力	128
§ 90. 運動的基本定律	128
§ 91. 從克普勒定律推導出牛頓定律	129
§ 92. 二體問題	131
§ 93. 引力和重力等量	132
§ 94. 天體質量的測定	132
§ 95. 行星運動中的擾動	134
§ 96. 太陽的穩定性	135
§ 97. 海王星和冥王星的發現	135
§ 98. 歲差和章動	136
§ 99. 潮汐	137
第十章的習題	139
第十一章 太陽	140
§ 100. 太陽的大小、質量和密度	140
§ 101. 太陽對地球上的生命的意義	140
§ 102. 太陽的輻射	141
§ 103. 太陽的溫度	142
§ 104. 太陽的構造	143
§ 105. 現代對太陽的研究方法	143
§ 106. 太陽的自轉	150
§ 107. 太陽黑子	151
§ 108. 太陽對於地球物理現象的影響	152
第十二章 太陽系	154
甲、行星及其衛星	154
§ 109. 太陽系的行星概況	154
§ 110. 水星和金星	155
§ 111. 火星	158
§ 112. 木星、土星、天王星和海王星	160
§ 113. 冥王星	163
§ 114. 小行星	163
乙、彗星、流星和隕星	164
§ 115. 歷史概要	164
§ 116. 彗星的構造	168
§ 117. 流星和隕星	170
第十三章 恆星及其物理性質	173
§ 118. 星等比度	173
§ 119. 絕對星等和光度	175

§ 120. 天體物理學中的距離測定法	177
§ 121. 恆星光譜的分類	178
§ 122. 光度光譜型圖	180
§ 123. 分光視差, 恆星的自轉	181
§ 124. 色指數	182
§ 125. 恆星的直徑	183
§ 126. 恆星的自行	183
§ 127. 太陽系的運動	184
§ 128. 雙星	185
§ 129. 白矮星	187
§ 130. 分光雙星	188
§ 131. 食變星	189
§ 132. 物理變星	190
§ 133. 新星和類新星	191
§ 134. 恆星的物理性質的概述	194
第十四章 宇宙的構造	195
§ 135. 銀河	195
§ 136. 星數統計	196
§ 137. 銀聚度	197
§ 138. 星團	199
§ 139. 星雲	199
§ 140. 河外星雲	202
§ 141. 總星系	205
§ 142. 我們的銀河系	206
第十五章 天體演化學	209
甲、太陽系的起源	209
§ 143. 最初的天體演化假說, 拉普拉斯假說	209
§ 144. 泰斯假說	210
§ 145. 達爾文關於月球從地球上分離的假說	211
§ 146. O. K. 施密特的現代天體演化假說	212
§ 147. 關於周期彗星起源的假說	213
乙、恆星的起源	214
§ 148. 總星系的天體演化	214
§ 149. 太陽與恆星的年齡和演化	214
§ 150. 宇宙在時間上和空間上的無窮性	215
附錄	218
第 1 表 希臘字母音讀表	218
第 2 表 天文常數	219
第 3 表 化時間為度數	220
第 4 表 化度數為時間	221
第 5 表 化平太陽時為恆星時	222
第 6 表 化恆星時為平太陽時	223
第 7 表(甲) 蘇聯主要城市的緯度和經度	224
(乙) 中國主要城市的緯度和經度	226
第 8 表 大行星和太陽的要素	227
第 9 表 行星的衛星的要素	228
第 10 表 星座表	229
第 11 表 最常用到的恆星	230
參考文獻	231
人名對照表	237
名詞對照表	241
星圖(北天、南天和赤道區)	

原文書出版社說明

國立師範學院地理系所用之天文學課程教學大綱，規定本課程的教學目的如下：“要使學生們認識那些研究周圍世界（地球也是其中一部份）的科學基礎，認識那些用以決定很多最重要的地理數值的天文學方法；獲得那些較中學中更加富於內容的知識，以便在中學中能理解與解釋有關地球基本運動的現象（周日自轉和周年公轉）；最後，要認識天體的性質（其中特別是太陽的性質，因為太陽是地球上所有物理變化的基本因素）和天體的演化與形成（其中特別是地球的演化與形成）。地理教師應該認識現代天體物理學的成就，以便在講述那些關於地球這一個天體和周圍世界的初步知識時，他就能闡明那些引向馬克思列寧主義世界觀的正確概念”。

