

宇宙奇观



A020488

天空果有限制乎？

張鈺哲

遇着烟霏雲斂的佳日，我們翹首望天，祇見得蔚藍一片。古人說安得青天化作一張紙，這蔚藍一片的，縱使不是一張紙，也許是一種構成天空邊界的圍牆罷。稍為涉獵科學的人們，對於這個幼稚的揣測，必定要大搖其頭表示不滿。因為大家都知道天空的藍色，是發生於籠罩地球四圍這厚層的空氣裏面，和宇宙周圍的相去，真是不啻天淵之別。

好了，我們所望見的蒼穹，既不是宇宙的邊界，那末我們的天空到底還有個限制沒有呢？這問題實在不好答覆。讀者諸君，對這問題難免意見紛岐。不論這篇文字的結論說天空是有限或者還是無限，總不免要得罪一方面。要想八面玲瓏，使大家皆大歡喜，還是模稜一點兒說。天空有限制的見解，是很有學理上的根據；但是硬要固執天空是無限制的信仰的這般人，也不難想法自圓其說。

天空有否限制這問題，可以從兩方面來討論。天空有無數的星辰，這些星辰和種種的天體，所構成的系統，可以稱作物質宇宙。我們第一步可以先來研究這物質宇宙，是否有限。假使物質宇宙，是無限大，那末容納這物質宇宙的空間，當然也必是無限大。若使他是有限的，

我們便需要進一步再來研究空間是否有限的問題。

我們所知道的物質宇宙，已經是大到不可思議。用每小時三百英里的快飛機，在三天半之內，便可圍繞着地球的赤道飛行一週。但是要飛達太陽，便需要三十六年之久。天空裏和我們最親近的恆星，比太陽還要遠得差不多三十萬倍。世間任何的速度，都比不上光線。然而從這比鄰的恆星到我們這裏來，就讓光線也要走個四年光景。所以我們也可以說這比鄰恆星的距離大約是四光年。現在世界上最大的百吋口徑望遠鏡，可以看見二萬萬光年那般遠的星體。換句話說，便是我們所能望到物質宇宙的半徑，大約有二萬萬光年那麼大。大誠大矣。還不能說是無限。而且二百吋的望遠鏡，不是正在修造之中嗎？等到正式開幕的那天，我們希望四萬萬光年那般遠的星體，也可被我們看到。望遠鏡越大，我們所看見的物質宇宙，也隨着增大。那末物質宇宙似乎是無限大，祇因為望遠鏡能力之有限，所以我們祇能看到他的一部份而已。

但是從另一方面看起來，恆星決不能均勻地分佈於無限的空間裏面。因為在這種情形之下，我們抬頭無論向那方望去，我們眼光的視線，早晚總會遇到一顆恆星。那時天空的輝煌照耀，便好像到處佈滿了太陽。實際上夜色沉沉的天空，決沒有若此的光明。這便是物質宇

宙並非無限的一個明證。

天空裏的恆星，通常我們按照他光輝的強弱分作許多星等。譬如牛郎織女那些很亮的星便算作頭等星。像北斗七星以及北極星，光力稍差，便祇好屈居二等。按天文學裏的規定，凡是兩星的光度，每加強二倍半，他們的星等就算相差一等。若使恆星是均勻分佈於空間，我們根據幾何和光學的原理一算，便知那時天上所有亮於 $n+1$ 星等的恆星數目，大約要有亮於 n 星等的恆星數目之四倍。觀星所得實際的結果，告訴我們說這比數，在亮星方面只等於三。等算到微弱恆星的時候，這比數還不及二。這結果明白地證明，恆星在空間并非均勻分佈，而是越遠越變稀疏。等到恆星稀疏得幾乎沒有的地方，我們便到臨物質宇宙的邊界了。

所以光學所貢獻給我們的意見，便是物質宇宙是有限制的。不過我們須防着上當，因為星空之間如果有一種雲霧的存在，它能夠將較遠的星辰全部遮蔽起來。那時縱使恆星實是均勻分佈於無限的空間，也會幻出有限物質宇宙的現象來。因此我們還要將這問題轉向力學請教。力學裏面有這麼一個原理：當行星按着一定速度繞太陽奔走的時，你如果忽然把太陽減輕，行星便要望遠處跑而速度降低。反過來說，要是太陽忽然加重起來，行星便要被拉近些而速度加快。所以行星速度

和太陽質量之間是有一定的關係。現在天上恆星的速度和空間恆星的密度，我們能夠從天文觀測的結果估計出來。恆星速度和物質宇宙質量之間，也有個類似關係之存在。恆星速度既有一定，宇宙質量不能無限，那麼物質宇宙當然也不能無限大了。

光學力學兩方面，既然異口同聲說物質宇宙是有限的，空間是否有限從此便成問題了。按平常看法，空間有限似乎是不可能。因為空間若是有限，界限之外是何物呢。不過相對論的看法與此不同。他說質量愈多時，空間愈變愈小。四萬萬英里直徑的水球可以把他的空間完全佔滿，因為光線也會被吸引而彎曲。等到質量大到和上述的大水球相等的時候，所有光線、物體以及目光的視線，都被他吸住，再也不能離開這水球向外去。因此我們無論用何方法所能接觸到的空間，只限在水球之內。那末水球以外的空間，豈不便是和不存在一樣。相對論所謂空間是有限的意義，藉這個說法應當可以略見一斑。

光學力學只說我們這物質宇宙是有限的，並沒有不許在很遠之外另有類似我們的這種物質宇宙之存在。相對論也就不過說我們無論用何方法，所能接觸到的空間是有限的。信仰無限宇宙的人們，仍然可以高枕無憂啊。

目 錄

序

第一章	天球	1
第二章	月和太陽在天上的運動	15
第三章	行星系——地球	28
第四章	日與月	39
第五章	水星與金星	67
第六章	火星	76
第七章	木星,土星,天王星,海王星,冥王星	90
第八章	小行星,星雲假說,彗星和流星	112
第九章	星的世界	128
第十章	恆星的距離,性質,數目和恆星系	142
第十一章	星雲	164
附錄		178

I 太陽系 1. 日與月 2. 行星 3. 行星的衛星

II 恆星 1. 最亮的二十星 2. 直徑 3. 溫度 4. 各等星的數目 5. 光的速度

索引

序

茶餘酒後，夏夜冬宵，三朋四友，圍坐閒談，這在中國是最普通常見的一件事，換句話說，中國人最喜談天。有時所談的天，祇限於風月，亦屬文人的無聊雅事，——尤其是在被壓迫的環境中。至於真正談到實際的宇宙，就是萬分難遇了。一則因談真正的天，覺得枯燥無味。二則因缺乏談天的常識，當然一天星斗，不知從何處說起了。我向以爲天文的知識可以開廓一個人的胸襟，於人生修養上確是很有益處。因爲知道了人類在這大千世界之中，渺乎其小，各應努力探求真理，略窺造物神奧，才不虛此一生。何必蠅營狗苟，坐井觀天，效蠻觸的在蝸角相爭呢？

某年夏夜，兒輩聚坐納涼，仰視天空，我就指幾個我所知道的星座告訴他們，並講些天文上古時的神話。他們都覺得很有興趣。後來偶見一本書名我們的神奇宇宙（Our Wonderful Universe by Chant），用簡單的文字，講天文的初步，說來娓娓動聽。又有許多插圖，佐以說明，更是引人入勝。乃交次兒友誠試譯，初稿既成之後，友誠即赴美入密西根大學研究冶金工程，未及將全書整理，於是東之高閣約二年。

三兒友信二十歲畢業大同大學後，入中央研究院物理研究所繼續研究工作，頗得師友的贊許，孰知不及一年，忽染急性肺癆，終至割去肋骨七根，得以稍平。及「八一三」事變發生，不曾能遷地療養，困居滬上，然已能每日讀書演算，對於科學上問題仍不斷的注意（見科學第二十三卷第二期）。我乃付以友誠的譯稿，囑為校閱，並就他閱書的心得，加以補充，完竣後由楊允中君重加筆削，陸續在科學畫報上發表，可惜全稿登不及半，友信已辭世歸天，在友信能這樣的完璞歸真，在人世正如流星的一閃，在我以宇宙的眼光看來，雖百年亦如一瞬，天壽又何足奇，並不覺有很大的遺憾。

楊君囑將這書刊單行本為紀念亡兒友信叢書之一，我很感他的盛意，因再校閱一遍，定名曰宇宙奇觀。表明這本書足供青年之好奇者自修和參考之用。

美國業餘天文家貝爾典（Peltier）因讀了一本通俗的星象書“A Field Book of the Stars by Alcott”引起了天文上的興趣，就以星象為消遣，結果發見了一個新星，七個彗星，成為當代大天文家之一，吾國青年中若有能因讀這本書，引起了興趣，像貝爾典一樣，亡兒亦可因此天上含笑無憾了（普通說地下，其實天上地下都不過是一種說法）。

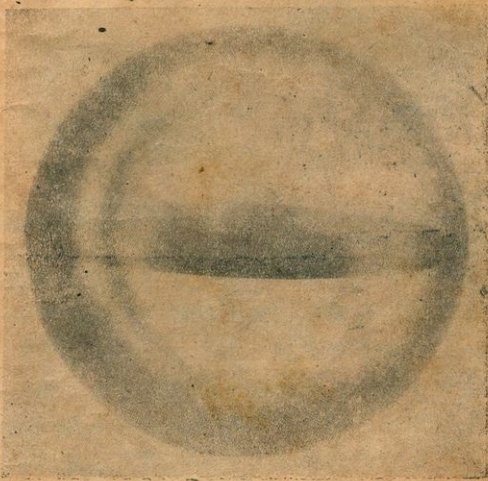
二十九年四月二十五日友信亡後一週年 曹惠羣

宇宙奇觀

第一章

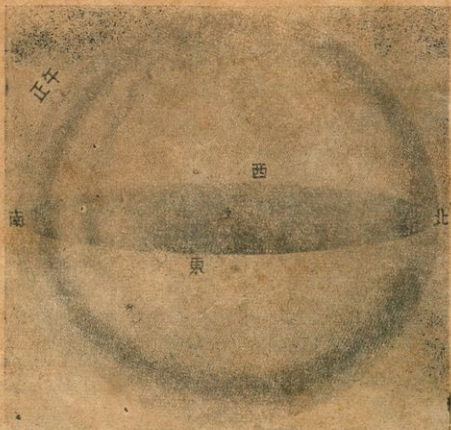
天 球

我們在曠野的地方看天，就覺得天像個半球形，蓋



圖一 天球。觀察的人在地平面中央，天成一個半球在上面。

在地的上面.在地平的下面其實還有半個球,不過是被



圖二 天球:對於在中央的觀察者,太陽好像東方上升,向上和向西移動,在午時到最高的一點,再動過,在西方沉下去。

地面遮去了.當然這個球並不是真有這樣東西,這是我們想像出來的.這個球在天文上就叫「天球」.圖一表示一個人站在他想像的球的中央.

我們都知道太陽是東面出土西面落山(圖二),月也是這樣.但是如果我們來注意星,它們也是同樣的.譬如說我們在晚上六點鐘看見一顆很亮的星在東面升上,到十點鐘它已移到南面了.當然它後來又在西面落下去.

照 相 術

照相是研究天文的好東西，不但能拍攝星的樣子，



圖三 公園日景(日間所攝照相)



圖四 公園夜景——夜間新橋上攝公園之照相，露光五分鐘。

還可以知道它們怎樣行動。譬如我們拍一個公園的照（圖三），日裏所拍因為露光短，圖中兩輛汽車好像不動。如果你在晚上拍，用長時間的露光，你是拍不出汽車了。你拍着一條條燈光的行跡。這樣把汽車的行動拍着了，馬路的樣子也知道了（圖四）。

星 的 照 相

我們現在要拿星來做實驗。



圖五 極星和鄰近的星。這張圖包括天極 30° 以內的星。北極星在中央，底下最亮的星是北斗星中的一個。

如果你向北面地平上四十五度左右看（依你所在的緯度地位而定），你可以看見北極星。圖五是一幅星圖，十一月一日午後九時的景象，極星就在圖的中央。同極星成一串的六顆就叫小熊星，在美國又叫做小杓星，因為它的樣子有些像水杓。

現在我們要設法拍星的照。檢一個向北的地方，要北面沒有燈光。我們將照相機安置在一個固定的物體上，使它向上斜倚而直對極星。將照相機對光作長距離的準備，開了鏡頭預備長的時間露光——或須要好幾小時。圖六是我們所拍到星圖的一種。這是從城市裏的房屋窗上用普通照相機所攝得的，露光時間大約二小時。你在這上面可以看見許多軌跡，每一條就代表一顆星，並且注意它們的軌道都是許多同心圓的弧。

從我們的照相使我們想起在北面的星在各個同心圓周上運動並且我們得——星軌跡的長短和露光的時間成正比例，近中心



圖六 繞極行動的星。業餘照相。這片相片是用普通照相機照的，露光二小時。許多同心圓的軌跡，中心便是北天極。近中心亮的一條是極星所造成。

的濃軌跡是極星造成的。這星並不正正在圓的中心，不過很近罷了。

當然，比較好的照相須用特製攝天的照相機。圖七



圖七 繞極行動的星。這張照相露光十二小時，是在冬天夜裏照的。

是一張在美國加州里克（Lick）天文台所攝得的照相，露光的時間是很長的。你想這張照相是在什麼時季照的，照多少時候呢？

我們向南面也來試試。把照相機轉向南斜起約四

十五度左右,再做一次實驗,照一小時的時間很夠了,我們得到的就是像第八圖,照這張圖用的照相機是極普通的一種,的確每人都是可以得到的,大家不妨試試。

星在天上的行動

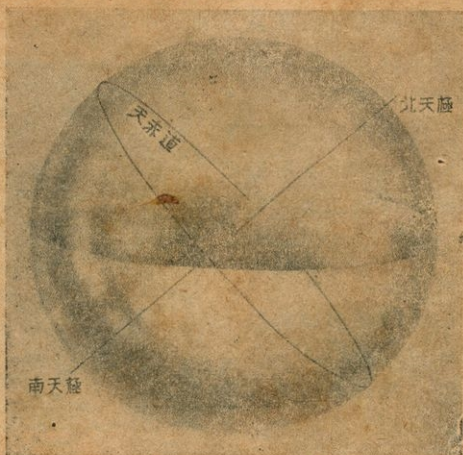
我們來細細看這張圖八,圖的中心有平行軌跡三道,好像非常直似的,這軌道是由三顆獵戶星座 (Orion) 裏的星所造成,獵戶座是冬季光亮的星座之一,在上面有彎曲向上的軌跡,這就是著名的紅星叫參宿四 (Betelgeuse) 的所造成,在中心之下不遠有一個極亮的軌跡是參宿七 (Rigel) 造成而近底處是天狼星座 (Sirius) 所造成,天狼星是天上最亮的星,所以照片上它的軌跡也特別的亮,我們注意參宿七和天狼星軌跡是向下彎的,這些軌跡和參宿四的軌跡一樣都是圓的弧,我們可以看見獵戶座的星畫直線而其餘的畫圓,我們怎樣解釋這種事實呢?



圖八 赤道星。業餘照相。照相機 (普通的) 照這張相時, 向上斜四十五度, 露光一小時。在中間的三條是獵戶星座裏三顆星造成的。

這是很容易解釋的，星好像繫在天所成的全球上面似的，都繞着一個軸轉，因此每個星都打圓圈。這旋轉軸通過圖七的圓心，還通過南天各星所畫圓的中心。

這軸通過北天的一點叫天的北極或北天極；在南的叫天的南極或南天極。這些都在圖九裏表出來。



圖九 天球表示南天極和北天極。天好像在通過天極的軸上旋轉，天赤道在兩極間的正中。

極星很近北天極，並不正正在那裏；但是沒有一顆星近南天極的。在兩極的中間是天的赤道，或者叫天赤道。

從我們的觀察和實驗，似乎太陽，月，和星都繫在天球的裏面，天球繞着軸旋轉帶着這些物體每天作完全旋轉一次。這就可以解釋太陽，月和星爲什麼在東方升起西方沉下去了。

天真的動麼？

— 大家再細想一想！

在天上的太陽，月，和星是否真的繞着地球一天轉一次呢？它們的確是很像，所以古代的人民都信以爲真。可是它們是受騙了。那末究竟是什麼一會事？難道還有別的說法嗎？

以上我們假定地的位置是不變不動的。那末我們可以假定我們是動的而太陽和星却是不動的，再看是什麼情形。

假使你在趁火車的當兒，在客車裏找定坐位之後，那邊還有一輛在旁邊。當你從窗裏看出去的時候好像那輛車已經開始移動。你一定一時不能決定是那一輛車在動着。那末你得看那輛車的輪子轉不轉。要是你知道你的車確是在向前行而那一輛車不動，你總覺得旁邊的那一輛向後跑。

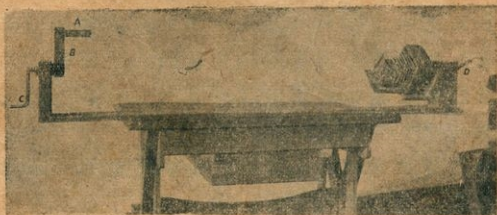
地球和星球也是這樣，看來好像天帶着星從東到西，不過假使星不動而地球向相反的方向旋轉——從

西到東——結果看起來還不是一樣嗎？

我們應當怎樣講說地球動呢，還是天動呢？

用照相機和手電筒做實驗

用圖十上的儀器，我們可以做幾個有趣的試驗。左面一頭木柄（B）上面裝着手電筒（A），可以用搖柄（C）轉動。所以搖柄旋轉的時候，手電筒畫一個亮圓。那



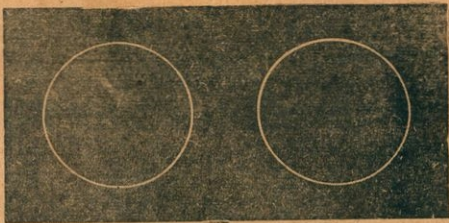
圖十 做實驗用的照相機和手電筒。照相機不轉動的時候，手電筒旋轉，或是手電筒停着，讓照相機轉動。

一頭裝上一個照相機也能夠用搖柄（D）旋轉。

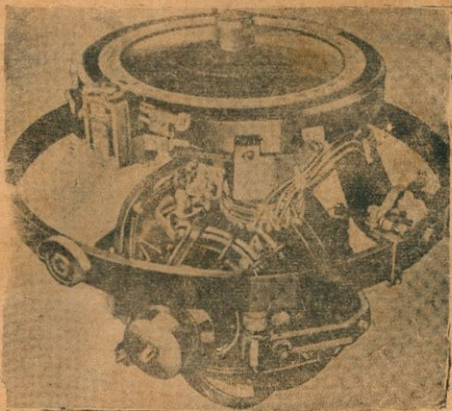
將這儀器放在暗室裏，先是照相機不動，使手電筒轉動，照相底片上就成一個圓圈。再把照相機的搖柄D旋轉而手電筒不動。結果是怎樣呢？十一圖所表出的兩張畫就是。但是你能夠分別他們嗎？

地球和星的情形也是一樣，你不能說那些星在畫圓，還是地球帶着照相機在旋轉。

我們怎麼知道那一個在運動呢？有好幾個實驗可以試驗地球是旋轉的，但是都不容易做。最好的方法是用一種極長的擺；但是亦可以用回轉儀 (Gy-



圖十一 實驗結果：二個圓相同。一個圓是雙手電筒旋轉得到的，一個是從照相機旋轉得到的。



圖十二 回轉羅針的機構。這個儀器能夠指出真正的南北；若是地球不轉，它就不會如此的。

roscope), 或是一個物體從高處落下來試驗, 這些試驗都在高等天文學裏說明的。

回轉羅針(Gyro-compass)證明地球旋轉



在航海時最緊要的東西是指南針, 沒有了就不辨方向, 近來磁性指南針漸漸不用, 而用回轉羅針來替代的, 確, 在潛水艇裏祇可以用這種羅針, 因為磁性指南針在鐵圍住了的時候是完全失去效用的。

圖十二表示一個回轉羅針的構造, 圖十三是把它裝在船上的情狀, 它的重要部分是一個沉重的輪子, 可以轉旋的很快, 當然這輪子要平衡得很好, 否則儀器會馬上震碎, 輪子

圖十三 裝在船上羅針箱裏的回轉羅針。回轉羅針裝在保護箱子裏, 放在船上便利的地方, 供航海者觀讀。有時一個回轉羅針管理好幾只, 放在船上其他各處的輔助羅針。

裝在箱子 A 裏。圖中所示的儀器，輪子的直徑 12 英寸，重 45 磅，每分鐘轉 8600 次。有的種類每分鐘旋轉次數有二倍大，不過輪子沒有這麼大這麼重。這儀器的裝置是非常精細的，當輪子在旋轉的時候，它總是動着，要動到了它的軸指南北方向——就是它的軸在子午面上。面上的刻度盤是連在箱子上的，所以船上守望的人隨時可以知道船頭是向那一個方向。

如果地球並不在它的軸上旋轉，那末根據物理原理，回轉羅針就不能移動而停在一定的方向；所以我們很可以相信地球是旋轉的。地球旋轉的軸就是我們看見的天球旋轉的軸。如果你站在地球北極上，那麼北天極就正當頭上。

日 夜 的 原 因

原由

我們既然相信地球在它的軸上從西到東旋轉，這運動就造成了日和夜。

假使現在是夜間，天很黑——沒有太陽放光亮。地球不息地在它的軸上轉，直到後來我們看見東方天上現出玫瑰色。於是太陽又好像從東地平面升起。這就是地球轉着而帶我們看見太陽的緣故呀。

地球再這樣轉，太陽在天上漸漸升高，直到它達到中間，在中午的時間，地球繼續地由西向東轉，太陽似乎

向西移動，愈落愈低，到後來在西面地平下不見了。

我們知道那時居住在我們西面的人還能享受太陽的光和熱，而在我們地球對面的人覺得太陽剛剛升起，所以我們可以知道地球上各處的時間並不是相同的。唐詩上說：「海上生明月，天涯共此時」，實屬荒謬的。

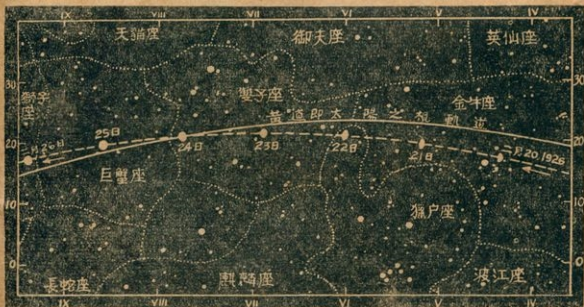
第二章

月和太陽在天上的運動

月在衆星中的軌道

現在我們要注意到月了，我們已經觀察過它和太陽一樣的上升下沉；但是我們要一查考，地球每天在它自己的軸上旋轉時，月亮是否停在空中它的位置上不動。

我們很容易在每一晚上在衆星裏找出月的位置。



圖十四 1926年2月20日到26日，月在衆星裏的軌道。在這個時期中，月從金牛座經過雙子座，巨蟹座，並且形狀也改變。

你可以同時看見月和星於是我們要描一張星圖而很當心地把月的位置畫出。此地有一張星圖（圖十四）表示着月在1926年2月20日到26日黃昏時的位置和形狀。在二十日它很近畢宿五（Aldebaran），即是金牛星座（Taurus）裏最亮的一顆星。後來就動到雙子星座（Gemini），再動到巨蟹星座（Cancer）。

假使我們每晚繼續不斷把月畫圖，我們得到它隨時都在星中間向東移動，到了一個月底，它剛剛在天上轉一圈而回到原來在衆星間的位置。

我們現在要問，月是否繞着地球轉？是，它的確是這樣。它完全轉一圈，費時一個月。

太陽在天上的運動

月球的運動已經決定了。那末，我們現在要看太陽了。

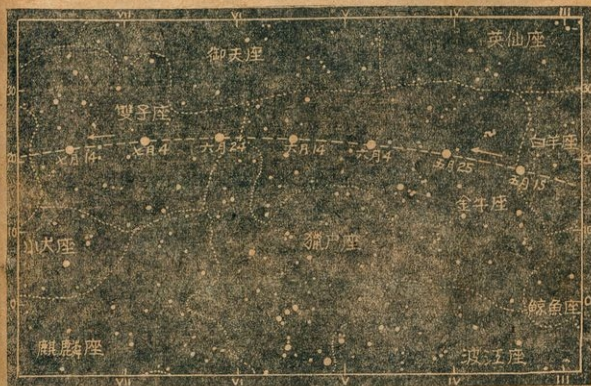
我們現在要知道太陽是否固定在天上一個地方。在此地我們覺得有些困難，因為太陽很亮，所以不能同時看見星，因此不能夠畫一張圖，表示太陽在衆星裏一天天的位置，我們更懷疑太陽的周圍是否都有星。

然而月有時走到太陽前面把它的光遮了。這就叫日蝕。這時在太陽四周的星就可以看見或照相。還有在

白晝把望遠鏡直對正確方向，我們可以看見星，所以我們確定星在任何時候佈滿在天上，不過日裏太陽光太強，所以我們看不見星。

我們知道太陽在天上是南北運動，太陽在冬天比在夏天偏南，在夏至日（六月廿一日）是太陽最北的一天，冬至日（十二月廿一日）是太陽最南的一天。

太陽是不是和月一樣的在衆星裏面向東移動呢？是的，天文學家可以用一種方法（我們此地不能講）把一天天太陽在衆星裏的位置畫出來，圖十五畫着從5月15到7月14，兩個月中間太陽在衆星裏的行程，在這



