

# 序

天文事業蓬勃發展，日新月異，遙遠的太空不再遙遠，神秘的宇宙不再神秘，讀天文書，講星空事，購望遠鏡，觀日月星，成為越來越多市民大眾的日常興趣。

《天文觀測超圖解》是一套從天文觀測入手，揭開神秘天文畫卷的書籍，既有觀星指引，又有觀星技巧，還有觀星知識；總共 2 冊，本分冊為日月篇，主要講述天文觀測、了解天文、認識望遠鏡、月球觀測、太陽觀測方面的天文科普知識。另一分冊星空篇，圍繞恆星觀測、行星觀測、衛星流星彗星觀測、深空天體觀測、星座觀測等內容展開描述。全書語言簡潔易懂，天文知識齊全，內容循序漸進，是廣大天文愛好者暢遊神秘宇宙的首選。

作者李德生先生有豐富的天文科普寫作經驗，曾出版過大量的天文科普書籍，並多次獲得優秀科普圖書獎。他的作品暢銷全國，科普特點鮮明，圖文並茂，深入淺出，不論男女老幼，一看就懂，一讀就會，是陪伴讀者暢遊太空，探索宇宙的小幫手。

本套書是作者專門為喜愛天文的初學者量身定做的觀測星空、了解宇宙的一本力作，相信對推廣天文科普事業大有裨益。雖然作者是業餘天文科普作家，但本人對他筆耕不輟，推廣天文科普事業的執着精神表示欽佩，特為此書作序！

潘文彬（副教授。廣東天文學會秘書長）

# 目錄

## 一、天文觀測

- 009 甚麼是天文觀測？
  - 甚麼是天象？
  - 甚麼是天體？
- 010 天文觀測包括哪些內容？
- 011 天文觀測有哪些方式？
- 012 肉眼能夠看到多少顆星星？
  - 望遠鏡能夠看到多少顆星星？
- 013 肉眼能夠看到甚麼天體？
  - 肉眼借助望遠鏡能夠看到甚麼天體？
  - 望遠鏡看到的天體都是彩色的嗎？
- 014 如何識別不同的天體？
- 015 如何在滿天的星星中識別出行星？
- 016 抬頭能看到多大的星空？
  - 人類能夠看到整個星空嗎？
- 017 不同緯度觀測的星空大小
- 018 肉眼能夠觀測多遠的星星？
  - 肉眼觀測到最遠和最近的天體
  - 肉眼看到的天體位置
- 019 星星到地球的距離都相同嗎？
- 020 如何準備天文觀測？

## 二、了解天文

- 021 天球
  - 赤經
  - 赤緯
- 022 天體上中天
  - 天體的周日視運動
- 023 恆顯圈
  - 恆隱圈
  - 特殊的恆顯圈和恆隱圈
  - 升沒星
- 024 黃赤交角
  - 黃赤交角也變化嗎？
  - 回歸線會移動嗎？
- 025 黃道帶
  - 黃道區
- 026 天文長度單位有哪些？
- 028 如何測量天體的距離？
- 029 光線會彎曲嗎？
  - 甚麼是引力透鏡效應？
- 030 甚麼是視向速度？
- 031 如何表示天體的距離和視大小？
  - 甚麼是星空量天尺？
- 032 甚麼是視差？
  - 甚麼是周日視差？
  - 甚麼是周年視差？
- 033 左右眼視差
  - 甚麼是緯度視差？
  - 日食觀測視差

- 034 恆星的赫羅圖
- 035 電磁波譜  
光的色散  
可見光
- 037 宇宙是由甚麼組成的？  
宇宙是膨脹的嗎？
- 038 天體系統是如何分級的？
- 039 甚麼是暗能量？
- 040 甚麼是暗物質？
- 041 地圖和星圖的方向
- 042 甚麼是全天星圖？
- 043 開普勒定律及二體問題
- 045 甚麼是近日點和遠日點？  
甚麼是近地點和遠地點？
- 046 甚麼是星等？  
如何表示星等等級？  
甚麼是目視星等？  
人的肉眼可以看到最暗的星星是幾等星？
- 047 天球儀
- 048 宇宙速度

### 三、認識望遠鏡

- 049 甚麼是天文望遠鏡？
- 049 天文望遠鏡分為哪幾類？
- 050 光學望遠鏡是由哪些構件組成的？
- 051 甚麼是望遠鏡的赤道儀？  
望遠鏡的底座

- 052 甚麼是望遠鏡放大倍率？  
甚麼是望遠鏡的焦比？
- 053 光學望遠鏡分為哪幾類？  
望遠鏡的大小有區別嗎？  
望遠鏡的口徑及其極限星等
- 054 三種光學望遠鏡比較表
- 056 甚麼是極限星等？  
望遠鏡看到各等星數量
- 057 甚麼是望遠鏡的視場？
- 058 望遠鏡觀測期待效果和實際效果
- 059 各種天文望遠鏡口徑及其適用參考表
- 060 望遠鏡的歷史

### 四、月球觀測

- 061 月球  
月球觀測包括哪些內容？
- 062 月球的正面  
月球的背面  
月球是個圓球嗎？
- 063 月球的結構  
月球的數據
- 064 月球會自轉嗎？  
為甚麼看不到月球的背面？  
月球是如何自轉的？
- 065 甚麼是月球的公轉？  
月球的公轉和自轉速度  
白道在黃道面上的軌跡
- 066 肉眼月表觀測

- 066 小型望遠鏡月表觀測  
大型望遠鏡月表觀測
- 067 甚麼是月海？  
甚麼是月陸？  
甚麼是環形山？
- 068 甚麼是月相？  
月相是如何形成的？
- 069 月相的觀測  
月相有哪些別稱？
- 070 甚麼是月齡？
- 072 月光都是白色的嗎？  
月光變色的原因是甚麼？
- 073 甚麼是月暈？  
甚麼是假月？
- 074 甚麼是月華？  
甚麼是月柱？  
甚麼是月虹？  
甚麼是橢圓月？
- 075 月球灰光觀測  
月球灰光是如何形成的？  
地球有灰光嗎？
- 076 月牙傾角的觀測
- 077 月掩行星的觀測  
月掩金星  
行星合月的觀測  
行星伴月的觀測  
三星伴月
- 078 天宮凌月
- 079 甚麼是月食？

- 080 月食有幾種？
- 081 為甚麼月全食的月亮是紅色的？  
月全食的月亮都是紅色的嗎？
- 082 甚麼是月全食的光度？
- 084 甚麼是月食食相？
- 085 甚麼是食分？  
月偏食為甚麼不是紅色的？
- 086 地球上只能看到一半的月球嗎？
- 087 月球大小觀測  
甚麼是「超級月亮」？
- 088 人在月球上會掉下來嗎？  
月球上為甚麼沒有大氣？  
月球引力對地球有影響嗎？
- 089 在月球上看地球有多大？  
地球能夠裝下多少個月球？  
地球比月球重多少倍？
- 090 月球是離地球最近的天體