按照這個教學大綱，本課程的內容為：敘述球面天文學與實用天文學的基礎知識；講述作為行星的地球、月球以及行星的運動；敘述萬有引力定律及其後果。此後，再講述太陽、太陽系（行星、衛星、彗星、流星和隕星）、恆星及其物理性質、宇宙的構造。最後一章專述天體演化學。

由於本書篇幅所限，不能對許多問題、計算題及實習課業多多介紹。這個缺點，如能利用下列兩書即易補足：Б. А. 伏隆佐夫-維里亞米諾夫（Воронцов-Вельяминов）教授所著的“天文學習題彙編”（Сборник задач и упражнений по астрономии，1949年，國營科技書籍出版社第二版）和П. П. 波波夫（Попов）教授與Н. Я. 布加斯拉芙斯卡婭（Бугославская）副教授兩人合著的“師範學院天文學實習”（Практикум по астрономии в педагогических институтах，1947年，國營教育書籍出版社出版）。

本書係Е. Ф. 斯克伏爾錯夫（Скворцов）教授根據其在克里米亞師範學院（Крымский педагогический институт）的天文學教學經驗而寫成；Е. Ф. 斯克伏爾錯夫教授自1928年起直到1952年2月11日逝世為止，均在該學院執教。Е. Ф. 斯克伏爾錯夫教授除了教育工作以外，還發現了黑海中有日月潮汐的現象、領導水文考察隊進行了無數次水文考察工作以及發現了八個小行星。

本書原稿曾經過蘇聯科學院通訊院士А. А. 米海依洛夫（Михайлов）、俄羅斯共和國教育科學院通訊院士Б. А. 伏隆佐夫-維里亞米諾夫和К. К. 杜勃洛夫斯基（Дубровский）教授審閱。П. П. 巴連拿果（Паренаго）教授擔負了那個實現他們願望的編校工作。本書末的參考文獻、人名索引及名詞索引*，係С. А. 沙勒根（Шорыгин）同志所編。他還為本書選用了幾張彩色插圖和很多其他的插圖。

* 現在中譯本中，擴大增充了一些人名和專門名詞，改編為中俄英譯名對照表。——譯者註。

凡有對本書提供之意見，希望寄交下列地址：

Москва, Чистые пруды, 6, Ученгиз.

第一章 緒論

§1. 天文學的對象 “天文學”一名詞，係起源於兩個希臘字：(1) $\alpha\sigma\tau\rho\omicron\nu$ ——天體；(2) $\nu\omicron\mu\omicron\varsigma$ ——法則。因此，天文學是一門研究天體的科學。古代天文學僅從事於天體在天空中的視動之研究。天文學的這個部門，可以叫做天體測量學(從廣義上來說)。推算起來，天體測量學已經有了 2000 多年的歷史。天體力學則將近有 300 年的歷史；它研究天體在空間彼此相互吸引作用下的運動。

在現代天文學中，包括有研究與考察天體的物理-化學特性部份在內。天文學的這一部門，就叫做天體物理學。天體物理學是天文學的一個最年青的部門；它的創立年份可以追溯到 1859 年，就是發現光譜分析法的一年。

屬於天文學研究範圍內的天體，可以分成下面幾類：

(1) 恆星——在每個晴朗的夜間，可以看到整個天穹上散佈着閃爍不定的小火花：它們排列成一定的羣，叫做星座；它們保持着一定的相互位置，因此在古代就把它們叫做恆星(不動的星)。現代科學已經證實，這是一種巨大、熾熱而能自行發光的天體，經常在空間作彼此相對的運動。

我們的太陽就屬於這一類天體。太陽是距離我們地球最近的一個恆星。這一類天體，數目最多，是宇宙間最重要的天體，經常輻射出巨大的能量。恆星是宇宙間的能量的發源地，經常在維持着宇宙間的生命的存在。

(2) 行星——遠古時代的人們，曾看出有五個天體，它們的外形與恆星相似，但是經常在恆星之間變更着它們的位置。這些天體就叫做行星，這個字的意義就是浪遊的星(這個字係起源於希臘字 $\pi\lambda\alpha\nu\acute{\alpha}\omega$ ——遊浪)。這些行星後來都得到了羅馬神話中的諸神名字。哥白尼(Nicolaus Copernicus, 1473—1543)證明了地球也是一個行星和所有行星都環繞太陽而轉動。這些行星距離太陽的位置次序如下：水星、金星、地球、火星、木星、土星。後來，又有新發現的天王星(1781)、海王星(1846)、冥王星(1930)，也歸入於這一類的行星。這類天體和太陽一起構成太陽系。行星是一種寒冷的天體，它的體積要比太陽小得多；它們由於反射太陽光而發光。此外，還有很多較小的天體，叫做小行星；它們主要是在火星和木星兩軌道之間運行着。

