

科學小叢書

第一冊

425
宇宙及其進化

英國新斯著 張貽惠譯

北平震亞書局出版

1932

科學小叢書

第一冊

宇宙及其進化

英國新斯著 張貽惠譯

科學編譯社出版

科學小叢書編纂緣起

一個科學家主要的工作，自然是在實驗室裏，或著作室裏，仔仔忔忔的，作那實驗或理論的研究。但在科學落後的國家，像我們中國，把科學的思想，普及到社會，似乎也是很要緊的一件工作。

編者知道有許多學科學的朋友，回到中國，因為沒有良好的實驗室，完備的圖書館，差不多感覺到英雄無用武之地的苦況，雖然近來國內的情形，稍微好些。但他們却不屑，或者沒想到，去做那諧俗的普及科學工作。當然科學書，本不易銷行，在科學和經濟，都落後的中國，更不易出版和暢銷。也是阻礙這些書，大批出現的原因。

不過科學書，出現越少，正是表明他出現越重要，越需我們努力。編者前數年，就見到這一點，屢向熟識的同志和同學討論過，惜編者自身，工作太忙，迄無實現『請自愧始』的機會。

近來國難臨頭，上自黨國要人，下至販夫走卒，莫不認為中國的不振，是因為物質不如人。那裏要尋整個中華民族的出路，只有提倡物質科學的一途了。編者是學科學的一人，越感覺到責任的重大，適值本年教課稍閑，乃不揣簡陋，發起編纂本叢書，希望在科學出版

界，至少得到一個拋磚引玉的效果。

本叢書第一二冊，雖是編者自著，倘社會不棄，當廣約同志，共同著譯，或竟由淺易的材料，進到專門的著作。但編者能力有限，本叢書是否可達到原來的期望，不致中途廢擱，那就全要看同志的贊助，和社會的擁護了。

民國二十一年四月 編者張貽惠誠

序

本書的著者新斯，是一個有名的大物理學家並大天文家，除許多專門著作外，他曾著有和本書體裁略同，諧俗的兩書，名叫我們周圍的宇宙，和玄秘的宇宙，為世界讀書界所熱烈歡迎。據稱出版後一二年間，前書發行到五萬部，後書發行到七萬五千部，開科學書出版的新紀元。譯者早想把二書譯出，貢獻到吾國讀書界，因為從事教授和其他教育事業，沒有很多的閑工夫，以致久未能將該項志願實現。日前又得到著者最新著的本書，遂決定先將本書譯出，作為科學小叢書的第一部，其玄秘的宇宙一書，亦將繼續譯出，作為本叢書的第二部。本書和前述二書相同。用極平凡的名詞，富有趣味的文句，敘述深奧的科學原理，使讀者忘倦。本書是根據著者在廣播無線電台的講稿編的，所採取的材料，大體的講，可以說是「我們周圍的宇宙」的節本，扼要刪繁，似乎更適合於借俗的閱覽。無論甚麼人，閱讀一過，就可以得到近代天文學的一個大概觀念。

天文學是發達最早的一個科學，譯者相信是因為人們對於自己所住的宇宙，有深切的興趣，並且有許多現象，舉首即見，很容易實地考察的原故；雖然近代天文學，需要大望遠鏡，及各種精緻奧妙的儀器。但譯者

知道全世界上，還有不少的票友天文家，用自製的或很便宜的小望遠鏡，在那裏從事觀察，可以知道人們對於天文學，有如何的興趣了。本書第一部，得採取這個興趣廣泛，關於天文學的本書，作為發軔，是編者所感到最榮幸的一件事。

科學書不像文學書，譯者以為他的翻譯，應當注重達意，而不必斤斤作句句字字的對照。但本書的譯文，除為意思更圓滿，譯文更條達，在極少處所，作極小的增減變動外，差不多完全是直譯，以期實現原書的真面目。同時譯文亦力求順達，避免翻譯書常有的生硬詰聒，使人感覺反不如讀原文書易懂的毛病。不過譯者這個願望，究竟達到若何程度，只有請讀者加以批評和指正了。

民國二十一年四月 譯者張貽惠識

目 錄

	頁數
第一章 天穹	1
第二章 空間時間中的豫備旅行	23
第三章 太陽的一族	46
第四章 星的衡量	64
第五章 恆星的類別	82
第六章 銀河	96
第七章 空間的遼遠部分	114
第八章 大宇宙	131
附錄一 天空指南	149
附錄二 二十個最明星	176
附錄三 諸行星	177
附錄四 諸行星的運動	178
增錄一 太陽距離的測法	179
增錄二 天文用干涉表	181
增錄三 希臘字母和羅馬字母	185
中英名對譯及索引	187

插 版 目 錄

		對面頁數
卷頭畫	銀河的起原	卷頭
第一	天穹的旋轉	2
第二	裴修士和安樂美大	3
第三	俄來翁和鄰近的星座	14
第四	小熊和北極星	15
第五	流星和星雲	18
第六	冥王星的發見	19
第七	月	28
第八	月(下弦)	28
第九	月(上弦)	28
第十	月面詳圖 歌白尼山周圍部分	28
第十一	月面詳圖 雨海平原和其他	28
第十二	噴火口和火山岩	29
第十三	太陽的鈣光照片	34
第十四	跳躍狀的太陽紅彖	34
第十五	穿山甲狀的紅彖	34
第十六	太陽面一小部分的氫光照片	35
第十七	太陽的氫光照片	42
第十八	潮汐作用	43

第十九	太陽和行星的大小比例	46
第二十	金星和水星	47
第二十一	土星	58
第二十二	木星	59
第二十三	哈里彗星	60
第二十四	布路克彗星	61
第二十五	流星爆發	62
第二十六	日冕	63
第二十七	俄來翁座的大星雲	76
第二十八	俄來翁座一部分	77
第二十九	銀河——第一	98
第三十	俄來翁座星霧	99
第三十一	小馬傑蘭雲	100
第三十二	赫勾盧座M 十三號球狀星團	101
第三十三	銀河——第二	110
第三十四	箭手座銀河部分	111
第三十五	天鵝座星霧	116
第三十六	安樂美大座大星雲	116
第三十七	安樂美大座大星雲的外端	116
第三十八	三角座M 三十三號星雲	117
第三十九	大熊座M 八十一號星雲	118
第四十	髮座星雲團	119

第四十一	空間的更遠部分	120
第四十二	安樂美大座大星雲中央部分	121
第四十三	獵犬座M 五十一號星雲	122
第四十四	星雲串列——第一	123
第四十五	星雲串列——第二	123
第四十六	星雲串列——第三	124



銀 河 的 起 源

庭 拓 累 拓 所 作

科學小叢書

宇宙及其進化

第一章

天 穹

我們地球上的居人，受一種天惠，很少人注意到，如同對於我們呼吸所必需的空氣一般，這種天惠，就是圍繞我們的大氣，是一種透明的氣體是也。有些行星，如金星，木星，他們的大氣，有很厚的濃雲，差不多完全不透明。如果我們住在金星或木星上，我們一定要被濃雲遮蔽，過一種任何外物不能見的生活，又何能領略到，那夜晚天空的美景和詩趣，以及對於那空中光輝的大陳列，由探討他的意義，發生心智的緊張及快慰呢？

爲說明方便，我們不妨假想直到現在，我們的地球，也是被濃雲所遮蔽；而此濃雲突然開豁，使我們第一次看見夜間天空，所有燦爛的光輝，陸離的景象。

我們最初的印象，大約會把那些星體，看做懸在我們上面的一種燈光，離我們不過幾英里，或幾碼遠。好像大宴會廳裏，房頂上懸掛的燈光一樣。這是我們遠

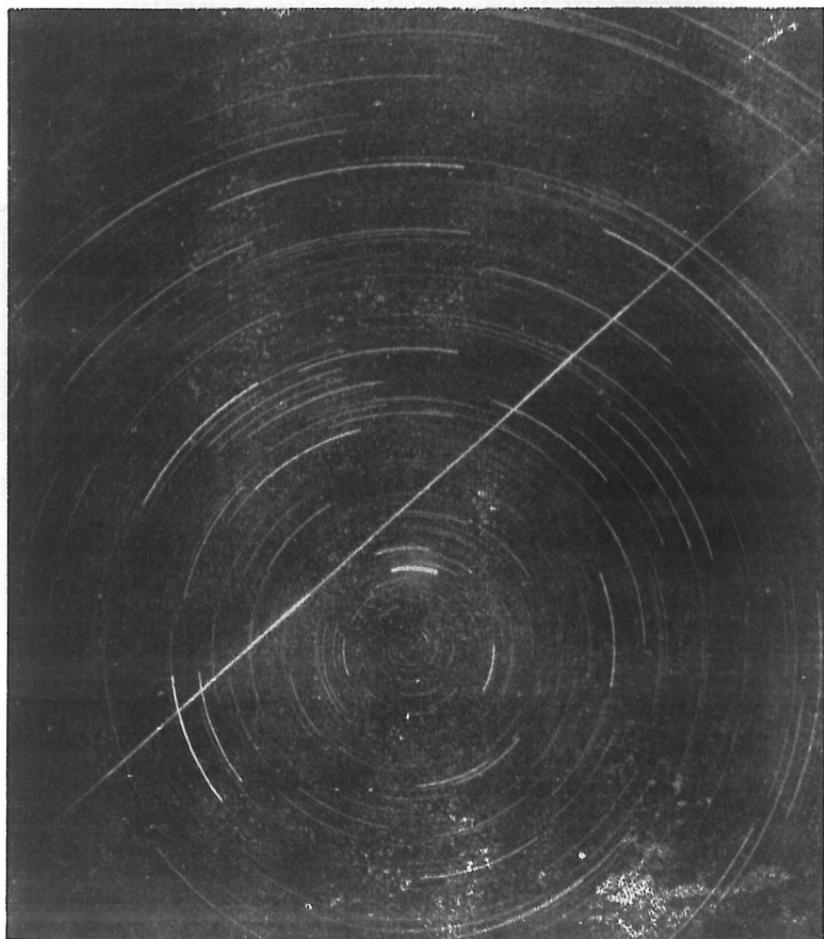
祖，當人智初萌芽，思考到他們所在地球以外的時候，曾經有過的思想。

濃雲開豁不久，我們就可看出那些光輝，並不是靜止在我們上面。要想找出他們運動最好的方法，是用照像法，就是用一塊乾板，曝露天空，使每個光輝的運動，均記錄在乾板上。印版第一，就是由一個曝露兩點一刻鐘的乾板，印出來的圖。每一弧線，表示一個星體運動的經路。從此我們馬上可以看出，這些星體，是循圓周運動。稍微考察一下，更可以知道這些光輝的全部，如同聯成一體，每二十四小時內旋轉一週。他們好像固着在一個大空球上，那個空球，在我們上面旋轉，恰如近代天文台的房頂，圍繞大望遠鏡旋轉一樣。這也是原始人類所曾經這樣想的，直到三百年前，噶利榮俄的諸發見^{*}，開始暴露宇宙構造止，除少數的例外，許多有學問人，也是這樣想。

地球的自轉

但是縱使我們直到現在，沒看見過天空，現代的我們，也知道星體決不是這樣運動。因為不用視察天空，僅由在地球上的實驗，就可以證明地球是在自轉，并且

^{*}譯者按：噶利榮俄的諸發見，係指噶利榮俄，最初用望遠鏡，觀察星體，所發見諸事實。



天穹的旋轉

每一弧線，是每一個恒星，在兩點一刻鐘內，外觀上經路的記錄。斜穿本版的直線，是當本版照像中，恰侵入地球大氣內，一個流星的遺迹。（參照第六十一和第六十二頁）

插版第二



裴修士和安樂美大

安樂美大，被縛在岩石上，裴修士手持梅塔薩的首級，前來救她。在梅塔薩額上的星，是變光星阿盧過爾。（參照第一百五十九頁）本版下部，連結到插版第三。

在二十四小時內自轉一週。所以知道旋轉的是地球，不是天空。在我們上面星體的運動，不過像從火車裏面，看見外面的田地樹木，向我們後面運動的幻想一樣。

這樣的實驗有兩種，依次的簡略述在下面。

多數的船，當他們航行時，用一種儀器，叫做磁針羅盤，作他們嚮導。在這種羅盤裏面，有一個小磁針，（俗名指南針），支在中點，可自由在水平面內旋轉，把他水平安放，地球的磁氣，就使他旋轉，至兩端指南北為止。航海家利用這個事實，定他們在海面時的方向。但是潛航艇，及許多近代的船，卻用根據另外一種原理的儀器，叫作旋轉儀羅盤的，作他們航海的幫助。在這種羅盤裏，有一個旋轉體，如同小兒的玩具陀螺一樣，把他旋轉軸的兩端，支在一空架上，這個空架，又設法支持，使他可轉向任何方向。當船停泊時，把陀螺的軸，旋轉到指南北，然後用電動機，（像我們電扇上所用的），把陀螺繼續快轉，不稍停息，那麼以後無論船怎樣轉動，這個陀螺的軸，依然指定南北。這個理由，是非常簡單，因為沒有甚麼力，作用到這個陀螺，使他改變旋轉情形。所以航海家，也可以用這個一定方向作標準，去航行他們的船。如果船在海中旋轉一週，這個陀螺的軸，在船內也旋轉一週，我們安居船內，就可以由他，知道船在旋轉，並旋轉若干度。潛航艇在海

而下時，也一樣可由他指出是否在旋轉。全這個一樣的道理，用一個旋轉儀羅盤，放在地面上，就可以知道地球每天的自轉。

地球的旋轉，可以用一個更簡單的裝置，叫做傅課擺的，來證明。把一個重錘，用一根長繩，掛在較高的房頂上，然後使他像鐘擺的樣子擺動起來，這個擺在空中的擺動，也是要保持一定方向，就是也因為沒有力，來使他改變的那個簡單理由。但是你若繼續觀察，就可以看出這個擺的擺動方向，并不在屋內一定，卻漸漸的繞屋旋轉。這個理由，就是因為房屋自身，是隨地球在空中旋轉的。仔細研究這個擺的運動，就可以知道地球自轉，是每二十四小時內，旋轉一週。在許多科學陳列館，和實驗室內，差不多都有一個很長的擺，掛在屋頂上。倘若我們當他擺動時，作稍長久的觀察，就可以看見屋內地面，我們自身，以至整個地球，在繞這個擺旋轉。全這個一樣的情形，當我們注視在我們上面星體的外觀運動時，我們實在所看見的，是我們自身，和整個地球，在天穹下面的旋轉運動。我們好像小孩，騎在鄉村遊戲場裏的，旋轉木馬上而一樣，整個遊戲場，好像在繞小孩旋轉，但實在是小孩，在遊戲場內環繞遊行。

如果我們第一次看見星，我們很合理的，會把他們看做離我們不過幾碼遠，或幾英里遠。但我們不久，就

可以發見我們在地球上而，無論走多麼遠，我們所看見恒星的方向，不會有絲毫變化。事實上就使地球再大數百倍，我們從這一面走到那一面，可以經過幾百萬英里，並且我們具有現代最強有力的望遠鏡，我們也不能發見恒星的方向，有什麼變化。由此可以知道恒星的距離，比較地球上的距離，怎樣的懸殊了。我們所住的地球，當我們在他上面旅行時，雖然好像是很大，但比較天文學上的空間，真不過是滄海之一粟而已。

我們的最近鄰 月

如果我們從地面上一處到他處，發見空中物體的方向，有看出來的變化時，我們就可以斷定這個物體，離恒星較近。例如有兩個觀察者，在地面兩點，一個在格林維池，一個在開普敦，雖不能發見恒星的方向，有怎樣變化，但無疑的可以看出月的方向，微有不同。由此可以知道月比恒星近，並且由此可以估計月離地球，究有若干遠。估計的方法，同普通測量，或戰爭中所用的距離測算一樣。我們用不着登山的極峯，纔可以知道山有多高，我們也用不着到敵人大砲安放處，纔可以知道他離我們若干遠，同樣我們也用不着走到月球，纔可以

譯者按：格林維池，係近倫敦小邑，以有大天文臺著名，開普敦為好望角近處的城邑。

知道他離地球的距離。用和普通測量，或距離測算，同類的方法，我們可以找出月離地球，大約有二十三萬九千英里遠。在數千英里的伸縮範圍內，他的距離，可以說是不變。但是稍微注意觀察，就可以知道月不是在空中靜止不動，他離地球的距離，雖是不變，他的方向，卻時時刻刻變化。他是循一個圓周，——或近於一個圓周，在繞地球運動，差不多在一個月內，稍微精密的講，在二十七日又三分之一日內，旋轉一週。他是我們空中的最近鄰，同我們自身一樣，被地球引力所攝，不致離開地球，關於這一點，我們以後，當再有機會來詳論他。（見第四章）。

太陽以外，表面上月好像是空中最大的物體。但事實上他反最小，不過因為他離我們近，所以看見好像大。他的直徑不過二千一百六十英里，約當地球直徑的四分之一強。每一個月或者稍微精密點講，每二十九日半，在我們所謂望的時候，他全面圓滿明亮一次。在別的時候，他不過一部份明亮。但那明亮的部分，總是他向太陽的處所，背太陽的地方，總是暗黑。藝術家如果記清這一點，他畫的月景，當更可逼真。由此可以知道月自己並不發光，不過把從太陽來的光反射出來，恰同一面大鏡，懸在空中一樣。但月的暗黑部分，也不全然暗黑，常有微光，使我們剛可以看出他的輪廓，英國

話叫做新月懷中的舊月是。舊月的光，不是從太陽去，乃是從地球去的。我們很知道海水，雪，甚至潮濕道路的表面，常反射強烈的太陽光，到我們顏面上。同這一樣的情形，地球整個的表面，可以反射太陽光到月面，使我們看見太陽光所不能照到的他的部分。

如果月球上也有居民，他們當然可以看見我們地球，反射太陽光，也像一面大鏡懸在空中。新月懷中的舊月，不過是月球上，在夜間的那面，被地球的光所照而已。同一樣情形，月球上居民，也可常看見我們地球一部分，在太陽強光之下，而其餘一部分，則為月光所照，他們也可以稱呼這種景象，叫做新地球懷中的舊地球。

太 陽

月的距離，很容易測算，因為他離地球近；太陽的距離，測算就沒有那樣容易，因為他很比月離地球遠，我們測算月的距離的那個方法，不大能適用到太陽。但用雖不盡同，而大概類似的方法^{*}，我們可以算出太陽的距離，是九千三百萬英里弱，差不多是九千二百九十萬英里。所以太陽離地球，約當月的四百倍，他的距離，較難測算，是不足怪的了。

^{*}譯者註：參照附錄第一

但是太陽和月，在空中看起來，好像同大。並且我們常遇見月食的時候，月進入太陽和地球的中間，剛可以把太陽全體遮蔽。這當然是因為太陽，不僅有月的四百倍遠，並且有月的四百倍大的原故。他的直徑，大約是月直徑的四百倍，地球直徑的壹百零九倍，即八十六萬四千英里。太陽無論循甚麼方向，即無論他的長，他的寬，他的厚，都有地球的壹百零九倍大。照這樣算起來，太陽裏面，大約可容地球，不下壹百三十萬個。

恆星的距離

上面所講的，測月和太陽距離的方法，決不能適用到恆星。因為前面已經說過，我們非作比自格林維池到開普敦，更久遠的旅行，不能夠發見恆星方向的變化。很幸而大自然，卻早替我們預備好這個旅行，並不徵收我們的旅費。就是地球每年載我們圍繞太陽一週，只要經過六個月，我們就可從太陽這邊，走到正對面的那一邊，相距一萬八千六百萬英里遠。

經過一萬八千六百萬英里遠，這樣長的旅行，我們最後可以看見恆星在空間，他們的方向，有稍微的變化。但就是這樣，我們要想測出他們方向的變化，仍必需要極精細的儀器。只要把這個變化測出來，再用測量家的慣用方法，不過在更大的規模下，我們就可以算出

恆星的距離。

最近的恆星，可以用這樣方法，較精確的把他們的距離測出。南半球俱南方，有一個光很弱的恆星，叫做馬身人座近星的，就是用這法，證明他離我們最近。他的距離，大約是二十五萬萬萬英里，所以最近的恆星，離我們，也有太陽的二十七萬倍遠。他雖離我們最近，但他發的光很弱，所以直到最近，我們纔發見他。所以將來有離我們更近，但發光更弱的恆星發見出來，也未可定。太陽，月，和幾個行星外，全天空中光明的星，要算是天狼星。他的距離，大約是五十一萬萬萬英里。他離我們，雖有馬身人座近星的二倍餘遠。但他發來的光，卻有七萬倍強，所以他最明。馬身人座近星以外，我們還知道有五個恆星，比天狼星離我們近，但他們沒有天狼星那樣明，所以知道他們實在的發光，不及天狼星強。

天空的圖畫故事

縱使我們第一次看見星，我們也可以看出他們，不僅是許多光點毫無倫次的集團。他們的排列，決不像從一個胡椒末瓶裏，把許多明開的光點，亂撒出來的，那樣的無法則，無秩序。我們觀察天空數夜，就可以知道他那排列的秩序，每夜不變。並可以看出有許多集團，

具有許多常見事物的輪廓，我們可以利用他，幫助我們記憶星的位置。例如有許多星，很容易看出他們，排成一直線形，或三角形，或正方形，或英文字母形，如U，V，W等。我們的先祖，更逞他們的想像，把許多集團，看成犛，熊，椅子，蛇等形象。照這個樣子，他們把恆星，分作許多集團，叫作星座，直到現在，我們仍然沿用他。

有些星座，採用普通事物的名稱，但他們的大多數，卻用希臘神話中的人名，或怪物名。有時幾個鄰近的星座，恰如圖示一個故事一般。好像把天空利用，作成一個永久圖畫故事書，當地球在他下面旋轉時，使他一頁一頁的，表示神話中各個的故事。

例如有六個鄰近星座，叫做史浮士，客雪披亞，安樂美大，裴修士，飛馬，和巨鯨的，就是表叙關於勇士裴修士和安樂美大公主的故事。（參照插版第二，第三頁對面）。我們根據西歷紀元三百年前，希臘小詩人阿拉圖的記載，可以把他的情況略述如下。

安樂美大的雙手，被鐵鍊分縛在海中岩石上。她的父親史浮士，和母親客雪披亞，均在旁坐視，無法營救。事故的起原，是因為客雪披亞，妄誇安樂美大的美麗，致作神意；史浮士不得已，纔親手把安樂美大縛住，求霽神怒。客雪披亞坐在一個安樂椅上，表示那個

椅子的，就是上面所說，像W的形狀的那幾個星。他們慘待不久，就有一個巨鯨狀的海怪，被神所遣，向安樂美大進襲，想把她吞食。突然間裴修士騎在有翼飛馬上出現。他剛纔把怪物叫做梅塔薩的殺死，怪物的首級，尚拿在手中。無論甚麼人只要瞥見這個怪物的顏面，就要立刻變做頑石。裴修士急速地從馬躍下，因為他躍下太猛，激起許多塵埃，有許多弱小星，就是表示這些塵埃的。他一面下馬，一面把梅塔薩的首級，向海怪舉示，海怪突然變做頑石。他於是割斷鐵鍊，把安樂美大救出。在這個時候，飛馬走入另外一羣星座內，那些星座的名稱，都與水有關係。除巨鯨外，有叫做魚的，有叫做南魚的，有叫做水手的，有叫做埃力大紐斯河的。阿拉圖並說飛馬的鬃毛，曾被這個水手抓住。

上面所講的星座，在深秋剛晚的天空，可以看見。當這些星座西沒時，另外有一羣星座，自東方出現，就是俄來翁，大犬，小犬，兔，獨角獸，野牛等。俄來翁是一個有名的大獵師，有三個大星，表示他的武裝帶，他立在他的獵犬及所追捕的野獸中。舉起一個大棒，正預備擊那雙角低伏向他猛襲的野牛。（參照插版第三，第十四頁）。

有一大羣星座，有些人相信他們，是表示有名的古代洪水傳說的事實。即阿果巨船，鶴，鴉，兔，水蛇，杯

等是。但作另外一種解釋，亦未嘗不可。阿果是傑生和他的水手阿果娜等乘坐，去尋金羊毛的船名。希臘有一種傳說，說他們歷盡艱險，終於不能尋到金羊毛的時候，女神雅典，把他們全體，變成天上的星，就是現在阿果星座。

多數的星座，均與神話或傳說有關，但只少有一個，卻表示歷史中的事實。埃及王拓理米三世，有后名叫褒倫耐斯，因髮的美麗著名。當拓理米向西理亞，作冒險的遠行時，褒倫耐斯誓願把她的美髮，剪送阿辛諾廟，如果夫王平安回來。拓理米回國後，她果忠實地履行她的誓言。但拓理米却大怒，因為那時候，女子剪髮的風尚未盛行。為息事起見，睿智的神父告王，謂后的美髮，已送到天上，永久為人民所瞻仰，并指出一群星很像人髮的，謂就是后髮，那羣星以後遂叫褒倫耐斯的髮。所以如果我們願看埃及王后的美髮時，我們只須注視春夜的天空，離北斗七星或大熊星座不遠的處所，就可以看見他仍然在照舊炫耀。

星 的 名 稱

我們如果在一城市中，想尋找某建築物，我們必須先知道他在某街，同樣我們在天空，想找出某星，我們

必須先問他屬何星座。有許多建築，只用街名和門牌號碼來表示他。例如西太平街六號。但最著名的建築，卻有時有他固有的名稱。星也同這情形一樣¹。有些最明亮最著名的星，有他的專名，如天狼，大角，天庫²，織女等。不過大多數的星，却只有星座名及號碼。例如大熊星座二十七號。但天文學家在把某星座的星，僅列入號碼以前，先用希臘字母，阿爾法 α ，倍達 β ，噶麻 γ ，迭爾他 δ 等，按着重要，大概的講，可以說按着明亮的次序，來表示他。例如全天空中，最明的恆星，可以用他的專名，——天狼星——也可以用星座和希臘字母——大犬座阿爾法星——來表示。天狼星英文叫做『細理亞斯』，是閃光星的意思，因為他屬大犬星座，所以有時也叫做犬星。

最開弱的星，有時連星座號碼都沒有。我們要指示他，我們只可用他在天空中的精確位置，或恆星表的號碼。例如窩爾夫三百五十九，即係指在天文學家窩爾夫恆星表內，第三百五十九號的恆星是。

(1) 譯者按：中國自古，亦分恆星為各集團，錫以名稱，漢書註所謂在野象物，在朝象官，在人象事是也。星在各集團中，以一二三四等數名之。如王良一，角宿二等是。大星亦多有專名，惟專名與星座名，不必兼有。本譯於星之專名，取中國專名，或星座名譯之。星座名則意譯或音譯之。

(2) 譯者按：天庫舊多稱五車大星，據晉書知天庫為其專名。

全天空中最明亮的二十個恆星，和他所屬的星座并希臘字母，我們列成一表，載在附錄第二。

北 極 星

在晴夜中，稍向北方仰視，即可見有四個比較的明星，成一個斜方形，有一角點微向內縮。從這個角點出發，有三個星，排列成一微彎的曲線形。最末的星，就是北極星*。（參照插版第四）。整個天穹，如同在繞該星旋轉。上面所說的七星和許多較闇弱的星，共組成一個星座，叫做小熊星座。斜方形表示熊身，三星表示熊尾，北極星恰居他的尾尖。好像這個小熊，不幸尾尖被綑住，由東向西，被迫在天空上旋轉不息。不僅這樣，事實上整個的天空，好像固定在小熊尾尖上一點，於每二十四小時內，旋繞該點一週。

繞北極星及小熊星座的周圍，有許多星座，是我們最熟悉的。如大熊，客星披亞，裴修士，麒麟，龍等是。這些星座因為永不會沒到地平而下，所以我們最熟悉。他們無論在一夜中任何時刻，一年中任何季節，均可以看得見。離北極星再稍遠的星座，就不能這樣了，俄來翁，大犬，水蛇，獅子，赫勾盧，蛇，鷹，天鷲，山羊，飛馬等是。這些星座在他們固定的時刻，從東方

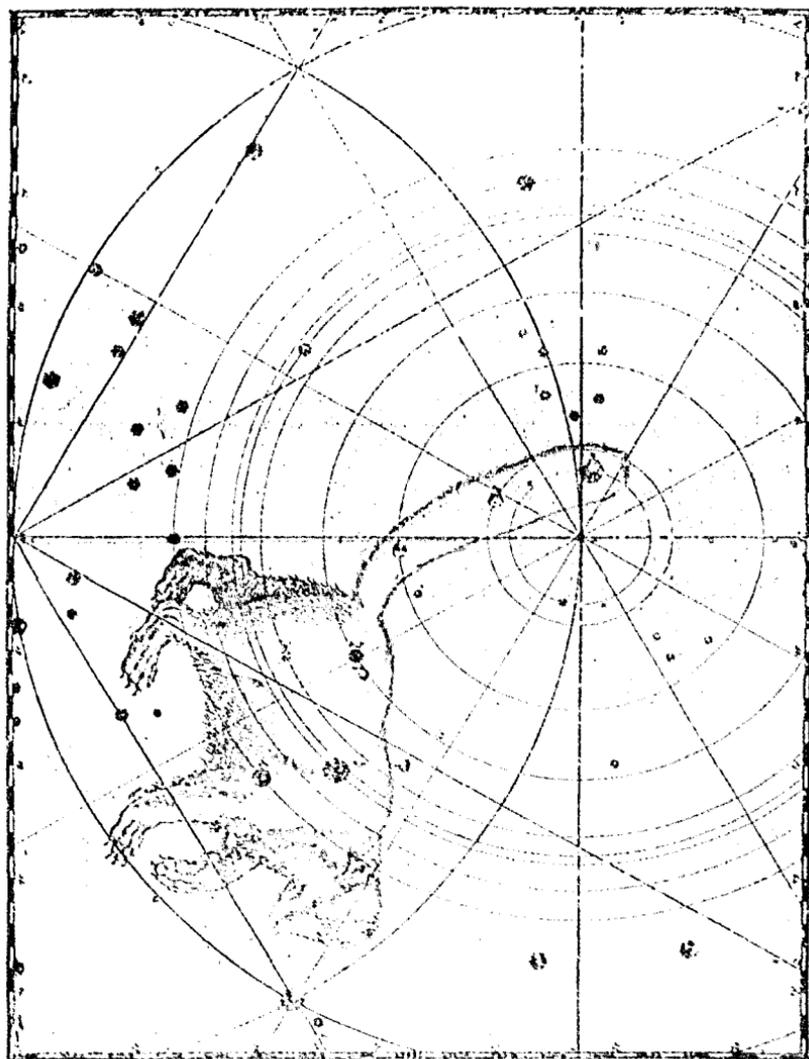
*譯者按：中國名叫句陳大星。



俄來翁和鄰近的星座

俄來翁正把棍舉起，以備野牛的來襲。（參照第十一頁和第一百六十五頁）在俄來翁武裝帶上的粗線，是赤道，通過野牛雙角間的，是黃道，就是太陽在天空上的經路。本版左上，和插版第二相連。

插版第四



小熊和北極星

小熊尾端的明星，就是北極星。真正北極，並不確在該星，乃在許多直線和圓的交點正下處。北極循該圓周移動，在五千年前，約在小熊鼻端前面。（參照第十六，第十七頁）

上升，經過天空，復向西方隱沒。一直到次夜又東昇後，纔可再看見。（參照卷末恒星圖第一第二）。此外有些星座，離北極星更遠，在英國永遠看不見，必須到很遠的南方，方可看見他們。例如南十字，馬身人，船，鐘，棹等是。

北 極 的 移 動

長久的觀察，可以知道星座的排列，不但是夜夜相同，並且是年年相同，代代相同。由古代的星圖，可以證明我們現在看見星座的排列，和古代中國人，埃及人，夏爾迪人，在五千年前開始研究天空時，所看見的一樣。

但是在一重要點，他們所看見的空間，同我們現在所看見的，很不一樣。就是我們現在看見天空，夜夜繞小熊尾尖旋轉。五千年前的天文學家，卻看見同一天空，同一星座，在繞龍座 α 星，專名叫做東班，中國叫做右樞的旋轉。這個星是龍座的一個明星，在龍尾正中，他的位置，又恰如一個小圓麵包，懸掛在小熊的鼻端一樣。（參照插版第四，第十五頁）。

乍看起來，天空的支點，會這樣移動，好像是很可奇怪的。但他的理由卻很單簡。天穹好像支柱在北極星的原故，是因為地球自轉軸，恰指向該星。地球無論在

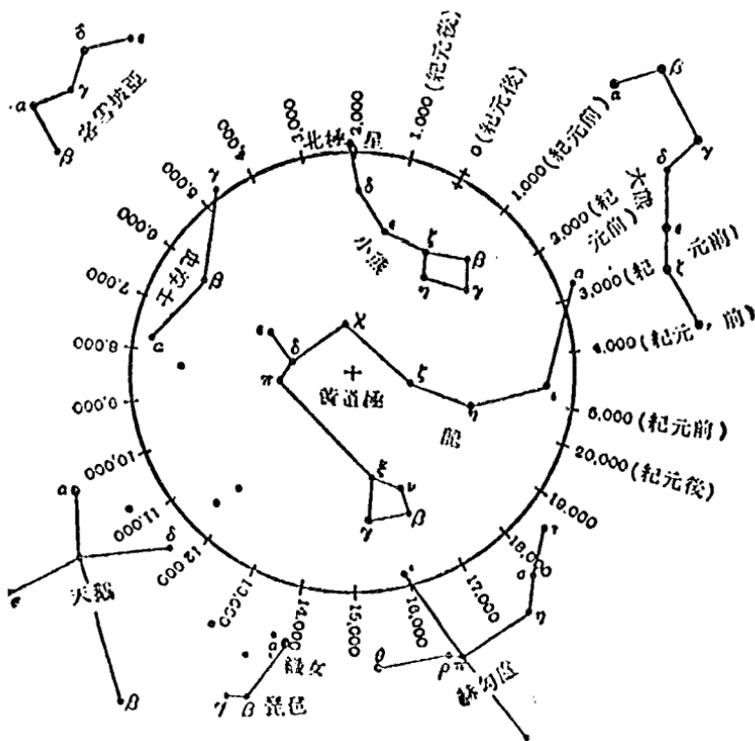
那一點，可以說是像一個很大的陀螺，懸在空中。當我們以前研究旋轉儀羅盤時，曾說過如果一個旋轉陀螺，沒有外力作用到他，使他旋轉軸改變方向，那麼他就要在空中，永指一定方向。所以如果地球自轉軸，在空中不斷的改變方向，就可以知道必定有一種力量，作用到他，使他生這種改變，並且我們知道這個力量，是怎樣發生的。

我們以後，還要講到地球因為被太陽引力，堅強的攝住，所以不能離開太陽，每年繞太陽公轉一週。如果地球是正球形，那麼太陽的引力，除把地球攝住外，不發生別的影響。但事實上，地球是像橙子樣較扁平的球形，在赤道處所，稍有些凸出。太陽的引力，作用到這個凸出部分，徐徐而永遠的，使地球自轉軸，在空中所指的方向，發生改變。結果使天球的極，——就是地球自轉軸所指天球上的點——在天空上，循一個圓周運動，每二萬五千八百年，完全旋轉一週。這個現象，在天文學上叫做歲差。

但這還不是全部的事實，因為月亦有引力，作用到地球，使地球自轉軸，除由太陽引力所生較慢較穩的運動外，更生一種較小的俯仰運動。這種運動，在天文學上叫做章動。

因為這種運動，致地球自轉軸，在過去所指的方

向，同現在不一樣，使五千年前我們的先祖，看見天空，是繞龍座中一點旋轉。根據同一理由，可以知道五千年後我們的子孫，看見天空所圍繞旋轉的，不是小熊，而是史浮士座中一點。北極——其實是地球自轉軸——的這種運動，觀第一圖更可明瞭。



第一圖。北極的移動。本圖係示各時代，北極位置的圖。在三千年前，北極比現在偏南十七度，所以那時歐洲人，可以看見現在看不見的南方天空。由此知道爲甚麼有許多南方星座，有希臘和拉丁名稱。

但是恒星在天空上一般的排列，五千年前，固現在是一樣。五千年後，當然也是如此。改變的是我們的地球，而不是遠處的恒星。但五千年的經過，在恒星一般的排列，雖不發生可查出的變化，有少數光點，在天空中的位置，卻很快的改變。這些光點，就是行星，英文叫做『勃蘭活特』，是由希臘文，意義是遊行者的字來的。他們是天空中流浪者，沒有星座記號，恰如長期旅行家，沒有通信住址一般，因為他們天天在移動。

行 星

有五個行星，是古代人已經知道的，就是水星，金星，火星，木星，和土星。他們當然不知道，地球也是行星之一。近代更發見三個較闊弱的行星，就是一千七百八十一年，發見的天王星，一千八百四十六年，發見的海王星，和最近一千九百三十年，發見的冥王星。

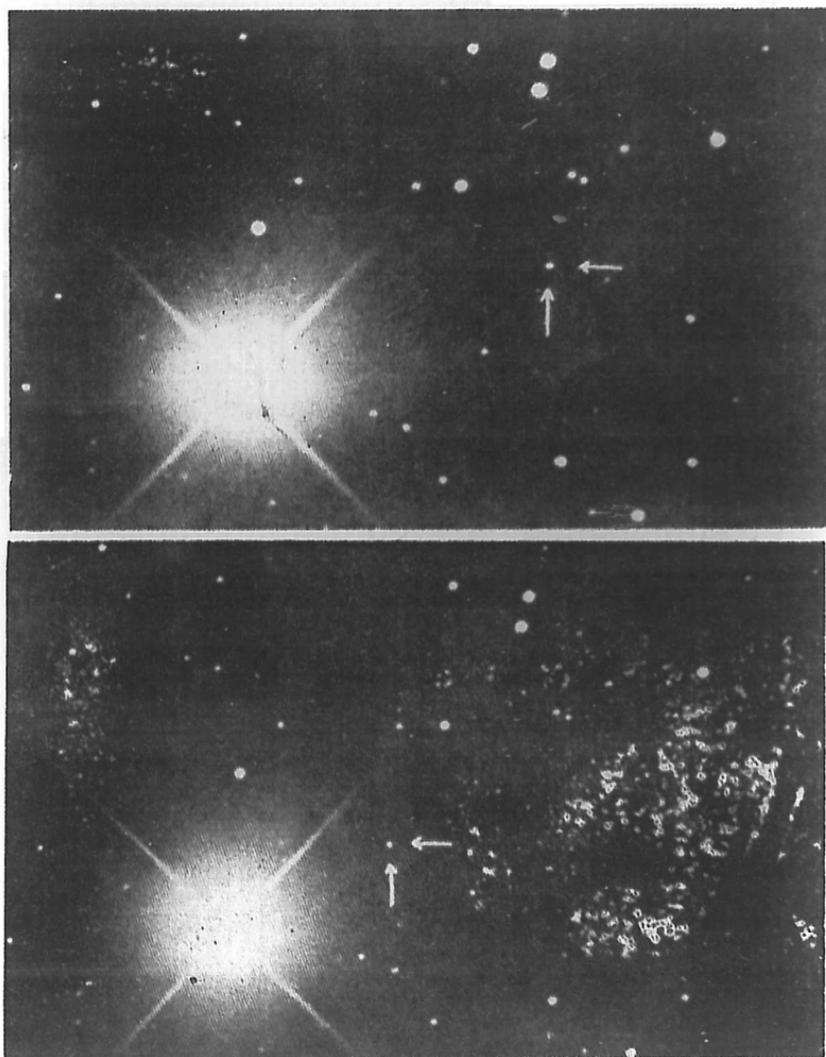
在我們上面飛行的飛機，大約只須數秒鐘，就可以看出他們的運動。越近的物體，他的運動，越容易看出。天體運動的速度，遠大於飛機，普通約在幾千倍大的程度。我們現在姑且假定他們的速度是一樣，大約也不會發生很大的錯誤。那麼，由他們在天空中運動的快慢，就可以知道他們大概離我們的遠近，——就是運動越快的，離我們必越近。但是不要忘記月是個例外。我



流星和星雲

本版中大流星，約在五分之一秒內，橫過本版乾版；而中央部分的星雲，雖一百萬年，亦不易有看得出的移動。

插版第六



冥王星的發見

本版爲一千九百三十年，五月二日和五日，所照雙兒座 δ 星近傍部分的像。用雙矢指示的星體，在三日間，有顯著的移動，由此証實他行星的性質。

們所看見的，不是月在空中真正的運動，因為他隨伴我們，一同在空中旅行，恰如同我們在一個火車內的物體一般。

插版第五，是從一個天空像片印出來的，內中含有兩個極端情形，可以表明上面所講的一般原則。像片下部的斜線，是一個流星經路的記錄。他運動速度很快，使他經過乾板，不過需時五分之一秒，為該乾板曝露總時間的極小分數，在乾板中較大的，是安樂美大座中大星雲的像。他在天空中的位置，縱經過一百萬年，也不容易看出有何改變。這個流星和星雲，他們實在運動的速度，大約都有飛機的幾千倍，不過流星近，大約不過離地面五十英里高，所以他運動好像很快，星雲離我們遠，他的距離，大約有五百三十萬萬萬英里，所以他運動好像很慢。

像片內許多別的光點，是比較明亮的星的圖象。他離我們的距離，在上面所講二者的中間。他們在空中的運動，大約也有飛機的幾千倍快。他們雖沒有星雲那樣遠，但他們的距離，使他們雖然運動的那樣快，也必需待至數千年，纔可以讓我們，看出他們在天空中位置的變化。

天文家用這樣方法，可以分別出行星，或在天空中運動較速的物體。如果有許多人，用較長時間照像，他

們中間的一個人，在照像時，忽然移動，像片必定要弄壞，動的那人，甚至不成人形，僅留一個模糊不清的影像。利用這個原理，天文學家用很長的曝露時間，攝取天空一部分的像，如果其中有運動較快的物體，就只能留一個輪廓模糊的影，而不能現為界限分明的點。用這個簡單方法的變相，和改良的諸種裝置，我們發見許多離我們較近的物體。冥王星就是其中的一個，冥王星是現在知道最遠的行星，經過多少年的探尋，直到一千九百三十年五月纔發見。插版第六，是由阿里宗納地方的羅威爾天文台，向豫算該行星所在的天空部分，攝取的乾板印的。兩塊乾板，攝取的時間，相隔三日。圖中兩矢所指的光點，就是這新行星，很容易看出他在三日內，有很顯著的移動，由此確實證明他行星的性質。

