

社會愈進步 計時愈精確

科學講堂

日夜更替、四季換轉，是人類在文明啟蒙時期就已開始留意的現象。我們本身看來就很喜歡將重複的規律記錄、歸納，縱使我們在最初這樣做的時候，可能還沒有什麼很特別的原因。及後隨着社會、文明的發展，能夠準確地記錄時間變得愈來愈有用、重要：有效的農業活動，要求我們能夠精準地記下並預視季節、天氣的變換，以求確定何時進行合適的農業活動，例如播種、收割等。

人與人之間在社會裡緊密的社交活動，更是互為因果地提高了大家對準確時間的要求：火車、飛機等交通工具，需要精準的時刻表，才不會讓乘客的交通安排發生大亂；演唱會、課堂等集體活動，需要利用大家贊同的時間去確保所有相關人士能夠適時到場。其後近世紀科學的高度發展，更加推使我們對時間的量度愈發精良，設法準確地量度愈來愈短的時間間隔。今天就和各位談一談人類計時工具的發展歷史。

早期用自然規律 伽利略帶來創新

我們的計時工具發展史，其實也可以看成是一部人類科技史。最早的時候我們祖先掌握的科技不多，因此需得仰賴大自然中的固定規律來用作時間的計算。這其中最早的例子應該要算是世界各個古舊文明好像都有過的日晷：依賴太陽在天空中的位置來告訴我們現在是什麼時間。其後人類發明的沙漏、銅壺滴漏，也都在運用沙粒、水滴流動的速度是相對固定的這個特質來計算時間。利用太陽、沙粒、水滴等等，自然是因為它們隨處可見。

著名的意大利科學家伽利略為時計的設計打開了新的一章：他發現了鐘擺的運作原理，讓人們知道固定重量及長度的鐘擺，每一次擺動所需的時間大致上也是固定的，因此可以用來造成另一類的計時器。一方面來看，這種時鐘自然較以前的準確：鐘擺設計相對簡單，容易控制；反過來說太陽在天空中的行動不一定是絕對固定的，而且一大問題是我們根本無法改變它的移動方式，只能被動地絞盡腦汁，

思考如何可以令日晷更加精準。另一方面，鐘擺這種「機械性」的計時器反映出我們在科技上的進步，展示我們如何應用學術上的知識去解決問題。伽利略的這個發現，其後更開始了各種各樣愈來愈複雜的機械鐘錶製作：當中的佼佼者，包括了世界著名的瑞士布穀鳥大鐘。



■世界著名的瑞士布穀鳥大鐘，反映出我們在科技上的進步。



■日晷依賴太陽在天空中的位置來告訴我們現在是什麼時間，世界各個古舊文明好像都有製作過。

資料圖片

進入原子世代 輻射計算準確

隨着上世紀我們對原子的了解愈來愈深入，計時器的設計也進入了「原子的世代」。

我們知道了在特定的狀況下，某些原子會釋出固定頻率的輻射。固定的頻率就是說輻射光波與光波之間分隔的時間是固定的，因此也可以用來作計時之用（也就是我們常說的原子鐘）。

這些光波相隔的時間極短，因而所造出來的原子鐘也就極其準確。

總的來說，藉由我們對大自然更深入的理解和科技的進步，我們在努力去更準確地量度時間，也在努力讓我們的計時器變得愈來愈小。

一些科學家們現在正研究如何利用原子核去計算時間。他們成功的時候，我們的計時器又要再進一步了。

■張文彥 香港大學理學院講師
短暫任職實習土木工程師後，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。

數字大小比較

奧數揭秘

兩個數之間比較大小，在數學裡是一個很基本的問題，不過若是數字的表達形式相當複雜，比較起來就難了。比如分數，小學時比較 $\frac{4}{7}$ 和 $\frac{5}{9}$ ，表面看來也不是一看就知，若是通分母，就知前者較大，或者是化小數也可以。不過若果分子分母的數多幾個位，那樣又會複雜許多，通分母也難很多。

問題：試比較 $\frac{4567890}{5678901}$ 和 $\frac{4567891}{5678903}$ 的大小。

分析：留意兩數的分子和分母雖然相當複雜，但都類似，所以不妨設分子和分母為未知數，然後用上代數的層次來比較。

答案：設 $x = 4567890$ ， $y = 5678901$ 。留意右方的分子比左方的多1，分母則多2。

那麼兩數之差為 $\frac{x}{y} - \frac{x+1}{y+2} = \frac{x(y+2) - y(x+1)}{y(y+2)} = \frac{2x-y}{y(y+2)}$ ，已知 $2x - y > 0$ ，而分母 $y(y+2)$ 必大於0，因此左方的數較大。

剛才解題的關鍵，就是把數字當中比較複雜而又類似的部分，用代數表示，之後就用代數的層次來運算。這個想法是很常用的，在課內和課外的數學，都不時見到。不妨留意一下，文章開始時的 $\frac{4}{7}$ 和 $\frac{5}{9}$ ，其實也是右方的分子比左方的多1，分母則多2，這情況跟題目裡的情況一樣，相應的推論也同樣成立，也就是說，其實在代數的層次看來，兩次的比較道理一致。