圖十五 5月15到7月14兩個月裏太陽在衆星間的路程。每年5月6月7月太陽總是在金牛座和雙子座裏的同一軌道上運行。太陽的視軌道就是黃道。

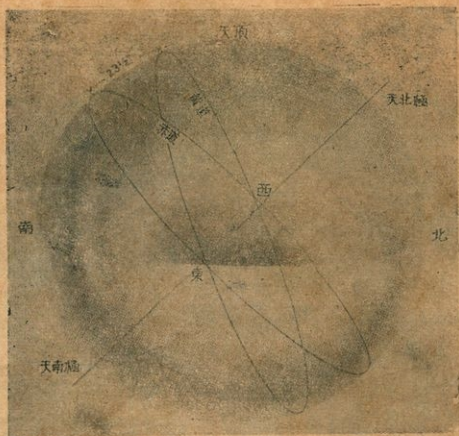
兩個月裏太陽經過金牛星座和雙子星座,當然在這時期我們眼睛不能看見這些星座了。

太陽的行程

我們已經看見太陽在衆星中間是向東移動的。它到一年後又進到衆星間的老位置。除了它在星中間的移動,我們還觀察到太陽南北的位置也不一定。在春分日(三月廿一日)它是在天球赤道上,所以那天日夜平均。以後它向北移,到了夏至日,就到了它的極北點,那天的白晝也是一年中最長的一天。過了夏至,太陽就南回了。到了秋分(九月廿二)它回到赤道上,一直到冬至,它就到了極南的位置。於是它又北回,這樣就過了一年。

所以太陽的軌道一半在赤道之北,一半在南。太陽在天上所走的軌道就叫黃道,它每年總是走着這同一的軌道。太陽走黃道一週所需的時間就是一年(圖十六)。

如果有一個仙人能高飛上天,把橢圓形的黃道和赤道一齊畫出來,那麼研究天文就容易得多了!不過這是做不到的,所以你得一天天,一年年的觀察研究那偉大的太陽怎樣在它的軌道上運動。



圖十六 天球表示黃道和赤道。赤道是在兩天極的正中，而黃道是太陽一年中在天上的視軌道。它們的斜交角是 $23\frac{1}{2}^{\circ}$ 。

陽
界
雄

黃道帶

我們把黃道在天球上畫成一條帶。這帶的寬是十六度，就叫黃道帶。我們在這帶裏可以找到月和行星。在古代天文家把它分做十二部分，每部分長 30° 闊 16° ，叫做黃道帶的宮。圖十七表示它們的名稱和記號。

你必須記住太陽的每年繞着黃道運動和每天所看見的太陽運動——就是從東方升起西方下落——

是完全兩件事。



圖十七 黃道十二宮的星座和記號(最內圈)。當太陽顯在十二宮中時,例如1月1日在人馬座,這一宮的星座和它鄰近的星座都不能看到,因為它們的出現恰巧在白晝。

太陽的運動不是真的

到底太陽是不是真的在天上每年轉一次？並不這樣。那麼我們又受騙了！其實是地球繞太陽轉，不過我們看起來好像它繞地球轉罷了。

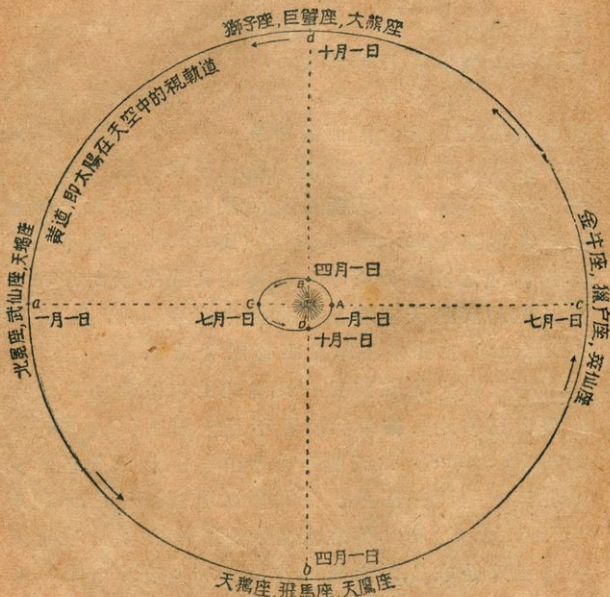
看了第十八圖你就可以明白了。地球實在是循橢圓的軌道上繞着太陽而運動。在一月一日，地球的位置在A點時，我們在地球上看到太陽，似乎在黃道中的a點，在天蠍座裏。那時在天蠍座裏的星和鄰近在天上的星座如北冕座（Corona），武仙座（Hercules）都看不見了；不過當地球在這個時季中自轉到夜裏，我們對着和太陽地位相反的天空看，星座如金牛座，獵戶座，英仙座（Perseus），和許多冬季星座都能看見了。

三個月之後，在四月一日，地球的位置移到B，而太陽好像已移到b。結果我們看不見天鵝座（Cygnus）飛馬座（Pegasus）和天鷹座（Aquila），因為他們和太陽在天空的同一部分；但是我們能看見獅子座，大熊座（Ursa Major）和其他在太陽相反方向的星座。在七月一日地球是在C，而太陽好像出現在c，在十一月一日地球在D，太陽似乎在d；於是再在一月一日地球回到A，而太陽又似乎在a了。

所以當地球在軌道上繞轉一次，太陽就好像畫了

一個大圓——這就是黃道。

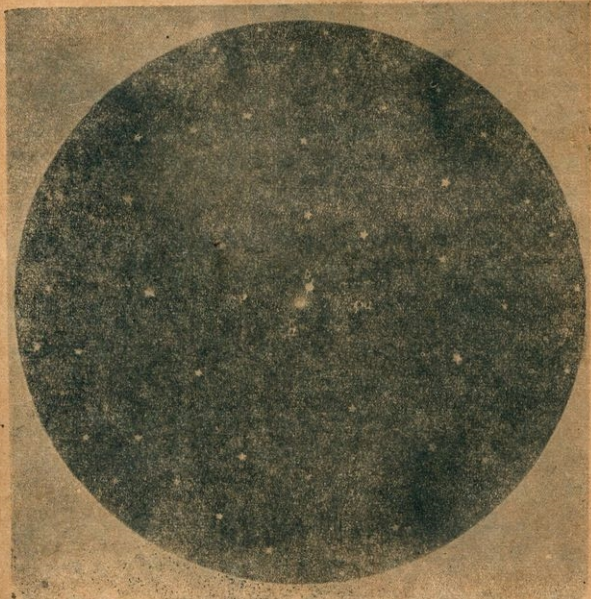
星 依 時 季 而 變



圖十八 太陽的視軌道和地球的真軌道。其實是地球繞太陽而轉，軌道是橢圓形的，太陽並不在橢圓的中心而在其一焦點上。地球上的居民並不覺得地球在運動，却以為太陽在天上依一個叫做黃道的大圓軌而運行。

第十八圖畫出爲什麼各季的星多不同，很希望讀者把他弄得很清楚，所以我們要多講一點。

在晚上天色如墨，就好像一個大黑球上面貼着星（這當然是假想的）。圖十九是假想一個人從球外面



圖十九 星和四季。星在晚上好像出現在一個大黑球的裏表面。這張圖表示這種想像的球，人從外面看去的光景。太陽在地球的中心而地球繞着他轉。

看的光景。

我們看見星分佈在全球面上，有亮的，有暗的，到處都有。在中央的是太陽，地球繞着他走而地球軸的方向不變。在 a 的地方，地球的北半球剛是冬季，所以太陽光線照到南極而照不到北極。

假定我們是在地球上的北半球，在白天當然可以看見太陽在天上。由於地球在軸上自轉，天夜了，你四面看一看有什麼星？無疑的你看見的就是在圖中 A 的一面的星。你看到太陽好像是在 C 地方，所以在那面的星你就看不見。

三個月之後地球已動到 B，在北半球剛是春季，春季晚上所見的星也是在太陽反面的天上。

再三個月之後地球在 c，北半球剛是夏季。在夏天晚上你能看見在 C 部分的星，而在 A 的那一部分因為和太陽同方向，所以看不見。

再三個月之後，在秋天晚上你所看見的星，就是這球面上最靠近球外看天者的部分，所以星是依時季而變的，雖然每季的星年年相同。

其次我們要注意那星圖的上部，為地球軸所指的星——就是北天極周圍的星。在任何時季凡是在北半球的人都能看得見它們，而在南半球的人祇能看見南天極周圍的星。

宇宙觀

我們已經受了兩次騙，從此知道一切事物未必就是我們所看見的那個樣子，我們怎麼會受騙的呢？

這是因為地球的運動很平穩；當它在軸上旋轉的時候，而同時又在空間的軌道上繞太陽而運行，我們却完全不覺得。

如果我們能夠脫離地球，跳到大空間裏去，那末我們就能看見各種東西的實在樣子了。這樣我們才可以看到宇宙的全部。圖二十表示我們所要看見的景況。此地畫着兩個小孩作天上旅行，在到極星去的路上，離地球極遠極遠，達百萬萬英里。我們就想像他們從那一處看我們奇怪的宇宙。

他們看見了些什麼？

在他們下面極遠處，從他們來的那方向裏看見太陽系。太陽雖然離開極遠，但是仍舊很亮。他們注視了一刻，看見有東西繞着太陽轉，這些就是行星。他們看見這些行星都像明亮的半圓形。他們立刻悟到行星是球形，本身不會發光，只有受到陽光的一面看得見。

他們很注意的守望着，要想數數行星有幾個，行動得怎樣快。

最近太陽的是水星。它是最小而行動最快。第二個



圖二十 宇宙的鳥瞰圖。這兩個天上小遊伴向着極星在空間跑得很遠很遠，觀看宇宙。他們看見亮的太陽和屬於這系的行星繞着他轉。他們也看見二個彗星從很遠的地方跑去拜訪太陽。但是在星座裏的星和在地球上看的時候完全一樣。

近太陽的是金星，比水星大得多，行動也慢。再次就是地球，大小和金星差不多，可是運動得更慢。旅行者看見有一個圓的東西繞着我們走，這就是我們的月。第四個是火星，大小祇有地球的一半，並且它有二個月。

中間經過一大空隙，就到第五個星，木星，這是行星中最大的。它有四個大月和幾個難於看見的小月。這系裏的第六個是土星，也很大，不過比木星小得多。它有一組奇異的光環和一隊月。此後便是第七個星，叫做天王星，有四個月；接着第八個是海王星，同着一個月，孤單的在軌道上動着。第九個最遠的是行星，1930年才發見，叫做冥王星。這星的光很弱，所以旅行者對於它的本性和運動，一時却看不出來。總之愈遠太陽的行星運動愈慢。

他們又看見二顆彗星從空間出來拜訪太陽。它們走近太陽繞了一圈，又即離開，恐怕是永遠不會回來的了。

他們更把眼光轉到旁的地方去看看天上別的東西，看見四面都是星，好像一盞盞的燈，散在空間深處，毫不搖動。他們認識這些就是在地球上所看到的星座，不覺驚訝起來，因此斷定恆星是離地球很遠很遠的。

哪！遠在那一邊的是獵戶座和他的奇異的帶，天狼星，金牛星，銀河，以及其他的一切！

宇宙真是奇妙呀！

第三章

行星系——地球

行星系概況

我們要細細看這幾個繞太陽走圈子的行星。

我們先比較這九個行星軌道的大小。在第二十一圖裏畫着八個。有四個軌道很近太陽，這就是水星、金星、地球、和火星的軌道。空一段後面是木星、土星、天王星、和海王星的軌道（冥王星是更遠，未繪入。）所以我們可以將行星分作二羣，一羣靠近太陽，一羣遠離太陽。

在火星和木星的中間隔着一大片空間，其中所見的是小行星。我們已經發見了許多，在 1933 年終一共看見 1246 個，但是大半要用大望遠鏡才看得出。

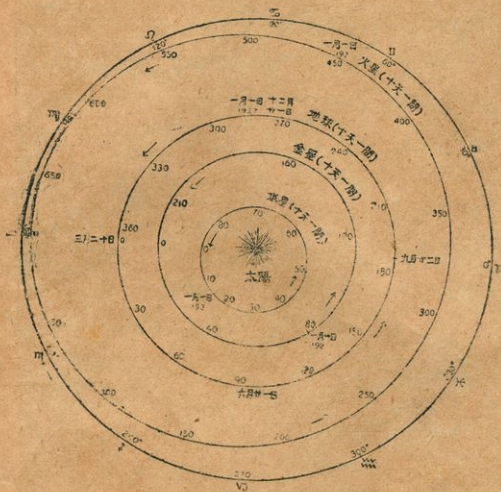
我們把這兩羣行星分開來看。圖二十二中畫着四個內圈行星的軌道。各行星離開太陽的距離是 36, 67, 93, 和 142 百萬英里。你或者能夠記住這些數目吧。圖上每一點表示行星每十天在軌道上的位置。各行星在 1927 年 1 月 1 日的位置都註在上面。

我們現在再看外圈行星的軌道（圖二十三）。他



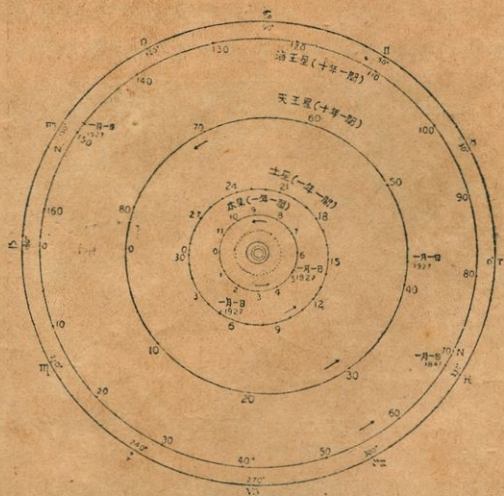
圖二十一 行星軌道大小的比較：這些軌道都依比例畫出，注意水星，金星，地球，和火星都接近太陽。接着便是那道小行星闊帶，其後是大行星的軌道——木星，土星，天王星，海王星，和冥王星（未繪出）。一切行星都在同一方向運行。

們和太陽間的距離是480,880,1780, 和 2800百萬英里。至於新發見的冥王星的平均距離，是3700百萬英里（三



圖二十二 裏圈行星的軌道，水星，金星，地球，火星，的軌道都照比例畫出。此圖表示它們在1927年一月一日的位號，每兩點之間表示十天所走的路程。

十七萬萬英里。)在木星和土星的軌道上，點子代表他們在軌道上一年的位置，而在天王星和海王星的軌道上，點子表示十年的位置。由此可知外行星要好幾年才能繞太陽一周，的確，從圖上已經可以知道行星繞軌道轉一次的時間——木星十二年，土星廿九年半，天王星



圖二十三 外圈行星的軌道：這些軌道，都照比例繪出，不過和圖二的比例尺不同，現在裏圈行星的軌道就是在中央的各個對圓了。圖中表示各行星在1927年一月一日的位，每點代表一年或十年。冥王星的週期為2477年，未繪入。

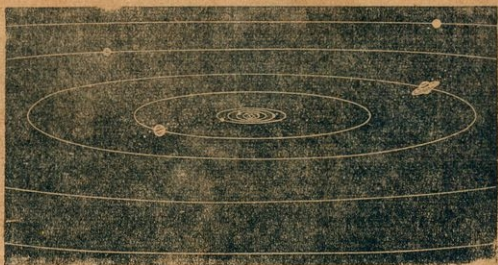
八十五年，海王星一百六十四年，冥王星的週期是二百四十七·七年。

在圖二十二圖二十三裏各軌道都畫得好像圓一樣，而真正他們所走的是橢圓。你知道橢圓是怎樣畫法（圖二十四）。取兩隻釘插在板上，兩釘上套着一圈線。

放一枝鉛筆在圈子中，使線緊張，把鉛筆在紙上劃過，這樣畫出來的就是橢圓。放釘的位置叫橢圓的焦點，二釘



圖二十四 畫橢圓的方法：祇要將綫拉得緊，鉛筆移動時就可以畫一個橢圓。兩隻釘是在橢圓的兩焦點上。

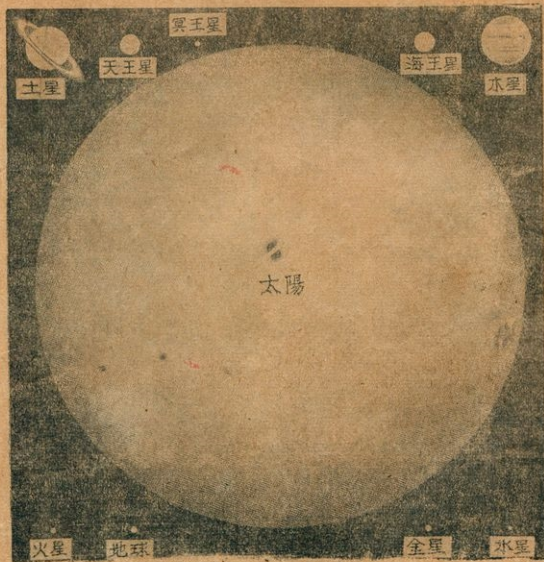


圖二十五 在同一平面上的行星軌道：這是一幅行星繞日的透視畫，各行星軌道的平面，差不多是疊合的。

愈相近,這橢圓愈近於一個圓。

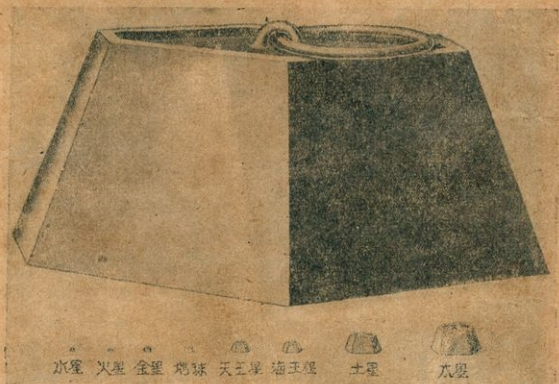
事實上,所有行星的軌道都是近乎圓的。

對於行星的軌道還有幾件事很奇特.它們差不多都在同一平面內(圖二十五)而且它們在軌道上行動的方向都相同,所以其中必定有個緣故。



圖二十六 太陽和行星大小的比較:下面是內圈的行星,比較小。頂上是外圈的行星,除冥王星外,均大得多。太陽比一切行星合起來還大得幾倍。

圖二十六表示太陽和各行星的大小比例，冥王星雖沒有確切知道，但我們知道它和火星差不多大小，並且你可以曉得近太陽的四個行星——水星，金星，地球，火星——都小，而離太陽遠的四個——木星，土星，天王星，海王星都大，惟冥王星除外，太陽的大小是行星全體合起來的幾百倍。



圖二十七 太陽和行星質量的比較：大鐵塊的質量代表太陽，小的代表行星。太陽裏的物質，足以製成行星七百多組。

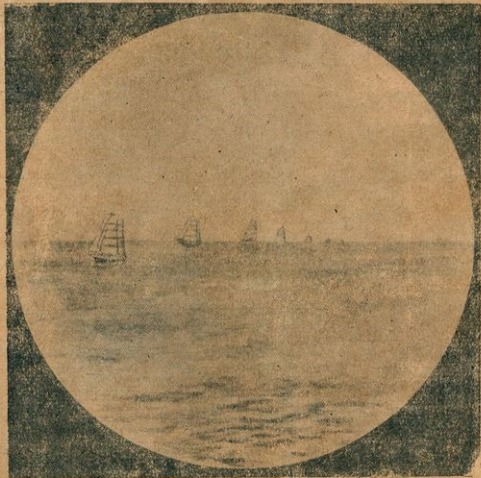
圖二十七表示天體質量或重量的比例，最大的鐵塊代表太陽，在下面小的代表行星，和上面說的一樣，外圈的行星比內圈的重（冥王星除外，其質量介於金星

與地球之間,等於地球質量的 0.93)。但是太陽很大,如果我們用它的材料來製造行星,可以造出七百多系。

我們現在已經把太陽系的大概看得很清楚,以後我們要各個分開講,這裏先從我們住着的地球講起。

地 球

地球是一個大球,直徑約八千英里,五百年前的人



圖二十八 帆船進口:大船行近的時候,我們先見船頂,再見帆,最後見船身。如果水是一片平洋,那末我們應當先見船身了。

都以為它是扁平的，然而現在有些人還以為是如此。不過有許多事實足以使我們相信它是球形。

看一隻帆船駛進海港的時候，在岸上的人先看見的是船桅的頂，如果是一隻輪船，先看見的是烟囱裏噴出來的黑烟，其次看見帆或烟囱，最後看見船身（圖二十八。）這顯然是由於地球是圓的，如果地球是扁平的話，那麼應該先看見大的船身了。



圖二十九 坐輪船環游地球一周：圖中表示環游世界的通行路綫。

你可買一張船票周游世界一次，圖二十九裏表示着常走的路綫，譬如從上海起身到日本，於是經過太平洋中檀香山，到美洲維多利亞，沿西海岸到舊金山，經巴拿馬運河，沿東海岸到紐約，由此跨過大西洋而到倫敦，

再沿海岸向南到直布羅陀，於是經地中海、蘇彝士運河、紅海、印度洋，過東印度而回到上海。若你選擇海陸空交通並進，一直向東走，結果均回到了出發點。由此亦可知地球是圓球形的了。

人向北走時極星上升

還有，如果你到北地去旅行，一路上看看極星，你就覺得它像比在家鄉看的高。

你如果在冬季有機會到新加坡等地方去，你在那裏看見極星在天上低了些。

的確，我們求得每向北行六十九英里，北極星升高一度，如果跑到北極的時候，它剛剛在你的頭上。

反過來，每向南行六十九英里，極星就降低一度，到地球赤道的時候，它剛在地平線而很難看見。

現在可以知道地球一定是一個圓球，否則極星必不會這樣的。我們不能想像出地球有別的形狀，足以使極星這樣增減它的高度。的確，天文學家已經把地球量得很正確，能夠告訴我們地球不是整整一個圓球，在它的兩極端稍平扁，極和極之間的直徑比赤道處的直徑約短廿七英里。（赤道直徑 7926.68 英里，極直徑 7899.98 英里。）

還有別的理由可以相信地球是圓的。天文學家能

夠預先計算數千年後一個日蝕的一切情形。他能告訴我們那日蝕從何時起至何時止，並在地球上什麼地方可以看到它。他的計算是從假定地球是球形而得。假使不是球形，那末他的計算將完全不對了。

因此我們再不能懷疑到地球不是圓形了。

地球在軸上旋轉的道理，前面已經講過，現在不必再說。

我們再講幾件關於地球的事實。在地心周圍二千二百英里以內大概還是液體或是氣體，在這範圍以外就是固體。在地面五十英里以下是一種很重的固體大概是鐵和鎳。當然在地下五十英里以內就是我們看見的岩石之類的東西。地球岩層的年齡，根據「原子放射」計算出來，它是至少 1,230,000,000 年。但是從地球冷凝到岩層的造成又要幾萬萬年。所以地球年齡至少有十五萬萬年。然而地球的年齡也不會超過三十四萬萬年，也是根據原子放射計算的。從地球上開始有生命到現在已經八萬萬年。我們人的歷史不過十萬年。

地球平均密度為 5.5 倍於水
 九十哩內密度為 2.5，可料想地
 心是 10 倍於水之固體構成

第四章

日與月

太陽離我們有多少遠呢？

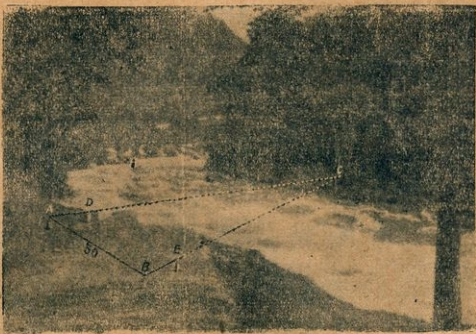
在天上的物體再沒有像太陽對於我們這樣重要的了，如果沒有月和星，我們可以活着，但是假使我們失了太陽的光和熱，我們就活不了幾天。

我們自然很願意知道怎樣量太陽和地球間的距離，所用的方法和測量師或探險家測量他們不能及到的地方所用的一樣。

假定你在河的一邊（圖三十）要求出對岸一顆樹和我們間的距離，如果你手邊的儀器祇有一根碼尺，也就能夠求了。方法在下面（見圖）

用一捲繩量出五十英尺，在地上 A 的地方立一根木樁，在五十英尺的地方 B 再立一根，每根頂上刺一隻釘而使兩釘間的距離剛是五十英尺，將繩子拉在上面，這就是我們的底線。

現在你從 A 的地方看樹 C，叫你的朋友在 D 的地方插一根木頭，在上面也刺一隻釘，並且要 A, D, C 在一



圖三十 求對岸一點距離的方法：從已經說過的方法，祇要一根帶尺，就可以量出隔河一點的距離。

直線上。同樣在 B 的地方看樹，使 B, E, C 也在一直線上。把 A, D 兩隻釘和 B, E 兩隻釘用線繃過。如果把他們延長，一定能夠在 C 點相交，並且和底線成一個三角形。

我們已經知道底線的長，現在要知道 AC 和 BC 的長。

於是在 A 的地方放一張紙在二根繩子底下，依繩子畫二條線在紙上。在 B 的地方照樣做。畫了線就可以定出 CAB 三角形的底角 A 角和 B 角的度數。

我們第二步工作是把同 CAB 三角一樣的三角形很細心的畫在一張紙上。

先畫線 MN (圖三十一), 相當於底線 AB , 並使他剛長六英寸, 而使 NMO 角等於 BAC 角, MNO 角等於 ABC 角, 這一定要很細心做的。

小三角形 OMN 和大三角形 CAB 的形狀相似; MO 相當於 AC , NO 相當於 BC 。

要很細心地把 MO 和 NO 量出來, 假定說 MO 長 19.2 吋, NO 長 18.6 吋。

現在 AB 是五十英尺, 比 MN 長一百倍, 因此 AC 也必定比 MO 大一百倍——就是 1920 英寸或 160 英尺。同樣 BC 是 1860 英寸或 155 英尺。

當然, 測量師用了儀器可以很正確地量距離和角度。他在可能範圍內把底線取得很長, 於是結果大都很正確——他的誤差每十英里不過一英寸。

天文家是測量天上距



圖三十一 怎樣計算隔河的距離: 這個三角形和圖三十裏的三角形同形。從 AB 的長, 就可以計算出其餘二邊的長。

離的人,但是他很難應用這個方法去量太陽和我們間的距離,因為他的底線非取在地球上不可,和太陽的距離比起來真正小極了.但是若用了很精細的儀器,做得非常當心,一次又一次的測量,結果他能夠求出太陽離開我們多遠.

