

2-3 天體運行

地球除了自轉，也繞著太陽公轉，因此從地球往外看去時，恆星與太陽的位置會隨著觀測者所處的位置發生變化。

2-3.1 斗轉星移

◎ 周日運動

5

古人爲了方便辨認夜空中的恆星，會把相鄰數顆亮星組合成星座或星宿，並配上神話故事流傳於世。1930年，國際天文學聯合會統一將天球劃分成88個大小不一的天區，分屬於88個星座，並爲國際所通用。

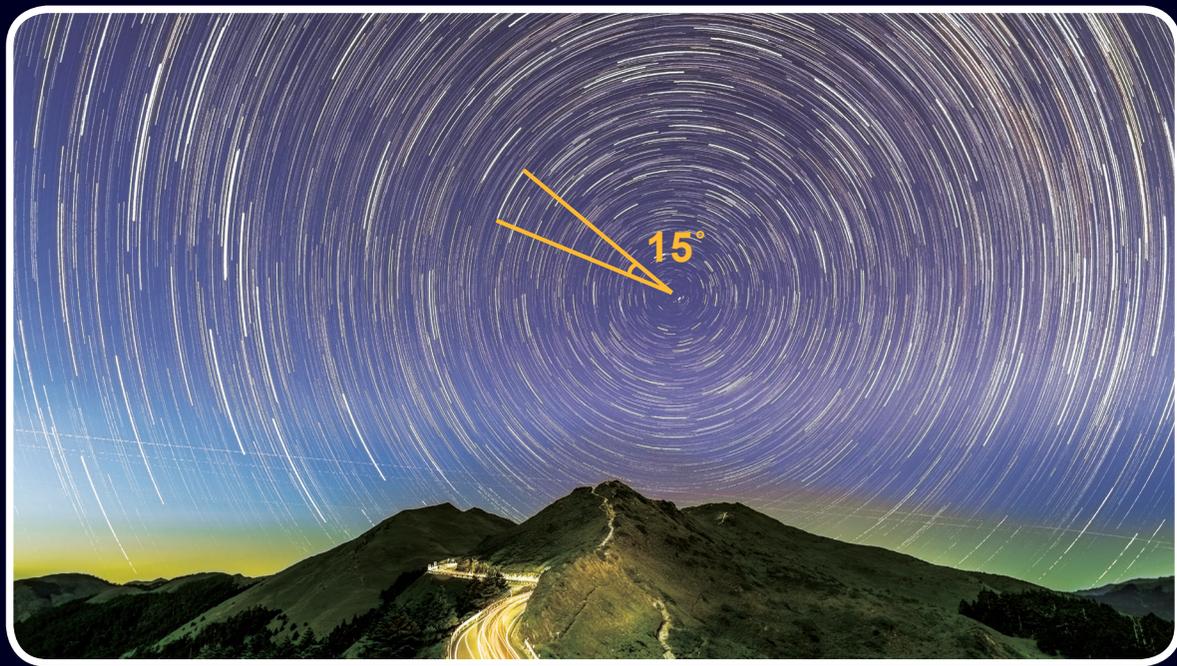
事實上，同屬一個星座的恆星，距離地球遠近各有不同，彼此之間可能毫無關連，只是處於視線的同方向，並投影於天球上的結果（圖2-24）。以獵戶座爲例，構成腰帶的三顆星並非相鄰的恆星，在宇宙中的實際距離超過數百光年。因此，天文學家常使用天球來演示天體運行。

10

透過影像記錄，可以將恆星的運行軌跡呈現在大家眼前，圖2-23中的每一條同心圓般的星跡弧線都代表一顆恆星，它們繞著共同的圓心，並以每小時 15° 的速率由東向西劃過天際。事實上，天體並沒有真的每天繞地球轉一圈，而是地球一天由西向東自轉一圈，導致地面觀測者見到恆星像太陽一樣東升西落，此現象稱爲周日運動。

