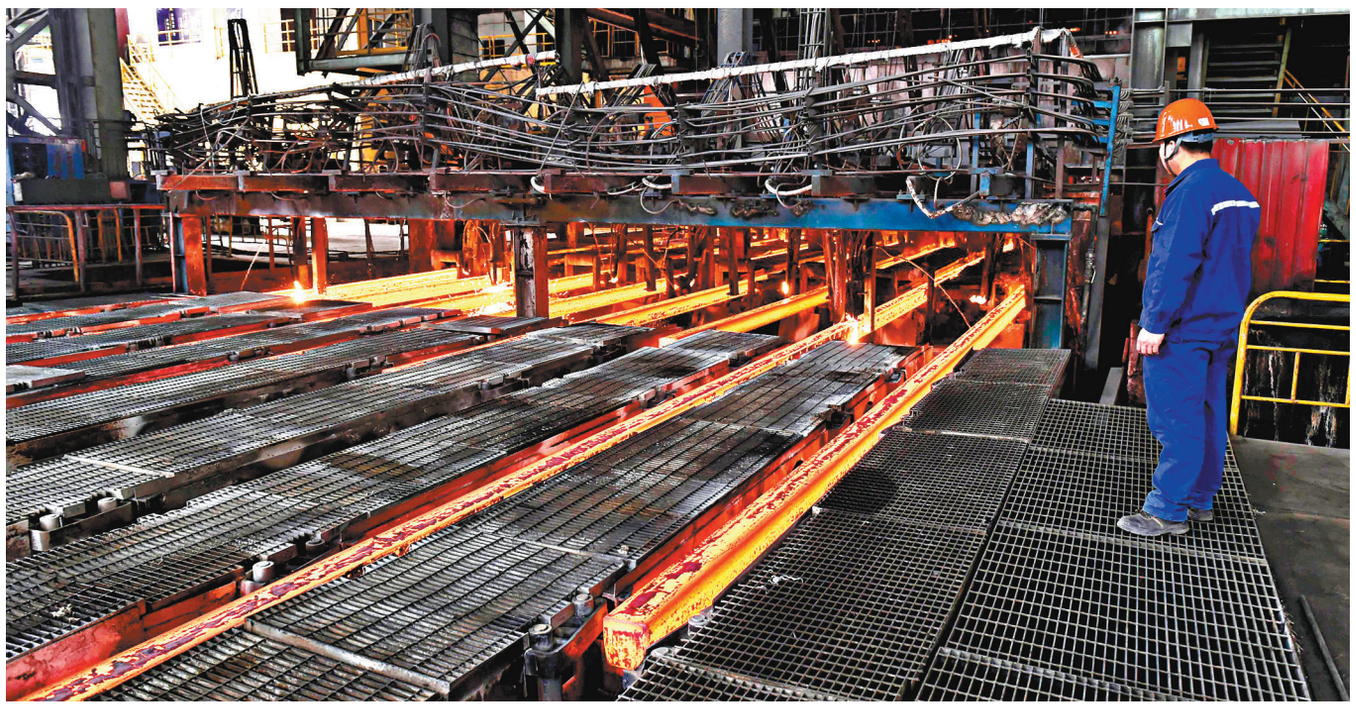
綠化氫氣生產 減少煉鋼碳排

科學講堂

之前和大家討論過，如何好好處理我們製造出來的二氧化碳，以減低整體碳排放，再從而減慢全球暖化的速度。在談論這個話題的時候，我們也常常談及氫氣這種可以替代化石燃料的可能性。氫氣可以怎樣減少我們的碳排放？今天就跟各位討論一下。



◆ 煉鋼業現時是全球溫室氣體排放的大戶。 資料圖片

傳統煉鋼多碳排 改用氫氣變水汽

煉鋼業是一個很值得討論的工業。從鐵礦的開採開始，本來就會發放出二氧化碳，及至鐵礦被開採後，更需要進一步提煉。傳統的提煉方法，是將鐵礦與焦炭（coke）於高爐中以攝氏1,500度高溫一起燃燒，藉此將鐵礦中的氧化鐵還原成鐵。這個傳統的提煉過程所排出的二氧化碳也不少，每處理1噸鐵，高爐就會產生1.6噸二氧化碳。有人估計整個煉鋼業排出的二氧化碳，佔全球溫室氣體的百分之七，與全球客用交通工具排出的廢氣總數量不相伯仲。因此對瑞典等國家來說，減低煉鋼業的碳排放，是應對全球暖化問題的重要一環。

