

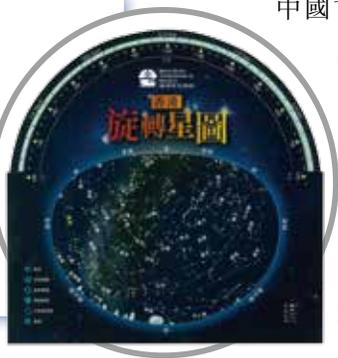
009 為甚麼杜甫有「人生不相見，動如參與商」的詩句？

盛夏出現的商星與隆冬出現的參宿永無見面的機會。

香港放大鏡

香港星圖

轉動星圖上的圓盤以對準觀測時的日期和時間，圓盤內所示的就是香港當時可見到的星空。



科學探究場

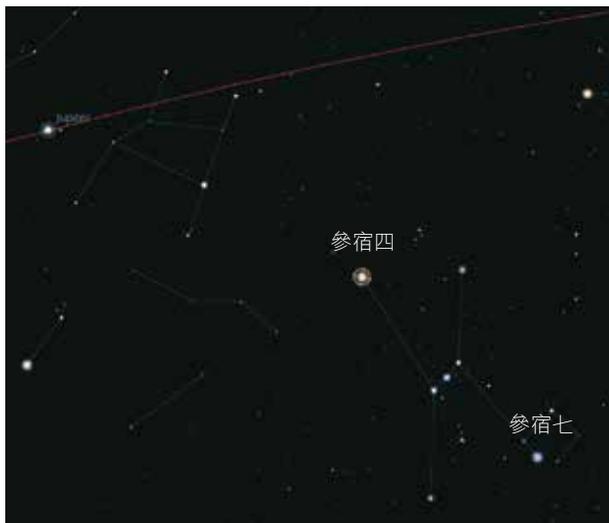
星圖的正確看法

使用星圖時，我們需要將星圖舉到頭頂上，仰頭面朝星圖觀看，如果頭頂方向仍然保持「上北」，那麼就要轉身 180° 才行，這就使得東、西顛倒過來，這是因為星圖上的東、西與地圖的東、西截然相反，不是「左西、右東」，而是「左東、右西」。為了讓星圖東、西依然對應正確的位置，只能改為「左東、右西」了。

「參」與「商」是天上兩組著名的亮星。參即「參宿」，中國古代劃分的二十八宿之一，大致相當於**獵戶座**，是冬夜天空中最為壯麗的星座。中央排成一線的三顆亮星，是獵戶腰帶上的三顆寶石，中國古稱參宿三星，正好位於天赤道上。在沒有鐘錶的時代，它是漫長冬夜的天然的計時器。獵戶左肩上的紅色亮星是參宿四（獵戶座 α 星），右膝下的藍色亮星是參宿七（獵戶座 β 星），都是超巨星，真實亮度比太陽大數萬倍。「商」指夏夜星空中的紅色亮星「心宿二」，又叫「大火」，其兩側各有一顆稍暗的星，合稱心宿三星，是殷

商時代判斷季節指導農耕的重要星星。《詩經》「七月流火，九月授衣」，指的是農曆七月「大火」星逐漸「流」向西方，盛夏將盡，農曆九月之前要準備好過冬的衣服。心宿二屬天蠍座，古巴比倫人將天蠍座想像為天上的一隻大蠍子，碩大的軀體，彎彎的毒鉤。杜甫名句「人生不相見，動如參與商」，意指盛夏出現的商星與隆冬出現的參宿此起彼落，永無見面的機會，以此抒發「安史之亂」中親友離散、天各一方的感慨。

（蘇宜）



② 獵戶座



② 天蠍座

星軌圖

010 為甚麼有些星星永不落下，有些星星又永不升起？

我們看到的星星如何運動，取決於我們在地球上所處的位置。

太陽每天東升西落，天上的星星也是每天東升西落。有沒有星星不會落下呢？有！在北半球的人會發現北極星就是一顆永不下落的星。而另一些星星則正相反，永遠都不會升上天空。

我們看到的星星如何運動，取決於我們在地球上所處的位置。在北緯 40° 的北京，**北極星** 的高度為 40° ，因此北天極直到北緯 50° 的星便不會下落。如果你站在地球的北極，北極星就在頭頂，北天極直到赤道（地平線）的星都不會下落，這是怎樣的景象？天上看得見的星星，都繞着頭頂轉，幾乎沒有星星會落下！如果你在地球的赤道上，則幾乎所有的星都在做東升西落的運動！