15

20

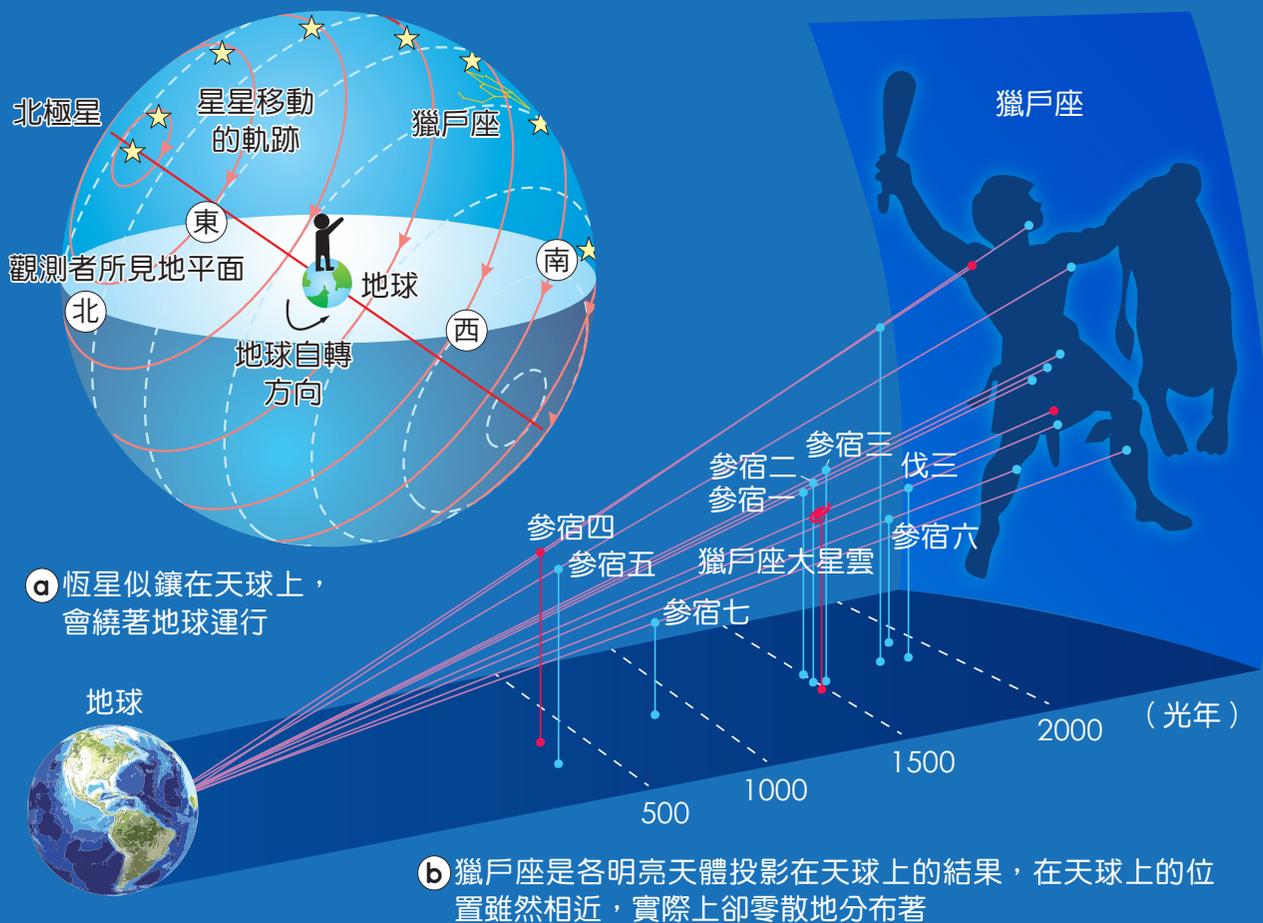


▲圖 2-23 合歡石門山的星跡

此圖是將 125 張曝光時間為 30 秒的照片疊合出來的成果，地景為臺灣百岳之一的合歡石門山。圖中的恆星以每小時 15° 的速率繞天北極運行，構成了一條條弧線，每一條弧線的角度約 15° 。（下方的直線為飛機的飛行軌跡，拍攝時間 2016.7.15）

▼圖 2-24

天球上的獵戶座

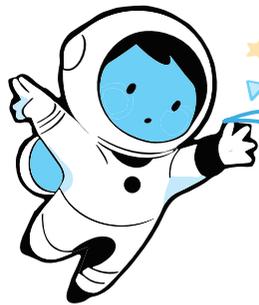


不同緯度的星空

天球是一個假想的球殼，而地球位在這個球殼的中心。以人的視野來看，在同一時間我們僅能見到地平面之上的天空，也就是一半的天球（圖 2-25）。

在不同緯度的人們，所見的星空區域也會不一樣，即擁有不同的天球切面。如圖 2-25 所示，各緯度的觀測者，可見各恆星在天空的運行軌跡為地平面以上，以自轉軸為中心，平行地球赤道面的弧線。

在北臺灣地區（25°N），北極星在北方地平線仰角 25° 處，當地球自轉時，可見恆星在天空運行的軌跡是與地平面夾角 65°，且平行天球赤道面的圓或圓弧。大部分的星空是可以被觀測到的，僅有靠近天南極的部分星空是不可見的。



