

四之音最識知本基
用適修自及科教校學等中

宇宙漫話

錢 嘒 莘 著
文 光 書 局 印 行



基本知識叢書之四
中華學校教員及自修適用

宇宙漫

錢明華著

文藝書局印行



四之書叢幾知本基

宇 宙 漫 話

印翻准不★權作著有

著 者 定價 國幣 柒元正

發行人 陸 夢 生

發行所 文 光 書 店
總店：上海河南路三二八號
分店：重慶中山一路二一八號

分發行所 聯 營 書 店
漢口 環慶 成 部
利羣書報聯合發行所
上海河南路三二八號

民國三十七年一月初版(滬)

總 5230-28

基 設 (7.P.) 1-5000

目次

第一編 神祕的天空

- 一 人定勝天……………三
- 二 錯誤是真理的祖宗……………六
- 三 爲真理殉身的哲人……………八
- 四 恆星都是太陽……………一二
- 五 星的概說……………一六
- 六 星的顏色……………二一
- 七 星的構造……………二七
- 八 太陽系的話……………三二

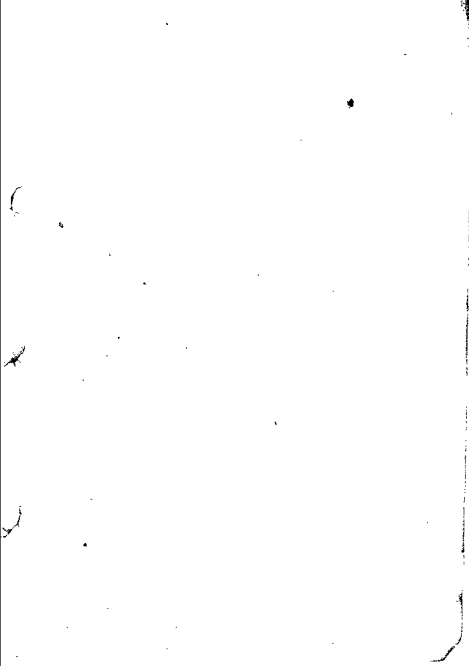
- 九 奇異的太陽……………三七
- 十 神秘的月球……………四三
- 一一 行星的世界……………五一
- 一二 彗星流星隕星和天座……………六九
- 「三 可怕的變遷……………七九

第二編 偉大的地球

- 一 從地是平的說到地是圓的……………九一
- 二 從地是靜的說到地是動的……………一九八
- 三 地球的昨日……………一〇四
- 四 地殼的構成……………一一三
- 五 地球的今朝……………一一九
- 六 地球熱力的維持者……………一二七

- 七 石槽裏的奇妙故事……………一三三
- 八 海陸升沉的奇蹟……………一四一
- 九 森林和沙漠……………一四七
- 一〇 山、谷、冰河、火山、地震……………一五五
- 一一 土壤中的秘密……………一六三

第一編 神祕的天空



人定勝天

宇宙是一個大啞謎。要猜破這個大啞謎，委實不是輕易的事。不過人畢竟是不朽的動物。對於這個大啞謎，始終抱着猜破它的念頭，一刻也不肯放鬆。不肯放鬆是成功任何事情的唯一要件。俗語說得好：「祇要工夫深，鐵杵也可磨做綉花針！」真的，若要把鐵杵磨做綉花針，除了工夫以外，還有別的甚麼辦法呢！

這裏先來講個故事。

稗制禁記 (Genesis) 上說，上帝創造了天地萬物之後，才着手造人。上帝的造人，比造別的東西格外費點心思；所以造成之後也曾自詡人是爲他所一手造成的東西中之最藝術的藝術品。因爲如此，所以特地賜給人類的祖先亞當 (Adam) 和夏娃 (Eve)。居住於伊甸 (Eden) 樂園之中。且將掌管那樂園的特權，也付予人類的祖先；祇不准喫食智慧樹 (The Tree of Knowledge) 上的果子而已。然而，人類

究竟是萬物的靈長，自有超越萬物的特點，對於上帝並不說明理由而禁止喫食智慧樹果子的規條，總抱着懷疑；由懷疑而起明白它的想念；由想念而終於堅定地下了最大的決心，不顧一切地擲下智慧果來試試口味。據說，當人類的祖先把智慧果送進嘴裏去咬了一口之後，不但天地爲之震怒，鬼神也爲之飲泣。可是果實的滋味却是很好的，不僅是滿口鮮甜，而且聽覺(Sense of Hearing)也突然聰敏了，視覺(Sense of Sight)也格外銳利了；小鳥的謳歌，海洋的潮濤以及松濤竹嘯，風韻泉聲，都因此清清楚楚地可以聽到；至於視覺，更顯示出無量數的奇怪景象；天上的日月星辰與雲霧；地下的江河草木與禽獸；一一都能認識個明明白白了。——上帝因爲他們違反了禁令，就把他們趕出樂園，而且還詛咒他們：男的應該爲求衣食而流汗，女的須受懷胎之苦，並且一切災禍與疾病，也將糾纏着他們，使他們不得安靜，老是被困在煩惱的網裏。可是，人類的祖先也不以失掉樂園爲念，就憑藉自己的智慧來應付困難，克服困難，大胆地勇敢地來開創自己的新天地；不怕麻煩，也不管費事，一步一步地埋頭苦幹；有時雖然也要碰着了種種的不如意，不逞心，但還是咬

緊牙關做去；即使打下了牙齒也依然歡歡喜喜嚙到肚裏去，不叫一聲苦，不喊一聲痛。祇知爲自己而努力，同時也爲後代的子孫！所以，現在的我們所享受的，都是先輩的功勞，我們不能不感謝先輩的那種不怕犧牲的大無畏精神。

不過，人身渺小，生命短促；世事紛繁，物類衆多。僅個人的一生，想要明白宇宙的究竟，當然並不容易。正如莊子所說：「吾生也有涯，而知也無涯，以有涯逐無涯；殆已！」但是，生命固然無常，做不了多少事，而智慧却是永生的：它不僅能夠努力現在，而且還能回視往古，遠察將來。因爲生命的持續，雖然必須經過自幼小而長大的過程，而智慧的傳授，却並不需要如此的。所以宇宙儕它是個大隱謎，總有一個被猜破的一日。人定可以勝天，祇要我們不甘暴棄，這個大隱謎的謎底，自會在我們的前前顯露出來。

二 錯誤是真理的祖宗

在浩瀚廣漠，不知紀極的太空中，浮懸着數不清楚的大大小小的星球，因為有這些星球，才把太空裝點得如許璀璨與輝煌。也正因為如許璀璨輝煌，才引起我們人類的永恆的注意，想明白個究竟。在最古的時候，我們的祖先雖然急切地想明白星的種種，可是那時絕對沒有如現代這樣的望遠鏡等等器械可以依傍，單是全憑一雙眼睛，一個頭腦的。用眼睛觀察所得，再用頭腦加以想像與判斷。這個做法，居然成功了那時的所謂「星學」(Astrology)。星學亦名「星占學」，「占星術」。它是研究測候占驗星象的學問。換個說法，就是論星宿對於人事的影響，及依星宿方位隱現占卜未來的事的。雖不能說它是真正的科學，但「天文學」(Astronomy)的發達却是以它為誘因。故日本直到現在，還是以「星學」作為「天文學」的又一名稱。這種學問，是人類文化史上最早出現的。據歷史的記載：興都族 (Hindus)

約始於公元前三千年；我國約始於公元前二千年；加爾底亞人（Chaldeans）則始於公元前一千二百年以前。而且我國看得尤其鄭重，歷代均特設司天監或欽天監等官署專司其事，以決定國家的禍福而預爲之趨避。固然，他們把發現的事實解釋錯了，這是很可惜的；但事實總是事實，解釋錯了，也沒有甚麼大害處。我們不要因古人的解釋荒唐無稽而就輕視古人，目爲愚蠢。世界上最難的事，就是設想，如果我們生在古時，我們的見識，也未見得會比古人高明？錯誤是真理的祖宗；真理既生，錯誤自然就會死去。發現行星定律的德人刻卜爾（Johann Kepler）和英國哲學家培根（Francis Bacon），都是很相信星學的，他們都是大人物，爲甚麼會有這種錯誤，反而敵不過我們的聰明呢？這沒有甚麼可以驚奇；因爲他們生在古時，我們生在現代，我們雖不是大人物，却已站在他們的頭上，所看見的自然比較他們的更爲遙遠更加清楚了。

在真理沒有找到的古代，相信錯誤是不足爲怪的；因爲錯誤原是需要真理才能醫治的呵！而且，假使沒有錯誤，真理也沒有甚麼尊貴之可言了！

三 爲真理殉身的哲人

真理雖然尊貴，但錯誤未曾死去之前，真理不但不爲當時的人所歡迎，而且還會被攻擊得體無完膚；他們甘願爲錯誤張目，不願放棄他們原來的見解改信真理的。這不是他們存心固執，因爲就平常的眼光去看：所謂真理，實在是荒唐的錯誤，而錯誤反是一種道地的真理呢！

關於星辰的知識，比較正確一些的，發軔於希臘時代。那時有幾個希臘人，發現了地球的形狀與地球的公轉（Revolution）和自轉（Rotation）。可是這個說法，大被當時的人所輕視，他們依然相信陳舊的見解，說地球是扁的，不動的，太陽是繞地而轉的。若把新舊兩種見解，加以比較，陳舊的比新穎的確是通俗得多，高超的不能取信於一般人，也是當然的道理。因爲一個真理的能被一般人相信，本是不容易的事，直到真理取得一般人相信的時候，一般的文化水準早已提高了。一

殺人原是庸俗的呵！

這個新穎的見解，到了十六世紀的時候，德人哥白尼（Nicolas Copernicus or Nicolaus Kopernik）才重新出來證明這二千年來不曾被人承認的真理，說地球是繞日而行的，還有別的行星，如火星、金星、木星、土星，也是繞日而行的。

後來，他的門徒，意人伽利略（Galileo or Galilei）利用望遠鏡觀察星球，更證明了他的學說的正確。以望遠鏡中看出金星的盈虧和月球一樣，所以知道它的繞日軌道一定在地球的軌道之內。又看出土星的四個月球，所以知道它像地球一樣，因為地球也有一個星球。可是這個學說，却惹起當時的教皇的憤怒，天主教裁判所討論了好久，認為離經叛道，追令改易；還禁止他再做教授；並強逼他自行宣言，說他的發現是假的；否則就要處以苛罰或死刑。後因他又著書闡明這個學說，被捕下獄。這時，他已有七十歲的年紀；他的唯一的女兒，又在這個時候死去。他的傷心，自然難以用筆墨去形容。可是，他雖在悲慘的環境中，困苦得無可告訴，但對於他的見解，還是不肯放手，仍在獄中研習不輟。這個零丁孤苦的老人，雖然被人

輕視於當時，而他的尊貴的名字，却永遠被後代的人們尊敬着，他是一六四二年逝世的，距今恰巧是整整三百年了。現在，我們雖然忙於為求國家的獨立的戰爭，但對於這位為真理殉身的哲人，還是為他舉行紀念，不敢忘記他對於人類文化的貢獻！

差不多同時候的，還有一個意人，名叫白魯諾 (Giordano Bruno or George Brown)，也因相信哥白尼的地動說，不容於羅馬教會，也像伽利略一般的被人虐待；但他情願犧牲自己，不願真理埋沒。天主教裁判所因為他不肯服從命令，終於在一六〇〇年，把他活活地用火燒死。他的罪狀，說他是個不知悔罪的異端的人，因為他違背了他自己所立的誓言，而且還造出許多詆毀宗教的怪話；並不承認他是一個科學家。——這樣的判決，較之伽利略更殘酷一等了！生在後代的我們，看到這種記載，懷念往昔的遭遇，傷感的心情，仍要怦怦而動，無法寧靜！

總有這麼的一天會到來，全世界的人們不再誤會往昔所求得的真理，與真理為敵，就是與造物為敵，結果總要遭遇失敗的。不論甚麼人有甚麼意見發表，總該恭

恭敬的去聽着；不要侮辱人家，諷刺人家；這是最穩當而且是最合理的應付方法。至於所發表的意見是否合乎我的意思，並不如何要緊，對的相信它，錯的不相信它就完了。審判之權，應該歸之造物。造物曾說：『不要審判別人，自己也不會被人審判！』

在天文學的歷史上，還有一個名人，這裏也該儘先提及，他就是生於距今剛剛三百年的英人牛頓（即奈端）（Sir Isaac Newton）他在二十三歲時，發現了萬有引力定律（Law of universal Gravitation）。有了這定律，宇宙間的星辰，為何不至衝突的理由，才能解釋得清清楚楚。他在發表他所發現的時候，當時的人也像對於其他的哲人一樣，說他是個罪人，因為他要剝奪去造物的榮耀。但是，時至現代，我們都比古人明白得多了，我們對於往哲，都知道表示尊貴的敬意；並且更知道，我們若能格外瞭解自然界的東西，不但不會失去造物的莊嚴，反而越會覺得造物的奇能咧。

四 恆星都是太陽

白魯諾在研究哥白尼的學說的時候，他忽然想到了一個真理，說：太陽是恆星。請勿將這句話，輕易地看過；這是了不起的一個發現，因為有了這個意思，他就想別的恆星上去了，他想：若是太陽是一個恆星；別的恆星自然也是太陽了。

這是一句緊湊而且深奧的話。起先，人類認地球為萬物的中心；太陽是附屬於地球，繞着地球而行的。至於星辰，是極不關重要的，不過是一點點的微光而已，它除了供作預言的材料以外，如某年將要發生某事，某人據說人間的名人均由天上的星辰思凡下降）將得幸福或是災禍等等，別的就絕無意義。白魯諾却告訴我們：這些小小的微光，也是一個個的太陽；有的比太陽還大，而且很緊要。又說：這些恆星的四周，也有許多行星繞着而行，那些行星上面，或者也有生物，像我們一樣聰明，或者更比我們聰明也說不定的。這學說，真可算是人類的空前的光榮，

而又是偉大的發明。可惜那時候的人，沒有程度去相信它；眼睜睜地看他遭受不應許的待遇！

宇宙是許多恆星組織成功的。這些恆星就我們所能算得出的說，差不多已有十三萬萬個了。我們的太陽，不過是這些恆星中的一個，算不得最大，也算不得最亮；祇是對於我們的關係，別的恆星比不上它那重要罷了。在這些恆星的四周，或者也像太陽一樣，也有行星和月亮繞着走的。地球在宇宙中，還及不來滄海之一粟，小得來正像一顆小得無法形容的一點微塵。天上的恆星，多得令人無法數個清楚。這些恆星，又個個都是太陽。我們的太陽，雖不算小；但太空之中，比它更大的，還有許許多多。若論到宇宙的大小，我們可以這樣來比較。地球與木星相比，木星固然比地球大得多。木星與太陽相比，木星又小得多了。若是我們設想從太陽系中離開太陽最遠的行星——冥王星所走的軌道起，一直到太陽這個空間為止，算作一個固體，一個大球的話，則我們的地球，我們的太陽，祇像一二滴水之在大湖中一般，值不得誰的注意了。我們若以這個大球和天上許多的物體比起來，這個大

球也不能算作甚麼。我們若以這個大球的直徑和它相距最近的星的距離比起來，這直徑還不可以算作甚麼。這樣說來，我們的太陽系，在宇宙中所佔的部分，該是多麼渺小呵！所以當我們看到天上的星羣的時候，千萬不要忘記，這些星與星之間的距離，是不可思議的；也不要再蹈古人的誤會覆轍，以為各個星球與地球間的距離都是一樣的。無線電報的速度，在一秒鐘內，能夠繞地球一周。據天文學家計算：從地球上拍無線電到太陽那裏，需要八分鐘；送報到最近的星球，需要三年零四個月；到達天狼星（Sirius），需要八年，若是送達到最遠的星球，則非二千年工夫不可了！

我們人類所認爲了不起的太陽系，祇是宇宙間的許多星球中的一個，而我們賴以生存的地球，又不過是這一團星球中的很小的一個。假使歷史的事實，可以如電影般的出現在我們的眼前；我們就可看到這千千萬萬年來，地球如何凝結？怎樣冷却？何時才開始有人類的祖先產生？人類的壽命，至多不過一百年，在宇宙現象中，真是短得無法想像！但是，一說及人類的生活，直到如今，却還是建築在互相

爭鬥、壓迫、掠奪之上；在打算欺騙別人以冀滿足自己的慾望的時候，煞像自己的生命決不會有盡期；這是多麼愚魯的行動呵！到頭來，誰會逃去過死的魔掌呢？！

一個星球的生成到毀滅，在宇宙間，也不過是一轉瞬的事，地球既已生存，當然也有毀滅的一日，不管人類如何努力，總脫不出這個自然的支配。個人的壽命，固然短促，但人類社會的壽命，還能跟着地球持續下去；——可是，地球的末日到來的時候，不但個人，連人類社會的壽命，也祇有回歸於盡了！

固然，一個個的生命，都在走向毀滅之路；但在還未到達終極的時候，似該有個澈底的覺悟，把人類社會造成爲樂園，做些「人」做的事情，不應儘在那兒製造黑暗，將人類社會攪得烏烟瘴氣；走筆至此，越覺得以讓成爭城奪地的戰爭爲能事的軍閥與政客，確是罪不容誅的人類社會的公敵了！

五 星的概說

在最古的時候，人類就研究星了。他們雖然絕無甚麼器械可以利用，全憑眼睛的觀察和頭腦的想像，但關於星的知識，差不多一切都給他們知道了；這不得不使我們佩服他們的聰明與能幹。

星可分為兩大類，一類叫「行星」(Planet)，也稱緯星、遊星、惑星。它是依一定軌道環繞它天體運行的；一類叫「恆星」(Fixed star)亦稱經星，列星、定星。它是本體自能發光而不環繞它天體運行的。現在，我們知道恆星也是在動的，所以只用「星」(Star)這一字去表明它，不再加「恆」(Fixed)這個字了。這是很理由可以相信的事；雖然我們看了一世，有的甚至看了幾個世代或是幾個世紀也看不出它的變動來。看不出變動的道理是很簡單的，完全是因為離開我們太遠的緣故。據天文學家說，有的星每秒鐘竟能走到十哩或一百哩那麼遠咧！

因為星離我們太遠，所以我們對於星的光度（Intensity of light），也不容易知道得正確，譬如我們覺得月光很強，比天狼星（Sirius）強得多；其實，月球的光，不過受日光的反照罷了，它自身是不會發光的，而天狼星却為全天空最亮的星，稱為「天軍的領袖」，它比幾百個太陽還要亮許多。星的遠近與我們所看見的光度，大有關係；這正如燈塔的光，受遠近的影響一樣。天狼星雖然被我們認為最亮的，實際上或者竟是最暗也難說；因為它的亮，或者不過是它比別的星接近我們一些罷了。所以我們如想知道星的光暗，非先知道它的遠近不可。

這是一個大問題，天文學家都在研究它。有許多星是這樣算出遠近來的；對於一件東西，如果先用一隻眼睛去看，再用另一隻眼睛去看的看法去觀察，一定會覺得它的地位好像是不同的；利用這點，祇須先求得兩隻眼睛的距離，就可求得這件東西的遠近了。講到行星與月球等，我們也可應用這個方法的。先在一個地方看它，再在另一個地方去看它；兩個地方的距離，可以有幾百哩，以相距幾百哩作為底線（Base line），很夠去量行星和月球了。這正如以兩隻眼睛的距離作為底線去

最桌上的一隻茶杯的遠近一樣。

不過若是去量恆星的遠近，總覺得在地球上沒有那麼長的底線可找，我們又不能離開地球，所以祇好利用地球繞日的行動了。譬如在一天晚上看星一次，過了六個月再看一次，因為六個月後，地球跑到太陽的那邊去了。這樣，我們就可以有一條地球距離太陽的兩倍長的一萬八千六百萬哩的底線用來量度一些恆星的遠近了。但是，這麼長的一條底線，有時仍不夠用，因為有的恆星的距離，實在無從算清楚的。

有時候，我們說，我們可以稱出星的重量（weight）來；但是，重量一詞在這裏是有錯的。重量是因物體所居的地位而改變的；換個說法，重量的大小，與距地心的遠近有關：距地心愈近，則重量愈大；距地心愈遠，則重量愈輕。譬如，同一個物體，在平面上的重量一定比在高山上的重量來得大些。星離開地球很遠，並無重量可言，祇有星所含的物質的量；這所含的物質的量，我們是以作質量（mass）的。我們所能量星的，就是這個；因為質量是不跟物體所居的地位而改變的。

不過，我們知道了某星的質量以後，則某星若放在地球上，該有多少重量，也可以算出罷了。

這是天文學上的一個大勝利。有時，我們能夠量出看不見的星的質量來。假若某星的附近，還有別的星，我們就可留心它的行動，看它受到別的星的影響是怎樣。譬如我們知道天空中有許多雙星，它們是互相環繞着轉動，它們的引力是互相影響行動的。它們的引力的大小，自然要看它們的質量的多少，因此我們就可以量它出來。這樣，我們也可以量出看不見的星的質量來了。

至於星的大小，我們就沒有法子可以算出來，因為我們看不見星的團體，量不來它的直徑。望遠鏡不能做這事情；星光的研究，也不能表示它的大小。但是，我們也不能說是完全隔膜，猜測一下是可以的。因為我們如果能夠知道關於一個星的別的事情，它的大小也就總可以猜測出來。譬如我們知道了它的遠近，光暗，質量，就可來猜測它比太陽大幾倍。雖然我們不能說出的確的數目；但相差過遠是不會的。

這裏還有一件事，須得說一說，那就是星的數目。星的數目，據天文學家告訴我們，肉眼能夠看見的是八千多些；需要望遠鏡，照相機觀察的大約是十三萬萬顆。這個數目真不算小，和我國人口相較，大概是三倍光景。不過要知道這個，單靠眼睛，固然不夠；有的是連望遠鏡也無濟於事的，因為望遠鏡只能幫助眼睛看得格外精確、分明而已，所以非有照相機幫助不可。因為組織照相的乾片的物質，比組織眼睛的網膜（Retina）的物質容易感覺些，所以它所看見的要比眼睛的多了。

星的數目，在理想上，似乎應該是無窮的；可是望遠鏡與照相機雖然跟着時代進步起來，但所照見的星的數目，却不曾增多。這樣說來，看得見的星既然有限，則看不見的星也並不怎樣的多了。——至少我們的宇宙間的星是有限的；也許空間還有別的宇宙，或者還有許多數不清楚的星？

六 星的顏色

學問是沒有止境的。我們不能祇知道目前的一點就固步自封，認為滿足。應該追求過去的原因；尋覓未來的結果。——知道了原因之後，更須追求原因的原因；曉得了結果之後，還該尋覓結果的結果。這是極寶貴的教訓，我們在做學問的時候，時時應該記得的。

