

高級中學

地球科學

上冊



國立編譯館主編

中華民國七十三年八月改編本再版

高級中學 地球科學 (全二冊)

上册 定價（由教育部核定後公告）

主編者	國立編譯館
編審者	高級中學地球科學教科用書編審委員會
主任委員	林朝榮
委員	丁有存 王執明 石再添 朱祖佑 李美枝 何春蓀

編改總出印	輯編訂版行	者者正者者	張丁林國	突存	華黃	石思	再石	再添柴館
			正臺臺遠反正維博中海東正	立	界中出球啓出	局局司局局社局局司局司局	譯	局店社局局局社局司局
			灣灣東攻大新圖國源圖文	書印明書出	灣利灣文國興光圖化圖	書書公書局社局局司局司局	興灣國中聖中文業華和	書書出版書書書書出版書
			愛圖國源圖文	書書公書局社局局司局司局	世臺勝環臺人海廣正美陶甄大	書華版書明書書書書書書書	復臺華大大建廣大東人大	書書出版書書書書出版書

經銷者 臺灣書店
地址：臺北市忠孝東路一段一七二號
門市部 地址：臺北市重慶南路一段十四號
電話：三 一 一 〇 三 七 八

印刷者 內文：燕南印刷廠
封面：

G 634
884(5)

S

018350

1

編輯 要 旨

- 一、本書依照教育部民國六十年二月修正公布之高級中學地球科學課程標準，並參考各國所編之地球科學教材編輯而成。全書分上、下兩冊，供高中第三學年兩學期教學之用。
- 二、上册內容計包括天文、氣象、水文及地形四章，每章分七節，共二十八節。每節以一小時授畢為原則。但教師亦可斟酌教材的繁簡，做適當之調配。
- 三、每節又分數段，每段均附以標題，俾便喚起學生注意，並附圖表、畫片，以利教學。
- 四、本書所取教材與統計數字，均以最新資料為準。度、量、衡的單位，則採用萬國標準制。
- 五、本書所用名詞，均以國立編譯館編印的外國地名譯名、地球科學名詞、氣象學名詞及天文學名詞為依據。
- 六、在各節之末均附有作業，除供學生複習外，並願發其進一步之思考，但教師可斟酌情形，予以增減。
- 八、本書如有未盡妥善之處，希望各校教師隨時提供意見，以作修訂時之參考。

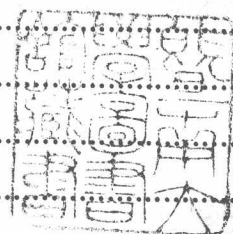
S9000501

高中地球科學

目 次

第一章 地球與宇宙

第一節	宇宙	1
第二節	星雲與星團	5
第三節	恆星	6
第四節	太陽系	14
第五節	地球	18
第六節	月球	24
第七節	曆法	28



第二章 地球的大氣

第一節	大氣的成分及結構	31
第二節	大氣的溫度	37
第三節	大氣的水分	42
第四節	氣壓與氣流	48
第五節	氣團與氣旋	55
第六節	天氣預報	62
第七節	氣候的變遷	67

第三章 地球上的水

第一節	海水的性質	73
第二節	海水的運動	78
第三節	河水的流動	83
第四節	河水的負荷	89
第五節	湖水	92
第六節	地下水	97
第七節	陸冰與海冰	102

第四章 地球的外形

第一節	地球的形狀	107
第二節	陸地的形態(一)——風化、崩壞地形	112
第三節	陸地的形態(二)——侵蝕地形	117
第四節	陸地的形態(三)——堆積地形	120
第五節	河流的形態	124
第六節	海岸的形態	128
第七節	海洋的形態	132

第一章 地球與宇宙

地球爲宇宙中的星球之一，同時爲人類生活的場所。舉凡影響生活的自然因素，均與其所處的環境有密切關係。本章採取由遠及近的方式敘述。先自宇宙、星系、星雲開始，其次爲恆星與行星，最後則敘述地球與月球的運行，以及據以編訂的曆法等。