(3) 行星的衛星——在很多行星的周圍，有較小的天體在環繞着行星而運動着。它們叫做衛星。它們也是一種寒冷的天體，也由於反射太陽光而發光。地球有一個衛星，就是月

球。太陽系內的最大行星——木星——的衛星最多，共有 12 個。

(4) 彗星和流星——在天空中，有時出現一種形如霧狀斑點的天體，它們常在接近太陽的時候產生出發光的尾(彗尾)。這些天體叫做彗星*。有一些以宇宙速度(20—70 千米/秒)飛入我們地球大氣層中來的細小質點(它們的重量常不到 1 克)，叫做流星。它們在大氣層中燃燒發光約 1—2 秒鐘。有時人們把流星叫做“下墜的恆星”；這個名稱是不恰當的。至於那些從天空中真正降落到地球面上來的小天體，則叫做隕星(分隕石和隕鐵，見 § 117)。

(5) 星團——在望遠鏡中可以觀測到大量淡弱的霧狀斑點；其中有些斑點就是遙遠的星團。這些星團可以分成兩類：(1) 疏散星團(無定形的星團)——含有幾百個恆星；(2) 球狀星團——含有幾千以至幾萬個恆星。

(6) 星雲——在望遠鏡中還看見一羣霧狀斑點，它們就是異常稀薄的氣體及微小的寒冷的宇宙塵埃所組成的無一定形狀的體系，即所謂星雲。依照近代假說，星雲是形成恆星及星系的材料。

(7) 河外星系(星系)——我們所見到的所有恆星和天體，一起結合而成爲一個巨大的星系，即銀河系。這個星系又叫做本星系；但是此外還有着大量同類的星系，即河外星系。這類河外星系又叫做河外星雲；它是現代已知的恆星和天體的集團中的最大一類。

天文學除了研究上面所舉出的各種類型的天體以外，還要描述宇宙構造的概觀，同時也要提出那些關於各星系的起源和演化的問題來加以探討。

天文學和許多其他的科學有密切的關係。它廣泛應用高等數學的方法；數學中有幾個部份，也就是由於天文學的需要而產生出來的。天文學和力學有密切的關係；力學的一個部門就叫做“天體力學”。自從天文學開始研究天體的物理性質和化學性質時候起，物理學和化學對於解決很多天文學問題方面，也成爲非常需要的了；天文學的這個部門就叫做天體物理學。天文學也應用到地球物理學和地質學的知識，最近又應用到生物學的知識，因此又產生了天文學的一個新的部門，叫做天體生物學。除此以外，還產生出天文學的一個部門，叫做射電天文學，就是一個用無線電技術的方法來研究天體的部門。