眼睛，望遠鏡，照相機，雖然在過去已經做了許多的事，將來還有許多的事等它們去做；但它們所做的總還無法使我們滿意。如星是甚麼東西構成的？星中有甚麼變動？它們都不能答覆。所以在六七十年前竟有一位學者大膽的宣告：人類永遠沒有希望知道星的構造的了。

可是事情却有出人意料之外的。接着我們就發明了一個擴張人類智識的奇巧器具，那就是分光鏡 (Spectroscope)，又叫析光器。有了它，使我們知道星的已

往歷史，和將來的命運。這個小小的器具，竟為我們開闢出智慧的新天地。用它去照各種發光的東西，便可把光分解為一束顏色帶；這顏色帶，叫做「分光色帶」(Spectrum)。發光的東西裏有甚麼成分，它在分光鏡下就現出甚麼色帶。成分不同，色帶也不會相同的。

現在，用分光鏡研究恆星的色帶的分析(Spectrum analysis)的結果，得到了一個驚人的奇蹟，望遠鏡、照相機所能指示我們恆星的行動，僅僅是橫跨空中而已；假使有一個恆星循我們的視線(Line of vision)向我們而來或離我們而去，無論行動得怎樣快，望遠鏡就不能告訴我們了。——固然，經過長時間之後，望遠鏡也指出光度的增減；但要曉得這是因為由於星的變故，還是由於它的行動，依然是絕不可能。可是，分光鏡却能告訴我們關於循我們的視線而進退的恆星的行動以及行動的速率。

一個發聲的東西向我們近來的時候，我們就覺得聲調逐漸高起來；離開我們遠去的時候，聲調也逐漸低下去了。聲調的高低是以每秒鐘到達我們的耳朵裏的聲浪

(Sound wave) 的數目而升降的，發聲的東西近來時，聲浪自然朝前擁擠；聲浪朝前擁擠，數目也自然增加，調子也跟着提高了。發聲的東西離我們而去時，聲浪中的間隔就要延長，而調子也當然接着降低。這個原理的發見，起先是關於聲浪的；但也可一樣應用到光浪 (Light wave) 上去。所以如果恆星循我們的視線行動，它的光浪也要跟着進退而擁擠或延緩的。

要察出恆星光的變化，發覺恆星在我們的視線上的行動，從前的人以為是不可能的。但現在，我們已利用分光的方法知道了。再進一步，我們還知道依據現在所集得的證據，明白恆星所走的路線是直的——雖然關於恆星的知識，我們還很淺薄，或者它的路線是彎曲的也說不定；但現在，我們還不會察出彎曲的情形。此外，恆星的行動，還有一個為我們所猜想不到的事實，那就是它們成羣地分為兩個潮流，好像是兩條恆星，依照相反的方向前進；而且是我們所看得見的恆星都屬於這兩個系統之一方面：從前或許是相距得很遠的，而現在正要相互穿過過去了；這是一個多麼可以駭人聽聞的觀念呵！——至於在這個無窮的空間中，還有多少這樣

的系統，那就無人知道了。

同樣的原因發生同樣的結果，這是非常正確的話。星離開我們很遠，它的光或者就要走上千萬年，方才到達我們地球上；可是它在分光鏡下所顯示出來的色帶，却很的確地告訴我們，構造它的東西正和構造我們的一樣，這就是說，構造我們的身體的東西，正是在極遠的恆星上燃燒着，這是在分光鏡的各種發現中最偉大最有意義的事。

各恆星所顯示出來的色帶，並不一樣。正因為不一樣，我們可以依據這個來分類，知道它的歷史。這種分類法，比向來依光暗而分為輝恆星與遠鏡恆星來得可靠。依據色帶可分為三類。第一類最熱，稱為氣體恆星。第二類的熱度比較低些，稱為金屬恆星。第三類更冷些，稱為碳氣恆星。我們得了這些知識，便可以知道恆星的歷史因緣。在古代的時候，大家以為各恆星是從產生時直到現在，老是保持着原狀的；但現在的我們，已經知道進化的觀念，知道萬物都可由別的東西發達或進化得來的了。

這是我們儘可以絕對相信的：我們所能辨認的三類恆星，可以表示恆星是歷史的三個時代。每一時代的經過時間非常非常長久，長到自有人類直到現在的時間，還不夠察出它們中的變化。最熱的恆星是年紀最輕的；漸漸冷下去，它的成分發生變化，而金屬出現了；最後碳便成爲其中最顯著的成分。接着，再漸漸冷下去，直到失去了光明。到了這個時代，我們不能再用分光鏡來研究，因爲它已沒有資料可以供給分光鏡考察；我們也不能再看見它了。——至多，我們只能間接地知道它的存在，在它遮蔽了別的有光的星，或是它的引力影響到別個有光的星的行動的時候。大概，恆星有光的時代是比較短；過了這個時代，便得沉沒於一個長時間的黑暗中。

說到這裏，我們自然地會想到而且要追問這些熱的光明的恆星是從那裏來的問題。我們爲要使我們的說明完備起見，那麼我們一定要找出冷的黑暗的恆星，如何再變爲熱的光明的恆星的一條路了。據天文學家的觀察，天上的情形，並沒有顯示萬物已到盡頭的徵象。反個面說，天上包有各時期的恆星，並沒有到達盡頭，或方

才開始的表示。那寒冷的黑暗的星，一定有一條可以復興的路了。要解決如何可使冷的黑暗的恆星復興爲熱的光明的問題，在我們講到星的構造的時候，可以找到答覆這個問題的秘鑰。

七 星的構造

天空中到處有一團團的像雲霧的東西，我們叫它作星雲 (Nebulae)。它是不能以望遠鏡再分析為多數星體的。它是很大很大的，比最大的星還要大得多，大得叫我們無法想像；——其實，如果不大得很，就是最大的望遠鏡也不能看見它；連照相機也拍不來相片了。但它的質地却是非常稀薄，所以它的分量和所佔的地位比起來，是小得極不相稱的。在沒有多少年以前，大家以為天上決不會有很多的星雲；可是據最近的證明，覺得這個說法是不對的；因為業經發現的星雲，早已超過五十萬的數目了。

在這五十萬個星雲中，我們又發現了一樁新奇的事。那就是其中至少有一半是作螺旋形的。這個發現，在最初的時候，大家以為一定是指拭望遠鏡的玻璃片的時

候，偶不經心，留下了一個螺旋形的痕跡的緣故。後來，經過多次的觀察，覺得這

並不是甚麼技巧的事，而且用照相機拍下來的照片，也是這個形狀；因此，我們可以確定這個形狀是代表着星辰構造史中的一個時代的。

一個螺旋星雲在凝聚成功爲星的時候，一定是會旋轉的。雖然我們現在不能夠看見一個螺旋星雲旋轉起來，但我們的後代，一定會將我們的理想證明出來。這是很理由可以相信的，因爲在許多螺旋星雲的照片上，已經看得出這個情形了。同時，我們還可在這個情形中，明白星和行星怎樣從螺旋形的分枝上落下來。

一個螺旋星雲的成功爲星是需要很長久的時代的。可是在星辰的進化史裏，萬代不過頃刻，我們用不着希望在我們的短促的生命裏，可以看見它們的旋轉和它們的凝結。朝代改革，帝王興滅，但天上的事，祇是慢慢地變遷着，大概在人類消亡之後，宇宙纔能到達它的地吧？——不過，目的地一詞，在自然舞台上，或者未必適用，因爲我們已經得着證據，可以知道：目的地就是到了，新的開始又要來了。

星的歷史，是由熱的光明的而變爲冷的黑暗的。到了冷的黑暗的時代，似乎可

以說是它的歷史的終止。還可以這樣說，一切的星，都向着這個終止的時代奔往，所以，總有一天，全宇宙所有的，會變成全是死了的星。——但是，話得仍舊說回來，我們在星的構造史中，現在還能看見它們的初期的東西，如星雲之類。所以新的開始，還是天天在發生出來。現在，我們所要知道的，祇是它們如何發生新的開始；我們可否有死去的星仍能變成星雲的假定的一點。如果這個假定是對的，則我們的星的進化學說，就可以完全無缺了。因為這樣，我們就可明白星的進化是走周而復始的路，不是走直線的了。

天上的星並不老是停留在一處，它是在行動的；星與星的中間，又有互相吸引的作用；這樣，它們間的距離，一定是逐漸在變動的，變動的結果，互相衝撞的事也一定無法避免的吧？——這不但是可以有有的事，或者是已經有過的事。兩個星在一處衝撞的結果，當然會發生一樁非常的事，那就是因為衝撞而發生了熱。若是熱度夠高，可以把天上許多東西，變成爲氣體。換個說法，這樣的一個衝撞，可以製造出尾雲來。這樣的事，我們也許已經看見過了；那就是有的時候，一個新的星忽

然光明起來，大概總是因為衝撞的緣故。

兩個星相擦過的結果，或者不過是走得太近了，不但要發生很高的熱度，而且像潮汐一般的影響也會起來。這些潮汐又要引起氣體的爆發和噴湧；而這些噴湧出來的氣體，要成為螺旋的形狀。這樣的螺旋形，從理論上說來，就該有兩個分枝，直接由相反的衝撞而成，像地球上的潮汐的漲濤一般。——這個理論，已經由天文學家證明出來，螺旋星雲，確是有兩個分枝，而且果然是在它的核旁的相對的兩點上生出來的。這個證據，正可表明天上的星的衝撞，會把死去的星變成星雲的了。

星雲的形狀，除了螺旋形以外，還有非螺旋形的，也有祇顯示一點螺旋形的痕迹的。或者這些非螺旋形的星雲，真是兩個星相衝撞而成的。那末，我們又要發生一個疑問，就是這樣的星雲，將來是否也會變成螺旋形呢？這個問題，我們認為是會變成的；因為一個形狀不規則的星雲，任它如何旋轉，到底是要轉成一個螺旋形的。若是一個星雲是由兩個星相衝撞而成的，那末，它的形狀，一起頭就是螺旋形了。

天文學是最舊最奇异的科學。現在還不過是我們研究新天文學的開始；無論甚麼科學的前程，都比不上它那麼遠大。

在這裏，應該提及的還有一個問題，那就是以太（Ether），或稱能媒。它是到處存在的異乎尋常的東西；就是真空中也存在着的。它是傳送光、熱、電、磁的媒介物。並且我們還可相信通常的物質，沒有一樣不是從以太生出來的；到了最後，不論甚麼都要復原到以太的地步；正如一片冰，本來是水做成的，後來又溶在水中了！它是和任何科學都有關係，所以不但是天文學家，就是研究光學的、電學的、化學的都在研究它。我們一定會有希望，這個科學上的大發現，它的究竟，總會有一天在我們的手頭解決下來！

八 太陽系的話

天上的星，雖然數目很多，可是它們和我們之間的距離是非常非常遙遠的。光在空氣中行走的速度，固然出入意表，每秒鐘能夠走十八萬六千英里；但是，有些星的光，從出發到傳到我們的眼裏，竟需要在空中走上幾千幾萬年呢！更從這點，我們還可明白一樁怪事；空中是有着已經存在而還未曾為我們看見的星；同時，也有早已消滅而仍為我們看見的星的。

現在且擱開遙遠的星，先來談談鄰近我們的星吧。遙遠的星，因為離開我們太遠，而且太多，遠得無法加以個別的研究；多得無法予以個別的名稱。天文學家為易於表示其大體的位置及其命名上的便利計，於是依其自然的分佈，分天球為若干區域，劃以虛設之線，像地球上的國界那樣子；叫做星座（Constellations）亦稱星宿。（我國從前是分為三垣、二十八宿及軒轅、五車、北斗等座的，希臘時代埃

及天文學家托勒密 (Ptolemaic System) 分爲四十八座。後來，丹麥天文學家泰爾伯勒 (Tycho, Brahe) 又加二座爲五十座。其後，時有增加，今據教育部公佈已達九十座了。星座的名稱，大都是動物名及神話中的人物名，不過形象與名稱，並不相同，差不多在略似與不似之間的想像形而已；或者在從前也許是像的，現在因爲位置的改變以致不像起來也難說。其實，一個星座裏的星都是不相統屬的恆星，而且也是個別地相距得很遠的，不過就我們看去，好像是照耀成羣而已。至於鄰近的星，是指太陽系說的。

太陽系 (Solar system) 是太空中的一系星球。這系以太陽爲中心，附屬着幾個大行星，我們所住的地球也是其中之一，還有許多小行星及希奇古怪的彗星。我們把這系的星作爲別系的星的標本，是很恰當的。因爲別系的星，離我們太遠，這系的星是我們的近鄰。我們弄清楚近鄰的星，也不至於對別系的星完全隔膜了。不過，這些星，雖然是我們的近鄰，也並不是個個都能用我們的肉眼看得見的，有的也非借助於望遠鏡不可，好像要看別系的星一般。但是，它們離開別系的星也像

我們一樣的遠，祇有和我們的地球恰是一家的。

要明白遠處的東西是很難的。因為長距離的影響於我們的視覺太大了，它常常欺騙我們，使我們把不要緊的當做要緊；要緊的當不要緊。聽見一聲警報，我們常常會當它比敵人進攻滇緬路來得要緊些。在天文學上也是這樣的；若是一個極小的東西，恰巧在接近我們的地方，我們就要當它是極大的了；像說桌上的一盞青油燈比星還亮那樣。在我們的肉眼看起來，青油燈並不能說不亮；但我們的心眼，應該看得更遠些才是。

我們永遠不能明白別的星系，像明白太陽系一樣。但是當我們看星的時候，我們一定要存一個白魯諾所存的念頭，要常常記着這個星，或者是許多行星的太陽，也是許多和我們類似的很聰明的生物的太陽。在宇宙之中，在太陽系之外，恆星之外，還有許多別的東西，我們也知道這些別的東西是甚麼。那末，在我們知道宇宙是甚麼東西做成功時，我們就可以仔仔細細去研究這些東西中的鄰近我們的幾個了。我們在天空中，發現太陽系之外，有許多明亮的恆星。我們也發現天際中有許

多暗的恆星，已經變為冷的死去的恆星；我們雖然看不見它們，但我們可以從它給予別的明亮的恆星的影響上發現出來。——暗的星，或者比明亮的星來得多也說不定的。

太陽系的各個星球，和我們的地球是一家的；關涉到我們的，它們也比別的星系來得要緊些，同時，我們能夠仔細研究的也祇有它們。所以我們要儘先研究太陽，它是甚麼造成的？它如何放射光明？它的斑點是怎樣的？它有大氣沒有？月球是我們的最近近的，和我們的關係也和太陽差不多；我們明白了它的歷史之後，可以曉得幾千萬年以後的地球的命運。我們也要知道那些行星，更要特別注意火星，因為火星有許多地方和地球相同，而且還是比較鄰近的；有時候，說起地球上的有些部分來還不及知道它的北極那要清楚呢！

從前的人有個非常錯誤的觀念，以為天上的事，不是我們應該研究的。研究天上的事，等於裏演造物，是一樁非常的罪過。但我們已經把這個觀念改正了。認為天上的事，研究得愈明白，不但沒有甚麼裏演造物的地方，而且會使我們更加認識

遺物的手段的神妙！

雖然事實離開理想還是很遠，但我們總是這樣希望着，我們總有一天，造成功我們的理想的飛機，可以在天空中自由飛行，仔細觀察各個星球的運行狀況。到了那時，宇宙的秘密，我們自可一覽無餘了！

九 奇異的太陽

太陽是地球上的生命和美麗的源泉。它是一個很大的灼熱的球體，從無數的年代之前直到現在，晝夜不絕地向四面放射光線和熱流。它的光熱，給予我們地球的僅僅只是二十萬萬分之一：換句話說，假使有二十萬萬個地球要求它給予生命與美麗，它也能愉快地應付下來。

地球的平均直徑是7,920哩，而太陽的却有866,000哩：如果我們再以3,116去乘直徑；則可得地球與太陽的周圍的長度：有人曾經算過，每點鐘走六十哩的汽車，環繞着地球走，只要十七八天；而太陽却要走上五年多些才可兜轉一個圈子。太陽自轉一週的時日是二十四日十五時三十六分；我們的一年中，它要自轉一十五次多些。

太陽比起地球來，要大一百萬倍以上。換個說法，就是把太陽分割為一百萬

塊，每塊都要比地球大。但是，太陽的重量，並不是要比地球重一百萬倍，只不過三十萬倍左右罷了。這是因為地球的體質，大部分已凝結成爲流體和固體，十分結實；而太陽還是氣體的緣故。

太陽的熱度，雖然有人算過，但確實是多少，却不容易知道。不過，若是暫定它是在一萬到一萬五千度之間，大概不至於有很大的錯誤。它外面的熱度，既有這樣的高；裏面一定是更熱得多，也是當然的道理。假使把地球放在它的大氣裏，不但生物早已消滅；就是海水，石頭也都要不再存在；而且整個地球也要在極短的時間中，化爲一團熱氣，也像太陽一樣放射出光和熱來了。

太陽和地球的平均距離是92,890,000哩，每天雖然有點變更，因為地球環繞的太陽路綫是不正圓的，可是並不相差怎樣大。——這個數目，在我們寫起來，好像是很長；然而和別的星比較，總覺得太陽是親近得多了。

太陽和地球的距離，實在是適當的。倘若更近些，我們一定會覺得太熱；假使遠到和最近我們的恆星那樣，則地球將要永遠沈沒在黑夜裏了，沒有一個生物能夠

生存。——如果那時還有一個人留存在地球上，在他看起太陽來時，太陽也會像別的星一樣，並不是最亮的。設使地球一旦毀滅，就是整個太陽系毀滅，於宇宙的影響也是微乎其微的。在天上，一個星的滅亡，真像一個螞蟻之死那樣的平淡！

在一六一一年，伽利略利用望遠鏡發現太陽面上有些黑斑每天在移動着。這個發現固然偉大，但當時的有勢力的人，認為這是亞理斯多德（Aristotle）的著作裏不會提及的事，若不是他的眼睛或望遠鏡有甚麼毛病，就是他存心想侮辱太陽，以為太陽還有缺憾，這是大逆不道的。因此，對於伽利略本身得了很可怕的影響。

斑點的發現，却意外給我們證明了太陽自身的旋轉；因為斑點是從這邊出現，漸漸移過去，到那邊隱沒；過了幾時，再在這邊現出的。太陽的自轉一周，大概需要二十四天十五時三十六分；換句話說，地球自轉入二十五圈光景，太陽還只轉了一圈。太陽的旋轉方向，和各行星及衛星的相同，從這點可使我們更加相信它們有共同的歷史。實在是一個祖宗出來的。

太陽的斑點有兩種，一種是特別黑暗些；一種是特別明亮些。數目是明亮的

多於黑暗的。我們不要因斑點一詞而起誤會，以為它是很小的；其實，一個斑點，可以容納下兩個地球呢！如果更大一些，我們的肉眼也可以看見它，只要隔着一片薰燒的玻璃好了，

還有一件更特別的事，就是斑點的數目及大小，據三百多年來的觀察，覺得是每十一年一輪流的。周而復始，絲毫爽不爽。黑暗的斑點大而且多的時候，還會使地上的磁力發生變化。

太陽的邊上，有一種突出的東西；在太陽全蝕的時候，我們可以看見它，據英國天文學家羅克約（Lockyer）用他發明的儀器觀察的結果，說這是多量的熱氣。它的光比太陽本身的光弱得多多，所以非得本身的光掩蓋起來像在全蝕的時候一樣是看不見的。它的顏色，鮮紅而且奪目，體量也大得足以吞沒地球。這種熱氣衝了出來，很像極大的風濤。它的長度，往往長至於十倍或十多倍地球的直徑。在半世紀以前，有一股熱氣，竟長到三四十萬哩。它的衝出的速度，大約是每秒五十哩左右，這比最快的來福鎗還要快一百倍。它的力量和大小，我們也可以從這裏擬想得

到了。

太陽在全蝕的時候，我們還可看見環繞太陽一匝的叫作冠冕的火焰。它的燦爛與壯麗，不能用繪畫來描寫出它的萬一。但我們的心裏，應該記着，如果我們的眼晴不被它的光芒所炫耀，我們更可以看見它的美麗，而且還一定超出現在的幾千倍以上。

無論那一個星，都各有它的歷史。歷史的久暫，我們可以從光的顏色來判斷，白光的星，歷史最短，年齡最輕；黃光的星，歷史較長，年齡較大；紅光的星，歷史最久，年齡也老了。紅光以後，接着就要變為冷的死的星了。太陽的年齡，從光看起來，正在中年時代；此後的命運，我們也可從星的研究中猜想出來，一般的逃不了衰頹與死亡的路徑。

從種種考察所得，我們知道在地球生命開始時，太陽已是這個樣子；在地球生命沒有消滅以前，它還得這般繼續下去。總而言之，地球有生命一天，太陽總是光和熱的供給者；製造雨水和河流；把地球裝飾得花花綠綠；保護動植物生長；因此

使我們的肌肉會得工作；眼睛會得觀察；腦子會得思想；許多的事情，也由我們完成了！

十 神祕的月球

現在，我們要暫且把次序擦開，將月球先在這裏講述了：因為除了太陽以外，它是我們眼中最大最亮的星；在我們的口頭，它也是和太陽常常相提並論的。

時不論古今，地不分中外，人們對於月球的情感，總是非常濃厚的。不管那一國的歷史，都有拜月的記載；不管那一代的文學，都有頌月的描寫。——神話裏的月宮，詩歌裏的月色；尤其使人動向往思慕之情。所以詩人把月球看做晚間的女王；月光認為貞潔的表記，也不是無因的。

地球旁邊有這個叫做月的衛星（Satellite）跟隨着，至少已有五千萬年的歷史。它離開地球很近，祇有二十四萬哩，還不及地球的圓周（Circumference）十倍。這個距離，比別的任何那一個星都要近。因為很近。所以對於地球的影響也特別來得重大。

在天空中，除了極少數的東西外，月球的體量也是極小的。據天文學家推算，我們所能看見的一面，只比歐洲大一倍而已；它的直徑，也只比地球的四分之一稍大些。若把地球切成大約五十塊，每塊搓成一個圓球，就有月球那樣大了，但它的面積差不多等於地球面積的十三分之一，這些數目，是極要緊，而且很有趣的。看了這些數目，我們可以知道，若拿月球和地球比起來，月球的面積按它的體積的比例算起來，還可算是很大的。它的體積是地球的五十分之一，而它的面積，却有地球的十三分之一。因為這個緣故，所以月球比地球先冷得快，而且因為冷得快，它的表面不得不縮進中心去，發生奇奇怪怪的激烈變動，留下了許多的痕迹了。

