

海底光纖電纜成地震測量「天線」

比較激光波幅知振動程度 成功預測意國6級地震

科學講堂

逢星期三見報

日本地震頻生，本月18日，大阪發生黎克特制6.1級地震，造成至少4死近400人傷，當時身處大阪的香港旅客，返港後猶有餘悸，不禁讓人想起2011年3月11日發生的悲劇：東日本大地震（福島及仙台一帶）引發巨大海嘯，造成3萬多人死亡或失蹤外，還導致福島核電廠損毀，引發核洩漏事故，舉世震驚。

雖然科學家對地震的認識與日俱增，倘若能找到更多、更快、更好的方法測量地震，將對地震預警起到極大幫助。最近有科學家提出一個創新建議：利用橫亘在海底、長達100萬公里的通訊電纜測量水底地震。



2015年的海底通訊電纜地圖。網上圖片

地震成因簡單睇

早前筆者簡介了大陸板塊理論：大小不一、恍如拼圖的陸地板塊，在地球表面四處「飄移」，形成不同地貌。有時候，不同板塊正好「狹路相逢」，聚在一起互相擠壓，起初還能彼此「容忍」。

不過，當情況惡化，板塊間再無法承受壓力，便會經由大幅度振動，把這些壓力釋放出來。

不幸地，生活在這些振動板塊之上的人類，便要經歷天翻地覆的地震了。

海底地震 觀測不足

正因地震對人類影響如此深遠，我們早已不遺餘力進行研究，並在許多地方設置測量地震的儀器。

不過地球約七成表面被海水覆蓋，這些位於陸地上的儀器，未能準確探測在海底發生的地震。偏偏許多地震發生在海底之下，

而海底地震通常引發破壞性極大的海嘯。

英國國家物理實驗室 (Britain's National Physical Laboratory) 的 Giuseppe Marra 等研究員，提出利用海底光纖電纜幫助測量地震，讓光纖除了能傳送訊息，還能接收來自海底的另類訊息。



7年前發生的東日本大地震引發巨大海嘯，造成核洩漏事故，舉世震驚。資料圖片

激光猶如精細間尺

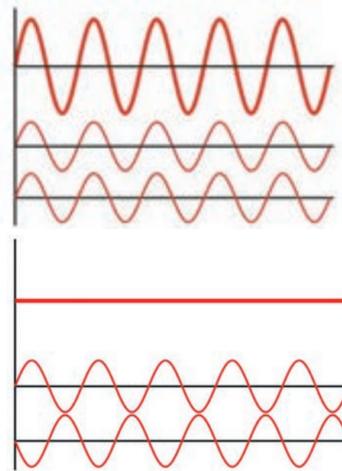
原理是向電纜中的光纖發射出激光光束，光束通過光纖到達另一端電纜，再沿著同一條電纜返回，形成環路。

在一來一回間，任何振動都會影響激光移動的距離，因此只要比較射進去的激光和反射回來的激光，便會知道電纜有否振動了。

激光也是一種光波，比方說假若反射回來的激光波峰（波紋的最高點）正好遇

上射進去的激光波谷（波紋的最低點），那麼兩束激光聚在一起，便會互相抵消。電纜的移動可能使回來的激光波峰，遇上射進去的激光波峰，那麼它們就會「相得益彰」，變成波幅更大的光波了。

這種顯著的改變，讓我們能察覺電纜的移動。而且激光的波長很短，波峰密集，電纜很微小的動靜就產生這些明顯的效果了。



（上）波峰遇上波峰，就會「相得益彰」。 （下）波峰遇上波谷，卻會互相抵消。網上圖片

小結

這種新方法已在意大利「小試牛刀」。在2016年，英國國家物理實驗室在倫敦的總部與數據中心之間，一條長約80公里的光纖電纜中，錄得的「噪音」使他們成功探測意大利一場6級地震，證明此路可通。筆者希望這項技術在未來能被廣泛應用，以更快更準地預測地震來臨。

