

科學講堂

逢星期三見報

電鰻引人探索 20世紀確立定義

學習電磁力 首先識安培

早於公元前2750年，埃及人已經意識到電鰻可電擊其他動物，並把牠們稱為「尼羅河雷公」(Thunderer of the Nile)，並將牠們描述為魚的保護者。

在其後的千年，電鰻在古希臘、羅馬及阿拉伯相繼被發現及報道，亦有報道指出被鯨魚或電鱷日電擊後會產生麻痺感，故此當時的人推測電擊可以沿着導電體前進。

過了差不多四千年，人類才開始對電磁學有認真的研究，電為電荷(electric charge)靜止或流動所產生的物理現象。

到了19世紀末，電已經為重要的能源之一，我們日常生活非常倚靠電力。

法科學家命名 電線吸力力定義

國際單位制SI共有7個基本單位，在過去十數期的科學講堂，我們已經討論了當中5個，今期討論第六個——安培(ampere)。

安培為電流的單位，符號為A，它是法國數學家及物理學家André-Marie Ampère命名，Ampère被視為經典電磁學之父。

安培力定律(Ampère's force law)指出兩條平行且帶電流的電線之間，有吸引力或排斥力。1946年，這吸引力或排斥力用以定義安培。

安培是指兩條相距一米的平行電線於真空之間的吸引力，若為每米 $2 \times 10^{-7}$ 牛頓(N，力的SI單位)，所需的電流就是一安培。

基本電荷為物理常數

在了解安培今天的定義之前，我們先談基本電荷。基本電荷(elementary charge)為一粒質子(proton)所帶的電荷，又或一粒電子(electron)所帶的負電荷的量，一般以e或q表示。為免誤會，e有時稱為基本正電荷(elementary positive charge)。

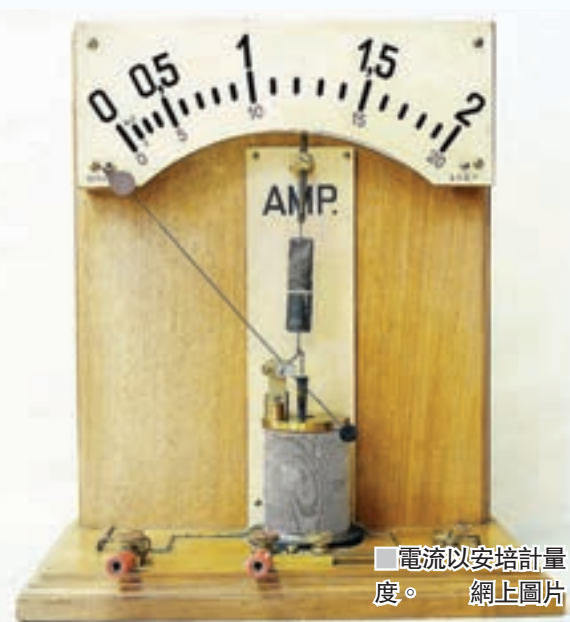
基本電荷為物理常數，即一粒質子或一粒電子所帶的電荷不會改變。

1948年表示電荷流速

一庫倫(coulomb)約為基本電荷的 $6.242 \times 10^{18}$ 倍，即有 $6.242 \times 10^{18}$ 粒質子所帶的電荷。直到1948年，一安培就是指每分鐘有一庫倫的電荷流過，所以安培用以表示電荷的流速。簡單而言，於一電流的某點中，如果流過的帶電粒子電荷增加，那該點的電流亦會按比例增加。



古時，電鰻引起人們對電的研究興趣。網上圖片



電流以安培計量度。網上圖片

學習物理，必需要了解到宇宙中4個最基本的相互作用(fundamental interactions)，它們分別為電磁力(electromagnetic)、重力(gravitational)、強作用力(strong nuclear)及弱作用力(weak nuclear)。

今期我們探討了電磁力中的基礎，即第六個國際單位制SI的電流單位安培。第七個國際單位為摩爾(mole)，就如中學化學課本所說，一摩爾有 $6.02 \times 10^{23}$ 粒子，爭議不比其餘六個單位大，在此不述，今期也就結束了國際單位制的討論。

吳俊熙博士

作者簡介：畢業於加州大學洛杉磯分校(UCLA)，曾任教於加州的州立大學及香港大學，現於洛杉磯Pierce College化學系任助理教授。讀者可通過www.facebook.com/drbenningyng聯繫作者。