月球已經沒有生命，是一個死去的星球。它自己是不會發光的；它的光是太陽的返光；盈虧的道理，就在于此。太陽是一年到頭發光的，月球向日的一面，也是永遠明亮；除了地球走到太陽與月球之間發生月蝕的時候，才有幾分鐘的黑暗而已。此外，我們還看見另有一種叫做「老月抱新月」的現象。——我們看見一鉤新月，十分明亮；但其餘的部份也隱隱約約地可以看見。這個現象是這樣的：明亮部

份是在太陽的返光；其餘的是地球的返光。這樁事，可以使我們知道在別個星球上看起地球來，地球也是很明亮外；還使我們曉得地球受太陽的光很多，有時可以使月球也受到返光。月球因為本身比地球小了許多。所以它受到的太陽也是很少的。有人算過，如果要使地球的晚間，也像白天一般的明亮，需要六十萬個滿月的光照着地球才行。——月光因為太柔弱，所以即使在滿月的晚間，看起東西來，也總像罩了一層輕紗的樣兒。人們在強烈的日光下做了一天工作，到了晚間，已經感到疲倦，需要休息，所以對於月光並不要求如何明亮；而柔弱的月光，也恰好適如其分：既不明亮，又不太暗，正可使人們於疲倦之餘，得到一種溫柔恬靜的安慰！關於月球的神話，也是從月的美感中生發出來的。

月球環繞地球的軌道差不多是一個圓圈。它環繞地球一周所需的時日，大概是二十九日十二時十四分。這個日數，就是陰曆月份的日數。陰曆的規定每年為十二月，為的是簡便的緣故，其實是每年差不多該有十三個月光景。換句話說，在地球繞太陽一次的時間內，月球繞地球是大約需要十三次。陰曆的設置閏月，就是補數

這個的辦法。

月球繞地球而行的時候，祇有一面向着我們；還有一面是我們永遠看不見的；這緣故是因為月球繞地球而行的時候，也有一個自轉，它繞地球一周，同時也自轉一次。它自轉一次所需的時日是二十七天四十三分十五秒，換句話說，月上的一天差不多就有地球一月那麼長久。所以，若是月上有人居住的話，他們的一天，差不多要等於我們的兩個星期；一夜的長短，也是這樣。假使我們有法子移住到月球上去，接連要做十四天的工作；固然會感到吃力；恐怕要繼續躺在床上十四天，也未嘗不是沒趣的事吧？

月球，我們祇能見到它的一面，另一面雖然我們也希望看一看，但這是始終做不到的事情；不過，我們可以相信，看不見的一面和看得見的一面不會有甚麼相同的。月球的表面有許多痕跡，最大的痕跡是深色的大空隙；我們的肉眼所看見的暗影，即神話中所說的吳剛伐桂的桂樹，也是這個東西；從前的天文學家是認為海的遺迹的。我們也可看見很大的棱脊，這些就是山脈。還有圓圈，那是火山的遺

迹。

太陽光斜照在月球上的時候，影子是極清楚明白的。因為月球上沒有空氣，把光線分散。我們知道它的山的高度，火山口的闊狹，平原的大小；所以波爾（Sir Robert Ball）說：「天文家曉得月的表面，比地理學家曉得阿非利加的內地，還清楚些。月球上小小的點，像英國教區那麼大小的，也已經位置在圖畫上了。更要緊些的東西，都已經有了名字了。」

月球上的小變動，就是現在還是有的；不過現在的小變動和它以前的大變動比起来，那是差得遠了。大變動的發生原因，在乎它的本身太小，因為小的東西冷起來，總比大的東西來得快；所以月球上的激烈變動，也是很自然的事。

月球上的引力，和地球比起来，不過是六分之一；如果在地球上能夠跳六尺高的人，在月球上一定能夠跳三十六尺。照這樣看起來，當月球上的火山爆出裏面的東西的時候所遇到的引力的阻力，自然也一定很小。因此，我們對於月球表面的所有有這麼多的東西堆高起來的理由也可以明白了。

月球的一切狀態，都是因為皺縮得極快，火山的噴發的緣故。這與地球是大不相同的。地球上的變故，除了這些以外，還有空氣和水的關係。月球上是沒有空氣和水的。波爾說得好：「若有人在月球上蓋屋子，幾百年之後，那屋子或者仍舊是簇新的。這屋子也不必有玻璃，因為那地方沒有風雨。房子裏頭也不必有火爐，因為沒有空氣，火是燒不着的。在月球上的灰塵是飛不起的，氣味是嗅不着的，聲音是聽不見的。」因此，我們可以知道，月球上即使有人，也不能說話，因為沒有傳話的空氣；要是大砲彈能夠放射到月球上去，也不過像一根針掉在氈上一樣的寂無聲息。月球上如有花，也不會發香氣，鳥或者可以啣啄於樹間，但是一聲都不能給人們聽見的。月球真是一個靜物，甚麼都是不聞不問的。地球上的凸起的東西，常常被空氣和水弄得光滑些；但是在月球上，却是並不這樣；譬如一塊火山石，從火山噴出之後，變得冷了硬了，就永遠不再變動了。——不過，還有一件事，能夠使月球不得不有變遷的。因為它的上面，沒有空氣，所以它受到的太陽光，自然也比地球格外強烈。而且它的一個白晝，長到我們的十四天，受到太陽光的時間既有

這麼長；所以它的白晝是一定熱得了不得的。然而反面說，它的夜間也是一般的要長到我們的十四天；太陽給它的熱雖多，可是它因為沒有空氣替它保住，熱也是一會兒就要散完，所以它的夜間的冷一定要比地球更多些。這樣，它的白晝熱得了不得，漲得很厲害；夜間是冷得了不得，縮得很厲害。而且向日的一面漲大的時候，背日的一面，正是縮小的時候；冷熱的不平均，既是相差得這樣厲害，月球也沒法保住它的永遠不會變遷了。

在好久好久之前，地球還未和月球分開時，地球的表面還是液體 (Liquid)；那時候，地球的液體，受太陽的影響，要起潮汐。又因那時的地球，自轉的速度極快，四個鐘頭就可旋轉一周。這樣，地球的一部份液體，難免被摔出去，好像我們旋轉雨傘那時候，水滴被摔出去的樣兒；月球就是在這樣的情形下做成的。月球初形成的時候，和地球的距離是很近很近的；而且自轉的速度也像地球一般的快，好像兩者之間有一根無形的棍子連緊着的。那時候的所謂一個月，實際也只有四個鐘頭。後來，月球才漸漸遠離地球，它自轉的速度也漸漸緩慢下來；變成目前的這

個樣子。

假使月球上面有人居住，他們看起我們的地球來，一定是個極好看的；也有我們所看見的月球那麼明亮；所不同的祇是比我們所看見的月球還要大些；有時，常要被雲遮住一大半而已。又因為在月球上看起地球來比較大些，所以在日蝕的時候，不但整個的太陽要被遮沒，而且連凸出太陽周圍的冠冕也要被遮沒的，所剩下的只是一點微光罷了。所以天文學家若是在月球上觀察太陽，一定不能像在地球上那般詳細，因為月球的大小，恰好是合乎天文學家的應用的。

十一 行星的世界

這裏的行星，是單指太陽系裏的。環繞太陽的行星最顯著的有水、金、地球、火、木、土、天王、海王、冥王等九個。小的約有一千一百個，位於火、木之間。九大行星分爲兩族：一族叫類地行星 (Terrestrial Planets)，即水、金、地球、火四個，體積與地球相似，密度也相仿的；一族叫大行星 (Major Planets)，即木、土、天王、海王、冥王五個，體積，密度均比地球大，溫度也較高。另外還有一種內行星 (Inferior Planets) 與外行星 (Superior Planets) 的分法，內行星的軌道是在地球軌道之內的，即指水星、金星而言；外行星的軌道是在地球軌道之外的，火、木、土、天王、海王、冥王等都是。

現在，從靠近太陽的講起。最靠近太陽的行星，有的天文學家，認爲曾經見過叫做火神 (Vulcan) 的星，但實際恐怕不是這樣，所以我們無論如何，現在還是承認

水星（Mercury）是最靠近太陽的。Mercury 是羅馬神話中的商業之神，係商人、旅客、盜賊及狡猾者的保護神。

水星，我國舊稱辰星。它的發現是很早的，自從有天文學的記載起，它已被人知道。不過它實在不容易看見，就是哥白尼那樣的天文學家，也不曾看見過它，我們的運氣，總算比哥白尼好得多，在一九四二年的春天，看見過它了。雖然我們看見它的時間十分短促，而且沒有天文台上用的望遠鏡可以利用，不曾看清它的究竟；所看見的只是一點微光而已，和普通的星沒有兩樣；但這個難得的機會，我們總是碰到了。這是多麼幸運的事呵！

它自己是不會發光的，和月球一樣，只能反射太陽的光。它僅一面向日，所以我們得能看見的也是朝着太陽的部分，有時也像月球一般只能見到一瓣，正似我們看見月球時的情況。它的表面是現凹凸形狀的，不過要說得仔細，却不可能，因為它的體積很小。而且又太靠近太陽，受到的太陽光強於地球七倍，明亮得過於厲害，即使用望遠鏡看，也因為閃爍過甚的緣故，不能辨別得清清楚楚的。

它在各行星中，是最小的。它的平均直徑是 3,000 哩，比月球大三分之一光景。但它的體質是很密的，在各行星中，它的密度要算最高。它環繞太陽一週的時間和自轉一週的時間是相同的，都是八十七天二十三時十五分；換句話說，它的一年和一日是一樣的。這是關於它的最有趣的事實。

它的軌道也是很特別的。不論那個行星所走的軌道，雖然是因為萬有引力定律的緣故，總是橢圓形 (ellipse) 的，但實際上仍和圓圈差不多；若是沒有仔細考察，就是叫它圓環也不妨的。然而它的軌道却是真正橢圓的。它距離太陽的平均路程是 36,000,000 哩；但因為軌道太扁的緣故，距離太陽最近時竟至於短到 28,500,000 哩；最長時却超過 43,000,000 哩。它既然是最靠近太陽的一個星球，當然是很熱的。但它的距離變化却這變大，而且變化相續又很快；所以我們實在很難擬想，它的上面可有那一種生命能忍受得住這種冷熱懸殊的劇烈變化而還可生存着？

它有很密的大氣，大氣把它密密包裹着，致使我們不能更深切的知道它。它的大氣中也有水分。它是沒有衛星的一個行星。

靠近太陽的第二個星球叫金星(Venus)。我國舊稱明星、啓明、長庚、太白。它是晨出於東方而昏見於西方的；早晨叫明星、啓明；黃昏叫長庚、太白。民間又俗呼爲「天亮曉」「黃昏曉」；又說，天竈曉是代表皇帝的星，黃昏曉是代表皇后的。西洋人是認它爲司美麗與愛情的女神。可是地球上的人，對它的印象都很好。它的軌道在水星與地球之間。它也有圓缺的時候，正和水星與月球的情形一般。它自己也不會發光，只因距離太陽很近，故由在地球上的我們看起來，它的光要算最亮；除了太陽與月球以外，它是要算天空中的王了。木星比它大，而且除了太陽的返光外，自己也會發出一些光來，然而它的明亮，還是超過了木星，它最亮時，在白天也能使我們的肉眼見到；這不但是木星辦不到；就是號稱「天軍的領袖」的我們視爲衆恆星中最亮的天狼星，也沒有這種資格。——但我們做這種比較時，切不可忘了自己所站的地位。我們須知道，木星離開地球比它要遠幾百萬哩；天狼星是更加遠了。太陽雖亮，在天空中却不算甚大星。月亮和別的星比起來，更不過是一粒微屑！它的明亮，完全是因爲接近我們的緣故。但是，我們的心眼應該去找

出到底那個是最亮，那個是最大，那個在宇宙中最重要，不要管它遠近。

它比水星要大。它的直徑是 7,570 哩，和地球相差有限。它的軌道雖然也是橢圓的，但和別的行星比較起來，總要算是近於圓的了。它距離太陽的平均路程是 67,200,000 哩。它的一年是二二四日十六時四八分；它的一日一夜，比我們要短一些，是二三時二一分。它的表面如何？我們差不多全不知道，它也是一面向着太陽的，兩面的冷熱十分懸殊；它也有大氣；它也沒有衛星；這和水星的情形正好一樣。

從太陽出發，經過水星、金星之後所碰着的一個星球，是比水星要大一倍，而和金星是差不多的。它和水星，金星正同的地方；還有一個衛星，環繞着它旋轉；好像各行星環繞着太陽那個樣子。如果別的星球上有人的話，他們叫它做甚麼？我們還無法知道。不過我國是叫它地球；西洋人是稱爲 *Earth* 的。——這兒，就此一筆表過；詳細的情形，移到第二編上去講。

地球軌道外的第一個星球是火星 (*Mars*)。Mars 是戰神的意思。我國俗稱發惑。

又說，赤帝嫫怒之神爲癸惑。東西的命名意義，竟不約而同，實在也是奇事。推想這個緣故，完全是由於它的顏色是紅的面來：西洋人由紅想到血，由血想到戰爭；我國則由紅想到發怒時的面紅：足見人類的聯想，大致都是不相上下的。它自己也不會發光。天文學家認爲它的光之所以呈現紅色，也許是它的面上有大沙漠的緣故。地球軌道以外的行星，就我們看起來，都沒有盈虧的現象。但是，它雖然能夠使我們看見有光的全部，若比之金星，它的明亮還是差得十分遠的。

地球環繞太陽的軌道是近於圓環的；水星的軌道是橢圓的；它的軌道，恰好在地球與水星之間，是蛋圓形的。德人刻卜爾（Johann Kepler）的發現行星運動定律，是由於觀察它的軌道而來的。而牛頓的萬有引力定律的發現，則是根據於刻卜爾的研究。

宇 宙 漫 話

它的一年，可抵我們的六八六日二三時二一分。它每隔幾年，便有一個和地球相近的機會。最近時，它和地球間的距離只有 35,000,000 哩的路程。它和地球、太陽同在一綫時，我們稱爲「火星的對照」（Opposition of Mars），因爲在地球上

看起來，那時正好太陽在這一邊，火星在那一邊，兩邊遙遙相對；故稱做火星的對照。

火星的對照時，當然是我們觀察它的最好機會；不過因為它的軌道是蛋圓形的，地球的軌道是差不多圓形的；所以在每次的對照時的距離，並不一樣；因此，若說每一次的對照時，都是觀察的最好機會，似乎是不大妥當的。

我們對於各行星的研究，恐怕是對於火星要算最熱心的了。據天文學家的猜想，它的上面應該住有聰慧的生物。所以曾擬在非洲的沙漠地帶，開掘很闊大的運河，仿照火星面上的形狀；並裝置電力最强的燈；以便使火星上的生物於觀察中看見。也曾想刻製一種通訊的砲彈，射到火星上去。文學家也曾根據天文學家的猜想與火星寫過有關的理想小說，如：未來的世界，地球與火星的戰爭之類。至於它，我們雖然花過許多心思，但我們所想曉得的還是不能滿足。

它距離太陽的平均路程是 144,500,000 哩。最遠時是 155,000,000 哩。最近時是 128,000,000 哩。它的直徑是 4,209 哩。比地球的短一半光景。它自轉一周所

需的時間是二四時三七分二三秒，和我們地球的相差無幾。

它的體積在各行星中也是算小的。它雖比水星大一點，但比地球小得多；從大小上，我們可以明白它的歷史。它比地球小，所以變遷也比地球快些。它的表面上的各種現象，是將來的地球的寫照，它的表面已失去大部分的水，又因為年紀大些，表面已磨擦得很光滑，像地球正在進行的樣子：這是最引起我們注意的兩點。

——它的表面的變遷，現在還不會完結，因為它的大氣和水分還未曾完全失去，還是和月球的情形不同的地方。它的各面，我們都能看見；可是我們對於自己所住的地球的各部分，却不會有人見過：想到這點，不能不說是一件很奇怪的事。它的體質比地球鬆得多，開掘起來是不必要費多麼氣力的。它有兩個月球，靠裏邊的一個，每天環繞着它旋轉三次。這是非常有趣的一件事。假使我的地球也有這麼一個月球，我們該是非常歡喜吧？

宇 宙 漫 話

火星的外面，有一大羣小行星 (Asteroids) 自成一帶地環繞着太陽行走。現在已經知道的數目，約有一千一百個了。從前的人是認為這是由於一個大行星分裂出來

的。但這個說法，現在已不被人相信了。它們自成一帶而不分散，當然有個原因，可惜我們還未能將它們中一個的歷史發現，——如果發現了其中的一個的歷史，那就可以知道它們的全部的歷史了。它們的數目，雖然很大，但是它的總體積還不及一個火星呢！

它們中的第一個是西西里天文學家皮阿齊（Piazzi）所發見的，時在十九世紀的第一夜（這是很值得紀念的一夜），名爲穀神星（Ceres）。第二個是奧爾柏斯（Olbers）於一八〇二年發見的，名爲智神星（Pallas）。第三個是哈定（Harding）於一八〇四年發見的，名爲婚神星（Juno）。奧氏又於一八〇七年發見第四個，名爲灶神星（Vesta）。這四個可在大型望遠鏡中看出它的圓面，又藉光度計（Photometer）的測定，知道它的反射本領不亞於火星；其中尤以灶神星爲最光亮，肉眼也可以見到它。第五個直到一八四五年才由亨克（Hencke）於無意之中發見，名爲義神星（Astraea）。嗣後續有發見，多不題名，並且把舊有的也悉數用數字去表示了，例如，穀神星爲 1，愛神星（Eros）爲 433。

它們的太陽距離及恆星週期，各各不同。軌道最小的是愛神星，距日中數爲 1.46 天文單位 (Astronomical unit)，約 218,000,000 公里；恆星週期爲 643 日，略小於火星。距離太陽最遠的爲勇士星 (Achilles)、勇友星 (Patroclus)、暴徒星 (Hector)、三星的軌道大小及恆星週期，大約相等於木星。——其實，它們的軌道是不容易測算的，因爲不時要受木星的引動，改變它們的形狀的緣故。它們的直徑，以灶神星爲最大，約五百公里；穀神星、智神星、婚神星次之，約三百二十公里；其他均在百公里上下；最近發見的尤加小，約在二十公里到三十公里的樣子。假使，我們可以住在一個直徑二三十公里的小行星上，恐怕是會如住在一個很小的島嶼上那變有趣吧？——以小行星來比作天空中的小島嶼，實在是恰當的。

它們的光，據我們所知道的，完全是太陽的返光。在它們更外面的行星，除了太陽的返光外，自己也會發放一些光的。而且是愈外面的愈強。換句話說，愈外面的行星所含的氫氣也愈多。這種燃着的氫氣，發射出它們自己所貢獻的光的事實，確是很有趣的。

小行星的外面，就是太陽系中最大的一個行星——木星（Jupiter）。Jupiter是古羅馬之主神，主神的名稱，相當於我國之玉皇大帝；我國舊稱歲星，也是看得很重要的。

它的平均直徑是 $86,000$ 哩，約等於太陽的十分之一。它的體量雖然很大，可是離開我們究竟太遠一點，就是我們成爲最近的對照時的距離，還有我們和太陽間的距離的四倍，所以研究起來很不方便，關於它的情形不能曉得到甚麼地步。它的赤道部分膨脹得很厲害，換句話說，它是很扁的，所以穿過兩極的直徑的長度只有它穿過赤道的十七分之一的光景，約計 $5,000$ 哩。它距離太陽的中數是 $48,000$ 哩。比我們遠遠太陽七倍。它環繞太陽一週，需要 $4,300.2$ 日 14 時 2 分；它走一圈，我們的地球，已經快要走滿十二圈了。我國的命名爲歲星，意義就在乎此，因爲我國以十二年爲一紀的。它的一天，却只有我們的九時五十分，我們的一天，可以抵過它的二天半的樣子，所以假使它的上面住有人類而且也是要每天吃三頓飯的話，那末，他們的整天的時間，只夠化在吃飯上了。

它的體質和我們已經講過的水星、金星、地球、火星，有一個大不相同的地方，那就是它直到了現在，還是不曾凝結，一部份仍是氣體，另一部份是液體。正因為這樣，它的體質沒有地球那麼密；它的重量，也只有地球的四分之一。換句話說，它的體量雖然大到可以容納下 1,200 個地球，但他的引力，只比地球強得 300 倍。

它的旋轉非常之快，據天文學家計算，在它的赤道上的一個東西，比在地球赤道上的轉動得要快二十七倍。因為它旋轉得很快，又不會凝結成爲固體；所以它的赤道部分就不得不膨脹得很大了。它的外面各部，以不同的速率各自轉動，正和太陽一樣。它的光，不全靠太陽的，它自己也有一些。它的外部，包裹着雲霧水氣，雲邊時現紅色；還有一個大紅斑點，直徑長到 25,000 哩。

它的表面的形勢是年年有變更的。我們猜想它的將來，一定要慢慢地失去它的熱，慢慢地凝結成爲固體。我們很有理由相信它的現狀，和我們過去的地球相仿。最小的生命最短；而最大的還在少年時代；這句話也可以說是星球間的一個定理。

它有九個月球。這九個中的四個，是伽利略第一次用望遠鏡時發見的。它們環繞着它行走，與各行星環繞着太陽行走的情形相同，而且各個的距離也不一致：彷彿自成一個小太陽系似的。後來又陸續發見五個；現在是共有九個了。據說，最近的一個月球，也許本來是彗星，在路過它的身旁時，被它捉住，逼着只好繞着它走。因為這個月球所走的方向，和其他的恰巧相反。——從它的引力比地球要強的一點上看，它把一個彗星捉住，當了月球的事，也是很在情理之中的。

在本星的外面，就是土星 (Saturn)。Saturn 爲古羅馬的撒特恩神，相傳係天神與地神 (Caelus and Terra) 之子而爲眾神得 Jupiter 神之父。我國舊名鎮星、瓊星、信星。它是太陽系中的第二個大行星，比木星稍稍小一些；它的平均直徑是 71,500 哩。它的體質是沸騰的金屬氣質；赤道部份也膨脹得很厲害。它和太陽的距離是 88,1000,000 哩。它環繞太陽一周的時日是 10,759 日 5 時 16 分。它的一年，抵得過我們的三十年光景。所以若是它的上面也有人類的話，它的三歲小孩，來到我們這裏，我們就要爲他舉行九十大慶了。反個面說，我們這裏的百歲老人，若到了

