

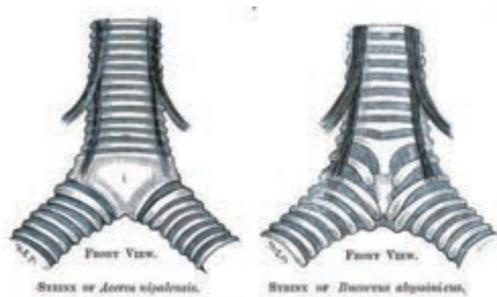
# 古代維加鳥 似鴨呱呱叫

## 科學講堂

上次和大家探討了部分雀鳥是如何「放棄」在天飛翔的能力。不過，除了飛行之外，鳥類悅耳卻又複雜的歌聲，也是牠們的特徵之一。那麼雀鳥又是如何演化出唱歌的能耐呢？今天就讓我們窺探一下。

### 唱歌要靠鳥鳴管

鳥類發出嘹亮的歌聲，要靠鳥鳴管 (syrinx) 這個器官。這個器官位於氣管和支氣管之間，大小大約只有數厘米。憑着鳥鳴管的環狀軟骨及筋狀軟組織互相協調下的共同振動，鳥類就能在胸腔之中產生共鳴，發出響亮的叫聲。相比之下，跟鳥類在演化史上關係較密切的鱷魚，就沒有鳥鳴管這個器官。許多其他的動物，反而是利用食道跟氣管之間的喉頭來發聲。那麼，古代還在演化中的鳥類，又是否有鳥鳴管這個器官呢？



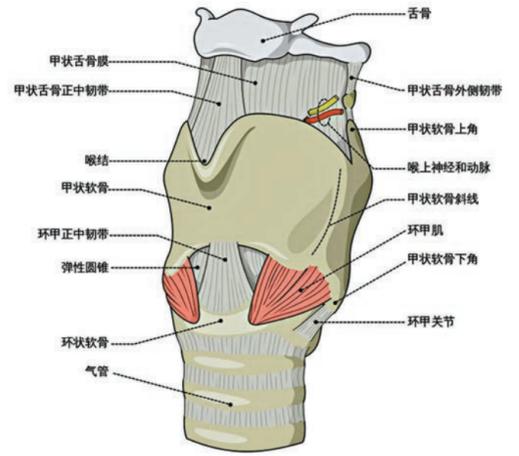
鳥類發出嘹亮的歌聲，要靠鳥鳴管這個器官。圖為犀鳥的鳴管。

今天很多證據已經告訴我們，現代的雀鳥是從恐龍演化過來的；不少看來是鳥類的獨有特徵，我們也在一些恐龍的化石上見到，比方說雀鳥用來飛行的羽毛，以及牠們用來減輕重量、令呼吸更有效率的各種氣囊等等。美國德克薩斯州大學奧斯汀分校的古生物學家克拉克 (Julia A. Clarke) 和她的研究夥伴，幾年前在南極洲的岩石層中發掘出一種名為維加鳥 (學

名: Vegavis iaai) 的化石，正好就有鳥鳴管這個部分供我們研究之用。克拉克發現化石的石層深度，大約對應於六千六百萬年前，正好比恐龍因為巨大隕石降下而被滅絕的時代稍早一點。維加鳥也是一個頗為特別的物種，跟鴨子、天鵝同屬一類，而且2005年的另外一個研究，已確認維加鳥是中生代 (二億五千二百萬至六千六百萬年前) 中，我們唯一找到肯定是鳥類的化石物種，證明雀鳥曾經跟恐龍共存於同一個年代。



維加鳥跟鴨子同類，也可以發出相似的叫聲。



許多其他的動物，反而是利用食道跟氣管之間的喉頭來發聲。

### 參考現今鳥類 推算軟組織樣子

克拉克跟她的研究團隊，利用X光對維加鳥的化石進行掃描，建構出一個鳥鳴管的電腦模型。不過，動物發聲還需要利用軟組織，而軟組織卻不可能留下化石。為了研究出維加鳥是怎樣發聲，克拉克另外分析了12種現今雀鳥發聲部分的軟組織跟硬組織，繼而推算出維加鳥鳥鳴管的軟組織是什麼樣子。因此，克拉克她們能夠推論出，維加鳥可