現代天文學擴展得非常之大，擁有了龐大的學術部門，因此現代的天文學家已經不能像在還只不過半世紀以前的情形一樣，成爲一個通曉天文學的所有一切部門的專家了。

§ 2. 天文學的分類 天文學分成下面幾個部門：

(1) 球面天文學——研究測定天體在天球上的位置的方法以及這些位置在各種原因影響之下的變化情形(本書第二、三、四、六及七數章，即屬於這個部門)。

(2) 實用天文學——敘述天文儀器和用它們來進行觀測的方法。在實用天文學方面，特別是包括着測定各地的地理坐標的方法(見本書第五章)。

(3) 理論天文學——探討決定天體軌道的問題，推算天體在特定時刻的位置(見本書第八及九章)。這個部門也是天體力學的一部份。

* 彗星在歐洲又叫做“蓬毛星”和“髮星”，中國俗稱“掃帚星”，古書“春秋”和“書經”中叫做“孛”，戰國後又叫做“蓬星”、“客星”和“彗”。譯者註。

(4) 天體力學——這個部門以萬有引力定律為基礎，一般係研究天體在彼此相互吸引的影響之下的運動情形(見本書第十章)。

(5) 天體物理學——研究天體的物理狀態和化學成份(見本書第十一、十二及第十三章)。

(6) 恆星天文學——研究恆星系的構造和演化，並得出宇宙的概觀(本書第十四章)。

(7) 天體演化學——探討天體和恆星系的起源和演化的問題，特別是太陽系的起源問題(見本書第十五章)。

上面所舉出的天文學各部門之間，沒有極明顯的界限，而且它們彼此都有互相密切的關係。

本書內容，係將天文學各部門研究所得的成果，作一扼要而有系統的敘述。

在上面所舉出的天文學各部門中，其天文知識的準確度和可靠性各有不同。這種準確度，差不多在所有天體測量學和天體力學的各部份中，都是非常之高，因此可以把這兩門天文學的各部份看做是最準確的科學。行星在天空中的方位的準確度，已經可以推算到 $0.1''$ (弧秒) 以下。應該知道， $1''$ 的角度，就是從 2 千米遠的地方來看 1 厘米長的直線的張角。現代測量角度的技術，已經可以使人在有些情況下測定到 $0.005''$ 的角度。天文學的其他部門，例如天體物理學，現在還不能達到這樣高的準確度；這也是不足為奇的事，因為天體物理學的歷史算來還不到一百年。可是，它的很多研究結論，現在已經成為確鑿無疑的了。

在天體演化學一部門中，我們現在還只能涉及到一般的假定和許多假說。這也是十分明白的事，因為天體演化的問題非常複雜，要解決這些問題，就要把我們所有關於各類天體的物理定律和特性加以綜合才能辦到。

§ 3. 天文學的實用意義 天文學是最古老的科學之一。在人類知識初開的時代，天文學就因單純實用的需要而產生了。這些需要，首先就是要去測定地球上的方位以及決定與計算時間。天文學知識究竟最初萌發在古代何年，還不可能加以確定。恩格斯曾指出說，必須去研究自然科學各部門的依次發展情形，認為天文學應該在其他科學及技術部門之中佔第一位，並且確定科學的發生和發展是由生產所決定；他寫道：“首先是天文學——單單爲了要定季節，游牧民族和農業民族就絕對需要它。天文學只有藉助於數學才能發展。因此也就不得不從事於數學的研究。——後來，在農業發展的某一階段和在某個地區(埃及的引水灌溉)，而特別是隨着城市和大建築物的產生以及手工業的發展，力學也發展起來了。不久，航海和戰爭也都需要它。——但是它也需要數學的幫助，因而又推動了數學的發展。這樣，科學的發生和發展從開始起便是由生產所決定的”(恩格斯：“自然辯證法”，人民出版社1955年版，第149頁)。

在廣大的人民之中，對天文學還存在着一種十分錯誤的觀念：他們通常把天文學看做是專門研究那些離開地球很遙遠的天體的，因而這種研究好像對於我們的生活不能有任何的意義，不能取得任何的實用利益。這種觀點是非常錯誤的，因為天文學在實用上有如此的重要性和多方面，以致現代的文化沒有了天文學，就不可能發展下去。的確，我們經常在實際

應用着這些知識，但是有時並不能意識到這一點。現在就把天文學的最主要的實用方面列舉如下：

(1)授時——蘇聯天文學家 H. H. 巴甫洛夫(Павлов)寫道：“如果沒有正確統一起來的時間計算方法，人類的文化就不可能存在下去。運輸、郵件、電報、無線電通訊、製造廠、工廠、學校、學術機關以及全體公民，都需要知道準確的時間。在已經有計劃地組織起來的社會主義社會中，對準確測定時間的問題尤為重要。還在 90 年以前，偉大的馬克思就寫道：在假定進行集體的生產時，自然是以決定時間的問題具有重大意義；所有的節約問題，結果都歸結到要節約時間，在我們這個時代裏，斯達哈諾夫運動就可以作為馬克思這些話的例證；在這個運動中，準確的計算時間就具有着決定性的意義”(見 H. H. 巴甫洛夫著的“授時”一文，載“三十年來的蘇聯天文學”文集，1948 年版，第 39 頁)。