這樣也看出了代數的好處，或者普遍一點說，較抽象的知識有什麼好處，就是會令人看到表面相差很遠的事物，在道理上是一樣的。數學知識的抽象，有不同的層次，一層一層的，會看到事理之間，是有相通相類的地方。

小學時學過的除法，例如 $20 \div 7 = 2...6$ ，那樣被除數，除數，商與餘數之間，就可以寫成 $20 = 7 \times 2 + 6$ 。到了高中的階段，學了多項式除法，例如把 $x^2 + 2x + 5$ 除以 $x - 1$ ，那樣就有 $x^2 + 2x + 5 = (x + 1)(x + 3) + 8$ ，商為 $x + 3$ ，餘式為8。這裡整數和多項式之間，那個被除數和除數等關係，有相通相類的地方，可以有統一討論的空間，而事實上大學裡的代數，就會梳理好這些道理出來。

談到大學的代數是有點遠了，在中學階段，其實很

少人可以掌握那些內容，原因一方面是網上雖然有不少教材，但未有師長介紹的話，自己找到適合的有點困難，另一方面是當中的抽象水平，對中學的優異生來說還是相當困難。

不過早點知道這些也是好的，始終網上的文章是有很多的，要找到好的普及文章或教材，若有足夠恒心與毅力的話，也是可能的。這裡就難以說那麼多了，因為箇中道理相當精微，一千幾百字的文章，只能說些簡單的部分。

在中學階段，處理運算的時候，看到實數、複數、多項式與矩陣的運算，有相通的地方，是好的觀察，看到共通的地方之餘，亦同時要知道當中細微的分別，知道推論時結果可以相差很遠。比如實數與複數，數與數相除，仍各自是實數與複數，但多項式與多項式之間相除，就已經不是多項式了，或者是實數a與實數b，相乘得ab，那和ba是一樣的，但矩陣來說，若果A和B都是矩陣，又能相乘，那樣AB和BA則普遍不同。

讀數學時能把共通的部分歸納出一致的原理，又不至於把細節混淆，是一種良好的抽象思考能力，通過多角度的比較異同，會通與歸類之後，思考起來就會清晰而快捷很多，這個要自己練的，難是不難，但要有恒心才行。

■張志基

簡介：香港首間提供奧數培訓之教育機構，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。



綠得開心@校園

回應近年時代需求及教育發展趨勢，綠色環保已成為教育不可或缺的一環。青年會書院在培育學生成長時，亦希望訓練學生成為21世紀的公民，明白人類發展與保護環境兩者須取得平衡。

成功必須先找到其目標，本校兩三年前已定立好綠色教育的宗旨。在可持續發展理念下，學校師生攜手合作，採取各種善用資源的措施，避免浪費，並將相關理念推展至社區。

為使學生們了解可持續發展的概念，今年本校參加「減廢在校園」計劃項目。計劃的重點是統計學校日常的垃圾量，從而減少製造廢物，為都市固體廢物徵費作準備。計劃中亦開展不同的減廢活動，包括二手書本文具轉贈日及換物日，推動減廢及使用二手物品文化，減少不必要的消費和浪費。本校更舉辦了六場升級再造工作坊，讓師生學習化廢為寶，學習從日常生活中源頭減廢。

學校另一個重點減廢的源頭便是午膳，本校對此作了針對性的部署安排。首先，透過「學校現場派飯項目」資助，將有蓋操場改建為環保飯堂，中一、中二學生會留校午膳，分發食物的容器和餐具全為可重複清洗和使用，基本上沒有使用任何即棄餐盒和餐具，學生們亦可按需要而增減午餐分量，避免浪費。午膳後學生須自行將廚餘和垃圾分類，提



■學生透過製作小型風力發電機模型，了解科學中能量轉換原理。

作者供圖

升環保意識，而午膳廚餘則由供應商處理。其次，本校亦善用校外資源，推動「無塑外食在校園」計劃，為攜帶外食的學生提供可重複使用之餐具，讓學生實踐「無塑外食」。

本校亦積極參與環保相關活動，包括港燈「綠得開心學校」計劃、下白泥導賞團、香港無冷氣夜、地球一小時、「無飲管運動」及簽署節能約章等，希望學生從多個範疇中，了解保護環境與我們日常生活的關係。本校不單為在校學生提供以上的體驗，更將綠色環保教育推展至社區。藉由馬鞍山區內小學單位所辦的博覽會及活動日，本校將環保概

念化為遊戲，教育參加者認識廢物分類回收。在與社區中心合辦的義工服務活動中，讓參加者自製「生態蝦缸」來了解生態系統和欣賞大自然之美妙。

本校在環保教育的貢獻得到學界認同，自2016年起也獲綠色學校獎頒獎認可。因應在社區中的推動，本校更獲頒可持續發展社區項目獎。另外，港燈也就本校所作的努力，給予綠得開心學校「三星標誌」的資格，更贈予我們小型風力發電機模型，讓學生動手製作發電機，應用科學科中能量轉換的知識，師生們從中亦有所得着，並期待來年有更精彩而豐富的學習經驗。

■青年會書院（港燈綠得開心計劃「綠得開心學校」之一）
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/happypgrencampaign。