### 五、太陽觀測

- 091 太陽  
太陽觀測包括哪些內容？
- 092 太陽是由甚麼組成的？  
太陽會自轉嗎？  
太陽的數據
- 093 太陽的結構
- 094 甚麼是日冕？  
甚麼是太陽風？
- 095 甚麼是太陽黑子？

- 095 甚麼是米粒組織？
- 096 甚麼是日珥？
- 097 甚麼是太陽耀斑？
- 098 為甚麼白天天空是藍色的？  
沒有大氣，天空是甚麼顏色的？  
太空為甚麼是黑色的？
- 099 霞光  
甚麼是橢圓日？
- 100 甚麼是日柱？  
甚麼是綠閃？
- 101 早晚的太陽比中午太陽大嗎？
- 102 甚麼是霓和虹？  
主虹和副虹  
虹 (ji ā ng) 的分類
- 103 甚麼是日華？
- 104 甚麼是日暈？  
甚麼是對日暈？
- 105 甚麼是假日？  
甚麼是假日環？
- 106 甚麼是寶光？
- 107 甚麼是雲隙光？  
甚麼是曙暮輝？
- 108 甚麼是夜光雲？
- 109 甚麼是極光？
- 110 甚麼是夜天光？  
甚麼是黃道光？
- 111 甚麼是對日照？
- 112 甚麼是日食？  
日食有幾種？

- 112 甚麼是本影和偽本影？
- 113 甚麼是日全食？  
甚麼是日環食？  
甚麼是日偏食？
- 114 甚麼是日食帶？  
本影帶和半影帶  
日食持續時間
- 116 甚麼是混合日食和大氣食？
- 117 太陽和月亮看上去誰大？
- 118 日全食食相  
日環食食相
- 119 日偏食食相  
甚麼是日食食分？
- 120 日食和月食的發生有規律嗎？  
日食和月食的發生次數哪個多？  
日食持續多長時間？
- 121 在月球上能看到日食嗎？
- 122 在其他行星上看太陽有多大？

## 附錄

- 123 全天 30 顆目視亮星排名表  
天體和星座符號表
- 124 流星雨表
- 126 2018—2100 年月食時間表
- 127 2016—2100 年中國可見日食時間

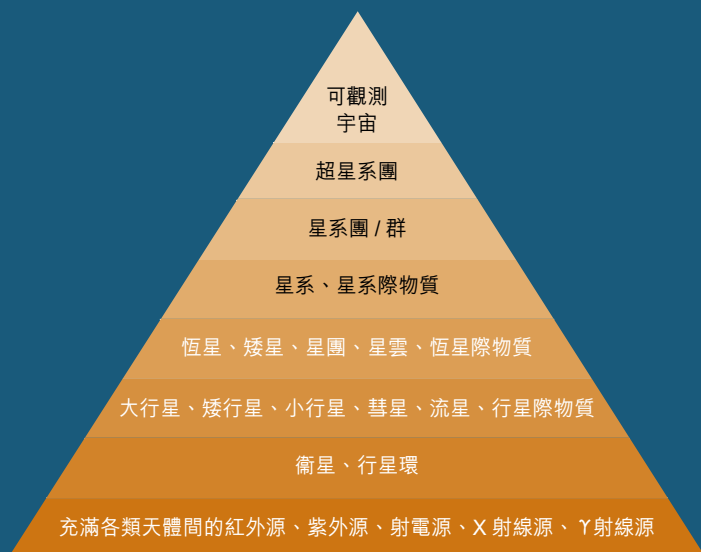
# 宇宙的框架



## 天體系統分級



## 天體種類



### 甚麼是天文觀測？

天文觀測是指觀測天體的活動。我們日常主要觀測的是視面天體及由視面天體演化的各種天象。

### 甚麼是天象？

天象是指從地球上觀看，發生在地球大氣層外的所有天文現象，是由各種天體運轉所產生的各種自然現象。

### 甚麼是天體？

天體包括視面天體和非視面天體。視面天體主要包括恆星(含太陽)、行星、衛星(含月球)、流星、彗星、星際物質，深空天體的星雲、星團、星系等。非視面天體主要有暗能量、暗物質、黑洞、白洞、蟲洞，紅外線源、紫外源、射電源、X射線源、γ射線源等。

# 一、天文觀測



## 天文觀測包括哪些內容？

天文觀測主要包括恆星（含太陽）、行星、衛星（含月球）、流星、彗星、星際物質，深空天體的星雲、星團、星系等視面天體。還包括觀測這些天體演化出來的下列天象：

- **日食** 含日全食、日環食、日偏食、全環食。
- **月食** 含月全食、月偏食、半影月食。
- **星食** 衛星食。
- **位相** 含月相、內行星星虧、外行星星虧。
- **順逆行** 含行星順行、行星逆行。
- **留** 含行星順留、行星逆留。
- **連珠** 指三到八顆行星連珠。
- **流星** 含流星雨、火流星。
- **彗星** 含彗頭、彗尾。
- **合** 指合、上合、下合、內合、外合。
- **沖** 含沖、大沖。
- **凌** 含行星凌日、衛星凌行星、衛星凌行星。
- **掩** 含月掩行星、月掩恆星、行星掩恆星。
- **伴或合** 指行星或恆星伴或合月、行星伴或合恆星。
- **大距** 指內行星東大距、內行星西大距。
- **方照** 指外行星東方照、外行星西方照。
- **天光** 指黃道光、對日照、地影等。



## 天文觀測有哪些方式？

天文觀測方式主要包括肉眼觀測和利用各類天文設備的觀測。普通天文愛好者使用的觀測設備主要是指光學天文望遠鏡，用以觀測視面天體。而專業天文觀測除了觀測視面天體，還通過射電源、紅外源、紫外源等設備觀測和探測非視面天體。

## 肉眼觀測

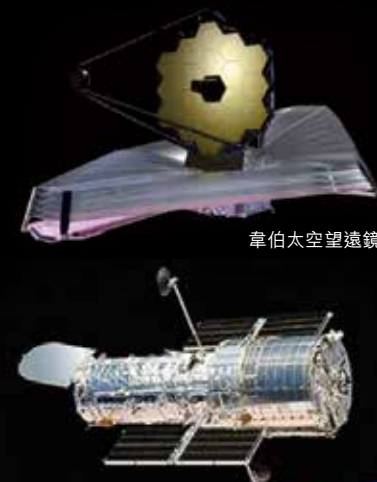
肉眼觀測就是用肉眼觀測星空天體的活動。除了大視面的太陽和月亮及其演化的天象外，肉眼可以看到約 7,000 顆星星，這些星星中，除了水星、金星、火星、木星、土星和偶爾出現的彗星、流星外，其他都是恆星和極少數的深空天體。肉眼觀測是掌握和使用設備觀測的基礎。