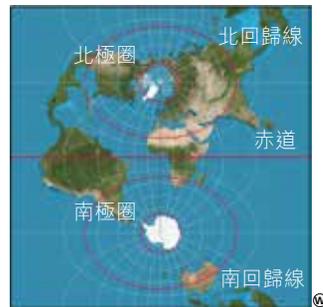
那麼，又是哪些星星從來不肯升起呢？其實這和那些從不下落的星星道理一樣。在北緯 40° 的北京，既然北天極直到北緯 50° 的星永不下落，那麼南天極直到南緯 50° 的星就永不升起。在北極，北半球的星永遠待在天上，南半球的星都永不升起。而在赤道上，就沒有永不上升，或者永不下落的天體了。

從星軌圖可以直觀地了解這一點。星軌圖是鏡頭中心對着北極或南極長時間曝光後拍下的照片，星軌圖中不被地平線阻擋的圓環就是不會落下的恆星劃出的軌跡。（張超）

微博士

甚麼情況下，太陽不會升起來

太陽每天升起，有太陽不露面的時候嗎？有的！每年的春分日，太陽直射赤道，南極點就開始出現極夜，太陽不再升起。從這天起，南極圈內極夜的範圍逐漸擴大，到了夏至日，太陽直射北回歸線時，整個南極圈內都見不到太陽升起。反之，每年從秋分日開始，北極點出現極夜，太陽不再升起。從這天起，北極圈內極夜的範圍逐漸擴大。到了冬至日，太陽直射南回歸線，整個北極圈就都見不到太陽升起了。



013 古代天文學家怎樣計量時間及測量天體位置？

用圭表計量時間，用渾儀、牆象限儀測量天體位置。

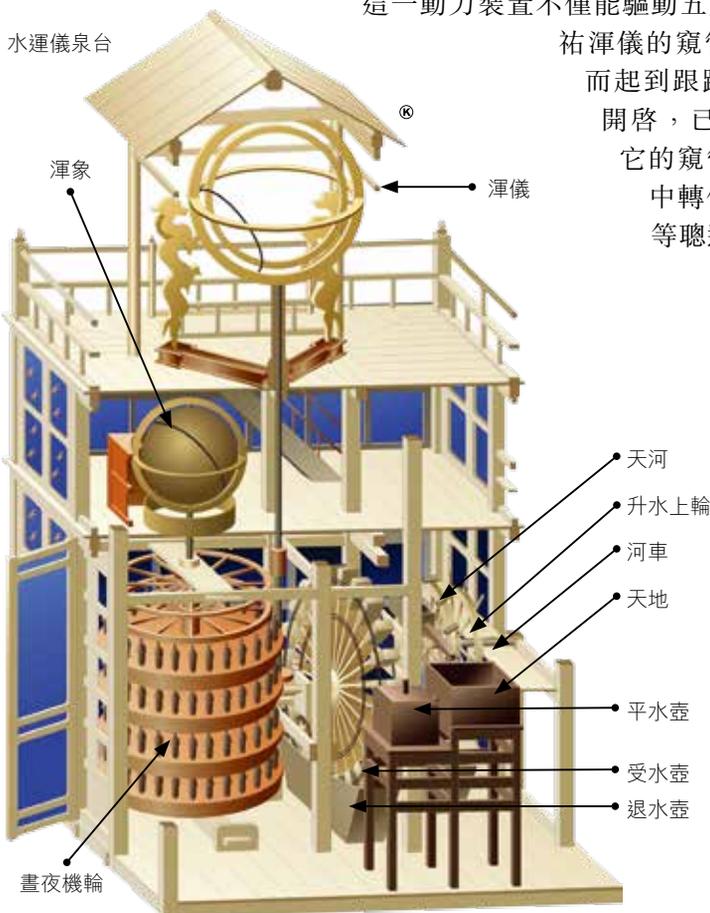


◎ 陳列在北京古觀象台的圭表

在中國，最古老的天文儀器是西周初期問世的圭表。它分為圭和表兩部分。圭沿正南北方向水平放置，而表則豎立在圭的南端，並向頭頂方向延伸。表的高度一般為「八尺」，頂部有一圓孔。正午時陽光射入圓孔，會在圭面上留下孔影。冬至時，在圭面上孔影離表底部的距離最長；夏至時則距離最短。中國古代把圭面上孔影最長的冬至到下一年冬至的時間間隔定為一回歸年。