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，不時參與科學普及及知識交流活動。

奧數揭秘

逢星期三見報

巧算兼具實用與趣味

有時為使奧數題目看來有趣一點，數字之間有點規律，比如 $\frac{343434}{515151}$ ，數字之間有重複，但原本的數值也很簡單，就是 $\frac{343434}{515151} = \frac{34 \times 10101}{51 \times 10101} = \frac{2}{3}$ ，原來數字重複的部分可以刪去。仔細點看，之所以能刪去重複

部分，當中是有因數分解的過程，是因為分子分母都有10101作為因數，因此可以約簡。

在一道算式裡，看來有規律的數字，跟它能不能化簡成一些簡單形式，當中沒有一定關係，需視乎問題內容而決定。

問題

證明 $\frac{44\dots4}{n \text{ 個 } 4} \frac{88\dots8}{(n-1) \text{ 個 } 8}$ 是平方數。

答案

這裡有許多重複數字，既有4又有8，談起來挺複雜，若能用同一個符號來表示會比較簡單。可以設 $a = \frac{11\dots1}{n \text{ 個 } 1}$ ，那麼 $\frac{44\dots4}{n \text{ 個 } 4} = 4a$ 。由於最右方的4在第(n+1)個位，因此在表達上要知道 $10^n = \frac{99\dots9}{n \text{ 個 } 9} + 1 = 9a + 1$ 。另

外， $\frac{88\dots8}{n \text{ 個 } 8} = 8a$ 。故此這個數可以表示為：

$$\frac{44\dots4}{n \text{ 個 } 4} \frac{88\dots8}{(n-1) \text{ 個 } 8} = \frac{4a}{n} \frac{8a}{n-1} = \frac{32a^2}{n(n-1)}$$
$$= \frac{32a^2 + 12a + 1}{(6a+1)^2}$$

這樣就完成了證明。

學習奧數 循序漸進

剛才的解題過程中，把各個重複多次的數字，劃一以a來表示，好處是這個數必然會化為一道關於a的算式，之後可以嘗試在代數的層次上做化簡。這把複雜的數字化為代數式化簡的技巧，普遍是有不錯的功用。

解題當中有個數字變形的技巧，在奧數裡很常用，就是 $10^n = \frac{99\dots9}{n \text{ 個 } 9} + 1 = 9a + 1$ 。不過經常在奧數題見到是一回事，學起來對整體的數學學習來說，實用是有限的。然而這也不代表這些問題不夠好。

奧數裡的問題，尤其是巧算，有時候為看來有趣，技巧是可以很巧妙，但有時為了巧妙一點，看來就太偏門了，平常計算裡太少出現那些情景，所以實用上就差一點。只是看這些問題，又不宜只由實用層面，斷定它好不好，因為它的確有趣味，能提升學生興趣。

速算及巧算題目，由於對知識和技巧的要求不高，對初學者來說，頗具挑戰性，因此學生可以在偶爾的成功中，得到成就感，感受到一點數學趣味。

數學的能力和興趣是相輔相成的，單是學一些最實用的數學，對一些初學者或只是略有興趣的人來說，難免覺得太悶或太遙遠。事實上，較為深入的數學裡，符號都是很多的，這對許多學生來說，都有一定難度。

奧數其中一個好處，便是平衡了實用與趣味，讓學生在學習過程中，不會被數學難度「嚇倒」，反而是可望可及，燃起探索數學的動機。好像行山，有些人可以走很斜的梯級，很快到山頂。也有些人要走平一點的路，也要繞些彎。硬是要求需要繞彎的人走梯級，效果也不好。怎樣把這些路鋪好，就是做奧數培訓的人要思考的事情了。