孤 立 的 一 族

從運動很快的行星，到運動很慢的恆星，我們乍看，難免不以爲應當有許多運動情形，在他們中間的種種星體存在。但事實不是這樣，我們知道的星體，只有這迥然不同的兩種，並沒有中間物。這裏面有很簡單的理由。我們的地球，可以說是屬於天空很孤立的一小族。全體行星，以至族中所屬的其餘天體，相互的距離，遠小於他們離最近恆星的距離。他們好像運動很

快，是因他們離我們近，並不是因為他們實在有很大的速度。事實上他們的大多數，所有速度，實在比恆星小。最近的恆星，離我們差不多也有太陽的二十七萬倍遠，比最遠的行星冥王星，也要遠到七萬倍。光從冥王星到地球，需要三小時至四小時，光從最近的恆星到地球，就要需要三年至四年。由此可以知道，我們地球所屬的一小族，在空中怎樣的孤立了。他孤立的情形，在地球表面，任何荒涼曠野，所有的孤村，都不能比得上。我們所住的村邑，如果離最近鄰村，遠到數英里，我們就要感覺孤立。但是如果我們把地球所屬的這一族，看做在英倫島的一個小村，那麼他近鄰的村邑，就是最近的恆星，按照比例，必須放在非洲，或西北利亞的內部。

在這孤立的一族中，主要的份子，自然是太陽。我們想他是一個大行星，亦未嘗不可，不過比普通行星，更巨大，更明亮。他同別的行星一樣，把由多數更遠的恆星，所成的星座，當作背景，在天空不斷的移動。我們平常看不出這個運動，是因為太陽光太強，把別的光壓倒，使不能看見那些不動恆星的原故。但是天文家，就在白晝，從他的望遠鏡裏，也可以看見恆星，就很容易看出這個運動。並且不用遠鏡，用間接的方法，也可以證明。當正午時，太陽恰在正南方，所以在夜中正子

時，他必在空中正反對的方向，（就是在地平面下的北方）。如果我們在夜半正子時，向天空南方注視，就可以看出該處的天空部分，夜夜改變，由此可以知道在他正對面的太陽，所在天空中的部分，也必夜夜不同。

一直到中古，普通——雖不是全然——把地球當作上述的一族，並且全宇宙的中心。他們相信太陽，月，和行星，各嵌在一個半徑雖不同，而同是繞地球旋轉的透明球裏。全體恒星，更嵌在一個繞地球旋轉半徑更大的球上，使他們成爲太陽，月，行星運動的背景。到一千五百五十五年，歌白尼發表他偉大的著作，叫做天體的公轉軌道。在那本書裏，他證明我們所看見太陽和月的運動，可以由假想地球，不過是一個行星，全體的行星，連地球在內，把太陽當作不動的中心，繞他公轉，更可以簡單的說明。一直到哥利榮俄，和他的祖述者，用遠鏡的觀察，證明歌氏所說是真理止，大多數的人，不過把他當做一個無足重視的臆測。但是我們現在，可以無所懷疑的，承認我們空中一小族的中心，是太陽，不是地球，我們的地球，也同該族中的弱小分子一樣，在把太陽當作中心，繞他公轉。

第二章

空間時間中的豫備旅行

我們不能走到太陽，月，或恒星的近旁，看他們究由何物組成。但我們的大望遠鏡，在某種意義下，可以說是能使他們接近我們，使我們到得大體同樣的結果。所以全空間，可以說是開放在我們自由檢查的下面，除非是遇見不透明的物體，遠鏡不能透視的時候。但就在這時候，還有數學的推算，可以幫助我們進行考核。例如最近若干年，對於恒星內部的構造，已經有很多的貢獻是。遠鏡的視察，和關於他的數學推理，好像組成一個神妙火箭飛機，可以載我們，到我們所想去的空間，任何部分。

進到空間

我們假想進入那個神妙飛機裏，使人把我們向太陽射去。我們只要用一個，使我們恰可離開地球，——大約每秒七英里——的速度出發，太陽的引力，就會把我們拉去，無需我們繼續工作，並且不管我們願意不願意。

在剛出發後，最初數秒鐘內，我們已經可以看出很奇怪的變化。就是全宇宙的色景，很奇怪的突然改變。

天空漸漸變闊，直到變成深夜的闇黑，看得見星光為止。這些星光，也不像我們在地球上，看慣的那樣閃爍。他們的光線，變成俱尖銳不稍閃動的針樣光束。同時太陽變成很激烈的青白光。他所投的影，變成悍然的極端闇黑。自然界好像在極短的時間內，失去她大部分的美麗，和全部的柔和。這個原因，是因為我們的飛機，只要數秒鐘，就可以把我們載出圍繞地球的大氣，並且在我們完全離去以前，我們已經可看出她的柔和作用，加給我們生活上怎樣的快感。

我們現在預備，把上面所說情形的科學理由，考察一下。假想我們站在一個海岸的碼頭旁邊，注視向那碼頭下面的鐵柱，擁來的各種波浪。大浪好像對於鐵柱漠不關心似的，不過向左右分開，等到繞過鐵柱後，復又結合為一，恰如一大隊兵士，在他們進行途中，遇見一顆小樹的那樣行動，大體上那些鐵柱，同不存在的一樣。但是小浪就要感覺到這些鐵柱，是他們進行很大的障礙。當他們和鐵柱相觸，不但要向後面反射回去，並且要發生新浪，向各方向推進，用科學的名詞來說，就是要被『散射』。這些障礙物鐵柱，雖對於大浪，不生影響，但對於小浪，就要散射他們。

這些波浪和鐵柱的情形，可以當作太陽光線，通過大氣時的模型看。在上面空間和地上我們的中間，大氣

含有無數的障礙物，就是組成大氣的空氣分子，小水滴，小塵埃等均是。他們好像碼頭下面的鐵柱一般。

那海水波浪，就是太陽光。我們知道太陽光，是許多顏色光的集合。可以使他通過三稜鏡，或充水玻璃瓶，來實驗，或由夏日驟雨後，通過空中水滴，自然發生的虹霓，也可以看得出。我們又知道光是由一種波浪所成，顏色不同的各種光，不過是波長不同的各種波，紅光的波長長，藍光的波長短。這些混合波浪的太陽光，當他經過大氣時，必須經過種種障礙物，如同海邊大小混雜的海浪，要經過碼頭下的鐵柱一般。大氣中的這些障礙物，對於光的作用，也恰像那些鐵柱，對於海浪一樣。紅光的長波，差不多不受影響，藍光的短波，就要被他們向各方向散射出去。

照這個樣子，太陽光的各組成分，在通過大氣時，受種種不同的遭遇。藍光的波浪，可以遇見一個障礙物，——如小塵埃——被他散射，使離開原路線，不久又可以遇見第二個障礙物，又使他離開原路線，照這樣情形，可以經過極不規則，如電光燐的路程，最後始達到我們眼簾。結果太陽光的藍波，可以從各方向，進到我們眼內。這就是天空所以現藍色的原因。但是紅色波，可以一直到達我們，不受大氣障礙物的擾亂，直接進入我們眼內。當我們向太陽注視時，我們所看見的，

大概是這些紅色光線。他們不是太陽光的全部，不過是大部分的藍色光，被大氣障礙物濾過以後，所剩的殘餘。這種濾過作用，當然使太陽光，比他未通過大氣以前變紅。太陽光遇見的障礙物越多，那被奪去的藍光也越多，太陽就要越現紅色。由此可以說明太陽當日出或日沒時，所以特別的現紅色，就是因為那時太陽光到達我們，循很斜的經路，必須遇見更多障礙物的原故。由此同樣可以說明，當我們從城市中含有煤煙或塵埃的空氣，或火山爆發後，全世界大氣中，均含有微細的火山灰時，我們所看見那宏麗的日落景象。

照這樣情形，地球的大氣，使太陽光發生分析。真正的太陽光，就是剛離開太陽，或通過空間，尙未達到地球以前的那種光，可以說是被地球大氣，分析出來的全體顏色的集合。要想復現這個顏色，我們必須把天空的藍色，和由太陽直接來的黃色同紅色，全體集合起來。照這樣集合成的顏色，就是我們飛機，把我們救出地球大氣，所看見的那激烈的青白太陽光。

地球的大氣，對於太陽光這種分析作用，和地球上大部分美麗，有重要關係。如蔚藍的晴天，鮮艷的朝陽，緋紅的落日，變幻的早雲晚霞，秘妙的黎明黃昏，遠山的紫，日落後山嶺的鮮紅，夜間西天的暗綠，東天的深藍，以至美術家所說大氣的種種作用皆是。當我們

離開大氣時，我們離開這些全部美景，進入一硬調的世界，那裏面光闇分明，毫無所謂中庸。同時我們有生以來，第一次看見太陽的真面目，一個強烈的帶綠色光球。他懸掛在深黑的天空，因為沒有地球大氣，把他的光線，向各方向散射。我們的飛機，載我們進行的目的地，就是這個奇怪可怕的物體。

月的近觀

如果我們要考察月，我們出發的時間，應當選擇在朔的左近。那麼我們的旅程，恰可通過月的近旁，使我們能就近研究。在我們下面，我們看見地球，陰暗模糊，因為我們通過空氣，塵埃，雲霧，有些地方並有雨雲的厚層，來看他。但月卻正反對的清楚分明。這個理由，是因為月球上沒有大氣，因而也沒有雨，霧，雲，塵，來妨止我們的視線的原故。

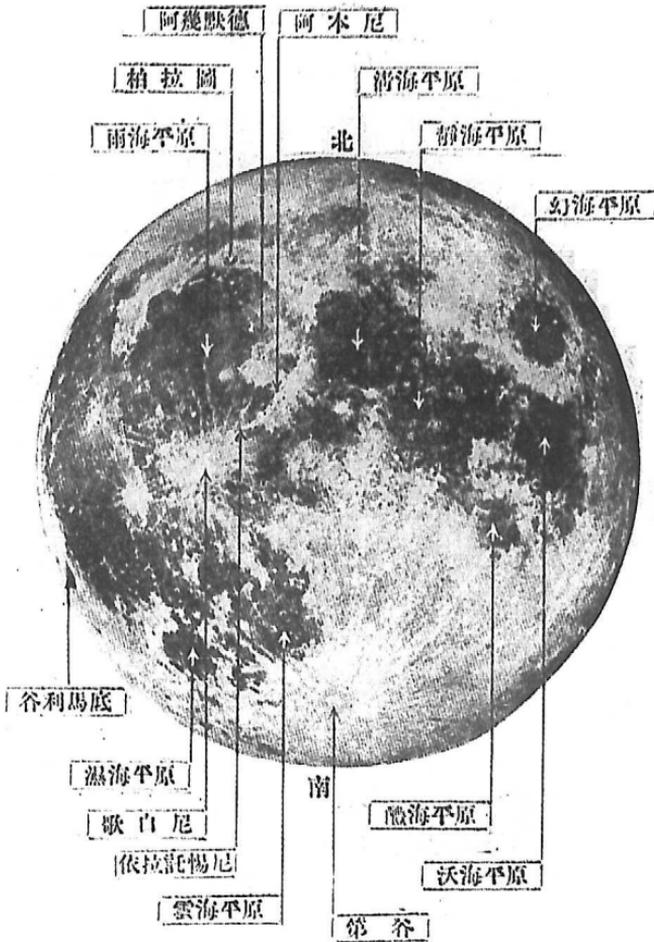
就是從遠處，我們也可以看出月球上沒有水。如果月上有海，湖，或河等，在強烈的太陽光下，我們一定可以看出他們的閃耀。月球上沒有少許痕跡，表示至少像是較大的有水地方。當我們向他漸接近時，我們更可以看出他沒有城市，沒有田野，沒有森林，完全是一個死去世界。

在九十五年前，紐齊曾有一個報館，作過一種欺騙

行爲，後來我們把這件事叫做大月騙。他連續登載一種完全無根的記事，宣傳是敘述從南非洲的，新設大望遠鏡裏，看見的月的實在情形。他描寫巨大的樹，怪異的動物，飛行的人，以至和我們地球上種種完全不同的事物。這樣記事，使一個不著名小報，增加到巨大的銷數，號稱爲世界上最大報紙所不及。由此可見我們人類，對於他世界生物的問題，感覺到的興趣，如何濃厚了。

從我們飛機裏，我們所看見的景象，卻完全和那美國報紙，所描寫的不同。我們看見月面，差不多都是廣平的沙漠，沒有甚麼耕種或生命的痕跡。在這沙漠的大部分，有許多圓丘散在，好像——大約許就是死火山上，噴火口的輪廓。（參照插版第十二）。他們的多數，差不多大至可包含英蘭全島，有四個比狄奉奢*大，其中最大的一個，叫做毛落利卡的，剛可以包含威爾斯島全部。此處彼處，常見有巨大的山峯，蜿蜒的山脈，如同剛生成一般的那樣峻削。地球上的山，曾經過幾百萬年風雨雪的侵蝕，月球上絲毫不見這樣痕跡。如果空間旅行，變成常事，那麼月球上的山，好像要成爲遊山的理想區域。參差的輪廓，被太陽所照，投影在平坦沙漠上，就是從小望遠鏡，我們也可以看見他那或像針，或

*譯者按：狄奉奢爲英國西南一府。



月

本版為由肉眼直接，或雙眼鏡，所看全月面的圖。（若用天文望遠鏡，則諸像皆倒。）

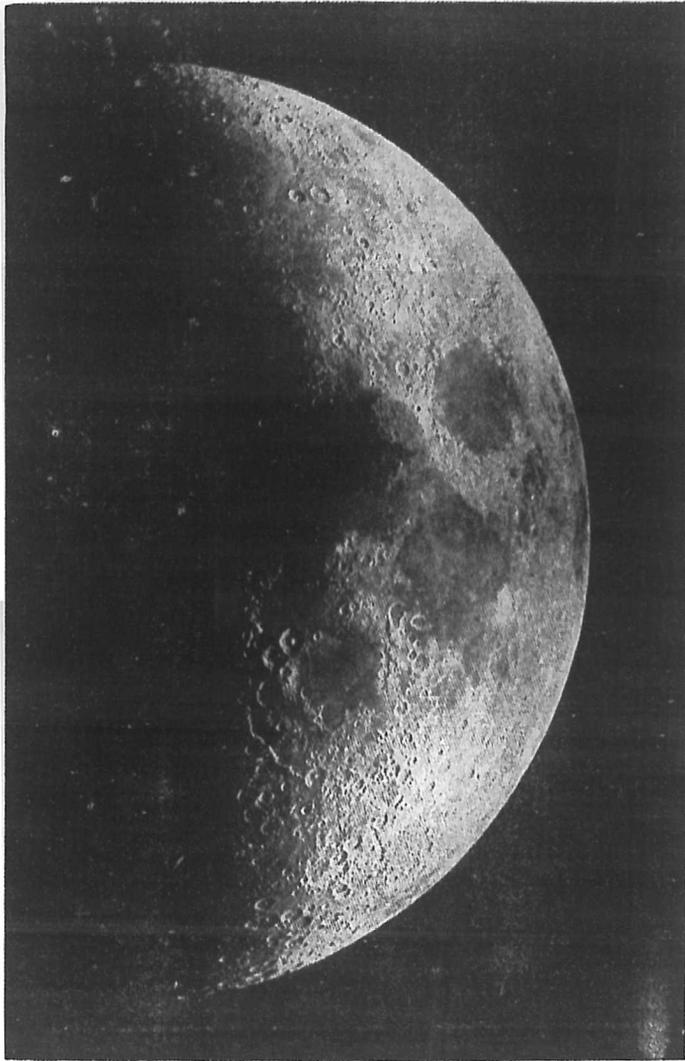
如從九碼遠處看本版，則月面剛和在空中，所看見的真月同大。可以看出所謂『月中人』，『讀書婦』，『執羣棍老人』等等。（譯者按，『月中人』等，皆英人對月面所想像的圖像，如中國所謂『月中桂』及兔等是。）

譯者註：月中山嶺，多用地上山名，或科學家藝術家之名名之，故音譯。平原多用拉丁文有意義之字名之，故意譯，惟原文僅名為海，茲加平原二字，以符事實。



月（下弦）

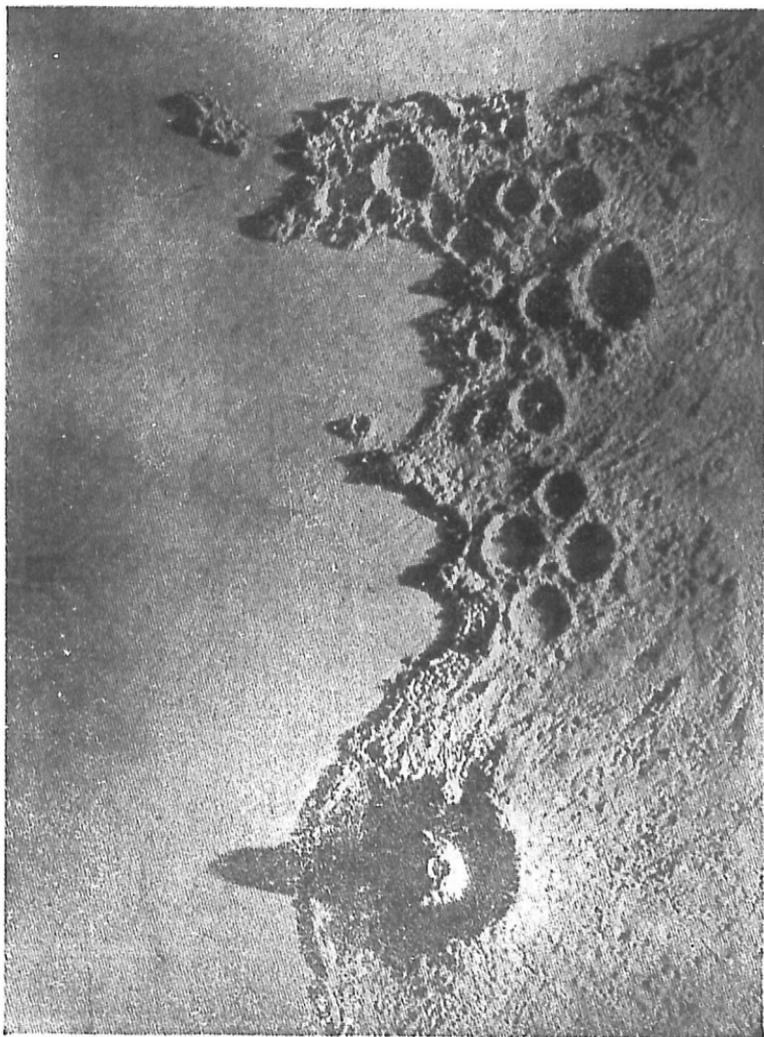
本版係合朔後，二十一日月面的圖，所以再過八日半，又要合朔；月面有光部分，漸漸變小。太陽此時在月的左邊，月在天空中，在太陽前面，約七小時。



月（上弦）

本版係合朔後，不及六日月面的圖，所以有光部分，漸漸變大。太陽此時在月的右邊，月在天空中，在太陽後面，約五小時。

插版第十二



噴火口和火山岩

本版並非月景，乃工程師納斯密施，所作地上韋實浮火山，和他迤南地方模型的照片。可和插版第十，第十一月景參照。

像塔，或像屋脊的射影。有一個山脈，叫做阿本尼的，（在插版第十一下面橫斜部分），大約有四百五十英里長，含有三千以上的山峯。他最高峯，叫做亥庚司的，約高至一萬九千英尺。次高的兩峯，叫做布臘德雷，同赫德雷的，都超過一萬五千英尺。在這山脈的北方，有一個叫做雨海的平原，山脈到此，陡然降低，如同海邊的懸崖一樣。

月球上的山，除風景外，更有足以招徠遊人的一件事。就是月球上的重力，不過是地球上的六分之一，所以我們在月球，比在地球上，可以跳躍到六倍高；可以登高到六倍遠，不感覺勞倦；可以墜落到六倍深，不至受傷。不過因為月球沒有大氣，遊山家不要忘記攜帶發氣。

由月球上重力的微弱，可以說明他為甚麼沒有大氣。我們的火箭飛機，所以能飛出地球，是因為我們用每秒七英里，這樣大的速度出發的原故。我們如果用較小的速度出發，我們就要仍落回地球，如同向上放出去的砲彈，或踢出去的足球一樣。地球的大氣，是由幾萬萬萬個分子所成，他們用很大的速度，——一秒鐘幾百碼甚至幾英里——向各方向運動。但他們很不容易達到可以離開地球，每秒鐘七英里這個速度。所以他們像足球一樣，去而復回，使地球仍得保持原有的大氣。

反之，在月球上，一個物體，只要用每秒一英里半的速度拋出，就可以離開月球，進入空間，不致再被月球引力攝回。我們同時又知道，月永遠是一面向地球，並且一個月內，繞地球一週。由是可知月自轉一週的時間，同公轉一週一樣，也是一個月。所以月面上一部分，如果轉向太陽時，必須繼續的被太陽烘照，至兩禮拜之久。結果變成很熱，他的溫度，差不多要到華氏二百度，只比水的沸點稍微低些。如果月球會有空氣，在這極端的強熱下，他的分子，必定要得到很大的速度。由數學計算，可以知道他們常可以得到每秒一英里半，這個臨界速度，使他們進入空間，不再折回。這就是月球所以失去大氣的全部經過情形。

月球乍看，雖然好像是遊山的理想區域，但仔細考察，就知道他，無論是對於假期中的小旅行，或長期的居住，都很不適宜。月球的旅行團，不但需要攜帶氧氣的供給，並且需要作能耐華氏二百度強熱的準備，如果我們要到太陽照到的那面。事實上在太陽正射的部分，他的溫度，可以到華氏零度上二百四十四度，比水的沸點還要高三十二度。如果我們嫌他太熱，那只有到太陽照不到的那面去的一法，但那處情形更壞，他的溫度，差不多要低到華氏零度下二百四十四度。——自然我們還可以回到地球。

月由何物構成

不僅這樣，月球的表面，也不像是適合於居住的地面。茂登的李俄，曾經考查普通的月光，和由種種物質，如壤土，粘土，石灰，岩石等，所反射來的太陽光，有甚麼異同。考查結果，他發見月光和由火山灰反射來的太陽光，差不多完全類似，和由所有其餘他試驗過的物質，反射來的光，沒有絲毫相同。由此知道月面，大約很靠得住的，是由火山灰構成，和月面外觀，很像是死火山大陳列的事實，恰相吻合。這些火山，很可驚的和地球上的火山相類。由插版第十二（第二十九頁），可以看出。該板是由韋實浮火山，及他近南地方的模型，攝取的一個像片。

火山灰有一種特著性質，就是他差不多是熱的完全不導體，同我們作包熱水管用的石棉一樣。如果月的表面，實在是由火山灰構成，那麼太陽向他所照的那面，給與的熱，很難傳入遠處，結果月球的裏面，不能像表面一樣，有劇烈的冷熱變化。由數學的推算，證明在太陽烘照，達兩禮拜的那面，雖可熱到沸水的溫度，但只在他下面半英寸的岩石，還保持他的溫度，在水點以下。恰同半英寸厚的石棉，可以防止熱水管的熱散失一樣，半英寸厚的火山灰，可以防止太陽的熱，達到月

球內部。這不僅是一種純粹推測，大約很可靠的，是月球上面實在情形，近於真實的記述。威爾遜天文台，有兩個天文學家，勃提和尼可爾生，最近曾經把當月食時，月面所發生溫度的變化，記錄下來。他們查出當地球的影，投射到月面，把從太陽來的熱遮斷時，溫度突然由華氏一百九十四度，降到負一百五十二度，就是冰點下一百八十四度，——全降下的過程，達三百四十六度，但不過在數分鐘內完成！我們當日食時，在地球上，也有溫度降低的經驗。當月影把我們的太陽光遮住，普通我們即感覺寒冷，但決沒有像月球上那樣的激烈情形。這個理由，是因為我們土地，和空氣內，所藏儲的熱，能幫助我們，防止溫度發生劇烈的變化。月球上的冷熱變換，那樣的急劇，足證明他土地內，沒有像在地球上，存儲那樣大的熱量。由此又可斷定太陽的熱，不能進入月面的較厚層，和月球表面，由火山灰所成的推定，恰相印証。

金星和水星

月既不是可常久停留的地方，我們最好，是按照原來的計畫，使我們飛機，載我們到太陽。月以外，我們空中的最近鄰，是金星。但縱然我們的旅程，能恰巧在他近旁通過，我們也看不出有甚麼特別有趣的情事，不

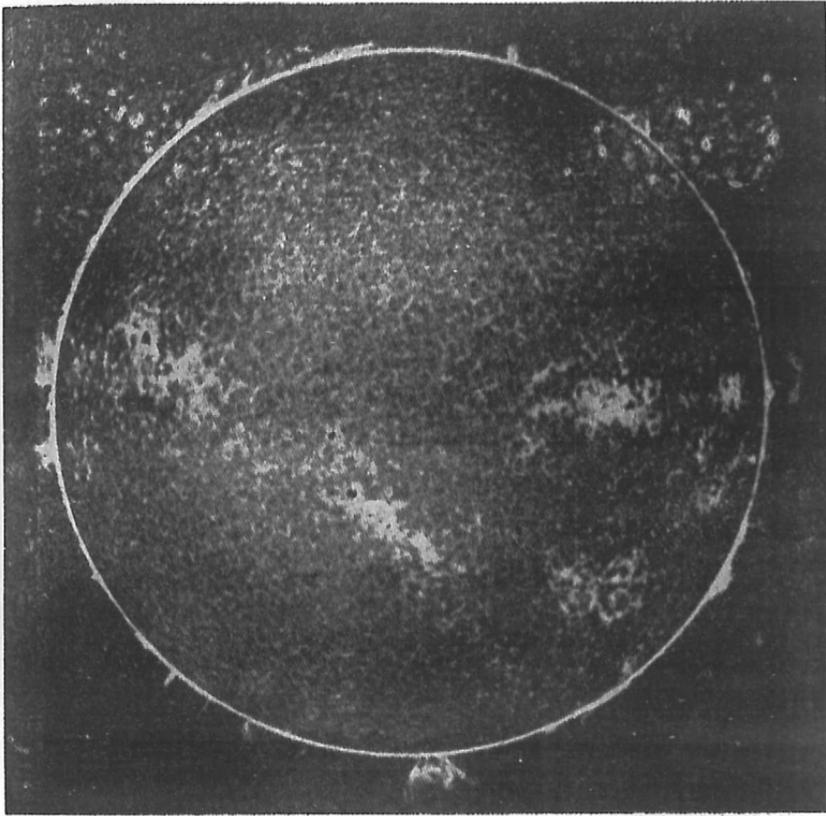
過看見他是一個大概和地球同大，完全被濃雲遮蔽的球。

其次的行星——水星，就可以值得注意觀察。他比地球小，大約需要十六個水星，纔可以成一個地球。他比月大的不多，並且同月一樣，沒有大氣，也是因為他的引力弱，不能保持的原故。所以他的內部景象，可以完全現出。他還有一點，和月相似。月被地球引力強攝，不能稍有躲閃，所以他總是用同一的面向地球，水星也具有同樣情形，不過他是被太陽引力攝住，永遠用同一的面向太陽。我們前面已經說過，月被太陽烘照到兩禮拜後，他表面要熱到怎樣的程度，那麼這向太陽的水星半面，情形更壞，他永遠不停的，在更接近的太陽光線下面烘照，他的溫度，當然要更高了。他上面如果有河流，那必定是鎔融的鉛，或類似物質的河流，因為普通液體，在這強熱的情形下，必早已氣化，不復存在。最後水星還有一點，和月相似。就是由他表面反射來的光，也只和由火山灰反射來的光類似，所以水星表面，大約也同月一樣，是由火山灰構成。他的山景，也很好像是由死火山構成，雖然我們的飛機，未能走到很接近他的地方，使我們看出他究竟怎樣。

太陽的外面

我們現在，已經把到太陽的旅程，完成大部分。當我們通過水星時，我們看見太陽，比在地球上，要大七倍。我們現在看見太陽，差不多要把我們前面的天空，大部分充滿。我們可以開始看見他表面的詳細景象。他很明白的，不是一個死世界，像月和水星一樣。他的上面，沒有一物靜止，所有一切，皆激烈的運動。他全面被擾亂，在種種形式下，騰沸和爆裂。我們很容易知道，他為什麼要這樣的理由。太陽的內部，是一個刻不停工的大動力廠，在那裏發生的，和解放的能力，使他變成極烈的酷熱世界。結果發生一種熱流，向外部流動，直流到表面，變成『輻射能力』，向空間瀉出。太陽表面，每一平方英寸，要接受五十馬力的能力，讓他從那裏逸去。他不能單純靜止不動的，完成這種任務。所以我們看見他處處在騰沸，——最高的那層，被推到一旁，把裏面更熱的那層露出，好使他蘊蓄約輻射能力，可以更快的傾瀉。（參照插板第十三）。

就是這樣，還好像來不及，此處彼處，常見有巨大像噴火的火簇，叫做『紅簇』的湧出，直達到距太陽表面幾十萬英里高。好像太陽表面，不能有內部能力來的那樣快，把他隨到隨瀉去。不得已發生火簇的噴泉，瀑布，長橋，種種的偉大機構來幫助他。這些火簇，普通是紅色，但常常作種種怪異的形狀。有些靜止不動，好



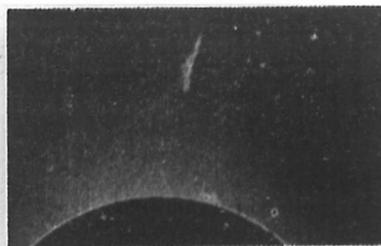
太陽的鈣光照片

由本版可看出紅燄的爆發和毛狀斑紋，參照插版第十七。（
第四十二頁對面）

插版第十四



八點六分鐘



七點五十二分鐘



八點三十六分鐘



八點四十五分鐘



八點五十七分鐘



九點三分鐘

一千九百十六年五月二十五日，
所照紅燄的三階段圖。

一千九百二十八年十一月十九日，
所照紅燄的三階段圖。

跳躍狀的太陽紅燄

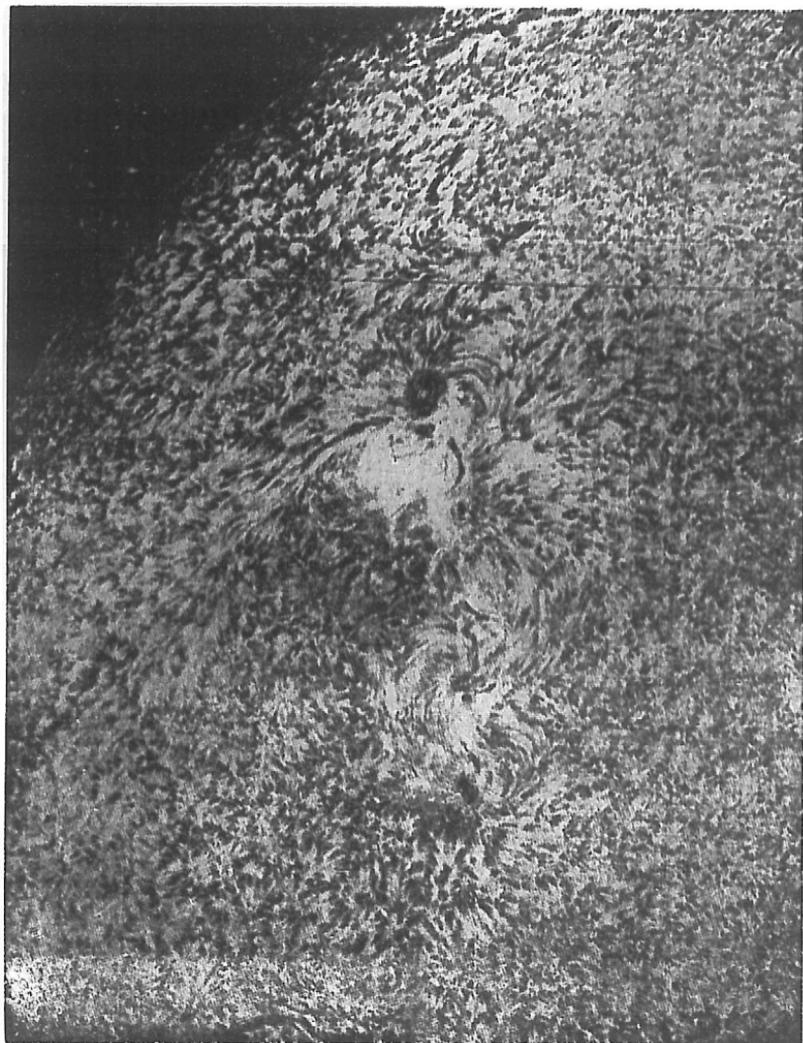
右方三照片的紅燄，跳遠離太陽面五十六萬七千英里高。



穿山甲狀的紅燄（一九一九年五月二十八日）

本版所示紅燄的全長，約達三十五萬英里。

插版第十六



太陽面一小部分的氫光照片
本版含有四個黑點，和他們周圍的毛狀斑紋。

像根深蒂固的，蟠結在太陽內部。有些好像故事中所說，傑克豆芽^{*}似的，用每分鐘幾千英里的速度，突然暴長。有些從太陽跳出，全體達到數十萬英里高，時時刻刻把形狀變換。當出發時，像一個大菌形的紅彗，落下時可以變成巨樹形，猛犬形，古代的奇獸形。插版十五，是在一千九百十九年，日食時，攝取的一個紅彗的像。他很像一個大穿山甲，全身有三十五萬英里長，他的巨大，差不多可以把地球當作一粒丸藥吞食。在這個像片攝完，他把尾鼻舉起，離開太陽面，不久又增出許多腿，開始跳向空間。他直跳到四十七萬五千英里高，以後因太陽西下，我們沒有能再看見他奇異的變化。

這樣怪異的紅彗構造，並不是太陽上唯一的奇景。此處彼處，常有很大的黑暗陷穴，好像爆發中火山的噴火口一樣，把太陽內部的物質和火，向外噴出。（參照插版十六，十七，十九）。在地球上，我們叫做太陽的黑點，（或黑斑）。現在我們接近太陽，可以看出他決不是點。有許多差不多大到可以把地球裝入裏面，如同像一個熟雞蛋，墜落到棹旁痰桶內一般。

我們現在進到，太陽差不多要把我們前面空間，全

^{*}譯者註：傑克豆芽，為歐洲有名童話。謂有一小孩，名傑克，其母遺之賣牛，傑克僅以數根豆芽，將牛賣去。母怒，擲豆芽於地，其一落庭中，夜間暴長，翌晨竟達天上。傑克投之上，得巨富以歸。

都充滿的地點。我們看他是一個活潑的火輪，漸漸的向我們接近，好像我們飛機，就立刻要和他衝突，我們須把自己穩定，免致傾倒似的。我們漸看見火焰的長橋和噴泉，不僅圍繞我們旁邊，並且出現到我們頭上。我們實在已經進到太陽的大氣裏面，所以從各方面都有光來。如果我們把這大氣少許，取到飛機裏面，把他分析，我們可以看出他的成分，完全和地球上的不同。不錯，我們地球大氣裏面的氣體，他裏面也有，但他更含有許多重金屬，如白金，銀，鉛，和地球上所有大多數——如果不是全體——的物質。這些物質，全存在在太陽大氣裏面，全是在氣體的狀態，因為那裏的巨熱，使他們不能保持固體或液體的形式。這些事實，是我們在地球上時，早經知道的，因為我們有叫做分光器的儀器，可以把太陽光分析，告訴我們，他是從甚麼樣的原子發出來。

太陽的內部

我們預想飛機和太陽的衝突，等至許久，始終不會發生。我們向太陽裏面，進入幾百英里，幾千英里，乃至幾萬英里，卻始終不見有固體的表面。我們漸漸知道，究竟這是怎麼一回事。我們實在已進到太陽很深的內部，但除氣體外，並沒看見別的東西。太陽外面的大

氣，已經很熱，不容許任何物質，作固體或液體的狀態，那麼在更熱的內部，當然一切物質，都要氣化。在地球，月，`或許全體的行星上，從大氣到固體的本體，都有很分明的界限。在太陽和一般的行星，卻不能這樣。他們的大氣，漸漸的和本體物質融合，那些物質，也就是構成大氣的材料。因為沒有固體，足以阻碍飛機的進行，他的惰性作用，可以一直載我們到太陽的中心。

當我們通過太陽表面上，奇怪的火泉，火橋，和火樹時，我們的寒暑表，大約指示到七八千度。等到我們進到太陽的大氣裏面，他指示到九千度或一萬度。那是我們透過，不久就要把我們遮圍的火幔，最後可以看見我們地球的終點。我們再向內部猛進，等到火光完全把我們包圍時，我們的寒暑表，很快的上昇，不久就到幾百萬度。到我們快到太陽的中心時，他差不多昇到四千萬度。我們回到地球以後，很不容易得到這個溫度，是怎樣情形的一個概念。但是有一個事實，可以幫助我們的想像。如果我們取一個小銀角，熱到像太陽中心的那個溫度，他的熱，就可以使數千英里內的生物，盡行枯萎。

但在我們飛機外面的壓力，比較溫度，更可駭怪。在地球表面上，我們所受空氣的壓力，差不多每一平方

英寸有十五磅重。因為他是支持大氣的重量，所要的壓力，所以我們叫這壓力做一氣壓。在現代特別快車頭裏的鍋爐裏面，所有的壓力，大約有二十氣壓，就是那鍋爐裏面水蒸氣的壓力，差不多是外面空氣壓力的二十倍。但在太陽中心的壓力，卻大約是四百萬萬氣壓。同地球大氣的重量，在地球表面，發生一氣壓的壓力一樣，更雄大的太陽物質重量，在他中心，就要發生這四百萬萬氣壓的壓力。

普通物質被熱，就要膨脹，但放在大壓力下面，又要收縮。所以在太陽中心的物質，一面要膨脹，因為他被熱，——直熱到四千萬度，一面又要收縮，因為他被壓，——直壓到四百萬萬氣壓。這兩個正反對勢力，競爭的結果，是壓縮方面，稍佔優勝，雖然是很微細。太陽中心的物質，雖不是非常的被壓縮，——因為鉅大的熱防止他，——但我們在下面就可以知道，他比我們在地球上，所經驗的任何物質，都要被壓縮更厲害些。

原 子 也 崩 碎

我們在上面說過，太陽表面上，幾千度的熱，已經把普通物質，都化成蒸氣。他不但把冰變成水，水變成汽，並且把氫分子內部的結合變鬆，使他分成構成他的三個原子，即兩個輕氫原子，和一個氧氫原子。這是我

們在這次旅行以前，早已知道的事實。因為我們的分光器，已經告訴我們，從太陽和恆星來的光的全部，差不多全是由已經分開，成為原子的分子來的。只有在少數溫度很低的恆星裏面，我們查出有少數極堅固的分子，尚未分開。

在溫度較高的恆星，我們由分光器證明，就是他大氣裏面的原子自己，也因強熱開始崩潰。每一個原子，都有一個主要的很有質量的質點，叫做原子核的，據在中心。他外面，圍繞着許多比較不主要的質量小的質點，叫做電子。無論甚麼電子，彼此完全相似，所以可以互相交換。但原子核既不相似，又不能互換。輕氣的原子核，和養氣的原子核，無論在那一點，都不相同。實在講起來，就是因為原子核的不同，纔生出輕氣養氣的種種不同來。

原子核和電子，是構成原子的全部材料。這些小質點，全帶有電，所以每一個原子核，對於圍繞他的電子，都施以攝引。他對於離他最近的兩個電子，攝引力最強。對於在這兩個電子外面，圍繞的多數電子，——普通是八個，——攝引力就稍弱。對於在這八個電子以外，又圍繞的其餘電子，攝引力更弱。事實上，最外面的電子層，被中心核攝引的力量，差不多弱到只要平常燭燄，或煤火的熱，就可以使他們中間的若干個鬆離。

所以在太陽或恒星的強熱大氣裏面，一定要有許多電子脫離出來。養氣的完整原子，是由一個原子核，和圍繞他的八個電子所成。由分光器實驗結果，證明在最熱恒星的大氣裏面，有許多養氣原子，失去兩個甚至三個電子。分光器不能透視到恒星更熱的內部，但是我們可以確信，那裏養氣的原子，要失去兩個甚至三個以上的電子。我們離太陽中心更近，溫度升到幾百萬度的地方，養氣的原子，一定要完全崩潰。我們知道養氣原子，對於他最近電子的引力，是怎樣大，所以知道他絕不能耐到太陽中心那樣的強熱，仍不崩潰。嚴格的講起來，在太陽中心，並無所謂養氣原子，所有的不過是些完全無秩序，在各處奔走的原子核，和電子，這兩件東西的混合物而已。

但在比養氣質量大的別的原子的原子核，對於最內層電子，攝引力較強，就可以耐到四千萬度的高熱，仍不鬆離。由推算結果，我們知道就在太陽中心，仍然有些原子，可以保持他最內層的兩個電子，成一種小原子。太陽中心的物質，就是這些東奔西走的無數小原子，和更小的電子，以及完全崩潰的原子碎片所成。

這些小原子，原子核，和電子，都用很可驚異的高速度在運動。主要的原因，就是因為極端的強熱。如果我們當電子在飛機窗前飛過時，能把他的速度測出來，

我們大約可得到一個，平均每秒三萬英里的速度，差不多是普通來福槍彈速度的十萬倍。由原子碎片，不斷的要受這樣高速度拋射體的襲擊，我們很容易了解他們，爲甚麼不能復相結合，成爲一個完整原子。

時間中的旅行

在使飛機載我們回地球以前，我們可以使他再擔任一種任務，即載我們回到過去的時代是也。

我們假想一直回到三十萬萬年前，在太陽近旁的空間航行，觀察那一年一年的經過。嚴格的講起來，那時並沒有甚麼年。因爲年是地球繞太陽遊行一週，所需要的時間，在我們現在回到的那個時代，還沒有地球。我們不但回到人類足跡，未踏入地球以前，並且回到沒有甚麼地球，可供人類足跡踏入以前。

但是我們看見太陽，和現代我們所看見的，還很一樣。不過很微細的好像大一點，明亮一點，並且熱一點。我們轉回去的這三十萬萬年，在太陽一生，不過好像一晝夜一樣，很不容易看出他，在這時期內，有年齡加長的情形。