圭表主要是用來計量時間的，而中國古代測量天體坐標位置常用的儀器是渾儀，它由瞄準待測天體的窺管、反映各種坐標系統的讀數環、支承結構和轉動部件等構成。當窺管對準待測天體後，就可以從多組環圈讀出天體的幾種坐標。北宋元祐年間，蘇頌、韓公廉製作了元祐渾儀。元祐渾儀後來安裝在他們兩人在元祐七年（1092 年）建成的水運儀象台中，該台高 12 米、寬 7 米，分為上、中、下 3 隔。上隔放元祐渾儀，中隔放渾象（可用於演示天象，類似現今的天球儀）；下隔的前部是一個由木偶出入報時的五層木閣，後部則是均勻掛滿 36 個水鬥的巨大樞輪，作為動力裝置。

這一動力裝置不僅能驅動五層木閣中的木偶出入報時，而且還能使元祐渾儀的窺管以及渾象每過幾分鐘轉過一個角度，從而起到跟蹤天體運動的作用。元祐渾儀的屋頂可以開啓，已開創了現今天文台活動屋頂的先河；而它的窺管能間歇性地跟蹤天體，則是現代望遠鏡中轉儀鐘的祖先。可見水運儀象台的研製者何等聰慧！



16 世紀晚期，丹麥天文學家第谷在汶島建立了天文台，安裝了自己精心設計的十多台古典天文儀器。其中最著名的一台是結構獨特的牆象限儀，它安裝在一堵正南北方向的牆上，主要部件是一個半徑 1.8 米、刻度精細的 90° 銅圓弧，其上有一瞄準器，觀測者可以通過它測定南側牆的上部長方形孔中所見的星的位置。這台牆象限儀可測得天體過子午圈時的地平高度，即天體方向對地平面的傾角。第谷研製的古典天文儀器結構精細，天文觀測的精度很高。後來德國天文學家開普勒利用第谷留下的觀測資料，得出了著名的行星運動定律。

(湯海明)

EFFIGIES TYCHONIS BRAHE O. F.
ÆDIFICII ET INSTRUMENTORVM
ASTRONOMICORVM STRUCTORIS
ANNO DOMINI 1587 ÆTATIS SVÆ 40

第谷正在用

牆象限儀觀測



014 用業餘天文望遠鏡能看到甚麼？

天空中的一些較大、較亮的天體。



業餘望遠鏡中的月球

科學偉人

伽利略 (Galileo)

伽利略(1564 - 1642)，意大利物理學家、天文學家，實驗物理學的奠基人，天文望遠鏡的發明者、望遠鏡天文學的開創者。他通過望遠鏡發現了月球上的環形山、木星的衛星、土星的光環、金星和水星的盈虧、太陽黑子，通過太陽黑子發現了太陽的自轉，並且發現銀河原來是由大片恆星聚集在一起形成的。他的觀測結果有力地支持了哥白尼的日心說。1632年，他出版了《關於托勒密和哥白尼兩大世界體系的對話》，因此被教會判處終身監禁。監禁期間出版了名著《關於兩門新科學的對話》，總結了一生力學研究的成果。



並不是只有專業大型望遠鏡才能進行天文觀測，天空中的一些較大、較亮的天體，利用業餘天文望遠鏡就可以欣賞。實際上，伽利略、牛頓時代的專業望遠鏡還不如今天的中高級業餘望遠鏡性能好呢。如果我們將望遠鏡對準月球，可以觀察到月球表面佈滿大大小小的環形山。我們把望遠鏡對準土星，環繞在土星周圍的光環會讓我們覺得十分有趣。將望遠鏡指向銀河，我們會發現那縹緲的天河原來是由無數的星星所組成。而當我們使用較高質量的望遠鏡時，就可以對夜空中的天體做更仔細的觀察。我們可以觀察到金星的盈虧現象，木星表面的條紋和大紅斑，甚至看到火星的極冠。在觀察環境較好的山區，我們還可以通過望遠鏡找到宇宙中那些神祕而美麗的星雲和星系。