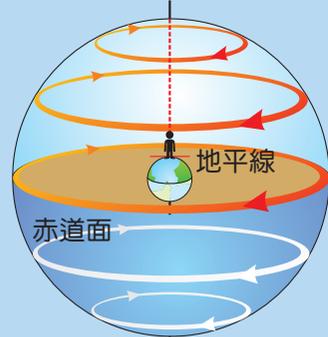
哪一個緯度可以看到最大範圍的星空？

圖 2-25 不同緯度的星空

由左至右依序為不同緯度的人們在天球的狀況、當地所見的星空與廣角鏡頭拍攝的星跡。（因使用廣角鏡頭，星跡的影像在邊緣處有明顯的變形）

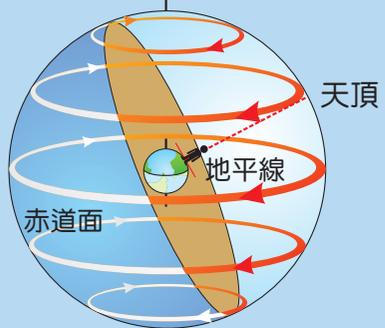
天球

天頂（天北極）



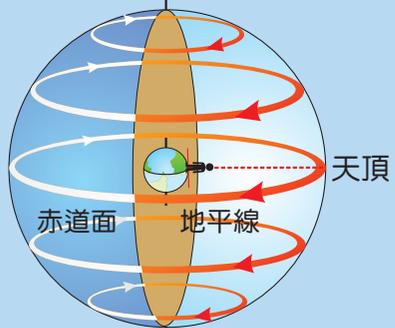
天南極

天北極



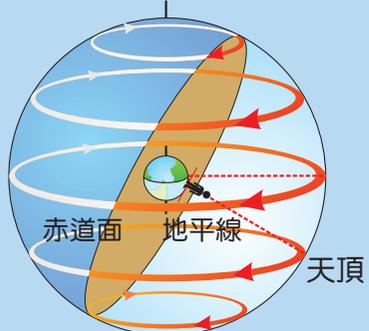
天南極

天北極



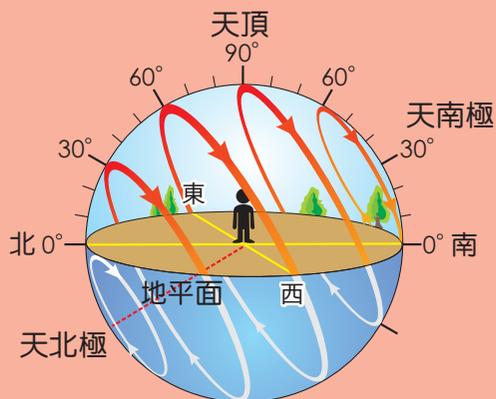
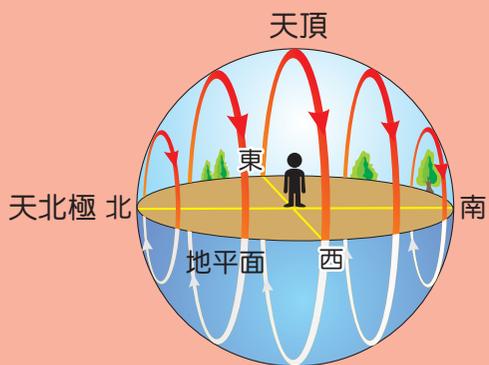
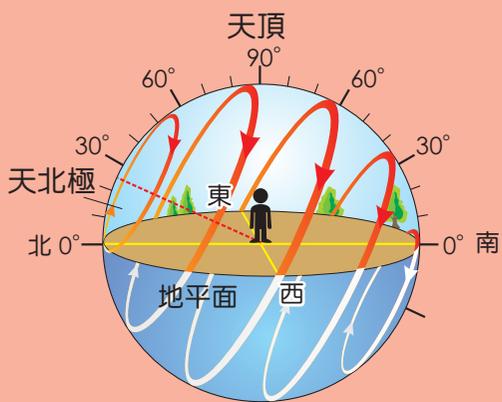
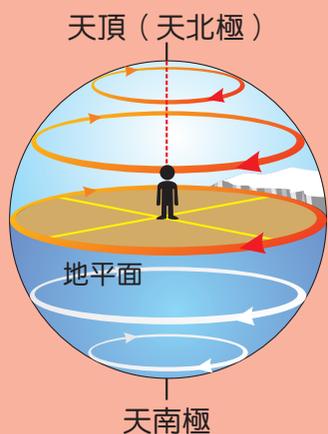
天南極

天北極



天南極

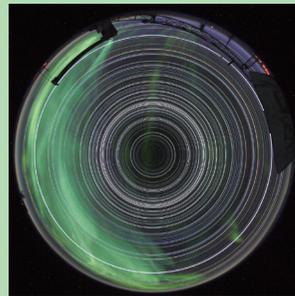
當地星空



星跡

a 北極點 (90°N)

