

監察海底地殼 預測地震發生

科學講堂

各位知不知道，海嘯有多厲害，可以對人命及財產帶來多大的威脅？2011年，日本仙台市以東的太平洋海域發生9.1級大地震，造成十分嚴重的海嘯，因而對福島的核電廠帶來極大的破壞，迫使大家重新關注核電安全的問題；2004年於蘇門達臘外海發生9.3級的海底地震，造成三十餘萬人喪生。這些例子都在告誡我們，海底的地殼活動，可以帶來十分龐大的破壞，值得我們留意及監察。今天就和各位討論一下近幾年科學家在這方面的努力。

平靜中暗藏危機 大地震無從預測

以上提到的兩個例子，指出了海底地震的規模與嚴重性。地球的海床上存有幾條大的斷層，當相鄰的地殼板塊互相摩擦，就有可能造成大幅度的地震。而且這些地殼的活動藏於海水之下，要仔細觀察並不容易。比如說北美洲西岸離岸約50公里，就有一段名為卡斯凱迪亞(Cascadia)的斷層帶。這個斷層帶長達1,000公里，曾在1700年造成約9級的地震，所引起的海嘯甚至橫越太平洋到達日本。



●海嘯會造成大量人命傷亡與財產損失。資料圖片

與其他斷層帶相比，卡斯凱迪亞斷層帶更為危險：一般來說，其他的斷層會斷斷續續地發生較小的地震，科學家們因此可以依賴這些小地震來監察斷層的狀況，再藉此預測下一次大地震的來臨。不過，卡斯凱迪亞斷層帶卻十分平靜，很少發生這些小地震，因此就好比一座「外強中乾」的木橋，隨時都可能毫無預警地倒塌下來。



●海底板塊活動引致的地震，會引發海嘯。圖為2011年311大地震後發生的海嘯。資料圖片

海底量度耗資大 研究資金難申請

要監察與推測地殼活動，在地面我們可以利用全球定位系統來準確地記錄並對比地殼的移動。一直以來，地震學家都在記錄卡斯凱迪亞斷層附近地面的移動，希望藉此為這個斷層建立準確的數學模型。不過地面移動的數據限制了科學家們深入了解這個斷層；現在流行的兩個模型，一個預測這個斷層的壓力正在慢慢被釋放，因此不會帶來太大的災害；另一個模型卻認為斷層相鄰的地殼板塊正緊緊地

扣在一起，隨著兩者之間壓力的累積，大地震有可能一觸即發。由此可見，我們確有需要測量海底地殼的移動，才有可能推斷以上兩個模型哪個比較正確。為了量度地殼的上下移動，科學家們已開始在海底安裝精密的儀器：比方說假如海底上升了少許，就代表海水壓在這些儀器上的壓力會減少，再經由這些儀器將這樣的改變轉化為可以記錄下來的信號。海底的另一些儀器就負責向水面的測量船隻發信

號，好讓我們計算出海底地殼在水平方向的移動。跟許多科學研究相類，進行這些海底的量度亦有不少的難處。費用是一個明顯的因素：在海底安裝測量地殼上下移動的儀器，每個動輒需要美金幾萬元。科學家們要爭取財政上的支援亦不容易；大規模的地震與海嘯，雖然破壞力驚人，但可能只是幾百年才發生一次，因此有時候不容易說服大家投入相當的資源以進行研究。

●杜子航 教育工作者

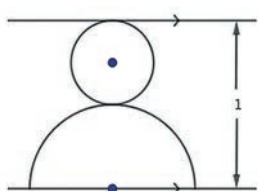
早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

圓與半圓

奧數揭秘

這次談的問題關於一個圓形和一個半圓的面積，也提一提代數應用在幾何題時的一些要點。

問題：右圖中，圓與半圓相切，又與上方的線段相切。半圓的圓心在下方的線段之上，上下兩線互相平行，相距為1個單位。連結兩個圓心的直線垂直於平行線。求圓形與半圓的面積之積的最大值。



答案：設圓的半徑為x，那麼半圓的半徑為1-2x。

那麼兩個面積的積P，就是 $P = \pi x^2 \times \frac{1}{2} \pi (1-2x)^2 = \frac{\pi^2}{2} x^2 (1-2x)^2$ 。

