

高等天文學

國立中山大學教授

張雲著

——
青
三

國立編譯館

中華民國二十五年八月初版

周

高等天文學一冊

(50811)

每冊實價國幣叁元伍角

外埠酌加運費匯費



著者

國立中山大學
教授 張

雲

出版者

國立編譯館

館

發行人

王雲
上海河南路

五

印刷所

商務印書館
上海河南路

館

發行所

商務印書館
上海及各埠

館

序

蓋聞入室必自升堂，固循序而漸進。登峯而後造極，更博學以鑽研。是故專門著述之提倡，端賴基本科學之普及。免歧途之誤入，導以津梁；冀文化之促揚，示以規範。此張雲教授本其教學經驗，先後刊行普通與高等天文兩書也。我國天文之學，本先西洋而發達，早隨有史以俱來。徒以故步自封，畢竟遠落人後。儀器之簡陋，著述之缺乏，已無可諱言。幸張雲教授專攻斯學，匪特著作等身，而筆路藍縷，中大之天文臺遂成。璿璣玉衡，以齊七政，皆所以發揚國光，昭示後進，厥功豈淺鮮哉？今其高等天文學已脫稿，囑予爲序，爰墨其簡端，俾付之梓。學者手此一書，致力而究之，行見老子所謂不出戶，知天下，不闚牖，見天道也。是爲序。

何衍璿識於國立中山大學理學院

民國二十四年夏

目 錄

第一篇 球面天文學

第一章 球面三角

1. 球面三角學	1
2. 球面三角	1
3. 球面三角公式	3
4. 公式互換之原則	9
5. 直角三角形	10
6. 半角公式	12
7. Delambre 公式	15
8. 球面三角形之解法	17
9. 例題	27
10. 三角微分式	35

第二章 各種座標及其變換

11. 座標種類	43
12. 座標原點之改變	44
13. 座標軸方向之變換	48

14. 相近點之距離及位置角 52

第三章 地球

15. 地球及其大小 60
16. 各種緯度 61
17. 緯度差 $\phi - \phi'$ 之決定 62
18. 地心距 ρ 之決定 64
19. 經線及緯線之弧長 67

第四章 周日運動

20. 地平座標與赤道座標之關係 71
21. 地平緯度之變化 74
22. 上升與下降——拱極星 76
23. 地平經度之變化 77
24. 卯酉圈之經過 79
25. 地平經緯度之二次變化 79
26. 星體之視上升或下降——薄明 82
27. 薄明之極限 84

第五章 視差

28. 視差 89
29. 周年視差 89
30. 周日視差 94

第六章 蒙氣差

- 31. 折光法則 105
- 32. 大氣折光——蒙氣差 105
- 33. 光線之軌跡 107
- 34. R 之展開 109
- 35. 平均蒙氣差——蒙氣差表 112
- 36. 蒙氣差對於赤道座標之影響 114
- 37. 星體週繞其真位置之軌跡 116
- 38. 蒙氣差對於鄰近二點之影響 118
- 39. 日與月面之變形 120
- 40. 地平俯角 121

第七章 光行差

- 41. 光行差之種類 125
- 42. 周年光行差 128
- 43. 周日光行差 132

第八章 歲差及章動

- 44. 基礎平面之移動 135
- 45. 歲差與章動 138
- 46. 歲差對於黃道座標之影響 139
- 47. 歲差對於赤道座標之影響 143

48. 由平均座標求真座標..... 148
49. 春分點之擺動 153

第九章 恆星自行與視位置

50. 自行 156
51. 星曆表與恆星表 157
52. 視位置 159

第十章 太陽視動

53. 赤道校正 163
54. 橢圓運動之計算 165
55. 中心差 169
56. 時差 171
57. 四季 174

第十一章 行星與月之視動

58. 行星之地心視動 178
59. 視直徑與視差 180
60. 位相 180
61. 亮度 182
62. 黃經距角及視差之變化 183
63. 月之本動 185
64. 月之會合運動——位相 188