天北極在天頂，在地平面以上僅能見到整個北天的星空，隨著地球由西向東自轉，星星移動的軌跡是平行地平面（赤道面）的圓。



（此圖於南極點拍攝，與在北極點所見之星跡類似。）



北 東 南

b 臺灣地區 (25°N)

天北極在北方地平線仰角 25° 處，約可見 95% 的星空。星星移動的軌跡是與地平面夾角 65° 且平行赤道面的圓。



北 東 南

c 赤道 (0°)

天北極在北方地平線上，可見到全部的星空。星星移動的軌跡則是垂直地平線且平行赤道面的圓。



北 東 南

d 南半球 (30°S)

天北極在北方地平線之下，天南極出現在南方的天空中。

◎ 周年運動

「斗柄南指夏夜來，天蠍人馬緊相挨。」與「三星高照入寒冬，昴星成團亮晶晶。」這些朗朗上口的認星口訣，說明隨著一年四季的變更，四季星空也在變化（圖 2-26）。當地球繞太陽公轉時，較易看見背向太陽這一面的恆星，所以在不同的季節，所看到的恆星（星座）也不同。經過一年之後，恆星在相同時刻，又會出現在相同的位置，這種規律性稱為恆星的周年運動。

進一步來說明，圖 2-27 中的觀測者 A 從第一天太陽當空的正午 12:00 到第二天的正午 12:00，所經歷的時間稱為 1 個太陽日（約 24 小時）。在此段時間內，地球在公轉軌道上前進了約 1° ，地球則以太陽為參考點自轉了約 361° 。



▲圖 2-26 不同季節的星空

這一組照片是在同一地點（土耳其烏魯達山區）不同季節拍攝而成，左圖是冬季的星空，可見黯淡的銀河與獵戶座；右圖是夏季的星空，可見明亮的銀河與天蠍座。

另一觀測者 B 於第一天子夜 24:00 觀測一顆中天的遙遠恆星，當地球以該恆星為參考點自轉一圈 360° ，所經歷的時間稱為一個恆星日。恆星日會比太陽日約少 4 分鐘，約 23 小時 56 分，亦表示觀測者 B 還需要再等地球自轉約 1° 的時間（約 4 分鐘），才會到達第二天子夜 24:00，使同一恆星每天會提早約 4 分鐘出現在相同位置上。因此，恆星每天同一時刻會比前一天往西移動約 1° ，也就是一個月會西移 30° ，一年之後又會出現在相同的位置。