取根式，化算式為二次方程的最大值問題，於是

$$\sqrt{P} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} x(1-2x) = \frac{\pi}{\sqrt{2}} (-2x^2 + x) = \frac{\pi}{\sqrt{2}} [-2(x - \frac{1}{4})^2 + \frac{1}{8}] \leq \frac{\pi}{8\sqrt{2}}$$

因此 $P \leq \frac{\pi^2}{128}$ 。

解題過程中，設了圓半徑為未知數，然後列出代數式，找最大值，思路本身很直接，轉折的地方在於把P取了根號的部分。平常來說，P原本四次方的形式很複雜，取了根號之後只剩二次，用上述方法就能找到最大值。

在取根號的過程裏，也有些重點要留意：未知數x是圓半徑，而半圓的半徑是1-2x，由於半徑的長度是正數，這個x和1-2x都是要大於0的，因此x的範圍是要大於0，又要小於1/2。

關於x範圍的問題，在上方的題解裏，好像沒什麼影響，但照平常的習慣來看，一旦寫了 $P = \frac{\pi^2}{2} x^2 (1-2x)^2$ ，許多時為了避免x的係數為負數，就會把算式化成 $P = \frac{\pi^2}{2} x^2 (2x-1)^2$ ，這時若仍想去取根號，剛提到x的範圍，以及正負的問題，就顯得重要了。

比如這時把P誤取根式 $\sqrt{P} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} x(2x-1)$ ，那代數開始時看似沒什麼問題，但當發現只能求出最小值時，就自然會問，題目要求的最大值怎樣求呢？之所以出現這個問題，就是因為這

時 \sqrt{P} 裏的 $x(2x-1)$ 的部分，在 $0 < x < \frac{1}{2}$ 時，已經是負數。左方根號，右方是負數，就有問題了。

這個x範圍的問題，還有一點要考慮，就是配方法之後，發覺 $x = \frac{1}{4}$ ， \sqrt{P} 的算式才會達至最大值，這個算出來的1/4，是要落在0與1/2之間才有意義。

開始時把兩個圖形的面積乘起來，用上代數式，想法夠直接，只是化簡時為了避開四次方，要有技巧地取平方根，又要注意未知數的範圍，當中其實有相當多的細節。

學生在運算過程中，未自覺到未知數範圍的問題，順着習慣就避開相關問題找到答案，在他們自學的時候，或許就已經覺得自己懂了。即使寫出來給老師核對，數學上始終是對的，就算老師憑經驗知道學生可能未理解得通透，也很難說他們理解有偏差。於是學生的想法難免就有漏洞了，若果平常在學習過程中，老師能質疑一下各個細節，檢視一下學生常有的漏洞，那樣學問就會堅實一點。 ●張志基

剎車系統突失靈 首要考慮減傷害

智為未來

不要以為硬件教材只有體驗的部分，其實只要在設計實驗時加入不同的故事場景，就可以帶動學生深入思考AI倫理的議題。

我們可以利用CUHK-JC iCar模擬自動駕駛汽車有機會面對的問題，帶動學生思考AI系統設計控制邏輯需要思考的問題。例如，如果自動駕駛汽車突然剎車系統失靈，而當時馬路兩邊均有路人，在不能剎車情況下，自動駕駛汽車應該如何抉擇呢？

思考控制邏輯考慮因素

透過這個實驗，教師可以引導同學思考究竟在設計這輛自動駕駛汽車的控制邏輯時，需要考慮什麼因素，轉左或轉右會有什麼影響？除了轉左或轉右，會否有其他可行又可減低傷害的方案呢？譬如轉向物件的方向如交通燈、垃圾箱、圍欄，或轉向樹的方向，以不傷人為目標。又譬如可否立即自動關閉電源，讓自動駕駛汽車自動停下來？

除了可以討論自動駕駛汽車的控制邏輯，教師亦可以引導學生思考：如果意外真的發生了，誰需要負責呢？一般來說，當交通意外發生，駕駛者可能會被追究責任。可是自動駕駛汽車並沒有駕駛者，責任又該由誰來承擔？應該是生產者、駕駛者，還是程式設計員的責任？假如自動駕駛汽車，甚或其他AI系統發生事故時都沒有需要負責，社會又會變成怎樣呢？這都是我們在應用AI時值得深思的，亦是我們下一代應該及早認識的倫理問題。