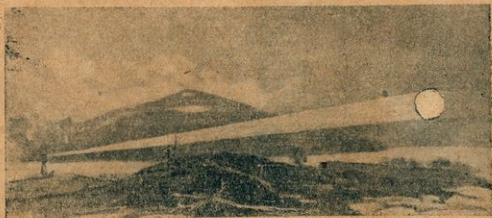
這距離大約是九千三百萬英里.

這樣大的距離很難使我們想像.假使能夠造一條軌道通到太陽,而有一輛火車不息地走着,每一分鐘能走一英里,那麼全程要 175 年方才走到太陽.

太陽的大小

太陽有多大?

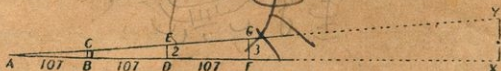
你已經知道太陽的距離,大小就很容易知道了.圖三十二中有一個男孩子和一個女孩子做一個找太陽



圖三十二 求太陽直徑的方法:男孩手裏拿着一個直徑一尺的碟子,剛剛可以遮去女孩子所看見的太陽.知道了男孩女孩中間的距離和太陽的距離,就可以從碟的大小求出太陽的直徑.

大小的實驗。男孩子拿一隻大菜碟，直徑一英尺，放在女孩子的眼睛和太陽之間。先站近女孩子而舉起碟子，並且完全把太陽遮去。他於是離開女孩子遠一些，最後使碟子剛剛遮住太陽。再用一根繩量得男孩子和女孩子間的距離是 107 英尺。

現在我們看圖三十三。A 代表女孩子眼睛的位置，XY 距離很遠，代表太陽，BC 是碟子，距 A 足 107 英尺，剛



圖三十三 怎樣計算太陽的大小：這裏的AB代表男孩和女孩間的距離，AX代表太陽的距離。

能遮去太陽。顯然地，如果太陽是在DE，離A二倍於107英尺遠，而恰能被碟子遮去，那麼太陽的直徑必定是一英尺的二倍，即2英尺。如果它是在107英尺三倍的距離，即是在FG，剛剛被遮沒，那麼它的直徑必是三英尺。由此可知太陽距離比107英尺的倍數，就是太陽直徑比碟子直徑的倍數。我們用107英尺，除九千三百萬英里，得4589百萬倍。因此太陽的直徑是4589百萬英尺，即869,000英里。用更精確的測量法量得866,000英里。這就是太陽的直徑。

地球的直徑是7918英里，用除法求得太陽的直徑

約爲地球的 110 倍。

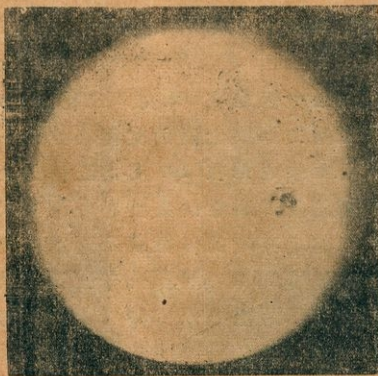
太陽比地球大得多了，如果太陽像足球，那麼地球不過好像一粒小豌豆的大小。

假定有一十字路口，各路面闊 66 英尺，剛剛能放置一個直徑 66 英尺的大球代表太陽，那麼地球祇好用七英寸直徑的球代表，放在離開十字路口 16 英里處。

太陽黑子和光斑

倘使我們用肉眼看太陽（當然須隔着一片暗玻

璃，）它不過是一個大光盤，但是用了望遠鏡，即使是小的，就可在它的面上看見許多有趣的特色。這裏有一張太陽的照相（圖三十四）在它的面上有若干暗而形狀不定的標記，叫做太陽黑子（Sun-spots）。黑子的中央比邊上



圖三十四 太陽的黑子和光斑：圖裏大的黑子羣有七萬英里長。光斑是黑子周圍較白的面積。

暗些。有些黑子成羣地合在一起，也有些各自分開。有時這種黑子甚大，雖把幾個地球投入其中，也不能把它填滿。

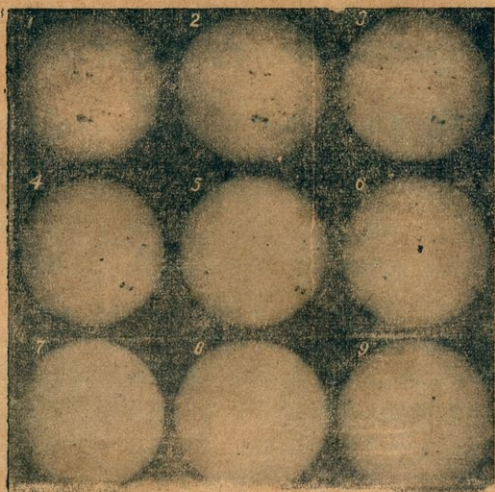
爲了什麼原因有黑子，我們還不知道。你常常聽見火山裏噴出火和烟和灰來。這是因爲地殼破了，裏面的熔化物質擠出來。大約太陽上面也有這樣事情發生。表面層有的地方薄弱，以致於破裂，於是可怕的熱東西迸裂而噴出於太陽表面之外。黑子其實也是很亮的，不過在光亮的太陽上是顯得黑了。

在圖中可以看出太陽圓面的近邊處比較黑暗些。這就表示太陽上必有一種大氣。當然太陽是一個大圓球，而我們所看見的『邊』，就是球面彎過去的地方。從這一部分來的光經過太陽大氣比圓面中央來的光穿過得多，所以被吸收較多而減少了光輝。因爲這個緣故，所以邊上好像暗些。

還有在圖邊上一羣黑子的周圍有亮的點子，叫做光斑（faculae）。它們是火焰所成的山，火焰的頂突出於具有吸收性的大氣，好似地球上的若干山峯高入雲霄。

太陽的自轉

圖三十五中是連日所攝的九幅太陽照相。第一張



圖三十五 連續九天攝的太陽照相：比較圖裏黑子的位置，就可以知道太陽是繞一軸而轉的，再從黑子運動，可以求出太陽自轉的週期。這些照相攝於 1893 年八月六日到十四日，這時候太陽面上黑子很多。

照相是 8 月 6 日照的，上面有一羣黑子。我們已經知道太陽的直徑是 866,000 英里。現在這一羣黑子的長看去約有太陽直徑十分之一，因此它的直徑必有 86,000 英里。它是大得可用肉眼看見的。有幾羣還要比它大得多。

在第二幅照片裏這羣黑子已向右移動了，如果你連着看第三幅，黑子更向右。第七幅在 8 月 12 日照的，還

能夠看見一點，在第八幅裏就完全不見了。別的黑子也有同樣的行爲。

現在你想怎樣去解釋它？你立刻要說太陽繞着它的軸轉動。在仔細考察黑子之後，我們就可以知道軸在什麼地方，且多少時間轉一次。大約須二十五天轉一轉。

太陽的質量

如果我們能夠把太陽所含的物質來做地球，你想可以做幾個？足足可以做成 332,000 個，所以太陽的質量是地球質量的 332,000 倍。

但是一立方英尺的太陽沒有一立方英尺的地球這樣重，這是值得知道的。實際上一立方英尺的水重 62½ 磅，一立方英尺的太陽比水重 1.4 倍，即 87½ 磅；而一立方英尺的地球比水重 5.5 倍，即 341 磅。

太陽黑子，極光，磁暴

關於太陽還發見別種顯著的事實。太陽的黑子有時多有時少。在有幾年裏——例如 1923 年——簡直很少看見。此後便開始漸漸增加，約在五年之內，太陽上幾乎沒有一個地方不看見黑子。再後又慢慢的隱去，至於不見。這樣一隱一現的，在一百年中重複九次。

當太陽上黑子發現時，在地球上也發生一件奇怪

的事情。黑子多的時候，指南針就被擾動，我們就稱做磁暴。那時極光也時常出現，並且很亮。我們知道無線電可以傳到全地球，但是地球是圓的，而電波是直走的，這就是因為在空氣上層有電子層把電波反射的緣故。最近在離地球三百英里的地方也發見電子層（電子層有好幾個，）那裏並沒有空氣。這些電子都是太陽黑子噴出來的。極光就是電子打入空氣而造成的。太陽黑子會噴射電子，大概不會錯了。

光球，色球，日珥

我們所看見的太陽的光亮面叫做光球（photosphere）。它亮得真是使人炫目，所以我們不能看見天上在太陽附近的任何東西，正和我們對着很亮的手電筒，就看不見那開手電筒的人一樣。或者太陽在光球的外面還有些什麼，但是炫目的人也不看見它。但是我們用一種儀器叫分光鏡的，就可以研究太陽圓面的邊，我們在那裏又發現了很有趣的幾部分。

包在光球上面的一層發光氣體叫做色球（chromosphere），這上面有幾個突出的奇形叫做日珥（prominences）。日珥通常是大紅色，形狀很奇特。這是因為裏面含有很多的氫氣和鈣蒸汽之故。有些日珥在一星期中變化甚少，也有些運動得很快。圖三十六中的一個日

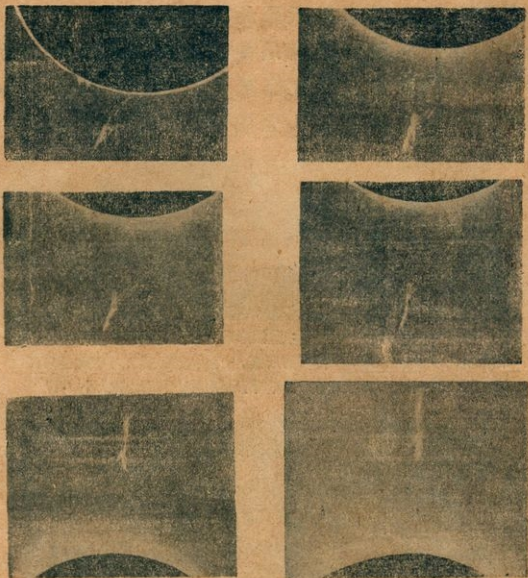
珥是1918年6月8日所照的相，形狀很像一隻野獸鼻子裏噴出火來。圖三十七是一個天文藝術家所畫，意思是把那幅照相形容得更像真些，因為它的形狀很像蜥蜴，這個日珥就被稱為「太陽蜥蜴」。在圖三十六左邊



圖三十六 太陽上的日珥：這個形狀古怪的日珥是在1918年六月八日全蝕時在美國亞俄明州的綠河所攝，它的軌跡係從華盛頓州到佛羅立達。左上角用同比例尺繪着一個地球，以便與這日珥比較大小



圖三十七 「太陽蜥蜴」的描繪：圖三十六裏那個日珥的形狀有點像一隻古代的恐龍，畫師繪成這張圖，形容得更像，因此天文界就把這一日珥稱做「太陽蜥蜴」。



圖三十八 一組奇妙的日珥照相，是英國皇家天文學會在1928年十一月十九日日全蝕時所攝。它們表示一巨大的爆發日珥在短時期內的發展情形。第一照片(左上)在 7.52 時所攝，最後照相在 9.3 時所攝。在這時期內，日珥升高達 567,000 英里。

的一個圓點是同比例尺繪的地球，以資比較大小。圖三十八是在 1928 年 11 月 19 日所照一個日珥的六個景象。第一幅(左上)在 7.52 時所照，最後一張(右下)在 9.3 時

所照,在這時期內升高達到最高的紀錄 567,000 英里。

這些日珥在太陽全蝕時候,肉眼可以看得見。這時的月剛剛遮在太陽的前面,把光球的強光遮去,因此我們能夠看見太陽外面的較淡部分。

日 冕

太陽何以被蝕的道理,在圖三十九裏表出,這裏畫



圖三十九 日蝕的成因:二個小旅行者立在別的行星上觀察日蝕是怎樣形成的。月繞地轉時,它的影子沿着地球上一條狹徑而移過。

如人在黑徑裏,就看見日蝕,因為太陽完全被月所掩。

着兩個天體旅行者立在別的行星上，看日蝕是怎樣發生的。瘦長的月影遮在地球上，月在它的軌道上運動，它的影子也在地面上移過，（看圖的時候設想月球向我們而來），影子所走過的一條地面叫影徑，如果人在這條路徑裏，當影子在他頭上經過時，他就不能看見太陽——通常是兩三分鐘。

在這時候我們非特看見日珥，並且還看見奇怪的



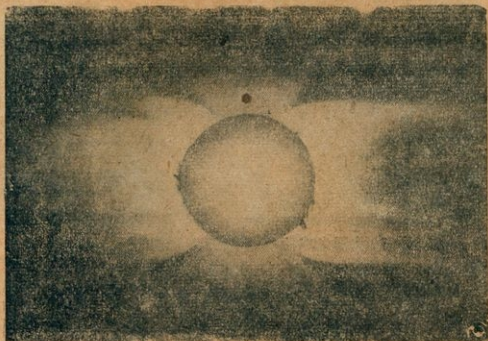
圖四十 這一幅日冕照相是 1919 年五月二十九日格林尼治天文台的克羅米林博士親往巴西國索布拉爾觀察日全蝕時所攝得。

白光圈圍着太陽。這叫做日冕 (corona)，它是天上美景中最美麗最動人的現象。圖四十表示一張奇妙的日冕照相，是在日全蝕時所攝。圖中央的黑圓物就是月；太陽全體被它遮去，所以看不見。

關於日冕的形狀頗有幾件奇特的事情，它依太

陽面上黑子的多少而變。當黑子多的時候，日冕的白光從太陽面射出；但是黑子少時，大部份光從太陽赤道的附近向外射出，好像太陽的翼，只有小部分光從它的極區放出。這些赤道翼有時向外伸展達太陽直徑的兩三倍長——就是 $1\frac{1}{2}$ 到 $\frac{1}{2}$ 百萬英里。其實日冕就是太陽面上很稀薄的氣體。

圖四十一四十二表示光球，色球，日冕同時出現的



圖四十一 太陽光球，日珥和日冕在太陽黑子最少時的光景：這是一張合成的圖，表示太陽光球，日珥和日冕同時看見的景象。它的外貌跟着黑子的數目而變更。這圖所示的光景是在太陽黑子很少的時候。注意日冕的兩個大翼從太陽赤道帶向外伸展達一百萬英里以上。這上面有幾個日珥，但是不多。

這幾張日冕與日珥的照片是 1900 年五月十八日美國里克天文台觀測隊在佐治亞所攝。一張光球照相是英國格林尼治皇家天文台所攝。



圖四十二 太陽光球，日珥，和日冕在太陽黑子最多時的光景：這也是一張合成圖，和上張一樣，不過是在黑子最多時的光景。當時日冕從太陽的全面上等量伸展，並且有許多日珥。

光景；前一圖表示看見黑子最少時的景象，後一圖表示黑子最多時的情形。請注意在二個情形裏日冕不同的形狀。

太陽是什麼東西做成的？

太陽雖然離開我們很遠，但是天文家已經尋出它

的成分。這全靠一種儀器叫分光鏡的來做這種工作，這奇怪的儀器以前已經說到過。

你想太陽是什麼東西造成的？它含有鐵，銅，鋅，鈉，鈣，氫和許多旁的在地球上所有的原質。

你想希奇嗎？太陽和地球是同樣物質所做成的，那末在很早很早的時候，它們一定是連在一起的了。

因為太陽是地球上光和熱的來源，所以是各種生物存在所必需的，難怪人要崇拜它了。

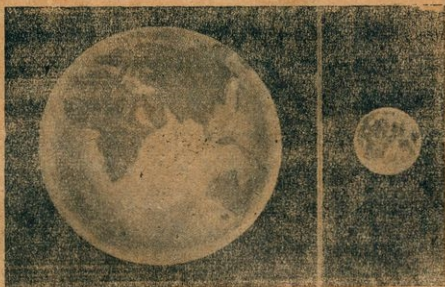
月的距離和大小

平常我們看着天空，比較太陽和月的大小，好像是差不多，其實太陽比月大四百倍，我們看去似乎大小相似，是因為太陽離開我們比月遠四百倍的緣故。

月和地球間的平均距離是 239,000 英里，這在天文上比大多數的距離都小，如果有一輛火車，每天走二百八十二英里，要二年才到月球，若用同樣速度，要八百年才到太陽。

月球的直徑是 2160 英里，比地球直徑四分之一稍大一些，若用地球的材料可以做八十一個月球。圖四十三表示它們大小的比較。

月的位相

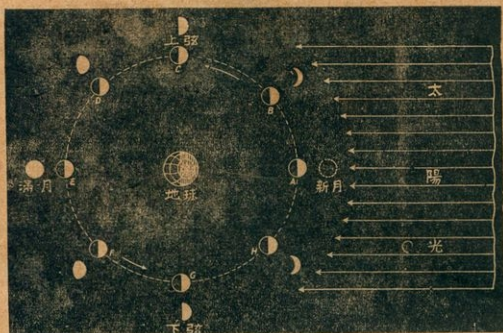


圖四十三 地和月大小的比較：地的直徑是 7918 英里，月 2160 英里，即它們的比率是 100:27

從前我們說過，月是繞地球轉的，你也要記得月是一個暗的東西，祇有被太陽照亮的時候才看得見。因為這二件事實，所以月有各種位相，你必須知道它們生成的原因，那末就容易解釋了。

在圖四十四裏，你須想像太陽是在右邊極遠的地方，光從太陽射來，落在月上，就亮了半個月，一如他照亮了半個地球或者天上任何其他圓的東西。

月依着箭頭繞地球旋轉，如果月在連着地球和太陽的一直線上的A點，月的明亮的一面和地球相背，我們就看不見它。月在這個位置時，我們稱它做新月亦稱晦，或朔。約二天之後，月走到B的地方，在地球上的人現在只看見照亮半月球的一部分，所以看去好像一條蛾



圖四十四 月的位相的成因：太陽在右邊很遠的地方。陽光總是照亮半個月面，因此月繞地球旋轉時，我們可看到這亮部的不同部分。在 A 的地方，我們完全看不見亮半球的任何一點；在 E 則完全看見，在 C 和 G 只看見一半。

如圖中所示，這時是陰曆的初三。

大約四天之後，月到了 C，我們在地球就看見那照亮面的一半，好像一個亮的半圓盤。從新月計算起，此時它已經走了四分之一的軌道。這就叫作月在上弦。

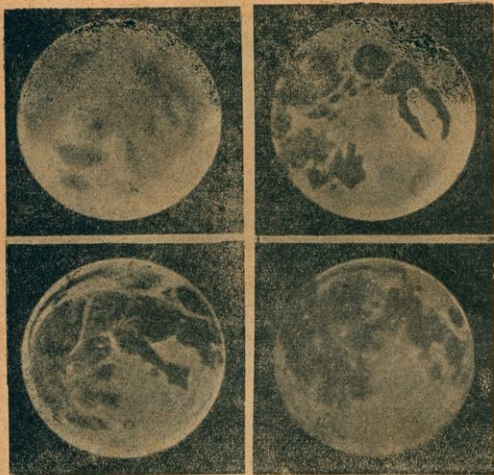
約在第十天，月已走到 D，這時的形狀是凸的。從新月後約二星期，月已到 E。從地球上我們看見它的照亮半球的全面，這叫做滿月亦稱望。這時月，太陽和地球又在一直線上，地球在兩者之間。所以太陽在西方沉下，滿月就在東方升起，在半夜的時候，月在子午圈上。

再一星期之後，月到了G，形狀又成了半圓，這個位置叫作下弦。再約一星期，就是滿一個月時，月回到A，我們又看到一個新月。這一個循環，就是從新月到新月，要廿九天半的時間。

月在真正新的時候，我們完全看不見它。約過了二天，我們才能看見它的狹條的蛾眉形。在新月之前二天，或者走了廿九天時，也有同樣的蛾眉形。這時我們須在日出之前，向東方看。在新月後二三天，我們須在日落之後，向西方看。

月面的肉眼觀

用肉眼看月是件很有趣的事。古人對於月面的描寫，有月兔，月中桂，月裏嫦娥，甚至有唐明皇遊月宮之說。請看圖四十五裏的四幅照相。右下角是一幅滿月的照相，和用小望遠鏡看去時所得的光景相同。左上圖是「月中人」，兒童們常叫它做「月公公」，你看它有眼有鼻有口有額。這是一個中秋月。左下圖是「嫦娥」，她梳了長長的髮髻，手中執書，彎了腰正在讀書哩。右上圖是一只「蟹」。這都是各人心目中想像出來的，亦可說是「仁者見之謂之仁，智者見之謂之智」一樣的意思。其他形形色色，不一而足，可由觀察者自己去想像了。



圖四十五 滿月的肉眼觀：上左圖是「月公公」，上右圖「月婆婆」，下左圖「嫦娥讀書」。下右圖是一張月的實際照相，以便與其他三個想像圖比較。

月的照相

圖四十六是一幅滿月的照相。圖示月在望遠鏡裏看的樣子——所以它是倒的。

注意所有暗的地方大多是帶圓的形狀。它們就叫海。我們起初以為是水。雖然我們現在知道月球上沒有水，但是仍舊稱它們做海。它們都有奇怪的名稱在左邊



圖四十六 滿月。暗的部分叫「海」但是裏面是沒有水的；小的圓東西是寰形山，大概是成於火山作用。注意圖的上部從泰可寰形山發出的亮光綫，長達數英里。對於這現象，還沒有人能夠解釋得滿意。

中途的蛋形點是危險海（Sea of Crises），在他的正右面是靜海（Sea of Tranquility），其下也是一個蛋形，叫做甯靜海（Sea of Serenity），在這下面偏右的大點是陣雨海（Sea of Shower）。注意近頂的亮點，有亮光綫射出來。這並不是海，而是寰形山名叫泰可（Tycho），因



圖四十七 月在上弦：圖中暗的海顯得很清楚。沿明暗界線（terminator）有許多極顯著的囊形山，最大的一個在這線中間，直徑 115 英里，比地球上的任何囊形山大十五倍。還有半個月，在黑暗裏，所以我們不能看見。

紀念丹麥大天文家泰可白賴 (Tycho Buahe) 而取名的。

圖四十七是月在上弦，即陰曆初七日的照相。有幾個海顯得很清楚，但是特別請你注意許多圓物，尤其在右邊的最清楚。這些圓物是寰形山，大概是由於遠古時代的火山作用。月球上最大的一個寰形山是在右邊中部，它的名叫托來米 (Ptolemy)，是紀念又一天文家而取的，直徑 115 英里。在地球上最大的火山口是在日本直徑只有七英里。再有暗的地方，適在明暗界線之外，有不接連的白點，這些都是被太陽照着的山峯。

圖四十八是用美國加州威爾生山天文台上霍格望遠鏡所照的相。這不過是月在下弦時的北部的一部分。照片中有陣雨海。這照上各部的名字可以從說明圖(四十九)找出。我們先看見陣雨海。在它的左岸的上方是亞倍甯，這是因意大利的亞倍甯山脈 (Apennine Mountains) 而稱的。在左岸下方是阿爾卑斯山，而高加索山即在它們的中間。再看阿爾卑斯山中的谷，闊自 3 至 6 英里，長 80 英里以上。再有伯拉圖 (Plato) 寰形山，因為它立在彎面上，所以看去好像橢圓的，其實是圓的。它的直徑為六英里。再過來看到虹灣。高起的是阿基米得 (Archimedes)，依拉多森 (Eratosthenes) 等等寰形山。再看在陣雨海左邊聳起的那個尖銳巖石，它投出一個極黑的影子，由此可知太陽的方向。這樣的把圖上的



圖四十八 陣雨海和其鄰近的表面。這張照相是在美國加州威爾遜山用霍格 (Hooker) 望遠鏡照的相，霍格是目前世界上第二個最大望遠鏡，直徑一百英寸。



圖四十九 前圖的說明：囊形山的名字大多數是因紀念已故著名天文家而取的，而山名則用地球上名山的名稱。

地名都指出來倒是很有趣的。主要的幾個我們已經說過，旁的還很多很多，且每個都有它的名字哩。

月球常是把同一面對着我們？

我們每一個月望去看圓圓的月面總是相同的，所

以習慣上就說它是把同一面對着地球的確在實際上差不多對的。倘使生在二千年以前的希臘天文家希巴格司 (Hipparchus,) 現在降臨地球,那末他所能看見的月面,和他在二千年前觀察所見的沒有兩樣。