以發出跟鴨鴨相似的叫聲。不過到現在為止，我們好像還沒有在恐龍化石中找到鳴管。這是否意味着，恐龍演化成雀鳥的時候，是先發展出羽毛、氣囊，然後再演化出鳴管呢？好像是，不過又有一點言之尚早：未來我們可能找到更多珍貴的化石，讓我們進一步詳細了解這個演化的過程。能夠了解古代雀鳥發聲的能力，是詳

細了解牠們的重要一環。正如很多現代鳥類研究者所言，雀鳥的外表只能代表牠們的某一面；牠們發出什麼樣的叫聲，怎樣去利用歌聲互相溝通，還需要更深入的理解。現在有了第一次對化石中的鳥鳴管的研究，讓我們知道了它的大小和在化石中的位置，相信未來將還會有更多的科學家可以進行類似的研究。

張文彥 香港大學理學院講師

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，不時參與科學普及與知識交流活動。

## 平方和與因數分解

### 奧數揭秘

這次分享一道和平方相關的問題，然後談談因數分解的一些細節。

問題：設  $a, b, c$  和  $d$  是整數，且  $m = a^2 + b^2, n = c^2 + d^2$ ，證明  $mn$  也可以表示成兩個整數的平方和。

答案： $mn = (a^2 + b^2)(c^2 + d^2) = a^2c^2 + 2acbd + b^2d^2 + a^2d^2 - 2adbc + b^2c^2 = (ac + bd)^2 + (ad - bc)^2$

初看兩個可化成平方和的數，乘起來，未必想得通為什麼也會是平方和，只是計算時展開了括號，只需要添上了  $2abcd$  的項，在一加一減之中，各自成了兩組平方和的一部分。

看代數式有時太抽象了，不妨用數字去理解一下這個結果。例如  $5 = 1^2 + 2^2, 13 = 2^2 + 3^2$ ，那樣對於  $5 \times 13 = 65$ ，就有  $65 = (1 \times 2 + 2 \times 3)^2 + (1 \times 3 - 2 \times 2)^2 = 8^2 + (-1)^2$ 。原來  $65$  這個數是可以寫成兩個不同整數的平方和。是不是任意的整數都可以寫成兩個不同整數的平方和呢？很易知道不是的，比如  $3$  就已經不行。又可以再問，那樣  $65$  除了可以拆開成  $8$  和  $1$  的平方和以外，還可以拆成其他數字的平方和嗎？這個讀者不妨試試，原來是可以的，例如  $65 = 4^2 + 7^2$ 。

這個  $65$  又能寫成  $8^2 + 1^2$ ，又能寫成  $4^2 + 7^2$ ，這些  $8, 1, 4$  和  $7$  之間，有什麼關係嗎？原來有的，若果懂一點複數，就會找到當中隱藏的關係。首先  $65$  這個數是由  $5$  和  $13$  乘出來，我們嘗試用複數來分解  $5$  和  $13$ 。比如  $5 = (1 + 2i)(1 - 2i), 13 = (2 + 3i)(2 - 3i)$ 。兩數乘起來時，若果將  $1 + 2i$  和  $2 + 3i$  當成一組相乘，得出  $4 + 7i$ ，而  $1 - 2i$  與  $2 - 3i$  相乘得  $4 - 7i$ ，於是  $65 = (4 + 7i)(4 - 7i) = 4^2 + 7^2$ 。若果  $5$  和  $13$  分解後，分組相乘的次序不同，例如先把  $1 + 2i$  和  $2 - 3i$  相乘，得  $8 + i$ ；然後  $1 - 2i$  與  $2 + 3i$  相乘得  $8 - i$ ，就得到  $65 = (8 + i)(8 - i) = 8^2 + 1^2$ 。這下子就看到原來  $8, 1, 4$  和  $7$  之間，其實是  $5$  和  $13$  用複數分解後，不同配搭地乘起來時運算出來的。

平常要思考一個數能否化成平方和，只是試試數字，已經有點麻煩，還要問能否展開成兩組不同整數的平方和，就比較難思考，若果數字還挺大，更

是相當難。不過若果掌握了上一段的想法，有時又可以簡單一點，比如考慮  $145$ ，它是  $5 \times 29, 5 = (1 + 2i)(1 - 2i), 29 = (5 + 2i)(5 - 2i)$ ，不難知道  $145 = 1^2 + 12^2 = 9^2 + 8^2$ 。

剛才的想法，比如  $65$  的情況，若果單是用題目裡的分拆方式，只會看到一種展開成平方和的方法，若果用上了複數的展開，就容易見到兩種展開的方式。複數的展開對中學生來說，大概是比較新鮮的，事實上也只能輕輕涉獵一下，因為當中的分解有很多複雜的細節。