它那裏，還只配稱三歲小孩咧！它的一天，只有我們的十時十四分；和木星的相彷彿。

它的光是黃色的；光度約爲一等星，恆星中除了天狼星以外，再也沒有比得上它了。它的外部，蒙着水蒸氣，所以我們是無法看到它的實體的；正如我們只能看見太陽的大氣一樣。它的體質在各行星中。可算是密度最低的；不但比地球稀鬆得多，或者比水都不如。不過幸虧它的體積來得大，雖然密度很低，而它的重量還能比地球重八倍多些。它的上面也無生物。

在各行星中，它的月球要算最多，一共有十個。不過其中的一個的動作很特別，也許不是真正從它的本身裏分裂出來的。

它的最特別的一點，就是它的光環，這是一種薄而且平的輪狀組織，叫做「土星光環」(Rings of Saturn)，除它以外，絕對不能在別的天體中找到的。第一個發現這環的人，又是伽利略。光環由外中內三小環合組而成，厚不過五十哩。中環的光最強，外環次之，內環最暗；所以中外環又叫明環；內環叫暗環。中外環之間，

有一道黑綫，爲意人喀西尼 (Giovanni Domenico Cassini) 所發見，因稱喀西尼環 (Cassini's Division)。外環直徑約 173,000 哩，內環約 11,000 哩。黑綫闊約 2,000 哩。中間闊約 18,000 哩。內環闊約 1,100 哩。內環內緣距土星赤道約 6000 哩。光環的質量及平均密度，皆極微小，對於衛星的運動，絕對沒有一點阻力。許多天文學家都認光環是無數的質點 (Particle) 聚合而成；各質點向繞土星運行，軌道在一平面內，所以成爲環形。但近來又有人說是由流星羣 (Meteoritic showers) 成功的。此外也有人猜想它將來或者要併入土星中，以致消滅無餘！

遠在土星之外，平均距離太陽 1,782,000,000 哩之處的一個行星，叫做天王星 (Uranus) • Uranus，據希臘神話中說是女地神 (Gaea) 之子或夫；泰坦星 (Titans)。獨眼巨人 (Cyclops)。司復仇之女神 (Furies) 等之父。他憎惡子女而幽之於地獄 (Tartarus)，但因 Gaea 之慫恿，致爲其子收穫之神 (Cronus) 所攻擊而退位的。它是德人赫塞爾 (Sir William Herschel) 於一七八一年發見的。赫氏於十七歲時卽至倫敦，靠音樂爲生。他於工作以外的時間，全部都化在天文學上。他

因買來的望遠鏡不好，就和他的妹妹喀羅林（Caroline Lucretia Herschel）動手自行製造了一個四十呎長的望遠鏡，靠了這個當時獨一無二的望遠鏡的力，發見了天王及其四個衛星。為紀念他的功績起見，有的書上也稱天王星為赫塞爾的。

它和木星、土星一樣，離開凝結為固體的時間還是很遠。它的直徑是 31,709 哩，和土星差不多。它環繞太陽一周所需的時日為 30.688 日 7 時 12 分。它的一年，抵過我們的八十四年還要多些，所以自從發見到現在，它還未曾走完兩圈。假使它上面也有人類的話，對於一歲的嬰兒，我們也得叫他老公公咧。它的一天，等於我們的十時四十九分，比土星只多半個鐘頭的樣子。

它受到太陽的光熱，過於地球三百倍；但它的表面反射力很強。它自轉的方向與地球相反；它的月球的運行的方向也和別的星不同。

它的運行不十分按照橢圓的軌道走。因為這樣，那時的天文學家都認為在它的外邊一定還有別一個環繞太陽的行星在吸引着它，使它受了影響。

這個猜想，在一八四六年，居然得到了證明，這個功績，必須歸於法人勒未星

(Urban Jean Joseph Leverrier) 和英人亞當斯 (John Couch Adams) 。他們先計算出它應在天空中的那一個部位，然後再向那假定的部位找尋，結果竟得如願以償，這在知識史上不能不說是最奇異的發見。這個就是海王星 (Neptune) Neptune 是海龍王的意思。它的平均直徑是 34,500 哩。它和太陽的平均距離是 2,792,000,000 哩，比天王星更遠 12,010,000,000 哩。它環繞太陽一周所需的時日是 60,108 日 20 時 38 分；所以它的一年，可以抵過我們的一六五年的樣子。自從發見它的那年算起，直到現在，它還沒有繞太陽一個圈子。它的一天，只有我們的七時五十分。它受到的太陽光熱只有地球的千分之一，它有一個月球，其運行方向也和別的星的月球相反。

太陽系中最遠的一個行星，叫做冥王星 (Pluto) Pluto 是閻羅王的意思。據神話裏說，他是古羅馬 Saturn 神及 Os (司收穫之女神) 的兒子。它是美人吞保 (Clyde Tombaugh) 於一九三〇年三月十二日在美國亞利桑那州 (Arizona) 羅厄爾 (Lowell) 天文台所發見。當一九一五年羅厄爾發表超海王星的研究的時候，已確

認它的存在。羅氏雖於一年後突然逝世，但幸賴其遺產成立羅厄爾天文台，得以繼續研究。至一九二九年一月一日，看見它在巨蟹座(Cancer)，一九三〇年三月十二日見於雙子座(Gemini)星之西七秒(赤經)；從這年一月二十一日到三月十二日間，屢作攝影觀測。測得它的直徑為19,880哩，大於地球而小於天王星。距日中數約為3,700,000,000哩。它的軌道比較別的行星軌道的橢率要大：最遠時約為4,600,000,000哩；最近時約為2,800,000,000哩；距離太陽的路程相差竟達1,800,000,000哩。關於它的公轉速率如何？自轉速率怎樣？有沒有月球？我們還未知道。這也是莫怪的。因為它的發見，距今還只有十三年咧！

至於冥王星以外。是否還有別的行星，我們暫且不下甚麼判斷；因為在我們的智識沒有完備以前，不下判斷，究竟是藏拙的無上妙法！

二二 彗星 流星 隕星 和 天塵

彗尾、流星、隕星和天塵，也是太陽系裏的一部分。現在先從彗星講起。

彗星（Comet）的彗，當作帶解；因為它有一條尾巴，形狀好像掃帚，所以才用這個名詞。我國舊稱妖星（妖也可寫作祲）；還有孛星、長星、孛槍（孛也可寫作機）等名。一般人就直捷了當地叫作掃帚星。它是由大隊的流星的鐵石等質及氣體集合而成，平均密度為海面空氣的六分之一。全體分髮、核、尾三部：髮是任何彗星都有的，形狀像雲霧，體質透明；核居中央，形狀像恆星，走近太陽時方才出現，光輝很強，尾為極稀薄的物質所構成，由核放射而出；有的長（有許多彗星的尾巴長達100,000,000哩，遠過於從地球到達太陽的路程）；有的短；有的只有一根；有的散作掃帚的樣子。它的尾巴，據天文學家的研究所得，說是要它走近太陽的時候，才漸漸向後面拖出來，越近太陽時越大。它繞過太陽然後再向無際的空間

飛去，當這時候，它走得極快；因為若不是這樣，太陽一定會用引力把它捉住。

它的尾巴還有一個特色，就是它走向太陽而來時，尾巴總是拖在後面的；當它離開太陽而去時，尾巴反而指向前面了。這個有趣的事，若用比喻來說：當它走向太陽時，好像打着飄揚的旗幟，浩浩蕩蕩，儀仗威嚴的凱旋將軍；離開太陽而去時，又如貴婦人朝覲後回去的情形，——她的裙裾飄揚在前，她自己跟在後頭了。這樣說起來，不論它走向太陽來或是離開太陽而去，它的頭總是接近太陽，尾巴總是反背太陽的。

太陽不時向各方面放射出熱和光外，並且還放射出一種極小的粒子，這種粒子向無限的空間飛去，於是發生了許多的事情，這種事情之一，就是彗星的尾巴的現象。

字 宙 漫 話

構成彗星的主要部分是它的核心。核心一直在那裏放射出輕鬆的物質。遠離太陽時，這種物質放射很慢。並且只是圍繞着核子做成一種霧氣或是頭髮的樣子，使它得了一個 Comet (Comet 是從拉丁的 Kome 脫胎出來的，Kome 的意思就是

頭髮。的名字。走近太陽時，它從核心裏所放射出來的物質，被太陽放射出來的粒子衝擊着，趕向和太陽相背的方向去了。

彗星所呈現的樣子，可以每天或每禮拜不同的。有時，它的尾巴竟會裂開飛散於空中；有時也會好幾天失去了它的尾巴，——這或者是因為在那時，核心放射不出許多的新物質的緣故。隔了幾時，一根新的尾巴又出現了，這就是等於說，核心又開始爆發了，而太陽所放射出來的粒子又把它爆發出來的物質趕出，成為飄揚的旗幟或裙裾。我們稱它為彗星的尾巴。

彗星的軌道，有作拋物綫 (Parabola) 的，有作橢圓形的，也有成為雙曲綫 (Hyperbola) 的。軌道橢圓的彗星，不像其他兩種那樣的隱現無常，一去不返；常依一定的期間，準時出現，所以有週期彗星 (Periodic comet) 的名目。週期彗星，現在已經知道的，不過九十顆；而能預先算出它的出現期的，約三十多顆。

彗星雖然是太陽系裏的一個分子，是太陽的一個家屬；但和別個行星比起來，它實在沒有其他各行星那樣的循規蹈矩老是和太陽保持着正常的關係，因為它的軌

道實在太奇特了，單就橢圓的說，已經與各行星的不同，各行星的軌道，雖然也有橢率（Elongations）很大的，可以仍舊是以太陽為中心，不超出正常的範圍；而它不但是橢率大得近乎扁，而且還是一頭接近太陽，另一頭則遠出於太陽系之外，不以太陽作為中心的，所以有的是隔了許多年才來訪問太陽一次；也有前來訪問一次之後就永無消息的。打個比方說，彗星彷彿是太陽的浪子，老是遠離太陽浪遊於太空之中，不很想念家庭的。偶或想起家庭回來訪問，也是匆匆一轉立即就去，生怕被太陽捉住覺得難以為情的樣兒，——它越近太陽時，走得越快；離遠太陽時，就又走得慢起來了，好像為的就是這個緣故。上面說過，木星的月球中，有一個反方向運行的也許是彗星變的；木星的引力很大，這個慣於浪遊的弟弟——彗星，偶而走過姊姊木星的門前，一不留心而被姊姊捉住，無法脫身，只好胡亂來在月球之列而環繞着走，實在是可能的事，絕不是狂妄的猜想！

宇 宙 漫 話

彗星的壽命，不及一個恆星或一個行星那麼長；因為它容易破碎，所以來到太陽跟前訪問一次之後，也許便在中路上破碎了，從此就永遠不再回來，我們也無法

找尋它的去處了。

彗星的一年，長得來比人類的歷史還要長。最著名的彗星，叫做哈雷（Halley）（此星為英人哈雷（Edmond Halley）於一七〇五年所測定，係週期彗星中之最光明者，軌道橢圓，一頭軌道超出海王星軌道之外。在近日點（Perihelion）時看起來，尤其明亮的），環繞太陽一週，就要七十六年四個月。換句話說，它的一年，等於我們的七十六年還要多些。若以我們的渺小的壽命來作標準，七十六年已是很大；可是這個年數在有的行星中，却是算不得甚麼；至於彗星，有許多是幾千年或幾百萬年才回到太陽邊來一次的——這就是等於說，它的一年，抵得過我們的幾千年或幾百萬年。人類有記載的歷史，只能追溯到10,000年，而人類在地球上的生命也不能超過於500,000年。所以彗星的軌道給我們以一種新的最時間的標準，使我們覺得自己的歷史好像很短。——講到這裏，很容易想起一個問題，如果彗星真照這驚人的長時間旅行到離太陽這變遠的地方去，是不是會碰到別的星球，以致受着它們的引力的影響呢？這是可以放心的，因為太陽系在空間很是孤獨；就是最近

的恆星；也遠遠在 200,000,000,000 哩以外；所以空間很有餘地給彗星旅行出可驚的長路程來，而且還能不墮於別的星球的勢力範圍之內，被它永遠拖住。

古時候的人，對於星都認為是天神的化身，各有一職司，例如水星是保護商業之神；金星是司美和愛情之神；火星是司戰爭之神，……所以各行星的西洋名字，用的都是羅馬或希臘的神名的來源，就在乎此。他們又依星宿方位隱現來占卜未來的事以及與人的影響，例如某行星進了某部分的天，某種事就要發生在人的身上；若是一個人的生時，恰巧在某部分的天，升上地平綫之上，而又是某行星進去的時候，這事就一定要發生在這個人的身上。……這種說法，不但西洋如此；我國的說法也是大同小異的。彗星的形狀，是星中之最特別的，拖着一條長尾巴，實在有些令人驚奇，因為驚奇，所以對它發生疑懼，認為它的出現，一定會使我們遇到甚麼災禍，故我國稱之為妖星；西洋人也對它沒有好感，例如哈雷彗星在一四五年出現時，那時的人們曾經起過一番大大的驚擾，弄得教皇也連忙下令舉行祈禱。所以彗星出現之年，如能平安過去，尚無話說；否則，若有甚麼風聲草動，一切的責

任，自然會推到他身上去的。

我們也許會懷疑這一點，如果彗星的尾巴，掉到地球上來，或者會有地球因此毀滅的事要發生吧？但是，這也儘可放心，即使掉到地球上來，也決不會發生甚麼可怕的災害。而且哈雷彗星的尾巴，已於一九一〇年五月十八日，行經地球之間，與地球非常接近時掉到過地球了，並不發生何等影響。因為彗星的尾巴是一種極細軟極稀薄的物質，不能為害的。我們能從隨着它的尾巴很清楚的看見別的星球，就是它的尾巴稀薄的一個證據。

現在，我們來開始研究流星 (Shooting star)。流星，我國舊稱彗尾，或稱徇約；俗名賊星，也有叫星射的。星射的意義與 Shooting star 正相符合，因為 Shooting 的意思就是放射。其實，流星算不得是星，它祇是天空中的一種移動得很快，消滅得也很快的光霧而已；通常隔幾分鐘發現一次，所在的地方沒有一定，發現的時候也沒有聲息，也不會有堅實的固體掉落到地面上來的。

據近代多數天文學家的意見，說它的來源，是出於彗星的放射物質；這種物質

或者跟爲在彗星的後面，同軌運動；或者因爲彗星在太陽系中的年代太久，滿佈於軌道全部；一旦突然進入地球氣層中，以每一秒鐘三十哩或四十哩的速率衝過空氣發生摩擦，變爲極熱而且發光的現象罷了。

流星現象，在每年的十一月中，而且是每隔三十三年中的十一月中尤其射出得格外多，——這個現象，我們叫做流星雨或流星雨 (Meteor Showers)，據說，在過去的時間，有無窮數的彗星繞着太陽走。後來彗星破碎了，剩下它的體質的粒屑，有的零零落落，有的成羣結隊；正如落伍的兵士一樣，仍舊依照老軌道走着。地球若是碰着成羣結隊的粒屑時，就要發生流星雨的現象了。——流星雨的現象，據紀載上說，以一八三三年十一月十二夜爲最好看，每小時約計放射出十萬個左右，經六時方才完結。

天體從太空飛來，經過空氣層的叫隕星 (Meteor)。它進了氣層後，速度立即減低，動能的一部變爲熱能，所以發射出白熾的光來，形如火球。起初時發現，離地面約八九十哩，速度約每秒鐘十哩至四十哩，愈近愈減，進路倏忽變遷，沿路

放射火花，分散碎片；或者在空氣中無形消失；或者炸裂開來掉落地面上。掉落地上的，又稱隕石（Meteorite），這是我們可以接觸到的唯一的天體，而且在紀載上，也曾經有過打死人的故事。構成隕石的成分，都可從地球上找尋得到的。其中最普通的是鐵。所以含鐵質較多的或是由純粹的鐵質構成的，又稱隕鐵（Iron Meteorite）。至於講到它的來源，那是很有趣味的：有的說是月球火山所爆裂出來的石塊，映出月球引力範圍而入於地球氣圈裏的；有的說是地球本來有兩個月球，其中一個很小而且年齡比較大些，在很久之前分裂成爲小塊，偶或映出常軌，移入地球氣圈中的。

流星和隕星，在天文學上說起來是有分別的；不過一般的說，往往將兩種東西混爲一談罷了。

此外，太空中還有許多很小很小的物質；這種物質，因爲小的不能更小了，小得正像塵埃一樣，我們稱它爲宇宙塵；說得淺顯點，就叫天塵也好。天塵中有一部分大概就是彗星的餘屑，正像流星一般；還有一部分，也許星雲凝成行星一時所

剩餘下來的東西。但是，我們現在還沒十分明白這種物質的歷史，無法再說下去了。

一三三 可怕的變遷

宇宙之間，有一個非常重要的現象，叫做變遷。變遷可分兩種：一種是循環的；一種是不循環的。循環的變遷不是永遠向一個方向運行的；只是去了又來，來了又去的。像日夜，像四時，都是我們最熟悉的變遷，時間最短的變遷。又如水化為汽，汽變為雨，雨降而仍為水，又如碳酸裏的碳氣，由空氣中到植物裏，再由植物裏到動物裏，再由動物裏回到空氣裏；也是短時間的循環的變遷。至於長時間的變遷，像地軸的變遷，必須經過兩萬六千年才循環一次；又如行星的軌道的傾側，不知道要經過幾千萬年，再回復原狀。循環變遷雖是宇宙間許多大事情的原因，但到了循環末端的時候，一切的事，仍舊回復到從前的老樣了。

循環的變遷，隨它怎樣變遷，歸根結蒂，總要回復到原狀的。至於另一種不循環的變遷，是一直向一個方向走的，一直變下去，雖然變得極慢，但時間是永遠無

窮的，久而久之，終究要有一個大影響出來。所以我們應該注意這種不循環的變遷，比注意循環的變遷更加注意。雖然有些不循環的變遷，比循環的小得許多。存着這個意思在心裏，我們現在要開始研究潮汐（Tides）了。

上古時代的人，研究太陽系的時候，首先發現太陽是太陽系的中心點；繼而知道各行星有自己的軌道，繞着太陽走的；以後又知道太陽和各行星間的平衡，是被引力維持着的。後來又從各行星間的引力的互相影響的研究中，得到一個結論，說太陽系是固定不變的。所謂固定（Fixed），就是若沒有外界的東西去影響它們，它們是永遠要像這樣的。他們的心裏，以為各個星球是堅硬不變化的物質做成功的。他們認為其間也許會有小小的變動；可是這些變動總是循環的，太陽系是永遠這樣運行的。

但是，他們把一樁重大的事件忘記了，那就是潮汐。潮汐是大家看得見的；不必再用別的證據，單是潮汐，已經足夠證明地球不是堅硬不變的東西。潮汐是由月的引力做成功的；但是月的引力，不但影響到地球的表面，同時也影響到地球內部

的物質，所以若是地球的內部，不是固體而是液體，則當地球自轉的時候，地球內部的物質，也一定要受到月球引力的影響而起潮汐的。如果月球的內部仍舊是液體，則地球的引力也一定影響到它的。

太陽，是堅硬的物質做成，若是宇宙間有引力可以影響到太陽的物質，則太陽上面一定會有極大的潮汐。按萬有引力定律講起來，當太陽自轉的時候，行星和行星的月球都應該使太陽上面發生潮汐了。木星是行星中最大的，它一定有極大的引力，可使太陽上面發生潮汐。木星的本身，也和太陽一樣，不是堅硬不變的物質，所以木星的月球和太陽以及別的行星，一定也會使潮汐發生在木星上面。土星也是這樣。

潮汐的問題，非常重大，雖然變動很慢，可是它的方向是一直繼續進行的，不是循環的，將來總能夠使太陽系變成和現在不同的東西。

地球上的潮汐，和月球有關，這是幾千年前已經知道的事。當地球自轉的時候，地球上近月球這一面的水，受月球的引力，就高起來；同時，地球本身的固

體，也被月球的引力所吸引；背月球的那一面的水，也受到月球的吸引而起滿潮，正和近月球的那一面的成爲滿潮一般，其他兩面的潮水就落下去了。地球受太陽的引力，也是這樣的，不過沒有像月球那麼厲害，因爲太陽與地球的距離究竟比月球遠得多了。

潮汐兩詞，分開來說：早潮叫潮，晚潮叫汐。潮汐高漲之後，漸次低落，迄於再行高漲之期，平均爲二十四小時五十一分。這與月球兩次經過子午線的時間恰巧相合，歷久不變，可知潮汐受月球引力的影響比較太陽尤大，一天之中，潮漲到最高的時候叫滿潮；退到最低的時候叫落潮。一月之中，潮漲到最高的時候叫大潮 (Spring tides) (亦稱高潮)。多在朔望左右，因爲這時，太陽與月球的引力恰好相合；最低的時候叫小潮 (Neap tides) (亦稱低潮)，多在上下弦左右，因爲這時，太陽與月球的引力恰好相消。月球比太陽的距離來得近，所以月球得勝了這相持不下的戰爭。

潮汐在地球自轉的時候，好像是一個停輪機，因爲潮汐的能力是從地球自轉的

能力借來的，所以這潮汐時時消耗去地球自轉的力量，以致地球每天越轉越慢，使日子增長。自然，今天和明天的長短，相差是極小的；但每天確實在增長是絕無可疑的事。

潮汐還有一個結果，就是月球漸漸的離開地球。月球離開地球越遠，它繞地球一週的時間，自然也要加長；換句話說，月份也在逐漸增長。

這個變遷，我們可以順流而下的推究它的結果，也可逆流而上的追溯它的原由；而且就兩面研究的結果，都是相符合的。若是現在的月球漸漸在離開地球，則從前一定是比較的接近地球，而那時候的一月的時間，一定也比較的短些。如果日子爲了地球受潮汐的磨阻而漸漸的增長，則從前的日子，一定比現在的要短些。我們再推算得遠一點，更可知道有一個時代，一天只有四點鐘那麼長。但是，更早的時代，我們不再算上去了，因爲如果地球轉得比這個更快——日子比這個更短的話，地球一定要轉碎了。

我們極有理由相信，在每日每月都只有四個鐘點長的時代，月球和地球差不多

是一體的，不過中間有一個分斷的地方而已。比這個時代再早些，月球與地球是一體的；換句話說，月球是從地球上落下來的一部分。

月球的歷史，月球與潮汐的關係，既然都有理由使我們相信，那末，月球自轉一次的時間，和公轉一次的時間，自然應該相同的話，也儘夠我們可以相信的。同時也正因為這樣，所以我們祇能看見月球的一面——月球自轉一次，和它繞地球轉一次的時間的相同，並不是碰巧的事，倘若是碰巧的話，那末，這件事，真可以算得異乎尋常的希奇了。