## 專用設備觀測

專用設備，是指觀測可見光的光學天文望遠鏡，以及觀測不可見光的特殊天文設備。隨着科技發展，天文設備日新月異，天文望遠鏡從小口徑發展到大口徑，從地面觀測發展到外太空觀測，從可見光觀測發展到不可見光觀測，人類探索宇宙的脚步從沒有停歇，所觀測的宇宙越來越廣，越來越深。



中國天眼



韋伯太空望遠鏡

哈勃太空望遠鏡

### 肉眼能夠看到多少顆星星？

天上的星星密密麻麻，人的肉眼在同一時刻只能看到全天一半的星空，即使在「周日視運動」\* 中看到的全天星星也只有 7,154 顆，借助望遠鏡則可觀測到數十億顆星星，隨着光學技術發展，還會觀測到更多更暗的星星。在光污染和空氣污染嚴重的城鎮，只能看到幾十顆甚至幾顆星星。肉眼能夠看到的 6 等星 \*\* 以上的星星數量如下：

-1 等星	1 顆	0 等星	4 顆	1 等星	15 顆	2 等星	48 顆
3 等星	171 顆	4 等星	513 顆	5 等星	1,602 顆	6 等星	4,800 顆

### 望遠鏡能夠看到多少顆星星？

人的肉眼借助天文望遠鏡可觀測到近 40 億顆星星。最暗的星星可以看到 21 等星，總計數量如下：

7 等星	10,000 顆
8 等星	32,000 顆
9 等星	97,000 顆
10 等星	270,000 顆
11 等星	700,000 顆
12 等星	1,800,000 顆
13 等星	5,100,000 顆
14 等星	12,000,000 顆
15 等星	27,000,000 顆
16 等星	55,000,000 顆
17 等星	120,000,000 顆
18 等星	240,000,000 顆
19 等星	510,000,000 顆
20 等星	945,000,000 顆
21 等星	1,890,000,000 顆

註

\* 由於地球是自轉的，使得太陽、月亮和星星每天看起來都是東升西落，這種規律的移動，就稱為「周日視運動」。

\*\* 星等 (magnitude) 是衡量天體光度的量。星等值愈小，星星就愈亮；星等數值愈大，它的光就愈暗。

### 肉眼能夠看到甚麼天體？

肉眼能夠看到的天體主要有恆星、大行星、衛星、彗星、流星及部分深空的星系、星團、星雲等視面天體。

### 肉眼借助望遠鏡能夠看到甚麼天體？

借助望遠鏡，人類可以看到更多更遠的視面天體，包括恆星、大行星、矮行星、小行星、衛星、彗星、流星，星系、星團、星雲等深空天體及一些星際物質。

### 望遠鏡看到的天體都是彩色的嗎？

借助望遠鏡，人類看到的天體，除了大行星、部分衛星、彗星、個別恆星有一定程度的色彩外，其他天體，尤其是深空天體（如星系、星團、星雲等）都只能看到暗淡的灰白色。其實，深空天體一樣有豐富的色彩，只是因為深空天體太過遙遠，光度十分暗淡，人眼不能有效地識別暗弱物體的顏色。我們看到的五彩繽紛的深空天體照片，存在以下兩種可能：

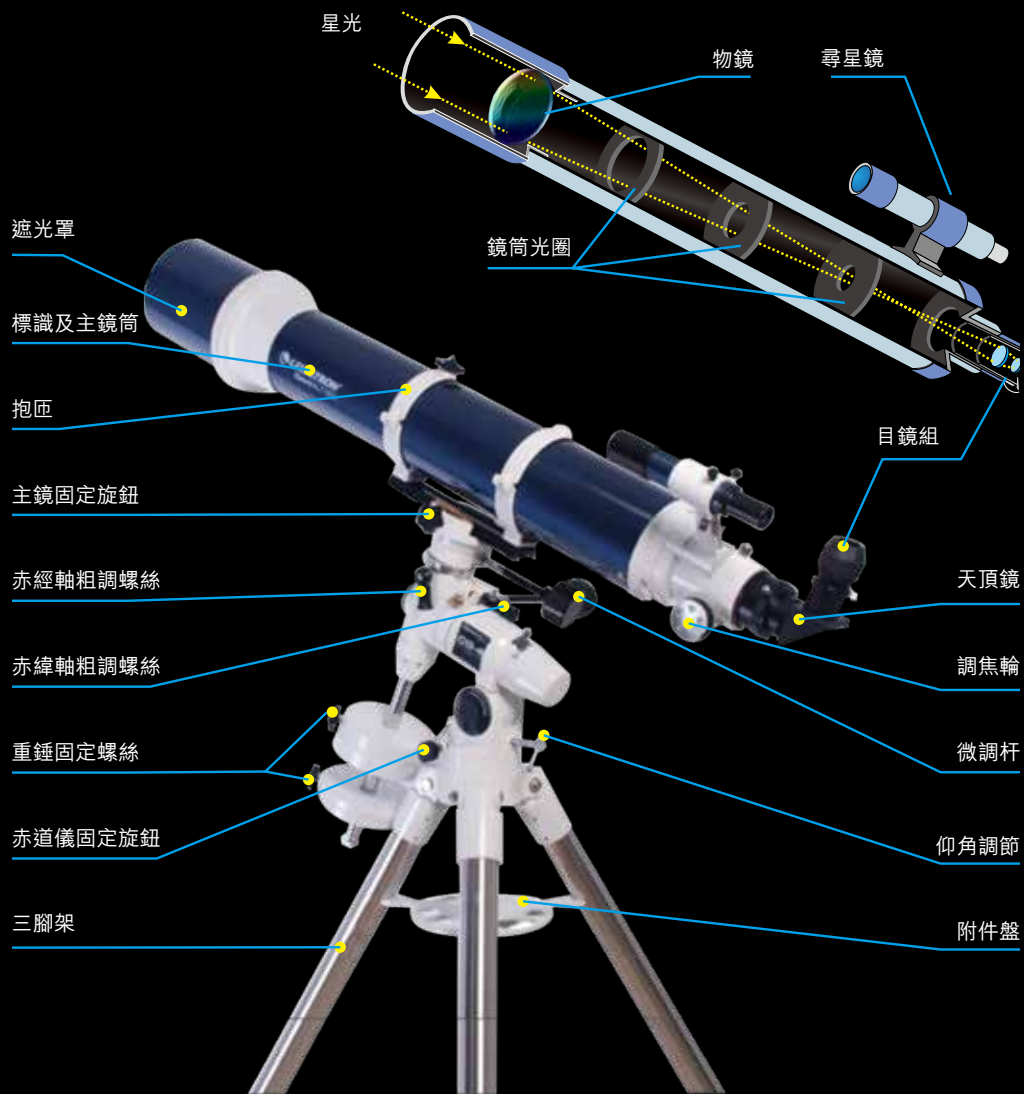
一是利用三原色光模式拍攝合成的照片或彩色相機直接拍攝的照片，都是深空天體的真實顏色。

