

## 開放文學－漢文樂園－星星、原子、人

### 第四章 時鐘停在死亡的剎那

我們的地球遠比其它一切行星有趣得多。這種說法，不是出於小裏小氣的驕傲，以為在宇宙裏只有自己這個「家鄉」才好——確實有許多強有力的事實證明這話。到今天，我們十足有把握下斷語說，在我們太陽系的九個行星中，只有地球容納著各式各樣的生命，燦然雜陳。生命是個強大的力量，對於地球的地殼、海洋和大氣層的物理和化學都發生極大的影響。這就使有關地球的各種科學非常有趣；地球的種種問題，幾乎每一個都同時牽涉到許多門科學，而這些問題又每每同人類事務密切相關。只要舉一個科學故事就可以證明我們的論點：這個故事不可能出現於我們太陽系裏的任何一個行星上。

故事的開頭是這樣的：一顆細小的子微粒飛奔於我們銀河系無窮無盡的空間。它像一顆比什麼都快的小彈丸，以幾乎像光那麼大的速度——每秒鐘十八萬六千哩——奔馳前進。但是太空浩瀚得令人無法相信，所以這顆小彈丸要飛行好多千年才會在天河裏真正有所進展。很巧，它的行目的地是一顆星，其身影只有針尖那麼大的一點點。這顆星是個熾熱的太陽——我們自己的太陽——但它四散放射的萬丈光芒因為距離遙遠得可怕而變為黯淡得只剩一小點點。

這顆原子彈丸飛奔不已，在它飛翔的千百年裏，太陽越來越顯得強烈些也明亮些。在彈丸飛行的最後幾天和幾小時裏，太陽成為一個白熱的盤，越來越龐大。彈丸穿過太陽系外層幾個行星的軌道，經過木星與火星身邊，不偏不倚朝地球飛去。

地球的圓盤形表面，起先看來有滿月那麼大，越飛近越顯得大，好像個大車輪，遮掉半邊天。彈丸飛到離地球一千哩的地方，衝進地球大氣層的最外層，它穿透大氣層，速度並不減低，最後，在地表面之上大約一萬呎的空中，它衝撞到地球的空氣的一個原子上。這衝撞力太猛烈可怕了，連彈丸帶靶子都炸成碎片，四散紛飛。有一塊碎片衝進了飄流於附近的氦原子裏，碎片一打中，便把這顆氦原子的化學「個性」徹底改變了。

在繼續講故事的下文之前，我們必須看看一個原子的碎片怎能夠改變另一個原子的性格。一個原子的建築材料，最根本的有三種。第一種是極微小的、輕飄飄的粒子，荷著負電；它名叫電子。另外兩種建築材料是同樣微小的，但重量比電子幾乎大二千倍；它們名叫「質子」和「中子」。質子荷著正電，電荷的力量同電子所具有的一樣，所以一個質子與一個電子所帶的電荷可以完全互相中和。在原子的結構之內，質子與中子熔合在一起，成為一個稠密而沉重的球——原子核——位於原子的中心。電子游行於核的周圍，彷彿一叢小蒼蠅；又像是行星繞太陽而行。電子維繫於現有的位置上，不是靠引力，而是靠電子同核裏的質子之間的電的吸引作用。

一顆原子的化學性質，由它的核裏具有的質子的數目來決定。氫是一切原子中最簡單的：它只有一個質子作為它的核。氫原子的核裏有兩個質子，碳有六個質子，鈣有二十個質子，金有七十九個質子，其它的原子各有不同數目的質子。呼喚每一種化學元素的原子，只要單叫一個號碼就行。原子核裏固然還有些中子，但是它們的數目多少，對於一顆原子的化學性質是無關緊要的；中子只增加原子的重量。

現在回過頭來繼續講我們的故事。從外太空來的原子闖入者，衝進一顆大氣原子的核後，會發生什麼事呢？

衝撞的行動把彈丸和靶子都炸成碎片，組成二者的那些質子和中子，四散紛飛。有一塊碎片，是個中子，射中我們的氦原子核，緊緊附著在上面。

發生衝撞之前，氦原子的核具有七個質子和七個中子。七個質子使它成為一個氦原子；化學元素氦的原子序數是七。現在，氦核具有八個中子——但過不了多久。氦原子核不能夠維繫一個額外的中子；因此，在大約一億分之一秒之後，這氦原子就要拋出一個微粒，以資恢復它的平衡。但這拋出去的微粒不是闖進來的那個中子，而是一個質子。這就致使我們的氦原子改變了性格。本來，它有七個質子和七個中子在核裏，現在——戲劇性的變故發生之後若千分之一秒——它卻有了六個質子和八個中子！這個變動，使它變成一個碳原子，因為碳元素的原子核裏正是具有六個質子。