可是,我們若對它很仔細地考察起來,我們所見的一部份月的表面,並不常是一樣的。你若把圖五十裏的兩個滿月照片仔細地加以比較,就可發見在右圖裏泰



圖五十 兩張月的照相,表示月的天平動 (libration):試比較這兩張圖,第二張比第一張後六個月照的 (1906 年十月三十一日和 1907 年四月二十七日),可見我們所見的月面並不是老是完全相同的,近頂上的亮點是泰可窠形山,射出的亮光綫很顯著。

可窠形山上方的地位比左圖裏多,而陣雨海下面的地位比左圖裏少。還有危險海的左邊,在左圖裏可以看見,而在右圖裏就不能見。

的確,若連續用望遠鏡觀察,或研究在不同時間所

照的相片,可以看見月球表面的百分之五十九,其中百分之十八是有時見有時不見的,這種現象叫做月的天平動,有人或須要想看看那百分之四十一的不可見部分,其實我們敢大膽的說,這一定是和我們所見的部分大致相同的。

月 的 世 界

在天文家眼光中,月不過是廢石和沙,它的表面蓋着一層火山噴出的灰,有的地方鋪着硫磺(從光學上證明的),它是差不多沒有空氣,(近來發見它有微量空氣的存在),沒有水,也沒有雲,在正午時熱到華氏二百度,在太陽照不到的一面冷到華氏表零下二百五十度以下,在月球上的日蝕,溫度在幾分鐘裏降下數百度,因為它的空氣極稀薄,所以它的天不是藍色而是黑的,在白天也能看見星,好像我們乘汽球到高空裏能同時看見太陽和星一樣,它是一個死的,荒蕪的,寂靜的世界。

第五章

水星與金星

水星(又名辰星)

我們現在要講行星了。最近太陽的是水星。它和太陽的距離是36百萬英里。雖然實際上它的距離是在 $28\frac{1}{2}$ 和 $43\frac{1}{2}$ 百萬英里裏變動。我們已經知道它是太陽系中最小的一個。

在古希臘和羅馬的神怪傳裏，謀古利(Mercury)是神們的信差。他代表一個好青年，腳跟上有翼，可使他在執行職務時能夠飛快的穿過天空。他是藝術家和雕刻家的恩物，所以他的畫像和塑像很多。圖五十一是一張意大利著名藝術家所作謀古利塑像的照相，很



圖五十一 謀古利天使的藝術像：他左手拿呢棍，左足立在四風上。

是莊嚴而美觀。

行星的西文名都從西洋的古神名得來，因為水星最近太陽，動得最快，所以把 Mercury（謀古利）神名做它的名字，它的運行速度總是在每秒 23 英里以上，有時達到每秒 35 英里，它繞太陽一周只要 88 天，換句話說，水星的一年還不及地球上三個月長，它的直徑是 3030 英里，而質量約為地球的二十分之一。圖五十二表示地



圖五十二 地球與水星的比較大小：直徑為 7918 英里與 3030 英里——即它們的比率是 100:39。

球和水星的比較大小。

天文家久已很當心的用望遠鏡守望着水星，希望在它的面上得到些標記以資測定水星在它的軸上自轉一次的時間，但是還沒有多大結果，大家都相信水星常是一面向着太陽，並且很少或沒有空氣，因此一面必

定是火熱的沙漠而另一面是冰凍的荒地，它的面部成分和月球相仿，它向着太陽一面的溫度，最高有華氏675度。

金星(又名明星,啟明,長庚,太白)

第二個行星是金星，它離開太陽67百萬英里，它的西名是Venus（維納施），是最美麗的古女神之名，因為金星是太陽系中最可愛的一個，它在西方出現叫做黃昏星，在東方出現叫做晨星，金星的光輝很易勝過一切其他行星和恆星，所以引起人們的愛慕。

金星在它的軌道上運行的速度為每秒22英里，完全一周要225天或七個半月，它的直徑是7700英里，和地球差不多的確，地球和金星是雙生姊妹（圖五十三）。



圖五十三 地球和金星的比較大小：直徑為7918和7700英里，即它們的比率是100:97。

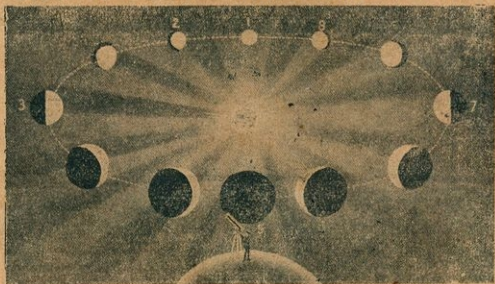
我們在講金星的行爲之前,我們先要記得下面幾件事。

(1) 金星自己不發光,祇在太陽照着的時候是亮的。
 唯有在早晨或容易見到

(2) 金星只有半面是亮的——向太陽的那一面。

(3) 我們是在離開太陽九千三百萬英里的地球上觀察它,所以我們是在金星軌道的外面。

在圖五十四裏,有一個天文家在地球上觀察金星



圖五十四 金星如何變更位相:地球上的天文家正在觀測金星,從它與太陽的上合(位置1)到下合(位置5)。它似乎愈變愈大,且變更位相。

繞着太陽走,金星在1的地方,和地球離得最遠,是93加67即是160百萬英里遠,因為距離這樣大,所以看上去就小了。金星在這一位置時,實際上是看不見的,因為被太陽光的炫耀所掩蔽了。在地球上所觀察到的,它的位

置，通常不是略偏在太陽之左，便是略偏在太陽之右，但是它在天空中太近太陽，所以仍舊看不見。如果在這時月遮在太陽的前面，那麼我們就能看見它，從望遠鏡裏看去，像一個亮的圓盤，當然就是我們所預料的，因為亮的半球剛剛對着我們。的確，有人在它很近這位置的時候，照過一張相，像一個圓盤（圖五十五A）。

當他到2（圖五十四）的時候，因為它與地球已近了一些，所以看去也大一些，但是這時候我們不能完全看見那亮的半球。肉眼不能隨時看出這盤子的形狀。但若用一小望遠鏡，就能看見它有突出的形狀，如圖五十四所示。一到了3的地方，它是更近而更亮了，好像一個半月。再沿着軌道走，愈近愈亮，直到4的地方。現在從望遠鏡中看去，像個新月（請比較圖五十五中的B,C,D）。



圖五十五 金星的照相：這裏是幾張金星的實在照相，表示視徑的增大，和位相的不同，從圓滿到細長娥眉。

五星期之後，金星到 5（圖五十四）。在這個位置，它離地球 93 減 67，就是 26 百萬英里。它現在最近地球，但是亮的一面不朝着地球，所以，我們完全看不見它。金星已把她的美麗的面龐藏起來啦。

再五星期，金星動到 6，形狀和在 4 的地方一樣。於是動到 7 和 8，而回到 1。

因此我們知道，金星和月一樣是有位相的。

黃 昏 星 和 晨 星

我們還要看圖五十四。金星在 2, 3 或 4 的時候，人在地球上看見它在太陽的左面。現在請你抬頭看太陽而想像金星在你的左邊——就是在太陽的東面。在白晝，金星跟在太陽之後在天上運動，等到太陽在西面沉下去了，金星還是在地平線上，所以我們稱他做黃昏星。可是，金星在 6, 7 或 8 的時候，它發現在太陽的右面，即西面。因此太陽跟在它的後面經過天空（天文家稱金星是在太陽的前面），所以比太陽先在西方沉沒，但是明天早晨比太陽在東方早出現，所以叫晨星。

古人以為黃昏星和晨星是二個星，所以給它兩個名稱（Hesperus 與 Phosphorus）。

金星的表面上永久的被雲遮着，所以沒有永久不移的標記可以看到，因此很難測定它繞軸一周的時間。

以前相信金星自轉的時間不到廿四小時。後來的觀察知道它總是一面向着太陽，因此亦有認它的自轉的週期和公轉的週期相同，——即是 225 天。如果自轉週期是近於每天一次的話，那麼這行星的兩極應當要變扁了。這個效應在有短週期的行星都很顯著。但是經許多的正確測量，並沒有發現金星的極直徑和赤道直徑有任何差別。照現在的證據而論，多贊同這自轉週期在廿天以外——大概是五或六個星期。

金星上面有一厚層大氣，它的表面因此不致於過熱，或過冷，可是它的大氣裏不含氧氣，就是由於這層大氣，使我們不能夠看見金星的廬山真面目。

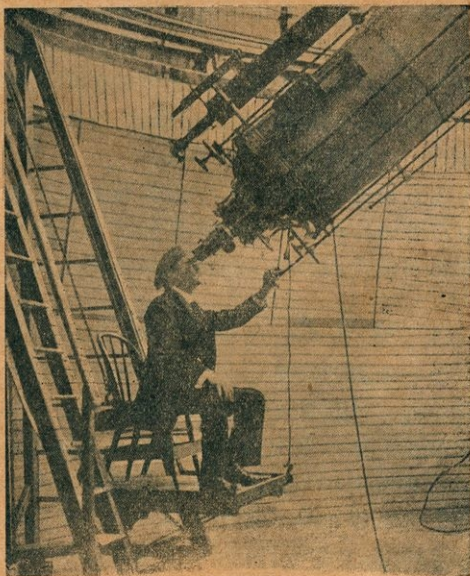
在白天看見的金星

金星在最亮的時候比任何行星和星明亮，如果有人知道它的方向，那麼在日光很亮時也容易看見。

比較的少數人曾在白天看見過金星，但是有時候很能引起興趣。1716 年倫敦許多市民在白天看見天上有一件奇怪的東西，曾大起驚惶，以為是什麼災難的預兆。天文家哈萊（Halley）就對大眾解釋，這不過是金星在它的平常軌道上走過罷了。記得 1936 年上海也發生過同樣的趣劇，有若干報紙還記為奇蹟哩。

據一種傳說，有一次拿破侖在中午去參加大典儀

式的路上,他覺得很驚奇,人民大都向天上看什麼東西,比看他自己和他的屬員更覺有趣,他訊問原因,人家便指金星給他看。



圖五十六 羅惠爾博士在日間觀測金星：觀測金星的時候最好在日間，正當它在地平以上很高的一點。博士使用着他自己創立的羅惠爾天文台上的二呎直徑的望遠鏡。博士曾用此鏡作火星和其他行星的觀察。

金星在望遠鏡裏看去很眩眼,最好是候着它在地平線上很高的時候看.在圖五十六裏羅惠爾(Percival Lowell)博士正在羅惠爾觀象台上白天觀察金星.它是最亮的時候,形狀很像五天的月亮——如在圖五十四中3與4或6與7間的情形.

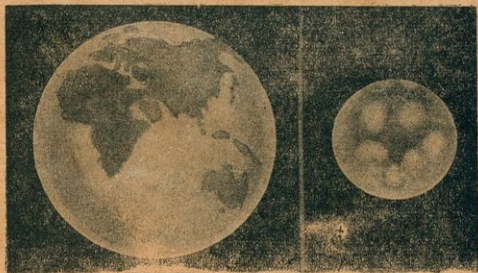
第六章

火 星

火星的大小和距離

在各行星裏，要算火星（又名熒惑）最爲有趣。它似乎比別的行星更像地球，以前大家都猜疑它上面有人類，但是現在已經證明這是不可能的。火星離太陽約142百萬英里，是地球和太陽間的距離的一倍半。它繞日一周約需687天，運行速度每秒鐘十五英里。

火星的直徑是4215英里，差不多是地球直徑的一

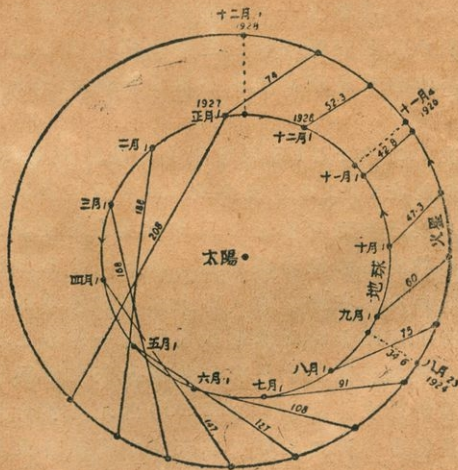


圖五十七 地球和火星的比較大小：直徑爲7918和4215英里，
——故它們的大小比率是100:53

半大，而它的質量是地球的九分之一（圖五十七）。換句話說，地球所含的材料足夠做九個火星。

火星和地球的軌道

我們現在來看看地球和火星的運動，在圖五十八



圖五十八 地球和火星的軌道圖：這二個軌道是按比例畫的。注意它們在一端比另一端相離得近。圖中內圈表示地球在每年每月初一的位置，外圈表示火星在1926年每月初一的位置。二行星間聯綫上的數字代表距離，單位是百萬英里。

中，裏面一圈是地球的軌道，外面的是火星的軌道。雖然

軌道是橢圓形的，但是看來和圓差不多。

地球在每月第一日的位置圖上都有，每年的位置都是如此不變的。

在 1926 年每月第一日的火星位置也在圖中註出，因為它差不多要二年繞太陽一周，所以一年中祇能走軌道長的一半略多一些，二點間的聯線代表在不同日子它們中間的距離，看看這距離的變化倒是很有趣的一回事，聯線旁邊所註的數字表示距離以百萬英里為單位。

在 1927 年 1 月 1 日地球和火星的距離是 208 百萬英里，但是在 2 月 1 日已減少到 188 百萬英里，所以火星在 1 月裏已向地球移近了二千萬英里，即是移向地球的速率約為每秒鐘十英里，這二者間的距離逐漸減少，直到 11 月為止，在那月的 4 日上，火星和地球的位置如圖中所示，這時太陽、地球和火星均在一直線上，在地球上的人，看見太陽和火星在他的兩邊，天文家稱這情形為火星對月在「衝」(opposition) 的地位，當太陽西沉時，火星從東方升起，它終夜在天空中很顯著，火星在 1926 年 11 月 4 日的「衝」位上，離開地球約 43 百萬英里。

從一衝位到下一衝位的時間約為 780 天，例如在 1924 年 8 月 24 日遇到一衝位，其時火星離開不到 35 百萬英里，圖中已指出它們的位置，這一次二者間的距離

是前後多年中最相近的一個。1926年11月4日以後的衝位是約在780天之後的1928年1月21日，屆時二者相距約55百萬英里。

在望遠鏡中所見的火星外貌

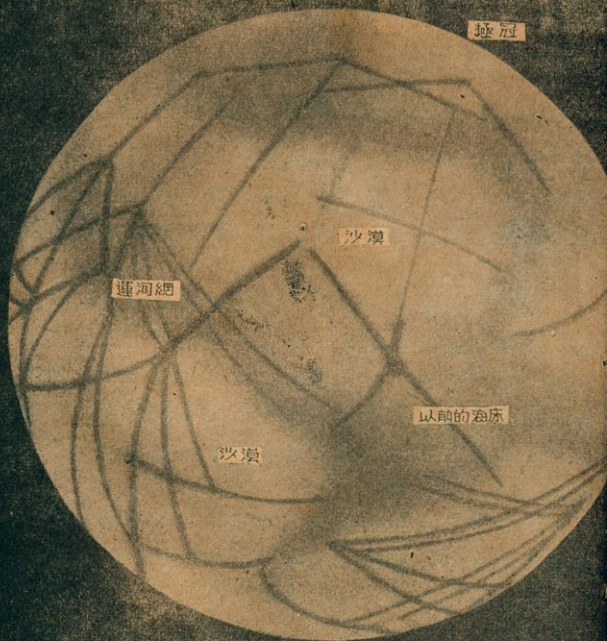
火星在1926年離地球很遠，所以不大亮——和極星差不多亮，但是若移近了，它就是天上最亮的一個東西。它的顏色是殷紅如火，難怪古人拿戰神的名字來稱它了。

假使用大望遠鏡觀察火星，我們可以在它的面上看見許多有趣的特徵。我們在水星或金星上面絕不能找出一定的記號，而火星却與它們不同。圖五十九是美國加州里克天文台照望遠鏡中所見而繪的，面上仔細的情形都畫得很清楚。但在數小時後再看，面形就很不相同了。

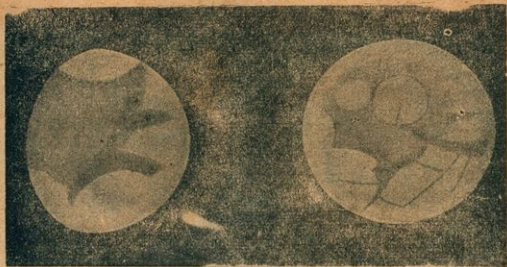
看住了面上的記號，天文家已求出它旋轉一次所需的時間是24小時37分22.6秒。這是火星上的一日。

火星也有四季，不過比我們的季約長二倍。它們也比較冷得多，因為火星比我們離太陽遠一倍半，而太陽是地球和火星受熱的來源。在長的冬季裏，溫度很低，像我們這樣的人類是很難在上面生存的。

火星的外貌在冬季和夏季頗不相同，如圖六十所



圖五十九 一幅望遠鏡中所見而繪製的火星圖。據人們的推想，面上直綫或許是運河；頂上白色的極冠，或許是冰，或是凝固的二氧化碳；較暗的部分（遠鏡中帶綠色）或許是植物，較淡的部分（遠鏡中帶粉紅色）或許是沙漠。



圖六十 火星在冬夏兩季的表面情形。左圖是冬季的景象，右圖是在夏季裏的同一部分。在冬季所看見的極冠，在夏季不見了同時，有新的現象發生。

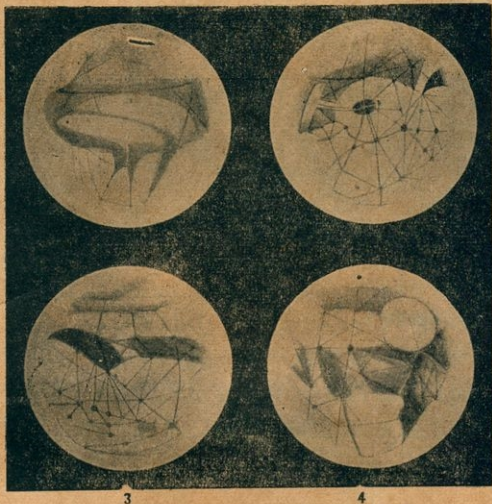
示，其中左邊一幅圖攝於冬天，右圖攝於夏天，其表面形狀上的變化很清楚。它的大極冠，這是人們所想像的冰，到夏天已融解而消失，同時在赤道上的記號已變闊而較暗。

火星上的運河

在過去五六十年間，天文家已在火星表面上尋出若干細線，叫做運河。圖六十一是照羅惠爾博士的畫法所描出的四幅火星圖。許多淡色的直線是運河。表面上的淺淡部分在望遠鏡裏看起來是帶紅色的，較暗的部分帶綠色。人們推想紅的部份是沙漠，綠的是些植物，但是天文家都認為是光的幻覺。有人相信那些直線是火

1

2



3

4

圖六十一 四張火星的圖畫（照羅惠爾博士所畫）：這些圖顯出火星在軸上旋轉時的四「面」。每張圖是火星在軸上每轉過九十度而畫的。火星的自轉週期是24時37分。

星上聰明人所造的運河，但是大多數天文學很是懷疑。因為我們在很暗的光下面看細小的彎曲線往往會看做直線或折線。火星的運河其實是光的幻覺。如果這些直線果然是運河，那末也不應當永久看起來是直的。我們在球上畫直線，決不能在各個方面看起來都是直的。

呀。我們可以大胆的說，這是不可能的。

火星的大氣

因為火星的表面可以很清楚地看見，顯然是它的大氣很稀薄，並且是透明的，不像金星上那麼厚和不透明。仔細觀察了火星幾年，偶爾看見一次薄雲，但是大多數觀察者都以為火星上的氣候是很好的——沒有像地球上的大氣變化，如暴風雨之類。

在1924年和1926年得到一個大氣的驚人證據——並且非常清楚。里克觀象台的賴德教授(W.H. Wright)已經研究了好幾年，要想用望遠鏡來攝得地面上一個遠距離物體的好照相。他發見拿紅玻璃放在照相片前面做濾光器，可以得到最滿意的照相。這樣，祇用紅光來攝像於底片上。如果用藍的或是紫的濾光器，或沒有濾光器時，照片上多少有些模糊。

圖六十二兩幅圖表示得很清楚。它們都是在里克天文台所在的漢密爾登山頂(Mt. Hamilton)上照的。右圖是用紅光（實際上是紅外線）照的，我們可看出村落和山谷中的樹木道路很清晰。左圖是用紫光（實際上是紫外線）照的，我們祇能夠看見近觀象台的一部份山，遠一些的村落就模糊非常。

你當然知道白光是由各色光線組成的。由此可知

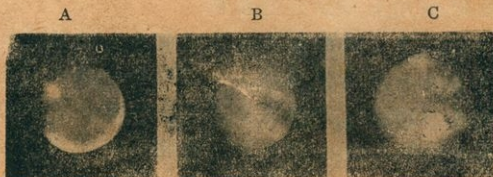


圖六十二 遠處的風景用紅光和紫光所照：若把一張紫色濾光器放在照相機的前面，這樣僅能使紫光透過，結果得左面的照相。若把紅色濾光器，可得右面的照相。這是生喬斯(San Jose)市的照片，從相距十三英里里克天文台所在的漢密爾登山頂所攝的。

紅光能夠自由通過大氣，而旁的光都被吸收。

在 1924 年，地球和火星特別的近，因此引起賴德教授用紅光和紫光來拍照，結果非常使人驚奇。

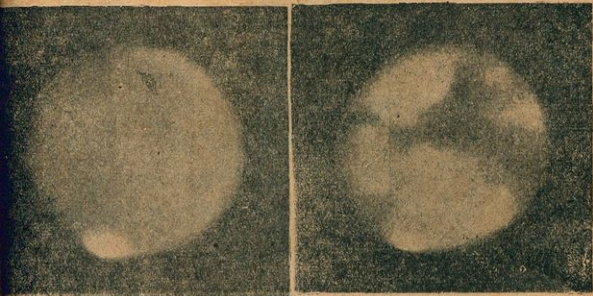
圖六十三和六十四是他所攝照相中的幾幅，每張



圖六十三 用紫光和紅光所攝的火星照片：A 用紫光所攝，B 用紅光所攝，C 兩個半像放在一起，顯示紫色像分明較大。由此我們得一個結論，就是火星上有很廣的大氣。

A

B



圖六十四 又是二張里克天文台用紅光和紫光所攝的照相：紅像(B)較小，不過比紫像(A)更清楚。

裏的A是用紫光，B用紅光攝的。在紫光照相裏完全不見的細目，你可在紅光照相裏看見。

還有幾件可注意的事，即紫光照相定然比紅光照的大。

爲什麼是這樣的呢？它的解釋是火星上有大氣，當太陽光照在上面的時候，紫光不能通過這大氣而到達球面，却被大氣反射回來，到了照相機裏僅產生一個大氣的照相，而不是火星表面的照相。反之，紅光能夠直通過大氣而到達表面上，再由大氣回出來，當它們達到照相機時，就成一幅火星表面的照相。

拿一半紫色像和一半紅色像比一比（圖六十三

C) 顯然是紫的大。把紫像的影半徑量一量，就知道比紅的大百分之5.7。現在紅像似乎就是火星的表面，實在那麼多餘的百分之5.7一定是由於大氣的關係了。火星的半徑約為2100英里，所以這數的5.7%約為120英里，即是火星大氣的高度。火星上大氣的成份不含水，也沒有氧（這是用分光鏡證明的），所以我們所看見的火星的白色極冠，也決定不是冰（或許是固體二氧化碳，總之不是水）。

火 星 上 有 人 類 嗎 ？

我們已經說過，火星在冬季一定是極端寒冷的。夏天怎樣呢？這幾年來已經做成一種儀器叫「熱偶」，很精細而靈敏，能夠實際量出火星射到地球的熱。從這熱量，便可計算出火星上各處的溫度。天文家用這方法，得到火星表面上照得很亮的部分的溫度是最高在華氏六十五度，以致有人要猜想到上面或許有動植物的存在。

幾年前，大名鼎鼎的威爾斯（H. G. Wells）出版了一部理想的小說，名叫火星和地球的戰爭。書中描寫火星上的人進攻地球。著者把火星上的居民看作很聰明進化的人，他們的腦子已脹大，所以頭的直徑約達四英尺。可是他們的身體已縮小得幾乎沒有，他們的腿十分



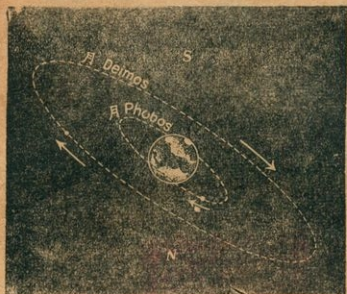
圖六十五 火星上的人，根據威爾斯所設想的：在威爾斯所著的理想小說地球和火星之觀察，火星人的頭腦極發達，而四肢却縮成細條了。

細長，好像鞭狀的觸絲（圖六十五）。在1938年十月，美國把這小說編做話劇，在無線電台播音。因為表演得逼真，美國全國皆起恐慌，竟有數千人因之逃難，真是一樁大趣劇。其實火星上沒有生物存在的可能。雖然在太陽照着的時候，最熱的地方可有華氏六十五度，可是太陽一落，溫度立刻降到零下四十度以下，因為火星沒有雲，大氣也很稀薄。至於它面上的綠色，也並不是植物。它面部的成份是火山的灰和溶岩。

地球的地面引力比火星大二倍半。一個在地球上稱一百磅的人，到火星上就只有四十磅，如果他能跳二尺高，火星上就能跳五尺了。

火 星 的 月

火星有二個月（圖六十六），它們是在 1877 年



爲天文家霍爾（Asaph Hall）所發見。這年的夏季，火星很近地球，雖然沒有像 1924 年那麼近。他所用的望遠鏡是後來裝在華盛頓的廿六英寸望遠鏡，這是當時世界上最大的望遠鏡了。他每夜向火星的旁邊找尋

圖六十六 火星的新星的軌道：裏面的一個月繞轉一次要 7 小時 49 分，外面的一個月要 39 小時 18 分，而火星自轉一次須 24 小時 37 分，如此裏面的一個月在火星一天之中要繞火星轉三次。因爲它繞轉得快，所以會從西方升起，東方降落。

它的月。他幾乎失去耐性放棄工作，幸而他的夫人勸他再看下去。他便繼續工作，在 8 月 11 日的夜間就找着第一個月，而六天之後，第二個月也被找着了。

這兩個月的名稱是台莫馳（Deimos）和福保馳（Phobos），這是西洋神話中給戰神拉車的二匹馬的名字。它們的直徑不過是幾英里，因此發光很小。它們很近火星，並且繞它旋轉得很快——福保馳是較近的一

個，繞轉一周需七小時三十九分，台莫馳較遠，要三十小時十八分鐘。你想——福保馳繞火星轉三次，同時火星繞軸自轉只一次。它實際從西方升起東方沉下，旁的衛星都沒有這種行爲的。我們的衛星要四星期繞地球一次。



第七章

木星, 土星, 天王星, 海王星, 冥王星

木星 (又名歲星)

我們已經談過四個內行星, 就是最接近太陽的四個, 它們都比較的小, 由重的或密的物質所造成, 現在我們更跑得遠一些去看其餘的五個, 它們離太陽很遠.

