

冰河時期難解凍 不關二氧化碳事

科學講堂

上次跟各位分享了理解氣候系統的重要性，也介紹了科學家們如何利用藏於南極冰層中的氣泡，來決定數千數萬年前海水的溫度。不過南極冰塊的用處並不止於此：今天就再和大家討論一下，科學家們如何從南極冰塊之中一窺冰河時期的二氧化碳含量和當時溫度變化的關係。

間冰期周期改變 出現間隔變愈長

各位可能已聽說過，在過去的大約二百六十萬年，地球一直在經歷周期性的冰河時期：冰河時期的氣候寒冷，陸地受冰塊覆蓋的面積大增，早期的人類甚至可以因此徒步走過當時結冰的白令海峽，來往於亞洲跟北美洲之間。

不過，過去的地球並不是一直只處於寒冷之中：每次的冰河時期完結後，都會出現一段天氣暖和的間冰期，可能跟現在差不多。過去二百六十萬年的地球，就處於冰河時期與間冰期的交替之中。

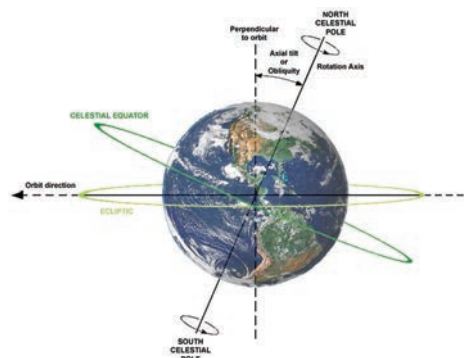
但是這樣的交替在顯示出規律之餘，卻又有讓人不解的地方。大約在一百萬年以前（地質年代更新世Pleistocene的中期），溫暖的間冰期每四萬年左右就會出現一次；然而一百萬年前開始，平均來說，間冰期要十萬年才會出現一次，比之前的周期長了兩三倍。為什麼會這樣呢？

每四萬年就有一個間冰期的規律，要解釋起來相對容易。地球本身自轉的地軸傾斜造成了四季，而這條地軸傾斜的角度並不固定，而是有規律地在增加和減少：這樣就會影響陽光照射到地面的角度，進而導致夏天變冷或變熱。

當夏天固定地變得寒冷，地球就自然進入冰河時期。這個地軸傾斜角度改變的循

環，其周期就大概是4萬年。

那麼從一百萬年前開始，大約十萬年才出現一次間冰期的現象，又應該如何解釋呢？這個現象我們還未能完全理解，不過大氣層中二氧化碳含量的下降，是個很流行的建議：現在應該眾所周知，二氧化碳是一種很有效的溫室氣體，能夠為地球保暖。大氣中的二氧化碳減少，令得地球的熱量較快流失，自然延長了每次冰河時期的時間。但是這個猜想可以科學地驗證嗎？



■地球本身自轉的地軸傾斜的角度並不固定，而是有規律地在增加和減少。網上圖片



■一個在南極米勒山脈的藍冰區域。網上圖片

藍冰區域挖冰層 數據未能解疑問

跟上次與各位介紹的一樣，要研究許久以前的氣候，我們就要動動腦筋，最好可以準確地推斷出與當時氣候有關的數據。南極冰塊裡的氣泡，再次成為了重要的資源：我們可以從中找出過去不同時期的二氧化碳含量；要找愈久遠的大氣樣本，理論上來說我們只需挖出愈深的冰層就可以了。

不過，要挖出足夠深度的冰塊，可能

一點都不容易：以前我們得到的冰塊，最久遠只來自大概八十萬年前。普林斯頓大學的地球科學家 Yuzhen Yan 與他的研究夥伴，就利用到一些名為藍冰（blue ice）區域的特色：這些地區的冰塊在流動的時候遇到山勢的障礙，令本來深藏地下的冰層容易移近地面，再加上表面的冰塊因為強風的吹動而更快地變成水蒸氣，因此 Yan 只需在這些地區