第一節 宇 宙

一、銀河系

西元一六〇九年，伽俐略 (Galileo) 製造第一架望遠鏡，用以觀察銀河時，發現在銀河中的朦朧星光，一變而爲無數顆星。一七八五年生於德國的英天文學家赫薛爾 (W. Herschel)，認爲所有天體應形成一扁平系統，且以銀河的方向爲長軸，此即吾人所稱的銀河系 (Galaxy)。按“galaxy”原爲希臘文 “milk” 之意，故又稱爲 “Milky Way”。當時赫氏的估計，銀河系的直徑與厚度，均遠較目前所認定的數值爲小。

目前確定銀河系的直徑爲十萬光年，最厚的部位約爲二萬光年，由一千億至二千億顆星組成，包括肉眼所見的星球；其中除個別星體外，並有甚多球狀星團，在每一球狀星團中均含數千顆星球。如圖所示，銀河全體呈旋渦形，中間厚而四周

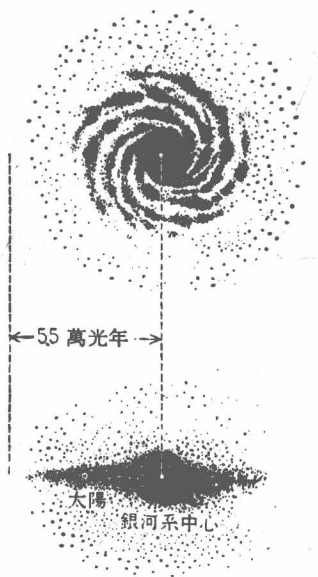


圖 1-1 銀河系外觀

薄。太陽位於旋渦形邊緣的一條彎曲臂內，距銀河中心約三萬光年，至該部位的厚度，則為三千光年。

銀河整體均環繞中心旋轉，在太陽部位的速度為每秒二百一十六公里，旋轉一周約需 2.5 億年。

銀河既呈旋渦形，故其形成經過應與仙女座大星系相同。即首先形成球狀星團，在運行軌道中不斷旋轉，而逐漸扁盤化，同時在盤內不斷產生新的星體，其年代較中心為新。至最老的星體則環繞於中心的附近，直到爆炸成矮星或消失為止，其一代生命遂告結束。

二、星系 宇宙空間，除了銀河系以外，還有許許多多的銀河系，過去因望遠鏡較小、倍率較低，看起來均成雲霧狀，像散布在茫茫的大海一樣，故有各種不同的名稱，例如：星雲、外銀河系、星系、島宇宙等。本章則稱之為星系，以與銀河系有所區別。尚有少數習慣上仍沿用舊名的，如麥哲倫雲等。星系是星球的大集團，主要包括恆星、星團、星雲、星塵、氣體等。

1. 星系的種類，主要有下列三種：

(1) 橢圓星系 外表成橢圓的形狀，在已發現的一千多個較著名的星系中，橢圓星系並不多，但由於其直徑較小，一般約為 5,000 光年，因此顯得比較暗，不容易發現，據估計，宇宙間此類星系可能甚多。其中也有少數例外，直徑大至 20 萬光年的。

(2) 旋渦星系 此類星系成旋渦狀，中心密度最大，邊緣密度較小，向外伸出兩支或三支旋渦臂。這是已發現的星系中最多的一種，約占百分之七十以上，一般均甚大，直徑由二萬光年至十二萬五千光年，光度也較亮，故比較容易發現，銀河系及仙女座大星系為其中較大者。

(3) 不規則星系 形狀不規則，沒有旋轉對稱的跡象，在已發現的星系中約占 5%，大、小麥哲倫雲，就是屬於此類不規則星系。

2. 麥哲倫雲

此兩不規則星系分布在銀河系的附近，一爲大麥哲倫雲，距銀河系十七萬光年，直徑不及銀河系的一半，中有星辰五十億。另一爲小麥哲倫雲，距銀河系十八萬光年，直徑爲銀河系的五分之一，中有星辰十五億。