二是改變波段拍攝生成的不真實色彩照片。



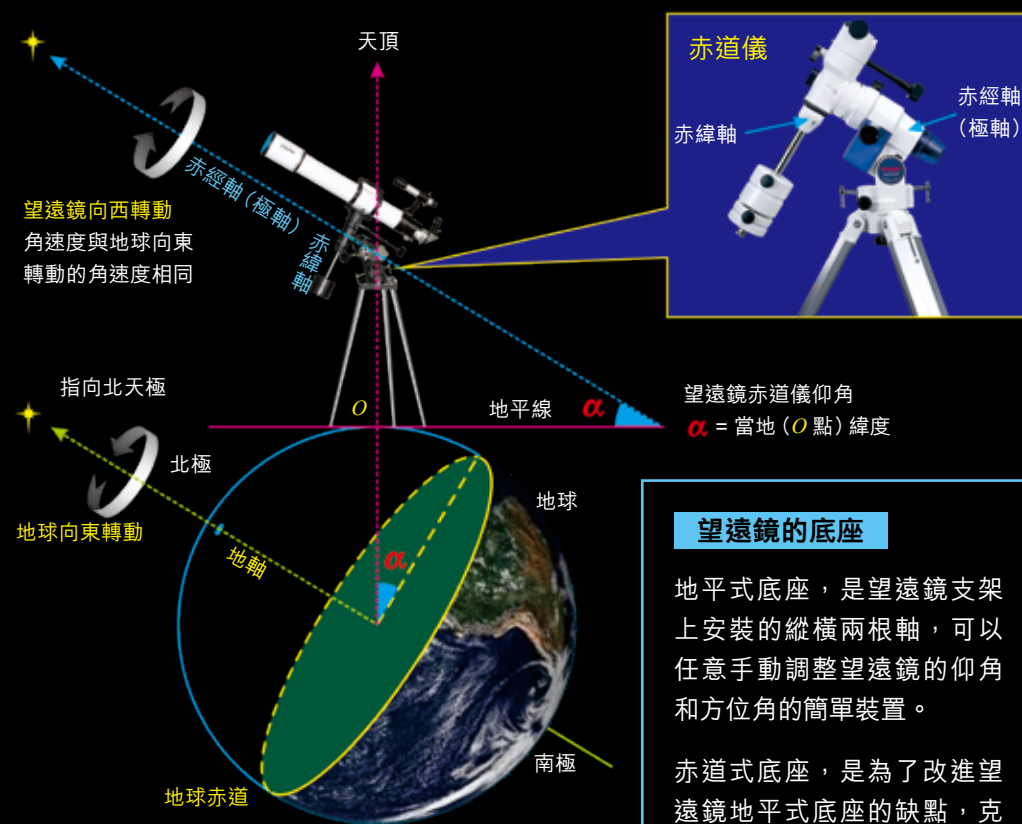
## 光學望遠鏡是由哪些構件組成的？

光學天文望遠鏡是一種通過接收天體發出的可見光輻射來觀察天體的儀器。它主要由物鏡、目鏡、鏡筒、支架及配件組成。



## 甚麼是望遠鏡的赤道儀？

由於地球自轉，在地球上用望遠鏡觀測天體，就會發現天體不停地移出鏡頭，望遠鏡倍率愈高移動愈明顯。為實現天體追蹤觀測，抵消地球自轉的影響，會在望遠鏡上安裝反自轉方向的儀器——赤道儀。



### 望遠鏡的底座

地平式底座，是望遠鏡支架上安裝的縱橫兩根軸，可以任意手動調整望遠鏡的仰角和方位角的簡單裝置。

赤道式底座，是為了改進望遠鏡地平式底座的缺點，克服地球自轉對觀星的影響的一種裝置。通過手動調整或全自動調整赤經軸和赤緯軸，使望遠鏡轉動的角速度與地球自轉角速度相同，而方向正好相反來實現。

### 甚麼是望遠鏡放大倍率？

光學望遠鏡的放大倍率，是物鏡焦距除以目鏡焦距，是物體視大小的放大比率。

高倍率望遠鏡，放大的物體看起來較大、較近，適合觀測月球、行星以及較近的雙星。

低倍率望遠鏡，低放大倍率和短焦距提供更寬闊的視野，適合觀測分散的天體。

如目鏡焦距相同，則短焦距望遠鏡能提供較寬闊的視野，但放大倍率也較低。通過更換目鏡可以改變望遠鏡的放大倍率，但望遠鏡的放大倍率是有限制的，即不能超過口徑單位數值的兩倍，即使是大型望遠鏡，倍率也極少超過 500 倍，一般都在 100 至 200 倍。

大型望遠鏡不是把天體放得更大，而是提供一個較明亮和較清晰的影像，這一般是通過加大望遠鏡口徑來實現的。

### 甚麼是望遠鏡的焦比？

天文望遠鏡的焦比，又稱「相對口徑」，即用望遠鏡的焦距除以口徑，得出焦比。焦距是收集光線的物鏡表面到焦點的距離，以毫米表示。

目鏡相同的條件下，長焦比放大比例大，但視野小；中焦距望遠鏡可以兼顧高放大倍率和寬視野。

### 焦比分為哪幾類

望遠鏡的焦比分類如下：

1. 長焦比望遠鏡，焦比  $> f/10$ 。
2. 中焦比望遠鏡，焦比為  $f/5$ 、 $f/6$ 、 $f/7$ 、 $f/8$ 。
3. 短焦比望遠鏡，焦比為  $f/2$ 、 $f/4$ 。

### 光學望遠鏡分為哪幾類？

光學望遠鏡分為折射式望遠鏡、反射式望遠鏡和折反射式望遠鏡三大類。

### 望遠鏡的大小有區別嗎？

望遠鏡的大小，通常是指望遠鏡的口徑大小，口徑大小不同對觀測星空的體驗是不同的。通常物鏡的口徑愈大，收集的光線愈多，看到的星星愈多，觀測到的天體細節愈多愈清晰。反之，望遠鏡的口徑愈小，看到的星星愈少，觀測到的天體細節愈少愈不清晰。

