

科學講堂

逢星期三見報

碳酸鈣「扣留」碳 遇熱可循環再用

捕獲二氧化碳 遏暖化製燃料

近半個世紀，全球暖化一直是我們關注的問題。在過去數年間，這個問題的嚴重性及迫切性，好像愈來愈明顯，不知道大家有否察覺，涼快的日子愈來愈少，炎熱的時間愈來愈長，而且氣溫屢創新高？地球溫度上升，導致南北兩極的冰層大量融化，使全球水位上漲，令馬爾代夫及馬來西亞等低窪國家，面臨愈來愈嚴重的水災問題。全球暖化更影響了地球的氣候，引發氣候變遷，以致極端的天氣在全球不同的地區出現。有科學家近年致力研究從空氣中收集二氧化碳，並製成燃料。

碳酸鈣能儲碳

當大氣層積聚過多二氧化碳，限制了部分能量由地球向太空散失，這部分能量積聚在大氣層中，從而導致全球氣候暖化問題。然而，我們除了減低碳排放外，能否更主動一些去解決這個問題？

哈佛大學物理學家David Keith及其研究團隊，一直探討如何在合理成本下，直接

從空氣中收集二氧化碳。這種被稱為DAC (Direct Air Capture) 的技術，首先參考工業用冷卻塔的設計，用巨大的風扇，將空氣吹過含有氫氧化鈣的溶液。這種溶液會和二氧化碳發生化學反應，從而「扣留」空氣中的二氧化碳，變成碳酸鈣。

由於碳酸鈣不容易溶於水，因此能在水

中沉澱易被收集，稍後只要被加熱（在日常大氣壓力之下需要攝氏800度至900度），便會變回二氧化碳及氧化鈣（俗稱生石灰）。

氧化鈣可以重新加進水中，還原為最初的氫氧化鈣溶液，繼續循環使用；與此同時我們亦收集到高濃度的二氧化碳了。

加拿大設廠收集二氧化碳

Keith和他的夥伴在2015年「小試牛刀」，在加拿大開設一個小工廠，將研究成果付諸實行。由於他們主要使用現有技術，有信心將工廠提升至更大規模。根據工廠過去三年的數據，他們預期擴充規模後，收集二氧化碳的成本，

每噸由94美元至232美元不等。他們更嘗試利用收集到的二氧化碳去製造汽油、柴油等燃料，成本有望降低至每公升約1美元。雖然還是比現有的許多燃料昂貴，不過已經相差不了。



氫氧化鈣與二氧化碳發生化學反應後，會變成碳酸鈣。 網上圖片



冰川融化導致北極熊的覓食空間大減，不少變得瘦骨嶙峋，瀕臨死亡。 網上圖片



人類活動排放了大量二氧化碳，是全球暖化的主因之一。 資料圖片

銅及太陽能讓二氧化碳變酒精

近年也有不少研究，探索將二氧化碳轉化為酒精以作燃料之用。現時已發現銅特別適合作為催化劑，以「催促」二氧化碳「大變身」。在納米技術已十分成熟的這個年代，科學家能把銅原子仔細排列，以找出最有效的排序。

2016年美國橡樹嶺國家實驗室 (Oak Ridge National Laboratory)，利用他們設

計的催化劑，再施加電力，令已溶於水的二氧化碳轉為酒精；其得出的數量是理論預期的百分之六十三，可算是十分不錯。

去年美國的勞倫斯伯克利國家實驗室 (Lawrence Berkeley National Laboratory) 亦成功利用太陽能將二氧化碳和水變為酒精，展示了這種「人工光合作用」的可行性。

作者簡介：張文彥 香港大學土木及結構工程學士。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。

奧數揭秘

逢星期三見報

判別式有限制

一元二次方程式是高中數學的基礎，形式為ax²+bx+c=0，就着根的性質有三個情況，就是兩個實根，或只有一個根，或者是兩個非實數根。至於如何判斷三種情況，就是靠判別式了，那就是Δ=b²-4ac。這裡篇幅有限，就不詳述關於一元二次方程的內容了，這些都不難在高中教科書裡或網上找

到。平常在課程內的問題，判別式在計算時，通常只關注它是正是負還是零，而不怎樣理會它本身的數值怎麼樣。以下分享的題目，會發現判別式的數值，在一些條件下，是有限制的。

問題

設a, b, c是整數，求證：ax²+bx+c=0的判別式不能是10。

答案

假設Δ=b²-4ac=10，由於4bc和10皆為偶數，則b²為偶數。設b=2m，其中m為整數，則

(2m)²-4ac=10
4(m²-ac)=10

由於等式左邊是4的倍數，而右邊除以4餘2，矛盾。因此判別式不能為10。

在證明的過程中，10這個數字，之所以令到判別式不會與它相等，就是因為10是雙數之餘，還是4n+2型的雙數，即是除以4餘2的雙數。若判別式是這樣的雙數，會令b²為雙數，從而b²=4m²亦是4的倍數，與4ac合起來看，就仍是4的倍數，不會是4n+2型的雙數，從而得出矛盾。

類似的結論，還有「設a, b, c是整數，求證：ax²+bx+c=0的判別式不能是4n+3，其中n為整數。」否則若有b²-4ac=4n+3，則b²為單數，設b=2k+1，其中k為整數，則有(2k+1)²-4ac=4(k²+k-ac)+1，除以4後餘1而不是3，不是4n+3型，從而得到矛盾。