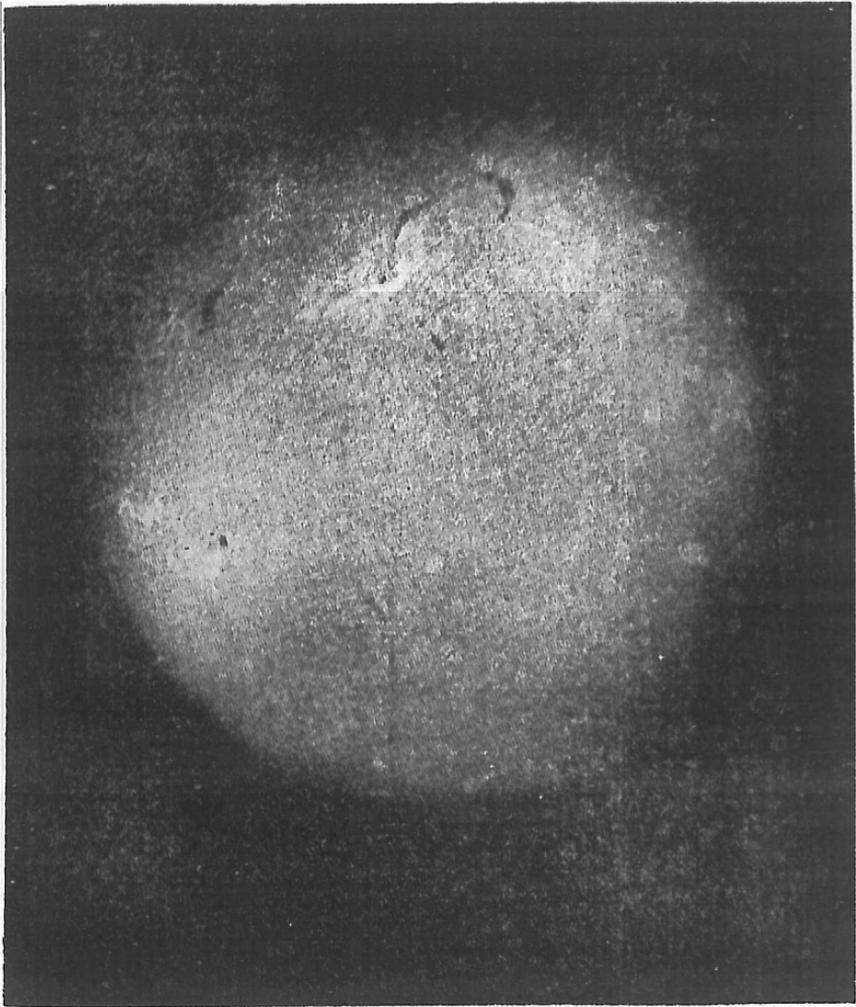
但在另一方面，天空的模樣，卻和一千九百三十二年，現代我們所看慣的，大不相同。在人的一生中，恆星雖不移動很大的距離，但在三十萬萬年間，他們的移

動，就能使我們認不出任何熟悉的記號，或星座。那時候的天空，對於我們，就好像北半球的人，新旅行到南半球，所看見的天空一樣。

在幾千年，幾百萬年的經過中間，天空的模樣，不斷的在變化。不但星座的形狀變，星光的明暗也變，因為他們接近或離開我們的原因。在一時代，天空中最明亮的星，可以退到很微弱，終至我們看不見的地方。我們注視全天空中，可以發見很不容易，能有像我們現在天狼星，那樣的明星。由此可以看出，天狼星不但是接近我們，並且具有實在大光度的這兩件事，是很不容易湊合在一處的事。但至少在一特別時期，天狼星的光輝，完全被一個恒星壓倒。

我們世界的生成

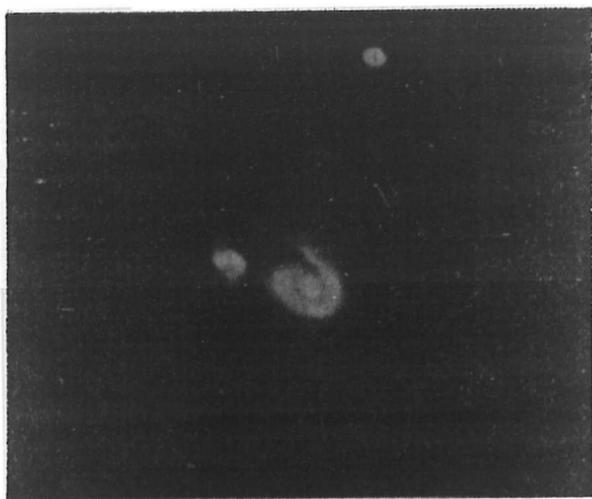
我們在太陽近旁航行，注視那自三十萬萬至二十萬萬的過去年間，天空景象的變化，我們就要發見有一個恒星，漸漸的明亮起來，把別的星光全壓倒，終至比我們現在看見的天狼星，還要超過很遠。他所以看見很明亮，是因他離我們近，並不一定是因他的實在光度大。事實上，他離我們太陽，已超過平常兩星間能接近的程度。但是他更要漸漸近迫，差不多向太陽一直線前進，我們看見他，漸不是一光點，而成爲一個大光輪。他的



太陽的氫光照片

本版含有黑點，和輕氣的光紋。

插版第十八



潮 汐 作 用

本版兩像片的解釋，雖尚有疑點，但可用作一個氣體集團，怎樣可由其他物體的潮汐作用，攝引出氣體條的例示。

力學作用，也就漸漸的表現出來。恰如月因為離地球近，使地球上發生海潮一樣，這個更大的物體，接近太陽，漸漸的使太陽上的大氣，發生一種潮，並且因為他的質量，超過月很遠，由他發生的這個潮，超過月使地球發生的，差不多大至不可比擬。在和該恆星正相對的部分，太陽的大氣，隨該恆星位置的變化，被攝成一大山，高達數千英里。這個高山，在太陽上面移動，永遠使山頂，正對該恆星。同時在太陽上，和該處對蹠地點，另發生一個較小的山，也隨同移動，使永遠與正面所發生的山相對。該恆星越近，山的高越增，一直到該恆星，近到差不多把全天空遮滿時，又發生一新現象。就是直到現在，該恆星的引力，雖然反對太陽引力，把太陽的大氣，攝成高山，但還是太陽的引力大。此後該恆星卻近到把太陽引力打勝的地點，高山的巔頂，突被攝離，向該恆星射出，山頂下面物質，因壓力陡輕，亦即隨同連續噴射，逐漸的延及下部，同噴水一樣，成一種物質流，由太陽直向該恆星射去。如果該恆星繼續的向太陽接近，那麼這個物質流，就可以把太陽和該恆星連接起來，如同懸鈴中間的細棒一般。（參照插版第十八）。

事實上這個恆星，不是正確的一直線向太陽近迫，所以並不直接發生衝突。過了最近點後，就要漸漸的離

閉。潮水的攝力，也就漸漸減小，不再有物質，由太陽噴出。已噴出的物質，成爲一熱氣體長條，懸掛空中。他的形狀，好像雪茄烟一樣，中部較肥，兩端尖細。因爲中部是當恆星最近，引力最大時，由太陽噴出最豐盛的物質所成，而離太陽最遠最近的兩端，是當恆星較遠，一剛來，一將去，引力微弱，由太陽攝出的物質，比較很微細時生成的原故。

我們注視這個雪茄形的火條，可以看見他漸漸的冷卻，凝成許多點滴形，恰如水蒸氣，凝成許多水滴一般。但這些點滴，也和原來火條一樣，結構頗巨大，他們的大小，是屬於天文學的尺寸範圍。在雪茄形中心近傍，物質豐富的地方，所成的點滴，當然是較大，在他兩端的，當然是較小。

最後這些點滴，漸漸各自分別運動起來。他們並不向太陽落回，因爲剛纔退去的那個恆星的引力，使他們發生運動，除運動方向正向太陽外，他們不能一直落回太陽，不過發生一種圍繞太陽的軌道運動。這是萬有引力定律的直接結果。這個定律，雖在幾十萬萬年前，也和今日一樣，毫無變更。有些軌道，雖可以離巧近於圓，但普通是很長。我們注視這些軌道，到幾千萬年，我們可以看見他們，逐漸緩緩的把形狀改變。這些凝結的點滴，不能無抵抗的，在他們經路上運動，因爲剛纔

我們目視的那樣大變動，使空中布滿了許多碎屑，每一個大點滴，都必須在這些碎屑中通過的原故。當他們排除碎屑前進時，他們的軌道，漸漸的改變形狀，終至到幾十萬萬年後，差不多成爲繞太陽的圓形軌道，如我們現在所看見的行星那樣。事實上，這些點滴，就是行星。剛纔描寫在假想飛機上，我們所目視的那樣光景，是自然界中一個恆星，和他一個恆星，太接近時，所發生不能避免的現象。最後的歸宿，和我們現在太陽系的情形，完全相似。我們很可以相信，這就是行星產生的實在情形。由行星現在的排列和運動，判斷起來，他們實在好像是在幾十萬萬年前，由一個和太陽意外接近恆星的潮汐作用，把他們從太陽表面攝出來的。

我們已經說明，太陽的大氣，怎樣能有白金，鉛，和我們地球上，所有的大多數物質。我們現在知道，他所有的物質，一定要和地球上的完全一致。因爲地球不過是他的一種凝固標本。我們當然不能知道，在太陽很深的內部，有甚麼物質存在，因爲他們沒有機會，出現到我們面前。但地球上所有的物質，由分光術上，差不多証明太陽大氣內，完全都有，而太陽大氣內，也沒有找出，可以想是地球上所不存在的物質，是一件很可以注意的事實。

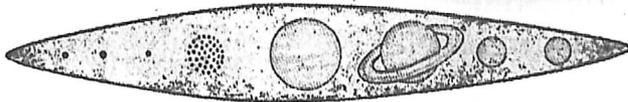
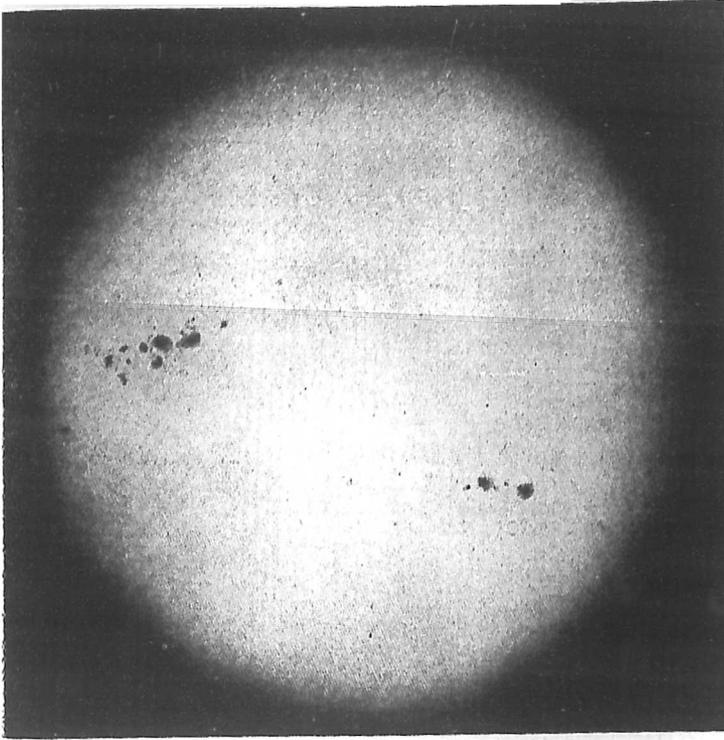
第 三 章

太 陽 的 一 族

我們的飛機，現在已經把我們平安載回地球，我們對於那差不多完全孤立空間，我們相信他，是由原來一個完整恆星，分出來的太陽一小族，要再加以詳細考察。他含有各樣分子，大的，中等的，小的，和很小的，我們依次來討論他。

九 大 行 星

我們先考察他的最大分子，就是那九大行星。這些行星，全圍繞太陽，循大概圓形的軌道運動，恰同馬戲中的馬，圍繞指揮者奔馳一般。他們旋轉的方向，全是一樣。這個方向，當然就是最初使他們生成的恆星，圍繞太陽旋轉的方向。根據生成的情形，太陽系只能有一個單方向的路線，同皮卡得理間街一樣。離中心最近的，走的最快，漸遠漸慢，在最遠路線上的，比在最近路線上，差不多只像爬行一般。誠然就是最遠最慢的行星，一秒鐘也要走三英里，差不多是特別快車速度的二百倍，但在天文學上，只能算是爬行。離太陽最近的水星金星，走的最快，前者有上面所說速度的十倍，後者也有七倍。我們以後再當說明理由，現在只是敘述事



水 金 地 火 小 木 土 天 海 冥
 星 星 球 星 行 星 星 王 王 王
 星 星 星 星 星 星 星 星 星 星

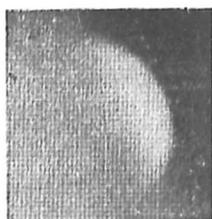
太陽和行星大小的比例

本版下面，係把行星，按照離太陽的次序排列的圖。我們可以看出他們的大小，逐漸增加，至木星為止，以後又逐漸減小。本版只把大小按照比例畫出，距離則否。如果距離也要按照比例，那麼地球須離太陽十一碼，冥王星須離太陽四分之一英里遠。



紫外光

金
星



赤外光



紫外光

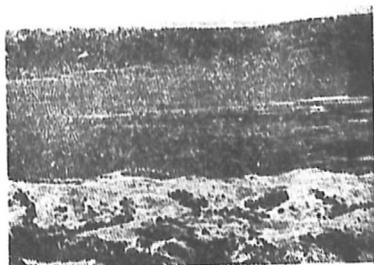
火
星



赤外光



紫光



赤外光

地上風景

金星和水星

最下兩圖，示明紫色光，只能照出大氣，相距十三英里半的遠方城市，（名叫山覺斯的），就很難照出。但赤外光卻很容易透過十三英里半的大氣。金星的大氣很濃，就是用赤外光，也不能照出固體表面。火星有大氣，由左邊紫外光的照片，可以證明。但用赤外光可通過該大氣，把行星永久表面照出。仔細測定，可以查出紫外光的像，比赤外光的像大，證明火星大氣達到很高處。

實。

如果我們把皮卡得理圓街，表示太陽系，我們須注意，不能把豎立街心的依羅神像，當作太陽，而使圍繞神像馳走的九輛汽車，當作九大行星。因為神像和汽車，都嫌太大。如果我們要按照比例，作一個模型，我們必須要用一個更小的物體，如豌豆，來代表太陽，芥子，沙粒，塵灰，來代表九大行星。雖然這樣，皮卡得理圓街，也不過剛能包含到最外的行星冥王星。試想一粒豌豆，和九個芥子，沙粒，塵灰，排列在皮卡得理圓街的情形，就可以知道太陽系怎樣的空漠了。行星在天空中，不過看見像一個小圓點，又何足怪。

但是太陽系，比較其餘空間的大部分，還算很稠密。如果用皮卡得理街中的一個豌豆，和九個塵灰之類的物體，來代表太陽，和九個行星，那麼最近的恒星，必需用放在伯明罕城的一個芥子，來代表他。在他們中間的，完全是虛無所有的空間。由是我們更可以看出太陽系，在空間孤立的情形。

水 星

我們現在豫備把水星詳細考察。他離太陽最近，所以我們看見他，永遠在太陽附近的天空。希臘有一種傳說，說水星是太陽神阿婆羅的最親密朋友。他們相識不

離的程度，使我們決不能在夜間天空，能看見水星，因為那樣，就要使他們分離太遠。如果我們沒有遠鏡，我們最好的方法，只有在太陽剛沒後，向黃昏時的西方，或太陽剛出前，向黎明時東方去看他。就是這樣，還要待好機會。不幸在像倫敦這樣緯度的地方，十天之中，差不多就有九天，機會不好。接近地平線方面，普通常有雲霧，把水星遮蔽。在緯度低的地方，看水星，就要比較的容易許多。

水星繞太陽遊行，所以他有時走到靠近我們的太陽這一邊，有時走到反對的那一邊。他走到太陽和地球的正中間時，太陽的光線，只照到他正反對我們的那一面，所以他正對我們的這面，完全暗黑。在這個時候，我們可以看見水星，成一個黑圓點，在太陽面上橫行過去。除去這時候，他被太陽光照的那面，我們在地球上，多少可以看得見。有時看見一部分，成一細弧線，和蛾眉月一樣，有時看見他全圓，當他在太陽最遠的那邊。總之水星完全和月相同，有所謂盈缺的現象。太陽光照不到的那面，完全暗黑。由是可以知道他自己不發光，我們所以看見他，是因為有太陽光，照到他上面的原故，這是對於全體行星，都已經證明的事實。

其次離太陽近的行星，是金星。他離太陽，約有水星的二倍遠。但他和水星一樣，平常只在黃昏時的西方，或黎明時東方出現。除太陽和月外，他是天空中最明亮的星體。

金星和月並水星一樣，有盈缺現象，也是因為我們，不能常看見他，被太陽光照的那一面的原故。並且因為當他繞太陽遊行，他離我們的距離，變化很厲害，除形狀有盈缺外，他的大小，我們也看見常常變化。

當他離我們最近，就是差不多在太陽和地球中間時最大。但那時他的外觀，僅成一弧線，如蛾眉月一般。其餘向我們的部分，闇黑無光。當他離我們最遠，差不多完全到太陽背後，比離我們最近時，要約遠六倍，所以我們看見他，不過只有最近時六分之一大。但這時候，太陽的光，却照到他向我們的全面，我們看見他全圓，如月望一般。

他明亮的程度，隨形狀和大小不同。當他的形狀，和舊曆初五夜的月形相當時，（參照插版第九），我們看見他最明，差不多有天狼星的二十倍。如果不是因為離太陽近這個不利的條件，他的光輝，差不多要使我們目眩。我們當傍晚時，太陽的光，把水星以及其餘的一切星光掩住，常看見金星首先在西方出現。同樣當黎明時，其餘的星光已稀，常看見金星在東方巋然獨存。因

爲這個原故，有許多人，以爲耶穌誕生時，梅在（東方博士）在東方，看見照臨白雷痕城的星，就是金星。有時在白晝，甚至正午，我們僅用肉眼，也可看見金星。只要用一個中等大的望遠鏡，我們就可以從早至晚，看見他在太陽近旁，由東至西，經過天空的奎運動。

地 球

按照離太陽遠近的次序，水星金星外，就是地球。他比水星金星都大，雖然比金星所大甚微。水星，金星，地球，他們大小增加的次序，和離太陽遠近增加的次序相同。這和行星是由雪筍形氣體，凝結而成的推想，正相符合。最小的水星，當然就是那雪筍形的尖端部分。（參照插版第十九）。

我們曾經說明水星和月，都沒有大氣，因爲他們太小，引力微弱，不足以保持的原故，金星和地球，就沒有這樣缺點。

金星和地球的大小差不多，他們的歷史，大約很相類似。我們乍看起來，似乎金星上，應該有和地球類似的大氣。但事實上，他們的大氣，卻迥不相同。特別是養氣，他占地球上大氣的大部分，但在金星上，就不是完全沒有，也是非常的稀少。我們知道養氣很容易和別

的物質化合，例如燃燒，腐爛，銹蝕，都是他和別的物質化合的現象。由此我們可以無怪金星的大氣，沒有一——或僅有很少的養氣了。如果我們不知道地球上，所以有這樣多養氣的原因，那倒是很可詫異的一件事。地球上所以有這許多養氣，是因為地球上許多植物存在，一顆樹甚至於一根草，都可以說是養氣的製造廠的原故。由金星上沒有發見許多養氣的事實，足以使我們推想，金星上沒有甚麼植物，並且因而也沒有任何生命存在。

外 行 星

水星，金星，離太陽都很近，所以我們看見他們，總是在太陽附近的天空。其餘我們還沒有研究的六大行星，都比地球離太陽遠，他們繞太陽運動的軌道，都在地球的軌道以外。從地球上看見他們，他們不但是圍繞太陽，並且是圍繞地球在遊行。所以我們常常看見他們，在太陽正反對方向的深夜天空。在這樣條件下，外行星中離我們最近的火星和木星，都很有可以在天空大出風頭。事實上，在良好情形時，他們任何一個，都可以成為天空中最明亮的星體。他們的光輝，雖不過是金星的十分之一，但金星好像一個在白天或剛晚時，點着的煤油燈，火星木星，則好像一支在深夜間黑裏，點着的燭

燭，沒有太陽，把他們的光輝掩蓋。其餘的行星，都不能和他們相比。土星算是最明亮的，但也不過和普通恆星一樣。天王星剛可用肉眼看見，海王星已經在肉眼看見的程度以下，冥王星更相差很遠，我們要看他，必須要用一個强有力的望遠鏡。

火星是我們地球外面最近的行星，他比地球小，他的半徑，只比地球半徑的一半，稍微大些。我們上面所說，行星的大小，按照離太陽遠近增加的定律，雖然一時被他打破，但其次的木星，就把這個定律，恢復之而有餘。木星差不多有地球十一倍大的半徑，三百一十七倍大的質量，比其餘的八個行星，質量的總和一倍還大。但一方面，他是九大行星中第五個，居全行星的中間，所以他產生的地點，是在雪橇形中部，物質最豐富的地方，和他是行星中最大最重的一個事實正合。從木星再向外進，就要越過雪橇形中部，漸漸到尖細的那端，行星大小的次序，應當和以前正相反對。事實上，木星外的行星，大小質量，都恰好依次的漸漸減小。離木星最近的土星，僅有木星三分之一的質量，其餘的三行星，比土星更小，居雪橇形最尖端的冥王星，頂多也不過比接近太陽這一端的水星，稍微大一點。

行星的氣候

望遠鏡在天文學上的用途，就是因為他可以把從一個星或許多星來的光，較多的量，收集起來，送到我們眼內，或乾板上，如同聾子用的收音喇叭，可以把多量的音，收集起來，送入他的耳內一樣。望遠鏡不但可以收集多量的光，並且可以收集多量的熱。他收到的熱量，我們有很精密的儀器，把他精確測定出來。用現在的大望遠鏡，就是把一支蠟燭，放在一百英里外，他送來的熱，也都可以測出。所以要測由一個較近的行星，或較明的恆星，送來的熱，比較起來，要算很容易的事。

一般的講起來，我們實測結果，證明由行星送出的熱，恰和他由太陽得來的熱一樣，沒有盈餘。我們早經知道他們的發光，完全由於反射，——換句話說，就是他們所發的光，完全是由得自太陽反射回來的光，——現在我們知道他們所發的熱，也完全是這樣。當他們最初產生，不過是由太陽分出的一團火球時，溫度當然很高，向各方面，有他們自己的很強烈的熱放出。但是經過二十萬萬年長久的時間，他們完全冷卻，他們自己已經沒有甚麼熱，不過被太陽照耀而溫暖，結果離太陽越遠的行星，越感覺寒冷，恰如露營的人們，圍坐他們營火的周圍一樣。

實在我們可以把太陽和恆星，當作散在空間的營火看。在極遠空間，離這些營火很遠的地方，寒冷的程度

當然很厲害，差不多要到冰點下四百八十度。當我們向太陽，或任何營火接近，我們可以得到更緩和的溫度。但如果要到比較的感覺舒適，或生命能存在的地方，我們非經過很長久的旅程不可。在冥王星，海王星，天王星和土星，比我們在地球上，所經驗的任何低溫度都低。就是木星上的寒冷，也差不多在我們想像不到的程度。由我們接受他的熱量算起來，他的溫度，差不多要在華氏零度下二百七十度。這樣寒冷，不但水要完全結冰，就是普通氣體像我們的大氣，也要凝結成爲液體。但這個行星外觀上，並不是完全沒有活動。在他的大氣裏面，常看有一種痕跡出現，經過若干時間，然後銷滅，如同我們大氣中所有的濃雲一般。（參照插版第二十二）。不過木星上，如果有雲，也只能是二發化炭，或在很低溫度，纔能凝結的氣體的雲。

當我們走到外行星中，最裏面的火星，那不安適的狀態，就稍可改善，雖然他表面上的溫度，大體也是在水點以下。火星赤道上的正午，恰值太陽在頭上直照時，大約可以有像倫敦十一月間下午，那樣溫暖的程度。不過我們知道火星的大氣很稀，不容易保持熱量，並且由他反射光的性質，知道他表面也和月一樣，大體由火山灰構成，也沒有甚麼儲藏熱的能力。所以當太陽漸沒暮氣將臨時，他的溫度就很快的降低，黃昏以前，

已經可以降霜，到夜半後，他的赤道地方，也就差不多要和我們北極地方一樣的寒冷。

至於我們地球上的溫度，可以說是合適。但我們再向太陽前進，到內行星的金星和水星時，就要又感覺到很不舒適。金星太熱，水星更熱，在水星上太陽直照的下面，熱的程度，大約如同在烈火中的銅柱上面一般。

火星上有無居人的問題

地球是唯一行星，他的溫度，適合於我們所知道的多樣生物。他激烈的競爭者，是較冷的近鄰——火星。有許多天文學家，主張看見火星上，有許多條紋，他們以為是運河，並且相信是由人工築成的。但在他方面，沒有一張火星照片，可以看出有像他們所說的那樣條紋。主張這類條紋存在的人，差不多全根據眼的直接觀察。但在光輝不足的地方工作，眼是很沒有準頭，很靠不住的東西。有許多實驗證明，如果使眼在弱光下面，研究物體的輪廓，往往會把明暗的點，聯結成許多直線，其實該物體上面，並沒有這樣直線存在，如同火星的早期觀察者，他們相信在火星上看見的那些條紋一般。同這一樣情形，有許多早期觀察家，主張看見水星金星上面，也有同類的條紋，但我們現在知道，我們看

得見的金星表面，完全是濃雲，水星不適合於生命存在，已經是毫無問題。更早的時期，有許多觀察家，曾經在月岡上，畫有同類的條紋。那些條紋中，有許多我們現在知道，完全不存在，有些雖然存在，但並不是運河。所以天文學既往的歷史，告訴我們，在不適當的光亮，擴大率不充足的遠鏡下面，認為存在的條紋，往往到認識更清楚時，頓行消失。有許多科學家，根據這一點，對於那火星上，認為有生命存在的証據，多取懸而不論的態度，以待將來更確實的照像証明。

但是火星上面，有相當季節的變化，已是無可懷疑的事實。在火星冬季，北極方面，積雪很多，恰如一頂白帽，覆在他的周圍一樣。到夏季時，積雪漸融，迤南的地帶，隨之變更模樣。有些天文家，以為這樣變更，是由於融解的冰，灌溉植物，使他們生長的原故。但另外有些天文家，以為不過是由雨水，浸潤到那不毛沙漠所有火山灰的結果。

總括起來，火星上，或太陽系其餘行星上，有生命存在的証據，可以說是很不堅固，雖然這裏面很有可以辨論的餘地。但在我個人，相信我們地球，是太陽系內唯一有生命的處所。自然在很遠的恆星，也許有若干行星，和地球一樣，能有生命存在，也未可定。

衛 星

大多數行星，都有若干衛星隨扈。我們地球的衛星，就是月。衛星的數目，和行星的大小相當。最大的兩個行星，即木星和土星，各有衛星九個，次大的天王星，有四個，其餘更小的行星，就只有兩個，一個，甚至於完全沒有。我們相信衛星，是由行星分出來的碎片，如同行星是由太陽分出來的一般，他們分出的情形，大約也相彷彿。

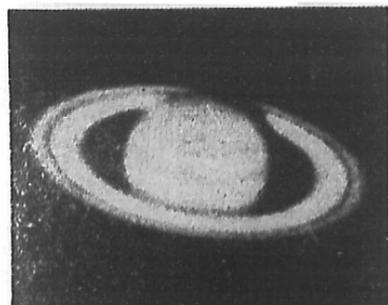
由數學的理論，證明凡一個大星體的周圍空間，都有所謂『危險帶』存在。小星體進入大星體近旁，到相當的距離，大星體的引力，可以把牠碎成齏粉。這個距離內的範圍，就是所謂危險帶。沒有一個小星體，能進入大星體危險帶內，絲毫不受傷損的平安出來。不過傷損的程度，看他在危險帶內停留的久暫，有大有小。在很多年前，我們太陽在空間遊行，曾經一度進入一個大質量，均較大的恆星危險帶內，結果，被分開一部分雲筋形的物質，產生各行星，終至成為現在的太陽系。我們已經說過，這些剛產生的行星，最初並不一定像現在，循很有法則的圓形軌道運動，他們的動作，很不規則，所以有時可以跑入太陽的危險帶內，被把一部份分離，像他的母體太陽，曾經產生他們一樣。行星的衛

星，大約就是按照這個情形產生的。事實上，行星和衛星，很像太陽和行星的一個縮小影本，是使我們相信他們，是由一個相同的步驟生成。如果我們的推想不錯，那麼太陽要算是行星的父母，衛星的祖父母了。

土 星 的 環

土星在許多點，可以說是最有趣味的一個行星，他的外觀，的確有可驚奇之處。他不但有九個衛星，並且圍繞着三個扁平的圓環，好像手鐲或衣領一般。（參照插版第二十一）。噶利彙俄在一千六百一十年，首先發見這個環。關於他的本性，曾經有許多推測。在一千七百五十年，來特曾說了如果我們用的遠鏡，能力能達到時，我們一定可以看出土星的環，是比我們看得見的衛星，更小的無數小衛星的集合。

來特這種推想，以後證明他完全不誤。在一千八百五十九年，劍橋大學的數學家，馬克斯威爾，曾說土星的環，『從純粹的科學的見地看起來，是天空中最可注意的物體，』並由數學證明他的本性，應當是和來特所推測的一樣，在一千八百九十五年，美國的天文學家奇樓，由實測方面，得到確切的証據。即奇樓氏測得土星的環，在圍繞土星運動，越到環的外部，速度越小；恰同太陽系一樣，只有單一方向的路線，越到外面路線



一九一六年



一九二一年



一九〇九年

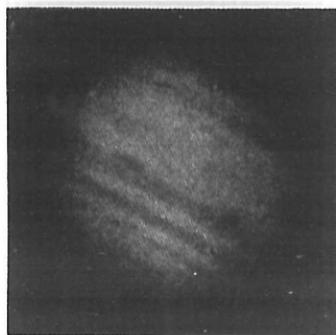
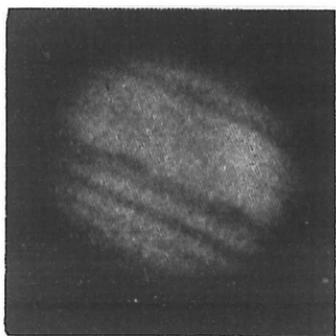
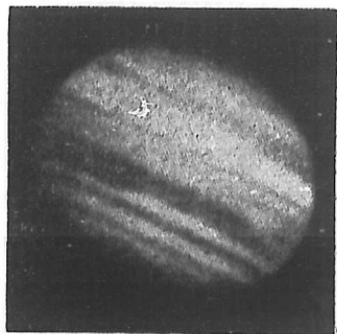
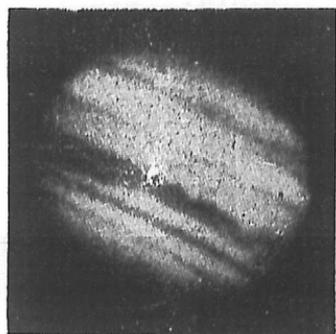


一九二二年

土 星

土星四像片，係在四個不同年代所照，示土星和環，四種不同的形狀。

插版第二十二



木 星

木星四像片，係用四種顏色不同的光所照。紫外光和紫光，照出更詳細模樣，可以為木星上條紋係由大氣所生的証據。他的形狀不穩定，也可作同樣的證明。

上，運動越慢。如果土星的環，是一個連整的固體，絕不會有這樣運動發生；反之，如果是數百萬小衛星的集合，那麼他的運動，就非此不可。所以土星環的本性問題，自此以後，可以說是完全解決了。

我們很有理由，相信這些小衛星，是以前土星上一個大衛星，因為侵入土星危險帶的原故，被粉碎後所成的碎片。如同太陽被經過的一個恆星，分離出太陽系，土星被太陽分離出他的衛星一般，他最近的一個衛星，被土星自身，分離成許多碎片，成為現在的環，——第三代的天體。

但是他的分離步驟，卻不完全和前兩代相同。太陽在那大恆星的危險帶內，不過暫時停留，因為他在空間，用頗大的速度運動，所以可以在完全破碎以前，離開那危險帶。土星在太陽危險帶內，情形也是一樣。但土星的衛星，在破碎以前，已經是循很規則的圓形軌道運動。他進入危險帶，是因為軌道漸次縮小的原故。一旦進入以後，就永遠不能再脫離，所以終至完全破碎。這個推想，差不多無疑的，可以說是很可靠。因為我們可以算出土星危險帶的範圍，現在土星所有最內的衛星，剛在那算出的範圍以外，而他的環，完全在該範圍以內。

在太陽系內，沒有檢出有一個衛星，一面有相當

大，一面在所屬行星的危險帶內，繞他環行。木星最內的衛星，雖很靠近到木星的危險帶，但仍未到進入帶內的程度。不過這個衛星，漸漸的向接近木星方向前進，大約在不甚遠的將來，終有一日，進入帶內，完全破碎，成爲和土星環一樣，繞木星運動的環。

同這一樣情形，雖然在很遠的將來，我們的月，也一定要無可避免的，漸漸的接近地球，終至進入危險帶內，發生同一的結果。彼時以後，我們地球，就要沒有甚麼月，而有一個同土星一樣的環。這個環，不但要比現在的月，反射更多的太陽光，並且終夜光輝不息。這於我們生活上，雖增加不少的興趣，但同時又增加很多的不安。因爲那些衛星，常常的可以互相衝突，把碎片射入地球，如同很大的石塊，從天空落下一樣。

小 行 星

在火星同木星中間，有數千個小物體，繞太陽旋轉，我們叫他們做小行星。他們旋轉的方向，也和九大行星一樣，循太陽系內，那個普遍單一的方向。這些小行星，大約也是一個完整物體的碎片。在火星木星間，有很大的空隙，在那個空隙內，我們推測以前，曾有一個普通行星，進入木星危險帶內，終致破碎，成爲現在的小行星。



一千九百十年五月七日之哈里彗星

彗星中最有名的。西歷紀元六十六年，耶路撒冷被滅前，所謂「懸在該城上如劍形」的彗星，和一千零六十六年，英倫被征服前，出現的彗星，大約都就是他。哈里由萬有引力定律，預言他在一千七百五十九年出現，及時果然，使人們相信他的隱現，是受萬有定律的支配，而不是因為地球上將有禍亂將臨。

插版第二十四



一千九百十一年十月三日的布路克彗星

本版中，星體現為稍長的短線形，是因在照像時，——十五分鐘內——使望遠鏡隨彗星，而不隨恆星轉動的原故。（參照插版第二十三）。

彗星和流星

太陽一族，其餘的分子，都是較小的物體。比較最大最重要的，要算彗星。他們也圍繞太陽運動，在這一點，雖和行星相似，但他們的軌道，都是很長，和行星軌道近於圓的不同。所以一個彗星，有時候可離太陽很近，有時候又可離開很遠。彗星非到離太陽很近，可以接受太陽的大部分光熱時，平常是看不見。但接近以後，又往往超過他的實在重要程度，變成很可注意，甚至很可驚奇的天體。他們也有時突然破碎，因為進入大物體，如太陽或木星的危險帶內的原故。所有碎片，存留空中，就變成流星羣。我們地球通過流星羣時，有些流星，侵入大氣內，被空氣摩擦，可以發生很大的熱，一直到自熱程度，使我們看見，那就是流星。有幾個流星羣的軌道，很精確的和以前曾經出現過，彗星的軌道吻合，足以為該彗星破碎，成為許多小物體的証據。所以我們太陽系的歷史，可以說大部分是大物體破碎，成為小物體的歷史。他們的破碎，與其說是由直接衝突，毋寧說是由萬有引力，使大物體發生像地球上的潮汐作用，終至使他破碎的多。

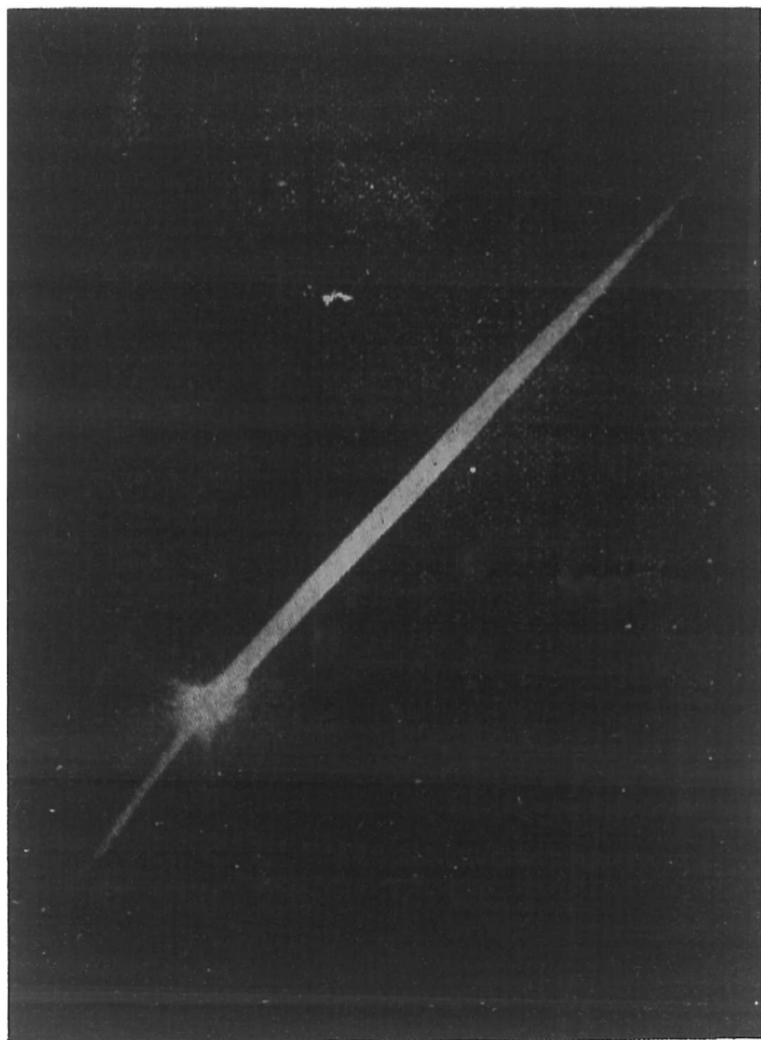
大多數的流星，不過像一個胡桃，或豌豆大。普通未落到地上以前，已經完全鎔化，成為氣體，僅留一條

光輝的痕跡。痕跡的末端，就是他完全化成氣體的終點，普通離地面，大約有數英里高。但有時有很大的流星，在空氣內很快的飛行中，不能完全氣化，可以一直落到地面，那就成爲隕石。地球的全面，當然都可以有隕石落下，好像自天空中用石拋擊一般。舊約舊修亞卷中，曾有『上帝自天上拋下許多大石』的記載，此外古書中，關於隕石的記載也很不少，並且有許多隕石，在各處保存，其中有大小質量都很大的。

在阿利宗納地方，有一個很大的洞穴，像火山噴火口一樣。我們相信他是在有史以前的時代，被一個隕石衝擊所成，那個隕石，大約有一個普通山大。近代尚沒有落下過，像那樣大的隕石。不過在一千九百零八年，曾經有一個很大的，落在西伯利亞地方。在落下的當時，激成很大的暴風，把數英里內的森林，全行毀滅，在一百平方英里內，沒有一顆樹，能屹立不動。

地 球 的 年 齡

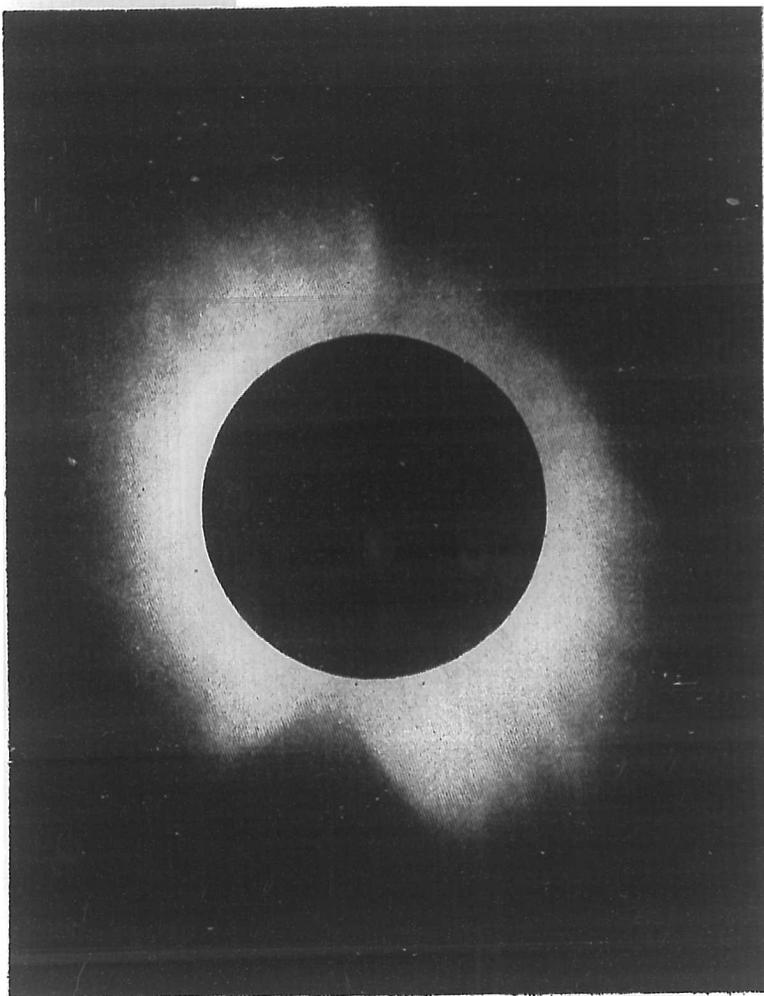
有些物質，我們發見他的組織，漸漸的變化。這些物質，不但地球上，就是隕石中，也常常含有。我們檢查他變化進行的程度，就可知道地球自身，和從天空他處，侵來隕石的年齡。由這樣的考核，我們查出地球和隕石，從他們凝固以來，大約都已經過二十萬萬年。由