■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。



科技暢想

隔星期三見報

如何綜合人工智能和機器學習方法，以處理特殊任務時，表現如人類一樣好，甚至更好，大家仍在致力研究這個範疇。

試想像你和朋友新買一款桌遊 (Board game) 《狼人遊戲》，裡面有一個精心製作的棋盤、各種各樣的棋子、撲克牌，及列明複雜遊戲規則的說明書。

起初，沒有人知道如何玩這款遊戲，唯一一邊玩，一邊詳讀說明書，過程難免犯錯，但經過數局後，每個人都學會如何玩，並能夠贏得比賽。

學習這遊戲的過程

語言分析 (Language Analysis)：用眼睛閱讀說明書的玩家，將文字轉換為音節，並朗讀出來。傾聽遊戲規則的玩家必須解析口語。

型態識別 (Pattern recognition)：玩家必須將音節代表的意思，與遊戲中的物體連接起來。說明書插圖須與現實世界的物體互相匹配。在比賽期間，必須識別棋子和牌，以及事件的關鍵序列。

運動控制 (Motor control)：玩家必須能夠將棋子和卡片移動到棋盤上的正確位

A.I.距離人腦仍有距離

置。遵守規則和規則推理：玩家必須了解規則，並檢查是否已正確應用。優秀玩家了解基本規則後，應能發現幫助他們獲勝的更高層次的規則或傾向。這種推論與模仿他人思想的能力密切相關。

社交禮儀：即使有玩家犯錯，玩家作為朋友也必須善待對方。

處理中斷：如果門鈴響起，玩家必須能處理外在環境，然後返回遊戲，並記得輪到哪一位。

AI可以處理上述各點外，在個別特定領域如型態識別 (Pattern recognition)，表現勝過人類。

不過，人類在視覺及聽覺方面的表現，可能較AI優勝。人類可在不同視角、被局部遮擋，及忽明忽暗的環境中，成功辨別目標。

此外，人類在噪音環境下，仍能辨別音



早前有電腦在西洋棋項目擊敗人腦，證明人工智慧技術演算能力出色。網上圖片

樂的音高、音色及節奏。

人類可以透過語言獲取新信息及新技能，部分基於我們擁有大量有關世界的背景知識，藉此能辨別什麼是重要、什麼是次要。而目前的AI方法，便不能像人那樣綜合多種技能。

■洪文正

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

江南三城市熱如「蒸籠」

中國城市如南京、武漢及重慶，常被稱為長江流域（以下簡稱「江南」）「三大火爐」，形容那裡夏季特別炎熱。例如，日最高氣溫高於攝氏35度的高溫日數，它們每年平均分別有15.8天、21天和34.8天。

天熱時，人體主要依靠汗水蒸發，帶走大量熱量降溫，可為什麼在夏季江南汗多仍不解熱？這是因為江南水面多，植被茂盛，空氣十分潮濕，汗水蒸發降溫的效果便很差。古人形象地把這種悶熱天氣，比作「人在蒸籠中被蒸」。

古有詩詞形容高溫

在這種高溫日子裡，人常常熱得汗流浹背。許多古詩詞形容說，汗流如「漿」、如「潑」、如「雨」，甚至「流汗如滂沱」。例如唐代著名詩人韓愈，在詩中寫過「自從五月（農曆）因暑濕，如坐深甕遭炊蒸」，（深甕：古代蒸食物的炊

具，底下有許多孔可以進蒸汽）。宋代著名詩人楊萬里也有「不是城中是甕中」的詠熱詩句。與其說是「三大火爐」，不如更名為「三大蒸籠」更為確切。

火爐製造的是乾熱，空氣十分乾燥，甚至乾熱得可以使皮膚有開裂般的（輕微）疼痛。這種乾燥的火爐高溫天氣，在華北平原夏季多有出現，但冠軍是新疆吐魯番盆地。因為乾旱地區地面沒有水蒸發，太陽輻射得以全部用來升高氣溫，高溫且低濕。

新疆吐魯番盆地極端最高氣溫高達攝氏49.7度，是中國氣溫紀錄中的最高值。吐魯番攝氏35度以上的高溫年平均多達98.4天，俗語「牆上烙餅，埋沙熟蛋」，都是實有記載的事。

所以，如果我們把「三大火爐」更名為「三大蒸籠」，把「火爐」的稱號選給吐魯番，這不正好都各得其所、名副其實嗎？



黃鶴樓位處的武漢，夏天出名酷熱。教圖供圖

《十萬個為甚麼(新視野版) 災難與防護》

香港教育圖書公司

香港教育圖書公司