

大學叢書

應用天文學

夏堅白著

商務印書館發行

大學叢書
應用天文學

夏堅白著

商務印書館發行

中華民國二十三年三月初版
中華民國三十八年四月三版

(50712平)

大學叢書
(教本)

應用天文學一冊

裝平

基價拾陸元

印刷地點外另加運費

著者 夏 堅 白

發行人 陳 懋 解
上海河南中路

印刷所 商務印書館
商務印刷廠

發行所 商務印書館
各地

版 翻
權 印
所 必
有 究

(本書校對者朱公垂)

應用天文學

目 錄

第一章 天球——真運動與視動

1-1	概論.....	1
1-2	天球.....	5
1-3	天球之視動.....	6
1-4	行星之運動.....	7
1-5	東與西之意義.....	11
1-6	地球之軌道運動——四季.....	12
1-7	各季太陽之視位置.....	17
1-8	歲差及章動.....	18
1-9	光差.....	19

第二章 定義——參照之圓與點

2-1	定義.....	21
-----	---------	----

第三章 天球上之座標制

3-1	球面座標.....	25
-----	-----------	----

3-2	地平座標.....	26
3-3	赤道座標.....	27
3-4	觀測者之座標.....	29
3-5	二種座標之關係.....	30

第四章 諸座標間之關係

4-1	極之地平緯度與觀測者之緯度關係.....	32
4-2	觀測者之緯度與子午圈上一點之赤緯和地平緯度間之關係.....	36
4-3	球面三角基本公式之推演.....	37
4-4	赤經與時角間之關係.....	45

第五章 時間

5-1	總論.....	48
5-2	地球自轉.....	49
5-3	中天.....	49
5-4	恆星日.....	50
5-5	恆星時.....	50
5-6	太陽日.....	50
5-7	太陽時.....	51
5-8	時差.....	51
5-9	化平時爲視時及化視時爲平時.....	53

5-10	天文時——民用時	55
5-11	經度與時間之關係	55
5-12	時與度之關係	58
5-13	標準時	59
5-14	中國標準時區	61
5-15	日之界線	66
5-16	任何一點在某一時刻內的恆星時,赤經及時角間之關係	68
5-17	子午圈上之星	68
5-18	平太陽時與恆星時	68
5-19	近似校正	71
5-20	恆星時與平太陽時在任一時刻內之關係	72
5-21	曆法	78

第六章 中國星曆表——星表——內插法

6-1	星曆表	82
6-2	星表	83
6-3	內插法	84
6-4	二次內插法	88
6-5	遞較法	89

第七章 地球形狀——觀測之高度校正

7-1	地球形狀	93
-----	------	----

7-2	視差.....	95
7-3	天文折頓.....	97
7-4	半徑.....	102
7-5	海平俯角.....	103

第八章 觀測儀器

8-1	儀器之重要.....	106
8-2	工程中星儀.....	106
8-3	誤差之消除.....	107
8-4	反射遠儀——中星儀之附屬物.....	109
8-5	三稜目鏡.....	109
8-6	太陽鏡.....	110
8-7	天文中星儀.....	110
8-8	六分儀——構造與理論.....	112
8-9	人造地平.....	115
8-10	記時錶.....	116
8-11	記時儀.....	117
8-12	天頂儀.....	117
8-13	觀測者應注意之點.....	120

第九章 星座

9-1	恆星數.....	121
-----	----------	-----

9-2	星座.....	121
9-3	星座命名之法.....	122
9-4	星等.....	122
9-5	星光.....	124
9-6	一等星.....	124
9-7	北極附近之星座.....	144
9-8	赤道附近之星座.....	145
9-9	行星.....	151

第十章 觀測緯度法

10-1	總論.....	153
10-2	拱極星經過子午圈法.....	153
10-3	正午太陽之高度法.....	158
10-4	南極恆星之子午圈高度法.....	161
10-5	近子午圈高度法.....	163
10-6	環圍子午圈之高度法.....	167
10-7	時間已知時之北極星高度法.....	171
10-8	赫爾波及泰可法——精密緯度.....	175