流 星 爆 發

本版爲一大流星遺跡，照像時恰在空中爆發的圖。

插版第二十六



一千九百十九年日食時日冕的像

本版和插版十五，係同時攝取，不過曝露時間更長。穿山甲狀的紅線，可淡淡的看出。

此可以推想地球和隕石，大約都是在二十萬萬年前，由太陽分離出來的產物。

除前面所講的外，還有更小的物體，圍繞着太陽運動，好像無窮小的行星一般。這些小物體中，包含有塵埃，原子，甚至原子的碎片。當日沒後，這些小物體中，有些把太陽光，反射到我們，成所謂『黃道光』。有些當日食，月球把太陽光遮蔽後，把太陽光反射回來，成所謂『日冕』的現象。恰如屋內塵埃，被太陽光所照的情形一樣。（參照插版第二十六）。

太陽系內，從太陽自身，和大行星木星起，一直到小塵埃止，這些物體，都被萬有引力支配。他們的運動，都是由萬有引力領導進行。以後我們對於萬有引力，當再加以詳細研究。

第四章

星的衡量

我們已經說過，萬有引力，在天文學上，和我們日常生活上，都很重要。他幫助地球把月繫住，他指定行星和太陽系一切分子運動的軌道，他使我們海洋發生潮汐，並且我們相信在二十萬萬年前，他使太陽上發生大潮，產生我們地球，以至我們自身，最後他使地球停留太陽近旁，不致逸至深遠奇冷的處所，以維持我們的生命。

我們現在對於這個力，再加以稍詳細的研究。

萬有引力

沒有一個人，能把一噸物體舉起，因為重力，就是地球的萬有引力，來阻止他。這個引力，永遠使物體向下。一噸物體，被地球牽引向下的力，超過任何人能舉上的力，所以沒有人能把他舉起。

也沒有一個人，能把一個球，拋到一英里遠，也是因為這同一的力，連續不斷的，牽引球向下，在未達到一英里以前，已經使他落到地面的原故。我們很容易把球拋出，使他離開我們手內時，得到每點鐘二十英里的速度。如果不是重力引他向下，每三分鐘，就可以走一

英里，一年以內，就可以離開地球，走到十七萬五千英里遠。但事實上，重力連續的索引球，使落向地面，來防止這樣的運動。

我們還可以再另外舉一個例。月在我們上面運動的速度，大約每點鐘可以走二千三百英里，如果沒有力，把他引向地球，他就要永遠向同現在同樣的方向，用同現在同樣的速度，往前進行。一年以後，可以離開地球很遠，到二千萬英里的遠處。但事實上，他被地球引力索引，永遠繞地球運動，他的路線，時時刻刻，向地球彎曲，如一個球被拋出後的路線一般。

大科學家爵士牛頓，看出月的路線，這樣不斷的向地球彎曲，只可用地球不斷的有力索引他，來解釋。他推想這個索引的力，和地球對他表面上物體索引的力，是一樣。有一種傳說，說牛頓這個推想，最初是由蘋果墜落所啓發的。他由這個推想，提出有名的萬有引力定律。這個定律，主張宇宙中任何物體，對於其餘的物體，都施一種引力，無論兩物體，相距有若干遠。

最近愛因斯坦，證明牛頓萬有引力定律的數學公式，尚不是絕對的精確，並且證明這個引力，和牛頓所想像的，毋寧是另一種性質。我們現在已經不把這個力，當作純粹的機械力，如同火車頭牽引火車的力看。但是在我們現在的討論範圍，牛頓和愛因斯坦的異同，

關係很小，可以無須去分別他。

萬有引力的研究

科學家可以在他自己實驗室內，或在大自然，用宏大規模，永遠不斷的作實驗，把他的結果，昭示我們的天空大實驗場內，來詳細研究萬有引力。

物體的質量越大，相互的引力也越大，在我們日常生活上，所遇見的物體，絕沒有能和地球的偉大質量，立於相提並論的地位的。所以我們除地球引力以外，對於兩物體間相互的引力，普通察覺不出。因而很容易把這個引力，認為是地球的專有品。但是細密的實驗，——自然這種實驗，只可在實驗室內舉行，——就可以證明凡兩個物體，都互相吸引。

和兩物間任何作用的力一樣，甲物體對乙物體的萬有引力，和乙物體對甲物體的萬有引力，大小完全相等。因為這個理由，我們可以泛用甲乙兩物體間的萬有引力這個言辭。他的意思，是指示甲對乙的引力，或乙對甲的引力都可，因為他們大小相等。蘋果的墜落，是地球對蘋果，施引力的直接證據。但蘋果對地球也施同大的引力，就稍難證明。同大的引力，對於較小的物體，如蘋果之類的，雖可發生較大效果，而對於質量大的地球，發生的效果，就可小至無從察出。

兩物體間的萬有引力，和兩物體所含質量的大小有關，和他們所含物質的種類無關。例如地球對一噸鉛，一噸水，一噸沙，或一噸任何物質，所施的引力，大小都是一樣。這是普通用秤賣物時，裏面所根據的科學原則。一個雜貨商店，用秤秤得茶葉一磅，這個動作，不過是把一個剛有一磅的，銅或鐵的標準質量，使地球對於他的引力，恰和對於這些茶葉的引力相等。由此他就可以知道這些茶葉的量，和那些鐵或銅的量一樣，也是一磅。

兩噸物質所施或所受的萬有引力，是一噸物質所施所受的二倍。三噸，四噸，二分之一噸，乃至三分之一噸的物質，所施所受的引力，都按照這個比例增加或減少。所以雜貨商店，用兩個一磅的法碼合併起來，使他所受地球的引力，和茶葉所受的引力相等，就可知道他那秤內的茶葉量，是二磅。

地球的噸數

但是如果我們使兩個物體的距離增加，他們相互的引力，就要減少。所以兩物體間的萬有引力，不但和他們的質量有關，並且和他們的距離有關。不過距離增加若干，引力就要減少若干的詳細情形，我們知道很清楚。所以距離對於引力的影響，我們很容易加算進去。

實驗物理學家，可以在實驗室內，把一噸鉛對於在若干遠處，另一噸鉛所作用引力的大小，實測出來。根據這個實驗結果，我們就可以算出地球究竟應當有若干質量，纔可以對於在他表面上的一噸鉛，一個飛行的球，或在更遠處的月球，能有現在作用的引力。無論由地球對於上面所講的，或任意的一個物體，所作用的引力，推算結果，都得一個相同的答數。就是地球的質量，大約為六十萬萬萬萬噸。

太陽的噸數

自牛頓以來，由天文學上的各項事實，已經無可懷疑的，證明牛頓所提出，萬有引力無論經過空間任何部分，都可作用到的這個推想，是真實不謬。一個物體，對於空間其餘的任何物體，都施以引力，無論他有多麼遠。牛頓的蘋果，不但攝引地球，並且攝引天空中個個星體，每一個星體的運動，都不能說因蘋果的墜落，不受影響。就是我們的手指，我們也不能移動他，使全部星體不受擾動。

太陽所以能够指揮行星，彗星，流星等，他全族的運動，自龐大的木星起，以至僅僅在黃道光，日冕等現象方面，有微弱貢獻的小塵埃止，就是因為這個萬有引力。我個知道這個事實，是因為我們能够由萬有引

力定律，預知這些星體運動的原故。

和我們由地球對月的引力，能算出地球的質量一樣，我們可以由太陽對地球，或對任何行星的引力，算出太陽的質量。這些行星，都一致的告訴我們，太陽的質量，是地球的三十三萬二千倍。對於地球上每一英兩的物質，太陽上約有一噸。

因為太陽有這樣龐大的質量，所以他的萬有引力，非常的大。在太陽表面上，就是一個大力量的人，也不容易把七磅的物體舉起，或把一個球，拋到二三碼以外的地方。並且就是這樣幼稚的運動，如果他不是鋼鐵的身體，也絕不能表演出來。因為一個普通肉身的人，在太陽表面上，他自己的重量，就要把他壓成扁平。

太陽固然對於他族內的全體分子，施以巨大的引力，但這些分子，也彼此相互攝引，雖然用更小的力量。例如任何一個行星，小行星，彗星，如果他的路線，使他接近木星，那就要被這個巨大行星的引力，使他的路線改變。事實上木星最外面的兩個衛星，曾經有人推想，不是和其餘衛星一樣，由木星分出，乃是兩個小行星，被木星巨大的引力捕獲來的。詳細點講，就是這兩個衛星，本是小行星，被木星攝引，纔離開原路線，變成永久圍繞木星的運動。這個推想，很近情理。因為這兩個衛星，不是圍繞木星赤道，由東到西，乃是由北到

南，復由南到北運動，和普通衛星不同。土星最外面的衛星，和海王星所有唯一的那個衛星，運動的情形，也和這樣彷彿，所以他們兩個，或者兩個中一個，許也是這樣捕獲來的，雖然這種推測的可能性，比較的要少些。就是較小的行星，他們也施相當的萬有引力。所以天文學家，推算一個行星，或一個衛星的將來路線，必須要把這些萬有引力，無論大的小的，全都加入裏面考核。

最外行星的發見

在一世紀前的人，曾經把天王星，當作太陽族內最外面的行星。但那時天文學家，把太陽和那時已知行星，對於天王星的引力，一齊加入，來推算他的路線。結果和實測仍不能精確吻合。他們於是推想，或許有另外一個行星，把他攝引，使離開推算的路線。兩個青年數學家，一個是英國劍橋大學的阿丹斯，一個是法國巴黎大學的雷費理，就開始研究，在甚麼地方，有怎樣的一個行星，就可以有這樣的引力，恰好使天王星，走入那推算以外的軌道。根據他們的推算，不久果發見一個新行星，位置和他們預想的，大致密合，這個行星，就是我們現在所知道的海王星。

最近又發生同樣情形，好像既往的歷史，復行重

演。因為就把海王星的引力加入推算，所得天王星的路線，和實測仍不能精確吻合。天文家於是又疑為在海王星外面，更有一個行星存在，把天王星引離原路線。這次是美國福臘格斯塔夫觀測所的羅威爾教授，把這個設想的新行星，應當怎樣的運動，推算出來。經過十五年的探尋，不幸在羅威爾死後，於一千九百三十年五月，纔在羅威爾所預想的位置近旁，把這新行星發見。他的運動，也和羅威爾所預想的很合。這個新行星，我們叫他做冥王星，約離太陽有我們四十倍遠，他荒遠的程度，使他繞太陽一週，約須二百五十年。並且因為離太陽光熱太遠，不但水，就是他上面的大氣，——如果有大氣時候——也要凝結成為固體。

這兩個最外行星，海王星和冥王星的發見，都是天文家對於萬有引力定律確信的結果。由他們的發見，可以作為這個確信的十足辨証。如果有人問我們，何以確信萬有引力定律，最簡單的答覆，或許就是說因為他能幫助我們，發見新行星，雖然更詳細點的答覆，可以說因為他能幫助我們，預推已知一切行星的運動。

恆星的噸數

我們到現在所研究的，差不多僅是我們叫做太陽系的這一小族。在空間深遠處，比海王星，冥王星，以及

太陽系最外界線，更荒遠的處所，我們還有些另外固結的團體。就是太陽外其餘的恆星，因為離我們太遠，他們裏面就是有行星，慧星等，我們雖然也看不出，但我們卻看見有些恆星自身，不散在空間，而團結在鄰近處所。所以我們最自然的推測，是他們也和太陽系一樣，被萬有引力所聯合固結的團體。

離我們最近的團體，是由三個恆星所成，有兩個頗明亮，一個很暗。（參照第九十三頁）。但還有比這個更小的團體。最小的是我們叫做『雙星系』的，僅僅由兩個恆星所成。他們相互圍繞運動，如同兩個小孩，互相攜手，做團團的遊戲運動，或如同一對舞侶，做崑崙崑跳舞一般。他們運動的情形，和假想他們由萬有引力，互相攝引，如同地球對於月，或太陽對於地球時，所應當有的運動情形，完全一致。所以我們知道，把他們團結起來的，也是萬有引力。天文學家觀測他們相互圍繞的運動，就可以算出應當有多大的萬有引力，纔可以把他們這樣團結起來。由此我們可以知道至少構成這樣雙星系的恆星的質量。

照這樣測算，所得的結果，頗有趣味。我們太陽的質量，差不多是各恆星的均數，或許稍微大些。就全體講起來，恆星的質量，只在小範圍內變化。如果我們把太陽當作普通體重的人看，多數恆星的質量，不過像從

小孩到大胖子的，那樣比例變化。但也有少數例外的恒星，有少數例外的質量。有四個恒星，成一個團體，我們叫他做小天座二十七號，大約總質量有太陽的一千倍，雖然這個情形，不能看作很確實。此外還有一個雙星系，叫做勃騰斯凱特星的，我們比較確實知道他的總質量，有太陽的一百四十倍。但這樣大質量的恒星，是很少的例外，我們很少找到一個恒星，質量有太陽的十倍，但現在所知道的恒星，也絕沒有一個，質量小到太陽的十分之一。所以全體講起來，恒星質量變化的範圍，可以說是算不大。

恒星的燭光

在恒星質量，這樣整齊的反面，他們燭光變化的範圍，卻非常的大。例如全天空中最明亮的天狼星，就有一個很闊的恒星，在他近旁。所發的光，大約不過占天狼星所發的萬分之一。他一方面很闊，一方面又被天狼星強光所掩，所以直到一千八百六十二年，纔把他發見。他不是因為很遠，表面上把他看成很闊，因為他和天狼星，恰成一個上面講過的雙星系，他在空間，不循一直線運動，而圍繞天狼星環行，表示他在被天狼星的萬有引力，永久攝住範圍以內。所以我們可以確信這兩個恒星距離我們距離，差不多相等。那個闊弱的星，不

是表面上看成闇弱，乃是真正闇弱，就是他的燭光很小。

星的明暗比例，還有比上面所講，更懸絕的情形。南河大星，有一個很闇弱的伴侶，他所發的光，不過是南河大星十萬分之一。巨鯨座迷拉星，（即巨鯨座 α 星），也有一個伴侶，所發的光，與本星的比例，也大約和上面所講的彷彿。所以星的光輝，不能相同，不僅是因為他們距離不同的原故。

但是兩星實在的光度，就是他們的燭光數，普通非知道他們的距離，無從比較。因為我們必須知道兩星的距離，我們纔可以算出由距離的不同，所生明暗的差異。把這個差異除去，我們纔可以知道兩星真正燭光數的不同。

我們已經知道，地球離太陽，是九千二百九十萬英里。所以我們可以算出，他應當有多少燭光，纔可以照到地球，有現在的明亮。計算結果，太陽的燭光數，為三千萬萬萬萬萬萬。

天狼星離地球，約在太陽的五十萬倍以上。光自太陽到地球，約需時八分，自天狼星到地球，就要需八年。由此我們即可算出天狼星和他的闇弱伴侶，所有的實際燭光數。結果証明天狼星是一個非常明亮的星，他約有太陽燭光數的二十六倍，他發熱的能力，和他發光

的能力，大致相稱。如果把太陽換成天狼星，那麼我們的河海，以及圍繞南北極地方的冰塊，全要很快的蒸發淨盡，地球上的一切生物，全要死滅。反之，如果把太陽換成他那個闇弱伴侶，我們此外不再有甚麼光熱來源，那麼我們的河海，連在最熱地方的一併在內，全都要凍結成冰，就是我們的大氣，也要凝積成爲液體。

天狼星系內這兩個星，還不能算天空中兩個最極端的情形。我們所知道恆星中，最闇弱的窩爾夫三百五十九號，至少比天狼星的闇弱伴侶，要更闇弱到一百倍。另一方面，有一種恆星，他的明暗程度，時時變化，我們叫他做『變光星』中，有一個劍魚座S星，他的平均燭光，要在天狼星的一萬倍，太陽的三十萬倍以上。當他最明亮時，約有太陽燭光數的五十萬倍，一分鐘所發的光熱，和太陽一年所發出的總量相等。如果太陽發光熱的能力，突然變成和該星一樣，那麼我們整個地球，和他上面的一切物體，連我們在內，都要很快化成蒸氣。假設我們把太陽比作一支蠟燭，該星就好比一個大探海燈，而窩爾夫三百五十九號星，就只好比一個螢火蟲。

恆星的大小

太陽表面上各部分，都向空間，一樣發射光熱。他

的全面積，我們知道大約是地球面積的一萬二千倍。那麼在光熱發射量——以後我們簡稱為輻射量，這樣大小懸絕的恆星，他們的表面積，究竟若干大呢？是立刻可以想到的問題。例如劍魚座 S 星，他的輻射量，是太陽的五十萬倍，他的面積，究竟若干大呢？還是他的面積，有太陽的五十萬倍大，還是他每單位面積，例如每平方碼內的輻射量，有太陽同面積內的五十萬倍呢？還是全面積和單位面積內的輻射量，都和太陽不同呢？

我們對於這個問題，可以用兩種方法去探討。第一我們用直接方法，去測劍魚座 S 星的大小，第二我們先找出他每單位面積內的輻射量，然後由他的總輻射量，算出他應該有多大。不幸直接測恆星的大小，很不容易。我們用望遠鏡看行星，我們可以看見他成一圓盤，像月那樣，不過更小一點。如果我們能接近恆星，到相當程度，我們也可以看見他成一圓盤，即如太陽就是一個很好例子。但天空中能看見成圓盤的恆星，只有太陽一個，其餘一切，都離我們太遠，無論用多大的望遠鏡，也只能看成一點，所以無法去直接測他的大小。

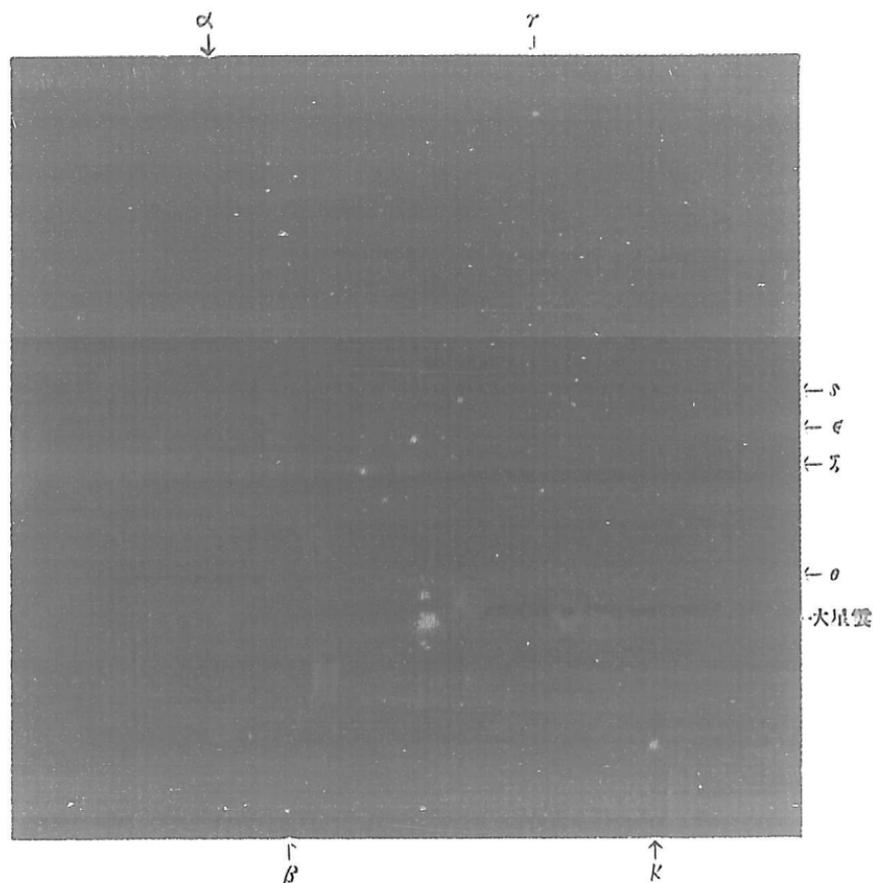
但對上面所講的一般情形，卻有兩個例外。第一：我們有一種最精妙的儀器，叫做『干涉表』，有些較大的恆星，可以利用他，由直接觀測，測他的大小，就是



俄來翁座大星雲

本版係俄來翁座大星雲，中央一部分的圖。即插版第二十八所示， θ 星和大星雲部分，更擴大的像。

插版第二十八



俄來翁座一部分

用矢指示的，是本座主要星。α是大紅巨星，叫做參左肩的；β是天空最明星之一，約有大陽燭光的一萬五千倍；γ和帶中三星δ，ε，ζ是溫度很高的藍色星，η，κ也是一樣；θ是一個四連星，位在大星雲中，溫度更高，大約有華氏五千度的表面溫度。（參照插圖第三，第十四頁對面）

他能把恒星很小的圓盤，由很複雜的理由，擴大起來，直到我們能直接測他為止。

第二：我們還有一種物理學上很精妙的理論，就是愛因斯坦的相對論，可以使我們由直接測定，找出很小恒星的大小^{*}，雖然直到現在，這個方法，只應用到一個恒星，就是天狼星的那個開弱伴星。

但可以用這兩種方法，測他大小的恒星，為數非常的少。除這少數的恒星外，我們要研究恒星是怎樣的發射光熱，我們只得用第二個方法，就是想法先去找出他每單位面積內幅射量的大小，這條路，幸而我們尚走得通。

恒星的顏色

假想有一組球隊，穿着紅色藍色制服，我們把他們照起像來。大家都知道制服的藍色，像片上一定要顯出近於白色，紅色一定要顯出近於黑色。這是因為乾片，和我們眼睛網膜相比，對於藍色，比較的非常銳敏，對於紅色，比較的非常鈍滯的原故。乾片對於恒星，當然也要玩這一套的把戲。試把空間任何部分，照像一觀，

^{*}譯者註：據相對論，由恒星發出來的光，用分光器分析，光帶線應向紅端移動，移動的大小，和恒星的大小質量，有一定關係。只要把光帶線移動測出，再知道恒星質量，即可算出他的大小。

就要發見有許多星，現出比眼睛看的，要格外明亮，有許多星要格外闇黑。這就是因為這許多恆星，顏色不一樣，有許多比普通綠些，有許多紅些，乾片利於照綠星，而不利於照紅星的原故。插版第二十八，是俄來翁星座部分的照像，就是一個顯著的例。左端用矢表示的一個闇弱星，就是俄來翁座 α 星，中國叫做參左肩的，由我們眼睛看起來，他是本星座中第二個，全天空中第十二個，最明的星。但他的光，是深紅色，所以在像片上，成爲比帶中三星，闇弱很多。帶中三星，在我們眼睛看起來，比左肩星要很闇弱，但他發的是綠光，所以在像片上，顯成很明亮。由此可以得一個檢查恆星顏色的方法。研究結果，我們知道恆星的顏色，大概可以由他在像片上的情形，精密發見出來。除上面所講的外，還有別的方法可用。兩相比較，證明照像法頗爲可靠。

恆星的顏色，所以不同，是因為他溫度不同的原故。我們注視鐵匠，把鐵燒熱，就可以看見鐵的顏色，漸漸變化，由闇紅，而鮮紅，而黃，而白，這各樣的顏色，就是鐵在那時溫度的指示。同樣工廠內工人，要大概估計鎔礦窖內的溫度，最快的好方法，就是注視他發出光的顏色，闇楊梅色時，是表示一個溫度，闇紅時又一個溫度，鮮紅時又另一個溫度，其餘倣此。有一種

儀器，可以由檢查密內所發光的顏色，就知道裏面精確的溫度。

天文學家，完全用全樣的方法，可以知道恒星的溫度。恒星顏色的變化，範圍頗廣。由開紅，而黃，而白，而鮮綠，而紫。由此可以知道他溫度的變化，有相當廣大的範圍。開紅的星，溫度最低，大約在攝氏一千四百度，華氏二千五百五十度光景。黃星的溫度，至少比他高兩倍，過此就到我們的太陽，大約有攝氏五千五百度，華氏一萬度的溫度。一直到最熱的恒星，他的溫度，大約要到華氏七萬度。

溫度變化的全範圍，由華氏二千五百五十度，到七萬度，可以說是很大，大部分在我們地球上所知道的範圍以外。但就是這樣，在一定溫度，由一定面積，發出的輻射量，我們還可以算出。計算結果，很可驚異。在華氏七萬度的表面，他發射的能力，只要有一個火車頭內，工人站的地方，就可以把全世界火車，運轉起來，還有餘裕。在這樣溫度的表面上，每一平方英寸，發射的能力，就可以使航行大洋，像麥雷利那那樣的大船，用他最大的速度，航行不息。反之，在華氏二千五百五十度，像現在所知道最冷的星，那樣溫度的表面上，每一平方英寸，很不容易發出，能使一個小划船行動的能力。從相等的面積，最熱的表面，能發出最冷表

面的，三十萬倍的輻射量。所以溫度最低恆星的面積，必須有溫度最高恆星的三十萬倍，纔可以發出一樣的輻射量。

由此可以推想恆星的大小，很有異同。如果一個開紅色的星，有相當的燭光數，他一定要很大，因為每一平方英寸內，他的燭光數很小。事實上，有些開紅色的星，燭光數很大，並同時發出很大的熱量。例如同上面講過的俄來翁座 α 星，他所發的總輻射量，就是光熱的總和，差不多有我們太陽所發的六千倍。但是這個星的顏色，是開紅，他每平方英寸內，不能和太陽同面積內，所發的量相等。所以他的表面，必定要比太陽表面的六千倍，還要大得很多。

如果我們能把俄來翁座 α 星的精確溫度，由他的顏色找出來。我們就可以算出有若干輻射量，由他表面每平方英寸發出，因而他表面要有若干平方英寸，纔可以發出現在我們測得的總輻射量，簡單的說，就是我們可以知道他的大小。這個方法，當然可以應用到任何恆星。先由實測所得的溫度，算出他每平方英寸的輻射量，那麼我們如果再知道他的總輻射量，由簡單的除法，就可以知道他表面所有平方英寸總數。

我們上面已經說明，測恆星大小的，兩種直接方法。凡一個恆星，無論由兩法中任何一法，如果能把他

的大小直接測出，所得的結果，和由上面所講，用他每平方英寸內的輻射量，除他的總輻射量，所得的數目，總非常接近。這使我們相信，我們的推算法，很屬可靠。

由這樣推算，又得很可驚奇的結果。就是恒星的大小，比較他的噸數，溫度，以至燭光數變化的範圍，更非常的大。現在所知道最小的恒星，是樊馬能星。他或許比地球僅僅稍大一點，把這樣星一百萬個，裝到太陽裏面，還不能裝滿。這樣看起來，好像太陽很大。但在他方面，有些恒星，例如俄來翁座 α 星，他的大小，可以把像我們太陽大的恒星，幾百萬個，裝到裏面，也還不能裝滿。如果把這樣大的星一個，放在太陽的地點，那麼我們自身，都要被包在裏面，因為他的半徑，比我們地球軌道的半徑還大。如果我們再把太陽比作一個豌豆，那麼最小的恒星，例如樊馬能星，只能像一個很小的塵灰，把這樣塵灰八個，湊合起來，只能夠把英文五號字母像『i』字上的一點，勉強蓋住，而最大的恒星，必定要把一個像汽車那樣大的球，來代表他方可。

總之，天空的博物館，可以說是含有五光十色的展覽品，我們不能不問到這樣森羅萬象的來源和意義。爲甚麼恒星的噸數這樣的相似？又爲甚麼在別的方面，又這樣的不同？對於這個問題，我們在次章再來研究。

第五章

恒星的類別

我們上面已經說過，恒星燭光變化的範圍，如同從一個螢火虫到探海燈，同時他的大小變化的範圍，如同從一個小塵灰到汽車一樣。他的質量變化的範圍，雖然小得很多，但也可以用從一個羽毛到一個足球，來比譬他。在這許多變化內，太陽差不多，都可以算是居在一個中庸位置。我們當然不能期待，無論在那一方面，太陽都剛巧正居適中，但事實上卻總相離不遠。把這個事實，用另外一句話來說，就是太陽無論在質量，大小，溫度，以至燭光，那一方面，都沒有甚麼出類拔萃的地方。

當然僅指摘出兩極端，和一個中等恒星，我們對於恒星的知識，還很淺薄。如同我們僅知道，最高和最矮英國人的體重和身長，並且五英尺九寸長，無論在那一方面，可以算最中等的一個英國人，我們對於英國人，不能算知道很多一樣。我們必須知道從大小燭光和質量各方面，怎樣可以把恒星分類排列，我們的知識纔算詳盡。

譬如在一個賽狗會裏，與賽的狗，忽然一齊逃散，把所掛的名牌逸失，我們必須把他們從新分類時，沒有

經驗的人，一定會想，我們必須從狗的體重，毛色，毛長等等，反覆分類許多次，但專門家，立刻可以着手，從他們的血統分類起來。一個一個狗的體重，毛色，毛長，在同一血統內，雖然也有相當的差別，但絕沒有各血統全部，那樣的變化多端。

恆星的三類

在恆星方面，也有同樣的情形。從沒有經驗的觀察家看起來，他們好像是非常混雜的集合，但天文專家，就知道他們可以歸成不同的幾類，如賽狗會內把狗分的那樣精密。事實上狗的血統，差不多有無數多。但恆星方面，卻只有根據大小分成的三主類。所以我們不能拿賽狗會內，狗的全體來代表恆星，我們只可拿其中的三類，很小的，中等的，和很大的來代表。這個比喻，當然是不很完全，因為天空不就像這樣簡單。主要的不同點，就是在最大的和中等的兩類恆星中間，有漸漸的嬗變，雖然這樣嬗變，在我們現在所知道的範圍，無論這兩類中的任何一類，和最小的一類中間，並不存在。

在我們預備把實在恆星，按照這三類分類以前，我們應當先研究為甚麼有這三類存在。第一，恆星根本上，為甚麼有不同的類別。我們關於原子構造的知識，至少可以幫助我們，解答這問題的一部分。

當我們敘述飛機旅行，進入太陽內部時，我們曾經說過，普通原子，是由一個中央核，和許多圍繞他的很小很輕的電子所成。在地球上而平常的溫度，中央核可以把全體電子，安穩攝住。在太陽大氣，那樣高的溫度，最外層的電子，就已經開始脫離，到太陽中心那樣的強熱，就只有最內層兩個電子，因被中央核堅強吸引，還可以抵抗那四千萬度的強熱外，其餘電子，就要完全脫離。

白 侏 儒 星

但是我們知道有許多恆星，他的中心的溫度，可以比太陽中心高到十倍，二十倍，或許直到五十倍。沒有一個原子核，能到這樣強熱，還把電子攝住。在這樣恆星中心，無論甚麼原子，都完全崩潰。在那地方的物質，可以說僅僅是些粉碎原子，就是許多東馳西走，不相統屬的原子核和電子，毫無秩序的集團，在最原始狀態的物質。因為在地球上，我們從沒有經驗過這樣情形，很不容易找出一句簡單的話，來形容他。在由很小的質點組成，每個質點，和其餘質點無關，獨立運動的這一點看起來，雖然好像氣體，但他的質點，卻相擠很近，毋寧把他比作液體，如水或水銀，或許更比較近似一點。

一個完整原子，可以比做一個縮小的太陽系。質點大的中心核，就是太陽，圍繞他的電子，就是行星。不單是，在他裏面大部分，是虛無所有的空間，這一點也和太陽系相似。我們已經說過，太陽，行星，同他們中間的距離比較起來，是怎樣的渺小。我們曾經把一粒豌豆，兩個芥子，許多細沙，和塵埃，放在皮卡得理圓街，來代表太陽系。太陽系內的空間，必須用皮卡得理圓街全部來代表，但構成這個模型的物質，就是一個小孩，也可以把他拿在手內，其餘全體，是虛無所有的空間。原子內部，也和這情形一樣。如果我們把皮卡得理圓街，代表原子內的空間，那麼他裏面的物質，就是原子核和電子，至多只可以用少數個芥子來代表，他們僅僅占很小的空間。

但在最熱恆星的中心，那些構成原子的小成分，卻裝填的非常緊密。因為強熱把原子破壞，分為原子核和電子後，由恆星全體重量所生強大的壓力，就立刻顯出效果，把那些成分推擠很近。結果把恆星的物質，裝填到很可驚奇的小地方，使該恆星成為很小星體。

這樣把恆星物質，裝填的結果，生出恆星的最小類。天文學家叫這一類，做白侏儒星。最極端的例，是樊馬龍星。（參照第八十一頁）。他只有地球那樣大。其次的就是天狼星的闊別伴星。（參照第七十三頁）。該

星大約有地球的三十倍大，但他所含的物質，有地球的三十萬倍，所以他裝填的緊密，約有地球的一萬倍。大自然在這一點，可以說是在我們面前，表演一種裝填的技術。如果我們能把地球上的貨物，裝填到這類恆星中心的那樣程度，我們就可以把一百噸的烟葉，裝進一個烟袋，幾噸的煤，裝到一個小衣袋裏。和構成這類恆星的粉碎原子相比，我們地球上固體的物質，不過好像最稀疏的絲織，例如在空間張掛的蛛網一般。

因為這類恆星，裝填很密，所以他的表面上每一部分，都要輻射很大的能力。概括的講起來，表面上每一平方英寸，差不多要放射二百五十馬力的能力。在太陽表面上，同一面積，所放射的能力，不過只有五十馬力。因為要把這些能力放出，白侏儒星的表面，不能不變成白熱。我們由此可以知道，為甚麼這類恆星，要叫做白侏儒星，侏儒是因為他小，白是因為他表面白熱。

主 列 星

白侏儒星，毋寧是很少的例外，多數恆星的物質，並不像那樣擁擠。當我們敘述旅行太陽內部時，曾經說過，那處大多數的原子，並沒有完全崩潰。許多他們的原子核，還保持一個或兩個的電子，仍然可以說是一個真實原子，有一定的大小，不過比完整時，小得很多。

這樣的原子，當然不能像白侏儒星中心的物質，差不多擁擠到沒有空間的地步。但是我們還可以把他們，裝填到比完整原子，能够裝入的更小地方。在太陽中心，他們裝填到每一立方英尺，可以含數噸物質的程度，雖然精密的噸數，我們不很知道，在白侏儒星的中心，一立方英尺，就要裝填到幾千噸。

把物質裝填到這樣程度的太陽，是一種類中等大的恒星的代表。我們叫他做『主列星』。這一類大約要佔全恒星的百分之八十。主列星的中心，大約都像太陽中心那樣熱的程度。所以在他中心地方的原子，普通也只含最內層的兩個電子，不能再多。我們可以把牠比做一個只剩下水星金星的太陽系。物質破碎到這樣程度，雖然也可以裝填很密，但不能緊密到像白侏儒星那樣情形。結果主列星都比白侏儒星大，並且大小變化的範圍，不能很廣。但是除大小以外，他們的情形，卻變化多端。例如他們的質量，佔有我們所知道的恒星變化的全部，他們的顏色，從鮮紫到暗紅，佔有我們用分光術所得光帶顏色的全範圍。實在的講起來，他們可排成一個系列，如『主列星』這個名稱所指示。如果把他們按照質量次序，排列起來，就可發見他們，恰好也很近似的，按着顏色的次序在排列。他們裏面，質量最大的恒星，也就是他們裏面，顏色最藍的恒星。質量漸小，顏

色就按着光帶的次序，由藍而白，而黃，而極闊極深的紅，依次變化。並且隨質量減小，他們的燭光數，也就漸漸減少。變化的範圍，佔有恆星光度變化的全範圍，從探海燈到螢火虫那樣。

紅 巨 星

第三類恆星的特性，是他們中心的溫度，比主列星還要低，直可以低到一二百萬度。在比較這樣低的溫度，電子不能剝離到，只剩最內層的兩個，像太陽中心那樣。外面的其餘電子，仍然可以被中心核攝住。所以原子比較的很大，不能裝填很緊密。事實上，他們好像很舒適，有許多迴旋餘地。以致使這類恆星，成爲很大的星體。這類星的模範例，是參左肩星，即俄來翁座 α 星。他有太陽的二千五百萬倍大，雖然他含的質量，大約不過太陽的四十倍。更大的例，是巨鯨座 θ 星。他大到可以把太陽三千萬個，裝到裏面。最近發見該星，有一個白侏儒星的闊弱伴侶。他們兩個，成一個雙星系。如果恆星也有幽默情感，這對配合不當的伴侶，由他們滑稽的不調和，大小的不平等，一定要喚起大騷。超過水滸上一丈青王矮虎的程度^{*}，好像一隻大象，和一個白

^{*}譯者按：原文此處，是「超過亞德錫爾的距離與積氣」。查亞歷與積氣，是亞德錫爾的著名油畫，內畫一大狗，和一小貓，因非國人所繪，故改如譯文。

給，互相協作，在空間攜手旅行一般。

這類恒星的大多數，大約都有至少可以容納太陽壹百萬個，在裏面的那樣大。他們的燭光，雖然很強，但他們的面積也很大，所以每一平方英寸，只須放射小量的能力，有時可以小到五馬力。這個馬力數，在太陽是五十，在有些藍主列星，是五萬。他們的表面，不用很熱，就可以把這樣小的能力放出，所以他們的顏色，普通是紅，也有時是黃，不過黃色的時候比較少些。

這類恒星，叫做紅巨星，或黃巨星。這是因為他們大，紅黃是因為他們的顏色紅黃。

恒星的 能力

恒星的大小，所以這樣變化多端，我們知道很明白，是因為和他內部原子大小的變化有關係。他們的燭光數，為甚麼也有廣漠的變化，我們知道就比較的不很清楚。但每一個恒星，很的確的可以看做一個大動力廠。在內部發生的能力，從熱表面上，用輻射的形式，向空間放出。太陽每一平方英寸，供給五十馬力，乍看起來，好像是很大，但我們須要記住，表面的每一平方英寸，不過是在偉大星體內，所發生能力的出口。太陽有四十三萬二千英里的半徑，所以在表面一平方英寸下面，四十三萬二千英里深的物質，所發生全能力，都要

從這一平方英寸放出。從這一點看起來，每一平方英寸有五十匹馬力，不但不算多，還要算很少。

我們知道輻射有質量，所以從太陽表面每一小部，都有質量，不斷的像水流般湧出。計算結果，知道每一秒鐘，由太陽放出的全輻射，有質量四百萬噸。所以太陽不斷的，用每秒鐘四百萬噸的比例，減少他的質量。差不多是從威斯脫明斯忒橋下，流出水量的一萬倍。太陽的質量，實在是同他表面，有一萬個破口，從每一個破口，都有全泰晤士河流出那樣的減少。讀者讀到本行，已經比開始讀本段時，太陽要輕數百萬噸。但到明天現在，他要更輕三千五百萬萬噸。這些質量，究竟是從何處來的呢？我們下面當再加以討論。

恆星物質的消毀

我們現在還不很確實知道，恆星怎樣的發生輻射，但他是把自己的物質消毀，好像一個普通動力廠，把煤炭燃燒，發生能力一樣，來經營輻射，可以說是很近於實在的情形。不過物質消毀的程度，二者大不相同，在煤炭燃燒，不過係原子的一種重新排列，原子自身，毫無影響，但在恆星內部所起的變化，很可靠的可以說是原子本身，實在的消滅。就是在一瞬間存在的原子，在第二瞬間突化為烏有，除一瞥的輻射外，沒有絲毫餘燼

存在。但原子雖消滅，在那消滅瞬間，發出的輻射，都有未消滅前原子全部的質量，所以質量仍然可以說是不變。

如果這是恒星輻射真來源，太陽就要用每秒鐘四百萬噸，或一晝夜三千五百萬萬噸的比例，消毀他的原子，其餘的恒星，也按照他燭光，用相當的比例，把原子消毀。因為恒星的質量，不斷的消失，成為輻射，他的質量，一定要不斷的變輕。所以大概的講起來，最老的恒星，也就是最輕的恒星。有許多證據，使我們相信這是實在情形。

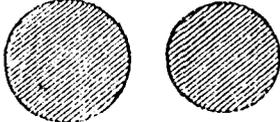
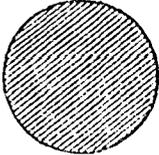
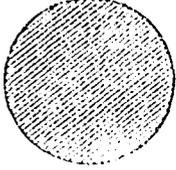
我們曾經說過，質量最大的恒星，根據上面所講，就是最年青的恒星，出乎其類的非常光亮。概括的講起來，恒星的燭光，隨他質量的次序，一同減少。但他燭光的減少，更遠比質量快。所以年齡大的恒星，不但僅剩有較少的物質，並且所剩的物質，每一噸發出的輻射，也比較的微弱。我們想像恒星，是由許多物質混合而成，這些物質，變成輻射，有快有慢，就可以說明為甚麼要這樣的理由。就是有些物質，消毀很快，當他存在時，可以很快的發出輻射，但不能存在很久。當這些物質存在時，恒星雖輻射很強，一旦把他完全耗盡以後，剩下輻射力較弱的物質，就只能輻射較慢，但他的壽命卻較長。所以可以說恒星經過了短促而絢爛的青年

狂瀉浪費時期，就要預備進入平淡悠久輻射能力較緩的老年境況。這樣學說的組織，雖不能說已到最後不變的成立地位，但他和天文學上已知的事實，極為符合，至少對於天空中，這樣多的恆星類別，給我們一個極有興趣的裏面視。

最近的恆星

把上面所講恆星的分類，記在心中，我們此後當簡單的，把我們最鄰近的空間，加以檢查。因為這樣，大概可以給我們一個空間的最好模範。如果把更遠的空間加入，反不能拿來當做一個適當範例。因為那樣，就要把因為距離遠，光度小，我們不能觀察出，許多不知道的恆星漏去。在很鄰近的範圍，我們纔可以確信很開弱的恆星，也可以觀察到。次頁所列，就是二十六個我們空間最鄰近的恆星表。第二行是用光年表示的他們距離，第三行的圓，是大概表示他們的大小比例，他們的顏色，也附記在後面，最末的一行，是把太陽輻射強度，當作單位，他們的大概輻射強度。

假定這二十六個恆星，可作全天空的模範，我們馬上可以看出，這些恆星的大多數，比太陽紅而小，當然也就沒有太陽那樣光亮。大概這二十六個中，只有四個，比太陽大，並且只有三個，就是馬身人座 α 星，天