65. 月之大小及視直徑 189
66. 月之天平動 190

第二篇 實用天文學

第十二章 測算差誤之糾正

67. 差誤之種類 195
68. Mayer 近似計算法 196
69. 適遇法 197
70. 觀測差誤之適遇曲線 200
71. 適遇積分 205
72. 權 208
73. 最小二乘法之原理 209
74. 等權獨立觀測之計算 212
75. 不等權獨立觀測之計算 216
76. 或然差 218
77. 平均數之或然差與平均差 220
78. 權平均數之或然差 223
79. 繫或然差平均數之或然差 227

第十三章 度量計算及內插法

80. 長度計算 229
81. 時之計算 230

82. 角度計算	232
83. 普通內插法	234
84. Bessel 內插法	241
85. 中心內插法	244
86. 表列函數之引數	245

第十四章 計時器測微器與水準器

87. 鐘與錶	249
88. 記時器	250
89. 計時器之比較	251
90. 測微器	253
91. 測微器螺旋部之角度值	255
92. 水準器	256
93. 水準器使用法	257
94. 水準器校正法	260

第十五章 子午儀之觀測

95. 儀器與測量要點	262
96. 迴轉軸之座標	263
97. 觀測時星之時角	264
98. 恆星赤經	265
99. 太陽系星體之赤經	267
100. 周日光行差之修正	269

101. 蒙氣差影響	269
102. 各種差之決定	270
103. 恆星赤緯	275
104. 太陽系星體之赤緯	277

第十六章 時之測定

105. 計時器之修正	279
106. 子午儀測時法	281
107. 單星高度法	282
108. 兩星等高法	284
109. 太陽等高法	287
110. 時之變換	289

第十七章 經緯度之測定

111. 緯度之測定	293
112. 經度之測定	305

第十八章 赤道儀之差誤及其觀測

113. 赤道儀之構造	311
114. 赤道儀之差誤	313
115. 彎曲	317
116. 儀器常數之決定	320
117. 赤道儀之觀測法	322

第十九章 由觀測以定天文常數

- 118. 天文常數之決定 327
- 119. 蒙氣差常數 328
- 120. 光行差常數 330
- 121. 歲差常數 334
- 122. 章動常數與月球質量 336
- 123. 日之視差常數 338
- 124. 月之視差常數 341

第三篇 蝕 論

- 125. 緒論 347

第二十章 日 蝕

- 126. 朔月前後日蝕發生之條件 347
- 127. 在一定地點見日蝕始終之研究 351
- 128. 求任意時間影軸之位置 353
- 129. 在一定時間求觀測地與影軸之距離 356
- 130. 求在主要面或其任意平行面上之影半徑 359
- 131. 見初虧與復圓之條件 361
- 132. [例1] 362
- 133. 在一定時間求月影之輪廓 369
- 134. 初虧或復圓之決定 374

135. [例 2]	377
136. 日出與沒見蝕地點之極限	379
137. [例 3]	385
138. 地平上見蝕甚之曲線	391
139. [例 4]	395
140. 北與南界之曲線	397
141. [例 5]	402
142. 求中心蝕之曲線	405
143. 中心蝕曲線上任意一點見全蝕或環蝕時間之長及 午時見中心蝕之地點	409
144. [例 6]	411
145. 求全蝕或環蝕之南北界	414
146. [例 7]	417
147. 於一定地點求一定蝕分發生之時刻	420
148. 求一定地點蝕甚之時刻及其蝕分	424
149. [例 8]	425

第二十一章 月 蝕

150. 望月前後月蝕發生之條件	430
151. 求一定蝕相發生之時刻	431
152. 例——試計算 1935 年 1 月 19 日之月蝕	435
153. 月蝕圖表法	438

第二十二章 掩星

154. 掩星之類別 442
155. 一定地點上見月掩恆星之計算 443
156. 例. 求 1850 年 4 月 15 美國麻省 Cambridge 見月掩 Aldebaran 星時出與沒之時刻 445
157. 求見某一定掩星地面上緯度平行線之極限 448
158. 求行星表面之視像 452
159. 求行星視光面之曲線 456

