

科學講堂

逢星期三見報

「圈」轉「圈」形態各異 兼具物理化學生物層面

碳循環「上天下海」影響廣

碳在地圈 (geosphere)、生物圈 (biosphere) 及大氣層 (atmosphere) 中，扮演不同的角色，並以不同的形態，從一圈轉到另一圈，形成碳循環 (carbon cycle)。

以光合作用帶入陸地及海洋生物圈

大氣中的碳主要呈兩種形態：二氧化碳 (carbon dioxide) 及甲烷 (methane)，它們是溫室氣體，會吸收及保存熱力。透過光合作用 (photosynthesis)，二氧化碳離開大氣層，並進入陸地及海洋生物圈。空氣中的二氧化碳亦會溶

解於海洋、湖泊及河流的表面，與水分子形成碳酸 (carbonic acid)。岩石中的碳酸鈣 (calcium carbonate) 或是矽酸鹽礦物 (silicate minerals) 均會與碳酸產生化學作用，一般稱為風化侵蝕 (weathering)，此一現象亦讓碳走進岩石圈中。

陸地沖落海 燃煤伐木「升天」

每個生物圈內儲存碳的形式均不一樣，在陸地生物圈 (terrestrial biosphere) 內的碳儲存於動物、植物及泥土中。碳分子是維持地球上生命的主要成分，我們身體內的肌肉、脂肪、植物的纖維 (cellulose) 全由碳所組成。就算動植物死去，碳仍然留在當中。約有5,000億噸的碳儲存於動植物體內，而泥土內則有15,000億噸的碳。大多數於陸地生物圈內的碳為有機碳，而有三分之一於泥土的碳為無機的，如碳酸鈣 (即石灰石或大理石)。碳儲於泥土中可長達數千年，它們可能會被沖洗到海洋中。另一方面，氣溫上升亦會加快二氧化碳離開泥土進入大氣層，但大氣層中更多的二氧化碳亦會使溫度上升。而人類活動如燃燒化石燃料 (即煤、石油及天然氣等) 及砍伐林木 (deforestation) 等，亦會把儲存於陸地生物圈的碳直接轉化到大氣層。

海水平衡溫度 過酸影響生態

海洋表面蘊含大量溶解了的無機碳，包括二氧化碳、碳酸氫離子及碳酸離子，有助平衡地球溫度。然而，自從工業革命後，人類的活動大大改變了碳循環，並直接增加大氣層的碳含量，故此，海洋把二氧化碳吸收這項功能變得十分重要。二氧化碳溶解於海水的速度取決於不同因素，包括岩石的風化現象。風化現象有助吸收大氣中的二氧化碳，但此現象的速度比溫室氣體的排放更慢，故此，海洋需吸收更多的二氧化碳。海水中過多二氧化碳亦會令海洋的酸鹼度下降，酸性環境亦對海洋生態有負面影響。



人類砍伐林木對生態造成嚴重破壞。 網上圖片



珊瑚由碳酸鈣組成，海洋中酸性的環境會導致珊瑚死亡。 網上圖片

小結

碳循環對維持生命十分重要，人類、陸地及海洋的生物、大氣層及岩石均在當中扮演不同的角色。科學常被分類為物理、化學、生物，其實三者關係密不可分，在碳循環中，碳的形式不斷改變，是為物理及化學改變。而這種改變，亦會影響生物的活動，甚至生存。如果只學習3個學科之一，就難以綜觀全圖。

■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/drbenyng 聯繫作者。

奧數揭秘

逢星期三見報

設社區街燈 用數學達高效

城市裡路上的街燈，每到晚上就亮起來，四處都叫人看得清清楚楚的。相反，一些較落後的地區，大概就沒有那麼多街燈了，夜間都是暗沉沉的，令人害怕。

街燈多一點當然是好的，但是多一盞燈，就多了維修保養的費用。若是對於比較窮的地區，要是數量太大，又是一種負擔。

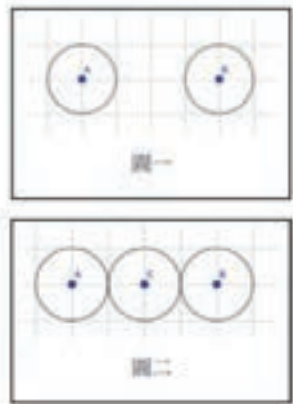
因此如何規劃一個地區的街燈位置，就是一項影響民生和長遠經濟支出的重要決定了。

燈光網絡「連成線」

通常一個地區，多少是有些固定的建築，是有燈光的，怎樣配合原有的燈光，去設置街燈的位置，也需要一點技巧。

先由簡單的情況開始，比如在圖一中，A和B代表兩幢建築物，圓圈代表建築物內發射的燈光範圍，那樣若是要規劃街燈，就不妨在當中的部分加上另一街燈C，圓形表示燈光的範圍 (圖二)。