我們大家都在使用鐘錶，但是很少有人知道，我們的鐘錶實際上究竟表示些什麼，甚至也不知道天文台為了測定準確的時間，過去和現在已經進行了多麼浩大的工作，並且僅僅對於這一項實用需要，就要把天文學的幾乎所有各部門都加以深刻研究。在本書第四章中，我們就將看到，那個關於計算時間的問題，並不是一望就可以使人明白的那樣簡單。為了測定準確的時間，就要去觀測恆星。為了要觀測恆星，就應該預先去測定恆星在天空中的方位——天文坐標。可是，為了要測定這些坐標，首先就應該去進行大規模的觀測工作，其次是進行繁複的計算工作，因為我們所觀測的一切現象，都在不斷地隨着地球的公轉和自轉而變化着。星表是一般的基本資料，天文學的幾乎所有各部門及其實用方面都要以星表為根據。普耳科夫天文台(Пулковская обсерватория)以其星表準確而馳名世界；在十九世紀末，美國天文學家西蒙·紐昆(Simon Newcomb, 1835—1909)曾把它叫做“全世界的天文首都”。

(2)曆——我們在日常生活中，都要用到曆書，同時也不知道這種曆書的編製是由天文觀測太陽周年視動而確定的。我們的曆書直到現在還含有着遠古時代的遺跡，所以絕不能把它當做是一種完善無缺的曆書。編製曆書的困難原因，就是太陽年(即所謂回歸年)和日(地球自轉周期)兩個時數不能通約。由於它們的不能通約，就使人根本不能去編製出一本絕對準確的曆書來。

在歷史上，曾形成了兩種大家都知道的曆法：舊曆(儒略曆)和新曆(格里曆)。這兩種曆互相並存到現代。在現用的曆書中，各月的日數參差不等，還有定 7 日為 1 星期(數字 7 不能除盡每個月內的日數)，這都是不合理的地方。在遠古時代，由於把當時已知的 7 個天體來作為 1 星期內的各日的名字，因而就定 7 日為 1 星期。這種命名的痕跡，直到現在仍舊保留在西歐的語言中。曆法的合理改革，只有採用世界的規模才可能實現，因為現有的國際關係頻繁，在各個國家內如果應用不同的曆，是非常不方便的(見本書第四章)。

(3)地圖——地圖在文化生活中具有重大的意義。地圖的編製是以測定各個不同地點的地理坐標為基礎。測定地理坐標的工作，是按照觀測恆星的方法來進行的，因此它也需要具備恆星的天文坐標的準確知識。一個地區的地形測量，固然是用不到天文學的方法就可以進行，並且這是測量學的對象，但是在編製地區的總圖時，就要把測量結果去和已知地理

坐標的各基線站連結起來。基線站的位置，是用三角測量方法來測定的；所有的測量就以各基線站為根據。三角網現在已經佈滿在多數的大陸地區上。地球的形狀和大小的問題，就應用這個以三角測量為基礎的經緯度測量方法來解決（見 § 48）。

（4）測定觀測者在地球上的位置（觀測者指陸上旅行家、海面航行者和空中飛行員）——現在以遠離海岸在大洋中航行的輪船上的船員來作一例。此時，四面八方全是大洋的水面；除了日間有太陽和夜間有衆星之外，再也沒有什麼可以決定方向的任何一個點了。原來，船員正就是根據了這些天體，而能夠相當準確地去測定自己的位置。爲了去測定船員所處的位置，仍舊也必須去知道恆星的位置、恆星的坐標。由於陸上的觀測者、船上的船員和空中的飛行員所處的條件各有不同，所以測定他們位置的方法也各不相同，因此在實用天文學中又另設專門的分科——航海天文學和航空天文學。

同時也應指出，在觀測天體時，也可以幫助辨認當地的方向並近似地決定時間。例如，這種方法對旅行者和戰爭時的偵察兵就特別重要。

（5）推算幾種天文現象——計算四季的開始、日月的出沒、月相，對實用上也有很大的意義。在兩極地區，就用日出和日沒的時刻來測定極夜和極晝的時間；這些極晝和極夜對於這些地區的經濟方面，具有巨大的意義。現在隨着農作物的遠向北方擴展，北極地區使我們日益感到特別重要起來。又在軍事方面，例如在策劃一次夜間作戰時，對於行將到來的夜間是否月夜以及月光照明的亮度大小問題，無疑地也有實用上的利益。