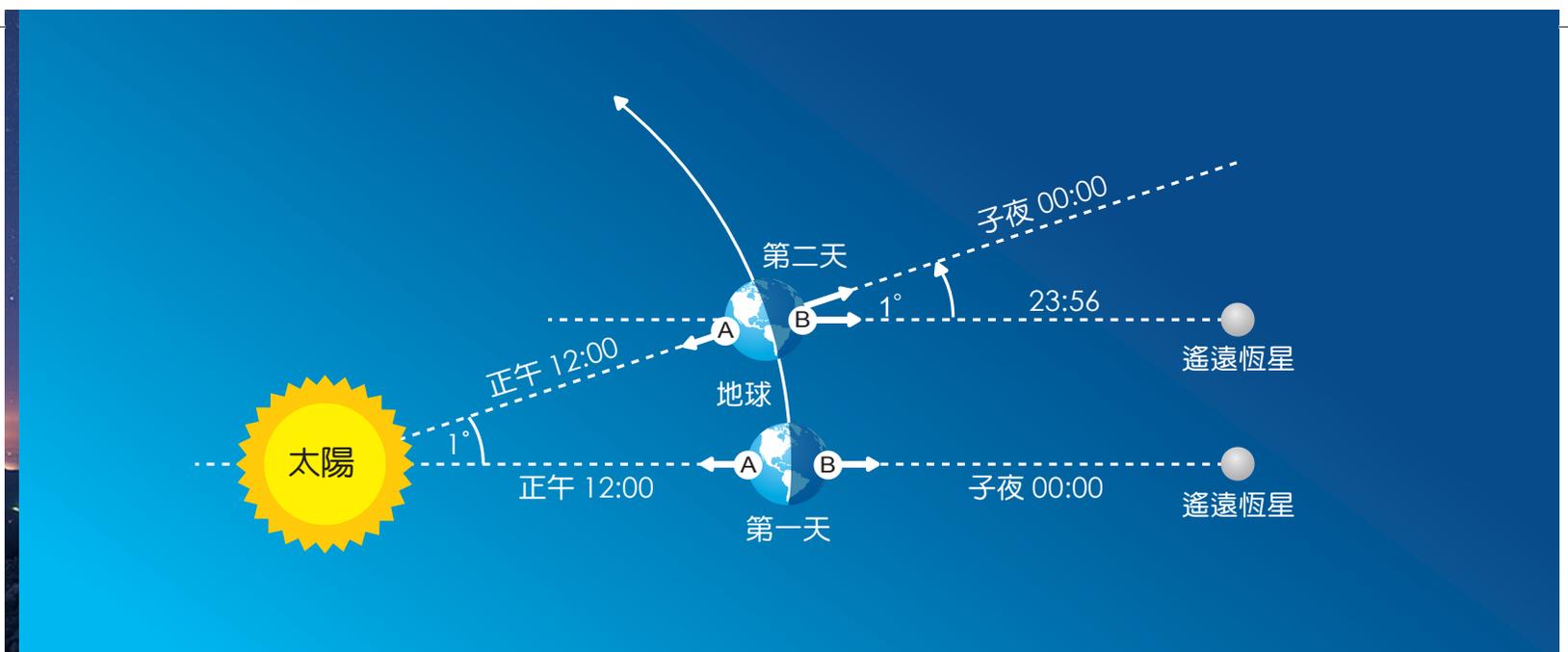


圖 2-27

觀測者 A 兩次正對太陽的時間間隔，恰為 24 小時（1 個太陽日），但觀測者 B 正對恆星所需的時間每天約提早 4 分鐘（ $\frac{1^\circ}{360^\circ} \times 24 \text{ 時} \times 60 \frac{\text{分}}{\text{時}} = 4 \text{ 分}$ ）。

2-3.2 晝夜與季節

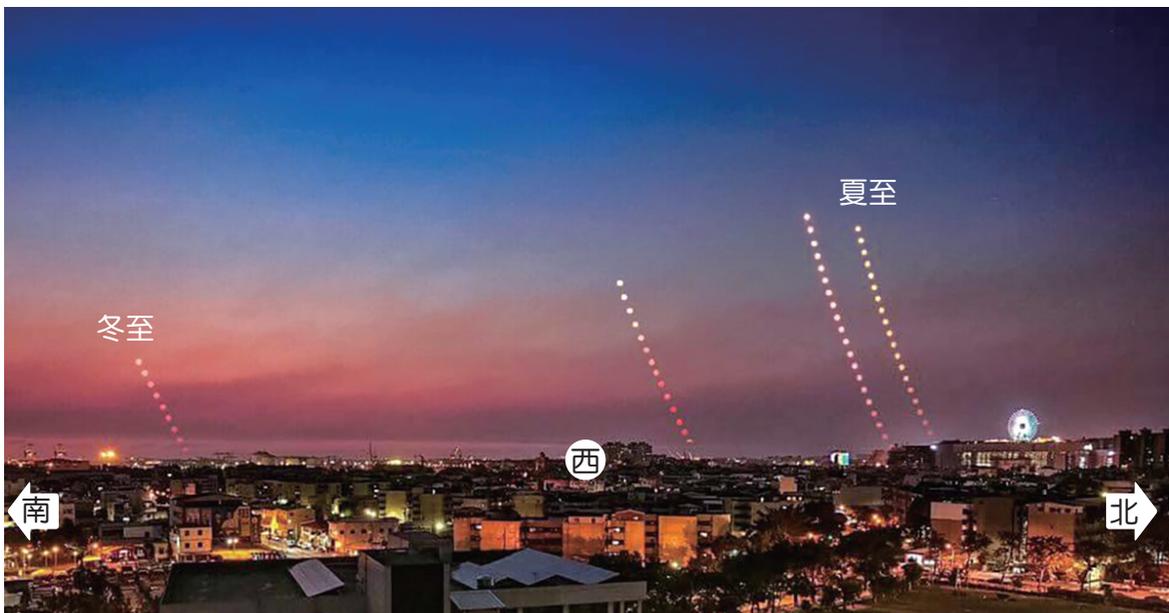
冬天的日照短，正午的陽光令人感到溫暖；夏天的日照長，正午的陽光令人感到炎熱。如果仔細記錄太陽每日在天空的位置，你會發現隨著四季的輪替，每天升起落下的方位、運行的軌跡有週期性的變化（圖 2-28）。

5

地球由西向東自轉，讓地球上的人覺得太陽每天東升西落，並造成了晝夜交替。地球自轉軸朝固定方向傾斜（與黃道面夾 66.5° ），繞太陽公轉時，太陽直射的緯度會在 23.5°N 到 23.5°S 之間移動（圖 2-29）。太陽入射角度的改變造成每天太陽的視軌跡的改變；地表接收的能量差異造成了季節的變化（圖 2-30）。