3. 仙女座大星系

仙女座大星系，爲一旋渦星系，乃西元一六一二年德國天文學家馬留 (S. Maruis) 所發現，其暗淡橢圓形外觀之長軸，約爲3度。一九二四年美國天文學家胡柏在加州威爾遜山頂，用一百吋望遠鏡觀測，見其中的一部分酷似銀河。一九四二年巴德用一百吋望遠鏡做進一步研究時，認定其係兩組歷史與結構不同的恆星。

觀測仙女座星系邊緣的造父變星，確定其距離爲二百萬光年。若將其表面大小真實顯示，則必呈廣大星體的聚合，實較銀河系爲大，但其亮度則僅爲銀河系的三分之一至二分之一。周邊部的，屬於主列序之星，在中央部的紅巨

星呈球狀集合，按紅巨星爲進化過程中的老年星。

如圖 1-2 所示，旋渦形的星系，最後在周邊部的新星消失。因紅巨星呈球狀

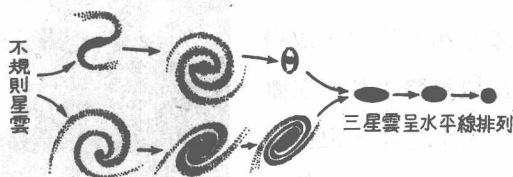


圖 1-2 星系的演進

集合，其旋渦形星系的進化，係由不規則形演化而成者。至其旋渦則由鬆卷次第變密，並向橢圓星系邁進。但也有持相反的意見，即演化過程恰成逆向。

4. 星系羣

目前觀測得知，尚有星系羣，如在室女座與獵犬座間的后髮星座方向，即有一巨大橢圓形星系羣，直徑約爲八百萬光年。其中包括一

萬一千座星系，各星系間的平均距離約為三十萬光年。

銀河系為構成本星羣 (local group) 的一部分，在本星羣中計包括麥哲倫雲、仙女座大星系及附近的三小星系，再加其他小星系共為十七個單位。其中以銀河系與仙女座大星系最大，所餘則均矮小（星體進化的最後階段），如 IC 1613 僅有六千萬個星球，故遠較大星系為小。但星系中矮小的數目，則遠比巨大的為多。

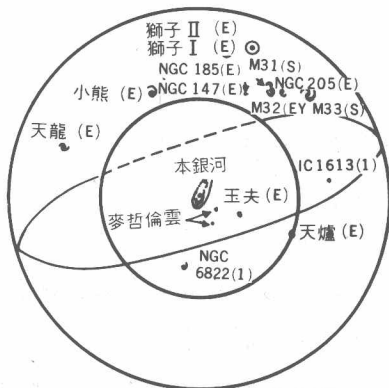


圖 1-3 本星羣

5. 似星體 (Quasi-stellar Source, Quasar)

西元一九六〇年，天文學家發現，在宇宙的深處，有些體積很小的發光體，看起來不像一個星系，好像單獨存在的星球，故稱為似星體；其直徑雖祇有十光年，但發出的能量，竟比一個星系發出的總能量強十倍到一百倍。有的能發射強力的無線電波

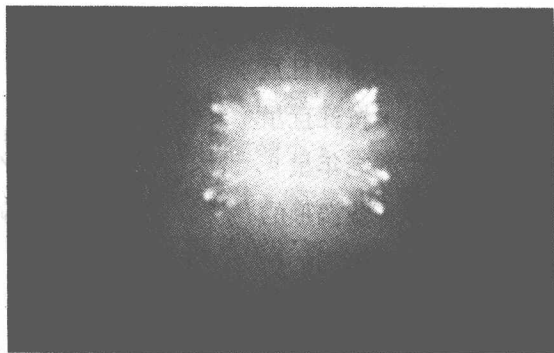


圖 1-4 似星體

，故最初為電波遠鏡所發現，後來才用可見光遠鏡觀測到，它們的視星等為 +16 等至 +19 等，後退速度非常快，約為 $\frac{4}{5}C$ （ C 為光速），而一般星系的後退速度祇有 $\frac{1}{5}C$ 。