鑽進地下 147 米和 191 米就已得到二百七十萬年前的冰層了。

Yan 他們發現，大氣中的二氧化碳含量，在一百萬年前後並沒有顯著的改變，因此間冰期規律的變化，應該跟二氧化碳沒有很直接的關係。

Yan 固然為我們找到了很有用的數據，不過科學家們可能要繼續努力，理解間冰期的規律啦。

■張文彥 香港大學理學院講師

短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

詳細答題目 長遠有進步

奧數揭秘

這次分享一道證明平方數的問題，然後談談解難中一些容易有的缺點。

問題：若 $c = 198^2 + 198 \cdot 199^2 + 199^2$ ，求證 c 是一個平方數。

答案：留意到算式中只有 198 和 199，兩者相差 1，不妨設 $x = 198$ ，那麼算式則成為 $c = x^2 + x^2(x + 1)^2 + (x + 1)^2$ 。聯想到恒等式 $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ ，會發現 x 和 $(x + 1)$ 可能是恒等式中的 a 和 b ，而 $2ab = 2x(x + 1)$ 又恰好跟 $x^2(x + 1)^2$ 類似，於是就想到添項的技巧。經添項後：

$$\begin{aligned} c &= [x^2 - 2x(x + 1) + (x + 1)^2] + [x^2(x + 1)^2 + 2x(x + 1) + 1] - 1 \\ &= [x - (x + 1)]^2 + [x(x + 1) + 1]^2 - 1 \\ &= (x^2 + x + 1)^2 \end{aligned}$$

也就是說 c 是一個平方數。

解題中的關鍵，在於添項的技巧，而當中添項也不是隨便的，要留意到當中 $2x(x + 1)$ 的部分有特殊效果才會加上。雖然是這樣說，不過仔細想起來，有了加添 $2x(x + 1)$ 的想法，也未必那麼順利，比如把 $2x(x + 1)$ 加上 $x^2 + (x + 1)^2$ ， $-2x(x + 1)$ 放在 $x^2(x + 1)^2$ 右邊，就會得到 $c = (2x + 1)^2 + [x(x + 1) - 1]^2 - 1$ ，不易化成長平方數。

談起這些解題關鍵，想得細緻一點總是好的，有時解難的時候，若果心思比較粗疏的人，覺得看到了添項的技巧，也許就覺得自己真個可以解完了，說不定就漏了細節，看不清添項當中還有哪些要看清，就未必有那麼順利。解難的過程中，很多想法在聯想之間好像抓到關鍵，然後覺得自己會解得到，就沒寫出來，這樣往往就會遺漏了當中的重要細節，尤其是那些運算中途可能遇上的困難。日子久了，知識就建立在一個虛浮的基礎上，即使感覺上好像能夠解很多題目，實際上真能算出來的卻是少了一截，實際能力也會比預期中的差，到了考試或比賽，成績就難免會令自己失望了。

有些學生做數學題，會恃着自己夠聰明，集中力也強，就忽略了寫下來的過程，往往難以發現思想中的漏洞，即使仍能解決相當多的題目，但水平難以有效提升。不過，會有這些自我要求的學生，一般水平都相當好，所以即使

有缺陷，一時間失誤也未必很多，缺陷就沒那麼明顯。愈是缺乏細節的表達，學生愈難做深入的反省，老師亦難以了解和評核學生的思考過程，從而給予適當的建議。

學生能夠寫出細節，是一種良好的思想訓練，寫到熟練之後，怎樣的細節都可以寫得清楚，那時反而可以省略一下，但必須要先能寫，才能省，倒過來的話，就容易學得虛浮了。

學生初時總會覺得煩厭，因為耐性本身就是由不耐煩當中鍛煉出來。先經歷一點不耐煩，然後耐得住性子寫出細節，之後看到了寫細節的好處，才漸漸懂得欣賞這點沉穩的做法，也會漸漸見到學習效果，然後安於其中。這點耐性的訓練也要循序漸進，學生原本只想寫兩行，那寫出了五行就是一種進步，至於怎樣才算夠仔細，就視乎學生隔些日子後是否還能理解，以及寫出來的推論是否仍有可質疑的空間作準。