### 望遠鏡的口徑及其極限星等

望遠鏡的極限星等主要與望遠鏡的口徑有關。物鏡的口徑愈大，所能觀測的星等愈暗。

物鏡口徑	極限星等	物鏡口徑	極限星等	物鏡口徑	極限星等	物鏡口徑	極限星等
50 毫米	10.1 等	125 毫米	14.2 等	300 毫米	16.1 等	500 毫米	17.2 等
75 毫米	11.1 等	150 毫米	14.6 等	350 毫米	16.5 等	600 毫米	17.6 等
60 毫米	13.1 等	200 毫米	15.2 等	400 毫米	16.7 等	750 毫米	18.1 等
100 毫米	13.7 等	250 毫米	15.7 等	450 毫米	17.0 等	900 毫米	18.5 等





### 地球上只能看到一半的月球嗎？

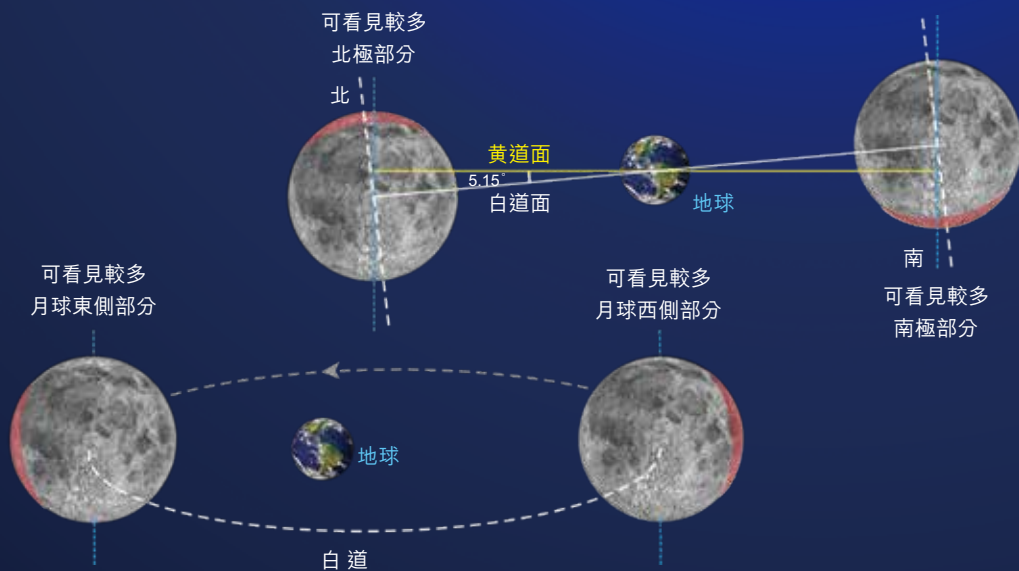
月球總是一個面對着地球，在地球上永遠看不到月球的背面。但看到的月球表面並不是月球面積的 50%，而是月球面積的 60% 左右，其實我們多看到了月球 10% 的面積。

### 為甚麼能夠多看 10% 的月球面積？

在地球上能夠多看月球 10% 面積是因為月球存在天平動，即月球不總是完全正面地面向地球，而是微微上下左右搖晃着面向地球。它是由於月球橢圓公轉軌道、白道黃道存在夾角和觀測地點不同而形成的。



地球上能夠多看到的  
月球部分



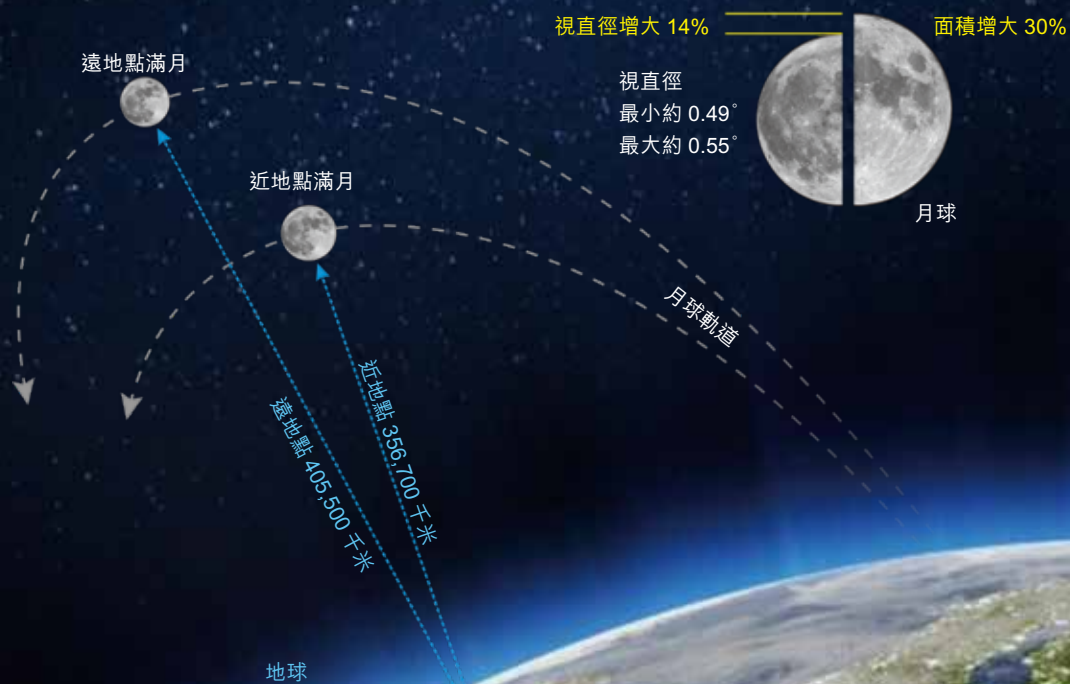
### 月球大小觀測

月圓時視面最大。由於月球的公轉軌道是呈橢圓形，因此月球到地球的距離時近時遠，距離最近和最遠的圓月，大小和亮度是不同的，因此民間有所謂「超級月亮」之說。但距離地球最近和最遠的圓月，肉眼幾乎難以分辨，因為沒有一大一小兩個月亮的比較。