不過，這個新的碳原子稍微不同於煤、石墨、鑽石之類的物質裏飽含著的普通的碳原子。正常的碳原子只有六個中子，而我們這個碳原子卻足足有八個中子！普通的碳原子有十二個重量單位（質子和中子的重量實際上相同），我們這個特殊的碳原子卻有十四個重量單位。因此，它給人叫做「碳—十四」。

但事情還不止於此。碳十四原子的核是不穩定的，只能存在著相當時期。然後，在這負擔過重的核內部有某種東西會突然動作，於是它的性格再度轉變。那突然動作的東西，就是核裏的八個中子之一。

中子可說是一個緊密的包裹，由一個質子和一個電子所組成。既然質子和電子具有性質相反而力量相等的電荷，雙方就完全互相中和，彼此結合在一起，形成一個細小的中性的微粒——電子。所以，碳十四原子核裏面的一個中子終於突然行動時，這中子所含的電子就遭受大力拋出核外，而蛻變了的中子變成一個質子。電子發射出去後，核裏只有七個中子，而原來那個中子分裂後形成的質子則加到另外六個質子上。這樣，總共有七個質子，於是這個原子再度受改造，成為氦原子，同早先的那個氦原子毫無差別。這真是個奇異非凡的循環。

任何一個單獨的碳十四原子，需要多長的時間才可使它的一個中子突然行動起來，而令它本身改造為一個氦原子呢？誰都不知道。這事可能發生在下一秒鐘，或是一星期後，或者要到三萬年後才會出現。

但是，不論這事發生在什麼時候，另外一個碳十四原子很可能在地球大氣層裏某處給創造出來。因為像前面講到的那種衝撞——它造成了碳十四原子——是在全世界各處上空的大氣層裏時時刻刻都在發生著的。每一秒鐘有百十億個宇宙彈丸衝進大氣層來。這些彈丸是宇宙輻射的微粒，以令人難以相信的高速度通過外太空向四面八方射出。在每一秒鐘都會發生百十億次原子爆炸，就是這些細微的彈丸把無數的空氣原子衝擊成粉碎；無數的中子碎片四散飛迸，衝進附近無數的氦原子裏，令它們變成碳十四。

這些原子在空氣中創造出來的過程，已經進行了億萬年。每個碳十四原子，當它的無可預料的時刻到來的一剎那，都會再度變成氦原子。從古至今，誕生的碳十四原子的數目同再度變化掉的碳十四原子的數目，剛好取得平衡，因此，以全世界而論，它們的

數目永遠保持確切相同。在周流於世界各處的一切碳原子中，大約每一萬億裏有一個是碳十四原子。

現在假定一個碳十四原子的壽命非常非常長。它誕生後不會長久保持單身，而會很快接納一個單身的氧原子，然後又接納另一個氧原子。它同這兩個伙伴結成緊密的一團，藉化學繫帶的力量維繫成一體；三個原子形成化學家所稱的一個二氧化碳分子。

這個分子從它的誕生處即十萬呎的高空飄盪而下。當它達到四萬五千呎的高度時，它遭遇一股狂烈的噴射氣流——這股氣流循著彎曲的途徑環繞地球飛馳，由西往東，速度達每小時好幾百哩。我們這顆分子經過一小時左右的狂奔，落到同溫層之下，粘著於卷雲的一顆細小的冰粒上。雲塊往下沉落，冰粒體積加大，開始緩緩下降。冰粒達到較暖的空氣層，受熱融化，成為一粒雨，掉進大海。

此後許多年裏，這個分子給波浪推來湧去，隨著海流行進，成為航海者。然後有一天，它給微小的、單細胞的海洋植物吸收了。植物藉著複雜的化學程序，抓住這個二氧化碳分子，把兩顆氧原子撕下來，利用碳原子為建築材料，加添它自己日益長大的身體。再過些時，這植物給蝦吞下，蝦又進了鱒白魚的肚裏，鱒白魚成為海豹的食物。在每一個階段，這顆碳原子總成為吃下它的那個動物的身體的一部分。但是它在海豹身體裏停留的期間很短暫。海豹的新陳代謝作用使碳原子再同兩顆氧原子結合，又形成了二氧化碳分子。這個分子給海豹的血流吸收，運到肺裏，呼出於空氣中。

這分子飄飄浮浮，跨洲過海，說不定千百年沒有著落。最後，它給一株幼小的水杉吸住了，同往昔一樣，它成了植物組織的建築材料。它存在於這棵幼樹的樹身裏，水杉由幼而壯，這分子一人一直埋沒了幾千百年。最後，幾千百歲的水臨到了末日。一場狂烈的森林大火摧毀了水杉林，老樹在烈焰裏焚化了。樹幹燒成灰燼，我們的碳原子又同兩個氧原子結合，它作為二氧化碳分子的一部分，隨著翻滾的濃煙飄揚而去。