我們先到的是木星 (Jupiter), 它是行星中最大的一個. 它距太陽是地球距太陽的 5.2 倍, 就是 483 百萬英里. 它要我們的十二年方才繞太陽轉一次, 運行速度是每秒鐘八英里.

望遠鏡中看見的木星

木星從小望遠鏡中看去是很美麗的 (圖六十七.) 除了看見這星的本身外, 還有四個閃耀的小星, 位在穿過它的一直線上, 好像一直串的珍珠. 這些是衛星, 或是月. 它們是加利略 (Galileo) 在 1610 年用他新發明的望遠鏡在天空中所看見的第一件東西. 它們不是用肉眼能看見的, 但是用一個普通的好望遠鏡, 握持得很穩定.



圖六十七 在小望遠鏡中所見的木星：可看見這四個月立在一直線上。木星還有七個月（其中二個是最近哈佛大學天文台發見的），但是都很小，非用大的望遠鏡不能看見。

也可以看見的。

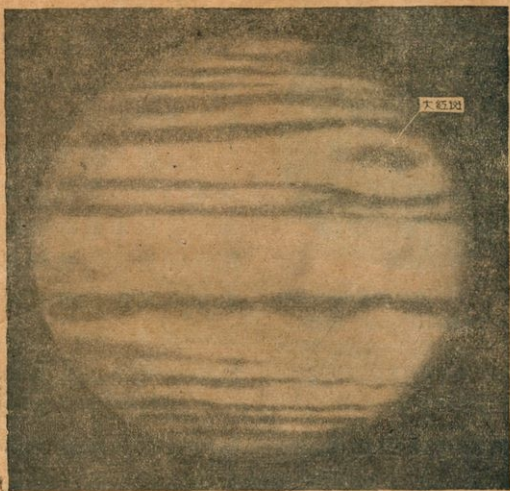
從大望遠鏡裏，我們看見在木星上有許多有趣的帶紋和記號（圖六十八），並且發見木星並不是一個完滿的圓球，它的兩極確是扁的，在圖上顯得很清楚。從實際測量的結果，我們知道它赤道的直徑是 89,000 英里，極間的直徑 83,000 英里。

爲什麼木星這樣扁的呢？我們祇好猜想因爲它繞軸轉得很快的緣故。它確是在九小時五十五分鐘內轉一次。在它赤道上的一點每小時要走 28,000 英里。

在圖六十八裏又可看見一個橢圓形的東西，在赤道之上，近圓盤的右邊。這叫做大紅斑，在 1878 年發見後，顯著了好多年，最大時長達三萬英里，廣達七千英里，現在已變淡了。

木星的質量

用木星的材料可以做成三百十七個地球，但是它



圖六十八 在大望遠鏡中所見的木星：在大望遠鏡中可以看見木星上奇怪帶紋的詳情。它的棕色和橄欖色的表面是一幅極好的圖畫，這些特色在兩三小時之內完全變了，因為木星自轉週期不過十小時。這些帶紋現在都假定它們是大量的雲，或許是二氧化碳氣。至於大紅斑是什麼至今還是一個謎。

的密度祇有地球的四分之一，這和太陽的密度差不多。有人猜想木星一定很熱，但它自己並不發光；我們看見它的時候是在太陽照亮它的時候。最近的測量知道它表面上的溫度很低，最高不過在華氏零下 180 度。

木星的衛星的運動

如果一個人用小望遠鏡去觀察木星的四個衛星是很有趣的一件事。它們的號數是：I, II, III, IV, 這是依着它們離木星遠近的次序而定的。它們都比我們的月大，繞木星一周的時間是四十二小時，三天半，七天，和十六天半。有時它們經過木星的時候投射一個影子在木星表面上（圖六十九）。這

衛星和它的影子慢慢地經過木星面，到了邊上就好像跌落了，很是有趣。

圖七十表示各衛星在 1926 年 7 月中連續六天每天上午一時的位位置，箭頭指示衛星運動的方向，由此每個衛星從一日到下一日的運動很容易知道了。



圖六十九 1927年賴德攝製的一幅木星照相。在下半部內的一個黑影是經過木星面的一個月的影子。

木星的照相

關於木星的照相，好的很多，雖然它最近地球的時候，距離也要 370 百萬英里。圖七十一是羅惠爾天文台



圖七十 木星和它的衛星在連續六天中的位置：圖中央的一個大圈是木星，點子代表四個大月。它們各個和木星的距離，和繞木星一周的時期如下：I, 261, 800英里；42½小時。II, 416, 600英里；3天13小時。III, 664, 200英里；7天4小時，IV, 1, 168, 700英里；16天17小時。圖中表示 1926年七月十六至二十一日每日上午一時的各個位置。箭頭指示衛星運行的方向。若一天一天的觀察它們的行動是很有趣的一件事。

在 1915 年所照的一幅，面上的帶紋和若干其他詳情在圖中很看得出。在圖中赤道以上近右邊可以看見大紅斑。

賴德 (Wright) 教授亦曾用紫外線和紅外線照過木星的像。結果和火星的情形一樣，紅影比較小，並且

看出許多紫影所不能看見的事情。

木星的世界

木星離太陽比地球遠五倍，所以那裏的陽光只有地球上的廿五分之一。因之假使它自己不發熱，它一定是很冷的了。但是我們觀察到它面上也有雲，並且和金星一樣是

圖七十一 木星的照相：1915年美國羅惠爾(Lowell)觀象台所攝。大紅斑在右邊很顯著。

非常之濃，甚至我們用紅光照相也看不出究竟。還有它的雲也是時翻花樣。譬如那「大紅斑」其實是一片很大的雲，也漸現漸隱。它在各緯度的雲旋轉的速度不一樣。所以以前我們以為它自己發熱，並且很熱；可是近來量出它的溫度是非常之低，至少在華氏零下一百八十度。它既然這樣冷，那麼雲又是怎樣有的呢？我們知道水在這個溫度早已結冰了。最近用分光鏡研究木星的大氣，發見木星的大氣很複雜，不過我們已經證明它至少含有銻氣（亞莫尼亞）和一炭烷（沼氣）。所以它的雲大概就是這一類在低溫度不易凝結的氣體。木星面上的向心引力是地球的兩倍又四分之三。譬如一個 120

磅的人到了木星上就有 320 磅重,你想兩條腿累不累呢?這個世界可說是陽光不足,空氣不好,環境又不舒服誰也不想去!

土星(又名信星,慎星,鎮星),

我們再向外走,在太陽系中所遇到的,是全族中最奇怪的一個(圖七十二),這就是土星(Saturn)它離太陽是地球離太陽的九倍半,就是 880 百萬英里.它在這遠距離的軌道上,每秒鐘以六英里的速率運行,要二十九年半繞轉太陽一周.

這巨球的外面圈着美麗的光環.當它很莊嚴的在指定的路上運行時,常有十個衛星跟着它旋轉,有的很近,有的很遠,好像是它的衛隊,保護着它,以防天空中敵人來侵害它似的.



圖七十二 在小望遠鏡中所見的土星和它的衛星:土星被奇怪的光環和它的衛星圍着,在望遠鏡中望去是一個很可愛的東西。

土星的赤道直徑是 74,100 英里,而極間的直徑比這少 7,800 英里,即是 66,300 英里,因此它的兩極扁得利害,我們猜想它一定旋轉得很快,的確,它自轉一次祇要十小時十四分鐘。

土星的密度和乾橡木差不多大,因此土星可浮在水上,如果有一個大洋足以容它的話,別的行星都要沉的,只有土星是浮的,土星上的大氣和木星的差不多,不過氫氣比較少,沼氣比較多些。

土 星 的 光 環

土星有三個光環,在圖七十三裏可以看得清楚,外



圖七十三 土星的圖畫：注意這巨球上的帶條，赤道上的交叉記號和一組偉大的光環。外環的外直徑是 171,000 英里，闊 10,000 英里。它和中間的黑隙叫做開西尼環縫 (Cassinis division)，闊 3,000 英里。中間一環的外直徑是 14,5000 英里，闊 16,000 英里，最內的一環闊 11,500 英里，和中環隔一條狹縫。

圈和中圈之間隔了一道黑空隙,中圈比外圈闊而亮,最內的一環比其他二個都暗淡。

外環的外直徑是 171,000 英里,它的厚大概不到十英里。

這些光環是什麼東西造成的呢?

它們都是小塊的物體,好像漂石或巨石,互相接近得使光線難能通過,這些物體繞着土星球轉動,好像是一羣密集而各自獨立的衛星。

光環的位相

當土星繞太陽轉的時候,光環有各種位相,如圖七十四所示。如果地球或太陽在光環的平面裏時,那末環就看不見了。這個現象每隔十四年又四分之三發生一次。它們在 1907 年, 1921 年和 1936 年都隱去,如圖中所示。

雖然土星離地球最近的時候也有 800 百萬英里,天文台上却已攝得好多驚人的照相。圖七十五是從羅惠爾天文台照的三幅照相底片上重印出的。它們顯出光環的位相很清楚。

肉眼看土星不過是一顆不很亮的星。隨便什麼人都不會把它與很亮的金星弄錯。木星的亮度雖然比金星差些,但是還比任何恆星亮。火星有時也比木星亮,但在平時總是暗得多,可是它的紅光很容易使人認識,所



圖七十四 爲什麼土星光環有不同的位相：在二十九年中，土星有兩次把光環邊緣向着太陽和地球（例如在 1921 和 1936 年），這時的光環是不可看見的，除非用最大的望遠鏡來看。圖中也可看到 1928 年和 1943 年光環最闊。



圖七十五 土星的照相，表示光環的位相：這些美麗的照相——攝於 1916 年二月，1921 年四月，1922 年五月——表示土星光環展得最開的時候，邊向着我們的時候，和一年後稍微展開的時候三種光景。

以也不會弄錯。土星看起來和一等星一樣亮——和大角星 (Arcturus) 或南河三 (Procyon) 一樣亮，——但是它

有些黃色,並不閃動的確,行星中除了水星之外是沒有閃動的,除非它們在很近地平線的時候。

天 王 星

好幾世紀以前,人們都以爲土星是行星中最遠的一個,它的軌道構成了太陽系的最外邊界。但是到了1781年有個驚人的發明,說必需走上二倍於土星距離太陽之路才能達到太陽系的邊界。

這年的3月13日,住在英國巴斯 (Bath) 地方的職業音樂師威廉赫瑟爾 (William Herschel) 用他自己做的望遠鏡觀察天象。赫瑟爾知道要完全明瞭音樂的道理,必定要研究幾何代數和別的算學。由此便引起他研究光學,和望遠鏡的構造。他已有了一個小的望遠鏡觀察天象,他還要一個大的。他一問價錢太貴,無力購買,於是就想自己做。

望遠鏡的種類

望遠鏡有二種。一種用透鏡聚集天體射來的光,另一種用返光鏡聚光。前一種叫折光遠鏡,這是我們平時所見的一種。後一種是叫返光遠鏡,因爲光線是從鏡面反射的。因返光鏡比透鏡容易造,所以赫瑟爾造的是一個返光遠鏡。的確,業餘的天文學家自己造望遠鏡是一



圖七十六 折光遠鏡 (refractor)。上圖是普通地上用的，構成的像是正
直的，天文用的折光遠鏡與此相同，不過中間沒有把倒像顛倒回來的凸透鏡。



圖七十七 卡舍格林式返光遠鏡 (Cassegrainian Reflecting Telescope)



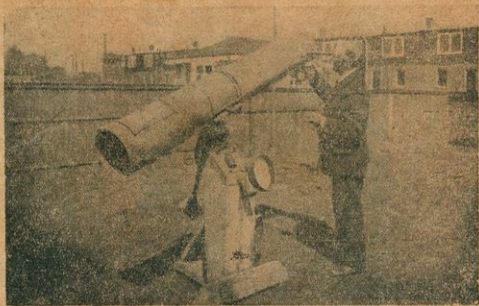
圖七十八 牛頓式返光遠鏡，接目鏡裝在鏡筒上端的旁邊。



圖七十九 赫瑟爾所發明的返光遠鏡

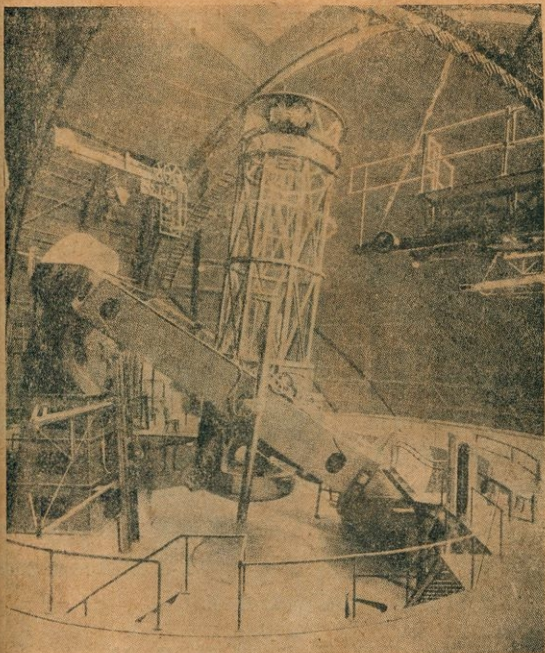
種很好的訓練,精良的出品已經有過不少,磨光鏡面的工作需要非常的耐性和小心——如果要做得好,並且要精細的技能。

圖八十是一個多倫多(Toronto)市律師所造的望遠鏡,返光鏡裝在鏡筒的下端,看天象的接目鏡裝在上



圖八十 一個業餘家和他的望遠鏡,這望遠鏡的返光鏡(不是透鏡)裝在馬口鐵鏡筒的下端。鏡筒架在一個木柱上,由鐵管和鐵塊來扶持住。製造者正在鏡筒上端向目鏡內觀察天象。

端,鏡筒用馬口鐵做成,架在一個木柱上。世界上的若干巨型望遠鏡也就依了這個原理構造的,建在美國加州威爾遜山上觀象台的,有直徑一百英寸的大遠鏡(圖八十一)。現今世界上最大的望遠鏡是建在加州巴羅瑪(Palomar)山上卡舍格林式的二百英寸遠鏡,單單一片返光凹鏡玻璃的重量已達二十四噸,鑄造和磨磋



圖八十一 美國威爾遜山天文台上的一百寸遠鏡，現在屈居世界第二最大望遠鏡。

工作已做了十多年，這遠鏡的收光能力為一百英寸遠鏡的四倍，在天空中可以看到比現在所能及的距離至

少遠二倍,從此使人類在天空中展開許多新宇宙,使科學智識大為增進。

圖八十二表示一個現今最大的透鏡望遠鏡,裝在游克士(Yerks)觀象台(屬於芝加哥大學)。這透鏡的直徑是四十英寸,鏡筒長六十五英尺。

赫瑟爾在1781年那一天所用的望遠鏡,直徑六英寸又四分之一,長七英尺。

他習慣在音樂夜會之後趕到家裏,消費其餘的時間在觀察天象。他的妹卡露玲(Caroline)常做他的伴侶,並且把他所觀察到的結果記錄起來。

——天王星是怎樣發見的

他把雙子宮裏的星一個一個看過來,看見有一個很特別,在大遠鏡裏看恆星不過是一個亮點,但是他的銳利的眼光看見這一顆星是特別大些,好像一個小圓



圖八十二 裝在游克士觀象台上的世界最大折光望遠鏡,直徑40寸,焦距62呎。

盤。他於是換上放大率較高的目鏡，看見那盤子更大。若是一顆恆星決沒有這樣行爲的，因此他斷定這不是一顆普通的星。隔了幾天，他再考察，看見它在衆星裏移動。他斷定這是一個彗星，離得很遠，並且沒有尾巴。他還沒有想到這是一個行星。

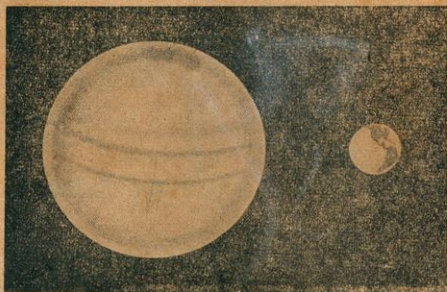
幾個月之後，才證明它是一個行星，後來稱它做天王星（Uranus）。

英王喬治三世封赫瑟爾爲勳爵，給予恩俸，任命他爲欽天監。他造了許多較大較好的望遠鏡，在歐洲當時很著名。他專心於觀察天象，的確是一位最偉大的天文觀察家。

天王星和地球

圖八十三是用同一比例畫的地球和天王星。天王星離太陽 1800 百萬英里。雖然它的運行速度爲每秒鐘四又三分之一英里，但是軌道太大，所以要八十四年才繞太陽一周。它的直徑約爲 32,000 英里，所以它的體積是地球體積的六十六倍；但是所含的物質沒有地球所含的那麼密。他『秤』起來不過是地球的十五倍重。

天王星有四個小衛星，祇能在大望遠鏡裏看見，雖然很小很遠，可是天文家已經攝得它的照相。



圖八十三 天王星和地球的比較大小·直徑 32,400 英里與
7,918 英里——即比率為4.1:1

海 王 星

天王星不是太陽系中最後的一個,至少還有二個,名叫海王星和冥王星。天王星的發見完全是偶然的事,而海王星 (Neptune) 是經算學家的研究而發見的。

把天王星觀察了幾個月之後,天文家便能計算它的大小和軌道的位置,因此更可預測天王星每天在什麼地方。但是一年一年的過去,它却並不恰在預測的地方。它離開計算出的軌道雖然不遠,可是已經足以使天文家驚奇。他們終於斷定,必有什麼遠距離的天體使天王星離開他們所預測的軌道。

算學家的發見

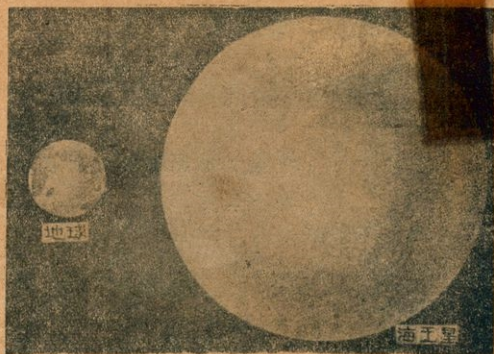
英國的亞當斯(Adams)和法國的勒萬里(Leverrier)是二個天算家,彼此不約而同的各自從事於計算那擾動的東西在什麼地方,這是一個很難解決的問題,但是他們都解決了,他們都算出在天上什麼地方可以看見這新行星,於是在 1846 年 9 月 23 日,柏林有一位天文家把他的望遠鏡對着這地方,果然找到了,這個發見闖動了一時,引為奇談。

海王星離太陽 2,800 百萬英里,它沿軌道運行的速度是每秒鐘三又三分之一英里,要一百六十四年才繞太陽一周,所以自從發見時起到現在,不過轉了半圈多些,我們用小望遠鏡看得到它。

圖八十四是海王星和地球的比較,海王星的直徑約為 31,000 英里,它的體積可以含六十個地球,但是它的質量祇夠做十七個地球。

海王星的衛星的發見

在海王星發見之後一個月內就發見有一個小月繞着它轉動,雖然這行星和它孤獨的衛星離開地球很遠很遠,但是已能攝得它們的照相,那衛星和海王星的距離約等於地球和月的距離,



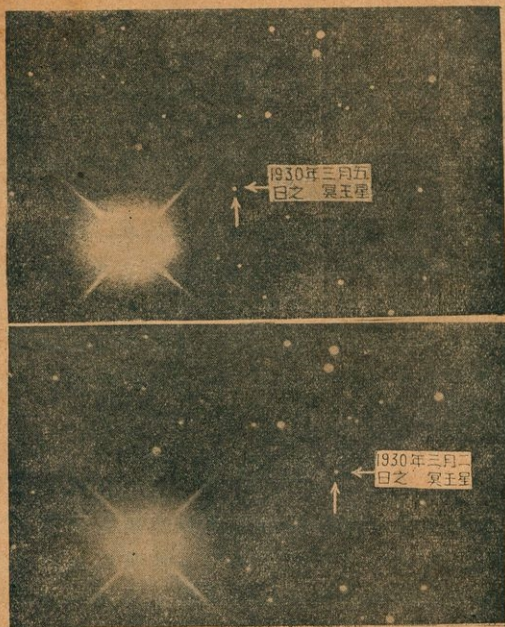
圖八十四 海王星和地球的大小比較：直徑 81,000 英里和7918英里——即比率為3.9:1

冥 王 星

冥王星 (Pluto) 是太陽系中最遠的行星，離開太陽平均為 3800 百萬英里，即為地球距太陽的四十倍，繞天一周為 247.7 年。它的大小介乎金星和地球之間，質量為地球的 0.93 倍。

冥王星是 1930 年美國羅惠爾天文台青年天文家湯鮑 (Clyde Tombaugh) 從天體照相而發見的。當時它發現在幾張不同時的照片上，顯出它在天體中的位置時時改變 (圖八十五)，因此就決定它不是恆星。

這新行星雖是從照相上發見的，其實在二三十年前，羅惠爾教授已經用算學算出海王星之外必定還有一顆行星。



圖八十五 冥王星的照片：把這二張照片比較起來，可以看見一顆星在改變位置，所以就證明它是一顆行星。

我們已經知道太陽並不在地球軌道的正中心,地球在冬季要比夏季近太陽三百萬哩,而冥王星軌道的偏心度更大,當它近太陽時,比海王星還要近,但是這新行星的軌道對於其他行星軌道的平面傾斜度很大,所以不會相撞。

照相術對於天文學上的貢獻,從冥王星的發見即可證明,不過要推算它的軌道,必須具有好幾年的照相記錄才行,然而若沒有照相的幫助,觀測的時間必須長得多。

我們應當知道,檢查星象的照片是一件非常艱難的事,因為要在天上千千萬萬的星中尋出一顆小的行星,真如大海撈針,所以這種工作非要有十二分的耐性不行,圖八十五中的二幅照片,是在冥王星已尋得之後,專向這一角天所攝得,而這一角不過是全部天空的一小部分而已。

衛星的厄運

我們知道衛星繞着行星轉的時候,它的離心力和行星的吸引力恰巧抵消,所以它不會被行星吸去,但是一個衛星上的各部離行星的距離不同,所以吸引力不同,離心力也不同,在近行星的部分,引力比離心力大,在遠的部分,離心力比引力大,那遠的部分要向外,近的部

分要向裏。雖然這兩個動向互相抵消，但是內部物質的應變是無法避免了。內部既不一致，遲早就有決裂的危險（當然要分化力大過團結力）。但是衛星也是相當的堅固，所以非走近行星的「危險區域」是不會分裂的。木星有一顆衛星已經走近這「危險區域」，這衛星顯然已經不是圓球形，他已被引力和離心力拉成鴨蛋形了。將來這衛星當然愈走愈近，那分離的力也必愈強。根據計算，這衛星先要一分為兩，然後兩分為四，四分為八，一直分到無窮數。你們不要以為這是瞎猜，這「危險區域」是根據行星的大小和衛星的堅實度而計算出來的。現在木星的一個衛星已很近這區域，火星和土星的衛星也差不多了。土星的光環或許就是以前一顆衛星走進這區域，以致被分裂成無數小塊的。我們地球當然也有它的「危險區域」，不過目前我們的月球還遠在這區域之外。將來如果愈走愈近，那就要拉成鴨蛋形。最後和土星一樣的變成一個光環。衛星的厄運，可說是最有趣的一件事呀。

第八章

小行星, 星雲假說, 彗星和流星

小行星 (Asteroids or Planetoids)

我們現在已經把太陽系講完了,但是還有一二件事情我們要說明了才結束。

我們現在要講到火星和木星中間的空隙了,我們一看在這兩個軌道中間的距離,便知道它非常的大;於是相信其中一定有若干行星,或許是小的,繞着太陽轉,所以曾有許多天文家連合起來組織一個會,戲稱作「天體警察」,目的是在把太陽系裏所有隱蔽的份子都搜查出來,自從1801年1月1日搜着了第一顆星,此後一百二十餘年間即陸續發見了一千五百多個,後期的且用照相照出,在1926年發見了一百十五個新見的,1927年又得九十六個,以後星體小而用大遠鏡發見的日多一日,到1933年止共有1264個。

天文家照相的方法是把照相機對準了天上他以爲是可有小行星的一部,並且使照相機的運動和天的運動相合,恆星在照片上必成一圓點,至於行星是繼

續不斷地在星裏面移動的，所以如果有行星夾在星裏的話，它在照相片上必留着一長跡了。

小行星的大小和形態

小行星一族已經很大，所以要很費工夫去把它們的行爲記下。它們大多數是極小的天體，直徑不過幾英里。全族裏祇有一個很亮，可以不用望遠鏡看見的，它的名叫火女（Vesta），是在1807年發見的。火女直徑大概是300英里，可是有許多的直徑還不到三四英里，更有些竟然是石塊而已。著名的尚有穀女，情女，神女，武女等。它們自轉一次大概要八小時到十小時。當運轉的時候看起來忽亮忽暗，大概因為它們的形狀是不規則的緣故。有一顆比較大的小行星在走近地球的時候，在望遠鏡裏看來，很像一個鴨蛋。其他小的形態恐怕還沒有這樣有規則呢。有許多天文家以為這地方本來有一個行星，後來不知怎樣走入木星的勢力範圍，於是被木星的吸力拉碎，就成了這一羣的小行星。

太陽系過去的歷史

我們現在來統括的看一看太陽系，把我們已經知道的寫幾件下來是很有用的。

(1) 行星的軌道都近似圓，並且所在的平面幾乎

互相疊合,就是各平面間的角度很小。

通常都拿地球軌道的平面(與黃道平面相同)做參考的標準平面,所有其他行星(小行星不計)的平面都和它成一極小的角度。

(2) 行星都在軌道上同方向內運行。

(3) 在中心控制行星運動的太陽自轉與各行星公轉的方向相同,並且它的赤道近乎在黃道的平面裏。

(4) 已經確定的行星的自轉和它們在軌道上公轉的方向相同。

(5) 行星的衛星,除了極少數的例外,都繞着行星轉和那行星自轉的方向相同;它們軌道的平面也近乎與黃道平面相合。

(6) 地球和太陽是由同一物質所造成,我們自然假定別的行星也是同樣物質組成,雖然有的行星的物理性和地球不同。

對於這些奇異的事實會引起什麼感想呢?第一,當然這些物體的原始是相同的!