要欣賞「超級月亮」，觀測圓月大小和亮度變化，需要進行拍攝比對，或使用專業設備觀測。

### 甚麼是「超級月亮」？

「超級月亮」不是天文學詞匯，是指距離地球最近的滿月或新月。



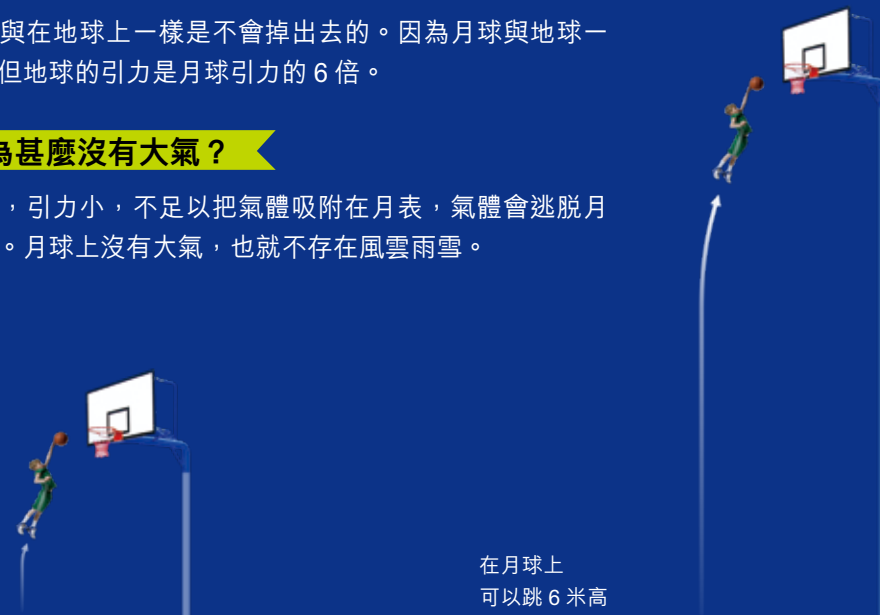
### 人在月球上會掉下來嗎？

人到月球上與在地球上一樣是不會掉出去的。因為月球與地球一樣有引力。但地球的引力是月球引力的 6 倍。

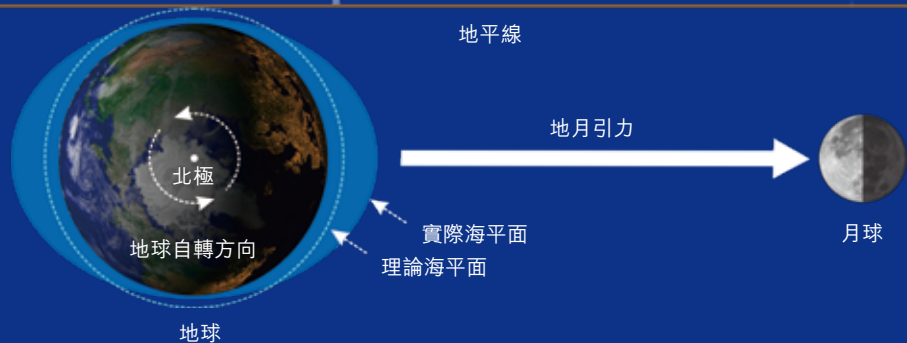
### 月球上為甚麼沒有大氣？

月球質量小，引力小，不足以把氣體吸附在月表，氣體會逃脫月球進入太空。月球上沒有大氣，也就不存在風雲雨雪。

在地球上  
跳 1 米高



在月球上  
可以跳 6 米高

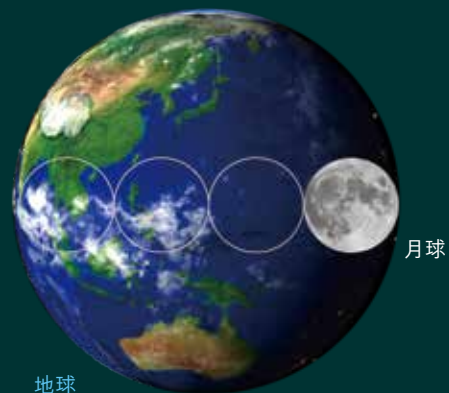


### 月球引力對地球有影響嗎？

月球引力對地球的影響較大。在月球引力的作用下，地球的岩石圈、海水圈和大氣圈都會產生運動和變化，其中海水漲潮落潮現象最為明顯，稱為「潮汐」。而地面微微起落與大氣薄厚變化，我們不會感受到。

### 在月球上看地球有多大？

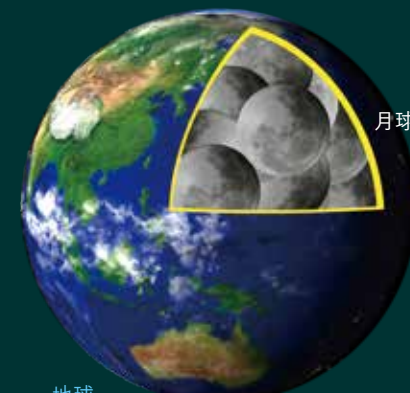
在月球上看地球，比在地球上看到月球要大得多。因為地球直徑約 12,756 千米，而月球的直徑只有 3,476 千米，地球直徑約是月球直徑的 4 倍。



地球的直徑是  
月球直徑的 4 倍

### 地球能夠裝下多少個月球？

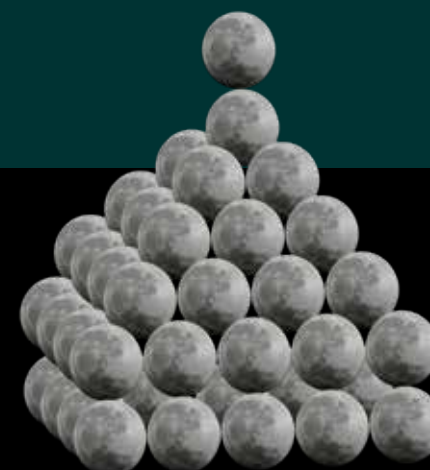
地球的體積約為  $1083.21 \times 10^9$  千米<sup>3</sup>，月球的體積約為  $21.99 \times 10^9$  千米<sup>3</sup>，地球可容納 49 個月球。



地球能夠裝下  
49 個月球

### 地球比月球重多少倍？

月球的質量為  $73.49 \times 10^{18}$  噸，地球的質量為  $59.65 \times 10^{20}$  噸，地球的質量約是月球的 81 倍。