第十一章 觀測時間法

11-1	觀測地方時.....	177
11-2	恆星之中天時刻法.....	177

11-3	選擇恆星法.....	179
11-4	太陽之中天時刻法.....	186
11-5	太陽之地平高度法.....	187
11-6	恆星之地平高度法.....	190
11-7	地平高度及緯度內誤差之影響.....	192
11-8	恆星在北極星的地平經線上之中天時刻法.....	193
11-9	太陽同高度法.....	197
11-10	恆星之同高度法.....	200
11-11	同高度之兩恆星法.....	201
11-12	例題之研究.....	205
11-13	例題之研究.....	208
11-14	恆星在某一定向之中天時刻法.....	210
11-15	授時.....	210

第十二章 觀測經度法

12-1	測經度之方法.....	211
12-2	時計法.....	211
12-3	電信法.....	212
12-4	月過子午圈法.....	214
12-5	月象圖說.....	217
12-6	無線電信法.....	219

第十三章 觀測地平經度法

13-1	總論.....	220
13-2	地平經度誌.....	220
13-3	北極星在最大距角之地平經度.....	220
13-4	近距角法.....	227
13-5	南半球內之距角法.....	231
13-6	太陽之高度法.....	232
13-7	南半球內太陽之高度法.....	237
13-8	最適宜於作精密觀測之地位.....	239
13-9	恆星近卯酉圈之高度法.....	241
13-10	拱極星在任何時測角法.....	244
13-11	曲度校正.....	245
13-12	水平校正.....	245
13-13	週日星行差.....	246
13-14	北極星中天法.....	254
13-15	恆星之同高度法.....	254
13-16	太陽在午前午後之同高度法.....	258
13-17	太陽近正午法.....	259
13-18	正午之太陽法.....	260
13-19	子午圈之會聚.....	262

第十四章 航海天文學

14-1	總論.....	263
14-2	太陽之午時高度法.....	263
14-3	非子午高度法.....	264
14-4	格林維基時與太陽高度法.....	265
14-5	某一時刻內太陽之地平經度.....	267
14-6	用塞滿線定位置法.....	267
14-7	位置之計算.....	270

附 錄

表一	平均天文折頓.....	274
表二	化恆星時爲平時表.....	275
表三	化平時爲恆星時表.....	277
表四	視差——半徑——海平俯角.....	279
表五	一九二六年北極星上中天之地方民用時.....	280
表六	化近距角爲正距角.....	282
表七	赤緯線上每 1000 呎之會聚秒數.....	282
表八	從太陽高度內減去之視差及天文折頓.....	284
表九	從近子午圈之太陽高度定緯度.....	285
表十	$\left(m = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\sin 1''}\right)$	
	希臘字母.....	1
	縮寫字.....	1
	天文學名詞索引.....	1

第一章

天球——真運動與視動

1-1 概論

天文學云者，簡單言之，乃研究天體之自然科學也。詳言之，乃攻究天體視動，真運動，支配此等運動之法則，天體之形狀，容量，質量，表面之形態，性質，構造，物理狀態，天體間相互之引力及輻射關係，天體之過去歷史，未來之發達進化等學問也。天體云者，果何物耶？概言之，太陽系，恆星及星雲是也。屬於太陽系者，如太陽，以太陽爲一焦點之橢圓運動之行星，繞行星而動之衛星，軌道形狀與性質與行星不同之彗星及流星是也。太陽乃一恆星，統率太陽系，而此行星彼此間之距離，比我地球之大小遙大，此乃習天文者所共知也。

比行星之距離更遠者爲恆星，乃自己發光輝之天體。近代工業之進步，使吾人發見新恆星甚多，故其數益漸增加。許多恆星有集合而成星羣，星團者；此乃各恆星引率恆星系，恰如太陽統率太陽系者。

更在不能想像之遠距離，有巨大之雲狀物質存在，二三十年前尙不能說明之者，星雲是也。其光輝本甚強大，但在天空上，有爲暗黑部分者，故得謂有暗黑星雲之存在。有謂此乃無數恆星集合體之星團，