10

春分或秋分時，太陽直射在赤道上。此時，晝夜的分界線恰與地軸重合，對於任何緯度的人們，白晝與黑夜的長度均相等。正午太陽的仰角在赤道最大，角度依次向南、北逐漸減小。



▲圖 2-28 高雄地區不同季節的日落視軌跡合成圖

最右側是夏至當天所拍攝的日落視軌跡，日落方位最偏北；最左側是冬至當天所拍攝的日落視軌跡，日落方位最偏南。

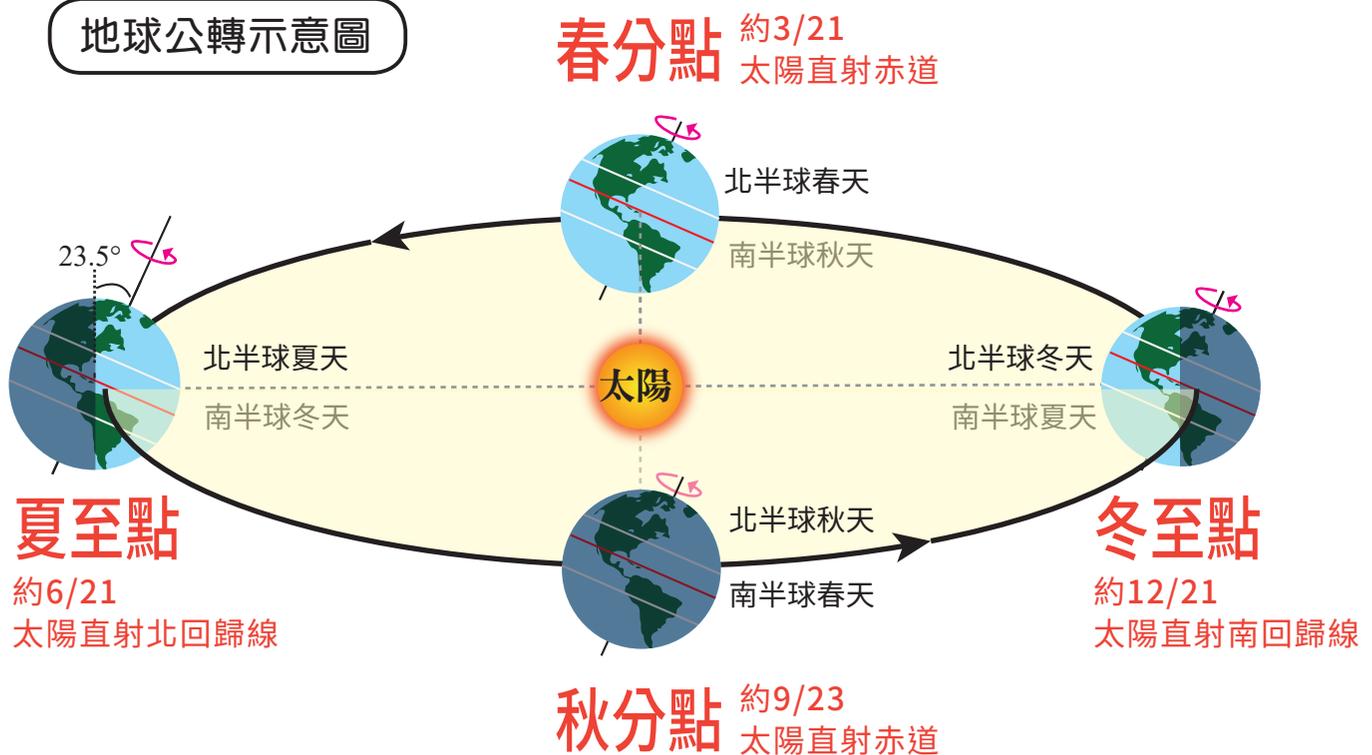
春分之後，太陽直射的緯度日漸北上，北半球的白晝漸長，黑夜漸短。到了夏至當天，太陽正好直射在北回歸線上（ 23.5°N ）。當天，北半球區域的白晝最長，北極圈以北的地區都是永晝，而南極圈以南則是永夜。正午太陽的仰角以北回歸線最高，依次向南、北降低。

夏至過後，太陽直射的緯度開始南移，正午太陽所在的位置也開始南移。北半球的白晝漸短，黑夜漸長。直到了冬至當天，太陽正好直射在南回歸線上（ 23.5°S ）。當天，北半球區域的白晝最短，北極圈以北的地區都是永夜，而南極圈以南則是永晝。正午太陽的仰角以南回歸線最高，依次向南、北降低。