【作 業】

1. 星系有那幾種？
2. 星系與本銀河系有何分別？

第二節 星雲與星團**一、星雲**

星際間之氣體及星塵集結而成爲星雲，其形狀不規則，角直徑甚大；其附近有明亮的恆星照耀者，常現出它本身的形狀，稱爲亮星雲；至沒有亮星照耀者，但仍能自然存在，即是所謂暗星雲。星雲大體可分爲三種：

1. 反光星雲

這是由於星雲反射附近恆星的光而成，其光譜爲連續光譜，如金牛座昴星團周圍的星雲。

2. 發射星雲

因附近有高溫的恆星，輻射大量紫外線，使氫原子電離化，當離子再結合時發光，成爲可見的星雲，如獵戶座大星雲。

3. 暗星雲

此類星雲，因附近無亮星照耀，而成一片黑暗，本來不能看見，但是由於其他恆星背後的光，而被發覺，如獵戶座的馬頭星雲。

二、星團

銀河系中，除了星雲之外，還有許多恆星結成了小集團的，叫做星團。這些恆星集團，是指彼此間距離較近，有力學上的相互關係，且呈共同的行動，以及物理性質相同的集團，故可視爲起源於同一片巨大的星雲。星團可分爲兩種：

1. 銀河星團

銀河星團是由於在銀河系中的此類星團多位於銀河的邊緣而得名，又因其中恆星分布較疏散，故又稱爲疏散星團。一般銀河星團的直

徑不超過三十三光年，恆星的大氣約有 85% 為氫，其餘大部分為氦，與太陽大氣的成分相似；此類恆星似屬銀河系旋渦臂的一部分，以金牛座的畢星團及昴星團最著名。

2. 球狀星團

組織較緊密，整體成球狀，範圍較廣，直徑可達三百多光年，所包含的恆星由一萬顆至一百萬顆，中心密度特別大，故光度較亮，也較普遍，以武仙座球狀星團最出名，約有恆星五十萬顆，肉眼隱約可見。

【作 業】

1. 星系與星雲有什麼分別？
2. 星系可分為那幾種？
3. 星雲與星團有何分別？
4. 星雲可分為那幾種？

第三節 恆 星

一、亮度、大小與距離 天空的星球，亮度不一。最初用肉眼可將其分為六等，稱為視星等，最亮的為一等星，共有二十一顆，亮度為二等星的兩倍半。如此類推，則二等星的亮度亦為三等星的兩倍半，亮度最弱而勉強可見的為第六等。若用美國帕洛瑪山的天文望遠鏡，可以拍攝 23.5 等亮度的恆星，其光亮程度約為一等星的九億分之一；至最亮的天狼星則為 -1.4 ，望月為 -12.6 ，太陽為 -26.7 。此外，天文學上還有用 32.6 光年做為標準距離，將星球置於該距離上，而衡量其光度的表示方法，稱為絕對星等。如此，則白羊座的 α 星其絕對星等為 -0.1 ，天狼星為 1.5 ，半人馬座的南門二為 4.8 ，太陽為 4.86 。

決定恆星亮度的因素有三，第一為與地球間的距離，第二為體積的大小，第三為本身的溫度。如半人馬座的毗鄰星(Proxima)為距太陽系最近的恆星之一，其距離為 4.27 光年，直徑為 9.8×10^4 公里。大犬座(Canis Major)的天狼星(Sirius)為最亮的星，其距離為 8.6 光年，直徑為 2.21×10^6 公里。御夫座的 Epsilon 星為最大的恆星，直徑為 368×10^8 公里。范馬寧氏星(Van Maanen's Star)為最小的星，其距離為 13.9 光年，直徑為 1.248×10^4 公里。又獵戶座的參宿七(Rigel)為最熱的恆星，表面溫度為攝氏六萬度。上列五顆，除御夫座的 Epsilon 星及范馬寧氏星外，其餘三顆為一等星，包括在上述二十一顆最亮的恆星中。