在幾百萬光年之遠距離者，故列於恆星類亦可。

天文學乃自然科學之一，與其他科學又有密切之關係，最有關係者乃物理學。又其為自然科學，且為精密之科學，故與數學亦有密切關係；此在古昔時代，所以天文學家同時又為數學家也。他如研究地球之形狀及構造者，涉及地質學；天體內部構造之問題，則涉及化學。又地球上之生物，始於何時？終於何時？以及其他行星上，有生物之存在否？此等問題，皆侵入生物學之範圍。他就觀察者個人之關係言之，個人所生誤差之研究，更不能不借生理學及心理學之力。由是觀之，其涉及之範圍實廣博異常。

至於天文學之分類，方法不一，茲就習慣及便利上，分天文學為七類：

(1) 應用天文學 (Practical Astronomy) 此乃說明觀測天體儀器之理論，使用法，誤差消去法等等；並含各種觀測之計算方法。在天體物理學未發達以前，此類天文學應用甚廣。

(2) 位置天文學 (Astronomy of Position) 或曰星辰學 (Astrometry)。此乃研究天體之幾何學上之相互關係，位置，距離，大小，表面狀態，天體之真運動（空間內運動），與視動（由地球所視之運動）等。又研究天球上之視位置及視動之球面天文學 (Spherical Astronomy) 乃此類之一部分也。

(3) 天體力學 (Celestial Mechanics) 乃以力學之智識，即以奈端氏之重力法則為基礎，研究天體之運動。最近之趨勢，研究之方向專注重於行星及衛星之運動。天體之運動，能僅依重力說明之，故此

又名之曰重力天文學。天文學中，此類分科，最爲精密，而計算法亦最爲複雜焉。

與以上三分科各有相當之關係者，有決定天體運動之軌道論(Determination of Orbit)；又有預示地球各地方所視天體位置運動之天文曆推算學。

(4) 天體物理學(Astrophysics) 此乃研究天體之物理的性質；即光度，光帶之特性，溫度，輻射，內部構造及大氣表面內部之現狀等等；且更進求其原理之分科也。由其原理得知天體之運動狀態。乃天文學分科中之最新者，通常又分爲三種：

甲．天體測光學(Astrophotometry)； 以測定各種天體放射光線之強弱爲目的。

乙．天體攝影學(Astrophotograph)； 乃研究攝取天體之方法，及由照片研究天體表面之模樣與天空之狀態。再由此種乾片得計算天體之位置。

丙．天體分光學(Astrospectroscopy)； 用分光器求天體之光帶，依實測或攝影方法研究之，得知天體運動之速度，溫度，壓力及其成分等等。其用途最大。

(5) 宇宙論(Cosmogony) 或曰理想天文學。即依最近科學發達所生之空想天文學，乃研究宇宙如何開始，其開始之狀態，及自開始以至今日之經過，與其將來如何終結之問題。此種天文學近又分爲宇宙構造論及天體發展論二種。

(6) 敘述天文學(Descriptive Astronomy) 僅就天文學上之事實

原理等，依一定系統而敘述之。乃研究天文學之入門。

(7) 航海天文學(Nautical Astronomy) 乃航海所必要之球面天文學，並含應用天文學之一部分。

天文學之分類，大概如上所述。然則天文學對於實際利益及人類生存上，果有如何之價值耶？天文學者普通多與社會疏遠，蓋皆以爲天文學僅攻究與生活無關之事項而已！不知天文學自身對於實際利益及人類生存，有直接之關係也。

茲先就應用天文學而言，由之可測定緯度，經度，時刻及地平經度等，定緯度與經度之後，吾人能航行於廣闊之大洋而無遺途之虞。地球表面之位置亦可明白訂定，不至有爭端之發生；工商業發達，交通因之便利，因是必需求正確之時刻，此必有恃於子午儀之觀測焉。至於經濟上之利益觀測法，古來已有之，迄乎近代，更增其精度焉。雖然，近頃多數天文學者所求者僅求智識，亦未可知；又有以一種藝術視之者，亦未可知。