第二十三章 凌日

160. 求某地見凌日初切與終切時間 464
161. 公式之整理 470
162. 凌日周期 471

附 錄

- 表 I. 平均蒙氣差表 477
- 表 II. Bessel 蒙氣差表 (A) (B) (C) (D)₁ (D)₂ 479
- 表 III. 特別蒙氣差表 484
- 表 IV. 赤經赤緯歲差表 (甲) (乙) 485
- 表 V. 時分與日之分數換算表 486
- 表 VI. 恆星時與地平時換算表 (甲) (乙) 488
- 漢譯名詞索引 493

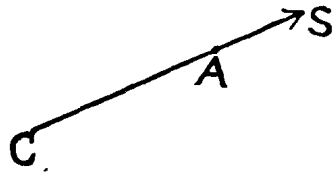
高等天文學

第一篇 球面天文學

第一章 球面三角

1. 球面三角學. 高等天文學中之演算, 應用球面三角公式甚多, 在未論及天文範圍以前, 宜將球面三角公式, 熟爲演習, 方可運用自如.

用任意長度爲半徑, 任擇一點 O 爲心作一球; 如以此球代表天球 (Celestial Sphere), O 點表觀測者, 則由 O 向任意方向作一直線 OS , 此直線必與天球交於一點, 如命此點爲 A , 則天球上 A 點之方向, 可以 $\overrightarrow{OA}$ 表之, 如圖一.

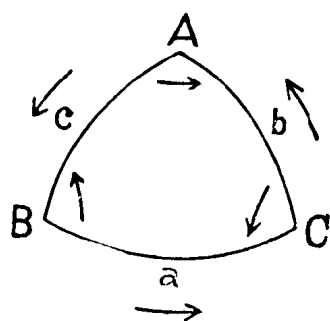


(圖一)

吾人將球面上各點, 聯以大圓之弧, 使成三角形狀, 按三角形中之角邊關係, 導出各種公式以表示之, 即球面三角學 (Spherical trigonometry) 之目的也.

2. 球面三角. 設 A, B, C 爲單位球面 (半徑等於一) 上三點, 作一大圓聯任兩點, 乃得大圓三. 由此等圓弧所圍成之

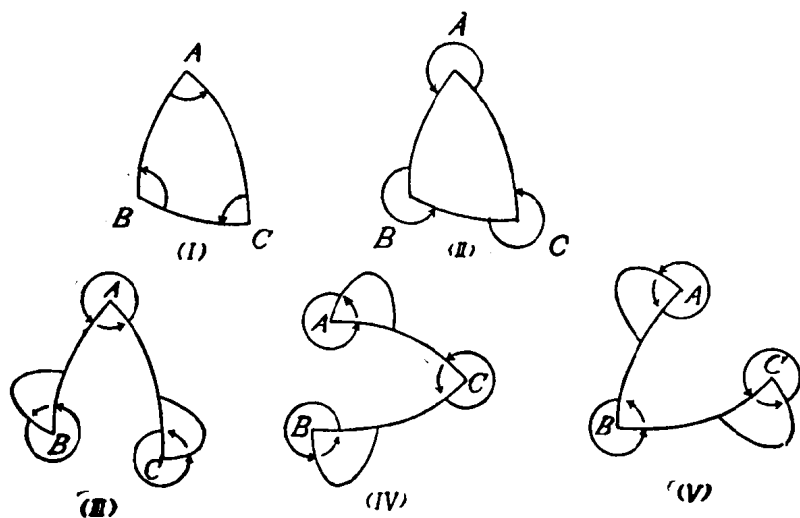
三角形，謂之球面三角 (Spherical triangle). 與此三頂點所對之邊，即 BC , CA , AB ，常命為 a , b , c ；三邊之對角命為 A , B , C . 此三邊或三角之為正為負，皆可任意決定，惟在一問題中，其方向不變，如圖二。



(圖二)

又凡通過球面上三點之每兩點作三大圓，則同以此三點為頂點者，可得八個不同三角形，但其中有一個之邊角皆為正，且小於 π 者，謂之簡單三角形 (Simple triangle). 在普通球面三角中，只論及此簡單三角形。