等到月球通身都冷，等到它是變為硬硬的，內部的潮汐也不能發生的時候，月球的自轉和公轉同時的律，或者就要不能應用了。所以在幾萬萬年以後，月球自轉的速度，或者仍像現在一樣；但它公轉一次的時間，也許要比較長些。若到那時，如果地球上是有人的話，或者可以看見月球的那一面了。

每月的時間日漸增長，和每日的時間日漸增長的速度，不是一樣的；我們已有法子證明日子增長比月份增長要快一些，所以在幾百萬年以後，一天的長短，又要

和一月的長短一樣了。不過那時的一樣，並不是月球才成功的時候那變的只有四個鐘頭一天，而有五十七倍於現在的二十四小時的一天了。——到那時候，月球一定離開地球極遠，才環繞地球一週的時間，需要這麼長。但是潮汐的停輪能力，使地球自轉的速度也更慢了。所以地球自轉一週，也要五十七天。

地球上而受月球引力所發生的潮汐，總有一天會停止，因為將來的月球，要跟着地球一塊兒轉動，好像中間有一條棍子連住似的（這棍子不是別的，就是引力）。但是，我們忘記一件事了，那就是地球上還有太陽引力所發生的潮汐，或者像潮汐一般的地球內部的液體的變動。雖然太陽的引力對於地球的作用沒有月球那樣的有力，可是無論如何，這個作用總是存在的；由月球引力所發生的潮汐雖然停止了；但由太陽所發生的潮汐一定也有像停輪那樣的能力的。

月球繞地球一次的時間要比地球自轉一次的時間還短，即一個月要比一天還短的事，好像是極希奇的，因為這和現在的情境太不相同了，很難使我們相信它。但是，我們如果去研究一下別一個比地球要小的而且也有月球的行星的歷史，則地球

的將來，一定會應照天文學家所預言的語，也不得不使我們加以相信了。例如，火星比地球小得多；它有兩個月球。靠近它的那一個月球繞着它走三次多一點，它才自轉一週；換句話說，火星的一天，要比它的一月多三倍以上。從前的人，不能解釋這個火星的月球的奇怪行動；但是，現在我們却可以設想火星的自轉，被它的潮汐所影響而變慢的理由來解釋了。

這裏，還有最緊要的幾句話，應該記牢的。潮汐的影響是極慢的，我們是看不見它的結果的，但是它所做成的變遷，是向一直線進行的，不是循環的。太陽系不是自古就有的。它是許久時間的變化的結果。而且它也不能夠永遠存在的，因為宇宙間的變化，是時時不絕的，所以太陽系的將來，一定會有大變遷的現象出來。

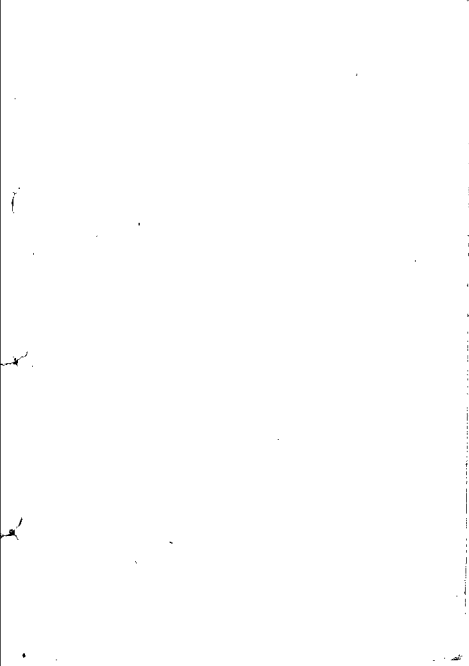
我們在不曾結束這段書以前，可以再提起太陽系中的兩種變遷。這兩種變遷，也是向一直線進行的，不循環的。第一種是太陽系在一天天的冷下去。太陽和行星間互相傳授一點溫暖，但是多半的溫暖，都在空中消失了（雖然這溫暖不能夠從宇宙間消失，但是在太陽系中總是消失了），我們雖然曉得太陽和行星的自身有什麼

東西可以做成熟的，但這個東西決不能永遠用不完的。太陽和行星從孺的恆星那兒所傳來的光和熱，比起消失的熱來，還不及萬分之一，所以太陽系總有一天要變冷的。第二種是由引力所生的變遷，因為引力的關係，使太陽和行星，天天在縮攏來，所以太陽四周的東西，連地球也在內，一定都有被太陽吸進去的一天，到了那時，宇宙間就沒有太陽系了。

近來，天文學家又發現了一個以太的問題。行星和月球，都在以太中行動，也像魚游水中，鳥或子彈飛行空中時一樣的要受到一些摩擦和抵抗力而逐漸把行動緩慢下來。雖然這個影響很小；我們不要因為它小就看不起它。它是向一直線進行的，不受時間的限制的；這個極慢的能力，將來總有一天，會使太陽系變成一個死的圓球，好像幾千萬世紀以前的形狀一樣：那個時候，它也是一個圓球，後來被別的星球一撞，就撞得粉碎，成功了一個星雲。——於是，又由這個星雲造成了另一個太陽系；後來又漸漸的由幼年而少年，壯年，老年而至於變為死的圓球，又由圓球變為星雲：完成宇宙的輪迴。

循環的變遷，固然使我們覺得驚奇；但也祇是可以驚奇而已。至於不循環的變遷，却於驚奇之外，更使我們覺得可怕了，——這個變遷所用的時間，若拿我們的生命來比較，那是好像無窮一樣。任何人的理想，不能大到這步田地，能夠明白天文學家所要講的時間，正如我們不能夠明白天文學家所論的遠近，大小一般的「時間萬古無窮盡，分到人生格外慳」。我們人類生在世界上的時間雖然短得異乎尋常，但最希奇的，就是我們竟能夠知道這些極奧妙的極尊貴的星雲的開始為太陽系的末日的事，是最希奇不過的。

第二編 偉大的地球



一 從地是平的說到地是圓的

從前的人，爲足力所限，都是不慣跑遠路的。生在某個地方，長在某个地方，死也在某個地方。一生所踏過的地面，是小小的一塊；一生所見過的事物，也只限於他們的周圍。所以對於地的觀念，也祇好單憑腦子去想像，他們根據他們的當前的事實，加以想像的結果，認爲地是平的，雖然地上也儘有些高聳的山峯，低下的幽谷。但就大體說，還祇不過是像壞路的崎嶇，或是操場的不平罷了。不問走得多少遠，頭總是朝天，腳總是着地的；而且地面還向四面八方伸展開去，大到了沒有限度，決不會有人走得到邊岸發生掉了下去的事情，正像孫行者在如來佛的掌上翻筋斗，無論翻了多少時候，還是翻不出掌外去一樣。天像一頂帽子，彷彿鍘也似的覆蓋在地上。天有三十三層，每層都有仙佛居住着。地也有三十三層，每層都有鬼怪居住着。天上是天堂，是極樂的世界；地下是地獄，是極苦的世界。人類所住的

人，正在天之下，地之上，是個介乎天堂、地獄之間的地方。地的最底層，有個很大的窯焦，頂住這一片大地。它頂得吃力了，有時也要轉側，偶然使一小部分地方發生一些震動。地獄裏的鬼怪，有時也要幹出擾亂的事情；那時，如果擾亂得厲害，竟會把地面弄破，而且還會從洞口噴出鬼怪在地獄中所放的煙火，使地面上也遭遇到非常的災禍。然而，這都不是常有的事，不必提心的。關於地獄的事情，還有這麼一個傳說：從前有個人，因為掘地掘得太深了，曾經看到過地獄的一角，聽見過地獄裏的雞鳴犬吠；後來恐怕鬼怪乘機跳上洞來作祟，才連忙仍奮用土泥填塞了；而且還告誡子子孫孫，再不要掘地太深，免得發生不測的事情。

太陽、月亮、星辰，都是在天空中懸掛着的，每天要繞地轉轉；它們都是從東邊地角升起來，然後橫過天空，又從西邊地角落下去。太陽最奇怪，它是一個大火球，每天早晨在東邊出現，橫過天空，又從西邊下去，浸在海水裏，熄滅了火；然後再用不可思議的方法，經過地底，轉到東邊，第二天早上，又用不可思議的方法，重新燃燻起來，再走它的老路。太陽在夜裏到底如何，不妨擱而不問；但它總

是朝出於東，晚落於西這件事，是大家都可親眼見得到的實情，無法加以否認的。說地不是平面的，要不是正在做夢，那一定是個絕頂愚蠢的人；否則決不會說出這般無意識的呆話來的。

到了後來，終於有些勇敢的人出來宣布：地不是一個平面，實在是個大球；人是住在球外面的。但是，這個說法，當時的一般人都不相信，而且加以譏笑；有的說，地，如果是個大球，那末一直向前走去，一定可以回到出發的所在了。因為他們所知道的地面，是極小的一塊，認為在地面的一點起步，一直走過去可以回到原處的觀念，總是絕對沒有理由可以成立的。有的說，無論如何，假使地面是球形的，那一邊總不能夠住人的。退一步說，人從球頂出發，任意向那一方面走去，祇要走得稍稍遠些，馬上就要滑將起來，最後便會一交跌出外邊去，斷送了性命。原來地球的故事，奇怪得比任何偵探故事都要令人迷眩；對的與錯的，很不容易辨別的。

但是，那些勇敢的人，並不因為別人的譏笑，就放棄了地圓的主張，祇是一層

層的堅決地辯駁着、辯駁的證據中，有一則說，要證明地圓的說法，祇要在海邊看
一看船的來去便可明白。如果地是平面的，在海邊看出海去的船，一定是越走越
遠，越遠越小，最後小成一點，一會兒就不見了。回來的船，一定是先看見船隻不
清楚的船影，像在霧裏似的；後來越近越清楚，最後就來到眼前的岸邊停泊。——
然而，在實際上，完全不是這個樣子。出海的船遠去的時候，先是船底不見，像沉
下去似的；後來，越沉越低，只有見船桅；過了一會，祇蹤船桅的尖兒了；最後，
才完全不見。那船完全不見的時候，船與看者的距離，並不很遠，照理是可以清清
楚楚地看見的；不過有件東西把它藏起來了。回來的船，好像從海底升起來的，最
先是看見船桅的頂尖，然後是船桅、船身、船底、越升越近，正同在小圓山的半
腰，看朋友從山的那邊爬過來的樣兒。船是緊貼着地面走的；船來船去的情形，完
全由於船身的遮隔造成的。

到了十五世紀快要完了的時候，意大利有個勇敢的航海家，叫做哥倫布（Chris-
topher Columbus）的，他極相信地圓的說法，想從歐洲出發；向西航行，尋出一條

到達亞洲的航路。後來，他得到西班牙王斐迪南第五 (Ferdinand V) 及其王后伊薩伯拉 (Isabella) 的幫助，帶領三隻大船，越過大西洋到達美洲的西印度羣島 (West Indies)；在從前，西班牙及其附近各國，都稱極東的地方為印度，當哥倫布經過那裏的時候，以為已經到達一部分的印度了，因此才有這個名稱。其實，他祇走了全程的四分之一，還有四分之三不曾走呢；不過，他到底已經橫渡了大西洋，發現了陸地，完成一件大事了。

這是偉大的開始。不久，又有勇敢的航海者接踵而起，終於達到了環行地球一週的目的。地是平的這句話，也就結束了。感謝古人，他們發見了我們叫做新世界的陸地，而這大陸，對於全世界的人，都有非常重要的關係，而最重要的關係，纔是證明這奇怪的地，的確是圓形的。

還有一個小小的故事，值得在這裏提及一下：據說，哥倫布航行歸來之後，雖然完成了一樁大事；但一般人仍舊看不起哥倫布的努力。有一次，他在某宴會席上，碰着一位素來輕視他的大紳士，當衆高聲對他說：「哥倫布先生，你所做的

事，在我想起來，並不如何了不得；祇要坐了船，向西航行，誰都能夠完成他的使命吧？」與會的人聽了，都大聲嘻笑，不顧慮到他的難堪與否。過了一會，哥倫布以極鎮靜的態度從盆中拿起一隻雞蛋來對大眾說道：「各位先生，有誰能叫它豎立在桌面上嗎？」大眾聽了他的問話，各從盆中拿出一隻雞蛋來放在桌面上試試，可是都無法使它豎立，於是異口同聲地說：「這倒並不容易！」然後，哥倫布笑嘻嘻地說：「不容易嗎？也不見得！」說了，把一隻雞蛋的一頭，向桌邊拍的敲了一下，蛋殼就破碎了一些，於是蛋就平平穩穩地直豎在桌面上了。大眾看見他的做法，便哄然大笑起來，說：「啊，原來這樣！誰不會做呢？」這時，哥倫布才慢慢地說：「任何事情，祇要肯去做，誰都可以成功。但是，一般人却無做事的熱忱，不願意親手去完成一樁工作；然而，一旦看見別人做成了某件事，就加以譏笑，說，這並不是了不得的，誰不會做呢？實在，天下的確沒有了不得的事情；有無成功，完全是看肯不肯做而已！」這裏，我們得到了一個極可寶貴的教訓，有無成功，完全是看肯不肯做而已；肯做就會成功；不肯做就沒有成功。成功與不成功之間，祇差得細細

的圓是地到說的平是地從

的一綫罷了！

二 從地是靜的說到地是動的

古時候的人，不但相信地是平的，同時也相信地是靜的。他們想，大家一天到晚，總是平平穩穩的在地上生活着，未曾覺到過地有傾側動盪的情事；而且也無從想像到它是在動的。大家明明白白看見太陽是每天這樣走的：早晨從東邊升起，橫過天空，到了西邊，就不見了，他們又想：太陽每夜總是浸在西邊的水裏，然後再用不可思議的方法經過地底，第二天早上重新燃燒起來，再走它的路的。——且不管太陽在夜間到底如何，但就大家的心裏所想，眼裏所見，太陽是晨出於東，暮落於西的這件事，總不會有甚麼疑問吧？地自己會動，真是只有絕頂愚魯人才會肯說的呆話呀！

宇 宙 漫 話

地是的確在動的，我們之所以覺不出它是在動，實在是因為它的行動非常非常平穩的緣故。例如，我們坐在火車、汽車、輪船、氣球幾種旅行工具中，要判斷它

是否在動 也只有兩種辦法：一種是覺得底下在行動着；一種是看外邊的東西有沒有向後退去，這幾種旅行工具中，以氣球為最平穩；輪船次之，汽車又次之；火車最容易覺得傾側。這就是因為火車走得最不平穩，它被限定在軌道上行走，摩阻力很大，快慢難得均勻，我們的身體也不時跟着傾側，需要矯正。輪船在水面行走，因為水面總是平坦的，只要沒有風浪，我們也不會覺得它是在行動的。最好的汽車，在最講究的路上走，也不容易覺得是在行動。至於氣球，則更平穩了。如果天空沉靜，一些微風也沒有的時候，不但閉着眼睛不會覺得它在飛行，有時即使閉着眼睛也說不出它在行動來的：因為空氣的行動；我們是一點也不會覺得的。所以乘氣球旅行，比最好的輪船，最新的汽車都要好。——但是 走得實在最平穩的，卻無過於我們所住的地球；它動得最平穩的證明，就是使我們覺不出它是在動。有時候，地球外部的一小塊地方自己動起來了，這是完全另外一件事，叫做「地震」(earthquake)，至於地球全部都動的事是從來不曾有人覺得的。

地球既然是動的，那末如果忽然不動了，要有甚麼事情發生呢？我們坐在車子

裏，如果車子忽然停頓了，我們就要一齊向前傾側。地球走得很慢，比人造的任何旅行工具都要快；假使突然停頓下來，那就要發生了不得了的事了，我們與一切活動的東西以及固定的東西，都要一齊被擄出去；一齊要被擄到太空裏，或者不會被擄得很遠，就要被空氣壓下來，可是我們與一切活動的東西，都會一起沒命，總是真的，海水也要被激出海來；魚都要跌死；所有的城池建築都要倒毀了。不過這種事，幸而是萬萬不會發生的。

如果坐着甚麼旅行工具去旅行，要知道它是否向前進行，最好是看外面的東西是否向後退去？要是向後退去了，乘坐的工具正在向前進行了。我們住在地球上，彷彿坐在最平穩的旅行工具裏似的；要知道本身是否在動，當然也只能看外面的情形了。太陽是不動的，但我們看起來，好像地是不動的，反而它是在繞地轉動的樣兒。這個情形正像我們坐在旅行工具裏不覺得本身在前進，反而認為外面的東西在向後退去的光景。其實，動的是地球，並不是太陽；我們平常說的日出日落，無非是順着習慣而已，太陽是出不了落的；不過地球卻像陀螺那裏環繞着太陽旋轉

罷了。

地球的轉動，可分兩種。一種是它自身的轉動，叫做自轉 (Rotation)。自轉一周所需的時間為平均太陽時 (Mean Solar Time) 二十三時五十六分四秒。這樣的旋轉一個圈子，成功一個晝夜。它在旋轉的時候，總是一面向着太陽；一面背着太陽的。向着太陽的叫晝；背着太陽的叫夜。——假使地球突然停止不動了，白晝的一面，將老是白晝下去；黑夜的那一面，則永遠是黑夜了。住在黑夜的那一面的人，為要重見太陽的面，恐怕要一齊跳上了船，開到白晝的那一面來吧？同時，住在白晝的一面的，也總不久要到黑夜的那一面去過一會見的。如其不然，大家也許都要發瘋了。可是地球總是滴溜溜的旋轉個不息，有白晝讓人醒着作事；有黑夜讓人睡覺休息。這正是最好的事情。——白晝與黑夜，本是極平常的；可是一經我們細心一想，就會變做非常希奇的了。原來宇宙間越普通的事，要是不但用眼睛去看，更用心去想，越會變做極奇異的事的。

地球自轉一周而成日夜，是自然的事情，因為自然界確實教它如此的。地球的

第二種轉動，叫做公轉 (Revolution)：公轉一周而成一年，這也是自然的事情。

公轉一周，即它環繞太陽一周所需的時間為三百六十五日又四分之一日。換句話說，當它自轉三百六十五次多一些的時候，同時它也恰巧環繞着太陽走了一圈了。我們為計算便利起見，把一年定為三百六十五日；餘下的四分之一日，我們也並不拋棄，積下四年，成爲一日，那時就將二月的二十八日改爲二十九日，這年改爲三百六十六日的閏年。

公轉雖及不來自轉那麼快，但次序是永遠不會弄錯，一來一往是非常正確的。嚴寒的冬天過去了，白天便漸漸長起來；草木也發出嫩芽；黃鶯也開始唱好聽的歌曲；小河也輕輕地談着戀情的話；大地穿上油綠綠的衣裳；空氣也和暖起來；太陽也更熱了；人們也在這時做起春天的夢來。春天去了，接着就是夏天。夏天比春天熱得多；各種植物，都謝了花，結起果子來；人們也只要穿着一件薄薄的紗衫，有時還要不停地揮着扇子，可是汗珠仍會綴滿了面孔，滲濕了衣裳。不過夏天也不會老是夏天的，誰也沒法拉得住它。轉眼之間，秋天就跟着來了。五穀成熟；各種

從地是靜的說到地是動的

果子也呈現出美麗的顏色；葉子黃了，從樹枝上掉了下來；天氣也涼爽了，夜裏也得蓋上毯子或是薄被，要預防着涼啦。秋天以後，景物尤其蕭索，各種植物，都像死去似的。日子越過越冷，冰也結冰了，有時雪花也會漫天飛舞。日子比夏天短，夜是比夏天長，我們往往醒來了兩次還沒天亮。人們不但要多穿衣服，而且還得烤火才可抵禦寒威的時候也常常有的。這就是我們所謂冰天雪地的冬天了。冬天之後，又是春天，夏天，秋天；這種變換是重複的，來而復去，去而復來，如同晝夜的變換一樣。以前已經過了好幾萬年，現在仍是如此，將來也定這樣進行的。

我們所住的地，不是平的，卻是圓的；是旋轉不息的，不是靜止的；自轉一周而成晝夜，環繞太陽一周而成一年。這些奇妙的事情，我們都該記個清楚的。

三 地球的昨日

從前的人，相信地是平的，而且是不動的。上頭有三十三層天；底下有可怕的陰世，十八重地獄。（據說，還曾經有人因為掘地太深了，看見過地獄的情形，聽見過陰世的鷄鳴與犬吠，後來恐怕陰世的魔鬼跳上了洞，來到人世間興妖作怪，連忙封閉了洞口。而且更鄭重地告誡後人，不要再掘深洞云云。）這個說法，和我們所知道的地是個球，而且是環繞着太陽的球羣中的一個；其間的差別，真有多大的不同啊！

現在 我們要正式開始講地球的故事了。我們應該從沒有地球的時候講起，連太陽與各行星一齊都沒有的時候講起。

在極遠極遠的時候（這裏，我們祇能說是時候，不能說日子，更不能說年代，因為沒有地球，也沒太陽，還有甚麼日子可說，年代可言呢？）有塊極大極大的星

雲 (Nebula) (單數爲 *Nebulae*，源出拉丁文，本意是雲。)，比我們所看見的任何東西要大。比我們所知道的任何東西也要大。就是聰明人中的最聰明的，也不能有個到底多大的想像在他心裏。不過這東西却是有的，而且這東西雖然那樣大，却不過是些雲。如果我們能夠親眼看見它，也不過是知道有這樣的大東西在那裏罷了，沒有甚麼可說的。它們的各部分是相間的。它不過是一塊雲，就是要畫個圈，也僅僅祇能畫個輪廓而已，其實，也不能畫出甚麼來。——這種大星雲，據天文學家的測驗，現任的天空中，至少還有十二萬個。但是，千萬不要這樣想：星雲是很熱很亮的，能夠從裏面發出強大的光和熱來。它最初不但不能發光，而且也不發熱，或者竟是很冷的。

星雲是非常奇怪的東西，造成宇宙間的一切東西的材料，都包容在它的裏面：造成太陽的，造成地球的，造成各個行星的，甚至造成我們的身體的，造成這本書的，都是用它來做材料的。它起初絕無系統可言；也沒有甚麼特殊的形狀，各部分完全相同的。祇是做成這大雲塊的小雲塊是動的，不過它們的動，也沒有一點系

統，無非是亂七八糟的躊躇躊躇而已。如是不知過了幾千萬年，它們總漸漸的不那樣混亂，稍稍有點規則，嗣後他們就超越有規則。又過了很長的時間，那無定形的大雲，於是方纔自己轉動起來。