有許多人就喜想像,或猜測這太陽系怎樣會變到現在的情形,從研究現在的情形,設法知道過去的歷史。

太陽系怎樣生成的

對這問題最合理的解釋是一百多年前發表的星

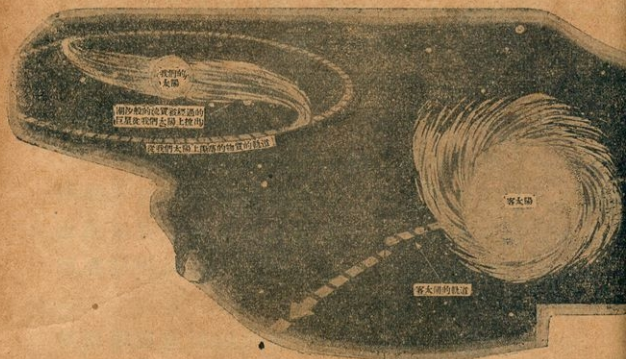
雲假說 (Nebular Hypothesis)。據它的想像，在久遠以前，宇宙間有大量的薄氣——星雲——充滿了最外行星軌道以外甚遠的空間。它更假定這氣體的溫度很高，並且整個繞着一軸而轉。

在年代的過程中，星雲冷下，並且收縮，愈縮小而旋轉愈快。到後來速度大到可驚，使離軸最遠的物質分裂而擲出，正像汽車輪上的水因旋轉而飛出一樣。依照這個理論，所有拋出的東西因自己的引力而互相結合，就構成最遠的那顆行星。

程序並不因此停止，星雲繼續收縮而速度繼續增加，又有別部分從大塊上裂開飛去，構成其他的行星，最後餘下的一塊便是太陽。

這個理論可以解釋太陽系的幾個特點，但是有幾個重要的事實它還不能解釋，結果大多數天文家都不採用它。

另有一個理論，提出了還不久，完全和上面所說的不同。這個理論認為我們的太陽原本是一個簡單而孤立的星，並沒有行星跟着它。在很久遠的時代，另有一顆正在運行的星碰巧走近太陽，當它們很近的時候，兩者之間就發生很大的引力，因此太陽被拉而變了樣子。這樣便使它爆裂，而有大量的物質從面上拋出（圖八十六）。這個客星在它移開的時候，就使太陽轉動，而拋出



圖八十六 一顆龐大的星——客太陽——剛巧走近我們的太陽。它們間的巨大引力把太陽拉變樣子，太陽因此爆裂，發出潮汐般的物質，跟着太陽流轉，到後來便成爲行星。

的物質即繞太陽而周轉。行星就從這種物質在時間的過程中生成了。

上面是這個學說的最簡單的敘述，但是這問題困難很多，所以不再多講。須記得這些理論是決不能證明的。天文家都以正確的觀察和精密的計算做他們一切預測的可靠根據。

彗星和流星 (Comets and Meteors)

彗星和流星也可以說是屬於太陽系的，因爲它們

也繞着太陽轉，不過決不和我們停留在一起的。圖八十七表示一顆彗星的行踪。起初看見的時候很暗淡；它是從老遠的地方而來，剛剛移近到我們可以看見它的地點。漸漸的接近太陽，如箭頭所示，它的尾巴變大變亮。當



圖八十七 彗星的軌道。這是一顆大彗星的形狀，正在從遙遠的空間走來，逐漸的走近太陽，達到「近日點」，於是又掃入空間去。在它的路上，它行近地球的軌道，有時會和地球很近。有幾次地球竟全被彗星的尾所包圍。

它達到最近太陽的一點，叫近日點 (Perihelion) 的時候，它的尾巴通常是最長。於是它就離去，而它的尾巴總是背向太陽的，於是漸漸暗淡，終於隱沒，或許是永遠不再

看見了。

可是有時彗星能回來,在這情形下,它們便算是太陽系裏的永久分子了。最常回到太陽的一個叫因格斯彗(Enckes Comet),是因研究它的運動的天文家因格斯而得名的。圖八十八是它的照相,它很暗淡,為肉眼所不能見,也沒有尾巴。它每隔三又十分之三
年回來一次。

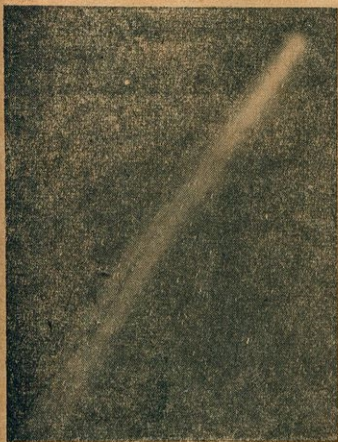


圖八十八 因格斯彗的照相:這個彗星沒有亮的核和尾。它在天上不過是暗淡朦朧的一片,為肉眼所不能見。這張照相共露光一小時又五十三分。它是在眾星中移動的,照相機必須追隨着它而移轉,所以在它的相片上更顯出許多直線的星跡。

彗星的奇怪形狀

你一定說因格斯彗的形狀沒有什麼希奇,但是有些彗星是很奇特的。圖八十九所示的是1911年美國天文家布羅克斯(Brooks)所發見的布羅克斯彗。看它的奇怪尾巴拖在彗頭的後面。

另一顆彗星是1908年莫好斯(圖九十)所發見的



在可見它的幾個月
中,它顯着許多奇特
的變化.在圖中可以
看見許多如薄膜狀
的尾帶,是由於它們
被太陽光線所生的
壓力驅逐向後而成
的.的確,有時在一個
地方有一大團,好像
那尾巴已被割斷而
飛入空中去.

哈 萊 彗

圖八十九 布羅克斯彗的照相:這顆彗星初
看見的時候並沒有長的尾,但它愈近太陽其尾愈
長得快,結果它成了一個極亮的東西。它的尾巴
在天空中長到30度。這張照相共露光一小時又十
五分,在1911年十月廿三日所攝。

彗星裏最出名
的一個是紀念英國
天文家哈萊 (Halley)

而得名的,它每隔76年回來一次.在1910年曾向太陽而
來,當然到1986年又要回來的.讀者之中定有不少人能
夠親見它回到太陽系,加以熱烈的歡迎.圖九十一是這
彗星在1910年5月13日所攝的照相露光時間是三
十六分鐘.它有特別張開的尾巴.圖中左上角的亮點是金
星,碰巧這時和彗星同在一處,所以在這張照相上可以



圖九十 莫好斯彗 (Morehouse's Comet), 1908年十月二十七日格林尼治天文台所攝。你可以看見它的尾巴後彗頭流出, 很快的被逐到空中去。這彗星是莫好斯在新游克士天文台所發見的。彗星在照片上成爲短白的綫, 因露光太久的緣故。



圖九十一 哈萊彗照相，1910年五月十三日在美國羅惠爾天文台所攝。在一切彗星中之，它最著名，因為在它發見的那年（1682年）以前，這種奇妙的天體，都被認為是偶然流行過天空的物體。至 1682年，哈萊才宣佈這彗星是太陽系的一份子，並且它將在 1743年復見。他的預言後來果然應驗。

看見四種天體——一顆彗星，一個行星，一個流星（左面）和天空背景的許多恆星。

在哈萊彗星以後，要算貝爾典彗星最大，是美國倭海歐一個農夫天文家名叫貝爾典（Peltier）發見的（1936年5月15日）。它的直徑是在10,000和100,000英里之間，離地球不過16,000,000英里。天體中除月和一兩個小行星以外，沒有比這彗星更接近地球的了。它每隔400年回來一次。

彗星的性質

對於彗星的許多真正性質，我們還不知道。它的體

積常是很大。頭的直徑有 100,000 英里或再多些，尾巴長 50,000,000 英里，而它的質量很小，比最小行星的質量還小。彗星內的物質是極薄的，可以從一件事實證明，就是我們隔着彗頭去看一顆暗淡的星，也不覺得暗一些。

在彗頭的中央，有時可以看見一個亮而似星的點子。這叫做「核」，它或許是包含着互相分開的固體物質。這種固體物質在一立方英里內平均還沒有半英兩重。當彗星移近太陽的時候，太陽的熱使這固體放出氣體帶着細塵。

彗尾是由極細的質點構成，那是被太陽光線的壓力從彗頭上逐出的。

從照相上可以看出尾巴離頭而去的確，在哈萊彗星裏的一部分，曾有人從分離時起，觀察了二星期以上。當它離頭八百英里時，它的速率是每秒十分之六英里。而在相離 8,400,000 英里的時候，這速率大到每秒五十七英里。這顯然見得彗星是在繼續失去它的物質，並且我們知道它沒有方法可以收回一些，所以它終於消滅了。

分光鏡指出彗星裏有氮氣，並且也有有毒的氣體一氧化碳和氮化碳（Cyanogen），但是，雖然地球曾經幾度穿過彗星的尾巴，可是並沒有什麼不良的結果。

流 星

通常所見的流星只是天上的一條淡光，一閃就不見了。但有時也有流光四射的流星羣出現（圖九十二），例如獅子座流星羣的每隔三十三年發現一次。



圖九十二 一張奇妙的照片，1933年十月九日在德國攝，表示雨點般的流星羣，好像天空中的一羣火箭，當時看見的人都非常驚懼。

這些光條是由於物質小塊所造成。或許小到像沙粒，很快的飛過空間，剛剛落到我們大氣之內。它們因此和空氣摩擦而發生白熱，或許就燒盡了。

有些人一定不明白爲什麼一粒沙會有每秒鐘幾英里的速率在空間運動。大的行星固然應當是這樣的，而一粒小石子似乎是不可能吧，可是，我們要知道，在真空的空間裏，離地球和其他行星很遠的地方，沒有東西可以阻止運動，因此一個物體無論是大是小，均能前進無阻。

一個大火球

地球上偶然有特別大些的東西飛來，或許是一塊直徑一英尺或大一些的岩石——當它穿過大氣時，就有一個好的光景。在這種情形裏，叫它做火球；圖九十三是一幅最有精彩的火球照相。1923年9月12日夜間，一位天文家叫克萊配斯泰（Klepesta），在捷克的京都，攝取長時間露光的星像，到十一點鐘有一個很亮的火球掠過天空，因而攝得這一幀照相。

它落得很慢，像一個燒着的球，亮度繼續增加，並且在後面跟着一道發黃光的粉，約歷十秒鐘。當那火球掠過天空，在仙女座（Andromeda）中大星雲（在圖中的右邊）附近時，它就爆發，像一枝火箭，把全區域都照亮了。

別人也曾看見過這一個奇異的流星，從對於它的一切的觀察裏，曾算出它是在什麼地方，和行動是怎樣



圖九十三 一個火球的照相：我們很難攝得這種亮火球的照相，比較闊的幾部分的光跡，或許是因為那流星在每秒鐘三十七英里的速率下通過空氣時連續爆發的緣故。這張照相是在捷克國立天文台上所攝的。

的。當最初看見時，它離開地面八十五英里，以每秒鐘三十七英里的速率，走了五十五英里之後，它在地面以上三十五英里的高處就隱去不見了。在照相片上的路徑

不過是在七英里半，當時的高度是五十英里。

有時這些物體落到地上，我們就叫隕石。大多數是石質的，有幾塊幾乎完全是固體的鐵。隕石大小不一，最大的隕石發見於格林蘭，重三十七噸半，最大的隕鐵發見於墨西哥的蘭機多，重五萬公斤。民國六年十月十一日在甘肅導河縣治南六十里之南陽坡發見隕石重八十斤。二十二年十月二十三日下午六時五十分左右天空突發奇光如晝，繼以爆裂的巨聲，數日後在安徽當塗縣博望鎮的沙埂鄉發見隕石，有人拾得標本數十塊（圖九十五），據試驗除鐵、鎳、鈷等質外，以石質佔大部份。



圖九十四 美國自然歷史博物館中陳列的大隕石重十五噸



圖九十五 民二十二年十月二十三日落在安徽當塗縣沙埂鄉的隕石，縮小三分之一。(上圖)重357克(gm)(下圖)重209克，(右圖)重24.2克。

第九章

星的世界

四季的星

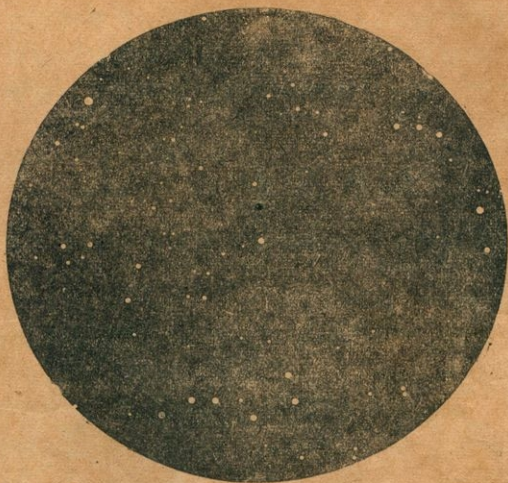
關於太陽系，還有許多東西可以學到，不過我們不能再講下去了。我們現在要看看太陽系以外偉大的天體世界。

你們都知道用地圖來研究地理並且知道地圖或是代表一個小地方，例如一個縣或是一個工業區，也可包括一整個大洲。天文圖也是這樣，有包括大區域的，也有的祇代表一個星座，甚至一個星座的一部分。

可是有一件事必須要記取，我們看地球是在外面看，而看天球却從裏面看。

北極的星

現在我們來研究幾張天文圖。我們先看一張包括天球一大部份的圖（圖九十六）。當你仰面向着北極星看去時，你可看見這圖中的星。凡在中部北緯線上的人，在清朗的夜間都能看得清楚，不過衆星不一定恰好在



圖九十六 天上的拱極星。圖示十一月下午九時北極諸星所在的位置。要看六個月後的位置，祇要將此圖倒置即得，在春季，北斗星在黃昏時是在極星之上。

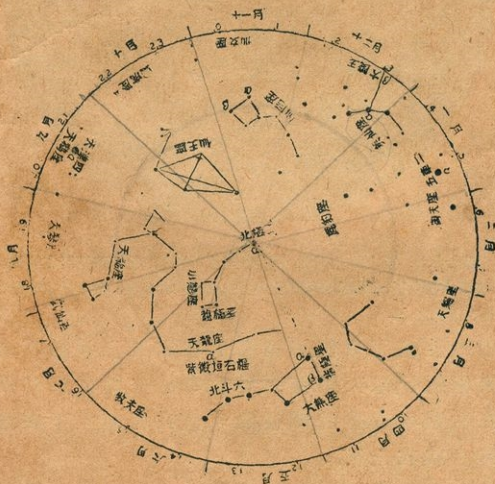
同一個地位罷了。它們好像都釘住在天上，連續不息地繞着天極運行，每天運轉一周。它們的位置也隨時季而改變。在秋季早黃昏的時候，北斗星在極星之下；在春季的同時，它就在上面。

圖九十六裏的星象，就是你在晚上看見的樣子，圖九十七便是它的說明，註出星座和亮一些的星的名稱。

在圓周外面寫的是月份，請注意十一月是註在這圖的頂上，你現在所看的圖是十一月午後九點的景象，你要看任何一月午後九時的星，祇須把那個月份轉到頂上就行。

大熊星和小熊星

最近圖中心的星是北辰，天文家常稱它做北極星。



圖九十七 圖九十六的說明，註出星座的名稱。要知道任何一個月內在下午九時衆星的位置，只須把這圖轉到所要的月份在頂上時即得。

離它不遠的下面是北斗，這是大熊星座的一部份。把它的七顆亮星聯起來就像一個水杓（斗）。在星圖裏常拿一個希臘字母代表一顆亮的星；但是在這張圖上祇用最前的兩個字母，一個是 α （阿爾法），一個是 β （培打）。大熊星的 α 和 β 叫做『指極星』，它們的角距是5度，如果你把 β α 的直線在 α 外延長 30° ，差不多可以碰得到極星。

古阿拉伯人稱 α 做Dubhe（牝熊），吾國稱做天樞或北斗一，他們稱 β 為Merak（脅腹），吾國稱做天璇或北斗二。他們又把杓柄彎處的一顆星稱做Mizar（腰帶），吾國稱做開陽或北斗六。如果你仔細的看，可以在它的近旁看見另一顆暗的星，名字叫Alcor（近者），中文名字是開陽增一，（見趙元任著中西星名圖考）

在北斗裏的星是屬於二等亮度。天上比它們亮的星大概有二十個，都稱作一等星。其後便是二等，三等和其他等級。在無月的清朗夜間，你在野外所看見的最暗淡的星是六等星，在城市裏四等以下的星，就很難看見了。

在望遠鏡發明之前（1608年），六等以下的星當然不知道，但是此後望遠鏡漸漸加大，因此比六等星更暗得多的星也都發見了。用今日所有的大望遠鏡能看見的星可以到第十九等，若用照相機可以得到第廿一等。若用美國新造的二百英寸望遠鏡，所見的星可以更暗

更遠了，要第廿一等星一萬萬個所放的光方才等於一顆一等星，例如河鼓二或畢宿五的光！

須記取我們現在所說的星等並不是指星大小的等級，祇是指它們的亮度，因為星的遠近是不同的。

現在我們再看極星，它是在小熊座的長尾巴的端上，極星是二等星，在這星座裏的二顆比極星稍暗的星，叫做『護極星』，亮一些的一顆是二等星，還有一顆是三等星。

仙后座和近鄰的星

在天極上大熊星的對面是仙后座(Cassiopeia)，有五顆主要的星聯成一個展臥的M字形，在它鄰近的三個星座是仙王座(Cepheus)，仙女座(Andromeda)和英仙座(Perseus)。照希臘的神話，仙女座是仙王座和仙后座的女兒，他們是依西奧比亞國(Ethiopia)的王帝王后，王后自誇說，她有海中的仙女那樣美麗，海王知道了大怒，就發洪水淹沒他們，並且還放出一個兇惡的海怪來吃人畜，國王無法，只好接受海王的條件，海王要他們把公主送給海怪吃，國王於是就照辦，把公主鎖在海邊的大石上等海怪吃，那知公主命不該絕，忽然有個英俊少年走過，這少年名叫伯修士(Perseus)，恰巧殺死了一個石怪回來，他於是把這海怪也殺了，把公主救出，公主因為

感激他，就嫁給了他。歐洲古時天文家就把這個神話中有趣的名字做星座的名稱，所以中文就譯做仙王，仙后，仙女，英仙，是毫無意義的。

其實在大熊座和小熊座的中間是天龍座，尾巴的尖端離指極星和極星的聯線不遠，從這裏伸出去便是一條長的身體，由一串暗淡的星聯成，身體打了一圈，最後是它的頭，離武仙座不遠，那個頭是由四顆星組成的一個不規則四邊形，四顆星中最亮的一個（離極星最遠）用希臘字 γ （加馬）來代表，中名叫天培四，天文家常利用它來作種種觀測。

天龍座中還有一顆可注意的星是 α ，中名叫紫微垣右樞，恰好在北斗六和護極星的中間，四千七百年以前，它是我們的極星，那時的極星比現在的極星離天極遠得多。

有了這種星圖，我們就可以把天上的星座一個一個對正，把它們查出來是很有趣的一件事情。

赤道星——冬季星

現在讓我們面向南方，研究天赤道一帶的星，這條帶很長，因為它整整繞天球一周，我們可把它分成四部分看。

我們先從冬季星起，因為它們是最美麗的。在圖九

冬季星座中最著名的是獵戶座。在它的腰帶上有三顆亮的星，幾乎在一直線上，相隔 $1\frac{1}{2}^{\circ}$ 。它們都是二等星。在帶的北面 8° 是一顆美麗的紅星叫參宿四，這是一等星。帶的南面 10° 度有一顆很美麗的藍白星叫參宿七，這也是一等星。獵戶座是天上最好看的一個，祇有這一個星座包括二顆一等星。

大犬座，金牛座，雙子座

沿獵戶腰帶向左約 20° ，便是大犬座裏的天狼星。它是天上最亮的一顆星。現在再沿獵戶的腰帶向右約 20° ，你就看見一顆紅星，畢宿五，這是金牛座裏的一顆一等星。

獵戶座剛剛在銀河的一邊，在銀河的另一邊，獵戶座之東北是雙子座，其中有二顆最亮的星是北河二和北河三。北河二是二等星，北河三是一等星。從北河二和北河三向南，並且稍向獵戶座一面偏些，可以看見南河三，這是小犬座裏的一個一等亮星。在北河二和北河三聯線的左邊若干距離，並且和這二顆星成一隻大三角形的是軒轅十四——在獅子座中，軒轅十四也是一顆一等白星，差不多就在黃道上。它和獅子座裏的其他五顆星形成一把天上鐮刀。

關於圖中其他的星，你可從你已經知道的尋起，便

準確的測量,它的距離是 360 光年——就是它的光要走 360 年才能達到地球,所以我們現在所看見的角宿一,還是它在 360 年前所發出的光呢。我們覺得太陽的光比角宿一的光強得多,祇因為我們離太陽近的緣故。若是能把角宿一放在我們太陽的距離,那末它所給與我們的光將為太陽的三千倍。

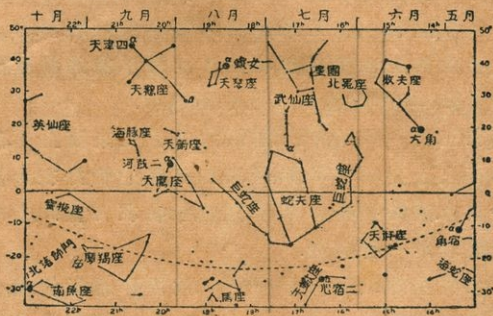
可是在春季最顯著的星是大角星。它是牧夫座裏最引人注意的星,也是最先受人題名的一顆星。古人都對它發生興趣和愛慕,遠在二千七百年前的希臘詩人希西奧德(Hesiod)也曾提過它的名字。

在三月一日下午八點鐘,大角星從東面上升。因為它每晚上升要早四分鐘,所以到月底,它恰好在太陽落山時上升。這時全夜都能看見它,即使在月望時,也是天上最顯著的一件東西。

大角星離地球四十一光年。這星雖稱做恆星,但是仔細觀察它的位置,就知道它在天球上運行的速率是每秒鐘 85 英里,然而因為距離很遠的緣故,就是移過月的直徑也要 800 年哩。近來已把它的直徑量出,是 25,000,000 英里(太陽直徑的三十倍)發光是太陽的 105 倍。

夏 季 星

我們現在要看夏季星了(圖一百).這季裏我們可看見天琴座,它雖然不大,却有幾件很有趣的故事.據古神話傳說,沃飛歐斯(Orpheus)用了這隻天琴奏出很美妙的音樂,竟使野獸馴服了,江河,樹木,岩石都向着他移動.而且把地獄看守人的硬石心腸都軟化了,因此看守人允許他的亡妻復活,回到地球上和他居住.在他死後,他的琴也就登天了.