以下為方便討論，會假設建築物的燈光和街燈的燈光範圍相同，即圓形的半徑一樣。



這樣由A去B的路上，就可以有一條有光的路連結。不妨稱A和B為相鄰的，可以用一條直線連結 (圖三)。



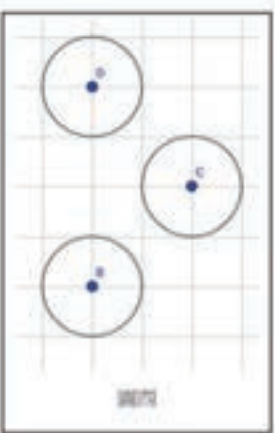
一個地區裡，有些地方是常用的，若是想設計到常用的地方，都有燈光明照，那就是要設計一個網絡，令到每兩點之間，都是有一連串的線連着的。

那怎樣可以連通所有地方呢？是不是兩點之間不斷加上街燈就行

呢？這個也是可行的，至少是能連通，但可能會過多的街燈。

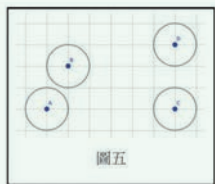
比如圖四之中，若是B和C之間又加街燈，C和D之間又加，那就不如在B和D的中點處加，那樣又可以連結到C點。

這裡可以看出，有些放置街燈的方法，是可以較少的街燈連通更多的地方。有沒有一個普遍的放置方式，可以用最少的街燈連通所有地方呢？這個問題若是能答固然是好的，但實際上也不必要找到最少才是好的，現實中只需要比較少就已經不錯了。



問題

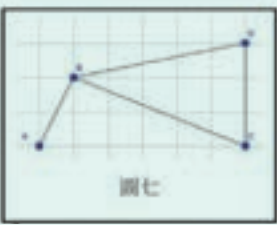
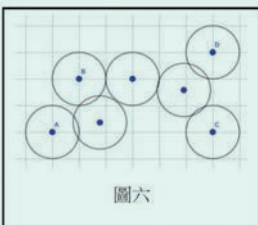
在圖五中有4幢建築物，如何設置最少數量的街燈去連通它們？



題解

A和B之間至少要一支燈，C和D之間也要一支，問題是AB和CD兩組之間要多少支燈。其實也只是一支就夠了 (圖六)，因此最少要設置三支街燈就能把這四幢建築物連通。

這個若是用網絡來表示，就可以如圖七所示。為什麼要化成網絡圖呢？因為把建築物連通的情景中，其中一個主要問題，就是怎樣由一個地方以最短路徑去另一地方，而網絡圖的其中一個著名的問題就是最短路徑問題，若圖形不太複雜的話，是有現成的電腦軟件可以找到最短路徑的。若是在圖七中，各線段都標示了路線的長度，那樣就可以找不同地方之間的最短路徑。



小結

在實際情況下，街燈的設置也不只以上那麼簡單的。比如建築物的燈光有大小之別，用圓形表示燈光範圍時，半徑也有分別；除了想連通各建築物外，還可能會想把燈光的照明範圍變得盡量大；還有要考慮的是若果某些街燈壞

了，會不會對整個網絡有很大影響，比如完全切斷了地區的兩邊。

以上實際的考慮，在應用時是有現實意義的。每多一個條件，要計算的數學也就不不同了。

關於地區設計的問題還有不少的，比如無障礙通道的設計，或者

是簷篷的設計之類。如何鋪設一條最短的無障礙通道，去連通一個社區不同部分？怎樣在社區中加添一點簷篷，令到屋苑的人們都可以在下雨時不用撐傘去到車站？這些問題，若是平日逛街時多點留意的話，也是有趣味的。

■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。

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

科技暢想

逢星期三見報

神舟升空推進STEM教育

近日神舟十一號成功發射，將兩名太空人成功送入天宮一號，中國太空探索又邁出舉世的一步。

航天器的設計研究就涉及各門科學，如數學、物理學、天文學、流體力學、空氣動力學、計算機科學、無線通訊科學、材料科學、氣象學等。

青少年對宇宙飛船和太空人都充滿了興趣，而以航空科技的相關題材開展STEM教育，將極大地促進青少年的學習興趣。目前在內地就有以太空人命名的相關機構圍繞航天科技和太空的主題，開設相關的課程。讓我們來看看這些有趣的項目。