星雲的轉動，是太陽系造成的原因；從前的人，以為這不是重要的事實；甚至於說這種說法，對於說明太陽系的造成的原因時，絕對沒有甚麼好處。但是，在實際上，這究竟是非常重要的。因為轉動，足使星雲發熱，由熱而發光；於是成爲一個星球了。又不知經過多少時候，星球漸漸冷卻，漸漸凝固；體積縮小，密度也增高了。又久而久之，漸漸老去，最後又到了仍變星雲的地步。各個星球的歷史，大概總是如此；地球的經過情形，我們雖然不能確切地知道，但按之天文學家觀察星雲之所得，地球的演進，也決不會獨異。

星雲初成功的時候，它的全部就開始發生引力。這種引力是永遠有的，永遠不衰的。自從牛頓（Isaac Newton）發見引力後，天文學家就將這引力應用到星雲上去，而且還懷想到星雲受了這樣的引力，在許多年代中，究竟要成功甚麼。繼牛頓

而起的有赫謨爾 (Helmholtz)，他一生的光陰，都用在觀察星辰的事上。他認為自星雲散漫的情境變到發光的星球，必藉着一種集合力。——集合力就是引力，這是曾經一位法國科學家很確切的解說過的。引力的事實，簡單的說起來，便是世界上無論大的小的各種物體，都有吸引的自然趨勢。在我們的日常生活中，引力可算是最親切的事實；譬如把皮球向空中拋得高高的，但是到後來，皮球總仍舊要落下地來，因為皮球與地球之間有着互相吸引的趨勢。皮球的大小和地球比較，真不知道是幾千萬分之一；所以我們祇見到皮球落下地來，而不覺得地球同時也受到皮球的吸引了。——這是應該記牢的，無論甚麼物體，都有互相吸引的作用；譬如地球對於皮球，對於月星，對於太陽，對於星雲裏的各小質點 (Particle)，彼此都有吸引的作用的。引力彷彿是各物體間的一條條的蛛絲似的一種絲，橫的縱的此牽彼扯地綴滿了整個的宇宙間，成了一個無形的網羅。我們是在這個網羅中鑽來鑽去的行動着。我們如果絕對安靜地坐着不動，倒也罷了，假使稍稍動一動，織成這個網羅的絲，就要全盤受到牽動了，像飛蟲撞進蛛網裏，全蛛網的絲要受到牽動的樣兒。

我們動一動手，伸一伸腳，都要使眼前的茶壺，茶杯和天空中的星球受到影響。

「地作眠床天作被，

朝朝暮暮樂逍遙；

夜深不敢伸足出，

怕踏星辰影動搖！」

這是明太祖朱元璋在窮困時做的一首詩。本意不過是因為窮困得沒有住處，只好躺在地上；又沒有厚實的被蓋，只好縮着身體，不敢伸足而已；但他究竟是後來開國皇帝，所以在窮極無聊的時候，也不願作一般人的寒酸語——寒酸語到了他的口裏，就馬上化作為豪放語了。他做了皇帝之後，大家都說這首詩句句驚人，無一字平凡，確是帝皇的口吻。可是，這究竟是阿諛的話，作不來憑的。——然而，我們若用科學的眼光去看，他却於無意中道着萬物互相吸引的作用了。

「天地間的事事物物，

不論遠近，

暗暗裏，

都有不朽的力量連結着，

你將一朵花動一下，

就不能不把天邊的大星驚動着。」

這是湯卜遜 (Francis Thompson) 的詩句，說得美麗而且正確。此外還有更好的幾句，說：

「我確想我的脚步，

當我在豐草繁花間走過時，

一定會使天上的諸星閃爍着。」

這也是說宇宙間的事事物物，暗地裏都有一種互相吸引的作用的：有了這一種作用，便能使宇宙凝為一體。其實，我們即使絕對安靜的坐着不動，而我們所住的地球，還是永恆不息地在動的，地球在動，連結各種物體的絲，依然在抖動，牽引着這個無形的網羅的。

有了這種互相吸引的力，造成星雲的質點，不得不漸漸的收縮起來。地球的造成，就是這樣的。地球初成時的形狀如何？我們實在無從確切知道，據牛津大學（Oxford University）的學生研究的結果，說它當日是個梨子的，和現在的扁桶式不同；但這個說法，是否一定可以相信，我們還是不便就下斷語；不過它的形狀和現在的決不會一樣，却可以深信無疑的。實際上，當日的地球形狀很像現在的太陽，祇是大小懸殊而已。

空氣，確是看不見，摸不着的東西，但它也是地球的一部分，它也跟着地球環繞太陽旋轉的。我們若是住到別的星球上去觀察起地球來，對於這層，自可絕對沒有絲毫疑問。包裹地球的空气層，約有一百哩高；愈高則愈稀薄，到空氣層盡處，便沒有一些空氣了。地球所佔的空間，不終止於地面，應該連空氣算在共內的——在太古時候，地球也不過是一個氣體而已。凡物體到了極熱的時候，都要變為氣體。地球在當日的高熱度下，連今日的地殼，也是氣體，一團灼熱的氣體罷了。在這團灼熱的氣體中，包含着構造山、水、草、木以及一切東西的材料。

這樣說起來，我們是分明住在空氣大洋的底下的。我們在空氣大洋底下掙扎，滿想到空氣大洋裏去游泳一回，像飛鳥的樣子。——現在，我們雖然發明了飛行工具，可以把從前的夢想實現了；但是，我們已經因此耗費了許多心力了。

地球經過灼熱的汽團時期，漸漸散放元熱像個小小的太陽，接着便漸漸冷卻。冷到一個時節，氣體便變為液體。因為液體較氣體重，所以祇向地心流去。至於不即變為液體的物質，如現在的空氣，仍舊停留在原有的位置上。再說得明白點：便是中心是一團熱氣；外面是一層液體；最外面的是冷氣——空氣。液體的物質，又漸漸變為固體，或半液半固的膠狀物。

那時，地球的旋轉，正像今日的轉法一樣。它因為太陽的吸引，對於太陽就有一種向心力。那麼，我們可以設想靠近太陽一面的液體，必被它吸起而高出於地面了。地球是轉動不息的，所以液體高積起來的情形，彷彿是一股水浪，經過地面的光景。這種水浪是紅熱的，非常險惡，像現在的火山所噴出來的岩漿。地球在轉動的時候，這種紅熱的水浪，當然也跟着旋轉。大約就在這個當兒，的確發生了一格

奇怪的事情：忽然間有一部分紅熱的水浪，脫離地球而去，有如旋轉濕淋淋的雨傘時所擲出去的水珠。地球摔出了一部分液體後，形狀就有些固定；熱度也比較得低了。有人說，這些摔出了一部分的液體的地方，便是現在的海洋的所在。——不過那時還無所謂海洋，因為地球上的水，都還包含在氣體之中；祇是凹陷下去的一塊地方而已，像爛掉的梨子被彫去一塊的樣兒。

被摔出去的一部分液體，雖然無法重新併入地球，但依然跟着地球旋轉；不過當初的形狀，很不規則；後來因為繼續轉動，逐漸冷卻；又由各部分互相吸引的作用，變成圓形。——這個圓形的東西，就是我們的近隣——月球。它起初離我們很近，經過很久很久的時間，才漸漸遠去的。但是，比之別的星球，直到現在，它仍最靠近我們的，從我們這裏到它們那裏，還沒有地球赤道十圈那麼遠咧。

四 地殼的構成

地球的外層，冷到乾燥堅硬的時候，就構成了地殼 (Earth Crust)。地殼是遍佈地球的表面的；假使倒出了海洋裏的水看，世界上的各大陸，是圓圓的一塊；因為海洋的底，仍是地殼，不過比較陸地薄一些罷了。

構成地殼的力量，第一要算引力。引力使地球時時收縮攏來。內部收縮了，外部就比內部大得多，於是外部的下層就有些無法支持。無法支持，便要發生凹陷下去的大變動的事情了。地殼的一部分既然凹陷下去，也就能使別一部分凸起來。凹陷下去的地方變為海底，凸起來的地方就是山脈。所以陸地可以變成海底；海底也可漸漸高起來變成陸地的。古人所謂滄海可變桑田，桑田可變滄海的話，並不是欺人之談。

第二種構成地殼的大力量就是熱力。地球的內部是包藏着熱力或火的。譬如掘

地愈深，則溫度愈高；又如火山所噴出來的是火熱的岩漿；這兩件事實，都可叫我們知道地球的內部直到現在還沒冷透。我們所住的地殼是薄薄的一層；裏面還是流動的滾熱的岩漿。我們所謂火成岩（Igneous rocks）的一種岩石，就是這種漿岩受了熱力的影響，在最深的地層裏凝結成功的。這種岩石，也是構成地殼的一部分重要材料。

第三切構成地殼的大力量是水。水是流動的東西，它有溶解固體的力量；並且這種力量在流動的時候更加來得大。水的力量是不可忽視的，它自從有了地球上的位置時起，就開始工作了。它在地面上不停的循環；不停的流動；不停的構造和改造地面。

水借了太陽光的力，化爲氣體飛升空中；若是分量很多時，就結合而成爲雲；雲因風的推送，往往飛到乾燥的陸地上空去；雲遇到冷，就變成了水滴，以致空氣的力量不能托住它；於是就掉下地面來，我們叫它做水。水到了地面後，因爲地心引力的關係，還要向地底下流去，一直要達到泥土裏的水平線爲止。

水造成溪澗，溪澗合成江河，一直流到海裏去。但水在海裏是不會滿出的，因為它能重新歸到那些河流所從來的地方去。江河的水流入海洋，海洋的水又被太陽不住的吸出；水是這樣在繼續不斷地循環着的。

當水流經陸地向海裏去時，常常將陸地逐漸侵蝕，帶了多量的固體物質而去。它一面走，一面帶，同時還沿路溶解可以溶解的固體物質；在水流平緩的地方，它所帶的固體物質又會沉澱下來，久而久之，就做成大峽。這種大峽是到處容易看見的。

講到這裏，還有一個問題需要趁便道及，那就是海水為甚麼是鹹的問題。從空中落下來的雨水是純潔的淡水。它從陸地流過奔向海裏去時，把陸地上的鹽分運送到了海裏。它自己能夠借太陽光的力化為氣體而上升空中，但鹽分却不能夠這麼做，仍舊祇好留在海裏，年深月久，海裏的鹽分，當然越積越多，於是水也變成鹹味了。這是很有趣味的事，曾經有人利用海水鹽分的多寡來計算過地球的年齡，而且從這種理想所計算出來的地球年齡，竟和利用別種理想，別種法子所推算出來的

一模一樣。

水是一種岩石和若干材料的創造者。這些岩石和材料，有的是僅僅由於水的流動而構成的。例如海水和潮水的力量，能夠造成砂，砂受了壓力，便成砂岩 (Sandstone)。礫岩 (Conglomerate or puddingstone) 也是由水的作用造成。普通的黏土 (Clay)，也是這樣造成的。還有許多的岩石，本是古代小動物的遺體，因經過水的作用而造成的，如煤 (Coal)，石灰岩 (Limestone)，矽藻土 (Diatomaceous earth, or Kieselguhr) 等都是。由水做成的岩石，我們叫它作成岩 (Aqueous or Sedimentary rocks)。

水對於做成這種岩石，確是費了一番工夫的。此外，還有一種岩石，是水用了別的法子做成的。這種岩石，我們可以在許多岩洞中看見它。一種是從岩洞頂上掉下來的怪東西，我們叫它做鐘乳石 (Sstalactite)，也稱石鐘乳及鐘乳。這種東西的造成是這樣的：水先將做成該岩的原料溶解了，再從岩洞的裂隙處一滴一滴的滲漏下來，每一滴水蒸發後，留下一小點固體物質；後來，同樣的物質，又附加在這小點

字 宙 漫 話

的外面：如是逐漸加長，成爲乳房似的東西了。還有一種是叫做石筍(Salernite)。它是由洞底向上增長的。做成的情形，和鐘乳石差不多。由水溶成的岩漿從洞頂滴落地面，因蒸發作用，逐漸向上增加長度，成爲一枝枝的毛筍模樣。時間長久了，鐘乳石和石筍也會連接起來成爲一條條的石柱的。石柱的初成時，總是兩端粗而中部細的，好像蜂腰的樣兒。後來因爲含有原料的水緣柱而下，方才漸漸加粗而成爲像樣的石柱。我們到岩洞裏去，往往碰痛了頭，扳着了腳，或是撞個滿懷的，就是這些東西。

地殼不是恆久的東西，它是時時刻刻在變動的。譬如在古時候，日本羣島、琉球、台灣等島，都是海岸，與亞洲大陸毗連的，後來經過地殼的變遷，才變爲海中的島嶼了。地球在未會凝成爲固體的時節，完全是液體的岩漿；岩漿冷下來變爲固體，照理是應該平坦而有規則的；可是在實際上，恰巧相反，地殼是極其凸凹不平的。這是因爲當它的熱度降低的時候，其中同時夾進了別的作用，才把地殼弄糟的。所謂別的作用，最主要的，就是上面講過的引力，熱力，水流等等。

從前的人，認為地殼的變遷，由於許多禍害造成的。每一個禍害，使地殼變成一種特殊的形狀；到了第二個禍害發生的時候，這種特殊形狀才突然消滅，換了另一種特殊形狀。在地球的歷史中，的確有過好幾次大禍害；但這種大禍害，到底算不得是普遍的事實。因為地球是常常在變遷的，變遷不是突然，而是漸進的。「水滴石穿」，「繩鋸木斷」，只要經過長久的時間，變遷的事實，自會顯露出來。把地殼弄糟的是這種永久連續，一刻不停的潛移默化的力量。請注意這默默無聲，孜孜不倦的力量吧！它的變化雖然遲緩，却很正確；雖無突然的表現，却總有顯露成績的一日。「自然沒有突變的現象」，不但地殼的歷史是這樣，就是自然界的事蹟也逃不出這個公律。

五 地球的今朝

說地球是球形，外部爲冷的地殼，內部是滾熱的岩漿，並且環繞太陽而運行的話，現在是很普遍的了。可是在古時候，就是絕頂聰明的人，也未嘗這般想過。——不必說得太久遠，就是在兩千多年前，大家還對說這樣的話的人，疑心過犯了瘋狂的毛病。近而至於三百多年前，也有幾位聰明的人因此而獲罪，因此而爲人在街市上當衆譏笑與攻擊。

地球並不是絕對的正圓形的，在南北兩端略平，中部稍稍膨大一點。在南的一端叫南極(South polar)，在北的一端叫北極(North polar)。分地球爲南北兩等分的一條假設的線叫赤道(Equator)。赤道部分之所以較爲膨大，由於地球的旋轉太迅速的緣故。因爲旋轉迅速，構成地球的材料，自然地要有向外飛散的趨勢了。但在實際上，膨大得也並不怎樣大，譬如從赤道的東面一點上動身，穿過地球的中心

到和東面的一點相對的赤道西面的一點上的路程是八千哩光景；比從北極穿過中心到達南極的路，大約僅多二十七哩的樣子。這八千哩光景的路程，叫做地球的直徑（Diameter）。環繞赤道一周的路程，大約有二萬五千哩，這叫做地球的圓周（Circumference）。地球向左自轉一周，需時二十四小時，所以每人在赤道上移動的速度是每小時一千哩；假使地球旋轉的速度再事增加，譬如自轉一周祇需一小時，那末住在赤道上的的人，就要被排出地球以外去了。

地球的北極，並不是真正的在頂上，南極也未見得真正的在底下，它的位置是稍微傾斜一點的。這種傾斜，確實很重要，它在環繞太陽的時候，藉此分出四季來。這就是說，每年之中，有一個時期，北半球能夠受着太陽的直射光線，那時期就叫做「夏季」；不能夠受着太陽的直射光線的時候叫「冬季」。我們的冬季，就是澳洲的夏季；我們的夏季，正是澳洲的冬季。此外，還有一件關於地球傾斜的有趣事實，那就是地球的傾斜度數，不是固定的，過了幾千年，斜度要稍稍加大；再過了幾千年，又會稍稍減小。地球旋轉的時候，有一些擺動，好像陀螺不能直立旋轉

所發生的擺動一樣；理由也是相同的。不過擺動是件極遲緩的事情，每二萬年才發生一次。到那時候，地球的位置要更加傾斜一些了，因此，北半球的冬季，就要變得很長而氣候也要變得更冷了。靠這種擺動的理由，我們還可以解釋古代地球北部都是一片冰雪的緣故。

地球環繞太陽所走的軌道，是個圓而略帶些扁的圈子；所以地球與太陽的距離，有時較近，有時較遠。遠近與冷熱無關，冷熱的變遷，完全是由於地球位置傾斜的那一件事實。地球環繞太陽而行的速度不是一樣的：距離較近時比較快些，較遠時比較緩些。因為近時若不加快，有被吸進到太陽裏去的危險；遠時若不放慢，也有脫離太陽而飛開去的事實要發生的。

一碼有多少長，一哩有多少遠，我們雖然已經清楚地明白了；但地球的赤道周圍的二萬五千哩，到底遠到怎樣程度，我們却很難想像。可是這個哩數雖覺得很多，但地球若和別的東西比起來，實在還是要算很小的。譬如和太陽相比，太陽就要大過地球一百萬倍還多些。

現在且不必談地球面積有多少方哩，或地球有幾千萬萬噸重，因為我們不能實在弄清楚那些數目，有怎樣的長，怎樣的大，所以我們就是談也沒用。但是有一格很有意思，很有趣味的事，談起來是可以明瞭的，那就是地球的密度（Density）問題。

一個乒乓球比一個彈丸大，但彈丸却比乒乓球重。因為彈丸的質料比乒乓球所含的要多。一錠大墨比一錠小墨要重，因為大墨所含的質料要比小墨來得多些。假使拿同樣大小的兩塊墨來比較，則它們的輕重，就要同樣的了。因為它們所含的質料是相同的。我們稱呼一樣東西的大小，即指它所佔的空間的大小的名詞叫做體積（Volume）。譬如把乒乓球和彈丸放在一起，我們只看見它們的體積，不看見它的重量，或它們的質料的成分——若要知道它的重量除非用同量質料而大小不同的東西來比較才可，像拿大小兩錠墨來比較一樣。因此，我們要用一個另外的名詞來稱呼同樣體積，而質料不同的東西所比出來的關係。數學上有個名詞叫立方體（Cube）。立方體是六個相等的正方形所圍成的，像一個方盒子似的東西。假使在這個方盒

子裏，倒滿了水，那水自然會依照盒子的大小而有一種重量。現在再把水從盒子裏倒出來，把水銀倒了進去：水銀和水的體積雖然是同樣的，但水銀的分量，却要比水重得多了。水銀和水所佔據的空間，固然相同，但水銀所含的質料成分却比水要多些。這種情形，我們頂好說水銀比水的密度高些，或者說質量（*Weight*）多些；不要說重些。因為一件東西的重量（*Weight*）是由一件東西和地球的互相吸引的力而發生的；至於質料的成分，無論如何是不變動的。譬如把一件東西從地球上移到體積小些，引力薄些的月球上去，還是一樣的；但重量却要減輕了。又如把它移到木星和太陽上去，因為木星和太陽的體積大了，引力也高，重量也要增加，然而它的質量總是不變的。所以與其說質料的成分或重量，不如說質量要來得妥當。這質量，我們是叫做密度的。

把一些水擺在一個一定的地位上，我們叫它單密度；在同一的地位上，再換上一件別的東西，假使覺得那東西是比水含有雙倍質量，我們就叫它的密度為雙倍密度，其他照此類推。假使把那件和水相比的東西，擺在擺水的原來地方，即離地球

中心的遠近相同的地方，那末，雙倍質量的東西，一定會有雙倍的重疊了。但是，千萬不要因為這樣，就說質量和重量的分別是有甚麼重要的；現在再說一個例子，自可明白這點。如果把兩個質料大小都相同的立方體的東西，並排擺在桌上，那末，這兩個立方體，不但密度相同，或質量相等，就是它們的重量，當然也是一定相同的。可是，假使把它們重疊起來的話，則疊在上面的一定會比擺在底下的輕些，因為它比底下的離開地球中心要遠一些，所以它和地球的相互吸引的力量也要減輕了。

地球的密度，據科學家研究許多年代的結果，說比水的密度大約要高四倍或六倍之多。——水是很重的東西；在地面上的各種東西中，水的密度也要算是很高的。當我們將同樣的東西，在離開地心的距離相同的地方加以比較時，重量實為密度的先導。所以假使拿地球的密度，比水的密度要高五倍，則地球裏面的質料結構的緊法，一定是我們所夢想不到的。在地球面上，我們能夠考察的東西當中，沒有一件東西的密度可和地球的密度相比，所以地球內部的結構，要比我們所曉得的是

結構得最緊的東西，不但如石頭，煤炭之類，就是比鉛也要緊得多多。地球質料之緊，不但有趣，而且很要緊，因為這可使我們曉得地球內部結構的勢力是怎樣偉大驚人的！

還有一件很有趣的事，就是地球的外殼和地球的全部，比較起來實在是薄極了。我們住在這薄殼上，以為非常堅固，決不怕它破裂，使我們陷下去，實在是稀奇的事情。因為我們如果能夠用刀把地球剖開，像剖橘子似的，而且還能夠用鳥類那樣的眼光來看這剖開的刀口；一定會覺得非常詫異，原來我們以及萬物所生長的地球是薄得這個樣子的！此外，還有別的一樁大事實，我們也要弄清楚的。因為地球內部的密度既然非常的高，往往被大家誤認為非常堅硬，比鉛要堅硬得多；其實，構造地球內部的原料，熱得異乎尋常，熱得比地球面上的最熱的東西還要熱。正惟是熱，恐怕不一定是怎樣堅硬的了。——然而，也不要向反面方向去想，認為那些原料是液體或是氣體；老實說，那種原料由於熱度與壓力的變化，我們實在想不出它的真實情況來。

我們若把一個有強性的網球打到牆上，它一定要回撞過來，不像一個溼泥團那樣的會舖在牆上的。所謂有彈性，意思是指那件東西，雖然把它弄得變了樣子，它也要回復原來的形狀的，網球打到牆上去時，它一定有一部分要平下去，然後再鼓起來，回復原來的形狀，而使它自己仍從牆上跳回來。假使把地球打到牆上去，它一定也要撞回來，跳得也許要比網球更厲害一點。——不過，可惜這個試驗，我們是無法做得成功的！

六 地球熱力的維持者

地球熱力的來源，大約有兩種：一種是外來的，這是依仗太陽的分贈而得來的熱。這種熱，雖然已夠供給我們以及世上各種生物的需要，但究竟是很微末的。而且在日間從太陽那裏得來的熱，一到夜間就得退回空中；所以在一晝夜之間，受熱的時間也只有一半；失熱的時間也佔了一半。若是地球的熱，完全要仰仗太陽的話，則地球早已變做月球那變的情況了。還有一種是地球內發的熱。這種熱是從地球內部向外透發，薰熱外殼的；但是薰熱之後，熱力仍得升入空中而失去。可是地球內部並沒有熱製造出來，只是把它原有的熱向外發散而已：這樣下去，地球的熱力，當然無法永久繼續的。月球，本來也是熱的，但是現在已經把熱發散完了，因為它比地球小，所以熱時發散，也比地球快些；因為小東西的質料，和表面比例起來，表面更覺大些，熱的失去自然也容易得多了，這正像小孩子比大人更怕寒冷的