本書之目的，專論應用天文，故於太陽，月亮，行星，恆星及天體之觀測方法與計算特別注意，至於各天體間之距離，在空間之實際行動，及一切之物理性質，均不甚注重，觀測時但認其顯現之位置而已。

天文學乃最古之科學，然古來多爲其他科學之先驅；今後如斯對象物之最大及最抽象的學問，仍與其他科學及人類智識以甚大之影響焉。例如愛因士坦所發明相對論之證明發展，有所待於天文學者不少。

起晝夜區別之太陽，呈朔望現象之太陰，以及日月食等現象，其

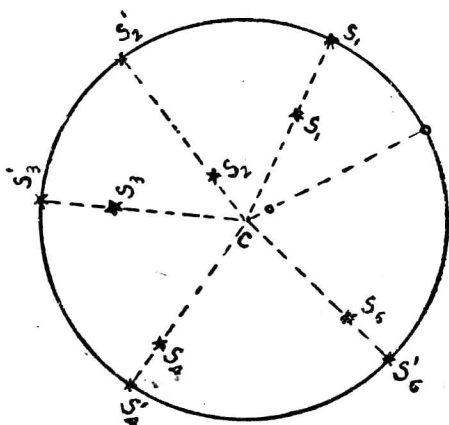
印入古人之思想者，當如何之深耶？其盡力以求此等疑問之解決無疑，此天文學所以爲世界最古之自然科學歟！

天文學固爲自然科學之一，然對於形而上之問題，亦有重大之影響。時間與空間之驚動物質世界，太陽與他恆星之比較，地球之天文學的觀測等等，對於哲學思索以及宗教信仰，皆與以重大之動搖。故治應用天文學者，亦須稍加深思也。

1-2 天球

蓋於吾人頭頂上之蒼天，實似一巨大之空心球。天體間均係空虛之空間，光線乃太陽及諸恆星之光輝藉以太而傳入者也。應用天文學內所需求者，天體間諸對象之方向，至於實際上離地球之遠近可存而不問，故一切星象均可視爲位於天球之上，而天球之半徑長度等於無窮，其中心點即爲觀測者之眼睛，或地球，初無若何之差異。任何物象在天球上之視位置，可以下法求得，自觀測者之目作一直線連接至所觀測之物象，然後更引伸此線至無窮迄達天球，此即該物象在天球上之視位置也。試以下例說明之， S_1 在天球上之視位置係 S'_1 ，其離 O 點之距離，設等於無窮長。類此而推， S_2 之視位置爲 S'_2 。用此假設之天球以後，一切包含諸點間之角距，及經過天球中心之諸平面內之角度的問題，均能應用球面三角公式而解答之。凡此設計，不僅便於計算，且合於事實，蓋一切天象均離地甚遠，其現於吾人之眼前者頗似相等而均位於天球之上。若從上述之定義，則各觀測者必有各別之天球，然於事實無損。蓋即就太陽系內諸星而言，其距地球之距離比之地球之真徑，地球之小，幾近零數，故地球表面上小有差別，

初無害於精密之觀測。整個太陽系之真徑試定爲一哩，而最近之星約近五千哩，若夫地球之真徑，僅 8000 哩比 5,600,000,000 而已，易言之，七十萬分之一而已。



圖一 天球上之視位置

天球之半徑等於無窮，上已詳述，故一切平行線必將同切天球於一點，而平行平面亦將於無窮遠處切於同一大圓。然於紙上作圖，則不能以此爲準，一毫之差，云或形成絕大之誤。初學者於天球宜加深思，並試從其內外而體會之。如用實體之圓球作研究對象，更易於明悉；然實際觀測之天球，均在內部，此不可不注意也。

1-3 天球之視動

夕陽西下，黑幕當空，靜觀星象數小時，必能見諸星均似起於東而沉於西，所走之路徑均爲諸圓之弧。若在北半球者，如面北而立，則將見若干較小之圓繞於北極，一似同心之圓。苟有一星而適位於北