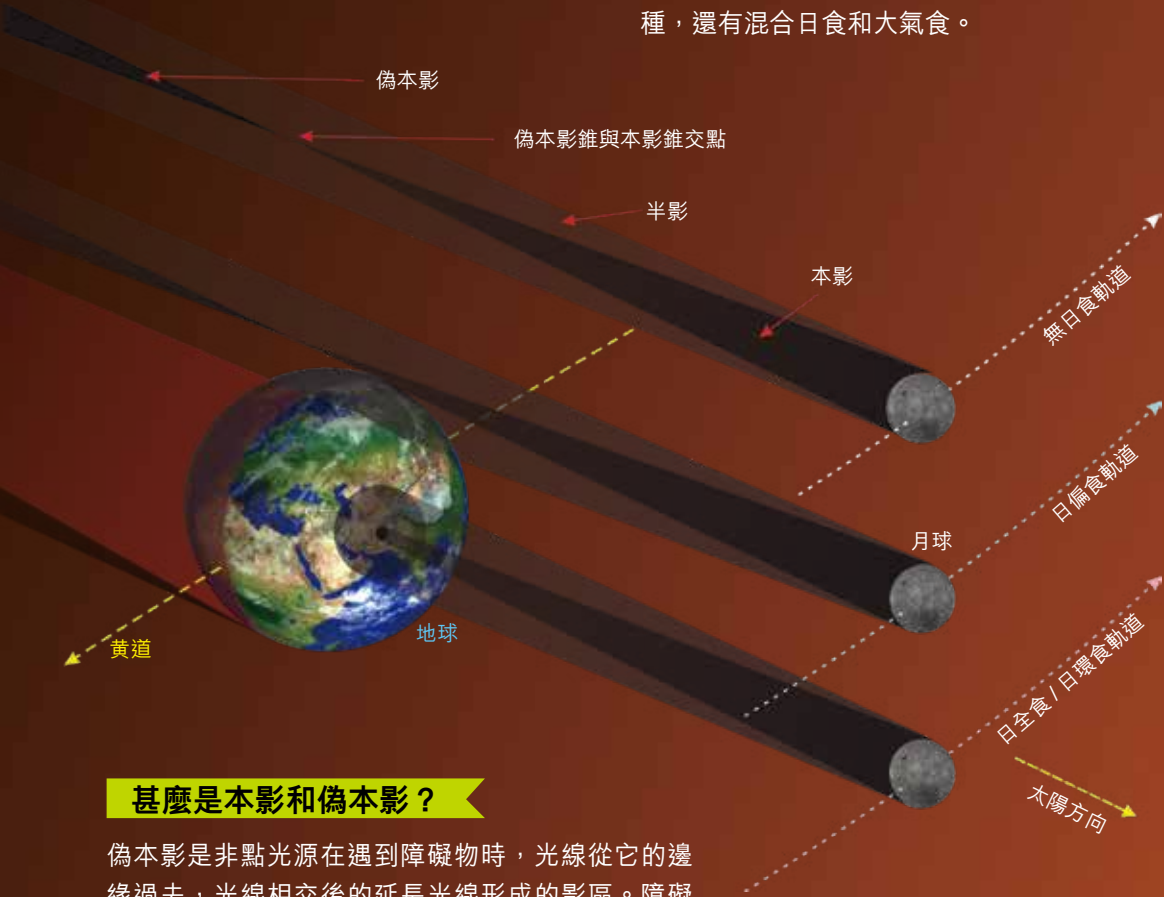
1 個地球等於 81 個月球的質量

### 甚麼是日食？

日食，又稱「日蝕」，是在地球上看到太陽被部分或全部遮擋的天文現象。日食是由於月球運行到太陽和地球中間，月球遮擋了太陽而形成。中國古人把日食稱為「天狗食日」。

### 日食有幾種？

日食分為日全食、日環食和日偏食三種，還有混合日食和大氣食。



### 甚麼是本影和偽本影？

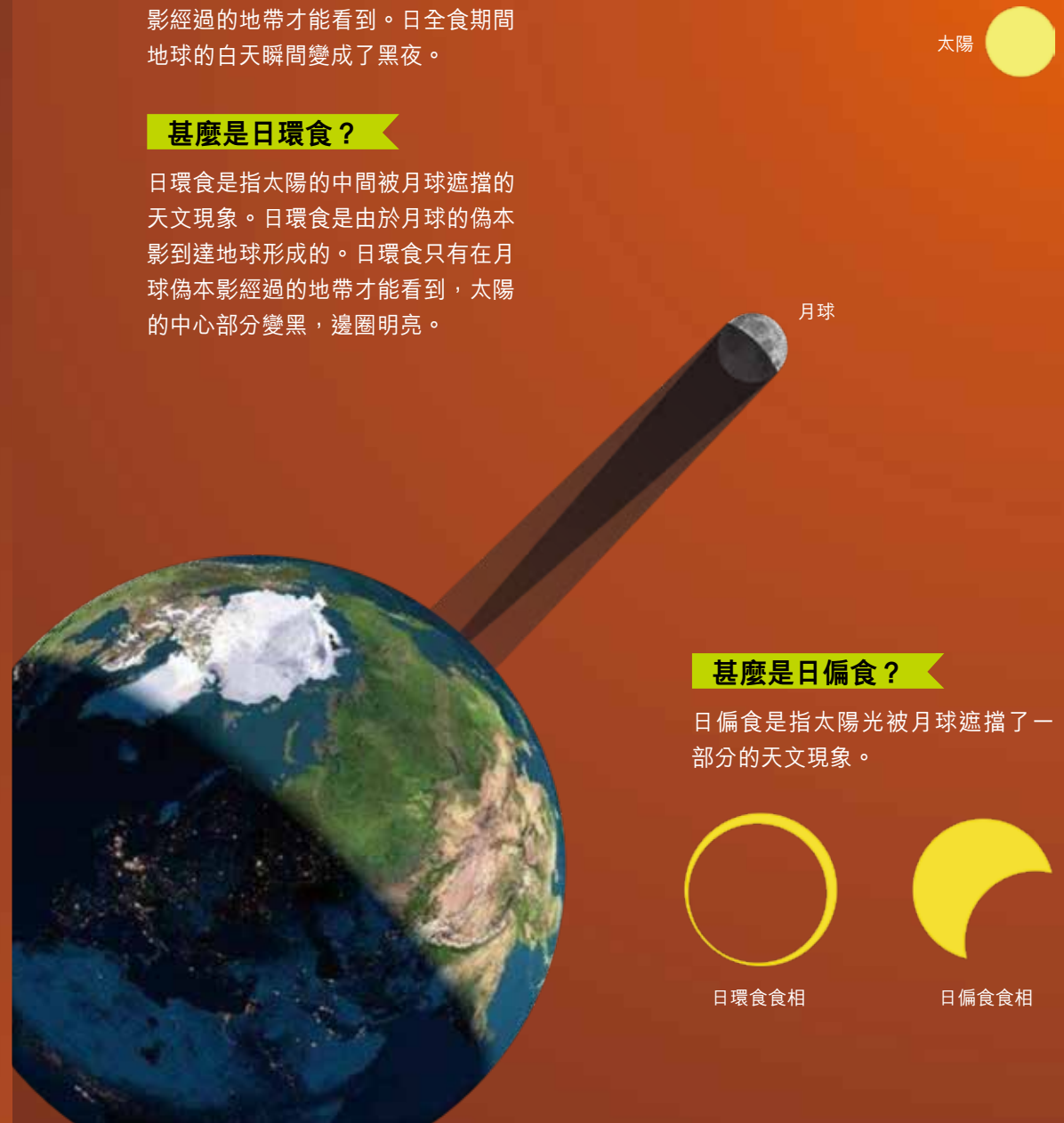
偽本影是非點光源在遇到障礙物時，光線從它的邊緣過去，光線相交後的延長光線形成的影區。障礙物到光線交點前的影區叫「本影」，光線交點後的影區叫「偽本影」。