煉鋼業界有考慮過將排出的二氧化碳收藏在地底，但這個方案的成本太高，反而利用氫氣是一個相對可行的方法。氫氣可以直接把鐵礦中的氧化鐵轉化回鐵，過程中釋放的是水蒸氣而不是二氧化碳。更重要的是，跟傳統的方法相比，這個利用氫氣的方法只需在攝氏600度就可以進行。

◆ 傳統的提煉方法，是利用焦炭將鐵礦中的氧化鐵還原成鐵。 資料圖片

除了煉鋼以外，氫氣已經被廣泛運用於許多工業過程中。例如氫氣可以和空氣中的氮氣混合，變成氨氣，然後再用來製成肥料。石油化工業亦利用氫氣來移除石油中的硫磺雜質，或是用來把當中較大的碳氫化合物分解成更小的化學分子。在化工業中，氫氣更用來製成大量的甲醇，是用來製作許多化學產品的重要成分。

電解製氫雖環保 電從何來還需問

不過，利用氫氣不一定與低碳排放劃上等號，因為產生氫氣的過程也可以排放許多二氧化碳。傳統製作氫氣的方法，主要是將天然氣中的甲烷與氧氣發生化學作用，在生產氫氣的同時，也會釋出二氧化碳：這樣的二氧化碳，每年多達9億噸，佔全球二氧化碳排放量的百分之二，跟英國和印尼加起來的排放量相近。如此製造出來的氫氣，自然和低碳排放相去甚遠。

部分生產出來的二氧化碳，可以被收藏到地底之下，以作為折衷的辦法。不過這個方法還不能處理掉全部的二氧化碳，而且依賴天然氣這種化石燃料來生產氫氣，也不算是一個可持續的方法。

更「綠色」的方法，就是經由電解方式，利用電能把水中的氫原子與氧原子分隔開來。不過這自然得與電能的來源配合，如果電能也不是利用再生能源製造的話，這些氫氣也不算是十分綠色。有人估算，要把現今生產的氫氣都用綠色的能源製造，需要45,000億度電，相當於美國一年生產的電力。不過專家對未來綠色電能的供應相對樂觀，如國際能源署估計，到了這個世紀的中期，全球生產的綠色電力可以比現在增加3倍。

利用氫氣來改善全球的碳排放，相關的技術看來已經十分成熟。在多方的努力下，綠色氫氣的成本也愈來愈低，好讓我們能夠更容易地推廣相關的政策。

◆ 杜子航 教育工作者
早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

三角函數的準確值

奧數揭秘

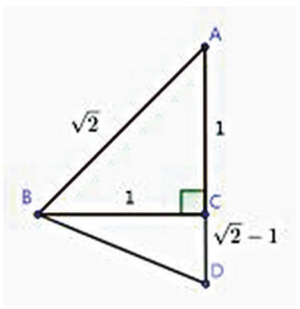
這次講到的題目，跟平常三角函數裏，已知函數值然後找角度的差不多，只是要求的都是準確值，而且函數值又不是常見的那些。固然可以在代數上把各項移來移去，看看有什麼變化，也可以想像一下有什麼作圖的方法，兩邊都去想一想。

問題： **已知x是一個銳角，且$\tan x = \sqrt{2} - 1$，求x。**

答案： 把原式的1移去左方，取平方，可得$(1 + \tan x)^2 = 2$，展開成$1 + 2\tan x + \tan^2 x = 2$，移項後得$\frac{2\tan x}{1 - \tan^2 x} = 1$。左方應用tan的二倍角公式，得tan2x，右方化成$1 = \tan 45^\circ$。故此有$\tan 2x = \tan 45^\circ$，得$x = 22.5$。

題解裏的都是純粹的數學技巧，就是展開移項之類，然後用tan的二倍角公式，又見到1本身可以化成tan的形式，最後解出x來。這題目裏有個銳角的條件，也值得留意一下，在哪裏發生了作用。那就是1化成$\tan 45^\circ$，並不是唯一的做法，事實上，也可以化成$\tan 225^\circ$，只是那樣得出來的x會是112.5°，變成鈍角，違反了題目的條件。

這個代數的方法，看來數學化了點，不太直觀，我們也可以試試用幾何作圖的想法，看看會不會容易明白一點。比如等式右方有$\sqrt{2}$和1，就容易聯想起一個等腰直角三角形的三條邊，而$\sqrt{2} - 1$，就可以想像在直角邊上作延長線，延長至與斜邊相等那樣（見圖一）。