那麼，我們該如何選擇自己的望遠鏡呢？

首先要明確觀察目標的特點。比如說，當你所要觀察的是明亮且細節豐富的天體，比如月球、土星、木星時，那你便需要一台物鏡焦距較長的天文望遠鏡，這有利於你獲取較大的放大倍率；當你所要觀察的是暗淡的遙遠星雲、星系之類的目標，那便需要一台物鏡焦距較短的望遠鏡，以獲得較大的視場和較高的反差。其次，要考慮望遠鏡的口徑。因為口徑決定了望遠鏡分辨率，也就是說口徑越大的望遠鏡成像可以更清晰。但口徑大了不但價格更高，也限制了隨身攜帶的可能，所以需要在口徑與便攜性上找一個適合個人的平衡點。還有，同樣光學形式和口徑的望遠鏡價格可能也會有很大差距，這主要是由於製造精度不同造成的。製造精度較高的小口徑望遠鏡的觀察效果，經常超過那些粗製濫造的大口徑望遠鏡。因此，具有適當焦距，有較高光學品質，並且在經濟上自己能夠承受的前提下，口徑較大的望遠鏡是最適當的選擇。

不過，很多有趣的天體僅憑肉眼通過望遠鏡觀看，還是難以看清的。這時我們需要借助一部單反相機來代替我們的肉眼，對宇宙深處的暗淡天體進行觀察，以便發揮業餘天文望遠鏡更大的效能。(湯海明)

太陽

SUN

質量： 1.989×10^{30} 千克
平均密度： 1.408×10^3 千克 \times 米³
體積： 1.412×10^{18} 千米³
赤道半徑： 6.955×10^6 千米
組成成份：氫 (73.46%)、氦 (24.85%)、
其他少量氣體 (氧、碳、鐵、
氖、氮、矽、鎂、硫)

黑子

米粒組織

日冕

對流區

輻射區

核區

光球層

色球層

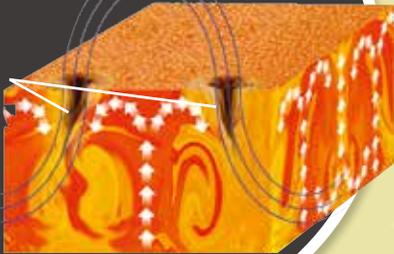
耀斑

日珥

黑子

磁場線

黑子



黑子及其附近區域的結構示意圖

日珥



2012年8月31日的一次太陽活動，日冕物質以約1500千米/秒的速度被拋射出來

太空天氣

太陽上發生的耀斑和日冕物質拋射等劇烈活動具有巨大的能量。一次日冕物質拋射事件可拋射出上百億噸的物質，速度達 50 ~ 2000 千米 / 秒，產生強大的激波和各種擾動。耀斑的總能量相當於 1 萬 ~ 10 萬次火山爆發或百萬個氫彈爆炸，可輻射出強烈的無線電、紅外線、可見光、紫外線、X 射線和伽馬射線等各種電磁波，拋射出大量高能粒子（包括電子、質子和重離子等），持續時間為幾分鐘至幾小時。這些太陽上的劇烈活動會嚴重影響地球及其附近空間的物理狀態。人們把這種由太陽活動引起的日地空間短時間尺度的變化，稱為太空天氣。

黑子、耀斑及日冕物質拋射是太陽大氣中的三種劇烈活動現象。耀斑與黑子有密切關係，絕大多數耀斑出現在黑子羣附近。尤其是強耀斑，通常都出現在具有複雜磁場結構的大型黑子羣上空；強耀斑也常與日冕物質拋射有聯繫。大致的次序是：首先在光球層出現大黑子羣，在黑子羣中發展出複雜的磁場結構，繼而引起強耀斑爆發，並觸發日冕物質拋射。

耀斑、黑子與日冕物質拋射都與太陽的強磁場活動有關。也許，正是磁場把太陽上的這三種活動聯繫在了一起。但是，各種太陽活動現象相互之間的聯繫是相當複雜的。有時候，沒有黑子，也會有耀斑和日冕物質拋射。

日冕

地球

EARTH

質量：5.974 × 10²⁴ 千克
平均密度：5515 千克 / 米³
體積：1.083 × 10¹² 千米³
赤道半徑：6378 千米
極地半徑：6357 千米
地球系統：岩石圈、生物圈、水圈、大氣圈
海陸分佈：約 29.2% (1.4894 億平方千米)
是陸地，70.8% (3.6113 億平方千米) 是海洋

用 X 射線或遠紫外線拍攝的存在着大片不規則的暗黑區域，這就是冕洞。

Space Weather

046 為甚麼月球表面像個麻子臉？

由隕星的撞擊而形成的。

微博士

中國人在月球表面

月球的背面有 5 座以中國人名命名的環形山，分別是「石申環形山」、「張衡環形山」、「祖沖之環形山」、「郭守敬環形山」和「萬戶環形山」。石申、張衡、祖沖之和郭守敬都是中國古代的著名天文學家，為後人留下了非常重要的研究成果。萬戶則是第一位嘗試用火箭飛天的中國人。月球正面有一座以「高平子」命名的環形山，這也是唯一一個以近代中國天文學家命名的環形山。