這個分子飛行了千百里路，給美國中西部大草原上的一片草葉吸收了。這年夏末，一條牛走來啃嚼草葉。這碳原子通過牛的身體，達到它的大腿骨。不久，牛成為史前的印地安獵人的獵獲物，此人把牛拖進他所住的洞穴，生火烤熟，飽餐一頓。肚子裝滿之後，這位印地安人把燒得焦黑的大腿骨朝身後隨手一拋，骨頭落在洞穴後部的廢物堆上。

過了幾年，這印地安人死了，埋在這洞穴裏。穴頂終於塌落，把獵人的遺體和牛的大腿骨一同掩蓋在厚厚一層沙石底下。

不知過了多少萬千年。到公元一九二六年，有位考古學家在新墨西哥州佛爾桑姆鎮附近進行發掘，發現了這位石器時代的獵人的骨骼。骨骼的年代估計為一萬三千年至一萬五千年，估計的依據是對於當地的巖石層的研究。此後許多年裏，「佛爾桑姆人」（Folsom Man）給大家公認為北美大陸上已知的最古老的居民。

燒焦了的大腿骨也給挖掘出來，送到美國東部的一座博物館。經過四分之一世紀左右，我們的碳原子一直躺在博物館的一個玻璃盒裏，始終保持秘密，世人既不知道它的奇異來歷，也不知道它的前途。

第二次世界大戰之後不久，一位核子物理學家來到這座博物館，要求從這塊燒焦的骨頭上敲下一小片。他將碎片拿回自己的實驗室，磨碎了，抽取其中一切的碳原子。然後他精確地稱量了碳的樣品，放進蓋氏計算器的計算室。我們的碳原子是放進這計算器去的原子之一。

實驗開始之後三小時又二十一分鐘，我們的碳原子終於分解。它的核裏有一個中子蛻變為一個質子和一個電子。質子留在核裏不走；這樣，經過大約兩萬年之後，現在我們的原子又成為氦原子了。發射出去的電子卻衝過蓋氏計算器的管子，令這計算器滴答作響。同計算器相聯的自動紀錄儀前進了一格。

過了二十四小時，物理學家完成了實驗。他閱讀了紀錄儀上的刻度，筆記下來。他用計算尺忙碌地計算了一會兒，於是寫下「九千九百」這個數字。

這位物理學家在幹什麼呢？他在測量燒焦的骨頭的年代，而且已經發現這條牛是在大約九千九百年前給人殺死的。這也必定是佛爾桑姆人的年代，因為骨頭和他一同出土。因此，佛爾桑姆人的年代終於有了著落，比從前所假定的要少幾千年。

我們的碳原子已經作為時鐘的一部分而發揮了它的作用，這個時鐘從牛給獵人殺死的一剎那起運行。

這個時鐘究竟怎樣運行的呢？

每一個活東西都繼續不斷地從地球的大氣層吸收碳，用來建造自己的身體組織。既然大氣裏碳十四和碳十二的比例始終保持一比一萬億左右，在活物體裏，兩者的比例也是同樣的。但當一個動物或植物死亡時，就不再從大氣中吸取碳。因此，在死亡的一剎那，碳十四同碳十二原子的比例開始變更。碳十四原子由於放射作用而一個一個分裂，又不能從大氣層取得新原子作補充。另一方面，碳十二原子卻是穩定的，始終保持原狀。結果，已死的動植物身體組織中碳十四對碳十二的比例逐漸減少。這種減少情況既依精確的數學比率而發生，動植物死後任何時候，其身體組織中存在著的兩種碳原子的比例就可以顯示死亡發生於多久之前。

美國中西部大草原上的草，在活著的時候，始終保持兩種原子的一比一萬億的比例。吃草的牛也在它身體裏保持同樣的比例。但牛一死亡，大腿骨裏兩種碳原子的比例立刻開始變更。大約剛好九千九百年之後，物理學家測量了比例的變更情形，從而知道牛是在多久之前死亡的。

這個方法是怎樣進行計算的呢？

前面已經解釋過：某一個特定的碳十四原子曾在什麼時候分裂，是無法預料的。那麼，已死的組織中的碳十四原子的減少又怎樣能表示死亡的年代呢？答案是這樣的：雖然某一個特定的原子的行為無法預料，但一大群——幾百萬個或幾十億個——原子的行為卻是可以預料的。在作輪盤賭庄的時候，球在下一步會跳到什麼地方雖不可知，但我們能料定——只要輪盤賭庄的輪盤沒有詭詐