星名	距離 (以光年 為單位)	大小和顏色	極光勢 (以太陽為 單位)
太陽	—		黃 1
馬身人近星	4.27	•	紅 $\frac{1}{20000}$
馬身人 α	4.31		均黃 $1\frac{1}{2}$ 和 $\frac{1}{2}$
畢尼婆 15040	6.06	•	紅 $\frac{1}{2500}$
窩爾夫 359	8.07	•	紅 $\frac{1}{50000}$
拉得爾 21185	8.33		紅 $\frac{1}{200}$
天狼	8.65		均白 26 和 $\frac{1}{400}$
三極星	9 至 10	• • •	?, 紅 平均 $\frac{1}{900}$
五齡七	10.3		帶紅黃 $\frac{1}{3}$
南河大星	10.4		白? $5\frac{1}{2}$ 和 $\frac{1}{20000}$
八圓星	10 $\frac{1}{2}$ 至 11 $\frac{1}{2}$		均紅 平均 $\frac{1}{16}$
普威格 60	12.7		均紅 $\frac{1}{400}$ 和 $\frac{1}{1400}$
楚馬能星	12.8		白 $\frac{1}{6000}$

狼星，南河大星，這三個星系中的主星，比太陽光亮。

我們又看出這些恆星中，沒有一個紅巨星，或黃巨星。這並不是表示太陽近旁，有些異乎尋常。巨星在空間，本非常的少，所以在任意一個恆星小集合內，就有一個也嫌太多。如果在太陽近旁，碰巧有一個紅巨星，或黃巨星，我們就不容易，把他表示在上面的圖內，因為照上面圖的比例，一個普通紅巨星，必須用直徑十二英尺的圓來代表。這二十六個恆星中，有二十三個，的確是主列星，還有一個，就是南河大星的間弱伴侶，是否主列星，尚未能確定，——也許是白侏儒星。其餘的兩個，就是天狼星的間弱伴侶，和樊馬龍星，的確是白侏儒星。天空中多數恆星，是主列星，由我們所取的範例，也就很適宜的表現出來。

這二十六個恆星，把他們物質消毀，變成輻射的快慢，各不相同。但他們的大多數，都比太陽消毀的慢。只有三個，就是馬身人座 α 星，天狼星，和南河大星，這三個系中的主星，比太陽快，同時他們可消毀的物質，也比太陽多。太陽現在存儲的原子，如果仍按照現在的快慢程度，消毀下去，大約還可以支持到十五萬萬萬年。但遠在消毀到他那最後原子以前，他早已變成更小更闊，決不能仍按照現在程度，把物質向外輻射，所以壽命更可延長。

這樣看起來，多數恆星，大約到他變成完全闇黑以前，還可以有數百萬萬萬年的壽命。這個估計，不管最後證實與否，有一件事，是很確實。就是我們人類的壽命，由天文學上的時間看起來，可以說是完全不足輕重。我們從前已經看出地球在空間，不過是一點，現在又看到，我們的壽命，並且就是人類的全歷史，在時間上，也不過是一瞥。

第六章

銀河

我們在第一章，討論天空表面時，不過把恒星當作由許多光點所成的遼遠背景，由他來定我們在空間的位置。我們曾經講過，怎樣可以由運動的快速，把我們近鄰行星，和太陽系內其餘分子查出。

但以後我們檢討過，恒星究竟實在是何物，並且討論過他的各種物理性質。在各種性質中，我們曾經查得，他的燭光變化多端。有些比太陽明亮數千倍，但有些卻又闇黑數千倍。如果我們把太陽比作一枝普通臘燭，有些恒星，必須比作探海燈，有些在另一極端，又必須比作螢火虫。

恒星燭光，這樣大的變化，是最近纔發見的事實。有很久的時候，以為恒星的實在光度，大抵相等，和一出街的街燈一樣。所以如果一個恒星，看見很闇，那不過是因為他的距離很遠。在一千七百六十一年，天文家蓋褒特，曾立論謂凡恒星，既都是為同一目的造成，決沒有理由，一個恒星，要比其餘闇弱。如果有些看見闇弱，不過是因為他離我們更遠。我們根據上面所講，知道蓋褒特這個論斷，是完全錯誤。

宇宙的測繪

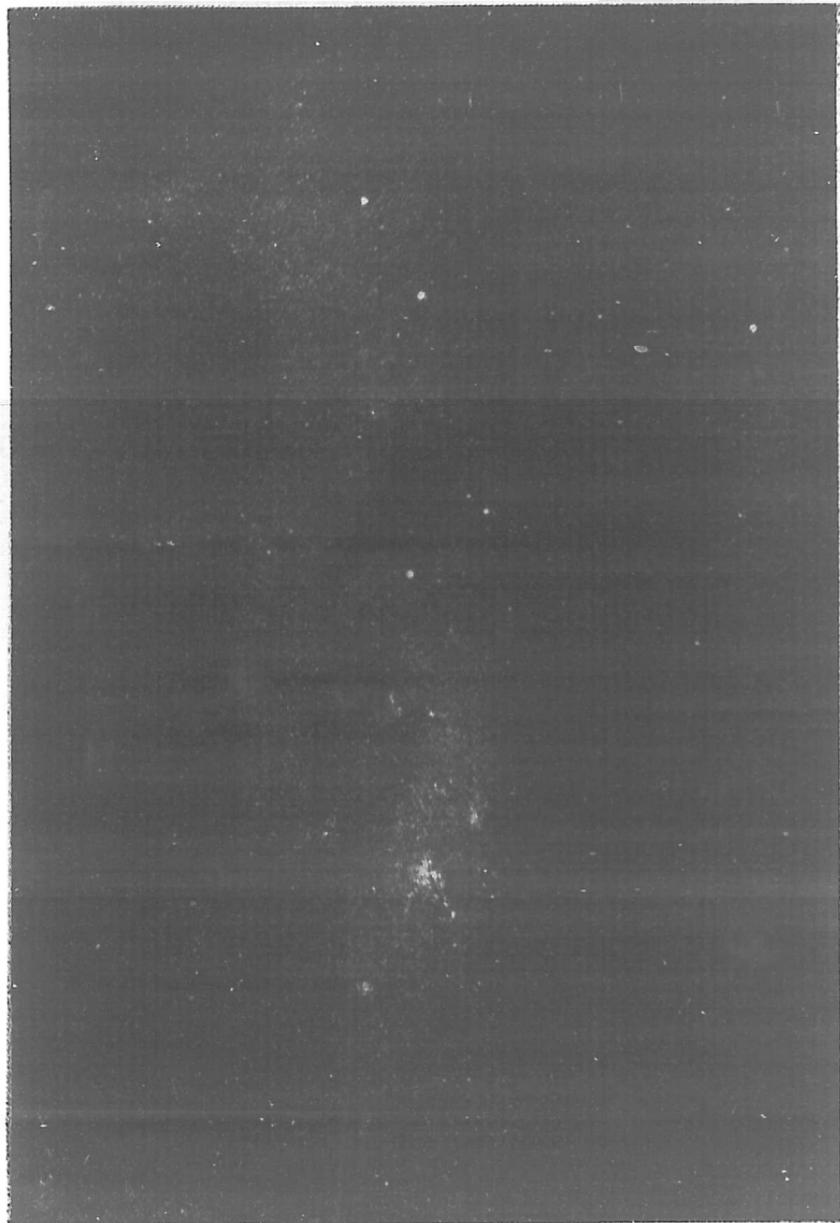
如果蓋婁特所見不誤，所有恒星的實在光度，都是相等，和一串街燈一樣，天文學就要比實在簡單許多。我們可以由恒星外觀的明暗，立刻算出他們的距離，按照一個一個恒星的位置，如同繪地圖一樣，把宇宙圖繪出來。但是事實上，我們看見闇弱的恒星，也許是很遠的探海燈，也許是很近的螢火虫。究竟是那一樣，很不容易斷定，除非把他的距離實測出來。

我們已經講過，有些恒星的距離，用普通測量方法，就是觀察由我們在空間移動，所發生恒星位置的變化，可以把他測出。但是這種方法，只能適用到少數最近恒星。大自然允許我們所做最長的旅行，是每隔六個月，當地球從太陽這一邊到那一邊時，我們所經過一萬八千六百萬英里的旅程。大多數恒星遼遠的程度，就是經過這樣長的旅行，也不容易發生，使我們可以看得出的方向變化。實在我們可以說是，難見這樣一個難題，就是要測一個物體的距離，只許向他正視，不許迴旋移動。我們是怎樣解決這個難題呢？

我們已經講過，如果知道每個街燈，都是一樣的燭光，那麼這個難題，對於一串街燈，就很容易解決。同樣的方法，也可應用到恒星。就全體看起來，恒星的燭

光，是變化很廣，但有若干類的恆星，我們很容易認出他屬於何類，在每一類中，他們的燭光，是整齊不變。我們只須知道他們一個的燭光，就知道他們全類的燭光，於是用街燈方法，就可以判斷他們的距離。凡看見該類較闊的恆星，距離一定較遠，換一句更簡明的話來說，就是該類恆星的實在距離，和他外觀上所表現的一致。

如果有一種雲霧，或不透明物質，彌滿空間，使光通過若干距離後，即行消失，那麼街燈的方法，當然就不能適用。在一個霧夜，我們只能看見街上的少數最近燈光，但我們不能即由外觀的闊淡，來判斷他們的距離。最闊的並不像我們想像的那樣遠，如果我們不知道是從霧中去看他的時候。很詳密的研究，可以說是證明，除很少的幾個特別方向外，空間並沒有這樣雲霧存在。天空中常有輪廓分明的黑塊，散在各處。在那黑塊中，我們看不見任何恆星，或僅能看見少數個由他們的光輝，知道是很近的恆星。很顯明的例，是一個像煤那樣，我們叫做煤袋，在插版第二十九，大約中央部分的那個黑塊。這些黑塊，很像陷洞，以前就曾經這樣解釋過，說他們是恆星系內的洞，——一種從外部空間，到達我們地球的隧道，雖然怎麼會有這樣多的隧道，到達我們的渺小地球，是很可怪的一件事。我們現在知道這



銀 河 第 一

本版為從馬身人座（版頂）到巨船座（版底）部分的圖。在中央近版頂處的二明星，是馬身人座 α 和 β 星，在他們下面，可看見「煤袋」。（參照第九十八和第一百七十三頁）。煤袋右側，是南十字座，煤袋下面較低處，有星雲，環繞巨船座 η 星的周圍，右側離版頂四分之一下面，有馬身人座 ω 球狀星團。



俄來翁座星霧

本版所示，是俄來翁座之星南方，馬首狀的黑暗部分，我們恒星都市的塵霧，被我們都市星光照耀而明亮的圖。（參照第一百十六頁）

些間黑虛無所有的空間，並不是甚狹隧道，乃是離我們極近，把遠處的星遮住，使我們看不見的間黑物質的雲。

只要一看現代的天空的照片，就可以知道這個解釋，確實成立，例如插版第三十的中央部分，有一個黑塊，很像馬首的，就很難把他當作恆星中的隧道解釋，我們立刻可以看出他是一種障礙物。

除在少數方向，我們遇見這樣不透明的物質，天文學上的空間，可以說是完全透明。光可以徑直通過，不受妨礙，或阻攔。除因距離影響減弱外，不受其他減弱作用。所以無論在恆星的任何特別類，只要他們的燭光齊整，恆星實在的距離，就真正和他們外觀所表現的一致，是很精密確實的事實。這樣類別的恆星，最有趣味的，是史類變光星。

史 類 變 光 星

大多數恆星，明暗的程度，完全是一定，但有些少數稀有的恆星，他的光不斷的變化，從明到淡，復從淡到明，好像有人把煤氣燈的煤氣來源，不斷的增大減少。在很久以前，發見有一個史浮士座 δ 星，變化的情形，很奇特，好像煤氣來源，漸漸的減少，忽又猛然增加一樣。他極正確的，每五天又三分之一，把這變化的

輪迴，反覆一次。有一個很遠的雲狀星羣，叫做小馬傑爾雲的，（參照插版三十一），含有一團完全和他同樣的恆星。由實測證明，他們的明亮，完全相等，因為他們離我們遠近一樣，所以這就是表示他們，一定是有全一燭光。這樣的恆星，也有些離我們很近，可以用普通測量的方法，把他們的距離測出，由此就可以算出他們的實在燭光。測算結果，這些恆星，也剛剛有同一的燭光數。把天文學上這一類的研究，總括起來，可以說凡和史浮士座 δ 星，有全樣變化的恆星，他們的燭光數，也完全和史浮士座 δ 星一樣。

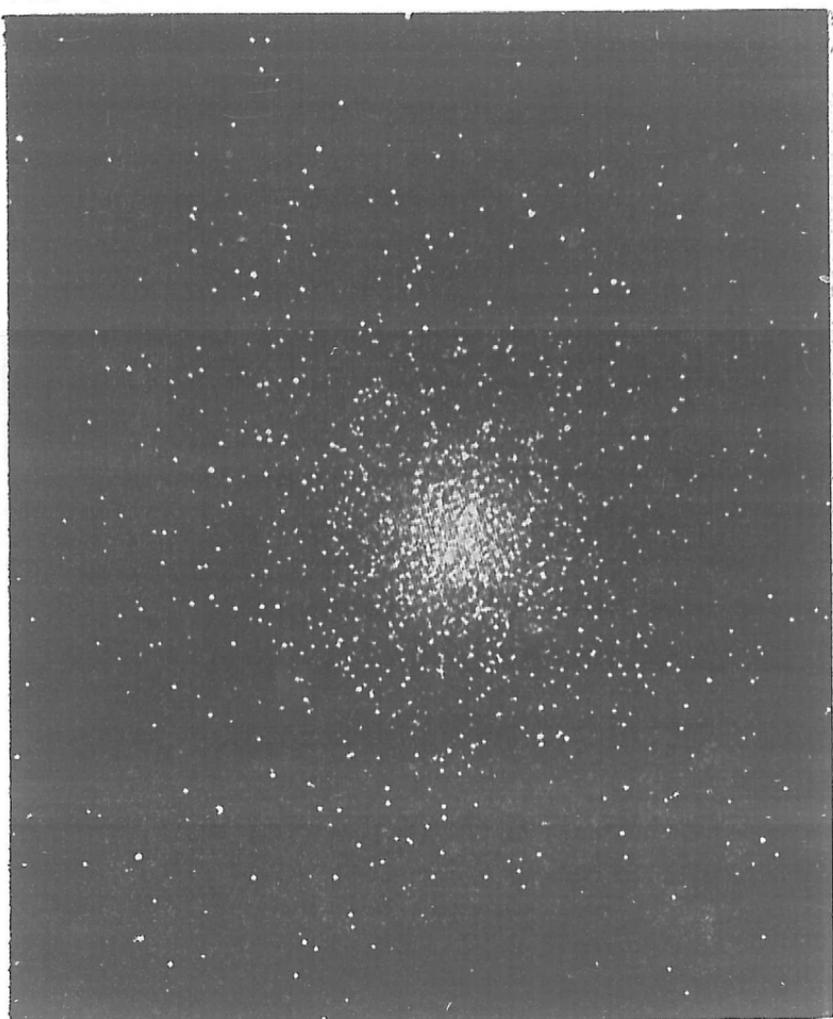
另外還有許多恆星，也有和這樣大體相同的特性光度變化，——就是光度漸漸的減少後，突然又復原，——但是他們變化的週期，和史浮士座 δ 星不同，不是五天又三分之一。這些恆星，總成一類，我們叫他做史類變光星。這類恆星中，只要有全一的週期，不管他實在週期的長短，都查出有同一的燭光。他們實在的燭光數，和上面所講一樣，只須算一個近處星的燭光，就立刻可以推到全體。照這個樣子，天空中任何史類變光星，我們都可以由他的光亮變化時間，知道他的燭光，再由他外觀上的光亮程度，算出他的距離。這類變光星，可以說好像大洋中的燈台一樣。由他光輝的特性變化，立刻不誤的可以把他認出，並且由他的燭光，立刻可以算出



小 馬 傑 蘭 雲

長喙鳥座的大雲狀星羣，近北極，在英倫島不能看見。他很大，每秒鐘走十八萬六千英里的光，從一端到另一端，須六千英里，又很遠，光從他到我們，需九萬五千年。他至少含有比天狼星還明亮的星五十萬個，和多數的開弱星，但因為遠的關係，我們從他接受的光，只有從天狼星的二十五分之一。

在本版極左側，有兩個球狀星團，在極端上部的，是長喙鳥座四十七號，球狀星團中最近最明的一個，離我們只有馬傑蘭雲三分之一遠。



赫勾盧座M十三號球狀星團

這是在北半球的最美麗星團，雖在全天空中，還不算最美麗。他離我們，約有須三萬三千年，光纔可到達我們的那樣遠。他發出的光，雖有太陽的二百五十萬倍，但肉眼直接，僅到剛能看見的程度。

他的距離。

這是測量空間，——至少可以說是測量含有史類變光星空間的，一個最有力的方法。這個方法，發見後不久，現任哈佛觀象台長，夏勃雷博士，就用這個方法，測出若干星團，每一個裏面，含有數十萬個恆星，我們叫做球狀星團的距離。

球 狀 星 團

假想空中有一群蜜蜂，成一個中心球狀集團，在球的周圍外面，有許多蜜蜂，往來飛吟，如同中心集團的前哨一般，我們把每一個蜜蜂，換成恆星，就可以得一種球狀星團很好的代表。因為這類星團，是許多恆星的球狀集合，越到中央，集合越密，越到外面，集合越疏，恰和上面所描寫的相似。插版第三十二所示的，就是這類星團的一個模範例。

我們知道的球狀星團，差不多有一百個。約自前世起直到現在，並沒有新的發見。所以我們可以看作並沒有尚待發見的殘餘，我們已經知道他們全部。他們大多數，是天空中很闊弱的物體，不過有五六個，可以直接用肉眼看見。

他們都含有許多史類變光星，使可很精確的測出他們的距離，所得結果，很可驚異。就是最近的球狀星

團，他遶遠的程度，也要一萬八千四百年，纔可以使光到達我們。我們所看見的，不是他現在所有情形，也不是他現在所在位置，乃是一萬八千四百年前，遠在人類開化以前，他所有的情形，所在的位置。我們看見他的光，是在地面還被原始的森林掩蔽，凶猛的野獸蹂躪，耕稼尚未發明，人類依靠最粗樸的漁獵生活時，就由他發出，經過長久的旅程，直到現在纔到達我們的。當光通過空間，做這樣長的旅行時，人類在其間發生了有記載的奎歷史，六百代的人，在其間生長死亡，許多的國家，在其間興盛衰滅。總言之，就是雖然是最近的球狀星團，要使每分鐘用一千一百萬英里的速度進行，那樣快的光，從他到達我們，也必須要這樣長久的時間。這個最近星團，含有數十萬個恆星，有許多比我們太陽還非常明亮。但因為離我們太遠，他們聯合一起，用直接肉眼，纔只能勉強看得見。

如果這個星團，在他住民中，也有若干天文家，和我們研究他們一樣，來研究我們。他們看見地球，每年繞太陽的路線，只不過像放在四百英里遠處，一個針孔大小一樣。由此可以看出，我們測恆星距離，所用普通測量的老法，在這樣遠距離，完全不適用。只能圍繞一個針孔運動的生物，決不能希望看見四百英里遠處的物體，由他們運動，發生可測的位置變化。

夏勃雷又找出最遠的球狀星團，差不多有最近的十倍遠。由最近星團出發的光，要一萬八千四百年，由最遠星團出發的光，就差不多要十八萬五百年，纔可到達我們。他把中間星團的距離也測出，並且把他們在空間的位置，圖繪出來。他們在空間的大概排列，好像是葡萄乾，排列在一個普通葡萄乾圓麵包內一樣。換句話說，就是他們頗勻整的，散布在一個像圓麵包的空間裏面。他的截面是圓形，厚的方面，比長的方面和寬的方面都薄。

雖然這還不能說是怎樣確定，但照這樣方法，把球狀星團，圖繪出來，夏勃雷可以說是解決了比當時所想的，一個更大問題。就是他把恆星，在空間怎樣排列的問題，隨同解決。

原始人的最初直感，大約以為恆星，是照樣推到無窮遠處的，這是最簡單，並且在許多方面最自然的設想。但是有許多論斷，證明這個設想，不能不誤。現在姑且舉一個來說明。如果恆星像在太陽近旁那樣的排列，推到無窮遠處，那麼我們無論向何方向注視，我們早晚一定可以遇見一個恆星，全天空就要成一個勻整的光幕，如同在大雪時，全天空好像一個勻整的雪幔一樣。但是夜間天空，大部分是闇黑，所以恆星一定不能照樣，推到無窮遠處。當我們進到空間若干距離以後，他就要變

稀薄，一直到完全烏有爲止。除在上面講過的特別部分，星光被闇黑物質塊遮蔽以外，天空所以現爲闇黑，是因爲我們通過全恆星系，看到虛無所有的空間的原故。

銀 河

但是夜間天空，並不全部是闇黑。在任何一個沒有月色的晴夜，我們可以看見一個巨大的銀色淡光弧，橫過空間，從地平線的這一端，到那一端。我們不能看見他在地平線下，是怎樣情形，但如果環遊地球一週，就可以看出他兩端，在南方天空，結合一處，成一個圍繞全天空完整的大光環，好像一個有光的帶，圍繞全世界一樣。我們中國叫他做銀河，天潢，天河等種種名稱，英國話以及很多國的語言，都叫他做『乳道』。

不但原始人，就是早期天文家，對於這個光弧的性質，也頗被他眩惑。墨西哥人，用很富有詩意的名稱，叫他做『五色虹的小白姊妹』。大多數民族，都有用他當作主題的無數傳說。本書卷頭插畫，就是庭拓累拓所作，關於銀河起源故事的一張畫，畫名叫『乳道的起源』，現藏在英國國立陳列所裏。（參照卷頭插版）。到一千六百零九年，嚙利曼俄用他新製的望遠鏡，來觀察銀河，這個玄秘，纔立刻冰釋。在望遠鏡裏，可以看出銀河，不過是許多闇弱星的密雲，好像很細的銀

粉，撒布在天空的絨毯上面一樣。（參照插版第二十九，第九十九頁，插版第三十三，第一百十一頁），瞿利蒙俄的望遠鏡，更進一步證明，就是在銀河裏面，大抵分天空，也是開黑，恆星不過是暗黑背景上面的偶然出現。

除黑塊物質部分外，天空的開黑，只能是因為我們通過全恆星系，看到虛無所有的空間。所以就是在銀河方向，我們也有時要走到星的盡處，不過在這個方向，比別的方向，可以看見更多的星。由他們的比較的開弱，知道他們離我們更遠。由此可以知道在銀河方向，比別的方向，我們可以走到更遠，纔到星的窮盡處。

恆 星 輪

威烈恩侯矢勒，在一百二十年前，就得了下面論斷。他想恆星的排列，是像一個大車輪，太陽剛位置在輪轂的近旁，在那輪周的恆星，就構成銀河。星在該方向，所以看見開弱，是因為離我們遠；數目特別多，是因為我們不但看見輪周的星，並且看見沿輪幅，從輪轂到輪周，全部的星的原故。

最近的天文學上的研覈，在許多點，把侯矢勒這個論斷證實。但在一點，證明他的所見，是不能不誤。就是太陽不但不在大星輪的心轂，並且不在心轂近旁。他實在輪幅上，離中心約有從心轂到輪周的三分之一遠

處。因為我們現在知道，這個大星輪，也在空間旋轉，但他的旋轉，不是繞太陽，也不是繞太陽近旁一點，他的心殼，在離我們太陽，必須五萬年，光纜可以到達我們的那樣遠處。這個心殼的位置，恰和我們假想，包含球狀星團的那個圓面包中心，在很精確的同一方向，差不多的同一距離。這個車輪的平面，當然就是銀河所在的平面，和圓面包的中心截面，精密一致。所以球狀星團的一半，在銀河這邊，一半在那邊。

由此可以大略無疑的，証實侯矢勒的圓輪，和我們表示球狀星團排列的圓麵包，大概是一物。恆星和球狀星團，占領同一空間部分。當我們向外部空間前進，這兩種天體，大約同時達到終極。他們二者中只有一點不同，就是表示恆星的车輪，沒有表示球狀星團的圓麵包那樣厚。我們或許可以更近似的，用下面所講方法，來表示他們。

我們假想把圓麵包，切成上下兩塊，在兩塊中間，塗層很厚的牛油。然後把兩塊合起來，使成原狀。那麼這層牛油，就代表恆星，葡萄乾就代表球狀星團。太陽不是像侯矢勒所想那樣，在圓麵包中心近旁。不錯，在太陽上面和下面，有一樣厚的麵包，太陽恰居牛油層的正中。但他離圓心，卻差不多有從圓心到圓周的一半遠。

這個很庸俗模型，是說明夜間天空，偉大壯麗中的排列，我們能想到最簡單的一個。要從模型進到真實，我們必須擴大又擴大，直擴大到每空間一小點，變成幾百萬英里，然後把每一個葡萄乾，換成含有幾十萬個恆星的星團，牛油屑換成幾百萬的雲集恆星，其餘的物質，化成漆黑虛無所有的空間，或者至多化成疏落散在的原子，或原子的碎片，以至塵埃的烟霧纔可。這樣退我們的想像，全部變換起來，所得結果，可以說是決不應俗，是人目所經見，最堪驚歎的光景的一把鎖鑰，使我們對於天空的光怪陸離大陳列，用更深的了解，去觀察，去贊歎。

夜 間 天 空

但雖然如此，我們在廣庭中，仰視晴夜天空時，我們不能期待，可以看見這個全組織，展開在我們眼前。因為空間距離的廣大，使就是最明亮的恆星，也必須碰巧在我們近旁，纔可以被肉眼感覺出來。他們的光，到達我們，要不能在三千年以內，決不能不用光學器械的補助，可以看得見。但是最近的星團，也有這樣距離的六倍遠。所以可以說，凡是能夠單獨看見他存在的恆星，全在太陽周圍一小部分的空間內。這個部分，在我們葡萄乾麵包裏，比一個大葡萄乾，也不能大多少。如

果在這小部分外的恆星，都全部消滅，我們肉眼，決不能直接看見甚麼星減少。不過由許多星光集合所成的銀河，是要消滅無存，因為那些星都離我們很遠，我們不能看見他們一個個的單獨存在，和遠方城市的燈光一樣。此外天空的一般背景，也要稍微的變黑一點，因為有許多很遠，也不能一個個看見的星，分配極淡差不多看不出的弱光，在這個背景裏面。除這兩點外，我們肉眼直接，再看不出有甚麼變化。我們能分別看出單獨存在的恆星，完全不受影響。用天文學的尺度，來量距離，他們實在可以說近在家門。

由此看來，我們看見的天空夜景，可以分成兩部份。一個是星座，由一個一個的星的近景，就是在天文尺度上，近處的星所成。一個是銀河，就是我們只能看見他們集羣，許多遠星的背景。星座和銀河，是我們看見天空的全部。在中間距離，有幾百萬個恆星，我們絲毫不能看見。因為他們太遠，不能當作一個一個的星看見，又太少，也不能當作連續的光雲顯出。至多他們只能把天空的背景，稍微的烘托明亮一點。

恆星的全系，就是把銀河當作輪周，包含的恆星輪，我們普通叫他做銀河系。

恆 星 的 總 數

如果我們能够，把銀河系的恆星全部，當作一個一個的星看見，他們的總數，究竟有多少呢？乍看這好像是天文學家，要解決的問題中，最簡單的一個，只要在望遠鏡裏，一個一個的實在數去就行。但是事實上，不幸沒有這樣簡單。望遠鏡越大，我們看得見的星數越多，用現在已造成的最大望遠鏡，約可看見十五萬萬。這個數目，差不多和全世界五歲以上的人數一樣。但現有一個更大的望遠鏡，正在製造中，完成以後，無疑的要使我們看見更多的星。不過就是那樣，我們也不能期待，把所有的恆星，全數看見。我們要知道星的總數，用數的方法，是不中用的，唯一的有效方法，是把所有恆星，總括起來去衡他。

我們連看都看不見的恆星，要想去衡他，好像是句瘋話，但這實在是天文學家，最近實行的一件實事。

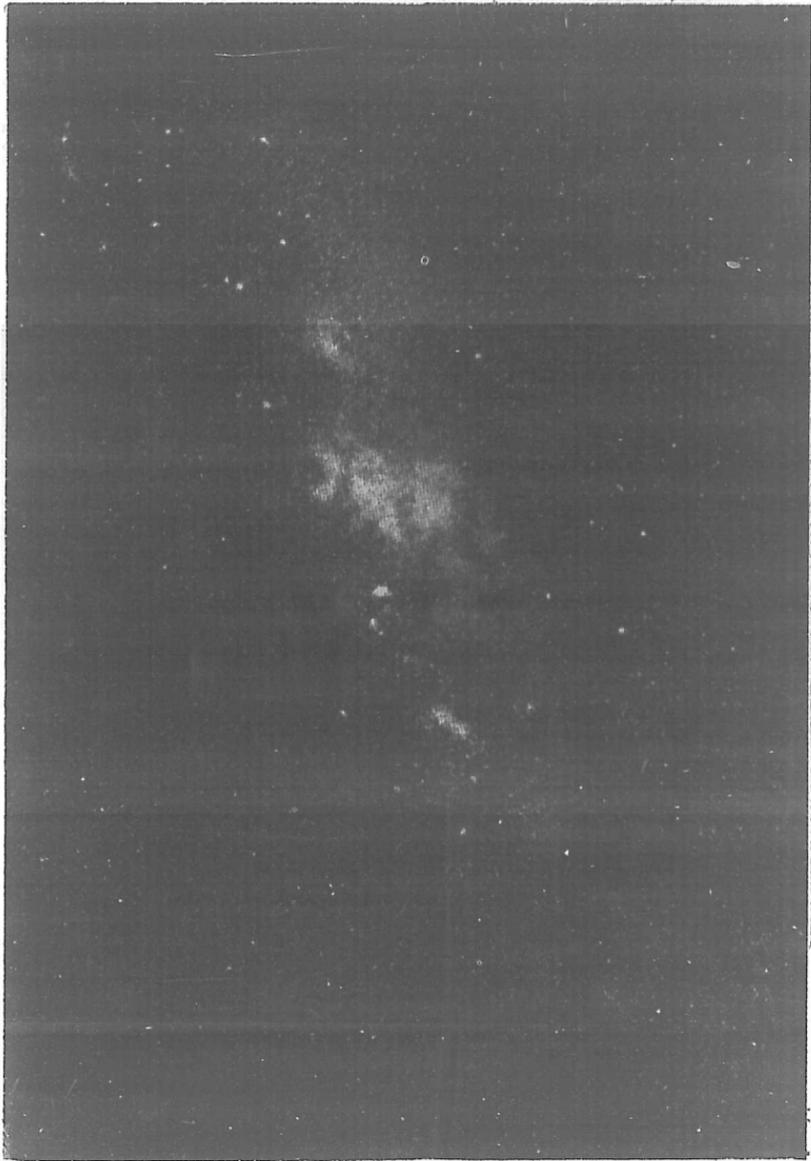
有很久時候，對於恆星爲甚麼可以保持他那個圓輪的形狀，頗覺可疑。就是在心殼地方，恆星的萬有引力，爲甚麼不把輪周的恆星牽引，使成爲聚在中心的一團，很難索解。這個疑問，現在已經冰釋，就是恆星保持他輪狀的原因，是因爲他在繞心殼環行。在這一點，恆星好像太陽系一樣，不過規模更大。太陽系也是好像一個圓輪或圓盤，他所以能保持這個形狀的原因，沒有甚麼玄秘，就是因爲行星在繞太陽環行。如果行星把環行停

止，一定就要向裏面墜落，換句話說，就是行星藉繞太陽的環行，防止他們向太陽的墜落。離太陽最近的行星，必定要運動最快，因為他們要抵抗的太陽引力最強。在更浩大的恆星系，也是一樣，由他們的運動，防止向心殼的墜落。離心殼越近，萬有引力越大，所以越在心殼近處的恆星，越要運動快。我們的太陽，離心殼的距離，使他每秒鐘，約須運動二百英里，差不多是特別快車速度的一萬倍。但他離心殼的遠近，又使他雖用這樣大的速度運動，也必須三萬萬年，纔可完全繞心殼一週。

這些數字，並不一定很正確。我們現在，還不很精密知道，我們距心殼有多麼遠。但關於心殼的方向，我們知識比較的完全。他當然要在銀河裏面，差不多很確實的，在插版第三十三所示部分，並且大概在他中央近旁。

這個中央部分，很久的就以最豐富的銀河部分著名。在心殼近旁，恆星當然的要最密集，並且向心殼方向，我們看見的恆星層，當然要最厚，所以心殼在銀河的豐富部分，毋寧是當然事情。

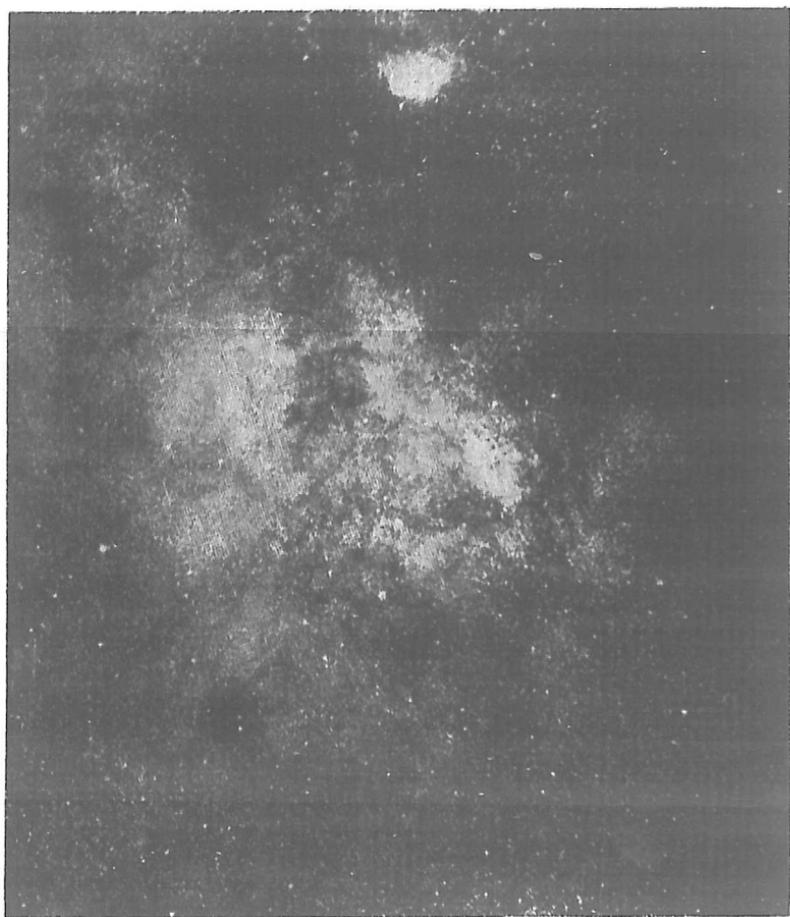
最豐富的部分，是箭手座的雲狀大星群，在插版第三十三的中央極近處。插版第三十四，是該部分更詳細的圖。各方面多數的研究，都一律的聯合證明，恆星輪的心殼，在該星群內，或其近旁。大約在該插版右



銀 河 第 二

本版為從安亭諾阿斯座到蝸座，最明最寬銀河部分的圖。中央部有更詳細的圖，在插版第三十四。（本頁反面）

插版第三十四



箭手座銀河部分

本版爲插版第三十三更詳細的圖。在左側和中央部分，可見有箭手座大雲狀星群，爲銀河最明亮的部分。右邊的暗黑塊後，或許是銀河系心殼的隱藏處。

半，所有的黑塊障礙物後面。如果確是這樣，恆星輪圍繞旋轉的心殼，我們就沒有法子去看見他。

我們可以很簡單的，把恆星的運動，描寫出來，如果我們想像每一個恆星，都被一個巨大中心太陽攝引，不斷的把路線向輪殼彎曲。不過這個中心太陽，大約很確實的是並不存在。如果我們能透過黑塊物質，看到後面，我們大約除普通恆星的濃密集合外，看不見有任何別物。這些恆星，很可靠的，是和雙星系的兩星一樣，由他們自己的萬有引力，互相維繫，並不是由一個巨大中央質量支配。

只要知道恆星繞心殼環行的速度，我們就可以把恆星系的噸數算出，如同我們知道行星怎樣繞太陽環行，就可以衡太陽一樣。每一個恆星，不但是在心殼地方的恆星，並且是在星系恆星的攝引之下，所以我們衡得的，不僅僅是心殼地方，乃是全恆星輪的總噸數。我們知道恆星平均的噸數，差不多和太陽一樣，或者稍輕一點，所以我們可以算出有多少恆星，構成這個恆星輪。

雖然我們不能知道這個數目，很準確，但大概可靠的，是在一千萬萬以上。就是對於地球上一個人，無論男女，大人，小孩，全算在內，要有比六十倍還多的恆星。實在的數目，或許是這個數目的兩倍，三倍，乃至五倍，也說不定。

這個數目，究竟是怎樣多，很不容易得一個具體概念。第一，我們在一個極暗的夜裏，不用望遠鏡，只用肉眼直接觀察，究竟能看見若干星呢？他們一看好像很多，如果叫不知道他們數目的人猜測，多數的答案，大約會說是十萬，二千萬，或其他相類數目。但就是眼睛最好的人，實在也只能看見三千，差不多只比本書五頁的字數，稍微多些。

我們假想這三千中，每一個恆星，都化身為我們看得見的恆星全體，分布天空。這樣想像，也不過能得九百萬個恆星，仍然是全天空恆星總數的一小部分。這個數目，差不多是和本書同樣大的書，一百本內所含的字數。要達到恆星的總數，必須假想一個大圖書館，至少有和本書同樣的一百二十萬本書，那麼該圖書館內，所有書籍的總字數，纔差不多和天空中恆星的總數相等。如果我們每分鐘，可以讀該書兩頁半，每天讀八點鐘，大約需四百年，纔可以把該圖書館內的書讀完。同樣，如果我們每分鐘，可以數一千五百個恆星，就是每秒鐘二十五個，也要四百年，纔可以把他們數完。我們地球，是這樣多的恆星中，毋寧不很重要的一個的附屬品。他比一百二十萬本書中，任何一個字，例如『太』字的一點還小，他只能和在兩頁書中所夾的，一個必須用顯微鏡，纔看得見的塵埃相比。在這樣小的塵埃上，

所住的人，直到三百年前，曾經把他當作宇宙的中心，所有的星，全圍繞他環行。他們的造成，除圍繞地球環行，在沒有太陽和月時，給我們以很弱的光輝外，別無其他任何目的。我們現在開始，感覺到我們在空間的住家，實在是怎樣的不足輕重，但是在次章，我們更要看出還有比這個更甚的情形。

第七章

空間的遠遠部分

以前曾經講過，當我們天文的智識尚淺薄時，很容易把恒星當作永無止境，無論向空間探求若干遠，不過遇見更多的星，如同在都市中生長的小孩，以為街燈是照樣連續下去一樣。但是我們現在知道，如果我們向空間進行相當的遠，我們就要到一地點，最初恒星開始稀薄，以後即完全消滅，這樣就到了銀河以外更遠的空間。恒星好像大都市中的燈光一樣，但無論怎樣大的都市，沒有能擴到無窮遠處，我們如果進行相當的遠，我們就要走出都市以外，到達闊黑廣漠的鄉間。

但這還不是全部的事實，我們現在知道，以銀河為界的輪狀恒星系，並不是空間所有的唯一恒星系。在銀河以外更遠的地方，還有其他都市，各有各的燈光。圍繞我們都市的黑暗廣漠空間，不是一切的止境。如果我們堅忍不拔的前進，我們終有時，達到另外一個都市，他的燈光，也由和圍繞我們太陽的一樣，許多恒星所成。現在把這個論斷的証據，說明在下面。

當我們在很遠的洋面上時，我們不能看出海邊都市，一個一個的燈光，他們僅能集合起來，成一種隱約的雲狀光氣。但當我們座船漸近岸邊，就可以漸漸看出

一個個的燈光，始而是最明亮的，繼而就是較暗的，也漸漸的可以看得出。

對於空間遠處的恆星都市，也恰有這一樣情形。我們雖不能接近他們，但不斷增加的望遠鏡能力，在相當意義，可以說是使他們漸漸的接近我們。不過是在最近若干年間，我們開始看見他們的個個燈光，認出他們實在是何物，就是和我們所屬一樣的恆星都市。但他們的性質，在確實的知道是這樣以前，很早就有人這樣推測過。在一千七百五十五年，哲學家康德，就說他們，是『由許多恆星所成的系統，他們的距離，使他們出現在很小的空間內，以致不能單獨認出由他們一個個發出的光，因多數的集合，使我們看成勻整間淡的閃耀』。

因為他們只能看出是間淡的光氣，所以英文叫他們做『滄彪拉』，由拉丁文，意思是霧或雲的字來的，我們中國譯做『星雲』，或『星氣』，並不是所有全體星雲，都是恆星的集合所成。真正的星雲，由他們形狀，可分成兩類。第一類是形狀整齊而有規則，或近於有規則的，第二類是形狀完全沒有規則的。在望遠鏡裏，第二類更覺得是富有印象的天體，但不過是因為他們離我們近，如同月比參左肩星，更富有印象一般。他們的形狀，概括講起來，好像是房屋或草堆着火時，我們所看見那騰湧的烟霧。事實上，他們可以說不過是我們這個

恒星都市的烟霧，被我們這個都市燈光所照而明亮的。他們是塵埃或發光氣體的叢集，在銀河界裏，從這一個恒星，瀰漫到那一個恒星，構成天空上的明暗塊片，如同普通火焰上的烟霧，構成空間的明暗塊片一樣。

有兩個在俄來翁座裏這樣的星雲，已圖示在插版第二十七和第三十，還有一個在天鷲座裏的，現在圖示在插版第三十五。

遙遠空間的大星雲

第一類很有規則的星雲，乃是遠處的恒星都市。他們離我們很遠，不但直接用肉眼，就是用有力的望遠鏡，也很奇怪的看不出甚麼詳細情形。他們微弱的光，對於我們眼睛，僅給與很少的印象。他們中最明亮的，安樂美大座大星雲，（見插版第三十六），曾被天文家馬安斯，說是像『一個在明角罩裏的燭光』。要了解這個星雲，是甚麼東西，我們必須使他的光，時以繼時，或許甚至夜以繼夜的，照到一個乾板上，那麼一個個的單獨光點，纔從該星雲的一般光輝中分別出來。（參照插版第三十七）。這些光點，就是恒星。我們知道他們是恒星，因為他們中有許多，決不會錯誤是史類變光星，和空間近處的史類變光星，有精確一樣的特性常套光度變化。這是很幸的一件事，因為我們已經講過，任何一個