恆星距離的測定，非常困難。較遠的恆星，可以根據亮度的變化，估計其距離。至較近的恆星，其距離可用視差(parallax)法測定；即對準某一顆星，每半年拍攝照片一次，由此可顯示恆星視運動的軌跡。因地球每年環繞太陽一周，照片係由地球軌道的相對位置 A 與 B 所拍攝，且 AB 間的距離約為三億公里，故按測定的視差，即可算出恆星的距離。

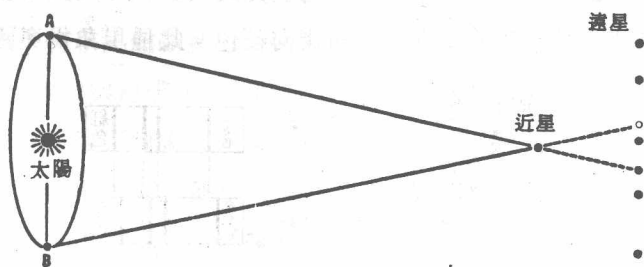


圖 1-5 自地球繞日軌道上之相對兩點測量星體之視差

恆星的視差極小，例如毗鄰星的視差僅 0.00021 度，設測量不能達到極端準確，則難望成功。故通常在三百光年以外的恆星，不能應

用此種方法。至估計遠方恆星的距離時，可用造父變星的光度變化周期為準，周期愈長，其星光愈亮，當恆星的絕對光度確定後，其距離即可算出。

二、運動的測定

宇宙間的星球雖均在不停的移動，但因其距地球極遠，故不易測定。若能了解星球與地球間的距離時，則可根據其長時間的移動角度，計算其運動速度。如圖 1-6 所示，距地球 E 較近的星，在角度 A 內自 P_1 移向 P_2 ，但距地球較遠的星，則同時由 Q_1 移至 Q_2 ，其角移的數值雖然相同，但實際上移動的速度則較大；此種移動稱為自行 (proper motion)。

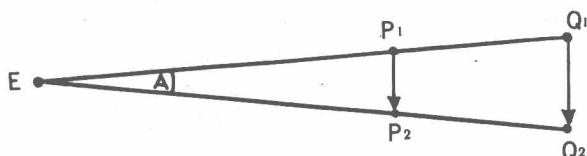


圖 1-6 遠星的移動

如圖 1-7 所示，設 S 與 O 間的距離不變，凡由 S 發射的光波，在到達觀察點 O 的情形均完全相同。若 S 一面發射光波，一面向 O 移動 D 距離時，則波長變短，以致星球的色光趨向藍色。反之，當星球遠離觀測點時，其色光波長增大，而趨向紅色。此種現象為奧國物理學

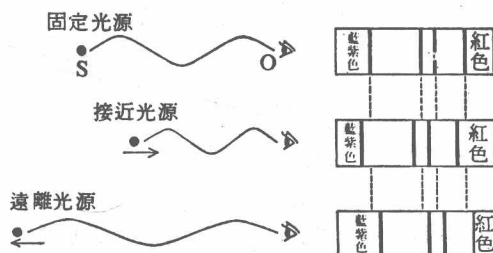


圖 1-7 都卜勒效應——當光源接近時，光譜線向藍紫色之一端（左端）變移。當光源遠離時，光譜線向紅色之一端（右端）變移。

家都卜勒 (C. J. Doppler) 所發表，後爲法國物理學家費佐 (A. H. L. Fizeau) 所應用，而稱爲都卜勒效應 (Doppler Effect)；恆星這種運動稱爲視線運動。