（6）潮汐的推算——潮汐對於商業和軍事航海方面具有重大的意義，因爲有很多港口，只能在漲潮時間內才可以駛入船艦。大家知道，從十八世紀開始，英國的所有生活幸福，都是由海上貿易來決定。大家也知道，潮汐是和月球有關的，並且主要是由於月球吸引地球上的水層而產生的。因此，要明白潮汐的理論，就必須先知道月球運動的理論。可是，這個理論正是天體力學的最繁複的問題之一。十八世紀末，英國海軍部曾頒發獎金給研究出最完善的月球運動理論的人，就是給解決一個好像是理論問題的人。這純粹是爲了英國的實際利益而不得不如此做的。後來又發明了一種儀器，叫做諸波分析器；用了這種儀器，就可以迅速用機械方法來推算潮汐。這種儀器就免除了潮汐推算上所需的繁複計算工作。

（7）重力的測定（重力測量）——地面上每個地點的正常重力加速度，都可以計算出來。經直接測定重力加速度的結果，證明有些地點的重力加速度，發生一種不同於正常重力加速度的偏差情形，就是所謂重力異常。這些偏差，是由於地殼上層各處的密度不同而引起的。根據這些偏差數值，就可以判斷地殼上層的構造，並且在很多情況下，就可以指示出某一地點蘊藏有用礦產的概況。

在偉大的十月社會主義革命之後，蘇聯政府特別重視重力測量的觀測工作。蘇聯境內的重力測量站數目，現在已經達到 16,000 個，而在革命以前則總共只有 395 個（見 § 55）。

上面所舉出的實用方面，都屬於天體測量學部門。天文學的新設部門——天體物理學——雖然還很年青，但是也已經有了它的重要的實用方面。

（8）太陽預報——地球上的生命以及各種運動的來源，歸根到底就是太陽的輻射。這

種輻射的能量有如此之大，以致使人難以想像。這種輻射的功率在 1 秒鐘內共有 5.18×10^{23} 馬力。地球所得到的輻射部份，只佔其全數的 $\frac{1}{2,200,000,000}$ ，可是也有到 2.24×10^{14} 馬力。顯然可知，去研究這個能量的波動情形，對實用方面是極重要的。

太陽黑子和太陽面上所有一般現象的周期性，是在一百多年前發現的；這種周期性，無疑地對幾種地球物理現象有影響，首先是對地磁有影響；地磁對太陽面上各種現象的依存關係，表面得特別明顯。最近已經確定，太陽面上的現象對於無線電短波傳遞的可聞度 (audibility) 也有影響。基於這些原因，我們就組織了一種國際規模的所謂太陽預報所；這個預報所的責任，就在於每日觀測太陽面上所發生的所有現象。爲了確定太陽面上的現象和地球物理現象之間的關係起見，就經常把這種觀測太陽所得的資料送交地球物理研究機關。太陽預報所已經爲地球物理學方面做了很多的工作，無疑地將來會有助於某些地球物理現象的解釋，並且也有利於天氣預報的工作（見本書第十一章）。

(9) 天文學在解決物質構造方面的作用——天體物理學可以使我們深入理解物質構造的問題。在這個問題方面，天體物理學就幫助了物理學，使它可能在我們地球上的實驗室所不能達到的那些物理條件下去觀測物質。這些物理條件就是：物質的溫度非常高（在恆星上）並處在極稀薄的狀態中；這種星雲中的稀薄現象，即使用我們所能造成的最高度的真空來與之相較，還顯得非常的密集；反之，也有奇蹟般的密度；例如在所謂白矮星的內部，它的密度就達到 400,000 克/立方厘米。

Г. А. 沙因(Шайн)院士說道：“不僅應該把恆星看做是大規模的實驗室，而且也要把它們看做是巨大的發電站。這些恆星中的一個——太陽——所輻射的能量，就是地球上的各種動力變化過程和生命活動也包括在內的來源。那論那一個科學部門，都不能像天體物理學一樣，能如此接近地去處理能量的起源和本質的問題。現代最偉大的思想，就是關於原子能及其作用的思想，已經被提出來，並且成爲天體物理學方面的研究任務之一。業經十分清楚地證實，太陽和恆星所輻射的光和熱，並非別的，正是這些天體內部改變所產生的原子能。不但如此，天體物理學的研究，還幫助我們去揭露那些原子內部能量轉化成普通輻射的核反應的類型”(Г. А. 沙因院士：“關於克里米亞天體物理天文台的創立的報告”)。