這樣學習的成功例子是很多的。從前有一個奧數學生，他把所有題目，不論長短都當作長題目來答，能寫得仔細的都盡量仔細，後來他小六時參加國際賽，就得到全場總冠軍。學數學這回事，許多人不時都談起天分，但其實學習方法也是很重要的。沉實的學習方法，比起天資，往往能令人走得更遠。

■張志基

簡介：奧校於 1995 年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



推行中央垃圾桶 分類兼源頭減廢

綠得開心@校園

香港的可用土地稀少，卻需要安頓高達七百萬人口。龐大的人口對能源的需求自然提升。隨着城市急速發展，四通八達的電力網絡早已遍佈每一個角落，連接着每一家每一戶，維持着社會的運作。在人口和經濟的急速增長下，為了應付與日俱增的能源需求，化石燃料的使用量亦不斷上升。

然而，燃燒化石燃料時產生溫室氣體導致全球暖化。那麼，我們能夠如何拯救我們的將來呢？

傳統燃煤發電雖然發電成本低廉，但碳排放量偏高。電力公司透過新科技和發展新能源，舒緩產生能源時造成的污染。為了降低高排放帶來的問題，港燈在南丫發電廠安裝脫硫和脫硝裝置，減少二氧化硫和氮氧化物的排放。

另外，亦於電廠附近設置空氣質素監測站和噪音監察站，提供實時的監測數據，以緩和對環境的影響。

另外，引入更潔淨、低排放的能源亦有效改善環境。港燈正逐步以天然氣取代煤作為發電的燃料，實現其環保發電的承諾。燃燒天然氣所產生的排放物較其他化石燃料少，以生產同等電力計算，燃燒天然氣所產生的二氧化碳及氮氧化物大幅減少，二氧化硫和粒狀物的排放量則近乎零，更有利環保。港燈亦積極應用可再生能源，包括於南丫島大嶺興建了



■港燈位於南丫發電廠內的大型太陽能發電系統，系統由八千六百多塊光伏板組合而成。由 2010 年投產至今，已生產的綠色電力，所減少的二氧化碳排放，相等於為香港種超過 31 萬棵樹。作者供圖

一個具商業規模的大型風力發電站——「南丫風采發電站」及位於南丫發電廠內的大型太陽能發電系統，實踐可持續發展理念。

除了電力公司外，各行各業亦能從公司着手改善環境。港燈便曾在辦公室中推行中央垃圾桶計劃，回收員工的小垃圾桶，所有垃圾集中棄置於中央垃圾桶和回收箱，鼓勵源頭減廢及垃圾分類，結果成效超卓，使公司的廢物大幅減少，值得借鏡。

我們作為市民，亦可以從生活中推動智慧環境，例如選購具一級能源效益標籤的家電，採用發光二極管（LED）燈代替鎢絲燈膽，有助節約能源。大眾更可以參加由電力公司推出的「上網電價計劃」。參與

計劃的機構及住戶投資及設置可再生能源系統，例如太陽能光伏系統和風力系統，再接駁到為該系統身處的區域供電的電力公司的電網，該電力公司將以上網電價購買由客戶可再生能源發電系統產生的所有電力，簡單來說，即是將再生能源設施產生的電力賣給電力公司。參與計劃不但能協助應對氣候變化，亦可獲得上網電價，鼓勵大眾締造一個更綠色的香港。

雖然每個人的能力有限，對環境的改變亦看似很渺小，但小小的一步往往也是達至綠色未來的一個起步點。當然，要改變環境先要從改變習慣做起，減少浪費及不當地使用資源，多推動綠色能源的發展，一同實現智慧環境。

港燈綠得開心計劃，致力教導年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣，目前已有四百多間全港中小學校加入「綠得開心」學校網絡。如欲了解詳情，歡迎致電 3143 3727 或登入 www.hkelectric.com/happygreencampaign。