圖一

在圖中，留意到$\tan \angle DBC = \sqrt{2} - 1$，也就是$x = \angle DBC$。

這樣△ABD就是等腰三角形，當中AB = AD，得$\angle D = \frac{180^\circ - 45^\circ}{2} = 67.5^\circ$，而$x = \angle DBC = 90^\circ - 67.5^\circ = 22.5^\circ$。

以幾何的方向作圖，結果就直觀多了，比起純粹用代數堆砌出來，感覺會易明一點。

中學的數學問題裏，有時也會問到，對於一些特殊角度來說，相關的三角函數準確值是多少。常見到要記着的都是30°、45°和60°，到了懂得三角函數的和差公式，就懂得找15°，另外還有一個較特別的，就是36°，這個就要有點技巧，比如要懂得二倍角和三倍角公式。

36這個數字是特別的，就是$36 \times 2 = 180 - 36 \times 3$，於是化成角度取sin值的時候，為方便記$36^\circ$為θ，就有$\sin 2\theta = \sin 3\theta$。用二倍角和三倍角公式，就有$2\sin\theta\cos\theta = 3\sin\theta - 4\sin^3\theta$，約去$\sin\theta$，再把$\sin^2\theta$化成$1 - \cos^2\theta$，就得出一元二次方程式$4\cos^2\theta - 2\cos\theta - 1 = 0$，用二次公式，就得$\cos 36^\circ = \frac{\sqrt{5} + 1}{4}$。

這裏也看到，找三角函數值時想要找出準確值，也是要一番技巧的，沒有平常拿個計算機按幾個鍵那麼輕鬆。從剛才題目裏的22.5°和36°，會見到函數值有根號，於是也可以問由0度至90度之間，那些整數的度數裏，若果要計算它的準確值，答案裏是不是會出現一些根號，或者幾次方根之類。

平常拿着計算機，按幾個鍵就出來的答案，思考一下怎樣找準確值，或者找個足夠準確的近似值，都是有趣的問題，當中會發現許多技巧。當然做起來不會那麼順利，那就由一些已知的部分開始，一步一步地探索，看看能不能找到一些新想法。

◆ 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。

香港數學奧林匹克學校
Hong Kong Mathematical Olympiad School

◆ 學校建立中草藥園能美化校園環境，同時教育學生關於生態及物質循環的知識，更重要的是能夠達到在社區推廣環保及中醫藥文化之效。 作者供圖

魚菜共生草藥園 環保兼推中醫藥

綠得開心@校園

聯合國於2015年公布17項可持續發展目標，當中第13項為「氣候行動」，目標之一為「增強有關方面的教育」。氣候變化與環境保護息息相關，保良局羅傑承（一九八三）中學近年致力營造綠色校園環境，教導學生履行世界公民的環保責任，為綠色未來作出貢獻。

本校上學年於校園入口增設「魚菜共生中草藥園」，別具環保特色。我們在原有的魚池上加建相關系統，將魚池內的有機質過濾成植物可吸收的硝酸鹽，再供應給中草藥植物。同時，中草藥植物的根系把系統內的水淨化，提供魚池使用。系統降低化學肥料的使用，更可淨化水質，令水資源能夠源源不絕循環再利用。此外，建立中草藥園能美化校園環境，同時教育學生關於生態及物質循環的知識，更重要的是能夠達到在社區推廣環保及中醫藥文化之效，可謂是一舉三得。本校師生在網上參與中醫藥講座，並研究擺放在本校花園內接近50種不同的中草藥，加深對校園綠化、中醫藥文化的認識。

除校園環境外，本校亦積極鼓勵學生參與不同類型的活動。本校中五級學生在香港可持續發展教育學院指導下以「節能、減廢、澤地球」為題，撰寫了一份為校園設計環保項目的報告書，期望能在校園環境中進一步推動節能、減廢措施，盼望能與學校共同為香港2050年達到碳中和，以至為全球可持續發展作出貢獻。

環境保護已成大家生活中不可或缺的一部分。保良局羅傑承（一九八三）中學將延續對學生的環保教育，培養學生的綠色習慣，為社會、為地球的可持續發展出一分力。

◆ 保良局羅傑承（一九八三）中學（港燈「綠得開心計劃」「綠得開心學校」之一，2021/22年獲選為「最傑出綠得開心學校——卓越獎」。）
港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣、多認識可再生能源和實踐低碳生活，目前已超過五百間全港中小學校加入「綠得開心學校」網絡。有關詳情，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com/happygreencampaign。