現在再把氦元素的發現史提出來說說，也是很有趣的。1868 年觀測日全食時，在太陽光譜中發現了幾條光譜線；當時在地球上的已知元素中，還沒有發現到能發出這些光譜線的元素。於是就把這種能發出這些光譜線的未知元素叫做氦；這個名的意義就是“太陽的”(солнечный)。公元 1893 年，英國化學家拉姆塞(William Ramsay, 1852—1916)在用分光鏡研究稀有礦物富鈾複鈾礦(клевент)時，發現其光譜中也有着同樣的最難索解的光譜線。所以，氦首先是在太陽上發現，經過 25 年後才在地球上發現。

(10) 太陽能量的利用——構築一些直接使人們能利用太陽射線所帶來的能量的器械，乃是一個極爲重要的實際問題。可惜，“日光機”的構造，在技術上遇到很大的困難，因此這類機器到現在還是獲利甚少。但是消除這些技術上的困難，無疑地是爲時不久了；例如可以

指出，近年來在蘇聯南部各省所構築的日光機，已經成為有經濟利益可得的機器了。

可以說，在不久的將來，人們就要把天文學應用到行星間的旅行方面去。那時候，除了要測定行星間的航船在空間的方位以外，還須熟知所有小天體如小行星赫米斯之類的公轉軌道（見 § 114），這樣才可以避免去和它們互相碰撞。

我們在看到上面所舉出的各項天文學的實用方面之後，就可以知道我們的一生都是和天文現象有密切的關係；要是我們沒有覺察到這一點，那也就只是因為所有這些現象對我們已經變得太平常了。

§ 4. 天文學的理論意義 天文學的實用意義無論有多麼大，但是它的一般哲學觀念上的意義也不亞於前者，因為哲學觀念上的意義是建立正確的辯證唯物主義世界觀所必需的。現在天文學的研究重點，就在於宇宙對我們所提出的一般問題。這些問題如下：查明各種不同的天體之間的相互關係；各個天體及其系統的演化，尤其是太陽系的演化。關於我們地球的演化和命運的問題，對我們更是一個獨特而非常重要的問題。天文學的最終目的，就是要得出宇宙構造的概觀。

從最古時代起，天文學在發展對唯心主義及宗教觀點作鬥爭的世界觀方面，起有特殊的作用。它的這種作用一直保留到現代，因為宇宙的構造和演化問題，就是馬克思列寧主義世界觀反對唯心主義哲學的鬥爭場所。

天文學對於反宗教宣傳方面的意義是很大的，因為天文學摧毀了宗教的謊話和傳說。天文學首先證明地球不是宇宙的中心，也就是摧毀了所有宗教系統關於地球位置特殊的基本教義。其次，天文學又證明世界是由自然方法來形成的，並且在世界的形成過程中用不到任何超自然的力量來干涉。天文學闡明了各種各樣的天“象”（天空的“示現”，即日食、月食、彗星等現象）；教士們就是利用這些現象來恫嚇人們的。可以說，天文學就是反宗教宣傳的科學基礎。

現代天文學所根據的基本原理，乃是關於宇宙在空間上的無限性和在時間上的永久性的原理。天文學所證明的下面兩個事實，就成為唯物主義世界觀的正確性的確鑿無疑的證據；在所有我們可以觀測到的宇宙部份的無邊無際的空間中：（1）物理定律的一致和（2）物質的一致。

§ 5. 宇宙概觀 只有在本書的末二章，才對宇宙的概觀作一有邏輯根據的敘述。可是，在本書的開頭時，先提出現代對宇宙構造的觀點的概要來談談，也是有益的。

在無窮無盡的空間內，散佈着形如島嶼的巨大的恆星系，叫做星系（島宇宙），其中各含有幾十萬萬個恆星，即與太陽相似的天體。我們的太陽系連同九大行星，就位在其中的一個星系中。我們的地球就是九大行星之一（按照距離太陽的遠近次序來說，它是第三個行星）。我們的太陽是我們的星系（銀河系）內的幾十萬萬個恆星中的一個。我們的星系的大小，可以用光年來計算：光速為 300,000 千米/秒；橫渡我們的星系所需的時間，就得要 100,000 光年。各個島宇宙之間的平均距離如下：從一個星系到相鄰的一個星系，就要有 2,000,000 光年。在各星系之間的空間內，含有着非常稀少地散佈着的原子和分子。全部我們所能觀測

到的空間，叫做總星系（總星雲系）。隨着天文儀器的不斷改良，使我們可以觀測到的宇宙空間，也日益不斷擴大起來；現在（1952年）所能觀測到的離地球和太陽最遠的天體，相距約有十萬萬光年之遠。