情形相同。

地球的熱，天天這樣大量的發散出來，如果無法彌補它的消耗，恐怕早已遺遺到了月球同樣的命運；幸而它有一種法寶，能夠朝朝暮暮，幾千萬年來如一日地產生新的熱來補償它的消耗，使它的熱度不致減少。這保持着熱度的法寶叫做鐳 (Radium)；鐳，亦譯作銻，通常叫鐳錠。這種奇異的質料的發明，雖然並不是很久，但在地球的歷史方面，它却告訴我們從來所不知道的事情。這種質料，雖然很少，却很奇異；也正因為奇異，我們有儘先提出來講一講的必要。

一種物體是由多少不同的東西構造起來的。這些東西叫做元素 (Elements)。鐳也是一種元素。它是最近發明的，又是非常秒少的；但是它却比各種元素的全體還要奇異。它最奇妙的事，就是它能常常自己生熱。它的熱不必依靠外界，也不須燃燒，完完全全是簇新的當場製造出來的現貨。——但是，我們在這裏，千萬不要發生誤會，認為它的熱度是無中生有的。宇宙的任何東西，決不會從無中生出有來；也不會從有中變無。不過，鐳的裏面，有一種能力，可以使它用以生熱而已。

然而，地球雖說有了它做供給熱的來源，但它究竟能夠使用多少時候，方才用完，我們是猜不到的。它的奇異，超乎各種元素之上；它的稀少，也少得來異乎尋常！據說，自從發現以來，所搜羅到的還不過只有灰一粒藥丸的藥盒那麼多的數量罷了。但是，它雖然稀罕，却在處處地方，總可找到一點；不過只能找到，要搜羅它是不容易的！同時，也幸而它的數量來得稀少，假使再多些，恐怕要使地球熱得令我們不能在它上面居住了！——它的生熱能力，十分豐富，能使現在的地球不冷；從前的地球沒有冷過；將來的地球也不會再冷。它的奇能是層出不窮的，當它繼續在那兒生熱的時候，常常有所改變，改變的結果當中的一種，是生出另一種叫做氦（Helium）的元素。我們從考察它的變動中，可以準確地計算出它每天所製造的氦的分量來。氦是只有它能製造的，從鐳的分量的多寡裏，我們又可以算出地殼裏的種種石頭的年齡，得到圓滿的答案。

但是，我們現在所降得的地球，還是最小的部分；這實在是很奇怪的事情。譬如南極，北極的探險雖已成功，我們還不能說已經絕對明瞭其中情況，埃佛勒斯峯

(Mount Everest) 黑爾赫斯峯 (Mount Herguts) 的頂上，我們也不曾有過普遍的踏勘，頭上的空氣層，大約有一百哩高，我們所到過的也是有限得很！至於地球的內部，我們更無法知道了；即使向地心開掘，也不能到達地心的；因為在未到達地心之前，我們的身體，早已燒得化為氣了。所以我們祇能談談薄薄的地殼。這地殼薄的，實在薄得非常可憐。地球的直徑是八千里，而地殼之厚，不過是四五十哩而已；兩相比較，竟差到二百倍之多。可是，這四五十哩厚的地殼，雖說可以談談，然而能夠的還是非常淺陋的一些，因為我們在測量煤礦的時候，也只能深到幾千萬尺，若是再要下去，不但覺得非常之熱，而且也要不易得到充分的空氣了。

——即使我們能夠把煤礦掘完，也僅僅是把煤層掘清而已，和拿地殼比起來，仍舊可說是一無所得的。上面所講的情形，正是我們應該記住的教訓；這教訓是十分重要的，因為我們要從這教訓裏分別出人的體力和心力所能做的事情。

我們的身體，雖然也是世間最奇妙的東西，可是奇妙得也很有限，因為我們用盡種種方法保養，也不能使其長生不老。同時，體力所能做的事也更顯得微末：既

不能踏遍小小的地球的各部分；也飛不上空氣層的最高處，就是開掘地殼到一二哩深的程度，也吃力得很的事！但是，我們的心力却是不可測量的。我們就是坐在房子裏，心力也可以到達最遠的星辰上去；也可以飛上最高的山頂，測量它的高度；也可以計算出地殼的年齡，也可以踏勘南北極的實地情形；也可以知道空氣層的高度，裏面有些甚麼成分。雖然我們現在因為不必每天到曠野裏，森林裏去尋覓食料，要我許多時間在讀書，寫字上面，以致肉眼所接觸的範圍，日漸狹小，變成近視；可是我們的心眼却越看越遠，越看越廣，越看越多，並且還能明白所看見的東西，究竟是甚麼是怎麼了。因此而驕傲，自可不必，以我們所曉得的比之世間所應曉得的智識還是很微末的；不過也無需因為體力的有限而感到慚愧，我們儘有心力做我們的有力的依傍。我們既經做了許多大事業，我們一定會有一天，將整個地球弄得明明白白，作為我們的永遠的安樂的住處。身體雖然柔弱無用，不能做完我們所想做的事業，但我們之後，又有新的身體會從新長起。至於心力的功績，祇要真有價值，那是絕對不會死的。我們的後輩的身體，雖然要從小長起；但是他們

的心力，却不要從小長起，他們已經站在我們的肩上，比我們更能看得遙遠一點了。——心力真是大得了不得！它的眼睛能看見肉眼從未見過的，或是將來也絕對不會看見的東西。

例如，鐳的發明，大家都歸功於法人居禮（Marie Curie）和他的夫人馬利。斯克洛度甫斯卡（Marie Sklodowska）；但他們倆之所以能夠成功，却根據於柏克勒爾（Antoine Henri Becquerel）的研究，而柏克勒爾之所得，又是以他的前輩如莫人斯特拉斯（Henri R. J. Straus）等等所做的成績為根據的。至於斯特拉斯的成績，又得力於幾千年來的科學研究者。這樣的一代代的傳授下去以達成功的目的，正是人類進化的歷程，我們的身體可死，而我們的心力却是永生的；我們享受着前輩的種種發明，我們也在跟着前輩所已經開闢的路，盡力幹着能使人類進化所需的一切工作。

七 石層裏的奇妙故事

爲要把地球的構成講得明白一點，似乎拉扯得太開了；現在就回過頭來講述地球的外殼吧。

地殼的構成，由於每時每刻的極小的事情；在一刻間所做的固然是不足道；但過了一百萬年之後，就會大有可觀的。我們過一條水，或者看見雨落在石頭上，或者在海邊沙灘上玩耍，時時刻刻都可親眼看見那遲緩的變化。這種變化構成了天地間生命出產地方的過去，現在和將來的歷史。這個有意義的思想，也可應用到人類的歷史上。譬如我們看見某日的報紙上沒有甚麼新聞，總以爲這天沒有甚麼事情發生，實在，這是錯誤的見解。這天的報紙上，固然沒有記載；但安知這天的世上不生了一個大發明家，或是大政治家，將來會做出有益人羣的事或毀滅他的祖國呢？人類的歷史是時時刻刻在構造中，任何人都在參預工作。地殼的歷史也是一樣

的，只可惜我們太短視，往往沒有注意到常見的事物；而僅僅留心於新奇的，偉大的，急驟的事情；把歷史的構成，歸之於戰爭和地震，而忘却了無名的主動者，忘却了沒有人處的雨霖的工作。科學所給我們的最大教訓，是歷史在到處形成；在報紙上和歷史上所記載的，祇不過是它們中的一些泡沫，如戰爭，地震之類而已。英人喀來爾（Thomas Carlyle）曾說，一棵樺樹在森林中漸漸的發長了一千年，而沒有人注意到它；後來，或者這棵樹給電光打壞了，人人就記載這樺事了。——這幾句話，雖然簡單，却永遠是我們研究科學的人所不該忘記的。

歷史和力量的來源，不是暴烈的劇變而是幽靜的渺小的事情。地震之類的大災害，固然足令驟鉅大的動人耳目，總不是最有力量的勢力。風霜雨雪，河道冰川，波浪潮汐等等，却是真正的刻、捏、磨的工具，地球歷史的創造者。譬如，山的構成，從前的人，都歸之於地震和火山的力量；但自從發見了鐳的這種元素後，我們的見解便完全改變了，覺得構成山的最大的原動力，還是鐳加於地殼的漸進而着實的變遷。鐳不單製造熱，還間接製造由熱所發生的各種結果。

我們從埋藏在地下的生命餘迹的研究中也得到不小的好處，雖我們所研究的是極小的一部分，但所產生的成績却着實可驚。因為突出水上的地面，不過七分之一。這些陸地，在從前，也曾經沈沒在水下；現在的海洋的底，也曾經做過陸地，充滿過生命的。——然而我們所考察到的還不到我們所能考察的七分之二的一千分之一；可是這些成績却和生物的歷史都有關係。至於我們之所以能夠得到這些成績，是由於泥土所構成的記載。千萬年來的地球歷史，都是寫在石層裏。泥土是水力的結果；水和地面與石頭相接觸，把它們磨損，把它們撞下，把它們的碎屑在能夠凝聚的地方堆積起來。譬如說，百萬年以前，有一條小溪、從高山上流下，帶着許多泥砂石子送到海底去。那時，海裏游着一條巨大的動物，叫做魚龍，魚龍是海裏的大動物，有一個大頭；口中有尖利的牙齒；有像槳一般的四肢。有一天，這個大動物，或者被別個怪物戰死了，它的身體就此落在海底。同時，那壓被小溪帶走的砂泥石子又繼續不息的落下。年代久了，小溪逐漸加闊，便成了一條大江，而落在山上，將泥土沖鬆，流成千百條小溝，總匯到大江裏去。每一小溝總做着消蝕山嶽的

工夫。江既加闊，來的砂泥石子當然更多。後來那大動物魚龍成此深深地埋在海底了，砂泥石子就不會有停止的時候，海底便漸漸地增高，底下的幾層，壓成了硬石。有一天，一隻大象到江邊喝水，將長牙掉落，也被江流帶到海底。再有一天，淹死了一隻小鳥，不必說，也帶到海裏去。就是死掉的魚類介類，也被埋着。魚龍死過的幾萬年後，地球上有人居住了，有一天，有一個人帶了妻子，駕着獨木小舟去打魚。他將魚叉飛擲到一個大魚身上，不料叉頭摔脫了，沉入海底。——他當然沒有法子打撈起來，而叉頭也就永遠被埋在海底。海底漸漸增高，成爲乾燥的隕了。有一天，人開始掘地，就將這石層裏的奇妙故事，顯示於人世：第一先看見叉頭；然後是象牙、鳥骨、介類、魚類，最後才是那魚龍的骨架；這些東西，都已成爲化石。

河流把陸地的一部分，陸續地帶到海裏，所以海底也照樣積了層層的泥土。這種泥土漸漸的變硬，成爲時間的記載。它們變硬了。我們稱它們爲砂石(Sandstone)或灰石(Limestone)，或別的名稱。地殼是這些石頭所構成的；據我們所知，這些石

頭有10000呎厚。而且有的正還在構成之中。在海中生活的千千萬萬的生物，它們死時，把殼和硬的部分，都沈於海底，都被河流所帶來的細碎泥土蓋沒起來。泥土變硬了，過了許多年代之後，我們仍可從掘出來的砂石或灰石裏面，看見這些生物的殘餘痕迹。從這些殘餘痕迹中，我們可以得到一個關於生命的教訓：從前曾經有過一個時期的生物，試用過以軀體龐大的法子來維持自己；它們雖然很堅忍的，很澈底的試用這個法子，但結果還是依然失敗！因為這種生物的身體固然高大到像房屋一般，而它們的腦子仍舊很小；不知生命世界裏的律例是以心神為體質的主宰，究竟是莫大的錯誤。所以它們的軀體龐大，並不能夠避免它們的愚魯的害處。一生只知致力於肌肉的發達而忘却了心智教育的人，可以從這種生物的殘餘痕迹中得到有力的警戒了。

要懂得石頭和它包涵的東西是個甚麼樣子，最妙的法子是按照掘下去的時候的先後次序來安排：譬如揀定一處開掘：第一是砂礫的地層，含有已經絕種的大動物，如某種的象、犀牛、穴居的熊的骸骨。下一層是黏土，含有奇異的牛、鱉、棕

樹、碩大的熱帶果子，熱帶的介類遺體。當這層地殼形成時，這個地點一定是在熱帶中。再下一層是白堊層 (Cretaceous)，在這一層裏，我們發見龐大的爬行動物，會飛行於空中的動物，使我們知道飛鳥的來源。再掘下去，便是魚介之類的更低級的動物殘迹。越掘得深，則生物的格式越和現在的不同。下到某一深度，連殘迹也很少了。最後幾層，沒有生物的痕迹：這時的地球外殼還在可怕的情形裏，生命是無法存在的。——當然，並不是地球上到處有這種完整的有規則的地層而毫無斷缺。我們方才所說的，不過想藉此說明一些關於生命的智識而已。其實，到底是有許多偶然的變化和許多間斷發生的，以致這些地層在許多地方混不清楚。還有一種地層，叫做落層 (Fall) 是很特別的，那實在是一個罅隙，罅隙的一邊，泥土便隆起或者凹下：在開礦的時候，確有這類地方是萬分討厭的。但，這種罅隙，能夠為我們解釋地震的意義。由地震顯出從這種罅隙和地殼的變動，能夠發生極厲害的結果。譬如說，因為地震，或者竟可以把海南島和雷州半島接連起來成爲一片陸地。

這樣說來，似乎和地球的歷史由於小變化累積而成的說法相衝突了，但，地震

究竟怎樣來的呢？這還不是因為由於小的，遲緩的，着實的變遷，不絕的在那裏進行着嗎？地球的內部時時在失去它的熱，漸漸皺縮攏來；山脈的形成，也許是地球內部收縮時所發生的外殼皺紋；此外則因地殼有時在某處陷了下去的緣故。——地殼的陷落，當然是很急切，像屋子坍塌下來的樣兒。不過屋子之所以會坍塌委實是因風雨剝蝕，蛇穿鼠咬等等所致；而驟然發生極大結果的地震，它自身却是遲緩的，年代久遠的力量所發生的結果；這種力量真是造成地球外殼歷史的分子。當這種力量在裏面激動時，地殼就在某處陷下，水陸變易地位。這種變遷，有時不過頃刻間的事，但大都却是逐漸變化的，隔了幾百年才能看得出來。

有一個關於地殼和地質學 (Geology) 的觀念，我們應該時時刻刻存在心中，那就是：地質學不單是現在已經停止進行的過去力量的記載，而這種從前構成地球的力量，現在還在工作。我們現在所處的是一個時代，正如五百萬年或一千萬年前的生物所處的也是一個時代。它們是那時在地面上；我們則是現在在地面上。現在的陸地，從前曾為海底，將來也再會沉為海底的；現在的海底，從前曾為陸地，將

來也一定可以再升爲陸地的。不論爲水流，或者爲山脈所限定的疆界，總不能永遠保持的。只有一件東西，能够超越過一切而單獨存在，那便是人類的智力以及人類所能夠發現，能夠擬想的真理。這種遺產，我們可以希望傳授給未來的無數年代的我們的子孫。他們也許住在現在還沉沒於海底的新大陸上，也許在現在的大陸上面航行；可是他們却會永遠記住而且表示敬意：對於哥白尼、伽利略、白魯諾、哥倫布、牛頓等等哲人，所發現的真理與蓋世的事業。天地不滅，人類不亡，真理也會像日月一般的永遠朗照人間而爲人類的子子孫孫所愛戴！

八 海陸升沉的奇蹟

地球是整個的，我們也必須把它認爲整個的，千萬不可被地圖上的各種顏色所迷惑，以爲可以一塊塊地分割開來。曾經有人說過：走遍全世界，只可看見兩種人：男人和女人，我們也可加一句：走遍全世界，只可看見一樣東西，就是大自然。大自然是整個的；人類也是一體的，都是地球的孩子。

地球的表面是一部分蓋了水而另一部分是乾燥的陸地；陸地約佔七分之二，蓋水的部分約佔七分之五。這和我們平常說的「三山六水一分田」的意思，正相符合。我們叫乾燥的陸地爲大陸，蓋水的部分爲海洋。

海底也有地盤 (Earth Bed) 的。地盤升高到水面以上就成爲島嶼。從相反的方向說，在大陸的中間，也有被水掩蓋的低下地方，叫做湖泊。大陸和海洋的分布，並不是一成不變的：從前這樣 現在也是這樣，將來還是這樣的。現在的形

狀，不過是地球偶然所形成的狀態。從前未必如此；將來也難保持下去。

地球的表面是半年在變乾燥的；雖然新的水天天在製造出來，可是失去的却比生產出來的更多，將來總不免要成爲火尾與月球的樣子，這是就大體說的。若從部分的說，現在的大陸，也許從前是在海底；現在的海洋，從前也許是做過陸地的。

——說到這個，我們有個十分有趣的和我們的遠祖有關的證據。我們翻開世界地圖來看，可以見到從印度沿泰國，馬來半島的海岸，有一串島嶼，直連着其中最大的澳大利亞島；這些島嶼，大概都是一片沉下海底的大陸的最高部分。我們從這些島嶼上的生物的研究中，不但可以確信它們因一片大陸的沉下而分離開來，而且還可以推算出它們分離的時候。又如在蘇門答臘、婆羅洲，我們可以找到一種奇異的猴子，它們的形狀比任何生物都近似原始的人類。在事實上也許極久以前，我們人類的祖先，本來是住在那兒；那兒是人類第一次出現的地方。

但使大陸沉下一部分變爲海洋，或者使淺海的底上升變爲大陸是一種甚變力呢？起這種大變化的力，當然不是風、霜、雨、雪以及空氣之類的的作用。因爲這類

東西的作用，至多只能及於地球的表面；要它做出使海底上升變爲陸地，或把陸地壓下使海水掩蓋在它的上面這種可驚的事來是不會的。所以我們要明瞭這個緣故，必須找出另一種作用的力量。這種力量是在地下起作用的。假使我們真能夠完全把水弄乾，就可看見地球的外殼祇是一張薄皮，至多不過一百二十哩厚。而這般薄皮的一上一下的運動，發生使陸地變爲海洋而海洋變爲陸地的可驚可異的結果，是由於地球內部一種作用不息的大力而起的。

若把地球設想作可以倒盡了水而且還可拿在手裏看的話，它的形狀決不會是渾圓的。否則水將普遍地蓋在它的面上了。這樣，地面上將要都是海洋，而生命的發生，盡其所能，也只能不是在水中，便是浮在水面上了。在水裏的生命是不能進步的。

地球的形狀既不是渾圓，那末究竟像個甚麼呢；這個，我們可以從世界地圖上知道一些，當我們翻開世界地圖來看的時候，最先使我們注目的是陸地的大部，偏於北方，而南方則大都爲海洋所佔據。這是極有趣味極爲奇怪的。第二是大陸延伸

到南方的時候，那越南的地方，便越加狹小。這個現象，是極普遍的趨勢。亞洲如此，印度如此，非洲也如此，南美洲也如此，格林蘭島也是如此。如果把塔斯馬尼亞島和澳洲作爲從前相連的時候看，則澳洲的極南方，竟成爲一個尖點了。凡此種種，決非偶然，其中定有理由。但這個深切有味而且重要的研究，正在進行的中途，祇是現在還不便說甚麼而已。不過根據這個研究的所得，却使我們有一種相信，就是地球的形狀是大略像個梨子的：大的一頭略爲近於南方，而尖的一頭略爲於近北方。然而我們不可以爲這梨子是很準確的朝向南北；也不要以爲它是完全有規則的梨子形。但不論如何，這梨子形的說法，總是我們對於地球認識的一種進步。總之，我們應把海洋看作是這樣的圍在這梨子的上面，而使得它連了水看時，却很像一個圓球的。

我們所最不可忘記的是不絕的在地殼下面工作的力。雖然我們現在還不能了解它，但地面上的種種變化，只有它能夠爲我們解釋。——地殼若是用同一質料造成，各處的厚薄也是一樣，而且完全是圓形的；那末，它內部所發生的縮小的結

果，將會處處地方都是一樣了。然而，實際上，它並不處處都由同一的質料造成；有幾處厚，有幾處薄；又因為是梨子形的，所以引力的大小也各處不同了。因此，當它內部縮小時，地殼不是慢慢地全向地心沉下去，而却皺成山脈，或破裂，或傾斜，或振轉，或壓緊，或拔長等等，甚至年年有升沉了。將來，科學自會設法解答，使我們明白地球內部究竟怎樣？地殼的構造和組織究竟怎樣的？不過，現在我們還只及於地球表面上的東西。

曾經有人估計過：假使在一世紀內，人類積極工作，再化幾百萬塊錢，我們可以在地球上掘成一個大約十哩深的長洞。——但，這不過是一種臆說罷了，因為這樣的洞，只須走下一半或三分之一的路，就沒有人可以知道將要怎樣了？——可是，再過了幾時，我們也許會有更新的學習方法足供我們的利用，使我們知道地球的內部情形的。

不久之前，法國和德國的科學家曾經宣佈過地殼在每天之中，漲落一次，竟有八吋之多；不過，我們自然不會覺得，正如海船上的客人不知道潮水的漲落一樣。

以上所講的，雖然是很重要，但都是極深極難的問題；以下且來講些比較容易瞭解的地面上的事情吧。

九 森林和沙漠

大陸雖然只佔地球的七分之一，但我們是陸地的生物，要靠陸地活命的，不能離開，也無法在水中生活，所以我們能夠研究得最好的，自然也是陸地。陸地是天天在增大的。海洋裏的水，受太陽光的照射，常常化汽上升：大部分固然會變雨回來；但有一小部分却是一直飛出去而不再回來的。因為每一個行星，對於氣體分子的運動速率，各有它所能控制的限度。行星越大，引力也越力，它能控制氣體分子的運動速率也越大。如果氣體分子的運動速率超過了控制的限度，就要永遠飛開去了。這個過程是不絕地在進行着，而且是世界歷史上的一件最重要的事情。其次，水的失去，大部分是通過地面滲入行星的內部去的。同時，行星越小，水的失去也就越快，因為它的吸住氣體分子的力也就小了。