奧數揭秘 派生果用中國剩餘定理

逢星期三見報

社會上的長者越多越多，安老院也不少，久不久就有些義工去探訪，派一點水果。派水果的時候，為了每人都有一些，會預多一點。

每次幾個幾個的派，由餘下的數量中，可以估算出長者的人數。

問題

義工到安老院派水果給長者，每人有一個蘋果，一個橙和一個梨。義工家明每次拿7個蘋果去派，派完又拿7個再派，如此類推，一直派到最後，手上餘4個。義工家華每次拿5個橙去派，派到最後手上餘2個。義工家輝每次拿3個梨去派，最後手上餘2個。粗略看來，估計長者少於100人，求長者人數。

答案

設長者有x人。由家明7個7個地派，最後手上餘4個，即最後一次只派了3個，得知x除以7餘3。類似地，由家華的情況，得知x除以5餘3；由家輝的情況，得知x除以3餘1。由x除以7餘3及除以5餘3，得知若x除以7和5的最小公倍數35，亦餘3。之後考慮除以35餘3的正整數，由小至大依次為38、73、108、143大於100，因此不用再考慮比108大的數。再檢查除以3餘1的條件，得知長者人數為73人。

「轉信點兵」簡單化

這道題數學的一面來說，就是有一個未知數x，分別除以3個數之後，得出3個餘數，那麼這樣的最小正整數x是什麼？這是一個在數學上知名的問題，叫「轉信點兵」。

求出這樣的x的普遍方法，稱為「中國剩餘定理」，當中另外要求x除以的這3個數之中，任意兩個互質，即最大公因數是1，而且相關的數字亦不止3個。網上相關的文章有很多，不過符號是挺多的，看來比較複雜，以下嘗試就定理的基本思路，指出重點。

先考慮x這個數的形式，設x=(3)(5)(a)+(5)(7)(b)+(7)(3)(c)，其中a、b和c都是未決定的數。為什麼要這樣設定呢？因為這樣只需要找到適當的a、b和c，就能使x符合條件除以3餘1，除以5餘3和除以7餘3的條件。不過算出來可能會過大，需要略為調整。

這樣的x除以3的話，(3)(5)(a)和(7)(3)(c)兩項都是3的倍數，對x除以3的餘數沒影響。真正影響x除以3的餘數的，就只有中間的(5)(7)(b)=35b。而35b除以3的餘數，亦即除以3的餘數，因為其中 $35b=3 \times 11b+2b$ 。要使x除以3餘1，即要求2b除以3餘1，可取b=2。同理，若x除以5，(3)(5)(a)和(5)(7)(b)都是5的倍數，影響餘數的就只有(7)(3)(c)=21c， $21c=5 \times 4c+c$ 。若要使x除以5得3，可取c=3。類似地可以考慮x除以7，(5)(7)(b)和(7)(3)(c)都是7的倍數，影響餘數的就只有(3)(5)(a)=15a， $15a=7 \times 2a+a$ 。若要使x除以7得3，可取a=3。

這樣 $x=(3)(5)(3)+(5)(7)(2)+(7)(3)(3)=178$ ，比題目中的限制100還要大，不過只需要減去3、5和7的最小公倍數105，即可得 $178-105=73$ 。

可推廣至其他數字

以上絕不單是把題目重新解一次，其意義在於，它能推廣至其他數字。當中把x的形式設定為 $x=(3)(5)(a)+(5)(7)(b)+(7)(3)(c)$ 是關鍵的一步。

先取能與餘數相對應的a、b及c，然後再取3、5及7的最小公倍數105，再減法105的倍數就可以了。

再舉一例：正整數y除以3餘1，2餘1，7餘3。那樣要求最小的y，就考慮 $y=(2)(7)(a)+(3)(7)(b)+(3)(2)(c)$ 。

經營試後得 $y=(2)(7)(2)+(3)(7)(1)+(3)(2)(4)=73$ ，再減去3、2和7的最小公倍數42，得31為滿足條件的最小正整數。

餘理論，同餘理論是奧數中常用的工具，威力強大，由於篇幅所限，日後再詳細介紹。

張志基

以上是就着一個安老院分水果的問題，帶出了數論之中的中國剩餘定理，提供了基本的思路。定理的正式的形式，需要用到許多同

簡介：香港首間提供奧數培訓的教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



科技暢想 親子互動 提升科技教育成效

逢星期三見報

香港的科技教育，隨着近年眾多公私營機構的成立，已得進一步的推展，學校和教育機構也相繼開辦STEM相關的課程。除了學生的參與，家長的認同及支持尤其重要。

我初次接觸程式開發是在我5歲的時候。當時，我透過網上的資源自學，從起初的網頁程式開發，到後來的電腦程式、嵌入式硬件，以至人工智能等應用的開發，使我產生了對科技的濃厚興趣。