如圖三，(i) ABC 為一簡單三角形，如以 $2\pi - A$, $2\pi - B$, $2\pi - C$ 代 A , B , C 各角，即得 (ii)，為非簡單三角形，如將各邊延長，取



(圖三)

$2\pi - a, 2\pi - b, 2\pi - c$ 以代 a, b, c 各邊，復可得 (iii) (iv) (v) 等三角形六個，皆非簡單三角形也。

今吾人所述者，雖以簡單三角形為基礎，推究一切關係式，惟在天文應用時，則可推廣而及於任何三角形，而不受限制。

3. 球面三角公式。 球面三角中， a, b, c 三邊，及 A, B, C 三角，謂之球面三角要素 (Elements)。通常由任意三個已知要素，即可以決定其他三個。由已知要素與未知要素間之關係式，謂之球面三角公式 (Formulae of spherical trigonometry)。球面三角公式，每一式多由任意四個要素所合成，由是六個要素中，每次取四個組合，可得公式四組，共計十五個：

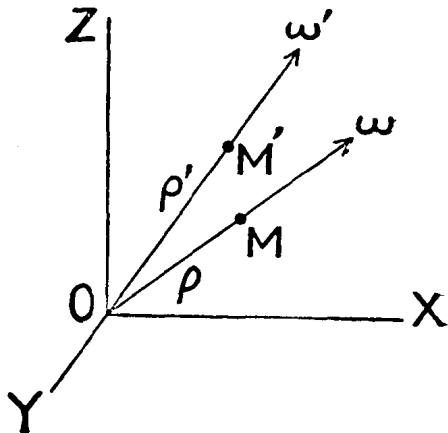
- | | |
|------------|----|
| (1) 三邊及一角 | 三個 |
| (2) 三角及一邊 | 三個 |
| (3) 兩邊及兩對角 | 三個 |

(4) 兩邊一夾角及一對角

六個

欲求球面三角之主要公式，按解析幾何方法導得之，為最簡捷。

如圖四，有 $OXYZ$ 正角坐標系統，由 O 點引二向徑 (Radius vectors) OW ，及 OW' ，此二向徑對於三軸 xyz 之



(圖 四)

方向餘弦 (Direction cosines), 前者 (OW) 爲 α, β, γ , 後者 (OW') 爲 α', β', γ' .

今在 OW 上取一點 M , 其坐標爲 x, y, z .

又在 OW' 上取一點 M' , 其坐標爲 x', y', z' .

並令 $OM = \rho, \quad OM' = \rho'$.

依投影定理, 得

$$\rho \cos \angle WOW' = x\alpha' + y\beta' + z\gamma' \dots\dots\dots(1).$$

但 $\alpha = \frac{x}{\rho}, \quad \beta = \frac{y}{\rho}, \quad \gamma = \frac{z}{\rho},$

故 (1) 可寫爲

$$\cos \angle WOW' = \alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma' \dots\dots\dots(2).$$

今如圖五, 設 A, B, C

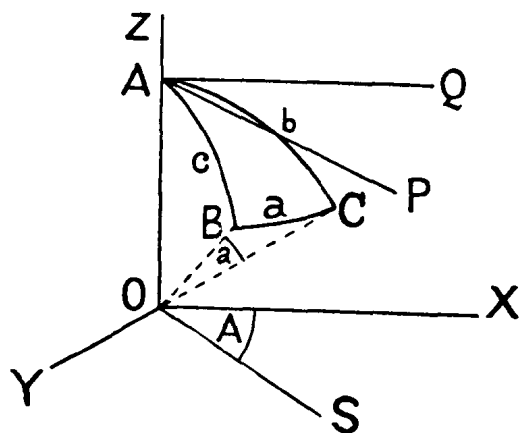
爲球面三角形之三頂點, 球心爲 O , 半徑爲 1,

另取一直角坐標系統,

其法如下:

在 A 點沿 AC 方向
作一切線 AQ ,

在 A 點沿 AB 方向
作一切線 AP .



(圖 五)

令 OZ 軸與 OA 相重,

OX 軸與 AQ 平行,

OY 軸即垂直於 XOZ 平面.