我們的推測，與實際的情形正相符合。月球小於火星，所以月球上早已沒有了

水；火星比地球要小，所以火星也近乎快完全乾了。而地球比火星大，所以地球上還有很多的水。沒有水的世界，就是沒有生命的世界；所以月球上已無生命；而火星上也快要斷絕生命了。

這個新發現，還有一個極重要的證據，足以擁護它。就是地上的內海，如裏海（Caspian Sea）、死海（Dead Sea）等，水面正在降低。內海本是從前的海洋的一部分，這可從裏海中的生物來證明的。而且我們還能精密地算出它們降低的速率。凡此種種都有很可怕的意義的；而對於那些殫精竭力以研究這種事情的人，和那些以前總不能懂得地球從生成到現在的歷史而直到近年才明白的人，是很有興趣而且非常重要的。

宇 宙 漫 話

水的失去事件，發生於海洋，似乎還沒有深切的影響及到我們，我們還不感到事態的嚴重；若是發生於陸地，則對於我們的影響，不但是深切而且是非常可怕的了；因為水從陸地失去，則茂盛的森林，美麗的田地，都要化為沙漠了。——沙漠是很可怕的地方。旅行過沙漠的人，告訴我們說，若不身歷其境，誰也不會相信缺

水的意義的。地球上最大的沙漠帶，包括中亞細亞、阿剌伯、撒哈拉(Sahara)和美洲的亞利桑那(Arizona)。到過那兒的人，才真正能夠識得水對於生命的價值。關於地面變乾而成為沙漠的過程，從我們所尋得的證據看，是復可驚詫的。在許多年間之前，亞利桑那本有一個極大的森林；現却都變成石頭了；當森林生長着的時候，是有水的，現在已經沒有了；除了沙漠的範圍之外，再也不能有生命可以存在了。在亞洲西南部的巴勒士登(Palestine)去也有關於失去水分變為乾燥的記載。在地中海(Mediterranean Sea)的南岸，撒哈拉沙漠的邊上，我們也可以找得偉大溝渠的遺迹，從前是用以通水到迦太基(Carthage)去的，這種遺迹的大小，教我們知道從前所遇到過的事。現在是不能將鄰近的川流來灌滿這溝渠的了。這地方是一定變乾過來的，正像巴勒士登一樣，那是在舊約(Old Testament)時代就開始乾燥起來的，現在是成為沙漠了。

火星上是祇有它的海底還有一些植物，其他已無生命。據天文學家的估計，它的上面的面積，竟被沙漠佔了八分之五。沙漠的顏色是紅的：我們在山頂上看地面

上的沙漠，正如火星在望遠鏡上所顯示的顏色一樣。現在，我們對於火星的名詞，又得到一個新的意義了。它本來因戰神而得名，像血的意思，因為它是紅的。

森林維持生命，沙漠帶來死亡。我們如能瞭解這兩句話的可怕的不同的意義，我們將來在地理上得到新的趣味了。沙漠裏是沒有水的，任何生活都無法存在。森林則不但自有其生命，而且還有更多的生命的源頭。綠葉可供動物作為食料；能夠使空氣清潔；還可使土壤變為肥沃。甚至於樹木的遺體也可變成了煤，供給我們的後代子孫應用；所以維持生命這句話，委實是千真萬確的。

關於森林和沙漠的極端相反的意義，非洲的情況，告訴我們最可驚奇的例證：這於現在於將來都是很重要的。非洲的北部，為撒哈拉大沙漠所佔據；在南方，則有一個剛果（Congo）森林，因為它靠近剛果河（Congo River），所以有這個名稱。我們畫地圖的時候，總是把沙漠地帶塗上褐色；把森林區域塗成綠色；褐色是代表乾燥和死亡的；綠色則為潤濕，有生命的標記，這是很有趣的，非洲的森林和沙漠，一南一北，恰好成為極端的對照：一端有生命；一端是沒有生命的。（據說

法國曾經有過一個企圖，想設法把撒哈拉沙漠化爲土壤：這是很重要的事情，倘若我們能夠研究出來，將有大大的好處，因爲我國的蒙古、綏遠、寧夏，尤其是新疆，都有沙漠的，把沙漠化爲土壤的事業，是不朽事業中的最偉大的事業！

剛果森林出產一種現代所不能缺少的很有價值的東西，那就是做橡皮（Coutchouc）的橡皮樹。這種樹正因爲我們要製造橡皮而被摧殘着；而且摧殘的進行，每年還在增加速度：這種祇顧目前，不顧未來的事，不但是嚴重而已；在剛果森林還有特別的理由使我們覺得遺憾的。因爲在那裏有幾種人類被連累着遭遇到禍殃。這幾種人類，雖爲愚蠢野蠻的人所輕視；但聰明的青年男女都能懂得他們的可貴的：因爲他們有許多關於人類的事情會教給我們。如果他們一旦絕跡了，這種功課也將永遠沒有了。不幸這個以文明自詡的世界，竟在進行着野蠻的舉動，把低級民族盡情地毀滅，毫無顧忌，真教我們想不清楚？這不但在剛果森林是如此，就是在塔斯馬尼亞島（Tasmania Island）方面以及其他方面，這種舉動早已完畢，這種人類也已經滅亡了。——在剛果森林中，不但有低級民族在畏縮樹木的被摧殘而遭遇禍

宇 宙 漫 話

殃；而且還有兩種猴子，也同樣的在被消滅。這兩種猴子，不僅是非常有趣，而且是不能在別的地方找到的。一種叫黑猩猩（*Anthropopithecus troglodytes*），一種叫大猩猩（*Gorilla gorilla*）。這兩種動物所能給與我們的教訓是有無限的希望，可惜它們也馬上就要絕種了。——然而有管理這世界的人，却漠不關心；每天每天祇知道幹些目前並沒有甚麼緊要的勾當；着實令人百思而不得其解；但，這對於研究自然和人類生活的學者，却是非常重大的損失：因為這種神奇的生物，正在我們方才知道他們存在的時候，就將要從這個世界上永遠滅絕了！在這兩種生物的身上，有好幾百種和人相同的性質，絕對不能在別的生物的身上找到的；而且還有若干種疾病，也只有它們和猩猩（*Simia brachyus*）、長臂猿（*Hylodates lar*）才能像我們一樣的要傳染到，別的生物是不會的。研究了它們，我們也曾知道一些關於人類疾病的事實：這在過去，現在，未來，都是非常有意義的。——毀滅森林的盲目行爲，正在各處像時疫般蔓延着；不管將來怎樣；也不想到正有一種不幸的人類和神奇的類人猿，將會從地面上滅絕；以斤斤計較着要橡皮來做車輪，而且

還要貪圖便宜。做這種破壞工作的我們一班文明人，真不知將要編造何種謊話來應付子子孫孫的責備，掩飾本身的醜陋才是？——恐怕當我們的子孫驚奇自己的祖先怎會自私自利，暴殄天物，不注意學問和生命到這步田地的時候，我們將要沒有地澗可鑽了。

我國，近年來因為抗戰的關係，不但有很繁茂的森林，被敵人用可驚的速率斬伐殆盡；就是我們自己也爲了種種的用途，不得不大量地在斫伐着；但我們一想到「樹木十年」的話，我們會自然地感到一種嚴重的恐懼，像聽到物價的日事增高一樣。

人是依靠樹木生活的。栽種樹木，是對於世界的責任之一；也就是爲人類服務。記得伊索寓言(Aesop's Fables)上有則寓言說，有一個傻子，反臂地坐在一枝橫出的樹枝上，用斧頭想把他自己坐着的樹枝砍斷；樹枝斷了，他自己也跟着掉下來了。斬伐樹木的人，和這個傻子，實在是不相上下的。我國政府規定每年的三月十二日爲植樹節，其意義之重大，不僅爲紀念孫中山先生而已，且含有爲世界盡

賣，爲人類服務的意義的！一個人活了一世，所耗費的樹木的數量是很多的；每年應該好端端地種活若干棵樹木才可補償。——即使不是植樹節，我們也不妨多種些，只要能種活就行。好在樹木就是在我們睡着的時候也會生長的。不但是種樹，在沒事可做的當兒，栽種些草也好，能使不毛之地變爲各種生命的住處，也一種偉大的事業。知道幫助大自然的大工作的人們，不但荒涼與寂寞要爲他們而歡喜，就是沙漠也要爲他們而快活，開放玫瑰般的花朵。後代的子孫，更要爲他們的工作而歌頌！

造林事業是最偉大的事業之一。但一般人却往往不經過長時間的研究和思索，不會認識這點！正像看見一所富麗堂皇的房屋，一般人總歸功於屋主而忘記了搬運磚瓦，架樑砌牆的工人；同爲荒謬的笑話！

十 山、谷、冰河、火山、地震

地球上的最重要的最可驚異的事情，若以地球的價值和意義在乎有無生命來做觀察點，當然要算森林與沙漠。如果離開這點而論，最可驚奇的便要數到山、谷之類了。

山的主要成因，多由地球收縮地殼運動而起。原來地球收縮運動時，必生皺縮：地盤的一部分，沿其破綻而陷落；其未陷落的，聳然壁立，就成功為山了。此外，當然還有別的原因，不會如此單純。但無論如何，有一點我們可以確信，就是這種過程也是漸進的。

至於谷，在十九世紀以前，大家總以為是由突然的大變動像洪水氾濫這種事情所造成的。因為我們看不出它的緩慢的進程，使我們無法知道它的造成所需要的久遠的時間。主張內地的峭壁和大谷是由慢慢的被現在還在起作用的種種力量，如

水、風之類的力所造成，並不是突然間生成的。大地質學家英人加爾斯。來伊爾 (Sir Charles Lyell)，可是在當時也像別的許多偉人一樣，沒有對他的主張表示滿意，而且竟有人加以譏笑。然而到了現在，已經誰都不起這種無謂的懷疑了。同時，也可這樣說，他即使在將來，也一定會受到研究地球的學者最誠摯的敬意的。

曾經有過一個時候，歐洲及北美洲之北部，都為冰河 (Glacier) 所掩蓋，那時，稱為冰河期 (Glacier epoch)。在研究山、谷的常見，我們至少要曉得從前有過這樣一個時代；而且最可注意的，是這個時代，在地質學的時代中要算最近的。冰河也叫冰川，高山雪線以上的砂粒狀冰山 (Mountain ice)，受上部壓力，並且一部分融解後，遂凝結而成冰河冰 (Glacier ice)，這種冰沿山谷慢慢滑下，儼如河流，所以有這個名稱。

冰河在流動的時候，速率是大概每天幾尺的樣子；中間的部分快些；兩旁因為要受着石面的磨阻的緣故，比較慢些。這個道理，可應用於水流；也可應用於血管中的血流。不過冰如果沒有受了壓力會融解，壓力去後又會凍結的一個奇異性

質，冰河却是不會流動的。關於這個有個很簡單的實驗，方法是：用一條細綫橫放在一塊冰上，將綫的兩端各懸重物，垂於兩邊；過了一回綫就可以通過了冰而不使冰受絲毫損傷。這就是冰被綫壓着的地方就會融解，綫通過了就會立即再凍結冰的明證。

大塊的冰河冰從極冷的地方如南極北極流去，飄浮海面，叫冰山 (Iceberg)。最大的，可高出海面數百尺，長達數里；不過冰山的浮出海面的只有全塊的八九分之一，其餘的部分都是浸在水面底下的。冰山在橫過航線的時候，如果碰着船隻，船隻是要獲得無法挽救的災禍的。

冰河、雨、雪、霜、風等等，都有一種力量，可使山磨損而成爲平滑的。譬如火星，現在已經不能用望遠鏡來找出山的影蹤來了。這也許可說，火星或者一向未曾有過二千尺以上的山；因爲要是有，僅僅是只要高到二千尺，我們就可以借望遠鏡的力來看見它的。然而，它之所以成爲平滑的主要理由，大概是因爲已經被磨損了，有如在地球上正在進行的事情一樣，不滿它的歷史比較地球老些，山也比較地

球損壞得早點而已。

火山 (Volcano) 是山的特別的一種，因地熱 (Subterranean heat) 作用。由地球內部噴出熔岩 (Lava)、砂礫、水蒸氣等而造成的。其噴出處成爲截頂圓錐形的山丘；這個形式，凡是火山都是一樣的。以現在有無活動爲依據，分爲活火山 (Active volcano)，死火山 (Extinct volcano)，休眠火山 (Dormant volcano) 三種。活火山是爆發以來，現在還是不時要噴發的。死火山是遠在有史以前確曾有過噴發的事情，但自噴發以後，到了現在，不曾有過第二次的噴發，休眠火山是有史時代雖曾爆發，但爲時已久，現在已呈休止狀態了；日本的富士山是最好的例子。若以形狀而論，也可分爲單火山、複火山二種；複火山就是火山口裏還有第二次噴發的火山口的一種火山。兩重火山口之間，每每成爲幾近平坦的盆地，或新月形地，叫做火口原 (Atrio)，如日本的阿蘇火山之火口原，就是一例。住在那兒的有好幾萬人。火山噴火口內積水而成的湖沼叫火口湖 (Crater Lake)。火口原積水而成的湖泊，叫做火口原湖。

宇 宙 漫 話

火山通常是近海的，我們極有理由說火山的造成與海水有關，大概是海底在發生地震（Earthquake）時，有些水流入較深的地層下去的緣故。因此我們可以知道容易地震的地方，也一定會多火山的；同時，火山脈之所以分佈於太平洋兩岸及大西洋諸島間的道理也可瞭然了。

每當火山噴發的時候，最多的噴出物當然是熔岩。但熔岩只是熔化了了的岩石的總名，其中實在包涵着很多不同種類的岩石的：浮石（Pumice）也叫輕石，就是其中的一種，它是由含氣體很多的岩漿而成，也就是熔岩液上面的泡沫，有各種顏色，可做盆景之用。還有一種叫黑曜石（Obsidian），那是很美麗的，暗黑色的好像玻璃的東西，古代野蠻人常常用它做各種形式的武器的。據說熔岩在流動時，有些像蜂蜜的流動；但它的速度，却有種種不同：最快的竟能有每分鐘三哩的光景，不過這是一種例外。熔岩噴出時是白熱的，後來漸漸冷卻，繼而變為赤熱，末了變為黑塊，差不多像煤滓的樣兒了。

沸泉（Eubling spring），亦稱泡沸泉，也是火山的另一種形式；這是由地上

一個洞中噴出，帶泡沫的熱水的泉流。最著名的沸泉是在冰島 (Iceland)，新西蘭 (New Zealand) 及北美等地方。有的每隔一定的時間，噴水一次。這種水中，容有許多鹽類這種鹽類，常在四周分出，成爲固體，造成一種像火山口般的東西，不過小些而已。在火山與沸泉這兩件事實上，真使我們不能不想到地球內部的高熱，和其對於流向它的水所生的影響了。

地震也是由於地球內部作用的力，使地殼發生急劇的變化的一種可怕的災禍。地球的內部，好像一個大火爐，我們就住在它包着火爐的地殼上，做種種的事。當地球內部熔化的東西，漸漸冷去，地殼就要皺縮彎曲起來，正像一個橘子乾燥時起的皺紋一樣。因爲皺的緣故，山岳就被造成了。我們把地殼看作堅實的，不會出其變毛病的，實在是錯誤的想法。它是很像的。地殼皺縮過甚，無力支持，地上面的岩石，便要破裂，地殼就要震動，震動得厲害時，幾百哩以內的房屋就要遭遇到毀滅的災禍。

宇 宙 漫 話

海水從海底透過地殼滲入地中，地中的熱就要把它化作水蒸汽，氣體膨脹，將

岩石炸裂，地中的震熔岩便從裂口噴發出來，滴成火山爆發的慘劇。火山噴發時，地震也跟着來了。

地震最多的國度，要算意大利和日本。意大利的維蘇威火山（Vesuvius volcano）和挨得納火山（King volcano），都是很有名的，當噴發時都會有過極大的地震。日本則更普遍，每年中有一定的次數，日間可以有數次地震，夜間也常常有的。二十年前，東京、橫濱發生大地震，房屋傾圮，電線走火，化學藥品同時爆發，鐵路、電報、電話、水廠均毀於火，交通斷絕，僅剩飛機傳遞消息。橫濱兼遭海嘯（Tidal bore）（亦稱海吼，因海底發生地震或火山爆發所致，暴風突起，海水上湧，捲入陸地，其聲或大或小，若遠若近，為害匪淺！），死傷十多萬人，無家可歸的竟達百萬以上，損失約五十億元；不特為日本的空前浩劫，即在地震史上，也可佔得一百重要地位的。

對於地震的注意，我國要算很早的。東漢時，已有張衡創造的候風地動儀出世，就是明證。至於近代所用的地震計（Seismometer or Seismograph）（日本叫

地動計)，當然更加精良：它不但可以測定震動的方向；而且連振幅及週期也能夠知道了。……為避免因地震所發生的房屋損壞及可怕的生命損失計，最新式的建築物，是把這個力也連帶算進在內的了。

十一 土壤中的祕密

我們是靠土壤 (Soil) 生活的，這個說法，因為動物的生命，全靠植物；而植物的生命，又靠土壤的緣故。——簡單一點，我們也儘可這樣說，任何生物的生活，都是靠這個地球的表面不停止的變化才能生存的。

空氣的成分以氮為最多，約佔五分之四。氮對於我們人類，除了它把氧沖得淡些，不使我們吸入多量的氧以致發生危害而外，沒有直接作用；但從間接說，不但我們，就是下等動物也少它不得：因為若是沒有含着豐富的氮的蛋白質作為食料，動物就要無法生存下去了。至於植物，則更為重要，就是能夠取用碳酸以為生活的植物，也不能絕對沒有它來作為補助。

這不能不算是一樁奇怪的事。動物固然不能直接利用空氣中的氮來作為食料；就是絕對缺少不得氮的植物，也頂多只能吸取碳酸，而無法直接利用空氣中的氮

的，——植物所能利用的也是只有氮的化合物而已。

那末，植物既不能直接利用空氣中的氮素，它從何處去得到氮素化合物呢？這是一個有趣的問題。譬如空氣為電氣所震動時，就有一部分空氣中的氮和氧化合；這種化合物，便為雨水所吸收而送到地下；植物就得到一種氮素的化合物了。不過，這雖是植物所需要的氮素化合物的一種來源，但要植物祇靠這些作為食料究竟是不夠的，所以非有別種來源不可。

這裏先來講一種奇妙的植物。這種植物叫做豆科 (*Leguminosae*) 植物，它們是會結豆莢的，黃豆、大豆、豌豆等都是。它們有一種特別的方法，從空氣中收容到非常豐富的氮素，作為自己的食料。這種植物若是栽種在泥土中而不栽種在砂中，它們的根上，一定會生有許多黏着一些細土的小瘤；小瘤中充滿着一種特殊的細菌；這種細菌能夠吸收空氣中的氮素，供給植物。但，植物對於細菌，也得供給糖質和澱粉，因為細菌雖然極其需要這些，却不能自己生產，可是它在另一方面，倒有別一種非常的能力，會把空氣中的氮素凝住，使其和別種元素化合。它以這樣

造成的氮素化合物和植物兌換糖質和澱粉的；這好像是它們在做買賣，也好像是它們在同居着共營合作生活。——然而，這種奇妙的事，只限於豆科植物；若要這種細菌戶別的植物做同樣的工作是不可能的。

但是，除了這種細菌以外，還有另一種細菌是生活在土壤裏的，它也能把空氣中的氮素造成植物可以利用的化合物，供給植物利用。而且各處的土壤，都生活着這種細菌而沒有例外。這一種細菌，雖然不要寄生在植物的根上，而營共同生活；但它的生活之道，却不能超出互依爲生的範圍以外。譬如植物在秋天落下葉子來掉在地上，就成爲細菌的食料，細菌造成了氮素化合物供給植物，使植物發芽抽葉，開花結子；到了秋天，又把葉子掉下地上送給細菌，彼此互相幫助的結果，得達互相永生的目的。從此我們可以明白一畝年年使用着的田地爲甚麼不時需要施肥，一畝荒蕪着的草原爲甚麼永遠是肥沃的道理了。

土壤有瘦瘠與肥沃之分：瘦瘠的就是酸質的土壤；肥沃的是鹽質的，酸質的土壤，不能使細菌生存；因此，植物也無法生長了。我們爲要化瘦瘠的土壤爲肥沃，

時常把硝酸鹽、碳酸鹽、亞摩尼亞鹽加進土壤裏去。可是我們往往加不得其法，加得過度，弄得細菌失去平均發達的力量，依然得不到好結果。所以有人說，與其製造沒有生命的化學肥料來加進土壤裏去，倒不如來培養有生命的細菌來加進去更為有效。這個道理是對的，而且曾經有人培養過細菌；只可惜用人工培養起來的細菌，吃慣了種種好東西，雖然長得很是肥美；但它的工作能力，也就此喪失了；活像一個嬌生慣養的人，做不來工作一般。——不過，我們可以相信，這個困難，科學或者總有法子解決的！

這是一個非常重要而且是必須研究的問題。我們每日在用去大量的煤或煤油，實在就是在用去從前的植物所儲蓄下來的一種能力，這種力量是從太陽那裏得來的。我們人類所藉以為生的五穀的生長，一方面固然是依賴現在的日光，因為它們要是沒有這個，是不能生活的，但是，它們如果只靠這些，還是不能夠像現在一般生長的；非得有過去的日光可以利用不可；正像我們使用着現在的日光以外，同時也非有煤與煤油一類東西不可是一樣的道理。

現在的植物所賴以爲生的土力，是早就儲蓄着的，是細菌從以前的植物身上得到食物而做下的工作成績。所以，現在的富力充足的土壤，就是由從前的能力儲蓄着的土壤這種富力，讓它儲蓄着而不加以利用，就會越儲越多；若是不絕地加以利用，就要越用越少。現代的我們，爲要增加生產，不但是每天在用去煤與煤油；同時也在盡量地用去土力的；這個現象，確有不容漠視的地方：有許多人正在盼望着科學能夠代爲把這個問題解決下來。

但是，科學固然奇妙，可是它的奇妙程度，也不過是個大魔術家的樣子而已，究竟不能從無中生有的；就是自然的本身，也是自有其來處，並不是憑空變出有來。科學可以想得出最好的方法，恐怕只能利用現在的日光罷了。然而，現代的我們，不但天天在用去現在的日光，並不怎樣加以儲蓄；而且還毫無阻止地在消耗去從前的日光，這樣下去，我們的子孫自會陷於貧窮的境地而不易生活罷？這真是一個嚴重問題，我們應該仔細想想；否則，我們的子孫一定要咒罵我們爲自私自利，說我們的時代爲浪費時代了！

關於地球的事情，似乎還有許多的話可以講下去；不過本書是講到這裏為止了；末語的話，讓我在另一本書上再講吧。