中學裡的複數，課內的大致上都是在做算術，加減乘除一下，去到解方程已經差不多了，再遠一點的也未必有，這裡也可以看到複數的一點小趣味。

談起因數分解或因式分解，中學時學了複數，也就可以問一個整數能否寫成一些複數相乘，或者收窄一點範圍，比如限制複數的實數與虛數部分都是整數。平常因式分解，其實也有一點限制的，比如  $x^2 - 2$ ，課內較少分解為  $(x + \sqrt{2})(x - \sqrt{2})$ ，通常所謂因式分解，就是分解到係數為整數或有理數的情況。

這樣就不難發現，其實所謂分解，分解成什麼數，是有個範圍的，常見的情況，當然就是整數分解為整數相乘，多項式就分解作係數為整數的多項式相乘，只是這些都是課程設計到這樣而已，事實上數學裡的因式分解，範圍大得多，要看什麼範圍內做分解。還要討論在相關的範圍內，相關的數是否有唯一分解之類的問題。

不過這些許多因數分解的問題，複雜起來，也漸漸超出了奧數的程度，有興趣的同學就要懂一些代數與數論才會明白了。

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](http://www.hkmos.org)



## 多元學習經歷 共建智慧城市

### 綠得開心@校園

特區政府近年致力把香港構建成為一個世界級的智慧城市，於2017年公佈了《香港智慧城市藍圖》，勾畫出未來五年的發展大計。為配合港府推動智慧城市的發展，港燈的「綠得開心學校」標誌計劃透過為學生提供不同的其他學習經歷 (OLE) 活動和服務，讓學界從中學習環保知識和實踐智惜用電的理念，共同構建智慧城市。

為進一步提升香港的能源效益和協助社區節約能源，計劃將優先為位於港島及南丫島的會員學校安排免費能源審核服務，派員實地視察學校環境，分析能源效益表現，提供審核報告和建議，協助學校尋找節能的機會，提升能源效益。

在 OLE 活動方面，學校可參加的包括「『智慧城市 智惜用電』講座」，港燈員工會到訪學校，以生動有趣方式為不同年級的學生分享低碳節能、能源效益及智慧城市的知識。另外，學校可安排同學參觀港燈位於上環的「智惜用電生活廊」，透過不同的互動展示、遊戲及可再生能源 STEAM 工作坊，讓同學深入認識氣候變化、可再生能源及智慧城市發展等課題。透過這兩項活動，同學可學懂「智惜用電」及智慧城市兩者的概念，為環保和建構智慧城市出一分力。

「讀萬卷書，不如行萬里路。」為豐富同學的學習體驗，港燈鼓勵同學走出校園學習。學校可帶領同學到訪南丫風采發電站，近距離欣賞到全港首個及唯一一個具商業規模的大型風力發電站，了解風力發電的原理和



可再生能源 STEAM 工作坊讓同學親手製作太陽能模型，學習可再生能源的應用。

同學參觀「智惜用電生活廊」可體驗各種互動遊戲及認識智慧城市的概念。

認識可再生能源的資訊。此外，同學更有難得的機會參觀南丫發電廠內的天然氣發電機組及太陽能發電系統，一窺電廠的運作，了解環保發電。

OLE 活動中的「綠遊香港」生態文物賞團亦為同學們提供一個親近大自然的機會。義務導賞員會帶領學生暢遊香港島或南丫島的生態文物徑，推廣生態保育和環保教育，藉此加強同學對保護本地生態資源、自然環境和歷史文物的意識。學生亦有機會欣賞到一些平日難以遇見的昆蟲及稀有物種，增廣見聞，親身體會大自然的奧妙。

除上述活動外，港燈亦與香港

青年協會賽馬會媒體空間 (M21) 舉辦「綠色校園電視台」訓練班，為學校培訓「綠色校園小記者」和協助優化「校園電視台」。資深新聞工作者及 M21 技術指導會為學校度身訂造課程，教導同學運用不同拍攝工具和指導他們剪接的技巧。

「綠得開心學校」標誌計劃舉辦的活動是希望讓學界透過活動中學習環保，為締造綠色香港和構建智慧城市出一分力。如有興趣加入成為「綠得開心學校」一分子，請到 <http://minisite.hkelectric.com/HappyGreenCampaign/section3.html> 下載表格報名參與活動。

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/happygreencampaign](http://www.hkelectric.com/happygreencampaign)。