三、雙星與變光星 當二恆星的位置較爲接近時，則稱爲雙星 (double stars)，有的彼此互受引力的作用，有的則因幾乎同在一直線上，故看起來很接近，但實際上並沒有力學的關係。目前用望遠鏡已發現數千對之多，其中最著名的如天狼星爲一對。又有某些星光常常發生變化，特稱爲變星 (variable stars)。英國天文學家古德利克 (J. Goodricke) 於西元一七八二年發現英仙座 (Perseus) 的大陵五 (Algol)，每隔二日又二十一小時變暗，彼謂大陵五實爲兩顆星相互環繞旋轉，故時常變暗。此外，尚有某些星每隔數日即發生膨脹與收縮各一次，亦即變明與變暗各一次。更有紅巨星每隔一至二年改變亮度一周。仙王星座的造父變星 (δ) 在 5.4 日內星等由 3.6 變爲 4.3，然後再恢復原狀。

除上述各種變星外，亦有亮度變化甚大者，稱爲新星 (nova)，其亮度可增加七萬至八萬倍。西元一五七二年十一月丹麥天文學家第谷·布拉愛 (Tycho Brahe) 發現一顆從未見過的星，其光度在白晝均可見到，特稱爲超新星 (super-nova)。

四、輻射與組成 恆星發出的色光不同，溫度亦異，青藍色星最熱，表面溫度可達攝氏六萬度；紅色星最冷，僅爲一千五百度，顯示其輻射的波長不同，能量高低各異。吾人觀測恆星的輻射量，就可以推算它表面的溫度；又根據光譜分析的結果，可以判定恆星的化學成分。

恆星的光譜種類甚多，藍星出現氫和氦的光譜線，黃星則充滿了鐵、鎳及其他金屬的線，紅星卻多爲氧化鈦分子的光譜線或光譜帶。恆星光譜不同是因爲溫度不同，物質的分子祇在溫度較低的環境中存

在與發光，氫與氦原子需在極高的溫度之下才發光；實際上大部分的恆星都是和太陽大致相同的物質所構成；氫約占 50~75%，氦為 20~45%，其他元素的總量則在 5% 以內。

五、赫·羅主列序圖 赫·羅主列序圖 (Hertzsprung-Russell diagram)，或稱 *H-R* 圖。橫座標為攝氏溫度，縱座標代表亮度。如太陽位於主列序內，其溫度為六千度，乃中年時代的星。又天狼星（大犬星座之 α ）與角宿一亦在主列序內，但角宿一約比太陽亮二千倍，雖屬青年時代的星，但其燃燒率也比太陽快好幾倍。主列序另一端的紅矮星，因溫度低而燃燒慢，所以進化也慢。

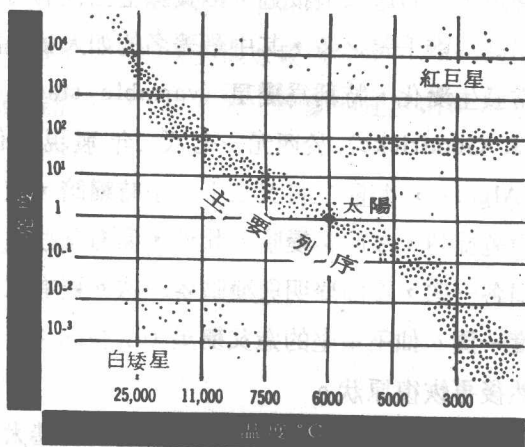


圖 1-8 赫·羅主列序

一顆恆星在主列序上耗盡了大部分的氫燃料之後，將膨脹而變為紅巨星，而自主列序移出；此後它走那條路，就不太清楚了，或者說太複雜了；但推測一般將燃燒較重的元素，直至成為一顆白矮星，然後漸漸熄滅；或高度不穩定，而爆炸成一顆新星或超新星。

六、星座 古人對星球羅列的天空常生幻想，而將若干顆星描繪成一定形象，並編造一套神話，是為星座(constellations)。現在全地球共有八十八座，因地球繞太陽公轉，其在黃道上的位置各季不同，故星座的出現亦隨之而異。至星座在天空的位置，又因地球的自轉及觀測者緯度之不同而變。