天 鵝 座 星 霧

插版第三十六



安樂美大座M三十一號大星雲

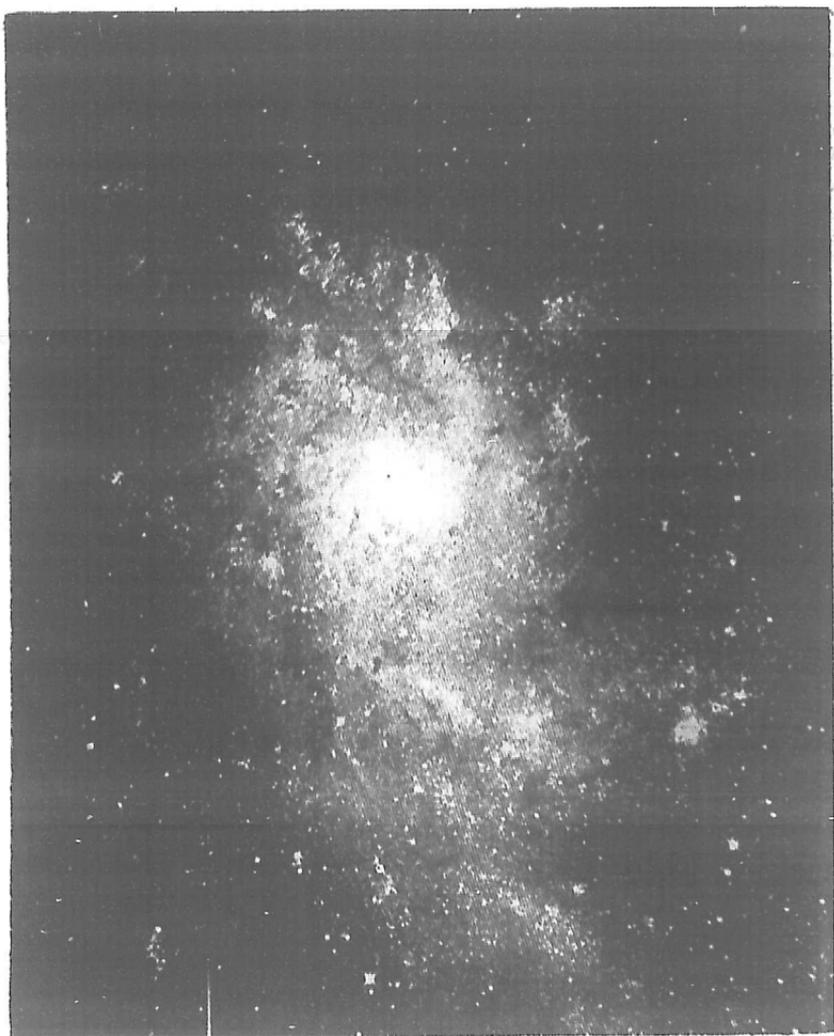
本版為空間恆星都市最明著者，比M三十三號，離我們稍遠，光從他到我們，須九十萬年，光從一端到另一端，亦須五萬年。



安樂美大座M三十一號大星雲的外端

本版爲對面插版所示大星雲，左上端更詳細的像，可以看出許多一個一個的星所成。

插版第三十八



三角座M三十三號星雲

本版爲最近空間恆星都市的像，但他的光到我們，也須八十五萬年。本版須放大，到歐洲全部那樣，他裏面像太陽大小的物體，纔可看得見。

史類變光星，可以由他外觀的明暗，知道他的距離。在星雲裏面的史類變光星，全看着很黯淡，但事實上，他們自身是很明亮的星，就是這一點，已足證明星雲的距離是很遠。

我們測這類距離，當然要用一個長的尺度。光在一分鐘，走一千一百萬英里，在一年走六萬萬萬英里，天文家拿這個距離，當作尺度的單位，叫他做一光年。德國人說一點鐘的距離，他的意思，是說一個人，在一點鐘內，能走的距離。全這一樣，天文家說一光年，他的意思，是說光在一年內能走的距離。

最近的恆星都市

我們已經講過，光從最近的球狀星團，到達我們，要一萬八千四百年。我們現在就可以說，球狀星團，離我們的距離，是一萬八千四百光年。但是在三角座的M三十三號^{*}最近星雲，（見插版第三十八），離我們也有八十五萬光年，比最近星團的距離四十倍還遠。

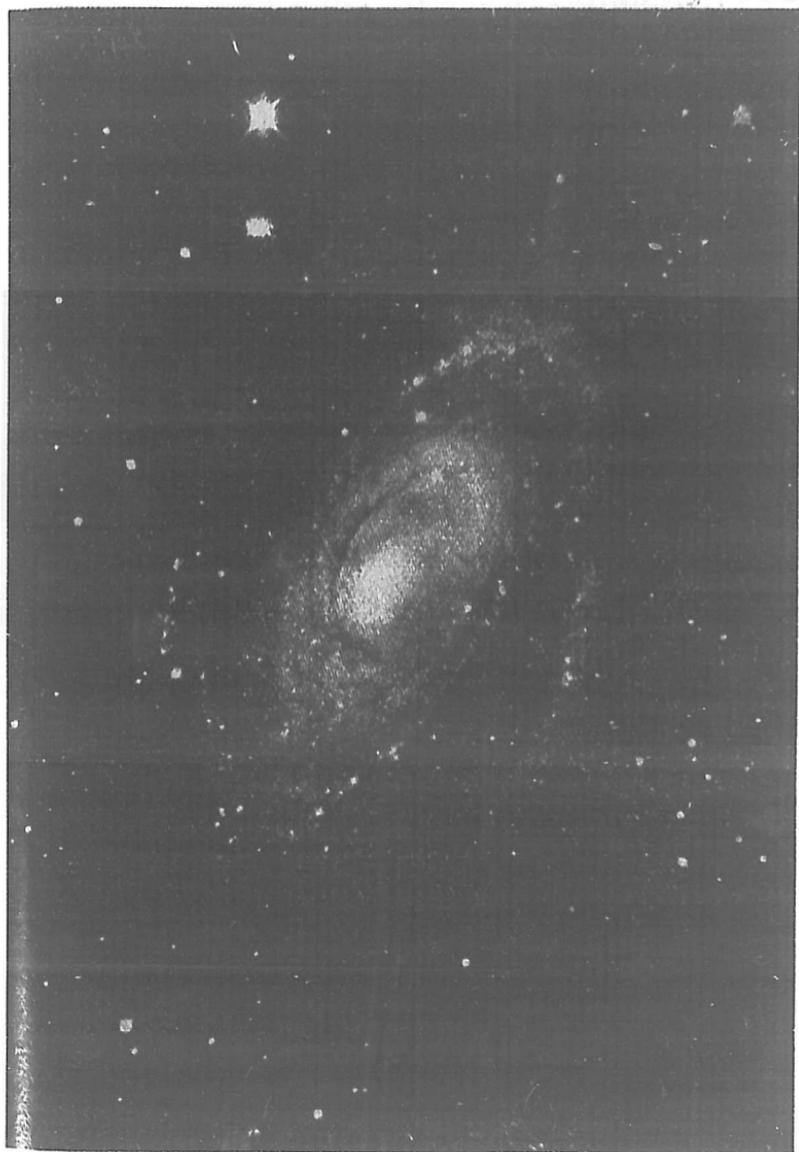
我們現在所看見球狀星團的光，是在人類未有文化以前出發的，但就是最近星雲的光，也是在人類尚未存在以前，就開始出發。如果地球上最初第一個人，建立了無線電發電所，送出某種通信，到空間各收電所，詢

*原註：M三十三號，係指在梅錫爾星團內的三十三號。

間宇宙內，更有無其他有知識的生物，他這個通信，直到現在，還未能到達最近星雲。

就是最遠球狀星團，也比最近星雲四分之一的距離還近。當我們越過所有的球狀星團，我們還要走四倍以上旅程，纔可到達一個星雲。因為球狀星團，恰好標示銀河的界綫，這就表示所有星雲，完全在銀河以外。如果我們把倫敦，來代表我們自己的，這個恆星都市的大小，那麼空間最近的恆星都市，差不多要在劍橋近旁，他們中間，有不少的廣漠鄉野。

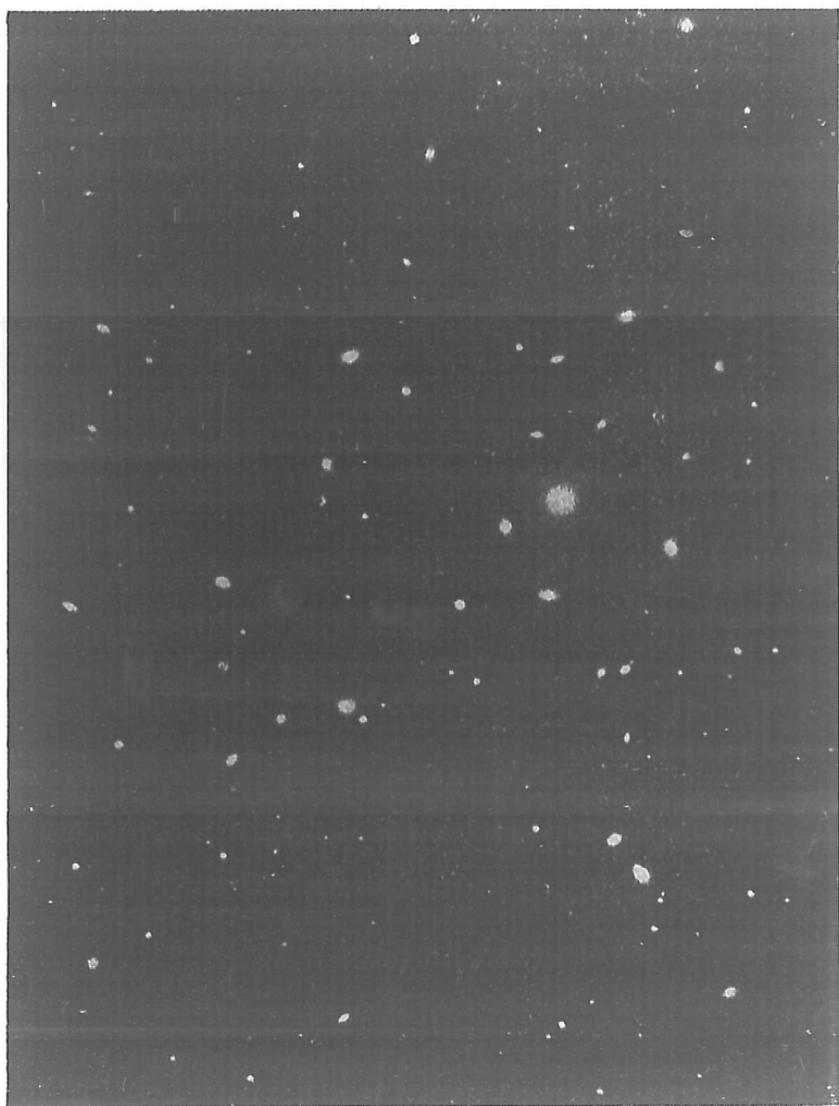
其次最近的恆星都市，不過稍微更遠一點。他的距離，是九十萬光年。如果把劍橋代表最近的恆星都市，那麼這個就很適當的，可以拿牛津來代表。他就是安樂美大座的大星雲，（參照插版第三十六，第三十七，和第四十二），空間最著名，唯一用直接肉眼，可以很明瞭看得出的一个恆星都市。他差不多在安樂美大座 β 星正北方。（參照恆星圖第一和一百五十六頁）。如果把他當作一個有趣味的物體去看，一定會很失望，但我們在一生中，恐怕是很值得去看一次，只要我們注視他時，想到我們眼睛的網膜，是被在九十萬間，無阻碍進行，到達我們的光所影響。在九十萬年前，由遠處星雲裏，電子的跳動，所發生光波，一直在空間進行，不受絲毫擾亂，直到現在，進入我們眼內，纔第一次和固體物質



大熊座M八十一號星雲

本版為空間恆星都市最美麗的一個，最先察出他是在旋轉的。光從他到我們，須一百六十萬年。

插版第四十



髮 座 星 雲 團

本版中多數圖象，都是星雲。離我們約有須五千萬年，光線可達到的那樣遠。

相碰，這些光波，用每秒鐘五百萬萬萬個的比例，毫不中斷的排列，進入眼內。在連結我們眼睛和星雲的光線內，含有在九十萬年中，足以按照上述比例，供給的波數。這個波數究竟是若干，喜歡算術的讀者們，很容易把他算出來。

沒有許多很近的星雲，可以使我們發見他的更類變光星。但如果把這類變光星發見，該星雲的大小和距離，就立刻可以找出。不過在大多數星雲，這個方法，不能適用，我們必須另找適宜的方法。

如果有許多完全相似的物體，放在種種遠近不同地點，他們的大小，當然要看見不一樣，但他們表面明暗的程度，是不因遠近而受影響，除非空間有暗黑不透明的物質。但我們有許多理由，使我們相信除少數空間部分外，這種物質，存在很少，可以置之不論。威爾遜山觀測所的郝布盧博士，查出凡同一形狀的星雲，都有同一的表面明暗程度，只外觀上大小不同。這很強烈的暗示我們，他們構造完全相同，不過離我們的遠近各異。所以我們可以由他們外觀的大小，或從他們所受的光量，算出他們的距離。簡單的說，外觀上較小較暗的星雲，距離也較遠。插版第四十，是在髮座的一個星雲團的圖，他離我們約有五千萬光年。這部分空間的星雲，非常的密集，致本插版含有的星雲，比恆星更

多。插版第四十一，是在飛馬座一個更遠的星雲團圓。該圖中輪廓模糊的點，都是星雲，總計有一百六十二個。其中有許多，如果我們可以從相當近處去看，都要成為含有複雜構造的浩大系統，如同在插版第三十六第三十八第四十三所示的一樣。由我們望遠鏡發見的最遠星雲，他離我們約須一萬四千萬年，纔可以使光到達我們。

我們把銀河系，和兩個最近星雲，比作倫敦，牛津，和劍橋。可以說在許多點，都很合適。最大的望遠鏡，約發見有二百萬個星雲，在我們所知道的範圍內，沒有一個，能比得上我們自己這個恆星都市的這樣大。所以最初我們，就把他比作世界上最大都市的倫敦，可以說很巧合。事實上，有許多天文學家，傾向於把銀河系，看作許多重疊恆星市的集合，恰如倫敦是許多重疊市村的集合一樣。如果在大小方面，拿倫敦來表示銀河系，那麼劍橋和牛津，也剛好表示兩個最近恆星市的大小。這個比譬，在市民數和空間的排列上，都很適當。倫敦大概有劍橋或牛津一百倍的市民，我們自己這個恆星市，也差不多有最近兩恆星市的任何一個，一百倍的恆星。雖然這好像很奇怪，我們對於只能看見幾個最明亮恆星，那麼遠星雲內的恆星總數，我們竟可以這樣有把握的來講他。



空間的更遠部分

本版為能觀察到的最遠天體，就是在飛馬座的星雲團，含有星雲一百六十二個。離我們約有一萬萬光年，或者更多。每一個星雲，所含物質，都够成一個含有十萬萬個恒星的恒星市。

插版第四十二



安樂美大座M三十一號大星雲的中央部分

本版爲插版第三十六，所示星雲，中央部分更詳細的圖。在中央混沌物質內，沒發見有一個恒星。

衡 恒 星 都 市

我們已經講過，我們自己的這個恒星系，就是銀河系，是怎樣的扁平，和太陽系一樣。並且和太陽系相同，由旋轉運動，保持他的扁平形狀。有許多星雲，形狀也是扁平，我們可以很合理的推測他們，也是因為旋轉，保持這個形狀。實測結果，證明這個推測不誤。他們實在是旋轉。所以可以說，他們很確實是由這個旋轉運動，防止在邊緣的恒星，向中心墜入。如果知道他們的旋轉速度，我們就可以算出向中心的萬有引力，和他們的噸數，恰同在家門近旁，我們衡太陽，木星，以及全銀河系的恒星一樣。平均起來，我們查明星雲，大約有太陽噸數的三十萬萬倍。

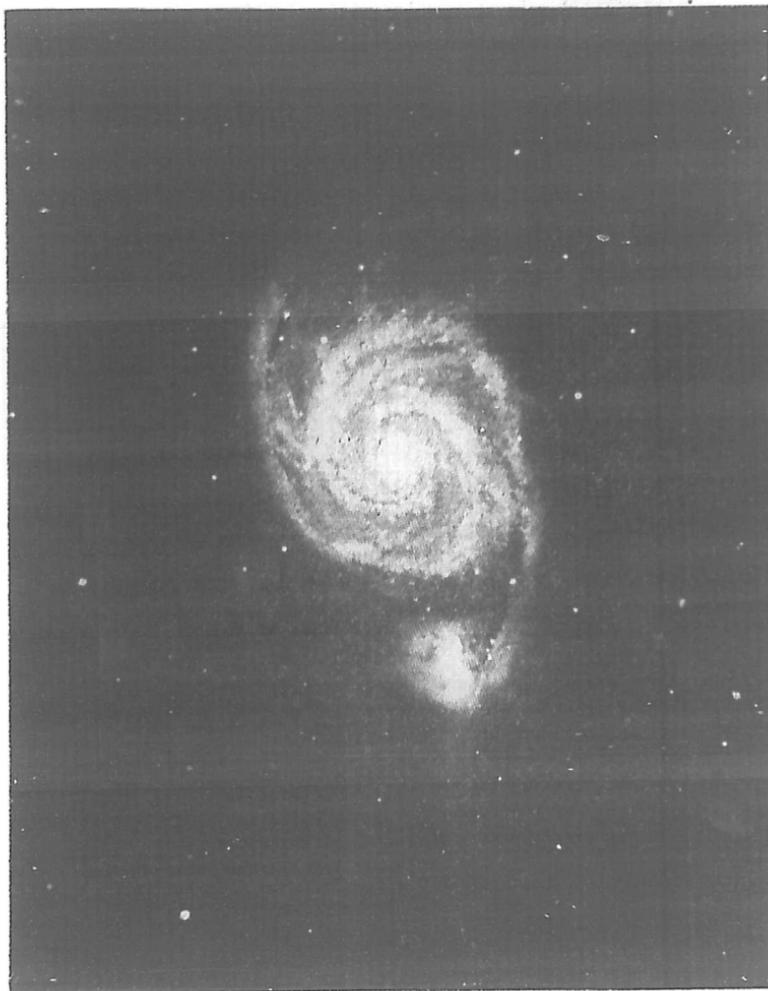
這不一定是表示每一個星雲內，有這些恒星。完全由恒星構成的星雲，是很少的，如果是有的話。他們大多數的中央部分，與其說是像一個雲集的恒星，毋寧說是像一個雲集的氣體。無論怎樣，沒有一個現有的望遠鏡，能把他們分成一個個的星體。（參照插版第四十二）。這種氣體，當然和同噸數的恒星，施同樣的萬有引力。所以這個氣體雲，或者不是氣體雲，是其餘任何物體，他的噸數，也包含在我們所估計的，這個星雲噸數之內。但是如果這些外觀上的氣體雲，現在就不是由恒

星構成，在相當時間內，他們大約也要成爲恆星。爲甚麼這樣想的理由，我們現在講在下面。

星雲的進化

最近的兩個星雲，我們曾經把他們，比作劍橋和牛津的，差不多像餅那樣扁平。我們自己的恆星系，就是銀河系，也很扁平，雖然不到那樣極端的程度。但是形狀整齊的星雲，並不全部都是扁平。插版第四十四和第四十五，是各種星雲的圖。我們從該圖可以看出，有些差不多像球那樣圓，有些稍扁，像橙子那樣，有些更扁，漸漸的嬗變，直到最後，成爲完全扁平，像最近的兩個星雲那樣。我們可以把這些形狀的星雲，按照他們扁平的程度，排列起來，如同我們把一堆珠子，可以按照他們的大小，或顏色，或形狀，或任意的一種特性，排列一般。插版第四十四，第四十五，就是把各種星雲按照扁平程度排列的。

我們把星雲，按照扁平程度排列後，我們就可以看出，有許多另外特性，也按着這個排列次序，漸漸嬗變。好像我們的一堆珠子，把最大最小的，分在兩端，依次穿起後，發見不但大小，就是形狀顏色，也順着穿的次序依次變化，所以如果我們把珠子按照大小排列，我們同時就自然的，把他們按照顏色形狀，排列起來。

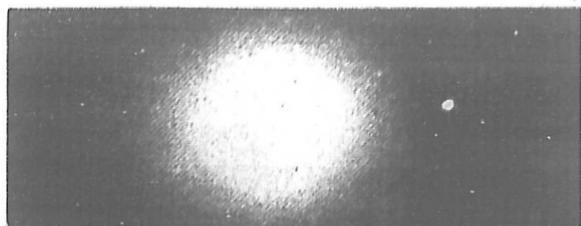


獵犬座M五十一號星雲

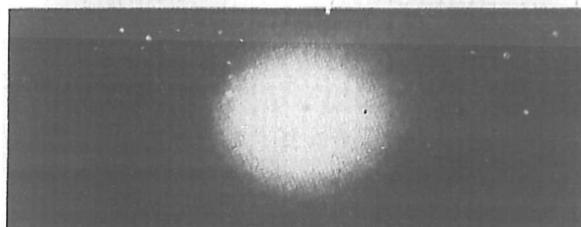
本版是插版第三十六和第三十八後，最近星雲的一個。光從他到我們，大約須十一萬萬年。

插版第四十四

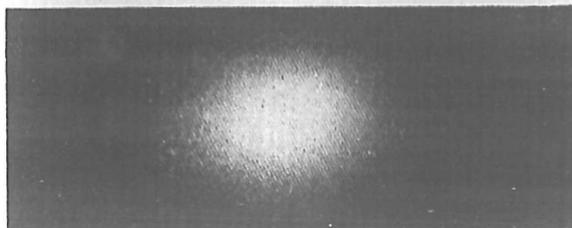
N.G.C. 三千
三百七十九號



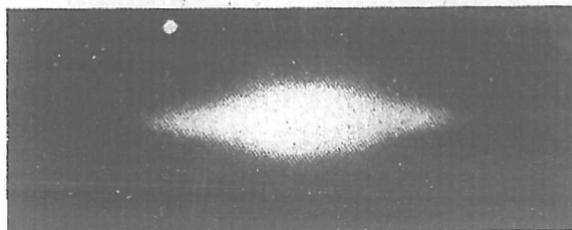
N.G.C. 二百
二十一號



N.G.C. 四千
六百二十一號



N.G.C. 三千
一百一十五號



星雲串列 第一

本串列連接到對面插版第四十五。

插版第四十五

N.G.C. 五千八

百六十六號

N.G.C. 四千五

百九十四號

N.G.C. 五千七

百四十六號

N.G.C. 四千五

百六十五號

星雲串列 第二

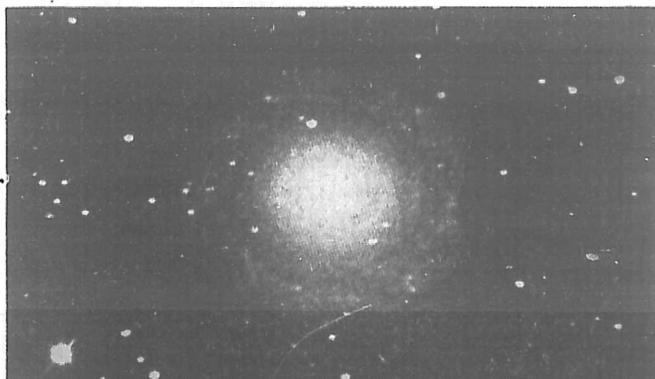
對面插版第四十四，和本版，是把星雲按照扁平程度的次序，排成的串列。

插版第四十六

N.G.C.

七千二百

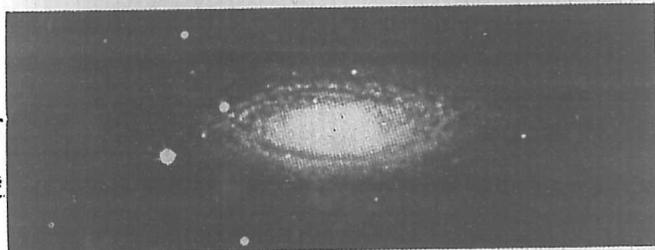
十七號



N.G.C.

二千八百

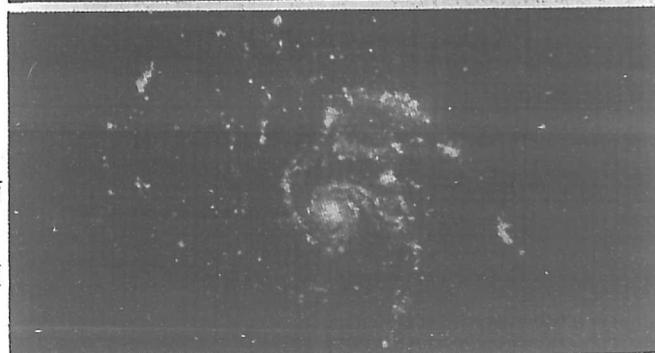
四十一號



N.G.C.

五千四百

五十七號



星雲串列第三

本版星雲，和插版第四十五，最後三個相似，不過我們對他的角度不同。插版第三十八，和插版第三十一所示的星雲，可接續加入本串列，至成雲狀星群止。

例如概括的講起來，凡最扁的星雲，一定最大，反之最大的星雲，也一定最扁。我們按照扁平程度排列的次序，剛好是按照大小排列的次序。這樣情形，在形狀方面，也是一樣，凡扁平程度相等的兩個星雲，普通他們形狀，也差不多一樣。其餘倣此。簡單的說，凡形狀整齊的星雲，差不多全體，可以排成一個序列，和一串珠子一樣。他們所有的特性，都隨這串列，漸漸變化。

我們再用以前用過的比譬來講，就是好像有許多狗的混合，我們要把他分類出來，我們首先把他們按大小排列後，忽發見我們同時，已經把他們按照體重，身高，毛長等等，排列妥適。那麼我們當然可以斷言，這些狗的全部，是屬於一個血統，並且可以推測，我們把他們排列的次序，剛好大概是他們年齡的次序。

同這一樣，我們可以說大多數的星雲，是屬於一個血統，並且他們可以排成的那個單一序列，不過就是年齡的序列，換句稍微更精確的話說，就是他們發展的演進階段。他們的外觀，雖然萬別千差，但各類星雲不同的主因，大約不過是在他們發展的演進程度。好像一列嬰兒，小孩，青年，成人，以至老人一樣。

恆 星 的 生 成

還有我們直到現在，尚未講過的一種特性，也隨這

個星雲串列，漸漸變化，這或許是最要緊一個特性。在這串列一端，排列的星雲，絲毫不扁平，簡直像球那樣圓，在這樣星雲裏，從沒有發見有恆星存在，他們不過像一個混沌的氣體球，或塵埃雲。循串列前進，星雲就漸漸扁平，但還很不容易發見有恆星在內，一直到星雲很扁後，恆星纔開始出現，最初在最外層，就是星雲外周的近旁，以後再循串列前進，到更扁的星雲，恆星存在的部分，纔漸漸向裏面擴大，直到最後，就是星雲中心，也粉碎成爲恆星爲止。哈布盧博士，並證明插版第四十四到四十六，所示的序列，可以很自然的擴充，把下面兩個，加入在內：第一，是我們空間最近鄰M三十三號星雲，（參照插版第三十八），他差不多，全部是恆星，第二，是小馬傑蘭雲，（參照插版第三十一），他除恆星以外，沒有別的東西，這個星雲，實在不過是一個雲狀星羣，——我們曾經講過的一種恆星都市。

這樣我們的星雲串列，由一種尤甚無組織的氣體球起，一直達到恆星都市爲止。無論怎樣，不得不使我們推測這個串列，是發展進程的串列，當我們循他前進，一種原來無組織的氣體雲霧，漸凝結成爲恆星。這個推測，是否確實，我們還可以用數學，推算一團熱氣體，當年齡進展，漸漸的冷卻時，應當是怎樣的情形，來考証他。推算証果，我們得出這團氣體，應當按照我們星

雲串列，所表示的形態和境況，漸行演變，一直到恆星羣爲止。不但這樣，我們還可以算出應當有若干量的氣體，集合成一個恆星，——換句話說，就是可以算出照這樣生成的恆星，應當有若干重。很精密的計算，當然是不可能，因爲我們對於原始氣體的狀態，知道不很清楚。但就是這樣，我們也可以很清楚的算出，照我們所推測的方法，產生的恆星，剛好要大概有現實恆星的那樣重。

這個可以說是很可靠的，表明恆星，不過是氣體的凝成點滴，——當然是在天文學尺度上，——由星雲狀的氣體集合，凝結成一個個的球體所生，如同蒸汽的雲霧，凝結成水滴那樣。

由此很簡單的說明，爲甚麼恆星，常在大集團——恆星市內出現。每一個恆星市，是一個星雲氣體球的產物。形狀整齊的星雲，不但是恆星的居住地，並且是他們的產生地，可以說是生於斯，長於斯，并死於斯。我們把現實星雲的照片，按照上面所講的方法，排成一連續串列，——一端是球狀星雲，一端是扁平星雲，——再順着這個串列觀察，（我們只要按著插版第四十四，第四十五，第三十八，第三十一的次序研究），我們就可以看出他們，由一團凌亂的氣體，漸漸而可聚的，變成恆星的集團。我們事實上，可以說是在目擊恆星的生

成。

我們立刻發見爲甚麼恆星全體，有一樣的噸數，是因爲他們全由同一步驟所成。他們好像是從同一機器造成的製造品。

恆 星 的 進 化

恆星當然，不能永久保持他生成時的質量。我們已經講過，恆星怎樣繼續的減少他的噸數，把物質消毀，變成輻射。雖然這個裏面，有很多參差的見解，大多數天文家，都一致推想，普通恆星生成時，是一個很大的老聶嬰孩。恆星的嬰孩，和人類嬰孩的不同，是在恆星年齡漸長，反漸把他的大小質量減少，同時也把他燭光減弱。如果這個見解不誤，我們的太陽，不但要用每秒鐘四百萬噸的比例，減少質量，並且要把大小和光輝，也漸行減縮。如果我們看到很遠的未來，我們可以看見他，縮成一個『老星』，或許是一個白侏儒星，如天狼星現在的闊弱伴侶那樣。他所放射的熱量，不能防止地球上一切物質的冰結，所以十中八九，地球上一切生命，在達到那時代以前，早經消滅。

我們現在預備，把眼光從慘淡的將來，轉到既往，把太陽過去的历史，檢查一下。首先我們可以看見，他不過是一個恆星嬰孩，比現在更老聶，更巨大，更明亮

的一個球。再往上追溯，他差不多就不能叫做恆星，不過是更遑茸的一個氣體球，和其餘同樣的球，混雜在一個混沌氣體，將來終要凝成我們這個恆星市的星雲裏面。並且在空間各處，還有別的氣體星雲散在，將來亦終要有時成爲恆星都市。

星雲的產生

我們還可以再往上溯，雖然不過是偏於推測。我們猜想在最初時，全部空間，都整齊停勻的充滿氣體，同一個大宴會廳，或大禮拜堂內，充滿我們所呼吸的空氣一樣。那麼我們就可以證明，這個氣體，不能永久照樣，很整齊停勻的，分布在空間，一定就要開始，凝結成爲許多簡單的球。我們又可以算出每一個球，要若干氣體構成。推算結果，頗甚重視。就是我們算出每一個球所含的氣體，差不多剛和我們相信，將來要成爲恆星都市的，星雲的那樣多。

由此看來，宇宙的物質，最初是整齊停勻，瀰漫空間的氣體，由該氣體的凝結，發生星雲，可以說很像是真實。如果這個推測不誤，我們可以把宇宙進化史，聯綴起來，講在下面。

宇宙進化史

我們自時間最原始點講起，那個時候，所有原子，連將來要成爲太陽，地球，恆星，行星，我們的身體，以至從太陽恆星，發出來輻射的能力，都全體混合在內，成爲充滿全宇宙，氣體的凌亂集合。一小部分氣體的萬有引力，作用到另一小部分，漸漸的發生氣流。無論甚麼地方，只要由這個氣流，發生了氣體的很小堆積，萬有引力就要變大，每一個小堆積，就要攝引更多的氣體，向他集合。在這一點，大自然好像是愛『錦上添花』似的。這個優勝氣體的小部分，慢慢的變成很大的集合，把劣敗的部分，供他犧牲，繼續增大，終至完全把他們吞併爲止。如同地球，太陽，行星，因爲萬有引力的作用，能取整齊有規則的形狀一樣。這些氣體的集合，就要漸取有規則的形狀，成爲我們叫做形狀整齊的星雲。最初使他們生長的這個氣流，於是就使他們發生旋轉，他們的形狀，因之不能成爲很正確的球形。起初像我們自轉的地球，成爲橙子式樣，以後漸漸縮小，形狀也隨之繼續變化，越變越扁，直到在外面邊緣的氣體，又凝成一個個的集團，產生恆星。於是無組織的星雲，終至變成恆星都市。他們生成時是扁平，以後仍然保持扁平，都是因爲旋轉的原故。

當我們注視這個大活劇的進行，我們可以看到一個特別恆星，就是我們太陽，遇見以前曾講過的，那個非

常事變。另外一個恆星，漸漸來接近他，比任何恆星曾經接近的更緊密，喚起來未曾有的高潮，簡直像一個火燄高山，在太陽表面行走。最後這個恆星，走到很近，無論誰在太陽上，都要看見他充滿天空大部分時，他的萬有引力，變成很強，終至把潮頂攝離，使他漸漸凝成許多點滴。這些點滴，就是行星。他們中較小的一個，就是我們地球。最初地球不過是氣體火燄的凌亂集合，以後漸漸冷卻，中心開始成爲液體，久之表面亦遂凝成固體，成爲現在的地殼。不但這樣，冷卻更久，在固體地殼上，又有稀希的新現象發生。有些原子羣，結合起來，成爲一種我們叫做生命的膠固組織，他們性質，和他們怎樣發生的方法，我們雖然一點都不知道。但無論這個生命是何物，他有一種稀奇的繁殖能力，當他繁殖中，漸漸成爲更複雜的組織。最後產生我們人類，站在時代進展上的最前線，代表地球上所發生最複雜的組織。在別的行星，或別的太陽上，有沒有更複雜的，或僅較簡單的生命，或完全沒有生命，我們乾脆是不知道。但是我們回看到時間大經路上，差不多無窮盡的排列，我們可以察出，我們人類在宇宙中，是一個絕對的新加入者。我們短促的過去，在宇宙發展史上，不過是極短的一瞥。偉大的花燈賽會，仍在進行，如果我們把眼光，離開已過的部分，我們就可看到，有過去的幾千

倍，或許幾百萬倍長的未來，比我們心意所能想像到的任何都長。我們察出，無論怎樣，我們是站在人類生命中的最起首點，我們還在差不多想像不到極長白晝的破曉時期。

第八章

大 宇 宙

在一世紀前，天文學除對於太陽，月，和行星，我們叫做太陽系的一族外，很少關涉。反之現代我們所主要研究的，卻在其餘各種恆星團，例如我們空間最近隣，馬身人座 α 星的三連星系。這些恆星和恆星團的總集合，成爲拿銀河當作界綫，浩大恆星集團的銀河系。同時天文學發見，就是這個浩大系統，還不過是大概同樣系統的，很多中間的一個。天文學現在所達到的地位，可以總括在下列三條裏面：

- (1) 地球不過是太陽系內的一員。
- (2) 太陽系不過是銀河系內的一員。
- (3) 銀河系不過是恆星都市系統內的一員。

這是天文學已經達到的最遠地位，但是我們還可以想像將來，例如一千年後是怎樣。是不是上列三條，已經完備，或者更要補充同樣的許多條？換句話說，就是恆星都市的全系統，是不是將來可以証明，不過是更大集合的一個單位，而那個集合，又不過是比他更大集合的一個單位。

這是很舊的一個問題。在一千七百五十五年，康德在他的『天的理論』書內，就這樣講過：

如果行星世界的廣大，在他裏面，地球不過像砂粒那樣，連發出都不容易，要使了解他的人發生奇感，那麼當我們注視充滿全銀河範圍，世界和世界系統的無窮集團時，這個奇感，要變成怎樣的驚駭！但是當我們覺出，這樣恒星世界的大排列，不過是許多排列中的一個，這些排列，我們不知道他的究極，或許也像以前的一樣，是一個想像外的大系統，而這個大系統，又不過是同樣系統新聯合中的一員時，這個驚駭，又要怎樣的增加和擴大！我們現在看見的，不過是世界和世界系統，果進關係中的最初分子，但這無窮累進中的最初部分，已經使我們認出，應當怎樣推測到他全部。這個裏面，並無止境，只有真正浩大的一個無底深坑，在他面前，所有人類一切的觀念能力，都要失其作用。

這是很可驚人的推測，但近代科學，不但不把他証實，反告訴我們，恒星都市系統，已經完成全宇宙。如果以外另有別物，那只能是另外一個完全宇宙，和我們這個，沒有絲毫交涉。所以我們以前所講的三條，已經完全，不能再有擴充。

宇 宙 的 模 型

我們曾經把空間的大星雲，比作恒星都市，把倫敦代表我們自己的這個恒星市，我們太陽，在他裏面，不過是一個很普通的市民，他的最遠分子，成為銀河，並且說過如果這樣，就可以把空間最近的兩個恒星市，比作劍橋和牛津。倫敦，劍橋，和牛津裏面，每一英寸，大概代表各恒星市裏面的一萬五千萬英里，約需三個

月，光纔可通過的距離。並且倫敦，劍橋，和牛津，三個地方中間，所有曠野的每一英寸，也剛好代表三個恆星市間的同樣距離。

當我們採用這種比譬時，我們事實上，可以說把我們自己的恆星系，和空間的最近鄰，按照比例，做出一種模型。這個模型的尺寸，當然是非常的小，他把我們地球，圍繞太陽的每年經路，縮成直徑一千分之八英寸，必須用顯微鏡，纔可以看見的一點，全太陽系，一直到最外層冥王星的軌道，縮成只有一顆沙粒的那樣大。我們肉眼，直接可以看見的全部恆星，都在離這個沙粒的數碼距離以內，事實上，他們的大多數，都在幾英尺以內。馬身人座 α 星系統，在比十八英寸還近，天狼星在比一碼還近的地方。現在我們豫備按照這同樣的比例，作一個全宇宙模型。

用現在最大的望遠鏡，可以察出約二百萬，形狀整齊的星雲。所以差不多要有二百萬恆星都市，放在我們模型裏面。倫敦劍橋和牛津，對於我們已經討論過的三恆星市，是一個很好的代表，但是他們和空間的普通恆星市比較起來，毋寧算是相離太近。大部分星雲，並不像我們，和我們兩個最近鄰的那樣接近。我們可以說是，住在一個比較稠密的空間部分。平均起來，光或者是無線電報，大約要兩百萬年，纔可以從一個恆星市，

到空間另一個最近的恆星市。我們想到兩個鄰近恆星市的住民，相約用無線電通訊，一有來電，立即作答，也必須要我們一生涯時間的六萬倍，纔可以來回通訊一次；我們人類在宇宙中，壽命的短促，真可想而知了。

插版第四十，所示的星雲團，離我們有五千萬光年，在我們模型裏，應當放在離倫敦三千一百英里遠處，可以用在東美地方的若干城市，來代表他們。

我們在空間所看見最遠的星雲，差不多有一萬四千萬光年遠，就是他們的光，須一萬四千萬年，纔可以到達我們。在把我們自己的恆星市，放在倫敦，我們的最近鄰，放在劍橋的比例下，這些最遠的恆星市，必須放在離倫敦八千五百英里遠處。

那麼應當把他們放在甚麼地點呢？在地面上，從倫敦旅行八千五百英里，可以到開普頓，或西部澳大利亞，或中部婆利涅細亞，或南極大陸，我們把最遠的恆星市，放在這些地點中任一處，他們離倫敦的距離，在我們模型的尺度上，可以說剛合適。這些和離我們較近，中間的星雲，就差不多要把地面佔滿。只有和倫敦對蹠地點，周圍的一小部分，——精密點講，就是在南太平洋內，拿比四千英里還小的距離，作半徑畫的一個圓周裏面，尚未佔去。如果我們要在地球表面上，設計模型，我們就已經沒有很多餘地，可以代表更遠的空

間部分。

但是我們要知道，美國天文家，正在計畫一個望遠鏡，他的能力，比現在所有的，可以達到空間距離兩倍遠處。他們可以很合理的期待，不久就要發見，比現在更遠兩倍的星雲。如果這些新恆星市，要放在我們模型裏面，我們必須把他們，放在離倫敦一萬七千英里遠處。

這是在地球表面上，不能做到的事。沿地球表面，旅行一萬七千英里，雖很容易，但不能使我們離開倫敦，有一萬七千英里遠，事實上，差不多要使我們，仍回到倫敦，因為我們已經環繞地球四分之三。這樣看起來，或者要以爲地面，不是作空間模型的適宜物，我們似乎應當選擇一種，我們能在他裏面，無論走若干遠，如果需要的時候，走到無窮都可以的，來作空間的代表。

不但康德在一千七百五十五年，是這樣想，由前面所引他的話，可以看出，就是在二十年前，大多數科學家，也是這樣想。但是現在我們，卻看出地球至少在一點，可以說能作空間的一個很好模型。

他所以好的原故，就是因為他不能走到無窮，因為他是有限大，因為他沒有容納，推到無窮空間的，無窮恆星市的餘地。

有 限 的 宇 宙

我們已經講過，一直到最近，天文學家，對於太陽，月，行星，和很少的若干最近恆星外，感覺到很少的興趣。這並不是愛憎的關係，他們的弱小望遠鏡，不適合於探討空間的大距離，不管他們喜歡不喜歡，他們只能限於研究家門附近部分。他們好像三千年前的希臘航海家，只能研究愛琴海內幾個小島一樣。這些島嶼，是他們的世界全部，因為他們沒有方法，能航行到更遠的距離。他們很少關心到，圍繞他們的大洋，是否達到幾百，幾千，甚至幾百萬英里。他們無論怎樣，不能希冀達到更遠的範圍。