——若把輪盤轉動幾十億次，球會落在每個號碼上多少次。依同樣的方式，大量碳十四原子未來的行為也可以準確地預料。

我們發現：一大批的碳十四原子，有半數會於整整五千五百七十年後變為氦原子。剩下的那些沒有變的原子，又有半數會於五·五七〇年後變掉。經過大約三萬年後，剩餘的碳十四原子數量太小，不可能據此而精確地推算年代了。

這種推算年代的方法是韋拉德·F·利比（Dr. Willard F. Libby）博士研究出來的，他因此榮獲一九五九年的諾貝爾化學獎。他的方法已給人用來斷定別的許多有機物質的年代，例如一個埃及古墓裏的木塊，和一位阿芝特克族（Aztec墨西哥原始居民）公主遺體的的衣服上的纖維。

這樣，我們回顧本章的開端，看看講過的話，說地球是行星之中最有趣味的一個。

我們的理由是：地球上的生命的存在，經常以某種方式影響到每一分鐘都發生於地球表面上的一切事件，年年如此，世世如此。今天，當原子的秘密正在給人揭露的時候，氦原子的故事使我們知道：整個宇宙是奔馳如梭的原子交織而成的壯麗、時時變動不已的景象，至少就地球上說，活的東西對於這幅變動的景象是永遠不斷地發生影響的。

—照片 1 —

這是日蝕時的景象。月亮的圓盤形陰影投射在太陽上，表明月亮是個球體。同樣的在月蝕時，正如亞里斯多德指出的，地球的陰影投在月亮上呈圓盤形——這就證明地球也是圓的。

—照片 2 —

照相底片長時間的露光拍攝到這幅像，表明星辰跨過天空前進的景象。這個奇觀，人類自從上古以來就為之迷惑不已——雖然人類費了許多個世紀的努力才開始瞭解這是怎麼回事。

—照片 3 —

朝我們所在的銀河的中央望過去所見的景象。在吉奧丹諾·勃隆諾（1548—1600）提出主張以前，世人以為「固定的星」都嵌在「星的球體」上。勃隆諾認識到：每顆星實際上都是一個太陽，它們的數目多到不可勝數。

—照片 4 —

這是羅素·坡爾脫肅的圖，描繪帕洛瑪山天文台的二百吋望遠鏡。藉著這一類的儀器的發展，現代天文學獲得了進步。

—照片 5 —

這是一個螺旋星雲——或銀河——的側影。這個星叢大致相等於我們自己的銀河，其中包含很多太陽，很可能有些太陽所擁有的行星的構造特別，能支持生命——說不定甚至於會有聰明的生物。

—照片 6 —

這幅長時間露光的照片，表明星辰怎樣給人看來好像圍繞著北極星旋轉。北極星始終保持它同一的相對位置，它對於航海者的價值是無可估量的。

—照片 7 —

著名的螺旋星雲M31，位於仙女星座，是給現代望遠鏡看得清清楚楚的頭一個星雲，望遠鏡將它分析為一顆一顆的星。

—照片 8 —

狂風挾著大雪，橫掃南極洲的大羅斯冰障。這兒的冰的厚度，有時可能達到兩哩之多，但同整個地球的龐大體積比起來，這麼厚的冰也不過是薄薄一層若有若無的霜而已。

—照片 9—

小約翰·H·格陵中校仔細看著一位技術員在檢查「友誼七號」太空船，這個艙載著他順利地遨遊太空四小時後，剛把他平平安安送回地球。

—照片 10—

蘇聯少校尤瑞·加加林，是進入太空旅行又回來報告經過的第一人。

—照片 11—

火燄衝出太陽的邊緣，遠達十四萬哩，生動地表現了太陽巨大的熱力。太陽是恆久進行不已的氫氣爆炸。

—照片 12—

蘇聯『旅伴』一號衛星於1957年劃過加拿大上空，為一位機警的攝影家所攝得，利用曝光效果拍得光影。

—照片 13—

一位技術員調整『旅伴』一號的模型上之天線，這是脫離地球及其大氣的第一件實體物質。

—照片 14—

美國的泰羅斯氣象衛星裡塞滿了儀器設備，包括（1）電視攝影機，（3）磁帶紀錄機，（5）電視發送機，（18）太陽電池。此外還有各式各樣的小型器械，大部分是用來供應或調整電力的。

—照片 15—

月球背面的景象，由繞月而行的衛星拍攝到。照片上的數字表示可資辨識的地形特徵，它們給人取了這樣一些名稱為（1）莫斯科海，（2）太空人灣，和（8）夢海。

—照片 16—

『望月』小組正在追尋一個飛經美國德克薩斯州沃斯要塞附近的人造衛星。這樣的小組協助了觀察天體現象的機構，參加小組活動的人也得到很大的樂趣。