跨學科連線

氦-3 大量存在於月球

氦-3 是一種無色、無味、無臭、性質穩定的氦同位素。

化學

▶ 增潤知識



見《能源與環境 II》

用業餘的望遠鏡看一看**月球**，也能發現月球表面坑坑窪窪，像一個「麻子臉」。這些凹凸不平的地形原來都是大大小小的環形山，它們是月球表面明顯的特徵。這些環形山多數是由於隕星的撞擊形成的。與地球不同，由於月球表面沒有大氣層，因此隕星能不受任何阻礙地直接撞上月球，而撞出的環形山也不會因風化作用而產生侵蝕。除非有另一顆隕星再次撞擊而形成新的環形山，否則原有環形山的形態將長久存在下去。

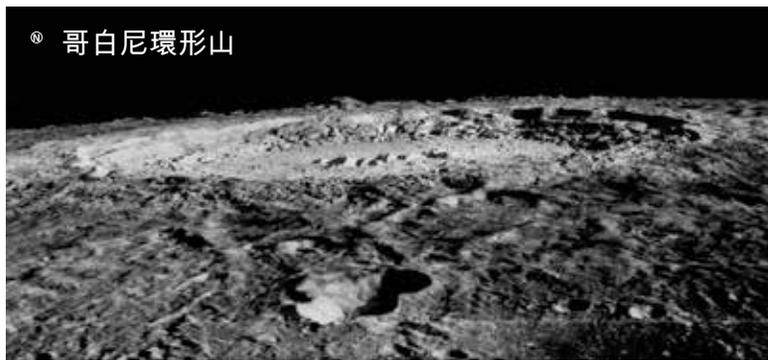
據統計，僅僅月球正面直徑大於 1 千米的環形山就有約 30 萬個。這些環形山以知名的科學家、藝術家、探險家乃至宇航員的名字來命名，以此紀念他們在各自領域的卓越貢獻。月球表面最大的環形山是位於月球南極附近的貝利環形山，其直徑達到 300 千米。

除了環形山，月面還有許多類似地球表面的山脈。其中最為引人注目的便是「亞平寧山脈」。亞平寧山脈位於月球北部，長度約為 1000 千米，有些山峯的高度達到 5500 米，比中國青藏高原的平均海拔還要高出 1000 米。不過，青藏高原是由於地球內部的活動形成的，而月球的內部則沒有活動。月球上的山脈很可能和環形山一樣，是由於小行星撞擊而拱起的。（湯海明）

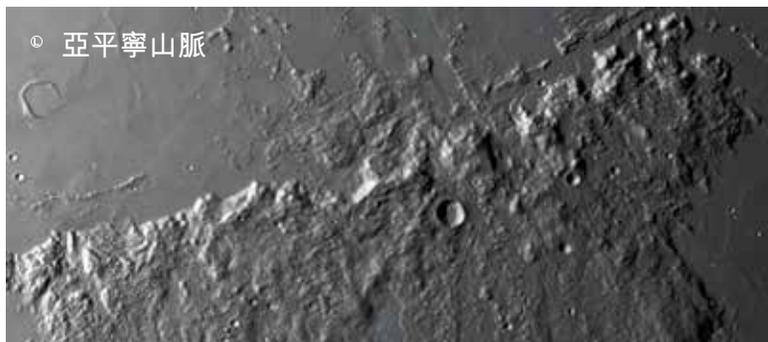
® 第谷環形山



® 哥白尼環形山



® 亞平寧山脈



053 為甚麼會有日食和月食？

由於地球和月球繞太陽運行時，會出現月球在地球和太陽之間，或地球在太陽和月球之間的情況。

太陽、地球和月球的結合非常美妙，給我們帶來了日食、月食這樣壯美的天文現象。古時候，當日食或者月食發生的時候，人們會恐慌或迷茫，認為它們會帶來災禍。後來人們了解到，日食和月食都是有規律的天文現象。

當月球運行到地球與太陽之間時，會遮擋住太陽，形成陰影。陰影可分為本影、偽本影和半影。在本影區，太陽被完全遮擋，看到的就日全食；在半影區，太陽光只被部分遮擋，看到的就日偏食；而在偽本影區，太陽的中心被遮擋，但從太陽邊緣射來的光未被遮擋，所以看到的是日環食。日食發生時，月球的影子會在地球表面劃過一條日食帶，在這條日食帶內的人們就能在不同時間內欣賞到日食。