### 甚麼是日全食？

日全食是指太陽光被月球全部遮住的天文現象。日全食是由於月球本影到達地球形成的。日全食只有在月球本影經過的地帶才能看到。日全食期間地球的白天瞬間變成了黑夜。

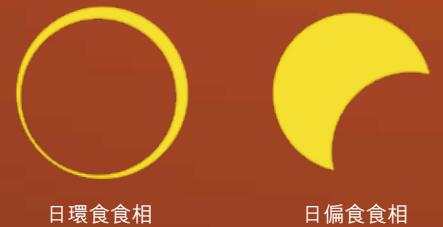
### 甚麼是日環食？

日環食是指太陽的中間被月球遮擋的天文現象。日環食是由於月球的偽本影到達地球形成的。日環食只有在月球偽本影經過的地帶才能看到，太陽的中心部分變黑，邊圈明亮。



### 甚麼是日偏食？

日偏食是指太陽光被月球遮擋了一部分的天文現象。



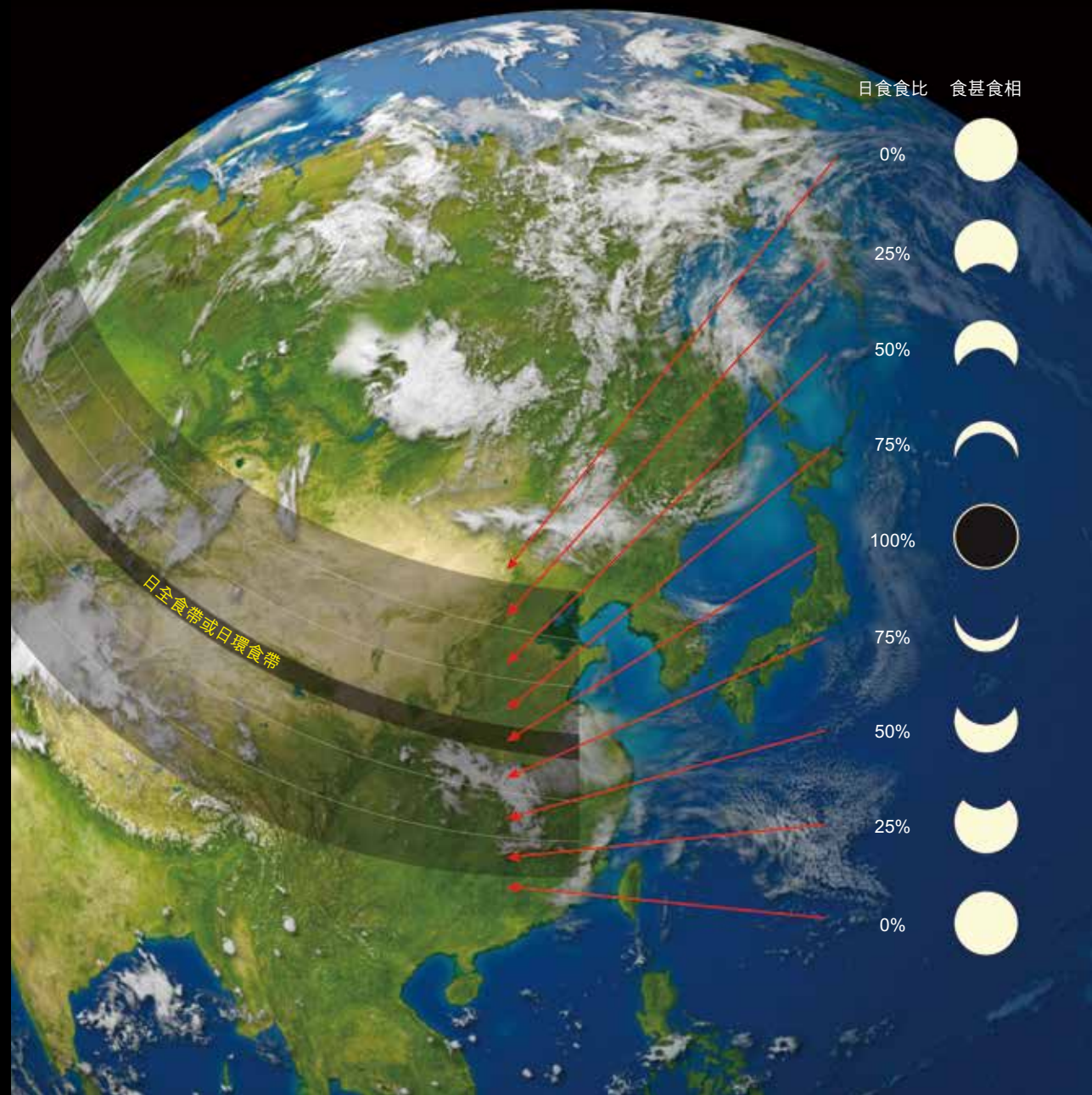
### 甚麼是日食帶？

日食帶是指發生日食時，月球本影和半影落到地球表面，形成一個半影圓區圍繞本影圓區的圓形影子。當月球繞地球轉動時，這個圓形影子就在地球表面自西向東掃過一條帶，在這個帶內可以看見日食，所以稱為「日食帶」。日食帶分為本影帶和半影帶。

### 本影帶和半影帶

日食帶內本影帶或偽本影帶內能夠看見日全食或日環食，半影帶內可以看到日偏食。半影圓區直徑遠遠大於本影圓區直徑，因此本影帶非常狹窄，觀賞日全食或日環食的範圍非常小；而本影帶兩邊的偏食帶相對寬闊，能夠看到日偏食的範圍相對較大。

### 日食食比



### 日食持續時間

從地球角度說，當西部地區已經處於月影區域看到日食時，東部地區要等待月影東移後才能看到日食。日食持續時間有長有短，最長可達三四個小時。

從帶內觀測者角度說，本影區不但範圍窄，持續時間也很短，一般日全食階段只有幾分鐘，最長的是 7.5 分鐘。而半影區的偏食相對較長。