經常在北半球可見到的，爲圍繞北極星（Polaris，或稱勾陳一）旋轉的若干星座，如大熊座（Big Bear，我國稱爲北斗星）、小熊座（Little Bear）、天龍座（Draco）、仙后座（Cassiopeia）、英仙座（Perseus）及仙王座（Cepheus）等。

我國古代亦將在日出及日沒時與太陽接近的恆星分爲十二星座，太陽每月越過一座，此即所謂黃道十二宮。如按目前統一的名稱言之，由五月起算，計爲白羊（Aries）、金牛（Taurus）、雙子（Gemini）、巨蟹（Cancer）、獅子（Leo）、室女（Virgo）、天秤（Libra）、天蠍（Scorpio）、人馬（Sagittarius）、摩羯（Capricornus）、寶瓶（Aquarius）、雙魚（Pisces）等。

茲將常見的星座分別繪製成春、夏、秋、冬四季星座圖，臺灣區各地均可適用之；各圖的周圍大圓表示地平圈，中央爲觀測者的天頂；星圖與地圖東西方位相反，若舉起星圖，圖面向下，對準方位，即與實際星空位置相符合。

【作業】

1. 三等星的亮度爲太陽的幾分之一？
2. 試分析恆星亮度變化的原因。
3. 如何確定恆星的生命階段及其構成的元素種類？
4. 試選擇一顆亮星，每晚記錄其在天空的定時位置，最後決定其改變情形。

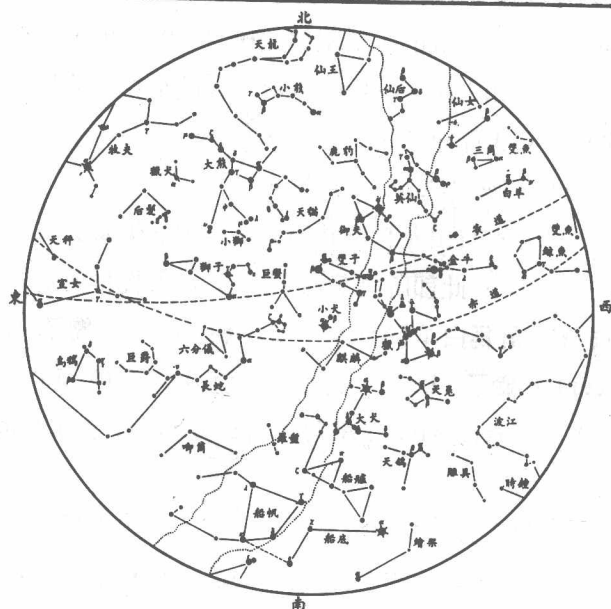


圖 1-9 春季星座

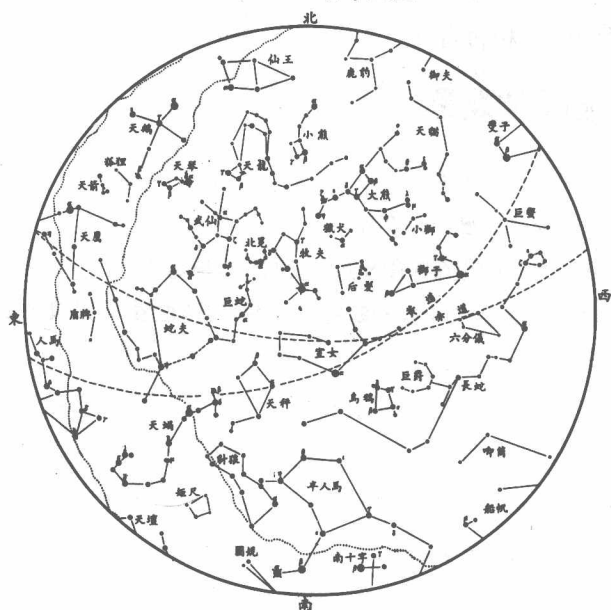


圖 1-10 夏季星座