水火箭學力學

水火箭又稱氣壓式彭水火箭，水推進火箭。顧名思義就是以水為媒介，將高壓氣體灌入水火箭中，根據高壓流往低壓的原理，利用質量和氣壓作用而設計的玩具。

水火箭可以培養學生對物理學中的力學的興趣，材料一般用廢棄的飲料瓶製作成動力艙、箭體、箭頭、尾翼、降落傘等。

3D打印飛船火箭模型

運用3D建模創建一個圓柱體，然後設置圓柱體的半徑高度，通過添加編輯多邊形修飾器，修改飛機火箭模型，並添加渦輪平滑修改器，為模型增加面數，使其更加平滑。使用樣條線工具，畫出翅膀的外形，並最後使用複製命令，將其複製出另一側的飛船火箭。建模成功後，我們再用3D打印機將模型打印出來。

有問有答

隔星期三見報

一場颱風「炮製」出「色盲島」

西太平洋上有一座偏僻的小島——平格拉普島。1970年，科學家發現，島上的原住民中平均每12人中就有一人患全色盲，而通常情況下，3萬人中才有一人可能會患這種罕見的遺傳病。該島因而有了「色盲島」的外號。

原因是，近親婚配令攜帶同樣隱性致病基因的概率增加，令「色盲島」上有這麼多人患全色盲。

島民全是20人後代

與紅綠色盲不同，全色盲患者不僅不能分辨紅色和綠色，對任何色彩都不能辨認，他們眼中的世界就像黑白電影中出現的情景一樣。全色盲的致病基因是隱性基因，位於第八號染色體，所以，它是一種常染色體隱性遺傳病。

那麼，是什麼造成了平格拉普島的災難呢？根據歷史資料記載，平格拉普島於1775年曾遭遇一場颱風肆虐，當時島上只有9男11女，總共20人得以倖存。也就是說，現在島上的居民都是這9男11女的後代。通常，在人群中某種常染色體隱性遺傳病的致病基因總是不多的。所以，在一般婚姻中，攜帶者和攜帶者結為夫婦的機會並不多，這也是很多常染色體隱性遺傳病發病率不高的原因。

近親婚配更易傳隱性基因

然而在近親婚配中，情況就大不一樣了。因為一名致病基因的攜帶者，有50%的可能把該基因傳給每一位子女，使他們成為攜帶者。子女中的攜帶者

這將是一個非常有趣的過程，可以培養學生對科學技術的興趣，對數學、物理乃至藝術的培養都是非常有益的。

Scratch編制起飛程序

運用Scratch去編制一個讓火箭飛起來的指令。Scratch課程是能充分調動少兒創造力的探索性實踐活動，是真正的「腦力衝浪」。

在Scratch創意編程中，孩子們像導演一樣設計大綱，像工程師一樣構造邏輯嚴密的程序，像藝術家一樣對圖像聲音進行美化。

電腦編程幫助孩子綜合運用他們學到的所有的學科，體會學以致用的快樂，刺激他們的學習熱情。幾乎所有玩電腦編程的孩子，都切身體會到數學是多麼有用，因為當他們需要利用計算機指令去控制一個火箭飛起來，每一步都需要做一些數學計算。

有時候，讓孩子愛上科學並不那麼難，重點是找到他們的興趣點，毫無疑問，神舟飛船和太空人給我們提供了這樣的機遇。

■香港新興科技教育協會 胡勝

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。



■正常人眼中的鸚鵡 (左) 和全色盲患者眼中的鸚鵡 (右)。

作者供圖

又能把該基因再傳給各自的子女。在第三代子女的婚配即近親婚配中夫婦攜帶同樣隱性致病基因的概率，要比起在人群中一般婚配的夫婦大很多，生育出該常染色體隱性遺傳病的可能性也要大很多。

可以推斷，當時平格拉普島上倖存的20人中至少有一人是全色盲基因的攜帶者，島上的小群體不可避免也會有許多近親婚配的夫婦。這也就是為什麼島上全色盲的發病率高出一般人群三千多倍的原因。

《十萬個為什麼(新視野版)生命I》

■資料提供：香港教育圖書公司



香港教育圖書公司