這兩個關於判別式的結果，證明起來算是簡單的，不過平常倒是較少留意。

課程內的數學題裡，一元二次方程的系數，通常都是整數，只是判別式多數都是計了出來怎樣就怎樣，也沒留意它原來有些限制的，比如除以4不能餘2或餘3。

在這些關於判別式的事實來說，多少算是有點普遍性的，對於計算判別式的時候，

固然多少是有點偵測錯誤的功能，不過又不算什麼很強大的工具或者定理。事實上，數學上的問題和練習，當中有些是比較強的定理，可以廣泛應用的，另有一些就只是幫助學生了解自己不足的途徑，令到學生在遇上不足之後，在反省和學習中得到改善。

這題介乎兩者之間。在學習的時候，很難每一題都是可以廣泛應用的命題，事實上也不需要，能夠在練習和反省之中，一步一步累積各方面的想法，在不斷推論之中開闊思路，已經是不錯的得着。

看文章有時也是這樣。無需要期望在一篇文章之中，可以窮盡各方面的道理，只需要在那個主題上，明白了一些相關的事理，作為一個起點，然後再進一步去探索其他相關的知識，這才是學習的方向。

現在網絡世界，不難找到有豐富內容的文章，懂得就着一個重心，查找相關知識和資訊，使自己的思想由幾個點而連成一線，再由多條線而發展成一個知識的網絡，這也是學習上的重要能力之一。 ■張志基

科技暢想

隔星期三見報

我們每天看到許多進步的技術，都是為了提高各行各業的效率和生產力。人工智能、大數據及互聯網三大領域，均促成技術革命，隨着科技日新月異，未來數年的進程將更明顯，相信能把世界帶到另一個層次。

iExec 通過其獨一無二的分散式雲端技術，提供可以進行算力交易的「雲平台」，容許買賣雙方的每一筆交易都經過算法驗證。筆者預計iExec將為IT行業提供一種完全創新的營運方式，並最終實現全球化。

iExec 透過區塊鏈的分散式雲端技術，容許使用不同貨幣的買家和賣家，雙方的網上交易過程更容易。iExec市場亦已制定支付系統，並允許來自世界各地的應用程序開發人員參與市場。

區塊鏈分散式「入雲」

它主要的「雲提供商」（提供「雲平台」、基礎結構、應用程式或存儲服務的第三方公司），如Stimergy、Cloud & Heat、Nerdalize及TFCloud，便是通過與公司合作，購買了iExec的產品。

基於「以太坊」（Ethereum）區塊鏈，用戶可以很輕鬆測試技術。「以太坊」區塊鏈以其強大可靠的性質而聞名，這個市場將為IT行業帶來顯著的成果。

隨着iExec開發更多市場，吸引世界各地的公司和開發人員參與其中，讓不同行業的生產力獲得提高。



iExec讓使用不同貨幣的買家和賣家，雙方網上交易過程更容易。 網上圖片

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。



有問有答

隔星期三見報

建築基礎穩 不怕「樓歪歪」

「樓脆脆」、「樓歪歪」、「樓裂裂」——這些形容建築物質量欠佳的網絡名詞，大家也許並不陌生，但大家有沒有想過為什麼建築物會出現傾斜、裂開，甚至下沉等情況？如何判斷建築物有否上述安全隱患呢？

我們看到的建築物，其實只是建築物的一部分——地面以上的部分。真正支撐整個大樓，是我們看不見的基礎和地基。

地基是建築物地面以下原有的岩土，是漫長地質歷史中風化、沉積等作用積累的結果。

猶如樹根深扎土層

地基土一般是呈層狀的，不同土層具有不同的成分、年代、物理及力學性質，有些土層只有幾厘米厚，有些則厚達十幾米。這些土層在自身重力作用下已基本成型，不會發生大的變形。

但如果在地基土上修建房屋，相當於給土層施加了一個額外的荷載，土層受壓之後會壓縮變形，其結果就是地面開始下沉。如果不同位置的下沉速度和沉降量不一樣，建築物就會發生傾斜、裂開。

不過別擔心，工程師們想出了很好的解

決辦法，那就是加固基礎。基礎是建築底部與地接觸的承重結構，它的作用是把建築的上部荷載傳給地殼。

如果把房屋比作樹幹的話，基礎就像樹根，深深扎根在地基土層裡，保障上部結構的穩固。

加固基礎形式多

常見的基礎形式有樁基礎、獨立基礎、條形基礎、筏板基礎及箱形基礎等，用以適應不同結構形式的建築物。基礎可以承接上部建築物荷載，並傳遞到地基深處的堅硬土層。

堅硬土層的承載能力高，不易變形，同時，可以通過調整基礎的受面積和長度，消除不同荷載位置的不均勻沉降。

現代的摩天大樓，基礎往往深入地下數十米。總高度632米的上海中心大廈，地下打入了近千根鑽孔灌注樁，每根樁的長度超過80米。

只要基礎能有效傳遞和分散大樓荷載，就算在上海這樣的軟土地基上，也能夠大大降低地基土層的沉降量，消除不均勻沉降，使大樓能夠堅固屹立，巋然不動。



只要加固建築物地基，便不會出現沉降。 教圖供圖