圖一百 夏季的星座

織女一是天琴座中最美麗的一個,是一顆藍白色的星.在北溫帶八月初頭的黃昏,它差不多在我們頭頂上.北半球所見的星中以天狼星為最亮,織女一次之,大角星和五車二又次之,織女和其餘五顆星聯成一個小的等邊三角形和一個平行四邊形,很容易認得.在平行

四邊形上離織女一最遠的二顆星之間，便是環狀星雲所在之處，可是肉眼不能看見。

現在已經證明全太陽系在天空中運行的速率是每秒鐘12英里，行程是向着天琴星座走的。

天琴座的東面是天鵝座，有時也叫北十字座，因為有五顆顯著的星聯成一個清晰的十字。北十字座是在銀河的明亮部分之中。在十字頭上的一顆星叫天津四。它是亮星中最遠的一個，離開地球大概在600光年以上；有人相信它發出的光為太陽的一萬倍。十字脚上的一顆星叫輦道七。在天琴和牧夫座之間有武仙座和北冕座。武仙座裏有四顆不十分亮的星，形成一個花盆，在盆的一邊有一顆暗星，剛剛為肉眼所能看見。在小望遠裏看，它是很糊塗的，若用大望鏡看，很像一羣華麗的珠寶。它是一個星團。大角星在夏季仍是很亮的一個。

近天赤道地方有天鷹座裏的河鼓二，在很南的地方有天蠍座裏的一顆紅星心宿二。這顆星的直徑達四萬萬英里！

秋 季 星

最後我們要看秋季的星（圖一百零一），天琴座和天鵝座仍舊可以看見，在天頂的西面。高懸在南天的是飛馬座，據神話的傳說，就是英仙座主人伯修士與海怪

亮一個暗，互相旋轉，在每一轉中，暗的走到亮的前面，於是遮去光的四分之三；但是一經他過，仍舊回復光亮和平時一樣。

從大陵五，向南約 45° ，是天鯨座裏的一顆星叫芻藿增二，它是一顆很奇怪的星，平常太暗，非肉眼所能看見，但是每隔十一個月，它變成和極星差不多亮，這個星的特性到現在還沒有滿意的解釋。

更向南，在十月十一月的黃昏，可看見南魚座裏的一顆白星，叫北落師門，它是在很南的地方，在黃道下面三十度，因此在地平線上面現出不過幾小時，它的旁邊沒有亮的星，所以很容易找到。

第十章

恆星的距離,性質,數目和恆星系

我們對於天上的星象已經大概知道一些,現在我要講星是什麼?有什麼性質?離我們多遠?

星的距離

大體說來恆星也是一個太陽,不過距離非常之遠,所以看起來這樣暗,無論什麼奧妙的事,一說穿就平淡無奇了,在古時天文家當然都不知道這個道理,所以當哥伯尼 (Copernicus) 提議說地球是繞着太陽走,許多天文家就說既然地球是動的,那末天上星的位置就不應永久不變,譬如你在樹林裏散步,你看見樹木的位置是時時改變的,因為星的位置不變,所以地球是不動的,其實這些天文家不知道恆星實在是太遠,地球在軌道上動,就好像一個螞蟻在樹葉上爬,所以不覺得有變化,後來用望遠鏡來測量星的位置,於是發見了星的位置確有微小的變動,這個變動,研究出來有兩種原因: (1) 太陽在空間的運動, (2) 地球繞着太陽的行動,我們已經知道地球軌跡的直徑是 186,000,000 英里,從正月和

六月的星位改變，我們就可以算出星的距離。

最近的準確計算，證明最近的恆星離地球比金星遠一百萬倍。從此我們可以想像星的遠近！譬如有六個飛蛾在一個一千英里正方的籠中，就可以代表恆星在空間的情形。

行星的產生是兩個恆星相遇的結果，所以產生行星是一難遇的事。以前我們以為恆星多有它們的行星系，現在知道恆星有行星的機會是幾十萬分之一。

星 的 亮 度

我們已經說過星的亮度可分等級。它們的亮度不同有兩個原因：（1）它們本身發光不同。（2）它們的距離不同。一個亮的星一定是近我們，否則就是它發光特別亮的緣故。總之不出這兩個理由。

所以我們只要知道星的距離，我們就知道一個星的亮度受距離的影響是多少，本身亮度的關係是多少。本身的光度就是照下面所說的方法計算的。

根據物理學定理，光的亮度和距離平方成反比。譬如看一個電燈在一倍距離的地方看來就暗到原來的四分之一。如果我們的太陽比現在遠一百萬倍，那末它就暗到一萬萬萬分之一。若是拿一枝燭光放在六英里遠的地方的亮度做一個單位（在普通人的眼中，一枝

燭光放在六英里外就完全看不見,所以燭在六英里時是眼睛所看得見的最微的光),那太陽的亮度是 12,000,000,000,000 單位.太陽如果遠到一百萬倍,它的亮度只有 12 單位;當然我們還能看見它,不過是很暗的一個星了。

天上的星光比十二單位大的有許多,可是除了大犬座的天狼星,小犬座的南河三和半人馬座(南天星座,北溫帶大多看不見)的南門二之外,這些星的距離多比太陽遠一百萬倍以上.所以這些星一定比太陽發光還強.至於天狼星,南河三,和南門二算出來也都比太陽強,大體說來,我們肉眼看見的光亮的星大多比太陽發光強。☉

天狼星是天上最亮的星,它的距離測出來是 51,000,000,000,000 英里,比太陽遠 550,000 倍.假使我們的太陽在它的地位,它的亮度是 40 單位.現在天狼星的亮度是 1080 單位,所以天狼星發光比太陽強 27 倍.天狼星亮的原因,不但因為發光強,也是由於比較近.我們肉眼看見的星只有五千顆中一顆比它近。

有許多最近的恆星,發光極弱,所以雖然很近,可是非用強大的望遠鏡不能看見.現在所知道的最近的恆星叫比隣星(Proxima)它的亮度是 $\frac{1}{60}$ 單位.它的發光強度只有太陽的 20,000 分之一.如果它代替了我們

的太陽，地球就要冷到比冥王星還冷了。

還有許多星發光比天狼星還強，可是它們離我們比較遠，所以看起來不亮。天上發光最強的星(S. Doradus)比太陽發光強 300,000 倍。假使它來代替我們的太陽，我們就頃刻化爲灰燼，就是海，岩石，地球上一切也在數小時內燒成氣體。不過天上大多數的星都比太陽發光弱，離我們最近的三十顆恆星中只有三顆比太陽強。然而在我們附近的星，是比天上星的平均光亮大。

星的溫度和大小

我們已經知道星的亮度有兩個因子，就是距離和發光的強弱。而發光強度也有兩個原因：(1)發光面積大小，(2)每平方英寸所發光的多少。譬如說天狼星的發光強度是太陽的27倍，那末究竟還是天狼星面積是太陽的27倍呢，還是它每方英寸發光是太陽的27倍；或是面積大9倍，每方英寸發光也強3倍呢？對於這個問題，只要研究星的光譜（把星光用分光鏡分析）就可以解決。因爲根據光譜，我們就能算出它每方英寸發多少光，於是我們也可算出它的面積。

因爲星的光譜的性質和星的面部溫度有關係，所以不同的光譜就代表不同的溫度。將各種星的光譜排列起來，可表明各種星的溫度不同是有連續性的。假使

我們能把一顆星慢慢的從低溫熱起,我們就可以看見它的光譜逐漸改變,經過各種的星光譜,事實上有時也巧得很,有一種「變星」就是一時熱一時冷的,它的光譜確是這樣變動。

當然發光的多少是和物體的溫度有關,愈熱的物體發射也愈強,普通火車頭裏燒紅的煤每平方英寸發射的能力是四分之一馬力,在電弧裏的炭極,每方英寸就能發射六個馬力。

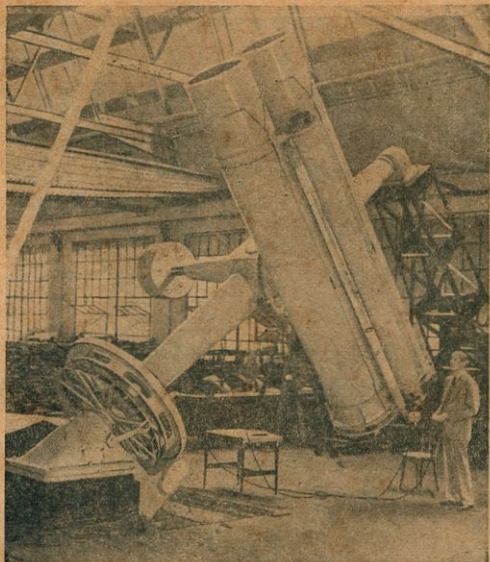
所以如果兩個星有同樣的光譜——譬如天狼星和織女星——我們就知道它們的溫度是一樣,所以每方英寸發射的光能也是一樣,因之這個星的發光多少完全是因爲面積大小不同的關係,反過來說,兩顆光譜不同的星的溫度一定不同,因之每方英寸發射的光也不同,在這種情形下,我們就研究各個的光譜代表什麼溫度,於是再算它每方英寸的發射量。

發光的恆星 (不發光的當然看不見) 最低的溫度是 1400°C ,它面上每方英寸發射四分之一馬力,這種星只是「紅熱」,所以看起來是紅的,這就叫紅星,星愈熱,它的顏色也愈白愈青,就好像我們把物體燒得很熱就成白熾一樣。

溫度中等的恆星 (太陽也是這一等),它的溫度也有 5600°C ,顏色帶黃,從這個溫度,我們計算出它每方英

寸發射50馬力。所以我們的計算準確不準確，可以拿太陽來實驗方法如下：

我們先求出地球上每方英寸受到多少光，於是全地球受到多少光也算得出了。當然我們可以計算出太



圖一百零二 里克觀象台的雙筒望遠鏡。這種儀器能同時攝二幅17英寸闊和17英寸長的天體照相，因為一個照相眼(鏡頭)能極清楚的看出藍星，而另一個眼能極清楚的看出紅星。這儀器預備專供研究我們自己的一部分宇宙——銀河系——的結構。

陽總共發出多少光，把這個數值除以太陽面積，就是每方英寸發射的光能了。算出的結果確是每方英寸50馬力，所以我們確實估計它的溫度是相當的靠得住。

最熱的星的溫度有60,000°到70,000°C，它每方英寸發射500,000到1,000,000馬力的光能。它所發的光大部在紫外線以外，所以看不見，還有那小部分看得見的光也是藍色和紫色的。所以這星看起來是藍色的，平常就叫他「藍星」。

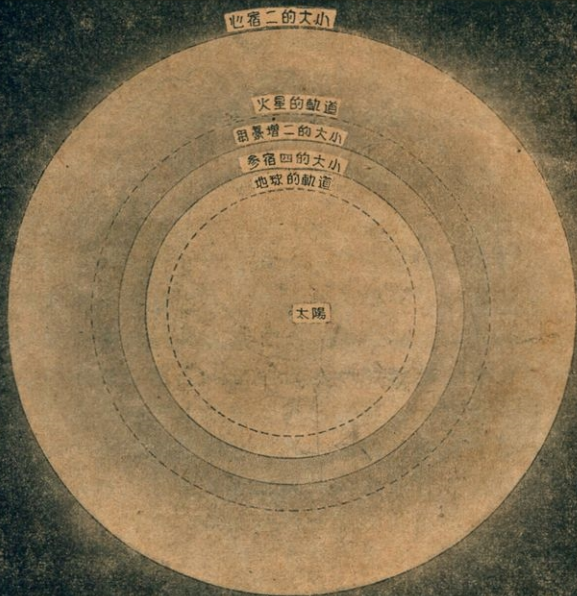
從上面，我們已經看見怎樣能夠從星光譜推測它每方英寸發射的光，所以如果知道一顆星的發光強度和它的光譜，我們就可以計算它的大小了。

從這樣計算出來的結果非常有趣，原來星的大小和它的溫度是有關係的。

最大的星全是紅而比較冷的。雖然它的溫度比較低，可是它的面積很大，所以它的發光總量也不小。最大的恆星要算御夫座的柱一，它的一個直徑是2,000,000,000英里，約為太陽的2300倍，這是美國史特魯博士(Otto Struve)發現的。其次是天蠍座的心宿二，它的直徑是太陽的450倍，體積有太陽的六千萬倍。這一類星叫『巨星』。

如果將星的體積大小排列起來，我們發覺星的體積小下去，它的溫度就高起來，到了直徑比太陽大十倍

到廿倍的時候，星的溫度到了最高峯，那些星都是「藍星」，雖然它們的面積比巨星只有千分之一，可是因為溫度高，每方英寸發射也有巨星的千倍，所以發射總量仍是差不多比藍星再小些的星，溫度又慢慢的低下去。



圖一百零三 巨星的大小與地球和火星的軌道蓋比

愈小則溫度愈低。到最後低到「巨星」一樣。這種星就叫「紅小星」(Red dwarf)。紅小星的直徑比我們的太陽小得多。最小的「紅小星」的大小和木星，土星一樣——就是地球體積的一千倍。然而紅小星還不是最小的恆星。最小的恆星叫「白小星」(White Dwarf)這和地球差不多大小。可是奇怪得很，它的溫度又很高，大概有10,000°C——比我們的太陽高得多。它的顏色是白的。因為面積小的緣故，發射極弱，所以到近來方才發見。

星的質量

恆星大多數是單獨的，但是有時也有成雙的。這成雙的星就叫『雙星』。因為雙星互相繞圈子。它們的引力就等於離心力，所以老是走這樣的圈子。它們所繞的圈子的中心就是它們的共同重心。所以我們只要知道雙星和它們繞轉的中心的距離，我們就可以求出這兩顆星的重量大小的比例。再從觀測求出這兩顆星的距離和它們繞轉的時間，我們就可以用物理公式算出它們的質量了。除此之外，我們還有許多方法來計算，有的只適用於特殊情形。譬如兩星和地球在同一平面上，我們就利用它們互蝕時光度的變化來計算。如果兩個星太近望遠鏡分不開，那末就從光譜變動上計算。

計算出來的結果非常有趣。星的質量最大的有太

陽的一百倍，小的比太陽的五分之一還小（這些多是成雙的星的情形）。『巨星』和『藍星』的質量總比『小星』大得多。然而以密度來說：『小星』比巨星大得多了。譬如芻藁增二紅巨星的直徑是太陽的400倍，和一個白小星成雙。這『白小星』的直徑只有這巨星的萬分之一。它們質量的比例，不到十比一。所以『白小星的密度是驚人的大。它是有地球大小而有太陽的質量，巨星的密度是非常之小，比太陽要小一千倍到一萬倍。』

以上所說的都是近幾年來天文學上的大進步，從前天文家除了星的位置以外什麼都不知道。俗語說「秀才不出門，能知天下事」。現在天文學家是『秀才不上天，能知天上事』了。科學的進步是何等的迅速呀！一個人只要幾年不接觸，就落伍了。

星 座 的 特 性

我們既然能夠知道星的性質，我們要研究星座有沒有什麼意義，星座雖是古天文家任意定的，但是巧得很，一個星座中主要的星（就是最光亮的）常常有相同的性質，並且在空間向同一方向運動。

譬如我們拿獵戶座（圖一百零四）做例，它的最亮的星除了參宿四都是有同一速度，向同一方向前進。除了這個例外的參宿四，那十二顆星都是溫度非常的



圖一百零四 獵戶座：是天上最燦爛的一個星座。那個巨人舉起棍棒，預備趕走金牛。在他的左肩裏有一顆紅巨星參宿四，直徑是 240,000,000 英里。他的左手提着獅子皮，這是由星聯成的曲線所描出的。在他的左肩裏是一顆白星叫參宿五，而在他的左趾上有一顆藍白的星叫參宿七，這是一個大太陽，比我們的太陽亮 17,000 倍。注意腰帶上的三顆星成一直線，相距約 $1\frac{1}{2}^\circ$

高，體積非常的大，質量非常的大。它們都是『藍星』，並且幾乎全體都是「雙星」。其中最亮的『藍星』是參宿七，它發光比太陽強 15,000 倍。

我們再看大熊星座（圖一百零五），它的星大多是白的，那七顆北斗星中有六顆白星，它們多比太陽又

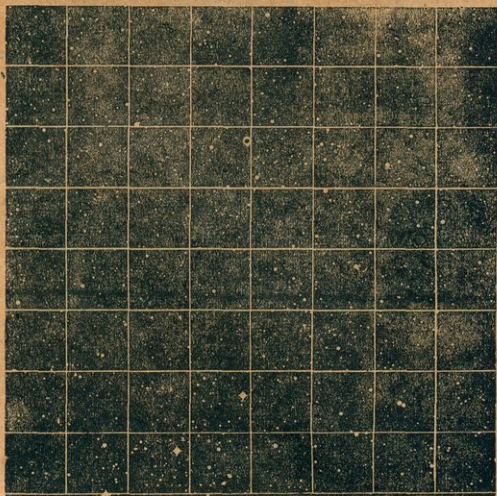


圖一百零五 大熊星座：那隻獸是依照古時天文家理想中所見而畫的。杓或北斗只是這星座的一小部分。熊的頭上有一羣散的小星，而三個掌上各有一對星。北斗向外的兩顆星（在熊的中央）——是指極星，上面一顆叫北斗，或天樞，下面的叫北斗二或天璇。柄上彎曲點的一顆叫北斗六或開陽，和它極近的一顆小星叫開陽增一。

大又重又熱，可是比獵戶座的星差得多。這星座裏最亮的是天樞即北斗一，和其餘的不同，它是一個紅的巨星，走的方向也不同。七顆中有三顆是『雙星』。這個星座是比獵戶座近得多。

星的數目有盡嗎？

普通人的眼睛大約能看見二千左右的星.在鄉間比在城裏看見的多(圖一百零七).若是用望遠鏡更看得多(圖一百零六).假使用望遠鏡照相還要多(圖一百零八).而且照相露光時間愈長,照出的星也愈多,



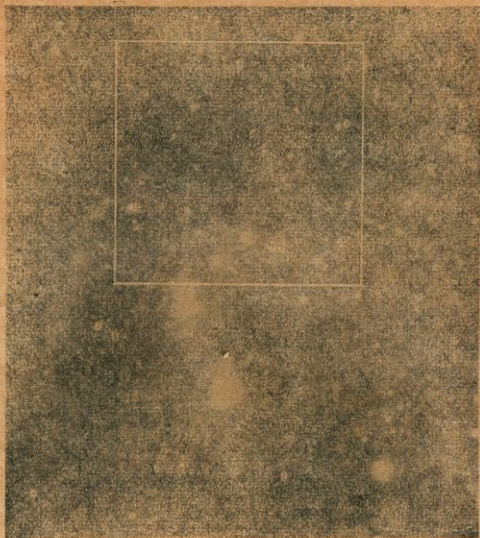
圖一百零六 用小望遠鏡所見的星:這是德國天文家阿贊那台(Argelander)所製著名星圖的一部份.它表示用 $2\frac{1}{2}$ 寸遠鏡對這部份天上所能見的一切星.它包括獵戶座的北部,那巨人腰帶上的三顆亮星可在圖底處見之.這圖是 3° 見方,所以它的面積是64平方度(一平方度是天上每邊長 1° 的方面積).它包含1442顆星,平均每平方度 $22\frac{1}{2}$ 顆星.



圖一百零七 同一方天上用肉眼所見的星；圖中每塊小方所示的星數爲用肉眼觀察圖一百零六全面積時所見的星數。右：在鄉間清明無月的晚上所見——二十四顆星。左：在城市中燈光耀映或鄉間滿月時所見——八顆星。

那末天上星的數目是無窮的嗎？我們的宇宙空間全佈着星嗎？我們知道望遠鏡的功能就是把光集中起來使我們看見，所以如果望遠鏡的口徑是眼睛瞳孔的十倍，那末就可看到十倍這樣遠，因之若使空間均勻的佈滿着星，用這望遠鏡就可以看見一千倍多的星，用二十倍口徑的望遠鏡就應當看見八千倍的星，實驗的結果是這樣：望遠鏡到相當大小的口徑後，看見星的數目就不照「立方」增加，到最後的數目好像接近限度了，這就證明空間分佈的星是不均勻的，有限的。那末恆星在空間究竟是怎樣排列的呢！

我們的恆星系和銀河



圖一百零八 在前兩圖中所見星象的照相：這是獵戶星座一部分的照相，由羅施(Ross)所設計的透鏡攝得，透鏡的直徑3英寸，焦距21英寸，露光時間五小時。白綫方格中的面積和前兩圖的面積相同。它是不容許計數星的數目的——至少有200,000顆！從圖中也可看出星雲物質，似乎充滿着這星座的大部份。在右下角離底半寸，離右邊半吋所見的那顆星是參宿七。

赫瑟爾(Herschel)父子曾用照相的方法研究我們的恆星系的形狀和大小。他們想如果我們的太陽是

在這個星球的中央，那末向四周照相應當照着同樣多少的星。實際上各方面多不同，並且差得很大。當然，可能的理由有兩個：(1)恆星系不是球形。(2)太陽不在中心。事實上確是如此。

我們如果在曠野中看下雪，我們看見四周都是白茫茫的雪把遠的林木也遮去，可是向天上看的時候，就不覺得這樣密了。這理由是因為向四周看去要看好幾里而雪的高度至多只有一里而已，所以向上看是比較的稀了。

赫瑟爾父子發見星排列也和這飛雪一樣——就是扁盤形——所以就說我們的恆星系是盤形。我們太陽的地位就在這盤的中央平面上，可是不在中心。

因之我們如果向盤面平行的方向看去，我們應當看見最多的星。我們應當看見星密得好像一片，和看下雪一樣。事實上我們也看見了，這就是銀河。銀河在天上看起來好像一條發光的雲（圖一百零九）。用望遠鏡看起來它就是密集的星了。我們的恆星既然是像個盤，那末他有多少大小呢？星在中間怎樣分佈的呢？

恆星距離測量再談

要知道這恆星系的大小，只要知道每顆星的距離。我們已經說過，測星的距離的方法就是觀測地球在軌道

兩端時恆星方位的改變.可是不幸得很,這個方法只能用較近的恆星.最近的恆星,比隣星的距離有25,000,000,000,000英里.天文學上稱這距離是4 $\frac{1}{2}$ 光年,因為光每秒鐘走186,284英里,或 3×10^{10} 哩.走四年多才走到,光從太陽走到地球的時間只有8 $\frac{1}{2}$ 分鐘.