還有一種非常特殊的日食現象，即日全環食。這種日食發生的時候，在日食帶中的某些區域可以看到日全食，而某些區域的人們看到的是日環食。中國是世界上最先對日食進行觀測和記錄的國家之一，最早的日食記錄距今已有 4000 多年。

香港放大鏡

下次在香港可看到月全食及日偏食的日子：

月全食



日偏食



(資料來源：香港天文台)

② 日偏食全過程



攝於 2012 年 5 月 21 日上海交大

② 日全食食甚時的照片



攝於 2008 年 8 月 1 日新疆地區

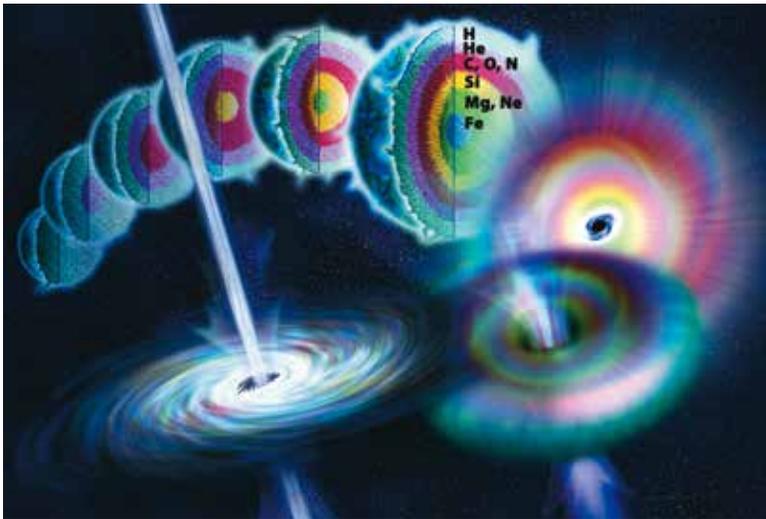
117 黑洞是「太空中最自私的怪物」嗎？

外界的物質和輻射可以進入黑洞的視界，
視界內的東西卻不能逃逸到外面去。

「**黑洞**」這個名字，總是令人遐想聯翩。那麼，究竟甚麼是「黑洞」呢？

這個名字的第一個字「黑」，表明它不會向外界發射或反射任何光線，也不會發射或反射其他形式的電磁波——無論是波長最長的無線電波還是波長最短的 γ 射線。因此人們無法看見它，它絕對是「黑」的。第二個字「洞」，說的是任何東西只要一進入它的邊界，就休想再溜出去了，它活像一個真正的「無底洞」。

也許有人會想：假如我用一隻超級巨大的探照燈對準黑洞照過去，像照妖鏡照住「妖怪」那樣，黑洞不就「現原形」了嗎？錯了！射向黑洞的光無論有多強，都會被黑洞全部「吞噬」，不會有一點**反射**。這個「無底洞」，照樣還是那麼「黑」。把這種奇特的天體稱為「黑洞」，真是太妙了。黑洞並不是科學家在一夜之間突然想到的。早在 1798 年，法國科學家拉普拉斯就根據牛頓建立的力學理論推測：「一個密度像地球、直徑為太陽 250 倍的發光恆星，在其引力作用下，將不允許它的任何光線到達我們這裏。」



一顆大質量恆星在演化末期坍縮成黑洞並造成 γ 射線暴的過程。此過程可能在幾秒鐘內釋放出太陽一生所釋放的能量

微博士

時空

光線從太陽傳到地球，要花 8 分 19 秒的時間。因此，我們看見的太陽，其實是它在 8 分 19 秒以前的模樣。同樣，觀看一個離我們 1 億光年遠的星系，我們看見的其實是它在 1 億年以前的形象。誰也不可能把時間的流逝與空間的伸展截然分開，因為它們本來就是一個統一的集合體，即「時空」。時空是四維的：空間佔三維（左右、前後、上下），第四維就是時間。



跨學科連線

黑洞是黑色嗎？

包括光在內，甚麼東西都不能從黑洞裏面逃脫出來。所以，黑洞看起來是黑的。不過，西方有個諺語：「魔鬼在細節裏。」深究黑洞到底黑不黑，已經成為人類開啟量子引力之門的一把鑰匙。



▶ 增潤知識

見《物理 II》

物理