其後人們漸漸知道，怎樣增加船舶的大小和力量，以及他們的航海技能。海上旅程，乃越推越遠，一直到馬傑蘭和杜雷克的盛時，竟可以用船環行全世界，再回到原出發點。於是全世界，乃開放在自由檢討之下。但還不僅這樣，全世界的大小，也就隨同明白。地球的表面，証實不是推到無窮距離，可供我們檢討和測量的，只是有限的大小。人們可以希冀，在不久以前，可以知道全世界的表面。事實上，四世紀後現代的我們，可以說差不多已經知道他的全部。

現代的天文學，可以說達到和四世紀前的地理學相

以地位。早期天文學家，對於空間是否推到無窮，很少去關念。因為他們知道，無論怎樣，再遠的推廣，和愛琴海上希臘的航海家，對於地球那面的對蹠點一樣，在他們能達到的範圍以外。但是現代天文學，卻把宇宙看做一個有限閉合空間，和地球表面的有限一樣。如果我們還未能夠知道全宇宙，我們有很好理由，希冀在不久以前，就可以知道。現代的我們，已經不憤想，一個未知未測的廣大遙遠空間，從我們向各方向，有無窮的推廣。我們開始對於宇宙，像哥倫布和以後的馬傑蘭和杜雷克，對於地球那樣想的一樣想。就是他非常的大，但不是無窮大，他的界限，我們可以攷定，他可以當作一個完全整個的東西，來想像，來研究，他可以被環行一週，如果我們願意時。

這就說明為甚麼地球表面，至少在一點，可以做空間的好模型。如果我們在地球表面上，一直往前走，到相當的遠，我們可以回到原出發點，就是環繞地球一週。科學家現在相信，如果我們在空間，一直往前走，到相當的遠，我們也可以回到原出發點，就是也可以環繞宇宙一週。

我們相信這樣的理由，並不是根據在天文學上。發見空間和地球一樣，向他自己彎曲折回的，不是天文學家，乃是數學家兼物理學家愛因斯坦。如果他的相對論

不誤，空間就不能一直走到無窮，他一定要彎曲折回到原出發點。

那麼或者要問相對論是否真實，我不能很確切的答覆。我所能說的，是凡為試證相對論，所作的任何實驗，都和由相對論所推得的结果符合。因為這個理由，現代科學家，已毫不躊躇的，接受這個理論，和由他所得的論斷。他的論斷，最重要中的一個，就是空間不是無限的大，必須要彎曲向自己折回，終至兩端連接，閉合起來，像地球表面一樣。

因為地球表面，向自己彎曲折回，終至成為閉合，我們可以有兩條路，從倫敦到新西蘭。就是第一向東方，經過蘇彝士河和印度洋，第二經過美洲和太平洋這兩條路。每到夏季，有許多新西蘭人，來到倫敦，有些從第一條路，有些從第二條路。所以當他們在倫敦相會時，有些是從西方來，有些是從正反對方向東方來的。同這一樣情形，如果空間像地球表面一樣，一定可以有兩條路，從宇宙這一端，到那一端。如果我們仍把倫敦代表我們自己的恆星市，那麼在空間，和新西蘭相當的恆星市，可以有光向各方向發出。這些光線中，有的一定可以達到我們地球，我們可以由他看見該星雲。但是這個星雲，還可以有光，向正反對方向發出，他們中，有些循環繞空間的另一條路，也要到達我們地球，使我

們由他也可以看見該恆星市。從同一恆星市發來的光，可以沿兩個正反對方向，到達我們，如同新西蘭人，到達我們一樣。所以我們沿對角線上兩個空間正反對方向，可以看見同一的恆星市。

舉一個具體的例來講，例如從我們空間最近鄰，三角座的M三十三號星雲，發來的光，如果光可環繞空空間進行，他們中一定有些可以從三角座的正反對方向，到達我們。所以我們從這個方向，也可以看見M三十三號星雲，不過當然只能是一個很小很淡的天體，因為我們這時所看見的，是差不多環繞全宇宙後，纔到達我們的光。同這一樣，如果我們向安樂美大座的正反對方向去看，我們也應當看見，我們空間的次近鄰，安樂美大座的大星雲，當然也只是一個很小很淡的天體。

我們把望遠鏡，轉到這兩個最近鄰的正反對方向，我們實在看見，有兩個很小很淡星雲。曾經有人推想，這兩個星雲，就是從環繞空間的另一條路，看見的我們兩個最近鄰，恰如在倫敦的無線電收音機，可以由環繞地球較長的一條路，聽見從遠文特黎廣播台，經過二萬四千英里，傳來的極微弱的音樂一樣。這是很有趣味的一個推測，但恐太過於推測，近於不可靠的程度。目前所有的材料，都是證明我們空間太大，現在的望遠鏡，還沒有到能環繞他看物的力量，如同地球對於普通

無線電收音機，也覺太大，使他不容易接收環繞地球傳來的廣播一樣。

宇宙的有限，是像地球表面，不是像地球實體，是必須明白的一件重要的事。地球實體，也是有限大，不過完全是兩樣情形。如果我們通過實體地球，一直向前進，我們終有時到達他的實體以外。例如我們通過地球，打一個隧道，終有時要出隧道，仍回到空氣中。反之，如果我們沿地球表面，一直往前進，我們無論怎樣，不能到一處，不是地球表面的地方。空間是和這個情形一樣，我們不能走出空間，到一個非空間的處所。

如果我們把空間比作一個球形膜子泡膜，或許是更好的一個圖樣。那麼我們自己，和在空間存在的一切實物體，以及在空間進行的一切光，都要比作只能在膜子膜內存在，沒有走出膜外觀念的一種生物。愛因斯坦的相對論，告訴我們，空間是和一個膜子泡膜一樣的有限。

空間的膨脹

在最近數年，還有一個可驚奇的進展。每一個小孩，都知道吹膜子泡，是很容易，但要保持他到一兩分鐘之久，就覺稍難，因為過一兩分鐘，他就要突然破裂，以至消失。最近發見宇宙也是這樣。有一個比利時的數學家藍邁特爾，證明愛因斯坦的宇宙，有和膜子泡

一樣的性質，也是不安定，雖然和用玻璃管吹的胰子泡，不完全一樣。宇宙的不安定性，使他不能停止不動。只要宇宙一經生成，他就要開始膨脹，一直繼續到無窮。他與其說是像一個已經吹畢，使離開玻璃管的胰子泡，毋寧說是像一個，正在繼續疾吹之中的胰子泡。他的大小，永遠繼續增加，一直增加到時間的終極。當胰子泡大小增加時，他的膜就要漸漸變薄，膜內各部分的物質，漸漸的相離更遠。當宇宙的大小增加時，在空間各種天體的分佈，也是一樣，要漸漸變成稀疏，在膜內存在的星雲，就是大恆星市，漸漸的越離越遠，現在他們的大多數，已經很遠，需要很有力的望遠鏡，纔可以看得見。慢慢的他們要離我們更遠，要看見他們，必須用更有力的望遠鏡。

事實上宇宙的情形，比這個更壞。因為一個膨脹的宇宙，不但要繼續增加他的大小，並且要繼續增加他的膨脹速度。所以終要到一時候，他的膨脹太快，沒有光線，能環繞他一週。當光進行一百萬英里時，宇宙的周圍，要膨脹二百萬英里，所以光比他出發時，要走的旅程，反倒增多，要想環繞宇宙看物，如同要追一個比我們跑的更快的火車一樣。我剛纔說終要到這個時候，現在補充一句，就是如果數學的推算可靠，這個時候，是已經到達，我們進入宇宙太遲，已經到了不能環繞他去

看物的時候。

天文學家，有測天體離開我們，或接近我們速度的器械，所以由他可以知道遠方的星雲，是不是實在離開我們，像數學家向我們証明的那樣。

星雲的奔退

照上面所講，把星雲速度測定，得到絕對的可驚結果。幾乎全體星雲，都用可駭的速度，離我們飛奔而去。每秒一千英里的飛馳速度，在星雲裏面，還算是很慢。星雲的大多數，都用比這個更遠大的速度，離開我們。在威爾遜山觀測所，所研究的最末星雲，查出用每點鐘二千六百萬英里，差不多是快速飛機的二十萬倍的速度，離開我們。

但是因為這些速度太大，許多天文學家，都懷疑他們，不能是星雲的真實速度。如果他們是真實的時候，全宇宙就要用從天文學尺度上的時間，判斷起來，實在可駭的速度在膨脹，差不多可以說是爆發。全宇宙比我們素來相信的，只是一個更暫時更短促的現象。但是天文學上一般事實，卻給我們正反對的證據。

我們可以從恆星各方面，例如他們的質量，他們的模樣，他們的運動等等，來判斷恆星的年齡，如同從馬的牙齒，馬的形態，馬的動作，來判斷馬的年齡一樣。

在我們現在看到的範圍內，所有的證據，都是表明恆星，要有一萬萬萬歲的那樣老。如果我們對於恆星年齡的估計不誤，那麼宇宙就不能實在用像星雲外觀運動，表示的那樣可駭的速度膨脹，因為用這樣速度，或類似這樣速度的膨脹，至多不過只能已進行數十萬萬年，否則宇宙就要從空虛無有，或比空虛無有更少的點出發。

我不是說由他算出，星雲這樣大速度的測定，是不可靠。這種測定，很容易做，照理他的結果，應當頗確實。所可疑的，乃是他裏面的原理。除真實高速度的退行外，還可以有其他種種原因，發生同樣的效果，或許是這些其他原因中的一個，是外觀上，發生這樣可駭速度的主因，也未可定。

但是就是這種測定，和我們對他的解釋，都完全錯誤，我們由測定所得的速度，完全是虛偽，我們的宇宙，還不能說是不在膨脹。藍邁特爾的數學上的研究，證明宇宙無論如何，不能靜止不動。所成爲問題的，只是他是否用徑由觀察所得，那可駭的速度，或是用較小的速度膨脹。這是很專深的一個未決問題，但無疑的在不久以前，科學一定可以把他解決。我們想到不過在最近若干年前，科學家纔把宇宙，當作一個整個的來考察，就可以了解這個問題，到現在還未解決，是不是深怪的了。

宇宙的大小

如果宇宙剛纔生成，還沒有膨脹到怎樣程度，他的曲率，——就是他的彎曲程度——只能和他裏面物質的分布有關。由此我們可以算出，光環繞他一週，約須五千萬萬年。

反之，如果星雲的外觀後退速度，是表示宇宙的真實膨脹，並沒有另外原因。那麼在膨脹以前的原始宇宙，一定要比上面講的更小，只能有光環繞一週，約須八十萬萬年的那樣大。現時的宇宙，就是膨脹後的宇宙，當然要比這個大，但是他究竟有多大，我們不能知道。我們所知道的，只是他的周圍，要比宇宙絲毫未膨脹時，所有的五千萬萬光年小。

無論星雲這種外觀運動的正確解釋，歸結到甚麼，宇宙的周圍，可以說是在八十萬萬光年，和五千萬萬光年之間。這個範圍雖然是很大，但在一點，可是說究竟這個正確數目是甚麼，沒有甚麼重要，因為就是上面所講，最小的可能數，也完全在我們能想像的範圍以外。無論怎樣，我們的望遠鏡，能透入空間的最遠距離——一萬四千萬光年——不過是環繞全宇宙經路的一個極小分數。

宇 宙 的 物 質

在一萬四千萬光年範圍內，約看見有二百萬個星雲。每一個星雲，含有約二十萬萬個太陽之多，所以在我們望遠鏡能達到的範圍內，所有物質總量，大概有四千萬萬萬個太陽。我們可以說這是在我們望遠鏡裏，能看見的物質總量，自然全宇宙的物質總量，要比這個多。

傅士艾丁吞，曾算出如果星雲，實在是退行，像外觀表示的那樣快，那麼全宇宙的物質總量，應當是一百一十萬萬萬萬萬個太陽，差不多是我們望遠鏡能看見的三百萬倍。如果我們不能看見的宇宙部分，大致和我們能看見的一樣，這只能是表示全宇宙，要有我們能看見的小部分，三百萬倍那樣大。這個宇宙的周圍，差不多有一千萬萬光年，就是如果他的膨脹，突然停止，光在一千萬萬年內，也纔可以環繞他一週。但是這個估計，無論怎樣，是非常的不確實，如果星雲的外觀退行速度，有一部分，是另有原因，事實上他們是用較小的速度退行，那麼宇宙的物質總量，就要比剛纔所說的多，宇宙的大小，也要隨同變大。

如果望遠鏡能夠觀察到的空間部分，可以作全部的判斷根據，那麼宇宙物質的大部分，是已經凝成星體。

我們當然不能知道恒星的近實總數，但是他的繁多，可以用下面一個比譬來作參攷，就是全宇宙所有的恒星，如同全世界海岸所有的砂粒一樣。或者再用另外一個比譬，就是宇宙的恒星總數，大概和大雨時，全倫敦市一日間，所落下的雨滴總數相等。我們同時要記住，一個普通恒星，差不多有我們地球的一百萬倍大。

我們在含有這樣多恒星的空間，好像是要不可耐的擠擠。其實不然，空間反倒是比我們能想像的任何都空虛。如果全歐洲，只剩有三個馬蜂，那馬蜂在歐洲的空中，還要比恒星在空間更擁擠，至少在我們所熟習的這個宇宙部分。

宇 宙 的 年 齡

在我們不知道，關於星雲外觀的後退，真實理由以前，我們不能很確實的，知道宇宙的年齡。如果星雲的後退是真實，那麼天文學上的已有過程，無論是甚變，都必須緊縮在過去數十萬萬年以內。在目前狀況，所有天文學上一般証據，都好像要起立呼號，反對這樣短的過去。如果恒星的年齡這樣淺，現時恒星的排列，就很不難說明。因為這個理由，我以為恒星的外觀後退，大約終要歸結到另有原因，那麼由星雲的現時排列，可以知道過去，約已有一萬萬萬年，並且要有同樣，或者更

長的未來。在目前情形，所有證據，似乎很凌亂，甚至互相矛盾，我們離能達到最後結論，還在很遠的地位。

無論歸結是那一方面佔勝，從人類的時間尺度，判斷起來，宇宙可以說是很老。個人和國家的壽命，甚至人類的全歷史，簡直都和他不能相比。在人類出現到地球上以前，恆星已經和現在情形差不多，並且到最後一人離開地球時，恆星大約也不會怎樣變化。人類的全歷史，和恆星的年齡比起來，只不過是一瞬。

人類個人，看見宇宙，不過像旅行家，在電光一瞥之下，看見四圍風景一般。在電光一瞥以先，四圍固久已儼然存在，在電光一瞥以後，四圍亦決不能即改舊觀。電光為時極短，在一瞥以內，我們不能察出風景的任何變化，但我們知道風景，決不是永遠不改。如果我們能夠把比電光較長的光來照，我們就可以看見他，由盛而衰，不斷的變化。同這一樣，我們相信宇宙，也不是永遠不變的組織。他和我們大家一樣，也在過他的生活，在生死大道中旅行。因為科學所知道的一切事物，除衰老外，沒有別的變化，除到墳墓外，沒有別的過程。在我們現在的知識範圍以內，我們不得不信整個的物質宇宙，是上面所講一個大規模的例。

我們曾經講過，恆星是怎樣不斷的融化，成為輻射，如同熱海水中的冰山，那樣確實不斷的融化。我們

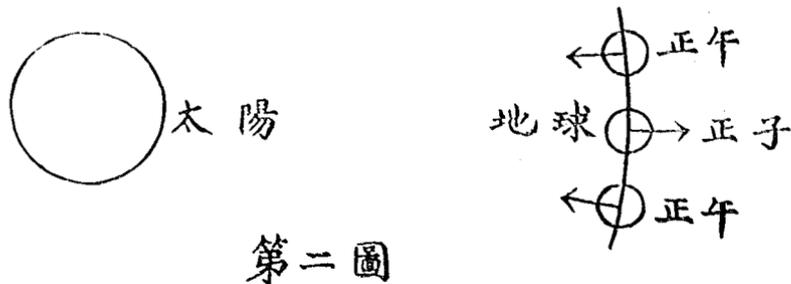
對於這個變換的範圍，尚不無疑問，但是太陽質量，每一個月，減少數萬萬萬噸，大體已沒有可疑的餘地。其餘恒星，也要同樣融化，所以整個的宇宙，每一個月後，所含物質，都比一個月前要減少。

不但宇宙內物質總量，漸漸減少，並且剩下的物質，漸漸的分離，越離越遠。因為太陽不斷的減少質量，他對於行星的萬有引力，就要不斷的變弱，所以全部行星，連地球在內，漸漸的離開太陽，向冰冷空間邁進。並且全銀河系的恒星，一直到銀河，都是由相互的萬有引力，互相維繫。恒星既把他們的質量，變成輻射，他們的維繫力，也就漸漸變弱，結果全銀河系，也就漸漸的膨脹。所以我們自己這個恒星都市，越變越大，而每一個星光，越變越弱。空間的其餘恒星都市，當然也是如此。並且此外，我們還有全宇宙的普遍膨脹，就是上面所比譬的脹子泡吹大，所以恒星都市，和恒星都市間，彼此也要越離越遠。物質宇宙，可以說有些像講說故事，過耳即逝，夢中幻象，轉眼即空。人類文化的開始，只有天文學鐘擺，一擺動之久，當然不能希冀，立刻了解這些事實的真意，將來有時我們或許能了解，現在却只能在觀嘆。

附 錄 一

天 空 指 南

本書卷末，附有恒星圖二，可以幫助讀者，認識星座，並且找出恒星和他種天體，在天空中的位置。但是我們必須首先把恒星的外觀運動，比到現在說過的，還要更詳細說明一下。嚴密的講起來，地球每二十四點鐘，在空間旋轉一週，不過是大概真實，而不是絲毫不誤。所謂二十四點鐘，乃是從太陽在我們正頂上，到翌日又到我們正頂上，所要的時間，在此時間內，地球實在比完全一週，更要多旋轉少許。地球完全旋轉一週，不過是對於恒星，回到原位置，但因為太陽自身，始終在星座間，和地球旋轉方向一樣，前進運動，所以必須更多旋轉一點，纔可以對於太陽，也回到原位置。（參照第二圖）。



太陽外觀上，每一年在天空中環行一週，所以每一全年，地球多餘自轉的總和，必定剛好合成一個完全自轉。每一年內有三百六十五又四分之一日，那麼就是地球在三百六十五又四分之一日內，自轉三百六十六又四分之一次。由此算出，地球在空間，一個完全自轉的時間，是二十三點鐘五十六分四秒。地球每日，除把這個時間，消費在一個完全自轉外，所餘的三分五十六秒，消費在彌補太陽，在二十四點鐘內，通過空間的移動。

恆 星 時

如果我們調整一個，刻記二十四點鐘的鐘擺，使每日走快三分五十六秒，那麼他的時針，就每隔二十三點鐘五十六分四秒，仍回到原位置。該針每指同一時刻，例如兩點鐘，或其他時刻時，地球在空間，就回到同一方向，並且完全同樣的恆星，回到我們頂上。

無論甚麼天文台，都有若干這樣的鐘。事實上，普通鐘是告訴我們，現在太陽在天空中何處，而這個鐘是告訴我們，恆星在天空中何處。這個鐘我們叫他做恆星時鐘。當恆星在一定公認位置，對準該鐘，使時針恰指零時，以後他所指的時刻，就是所謂恆星時。

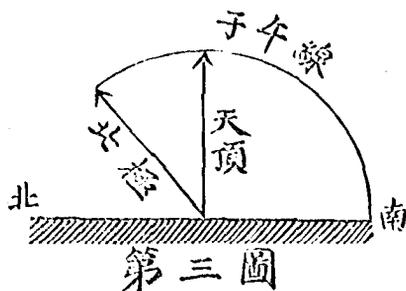
不能無論甚麼人，都有一個恆星時鐘。但由第一百五十一頁的表，可以查出和某點鐘，最近的恆星時，使

恒 星 時 表

月	地方時		午後四時到		午後五時到		午後六時到		午後七時到		午後八時到		午後九時到		午後十時到		午後十一時到		午後十二時到		午前一時到		午前二時到		午前三時到		午前四時到		午前五時到		午前六時到		午前七時到		午前八時到		
	正	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
正月	。	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	
二月	—	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	
三月	—	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	XXXVIII	XXXIX	
四月	—	—	—	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	XXXVIII	XXXIX	XXXX	XXXXI	
五月	—	—	—	—	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	XXXVIII	XXXIX	XXXX	XXXXI	XXXXII	
六月	—	—	—	—	—	—	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	XXXVIII	XXXIX	XXXX	XXXXI	XXXXII	XXXXIII	XXXXIV	
七月	—	—	—	—	—	—	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	XXXVIII	XXXIX	XXXX	XXXXI	XXXXII	XXXXIII	XXXXIV	XXXXV	XXXXVI	
八月	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	XXXVIII	XXXIX	XXXX	XXXXI	XXXXII	XXXXIII
九月	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
十月	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
十一月	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
十二月	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI	XXXVII	XXXVIII	XXXIX	XXXX	XXXXI	XXXXII	XXXXIII	XXXXIV	XXXXV	XXXXVI	XXXXVII	XXXXVIII	XXXXIX	XXXXX	XXXXXI	XXXXXII	XXXXXIII	XXXXXIV	XXXXXV	XXXXXVI	XXXXXVII	XXXXXVIII	XXXXXIX	XXXXXX	XXXXXXI	XXXXXXII	

我們知道恒星在空間的位置，精密程度，能使我們認出某星某星。

因為我們北半球的人，所看見天球的極，是在我們的北方，如果我們從該點向天頂，（即我們正頂上的點），循天球上，作一圓線，引長之，必與地平面在南方相交，該圓線我們叫做子午線。無論甚麼恒星每夜通過子午線時，必在子午線上一定點，並且在同一恒星時。例如天狼星，永遠在恒星時六點鐘四十分，離北極一百零六度遠處的點，通過子午線。我們叫這個六點鐘四十分，做天狼星的『赤經』，一百零六度，做天狼星的『北極大距』。



卷末恒星圖的第一圖所示，係在離北極一百一十五度內，所有明亮的星。包含在像英倫緯度的地方，容易看得見的天空全部。離北極比這個更遠的恒星，或者永遠在地平面下，或者離地平面太近，不容易看得見。這些恒星，載在第二圖內。

要找出某時，某星所在的位置，我們先從對面的表，查出該時刻的恆星時，例如七點鐘，我們就可以知道，所有赤經是七點鐘的恆星，都恰在其時子午線上。由卷末恆星圖，可以知道這些恆星是甚麼，他們的赤經，用鐘點數，記載在該圖界線的周圍。由此我們可以大概找出所要其餘恆星的位置。

該圖中所載恆星，依據他們表面的明亮程度，分做四等，叫做一等，二等，三等，四等。大致的講，天空中二十個最明的星，叫做一等星。凡一個恆星所發的光，如果只有一等星的百分的四十，那就叫二等星，以下做此。總之，明亮程度，每降下百分的六十，在等級上就降下一等。

等級不同的恆星，在圖內用大小不同的圓來表示，最大的圓，表示最明亮的恆星。

天 空 各 部

我們在卷末星圖，把天空分作二十部如下。

	北 方 部		
部	名稱	赤緯	
第一	北極星	全部	離北極二十五度以內。

第二	客雲披亞	XXII至II	} 離北極在二十五度以上,七十度以下。
第三	天庫	II 至VI	
第四	雙兒	VI 至X	
第五	大熊	X 至XIV	
第六	郝勾盧	XIV 至XVIII	
第七	織女	XVIII 至XXII	

赤道部

部	名稱	赤緯	
第八	巨鯨	0 至IV	} 離北極在七十度以上,一百一十度以下。
第九	天狼	IV 至VIII	
第十	軒轅大星	VIII 至XII	
第十一大角		XII 至XVI	
第十二河鼓		XVI 至XX	
第十三飛馬		XX 至0	

南方部

部	名稱	赤緯	
第十四	北落師門	XXII至II	} 離北極在一百一十度以上。
第十五	埃力大紐斯	II 至IV	
第十六	老人	IV 至X	
第十七	南十字	X 至XIV	
第十八	馬身人	XIV 至 XVIII	
第十九	箭手	XVIII 至XXII	} 離北極在一百五十五度以上。
第二十	南極	全部	

北 方 部

第一部 北 極 (參照插版第四, 十五頁)

本部包含小熊星座全部, (參照插版第四), 和更浮士, 麒麟, 龍, 客星披亞, 大熊諸星座的一部分。除北極星, 即小熊座 α 星外, 本部很少有趣味的天體。他很容易從星圖或插版第四認出。或由大熊座中叫做『指針』的二星, (參照第五部), 即中國北斗七星中, 離柄最遠二星的幫助, 更容易把他認識。就是從大熊座 β 星, (中國叫做天璇), 到大熊座 α 星, (中國叫做天樞), 作一直線, 引長到有兩星距離的五倍遠處, 就可以到北極星近傍。該處周圍, 沒有其餘明亮的星, 所以決不會認錯。

我們曾經說過, (參照插版第四), 木星並不正確的, 和天空外觀上旋繞的極一致。他離真正北極有一度四分之一遠, 上面所說『指針』二星, 相離約五度, 所以北極星, 離北極有指針距離的四分之一遠。這個距離, 是太陽或月直徑的二倍半, 這樣講起來, 好像北極星, 離北極太遠, 其實是因為太陽和月都太明亮, 使我們所得大小的印象, 超過實在程度的原故。真正北極, 在連北極星和大熊尾即斗柄最末第二星, 叫做大熊 ξ 星 (即中國開陽星) 的直線上。

北極星離我們，有數百光年，所以他一定是一個極明亮的星。他是一個變光星，以四日為變化週期，並且有一個很開弱的伴侶。

第二部 客星披亞（參照插版第二，第三頁）本部主為客星披亞，安樂美大兩座，和飛馬座一部分所據。客星披亞，在離北極星，和大熊座同一距離，而方向反對處。他的主要五星，很容易認識，因為他們成一個大W字形，在圖象上，他們是客星披亞的坐椅。（譯者按W字右端二星，中國屬王良座，中央一星，叫做策，左端二星，屬閣道座。）

客星披亞座極右的星，叫做客星披亞 β 星，專名叫卡扶，其次叫 α 星，專名叫謝答，此二星成為坐椅的星部。（按即前所說的W右端二星，前者中國叫王良一星，後者叫王良四星，因王良座共五星。但據史記，只前者叫王良，其餘四星叫天駟。）

從 β 星，作一直線，通過 α 星，延長到四倍遠處，就到安樂美大 γ 星，專名叫阿爾麻克，中國叫做天大將軍，是雙連星中最美的一顆。該連星中較明的星，是黃色，較暗的星，是藍綠色。這兩個星，曾經有人比做黃玉和綠玉。用良好望遠鏡，可以看出綠玉星自身，是由二星所成。每五十五年，相互環行一週。這些星離我們距離，大約有四百光年，所以他們一定是很明亮。

在安樂美大 γ 星，和飛馬座大正方形最近角點的約中央處，有一個二等星，叫做安樂美大 β 星。由此我們可以找出一個很重要天體——就是安樂美大座大星雲，（參照第一百十八頁）用肉眼直接，能看見的唯一形狀整齊星雲。他在從安樂美大 β 星，到客星披亞 β 星的四分之一距離處。

第三部 天車（參照插版第三，十四頁）

本部中，銀河恰經過御者星座，該座含有明星天車，即御者 α 星。

天車很容易認識，因為他在俄來翁帶，和北極星的中央處。他又和大熊座著明四方形（即北斗七星的斗）的大邊，大概在一垂直線上。最後他更可以由在他近旁，像V字形的三明星，把他認出。英文叫此三星做小羊，天車做了卡佩拉，係母羊的意思。（譯者按中國天車屬五車座，第一星圖本部中，有成五邊形的五星即是。V字形三星，中國叫做柱，為三柱之一。天車多稱為五車大星，或五車二星，但據晉書，五車五星，三柱九星，……西北大星曰天車，……次東北星曰天獄，……次東星曰天倉，……次東南星曰司空，……次西南星曰躔，是五星均有專名。故用之。）

天車在十一月初，當夜半通過子午線，其時在倫敦天頂南方，不過六度。他是冬夜特著的星，如同織女，

是(參照第七部)夏夜特著的星一樣。天庫明亮程度，只比織女稍弱一點。他們兩個，比北半球任何恆星都明亮，但在南半球的天狼星，老人星，馬身人 α 星，都比他們明亮。

天庫是一個雙連星，他的距離，我們知道很精確，是五十二光年。他兩星所發的光，一是太陽的一百零五倍，一是太陽的八十倍。相互環繞的週期，是一百零四日。大星半徑，約有太陽的十一倍，因之容積有一千三百倍，但他的噸數，只有太陽的四又五分之一倍。小星半徑，不過大星的一半，但噸數卻有大星的五分之四。他們兩個，都是黃巨星。(參照第八十九頁)。

差不多和天庫，在同一緯度上，(就是離北極同一遠處)，可見有御者座 β 星，(即天獄)。他也是一個雙星系，由兩個都比太陽大的恆星所成。相互環繞的週期，比四日剛短一點。當相互環繞時，他們互相掩食，使該星暫時變成較暗。他離我們約有四百光年，兩星明亮的程度相等，所發的光，都約有太陽的五十倍。他們都是主列星，有和天狼星一樣的物理構造。

在以上兩星南方，離兩星各有兩星距離約兩倍遠處，又有一個明亮的星，叫做野牛座 β 星，(即司空)。野牛座大部分，在本部內，但最明的星，野牛 α ，專名叫做『阿爾德巴鸞』，中國叫做畢宿大星的，卻在第

九部內。野牛座在本部部分，含有古代即很有名的星團，叫做『勃里亞的斯』，即中國二十八宿中的昴宿。肉眼直接，亦可看見他是很有趣的星群，但用低級的望遠鏡，可以更看見很有趣味。他是物理上互相維繫的星羣，用同一速度，向同一方向，在空間運動，像一羣野鳥一般。

從天獄作一線到天庫，延長到二倍遠處，我們到一星，名叫阿盧過爾，即裴修士 β 星。是裴修士座第二最明的星，在變光星中，很有名，從極古的時代，就知道他光度是在變化的。他也是一個雙星系，由一明亮一暗黑兩星所成。他們每二日二十一點鐘，相互環繞一週。當環行時，互相掩食，暗黑星走到明亮星前面，他所發的光，就突然開始降低，直降到原來的三分之一，以後不久復又昇回原值。每昇每降各費時四點鐘，他明亮變化的程度，就是用肉眼直接，也容易看得出。阿盧過爾北方，越過天河支流，有一明亮星，叫做裴修士 α ，專名叫做密爾法克，中國叫做天船三。

裴修士座更含有兩個由明亮星所成的美麗星團。用肉眼直接，都可以看見，好像銀河的明亮塊片，雖然構成他們的星，當然要比構成銀河的星，近得許多。他

*譯者註：勃里亞的斯，為古代神話中『阿梯拉斯』神的七女。普通肉眼，大概只看見六星，故神話中謬有一女，因與凡人戀愛，羞而隱藏云。

們在從裴修士 α ，到客星披亞 δ ，大概的一直線上五分之三遠處。用一個小望遠鏡，可以看出較明星團裏面，有一個美麗的蹄狀星羣，而較弱星團裏面，有兩個三角形的星群。

第四部 雙星

本部含有雙星座，巨蟹座的大部分，和野貓座的全部。本部重要的天體，是雙星座的兩明星， α 和 β 。普通用他們的專名，叫做卡斯頭，和婆辣克斯，中國叫做北河北星，和北河南星。北河北星，可以說是北半球天空中，最美麗的雙連星，小遠鏡中的壯麗天體。連星中一星較闊，約有他星一半的明亮，實際上，兩星各有太陽光度的二十三倍和十一倍，離我們的距離，約四十三光年。他們和天狼星的物理構造，大體相等。總噸數有太陽的五倍半。每三百零六年相互環繞一週。該雙星族中，還有一個闊弱的紅星，叫做雙星 αC 星，只有太陽發光的二十五分之一，非良好遠鏡，不能看得見。

最近更發見這三星自身，都是雙連星，所以北河北星，實在是由六個恆星所成的團體。不過三星中，無論那一個，就是用最有力的遠鏡，也不能看出是雙星。但

*譯者註：按古代神話，卡斯頭，婆辣克斯，為斯巴達王后麥打的學生子，以騎勇著名。雙星座原文，係學生子的意義。日人譯為雙子，今用舊譯名雙星，見梅氏叢書。

用和發見星雲後退速度，（參照第一百四十二頁），同樣的分光法，可以證明每一個星，都含有用不同速度運動的兩部分。所以每一個星，必定是由互相環繞，兩個分離的質量構成。不過因為相離太近，不能由遠鏡看出一個個的星體，這種星我們叫他們做了「分光雙連星」。相互環繞週期，最明的星，是 0.22 日，次明的星，是 2.03 日，間紅星是 0.814 日，就是二十點鐘。最末星的兩星，在互相環繞中，很準確的互相掩食。他們無論在那一點，都可以說是相似的星體，半徑都比太陽一半略大，噸數都和太陽的一半相等。

巨蟹座在本部，沒有明星，或其餘天體，值得特別注意。

野貓座也只含有不顯著的恆星，但有許多雙連星，和其餘天體，對於有良好遠鏡的人，很可叫他們感覺興趣。

第五部 大熊

本部最顯著的星，是大熊座七個主要星，即中國叫做北斗七星的是。依次叫做 α , β , γ , δ , ϵ , ζ , η ，他們的專名，茲不錄。（原名見中英名對譯）。中國的名稱，叫做天樞，天璇，天璣，天權，玉衡，開陽，搖光。這七個星，英文叫做夏爾的車，或杓，（和中國的名稱北斗，及史記所謂斗為帝車，的，很相符合）。玉衡

是一個雙連星，只要一個很小的望遠鏡，就可以把他們分開看見。

髮座（參照第十二頁）也在本部，是若干開弱星的集合，中國叫做部位。星的密度，不甚稠，還沒有到可以叫做星團的程度。

本部差不多含有獵犬全座，他裏面有一個很美麗的星，叫做獵犬 α ，或夏爾的心。本星第二名稱，是天文家哈雷所賦與的，緣英王夏爾二世，有一太醫，謂當夏爾回倫敦前夜，該星很顯著的明亮起來，以之懲戒哈雷的原故。從大熊 α ，作一線，到 γ ，延長到一倍半遠處，就很容易找出該星。通過熊尾三星，（即中國所謂斗柄），作一圓，該圓恰通過夏爾的心。本星主星，是三等星，他的伴侶，相離有弧度三分之一分遠，在五等六等的中間。所以用一個小望遠鏡，很容易把他們分別出來。

該座此外很少有趣味的星體，但有一個圖示在插版第四十三，普通叫做『旋渦』的，M 五十一號大螺旋狀星雲。是在一千八百四十五年，為羅舍爾主六英尺大遠鏡所發見，最初察得具有特殊螺旋構造之星雲。在小望遠鏡裏，除兩個接近的朦朧光塊外，看不出別的情形。

第六部 赫勾盧

本部含有赫勾盧，牧人，龍，諸星座的大部分。

在赫勾盧名星，和 θ 星的大概中央處，有一個曾經圖示在插版第三十二的，大球狀星團M十三號。（第一百零一頁對面）。該星團雖是北半球最可惹人注意的星團，但用肉眼直接，不過是僅乃得見，並且是要在極端的良好狀態之下。用肉眼直接，靠得住可以看得見的唯一球狀星團，是在南半球。

在赫勾盧和牧夫中間，有一個美麗U字狀星羣，叫做北冕，中國叫做貫索。他是名稱和外觀相符，很少星座中的一個。

第七部 織女（參照插版三十五，一百十六頁）

本部中是 α 星座²，含有顯著一等星 α ，專名叫做威噶，中國叫做織女大星，或單稱織女。他是北方天空中最明亮的星，在北半球全部，和南半球大部分，都很容易看得見。他離北極約五十一度，所以在北半球，緯度超過五十一度的地方，他永遠在地平面上，這當然包含英本國的大部分，

織女星很容易認出。和大熊座四邊形的 α 及 β 星，指向北極星一樣，該四邊形的其餘兩星 γ 及 δ ，正指向織女星。我們更可以注意到，北極星，大角，和織女，恰成一個二等邊三角形。

約六月末夜半，織女在倫敦天頂南方，約十二度

²譯者註：本星座日人譯作琴，今從梅氏叢書，作琵琶。

處，通過子午線。在七月是夜間十點鐘，八月是八點鐘通過，其餘倣此。所以織女是夏夜的星，從九月到二月，他在白晝通過子午線。

在物理構造上，織女和天狼一樣。他的光度，約有天狼的二倍，太陽的五十倍。他離我們的距離，約有二十六光年。

琵琶座更含一個雙星，叫做琵琶 ϵ 。他們兩星相離，約有二十分之一度，所以好眼睛的人，在晴朗開黑夜裏，用肉眼直接，就可以分開看見他們，雖然用一個劇場用遠鏡或一個雙眼鏡，更可以幫助不少。一個很小的天文遠鏡，可以使我們看出，兩星自身，都是雙星。

本部含有天鵝座全部，內有一個一等星，叫做天鵝 α ，中國叫做天津大星，和一個美麗雙星，叫做天鵝 β 。他的兩星，顏色恰相反，位置在天鵝的長頸喙部。本部含有銀河的最豐富部分。

赤 道 部

現在講到赤道部，該部載在星圖第一和第二內。

第八部 巨鯨

由恆星時表，我們可以看出本部，在正月中，大約午後六點鐘，就通過子午線。所以在冬夜剛昏，就可以看見。在八月底，他通過子午線，是深夜四點鐘，九月

是兩點鐘，十月是夜半，十一月是午後十點鐘，十二月是八點鐘。所以本部可以說是適合於冬夜觀察。

巨鯨雖是最大星座，但他並不含有很多的明星，只有兩個二等星，九個三等和四等星。

變光星巨鯨 α ，又叫做巨鯨座迷拉星，在本部內。德國天文學家法布理赫斯，在三百年前，就發見他的變光性。他的光不斷的變化，大約以十一月為週期。明亮程度，升降很大。最初從一個用望遠鏡，纔看得見的很弱九等星，漸漸升到八等，七等，六等，到用肉眼直接，也可看得見的程度，還漸漸上昇，一直升到二等星止。這樣大約費時四個月，此後在最明點，約停止一個月，復開始漸漸降低，再經過五個月，遂又回到原來九等星的地步。他叫做巨鯨座迷拉星，是巨鯨座奇怪的星的意思，因為他在最明時所發的光，差不多是最暗時的五百倍。

天空觀察家，應當注意到一個大W形星羣，由巨鯨 α ，白羊 α ，做最下二點，野牛 α ， β ，和裴修士 β ，做上面三點所成。

第九部 天狼（參照插版第三，十四頁）

本部是天空非常有趣味的部分，含有若干星座，表示俄來翁，和圍繞他的諸走獸。有俄來翁及小犬座全部，和天犬，野牛，兔，獨角獸等座的一部分。

大犬座最明星，是大犬 α ，中國叫做天狼，全天空中的最明亮的星。他雖在南半球天空，但在赤道南，不過十八度，所以除北極圈內小部分外，在適當時刻，全地球上，都可以看得見。他在新年大概夜半時，通過子午線，所以在像我們北緯地方的人，春季晚間，或秋季後半夜，是看他最好的時候。他顏色很美麗的閃變，就是這一點，已足使他很有名。事實上，他是一個模範的白色星，但是因為閃燦的結果，他好像快速不斷的，發出富有變化的色調¹。

從叢謀時代²，直到現在，歐洲人常叫天狼星做犬星³。在埃及許多紀念碑上，都用犬來表示他。在夏時，他和太陽同時東昇，曾被推想，以為是尼羅河開始泛濫的徵候。

除天狼外，大犬座很少有趣味的天體。本部最特殊的星象，是俄來翁座，插版第二十八，（七十七頁），曾載有他的像片。在正月夜間十點鐘前後，北半球的人，可看見俄來翁座，在他的正南方。在俄來翁武裝帶右下處，有一個一等星，俄來翁 β ，中國名叫參右足，英文專名叫賴宋爾，賴宋爾也是足的意思。他的燭光，我們

1) 譯者註：註史記云狼角變色，按即指此。

2) 譯者註：叢謀為耶穌紀元九百年前，希臘的詩人。

3) 譯者註：狼和犬同族，東西命名，或許有相當的連格。

知道很正確，大約是太陽的一萬五千倍。在武裝帶左上同距離處，有一個同樣有趣味的星，中國叫做參左肩，英文專名叫倍退兒札斯。是一個紅巨星，直徑有太陽的三百倍，燭光有太陽的一千二百倍。這兩個明星，和天狼（參照附錄第二）及野牛 α ，（即中國畢宿大星，又叫做天高或邊將），合成一個由一等星所成，很顯著的等邊斜方形。俄來翁武裝帶，差不多很正確的，在這個斜方形的中部。通過武裝帶三星，作一直線，向兩方面延長，到帶長的八倍遠處，在北方就到畢宿大星，南方就到天狼星。

在俄來翁武裝帶，中間星的正下面，在圖象上，是他的劍柄所在處，（參照插版第三，十四頁），含有俄來翁座大星雲，望遠鏡中最有趣的天體。（參照插版第二十七，七十六頁）。

本部更含有小犬座的最明星，叫做『勃羅細翁』，中國叫做南河大星。他的位置，通過俄來翁座 γ 和 α 二星，（即參右肩和參左肩），構成俄來翁四邊形最上邊的，作一直線，延長到左方，就很容易找出。雙星座的最明二星，差不多正在聯結南河大星，和北極星的一直線上。

第十部 軒轅大星

本部含有獅子，杯，水蛇，巨蟹座的大部分。我們

以前講過，可以幫助我們認識北極星的大熊座指針，更可以幫助我們，認識獅子座。因為指針的直線，在一方向，指向北極星，在另一方向，就指向獅子座。並且他們離指針，大概在全一距離遠處。本座諸星，構成一個很顯著的圖象，他的最明星，是一個一等星，叫做獅子 α ，中國叫做軒轅大星，居構成獅子首部，一羣曲線狀諸星，有時叫做鐮刀 β 星的首位。本座其餘諸星，都在鐮刀背外。最末居獅子尾端的一星，是一個二等星，叫做獅子 ρ ，是中國五帝座的大星，或僅叫做五帝座。

鐮刀星內，第二個最明星，叫做獅子 γ ，是一個雙星，用小望遠鏡，就可以看得出。兩星中較明的，是一個二等星，較闊的離明星約有弧度三秒遠，是一個四等星。該兩星的顏色，很有趣味的互相反觀。我們更可以注意到，畢宿大星，雙星 γ （即中國井宿三），獅子 γ ，和獅子 ρ ，差不多在同一直線上。