在9歲的時候，我更創立了自己的創新科技公司，與團隊一起開發創新科技，至今擁有全球超過30萬名用戶。

我今年14歲，看到本港近年來對科技教育越來越重視，感到十分欣慰。

部分家長誤解科技

科技教育看似是一門簡單的工作，但是要培養學習科技的氣氛，使學生產生對科技的興趣，則毫不容易。我在學習科技的過程中，家人給予了我很大的鼓勵與支持，儘管他們並不從事科技相關的工作，他們亦會鼓勵我去掌握新的技能、添置儀器、創立自己的事業。

然而，社會上有很多的學生並不這麼「幸運」，時常要面對很大的壓力，如只注重學業成績、參與眾多的課外活動等等，一些家長認為是更重要的。更有學生指出，每當他們使用電腦，都會被家人喝止。



作者(中)建議家長與子女一同參與科技活動。作者供圖

我認為，要推動創新科技教育，必須先糾正部分家長對科技的誤解。最好的方法，莫過於讓家長與子女一同參與科技活動，使家長也能親身明白到科技並不只局限於單一方面的。

對學生來說，透過自小學習和培養科技

開發的技巧，不但能鍛煉他們的邏輯和批判思考能力，更能在面對難題的時候，能夠自己尋找解決的方法，大大提高自主性和自發性，為將來投身社會打下重要的基礎。

馮旨瑋 Pedosa Innovation 創辦人

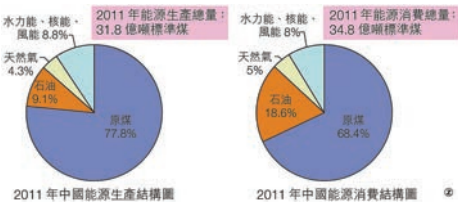
簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。



有問有答

隔星期三見報

中國用煤太多，污染嚴重。所謂能源結構就是在全部生產或者消費的能源總量中，各品種能源所佔的百分比。以下是中國2011年的能源生產結構圖和當年能源消費結構圖。兩個圖的關係是消費量=生產量+進口量-出口量。



煤炭佔比過高 清潔能源低

一看這兩個圖，最顯眼的問題就是煤炭佔有的比例太大，生產量達到77.8%，消費量佔68.4%。要知道，在能源的諸多品種中，煤炭是比較「髒」的，地球上煙塵和二氧化碳排放量的70%、二氧化硫的90%、氮氧化物的67%來自煤炭的燃燒。許多發達國家煤炭的消費比例已降到40%以下，而中國的煤炭消費量幾乎已經佔到全世界煤炭消費量的一半。

其次，計算一下石油的生產量和消費量，可以發現消費量是生產量的2.24倍，

能源結構必須調整？

也就是說石油的進口量已經大大超過了生產量。由於國際油價高位徘徊，產油國政局多變，海洋運輸線風險很大，這些不利因素給中國石油進口的安全運輸和可靠供應帶來極大的威脅。

其三，天然氣、水能、風能以及核能這些清潔能源的產量和消費量都在8%左右，這說明對這些「清潔能源」的開發利用還任重道遠。

資源發展所限 需長時間調整

兩張簡單的圓瓣圖把中國能源結構的主要問題顯露無遺，這就是為什麼中國要進行能源結構調整的根本原因。

然而，能源結構的形成是由多方面因素決定的。有資源因素，中國能源資源的特點是「多煤、少油、氣不足，清潔能源剛起步」，短時期內煤炭可能還是我們的「當家」能源；發展因素，中國現在處於工業化發展初期，勞動力豐富，人力成本較低，經濟以加工生產出口產品為主，但工業加工能源消耗大、污染重、利潤薄。

而自主創新、專利發明、資本運作、文化傳播這些低能耗又高收益的經濟成分還相當薄弱。這些因素決定了中國能源結構調整的複雜性和艱巨性，需要長時間持續

不斷的努力才能得以改觀。

香港的發電燃料組合中，煤一直佔最大比例。2014年3月，香港政府計劃減少香港發電用煤的比例，使用較清潔的能源和改善香港的空氣污染問題。政府提出了兩個未來發電燃料組合方案(下圖)：

方案一：通過從內地電網購電以輸入更多電力

方案二：利用更多天然氣作本地發電

無論哪個方案得到採用，相信電費將有很大的調整。



《十萬個為甚麼(新視野版)能源與環境1》