親自設計適合初學者使用

其實CUHK-JC iCar是一個偶然但相當難得的成果，當時中大研究團隊了解到學校在硬件實驗部分的真實教學需要，就在市場上搜羅適合初學者使用的AI硬件產品。

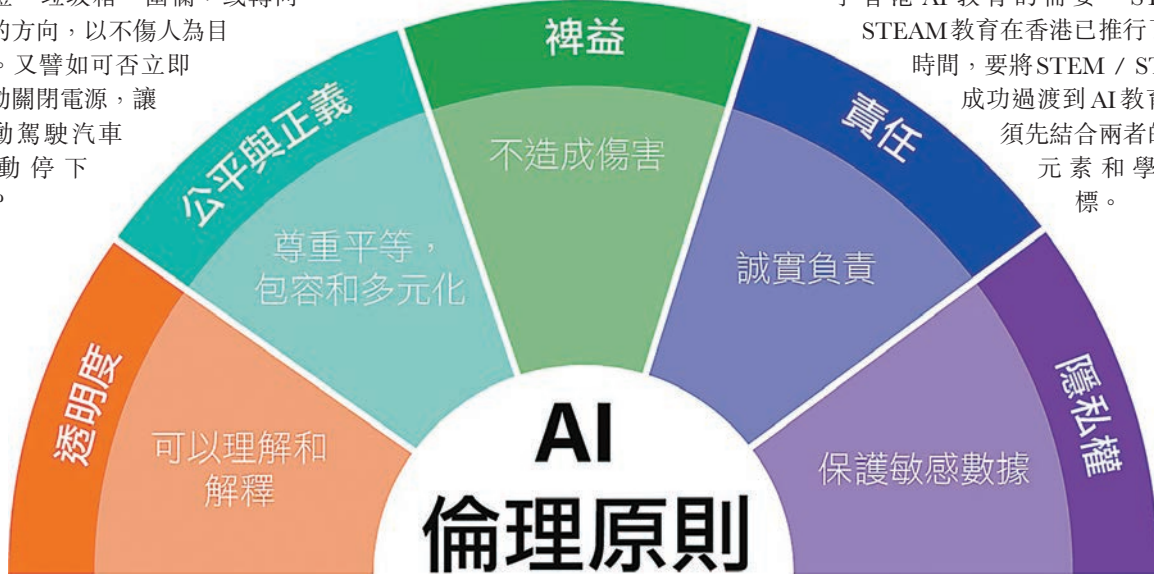
在過程中，我們發現市場上合適的產品並沒有AI功能，即使有AI功

能，價格都較為昂貴或不適合初學者學習AI。於是，我們的團隊利用中大在機械工程及AI方面的研究成果，並整理先導學校的意見，對應初中AI課程的教學需要，親手設計出CUHK-JC iCar。

課程強調AI倫理

我們的課程特別強調AI倫理，除了於每一個章節都加插「倫理及影響」模塊，更於整個課程中編排一個AI倫理章節特別闡釋「透明度」、「公平與正義」、「裨益」、「責任」和「隱私權」五個AI倫理原則。CUHK-JC iCar的道德困境實驗可以配合課程，以AI倫理原則為討論藍本，不僅訓練學生慎思明辨思維(critical thinking)，更能立即讓學生學以致用，了解到原來AI倫理並非紙上談兵，而是與日常生活息息相關。

CUHK-JC iCar的誕生，正正反映了香港AI教育的需要。STEM/STEAM教育在香港已推行了一段時間，要將STEM/STEAM成功過渡到AI教育，必須先結合兩者的教學元素和學習目標。



● AI倫理原則共有5個。

作者供圖

中大賽馬會「智」為未來計劃

由香港賽馬會慈善信託基金捐助，香港中文大學工程學院及教育學院聯合主辦，旨在為香港中學創建新AI課程、支援框架及可持續的AI教育模式，以促進相關的AI教育生態發展。嶄新又全面的AI課程希望為學生提供AI倫理意識和知識，裝備他們應對未來工作。