過了冬至，太陽直射的緯度開始北移，正午時太陽所在的位置也開始北移。直到春分當日，太陽又直射赤道。如此周而復始，年復一年的運行。

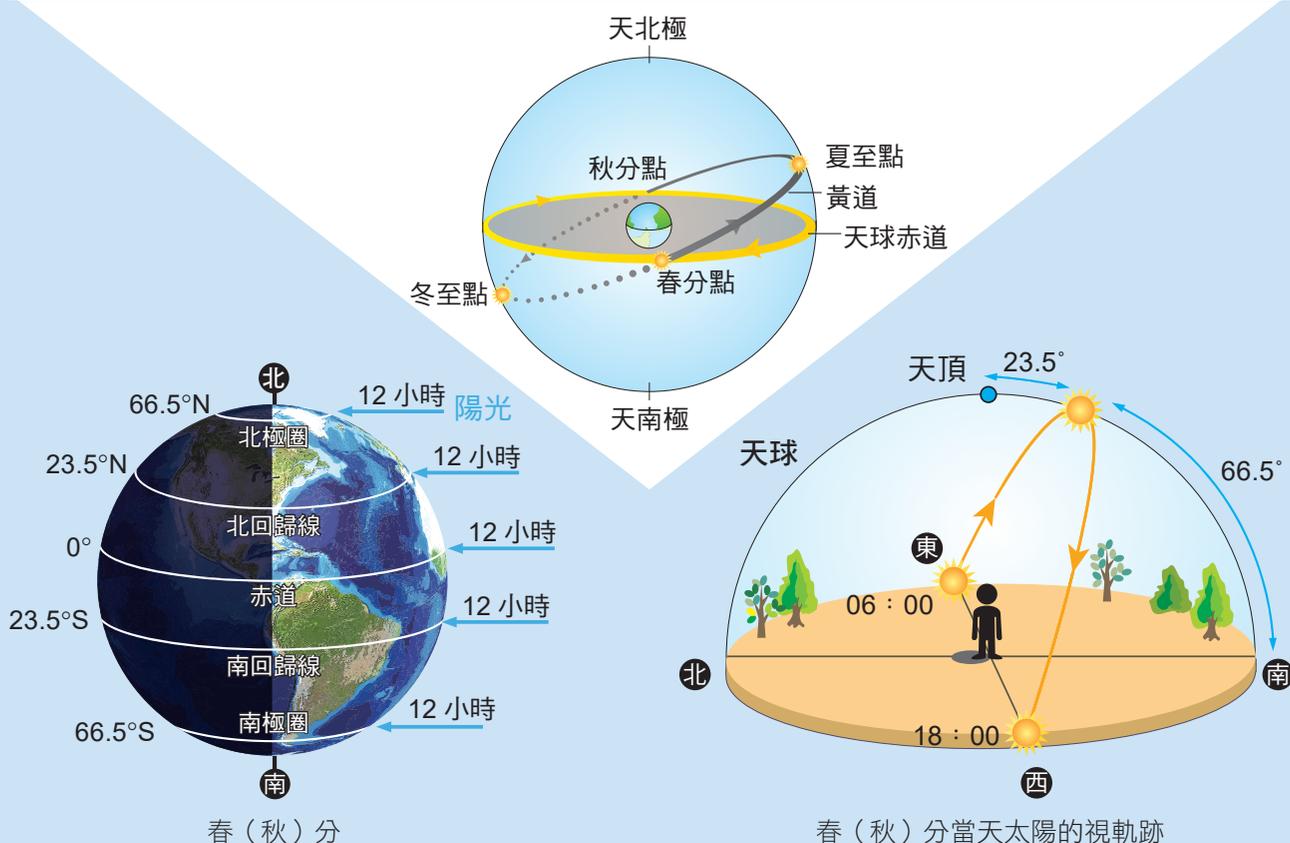
圖 2-29

地球公轉示意圖

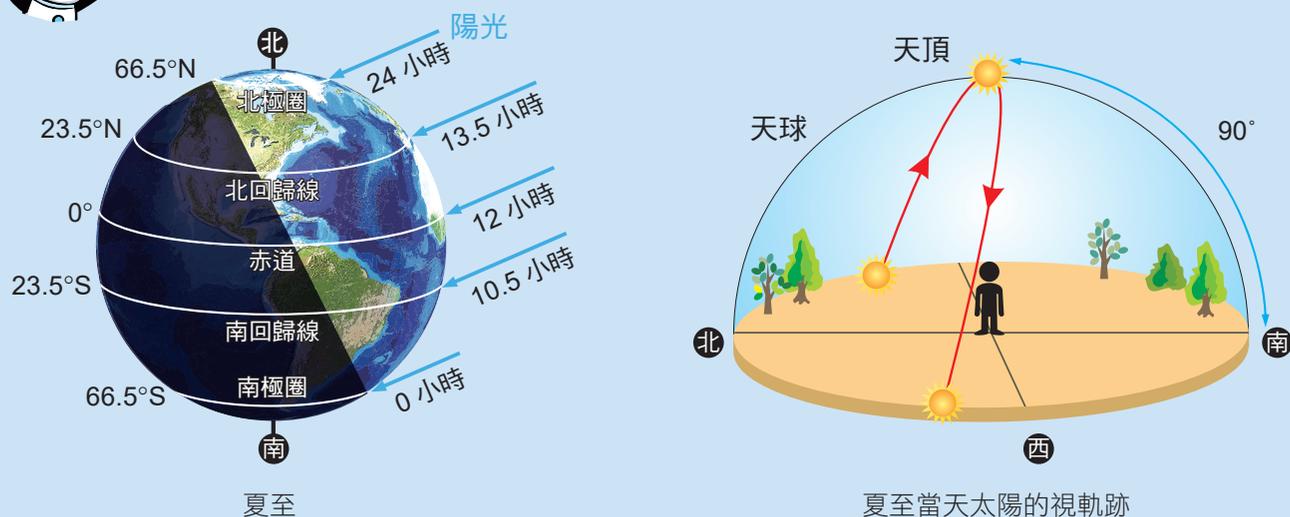


全球的日照時數與正午太陽仰角分布圖

嘉義地區太陽視軌跡示意圖



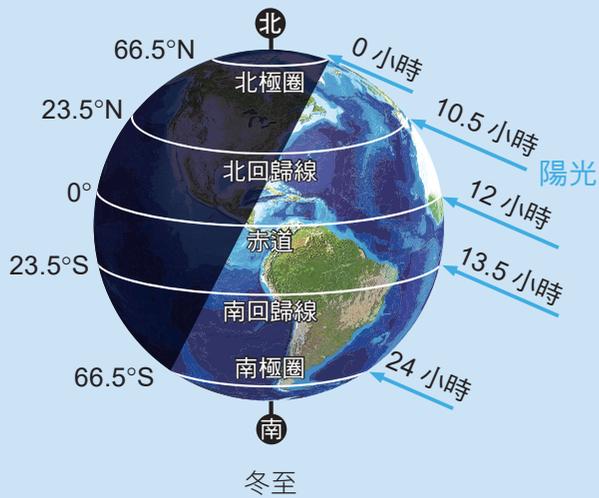
春(秋)分當日，太陽直射赤道，全球各地晝夜等長。位在北回歸線上的嘉義地區可見太陽清晨從正東方升起，正午時位在天頂偏南 23.5° (即仰角 66.5°) 處，傍晚時從正西方落下。



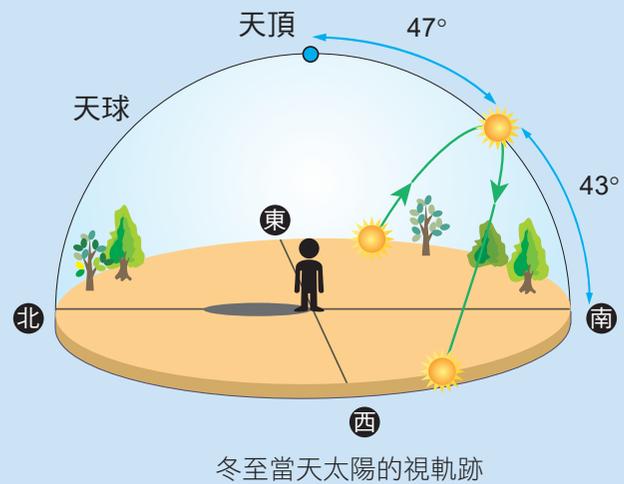
夏至當天，太陽直射北回歸線，北半球晝長夜短，南半球晝短夜長。位在北回歸線上的嘉義地區可見清晨的太陽從東偏北升起；正午時太陽位在天頂直射，為一年中竿影最短的時刻；傍晚時，太陽又從西偏北的方位落下。



全球的日照時數與正午太陽仰角分布圖



嘉義地區太陽視軌跡示意圖



冬至當天，太陽直射南回歸線，北半球晝短夜長，南半球晝長夜短。位在北回歸線上的嘉義地區可見清晨的太陽從東偏南升起；正午時位在天頂偏南 47° 處，為一年中竿影最長的時刻；傍晚時，太陽又從西偏南的方位落下。



黃道十三星座

地球繞日公轉時，從地球看太陽在天球上的視軌跡稱為黃道，而地球繞日公轉的軌道面稱為黃道面。對地球上的觀測者而言，太陽每個月約在黃道上經過一個星座，一年共通過的十三個星座稱為黃道十三星座。占星學上排除蛇夫座，每一個月對應一個星座，稱為黃道十二宮。