鐮刀形中心，是在一千八百六十六年十一月十三日至十四日，所發生大流星雨的出發點。該流星雨，多少有規則的，反覆重來。當重來時，我們叫他做獅子座流星羣的出現。（參照第六十一頁）。

巨蟹座沒有很明亮的星，但有一個奇異的星團，叫做勃雷細披，或蜂房，中國叫做積尸氣^{*}的。用肉眼直

^{*}譯者註：積尸氣是中國唯一有名稱的星團或星雲等類似天體。周圍有四星圍繞，中國叫做鬼宿。鬼宿史記叫做與鬼，積尸氣叫做質。

接，只看見一個朦朧光塊，橫在雙星座和獅子座的中間。但用光學器械很少的幫助，例如一個劇場用遠鏡，或小雙眼鏡，就可以看出他，是由許多恆星所成。

第十一部 大角

本部含有室女，蛇，天秤座的大部分，和收入座一小部。但收入座最明的星，收入 α ，中國叫做大角的，卻在本部內。

大角是織女天庫以下，北半球最明的星。他很容易認出，因為只要找出大熊座，順蒲尼（即斗柄）前進，到比尼長二倍稍近處，就可以找出大角星。

大角在四月下旬，約夜半時，通過子午線。在英蘭島觀察的人，可以看見他，其時約在天頂南方三十度處。他在赤道北不過十九度，除南極圈的內部外，全地球面上，都可以看得見。

室女座有一個一等星室女 α ，中國叫做角宿一，可以說是該座最顯著的星象。如果我們從大熊座，作一線，到大熊 γ ，稍彎曲延長之，就可以到該星。我們更可以注意到大角，角宿一，和五帝座三個明星，恰成一個大概等邊的三角形。

蛇座也在本部內。由他的最明星，在大角左邊，叫做蛇座 α 的可以把牠認出。

鴉座在角宿一右方稍下處，他的兩明星鴉座 β_1 （

即中國軫宿四^{*}），鴉座 γ ，（即中國軫宿一），和角宿一，恰成一個 V 字形的三角形。

第十二部 河鼓（參照排版第三十三，一百一十一頁）

本部是天空有趣味部分，含有鷹，蛇，弄蛇，箭手，箭，諸座大部分，并含有赫勾盧一部。內有赫勾盧 α ，一個美麗的雙星。他兩星的顏色，很優美的互相反襯，一個是橙黃色，一個是藍色。

鷹座可以由他的一等星鷹座 α ，中國叫做河鼓大星（或河鼓上將）的，做他的標識。我們更可以注意到，河鼓，織女，和天鵝 α （中國叫做天津大星），成一個很顯著的三角形。從織女過天鵝 β 下，作一直線，可大概通過成一直線形的三星，在中央最大的，就是河鼓上將，在兩側的，是左將右將。該三星是鷹座很顯著的星象，往往被誤認，當作俄來翁的帶中三星。

銀河經過鷹座一部。有一種傳說，謂天鷹在此，飛過叫做銀河的天上的河。

弄蛇座三個主星，和赫勾盧 α 星，成一個不規則的四邊形，他的中心，離北極，約和河鼓，在同一距離處。

第十三部 飛馬

本部含有水瓶，魚，山羊，和其餘小星座。并且和

^{*}譯者註：中國軫宿共四星。其一，二，三，四，即鴉座 $\gamma, \delta, \epsilon, \zeta$ 。

第二部第八部聯合，含有飛馬大正方形，差不多和大熊，俄來翁帶全等，為天空中熟悉圖象。他由飛馬座三個最明星 α ， β ， γ ，和鄰座安樂美大的 α 星所成。

用肉眼直接，數該正方形內所含星數，可以作眼力和空氣清濁的試驗。在英本國，很少能數過三十，但到南方天氣晴朗處，就能數到更多。在雅典，有時能數到壹百零二。

南 方 部

我們現在研究的南方部，大部分是在英本國不能看見的。

第十四部 北落師門

本部是南方天空最明亮部分的一個，內含有兩個一等星，一個是埃力大紐斯 α ，中國舊譯作水委，一個是南魚 α ，中國叫做北落師門。

南魚座在魚和水瓶座的南方，是若干星的小巢合。北落師門，在他所含星內，是一個顯著的天體。從北落師門到水委，作一線，順延到相等距離處，就到一個很明亮的星，中國叫做老人星。除天狼星外，在全天空中，就是他最明亮。我們剛好在一直線上，恰有三個一等星，可以作南半球觀察家，認識南方星座的很大幫助。三星中只有最北的一個，就是北落師門，在英本國可以看得

見。(譯者按次北的老人星，在中國首都，很容易看見。但在漢代的陝西河南一帶，因為海拔和地點較北關係，出現時離地平面很近，看見就不容易。所以史記上，有狼北地，有大星，曰南極老人，老人見，治安，不見，兵起的說。後代亦多把老人星出現，當作祥瑞。)

第十五部 埃力大紐斯

本部主要有趣味的點，是含有一個叫做埃力大紐斯，很長的天河。在古代星座，該河自水委起源，流向北方，經過若干明亮的星，即最初經過由四個四等五等星所成的星群，以後再經過一個三等星，更轉向北方，最後進入第八部。

但以後天文家，更把該星座推廣到南方。所以該河更流向水委南，進入南蛇星座。(參照第二十部)。

埃力大紐斯，是天空中最大星座的一個，含有約三百個，可以用肉眼直接，看得見的星。但除水委外，沒有一個，在三等以上。

第十六部 南極老人

有名的阿果巨船，或簡稱阿果的星座，是本部的特著星象。該座很大，普通把他分作三小部，即船身，船首，船帆，較覺方便。

該座中有一個最明星阿果 α ，中國叫做南極老人，或簡稱老人。他的明亮程度，僅在天狼星下。但天狼難

我們很近，比他明亮僅稍次的老人，卻離我們很遠，所以老人一定是很明亮的星。不過很可惜，他的距離和燭光數，都知道不很準確。

第十七部 南十字（參照插版第二十九，九十九頁）

本部含有兩個南方天空最顯著的星座，即馬身人和南十字。

南十字在較小範圍內，含有許多明星。和大熊座在北方天空一樣，可以說是南方天空的一個特殊標識。

南十字的十字長線，一端指南極近處，一端越過馬身人座，指向鴉座 β 。十字短線，指向馬身人座兩個最明星，我們在第十八部，再來講他。

南十字座最明星，叫做南十字 α ，離南極最近，次明星，叫做南十字 β ，居極東方。離他很近處，有一個八等星。約翰侯矢勒爵士曾說他，是『最富最深的赭紅色，所見諸星中，最強烈的血色星。在南十字 β 的白色襯託下，儼然和一滴血一樣』。

本部含有銀河最明亮的一部，（參照插版第二十九，九十九頁），和他最特著的圖象，就是八度長，五度寬，早期的航海家和天文家，叫做『煤袋』的，一個梨形黑塊。早期澳洲人的俗說，說他是一個暗黑陷坑，并說他是惡神的化身，幻作駝鳥，潛伏樹下，（南十字座諸

星，即表示該樹)。以何彼道加，向樹間逃來的袋鼠的。我們現在知道，煤袋并不是甚麼洞穴，乃是把後面星光遮斷，一塊雲狀的開黑物質。(參照第九十八頁)。

馬身人座，不但範圍浩大，并且比別的星座，含有很多的明星。有兩個一等星，一個二等星，五個三等星，七個四等星，和三十九個以上的九等星。

第十八部 馬身人

馬身人座最明星，馬身人 α ，是在離南極三十度以內，所以除熱帶地方外，北半球的人，不容易看得見。(但史記云，亢爲旒廟，主疾。其南比兩大星，曰南門。按即馬身人座 α ， β 兩星，因歲差原故，漢時他們比較老人星容易看見。)

馬身人 α ，很容易認識，因為有一個差不多和他相等的明星，叫做馬身人 β ，只離他在五度以內遠處。(史記所謂比兩大星，比即接近的意思。)在天空其餘部分，沒有再像這樣接近的兩個一等星。北河北星，和北河南星，雖相離也差不多這樣近，即五度，但他們的明亮程度，決不能和南門兩星相比。

本部更含有一個，叫做蝎的美麗星座。他的最明星蝎座 α ，中國叫做心宿大星，或大火，在若干二等星三等星的串列近端處。該座在夏季，在像英本國緯度的地方，剛可以看得見。在天空較著星中，心宿大星，顏色

最紅，其次是參左肩，再其次是畢宿大星。此三星都是紅巨星，心宿大星，半徑有太陽的四百五十倍，參左肩有三百倍，畢宿大星有四十倍。

第十九部 箭手（參照插版第三十三，第三十四，一百一十一頁和一百一十二頁）

本部最顯著的星，是兩個一等星，一個是孔雀座最明的星 α ，一個是鶴座最明的星 α 。鶴座大部分，在第十四部。

銀河在本部，特別的豐富而美麗。

第二十部 南極

在南極處，沒有一個星，像北極星標明北極一樣，標明南極。在本部最顯著的天體，是大馬傑蘭雲，和小馬傑雲，或簡稱大雲，和小雲。（參照插版第三十一，一百頁），就是對於直接肉眼，他們也是很顯著的天體。大雲在月望時，也可看得出。

在小馬傑蘭雲邊界處，有最近星團中的一個星團，叫做長喙鳥座四十七號。用肉眼直接，也很容易看得見。

二十個最明星表

星名	星座	距離 (以光年 為單位)	光度 (以太陽 光度為單 位)	星圓 (天空部 分)	參照頁數
天狼	大犬 α	8.0	20.3	0	73, 92, 164
老人	船身 α	*	*	10	171
南門四星	馬身人 α	4.3	1.3	18	92, 173
織女大星	天琴 α	20	50	7	157, 162, 163
天庫	御者 α	52	185	3	156
大角	牧人 α	41	100	11	168
參右星	俄來翁 β	500	15000	0	165, 166
南河大星	小犬 α	10.5	5.5	0	74, 93, 166
木委	埃力大紐斯 α	70	200	14	171
南門東星	馬身人 β	300	3000	18	173
河鼓大星	鷹 α	16	9.2	12	169
參左星	俄來翁 α	200	1200	0	78, 88, 166
十字阿爾法	十字 α	230	1600	17	172
畢宿大星	野牛 α	57	90	9	157, 166
北河北星	雙星 α	32	28	4	159
角宿大星	室女 α	230	1500	11	168
心宿大星	蝎 α	380	4000	18	173, 174
北落門	南魚 α	24	13.5	14	170
天津大星	天琴 α	600(?)	10000(?)	12	169
軒轅大星	獅子 α	50	70	10	167

有，號的其詳不知（參照第一百二十七頁）

諸 星 行

行星	衛星數	和地球大小的比較		離太陽的距離 (和地球相比)	公轉週期 (以年為單位)	軌道上速度 (每秒英里數)	參照頁數
		直徑	容積				
水星	0	0.39	0.66	0.04	0.24	2.67	33,47,48
金星	0	0.97	0.22	0.81	0.62	2.17	32,33,49,65
地球	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.85	50,51,70
火星	2	0.53	0.15	0.11	1.88	1.50	51,52,54
小行星	—	—	—	—	1.76—1.37	—	60
木星	9	10.95	1312	317	11.86	8.1	52,54,63
土星	9	9.02	734	95	29.46	6.0	58,59
天王星	4	4.00	64	147	84.01	4.2	187,70,71
海王星	1	3.92	69	17.2	164.78	2.4	187,70
冥王星	—	*	*	*	248	2.9	20,21

* 冥王星的直徑，容積，質量，都還不知道，但大約全比地球小。

諸 行 星 的 運 動

本表表示諸行星離太陽最近的大約時刻。在此時刻水星金星，最容易看見，火星木星土星，在太陽正對面，於夜半通過子午線，所以也是他們在夜間天空最顯出風頭時。

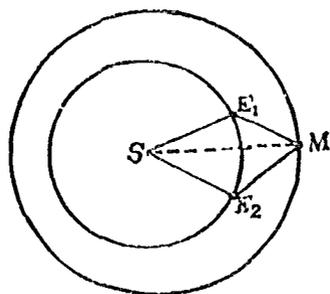
年	水			星			火			木			土						
	日	出	見	日	入	後	日	出	前	日	入	後	日	出	前	日	入	後	
1922	正月,五月,九月,十二月		三月,七月,十一月		四月		二月		三月		二月		二月		三月		二月		七月
1922	四月,八月,十二月		三月,七月,十一月		十一月		三月		三月		十一月		三月		三月		三月		八月
1934	四月,七月,十一月		二月,六月,十月		四月		四月		四月		七月		四月		四月		四月		八月
1935	三月,七月,十一月		二月,五月,九月		十一月		十一月		十一月		七月		十一月		十一月		十一月		八月
1936	二月,六月,十月		正月,五月,九月,十二月		二月		九月												
1937	二月,六月,九月		四月,八月,十二月		九月		九月		九月		二月		九月		九月		九月		九月
1938	正月,五月,九月		四月,七月,十一月		二月		二月		二月		九月		二月		二月		二月		九月
1939	正月,五月,八月,十二月		三月,七月,十一月		二月		十月												
1940	四月,八月,十二月		二月,六月,十月		四月		十月												
1941	四月,七月,十一月		二月,六月,九月		十一月		十一月		十一月		四月		十一月		十一月		十一月		十一月
1942	三月,七月,十一月		正月,五月,九月		九月		九月		九月		四月		九月		九月		九月		十一月
1943	二月,六月,十月		正月,四月,八月,十二月		二月		二月		二月		十一月		六月		十月		正月		十二月
1944	二月,六月,九月		四月,八月,十二月		二月		二月		二月		十一月		六月		十一月		二月		十二月
1945	正月,五月,九月		三月,七月,十一月		六月		六月		六月		二月		二月		三月		三月		三月

增 錄

本增錄係譯者所加的註釋，以補本書語焉不詳的處所。

增錄一 太陽距離的測法

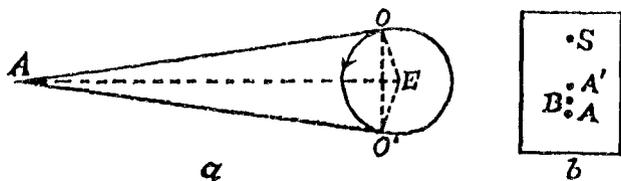
現代測太陽距離的最好方法，是用和本書所講，測月的距離，同樣原理，測一個小行星的距離。小行星距離既得，再於小行星兩次在軌道上，回到同一地點時，由地球測得小行星方向，和太陽方向間所夾的角，就可算出太陽的距離。



第 四 圖

如第四圖， S 為太陽， M 為小行星兩次所在同一的點， E_1, E_2 為地球兩次所在位置。因我們知道地球在 E_1, E_2 的時刻，所以可以算出 $E_1 S E_2$ 角。但由實測，已知道

SE_1M 及 SE_2M 角，所以只要再知道 E_1M 和 E_2M ，由簡單幾何法，就可以算出 SE_1 和 SE_2 。



第五圖

測小行星距離，並不一定要在地球上，作很遠的旅行。因為地球自轉，可以說我們從空間一處，到他一處，如同實在旅行一般。如第五圖 a ，在 O 處的觀測者，隨同地球自轉進到 O' ，那麼他所看見小行星 A 的方向，就如同他由 O 點旅行到 O' 點一樣，發生稍許變化。如第三圖 b ，用一塊乾板照像，如果在 O 點時，照得小行星的像為 A ，在 O' 點時他的像就要變作 A' 。但在同一乾板上，所照一個恒星的像 S ，却始終不變。測得 SA ， SA' 在乾板上的距離，和已知角度的二星體，在乾板上像的距離相比，就可以知道他們在天空的角度，由是可以算出 $OA O'$ 角。因 OE ， $O'E$ 及 OEO' 角，均為已知，所以再測出 AOE 和 $AO'E$ 角，就和上面同樣，用簡單幾何法，可以算出 AE ，即小行星的距離。

所以要用小行星，是因為他的像很小，差不多成

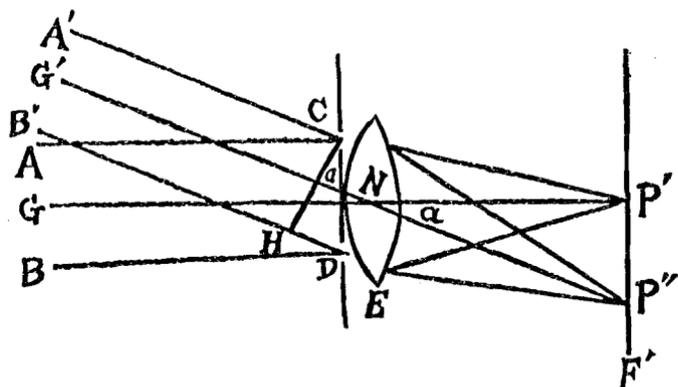
一點，適合於測 SA 或 SA' 的距離，且小行星中，有可走到離地球很近處，使 $OA O'$ 角較大，測定更易準確的原故。

增錄二 天文用干涉表

本書在第二章，曾講過光像海水的波浪一樣。如果我們在池邊，投石入水，就可看見把投入點作中心，發生波紋，向四面八方推進。但如果向水面兩點，投入二石，觀察他所生波紋的會合。就可看見波紋高處和高處，低處和低處會合，則高處更高，低處更低，波即變大，反之高處和低處，低處和高處會合，則高低兩處，互相抵補，波即消失。并且如果設法，使二點繼續發生新波，例如在音叉兩端，各粘一針，使和盛水銀杯的水銀面接觸，擊動音叉，則可見連續波紋變大處和消失處，永遠在同一地點，不像僅由一波源，所生波紋，向各方向推進。這種現象，叫做干涉。

光既然是波，當然也要如此。事實上，使從一細隙發來的光，通過二細隙，那二細隙就好像兩個波源，由他出來的光，會合起來，在空中就發生變大和消失。變大處光強，消失處無光。所以在二細隙前，置一屏，就可看見上面，現有明暗光紋。這是習過光學的讀者們，早經知道的事實。自然在二細隙前，置一透鏡，使光通

過透鏡，再投到屏上，亦無不可。



第 六 圖

如第六圖，C,D 為二細隙，E 為透鏡，F 為透鏡的焦面，（即通過焦點與透鏡主軸垂直的平面），AC, BD 為發自遠處一點 P，與透鏡主軸平行的諸光線。通過透鏡心 N，與 CA, BD 平行，作 GN 直線，延長之，與 F 面交於 P'，P' 即為 P 點的像，即光的極強處。叫做中央光紋。在 P' 點下面，最近的極強處為 P'' 點。且命 P' NP'' 角為 α ，則由光的干涉原理，很容易知道

$$\alpha = \frac{\lambda}{a},$$

λ 為光的波長，即波的兩個鄰近最高處，所有的距離， a 為 CD 間的距離。

因由 C,D 二點，通過透鏡，達 P'' 點的二光線，據干涉理，他們的光行差，（即二光線的經路，換成在空

氣中的經路差)應為一波長 λ 。與 NP'' 平行,作 $A'C$,
 $B'D$ 二直線,則據幾何光學理, $A'C, B'D$ 二光線,到 P''
 點的光行差為零。由 C 作 $B'D$ 的垂線 CH ,則由 C 到 P''
 點,較由 D 到 P'' 點,光所多走的路,必恰和 HD 相等,
 即 $CH = \lambda$ 。又因

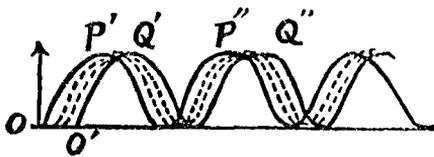
$$\angle DCH = \angle P'NP'' = a,$$

故
$$\tan a = \frac{DH}{CH} = \frac{\lambda}{a}。$$

因 a 甚小,故可命

$$a = \frac{\lambda}{a} \dots\dots\dots (1)$$

設遠處有一光點 Q ,由透鏡所成的像為 Q' ,則 $P'NQ'$
 角,即為 P, Q 二發光點,在 N 點所成的視角,命之為
 θ 。則我們在焦面 F 上,可以有兩組光的明間紋,以曲



線表之,如第七
 圖的 $OP'P'', OQ'$
 Q'' 。假如 PQ 為
 一連續線狀發光

第 七 圖

體,則更有多組極大極小,其合成光的強度,亦有大有
 小,不能一定。必須 Q' 點和 P'' 點相重,即 Q', P'' 二
 點間填滿,其合成光的強度,穩可以一定不變,無極大
 極小,而光紋消失。因 a 與 θ 有關,變換 CD 間的距離
 a ,令 a 等於 θ ,則光紋消失。故由實驗,測得最初光

紋消失時，CD 的距離 a ，則可得 PQ 在 N 點的視角，為

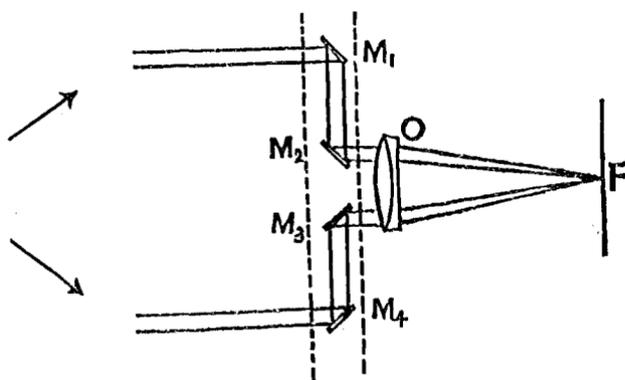
$$\theta = \frac{\lambda}{a} \dots\dots\dots(2)。$$

但如發光體為圓盤狀，PQ 為他的兩端，則 (2) 式應改為

$$\theta = 1.22 \frac{\lambda}{a}。$$

這就是邁克爾生的，天文學干涉表的原理。

不過恆星的視角小，就是用現在最大的望遠鏡，還不能夠得相當的 CD 距離。所以邁克爾生，於望遠鏡前面，置兩平面鏡 M_1, M_2 ，來替代細隙，使由 M_1, M_2 反射的光，再由 M_3, M_4 反射，進入望遠鏡內。用這個方法，邁克爾生和皮斯，測得由參左肩所生的光紋，當 CD 距離，等於一百二十一英寸時，纔行消失。由此算得參左肩的視半徑，為千分之四十七秒。



第 八 圖

增錄三 希臘字母和羅馬字母

本書中星及星雲等名稱，所用希臘字母和羅馬字母，因係各國通用，故未改譯。茲為不熟悉該項字母的讀者，將各字母和讀音，列為二表，並附記擬用的代替中國字於後。絕對不喜用外國字母的人，可以照表改訂之。

希臘字母表

字母	讀音	代替中國字	字母	讀音	代替中國字
Α, α	阿爾法	甲	Ν, ν	紐	寅
Β, β	倍他	乙	Ξ, ξ	殼賽	卯
Γ, γ	噶麻	丙	Ο, ο	俄密窟籠	辰
Δ, δ	迭耐他	丁	Η, η, ω, η	派	巳
Ε, ε	愛僕細籠	戊	Ρ, ρ, ϱ	落	午
Ζ, ζ	氣他	己	Σ, σ, ς	細殼麻	未
Η, η	依他	庚	Τ, τ	套	申
Θ, θ, ϑ	賽他	辛	Υ, υ	烏僕細籠	酉
Ι, ι	挨窩他	壬	Φ, φ	弗愛	戌
Κ, κ	卡爬	癸	Χ, χ	概	亥
Λ, λ	郎母達	子	Ψ, ψ	僕賽	干
Μ, μ	穆	丑	Ω, ω	俄梅噶	支

上表中字母，有大寫小寫兩種，在左邊的係大寫，在右邊的係小寫。小寫中有列兩字的，係兩種寫法。凡小寫字母，可選用甲乙丙丁等字代替，大寫字母可於甲乙丙丁字加口旁，如呬吃啞可等代替之。

羅 馬 字 母 表

字母	讀音	代替中 國字	字母	讀音	代替中 國字
A,a	〔愛〕	天	N,n	恩	宿
B,b	俾	地	O,o	窩	列
C,c	西	玄	P,p	披	脹
D,d	底	黃	Q,q	〔哭歐〕	塞
E,e	依	宇	R,r	阿爾	來
F,f	愛夫	宙	S,s	愛斯	著
G,g	機	洪	T,t	梯	往
H,h	愛去	荒	U,u	悠	秋
I,i	換	日	V,v	〔微〕	收
J,j	街	月	W,w	達不留	冬
K,k	克	盈	X,x	愛克司	藏
L,l	愛盧	灰	Y,y	歪	閏
M,m	愛母	辰	Z,z	擠	餘

羅馬字母亦有大小寫，如必須分用時，可依希臘字母的方法，加口旁以別之。

中英名對譯及索引

(以中名筆畫數為序)

中名	英名	頁數
三畫		
三角座M三十三號星雲	The Nebula M33 in Triangulum	117,124,139,插版38
大火	Antares	174
大犬	Canis Major	11,14,105,166
大犬座二十七號	27 Canis Majoris	13,73
大角	Arcturus	169,176
大馬傑爾雲	Greater Magellanic Clouds	100,124,175
大雲	Nubecula Major	175
大熊	Ursa Major	14,155,161
小火	Canis Minor	11,165
小行星	Minor Planets or Asteroids	60
小馬傑爾雲	Lesser Magellanic Clouds	100,124,175,插版31
小雲	Nubecula Minor	175
小熊	Ursa Minor	14,155,插版4
土星	Saturn	18,52,54,57,177 178,插版21
土星的大小	Size of Saturn	52
土星的新星	Satellites of Saturn	57,70
土星的環	Rings of Saturn	58,59
干涉表	Interferometer	76,附錄第二
山羊	Capricornus	14
子午線	Meridian	152
四畫		
天大將軍	Almak	156
天王星	Uranus	18,52,54,70
天王星的新星	Satellites of Uranus	57,
天津四星	Deneb	175
天秤	Libra	169
天庫	Capella	157,158,176
天狼	Sirius	73,74,93,166,176
天狼的光度	Luminosity of Sirius	73,74
天狼的距離	Distance of Sirius	9,13,74
天狼的闇弱伴星	Faint Companion of Sirius	73,75,77,85,93

天高	見畢宿大星	
天船三	Mihphak	159
天璇	Merak	155, 161
天樞	Dubhe	155, 161
天璣	Phecca	161
天權	Megrez	161
天竈	Cygnus	14, 164, 插版35
火星	Mars	18, 51, 插版20
火星上生命	Life on Mars	55
火星的大小	Size of Mars	52
火星的物質	Substance of Mars	54
火星的氣候	Climate of Mars	54
木星	Jupiter	1, 18, 51, 54, 插版 22
木星的大小	Size of Jupiter	52
木星的大氣	Atmophere of Jupiter	54
木星的衛星	Satellitics of Jupiter	57, 60, 69
木星的噸數	Weight of Jupiter	52
太陽內部	Interior of Sun	34, 36, 37, 38
太陽內溫度	Temperature inside Sun	37
太陽內壓力	Pressure inside Sun	38
太陽的大氣	Atmsophere of Sun	36, 45, 插版13-16, 17
太陽的直徑	Diameter of Sun	8
太陽的距離	Distance of Sun	7, 附錄第一
太陽的燭光	Candle power of Sun	74
太陽的噸數	Weight of Sun	69
太陽光的顏色	Colour of Sunlight	25, 26
太陽黑點	Sunspots	35, 插版16, 17, 19
日食	Eclipse of Sun	8, 32, 63
日冕	Solar Corona	63, 插版26
心宿大星	Antares (or α Scorpii)	見大火
犬星	Dog-Star	13
月的外觀	Appearance of Moon	28, 插版7-11
月的自轉	Rotation of Moon	30, 33
月的表面	Surface of Moon	27, 28, 29
月的溫度	Temperature of Moon	30, 31, 32
月的運動	Motion of Moon	6, 65
月的距離和大小	Distance and size of Moon	6

月的將來	Future of Moon	60
月的盈缺	Phase of Moon	雜項8,10
五車大星	見天庫	
五帝座	Deneshola	168,169
牛頓	Newton, Sir Issac	65,68
分光器	Spectroscope	36,39
分光雙連星	Spectroscopic Binaries	161
幻海平原	Mare Crisium	雜項7
水手	Aquarius	11
水委	Achernar	175
水星	Mercury	18,33,47,48,55
水星的大小	Size of Mercury	33
水星的大氣	Atmosphere of Mercury	33
水星的自轉	Rotation of Mercury	33
水星的溫度	Temperature of Mercury	33,55
水星的盈缺	Phases of Mercury	48
水蛇	Hydra	11,14,167
水瓶	見水手	
孔雀	Pavo	175
五畫		
玉衡	Alioth	161
主列星	Main-Sequence Stars	90
白羊	Aries	
白侏儒星	White dwarf stars	84,80,126
白雷痕城	Bethlehem	50
史浮士	Cepheus	10,155
史魁變光星	Cepheid Variables	98,100,101,116,119
巨鯨	Cetus	10,11,165
巨鯨座O星	O ceti	74,88,165
巨鯨座迷拉星	Mira ceti	全上
巨蟹	Cancer	167,168
北斗七星	Dipper or plough	12,155,161
北河北星	Pollux	160,176
北河南星	Castor	160
北極大距	North polar distance	152
北極的移動	Wanderings of the pole	15,16,17
北極星	Pole Star	14,15,155,156

北落師門	Formalhaut	171,176
北冕	Corona Borealis	163
尼可爾生	Nicholson, S. B.	32
六畫		
宇宙的大小	Size of Universe	137,144
宇宙的年齡	Age of Universe	146,147
宇宙的模型	Model of Universe	132,135
宇宙的膨脹	Expansion of Universe	140,141,143
宇宙進化史	History of Universe	128,129
地球	Earth	20,22
地球的大氣	Atmosphere of Earth	1,24,50,51
地球的生成	Birth of Earth	45
地球的自轉	Rotation of Earth	2,4,149
地球的噸數	Weight of Earth	68
危險帶	Danger Zone	57,59,60,61
光年	Light year	117
安樂美大	Andromeda	10,156,157,插版2
安樂美大座大星雲	Great Nebula in Andromeda	19,116,118,130,157 插版15,36,37,42
行星	Planets	18,19,20,45,177,178
東班	Thuban	15
艾丁吞	Eddington, Sir A.	145
老人	Canopus	172,173,176
七畫		
杜雷克	Drake	136
沃海平原	Mare Fœcunditatis	插版 V11
弄蛇	Ophiuchus	170
赤緯	Right Ascension	152
八畫		
金星	Venus	1,18,32,55,177,178 插版20
金星的大氣	Atmosphere of Venus	1,50,51
金星的盈缺	Phases of Venus	49
奇樓	Keeler	58
來特	Wright, Thomas	58
空間的廣漠	Emptiness of Space	93,99,146
空間的障礙物	Obscuring Matter in Space	93,99,105,119

阿丹斯	Adams	70
阿利桑納	Arizona	20,62
阿拉圖	Arato	10
阿果	Argo	11,172
阿婆羅	Apollo	47
阿盧過爾	Algol	159
法布理納斯	Fabircius	105
托理米	Ptolemy	11
杯	Crater	11,167
雨海平原	Mare Imbrium	排數7
長喙鳥	Tucana	175
兔	Lepus	11,165
牧人	Bootes	169
河鼓	Altair	170,176
九晝		
恒星的大小	Sizes of Stars	70,77,80,81
恒星的內部	Interiors of Stars	40,84,85
恒星的溫度	Temperatures of Stars	70,84
恒星的距離	Distances of Stars	5,8,9,176
恒星的燭光	Candle Powers of Stars	73-75,90
恒星的噸數	Weights of Stars	72,73,91
恒星時	Sidereal Time	150,151
恒星輪	The Cart-wheel of Stars	105,106,107,109 111
星座	Constellations	10-14,153以下
星雲	Nebulae	115以下,排數27, 30,35-46
星雲的進化	Evolution of Nebulae	122,123,排數44-46
星雲的運動	Motions of Nebulae	142,143,
星雲的距離	Distances of Nebulae	117以下
南河大星	Procyon	74,93,167
南魚	Piscis Australis	11,171
客星披頭	Cassiopeia	10,14,156
冥王星	Pluto	18,52,54
冥王星的距離	Distance of Pluto	21,71
冥王星的發見	Discovery of Pluto	20,71,排數8
昴	Pleiades	159

紅巨星	Red Giants	88,89
紅薇	Prominences	34,35
勃昆	Pettit, E.	32
勃里斯凱特星	Plasketts Star	73
俄來翁	Orion	11,78,105,106,107 和星3,27,28,30
俄來翁 α	α Orionis	78,80,81,88,107
俄來翁座星雲	Nebulae in Orion	110,107
伏欠勃威烈恩	Herschel, Sir W.	105,106
飛馬	Pegasus	10,11,14,120,171
十一畫		
流星	Meteors	61,62,63,和星6,25
馬身人 ζ	ζ Centauri	93,174,176
馬身人近星	Proxima Centauri	9,93
馬克斯威爾	Maxwell, J. C.	68
馬流斯	Marius	116
馬傑南	Magellan	136
夏勃雷	Shapley, H.	101,103
夏爾的心	Cor Caroli	162
夏爾的爪	Charles' Wain	161
原子	Atoms	30,40,84,85
軒轅大星	Regulas	108,176
海王星	Neptune	18,52,54
海王星的發見	Discovery of Neptune	70
海王星的衛星	Satellites of Neptune	70,177
埃力大紐斯河	Eridanus	11,172
郝布盧博士	Hubble, E.	119,124
哥倫布	Columbus	137
十一畫		
章動	Nutation	16
梅在	Magi	50
梅塔隆	Medusa	11
蛇	Serpens	14,169
參左肩	Betelgeux	78,88,107,176
參右足	Rigel	166,176
旋渦	Whirlpool	162
旋轉儀螺盤	Gyroscopic Compass	3,16

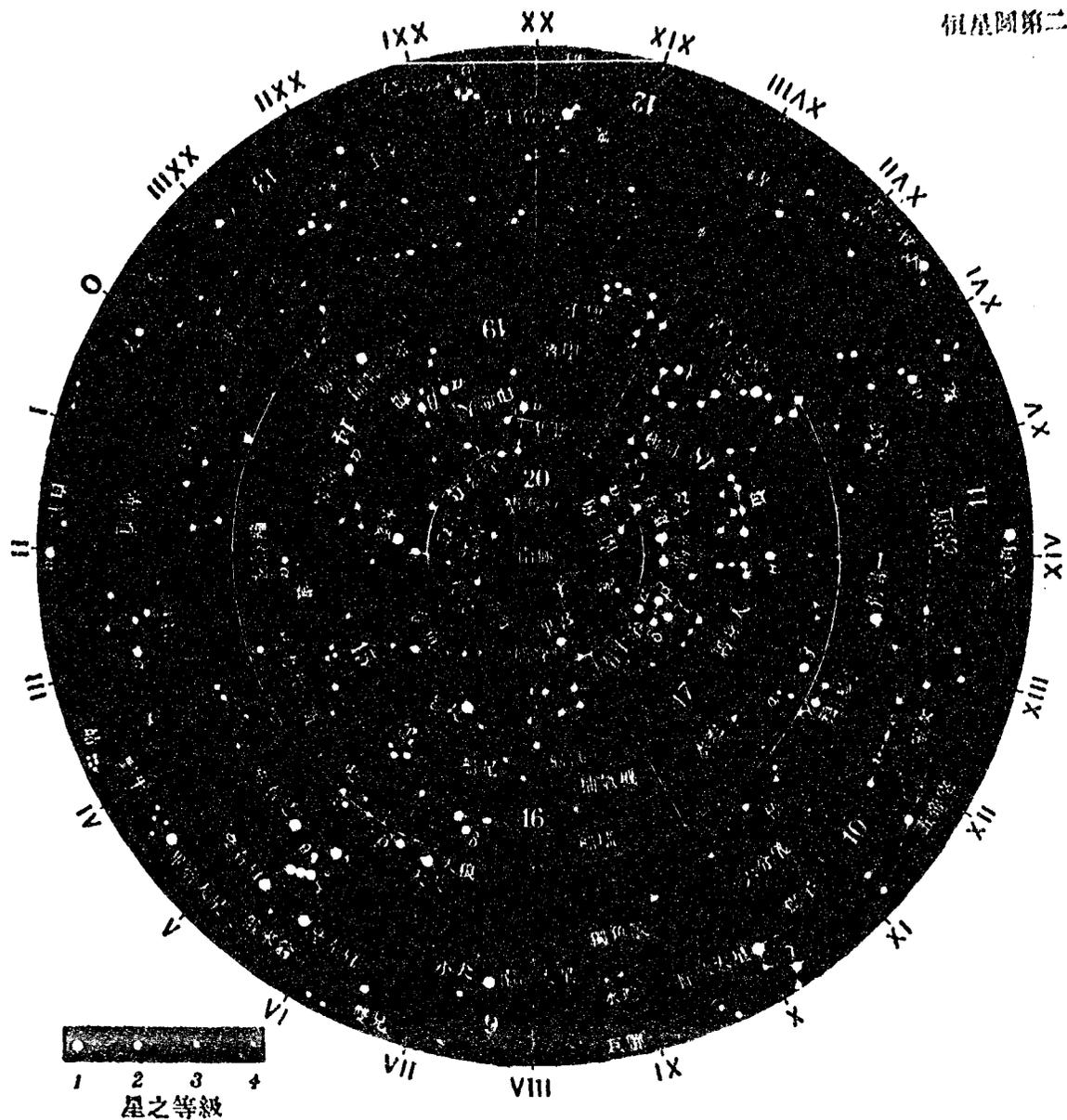
球狀星團	Globalar Clusters	101以下,163,176, 插版31,32
清海平原	Mare Serenitatis	插版7
彗星	Comets	61插版23,24
野牛	Taurus	11,158,159,插版3
野貓	Lynx	160,161
康德	Kant, I.	115,131,135
御者	Auriga	157
船(即阿果)	The Ship	15
魚(或雙魚)	Pisces	11,171
黃巨星	Yellow Giants	89
黃道光	Zodiacal Light	63
畢宿大星	Aldebaran	157,167,176
箕索	見北冕	
十二畫		
傅科擺	Foucault's Pendulum	4
散射	Scattering of Light	24
枱	The Table	15
最近恆星	The nearest Stars	21,92,93
最近星雲	The nearest Nebula	118,120,132,133,139
云海平原	Mare Nubium	插版7
開陽	Mizar	155,161
開普敦	Cape Town	5,8
開普敦	Cape Horn	134
獵翅	Lyra	163,164
十三畫		
愛琴海	Aegian see	136,137
雷費理	Leverrier	70
萬有引力	Universal Gravitation	64,73,108,109,123, 129,148
歲差	Precession	16
隕石	Meteorite Stone	62
達文特里	Daventry	139
搖光	Alkaid	161
十四畫		
福靈格斯塔夫觀測所	Flagstaff Observatory	71
裴修士	Perseus	10,11,15,159,插版2
赫勿盧	Hercules	14,162,163,170

銀河	Milky Way	104,106,108,110,118,插版29,33,34
銀河系	Galactic System	108,122,131
歌白尼	Copernicus	22
蝎	Scorpio	174
高爾夫 359 號	Wolf 359	13,75,93
十五畫		
磁針羅盤	Magnetic Compass	3
劍魚座 S 星	S Doradus	75,76
箭	Sagitta	170
箭手	Sagittarius	170
箭手座雲狀大星羣	Great Star-Cloud in Sagittarius	110,插版34
萊昂龍星	Van Maanen's Star	81,85,93
裏倫爾斯	Berenice	12
髮	Coma Berenices	12,162
髮座星雲團	Cluster of Nebulae in Coma Berenices	119,插版40
鴉	Corvus	11,170
十六畫		
噶利滿俄	Galileo	2,22,58,104
輻射能力	Radiant Energy	
積尸氣	Praesepe	168
靜海平原	Mare Tranquillitatis	插版7
龍	Draco	14,15,17,155
十七畫		
瀛海平原	Mare Humorum	插版7
鴿	Columba	11
十八畫		
雙兄	Gemini	160
織女	Vega	157,163,164,176
十九畫		
藍髮特	Lambert	96,97
藍道特爾	Lemaitre	140,143
羅威爾	Lowell	71
羅威爾天文台	Lowell Observatory	20
二十畫以上		
鐘	The Clock	15
饒海平原	Mare Nectaris	插版7
鐮刀星	The Sickle	167

變光星	Variable Star	75
鶴	Grus	145
鷹	Aquila	15

刊 誤 表

頁數	行數	誤	正
7	6—7	我們他球	我們地球
8	2	月食的	日食的
13	5	大熊	大犬
20	橫眉	天進化	其進化
20	9	阿里宗納	阿利宗納
34	15	蘊蓄約	蘊蓄的
73	3	小犬座	大犬座
101	8 及 9	蜜蜂	蜜蜂
107	5	的雲集	雲集的
116	14—15	馬安斯	馬流斯
154	5	郝勾盧	赫勾盧



南天圖——自南極至赤道北二十五度

圖周之羅馬數字，示赤經時數，圖內之阿拉伯數字，示該星所在之部分。

震亞書局最近出版廣告

科學小叢書

第二冊 玄秘的宇宙 新斯著 張貽惠譯 定價九角

第三冊 最近物理學的物質觀

遠爾文著 張貽惠譯 定價壹元貳角

以上二冊均不日出版其餘在陸續編譯中

讀本 英文名著叢刊

第一冊 伊索普寓言 每冊肆角

第二冊 泰西五十軼事 每冊肆角

第三冊 莎士樂府本事 每冊肆角

第四冊 福爾摩斯偵探案 每冊肆角

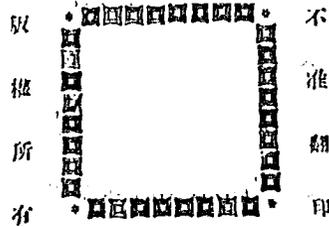
第五冊 天方夜譚 每冊肆角五分

以上五冊不日出版本叢刊選材繁簡適宜譯注精當可作學校教科書及課外讀本之用且定價至廉不特爲原版書所不及抑且非國內出版同類書之可比

宇宙及其進化

全 一 冊

中華民國二十一年九月出版



代售處

發行處

印刷者

翻譯者

原著者

定價

其餘各大書店
武昌省立職業學校
武昌武漢大學出版課
南京中央大學出版課
北平師範大學號房

電話西局二二四四
震亞書局
北平棘線胡同西口

電話東局三五七七
北京書局
北平前池子飛龍橋

張貽惠

英國新斯

大洋一