現在用以上所說的方法測量近的恆星已經很能準確.不過距離愈大愈不準確.對於幾百光年遠的恆星,這個測量距離的方法就完全失敗了.然而我們的恆星系還比幾百光



圖一百零九 銀河北部:在暗夜橫亘天球的白色帶環,古人以為它是天上河流,下通於海,故又有天河,雲漢等別名。銀河繞天一周像一隻圓環,不過我們在晚間祇看見一半,包含着無數的小星,密集而成,兼有星團和星雲夾雜在裏面。不過這巨數的小星都十分黯淡,須得利用望遠鏡才能分析出來。

年大得多,所以只能想別的方法測量了。

最有用的方法就是從恆星的各種性質——光譜,溫度等——估計它發光的強度,從這發光強度和它在我們看起來的亮度,就可以計算它的距離了,亮度是很容易求的,現在的問題就是怎樣估計它的發光強度。

有三種星的發光強度可以準確的計算:(1)藍星,它的發光強度完全和它的溫度或光譜有連帶關係的(就是它的面積和溫度是關連的)。(2)紅巨星也是這樣,所以我們只要研究它的光譜,就可計算它的距離了。

(3)第三種星的距離更可比上兩種算得準確些,這種星在仙王座叫造父(Cepheid)型變星,它們的亮度是每天變動的,它們各有一定的變動週期,而發光強度完全靠這週期的長短;變得最慢的發光最強,變得最快的發光最弱,所以無論這星多少遠,我們總能量它變動的週期,一知道了週期,發光強度就求得出來,於是距離也可以計算了。

恆星系的形狀和大小

我們雖然說過好幾個測量距離的方法,但是天上的星是這樣多,要一個個的測量太困難了,幸而我們恆星系的星有的成一個個的小集團,這種小集團叫做球

狀星團。它雖是恆星系中的小東西,可是也含五萬以上的星呢。圖一百十是武仙座中的大星團,顯然是球形的。



圖一百十 在武仙座裏的大星團:這裏的星好像聚成一個大球。所有的星都十分暗淡,但在這張照相上一顆顆都可以分得清楚。它們不過是我們的星河系中的小團體。這種球狀星團離我們極遠,大概自21,000光年到230,000光年。這張照相是在美國加州天文物理觀象台用72吋望遠鏡所攝,露光一小時。

圖一百十一和一百十二也是星團，不過沒有圖一百十的明顯，每個星團都包含着許多的造父型變星，所以我們很容易求出它的距離和形狀。球狀星團的形狀和大



圖一百十一 昴宿：是極美麗的疏散星團。尋常目力祇見六星，用望遠鏡可瞭見五百個星，假使用照相攝之，可得五千多個星，並且還可以看見烟霧狀的星雲包圍着。這星團的直徑是101光年，距離我們325光年。昴宿六在這星團裏最亮的超巨星，表面溫度為 $12,000^{\circ}$ — $15,000^{\circ}$ ，C比我們太陽的溫度(6000° C)約高一倍。



圖一百十二 巨蟹座中的蜂房星團,包含六等星至十二等星363顆。

它距離我們70光年,面積為2.34平方度。

小大都是一樣的——這緣故我們還不知道。

把這些星團的距離求出來之後,我們發見它們排列成圓盤形,大略是圓的,並且對稱地分佈在銀河的兩面,當然我們很可以假定這成集團的星可以代表一般

星的排列，所以這種星團排列成的星系的邊界就是我們的星系的邊界了。在這假定下，我們的恆星系的大小求出來有 200,000 光年的直徑。太陽離中心有 40,000 光年。所以現在我們對於銀河系的觀念是一個圓盤形而我們的太陽在中央平面上，並不在中心而在半徑的三分之一的地方。這恆星系中心最亮的星，我們肉眼也不能看見，因為我們肉眼至多看到 3,000 光年遠的星。

恆星系的旋轉

從前以為除行星和彗星外的星是不動的，所以叫恆星。後來發見它們也都是動的，但是已經叫慣了，所以仍舊稱它們為恆星。最近發現它們的行動是有規則的。它們都向着恆星系的中心旋轉，好像一個輪子在軸上旋轉一樣。我們的太陽當然也跟着旋轉，它運行的速度是每秒 200 英里。太陽環轉一周須要 250,000,000 年，然而從星的年齡上看來，它們已經轉了數千萬轉了。

太陽既然也是環轉的，那末我們就可以從它的軌道算出我們星系的全體質量了。我們求出這星系中星的數目在 100,000,000,000 以上，或許有這數目的兩倍，我們的肉眼至多看見五千顆（四季星全在內）已經覺得數不清了，那裏知道我們看見的還是 40,000,000 分之一呢！好比在中國人口中只看見了十個中國人一樣。

第十一章

星 雲



圖一百十三 天琴座中的環狀星雲。這星雲在天琴座裏漸台二(β)和漸台三(γ)二星之間，由小望遠鏡可以看到。星雲中心的一顆星在照相裏很是顯著，但用肉眼看極為暗淡，即用二呎徑的望遠鏡亦難看見。這些星離我們的平均距離約40光年。上圖所示那個星雲所佔的面積或許比整個太陽系還大。這張照相是由六呎返光望遠鏡所攝，露光三十分鐘。

星雲這個名稱對於普通一般人是很生疏的。這東西必須要望遠鏡方能看到。它在小望遠鏡裏看來好像一小團發光的煙霧。這霧狀的東西，天文學上就叫星雲，其實星雲可以分成三類。第一類是『行星狀星雲』(Planetary nebulae) 第二類是『銀河星雲』(Galactic nebulae)，第三類是『河外星雲』(Extra-galactic nebulae)。這三種星雲性質相差很大，形狀都很有趣。

行星狀星雲

這種星雲是完全在我們的星系裏面。它是圍繞在某種



圖一百十四 獵戶星座裏的大星雲。是星雲中最美麗的一個，即肉眼亦能見之，若用大遠鏡，可見到其中有四個星排成斜方形，每個大如太陽。它的位置是在獵戶腰帶上所掛的刀內。照片上面許多黑塊或許是塵埃（『宇宙塵』）物質將後面的亮面遮住所致。估計這個星雲的距離至少為六百光年。這張相片是在1920年十一月十九日所攝，露光共三小時。

恆星四周的大氣。我們在圖一百十三裏可以看見這種星雲。這星雲很大。我們以為紅巨星是非常大，其實假使把它比這星雲，又如小巫見大巫了。譬如我們乘一個每小時 5000 英里的火箭，那末飛過一顆最大的紅巨星要



圖一百十五 天鵝座中的網狀雲星。這個極不規則像薄紗樣的星雲是在銀河裏的。它離我們大概有幾百光年，但是不如旋渦星雲那樣遠。離它不遠處，還有一個同樣的星雲，並從照相上看出它們之間有極暗淡的星雲物質存在。這張相片是用二呎返光望鏡，露光三小時攝成的。

九年,可是要飛過一個『行星狀星雲』須要九萬年的時間,這就是說如果把這星雲也算是恆星本身,那末這恆星比最大的巨星大一萬倍了。

嚴格地說來,這星雲只能算星的大氣,不能算是星的本身,因為我們看見有一顆星在星雲的中央,把這星研究起來也非常有趣。第一點,它是非常之小,它的平均直徑只有太陽的五分之一。第二點,它的溫度非常之高,大約在 $70,000^{\circ}\text{C}$ 及 $75,000^{\circ}\text{C}$ 之間,這是宇宙間觀察得到的最高溫度,雖然我們知道在恆星裏面一定還要熱,但是我們觀察不到呀,照理,我們所說的最高溫度已經要算星裏面的溫度,因為我們已觀察到了它大氣層的下面了。總之,從上面的結果,我們知道這種有星雲的恆星是屬於『白小星』一類的。

銀 河 星 雲

這第二類的星雲也是在我們銀河所包的星系裏,第一種星雲是一顆星的大氣,第二種星雲可以說是一羣星的大氣,有時全星座都包在裏面。圖一百十四是獵戶座的大星雲,它的距離是 600 光年。圖一百十五叫網狀星雲,距離也有幾百光年,它的周圍佈滿着極淡的星雲物質,要用長時間露光照相方才攝得出,如果用極長的曝光時間攝照相,往往發見整個星座包在星雲裏在



圖一百十六 銀河裏的暗星雲。銀河裏黑暗的部份，相信是由於大量的塵(『宇宙塵』)所造成，或者是半透明物質將後面的星遮住了。如果這種雲狀物質的後面有一個明亮的星，那末它就被星光照亮，可以隱約看出。從這張照相上可以看見許多塵狀物質分佈在這一部份天空。這些黑暗部份都在天鵝座裏。這張照相是用100吋返光遠鏡，露光二小時四十五分鐘所攝的。



圖一百十七「塘鷓」“Pelican”星雲。這部份的天只有在長時間露光的照相上可以看出，是在天鷓座裏天津四之東 3° 。那亮的星雲體顯然是圍繞星的塵埃物質，被這些星所照亮的。幽黯的條紋和黑點，雖然看起來是很小，却是由於廣大不透明的塵質將亮的背景遮住所致。一塊一塊亮的部份或許是由於星雲狀物質被其中的星所照亮。這張照相是用100吋望遠鏡所攝，露光四小時四十五分鐘。



許多情形下，星雲並不是發光的霧，而不過是黑影。譬如圖一百十六和一百十七裏黑暗的部分，顯然是由於有物質遮去了星光所致。圖一百十六黑影中的亮星是表明這些星係在黑暗物質之前。圖一百十七亮星雲裏的黑影是沒有被光照亮的黑暗星雲。圖一百十八表示最明顯的一個黑暗星雲。圖中右邊顯然可以看見許多暗星，在左面只有極少數比較亮的星可見。這左面所見的星當然是

圖一百十八「馬頭」星雲。這個奇特的東西恰在獵戶座參宿一（獵戶帶上最東一顆星）之南。注意有一條極暗淡的星雲帶在圖的中央，將圖分為左右兩半。在右邊的部份裏可以看見許多暗星；而在左邊祇有少數星可以看見，顯然有一個巨大的暗雲將左面較暗的星遮去了。我們所見的這些星是在暗雲的前面，有黑暗的背景。這裏照相是用100吋望遠鏡所攝，露光時間三小時。

星雲的前面。最可注意的就是這黑星雲的邊被附近的星照得發亮，成了一條亮的邊緣。因此我們可以知道黑

和我們星系一樣的在軸上旋轉。那仙女座星雲轉一次要二千萬年(我們的星系一轉要二萬五千年)。

然而河外星雲也不是一律的圓盤形;有的扁些,有的厚些,有的厚到像個球形,那些球形的都是霧狀的,星也分不清楚。那最扁的星雲中間的星是最清楚地分開的。有的星雲的盤面正對我們,這樣使我們很難知道它是球形,還是扁平。譬如圖一百二十一的旋渦星雲,就是這種情形,雖然從它的形態我們知道它是扁的,但是它扁到什麼程度,我們就不知道了。圖一百二十二的是后髮座的星雲,它恰巧是邊對着我們。從這兩張圖,我們就有一個很清楚的星雲印象了,我們星系的形狀大概也是這樣的。

宇宙歷史的理論

我們看見星雲是有圓的,有扁的,但是根據計算的結果,證明那些扁的在以前也是球形的一團氣,不過後來慢慢的收縮,同時愈轉愈快,終於分裂而成了現在的形狀。同時這計算也算出分裂出來的氣的質量有恆星這樣大小,所以無疑的,恆星是星雲分成的。那末星雲是怎樣成功的呢?現在許多天文家假想宇宙中間本來是很均勻地佈滿了稀薄的氣體,後來不知怎樣起了擾亂,這稀薄的氣體本來有凝集的傾向,經過這樣一來便分

裂了，凝集成一團一團的。這個假想，在計算上也很符合，所以我們暫時就以爲它不錯了。

還有，倘使這個假定是對的，各個星雲的大小，質量，和光亮都應該是一樣的。事實上是差不多，所以很遠的星雲的距離，測量方法就是從比較它們的亮度得來。現在發見的最遠的星雲是 140,000,000 光年的距離。天上這種星雲共有二百萬個！

河外星雲的運動

用光譜變動的方法，我們可以求出星雲運動的速度和方向。研究的結果，發見一半天上的星雲是走近我們，一半是離開我們。這樣，當然我們就想這是太陽在空間運動的緣故，因爲我們的太陽是隨着恆星系在旋轉的。但是計算出來，這些星雲的運動並不全是因爲太陽在動而看起來動的，它們本身確也有行動。它們都是在遠離我們的恆星系。它們的速度和它們離開我們的距離成正比。最遠的星雲的距離是 140,000,000 光年，它離去我們的速度是每秒 15,000 英里，它的遼遠是幾乎到了我們望遠鏡的極限了！

現在新的理論說『空間是有限的，它是用平均的速度在繼續擴張着』。這理論就是根據星雲的運動而來。

結 論

宇宙中的一切,我們大都講到一些了.我們現在的宇宙觀就是『空中有許多星雲在旋轉,在飛散.星雲中的一個,就是我們的恆星系.在這千千萬萬恆星之中有一個就是我們的太陽,我們的地球是繞着太陽旋轉』.你看我們的地球是何等的渺小呀.以前人類的夜郎自大,不過因為他是愚笨而沒有看見偉大的宇宙呀!

附 錄

I 太 陽 系 1 日 與 月

名	直 徑 (英里)	質 量 (地=1)	體 積 (地=1)	密 度 (水=1)	軸上自轉	面上51刀 (地=1)
日	866,000	332,000	1,300,000	1.39	24 $\frac{2}{3}$ 日	27
月	2,160	$\frac{1}{81.5}$	$\frac{1}{49}$	3.39	27 $\frac{1}{3}$ 日	$\frac{1}{6}$

2 行 星

星 名	平均距離 百萬英里	公轉期	軌道平均 速度 (每秒英 里數)	直 徑 (英里)	質 量 (地=1)	軸 上 自 轉			
						日	時	分	秒
水	36	88日	30	3,100	0.04	81	23	15	43
金	67	225日	22	7,700	0.81	224	16	49	9
地	93	365 $\frac{1}{4}$ 日	18 $\frac{1}{2}$	7,918	1.00		23	56	4.09
火	141 $\frac{1}{2}$	687日	15	4,215	0.11		24	37	22.6
木	483	11.86年	8	86,720	317		9	55	41
土	886	29.5 年	6	71,500	95		10	14	24
天王 (1781年發見)	1782	84 年	4 $\frac{1}{4}$	32,400	14.6		11	50	—
海王 (1846年發見)	2793	164.8年	3 $\frac{1}{3}$	31,000	17.2		7	42	—
冥王 (1930年發見)	3800	247.7年	—	—	0.93				—

3 行星的衛星數

水	0	木	9 (11?)
金	0	土	9 (10?)
地	1	天王	4
火	2	海王	1

II 恆 星

1 最亮的二十顆星

(依亮度的次序)

星 名	等 級	速 度 (每秒英里)	距 離 (光年)	光 (太陽=1)
α 大犬座 天狼	-1.58	12	9	26
α 天舟座 南極老人	-0.86	18	650	80,000
α 半人馬座 南門二	+0.06	20	4	1.3
α 天琴座 織女一	0.14	12	26	50
α 御夫座 五車二	0.21	26	43	150
α 牧夫座 大角	0.24	84	41	100
β 獵戶座 參宿七	0.34	14	543	17,000
α 小犬座 南河三	0.48	12	10	6
α 波江座 水委一	0.60	6	67	200
β 半人馬座 馬腹二	0.86	11	270	3,100
α 天鷹座 河鼓二	0.89	22	16	9
α 獵戶座 參宿四	0.92	14	192	1,200
α 十字架座 十字架二	1.05	11	210	1,650
α 金牛座 畢宿五	1.06	36	57	90
β 雙子座 北河三	1.21	18	32	28
α 室女座 角宿一	1.21	17	210	1,500

α 天蠍座	心宿二	1.22	11	330	3,400
α 南魚座	北落師門	1.29	9	24	13
α 天鵝座	天津四	1.33	12	650	10,000
γ 天獅座	轅軒十四	1.34	11	56	70

假定在相等
距離的地位

2 恆星的直徑

牧夫座	大角	23,000,000	英里
金牛座	畢宿五	33,000,000	
獵戶座	參宿四	240,000,000	
天蠍座	心宿二	400,000,000	
飛馬座	室宿一	35,000,000	
武仙座	帝座	350,000,000	
天鯨座	芻藁增二	260,000,000	

3 恆星的溫度

星色(例)	溫度(°C)
青白(參宿五)	23,000
白(天狼)	11,000
黃白(南極老人)	7,400
黃(五車二)	5,600
橘黃(大角)	4,200
紅(參宿四)	3,000
深紅(地不明)	2,600

4 各等星的數目

星等	數目
1	20
2	57
3	189
4	514
5	1,820
6	5,500
7	15,500
8	45,000
9	123,000
10	330,000
15	27,000,000
20	550,000,000

5 光的速度

1 秒	行	186,000 英里
		確數 186,282 英里
1 分		11,000,000 英里 (約數)
1 年		6,000,000,000,000 英里 (約數)
1 光年		$= 6 \times 10^{12}$ 英里

索引

- Achernar 水委一 (南) 179
Adams (1819-1892) 亞當斯 107
Albireo 輦道七 139
Alcor 開陽增一 131
Acyone 昴宿六 161
Aldebaran 畢宿五 16, 135
Alderamin 天鈞五
Algenib 壁宿一
Algol 大陵五 140
Alioth 玉衡 (北斗五)
Alkaid 搖光 (北斗七)
Almaach 天大將軍一 140
Alphard 星宿一 136
Alphecca 貫索四
Alpheratz 壁宿二 140
Alps 阿爾卑斯山 62
Altair 河鼓二 132, 139
Ammonia 銜氣 95
Andromeda 仙女座 132
Antares 心宿二 139
Antlia (Pneumatica) 抽氣筒
Apennines 亞倍寧山 62
Aquarius 寶瓶 20
Aquila 天鷹 21, 139
Archimedes 阿基米得山 62
Arcturus 大角 (牧夫 α) 99, 137
Argelander (1799-1875) 154
Arided (deneb) 天津四 39
Aries 白羊 20
Argo Navis (Carinae) 天舟 180
Asteroids 小行星 112
Atmosphere of Mars (火星) 大氣 83
Auriga 御夫 17
Aurora 極光 47
Autumn stars 秋季星 139
Bellatrix 參宿五 152
Belt of Orion 獵戶的腰帶 152
Betelgeuse 參宿四 7, 135
Binary stars 雙星 150
Boötes 牧夫 137
Brooks 布羅克斯 118
Camelopardalus 鹿豹 130
Cancer 巨蟹 16, 20, 136
Can's Maior 大犬 135
Canis Minor 小犬 134
Canis Venatici 獵犬 173
Canopus (南) 老人, 南極老人 (天舟 α) 179

- Capella 五車二 179
 Caph 王良一 (仙后 β) 130
 Capricornus 摩羯座 20
 Carbon monoxide 一氧化碳 122
 Cassinis division 開西尼環縫 97
 Cassiopeia 仙后座 132
 Castor 北河二 135
 Caucasus 高加索山 62
 Celestial equator 天赤道 134
 Celestial pole 天極 8
 Celestial Police 天體警察 112
 Centaurus 半人馬 (南) 179
 Cepheus 仙王座 132
 Cepheid 造父型變星 159
 Ceres 穀女 115
 Cetus 天鯨 141, 134
 Chromosphere of the sun 色球 48
 Clusters of stars 星團 139, 160
 Colomba 天鴿
 Coma Berenicis 后髮 174
 Comets 彗星 116
 Copernicus 哥伯尼 (1473—1543)
 142
 Corona Australis 南冕 (南)
 Corona Borealis 北冕 21, 139
 Corona of sun 日冕 52
 Corvus 烏鴉 136
 Cosmic dust 宇宙塵 165
 Crater 巨爵; 月上寶形山 54
 Crises Sea 危險海 60
 Cyanogen 氰化碳 122
 Cygnus 天鵝 21, 139
 "Dark Bay" Nebula 馬頭星雲 170
 Dark markings in the Milky
 Way 銀河中暗星雲 168
 Deimos 台莫馳 88
 Delphinus 海豚 137
 Deneb 天津四 139
 Deneb Kaitos 土司空二
 Denebola (天獅 β) 五帝座一
 Dinosaur 恐龍 49
 Dipper (Plough) 斗, 水杓 5
 Dipper, Little 小杓星 5
 Dog Star 即 Sirius 天狼星 135
 Double Stars 雙星 150
 Draco 天龍 133
 Dubhe 天樞 (北斗一) 131
 Dwarf, red 紅小星 150
 white 白小星 150
 Earth 地球 35
 Eclipse of the sun 日蝕 16
 Ecliptic 黃道 18
 Ellipse 橢圓 32
 Encke (1791—1865) 因格 118
 Equator, celestial 天赤道 8, 134
 Equinoxes 春秋二分 18

- Equuleus 天駒
 Eratosthenes 依拉多森山 62
 Eridanus 波江 134
 Eros 情女 113
 Evening star 黃昏星 72
 Faculae 光斑 45
 Fire-ball 火球 124
 Fomalhaut 北落師門 141
 Galileo (1564—1642) 加利略 90
 Gemini 雙子 16, 20, 135
 Giant star 巨星 148
 Glacial period 大冰河時期 172
 Gravity, force of 地面引力 87
 Great Bear (Ursa Major) 大熊 130
 Great red spot 大紅斑 92, 95
 Great Square of Pegasus 飛馬座
 大方形 10
 Guardian of the Pole 護極星 132
 Gyro-compass 回轉羅針 12
 Gyroscope 回轉儀 11
 Hall (1829—1907) 霍爾 88
 Halley (1656—1722) 哈萊 73
 Halley's comet 哈萊彗 119
 Hamal 擔夫 134
 Heliosaurs 太陽蜥蜴 49
 Hercules 武仙 21, 139
 Herschel, William (1738—1822)
 赫瑟爾(父)
 (1792—1871) (子) 100, 156
 Herschel's telescope 赫瑟爾望遠
 鏡 100
 Hesperus (Venus) 黃昏星 72
 Hipparchus (150 B.C.) 希巴格司 65
 Hunting Hounds 獵犬 173
 Hyades 畢宿 140
 Hydra 海蛇 136
 Infra-red light 紅外線 83
 Juno 神女 113
 Jupiter 木星 90
 great red spot 大紅斑 92, 95
 Klepesta 克萊配斯泰 124
 Kochab 天帝星
 Lacerta 蜥蜴
 Leo 大獅 135
 Leo Minor 小獅
 Lepus 野兔
 Leverrier (1811—1877) 勒萬里 107
 Libra 天秤 20
 Libration 天平動 65
 Light-year 光年 181
 Little Bear (Ursa Minor) 小熊 130
 Lowell (1855—1916) 羅惠爾 75
 Lupus 豺狼
 Lynx 天貓 150
 Lyra 天琴 138
 Magnetic storms 磁暴 47

Magnitude of the stars 星的

亮度 131

Man in the moon 月中人 58

Marfak 天船三 140

Markab 室宿一

Mars 火星 76

markings 紋 81

opposition of 衝 78

pole cap of 極冠 81

canals of 運河 81

moons of 月 88

Marsh gas 沼氣 (一炭烷) 95

Masses of the sun and planets

Megrez 天權 (北斗四)

太陽和行星的質量 178

Menkar 天囷一 134

Merak 天璇 (北斗二) 131

Mercury 水星 67, 68

Meridian 子午線 134

Meridian plane 子午面 134

Meteor 流星 123

Meteorites 隕石 126

Milky Way 銀河 158

Mira 箕藻增二 141

Mirach 奎宿九 140

Mizar 開陽 (北斗六) 131

Monoceros (Unicorn) 麒麟 17

Moon 月 55

crescent of 娥眉月 56

librations of 天平動 65

phases of 月的位相 55

terminator 明暗界線 61

Moons of Jupiter 木星的衛

星(月) 93

of Mars 火星的月 88

Morehouse's comet 莫好斯彗 118

Morning star (Venus) 晨星 72

Motion of sun 太陽的運動 16

Nebula, ring 環狀星雲 164

spiral 旋渦星雲 172

planetary 行星狀星雲 164

galactic 銀河星雲 164, 167

extra-galactic 河外星雲 164

"Pelican" 塘鵝星雲 169

"Dark Bay" 馬頭星雲 170

Nebular hypothesis 星雲假說 11

Neptune 海王星 106

Northern Cross (Cygnus) 北十字

(天鵝座) 139

Nova 新星 (暫星) 173

Nucleus 核 122

Ophiuchus (持) 蛇夫 137

Opposition of a planet to

sun 行星對日的衝 78

Orbits 軌道 28

Orion 獵戶 7, 21, 135

索

1. 武女 118
 gasus 飛馬 21,139
 tier 貝爾典 (1900—) 121
 Perihelion 近日點 117
 Perseus 英仙 21,132 月的位相 55
 Phases of the moon 位相 70
 of Venus 金星的 (斗三)
 Phecda 天璣 (北) 8
 Phobos 福保馳 (Mars) 晨星 72
 Phosphorus (Venus) 光球 48
 Photosphere 20
 Pisces 雙魚 ralis 南魚 141
 Pictis Aulary system 行星系 28
 Planetary nebula 行星狀星雲 164
 Pnetoids 即 Asteroids 小行星 112
 Planets 行星 28
 inner 裏圈行星 28
 outer 外圈行星 28
 Plo 伯拉圖山 62
 Plades 昴宿 161
 Pligh 北斗 129
 Plo 冥王星 108
 Poters 指極星 131
 Por stars 拱極的星 129
 aris 即 Pole Star 北辰, 天皇大 () 130

Pole Star 北極星, 北辰 130
 Pollux 北河三 135
 Praesepe 鬼宿中星團(蜂房星) 136
 Procyon 南河三 99,135
 Prominences on the sun 日珥 48
 Proxima 比鄰星 141
 Ptolemy 托來米 62
 Ras-alhague 候
 Ras-algethi 帝座 (武仙 α) 180
 Rainbow Bay 虹灣 62
 Regulus 軒轅十四 135
 Revolution 公轉
 Rigel 參宿七 7,135
 Ring Nebula 環狀星雲 164
 Rotation 自轉 (太陽) 45
 Sagitta 天箭 137
 Sagittarius 人馬 (射者) (南) 20
 Saturn 土星 96
 rings of, 光環 97
 Scheat 室宿一 180
 Scharar 王良四 (仙后 α) 130
 Scorpio 天蠍 20,139
 Serenity Sea 寧靜海 60
 Serpens 巨蛇 136
 Sextans 紀限儀座
 Shooting stars 流星 123
 Showers Sea 陣雨海 60
 Sickel 鐮刀 135

- Sirius 天狼星 7,135
 Solar system 太陽系 113
 Solstices 夏冬二至 17
 Spectroscope 分光鏡 48
 Spectrum 光譜 145
 Sphere, celestial 天球 2
 Spica 角宿一 176
 Spiral nebulae 旋渦星雲 172
 Spring stars 春季星 136
 Star clusters 星團 160
 Star maps 星圖 5
 Summer stars 夏季星 138
 Sun 日(太陽) 39
 Sun-spots 太陽黑子 44,47
 periodicity of 黑子的週
 期性 47
 Taurus 金牛 16,20,135
 Telescopes 望遠鏡 100
 reflectors 返光 101
 refractors 折光 101
 Tentacle 觸絲 87
 Thermocouple 熱偶 86
 Thuban 紫微垣右樞(天龍 α) 13g
 Tor n baugh 湯鮑 103
 Traies l 長跡 113
 Tranqua ility Sea 靜海 60
 Termina tor 明暗界線 61
 Tycho 泰 可 60
 Tycho Brahe 白賴 62
 e(1546—160
 Ultra-violet lig. ht 紫外線
 Universe 宇宙 1
 Uranus 天王星 16⁷⁵
 Ursa Major 大熊 2⁵⁵
 Ursa Minor 小熊 130^{1,130}
 Variable star 變星 14¹
 Vega 織女一 138
 Venus 金星 69
 Vesta 火女 113
 Virgo 室女 20,156
 Wells, H.G. (1866—) 威爾斯 86
 Winter stars 冬季星 133
 Wright, W.H. 賴德 83
 Zenith 天頂 134
 Zodiac 黃道帶 19

中國科學社科學畫報叢書

宇宙奇觀

中華民國三十五年五月再版

版權所有 翻印必究

友誠 曹友信

送

004888

0403 32

1374

台灣省立虎尾中學圖書室

分類號 520 登錄號 5500

初中文庫

